บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ภาษายูเอ็มแอล

ภาษายูเอ็มแอล คือแผนภาพสัญลักษณ์ ที่กำหนดเป็นมาตรฐานสากล (International Standard) ของกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุภายใต้การควบคุมมาตรฐานของหน่วยงานโอเอ็มจี (OMG: Object Management Group) ในรูปแบบของแบบจำลองภาพ (Visual Modeling) เพื่อใช้แทนมุมมองที่หลากหลายในกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ เพื่อให้เห็นพฤติกรรม หน้าที่การทำงาน ความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนทั้งภายในชิ้นส่วนเองและระหว่างชิ้นส่วน

จากการที่ภาษายูเอ็มแอลเป็นภาษาที่มีรูปภาพมาตรฐาน (Standard Visual Modeling Language) หรืออาจกล่าวอีกนัยได้ว่าภาษายูเอ็มแอลเป็นภาษาสากลที่ใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ ดังนั้น เอกสารการวิเคราะห์และออกแบบที่ถูกสร้างด้วยภาษายูเอ็มแอลจึงสามารถแลกเปลี่ยนและทำความเข้าใจตรงกันได้ระหว่างผู้ร่วมงานภายในกลุ่ม ผู้พัฒนาระบบ รวมทั้งภาษายูเอ็มแอล ยังมีคุณสมบัติที่สามารถนำเสนอ และสนับสนุนหลักการเชิงวัตถุ ได้อย่างครบถ้วนชัดเจน และไม่ผูกติดกับภาษาโปรแกรมภาษาใดภาษาหนึ่ง กล่าวคือโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นจากภาษายูเอ็มแอล สามารถถูกแปลงไปเป็นระบบจริงที่ถูกสร้างขึ้นด้วยภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุใดก็ได้ อีกทั้งภาษายูเอ็มแอล เป็นภาษาที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ผู้ที่ทำการศึกษา หรือนำไปใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้อื่นใด นอกจากแนวคิดเชิงวัตถุ และจากการที่ภาษายูเอ็มแอล เป็นภาษาที่มีมาตรฐาน ผู้ออกแบบและพัฒนา จึงจำเป็นต้องศึกษาไวยากรณ์หรือโครงสร้างของภาษายูเอ็มแอล ก่อนนำไปใช้งาน

ภาษาสัญลักษณ์มาตรฐานยูเอ็มแอลในเวอร์ชัน 2.0 ได้จัดเตรียมภาพสัญลักษณ์หลากชนิด โดยจำแนกเป็น 2 กลุ่ม 14 แผนภาพ เพื่อใช้อธิบายโครงสร้าง และพฤติกรรม คือ

กลุ่มแผนภาพแสดงโครงสร้าง (Structural diagrams) ประกอบไปด้วย

- แผนภาพคลาส (Class diagram)
- แผนภาพออปเจ็กต์ (Object diagram)

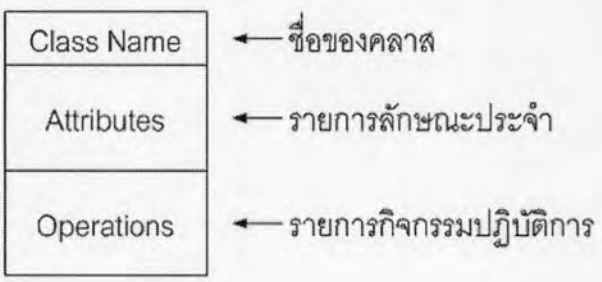
- แผนภาพแพ็คเกจ (Package diagram)
- แผนภาพดีพลอยเมนต์ (Deployment diagram)
- แผนภาพคอมโพเนนต์ (Component diagram)
- แผนภาพคอมโพซิสสตรัคเตอร์ (Composite Structure)

กลุ่มแผนภาพแสดงพฤติกรรม (Behavioral diagrams) ประกอบไปด้วย

- แผนภาพแอกทิวิตี (Activity diagram)
- แผนภาพซีเควนซ์ (Sequence diagram)
- แผนภาพคอมมูนิเคชัน (Communication diagram)
- แผนภาพอินเตอร์แอกชันโอเวอร์วิว (Interaction Overview diagram)
- แผนภาพไทม์มิง (Timing diagram)
- แผนภาพบิแฮพวิเออร์สเตทแมทชีน (Behavioral State Machine)
- แผนภาพโปโตคอลสเตทแมทชีน (Protocol State Machine)

2.1.1.1 แผนภาพคลาส (Class Diagram)

แผนภาพคลาสเป็นแผนภาพยูเอ็มแอลที่นำเสนอแบบจำลองของระบบเชิงโครงสร้างของวัตถุในระบบที่ช่วยให้เห็นคุณสมบัติ พฤติกรรม และความสัมพันธ์หรือการขึ้นตรงต่อกันของแต่ละคลาสในระบบคลาสมีลักษณะแสดงดังรูปที่ 2.1 จะมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนได้แก่ ชื่อของคลาส (Class name) แอทริบิวต์ (Attribute) และโอเปอร์เรชัน (Operation) โดยชื่อจะระบุความมีตัวตนเป็นหนึ่งเดียวในระบบ แอทริบิวต์ ใช้อธิบายคุณลักษณะประจำของวัตถุ และโอเปอร์เรชัน คือ รายการโอเปอร์เรชันที่วัตถุสามารถทำได้



รูปที่ 2.1 คลาส และองค์ประกอบของคลาส

อินเตอร์เฟส เป็นการอธิบายถึงกลุ่มของรายการโอเปอร์เรชันที่ใช้ระบุถึงบริการที่เสนอโดยวัตถุของคลาสใดคลาสหนึ่ง

ความสัมพันธ์ เป็นการอธิบายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุในระบบ ซึ่งสามารถจำแนกชนิดของความสัมพันธ์ได้ดังนี้

a. ความสัมพันธ์แบบเจเนอรัลไลเซชัน (Generalization) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุทั่วไปวัตถุหนึ่ง ซึ่งจะเรียกว่า ซูเปอร์คลาส หรือคลาสแม่ กับอีกวัตถุหนึ่ง ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากกว่า ซึ่งจะเรียกว่าซับคลาสหรือคลาสลูก โดยคลาสลูกจะรับสืบทอดคุณสมบัติ คือแอทริบิวต์ และโอเปอร์เรชันจากคลาสแม่ และสามารถมีแอทริบิวท์และโอเปอร์เรชันเพิ่มเติมนอกเหนือจากคลาสแม่ได้ โดยโอเปอร์เรชันของคลาสลูกที่มีลายเซ็น (Signature) เหมือนกับคลาสแม่จะโอเวอร์ไรด์ (Override) โอเปอร์เรชันนั้นของคลาสแม่ กล่าวคือคลาสลูกจะใช้โอเปอร์เรชันที่มีลายเซ็นเดียวกับโอเปอร์เรชันของคลาสแม่ปฏิบัติการแทน ความสัมพันธ์ชนิดนี้แสดงได้ด้วยเส้นทึบที่มีด้านหนึ่งเป็นหัวลูกศรขนาดใหญ่ชี้ไปยังคลาสแม่ แผนภาพคลาสจะใช้ความสัมพันธ์ชนิดนี้ในกรณีที่ต้องการแสดงความสัมพันธ์แบบแม่กับลูก

b. ความสัมพันธ์ แบบดีเพนเดนซี (Dependency) เป็นความสัมพันธ์ แบบ "มีการใช้ (Using)" โดยที่การเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดของวัตถุหนึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อวัตถุอื่นที่เรียกใช้วัตถุนี้ ความสัมพันธ์ชนิดนี้จะแสดงได้ด้วยเส้นประชี้ตรงไปยังสิ่งของที่ถูกใช้ แผนภาพคลาสใช้เส้นความสัมพันธ์นี้ในกรณีที่ต้องการแสดงให้เห็นว่าวัตถุหนึ่งมีการเรียกใช้วัตถุอื่น

c. ความสัมพันธ์แบบเรียลไลเซชัน (Realization) เป็นความสัมพันธ์ที่แสดงว่า คลาสซิไฟเออร์ (Classifier) หนึ่งจะทำหน้าที่ระบุข้อตกลง โดยที่จะมีคลาสซิไฟเออร์อื่นทำตามข้อตกลงนี้ แผนภาพคลาสจะใช้ความสัมพันธ์ชนิดนี้ในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างอินเทอร์เฟสกับคลาส โดยอินเทอร์เฟสจะระบุถึงบริการที่เสนอ และคลาสจะให้บริการตามที่ระบุไว้ในอินเทอร์เฟสนั้น ความสัมพันธ์แบบนี้แสดงด้วยเส้นประที่มีหัวลูกศรโปร่งชี้ตรงไปยังคลาสซิไฟเออร์ ที่เป็นตัวระบุข้อตกลง แต่ในกรณีที่ คลาสซิไฟเออร์เป็นอินเทอร์เฟส อาจแสดงความสัมพันธ์นี้ได้อีกแบบหนึ่งด้วยเส้นทึบและใช้วงกลมโปร่งในการแสดงถึงอินเทอร์เฟส

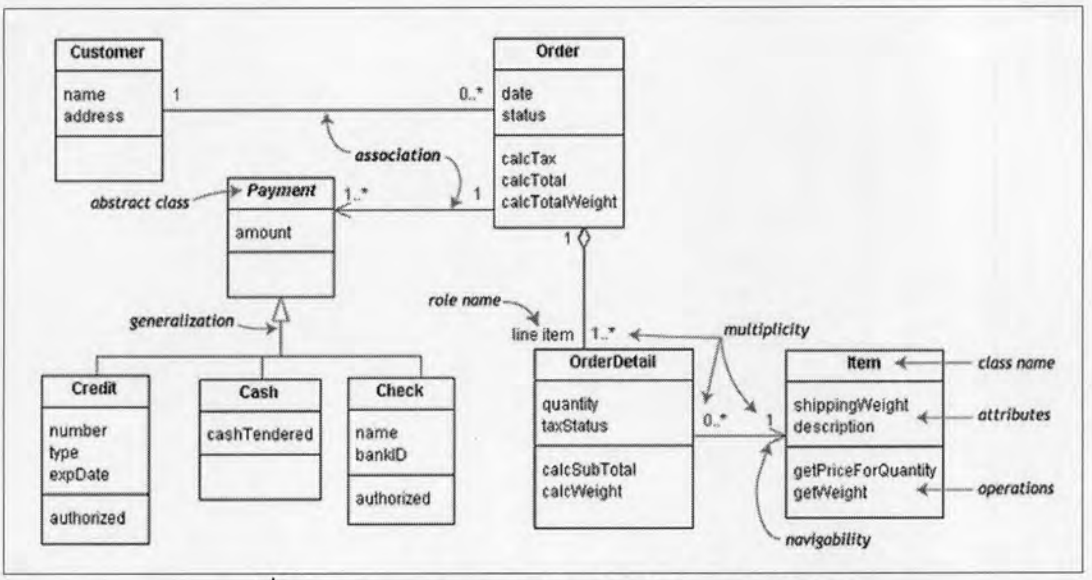
d. ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (Association) เป็นความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างที่แสดงว่าวัตถุชนิดหนึ่งถูกเชื่อมต่อกับวัตถุอีกชนิดหนึ่ง ความสัมพันธ์แบบเชื่อมต่อนี้จะให้ความหมายที่นำทาง (Navigate) จากวัตถุหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง หรือในทาง

