

รายการอ้างอิง

- [1] R. V. Binder. Testing Object-Oriented Systems: Models, Patterns, and Tools. United State of America, Addison-Wesley, 2000.
- [2] G. Booch, J. Rumbaugh, I. Jacobson. The Unified Modeling Language User Guide. United State of America, Addison-Wesley, 1999.
- [3] B. Beizer. Software Testing Technique. Van Nostrand Reinhold, New York, 2nd Ed., 1990.
- [4] J. Offutt and A. Abdurazik. Generating Test Cases from UML Specifications. ISE Technical Reports. United State of America, May, 1999.
- [5] P. C. Jorgensen. Software Testing: A Craftman's Approach. CRC Press, New York, 2nd ed., 2002.
- [6] R. S. Pressman. Software Engineering a practitioner's approach. United State of America, McGraw-Hill Company, 4th ed., 1997.
- [7] J. Offutt and A. Abdurazik. Generating tests from UML Specifications. Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on the Unified Modeling Language. United State of America, pp. 416-429, October, 1999.
- [8] The Institute of Electrical and Electronics Engineers. IEEE Standard for Software Test Documentation (IEEE Std 829-1998). December, 1998.
- [9] A. Dennis, B. H. Wixom, D. Tegarden. Systems Analysis and Design: An Object-Oriented Approach with UML. United State of America, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- [10] G. Booch, J. Rumbaugh, I. Jacobson. The Unified Modeling Language Reference Manual. United State of America, Addison-Wesley, 1999.
- [11] H. Gomma. Designing Concurrent, Distributed, and Real-Time Applications with UML. United State of America, Addison Wesley Object Technology Series, 2000.
- [12] P. Stevens and R. Pooley. Using UML Software Engineering with Objects and Components. United State of America, Addison-Wesley, update ed., 2000.
- [13] J. Offutt, S. Liu, A. Abdurazik and Paul Ammann. Generating test data from state-based specifications. Software tesing, Verification and Reliability. United State of America, pp. 25-53, 2003.

- [14] Object Management Group. OMG XML Metadata Interchange (XMI) Specification Version 1.2 [Online]. Available from : <http://www.omg.org/uml>, [2005, January 19].
- [15] XML Metadata Interchange (XMI) [Online]. Available from : <http://www.omg.org/technology/xml>, [2005, March 28].
- [16] Extensible Markup Language (XML) [Online]. Available from : <http://www.w3.org/XML>, [2005, April 7].
- [17] J. Clark. XSLT 1.0 recommendation. World Wide Web Consortium (W3C) [Online]. Available from : <http://www.w3.org/TR/1999/REC-xslt-19991116>, [1999, November 16].
- [18] M. Kay. XSLT Programmer's Reference 2nd Edition. Birmingham: Wrox Press, 2001.
- [19] Microsoft Corporation. The MSXML 4.0 Software Development Kit [Computer software] [Online]. Available from : <http://www.microsoft.com>, [2005, November 20].
- [20] Miloslav Nic. XSLT Tutorial [Online]. Available from : <http://www.zvon.org>, [2005, November 20].
- [21] Miloslav Nic. XSLT Reference [Online]. Available from : <http://www.zvon.org>, [2005, November 20].
- [22] XSL Transformations (XSLT) [Online]. Available from : <http://www.w3.org/TR/xslt>, [2005, November 20].
- [23] J. Offutt, Y. Xiong and S. Liu. Criteria for Generating Specification-based Tests*. Fifth IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS' 99). Las Vegas, NV, page 119-131, October, 1999.
- [24] L. Liuying and Q. Zhichang. Test Selection from UML Statecharts. IEEE Transaction of Software Engineering. United States of America, pp. 273-279, 1999.
- [25] Rational Rose [Computer software] [Online]. Available from : <http://www.rational.com>, [2005, November 20].
- [26] Unisys Rose XML Tools [Computer software] [Online]. Available from : <http://www.rational.com>, [2005, November 20].



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

แผนภาพยูเอ็มแอล

ยูเอ็มแอลเป็นภาษาสัญลักษณ์รูปภาพเชิงวัตถุ (Object-oriented modeling language) เพื่อใช้อธิบายระบบสารสนเทศ (Information system) โดยใช้สัญลักษณ์รูปภาพที่เป็นสากลที่ถูกคิดขึ้นมาสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ซึ่งสามารถช่วยให้เข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยทำให้ผู้ใช้กับผู้พัฒนามีความเข้าใจตรงกันได้อีกด้วย

ยูเอ็มแอลเริ่มต้นครั้งแรกในปี 1994 ที่บริษัทเรชันนอลซอฟต์แวร์ (Rational software) โดยแกรดี บูช (Grady Booch) และ เจมส์ แรมเบิร์ก (James Rumbaugh) วัตถุประสงค์เบื้องต้นในการร่วมงานกันระหว่างทั้ง 2 คน เป็นการพัฒนาระบบการพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุที่เป็นหนึ่งเดียว (Unified method) โดยนำเอาวิธีของแต่ละคนคือ วิธีของบูช และวิธีของโอเอ็มที (OMT: Object Modeling Technique) มารวมกันและปรับปรุงใหม่ ต่อมาในปี 1995 ไอวา จากอบสัน (Ivar Jacobson) ผู้พัฒนาระบบการวิศวกรรมซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ (OOSE: Object Oriented Software Engineering) ได้เข้าร่วมกับโครงการดังกล่าวซึ่งในครั้งนี้เป็นกรสร้างภาษาแบบจำลองขึ้นมาใหม่ เรียกว่า ยูเอ็มแอล ต่อมาในปี 1997 ยูเอ็มแอลรุ่นที่ 1.1 ได้ถูกเสนอให้กับหน่วยงานโอเอ็มจี ซึ่งได้ถูกกำหนดให้เป็นภาษาแบบจำลองมาตรฐานในที่สุด [3]

ยูเอ็มแอลประกอบไปด้วยแผนภาพต่างๆ ดังนี้

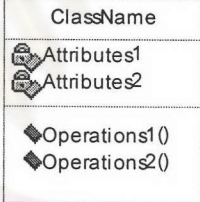
- 1) แผนภาพยูสเคส เป็นแผนภาพอธิบายภาพรวมของระบบว่ามีการทำงานโดยรวมเป็นอย่างไร มีสิ่งแวดล้อมใดมาติดต่อกับระบบบ้าง
- 2) แผนภาพคลาส เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์กันระหว่างคลาสว่ามีความสัมพันธ์กันแบบไหน มีคุณสมบัติอะไรบ้าง ซึ่งมีวากยสัมพันธ์แสดงดังตารางที่ ก.1 และรูปที่ ก.1 แสดงสัญลักษณ์ของแผนภาพสเตทชาร์ต
- 3) แผนภาพซีควเอนซ์ (Sequence Diagram) เป็นแผนภาพที่อธิบายพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างอ็อบเจกต์ โดยการส่งข้อความถึงกัน ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของเวลา
- 4) แผนภาพคอลแลบอเรชัน เป็นแผนภาพที่คล้ายกับแผนภาพซีควเอนซ์ ตรงที่เป็นมุมมองด้านพลวัตของระบบเชิงวัตถุ แผนภาพนี้อธิบายการทำงานร่วมกันของอ็อบเจกต์ในระบบ
- 5) แผนภาพสเตทชาร์ต เป็นแผนภาพที่แสดงถึงสถานะที่ต่างกันของอ็อบเจกต์ในระหว่างการทำงานว่ามีเหตุการณ์ใดบ้างที่ทำให้อ็อบเจกต์หนึ่งเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง หรืออาจจะแสดงถึงสถานการณ์การทำงานของคลาส ของระบบย่อยหรือของระบบ

ทั้งหมดก็ได้ โดยในแผนภาพสเตทชาร์ตจะประกอบไปด้วย สถานะ ทรานสิชัน เหตุการณ์ที่ ทำให้เปลี่ยนสถานะ จุดเริ่มต้น (Initial state) และจุดสิ้นสุด (Final state) ซึ่งมี วากยสัมพันธ์แสดงดังตารางที่ ก.2

- 6) แผนภาพกิจกรรม แผนภาพนี้มีหลักการเดียวกับโฟลว์ชาร์ต (Flowchart) ซึ่งเป็นการแสดง ขั้นตอนการทำงานว่ามีกิจกรรมอะไรบ้าง
- 7) แผนภาพคอมโพเนนต์ ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองของส่วนประกอบต่างๆ ในระบบ
- 8) แผนภาพดีพลอยเมนต์ (Deployment Diagram) ใช้แสดงการติดตั้งใช้งานส่วนประกอบ ต่างๆ ของระบบ

แผนภาพยูเอ็มแอลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ แผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ต ซึ่งมีวากยสัมพันธ์ดังนี้

ตารางที่ ก.1 แสดงวากยสัมพันธ์สำหรับคลาส

วากยสัมพันธ์สำหรับคลาส	
นิยาม	สัญลักษณ์
คลาส : แทนชนิดของคน สถานที่ หรือสิ่งในระบบจำเป็นที่ต้องเก็บ ข้อมูล จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ชื่อคลาส แอททริบิวต์ และโอเปอเรชัน	
แอททริบิวต์: แทนคุณสมบัติที่อธิบายสถานะของอ็อบเจกต์	attribute name/ derived attribute name
โอเปอเรชัน: แทนการกระทำหรือฟังก์ชันที่คลาสสามารถดำเนินการได้	operation name ()
ความสัมพันธ์: แทนความสัมพันธ์ระหว่างหลายๆ คลาสหรือระหว่างคลาสและตัวมันเอง	$\frac{1..*}{0..1}$

ตารางที่ ก.2 แสดงวากยสัมพันธ์สำหรับสเตทชาร์ต

วากยสัมพันธ์สำหรับสเตทชาร์ต	
นิยาม	สัญลักษณ์
สถานะ: แทนชื่อสถานะของอ็อบเจกต์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยค่าของแอทริบิวต์	
สถานะเริ่มต้น: แทนจุดที่อ็อบเจกต์เริ่มทำงาน	
สถานะสิ้นสุด: แทนจุดที่อ็อบเจกต์ทำกิจกรรมสมบูรณ์	
เหตุการณ์: แทนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นที่ถูกกระตุ้นให้เปลี่ยนสถานะ	anEvent
ทรานสิชัน: ระบุว่าอ็อบเจกต์ในสถานะแรกจะผ่านไปยังสถานะที่ 2 ซึ่งถูกกระตุ้นด้วยเหตุการณ์	

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแผนภาพสเตทชาร์ตสามารถแบ่งได้เป็น 4 ชนิดดังตารางที่ ก.3

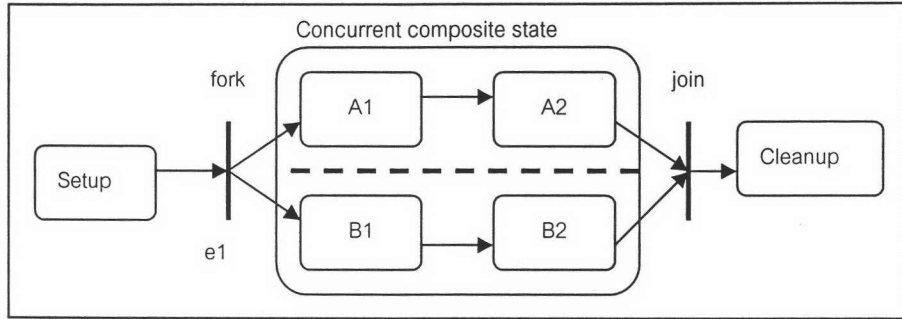
ตารางที่ ก.3 แสดงชนิดของเหตุการณ์

ชนิดของเหตุการณ์	คำอธิบาย	วากยสัมพันธ์
คอลอีเวนท์	เป็นเหตุการณ์ที่รองรับคำร้องขอจากโอเปอเรชัน ซึ่งชื่อของคอลอีเวนท์ จะเป็นชื่อของโอเปอเรชันของคลาสพารามิเตอร์ของ คอลอีเวนท์ จะเป็นพารามิเตอร์ของโอเปอเรชัน	op(a:T)
เงื่อนไขอีเวนท์	เป็นการเปลี่ยนค่าของนิพจน์ตรรกศาสตร์ ซึ่งจะไม่มีพารามิเตอร์ในเหตุการณ์นั้น เหตุการณ์นี้จะเกิดขึ้นเมื่อค่าของนิพจน์เปลี่ยนจากเท็จเป็นจริง	when(exp)
ซิกเนลอีเวนท์	เป็นเหตุการณ์ที่มีการส่งสัญญาณระหว่างอ็อบเจกต์เพื่อให้รู้ว่าอ็อบเจกต์มีการสื่อสารระหว่างกัน	sname(a:T)
ไทม์อีเวนท์	เป็นช่วงเวลาที่มาถึงหรือผ่านพ้นไป	after(time)

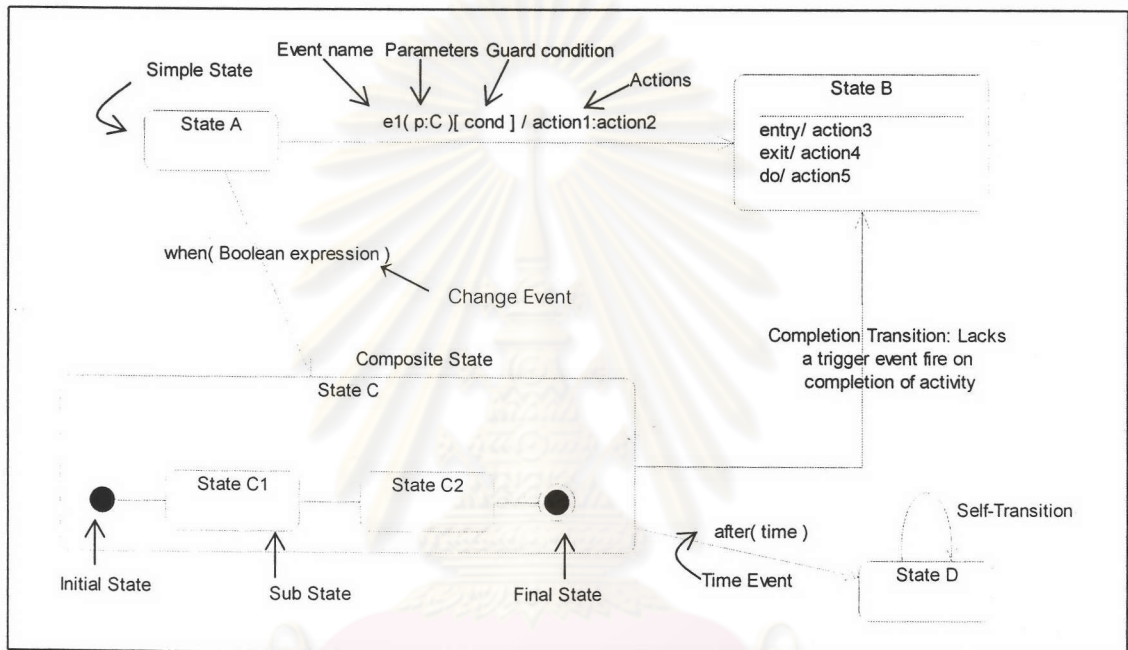
ทรานสิชัน จะประกอบไปด้วย สถานะเริ่มต้น เหตุการณ์ที่มากกระตุ้น เงื่อนไขที่ต้องเป็นจริง ถึงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ การกระทำ และสถานะเป้าหมาย ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของ ทรานสิชันได้เป็น 5 ประเภทดังตารางที่ ก.4

ตารางที่ ก.4 แสดงชนิดของทรานสิชัน

ประเภทของ ทรานสิชัน	คำอธิบาย	วากยสัมพันธ์
ทรานสิชัน ระดับสูง	เป็นทรานสิชันที่อยู่ในสถานะย่อยที่มีการกระทำพร้อมกัน	ตัวอย่างดังรูปที่ ก.1 เมื่อเหตุการณ์ e1 เกิดขึ้น A1 และ B1 จะกลายเป็นมีการกระทำ(active)
ทรานสิชันแบบ สมบูรณ์	เป็นทรานสิชันที่ไม่มีเหตุการณ์มากระตุ้น และจะถูกกระตุ้นด้วยกิจกรรมที่พร้อมในสถานะเริ่มต้นคือทำเสร็จอยู่ภายในสถานะเริ่มต้น	เขียนเป็นทรานสิชันเปล่าๆ
ทรานสิชันภายใน	จะมีสถานะเริ่มต้นแต่ไม่มีสถานะเป้าหมาย คือมีการกระทำเกิดขึ้นแต่จะไม่มีการเปลี่ยนสถานะ	event-name/action-expression
เอนนาเปิดทราน-สิชัน	เป็นทรานสิชันที่มีเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งเป็นอีกสถานะหนึ่ง	e(a:T)[exp]/action
ทรานสิชันกับตัวเอง	เป็นทรานสิชันที่มีสถานะเริ่มต้นและสถานะเป้าหมายเป็นจุดเดียวกันซึ่งจะต่างจากทรานสิชันภายใน คือ ทรานสิชันกับตัวเอง มีสถานะเป้าหมายโดยเมื่อมีเหตุการณ์มากระตุ้นแล้วเกิดการกระทำขึ้นภายนอกสถานะ เมื่อทำการกระทำเสร็จก็จะเข้ามายังสถานะเดิม	e(a:T)[exp]/action



รูปที่ ก.1 ทราวลีชั้นแบบซึบซึอน [10]



รูปที่ ก.2 แสดงสัญลักษณ์ของแผนภาพสเตทชาร์ต [10]

จากรูปที่ ก.2 แสดงแผนภาพสเตทชาร์ต ประกอบไปด้วย สถานะต่างๆ 4 สถานะคือ StateA, StateB, StateC, StateD ซึ่งสถานะ C จะประกอบด้วยสถานะย่อยภายในอีก นอกจากนี้ จะประกอบไปด้วยทรานสิชัน และเหตุการณ์ประเภทต่างๆ โดยที่ทรานสิชันจะมีสัญลักษณ์ดังนี้

$$E1 (p:C) [GuardCondition] / Action1: Action2$$

ซึ่ง E1 คือชื่อของเหตุการณ์ที่เข้ามากระตุ้น

(p:C) เป็นส่วนของพารามิเตอร์ที่ส่งเข้ามาพร้อมกับเหตุการณ์ซึ่งอาจจะมีก็ได้

[Guard Condition] เป็น เงื่อนไขการ์ด ที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นเงื่อนไขที่เป็นจริงหรือเท็จ ถ้าเงื่อนไขมีค่าเป็นจริงก็จะมี การเปลี่ยนสถานะ ซึ่งจะมีหรือไม่มีก็ได้

ส่วนเครื่องหมาย "/" ตามด้วยชื่อการกระทำจะหมายถึงการกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อมีเหตุการณ์เข้ามากระตุ้น

