แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย ร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล

นางศุภชานันท์วนภู

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาการสารสนเทศดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา2557

A SEMANTIC SEARCH MODEL FOR LEARNING OBJECTSWITH INDIVIDUAL CHARACTERISTICS

SupachanunWanapu

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for theDegree of Doctor of Information ScienceinInformation Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2014

แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีอนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาดุษฎีบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์พลนิกรกิจ)
ประธานกรรมการ

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกฤษฎิ์นิวัฒนากูล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี)
กรรมการ

_____

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา เกิดประสพ)
กรรมการ

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล)
กรรมการ

_____

(อาจารย์ ดร.นิศาชล จำนงศรี)
กรรมการ

_____ _____

(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปีจำนงค์) (อาจารย์ ดร.พีรศักดิ์สิริโยธิน)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศุภชานันท์วนภู : แบบจำลอง การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล (A SEMANTIC SEARCH MODEL FOR LEARNING OBJECTS WITH INDIVIDUAL CHARACTERISTICS) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล, 222หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและพัฒนา แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้นโดยคำนึงถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้ใช้ และคุณลักษณะด้านเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ รวมทั้งรองรับการค้นหาเชิงความหมาย โดยแบ่งขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองออกเป็น 3ส่วนคือส่วนของการพัฒนาฐานความรู้เลิร์นนิง อ็อบเจกต์ ส่วนของ การพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล และส่วนของ การพัฒนามอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล

ผลการศึกษาวิจัย ส่วนแรกเป็นผลการสร้างฐานความรู้ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ประกอบด้วย (1)เมทาดาทาสำหรับการอธิบายคุณลักษณะต่าง ๆ ของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ครอบคลุมทั้งคุณลักษณะทั่วไปและคุณลักษณะด้านเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวน 7 องค์ประกอบ และ (2)คลังคำศัพท์ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา เป็น ชุดของคำศัพท์ ที่มีโครงสร้างการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ตามแบบแผนของสคอส จำนวนทั้งสิ้น 224 คำ ส่วนที่สองเป็นผลการพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งนำหลักการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้งานเพื่อสร้าง กฎการแนะนำ พบว่า ขั้นตอนวิธีสร้างตัวแบบการแนะนำด้วยหลักการ ของกฎส่วนใหญ่ เพื่อคัดเลือกกฎการจำแนกของ ต้นไม้ตัดสินใจ ในแต่ละตัวแบบด้วยอัลกอริทึม C4.5 (หรืออัลกอริทึม J48)ทำให้ได้ตัวแบบการแนะนำที่ มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความระลึกของทุกตัวแบบย่อยเท่ากับร้อยละ88.5 ส่วนสุดท้ายเป็นผลการพัฒนามอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล ที่ใช้หลักการ ทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักโดยใช้เทคนิคการจัดลำดับด้วยวิธีหาผลรวม เมื่อทำการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำและจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ได้ พบว่า จำนวนรายการของผลลัพธ์สุดท้ายจากการสืบค้นมีค่าเฉลี่ยรวม ของจำนวน ลดลงเท่ากับร้อยละ 52.2 เมื่อเทียบกับใช้กฎการแนะนำเพียงอย่างเดียว

ผลการประเมินแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ ใช้สำหรับแนะนำ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ให้กับผู้ใช้ที่มีข้อมูล คุณลักษณะ ส่วนบุคคลแตกต่างกัน 4 คุณลักษณะคือ รูปแบบการเรียนรู้เพศ ระดับการศึกษาและลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งผลการประเมินออกเป็น 2 ส่วนคือ(1) ส่วนของการประเมินตัวแบบ การ

แนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ผู้เรียนที่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษาจังหวัดนครราชสีมา จำนวน1,586 คนพบว่า ตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่ได้ มีค่าเฉลี่ยรวมของความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเชอร์ เท่ากับร้อยละ 57.1,93.9 และ71.0 ตามลำดับ(2) ส่วนของประเมินผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมา ยตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการทดสอบการสืบค้น ด้วยคำว่า สูตรเคมี (B) อะตอม (D) และอิออน (J)กับข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำลองในฐานความรู้ของงานวิจัยนี้ จำนวน 645เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ผลการประเมินเมื่อ กำหนดให้ผู้ใช้มีข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกันครบทุก รูปแบบ พบว่า ได้ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเชอร์ เท่ากับร้อยละ 100, 79.6 และ 86.9 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2557 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม_____

SUPACHANUN WANAPU:A SEMANTIC SEARCH MODEL FOR LEARNING OBJECTS WITH INDIVIDUAL CHARACTERISTICS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SUPHAKIT NIWATTANAKUL, Ph.D., 222 PP.

PERSONALIZED RECOMMENDATION MODEL/ CLSSIFICATION MODEL/ DECISION TREE/ LEARNING OBJECTS/LEARNING STYLES

This research aims to design and develop a semantic search model for learning objects (LOs) with individual characteristics to improve the quality of search results by adding the learning style of users and the content type of LOs characteristics for semantic search. The research procedure consists of three parts: (1) the part to develop the LOs knowledge base, (2) the part to develop the LOs recommendation module with individual characteristics, and (3) the part to develop the LOs semantic search module with individual characteristics.

The results of this research can be discussed as follows. The first part is to create LOs knowledge base consisting of LOs metadata and thesaurus. The LOs metadata contain 7 elements for describing the general features and the content type features. The thesaurus that related to the Chemistry subject at high school level was collected and generated by using SKOS (Simple Knowledge Organization System). This thesaurus consists of 224 controlled words. The second part is to develop the LOs recommendation module with individual characteristics based on data mining techniques for creating the recommendation rules. Also, it was found that the final model obtained from introducing the principle of majority rule for selecting the best

tree-based classification rules (using algorithm C4.5 or J48) resulted in the effective recommendations model with an average total of recall for all sub-models as high as 88.5%. In the final part, the LOs semantic search module with individual characteristics is developed based on weight indexing by using Rank Sum technique. The process of matching between the keywords with LOs using recommendation rules and then ranking the result is used for presenting the results to users. This work was found that these methods, the lists of LOs recommended to users are on average shorten to 52.2% as compared with using only the recommendation rules.

To evaluate the LOs semantic search model with 4 different individual characteristics that are learning styles, gender, grade level, and science favorite, two processes were undertaken.Firstly, to evaluate the LOs recommendation module with individual characteristics, the data were collected from 1,586 secondary and high school students in NakhonRatchasima Province. It was found that the average of precision, recall, and F-measure was 57.1%, 93.9% and71.0%, respectively, Secondly, to evaluate the LOs semantic search module with individual characteristics against 645 LOs simulated from LOs knowledge base using three keywords that are chemical formula, atom, and ion. This was a test compiled on user preferences against semantic search, and the result also provided 100.0% of precision, 79.6% of recall, and 86.9% of F-measure.

School of Information Technology Student's Signature _____

Academic Year 2014 Advisor's Signature _____

Co-advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบคุณบุคคล และกลุ่มบุคคลต่อไปนี้ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลือ ซึ่ง ความพยายามและความสำเร็จครั้งนี้ จะเกิดขึ้นมิได้ ถ้าไม่ได้รับการ สนับสนุนและกำลังใจจากผู้มีพระคุณดังต่อไปนี้

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) กระทรวงศึกษาธิการ ที่ให้การสนับสนุนทั้งทุนการศึกษาต่อภายในประเทศระดับปริญญาเอก และทุนทำวิจัยระยะสั้นในต่างประเทศ ตาม โครงการส่งเสริมการวิจัยในสถาบันอุดมศึกษา จนสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล และอาจารย์ ดร.นิศาชล จำนงศรีที่คอยแนะนำและช่วยผลักดันให้งานวิจัยนี้สำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา เกิดประสพ ในความอนุเคราะห์ สั่งสอน และให้ความรู้เกี่ยวกับการทำเหมืองข้อมูล ตั้งแต่เริ่มต้นศึกษา ระดับปริญญาโทจนถึงระดับปริญญาเอก ทำให้สามารถนำเสนอผลงานวิจัยในระดับนานาชาติได้ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง จนได้งานวิจัยที่ความสมบูรณ์ ครบถ้วนมากยิ่งขึ้นในครั้งนี้

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. Lance Chun Che Fung อาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยเมอร์ด็อก (Murdoch University) เมืองเพิร์ท (Perth, WA) เครือรัฐออสเตรเลีย ที่ให้คำชี้แนะอบรมสั่งสอนและช่วยเหลือ ด้วยความเมตตากรุณาอย่างยิ่ง จนทำให้ งานวิจัย ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติได้

ขอขอบคุณอาจารย์ รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ พลนิกรกิจ ผู้ทำหน้าที่ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล ผู้ทำหน้าที่กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และตรวจทานเนื้อหาวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล ผู้ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางแก้ปัญหาวิจัยในบางครั้ง ซึ่งเป็นผู้สร้างแรงบันดาลใจ ในการทำจิตใจให้สงบนิ่ง มีสมาธิและมีความมุ่งมั่นที่จะศึกษาวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ให้สำเสร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ อาจารย์เจษฎา ขจรฤทธิ์ ที่เป็นทั้งเพื่อนและที่ปรึกษา แนะนำช่วยเหลือและคอยให้กำลังใจ รวมทั้งเพื่อนร่วมที่พักอาศัยทุกท่าน ขณะที่ไปศึกษาวิจัยระยะสั้น ณ มหาวิทยาลัยเมอร์ด็อก (Murdoch University) เมืองเพิร์ท(Perth, WA) เครือรัฐออสเตรเลีย

ขอขอบคุณ บุคลากรประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และบุคลากรประจำสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและเอื้ออำนวยความสะดวกต่างๆ ตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัยนี้

ขอขอบคุณ นักเรียนและครูผู้สอนจากโรงเรียนต่างๆ ในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลสำคัญสำหรับใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หนึ่งหทัย ขอผลกลางอาจารย์ ดร.พิชญสินีกิจวัฒนาถาวร ดร.คมคิด ชัชราภรณ์นายนพพล ตั้งสุภาชัยนางสาวรุ่งกานต์ มูสโกภาสและนายนโรดม กิตติ-เดชานุภาพ และเพื่อนสมาชิกร่วมหลักสูตรปริญญาวิทยาการสารสนเทศดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มทส. ทุกท่านรวมทั้งคุณสิปปกรณ์ ไข่มุกด์ ซึ่งนอกจากจะเป็นทั้งน้องและเพื่อนร่วมงานแล้ว ยัง คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือแบ่งปันและปรับทุกข์ในยามท้อแท้กับการเรียน ด้วยความรู้สึกที่ดีต่อกัน จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุดท้ายขอขอบพระคุณ คุณยายสุมาลี บุรวิชเกษตรกร ผู้เป็น มารดา รวมทั้งพี่สาว น้องสาว และบุคคลสำคัญที่ขาดมิได้ คือรองศาสตราจารย์ ดร. โชคชัย วนภู และน้องภูผา วนภู นอกจากจะคอยให้กำลังใจ ดูแลช่วยเหลือและอยู่เคียงข้างตลอดเวลาไม่ว่าจะสุขหรือทุกข์ ยังเป็นผู้ให้การสนับสนุนในทุกๆอย่าง จนทำให้ทำงานวิจัยและการศึกษานี้สำเร็จลุล่วง

ศุภชานันท์ วนภู

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ..... ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญรูป ..... ฑ

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 8
1.3 คำถามนำการวิจัย 8
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น 8
1.5 ขอบเขตของการวิจัย 9
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 9
1.7 คำอธิบายศัพท์ 9
2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
2.1 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects) 14
2.1.1 ความหมายของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 14
2.1.2 คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 16
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 19
2.2.1 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) 19
2.2.2 รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) 21
2.3 กระบวนการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 25
2.3.1 เมทาดาทาสำหรับการบรรยายเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 25
2.3.2 คลังคำศัพท์สำหรับการสร้างตัวแทนและการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 34

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล 45
2.4.1 การพัฒนาระบบแนะนำส่วนบุคคล 45
2.4.2 การทำเหมืองข้อมูล 50
2.4.3 การแนะนำส่วนบุคคลโดยใช้วิธีการทำเหมืองข้อมูล 55
2.5 การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย 67
2.5.1 การสืบค้นเชิงความหมาย 67
2.5.2 การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย 70
2.5.3 การวัดประสิทธิภาพการสืบค้น 75
2.6 บทสรุปการปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 78
2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 78
2.6.2 บทสรุปและเปรียบเทียบกระบวนการวิจัย 81
2.6.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย 83
3วิธีดำเนินการวิจัย 84
3.1 วิธีการวิจัย 84
3.1.1 ศึกษากระบวนการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล 86
3.1.2 ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล 93
3.1.3 การประเมินผล 135
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 144
3.2.1 ประชากร 144
3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง 145
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 145
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 146

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 147
4.1 ผลการพัฒนาฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 147
4.1.1 เมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 147
4.1.2 คลังคำศัพท์ 148
4.2 ผลการพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล 149
4.2.1 ผลการคัดเลือกลักษณะและการจัดกลุ่มข้อมูล 150
4.2.2 ผลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ 168
4.3 ผลการพัฒนามอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล 179
4.3.1 ผลการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ 179
4.3.2 ผลการจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 181
4.4 ผลการประเมินแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล 182
4.4.1 ผลการประเมินกฎการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล 183
4.4.2 ผลการประเมินการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล 187
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 190
5.1 สรุปผลการวิจัย 190
5.1.1 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 190
5.1.2 ผลการพัฒนาฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 191
5.1.3 ผลการพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล 191

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1.4 ผลการพัฒนามอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล 194
5.1.5 ผลการพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล 196
5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย 198
5.3 การประยุกต์ผลการวิจัย 199
5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 200

รายการอ้างอิง 201
ภาคผนวก 213
ประวัติผู้เขียน 222

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 เปรียบเทียบความหมายของคำว่าเมทาดาทาในแต่ละสาขาวิชา 26
2.2 ประเภทของผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล 76
2.3 สรุปเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล.....82
3.1 กรอบการดำเนินการวิจัยและผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละขั้นตอน 84
3.2 คำอธิบายเมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 95
3.3 ตัวอย่างคำศัพท์บางส่วนในฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 97
3.4 ตัวอย่างข้อคำถามเพื่อสำรวจรูปแบบการเรียนรู้ที่ดัดแปลงจาก GRSLSS.....102
3.5 รายละเอียดของข้อมูลแต่ละแอททริบิวท์ที่ผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลแล้ว 104
3.6 ลักษณะของเมทริกซ์ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการจัดเตรียมข้อมูลแล้ว 105
3.7 ลักษณะข้อมูลแต่ละแอททริบิวท์ที่ผ่านขั้นตอนการเลือกลักษณะสำคัญแล้ว 111
3.8 ลักษณะของเมทริกซ์ข้อมูลที่มีการจัดกลุ่มข้อมูลแล้ว 113
3.9 ความถี่ที่ปรากฏของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ 115
3.10 ตัวอย่างการค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นคำว่า “อะตอม” 133
3.11 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าน้ำหนักรวมตามคำค้นของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่สืบค้นด้วยการใช้คำค้นว่า “อะตอม” 134
3.12 ตัวอย่างข้อมูลการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ใช้ในการประเมิน 138
3.13 ประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินตัวแบบการแนะนำ 139
3.14 ตัวอย่างการจัดประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินของข้อมูลผู้ใช้คนที่ 1 140
3.15 ประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลการสืบค้นข้อมูล 142
3.16 ตัวอย่างการจัดประเภทข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน เมื่อใช้คำค้นว่า “อะตอม”.....143
4.1เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม 151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.2 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว.....151
4.3 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ โดยใช้ข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม.....152
4.4 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ โดยใช้ข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว.....152
4.5 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษา โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม.....153
4.6 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษา โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว.....153
4.7 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชา วิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม 154
4.8 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชา วิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว....154
4.9 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จัดกลุ่มแล้ว ชุดทดสอบที่ 1 (Case 1).....159
4.10 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จัดกลุ่มแล้ว ชุดทดสอบที่ 2 (Case 2).....159
4.11 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ ชุดทดสอบที่ 1 (Case 1).....160
4.12 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ ชุดทดสอบที่ 2 (Case 2).....160

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.13 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับการใช้กลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ชุดทดสอบที่ 1 (Case 1) 162
4.14 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับการใช้กลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ชุดทดสอบที่ 2 (Case 2) 162
4.15 ร้อยละของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของตัวแบบจำแนกข้อมูล (Classification Model) จำแนกตามลักษณะของไอเท็มเซตที่เพิ่มเป็นแอททริบิวท์นำเข้า อัลกอริทึมที่ใช้ และชุดทดสอบ 164
4.16 ขนาดของต้นไม้ตัดสินใจ (Size of Trees) ของตัวแบบจำแนกข้อมูล(Classification Model) จำแนกตามการทดลอง อัลกอริทึม และชุดทดสอบ 165
4.17 ตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive model) สำหรับแนะนำข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ให้กับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม 170
4.18 จำนวนของกฎการจำแนก (Classification Rules) ที่ได้จากแต่ละตัวแบบ 174
4.19 เปรียบเทียบกฎการจำแนกที่ลดลงเมื่อใช้กฎส่วนใหญ่ จำแนกตามตัวแบบย่อย..... 176
4.20 ตัวอย่างชุดของตัวแนะนำ (Recommender) คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์สำหรับคุณลักษณะรายบุคคลที่มีตัวแบบย่อยเป็น PMSF 177
4.21 รายละเอียดของข้อมูลคำค้นและเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำลองที่ใช้ในการทดสอบตัวแบบ....180
4.22 จำนวนของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ได้จากการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยใช้กฎการแนะนำ จำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model) 181
4.23 ผลการสืบค้นตามระดับชั้นของความลึกของคำศัพท์ จำแนกตามค่าเกณฑ์ที่ใช้....182
4.24 ผลการประเมินแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล จำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model) และคำค้น 188

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 คลาสหลักของออนโทโลยี ALOCoM....17
2.2 ชนิดของอ็อบเจกต์ของเนื้อหาตามกรอบแนวคิดของออนโทโลยี ALOCoM....18
2.3 โครงสร้างของมาตรฐานลอม 31
2.4 บทบาทและหน้าที่ของคลังคำในกระบวนการจัดเก็บและค้นคืนทรัพยากร สารสนเทศ....36
2.5 โครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ควบคุมประเภทหัวเรื่อง 37
2.6 โครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ควบคุมประเภทธิซอรัส.... 38
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนและความสามารถ ในการแสดงความหมายของคำศัพท์....39
2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างคำว่า เคมี (Chemistry) กับคำอื่น ๆ ของยูเนสโกธิซอรัส....44
2.9 สถาปัตยกรรมระบบการทำเหมืองข้อมูล 52
2.10 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล....53
2.11 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวจำแนกข้อมูล 57
2.12 ขั้นตอนการทดสอบแบบจำลองและการใช้แบบจำลองจำแนกข้อมูลในอนาคต 57
2.13 ขั้นตอนวิธีการสร้างกฎและรหัสเทียม (Pseudo-Code)ของอัลกอริทึมเอพริออริ 64
2.14 ประเภทของการค้นคืนสารสนเทศแบบต่าง ๆ และวิธีการพื้นฐานของการค้นคืน ข้อมูลในแต่ละแบบ 68
2.15 องค์ประกอบของระบบการสืบค้นสารสนเทศบนเว็บอย่างมีความหมาย 69
2.16 กรอบแนวคิดการวิจัย 83
3.1 สถาปัตยกรรมของแบบจำลองการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ หรือ LOMM 93
3.2 ส่วนประกอบของฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (LOs Knowledge-Based)....94
3.3 ตัวอย่างข้อมูลคำศัพท์ “อะตอม” ตามโครงสร้างความสัมพันธ์ ในรูปแบบสคอส (SKOS) 98

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.4 ตัวอย่างข้อมูลคำศัพท์ “อิออน” ตามโครงสร้างความสัมพันธ์
ในรูปแบบสคอส (SKOS) 98
3.5 ขั้นตอนวิธีการสร้างมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล..... 99
3.6 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผลเพื่อสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล 106
3.7 กราฟเปรียบเทียบจำนวนผู้เรียนจำแนกตามรูปแบบการเรียนรู้ก่อนและหลังการเลือก
ลักษณะสำคัญ 107
3.8 ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ จำแนกตามคุณลักษณะรายบุคคล 109
3.9 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียน
มีความชอบกับข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการทดสอบไคสแคว์ 110
3.10 ผลการคัดเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเอพริออริ 110
3.11 การจัดกลุ่มคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามที่มาของข้อมูล 112
3.12 ขั้นตอนการสร้างและค้นหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะ
ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ 114
3.13 ขั้นตอนการพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยการรวมเข้ากันของ
คุณลักษณะรายบุคคล 121
3.14 ตัวอย่างของซอร์สโค้ด (Source Code) ที่พัฒนาขึ้นด้วยภาษาไพทอน 123
3.15 ขั้นตอนการพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยการใช้
กฎส่วนใหญ่ (Majority Rule) 124
3.16 ตัวอย่างของเซตของกฎการจำแนก (Classification Rules Sets) 125
3.17 โครงสร้างการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วย สคอสของชุดคำค้น (Keywords) เพื่อใช้ในการ
ทดสอบตัวแบบการสืบค้นเชิงความหมาย 131
3.18 ตัวอย่างการจัดอันดับของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำว่า “อะตอม” ตามเกณฑ์
การจัดอันดับ 132
3.19 ตัวอย่างการให้ค่าน้ำหนักของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำว่า “อะตอม”
ตามวิธีหาผลรวม 132

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้ 155
4.2 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ 156
4.3 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษา 156
4.4 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ 156
4.5 กราฟเปรียบเทียบค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูล 157
4.6 กราฟเปรียบเทียบค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นและการลดเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจำแนกตามอัลกอริทึม 157
4.7 แนวโน้มและการกระจายของค่าร้อยละของความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของแต่ละอัลกอริทึม 166
4.8 กลุ่มของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำนวน 8 แอททริบิวท์ 167
4.9 ตัวแบบการจำแนกข้อมูล (Classification Model) สำหรับ LOs_G1 169
4.10 ตัวแบบการจำแนกข้อมูล (Classification Model) สำหรับ LOs_G2 170
4.11 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำระหว่างการใช้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เท่ากับ 5 และ 8 กลุ่ม ของชุดทดสอบที่ 1(Case 1) 172
4.12 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำระหว่างการใช้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ 5 และ 8 กลุ่ม ของชุดทดสอบที่ 2 (Case 2) 172
4.13 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำระหว่างการใช้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ 5 และ 8 กลุ่ม ของชุดทดสอบที่ 3 (Case 3) 172
4.14 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำระหว่างการใช้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เท่ากับ 5 และ 8 กลุ่ม ของค่าเฉลี่ยรวมจากชุดทดสอบทั้งหมด (All Cases) 173

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.15 กราฟเปรียบเทียบร้อยละของกฎการจำแนกที่ลดลง จำแนกตาม
ตัวแบบย่อย (Sub-Model) 176
4.16 กราฟเปรียบเทียบร้อยละของค่าความระลึกจำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model) 178
4.17 กราฟเปรียบเทียบค่าความแม่นยำจำแนกตามค่า r (Recommender) และค่า t (Trees) 183
4.18 กราฟเปรียบเทียบค่าความระลึกจำแนกตามค่า r (Recommender) และค่า t (Trees) 184
4.19 กราฟเปรียบเทียบค่าเอฟเมเชอร์จำแนกตามค่า r (Recommender) และค่า t (Trees) 184
4.20 กราฟเปรียบเทียบค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเชอร์ จำแนกตาม
ค่า r (Recommender) 185
4.21 กราฟเปรียบเทียบค่าความระลึกจำแนกตามจำนวนของตัวแนะนำ(Recommender)
และตัวแบบย่อย (Sub-Model) 186
4.22 กราฟเปรียบเทียบค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเชอร์ เมื่อกำหนด
ค่า t = {“3Ts”, “4Ts”} และค่า r = 6จำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model) 187
5.1 องค์ประกอบของแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับ
คุณลักษณะรายบุคคล 196

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษามีการกำหนดอย่างชัดเจนใน2 มาตรา คือ มาตรา 64 กำหนดว่า "รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิตและพัฒนาแบบเรียน ตำรา หนังสือทางวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่น วัสดุอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาอื่น โดยเร่งรัดพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต จัดให้มีเงินสนับสนุนการผลิตและมีการให้แรงจูงใจแก่ผู้ผลิตและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ทั้งนี้ โดยเปิดให้มีการแข่งขันโดยเสรี อย่างเป็นธรรม" และมาตรา 67 กำหนดว่า "รัฐต้องส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนา การผลิตและการ พัฒนาเทคโนโล ยีเพื่อการศึกษา รวมทั้งการติดตาม ตรวจสอบ และประเมินผลการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาเพื่อให้เกิ ดการใช้ที่คุ้มค่าและเหมาะสมกับกระบวนการเรียนรู้ของคนไทย " (กระทรวงศึกษาธิการ , 2545, 2553) ส่งผลให้ หน่วยงานและ /หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ในประเทศได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของ การออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนให้มีความทันสมัยสอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว

ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติ (2551, หน้า 37)พบว่า ในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทุกระดับในประเทศ มีการผลิตและ พัฒนาสื่อการ เรียนการ สอน ในรูปแบบสื่อ อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Media)โดยครู/อาจารย์/ผู้สอน ถึงจำนวนร้อยละ 43.6จากทั้งหมดโดย พบว่ามีค่าเฉลี่ยของจำนวนรายวิชาที่มีการนำสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์มาใช้ประกอบการเรียนการสอน ในแต่ละสถาบันโดยเฉลี่ยเท่ากับ 66 รายวิชา สำหรับรูปแบบของสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ที่ครู/อาจารย์/ผู้สอนของสถานศึกษาทุกระดับให้ความนิยมผลิตและพัฒนาคือ บทเรียนสำเร็จรู ป CAI (Computer-Assisted Instruction)สื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบวิดีโอ (VDO/VCD/DVD) สื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบอีบุ๊ ค (e-Book) และสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบของการใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์หรือระบบอีเลิร์นนิง (e-Learning) (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2551, หน้า 64)

ลักษณะของสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ที่นิยมผลิตขึ้นมาใช้งานตามที่กล่าวในข้างต้น ส่วนใหญ่เป็นรูปแบบของการสร้างและ/หรือรวบรวมสื่อการสอนดิจิทัลหรือหน่วยการสอนขนาดเล็กที่

เรียกว่า ออบเจ็กต์การเรียนรู้หรือเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objectsหรือ LOs) ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบที่สามารถดูจากภาพหรือสิ่งที่มองเห็นก็สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ (Fundamental Learning Objects) เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบที่จะต้องการอธิบายด้วยข้อความหรือเสียงบรรยายเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น (Combined-Closed Learning Objects) และเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบที่มีการเชื่องโยงหรือลิงก์ไปยังส่วนอื่น ๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่เด่นชัดมากขึ้น (Combined-open Learning Objects) (โครงการศึกษาไร้พรมแดน , 2550, หน้า 93-100) เลิร์นนิงอ็อบเจกต์จะต้องสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการจัดเรียงลำดับเนื้อหาใหม่และสร้างเป็นบทเรียนเรื่องใหม่ขึ้นมาได้ (ศยามน อินสะอาด ,2553,หน้า 125) ลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ประกอบด้วยคุณสมบัติสำคัญ 6ประการได้แก่ สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) สามารถใช้ร่วมกัน (Sharability)สามารถทำงานร่วมกัน (Interoperability)ขนาดกะทัดรัด (Bite-sized/Granularity) ความสมบูรณ์ในตนเอง (Self-Contained) และเอื้อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Conducive to Learning) โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติ 3 ประการแรก ถือได้ว่าเป็นคุณลักษณะสำคัญที่ขาดไม่ได้ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เป็นสิ่งที่นักออกแบบพัฒนาควรให้ความสนใจเป็นพิเศษ (ถนอมพรเลาหจรัสแสง,2550)

คลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects Repository) เป็นแหล่งที่ใช้ในการจัดเก็บและรวบรวมเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนเนื้อหาบทเรียนระหว่างกันได้ และรองรับคุณลักษณะสำคัญของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ ความสามารถในการใช้งานและทำงานร่วมกันของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ทำให้เกิดการเรียนรู้และใช้ประโยชน์ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพส่งผลให้หน่วยงานสำคัญทา ง การศึกษาที่อยู่ในสังกัดของภาครัฐและภาคเอกชนทั้งในประเทศและต่างประเทศได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการออกแบบและพัฒนาคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ มีการพัฒนาคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์อย่างต่อเนื่องเป็นจำนวนมาก รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตรฐานของรูปแบบการจัดเก็บเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบเมทาดาทา (Metadata) ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบัน คือ มาตรฐานลอม (LOM: IEEE Learning Object Metadata) (IEEE, www, 2002) และดับลินคอร์เมทาดาทา (Dublin Core Metadata) (DCMI, www, 2013)

ประเภทของคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์สามารถแบ่งออกเป็น3 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มคลังการเรียนรู้ทั่วไป (General Repositories) กลุ่มคลังการเรียนรู้เฉพาะเรื่อง (Discipline-Specific Repositories) และกลุ่มคลังการเรียนรู้เชิงพาณิชย์ (Commercial Repositories) ระบบคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีชื่อเสียงในต่างประเทศเช่นARIADNE,NCLOR,CAREO, MERLOT, KERIS, ISKME และESCOT เป็นต้น (NMC, www, 2012) สำหรับระบบคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ของประเทศไทยที่พัฒนาขึ้น โดยหน่วยงาน ในสังกัด กระทรวง ต่าง ๆ ได้แก่ ระบบ “ศูนย์รวมสื่อกระทรวงศึกษาธิการ ” ของสำนัก

เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนกระทรวงศึกษาธิการ(กระทรวงศึกษาธิการ , สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน , 2555)ระบบ “สคูลเน็ต (School Net)” ของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ , สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ , 2555)และระบบ “ศูนย์กลางความรู้แห่งชาติ (Thailand Knowlegde Center: TKC)”โดยกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร(กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ,2553) สำหรับรูปแบบคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ของสถาบันการศึกษาต่างๆส่วนใหญ่จัดเก็บไว้ในระบบอีเลิร์นนิง (e-Learning)โดยใช้ระบบบริหาร จัดการเรียนการสอน (Learning Management System: LMS) ในการพัฒนาระบบการเรียนการสอน พบว่า LMS ที่อยู่ในรูปแบบโอเพนซอร์ส (Open Source)ของมูเด้ิล (Moodle) เป็นระบบที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในประเทศไทย ปัจจุบันมีเว็บไซต์ที่ลงทะเบียนกับมูเด้ิล จำนวน 813 เว็บไซต์ (Moodle, www, 2014) นอกจากนี้ยังมีการจัดเก็บเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ไว้ในระบบคลังข้อมูลดิจิทัล (Digital Repository) ของหน่วยงานที่ให้บริการจัดหาและรวบรว มทรัพยากรสารสนเทศต่าง ๆอีกเป็นจำนวนมาก เช่น ห้องสมุด สำนักวิทยบริการ และศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา เป็นต้น

ปริมาณของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากและหลากหลายบนระบบออนไลน์ของเครือข่ายการศึกษา มีรูปแบบหรือวิธีการจัดเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดแนวคิดในการสร้างเครือข่ายคลังทรัพยากรการเรียนรู้เพื่อแลกเปลี่ยนและแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ที่มีคุณภา พระหว่างประเทศจากทั่วโลก ปี พ.ศ. 2547 มีการจัดตั้งองค์กร GLOBE(GlobalLearningObjectBrokeredExchange)(www, 2012) โดยความร่วมมือกันของเครือข่ายสำคัญในหลายภูมิภาค เช่นAriadne Foundation, education.au, LORNET, MERLOT และ NIME เป็นต้น จนถึงปัจจุบันเครือข่าย GLOBE มีสมาชิกภายในเครือข่ายมากกว่า 14 องค์กร ทั้งจากกลุ่มประเทศในทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา แคนาดา ออสเตรเลีย เกาหลี ญี่ปุ่น ไต้หวัน และประเทศไทย (พงศ์ธวัชชีพพิมลชัย , 2554) สำหรับหน่วยงานของประเทศไทยที่ ทำหน้าที่เป็นหน่วยงานกลางในการศึกษาวิจัยและพัฒนาต้นแบบศูนย์กลาง ความรู้และ รวบรวมทรัพยากรการเรียนรู้ ที่มีอยู่ภายในประเทศให้สามารถเชื่อมโยงข้อมูลไปยังเครือข่าย GLOBEคือ โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทยสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาได้พัฒนา “ระบบสืบค้นทรัพยากรการเรียนรู้นานาชาติ”(สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา , 2555)เพื่อใช้เป็นอีกหนึ่งช่องทางสำหรับผู้ที่สนใจทั่วไปที่ต้องการค้นหาและเข้าถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ต่าง ๆ ทั้งที่อยู่ภายในประเทศและต่างประเทศ

ถึงแม้ว่าจะมีระบบคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และระบบเครือข่ายคลังทรัพยากรการเรียนรู้ที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ระหว่างประเทศ ทำให้สามารถเข้าถึงหรือค้นหาข้อมูล

เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้มากยิ่งขึ้นก็ตาม จากการศึกษาวิเคราะห์ กระบวนการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ผ่านระบบต่างๆยังประสบกับปัญหาหลายประการ ดังนี้

กรณีที่ผู้ใช้ต้องการเข้าถึงหรือค้นหาข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่อยู่ในระบบอีเลิร์นนิง ความสามารถขึ้นอยู่กับฟังก์ชันการสืบค้นข้อมูลของระบบบริหารจัดการเรียนการสอน (LMS) ที่เลือกใช้งานเป็นหลัก ส่วนใหญ่ใช้เทคนิคพื้นฐานของการสืบค้นข้อมูลด้วยวิธีการค้นหาคำหลัก (Keyword Based) เพราะเป็นวิธีดำเนินการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผลการศึกษาวิเคราะห์เทคนิควิธีการค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่พัฒนาด้วยมูเดิ้ล(มหาวิทยาลัยราชภั ฏนครราชสีมา, www, 2554) พบว่า ผู้ใช้สามารถค้นหาได้โดยการใส่คำหลักในช่องค้นหาของรายวิชา ที่เข้าเรียนเพื่อค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องหรือสนใจผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏเฉพาะเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรายวิชาที่ได้รับสิทธิ์ให้เข้าถึงเท่านั้น โดยระบบยังไม่สามารถรองรับการเข้าถึงหรือค้นหาข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ทุกประเภทที่มีอยู่ในระบบอีเลิร์นนิงดังกล่าว รวมถึงไม่สามารถรองรับความต้องการที่แตกต่างของแต่ละบุคคลได้

กรณีที่ผู้ใช้ต้องการเข้าถึงหรือค้นหาข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่อยู่ในระบบคลังข้อมูลดิจิทัล เช่น ดีสเปส (DSpace) เป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นและสามารถจัดเก็บข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบที่หลากหลายและได้รับความนิยมอย่างสูง (DSpace, www, 2014) พบว่า ผลลัพธ์ที่ได้การสืบค้นใช้เทคนิควิธีการค้นหาคำหลักเท่านั้น โดยมีรายละเอียดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ในรูปแบบหลากหลาย เพราะขึ้นอยู่กับการออกแบบการจัดเก็บข้อมูลตามมาตรฐานเมทาดาทาที่เลือกใช้ รวมถึงการกรอกรายละเอียดของข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนดของผู้ดูแลระบบเพราะมีผลต่อการแสดงผลลัพธ์ที่ได้ หากมีรายละเอียดและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมากหรือมีความยุ่งยากในการนิยามข้อมูล ทำให้มีข้อจำกัดในการใส่ข้อมูลให้ครบถ้วน อาจส่งผลให้ได้ผลลัพธ์จากการค้นหาไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้

กรณีที่ผู้ใช้ต้องการเข้าถึงหรือค้นหาข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จากระบบคลังข้อมูลที่พัฒนาขึ้นเองโดยหน่วยงานส่วนกลางของภาครัฐหลายแห่งตามที่กล่าวในข้างต้น พบว่า มีการใช้เทคนิควิธีการค้นหาทั้งในรูปแบบของการค้นหาจากคำหลักและรูปแบบของการค้นหาตามประเภทหรือหัวข้อ (Search Directory)ในส่วนของรายการข้อมูลที่ปรากฏในผลลัพธ์ก็จะแตกต่างกันไปในแต่ละระบบ โดยส่วนใหญ่ก็จะประกอบด้วย ชื่อเรื่อง สาระสังเขป /คำอธิบาย ผู้แต่ง และลิงก์ของการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์นั้น ๆทั้งนี้ในบางระบบอาจจะแสดงผลลัพธ์ที่มีรายละเอียดเพิ่มเติม เช่น ตามกลุ่มสาระการเรียนรู้และช่วงชั้น ประเภท หน่วยงานที่ผลิต/ผู้ผลิต รูปแบบที่จัดเก็บและสถานที่จัดเก็บ เป็นต้น

ส่วนของการค้นหาและเข้าถึงข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ผ่านทางระบบเครือข่ายคลังทรัพยากรการเรียนรู้ระหว่างประเทศและระบบคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่าง ๆในต่างประเทศหลายระบบ พบว่า

ส่วนใหญ่ใช้เทคนิควิธีการค้นหาและเข้าถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบของการค้นหาจากคำหลัก และรูปแบบของการค้นหาตามประเภทหรือหัวข้อสอดคล้องกับงานวิจัยของยาลซินเนลและเอ็มมิลูเกิล (Yalcinalp and Emiroglu, 2012, pp.474-488) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆของระบบคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำนวน17 ระบบของกลุ่มประเทศในทวีปยุโรปและสหรัฐอเมริกาพบว่า การค้นหาส่วนใหญ่ยังมีข้อจำกัดในวิธีการและการแสดงผลลัพธ์ ที่ยังไม่ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ถึงแม้ว่าจะมีความพยายามพัฒนาระบบช่วยเหลือการค้นหาและเข้าถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบการทำงานร่วมกับเสิร์ชเอนจินของกูเกิ้ลในงานวิจัยของเคอร์แลงเกอร์-โรเซส ปอนเซและโลเปซ-โมเทียร์ (Curlango-Rosas, Ponce, and Lopez-Morteo, 2011) พบว่ามีจำนวนร้อยละ 84.9 ของกลุ่มตัวอย่างที่ค้นหาและเข้าถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเสิร์ชเอนจินของกูเกิ้ลเพียงอย่างเดียว และมีจำนวนเพียงร้อยละ 66 ที่ประสบความสำเร็จด้วยการค้นหา และเข้าถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้ระบบช่วยเหลือดังกล่าว

ตามที่กล่าวในข้างต้น จะเห็นได้ว่า ในขณะที่ปริมาณของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในระบบการศึกษา จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจาก ยังมีข้อจำกัดของเทคนิควิธีการที่นำมาใช้ในการแนะนำหรือใช้ประโยชน์จากเลิร์นนิงอ็อบเจกต์อย่างเต็มที่จึงทำให้ยังไม่สามารถตอบสนองแนวคิดเกี่ยวกับความคุ้มค่าในการพัฒนาและการเพิ่มคุณค่าของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยการทำให้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีอยู่มีความสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นคุณสมบัติสำคัญในการที่จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ทั้งโดยทางตรง รวมไปถึงทางอ้อมได้แก่ ความต้องการเรียนรู้อื่นในอนาคตที่อาจไม่อยู่ในลักษณะรายวิชาใดวิชาหนึ่งก็ได้ (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2545) ประกอบด้วยผลการศึกษาวิจัยบางส่วนที่ได้เสนอแนวทางให้มีการออกแบบและพัฒนาระบบแนะนำที่ ควรทำการศึกษาให้ครอบคลุมตั้งแต่การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของลักษณะการเรียนรู้ส่วนบุคคลหรือรูปแบบการเรียนของผู้เรียน(Learning Styles) เป็นการพัฒนาคุณภาพของระบบการเรียนรู้ การส่งเสริมและการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์จากเลิร์นนิงออบเจ็กต์ได้อย่างเต็มที่ (BakiandÇakıroğlu, 2010; Chang, Kao, Chu, andChiu, 2009; DağandGeçer, 2009; de Boer, Kommers, andde Brock, 2011; Kay andKnaack, 2008)จากที่กล่าวมาทั้งหมด ทำให้ สามารถสรุปประเด็นปัญหาที่พบ ได้ดังนี้

1. การกำหนดโครงสร้างข้อมูลเพื่อการบรรยายคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในปัจจุบัน ยังไม่ได้มีการออกแบบหรือกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ให้ครอบคลุมถึงคุณลักษณะด้านเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เช่นบทคัดย่อ (Abstract) บทนำ (Introduction) ตัวอย่าง (Example) แบบฝึกหัด (Exercise)การบรรยาย (Description) ข้อคำถาม (Question)และคำตอบ (Answer) เป็นต้น ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถสืบค้นและเข้าถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จากคุณลักษณะด้านเนื้อหาได้

2. การกำหนดคำสำคัญหรือคำค้น (Keywords) ที่กว้างหรือแคบเกินไป หรือการสะกดคำที่ต่างกันระหว่างผู้ใช้กับระบบ โดยเฉพาะในกรณีที่คำสำคัญไม่ปรากฏในชื่อเรื่อง ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่มีเนื้อหาตรงกับความ ต้องการได้ หรือได้ผล ลัพธ์การสืบค้นที่มากเกินไป

3. ผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ยังไม่มีการแสดงรายละเอียดของข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Object Characteristics) ทำให้ผู้ใช้งานต้องใช้เวลาคัดกรองผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้น เพื่อคัดเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีคุณลักษณะตรงกับความชอบของผู้ใช้ หากระบบสามารถแสดงคุณลักษณะต่าง ๆ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในผลการสืบค้นจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจหรือพิจารณาเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ต้องการได้ง่ายมากขึ้น ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. ระบบการสืบค้นข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในปัจจุบัน ยังไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล(Individual Difference)และรูปแบบการเรียนรู้(Learning Styles)ที่แตกต่างกันของผู้เรียน ผลลัพธ์ที่ได้จึงประกอบไปด้วยเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีคุณลักษณะหลากหลาย ส่งผลให้ผู้ใช้ต้องใช้เวลาในการพิจารณาคัดเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีคุณลักษณะสอดคล้องกับลักษณะส่วนบุคคลและรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน

แนวทางแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กล่าวมาทั้งหมดผู้วิจัยมีแนวคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาที่สามารถดำเนินการได้นั้น จะต้องมีการผนวกเทคนิควิธีการที่เกี่ยวข้องสองส่วนเข้าด้วยกัน โดยส่วนแรกเป็นการนำเทคนิควิธีการพัฒนาระบบแนะนำ (Recommendation System) มาใช้ในการออกแบบและพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตาม คุณลักษณะรายบุคคล และส่วนที่สองเป็นการนำเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย (Sematic Web Technology)มาใช้ในการออกแบบและพัฒนามอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล

จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่า ปัจจุบันมีการนำเอาเทคนิควิธีการพัฒนาระบบแนะนำมาประยุกต์ใช้ ในงานสนับสนุนการตัดสินใจ ของระบบการจัดการการศึกษามากขึ้น มีงานวิจัยส่วนหนึ่งที่นำหลักการและเทคนิควิธีการต่าง ๆ ของการพัฒนาระบบแนะนำเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ทำให้ได้ระบบที่สามารถจัดเตรียมข้อมูล นำส่งข้อมูล รวมถึงแนะนำข้อมูลเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆที่เกี่ยวข้องให้กับผู้เรียนได้ตามความต้องกา ร โดยใช้วิธีการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียนแต่ละบุคคลที่มีความแตกต่างกัน (Klašnja-Milićević, Vesin, Ivanović, and Budimac, 2011; Chen and Persen, 2012, Vesin, Ivanovic, Klasnja-Milicevic, and Budimac, 2013, Özpolat and Akar, 2009)

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นเทคนิควิธีการหนึ่งที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลองของระบบแนะนำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างแบบจำลองจากเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ต้นไม้ตัดสินใจคือ กฎ (Rules)ซึ่งสามารถเข้าใจได้ง่ายและสะดวกต่อการนำไปใช้งานมีงานวิจัยส่วน หนึ่งที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการนำกฎของต้นไม้ตัดสินใจไปสร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐาน กับความต้องการของแต่ละบุคคล เมื่อนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web Application) ทำให้ได้ระบบที่สามารถสนับสนุนและเพิ่มประสิทธิภาพสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ (Chen, 2008;Lin, Yeh, Hung, and Chang, 2013; Lu, Jia, Gong, and Clark, 2007) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอีกส่วนหนึ่งที่มุ่งเน้นไปที่การนำเสนอแบบจำลองของระบบแนะนำ ที่สามารถแนะนำสื่อที่เกี่ยวข้องให้กับผู้เรียน รวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนกลับมาใช้งานสื่อซ้ำ โดยใช้วิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสื่อมัลติมีเดียที่ผู้เรียนมีความชอบกับหัว เรื่องของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ (Chen and Persen, 2012; Klašnja-Milićevićet al.,2011; Ocepek, Bosnić, Šerbec, and Rugelj, 2013; Vesin et al., 2013)

ส่วนของเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมายเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถตีความหมายของข้อมูลต่าง ๆ ด้วยตนเอง (สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ,2552, หน้า 18-19) โดยหลักการค้นหาเชิงความหมาย (Semantic Search) จะเป็นการพิจารณาข้อมูลหรือเอกสารที่มีความหมายเหมือนกันหรือมีความหมายใกล้เคียงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกันและสามารถสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันได้ ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลหรือเอกสารที่มีความหมายอยู่ในกลุ่มเดียวกันได้แม้ว่าจะใช้คำค้นที่แตกต่างกันก็ตาม รวมทั้งมีการศึกษาและพัฒนาเว็บเชิงความหมายที่มีรูปแบบของแสดงผลการสอบถามข้อมูล (Query Expression) ได้อย่างหลากหลาย และเป็นระบบที่สามารถรองรับการสืบค้นเชิงความหมายได้โดยมีรูปแบบการจัดเก็บและบันทึกข้อมูลที่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ ใช้ ในการค้นหาและเข้าถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่าง ๆ ได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น (Bhogal,Macfarlane, and Smith, 2007; Thakar, Meena(An)and Meena(Am), 2011, pp.587-605)ซึ่งระบบ การค้นหาเชิงความหมายจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ถ้าสามารถจัดอันดับผลการสืบค้ น (Ranking) และ จำแน กผลลัพธ์ ตามความคล้ายคลึงกันของข้อมูลที่มีความคลุมเครือได้ (Niwattanakul, Martin, Eboueya, and Khaimook, 2007)หรือจัดอันดับความสำคัญของข้อมูลในกลุ่มแนวคิดเดียวกันได้ รวมถึงความสามารถในแสดงผลการค้นหาข้อมูลตอบสนองความต้องการของแต่ละบุคคลที่มีความสนใจแตกต่างกันได้(Arch-int, 2005)

จากที่กล่าวมาทั้งหมด พบว่า ยังไม่มีการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับ คุณลักษณะรายบุคคล ที่ มีการนำเทคนิควิธีการพัฒนาระบบแนะนำและเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมายมาประยุกต์ใช้งานร่วมกันซึ่งนอกจากจะ ได้แบบจำลองที่สามารถ

สืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายได้แล้ว ยังมีความสามารถในการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะราย บุคคลที่ คำนึง ถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วย นอกเหนือจากข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล ทั้งนี้ เนื่องจาก รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน คือ ลักษณะส่วนบุคคลของผู้เรียนที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ในการจัดการเรียนการสอนโดยการปรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และวิธีการสอนไ ด้อย่างเหมาะสมกับผู้เรียนในแต่ละรูปแบบจะสามารถช่วยให้การเรียนการสอนดังกล่าวประสบความสำเร็จได้ (Chang et al., 2009; Keefe,1987; Reiff, 1992; Tseng, Chu, Hwang, and Tsai, 2008) ดังนั้น รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนจึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลรายบุคคลของการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองครั้งนี้

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล โดยนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล มาใช้ในส่วนของการพัฒนามอดูลแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ให้กับผู้ใช้ ตามคุณลักษณะ ราย บุคคล ร่วมกับเทคนิคการ สืบค้นความหมาย ซึ่งจะทำให้สามารถสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายได้ และส่งผลให้ผู้ใช้ได้รับการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เหมาะสมและตรงกับตามความต้องการของผู้ใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวน การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะ รายบุคคลและการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย

1.2.2 ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.3 คำถามนำการวิจัย

1.3.1แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลควรมีกระบวนการอย่างไร

1.3.2แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลควรใช้เทคนิคใด ในการคัดเลือกลักษณะการจัดกลุ่มข้อมูลและ การจัดอันดับข้อมูล เพื่อให้สามารถแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลได้

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 ผู้ใช้ต้องระบุข้อมูลลักษณะ ส่วนบุคคล (Personal Characteristics) ข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้และข้อมูลลักษณะความชอบเข้าสู่แบบจำลองการ สืบค้นที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อจะได้สามารถแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามลักษณะส่วนบุคคลให้กับผู้ใช้ได้

1.4.2 ผู้ใช้ต้องระบุคำค้นที่ถูกต้องตามที่ใช้ในระบบและอยู่ในเนื้อหาวิชาเคมีของระดับมัธยมศึกษา สำหรับทดสอบการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เชิงความหมายเพื่อให้แบบจำลองประมวลผลและแสดงผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามลักษณะรายบุคคล

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล โดยมุ่งเน้นการศึกษากระบวนการและเทคนิควิธีการต่าง ๆที่นำมาใช้ในการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตาม คุณลักษณะราย บุคคลและการค้นหา เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เชิงความหมายโดยใช้คำค้นเพียงคำเดียวภายใต้เงื่อนไขของผู้ใช้หรือ ผู้เรียนที่มีข้อมูลส่วนบุคคลข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้และข้อมูลลักษณะความชอบ ที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมจะถูกนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างแบบจำลอง เพื่อนำไปใช้ในการ สืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงตามคุณลักษณะส่วนบุคคล ซึ่งการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองในครั้งนี้ จะใช้ ข้อมูลจากผู้เรียนในจังหวัดนครราชสีมา และ ทดสอบกับคำค้นที่อยู่ในเนื้อหาวิชาเคมีของระดับมัธยมศึกษาเป็นข้อมูลทดสอบสำหรับการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองในครั้งนี้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1ได้กระบวนการที่เหมาะสม สำหรับ การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลและการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย

1.6.2ได้แบบจำลอง การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อรองรับการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาและเข้าถึงข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามความแตกต่างของลักษณะเฉพาะส่วนบุคคล รูปแบบ การเรียนรู้ และลักษณะความชอบของผู้เรียนได้

1.7 คำอธิบายศัพท์

1.7.1 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์(Learning Objects: LOs)หมายถึงเนื้อหาสาระของความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งสำหรับการเรียนรู้ที่มีการรวมทรัพยากร ดิจิทัลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปภาพ ข้อความภาพเคลื่อนไหวและเสียง เป็นต้น เข้าด้วยกัน ซึ่งได้รับการออกแบบให้ มีองค์ประกอบสำคัญสำหรับการเรียนรู้ เช่น วัตถุประสงค์เนื้อหาสาระของความรู้หรือบทเรียน แบบทดสอบและการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ทั้งนี้จะต้องมี ข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะประจำของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์แต่ละตัวว่ามีลักษณะประจำใดบ้างที่ คล้ายกันบางส่วนหรือคล้ายกันทั้งหมด กับเลิร์น

นิงอ็อบเจกต์อื่นๆ โดยเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และองค์ประกอบต่าง ๆ ในเลิร์นนิงอ็อบเจกต์สามารถ นำกลับมาใช้ใหม่ หรือใช้ซ้ำได้

1.7.2คุณลักษณะเฉพาะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects Characteristics: LOsC)หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ใด ๆ ที่สามารถ บ่งบอกหรือชี้ให้เห็นรายละเอียด เกี่ยวกับ ความสามารถของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ซึ่งหมายถึง บันทึกและจัดเก็บได้ นำกลับมาใช้ใหม่ได้ ใช้ร่วมกันได้ และทำงานร่วมกันได้ และคุณสมบัติของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ซึ่งหมายถึง ลักษณะเนื้อหาแบบเรื่องเล่า ลักษณะเนื้อหาที่เป็นกระบวนการคิด และลักษณะเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุนทั้งนี้ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ใด ๆ อาจจะมี คุณลักษณะเฉพาะ ที่คล้ายกันบางส่วนหรือคล้ายกันทั้งหมดก็ได้

1.7.3คุณลักษณะ รายบุคคล(Individual Characteristics)หมายถึง ลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ ของแต่ละบุคคล ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมและ ความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ด้วยการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3 ส่วนคือ

1.7.3.1 ลักษณะส่วนบุคคล (Personal Characteristic) หมายถึง ข้อมูลลักษณะพื้นฐานโดยทั่วไปของผู้ใช้ได้แก่ เพศ และระดับชั้น

1.7.3.2 ข้อมูลแบบการเรียนรู้(Learning Styles)หมายถึง ข้อมูลที่บ่งบอกถึงวิธีการเรียนรู้หรือลักษณะการเรียนรู้ของแต่ละรายบุคคล ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความเฉพาะเจาะจงหรือแตกต่างกันตามลักษณะบุคลิกภาพของผู้ใช้หรือผู้เรียน โดยสามารถปรับเปลี่ยนได้เมื่ออยู่ ในบริบทของการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

1.7.3.3 ข้อมูล ลักษณะ ความชอบ หมายถึง ข้อมูลระดับความชอบของผู้ใช้หรือผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์

1.7.4การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะ รายบุคคล หมายถึง การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้อย่างเหมาะสมและตรงกับความสนใจหรือสอดคล้องกับ ความต้องการของผู้ใช้ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะราย บุคคลและข้อมูล คุณลักษณะ เฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้ใช้มีความชอบ

1.7.5การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย(Learning Objects Semantic Search) หมายถึง กระบวนการค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ มีการ พิจารณาว่าเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ต้องการ

ค้นหานั้น มีความสัมพันธ์เกิดขึ้นร่วมกันกับคำค้นหรือไม่ โดยการนำคำค้นจากผู้ใช้ไปกำหนดกลุ่มคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเชิงความหมายกับคำค้นดังกล่าว จากนั้นนำกลุ่มคำสำคัญที่ได้ไปทำการจับคู่ (Matching)กับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่อยู่ในฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ (Recommendation Rules) นำผลลัพธ์ที่ได้ไปจัดอันดับ (Ranking) และแสดงผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ให้กับผู้ใช้

1.7.6 คำค้น (Keywords) หมายถึง คำสำคัญหรือคำหลัก ที่อยู่ใน เนื้อหาวิชาเคมีของระดับมัธยมศึกษาที่ผู้ใช้ต้องการจะนำไปใช้ในการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ต้องการ

1.7.7 ผู้ใช้ (Users) หมายถึง ผู้เรียนที่มีการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง “แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล” ผู้วิจัยได้มี การปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อประมวลแนวคิดทฤษฎีและเทคนิควิธีการต่าง ๆสำหรับนำไปใช้ในการกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects)

2.1.1 ความหมายของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.1.2 คุณ ลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Object Characteristics)

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.2.1 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference)

2.2.2 รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles)

2.2.2.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนรู้

2.2.2.2 ประเภทของรูปแบบการเรียนรู้

2.3 กระบวนการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.3.1 เมทาดาทาสำหรับการบรรยายเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.3.1.1 ความหมายของเมทาดาทา

2.3.1.2 หน้าที่ของเมทาดาทา

2.3.1.3 ประเภทของเมทาดาทา

2.3.1.4 เมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.3.2 คลังคำศัพท์สำหรับการสร้างตัวแทนและการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.3.2.1 ความหมายของคลังคำ

2.3.2.2 บทบาทหน้าที่ของคลังคำ

2.3.2.3 โครงสร้างความสัมพันธ์ของคำในคลังคำ

2.3.2.4 กระบวนการของการสร้างคลังคำ

2.3.2.5 แหล่งที่มาของคำในคลังคำ

2.4 การแนะนำ เอิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

2.4.1 การพัฒนาระบบแนะนำส่วนบุคคล

2.4.1.1 ความหมายของระบบแนะนำ

2.4.1.2 เทคนิควิธีการแนะนำส่วนบุคคล

2.4.2 การทำเหมืองข้อมูล

2.4.2.1 ความหมายของการทำเหมืองข้อมูล

2.4.2.2 สถาปัตยกรรมของระบบการทำเหมืองข้อมูล

2.4.2.3 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล

2.4.2.4 ลักษณะงานของการทำเหมืองข้อมูล

2.4.3 การแนะนำส่วนบุคคลโดยใช้วิธีการทำเหมืองข้อมูล

2.4.3.1 การจำแนก กลุ่มข้อมูล

2.4.3.2 การค้นหากฎความสัมพันธ์

2.5 การสืบค้นเอิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย

2.5.1 การสืบค้นเชิงความหมาย

2.5.1.1 นิยามของการสืบค้นเชิงความหมาย

2.5.1.2 องค์ประกอบของระบบการสืบค้นเชิงความหมาย

2.5.2 ขั้นตอนการสืบค้นเอิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย

2.5.2.1 การทำดัชนี

2.5.2.2 การกำหนดค่าน้ำหนักและจัดอันดับข้อมูล

2.5.3 การวัดประสิทธิภาพการสืบค้น

2.6 บทสรุปการปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.2 บทสรุปและเปรียบเทียบกระบวนการวิจัย

2.6.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects)

คำว่า เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects) เป็นคำที่นำมาใช้อย่างแพร่หลายในวงการการศึกษาไทยมามากกว่า 10 ปี เพื่อใช้เรียกสื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่มีการออกแบบและพัฒนาขึ้นสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งแนวคิดของการออกแบบและพัฒนาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์มุ่งเน้น การจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยๆ ที่มีเนื้อหา สาระ การเรียนรู้เฉพาะหรือเป็นเรื่องย่อยๆ สั้นๆ รวมทั้งสามารถนำมาใช้ร่วมกันและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ส่งผลให้การออกแบบและพัฒนา สื่อการเรียนรู้ตามแนวคิด นี้เป็นเรื่องที่ค่อนข้างง่ายและใช้เวลาไม่นาน รวมทั้งได้สื่อการเรียนรู้ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อรองรับการจัดการเรียนการสอน ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่สำคัญ โดยเฉพาะ ที่มีนำเสนอเฉพาะแก่นของ เนื้อหาสาระ เรื่องย่อยๆ เท่านั้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เป็นจุดเปลี่ยนที่สำคัญของแนวทางการสร้างสื่อเพื่อการเรียนรู้ จากเดิมที่ต้องใช้เวลา ในการ ออกแบบและ พัฒนาค่อนข้างยาวนาน จนบางครั้ง ส่งผล กระทบให้ ผู้ที่สร้างหรือคิดจะสร้างต้องเลิกล้มโครงการ หรือการดำเนินงานได้ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบของการพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ดังต่อไปนี้

2.1.1 ความหมายของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

กิดานันท์มลิทอง (2548) ให้คำจำกัดความ ว่า เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เป็นหน่วยการสอนขนาดเล็กที่ใช้ในระบบอีเลิร์นนิงที่มีเนื้อหาเป็นอิสระภายในตัวเอง โดยเลิร์นนิงอ็อบเจกต์แต่ละหน่วยจะมีส่วนประกอบของไฟล์ดิจิทัลรูปแบบต่าง ๆรวมกันอยู่ในหน่วยนั้น ผู้ใช้สามารถนำแต่ละหน่วยดังกล่าวมาใช้ร่วมกัน เพื่อ สร้างเป็นบทเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือใช้ซ้ำในเรื่องอื่น ๆได้อีกอย่างไม่มีขอบเขตจำกัด

อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี (2549)ให้คำนิยามว่า ความเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ คือ สื่อดิจิทัลที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้สนับสนุนการเรียนรู้และสามารถนำมาใช้ใหม่ หรือใช้ซ้ำได้ซึ่งจากนิยามดังกล่าวทำให้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์มีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ (1) เป็นสื่อดิจิทัล (2) ใช้สนับสนุนการเรียนรู้ ที่ครอบคลุมถึงการใช้ในการการศึกษาและการฝึกอบรมและ (3) นำมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำได้

ใจทิพย์ณ สงขลา (2550)อธิบายเกี่ยวกับ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ว่า หมายถึง เนื้อหาสาระของความรู้หรือบทเรียน ในรูปของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ข้อความ ภาพหรือเสียงที่มีขนาดพอเหมาะ สร้างตามมาตรฐานสากลและนำเสนอเผยแพร่ออนไลน์

ศยามน อินสะอาด(2553) กล่าวถึง เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ว่าเป็น สื่อการ สอนดิจิทัลหรือหน่วยการสอนขนาดเล็กต่าง ๆที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่โดยการจัดเรียงลำดับเนื้อหาใหม่ เกิดเป็นบทเรียนขึ้นใหม่ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ เช่น วัตถุประสงค์การเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ และแบบทดสอบ

นอกจากนี้ ถนอมพรเลาหจรัสแสง (2550) ได้สรุปคำนิยามของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามแนวคิดของนักวิชาการต่าง ๆ ออกเป็น 2 กลุ่มคือ

- กลุ่มที่หนึ่ง เป็นการนิยามเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ไว้อย่างกว้าง ๆ ว่าเป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ใด ๆ ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษา โดยอาจจะอยู่ในรูปของไฟล์เอกสาร ไฟล์เสียง ไฟล์ภาพ รวมทั้งบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้การนำเสนอข้อมูล สารสนเทศ ความรู้ และแนวคิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นกลุ่มของการให้นิยามที่มักมุ่งเน้นในเรื่องของความสามารถของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) การใช้ร่วมกัน (Sharability)และการทำงานร่วมกัน (Interoperability) โดยจะเกี่ยวข้องกับมาตรฐาน (Standard) และเมทาดาทา (Matadata) ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ รวมถึงการสร้างคลังของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์(Learning Object Repository)

- กลุ่มที่สอง เป็นการนิยามเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในมุมมองทางด้านการศึกษา (Pedagogical View) ซึ่งจำกัดขอบเขตการนิยามเฉพาะในลักษณะของหน่วยการเรียนการสอนในรูปแบบดิจิทัล ที่มีความสมบูรณ์แบบในตนเอง ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ เนื้อหาที่นำเสนอแนวคิดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือหลายเรื่องก็ได้ แต่จะต้องมีการออกแบบให้มีการบูรณาการแนวคิดนั้น ๆ ให้เป็นเรื่องเดียวกัน ซึ่งจะมีแบบฝึกหัดเชิงโต้ตอบและ /หรือแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและควรจะมีขนาดกะทัดรัดซึ่งหมายถึงผู้เรียนสามารถใช้เวลาประมาณ 10-12 นาทีในการเรียนรู้เนื้อหาในเลิร์นนิงอ็อบเจกต์แต่ละตัว

จากนิยามและความหมายของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ประมวลแนวคิดและสรุปนิยามคำว่า เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ สำหรับงานวิจัย นี้ได้ว่าเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects: LOs) หมายถึง เนื้อหาสาระของความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งสำหรับการเรียนรู้ที่มีการรวมทรัพยากรดิจิทัลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น รูปภาพ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง เป็นต้น เข้าด้วยกัน ซึ่งได้รับการออกแบบให้ มีองค์ประกอบสำคัญ สำหรับการเรียนรู้ เช่น วัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระของความรู้หรือบทเรียน แบบทดสอบและการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ทั้งนี้ จะต้องมี ข้อมูลที่สามารถบ่งชี้ให้เห็นถึงลักษณะประจำของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์แต่ละตัวว่ามีลักษณะประจำใดบ้างที่คล้ายกันบางส่วนหรือคล้ายกันทั้งหมด กับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์อื่น ๆ โดย เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และองค์ประกอบต่าง ๆ ในเลิร์นนิงอ็อบเจกต์สามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำได้

2.1.2 คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

การให้คำจำกัดความของคำว่า คุณลักษณะเฉพาะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์(Learning Objects Characteristics)นั้น มีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับมุมมองและวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิดและการให้นิยามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

แนวคิดเกี่ยวกับ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ในทัศนะของ นักวิชาการด้านการศึกษา(Gibbons, Nelson and Richard, 2000; ถนอมพรเลาหจรัสแสง , 2550)ได้กล่าวถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ว่าจะต้องมีคุณลักษณะเฉพาะที่เกี่ยวข้องในลักษณะที่เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ ได้แก่

1) เป็นสื่อดิจิทัลที่สามารถบันทึกและเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล มีมาตรฐานรองรับในการจัดเก็บและสามารถตรวจสอบได้

2) สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) เป็นคุณลักษณะที่ครอบคลุมทั้งในส่วนของความสามารถในการเลือกนำอ็อบเจกต์ย่อย ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ กลับมาใช้ เช่น เสียงบรรยาย ภาพนิ่งประกอบเนื้อหา หรือภาพเคลื่อนไหว เป็นต้นและรวมถึงความสามารถในการนำทรัพยากรวัตถุดิบที่ใช้ในการสร้างเลิร์นนิงอ็อบเจกต์กลับมาใช้ เช่น เทมเพลต ปุ่ม

3) สามารถใช้ร่วมกัน (Sharability) เป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถในการนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ไปใช้งาน ถึงแม้ว่าเลิร์นนิงอ็อบเจกต์นั้นจะอยู่บนระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ (Learning Object Management System: LMS) หรือระบบบริหารจัดการเนื้อหา (Learning Content Management System: LCMS) ที่แตกต่างกัน ก็สามารถเข้าใช้งานเลิร์นนิงอ็อบเจกต์นั้น ๆ ได้

4) สามารถทำงานร่วมกัน (Interoperability)เป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถในการเข้าถึงและใช้งานเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้เต็มประสิทธิภาพแม้ว่าผู้ใช้จะเลือกใช้เครื่องมือในการเข้าถึงและใช้งานเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่แตกต่างกัน เช่น มือถือหรือคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือพีดีเอ

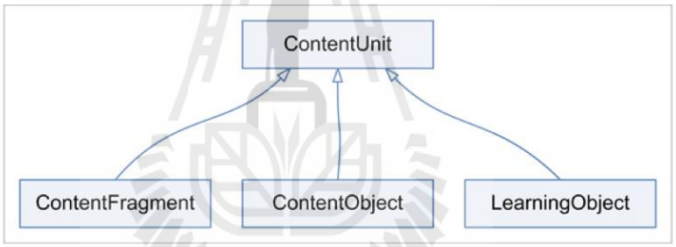
5) ขนาดกะทัดรัด (Bite-Sized/Granularity) เป็นคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่บ่งบอกเกี่ยวกับเกณฑ์ของเวลาที่ผู้เรียนใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาจากเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ โดยไม่ควรเกิน 10-12 นาที ซึ่งจะทำให้ได้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์มีขนาดกะทัดรัด

6) ความสมบูรณ์ในตนเอง (Self-Contained) เป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกว่าเลิร์นนิงอ็อบเจกต์นั้นจะต้องมีความสมบูรณ์ในตัวเองเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหา แบบฝึกหัด และ /หรือ แบบทดสอบ ทั้งนี้ อาจเป็นในลักษณะของการออกแบบกลยุทธ์การเรียนแบบบอกตรง (Expository Instruction) หรือแบบอ้อม ๆ (Inductive Instruction)ก็ได้

7) เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Conductive to Learning) เป็นคุณลักษณะที่ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ในลักษณะที่สามารถนำไปเชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงของผู้เรียนได้

เป็นการนำเสนอเนื้อหาสาระที่มีการออกแบบให้สิ่งแวดล้อมมีความเสมือนจริงและเอื้อต่อการเรียนรู้ เช่น การจำลอง (Simulation) เกม การค้นพบหรือการสำรวจ เป็นต้น

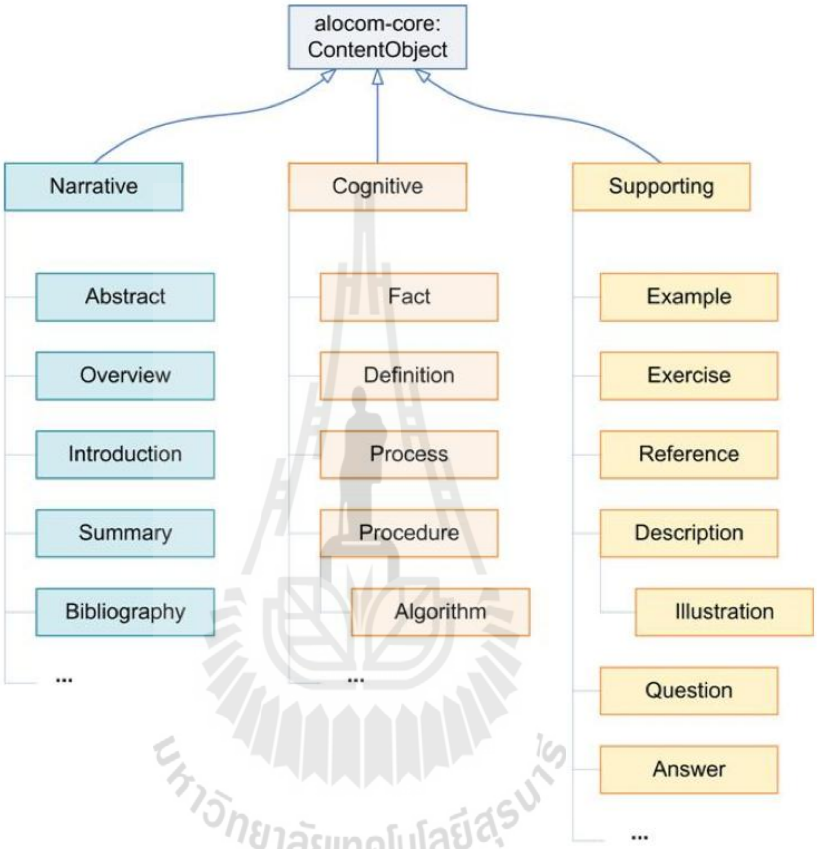
นอกจากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ได้มีการให้คำนิยามเกี่ยวกับ คุณลักษณะเฉพา ะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ในรูปแบบของการอธิบายหรือบรรยายลักษณะ โครงสร้างความสัมพันธ์ รวมทั้งการให้ข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเฉพาะ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ใด ๆ ในลักษณะของเมทาดาทา (Metadata) และออนโทโลยี (Ontology) ทั้งนี้ การนิยามดังกล่าวจะมีรายละเอียดของ การอธิบายหรือบรรยายลักษณะที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ไปใช้งาน ซึ่งการให้บรรยายคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบเมทาดาทา เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการสืบค้นข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน เช่นมาตรฐานลอม (IEEE LOM : IEE Learning Object Matadata Standard)(IEEE, www,2002) และดับลินคอร์เมทาดาทา (Dublin Core Metadata) (DCMI, www, 2013) โดยอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับเมทาดาทาในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 2.1คลาสหลักของออนโทโลยี ALOCoM (www, 2010)

ส่วนของการนิยามคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบออนโทโลยี (LearningObject Ontology) เป็นการอธิบายหรือบ่งบอกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ใด ๆ ในรูปแบบโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะต่าง ๆ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อให้สามารถรองรับการสืบค้นเชิงความหมายได้ จากการศึกษาพบว่า ออนโทโลยี ALOCoM(Verbert,Jovanovic ́,Duval,Gas ̆ evic ́ andMeire, 2006, pp.67-74) เป็นออนโทโลยีที่มีการอธิบายโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ไว้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะคุณลักษณะที่ เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์นั้น โดยโครงสร้างของออนโทโลยี ALOCoMประกอบด้วย คลาสหลัก 3คลาสคือ คลาสการแบ่งเนื้อหา (ContentFragment Class)คลาสอ็อบเจกต์ของเนื้อหา (ContentObject Class) และคลาสเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (LearningObject Class) (ดังรูปที่ 2.1) ในส่วนของคลาสอ็อบเจกต์ของเนื้อหาแบ่งชนิด

ของอ็อบเจกต์ของเนื้อหาออกเป็น 3คลาสย่อยคือ เนื้อหาแบบเรื่องเล่า (Narrative Content Type) เนื้อหาที่เป็นกระบวนการคิด (Cognitive Content Type)และเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุน (Supporting Content Type) และภายใต้เนื้อหาแต่ละประเภทยังได้มีการแบ่งกลุ่มย่อยของเนื้อหาลงไปอีก ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2ชนิดของอ็อบเจกต์ของเนื้อหาตามกรอบแนวคิดของออนโทโลยี ALOCoM(www, 2014)

จะเห็นได้ว่าแนวคิดของการให้คำนิยามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ดังกล่าวข้างต้น เป็นการนิยามหรือให้ความหมายที่มีความสอดคล้องกับความหมายของคำว่าคุณลักษณะเฉพาะตามพจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน ซึ่งหมายถึง เครื่องหมายหรือสิ่งที่ชี้ให้เห็นความดีหรือลักษณะประจำดังนั้น ผู้วิจัยได้ประมวลแนวคิดและสรุปนิยามของคำว่าคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์(Learning Objects Characteristics) โดยใช้ตัวย่อ “LOsC”สำหรับงานวิจัยนี้ได้ว่าหมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่สามารถบ่งบอกหรือชี้ให้เห็น รายละเอียดเกี่ยวกับความสามารถของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ซึ่งหมายถึง บันทึกและจัดเก็บได้นำกลับมาใช้ใหม่ได้ ใช้ร่วมกันได้ และทำงานร่วมกันได้ และคุณสมบัติของเลิร์นนิง อ็อบ

เจกต์ซึ่งหมายถึงลักษณะเนื้อหาแบบเรื่องเล่า ลักษณะเนื้อหาที่เป็นกระบวนการคิด ลักษณะเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุนตัวอย่างเช่นคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์A ได้แก่ มีความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่และสามารถทำงานอยู่บนระบบ LMS ที่แตกต่างกันได้โดยมีรูปแบบของไฟล์มัลติมีเดีย (Multimedia) เป็นแบบ วีดิทัศน์ (Video) และ ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ส่วนของลักษณะ เนื้อหา (Content) เป็นการนำเสนอในรูปแบบ บทเรียน (Chapter)ที่มีการ สาธิต (Demo)พร้อมตัวอย่าง (Example) และ แบบฝึกหัด (Exercise)เป็นต้น ทั้งนี้ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ใด ๆ อาจจะมี คุณลักษณะเฉพาะที่คล้ายกันบางส่วนหรือ คล้ายกันทั้งหมดก็ได้เช่นคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์B มีความแตกต่างกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ A ในข้างต้นเพียงรายการเดียวคือ ไม่มีการนำเสนอในรูปแบบการสาธิต (Demo)

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ของงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นที่การศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ พฤติกรรมด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนอันเนื่องมาจาก ความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยมีเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เป็นสิ่งเร้าที่ไปกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้และตอบสนองซึ่งองค์ประกอบหลักของการเรียนรู้ได้แก่ ตัวบุคคล กระบวนการเรียนรู้ และสถานการณ์ในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นสภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบุคคล โดยองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการเรียนรู้คือ ตัวบุคคล เพราะการเรียนรู้จะไม่สามารถเกิดขึ้นได้ถ้าไม่มีบุคคลหรือบุคคลไม่ยอมรับรู้ โดยมีปัจจัยด้านความแตกต่างของแต่ละบุคคลที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ ได้แก่ ความสนใจ ความถนัด ความสามารถ รูปแบบการเรียนรู้ ช่วงวัยและเพศ (มาลินี จุโฑปะมา , 2554, หน้า 11-12) ดังนั้นเพื่อให้การออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ สามารถแนะนำ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่เหมาะสมให้กับผู้เรียนที่มีคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกันได้ จึงจำเป็นต้องศึกษาแนวคิดด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลที่เกี่ยวข้องพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference)

สุรางค์โคว้ตระกูล (2545, หน้า 131-152)กล่าวว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลหมายถึงความแตกต่างทางลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ ระหว่างบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ซึ่งสามารถสรุปความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้ดังนี้

1) ความแตกต่างระหว่างบุคคลทางเชาว์ปัญญา เป็นการใช้แบบทดสอบเชาว์ปัญญาสำหรับแบ่งระดับความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้สามารถระบุ ได้ว่าบุคคลนั้น ๆ มีเชาว์ปัญญาอยู่ในระดับใด เช่น อัจฉริยะ ฉลาดมาก เก่ง ปานกลาง หรือปัญญาอ่อน

2) ความแตกต่างระหว่างบุคคลทางความคิดสร้างสรรค์ เป็นผลของความคิดที่แสดงให้เห็นถึงการเชื่อมโยงหรือการรวบรวมของส่วนต่าง ๆ ทำให้เกิดผลที่ไม่มีใครคิดมาก่อนหรือเป็นการคิดทำลายสถิติ ซึ่งอาจใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์หรืออาจวัดได้จากผลงานของผู้เรียนอย่างไรก็ตามความคิดสร้างสรรค์นี้เป็นสิ่งที่ผู้สอน พ่อแม่ของผู้เรียนสามารถช่วยส่งเสริมได้

3) ความแตกต่างระหว่างบุคคลทางรูปแบบการคิด (Cognitive Styles)เป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อพฤติกรรมและการแสดงออกของแต่ละบุคคล ทั้งทางด้านสังคมและด้านการเรียนรู้ ซึ่งการที่ผู้สอนทราบว่า ผู้เรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคลเกี่ยวกับรูปแบบการคิดก็จะสามารถช่วยให้มีความเข้าใจผู้เรียนได้ดีขึ้น และหาวิธีสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีรูปแบบการคิดแตกต่างกัน

4) ความแตกต่างระหว่างบุคคลเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้(Learning Styles) ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลจะมีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เช่นผู้เรียนบางคนอาจจะเรียนรู้ได้ดีด้วยการใช้สายตาหรือการสังเกต บางคนอาจจะเรียนรู้ได้ดีด้วยการฟัง หรือบางคนอาจจะเรียนรู้ได้ดีถ้ามีการกำหนดเวลาที่แน่นอน ดังนั้น การเข้าใจถึงรูปแบบการเรียนรู้ของ แต่ละบุคคลจะทำให้สามารถออกแบบกระบวนการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับผู้เรียน

5) ความแตกต่างระหว่างเพศ เป็นความแตกต่างของสรีระวิทยาและลักษณะทางกายที่ส่งผลให้ความสามารถหรือพฤติกรรมบางอย่างระหว่างผู้ชายและผู้หญิงความแตกต่างกัน เช่น ความสามารถทางการจำรูปทรงสิ่งของต่างๆ ความสามารถทางคณิตศาสตร์และพฤติกรรมก้าวร้าว นอกจากนี้ ความแตกต่างระหว่างเพศยังขึ้นอยู่กับสังคมและวัฒนธรรมด้วย

นอกจากนี้ มาลิณีจุโฑปะมา (2554, หน้า 45-49, 63) ได้อธิบายความหมายของความแตกต่างระหว่างบุคคลเพิ่มเติมว่า หมายถึง ความไม่เหมือนกันของคนเราทั้งในด้านรูปร่าง หน้าตา ขนาดอัตราการตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ ตลอดจนด้านอื่น ๆ ของพฤติกรรมทั้งด้านร่างกาย ด้านอารมณ์ ด้านสังคมและด้านสติปัญญา ทั้งนี้ปัจจัยที่ทำให้บุคคลมีความแตกต่างกัน คือ พันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งพันธุกรรม (Heredity) เป็นลักษณะประจำตัวที่ไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เพศ อายุ รูปร่างลักษณะทางกาย และลักษณะทางปัญญา เป็นต้น ส่วนสิ่งแวดล้อม (Environment)หมายถึง สภาพภายนอกที่ล้อมรอบตัวบุคคลและมีอิทธิพลกับบุคคลนับตั้งแต่เริ่มปฏิสนธิและเจริญเติบโตในแต่ละช่วงวัยต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

สำหรับความแตกต่างระหว่างบุคคลด้านการเรียนรู้ อารี พันธ์มณี (2534, หน้า 34) ได้กล่าวไว้ว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ หมายถึง ความแตกต่างของแต่ละบุคคลหรือลักษณะเฉพาะตนในเรื่องการเรียนรู้หรือการสร้างพฤติกรรมใหม่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ

ความสามารถทางด้านสติปัญญา ความคิด ความจำ การแก้ปัญหาตลอดจนการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสม

จากนิยามดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับความชอบหรือการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ของแต่ละบุคคล ดังนั้น การออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ จึงกำหนดให้ความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล โดยกำหนดความหมายของคำว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคล หมายถึง ความแตกต่างทางลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ ของแต่ละ บุคคล ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมและ ความสามาร ถในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ด้วยการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เช่น เพศ อายุ ระดับชั้น รูปแบบการเรียนรู้ และลักษณะความชอบ

2.2.2 รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles)

ความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกเหนือจากการศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลแล้ว ยังพบว่ารูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนควบคู่กับรูปแบบการคิด (CognitiveStyle) และความสามารถทางการเรียน (มาลิณีจุโฑปะมา,2554, หน้า 63) คำว่า รูปแบบการเรียนรู้ มาจากคำภาษาอังกฤษว่า “Learning Styles”เป็นแนวคิดและทฤษฎีทางจิตวิทยาการศึกษาที่ถูกนำมาใช้และศึกษาวิจัยอย่างแพร่หลายและต่อเนื่องมาเป็นเวลากว่า 20 ปี แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ถูกนำไปใช้ใน การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้และถ่ายทอดความรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้ ผู้เรียนสามารถ ที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ ถ้าหากผู้จัดการศึกษามีความ รู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน จะช่วยให้สามารถวางแผนและจัดเตรียม กระบวนการจัดการ เรียนรู้ได้ อย่างเหมาะสมกับผู้เรียน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวคิดและการจัดประเภทของรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการกำหนดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 ความหมายของรูปแบบการเรียนรู้

โคล์บ (Kolb, 1984)กล่าวถึงรูปแบบการเรียนรู้ว่า เป็นวิธีการหรือช่องทางที่บุคคลรับรู้แล้วจัดการสิ่งที่ได้รับรู้นั้น ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะนิสัยทางพันธุกรรม ประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างบุคคล

ดวงกมลไตรวิจิตรคุณ(2546) ได้สรุปความหมาย ของรูปแบบการเรียนรู้ไว้ 3 ลักษณะ คือ(1)วิธีการเรียนรู้ หรือยุทธวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน (2)ลักษณะการรับและคงไว้ซึ่งสิ่งที่เรียน และ (3)การมีปฏิสัมพันธ์และตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้

ดันน์และดันน์ (Dunn andDunn, 1993, p. 44) ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนรู้ ว่า เป็นสิ่งเร้าที่มีผลต่อความสามารถของคนแต่ละคนในการรับและเก็บสะสมข้อมูล ค่านิยมข้อเท็จจริงหรือมโนคติต่างๆ

สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (2551) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนรู้ เป็นวิธีการคิดและการเรียนรู้ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล เกิดจากการบูรณาการลักษณะทางกายภาพ อารมณ์และความรู้สึกนึกคิด ปรากฏให้เห็นว่าแต่ละคนมีวิธีการเรียนรู้ที่ดีที่สุดเป็นอย่างไร ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้เป็นพฤติกรรมที่สามารถปรับเปลี่ยนได้

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) โดยใช้ตัวย่อ “LS” สำหรับงานวิจัย นี้หมายถึง ข้อมูลที่บ่งบอกถึงวิธีการเรียนรู้หรือลักษณะการเรียนรู้ของแต่ละรายบุคคล ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความเฉพาะเจาะจงหรือแตกต่างกันตามลักษณะบุคลิกภาพของผู้ใช้หรือผู้เรียน โดยสามารถปรับเปลี่ยนได้เมื่ออยู่ในบริบทของการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

2.2.2.2 ประเภทของรูปแบบการเรียนรู้

การศึกษานี้จะขอนำเสนอ รูปแบบการเรียนรู้ 3 รูปแบบ ซึ่งเป็นแนวคิด ของรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่

1) รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของโคล์บ(Kolb,1984) แนวคิดนี้ได้จำแนกผู้เรียนออกเป็น 4แบบโดยยึดหลักทฤษฎีการเรียนเชิงประสบการณ์ (TheTheoryof Experimental Learning)ดังนี้

1.1) แบบคิดอเนกมัย (Divergent) เป็นรูปแบบการเรียนที่เน้นการใช้ประสบการณ์ ความรู้สึก การทำความเข้าใจกับประสบการณ์ที่ตนได้รับ ผู้เรียนแบบนี้มีความสามารถในการรับรู้และสร้างจินตนาการต่าง ๆ ขึ้นเอง สามารถไตร่ตรองจนมองเห็นภาพรวมจะ ทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องการความคิดหลากหลายจะให้ความสนใจต่อบุคคล วัฒนธรรมต่าง ๆ

1.2) แบบดูดซึ ม(Assimilation)เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการไตร่ตรองทำความเข้าใจในประสบการณ์ที่ตนได้รับและการใช้เหตุผลความคิดเป็นผู้ที่มีความสามารถในการสรุปหลักการ สนใจในทฤษฎีไปประยุกต์ใช้

1.3) แบบคิดเอกนัย (Convergent)เป็นรูปแบบการเรียนที่เน้นการใช้เหตุผล ความคิด และนำความคิดไปทดลองปฏิบัติ เป็นผู้ที่มีความสามารถในการนำแนวคิดที่เป็น

นามธรรมไปใช้ปฏิบัติ สามารถสรุปหาวิธีการที่ดีที่สุดที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ เป็นผู้ที่ใช้เหตุผล ชอบทำงานกับวัตถุมากกว่าบุคคลมักมีความสนใจเฉพาะเจาะจงในสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