กลับกันได้ ความสัมพันธ์ชนิดนี้แสดงได้ด้วยเส้นทึบเชื่อมระหว่างคลาส แผนภาพคลาสจะใช้ความสันพันธ์ชนิดนี้เมื่อต้องการแสดงความสัมพันธ์ระดับเชิงโครงสร้าง

e. ความสัมพันธ์แบบแอกกริเกชัน (Aggregation) หรือความสัมพันธ์แบบ "ประกอบด้วย (Has-a)" หมายถึงวัตถุหนึ่งมีวัตถุอื่นเป็นองค์ประกอบ ความสัมพันธ์ชนิดนี้เป็นกรณีพิเศษชนิดหนึ่ง ของความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน สามารถแสดงได้ด้วยเส้นความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันที่มีปลายด้านที่ชี้วัตถุที่มีความหมายเป็นเจ้าของด้วยรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนโปร่งใส

f. ความสัมพันธ์แบบคอมโพซิชัน (Composition) เป็นความสัมพันธ์ อีกรูปหนึ่งของความสัมพันธ์แบบแอกกริเกชัน แต่จะแสดงถึงความเป็นเจ้าของที่ชัดเจน โดยช่วงชีวิตของวัตถุที่เป็นองค์ประกอบจะขึ้นกับวัตถุที่เป็นเจ้าของ โดยในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งวัตถุที่เป็นองค์ประกอบจะสามารถเป็นองค์ประกอบให้กับวัตถุที่เป็นเจ้าของได้เพียงวัตถุเดียวเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากความสัมพันธ์แบบแอกกริเกชันที่วัตถุที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุหนึ่งจะสามารถเป็นองค์ประกอบให้กับวัตถุอื่นได้หลายวัตถุในเวลาเดียวกัน ดังนั้นเมื่อมีการทำลายวัตถุที่เป็นเจ้าของ วัตถุที่เป็นองค์ประกอบจะถูกทำลายด้วย ความสัมพันธ์ชนิดนี้ถือเป็นอีกกรณีพิเศษของความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน สามารถแสดงได้ด้วยความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันที่มีปลายด้านที่ชี้วัตถุที่มีความหมายเป็นเจ้าของด้วยรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนทึบ

นอกจากนี้ ในความสัมพันธ์ตระกูลแอสโซซิเอชัน ยังสามารถมี มัลติพลิซิตี (Multiplicity) ที่แต่ละด้านของความสัมพันธ์ เพื่ออธิบายถึงจำนวนที่เป็นไปได้ของวัตถุในด้านนั้นต่อวัตถุแต่ละตัวในอีกด้านหนึ่งดังรูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างแผนภาพคลาส และเส้นความสัมพันธ์แบบต่าง ๆ พร้อมมัลติพลิซิตี ของคลาส

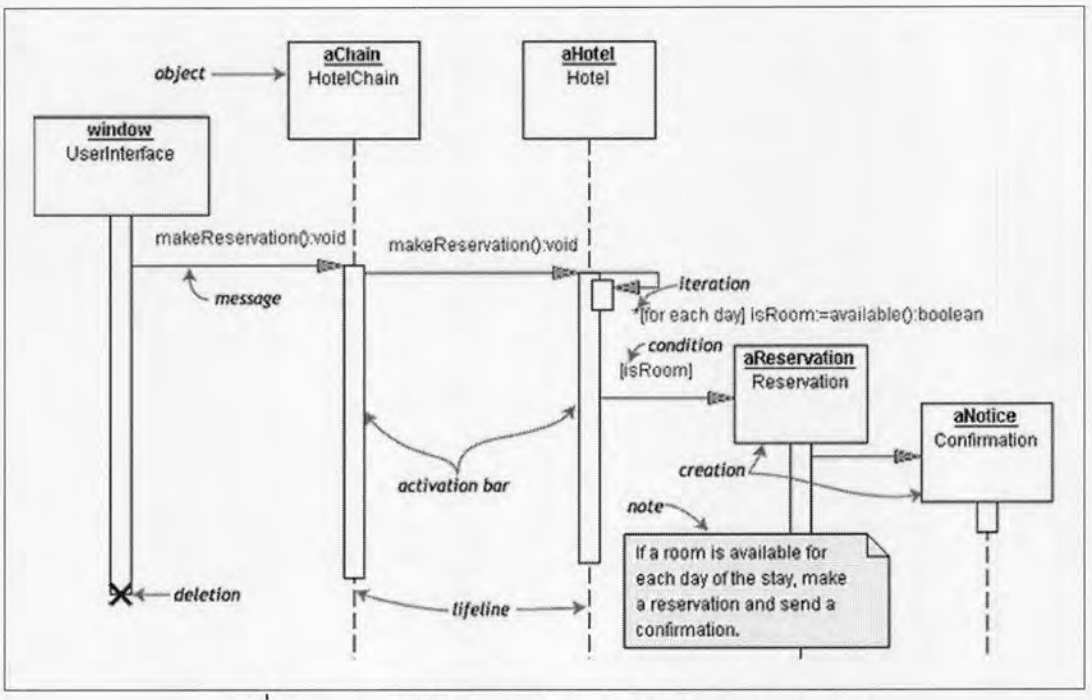


รูปที่ 2.2 แผนภาพคลาส และตัวอย่างเส้นความสัมพันธ์ [5]

2.1.1.2 แผนภาพ ซีเควนซ์ (Sequence Diagram)

แผนภาพซีเควนซ์ เป็นแผนภาพที่ แสดงการปฏิสัมพันธ์ (Interaction Diagram) ระหว่างวัตถุ ตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในคาบเวลาหนึ่ง ๆ กล่าวคือ แผนภาพจะแสดงการติดต่อกันระหว่างวัตถุด้วยการส่งสาร จากวัตถุหนึ่งไปอีกวัตถุหนึ่ง ตามลำดับที่กำหนด จึงเป็นแผนภาพที่แสดงถึงรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างวัตถุในระยะการวิเคราะห์ และการออกแบบ ซึ่งสามารถใช้บรรยายกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ (Scenario) หนึ่ง ๆ

รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัตถุด้วยแผนภาพซีเควนซ์ สำหรับการจองห้องพัก ซึ่งแสดงช่วงชีวิตของวัตถุแต่ละวัตถุ ด้วยเส้นชีวิต (Lifeline) และการติดต่อกันระหว่างวัตถุด้วย เส้นแมสเสจ (Message) ที่กำกับด้วยชื่อโอเปอร์เรชันที่ก่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ



รูปที่ 2.3 แผนภาพซีเควนซ์ และส่งสารติดต่อระหว่างวัตถุ [5]

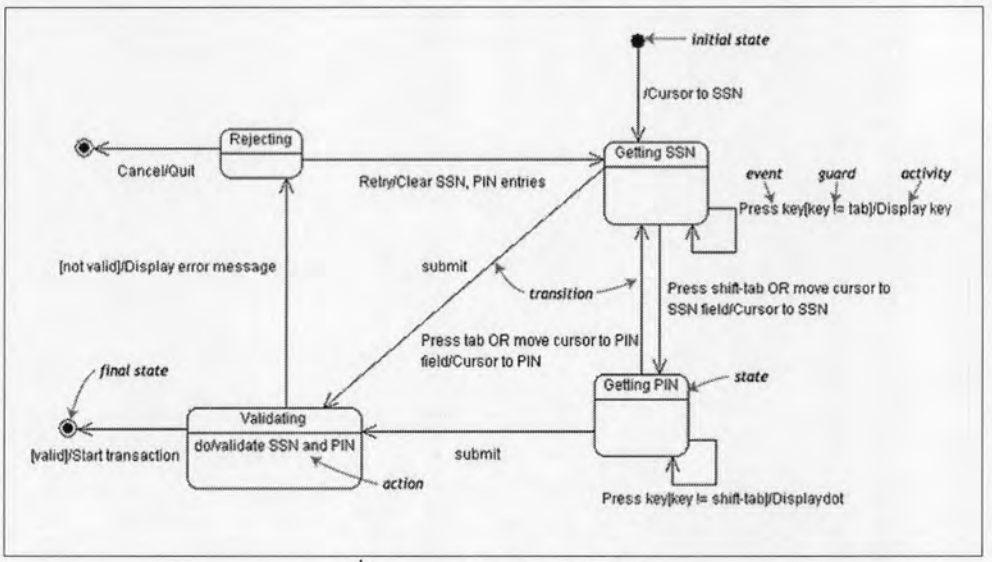
2.1.1.3 แผนภาพสเตทชาร์ท (Statechart diagram)

แผนภาพสเตทชาร์ท เป็นแผนภาพที่ใช้บรรยายสถานะที่เป็นไปได้ทั้งหมดของวัตถุหนึ่ง โดยสถานะของวัตถุ เกิดจากการปฏิสัมพันธ์ของโอเปอร์เรชัน ต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง จึงสามารถนำมาใช้เป็นคำอธิบายเป็นเหตุผลที่ทำให้สถานะเปลี่ยน

ในยูเอ็มแอล เวอร์ชัน 2.0 แผนภาพสเตทชาร์ท ได้จำแนกชนิดของแผนภาพ แบ่งย่อยตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ โดยแบ่งเป็น

a. แผนภาพบิแฮพวิเออร์สเตทแมทชีน (Behavioral State Machine) เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงลำดับของเหตุการณ์ที่วัตถุปฏิสัมพันธ์ด้วย
b. แผนภาพโปโตคอลสเตทแมทชีน (Protocol State Machine) เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงลำดับเหตุการณ์อย่างเจาะจงที่วัตถุเกี่ยวข้องด้วย โดยไม่สนใจพฤติกรรมของวัตถุ

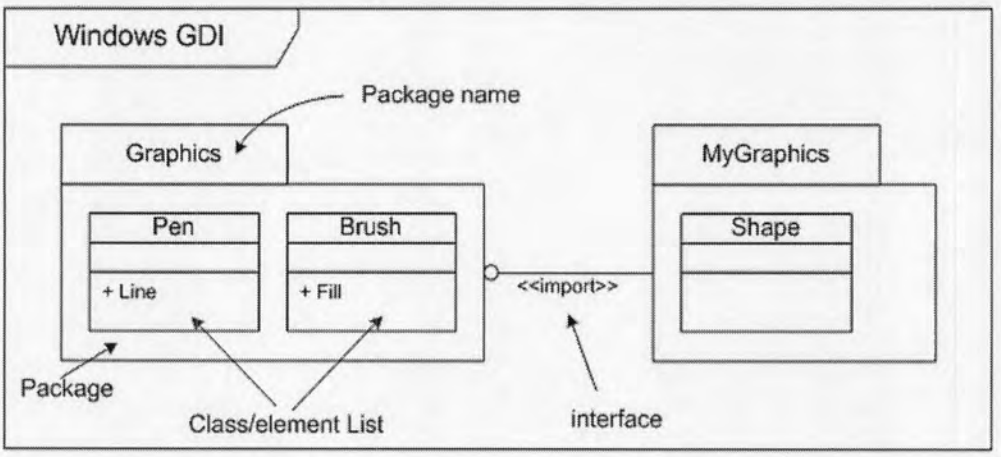
แผนภาพสเตทชาร์ท แสดงการเริ่มต้นด้วย จุดเริ่มต้นสถานะ (Initial State) และแสดงการเปลี่ยนสถานะด้วยเส้นแทนซิชัน (Transition) จากสถานะต้นทางไปยังสถานะปลายทางที่หัวลูกศรชี้อยู่ ดังรูปที่ 2.4 และจบการเปลี่ยนแปลงที่จุดสิ้นสุดสถานะ แสดงด้วยสัญลักษณ์สถานะสิ้นสุด (Final State)