ซึ่งจากรูปข้างต้น จะเห็นความแตกต่างของทรานสิชันที่เกิดขึ้นของสถานะ B และ สถานะ D โดยที่เมื่อมีการเปลี่ยนจากสถานะ A หรือจากสถานะ C ไปเป็นสถานะ B โดยที่สถานะ B จะมีทรานสิชันภายในตัว ซึ่งจะเป็นการทำงานภายในของสถานะ B โดยที่การทำงานนั้นไม่ได้ออกไปจากสถานะเหมือนกับ สถานะ D ที่มีทรานสิชันแบบ ทรานสิชันกับตัวเอง ซึ่งจะมีสถานะเริ่มต้นและสถานะเป้าหมายอันเดียวกัน คือ StateD เมื่อมีเหตุการณ์เข้ามากระตุ้นทำให้เกิดมีการทำงานภายนอกสถานะ ซึ่งก็คือการไปเรียกใช้เมธอดของคลาสอื่น เมื่อทำงานเสร็จก็จะกลับเข้ามาอยู่ที่สถานะเดิม



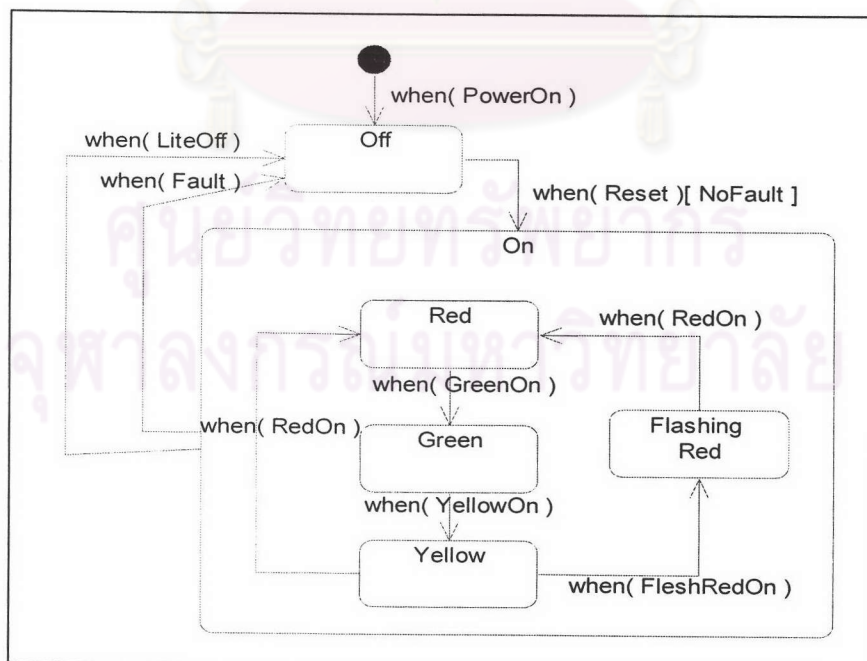
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

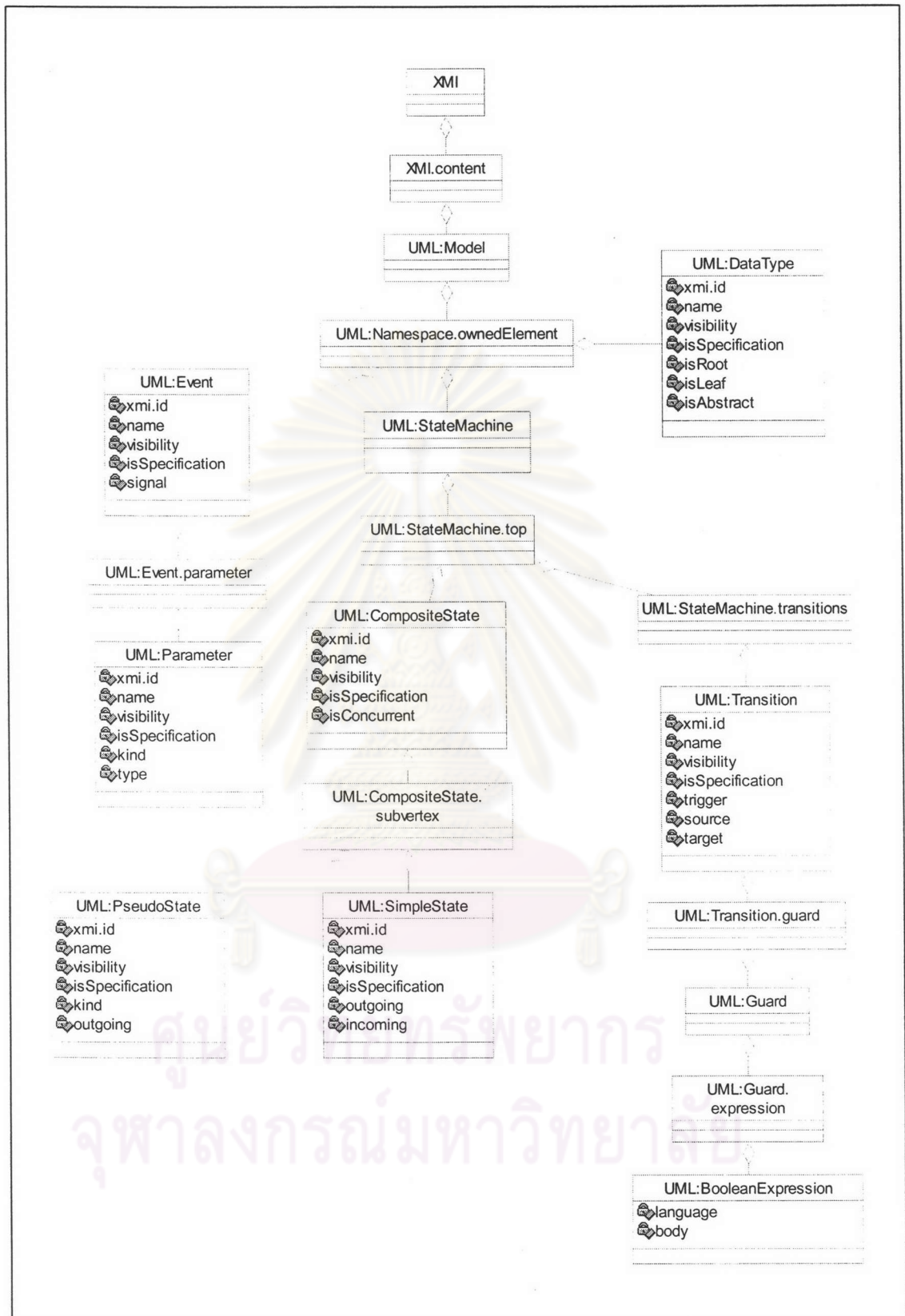
เพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่นำมาทำการแปลงจากแผนภาพสเตทชาร์ตเป็นกรณีทดสอบ

ในภาคผนวกนี้จะเป็นการแสดงโครงสร้างและตัวอย่างของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้นำมาทำการแปลงจากแผนภาพสเตทชาร์ตเป็นกรณีทดสอบ โดยเพิ่มข้อมูลดังกล่าวเป็นเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอรุ่น 1.1 ที่ถูกส่งออกจากเรซินแนลโรส รุ่น 2002 ด้วยเครื่องมือเสริม ยูนิซิสโรสเอ็กซ์เอ็มแอลทูล รุ่น 1.3.6 และเนื่องจากโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มไอมีความซับซ้อนและมีส่วนย่อยอยู่มาก ในที่นี้จึงขอเลือกแสดงเฉพาะส่วนที่เครื่องมือดังกล่าวใช้ในการแปลงเป็นกรณีทดสอบเท่านั้น

รูปที่ ข.1 เป็นตัวอย่างแผนภาพสเตทชาร์ตที่จะนำมาแปลงให้อยู่ในรูปเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอ รูปที่ ข.2 เป็นการแสดงโครงสร้างของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่นำมาทำการแปลง รูปที่ ข.3 เป็นการแสดงส่วนของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่สอดคล้องกับแผนภาพสเตทชาร์ตตามรูปที่ ข.1 ซึ่งเป็นของระบบสัญญาณไฟจราจร ส่วนรูปที่ ข.4 เป็นตัวอย่างเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอลที่ใช้ในการสร้างกรณีทดสอบ



รูปที่ ข.1 แผนภาพสเตทชาร์ตของระบบสัญญาณไฟจราจร



รูปที่ ข.2 โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่นำมาทำการแปลงเป็นกรณีทดสอบ
(เฉพาะส่วนที่ใช้ในการแปลงเป็นกรณีทดสอบ)

```

<XMI>
  <XMI.content>
    <!-- ===== StatechartTrafficLight [Model]
===== -->
    <UML:Model xmi.id="G.0" name="StatechartTrafficLight" visibility="public" isSpecification="false"
isRoot="false" isLeaf="false" isAbstract="false">
      <UML:Namespace.ownedElement>
        <!-- ===== StatechartTrafficLight::State/Activity Model
[StateMachine] ===== -->
        <UML:StateMachine xmi.id="S.093.1356.05.1" name="State/Activity Model" visibility="public"
isSpecification="false" context="G.0">
          <UML:StateMachine.top>
            <!-- ===== StatechartTrafficLight::State/Activity
Model::{top} [CompositeState] ===== -->
            <UML:CompositeState xmi.id="XX.4.1356.5.2" name="{top}" visibility="public"
isSpecification="false" isConcurrent="false">
              <UML:CompositeState.subvertex>
                <!-- ===== StatechartTrafficLight::State/Activity
Model::{top}:: [Pseudostate] ===== -->
                <UML:Pseudostate xmi.id="G.1" name="" visibility="public"
isSpecification="false" kind="initial" outgoing="G.2"/>
                  <!-- ===== StatechartTrafficLight::State/Activity
Model::{top}::Off [SimpleState] ===== -->
                  <UML:SimpleState xmi.id="G.4" name="Off" visibility="public"
isSpecification="false" outgoing="G.5" incoming="G.2 G.8 G.10"/>
                    <!-- ===== StatechartTrafficLight::State/Activity
Model::{top}::On [CompositeState] ===== -->
                    <UML:CompositeState xmi.id="G.7" name="On" visibility="public"
isSpecification="false" isConcurrent="false" outgoing="G.8 G.10" incoming="G.5">
                      <UML:CompositeState.subvertex>
                        <!-- =====
StatechartTrafficLight::State/Activity Model::{top}::On::Flashing Red [SimpleState]
===== -->
                        <UML:SimpleState xmi.id="G.12" name="Flashing Red"
visibility="public" isSpecification="false" outgoing="G.13" incoming="G.24"/>
                          <!-- =====
StatechartTrafficLight::State/Activity Model::{top}::On::Red [SimpleState] =====
-->
                          <UML:SimpleState xmi.id="G.15" name="Red" visibility="public"
isSpecification="false" outgoing="G.16" incoming="G.13 G.22"/>
                            <!-- =====
StatechartTrafficLight::State/Activity Model::{top}::On::Green [SimpleState]
===== -->
                            <UML:SimpleState xmi.id="G.18" name="Green" visibility="public"
isSpecification="false" outgoing="G.19" incoming="G.16"/>
                              <!-- =====
StatechartTrafficLight::State/Activity Model::{top}::On::Yellow [SimpleState]
===== -->
                              <UML:SimpleState xmi.id="G.21" name="Yellow" visibility="public"
isSpecification="false" outgoing="G.22 G.24" incoming="G.19"/>
                                <UML:CompositeState.subvertex>
                                  </UML:CompositeState>
                                </UML:CompositeState.subvertex>
                              </UML:CompositeState>
                            </UML:StateMachine.top>
                          <UML:StateMachine.transitions>
                            <UML:Transition xmi.id="G.2" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.4" source="G.1" target="G.4"/>
                              <UML:Guard.expression>
                                </UML:Guard>
                              </UML:Transition.guard>
                            </UML:Transition>

```

รูปที่ ๓.3 ส่วนของแฟ้มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่สอดคล้องกับแผนภาพคลาสตามรูปที่ 4.1

```

    <UML:Transition xmi.id="G.5" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.6" source="G.4" target="G.7">
      <UML:Transition.guard>
        <UML:Guard xmi.id="XX.4.1356.5.3" name="" visibility="public"
isSpecification="false">
          <UML:Guard.expression>
            <UML:BooleanExpression language="" body="NoFault"/>
          <UML:Transition xmi.id="G.13" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.7" source="G.12" target="G.15"/>
            <UML:Transition xmi.id="G.16" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.8" source="G.15" target="G.18"/>
            <UML:Transition xmi.id="G.19" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.9" source="G.18" target="G.21"/>
            <UML:Transition xmi.id="G.22" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.10" source="G.21" target="G.15"/>
            <UML:Transition xmi.id="G.24" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.11" source="G.21" target="G.12"/>
            <UML:Transition xmi.id="G.8" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.12" source="G.7" target="G.4"/>
            <UML:Transition xmi.id="G.10" name="" visibility="public" isSpecification="false"
trigger="S.093.1356.05.13" source="G.7" target="G.4"/>
          </UML:StateMachine.transitions>
        </UML:StateMachine>
      <UML:SignalEvent xmi.id="S.093.1356.05.4" name="when" visibility="public"
isSpecification="false" signal="S.093.1356.05.5">
        <UML:Event.parameter>
          <UML:Parameter xmi.id="id.0940656.1" name="PowerOn" visibility="public"
isSpecification="false" kind="in" type="G.26">
            </UML:Parameter>
          </UML:Event.parameter>
        </UML:SignalEvent>
      <!-- ===== String [DataType] ===== -->
    >
      <UML:DataType xmi.id="G.26" name="String" visibility="public" isSpecification="false"
isRoot="false" isLeaf="false" isAbstract="false"/>
      <UML:Signal xmi.id="S.093.1356.05.5" name="when" visibility="public"
isSpecification="false" isRoot="false" isLeaf="false" isAbstract="false"/>
      <UML:SignalEvent xmi.id="S.093.1356.05.6" name="when" visibility="public"
isSpecification="false" signal="S.093.1356.05.5">
        <UML:Event.parameter>
          <UML:Parameter xmi.id="id.0940656.2" name="Reset" visibility="public"
isSpecification="false" kind="in" type="G.26">
            </UML:Parameter>
          </UML:Event.parameter>
        </UML:SignalEvent>

```

รูปที่ ข.3 ส่วนของเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอที่สอดคล้องกับแผนภาพคลาสตามรูปที่ 4.1 (ต่อ)

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform" xmlns:UML="href://org.omg/UML/1.3"
xmlns:msxsl="urn:schemas-microsoft-com:xslt">
  <xsl:output method="xml" version="1.0" encoding="UTF-8" indent="yes"/>
  <xsl:template match="/">
    <br><xsl:text>*-*-* Test Cases Generation From A Statechart Diagram *-*-*</xsl:text></br>
    <br><xsl:text>From a statechart : </xsl:text><xsl:value-of select="//UML:Model/@name"/>
    <xsl:text>.xml</xsl:text></br>
    <xsl:for-each select="//UML:Transition">
      <xsl:variable name="trigger" select="@trigger"/>
      <xsl:variable name="param" select="//UML:SignalEvent[@xmi.id=$trigger]/UML:Parameter/@name"/>
      <xsl:variable name="guard" select="//UML:BooleanExpression/@body"/>
      <xsl:variable name="pos" select="position()"/>
      <table border="1" bgcolor="pink" cellspacing="gray">
        <tbody>
          <xsl:call-template name="HeaderOfTable"/>
          <tr>
            <xsl:call-template name="SetTemplate"/>
            <th><xsl:call-template name="SplitParameters"/></th>
            <th><xsl:call-template name="SplitGuards"/></th>
            <th><xsl:call-template name="SearchTargetStateName"/></th>
          </tr>
        </tbody>
      </table>
    </xsl:for-each>
  </xsl:template>
  <xsl:template name="SearchParentStateName">
    <xsl:variable name="sourceState" select="@source"/>
    <xsl:variable name="simpleState" select="//UML:SimpleState[@xmi.id=$sourceState]"/>
    <xsl:variable name="parentState" select="//UML:CompositeState[@name != '{top}'
and ../UML:SimpleState[@xmi.id=$sourceState]"/>
    <xsl:choose>
      <xsl:when test="$simpleState and ($parentState/@name != '')">
        <xsl:value-of select="$parentState/@name"/>
      </xsl:when>
      <xsl:otherwise></xsl:otherwise>
    </xsl:choose>
  </xsl:template>

```

รูปที่ ข.4 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอสแอลที่นำมาสร้างกรณีทดสอบ

```

<xsl:template name="SearchSourceStateName">
  <xsl:variable name="sourceState" select="@source"/>
  <xsl:choose>
    <xsl:when test="//UML:Pseudostate[@xmi.id=$sourceState]">
      <xsl:value-of select="//UML:Pseudostate/@kind"/>
    </xsl:when>
    <xsl:when test="//UML:SimpleState[@xmi.id=$sourceState]">
      <xsl:value-of select="//UML:SimpleState[@xmi.id=$sourceState]/@name"/>
    </xsl:when>
    <xsl:otherwise>
      <xsl:value-of select="//UML:CompositeState[@xmi.id=$sourceState]/@name"/>
    </xsl:otherwise>
  </xsl:choose>
</xsl:template>

<xsl:template name="SearchTargetStateName">
  <xsl:variable name="targetState" select="@target"/>
  <xsl:choose>
    <xsl:when test="//UML:Pseudostate[@xmi.id=$targetState]">
      <xsl:value-of select="//UML:Pseudostate/@kind"/>
    </xsl:when>
    <xsl:when test="//UML:SimpleState[@xmi.id=$targetState]">
      <xsl:value-of select="//UML:SimpleState[@xmi.id=$targetState]/@name"/>
    </xsl:when>
    <xsl:when test="//UML:CompositeState[@xmi.id=$targetState]">
      <xsl:value-of select="//UML:CompositeState[@xmi.id=$targetState]/@name"/>
    </xsl:when>
    <xsl:otherwise>
      <xsl:text>Final State</xsl:text>
    </xsl:otherwise>
  </xsl:choose>
</xsl:template>

```

รูปที่ ๗.4 ตัวอย่างของเอกสารเอกซ์ทีเอสแอลที่นำมาสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

```

<xsl:template name="SearchWrongTarget">
  <xsl:variable name="source" select="@source"/>
  <xsl:variable name="target" select="@target"/>
  <xsl:choose>
    <xsl:when test="$source= $target">
      <xsl:text>Not Change(Self Transition)</xsl:text>
    </xsl:when>
    <xsl:otherwise>
      <xsl:choose>
        <xsl:when test="//UML:Pseudostate[@xmi.id=$source]">
          <xsl:value-of select="//UML:Pseudostate/@kind"/>
        </xsl:when>
        <xsl:when test="//UML:SimpleState[@xmi.id=$source]">
          <xsl:value-of select="//UML:SimpleState[@xmi.id=$source]/@name"/>
        </xsl:when>
        <xsl:otherwise>
          <xsl:value-of select="//UML:CompositeState[@xmi.id=$source]/@name"/>
        </xsl:otherwise>
      </xsl:choose>
    </xsl:otherwise>
  </xsl:choose>
</xsl:template>
<xsl:template name="SplitParameters">
  <xsl:param name="parameters"/>
  <xsl:variable name="firstParam" select="normalize-space(substring-before($parameters, ' '))"/>
  <xsl:choose>
    <xsl:when test="$firstParam">
      <xsl:element name="Token">
        <xsl:value-of select="$firstParam"/>
      </xsl:element>
      <xsl:variable name="restParam" select="substring-after($parameters, ' ')/>

```

รูปที่ ข.4 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอสแอลที่นำมาสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)