1.4) แบบปรับปรุง (Accommodation) เป็นรูปแบบการเรียนที่เน้นการนำความคิดไปทดลองปฏิบัติและการแสวงหาประสบการณ์ ผู้เรียนแบบนี้เป็นผู้ที่ชอบการปฏิบัติทดลอง มักทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องใช้การปรับตัว มีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ตนทดลอง มักทำงานได้ดีในสถานการณ์ที่ต้องใช้การปรับตัว มีแนวโน้มที่จะแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่ตนคิดขึ้นเอง ชอบลองผิดลองถูก ชอบทำงานกับคนอื่น

2) รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของดันน์ (Dunn, 1982) ได้แบ่งรูปแบบการเรียนออกเป็น 5 แบบ คือ

2.1) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการฟัง นักเรียนแบบนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดีด้วยการฟังและมักใช้การพูดโต้ตอบมากกว่าการอ่าน ชอบฟังการบรรยาย ชอบฟังเพลงและฟังเสียงที่มีระดับและท่วงทำนองต่าง ๆ ได้ดี ชอบการอภิปราย พูดคุยกับเพื่อนนักเรียน

2.2) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการรับรู้ทางสายตา นักเรียนแบบนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดีด้วยการมองดูและการอ่าน จึงชอบดูแผนภูมิ แผนภาพ ออแกไนเซอร์แบบกราฟฟิกจึงเป็นเครื่องมือสำคัญ นักเรียนกลุ่มนี้ยังเรียนรู้ได้ดีจากสี เพราะสีมีความหมายต่อพวกเขาเหล่านั้น

2.3) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการสัมผัส นักเรียนแบบนี้จะรับรู้ข้อมูลได้ดีด้วยการสัมผัสแตะต้อง เช่น การเขียน การวาดภาพ การมีส่วนร่วมในประสบการณ์ตรง หรือประสบการณ์รูปธรรม

2.4) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการเคลื่อนไหว นักเรียนแบบนี้จะรับรู้ ข้อมูลได้ดีด้วยการลงมือทำและด้วยการเคลื่อนไหวที่ไปมา นักเรียนจึงชอบกิจกรรมที่มีความหมายและสัมพันธ์กับชีวิตจริง

2.5) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการสัมผัสและเคลื่อนไหว นักเรียนแบบนี้ต้องการมีส่วนร่วมในกิจกรรม ชอบกิจกรรมบทบาทสมมติและสถานการณ์จำลอง ชอบเดินไปมาในห้องอย่างอิสระ

3) รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดกราชาและไรช์แมน(Grashaand Reichmann,1975)ได้แบ่งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนตามลักษณะบุคลิกภาพของผู้เรีย นออกเป็น6 แบบ คือ

3.1) แบบอิสระ (Independent Style) ลักษณะของผู้เรียนแบบนี้ เป็ นคนที่ชอบคิดและทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง แต่จะรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น ๆ ในชั้นเรียน ผู้เรียนพวกนี้จะตั้งใจเรียนเนื้อหาที่ตนเองรู้สึกว่าสำคัญ และมั่นใจใ นความสามารถในการเรียนรู้ของตนเองเป็นอย่างมาก

3.2) แบบพึ่งพา (Dependent Style) ลักษณะผู้เรียนแบบนี้ เป็นคนที่มีความอยากรู้อยากเห็นทางวิชาการน้อย จะเรียนรู้เฉพาะเรื่องที่ถูกกำหนดไว้ให้เรียน ผู้เรียนแบบนี้จะมองผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเป็นแหล่งของโครงสร้างความรู้และเป็นแหล่งสนับสนุนทางวิชาการ (Sources of Structure and Support) และจะเห็นผู้สอนเป็นที่พึ่งในเรื่องแนวทางการศึกษาและต้องการให้ผู้สอนบอกว่าควรจะทำอะไร

3.3) แบบร่วมมือ(Collaborative Style) ลักษณะของผู้เรียนแบบนี้เป็นคนที่มีความรู้สึกว่าเขาจะสามารถเรียนรู้ได้ดีด้วยการแสดงความคิดเห็นและร่วมกันใช้ความสามารถที่ทุกคนมีอยู่ ผู้เรียนพวกนี้จะพยายามร่วมมือกับผู้สอนและเพื่อนในกิจกรรมการเรียนการสอน ชอบที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยมีความเห็นว่าห้องเรียนเป็นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction) และเรียนรู้เนื้อหาวิชา

3.4) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidant Style) ลักษณะของผู้เรียนแบบนี้เป็นคนที่ไม่สนใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนในห้องเรียน ไม่ชอบที่จะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนร่วมกับเพื่อนและผู้สอน ไม่สนใจในสิ่งที่เกิดขึ้นในห้องเรียนมีความคิดว่าการเรียนในชั้นเป็นสิ่งที่ไม่น่าสนใจ

3.5) แบบแข่งขัน (Competitive Style) ลักษณะผู้เรียนแบบนี้ เป็นคนที่เรียนรู้ด้วยการพยายามทำในสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าคนอื่นในห้องเรียนมีความรู้สึกว่าจะต้องแข่งขันกับเพื่อน ๆ ในห้องเรียนเพื่อที่จะได้รับรางวัล เช่น คะแนนที่ดีกว่าหรือได้รับคำชมเชยจากผู้สอนและคิดว่าการเรียนในห้องเรียนจะต้องมีการแพ้หรือชนะ และเขาจะต้องเป็นผู้ชนะเสมอ

3.6) แบบมีส่วนร่วม (Participant Style) ลักษณะผู้เรียนแบบนี้ เป็นคนที่ต้องการเรียนรู้เนื้อหาวิชาและชอบที่จะเข้าเรียนในห้องเรียน

ผลที่ได้จากงานวิจัยด้านรูปแบบการเรียนรู้และรูปแบบการคิดของผู้เรียน แสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้ วิธีการ สอน วัสดุ หรือสื่อการสอนและ การจัด สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับรูปแบบการคิด และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน และมีผลต่อความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน (Kolb, 1991; Jonassen and Grabowski, 1993; Caldwell and Ginthier,1996; Dunn, et al.,1995; Cassidy, 2004) นอกจากนี้ ผลการวิจัยของดาร์กและเจเซอร์ (Dağ and Geçer, 2009) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง พฤติกรรม การเรียนรู้กับรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนเพียงอย่างเดียว แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนยังขึ้นอยู่กับการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน รวมถึงกลยุทธ์และวิธีการสอนของผู้สอน ด้วยดังนั้น งานวิจัยนี้จึง กำหนดให้รูปแบบการเรียนรู้ ซึ่ง เป็นส่วนหนึ่งความแตกต่างระหว่างบุคคล ให้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่มีการนำแนวคิดการจำแนก รูปแบบการเรียนรู้ ของผู้เรียนด้วย หลักทฤษฎี ต่าง ๆ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ กราชาและไรช์แมน (Grasha and Reichmann, 1975) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมนำไปประยุกต์ใช้เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา (Maneenil et al., 2010; Thonthai, 2009) เป็นการแบ่งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามลักษณะบุคลิกภาพ ซึ่งมีความเหมาะสมกับกลุ่มประชากรของงานวิจัยนี้ ที่เป็นผู้เรียนในระดับ มัธยมศึกษา ที่มีความต้องการสืบค้น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและใช้เป็นส่วนเสริมสำหรับการเรียนรู้ในชั้นเรียน ดังนั้น ข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นส่วนหนึ่งข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลสำหรับออกแบบและพัฒนาแบบจำลองในงานวิจัยนี้ จึงเลือกใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ กราชาและไรช์แม นที่มีการจัดกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 6 รูปแบบได้แก่ แบบอิสระ แบบพึ่งพา แบบร่วมมือ แบบหลีกเลี่ยง แบบแข่งขัน และแบบมีส่วนร่วม

2.3 กระบวนการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดกาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยมุ่งเน้นการศึกษาแนวคิดที่นำมาใช้เพื่อการรวบรวม จัดเก็บ จำแนกและจัดระบบเพื่อให้สามารถสืบค้นและเข้าถึงข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้ง่าย โดยแบ่งการศึกษากระบวนการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเมทาดาทาสำหรับบรรยายเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และคลังคำศัพท์สำหรับการสร้างตัวแทนและการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.1 เมทาดาทาสำหรับการบรรยายเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.3.1.1 ความหมายของเมทาดาทา

คำว่า เมทาดาทา (Metadata) เป็นคำศัพท์ที่ถูกบัญญัติขึ้นมา เมื่อราวปลายศตวรร ษที่ 1980โดยคำว่า “ Meta”มาจากภาษากรีกในความหมายว่า “about”หรือ “เกี่ยวกับ ” ดังนั้น เมทาดาทาจึงมักหมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลอีกชุดหนึ่ง (Data about Data) หรือสารสนเทศเกี่ยวกับสารสนเทศอีกชุดหนึ่ง (Information about Information) ซึ่งในปี ค.ศ. 2004National Information Standard Organization (NISO) ได้อธิบายความหมายของเมทาดาทาว่า หมายถึง ข้อมูลที่จัดทำขึ้นอย่างมีโครงสร้าง (Strutured Information) เพื่อใช้บรรยายลักษณะ บอกตำแหน่ง หรือให้ข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับเอกสารหนึ่ง เพื่อให้การสืบค้นสารสนเทศนำสารสนเทศไปใช้ และจัดการสารสนเทศทำได้ง่ายขึ้น (นิศาชล จำนงศรี, 2554, หน้า 77)

วิศปัตย์ ชัยช่วย (2556, หน้า 39-40)ได้กล่าวว่า ถึงแม้ว่า เมทาดาทาจะสามารถแปลความหมายตรงตัวได้ว่า เมทาดาทาคือ ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลอีกชุดหนึ่งก็ตามยังพบว่ามี

การนำคำว่าเมทาดาทาไปใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ทำให้ได้ความหมายที่เปลี่ยนไปตามมุมมองของแต่ละสาขาวิชา ดังสรุปในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1เปรียบเทียบความหมายของคำว่าเมทาดาทาในแต่ละสาขาวิชา
(วิศปัตย์ ชัยช่วย, 2556, 39-40)

สาขาวิชา	ความหมาย
ระบบสารสนเทศ	- ชุดของมาตรฐานทางอุตสาหกรรมหรือกฎเกณฑ์มาตรฐาน ข้อมูลภายในและภายนอก รวมถึงข้อมูลที่จำเป็น เพื่อใช้สำหรับระบุบ่งชี้ (Identification) การเป็นตัวแทน (Representation) ของข้อมูลที่มีอยู่ในระบบสารสนเทศครอบคลุมถึงความสามารถในการทำงานร่วมกันระหว่างระบบ (Interoperability) การจัดการด้านเทคนิค ข้อมูลสมรรถนะ และการใช้ข้อมูลที่อยู่ในระบบสารสนเทศ (Baca andGetty Research Institute, 2008)
เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT)	- ข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลหนึ่งซึ่งถูกสร้างหรือกำหนดขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์ในการช่วยทำหน้าที่บางประการ เช่น ใช้สำหรับให้ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสืบค้นข้อมูลจากคลังข้อมูลหรือเว็บไซต์ และมีความจำเป็นในการเชื่อมโยงความหมายต่าง ๆ ไปยังตัวสารสนเทศ(Kettunen, Hautala, andKantola, 2009)
คลังข้อมูล (Data warehouse)	- สารสนเทศทุกอย่างที่อยู่ในสภาพแวดล้อมของคลังข้อมูลซึ่งไม่ได้เป็นตัวข้อมูลจริง แต่เป็นข้อมูลบริบทของข้อมูลจริง เช่น ข้อมูล นั้น ๆ ถูกสร้าง ขึ้นตั้งแต่เมื่อไร ได้มาจากระบบไหนแล้วจะถูกนำไปเก็บไว้ที่ไหน โดยมีใครเป็นเจ้าของรวมทั้งจะนำไปใช้ได้อย่างไร ทั้งนี้ เมทาดาทาจะเป็นตัวช่วยผู้ใช้ในการค้นหาและเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในคลังข้อมูล(Kimball,1998)
บรรณารักษ-ศาสตร์ และสารสนเทศศาสตร์	- สารสนเทศที่ถูกจัดทำขึ้นอย่างมีโครงสร้าง เพื่อใช้ สำหรับ อธิบายเกี่ยวกับทรัพยากรสารสนเทศหนึ่งโดยไม่ มีข้อ จำกัด เกี่ยวกับ รูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นอิเล็กทรอนิกส์หรือไม่ก็ตาม(Caplan, 2003) - ข้อมูลที่ใช้บรรยายลักษณะของทรัพยากรสารสนเทศอย่างเป็นแบบแผน โดยไม่มีข้อจำกัดว่าจะ ต้องอยู่ในรูปแบบของดิจิทัลหรือไม่ก็ตาม เพื่อ ช่วยให้การจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Hilmann, Westbrooks, andAmerican Library Association, 2004)ข้อมูลที่บรรยายเนื้อหารูปแบบหรือคุณลักษณะของทรัพยากรสารสนเทศสามารถประยุกต์ใช้ในการบรรยายทรัพยากรอิเล็กทรอนิกส์ ข้อมูลดิจิทัล รวมถึงทรัพยากรที่ตีพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร รายงาน ทั้งนี้ เมทาดา ทา อาจฝังไว้กับตัว ทรัพยากรสารสนเทศ เช่น เอกสารHTMLส่วนหัวของไฟล์ภาพ หรืออาจแยกไว้ต่างหากในฐานข้อมูล เช่นในกรณีของศิลปวัตถุ (Artifacts) ที่ไม่สามารถฝังเมทาดา ทาลงไปได้ (Haynes, 2004)

ตารางที่ 2.1เปรียบเทียบความหมายของคำว่าเมทาดาทาในแต่ละสาขาวิชา (ต่อ)

สาขาวิชา	ความหมาย
บรรณารักษ-ศาสตร์ และสารสนเทศศาสตร์ (ต่อ)	- ข้อมูลที่จัดทำขึ้นอย่างมีโครงสร้าง (Structured information) เพื่อใช้บรรยายลักษณะ บอกตำแหน่งหรือให้ข้อมูลอื่น ๆ เกี่ยวกับเอกสารหนึ่ง เพื่อให้การสืบค้นสารสนเทศ การนำสารสนเทศไปใช้ และการจัดการสารสนเทศทำได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้ประมวลแนวคิดและสรุปนิยามของคำว่าเมทาดาทาสำหรับงานวิจัยนี้ได้ว่า หมายถึงข้อมูลที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อบรรยายเนื้อหา (Content) บริบท (Context) และโครงสร้าง (Structure) ของทรัพยากรสารสนเทศ โดยมีการกำหนดชุดขององค์ประกอบย่อย (Element Set) ที่สามารถรองรับการนำไปใช้งานตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้

2.3.1.2 หน้าที่ของเมทาดาทา

NISO (2004) ได้แบ่งหน้าที่ของเมทาดาทา ออกเป็น 5 ประการ ได้แก่ (1) ช่วยให้ข้อมูลที่สนับสนุนการค้นพบสารสนเทศ ตามเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง (2) ช่วยให้ข้อมูลในการจัดการระบบสารสนเทศอิเล็กทรอนิกส์ (3) ช่วยให้ข้อมูลในการทำงานร่วมกันของระบบ (4) ช่วยให้ข้อมูลในการแสดงเลขหรือรหัสประจำตัวของทรัพยากรสารสนเทศ และ (5) ช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดเก็บและสงวนรักษาทรัพยากรสารสนเทศ ที่มีการแสดงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและการดำเนินงานต่าง ๆ ทำให้สามารถใช้งานทรัพยากรสารสนเทศนั้น ๆ ได้ในอนาคต วิศปัตย์ ชัยช่วย (2556, หน้า 44-45)เสนอผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์หน้าที่ของเมทาดาทาและจัดกลุ่มตามวัตถุประสงค์ใหญ่ ๆ ออกเป็น 3 ประการ คือ

(1) หน้าที่ในการอธิบายและการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศ โดยเมทาดาทาจะต้องให้ข้อมูลที่สำคัญ 4 ลักษณะคือ ข้อมูลที่ช่วยในการจำแนกทรัพยากร ข้อมูลที่ช่วยในการค้นพบสารสนเทศที่ต้องการตามเงื่อนไขการสืบค้น ข้อมูลที่ช่วยการจัดกลุ่มทรัพยากรสารสนเทศที่เหมือนกันหรือคล้ายกันไว้ด้วยกันได้และข้อมูลที่ช่วยในการเข้าถึงตัวทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการได้

(2) หน้าที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรสารสนเทศ โดยเมทาดาทาจะต้องให้ข้อมูลเชิงเทคนิคเกี่ยวกับการจัดสร้างทรัพยากรสารสนเทศข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการด้านลิขสิทธิ์ตลอดจนเงื่อนไขการนำไปใช้และการรักษาความปลอดภัยต่าง ๆ

(3) หน้าที่การทำงานร่วมกันระหว่างระบบ เป็นความสามารถของเมทาดาทาที่ทำให้คอมพิวเตอร์ต่างระบบปฏิบัติการสามารถนำข้อมูลไปประมวลผลร่วมกันได้ในความหมายเดียวกัน ซึ่งจะทำให้การสืบค้นสารสนเทศบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น หน้าที่ของเมทาดาทาในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องและอาศัยมาตรฐานต่าง ๆ ในการอธิบายและแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น Extensible Markup Language (XML) Standard Generalized Markup Language (SGML) เป็นต้น

2.3.1.3 ประเภทของเมทาดาทา

สามารถแบ่งประเภทของเมทาดาทาออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามหน้าที่หลักของเมทาดาทา (Caplan,2003; NISO, 2004) ได้แก่

1) เมทาดาทาเชิงพรรณนา (Descriptive Metadata) คือเมทาดาทาเพื่อการบรรยายทรัพยากรสารสนเทศ โดยมีวัตถุประสงค์ของการจัดทำขึ้นเพื่อสนับสนุนการสืบค้นและเข้าถึงทรัพยากรสารเทศ ในรูปแบบของการอธิบายหรือระบุลักษณะ รวมทั้ง รายละเอียด ทางบรรณานุกรมและเนื้อหาของเอกสาร เว็บไซต์ หรือ เอกสารดิจิทัล เช่น ชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่งปีที่พิมพ์ หัวเรื่อง หรือคำสำคัญ ทำให้ผู้ใช้สามารถสืบค้น (Searching) เข้าถึง (Discovery) จำแนกความแตกต่าง (Identification) และเลือก (Selection) ทรัพยากรสารสนเทศต่าง ๆ ตามความต้องการได้

2) เมทาดาทา เชิงโครงสร้าง (Structural Metadata) คือ เมทาดาทา เพื่อแสดงโครงสร้างของทรัพยากรสารสนเทศ เป็นข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายประเภท (Type) รุ่น (Version) ลักษณะโครงสร้างของทรัพยากรสารสนเทศ หรือเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของทรัพยากรสารสนเทศ ซึ่งเป็นแสดงและนำสารสนเทศไปสู่ผู้ใช้ ในรูปแบบของการอธิบายลักษณะโครงสร้าง หรือการจัดลำดับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเอกสารบนเว็บ หรือ เอกสารดิจิทัล เช่น ลักษณะการจัดเรียงลำดับหน้า จำนวนหน้าจำนวนบท/ตอน และการจัดเรียงลำดับ การจัดความสัมพันธ์ของหน้าต่าง ๆ ภายในเว็บไซต์ หรือ การจัดโครงสร้างของเว็บไซต์

3) เมทาดาทา เชิงการบริหาร (Administrative Metadata) คือ เมทาดาทาเพื่อการบริหารทรัพยากร เป็นเมทาดาทาที่แสดงถึงการจัดการข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดการและการบำรุงรักษา ทรัพยากรสารสนเทศ ตลอดอายุ หรือบางช่วงอายุ โดยสามารถแบ่งเมทาดาทาประเภทนี้ออกเป็น 2 ประเภทย่อย ได้แก่

3.1) เมทาดาทาเชิงเทคนิค (Technical Metadata) เป็นเมทาดาทาเพื่อการสงวนรักษาและให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างทรัพยากรสารสนเทศเช่น การกำหนดค่าความละเอียด (Resolution) ของข้อมูลดิจิทัล รูปแบบไฟล์ (File Format) วิธีการบีบอัดข้อมูล (Compression) วันที่

ทำการแปลงข้อมูล เป็นต้น เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าจะต้องใช้ซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ใดบ้าง หากต้องการใช้ทรัพยากรสารสนเทศ

3.2) เมทาดาทาด้านสิทธิความเป็นเจ้าของ (Right Matadata) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการเข้าใช้ ทรัพยากรสารสนเทศในเชิงลิขสิทธิ์หรือทรัพย์สินทางปัญญา เช่น การแจ้งให้ทราบถึงความเป็นเจ้าของ สิทธิในการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศระดับต่าง ๆ สิทธิในการนำไปใช้ เป็นต้น

2.3.1.4 เมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เป็นทรัพยากรสารสนเทศทางการศึกษา ที่มีการกำหนดโครงสร้างและคุณลักษณะเฉพาะได้อย่างชัดเจน ซึ่งในการออกแบบและพัฒนาระบบให้สามารถจัดการข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองรับการสืบค้น การเข้าถึงข้อมูลและการทำงานร่วมกันระหว่างระบบได้นั้น มีความจำเป็นต้องจัดทำเมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อทำหน้าที่ในการบรรยายลักษณะ บอกตำแหน่ง หรือให้ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์นั้น ๆ โดยพบว่า เค้าร่างเมทาดาทา (Metadata Schema) หรือชุดขององค์ประกอบเมทาดาทา (Set of Metadata Elements) สำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ได้รับความนิยมและถูกนำไปใช้ในงานในระบบอีเลิร์นนิง (e-Learning) และระบบคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Object Repository) ได้แก่ ดับลินคอร์เมทาดาทา (Dublin Core Metadata) และมาตรฐานลอม (Standard for Learning Object Metadata: LOM Standard) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ดับลินคอร์เมทาดาทา (Dublin Core Metadata)

ดับลินคอร์เมทาดาทา (Dublin Core Metadata)นิยมใช้ตัวย่อ “ DC” (DCMI, www, 2013) เป็นเมทาดาทาที่เป็นมาตรฐานสากลพัฒนาโดย Dublin Core Metadata Initiative (DCMI)มีจุดเริ่มต้นจากการ ประชุม หารือ กันของนักวิชาการสาขาต่าง ๆ จาก หลายประเทศในปี ค.ศ. 1995ที่จัดขึ้นครั้งแรก ณ เมืองดับลิน (Dublin) รัฐโอไฮโอ (Ohio) ซึ่งเป็นที่มาของชื่อดับลินคอร์ (Dublin Core) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดแบบแผนของเมทาดาทสำหรับอธิบายเนื้อหาและบริบทของทรัพยากรสารสนเทศเช่น วิดิทัศน์ เสียง ภาพ ข้อความ และสื่อผสม เป็นต้น ให้สามารถใช้งานได้หลายระบบ (Interoperability) ในปัจจุบันดับลินคอร์เมทาดาทา ได้รับมาตรฐาน ISO (International Organization for Standardization)คือ ISO15836:2009 (ISO, www, 2009) และมาตรฐาน ANSI/NISOZ39.85-2012(NISO, www, 2012)โดยมีองค์ประกอบหลักจำนวน 15 องค์ประกอบ (Elements)

ชุดองค์ประกอบของดับลินคอร์เมทาดาทา(The Dublin Core Metadata Element Set: DEMES) มีจำนวนทั้งสิ้น 15 องค์ประกอบ จัดแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1.1) กลุ่มขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศ หมายถึงองค์ประกอบที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะของเนื้อหาทรัพยากรสารสนเทศนั้น ๆ ซึ่งมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง จำนวน 7องค์ประกอบ ได้แก่ ชื่อเรื่อง (Title) หัวเรื่องหรือคำสำคัญ (Subjects and Keywords) ลักษณะเนื้อหาสารสนเทศ(Description)ประเภท (Resource Type) ต้นฉบับ (Source) เรื่องที่เกี่ยวข้อง (Relation) และขอบเขต (Coverage)

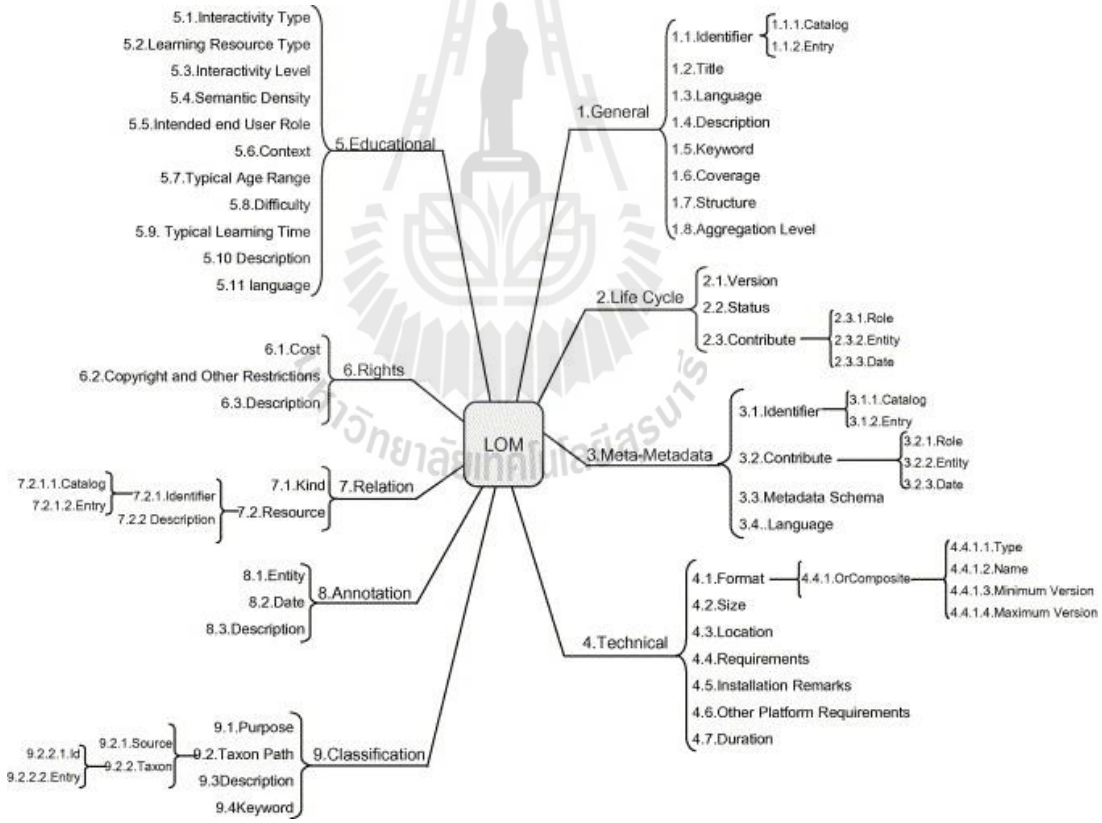
1.2) กลุ่มขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับ ทรัพย์สินทางปัญญา หมายถึง องค์ประกอบ ที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับ สิทธิทางกฎหมาย เพื่อบ่งบอกถึง ความเป็นเจ้าของทรัพยากรสารสนเทศนั้น ๆ ซึ่งมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง จำนวน 4องค์ประกอบ ได้แก่ ผู้แต่งหรือเจ้าของผลงาน (Author or Creator)สำนักพิมพ์ (Publisher)ผู้ร่วมงาน(Contributor) และการจัดการด้านสิทธิต่าง ๆ (Right Management)

1.3) กลุ่มขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับ รูปแบบที่ปรากฏให้ใช้งาน หมายถึง องค์ประกอบ ที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับ ลักษณะและการผลิต ซึ่งมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง จำนวน 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ปี (Date) รูปแบบ (Format) รหัส (Resource Identifier) และภาษา (Language)

ดับลินคอร์เมทาดาทา เป็นเมทาดาทาที่ได้รับความนิยม และถูกนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นเมทาดาทาที่ง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยผู้ใช้สามารถนำไปปรับใช้กับทรัพยากรสารสนเทศประเภทอื่น ๆ ได้ ซึ่งสามารถกำหนดกฎเกณฑ์ได้อย่างง่ายและไม่บังคับว่าต้องใช้กฎเกณฑ์หรือต้องใส่รายละเอียดทั้งหมด หากผู้ใช้พิจารณาเห็นว่าไม่จำเป็นก็สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการ (บุญเลิศ อรุณพิบูลย์, สุภาพร ชัยธัมมะปกรณ์ และฐิติมา ธรรมบำรุง, 2550)นอกจากนี้ ดับลินคอร์เมทาดาทา เป็นมาตรฐานเมทาดาทาที่มุ่งเน้นการทำงานร่วมกันผ่านเครือข่ายแบบออนไลน์ จึงเป็นเมทาดาทาที่ถูกนำไปใช้ในการอธิบายและสืบค้นข้อมูลทรัพยากรสารสนเทศในงานวิจัยสาขาวิชาต่าง ๆ สำหรับการใช้งาน ดับลินคอร์เมทาดาทา ในวงการการศึกษา โดยส่วนใหญ่มักจะถูกนำไปใช้ในระบบคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Object Repository) เช่น ระบบสืบค้น ทรัพยากรการเรียนรู้นานาชาติ (โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย, www, 2556) และระบบคลังข้อมูลดิจิทัล (Digital Repository) ที่พัฒนาด้วยดีสเปส (DSpace) ซึ่งเป็น โอเพนซอร์ส (Open Source) ที่ผู้ใช้ส่วนหนึ่งนิยมนำมาใช้สำหรับจัดเก็บเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และ /หรือทรัพยากรสารสนเทศ เนื่องจากเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นและสามารถรองรับการจัดเก็บทรัพยากรสารสนเทศในรูปแบบที่หลากหลายได้ (DSpace, www, 2014) เป็นต้น

2) มาตรฐานลอม (LOM Standard)

มาตรฐานลอม (LOM Standard)(IEEE, www, 2002) ย่อมาจากชื่อเต็มของมาตรฐานคือ IEEE Standard for Learning Object Metadataเป็นเมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกกำหนดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 2002 โดยคณะกรรมการมาตรฐาน ด้านเทคโนโลยี การเรียนรู้ (IEEE Learning Technology Standards Committee หรือ LTSC) (www, 2011)ของสถาบัน IEEE (TheInstituteofElectricaland Electronics Engineers) การพัฒนามาตรฐานลอมมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมาตรฐานของรูปแบบการอธิบายข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการสืบค้น และ สามารถ นำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ไปใช้งาน ได้หลายระบบ มาตรฐานลอมที่ ได้รับการประกาศเป็น มาตรฐานสาก ลของ IEEEคือ LEEE1484.12.1-2002 ซึ่งโครงสร้างเมทาดาทาของมาตรฐานลอมมีองค์ประกอบ (Elements) เพื่อใช้ในการ อธิบายข้อมูล เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวนทั้งสิ้น 68 องค์ประกอบโดยแบ่งออกเป็น 9 กลุ่มดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของมาตรฐานลอม(IMS, www, 2004)

จากรูปที่ 2.3สามารถอธิบายโครงสร้างเมทาดาทาของมาตรฐานลอมแต่ละกลุ่มขององค์ประกอบได้ดังนี้

2.1) กลุ่มคำอธิบายทั่วไป (General) เป็นกลุ่มขององค์ประกอบ ที่ใช้อธิบายข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ทั้งหมด มีจำนวนทั้งสิ้น 10 องค์ประกอบ ได้แก่ตัวระบุ (Identifier) (ซึ่งประกอบด้วย หมวดรายการ (Catalog) และการลงรายการ (Entry)) ชื่อเรื่อง (Title) ภาษา (Language) คำอธิบาย (Description) คำสำคัญหรือ คำค้น (Keyword) ขอบเขต (Coverage) โครงสร้าง (Structure) และระดับการรวมเนื้อหา (Aggregation Level)

2.2) กลุ่มวงจรชีวิต (Life Cycle) เป็นกลุ่มขององค์ประกอบ ที่ใช้ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับวงจรชีวิตของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์มีจำนวนทั้งสิ้น 6 องค์ประกอบ ได้แก่ เวอร์ชัน (Version) หรือสถานะ (Status) และผู้ร่วมงาน (Contribute) (ซึ่งประกอบด้วย บทบาท (Role) เอนทิตีที่ระบุเกี่ยวกับผู้ร่วมงาน (Entity) และวันที่มีเผยแพร่ (Date))

2.3) กลุ่ม ข้อมูลของเมทาดาทา (Meta-Metadata) เป็น กลุ่มขององค์ประกอบ ที่ใช้อธิบาย เกี่ยวกับเมทาดาทา ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลที่อธิบาย เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ มีจำนวนทั้งสิ้น 9 องค์ประกอบ ได้แก่ ตัวระบุ (Identifier)(ซึ่งประกอบด้วย หมวดรายการ (Catalog) และการลงรายการ (Entry))ผู้สร้างเมทาดาทา (Contribute) (ซึ่งประกอบด้วย บทบาท (Role) เอนทิตีที่ระบุเกี่ยวกับผู้ร่วมงาน(Entity) และวันที่เผยแพร่ (Date))เค้าร่างของเมทาดาทา (Metadata Schema) และภาษา (Language)

2.4) กลุ่มรูปแบบด้านเทคนิค (Technical) เป็นกลุ่มขององค์ประกอบที่ใช้อธิบายคุณลักษณะด้านเทคนิค และรูปแบบของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ มีจำนวนทั้งสิ้น 12 องค์ประกอบ ได้แก่ ชนิดของข้อมูล (Format) ขนาดของแฟ้มข้อมูล (Size) ที่ตั้ง (Location) ความต้องการ (Requirement) (ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มของความต้องการ (Or Composite) ชนิดที่ต้องการ (Type) ชื่อที่ต้องการ (Name) เวอร์ชันต่ำสุดที่ต้องการ (Minimum Version) เวอร์ชันสูงสุด ที่ต้องการ (Maximum Version)) วิธีติดตั้ง (Installation Remarks) ความต้องการอื่น ๆ (Other Pathform Requirements) และเวลาที่ต้องการ (Duration)

2.5) กลุ่ม คำอธิบายในเชิงการศึกษา (Educational) เป็น กลุ่มขององค์ประกอบ ที่ใช้อธิบายข้อมูลด้านการศึกษาและลักษณะการเรียนการสอน มีจำนวนทั้งสิ้น 11 องค์ประกอบ ได้แก่ประเภทของ กิจกรรมปฏิสัมพันธ์ (Interactivity Type) ประเภทของแหล่งเรียนรู้ (Learning Resource Type) ระดับของการปฏิสัมพันธ์ (Interactivity Level) ระดับความซับซ้อนเชิงความหมาย (Semantic Density) บทบาทของผู้ใช้ (Intended End User Role) บริบท (Context) ช่วงอายุที่เรียน (Typical Age Range) ระดับความยาก (Difficulty) ช่วงเวลาการเรียนรู้ (Typical Learning Time) คำอธิบาย (Description) และภาษา (Language)

2.6) กลุ่มสิทธิ์การเป็นเจ้าของ (Rights) เป็นกลุ่มขององค์ประกอบ ที่ใช้อธิบายข้อมูลคุณสมบัติเกี่ยวกับทรัพย์สินทางปัญญาและเงื่อนไขสำหรับการใช้ มีจำนวนทั้งสิ้น

3 องค์ประกอบ ได้แก่ค่าใช้จ่าย (Cost) ลิขสิทธิ์และข้อห้ามต่าง ๆ (Copyright and Other Restrictions) และคำอธิบายเกี่ยวกับเงื่อนไขการนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ไปใช้ (Description)

2.7) กลุ่มความสัมพันธ์ (Relation) เป็นกลุ่มขององค์ประกอบ ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง เลิร์นนิงอ็อบเจกต์นั้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์อื่น ๆ มีจำนวนทั้งสิ้น 6 องค์ประกอบได้แก่ลักษณะของความสัมพันธ์ (Kind) แหล่งทรัพยากร (Resource) ตัวระบุถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ใช้สร้างความสัมพันธ์ (Identifier)(ซึ่งประกอบด้วย หมวดรายการ (Catalog) และ การลงรายการ (Entry)และคำอธิบาย (Description))

2.8) กลุ่มคำอธิบายประกอบ (Annotation) เป็นกลุ่มขององค์ประกอบสำหรับแสดงรายละเอียด ความคิดเห็น ในการใช้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวนทั้งสิ้น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ บุคคลหรือองค์กรที่แสดงความคิดเห็น (Entity) เวลาที่แสดงความคิดเห็น (Date) และคำอธิบาย (Description)

2.9) กลุ่มการแยกประเภท (Classification)เป็นกลุ่มขององค์ประกอบที่ใช้อธิบายเกี่ยวกับ การจัดหมวดหมู่ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ มีจำนวนทั้งสิ้น 8 องค์ประกอบ ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการจัดหมวดหมู่(Purpose) แนวทางการจัดหมวดหมู่(Taxon Path) (ซึ่งประกอบด้วย แหล่งที่มาของระบบหมวดหมู่ที่ใช้ (Source) และหมวดหมู่ที่ใช้ (Taxon) ที่จะต้องมี รหัสของหมวดหมู่ที่ใช้ (ID) และการลงรายการ (Entry))คำอธิบาย (Description) และคำสำคัญหรือคำค้น (Keyword)

มาตรฐานลอม เป็นเมทาดาทาที่มีการกำหนดองค์ประกอบ (Elements) สำหรับนำไปอธิบายข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้อย่างครบถ้วน ทำให้มาตรฐานลอมเป็นเมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาระบบต่าง ๆ เช่น ระบบบริหารจัดการ เรียนการสอน (Learning Management System : LMS) ของมูเด้ิล (Moodle) ซึ่งเป็น โอเพนซอร์ส ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงของการพัฒนาระบบอีเลิร์นนิง (e-Learning) ของสถานศึกษาต่าง ๆ นั้น ซึ่งมูเด้ิลเป็นระบบที่ออกแบบอยู่บนพื้นฐานของมาตรฐานลอม (Moodle, www, 2014) นอกจากนี้ ยังพบว่ามีการศึกษาวิจัยที่มีการนำเมทาดาของมาตรฐานลอมไปใช้เป็นส่วนหนึ่ง ในการอธิบายรายละเอียดและจัดเก็บข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และ /หรือทรัพยากรสารสนเทศอื่น ๆ ทำให้ได้ระบบที่สามารถสืบค้นข้อมูลตามความต้องการของผู้ใช้ได้และ/หรือแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ (Soto, Garcia, and Sánchez-Alonso; 2007, สุภเวช หมื่นน้อย; 2550, ปัญฑาวีร์ เนินทราย; 2549)

จากการประมวลความรู้และแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเมทาดาทาดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นที่การสร้าง เมทาดาทาเชิงพรรณนา (Descriptive Metadata) เพื่อใช้ในการบรรยายลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยปรับใช้องค์ประกอบ (Elements) บางส่วนจากดับลินคอร์เมทาดาทาและบางส่วนมาตรฐานลอมและมีการเพิ่มเติมองค์ประกอบของเมทาดาทาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดด้าน คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Object

Characteristics) เข้าไปด้วย ทั้งนี้ เพื่อให้ได้เมทาดาทาที่สามารถบรรยายเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้อย่างครอบคลุม และรองรับ การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้

2.3.2 คลังคำศัพท์สำหรับการสร้างตัวแทนและการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

คลังคำหรือ คลังศัพท์ของระบบ (System Vocabularies) เป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ ซึ่งประกอบด้วย 6ส่วนได้แก่ ส่วนการคัดเลือกเอกสาร ส่วนการทำดัชนี ส่วนของคลังคำศัพท์ ส่วนของการค้น ส่วนของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้ใช้ และส่วนของการจับคู่ระหว่างตัวแทนเอกสารกับความต้องการของผู้ใช้ (Lancaster, 1986, p. 15) คลังคำที่ดีจะช่วย ให้การค้นคืนสารสนเทศสามารถทำ ได้ง่าย รวดเร็วและทันกับความต้องการของผู้ใช้ โดยคลังคำศัพท์จะทำหน้าที่ช่วยในการกำหนดคำที่เป็นตัวแทนเนื้อหาที่เหมาะสมให้กับสารสนเทศ ซึ่งในการออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เชิงความหมาย ในงานวิจัยนี้ จำเป็นต้องอาศัยคลังคำในการระบุความหมายของคำศัพท์ตามโครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ในคลังคำที่ได้กำหนดไว้ ในหัวข้อนี้จึงได้ ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคลังคำศัพท์ ได้แก่ บทบาทหน้าที่ของคลังคำโครงสร้างความสัมพันธ์ของคำในคลังคำ กระบวนของการพัฒนาระบบคลังคำ และแหล่งที่มาของคำในคลังคำ เพื่อประมวลความรู้ที่ได้ไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาคลังคำศัพท์เพื่อใช้สำหรับสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เชิงความหมายได้อย่างเหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.3.2.1 ความหมายของ คลังคำ

กุสุมา รักษมณี (2535, หน้า 46) ให้ความหมายของคลังคำในเชิงภาษาและวรรณกรรมไว้ว่า “คลังคำ เป็นหนังสือรวบรวมคำที่มีความหมายใกล้เคียงกัน หรืออยู่ในชุดคำเดียวกันมาไว้ด้วยกัน แล้วจัดหมวดหมู่เพื่อให้ผู้ใช้ค้นหาได้ง่ายขึ้น เป็นหนังสือที่ใช้เสริมพจนานุกรมอีกที โดยใช้สวนทางกับพจนานุกรม กล่าวคือ พจนานุกรมตั้งต้นที่คำไปสู่ความหมาย คลังคำตั้งต้นที่ความหมายไปสู่คำ”

นฤมล ปราชญโยธิน ทวีศักดิ์ กออนันตกูล และ เปรมิน จินดาวิมลเลิศ(2536, หน้า 49) และ นฤมล ปราชญโยธิน (2556, หน้า 49) ได้ให้ความหมายของคลังคำในความหมายของธิซอรัส (Thesaurus) ว่ามีรากศัพท์มาจากภาษากรีกและมีความหมายว่า ขุมคลัง ขุมสมบัติของสรรพสิ่ง สำหรับความหมายของคลังคำหรือธิซอรัส เมื่อถูกนำมาใช้ในงานสารสนเทศในลักษณะเป็นคลังคำศัพท์ควบคุม (Controlled Vocabulary) จะหมายถึง การกำหนดหรือแนะให้ใช้คำศัพท์คำใดคำหนึ่ง สำหรับคำหรือกลุ่มคำที่มีรูปต่างกันแต่มีความหมายเหมือนกัน และการประมวลคำศัพท์ที่

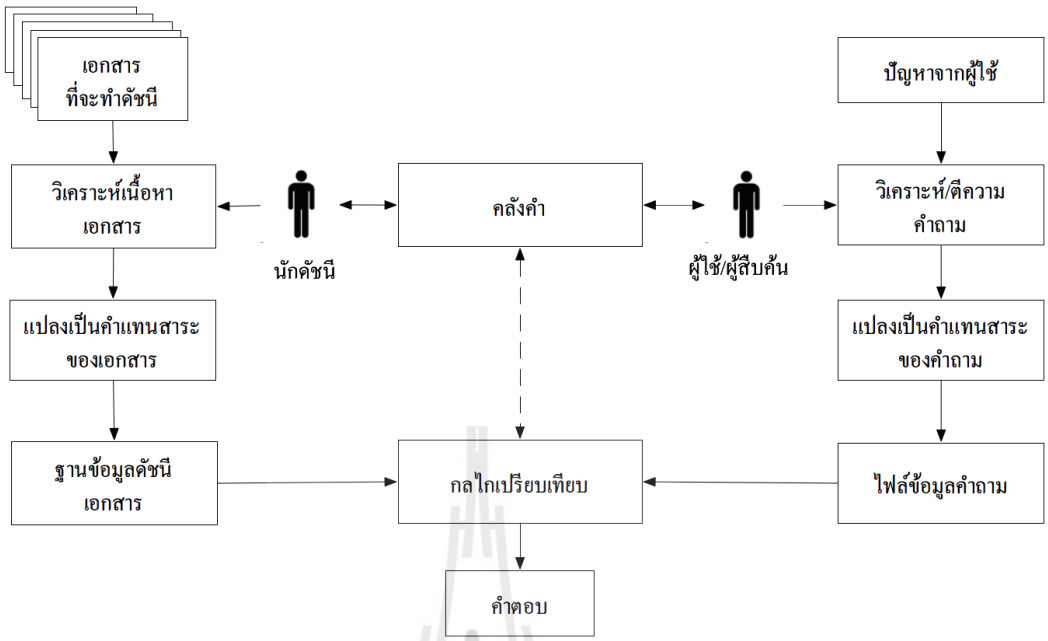
อยู่ในกลุ่มหรือสกุลเดียวกันไว้ด้วยกัน ทั้งยังแสดงคำที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในลักษณะอื่น ๆ ไว้ด้วยสัญลักษณ์ แสดงความสัมพันธ์ของคำเหล่านั้นกำกับไว้ตลอดจนบ่งชี้ความหมายของคำที่มีรูปเหมือนกันแต่ความหมายแตกต่างกันไว้ให้เข้าใจชัดเจน ทั้งนี้ภายใต้โครงสร้างและหลักเกณฑ์ที่กำหนดตกลงกันไว้เป็นมาตรฐาน เพื่อให้ประมวลคำดังกล่าวทำหน้าที่เป็นคำแทนสาระหรือคำดัชนีของเอกสารในขั้นตอนการจัดเก็บเอกสารเข้าระบบและทำหน้าที่เป็นคำค้นในขั้นตอนการค้นคืนเอกสาร

อัศนีย์ ก่อตระกูล (2550, หน้า 4-1)ได้ให้นิยามว่า คลังคำศัพท์ เป็นทรัพยากรทางภาษาในรูปแบบหนึ่ง ทั้งนี้ทรัพยากรทางภาษาดังกล่าวจะประกอบด้วยคลังคำศัพท์ประเภทต่าง ๆ เช่น เวิร์ดเน็ต (WordNet)ออนโทโลยี (Ontology) และพจนานุกรม (Dictionary) เป็นต้นโดยมีความหมายรวมถึงข้อมูลไวยากรณ์ที่เป็นแหล่งข้อมูลสำคัญทางภาษาและซอฟต์แวร์เครื่องมือที่สามารถสกัดความรู้ทางภาษาเพื่อนำมาประยุกต์ใช้งาน นอกจากนี้ คลังคำศัพท์ยังที่มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างระบบประมวลผลภาษาธรรมชาติ ทั้งในส่วนของการวิเคราะห์ภาษาและการประมวลผลข้อความ เช่น การสกัดข้อสนเทศ การสกัดความรู้ และการสรุปความรู้ เป็นต้น ระบบที่พัฒนาขึ้นจะใช้งานได้จริงก็ต่อเมื่อมีฐานข้อมูลคำศัพท์ที่ครอบคลุมทั้งในด้านโดเมนการใช้งาน จำนวนคำศัพท์และข้อมูลสนเทศของคำศัพท์

จากการประมวลแนวคิดและความหมายของคลังคำดังกล่าวข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้นิยามคลังคำว่า หมายถึง แหล่งจัดเก็บคำศัพท์ต่าง ๆ ที่ผ่านกระบวนการประมวลคำสำหรับทำหน้าที่เป็นคำแทนสาระหรือคำดัชนีของเอกสารในขั้นตอนการจัดเก็บเอกสารและทำหน้าที่เป็นคำค้นในขั้นตอนการค้นคืนเอกสารในรูปแบบของศัพท์ควบคุม (Controlled Vocabulary) ซึ่งจะมีการกำหนดหรือแนะให้ใช้คำใดคำหนึ่งเป็นคำหลักในการเป็นตัวแทนของสารสนเทศสำหรับคำที่เขียนต่างกันแต่มีความหมายเหมือนกัน รวมถึงบ่งชี้ความหมายของคำที่เขียนเหมือนกันแต่มีความหมายแตกต่างกันไว้ให้เข้าใจชัดเจน โดยใช้สัญลักษณ์แสดงความสัมพันธ์ของคำศัพท์ตามโครงสร้างที่กำหนดไว้ กำกับไว้ที่คำศัพท์อย่างชัดเจน

2.3.2.2 บทบาทหน้าที่ของ คลังคำ

การสร้างคลังคำในบริบทของการจัดเก็บและค้นคืนทรัพยากรสารสนเทศนั้น มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อกำหนดคำที่สามารถนำมาใช้แทนแนวคิดหรือสาระของทรัพยากรสารสนเทศได้อย่างเหมาะสมในกระบวนการจัดเก็บและค้นคืนทรัพยากรสารสนเทศและใช้เป็นเครื่องมือช่วยนำทางให้ผู้ใช้ได้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำหรือแนวคิดเหล่านั้นในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ของคลังคำ ออกเป็น 2 ส่วน คือ บทบาทหน้าที่ในขั้นตอนการจัดเก็บและบทบาทหน้าที่ในขั้นตอนการค้นคืน (นฤมล ปราชญโยธิน, 2556, หน้า 22-23) ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 บทบาทและหน้าที่ของคลังคำในกระบวนการจัดเก็บและค้นคืนทรัพยากรสารสนเทศ (นฤมล ปราชญโยธิน, 2556, หน้า 23)

บทบาทหน้าที่ของคลังคำในแต่ละส่วน มีดังนี้

1) บทบาทหน้าที่ในขั้นตอนการจัดเก็บ เป็นส่วนของการทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยให้กับ ผู้สร้างดัชนี ในขั้นตอนการจัดเก็บทรัพยากรสารสนเทศ ทำให้ ได้คำ ศัพท์ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้แทนแนวคิดหรือ สาระ เพื่อบันทึกไว้ประจำกับทรัพยากรสารสนเทศ นั้น ๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมภาษาให้มีความคงเส้นคงวาและมีความเป็นเอกภาพในการทำดัชนี

2) บทบาทหน้าที่ในขั้นตอนการค้นคืน เป็นส่วนของการทำ หน้าที่เป็นที่ปรึกษาให้แก่ผู้ใช้หรือผู้สืบค้นในขั้นตอนการค้นคืนทรัพยากรสารสนเทศ ซึ่งคลังคำศัพท์จะ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเห็นคำที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับคำค้นที่ผู้ใช้ต้องการนอกจากนี้คำอธิบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำในคลังคำยังสามารถช่วยให้ผู้ใช้มีความเข้าใจและสามารถทราบถึงวิธีการในการใช้คำทำให้การสืบค้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงเปรียบเสมือนเป็นเข็มทิศหรือแผนที่นำทางความคิด เนื่องจากโครงสร้างความสัมพันธ์ของคำ ศัพท์ในคลังคำ สามารถ ทำให้ผู้ใช้ได้เห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ความรู้ต่าง ๆ ที่อยู่ในคลังคำ จึง ส่งผลให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจได้ง่ายในการวางแผนการสืบค้นและได้คำศัพท์ที่เหมาะสมในการนำไปใช้เป็นตัวแทนแนวคิด สำหรับการค้นคืน (Recall) ทรัพยากรสารสนเทศออกมาจากระบบ

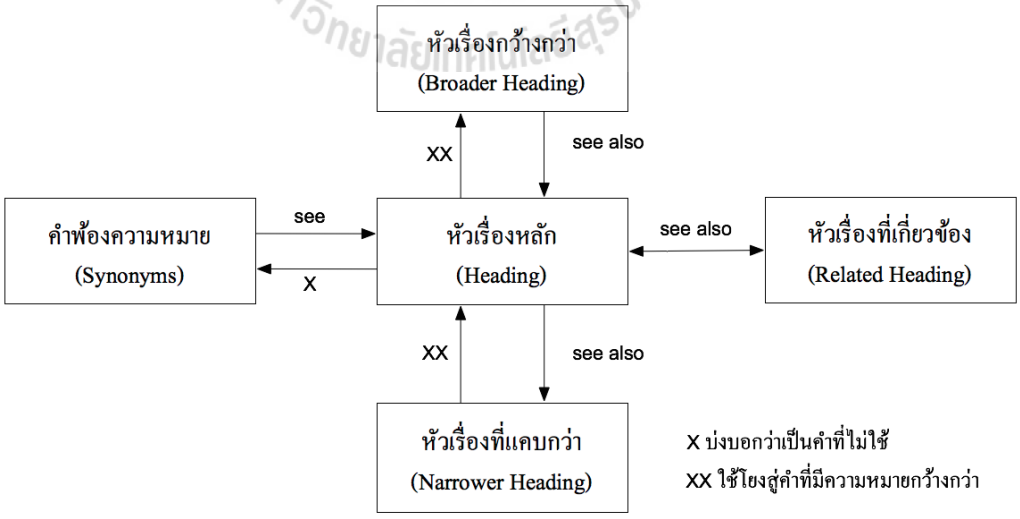
จึงอาจกล่าวได้ว่า คลังคำทำหน้าที่เป็นทั้งคู่มือของนักสร้างดัชนีในการกำหนดคำแทนสาระของทรัพยากรสารสนเทศ และเป็นคู่มือของผู้ใช้หรือผู้สืบค้นในการเลือกใช้คำเพื่อสืบค้นข้อมูลที่ต้องการ

2.3.2.3 โครงสร้างความสัมพันธ์ของคำในคลังคำ

เพื่อให้ผู้จัดทำดัชนีสามารถกำหนดคำแทนสาระได้อย่างเหมาะสมและตรงกับเนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศมากที่สุดและเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่ตรงกับ ความต้องการได้มากที่สุด การกำหนดโครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ในคลังคำที่สามารถแสดง ให้เห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของคำศัพท์แต่ละชุดที่จัดเก็บในคลังคำ เช่น เป็นคำที่มี ความหมายกว้างกว่า แคบกว่า เป็นคำที่เกี่ยวข้องกันหรือเป็นคำพ้องเสียง พ้องความหมาย จึงเป็นสิ่งจำเป็น และต้องกำหนดให้เหมาะสมกับโดเมนการใช้งาน (ขอบเขตเนื้อหา ภาษา และจำนวนคำศัพท์)

การแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ในลักษณะของศัพท์ควบคุม (Controlled Vocaburay) ที่นิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศคือ ศัพท์ควบคุมประเภทหัวเรื่อง (Subject Heading) และศัพท์ควบคุมประเภทธิซอรัส (Thesaurus) ซึ่งมีลักษณะของโครงสร้างความสัมพันธ์ของศัพท์ควบคุมในคลังคำ ดังนี้

1) โครงสร้างความสัมพันธ์ของศัพท์ควบคุมประเภทหัวเรื่อง ซึ่งโดยทั่วไปมีหลักการระบุความสัมพันธ์ของคำศัพท์ในระดับที่กว้างกว่าและแคบกว่าและเชื่อมโยงจากคำที่ไม่ใช้ไปยังคำที่ใช้ได้ (ดังรูปที่ 2.5) โดยแสดงด้วยสัญลักษณ์ ดังนี้



รูปที่ 2.5 โครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ควบคุมประเภทหัวเรื่อง(นฤมล ปราชญโยธิน, 2556, หน้า 13)

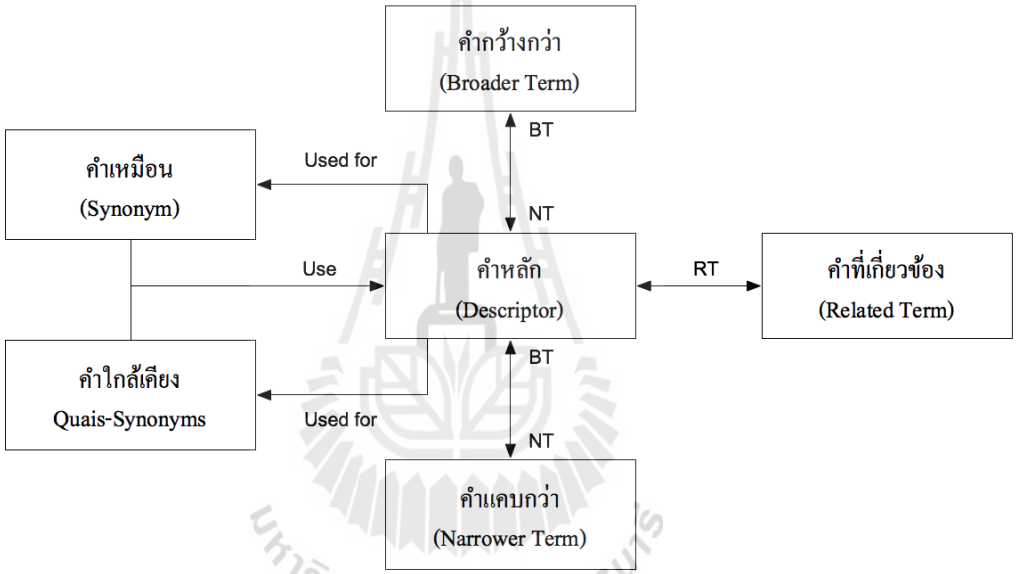
See (ดูที่) ใช้ในกรณีโยงคำที่ไม่ใช้ไปสู่คำที่ใช้

See also (ดูเพิ่มเติม) ใช้ในกรณีโยงไปสู่คำที่สัมพันธ์กันแต่เป็นคำที่มีความหมายแคบกว่า

X ใช้ระบุให้ทราบว่าคำนั้นเป็นคำที่ไม่ใช้

XX ใช้ในกรณีโยงไปสู่คำที่สัมพันธ์กันแต่เป็นคำที่มีความหมายกว้างกว่า

2) โครงสร้างความสัมพันธ์ของศัพท์ควบคุมประเภทธิซอรัสเป็นคลังคำที่ประกอบด้วยคำศัพท์เป็นชุด ๆ แต่ละชุดมีองค์ประกอบ4 ส่วน (ดังรูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 โครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ควบคุมประเภทธิซอรัส(นฤมล ปราชญโยธิน, 2556, หน้า 13)

2.1) คำหลักของชุด (Descriptor)

2.2) คำที่มีความหมายพ้องกับคำหลัก หรือคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำหลัก แต่ระบบไม่ใช้และได้กำหนดให้ใช้คำหลักแทน (Used for: UF)

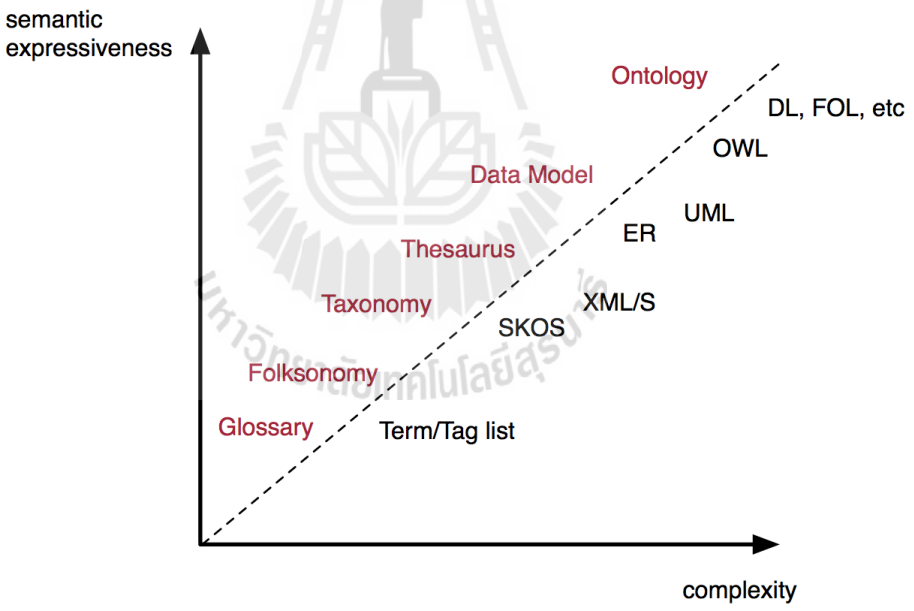
2.3) ข้อความอธิบายคำหลัก (Scope Note: SN) เพื่อความชัดเจนของคำศัพท์แต่ไม่จำเป็นต้องทำให้กับคำศัพท์ทุกคำ

2.4) คำที่มีความสัมพันธ์กับคำหลัก ได้แก่

- คำที่เป็นต้นสกุลของคำหลัก (Top Term: TT)
- คำที่มีความหมายกว้างกว่าคำหลัก(Broader Term: BT)
- คำที่มีความหมายแคบกว่าคำหลัก(NarrowTerm: NT)

-คำที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับคำหลัก(RelatedTerm:RT)แต่ไม่ใช่ในลักษณะที่เป็นความหมายกว้างกว่าหรือแคบกว่า

โดยลักษณะความสัมพันธ์ของศัพท์ควบคุมประเภทธิซอรัส จะมีอยู่ลักษณะคือ (1) ความสัมพันธ์ในลักษณะเท่าเทียมกัน(Equivalence Relationship) เช่น คำพ้องความหมายคำย่ออักษรย่อ คำบัญญัติ คำแปล คำยืมมาจากภาษาอื่น คำภาษาถิ่น และคำที่สะกดได้หลายแบบ เป็นต้น (2) ความสัมพันธ์ในลักษณะลดหลั่นตามลำดับชั้น (Heirachical Relationship) เป็นความสัมพันธ์ในแนวดิ่ง ทำให้สามารถรองรับได้ทั้งในลำดับขั้นที่สูงกว่าและต่ำกว่า และ (3) ความสัมพันธ์ในลักษณะเกี่ยวข้องกันหรือความหมายคาบก่ายกัน (Associative Relationship) เป็นความสัมพันธ์ในแนวนอน โดยยังไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน แต่มีหลักกว้าง ๆ ว่าเป็นคำที่มีความหมายเกี่ยวข้องกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่ากฎเกณฑ์และโครงสร้างความสัมพันธ์ของศัพท์ควบคุมประเภทธิซอรัสมีความซับซ้อนมากกว่า และมีสัญลักษณ์แทนความสัมพันธ์มีรูปแบบและความหมายเฉพาะตัวมากกว่าโครงสร้างความสัมพันธ์ของศัพท์ควบคุมประเภทหัวเรื่อง (นฤมล ปราชญโยธิน, 2556, หน้า 13)



รูปที่ 2.7ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนและความสามารถในการแสดงความหมายของคำศัพท์(Haslhofer, 2011, p.13)

จากการศึกษาของ แฮสล์โฮเฟอร์ (Haslhofer, 2011, p.13)ในประเด็นความสัมพันธ์ระหว่าง โครงสร้างการแสดงความสัมพันธ์ของคำศัพท์ในคลังคำกับ ความสามารถในการแสดงความหมาย ของคำศัพท์ พบว่า โครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัทพ์ที่มีความ ซับซ้อน (Complexity)เพิ่มมากขึ้นจะมีความสามารถในการแสดงความหมายได้อย่างชัดเจน และลึกซึ้ง

(Semantic Expressiveness)เพิ่มมากขึ้นด้วย เช่น อภิธานศัพท์(Glossaries) ซึ่งมีโครงสร้างเพียงการจัดเรียงตามลำดับตัวอักษร พร้อมกับการอธิบายความหมายของคำ จะมีความสามารถในการแสดงความหมายของคำในระดับน้อยที่สุด ส่วนการ จัดกลุ่ม ตามโครงสร้างของ หัวเรื่อง (Subject Headings) หรืออนุกรมวิธาน (Taxonomy) จะสามารถแสดงความหมายของคำศัพท์ได้ชัดเจนขึ้น แต่ก็ยังมีความสามารถในการแสดงความหมายของคำศัพท์ได้น้อยกว่าโครงสร้างของธิซอรัส (Thesaurus) ซึ่งมีโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนกว่า (ดังรูปที่ 2.7)

จากการประมวลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ในคลังคำ งานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการจัดโครงสร้างความสัมพันธ์ของศัพท์แบบธิซอรัสในการสร้างคลังคำสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เนื่องจากโดเมนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือวิชาเคมีสำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งมีขอบเขตเนื้อหาภาษา ไม่ซับซ้อนและคำศัพท์ไม่หลากหลาย ซึ่งโครงสร้างความสัมพันธ์ของธิซอรัสสามารถอธิบายได้อย่างครอบคลุม โดยจะพัฒนาธิซอรัสตามมาตรฐานของสคอส (Simple Knowledge Organization System:SKOS) ที่พัฒนาโดยองค์กร W3C ซึ่งสคอสมีลักษณะความสัมพันธ์เชิงความหมาย (Semantic Relationship) แบบไม่ซับซ้อนและรองรับความสัมพันธ์ตามโครงสร้างของธิซอรัส

2.3.2.4 กระบวนการของการสร้างคลังคำ

แนวทางในการพัฒนาคลังคำ อาจใช้วิธีการปรับใช้คลังคำที่มีอยู่แล้วหากมีคลังคำที่สอดคล้องหรือตรงกับความต้องการและหากคลังคำมีอยู่เป็นคำศัพท์ในภาษาอื่นก็ต้องใช้วิธีแปล แต่หากไม่มีคลังคำที่เกี่ยวข้องเลยก็ต้องใช้วิธีการสร้างคลังคำขึ้นมาใหม่เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้

นฤมล ปราชญโยธิน (2556,หน้า 95-103) ได้อธิบายขั้นตอนของกระบวนการสร้างคลังคำว่า สามารถแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นเตรียมการ และขั้นปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นเตรียมการ เป็นขั้นตอนการวางนโยบายและแผนการดำเนินงาน ทั้งในด้านเนื้อหา รูปแบบ ทรัพยากรการดำเนินงาน และงบประมาณ

ขั้นปฏิบัติการ ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ดังนี้

1) การสะสมคำ เป็นการรวบรวมคำจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งนี้ การที่จะระบุได้ว่าจะใช้แหล่งคำใดขึ้นอยู่กับประเภทของคลังคำที่จะสร้างและแนวการสร้างที่เลือกใช้

2) การประมวลคำและคัดสรรคำ เป็นการรวบรวมคำศัพท์ที่ได้จากขั้นตอนสะสมคำมาประมวลเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยวัตถุประสงค์ของขั้นตอนนี้คือ เพื่อ

ขจัดคำซ้ำที่ได้มาจากแหล่งต่าง ๆ และรวมคำพ้องความหมายหรือคำที่ใกล้เคียงเข้าไว้ด้วยกันและพิจารณาคำพ้องรูป (ถ้ามี)

3) การจัดกลุ่มคำ เป็นการจัดจำแนกคำออกเป็นกลุ่มแนวคิดหรือเรื่องราวต่าง ๆ อย่างกว้าง ๆ

4) การวิเคราะห์และจัดความสัมพันธ์ของคำในแต่ละกลุ่ม ซึ่งการทำงานในขั้นตอนนี้จะอาศัยหลักการจัดจำพวก โดยแนวคิดหนึ่ง ๆ หรือเรื่องหนึ่ง ๆ จะถูกแบ่งเป็นแนวคิดย่อยหรือเรื่องย่อยอะไรได้บ้างเท่านั้น

5) การเพิ่มคำที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ความสัมพันธ์แบบที่มีความหมายกว้างกว่า (BT) คำที่มีความหมายแคบกว่า (NT) หรือคำที่มีความหมายเกี่ยวข้อง (RT)เป็นต้น

6) การปรับสถานะของคำ หมายถึง การนำคำภายใต้คำหลักในขั้นตอนที่ 5 ซึ่งยังมิได้อยู่ในสถานะคำหลักมาบันทึกให้อยู่ในตำแหน่งของคำหลัก รวมถึงบันทึกคำที่สัมพันธ์กับคำนั้น ๆ ลงไว้ด้วย

7) ขั้นปฏิบัติการซ้ำ ขั้นตอนที่ 5-6ต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบถ้วนทุกคำ

8) การตรวจสอบและปรับรายการคำแต่ละชุดให้ถูกต้องสมบูรณ์ เช่น จัดทำรายการเชื่อมโยงหรือเพิ่มข้อมูลส่วนการอธิบายคำ เป็นต้น

9) การจัดทำบรรณาธิการ ซึ่งรวมถึงการตรวจทานโครงสร้างความสัมพันธ์ ตรวจการเรียงคำหลัก การเรียงตามลำดับตัวอักษรพร้อมทั้งจัดทำบทนำ

10) การจัดทำดัชนีประกอบคลังคำ และจัดแสดงรายการคำตามรูปแบบที่กำหนด เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

11) การทดสอบหรือทดลองใช้ เพื่อจะได้ทราบประเด็นปัญหาต่าง ๆ จากการนำไปใช้และสามารถปรับปรุงรายการแสดงคำให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

12) การให้ความร่วมมือในการควบคุมบรรณานุกรม ควรให้ความร่วมมือกับองค์กรหรือสถาบันต่าง ๆ ทั้งในระดับชาติ ระดับภูมิภาคหรือระดับนานาชาติ ถ้าหากต้องการให้มีการนำคลังคำที่พัฒนาได้ไปใช้งานต่อไป

2.3.2.5 แหล่งที่มาของคำในคลังคำ

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับแหล่งที่มาของคำในคลังคำในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการเก็บรวบรวมคำหรือคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาสาระวิชาเคมี ของระดับมัธยมศึกษา เพื่อนำไปใช้เป็นคลังคำสำหรับสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

แหล่งที่มาของคำศัพท์ในคลังคำจำแนกออกเป็น 3 แหล่ง (นฤมล ปราชญโยธิน, 2556, หน้า 33-36, 47-48) คือ

1) แหล่งคำ เป็นแหล่งข้อมูลหรือสื่อทรัพยากรสารสนเทศซึ่งเป็นที่รวมของคำต่าง ๆ อยู่แล้ว ส่วนใหญ่เป็นแหล่งข้อมูลที่มักจะมีรูปแบบของการจัดเก็บและรูปแบบการควบคุมไวยากรณ์ในระดับหนึ่ง สามารถรองรับการจัดเก็บและค้นคืนทรัพยากรสารสนเทศอยู่แล้ว แหล่งที่มาของคำที่เป็นแหล่งคำ ได้แก่ พจนานุกรม แหล่งภาษาดัชนี แผนการจัดหมวดหมู่เอกสาร ดัชนีท้ายเล่ม คำค้นหรือคำถาม และภาคส่วนที่ว่าด้วยคำศัพท์ในวารสารหรือหนังสือพิมพ์ เป็นต้น

2) แหล่งความ เป็นแหล่งข้อมูลที่จะต้องอาศัยการอ่านและสกัดคำออกมาจากเนื้อความนั้น ๆ ของแหล่งความ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้สร้างคลังคำ ว่ามีความต้องการที่จะสกัดคำออกมาจากเนื้อความของทรัพยากรสารสนเทศประเภทใด หรือจากแหล่งความรู้ในเรื่องใด สำหรับแหล่งความที่จัดได้ว่ามีประโยชน์มากสำหรับผู้สร้างคลังคำคือ ชื่อเรื่องของทรัพยากรสารสนเทศต่าง ๆ เพราะโดยส่วนใหญ่มักจะมีการตั้งชื่อเรื่องอย่างตรงไปตรงมา นอกจากนี้ ยังมีแหล่งความต่าง ๆ ที่สามารถสกัดคำออกมาจากเนื้อความที่เกี่ยวข้อหรือสนใจ ได้แก่ สารานุกรม สาระสังเขป รวมถึงเอกสารต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำรา วารสาร หรือนิตยสาร เป็นต้น

3) แหล่งบุคคล จะหมายรวมถึง ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ ซึ่งความรู้และความคิดเห็นจากบุคคลต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับคลังคำ นอกจากจะช่วยในแง่ของการเป็นแหล่งคำและโครงสร้างแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการสร้างคลังคำแล้ว การช่วยตรวจสอบที่มาของคำ การวิจารณ์ การวิพากษ์และ/หรือการตั้งคำถามต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดการสร้างสรรค์ของกระบวนการสร้างคลังคำด้วย

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น การสร้างคลังคำของงานวิจัยนี้จึงได้นำคำศัพท์มาจากแหล่งที่มาของคำทั้ง 3 แหล่งข้อมูลข้างต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แหล่งคำ โดยทำการเก็บรวบรวมคำหรือคำศัพท์ต่าง ๆ จากแหล่งคำที่มีการจัดหมวดหมู่เนื้อหาสาระและความสัมพันธ์ระหว่างคำที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีไว้แล้ว ได้แก่

1.1) แบบแผนการจัดหมวดหมู่ ระบบทศนิยมดิวอี้หรือระบบดีดีซี (DDC) เป็นการจัดหมวดหมู่โดยการจัดแบ่งความรู้พื้นฐานทั้งหลายตามหลักทฤษฎีการเกิดของวิชาความรู้บนโลก มีการแบ่งวิชาความรู้ในแต่ละหมวดหมู่ไว้เป็นหลักเกณฑ์แน่นอนจะเริ่มต้นที่ 10 หมวดใหญ่ ในแต่ละหมวดใหญ่จะจำแนกออกเป็น 10 หมวดย่อย (100 หมวด) และในแต่ละหมวดย่อยจะจำแนกเป็น 10 หมู่ย่อย (1,000 หมู่) จากนั้นจะแบ่งย่อยตามจุดทศนิยมอย่างไม่มีที่สิ้นสุดตามความเฉพาะเจาะจงของเรื่องใช้เลขอารบิกล้วนเป็นสัญลักษณ์แทนหมวดหมู่ โดยผู้ใช้จะต้องพิจารณาว่าที่ใช้แทนเอกสารนั้นตรงกับหมายเลขหมวดหมู่ใดที่กำหนดไว้ สำหรับของเนื้อหาสาระที่ เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี (Chemistry) คือ หมวด 540 ซึ่งเป็นหมวดย่อยของหมวด 500 วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์โดยมีเลขอยู่

ระหว่าง 540-549 เช่น หมวด 543 คือ เคมีวิเคราะห์ (AnalyticChemistry) และหมวด 546คือเคมีอนินทรีย์(Inorganic Chemistry) โดยงานวิจัยนี้ จะนำหมวด 540 มาศึกษาวิเคราะห์และ เปรียบเทียบการ จัด โครงสร้าง ความสัมพันธ์ของคำในแต่ละกลุ่ม ว่ามีความสอดคล้องกับโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ได้จากส่วนอื่น ๆ หรือไม่ เพื่อนำไปใช้ในการจัดทำคลังคำวิชาเคมีระดับมัธยมให้มีความถูกต้อง ครอบคลุมและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

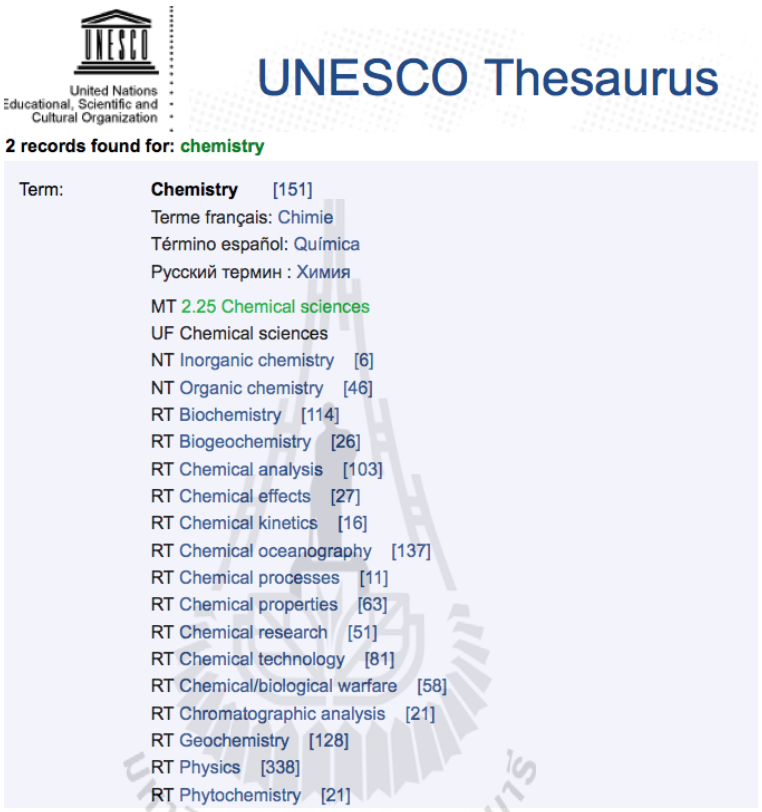
1.2) แบบแผนการจัดหมวดหมู่ ของระบบหอสมุดรัฐสภาอเมริกัน หรือระบบแอลซี (LC) เป็นระบบที่พยายาม จำแนกเนื้อหาในแต่ละสาขาวิชาออกมาให้ได้มากที่สุดตามที่เกิดขึ้นจริง ดังนั้นในแต่ละหมวดหมู่จึงมีการแบ่งแยกย่อยไม่เหมือนกัน บางหมวดหมู่มีการแบ่งย่อยในระดับลึกเนื่องจากพัฒนากรขององค์ความรู้ในสาขานั้นมีการแตกแขนงออกไปมากทำให้มีจำนวนทรัพยากรที่ผลิตออกมามากสัญลักษณ์ ที่กำหนดขึ้นแทจหมวดหมู่จะใช้ตัวอักษรโรมันผสมตัวเลข ซึ่งเนื้อหาสาระของวิชาเคมี (Chemistry) จะอยู่ที่หมวด QD ซึ่งเป็นหมวดย่อยของหมวดQ วิทยาศาสตร์ โดยมีหมวดย่อยของของ QD อยู่ระหว่าง QD1-999 เช่น หมวด QD71-142คือ เคมีวิเคราะห์ (Analytic Chemistry) และหมวด QD146-197 คือ เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry) การศึกษาครั้งนี้จะนำคำศัพท์และโครงสร้างความสัมพันธ์ของคำศัพท์ในหมวด QDมาศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบเพื่อนำไปใช้ในการจัดทำคลังคำวิชาเคมีระดับมัธยม

1.3) ยูเนสโกธิซอรัส (UNESCO Thesaurus) เป็นการกำหนดชุดของรายการคำศัพท์ควบคุมอย่างมีโครงสร้างที่ถูกนำไปใช้สำหรับวิเคราะห์หัวเรื่องและค้นคืนเอกสารต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับด้านการศึกษา วัฒนธรรม วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ สังคม วิทยาและมนุษยวิทยาตลอดจนในด้านการสื่อสารและข้อมูลสารสนเทศ ซึ่งเป็นกิจกรรม หนึ่งขององค์การยูเนสโกที่แสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการของระบบคำศัพท์สหสาขาวิชาชีพ ที่ได้รับ การพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขคำศัพท์อย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันยูเนสโกธิซอรัสมีชุดของรายการคำศัพท์ภาษาอังกฤษจำนวนกว่า 7,000คำ(UNESCO, www, 2010) สำหรับโครงสร้างของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี (Chemistry) ในยูเนสโกธิซอรัส มีชุดคำศัพท์อยู่ 2 ชุด คือ เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry) และเคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry) (ดังรูปที่ 2.8)

2) แหล่งความ โดยทำการเก็บรวบรวมคำและสกัดคำต่าง ๆ จากแหล่งความที่มีเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 2 แหล่งความ ได้แก่

2.1) การสกัดคำจากแหล่งความที่เป็นชื่อเรื่อง ของสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ที่อยู่ภายใต้โครงการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามแผนปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง 2555 (sp2) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 129 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.2) การสกัดคำจากแหล่งความที่เป็นตำราและหนังสือเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยสกัดเฉพาะหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี ได้แก่ สารและการจำแนก สารละลาย สารละลายกรด-เบส ธาตุและสารประกอบ การแยกสารปฏิกิริยาเคมี การเปลี่ยนแปลงพลังงานและการเกิดปฏิกิริยาเคมี สารชีวโมเลกุล ปิโตรเลียม และพอลิเมอร์



รูปที่ 2.8ความสัมพันธ์ระหว่างคำว่า เคมี (Chemistry) กับคำอื่น ๆ ของยูเนสโกธิซอรัส (UNESCO, www, 2012)

3) แหล่งบุคคล โดยจะทำการเก็บรวบรวมจากบุคคล 2 กลุ่มคือ กลุ่มของผู้ใช้ ซึ่งจะใช้วิธีการสร้าง เครื่องมือ เพื่อสำรวจคำค้น (Keywords) ที่ผู้เรียน ที่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ใช้ สนใจหรือชอบที่จะใช้สืบค้นข้อมูล และกลุ่มของผู้ทรงคุณวุฒิและ /หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเคมี เพื่อช่วยตรวจสอบความถูกต้องของที่มาและโครงสร้างของคำ รวมทั้งการวิจารณ์และปรับปรุงคลังคำ

จากการศึกษาแนวคิดและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับคลังคำทั้งหมดในข้างต้น คลังคำสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ของงานวิจัยนี้ คลังคำจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการกำหนดคำแทนสาระหรือคำดัชนีของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในขั้นตอนการจัดเก็บและทำหน้าที่เป็น

คำค้นในขั้นตอนการค้นคืนเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จะพัฒนาตามโครงสร้างของธิซอรัส ซึ่งมีความสัมพันธ์อยู่ 3ลักษณะคือ ความสัมพันธ์ในลักษณะเท่าเทียมกัน ความสัมพันธ์ในลักษณะลดหลั่นตามลำดับชั้น และความสัมพันธ์ในลักษณะเกี่ยวข้องกันหรือความหมายคาบก่ายกัน โดยคลังคำจะถูกสร้างขึ้นมาใหม่ โดยใช้แหล่งที่มา จากบัญชีศัพท์ควบคุมที่มีอยู่แล้ว 3 ชุดที่มีการจัดหมวดหมู่เนื้อหาสาระและความสัมพันธ์ระหว่างคำที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีไว้แล้วและจากผู้เชี่ยวชาญ การพัฒนาธิซอรัสจะพัฒนาตามมาตรฐานของสคอส (SKOS) ซึ่งสามารถอธิบายความหมายของคำศัพท์ตามโครงสร้างของธิซอรัสได้ และจะใช้ โปรแกรม Protégéในการจัดเก็บรายละเอียดและความสัมพันธ์ของคำต่าง ๆ ตามโครงสร้างของสคอสทั้งนี้เพื่อสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลต่อไป

2.4 การแนะนำ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาขั้นตอนวิธี แนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ในงานวิจัยนี้ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3ส่วนคือ ส่วนของการพัฒนา ระบบแนะนำ ส่วนบุคคล (Personalized Recommendation System) ส่วนของกระบวนการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) และส่วนของ การแนะนำส่วนบุคคลโดยใช้วิธีการทำเหมืองข้อมูลโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 การพัฒนาระบบแนะนำส่วนบุคคล

แนวคิดการพัฒนาระบบแนะนำส่วนบุคคล เริ่มนำมาใช้ตั้งแต่ ช่วงกลางทศวรรษที่ 1990 โดยมุ่งเน้นไปที่การ พัฒนาระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าหรือผู้ใช้ในเลือกซื้อสินค้าและบริการต่าง ๆ (Burke, 2002, pp. 331-370) จากนั้นแนวคิดการพัฒนาระบบแนะนำถูกนำ ไปประยุกต์ใช้ในหลายด้าน อาทิ ด้านการท่องเที่ยว ถูกใช้ในการพัฒนาระบบแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวตามลักษณะส่วนบุคคล ทำให้สามารถแนะนำแหล่งท่องเที่ยวได้ตรงตามความชอบของแต่ละบุคคล (Biederman, Lai, Laitamaki, Messerli, Nyheim, and Plog, 2007, pp. 567-568; Egger and Buhalis, 2008, p.417; Chatcharaporn, Angskun-J and Angskun-T, 2013,pp. 160-166) ด้านการศึกษา ได้นำแนวคิดของการพัฒนาระบบแนะนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาระบบ การเรียนรู้ที่ปรับวิธีการให้ตรงกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน (Adaptive Learning) ที่อาศัยหลักการ ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) ทำให้ได้รูปแบบ การสอนที่สามารถปรับให้เข้ากับผู้เรียน ซึ่งเป็นระบบแนะนำสื่อการเรียนรู้ ได้ตรงตามความต้องการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างแท้จริง และมีความเหมาะสมกับคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละบุคคล ทำให้ผู้เรียน เกิดการ

เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว(Oppermann, 1994, pp. 455-472; Brusilovsky, 2001, pp. 87-110; Chen, Niu, Zhao and Li, 2014, pp. 271-284)งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ระบบแนะนำส่วนบุคคล เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในรูปแบบของการพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1.1 ความหมายของระบบแนะนำ

เรสนิคและแวร์เรียน (Resnick and Varian, 1997, pp. 56-58)ได้นิยามความหมายของ ระบบแนะนำ ว่าเป็น ระบบที่ให้ผู้ใช้เข้ามาป้อนข้อมูลเพื่อ ระบบจะได้ทำการรวบรวมข้อมูล ประมวลผลและส่งข้อมูลที่มีความเหมาะสมในรูปแบบของการ แนะนำ ข้อมูลกลับไปให้ผู้ใช้

เบิร์ค (Burke, 2002, pp. 331-370) ได้ให้อธิบายความหมายของระบบแนะนำว่าหมายถึง ระบบใด ๆ ก็ตามที่สามารถ แสดงผลลัพธ์ในรูปแบบของการ แนะนำที่ตรงกับความต้องการส่วน บุคคลของผู้ใช้ นั้น ๆ ซึ่งครอบคลุม ความสามารถ ของระบบ ในการแนะนำ ให้ผู้ใช้เข้าถึงเฉพาะข้อมูลที่สนใจหรือ ใช้ประโยชน์จากตัวเลือก ต่าง ๆ ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากได้ โดยเบิร์คกล่าวว่า ระบบแนะนำได้ถูกนำไป ประยุกต์ใช้ในการแนะนำสินค้าหรือบริการ ของระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีชื่อเสียง ได้แก่ อะแมซอนดอทคอม (Amazone.com) อีเบย์ (eBay) และซีดีนาว (CDNow) รวมทั้งนำไปใช้ในการแนะนำสารสนเทศ จากแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่บน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

แอโดมาร์วิเซียสและทรูซิลิน (Admaviciusand Tuzhilin, 2005, pp. 83-90) กล่าวว่า ระบบแนะนำเป็นการใช้เทคนิคการค้นหาความรู้จากข้อมูลหรือสารสนเทศที่มีอยู่เพื่อนำเอาความรู้เหล่านั้นไปใช้ประกอบการตัดสินใจและเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อธุรกิจบนเว็บไซต์ เมลวิลล์ และซินด์วานิ (Melville and Sindhwani, 2010, p.829) และเคอรา-ซิมาและคณะ(Kurashima, Iwata, Irie, and Fujimura, 2010, p.579) ได้อธิบายความหมายของ ระบบแนะนำว่าหมายถึง ระบบที่สามารถสร้างขึ้นมาเพื่อช่วยค้นหาและแนะนำข้อมูลหรือสารสนเทศ ซึ่งอาจจะเป็น สินค้าหรือบริการ ก็ได้ที่ตรงกับความสนใจหรือ สอดคล้องกับ ความต้องการของผู้ใช้แต่ละบุคคล