รูปที่ 2.4 แผนภาพสเตทชาร์ท [5]

2.1.1.4 แผนภาพแพกเกจ (Package diagrams)

แผนภาพแพกเกจ ดังรูป 2.5 เป็นกลไกในการจัดกลุ่มให้กับชิ้นส่วนประกอบ (element) ที่สัมพันธ์ หรือทำงานสอดคล้องกันเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการนำไปใช้งาน โดยอนุญาตให้วัตถุหรือแพกเกจอื่นสามารถเข้าถึงผ่านช่องทางเชื่อมต่อ (Interface) ที่จัดเตรียมไว้



รูปที่ 2.5 แผนภาพแพกเกจ

2.1.2 ภาษาเอกซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) [6,7,8]

ภาษาเอกซ์เอ็มแอล เป็นภาษาที่ให้ความชัดเจนในการให้รายละเอียดของข้อมูล มีโครงสร้างที่มีประสิทธิภาพ และมีรูปแบบที่แน่นอน เป็นภาษาที่พัฒนามาจากภาษาเอสจีเอ็มแอล (SGML : Standard Generalized Markup Language) เช่นเดียวกับภาษา เอชทีเอ็มแอล (HTML : HyperText Markup Language) เนื่องจากภาษาเอสจีเอ็มแอลเป็นภาษาที่มีความซับซ้อน (Complexity) ส่วนภาษาเอชทีเอ็มแอลถูกออกแบบมามีจุดมุ่งหมายเพื่อการแสดงผลข้อมูลโดยอาศัยป้ายระบุ (Tag) ที่กำหนดไว้เท่านั้น ซึ่งไม่มีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลที่อยู่ในเอกสาร จึงมีแนวคิดในการพัฒนาภาษาเอกซ์เอ็มแอลขึ้นมา ภายใต้การควบคุม และกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร W3C (World Wide Web Consortium) ให้เป็นภาษามาตรฐาน ที่มีเครื่องมือประเภทเคสทูล (CASE : Computer Aided Software Engineering Tool) หลายชนิดสนับสนุนการใช้งาน เพื่อให้รายละเอียดข้อมูลในรูปแบบมาตรฐาน สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องมือ โดยกำหนดรูปแบบ (Markup document) โดยใช้เมตาดาตาหรือป้ายระบุ เพื่อบอกประเภท หน้าที่ของข้อมูล สำหรับส่วนต่าง ๆ ของเอกสารนั้น นอกจากนี้เอกซ์เอ็มแอลยังเป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่น เนื่องจากผู้ใช้สามารถที่จะกำหนดและตั้งค่าเมตาดาตาให้เหมาะกับเอกสารเฉพาะที่ต้องการได้ และยังสามารถเพิ่มเติมค่าเมตาดาตาได้ในภายหลังโดยไม่มีผลกระทบต่อโปรแกรมที่มีอยู่แล้วด้วย

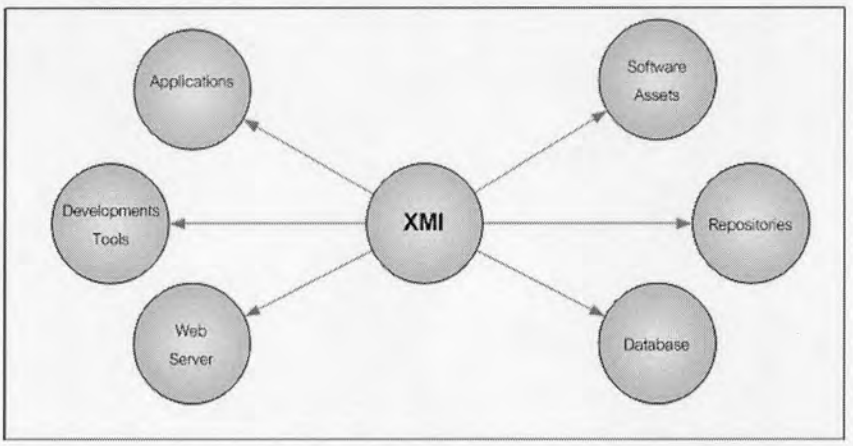
2.1.3 เอกซ์เอ็มไอ (XMI: XML Metadata Interchange) [9]

เอ็กซ์เอ็มไอ เป็นมาตรฐานที่สนับสนุน การแลกเปลี่ยนเมตาดาตา (Metadata) ระหว่างเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการทำโมเดล (Model) สำหรับแผนภาพยูเอ็มแอลกับการจัดเก็บชุดข้อมูลเมตาดาตา (Metadata repositories) ที่มีพื้นฐานมาจากเอ็มโอเอฟ (MOF: Meta Object Facility) ในสภาพแวดล้อมแบบกระจาย และมีความหลากหลาย โดยเอ็กซ์เอ็มไอ เป็นการรวมเอามาตรฐาน 3 มาตรฐานเข้าไว้ด้วยกัน คือ

1. เอกซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) ซึ่งเป็นมาตรฐานของดับเบิ้ลยูทรีซี (W3C: World Wide Web Consortium)
2. ยูเอ็มแอล (UML: Unified Modeling Language) เป็นมาตรฐานที่กำหนดโดยโอเอ็มจี (OMG: Object Management Group) เพื่อใช้ในการทำโมเดล

3. เอ็มโอเอฟ (MOF: Meta Object Facility) เป็นมาตรฐานที่กำหนดโดยโอเอ็มจี เพื่อใช้ในการทำเมตาโมเดลและที่เก็บเมตาดาตา

เอ็กซ์เอ็มไอ จึงเป็นการรวมเอาเทคโนโลยีเกี่ยวกับเมตาดาตาและการทำโมเดลที่ดีที่สุดของโอเอ็มจีและดับเบิ้ลยูทรีซีเข้าไว้ด้วยกัน เป็นผลให้นักพัฒนาสามารถทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโมเดลของวัตถุ หรือเมตาดาตาชนิดอื่น ๆ ได้สะดวก และมีมาตรฐานมากขึ้น ดังรูป 2.6

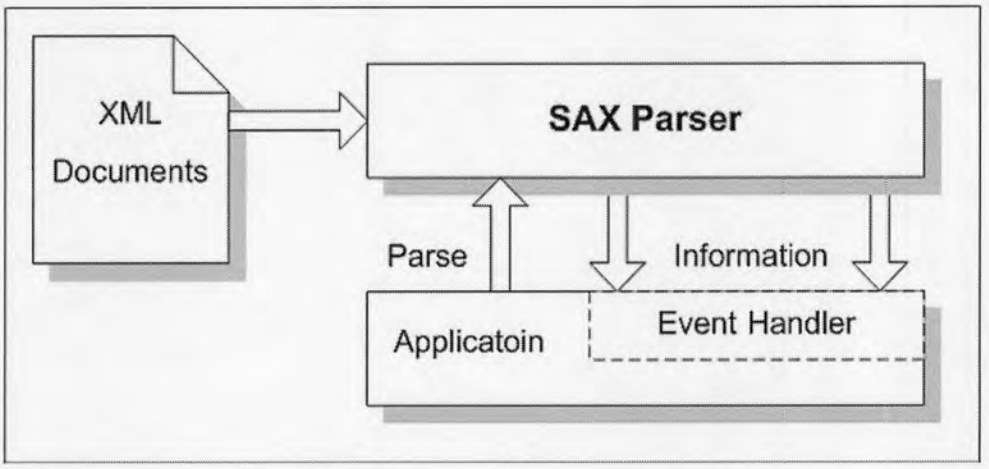


รูปที่ 2.6 การแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยมาตรฐานเอ็กซ์เอ็มไอ

2.1.4 การเข้าถึงเอกสารเอกซ์เอ็มแอลและการแจงส่วน (Parsing)

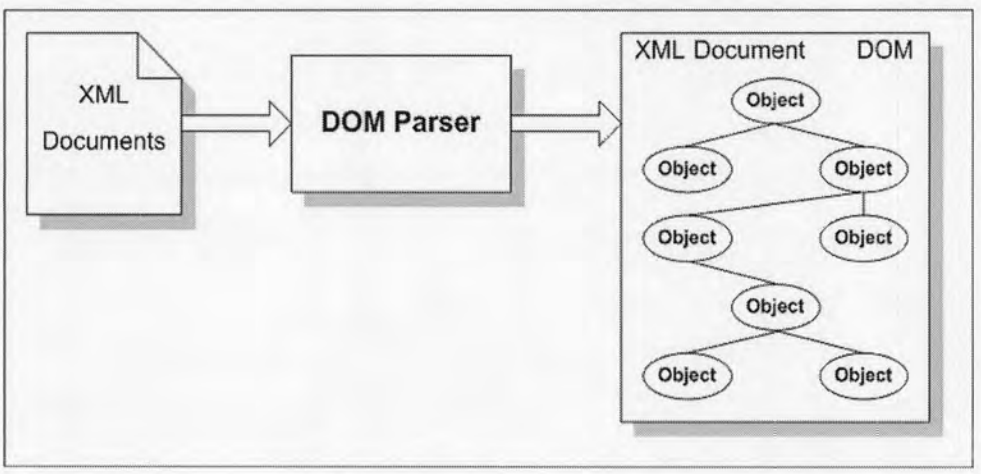
การแจงส่วน (Parsing) ข้อมูลเอ็กซ์เอ็มไอ จะต้องเข้าถึงเอกสารเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งมีวิธีการที่นิยมใช้อยู่ 2 วิธี คือ

1. แซ็ก (SAX : Simple API for XML) เป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูล โดยใช้เหตุการณ์เป็นตัวกำหนด วิธีการเข้าถึงลักษณะนี้มักถูกใช้กับงานที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูลเอกสารเอกซ์เอ็มแอลผ่านระบบเครือข่ายในการประมวลผลแบบโต้ตอบ (Interactive service) มีลักษณะเข้าถึง ดังรูป 2.7



รูปที่ 2.7 วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบแซ็ก

2. ดอม (DOM : Document Object Model) เป็นวิธีการเข้าถึงข้อมูล โดยใช้การจัดการตามโครงสร้างข้อมูลของเอกสารเอกซ์เอ็มแอล ในรูปแบบโครงสร้างแบบมีลำดับชั้นเหมือนโครงสร้างต้นไม้ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่อย่อย (Element node) โดยภายในส่วนต่อย่อย จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับส่วนต่อย่อยนั้น ตามมาตรฐานของเอ็กซ์เอ็มไอ อิลิเมนท์โหนด ถูกกำหนดด้วยป้ายระบุ โดยชื่อของแท็ก จะให้ความหมาย อ้างถึงส่วนประกอบในภาษายูเอ็มแอล ตามที่ถูกกำหนดไว้ในมาตรฐานเอ็กซ์เอ็มไอ มีลักษณะการเข้าถึง ดังรูป 2.8