```

<xsl:choose>
  <!-- Parameter start with 'And' -->
  <xsl:when test="starts-with($restParam,'and')">
    <xsl:variable name="operand" select="normalize-space(substring-before($restParam,' '))"/>
    <xsl:variable name="restAND" select="normalize-space(substring-after($restParam,'and'))"/>
    <!-- restAND not contain 'And' or 'Or' -->
    <xsl:if test="not(contains($restAND,'and')) and not(contains($restAND,'or'))">
      <xsl:element name="Token">
        <xsl:value-of select="$restAND"/>
      </xsl:element>
      <xsl:element name="Operand_Token">
        <xsl:value-of select="$operand"/>
      </xsl:element>
    </xsl:if>
    <!-- restAND are contain 'And' or 'Or' -->
    <xsl:if test="contains($restAND,'and') or contains($restAND,'or')">
      <xsl:element name="Operand_Token">
        <xsl:value-of select="$operand"/>
      </xsl:element>
      <xsl:call-template name="SplitParameters">
        <xsl:with-param name="parameters" select="$restAND"/>
      </xsl:call-template>
    </xsl:if>
  </xsl:when>
  <!-- Parameter start with 'Or' -->
  <xsl:otherwise>
    <xsl:variable name="operand" select="normalize-space(substring-before($restParam,' '))"/>
    <xsl:variable name="restOR" select="normalize-space(substring-after($restParam,'or '))"/>
    <!-- restOR not contain 'And' or 'Or' -->
    <xsl:if test="not(contains($restOR,'or')) and not(contains($restOR,'and'))">
      <xsl:element name="Token">
        <xsl:value-of select="$restOR"/>
      </xsl:element>
      <xsl:element name="Operand_Token">
        <xsl:value-of select="$operand"/>
      </xsl:element>
    </xsl:if>
  </xsl:otherwise>
</xsl:choose>

```

รูปที่ ข.4 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอสแอลที่นำมาสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

```

<!-- restOR are contain 'And' or 'Or' -->
<xsl:if test="contains($restOR,'or') or contains($restOR,'and')">
  <xsl:element name="Operand-Token">
    <xsl:value-of select="$operand"/>
  </xsl:element>
  <xsl:call-template name="SplitParameters">
    <xsl:with-param name="parameters" select="$restOR"/>
  </xsl:call-template>
</xsl:if>
</xsl:otherwise>
</xsl:choose>
</xsl:when>
</xsl:choose>
</xsl:template>
<xsl:template name="SplitGuards">
  <xsl:param name="guards"/>
  <xsl:variable name="firstCond" select="normalize-space(substring-before($guards, ' '))"/>
  <xsl:choose>
    <xsl:when test="$firstCond">
      <xsl:element name="Token">
        <xsl:value-of select="$firstCond"/>
      </xsl:element>
      <xsl:variable name="restGuard" select="substring-after($guards, ' ')/>
    </xsl:choose>
    <!-- Guard condition start with 'And' -->
    <xsl:when test="starts-with($restGuard,'and')">
      <xsl:variable name="operand" select="normalize-space(substring-before($restGuard, ' '))"/>
      <xsl:variable name="restAND" select="normalize-space(substring-after($restGuard,'and'))"/>
      <!-- restAND not contain 'And' or 'Or' -->
      <xsl:if test="not(contains($restAND,'and')) and not(contains($restAND,'or'))">
        <xsl:element name="Token">
          <xsl:value-of select="$restAND"/>
        </xsl:element>
        <xsl:element name="Operand-Token">
          <xsl:value-of select="$operand"/>
        </xsl:element>
      </xsl:if>

```

รูปที่ ข.4 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอสแอลทีที่นำมาสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

```

<!-- restAND are contain 'And' or 'Or' -->
<xsl:if test="contains($restAND,'and') or contains($restAND,'or')">
  <xsl:element name="Operand_Token">
    <xsl:value-of select="$operand"/>
  </xsl:element>
  <xsl:call-template name="SplitGuards">
    <xsl:with-param name="guards" select="$restAND"/>
  </xsl:call-template>
</xsl:if>
</xsl:when>
<!-- Guard condition start with 'Or' -->
<xsl:otherwise>
  <xsl:variable name="operand" select="normalize-space(substring-before($restGuard,' '))/>
  <xsl:variable name="restOR" select="normalize-space(substring-after($restGuard,'or '))/>
  <!-- restOR not contain 'And' or 'Or' -->
  <xsl:if test="not(contains($restOR,'or')) and not(contains($restOR,'and'))">
    <xsl:element name="Token">
      <xsl:value-of select="$restOR"/>
    </xsl:element>
    <xsl:element name="Operand_Token">
      <xsl:value-of select="$operand"/>
    </xsl:element>
  </xsl:if>
  <!-- restOR are contain 'And' or 'Or' -->
  <xsl:if test="contains($restOR,'or') or contains($restOR,'and')">
    <xsl:element name="Operand_Token">
      <xsl:value-of select="$operand"/>
    </xsl:element>
    <xsl:call-template name="SplitGuards">
      <xsl:with-param name="guards" select="$restOR"/>
    </xsl:call-template>
  </xsl:if>
</xsl:otherwise>
</xsl:choose>
</xsl:when>
</xsl:choose>
</xsl:template>

```

รูปที่ ข.4 ตัวอย่างของเอกสารเอกซ์เอสแอลที่นำมาสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

```

<xsl:template name="HeaderOfTable">
  <tr bgcolor="gray">
    <th>Test Case ID</th>
    <th>Parent State </th>
    <th>Source State</th>
    <th>Parameter</th>
    <th>Guard Condition</th>
    <th>Triggering Event</th>
    <th>Target State</th>
  </tr>
</xsl:template>

<xsl:template name="SetTemplate">
  <th><xsl:call-template name="SearchParentStateName"/></th>
  <th><xsl:call-template name="SearchSourceStateName"/></th>
</xsl:template>