นลินี โสพัศสถิต (2555, หน้า 4)ได้กล่าวว่า ระบบแนะนำ หมายถึง ระบบที่แนะนำวัตถุ (Item)ให้กับผู้ใช้ โดยอ้างอิงจากสมมติฐานการเรียนรู้ ข้อมูลความชอบหรือความต้องการ ณ ขณะนั้นของผู้ใช้

จากนิยามข้างต้น งานวิจัยนี้ได้สรุปนิยามของคำว่าระบบแนะนำ (Recommendation System)ว่าหมายถึง ระบบที่สามารถแนะนำและค้นหาทรัพยากรสารสนเทศได้

ตรงกับความสนใจหรือสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้แต่ละราย โดยอาศัยเงื่อนไขหรือกฎการแนะนำต่าง ๆ ที่ได้มาจากกระบวนการ ค้นหารูปแบบและ /หรือความสัมพันธ์ ต่าง ๆ ของข้อมูล ที่ซ่อนอยู่ในฐานความรู้ของระบบ

2.4.1.2 เทคนิควิธีการแนะนำส่วนบุคคล

เทคนิควิธีที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบแนะนำจะเกี่ยวข้องกับแนวคิดความเป็นส่วนตัวหรือส่วนบุคคล (Prersonalization) เนื่องจากเป็นกระบวนการเพื่อให้ได้มาซึ่งความสนใจของผู้ใช้สำหรับสร้างเป็น แบบจำลองผู้ใช้ (UserModeling)สำหรับระบบแนะนำ โดยจะต้องมีการจัดเก็บแบบจำลองของผู้ใช้ไว้เพื่อใช้ในการทำนายหรืออนุมานความต้องการของผู้ใช้ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความเป็นส่วนบุคคลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ เทคนิควิธีการแนะนำส่วนบุคคล ดังต่อไปนี้

คิม(Kim,2002,pp.29-40)ได้กล่าวถึง แนวคิดหลักของความเป็นส่วน บุคคล ว่าเป็นการรับสารสนเทศ บางส่วนจากสารสนเทศ ทั้งหมด ซึ่งสารสนเทศที่ได้รับนั้น จะต้อง มีความสัมพันธ์หรือ เชื่อมโยงกับ คุณลักษณะรายบุคคลหรือของ กลุ่ม บุคคลนั้น ๆ โดยแบ่งวัตถุประสงค์ของการนำแนวคิดความเป็นส่วนบุคคลไปใช้งานใน 2 บริบทคือ บริบทแรกมุ่งเน้นที่การส่งมอบสารสนเทศ โดยคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้เป็นหลักและจะต้องมีความ สัมพันธ์กับความต้องการของผู้ใช้ โดยอาจจะเป็น แบบรายบุคคลหรือ รายกลุ่มก็ได้ที่มี รูปแบบและเวลาที่เฉพาะเจาะจง ทั้งนี้อาจจะเป็นข้อมูลในอดีตซึ่งมาจากแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียวหรือหลายแหล่งก็เป็นได้ ส่วนบริบท ที่สอง ได้มาจาก แนวคิด ของ การตลาดแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-One Marketing) อาศัยหลักการนำเสนอข้อมูลสินค้าหรือบริการที่น่าสนใจกับลูกค้าหรือผู้ใช้เพียงแค่บางกลุ่มเท่านั้น ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มรายได้และลดโอกาสการสูญเสียทางธุรกิจ ดังนั้น จะต้องทำความเข้าใจกับความต้องการ ลักษณะนิสัย การดำเนินชีวิต ความพึงพอใจ สิ่งที่ชอบและไม่ชอบ รวมถึงการ ระบุความต้องการและความพึงพอใจส่วนตัว เพื่อให้สามารถ แนะนำ สารสนเทศ ที่เป็นประโยชน์และตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด

ส่วนของแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ เทคนิค วิธีที่นำมาใช้ในการแนะนำส่วนบุคคลนั้น มีอยู่หลากหลายแนวคิด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบว่าต้องการมุ่งเน้นหรือต้องการนำระบบไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านใด ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธีการแนะนำส่วนบุคคล 2 แนวคิด ดังนี้

1) เทคนิควิธีการแนะนำส่วนบุคคล ตามแนวคิดของ เบิร์ค(Burke, 2002, pp.331-370)เป็นการแบ่งวิธีการแนะนำส่วนบุคคลตามลักษณะการกรองข้อมูล (Filtering)โดยส่วนใหญ่นิยมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1.1) การกรองแบบอิงเนื้อหา (Content-basedFiltering)เป็นเทคนิควิธีที่นำมาใช้ในการ แนะนำ ข้อมูลให้กับผู้ใช้ โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ เพื่อเทียบเคียงความคล้ายคลึงกันของข้อมูล โดยใช้วิธีการจับคู่ระหว่างข้อมูลผู้ใช้กับข้อมูลในอดีตของผู้ใช้ที่ถูกจัดเก็บไว้ในแบบจำลอง ของระบบซึ่งมีความเป็นไปได้ที่วิธีการกรองแบบอิงเนื้อหา อาจให้คำแนะนำที่ไม่ถูกต้องได้ เช่น ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการค้นหาของขวัญให้เพื่อน แต่ปรากฏว่าระบบแนะนำของเฉพาะที่ตรงกับความสนใจและความต้องการที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้เท่านั้น

1.2) การกรองแบบร่วมมือ (Collaborative Filtering) เป็นเทคนิควิธีที่นำมาใช้ใน การแนะนำข้อมูล ให้กับผู้ใช้โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการแนะนำข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการโดยอาศัยข้อมูล จากผู้ใช้คนอื่น ๆ หรือที่เรียกว่า เพื่อนบ้าน (Neighborhood) ที่มีลักษณะใกล้เคียงหรือความคล้ายคลึงกันกับผู้ใช้ดังนั้น จึงเป็นวิธี การจับคู่ระหว่างผู้ใช้กับ เพื่อนบ้าน ที่มีความชอบหรือสนใจที่คล้ายคลึงกับผู้ใช้ที่มีอยู่ในระบบ ดังนั้นจึงทำให้ระบบแนะนำที่ใช้เทคนิควิธีการกรองแบบร่วมมือนั้น สามารถแนะนำข้อมูลของเพื่อนบ้านที่มีความชอบ คล้ายคลึงกับผู้ใช้ได้ ซึ่งอาจจะเป็นการแนะนำในสิ่งที่ผู้ใช้อาจจะสนใจโดยที่ผู้ใช้ไม่เคยรู้มาก่อน (Kabassi, 2010, pp. 51-66)

1.3) การกรองแบบผสม (HybridApproachesFiltering) เป็น เทคนิควิธีการ แนะนำโดยการผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้ ได้ผลลัพธ์ ของ การแนะนำที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ซึ่งวิธีการกรองแบบผสมนี้ อาจจะเป็นการรวมระหว่างเทคนิควิธีการ กรองแบบอิงเนื้อหาและการกรองแบ บร่วมมือเข้ากันด้วย เพื่อลดข้อเสียและนำข้อดีของทั้ง สองวิธี มาเกื้อหนุนกัน ยังมีงานวิจัยบางส่วนที่นอกจากจะผสมผสานทั้งสองเทคนิคข้างต้นแล้วยังมีการนำเข้าข้อมูลด้าน ประชากรศาสตร์ (Demographic) เข้ามาร่วมในส่วนของการสร้าง ประวัติผู้ใช้และประมวลผลความคล้ายคลึงกันระหว่างความชอบของผู้ใช้ ทำให้ได้ผลลัพธ์เพื่อนำใช้แนะนำข้อมูลที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (Pazzani, 1999; Schiaffino and Amandi, 2009; คมคิด ชัชราภรณ์,2556)

2) เทคนิควิธีการแนะนำส่วนบุคคล ตามแนวคิดของ บรีซเฮ็กเกอร์แมน และคาดีย์(Breese, Heckerman and Kadie,1998) เป็นการแบ่ง วิธีการแนะนำส่วนบุคคลโดยพิจารณาจากกระบวนการทำงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.1) เทคนิคซึ่งอาศัยความจำ(Memory-based Techniques) จะใช้วิธีการนำข้อมูลของผู้ใช้แต่ละรายบุคคลไปทำการเปรียบเทียบว่ามีคุณลักษณะที่ความคล้ายคลึงกับข้อมูลผู้ใช้คนอื่น ๆ คนใดบ้างที่มีอยู่ในระบบ ณ ขณะนั้น ซึ่งจะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลกับทุก ๆ คนที่มีอยู่ในระบบแล้วทำการประมวลผลแบบทันที (Real time) ดังนั้น ถ้ามีข้อมูลของผู้ใช้ในระบบเป็นจำนวนมาก ก็จะส่งผลให้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการประมวลผล โดยอาจจะส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการแสดงผลลัพธ์การให้คำแนะนำกับผู้ใช้ได้

2.2) เทคนิคซึ่งอาศัยแบบจำลอง(Model-based Techniques)จะใช้วิธีการนำข้อมูล ของผู้ใช้ทั้งหมดที่มีอยู่ในระบบ มาสร้างเป็นแบบจำลองหรือแบบจำลองสำหรับให้คำแนะนำกับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ดังนั้น เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบ ข้อมูลของผู้ใช้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองการแนะนำที่มีอยู่ระบบ เมื่อดำเนินการตรวจสอบแล้วพบว่าผู้ใช้มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวแบบใดของแบบจำลองการแนะนำของระบบก็จะประมวลผลข้อมูลและแสดงผลลัพธ์ให้กับผู้ใช้ จึงทำให้กระบวนการทำงานเทคนิควิธีนี้ใช้เวลาในการทำงานน้อยกว่าเทคนิควิธีซึ่งอาศัยความจำ โดยส่วนใหญ่นิยมสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและประยุกต์ใช้ระบบแนะนำส่วนบุคคลในการจัดการเรียนการสอน พบว่า มีการออกแบบและพัฒนาระบบในรูปแบบต่าง ๆ ให้สามารถ จัดเตรียมข้อมูลนำส่งข้อมูล และแนะนำเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้กับผู้เรียนตามความต้องการ โดยการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลลักษณะของผู้เรียนแต่ละบุคคลกับข้อมูลลักษณะของสื่อการเรียนรู้ นำเงื่อนไขหรือกฎความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้ในการแนะนำ ของสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม สำหรับการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน (Klašnja-Milićević et al,2011; Chen and Persen, 2012; Vesin et al,2013;Özpolat and Akar, 2009)ซึ่งพบว่า เทคนิควิธีการแนะนำส่วนบุคคลของงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น โดยส่วนใหญ่ใช้ เทคนิคซึ่งอาศัยแบบจำลอ งและหลักการทำเหมืองข้อมูล เพื่อ ค้นหาและสร้างแบบจำลองความ สัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลต่าง ๆ ด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่าการใช้ เทคนิคซึ่งอาศัยความจำ โดยพบว่ายังไม่มีการนำข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้านเนื้อหาและข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างแบบจำลองแนะนำส่วนบุคคล

ดังนั้น การพัฒนาแบบจำลองในส่วนของการ แนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ของงานวิจัยนี้ จึงเลือกใช้วิธี การกรองแบบร่วมมือ (Collaborative filtering) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีการที่ สามารถ รองรับการ แนะนำข้อมูล ที่นอกเหนือจากข้อมูลที่ ผู้ใช้ไว้ว่ามีความชอบหรือสนใจได้ จึงทำให้สามารถแนะนำคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้ใช้อาจจะชอบหรือสนใจก็ได้ รวมทั้งใช้แนวคิดของ เทคนิคอาศัยแบบจำลอง(Model-based Techniques)ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมกับงานวิจัยนี้เนื่องจากมีคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การเลือกใช้วิธีแนะนำข้อมูลให้กับผู้ใช้ โดยการสร้างแบบจำลองเตรียมไว้ก่อนแล้วค่อยทำการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของข้อมูลผู้ใช้กับแบบจำลองที่มีอยู่ในระบบ จึงมีความเหมาะสมกับลักษณะข้อมูลของงานวิจัยนี้

2.4.2 การทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ ขั้นตอนหรือกระบวนการทำงานที่ถูกนำมาใช้เพื่อจัดกระทำกับข้อมูลจำนวนมาก ในลักษณะของการสกัดข้อมูล (Extract data) เพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ทำให้ได้ ความรู้หรือสารสนเทศ ที่เป็นประโยชน์ (Useful Information) ที่มีความถูกต้อง (Valid) และสามารถนำไปใช้ให้เกิดผลได้ (Actionable) ซึ่งการทำเหมืองข้อมูลถูกนำมาใช้สำหรับค้นหาความรู้ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลหรือฐานความรู้ต่าง ๆ มาตั้งแต่ต้นทศวรรษ1980(Han, Kamber and Pei, 2011, p. 3)โดยรูปแบบของความรู้ที่ค้นพบด้วยอัลกอริทึมต่าง ๆ ของการทำเหมืองข้อมูลนั้นจะมีความหมายที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าจะเลือกนำมิติของผลลัพธ์ที่ได้ไป ใช้ประโยชน์ให้เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการอย่างไร สำหรับงานวิจัยนี้จะศึกษาแนวคิดและขั้นตอนวิธีของการทำเหมืองข้อมูล เพื่อนำไปใช้ ในการพัฒนาแบบจำลองแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.2.1 ความหมายของการทำเหมืองข้อมูล

ฮาน และแคมเบอร์ (Han and Kamber, 2001, p. 5)ได้นิยามความหมายของการ ทำเหมืองข้อมูล ไว้ว่า คือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น การทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท ทั้งในด้านธุรกิจที่ช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ในด้านวิทยาศาสตร์และการแพทย์ รวมทั้งในด้านเศรษฐกิจและสังคม

ไวเทนและแฟร็ง(Witten and Frank, 2005, p.5) ได้กล่าวว่า การทำเหมืองข้อมูล หมายถึง วิธีการค้นหารูปแบบ (Patterns) ของข้อมูลในฐานข้อมูลที่เป็นไปโดยอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติก็ได้ แต่ จะต้องมีข้อกำหนด ในกระบวนการค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล(Knowledge Discoveryin Databases: KDD)อย่างมีรูปแบบ ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นข้อค้นพบที่มีความหมายในรูปแบบ ของมิติต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช้งาน สามารถเลือกนำ ผลลัพธ์ที่ได้ ไปใช้ประโยชน์ตาม ความต้องการได้

นิตยาเกิดประสพ(2547, หน้า 9-10)ได้อธิบายความหมายของการทำเหมืองข้อมูลว่า หมายถึง กระบวนการที่นำมาใช้ในการ ประมวลผลข้อมูลจำนวนมากโดยอัตโนมัติ ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล เพื่อค้นหารูปแบบ (Pattern) ที่ซ่อนอยู่ในนั้น เพื่อ ให้องค์กรนำไปใช้ในการวางแผนการดำเนินงานหรือการตัดสินใจดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไป โดยการประมวลผลนี้จะใช้วิธีการทางสถิติ คณิตศาสตร์ การเรียนรู้ของเครื่องและการรู้จำแบบ

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล (2550,หน้า 84) กล่าวไว้ว่า เหมืองข้อมูล หมายถึง การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแยกประเภท จำแนกรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่หรือคลังข้อมูลและนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจ ดังนั้น การทำเหมืองข้อมูลจึงมีความเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการใช้เทคนิคบางประการเพื่อค้นหารูปแบบและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ถูกซ่อนอยู่และไม่เคยมีมาก่อนจากคลังข้อมูล จนกลายเป็นการค้นพบองค์ความรู้ใหม่ (Knowledge Discovery)

จากนิยามข้างต้น งานวิจัยนี้ได้สรุปความหมายของการทำเหมืองข้อมูล ว่าหมายถึง กระบวนการที่นำมาใช้ในการประมวลข้อมูลจำนวนมาก เพื่อค้นหาความรู้และ /หรือตัวแบบความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในนั้น ด้วยเทคนิควิธีต่าง ๆ เช่น การจัดกลุ่ม(Clustering) การจำแนกข้อมูล (Classification)และการค้นหากฎความสัมพันธ์(Association Rule Discovery) เพื่อนำความรู้และ /หรือตัวแบบความสัมพันธ์ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การแนะนำข้อมูล การวางแผน การพยากรณ์ และการสนับสนุนการตัดสินใจ เป็นต้น

2.4.2.2 สถาปัตยกรรมของระบบการทำเหมืองข้อมูล

กระบวนการทำเหมืองข้อมูล เป็นวิวัฒนาการหนึ่งของการจัดเก็บข้อมูลและการตีความหมายของข้อมูล จากเดิมที่มีการจัดเก็บในฐานข้อมูลอย่างง่าย ๆ มาสู่วิธีการที่สามารถดึงข้อมูลสารสนเทศจากฐานข้อมูลมาใช้ประโยชน์ โดยการขุดค้นพบความรู้ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลนั้น ซึ่ง ฮานและแคมเบอร์ (Han and Kamber, 2001, pp. 7-9)ได้อธิบายเกี่ยวกับ สถาปัตยกรรมระบบการทำเหมืองข้อมูลและแบ่งขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลออกเป็น 6 ส่วน (ดังรูปที่ 2.9)

สามารถอธิบายการทำงานของแต่ละส่วน ได้ดังนี้

1) ส่วนของแหล่งข้อมูลของการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งได้มาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ ฐานข้อมูล (Database) ข้อมูลคลังสินค้า (Data Warehouse) เครือข่ายอินเทอร์เน็ต (World Wide Web) และคลังข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ (Other Infomation Repositories)

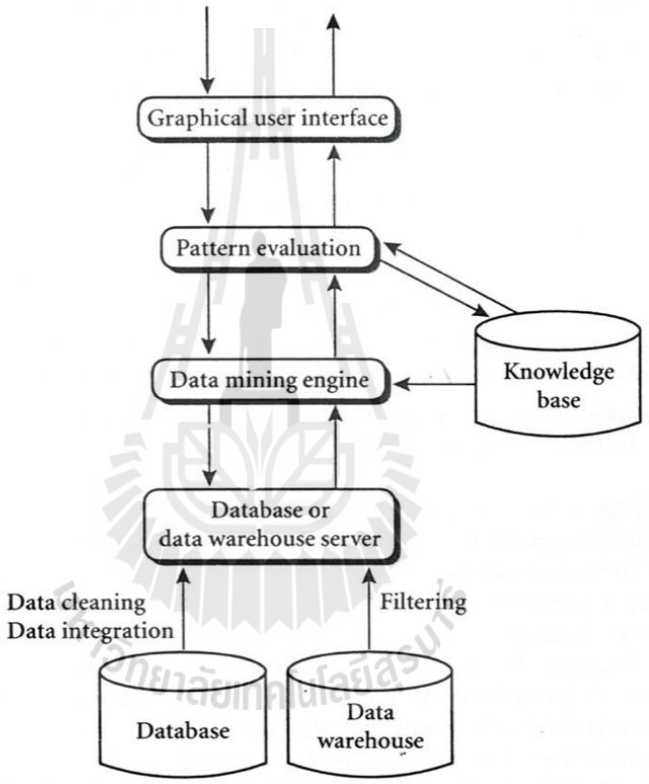
2) ส่วนของการให้บริการข้อมูล (DatabaseorData Warehouse Server) หมายถึง ฐานข้อมูลหรือคลังข้อมูลที่ทำหน้าที่นำเข้าข้อมูลและให้บริการข้อมูลตามคำขอของผู้ใช้

3) ส่วนของฐานความรู้(Knowledge Base) เป็นส่วนของความรู้เฉพาะด้านในงานนั้น ๆ ที่จะทำการค้นหาความรู้ ซึ่ง จะเป็นประโยชน์ต่อการสืบค้น หรือ การประเมินความน่าสนใจของรูปแบบผลลัพธ์ที่ได้

4) ส่วนของเครื่องประมวลผลการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining Engine) เป็นส่วนประกอบหลักที่ ทำหน้าที่ค้นหาความรู้และ /หรือตัวแบบความสัมพันธ์ต่าง ๆ ด้วยเทคนิควิธีต่าง ๆ เช่น การหากฎความสัมพันธ์ การจำแนกประเภท และการจัดกลุ่ม เป็นต้น

5) ส่วนของการประเมินตัวแบบ (Pattern Evaluation) เป็นส่วนที่จะต้องทำงานร่วมกับส่วนของเครื่องประมวลผลการทำเหมืองข้อมูล เพื่อทำหน้าที่ประเมินผลความรู้และ / หรือตัวแบบที่ได้ และทำ การกลั่นกรองผลลั พธ์ที่ได้เพื่อให้การค้นหามุ่งเน้นเฉพาะรูปแบบที่น่าสนใจ

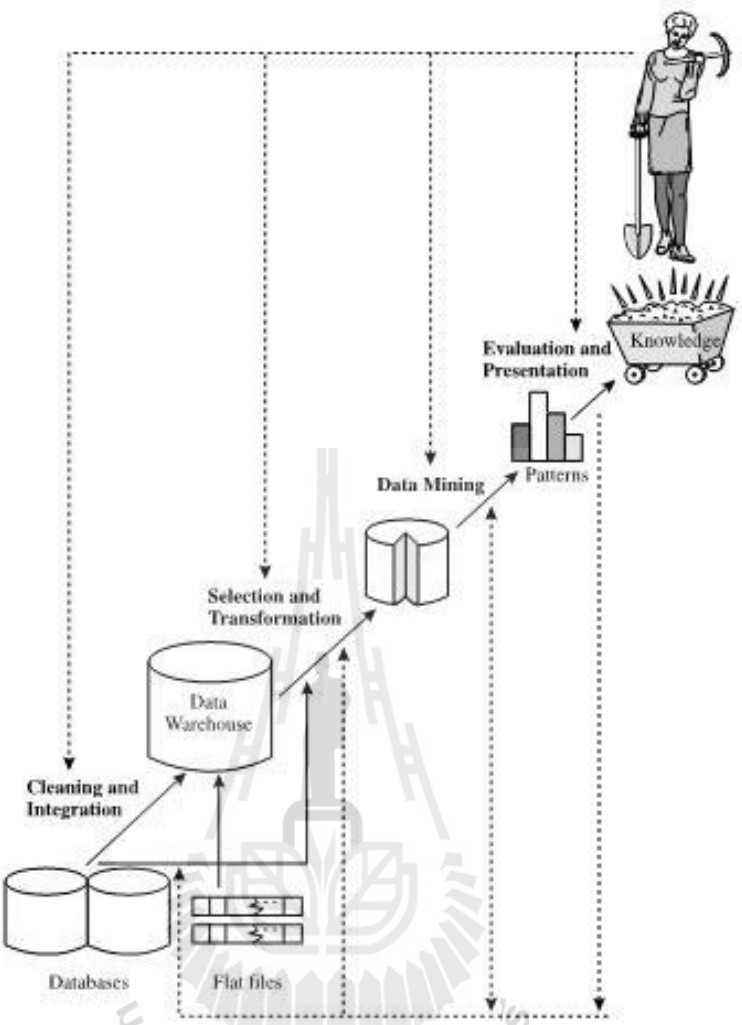
6) ส่วนของการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (Graphic User Interface)เป็นส่วนติดต่อประสานระหว่างผู้ใช้กับระบบการทำเหมืองข้อมูล ซึ่งจะ ช่วยให้ผู้ใช้สามารถระบุ ความต้องการที่จะทำเหมืองข้อมูลดูข้อมูลหรือโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล และประเมินผลลัพธ์ที่ได้



รูปที่ 2.9 สถาปัตยกรรมระบบการทำเหมืองข้อมูล(Han and Kamber, 2001, p. 8)

2.4.2.3 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูลเป็น กระบวนการที่นำมาใช้ในการประมวลข้อมูลจำนวนมากเพื่อค้นหาความรู้และ/หรือตัวแบบความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในนั้น โดยมีกระบวนการของการค้นหาความรู้ในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้องค์ความรู้(Han, Kamber and Pei, 2011, p.7) ดังรูปที่ 2.10สามารถอธิบายขั้นตอนของการทำเหมืองข้อมูล ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.10 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล(Han, Kamber and Pei, 2011, p.7)

1) การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เป็นขั้นตอนการคัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูลที่เสียหรือนำมาใช้ไม่ได้

2) การรวมข้อมูล (Data Integration) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลที่มีหลายแหล่งให้เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน

3) การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) เป็นขั้นตอนการดึงข้อมูลหรือคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานที่ต้องการวิเคราะห์ โดยทำการเลือกข้อมูลขึ้นมาจากแหล่งที่บันทึกไว้

4) การแปลงข้อมูล (Data Transformation) เป็นขั้นตอนของการแปลงข้อมูลหรือทำให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

5) การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นขั้นตอนการค้นหารูปแบบที่เป็นประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่ โดยใช้กระบวนการต่าง ๆ ที่จะทำให้สามารถสกัดรูปแบบหรือความรู้จากข้อมูลที่มีอยู่ให้สามารถนำไปใช้งานได้

6) การประเมินตัวแบบ (Pattern Evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินตัวแบบที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลว่าสามารถนำไปใช้เป็นตัวแทนความรู้ได้หรือไม่

7) การนำเสนอความรู้ (Knowledge Representation) เป็นขั้นตอนการนำเสนอความรู้ที่ค้นพบ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เพื่อนำเสนอเพื่อให้กับผู้ใช้งาน

2.4.2.4 ลักษณะงานของการทำเหมืองข้อมูล

ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการทำเหมืองข้อมูล สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานลักษณะต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้อย่างหลากหลาย ตามแนวคิดของแบรี่และรินนอฟ (Berry and Linoff, 2004, p. 8) ได้แบ่งลักษณะงานของการทำเหมืองข้อมูลออกเป็น 6 ด้าน ดังนี้

1) งานจำแนกข้อมูล (Classification) เป็นลักษณะงานที่ใช้หลักการจำแนกข้อมูล เพื่อจัดหมวดหมู่และจัดลำดับข้อมูลต่าง ๆ ที่มีการแบ่งกลุ่มอยู่แล้ว ให้สามารถนำผลของการจำแนกข้อมูลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดความเข้าใจ ติดต่อสื่อสาร รวมทั้งเข้าถึงได้ง่าย ซึ่งเป็นเทคนิควิธีที่เก่าแก่และมีการใช้กว้างขวางที่สุด

2) งานจัดกลุ่ม (Clustering) เป็นลักษณะงานที่ใช้วิธี การจัดกลุ่มข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน หรือมีลักษณะที่เหมือน ๆ กันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เป็นกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการจำแนกข้อมูลไว้ล่วงหน้า มีหลักการทำงานที่แตกต่างกับงานจำแนกข้อมูลอย่างเด่นชัด โดยงานจัดกลุ่มข้อมูลจะต้องทำการค้นหาว่าข้อมูลจะถูกนำมารวมกลุ่มหรือรวมตัวกันบนพื้นฐานของความคล้ายกันของข้อมูลและจัดเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้อย่างไร ซึ่งจะต้องแบ่งกลุ่มหรือจัดกลุ่มให้เสร็จสมบูรณ์ก่อน จึงจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Witten and Frank, 2005, p.136)

3) งานอธิบายและบอกรายละเอียดข้อมูล (Description and Profiling) เป็นงานที่มุ่งเน้นการนำผลที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของการอธิบายหรือบอกรายละเอียดสิ่งที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูลที่มีความสลับซับซ้อน เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่มากขึ้น เช่น การอธิบายและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลประวัติลูกค้ากับข้อมูลผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นร่วมกัน ด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)หรือกฎความสัมพันธ์ (Association Rule)ก็จะทำให้สามารถนำไปใช้ในประโยชน์ทางการค้าได้ เป็นต้น

4) งานประเมินค่า (Estimation) เป็นงานที่เกี่ยวข้องกับการนำผลที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลไปประยุกต์ใช้เพื่อประเมินค่าสิ่งต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประโยชน์และ

อาจจะเป็นสิ่งที่ไม่ได้คาดคิดมาก่อน โดยใช้วิธีการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบจากเทคนิควิธีการต่าง ๆ จากนั้นนำแบบจำลองที่ได้ไปทำการป้อนข้อมูลบางอย่างเข้าไป ซึ่งก็จะทำให้สามารถประเมินมูลค่าของสิ่งที่มีความสนใจหรือต้องการได้

5) งานค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rule Discovery) เป็นลักษณะงานที่เกี่ยวข้องกับการค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ ที่อยู่ในรูปแบบของชุดข้อมูล (Item Sets) กับเหตุการณ์ที่ตามมา (Subsequences)และโครงสร้างของส่วนย่อย (Substructures)ซึ่งจะได้ผลลัพธ์เป็นลักษณะความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลที่พบหรือปรากฏร่วมกันบ่อย ๆ (Han, Kamber and Pei, 2011, pp. 228-229) ซึ่งเป็นงานของการทำเหมืองข้อมูล ที่ได้รับความนิยมนำไปใช้ในวงการธุรกิจโดยเฉพาะในส่วนของการวิเคราะห์พฤติกรรมในการซื้อสินค้าของลูกค้า

6) งานคาดการณ์ (Prediction)เป็นลักษณะงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างรูปแบบเพื่อคาดการณ์หาค่าที่ต้องการจากข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ซึ่งเป็นการคาดการณ์โดยอาศัยการหาค่าที่ต้องการจากข้อมูลที่มีอยู่ในอดีต จึงทำให้ได้ค่าที่ต้องการออกมาเป็นตัวเลข โดยผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการนี้จะทำให้สามารถคาดการณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ว่าจะมี แนวโน้ม เป็นอย่างไรตัวอย่างของการไปประยุกต์ใช้ งาน เช่น การคาดการณ์แนวโน้มของตลาดหุ้น สภาพอากาศ วิเคราะห์ความหนาแน่นของช่องสัญญาณในระบบสื่อสารขนาดใหญ่เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า แต่ละเทคนิควิธีของการทำเหมืองข้อมูลสามารถรองรับการนำไปใช้งานได้แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ขั้นตอนวิธีการจำแนกข้อมูล (Data ClassificationAlgorithm) ใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลโดยมีการจัดกลุ่มเป้าหมายไว้แล้ว ทำให้ได้รูปแบบการจำแนกข้อมูลตามกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด ส่วนขั้นตอนวิธีการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rule Algorithm)ใช้ในการหาความสัมพันธ์ที่เกิดร่วมกันของข้อมูล โดยไม่มีการจัดกลุ่มเป้าหมายไว้ก่อน ทำให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่เกิดร่วมกันของข้อมูลทั้งหมดดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำกระบวนการทำเหมืองข้อมูลไปประยุกต์ใช้ใน การสร้างแบบจำลองการแนะนำส่วนบุคคลเพื่อให้สามารถแนะนำสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน โดยนำขั้นตอนวิธีการสร้างกฎการจำแนก (Classification Rules) และกฎความสัมพันธ์ (Association Rules) มาใช้ในการเลือกคุณลักษณะเด่นของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน และพัฒนาเป็นแบบจำลองการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลต่อไป

2.4.3 การแนะนำส่วนบุคคลโดยใช้วิธีการทำเหมืองข้อมูล

การแนะนำส่วนบุคคลโดยใช้ วิธีการทำเหมืองข้อมูล สามารถแบ่ง ตามลักษณะของกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการศึกษาออกเป็น 3กลุ่ม โดยกลุ่มแรก เป็นการศึกษาเพื่อค้นหาลักษณะบางอย่างที่ข้อมูลแสดงลักษณะนั้นเหมือนกัน โดยที่ยังไม่มีกลุ่มเป้าหมายที่ชัดเจนว่าผลที่ต้องการ

จะได้นั้นจะออกมาเป็นอย่างไร คือวิธีคลัสเตอร์หรือ การจัดกลุ่ม (Clustring)ส่วนกลุ่มที่สอง เป็นการศึกษาโดยมีเป้าหมายอย่างชัดเจนว่าเราต้องการจะศึกษาหรือจำแนกกลุ่มข้อมูลหรือ เป้าหมายออกเป็นอย่างไรบ้าง เช่น การจำแนก (Classification) การประมาณค่า (Estimation) หรือ ทำนายลักษณะ (Prediction) จากความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น และกลุ่มสุดท้าย เป็นการศึกษาคล้ายคลึงกับกลุ่มแรกแต่ไม่ได้มุ่งเน้นไปที่การจัดกลุ่มลักษณะข้อมูล แต่จะเป็นการค้นหากฎทั่วไปที่ใช้อธิบายลักษณะที่มักเกิดร่วมกัน หรือที่เรียกว่า กฎความสัมพันธ์ (Association Rules)ซึ่งอัลกอริทึมที่นิยมนำมาใช้คือ อัลกอริทึมอพริออริ(Apriori Algorithm) (นิตยา เกิดประสพ , 2547, หน้า 112, 124-125) การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การสร้างแบบจำลองเพื่อแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีคุณลักษณะที่หลากหลายให้กับผู้ใช้ที่มีการจำแนกข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ และข้อมูลลักษณะความชอบไว้อย่างชัดเจน ดังนั้น วิธีการทำเหมืองข้อมูลที่มีความเหมาะสมและสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานวิจัยนี้จึงได้แก่ การจำแนกกลุ่มข้อมูล และ การสร้างกฎความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

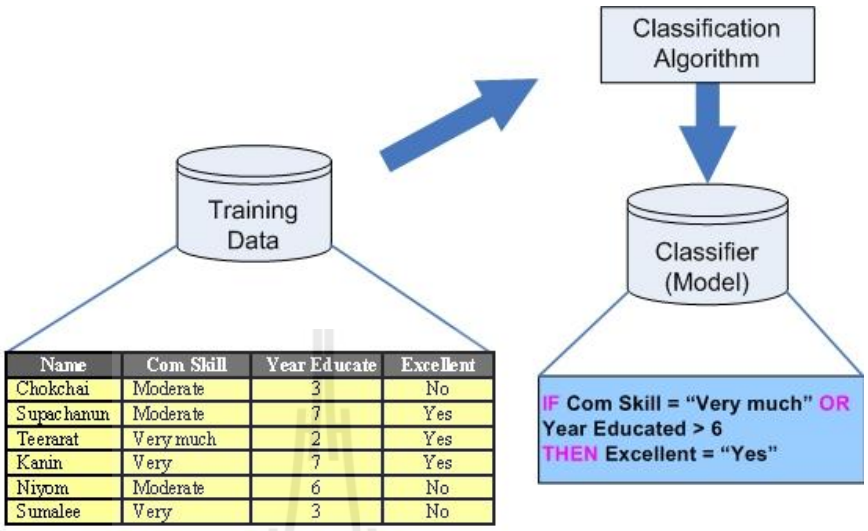
2.4.3.1 การจำแนกกลุ่มข้อมูล

การจำแนก (Classification) เป็นวิธีการทำเหมืองข้อมูลที่ได้รับความนิยมนำไปใช้งานอย่างมากที่สุด ในกรณีที่ต้องการค้นหาหรือสร้างตัวแบบจำแนกกลุ่มข้อมูล โดยมีกลุ่มข้อมูลหรือเป้าหมายที่ต้องการอย่างชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจำแนกกลุ่มข้อมูล ขั้นตอน วิธีต้นไม้ตัดสินใจ และอัลกอริทึมในกลุ่มของต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อนำไปใช้ในส่วนของการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ดังต่อไปนี้

1) วิธีการจำแนกกลุ่มข้อมูล

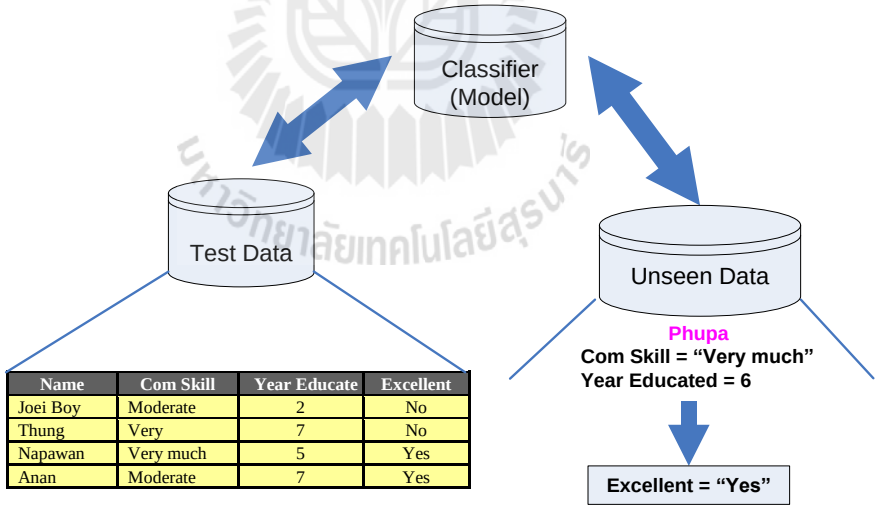
การจำแนกกลุ่มข้อมูล เป็นกระบวนการที่นำมาใช้ในการค้นหาตัวแบบหรือแพทเทิร์น (Pattern) ของข้อมูลเพื่อให้ สามารถจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่มหรือ ที่เรียกว่าคลาส (Class) สามารถแบ่งกระบวนการ จำแนกข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนแรกเป็นการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบ โดยนำข้อมูลชุดฝึกหัด (Training Data)ที่จัดเตรียมไว้มาผ่านกระบวนการค้นหาตัวแบบ ด้วยอัลกอริทึมต่าง ๆ โดยตัวแบบที่ได้จะเรียกว่า ตัวจำแนก (Classifier) ซึ่งจะถูกนำไปใช้สำหรับจำแนกข้อมูลต่อไป (ดังรูปที่ 2.11)สำหรับในส่วนที่สอง เป็นการนำตัวจำแนกที่ได้มาจากส่วนแรกไปทดสอบเพื่อวัดค่าความแม่นตรงของตัวแบบกับข้อมูลชุดทดสอบ (Testing Data) รวมทั้งนำไปใช้ประโยชน์ในการพยากรณ์หรือทำนายข้อมูลใหม่(ดังรูปที่ 2.12)ซึ่งตัวอย่างของการนำตัวจำแนกไปใช้พยากรณ์ข้อมูล เช่น ผู้ใช้ชื่อ Phupaมีข้อมูลCom Skillเท่ากับVery Muchและมี

ข้อมูลYear Educatedเท่ากับ 9ปี ผลการพยากรณ์จะได้ว่า ผู้ใช้ชื่อ Phupaจะมีค่าของข้อมูลExcellent เท่ากับ Yes เป็นต้น (นิตยา เกิดประสพ, 2547)



Name	Com Skill	Year Educate	Excellent
Chokchai	Moderate	3	No
Supachanun	Moderate	7	Yes
Teerarat	Very much	2	Yes
Kanin	Very	7	Yes
Niyom	Moderate	6	No
Sumalee	Very	3	No

รูปที่ 2.11ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้เป็นตัวจำแนกข้อมูล(ดัดแปลงจาก นิตยา เกิดประสพ , 2547)



Name	Com Skill	Year Educate	Excellent
Joei Boy	Moderate	2	No
Thung	Very	7	No
Napawan	Very much	5	Yes
Anan	Moderate	7	Yes

รูปที่ 2.12ขั้นตอนการทดสอบแบบจำลองและการใช้แบบจำลองจำแนกข้อมูลในอนาคต(ดัดแปลงจาก นิตยา เกิดประสพ, 2547)

นิตยา เกิดประสพ(2547) ได้อธิบายและสรุปขั้นตอนวิธีการจำแนกข้อมูลของกระบวนการทำเหมืองข้อมูล ไว้ดังนี้

1.1) เตรียมข้อมูล โดยการ คัดเลือกรายการข้อมูลหรือ แอททริบิวท์ (Attributes)ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องและ คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการค้นหา และสร้างตัวแบบเพื่อจำแนกข้อมูล

1.2) ระบุแอททริบิวท์เป้าหมาย ที่จะนำไปใช้เป็นตัวจำแนกข้อมูลในขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)ด้วยอัลกอริทึมต่างๆ สำหรับจำแนกข้อมูล

1.3) เลือกขั้นตอนวิธีหรืออัลกอริทึม (Algorithm) ที่ต้องการนำไปใช้สร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล จากนั้นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ของเครื่องตามขั้นตอนวิธีของอัลกอริทึมที่เลือกเพื่อวิเคราะห์และค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างแอททริบิวท์ทั้งหมดกับแอททริบิวท์เป้าหมาย

1.4) ผลลัพธ์ที่ได้ ของการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล จะอยู่ในรูปของกฎการจำแนก หรือที่เรียกว่า “Classification Rules”

การนำกฎการจำแนกไปใช้พยากรณ์ข้อมูลนั้น จะต้องมีการวัดและประเมินประสิทธิภาพโดยอาศัยหลักเกณฑ์2 ประการคือ ความเที่ยงตรงและความซับซ้อนซึ่งผลลัพธ์จะต้อง มีค่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ในการพิจารณาจะ ขึ้นอยู่กับลักษณะหรือประเภทของงานที่ต้องการนำกฎการจำแนกไปใช้งาน

2) ขั้นตอนวิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Algorithm)

ขั้นตอนวิธีการจำแนกข้อมูลของการทำเหมืองข้อมูล ที่ได้รับความนิยมนำไปประยุกต์ใช้งานคือ อัลกอริทึมในกลุ่ม ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นเทคนิควิธีที่ถูกนำใช้ในการอธิบายขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ในรูปแบบที่ง่าย ขึ้น โดยการ นำแผนภาพเข้ามาช่วยอธิบายเส้นทางและเงื่อนไขต่าง ๆ ที่มีลักษณะโครงสร้าง ของเงื่อนไขการตัดสินใจคล้ายกับ การแผ่กิ่งก้านสาขาของ ต้นไม้ด้วยการแยกเงื่อนไขออกเป็นส่วน ๆ จึงทำให้เห็นโครงสร้างเงื่อนไข ได้ชัดเจนมากขึ้น(กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, 2550, หน้า 104)

โดยพบว่า กฎการจำแนกที่ได้จากเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจนั้น สามารถเข้าใจได้ง่ายและไม่ยุ่งยากในการนำไปใช้งาน รวมทั้งมีกลไกของการเรียนรู้ในกระบวนการสร้างตัวแบบที่รวดเร็วกว่ากลไกของเทคนิควิธีอื่น ๆ จึงส่งผลให้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจถูกนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลาย ถึงแม้ว่าเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจจะมีข้อจำกัดว่า สามารถรองรับได้เฉพาะข้อมูลที่มีคุณลักษณะไม่ต่อเนื่อง (Discrete Attributes) เท่านั้นก็ตาม (Quinlan, 1986, 1993)

นิตยา เกิดประสพ (2547, หน้า 85-97)ได้อธิบายขั้นตอนวิธีของต้นไม้ตัดสินใจสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกข้อมูลดังนี้

(1) เลือกแอททริบิวท์ที่ทำหน้าที่เป็นโหนดราก(Root Node)

(2) สร้างเส้นทางเชื่อมจากโหนดรากไปยังโหนดลูก (Internal Nodes) จำนวนเส้นทางเชื่อมจะเท่ากับจำนวนค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดของแอททริบิวท์ที่เป็นโหนดราก

(3) ถ้าโหนดลูกเป็นกลุ่มของข้อมูลที่อยู่ในคลาสเดียวกันทั้งหมด ก็จะหยุดทำการสร้างต้นไม้หรือทรี (Tree) ต่อไป แต่ถ้าไม่ใช่คลาสเดียวกันก็จะต้องสร้างต้นไม้ย่อยหรือซับทรี (Subtree) ต่อไป โดยจะเลือกแอททริบิวท์มาทำหน้าที่เป็นโหนดรากของต้นไม้ย่อยหรือซับทรี และทำซ้ำในขั้นตอนที่(2)และขั้นตอนที่(3) เพื่อจำแนกข้อมูลจนได้คลาสเดียวกันทั้งหมด

จะเห็นได้ว่า การสร้าง ต้นไม้ตัดสินใจสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา คือการตัดสินใจเลือกแอททริบิวท์ใด ที่จะ มาทำหน้าที่เป็น โหนดรากในแต่ละขั้นตอนของ กระบวน การสร้างทรี(Tree)และซับทรี (Subtree)ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีกณฑ์ที่นำมาใช้ช่วยประกอบการตัดสินใจเลือกแอททริบิวท์ เพื่อมาทำหน้าที่เป็น โหนดรากในแต่ละครั้งของ การเรียนรู้โดยการคำนวณที่จะสามารถช่วยบอกได้ว่าแอททริบิวท์ นั้น มีความสามารถในการจำแนกกลุ่มหรือคลาสของข้อมูลได้ดีเพียงใด โดยเรียกว่า ค่าเกน (Gain) ซึ่งหมายถึง ค่าได้จากการคำนวณเพื่อบอกระดับความสามารถในการจำแนกคลาสของแอททริบิวท์ที่ถูกเลือกค่าเกนมีหน่วยวัดเป็นบิต (Bits)สามารถคำนวณหาค่าเกน ได้จากสมการที่2.1 – 2.3 ดังนี้

ถ้าให้

T แทน เซตของข้อมูลฝึก (Training Data)

X แทน แอททริบิวท์ที่ถูกเลือกให้เป็นตัวตรวจสอบเพื่อจัดกลุ่มข้อมูล

สามารถหาค่าเกนได้ตามสมการที่ 2.1(Han, Kamber and Pei, 2011, p.337)ดังนี้

$$Gain\ (X) = Info(T) - Info_x(T) \quad (2.1)$$

โดยที่

Info(T) คือ ฟังก์ชันที่ระบุปริมาณข้อมูลที่ต้องการเพื่อให้สามารถจำแนกคลาสของข้อมูลได้

$$Info(T) = -\sum_{j=1}^{k}\left[\frac{freq(C_j,T)}{|T|}\right]\times\log_2\left[\frac{freq(C_j,T)}{|T|}\right] Bits \quad (2.2)$$

ซึ่งกำหนดให้

$|T|$ คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดในเซตของข้อมูลฝึก

$freq(C_j,T)$ คือ ความถี่ที่ข้อมูลใน Tปรากฏในคลาส C_j

$Info_x(T)$ คือ ฟังก์ชันที่ระบุปริมาณข้อมูลที่ต้องการ โดยใช้แอททริบิวท์X เป็นตัวตรวจสอบเพื่อจำแนกคลาสกลุ่มของข้อมูลได้

$$Info_x(T)=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{|T_i|}{|T|}\right)\times \inf o(T_i)\ Bits \qquad (2.3)$$

ซึ่งกำหนดให้

i คือ จำนวนค่าที่เป็นไปได้ของ แอททริบิวท์X

$|T_i|$ คือ จำนวนข้อมูลที่มีค่า X = i

3) อัลกอริทึมในกลุ่มของต้นไม้ตัดสินใจ

กลไกการเรียนรู้ของอัลกอริทึมในกลุ่มเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ จะมีรายละเอียดของขั้นตอนวิธีในการสร้างตัวแบบเพื่อให้ได้โครงสร้างของต้นไม้ตัดสินใจที่แตกต่างกัน สำหรับอัลกอริทึมในกลุ่มต้นไม้ตัดสินใจที่ได้รับความนิยม มีดังต่อไปนี้

3.1) อัลกอริทึม ID3(Iterative Dichotomizer 3)เป็นขั้นตอนวิธีของต้นไม้ตัดสินใจที่ง่าย โดยใช้เฉพาะค่าเกน (Gain) ของข้อมูลเป็นเงื่อนไขในการจำแนกกลุ่ม โดยมีข้อจำกัดคือ ต้องเป็นข้อมูลเชิงกลุ่มและไม่มีค่าสูญหาย (Missing value) เท่านั้น

3.2) อัลกอริทึม C4.5 หรืออัลกอริทึม J48(เป็นชื่อเฉพาะที่เรียกใช้โปรแกรม WEKA)เป็นขั้นตอนวิธีที่ได้รับการพัฒนามาจากอัลกอริทึม ID3โดยใช่ค่าสัดส่วนเกน (GainRatio)ของข้อมูลเป็นเงื่อนไขในการแบ่งกลุ่ม โดยอัลกอริทึม C4.5 จะสามารถใช้กับข้อมูลที่มีลักษณะเชิงกลุ่มและเชิงปริมาณ มีความสามารถในการจัดการกรณีที่ข้อมูลมีค่าสูญหายได้ จึงทำให้ C4.5 เป็นอัลกอริทึมที่สามารถแก้จุดด้อยของอัลกอริทึมID3 ได้

3.3) อัลกอริทึม RandomTreeเป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้หลักการจำแนกข้อมูลเช่นเดียวกับอัลกอริทึม C4.5 โดยใช้หลักการสร้างต้นไม้จากการสุ่มต้นไม้หลาย ๆ ที่สร้างขึ้นมาได้ในแต่ละโหนดแล้วเลือกมาประมวลผล ซึ่งอัลกอริทึม Random Tree จะไม่มีการนำหลักการทำให้ลดลง (Prune) มาใช้ในขั้นตอนการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

3.4) อัลกอริทึม Random ForestTree เป็นขั้นตอนวิธีที่มีการใช้หลาย ๆ ต้นไม้ตัดสินใจมาประมวลผล ทำให้ได้ความแม่นยำสูง สามารถจัดการกับข้อมูลได้มากและเหมาะสำหรับใช้กับข้อมูลที่มีความสำคัญ

3.5) อัลกอริทึม REPTreeเป็นขั้นตอนวิธี ที่มีหลักการสร้างต้ นไม้ตัดสินใจจากค่าสารสนเทศของเกน(InformationGain)ค่าความแปรปรวนที่ลดลง(Variance Reduction)และ การทำให้ลดลง (Prune)ซึ่งจะ คล้าย ๆ กับ ขั้นตอนวิธีของ C4.5 โดย จะมีการ เพิ่มเทคนิคในการลดความผิดพลาดโดยการ ทำให้ลดลง (Prune)เป็นขั้นตอนวิธีของต้นไม้ตัดสินใจมีจุดเด่นเรื่องความเร็วในการประมวลผล

3.6) อัลกอริทึม NB Tree เป็นขั้นตอนวิธีที่ใช้หลักการความน่าจะเป็นตามหลักสถิติของนาอีฟเบย์ (Naïve Bayes)เพื่อทำการคัดกรองแต่ละคลาสข้อมูล

จากการประมวลความรู้ที่เกี่ยวกับ การจำแนก (Classification) และหลักการทำงานของอัลกอริทึมต่าง ๆ ของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ร่วมกับการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบแนะนำโดยใช้เทคนิควิธี ต้นไม้ตัดสินใจ นั้น พบว่า แนวคิดของการนำกฎการแนะนำจากเทคนิควิธีดังกล่าวไปพัฒนาระบบแนะนำส่วนบุคคล ทำให้ได้ระบบที่สามารถสนับสนุน และเพิ่มประสิทธิภาพ ของสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้(Chen, 2008; Lin et al, 2013; Lu et al, 2007) ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อสรุปว่า การพัฒนาแบบจำลองในส่วนของการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ของงานวิจัยนี้ จะใช้แนวคิดและหลักการสร้างกฎการจำแนก (Classification Rules) ด้วยอัลกอริทึมต่าง ๆ ของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งเป็นเทคนิควิธีที่มีความเหมาะสมกับลักษณะข้อมูลของงานวิจัยนี้ เนื่องจาก คุณลักษณะของข้อมูลโดยส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่มีคุณลักษณะ ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Attributes) เช่น เพศ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือชายและหญิง หรือรูปแบบการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 6 รูปแบบคือแบบอิสระ แบบพึ่งพา แบบร่วมมือ แบบหลีกเลี่ยง แบบแข่งขัน และแบบมีส่วนร่วม เป็นต้น ดังนั้น ถ้านำกฎการจำแนกที่ได้ไปพัฒนาเป็นกฎการแนะนำ (Recommendation Rules) ก็จะทำให้สามารถค้นหาและ แนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลได้

2.4.3.2 การค้นหากฎความสัมพันธ์

งานค้นหา กฎความสัมพันธ์เป็น อีกหนึ่งงานสำคัญของกระบวนการทำเหมืองข้อมูลที่สามารถนำผลลัพธ์ไปใช้งานได้หลายรูปแบบโดยงานค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rules Discovery) ใช้หลักการทำงานคือ ค้นหาความสัมพันธ์ของเหตุการณ์หรือวัตถุที่เกิดขึ้นร่วมกันหรือพร้อมกัน เพื่อนำมาสร้างกฎสำหรับใช้ทำนายเหตุการณ์หรือการเกิดขึ้น ของวัตถุนั้น ๆ ในอนาคต ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อสินค้าของลูกค้าว่า ถ้าลูกค้าซื้อสินค้าใด

สินค้าหนึ่งแล้ว จะซื้อสินค้าอื่น ๆ ร่วมกันบ้างหรือไม่ อย่างไร เป็นต้น (Agrawal, Imieliński, and Swami,1993; นิตยา เกิดประสพ, 2547) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการสร้างกฎความสัมพันธ์และขั้นตอนวิธีของอัลกอริทึมอพริออริ (Apriori Algorithm) เพื่อนำไปใช้ในส่วนของการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การสร้างกฎความสัมพันธ์

คำว่า กฎความสัมพันธ์ (Association Rules) ตามแนวคิดของ ฮานและแคมเบอร์ (Han and Kamber,2001)หมายถึง กฎที่ได้จากการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจากข้อมูลจำนวนมหาศาลที่ถูกเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล โดยส่วนใหญ่นิยมนำไปใช้กับรายการ ข้อมูลทางด้านธุรกิจ (Business Transaction) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในด้านธุรกิจ เช่น นำไปใช้เพื่อวางกลยุทธ์ทางการตลาดว่า ควรจะจัดโปรโมชันหรือขายสินค้าชนิดใดควบคู่กัน เพื่อเพิ่มยอดจำหน่ายให้สูงขึ้น ถึงแม้ว่าแนวคิดและหลักการทำงานของงานสร้างกฎความสัมพันธ์และงานสร้าง กฎการจำแนก(Classification Rules) จะมีความคล้ายคลึงกันก็ตาม แต่ในขั้นตอนวิธีของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Learning Machine) จะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่งผลให้ งานสร้างกฎความสัมพันธ์จะใช้เวลา เรียนรู้ มากกว่า งานสร้างกฎการจำแนก หลายเท่า เนื่องจากจำนวนของกฎความสัมพันธ์ที่เป็นผลลัพธ์นั้น จะขึ้นอยู่กับ จำนวน ของความเป็นไปได้ทั้งหมดของการเกิดเหตุการณ์ร่วมกันระหว่างทุก แอททริบิวท์ ซึ่งถ้ามีจำนวนของแอททริบิวท์ที่สนใจอยู่เป็นจำนวนมากจะมีความเป็นไปได้ที่จำนวนของการเกิดเหตุการณ์ร่วมกันทั้งหมด จะมีเป็นจำนวนมากเช่นเดียวกัน

ดังนั้น ขั้นตอนวิธีสร้างกฎความสัมพันธ์ จึงมีการกำหนดเงื่อนไขหรือเกณฑ์ในการค้นหากฎความสัมพันธ์ 2 ค่า คือ ค่าสนับสนุน (Support)และค่าความเชื่อมั่น (Confidence)ซึ่งเป็นการนำค่าความถี่ที่ปรากฏของความสัมพันธ์ที่ค้นพบ มาแสดงให้เห็นถึงความถูกต้องของกฎความสัมพันธ์ที่ได้ โดยมีรายละเอียดของค่าเกณฑ์ทั้ง 2 ค่า ดังนี้

- ค่าสนับสนุน(Support) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงจำนวนของข้อมูลที่มาสนับสนุนกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นว่าเป็นจริงตามกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด เช่น ค่าสนับสนุนของการเกิดเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B พร้อมกัน จะใช้สัญลักษณ์คือ $Support\ (A \rightarrow B)$ และคำนวณได้จากสมการที่2.4คือ

$$Support\ (A \rightarrow B) = P(A \cap B) = \frac{All\ Transaction\ (A \cap B)}{All\ Transaction} \quad (2.4)$$

โดยที่

$All\ Transaction\ (A \cap B)$ หมายถึง เหตุการณ์ที่ประกอบด้วย A และ B

$All\ Transaction$ หมายถึง เหตุการณ์ทั้งหมด

- ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความเป็นไปได้ที่มาสนับสนุนกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ว่าโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์หนึ่งแล้วมีอีกเหตุการณ์หนึ่งตามมาเป็นอย่างไร ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของการเหตุการณ์ A แล้วจะเกิดเหตุการณ์ B ร่วมด้วยนั้น จะใช้สัญลักษณ์ คือ $Confidence\ (A \rightarrow B)$ และคำนวณได้จากสมการที่ 2.5คือ

$$Confidence\ (A \rightarrow B) = P\ (A/B) = \frac{All\ Transaction\ (A \cap B)}{All\ Transaction(A)} \quad (2.5)$$

โดยที่

$All\ Transaction\ (A \cap B)$ หมายถึงเหตุการณ์ที่ประกอบด้วย A และ B

$All\ Transaction\ (A)$ หมายถึง เหตุการณ์ที่ประกอบด้วยA เพียงอย่างเดียว

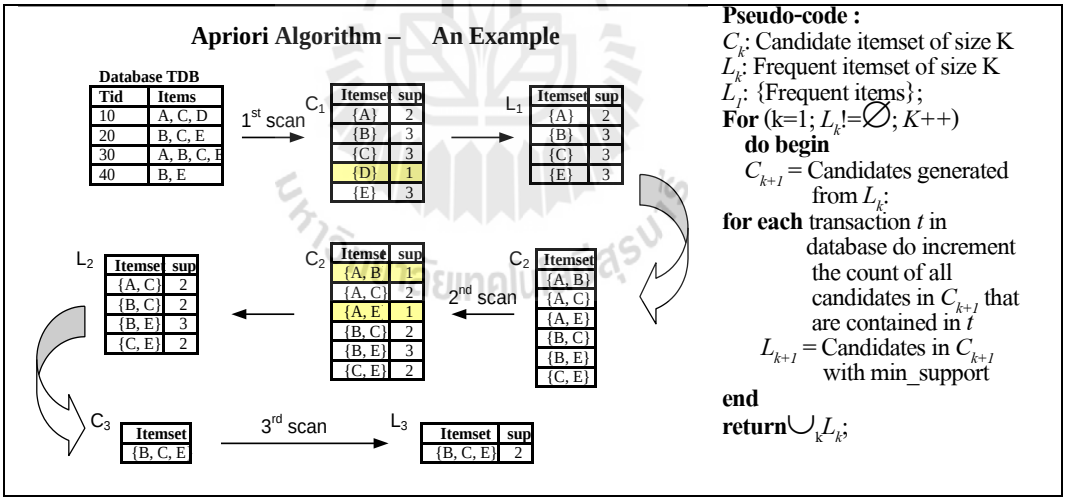
ขั้นตอนวิธีของการค้นหากฎความสัมพันธ์ จะเรียกค่าของแอททริบิวท์แต่ละค่าว่าเป็นไอเท็ม (Item) และเรียกกลุ่มของแอททริบิวท์ว่า เป็นเซตของไอเท็มหรือไอเท็มเซต (Item Sets)เช่นการพิจารณาแอททริบิวท์ทีละคู่ คือการพิจารณาข้อมูลสองไอเท็ม (Two-Items)และจะเรียก กลุ่มของข้อมูลดังกล่าว ว่าเป็นสองไอเท็มเซต(Two-Item Sets)เป็นต้น ในการค้นหากฎความสัมพันธ์จะแบ่งออกเป็น 2ขั้นตอน คือ

1.1) ขั้นตอนแรกเป็นการค้นหาไอเท็มเซตที่ปรากฏบ่อย โดยการนำไอเท็มทั้งหมดที่มีอยู่มาจัดให้อยู่ในรูปแบบไอเท็มเซต จากนั้นทำการค้นหาไอเท็มเซตที่ปรากฏบ่อย โดยเริ่มพิจารณาจาก หนึ่งไอเท็มเซต (One-Item Sets)สองไอเท็มเซต (Two-Item Sets) สามไอเท็มเซต (Three-Item Sets) หรือสี่ไอเท็มเซต(Four-Item Sets)มากขึ้นตามลำดับ ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะครบทุกขนาดของไอเท็มเซต ในการคัดเลือกว่าเป็นไอเท็มเซตที่ปรากฏบ่อยหรือไม่นั้น จะใช้เกณฑ์จากค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support)เพื่อพิจารณาว่ามีค่า ความถี่อย่างต่ำ ที่ปรากฏสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือไม่

1.2) ขั้นตอนที่สองเป็นการ สร้างกฎความสัมพันธ์ด้วยไอเท็มเซตที่ปรากฏบ่อย โดยการ นำไอเท็ม เซตที่เป็นไปได้ทั้งหมด ที่ได้จากขั้นตอนแรกมา สร้าง เป็นกฎความสัมพันธ์ในรูปแบบ ถ้า-แล้ว (IF…THENrules) ซึ่งในการคัดเลือกกฎความสัมพันธ์นั้น จะใช้เกณฑ์จากค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum Confidence) เพื่อพิจารณาว่ากฎที่สร้างได้นั้นมีค่า ความถูกต้องมากกว่าหรือเท่ากับความเชื่อมั่นที่กำหนดไว้

2) ขั้นตอนวิธีของอัลกอริทึมเอพริออริ(Apriori Algorithm)

การค้นหากฎความสัมพันธ์โดยอาศัยหลักการพื้นฐานดังกล่าวข้างต้น นั้นเป็นกระบวนการที่ทำอย่างตรงไปตรงมาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการซึ่งต้องใช้เวลามากในกระบวนการค้นหากฎความสัมพันธ์เนื่องจากเป็นการค้นหาจากทุกขนาดของไอเท็มเซตและมีการกราดตรวจหรือสแกน(Scan) ข้อมูลทั้งหมดทุกครั้งเพื่อนับจำนวน ไอเท็มเซตที่ปรากฏบ่อยว่ามีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่า สนับสนุนขั้นต่ำหรือไม่ ดังนั้น แนวคิดในการ ลดจำนวนครั้งของการ สแกนข้อมูล เพื่อช่วยให้กระบวนการค้นหา กฎความสัมพันธ์ทำงานได้ รวดเร็วขึ้น ในกรณีที่มีจำนวนของข้อมูลหรือไอเท็มเป็นจำนวนมาก จึงถูกนำมาใช้ในการสร้างกฎความสัมพันธ์



รูปที่ 2.13ขั้นตอนวิธีการสร้างกฎและรหัสเทียม(Pseudo-Code)ของอัลกอริทึมเอพริออริ(ดัดแปลงจากปรีชา วิจิตรธรรมรส, 2548)

อะกาวาลล์และศรีคานท์ (Agrawal and Srikant, 1994)ได้นำเสนออัลกอริทึมเอพริออริ (Apriori Algorithm) เพื่อนำมาใช้ในการทำเหมืองข้อมูลประเภทการค้นหากฎความสัมพันธ์ โดย อัลกอริทึมเอพริออริ จะมีการทำงานแบบลูป (Loop)หรือวนรอบไปเรื่อย ๆ

ตามลำดับขั้นหรือที่เรียกว่า Level-Wise โดยไอเท็มเซตที่ปรากฏบ่อยในรอบปัจจุบัน จะถูกนำไปใช้สร้างเป็นแคนดิเดทไอเท็มเซต (CandidateItemSets)ในรอบถัดไปซึ่งเป็นขั้นตอนวิธีที่มีการปรับปรุงจากหลักการพื้นฐานที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น โดยมี แนวคิด ที่จะ ลดจำนวนครั้งของการสแกนข้อมูล ซึ่ง ทำให้สามารถ ทำงานได้รวดเร็วขึ้น โดยมี รายละเอียดของขั้นตอนวิธี ตามหลักการของอัลกอริทึมเอพริออริดังรูปที่ 2.13

จะเห็นได้ว่า อัลกอริทึมเอพริออริ จะช่วยให้ การสร้าง ไอเท็มเซตขนาดใหญ่ (Large Item Sets)ทำได้รวดเร็วขึ้น โดย การลดจำนวนครั้งในการ สแกนข้อมูล ซึ่ง ไอเท็ม ที่พิจารณาเพื่อสร้างไอเท็มเซตใด ๆ นั้น (K-Item Sets) เป็นเฉพาะ ไอเท็ม ที่ได้จาก ไอเท็มเซต K-1(K-1 Item Sets) เท่านั้นจึงไม่จำเป็นต้องนำ ไอเท็ม ทั้งหมดมาพิจารณาเพื่อหาค่าสนับสนุน (ดังรูปที่ 2.13) จึงทำให้อัลกอริทึมเอไพรออริ ได้รับความนิยมในการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในการนำไปใช้เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เพราะสามารถประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว

3) การคัดเลือกลักษณะสำคัญ โดยใช้กฎความสัมพันธ์

จากรายละเอียดของ ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล (ในหัวข้อที่ 2.4.2.3) จะเห็นได้ว่า การเตรียมข้อมูล (Preprocessing) คือกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องก่อนที่เข้าสู่ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลนั้น ได้แก่ การทำความสะอาดข้อมูล การรวมข้อมูล การเลือกข้อมูล และการแปลงข้อมูลนั้นเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อผลลัพธ์ที่จะได้จากการทำเหมืองข้อมูล โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนการเลือกข้อมูลซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการลดขนาดข้อมูล (Data Reduction)ดังนั้น จึงจำเป็นต้องอาศัยหลักการและแนวคิดต่าง ๆ มาใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลในส่วนนี้ เพื่อให้การลดขนาดของข้อมูลตั้งต้นให้มีความสูญเสียลักษณะสำคัญข้อมูลน้อยที่สุด รวมทั้งสูญเสียความถูกต้องของผลลัพธ์น้อยที่สุดด้วย ซึ่งเทคนิคการเลือกข้อมูลที่ดีจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีความสำคัญและสามารถใช้เป็นตัวแทนของข้อมูลส่วนใหญ่ได้

เทคนิควิธีการเลือกลักษณะสำคัญ (Feature Selection) จึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมนำมาใช้ในขั้นตอนการเตรียมข้อมูล เพื่อทำการสกัดและเลือกลักษณะสำคัญก่อนที่จะนำข้อมูลดิบ(RawData) ไปสร้างตัวแบบต่าง ๆการเลือกลักษณะสำคัญจึงเป็นขั้นตอนทำให้สามารถปรับ ลดขนาดมิติของข้อมูลให้ มีความ เหมาะ สมสำหรับ การจำแนกข้อมูล (Classification)หรือจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) โดย อาศัยแนวคิดว่าจะทำการ เลือกกลุ่มย่อยของลักษณะสำคัญ (Feature Subset) ที่ทำให้ได้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด ได้อย่างไร นั่นคือเลือกเฉพาะลักษณะสำคัญที่ทำให้การ จำแนกกลุ่ม มีความถูกต้อง และมีจำนวนลักษณะสำคัญที่ ไม่มากเกินไป เพราะอาจ จะส่งผลกระทบต่อความเร็วในการประมวลผล ด้วย โดยจำนวน กลุ่มย่อย

ทั้งหมดที่เป็นไปได้ของลักษณะสำคัญนั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนของลักษณะสำคัญ ทั้งหมดถ้า มีลักษณะสำคัญ จำนวน n ตัว กลุ่มย่อยที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ 2^nกลุ่ม ถ้า มีจำนวนลักษณะสำคัญทั้งหมด9ตัว จะมีกลุ่มย่อยที่เป็นไปได้คือ $2^9 = 512$ ตัวดังนั้น ถ้ายิ่งมีจำนวนลักษณะสำคัญ มากขึ้นเท่าไรจะทำให้มี จำนวนกลุ่มย่อย เพิ่มมากยิ่งขึ้นตามไปด้วย โดย ขั้นตอนวิธี ที่นำมาใช้ ในการเลือกกลุ่มย่อยของลักษณะสำคัญ สามารถแบ่งกว้าง ๆ ออกเป็น 3 วิธี คือ

(1) วิธีการใช้ตัวกรอง (Filter) เป็นการเลือกลักษณะสำคัญโดยใช้เงื่อนไขทางสถิติหรือเงื่อนไขทางทฤษฎีสารสนเทศ (Information Theory) เข้ามาช่วย หรือเป็นเงื่อนไขในการเลือกลักษณะสำคัญ

(2) วิธีการใช้เครื่องห่อหุ้ม (Wrapper) เป็นการเลือกลักษณะสำคัญที่ใช้แบบจำลองเข้ามาช่วยโดยเป้าหมายคือ การเลือกกลุ่มย่อยของลักษณะสำคัญที่ทำให้แบบจำลองเรียนรู้ได้ดีหรือเป็นการเลือกลักษณะสำคัญที่ทำให้ค่าผิดพลาดของแบบจำลองมีค่าน้อยที่สุด

(3) วิธีการแบบฝังตัว (Embedded) โดยส่วนใหญ่ เป็นรูปแบบของการเลือกลักษณะสำคัญที่นำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลอง

อย่างไรก็ตามปัจจัยหรือสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกลักษณะสำคัญ ควรจะต้องพิจารณา 3 ส่วนประกอบด้วย ได้แก่ ส่วนของความเกี่ยวเนื่องของลักษณะสำคัญ (Feature Relevancy)ที่มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะสำคัญ ของเป้าหมาย โดยทั่วไปแล้วจะต้องเลือกลักษณะสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับเป้าหมายสูง ๆ ซึ่งนับว่าความเกี่ยวเนื่องของลักษณะสำคัญเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ส่วนของความซ้ำซ้อนของลักษณะสำคัญ (Feature Redundancy) ซึ่งโดยปกติจะต้องเลือกกลุ่มย่อยของลักษณะสำคัญที่มีความซ้ำซ้อนต่ำ (Low Redundancy) หรือมีคุณสมบัติที่หลากหลาย และส่วนของการกระทำระหว่างลักษณะสำคัญ (Feature Interaction) หรือเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสำคัญ นั่นก็คือ ลักษณะสำคัญหลายตัวร่วมกันอธิบายเป้าหมาย

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น จะเห็นได้ว่าการคัดเลือกลักษณะสำคัญจากข้อมูลที่ต้องการ สามารถนำเทคนิควิธีการสร้างกฎความสัมพันธ์มาประยุกต์ใช้ได้เช่นเดียวกัน เพราะสามารถนำผลลัพธ์ของค้นหาหรือคัดเลือกมาเฉพาะไอเท็มเซตที่ปรากฏบ่อย มาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการคัดเลือกลักษณะสำคัญด้วย วิธีการใช้ตัวกรอง (Filter) ซึ่งเป็นรูปแบบของการเลือกลักษณะสำคัญโดยใช้เงื่อนไขทางทฤษฎีสารสนเทศเข้ามาช่วย ในการตัดสินใจซึ่ง นอกจากจะช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลได้แล้ว ยังสามารถลดขนาดมิติของข้อมูล ได้อีกด้วยดังนั้น งานวิจัยนี้จะนำหลักการของกฎความสัมพันธ์มาใช้ เพื่อคัดเลือกลักษณะสำคัญ (Feature Selection) ในกระบวนการจัดเตรียมข้อมูล (Preprocessing) เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้งานในขั้นตอน การเรียนรู้เพื่อสร้างกฎการจำแนกด้วยอัลกอริทึมของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

การทำเหมืองข้อมูลที่สามารถนำไปพัฒนาเป็นกฎการแนะนำ (RecommendationRules)สำหรับ ใช้แนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลได้ต่อไป

2.5 การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย

ในปี ค.ศ. 1994 ทิม เบอร์เนอร์ส-ลี (Tim Berners-Lee) ได้ก่อตั้งกลุ่มบริษัทเวิลด์ไวด์เว็บ หรือที่เรียกว่าองค์กรเว็บไซต์สากล (World Wide Web Consortium: W3C) ขึ้นที่สถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ หรือเอ็มไอที (MIT) เพื่อสร้างมาตรฐานและข้อเสนอแนะสำหรับใช้เป็นหลักในการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของเว็บไซต์ หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 2004 องค์กร W3C ได้เริ่มโครงการ "ซีแมนติกเว็บ" (SemanticWeb) หรือที่เรียกว่า "เว็บเชิงความหมาย" เป็นพัฒนาการของเวิลด์ไวด์เว็บที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลและการบริการบนเว็บไซต์ ในการสร้างความเป็นไปได้ที่เว็บไซต์จะสามารถเข้าใจถึงความต้องการของผู้ใช้และเครื่องมือที่ใช้บรรจุลงในสารบัญเว็บไซต์ เพื่อพัฒนาเว็บให้เป็นแหล่งรวมการแลกเปลี่ยนข้อมูลและความรู้ (W3C, www, 2013) จึงเป็นอีกแนวคิดหนึ่งที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบการค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval: IR) ในรูปแบบที่เรียกว่า การสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic Search) ซึ่งเป็นวิธีการค้นหาทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการจากคลังสารสนเทศหรือฐานข้อมูลภายใต้เงื่อนไขหรือกระบวนการคัดเลือกที่ผู้ใช้ต้องการ ทำให้สามารถเรียกข้อมูลที่ต้องการออกมาแสดงผลได้อย่างรวดเร็วและครอบคลุมถึงการค้นหาทรัพยากรสารสนเทศที่มีความเกี่ยวข้องและ /หรือมีความสัมพันธ์เชิงความหมายด้วย ดังนั้น เพื่อให้การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองของงานวิจัยนี้สามารถสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายได้ จึงได้ศึกษา แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสืบค้นเชิงความหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 การสืบค้นเชิงความหมาย

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงนิยามของการสืบค้นเชิงความหมาย และองค์ประกอบของระบบการสืบค้นเชิงความหมาย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

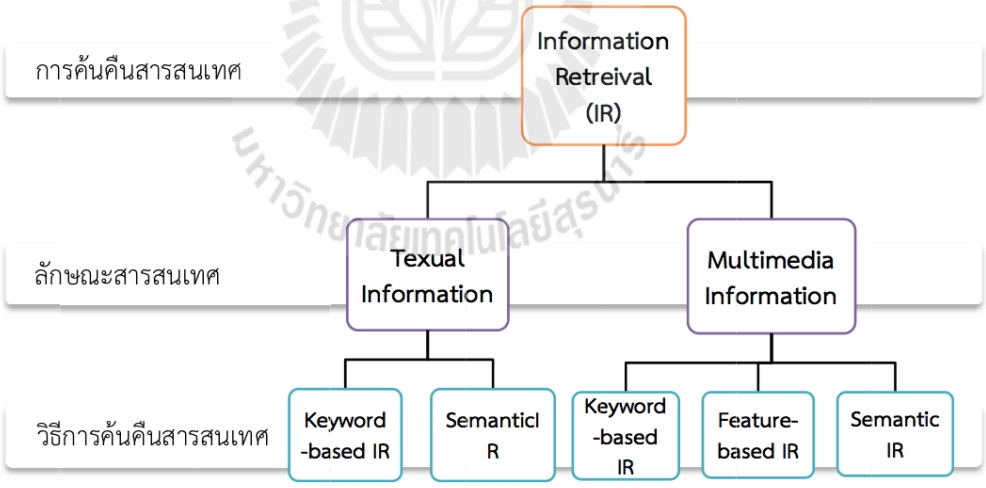
2.5.1.1 นิยามของการสืบค้นเชิงความหมาย

กูฮา เมคคูลและมิลเลอร์(Guha, McCool and Miller, 2003, pp. 700-709) อธิบายความหมายของคำว่าการสืบค้นเชิงความหมายไว้ว่าเป็นโปรแกรมประยุกต์สำหรับค้นหาข้อมูลของเว็บเชิงความหมาย (SemanticWeb) ที่อาศัยพื้นฐานของการค้นคืนสารสนเทศเพื่อทำการ

ค้นหาทรัพยากรสารสนเทศที่มีความเกี่ยวข้องและ /หรือมีความสัมพันธ์เชิงความหมาย ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพและปรับปรุงขั้นตอนวิธีการค้นคืนสารสนเทศแบบดั้งเดิมได้

พนิดา ตันศิริ (2553, หน้า 53) ได้กล่าวว่า การสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายเป็นรูปแบบหนึ่งของการประยุกต์ใช้เว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) ที่มีความชาญฉลาดและสืบค้นข้อมูลแบบอิงความหมายได้ โดยเว็บเชิงความหมายจะมีข้อมูลที่มีการเชื่อมโยงข้อมูลกันในลักษณะเครือข่ายเชิงความหมาย (Semantic Network) ด้วยเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างข้อมูล สร้างคำศัพท์ฐานความรู้ และข้อกำหนดในการจัดการข้อมูลได้

ไกรศักดิ์ เกสร (2554) ได้อธิบายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างการค้นคืนสารสนเทศกับวิธีการสืบค้นเชิงความหมายว่า การสืบค้นเชิงความหมายเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการค้นคืนสารสนเทศจากลักษณะสารสนเทศ 2ประเภทคือ ข้อมูลอักขระ (Textual Information)และข้อมูลมัลติมีเดีย (Multimedia Information) เช่น ภาพ วีดีโอ และเสียง เป็นต้น (ดังรูปที่ 2.14) ซึ่งคำว่าการสืบค้นเชิงความหมาย จะหมายถึง วิธีการค้นหาข้อมูลที่นำแนวคิด (Concept) หรือความหมายของคิวรี (Query) มาใช้ในการพิจารณาว่าทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการค้นหานั้น มีความสัมพันธ์เกิดขึ้นร่วมกันกับคิวรีที่ต้องการหรือไม่ ถึงแม้ว่าจะไม่มีปรากฏคำค้นที่ตรงกันเลยก็ตาม โดยเรียกความสัมพันธ์ในลักษณะนี้ว่า สัมพันธ์หมายเชิงหมาย (Semantically Related)



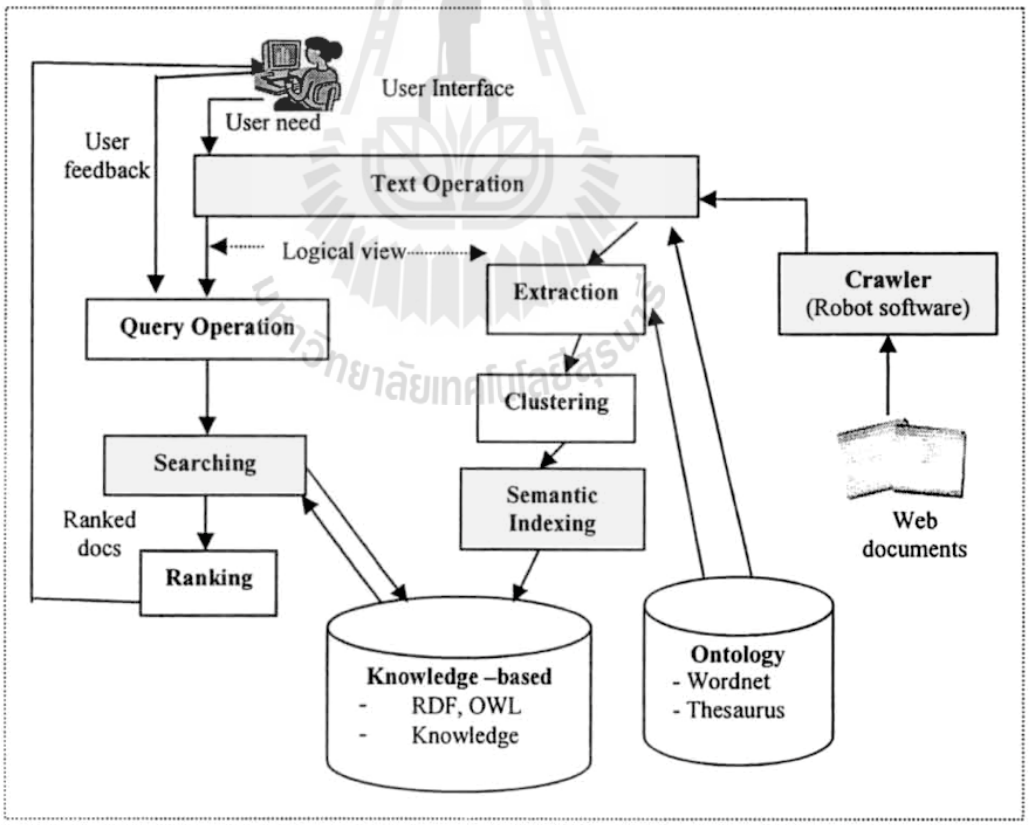
รูปที่ 2.14ประเภทของการค้นคืนสารสนเทศแบบต่าง ๆ และวิธีการพื้นฐานของการค้นคืนข้อมูลในแต่ละแบบ (ไกรศักดิ์ เกสร, 2554)

ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล (2556, หน้า 6) ได้นิยามความหมายของคำว่า การสืบค้นเชิงความหมายว่าหมายถึง กระบวนการค้นหาที่มีการนำคำสำคัญไปหาคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้วใช้กลุ่มคำสำคัญเหล่านั้นในการสืบค้นความรู้ที่มีการจัดทำอธิบายในฐานความรู้

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic Search) สำหรับงานวิจัยนี้หมายถึง กระบวนการค้นหาข้อมูลที่พิจารณาว่าทรัพยากรสารสนเทศที่ต้องการค้นหานั้นมีความสัมพันธ์เกิดขึ้นร่วมกันกับคำ สำคัญหรือคำ ค้น (Keywords) หรือไม่ โดยการนำคำค้นจากผู้ใช้ไปกำหนดกลุ่มคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเชิงความหมายกับคำค้นดังกล่าว จากนั้นนำกลุ่มคำสำคัญที่ได้ไปสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศที่อยู่ในฐานความรู้

2.5.1.2 องค์ประกอบของระบบการสืบค้นเชิงความหมาย

สมจิตร อาจอินทร์ (2549) ได้กล่าวถึง กระบวนการสืบค้นเชิงความหมายว่ามีขั้นตอนและองค์ประกอบคล้าย ๆ กับระบบการสืบค้นสารสนเทศโดยทั่วไป ทั้งนี้การที่จะสามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างมีความหมายมากขึ้นนั้น จะต้องมีการปรับปรุงและเพิ่มเติมในส่วนของการสกัดคำ การจัดกลุ่มคำและการทำดัชนีให้สามารถรองรับการสืบค้นเชิงความหมายได้โดยมีองค์ประกอบของระบบการสืบค้นสารสนเทศบนเว็บอย่างมีความหมาย ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15องค์ประกอบของระบบการสืบค้นสารสนเทศบนเว็บอย่างมีความหมาย (สมจิตร อาจอินทร์, 2549)

การทำงานของ ระบบการสืบค้นสารสนเทศบนเว็บอย่างมีความหมายเฉพาะส่วนหลักที่สำคัญ 4 ส่วน ได้แก่

1) ครอว์เลอร์ (Crawler) คือ ส่วนของซอฟต์แวร์โรบอต (Robot Software) ซึ่งบางครั้งเรียกว่า เว็บสไปเดอร์ (Web Spider) ทำหน้าที่ติดต่อไปยังสารสนเทศบนเว็บเพื่อรวบรวมและส่งต่อไปยังส่วนการจัดการข้อความสำหรับนำไปสร้างฐานความรู้ต่อไป

2) การจัดการข้อความ (Text Operations) เป็นส่วนของการนำข้อความหรือสารสนเทศเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การแยกคำ การตัดคำ การเลือกคำและกลุ่มคำที่มีความหมายกับคำค้น(Keyword)ที่ผู้ใช้ต้องการรวมถึงการสกัดคำ(Extraction)การจัดกลุ่มคำ (Clustering)และการกำหนดน้ำหนักของคำ(Weighting)ซึ่งจะทำให้ได้คำและกลุ่มคำที่มีความหมายเหมือนกันหรืออยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกัน สำหรับนำไปใช้ในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

3) การทำดัชนีเชิงความหมาย (Semantic Indexing)เป็นส่วนของการจัดทำดัชนีเพื่อจัดเก็บไว้ในฐานความรู้สำหรับให้บริการสืบค้นสารสนเทศเชิงความหมาย ซึ่งการ นำคำและกลุ่มของคำมาจัดประเภทตามแนวคิด ด้วยเทคนิควิธีการสร้างดัชนีต่าง ๆ เช่นดัชนีแบบผกผัน (Inverted Index) เวกเตอร์สเปส (Vector Space)หรือเอ็นแกรม (N-Gram) เป็นต้น

4) การสืบค้นข้อมูล (Searching) เป็นขั้นตอนกระบวนการสืบค้นโดยการนำแนวคิดของการสืบค้นไปทำการเปรียบเทียบกับความเหมือนในฐานความรู้ที่เตรียมไว้เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ โดยจะทำงานก็ต่อเมื่อคำค้นจากผู้ใช้ได้ผ่านขั้นตอนการจัดการคิวรี (Query Operations) และมีการกำหนดค่าน้ำหนักของคำแล้ว ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะถูกนำไปจัดอันดับความสำคัญ (Ranking) ก่อนที่จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้ให้กับผู้ใช้

จากการประมวลความรู้เกี่ยวกับนิยามและองค์ประกอบของระบบการสืบค้นเชิงความหมายทำให้สามารถนิยามคำว่าการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย (Learning Objects Semantic Search) สำหรับงานวิจัยนี้ได้ว่า หมายถึง กระบวนการค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีการนำคำค้น (Keywords) จากผู้ใช้ไปกำหนดกลุ่มคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเชิงความหมายกับคำค้นดังกล่าว จากนั้นนำกลุ่มคำสำคัญที่ได้ไปทำการจับคู่ (Matching) กับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่อยู่ในฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำและนำผลลัพธ์ที่ได้ไปจัดอันดับ (Ranking)เพื่อแสดงผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ให้กับผู้ใช้

2.5.2 การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย

ในหัวข้อนี้ จะกล่าวถึงแนวคิดและเทคนิควิธีที่นำมาใช้ในส่วนของการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายของงานวิจัยนี้ ได้แก่ การทำดัชนี การกำหนดค่าน้ำหนักและจัดอันดับข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.2.1 การทำดัชนี

การทำดัชนี (Indexing) เป็นขั้นตอนของการแปลงแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศให้อยู่ในรูปของคำศัพท์เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอน การสืบค้นสารสนเทศ (นฤมล ปราชญโยธิน ทวีศักดิ์ กออนันตกูลและเปรมิน จินดาวิมลเลิศ , 2536, หน้า 43-44; Rowley, 1988, pp.48-54;Cleveland and Cleveland, 1990, pp. 35-47)