รูปที่ 2.8 วิธีการเข้าถึงข้อมูลแบบดอม

2.1.5 เทคโนโลยีดอทเน็ท[10]

เทคโนโลยีดอทเน็ท เป็นเทคโนโลยีที่คิดค้นขึ้นโดยบริษัทไมโครซอพท์ เพื่อเป็นยุทธวิธีในการควบคุมระบบการติดต่อ เข้ากับชุดข้อมูล และอุปกรณ์ควบคุม เพื่อใช้งานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัยยิ่งขึ้น

เทคโนโลยีดอทเน็ท ทำงานภายใต้ดอทเน็ทเฟรมเวิร์ก (.NET Framework) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการจัดการส่วนของโปรแกรมต้นฉบับ ที่รองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการในหลายแพลตฟอร์ม เช่น ระบบปฏิบัติการวินโดว์ (Windows OS) ระบบปฏิบัติการสำหรับโมบายดีไวซ์ (Mobile Devices OS) และระบบสมองกลฝังตัว (Embedded Devices) ที่รองรับการทำงานตั้งแต่ส่วนติดต่อประสานงานกับผู้ใช้ การเชื่อมต่อฐานข้อมูล วิทยาการเข้ารหัสเพื่อความปลอดภัย และการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์ จนถึงการพัฒนาเว็ปแอพพลิเคชัน

โปรแกรมที่พัฒนาบนดอทเน็ทเฟรมเวิร์ก จะทำงานบนสภาพแวดล้อมเสมือนที่บริหารจัดการโดยซีแอลอาร์ (CLR : Common Language Runtime) โดยนักพัฒนาไม่ต้องคำนึงสภาพความแตกต่างของแพลตฟอร์มที่ทำงาน หรือหน่วยประมวลผลที่ใช้งาน เนื่องจากซีแอลอาร์จะทำการแปลงชุดคำสั่งให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐานเดียวกันทั้งหมดคือภาษาไอแอล (MSIL : Microsoft Intermediate Language) และจะดำเนินการแปลงเป็นภาษาเครื่องที่เหมาะสมสำหรับแพลตฟอร์มนั้น ๆ

2.1.6 ระบบซื้อขายของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย [11,12]

ตลาดหลักทรัพย์เปิดให้มีการซื้อขายครั้งแรกเมื่อวันที่ 30 เมษายน 2518 ภายใต้วิธีการซื้อขายแบบประมูล ราคาอย่างเปิดเผย (Open Auction) ด้วยวิธีเคาะกระดานในห้องค้าหลักทรัพย์ (Trading Floor) ในวันที่ 31 พฤษภาคม 2534 ตลาดหลักทรัพย์ได้นำระบบการซื้อขายด้วยคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่าระบบแอสเซส (ASSET : Automated System for the Stock Exchange of Thailand) มาใช้แทน ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดความยุติธรรม ความรวดเร็ว และรองรับกับปริมาณการซื้อขาย ที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นมาก โดยระบบคอมพิวเตอร์ ดังกล่าวเป็นระบบชนิดกระจายศูนย์ (Distributed System)

2.1.6.1 การซื้อขายหลักทรัพย์

ผู้ลงทุนสามารถทำการซื้อขายหลักทรัพย์โดยผ่านระบบการซื้อขายของตลาดหลักทรัพย์ได้ 2 วิธี ได้แก่

1. การซื้อขายแบบจับคู่อัตโนมัติ (AOM : Automatic Order Matching) เป็นวิธีการซื้อขายที่ผู้ซื้อ และผู้ขายส่งการเสนอซื้อ และเสนอขายด้วยคอมพิวเตอร์ ผ่านเข้ามายังระบบการซื้อขาย ของตลาดหลักทรัพย์ โดยที่ระบบคอมพิวเตอร์ของตลาดหลักทรัพย์จะทำการ เรียงลำดับ และจับคู่คำสั่งซื้อขาย ให้โดยอัตโนมัติ ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ
    a. การจัดเรียงลำดับคำสั่งซื้อขาย เมื่อมีคำสั่งซื้อขายเข้ามา ระบบจะเก็บคำสั่งซื้อขายไว้ตั้งแต่เวลาที่ส่งคำสั่งซื้อขาย จนถึงสิ้นวันทำการ และจัดเรียงคำสั่งซื้อขายตามลำดับของราคา และเวลาที่ดีที่สุด (Price then Time Priority) โดยมีหลักการคือ
        - คำสั่งซื้อที่มีราคาเสนอซื้อสูงที่สุด จะถูกจัดเรียงไว้ในลำดับที่หนึ่ง และถ้ามีราคาเสนอซื้อที่สูงกว่า ถูกส่งเข้ามาใหม่ จะจัดเรียง ราคาเสนอซื้อที่สูงกว่า เป็นการเสนอซื้อในลำดับแรกก่อน และถ้ามีการเสนอซื้อในแต่ละราคามากกว่าหนึ่งรายการ ให้จัดเรียงตามเวลา โดยการเสนอซื้อที่ปรากฏในระบบการซื้อขายก่อนจะถูกจัดไว้เป็นการเสนอซื้อในลำดับก่อน
        - คำสั่งขายที่มีราคาเสนอขายต่ำที่สุดจะถูกจัดเรียงไว้ในลำดับที่หนึ่ง และถ้ามีราคาเสนอขายที่ต่ำกว่าถูกส่งเข้ามาใหม่จะจัดเรียงราคาเสนอขายที่ต่ำกว่า เป็นการเสนอขายในลำดับแรกก่อนละถ้ามีการเสนอขายในแต่ละราคามากกว่าหนึ่งรายการให้จัดเรียงตามเวลา โดยการเสนอขายที่ปรากฏในระบบการซื้อขาย ก่อนจะถูกจัดไว้เป็นการเสนอขายในลำดับก่อน
    b. การคำนวณหาราคาเปิด (Opening Price) และการคำนวณหาราคาปิด (Close Price) ตลาดหลักทรัพย์ได้กำหนดให้คำนวณราคาเปิดหรือปิดใช้วิธี Call Market ในเวลาเปิดหรือปิดทำการซื้อขาย ที่ได้จากวิธี การแบบสุ่มเลือกเวลา (Random Time) โดยตลาดหลักทรัพย์จะกำหนดช่วงเวลาให้

บริษัทสมาชิก ส่งคำสั่งซื้อขายที่ระบุราคา แบบไม่มีเงื่อนไขยกเว้นคำสั่งซื้อขายแบบ ATO (คำสั่งที่ต้องการซื้อขายหลักทรัพย์ ที่ราคาเปิด) หรือ ATC (คำสั่งที่ต้องการซื้อ ขายหลักทรัพย์ที่ราคาปิด) เข้ามาในระบบการซื้อขายของตลาดหลักทรัพย์โดยยังไม่มีการจับคู่ แต่ระบบการซื้อขายจะนำคำสั่งซื้อขายทั้งหมดมาคำนวณเพื่อหา ราคาเปิดหรือราคาปิด จากนั้นเมื่อถึงช่วงเวลาที่กำหนดระบบจะมีการ Random เพื่อหาเวลาเปิด หรือปิดการซื้อขาย หลักการคำนวณหาราคาเปิด/ราคาปิด ตลาดหลักทรัพย์ได้นำวิธี Call Market มาใช้ในการคำนวณหา ราคาเปิด / ปิด ดังนี้

- เป็นราคาที่ทำให้เกิดการซื้อขายมากที่สุดเมื่อแรกเปิดทำการซื้อขายประจำวัน
- ในกรณีที่ราคาตามข้อหนึ่งมีมากกว่าหนึ่งราคา ให้ใช้ราคาที่ใกล้เคียงราคาซื้อขายครั้งสุดท้ายในวันทำการก่อนหน้ามากที่สุด
- ในกรณีที่ราคาตามข้อสองมีมากกว่าหนึ่งราคา ให้ใช้ราคาที่สูงกว่า

c. การจับคู่การซื้อขาย (Matching) เมื่อคำสั่งซื้อขายผ่านเข้ามาในระบบซื้อขายแล้ว ระบบซื้อขายจะตรวจสอบว่าคำสั่งนั้นสามารถจับคู่กับคำสั่ง ด้านตรงข้ามได้ทันทีหรือไม่ ถ้าคำสั่งนั้นสามารถจับคู่ได้ทันที ระบบก็จะทำการจับคู่ให้ แต่ถ้าคำสั่งนั้น ไม่สามารถจับคู่ได้ ระบบจะจัดเรียงคำสั่ง ซื้อขายนั้นตามหลักการ Price then Time Priority ตามที่กล่าวข้างต้น

2. การซื้อขายแบบพุทธรู (PT : Put-through) เป็นการซื้อขายที่ผู้ซื้อและผู้ขายได้ทำการต่อรองเพื่อตกลงซื้อขายกัน (Dealing) แล้วจึงบันทึกรายการ ซื้อขายนั้นเข้ามา ในระบบซื้อขาย โดยบริษัทสมาชิกสามารถประกาศ โฆษณา (Advertise) การเสนอซื้อหรือ เสนอขายของตน ผ่านระบบการซื้อขายได้ การซื้อขายภายใต้ระบบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

a. การซื้อขายระหว่างสมาชิก (Two-firm Put-through) มีหลักเกณฑ์ที่สำคัญคือ หากมีการตกลงซื้อขายกันแล้ว ให้สมาชิกผู้ขายบันทึกรายการซื้อขายเข้ามาในระบบการซื้อขายก่อน จากนั้นให้สมาชิกผู้ซื้อ ทำการรับรองรายการซื้อขาย (Approve) โดยจะต้องบันทึกรายการซื้อขาย เข้ามาในระบบภายใน 15 นาที นับตั้งแต่มีการตกลงซื้อขายกัน หากบันทึกรายการซื้อขายดังกล่าวไม่ทัน ในช่วงเวลาซื้อขายนั้นๆ ให้บันทึกเข้ามาภายใน 15

นาทีแรกของช่วงเวลาซื้อขายถัดไป หลังจากผู้ซื้อ Approve รายการแล้ว รายการซื้อขายดังกล่าวจะถูกบันทึกเข้ามายังระบบซื้อขายของ ตลาดหลักทรัพย์

b. การซื้อขายโดยสมาชิกผู้ซื้อและผู้ขายเป็นรายเดียวกัน (One-firm Put-through) มีหลักเกณฑ์ที่ สำคัญ คือ หากมีการตกลงซื้อขายกัน ให้สมาชิกบันทึกรายการซื้อขายเข้ามายังตลาดหลักทรัพย์ภายใน 15 นาที นับตั้งแต่มีการตกลงซื้อขายกัน หากบันทึกรายการซื้อขายดังกล่าวไม่ทันในช่วงเวลาซื้อขายนั้นๆ ให้ทำการบันทึกเข้ามาภายใน 15 นาทีแรกของช่วงเวลาซื้อขายถัดไป