</xsl:stylesheet>

```

รูปที่ ข.4 ตัวอย่างของเอกสารเอ็กซ์เอสแอลที่นำมาสร้างกรณีทดสอบ (ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การใช้งานเครื่องมือ

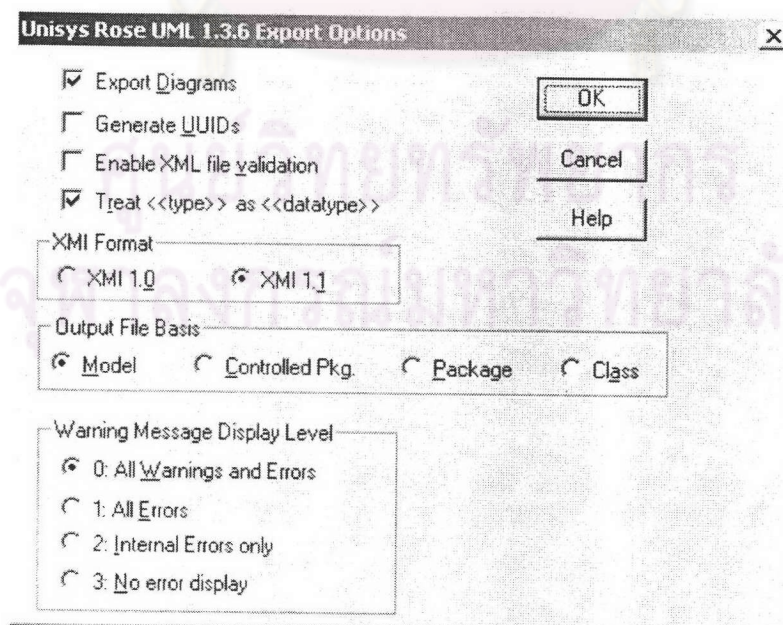
ในภาคผนวกนี้จะเป็นการกล่าวถึงการใช้งานเครื่องมือสำหรับสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต ที่พัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้

ค.1 เครื่องมืออื่น ๆ ที่ใช้ร่วมกับเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น

ในการใช้งานเครื่องมือนี้ ผู้ใช้จะต้องสร้างแผนภาพคลาสและแผนภาพสเตทชาร์ตด้วย เรชันแนลโรส รุ่น 2002 และทำการส่งออกข้อมูลแผนภาพดังกล่าวในรูปของแฟ้มข้อมูล เอ็กซ์เอ็มไอด้วยเครื่องมือเสริม ยูนิทิสโรสเอ็กซ์เอ็มแอลทูล รุ่น 1.3.6

ค.2 การส่งออกข้อมูลจาก เรชันแนลโรส

การส่งออกข้อมูลจาก เรชันแนลโรส ทำได้โดยเลือกเมนู “Tools” และเลือกเมนูย่อย “UML 1.3 XMI Addin” และ “UML 1.3 XMI Export” ตามลำดับ จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ค.1 ซึ่งผู้ใช้ไม่ต้องแก้ไขค่าใด ๆ จากค่าเริ่มต้น โดยสามารถกดปุ่ม “OK” เพื่อทำการส่งออกข้อมูลได้ทันที หลังจากนั้นก็เลือกไดเรกทอรีที่จะทำการส่งออกข้อมูลและตั้งชื่อแฟ้มข้อมูล



รูปที่ ค.1 เครื่องมือส่งออกข้อมูลจาก เรชันแนลโรส

ค.3 การสร้างกรณีทดสอบจากเครื่องมือ

ในงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาเครื่องมือในการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพยูเอ็มแอล ซึ่งจะอธิบายการทำงานการสร้างกรณีทดสอบด้วยเครื่องมือดังต่อไปนี้

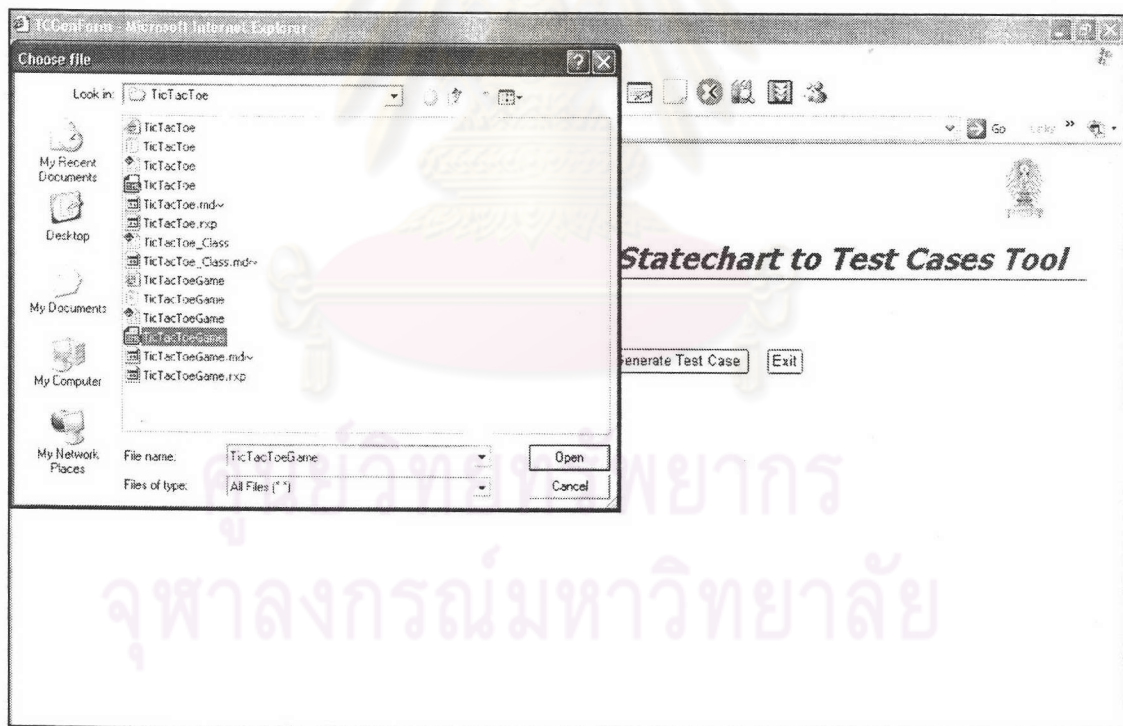
ทำการเรียกใช้เครื่องมือโดยการพิมพ์ยูอาร์แอล (URL) ดังนี้

<http://localhost/Statechart2TC/TCGenForm.aspx> ซึ่งเมื่อเรียกขึ้นมาแล้วจะมีหน้าต่างแสดงดังรูปที่ ค.2 โดยมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

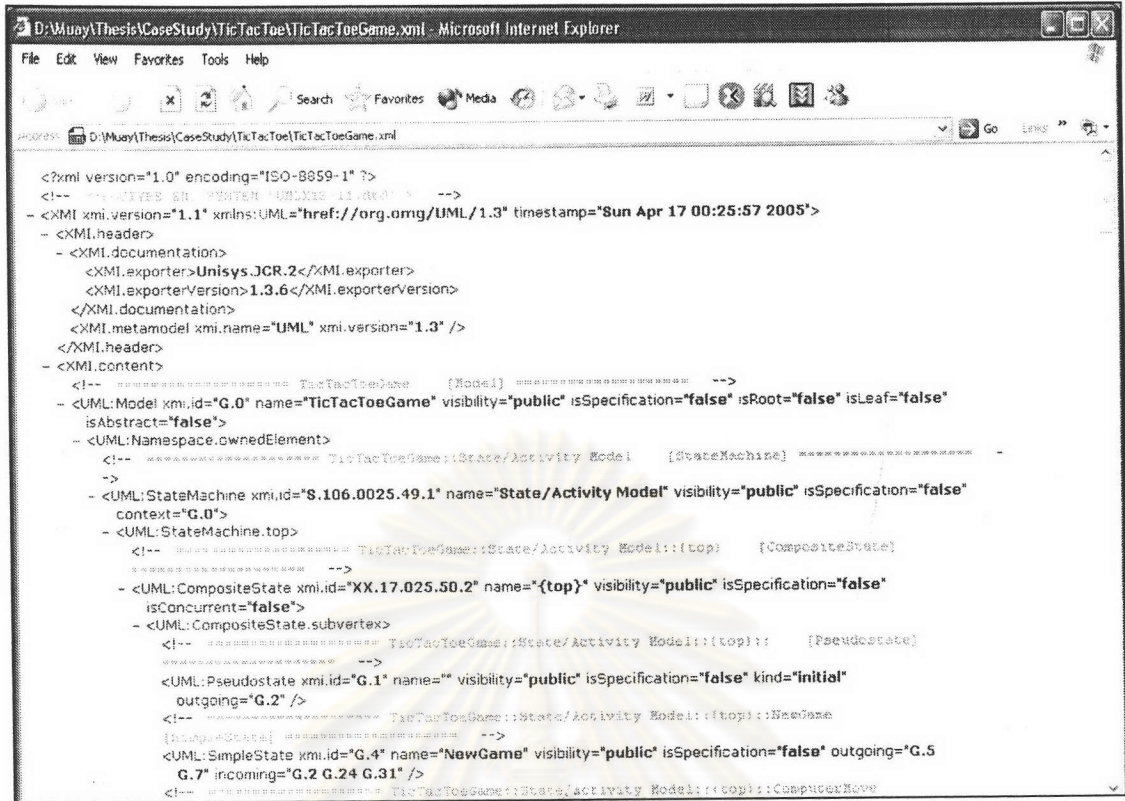
1. เลือกปุ่ม “Browse” เพื่อทำการเลือกเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอลที่ต้องการ ดังรูปที่ ค.3
2. หลังจากนั้นถ้าต้องการดูเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล สามารถดูได้โดยกดปุ่ม “View XML Data” ดังรูปที่ ค.4
3. เมื่อต้องการสร้างกรณีทดสอบให้กดปุ่ม “Generate Test Case” รอให้ทำการโปรแกรมทำการประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะขึ้นผลลัพธ์กรณีทดสอบที่สร้างได้ ดังรูปที่ ค.5
4. เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมให้กดปุ่ม “Exit” เพื่อออกจากโปรแกรม



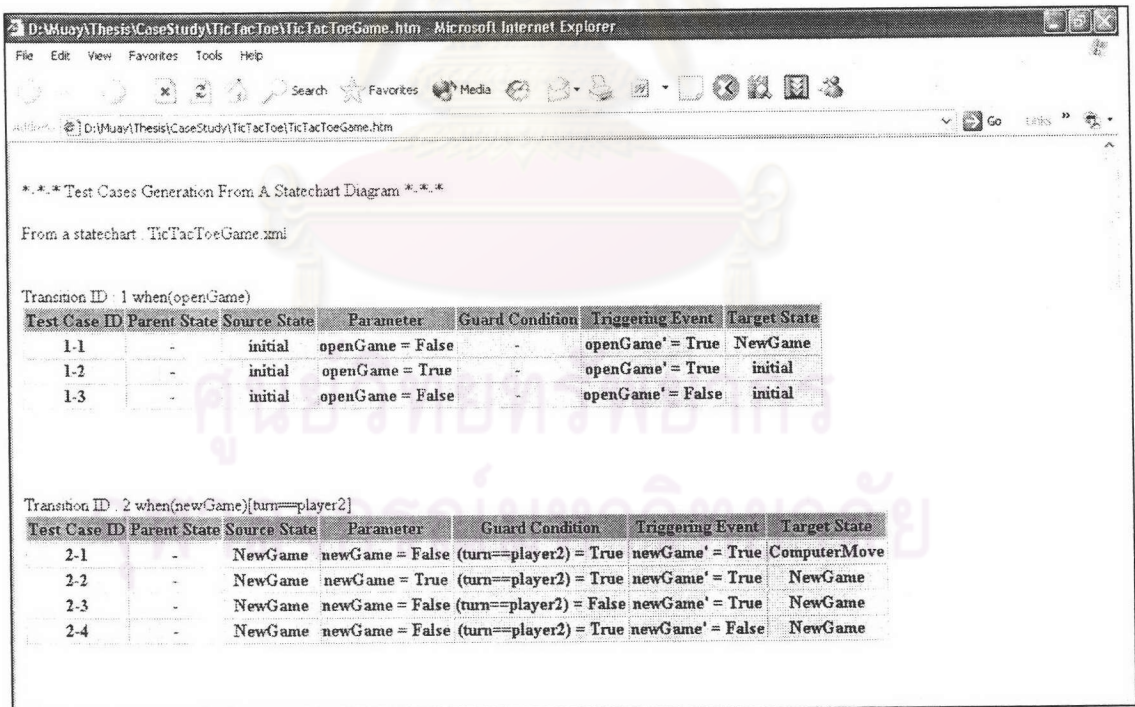
รูปที่ ค.2 หน้าจอแรกของเครื่องมือ



รูปที่ ค.3 หน้าจอแสดงการเลือกแฟ้มข้อมูล



รูปที่ ค.4 หน้าจอแสดงเพิ่มข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล



รูปที่ ค.5 หน้าจอผลลัพธ์ของกรณีทดสอบที่สร้างได้

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการสร้างกรณีทดสอบจากกรณีศึกษา

ในภาคผนวกนี้จะเป็นตัวอย่างการสร้างกรณีทดสอบจากกรณีศึกษา 3 กรณี คือ ระบบการยืมหนังสือ ระบบเอทีเอ็ม และระบบเกมส์ติกแทกโท โดยจะแสดงตารางที่เกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 5 เรื่องการทดสอบเครื่องมือที่พัฒนา ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

2. กรณีศึกษา1 ระบบการยืมหนังสือ โดยจะมีตารางการเปลี่ยนสถานะ ตารางข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ ตารางความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ และตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้ ซึ่งจะแสดงได้ดังตารางที่ ง.1 ง.2 ง.3 และ ง.4 ตามลำดับ
3. กรณีศึกษา2 ระบบเอทีเอ็ม โดยจะมีตารางการเปลี่ยนสถานะ ตารางข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ ตารางความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ และตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้ ซึ่งจะแสดงได้ดังตารางที่ ง.5 ง.6 ง.7 และ ง.8 ตามลำดับ
4. กรณีศึกษา3 ระบบเกมส์ติกแทกโท โดยจะมีตารางการเปลี่ยนสถานะ ตารางข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ ตารางความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ และตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้ ซึ่งจะแสดงได้ดังตารางที่ ง.9 ง.10 ง.11 และ ง.12 ตามลำดับ
5. กรณีศึกษา4 ระบบสัญญาณไฟจราจร โดยจะมีตารางการเปลี่ยนสถานะ ตารางข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ ตารางความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ และตารางแสดงกรณีทดสอบที่สร้างได้ ซึ่งจะแสดงได้ดังตารางที่ ง.13 ง.14 ง.15 และ ง.16 ตามลำดับ

ตารางที่ ง.1 ตารางการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบการยืมหนังสือ

สถานะ แม่	สถานะ ปัจจุบัน	เงื่อนไขเหตุการณ์																									สถานะเป้าหมาย				
		system StartUp	selectA dmin	select Branch Menu	exit	system Shut Down	removeB ook	register New Book	setBookL imit	updateR ental Rate	return Main	returnA dminMe nu	create Member	delete Member	printL og	renew Member	rent Book	return Book	view Member Details	view Rental Details	return Branch Menu	choi ce1	choi ce2	choic e0	bListN ot Null	bList Not Empty		member ListNot Null	member ListNot Empty	Over Limit	
-	Initial	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Select Menu
-	Select Menu	-	@T	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	StartUpSystem	
-	Select Menu	-	-	@T	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	SelectMenu	
-	Select Menu	t	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	Administrator	
-	Select Menu	t	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	BranchOfficer	
-	Select Menu	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	FinalState	
-	StartUp System	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SelectMenu	
-	StartUp System	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Administrator	
-	Adminis trator	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	-	-	RemoveBook	
-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	RegisterNewBook	
-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SetBookLimit	
-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	UpdateRentalRate	
-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SelectMenu	
-	Admin Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Administrator	
-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CreateMember	

ตารางที่ ง.2 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ระบบการยืมหนังสือ

หมายเลขประพจน์	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	เงื่อนไขเหตุการณ์	สถานะเป้าหมาย
P1	-	Initial	\neg systemStartUp \wedge systemStartUp'	SelectMenu
P2	-	SelectMenu	\neg selectAdmin \wedge selectAdmin' \wedge choice1 \wedge systemShutDown	StartUpSystem
P3	-	SelectMenu	\neg selectBranchMenu \wedge selectBranchMenu' \wedge choice2 \wedge systemShutDown	SelectMenu
P4	-	SelectMenu	\neg selectAdmin \wedge selectAdmin' \wedge choice1 \wedge systemStartUp	Administrator
P5	-	SelectMenu	\neg selectBranchMenu \wedge selectBranchMenu' \wedge choice2 \wedge systemStartUp	BranchOfficer
P6	-	SelectMenu	\neg exit \wedge exit' \wedge choice0	FinalState
P7	-	StartUpSystem	\neg systemShutDown \wedge systemShutDown'	SelectMenu
P8	-	StartUpSystem	\neg systemStartUp \wedge systemStartUp'	Administrator
P9	-	Administrator	\neg removeBook \wedge removeBook' \wedge bListNotNull \vee bListNotEmpty	RemoveBook
P10	-	Administrator	\neg registerNewBook \wedge registerNewBook'	RegisterNewBook
P11	-	Administrator	\neg setBookLimit \wedge setBookLimit'	SetBookLimit
P12	-	Administrator	\neg updateRentalRate \wedge updateRentalRate'	UpdateRentalRate
P13	-	Administrator	\neg returnMain \wedge returnMain'	SelectMenu
P14	-	AdminTransaction	\neg returnAdminMenu \wedge returnAdminMenu'	Administrator
P15	-	BranchOfficer	\neg createMember \wedge createMember'	CreateMember
P16	-	BranchOfficer	\neg deleteMember \wedge deleteMember' \wedge memberListNotNull \vee memberListNotEmpty	DeleteMember
P17	-	BranchOfficer	\neg printLog \wedge printLog'	PrintDailyLog
P18	-	BranchOfficer	\neg renewMember \wedge renewMember' \wedge memberListNotNull \vee memberListNotEmpty	RenewMember
P19	-	BranchOfficer	\neg rentBook \wedge rentBook' \wedge memberListNotEmpty \wedge bListNotEmpty \wedge \neg OverLimit	RentBook
P20	-	BranchOfficer	\neg returnBook \wedge returnBook' \wedge memberListNotEmpty \wedge bListNotEmpty	ReturnBook
P21	-	BranchOfficer	\neg viewMemberDetails \wedge viewMemberDetails' \wedge memberListNotNull \vee memberListNotEmpty	ViewMemberDetails
P22	-	BranchOfficer	\neg viewRentalDetails \wedge viewRentalDetails' \wedge memberListNotNull \vee memberListNotEmpty	ViewRentalDetails
P23	-	BranchOfficer	\neg returnMain \wedge returnMain'	SelectMenu
P24	-	BranchTransaction	\neg returnBranchMenu \wedge returnBranchMenu'	BranchOfficer

ตารางที่ 3.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบการยืมหนังสือ

หมายเลข ประ พจน์	สถานะ ปัจจุบัน	system Start Up	select Admin	select Branch Menu	exit	system Shut Down	remove Book	register New Book	set Book Limit	update Rental Rate	return Main Menu	return Admin Menu	create Member	delete Member	print Log	renew Member	rent Book	return Book	view Member Details	view Rental Details	return Branch Menu	choi ca1	choi ca2	choi ca0	bList Not Null	bList Not Empty	member ListNot Null	member ListNot Empty	Over Limit	เหตุการณ์หลังการกระทำ	สถานะเป้าหมาย	
P1	-	Initial	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemStartUp' = True	SelectMenu
	-	Initial	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemStartUp' = True	Initial
	-	Initial	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemStartUp' = False	Initial
P2	-	Select Menu	-	F	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = True	StartUpSystem
	-	Select Menu	-	T	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	-	F	-	f	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	-	F	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	-	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	-	F	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = False	SelectMenu
P3	-	Select Menu	-	-	F	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	-	-	T	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = True	NotChangeState
	-	Select Menu	-	-	F	-	f	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = True	NotChangeState
	-	Select Menu	-	-	F	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = True	NotChangeState
	-	Select Menu	-	-	F	-	t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = False	NotChangeState
P4	-	Select Menu	t	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = True	Administrator
	-	Select Menu	t	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	f	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	t	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = True	SelectMenu

ตารางที่ ง.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถา ปะ ปะ	สถานะ ปัจจุบัน	system Start Up	select Admin	select Branch Menu	exit	system Shut Down	remove Book	register New Book	set Book Limit	update Rental Rate	return Main Menu	return Admin Menu	create Member	delete Member	print Log	renew Member	rent Book	return Book	view Member Details	view Rental Details	return Branch Menu	choi ce1	choi ce2	choi ce0	bList Not Null	bList Not Empty	member List/Not Null	member List/Not Empty	Over Limit	เหตุการณ์ฟังก์ชันกรณีทดสอบ	สถานะเป้าหมาย
	-	Select Menu	t	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectAdmin' = False	SelectMenu
P5	-	Select Menu	t	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = True	BranchOfficer
	-	Select Menu	t	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	f	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	t	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	t	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	-	selectBranchMenu' = False	SelectMenu
P6	-	Select Menu	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	exit' = True	FinalState
	-	Select Menu	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	exit' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	-	-	-	-	-	-	exit' = True	SelectMenu
	-	Select Menu	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	-	-	-	-	-	exit' = False	SelectMenu
P7	-	StartUp System	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemShutDown' = True	SelectMenu
	-	StartUp System	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemShutDown' = True	StartUpSystem
	-	StartUp System	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemShutDown' = False	StartUpSystem

ตารางที่ ง.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถานะ ฉบับ	system Start Up	select Admin	select Branch Menu	exit	system Shut Down	remove Book	register New Book	set Book Limit	update Rental Rate	return Main	return Admin Menu	create Member	delete Member	print Log	renew Member	rent Book	return Book	view Member Details	view Rental Details	return Branch Menu	choi ce1	choi ce2	choi ce0	bList Not Null	bList Not Empty	member ListNot Null	member ListNot Empty	Over Limit	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P8	-	StartUp System	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemStartUp' = True	Administrator
	-	StartUp System	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemStartUp' = True	StartUpSystem
	-	StartUp System	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	systemStartUp' = False	StartUpSystem
P9	-	Adminis trator	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	-	-	removeBook' = True	RemoveBook
	-	Adminis trator	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	-	-	removeBook' = True	Administrator
	-	Adminis trator	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	-	-	-	removeBook' = True	Administrator	
	-	Adminis trator	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	-	-	removeBook' = False	Administrator	
P10	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	registerNewBook' = True	RegisterNewBook
	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	registerNewBook' = True	Administrator
	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	registerNewBook' = False	Administrator
P11	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	setBookLimit' = True	SetBookLimit
	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	setBookLimit' = True	Administrator
	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	setBookLimit' = False	Administrator

ตารางที่ 3.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถานะ แม่	สถานะ ปัจจุบัน	system Start Up	select Admin	select Branch Menu	system exit	system Shut Down	remove Book	register New Book	set Book Limit	update Rental Rate	return Main	return Admin Menu	create Member	delete Member	print Log	renew Member	rent Book	return Book	view Member Details	view Rental Details	return Branch Menu	choi ce1	choi ce2	choi ce0	bList Not Null	bList Not Empty	member ListNot Null	member ListNot Empty	Over Limit	เหตุการณ์หลังการกระทำ	สถานะเป้าหมาย		
P12	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	updateRentalRate' = True	UpdateRentalRate	
	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	updateRentalRate' = True	Administrator	
	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	updateRentalRate' = False	Administrator	
P13	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnMain' = True	SelectMenu	
	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnMain' = True	Administrator
	-	Adminis trator	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnMain' = False	Administrator
P14	-	Admin Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnAdminMenu' = True	Administrator
	-	Admin Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnAdminMenu' = True	AdminTransaction
	-	Admin Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnAdminMenu' = False	AdminTransaction
P15	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	createMember' = True	CreateMember
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	createMember' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	createMember' = False	BranchOfficer

ตารางที่ ง.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลขพจน์	สถานะ	สถานะปัจจุบัน	system Start Up	select Admin	select Branch Menu	exit	system Shut Down	remove Book	register New Book	set Book Limit	update Rental Rate	return Main	return Admin Menu	create Member	delete Member	print Log	renew Member	rent Book	return Book	view Member Details	view Rental Details	return Branch Menu	choi ce1	choi ce2	choi ce0	bList Not Null	bList Not Empty	member ListNot Null	member ListNot Empty	Over Limit	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P16	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	deleteMember' = True	DeleteMember
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	deleteMember' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	-	deleteMember' = True	BranchOfficer	
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	deleteMember' = False	BranchOfficer	
P17	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	printLog' = True	PrintDailyLog
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	printLog' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	printLog' = False	BranchOfficer
P18	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	renewMember' = True	RenewMember	
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	renewMember' = True	BranchOfficer	
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	-	renewMember' = True	BranchOfficer	
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	renewMember' = False	BranchOfficer	

ตารางที่ ง.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถานะ ประจำ งาน	system Start Up	select Admin	select Branch Menu	exit	system Shut Down	remove Book	register New Book	set Book Limit	update Rental Rate	return Main Menu	return Admin Menu	create Member	delete Member	print Log	renew Member	rent Book	return Book	view Member Details	view Rental Details	return Branch Menu	choi ce1	choi ce2	choi ce0	bList Not Null	bList Not Empty	member ListNot Null	member ListNot Empty	Over Limit	เหตุการณ์ที่ส่งการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P19	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	t	f	rentBook' = True	RentBook