ไกรศักดิ์ เกสร (2554) ได้กล่าวว่า การทำดัชนีมีจุดประสงค์เพื่อหลีกเลี่ยงการค้นหาข้อมูลสารสนเทศทีละรายการ โดยเริ่มตั้งแต่รายการอันดับแรกไปจนถึงรายการอันดับสุดท้ายหรือที่เรียกว่า การค้นหาแบบเรียงลำดับ (Sequential Search) ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้เสียเวลาและไม่มีประสิทธิภาพดังนั้น การทำดัชนีจะสามารถช่วยลดเวลาในการค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้

สมจิน เปียโคกสูง (2553,หน้า 9-10)ได้กล่าวถึงลักษณะและประเภท ทคำศัพท์ของการทำดัชนีข้อมูลว่า สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- ศัพท์ควบคุม (Controlled Vocabulary) เป็นลักษณะของคำศัพท์ที่ถูกควบคุมตามรูปแบบหรือมาตรฐานที่เลือกใช้ ซึ่งสามารถจำแนกของศัพท์ควบคุมออกเป็น 3 ประเภท คือ รายการหัวเรื่อง (Subject Heading Lists) รายการศัพท์สัมพันธ์หรือธิซอรัส (Thesaurus)และออนโทโลยี (Ontology) ซึ่งศัพท์ควบคุมจะช่วยลดปัญหาในการสืบค้นด้วยคำพ้องรูป พ้องเสียงพ้องความหมาย ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการค้นด้วยภาษาธรรมชาติ
- ศัพท์ไม่ควบคุม (Uncontrolled Vocabulary) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าภาษาธรรมชาติ (Natural Language) เป็นการดึงคำศัพท์จากเอกสารมาเป็นคำดัชนี เช่น ดัชนีผู้แต่ง (Author Index) ดัชนีชื่อเรื่อง (Title Index) ดัชนีท้ายเล่ม (Book Index) และดัชนีการอ้างถึง (CitationIndex)ซึ่งเป็นคำศัพท์ที่ปรากฏในเนื้อเรื่องซึ่งมีความทันสมัยและมีควา มเฉพาะเจาะจงกับเนื้อหา

เทคนิควิธีกา รทำดัชนีที่รู้จักกันแพร่หลายคือ การทำดัชนีแบบผกผัน (InvertedIndexing) เป็นการทำดัชนีที่ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2ส่วนคือ ส่วนของพจนานุกรม (Dictionary) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลสถิติ ได้แก่ จำนวนเอกสารทั้งหมดที่คำนั้นๆ ปรากฏหรือเรียกว่า ความถี่เอกสาร (Document Frequency) และส่วนของการประกาศ (Posting) เป็นส่วนแสดงรายการข้อมูลในรูปแบบของหมายเลขเอกสาร (DocumentID) ขั้นตอนสำคัญของการทำดัชนีด้วยวิธีนี้ คือการเรียงลำดับข้อมูลซึ่งโดยจะเรียงลำดับตามตัวอักษร ซึ่งคำเดียวกันที่ปรากฏอยู่ในเอกสารต่างกันจะถือเป็นหนึ่งคำและจะนำจำนวนครั้งหรือความถี่ของคำนั้น ๆ ที่ปรากฏในทุกเอกสารมารวมกัน (Manning, Raghavan, and Schütze, 2008)

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น งานวิจัยนี้ได้พัฒนาคลังคำสำหรับทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการกำหนดคำแทนสาระหรือคำดัชนีเพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงความหมายของคำศัพท์ในคลังคำ โดยจัดหมวดหมู่คำศัพท์ตามโครงสร้างของสคอส(SKOS) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีข้อดีคือ สามารถปรับแก้ไข เพิ่มเติมแนวความคิดได้ รวมทั้งเป็นแนวคิดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่ายและมีความซับซ้อนค่อนข้างน้อย (อัศนีย์ ก่อตระกูล , 2550; Haslhofer, 2011) ซึ่งในการทำดัชนีสำหรับคลังคำแบบศัพท์ควบคุมของงานวิจัยนี้ จึงเป็นการทำดัชนีเพื่อแสดงข้อมูลจำนวนและความถี่ของคำศัพท์ควบคุมต่าง ๆ ตามโครงสร้างในคลังคำที่ปรากฏในแต่ละเอิร์นนิงอ็อบเจกต์

2.5.2.2 การกำหนดค่าน้ำหนักและจัดอันดับข้อมูล

แนวคิดของการกำหนดค่าน้ำหนักและจัดอันดับข้อมูลถูกนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของการแสดงผลการสืบค้นข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การกำหนดค่าน้ำหนักข้อมูล

สุธรรม อุมาแสงทองกุล (2541, หน้า 12) ได้ปริทัศน์วรรณกรรมและอธิบายเกี่ยวกับการกำหนดค่าน้ำหนักว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้นทำให้ได้เนื้อหาที่ตรงมากขึ้น ซึ่งวิธีการกำหนดค่าน้ำหนักจะสามารถช่วยลดขนาดของกลุ่มเอกสารแต่ละเนื้อหาช่วยจำกัดขอบเขตของคำนิยามของคำดัชนีให้มีความชี้เฉพาะมากขึ้น และยังช่วยเพิ่มจำนวนของคำศัพท์ดัชนีได้ด้วย ตามแนวคิดของแลนคาสเตอร์ (Lancaster, 1986) ได้อธิบายว่าการกำหนดค่าน้ำหนักสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบจัดเก็บและสืบค้นสารสนเทศ ดังนี้

1.1) การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการทำดัชนี

เป็นการกำหนดหรือระบุค่าน้ำหนักข้อมูลตั้งแต่ขั้นตอนการทำดัชนี ตัวอย่างเช่น การทำดัชนีเอกสารที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยงและมีเงื่อนไขว่า ถ้าเนื้อหาโดยรวมเป็นเรื่องสัตว์เลี้ยงและเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับสุนัข ให้กำหนดน้ำหนักและคำดัชนีของสัตว์เลี้ยง เท่ากับ 10/10 และสุนัขเท่ากับ 8/10 ดังนั้น ถ้าเนื้อหามีเรื่องสุนัขไม่มากนักให้กำหนดน้ำหนักลดลงเป็นของสัตว์เลี้ยงเท่ากับ 10/10 และสุนัขเท่ากับ 2/10เป็นต้น

ทั้งนี้ อาจจะใช้วิธีแบ่งเกณฑ์เป็นระดับต่าง ๆ เพื่อกำหนดค่า น้ำหนักความสำคัญของดัชนีที่แตกต่างกันได้ ตัวอย่างเช่น เอกสารประกอบด้วยดัชนี 6 คำคือ A B C D E และ F เมื่อแบ่งเกณฑ์ค่าน้ำหนักออกเป็น 3 ระดับ จะได้ว่า

- ดัชนี A B มีเนื้อหาสำคัญและเป็นเนื้อหาแกนกลางให้ค่าน้ำหนัก3

- ดัชนี C D มีเนื้อหาสำคัญและไม่เป็นเนื้อหาแกนกลางให้ค่าน้ำหนัก2
- ดัชนี E F มีเนื้อหาเป็นเนื้อหาประกอบให้ค่าน้ำหนัก1

1.2) การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูล

เป็นการกำหนดหรือระบุค่าน้ำหนักในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งการสืบค้นตามค่าน้ำหนักออกเป็น 2ชนิดคือ การสืบค้นโดยกำหนดค่าน้ำหนักแก่คำค้นตามดัชนีที่กำหนดไว้ก่อน และการสืบค้นโดยกำหนดค่าน้ำหนักแก่คำค้นโดยไม่จำเป็นต้องมีดัชนีกำหนดค่าน้ำหนักก่อน ตัวอย่างเช่น

คำสืบค้นที่ใช้	ค่าน้ำหนักที่ผู้สืบค้นกำหนด
A	10
B	10
C	2
D	2
E	1
F	1

ถ้าหากระบุเงื่อนไขของการสืบค้นว่า น้ำหนักรวมต้องมีค่าน้ำหนักรวมอย่างน้อยที่สุด (Theshold) เท่ากับ 20 ดังนั้น ผลการสืบค้นที่ได้ในครั้งนี้ จะต้องได้ผลของการสืบค้นที่ประกอบด้วย A และ B เพราะมีค่าน้ำหนักรวมอย่างน้อยเท่ากับ 20 เป็นต้น

1.3) การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการแสดงผลข้อมูล

เป็นการกำหนดหรือระบุค่าน้ำหนักในขั้นตอนการแสดงผลข้อมูลจากตัวอย่างการกำหนดค่าน้ำหนักในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลแล้ว สามารถนำมาจัดเรียงลำดับการแสดงผลตามค่าน้ำหนักที่สืบค้นได้ เช่น

รายการที่มี A(10) + B(10) + C(2) + D(2) +E(1) + F(1) = 26

รายการที่มี A(10) หรือ B(10) + C(2) + D(2) +E(1) + F(1) = 16

รายการที่มี A(10) หรือ B(10) + C(2) หรือ D(2) +E(1) + F(1) = 14

2) การจัดอันดับข้อมูล

การจัดอันดับ (Ranking) เป็นการนำสิ่งของที่มีลักษณะแตกต่างกันมาจัดเรียงกัน ซึ่งการเรียงลำดับจะเป็นที่น่าเชื่อถือได้เมื่อการเรียงอันดันนั้น ๆ ใช้การพิจารณาคุณลักษณะเดียวที่มีการนิยามไว้อย่างชัดเจน ซึ่งถ้าทำการเรียงอันดับโดยพิจารณาหลายคุณลักษณะไปพร้อม ๆ กัน นอกจากจะทำได้อยากแล้วยังอาจจะมีผลต่อความเชื่อมั่นได้ด้วย (บุญชม ศรีสะอาด, 2543, หน้า 56) ดังนั้น ในการจัดอันดับข้อมูลจึงจำเป็นต้องมีการสร้างหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อประกอบการตัดสินใจ

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล (2542, หน้า 179-185) ได้กล่าวถึงการจัดอันดับว่าเป็นวิธีการวัดเชิงสุทธิ ซึ่งหมายความว่า เป็นการจัดอันดับทางเลือกต่าง ๆ ที่เป็นอิสระต่อกันทีละตัว โดยอาศัยอันดับความเข้มข้นสำหรับแต่ละเกณฑ์ของการตัดสินใจ ซึ่งหลักการของกระบวนการตัดสินใจในส่วนของการจัดกลุ่มองค์ประกอบของปัญหา ได้แก่ การสร้างเกณฑ์หลักในการตัดสินใจ และเกณฑ์รองในการตัดสินใจ รวมถึงการเชื่อมโยงอิทธิพลระหว่างองค์ประกอบ

โดยมีขั้นตอนในการจัดอันดับประกอบด้วย

- ให้ลำดับความสำคัญของเกณฑ์หลักและเกณฑ์รอง
- กำหนดมาตรฐานในรูปของความเข้มข้น เช่น ดีมาก ดี ปานกลางน้อย ต่ำกว่ามาตรฐาน เป็นต้น
- กำหนดลักษณะที่เป็นรูปธรรมให้กับมาตรฐาน โดยการหาค่าความเข้มข้นของเกณฑ์
- ให้คะแนนตามเกณฑ์ในแต่ละทางเลือก

มาล์เซทสกีย์ (Malczewski,1999,pp.178-179) ได้อธิบายเกี่ยวกับหลักเกณฑ์การหาค่าน้ำหนักสำหรับจัดลำดับข้อมูลด้วยเทคนิควิธีหาผลรวม (Rank Sum) ว่าเป็นเทคนิคการจัดลำดับข้อมูลที่ใช้หลักการปรับค่าน้ำหนักของข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เริ่มจากการหาค่าส่วนกลับของลำดับความสำคัญของข้อมูลแต่ละรายการด้วยสูตร $n\text{-}r_j+1$ ซึ่งจะทำให้สามารถคำนวณหาค่าผลรวมของค่าส่วนกลับของลำดับความสำคัญของข้อมูลทั้งหมดได้ จากนั้นจึงนำค่าผลรวมที่ได้ไปทำการปรับเป็นค่าน้ำหนักของข้อมูลแต่ละอันดับให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยมีสูตรการคำนวณดังสมการที่ 2.6

$$\text{Rank Sum } (W_i) = \frac{n\text{-}r_j+1}{\sum(n\text{-}r_k+1)} \qquad (2.6)$$

เมื่อ

W_i = ค่าน้ำหนักของข้อมูล

r_j = ลำดับความสำคัญของข้อมูล

r_k = ผลรวมของค่าของข้อมูล

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่า การทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักที่มีการจัดทำอย่างมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากจะทำให้ผลการสืบค้นที่ตรงกับความต้องการมากขึ้นเพราะค่าน้ำหนักของดัชนีจะทำให้ได้เลือกแสดงผลเฉพาะข้อมูลที่มีค่าน้ำหนักดัชนีสูงกว่าหรือเท่ากับค่าน้ำหนักขั้นต่ำที่กำหนดแล้ว การกำหนดค่าน้ำหนักยังสามารถแก้ปัญหาจำนวนผลลัพธ์จากการสืบค้นที่มีปริมาณมากเกินไปได้เพราะดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักสามารถช่ว ย เรียงลำดับข้อมูล (Ranking)โดยนำเสนอข้อมูลที่มีน้ำหนักมากกว่าก่อนได้ (สุธรรม อุมาแสงทองกุล ,2541, หน้า 12)

ซึ่งจะเห็นได้ว่า เทคนิควิธีหาผลรวม (Rank Sum) นอกจากจะเป็นเทคนิควิธีที่ง่ายและเหมาะสมสำหรับจัดอันดับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นอันดับมาตรา (Ordinal Scale) แล้ว (Malczewski,1999,p.190) ยังพบว่า เทคนิคหาผลรวมมีคุณสมบัติที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักและจัดอันดับข้อมูลได้ ด้วยการสร้างหลักเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักให้กับทุกตำแหน่งของคำศัพท์ตามโครงสร้างสคอส โดยการกำหนดเงื่อนไขว่า ถ้าคำศัพท์มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นมาก ก็จะกำหนดให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญมาก ถ้าความเกี่ยวข้องกับคำค้นน้อยก็จะให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญน้อย จากนั้นนำผลที่ได้ไปใช้ในการเรียงลำดับข้อมูลโดยการนำข้อมูลจำนวนและความถี่ของดัชนีที่ปรากฏคูณกับค่าน้ำหนักของคำศัพท์ควบคุมตามโครงสร้างทุกตัวที่เกี่ยวข้องเชิงความหมายกับคำค้น ทำให้ได้หาค่าน้ำหนักรวมนำไปใช้จัดอันดับและแสดงผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ให้กับผู้ใช้ต่อไปได้

2.5.3 การวัดประสิทธิภาพการสืบค้น

ศุภชัย ตั้งวงศ์ศานต์ (2553) ได้กล่าวเกี่ยวกับการวัดและประเมินผลระบบสืบค้นข้อมูลว่า ระบบการสืบค้นที่ดีจะต้องเป็นระบบที่สามารถดึงเอาข้อมูลสารสนเทศที่มีความเกี่ยวพันธ์อันเป็นความต้องการและเป็นประโยชน์ได้อย่างรวดเร็วถูกต้องแม่นยำ ครบถ้วนสมบูรณ์ดังนั้นการประเมินหรือการวัดประสิทธิภาพการสืบค้น จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการสืบค้นข้อมูล

เทคนิควิธีที่นิยมนำมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลว่ามีความแม่นยำตรงตามความต้องการมากน้อยเพียงใดจะใช้วิธีการพิจารณาจากจำนวนของผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นในรูปแบบต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2ประเภทของผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล

ประเภทข้อมูล		ผลการสืบค้น	
		สืบค้นได้	สืบค้นไม่ได้
เอกสาร	เกี่ยวข้อง	TP	FN
	ไม่เกี่ยวข้อง	FP	TN

จากตารางที่ 2.2 สามารถนำประเภทของผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล ไปคำนวณหา ค่าที่ใช้เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูลได้แก่ ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure)และค่าความถูกต้อง (Accuracy) โดยมีสูตรคำนวณค่าต่าง ๆ ดังสมการที่ 2.7-2.10 ตามลำดับ(Miao, Duan, Zhang, and Jiao,2009: pp. 9168–9174)

โดยที่

$$Precision = \frac{TP}{(TP + FP)} \quad (2.7)$$

$$Recall = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (2.8)$$

$$F\text{-}measure = \frac{(2 * Precision * Recall)}{(Precision + Recall)} \quad (2.9)$$

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{(TP + FP + FN + TN)} \quad (2.10)$$

โดยที่

- ค่า *TruePositive*หรือ *TP*หมายถึง เอกสารที่เกี่ยวข้องและสืบค้นได้
- ค่า *False Negative* หรือ *FN*หมายถึง เอกสารที่เกี่ยวข้องแต่สืบค้นไม่ได้
- ค่า *FalsePositive* หรือ *FP*หมายถึง เอกสารที่ไม่เกี่ยวข้องแต่สืบค้นได้
- ค่า*True Negative*หรือ *TN* หมายถึง เอกสารที่ไม่เกี่ยวข้องและสืบค้นไม่ได้

ค่าที่ได้จากการวัดประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูลทั้ง 4 ค่า ดังกล่าวข้างต้น สามารถอธิบาย ได้ดังนี้

1) ค่าความแม่นยำ (Precision:P) เป็นค่าที่จะแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีความสามารถในการดึงเอกสารหรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำตอบที่ต้องการได้แม่นยำมากน้อยเพียงใด ดังนั้น ถ้าค่าความแม่นยำ เท่ากับ 1 แสดงว่า การสืบค้นสามารถค้นหาเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการสืบค้นข้อมูลและแสดงข้อมูลทุกครั้ง

2) ค่าความระลึก (Recall: R) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมานั้นมีความสามารถดึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคำตอบที่ต้องการ ได้ถูกต้องครบถ้วนมากน้อยเพียงใด ดังนั้น ถ้าค่าความระลึก เท่ากับ 1 แสดงว่าการสืบค้นสามารถค้นหาเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการสืบค้นข้อมูลได้อย่างครบถ้วนทั้งหมด

3) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) เป็นการวัดค่าประสิทธิภาพการสืบค้นที่ได้จากการวัดโดยสรุปจากค่าความแม่นยำและค่าความระลึกโดยมีชื่อเรียกว่า ค่าเอฟเมเชอร์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าค่าเอฟเมเชอร์ เป็นการหาค่าเฉลี่ยที่ให้ความสำคัญกับค่าความแม่นยำและค่าความระลึกเท่า ๆ กัน

4) ค่าความถูกต้อง (Accuracy) เป็นการวัดค่าความถูกต้องของการสืบค้นข้อมูลที่มีการตรวจสอบค่าความถูกต้องทั้งในส่วนของสามารถค้นหาเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการสืบค้นข้อมูลและสามารถในการค้นหาเอกสารได้อย่างครบถ้วนและถ้าเอกสารไม่ได้มีความเกี่ยวข้องก็จะไม่มีการดึงข้อมูลมาแสดงผล ดังนั้น การคำนวณค่านี้จึงเป็นการนำประเภทของข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับการสืบค้นมาคำนวณทั้งหมด ดังสมการที่ 2.10

ในการวัดประสิทธิภาพของการสืบค้นด้วยค่าความแม่นยำและค่าความระลึกนั้นจะพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากค่าความแม่นยำและค่าความระลึกเป็นค่าที่มีการผกผันกัน ซึ่งเมื่อใดก็ตามที่ผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความแม่นยำสูงจะให้ค่าความระลึกต่ำ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการความแม่นยำสูง ในทางกลับกันถ้าหากผลลัพธ์ที่ได้มีค่าความแม่นยำต่ำจะมีค่าความระลึกสูง ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่มีความต้องการความครบถ้วนของข้อมูลสูง ซึ่งลักษณะงานบางอย่างอาจจะต้องใช้ทั้งค่าความแม่นยำและค่าความระลึก ดังนั้น จึงต้องใช้ค่าเอฟเมเชอร์ในการวัดประสิทธิภาพการสืบค้น

การพิจารณาตัดสินผลการวัดประสิทธิภาพการสืบค้นนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงเหตุผลดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีข้อจำกัดในกรณีที่ผู้ศึกษาไม่สามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นตรงตามความต้องการหรือไม่ เนื่องจากบุคคลที่ตัดสินมีความคิดที่แตกต่างกัน ดังนั้น การวิเคราะห์ผลการประเมินที่ได้ ควรจะต้องคำนึงถึงหลักฐานด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการใช้วิจารณญาณที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริงและหลักฐานที่มีข้อบ่งชี้ชัดเจนเพื่อประกอบการตัดสินใจด้วยดังนั้น ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จะใช้หลักการวัดประสิทธิภาพการสืบค้นจากทั้ง 4 วิธี คือค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall)ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) ซึ่งจะพิจารณาความเหมาะสมในการนำไปใช้งานในแต่ละกรณีที่ต้องการวัดและประเมินผลต่อไป

2.6 บทสรุปการปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการ ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและ พัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ มีดังต่อไปนี้

โซโตกราเซียและซานเซส-อลอนโซ่ (Soto, Garcia and Sánchez-Alonso, 2007) นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดเก็บเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เป็นคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายโดยใช้ชื่อว่า Semantic Learning Object Repository หรือ SLOR ทีมผู้วิจัยนำเสนอว่าจุดเด่นของงานวิจัยคือ การอธิบายความหมายของเมทาดาทา โดยใช้มาตรฐานลอ(LOM) ซึ่งมีการอธิบาย รายละเอียดเกี่ยวกับคลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ไว้อย่างหลากหลาย ส่วนของ แบบจำลอง SLOR จะทำหน้าที่เป็นพื้นฐานหลักที่ช่วยอธิบายถึงความหลากหลายขอ งคุณลักษณะ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และสามารถนำไปใช้รองรับฟังก์ชันการค้นหาได้

นิวัฒนากูล มาร์ตินอีโบย่าและไข่มุกด์ (Niwattanakul, Martin, Ebooueya andKhaimook, 2007) เสนอระบบศูนย์กลางเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้แบบจำลองของออนโทโลยีที่สามารถ สืบค้นข้อมูลเชิงความหมายของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้ ระบบดังกล่าวประกอบด้วย 3 ส่วน คือ คลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (A Learning Object Repository) ศูนย์กลางเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Object Mediator) และคลังแนวคิด /คลังความรู้ (Concept Repository) โดยมีขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการสืบค้นและจัดหมวดหมู่ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ประกอบด้วย (1) การค้นหาข้อมูลจากดัชนีคำค้น หรือคำหลัก (Keyword)(2) นำดัชนีคำค้นที่ได้ไปคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของความคล้ายคลึงกันของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคำหลักและแนวคิด และ (3) นำผลลัพธ์ที่ได้ไปจำแนกความ

คล้ายคลึงเชิงความหมายด้วยตรรกคลุมเครือ (Fuzzy Logic) ซึ่งผลการวิจัยทำให้สามารถสืบค้นและจำแนกข้อมูลเชิงความหมายของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้อย่างถูกต้อง

ชาง-ฉิน รู-หลินซีส์-ติงหยอง-เจี๊ยนและฮุย (Chang-qin, Ru-lin, Zhi-ting, Yong-jianandHui,2009) นำเสนอ ระบบค้นหาอัจฉริยะ สำหรับเว็บเชิงความหมาย ที่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ โดยนำเสนอขั้นตอนการทำงานที่เรียกว่า EIISReasoningซึ่งประกอบด้วย กฎที่เกี่ยวข้อง และแนวคิดการค้นหา เพื่อนำไปสร้างเป็นเงื่อนไข อัตโนมัติ สำหรับค้นหา โดยออกแบบขั้นตอนวิธีของการจัดอันดับที่เรียกว่า EIISRankingซึ่งใน การจัดอันดับ จะพิจารณาจากปัจจัย2 ประการคือ ค่าน้ำหนักของความคล้ายคลึงกัน และค่าความเกี่ยวข้องกัน ของข้อมูลตามแนวคิดด้านการศึกษา ผลการทดสอบระบบดังกล่าว พบว่า ขั้นตอนวิธีของการจัดอันดับดังกล่าวสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการค้นหาได้

ดาร์กและเจเซอร์ (Dağ and Geçer, 2009) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ (Online Learning) กับรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) พบว่า การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนยังขึ้นอยู่กับการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน รวมถึงกลยุทธ์และวิธีการสอนของผู้สอน ซึ่งมีปัจจัยภายนอกอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย

แดร์คาร์ มีน่า -แอน และ มีน่า -แอม (Thakar, Meena-An and Meena-Am, 2011,pp. 587-605) เสนอแบบจำลองของระบบโอเลิร์นเนอร์ (OLearner) ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบบริหาร จัดการเรียน การสอนที่ได้มีการออกแบบออนโทโลยีของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และออนโทโลยีของข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนไว้ภายในระบบโอเลิร์นเนอร์ เพื่อให้สามารถรองรับการค้นหาข้อมูลเชิงความหมายได้ ผลการวิจัยพบว่า ผลลัพธ์ ที่ได้จากการค้นหาข้อมูลผ่านระบบโอเลิร์นเนอร์สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลผู้เรียนกับข้อมูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เดิมหรือที่ผ่านมาได้มีการเก็บบันทึกข้อมูลไว้ในระบบช่วยเอื้อประโยชน์ต่อผู้เรียนในการค้นหาและเข้าถึงเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่าง ๆ ได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการออกแบบระบบค้นหาเชิงความหมายสำหรับ ระบบอีเลิร์นนิงที่ดี ควรพัฒนาเป็นฟังก์ชันการทำงานหนึ่งไว้ภายในระบบบริหารจัดการเรียนการสอน

คาสเจีย-มิลิเซียวิกเวสสิน แวโนวิกและบูดิเมค(Klašnja-Milićević, Vesin, Ivanovićand Budimac, 2011)ได้พัฒนาระบบ Potusย่อมาจาก The Programming Tutoring Systemซึ่งเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อรองรับการติวเนื้อหาบทเรียนให้กับผู้เรียนเมื่อผู้เรียนเข้าไปใช้งานระบบ Potusระบบจะนำข้อมูลการใช้งานที่ผ่านมา เป็นข้อมูลสำหรับ ให้คำแนะนำเนื้อหาบทเรียนให้กับผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันได้

ซูโหย่วและโฮ(Soo, Yeoh and Ho, 2012)เสนอแบบจำลองต้นแบบของออนโทโลยีสำหรับแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามความสนใจของแต่ละ บุคคล ซึ่งช่วยทำให้มีการนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์กลับมาใช้มากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถช่วยเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ดีและเหมาะสมที่สุดให้กับผู้ใช้งาน หลักการทำงานเริ่มจากผู้ใช้งานทำการสืบค้นข้อมูลด้วยดัชนีคำค้น จากนั้นระบบจะไปค้นหาคำที่ใกล้เคียงจาก WordNetและจะนำทั้งคำค้นและคำที่ใกล้เคียงไปทำการเลือกและจัดอันดับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลประวัติการใช้งานของผู้ใช้งาน

เฉินและเพอร์เซน (ChenandPersen,2012) นำเสนอระบบแนะนำ AnnForum ซึ่งเป็นระบบที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถแบ่งปันความรู้ระหว่างกันได้ในรูปแบบของฟอรั่ม โดยที่ระบบ AnnForumสามารถแนะนำหัวข้อเนื้อหาบทเรียนได้ตามที่ผู้เรียนสนใจ แต่อย่างไรก็ตามระบบ AnnForumเป็นระบบที่สามารถให้การแนะนำข้อความในการสนทนาฟอรั่มได้เท่านั้น ยังเป็นการค้นหาในฟอรั่มการสนทนาแบบดั้งเดิม

โอซีเปก บอสนิก เซอร์แบคและรูแยงค์(Ocepek, Bosnic, Serbec andRugelj, 2013) เสนอแบบจำลองการให้คำแนะนำชนิดของเนื้อหามัลติมีเดียต่าง ๆ ตามลักษณะความชอบส่วนบุคคล โดยใช้เทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจผลการศึกษา พบว่า ผู้เรียนมีความชอบชนิดของสื่อการเรียนรู้มัลติมีเดียที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามแบบจำลองที่นำเสนอมุ่งเน้นที่การเปรียบเทียบเฉพาะชนิดของมัลติมีเดีย ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ การจำลอง เสียงและข้อความเท่านั้น

ลินเยฟฮังค์ และชาง(Lin, Yeh, Hung and Chang, 2013) เสนอแบบจำลองชื่อ PCLSย่อมาจากPersonalizedCreativity Learning System เป็นระบบที่มี การปรับแต่งสภาพแวดล้อม ในการเรียนรู้เพื่อ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ส่วนบุคคล โดยคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้แก่ อายุ (Age) เพศ(Gender) สาขาที่เรียน (CollegeMajor)ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)และรูปแบบการเรียนรู้(Learning Styles)โดยใช้การทำเหมืองข้อมูล ด้วยอัลกอริทึม ของต้นไม้การตัดสินใจ ในการที่จะหาเส้นทาง การเรียนรู้ส่วนบุคคลเพื่อให้สามารถเพิ่มสิทธิภาพการทำงานของความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน พบว่า เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับการสร้างแบบจำลองเพื่อรองรับการพัฒนาระบบแนะนำการ เรียนรู้ ซึ่งการนำข้อมูลรายบุคคลเข้าไปในระบบจะมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิด ความคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนและผลการเรียนรู้ที่ดีได้ด้วย

2.6.2 บทสรุปและเปรียบเทียบกระบวนการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวข้างต้น สามารถ สรุปและเปรียบเทียบกระบวนการวิจัยของงานวิจัยในข้างต้นกับงานวิจัยนี้ ได้ดังรายละเอียดตารางที่ 2.3 และตามกรอบแนวคิดการวิจัยดังรูปที่ 2.15โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

ความแตกต่างระหว่างบุคคล(Individual Difference) และรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ของผู้เรียนที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ของผู้เรียนแล้ว ยังพบว่าข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Object Characteristics) ที่แตกต่างกันนั้น ส่งผลต่อการเรียนรู้และความชอบของผู้เรียนด้วย ดังนั้น การศึกษาวิจัยนี้ จึงมีความสนใจที่จะศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จากลักษณะของข้อมูลทั้ง 3 ส่วนได้แก่ ข้อมูลลักษณะพื้นฐานของผู้ใช้ ข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ครอบคลุมถึงคุณลักษณะด้านเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเพื่อให้การพัฒนาแบบจำลองแนะนำเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

ส่วนที่ 2 เทคนิควิธีการแนะนำตามคุณลักษณะส่วนบุคคล

ส่วนของเทคนิค วิธีการแนะนำข้อมูลให้กับผู้ใช้ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ใช้เทคนิคซึ่งอาศัยแบบจำลอง (Model-based Techniques)โดยอาศัยเทคนิควิธีการจัดจำแนก (Classification) และสร้างกฎความสัมพันธ์เพื่อนำตัวแบบที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลไปใช้ในการพยากรณ์หรือแนะนำเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้กับผู้เรียนได้ตาม คุณลักษณะส่วนบุคคล ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้วิธีดังกล่าวข้างต้นในการพัฒนามอดูลแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยจะออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการสร้างกฎแนะนำด้วยอัลกอริทึมต่าง ๆ ของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เพื่อค้นหากฎการแนะนำและอัลกอริทึมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปใช้งาน

ส่วนที่ 3 การสืบค้นข้อมูล การแสดงผลข้อมูล และการประเมินผล

ส่วนของการสืบค้นข้อมูล พบว่า กระบวนการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายนอกจากจะสามารถช่วยค้นทรัพยากรสารสนเทศ ที่ต้องการ และแสดงผลได้อย่างรวดเร็ว แล้ว ยังสามารถค้นหาทรัพยากรสารสนเทศที่มีความเกี่ยวข้องและ/หรือมีความสัมพันธ์เชิงความหมาย ได้ด้วย ซึ่งงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นที่กระบวนการ พัฒนาคลังคำสำหรับทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการกำหนดคำแทนสาระหรือคำดัชนี เพื่ออธิบายความสัมพันธ์เชิงความหมายของคำศัพท์ในคลังคำ ให้สามารถ

รองรับการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย และทำงานร่วมกับแบบจำลองการ แนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะส่วนบุคคล โดยใช้วิธีการ จัดหมวดหมู่คำศัพท์ ควบคุมตามโครงสร้างของสคอส (SKOS)และใช้ เทคนิควิธีหาผลรวม(RankSum)ประยุกต์ใช้สำหรับการทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักและจัดอันดับข้อมูล ขั้นตอนการแสดงผล การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายต่อไป

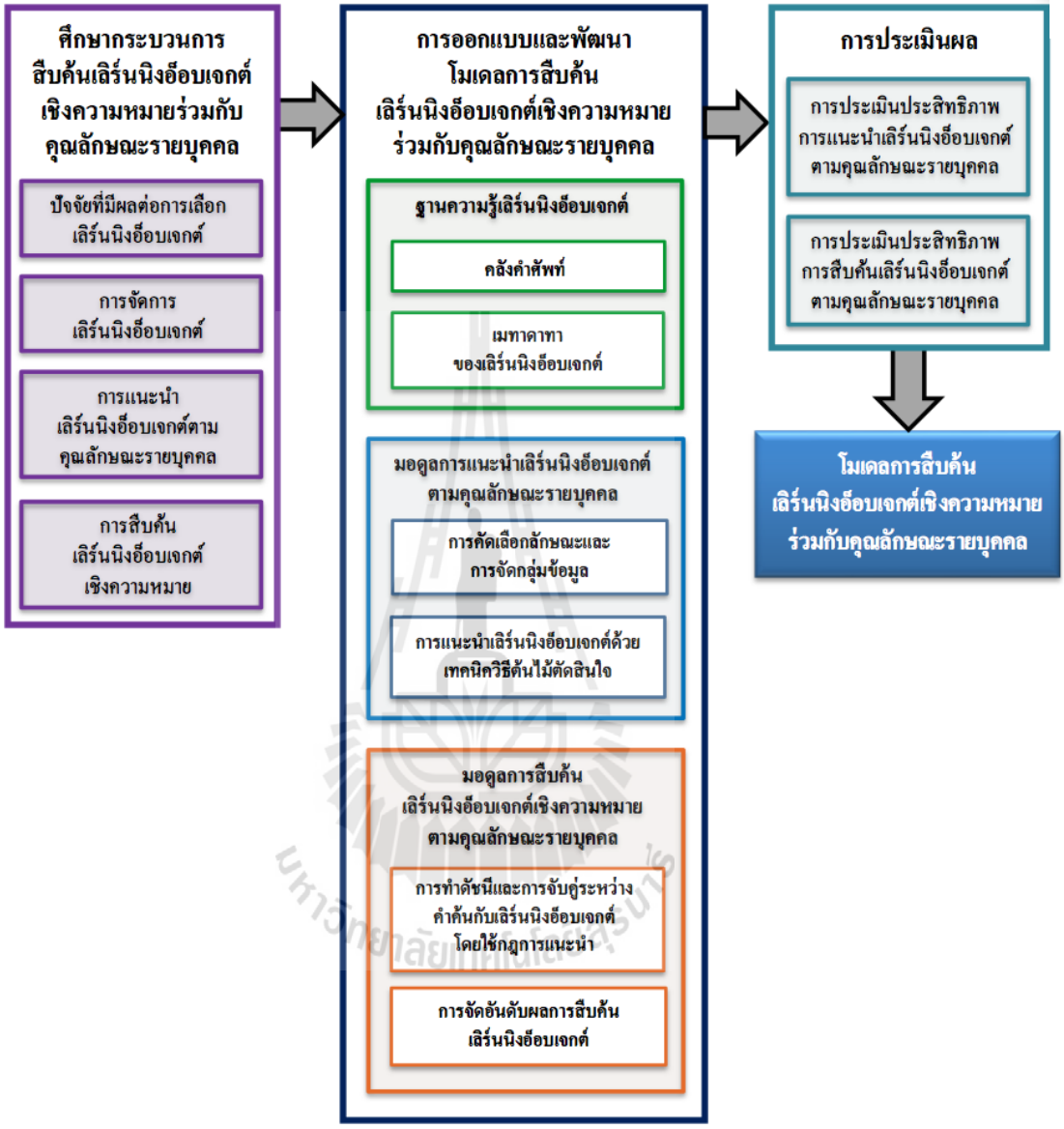
ตารางที่ 2.3สรุปเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล

กระบวนการทำงาน	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง										
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	*****
ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์											
ข้อมูลลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล			√	√	√	√	√	√	√	√	√
ข้อมูลความชอบลักษณะเลิร์นนิงอ็อบเจกต์	√				√	√	√		√		√
ข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน				√						√	√
เทคนิควิธีการแนะนำตามคุณลักษณะส่วนบุคคล											
เทคนิคซึ่งอาศัยความจำ (Memory-based Techniques)											
เทคนิคซึ่งอาศัยแบบจำลอง (Model-based Techniques)			√	√	√	√		√	√	√	√
เทคนิคการสืบค้นข้อมูล											
สืบค้นข้อมูลด้วยคำค้น (Keyword Search)		√	√				√	√			√
สืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Search)	√	√	√		√		√				√
การแสดงผลการสืบค้น											
การจัดอันดับข้อมูล (Ranking)		√	√				√				√
การประเมินผล											
การประเมินผลแบบจำลอง				√		√		√	√	√	√
การประเมินผลการสืบค้น	√	√	√		√		√				√

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

*1 = โซโต กราเซียและซานเชส-อลอนโซ่ (Soto, Garcia, and S□nchez-Alonso, 2007), 2= นิวัฒนากูลมาร์ติน อีโบย่า และไข่มุกค์ (Niwattanakul, Martin, Ebooueya and Khaimook, 2007), 3 =ช้าง-ฉิน และคณะ (Chang-qin et al, 2009), 4 =คาร์กและเจเซอร์ (Da□ and Ge□er, 2009), 5 =แคร์คาร์ มีน่า-แอนและมีน่า-แอม (Thakar, Meena-An and Meena-Am, 2011), 6 = คาสเจีย-มิลิเซียวิกเวสสิน แวโนวิก และบูดิเมค (Kla□ njaMilićević, Vesin, Ivanović,andBudimac, 2011), 7 = ซูโหย่วและโฮ (Soo, Yeoh and Ho, 2012), 8 =เฉินและเพอร์เซน (Chen and Persen, 2012), 9 = โอซีเปก บอสนิก เซอร์แบค และรูแยงค์ (Ocepek, Bosnic, SerbecandRugelj, 2013), 10 =ลินเยฟฮังค์ และชาง(Lin, Yeh, Hung and Chang, 2013), * = งานวิจัยนี้*

2.6.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย



รูปที่ 2.16 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อออกแบบและ พัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล เนื้อหาบทนี้จะกล่าวถึง วิธีการวิจัย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied Research) เป็นการศึกษาวิจัย ที่มีขั้นตอนการดำเนินงานที่ดัดแปลงมาจากวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycleหรือ SDLC) โดยแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ (1)ขั้นตอนการศึกษากระบวนการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล(2) ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล และ(3) ขั้นตอนการประเมินผลสามารถสรุปวิธีดำเนินการวิจัยและผลลัพธ์ที่ได้ของแต่ละขั้นตอน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กรอบการดำเนินการวิจัยและผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	ผลลัพธ์ที่ได้
ศึกษากระบวนการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล	1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ของผู้ใช้ 2. ศึกษาทฤษฎีงานวิจัยและเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจ็กต์ การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจ็กต์ตามคุณลักษะส่วนบุคคลและการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจ็กต์เชิงความหมาย	- ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ - เครื่องมือสำหรับสำรวจข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียนมีความชอบ - เทคนิควิธีการสร้างฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ - เทคนิควิธีการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล - เทคนิควิธีการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย

ตารางที่ 3.1 กรอบการดำเนินการวิจัยและผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละขั้นตอน (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีดำเนินการ	ผลลัพธ์ที่ได้
การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล	1. ออกแบบและพัฒนาฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ประกอบด้วยคลังคำศัพท์และเมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 2. ออกแบบและพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลโดยใช้วิธีการคัดเลือกลักษณะ การจัดกลุ่มข้อมูล และการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ 3. ออกแบบและพัฒนามอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยใช้วิธีการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ และจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์	- แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ที่สามารถแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ให้กับผู้ใช้ที่มีคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกันได้ รวมทั้งสามารถรองรับการค้นหาและจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายด้วยคำค้นได้อย่างเหมาะสมตามที่ผู้ใช้ต้องการ
การประเมินผล	1. ประเมินประสิทธิภาพแบบสำรวจที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 2. ประเมินประสิทธิภาพการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล 3. ประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล	- ผลการประเมินประสิทธิภาพของแต่ละกระบวนการของงานวิจัยนี้จะต้องมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและสามารถยอมรับได้ จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขหากผลการประเมินไม่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้

จากตารางที่ 3.1 สามารถอธิบาย รายละเอียดของแต่ละขั้นตอน การดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1.1 ศึกษากระบวนการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล เป็นขั้นตอนการวิจัยที่มุ่งเน้นในส่วนของการศึกษาทฤษฎี งานวิจัยกระบวนการและเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 4 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์การจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลและการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายเพื่อให้การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองของงานวิจัยนี้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกลิร์นนิงอ็อบเจกต์

การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ พบว่า ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีความ เกี่ยวข้องกับความสามารถทางด้านสติปัญญา ความคิด ความจำ การแก้ปัญหา ต่าง ๆ รวมถึงความต่างระหว่างเพศ ซึ่งส่งผลให้แต่ละบุคคลจะมีเชาว์ปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ รูปแบบการคิด (Cognitive Styles) และรูปแบบการเรียนรู้(Learning Styles) ที่แตกต่างกัน (อารี พันธ์มณี, 2534, หน้า34; สุรางค์ โคว้ตระกูล, 2545, หน้า 131-152) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึง กำหนดให้รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) เป็นส่วนหนึ่งของปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และจากการศึกษาแนวคิดการจำแนก รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยหลักทฤษฎีต่าง ๆ พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของกราชาและไรช์แมน (Grasha and Reichmann, 1975) เป็นการแบ่งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามลักษณะบุคลิกภาพและได้รับความนิยมนำไปประยุกต์ใช้เพื่อจัดกลุ่ม ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา (Maneenilet al., 2010; Thonthai, 2009)จึงมีความเหมาะสมกับกลุ่มประชากรของงานวิจัยนี้ ซึ่งเป็นผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาที่มีความต้องการสืบค้น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองและใช้เป็นส่วนเสริมสำหรับการเรียนรู้ในชั้นเรียน ทำให้ได้ข้อสรุปว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของงานวิจัยนี้ที่เกี่ยวข้องกับ คุณลักษณะรายบุคคล (IndividualCharacteristics)หรือลักษณะเฉพาะตัวของผู้ใช้หรือผู้เรียน ที่มีผลต่อการเลือก เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ใด ๆ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3 ส่วนคือ

1) ข้อมูล ลักษณะส่วนบุคคล (Personal Characteristic)หมายถึง ข้อมูลลักษณะพื้นฐานโดยทั่วไปของผู้ใช้ได้แก่ เพศและระดับชั้น

2) ข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles)หมายถึง ข้อมูลที่บ่งบอก ถึงวิธีการเรียนรู้หรือลักษณะการเรียนรู้ของแต่ละรายบุคคล ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความเฉพาะเจาะจงหรือแตกต่างกันตามลักษณะบุคลิกภาพของผู้ใช้หรือผู้เรียน โดยสามารถปรับเปลี่ยนได้เมื่ออยู่ ในบริบทของการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของ กราชาและไรช์แมน(Grasha and Reichmann, 1975) แบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็น 6 รูปแบบคือแบบอิสระ(Independent Style)แบบพึ่งพา (Dependent Style) แบบร่วมมือ (CollaborativeStyle)แบบหลีกเลี่ยง (Avoidant Style) แบบแข่งขัน (Competitive Style) และแบบมีส่วนร่วม(Participant Style)

3) ข้อมูลลักษณะความชอบหมายถึง ข้อมูลระดับความชอบ ของผู้ใช้หรือผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์

3.1.1.2 การจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

การศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดเก็บข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีการต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (LOsKnowledge Base)ที่ประกอบด้วย ส่วนของเมทาดาทาสำหรับอธิบายคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และส่วนของคลังคำศัพท์เพื่อจัดเก็บข้อมูลคำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยแบ่ง การจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และส่วนของคลังคำศัพท์มีรายละเอียดดังนี้

1) เมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

จากการศึกษาวิเคราะห์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่คำนึงถึงคุณสมบัติสำคัญของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการกำหนดมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยพบว่า เมทาดาทาที่ได้รับความนิยม สำหรับนำมาใช้ในการ อธิบายข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ คือ มาตรฐานลอม (Learning Object Metadata Standard) ที่อ้างอิงตามมาตรฐานของ LEEE 1484.12.1-2002 เวอร์ชัน1.3 (IMS, www, 2004) และดับลินคอร์เมทาดาทา (Dublin Core Metadata)มีงานวิจัยส่วนหนึ่งที่มีการนำเมทาดาทาดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เพื่ออธิบายข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์สำหรับการนำเสนอแบบจำลองหรือพัฒนาระบบให้สามารถรองรับการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ในรูปแบบต่าง ๆ (Soto et al., 2007; สุภเวช หมื่นน้อย, 2550; ปัญฑาวีร์ เนินทราย,2549; พงศ์ธวัช ชีพพิมลชัย, 2554)

เมื่อวิเคราะห์รายละเอียดของเมทาดาทาตามมาตรฐานดังกล่าวข้างต้น พบว่า ส่วนของเมทาดาทาที่นิยมนำมาใช้อธิบายข้อมูลเพื่อให้สามารถสืบค้นและเข้าถึงข้อมูล เลิร์น

นิงอ็อบเจกต์ ในระบบ คลังเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ต่าง ๆ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศคือการอธิบายข้อมูลเกี่ยวข้องกับประเภท (Type) และรูปแบบ (Format) ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และจากการศึกษางานวิจัยส่วนหนึ่งที่นำเสนอ แนวทางในการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบของการอธิบายข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้อง กับชนิดของเนื้อหา (Content Type) ของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อ ให้ได้ระบบที่สามารถ จัดเก็บและค้นหาข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย รวมทั้งสามารถ นำส่งข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ ของผู้เรียน มากขึ้น (QinandHernández,2004,Thakar,Meena-An, and Meena-Am, 2011) โดยพบว่า การอธิบายคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้านเนื้อหาด้วย ออนโทโลยี ALOCoM ซึ่งนำเสนอโดยไนท์ เกสเซอร์วิคและริชาร์ด (Knight, Gas̆ević, and Richards, 2005)นั้น เป็นแนวทางของการออกแบบเมทาดาทาที่ให้ความสำคัญกับการอธิบายข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะด้านเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ไว้อย่างเด่นชัด รวมทั้งมีการนำ ALOCoMไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบของการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะให้กับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้สามารถสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และจัดการเรียนรู้ให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสม (Verbertetal.,2006;Jovanović, Gas̆ević, Knight, and Richards, 2007) นอกจากนี้ยังพบว่า คุณลักษณะเฉพาะด้านเนื้อหาของ สื่อการเรียนรู้ด้านการจัดสภาพแวดล้อมหรือสภาวการณ์ต่าง ๆ สามารถส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ (Dunn and Dunn, 1993)

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการสร้างเมทาดาทา เชิงพรรณนา (Descriptive Metadata) เพื่อใช้ในการบรรยายลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดย ปรับใช้องค์ประกอบ (Elements)บางส่วนจาก ดับลินคอร์เมทาดาทา และบางส่วนมาตรฐานลอมและ เพิ่มเติมองค์ประกอบของเม ทาดาทาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดด้านคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ด้านเนื้อหาตาม ออนโทโลยี ALOCoM และคุณลักษณะ เฉพาะด้านเนื้อหาด้านการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคิดของดันน์ ทำให้ได้เมทาดาทา สำหรับ บรรยาย ข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ครอบคลุมทั้งในส่วนของข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และข้อมูลด้านเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งจะอธิบายรายละเอียด เมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในส่วนของการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองต่อไป

2) การออกแบบคลังคำศัพท์

จากการทบทวนวรรณกรรม และวิเคราะห์เกี่ยวกับรูปแบบของการสร้างคลังทรัพยากรทางภาษาและการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วยเทคนิคต่าง ๆ เช่น ฐานความรู้อภิธานเวิร์ดเน็ต (Word Net) ฐานข้อมูล AGROVOC(www, 2012) และอรรถาภิธานศัพท์เกษตรไทย (Thai AGROVOC)

เป็นต้น ทำให้ได้ข้อสรุปว่า คลังคำศัพท์สำหรับ ทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการกำหนดคำแทนสาระหรือคำดัชนีของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในขั้นตอนการจัดเก็บและทำหน้าที่เป็นคำค้นในขั้นตอนการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของงานวิจัยนี้ จะพัฒนาโดยใช้โครงสร้ างการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วย สคอส (Simple Knowledge Organization System: SKOS)เพื่อให้ได้ชุดของคำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมาย 3 ลักษณะคือความสัมพันธ์ในลักษณะเท่าเทียมกัน ความสัมพันธ์ในลักษณะ ลดหลั่นตามลำดับชั้นและความสัมพันธ์ในลักษณะเกี่ยวข้องกันหรือความหมายคาบก่ายกัน ทั้งนี้ การจัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วย สคอส มีข้อดีคือสามารถปรับแก้ไข เพิ่มเติมแนวความคิดที่จะเผยแพร่ได้ รวมทั้งเป็นแนวคิดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่ายและมีความซับซ้อนค่อนข้างน้อย (อัศนีย์ ก่อตระกูล, 2550; Haslhofer, 2011)

สำหรับแหล่งที่มาของคำต่าง ๆ ใน คลังคำศัพท์นี้ จะใช้วิธีการ สร้างขึ้นมาใหม่โดยอาศัยข้อมูลจาก 3 แหล่งคือ แหล่งคำ แหล่งความและแหล่งบุคคล ซึ่งมุ่งเน้นไปที่การสร้างคลังคำศัพท์สำหรับการจัดหมวดหมู่เนื้อหาสาระและความสัมพันธ์ระหว่างคำที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาโดยจะใช้โปรแกรม Protégé ในการจัดเก็บรายละเอียดและความสัมพันธ์ของคำต่าง ๆ ตามโครงสร้างของสคอสทั้งนี้เพื่อสามารถนำไปใช้ในการพัฒนา แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลได้ต่อไป

3.1.1.3 การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

ระบบแนะนำส่วนบุคคล (PersonalizedRecommendationSystem)เป็นแนวคิดและเครื่องมือสำคัญที่ถูกนำมาใช้สำหรับพัฒนาและปรับปรุงระบบการจัดการการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นมีการนำเสนอ เทคนิควิธีการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตา มคุณ ลักษณะรายบุคคล ในรูปแบบของการ สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ทำให้ได้ระบบที่สามารถจัดเตรียมข้อมูล นำส่งข้อมูล รวมถึงแนะนำข้อมูลเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องให้กับผู้เรียนได้ตามความต้องการ ส่งผลให้ผู้เรียนได้รับ สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน (Klašnja-Milićević et al., 2011; Chen and Persen, 2012, Vesin et al., 2013, Özpolat and Akar, 2009)

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นเทคนิควิธีที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการพัฒนาระบบ แนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยเฉพาะเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีที่ทำให้สามารถจำแนกข้อมูล (Classification) และนำผลที่ได้ไป สร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลพื้นฐานความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคล เพื่อ พัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ(WebApplication)ที่สามารถสนับสนุนและเพิ่มประสิทธิภาพสภาพแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ (Chen, 2008; Lin et al., 2013;

Luet al., 2007) รวมไปถึงการพัฒนาแบบจำลองสำหรับระบบแนะนำ ที่สามารถแนะนำสื่อที่เกี่ยวข้องให้กับผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนกลับมาใช้งานสื่อซ้ำ โดยใช้วิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสื่อมัลติมีเดียที่ผู้เรียนมีความชอบกับหัวข้อของสื่อการสอน (Chen and Persen, 2012; Klašnja-Milićević et al., 2011; Ocepek et al., 2013; Vesin et al., 2013)

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาระบบแนะนำส่วนบุคคลเพื่อค้นหาตัวแบบหรือแพทเทิร์น (Pattern)สำหรับจำแนกกลุ่มผู้เรียนโดยใช้การทำเหมืองข้อมูลด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจนั้นจำเป็นต้องมี กระบวนการ สกัดลักษณะสำคัญ (Feature Extraction) และเลือกลักษณะสำคัญ (Feature Selection) จากข้อมูลดิบ (Raw Data) ก่อนที่จะนำไปสร้างตัวแบบซึ่งเป็นขั้นตอนที่นำมาใช้เพื่อปรับ ลดขนาดมิติของข้อมูลให้ มีความเหมาะสมกับการจำแนกประเภทข้อมูล โดยการเลือกกลุ่มย่อยของลักษณะสำคัญ (Feature Subset) ทำให้ตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด นั่นก็คือเลือกเฉพาะลักษณะสำคัญที่ทำให้การ จำแนกกลุ่มข้อมูล มีความถูกต้อง ซึ่งจำนวนลักษณะสำคัญที่ไม่มากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อความเร็วในการประมวลผล ด้วย โดยจำนวน กลุ่มย่อยทั้งหมดที่เป็นไปได้ของลักษณะสำคัญนั้นจะขึ้นอยู่กับจำนวนของลักษณะสำคัญ ทั้งหมดถ้ามีลักษณะสำคัญจำนวน *n*รายการ กลุ่มย่อยที่เป็นไปได้ทั้งหมดคือ 2^nกลุ่ม ดังนั้น ถ้ามีจำนวนลักษณะสำคัญทั้งหมด9 รายการจะมี กลุ่มย่อยที่เป็นไปได้คือ 2^9= 512รายการหมายความว่า ยิ่งมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จำนวนกลุ่มย่อยก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นอย่างมากด้วย

ขั้นตอนวิธีในการเลือกกลุ่มย่อยของลักษณะสำคัญ สามารถ แบ่งกว้าง ๆ ออกเป็น 3 วิธี คือ (1) วิธีการใช้ตัวกรอง (Filter) เป็นการเลือกลักษณะสำคัญโดยใช้เงื่อนไขทางสถิติหรือเงื่อนไขทางทฤษฎีสารสนเทศ (Information Theory) เข้ามาช่วย (2) วิธีการใช้เครื่องห่อหุ้ม (Wrapper) เป็นการ เลือกลักษณะสำคัญที่ใช้ ตัวแบบ เข้ามาช่วย โดยเป้าหมายคือ การเลือกกลุ่มย่อยของลักษณะสำคัญที่ทำให้ตัวแบบเรียนรู้ได้ดีหรือเป็นการเลือกลักษณะสำคัญที่ทำให้ค่าผิดพลาดของตัวแบบมีค่าน้อยที่สุด และ (3) วิธีการแบบฝังตัว (Embedded) เป็นการ เลือกลักษณะสำคัญที่นำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการเรียนรู้ เพื่อสร้างตัวแบบอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามปัจจัยหรือสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลือกลักษณะสำคัญ ควรจะต้องพิจารณา 3 ส่วนประกอบด้วยคือ (1) ส่วนของความเกี่ยวเนื่องของลักษณะสำคัญ (Feature Relevancy) ที่มีความเกี่ยวข้องกันของลักษณะสำคัญกับเป้าหมาย โดยทั่วไปแล้วจะต้องเลือกลักษณะสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับเป้าหมายสูง ๆ ซึ่งนับว่าความเกี่ยวเนื่องของลักษณะสำคัญเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด (2) ส่วนของ ความซ้ำซ้อนของลักษณะสำคัญ (Feature Redundancy) ซึ่งโดยปกติจะต้องเลือกกลุ่มย่อยของ ลักษณะสำคัญที่มีความซ้ำซ้อนต่ำ (Low Redundancy)หรือมีคุณสมบัติที่หลากหลายและ (3) ส่วนของการกระทำระหว่าง

ลักษณะสำคัญ (Feature Interaction) หรือเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสำคัญ นั่นก็คือ ลักษณะสำคัญหลายตัวร่วมกันอธิบายเป้าหมาย

จากการทบทวนวรรณกรรมและศึกษาวิเคราะห์ความรู้ดังกล่าวข้างต้น ทำให้ได้ข้อสรุปว่า การออกแบบและพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ โดยใช้ เทคนิคซึ่งอาศัยแบบจำลอง (Model-based Techniques) สามารถแบ่งขั้นตอนการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) การคัดเลือกลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล

เทคนิควิธีที่นำมาใช้สำหรับการเลือก ลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อปรับ ลดขนาดมิติของข้อมูลให้ มีความ เหมาะ สมและนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้จะคำนึงถึง ความเกี่ยวเนื่องของลักษณะสำคัญ ความซ้ำซ้อนของลักษณะสำคัญ และการกระทำ หรือเกิดขึ้นร่วมกันระหว่างลักษณะสำคัญ ดังนั้น การคัดเลือกลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล จึงเลือกใช้ 2เทคนิควิธี คือ เทคนิควิธี การใช้ตัวกรอง (Filter) เพื่อเป็น การเลือกลักษณะสำคัญโดยใช้เงื่อนไขทางสถิติ และเทคนิควิธีการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลด้วยกฎความสัมพันธ์ของข้อมูล (Association Rules) เพื่อจัดกลุ่มข้อมูล

2) การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ

เทคนิควิธีที่นำมาใช้สำหรับสร้างตัวแบบหรือแพทเทิร์น (Pattern) เพื่อจำแนกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียนหรือผู้ใช้มีความชอบ เพื่อนำไปสร้างเป็นกฎการแนะนำ (RecommendationRules)ให้สามารถแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลได้ ซึ่งงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การศึกษากระบวนการหรือขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ของการสร้างกฎการแนะนำจากการสร้างตัวแบบการจำแนก (Classification Model) ด้วยอัลกอริทึม ต่าง ๆ ที่ได้รับความนิยมของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เช่น อัลกอริทึม C4.5(อัลกอริทึม J48) อัลกอริทึม Random Tree อัลกอริทึม Random Forest และอัลกอริทึม NB Tree เป็นต้น โดยใช้กระบวนการออกแบบการทดลองในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการจำแนกข้อมูลที่ได้ ซึ่งจะทำให้ได้ขั้นตอนวิธีและอัลกอริทึมที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาเป็นมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งจัดได้ว่าเป็นมอดูลที่สำคัญของการ ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลในครั้งนี้

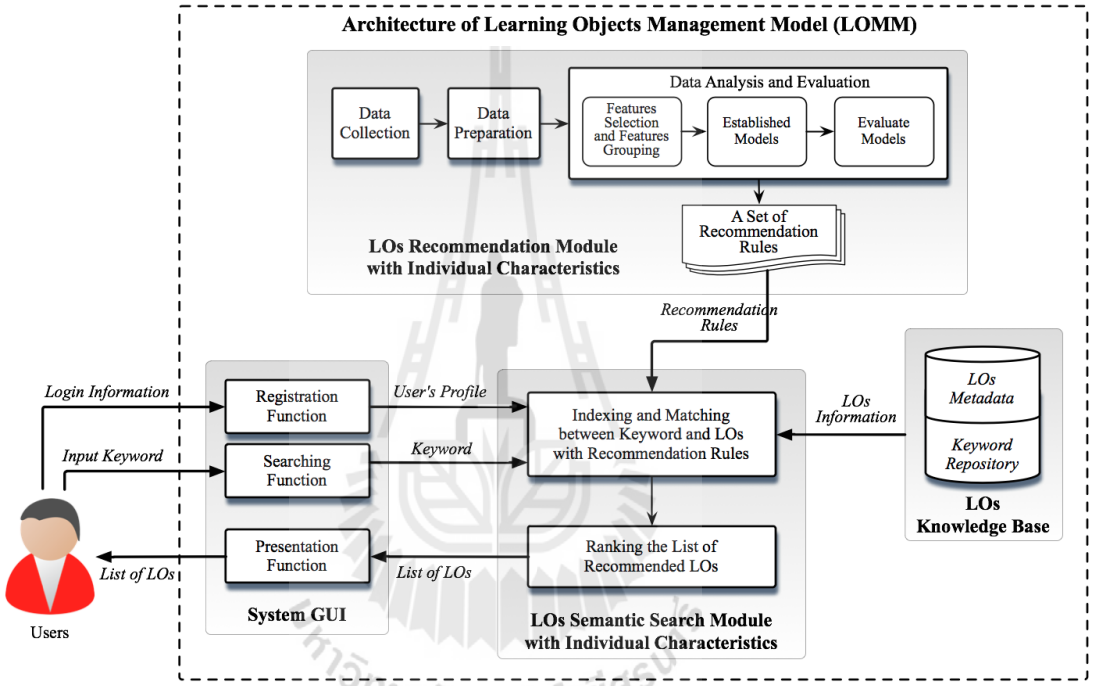
3.1.1.4 การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย

การสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic Search)เป็นรูปแบบหนึ่งของการประยุกต์ใช้เว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) เพื่อค้นหาทรัพยากรสารสนเทศที่ มีความสัมพันธ์เกิดขึ้นร่วมกันกับ คำค้นที่ต้องการ ได้อย่างชาญฉลาด ถึงแม้ว่าจะไม่มีปรากฏคำค้นที่ตรงกันเลยก็ตาม ซึ่งมีองค์ประกอบและหลักการทำงาน คล้ายคลึงกับระบบการสืบค้นสารสนเทศทั่วไป โดยเริ่มจากหุ่นยนต์หรือ โรบอต (Robots)ทำหน้าที่ติดต่อไปยัง แหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการสืบค้น เพื่อสะสมเอกสาร หรือข้อมูล ที่ใช้สำหรับ นำไปสร้างดัชนี(Indexing)สำหรับการค้นหาโดย มีส่วนของการสืบค้นข้อมูล (Searching) ทำหน้าที่รับคำค้นที่ผู้ใช้ต้องการค้นหา จากนั้น นำคำค้นไปค้นหาเอกสาร หรือข้อมูล ที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ และแสดง ผลลัพธ์ที่ได้ กลับไปยัง ผู้ใช้(สมจิตร อาจอินทร์, 2549; ธีระศักดิ์ สังข์ศรี , 2551, หน้า 8)โดยพบว่า การสร้างคิวรีจากคำสำคัญหรือคำค้น (Keywords) เป็นขั้นตอนวิธีการสืบค้น (Search Algorithm) ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสืบค้นเชิงความหมายโดยการ นำคำค้นที่ได้จากผู้ใช้ไปค้นหาความคล้ายคลึงเชิงความหมายของคำกับสิ่งที่มีอยู่ในระบบ เช่น คำที่มีความหมายเดียวกัน คำที่เกี่ยวข้อง หรือคำที่ใกล้เคียง เป็นต้นทำให้ได้กลุ่มคำสำคัญที่เกี่ยวข้อง กับคำค้น สำหรับนำไปใช้ใน การสืบค้นข้อมูลที่มีการจัดทำอธิบาย ไว้ในฐานความรู้(Niwattanakul el al., 2007; Chang-qin et al, 2009; Soo, Yeoh, and Ho, 2012)สำหรับการแสดงผลการสืบค้นด้วยเทคนิควิธีการจัดอันดับ (Ranking)ในรูปแบบการกำหนดค่าน้ำหนักให้กับคำดัชนีนั้น พบว่าเป็นวิธีการที่สามารถช่วยลดจำนวนคำดัชนีในการสืบค้นและลดจำนวนการแสดงรายการจากผลลัพธ์ที่ต้องการ ทำให้ได้ผลการ สืบค้นสารสนเทศที่ตรงกับความต้องการมากยิ่งขึ้น (สุธรรม อุมาแสงทองกุล, 2541)

ดังนั้น ขั้นตอนการทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก ของงานวิจัยนี้ เลือกใช้เทคนิคการจัดลำดับด้วยวิธีหาผลรวม (Rank Sum)ซึ่งเป็นเทคนิควิธีการที่สามารถนำไป ประยุกต์เพื่อกำหนดน้ำหนักของ คำดัชนีหรือคำค้นตามโครงสร้างของคำ (Structure Weighting) ที่จัดหมวดหมู่คำตามโครงสร้าง ด้วย สคอส (SKOS)ด้วยการสร้างหลักเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักให้กับทุกตำแหน่งของคำศัพท์ตามโครงสร้างสคอสด้วยการกำหนดเงื่อนไขว่า ถ้าคำศัพท์มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นมาก ก็จะกำหนดให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญมาก ถ้าความเกี่ยวข้องกับคำค้นน้อยก็จะให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญน้อย จึงส่งผลให้คำศัพท์ทุกคำในคลังคำจะมีค่าน้ำหนักที่แตกต่างกันเมื่อใช้คำค้นที่แตกต่างกัน เนื่องจากแต่ละคำศัพท์จะมีความสัมพันธ์กับคำค้นที่แตกต่างกันด้วย ทำให้สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักรวมของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยการหาผลคูณระหว่างค่าน้ำหนักของคำกับจำนวนหรือความถี่ของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นที่ปรากฏในแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ทำให้สามารถจัดลำดับความสำคัญและเสดงผลลัพธ์การสืบค้นเชิงความหมายให้กับผู้ใช้

3.1.2 ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล

เพื่อให้การออกแบบและพัฒนา แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล บรรลุตามวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดการวิจัย ได้ดัดแปลงและปรับปรุงจากสถาปัตยกรรม “แบบจำลอง การจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (LearningObjects Management Model: LOMM)” (Wanapu, Fung,Kajornrit, Niwattanakul and Chamnongsri,2014) ให้เหมาะสมกับกระบวนการศึกษาวิจัยนี้ ดังรูปที่ 3.1

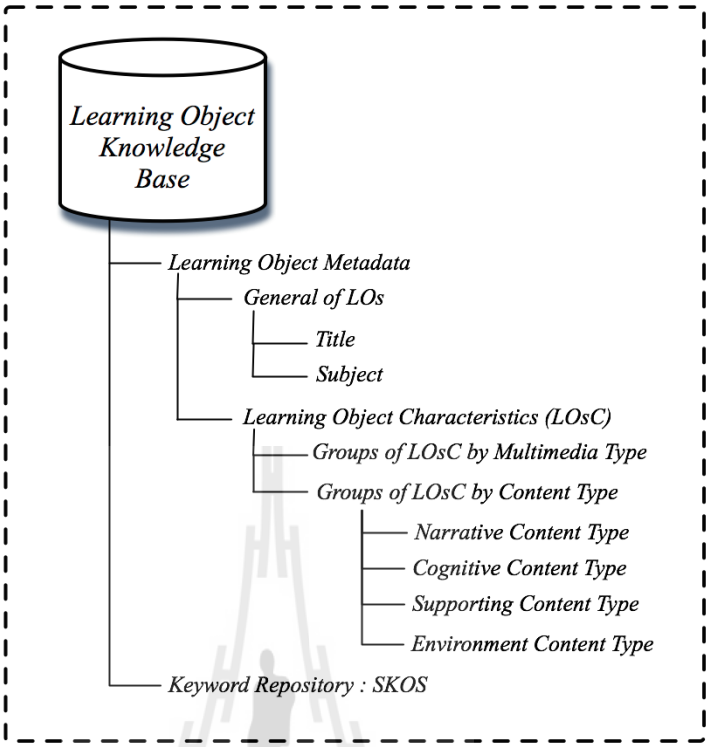


รูปที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของแบบจำลองการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ หรือ LOMM

สถาปัตยกรรมLOMM มีการทำงานหลักที่เกี่ยวข้อง4ส่วนด้วยกัน คือ (1) ฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (2) มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล (3) มอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล และ (4) ส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ โดยมีรายละเอียดของการทำงานในแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์

ฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์(LOs Knowledge Base) ของงานวิจัยนี้ มีการทำงานที่เกี่ยวข้อง2 ส่วนคือ เมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Object Metadata) และคลังคำศัพท์ (Thesaurus) (ดังรูปที่ 3.2) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (LOs Knowledge-Based)

1) เมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning ObjectMetadata)

เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บรรจุอยู่ในฐานความรู้ของงานวิจัยนี้ จะต้องมีเมทาดาทาที่เกี่ยวข้องเพื่ออธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าถึง โดยเน้นที่การบอกลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ เพื่อนำไปใช้สำหรับแนะนำคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ให้กับผู้ใช้ที่มีคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกัน ดังนั้น เมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ออกแบบสำหรับงานวิจัยนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 7 องค์ประกอบ (Elements)คือ ชื่อเรื่อง (Title) หัวเรื่องหรือคำสำคัญ (Subject and Keywords)ชนิดของมัลติมีเดีย (Multimedia Type)ชนิดของเนื้อหาแบบเรื่องเล่า (Narrative Content Type) ชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิด(Cognitive Content Type)ชนิดของเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุน (Supporting Content Type) และชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อม (Environment Content Type) โดยองค์ประกอบที่ 1 และ 2 ดัดแปลงมาจาก ดับลินคอร์เมทาดาทา และองค์ประกอบที่ 3-7ดัดแปลงมาจาก มาตรฐานลอมออนโทโลยี ALOCoM และแนวคิดของดันน์โดยมี คำอธิบายเมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายเมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

ชื่อองค์ประกอบ (Element Name)	ป้ายชื่อ (Label)	คำจำกัดความ (Definition)	ข้อเสนอแนะ (Comment)
Title(ชื่อเรื่อง)	Title, ชื่อเรื่อง	ชื่อของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์	โดยทั่วไปให้ใช้ชื่อเรื่องที่รู้จักอย่างแพร่หลาย
Keywords (คำสำคัญ)	Keywords, คำสำคัญ	หัวเรื่องหรือคำสำคัญที่ใช้อธิบายแทนเรื่องและเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์	โดยทั่วไปใช้คำสำคัญสำหรับแสดงหัวเรื่อง วลีสำคัญ และรหัสหมวดวิชาที่อธิบายเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์
Multimedia Type(ชนิดของมัลติมีเดีย)	Multimedia Type, คุณลักษณะเฉพาะที่เป็นชนิดของมัลติมีเดีย	ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของมัลติมีเดียในแต่ละรูปแบบที่มีอยู่ในเลิร์นนิงอ็อบเจกต์	ค่าของข้อมูล (Value) ประกอบด้วย วีดิทัศน์ (Video) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Audio) การนำเสนอ (Presentation) กราฟิก (Graphic) การจำลอง (Simulation) และเชื่อมโยง (Link)
Narrative Content Type(ชนิดของเนื้อหาแบบเรื่องเล่า)	Narrative Content Type, คุณลักษณะเฉพาะที่เป็นชนิดของเนื้อหาแบบเรื่องเล่า	ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของเนื้อหาที่มีลักษณะแบบเรื่องเล่า	ค่าของข้อมูล (Value) ประกอบด้วย บทคัดย่อ (Abstract) การอธิบายคร่าว ๆ (Overview) บทนำ (Introduction) บทเรียน (Chapter) ข้อสรุป (Summary) และบรรณานุกรม (Bibliography)
Cognitive Content Type (ชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิด)	Cognitive Content Type, คุณลักษณะเฉพาะที่เป็นชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิด	ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิด	ค่าของข้อมูล (Value) ประกอบด้วย ข้อเท็จจริง (Fact) บทนิยาม (Definition) กระบวนการ (Process) กระบวนงาน (Procedure) สาธิต (Demo) และขั้นตอนวิธี (Algorithm)
Supporting Content Type(ชนิดของเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุน)	Supporting Content Type, คุณลักษณะเฉพาะที่เป็นชนิดของเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุน	ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้	ค่าของข้อมูล (Value) ประกอบด้วย ตัวอย่าง (Example) แบบฝึกหัด (Exercise) การอ้างอิง (Reference) การบรรยาย (Description) ข้อคำถาม (Question) และคำตอบ (Answer)

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายเมทาดาทาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (ต่อ)

ชื่อองค์ประกอบ (Element Name)	ป้ายชื่อ (Label)	คำจำกัดความ (Definition)	ข้อเสนอแนะ (Comment)
Environment Content Type (ชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อม)	Environment Content Type, คุณลักษณะเฉพาะที่เป็นชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อม	ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อม	ค่าของข้อมูล (Value) ประกอบด้วย เวลา (Time) กำหนดการ (Schedule) เสียง (Sound) สถานที่ (Place) แรงจูงใจ (Motivation) เงื่อนไข (Condition) การมอบหมาย (Assignment) และการประเมินผล (Evaluation)

2) คลังคำศัพท์ (Thesaurus)

คลังคำศัพท์ (Thesaurus)หมายถึง แหล่งจัดเก็บคำศัพท์ต่าง ๆ ที่ผ่านกระบวนการประมวลคำสำหรับทำหน้าที่เป็นคำแทนสาระหรือคำดัชนีของเอกสารในขั้นตอนการจัดเก็บเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และทำหน้าที่เป็นคำค้นในขั้นตอนการค้นคืน เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งข้อมูลคำศัพท์ที่เป็นคำสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของงานวิจัยนี้ ได้มาจากแหล่งคำที่มีการจัดหมวดหมู่เนื้อหาสาระและความสัมพันธ์ระหว่างคำที่เกี่ยวข้องกับวิชาเคมี ของระดับมัธยมศึกษาไว้แล้ว โดยเก็บรวบรวมและวิเคราะห์จากแหล่งข้อมูลคำและแหล่งความ ได้แก่ หมวด 540 ของระบบทศนิยมดิวอี้หรือระบบดีดีซี (DDC) หมวด QD ของระบบหอสมุดรัฐสภาอเมริกันหรือระบบแอลซี (LC)หมวดคำศัพท์เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry) และเคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry) ของยูเนสโกธิซอรัส (UNESCO Thesaurus) และการสกัดคำจากแหล่งความที่เป็นชื่อเรื่อง ของสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ที่อยู่ภายใต้โครงการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามแผนปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง 2555 (sp2) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจำนวน 129 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ทำให้ได้คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องในคลังคำศัพท์สำหรับงานวิจัยนี้จำนวนทั้งสิ้น224 คำศัพท์

การจัดเก็บคำในคลังคำศัพท์ของงานวิจัยนี้ เป็นการ จัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วยสคอส (Simple Knowledge Organization System: SKOS) เป็นการอธิบายความสัมพันธ์เชิงความหมายของแนวคิดที่มีความสัมพันธ์อยู่ 3 ลักษณะคือ ความสัมพันธ์ในลักษณะเท่าเทียมกัน ความสัมพันธ์ในลักษณะลดหลั่นตามลำดับชั้นและความสัมพันธ์ในลักษณะเกี่ยวข้องกันหรือความหมายคาบก่ายกันโดยมีรูปแบบของการอธิบายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำหลัก ประกอบด้วย คำที่มีความหมายเหมือนกันกับคำหลัก (Prefer Label) คำที่มีความหมายกว้างกว่าคำหลัก(Broader) คำที่มี

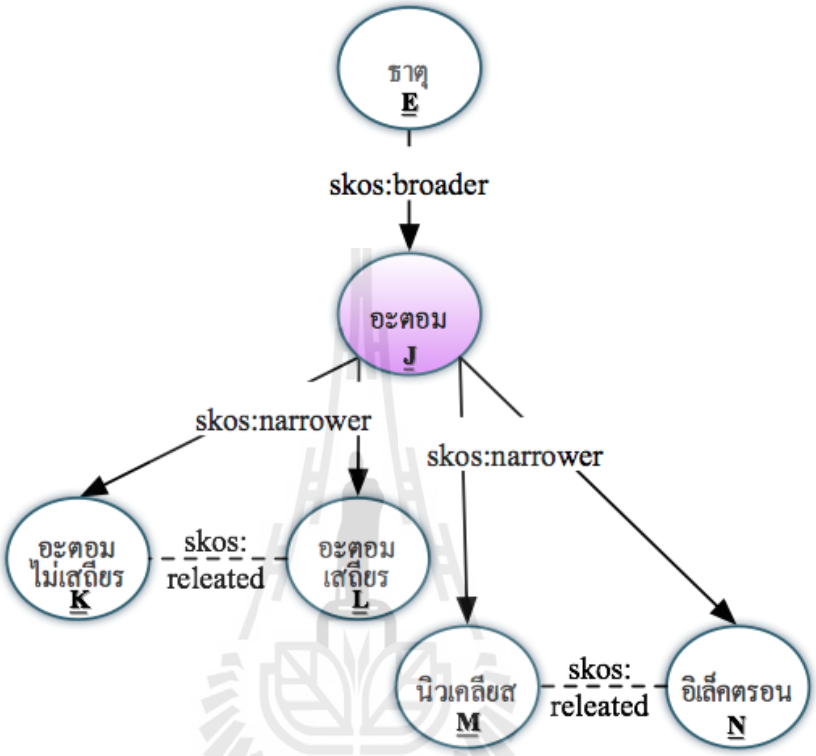
ความหมายแคบกว่าคำหลัก (Narrower) และคำที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับคำหลัก (Related) ดังตัวอย่างคำศัพท์ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างคำศัพท์บางส่วนใน ฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์

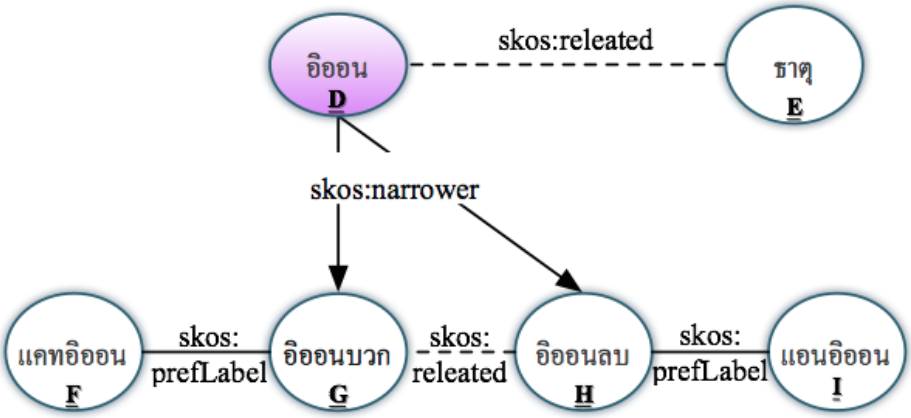
Keywords	Prefer Label	Broader	Narrower	Related
รีดักชั่น (Reduction)		ปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction)	ไฮโดรเจน (Hydrogen)	เลขออกซิเดชัน (Oxidation Number)
ออกซิเดชั่น (Oxidation)		ปฏิกิริยาเคมี (Chemical Reaction)		เลขออกซิเดชัน (Oxidation Number)
แก๊สหายาก (Rare Gas)	แก๊สมีตระกูล (Noble Gas)	ธาตุหมู่ 8 (Group 8 Element)		
โมลาริตี (Molarity)	โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร, โมลต่อลิตร, Mole/Cubic Decimeter			โมลาร์ (Molar), เศษส่วนโมล (Mole Fraction)
กรด (Acids)		สารประกอบทางเคมี (Chemical Compounds), เคมีภัณฑ์ (Chemical)	กรดอินทรีย์ (Organic Acid), กรดอนินทรีย์ (Inorganic Acid)	ประเภทของกรด (Type of Acid), กระดาษลิสมัส (Lithmus Paper)
กรดอนินทรีย์ (Inorganic Acid)	กรดแร่	กรด (Acids), สารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic Compounds), กรด-เบส (Acid-Base)	กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid), กรดซัลฟิวริก (Sulfuric Acid)	
กรดอินทรีย์ (Organic Acid)		กรด (Acids), กรด-เบส (Acid-Base),สารประกอบอินทรีย์ (Organic Compounds),	กรดอะซีติก (Acetic Acid), กรดแอสคอบิก (Ascorbic Acid)	

ตัวอย่างโครงสร้างของคำศัพท์ตามความสัมพันธ์ในรูปแบบสคอส ของคำว่า “อะตอม” ซึ่งจะเห็นได้ว่า คำศัพท์ “อะตอม” ประกอบด้วย คำที่มีความหมายกว้างกว่าคำหลัก (skos:broader) จำนวน 1คำศัพท์ คือ “ธาตุ”คำที่มีความหมายแคบกว่าคำหลัก (skos:narrower) จำนวน4 คำ คือ “อะตอมเสถียร” “อะตอมไม่เสถียร” “นิวเคลียส” และ “อิเล็กตรอน” และถ้าพิจารณาคำศัพท์

“นิวเคลียส” ว่าเป็นคำหลัก ก็จะได้ว่า คำที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับคำหลัก(skos:related) คือคำว่า “อิเล็กตรอน” ในทางกลับกัน ถ้าพิจารณาคำศัพท์“อิเล็กตรอน” ว่าเป็นคำหลัก ก็จะได้ว่า คำที่มีความหมายเกี่ยวข้องกับคำหลัก(skos:related) คือคำว่า “นิวเคลียส” ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3ตัวอย่างข้อมูลคำศัพท์ “อะตอม” ตามโครงสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบสคอส (SKOS)

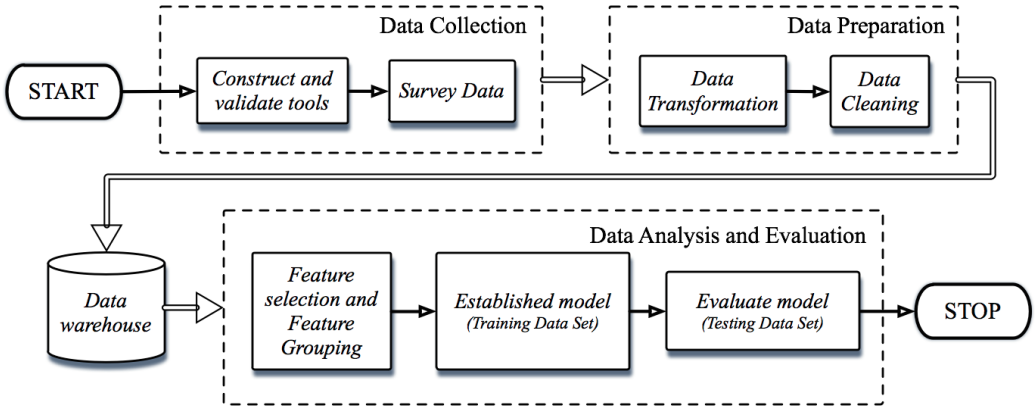


รูปที่3.4ตัวอย่างข้อมูลคำศัพท์ “อิออน” ตามโครงสร้างความสัมพันธ์ในรูปแบบสคอส (SKOS)

ส่วนโครงสร้างของคำศัพท์ตามความสัมพันธ์ในรูปแบบสคอสของคำว่า “อิออน” (รูปที่ 3.4)ในคลังคำศัพท์นั้น นอกจากจะประกอบด้วย คำที่มีความหมายกว้างกว่า คำที่มีความหมายแคบกว่าและคำที่มีความหมายเกี่ยวข้องแล้ว ยังแสดงให้เห็นว่า อาจมีคำศัพท์บางคำที่มีคำที่มีความหมายเหมือนกันกับคำหลัก (skos:prefLabel) หรือคำที่ใช้แทนคำหลักได้ เช่น คำว่า “อิออนบวก” จะมีคำที่มีความหมายเหมือนกันกับคำหลัก (skos:prefLabel) คือคำว่า “แคทอิออน” และคำว่า “อิออนลบ” จะมีคำที่มีความหมายเหมือนกันกับคำหลัก (skos:prefLabel) คือคำว่า “แอนอิออน” ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะทำการวิเคราะห์และจัดเก็บทุกความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้นของแต่ละคำศัพท์ไว้ในคลังคำศัพท์นี้ด้วย

3.2.1.2 มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นที่กระบวนการศึกษาทดลอง ที่มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกันในหลายรูปแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบการแนะนำ (Recommendation Model)เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับนำไปใช้งาน โดยใช้ เทคนิคซึ่งอาศัยแบบจำลอง (Model-based Techniques) และนำหลักการของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) มาดัดแปลงและปรับปรุงเป็นขั้นตอน วิธีการสร้างมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลสามารถแบ่งกระบวนการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอนสำคัญได้แก่ (1) ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล (2) ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล และ (3) ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนวิธีการสร้างมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

จากรูปที่ 3.5 สามารถอธิบายรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ได้ดังนี้

1) ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล(Data Collection)

เป็นส่วนของการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างเครื่องมือ ทดสอบเครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1) สร้างและทดสอบเครื่องมือ (Construct and Validate)

การสร้างและทดสอบเครื่องมือที่นำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาพัฒนาเป็นแบบจำลองต้นแบบ มีขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือของงานวิจัยนี้ ตามลำดับดังนี้

- ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกแบบตามหลักวิธีการสร้างแบบสอบถามและสร้างข้อคำถามโดยพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหาที่ต้องการศึกษาวิจัย
- ประเมินแบบสอบถามในด้านความเที่ยงตรง (Validity) โดยนำเสนอผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามในด้านความเหมาะสมด้านเนื้อหาด้วยการคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 เป็นต้นไป เพื่อให้ได้ข้อคำถามที่มีคุณภาพ แล้วจึงนำไปปรับปรุงแก้ไข
- นำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)ของแบบสอบถามโดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)
- จัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

1.2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล (Questionnaire)

เครื่องมือ ที่ใช้การเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้คือ "แบบสำรวจลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน" แบ่งออกเป็น 3 ตอนคือ ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน ลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบและแบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้(รายละเอียดในภาคผนวก)

1.2.1) ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน

ตอนที่ 1 คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน เป็นรายการข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลส่วนบุคคลได้แก่ เพศ อายุ ระดับชั้นการศึกษาในปัจจุบัน สถานศึกษา สังกัดของสถานศึกษาและระดับความชอบหรือสนใจเรียนในรายวิชาต่าง ๆ

1.2.2) ลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ

ตอนที่ 2 คือ ลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์หรือเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียนชอบเป็นการสอบถามผู้เรียนเกี่ยวกับความชอบหรือความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ผ่านพฤติกรรมหรือลักษณะการใช้งานของผู้เรียน โดยการสอบถามว่าผู้เรียนได้มีการอ่าน การฟังหรือการดูสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวหรือไม่อย่างไร ซึ่งสอดคล้องและครอบคลุมกับคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวนทั้งหมด 33 คุณลักษณะ ที่ได้จากผลการ ศึกษากระบวนการจัดเก็บข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น โดยแบ่งข้อคำถามออกเป็นส่วน ๆ ตามกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