2.1.6.2 ช่วงเวลาการให้บริการข้อมูลซื้อขายหลักทรัพย์ [12]

ตลาดหลักทรัพย์ ฯ เปิดให้บริการข้อมูลตั้งแต่ 7:00 น. จนถึง 17:00 น. มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.1 โดยหลังจากปิดตลาดแล้ว จะรวมรวมข้อมูลซื้อขายล่าสุดของหุ้นแต่ละตัวตามหลักเกณฑ์ของตลาดหลักทรัพย์ ฯ เป็นราคาปิดตลาด ซึ่งใช้อ้างอิงในวันรุ่งขึ้น

ตารางที่ 2.1 ช่วงเวลาการให้บริการข้อมูล

ช่วงเวลาส่งข้อมูล		รายละเอียด
7:00 น.–9:30 น.	Initial	ส่งข้อมูลราคาปิดของเมื่อวาน
9.30 น.- T1	Pre-opening I	T1 เป็นเวลาที่ได้รับการสุ่มเลือกเวลา เพื่อเลือกหาเวลาเปิดในช่วง 9.55-10.00น.และเป็นช่วงเวลาที่ให้สมาชิกส่งคำสั่งซื้อขายเข้ามา เพื่อให้ระบบ การซื้อขายนำคำสั่งซื้อขายทั้งหมด มาเรียงลำดับและคำนวณหา ราคาเปิดสำหรับ การซื้อขายในช่วงเช้าของแต่ละหลักทรัพย์
T1 - 12.30 น.	Trading Session I	ช่วงเวลาซื้อขายหลักทรัพย์ในช่วงเช้า
12.30น.-14.00 น.	Intermission	ช่วงเวลาพักการซื้อขายระหว่างวัน

ตารางที่ 2.1 ช่วงเวลาการให้บริการข้อมูล (ต่อ)

ช่วงเวลาส่งข้อมูล		รายละเอียด
14.00 น.- T2	Pre-opening II	T2 เป็นเวลาเปิดที่ได้รับจากการสุ่มเลือกเวลา เพื่อเลือกหาเวลาเปิดในช่วง 14.25-14.30 น. และเป็นช่วงเวลาที่ให้สมาชิกส่งคำสั่งซื้อขายเข้ามา เพื่อให้ระบบการซื้อขาย นำคำสั่งซื้อขายทั้งหมดมาเรียงลำดับและ คำนวณหาราคาเปิดสำหรับการซื้อขายในช่วงบ่ายของแต่ละหลักทรัพย์
T2 - 16.30น.	Afternoon Trading	ช่วงเวลาซื้อขายหลักทรัพย์ในช่วงบ่าย
16.30 น.- T3	Call Market	T3 เป็นช่วงเวลาที่ให้สมาชิกส่งคำสั่งซื้อขายเข้ามาที่ระบบการซื้อขาย เพื่อให้ระบบการซื้อขายนำคำสั่งซื้อขายทั้งหมดมาเรียงลำดับ และคำนวณหาราคาปิดของแต่ละหลักทรัพย์โดยยังไม่มีการจับคู่ซื้อขาย จนกระทั่งระบบได้มีการ สุ่มเลือกเวลา เพื่อเลือกหาเวลาปิด ในช่วง 16.35-16.40 น.
T3 - 17.00 น.	Off-hour Trading และ Market Runoff Period	ตลาดหลักทรัพย์ปิดรับคำสั่งซื้อขายหลักทรัพย์ทั่วไป แต่อนุญาตให้สมาชิกสามารถดำเนินการ : 1. บันทึกรายการซื้อขายภายใต้หลักเกณฑ์การซื้อขายหลักทรัพย์นอกเวลาทำการ (Off-hour Trading) โดยซื้อขายด้วยวิธีพุทธรู เท่านั้น 2. ยกเลิกการซื้อขายหลักทรัพย์สำหรับการซื้อขายแบบพุทธรู ทั้งนี้การยกเลิกดังกล่าวต้องเป็นที่ยินยอมของทั้งผู้ซื้อและผู้ขาย 3. แก้ไขเปลี่ยนแปลงประเภทบัญชีลูกค้า โดยสามารถแก้ไขได้ทั้งการ ซื้อขายแบบจับคู่อัตโนมัติ และพุทธรู
17.00 น.	Market Close	ตลาดหลักทรัพย์ปิดทำการซื้อขาย

2.1.6.3 กระดานซื้อขายหลักทรัพย์ [12]

การซื้อขายหลักทรัพย์จะทำการซื้อขายบนกระดานซื้อขายมีหลักเกณฑ์ที่สำคัญซึ่งสามารถจำแนกตามกระดานซื้อขายได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 กระดานซื้อขาย และประเภทหลักทรัพย์ที่ทำการซื้อขายได้

ประเภทหลักทรัพย์	ระบบวิธีการซื้อขาย	หลักเกณฑ์การซื้อขาย
1.การซื้อขายบนกระดานหลัก (Main Board)		
หุ้นสามัญ, หุ้นบุริมสิทธิ, ใบสำคัญแสดงสิทธิ, หน่วยลงทุน, และ กองทุนรวมเพื่อผู้ลงทุน ซึ่งเป็นคนต่างด้าว	AOM	ใช้กฎเกณฑ์การซื้อขาย ในเรื่องของหน่วยการ ซื้อขาย การกำหนดราคาสูงสุด (Ceiling Price), ราคาต่ำสุด (Floor Price) พร้อมทั้งช่วงราคา (Spread Price) และการส่งคำสั่งแบบมีเงื่อนไข
หุ้นสามัญ, หุ้นบุริมสิทธิ ที่จดทะเบียนภายใต้ ชื่อบุคคลต่างด้าว	AOM	1. ใช้กฎเกณฑ์การซื้อขาย ในเรื่องของหน่วยการซื้อขาย, จำนวนหุ้นสูงสุดต่อ 1 การเสนอ ซื้อขาย, ช่วงราคา และการส่งคำสั่งแบบมีเงื่อนไข เช่นเดียวกับการซื้อขายบน กระดานหลัก 2. ไม่กำหนดราคาสูงสุด และราคาต่ำสุดของราคาซื้อขาย
	PT	1. หากเป็นการซื้อขาย ระหว่างสมาชิกด้วยกัน (2 โบกเกอร์) จะต้องเป็น การซื้อขายที่ไม่ตรง หน่วยการซื้อขาย 2. หากเป็นการซื้อขาย โดยสมาชิก ผู้ซื้อและ ผู้ขายเป็นรายเดียวกัน ปริมาณที่สามารถซื้อขายได้นั้น อาจจะตรง หรือไม่ตรง หน่วยการซื้อขายก็ได้

ตารางที่ 2.2 กระดานซื้อขาย และประเภทหลักทรัพย์ที่ทำการซื้อขายได้ (ต่อ)

ประเภทหลักทรัพย์	ระบบวิธีการซื้อขาย	หลักเกณฑ์การซื้อขาย
3.การซื้อขายบนกระดานรายใหญ่ (Big Lot Board)		
หุ้นสามัญ, หุ้นบุริมสิทธิ, ใบสำคัญแสดงสิทธิ, หน่วยลงทุน, และ กองทุนรวมเพื่อผู้ ลงทุนซึ่งเป็นคน ต่างด้าว	PT	1. ต้องมีปริมาณซื้อขายตั้งแต่ 1 ล้านหลักทรัพย์ขึ้นไป หรือมีมูลค่าการซื้อขายตั้งแต่ 3 ล้านบาทขึ้นไป 2. ราคาซื้อขายเป็นไปตามราคาสูงสุด หรือราคาต่ำสุดบนกระดานหลัก ยกเว้นกรณีควบรวมกิจการ และการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผู้ถือหุ้น ซึ่งต้องได้รับอนุญาตจากตลาดหลักทรัพย์ แห่งประเทศไทย และสามารถทำรายการได้เฉพาะในช่วงเวลานอกเวลาทำการ 3. ต้องรายงานให้ ตลาดหลักทรัพย์ แห่งประเทศไทย ทราบทันทีที่ทำรายการเสร็จในกรณี a) ราคาเกิน + 15% ของราคาปิดบนกระดานหลักในวันก่อนหน้า b) ขนาดของรายการเกิน 25% ของทุนจดทะเบียน หรือ ทำให้ผู้ซื้อถือครองหลักทรัพย์ถึง 25% , 50% , 75%

ตารางที่ 2.2 กระดานซื้อขาย และประเภทหลักทรัพย์ที่ทำการซื้อขายได้ (ต่อ)

ประเภทหลักทรัพย์	ระบบวิธีการซื้อขาย	หลักเกณฑ์การซื้อขาย
4. การซื้อขายบนกระดานหน่วยย่อย (Odd Lot Board)		
หุ้นสามัญ, หุ้นบุริมสิทธิ, ใบสำคัญแสดงสิทธิ, หน่วยลงทุนที่มี จำนวนรวมของหุ้น ต่ำกว่า 1 หน่วย การซื้อขาย	AOM	1. ใช้กฎเกณฑ์การซื้อขาย ในเรื่องการกำหนดราคาสูงสุด, ราคาต่ำสุด พร้อมทั้งช่วงราคา 2. ไม่ใช้กฎเกณฑ์การซื้อขาย ในเรื่องของหน่วยการซื้อขาย, จำนวนหุ้นสูงสุดต่อ 1 การเสนอซื้อขาย และ การส่งคำสั่งแบบมีเงื่อนไข 3. ไม่มีช่วงเวลาก่อนการซื้อขาย

2.1.6.4 ประเภทคำสั่งซื้อขายหลักทรัพย์ [12]

ตลาดหลักทรัพย์กำหนดประเภทคำสั่งที่ใช้ซื้อขายหลักทรัพย์บนกระดานซื้อขายหลักทรัพย์ทั้งหมด 7 ชนิด คือ

1. คำสั่งซื้อขายชนิดทั่วไป (Limit Price Order)

คำสั่งซื้อขายหลักทรัพย์ที่ผู้ลงทุนต้องระบุราคาจะซื้อจะขายที่แน่นอน และเป็นไปตามกลไกราคาของหลักทรัพย์บนกระดานซื้อขาย

2. คำสั่งซื้อขายชนิดเอ็มพี (MP : Market Price)

คำสั่งซื้อขายที่ใช้เมื่อผู้ลงทุนต้องการซื้อหรือขายทันที ณ ราคาที่ดีที่สุดในขณะนั้น โดยมีหลักเกณฑ์ที่สำคัญคือสามารถส่งคำสั่งซื้อขายที่ระบุราคาเอ็มพี ได้เฉพาะช่วงเวลาเปิดทำการ ซื้อขายเท่านั้น ระบบซื้อขายจะถือว่าคำสั่งเอ็มพี เป็นการเสนอซื้อ ณ ราคาเสนอขายต่ำสุด หรือเป็นการเสนอขาย ณ ราคาเสนอซื้อสูงสุด ดังนั้นหากไม่มีคำสั่งซื้อหรือขาย ด้านตรงข้ามรอการจับคู่อยู่ คำสั่งเอ็มพี นั้นจะถูกยกเลิกหรือสั่งทำรายการไม่ได้ แต่หากมีคำสั่งซื้อหรือขายด้านตรงข้ามรอการจับคู่อยู่ คำสั่ง เอ็มพี จะสามารถจับคู่ซื้อขายได้ทันที ที่เข้ามาในระบบ หากจำนวนหลักทรัพย์ที่เสนอซื้อขาย ณ ราคา เอ็มพี ไม่สามารถจับคู่การซื้อขาย ได้หมดทั้งจำนวน ระบบการซื้อขายจะจัดจำนวนหลักทรัพย์ที่เหลือเป็นการเสนอซื้อ ณ ราคาที่สูงกว่าราคาซื้อขายครั้งสุดท้ายหรือ เป็นการ