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	t	f	rentBook' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	f	-	t	f	rentBook' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	f	f	rentBook' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	t	t	rentBook' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	t	f	rentBook' = False	BranchOfficer
P20	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	t	-	returnBook' = True	ReturnBook
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	t	-	returnBook' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	f	-	t	-	returnBook' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	f	-	returnBook' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	t	-	t	-	returnBook' = False	BranchOfficer
P21	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	viewMemberDetails' = True	ViewMemberDetails
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	viewMemberDetails' = True	BranchOfficer
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	-	viewMemberDetails' = True	BranchOfficer	
	-	Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	t	-	viewMemberDetails' = False	BranchOfficer

ตารางที่ ง.3 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลขพจน์	สถานะพจน์	system Start Up	select Admin	select Branch Menu	system exit	system Shut Down	remove Book	register New Book	set Book Limit	update Rental Rate	return Main	return Admin Menu	create Member	delete Member	print Log	renew Member	rent Book	return Book	view Member Details	view Rental Details	return Branch Menu	choice1	choice2	choice0	bList Not Null	bList Not Empty	member ListNot Null	member ListNot Empty	Over Limit	เหตุการณ์หลังการกระทำ	สถานะเป้าหมาย
P22	- Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	t	t	-	viewRentalDetails' = True	ViewRentalDetails
	- Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	t	t	-	viewRentalDetails' = True	BranchOfficer	
	- Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	f	f	-	viewRentalDetails' = True	BranchOfficer	
	- Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	t	t	-	viewRentalDetails' = True	BranchOfficer	
P23	- Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnMain' = True	SelectMenu
	- Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnMain' = True	BranchOfficer
	- Branch Officer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	returnMain' = False	BranchOfficer
P24	- Branch Transaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	returnBranchMenu' = True	BranchOfficer
	- Branch Transaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	returnBranchMenu' = True	BranchTransaction
	- Branch Transaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	returnBranchMenu' = False	BranchTransaction

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.4 กรณีทดสอบของระบบการยืมหนังสือ

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T1-1	-	Initial	systemStartUp = False	-	systemStartUp' = True	SelectMenu
T1-2	-	Initial	systemStartUp = True	-	systemStartUp' = True	Initial
T1-3	-	Initial	systemStartUp = False	-	systemStartUp' = False	Initial

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T2-1	-	SelectMenu	selectAdmin = False	choice1 = True systemShutDown = True	selectAdmin' = True	StartUpSystem
T2-2	-	SelectMenu	selectAdmin = True	choice1 = True systemShutDown = True	selectAdmin' = True	SelectMenu
T2-3	-	SelectMenu	selectAdmin = False	choice1 = False systemShutDown = True	selectAdmin' = True	SelectMenu
T2-4	-	SelectMenu	selectAdmin = False	choice1 = True systemShutDown = False	selectAdmin' = True	SelectMenu
T2-5	-	SelectMenu	selectAdmin = False	choice1 = True systemShutDown = True	selectAdmin' = False	SelectMenu

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T3-1	-	SelectMenu	selectBranchMenu = False	choice2 = True systemShutDown = True	selectBranchMenu' = True	SelectMenu
T3-2	-	SelectMenu	selectBranchMenu = True	choice2 = True systemShutDown = True	selectBranchMenu' = True	NotChangeState
T3-3	-	SelectMenu	selectBranchMenu = False	choice2 = False systemShutDown = True	selectBranchMenu' = True	NotChangeState
T3-4	-	SelectMenu	selectBranchMenu = False	choice2 = True systemShutDown = False	selectBranchMenu' = True	NotChangeState
T3-5	-	SelectMenu	selectBranchMenu = False	choice2 = True systemShutDown = True	selectBranchMenu' = False	NotChangeState

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T4-1	-	SelectMenu	selectAdmin = False	choice1 = True systemStartUp = True	selectAdmin' = True	Administrator
T4-2	-	SelectMenu	selectAdmin = True	choice1 = True systemStartUp = True	selectAdmin' = True	SelectMenu
T4-3	-	SelectMenu	selectAdmin = False	choice1 = False systemStartUp = True	selectAdmin' = True	SelectMenu
T4-4	-	SelectMenu	selectAdmin = False	choice1 = True systemStartUp = False	selectAdmin' = True	SelectMenu
T4-5	-	SelectMenu	selectAdmin = False	choice1 = True systemStartUp = True	selectAdmin' = False	SelectMenu

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T5-1	-	SelectMenu	selectBranchMenu = False	choice2 = True systemStartUp = True	selectBranchMenu' = True	BranchOfficer
T5-2	-	SelectMenu	selectBranchMenu = True	choice2 = True systemStartUp = True	selectBranchMenu' = True	SelectMenu
T5-3	-	SelectMenu	selectBranchMenu = False	choice2 = False systemStartUp = True	selectBranchMenu' = True	SelectMenu
T5-4	-	SelectMenu	selectBranchMenu = False	choice2 = True systemStartUp = False	selectBranchMenu' = True	SelectMenu
T5-5	-	SelectMenu	selectBranchMenu = False	choice2 = True systemStartUp = True	selectBranchMenu' = False	SelectMenu

ตารางที่ 4.4 กรณีทดสอบของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T6-1	-	SelectMenu	exit = False	choice0 = True	exit' = True	FinalState
T6-2	-	SelectMenu	exit = True	choice0 = True	exit' = True	SelectMenu
T6-3	-	SelectMenu	exit = False	choice0 = False	exit' = True	SelectMenu
T6-4	-	SelectMenu	exit = False	choice0 = True	exit' = False	SelectMenu

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T7-1	-	StartUpSystem	systemShutDown = False	-	systemShutDown' = True	SelectMenu
T7-2	-	StartUpSystem	systemShutDown = True	-	systemShutDown' = True	StartUpSystem
T7-3	-	StartUpSystem	systemShutDown = False	-	systemShutDown' = False	StartUpSystem

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T8-1	-	StartUpSystem	systemStartUp = False	-	systemStartUp' = True	Administrator
T8-2	-	StartUpSystem	systemStartUp = True	-	systemStartUp' = True	StartUpSystem
T8-3	-	StartUpSystem	systemStartUp = False	-	systemStartUp' = False	StartUpSystem

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T9-1	-	Administrator	removeBook = False	bListNotNull = True bListNotEmpty = True	removeBook' = True	RemoveBook
T9-2	-	Administrator	removeBook = True	bListNotNull = True bListNotEmpty = True	removeBook' = True	Administrator
T9-3	-	Administrator	removeBook = False	bListNotNull = False bListNotEmpty = False	removeBook' = True	Administrator
T9-4	-	Administrator	removeBook = False	bListNotNull = True bListNotEmpty = True	removeBook' = False	Administrator

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T10-1	-	Administrator	registerNewBook = False	-	registerNewBook' = True	RegisterNewBook
T10-2	-	Administrator	registerNewBook = True	-	registerNewBook' = True	Administrator
T10-3	-	Administrator	registerNewBook = False	-	registerNewBook' = False	Administrator

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T11-1	-	Administrator	setBookLimit = False	-	setBookLimit' = True	SetBookLimit
T11-2	-	Administrator	setBookLimit = True	-	setBookLimit' = True	Administrator
T11-3	-	Administrator	setBookLimit = False	-	setBookLimit' = False	Administrator

ตารางที่ ง.4 กรณีทดสอบของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T12-1	-	Administrator	updateRentalRate = False	-	updateRentalRate' = True	UpdateRentalRate
T12-2	-	Administrator	updateRentalRate = True	-	updateRentalRate' = True	Administrator
T12-3	-	Administrator	updateRentalRate = False	-	updateRentalRate' = False	Administrator

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T13-1	-	Administrator	returnMain = False	-	returnMain' = True	SelectMenu
T13-2	-	Administrator	returnMain = True	-	returnMain' = True	Administrator
T13-3	-	Administrator	returnMain = False	-	returnMain' = False	Administrator

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T14-1	-	AdminTransaction	returnAdminMenu = False	-	returnAdminMenu' = True	Administrator
T14-2	-	AdminTransaction	returnAdminMenu = True	-	returnAdminMenu' = True	AdminTransaction
T14-3	-	AdminTransaction	returnAdminMenu = False	-	returnAdminMenu' = False	AdminTransaction

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T15-1	-	BranchOfficer	createMember = False	-	createMember' = True	CreateMember
T15-2	-	BranchOfficer	createMember = True	-	createMember' = True	BranchOfficer
T15-3	-	BranchOfficer	createMember = False	-	createMember' = False	BranchOfficer

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T16-1	-	BranchOfficer	deleteMember = False	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	deleteMember' = True	DeleteMember
T16-2	-	BranchOfficer	deleteMember = True	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	deleteMember' = True	BranchOfficer
T16-3	-	BranchOfficer	deleteMember = False	memberListNotNull = False memberListNotEmpty = False	deleteMember' = True	BranchOfficer
T16-4	-	BranchOfficer	deleteMember = False	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	deleteMember' = False	BranchOfficer

ตารางที่ ง.4 กรณีทดสอบของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T17-1	-	BranchOfficer	printLog = False	-	printLog' = True	PrintDailyLog
T17-2	-	BranchOfficer	printLog = True	-	printLog' = True	BranchOfficer
T17-3	-	BranchOfficer	printLog = False	-	printLog' = False	BranchOfficer

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T18-1	-	BranchOfficer	renewMember = False	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	renewMember' = True	RenewMember
T18-2	-	BranchOfficer	renewMember = True	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	renewMember' = True	BranchOfficer
T18-3	-	BranchOfficer	renewMember = False	memberListNotNull = False memberListNotEmpty = False	renewMember' = True	BranchOfficer
T18-4	-	BranchOfficer	renewMember = False	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	renewMember' = False	BranchOfficer

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T19-1	-	BranchOfficer	rentBook = False	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = True OverLimit = False	rentBook' = True	RentBook
T19-2	-	BranchOfficer	rentBook = True	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = True OverLimit = False	rentBook' = True	BranchOfficer
T19-3	-	BranchOfficer	rentBook = False	memberListNotEmpty = False bListNotEmpty = True OverLimit = False	rentBook' = True	BranchOfficer
T19-4	-	BranchOfficer	rentBook = False	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = False OverLimit = False	rentBook' = True	BranchOfficer
T19-5	-	BranchOfficer	rentBook = False	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = True OverLimit = True	rentBook' = True	BranchOfficer
T19-6	-	BranchOfficer	rentBook = False	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = True OverLimit = False	rentBook' = False	BranchOfficer

ตารางที่ ง.4 กรณีทดสอบของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T20-1	-	BranchOfficer	returnBook = False	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = True	returnBook' = True	ReturnBook
T20-2	-	BranchOfficer	returnBook = True	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = True	returnBook' = True	BranchOfficer
T20-3	-	BranchOfficer	returnBook = False	memberListNotEmpty = False bListNotEmpty = True	returnBook' = True	BranchOfficer
T20-4	-	BranchOfficer	returnBook = False	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = False	returnBook' = True	BranchOfficer
T20-5	-	BranchOfficer	returnBook = False	memberListNotEmpty = True bListNotEmpty = True	returnBook' = False	BranchOfficer

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T21-1	-	BranchOfficer	viewMemberDetails = False	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	viewMemberDetails' = True	ViewMemberDetails
T21-2	-	BranchOfficer	viewMemberDetails = True	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	viewMemberDetails' = True	BranchOfficer
T21-3	-	BranchOfficer	viewMemberDetails = False	memberListNotNull = False memberListNotEmpty = False	viewMemberDetails' = True	BranchOfficer
T21-4	-	BranchOfficer	viewMemberDetails = False	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	viewMemberDetails' = False	BranchOfficer

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T22-1	-	BranchOfficer	viewRentalDetails = False	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	viewRentalDetails' = True	ViewRentalDetails
T22-2	-	BranchOfficer	viewRentalDetails = True	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	viewRentalDetails' = True	BranchOfficer
T22-3	-	BranchOfficer	viewRentalDetails = False	memberListNotNull = False memberListNotEmpty = False	viewRentalDetails' = True	BranchOfficer
T22-4	-	BranchOfficer	viewRentalDetails = False	memberListNotNull = True memberListNotEmpty = True	viewRentalDetails' = False	BranchOfficer

ตารางที่ ง.4 กรณีทดสอบของระบบการยืมหนังสือ (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T23-1	-	BranchOfficer	returnMain = False	-	returnMain' = True	SelectMenu
T23-2	-	BranchOfficer	returnMain = True	-	returnMain' = True	BranchOfficer
T23-3	-	BranchOfficer	returnMain = False	-	returnMain' = False	BranchOfficer

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T24-1	-	BranchTransaction	returnBranchMenu = False	-	returnBranchMenu' = True	BranchOfficer
T24-2	-	BranchTransaction	returnBranchMenu = True	-	returnBranchMenu' = True	BranchTransaction
T24-3	-	BranchTransaction	returnBranchMenu = False	-	returnBranchMenu' = False	BranchTransaction

ตารางที่ ง.5 ตารางการเปลี่ยนสถานะของระบบเอทีเอ็ม

สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	เงื่อนไขเหตุการณ์																				สถานะเป้าหมาย			
		closeDown	startup	cardInsert	amountEntry!=null	PIN	InvalidPIN	validPIN	transfer	inquiry	withdraw	deposit	cancel	transferOK	InquiryOK	withdrawOK	depositOK	cashDispensed	receiptPrinted	cardEject	cardConfiscated		finishedTransaction	PIN_counter>3	
-	Initial	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CloseDown
-	CloseDown	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Idle
-	Idle	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CloseDown
-	Idle	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Processing CustomerInput
Processing Customer Input	Initial	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	WaitingforPIN
Processing Customer Input	Waitingfor PIN	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ValidatingPIN
Processing Customer Input	Waitingfor PIN	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	WaitingforPIN
Processing Customer Input	Waitingfor PIN	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Waitingfor CustomerChoice
Processing Customer Input	Waitingfor PIN	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Confiscating
Processing Customer Input	Waitingfor Customer Choice	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	TransferTransaction
Processing Customer Input	Waitingfor Customer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	InquiryTransaction

ตารางที่ 5.5 ตารางการเปลี่ยนสถานะของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	เงื่อนไขเหตุการณ์																							สถานะเป้าหมาย	
		closeDown	startUp	cardInsert	amountEntry!=null	PIN	InvalidPIN	validPIN	transfer	inquiry	withdrawl	deposit	cancel	transferOk	InquiryOK	withdrawlK	depositK	cashDispensed	receiptPrinted	cardEject	cardConfiscated	finishedTransaction	PIN_counter>3			
Processing Customer Input	Waitingfor Customer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	WithdrawTransaction
-	Processing Customer Input	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Eject
Transaction	Transfer Transaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Printing
Transaction	Inquiry Transaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Printing
Transaction	Withdrawl Transaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Dispensing
Transaction	Deposit Transaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	Printing
TerminatingTransaction	Dispensing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	Printing
TerminatingTransaction	Printing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	Ejecting
TerminatingTransaction	Ejecting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	-	Terminating
TerminatingTransaction	Confiscating	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	-	-	Terminating
-	TerminatingTransaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	-	Idle

ตารางที่ ง.6 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ของระบบเอทีเอ็ม

หมายเลขประพจน์	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	เงื่อนไขเหตุการณ์	สถานะเป้าหมาย
P1	-	Initial	$\neg \text{closeDown} \wedge \text{closeDown}'$	CloseDown
P2	-	CloseDown	$\neg \text{startup} \wedge \text{startup}'$	Idle
P3	-	Idle	$\neg \text{closeDown} \wedge \text{closeDown}'$	CloseDown
P4	-	Idle	$\neg \text{cardInsert} \wedge \text{cardInsert}'$	ProcessingCustomerInput
P5	ProcessingCustomerInput	Initial	$\neg (\text{amountEntry} \neq \text{null}) \wedge \text{amountEntry} \neq \text{null}'$	WaitingforPIN
P6	ProcessingCustomerInput	WaitingforPIN	$\neg \text{PIN} \wedge \text{PIN}'$	ValidatingPIN