1.2.3) แบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้

ตอนที่ 3 คือ แบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้เป็นการสอบถามเกี่ยวกับลักษณะหรือพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้ข้อคำถามที่ปรับปรุงมาจากเครื่องมือที่เรียกว่า GRSLSS (Grasha-Riechmann Student Learning Style Scales) มีข้อคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนจำนวนทั้งหมด 60ข้อคำถาม ตามตัวอย่างข้อคำถามข้อที่ 1-10ในตารางที่ 3.4ซึ่งข้อคำถามในแต่ละข้อ จะเป็นการสอบถามว่าผู้เรียน มีลักษณะหรือพฤติกรรมในการเรียนรู้ในแต่ละข้อคำถามอยู่ในระดับใดมีค่าของระดับพฤติกรรมของผู้เรียนอยู่ระหว่าง1 ถึง 5โดยที่

- ระดับพฤติกรรมเท่ากับ 5 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนมากที่สุด
- ระดับพฤติกรรมเท่ากับ 4 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนมาก
- ระดับพฤติกรรมเท่ากับ 3 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนปานกลาง
- ระดับพฤติกรรมเท่ากับ 2 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนน้อย

- ระดับพฤติกรรมเท่ากับ 1 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนน้อยที่สุด

ตารางที่ 3.4 ตัวอย่างข้อคำถามเพื่อสำรวจรูปแบบการเรียนรู้ที่ดัดแปลงจาก GRSLSS

ข้อที่	ลักษณะหรือพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียน	ระดับพฤติกรรม				
		1	2	3	4	5
1.	ส่วนใหญ่แล้วฉันศึกษาค้นคว้าเนื้อหาวิชาที่เรียนด้วยตนเอง					
2.	ในเวลาเรียนฉันไม่ค่อยตั้งใจเรียน					
3.	ฉันจะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ถ้าได้ปรึกษากับเพื่อนๆ					
4.	ถ้าครูปล่อยให้นักเรียน เรียนตามใจชอบถือว่าไม่ได้ทำหน้าที่ของครูอย่างถูกต้อง					
5.	ฉันคิดว่าการเรียนให้ได้ดีนั้น จำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน					
6.	ฉันพยายามเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้					
7.	ฉันมักจะเลือกเรียนในสิ่งที่ฉันคิดว่าสำคัญเป็นหลัก ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับความเห็นของครูเสมอไป					
8	ฉันรู้สึกว่าฉันจำต้องเข้าชั้นเรียนมากกว่าความรู้สึกที่ต้องการอยากเข้าชั้นเรียนจริงๆ					
9	ในการเรียนแต่ละวิชาฉันคิดว่าฉันสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น ถ้าได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆแทนที่จะเก็บความคิดเห็นไว้คนเดียว					
10	ฉันยอมรับกฎเกณฑ์หรือรูปแบบการสอนที่ครูกำหนดขึ้น					

จากข้อคำถามทั้งหมด 60 ข้อ จะถูกนำไปใช้ในการจัดกลุ่มผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ 6รูปแบบ คือแบบอิสระ (Independent) แบบพึ่งพา (Dependent) แบบร่วมมือ (Collaborative) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidant) แบบแข่งขัน (Competitive) และแบบมีส่วนร่วม (Participant) โดยใช้วิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของคะแนนระดับพฤติกรรมของข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนในแต่ละรูปแบบเพื่อจัดกลุ่มให้กับผู้เรียนแต่ละรายว่าควรจะมีรูปแบบการเรียนรู้เป็นแบบใดนั้น โดยจะพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของระดับคะแนน ระดับพฤติกรรมของรูปแบบ ที่มีค่าสูงสุดซึ่งหมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนคนนั้น ๆ

รายการข้อคำถามสำหรับคำนวณค่าเฉลี่ยของ ระดับคะแนน ระดับพฤติกรรมของผู้เรียนในแต่ละรูปแบบ สามารถคำนวณจากข้อคำถามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนในแต่ละรูปแบบดังต่อไปนี้

- แบบอิสระ (Independent)คือ พฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนตรงกับข้อคำถามที่ 1,7,13,19,25,31,37,43,49,55
- แบบหลีกเลี่ยง (Avoidant)คือ พฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนตรงกับข้อคำถามที่2,8,14,20,26,32,38,44,50,56
- แบบร่วมมือ (Collaborative)คือ พฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนตรงกับข้อคำถามที่3,9,15,21,27,33,39,45,51,57
- แบบพึ่งพา (Dependent)คือ พฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนตรงกับข้อคำถามที่4,10,16,22,28,34,40,46,52,58
- แบบแข่งขัน (Competitive) คือ พฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนตรงกับข้อคำถามที่ 5,11,17,23,29,35,41,47,53,59
- แบบมีส่วนร่วม (Participant)คือ พฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนตรงกับข้อคำถามที่ 6,12,18,24,30,36,42,48,54,60

1.3) สำรวจข้อมูล (Survey Data)

หลังจากที่เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ผ่านขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขและวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว นำเครื่องมือที่ได้ไปทำการสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในจังหวัดนครราชสีมาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้ จากนั้นทำการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลที่สำรวจได้เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

2) ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

เป็นขั้นตอนที่จะต้องนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลมาดำเนินการจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมและให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ด้วยกระบวนการแปลงข้อมูลและการคัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้ทำให้ได้ลักษณะของข้อมูลที่มีความพร้อมสำหรับการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1) การแปลงข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

(Data Transformation)

เป็นขั้นตอนของการจัดเตรียมข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในขั้นตอนการค้นหาตัวแบบหรือแบบจำลองด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)ซึ่งเป็นเทคนิควิธีที่รองรับเฉพาะข้อมูลที่มีคุณลักษณะไม่ต่อเนื่อง DiscreteAttributes)

ดังนั้น ส่วนของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ จึงจำเป็นต้องแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ มาตรวัดนามบัญญัติ (Nominal Scale) ซึ่งเป็นลักษณะของการวัดค่าที่ง่ายที่สุดและมีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการแบ่งกลุ่มของข้อมูลสำหรับเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree)ดังตารางที่3.5

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของข้อมูลแต่ละ แอททริบิวท์ที่ผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลแล้ว

Attribute No	Name	Attribute Values	Attribute No	Name	Attribute Values
1	Gender	{M, F}	20	Definition	{Y, N}
2	Age	{Y, A}	21	Process	{Y, N}
3	Grade Level	{S, H}	22	Procedure	{Y, N}
4	Science Favorite	{F, D}	23	Demo	{Y, N}
5	Learning Styles	{I, D, C, A, Cp, P}	24	Algorithm	{Y, N}
6	Video	{Y, N}	25	Example	{Y, N}
7	Animation	{Y, N}	26	Exercise	{Y, N}
8	Audio	{Y, N}	27	Reference	{Y, N}
9	Presentation	{Y, N}	28	Description	{Y, N}
10	Graphic	{Y, N}	29	Question	{Y, N}
11	Simulation	{Y, N}	30	Answer	{Y, N}
12	Link	{Y, N}	31	Time	{Y, N}
13	Abstract	{Y, N}	32	Schedule	{Y, N}
14	Overview	{Y, N}	33	Sound	{Y, N}
15	Introduction	{Y, N}	34	Place	{Y, N}
16	Chapter	{Y, N}	35	Motivation	{Y, N}
17	Summary	{Y, N}	36	Condition	{Y, N}
18	Bibliography	{Y, N}	37	Assignment	{Y, N}
19	Fact	{Y, N}	38	Evaluation	{Y, N}

จากตารางที่ 3.5จะเห็นได้ว่ารายการข้อมูลหรือแอททริบิวท์ที่ได้จากการสำรวจของงานวิจัยนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 38แอททริบิวท์หลังจากนำข้อมูลดิบ (Raw Data) มาผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการใช้งาน ทำให้ได้รายละเอียดของข้อมูลแต่ละแอททริบิวท์ดังต่อไปนี้

- แอททริบิวท์ลำดับที่ 1 คือ เพศ (Gender) มีค่า2 ค่าคือ เพศชาย (Male: M) และเพศหญิง (Female: F)
- แอททริบิวท์ลำดับที่ 2 คือ อายุ (Age) มีค่า 2 ค่าคือ กลุ่มอายุวัยเด็ก (Young-age: Y) หมายถึง ผู้เรียนที่อายุน้อยกว่า 15 ปี และกลุ่มอายุวัยรุ่น (Adolescent: A) หมายถึงผู้เรียนที่อายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป
- แอททริบิวท์ลำดับที่ 3 คือ ระดับการศึกษา (Grade Level) มีค่า 2 ค่าคือ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Secondary School: S) และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (High School: H)
- แอททริบิวท์ลำดับที่ 4คือ ความชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite) มีค่า 2 ค่าคือ ชอบ (Favored: F) และไม่ชอบ (Disfavored: D)

- แอททริบิวท์ลำดับที่ 5 คือ รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) มีค่า 6 ค่าคือ แบบอิสระ (Independent: I) แบบพึ่งพา (Dependent: D) แบบร่วมมือ (Collaborative: C) แบบหลีกเลี่ยง (Avoidant: A) แบบแข่งขัน (Competitive: Cp) และแบบมีส่วนร่วม (Participant: P)

- แอททริบิวท์ลำดับที่ 6 ถึงลำดับที่ 38คือ ข้อมูลคุณลักษณะเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ในแต่ละคุณลักษณะ มีค่า 2 ค่าคือ เลือกหรือสนใจคุณลักษณะนั้น ๆ (Yes: Y) และไม่เลือกหรือไม่สนใจคุณลักษณะนั้นๆ (No: N)

2.2) การคัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก (Data Cleaning)

เมื่อทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมแล้ว ควรจะต้องมีการคัดกรองข้อมูลอีกครั้ง โดยการคัดกรองข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องหรือข้อมูลที่มีค่าผิดปกติออกไป สำหรับการคัดข้อมูลในงานวิจัยนี้หากพบชุดของข้อมูลที่มีการสูญหาย (Missing Data) หรือมีความผิดปกติ ข้อมูลชุดดังกล่าวจะถูกคัดออกไป จะไม่ใช้วิธีการแทนที่ค่าของข้อมูล ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าได้ข้อมูลที่มีคุณภาพสำหรับนำไปใช้งานในขั้นตอนต่อไป ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ลักษณะของเมทริกซ์ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการจัดเตรียมข้อมูลแล้ว

ID	Learner's profile and Learning Styles					Learning Objects Characteristics				
	LS_D_1	LS_D_2	LS_D_3	...	LS_D_k	LOs_C_1	LOs_C_2	LOs_C_3	...	LOs_C_i
1	F	H	A	...	I	Y	N	Y	...	Y
2	M	S	B	...	C	N	N	N	...	N
3	F	H	B	...	P	Y	N	Y	...	N
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N	M	S	A	...	P	Y	N	Y	...	Y
No. of classes (C)	$C_{D1}=2$	$C_{D2}=2$	$C_{D3}=2$		$C_{Dk}=3$	$C_{C1}=2$	$C_{C2}=2$	$C_{C3}=2$		$C_{Ci}=2$

จากตารางที่3.6 แสดงลักษณะของเมทริกซ์ข้อมูลที่ผ่านกระบวนการจัดเตรียมข้อมูล ซึ่งจะถูกจัดเก็บไว้ในคลังข้อมูล (Data Warehouse) สำหรับนำไปใช้สร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูล ในขั้นตอนต่อไป และเมื่อพิจารณาจากลักษณะของข้อมูลที่จัดเตรียมได้สำหรับนำไปใช้ในการสร้างกฎการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ของงานวิจัยนี้ ตามตารางที่ 3.5 และ 3.6 จะเห็นได้ว่า ลักษณะของข้อมูลจะสามารถแบ่งออกเป็น 2กลุ่มคือ (1) กลุ่มข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลของผู้ใช้{LS_D_1, LS_D_2, LS_D_3,…,LS_D_k} ซึ่งก็คือแอททริบิวท์ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 5 และ (2) กลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ผู้ใช้มี ความชอบ {LOs_C_1, LOs_C_2, LOs_C_3, …, LOs_C_i} ซึ่งก็คือแอททริบิวท์ลำดับที่ 6 ถึงลำดับที่ 38 ดังนั้น จึง

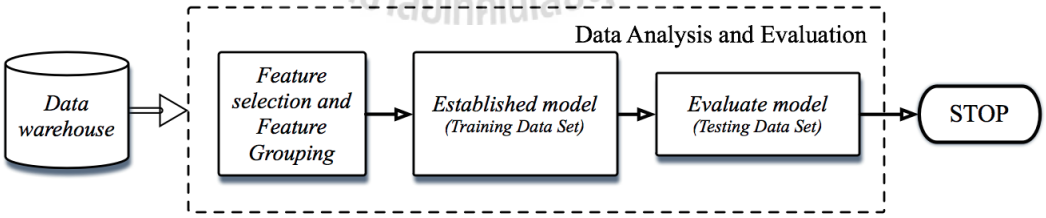
ทำให้ได้ขนาดของ เมทริกซ์ข้อมูลสำหรับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลในงานวิจัยนี้ มีขนาดข้อมูลจำนวนเท่ากับ (k + i) * Nรายการข้อมูล

3) ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล (Data Analysis and Evaluation)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผล เป็นขั้นตอนหลักของกระบวนการออกแบบและพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการนำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการจัดเตรียมข้อมูลมาดำเนินการวิเคราะห์และประเมินผล ซึ่งผลลัพธ์ ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะทำให้ได้ตัวแบบจำแนกข้อมูลที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปใช้ในการทำนายหรือแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ให้กับผู้ใช้ที่มีคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกันได้ โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น3ขั้นตอน ได้แก่(1) การเลือกลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล (2) การสร้างตัวแบบ และ (3) การประเมินผลตัวแบบดังแสดงในรูปที่ 3.6โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1) การเลือกลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล (Feature Selection and Feature Grouping)

การเลือกลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล (Feature Selection and Feature Grouping) เป็นกระบวนการ ที่นำมาใช้เพื่อปรับ ลดขนาดมิติของข้อมูลให้ มีความเหมาะสมสำหรับนำไป สร้างเป็นมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยมีขั้นตอนการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดต่อไปนี้



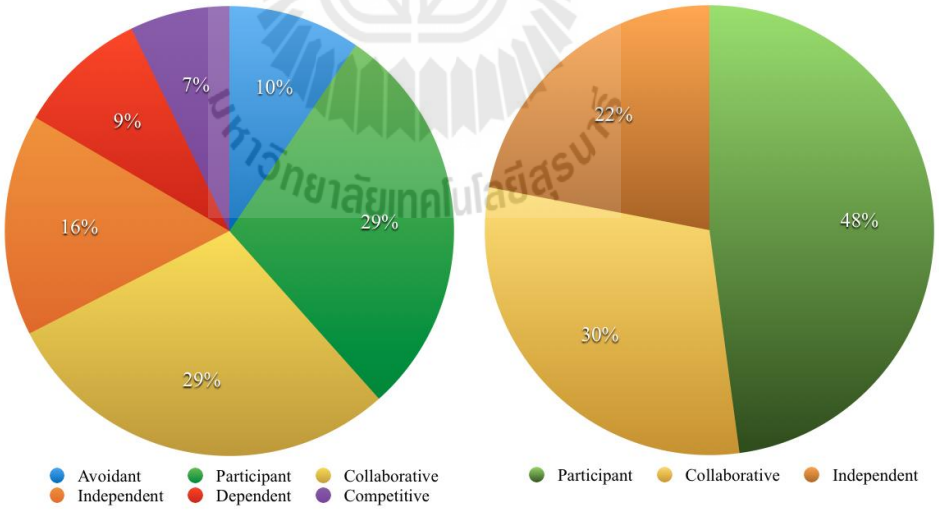
รูปที่ 3.6ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินผลเพื่อสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล

3.1.1) การเลือกลักษณะสำคัญด้วยวิธีการใช้ตัวกรอง (Filter)

การเลือกลักษณะสำคัญด้วยวิธีการใช้ตัวกรอง (Filter) เป็นการพิจารณาจากเงื่อนไขทางทฤษฎีสารสนเทศ (Information Theory) และสถิติ(Statistics) เพื่อเลือกลักษณะสำคัญที่คำนึงถึงส่วนที่เกี่ยวข้อง 3 ส่วนคือ ส่วนของความเกี่ยวเนื่องของลักษณะสำคัญ (Feature Relevancy) ซึ่งจะต้องมีความเกี่ยวข้องกัน กับลักษณะสำคัญเป้าหมาย ที่ต้องการ ส่วนของ

ความซ้ำซ้อนของลักษณะสำคัญ (Feature Redundancy) โดยปกติจะต้องเลือกกลุ่มย่อยของลักษณะสำคัญที่มีความซ้ำซ้อนต่ำและส่วนของการกระทำระหว่างลักษณะสำคัญ (Feature Interaction) หรือเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสำคัญ ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงนำหลักการดังกล่าวข้างต้นมาใช้ในการเลือกลักษณะสำคัญของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล 3 ส่วนได้แก่ ข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles)ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล (Individual Characteristic) และข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects Characteristics)รายละเอียดดังต่อไปนี้

ก) การเลือกลักษณะสำคัญข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles)ส่วนของการเลือกลักษณะสำคัญข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้เป็นการใช้ตัวกรองเพื่อเลือกลักษณะสำคัญโดยใช้เงื่อนไขทางสถิติที่ได้มาจากการเก็บข้อมูลในส่วนของรูปแบบการเรียนรู้ของงานวิจัยนี้ ซึ่งใช้ข้อคำถามที่ปรับปรุงมาจากเครื่องมือที่เรียกว่า GRSLSS (Grasha-Riechmann Student Learning Style Scales) ประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนจำนวน 60ข้อคำถามเพื่อแบ่งผู้เรียนออกเป็น 6รูปแบบการเรียนรู้ ตามที่ได้กล่าวรายละเอียดของการจัดกลุ่มผู้เรียนในแต่ละรูปแบบแล้วในข้างต้น



(A) Before (B) After

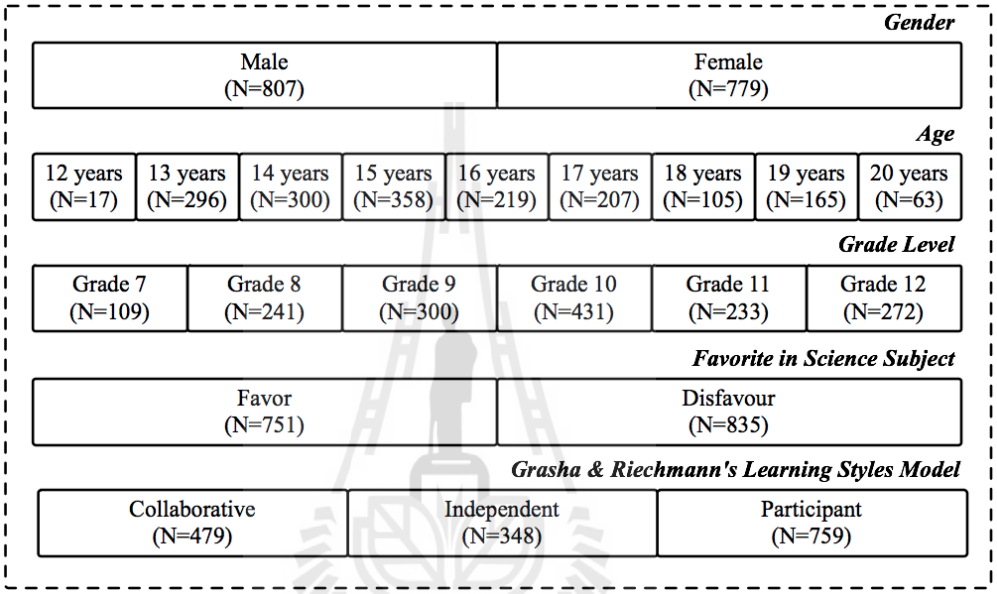
รูปที่ 3.7 กราฟเปรียบเทียบจำนวนผู้เรียนจำแนกตามรูปแบบการเรียนรู้ ก่อนและหลังการเลือกลักษณะสำคัญ

ผลการศึกษาข้อมูลที่สำรวจได้ หลังจากผ่านกระบวนการจัดเตรียมข้อมูลในเบื้องต้นมาแล้ว มีจำนวนข้อมูลของผู้เรียนทั้งสิ้น 1,586 ราย พบว่าสามารถแบ่งผู้เรียนออกเป็น 6รูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบมีส่วนร่วม (Participant) จำนวน 458 รายคิดเป็นร้อยละ 28.88แบบร่วมมือ (Collaborative) จำนวน461 รายคิดเป็นร้อยละ 29.07แบบอิสระ (Independent) จำนวน 253รายคิดเป็นร้อยละ 15.95แบบหลีกเลี่ยง (Avoidant)จำนวน 151 รายคิดเป็นร้อยละ 9.52แบบพึ่งพา (Dependent) จำนวน 149 รายคิดเป็นร้อยละ 9.39 และแบบแข่งขัน (Competitive)จำนวน 114 ราย คิดเป็นร้อยละ 7.19ดังรูปที่ 3.7 (ก)

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้แนวคิดของกราชาและไรช์แมน เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยส่วนใหญ่มีลักษณะการเรียนรู้เป็น แบบมีส่วนร่วมและ แบบร่วมมือ โดยมีลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนแบบ แข่งขันและแบบหลีกเลี่ยงในจำนวนที่ค่อน ข้างน้อย (Babadogan and Kilic, 2012; Dinçol, Temel, Oskay, Erdoğan, and Yılmaz, 2011; Maneenil et al., 2010; Thonthai, 2009) เพื่อให้สอดคล้องกับผลการวิจัยข้างต้นการคัดเลือกเฉพาะรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็น ลักษณะสำคัญ จะช่วยให้สามารถจัดกลุ่มผู้เรียนได้ตรงตามเป้าหมายที่สุด ดังนั้น งานวิจัยนี้ จึงพิจารณา คัดเลือกใช้เฉพาะรูปแบบการเรียนรู้ที่เป็นลักษณะสำคัญ3 อันดับแรกที่มีจำนวนผู้เรียนมาก จากนั้นนำข้อมูลไปดำเนินการวิเคราะห์ผลการจัดกลุ่มผู้เรียนใหม่ ทำให้สามารถแบ่งผู้เรียนออกเป็น 3 รูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบอิสระ (Independent) จำนวน 348 รายคิดเป็นร้อยละ 21.94แบบร่วมมือ (Collaborative) จำนวน 479 รายคิดเป็นร้อยละ30.20 และแบบมีส่วนร่วม (Participant) จำนวน 759 รายคิดเป็นร้อยละ 47.87 ดังรูปที่ 3.7 (ข)

ข) การเลือกลักษณะสำคัญ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล (Individual Characteristics) ส่วนของการเลือกลักษณะสำคัญข้อมูลลักษณะรายบุคคลที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ เพศ (Gender) อายุ (Age) ระดับการศึกษา (Grade Level) ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite) และรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ถ้าพิจารณาส่วนของความซ้ำซ้อนขอ งข้อมูล ตามรูปที่ 3.8 จะเห็นได้ว่า การกระจายของข้อมูลอายุ (Age) กับข้อมูลระดับการศึกษา (Grade Level) มีความเกี่ยวข้องและมีความซ้ำซ้อนกัน ซึ่งผู้เรียนในระดับชั้นเดียวกันอาจมีค่าอายุมากกว่า 1 ค่า ประกอบกับจะต้องนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาตัวแบบจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งเป็นเทคนิควิธีที่รองรับเฉพาะข้อมูลที่มีคุณลักษณะไม่ต่อเนื่อง (Discrete Attributes)ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการแปลงข้อมูลก่อน โดยพบว่าการแปลงข้อมูลอายุจะมีความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่สูงกว่า จึงทำให้งานวิจัยนี้ จึงพิจารณาเลือกข้อมูล

ระดับการศึกษา (Grade Level) ซึ่งเป็น ลักษณะสำคัญที่มีความซ้ำซ้อนต่ำ กว่าโดยการแปลงข้อมูลระดับการศึกษา (Grade Level) ออกเป็น 2 ค่า คือระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Secondary School: S)และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (High School: H) ทำให้ได้ข้อมูล คุณลักษณะรายบุคคล (Individual Characteristic) สำหรับนำไปสร้างมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล จำนวน 4 รายการ คือเพศ (Gender) ระดับการศึกษา (Grade Level) ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite) และรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles)



รูปที่ 3.8ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ จำแนกตามคุณลักษณะรายบุคคล

ค) การเลือกลักษณะสำคัญข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects Characteristics: LOsC)ส่วนของการเลือกลักษณะสำคัญข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ในงานวิจัยนี้ ใช้ วิธีการใช้ตัวกรองเพื่อเลือกลักษณะสำคัญโดยใช้เงื่อนไขทางสถิติ ร่วมกับการค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ (Association Rule Discovery) ที่อยู่ในรูปแบบของไอเท็มเซต (Item sets) เพื่อทำการสกัดและคัดเลือกเฉพาะข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่สำคัญเท่านั้น สำหรับนำไปใช้สร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล

การเลือกลักษณะสำคัญของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ด้วยเงื่อนไขทางสถิติ นอกจากจะพิจารณาจากค่าความถี่ (Frequency)ของข้อมูลที่ปรากฏแล้ว ยังมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียนมีความชอบกับข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ด้วย การทดสอบไคสแคว์(Chi-Square Test: χ^2- test)เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปร 2 ตัวที่เป็นอิสระจากกัน ซึ่งจะ

เห็นได้ว่า คุณลักษณะเลิร์นนิงอ็อบเจกต์บางคุณลักษณะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value <0.05) ดังรูปที่ 3.9อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ดังกล่าวจะถูกนำมาพิจารณาร่วมกับผลการค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ (Association Rule Discovery) ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่างๆ จำนวน 33 คุณลักษณะ

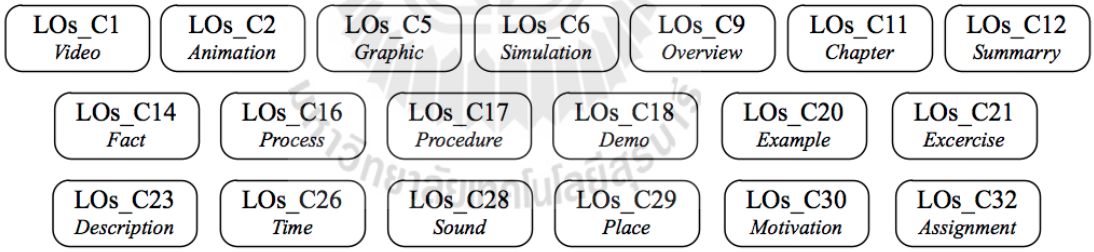
The Chi-square (p-values)	LOs C1 *Video* (N=1107)	LOs C2 *Animation* (N=832)	LOs C3 *Audio* (N=406)	LOs C4 *Presentation* (N=303)	LOs C5 *Graphic* (N=723)	LOs C6 *Simulation* (N=816)	LOs C7 *Link* (N=282)	LOs C8 *Abstract* (N=561)	LOs C9 *Overview* (N=454)	LOs C10 *Introduction* (N=582)	LOs C11 *Chapter* (N=549)
Learning Styles - *Collaborative* - *Independent* - *Participant*	3.754 (0.153)	5.249 (0.072)	0.521 (0.771)	1.108 (0.575)	1.712 (0.425)	***7.607**** ***(0.022)***	0.029 (0.985)	4.629 (0.099)	***12.096**** ***(0.002)***	3.290 (0.193)	***9.948**** ***(0.007)***

The Chi-square (p-values)	LOs C12 *Summary* (N=832)	LOs C13 *Bibliography* (N=101)	LOs C14 *Fact* (N=213)	LOs C15 *Definition* (N=785)	LOs C16 *Process* (N=311)	LOs C17 *Procedure* (N=654)	LOs C18 *Demo* (N=831)	LOs C19 *Algorithm* (N=80)	LOs C20 *Example* (N=976)	LOs C21 *Exercise* (N=788)	LOs C22 *Reference* (N=242)
Learning Styles - *Collaborative* - *Independent* - *Participant*	***23.241**** ***(< 0.001)***	***9.433**** ***(0.009)***	***8.683**** ***(0.013)***	3.301 (0.192)	***7.999**** ***(0.018)***	3.124 (0.210)	***11.833**** ***(0.003)***	***10.233**** ***(0.006)***	4.860 (0.084)	2.884 (0.236)	4.250 (0.119)

The Chi-square (p-values)	LOs C23 *Description* (N=675)	LOs C24 *Question* (N=379)	LOs C25 *Answer* (N=459)	LOs C26 *Time* (N=787)	LOs C27 *Schedule* (N=510)	LOs C28 *Sound* (N=545)	LOs C29 *Place* (N=481)	LOs C30 *Motivation* (N=624)	LOs C31 *Condition* (N=341)	LOs C32 *Assignment* (N=605)	LOs C33 *Evaluation* (N=306)
Learning Styles - *Collaborative* - *Independent* - *Participant*	2.470 (0.291)	0.012 (0.994)	3.475 (0.176)	0.089 (0.957)	***8.162**** ***(0.017)***	0.474 (0.789)	***6.377**** ***(0.041)***	0.544 (0.762)	0.018 (0.794)	***15.959**** ***(0.001)***	2.929 (0.231)

*Indicates $p < 0.05$.

รูปที่ 3.9 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียนมีความชอบกับข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ด้วยการทดสอบไคสแคว์



รูปที่ 3.10 ผลการคัดเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเอพริออริ

ผลที่ได้จากการสกัด (Feature Extraction) และเลือกลักษณะสำคัญ (Feature Selection) ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้อัลกอริทึมเอพริออริ (Apriori Algorithm)ภายใต้เงื่อนไขของ ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support)เท่ากับ 0.9ทำให้ได้ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวน 19 คุณลักษณะซึ่งในงานวิจัยนี้จะเรียกว่า คุณลักษณะของ เฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เริ่มต้น (OriginalLOsC) ประกอบด้วยวีดิทัศน์ (Video) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) กราฟิก (Graphic)การจำลอง (Simulation)การอธิบายคร่าว ๆ (Overview) บทเรียน (Chapter) ข้อสรุป (Summary) ข้อเท็จจริง (Fact) กระบวนการ

(Process)กระบวนงาน (Procedure)สาธิต (Demo)ตัวอย่าง (Example) แบบฝึกหัด (Exercise) การบรรยาย (Description) เวลา (Time)ทำให้เกิดเสียง (Sound)สถานที่ (Place)แรงจูงใจ (Motivation) และการมอบหมาย(Assignment)ดังรูปที่ 3.10

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น ผลที่ได้จากกระบวนการ เลือกลักษณะสำคั ญของข้อมูลต่าง ๆ ทำให้มีการปรับ ลดขนาดมิติของข้อมูล สำหรับนำไปใช้ในกระบวนการสร้างมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งจากเดิมมีจำนวนข้อมูลคุณ ลักษณะ รายบุคคล (Individual Characteristic) และข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects Characteristics)รวมทั้งหมด 38 แอททริบิวท์ (ตารางที่ 3.5) คงเหลือแอททริบิวท์ที่เป็นผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้จำนวนทั้งสิ้น 23 แอททริบิวท์ สำหรับนำไปออกแบบและพัฒนาตัวแบบในขั้นตอนต่อไป ดังรายละเอียดตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ลักษณะข้อมูลแต่ละ แอททริบิวท์ที่ผ่านขั้นตอนการเลือกลักษณะสำคัญแล้ว

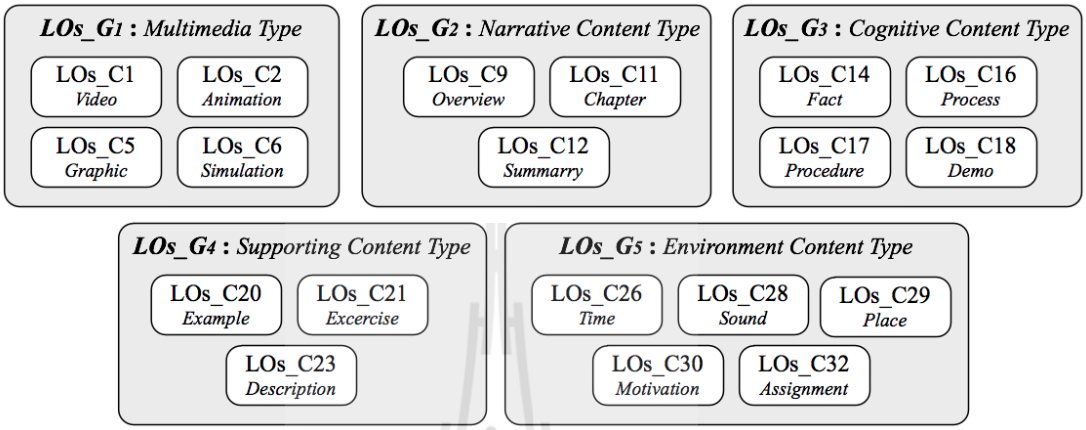
Attribute No	Name	Attribute Values	Attribute No	Name	Attribute Values
1	Gender	{M, F}	13	Process	{Y, N}
2	Grade Level	{S, H}	14	Procedure	{Y, N}
3	Science Favorite	{F, D}	15	Demo	{Y, N}
4	Learning Styles	{P, C, I}	16	Example	{Y, N}
5	Video	{Y, N}	17	Exercise	{Y, N}
6	Animation	{Y, N}	18	Description	{Y, N}
7	Graphic	{Y, N}	19	Time	{Y, N}
8	Simulation	{Y, N}	20	Sound	{Y, N}
9	Overview	{Y, N}	21	Place	{Y, N}
10	Chapter	{Y, N}	22	Motivation	{Y, N}
11	Summary	{Y, N}	23	Assignment	{Y, N}
12	Fact	{Y, N}			

3.1.2) การจัดกลุ่มข้อมูล (Feature Grouping)

การจัดกลุ่มข้อมูลเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อปรับลดขนาดมิติของข้อมูลให้มีความเหมาะสม เพื่อให้สามารถ สร้างมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ได้อย่างประสิทธิภาพ ดังนั้น งานวิจัยนี้ได้ ออกแบบการจัดการข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก) จัดกลุ่มข้อมูลตามที่มาของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามตารางที่3.2 ซึ่งได้กล่าวอธิบายเกี่ยวกับเมทาดาทาของคุณลักษณะ เฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ จะเห็นได้ว่าคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็

อบเจกต์ในแต่ละรายการข้อมูลจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันอยู่แล้วเนื่องจากเป็นคุณลักษณะเฉพาะที่อยู่ในประเภทเดียวกันหรือมีความเป็นมาของข้อมูลจาก แหล่งเดียวกัน ดังนั้น การจัดกลุ่มตาม ที่มาของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ถูกนำไปใช้ในการ ปรับลดขนาดมิติของข้อมูลในครั้งนี้ด้วย



รูปที่ 3.11 การจัดกลุ่มคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามที่มาของข้อมูล

ซึ่งในการจัดกลุ่ม คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในครั้งนี้ จะเป็นการจัดกลุ่ม คุณลักษณะเฉพาะ ที่เป็นผลลัพธ์ที่ได้มาจาก การเลือกลักษณะสำคัญแล้ว ดังนั้น จึงทำให้ได้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามที่มาของข้อมูลจำนวน 5 กลุ่ม ดังรูปที่ 3.11 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่ม ของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องกับชนิดของมัลติมีเดีย (Multimedia Type) ประกอบด้วย 4 คุณลักษณะ คือ วีดิทัศน์ (Video)ภาพเคลื่อนไหว(Animation)กราฟิก(Graphic)และการจำลอง (Simulation)
- กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ มีชนิดของเนื้อหาแบบ เรื่องเล่า (Narrative Content Type) ประกอบด้วย 3 คุณลักษณะคือ การอธิบายคร่าว ๆ (Overview) บทเรียน (Chapter)และสรุปเนื้อหา (Summary)
- กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เป็นชนิดของเนื้อหาที่ เกี่ยวกับกระบวนการคิด (Cognitive Content Type) สามารถ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้และความเข้าใจมากขึ้น ประกอบด้วย 4คุณลักษณะคือข้อเท็จจริง (Fact) กระบวนการ (Process) กระบวนงาน (Procedure)และสาธิต (Demo)
- กลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เป็นชนิดของเนื้อหาที่ ช่วยสนับสนุน (Supporting Content Type) โดยจะอยู่ใน

รูปแบบที่สามารถช่วยสนับสนุนการเรียนรู้หรือทำ ให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ประกอบด้วย 3คุณลักษณะคือ ตัวอย่าง (Example) แบบฝึกหัด (Exercise)และการบรรยาย (Description)

- กลุ่มที่ 5 คือ กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Environment Type)ประกอบด้วย 5 คุณลักษณะคือ เวลา (Time)ทำให้เกิดเสียง (Sound)สถานที่ (Place)แรงจูงใจ (Motivation) และการมอบหมาย(Assignment)

ค่าของข้อมูลในแต่ละกลุ่ม คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่มีการจัดกลุ่มข้อมูลตามแนวทางดังกล่าวข้างต้นนั้น จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นค่าการรวมเข้ากัน (Combination) ของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้นที่มารวมกลุ่มกัน จากตารางที่ 3.6จะเห็นได้ว่าค่าของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้นแต่ละค่าจะอยู่ในรูปไบนารี (Binary data) ซึ่งมีอยู่ 2 ค่าคือ ถ้าเลือกหรือสนใจคุณลักษณะนั้น ๆ จะมีค่าเป็น “Y” และถ้าไม่เลือกหรือไม่สนใจคุณลักษณะนั้น ๆ จะมีค่าเป็น “N”ดังนั้น ค่าของข้อมูลที่เป็นไปได้ของแต่ละกลุ่มที่ได้จากขั้นตอนนี้จะมีจำนวนเท่ากับ 2^nค่า โดยที่ n คือ จำนวนของคุณลักษณะเฉพาะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เริ่มต้นที่มารวมกลุ่มกัน

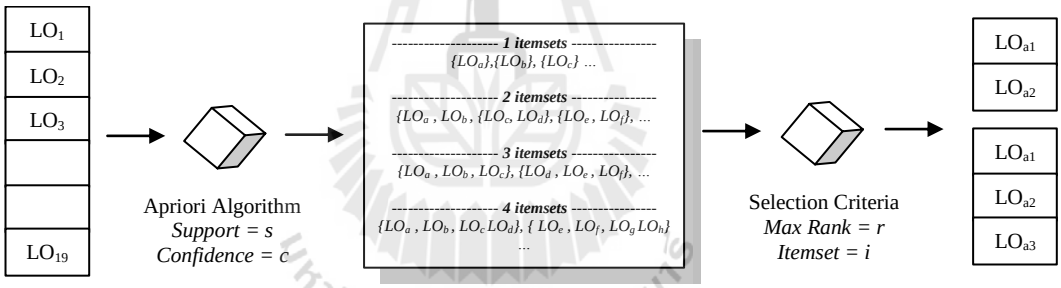
ตารางที่ 3.8 ลักษณะของเมทริกซ์ข้อมูลที่มีการจัดกลุ่มข้อมูลแล้ว

ID	Gender	Grade Level	Science Favorite	Learning Styles	Group of Learning Object Characteristic				
					LOs_G1	LOs_G2	LOs_G3	LOs_G4	LOs_G5
1	F	S	M	I	YYYN	NNN	YYYY	NYY	YYYNY
2	M	H	F	C	NNNN	NYN	YYYN	NNN	NYNNY
3	F	H	F	P	NYYN	NNY	NNNN	YYY	NNNNN
	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	…	…	…	…	…	…	…	…	…
	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1586	M	S	F	P	NNYY	YYY	NYNN	YNY	YYYYY
# Class	2	2	2	3	16	8	16	8	32

จากตารางที่ 3.8ถ้าพิจารณาค่าการรวมเข้ากันของกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องกับชนิดของมัลติมีเดีย (Multimedia Type) ที่ได้มาจาก4 คุณลักษณะ ได้แก่วีดิทัศน์ (Video) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) กราฟิก (Graphic) และการจำลอง (Simulation) ดังนั้น ค่าการรวมเข้ากัน ของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ในกลุ่มที่ 1 จะมีค่าของข้อมูลที่เป็นไปได้ทั้งหมดเท่ากับ 2^4ซึ่งเท่ากับ 16 ค่า {YYYY, YYYN, YYNN, YNNN,YNYN, NYNY, NYYY, NNYY,…, NNNN} ซึ่งค่าการรวมเข้ากัน

ของทุกกลุ่มจะมีลักษณะเช่นเดียวกัน จึงทำให้แต่ละกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์มีจำนวนค่าที่เป็นไปได้แตกต่างกัน

ข) จัดกลุ่มข้อมูลตามความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ กระบวนการจัดกลุ่มในส่วนนี้ จะเป็นการจัดกลุ่มตามหลักการทำเหมืองข้อมูลโดยการค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูล(Association Rule Discovery) ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ(Apriori Algorithm) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่ได้มาจากพฤติกรรมของผู้ใช้ที่มีต่อการเลือกหรือมีความชอบ คุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ ต่าง ๆซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นร่วมกันบ่อย ๆนั่นคือ ถ้าผู้ใช้มีความชอบคุณลักษณะเฉพาะ ของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ หนึ่ง ๆ แล้ว ผู้ใช้มักจะมีความชอบคุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ อื่น ๆ ตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นโดย คุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ นั้น ๆ จะมี ที่มาของข้อมูลที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันก็ได้ ซึ่งมีขั้นตอน การสร้างและค้นหาความสัมพันธ์ ที่เกิดขึ้น ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการสร้างและค้นหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ

ขั้นตอนการสร้างและค้นหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ ของงานวิจัยนี้จะทำการค้นหาความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ระหว่างข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ เริ่มต้นจำนวน19 คุณลักษณะ โดยการกำหนดค่าเกณฑ์ 2ค่า คือ ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support:s)และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum Confidence: c)ทำให้ได้ผลลัพธ์จาก อัลกอริทึม เอพริออริ คือ ความถี่(Frequency) ของความสัมพันธ์แต่ละไอเท็มเซต (Item Sets) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเอิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่าง ๆ จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลที่ได้ โดยการกำหนดเกณฑ์เลือกความสัมพันธ์ (Selection Criteria) ที่ต้องการจาก 2 ค่าคือ (1) อันดับของ

ค่าความถี่สูงสุดที่ปรากฏ (Maximum Rank: r) ที่ต้องการและ (2) ไอเท็มเซต (Item Sets: i) ที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้ได้ชุดความสัมพันธ์ของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ สำหรับนำไปจัดกลุ่มโดยการรวมเข้ากัน (Combination) เพื่อสร้างเป็นคุณลักษณะใหม่ (New Feature) ซึ่งเป็นกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนด ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เท่ากับ 0.9และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ เท่ากับร้อยละ 95 ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นความถี่ (Frequency)ของความสัมพันธ์แต่ละไอเท็มเซต (Item Sets)ต่าง ๆ เมื่อนำค่าความถี่ของแต่ละไอเท็มเซตมาทำการจัดเรียงลำดับ ค่าความถี่จากมากไปหาน้อย เพื่อวิเคราะห์ผลที่ได้นั้น ซึ่งเกณฑ์เลือกความสัมพันธ์ (Selection Criteria) เบื้องต้นเพื่อเลือกความสัมพันธ์ที่เป็นลักษณะสำคัญของงานวิจัยนี้ ได้กำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำไว้ คือ ควรจะต้องเป็นไอเท็มเซตที่มีค่าความถี่สูงสุดของแต่ละไอเท็มเซตมากกว่าร้อยละ 25 ของจำนวนทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากค่าความถี่ที่ปรากฏถ้ามีจำนวนไม่มากนักหรือน้อยเกินไปแสดงว่าความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ดังกล่าวอาจจะยังไม่ใช่ลักษณะที่สำคัญ ดังนั้น จึงทำให้ได้ผลการเลือกชุดข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ (Apriori Algorithm)คือ สองไอเท็มเซต(Two-Item Sets)และสามไอเท็มเซต(Three-Item Sets)ที่มีการเกิดร่วมกันของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำนวน 8แอททริบิวท์ ได้แก่ สรุปเนื้อหา (Summary) สาธิต (Demo)ตัวอย่าง (Example) แบบฝึกหัด (Exercise)เวลา (Time)ข้อเท็จจริง (Fact) การจำลอง (Simulation)และการอธิบายคร่าว ๆ (Overview) โดยมีรายละเอียดความสัมพันธ์ที่เกิดร่วมกัน ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ความถี่ที่ปรากฏของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ

Itemsets	LOs Characteristics	Frequency	Total
2	{Summary, Demo}	670	42.24 %
	{Summary, }	768	48.42 %
	{Exercise, Time}	592	47.67 %
3	{Summary, Fact, Demo}	450	28.37 %
	{Simulation, Summary, Example}	537	33.85 %
	{Overview, Exercise, Time}	433	27.30 %

ไอเท็มเซตที่เป็นลักษณะที่สำคัญเกิดขึ้นร่วมกันระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในตารางที่ 3.9จะถูกนำไปจัดกลุ่มข้อมูลและสร้างเป็นคุณลักษณะใหม่(New Feature) สำหรับนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

3.2) การสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล(Established Model)

ขั้นตอนก ารพัฒนา ตัวแบบในที่นี้ หมายถึง การพัฒนา ตัวแบบจำแนกข้อมูลเพื่อทดสอบและค้นหาวิธีการคัด เลือกลักษณะสำคัญ และจัดกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิควิธีต่าง ๆ สำหรับนำไปสร้างกฎการ แนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษ ณะรายบุคคล ซึ่งในการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลของผู้ใช้กับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้ใช้มีความชอบนั้นจะใช้อัลกอริทึมที่อยู่ในกลุ่มเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจได้แก่ อัลกอริทึม C4.5(อัลกอริทึม J48) อัลกอริทึม Random Tree อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม BF Tree และอัลกอริทึม Simple Tree

การศึกษาทดลองเพื่อสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลเพื่อค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดังกล่าวข้างต้น การศึกษาวิจัยนี้ใช้โปรแกรมเวก้า (Waikato Environment for Knowledge Analysis: WEKA) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปประเภทโอเพนซอร์ส (Open Source) ที่ได้รับการยอมรับด้านการทำเหมืองข้อมูลนอกจากนี้ยังมีการ พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วยภาษาไพทอน (Python Programming Language) เพื่อรองรับในส่วนของขั้นตอนวิธีการนำกฎการแนะนำ (Recommendation Rules)ที่ได้จากตัวแบบจำแนกข้อมูลไปใช้งาน และการ วิเคราะห์และวัดประสิทธิภาพการทำนายของแบบจำลองที่ได้

การศึกษาทดลองเพื่อสร้างกฎการแนะนำจากตัวแบบจำแนกข้อมูลของงานวิจัยนี้ จะแบ่งเมทริกซ์ของข้อมูลออกเป็น 2ส่วนคือ (1) ชุดข้อมูลฝึกหัด (Training Data) หมายถึง ชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งออกมาเพื่อนำไปสร้างตัวแบบและ (2) ชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) หมายถึง ชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งออกมา เพื่อนำไปใช้สำหรับวัดประสิทธิภาพในการทำนายของตัวแบบที่ได้ ซึ่งมีขั้นตอนการศึกษาทดลองเพื่อรองรับการพัฒนาตัวแบบดังต่อไปนี้

- *การทดลอง A(Experimental A):*การเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบโดยการจัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์
- *การทดลอง B(Experimental B):* การเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบ โดยการเพิ่มกลุ่มข้อมูล ความสัมพันธ์ ที่เกิดขึ้น ระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ
- *การทดลอง C (Experimental C):*การพัฒน าตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการรวมเข้ากันของคุณลักษณะรายบุคคล
- *การทดลอง D (Experimental D):*การพัฒนาตัวแบบ การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลโดยการใช้กฎส่วนใหญ่

โดยมีรายละเอียดขั้นตอนวิธีของการศึกษาทดลอง ดังต่อไปนี้

3.2.1) การเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบ โดยการจัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (LOs Characteristics Grouping)

การทดลอง A (Experimental A) เป็นศึกษาเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบจำแนกข้อมูลที่ได้ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ โดยใช้แอททริบิวท์นำเข้า (Input Attributes) ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยทำการวิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบ ด้วยอัลกอริทึมต่าง ๆ ที่อยู่ในกลุ่มของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อคัดเลือกอัลกอริทึม ที่เหมาะสม สำหรับไปใช้ในขั้นตอนต่อไปสำหรับอัลกอริทึมที่นำใช้ในการศึกษาทดลอง A คือ อัลกอริทึม Random Tree อัลกอริทึม J48 อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม BF Tree และอัลกอริทึม Simple Tree โดยมีการกำหนดเงื่อนไขของสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือสภาพแวดล้อมของการทดลองนี้ ดังต่อไปนี้

ก) ชุดข้อมูล (Dataset) ประกอบด้วยกลุ่มของแอททริ - บิวท์ต่างๆ สำหรับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล 2 กลุ่ม คือ

- กลุ่มของแอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล จำนวน 4 แอททริบิวท์ ได้แก่ คือ รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) เพศ (Gender) ระดับการศึกษา (Grade Level) และลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite)
- กลุ่มของแอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยมีการจัดเตรียมข้อมูลในส่วนนี้เป็น 2 ชุดข้อมูล คือ (1) ชุดข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม (Before Grouping) ประกอบด้วย 19 แอททริบิวท์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ได้จากขั้นตอนการเลือกลักษณะสำคัญ (Feature Selection) และ (2) ชุดข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว (After Grouping) ประกอบด้วย 5 แอททริบิวท์ เป็นกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ได้จากขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูล (Feature Grouping)

ข) กระบวนการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล (Classification Model) มีการกำหนดเงื่อนไขและรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล ดังต่อไปนี้

- การสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลของการศึกษาทดลองนี้ จะกำหนดให้แอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

เป็นแอททริบิวท์นำเข้า โดยมีตัวจำแนก (Classifier)คือ แอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล

- อัลกอริทึมในกลุ่มเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ที่นำมาใช้ในการศึกษาทดลองนี้ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ได้ ประกอบด้วย 5 อัลกอริทึมได้แก่ อัลกอริทึม Random Tree อัลกอริทึม J48 (หรืออัลกอริทึม C4.5) อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม BF Tree และอัลกอริทึม Simple Tree

- การประเมินและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบ สำหรับการทดลองนี้ ใช้วิธีการแบ่งเมทริกซ์ข้อมูลทั้งหมดออกเป็น 2 ส่วน โดยการสุ่มข้อมูลร้อยละ 60 จากทั้งหมดเพื่อนำไปสร้างตัวแบบหรือที่เรียกว่า ชุดข้อมูลฝึกหัด (Training Data) และทดสอบตัวแบบที่ได้กับข้อมูลส่วนที่เหลือหรือที่เรียกว่า ชุดข้อมูลทดสอบ(Testing Data)ในการประเมินผลจะพิจารณาจากค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่ได้

3.2.2) การเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบ โดยการเพิ่มกลุ่มข้อมูลความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ

การทดลอง B (Experimental B) เป็นการศึกษาทดลองเพื่อค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ ที่เกิดขึ้น ระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ต่าง ๆ ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ ที่สามารถ นำไปเพิ่มประสิทธิภาพการทำนาย ของตัวแบบ ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้หลักการสร้างตัวแบบเช่นเดียวกันกับการทดลอง Aแต่การทดลองนี้มุ่งเน้นที่การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนาย เมื่อเพิ่มกลุ่มของคุณลักษณะใหม่ (New Feature)ที่ได้มาจากการค้นหา ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ ซึ่งผลที่ได้อาจจะมีรูปแบบการจัดกลุ่มข้อมูล โดยการรวมเข้ากัน ที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นร่วมกันระหว่างข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่าง ๆ ดังนั้น จำนวนกลุ่มของ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จะนำมาเพิ่มในการทดลองนี้ จึงขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ที่ได้มาจากขั้นตอนการสร้างและค้นหาความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริโดยมีการกำหนดเงื่อนไขของสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือสภาพแวดล้อมของการทดลองนี้ ดังต่อไปนี้

ก) ชุดข้อมูล (Dataset)เป็นชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ เป็นข้อมูลชุดเดียวกันกับที่ใช้ในการทดลอง A แต่ในการศึกษาทดลอง B จะมีการ

ปรับเปลี่ยนและเพิ่มจำนวน ของแอททริบิวท์นำเข้า ในลักษณะต่างๆ เพื่อค้นหารูปแบบของการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลที่ให้ประสิทธิภาพการทำนายได้ดีที่สุด

สำหรับรูปแบบของการจัด กลุ่ม ข้อมูล คุ ณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (LOs Characteristics Grouping) ที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ เป็นผลลัพธ์ที่ได้มาจากขั้นตอนการค้นหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ ตามที่กล่าวรายละเอียดมาแล้วในบทที่ 3หัวข้อที่ 3.1.2 ขั้นตอนการออกแบบ และพัฒนาตัวแบบ จากผลลัพธ์ที่ได้ ในตารางที่ 3.5ทำให้ สามารถจัดกลุ่มข้อมูล ตามความสัมพันธ์ ที่เกิดขึ้น และสร้างเป็นคุณลักษณะใหม่ (New Feature) จำนวน 6 คุณลักษณะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เซตข้อมูล Aหมายถึง เซตของข้อมูล ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่า งคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 3 คุณลักษณะได้แก่ สรุปเนื้อหา (Summary)สาธิต/แสดงเป็นตัวอย่าง (Demo) และข้อเท็จจริง (Fact)

กำหนดให้เซต $A = \{A^2, A^3\}$

โดยที่ $A^2 = \{\text{Summary, Demo}\}$

$A^3 = \{\text{Summary, Fact, Demo}\}$

เซตข้อมูล Bหมายถึง เซตของข้อมูล ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 3 คุณลักษณะได้แก่ สรุปเนื้อหา (Summary) ตัวอย่าง (Example) และภาพจำลองเหตุการณ์หรือสถานการณ์ (Simulation)

กำหนดให้เซต $B = \{B^2, B^3\}$

โดยที่ $B^2 = \{\text{Summary, Example}\}$

$B^3 = \{\text{Simulation, Summary, Example}\}$

เซตข้อมูล Cหมายถึง เซตของข้อมูล ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ 3 คุณลักษณะได้แก่ แบบฝึกหัด (Exercise) เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ (Time)และการอธิบายคร่าว ๆ (Overview)

กำหนดให้เซต $C = \{C^2, C^3\}$

โดยที่ $C^2 = \{\text{Exercise, Time}\}$

$C^3 = \{\text{Overview, Exercise, Time}\}$

คุณลักษณะใหม่ (New Feature) ดังกล่าวข้างต้น จะถูกนำไปใช้ในการออกแบบการทดลองและกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะขออธิบายรายละเอียดดังกล่าวควบคู่กับการนำเสนอผลการทดลองที่ได้ในลำดับถัดไป

ข) กระบวนการสร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูล (Classification Model) มีการกำหนดเงื่อนไขและรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล ดังต่อไปนี้

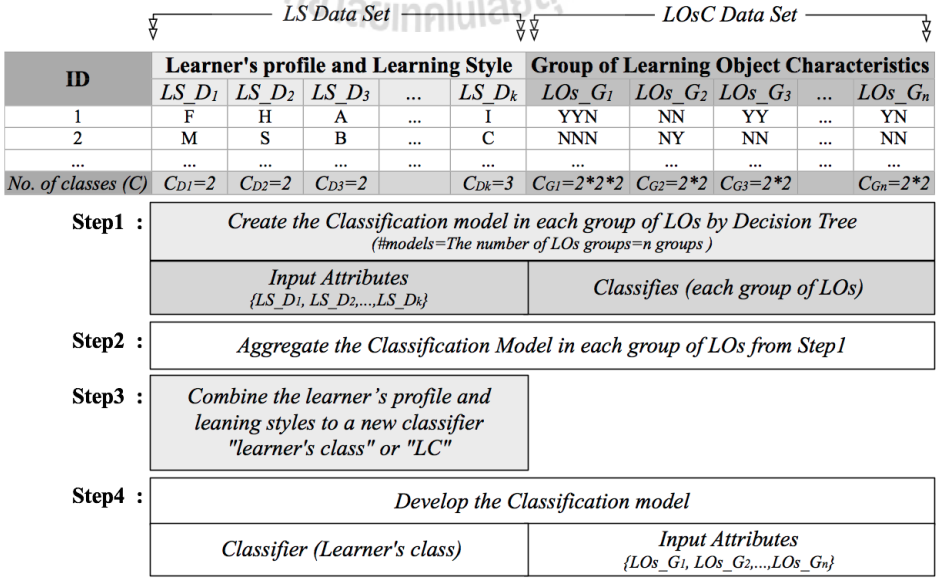
- การสร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูล ของการศึกษาทดลองนี้ จะกำหนดให้ แอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เป็นแอททริบิวท์นำเข้าโดยมีตัวจำแนกคือ แอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล
- อัลกอริทึมที่นำมาทดสอบประสิทธิภาพการสร้างตัวแบบของการทดลอง B ประกอบด้วย 3 อัลกอริทึม ได้แก่ อัลกอริทึม J48 อัลกอริทึม Random Tree หรือ RT และอัลกอริทึม Random Forest Tree หรือ RFT
- การประเมินและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบสำหรับการทดลองนี้ ใช้วิธีการแบ่งเมทริกซ์ข้อมูลทั้งหมดออกเป็น 2ส่วนคือ ชุดข้อมูลฝึกหัดและชุดข้อมูลทดสอบ ในสัดส่วน 70/30 ตามลำดับ สำหรับการทดลองครั้งนี้ จะทำการสุ่มข้อมูลและแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ครั้ง มีจำนวน 2ชุดทดสอบ เพื่อนำข้อมูลไปสร้างและทดสอบตัวแบบ โดย แบ่งออกเป็น ชุดทดสอบที่ 1(Case 1)และชุดทดสอบที่ 2(Case 2)ซึ่งแต่ละชุดทดสอบ จะหมายถึง การสุ่มข้อมูลและแบ่งข้อมูลออกตามสัดส่วนข้างต้นเพื่อนำไปสร้างและทดสอบตัวแบบ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบและยืนยันความน่าเชื่อถือของ ค่าความถูกต้อง ที่ได้จากการประเมินผลตามแนวคิดของการศึกษาทดลองนี้ โดยพิจารณาจากผลที่ได้จากทั้งสองกรณีข้างต้น

3.2.3) การพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการรวมเข้ากันของคุณลักษณะรายบุคคล (Individual Characteristics Combination)

การทดลอง C (Experimental C) เป็นการศึกษาทดลองเพื่อพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยมุ่งเน้นที่การนำเสนอขั้นตอนวิธีสร้างตัวแบบโดยการนำกฎของต้นไม้ตัดสินใจไปประยุกต์ใช้งาน ในรูปแบบ ของการสร้างเป็นตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive model) ทำให้สามารถแนะนำ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะรายบุคคลได้ ซึ่งในการศึกษาทดลองนี้ มีการกำหนดเงื่อนไขของสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือสภาพแวดล้อมของการทดลองนี้ ดังต่อไปนี้

ก) ชุดข้อมูล (Dataset)เป็นชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ ซึ่งเป็นชุดข้อมูลเดียวกันกับที่ใช้ในการทดลองทั้งสองก่อนหน้านี้ ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มของแอททริบิวท์ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล คุณลักษณะ ราย บุคคล จำนวน 4แอททริบิวท์ ได้แก่ เพศ (Gender)ระดับการศึกษา (Grade Level) ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite) และรูปแบบ การเรียนรู้ (Learning Styles) และกลุ่มของแอททริบิวท์ที่เป็นข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งเป็นผลที่ได้มาจากขั้นตอนการคัดเลือกลักษณะและจัดกลุ่มข้อมูล ทำให้ได้กลุ่มของ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำนวนทั้งสิ้น8 คุณลักษณะประกอบด้วย LOs_G1 = {Video, Animation, Graphic, Simulation}LOs_G2 = {Overview, Chapter, Summary}LOs_G3 = {Fact, Process, Procedure, Demo}LOs_G4 = {Example, Exercise, Description} LOs_G5 = {Time, Sound, Place, Motivation, Assignment }LOs_G6 = {Summary, Fact, Demo}LOs_G7 = {Simulation, Summary, Example} และ LOs_G8 = {Overview, Exercise, Time}

ข) กระบวนการสร้างตัวแบบการแนะนำ (Recommendation Model)มีการกำหนดเงื่อนไขและรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสร้างตัวแบบการแนะนำ ซึ่งในการสร้างตัวแบบการแนะนำของการศึกษาทดลองนี้ เป็นไปตามขั้นตอนของการพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยการรวมกลุ่มตัวแบบจำแนก ข้อมูล และการจัดกลุ่มข้อมูลผู้ใช้ (Classification Model Aggregated and Personalized grouping) ซึ่งแบ่งขั้นตอนการพัฒนาตัวแบบออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3.13 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยการรวมเข้ากันของคุณลักษณะรายบุคคล

ขั้นตอนที่ 1: การสร้างตัวแบบ จำแนก ข้อมูลสำหรับแต่ละกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งใช้กระบวนการสร้างต้นไม้ตัดสินใจที่แตกต่างกับการทดลอง A และ B โดยการศึกษาทดลอง C จะใช้ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล จำนวน 4แอททริบิวท์ ได้แก่ เพศ (Gender) ระดับการศึกษา (Grade Level) ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์(Science Favorite) และรูปแบบการเรียนรู้(Learning Styles) เป็นแอททริบิวท์นำเข้า(Input Attributes) และใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่มีการจัดกลุ่มแล้วซึ่งได้มาจากผลการศึกษาทดลอง A และ B เป็นตัวจำแนก (Classifier) ซึ่งจะทำให้มีจำนวนกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ทั้งหมด n กลุ่ม ดังนั้น จำนวนของ ตัวแบบจำแนกข้อมูล (Classification Model) ที่ได้จากขั้นตอนนี้ จะมีจำนวนเท่ากับ n

*ขั้นตอนที่ 2: การรวมตัวแบบจำแนกข้อมูล*เป็นการรวมตัวแบบจำแนกข้อมูลที่ได้มาจากขั้นตอนที่ 1ซึ่งมีจำนวนของตัวแบบจำแนกข้อมูลเท่ากับ n ให้เป็นตัวแบบเดียว (Single model) ที่ประกอบด้วยกฎการจำแนก (Classification Rules) ที่เป็นผลลัพธ์ที่ได้มาจากขั้นตอนการสร้างต้นไม้ตัดสินใจเท่ากันหมด โดยสามารถคำนวณได้จากผลคูณของจำนวนกลุ่ม (Classes) ของทุกแอททริบิวท์นำเข้า จึงมีค่าเท่ากับ $C_{D1}*C_{D2}*C_{D3}*\ldots*C_{Dk}$ ดังนั้น ถ้ากำหนดให้ $C = \{C_{D1}, C_{D2},\ldots, C_{Dk}\}$ โดยที่เซต C หมายถึงเซตการรวมกันของเซตย่อยของค่าข้อมูลแอททริบิวท์นำเข้าทั้งหมดก็จะได้ว่า เซต C ของการทดลองนี้ คือ เซตการรวมกันของค่าของข้อมูล 4แอททริบิวท์ นำเข้า ได้แก่ (1) เพศ (Gender) ซึ่งประกอบด้วย 2 ค่าหรือ C_{D1}={**F**emale, **M**ale}(2) ระดับการศึกษา (Grade Level) ซึ่งประกอบด้วย 2 ค่า หรือ C_{D2} = {**H**igh, **S**econd}(3) ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite) ซึ่งประกอบด้วย 2 ค่า หรือ C_{D3}={**F**avour, **D**isfavour} และ (4) รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles)ซึ่งประกอบด้วย 3 ค่า C_{D4}={**P**articipant, **C**ollaborative,**I**ndependent} ทำให้ได้ข้อสรุปว่าผลรวมของตัวแบบจำแนกข้อมูล ของขั้นตอนนี้ จะประกอบด้วยจำนวนกฎการจำแนก สำหรับนำไปใช้สร้างตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive model) จำนวนทั้งสิ้น24 ค่า (2*2*2*3 = 24)

ขั้นตอนที่ 3:การรวมเข้ากันของคุณลักษณะรายบุคคล สำหรับใช้เป็นตัวจำแนก เป็นการรวมเข้ากัน (Combination) ของ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลเพื่อสร้างเป็นแอททริบิวท์ใหม่ที่เรียกว่า “กลุ่มผู้เรียน” (Learner’s classes: LC)โดยจะใช้เป็นตัวจำแนก ของตัวแบบเพื่อการทำนาย สำหรับค่าของ LC ของการทดลองนี้ ได้มาจากการรวมเข้ากัน (Combination) ของ4 แอททริบิวท์ได้แก่ ข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ มีจำนวน 3 ค่า (P, C, I)

ข้อมูลเพศมีจำนวน 2 ค่า (F, M) ข้อมูลระดับการศึกษา มีจำนวน 2 ค่า (H, S)และข้อมูล ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ มีจำนวน 2 ค่า(F, D) ดังนั้น จำนวนค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดของ LC เท่ากับ 2*2*2*3 = 24รูปแบบ หรือ LC = {PMSF, PMSD, PMHF,…, IFHD}

ขั้นตอนที่ 4:การสร้าง ตัวแบบ เพื่อการทำนาย เป็นขั้นตอนของการนำตัวแบบไปใช้เพื่อการทำนาย (Prediction) โดยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 ของการทดลองนี้ซึ่งเป็นเซตที่มีจำนวนเท่ากัน มาทำการจับคู่ความสัมพันธ์ (Relation Matching)ระหว่างเซตข้อมูลที่มีค่าตรงกัน เพื่อสร้างเป็นตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive Model) โดยใช้ข้อมูลกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เป็น แอททริบิวท์นำเข้าและข้อมูล “กลุ่มผู้เรียน” เป็นตัวจำแนก

ค) การประเมินและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบข้อมูล

สำหรับการทดลองนี้ ใช้วิธีการ แบ่งเมทริกซ์ข้อมูลทั้งหมดออกเป็น 2ส่วนคือ ชุดข้อมูลฝึกหัดและชุดข้อมูลทดสอบ ในสัดส่วน 70/30 ตามลำดับ เช่นเดียวกับการทดลอง B แต่สำหรับการทดลองนี้จะทำการสุ่มข้อมูลและแบ่งข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็น 3 ครั้ง ทำให้มีจำนวน 3ชุดทดสอบ สำหรับนำไปใช้ในการตรวจสอบและยืนยันความน่าเชื่อถือของ ค่าความถูกต้อง ของผลที่ได้จากการสร้างและทดสอบตัวแบบ สำหรับในส่วนของการวิเคราะห์และวัดประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบของการศึกษาทดลองนี้ซึ่งอัลกอริทึมที่นำมาทดสอบประสิทธิภาพการสร้างตัวแบบของการทดลอง C คืออัลกอริทึม J48 จากนั้นจะต้องนำกฎการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลต่าง ๆ ที่ได้ไปทำการประเมินผลตัวแบบ จะใช้วิธีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วย ภาษาไพทอน (Python Programming Language)เพื่อวิเคราะห์และคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังรูปที่ 3.14

```
def get_match_model2():
    models = []
    with open('02_model_pattern2.csv', 'r') as f:
        reader = csv.reader(f)
        reader.next()
        reader.next()
        for r in reader:
            x = {'model_name': r[0],
                 'A': r[5], 'B': r[6], 'C': r[7],
                 'D': r[8], 'E': r[9], 'F': r[10],
                 'G': r[11],'H': r[12], 'I': r[13]}
            models.append(x)
        # print r[0]
    return models


def get_lo_info():
    lo_info = []
    with open('03_LO_data_Case1_Perth.csv', 'r') as f:
        reader = csv.reader(f)
        reader.next()
        for r in reader:
            t = {
            'lo_id': r[0],
            'A': '%s%s%s%s' % (r[2], r[3], r[6], r[7]),
            'B': '%s%s%s' % (r[10], r[12], r[13]),
            'C': '%s%s%s%s' % (r[15], r[17], r[18], r[19]),
            'D': '%s%s%s' % (r[21], r[22], r[24]),
            'E': '%s%s%s%s%s' % (r[27], r[29], r[30], r[31], r[33]
            'F': '%s%s%s' % (r[13], r[15], r[19]),
            'G': '%s%s%s' % (r[7], r[13], r[21]),
            'H': '%s%s%s' % (r[10], r[22], r[27]),
            'I': '%s%s' % (r[22], r[27]),
            }
            lo_info.append(t)
    return lo_info
```

```
def matching(model, lo):
    result = []
    for x in 'ABCDEFGH':
        if model[x] == lo[x]:
            result.append(x)
    return result

def ranking_dict():
    ranking = []
    for x in range(1, 9):
        ranking.append({'name': '%s' % x, 'lo': set(), 'rel':[]})
    return ranking

def get_predefined_lo_to_models():
    predefined = {}
    with open('03_LO_data_Case1_Perth.csv', 'r') as f:
        reader = csv.reader(f)
        reader.next()
        for l in reader:
            if l[1] in predefined:
                predefined[l[1]].append(l[0])
            else:
                predefined[l[1]] = [l[0]]
    return predefined

los = get_lo_info()
models = get_match_model()
predefined = get_predefined_lo_to_models()

# Function calculate weight
weight_lo = get_weight_info()
# print weight_lo[5]

# Fuction Models2
models2 = get_match_model2()
m2 = 0  #key index array in models2
```

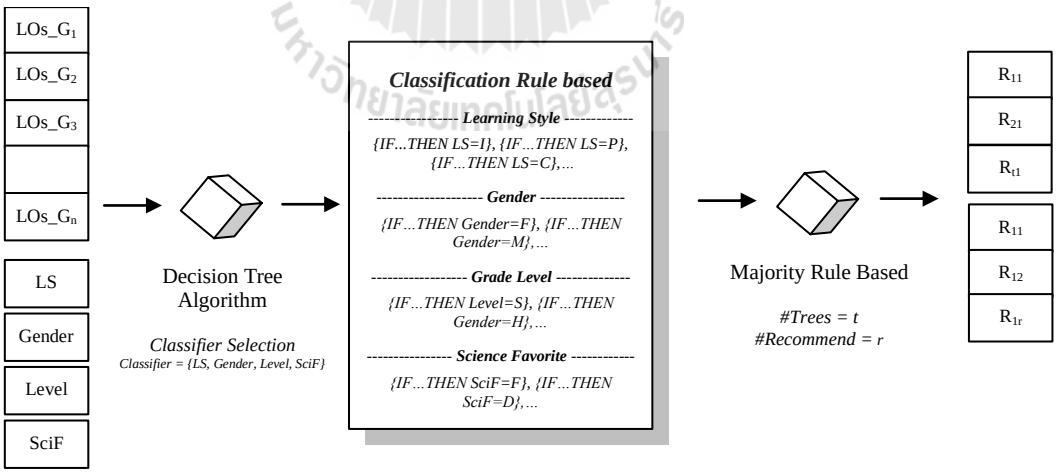
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างของซอร์สโค้ด (Source Code) ที่พัฒนาขึ้นด้วยภาษาไพทอน

3.2.4) การพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการใช้กฎส่วนใหญ่ (Majority Rule Based)

การทดลอง D (Experimental D) เป็นการศึกษาทดลองเพื่อพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล มุ่งเน้นที่การนำเสนอขั้นตอนวิธีสร้างตัวแบบโดยการใช้กฎส่วนใหญ่ (Majority Rule Based) ที่มีการกำหนดเงื่อนไขของสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องหรือสภาพแวดล้อมของการทดลองนี้ ดังต่อไปนี้

ก) ชุดข้อมูล (Dataset)เป็นชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ ซึ่งเป็นชุดข้อมูลเดียวกันกับที่ใช้ในการทดลอง C ซึ่งประกอบด้วย กลุ่มของ แอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล จำนวน 4แอททริบิวท์หรือคุณลักษณะ และ กลุ่มของแอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เฉพาะที่มีการจัดกลุ่มแล้ว (Grouped) จำนวน 8แอททริบิวท์หรือคุณลักษณะ

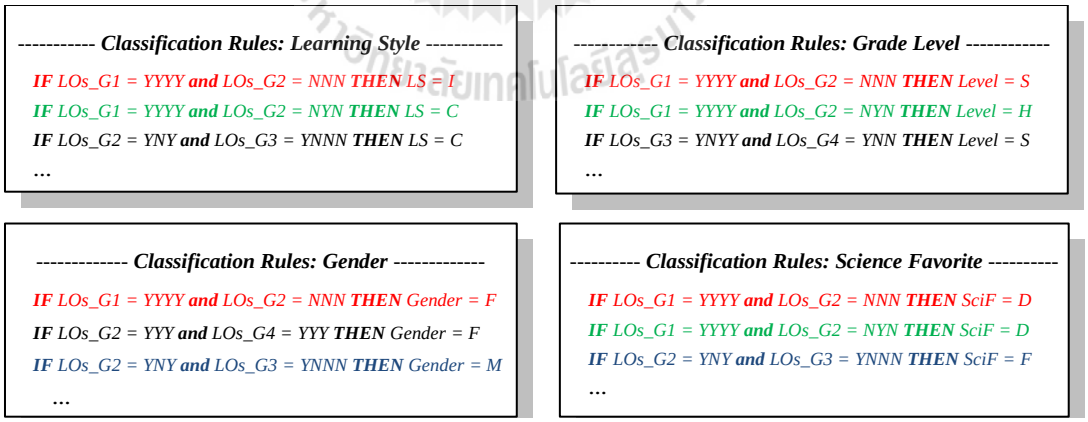
ข) กระบวนการสร้าง ตัวแบบการแนะนำ(Recommendation Model) มีการกำหนดเงื่อนไขและรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสร้างตัวแบบการแนะนำ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยการใช้กฎส่วนใหญ่ (Majority Rule)

- การสร้าง ตัวแบบการแนะนำ ของการศึกษาทดลองนี้ เป็นการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล(Classification Model) โดยใช้แอททริบิวท์นำเข้าคือกลุ่มของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวน 8 แอททริบิวท์ โดยมีตัวจำแนกคือข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล จำนวน 4 แอททริบิวท์ ได้แก่ เพศระดับการศึกษาลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์และรูปแบบการเรียนรู้ ทำให้ได้เซตของกฎการจำแนก (Classification Rules Sets) จำนวน 4 เซต จากนั้น ทำการจับคู่ (Matching)ความสัมพันธ์ระหว่าง เซตของกฎการจำแนก ที่มีเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่เหมือนกันหรือตรงกันจากต้นไม้ตัดสินใจแต่ละต้น (Trees) ใช้หลักการของกฎส่วนใหญ่ (Majority Rule) กำหนดหลักเกณฑ์เพื่อคัดเลือกกฎจาก 2 ค่าคือ (1) เกณฑ์จำนวนต้น (Trees: t) ของไม้ตัดสินใจที่ปรากฏ และ(2) เกณฑ์จำนวนของตัวแนะนำ (Recommender) ที่ต้องการ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปสร้างเป็น ตัวแบบการแนะนำตามคุณลักษณะรายบุคคลโดยมีขั้นตอนการพัฒนาตัวแบบแนะนำ ดังรูปที่ 3.15

ผลลัพธ์ที่ได้จากเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจคือเซตของกฎการจำแนก (Classification Rulessets) ของ ต้นไม้ตัดสินใจ แต่ละต้น (Tree) หรือตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งจะมีจำนวนทั้งสิ้น 4เซต คือ (1) เซตของกฎการจำแนกตามเพศ(2) เซตของกฎการจำแนกตามระดับการศึกษา (3) เซตของกฎการจำแนกตาม ลักษณะ ความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ และ(4) เซตของกฎการจำแนกตามรูปแบบการเรียนรู้ ตามตัวอย่างของเซตของกฎการจำแนกที่ได้จากต้นไม้ตัดสินใจแต่ละเซต ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16ตัวอย่างของเซตของกฎการจำแนก (Classification Rulessets)

ดังนั้น ถ้าต้องการสร้างกฎการแนะนำ ให้สามารถแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ได้ครอบคลุมข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลของผู้ใช้ได้ครบทั้งหมดนั้น

จะต้องใช้กฎการจำแนกที่ได้จากตัวแบบจำแนกข้อมูลทั้ง 4 เซตซึ่งพบว่ามีจำนวนของผลลัพธ์ที่เป็นกฎการจำแนกหรือเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูลเป็นจำนวนมากและมีความหลากหลาย แต่ถ้าพิจารณาจากเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เหมือนกันหรือตรงกันจากแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูลหรือ ต้นไม้ตัดสินใจ แต่ละต้น (Trees) จะพบว่า มีโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ร่วมกันหรือมีเงื่อนไขที่ตรงกันระหว่างการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มาจากเซตของกฎการจำแนกคนละเซต จากรูปที่ 3.16 จะเห็นได้ว่า ถ้าข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลของผู้ใช้ คือ ผู้ใช้ที่มีรูปแบบการเรียนรู้เป็นแบบอิสระ (Independent: I) เพศหญิง (Female: F) กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Secondary School: S) และไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์(Disfavored: D) ซึ่งเป็นกฎการจำแนกหรือเงื่อนไขของการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีลักษณะเหมือนกันหรือตรงกันทั้งหมดจากต้นไม้ ตัดสินใจทั้ง 4ต้น (Trees)

เมื่อนำหลักการของ กฎส่วนใหญ่ (Majority Rule Based) หรือแปลว่าการถือเสียงข้างมากเป็นเกณฑ์ ในการเลือกกฎการจำแนกสำหรับนำไปสร้างตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งจะพิจารณาจากความถี่ที่ปรากฏบ่อย ๆ ของเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เหมือนกันหรือตรงกันจากเซตของกฎการจำแนกทั้ง 4 เซตที่ได้จากแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูลหรือต้นไม้ตัดสินใจแต่ละต้นตามหลักการของ กฎส่วนใหญ่มาใช้งานนั้น นอกจากจะได้กฎการจำแนกที่มีลักษณะสำคัญและมีความเหมาะสมสำหรับนำไปสร้างชุดของกฎการแนะนำให้กับผู้ใช้ตามคุณลักษณะรายบุคคลแล้ว ยังมีประโยชน์ในด้านการคัดกรองข้อมูลและลดเวลาประมวลผลข้อมูลด้วยโดยเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการคัดเลือกกฎการจำแนกมี 2 เกณฑ์ ดังนี้

(1) เกณฑ์จำนวนต้น (Trees: t) หมายถึง เงื่อนไขของจำนวนต้นที่มีการปรากฏของกฎการจำแนกที่มีเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิง อ็อบเจกต์ที่เหมือนกันหรือตรงกัน โดยกำหนดเกณฑ์จำนวนต้น t = {“4Ts”, “3Ts”, “2Ts”, “1Ts”} โดยที่ ค่า “4Ts”หมายถึง กฎการจำแนกที่ปรากฏเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตรงกันทั้ง 4 ต้น ค่า “3Ts”หมายถึง กฎการจำแนกที่ปรากฏเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์อย่างน้อย 3 ต้น ค่า “2 Ts”หมายถึง กฎการจำแนกที่ปรากฏเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์อย่าง น้อย 2 ต้นและค่า “ Ts”หมายถึง กฎการจำแนกที่ปรากฏเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์อย่างน้อย 1ต้น

(2) เกณฑ์จำนวนของตัวแนะนำ (Recommender: r) หมายถึง เงื่อนไขของจำนวนตัวแนะนำที่ต้องการนำไปใช้สร้างกฎการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

ตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งกำหนดให้ r = {1, 2, 3,..., 20} เนื่องด้วยการพัฒนาตัวแบบการแนะนำข้อมูลด้วยเทคนิคซึ่งอาศัยแบบจำลอง (Model-based Techniques)นั้นถ้ามีการใช้จำนวนของตัวแนะนำ(Recommender)ที่มีปริมาณมากเกินไป อาจส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการประมวลนานเกินความจำเป็น ดังนั้น จึงต้องมีการกำหนดเกณฑ์ จำนวนของตัวแนะนำ เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาทดลองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้กฎการแนะนำภายใต้หลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น ว่าควรกำหนดจำนวนของตัวแนะนำเท่ากับเท่าใด ที่สามารถทำให้ผลการวัดประสิทธิภาพที่ มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและสามารถยอมรับได้

ค) การประเมินและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบ

สำหรับการทดลองนี้ ใช้วิธีการ แบ่งเมทริกซ์ข้อมูลทั้งหมดออกเป็น 2ส่วนคือ ชุดข้อมูลฝึกหัดและชุดข้อมูลทดสอบในสัดส่วน 70/30 ตามลำดับ เช่นเดียวกับการทดลอง B เนื่องจากการศึกษาทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการเลือกกฎการจำแนกบางส่วนมาใช้สร้างเป็นตัวแบบการแนะนำ ดังนั้น ในส่วนของการประเมินผลและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบของการทดลองนี้ จะใช้การวัดจาก ค่าความระลึก (Recall) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความครบถ้วนของข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ของตัวแบบ ซึ่งอัลกอริทึมที่นำมาทดสอบประสิทธิภาพการสร้างตัวแบบของการทดลอง C คือ อัลกอริทึม J48และสำหรับวิธีการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของการประเมินผลและวัดประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบการแนะนำนั้น จะขออธิบายรายละเอียดในหัวข้อที่3.1.3การประเมินผลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้

3.2.1.3 มอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล

การพัฒนามอดูลการ สืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย ตามลักษณะส่วนบุคคลเป็นกระบวนการค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีการพิจารณาว่าเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ต้องการค้นหานั้น มีความสัมพันธ์เกิดขึ้นร่วมกันกับ คำสำคัญหรือ คำค้น (Keywords) หรือไม่ โดยการนำคำค้นจากผู้ใช้ไปกำหนดกลุ่มคำสำคัญอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเชิงความหมายกับคำค้นดังกล่าว จากนั้นนำกลุ่มคำสำคัญที่ได้ไปทำการจับคู่ (Matching) กับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่อยู่ในฐานความรู้เลิร์นนิง อ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ (Recommendation Rules) แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปจัดอันดับ (Ranking)และแสดงผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ให้กับผู้ใช้โดยแบ่งขั้นตอนการพัฒนามอดูลออกเป็น2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำและส่วนของการจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การทำดัชนีและ การจับคู่ระหว่างคำค้ นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ

หลังจากที่ผู้ใช้ลงทะเบียนและใส่คำค้นที่ต้องการเข้าสู่ระบบจะแบ่งกระบวนการทำงานออกเป็นสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนการ ทำดัชนีระหว่างคำค้นกับกลุ่มของคำที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายในคลังคำศัพท์และขั้นตอนการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยใช้กฎการแนะนำโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) การ ทำดัชนี ระหว่างคำค้นกับกลุ่มของคำที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายในคลังคำศัพท์ กระบวนการทำงานของขั้นตอนนี้ เริ่มจากการที่ผู้ใช้ใส่คำค้นที่ต้องการเข้าสู่ระบบ ข้อมูลคำค้นจะถูกนำไปค้นหาคำและกลุ่มของคำสำคัญอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำค้นในคลังคำศัพท์ซึ่งคำศัพท์ทั้งหมดในคลังคำได้มีการ ทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักด้วยเทคนิคการจัดลำดับด้วยวิธีหาผลรวม (Rank Sum) ทำให้ทุกตำแหน่งของคำศัพท์ตามโครงสร้างสคอส (SKOS) มีค่าน้ำหนักที่แตกต่างกันเมื่อใช้คำค้นที่แตกต่างกัน เนื่องจากแต่ละคำศัพท์จะมีความสัมพันธ์กับคำค้นที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ รายการและค่าน้ำหนักของทุก ๆ คำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับคำค้น เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

1.2) การจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ กระบวนการทำงานของขั้นตอนนี้ เริ่มจากการที่ผู้ใช้ลงทะเบียนและใส่ข้อมูลของแต่ละบุคคลเข้าสู่ระบบแล้ว ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูล รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ข้อมูล เพศ (Gender)ข้อมูลระดับการศึกษา (Grade Level) และข้อมูลลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite)ซึ่งเป็นข้อมูลที่จะถูกนำไปใช้สำหรับกำหนดเงื่อนไขเพื่อคัดเลือก กฎการแนะ นำ (Classification Rules) ที่ได้มาจากขั้นตอนการพัฒนามอดูล การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลจากนั้นนำชุดของกฎการแนะนำที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลไปทำการสืบค้นข้อมูล ในฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นรายการของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการจับคู่(Matching) ระหว่างรายการของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะรายบุคคลและรายการกลุ่มของคำศัพท์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับคำค้น เพื่อทำการตรวจสอบว่าแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์นั้น มี จำนวนและความถี่ของคำศัพท์ควบคุมต่าง ๆที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำค้นปรากฏอยู่หรือไม่ ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะรายบุคคลเฉพาะที่เกี่ยวข้องเชิงความหมายกับคำค้น ที่มีการแสดงข้อมูลเป็น จำนวนและความถี่ของคำศัพท์ควบคุมต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำค้นในแต่ละ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่อไป

2) การจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

การจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เป็นขั้นตอนการทำงานเพื่อทำให้ระบบสามารถแสดง ผลการสืบค้น ได้ตรงกับความต้องการมากขึ้น สำหรับกระบวนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดอันดับผลการสืบค้น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนของการทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก และส่วนของการจัด อันดับผลการสืบค้นตามค่าน้ำหนักรวมของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1) การทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก

การทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก เป็นการให้ความสำคัญกับคำค้นที่ปรากฏอยู่ในเอกสารหรือเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยคำนึงถึงตำแหน่งของคำค้นและคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำค้น ว่าอยู่ตำแหน่งใดในโครงสร้างการ จัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วยสคอสเพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ ไปใช้ประโยชน์ในการจัดอันดับการแสดงผลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการ กำหนดค่าน้ำหนักของคำค้น จะพิจารณาจากตำแหน่งของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นตามโครงสร้างการ จัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วย สคอส โดยใช้เทคนิคการจัดอันดับ (Ranking) เพื่อกำหนดลำดับความสำคัญให้กับคำต่าง ๆ ตามตำแหน่งของคำที่ปรากฏอยู่ในโครงสร้างการ จัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วย สคอส โดยจะพิจารณาจากความสัมพันธ์ของคำใด ๆ กับคำค้น โดยมีเกณฑ์การจัดอันดับความสำคัญดังต่อไปนี้