เสนอขาย ณ ราคาที่ต่ำกว่า ราคาซื้อขายครั้งสุดท้ายหนึ่งช่วงราคา นักลงทุนสามารถส่งคำสั่งซื้อขายที่ระบุราคาเอ็มพี ได้เฉพาะบนกระดานหลักและกระดาน ต่างประเทศเท่านั้น

3. คำสั่งซื้อขายชนิดเอทีโอ และชนิดเอทีซี (ATO : At the Open / ATC : At the Close)

คำสั่งเอทีโอ เป็นคำสั่งซื้อขายที่ใช้เมื่อ ผู้ลงทุนต้องการซื้อหรือขายหลักทรัพย์ทันทีที่ตลาดเปิดการซื้อขาย ณ ราคาเปิด โดยสามารถส่งคำสั่งซื้อขายได้เฉพาะในช่วงก่อนเปิดตลาดทั้งภาคเช้าและภาคบ่าย

ส่วนคำสั่งเอทีซี เป็นคำสั่งซื้อขายที่ใช้เมื่อผู้ลงทุนต้องการ ซื้อหรือขายหลักทรัพย์ทันทีที่ตลาด ปิดการซื้อขาย ณ ราคาปิด สามารถส่งคำสั่งซื้อขายได้ตั้งแต่เวลา 16.30 น. ถึงเวลาปิดในช่วงประมาณ 16.35 - 16.40 น. คำสั่งเอทีโอ และคำสั่งเอทีซี เป็นคำสั่งที่มีเงื่อนไขเดียวกัน คือ หากคำสั่งเสนอซื้อขาย สามารถจับคู่ได้เพียงบางส่วน ระบบการซื้อขายจะทำการยกเลิกจำนวนที่เหลือทั้งหมด โดยคำสั่งทั้งสองมีลำดับความสำคัญสูงสุด กล่าวคือ จะได้รับการจับคู่ซื้อขายก่อนคำสั่งประเภทระบุราคา (Limit Price Order) นักลงทุนสามารถ ส่งคำสั่งนี้ได้ สำหรับการซื้อขายบนกระดานหลัก และกระดานต่างประเทศเท่านั้น

4. คำสั่งซื้อขายชนิดไอโอซี (IOC : Immediate or Cancel)

คำสั่งซื้อขายที่ผู้ลงทุนต้องการสั่ง ให้ซื้อหรือขายหุ้นตามราคาที่ผู้ลงทุนระบุไว้ในขณะนั้นโดยทันที หากซื้อหรือขายได้ไม่หมดทั้งจำนวนที่ต้องการ ส่วนที่เหลือจะถูกยกเลิก โดยคำสั่งไอโอซีมีเงื่อนไขที่สำคัญเพิ่มเติม คือ

- สามารถส่งคำสั่งได้ในช่วงตลาดเปิดทำการซื้อขายเท่านั้น
- ต้องระบุราคาซื้อขายที่แน่นอน
- ไม่สามารถใช้คำสั่งที่มีเงื่อนไขนี้ร่วมกับ ATO ATC MP และ Publish Volume
- ใช้ได้สำหรับการซื้อขายบนกระดานหลักและกระดานต่างประเทศเท่านั้น

5. คำสั่งซื้อขายชนิดเอฟโอเค (FOK : Fill or Kill)

คำสั่งซื้อขาย ที่ผู้ลงทุนต้องการซื้อหรือขายหุ้น ในราคาที่กำหนด โดยต้องการให้ได้ทั้งจำนวนที่ต้องการ หากได้ไม่ครบก็จะไม่ซื้อขายเลย โดยให้ยกเลิกคำสั่งนั้นไปทั้งหมด โดยคำสั่งเอโอเคมีเงื่อนไขที่สำคัญเพิ่มเติม คือ

- ส่งคำสั่งได้ในช่วงตลาดเปิดทำการซื้อขายเท่านั้น
- ต้องระบุราคาซื้อขายที่แน่นอน
- ไม่สามารถใช้คำสั่งที่มีเงื่อนไขนี้ร่วมกับ ATO ATC MP และ Publish Volume
- ใช้ได้สำหรับการซื้อขายบนกระดานหลักและกระดานต่างประเทศเท่านั้น

6. คำสั่งซื้อขายแบบให้ระบบการซื้อขายส่งให้โดยอัตโนมัติ (Publish Volume)

คำสั่งซื้อขายแบบพิเศษที่ช่วยให้ผู้ซื้อหรือขายที่ต้องการซื้อขายจำนวนมากแต่ไม่ต้องการให้แสดง ปริมาณการซื้อขายทีเดียวทั้งหมด เนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ ดังนั้นจึงต้องการ เสนอซื้อขายทีละส่วน โดยภายใต้คำสั่งนี้ นักลงทุนสามารถ ทำการส่งคำสั่งเพียงครั้งเดียว จากนั้นระบบการซื้อขายจะทำการเสนอซื้อหรือขายเป็นหลายรายการโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ส่ง คำสั่งทำงานสะดวกขึ้น โดยการส่งคำสั่งแบบให้ระบบการซื้อขายส่งให้โดยอัตโนมัติ มีหลักเกณฑ์ในการส่งคำสั่งดังนี้

- จำนวนหุ้นที่ส่งในแต่ละครั้งต้องไม่ต่ำกว่า 10 หน่วยการซื้อขาย
- ระบบการซื้อขายจะทำการเสนอให้เป็นครั้งๆ โดยอัตโนมัติตามที่ระบุ ซึ่งแต่ละครั้งต้องมี ปริมาณซื้อขายไม่ต่ำกว่า 10 หน่วยการซื้อขาย โดยระบบการซื้อขายจะส่งคำสั่งเข้าไป เมื่อการเสนอซื้อหรือขายก่อนหน้านี้ได้รับการจับคู่การซื้อขายแล้ว
- ส่งคำสั่งนี้ได้ในช่วงเวลาตลาดเปิดทำการ โดยต้องระบุราคาที่แน่นอนและต้องไม่มีเงื่อนไขอื่น หากจับคู่การซื้อขายได้ไม่หมดในช่วงเวลาซื้อขายแรก คำสั่งนั้นจะถูกยกเลิก หากต้องการ ส่งคำสั่งซื้อหรือคำสั่งขายต่อ ต้องส่งคำสั่งเข้ามาใหม่ในช่วงเวลาซื้อขายที่สอง
- เมื่อมีการขึ้นเครื่องหมายหยุดซื้อขาย (Halt)ในหลักทรัพย์ใด คำสั่งซื้อขายแบบให้ระบบการซื้อขายส่งให้โดยอัตโนมัติ ของหลักทรัพย์นั้นจะถูกยกเลิกทันที

7. คำสั่งซื้อขายชนิดบาสเก็ต (Basket Order)

เป็นการบันทึกคำสั่งเสนอซื้อหรือขายกลุ่มของหลักทรัพย์ในคราวเดียวกัน โดยเมื่อคำสั่งซื้อขายแบบบาสเก็ต ซึ่งประกอบด้วย คำสั่งย่อยหลายๆคำสั่ง ถูกส่งเข้ามายังระบบซื้อขายของตลาดหลักทรัพย์แล้ว คำสั่งซื้อขายย่อยๆ เหล่านั้น จะต้องเข้าคิว เพื่อรอการจับคู่ซื้อขายในแต่ละหลักทรัพย์เช่นเดียวกับคำสั่งซื้อขายปกติ องค์ประกอบของบาสเก็ต มีลักษณะดังนี้

- เป็นหลักทรัพย์ที่อยู่ในรายชื่อ SET50 Index
- จำนวนหลักทรัพย์ ต้องไม่น้อยกว่า 10 หลักทรัพย์
- มูลค่าการซื้อขายรวม ต้องไม่น้อยกว่า 15 ล้านบาท
- คำสั่งย่อยใน 1 บาสเก็ต ต้องเป็นการเสนอซื้อหรือขายอย่างใดอย่างหนึ่ง
- คำสั่งย่อยในบาสเก็ต ต้องมาจากลูกค้ารายเดียวกัน

- ต้องเป็นคำสั่งระบุราคา และอยู่ในช่วง +2% ของราคาซื้อขายครั้งสุดท้าย (Last Execution Price)
- คำสั่งย่อยในบาสเก็ต ต้องเป็นการเสนอซื้อหรือขายอย่างใดอย่างหนึ่ง
- สามารถทำการซื้อขายได้ในกระดานหลัก และกระดานต่างประเทศ แบบจับคู่ โดยอัตโนมัติด้วยระบบซื้อขาย ซึ่งสามารถ ส่งคำสั่งซื้อขายได้เฉพาะช่วงเวลาเปิดทำการซื้อขาย

2.1.7 ระบบรายงานราคาซื้อขายหลักทรัพย์ (PRS : Price Reporting System) [13]

ระบบรายงานราคาซื้อขายหลักทรัพย์ เป็นระบบที่ให้บริการข้อมูลราคาหลักทรัพย์ ณ เวลาซื้อขาย (Real-time Price Reporting) จากระบบซื้อขายหลักทรัพย์ของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (ASSET : Automated Trading System at the Stock Exchange of Thailand) โดยให้รายละเอียดราคาข้อมูลซื้อขายหลักทรัพย์ที่ทำการซื้อขายจริงในปัจจุบัน ประกอบไปด้วย

- ราคาเสนอซื้อ / ราคาเสนอขายที่ดีที่สุด 3 อันดับแรก (3 Best Bid / Best Offer)
- ราคาปิดของหลักทรัพย์ที่มีการซื้อขาย ณ ทุกช่วงเวลา พร้อมด้วยปริมาณหุ้น (Volume) และมูลค่าหลักทรัพย์ (Value) ที่เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลานั้นๆ
- ดัชนีตลาดหลักทรัพย์ ดัชนีกลุ่ม อุตสาหกรรมและดัชนีหมวดธุรกิจ
- ข่าวจากบริษัทจดทะเบียน

2.1.8 ระบบแสดงผลข้อมูลหุ้นแบบเวลาจริง (Real-time Stock Quotation System)

ระบบแสดงผลข้อมูลหุ้นแบบเวลาจริง เป็นระบบที่ใช้แสดงผลข้อมูลซื้อขายของหุ้น จากรายงานซื้อขายหลักทรัพย์ ณ ขณะเวลาซื้อขาย หรือข้อมูลพีอาร์เอส (Real-time Price Reporting System) [13] ประกอบไปด้วย ข้อมูลความเคลื่อนไหวราคาหุ้นแต่ละตัว มูลค่าการซื้อขายของตลาดหุ้น รวมทั้งข้อมูลดัชนีหุ้น ที่แสดงผลข้อมูลในเวลาที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาซื้อขายหุ้นจริง