P7	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	$\neg \text{InvalidPIN} \wedge \text{InvalidPIN}'$	WaitingforPIN
P8	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	$\neg \text{validPIN} \wedge \text{validPIN}'$	WaitingforCustomerChoice
P9	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	$\neg \text{InvalidPIN} \wedge \text{InvalidPIN}' \wedge (\text{PIN_counter} > 3)$	Confiscating
P10	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	$\neg \text{transfer} \wedge \text{transfer}'$	TransferTransaction
P11	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	$\neg \text{inquiry} \wedge \text{inquiry}'$	InquiryTransaction
P12	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	$\neg \text{withdrawl} \wedge \text{withdrawl}'$	WithdrawlTransaction
P13	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	$\neg \text{deposit} \wedge \text{deposit}'$	DepositTransaction
P14	-	ProcessingCustomerInput	$\neg \text{cancel} \wedge \text{cancel}'$	Eject
P15	Transaction	TransferTransaction	$\neg \text{transferOK} \wedge \text{transferOK}'$	Printing
P16	Transaction	InquiryTransaction	$\neg \text{closeDown} \wedge \text{closeDown}'$	Printing
P17	Transaction	WithdrawlTransaction	$\neg \text{withdrawlOK} \wedge \text{withdrawlOK}'$	Dispensing
P18	Transaction	DepositTransaction	$\neg \text{depositOK} \wedge \text{depositOK}'$	Printing
P19	TerminatingTransaction	Dispensing	$\neg \text{cashDispensed} \wedge \text{cashDispensed}'$	Printing
P20	TerminatingTransaction	Printing	$\neg \text{receiptPrinted} \wedge \text{receiptPrinted}'$	Ejecting
P21	TerminatingTransaction	Ejecting	$\neg \text{cardEject} \wedge \text{cardEject}'$	Terminating
P22	TerminatingTransaction	Confiscating	$\neg \text{cardConfiscated} \wedge \text{cardConfiscated}'$	Terminating
P23	-	TerminatingTransaction	$\neg \text{finishedTransaction} \wedge \text{finishedTransaction}'$	Idle

ตารางที่ ง.7 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบเอทีเอ็ม

หมายเลข ประ พจน์	สถานะแม่	สถานะ ปัจจุบัน	close Down	start up	card Insert	amount Entry!= null	PIN	Invalid PIN	valid PIN	transfer	inquiry	withdrawl	deposit	cancel	transfer Ok	Inquiry OK	withdrawl OK	deposit OK	cashDisp ensed	receipt Printed	cardEj ect	cardConf scaled	finishedT ran saction	PIN_cou nter>3	เหตุการณ์หลังการ กระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P1	-	Initial	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown'=True	CloseDown
	-	Initial	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown'=True	Initial
	-	Initial	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown'= False	Initial
P2	-	Close Down	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	startup' = True	Idle
	-	Close Down	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	startup' = True	CloseDown
	-	Close Down	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	startup' = False	CloseDown
P3	-	Idle	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown'=True	CloseDown
	-	Idle	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown'=True	Idle
	-	Idle	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown'= False	Idle
P4	-	Idle	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cardInsert' =True	Processing CustomerInput
	-	Idle	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cardInsert' =True	Idle
	-	Idle	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cardInsert' = False	Idle
P5	Processing Customer Input	Initial	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(amountEntry!=null) = True	WaitingforPIN
	Processing Customer Input	Initial	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(amountEntry!=null) = True	Initial

ตารางที่ 7.7 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถานะแม่	สถานะ ปัจจุบัน	close Down	start up	card insert	amount Entry!= null	PIN	Invalid PIN	valid PIN	transfer	inquiry	withdrawl	deposit	cancel	transfer Ok	Inquiry OK	withdrawl OK	deposit OK	cashDisp ensed	receipt Printed	cardEj ect	cardConf scated	finishedT ran saction	PIN_cou nter>3	เหตุการณ์หลังการ กระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
	Processing Customer Input	Initial	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(amountEntry!=null) = False	Initial
P6	Processing Customer Input	Waiting forPIN	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PIN' = True	ValidatingPIN
	Processing Customer Input	Waiting forPIN	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PIN' = True	WaitingforPIN
	Processing Customer Input	Waiting forPIN	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PIN' = False	WaitingforPIN
P7	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	InvalidPIN' = True	WaitingforPIN
	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	InvalidPIN' = True	ValidatingPIN
	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	InvalidPIN' = False	ValidatingPIN
P8	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	validPIN' =True	Waitingfor CustomerChoice
	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	validPIN' =True	ValidatingPIN

ตารางที่ ง.7 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถานะเม เริ่มต้น	สถานะ ปัจจุบัน	close Down	start up	card Insert	amount Entry!= null	PIN	Invalid PIN	valid PIN	transfer	inquiry	withdrawl	deposit	cancel	transfer Ok	Inquiry OK	withdrawl OK	deposit OK	cashDisp ensed	receipt Printed	cardE ject	cardConf scated	finishedT ran saction	PIN_cou nter>3	เหตุการณ์หลังการ กระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	validPIN' = False	ValidatingPIN
P9	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	InvalidPIN' = True	Confiscating	
	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	InvalidPIN' = True	ValidatingPIN	
	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	InvalidPIN' = True	ValidatingPIN	
	Processing Customer Input	Validating PIN	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	t	InvalidPIN' = False	ValidatingPIN	
P10	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	transfer' = True	TransferTransac tion
	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	transfer' = True	WaitingforCust omerChoice
	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	transfer' = False	Waitingfor CustomerChoice
P11	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	inquiry' = True	InquiryTran saction
	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	inquiry' = True	Waitingfor CustomerChoice
	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	inquiry' = False	Waitingfor CustomerChoice
P12	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	withdrawl' = True	Withdrawl Transaction
	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	withdrawl' = True	Waitingfor CustomerChoice
	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	withdrawl' = False	Waitingfor CustomerChoice
P13	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	deposit' = True	Deposit Transaction
	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	deposit' = True	Waitingfor CustomerChoice
	Processing Customer Input	WaitingforC ustomer Choice	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	deposit' = False	Waitingfor CustomerChoice

ตารางที่ ง.7 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลข ประ	สถานะแม่	สถานะ ปัจจุบัน	close Down	start up	card Insert	amount Entry!= null	PIN	Invalid PIN	valid PIN	transfer	inquiry	withdrawl	deposit	cancel	transfer Ok	Inquiry OK	withdrawl OK	deposit OK	cashDisp ensed	receipt Printed	cardEj ect	cardConf scated	finishedT ran saction	PIN_cou nter>3	เหตุการณ์หลังการ กระตุ้น	สถานะเป้าหมาย	
P14	-	Processing Customer Input	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cancel' = True	Eject
	-	Processing Customer Input	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cancel' = True	Processing CustomerInput
	-	Processing Customer Input	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	cancel' = False	Processing CustomerInput
P15	Transaction	Transfer Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	transferOK' = True	Printing
	Transaction	Transfer Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	transferOK' = True	Transfer ransaction
	Transaction	Transfer Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	transferOK' = False	Transfer ransaction
P16	Transaction	Inquiry Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown' = True	Printing
	Transaction	Inquiry Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown' = True	Inquiry Transaction
	Transaction	Inquiry Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	closeDown' = False	Inquiry Transaction

ตารางที่ 7.7 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถานะแม่	สถานะ ปัจจุบัน	close Down	start up	card Insert	amount Entry!= null	PIN	Invalid PIN	valid PIN	transfer	inquiry	withdrawl	deposit	cancel	transfer Ok	Inquiry OK	withdrawl OK	deposit OK	cashDisp ensed	receipt Printed	cardEj ect	cardConf sced	finishedT ran saction	PIN_cou nter>3	เหตุการณ์หลังการ กระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P17	Transaction	WithdrawlTr ansaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	withdrawlOK' = True	Dispensing
	Transaction	Withdrawl Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	-	withdrawlOK' = True	Withdrawl Transaction
	Transaction	Withdrawl Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	withdrawlOK' = False	Withdrawl Transaction
P18	Transaction	Deposit Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	depositOK' = True	Printing
	Transaction	Deposit Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	-	depositOK' = True	Deposit Transaction
	Transaction	Deposit Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	depositOK' = False	Deposit Transaction
P19	Terminating Transaction	Dispensing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	cashDispensed' = True	Printing
	Terminating Transaction	Dispensing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	-	cashDispensed' = True	Dispensing
	Terminating Transaction	Dispensing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	cashDispensed' = False	Dispensing

ตารางที่ ๗.7 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถานะ แม่	สถานะ ปัจจุบัน	close Down	start up	card Insert	amount Entry!= null	PIN	Invalid PIN	valid PIN	transfer	inquiry	withdrawl	deposit	cancel	transfer Ok	Inquiry OK	withdrawl OK	deposit OK	cashDisp ensed	receipt Printed	cardEj ect	cardConfi scated	finishedT ran saction	PIN_cou nter>3	เหตุการณ์หลังการ กระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P20	Terminating Transaction	Printing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	receiptPrinted' = True	Ejecting
	Terminating Transaction	Printing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	-	receiptPrinted' = True	Printing
	Terminating Transaction	Printing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	receiptPrinted' = False	Printing
P21	Terminating Transaction	Ejecting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	cardEject' = True	Terminating
	Terminating Transaction	Ejecting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	-	cardEject' = True	Ejecting
	Terminating Transaction	Ejecting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	cardEject' = False	Ejecting

ตารางที่ 7.7 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละพจน์ของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลข ประ พจน์	สถานะแม่	สถานะ ปัจจุบัน	close Down	start up	card Insert	amount Entry!= null	PIN	Invalid PIN	valid PIN	transfer	inquiry	withdrawl	deposit	cancel	transfer Ok	Inquiry OK	withdrawl OK	deposit OK	cashDisp ensed	receipt Printed	cardEj ect	cardConfi scated	finishedT ran saction	PIN_cou nter>3	เหตุการณ์หลังการ กระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P22	Terminating Transaction	Con fiscating	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	cardConfiscated' = True	Terminating
	Terminating Transaction	Con fiscating	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	-	cardConfiscated' = True	Confiscating
	Terminating Transaction	Con fiscating	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	cardConfiscated' = False	Confiscating
P23	-	Terminating Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	finishedTransaction' = True	Idle
	-	Terminating Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	-	finishedTransaction' = True	Terminating Transaction
	-	Terminating Tran saction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	finishedTransaction' = False	Terminating Transaction

ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.8 กรณีทดสอบของระบบเอทีเอ็ม

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T1-1	-	Initial	closeDown = False	-	closeDown' = True	CloseDown
T1-2	-	Initial	closeDown = True	-	closeDown' = True	Initial
T1-3	-	Initial	closeDown = False	-	closeDown' = False	Initial

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T2-1	-	CloseDown	startup = False	-	startup' = True	Idle
T2-2	-	CloseDown	startup = True	-	startup' = True	CloseDown
T2-3	-	CloseDown	startup = False	-	startup' = False	CloseDown

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T3-1	-	Idle	closeDown = False	-	closeDown' = True	CloseDown
T3-2	-	Idle	closeDown = True	-	closeDown' = True	Idle
T3-3	-	Idle	closeDown = False	-	closeDown' = False	Idle

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T4-1	-	Idle	cardInsert = False	-	cardInsert' = True	ProcessingCustomerInput
T4-2	-	Idle	cardInsert = True	-	cardInsert' = True	Idle
T4-3	-	Idle	cardInsert = False	-	cardInsert' = False	Idle

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T5-1	ProcessingCustomerInput	Initial	(amountEntry!=null) = False	-	(amountEntry!=null)' = True	WaitingforPIN
T5-2	ProcessingCustomerInput	Initial	(amountEntry!=null) = True	-	(amountEntry!=null)' = True	Initial
T5-3	ProcessingCustomerInput	Initial	(amountEntry!=null) = False	-	(amountEntry!=null)' = False	Initial

ตารางที่ ง.8 กรณีทดสอบของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T6-1	ProcessingCustomerInput	WaitingforPIN	PIN = False	-	PIN' = True	ValidatingPIN
T6-2	ProcessingCustomerInput	WaitingforPIN	PIN = True	-	PIN' = True	WaitingforPIN
T6-3	ProcessingCustomerInput	WaitingforPIN	PIN = False	-	PIN' = False	WaitingforPIN

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T7-1	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	InvalidPIN = False	-	InvalidPIN' = True	WaitingforPIN
T7-2	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	InvalidPIN = True	-	InvalidPIN' = True	ValidatingPIN
T7-3	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	InvalidPIN = False	-	InvalidPIN' = True	ValidatingPIN

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T8-1	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	validPIN = False	-	validPIN' = True	WaitingforCustomerChoice
T8-2	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	validPIN = True	-	validPIN' = True	ValidatingPIN
T8-3	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	validPIN = False	-	validPIN' = False	ValidatingPIN

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T9-1	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	InvalidPIN = False	(PIN_counter>3) = True	InvalidPIN' = True	Confiscating
T9-2	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	InvalidPIN = True	(PIN_counter>3) = True	InvalidPIN' = True	ValidatingPIN
T9-3	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	InvalidPIN = False	(PIN_counter>3) = False	InvalidPIN' = True	ValidatingPIN
T9-4	ProcessingCustomerInput	ValidatingPIN	InvalidPIN = False	(PIN_counter>3) = True	InvalidPIN' = False	ValidatingPIN

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T10-1	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	transfer = False	-	transfer' = True	TransferTransaction
T10-2	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	transfer = True	-	transfer' = True	WaitingforCustomerChoice
T10-3	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	transfer = False	-	transfer' = False	WaitingforCustomerChoice

ตารางที่ ง.8 กรณีทดสอบของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T11-1	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	inquiry = False	-	inquiry' = True	InquiryTransaction
T11-2	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	inquiry = True	-	inquiry' = True	WaitingforCustomerChoice
T11-3	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	inquiry = False	-	inquiry' = False	WaitingforCustomerChoice

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T12-1	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	withdraw = False	-	withdraw' = True	WithdrawTransaction
T12-2	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	withdraw = True	-	withdraw' = True	WaitingforCustomerChoice
T12-3	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	withdraw = False	-	withdraw' = False	WaitingforCustomerChoice

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T13-1	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	deposit = False	-	deposit' = True	DepositTransaction
T13-2	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	deposit = True	-	deposit' = True	WaitingforCustomerChoice
T13-3	ProcessingCustomerInput	WaitingforCustomerChoice	deposit = False	-	deposit' = False	WaitingforCustomerChoice

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T14-1	-	ProcessingCustomerInput	cancel = False	-	cancel' = True	Eject
T14-2	-	ProcessingCustomerInput	cancel = True	-	cancel' = True	ProcessingCustomerInput
T14-3	-	ProcessingCustomerInput	cancel = False	-	cancel' = False	ProcessingCustomerInput