อันดับที่ 1 หมายถึง คำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นตามโครงสร้างของสคอสโดยที่คำนั้น ๆ เป็นคำที่มีความหมายตรงกันหรือมีความหมายเหมือนกับคำค้น (skos:prefLabel) หรือคำที่ใช้แทนคำค้น(skos:altLabel)

อันดับที่ 2 หมายถึง คำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นตามโครงสร้างของสคอสโดยที่คำนั้น ๆ เป็นคำที่มีความหมายแคบกว่าคำค้น (skos:narrower)

อันดับที่ 3 หมายถึง คำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นตามโครงสร้างของสคอสโดยที่คำนั้น ๆ เป็นคำที่มีความหมายกว้างกว่าคำค้น (skos:broader)

อันดับที่ 4 หมายถึง คำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นตามโครงสร้างของสคอสโดยที่นั้น ๆ เป็นคำที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้น (skos:related)

ทั้งนี้จะทำการวิเคราะห์และกำหนดน้ำหนักให้กับแต่ละคำค้นว่าในตามโครงสร้างของสคอสมีคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่คำใดบ้าง จากนั้นนำมาคำนวณค่าน้ำหนักโดยใช้เทคนิคการจัดลำดับด้วยวิธีหาผลรวม (Rank Sum) สามารถคำนวณได้ตามดังสมการที่3.1

$$\text{Rank Sum } (W_i) = \frac{n-r_j+1}{\sum(n-r_k+1)} \quad (3.1)$$

เมื่อ

W_i = ค่าน้ำหนักของคำใด ๆ

r_j = ลำดับความสำคัญของคำตามโครงสร้างของ SKOS

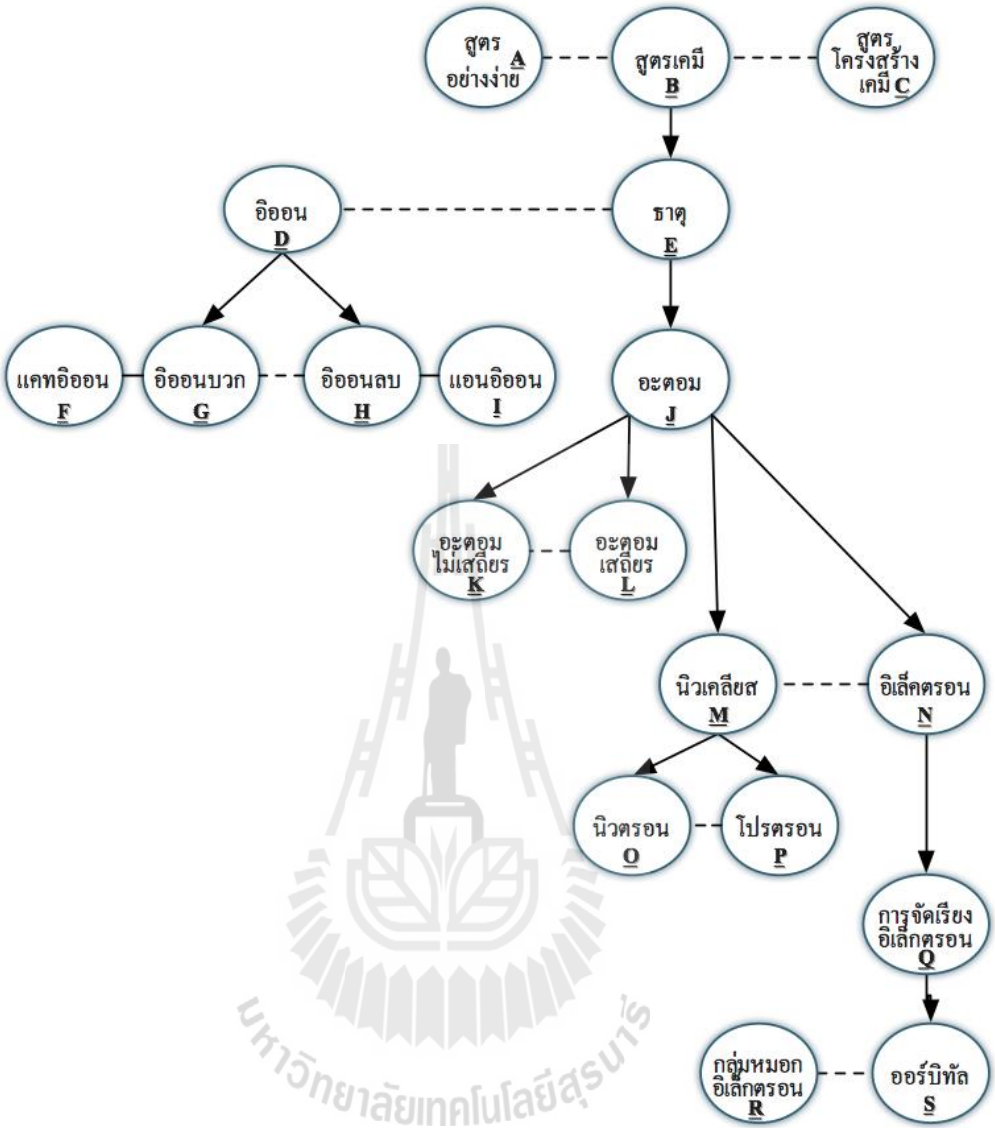
r_k = ผลรวมของค่าของเกณฑ์

n = จำนวนเกณฑ์ทั้งหมด

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ จะทำให้ค่าน้ำหนักของคำต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำค้นใด ๆ ทั้งนี้ค่าน้ำหนักของคำจะเปลี่ยนไปเมื่อมีการใช้คำค้นที่แตกต่างกันเพราะจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของคำนั้น ๆ ว่าเกี่ยวข้องกับคำศัพท์ใดบ้าง ซึ่งค่าน้ำหนักที่ได้จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการจัดเรียงลำดับและแสดงผลการสืบค้นข้อมูลต่อไป

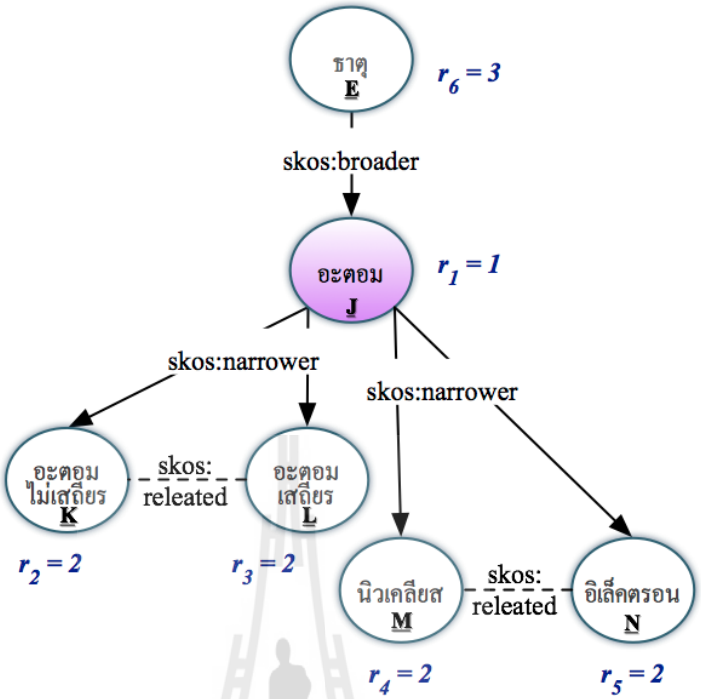
ในการทดสอบผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยคำค้นของงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการเลือกและสร้างชุดของคำสำคัญเพื่อใช้ทดสอบกระบวนการการสืบค้นเชิงความหมาย ซึ่งได้มาจากการสร้างเครื่องมือ เพื่อสำรวจข้อมูลคำค้นที่ผู้เรียนมีความสนใจหรือชอบที่จะใช้สืบค้นเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเคมี ที่ได้ จากการสอบถาม กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 96 ราย ที่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษาของจังหวัดนครราชสีมา พบว่า คำค้นที่ผู้เรียนมีความสนใจและชอบที่จะสืบค้นข้อมูลมากที่สุด 3 อันดับแรก คือคำว่า “สูตรเคมี” “อะตอม” และ “อิออน” เมื่อวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์เชิงความหมายของทั้ง 3 คำศัพท์ในฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของงานวิจัยนี้ พบว่า ทั้ง 3 คำศัพท์ดังกล่าวข้างต้น มีจำนวนของคำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายทั้งสิ้น 19 คำศัพท์ ดังรูปที่ 3.17

จากหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการกำหนดค่าน้ำหนักของคำค้นด้วยวิธีหาผลรวม (Rank Sum) ของคำว่า “อะตอม” ซึ่งพบว่า ตามโครงสร้างของสคอสมีความสัมพันธ์กับคำอื่น ๆ อีกจำนวน 5 คำศัพท์ ได้แก่ คำที่ มีความหมายกว้างกว่าคำหลัก จำนวน 1 คำศัพท์ คือ “ธาตุ” นั่นคือ มีอันดับตามเกณฑ์การจัดอันดับความสำคัญเท่ากับ 3(r=3 จำนวน 1 ค่า) คำที่มีความหมายแคบกว่าคำหลัก จำนวน 4 คำศัพท์ คือ “อะตอมเสถียร” “อะตอมไม่เสถียร” “นิวเคลียส” และ “อิเล็กตรอน” นั่นคือ มีอันดับตามเกณฑ์การจัดอันดับความสำคัญเท่ากับ2(r=2 จำนวน 4 ค่า)ซึ่งในการคิดน้ำหนักจะมีการให้น้ำหนักกับคำค้นนั้น ๆ ด้วยดังนั้น คำศัพท์คำว่า “อะตอม” คือ มีอันดับตามเกณฑ์การจัดอันดับความสำคัญเท่ากับ 1(r=1 จำนวน 1 ค่า) ทำให้ได้ค่าของอันดับทั้งหมดของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำว่า “อะตอม” เท่ากับ {1, 2, 2, 2, 2, 3} ดังรูปที่ 3.18

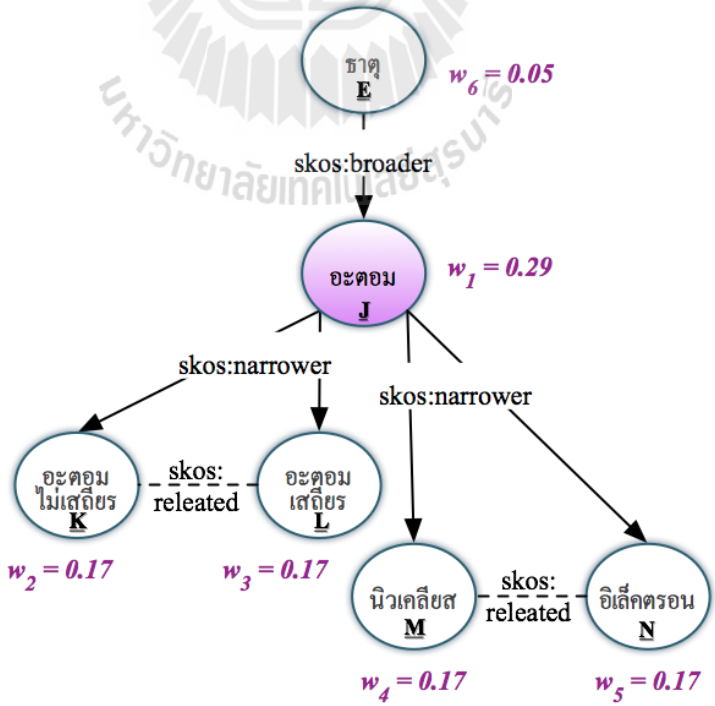


รูปที่ 3.17 โครงสร้างการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วยสคอสของชุดคำค้น (Keywords) เพื่อใช้ในการทดสอบตัวแบบการสืบค้นเชิงความหมาย

จากนั้นนำค่าอันดับตามเกณฑ์ที่ได้ไปคำนวณหาค่าน้ำหนักของคำศัพท์ตามโครงสร้างของสคอสตามสูตรของการ หาผลรวม จากรูปที่ 3.18 สามารถคำนวณค่าน้ำหนักของคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำว่า “อะตอม” ซึ่งประกอบด้วย {“อะตอม”, “อะตอมเสถียร”, “อะตอมไม่เสถียร”, “นิวเคลียส” , “อิเล็กตรอน”, “ธาตุ”} หรือ {J, K, L, M, N, E} มีค่าน้ำหนักของแต่ละคำศัพท์เท่ากับ {0.29, 0.17, 0.17, 0.17, 0.17, 0.05} ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างการจัดอันดับของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำว่า “อะตอม” ตามเกณฑ์การจัดอันดับ



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างการให้ค่าน้ำหนักของคำต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำว่า “อะตอม” ตามวิธีหาผลรวม

2.2) การจัดอันดับผลการสืบค้นตามค่าน้ำหนักรวมของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

เป็นขั้นตอนของการจัดเรียงลำดับของผลการสืบค้นที่ได้ โดยนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำซึ่งเป็นรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จะแนะนำให้กับผู้ใช้ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่ มีการแสดงข้อมูลจำนวนและความถี่ของคำศัพท์ควบคุมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเชิงความหมายกับคำค้น (ตารางที่ 3.7) เมื่อทำการประมวลผลร่วมกับ การทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก โดยการนำจำนวนที่ปรากฏในแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์มาคูณกับค่าน้ำหนักของแต่ละคำศัพท์ ตามโครงสร้าง จะทำให้ได้ค่าน้ำหนักรวมของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และทำการปรับค่าน้ำหนักรวมที่ได้ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน สำหรับนำไปจัดเรียงลำดับและแสดงผลการสืบค้นข้อมูลให้กับผู้ใช้ต่อไป โดยมีแนวทางและตัวอย่างในการคำนวณค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

จากรูปที่ 3.19 จะเห็นได้ว่า คำค้นคำว่า “อะตอม” มีคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวน 6 คำศัพท์คือ {J, K, L, M, N, E} สมมติว่าในฐานความรู้ที่ต้องการทดสอบมีจำนวนของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ 10 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลจากฐานความรู้ครั้งนี้ จะมีจำนวนเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นคำว่า “อะตอม” ที่สามารถสืบค้นจากฐานความรู้ได้เท่ากับ 8เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ประกอบด้วย {LOs_01, LOs_02, LOs_03, LOs_04, LOs_06, LOs_07, LOs_09, LOs_10} ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างการค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นคำว่า “อะตอม”

LOs id	Number of Keywords Each LOs														Selected
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
LOs_01	1				1					1					√
LOs_02		2				1				1	2	2			√
LOs_03			1				1	2					1	1	√
LOs_04				2						2					√
LOs_05	2	3													
LOs_06										1	1	1			√
LOs_07					1								1	2	√
LOs_08			2					1							
LOs_09					2				1						√
LOs_10										2	1	1			√

จากตัวอย่าง ผลลัพธ์ที่ได้จาก การใช้คำค้นคำว่า “อะตอม” นั้น เมื่อนำจำนวนที่ปรากฏใน แต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์มาคูณกับค่าน้ำหนักของแต่ละคำศัพท์ ตามโครงสร้าง จะทำให้ได้ค่าน้ำหนักรวมตามคำค้นของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Total Weight: Tw_i)ทำให้สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักรวมของคำค้น(Total Weight: Tw_j) ของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และ

ในการพิจารณาคัดเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ เกี่ยวข้องกับคำค้นเพื่อนำเสนอให้กับผู้ใช้จะต้องมีการปรับค่าน้ำหนักรวมตามคำค้นของแต่ ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ อีกครั้งเพื่อให้ข้อมูลอยู่ภายใต้มาตรฐานเดียวกัน โดยการนำค่าน้ำหนักรวมตามคำค้นของแต่ ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Total Weight: Tw_i) หารด้วยค่าสูงสุดของน้ำหนักรวม (MaxTw) ในชุดของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่สืบค้นได้นั้น ๆ ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าน้ำหนักรวมตามคำค้นของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่สืบค้นด้วยการใช้คำค้นว่า “อะตอม”

LOs id	Number of Keywords Each LOs														Total Weight	Weight Adjusted
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
Weight					*0.05*					*0.29*	*0.17*	*0.17*	*0.17*	*0.17*	*(Tw_i)*	$Tw_i \div MaxTw$
LOs_01	1				0.05					0.29					0.34	0.35
LOs_02		2				1				0.29	0.34	0.34			***0.97***	***1.00***
LOs_03			1				1	2					0.17	.017	0.34	0.35
LOs_04				2						0.58					0.58	***0.60***
LOs_06										0.29	0.17	0.17			0.63	***0.65***
LOs_07					0.05								0.17	0.34	0.56	***0.58***
LOs_09					0.10				1						0.10	0.10
LOs_10										0.58	0.17	0.17			0.92	***0.95***

อย่างไรก็ตาม การปรับค่าน้ำหนักรวมตามคำค้นของแต่ ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้แล้ว จะต้องมีการพิจารณาคัดเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นอีกครั้งเพื่อคัดกรองเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่มีความสำคัญหรือเกี่ยวข้องกับคำค้นค่อนข้างน้อยออกไป โดยใช้วิธีการกำหนดเกณฑ์ของค่าน้ำหนักรวมขั้นต่ำหลังที่มีการปรับค่าแล้ว เพื่อเป็นการคัดกรองเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่มีค่าน้ำหนักรวมของคำค้นที่น้อยเกินไปทั้งนี้เพื่อให้จำนวนของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จะแสดงผลไม่น้อยหรือมากเกินไป จากตารางที่ 3.11 ถ้าพิจารณาใช้เกณฑ์การคัดเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้อง เฉพาะที่มี ค่าน้ำหนักรวมที่มีการปรับค่าแล้ว มากกว่า 0.5ขึ้นไปก็จะได้ว่า รายการของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ เกี่ยวข้องกับการใช้ คำค้นว่า “อะตอม” มีจำนวน 5เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ คือ {LOs_02, LOs_04, LOs_06, LOs_07, LOs_10} ทำให้สามารถจัดอันดับและแสดงข้อมูลการสืบค้น 3 อันดับแรกเพื่อแนะนำให้กับผู้ใช้คือ LOs_02, LOs_10และLOs_06ตามลำดับ

สำหรับ การประเมินผล และวัดประสิทธิภาพของการสืบค้นข้อมูลของมอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล นั้น จะใช้วิธีการคำนวณหาค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) โดยรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปในหัวข้อที่ 3.1.3 การประเมินผลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในงานวิจัยนี้

3.2.1.4 ส่วนของการลงทะเบียนและปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้

ส่วนของการลงทะเบียนและปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ของสถาปัตยกรรม LOMM เป็นส่วนที่ใช้สำหรับจัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้ประกอบด้วย ส่วนของลงทะเบียน ส่วนของการใส่ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล ส่วนของการใส่ข้อมูลคำค้น และส่วนของการแสดงผลการสืบค้นข้อมูล ซึ่งในงานวิจัยนี้ กำหนดเงื่อนไขให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลจำนวน 4 รายการ ได้แก่ ข้อมูลเพศ (Gender) ข้อมูลระดับการศึกษา (Grade Level) ข้อมูลลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite) และข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) โดยการทำงานของส่วนนี้จะต้องทำงานร่วมกับ 2ส่วนคือ มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล และมอดูล การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดมาแล้วในข้างต้น

3.1.3 การประเมินผล

การประเมินผล เป็นขั้นตอนการวิจัยที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะ ผลการประเมินของแต่ละขั้นตอน จะเป็นสิ่งที่บ่งชี้ให้เห็นถึงคุณภาพหรือคุณค่าของงานวิจัย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของอีเบลและฟริสบาย (Ebel and Frisbie, 1986: p. 13) ที่กล่าวว่า การประเมินผลหมายถึงการตัดสินเกี่ยวกับคุณภาพหรือคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งบางครั้งอาจพิจารณาจากผลที่ได้จากการวัดเท่านั้น แต่ส่วนมากจะตัดสินคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ โดยพิจารณาจากผลที่ได้จากการวัดด้านต่าง ๆ ประกอบกับหลักฐานด้านอื่น ที่เกี่ยวข้อง และรวมถึงการใช้วิจารณญาณและความรู้สึกนึกคิดของผู้ประเมินมาประกอบในการตัดสินใจด้วย

จะเห็นได้ว่า ในการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเชิงความหมายสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้น มีส่วนของกระบวนการดำเนินที่จำเป็นต้องมีการวัดและประเมินผล เพื่อเป็นการยืนยันว่าผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่ได้จากงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ใน เกณฑ์ที่เหมาะสมและสามารถยอมรับได้ ดังนั้น สามารถสรุปประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ ประเมินผลในงานวิจัยนี้ ออกเป็น 3 ส่วนคือ วิธีการวัดประสิทธิภาพเครื่องมือ วิธีการวัดประสิทธิภาพ ในการทำนายของแบบจำลอง และวิธีการวัดประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.3.1 วิธีการวัดประสิทธิภาพเครื่องมือ

แบบสำรวจความคิดเห็นที่ใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างของงานวิจัยนี้ นอกจากมีการ ประเมินเครื่องมือ ในด้านความเที่ยงตรง ของเนื้อหา โดย

ผู้เชี่ยวชาญแล้ว เมื่อได้แบบสอบถามที่ผ่านการปรับปรุงแล้วจะมีการวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยการนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง เพื่อ วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถาม ซึ่งเทคนิควิธีการประสิทธิภาพที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) สามารถคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ดังสมการที่ 3.1 (บุญชม ศรีสะอาด, 2538, หน้า 174)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right) \qquad (3.2)$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

k แทน จำนวนข้อคำถามของแบบสอบถาม

$\sum S_i^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

เครื่องมือที่ใช้การเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้คือ "แบบสำรวจลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบและรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน " แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน ลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ และแบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้ สำหรับข้อคำถามของแบบสำรวจในส่วนของการสำรวจรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ที่เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของผู้เรียนจำนวน 60ข้อคำถาม ซึ่งปรับปรุงมาจากเครื่องมือที่เรียกว่า GRSLSS (Grasha-Riechmann Student Learning Style Scales)นั้น และส่วนของลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ ได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือก่อนนำไปใช้งานจริง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้กับผู้เรียนจำนวน 121 ราย พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาคเท่ากับ 0.89 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ของการประเมินแบบสำรวจทั้งชุด ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้และได้มีการปรับข้อคำถามบางข้อคำถามที่มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาคของข้อคำถามนั้น ๆ น้อยกว่า 0.7เพื่อให้ได้ข้อคำถามมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ก่อนนำไปใช้งานจริง

3.1.3.2 วิธีการประเมินและวัดประสิทธิภาพในการทำนายของแบบจำลอง

กระบวนการทำเหมืองข้อมูล ในส่วนของขั้นตอนการค้นหารูปแบบที่เป็นประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่ หรือที่เรียกว่าขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อให้

ได้ตัวแบบหรือแพทเทิร์น (Pattern) ของข้อมูลออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการและเป้าหมายของการเรียนรู้ของเครื่องในแต่ละครั้ง โดยจะต้องมีการประเมินตัวแบบ (Model Validation) ทุกครั้งในขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง ดังนั้น ในทุกขั้นตอนของการทดลองเพื่อพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ของงานวิจัยนี้ โดยแบ่ง วิธีการที่นำมาใช้เพื่อ การประเมินและวัดประสิทธิภาพในการทำนายของแบบจำลอง ออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) วิธีการทดสอบไขว้ (Cross validation)

เพื่อ ให้ การประเมินและวัดประสิทธิภาพในการทำนายของแบบจำลองในเชิงทฤษฎีของงานวิจัยนี้ เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ดังนั้น จึงมีการใช้เทคนิควิธีการทดสอบไขว้ (Cross Validation) ในทุกขั้นตอนของการศึกษาทดลองเพื่อพัฒนาตัวแบบจำแนกข้อมูลตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นซึ่งเป็นแนวทางสำหรับบ่งบอกถึง ประสิทธิภาพในการทำนายของแบบจำลอง ที่ได้ ควบคู่กับวิธีการวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยการวัดค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเซอร์ (F-measure)

เทคนิควิธีการทดสอบไขว้ (Cross Validation) เป็นกระบวนการแยกข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา ออกเป็นส่วน ๆ ก่อนที่จะนำข้อมูลเข้าสู่ขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) งานวิจัยนี้ใช้หลักการสุ่มข้อมูลอย่างง่าย (Random Sampling) ในการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วน ๆ จากนั้นทำการจัดชุดข้อมูลใหม่ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น2 ชุดคือ ชุดข้อมูลฝึกหัด (Training Data) และชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) โดยชุดข้อมูลฝึกหัดจะถูกนำไปใช้สำหรับการสร้างตัวแบบหรือแบบจำลองในรูปแบบต่าง ๆ ตามที่ผู้ใช้ต้องการ หลังจากที่ได้ตัวแบบหรือแบบจำลองที่มีความเหมาะสมตามความต้องการแล้ว นำผลลัพธ์ที่ได้ไปสร้างเป็นแบบจำลองเพื่อการทำนาย (Predictive Model) จากนั้นนำไปทำนายผลกับชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data)ซึ่งจะเห็นได้ว่า เป็นการใช้ชุดข้อมูลคนละชุดกันสำหรับขั้นตอนการประเมินผลและวัดประสิทธิภาพในการทำนายแบบจำลอง

2) วิธีการประเมิน มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

การประเมินมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลคือ การเปรียบเทียบระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่แนะนำด้วยเทคนิควิธีต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว กับคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียนเลือกหรือมี

ความชอบ โดยการเปรียบเทียบกันเป็นคู่ ๆ กับทุกข้อมูล ชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ค่าความถูกต้องในการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์และวิธีการคำนวณหาค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure)และค่าความถูกต้อง (Accuracy) ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

ตารางที่ 3.12 ตัวอย่างข้อมูลการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ใช้ในการประเมิน

LOs Characteristics	**LOs Characteristics Selection**					
	Recommend Model	***User$_1$***	***User$_2$***	***User$_3$***	**...**	***User$_n$***
1. Video	Y	Y	N	Y	...	N
2. Animation	Y		Y		...	
3. Animation	N	N		N	...	N
4. Graphic	N	Y	N	Y	...	N
5. Simulation	Y	Y	N	Y	...	Y
6. Overview	N	Y	Y	Y	...	N
7. Chapter	Y	N	Y	N	...	N
8. Summary	N	N	Y	N	...	N
9. Fact	N	N	N	Y	...	Y
10. Process	Y	N	Y	Y	...	N
11. Procedure	Y	Y		Y	…	Y
12. Procedure	N		N		…	
13. Demo	N	N	Y	N	...	N
14. Example	Y	Y	N	N	...	Y
15. Exercise	Y	N	Y	N	...	Y
16. Description	Y	Y	Y	Y	...	N
17. Time	N	Y	Y	N	...	N
18. Sound	Y			Y	…	Y
19. Sound	N	N	N		…	
20. Place	Y	Y	N	Y	...	N
21. Motivation	N	Y	Y	Y	...	Y
22. Assignment	Y	N	Y	N	...	N

2.1) การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการประเมิน

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อ นำมาใช้ในการประเมิน มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล คือ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ได้จากตัวแบบการจำแนกข้อมูล และคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ ผู้เรียนเลือกหรือมีความชอบโดยเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลกันเป็นคู่ ๆ ดังตารางที่ 3.12

2.2) วิธีการเปรียบเทียบข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ระหว่างที่ได้จากตัวแบบจำแนกข้อมูลและผู้ใช้แต่ละราย

วิธีการเปรียบเทียบผลข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ระหว่างที่ได้จากตัวแบบ จำแนกข้อมูล และผู้ใช้แต่ละคน เมื่อทำการเปรียบเทียบผลระหว่างข้อมูลดังกล่าวจะทำให้ได้ข้อมูล 4ประเภทคือ TP, FN, FP และ TN (ตารางที่ 3.13) สำหรับนำไปใช้ในการ ประเมินและวัดประสิทธิภาพ การทำนาย ของแบบจำลอง โดยใช้วิธีการ คำนวณหาค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) และค่าความถูกต้อง (Accuracy) (Miao et al., 2009: p. 9172)โดยสามารถอธิบายข้อมูลที่ใช้ในการประเมินแต่ละประเภทได้ดังนี้

- ค่า *True Positive* หรือ *TP* หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบให้การแนะนำตรงกับคุณลักษณะเฉพาะของ LOs ที่ผู้เรียนเลือก
- ค่า *False Negative* หรือ *FN*หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบไม่แนะนำแต่เป็นคุณลักษณะเฉพาะของ LOsที่ผู้เรียนเลือก
- ค่า *FalsePositive* หรือ *FP*หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบให้การแนะนำแต่เป็นคุณลักษณะเฉพาะของ LOsที่ผู้เรียนไม่เลือก
- ค่า *True Negative* หรือ *TN* หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบไม่แนะนำและเป็นคุณลักษณะเฉพาะของ LOs ที่ผู้เรียนไม่เลือก

ตารางที่ 3.13ประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินตัวแบบการแนะนำ

Classified Category		**LOs Characteristics Recommended by Model**	
		Yes	**No**
LOs Characteristics Selected by Users	**Yes**	TP	FN
	No	FP	TN

ในการประเมินและวัดประสิทธิภาพ การทำนาย ของแบบจำลอง โดยการ ทดสอบความถูกต้องนั้นจะใช้วิธีวัดค่าที่เป็นมาตรฐานในการประเมิน ซึ่งประกอบด้วย ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก(Recall) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure)และค่าความถูกต้อง (Accuracy) โดยมีสูตรคำนวณดังสมการที่ 3.3-3.6ตามลำดับ(Miao et al., 2009: p. 9172)

$$Precision = \frac{TP}{(TP + FP)} \quad (3.3)$$

$$Recall = \frac{TP}{(TP + FN)} \quad (3.4)$$

$$F\text{-}measure = \frac{(2 * Precision * Recall)}{(Precision + Recall)} \quad (3.5)$$

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{(TP + FP + FN + TN)} \quad (3.6)$$

ตารางที่ 3.14 ตัวอย่างการจัดประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินของข้อมูลผู้ใช้คนที่1

LOs Characteristics	**LOs Characteristics Selection**		**Type of evaluationvalues**			
	Recommend Model	***User$_1$***	**TP**	**FN**	**FP**	**TN**
1. Video	Y	Y	✓			
2. Animation	Y	N	✓			
3. Animation	N			✓		
4. Graphic	N	Y			✓	
5. Simulation	Y	Y	✓			
6. Overview	N	Y			✓	
7. Chapter	Y	N			✓	
8. Summary	N	N	✓			
9. Fact	N	N	✓			
10. Process	Y	N			✓	
11. Procedure	Y	Y	✓			
12. Procedure	N			✓		
13. Demo	N	N	✓			
14. Example	Y	Y	✓			
15. Exercise	Y	N			✓	
16. Description	Y	Y	✓			
17. Time	N	Y			✓	
18. Sound	Y			✓		
19. Sound	N	N	✓			
20. Place	Y	Y	✓			
21. Motivation	N	Y			✓	
22. Assignment	Y	N			✓	
Total			**11**	**3**	**8**	**0**

จากข้อมูลในตารางที่ 3.12 ซึ่งเป็นการแสดง ข้อมูลตัวอย่าง การเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของตัวแบบการแนะนำที่ได้กับข้อมูลของผู้ใช้แต่ละรายนั้น สามารถนำมาอธิบายตัวอย่างการหาค่า ความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก(Recall) ค่าเอฟเมเซอร์ (F-measure)และค่าความถูกต้อง (Accuracy) โดยการเปรียบเทียบข้อมูลการเลือก

คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และทำการ จัดประเภทของข้อมูลออกเป็น 4 ประเภท เพื่อใช้ในการประเมินและวัดประสิทธิภาพการทำนายของแบบจำลอง กับผู้ใช้คนที่ 1 ได้รายละเอียดดังตารางที่ 3.14ซึ่งทำให้ได้ค่าของข้อมูลทั้ง 4 ประเภทดังต่อไปนี้

- ค่า *True Positive*หรือ *TP*มีค่าเท่ากับ 11หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบให้การแนะนำตรงกับคุณลักษณะที่ผู้เรียนเลือก

- ค่า *False Negative* หรือ *FN*มีค่าเท่ากับ 3 หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบไม่แนะนำแต่เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนเลือก

- ค่า *FalsePositive* หรือ *FP*มีค่าเท่ากับ 8 หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบให้การแนะนำแต่เป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนไม่เลือก

- ค่า *True Negative* หรือ *TN*มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบไม่แนะนำและเป็นคุณลักษณะที่ผู้เรียนไม่เลือก

จากตารางที่ 3.11 สามารถนำข้อมูลทั้ง 4 ประเภทที่ได้ มาคำนวณหาค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure)และค่าความถูกต้อง (Accuracy) เพื่อประเมินและวัดประสิทธิภาพ การทำนายของแบบจำลอง ตามสมการที่ 3.3 – 3.6 ดังต่อไปนี้

$$Precision = \frac{11}{(11+8)} = 0.58$$

$$Recall = \frac{11}{(11+3)} = 0.79$$

$$F\text{-}measure = \frac{(2*0.58*0.79)}{(0.58+0.79)} = 0.66$$

$$Accuracy = \frac{(11+0)}{(11+8+3+0)} = 0.50$$

ผลการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จากแบบจำลองที่ได้การนำตัวแบบการแนะนำไปเปรียบเทียบกับคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียนเลือกได้ค่าความแม่นยำ (Precision) = 0.58 ค่าความระลึก(Recall)= 0.79 และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure)= 0.66ซึ่งเป็นผลของการประเมินและวัดประสิทธิภาพของผู้ใช้คนที่ 1 ในการประเมินผลแต่ละครั้งจะต้องแบบจำลองที่ได้ไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลของผู้ใช้ทุกคน ที่อยู่ใน

ชุดข้อมูลทดสอบ (Testing Data) จากนั้นนำค่าความแม่นยำค่าความระลึก และค่าเอฟเมเชอร์ ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นค่าในการอธิบายผลการประเมินและวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองที่ได้จากงานวิจัยนี้

3.1.3.2 วิธีการวัดประสิทธิภาพการสืบค้น

ส่วนของวิธีการวัดประสิทธิภาพการสืบค้นในที่นี้หมายถึง การวัดและประเมินผลในส่วนของการออกแบบและพัฒนา มอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคลเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นนั้นมีความ แม่นยำตรงตามความต้องการมากน้อยเพียงใดโดยอาศัยหลักการคำนวณหาค่าที่เกี่ยวข้อง3 ค่าได้แก่(1) ค่าความแม่นยำ (Precision) เป็นค่าที่บอกความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล (2) ค่าความระลึก (Recall) เป็นค่าที่บอกความครบถ้วนของข้อมูล และ (3) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) เป็นค่าสรุปที่ได้จากค่าความแม่นยำและค่าความระลึก จึงทำให้สามารถอธิบายและบ่งชี้ได้ถึงประสิทธิภาพการสืบค้น ด้วยแบบจำลอง (Miao et al., 2009) ที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้

ข้อมูล ที่นำมา ใช้ในการประเมิน ผลการสืบค้นข้อมูลในครั้งนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภทคือ TP, FN, FP และ TNซึ่งสามารถนำค่าต่าง ๆ ไปใช้ ในการคำนวณหา ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure)ของการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย โดยใช้สูตรการคำนวณเช่นเดียวกันกับการประเมินและวัดประสิทธิภาพ การทำนาย ของแบบจำลอง ตามสมการที่ 3.2 – 3.4ที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น สำหรับแนวคิดที่นำมาใช้ในการอธิบายและเปรียบเทียบผลที่ได้ของข้อมูล 4 ประเภทในส่วนนี้จะใช้หลักการที่อธิบายที่แตกต่างกันดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15ประเภทของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลการสืบค้นข้อมูล

Classified Category		**Learning Objects by Model**	
		Relevant (+)	**Not Relevant (-)**
Learning Objects Related	**Yes(+)**	TP	FN
	No (-)	FP	TN

โดยที่

- ค่า *True Positive* หรือ *TP*หมายถึง เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบสืบค้นได้และเป็นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้อง

- ค่า *False Negative* หรือ *FN*หมายถึง เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบไม่สามารถสืบค้นได้แต่เป็นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้อง

- ค่า *FalsePositive* หรือ *FP*หมายถึง เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบสืบค้นได้แต่เป็นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่เกี่ยวข้อง

- ค่า*True Negative* หรือ *TN* หมายถึง เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ตัวแบบสืบค้นไม่ได้และเป็นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 3.16 ตัวอย่างการจัดประเภทข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน เมื่อใช้คำค้นว่า “อะตอม”

LOs id	Number of Keywords Each LOs														Total Weight (Tw_i)	Weight Adjusted $Tw_i \div MaxTw$
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
Weight					*0.05*					*0.29*	*0.17*	*0.17*	*0.17*	*0.17*		
LOs_01	1				0.05					0.29					0.34	0.35
LOs_02		2				1				0.29	0.34	0.34			***0.97***	***1.00***
LOs_03			1				1	2					0.17	.017	0.34	0.35
LOs_04				2						0.58					0.58	***0.60***
LOs_05																
LOs_06										0.29	0.17	0.17			0.63	***0.65***
LOs_07					0.05								0.17	0.34	0.56	***0.58***
LOs_08																
LOs_09					0.10				1						0.10	0.10
LOs_10										0.58	0.17	0.17			0.92	***0.95***
True Positive (TP) = 5, False Positive(FP) = 0, False Negative (FN) = 3, True Negative (TN) = 2																

จากตารางที่ 3.16 สามารถนำข้อมูลทั้ง 4 ประเภทที่ได้ มาคำนวณหาค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) ค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure)และค่าความถูกต้อง (Accuracy) เพื่อประเมินและวัดประสิทธิภาพ การสืบค้น ของแบบจำลอง ตามคำค้นตามสมการที่ 3.3 – 3.6 ดังต่อไปนี้

$$Precision = \frac{TP}{(TP + FP)}$$

$$= \frac{5}{(5+0)} = 1.00$$

$$Recall = \frac{TP}{(TP + FN)}$$

$$= \frac{5}{(5+3)} = 0.625$$

$$F\text{-}measure = \frac{(2 * Precision * Recall)}{(Precision + Recall)}$$

$$= \frac{(2 * 1.00 * 0.63)}{(1.00 + 0.63)} = 0.77$$

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{(TP + FP + FN + TN)}$$

$$= \frac{(5 + 2)}{(5 + 0 + 3 + 2)} = 0.70$$

อย่างไรก็ตาม ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกเป็นค่าที่มีการผกผันกัน เมื่อใดก็ตามถ้าผลลัพธ์ที่ได้มี ค่าความแม่นยำมาก จะให้ค่าความระลึกต่ำ จึงเหมาะสำหรับผลการทดลองที่มีความต้องการความแม่นยำสูง ในทางกลับกันถ้าหากผลลัพธ์ที่ได้ค่า ความแม่นยำที่ต่ำ จะให้ค่าความระลึกสูง จึงเหมาะสำหรับผลการทดลองที่มีความต้องการครบถ้วนของข้อมูลสูง รวมถึง ข้อจำกัด ในกรณีที่ไม่สามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่า ผลลัพธ์ที่ได้นั้นตรงตามความต้องการหรือไม่ เนื่องจากบุคคลที่ตัดสินมีความคิด ที่แตกต่างกัน ดังนั้น การวิเคราะห์ผลการประเมินที่ได้ ควรจะต้องคำนึงถึง หลักฐานด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการใช้วิจารณญาณ ที่อยู่บนพื้นฐานของความเป็นจริง และหลักฐานที่มีข้อบ่งชี้ชัดเจน เพื่อประกอบการตัดสินใจด้วย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือผู้เรียนที่ กำลังศึกษาอยู่ ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ที่อยู่ในสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และสำนักงาน คณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) ในเขตจังหวัดนครราชสีมา ดังนั้น จึงสามารถแบ่งกลุ่มประชากรที่ใช้การวิจัยตามระดับการศึกษาและหน่วยงานที่สังกัดของสถาบันการศึกษา ได้ดังต่อไปนี้

ผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสังกัด สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 35,819คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 34,286คน (สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 31, www , 2556)

ผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสังกัดสำนักงาน คณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 9,736 คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 3,203 คน (ระบบสารสนเทศสถานศึกษาและการบริหารจัดการเงินอุดหนุน,www, 2556)

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ผู้เรียนที่ เป็นกลุ่มประชากรของการวิจัยครั้งนี้ ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยการคำนวณตามสูตรของ ทาโร่ ยามาเน่ (Yamane, 1973:pp. 727-728) ดังสมการที่ 3.6

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2} \tag{3.6}$$

โดยที่ n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N คือ ขนาดของประชากร

e คือ สัดส่วนความคาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง โดยในงานวิจัยนี้ กำหนดค่าสัดส่วนเท่ากับ 0.5 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตัวอย่างการคำนวณจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน35,819 คน

แทนค่าในสูตร $n = \frac{35,819}{1+35,819\ (0.05)^2} = 395.58$

ดังนั้น จะได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยประมาณ 400 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จำนวนโดยประมาณ 1,550 คน ประกอบด้วย ผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสังกัด สำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยประมาณ 400คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน โดยประมาณ400คน

ผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในสังกัดสำนักงาน คณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช.) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยประมาณ 390คน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยประมาณ360คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลมีรายละเอียดดังนี้

1) เครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดพกพาจำนวน 1 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลางชนิด Intel (R) Core2Duo

- หน่วยประมวลผลกลางความเร็ว2 กิกะเฮิรตซ์ (GHz)
- หน่วยความจำสำรองขนาด4 กิกะไบต์ (GB)
- หน่วยความจำหลักขนาด 500 กิกะไบต์ (GB)
- อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ เช่น เมาส์ เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

2) เครือข่ายคอมพิวเตอร์และช่องสัญญาณอินเทอร์เน็ตความเร็ว 6 เมกะไบต์(MB)

3) ระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์สำหรับ การพัฒนาแบบจำลอง โดยสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลและสร้างโปรแกรมประยุกต์บนอินเทอร์เน็ตได้

- ระบบปฏิบัติการ : OSX
- เว็บบราวส์เซอร์ : Google Chrome, FireFox, Safari
- เครื่องมือในการพัฒนา: Python 2.7
- ฐานข้อมูล: MySQL or PostgreSQL or SQLite

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองในงานวิจัยนี้ ได้จากการสำรวจข้อมูลเพื่อนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ไปสร้างเป็นแบบจำลองต้นแบบต่อไป ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลก่อน เพื่อศึกษาลักษณะข้อมูล วิเคราะห์ความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูล รวมถึงการค้นหาข้อมูลที่มีความผิดปกติ (Outlier) เพื่อทำการคัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป ทั้งนี้เพื่อให้มั่นใจว่าได้ข้อมูลที่มีคุณภาพสำหรับนำไปใช้ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล ดังนั้น หลังจากที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจแล้วได้มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเอสพีเอสเอส (SPSS) เพื่อหาค่าสถิติพื้นฐาน (Descriptive Statistics) และค่าสถิติวิเคราะห์ (Analytics Statistics) สำหรับตรวจสอบลักษณะความสัมพันธ์เบื้องต้นของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน ข้อมูลลักษณะสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ และข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อทำการปรับแก้ไขข้อมูล ทั้งนี้ ถ้าข้อมูลที่ได้มีความผิดปกติมากหรือมีจำนวนข้อมูลไม่ได้ตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ อาจจำเป็นต้องสำรวจข้อมูลเพิ่มเติม และตรวจสอบอีกครั้ง ก่อนนำข้อมูลที่ได้ไปใช้งานในส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการวิจัยและอภิปรายผลการ พัฒนาแบบจำลองการสืบค้น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ทั้งนี้ในบทที่ 3 ได้อธิบายรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยในส่วนของการออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง ผู้วิจัยได้นำเสนอสถาปัตยกรรม "แบบจำลองการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects Management Model: LOMM)" ที่ครอบคลุมทุกกระบวนการของการออกแบบและพัฒนาแบบจำลอง รวมทั้งได้นำเสนอผลการศึกษาวิเคราะห์บางส่วนไปแล้วนั้น ทั้งนี้ เนื่องจากจะต้องได้ผลการศึกษาวิเคราะห์สำหรับ นำไปใช้ในขั้นตอนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป ดังนั้น เนื้อหาในบทนี้จึงแบ่งการนำเสนอผลการวิจัยและอภิปรายผลการพัฒนาแบบจำลองออกเป็น 4 ส่วนคือ (1)ผลการพัฒนาฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (2)ผลการพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล (3) ผลการพัฒนามอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล และ (4)ผลการประเมินแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์

การพัฒนาฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เพื่อให้สามารถรองรับการทดสอบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย ร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ได้นั้น ได้แบ่งส่วนของการพัฒนาฐานความรู้ออกเป็น2 ส่วน คือ ส่วนของเมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และส่วนของคลังคำศัพท์ มีผลการศึกษาดังนี้

4.1.1 เมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

เมทาดาทา สำหรับบรรยายคุณลักษณะ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่อยู่ในฐานความรู้ของงานวิจัยนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 7 องค์ประกอบ ซึ่งปรับใช้และดัดแปลงมาจาก ดับลินคอร์เมทาดาทามาตรฐานลอม ออนโทโลยี ALOCoMและแนวคิดของดันน์ ซึ่งนำไปใช้ในการบรรยาย คุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำลองจำนวน 645เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในฐานความรู้ ที่ได้มาจาก การวิเคราะห์คุณลักษณะของ สื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิชาเคมีของ โครงการพัฒนา

สื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามแผนปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง 2555 (sp2) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยแต่ละองค์ประกอบของเมทาดาทามีรายละเอียดดังนี้

(1) ชื่อเรื่อง (Title) หมายถึง ชื่อของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งโดยทั่วไปให้ใช้ชื่อเรื่องที่รู้จักอย่างแพร่หลาย

(2) คำสำคัญ (Keywords)หมายถึง หัวเรื่องหรือคำสำคัญ ที่ใช้อธิบายแทนเรื่องและเนื้อหาของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

(3) ชนิดของมัลติมีเดีย (Multimedia Type)หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใดๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของมัลติมีเดียในแต่ละรูปแบบที่มีอยู่ในเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยมีค่าของข้อมูลคือ วีดิทัศน์ (Video) ภาพเคลื่อนไหว (Animation)เสียง (Audio) การนำเสนอ (Presentation)กราฟิก (Graphic) การจำลอง (Simulation)และเชื่อมโยง (Link)

(4) ชนิดของเนื้อหาแบบเรื่องเล่า (Narrative Content Type) หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของเนื้อหาที่มีลักษณะแบบเรื่องเล่า โดยมี ค่าของข้อมูล คือ บทคัดย่อ (Abstract) การอธิบายคร่าว ๆ (Overview) บทนำ (Introduction)บทเรียน (Chapter)ข้อสรุป (Summary) และบรรณานุกรม (Bibliography)

(5) ชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิด(Cognitive Content Type)หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิด โดยมีค่าของข้อมูล คือ ข้อเท็จจริง (Fact) บทนิยาม (Definition) กระบวนการ (Process) กระบวนงาน (Procedure) สาธิต (Demo) และขั้นตอนวิธี (Algorithm)

(6) ชนิดของเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุน(Supporting Content Type)หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ โดยมีค่าของข้อมูลคือ ตัวอย่าง (Example) แบบฝึกหัด (Exercise) การอ้างอิง (Reference) การบรรยาย (Description) ข้อคำถาม (Question) และคำตอบ (Answer)

(7) ชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อม (Environment ContentType)หมายถึง ลักษณะเฉพาะตัวของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ ที่บ่งบอกเกี่ยวกับชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อมค่าของข้อมูล คือ เวลา(Time) กำหนดการ(Schedule) เสียง (Sound) สถานที่ (Place) แรงจูงใจ (Motivation) เงื่อนไข (Condition) การมอบหมาย (Assignment)และการประเมินผล (Evaluation)

4.1.2 คลังคำศัพท์

การจัดเก็บคำในคลังคำศัพท์ของงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วยสคอส (Simple Knowledge Organization System: SKOS) มีการอธิบายความสัมพันธ์เชิงความหมายของ

คำศัพท์ต่าง ๆ ใน 3 ลักษณะคือ ความสัมพันธ์ในลักษณะเท่าเทียมกัน ความสัมพันธ์ในลักษณะลดหลั่นตามลำดับชั้นและความสัมพันธ์ในลักษณะเกี่ยวข้องกันหรือความหมายคาบก่ายกัน เป็นคลังคำศัพท์ที่สร้างขึ้นมาใหม่ซึ่งประกอบด้วย ชุดของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 224 คำ ซึ่งเก็บรวบรวมได้มาจาก 3แหล่งข้อมูลคือ (1) แหล่งคำได้มาจากแบบแผนการจัดหมวดหมู่ สากล ได้แก่ ระบบทศนิยมดิวอี้หรือระบบดีดีซี (DDC) ระบบหอสมุดรัฐสภาอเมริกันหรือระบบแอลซี (LC)และ ยูเนสโกธิซอรัส (UNESCO Thesaurus) (2) แหล่งความ ได้มาจาก ชื่อเรื่องของสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ที่อยู่ภายใต้โครงการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามแผนปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง 2555 (sp2) และสกัดคำจากตำราและหนังสือเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา และ (3) แหล่งบุคคลได้มาจากกลุ่มของผู้ใช้และผู้ทรงคุณวุฒิและ/หรือผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาเคมี

ทั้งนี้ คำศัพท์ทั้งหมดในคลังคำจะถูกกำหนดลำดับความสำคัญให้กับคำต่าง ๆ ตามตำแหน่งของความสัมพันธ์เชิงความหมายของคำใด ๆ กับคำค้น โดยใช้เกณฑ์การจัดอันดับความสำคัญและ ค่าน้ำหนัก ด้วยเทคนิคการจัดลำดับด้วยวิธีหาผลรวม (Rank Sum)ดังนั้น เมื่อใช้คำค้นที่แตกต่างกัน ค่าน้ำหนักของคำศัพท์ในคลังคำก็จะเปลี่ยนไปและแตกต่างกัน เพราะจะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์เชิงความหมายตาม โครงสร้างของ สคอสว่าคำนั้น ๆ มีคำศัพท์ใดบ้างที่ เกี่ยวข้องโดยค่าน้ำหนักที่ได้ ดังกล่าว จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และจัดอันดับ ผลการสืบค้นข้อมูล ของมอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคลต่อไป

4.2 ผลการพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

การพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ของงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่กระบวนการศึกษาทดลองที่มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกันในหลายรูปแบบทั้งนี้ เพื่อให้สามารถสร้างกฎการแนะนำ (Recommendation Rules)ที่สามารถอธิบายหรือบอก ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะ เฉพาะ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ผู้ใช้มีความชอบกับ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมโดยใช้ การผสมผสานระหว่างเทคนิควิธี ต่าง ๆ ได้แก่ เทคนิควิธี ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิควิธีเลือกลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล (Feature Selection and Feature Grouping) เทคนิคการค้นหา ความสัมพันธ์ (Association Rule Discovery) ด้วย อัลกอริทึมเอพริออริ(Apriori Algorithm) และเทคนิควิธี ของกฎส่วนใหญ่ (Majority Rule Based)สามารถแบ่งผลการศึกษาทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนของผล การ

คัดเลือกลักษณะและการจัดกลุ่มข้อมูล และ (2) ส่วนของผล การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการคัดเลือกลักษณะและการจัดกลุ่มข้อมูล

กระบวนการศึกษาทดลองเพื่อ คัดเลือกลักษณะและการจัดกลุ่มข้อมูล สำหรับนำไปใช้ใน การสร้างมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ การเพิ่มประสิทธิภาพการทำนาย ตัวแบบ โดยการจัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์(การทดลอง A)และการเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายตัวแบบ โดยการเพิ่มกลุ่มข้อมูล ความสัมพันธ์ ที่เกิดขึ้น ระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ(การทดลองB) มีผลการศึกษาดังนี้

4.2.1.1 ผลการเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบ โดยการจัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์(LOs Characteristics Grouping)

การทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการ เพิ่มประสิทธิภาพ การทำนายของตัวแบบจำแนกข้อมูล (Classification Model) ภายใต้เงื่อนไขของการปรับเปลี่ยนวิธีการสร้างตัวแบบที่มีลักษณะแตกต่างกัน ระหว่าง การใช้แอททริบิวท์นำเข้า(Input Attributes) เป็นข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม(Before Grouping) และข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว(After Grouping)และค้นหา อัลกอริทึม ในกลุ่มของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาทดลองขั้นตอนต่อไป โดยมีส่วนของผลการทดลอง และส่วนของการวิเคราะห์และอภิปรายผล ดังต่อไปนี้

1) ผลการทดลอง(Experimental Result)

ผลการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลภายใต้เงื่อนไขการปรับเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลที่ใช้เป็นแอททริบิวท์นำเข้าเพื่อสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลที่มีลักษณะแตกต่างกันในการศึกษาทดลองนี้สามารถแบ่งผล การเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบระหว่าง การใช้แอททริบิวท์นำเข้า เป็น ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม(Before Grouping) และข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว(After Grouping) ทำให้สามารถสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลได้จำนวน 4ตัวแบบ ประกอบด้วย ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้ (Classification Model for Learning Styles)ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ (Classification Model for Gender) ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษา (Classification Model

for Grade Level) และตัวแบบจำแนกข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Classification Model for Science Favorite) มีผลการศึกษาดังต่อไปนี้

1.1) ตัวแบบจำแนก ข้อมูลตาม รูปแบบการเรียนรู้ (Classification Model forLearning Styles)เมื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้ พบว่า การใช้แอททริบิวท์นำเข้าเป็นข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิง อ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้วจะมีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง (Total Accuracy) ของตัวแบบจำแนกข้อมูลสูงกว่าการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม ทั้ง 5 อัลกอริทึม ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตาม รูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม

Model	Accuracy (%)			
	Independent	Participant	Collaborative	Total
Random Tree	38.93 %	54.88 %	50.59 %	**49.42 %**
J48 Tree	41.22 %	56.28 %	41.76 %	**47.67 %**
NB Tree	29.01 %	63.72 %	34.12 %	**45.16 %**
BF Tree	32.06 %	48.84 %	41.76 %	**42.25 %**
Simple Tree	34.35 %	51.63 %	35.88 %	**42.05 %**

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตาม รูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว

Model	Accuracy (%)			
	Independent	Participant	Collaborative	Total
Random Tree	53.44 %	66.05 %	44.71 %	**55.82 %**
J48 Tree	42.75 %	66.98 %	41.18 %	**52.32 %**
NB Tree	41.22 %	72.56 %	51.76 %	**57.76 %**
BF Tree	34.35 %	65.58 %	32.35 %	**46.71 %**
Simple Tree	34.35 %	62.79 %	40.59 %	**48.91 %**

ผลการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น ของแต่ละอัลกอริทึม (ตารางที่ 4.1 และ 4.2) ของ ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้ พบว่า อัลกอริทึม NB Tree มีค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลที่เพิ่มขึ้น มากที่สุด จำนวนร้อยละ 12.60 รองลงมาคือ อัลกอริทึม Simple Tree มีค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น จำนวนร้อยละ 6.86ลำดับถัดมาคือ อัลกอริทึม Random Tree อัลกอริทึม J48 และอัลกอริทึม BF Tree มีค่าความถูกต้องของตัวแบบที่เพิ่มขึ้น จำนวนร้อยละ 6.40, 4.65และ 4.46ตามลำดับ

1.2) ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ (Classification Model for Gender) เมื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ พบว่า การใช้แอททริบิวท์นำเข้าเป็นข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว จะมีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง (TotalAccuracy)ของตัวแบบจำแนกข้อมูลสูงกว่าการใช้ข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่มทั้ง 5 อัลกอริทึม ดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม

Models	Accuracy (%)		
	Male	Female	Total
Random Tree	61.54 %	49.57 %	**56.20 %**
J48 Tree	65.38 %	45.65 %	**56.59 %**
NB Tree	70.98 %	54.78 %	**63.76 %**
BF Tree	76.22 %	35.65 %	**58.14 %**
Simple Tree	69.58 %	44.78 %	**58.53 %**

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว

Models	Accuracy (%)		
	Male	Female	Total
Random Tree	76.92 %	57.83 %	**68.41 %**
J48 Tree	77.62 %	56.09 %	**68.02 %**
NB Tree	76.57 %	58.26 %	**68.41 %**
BF Tree	73.08 %	45.65 %	**60.85 %**
Simple Tree	65.73 %	54.35 %	**60.66 %**

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของแต่ละอัลกอริทึม (ตารางที่ 4.3 และ 4.4)ของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ พบว่า อัลกอริทึม Random Tree ค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด จำนวนร้อยละ 12.21 รองลงมาคือ อัลกอริทึม J48มีค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น จำนวนร้อยละ 11.43ลำดับถัดมาคือ อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม BF Tree และอัลกอริทึม Simple Tree มีค่าความถูกต้องของตัวแบบที่เพิ่มขึ้น จำนวนร้อยละ 4.65,2.71และ2.13ตามลำดับ

1.3) ตัวแบบจำแนก ข้อมูลตาม ระดับการศึกษา (Classification Model for Grade Level) เมื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูล ตามระดับการศึกษาพบว่า การใช้แอททริบิวท์นำเข้าเป็นข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว จะมีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง (Total Accuracy) ของตัวแบบจำแนกข้อมูลสูงกว่าการใช้ข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม ทั้ง 5 อัลกอริทึม ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษา โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม

Models	Accuracy (%)		
	High school	Second school	Total
Random Tree	70.07 %	48.35 %	**59.88 %**
J48 Tree	68.25 %	60.74 %	**64.73 %**
NB Tree	64.96 %	58.26 %	**61.82 %**
BF Tree	72.26 %	42.98 %	**58.53 %**
Simple Tree	64.23 %	59.92 %	**62.21 %**

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษา โดยใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว

Models	Accuracy (%)		
	High school	Second school	Total
Random Tree	66.79 %	61.16 %	**64.15 %**
J48 Tree	74.09 %	59.92 %	**67.44 %**
NB Tree	74.82 %	61.57 %	**68.60 %**
BF Tree	68.61 %	57.85 %	**63.57 %**
Simple Tree	64.96 %	60.74 %	**62.98 %**

ผลการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น ของแต่ละอัลกอริทึม (ตารางที่ 4.5 และ 4.6) ของตัวแบบจำแนกข้อมูลตาม ระดับการศึกษา พบว่า อัลกอริทึม NB Tree มีค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลที่เพิ่มขึ้น มากที่สุด จำนวนร้อยละ 6.78 รองลงมาคือ อัลกอริทึม BF Tree มีค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น จำนวนร้อยละ 5.04ลำดับถัดมาคือ อัลกอริทึม Random Treeอัลกอริทึม J48 และอัลกอริทึม Simple Treeค่าความถูกต้องของตัวแบบที่เพิ่มขึ้น จำนวนร้อยละ 4.27, 2.71,0.77 ตามลำดับ

1.4) ตัวแบบจำแนก ข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Classification Model for Science Favorite) เมื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า การใช้ แอททริบิวท์นำเข้า เป็นข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว จะมีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความ

ถูกต้อง (Total Accuracy) ของตัวแบบจำแนกข้อมูลสูงกว่าการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่มทั้ง 5 อัลกอริทึม ดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่ม

Models	Accuracy (%)		
	Favored	Disfavored	Total
Random Tree	62.73 %	53.06 %	**58.14 %**
J48 Tree	59.41 %	52.24 %	**56.01 %**
NB Tree	59.41 %	62.04 %	**60.66 %**
BF Tree	54.24 %	57.55 %	**55.81 %**
Simple Tree	53.51 %	60.41 %	**56.78 %**

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลตาม ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว

Models	Accuracy (%)		
	Favored	Disfavored	Total
Random Tree	69.00 %	64.08 %	**66.67 %**
J48 Tree	63.84 %	57.96 %	**61.05 %**
NB Tree	61.25 %	72.65 %	**66.67 %**
BF Tree	59.04 %	57.96 %	**58.53 %**
Simple Tree	56.83 %	58.37 %	**57.56 %**

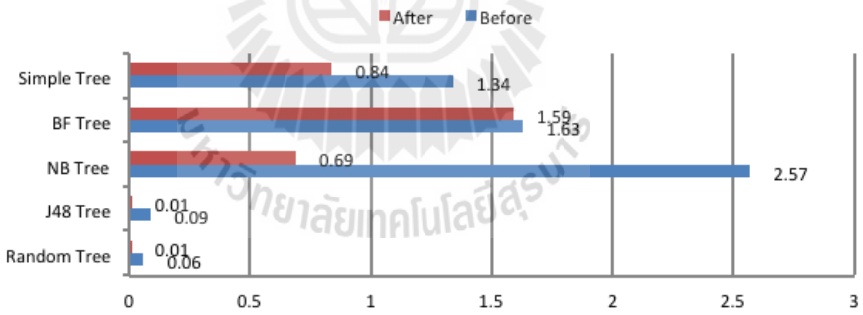
ผลการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น ของแต่ละอัลกอริทึม (ตารางที่ 4.7 และ 4.8) ของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์พบว่า อัลกอริทึม Random Tree มีค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด ร้อยละ 8.53 รองลงมาคือ อัลกอริทึม NB Tree มีค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น จำนวนร้อยละ 6.01ลำดับถัดมาคือ อัลกอริทึม J48อัลกอริทึม BF Tree อัลกอริทึม Simple Tree มีค่าความถูกต้องของตัวแบบที่เพิ่มขึ้น จำนวนร้อยละ 5.04, 2.72และ0.78 ตามลำดับ

2) วิเคราะห์และอภิปรายผล(Analysis and Discussion)

จากการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง ที่เพิ่มขึ้น โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างการเลือกใช้แอททริบิวท์นำเข้าที่เป็นข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่มและที่ถูกจัดกลุ่มแล้ว พบว่า การใช้ข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ถูกจัดกลุ่มแล้วเป็นแอททริบิวท์นำเข้าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายของตัว

แบบจำแนกข้อมูลได้ดีขึ้นทุก อัลกอริทึม (ตารางที่ 4.1 – 4.8) ในส่วนของการพิจารณาคัดเลือกอัลกอริทึมที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้ จะใช้การศึกษาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึมจาก 2 ส่วนที่เกี่ยวข้องคือ (1) ความสามารถด้านเวลาที่ใช้ในการประมวลผล และ (2) ความสามารถในการเพิ่มค่าความถูกต้องของอัลกอริทึม เป็นการทดสอบการทำงานของอัลกอริทึมบนระบบปฏิบัติการ OSX 10.9 ซีพียู Intel Core i7 – 2.0 GHz ในส่วนของความสามารถด้านเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ผลปรากฏว่า

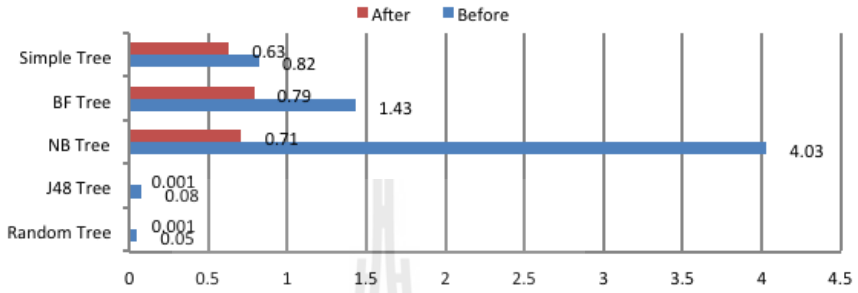
อัลกอริทึมที่ช่วยลดเวลาการสร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้มากที่สุด คืออัลกอริทึม J48คิดเป็นร้อยละ 88.89 รองลงมาคือ อัลกอริทึม Random Tree อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม Simple Tree และอัลกอริทึม BF Tree คิดเป็นร้อยละ 83.88, 73.15, 37.31และ 2.45 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้เวลาในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจลดลง เท่ากับร้อยละ 57.03(ดังรูปที่ 4.1) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการสร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ ที่พบว่า อัลกอริทึมที่ช่วยลดเวลามากที่สุด คืออัลกอริทึม J48 คิดเป็นร้อยละ 98.75 รองลงมาคือ อัลกอริทึม Random Tree อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม BF Tree และอัลกอริทึม Simple Tree คิดเป็นร้อยละ 98.00, 82.38, 44.76 และ23.17 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้เวลาในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจลดลง เท่ากับร้อยละ 69.41(ดังรูปที่ 4.2)



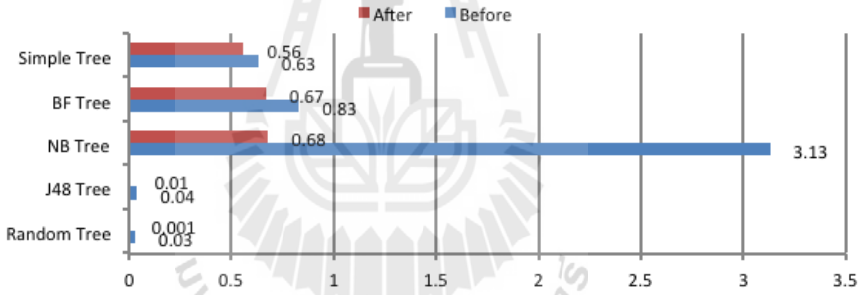
รูปที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้

สำหรับอัลกอริทึมที่ช่วยลดเวลาการสร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษามากที่สุดคืออัลกอริทึม Random Tree คิดเป็นร้อยละ 98.33 รองลงมาคือ อัลกอริทึม J48 อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม Simple Tree และอัลกอริทึม BF Tree คิดเป็นร้อยละ 87.50, 69.95, 9.62 และ6.06 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้เวลาในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจลดลง เท่ากับร้อยละ 54.29(ดังรูปที่ 4.3) ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันกับการสร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูลตาม

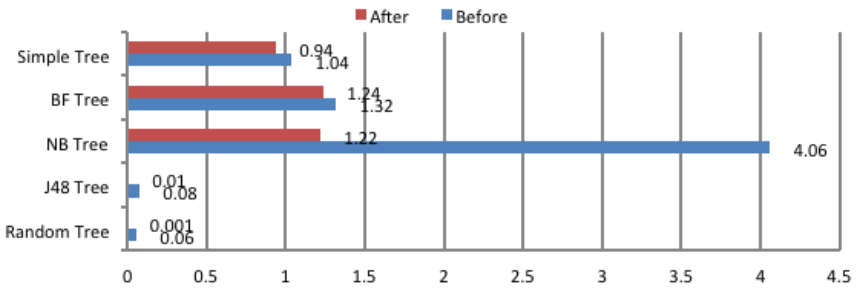
ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ ที่พบว่าอัลกอริทึมที่ช่วยลดเวลามากที่สุด คืออัลกอริทึม Random Tree คิดเป็นร้อยละ 96.67 รองลงมาคือ อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม J48อัลกอริทึม BF Tree และอัลกอริทึม Simple Tree คิดเป็นร้อยละ 78.27, 75.00, 19.28และ11.11 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้เวลาในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจลดลง เท่ากับร้อยละ 56.07(ดังรูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ

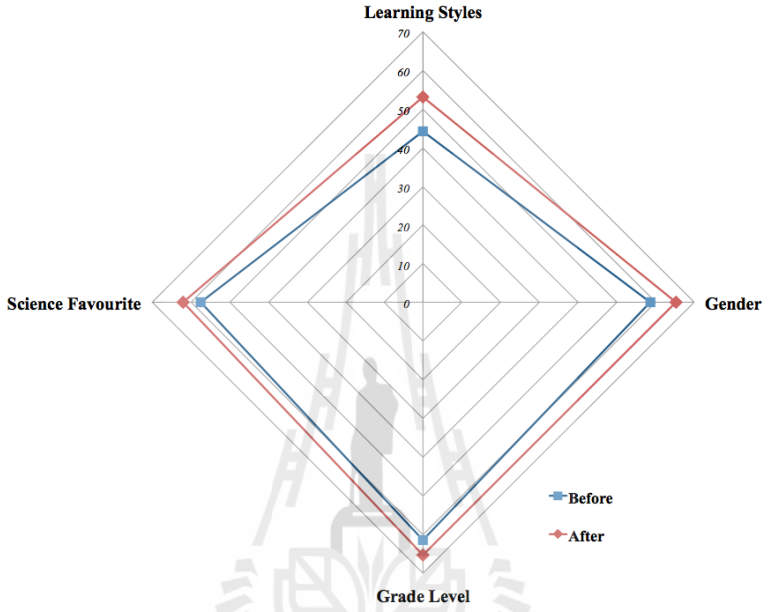


รูปที่ 4.3 กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจของตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษา

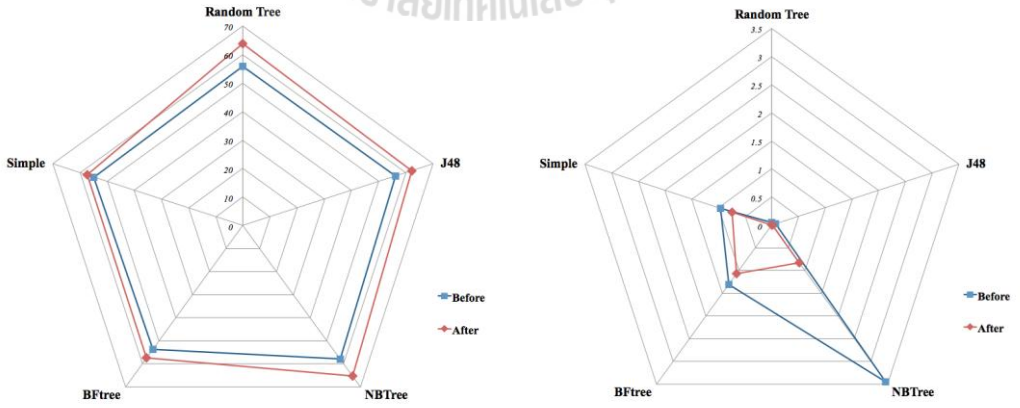


รูปที่ 4.4กราฟเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการสร้างต้นไม้ตัดสินใจของตัวแบบจำแนกข้อมูลตาม ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์

ในส่วนของผลการวิเคราะห์ ความสามารถในการเพิ่มค่าความถูกต้องของอัลกอริทึมต่างๆ นั้น เมื่อพิจารณาจากภาพรวมของสัดส่วนค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูลจะเห็นได้ว่า ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้ จะมีสัดส่วนของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด รองลงมาคือตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศตัวแบบจำแนกข้อมูลตามลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์และตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษาดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูล



(a) Increased accuracy (b) Reduced training time

รูปที่ 4.6 กราฟเปรียบเทียบค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นและการลดเวลาที่ใช้ในการประมวลผลจำแนกตามอัลกอริทึม

จากรูปที่ 4.6 เมื่อเปรียบเทียบ ค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นและการลดเวลาที่ใช้ในการประมวลผล ของอัลกอริทึมต่างๆ พบว่า อัลกอริทึม J48อัลกอริทึม Random Tree และอัลกอริทึม NB Tree มีสัดส่วนของการเพิ่ม ค่าความถูกต้อง ได้ใกล้เคียงกัน ในขณะเดียวกัน อัลกอริทึม NB Tree มีการใช้ช่วงเวลาในการประมวลผลข้อมูลมาก ในขณะที่ อัลกอริทึม J48และอัลกอริทึม Random Tree ใช้เวลาในการประมวลผลที่น้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด

ดังนั้นทำให้ได้ข้อสรุปจากการศึกษาทดลองนี้ว่า อัลกอริทึมและลักษณะข้อมูลที่มีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาตัวแบบในขั้นตอนต่อไปคือ อัลกอริทึม J48หรืออัลกอริทึม Random Treeและแอททริบิวท์นำเข้าควรเลือกใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์(LOs Characteristics Grouping)

4.2.1.2 ผลการเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบ โดยการเพิ่มกลุ่มข้อมูลความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ (Apriori Algorithm)

การทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการ เพิ่มประสิทธิภาพการทำนายตัวแบบจำแนกข้อมูลด้วยอัลกอริทึมในกลุ่มของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจโดยการเพิ่ม ข้อมูลแอททริบิวท์นำเข้า ที่เป็นคุณลักษณะใหม่ (New Feature) จำนวน 6 คุณลักษณะ ซึ่งเป็นกลุ่มข้อมูลความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึม เอพริออริของ3เซตข้อมูลที่ประกอบด้วยเซต A = $\{A^2, A^3\}$ เซต B = $\{B^2, B^3\}$ และเซต C = $\{C^2, C^3\}$ ได้แก่ A^2 = {Summary, Demo}A^3 = {Summary, Fact, Demo}B^2 = {Summary, Example}B^3 = {Simulation, Summary, Example}C^2 = {Exercise, Time}และ C^3 = {Overview, Exercise, Time}เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการทำนายโดยใช้วิธีการเพิ่มคุณลักษณะในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้สามารถนำเสนอผลการศึกษาทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของผลการทดลอง และส่วนของการ วิเคราะห์และอภิปรายผล ดังต่อไปนี้

1) ผลการทดลอง (Experimental Result)

เนื่องจากการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลของการศึกษาทดลองนี้ มีการกำหนดเงื่อนไขการปรับเปลี่ยนและเพิ่มจำนวนของ แอททริบิวท์นำเข้า หลายรูปแบบ จึงสามารถแบ่งผลการศึกษาทดลองออกเป็น4การทดลองย่อยดังต่อไปนี้

1.1) ผลการทดลองย่อยส่วนที่ 1 หรือการทดลอง B1เป็นส่วนของการ ออกแบบการทดลองที่มีการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลและใช้ชุดข้อมูลต่างๆ เช่นเดียวกับ

การศึกษาทดลอง A สำหรับส่วนที่แตกต่างกันคือ การศึกษาทดลอง B1 จะมีผลการทดสอบและสร้างตัวแบบซ้ำ 2ครั้งกับชุดทดสอบที่ 1 (Case 1) และชุดทดสอบที่ 2 (Case 2) ตามลำดับ เพื่อเป็นการตรวจสอบและยืนยันความน่าเชื่อถือของค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลที่ได้อีกครั้ง

ผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลทั้ง 4ตัวแบบพบว่า การใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จัดกลุ่มแล้ว (Grouping) จำนวน 5 คุณลักษณะ มาใช้เป็นแอททริบิวท์นำเข้า สำหรับการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลทำให้ได้ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง(Total Accuracy) ของแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูลของทุกอัลกอริทึม (J48, RT และ RFT) สูงกว่าการใช้ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ไม่ได้จัดกลุ่มหรือข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เริ่มต้น (Original) จำนวน 19คุณลักษณะของทั้ง 2 ชุดทดสอบ ดังตารางที่ 4.9 และ ตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จัดกลุ่มแล้วชุดทดสอบที่ 1 (Case 1)

Output	Original (19 inputs)			Grouping (5 inputs)		
	J48	RT	RFT	J48	RT	RFT
Learning Style	42.65 %	42.02 %	45.38 %	48.11 %	49.58 %	51.26 %
Gender	54.41 %	53.78 %	56.51 %	56.30 %	60.71 %	61.76 %
Grade Level	56.51 %	55.67 %	60.08 %	58.61 %	64.71 %	65.76 %
Science Favored	52.10 %	53.99 %	53.57 %	53.36 %	56.30 %	57.98 %
Average	**51.42 %**	**51.37 %**	**53.89 %**	**54.10 %**	**57.83 %**	**59.19 %**

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้นกับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จัดกลุ่มแล้วชุดทดสอบที่ 2 (Case 2)

Output	Original (19 inputs)			Grouping (5 inputs)		
	J48	RT	RFT	J48	RT	RFT
Learning Style	40.97 %	43.49 %	43.91 %	47.27 %	47.06 %	51.05 %
Gender	55.04 %	58.19 %	56.93 %	56.93 %	60.92 %	60.29 %
Grade Level	57.35 %	55.46 %	58.40 %	58.82 %	64.92 %	66.39 %
Science Favored	52.52 %	51.89 %	51.05 %	53.78 %	59.24 %	57.77 %
Average	**51.47 %**	**52.26 %**	**52.57 %**	**54.20 %**	**58.04 %**	**58.88 %**

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของทั้ง 2 ชุดทดสอบ (ตารางที่ 4.9 และ 4.10) พบว่า ในชุดทดสอบที่ 1 (Case 1) มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของ อัลกอริทึม J48อัลกอริทึม RT และอัลกอริทึม RFT เท่ากับร้อยละ 2.68, 6.46 และ 5.30 ตามลำดับ สำหรับชุดทดสอบที่ 2 (Case 2) มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่

เพิ่มขึ้นของอัลกอริทึม J48อัลกอริทึม RT และอัลกอริทึม RFT เท่ากับร้อยละ 2.73, 5.78 และ 6.31 ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้ในครั้งนี้ จะเห็นได้ว่า ผลที่ได้มีความสอดคล้องกับผลการทดลอง A ที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น ทำให้สามารถตรวจสอบและ ยืนยันความน่าเชื่อถือ ตามแนวความคิดที่จะการเลือกใช้ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จัดกลุ่มแล้ว (Grouping) สำหรับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้

1.2) ผลการทดลองย่อยส่วนที่ 2 หรือการทดลอง B2เป็นส่วนของการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลโดยการกำหนดให้แอททริบิวท์นำเข้าคือคุณลักษณะใหม่ (New Feature)ที่ได้มาจากความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริจำนวน 6 คุณลักษณะซึ่งมาจาก 3เซตข้อมูลที่ประกอบด้วยเซต A = $\{A^2, A^3\}$ เซต B = $\{B^2, B^3\}$ และเซต C = $\{C^2, C^3\}$ ในการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลแต่ละตัวแบบโดยใช้ ตัวจำแนกคือ แอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริชุดทดสอบที่ 1(Case 1)

Output	Original (19 inputs)			Apriori Grouping (6 inputs)		
	J48	RT	RFT	J48	RT	RFT
Learning Style	42.65 %	42.02 %	45.38 %	44.75 %	51.26 %	51.68 %
Gender	54.41 %	53.78 %	56.51 %	58.40 %	59.45 %	62.82 %
Grade Level	56.51 %	55.67 %	60.08 %	60.50 %	65.76 %	67.23 %
Science Favored	52.10 %	53.99 %	53.57 %	53.57 %	57.98 %	56.30 %
Average	**51.42 %**	**51.37 %**	**53.89 %**	**54.31 %**	**58.61 %**	**59.51 %**

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริชุดทดสอบที่ 2(Case 2)

Output	Original (19 inputs)			Apriori Grouping (6 inputs)		
	J48	RT	RFT	J48	RT	RFT
Learning Style	40.97 %	43.49 %	43.91 %	44.33 %	48.53 %	49.16 %
Gender	55.04 %	58.19 %	56.93 %	58.82 %	59.87 %	63.03 %
Grade Level	57.35 %	55.46 %	58.40 %	61.34 %	65.97 %	68.28 %
Science Favored	52.52 %	51.89 %	51.05 %	54.41 %	57.56 %	57.77 %
Average	**51.47 %**	**52.26 %**	**52.57 %**	**54.73 %**	**57.98 %**	**59.56 %**

ผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลทั้ง 4 ตัวแบบ พบว่า การใช้ข้อมูลที่เป็น คุณลักษณะใหม่ ที่ได้มาจาก ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น

ระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึม เอพริออริ จำนวน 6 คุณลักษณะมาใช้เป็นแอททริบิวท์นำเข้า สำหรับการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลทำ ให้ได้ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง (Total Accuracy) ของแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูลของทุกอัลกอริทึม (J48, RT และ RFT) สูงกว่าการใช้ข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เริ่มต้น (Original) จำนวน 19 คุณลักษณะของทั้ง 2 ชุดทดสอบดังตารางที่ 4.11 และ ตารางที่ 4.12

ผลการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น ของทั้ง 2ชุดทดสอบ (ตารางที่ 4.11 และ 4.12) พบว่า ในชุดทดสอบที่ 1 (Case 1) มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของ อัลกอริทึม J48อัลกอริทึม RT และอัลกอริทึม RFT เท่ากับร้อยละ 2.89, 7.24และ 5.62 ตามลำดับ สำหรับชุดทดสอบที่2 (Case 2) มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของ อัลกอริทึม J48อัลกอริทึม RT และ อัลกอริทึม RFT เท่ากับร้อยละ 3.26, 5.72และ 6.99 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การเลือกใช้ กลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ได้จากอัลกอริทึม เอพริออริ สามารถนำมาใช้เป็น แอททริบิวท์นำเข้า เพื่อช่วยเพิ่ม ประสิทธิภาพการทำนายตัวแบบจำแนกได้เช่นเดียวกัน

1.3) ผลการทดลองย่อยส่วนที่ 3 หรือการทดลอง B3เป็นส่วนของการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาและ วิเคราะห์ผลที่ได้จากการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลโดยการใช้แอททริบิวท์นำเข้าที่ได้มาจากคุณลักษณะ2ส่วนที่เกี่ยวข้อง คือ ส่วนของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่จัดกลุ่มแล้ว (Grouping) จำนวน 5 คุณลักษณะ และส่วนของคุณลักษณะที่ได้การจัดกลุ่ม ความสัมพันธ์ที่ เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึม เอพริออริ จำนวน 6 คุณลักษณะ ทำให้ได้คุณลักษณะทั้งสิ้น 11 คุณลักษณะสำหรับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลโดยมีตัวจำแนกคือ แอททริบิวท์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลเช่นเดียวกับการทดลองก่อนหน้านี้

ผลการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลทั้ง 4ตัวแบบ พบว่า การใช้ข้อมูลที่รวบรวมมาจากคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องจำนวนทั้งสิ้น 11 คุณลักษณะ มาใช้เป็น แอททริบิวท์นำเข้า สำหรับการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลทำให้ได้ ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง (Total Accuracy) ของแต่ละตัวแบบจำแนกข้อมูลของทุกอัลกอริทึม (J48, RT และ RFT) สูงกว่าการใช้ข้อมูลข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น (Original) จำนวน 19 คุณลักษณะ ของทั้ง 2 ชุดทดสอบดังตารางที่ 4.13และ ตารางที่ 4.14

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของทั้ง 2 ชุดการทดสอบ (ตารางที่ 4.13 และ 4.14) พบว่า ในชุดทดสอบที่ 1 (Case 1) มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของ อัลกอริทึม J48อัลกอริทึม RT และ อัลกอริทึม RFT เท่ากับร้อยละ

4.40, 8.77 และ 6.19 ตามลำดับ สำหรับชุดทดสอบที่2 (Case 2) มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของอัลกอริทึม J48อัลกอริทึม RT และอัลกอริทึม RFT เท่ากับร้อยละ 4.58, 6.30 และ 7.93 ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้ในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า การสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลที่เลือกใช้แอททริบิวท์นำเข้า เป็นข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จัดกลุ่มแล้ว (Grouping) ร่วมกับข้อมูลคุณลักษณะที่ได้การจัดกลุ่ม ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึม เอพริออริ ทำให้สามารถ เพิ่มประสิทธิภาพการทำนายตัวแบบจำแนกได้ดียิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับการใช้กลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องชุดทดสอบที่ 1(Case 1)

Output	Original (19 input)			Cooperation (11 inputs)		
	J48	RT	RFT	J48	RT	RFT
Learning Style	42.65 %	42.02 %	45.38 %	49.16 %	53.78 %	52.10 %
Gender	54.41 %	53.78 %	56.51 %	58.61 %	62.61 %	61.55 %
Grade Level	56.51 %	55.67 %	60.08 %	61.76 %	67.23 %	69.75 %
Science Favored	52.10 %	53.99 %	53.57 %	53.73 %	56.93 %	56.93 %
Average	**51.42 %**	**51.37 %**	**53.89 %**	**55.82 %**	**60.14 %**	**60.08%**

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกข้อมูลระหว่างข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เริ่มต้น กับการใช้กลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องชุดทดสอบที่ 2 (Case 2)

Output	Original (19 input)			Cooperation (11 inputs)		
	J48	RT	RFT	J48	RT	RFT
Learning Style	40.97 %	43.49 %	43.91 %	48.53 %	49.58 %	53.36 %
Gender	55.04 %	58.19 %	56.93 %	59.03 %	60.08 %	63.24 %
Grade Level	57.35 %	55.46 %	58.40 %	62.18 %	66.39 %	67.65 %
Science Favored	52.52 %	51.89 %	51.05 %	54.44 %	58.19 %	57.77 %
Average	**51.47 %**	**52.26 %**	**52.57 %**	**56.05 %**	**58.56 %**	**60.50 %**

1.4) ผลการทดลองย่อยส่วนที่ 4 หรือการทดลอง B4เป็นส่วนของการออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลเพื่อค้นหาและคัดเลือกกลุ่มของคุณลักษณะใหม่(New Feature) ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับนำไปใช้เป็น แอททริบิวท์นำเข้า ของการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจของงานวิจัยนี้

การสร้าง ไอเท็มเซต (ItemSets)ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล สำหรับทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายตัวแบบ โดย วิธีการเพิ่มกลุ่มข้อมูลความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริของการทดลองในส่วนนี้ ได้จากการจับคู่ความสัมพันธ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างข้อมูล 3เซตคือเซต A = {A^2, A^3} เซตB = {B^2, B^3} และเซต C= {C^2, C^3} จากนั้น นำไปเพิ่มเป็น แอททริบิวท์นำเข้าเพิ่มเติมจากข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จัดกลุ่มแล้ว (Grouping) ที่มีอยู่จำนวน 5 คุณลักษณะ สร้างเป็นไอเท็มเซตสำหรับการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลอาทิเช่น

- ไอเท็มเซต A หมายถึง ชุดข้อมูลที่มีการเพิ่มคุณลักษณะของค่า A เข้าไปจำนวน 2คุณลักษณะมาจาก A = {A^2, A^3} นั่นคือ A^2 = {Summary, Demo}และ A^3 = {Summary, Fact, Demo}ทำให้ได้คุณลักษณะ (Features) สำหรับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น (5)+2 = 7 คุณลักษณะ