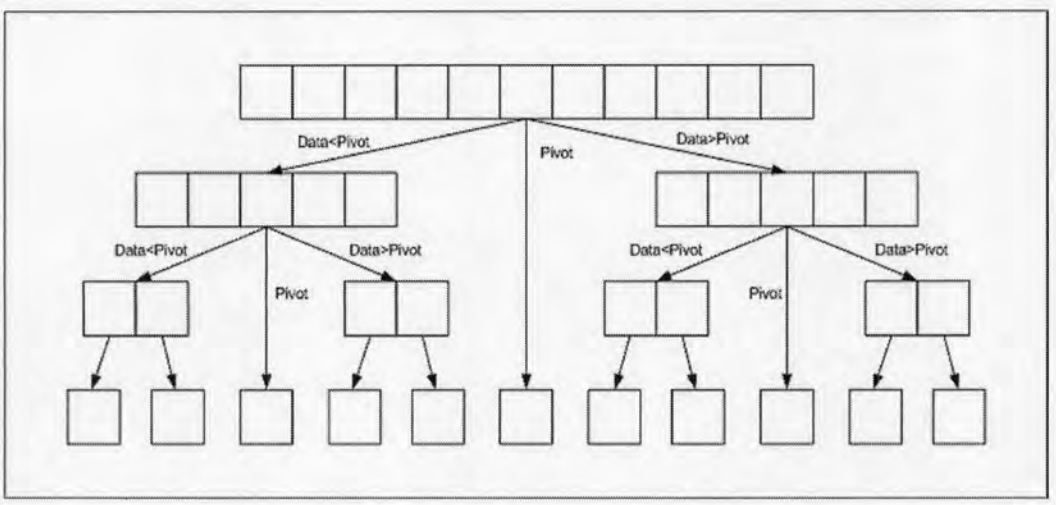
ข้อมูลซื้อขายของหุ้นเกิดจากการประมวลผล ของตลาดหลักทรัพย์ ฯ ซึ่งเกิดจากการตั้งราคาซื้อ ราคาขาย หรือการจับคู่กัน ของคำสั่งซื้อขายของบริษัทนายหน้าซื้อขายหุ้น หรือโบรกเกอร์

(Broker) ที่เป็นสมาชิกของตลาดหลักทรัพย์ ฯ ในช่วงเวลาใด ๆ ที่มีความต้องการซื้อ และความต้องการขายหลักทรัพย์ตรงกัน โดยคำสั่งซื้อขายของโบรกเกอร์ เกิดจากความต้องการซื้อขายหุ้นของลูกค้าที่เปิดบัญชีซื้อขายไว้กับโบรกเกอร์

หลังจากประมวลผลคำสั่งซื้อขาย ตลาดหลักทรัพย์ ฯ จะดำเนินการส่งข้อมูลซื้อขายนี้กลับไปยังโบรกเกอร์ หรือบริษัทที่เป็นสมาชิก โดยส่วนหนึ่งจะนำเสนอในระบบรายงานราคาซื้อขายหลักทรัพย์ เพื่อให้บริษัทที่เป็นสมาชิก นำข้อมูลไปแสดงผล หรือประมวลผลต่อไป

2.1.9 ขั้นตอนวิธีการเรียงลำดับข้อมูลแบบเร็ว (Quick Sort Algorithm)

ขั้นตอนวิธีการเรียงลำดับข้อมูลแบบเร็ว [14][15] เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้กลยุทธ์การแบ่งส่วนและเอาชนะ (D&C : Divide and Conquer) โดยใช้วิธีการแบ่งปัญหาออกเป็น กลุ่มปัญหาย่อย ๆ และใช้วิธีการแก้ไขปัญหาแบบเดียวกันแก้ไขปัญหาทั้งหมดจนลุล่วง ดังรูปที่ 2.9 ด้วยการเลือกตัวหลัก (Pivot) ของแต่ละกลุ่มย่อย และทำการเปรียบเทียบกับสมาชิกในกลุ่มย่อย โดยใส่สมาชิกที่มีค่าน้อยกว่าไว้หน้าตัวหลัก และสมาชิกที่มีค่ามากกว่าไว้หลังตัวหลัก แล้วจึงทำซ้ำกับกลุ่มปัญหาย่อยทั้งหมดในลักษณะฟังก์ชันเวียนเกิด (Recursive Function) จนข้อมูลทุกส่วนย่อยเรียงลำดับกัน แสดงด้วยรหัสเทียมดังตารางที่ 2.3



รูปที่ 2.9 การเรียงลำดับข้อมูลแบบเร็ว

ตารางที่ 2.3 รหัสเทียมของขั้นตอนวิธีการเรียงลำดับข้อมูลแบบเร็ว

```
function quicksort(array)
    var list less, equal, greater
    if length(array) ≤ 1
        return array
    select a pivot value pivot from array
    append pivot to equal
    for each x in array
        if x < pivot then append x to less
        if x = pivot then append x to equal
        if x > pivot then append x to greater
    return concatenate(quicksort(less), equal, quicksort(greater))
```

โดย ถ้ามีข้อมูล n หน่วย และแบ่งส่วนข้อมูลชุดซ้ายเท่ากับ k ตัว แล้ว

จะใช้เวลาเรียงลำดับความซับซ้อนมากที่สุดเมื่อ k=1 (หรือเท่ากับ n=1) และเกิดซ้ำกันเช่นนี้ในทุกลำดับการจัดเรียง จะใช้เวลาเท่ากับ

$$t_{worst}(n) = t(1) + t_{worst}(n-1) + \Theta(n)$$

ใช้วิธีคลี่ความสัมพันธ์เวียนเกิดจะได้

$$t_{worst}(n) = \Theta(n^2)$$

โดยใช้เวลาจัดเรียงลำดับดีที่สุด เมื่อ k = n/2 และเกิดซ้ำกันเช่นนี้ในทุกลำดับการจัดเรียง จะใช้เวลาเท่ากับ

$$t_{best}(n) = 2\, t_{best}(n/2) + \Theta(n) = \Theta(n \log n)$$

และใช้เวลาจัดเรียงลำดับเฉลี่ยเท่ากับ

$$t(n) = O(n \log n)$$

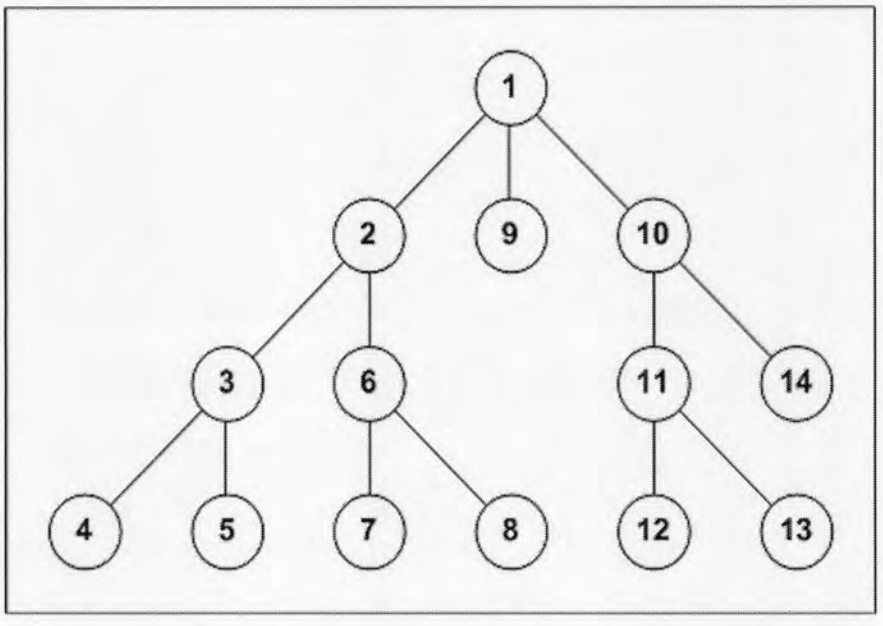
งานวิจัยนี้ใช้ขั้นตอนการเรียงลำดับข้อมูลแบบเร็ว เพื่อจัดลำดับข้อมูลหุ้นในระบบแสดงผลข้อมูลหุ้นแบบเรียลไทม์ และการจัดผังคำสำหรับโปรแกรมแจงส่วน

2.1.10 ขั้นตอนวิธีการค้นหาข้อมูลแบบดีเอฟเอส (DFS : Depth First Search)

ขั้นตอนวิธีการค้นหาข้อมูลแบบดีเอฟเอส [14] เป็นการค้นหาข้อมูลในลักษณะต้นไม้แบบก่อนลำดับ กล่าวคือ เริ่มค้นหาจากโหนด (Node) แรกตามเส้นทาง (Path) ของโหนดลึกลงไปตามลำดับจนกระทั่งถึงโหนดที่ลึกที่สุด แล้วจึงค้นหาในโหนดระดับที่ลึกรองลงมา และค้นหาในโหนดลำดับถัดไปเรื่อย จนครบทุกโหนด ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งจะใช้เวลาในการค้นหาซับซ้อนที่สุดเท่ากับ

$$O(|V| + |E|) = O(b^d)$$

ซึ่งสามารถแสดงด้วยรหัสเทียม ดังตารางที่ 2.4



รูปที่ 2.10 การค้นหาข้อมูลแบบดีเอฟเอส (DFS)

ตารางที่ 2.4 รหัสเทียมของขั้นตอนวิธีการค้นหาข้อมูลแบบดีเอฟเอส (DFS)

```
def dfs(v):
   mark v as visited
   preorder-process(v)
   for all vertices i adjacent to v such that i not visited
      dfs(i)
   postorder-process(v)
```

งานวิจัยนี้ ใช้ขั้นตอนวิธีการค้นหาข้อมูลแบบดีเอฟเอส ในการสกัดลำดับโครงสร้างจากแผนภาพยูเอ็มแอล เป็นรหัสต้นฉบับ

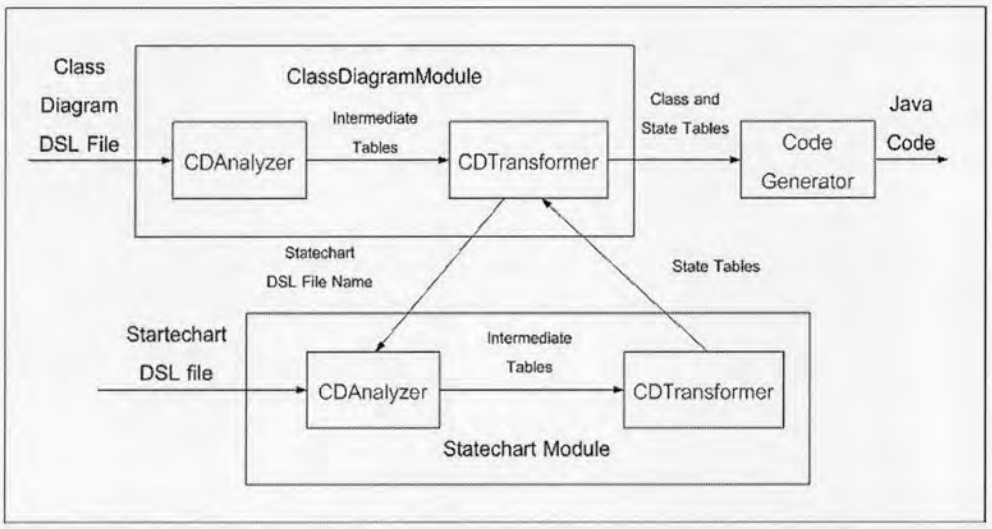
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยเรื่องการสร้างรหัสต้นฉบับอัตโนมัติจากแผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ท (Automatic Code Generation From UML Class and Statechart Diagrams) [16]