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T15-1	Transaction	TransferTransaction	transferOK = False	-	transferOK' = True	Printing
T15-2	Transaction	TransferTransaction	transferOK = True	-	transferOK' = True	TransferTransaction
T15-3	Transaction	TransferTransaction	transferOK = False	-	transferOK' = False	TransferTransaction

ตารางที่ ง.8 กรณีทดสอบของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T16-1	Transaction	InquiryTransaction	closeDown = False	-	closeDown' = True	Printing
T16-2	Transaction	InquiryTransaction	closeDown = True	-	closeDown' = True	InquiryTransaction
T16-3	Transaction	InquiryTransaction	closeDown = False	-	closeDown' = False	InquiryTransaction

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T17-1	Transaction	WithdrawTransaction	withdrawOK = False	-	withdrawOK' = True	Dispensing
T17-2	Transaction	WithdrawTransaction	withdrawOK = True	-	withdrawOK' = True	WithdrawTransaction
T17-3	Transaction	WithdrawTransaction	withdrawOK = False	-	withdrawOK' = False	WithdrawTransaction

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T18-1	Transaction	DepositTransaction	depositOK = False	-	depositOK' = True	Printing
T18-2	Transaction	DepositTransaction	depositOK = True	-	depositOK' = True	DepositTransaction
T18-3	Transaction	DepositTransaction	depositOK = False	-	depositOK' = False	DepositTransaction

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T19-1	TerminatingTransaction	Dispensing	cashDispensed = False	-	cashDispensed' = True	Printing
T19-2	TerminatingTransaction	Dispensing	cashDispensed = True	-	cashDispensed' = True	Dispensing
T19-3	TerminatingTransaction	Dispensing	cashDispensed = False	-	cashDispensed' = False	Dispensing

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T20-1	TerminatingTransaction	Printing	receiptPrinted = False	-	receiptPrinted' = True	Ejecting
T20-2	TerminatingTransaction	Printing	receiptPrinted = True	-	receiptPrinted' = True	Printing
T20-3	TerminatingTransaction	Printing	receiptPrinted = False	-	receiptPrinted' = False	Printing

ตารางที่ 8 กรณีทดสอบของระบบเอทีเอ็ม (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T21-1	TerminatingTransaction	Ejecting	cardEject = False	-	cardEject' = True	Terminating
T21-2	TerminatingTransaction	Ejecting	cardEject = True	-	cardEject' = True	Ejecting
T21-3	TerminatingTransaction	Ejecting	cardEject = False	-	cardEject' = False	Ejecting

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T22-1	TerminatingTransaction	Confiscating	cardConfiscated = False	-	cardConfiscated' = True	Terminating
T22-2	TerminatingTransaction	Confiscating	cardConfiscated = True	-	cardConfiscated' = True	Confiscating
T22-3	TerminatingTransaction	Confiscating	cardConfiscated = False	-	cardConfiscated' = False	Confiscating

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T23-1	-	TerminatingTransaction	finishedTransaction = False	-	finishedTransaction' = True	Idle
T23-2	-	TerminatingTransaction	finishedTransaction = True	-	finishedTransaction' = True	TerminatingTransaction
T23-3	-	TerminatingTransaction	finishedTransaction = False	-	finishedTransaction' = False	TerminatingTransaction

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9.9 ตารางการเปลี่ยนสถานะของระบบทิกแทกโท

สถานะ แม่	สถานะปัจจุบัน	เงื่อนไขเหตุการณ์									สถานะเป้าหมาย
		OpenGame	NewGame	checkGame Status	turn==Player2	turn==Player1	turn==0	turn!=0	boardfill==9	EndGame	
-	Initial	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	NewGame
-	NewGame	-	@T	-	t	-	-	-	-	-	ComputerMove
-	NewGame	-	@T	-	-	t	-	-	-	-	HumanMove
-	ComputerMove	-	-	@T	-	t	-	-	-	-	HumanMove
-	HumanMove	-	-	@T	t	-	-	-	-	-	ComputerMove
-	ComputerMove	-	-	@T	-	-	t	-	-	-	Win
-	HumanMove	-	-	@T	-	-	-	t	-	-	Win
-	ComputerMove	-	-	@T	-	-	-	-	t	-	Draw
-	HumanMove	-	-	@T	-	-	-	-	t	-	Draw
-	Win	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	NewGame
-	Win	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	FinalState
-	Draw	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	NewGame
-	Draw	-	-	-	-	-	-	-	-	@T	FinalState

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง.10 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ของระบบทิกแทคโท

หมายเลขประพจน์	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	เงื่อนไขเหตุการณ์	สถานะเป้าหมาย
P1	-	Initial	$\neg \text{OpenGame} \wedge \text{OpenGame}'$	NewGame
P2	-	NewGame	$\neg \text{newGame} \wedge \text{newGame}' \wedge (\text{turn} == \text{player2})$	ComputerMove
P3	-	NewGame	$\neg \text{newGame} \wedge \text{newGame}' \wedge (\text{turn} == \text{player1})$	HumanMove
P4	-	ComputerMove	$\neg \text{checkGameStatus} \wedge \text{checkGameStatus}' \wedge (\text{turn} == \text{player1})$	HumanMove
P5	-	HumanMove	$\neg \text{checkGameStatus} \wedge \text{checkGameStatus}' \wedge (\text{turn} == \text{player2})$	ComputerMove
P6	-	ComputerMove	$\neg \text{checkGameStatus} \wedge \text{checkGameStatus}' \wedge (\text{turn} == 0)$	Win
P7	-	HumanMove	$\neg \text{checkGameStatus} \wedge \text{checkGameStatus}' \wedge (\text{turn} != 0)$	Win
P8	-	ComputerMove	$\neg \text{checkGameStatus} \wedge \text{checkGameStatus}' \wedge (\text{boardfill} == 9)$	Draw
P9	-	HumanMove	$\neg \text{checkGameStatus} \wedge \text{checkGameStatus}' \wedge (\text{boardfill} == 9)$	Draw
P10	-	Win	$\neg \text{newGame} \wedge \text{newGame}'$	NewGame
P11	-	Win	$\neg \text{endGame} \wedge \text{endGame}'$	FinalState
P12	-	Draw	$\neg \text{newGame} \wedge \text{newGame}'$	NewGame
P13	-	Draw	$\neg \text{endGame} \wedge \text{endGame}'$	FinalState

ตารางที่ 11 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ของระบบทิกแท็กโท

หมายเลข ประพจน์	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	OpenGame	NewGame	checkGame Status	turn==Player2	turn==Player1	turn==0	turn!=0	boardfill==9	EndGame	เงื่อนไขเหตุการณ์	สถานะเป้าหมาย
P1	-	Initial	F	-	-	-	-	-	-	-	-	OpenGame' = True	NewGame
	-	Initial	T	-	-	-	-	-	-	-	-	OpenGame' = True	Initial
	-	Initial	F	-	-	-	-	-	-	-	-	OpenGame' = False	Initial
P2	-	NewGame	-	F	-	t	-	-	-	-	-	NewGame' = True	ComputerMove
	-	NewGame	-	T	-	t	-	-	-	-	-	NewGame' = True	NewGame
	-	NewGame	-	F	-	f	-	-	-	-	-	NewGame' = True	NewGame
	-	NewGame	-	F	-	t	-	-	-	-	-	NewGame' = False	NewGame
P3	-	NewGame	-	F	-	-	t	-	-	-	-	NewGame' = True	HumanMove
	-	NewGame	-	T	-	-	t	-	-	-	-	NewGame' = True	NewGame
	-	NewGame	-	F	-	-	f	-	-	-	-	NewGame' = True	NewGame
	-	NewGame	-	F	-	-	t	-	-	-	-	NewGame' = False	NewGame
P4	-	ComputerMove	-	-	T	t	-	-	-	-	-	checkGameStatus' = True	HumanMove
	-	ComputerMove	-	-	F	t	-	-	-	-	-	checkGameStatus' = True	ComputerMove
	-	ComputerMove	-	-	T	f	-	-	-	-	-	checkGameStatus' = True	ComputerMove
	-	ComputerMove	-	-	T	t	-	-	-	-	-	checkGameStatus' = False	ComputerMove
P5	-	HumanMove	-	-	T	-	t	-	-	-	-	checkGameStatus' = True	ComputerMove
	-	HumanMove	-	-	F	-	t	-	-	-	-	checkGameStatus' = True	HumanMove
	-	HumanMove	-	-	T	-	f	-	-	-	-	checkGameStatus' = True	HumanMove
	-	HumanMove	-	-	T	-	t	-	-	-	-	checkGameStatus' = False	HumanMove
P6	-	ComputerMove	-	-	T	-	t	-	-	-	-	checkGameStatus' = True	Win
	-	ComputerMove	-	-	F	-	t	-	-	-	-	checkGameStatus' = True	ComputerMove
	-	ComputerMove	-	-	T	-	-	f	-	-	-	checkGameStatus' = True	ComputerMove
	-	ComputerMove	-	-	T	-	t	-	-	-	-	checkGameStatus' = False	ComputerMove
P7	-	HumanMove	-	-	T	-	-	-	t	-	-	checkGameStatus' = True	Win
	-	HumanMove	-	-	F	-	-	-	t	-	-	checkGameStatus' = True	HumanMove
	-	HumanMove	-	-	T	-	-	-	f	-	-	checkGameStatus' = True	HumanMove
	-	HumanMove	-	-	T	-	-	-	t	-	-	checkGameStatus' = False	HumanMove

ตารางที่ ง.11 ความต้องการของกรณีทดสอบของแต่ละประพจน์ของระบบทิกแทอโท (ต่อ)

หมายเลข ประพจน์	ชื่อสถานะที่มี สถานะย่อย	สถานะปัจจุบัน	OpenGame	NewGame	checkGame Status	turn==Player2	turn==Player1	turn==0	turn!=0	boardfill==9	EndGame	เงื่อนไขเหตุการณ์	สถานะเป้าหมาย
P8	-	ComputerMove	-	-	T	-	-	-	-	t	-	Draw' = True	Draw
	-	ComputerMove	-	-	F	-	-	-	-	t	-	Draw' = True	ComputerMove
	-	ComputerMove	-	-	T	-	-	-	-	f	-	Draw' = True	ComputerMove
		ComputerMove			T					t		Draw' = False	ComputerMove
P9	-	HumanMove	-	-	T	-	-	-	-	t	-	Draw' = True	Draw
	-	HumanMove	-	-	F	-	-	-	-	t	-	Draw' = True	HumanMove
	-	HumanMove	-	-	T	-	-	-	-	f	-	Draw' = True	HumanMove
		HumanMove			T					t		Draw' = False	HumanMove
P10	-	Win	-	T	-	-	-	-	-	-	-	NewGame' = True	NewGame
	-	Win	-	F	-	-	-	-	-	-	-	NewGame' = True	Win
	-	Win	-	T	-	-	-	-	-	-	-	NewGame' = False	Win
P11	-	Win	-	-	-	-	-	-	-	-	T	EndGame' = True	FinalState
	-	Win	-	-	-	-	-	-	-	-	F	EndGame' = True	Win
	-	Win	-	-	-	-	-	-	-	-	T	EndGame' = False	Win
P12	-	Draw	-	T	-	-	-	-	-	-	-	NewGame' = True	NewGame
	-	Draw	-	F	-	-	-	-	-	-	-	NewGame' = True	Draw
	-	Draw	-	T	-	-	-	-	-	-	-	NewGame' = False	Draw
P13	-	Draw	-	-	-	-	-	-	-	-	T	EndGame' = True	FinalState
	-	Draw	-	-	-	-	-	-	-	-	F	EndGame' = True	Draw
	-	Draw	-	-	-	-	-	-	-	-	T	EndGame' = False	Draw

ตารางที่ ง.12 กรณีทดสอบที่สร้างได้ของระบบทิกแทกโท

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T1-1	-	Initial	OpenGame = False	-	OpenGame' = True	NewGame
T1-2	-	Initial	OpenGame = True	-	OpenGame' = True	Initial
T1-3	-	Initial	OpenGame = False	-	OpenGame' = False	Initial

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T2-1	-	NewGame	newGame = False	(turn==player1) = True	newGame' = True	ComputerMove
T2-2	-	NewGame	newGame = True	(turn==player1) = True	newGame' = True	NewGame
T2-3	-	NewGame	newGame = False	(turn==player1) = False	newGame' = True	NewGame
T2-4	-	NewGame	newGame = False	(turn==player1) = True	newGame' = False	NewGame

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T3-1	-	NewGame	NewGame = False	(turn==player2) = True	NewGame' = True	HumanMove
T3-2	-	NewGame	NewGame = True	(turn==player2) = True	NewGame' = True	NewGame
T3-3	-	NewGame	NewGame = False	(turn==player2) = False	NewGame' = True	NewGame
T3-4	-	NewGame	NewGame = False	(turn==player2) = True	NewGame' = False	NewGame

ตารางที่ ง.12 กรณีทดสอบที่สร้างได้ของระบบทิกแทกโท (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T4-1	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(turn==player1) = True	checkGameStatus' = True	HumanMove
T4-2	-	ComputerMove	checkGameStatus = True	(turn==player1) = True	checkGameStatus' = True	ComputerMove
T4-3	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(turn==player1) = False	checkGameStatus' = True	ComputerMove
T4-4	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(turn==player1) = True	checkGameStatus' = False	ComputerMove

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T5-1	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(turn==player2) = True	checkGameStatus' = True	ComputerMove
T5-2	-	HumanMove	checkGameStatus = True	(turn==player2) = True	checkGameStatus' = True	HumanMove
T5-3	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(turn==player2) = False	checkGameStatus' = True	HumanMove
T5-4	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(turn==player2) = True	checkGameStatus' = False	HumanMove

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T6-1	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(turn==0) = True	checkGameStatus' = True	Win
T6-2	-	ComputerMove	checkGameStatus = True	(turn==0) = True	checkGameStatus' = True	ComputerMove
T6-3	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(turn==0) = False	checkGameStatus' = True	ComputerMove
T6-4	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(turn==0) = True	checkGameStatus' = False	ComputerMove

ตารางที่ ง.12 กรณีทดสอบที่สร้างได้ของระบบทิกแทกโท (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T7-1	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(turn!=0) = True	checkGameStatus' = True	Win
T7-2	-	HumanMove	checkGameStatus = True	(turn!=0) = True	checkGameStatus' = True	HumanMove
T7-3	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(turn!=0) = False	checkGameStatus' = True	HumanMove
T7-4	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(turn!=0) = True	checkGameStatus' = False	HumanMove

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T8-1	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(boardfill==9) = True	checkGameStatus' = True	Draw
T8-2	-	ComputerMove	checkGameStatus = True	(boardfill==9) = True	checkGameStatus' = True	ComputerMove
T8-3	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(boardfill==9) = False	checkGameStatus' = True	ComputerMove
T8-4	-	ComputerMove	checkGameStatus = False	(boardfill==9) = True	checkGameStatus' = False	ComputerMove

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T9-1	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(boardfill==9) = True	checkGameStatus' = True	Draw
T9-2	-	HumanMove	checkGameStatus = True	(boardfill==9) = True	checkGameStatus' = True	HumanMove
T9-3	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(boardfill==9) = True	checkGameStatus' = True	HumanMove
T9-4	-	HumanMove	checkGameStatus = False	(boardfill==9) = True	checkGameStatus' = False	HumanMove

ตารางที่ ง.12 กรณีทดสอบที่สร้างได้ของระบบทิกแท็กโท (ต่อ)

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T10-1	-	Win	newGame = False	-	newGame' = True	NewGame
T10-2	-	Win	newGame = True	-	newGame' = True	Win
T10-3	-	Win	newGame = False	-	newGame' = False	Win

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T11-1	-	Win	endGame = False	-	endGame' = True	FinalState
T11-2	-	Win	endGame = True	-	endGame' = True	Win
T11-3	-	Win	endGame = False	-	endGame' = False	Win

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T12-1	-	Draw	newGame = False	-	newGame' = True	NewGame
T12-2	-	Draw	newGame = True	-	newGame' = True	Draw
T12-3	-	Draw	newGame = False	-	newGame' = False	Draw

หมายเลขกรณีทดสอบ	สถานะแม่	สถานะปัจจุบัน	พารามิเตอร์	เงื่อนไขการ์ด	เหตุการณ์หลังการกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
T13-1	-	Draw	endGame = False	-	endGame' = True	FinalState
T13-2	-	Draw	endGame = True	-	endGame' = True	Draw
T13-3	-	Draw	endGame = False	-	endGame' = False	Draw

ภาคผนวก จ

ผลงานที่ตีพิมพ์

งานวิจัยนี้ได้รับคัดเลือกให้นำเสนอในงานประชุมวิชาการและตีพิมพ์ในเอกสาร "The 8th National Computer Science and Engineering Conference 2004 (NCSEC2004)" ในระหว่างวันที่ 20-21 ตุลาคม พ.ศ. 2547 โดยมีหัวข้องานวิจัยชื่อ "Test Cases Generation from a Statechart Diagram"



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ต

Test Cases Generation from a Statechart Diagram

Karunee Bowornprasirtkul¹ Nakorntip Prompoon²
 Department of Computer Engineering, Chulalongkorn University
 Phayathai Road, Patumwan, Bangkok, Thailand 10330
¹karunee.b@student.chula.ac.th ²nakorntip.s@chula.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสร้างกรณีทดสอบในช่วงของการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ทั้งนี้เนื่องจากหากสามารถทำการทดสอบในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาระบบ จะสามารถค้นพบข้อผิดพลาดและแก้ไขข้อผิดพลาดได้เร็วมากยิ่งขึ้น ทำให้ได้ซอฟต์แวร์ที่มีคุณภาพดีและตรงตามความต้องการของผู้ใช้อีกด้วย ซึ่งงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการในการสร้างกรณีทดสอบที่สอดคล้องกับหลักการที่ครอบคลุมประพจน์ (Full Predicate Coverage Criteria) จากแผนภาพสเตทชาร์ตที่มีสถานะย่อยภายใน เนื่องจากแผนภาพนี้แสดงถึงสถานะพฤติกรรมการทำงานของคลาส ระบบย่อย หรือ ระบบ สามารถทราบถึงสถานะต่างๆ ในการทำงานเมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ เข้ามากระตุ้นจากภายนอก กรณีทดสอบที่ได้จะใช้ในการติดตามพฤติกรรมของคลาสระบบย่อยหรือระบบดังกล่าว

คำสำคัญ: การทดสอบซอฟต์แวร์, ยูเอ็มแอล, แผนภาพคลาส, แผนภาพสเตทชาร์ต, กรณีทดสอบ

Abstract

This research show a technique to generate test cases during an analysis and design phase because if the system is tested in an early phase, the error found can correct resolve. As a result, the final product, software, will have a good quality and serve user satisfaction. This research presents a technique to

generate test cases according to full predicate coverage criteria from statechart diagram which contains composite state. Statechart diagram represents dynamic behavior of class, subsystem or system after receiving an event from outside. The generated test cases are used to monitor the behavior of such artifacts.

Key-Words: Software Testing, UML, Class Diagram, Statechart Diagram, Test Case

1. บทนำ

การทดสอบซอฟต์แวร์เป็นส่วนหนึ่งของการประกันคุณภาพซอฟต์แวร์ [1] จึงเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ เนื่องจากทำให้ผู้พัฒนาสามารถหาสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นกับระบบ โดยหากทำการทดสอบในช่วงเริ่มต้นของการพัฒนาระบบ ทำให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหาและข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้เร็วขึ้น ทำให้ซอฟต์แวร์ที่ผลิตออกมามีคุณภาพน่าเชื่อถือ ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ นอกจากนี้ระยะเวลาและต้นทุนโดยรวมในการพัฒนาลดลงด้วย

ปัจจุบันแนวความคิดเชิงวัตถุได้เข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งกับกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ เนื่องจากสามารถนำส่วนประกอบที่ได้ทำการผลิตไว้แล้วกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) ในระบบที่ต่างกัน ได้ โดยในช่วงของการออกแบบเชิงวัตถุนิยมนำภาษาที่เรียกว่า ภาษายูเอ็มแอล (Unified Modeling Language) ซึ่งเป็นภาษาสัญลักษณ์มาตรฐานที่ถูกคิดขึ้นสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบระบบ เป็นภาษาที่ได้รับการยอมรับและมีความแพร่หลายมาก

เนื่องมาจากมีการกำหนดมาตรฐาน โดย OMG [2] (Object Management Group) สามารถช่วยให้เข้าใจปัญหาและความต้องการของผู้ใช้ได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ทั้งผู้พัฒนาและผู้ใช้มีความเข้าใจที่ตรงกัน ซึ่งแผนภาพยูเอ็มแอลจะประกอบไปด้วยหลายแผนภาพ ซึ่งแต่ละแผนภาพจะทำการอธิบายการทำงานของระบบในมุมมองที่ต่างกัน เช่น แผนภาพคลาส (Class Diagram) เป็นแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์กันระหว่างคลาส แต่จะไม่ได้แสดงถึงพฤติกรรมหรือสถานะการทำงานของคลาส ซึ่งสามารถใช้แผนภาพสเตตชาร์ตในการอธิบายสถานะพฤติกรรมของคลาสแทน เนื่องจากแผนภาพ สเตตชาร์ตเป็นแผนภาพที่แสดงถึงสถานะที่ต่างกันของวัตถุในระหว่างการทำงานของคลาสนั้นๆ หรือของระบบ เมื่อมีเหตุการณ์ใดๆ เข้ามากระตุ้น นอกจากนี้อาจจะมีสถานะย่อยภายในแผนภาพสเตตชาร์ต เพื่อที่จะอธิบายการเปลี่ยนสถานะได้อย่างละเอียดยิ่งขึ้น เป็นต้น