- ไอเท็มเซต A^2 B^2 C^2หมายถึง ชุดข้อมูลที่มีการเพิ่มคุณลักษณะของค่า A^2 B^2 C^2เข้าไปจำนวน 3 คุณลักษณะ ซึ่งมาจาก A^2 = {Summary, Demo} B^2 = {Summary, Example}และ C^2 = {Exercise, Time} ทำให้ได้คุณลักษณะ (Features) สำหรับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น (5)+3 = 8 คุณลักษณะ

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นได้ว่า การเพิ่มคุณลักษณะต่างๆ ที่เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึม เอพริออริ นั้น ทำให้สามารถเพิ่มค่าความถูกต้องของตัวแบบจำแนกได้ ในทุกอัลกอริทึมและสอดคล้องกันทั้งสองชุดทดสอบ โดยพบว่า อัลกอริทึม J48มีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 4.39 เมื่อใช้ไอเท็มเซต A^3 B^3 C^3ซึ่งเป็นการเพิ่ม 3 คุณลักษณะเข้าไป ได้แก่ A^3 = {Summary, Fact, Demo} B^3 = {Simulation, Summary, Example} และ C^3 = {Overview, Exercise, Time} โดยที่อัลกอริทึม RT มีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 9.80 เมื่อใช้ไอเท็มเซต A^3Cซึ่งเป็นการเพิ่ม 3 คุณลักษณะเข้าไปคือ A^3 = {Summary, Fact, Demo} และ C = {C^2, C^3} โดยที่ C^2 = {Exercise, Time}C^3 = {Overview, Exercise,Time} สำหรับอัลกอริทึม RFT มีค่าร้อยละของค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 8.04 เมื่อใช้ไอเท็มเซต A^2Cซึ่งเป็นการเพิ่ม 3 คุณลักษณะเข้าไปคือ A^2 = {Summary, Demo} และ C = {C^2, C^3} โดยที่ C^2 = {Exercise, Time}C^3 = {Overview, Exercise, Time}

2) วิเคราะห์และอภิปรายผล(Analysis and Discussion)

การศึกษาทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการ เพิ่มประสิทธิภาพการทำนายตัวแบบจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ เมื่อใช้คุณลักษณะใหม่ (New Feature) ที่เป็นรูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึม เอพริออริ จากผลการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง ที่เพิ่มขึ้นของ ทุกผลการทดลองย่อย (B1 – B4) จึงอาจกล่าวได้ว่า การเพิ่มคุณลักษณะความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่างๆ ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริเข้าไปเป็นแอททริบิวท์นำเข้าจะทำให้ได้ตัวแบบที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่4.15 ร้อยละของ ค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของตัวแบบจำแนกข้อมูล (Classification Model) จำแนกตามลักษณะของไอเท็มเซตที่เพิ่มเป็นแอททริบิวท์นำเข้า อัลกอริทึมที่ใช้ และชุดทดสอบ

Itemsets	Features	Case 1.			Case 2.			Average		
		J48	RT	RFT	J48	RT	RFT	J48	RT	RFT
A	(5) + 2	3.10	7.25	5.67	3.26	5.57	7.35	3.18	6.41	6.51
A^2	(5) + 1	2.84	8.35	5.41	3.10	7.09	7.77	2.97	7.72	6.59
A^3	(5) + 1	3.15	8.30	6.57	3.26	7.46	9.03	3.20	7.88	7.80
B	(5) + 2	3.57	7.77	4.99	3.57	7.35	6.88	3.57	7.56	5.93
B^2	(5) + 1	3.10	7.88	4.88	3.10	6.88	7.51	3.10	7.38	6.20
B^3	(5) + 1	3.41	7.35	5.78	3.41	7.46	8.14	3.41	7.41	6.96
C	(5) + 2	3.41	7.51	6.83	3.15	6.67	7.67	3.28	7.09	7.25
C^2	(5) + 1	3.15	8.30	5.67	3.36	6.09	7.04	3.26	7.20	6.36
C^3	(5) + 1	3.20	8.35	4.99	3.41	6.51	7.56	3.31	7.43	6.28
AB	(5) + 4	3.94	5.51	5.15	3.52	4.57	7.35	3.73	5.04	6.25
A^2B^2	(5) + 2	3.41	8.82	4.94	3.62	7.09	7.09	3.52	7.96	6.01
A^3B^3	(5) + 2	3.89	7.25	4.83	3.94	6.72	5.51	3.91	6.99	5.17
AB^2	(5) + 3	3.52	7.98	4.99	3.62	8.40	7.20	3.57	8.19	6.09
AB^3	(5) + 3	3.89	7.67	5.99	3.99	5.99	8.30	3.94	6.83	7.14
A^2B	(5) + 3	3.89	6.25	6.25	4.10	5.93	7.14	3.99	6.09	6.70
A^3B	(5) + 3	3.47	9.61	5.46	4.04	6.78	6.41	3.76	8.19	5.93
AC	(5) + 4	3.83	7.30	5.99	4.15	6.57	7.41	3.99	6.93	6.7
A^2C^2	(5) + 2	3.20	7.46	5.99	3.62	6.25	7.20	3.41	6.85	6.59
A^3C^3	(5) + 2	3.57	7.04	6.09	3.73	6.83	7.41	3.65	6.93	6.75
AC^2	(5) + 3	3.52	7.04	5.15	3.78	5.46	7.04	3.65	6.25	6.09
AC^3	(5) + 3	3.62	7.51	5.72	3.83	6.62	6.83	3.73	7.06	6.28
A^2C	(5) + 3	3.52	8.30	7.72	3.83	7.88	8.35	3.68	8.09	**8.04**
A^3C	(5) + 3	3.78	10.24	5.88	4.10	9.35	6.88	3.94	**9.80**	6.38
BC	(5) + 4	4.15	8.51	5.15	4.41	8.72	6.51	4.28	8.61	5.83
B^2C^2	(5) + 2	3.62	8.77	5.36	3.78	6.25	6.67	3.70	7.51	6.01
B^3C^3	(5) + 2	4.10	7.14	6.62	4.25	6.36	7.35	4.18	6.75	6.99
BC^2	(5) + 3	4.10	8.93	7.09	3.62	8.04	7.51	3.86	8.48	7.30
BC^3	(5) + 3	4.20	6.04	6.14	3.73	6.99	6.99	3.97	6.51	6.57
B^2C	(5) + 3	3.78	7.35	6.67	4.04	6.83	7.14	3.91	7.09	6.91
B^3C	(5) + 3	4.15	7.25	6.41	4.41	6.99	7.56	4.28	7.12	6.99
ABC	(5) + 6	4.52	8.77	5.57	4.15	7.2	7.62	4.33	7.98	6.59
$A^2B^2C^2$	(5) + 3	3.41	7.83	5.78	4.10	6.46	6.57	3.76	7.14	6.17
$A^3B^3C^3$	(5) + 3	4.31	8.77	6.20	4.46	6.30	7.93	**4.39**	7.54	7.06
Average		**3.65**	**7.83**	**5.82**	**3.77**	**6.84**	**7.3**	**3.71**	**7.33**	**6.56**

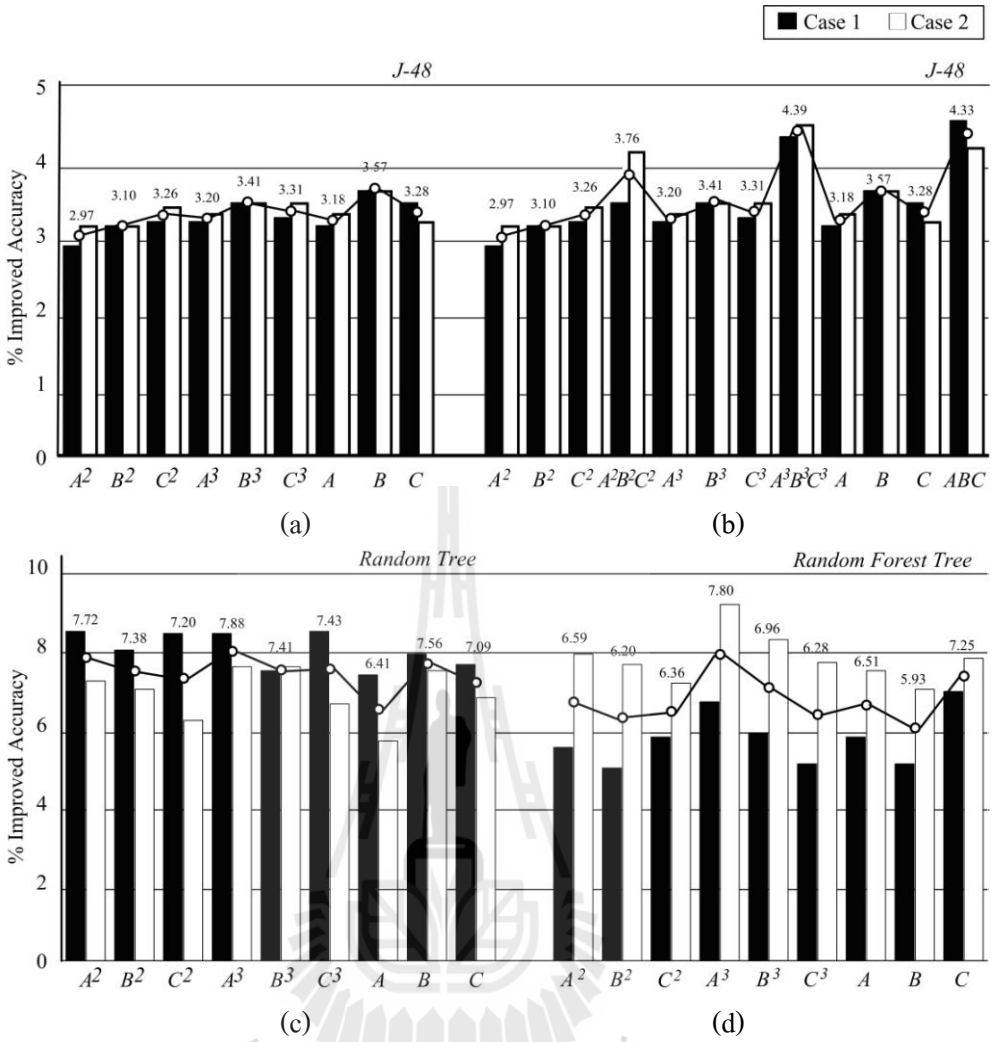
Remark: number in the column *"Feature"* = (Grouping-based method) + Apriori-based method

อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการศึกษาทดลองครั้งนี้ จำเป็นต้องพิจารณาเลือกอัลกอริทึมและไอเท็มเซตที่มีความเหมาะสมมากที่สุด สำหรับนำไปออกแบบและพัฒนาเป็นตัวแบบการแนะนำในขั้นตอนต่อไป เกณฑ์ที่นำมาใช้ประกอบการพิจารณาในครั้งนี้ จะคำนึงถึงประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึมและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการนำผลลัพธ์หรือกฎการจำแนก (Classification Rules) ที่ได้จากการศึกษาทดลองไปใช้งาน ซึ่งจะต้องสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างง่าย ดังนั้น เกณฑ์การพิจารณาจาก ขนาดของต้นไม้ตัดสินใจ (Size of Trees) ของแต่ละอัลกอริทึม รวมถึงความเสถียรหรือความคงที่ของค่าความถูกต้อง ที่ได้จากขั้นตอนการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล จึงถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์เพื่อพิจารณาคัดเลือกอัลกอริทึมและไอเท็มเซต ในการศึกษาทดลองส่วนนี้

ตารางที่ 4.16 ขนาดของต้นไม้ตัดสินใจ (Size of Trees) ของตัวแบบจำแนกข้อมูล (Classification Model) จำแนกตามการทดลอง อัลกอริทึม และชุดทดสอบ

Exp.	Model	Case 1			Case 2			Proportional size of tree by J48			
								Case 1		Case 2	
		J48	RT	RFT	J48	RT	RFT	RT	RFT	RT	RFT
Exp. B1	LS	1,129	3,337	2,241	1,033	3,497	2,145	3.0	2.0	3.4	2.1
	Gender	1,057	3,073	2,017	1,041	3,321	1,921	2.9	1.9	3.2	1.8
	Level	1,125	2,705	2,361	1,009	3,081	1,673	2.4	2.1	3.1	1.7
	SciF	1,057	3,033	1,969	1,065	3,025	1,881	2.9	1.9	2.8	1.8
Exp. B2	LS	787	2,170	1,398	787	2,167	1,418	2.8	1.8	2.8	1.8
	Gender	657	1,717	1,218	654	1,850	1,187	2.6	1.9	2.8	1.8
	Level	638	1,788	1,148	636	1,720	1,132	2.8	1.8	2.7	1.8
	SciF	646	1,889	1,312	823	1,988	1,203	2.9	2.0	2.4	1.5
Exp. B3	LS	1,016	3,433	3,225	999	3,593	3,073	3.4	3.2	3.6	3.1
	Gender	888	3,521	2,717	917	3,565	2,581	4.0	3.1	3.9	2.8
	Level	1,057	3,949	2,429	1,054	3,761	3,309	3.7	2.3	3.6	3.1
	SciF	1,057	3,177	2,693	948	3,501	2,529	3.0	2.5	3.7	2.7
Exp. B4	LS	1,169	4,209	2,881	1,161	3,625	3,097	3.6	2.5	3.1	2.7
	Gender	1,057	3,737	2,001	1,065	4,001	2,049	3.5	1.9	3.8	1.9
	Level	1,161	2,561	2,089	1,161	2,657	1,841	2.2	1.8	2.3	1.6
	SciF	1,129	3,553	2,369	1,121	3,433	2,281	3.1	2.1	3.1	2.0
Average		977	2,991	2,129	967	3,049	2,083	3.1	2.2	3.1	2.1

จากตารางที่ 4.16 สามารถจัดอันดับของ ขนาดของต้นไม้ตัดสินใจ (Size of Trees)ของตัวแบบจำแนกข้อมูล(Classification Model) จากน้อยไปหามากได้แก่ อัลกอริทึม J48อัลกอริทึมRFT และอัลกอริทึม RT ตามลำดับ และเมื่อเทียบสัดส่วนโดยรวมของขนาดต้นไม้ตัดสินใจกับอัลกอริทึม J48จะได้ว่า อัลกอริทึมRT มีขนาดของต้นไม้ตัดสินใจ ใหญ่กว่าอัลกอริทึม J48จำนวนประมาณ 2 เท่า และ อัลกอริทึมRFT มีขนาดของต้นไม้ตัดสินใจ ใหญ่กว่าอัลกอริทึม J48 จำนวนประมาณ 3 เท่า



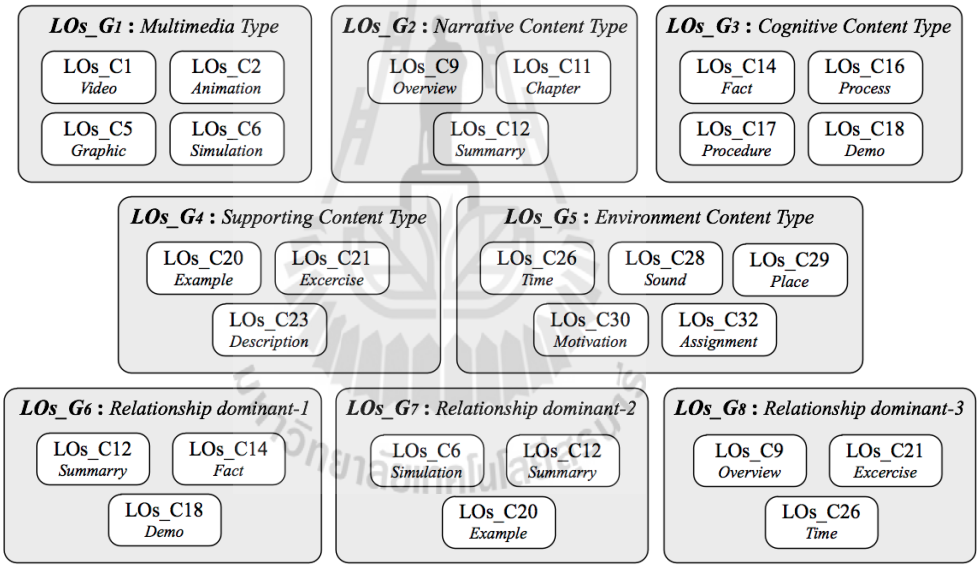
รูปที่ 4.7 แนวโน้มและการกระจายของค่าร้อยละของความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น ของแต่ละอัลกอริทึม

เมื่อพิจารณาลักษณะการกระจายของ ร้อยละของ ค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของแต่ละอัลกอริทึม จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่า อัลกอริทึม J48มีลักษณะ การกระจายของข้อมูลร้อยละของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น ของทั้ง 2ชุดทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 4.7 (a) - (b) ในขณะที่อัลกอริทึมRT และอัลกอริทึม RFT มีลักษณะการกระจายของ ข้อมูลค่อนข้างมากระหว่างผลการทดสอบทั้ง 2 ชุด แสดงให้เห็นว่าข้อมูลที่นำมาใช้ในการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลครั้งนี้มีความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานด้วยอัลกอริทึม J48มากกว่า ประกอบกับผลลัพธ์ที่ได้มีขนาดของต้นไม้ตัดสินใจ ที่เล็กที่สุด ดังนั้น ในการศึกษาทดลองนี้ จึงพิจารณาเลือกใช้อัลกอริทึม J48และไอเท็มเซต ที่สามารถให้ ค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องที่เพิ่มขึ้น มากที่สุดของอัลกอริทึม J48 คือ ไอเท็มเซต A^3 B^3 C^3 ซึ่งประกอบด้วย 8 คุณลักษณะ (ตามตารางที่ 4.15) สำหรับนำไปออกแบบและพัฒนาเป็นตัวแบบการแนะนำในขั้นตอนต่อไป

4.2.1.3 สรุปผลการคัดเลือกลักษณะและการจัดกลุ่มข้อมูล

จากผลการศึกษาทดลองที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกลักษณะและการจัดกลุ่มข้อมูลทั้ง 2 ส่วนคือ ผลการเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบ โดยการจัดกลุ่มข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และผลการเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบ โดยการเพิ่มกลุ่มข้อมูลความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วย อัลกอริทึมเอพริออริ ทำให้สามารถสรุปผลที่เกี่ยวข้อง ได้ดังต่อไปนี้

(1) ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล (Individual Characteristic) ที่จะนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบการแนะนำ (RecommendationModel) มี จำนวน 4 แอททริบิวท์ คือ เพศ (Gender)ระดับการศึกษา (Grade Level) ลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite)และรูปแบบการเรียนรู้(Learning Styles)



รูปที่4.8 กลุ่มของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำนวน 8 แอททริบิวท์

(2) ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์(LOs Characteristics) ที่จะนำไปใช้ในการสร้างตัวแบบการแนะนำได้มาจากคุณลักษณะเฉพาะของลิร์นนิงอ็อบเจกต์ใด ๆ จำนวน 19 คุณลักษณะ โดยใช้วิธีการ จัดกลุ่ม ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ จำนวน 8 แอททริบิวท์ {LOs_G1, LOs_G2, LOs_G3, LOs_G4, LOs_G5, LOs_G6, LOs_G7, LOs_G8}ดังรูปที่ 4.8

(3) อัลกอริทึมของ เทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ที่เหมาสมสำหรับการนำไปใช้สร้างตัวแบบการแนะนำของงานวิจัยนี้ คือ อัลกอริทึม J48

4.2.2 ผลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ

ขั้นตอนวิธีที่นำมาใช้ในการศึกษาทดลองเพื่อสร้างตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ของงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 2 การทดลอง คือ การพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการรวมเข้ากันของคุณลักษณะรายบุคคล(การทดลอง C) และการพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการใช้กฎส่วนใหญ่(การทดลอง D) มีผลการศึกษาดังนี้

4.2.2.1 ผล การพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการรวมเข้ากันของคุณลักษณะรายบุคคล(Individual Characteristics Combination)

การศึกษาทดลองนี้ มุ่งเน้นที่การนำเสนอขั้นตอนการวิธีสร้างตัวแบบ เพื่อการทำนาย (Predictive Model)จากข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล จำนวน 4แอททริบิวท์กับข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีการจัดกลุ่มแล้ว (Grouped) จำนวน 8แอททริบิวท์(ดังรูปที่ 4.8) เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปสร้างเป็นกฎการแนะนำ (Recommendation Rules) สำหรับการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกันได้ซึ่งสามารถนำเสนอผลการศึกษาทดลองโดยใช้เทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ด้วยอัลกอริทึม J48ออกเป็น2ส่วนคือ ส่วนของผลการทดลอง และส่วนของการวิเคราะห์และอภิปรายผล ดังต่อไปนี้

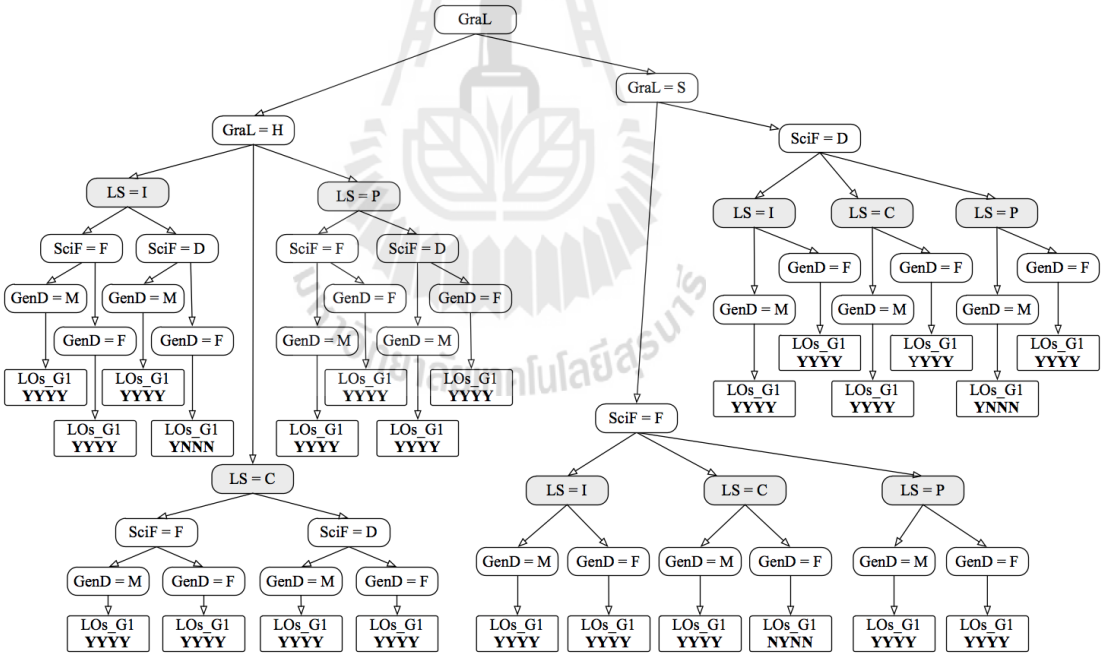
1) ผลการทดลอง (Experimental Result)

สามารถอธิบายและแบ่งผลการศึกษาทดลองนี้ ออกเป็น3 ส่วนคือ (1) ส่วนของผล การสร้างตัวแบบจำแนก ข้อมูล สำหรับแต่ละกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (2) ส่วนของผลการสร้างตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive model) และ (3) ส่วนของผลการประเมินตัวแบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

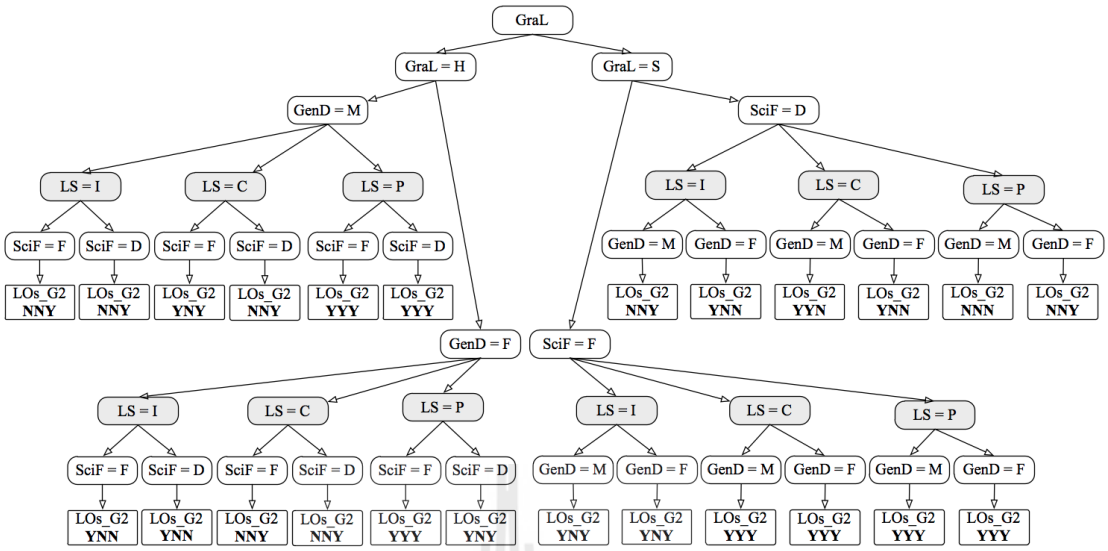
1.1) ผลการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลสำหรับแต่ละกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งได้จากการสร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูล(Classification Model) ที่ใช้แอททริบิวท์นำเข้าคือ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลจำนวน4แอททริบิวท์ หรือคุณลักษณะได้แก่ เพศระดับการศึกษาลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์และรูปแบบการเรียนรู้ส่วนตัวจำแนกคือ กลุ่มของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำนวน8แอททริบิวท์หรือคุณลักษณะดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลของ การทดลองนี้ จะแตกต่างกับการทดลอง A และB ที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น โดยจะมีชุดของ กฎการจำแนก

ข้อมูล (Classification Rules Sets) หรือต้นไม้ตัดสินใจ ของแต่ละตัวแบบเท่ากับจำนวนกลุ่ม ของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งเท่ากับ 8 ชุด และในแต่ละชุดของกฎการจำแนกข้อมูลจะ จำนวนของกฎหรือเงื่อนไขของการเลือก คุณลักษณะ ต่างๆ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของแต่ละกลุ่มเท่ากับ 24 กฎทั้ง 8ตัวแบบจำแนกข้อมูลดังตัวอย่างรูปที่ 4.9 และ 4.10

1.2) ผลการสร้างตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive Model)เป็นผลที่ได้จาก การรวมตัวแบบจำแนก ข้อมูลให้เป็นตัวแบบเดียว (Single Model) และทำการรวม ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลสำหรับใช้เป็นตัวจำแนก โดยเรียกว่า “กลุ่มผู้เรียน” (Learner’s Classes: LC) ซึ่งมีลักษณะของกลุ่มผู้เรียนที่เป็นไปได้ทั้งหมดเท่ากับ24กลุ่มหรือคลาสของผู้เรียนและสร้างเป็นกฎการแนะนำโดยการนำผลที่ได้ทั้งหมดมาทำการจับคู่ความสัมพันธ์ (Mapping) ระหว่างเซตข้อมูลที่มีค่าตรงกัน ทำให้ได้ ตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive Model) สำหรับแนะนำข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์รูปแบบต่างๆ ให้กับ‘กลุ่มผู้เรียน” ในแต่ละคลาสที่มีคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกัน ดังตารางที่4.17



รูปที่ 4.9ตัวแบบการจำแนกข้อมูล (Classification Model) สำหรับ LOs_G1



รูปที่ 4.10ตัวแบบการจำแนกข้อมูล (Classification Model) สำหรับ LOs_G2

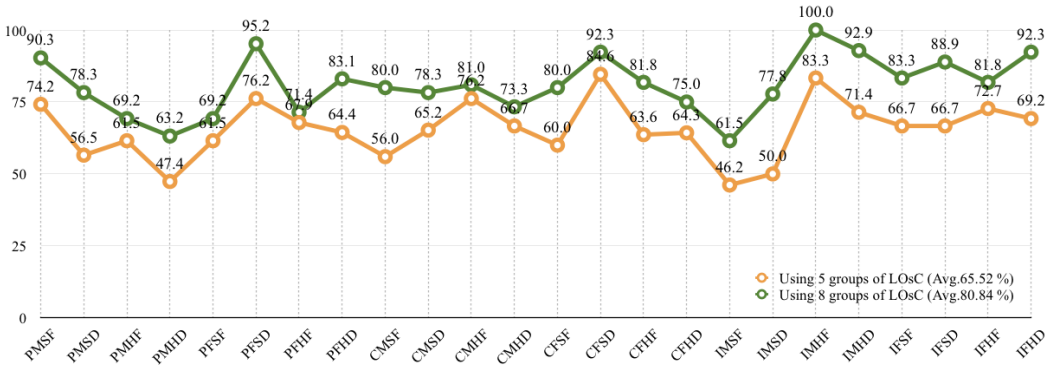
ตารางที่ 4.17 ตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive Model) สำหรับแนะนำข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ให้กับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

Sub-Model No.	*Input Attributes*								*Classifier Learner's Class*
	LOs_G1	*LOs_G2*	*LOs_G3*	*LOs_G4*	*LOs_G5*	*LOs_G6*	*LOs_G7*	*LOs_G8*	
1	YYYY	YYY	NNNY	YNN	YNNNN	NNN	YYY	YYY	*PMSF*
2	YNNN	NNN	NNNY	NNN	YNNNN	NNN	NNY	NNN	*PMSD*
3	YYYY	YYY	YYYY	YYN	NYNNN	YYY	YYY	YYY	*PMHF*
4	YYYY	YYY	YYYY	YYY	YNNNN	YYY	YYY	YYY	*PMHD*
5	YYYY	YYY	NYYN	YYY	YNNNN	YNY	YYY	YYY	*PFSF*
6	YYYY	NNY	NNNY	YNN	NYNNN	YNY	YYY	YYY	*PFSD*
7	YYYY	YYY	NNNY	YYY	YYYYY	YYY	YYY	YYY	*PFHF*
8	YYYY	YNY	NNNY	YYN	YNNNY	YNY	YYY	YYY	*PFHD*
9	YYYY	YYY	NNYN	YNY	YYYYY	NNN	YYY	YYY	*CMSF*
10	YYYY	YYN	NNNY	YYN	NNYNN	NNY	NNY	YYN	*CMSD*
11	YYYY	YNY	NYNN	YYN	YYYYY	YNY	YYY	YYY	*CMHF*
12	YYYY	NNY	YNNY	YNN	YNNNN	YYY	YYY	YYY	*CMHD*
13	NYNN	YYY	NNNY	YYN	NNYNN	YNY	YYY	NYN	*CFSF*
14	YYYY	YNN	NNNY	YYN	NNNNN	NNY	YYY	YNY	*CFSD*
15	YYYY	NNY	NNNY	YYN	YNNNN	YNY	YYY	YYY	*CFHF*
16	YYYY	NNY	NNNY	YYN	YNNNN	YNY	YYY	YNY	*CFHD*
17	YYYY	YNY	YNYY	YYN	YYYYY	YYY	YYY	YYY	*IMSF*
18	YNYY	NNY	NNNY	NNN	YNNNN	NNN	NNN	NNN	*IMSD*
19	YYYY	NNY	YYYY	YYY	YNNYN	YYN	YYY	YYY	*IMHF*
20	YYYY	NNY	NNNY	YYN	YNNNN	NYY	NNY	NYN	*IMHD*
21	YYYY	YNY	NNNY	YNN	YNNNN	YNY	YYY	YYY	*IFSF*
22	YYYY	YNN	YYNN	NYN	YNNNN	NYN	NNN	NNN	*IFSD*
23	YYYY	YNN	NNNY	YYY	YNNNN	YYY	YYY	YYY	*IFHF*
24	YNNN	YNN	NNNY	YYN	YNNNN	YYY	YYY	YYY	*IFHD*

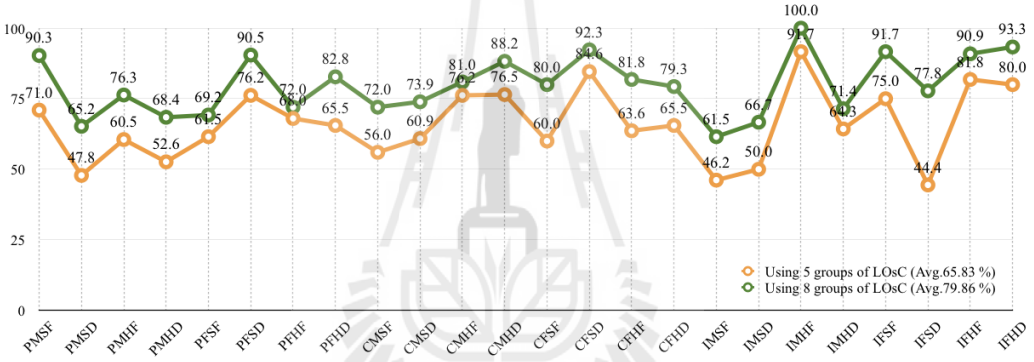
1.3) ผลการประเมินตัวแบบ หลังจากที่ได้ ตัวแบบเพื่อการทำนาย (PredictiveModel)สำหรับ นำไปใช้ในการ แนะนำข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ให้กับผู้เรียนแต่ละ คลาสแล้ว จากนั้นนำตัวแบบการแนะนำที่ได้ไปทำ การวิเคราะห์และวัดประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบกับชุดข้อมูลทดสอบ โดยทำการประเมินผลตัวแบบกับข้อมูล 3 ชุดทดสอบ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบและยืนยันความน่าเชื่อถือของ ค่าความถูกต้อง ของตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ได้

จากตารางที่ 4.17 และรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่า ลักษณะของ ตัวแบบหรือแพทเทิร์น (Pattern) ของการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของผู้เรียนในแต่ละคลาส จะประกอบด้วย 8กลุ่มของคุณลักษณะ ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มของคุณลักษณะดังกล่าวออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มของข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่จัดกลุ่ม ตามที่มาของข้อมูล จำนวน 5กลุ่ม {LOs_G1,LOs_G2, LOs_G3,LOs_G4,LOs_G5}และ (2) กลุ่มของคุณลักษณะที่ได้การจัดกลุ่มความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ จำนวน 3 กลุ่ม{LOs_G6, LOs_G7, LOs_G8}ดังนั้น ในการวิเคราะห์และค้นหาตัวแบบที่ สามารถแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะ รายบุคคลได้อย่างเหมาะสม สำหรับการทดลองนี้จึงศึกษาเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบเมื่อมีการใช้จำนวนกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่แตกต่างกัน ระหว่างจำนวน 5 กลุ่มและ 8 กลุ่ม เนื่องจากถ้าเลือกใช้จำนวน 5 กลุ่ม จะไม่มีโอกาสหรือความเป็นไปได้ที่จะเกิดการเลือกคุณลักษณะย่อยๆ ภายในกลุ่มของเลิร์นนิงออบเจกต์ซ้ำได้ ในขณะที่การเลือกใช้จำนวน 8 กลุ่ม จะมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการเลือกคุณลักษณะย่อยๆ ภายในกลุ่มซ้ำ รวมทั้งมีโอกาสที่จะเกิดการเลือกที่แตกต่างออกไปได้ด้วย

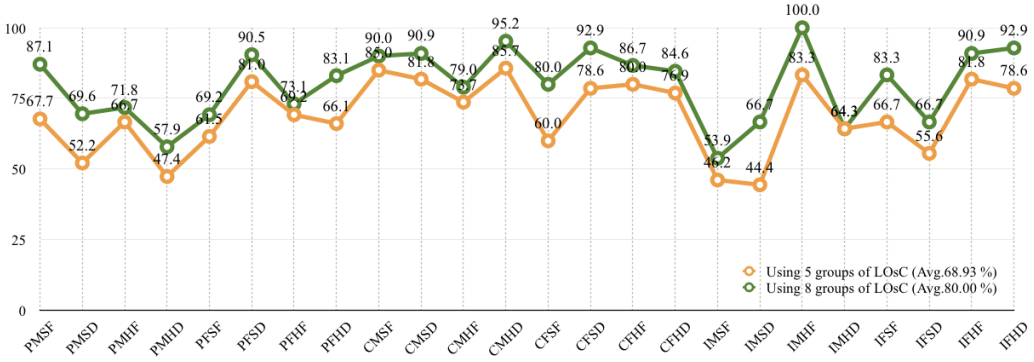
ผลการประเมินค่าความถูกต้องที่ได้จากการนำตัวแบบไปประเมินผลกับข้อมูล 3ชุดทดสอบพบว่า ในชุดทดสอบที่ 1 ถ้าใช้จำนวนกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เท่ากับ 8 กลุ่ม จะทำให้ได้ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องของตัวแบบ การแนะนำเท่ากับร้อยละ 80.84แต่ถ้าใช้จำนวนกลุ่มของ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ 5 กลุ่ม จะได้ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำ เท่ากับร้อยละ 65.52 (ดังรูปที่ 4.11) และเมื่อนำตัวแบบไปทดสอบกับชุดทดสอบที่ 2ชุดทดสอบที่ 3และหาค่าเฉลี่ยรวมของชุดทดสอบทั้งหมด พบว่า ได้ผลลัพธ์เช่นเดียวกันคือ ถ้าใช้จำนวนกลุ่มของ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เท่ากับ8 กลุ่ม จะมีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำที่สูงกว่า มีการใช้จำนวนกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ5 กลุ่ม ดังรูปที่ 4.11 – 4.14



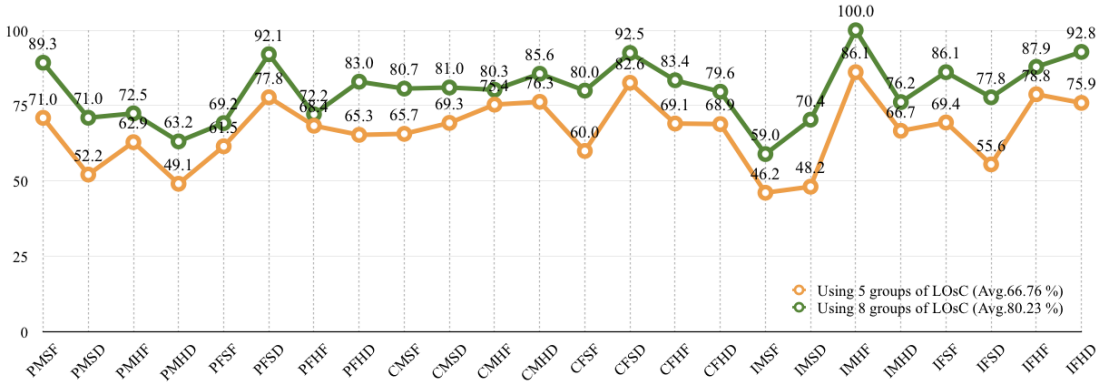
รูปที่ 4.11เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำระหว่างการใช้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ 5และ 8กลุ่ม ของชุดทดสอบที่ 1 (Case 1)



รูปที่ 4.12เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำระหว่างการใช้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ 5และ 8กลุ่ม ของชุดทดสอบที่ 2 (Case 2)



รูปที่ 4.13เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำระหว่างการใช้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ 5และ 8กลุ่ม ของชุดทดสอบที่ 3 (Case 3)



รูปที่ 4.14เปรียบเทียบค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำระหว่างการใช้กลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เท่ากับ 5 และ 8 กลุ่มของค่าเฉลี่ยรวมจากชุดทดสอบทั้งหมด (All Cases)

2) วิเคราะห์และอภิปรายผล(Analysis and Discussion)

การศึกษาทดลองนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ เสนอขั้นตอนการวิธีสร้างตัวแบบการแนะนำในรู ปแบบของการประยุกต์ใช้งาน โดยการนำผลลัพธ์ที่เป็นกฎ การจำแนก (Classification Rules) ที่ได้จากเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจไปสร้างเป็นตัวแบบเพื่อการทำนายทำให้สามารถแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะ รายบุคคล ได้ จะเห็นได้ว่า เมื่อนำตัวแบบการแนะนำไปทดสอบและวัดค่าความถูกต้องของตัวแบบ พบว่า การเพิ่มกลุ่มของคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริจำนวน 3 กลุ่มเข้าไปในตัวแบบ สามารถช่วยทำให้ได้ตัวแบบการแนะนำที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาทดลองก่อนหน้านี้ ถึงแม้ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนวิธีการสร้างตัวแบบที่แตกต่างกันออกไปก็ตาม

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อศึกษาวิเคราะห์ค่าความถูกต้องของตัวแบบการแนะนำที่ได้ในระดับคลาสหรือกลุ่มย่อยๆ ของคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกัน จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องของ บางตัวแบบย่อย มีค่าความถูกต้องค่อนข้างน้อย อาทิเช่นตัวแบบย่อย IMSF, IMSD และ PMHD ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้องเท่ากับ 46.2, 48.2และ 49.1 ตามลำดับ จากการศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุที่เกิดขึ้น พบว่า เมื่อมีการแบ่งข้อมูล ชุดข้อมูลฝึกหัดออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งการศึกษาทดลองนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 24 คลาส ดังนั้น สำหรับคลาสใดๆ ที่มีจำนวนสมาชิกในคลาสค่อนข้างน้อย ย่อมมีโอกาสหรือความเป็นไปได้ที่การสร้างตัวแบบย่อยๆ ของคลาสนั้นๆ อาจจะยังมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าได้นัก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อค่าความถูกต้องของตัวแบบได้เช่นเดียวกัน

4.2.2.2 ผล การพัฒนาตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลโดยการใช้กฎส่วนใหญ่ (Majority Rule Based)

การศึกษาทดลองนี้ มุ่งเน้น ที่การ นำเสนอขั้นตอนการวิธีสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล(Classification Model) ในรูปแบบของการประยุกต์ใช้งาน โดยการนำผลลัพธ์ที่เป็นกฎการจำแนก (Classification Rules) ที่ได้จากเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจมาพัฒนาต่อเนื่องในรูปแบบของการกำหนดเงื่อนไขการสร้างตัวแบบการแนะนำ ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการใช้กฎส่วนใหญ่ (Majority Rule Based) และเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ ด้วยอัลกอริทึม J48สามารถนำเสนอผลการศึกษาทดลองออกเป็น 2ส่วนคือ ส่วนของผลการทดลองและส่วนของการวิเคราะห์และอภิปรายผล ดังต่อไปนี้

1) ผลการทดลอง (Experimental Result)

ผลการสร้าง ตัวแบบเพื่อการทำนาย (Predictive Model)ในรูปแบบของการกำหนดเงื่อนไขการสร้างตัวแบบการแนะนำ ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการใช้กฎส่วนใหญ่ ซึ่งสามารถอธิบายและแบ่งผลการศึกษา ทดลองออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนของผล การสร้างตัวแบบจำแนก ข้อมูลตาม คุณลักษณะ รายบุคคล ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (2)ส่วนของผลการสร้างตัวแบบการแนะนำและ (3) ส่วนของผลการประเมินตัวแบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1) ผลการสร้างตัวแบบจำแนก ข้อมูล ตามคุณลักษณะ รายบุคคล ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ เป็นการสร้าง ตัวแบบจำแนกข้อมูล ที่ใช้แอททริบิวท์นำเข้า คือ กลุ่มของ ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวน 8กลุ่มโดย มีตัวจำแนกคือ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล จำนวน 4 แอททริบิวท์ ได้แก่ เพศระดับการศึกษาลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์และรูปแบบการเรียนรู้ ทำให้ได้เซตของกฎการจำแนก (Classification Rules Sets)ของแต่ละตัวแบบจำนวน 4เซตโดยมีจำนวนของกฎที่ได้ในแต่ละตัวแบบ ดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 จำนวนของกฎการจำแนก (Classification Rules) ที่ได้จากแต่ละตัวแบบ

Model	Classes	#Rules	LOs_G1	LOs_G2	LOs_G3	LOs_G4	LOs_G5	LOs_G6	LOs_G7	LOs_G8
LS	I: Independent	252	93	25	252	63	244	1	8	7
	C: Collaborative	308	109	60	308	76	297	0	11	20
	P: Participant	530	104	66	530	48	515	7	51	53
Gender	M: Male	542	542	104	91	89	495	96	39	119
	G: Female	432	432	68	60	52	369	59	31	66
Level	S: Second	427	221	427	194	24	325	70	12	28
	H: High	657	260	657	227	40	557	49	35	59
SciF	F: Favored	569	214	170	272	60	569	121	80	85
	D: Disfavored	461	151	124	250	86	461	85	58	80
	Average		236	189	243	60	426	54	36	57

จากตารางที่ 4.18 จะเห็นได้ว่า กฎการจำแนกข้อมูลที่สร้างได้จากแต่ละต้นไม้ตัดสินใจหรือตัวแบบ มีจำนวนมากและมีความหลากหลาย โดยพบว่า ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้ มีจำนวนของเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ หรือกฎการจำแนก เท่ากับ 1,090 กฎ โดยมีจำนวนของกฎที่นำไปใช้ในการแบ่งข้อมูลออกเป็น แบบอิสระ(Independent:I)แบบร่วมมือ(Collaborative:C)และ แบบมีส่วนร่วม (Participant: P) เท่ากับ 252, 308 และ 530 ตามลำดับ สำหรับตัวแบบจำแนกข้อมูลตามเพศ มีจำนวนกฎการจำแนก เท่ากับ 974 กฎ โดยมีจำนวนของกฎที่นำไปใช้ในการแบ่งข้อมูลออกเป็น เพศชาย (Male: M) และเพศหญิง (Female: F) เท่ากับ 542 และ 432 ตามลำดับสำหรับตัวแบบจำแนกข้อมูลตามระดับการศึกษามีจำนวนกฎการจำแนก เท่ากับ 1,084 กฎ โดยมีจำนวนของกฎที่นำไปใช้ในการแบ่งข้อมูลออกเป็น ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Secondary School: S) และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (High School: H) เท่ากับ 427 และ 657 ตามลำดับ และตัวแบบจำแนกข้อมูลตาม ความชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite) มีจำนวนกฎการจำแนก เท่ากับ 1,030 กฎ โดยมีจำนวนของกฎที่นำไปใช้ในการแบ่งข้อมูลออกเป็น ชอบ (Favored: F) และไม่ชอบ (Disfavored: D) เท่ากับ 569 และ 461 ตามลำดับ

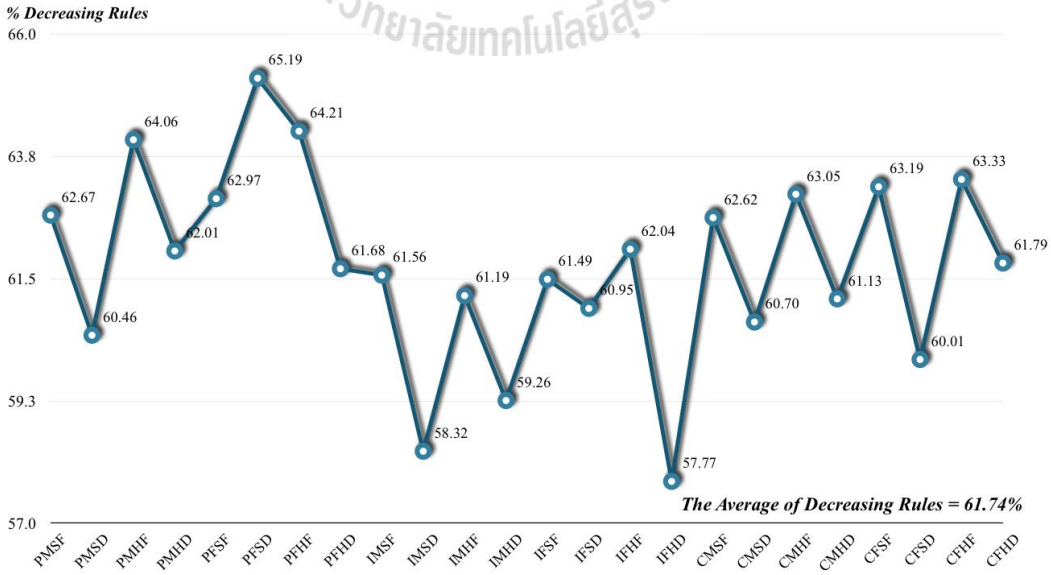
เมื่อทำการวิเคราะห์ จำนวนของเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของแต่ละกลุ่ม พบว่า กลุ่มของ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์กลุ่มที่ 5 (LOs_G5) เป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยของจำนวนเงื่อนไขสำหรับนำไปใช้ในกฎการจำแนกมากที่สุด เท่ากับ 426 ทั้งนี้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับที่มาของกลุ่มข้อมูลดังกล่าว เนื่องจากเป็นการจัดกลุ่มข้อมูลที่มาจากการรวมคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวน 5 คุณลักษณะ จึงทำให้มีจำนวนของค่าความเป็นไปได้ของข้อมูลคลาสย่อยๆ ในกลุ่มนี้มากที่สุด ดังนั้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จึงส่งผลให้ได้จำนวนกฎหรือ เงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับนำไปเป็นสร้างตัวแบบการแนะนำ ที่มีจำนวนมากและมีความหลากหลายเช่นเดียวกัน

1.2) ผลการสร้างตัวแบบการแนะนำ(RecommendationModel) เป็นผลที่ได้จากขั้นตอนและกระบวนการสร้าง ตัวแบบการแนะนำ ของการทดลองนี้ ซึ่ง ใช้หลักการของกฎส่วนใหญ่ โดยการจับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างเซตของกฎการจำแนกที่มีเงื่อนไขการเลือกคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เหมือนกันหรือตรงกันจากต้นไม้ตัดสินใจแต่ละต้น ภายใต้การกำหนดหลักเกณฑ์เพื่อคัดเลือกกฎจาก 2 ค่าคือ (1) เกณฑ์จำนวนต้น (Trees: t) ของต้นไม้ตัดสินใจที่ปรากฏ และ(2) เกณฑ์จำนวนของตัวแนะนำ (Recommender) ที่ต้องการ ซึ่งผลที่ได้จากการกำหนดเงื่อนไขค่า t = {“4Ts”, “3Ts”, “2Ts”, “1Ts”} และค่า r = {1, 2, 3,…, 20} ทำให้สามารถลดจำนวนของกฎการจำแนกสำหรับนำไปใช้ในการแนะนำให้กับผู้เรียนในแต่ละตัวแบบย่อย 24ตัวแบบ

โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของจำนวนกฎที่ลดลงเท่ากับร้อยละ 61.74 โดยพบว่า ตัวแบบย่อย PFSD มีจำนวนกฎที่ลดลงมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 65.19ได้ดังตารางที่ 4.19และรูปที่ 4.15

ตารางที่ 4.19 เปรียบเทียบกฎการจำแนกที่ลดลงเมื่อใช้กฎส่วนใหญ่ จำแนกตามตัวแบบย่อย

Sub-Model	Classification Rules Possible (#rules)	Majority Rule Based (#rules)					Decreasing Rules (%)
		4Ts	3Ts	2Ts	1Ts	Total	
PMSF	2,068	35	107	170	460	772	62.67
PMSD	1,960	25	119	186	445	775	60.46
PMHf	2,298	43	146	179	458	826	64.06
PMHD	2,190	41	154	177	460	832	62.01
PFSF	1,958	20	96	177	432	725	62.97
PFSD	1,850	13	102	87	442	644	65.19
PFHF	2,188	35	133	170	445	783	64.21
PFHD	2,080	40	119	182	456	797	61.68
IMSF	1,790	12	92	162	422	688	61.56
IMSD	1,682	19	75	179	428	701	58.32
IMHF	2,020	21	102	206	455	784	61.19
IMHD	1,912	17	125	187	450	779	59.26
IFSF	1,680	11	63	167	406	647	61.49
IFSD	1,680	10	66	162	418	656	60.95
IFHF	1,910	17	97	173	438	725	62.04
IFHD	1,802	17	98	186	460	761	57.77
CMSF	1,846	7	77	187	419	690	62.62
CMSD	1,738	11	86	161	425	683	60.70
CMHF	2,076	13	112	189	453	767	63.05
CMHD	1,968	27	96	196	446	765	61.13
CFSF	1,736	6	58	159	416	639	63.19
CFSD	1,628	7	54	180	410	651	60.01
CFHF	1,966	14	84	192	431	721	63.33
CFHD	1,858	14	105	162	429	710	61.79
	Average	**20**	**99**	**174**	**438**	**730**	**61.74**



รูปที่ 4.15กราฟเปรียบเทียบร้อยละของกฎการจำแนกที่ลดลงจำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model)

สำหรับตัวแบบการแนะนำที่ได้จากการศึกษาทดลองนี้ ที่อยู่ในรูปของเงื่อนไขการเลือก คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ต่างๆ ตามข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลของผู้ใช้ ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้มี รูปแบบการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Participant: P) เพศชาย (Male: M) กำลังศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Secondary School: S) เป็นผู้เรียนที่มีความชอบวิชาวิทยาศาสตร์(Favored: F) หลังจากที่กำหนดเงื่อนไขของกฎส่วนใหญ่ด้วยเกณฑ์จำนวนต้นt= “4Ts” และเกณฑ์จำนวนของตัวแนะนำที่ต้องการ r = 5 ก็จะทำให้ได้ตัวแบบการแนะนำที่ประกอบด้วยชุดของตัวแนะนำตามที่ต้องการ สำหรับนำไปค้นหา เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ต่างๆ ที่มีคุณลักษณะที่สอดคล้องกับตัวแนะนำ (Recommender) ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.20

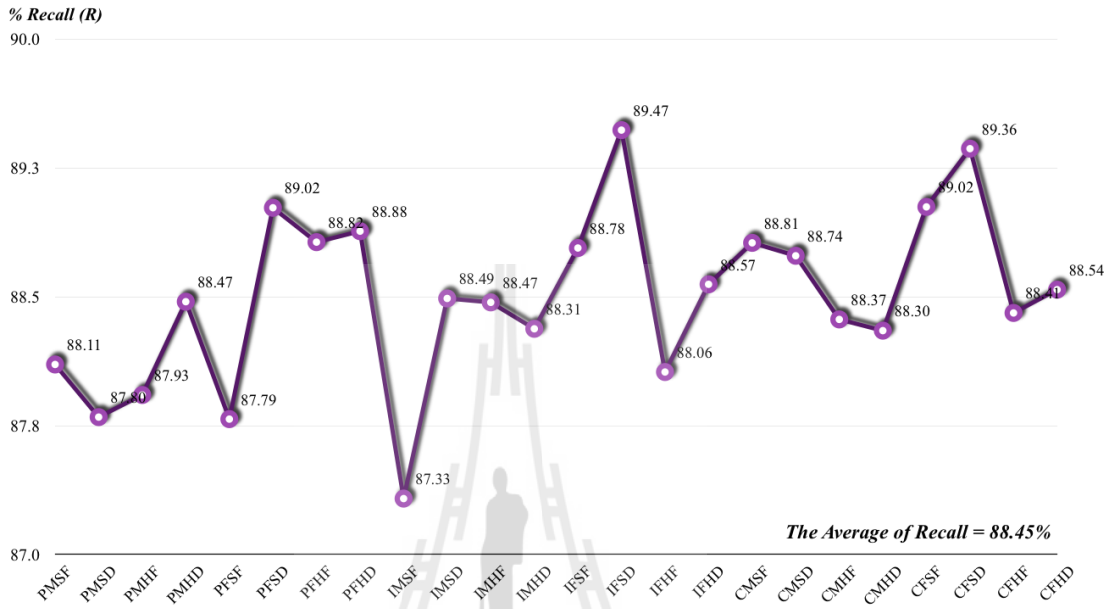
ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างชุดของตัวแนะนำ (Recommender) คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ สำหรับคุณลักษณะรายบุคคลที่มีตัวแบบย่อยเป็น PMSF

Learning Objects Characteristics	Recommender No.				
	1	2	3	4	5
LOsC1_Video	Y	Y/N	Y/N	Y/N	Y/N
LOsC2_Animation	Y	Y/N	Y/N	Y/N	Y/N
LOsC5_Graphic	N	Y/N	Y/N	Y/N	Y/N
LOsC6_Simulation	Y	Y	Y	Y	Y/N
LOsC9_Overview	Y	Y	Y	Y/N	Y/N
LOsC11_Chapter	N	N	N	N	N
LOsC12_Summary	Y	Y	Y	Y	Y/N
LOsC14_Fact	N	N	N	N	Y/N
LOsC16_Process	N	N	Y/N	Y/N	Y/N
LOsC17_Procedure	N	N	Y/N	Y/N	Y/N
LOsC18_Demo	Y	Y	Y	Y	Y/N
LOsC20_Example			Y	Y/N	Y/N
LOsC21_Exercise	N	N	Y/N	Y/N	Y/N
LOsC23_Description			Y	Y/N	Y/N
LOsC26_Time	N	N	N	Y/N	Y/N
LOsC28_Sound	Y	Y	Y	Y/N	Y/N
LOsC29_Place	Y	Y	Y	Y/N	Y/N
LOsC30_Motivation	N	N	N	N	N
LOsC32_Assignment	N	N	N	Y/N	Y/N

1.3) ผลการประเมินตัวแบบ หลังจากที่ได้ ตัวแบบ การแนะนำไปใช้ในการค้นหา เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่มีคุณลักษณะสอดคล้องกับชุดของตัวแนะนำที่ต้องการแล้ว นำผลการค้นหา เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่ได้ ไปทำ การวิเคราะห์และวัดประสิทธิภาพของตัวแบบ โดยการวัดจากค่าความระลึก (Recall) ที่ได้จากการศึกษาทดลองนี้

จากการนำตัวแบบการแนะนำที่ได้ ไปทำการสืบค้น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งประกอบด้วย 24ตัวแบบย่อย ภายใต้การกำหนดเงื่อนไขของกฎส่วนใหญ่ โดยใช้ค่า t = {“4Ts”, “3Ts”, “2Ts”, “1Ts”} และ r = {1, 2, 3,…, 20} และนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยรวม ผลการประเมินตัวแบบการแนะนำ พบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความระลึก (Recall) ของทุกตัวแบบย่อยเท่ากับร้อยละ 88.45โดยพบว่า คุณลักษณะ

รายบุคคลที่มีตัวแบบย่อยเป็น IFSD มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความระลึกสูงสุดเท่ากับร้อยละ 89.47 และคุณลักษณะรายบุคคลที่มีตัวแบบย่อยเป็น IMSF มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความระลึกต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 87.33 ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16กราฟเปรียบเทียบร้อยละของค่าความระลึกจำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model)

2) วิเคราะห์และอภิปรายผล(Analysis and Discussion)

การกำหนดเงื่อนไขของการเลือกใช้กฎการจำแนกบางส่วนที่ได้มาจากเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ โดยใช้หลักการของ กฎส่วนใหญ่ ของการศึกษาทดลองนี้ ทำให้สามารถลดจำนวนของกฎที่จะนำมาใช้ในการสร้างตัวแบบการแนะนำได้ ซึ่งในการศึกษาทดลองนี้กำหนดเงื่อนไขของการเลือกใช้กฎครอบคลุมความเป็นไปได้ทั้งหมดตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดของการศึกษาทดลองนี้ ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความระลึกของทุกตัวแบบย่อยเท่ากับร้อยละ 88.45 อย่างไรก็ตาม ควรมีการประเมินผลและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบ โดยคำนึงถึงจำนวนของตัวแนะนำ (Recommender) ที่จะนำมาใช้ในการสร้างตัวแบบการแนะนำทั้งนี้ เพื่อให้ได้ค่าเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับสร้างตัวแบบการแนะนำที่มีความเหมาะสมที่สุดต่อไป

4.2.2.3 สรุปผลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ

จากผลการศึกษาทดลอง ทั้งสองข้างต้น จะเห็นได้ว่าขั้นตอนวิธี การพัฒนาตัวแบบการแนะนำโดยการใช้กฎส่วนใหญ่ สามารถสืบค้นข้อมูลได้ครอบคลุมทั้งหมดและมีผลการ

ประเมินผลและวัดประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ ประกอบกับเป็นขั้นตอนวิธีที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีความยืดหยุ่นและสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการสร้างตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยการ ใช้กฎส่วนใหญ่ (MajorityRuleBased)สำหรับพัฒนาเป็น แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิ งความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลต่อไป

4.3 ผลการพัฒนามอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล

การพัฒนามอดูล การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ สามารถแบ่งผลการวิจัยตามขั้นตอนพัฒนา มอดูลออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ และส่วนของการจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยมีรายละเอียดของผลการพัฒนาตัวแบบที่ได้ ดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ

การทำงานในขั้นตอนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ (1) ส่วนของการ ทำดัชนี ระหว่างคำค้นกับกลุ่มของคำที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายในคลังคำศัพท์ โดยการนำคำค้นที่ได้จากผู้ใช้ไปค้นหาคำและกลุ่มของคำสำคัญอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำค้นในคลังคำศัพท์ ที่มีการทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก ด้วยเทคนิคการจัดลำดับด้วยวิธีหาผลรวม (Rank Sum) ทำให้ทุกตำแหน่งของคำศัพท์ตามโครงสร้างสคอส (SKOS) มีค่าน้ำหนักที่แตกต่างกันเมื่อใช้คำค้นที่แตกต่างกัน และ (2) ส่วนของ การจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ โดยการนำข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลจากผู้ใช้เป็นเงื่อนไขสำหรับเลือก กฎการแนะ นำ (Classification Rule) เพื่อทำการสืบค้นข้อมูลในฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ สำหรับแนะนำให้กับผู้ใช้ตามคุณลักษณะรายบุคคล จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ให้ซึ่งเป็นรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะรายบุคคลไปทำการจับคู่(Matching) กับกลุ่มของคำศัพท์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับ คำค้นซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการจัดอันดับผลการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ต่อไป

4.3.1.1 ผล การทำดัชนีระหว่างคำค้นกับกลุ่มของคำที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายในคลังคำศัพท์

ผลการศึกษาวิจัยส่วนนี้ ได้จากการศึกษาทดลองใส่ข้อมูลคำค้น (Keyword) จำนวน3คำคือ คำว่า“สูตรเคมี (B)” “อะตอม (D)” และ “อิออน(J)” ซึ่งเป็นคำค้นที่กลุ่มตัวอย่างมี

ความชอบและสนใจที่จะนำไปใช้สืบค้นข้อมูลมากที่สุดและเป็นคำศัพท์ที่มีการ ทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก ด้วยเทคนิคการจัดลำดับ ด้วยวิธีหาผลรวม (Rank Sum) ให้กับทุกตำแหน่งของคำศัพท์ตามโครงสร้างสคอส เมื่อนำคำค้นทั้ง 3 คำข้างต้น ไปทำการทดสอบโดยแบ่งระดับชั้นของความลึกของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นออกเป็น 3 ระดับ และทดสอบการสืบค้นข้อมูลจากฐานความรู้ของงานวิจัยนี้ ซึ่งมีเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำลองจำนวน 645เลิร์นนิงอ็อบเจกต์พบว่า ถ้าใช้ระดับชั้นความลึกของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ได้จำนวนของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ปรากฏคำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำค้นเพิ่มมากตามขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นเพิ่มมากขึ้น ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 รายละเอียดของข้อมูลคำค้นและเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำลองที่ใช้ในการทดสอบตัวแบบ

Category		**The structure of Keywords**		
		Level 1	**Level 2**	**Level 3**
Keywords	**B**	{A, B, C, E}	{A, B, C, {E, J, D}}	{A, B, C, {E, {J, K, L, M, N}, {D, G, H}}}
	D	{D, G, H, E}	{D, {G, F}, {H, I}, {E, B, J}}	{D, {G, F}, {H, I}, {E, {B, A, C}, {J, K, L, M, N}}}
	J	{J, K, L, M, N, E}	{J, K, L, {M, O, P}, {N, Q}, {E, B, D}}	{J, K, L, {M, O, P}, {N, {Q, S}}, {E, B, {D, G, H}}}
# LOs Related		331	473	595

4.2.1.2 ผลการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ

ผลการศึกษาวิจัยส่วนนี้ ได้จากการศึกษาทดลองโดยใส่ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลที่เป็นไปได้ทั้งหมด24 รูปแบบไปทำการค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในฐานความรู้โดยใช้กฎการแนะนำที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล เพื่อทำการสืบค้น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ในฐานความรู้และนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทำการจับคู่(Matching) และรายการกลุ่มของคำศัพท์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับ คำค้น จากการทดสอบโดยใช้คำค้นคำว่าสูตรเคมี อะตอม และอิออน กับข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อพิจารณาจำนวนของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่ได้จากสืบค้นข้อมูลโดยการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ และจำนวนของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่ได้จากใช้กฎการแนะนำเพียงอย่างเดียว ผลปรากฏว่า เมื่อใช้คำค้นคำว่า สูตรเคมี (B) อะตอม (D)และอิออน(J) ทำให้ได้ค่าเฉลี่ยรวมของจำนวนรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการสืบค้น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ เพียงอย่างเดียว โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 55.6, 59.3 และ 48.1 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 จำนวนของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ได้จากการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยใช้กฎการแนะนำจำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model)

Sub-Model	# Recommend LOs	# Related LOs		
		B	D	J
PMSF	46	20	19	22
PMSD	27	17	17	12
PMHF	17	7	7	10
PMHD	52	19	17	25
PFSF	19	9	6	11
PFSD	66	23	27	32
PFHF	9	4	3	7
PFHD	20	10	7	9
IMSF	9	6	7	6
IMSD	14	8	4	10
IMHF	10	5	3	4
IMHD	11	7	6	4
IFSF	4	2	1	2
IFSD	14	5	5	10
IFHF	18	6	8	11
IFHD	43	24	16	24
CMSF	10	7	5	6
CMSD	9	5	4	5
CMHF	68	27	33	38
CMHD	16	6	5	8
CFSF	21	9	11	11
CFSD	47	19	18	20
CFHF	50	25	14	25
CFHD	45	20	20	23
Average	**27**	**12**	**11**	**14**
	% Decreasing	**55.6**	**59.3**	**48.1**

4.3.2 ผลการจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

ขั้นตอนการทำงานเพื่อ ทำให้ระบบสามารถแสดง ผลการสืบค้น ได้ตรงกับความต้องการมากขึ้นของงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการคำนวณหาค่าน้ำหนักรวมของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยการนำจำนวนคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นที่ปรากฏใน แต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์มาคูณกับค่าน้ำหนักของแต่ละคำศัพท์ตามโครงสร้างที่ได้มาจากการทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักแล้ว ซึ่งทำให้ได้ค่าน้ำหนักรวม ของแต่ละ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์จากนั้น ทำการปรับค่า น้ำหนักรวมที่ได้ ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน สำหรับนำไปจัดเรียงลำดับและแสดงผลการสืบค้นข้อมูลให้กับผู้ใช้ จากผลการทดสอบสืบค้นข้อมูลเพื่อพิจารณากำหนดเกณฑ์คัดเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่จะนำมาใช้ในการสืบค้นข้อมูลด้วยการกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จากค่าน้ำหนักรวมที่มีการปรับค่าแล้ว จำนวน 3 ค่าคือ 0.4, 0.5และ 0.6เมื่อทำการทดสอบด้วยคำค้นคำว่า สูตรเคมี (B) อะตอม (D)และอิออน(J) กับระดับชั้นของความลึกของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นออกเป็น 3 ระดับ พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความระลึก (Recall) ที่ได้จากการสืบค้นโดยใช้ระดับชั้นของความลึกของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับ

คำค้นระดับที่ 1 (Level 1)จะให้ค่าความระลึกค่าสูงที่สุดของการใช้ค่าเกณฑ์ 0.4, 0.5และ 0.6โดยมีค่าเท่ากับร้อยละ 98.2,87.8 และ 76.5 ตามลำดับดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ผลการสืบค้นตามระดับชั้นของความลึกของคำศัพท์ จำแนกตามค่าเกณฑ์ที่ใช้

Keyword	Weight Criteria	Recall (%)		
		Level 1	Level 2	Level 3
B	**0.4**	98.19	90.49	78.49
	0.5	87.84	77.12	67.39
	0.6	76.47	68.26	60.97
D	**0.4**	98.19	90.49	78.49
	0.5	87.84	77.12	67.39
	0.6	76.47	68.26	60.97
J	**0.4**	98.19	90.49	78.49
	0.5	87.84	77.12	67.39
	0.6	76.47	68.26	60.97
Average	**0.4**	98.19	90.49	78.49
	0.5	87.84	77.12	67.39
	0.6	76.47	68.26	60.97

จะเห็นได้ว่า การกำหนดเงื่อนไขเพื่อคัดเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เกี่ยวข้องที่แตกต่างกันมีผลต่อประสิทธิภาพของตัวแบบ เมื่อพิจารณาจาก ค่าความระลึก ตามตารางที่ 4.24 งานวิจัยนี้พิจารณาเลือกกำหนดเกณฑ์ค่าน้ำหนักที่0.5 โดยใช้ระดับชั้นของความลึกของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับคำค้นเท่ากับระดับที่ 1 (Level 1)เนื่องจากการพัฒนามอดูลสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคลในส่วนนี้ใช้วิธีการทำงานร่วมกับส่วนของมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีตัวแบบการแนะนำตามคุณลักษณะรายบุคคลจำนวนทั้งสิ้น24ตัวแบบย่อย ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่สูงไป อาจจะส่งผลต่อจำนวนเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เป็นผลลัพธ์เพื่อแนะนำให้กับผู้ใช้ ซึ่งอาจจะน้อยเกินไปหรือไม่เพียงพอสำหรับการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลได้

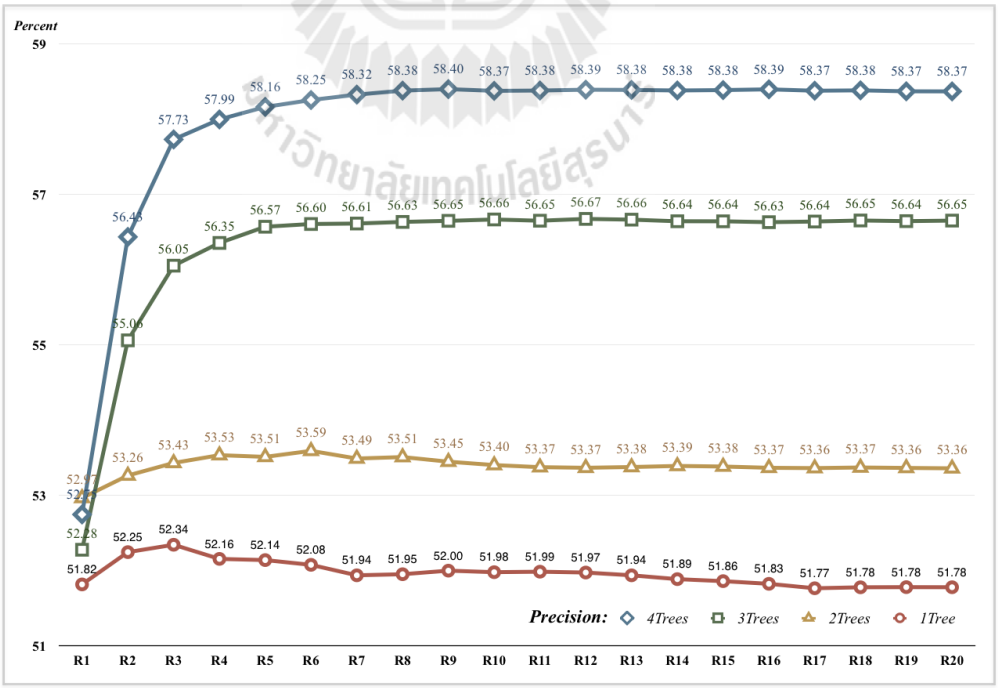
4.4 ผลการประเมินแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล

ผล การประเมินแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ในส่วนนี้เพื่อทำการ วัดประสิทธิภาพ การสืบค้นข้อมูล ของแบบจำลองที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นของงานวิจัยนี้สำหรับข้อมูลที่นำมาทดสอบแบบจำลอง การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ได้มาจาก 3 ส่วนคือ ข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำลอง ที่อยู่ในฐาน ความรู้ของงานวิจัยนี้ จำนวน 645เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลที่มีความ

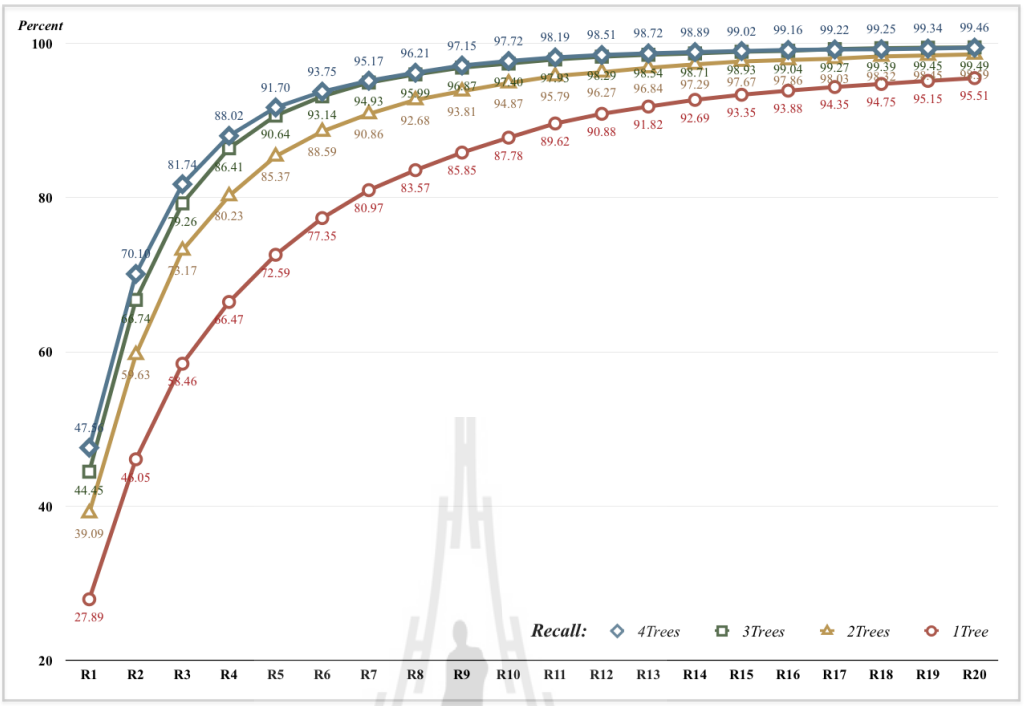
เป็นไปได้ทั้งหมด จำนวน 24 รูปแบบ และข้อมูลคำค้นจำนวน 3 คำได้แก่ คำว่า สูตรเคมี (B) อะตอม (D)และอิออน(J)ปรากฏผลวิจัยดังต่อไปนี้

4.4.1 ผลการประเมินกฎการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

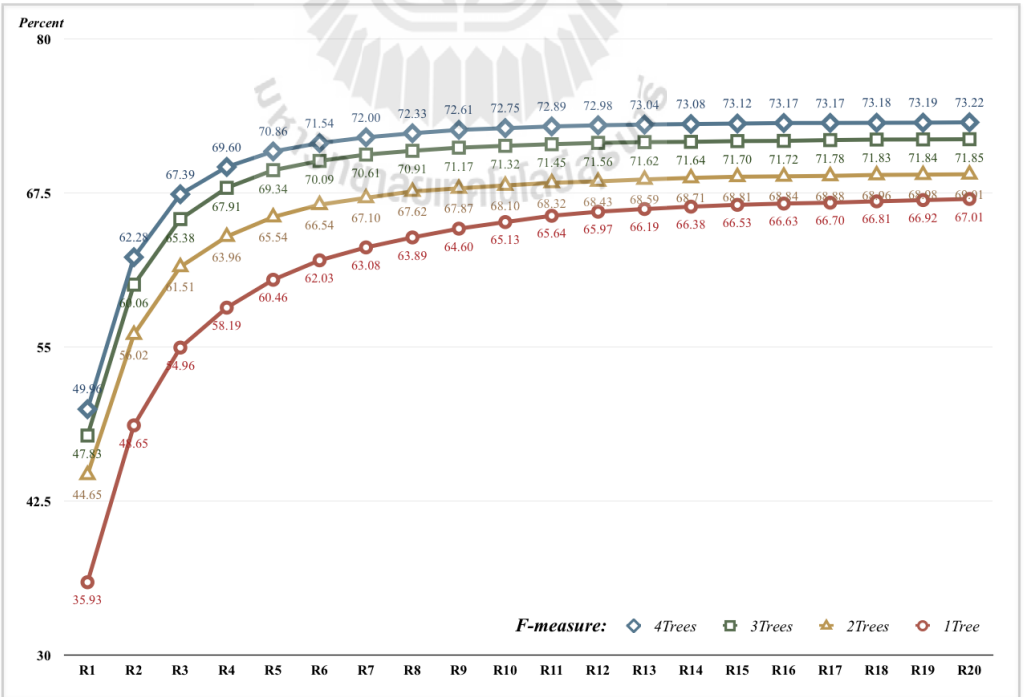
จากผลการพัฒนา มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้ขั้นตอนวิธีการพัฒนา ตัวแบบการแนะนำตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยอาศัยหลักการของกฎส่วนใหญ่ (Majority Rule Based) และเพื่อให้ได้กฎ การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมมากที่สุด จึงได้มีวิเคราะห์และหาข้อสรุปเกี่ยวกับขนาดหรือจำนวนของตัวแนะนำ (Recommender) และเกณฑ์จำนวนต้น (Trees) ของต้นไม้ตัดสินใจ ทั้งนี้ เพื่อจะได้ค่าเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับนำตัวแบบการแนะนำไปใช้งาน จากการทดสอบและปรับเปลี่ยนการ กำหนดหลักเกณฑ์เพื่อคัดเลือกกฎ การแนะนำจาก 2 ค่าคือ ค่าเกณฑ์จำนวนต้น(Trees:t)ของ ต้น ไม้ตัดสินใจที่ปรากฏ และ ค่าเกณฑ์จำนวนของตัวแนะนำ (Recommender: r) ที่แตกต่างกัน พบว่า เมื่อใช้จำนวนของตัวแนะนำเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จะทำให้ได้ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) ของตัวแบบการแนะนำเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีแนวโน้มเป็นคงที่ทั้ง 3ค่า ดังรูปที่4.17 – 4.19



รูปที่ 4.17กราฟเปรียบเทียบค่าความแม่นยำจำแนกตามค่า r (Recommender)และค่า t (Trees)



รูปที่ 4.18กราฟเปรียบเทียบค่าความระลึกจำแนกตามค่า r (Recommender)และค่า t (Trees)

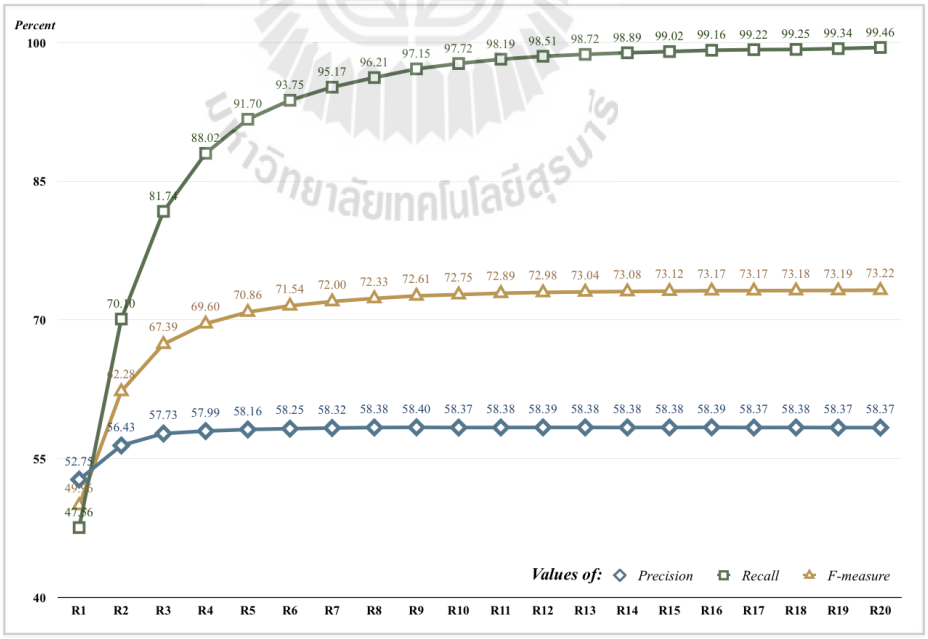


รูปที่ 4.19กราฟเปรียบเทียบค่าเอฟเมเชอร์จำแนกตามค่า r (Recommender)และค่า t (Trees)

จากรูปที่ 4.17 – 4.19 นอกจากจะเห็น แนวโน้มของค่าต่าง ๆ จะ คงที่ เมื่อมีจำนวนของตัวแนะนำ(Recommender) เพิ่มขึ้นในระดับหนึ่งจากการพิจารณาแนวโน้มของข้อมูลและลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure)ที่เกิดขึ้น เมื่อการกำหนดค่า t = {“4Ts”} และค่าt = {“3Ts”} จะเห็นได้ว่า นอกจากมีลักษณะและโน้มของค่าต่าง ๆ ที่เหมือนกันแล้ว ยังมีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังรูปที่ 4.19

จากการศึกษาทดลองโดยกำหนดเงื่อนไขของค่า t = {“3Ts”, “4Ts”} พบว่า ได้ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) ที่ใกล้เคียงกับการกำหนดค่าt = {“4Ts”} และค่าt = {“3Ts”} ดังนั้น งานวิจัยนี้เลือกใช้การกำนดค่า t = {“3Ts”, “4Ts”} เนื่องจาก สามารถค้นหากฎได้ทั้งจากค่า t = {“4Ts”} และค่าt = {“3Ts”} ซึ่งทำให้สามารถรองรับการนำไปสืบค้นข้อมูลได้มากกว่า จึงค่าเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการนำตัวแบบการแนะนำที่ได้จากการศึกษานี้ไปพัฒนาเป็นแบบจำลองต่อไป

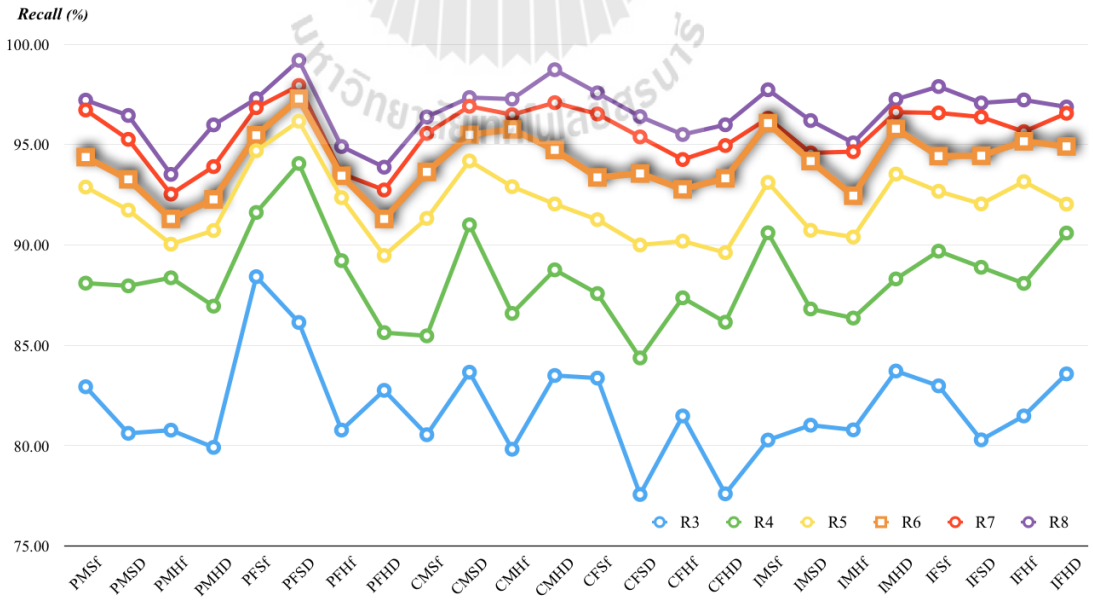
สำหรับการพิจารณาความเหมาะสมของจำนวน ตัวแนะนำ(Recommender) หรือค่า r เพื่อสร้างตัวแบบการแนะนำ โดยการนำค่าที่ต่างๆ ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของ ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มและความสัมพันธ์ของทั้ง 3ค่า ดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20กราฟเปรียบเทียบค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่าเอฟเมเชอร์จำแนกตามค่า r (Recommender)

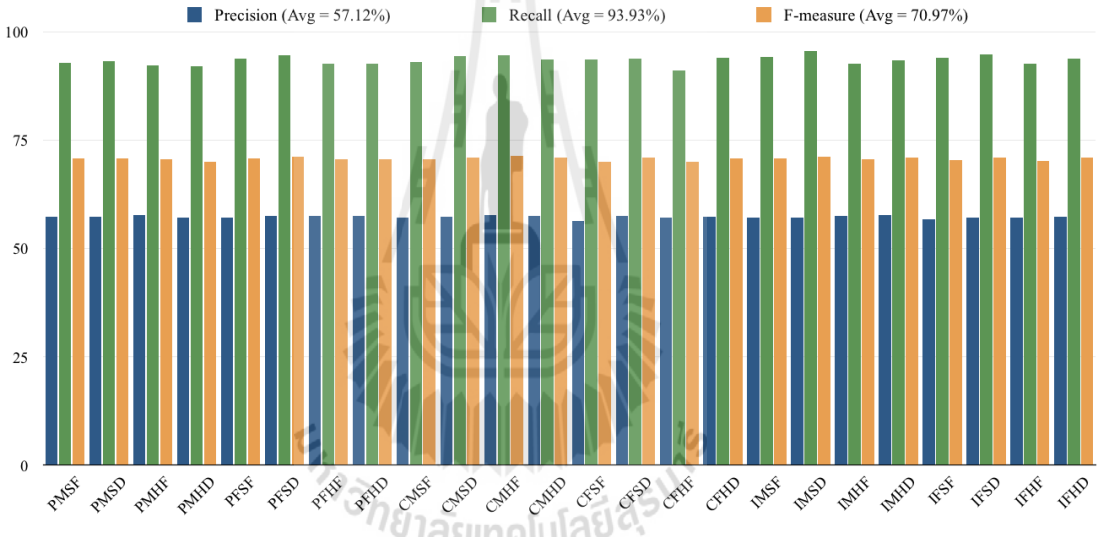
จากรูปที่ 4.20 จะเห็นได้ว่าตัวแบบการแนะนำที่ได้จากการศึกษามีค่า ความแม่นยำ (Precision) ค่อนข้างต่ำ แต่ในทางกลับกันตัวแบบที่ได้มี ค่าความระลึก (Recall) ค่อนข้างสูง ซึ่งค่าทั้งสองเป็นค่าที่มีการผกผันกันโดยธรรมชาติอยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยนี้ มีความต้องการความครบถ้วนของข้อมูลที่สูง เพราะต้องการได้ตัวแบบที่สามารถแนะนำคุณลักษณะต่างๆ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์มากกว่า อาจจะไม่จำเป็นที่จะต้องแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ซ้ำๆ แต่ควรจะเป็นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีคุณลักษณะครบถ้วนมากกว่า

ดังนั้น การพิจารณาหา จำนวนของตัวแนะนำ ที่เหมาะสมจากรูปที่ 4.20 จะเห็นได้ว่า ค่าความแม่นยำเริ่มมีแนวโน้มคงที่ตั้งแต่ค่า R4 (r = 4)เป็นต้นไป ส่วน ค่าความระลึก มีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จะเริ่มมีแนวโน้มคงที่ตั้งแต่ R10 (r = 10) เป็นต้นไป ในขณะที่ ค่าเอฟเมเชอร์เริ่มมีแนวโน้มคงที่ตั้งแต่ค่า R6 (r = 6)เป็นต้นไป ซึ่งงานวิจัยนี้สนใจพิจารณาเลือกที่เกณฑ์ของค่า ความระลึกตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป ถ้าพิจารณาจากกราฟดังกล่าวแล้ว จะเริ่มต้นที่ค่า R5 (r = 5)ซึ่งเท่ากับร้อยละ 91.70 แต่เนื่องจากตัวแบบการแนะนำของงานวิจัยนี้ จะต้องนำตัวแบบที่ได้ไปใช้งานถึงในระดับตัวแบบย่อย (Sub-Model) ซึ่งมาจากผู้ใช้ข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคลที่แตกต่างกันดังนั้น จึงพิจารณาที่เกณฑ์ของค่า ความระลึก (Recall) ตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไปซึ่งจะเห็นได้ว่า จำนวนของตัวแนะนำ(Recommender) ที่ค่าR6 (r =6)เป็นค่าเกณฑ์ที่สามารถทำให้ทุกตัวแบบย่อย(Sub-Model)มีได้ค่าความระลึกมากกว่าร้อยละ 90 ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21กราฟเปรียบเทียบค่าความระลึก จำแนกตามจำนวนของตัวแนะนำ (Recommender)และตัวแบบย่อย (Sub-Model)

จากข้อสรุปของการคัดเลือกเกณฑ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาสร้างกฎการ แนะนำของแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ในครั้งนี้ โดยพิจารณาจากผลการประเมินผลและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบการจำแนกที่ได้ สรุปได้ว่า การกำหนดเกณฑ์ ค่า t={“3Ts”,“4Ts”}และค่า r=6ซึ่งทำให้ได้ตัวแบบการแนะนำที่มี ค่าเฉลี่ยรวมของความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) เท่ากับร้อยละ 57.12, 93.93และ 70.97 ตามลำดับ และเมื่อทำการวิเคราะห์ผลการประเมินในแต่ละตัวแบบย่อยตามคุณลักษณะรายบุคคลทั้ง 24ตัวแบบย่อย พบว่า ทุกตัวแบบย่อยมีแนวโน้มของค่า ความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) ค่อนข้างคงที่ แสดงให้เห็นว่าเป็นตัวแบบที่มีความเสถียรและเหมาะสมกับข้อมูลของงานวิจัยนี้ ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22กราฟเปรียบเทียบค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่าเอฟเมเชอร์เมื่อกำหนดค่า t = {“3Ts”, “4Ts”} และค่า r = 6 จำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model)

4.4.2 ผลการประเมินการ สืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล

การพัฒนา แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล จะต้องได้รับข้อมูลจากผู้ใช้ 2 ส่วนได้แก่ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล (Individual Characteristics) และข้อมูลคำค้น (Keywords)ซึ่งจากผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของงานวิจัยนี้ได้ข้อสรุปว่า ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลประกอบด้วย ข้อมูลรูปแบบการ เรียนรู้ (Learning Styles) ข้อมูลเพศ (Gender) ข้อมูลระดับการศึกษา (Grade Level)

และข้อมูลลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite) ส่วนของข้อมูลคำค้นที่นำมาใช้ในการทดสอบแบบจำลองครั้งนี้ประกอบด้วย คำว่า สูตรเคมี (B) อะตอม (D)และอิออน(J) จากการทดสอบแบบจำลองการสืบค้น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ที่ได้จากงานวิจัยนี้ กับข้อมูลเลิร์นนิงอ็ อบเจกต์จำลอง ซึ่งมีอยู่ในฐาน ความรู้ของงานวิจัยนี้ จำนวน 645 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ผลปรากฏว่า ทุกตัวแบบย่อยจะได้ค่าความแม่นยำเท่ากับร้อยละ 100เนื่องจากเป็นผลที่ได้มาจากการคัดเลือกทุกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นและคุณลักษณะรายบุคคลอยู่แล้ว ดังนั้น จึงได้ ค่าเฉลี่ยรวมของความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเชอร์เท่ากับร้อยละ 100, 79.6 และ 86.9 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ผลการประเมิน แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลจำแนกตามตัวแบบย่อย (Sub-Model) และคำค้น

Sub-Model	# Recommend LOs			Recall (%)			F-measure (%)		
	B	D	J	B	D	J	B	D	J
PMSF	20	19	22	95.2	67.9	61.1	97.6	80.9	75.9
PMSD	17	17	12	94.4	77.3	63.2	97.1	87.2	77.4
PMHF	7	7	10	100.0	77.8	100.0	100.0	87.5	100.0
PMHD	19	17	25	95.0	65.4	71.4	97.4	79.1	83.3
PFSF	9	6	11	100.0	54.5	78.6	100.0	70.6	88.0
PFSD	23	27	32	67.6	71.1	66.7	80.7	83.1	80.0
PFHF	4	3	7	100.0	100.0	77.8	100.0	100.0	87.5
PFHD	10	7	9	100.0	63.6	64.3	100.0	77.8	78.3
IMSF	6	7	6	100.0	100.0	75.0	100.0	100.0	85.7
IMSD	8	4	10	100.0	57.1	71.4	100.0	72.7	83.3
IMHF	5	3	4	100.0	100.0	57.1	100.0	100.0	72.7
IMHD	7	6	4	100.0	75.0	40.0	100.0	85.7	57.1
IFSF	2	1	2	100.0	50.0	66.7	100.0	66.7	80.0
IFSD	5	5	10	100.0	71.4	90.9	100.0	83.3	95.2
IFHF	6	8	11	85.7	88.9	100.0	92.3	94.1	100.0
IFHD	24	16	24	100.0	53.3	68.6	100.0	69.6	81.4
CMSF	7	5	6	100.0	71.4	60.0	100.0	83.3	75.0
CMSD	5	4	5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
CMHF	27	33	38	75.0	71.7	74.5	85.7	83.5	85.4
CMHD	6	5	8	85.7	55.6	88.9	92.3	71.4	94.1
CFSF	9	11	11	100.0	91.7	78.6	100.0	95.7	88.0
CFSD	19	18	20	70.4	54.5	60.6	82.6	70.6	75.5
CFHF	25	14	25	80.6	42.4	69.4	89.3	59.6	82.0
CFHD	20	20	23	76.9	69.0	69.7	87.0	81.6	82.1
Average				***92.8***	***72.1***	***74.0***	***95.9***	***92.8***	***72.1***
				79.6			***86.9***		

ผลที่ได้ในตารางที่ 4.24สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าผู้ใช้มีข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลที่อยู่ในรูปแบบของตัวแบบย่อยเป็น PMSF เมื่อผู้ใช้ใส่คำค้นคำว่า “อะตอม” หรือคำ D เข้าไประบบผู้ใช้จะได้รับการแนะนำ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวน 19เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ มีค่าความระลึก (Recall)

เท่ากับร้อยละ 67.9 โดยมีค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) เท่ากับร้อยละ 80.9 หรือถ้าผู้ใช้คนเดียวกันค้นคำว่า “สูตรเคมี” หรือคำ B เข้าไประบบ ผู้ใช้จะได้รับการแนะนำ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวน 20เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ มีค่าความระลึก (Recall) เท่ากับร้อยละ 95.2 โดยมีค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) เท่ากับร้อยละ 97.6ซึ่งเป็นผลการประเมินตัวแบบในส่วนของการสืบค้นด้วยคำค้น จะเห็นได้ว่า ผลที่ได้จะมีค่าที่แตกต่างกันไปเมื่อใช้คำค้นที่แตกต่างกัน ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ พบว่า ผลการประเมินที่ได้จากการใช้คำค้น B, D, J มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) เท่ากับร้อยละ 79.6 และ 86.9 ตามลำดับ

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ จะนำเสนอเกี่ยวกับสรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของการวิจัย การประยุกต์ผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล โดยอาศัยแนวคิดทฤษฎี และเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง 5 ด้าน ประกอบด้วย (1) คุณลักษณะเฉพาะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (2) ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (3) กระบวนการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (4) การแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลและ (5) การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย โดยการศึกษาวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ ที่ดัดแปลงขั้นตอนการดำเนินงานมาจาก วงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycleหรือ SDLC)สรุปผลการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 ผลการ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

การศึกษาครั้งนี้จำแนกรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวคิดของ ของกราชาและไรช์แมน ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ของ กลุ่มผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนต่าง ๆ ในเขตจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1,586คน ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยด้านลักษณะรายบุคคลมีความสัมพันธ์กับการเลือก เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยปัจจัยที่ผลต่อการเลือก เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา และลักษณะความชอบวิช า วิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการ ทดสอบไคสแคว์ (χ^2) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนกับข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนมีความสัมพันธ์กับเพศ ระดับการศึกษา และลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value <0.05) โดยมีค่า χ^2 เท่ากับ 23.194 (p-value <0.001),64.243 (p-value <0.001)และ 7.416 (p-value = 0.025)

5.1.2 ผลการพัฒนาฐานความรู้ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์

การพัฒนาฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ของงานวิจัยนี้ สามารถสรุปผลที่ได้ออกเป็น 2ส่วน คือ เมทาดาทาสำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และคลังคำศัพท์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.2.1 เมทาดาทา สำหรับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เป็นการจัดทำ เมทาดาทา สำหรับการบรรยายเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อการสืบค้นตามลักษณะรายบุคคล โดยการวิเคราะห์คุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จากสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับวิชาเคมี ที่ อยู่ภายใต้โครงการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามแผนปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง 2555 (sp2) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ได้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำลองในฐานความรู้ของงานวิจัยนี้จำนวน 645เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และศึกษาเมทาดาทาที่เกี่ยวข้อง ได้ เมทาดาทา สำหรับการบรรยายเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อการสืบค้นตามลักษณะรายบุคคลทั้งสิ้น 7 องค์ประกอบ ได้แก่ ชื่อเรื่อง (Title) คำสำคัญ (Keywords)ชนิดของมัลติมีเดีย (MultimediaType) ชนิดของเนื้อหาแบบเรื่องเล่า (Narrative Content Type) ชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิด (Cognitive Content Type) ชนิดของเนื้อหาที่ช่วยสนับสนุน (Supporting Content Type) และชนิดของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสภาพแวดล้อม (Environment Content Type) โดยองค์ประกอบที่ 1 และ 2 ปรับใช้จากดับลินคอร์เมทาดาทา และองค์ประกอบที่ 3-7ดัดแปลงมาจากมาตรฐานลอมออนโทโลยี ALOCoM และแนวคิดของดันน์

5.1.2.2 คลังคำศัพท์สำหรับการสร้าง ดรรชนี (Index)หรือคำค้น (Keywords) เพื่อเป็นตัวแทน ในการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ สร้างคลังคำศัพท์ ขึ้นมาใหม่โดย ใช้ข้อมูลจาก 3 แหล่ง คือ แหล่งคำ แหล่งความ และแหล่งบุคคล ประกอบด้วยชุดของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระวิชาเคมีในระดับมัธยมศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 224 คำ ที่มีโครงสร้างการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ตามแบบแผนของสคอส (SKOS) ซึ่งมีความสัมพันธ์เชิงความหมาย 3ลักษณะ ได้แก่ ความสัมพันธ์ในลักษณะเท่าเทียมกัน ความสัมพันธ์ในลักษณะลดหลั่นตามลำดับชั้น และความสัมพันธ์ในลักษณะเกี่ยวข้องกันหรือความหมายคาบก่ายกัน ทั้งนี้คำศัพท์แบบควบคุมทั้งหมดที่อยู่ในคลังคำ จะถูกนำไป ทำดัชนีผกผัน (Inverted Index)เพื่อแสดงข้อมูลจำนวนและความถี่ของคำศัพท์ควบคุมต่าง ๆ ในคลังคำที่ปรากฏในแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ แต่ละรายการในขั้นตอน การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคลต่อไป

5.1.3 ผลการพัฒนา มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล

การวิจัยในส่วนนี้จะมุ่งเน้นการพัฒนากฎการแนะนำ (Recommendation Rules)ซึ่งได้มาจากตัวแบบจำแนกข้อมูล (Classification Model) เพื่อให้สามารถอธิบายหรือบอกความสัมพันธ์

ระหว่างคุณลักษณะ เฉพาะ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ผู้ใช้มีความชอบกับ คุณลักษณะรายบุคคล ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมโดยใช้ การผสมผสานระหว่างเทคนิควิธี ต่างๆ ได้แก่เทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เทคนิควิธีเลือกลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล (Feature SelectionandFeatureGrouping) เทคนิคการค้นหาความสัมพันธ์(AssociationRuleDiscovery) ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ(Apriori Algorithm) และเทคนิควิธี ของกฎส่วนใหญ่ (Majority Rule)ได้ผลวิจัย ดังนี้

5.1.3.1 การศึกษาทดลองเพื่อสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล ระหว่าง คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้ใช้มีความชอบ กับคุณลักษณะรายบุคคล โดยการทดสอบด้วยอัลกอริทึมของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ 5 อัลกอริทึม ได้แก่ อัลกอริทึม Random Tree อัลกอริทึม C4.5 (หรืออัลกอริทึม J48) อัลกอริทึม NB Tree อัลกอริทึม BF Tree และอัลกอริทึม Simple Tree พบว่าตัวแบบจำแนกข้อมูลที่กำหนดให้ตัวจำแนก (Classifier) คือ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล โดยมี แอททริบิวท์นำเข้า (Input Attributes)คือ ข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ได้จากการคัดเลือกลักษณะสำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล จากจำนวนทั้งหมด 33 คุณลักษณะ เมื่อผ่านขั้นตอนการเลือกลักษณะสำคัญคงเหลือจำนวน 19 คุณลักษณะและสามารถจัดกลุ่มเป็นคุณลักษณะใหม่ ตามที่มาของข้อมูล ได้จำนวน 5 คุณลักษณะผลปรากฏว่า ตัวแบบจำแนกข้อมูลตามรูปแบบการเรียนรู้ตามเพศ ตามระดับการศึกษาและตามลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่ได้มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้อง (Accuracy) เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 6.86, 4.65, 6.63 และ 3.91 ตามลำดับโดยพบว่าอัลกอริทึม C4.5และอัลกอริทึม Random Treeมีประสิทธิภาพการทำนายที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้งาน ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า วิธีการ เลือกลักษณะสำคัญ และการจัดกลุ่มข้อมูลที่มี ความเกี่ยวข้องกันหรืออยู่ในกลุ่มเดียวกันเพื่อสร้างเป็นคุณลักษณะใหม่ นอกจากจะทำให้ ขนาดมิติของข้อมูลลดลงแล้ว ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบจำแนกข้อมูลได้ด้วย

5.1.3.2 การศึกษาทดลองเพื่อสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูล โดยการเพิ่มแอททริบิวท์นำเข้า(Input Attributes) ซึ่งเป็นคุณลักษณะใหม่ที่ได้จากการค้นหาและคัดเลือก ความสัมพันธ์ ที่โดดเด่นจากความชอบของ ผู้ใช้ที่มีพฤติกรรมการเลือกหรือสนใจ คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่แตกต่างกันและเกิดขึ้นร่วมกันด้วย อัลกอริทึมเอพริออริ เมื่อนำไปสร้างเป็นคุณลักษณะใหม่และ เพิ่มเป็นแอททริบิวท์นำเข้า สำหรับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลและทำการทดสอบด้วยอัลกอริทึมของเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ 3อัลกอริทึม ได้แก่ อัลกอริทึม C4.5 อัลกอริทึม Random Treeและอัลกอริทึม Random Forest Treeผลปรากฏว่าตัวแบบจำแนกข้อมูลที่มีการเพิ่มแอททริบิวท์นำเข้าที่เป็นกลุ่มของคุณลักษณะที่มี ความสัมพันธ์ ที่โดดเด่นที่ได้จาก อัลกอริทึมเอพริออริ เข้าไปจะทำให้ได้ตัวแบบจำแนกข้อมูลที่มีค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นในทุกอัลกอริทึม โดยพบว่า อัลกอริทึม ที่

เหมาะสมสำหรับนำไปใช้งาน คือ อัลกอริทึม C4.5ที่มีการเพิ่มคุณลักษณะใหม่ 3คุณลักษณะคือ A^3 ={Summary,Fact,Demo} B^3 ={Simulation,Summary,Example} และ C^3 ={Overview, Exercise, Time} เข้าไป ซึ่งทำให้มี แอททริบิวท์นำเข้า จำนวน 8 คุณลักษณะโดยมีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 3.71 ทั้งนี้ พิจารณาจากเกณฑ์ขนาดของต้นไม้ตัดสินใจ (Size of Trees) และความคงที่ของค่าความถูกต้องในการทำนายผลผลที่ได้จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าวิธีการค้นหาความสัมพันธ์ที่โดดเด่นระหว่างข้อมูลด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ จากนั้นนำไปสร้างเป็นคุณลักษณะใหม่และเพิ่มเป็น แอททริบิวท์นำเข้ าสำหรับสร้างตัวแบบจำแนกข้อมูลนั้นเป็นอีกแนวทางหนึ่งของเพิ่มประสิทธิภาพการทำนายของตัวแบบจำแนกข้อมูลของงานวิจัยนี้

5.1.3.3 การศึกษาทดลองเพื่อสร้างตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลด้วย กฎส่วนใหญ่ (Majority Rule)เริ่มจากการสร้างกฎการจำแนกด้วยอัลกอริทึม C4.5 ที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล จำนวน 4 คุณลักษณะกับข้อมูลคุณลักษณะ เฉพาะ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่มีการจัดกลุ่มแล้ว จำนวน 8 คุณลักษณะทำให้ได้ชุดของกฎการจำแนก คุณลักษณะ เฉพาะ ของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำนวน 4 ชุดคือ ชุดของกฎการจำแนกตามรูปแบบการเรียนรู้จำนวน 1,090 กฎ ตามเพศ จำนวน974 กฎ ตามระดับการศึกษา จำนวน 1,084 กฎ และ ตามความชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 1,030 กฎ จากนั้นนำกฎการจำแนกทั้งหมดที่ได้เข้าสู่ขั้นตอนการคัดเลือกตามหลักการของ กฎส่วนใหญ่ เพื่อนำผลที่ได้ ไปสร้างเป็นกฎการแนะนำ (Recommendation Rules)ต่อไป โดยพิจารณาจากค่าความถี่ของ กฎ การจำแนกที่ปรากฏร่วมกันในแต่ละชุดของกฎการจำแนก กำหนดเป็นค่า t = {“4Ts”, “3Ts”, “2Ts”, “1Ts”} และจำนวนตัวแนะนำ (Recommender) ที่ต้องการ กำหนดเป็นค่า r = {1, 2, 3,…, 20}ผลปรากฏว่า สามารถสร้างตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ได้จาก การรวมเข้ากัน (Combination) ของข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล 4 คุณลักษณะจำนวนทั้งสิ้น 24 ตัวแบบย่อย (Sub-Model) โดยมีค่าเฉลี่ยของจำนวนกฎการจำแนกที่นำมาใช้ในการสร้างเป็นกฎการแนะนำของทุกตัวแบบย่อยเท่ากับ 730 กฎและเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนของกฎการจำแนกทั้งหมด พบว่ามีจำนวนของการใช้กฎการจำแนกในทุกตัวแบบย่อยลดลงคิดเป็นร้อยละ 61.74 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของค่าความระลึก (Recall)ของทุกตัวแบบย่อยเท่ากับร้อยละ 88.5ผลที่ได้จากการทดลองนี้แสดง ให้เห็นว่า วิธีการสร้างตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลด้วย กฎส่วนใหญ่ เป็นอีกแนวทางหนึ่งของการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างต้นไม้ตัดสินใจไปประยุกต์ใช้งาน นอกจากสามารถกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ในการสร้างกฎการแนะนำตามที่ต้องการได้แล้ว ยังสามารถลดเวลาที่ใช้ในการประมวลผล เนื่องจากมีการลดจำนวนของการนำกฎการจำแนกไปใช้งาน

ดังนั้น มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ของงานวิจัยนี้เลือกใช้ตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลด้วย กฎส่วนใหญ่ ซึ่งจากการประเมินผลและวัดประสิทธิภาพของตัวแบบการแนะนำที่ได้ โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกกฎการจำแนกด้วยการกำหนด ค่า t = {“3Ts”, “4Ts”} และกำหนดค่า r =6ผลปรากฏว่า ได้ตัวแบบการแนะนำที่มี ค่าเฉลี่ยรวมของความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเชอร์ เท่ากับร้อยละ 57.12, 93.93 และ 70.97ตามลำดับ โดยพบว่าทุกตัวแบบย่อยมีลักษณะการกระจายของค่าต่างๆ ค่อนข้างคงที่และอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันแสดงให้เห็นว่า ตัวแบบการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลตามเกณฑ์การคัดเลือกกฎการจำแนกดังกล่าว มีความเสถียรและเหมาะสมกับข้อมูลของงานวิจัยนี้

5.1.4 ผลการพัฒนา มอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล

การพัฒนา มอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล สามารถสรุปผลการวิจัยตามขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำและส่วนของการจัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ดังผลการวิจัยต่อไปนี้

5.1.4.1 ส่วนของ การทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ มีขั้นตอนการทำงานเริ่มจากผู้ใช้ลงทะเบียนและใส่คำค้น (Keywords) ที่ต้องการเข้าสู่ระบบ ส่วนของข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลจะถูกนำไปค้นหาเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะ นำ ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะรายบุคคลส่วนของข้อมูลคำค้น จะถูกนำไปทำดัชนี (Indexing)เพื่อค้นหากลุ่มของคำศัพท์ทั้งหมดที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำค้นตามโครงสร้างการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วยสคอส (SKOS) ในฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จากนั้นจะทำการจับคู่(Matching) ระหว่างรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามคุณลักษณะรายบุคคลและรายการกลุ่มของคำศัพท์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับ คำค้นซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์สุดท้าย เป็นรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ เชิงความหมาย ตามคุณลักษณะรายบุคคล ที่มีการแสดงข้อมูลจำนวนและความถี่ของคำศัพท์ควบคุมต่าง ๆมีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำค้นในแต่ละ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จากการทดสอบผล การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ โดยใช้ คำค้นที่ กลุ่มตัวอย่างมีความสนใจที่จะสืบค้นมากที่สุด จำนวน 3คำได้แก่ คำว่า สูตรเคมี (B) อะตอม (D) และ อิออน (J)ปรากฏว่า ผลลัพธ์ที่ได้มีจำนวนรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่จะแนะนำให้กับผู้ใช้ตามคุณลักษณะรายบุคคลลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้กฎการแนะนำเพียงอย่างเดียว โดยพบว่า

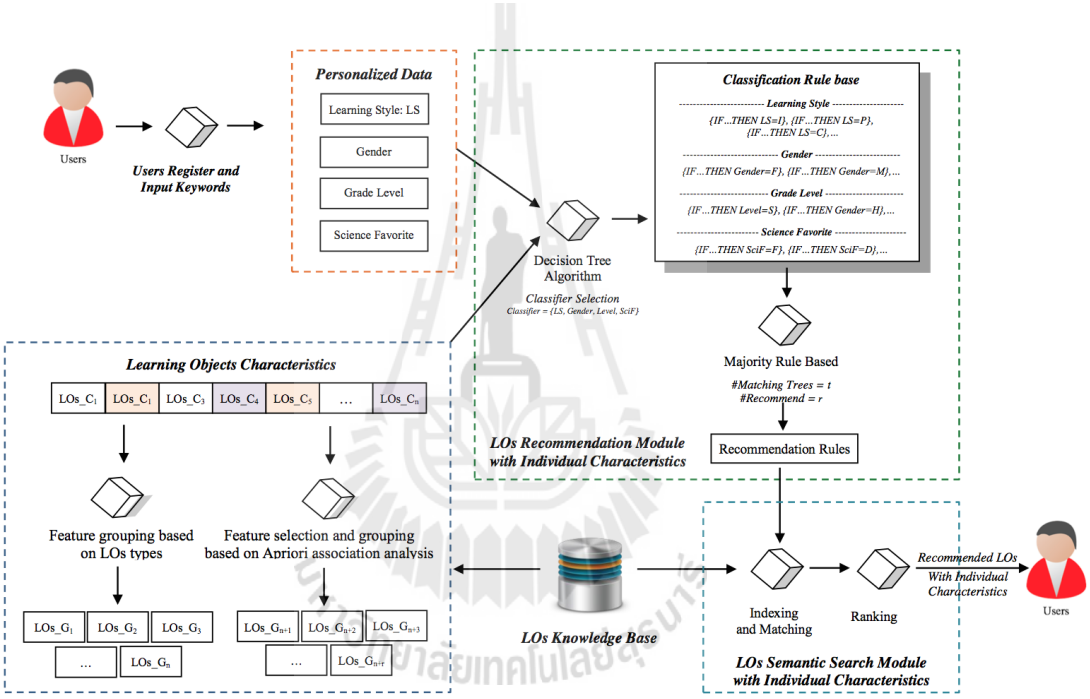
ค่าเฉลี่ยที่ลดลงของจำนวนรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เมื่อใช้คำค้นคำว่าสูตรเคมี อะตอม และอิออนมีค่าเท่ากับร้อยละ 55.6, 59.3 และ 48.1 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ขั้นตอนการทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ ของงานวิจัยนี้ นอกจากจะเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมาย แล้ว ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อคัดกรองข้อมูลของการพัฒนาระบบแนะนำเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ต่อไป

5.1.4.2 การ จัดอันดับผลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ของงานวิจัยนี้ ได้มาจากการประยุกต์ใช้เทคนิค การจัดลำดับ ด้วยวิธี หาผลรวม (Rank Sum)ซึ่งนำไปใช้ในขั้นตอนการ ทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักด้วยการสร้างหลักเกณฑ์เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักให้กับทุกตำแหน่งของคำศัพท์ตามโครงสร้างสคอส ด้วยการกำหนดเงื่อนไขว่า ถ้าคำศัพท์มีความเกี่ยวข้องกับคำค้นมากจะกำหนดให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญมาก ถ้าความเกี่ยวข้องกับคำค้นน้อยจะให้มีค่าน้ำหนักความสำคัญน้อย จึงส่งผลให้คำศัพท์ทุกคำในคลังคำจะมีค่าน้ำหนักที่แตกต่างกันเมื่อใช้คำค้นที่แตกต่างกัน เนื่องจากแต่ละคำศัพท์มีความสัมพันธ์กับคำค้นที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้น การ จัดอันดับผลการสืบค้น ของงานวิจัยนี้ จึงใช้วิธีนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอน การทำดัชนีและการจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ ซึ่งจะมีการ แสดงข้อมูลจำนวนและความถี่ของคำศัพท์ควบคุมต่างๆ ของแต่ละเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ มาคูณกับค่าน้ำหนักของแต่ละคำศัพท์ เพื่อหาค่าน้ำหนักรวมและการปรับค่าให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยการ หารด้วยค่าน้ำหนักรวม สูงสุด ก่อนที่จะจัดเรียงลำดับและแสดงผลการสืบค้นข้อมูลต่อไป

5.1.4.3 ผล การประเมินผลและวัดประสิทธิภาพ มอดูล การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคลที่ได้ ของงานวิจัยนี้ เป็นการทดสอบการสืบค้นข้อมูลกับ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ จำลองที่อยู่ในฐานความรู้ ที่มีการกำหนดให้ผู้ใช้มีข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกันทั้งหมด 24รูปแบบ ด้วย คำค้นคำว่าสูตรเคมี (B) อะตอม (D) และอิออน (J)ผลปรากฏว่า ได้ค่าเฉลี่ยรวมของค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเชอร์ เท่ากับร้อยละ 100, 79.6และ 86.9 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลการประเมินที่อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมและสามารถยอมรับได้โดยมีผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเป็นรายการของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ต้องการแนะนำให้กับผู้ใช้ตามคุณลักษณะรายบุคคลที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีการจัดอันดับการนำเสนอตามน้ำหนักรวมของคำค้นเพื่อให้ได้ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ โดยพบว่าจำนวนรายการของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่เป็นผลลัพธ์สุดท้ายจากการสืบค้นมีค่าเฉลี่ยรวมลดลงเท่ากับร้อยละ 52.2 เมื่อเทียบกับใช้กฎการแนะนำเพียงอย่างเดียว จึงอาจกล่าวได้ว่า ผลพัฒนามอดูลในครั้งนี้ สามารถช่วยแก้ปัญหาของการวิจัยนี้ ในส่วนของ ปริมาณของผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่สอดคล้องกับตามความต้องการของผู้ใช้หรือมีปริมาณมากเกินไปได้

5.1.5 ผลการพัฒนาแบบจำลอง การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอสถาปัตยกรรม "แบบจำลอง การจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (Learning Objects Management Model : LOMM)"เพื่อรองรับการ ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองในขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งจากผลการศึกษาทดลองทั้งหมดที่กล่าวมาในข้างต้น ทำให้สามารถสรุปและแบ่งองค์ประกอบของแบบจำลอง การสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลออกเป็น 6 ส่วน ดังรูปที่ 5.1 โดยมีรายละเอียดของการทำงานแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.1 องค์ประกอบของแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล

(1) ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล (Personalized Data) เป็นส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะรายบุคคลเพื่อนำไปใช้สร้างกฎการแนะนำ (Recommendation Rules) โดยข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลของงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ข้อมูล รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Styles) ข้อมูลเพศ (Gender) ข้อมูลระดับการศึกษา (Grade Level) และข้อมูลลักษณะความชอบวิชาวิทยาศาสตร์ (Science Favorite)

(2) ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์(LearningObject Characteristics) เป็นส่วนของการกำหนดรายการข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ สำหรับนำไปใช้ในการสร้างกฎการแนะนำ ทั้งนี้จะต้องมีการเตรียมข้อมูลด้วยเทคนิควิธีต่าง ๆ เพื่อให้สามารถสร้างตัวแบบการแนะนำที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งงานวิจัยนี้ เลือกใช้เทคนิควิธีการคัดเลือกลักษณะสำคัญ (Feature Selection) การจัดกลุ่มคุณลักษณะ (Feature Grouping) การค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะด้วย อัลกอริทึมเอพริออริ (Apriori Algorithm) ในการเตรียมข้อมูลในส่วนของข้อมูล คุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์

(3) ส่วนของฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ (LOs Knowledge Base) เป็นส่วนของการสร้างเมทาดาทาเพื่ออธิบายข้อมูล เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ และคลังคำศัพท์ (Thesaurus) สำหรับนำไปใช้ในขั้นตอนการสืบค้นเชิงความหมาย ซึ่งคลังคำศัพท์ของงานวิจัยนี้มี โครงสร้างการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ด้วยสคอส (SKOS)

(4) ส่วนของมอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล (LOs Recommendation Module with Individual Characteristics) เป็นส่วนของการค้นหาและสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคล และข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่ผู้ใช้มีความชอบด้วยเทคนิควิธีการต่าง ๆ เพื่อสร้างตัวแบบการจำแนกข้อมูล (Classification Model) โดยงานวิจัยนี้ เลือกใช้วิธีการตัวแบบจำแนกข้อมูลด้วย เทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และเทคนิควิธี ของกฎส่วนใหญ่ (Majority Rule)ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนนี้คือ กฎการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล สำหรับนำไปใช้ในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

(5) ส่วนของมอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล(LOs Semantic Search Module with Individual Characteristics) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ประมวลผลจากข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องด้วยการนำข้อมูลจากผู้ใช้ 2 ส่วนคือ ข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลและข้อมูลคำค้น (Keywords) ไปค้นหากฎการแนะนำที่สอดคล้องกับข้อมูลคุณลักษณะบุคคลของผู้ใช้ และค้นหากลุ่มคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องเชิงความหมายกับคำค้น จากนั้นนำไปจัด ทำดัชนีและจับคู่ระหว่างคำค้นกับเลิร์นนิงอ็อบเจกต์โดยใช้กฎการแนะนำ ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นรายการของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปทำการจัดอันดับเพื่อแสดงผลการสืบค้น ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เทคนิควิธีหาผลรวม (Rank Sum) เพื่อทำดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก ซึ่งจะทำให้สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักรวมของแต่ละ เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อจัดอันดับความสำคัญ (Ranking) ก่อนที่จะแสดงผลลัพธ์ที่ได้ให้กับผู้ใช้

(6) ส่วนปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ (User Interface) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลคุณลักษณะรายบุคคลและข้อมูลคำค้น รวมไปถึงแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จากระบบ

5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย

ข้อจำกัดของ การพัฒนาแบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลมีดังต่อไปนี้

5.2.1 ส่วนของข้อมูลที่นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนา มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคลนั้น เป็นข้อมูลที่ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เรียนเป็นจำนวนมาก เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์และค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลสร้างเป็นแบบจำลองแนะนำ ซึ่งพบข้อจำกัดจากข้อมูลที่ได้ ดังต่อไปนี้

(1) ข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากผู้เรียนที่กำลังศึกษาและมีภูมิลำเนาอาศัยอยู่เขตอำเภอเมืองนครราชสีมาจึงมีความเป็นไปได้ที่พฤติกรรมหรือรูปแบบการเรียนรู้ รวมถึงลักษณะความชอบ หรือทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ ต่างๆ ของผู้เรียนในกลุ่มนี้ อาจจะมีความแตกต่างกับผู้เรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในเขตอำเภออื่นๆ จึงเป็นข้อจำกัดของการนำ แบบจำลอง ที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้งาน

(2) การสร้างตัวแบบการแนะนำจากข้อมูลที่สำรวจได้มานั้น จำเป็นต้องแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน เพื่อใช้สำหรับสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบการแนะนำ เมื่อจัดจำแนกผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ ตามข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ เพศ ระดับการศึกษาและลักษณะความชอบในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อยๆ จำนวน 24 รูปแบบ โดยพบว่า จำนวนของผู้เรียน ในแต่ละกลุ่มย่อยๆ มีความแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการวัดและประเมินผลแบบจำลองที่ได้ในครั้งนี้

5.2.2 ส่วนของข้อมูลเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ใช้ทดสอบแบบจำลอง ในครั้งนี้ พบว่า จำนวนของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่มีอยู่ในฐานความรู้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ตามแหล่งต่าง ๆ ในประเทศไทยนั้น โดยส่วนใหญ่มีองค์ประกอบและคุณลักษณะต่างๆ ไม่ครบถ้วนและสมบูรณ์สำหรับการนำมาใช้เพื่อทดสอบแบบจำลองในครั้งนี้ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ สื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใต้โครงการพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ตามแผนปฏิบัติการไทยเข้มแข็ง 2555 (sp2) ของ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งจัดได้ว่าเป็น เลิร์นนิงอ็อบเจกต์ ที่มีองค์ประกอบและคุณลักษณะต่างๆ ค่อนข้างครบถ้วนและสมบูรณ์สำหรับนำมาใช้เพื่อทดสอบแบบจำลองแต่จากการวิเคราะห์และรวบรวมจาก สื่ออิเล็กทรอนิกส์ จากแหล่งดังกล่าว พบว่า มีจำนวนประมาณ 129เลิร์น

นิงอ็อบเจกต์เท่านั้น ที่มีรายละเอียดข้อมูลคุณลักษณะต่างๆ รวมทั้งมีคำค้นที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ ดังนั้น การศึกษาวิจัยนี้ จึงทำการจำลองข้อมูล (Simulations) เพิ่มเติมจากเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ดังกล่าว เพื่อให้ได้เลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพียงพอสำหรับทดสอบแบบจำลองได้ครอบคลุมทุกแบบจำลองย่อย ของคุณลักษณะ รายบุคคลทำให้ฐานความรู้ของงานวิจัยนี้จำนวนเลิร์นนิงอ็อบเจกต์จำลองทั้งสิ้น 645 เลิร์นนิงอ็อบเจกต์สำหรับการวัดและประเมินผลแบบจำลองที่ได้

5.2.3 การศึกษาวิจัยนี้ มุ่งเน้นที่การสร้างและพัฒนา มอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล โดยมีกระบวนการศึกษาทดลองหลายรูปแบบ เพื่อให้ได้ตัวแบบการแนะนำที่มีความเหมาะสมและสามารถนำไปประยุกต์ไปใช้งานได้ง่าย ดังนั้น ในส่วนของการพัฒนา มอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล จึงกำหนดขอบเขตของการทดสอบผลการพัฒนา ให้สามารถรองรับการค้นเชิงความหมายที่ ใช้คำค้นเพียงคำเดียวและอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ผู้ใช้ต้องที่ใส่ข้อมูลคำค้นถูกต้องเท่านั้น

5.3 การประยุกต์ผลการวิจัย

แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคล ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคซึ่งอาศัยแบบจำลอง (Model-based Techniques) เป็นแบบจำลองที่มีการผสมผสานระหว่างเทคนิควิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree Algorithm) เทคนิควิธีเลือกลักษณะสำคัญและจัด กลุ่มข้อมูล (Feature Selection and Feature Grouping) และเทคนิคการค้นหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ด้วยอัลกอริทึมเอพริออริ(Apriori Algorithm) ซึ่งเป็นรูปแบบของการ พัฒนาระบบแนะนำที่ง่ายสำหรับการนำไป ประยุกต์ใช้งาน จริง ถึงแม้ว่าจะมีขั้นตอนและรายละเอียดของกระบวนการออกแบบและพัฒนาหลายส่วน โดยมีผลการศึกษาทดลองที่มีความเกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกันซึ่งในการนำไปประยุกต์ใช้งานสามารถที่จะคัดเลือกจากขั้นตอนการศึกษาทดลองบางส่วนได้ด้วยเช่นกัน

ตัวอย่างของการนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้งาน อาทิเช่น ผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา นำผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างตัวแบบการจำแนกข้อมูลจากผลการพัฒนามอดูลการแนะนำเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ตามคุณลักษณะรายบุคคล ไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบของการทำนายหรือคาดการณ์ (Prediction) ได้ ซึ่งจะทำให้สามารถจัดเตรียมเนื้อหาหรือคัดเลือกสื่อการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม นอกจากนี้ เทคนิควิธีต่างๆ ที่นำเสนอในขั้นตอนการศึกษาทดลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้เช่นเดียวกัน เช่น การพิจารณาเลือกใช้เ ทคนิควิธีเลือกลักษณะ สำคัญและจัดกลุ่มข้อมูล (Feature Selection and Feature Grouping)ในกรณีที่พบว่า มีคุณลักษณะ (Features) ของข้อมูลที่ต้องการ

ศึกษาเป็นจำนวนมาก การพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ คุณลักษณะของข้อมูล ความเป็นมาของข้อมูล หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อลดขนาดหรือมิติของข้อมูลในการสร้างแบบจำลอง และเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองได้เช่นเดียวกัน

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการศึกษาและพัฒนา แบบจำลองการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายร่วมกับคุณลักษณะรายบุคคลมีข้อค้นพบและข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.4.1 สถาปัตยกรรม LOMM (Learning Objects Management Model) หรือ“แบบจำลองการจัดการเลิร์นนิงอ็อบเจกต์” เป็นการนำเสนอเพื่อรองรับการออกแบบและพัฒนา แบบจำลองของงานวิจัยนี้ โดยมีการประเมินผลและวัดประสิทธิภาพของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นได้ในเชิงทฤษฎีเท่านั้น ดังนั้น จึงควรมีการนำ สถาปัตยกรรม LOMM ไปพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web Application) ในรูปแบบของเว็บการค้นหาเชิงความหมาย เพื่อทดสอบและประเมินผลการผู้ใช้จริงต่อไป

5.4.2 จากข้อจำกัดและขอบเขตของการวิจัยครั้งนี้ ในส่วนของการพัฒนา มอดูลการสืบค้นเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เชิงความหมายตามคุณลักษณะรายบุคคล นั้น สามารถรองรับการสืบค้นเชิงความหมายด้วยคำค้น โดยใช้คำค้นเพียงคำเดียว โดยที่ผู้ใช้ต้องใส่ข้อมูลคำค้นที่ถูกต้อง ด้วย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิจัยโดยนำเทคนิควิธีการวัดความคล้ายคลึงเชิงความหมาย (Semantic Similarity) หรือเทคนิคอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้แบบจำลองที่สามารถรองรับการสืบค้นเชิงความหมายได้มากกว่า 1 คำค้น รวมทั้งรองรับการใส่ข้อมูลคำค้นที่ไม่ถูกต้องของผู้ใช้ได้ด้วย

5.4.3 ผลที่ได้จากการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนกับข้อมูลคุณลักษณะของเลิร์นนิงอ็อบเจกต์ที่ผู้เรียนมีความชอบ ควรมีการศึกษาวิจัยต่อเนื่องเกี่ยวกับผลที่ได้จากการนำตัวแบบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองส่วนข้างต้นไปใช้งาน ในประเด็นของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนว่า ถ้ามีการเลือกสื่อที่มีคุณลักษณะของผู้เรียนแล้วจะสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้หรือไม่

รายการอ้างอิง

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร . (2553). **ศูนย์กลางความรู้แห่งชาติ (Thailand Knowlegde Center: TKC)**[ออนไลน์]. ได้จาก: http://2010.tkc.go.th/?home

กระทรวงศึกษาธิการ . (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพ .ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.**กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ . (2553). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553.**กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

กระทรวงศึกษาธิการ.สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ . สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย . (2551). **แผนยุทธศาสตร์ส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยตมแผนปฏิบัติราชการ 4 ปี (พ.ศ. 2551- 2554).**พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: รังสีการพิมพ์.

กระทรวงศึกษาธิการ . สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน. (2555). **ศูนย์รวมสื่อกระทรวงศึกษาธิการ** [ออนไลน์].ได้จาก: http://media-center.obec.go.th/moe/

กระทรวงศึกษาธิการ. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา . โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย. (2555).**ระบบสืบค้นทรัพยากรการเรียนรู้นานาชาติ** [ออนไลน์].ได้จาก :http://globe.thaicyberu.go.th/

กระทรวงศึกษาธิการ . สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน (สช) . (2555).**ระบบสารสนเทศสถานศึกษาและการบริหารจัดการเงินอุดหนุน (PSIS)** [ออนไลน์].ได้จาก: http://psis.opec.go.th/

กระทรวงศึกษาธิการ . สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ . ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2555). **สคูลเน็ต (School Net)** [ออนไลน์].ได้จาก: http://www.school.net.th/

กิดานันท์มลิทอง. (2548). **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม .**พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. (2550). **คัมภีร์ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจและระบบผู้เชี่ยวชาญ.** กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์แอนด์คอนซัลท์.

กุสุมา รักษมณี. (2535). **คลังคำสำหรับใคร.** สยามรัฐสัปดาห์วิจารณ์. 39(1).

ไกรศักดิ์ เกสร . (2554). การค้นหาข้อมูลเชิงความหมาย : แนวคิดใหม่ของโปรแกรมค้นหา (Search Engine) และแนวทางการพัฒนาในอนาคต. **วารสารวไลยลงกรณ์ปริทัศน์**.1(2): 1-16.

คมคิด ชัชราภรณ์ ,(2556). **การออกแบบเครื่องประมวลผลแบบเคลื่อนที่สำหรับการแนะนำข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยวส่วนบุคคลโดยใช้บริการเครือข่ายทางสังคม .**ดุษฎีนิพนธ์สาขาวิช า เทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

โครงการการศึกษาไร้พรมแดน. (2550).**การออกแบบและพัฒนา e-Learning :โครงการพัฒนา SUTe-Training**. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. โรงพิมพ์โจเซฟ

โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย (2556). **ระบบสืบค้นทรัพยากรการเรียนรู้นานาชาติ.**[ออนไลน์]. ได้จาก: http://globe.thaicyberu.go.th/

ใจทิทย์ ณ สงขลา. (2550). **เอกสารคำสอน Reusable Learning Object**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดวงกมล ไตรวิจิตรคุณ. (2546). **การประเมินวิธีของผู้เรียน.** หนังสือชุดปฏิรูปการศึกษา การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2545). **Designing e-Learning: หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ:ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง . (2550). นิยามเลิร์นนิ่งออปเจ็กต์ (Learning Objects) เพื่อการออกแบบพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ .**วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.**4(4): 50-59.

ธีระศักดิ์สังข์ศรี. (2551). **การใช้ฐานความรู้เวิร์ดเน็ตในการปรับปรุงการจัดกลุ่มเอกสารบนเว็บเชิงความหมาย.**รายงานการศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นฤมล ปราชญโยธิน ทวีศักดิ์ กออนันตกูล และ เปรมิน จินดาวิมลเลิศ. (2536). **ธิซอรัสกับระบบสารสนเทศ.**กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.

นฤมล ปราชญโยธิน. (2556). **คลังคำในบริบทการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศ**.มหาสารคาม: หจก. อภิชาติการพิมพ์.

นลินี โสพัศสถิต (2555).**รายงานวิจัยเรื่อง การใช้ระบบแนะนำสนับสนุนการตัดสินใจ .**กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

นิตยา เกิดประสพ. (2547). **เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การค้นหาความรู้และการขุดค้นข้อมูล (**423304 Knowledge Discovery and Data Mining). นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (ไม่ได้ตีพิมพ์).

นิศาชล จำนงศรี. (2554). บทวิจารณ์หนังสือ Metadata and Its Applications in the Digital Library: Approaches and Practices (By Jia Liu). **วารสารเทคโนโลยีสุรนารี.** 5(1): 77-81.

บุญชม ศรีสะอาด. (2538). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 2** (พิมพ์ครั้งที่ 2).กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). **การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล**.กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

บุญเลิศ อรุณพิบูลย์ สุภาพร ชัยธัมมะปกรณ์ และ ฐิติมา ธรรมบำรุง . (2550). **เริ่มต้นกับเมทาดาทา.** กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ปัณฑาวีร์ เนินทราย. (2549). **ระบบลงทะเบียนและสืบค้นทรัพยากรการเรียนรู้ : Learning Resource Registry and Discovery System.**รายงานการศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปรีชา วิจิตรธรรมรส. (2548). **เอกสารประกอบการอบรม "ความรู้พื้นฐานการทำเหมืองข้อมูล " Data Mining : Association Rules.**กรุงเทพ: สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์

พงศ์ธวัช ชีพพิมลชัย (2554). **โครงการพัฒนาต้นแบบระบบเชื่อมต่อเครือข่ายทรัพยากรการเรียนรู้นานาชาติ.**โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

พนิดา ตันศิริ (2553). **เว็บเชิงความหมายของเว็บ 3.0 (Semantic Web for Web 3.0)**. วารสารนักบริหาร (Executive Journal).ปีที่ 30 ฉบับที่ 4.หน้า 48-55

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. (2554) . **บทเรียนออนไลน์คณะวิทยาการจัดการ** [ออนไลน์]. ได้จาก: http://fmsonline.nrru.ac.th/elearning/

มาลินี จุโฑปะมา. (2554). **จิตวิทยาการศึกษา (Educational Psychology)**.บุรีรัมย์: เรวัติการพิมพ์.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. (2542). **AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก.** กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิศปัตย์ ชัยช่วย. (2556). **การพัฒนาเค้าร่างเมทาดาตาสำหรับการจัดการจารึกที่อยู่ในรูปดิจิทัล .**ดุษฎีนิพนธ์สาขาวิชาสารสนเทศศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศยามน อินสะอาด. (2553). **การพัฒนารูปแบบเลิร์นนิงอ็อบเจกต์เพื่อส่งเสริมการสร้างความรู้และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาปริญญาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล . (2556). **รายงานวิจัยเรื่อง การเข้าถึงความรู้ทางการเกษตรด้วยเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย.**สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ศุภชัย ตั้งวงศ์ศานต์ . (2553). **ระบบการจัดเก็บการสืบค้นสารสนเทศด้วยคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิทักษ์การพิมพ์.

สมจิตร อาจอินทร์ . (2549). การสืบค้นข้อมูลบนเว็บจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย .**ประชุมวิชาการภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 4 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น** , 9 กุมภาพันธ์ 2549, ประเทศไทย.

สมจิน เปียโคกสูง. (2553). **การพัฒนาระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2552). **แนวโน้มเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 2009-2014.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมโทรคมนาคม (สพท.).

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2551). **สำรวจการมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในสถานศึกษา พ.ศ. 2551.** กรุงเทพฯ: สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (2551). **แผนยุทธศาสตร์ส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยต ามแผนปฏิบัติราชการ 4 ปี (พ.ศ. 2551-2554).** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : รังสีการพิมพ์.

สุธรรม อุมาแสงทองกุล. (2541). **การศึกษาผลการสืบค้นสารสนเทศที่ใช้เทคนิคดรรชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักที่จัดทำโดยมนุษย์.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุภเวช หมื่นน้อย. (2550). **การบูรณาการระบบการเรียนรู้อิเล็กทอนิกส์ โดยวิธีคำอธิบายเว็บเซอร์วิสอย่างมีความหมาย .** รายงานการ ศึกษาอิสระปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรางค์โควัตระกูล. (2545).**จิตวิทยาการศึกษา.**พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี. (2549).**ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเรียนของการเรียนในมหาวิทยาลัยเสมือนที่มีต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรีย น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัศนีย์ ก่อตระกูล. (2550).**การพัฒนาระบบสกัดข้อสารสนเทศและความรู้จากเอกสารไร้โครงสร้างภาษาไทย.** หน่วยปฏิบัติการวิจัยเชี่ยวชาญเฉพาะการประมวลผลภาษาธรรมชาติและเทคโนโลยีสารสนเทศอัจฉริยะ. รายงานวิจัย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

อารี พันธ์มณี.(2534). **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพฯ:ต้นอ้อ.

AdmaviciusG., and Tuzhilin A. (2005). Personalization technologies: a process- oriented perspective. **Communications of the ACM.** 48 (10): 83-90.

AGROVOC.(2012). **AGROVOC 2012 edition released** [On-line]. Available: http://aims.fao.org/community/agriocean-dspace/blogs/agrovoc-2012-edition-released

Agrawal, R., Imieliński, T. and Swami, A. (1993). Mining association rules between set of items in large databases. **Proceedings of ACM SIGMOD International Conference on Management of Data,** 22 (June): 207-216.

Agrawal, R., and Srikant, R. (1994).Fast algorithm for mining association rules.**Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases Conference (VLDB'94),** (September): 487-499.

ALOCOM. (2010). **TheALOCoM Core Ontology** [On-line]. Available: http://jelenajovanovic.net/ontologies/loco/alocom-core/spec/

ALOCOM.(2014). **ALOCoM Content Type Ontology** [On-line]. Available: http://jelenajovanovic.net/ontologies/loco/alocom-content-type/spec/

Arch-int, S. (2005).Web Document Clustering using Semantic Link Analysis. **In Proceedings of the International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies, and Internet Commerce (IAWTIC2005),** 28-30 November 2005 (pp.13-18) Vienna, Austria.

Babadogan, C., &Kilic, G. (2012). Learning modalities of sixth grade students and the learning and teaching modalities of the English teachers at primary schools. **Procedia-Social and Behavioral Sciences.** 46: 2467-2471.

Baca, M., and Getty Research Institute.(2008). **Introduction to metadata.2nded**. Los Angeles, CA: Getty Research Institute.

Baki, A., andÇakıroğlu, Ü. (2010). Learning objects in high school mathematics classrooms: Implementation and evaluation. **Computers & Education**. 55(4): 1459-1469.

Berry, M. J., and Linoff, G. S. (2004). **Data Mining Techniques For Marketing, Sales, and Customer Relationship Management. Indianapolis**: Wiley Publishing, Inc.

Bhogal, J., Macfarlane, A., and Smith, P. (2007). A review of ontology based query expansion. **Journal of Information Processing & Management.** 43(4): 866–886.

Biederman, P. S., Lai, J., Laitamaki, J. M., Messerli, H. R., Nyheim, P. D., and Plog, S. C. (2007).**Travel and Tourism: An Industry Primer.** Pearson Custom Library: Hospitality and Culinary Arts Series. Jersey, USA: Prentice Hall.

Breese, J. S., Heckerman, D., and Kadie, C. (1998).Empirical analysis of predictive algorithm for collaborative filtering.**In Proceedings of the 14th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence** (pp. 43-52).Madison, WI, USA: Morgan Kaufmann.

Burke, R. (2002). Hybrid Recommender Systems: Survey and Experiments. **Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction** 12(4): 331-370.

Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia.**User Modeling and User-Adapted Interaction**, 11(1-2): 87–110.

Caldwell, G. P., &Ginther, D. W. (1996). Differences in learning styles of low socioeconomic status for low and high achievers.**Education.** 117(1): 141.

Caplan, P. (2003). **Metadata fundamentals for all librarians**. Chicago: American Library Association.

Cassidy, S. (2004).Learning Styles: An Overview of theories, models, and measures.**Educational Psychology.** 24(4): 419-444.

Chang-qin, H., Ru-lin, D., Zhi-ting, Z., Yong-jian, Y., and Hui, B. (2009). A Semantic Enabled Intelligent Search System for Educational Information Resources. **In IT in Medicine & Education, 2009.ITIME '09. IEEE International Symposium on Date of Conference**: 14-16 Aug. 2009 Page(s): 539- 544.

Chang, Y.-C., Kao, W.-Y., Chu, C.-P., and Chiu, C.-H.(2009). A learning style classification mechanism for e-learning.**Computers & Education**. 53(2): 273-285.

Chen, C.-M.(2008). Intelligent web-based learning system with personalized learning path guidance.**Computers & Education.** 51(2): 787-814.

Chen, W., Niu, Z., Zhao, X., and Li, Y. (2014). A hybrid recommendation algorithm adapted in e-learning environments. **World Wide Web**.17(2):271-284.

Chen, W., andPersen, R. (2012).Recommending collaboratively generated knowledge.**Computer Science and Information Systems.** 9(2): 871-892.

Chatcharaporn, K., Angskun, J., andAngskun, T. (2013).Improving performance of a mobile personalized recommendation engine using multithreading.**In 10th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE),** 160-166.

Cleveland, D. B. and Cleveland, A. D. (1990). **Introduction to indexing and abstracting** (2nd ed). Englewood: Libraries Unlimited.

Curlango-Rosas, C., Ponce, G. A., and Lopez-Morteo, G. A. (2011).A Specialized Search Assistant for Learning Objects.**Journal ACM Transactions on the Web (TWEB)**. Volume 5 Issue 4, October 2011 Article No. 21 ACM New York, NY, USA

Dağ, F., andGeçer, A. (2009).Relations between online learning and learning styles.**Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 1(1): 862-871.

DCMI, (2013), **Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1**[On-line]. Available: http://dublincore.org/documents/dces/

de Boer, J., Kommers, P.A.M., and de Brock, B. (2011). Using learning styles and viewing styles in streaming video.**Computers & Education**. 56(3): 727-735.

DSpace. (2014). **Top Reasons to Use DSpace** [On-line]. Available: http://www.dspace.org/why-use

Dunn, R. (1982). **Teaching Students Through Their Individual Learning Style**. Reston, VA : Reston Publishing.

Dunn, R., and Dunn, K. (1993).**Teaching secondary students through their individual learning styles practical approaches for grades 7-12**. Boston: Ailyn and Bacon, USA.

Ebel, R.L., andFrisbie, D.A. (1986).**Essentials of educational measurement.** Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Egger, R., and Buhalis, D. (2008).**eTourism Case Studies Management and Marketing Issues.** Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.

Gibbons, S.A., Nelson, J.W., and Richard, R. (2000). **The Nature and Origin of Instructional Objects**. The Instructional use of learning objects, online version. [On-line].Avaliable:http://www.reusability.org/read/#1

GLOBE. (2012). **Global Learning Object Brokered Exchange: Purpose and Mission** [On-line].Avaliable: http://www.globe-info.org/

Grasha, A., and Reichmann S. (1975).**Work Handout on Learning Style**. N.P. University of Cricinnate.

Guha, R., MaCool, R., and Miller, E. (2003).Semantic Search.**In Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web**: 700 – 709.

Han, J. and Kamber, M. (2001).**Data Mining: Concepts and Techniques.** San Diego: Academic Press.

Han, J., Kamber, M. and Pei, J. (2011).**Data Mining: Concepts and Techniques**. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.

Haslhofer, B. (2011). **SKOS, RDFaandCo,Linked Data Related Examples.**Cornell University.[On-line]. Available: http://www.slideshare.net/bhaslhofer/skos-rdfa-microformatsmicrodata

Haynes, D. (2004). **Metadata for information management and retrieval.** London: Facet.

Hillmann, D. I., Westbrooks, E. L., and American Library Association.(2004). **Metadata in practice.** Chicago: American Library Association.

IEEE.(2002). **Draft Standard for Learning Object Metadata** [On-line]. Available: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_ 1_v1_ Final_Draft.pdf

IMS.(2004). **IMS Meta-data Best Practice Guide for IEEE 1484.12.1-2002 Standard for Learning Object Metadata** [On-line].Avaliable: http://www.imsglobal.org/metadata/mdv1p3pd/ imsmd_ bestv1p3pd.html

ISO.(2009). **Information and documentation - The Dublin Core metadata element set (ISO 15836: 2009)** [On-line]. Avaliable: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=52142

Jonassen, D. H., and Grabowski, B. L. (1993).**Handbook of individual differences, learning and instruction.** Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Jovanović, J., Gašević, D., Knight C., and Richards, G. (2007). Ontologies for Effective Use of Context in e-Learning Settings.**Educational Technology & Society**. 10(3):47-59.

Kabassi, K. (2010). Personalizing recommendations for tourists.**Telematics and Informatics.**27(1): 51-66.

Kay, R.H., andKnaack, L. (2008). A formative analysis of individual differences in the effectiveness of learning objects in secondary school. **Computers & Education**. 51(3): 1304-1320.

Keefe, J.W. (1987). **Learning style: Theory and practice.** Reston, virginia: National association of secondary school principals.

Kettunen, J., Hautala, J., and Kantola, M. (2009). Information environments of middle managers in higher education, In Antonio Cartelli& Marco Palma (eds.), **Encyclopedia of Information Communication Technology**. Hershey: IGI Global, 436-442.

Kim, W. (2002). Personalization: Definition, status, and challenges ahead. **Journal of Object Technology**. 1(1): 29–40.

Kimball, R. (Ed.). (1998). **The data warehouse lifecycle toolkit: expert methods for designing, developing, and deploying data warehouses.**John Wiley & Sons.

Knight, C., Gaševic, D., and Richards, G. (2005).Ontologies to integrate learning design and learning content.**Journal of Interactive Media in Education.** 7:1-24.

Klašnja-MiliĆeviĆ, A., Vesin, B., IvanoviĆ, M., andBudimac, Z. (2011). E-learning personalization based on hybrid recommendation strategy and learning style identification. **Computers & Education**. 56(3): 885-899.

Kolb, D.A. (1984). **Experiential Learning : Experience as the Source of Learning and Development.** Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

Kurashima, T., Iwata, T., Irie, G., and Fujimura, K. (2010). Travel route recommendation using geotags in photo sharing sites. In **Proceedings of the 19th ACM international conference on Information and knowledge management 2010** (pp 579-588). NY, USA: ACM New York.

Lancaster, F.W. (1986). **Vocabulary Control for Information Retrieval. 2nd**. Arlington, Virginia: Information Resource Press.

Lin, C.F., Yeh, Y.-c., Hung, Y.H., and Chang, R.I. (2013). Data mining for providing a personalized learning path in creativity: An application of decision trees. **Computers & Education.** 68: 199-210.

LTSC 2000.(2011). **Learning Technology Standard committee website** [On-line].Avaliable: http://ltsc.ieee.org

Lu, H., Jia, L., Gong, S.-h., and Clark, B. (2007).The relationship of kolb learning styles, online learning behaviors and learning outcomes.**Educational Technology & Society**. 10(4): 187-196.

Malczewski, J. (1999). **GIS and Multicriteria Decision Analysis.** New York: John Wiley & Sons

Maneenil, S., Srisa-ard, B., andChookhampaeng, C. (2010).Causal factors influencing critical thinking of students in different learning styles.**Journal of Education, Mahasarakham University**. 4(4): 88-95.

Manning, C. D., Raghavan, P. andSchütze, H. (2008).**Introduction to information retrieval**. London, United Kingdom: Cambridge University Press.

Melville, P., and Sindhwani, V. (2010).Recommender Systems.**Encyclopedia of Machine Learning 2010** (pp 829-838).Claude Sammut and Geoffrey Webb (Eds), Springer.

Miao, D., Duan, Q., Zhang, H., and Jiao, N. (2009).Rough set based hybrid algorithm for textclassification. **Expert Systems with Applications**.36(5): 9168-9174.

Moodle.(2014). **Moodle Sites** [On-line].Avaliable: https://moodle.net/sites/index.php?country=TH

NISO.(2004). **Understanding Metadata.**[On-line].Avaliable: http://www.niso.org/ publications/ press/UnderstandingMetadata.pdf

NISO. (2012). The Dublin Core Metadata Element Set. [On-line].Avaliable: http://www.niso.org /apps/group_public/download.php/10256/Z39-85-2012_dublin_core.pdf

Niwattanakul, S., Martin, Ph., Eboueya, M., and Khaimook, K. (2007). Learning Object Mediation System based on an Ontology Model.**FouthInternation Conference on eLearning for Knowledge-based Society** (pp. 28.1-28.6)

NMC.(2012). **NMC Learning Object Repositories** [On-line]. Available: http://archive2.nmc.org/ projects/lo/repositories.shtml

Ocepek, U., Bosnić, Z., Šerbec, I. N.,andRugelj, J. (2013).Exploring the relation between learning style models and preferred multimedia types.**Computers & Education.** 69: 343-355.

Oppermann, R. (1994). Adaptively supported adaptability.**International Journal of Human Computer Studies**. 40(3): 455–472.

Özpolat, E., andAkar, G.B. (2009). Automatic detection of learning styles for an e-learning system. **Computers & Education.** 53(2): 355-367.

Qin, J., and Hernández, N. (2004).**Ontological Representation of Learning Objects: Building Interoperable Vocaburary and Structure** [On-line]. Avaliable: http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1013469

Quinlan, J.R. (1986). Induction of decision trees.**Machine Learning.**1: 81–106.

Quinlan, J.R. (1993). **C.45: Programs for machine learning.** San Francisco, CA: Morgan Kaufmann.

Pazzani, M. (1999).A framework for collaborative, content-based and demographic filtering.**Artificial Intelligence Review**.13(5-6): 393-408.

Reiff, J.C. (1992). **Learning styles**. Washington, dc: National education association. .

Resnick, P., and Varian, Hal. (1997). Recommender Systems.**Communications of the ACM** 40(3): 56–58.

Rowley, J. E. (1988). **Abstracting and indexing** (2nd ed). London: Bingley.

Schiaffino, S., and Amandi, A. (2009).Building an expert travel agent as a software agent.**Journal of Expert Systems with Applications.** 36 (2): 1291-1299.

Soo, L.K., Yeoh, E-T., and Ho, S.B. (2012). Ontology Based Personalized Recommendation Model for Learning Objects in a Service Oriented E-learning Environment**. In International Conference on Innovation and Information Management (ICIIM 2012)** vol. 36 (2012): 87-92.

Soto. J., Garcia. E., and Sánchez-Alonso. S., (2007). Semantic learning object repositories. **International Journal of Continuing Engineering Education and Life Long Learning**.17(No.6/2007): 432-446.

Thakar, U., Meena, An., and Meena, Am. (2011).OLearner - An Ontology Based Learning Content Management System to Support Semantic Search and Contribution of Learning Objects**.Journal of Algorithms & Computational Technology.** 4(4): 587-605.

Thonthai, T. (2009). Learning styles of graduate diploma students in teaching profession at princess of naradhiwas university. **Princess ofNaradhiwas University Journal.** 1(3): 145-157.

Tseng, J.C.R., Chu, H.-C., Hwang, G.-J., and Tsai, C.-C.(2008). Development of an adaptive learning system with two sources of personalization information.**Computers & Education.**51(2): 776-786.

UNESCO.(2010). **UNESCO Thesaurus** [On-line]. Available: http://databases.unesco.org/thesaurus/

Vesin, B., Ivanovic, M., Klasnja-Milicevic, A., andBudimac, Z. (2013).Ontology-based architecture with recommendation strategy in java tutoring system.**Computer Science and Information Systems.** 10(1): 237-261.

Verbert, K., Jovanovic´, J., Duval, E., Gas˘evic´, D., andMeire, M. (2006). Ontology-based learning content repurposing: The alocom framework. **International Journal on E-learning.** 5(1): 67-74.

Verbert, K., Janovic, J., Duval, E., Gasevic, D., and Meire, M. (2006). Ontology-Based Learning Content Repurposing: the ALOCOM Framework. **International Journal on E-Learning**.5(1): 67-74.

Wanapu, S., Fung, C. C., Kajornrit, J., Niwattanakul, S., &Chamnongsri, N. (2014). Selecting feature grouping and decision tree to improve results from the learning object management model (LOMM). **Journal of Convergence Information Technology.** 9(3), 131-142.

World Wide Web Consortium (W3C).(2013). **W3C Semantic WebActivity.** [On-line] Available: http://www.w3.org/2001/sw/

Witten, L. H. and Frank, E. (2005).**Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques.** San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.

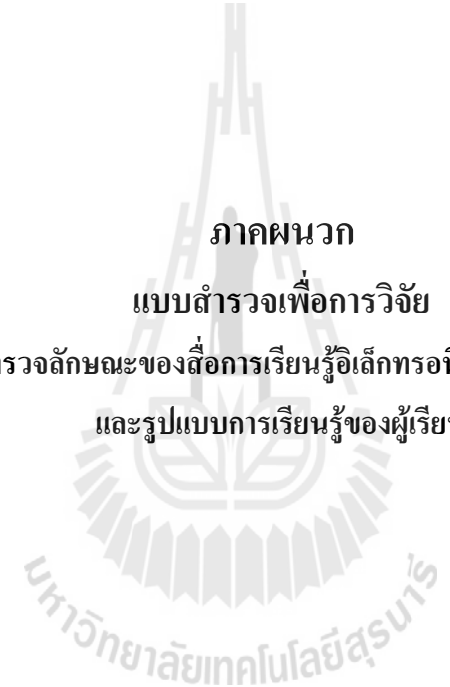
Yalcinalp, S., andEmiroglu, B. (2012).**Through efficient use of LORs: Prospective teachers' views on operational aspects of learning object repositories**. British Journal of Educational Technology, 43(3): 474-488.

Yamane, Taro. (1973). **Statistics: An Introductory Analysis.**Third edition.Newyork : Harper and Row Publication.

ภาคผนวก

แบบสำรวจเพื่อการวิจัย

แบบสำรวจลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน



แบบสำรวจลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ และรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน

แบบสำรวจฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสำรวจข้อมูลลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ (Learning Objects) ที่ผู้เรียนมีความชอบหรือสนใจใฝ่รู้ รวมถึงรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน (Learning Styles) โดยแบ่งแบบสำรวจออกเป็น 3 ตอน คือ (1) ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน (2) ลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ และ (3) แบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้ แบบสำรวจมีจำนวนทั้งหมด 6 หน้า

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมายPลงใน [ ] หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

1. เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง
2. อายุ_____ปี
3. ระดับชั้นการศึกษาในปัจจุบัน

[ ] ม.1 [ ] ม.4 แผนการเรียน/เน้นทาง_____

[ ] ม.2 [ ] ม.5 แผนการเรียน/เน้นทาง_____

[ ] ม.3 [ ] ม.6 แผนการเรียน/เน้นทาง_____

4. ชื่อโรงเรียน/สถานศึกษา_____

   จังหวัด_____

5. สังกัดของโรงเรียน/สถานศึกษา [ ] รัฐบาล [ ] เอกชน
6. ระดับความชอบ/สนใจเรียนในรายวิชาต่าง ๆ ของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้

	กลุ่มสาระการเรียนรู้	ความชอบ/สนใจเรียน		
		ชอบมาก	เฉย ๆ	ไม่ชอบ
1	ภาษาไทย			
2	คณิตศาสตร์			
3	วิทยาศาสตร์			
4	สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม			
5	สุขศึกษาและพลศึกษา			

	กลุ่มสาระการเรียนรู้	ความชอบ/สนใจเรียน		
		ชอบมาก	เฉย ๆ	ไม่ชอบ
6	ศิลปะ			
7	การงานอาชีพและเทคโนโลยี			
8	ภาษาต่างประเทศ			

7. ระดับผลการเรียนเฉลี่ยปีการศึกษาที่แล้ว_____

8. ท่านค้นหาความรู้สำหรับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของท่านผ่านทางเว็บไซต์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

[ ] Google [ ] Yahoo [ ] Bing

[ ] Sanook [ ] Kapook [ ] Mthai

[ ] Hunsa [ ] Saimguru [ ] อื่น ๆ ระบุ_____

9. ท่านเคยค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับสื่อการเรียนการเรียนรู้จากเว็บไซต์ต่อไปนี้หรือไม่ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

[ ] เว็บไซต์ศูนย์รวมสื่อกระทรวงศึกษาธิการ URL : http://mediacenter.obec.go.th/moe/
จัดทำขึ้นโดย สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน กระทรวงศึกษาธิการ

[ ] เว็บไซต์สคูลเน็ตURL : http://www.school.net.th
จัดทำขึ้นโดย ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

[ ] เว็บไซต์ศูนย์กลางความรู้แห่งชาติ URL : http://2010.tkc.go.th/?home
จัดทำขึ้นโดย กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

[ ] เว็บไซต์ระบบสืบค้นทรัพยากรการเรียนรู้นานาชาติ URL : http://globe.thaicyberu.go.th/
จัดทำขึ้นโดย โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

[ ] เว็บไซต์รวมสื่อต่าง ๆ จัดทำขึ้นโดย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาต่าง ๆ

[ ] เว็บไซต์ระบบอีเลิร์นนิ่ง(e-Learning) จัดทำขึ้นโดย หน่วยงาน โรงเรียน หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ

[ ] ไม่เคยค้นข้อมูลจากเว็บไซต์ต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น เนื่องจาก_____

ตอนที่ 2 ลักษณะของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบ

<u>คำชี้แจง</u>

สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์หรือเลิร์นนิ่งอ็อบเจกต์ (Learning Object) หมายถึง เนื้อหาสาระของความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งสำหรับการเรียนรู้ ได้รับการออกแบบในลักษณะของสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีทั้งรูปภาพ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหวและ เสียง อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆ อย่างรวมกันขอบเขตของงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นการศึกษาลักษณะของการใช้ (อ่าน/ฟัง/ดู) สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้เรียนชอบในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยมีประเด็นที่จะสอบถามผู้เรียนทั้งหมด 5 ประเด็น

โปรดทำเครื่องหมาย√ลงใน [ ] หรือเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริงที่สุด

1. ท่านคิดว่าประเภทของสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ในลักษณะใดสามารถทำให้ท่านสนใจที่อยากจะเปิดใช้สื่อนั้น ๆ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

[ ] วิดีโอคลิป (Video)
[ ] ภาพเคลื่อนไหว (Animation)
[ ] เสียงบรรยาย (Audio)
[ ] งานนำเสนอภาพนิ่ง (Presentation)
[ ] ภาพประกอบ (Graphic)
[ ] ภาพจำลองเหตุการณ์หรือสถานการณ์ (Simulation)
[ ] เว็บไซต์หรือรวมลิงค์ (Link)
[ ] อื่นๆ ระบุ_____

2. ท่านคิดว่าในขณะที่ท่านใช้สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาส่วนใดที่อยู่ในสื่อฯ ที่ท่านสนใจจะอ่านมากกว่าเนื้อหาส่วนอื่น ๆ ได้แก่ข้อใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

[ ] บทคัดย่อ (Abstract)
[ ] ภาพรวมของเนื้อหาบทเรียน (Overview)
[ ] แนะนำก่อนเข้าบทเรียน (Introduction)
[ ] เนื้อหาของแต่ละบทเรียน (Chapter)
[ ] สรุปเนื้อหา (Summary or Conclusion)
[ ] บรรณานุกรม (Bibliography)

3. ท่านคิดว่า ในขณะที่ท่านใช้สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เนื้อหาส่วนใดที่อยู่ในสื่อฯ ที่ช่วยให้ท่านเกิดความเข้าใจมากขึ้น ได้แก่ข้อใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

[ ] ข้อเท็จจริง (Fact)
[ ] คำจำกัดความ/คำนิยาม (Definition)
[ ] กระบวนการ (Process)
[ ] ลำดับขั้นตอนการทำงาน (Procedure)
[ ] สาธิต/แสดงเป็นตัวอย่าง (Demo)
[ ] อัลกอริทึม (Algorithm)

4. ท่านคิดว่า ในขณะที่ท่านใช้สื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ส่วนประกอบเพิ่มเติมจากเนื้อหาบทเรียนที่สามารถช่วยให้ท่านเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น ได้แก่ข้อใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

[ ] ตัวอย่าง (Example)
[ ] แบบฝึกหัด (Exercise)
[ ] การอ้างอิงในเนื้อหา (Reference)
[ ] การบรรยาย/อธิบายเนื้อหาโดยละเอียด (Description)
[ ] ข้อคำถาม (Question)
[ ] แนวคำตอบ (Answer)
[ ] อื่น ๆ ระบุ_____

5. ท่านคิดว่าสภาพแวดล้อมหรือสภาวะใดต่างๆต่อไปนี้ที่มีผลกระทบต่อการเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของท่าน (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

[ ] เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ (Time)
[ ] กำหนดการ/กำหนดการส่งงาน (Schedule)
[ ] ชนิดและความดังของเสียงรบกวน (Sound)
[ ] สถานที่ที่ใช้ในการเรียนรู้ (Place)
[ ] ปริมาณและชนิดของแรงกดดันและแรงจูงใจจากผู้สอน (Pressure and Motivation)
[ ] เงื่อนไขหรือสภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Physical Environment and Condition)
[ ] รูปแบบการสั่งงานของผู้สอน (Type of Assignment)
[ ] วิธีการประเมินผลของผู้สอน (Type of Structure and evaluation)

ตอนที่ 3 แบบสำรวจรูปแบบการเรียนรู้

<u>คำชี้แจง</u>อ่านข้อความและพิจารณาว่าข้อความดังกล่าวตรงกับลักษณะหรือพฤติกรรมในการเรียนรู้ของท่านในระดับใด โปรดใส่เครื่องหมาย√ลงในช่องด้านขวามือตามความเป็นจริงมากที่สุด

- 5 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของท่าน มากที่สุด
- 4 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของท่าน มาก
- 3 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของท่าน ปานกลาง
- 2 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของท่าน น้อย
- 1 หมายถึง ตรงกับพฤติกรรมในการเรียนรู้ของท่าน น้อยที่สุด

ข้อที่	ข้อความ	ระดับพฤติกรรม				
		1	2	3	4	5
1	ส่วนใหญ่แล้วฉันศึกษาค้นคว้าเนื้อหาวิชาที่เรียนด้วยตนเอง					
2	ในเวลาเรียนฉันไม่ค่อยตั้งใจเรียน					
3	ฉันจะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้นถ้าได้ปรึกษากับเพื่อนๆ					
4	ถ้าครูปล่อยให้นักเรียนเรียนตามใจชอบถือว่าไม่ได้ทำหน้าที่ของครูอย่างถูกต้อง					
5	ฉันคิดว่าการเรียนให้ได้ดีนั้นจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน					
6	ฉันพยายามเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้					
7	ฉันมักจะเลือกเรียนในสิ่งที่ฉันคิดว่าสำคัญเป็นหลักซึ่งอาจจะไม่ตรงกับความเห็นของครูเสมอไป					
8	ฉันรู้สึกว่าฉันจำต้องเข้าชั้นเรียนมากกว่าความรู้สึกที่ต้องการอยากเข้าชั้นเรียนจริงๆ					
9	ในการเรียนแต่ละวิชาฉันคิดว่าฉันสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้นถ้าได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆแทนที่จะเก็บความคิดเห็นไว้คนเดียว					
10	ฉันยอมรับกฎเกณฑ์หรือรูปแบบการสอนที่ครูกำหนดขึ้น					
11	ฉันต้องแข่งขันกับเพื่อนเพื่อให้ครูสนใจ					
12	ฉันสนใจกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					
13	ฉันสามารถตัดสินใจเองได้ว่าเนื้อหาวิชาตอนใดสำคัญ					
14	วิชาที่ฉันเรียนไม่ได้ทำให้ฉันสนใจอย่างแท้จริง					
15	ฉันคิดว่าสิ่งที่สำคัญของการเรียนในชั้นคือการเรียนรู้ที่จะเข้ากับเพื่อนๆได้					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับพฤติกรรม				
		1	2	3	4	5
16	ฉันคิดว่าครูควรชี้แจงให้ชัดเจนว่าอะไรเป็นสิ่งที่นักเรียนจะต้เรียน					
17	ในระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียนฉันต้องแข่งกับเพื่อนๆ เพื่อให้เพื่อนยอมรับความคิดเห็นของฉัน					
18	ฉันได้เรียนรู้ในชั้นเรียนมากกว่าการศึกษาด้วยตนเองที่บ้าน					
19	ฉันเชื่อมั่นในความสามารถของฉันในการเรียนรู้ สาระสำคัญในแบบเรียน					
20	ฉันเบื่อและไม่สนใจเนื้อหาสาระของวิชาที่เรียน					
21	ฉันเตรียมตัวดูหนังสือสอบร่วมกับเพื่อนๆ					
22	ฉันรู้สึกว่าข้อมูลที่ปรากฏในหนังสือและจากการอภิปราย ของครูนั้นถูกต้องเสมอ					
23	ฉันพอใจเมื่อฉันสามารถตอบปัญหาหรือคำถามได้ก่อน เพื่อนในชั้นเรียน					
24	ฉันเข้าชั้นเรียนเพราะต้องการจะเรียนรู้จากครูและเพื่อนๆ					
25	ฉันอ่านหรือศึกษาแบบเรียนมาล่วงหน้าก่อนที่ครูอธิบายให้ฟ					
26	ฉันดีใจเมื่อทราบว่าครูไม่มาสอนหรือมีการงดเรียนในบาง ชั่วโมง					
27	ฉันไม่ชอบทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ทำเพียงคนเดียว					
28	ก่อนลงมือทำงานที่ครูมอบหมายให้ฉันจะพยายามถามครู จนเข้าใจชัดเจน					
29	ฉันคิดว่าจะไม่เกิดผลดีต่อตนเองถ้าให้เพื่อนยืมสมุดจดงาน และแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนๆก่อนเวลาสอบ					
30	ฉันสนุกและพอใจกับกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับพฤติกรรม				
		1	2	3	4	5
31	ฉันศึกษาหรือทำรายงานในแต่ละวิชาด้วยตนเอง					
32	ฉันเบื่อหน่ายกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					
33	ฉันรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนๆเมื่อมีประเด็นปัญหาต้องพิจารณาร่วมกัน					
34	ฉันจะไม่คิดหรือติดตามประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาเรียนถ้าปัญหาเหล่านั้นไม่ได้อยู่ในหนังสือหรือครูกล่าวถึง					
35	ฉันพอใจเมื่อทราบว่าตนเองทำคะแนนได้ดีกว่าเพื่อนๆ					
36	ฉันจะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จก่อนที่จะทำสิ่งอื่นๆที่ตนสนใจ					
37	ฉันทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยวิธีของตนเองโดยไม่คำนึงว่าเพื่อนๆจะทำอย่างไร					
38	ฉันมาเรียนเพียงเพื่อให้สอบผ่านหรือจบตามหลักสูตรเท่านั้น					
39	ฉันชอบพูดคุยกับเพื่อนๆนอกชั้นเรียนเกี่ยวกับความคิดและประเด็นปัญหาที่ได้อภิปรายแล้วในชั้นเรียน					
40	ฉันคิดว่าการอภิปรายมากเกินไปในชั้นเรียนทำให้ครูสอนเนื้อหาไม่ครบตามหลักสูตร					
41	ฉันต้องเรียนแข่งกับเพื่อนให้ได้คะแนนดี					
42	ฉันคิดว่าการเรียนในชั้นเรียนร่วมกับเพื่อนๆได้ผลคุ้มค่า					
43	ฉันไม่ชอบให้ครูกำหนดว่าจะต้องเรียนอะไรบ้าง					
44	ฉันพยายามไม่สบตาครูเพราะกลัวว่าครูจะเรียกให้ตอบคำถาม					
45	ฉันรู้สึกว่าครูกับนักเรียนควรมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันจนนักเรียนกล้าบอกความจริงเกี่ยวกับการเรียนการสอนได้					
46	ฉันสนุกที่จะเรียนวิชาต่างๆเมื่อครูจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ					

ข้อที่	ข้อความ	ระดับพฤติกรรม				
		1	2	3	4	5
47	ฉันต้องการรู้ว่าเพื่อนคนอื่นได้คะแนนอยู่ในระดับใด					
48	ฉันเต็มใจทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนไม่ว่างานนั้นจะน่าสนใจหรือไม่ก็ตาม					
49	ถ้ามีประเด็นในบทเรียนที่ฉันสนใจฉันจะไปค้นคว้าเพิ่มเติม					
50	ฉันไม่สนใจที่จะเรียนรู้กิจกรรมต่างๆจากชั้นเรียน					
51	ฉันชอบวิชาที่ครูให้โอกาสอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหากิจกรรมและมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน					
52	ฉันคิดว่าการเรียนจากตำราและการบรรยายของครูเพียงพอแล้					
53	ฉันพยายามที่จะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ดีหรือเร็วกว่าเพื่อนๆ					
54	ฉันชอบที่นั่งในชั้นเรียนที่สามารถได้ยินและเห็นข้อความบนกระดานดำได้ชัดเจน					
55	ฉันคิดเอาเองว่าครูควรจัดการเรียนการสอนอย่างไรในแต่ละวิ					
56	เมื่อฉันมีแบบฝึกหัดมากหรือยากกว่าปกติฉันมักจะไม่ทำหรือทำเฉพาะส่วนที่ง่ายเท่านั้น					
57	ฉันคิดว่าการเรียนการสอนในวิชาต่างๆเกิดจากการปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน					
58	ฉันสามารถเรียนรู้สิ่งที่ยากและสำคัญได้โดยการทำตามคำแนะนำของครู					
59	ฉันชอบกิจกรรมการเรียนที่มีการแข่งขันระหว่างกลุ่มหรือระหว่างบุคคลเพราะทำให้ตื่นเต้นดี					
60	ฉันจะทำงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย					

ขอขอบคุณอย่างสูงในความร่วมมือ
ศุภชานันท์ วนภู นักวิจัย

ประวัติผู้เขียน

นางศุภชานันท์ วนภู เกิดเมื่อวันที่23 กันยายน2510 จังหวัดอุทัยธานี สำเร็จการศึกษาปริญญาโทหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีวสถิติ) คณะสาธารณสุขศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยมหิดล ใปี พ.ศ.2539และเข้า ปฏิบัติงาน ที่ศูนย์บริการการศึกษา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จนถึงปี พ.ศ. 2542 จากนั้น ได้ย้ายติดตามครอบครัวมา ปฏิบัติงาน ที่โครงการการศึกษาไร้พรมแดน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ) คณะวิทยาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2547และสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2549ซึ่งในปีเดียวกัน ได้รับ ทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนนวัตกรรมและ สิ่งประดิษฐ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุ รนารี เพื่อพัฒนา “โปรแกรมการประเมินผลบทเรียน E-Learning โดยใช้การถ่ายโอนข้อมูลจาก Moodle (e-Learning Evaluation Program by Using Data Interfacing from Moodle หรือ Edi-Mo)” สำหรับเผยแพร่ให้กับสถานศึกษาต่าง ๆ และเพื่อเป็นการนำความรู้ความสามารถทางวิชาการไปใช้ประโยชน์ต่อส่วนรวมได้มากยิ่งขึ้น ในปี พ.ศ.2551จึงย้ายเข้าปฏิบัติงานในตำแหน่งอาจารย์สังกัดโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา และในปี พ.ศ. 2553ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาเอก หลักสูตรวิทยาการสารสนเทศดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยได้รับทุนการศึกษาจากต้นสังกัด และทุนการศึกษาตามโครงการส่งเสริมการวิจัยในสถาบันอุดมศึกษา ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) กระทรวงศึกษาธิการ ทั้งในส่วนของการศึกษาต่อภายในประเทศและทุนทำวิจัยระยะสั้นในต่างประเทศ เป็นเวลา 6 เดือน ณ มหาวิทยาลัยเมอร์ด็อก (Murdoch University) เมืองเพิร์ท (Perth) เครือรัฐออสเตรเลีย ผู้วิจัยมีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญทางด้าน การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการทำเหมืองข้อมูลในด้านต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านวิจัยทางการศึกษา ซึ่งเป็นศาสตร์ที่สามารถใช้ความรู้ทางด้านสถิติและด้านเทคโนโลยีสารสนเทศผนข้กด้วยกัน