งานวิจัยฉบับนี้ กล่าวถึงการแปลงแผนภาพยูเอ็มแอล ประกอบไปด้วยแผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ท ให้เป็นรหัสต้นฉบับสำหรับการโปรแกรมแบบวัตถุ เช่นภาษาจาวา (Java) โดยนำเสนอแนวคิด และวิธีการพัฒนาระบบ ในการแปลงแผนภาพสเตทชาร์ท ด้วยคอลแลบอเรเตอร์ออปเจ็กต์ (Collaborator Object) ซึ่งมีลักษณะการทำงานแบบออปเจ็กต์เสริม (Helper Object) แต่เป็นแนวคิดที่นำเสนอการนำรหัสต้นฉบับกลับมาใช้ใหม่มากกว่า รวมทั้งมีความเร็วในการแปลงแผนภาพคลาส และสเตทชาร์ทสูง

งานวิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรม JCode เพื่อใช้เป็นโปรแกรมสำหรับแปลงแผนภาพคลาส และสเตทชาร์ท ให้กลายเป็นรหัสต้นฉบับภาษาจาวา มีโครงสร้างระบบดังรูปที่ 2.11 โดยโปรแกรมจะอ่านข้อมูลแผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ทจากแฟ้มข้อมูลที่บันทึกด้วยภาษาดีเอสแอล (DSL : Design Schema List) แล้วจึงนำมาวิเคราะห์ และจัดผังคำเปลี่ยนเป็นภาษาจาวาภายใต้แนวคิดการใช้คอลแลบอเรเตอร์ออปเจ็กต์ มาบรรยายพฤติกรรมในแผนภาพสเตทชาร์ท

แทนการใช้เทคนิคออปเจ็กต์เสริม (Helper Object) หรือเทคนิคเลือกชุดคำสั่ง (Switch Statement) แบบทั่วไป พร้อมกับแสดงผลการเปรียบเทียบความเร็วในการสร้างรหัสต้นฉบับสูงกว่า รวมทั้งมีขนาดรหัสต้นฉบับน้อยกว่าโปรแกรม Rhapsody และโปรแกรม OCode ที่นำมาเปรียบเทียบ



รูปที่ 2.11 โครงสร้างระบบ JCode

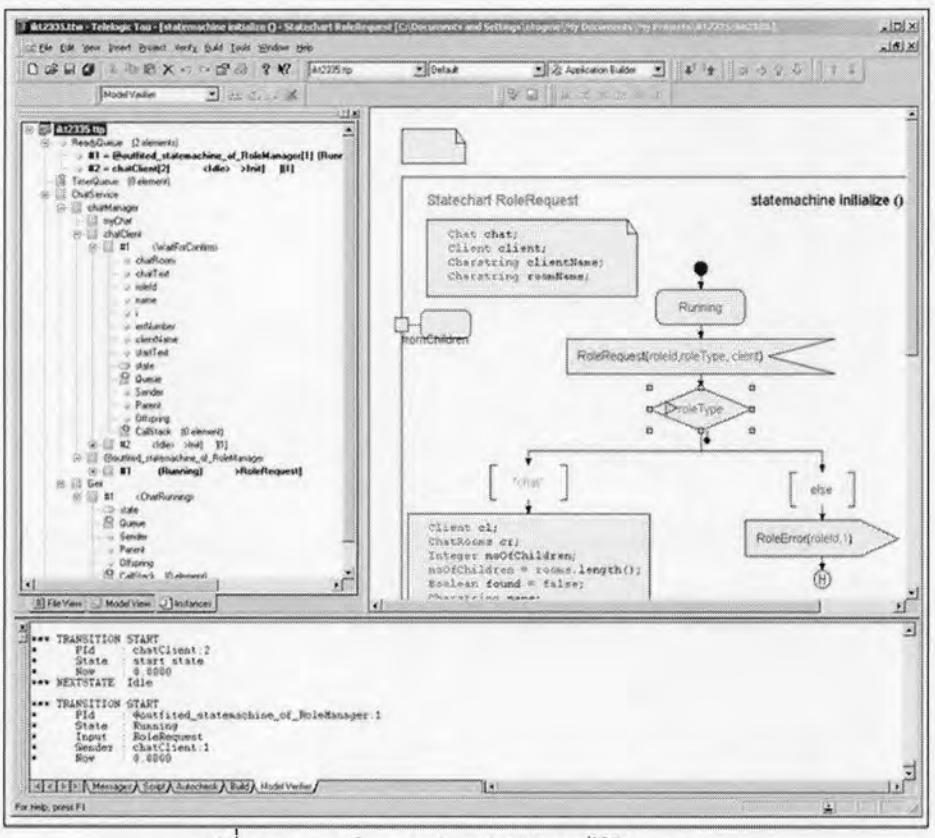
งานวิจัยฉบับนี้ให้แนวคิดในการนำส่วนของโปรแกรมกลับมาใช้ใหม่ในระดับส่วนประกอบย่อย (Entity) โดยปรับปรุงแนวคิด ในการออกแบบโปรแกรม ในส่วนพฤติกรรมให้อยู่ในรูปแบบออปเจ็กต์เสริมมากที่สุด แล้วจึงสร้างแผนภาพคลาส และแผนภาพสเตทชาร์ท ให้สนับสนุนการทำงานตามแนวคิดดังกล่าว ซึ่งแตกต่างจากวิธีการออกแบบโปรแกรมโดยทั่วไป ที่เน้นการสร้างคลาสตามความต้องการของระบบ ส่วนของพฤติกรรมเกือบทั้งหมดจึงถูกกำหนดด้วยส่วนของโปรแกรมที่อาจมีส่วนการทำงานซ้ำซ้อนกัน ทำให้เมื่อแปลงเป็นโปรแกรม จึงได้ส่วนของโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ และมีความซ้ำซ้อนกันเป็นจำนวนมาก

2.2.2 รายงานค้นคว้าเรื่อง Open distributed Systems Executable UML [17]

รายงานการค้นคว้าฉบับนี้ กล่าวถึงการทดสอบเครื่องมือที่ใช้สร้างโมเดลที่สามารถปฏิบัติการได้ (Executable Model) ของบริษัทอิริคสัน โดยทดสอบเครื่องมือต้นแบบชื่อ ActorFrame ของ NorARC (Norwegian Applied Research Center) ที่สนับสนุนทำงาน ตาม

มาตรฐานยูเอ็มแอล 2.0 กล่าวคือ สามารถอธิบายพฤติกรรม และโครงสร้างระบบ บนกรอบการทำงานของ ServiceFrame ที่สามารถนำไปพัฒนาบริการด้านการสื่อสาร โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการประเมินข้อปรับปรุงหลักที่สำคัญของแผนภาพยูเอ็มแอล 2.0 ด้วยการนำไปสร้างโปรแกรมสื่อสารโต้ตอบอย่างง่าย (Simple Chat) รวมทั้งการประเมินการใช้แผนภาพยูเอ็มแอล 2.0 ในการสร้างกรอบการทำงาน (Framework) ของแบบจำลองชั้นสูง สำหรับโมเดลที่สามารถปฏิบัติการได้ที่มีความซับซ้อนมากตามความต้องการของเทคโนโลยีการสื่อสาร ซึ่งใช้เครื่องมือ Tau รุ่น 2.0 ของบริษัท Telelogic มาประเมินประสิทธิภาพในครั้งนี้

เครื่องมือ Tau รุ่น 2.0 เป็นรุ่นที่สนับสนุนการทำงานกับแผนภาพยูเอ็มแอล 2.0 และภาษารูปนัย (Formal Language) ตามมาตรฐานไอทียู (ITU : International Telecommunication Union) และสามารถกำหนดส่วนปฏิบัติการ ในแผนภาพที่ใช้แสดงพฤติกรรมโดยตรง เช่น แผนภาพสเตทชาร์ท ซึ่งเป็นการกำหนดพฤติกรรมให้กับโมเดล ทำให้สามารถปฏิบัติการได้ ดังรูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 การกำหนดส่วนปฏิบัติการไว้ในแผนภาพ

ผลการศึกษาตามรายงานพบว่า ยูเอ็มแอล 2.0 มีข้อปรับปรุงหลักที่มีความสำคัญต่อการรองรับแบบจำลองที่มีความซับซ้อนสูงตามความต้องการของเทคโนโลยีการสื่อสาร เช่นการปรับปรุงแนวคิดสำหรับสถาปัตยกรรมของคลาส และโครงสร้างของพฤติกรรม การศึกษานี้ได้พยายามใช้แนวคิดใหม่ในการสร้างแบบจำลองสำหรับโปรแกรมสื่อสารโต้ตอบอย่างง่าย แต่มีปัญหาในขั้นตอนการแปลงเป็นรหัสต้นฉบับภาษาจาวา เนื่องจากว่าเครื่องมือไม่ได้สนับสนุนแนวคิดใหม่ทั้งหมดของแผนภาพยูเอ็มแอล 2.0 อย่างไรก็ตามผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการสร้างโมเดลของแผนภาพยูเอ็มแอล ที่สามารถปฏิบัติการได้ ด้วยการกำหนดพฤติกรรม ให้กับกลุ่มแผนภาพปฏิบัติการ โดยนำแบบจำลองไปประเมินผลบนสภาวะการจำลอง (Simulation)

จากการพิจารณารายงานการค้นคว้านี้ ด้วยการนำภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง มาเป็นภาษาปฏิบัติการ และบรรจุในแผนภาพแสดงพฤติกรรม ทำให้ลดปัญหาความไม่เข้าใจในสัญกรณ์ของความหมายปฏิสัมพันธ์ อย่างไรก็ตาม การนำส่วนปฏิบัติการมาอธิบาย ในแผนภาพแสดงพฤติกรรมอาจทำให้สูญเสียสาระสำคัญของแผนภาพ ผู้ทำการวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้ภาษาระดับสูง เป็นภาษาปฏิบัติการ และแยกส่วนปฏิบัติการจัดเก็บไว้ในคลังพฤติกรรม เพื่อให้แผนภาพยังคงให้สาระสำคัญ และนำกระบวนการปฏิสัมพันธ์ของคลาส มาจัดผังคำเข้ากับกระบวนคำสั่ง ที่อยู่ในคลังข้อมูลด้วยโปรแกรมจัดผังคำซึ่งเป็นการเชื่อมโยงกระบวนการปฏิสัมพันธ์เข้ากับแผนภาพแสดงพฤติกรรม เป็นผลให้สามารถสร้างโปรแกรมรหัสต้นฉบับได้