จากการสำรวจงานวิจัยต่าง ๆ พบว่ามีงานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตตชาร์ตอยู่บ้าง แต่การได้มาซึ่งกรณีทดสอบยังไม่สมบูรณ์ เช่น ในงานวิจัยเรื่องการสร้างกรณีทดสอบจากข้อกำหนดยูเอ็มแอล [5] ยังไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบที่มีสถานะย่อยซ้อนกันอยู่ภายใน ส่วนงานวิจัยเรื่องการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตตชาร์ต [9] ได้เสนอเทคนิคการวิเคราะห์การไหลของข้อมูล (Flow Analysis Techniques) ในการสร้างกรณีทดสอบที่ครอบคลุมทุกสถานะ (State Coverage) ในแผนภาพสเตตชาร์ต ซึ่งกรณีทดสอบที่ได้ยังไม่ครอบคลุมเงื่อนไขและความต้องการเท่าที่ควร

ผู้วิจัยจึงเสนอกระบวนการในการสร้างกรณีทดสอบในช่วงของการวิเคราะห์และออกแบบระบบ จากแผนภาพสเตตชาร์ต ซึ่งกรณีทดสอบที่ได้จะสอดคล้องกับหลักการที่ครอบคลุมประพจน์ โดยได้ขยายส่วนของงานวิจัยของ [5] โดยพิจารณาในส่วนสถานะที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น กล่าวคือพิจารณาสถานะที่มีสถานะย่อย

อยู่ภายใน (Composite State) เพื่อที่จะให้ได้กรณีทดสอบที่ครอบคลุมเงื่อนไขและความต้องการมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ มีดังนี้

2.1 การทดสอบซอฟต์แวร์ [1] [7]

ซึ่งมีกระบวนการในการทดสอบโดยทั่วไปอยู่ 2 วิธี คือ การทดสอบแบบโครงสร้าง (Structural Testing) ซึ่งเป็น การทดสอบแบบไวท์บ็อกซ์ (White-box Testing) โดยพิจารณาจากโครงสร้างหรือกระบวนการภายในของตัวโปรแกรมว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ ส่วนอีกวิธีหนึ่งคือการทดสอบแบบฟังก์ชันนอล (Functional Testing) ซึ่งเป็น การทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์ (Black-box Testing) เป็นการทดสอบในมุมมองของผู้ใช้ ซึ่งพิจารณาเฉพาะข้อมูลเข้า (Input) และข้อมูลออก (Output) โดยไม่ต้องสนใจกระบวนการภายในว่าเป็นอย่างไร โดยทั่วไปจะขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ (User Requirement) และข้อกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์ (Software Requirements Specification) โดยผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพคลาสและแผนภาพสเตตชาร์ตของคลาสใดที่พิจารณาแบบแบล็กบ็อกซ์

2.2 หลักการที่ครอบคลุมการทดสอบ [1] [6] [8]

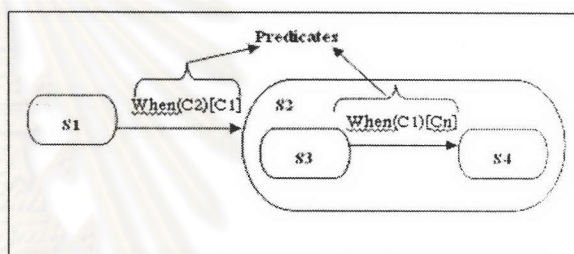
ผู้ทำการทดสอบต้องมีหลักการในการตรวจสอบว่ากรณีทดสอบที่ได้มานั้นมีความเพียงพอในการทดสอบครอบคลุมกับสิ่งที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งหลักการในการทดสอบเป็นกฎ (Rule) หรือเป็นกลุ่มของกฎที่กำหนดความต้องการในรูปของกรณีทดสอบ ซึ่งหลักการในการสร้างกรณีทดสอบให้ครอบคลุมตามความต้องการโดยทั่วไปมีดังนี้ การทดสอบที่ครอบคลุมพาท (Path Coverage) การทดสอบที่ครอบคลุมสเตตเมนต์ (Statement Coverage หรือ Node Coverage) การทดสอบที่ครอบคลุมบรานช์ (Branch Coverage) ซึ่งหลักการที่กล่าวมาโดยส่วนใหญ่จะเป็นการ

พิจารณาจากโปรแกรม ส่วนหลักการในการสร้างกรณีทดสอบจากข้อกำหนดความต้องการซอฟต์แวร์หรือจากการออกแบบ ที่เห็นได้ชัดในปัจจุบันก็คือ การทดสอบที่ครอบคลุมสถานะ ซึ่งงานวิจัย [6] ได้เสนอหลักการใหม่ในการสร้างกรณีทดสอบจากข้อกำหนดรายละเอียดที่งานวิจัยชิ้นนี้ได้เสนออยู่ด้วยกัน 4 หลักการ ดังนี้ (1) หลักการที่ครอบคลุมทรานสิชัน (Transition Coverage Criterion) โดยหลักการนี้ผู้ทดสอบควรทำการทดสอบทุกๆ ทรานสิชันในสแตทซาร์ทที่เกิดขึ้น (2) หลักการที่ครอบคลุมประพจน์ หลักการนี้ต้องการว่าแต่ละประโยค (Clause) ในแต่ละประพจน์ บนแต่ละทรานสิชันถูกทดสอบอย่างอิสระ (3) หลักการที่ครอบคลุมคู่ของทรานสิชัน (Transition-pair Coverage Criterion) ทดสอบลำดับของการเปลี่ยนสถานะ (Sequence of State Transition) ที่อาจมีข้อผิดพลาดบางอย่างเกิดขึ้น (4) หลักการแบบลำดับเหตุการณ์ที่สมบูรณ์ (Complete Sequence Criterion) เป็นลำดับเหตุการณ์ที่ต่อเนื่องกันของการเปลี่ยนสถานะที่ทำให้มีการใช้งานของระบบได้สมบูรณ์ ซึ่งจำนวนของลำดับที่สมบูรณ์จะไม่จำกัด โดยผู้วิจัยได้สนใจในส่วนของกรสร้างกรณีทดสอบให้ครอบคลุมตามหลักการที่ครอบคลุมประพจน์ เนื่องจากหลักการที่ครอบคลุมทรานสิชันจะเป็นซับเซต (Subset) ของหลักการที่ครอบคลุมประพจน์ ดังนั้นกรณีทดสอบที่ได้ นอกจากจะครอบคลุมทุกประพจน์แล้วก็จะครอบคลุมทรานสิชันด้วย ส่วนการทดสอบอีก 2 แบบที่เหลือคือ แบบครอบคลุมคู่ของทรานสิชัน และลำดับเหตุการณ์ที่สมบูรณ์ จะไม่สนับสนุนการสร้างกรณีทดสอบที่มีการพิจารณาทรานสิชันที่มีประเภทที่ต่างกัน

2.1.1 หลักการที่ครอบคลุมประพจน์ (Full Predicate Coverage Criterion)

โดยหลักการนี้ต้องการว่าแต่ละประโยคในแต่ละประพจน์บนแต่ละทรานสิชัน ถูกทดสอบอย่างอิสระ สมมติให้ตัวดำเนินการทางตรรกะ (Boolean Operation) เป็น AND, OR, NOT ซึ่งนิพจน์แบบบูลีน (Boolean

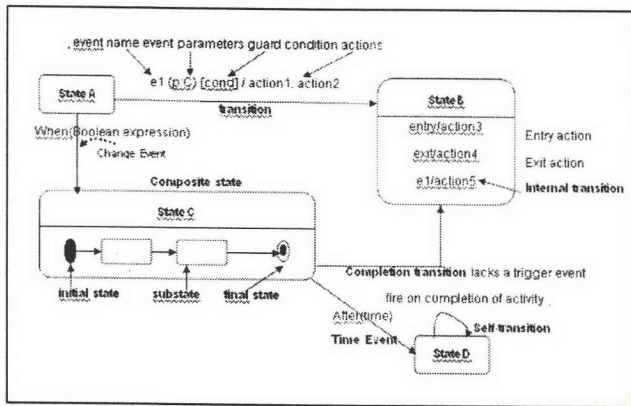
Expression) ประโยคและประพจน์ ถูกนิยามดังนี้ นิพจน์แบบบูลีน เป็นนิพจน์ (Expression) ที่มีค่าเป็นจริง (True) หรือเท็จ (False) เช่น $(P \wedge Q)$ ให้มีค่าเป็นจริง เป็นต้น ประโยคเป็นนิพจน์บูลีนที่ไม่มีตัวดำเนินการทางตรรกะ เช่น ตัวแปรของบูลีน เช่น P, Q เป็นต้น ประพจน์เป็นนิพจน์ทางตรรกะที่มีประโยคและมีตัวดำเนินการทางตรรกะที่มากกว่า 1 หรือไม่มีเลย ประพจน์ที่ไม่มีตัวดำเนินการทางตรรกะจะเป็นประโยค เช่น $P \wedge Q$ เป็นต้น ดังรูปที่ 1 ตัวอย่างแผนภาพสแตทซาร์ทที่แสดงถึงประพจน์ P ซึ่งต้องทำการทดสอบ ประพจน์บนแต่ละทรานสิชัน คือ $\text{when}(C2)[C1]$ และ $\text{when}(C1)[Cn]$ ให้ครบทุกประพจน์ จึงจะได้กรณีทดสอบที่ครอบคลุมทุกประพจน์



รูปที่ 1 แผนภาพสแตทซาร์ทที่มีประพจน์อยู่ในแต่ละทรานสิชัน

2.3 แผนภาพสแตทซาร์ท [2] [3] [4]

เป็นแผนภาพที่แสดงถึงสถานะที่ต่างกันของวัตถุในระหว่างการทำงานว่ามีเหตุการณ์ใดบ้างที่ทำให้วัตถุหนึ่งเปลี่ยนจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง หรืออาจจะแสดงถึงสถานะการทำงานของคลาส ของระบบหรือของระบบทั้งหมดก็ได้ โดยในแผนภาพสแตทซาร์ทจะประกอบไปด้วย สถานะ (State) ทรานสิชัน (Transition) ซึ่งส่วนประกอบของแผนภาพแสดงได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งภายในสถานะอาจจะมีสถานะย่อยภายในได้ เช่น State D เป็นสถานะย่อยภายใน State C ดังรูป เพื่อให้แผนภาพมีความสมบูรณ์ขึ้น



รูปที่ 2 สัญลักษณ์ของแผนภาพสเตตชาร์ต [2]

นอกจากนี้ทรานสิชันประกอบไปด้วย สถานะเริ่มต้น (Source State), เหตุการณ์ที่มากระตุ้น (Trigger Event), เงื่อนไขที่ต้องเป็นจริงถึงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะ (Guard Condition), การกระทำ (Action), สถานะเป้าหมาย (Target State) ซึ่งแสดงได้ด้วยสัญลักษณ์ดังนี้

e1 (p:C) [GuardCondition] / Action1: Action2

ซึ่ง e1 คือชื่อของเหตุการณ์ที่เข้ามากระตุ้น (p:C) เป็นส่วนของพารามิเตอร์ที่ส่งเข้ามาพร้อมกับเหตุการณ์ซึ่งอาจไม่มีก็ได้ [Guard Condition] เป็นเงื่อนไขการ์ดที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นเงื่อนไขที่เป็นจริงหรือเท็จ ถ้าเงื่อนไขมีค่าเป็นจริงก็จะมี การเปลี่ยนสถานะ ซึ่งจะมีหรือไม่มีก็ได้ ส่วนเครื่องหมาย “/” ตามด้วยชื่อการกระทำ (Action) จะหมายถึงการกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อมีเหตุการณ์เข้ามากระตุ้น

3. การสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตตชาร์ต

โดยขั้นตอนในการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตตชาร์ตพิจารณาได้รูปที่ 3 และตัวอย่างในแต่ละขั้นตอนพิจารณาจากรูปที่ 2



รูปที่ 3 ขั้นตอนในการสร้างกรณีทดสอบ

3.1 พิจารณาเงื่อนไขของทรานสิชันจากข้อกำหนดรายละเอียดยูเอ็มแอล

ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาเงื่อนไขของทรานสิชันว่ามีประพจน์ใดภายใต้เงื่อนไขอะไรบ้างในแต่ละทรานสิชันที่เกิดขึ้น แสดงได้ดังตารางที่ 1 สัญลักษณ์ @T(C) หรือ @F(C) เป็นเหตุการณ์ที่มีตัวกระตุ้น ซึ่งหมายความว่าค่าของ C ต้องเปลี่ยนเมื่อมีทรานสิชันเกิดขึ้น และค่า t หรือ f แทน เงื่อนไขของwhen ซึ่ง when[C] หมายความว่า ทรานสิชันจะเกิดได้ถ้าค่า C เป็นจริง และ when[-C] หมายความว่า ทรานสิชันจะเกิดได้ถ้าค่า C เป็นเท็จ แต่ถ้าค่าของเงื่อนไขถึงแวดล้อม (Environment Condition) C ไม่ส่งผลต่อเงื่อนไขของเหตุการณ์ก็ให้ทำเครื่องหมาย “-” คือไม่สนใจเงื่อนไข

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนสถานะ

(Composite State) ชื่อสถานะที่มีสถานะย่อย	(Pre State) ชื่อสถานะก่อนดำเนินการ	(Condition Event) เงื่อนไขที่มี ซึ่งจะเป็นค่าประโชย ต่างๆ ในประพจน์				(Post State) ชื่อสถานะหลังจกดำเนินการเสร็จ
		C1	C2	...	Cn	
-	S1	t	@T	-	-	S2
S2	S3	@F	-	-	f	S4

ซึ่งเหตุการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้น ในตารางที่ 1 นี้ทำการเขียนให้ขยายออกมา โดยพิจารณาค่าก่อนหน้า (Before-value) และค่าหลังจากตัวกระตุ้นเหตุการณ์เกิดขึ้น (After-value) โดยมีกฎการขยายดังนี้

$$\bullet \text{ @T(X)} \equiv \neg X \wedge X' \quad \text{---(1)}$$

$$\bullet \text{ @T(X} \wedge \text{Y)} \equiv (\neg X \wedge Y) \wedge (X' \wedge Y') \\ \equiv (\neg X \vee \neg Y) \wedge X' \wedge Y' \quad \text{---(2)}$$

$$\bullet \text{ @T(X} \vee \text{Y)} \equiv (\neg X \vee Y) \wedge (X' \vee Y') \\ \equiv \neg X \wedge \neg Y \wedge (X' \vee Y') \quad \text{---(3)}$$

จากสมการทั้ง 3 ข้อ X,Y แทนด้วยค่าก่อนหน้าที่จะเกิดการกระตุ้น และ X', Y' แทนด้วยค่าหลังจากที่มีการกระตุ้น ซึ่งจากกฎที่ได้นำไปขยายในเหตุการณ์ที่มีตัวกระตุ้นได้ตารางใหม่ดังตารางที่ 2 ซึ่งจะนำไปสร้างความต้องการของกรณีทดสอบ (Test Case Requirement) ในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์

หมายเลขประพจน์	ชื่อสถานะที่มีสถานะย่อย	สถานะก่อนหน้า	เหตุการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P1	-	S1	$\neg C2 \wedge C2' \wedge C1$	S2
P2	S2	S3	$C1 \wedge \neg C1' \wedge \neg Cn$	S4

3.2 พิจารณาความต้องการของกรณีทดสอบในแต่ละประพจน์เพื่อนำไปสร้างกรณีทดสอบ

เมื่อได้ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์แล้ว จากนั้นสร้างความต้องการของกรณีทดสอบในแต่ละประพจน์ให้ครอบคลุมตามหลักการสร้างการทดสอบแบบครอบคลุมประพจน์ โดยทำการสร้าง ตารางค่าความจริง (Truth Tables) สำหรับทุกๆ ประพจน์ที่เกิดขึ้นจากข้อ 3.1 โดยส่วนใหญ่จะแยกความแตกต่างระหว่างเหตุการณ์ที่มีตัวกระตุ้นและเงื่อนไขก่อนหน้า คือ เหตุการณ์ที่มีเงื่อนไขกระตุ้น จะต้องทำเครื่องหมายพิเศษ เช่น x' เพื่อให้ผู้ทดสอบจำไว้ว่าต้องใส่ข้อมูลนำเข้านั้นหลังจากข้อมูลนำเข้าของเงื่อนไขก่อนหน้า โดยความต้องการของกรณีทดสอบเป็นดังตารางที่ 3

3.3 สร้างข้อกำหนดรายละเอียดการทดสอบของแต่ละประพจน์

เมื่อได้ความต้องการของกรณีทดสอบ จากขั้นตอนที่ 3.2 เรียบร้อยแล้ว จากนั้นนำแต่ละประพจน์ที่ได้มาสร้างข้อกำหนดรายละเอียดการทดสอบเพื่อสร้างกรณีทดสอบ โดยข้อกำหนดรายละเอียดกรณีทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 4

3.4 ตรวจสอบกรณีทดสอบที่ได้

ทำการตรวจสอบกรณีทดสอบที่ได้ด้วยมือว่ามีความถูกต้องตรงตามข้อกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์หรือไม่

ตารางที่ 3 ความต้องการของกรณีทดสอบของประพจน์ที่ 1 (P1)

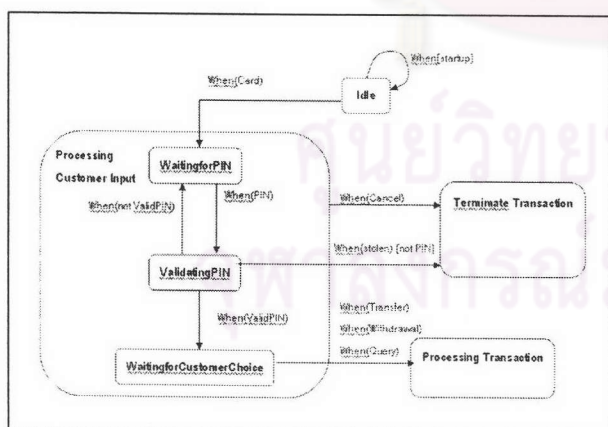
หมายเลขประพจน์	ชื่อสถานะที่มีสถานะย่อย	สถานะก่อนหน้า	C1	C2	...	Cn	เหตุการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้น	สถานะเป้าหมาย
P1	-	S1	t	F			$C2' = \text{True}$	S2
	-	S1	t	T			$C2' = \text{True}$	S1
	-	S1	f	F			$C2' = \text{True}$	S1
	-	S1	t	F			$C2' = \text{False}$	S1

ตารางที่ 4 ข้อกำหนดรายละเอียดกรณีทดสอบของแต่ละ ประพจน์

Test case Specification: PI-1:	
Prefix:	เป็นเงื่อนไขที่เป็นจริง ก่อนทำการทดสอบให้สามารถทำงานได้ซึ่งก็คือเงื่อนไขก่อนหน้าหรือเป็นสิ่งแวดล้อมของกรณีทดสอบ (Test case environments)
Test case value:	เป็นการกำหนดค่าก่อนหน้า (before-value) ให้สำหรับเหตุการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้น และเงื่อนไขใน when ซึ่ง จะทำการกำหนดค่าให้เหตุการณ์ที่เป็นตัวกระตุ้นมีค่าเป็นจริง
Expected outputs:	เป็นสถานะเป้าหมายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

4. ประเมินผลและสรุปผลการทดสอบ

ทำการประเมินผลการทดสอบจากกรณีทดสอบ โดยใช้กรณีศึกษา ซึ่งจะนำข้อมูลการทดสอบ (Test case values) ของกรณีทดสอบที่ได้นำเข้าไปทดสอบในโปรแกรม โดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมกับผลลัพธ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เพื่อตรวจสอบดูว่าภายในคลาสที่พิจารณามีการทำงานหรือมีการเปลี่ยนสถานะที่ถูกต้องหรือไม่เมื่อมีเหตุการณ์เข้ามากระตุ้น และเพื่อทำการหาข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการพัฒนาว่ากรณีทดสอบที่นำมาทดสอบครอบคลุม



รูปที่4 แผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส ATMControl:
แสดงสถานะย่อยของการทดสอบรหัสของผู้ใช้เอทีเอ็ม

ข้อผิดพลาดของการทำงานของคลาสที่พิจารณา

5. ตัวอย่างการสร้างกรณีทดสอบ:ระบบเอทีเอ็ม

ตัวอย่างนี้จะทำการพิจารณาสถานะการทำงานของคลาส ATMControl โดยทำการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตตชาร์ตของคลาส ATMControl ปรากฏดังรูปที่4 ซึ่งคลาสนี้ทำหน้าที่ในการจัดการควบคุมการทำงานของระบบเอทีเอ็ม ประกอบไปด้วย 4 สถานะใหญ่ๆ คือ สถานะที่พร้อมจะทำงาน (Idle: I) สถานะเกี่ยวกับการตรวจสอบรหัส (Processing Customer Input: PCI) สถานะเกี่ยวกับการทำทรานแซคชัน (Processing Transaction: PT) เช่น การฝากเงิน การถอนเงิน เป็นต้น และสถานะเกี่ยวกับการสิ้นสุดการทำงาน (Terminate Transaction: TT) ซึ่งในตัวอย่างนี้ทำการสร้างกรณีทดสอบในส่วนของการทดสอบรหัส (PIN) เท่านั้น ซึ่งเป็นสถานะย่อยของ PCI โดยพิจารณาสถานะ Idle ไปยังสถานะ PCI โดยภายในสถานะการตรวจสอบรหัสจะประกอบไปด้วยสถานะย่อย 3 สถานะคือ สถานะรอการใส่รหัส (WaitingforPIN: WP) สถานะตรวจสอบรหัส (ValidatePIN: V) สถานะรอให้ผู้เลือกการทำงาน (WaitingforCustomerChoice: WC)

นอกจากนี้ยังพิจารณาเงื่อนไขของเหตุการณ์ (Condition Event) ที่เกิดขึ้นได้แก่ Card (C), PIN (P), ValidPIN (VP), Cancel (CC), Startup (SU), Stolen (S), Transfer (T), Query (Q), Withdrawal (W), ซึ่งเขียนเป็นตารางการเปลี่ยนสถานะได้ดังตารางที่ 5 และข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกระตุ้นเหตุการณ์ได้ดังตารางที่ 6 จากนั้นทำการพิจารณาความต้องการของกรณีทดสอบโดยใช้หลักการครอบคลุมทุกประพจน์ในตัวอย่างนี้ ให้ดูเฉพาะ P7 เนื่องจากมีเงื่อนไขมากที่สุดดังตารางที่ 7 จากนั้นสร้างนำข้อมูลที่นำมาเขียน

ข้อกำหนดรายละเอียดกรณีทดสอบสำหรับประพจน์ P7

ได้ดัง ตารางที่ 8

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงสถานะ

Composite State	Pre State	Condition Event									Post State
		SU	C	P	VP	T	Q	W	C	S	
-	I	@T	-	-	-	-	-	-	-	-	I
-	I	-	@T	-	-	-	-	-	-	-	WP
-	PCI	-	-	-	-	-	-	-	@T	-	TT
PCI	WP	-	-	@T	-	-	-	-	-	-	V
		-	-	-	@F	-	-	-	-	-	WP
		-	-	-	@T	-	-	-	-	-	WC
	WC	-	-	f	-	-	-	-	-	@T	TT
		-	-	-	-	@T	-	-	-	-	PT
		-	-	-	-	-	@T	-	-	-	PT
		-	-	-	-	-	-	@T	-	-	PT

ตารางที่ 6 ข้อกำหนดรายละเอียดประพจน์ที่ทำการขยายตัวกรณีเหตุการณ์

หมายเลข ประพจน์	ชื่อ สถานะ ที่มี สถานะ ย่อย	สถานะ ก่อน หน้า	เหตุการณ์ที่เป็น ตัวกระตุ้น	สถานะ เป้าหมาย
P1	-	Idle	$\neg \text{Startup} \wedge \text{Startup}'$	Idle
P2	-	Idle	$\neg \text{Card} \wedge \text{Card}'$	WP
P3	-	PCI	$\neg \text{Cancel} \wedge \text{Cancel}'$	TT
P4	PCI	WP	$\neg \text{PIN} \wedge \text{PIN}'$	V
P5	PCI	V	$\neg \text{ValidPIN} \wedge \text{ValidPIN}'$	WP
P6	PCI	V	$\neg \text{ValidPIN} \wedge \text{ValidPIN}'$	WC
P7	PCI	V	$\neg \text{Stolen} \wedge \text{Stolen}' \wedge \text{PIN}$	TT
P8	PCI	WC	$\neg \text{Transfer} \wedge \text{Transfer}'$	PT
P9	PCI	WC	$\neg \text{Query} \wedge \text{Query}'$	PT
P10	PCI	WC	$\neg \text{Withdrawal} \wedge \text{Withdrawal}'$	PT

ตารางที่ 7 ความต้องการของกรณีทดสอบของประพจน์ที่ 7 (P7)

หมายเลข ประพจน์	ชื่อสถานะที่มี สถานะย่อย	สถานะ ก่อนหน้า	S	C	P	VP	T	Q	W	C	S	Trigger Event	สถานะ เป้าหมาย
P7	PCI	V			f						T	$S'=\text{True}$	TT
		V			f						F	$S'=\text{True}$	V
		V			t						T	$S'=\text{True}$	V
		V			f						T	$S'=\text{False}$	V

ตารางที่ 8 ข้อกำหนดรายละเอียดกรณีทดสอบของประพจน์ P7

Test case Specification: P7-1:	
Prefix:	Card (C) =True -- Reach WaitingforPIN (WP)
Test case value:	S (Stolen) = True -- Trigger before-value P (PIN) = False -- Condition variable S (Stolen) = True -- Trigger event
Expected outputs:	Terminating Transaction (TT)
Test case Specification: P7-2:	
Prefix:	C=True -- Reach WP
Test case value:	S= False -- Trigger before-value P= False -- Condition variable S= True -- Trigger event
Expected outputs:	V
Test case Specification: P7-3:	

Prefix:	C=True -- Reach WP
Test case value:	S= True -- Trigger before-value P= True -- Condition variable S= True -- Trigger event
Expected outputs:	V
Test case Specification: P7-4:	
Prefix:	C=True -- Reach WP
Test case value:	S= False -- Trigger before-value P= True -- Condition variable S= False -- Trigger event
Expected outputs:	V

6. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระบวนการสร้างกรณีทดสอบจากแผนภาพสเตทชาร์ตซึ่งอธิบายพฤติกรรมของคลาสกรณีทดสอบที่ได้จะสอดคล้องกับหลักการที่ครอบคลุมประพจน์ โดยกรณีทดสอบที่ได้มาสามารถนำมาใช้ตรวจสอบความถูกต้องของสถานการณ์ต่างๆ ในการทำงานของระบบ โดยพิจารณาแผนภาพสเตทชาร์ตแบบง่ายและแบบซับซ้อนขึ้น ซึ่งมีสถานะย่อยภายในสถานะที่พิจารณา ทำให้ได้กรณีทดสอบที่ครอบคลุมยิ่งขึ้น นอกจากนี้แนวทางในการทำวิจัยต่อจากงานวิจัยนี้ สร้างเครื่องมือในการสร้างกรณีทดสอบอย่างอัตโนมัติและสามารถพิจารณาเหตุการณ์ที่มีการทำงานพร้อมกัน (Concurrent Event) พิจารณาชนิดของข้อมูลหลายๆ แบบในการสร้างกรณีทดสอบของแผนภาพสเตทชาร์ต เป็นต้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] B.Beizer, "Software Testing Technique", Van Nostrand Reinhold, New York, 2nd Ed., 1990
- [2] G.Booch, J.Rumbaugh, , I.Jacobson, "The Unified Modeling Language Reference Manual", Addison-Wesley, 1999
- [3] G.Booch, J.Rumbaugh, I.Jacobson, "The Unified Modeling Language User Guide", Addison-Wesley, 1999
- [4] H.Gomma, "Designing Concurrent, Distributed, and

- Real-Time Applications with UML", Addison Wesley Object Technology Series, 2000
- [5] J.Offutt and A.Abdurazik, "Generating tests from UML Specifications", Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on the Unified Modeling Language, pp. 416-429, October, 1999
- [6] J.Offutt, Y .Xiong and S .Liu, "Criteria for Generating Specification-based Tests*", Fifth IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (ICECCS' 99), page 119-131, Las Vegas, NV, October, 1999
- [7] R.V.Binder, "Testing Object-Oriented Systems: Models, Patterns, and Tools", Addison-Wesley, 2000
- [8] W.R.Adrion, M.A.Branstad, J.C.Cherniavsky, "Validation, Verification, and Testing of Computer Software", ACM Computing Surveys (CSUR), Vol. 4, Issue 2, page 159-192, 1982
- [9] Y.G.Kim, H.S.Hong, D.H.Bae and S.D.Cha, "Test cases generation from UML state diagrams", Proceedings of IEE, Vol. 146, No. 4, August, 1999

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกรรณิ์ บวรประเสริฐกุล เกิดเมื่อวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2523 ที่จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เมื่อ พ.ศ. 2545 และได้เข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2545



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย