

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ศึกษารายละเอียดของแนวคิด ทฤษฎี รวมทั้งทบทวนผล การศึกษาของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปรายละเอียดดังนี้

1. ความเป็นมาและรูปแบบการละเล่นดนตรีพื้นบ้านม้งคละ
2. แนวคิดเกี่ยวกับออนโทโลยี (Ontology)
3. แนวคิดเกี่ยวกับระบบการจัดการองค์ความรู้
4. หลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ
5. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบฐานข้อมูล
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความเป็นมาและรูปแบบการละเล่นดนตรีพื้นบ้านม้งคละ

ม้งคละเป็นชื่อเรียกวงดนตรีพื้นบ้านที่มีลักษณะเป็นวงปี่กลองชนิดหนึ่งที่มีใช้เล่นกันอย่าง แพร่หลายในจังหวัดพิษณุโลกเป็นเวลายาวนานมาแล้วในอดีตดนตรีม้งคละเป็นวงดนตรีที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับคนในสังคมและมีบทบาทสำคัญทั้งในด้านการประกอบพิธีกรรมตลอดจน ด้านความบันเทิงเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจชื่อของดนตรีม้งคละเป็นชื่อที่เรียกกันทั่วไปของคน ภายนอกสำหรับศิลปินและนักดนตรีพื้นบ้านซึ่งเป็นเจ้าของ



ภาพ 1 การละเล่นดนตรีม้งคละ

1.1 เครื่องดนตรีม้งคละ

เครื่องดนตรีม้งคละประกอบด้วยปี่กลองโก๊กรีกกลองยี่นกลองหลอนฮ่อง๓ใบฉาบ กรอฉาบใหญ่ฉิ่งและกรับ

1. ปี่เป็นเครื่องดนตรีทำหน้าที่บรรเลงทำนองปี่ที่นิยมใช้กันทั่วไปเป็นปี่พื้นเมืองมี ลักษณะคล้ายปี่จีนเลาปี่มีลักษณะเป็นข้อๆส่วนลิ้นปี่มีลักษณะคล้ายปี่ชวาหรือปี่แนเสียงของปี่เป็น เสียงที่เร้าใจและมีเสียงดังเจิดจ้าแจ่มใส ส่วนทำนองเพลงของปี่ใช้ทำนองเพลงไทยบ้างเพลง พื้นบ้านบ้างมีลักษณะการเป่าดันเคล้าคลอไปให้เข้ากับเพลงแม่ไม้มต่างๆของวงม้งคละเพลงที่นิยม เล่นจะแตกต่างกันไปตามสภาพของงานที่เป็นงานมงคลหรืองานอวมงคล

2. กลองโก๊กรีกเป็นเครื่องดนตรีชิ้นเอกของวงมีขนาดเล็กหน้ากลองหุ้มด้วยหนัง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ๕นิ้วยาวประมาณ๑ฟุตส่วนมากทำจากไม้ขนุนหน้าตัดอีกด้าน หนึ่งเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง๑นิ้วไว้ตรงกลางเวลาตีใช้ตีด้วยหวาย๒อันหวายแต่ละอันมีขนาด ยาวประมาณ๑๗นิ้วปลายหวายพันเอาไว้ด้วยเชือกเมื่อตีจะเกิดเสียงดังโก๊กรีก การบรรเลงกลองโก๊กรีก ใช้นักดนตรี๒คนคนหนึ่งเป็นผู้ถือกลองและร่ำรายบ่อไปมาอีกคนหนึ่งถือหวายข้างละมือเดินตีร่ำ กลองเสียงของกลองม้งคละดังชัดเจนกว่าเครื่องดนตรีชนิดอื่นในวงม้งคละคนที่ตีกลองต้อง แสดงออกด้วยท่าทางและลีลาตามแบบศิลปะพื้นบ้านคล้ายกับวงกลองพื้นเมืองทั่วไป

3. กลองยี่นเป็นกลองซึ่งขึ้นหน้าทั้งสองด้านหุ่นกลองทำด้วยไม้ขนุนขุดกลึง กลวงหน้าใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ๑๐นิ้วใช้ตีด้วยไม้เนื้อแข็งเหลากลึงยาว ประมาณ๗นิ้วหน้าเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ๗นิ้วตีด้วยมือวงดนตรีม้งคละแต่ละวงจะใช้ กลองยี่น๑-๓ใบกลองยี่นมีระดับเสียงต่ำทำหน้าที่ตียี่นจังหวะของเพลงเป็นหลัก

4. กลองหลอนเป็นกลองซึ่งขึ้นหน้าหนึ่งทั้งสองด้านหุ่นกลองทำด้วยไม้ขนุนขุดกลึง กลวงใหญ่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ๘นิ้วใช้ตีด้วยไม้เนื้อ

5. ฮ่องในวงดนตรีม้งคละใช้ฮ่อง๓ใบมีคานหามสำหรับแขวนฮ่องโดยลูกฮ่องต้อง คัดเลือกให้มีระดับเสียงแตกต่างกันฮ่องที่แขวนอยู่บนคานหามส่วนที่อยู่หน้าสุดมีเสียงสูงเป็นฮ่อง ใบเล็กสุดเรียกว่าเหม่งหน้าใช้เป็นเครื่องดนตรีนำวงก่อนบรรเลงจะตีเหม่งหน้า๓ครั้งจึงจะเริ่มร่ำ กลองม้งคละนอกจากนี้ยังใช้ร่ำจังหวะเพื่อแจ้งการเปลี่ยนแปลงเพลงและใช้ตียี่นจังหวะตลอดการ เล่นส่วนฮ่องอีก๒ใบมีขนาดใกล้เคียงกันแต่มีระดับเสียงแตกต่างกันเรียกว่าฮ่องโหม่งหรือฮ่องคู่ หรือฮ่องหลังแขวนไว้ที่คานหามคู่กันคนละข้างใช้ไม้ตีควบคุมจังหวะสลับกันไป

คานหามที่ใช้แขวนฮ่องทั้ง๓ใบมีการประดิษฐ์ตกแต่งคานหามเป็นรูปสัตว์ต่างๆเช่นรูปพญานาครูป พญาหงส์รูปจระเข้รูปปลา รูปเทวดาเป็นต้นนอกจากนี้ยังมีการลงรักปิดทองเพื่อความสวยงาม

6. เครื่องประกอบจังหวะมีฉิ่งฉาบกรอฉาบใหญ่กับ

1.2 เพลงที่ใช้บรรเลงของวงดนตรีมโนราห์

1. เพลงไม้หนึ่ง
2. เพลงไม้สอง
3. เพลงไม้สาม
4. เพลงไม้สามกลับ
5. เพลงไม้สามถอยหลัง
6. เพลงไม้สี่
7. เพลงกระหิงเดินดง
8. เพลงกระหิงนอนปลัก
9. เพลงกระหิงกินโปง
10. เพลงแก้งตกลัก
11. เพลงข้ามรั้ว – ข้ามส่ง
12. เพลงข้าวต้มบูด
13. เพลงคางคกเข็ดเขี้ยว
14. เพลงคลื่นกระทบฝั่ง
15. เพลงคุดทะราดเหยียดกรวด
16. เพลงตกลัก (อีแก้งตกลัก)
17. เพลงตกตลิ่ง
18. เพลงตุ๊กแกตื่นปุ๊ก
19. เพลงถอยหลังลงคลอง (ถอยหลังเข้าคลอง)
20. เพลงนมยานกระตกแป้ง
21. เพลงนารีขึ้นชม
22. เพลงบัวโรย
23. เพลงบัวลอย
24. เพลงใบไม้ร่วง (ใบไม้ร่วง)
25. เพลงปลักใหญ่
26. เพลงพญาเดิน
27. เพลงแพะชนกัน
28. เพลงแม่หม้ายนมยาน

29. เพลงรักซ้อน
30. เพลงรักแท้
31. เพลงรักเร่ (สาวน้อยประแป้งเพลงรำ)
32. เพลงรักลา
33. เพลงลมพัดชายเขา
34. เพลงเวียนเทียน
35. เพลงเวียนโบสถ์
36. เพลงสาธิตกล่อมดง
37. เพลงสาวน้อยประแป้ง
38. เพลงหึงห้อยชมสวน

1.3 โอกาสที่ใช้บรรเลงดนตรีม้งคณะ

การบรรเลงดนตรีม้งคณะใช้ในโอกาสดังนี้แห่งพระแห่งนาคทอดผ้าป่าทอดกฐินงาน
ประเพณีสงกรานต์ลอยกระทงทำบุญกลางนาแม่โพสพบรรเลงประกอบการแสดงต่างๆ

ขั้นตอนการบรรเลง

1. ให้รู้คู่
2. บรรเลงเพลงไม้สี่ (นักดนตรีม้งคณะถือว่าเป็นเพลงครู)
3. บรรเลงเพลงตามความถนัดไปเรื่อยๆ
4. จบการบรรเลงด้วยเพลงไม้สี่เพื่อเป็นสิริมงคล

วิธีการบรรเลงแต่ละเพลงมีลักษณะเฉพาะดังนี้

1. เริ่มบรรเลงขึ้นต้นด้วยการตีรัวกลองม้งคณะ
2. เป่าทำนองรัวโหนดเสียงไปกับกลองม้งคณะ
3. กลองยืนตีนำขึ้นเพลงเป็นไม้กลองเพื่อบอกให้นักดนตรีในวงตีตามในเพลงนั้นๆ
4. เครื่องดนตรีอื่นๆจึงตีตามพร้อมกันทั้งวง
5. ลงจบด้วยการตีรัวกลองม้งคณะพร้อมทั้งเป่ารัวเพื่อเป็นสัญญาณในการลงจบ

เพลงในจังหวะสุดท้ายอย่างพร้อมเพรียงกัน

การแสดงรำม้งคณะในระยะแรกลักษณะการรำไม่มีกฎเกณฑ์ข้อใดเป็นการรำ
เพื่อความสนุกสนานเพลิดเพลินบันเทิงใจเท่านั้นผู้รำจะใช้ท่าได้อย่างอิสระอาจมีผู้นำในการรำทำ
ขึ้นแล้วให้คนอื่นรำทำทางนั้นตามต่อมาจึงได้มีผู้คิดประดิษฐ์ท่ารำขึ้นใช้เป็นแบบเฉพาะแต่ละชุดขึ้น

ตามภูมิปัญญาของแต่ละคนแล้วทำการตั้งชื่อชุดรำนั้นขึ้นใหม่โดยสร้างกรอบความคิดสร้าง ความหมายขึ้นตามสิ่งที่ได้จินตนาการขึ้นเพื่อให้ผู้ชมได้รับความเพลิดเพลินความประทับใจตาม แบบแผนที่กำหนดขึ้นอย่างมีกฎเกณฑ์ส่วนดนตรีมั่งคละที่นำไปใช้ในการแสดงนั้นได้นำเอาเพลงที่มี มาแต่อดีตไปใช้เช่นเพลงไม้สีเพลงนมนยานกระตกแบ่งเป็นต้น

เมื่อปีพ.ศ.๒๕๑๑อาจารย์อนงค์นาควสวัตต์ได้คิดทำรำใช้ในการแสดงชุดรำมั่งคละขึ้นมา โดยใช้ชื่อว่ารำมั่งคละมีท่ารำประกอบอยู่ด้วยกัน๔ท่าได้แก่ท่าเจ้าชู้ยกช้ำท่าเจ้าชู้ไก่แจ้ท่าป้อและท่า เมินซึ่งมีความหมายในเชิงเกี่ยวพาราสีระหว่างหนุ่มสาวด้วยการเล่นหยอกเย้าได้ตอบกัน

การสืบทอดดนตรีมั่งคละ

การสืบทอดดนตรีมั่งคละมีลักษณะเป็นวัฒนธรรมที่สืบทอดต่อกันภายใน ครอบครัวและกลุ่มบ้านที่อาศัยอยู่รวมกันที่มีดนตรีมั่งคละผู้สนใจจะต้องมีความชอบความใกล้ชิด ได้ยินได้ฟังอยู่เป็นประจำการถ่ายทอดเป็นลักษณะการบอกปากเปล่าและการใช้ความจำจากนั้นก็ ฝึกดีให้เกิดความชำนาญซึ่งเยาวชนรุ่นใหม่ไม่ค่อยให้ความสนใจนักเนื่องจากได้รับอิทธิพลจาก ดนตรีอื่นที่ง่ายกว่าเข้ามาสัมผัสกับวิถีชีวิตปัจจุบัน

การแต่งกาย

- 1..นักดนตรีเพื่อความสะดวกนิยมนุ่งกางเกงส่วนเสื้อเป็นเสื้อคอกลมแขนสั้นลาย ดอกหรือเป็นเสื้อผ้าพื้นเมืองโดยเน้นให้มีสีสดใสสวยงาม
2. ผู้แสดงแต่งชุดไทยพื้นบ้านประยุกต์เน้นความสวยงามเป็นหลักผู้แสดงแต่ละชุด มีประมาณ๔-๘คน

1.4 คณะดนตรีมั่งคละในจังหวัดพิษณุโลกมีดังนี้

1. ดนตรีมั่งคละคณะกนพเก้าตั้งอยู่บ้านเลขที่๘๖หมู่๘ตำบลวัดโบสถ์อำเภาวัด โบสถ์จังหวัดพิษณุโลกโดยมีนายวิเชียรสวัสดิเทพเป็นหัวหน้าคณะ
2. ดนตรีมั่งคละคณะล้อมมั่งคละตั้งอยู่บ้านเลขที่๘๖/๑หมู่๘ตำบลวัดโบสถ์อำเภาวัด โบสถ์จังหวัดพิษณุโลกโดยมีนายล้อมยิมดีเป็นหัวหน้าคณะ
3. ดนตรีมั่งคละคณะกลุ่มผู้สูงอายุหมู่๗วัดโบสถ์ตั้งอยู่บ้านเลขที่๑๘๑/๖หมู่๗ ตำบลวัดโบสถ์อำเภาวัดโบสถ์จังหวัดพิษณุโลกโดยมีนายฟุ้งยิมดีเป็นหัวหน้าคณะ
4. ดนตรีมั่งคละคณะพรเมืองพรหมตั้งอยู่บ้านเลขที่๓๑หมู่๕ตำบลพรหมพิราม อำเภอพรหมพิรามจังหวัดพิษณุโลกโดยมีนายย้วนเขียวเอี่ยมเป็นหัวหน้าคณะ
5. ดนตรีมั่งคละคณะเปรี๊ญรุ่งเรืองตั้งอยู่บ้านเลขที่๑๓หมู่๓ตำบลมะตูมอำเภอ พรหมพิรามจังหวัดพิษณุโลกโดยมีนายเปรี๊ญครองดเป็นหัวหน้าคณะ

6. คนตรีมังคละคณะวังจันทน์ตั้งอยู่ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลกโดยมีนายชันแก้วสมบุญเป็นหัวหน้าคณะ

7. คนตรีมังคละคณะเจริญไผ่ชอดอนตั้งอยู่บ้านเลขที่๗๒หมู่๕ตำบลไผ่ชอดอนอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลกโดยมีนายณัดทองอินทร์เป็นหัวหน้าคณะ

8. คนตรีมังคละคณะทองอยู่มังคละตั้งอยู่บ้านเลขที่๓๔/๕หมู่๔ตำบลจอมทองอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลกโดยมีพ.อ.อ.ประโยชน์ลูกพลับเป็นหัวหน้าคณะ



ภาพ 2 การไหว้ครูก่อนบรรเลงดนตรีมังคละ

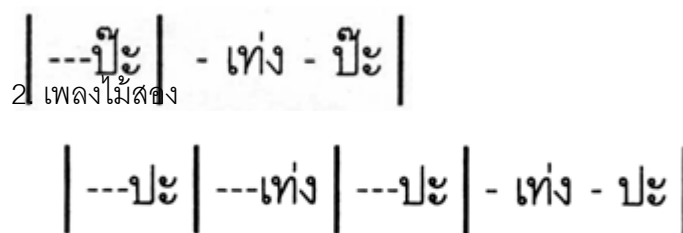
1.5 การสร้างกลอง

1. กลองกลองยี่นและกลองหลอนอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตคือไม้ขนานเส้นผ่าศูนย์กลาง๑๓นิ้วเพื่อทำกลองสองหน้าซึ่งกลองหน้าใหญ่มีความกว้าง๑๐นิ้วหน้าเล็ก๗นิ้วและมีความยาว๓๐นิ้วซึ่งต้นขนานต้องมีอายุ๑๐ปีขึ้นไปตัดไม้แล้วนำไปเข้าเครื่องกลึงให้เป็นรูปกลองตามขนาดที่ต้องการและนำกลองที่เป็นรูปร่างตามขนาดที่กำหนดนำไปขึ้นหน้ากลองแบบโบราณคือคานจัดคานหามแล้วนำหินมาถ่วงเพื่อให้ยึดเชือกที่ร้อยหนังกลองให้ตึงซึ่งมีรูรั้งอยู่๓๒รูขยับเชือกให้ตึงจนกว่าหนังกลองตึงและไม่ยืดหนังวู

2. กลองกรีกอุปกรณ์และวิธีการผลิตจะเหมือนกับกลองสองหน้าเพียงแต่จะแตกต่างกันตรงขนาดของกลองและรูปร่างของกลองซึ่งมีหน้าเดียวหน้ากว้างขนาด๖-๗นิ้ว

ตัวอย่างโน้ตเพลงดนตรีมังคละ

1. เพลงไม้หนึ่ง



ภาพ 3 ตัวโน้ตเพลงไม้หนึ่ง

เก็บข้อมูลเมื่อพ.ศ.๒๕๔๘โดยสำนักงานวัฒนธรรมจังหวัดพิษณุโลก

(www.culture.go.th/knowledge/homethai/TPA/1013.pdf, สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2554)

2. แนวคิดเกี่ยวกับออนโทโลยี (Ontology)

Ontology เป็นการนิยามหรือกำหนดรูปแบบโครงสร้างของสิ่งที่เราสนใจให้มีความหมายตามขอบเขตขององค์ความรู้ซึ่ง Ontology นี้ได้ถูกกล่าวถึงในหลายองค์กรโดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์นั้นมีการใช้งานมานานแล้วโดยในปัจจุบันได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในมาตรฐานของการออกแบบจำลองโครงสร้างของeXtensible Markup Language (XML) และการนิยามรูปแบบแนวคิดของโครงสร้างของฐานข้อมูล

Ontology เป็นเทคโนโลยีทางด้านการพัฒนาภาษาเชิงความหมายสมัยใหม่โดยเป็นภาษาที่เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถตีความหมายและทำตามคำสั่งได้โดยลักษณะของ ontology คือการนิยามรูปแบบ(model) ภายในขอบเขตขององค์ความรู้เพื่ออธิบายสิ่งที่เราสนใจ (domain) ให้ได้ใจความและถูกต้องมากที่สุดตัวอย่างเช่นในการนิยาม ontology ของสิ่งมีชีวิตโดยสิ่งมีชีวิตนั้นแบ่งเป็น 2 ประเภทคือสัตว์และพืชโดยจะทำการนิยามสัตว์เพิ่มขึ้นอีกคือสัตว์แบ่งเป็น 3 ประเภทคือ

1) สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร

2) สัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหาร

3) สัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหารและในสัตว์นั้นยังสามารถนิยามลักษณะเพิ่มเติมได้อีกคือเป็นสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมและสัตว์ที่ออกลูกเป็นไข่เช่น Natural Language Processing (NLP), Data Mining, Information Retrieval ลักษณะของ ontology คือโครงสร้างลำดับชั้น (ให้นึกถึง tree) ที่ใช้ในการจำแนกกลุ่มของวัตถุหรือสิ่งที่เราสนใจตัวอย่างเช่น ontology การเกษตรอาจจะเริ่มจากผลผลิตผลการเกษตร

|- พืช

||- พืชยืนต้น

|||- มะม่วง

|||- มะม่วงแก้ว

|- พืชล้มลุก

|- ถั่ว

|- ข้าว

|- สัตว์

ออนโทโลยีเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการจัดการฐานความรู้และถูกนำมาประยุกต์ใช้กับงานระบบต่างๆไม่ว่าจะเป็นระบบฐานข้อมูลทางด้านชีววิทยาระบบพาดิชย์อิเล็กทรอนิกส์รวมไปถึงระบบงานต่างๆที่พัฒนาขึ้นบนเว็บเชิงความหมายเพื่อช่วยในการจัดเก็บและค้นคืนความรู้การแลกเปลี่ยนและการนำมาใช้ใหม่

2.1 ประเภทของออนโทโลยี

1. ออนโทโลยีคำศัพท์เป็นออนโทโลยีที่ใช้ระบุค่าในเทอมต่างๆเพื่อแทนความรู้ในขอบเขตหนึ่งๆเช่น UMLS เป็นออนโทโลยีที่ใช้จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับยา
2. ออนโทโลยีสารสนเทศเป็นออนโทโลยีที่ใช้ระบุระเบียบโครงสร้างของฐานข้อมูลโดยโครงสร้างของฐานข้อมูลเปรียบเทียบกับคลาสของออนโทโลยีเช่นโมเดลเป็นโครงสร้างระเบียบของคนไข้ที่มีโครงสร้างสำหรับสังเกตอาการคนไข้
3. ออนโทโลยีแอปพลิเคชันเป็นออนโทโลยีที่ประกอบด้วยคำนิยามต่างๆวิธีการและมีการระบุหน้าที่ซึ่งต้องการโมเดลความรู้สำหรับแอปพลิเคชันต่างๆโดยผสมผสานแนวคิดที่ได้จากออนโทโลยีโดเมนและออนโทโลยีทั่วไป
4. ออนโทโลยีโดเมนเป็นออนโทโลยีที่มีการกำหนดเงื่อนไขโครงสร้างความสัมพันธ์และเนื้อหาของเขตความรู้โดยมีรายละเอียดครอบคลุมในระบบงานหนึ่งๆ
5. ออนโทโลยีทั่วไปเป็นออนโทโลยีที่คล้ายกับออนโทโลยีโดเมนแต่จะให้ความสำคัญกับการนำออนโทโลยีกลับมาใช้ใหม่ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องกำหนดแนวคิดเหตุการณ์กระบวนการการกระทำและองค์ประกอบต่างๆ

2.2 Ontology Library Systems (OLS)

Ontology Library Systems(OLS) เป็นระบบไลบรารีที่มีฟังก์ชันต่างๆที่ช่วยในการจัดกลุ่มรวบรวมดูแลรักษานำส่งและออกเวอร์ชันซึ่งออนโทโลยีควรจะง่ายต่อการใช้งานมีโครงสร้างสำหรับการจัดเก็บและดูแลรักษาออนโทโลยีสามารถปรับเปลี่ยนในการแก้ไขค้นหาให้เหตุผลสนับสนุนการนำออนโทโลยีที่มีอยู่กลับมาใช้ใหม่และมีมาตรฐานบนพื้นฐาน Upper Level Ontology และ Ontology Representation Language

ตัวอย่างของออนโทโลยี

class-def animal	% animals are a class
class-def plant	% plants are a class
subclass-of NOT animal	% of things that are not animals
class-def carnivore	% carnivores are a class
subclass-of animal	% which is a subclass of animals
slot-constraint eats	
value-type animal	% that eat animals
class-def herbivore	% herbivores are a class
subclass-of animal	% which is a subclass of animals
slot-constraint eats	
value-type plant	% that eat plants
class-def springbok	% springboks are herbivores
subclass-of herbivore	
class-def lion	% lions are carnivores
subclass-of carnivore	
slot-constraint eats	
value-type herbivore	% that eat herbivores

ภาพ 4 Ontology ของสัตว์พืช

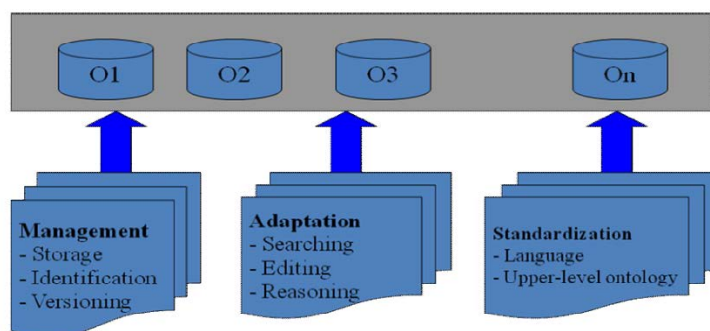
CODE

```

    <owl:Class rdf:ID="Wine">
      <rdfs:subClassOf rdf:resource="&food;PotableLiquid"/>
      <rdfs:subClassOf>
        <owl:Restriction>
          <owl:onProperty rdf:resource="#madeFromGrape"/>
          <owl:minCardinality
rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1</owl:minCardinality>
        </owl:Restriction>
      </rdfs:subClassOf>
      ...
    </owl:Class>

```

ภาพ 5 Web Ontology Language (OWL)



ภาพ 6 Ontology Library Systems (OLS)

(darawan.awardspace.info/powerpoint/ontology.pdf, สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2554)

3. แนวคิดเกี่ยวกับระบบการจัดการองค์ความรู้

3.1 คำนิยามและความหมายของการจัดการความรู้ ได้มีนักวิชาการได้ให้ความหมายของ “การจัดการความรู้” ไว้หลากหลายแนวคิด ดังนี้

วิจารณ์ พานิช (2546) ได้ให้ความหมายของการจัดการความรู้ (Knowledge Management) คือการรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ในส่วนราชการซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสารมาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ รวมทั้งปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพอันจะส่งผลให้องค์กรมีความสามารถในการแข่งขันสูงสุด โดยที่ความรู้มี 2 ประเภท คือ 1) ความรู้ที่ฝังอยู่ในคน (Tacit Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ พรสวรรค์หรือสัญชาตญาณของแต่ละบุคคลในการทำความเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ เป็นความรู้ที่ไม่สามารถถ่ายทอดออกมาเป็นคำพูดหรือลายลักษณ์อักษรได้โดยง่าย เช่น ทักษะในการทำงาน งานฝีมือ หรือการคิดเชิงวิเคราะห์ บางครั้งจึงเรียกว่าเป็นความรู้แบบนามธรรม 2) ความรู้ที่ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) เป็นความรู้ที่สามารถรวบรวม ถ่ายทอดได้โดยผ่านวิธีต่าง ๆ เช่น การบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร ทฤษฎี คู่มือต่าง ๆ และบางครั้งเรียกว่าเป็นความรู้แบบรูปธรรม

วีระเดช เชื้อนาม (2548) กล่าวว่า การจัดการความรู้ เป็นวิธีการจัดการข้อมูลและสารสนเทศที่เป็นความรู้ให้เป็นระเบียบครบถ้วนตามความต้องการ และง่ายต่อการค้นหา เพื่อเป็นการเก็บรักษาความรู้ให้อยู่ควบคู่กับองค์กรตลอดไป ซึ่งจำเป็นต้องมีระบบที่รวดเร็ว สะดวก และง่ายต่อการค้นหาและตัดสินใจ

จากคำนิยามและความหมายของการจัดการความรู้ที่คณะนักวิชาการได้กล่าวไว้ในข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการความรู้ เป็นกระบวนการจัดเก็บรวบรวม และจัดหมวดหมู่สารสนเทศที่เป็นความรู้ซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสารให้เป็นระบบ เพื่อนำมา

ถ่ายทอดและเผยแพร่ให้กับบุคคลทั้งภายในและภายนอกองค์กรได้เข้าถึงสารสนเทศความรู้ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ก็เพื่อนำไปใช้พัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ รวมทั้งประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์

3.2 ส่วนประกอบของระบบการบริหารจัดการความรู้ ระบบการบริหารจัดการความรู้ (KMS: Knowledge Management System) ประกอบด้วย ส่วนประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

1. ระบบฐานความรู้ (KBS: knowledge Base System) เป็นการนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดเก็บรวบรวม ควบคุมการเข้าถึง และเรียกใช้ความรู้ผ่านโปรแกรมโดยใช้หลักของกระบวนการที่มีเหตุผลสำหรับการแก้ปัญหาในเรื่องราวที่สนใจที่เรียกว่าโดเมน (Domain) ในส่วนของ KBS นี้ประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญ คือ 1) ฐานความรู้ (Knowledge Base) เป็นหัวใจหลักของระบบ KBS เป็นส่วนที่เก็บกฎและความสัมพันธ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งอาจเก็บอยู่ในรูปแบบง่ายๆ เช่น if X Then Y โดยมีกฎจำนวนมาก อย่างไรก็ตามการแทนความรู้เป็นเรื่องที่ซับซ้อน เนื่องจากรูปแบบของความรู้ไม่มีรูปแบบที่ตายตัวแน่นอน 2) เครื่องจักรอนุมาน (Inference Engine) เป็นส่วนที่ใช้ตีความตามกฎต่างๆ เริ่มจากการตรวจสอบฐานข้อมูลถึงการกำหนดสมมุติฐาน หากไม่ตรงตามสมมุติฐานก็จะตีความตามกฎที่อยู่ใน Work ledge Base 3) ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนที่ใช้จัดเก็บรวบรวมความรู้ สมมุติฐานต่างๆ และรองรับกระบวนการปรับปรุง และค้นหาข้อมูลองค์ความรู้



ภาพ 7 วัฏจักรของระบบฐานความรู้

2. ศูนย์บริหารจัดการความรู้ (KMC: Knowledge Management Center) ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดแนวทางการบริหารจัดการความรู้ในหน่วยงานโดยจัดตั้งเป็นศูนย์การบริหารจัดการความรู้ทั้งในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา และสถานศึกษา ซึ่งดำเนินงานโดยกลุ่มพัฒนา

ระบบบริหารราชการ เพื่อนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาเป็นเครื่องมือในการบริหารจัดการความรู้ และมีการเชื่อมโยงเครือข่ายจากสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไปยังสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สถานศึกษาในสังกัด และหน่วยงานอื่นที่สามารถเชื่อมโยงเครือข่ายถึงกันได้ เพื่อแลกเปลี่ยนและแบ่งปันองค์ความรู้ร่วมกัน

3. ระบบการเข้าถึงความรู้ (KAS: Knowledge Access System) เป็นการสร้างวิธีการในการจัดเก็บและกระจายความรู้เพื่อให้ผู้อื่นใช้ประโยชน์ได้โดยทั่วไปการกระจายความรู้ให้ผู้มี 2 ลักษณะ คือ 1) Push คือการป้อนความรู้ที่เป็นการส่งข้อมูลหรือความรู้ให้ผู้รับโดยผู้รับไม่ได้ร้องขอ เช่น การส่งหนังสือเวียนแจ้ง เป็นต้น และ 2) Pull คือ การให้โอกาสผู้รับได้เลือกใช้ความรู้โดยผู้รับสามารถเลือกรับหรือใช้แต่เฉพาะ ข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องการเท่านั้นเช่น การนำเสนอเทคนิคการแก้ไขปัญหาอาการเสียของคอมพิวเตอร์เบื้องต้นให้แก่บุคลากรในองค์กรผ่านทาง KM Blog เป็นต้น

3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบการบริหารจัดการความรู้

กระบวนการที่เหมาะสมในการนำมาใช้ออกแบบและพัฒนาระบบการบริหารจัดการความรู้ คือ กระบวนการทางวิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ 9 ขั้นตอน ดังนี้(อรรถกร เก่งพล, 2548)

1. การระบุ (Identification) เป็นการระบุถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งคาดว่าโปรแกรมประยุกต์ทางความรู้น่าจะแก้ปัญหานั้นได้ ในการวิเคราะห์เพื่อระบุถึงปัญหานั้นผู้วิเคราะห์จะต้องเป็นผู้ที่มีความคุ้นเคยกับการปฏิบัติงาน เข้าใจสภาพการทำงาน การเกิดขึ้นของความรู้ และศักยภาพของบุคลากรในหน่วยงานนั้นเป็นอย่างดี เมื่อระบุถึงปัญหาได้ก็จะนำไปสู่การระบุถึงโปรแกรมประยุกต์และโครงสร้างของระบบฐานข้อมูล

2. การตรวจสอบ (Assessment) เมื่อระบุถึงโปรแกรมประยุกต์และระบบฐานข้อมูลที่จะนำมาใช้ได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องทำการประเมินวิธีการแก้ปัญหานั้นจะมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เพียงใด โดยพิจารณาใน 3 ประเด็นหลัก คือ ทางเทคนิค ทางเศรษฐศาสตร์ และการนำไปปฏิบัติจริง นอกจากนั้นยังควรพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมภายในองค์กร สังคม และกฎหมาย ที่อาจมีส่วนเกี่ยวข้องรวมอยู่ด้วย

3. การสร้างความคุ้นเคย (Familiarization) เมื่อผ่านการประเมินความเป็นไปได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปผู้พัฒนาระบบจะต้องสร้างความคุ้นเคยกับงานที่จะเข้าไปแก้ปัญหานั้น โดยเข้าไปศึกษาดูระบบงานเดิมว่ามีขั้นตอนอย่างไร และจะต้องศึกษาจนสามารถแบ่งการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ออกเป็นส่วนๆ เพื่อการพัฒนาไปทีละส่วน

4. การออกแบบเชิงแนวคิด (Conceptual Design) เป็นขั้นเริ่มต้นของการพัฒนา โดยในรอบแรกของวงจรการพัฒนา (SDLC: System Development Life Cycle) จะมุ่งเน้นให้สำเร็จ

ตามข้อกำหนดในขั้นตอนการสร้างความคุ้นเคย แต่เมื่อได้ตามข้อกำหนดในขั้นแรกแล้ว ในวงจรการพัฒนาต่อไปก็จะขยายขอบเขตให้ระบบสามารถครอบคลุมสิ่งที่ต้องการเพิ่มขึ้น ในขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาต้องเข้าใจถึงกระบวนการทำงาน ต้องทราบว่าอะไรคือข้อมูลที่จำเป็นสำหรับป้อนให้กับระบบ เพื่อผู้ที่จะได้นำไปประกอบการตัดสินใจ การตั้งข้อสังเกต หรือสมมุติฐาน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ ตัวแบบเชิงแนวคิด (Conceptual Model) ซึ่งจะบอกได้ว่าระบบทำงานอย่างไร ใช้สารสนเทศอะไรบ้าง และจะมีกลไกอะไรที่จะช่วยให้ผู้ใช้ได้คำตอบ หรือความรู้ที่ต้องการ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากตัวแบบเชิงแนวคิดแล้ว ผู้พัฒนาอาจจะเลือกใช้โปรแกรมประยุกต์ที่มีอยู่เดิมมาปรับปรุงพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้สอดคล้องกับตัวแบบเชิงแนวคิดที่ออกแบบไว้ หรืออาจจะออกแบบระบบใหม่ เพื่อนำไปใช้ปฏิบัติ (Implementation) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในหลายด้าน เช่น ต้นทุน เวลา ความสามารถของระบบเดิม เป็นต้น

5. การออกแบบเพื่อนำไปปฏิบัติ (Implementation Design) เป็นการเลือกรูปแบบของความรู้ที่จะนำไปแสดง และกำหนดว่าระบบที่เราได้เลือกใช้หรือปรับปรุงพัฒนาขึ้นสามารถทำงานอย่างไรได้บ้าง เพื่อสามารถช่วยผู้ให้ทำงานได้สำเร็จ และนำไปประกอบการตัดสินใจได้

6. การนำไปปฏิบัติ (Implementation) เป็นการสร้างหรือพัฒนาโปรแกรมประยุกต์โดยมีส่วนของฐานความรู้ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการออกแบบเพื่อนำไปปฏิบัติ ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาจะต้องรวบรวมข้อมูลสารสนเทศหรือความรู้ที่เป็นเพิ่มเติม เพื่อจะนำมาใช้ปรับปรุงระบบในวงจรการพัฒนาต่อไปให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7. การประเมินผล (Evolution) หลังจากการนำไปปฏิบัติ จะทำการทดสอบระบบหรือโปรแกรมประยุกต์ที่ได้พัฒนาขึ้นว่าสามารถทำงานได้ผลเป็นอย่างไร และสามารถทำงานได้ตามหน้าที่ได้ถูกต้องหรือไม่ เช่น ระบบสามารถแสดงความรู้ที่ต้องการได้ถูกต้องหรือไม่ เป็นต้น

8. การลงภาคสนาม (Fielding) เป็นการนำระบบหรือโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาไปใช้งานในสภาพแวดล้อมของผู้ใช้งานจริง ซึ่งระบบจะถูกนำไปติดตั้งบนระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายเดิมขององค์กร ซึ่งอาจมีบางส่วนที่เข้ากันไม่ได้ จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไข และในส่วนของผู้ใช้จะต้องมีการอบรมวิธีการใช้งาน หรือต้องมีผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในระหว่างเริ่มใช้ระบบใหม่ รวมถึงต้องบันทึกคำแนะนำจากผู้ให้ เพื่อนำไปปรับปรุงระบบให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้

9. การบำรุงรักษา (Maintenance) มีเป้าหมายเพื่อให้ระบบมีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ และมีการพัฒนาเพื่อปรับปรุงระบบรุ่นใหม่มาติดตั้งแทนระบบเดิม เพื่อให้สามารถรองรับกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กรในปัจจุบันซึ่งการบำรุงรักษาที่ดีจะเป็นส่วนช่วยให้ระบบประสบ

ความสำเร็จเพิ่มขึ้นได้ เนื่องจากเป็นการเข้าถึงสภาพปัญหาของผู้ใช้ และสามารถนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง

4. หลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ

กิตติ ภัคดีวัฒนกุล และพนิดา พาณิช (2548) ได้กล่าวถึง การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) เป็นการศึกษ วิเคราะห์ และแยกแยะถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ พร้อมทั้งเสนอแนวทางแก้ไขตามความต้องการของผู้ใช้ และความเหมาะสมต่อสถานการณ์ทางการเงินขององค์กร

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2549) ได้กล่าวถึง การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis) เป็นการศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบงานปัจจุบัน (Current System) เพื่อออกแบบระบบการทำงานใหม่ (New System) นอกเหนือจากการออกแบบสร้างงานระบบใหม่แล้ว เป้าหมายในการวิเคราะห์ระบบต้องการปรับปรุงและแก้ไขระบบงานเดิมให้มีทิศทางที่ดีขึ้น โดยก่อนที่มีระบบงานใหม่ ระบบงานที่ดำเนินการอยู่ในปัจจุบันเรียกว่า “ระบบปัจจุบัน” แต่หากต่อมาได้มีการพัฒนาระบบใหม่ และมีการนำมาใช้งานทดแทนระบบงานเดิม จะเรียกระบบปัจจุบันที่เคยใช้นั้นว่า “ระบบเก่า” (Old System)

จากความหมายของการวิเคราะห์และออกแบบระบบที่ได้กล่าวมาในข้างต้น สรุปได้ว่าเป็นการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานของระบบงานเดิม รวมทั้งสำรวจสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาพิจารณาหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาตามความต้องการของผู้ใช้ จากนั้นนำข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นแนวทางในการออกแบบเพื่อสร้างระบบงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดียิ่งขึ้น ซึ่งการวิเคราะห์เพื่อออกแบบระบบใหม่ทดแทนระบบเดิม จะต้องมีการคำนึงถึงความเป็นได้ทางเทคโนโลยีและสถานะทางการเงินขององค์กรเจ้าของระบบด้วย

การวิเคราะห์และออกแบบระบบจะเป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ระบบ (System Analyst: SA) ซึ่งจะต้องมีความรู้ทางการบริหาร และการวิเคราะห์ปัญหา รวมทั้งมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี นักวิเคราะห์จะเก็บรวบรวมสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลหลายๆ แหล่งเท่าที่จะสามารถหาได้เพื่อพิจารณาระบบใหม่ควรทำอะไรได้บ้าง เช่น จากระบบงานในปัจจุบันของผู้ใช้ จากการสังเกตการณ์การปฏิบัติงานของผู้ใช้ และจากรายงาน แบบฟอร์มเอกสารและกระบวนการต่างๆ จากนั้นต้องนำข้อกำหนดความต้องการระบบเหล่านี้ มาออกแบบระบบใหม่ด้วยวิธีการสร้างแบบจำลองข้อมูลทางตรรกะ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบ แก้ไข และสามารถให้คำอธิบายขั้นตอนการประมวลผลของระบบสารสนเทศได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4.1 แนวคิดเชิงวัตถุ

ในสภาพความเป็นจริงของสถานการณ์ต่างๆ เมื่อพิจารณาแล้วพบว่า มีวัตถุ (Objects) ที่เกิดขึ้นมากมาย ไม่ว่าจะเป็นวัตถุที่เรามองเห็นและจับต้องได้ (Tangible Objects) เช่น คอมพิวเตอร์ ห้องเรียน สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอน และตัวบุคคล อีกทั้งยังมีวัตถุที่จับต้องไม่ได้ เช่น กฎหมาย ข้อบังคับ และความรู้ เป็นต้น ซึ่งตามปกติแล้ว Objects จะมีการดำเนินการหรือถูกดำเนินการ เพื่อให้เกิดกิจกรรม (Activities) ความเคลื่อนไหว (Movement) หรือการกระทำ (Actions) ซึ่งการเกิดกิจกรรมต่างๆ นั้นล้วนเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่าง Objects ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เช่น นายสมชายเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เขาซื้อใหม่ ซึ่งสามารถพิจารณาและจำแนกส่วนต่างๆ ตามหลักการของแนวคิดเชิงวัตถุ ได้ดังนี้ 1) Objects ที่เราสนใจ ได้แก่ นายสมชาย และเครื่องคอมพิวเตอร์ 2) Relationship ระหว่าง Objects คือ นายสมชายเป็นเจ้าของเครื่องคอมพิวเตอร์ และ 3) Interactions ระหว่าง Objects คือ นายสมชายเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ หากต้องการนำแนวคิดเชิงวัตถุ (Object-Oriented) มาใช้วิเคราะห์และออกแบบระบบจะต้องมีการพิจารณา Objects ทั้งหมดในสถานการณ์หรือปัญหาที่เราสนใจ (Problem Domain) โดยใช้หลักการให้แนวคิดกับ Objects ที่เรียกว่า Abstraction เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ Class ซึ่งเป็นต้นแบบหรือพิมพ์เขียวของ Objects สำหรับนำมาสร้างความสัมพันธ์ (Relationship) ในรูปของแผนภาพ (Diagram) ในขั้นตอนต่อไป (กิตติ ภัคดีวัฒนกุล และกิตติพงษ์ กลมกล่อม, 2548)

ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบโดยใช้หลักการเชิงวัตถุ หรือเรียกว่า Object Oriented Analysis and Design (OOAD) จะครอบคลุมเพียงแค่การนำแนวคิดเชิงวัตถุมาทำการวิเคราะห์การทำงานของระบบงานเดิม เพื่อทราบถึงขั้นตอนการประมวลผลข้อมูล และสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น และการนำความต้องการของผู้ใช้มาออกแบบเป็นระบบใหม่ในเชิงแผนภาพเท่านั้น แต่กระบวนการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และสารสนเทศนั้นเกินความหมายถึงการวิเคราะห์ออกแบบ พัฒนาโปรแกรม การทดสอบ และการนำไปใช้ ซึ่งสามารถเรียกหลักการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์และสารสนเทศในเชิงวัตถุทั้งกระบวนการว่า การวิศวกรรมซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ (Object-Oriented Software Engineering : OOSE) ซึ่ง OOSE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. Object – Oriented Analysis (OOA) เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์หรือปัญหาที่เราสนใจ (Problem Domain) ว่าคืออะไร และเพื่อทำความเข้าใจในรายละเอียดของปัญหาเหล่านั้น เพื่อหาคำตอบให้กับคำถามที่ว่า “ปัญหาที่เราต้องเข้าไปแก้คืออะไร” ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานของระบบเดิมด้วยแบบจำลองเชิงวัตถุ เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการทำงานและสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเดิม

2. Object – Oriented Design (OOD) เป็นขั้นตอนการออกแบบหรือจำลอง (Model) วิธีการแก้ปัญหาในสถานการณ์หรือปัญหาที่เราสนใจ (Problem Domain) ซึ่งเป็นการหาคำตอบให้กับคำถามที่ว่า “เราจะเข้าไปแก้ปัญหาที่มีได้อย่างไร” ซึ่งเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มากำหนดความต้องการของระบบใหม่ และออกแบบระบบใหม่ด้วยแบบจำลองเชิงวัตถุให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าระบบเดิม รวมทั้งตรงกับความต้องการของผู้ใช้

3. Object – Oriented Implementation หรือ Object – Oriented Programming (OOP) เป็นขั้นตอนการสร้างหนทางในการแก้ปัญหาในรายละเอียดที่เกิดขึ้นจริงและใช้งานได้จริง ซึ่งเป็นการหาคำตอบในรายละเอียดแก่คำถามที่ว่า “เราจะเข้าไปแก้ปัญหาที่มีได้อย่างไร” ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำแบบจำลองการทำงานของระบบใหม่ที่ออกแบบได้ มาทำการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างระบบคอมพิวเตอร์และสารสนเทศโดยใช้หลักการเชิงวัตถุ (กิตติ ภัคดีวัฒนกุล และกิตติพงษ์ กลมกล่อม, 2548: หน้า 13-14)

4.2 ยูเอ็มแอล (UML) คืออะไร

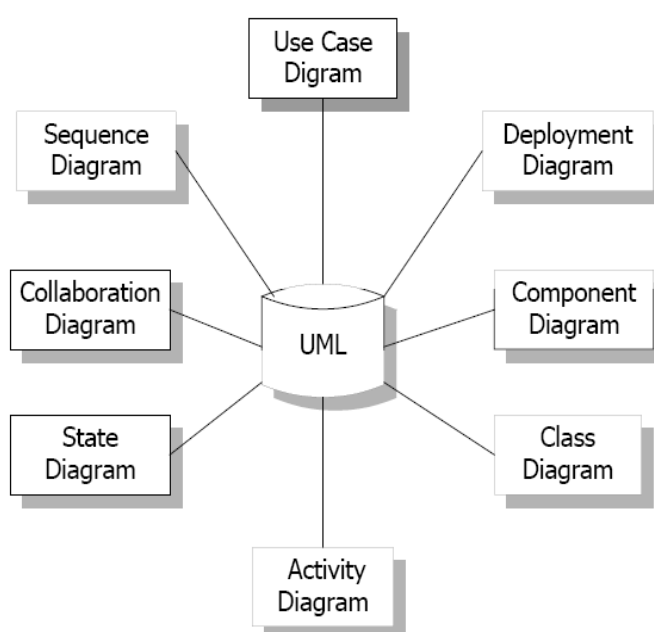
ยูเอ็มแอล (UML) ย่อมาจาก Unified Modeling Language เป็นภาษาเพื่อใช้อธิบายโมเดลต่างๆหรือเป็นภาษาสัญลักษณ์รูปภาพมาตรฐานสำหรับใช้ในการสร้างโมเดลเชิงวัตถุโดย UML เป็นภาษามาตรฐานสำหรับสร้างแบบพิมพ์เขียว (blueprint) ให้แก่ระบบงานเราสามารถใช้อูเอ็มแอล ในการสร้างมุมมองกำหนดรายละเอียดสร้างระบบงานและจัดทำเอกสารอ้างอิงให้แก่ระบบงานได้ซึ่งแนวคิดของUML ได้ถูกพัฒนาขึ้นในช่วงยุคกลางปี 1970 ถึงปลายยุค 1980 ซึ่งเกิดขึ้นพร้อมกับแนวความคิดของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ และได้รับการปรับปรุงเรื่อยมาจนกระทั่งปัจจุบันนี้มีวิธีการต่างๆที่คิดค้นขึ้นมา 3-4 วิธีการที่ได้รับความนิยมโดดเด่นขึ้นมาได้แก่วิธี OOSE (Object-Oriented Software Engineering) ของIvar Jacobson, Booch Method ของ Grady Booch, OMT (Object Modeling Technique) ของ James Rumbaugh

เนื่องจาก UML มีลักษณะของเมต้าโมเดล (meta model) คือเป็นโมเดลที่เอาไว้อธิบายโมเดลอื่นๆ อีกทั้งการใช้งานภาษา UML นอกจากจะต้องเข้าใจในแนวความคิดเชิงวัตถุแล้วยังจำเป็นต้องมีพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับ Visual Modeling ด้วยเช่นกัน ซึ่งโมเดลลิง (Modeling) เป็นวิธีการวิเคราะห์ออกแบบ (Analysis and Design) อย่างหนึ่งที่เน้นการใช้งานโมเดลเป็นหลักซึ่งโมเดลที่สร้างขึ้นมาจะสามารถช่วยให้เข้าใจในปัญหาได้ง่ายขึ้นอีกทั้งยังสามารถนำโมเดลมาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารถ่ายทอดความคิดกับบุคคลอื่นๆที่เกี่ยวข้องในโครงการได้เช่นลูกค้า นักวิเคราะห์ระบบและนักออกแบบระบบเป็นต้น ส่วน Visual Modeling คือการใช้สัญลักษณ์รูปภาพในการสร้างโมเดลของระบบที่จะพัฒนา เพื่อประโยชน์ที่คล้ายคลึงกันในการทำความเข้าใจ

กับความต้องการของลูกค้าและสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบได้อย่างชัดเจน รวมทั้งการบำรุงรักษาระบบทำได้ง่ายขึ้น

4.3 ไดอะแกรมใน UML

UML ประกอบด้วยไดอะแกรมทั้งหมด 8 ไดอะแกรมดังแสดงในภาพ.7 เพื่อใช้ในการจำลองระบบงาน โดยในแต่ละไดอะแกรมจะเปรียบเสมือนมุมมองในด้านต่างๆของระบบ เพื่อให้สามารถเข้าใจระบบงานได้มากที่สุดซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องใช้ทุกไดอะแกรมโดยสามารถเลือกใช้ไดอะแกรมต่างๆได้ตามความเหมาะสม



ภาพ 8 แผนภาพแสดงไดอะแกรมของ UML

ซึ่งสามารถอธิบายหลักการนำไดอะแกรมต่างๆ ของ UML มาใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุดังรายละเอียดต่อไปนี้

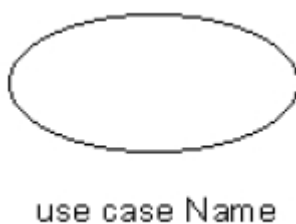
1. **ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)** ใช้มองภาพรวมของระบบและความต้องการต่างๆคล้ายกับ Data Flow Diagram (DFD) ซึ่งสามารถบอกได้ว่าใครเกี่ยวข้องกับระบบงานใดและมีงานหลักๆอะไรบ้าง Use Case Diagram จะประกอบไปด้วยตัวกระทำ (Actor) ยูสเคส (use case) และความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสกับตัวกระทำซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดของส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วน ได้ดังนี้

1.1 ตัวกระทำ (Actor) คือผู้ที่กระทำกับ use case หรือใช้งาน use case นั้นๆ หรือเป็นผู้ที่กระทำกับระบบโดยจะเป็นคนหรือไม่ก็ได้ นั่นคือ Actor เป็นผู้ที่รับส่งหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกับระบบที่กำลังพัฒนาชื่อของแต่ละ Actor ไม่ใช่เป็นชื่อเฉพาะเจาะจงไม่บอกว่าผู้ที่กระทำชื่ออะไรเป็นใครแต่จะแสดงถึงประเภทของ Actor หรือบทบาทและหน้าที่ต่อระบบเช่น บรรณารักษ์ (สามารถเพิ่มลบแก้ไขรายการหนังสือ) เป็นต้น Actor ใน UML แทนด้วยรูปคน (Stick Man) ดังภาพ 8



ภาพ 9 สัญลักษณ์ของ Actor

1.2 ยูสเคส (use case) คือสิ่งที่บอกว่าระบบ หรือคลาส หรือซอฟต์แวร์ทำอะไรได้บ้าง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบกับ Actor เช่น ค้นหาข้อมูลหนังสือพิมพ์ หนังสือคืนหนังสือบันทึกรายการหนังสือ เป็นต้น use case ใน UML แทนด้วย รูปวงรีดังภาพ 9



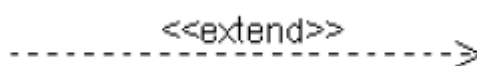
ภาพ 10 สัญลักษณ์ของ use case

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างยูสเคสเป็นการเชื่อมโยงระหว่าง use case และ Actor มี 4 ชนิดได้แก่

1. Association จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Actor กับ use case โดยใช้สัญลักษณ์เส้นตรงแทนความสัมพันธ์ดังภาพ 7

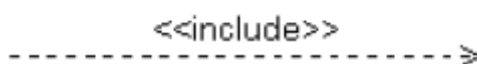
ภาพ 11 สัญลักษณ์ความสัมพันธ์แบบ Association

2. Extend เป็นการแสดงให้เห็นถึงระบบที่มี use case หลัก ที่ได้รับการกระตุ้นจากเงื่อนไขหรือเหตุการณ์อื่นที่อาจมีมากกว่าหนึ่งเงื่อนไข จนทำให้ use case หลักถูกรบกวนจนเบี่ยงเบนการทำงานไปซึ่งลักษณะความสัมพันธ์แบบ Extend นี้เรียก use case หลักที่ถูกรบกวนว่า “Base Use Case” และเรียก use case ที่เข้ามากระตุ้นว่า “Extending Use Case” โดยใช้สัญลักษณ์เส้นประพร้อมหัวลูกศรชี้จาก Extending Use Case ไปยัง Base Use Case โดยมีคำว่า “extend” อยู่ในเครื่องหมายสเตริโอไทป์ (stereotype) <<extend>> อยู่กึ่งกลางลูกศรดังภาพ 8



ภาพ 12 สัญลักษณ์ความสัมพันธ์แบบ Extend

3. Include เป็นการที่ use case หนึ่งเรียกใช้กิจกรรมของอีก use case หนึ่ง เพื่อให้กิจกรรมนั้นสามารถทำงานภายใน use case ของตนเองได้ซึ่งความสัมพันธ์แบบ Include นี้เรียก use case ที่ทำหน้าที่ดึงกิจกรรมจาก use case อื่นว่า “Base Use Case” และเรียก use case ที่ถูกเรียกใช้ว่า “Including Use Case” โดยใช้สัญลักษณ์เส้นประพร้อมหัวลูกศรชี้ไปยังยูสเคสที่ถูกเรียกใช้หรือถูกรวมไว้ด้วยกันโดยมีคำว่า “include” อยู่ในเครื่องหมายสเตริโอไทป์ <<include>> อยู่กึ่งกลางลูกศรดังภาพ 9



ภาพ 13 สัญลักษณ์ความสัมพันธ์แบบ Include

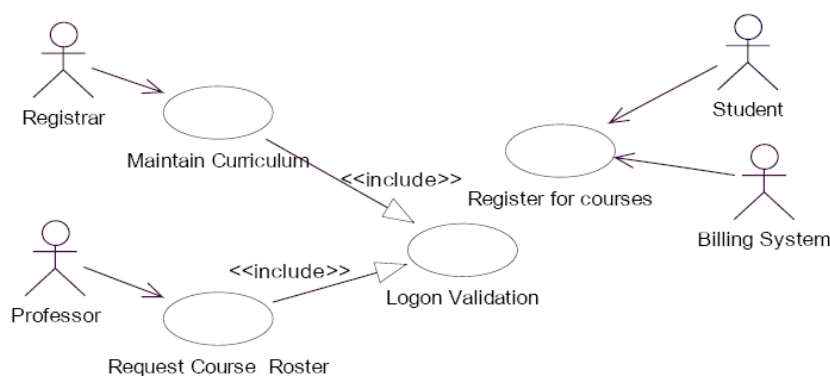
4. Generalization เป็นการถ่ายทอดคุณสมบัติหรือพฤติกรรมบางอย่างจาก use case หนึ่งไปยังอีก use case หนึ่งหรือจาก Actor หนึ่งไปยังอีก Actor หนึ่งซึ่งอาจจะมีการเพิ่มเติมพฤติกรรมบางอย่างเข้าไปและความสัมพันธ์แบบ Generalization จะเรียก use case หรือ Actor ที่ถูกถ่ายทอดว่า “Parent Use Case” และเรียก use case หรือ Actor ที่ทำการถ่ายทอดมาจาก use

case อื่นว่า “Child Use Case” โดยใช้สัญลักษณ์เส้นตรงพร้อมลูกศรหัวสามเหลี่ยมใส่ชี้จาก Child Use Case ไปยัง Parent Use Case ดังภาพ 10



ภาพ 14 สัญลักษณ์ความสัมพันธ์แบบ Generalization

แสดงตัวอย่าง Use Case Diagram ระบบลงทะเบียนของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งดังภาพ

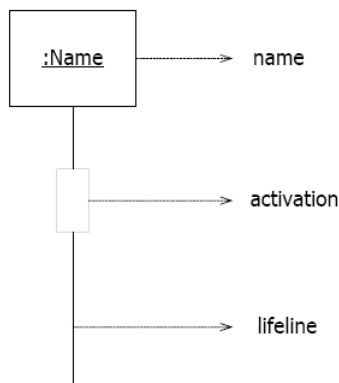


ภาพ 15 ตัวอย่างของ Use Case Diagram ระบบลงทะเบียน

2. ซีควเนต์ไดอะแกรม (Sequence Diagram)

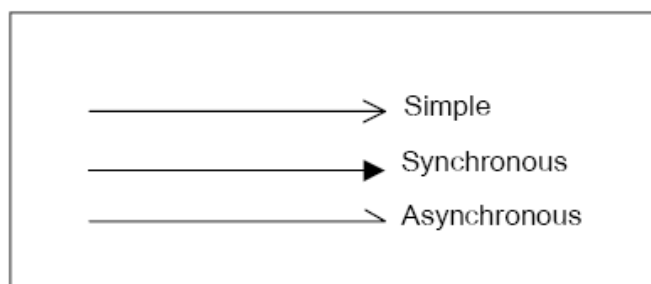
Sequence Diagram ใช้แสดงแทนการกระทำต่อกัน (Interaction) ระหว่างออบเจกต์ในการทำงานให้ได้ตามจุดประสงค์หนึ่งเป็นไดอะแกรมชนิด Interaction ซึ่งขยายการทำงานของแต่ละยูสเคสสำหรับแสดงการทำงานระหว่างวัตถุต่างๆ ที่ส่งข้อความถึงกัน ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมจะใช้ไดอะแกรมตัวนี้ช่วยเขียนโปรแกรมให้ได้รูปแบบตรงตามที่ออกแบบไว้ โดย Sequence Diagram จะมีองค์ประกอบอยู่ 3 ส่วนคือ

2.1 ออบเจกต์ (Object) จะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ object name, lifeline และ activation ซึ่งองค์ประกอบทั้งสามสามารถแสดงเป็นสัญลักษณ์ได้ดังภาพ



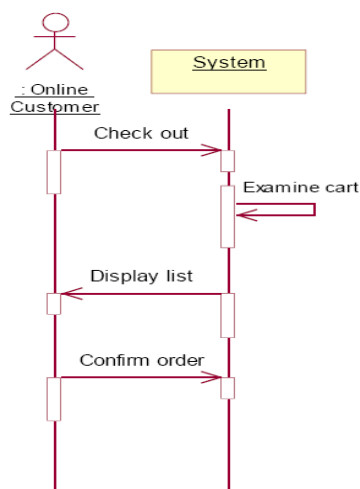
ภาพ16 องค์ประกอบของออบเจ็กต์

2.2 เมสเสจ (Messages) เป็นการติดต่อที่ส่งจากออบเจ็กต์หนึ่งไปยังอีกออบเจ็กต์หนึ่งหรืออาจจะส่งกลับมาหาตัวเองก็ได้โดยที่จะแบ่งการติดต่อออกเป็น 3 แบบคือ 1) Simple Message เป็นการโยกย้ายการควบคุมออบเจ็กต์หนึ่งไปยังอีกออบเจ็กต์หนึ่ง 2) Synchronous Message เป็นการติดต่อแบบรอคอยคำตอบที่จะตอบกลับมาก่อนที่จะทำงานอื่นๆต่อไปและ 3) Asynchronous Message จะเป็นการติดต่อแบบไม่ต้องรอคอยคำตอบที่จะตอบกลับ



ภาพ17 รูปแบบของเมสเสจ

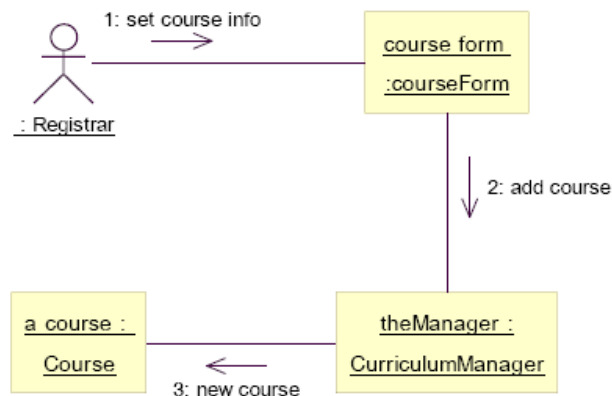
2.3 ไทม์หรือช่วงเวลา (Time) ลักษณะของไทม์หรือการแสดงเวลาของ Sequence Diagram นั้นจะเป็นลักษณะแนวตั้งคือจากบนลงล่าง message ที่อยู่ด้านบนจะเป็นส่วนที่เกิดขึ้นก่อน message ที่อยู่ด้านล่างลักษณะของการแสดงเวลาของ Sequence Diagram จะมีลักษณะดังภาพ



ภาพ18 ตัวอย่าง Sequence Diagram อย่างง่ายของระบบการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์

3. คอลแลโบเรชันไดอะแกรม (Collaboration Diagram)

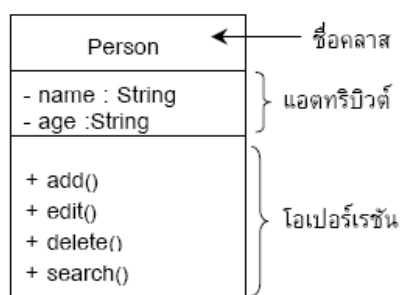
เป็นไดอะแกรมชนิดเดียวกับซีควเอนซ์ไดอะแกรมเพราะเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างวัตถุโดยที่ซีควเอนซ์ไดอะแกรมจะแสดงถึงการแลกเปลี่ยนข่าวสารส่วนคอลแลโบเรชันไดอะแกรมเป็นการแสดงการติดต่อสื่อสารระหว่างออบเจ็กต์ต่างๆและความสัมพันธ์ระหว่างที่แต่ละออบเจ็กต์ติดต่อสื่อสารกันโดยมีวิธีการเลือกใช้คือถ้าเป็นการกำหนดช่วงเวลาแน่นอน และใช้เวลาเป็นสิ่งที่สำคัญมีลำดับก่อนหลังให้ใช้ซีควเอนซ์ไดอะแกรมแต่ถ้าเป็นการให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ภายในวัตถุให้เลือกใช้คอลแลโบเรชันไดอะแกรมคอลแลโบเรชันไดอะแกรมจะใช้รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนออบเจ็กต์โดยมีชื่อของออบเจ็กต์นำหน้าด้วยเครื่องหมายโคลอน (:) กำกับอยู่ภายในสี่เหลี่ยมดังกล่าวแต่ละออบเจ็กต์ที่มีปฏิสัมพันธ์กันจะมีเส้นตรงเชื่อมโยงอยู่และเมสเสจหรือข่าวสาร (message) ที่ออบเจ็กต์ส่งถึงกันจะมีตัวเลขกำกับเพื่อบอกถึงลำดับของการเกิดเหตุการณ์ และมีลูกศรเป็นตัวแสดงทิศทางของการส่งข้อมูลของออบเจ็กต์ดังกล่าว



ภาพ 19 ตัวอย่างของ Collaboration Diagram

4. คลาสไดอะแกรม (Class Diagram)

Class Diagram คือแผนภาพที่ใช้แสดง Class และความสัมพันธ์ในแง่ต่างๆ ระหว่าง Class เหล่านั้น Class เป็นการอธิบายถึงกลุ่มของออบเจกต์ที่มี Attribute (แอตทริบิวต์) Operation (โอเปอเรชัน) และความสัมพันธ์สัญลักษณ์ที่ใช้แทน Class คือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยแบ่งเป็น 3 ส่วนได้แก่ Name (ชื่อคลาส) Attribute (แอตทริบิวต์) และ Operation (โอเปอเรชัน) ดังภาพ 16



ภาพ 20 สัญลักษณ์ของ Class

ชนิดของการเข้าถึง Attributes และ Operations

1. Private คือ Attributes หรือ Operations ที่ไม่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกของคลาส (Class) แต่สามารถมองเห็นได้จากภายในตัวคลาส (Class) เองเท่านั้นหากภายนอก

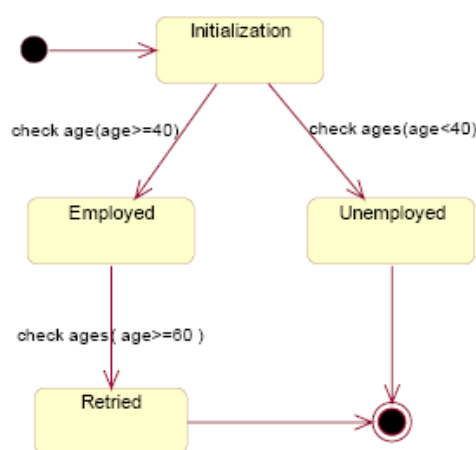
ต้องการที่จะเข้ามาเพื่อทำการเรียกใช้จะต้องเรียกผ่าน Operation ที่เกี่ยวข้องเท่านั้นโดยปกติจะใช้เครื่องหมาย (-) กำกับไว้หน้า Private Attribute หรือ Private Operation

2. Public คือ Attributes หรือ Operations ที่สามารถมองเห็นได้และสามารถเรียกใช้ได้โดยตรงจากภายนอกโดยปกติจะใช้เครื่องหมาย (+) กำกับไว้หน้า Public Attribute หรือ Public Operation

3. Protected คือ Attributes หรือ Operations ที่ไม่สามารถเห็นได้จากภายนอกแต่เป็นส่วนที่สามารถส่งต่อให้ Inherited Class ได้เท่านั้นโดยปกติจะใช้เครื่องหมาย (#) กำกับไว้หน้า Protected Attributes หรือ Protected Operations

5. สเตทไดอะแกรม (State Diagram)

State Diagram ใช้อธิบายพฤติกรรมของคลาสต่างๆในระบบโดยจะแสดงทุกๆสถานะที่เป็นไปได้และเหตุการณ์ที่ทำให้オブジェクトเหล่านั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอาจเกิดจากオブジェクトอื่นส่งมาหรือการเปลี่ยนแปลงสถานะเรียกว่าทรานซิชัน (Transitions) โดยแสดงแผนภาพสเตทไดอะแกรมเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์โดยพิจารณาจากเงื่อนไขกฎข้อบังคับของระบบ ดังภาพ 17

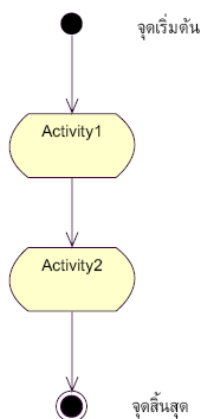


ภาพ 21 ตัวอย่างของ State Diagram เกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์

6. แอคติวิตีไดอะแกรม (Activity Diagram)

Activity Diagram ใช้แสดงลำดับการไหลของกิจกรรม (Activity) โดยจะอธิบายกิจกรรมต่างๆในลักษณะของการกระทำในไดอะแกรมจะมีลักษณะคล้าย Flow Chart โดย Activity Diagram จะแสดงถึงสถานะการกระทำ (Action State) ซึ่งสถานะจะเปลี่ยนไปเมื่อเกิดการกระทำ

อย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้นตามเงื่อนไขหรือการตัดสินใจที่กำหนดไว้เพื่อควบคุมการไหลของกิจกรรม รวมถึงสามารถมีเมสเสจที่รับ-ส่งระหว่างแต่ละกิจกรรมได้ โดยแสดงสัญลักษณ์ของ Activity Diagram ดังภาพ 18



ภาพ 22 สัญลักษณ์ของ Activity Diagram

7. คอมโพเนนต์ไดอะแกรม (Component Diagram)

เป็นไดอะแกรมที่แสดงโครงสร้างและความเกี่ยวข้องกันของซอฟต์แวร์โดย คอมโพเนนต์ ประกอบไปด้วย Source code และ runtime หรือ executable component โดย แสดงสัญลักษณ์และตัวอย่างของ Component Diagram ดังภาพ 19



ภาพ 23 สัญลักษณ์ของ Component Diagram

8. ดีพลอยเมนต์ไดอะแกรม (Deployment Diagram)

เป็นไดอะแกรมที่เกี่ยวข้องกับส่วนของฮาร์ดแวร์โดยตรง Deployment Diagram จะเกิดจากสิ่งที่เรียกว่าโหนด (Node) มาประกอบกันซึ่งโหนดจะเป็นฮาร์ดแวร์หลักๆของระบบโดย โหนดแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ Processor กับ Device โดยแสดงสัญลักษณ์ของ Deployment Diagram ดังภาพ 20



ภาพ 24 สัญลักษณ์ของ Deployment Diagram

4.4 ข้อดีของ UML

UML เป็นวิธีการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายองค์ประกอบต่างๆ ของระบบที่ได้รับ ความนิยมและเป็นที่ยอมรับ ซึ่งสามารถจำแนกข้อดีของการนำ UML มาใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ และออกแบบระบบเชิงวัตถุ(OOAD)ได้ 5 ประการ ดังนี้

1. UML ได้รวมข้อดีของโมเดลต่างๆเอาไว้ได้แก่ Data Model Business Model หรือ Work Flow, Object Model และ Component Model เป็นต้น

2. เป็นภาษาที่เป็นมาตรฐานเปิด (Open Standard) ของทุกภาษาในปัจจุบันหรือไม่ ผูกติดกับภาษาโปรแกรมภาษาใดภาษาหนึ่งกล่าวคือโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นจากภาษามาตรฐานUML นี้สามารถถูกแปลงไปเป็นระบบจริงที่ถูกสร้างขึ้นด้วยภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุใดๆก็ได้ไม่ว่าจะเป็น Java หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ๆของ Microsoft ล้วนแต่สนับสนุน UML ทั้งสิ้น

3. UML ครอบคลุมทุกส่วนในวงจรชีวิต (Life Cycle) ของการพัฒนาระบบตั้งแต่ ขั้นตอนการหาความต้องการของระบบ (Requirement) การออกแบบระบบ (Design) การนำไปใช้ งานจริง (Implementation) การติดตั้งระบบ (Installation) ไปจนถึงขั้นตอนของการจัดทำเอกสาร (Documentation) และถึงแม้ว่าระบบงานนั้นจะมีการใช้เทคโนโลยีหลายๆอย่างร่วมกันก็ยังคง สามารถนำ UML ไปประยุกต์ใช้งานได้

4. เป็นภาษาที่มีความสมดุลในแง่ของความเรียบง่ายและไม่ซับซ้อนกล่าวคือไม่ยาก เกินไปที่จะเรียนรู้และนำมาใช้งานจริงและก็สามารถนำไปใช้กับงานที่ซับซ้อนมากๆได้ด้วย

5. มีบริษัทชั้นนำและอุตสาหกรรมต่างๆให้การยอมรับและให้การสนับสนุนไม่ว่าจะ เป็น Rational Software Corporations, HP, และ Product ต่างๆเช่น Websphere, VisualAge ของ บริษัทไอบีเอ็ม รวมทั้งบริษัทไมโครซอฟท์ถึงกับลงทุนซื้อส่วนหนึ่งของ UML มาไว้ใน Visual Basic เรียกว่า Visual Modeller โดยเน้นหนักในส่วนของการออกแบบ ระบบ (design) และการพัฒนา ระบบไปใช้งานจริง (implementation)

จากข้อดีของ UML ที่ได้กล่าวมาในข้างต้น รวมทั้งระบบมูเดลลิเลิร์นนิ่งที่ผู้วิจัย นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ได้ถูกออกแบบและพัฒนาระบบโดยใช้แนวคิดเชิง

วัตถุอยู่แล้ว ทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้ UML เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบระบบสารสนเทศ เพื่อจัดการองค์ความรู้ปราชญ์ชาวบ้าน เพื่อเชื่อมโยงกับระบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องและทำให้ขั้นตอนการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบสารสนเทศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4.5 การพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุด้วยภาษา PHP

การพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming: OOP) เป็นวิธีการพัฒนาโปรแกรมที่ช่วยให้ระบบงานขนาดใหญ่ที่ซับซ้อนสามารถทำได้ง่ายขึ้น ด้วยการรวมส่วนที่เป็นข้อมูล (data) และการดำเนินการ (Operations) เข้ามารวมไว้ในที่เดียวกันนั่นคือ คลาส (Class)

PHP 5 นับเป็นภาษาโอเพนซอร์สที่ได้พัฒนาให้สามารถรองรับการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุที่สามารถทำงานบนเว็บเทคโนโลยี เช่นเดียวกับ JSP โดยมี Zend Engine เวอร์ชัน 2.0 ที่ถูกติดตั้งเพิ่มเติมไว้ใน PHP 5 ทำหน้าที่เป็น Scripting Engine เพื่อรองรับการกำหนดตัวแปรและเมธอดให้สามารถเข้าถึงได้ในลักษณะต่างๆ เช่น public, private และ protected รวมทั้งสนับสนุนการสร้าง Abstract Class และ Interface ต่างๆ ตามหลักการเชิงวัตถุ (สมศักดิ์ โชคชัยชุตติกุล, 2547)

5. แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบแบบแผน ณ. ที่ใดที่หนึ่งในองค์กร เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถนำข้อมูลมาประมวลผลและประยุกต์ใช้งานตามที่ต้องการ โดยผ่านระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management Systems: DBMS) ซึ่งทำหน้าที่เสมือนเป็นตัวกลางระหว่างชุดคำสั่งสำหรับจัดการข้อมูลต่างๆ กับหน่วยเก็บข้อมูล รวมถึงเป็นส่วนที่ผู้ใช้ติดต่อกับระบบฐานข้อมูล เพื่อเข้าถึง จัดการ และค้นคืนข้อมูลซึ่งการออกแบบระบบฐานข้อมูลจะอาศัยโครงสร้างของข้อมูลเชิงตรรกะ ซึ่งได้มาจากความต้องการของผู้ใช้ในด้านต่างๆ มาเป็นแนวทางในการออกแบบ ซึ่งสามารถจำแนกความต้องการของผู้ใช้ ได้ 2 ด้าน ได้แก่ 1) ความต้องการทางด้านโปรแกรม (Application Requirement) ได้แก่ ความต้องการของผู้ใช้งานในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบงาน เช่น ขั้นตอนการทำงานของระบบงานปัจจุบัน รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนการทำงาน เป็นต้น และ 2) ความต้องการทางด้านข้อมูล (Data Requirement) ได้แก่ ความต้องการของผู้ใช้ในด้านข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบงาน ซึ่งปกติแล้วความต้องการด้านนี้จะไม่ปรากฏอย่างชัดเจนเช่นเดียวกับความต้องการด้านโปรแกรม แต่อาจแฝงอยู่ในรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานต่างๆ เช่น ขั้นตอนในการจ่ายเงินเดือนให้แก่พนักงาน จะใช้สลิปเงินเดือนเพื่อแจ้งรายได้ให้แก่พนักงานแต่ละคนทราบ ซึ่งภายในสลิปเงินเดือนจะ

ประกอบด้วย รหัสพนักงาน ชื่อสกุล เดือน ประเภทรายได้ จำนวนเงินตามแต่ละประเภทรายได้ จำนวนเงิน ประกันสังคมที่หัก จำนวนเงินภาษีที่หัก เป็นต้น

5.1 ระดับการออกแบบฐานข้อมูล

แบบแผนของการออกแบบฐานข้อมูลที่แสดงถึงโครงสร้าง การปฏิบัติงาน รวมทั้งเทคนิค เครื่องมือและเอกสารต่างๆ ที่ช่วยสนับสนุนให้กระบวนการออกแบบฐานข้อมูลมีความสะดวกยิ่งขึ้น สามารถจำแนกได้ 3 ระดับ คือ 1) การออกแบบฐานข้อมูลในระดับความคิด (Conceptual Database Design) การออกแบบฐานข้อมูลในระดับนี้ เป็นขั้นตอนการกำหนดเค้าโครงหรือ Schema ในระดับเบื้องต้นเท่านั้น โดยจะทำการออกแบบในลักษณะส่วนย่อยๆ ก่อน และจำเป็นต้องรวบรวมเอกสารรวมทั้ง requirements ต่างๆ เพื่อมาประกอบการสร้างโมเดล ซึ่งจะมีงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ คือ การกำหนดชนิดของเอนิตตี้ การกำหนดชนิดของความสัมพันธ์ การกำหนดแอตทริบิวต์ให้กับเอนิตตี้ จัดทำแอตทริบิวต์โดเมน กำหนดคีย์คู่แข่งและคีย์หลัก การใช้หลักการของ specialize/generalize กับเอนิตตี้ การเขียน Entity-Relationship Diagram และสุดท้ายคือการนำโมเดลไปทบทวนกับยูสเซอร์ว่าตรงกับความต้องการหรือไม่ อย่างไร 2) การออกแบบฐานข้อมูลในระดับตรรกะ (Logical Database Design) การออกแบบในระดับนี้ไม่จำเป็นต้องมีการเขียนแผนภาพ E-R สามารถออกแบบฐานข้อมูลในระดับตรรกะนี้ได้ทันทีหลังจากที่วิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้เรียบร้อยแล้ว โดยการใช้โมเดล (Model) ฐานข้อมูลที่สอดคล้องกับระบบการจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ซึ่งจะเห็นว่าการออกแบบในระดับนี้ไม่จำเป็นต้องออกแบบในระดับความคิด จึงทำให้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากพอสมควร และเหมาะสมสำหรับระบบงานขนาดเล็กแต่ทั้งนี้ต้องทราบกระบวนการในการออกแบบเป็นอย่างดีจึงจะสามารถออกแบบได้อย่างสมบูรณ์แบบมากที่สุด 3) การออกแบบฐานข้อมูลในระดับกายภาพ (Physical Database Design) เป็นการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อใช้งานจริง โดยมีการพิจารณาถึงแหล่งเก็บข้อมูลและโครงสร้างข้อมูลที่จะจัดเก็บลงในสื่อ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลเช่นการเลือกใช้สื่อบันทึกข้อมูล การเลือกวิธีการประมวลผลข้อมูล การเลือกวิธีการหาตำแหน่งจัดเก็บข้อมูล การรวบรวมข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในสื่อบันทึกข้อมูลเดียวกันรวมทั้งเวลาที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล เป็นต้น

5.2 วิธีการออกแบบฐานข้อมูล จำแนกได้ 2 วิธี คือ 1) การออกแบบจากล่างขึ้นบน

(Bottom-Up Database Design) เป็นวิธีการนำระบบงานเดิมที่มีอยู่แล้ว มารวบรวมเข้าเป็นระบบงานใหม่ที่สมบูรณ์กว่าเดิมโดยที่ข้อมูลและโปรแกรมเดิมที่นำมารวมกันนั้นเป็นส่วนที่ดีของระบบงานแต่ละส่วนซึ่งการรวบรวมงานเดิมเหล่านี้เข้าด้วยกันเป็นงานที่ยุ่ยากมากพอสมควรและเสียเวลามากในการที่จะออกแบบระบบและสร้างระบบฐานข้อมูลที่สมบูรณ์ได้ และ 2) การออกแบบจากบนลงล่าง (Top-Down Database Design) เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันในการออกแบบ

ระบบมีขั้นตอนคือเลือกผู้ที่เข้าใจระบบที่สุดอาจจะเป็นหนึ่งคนหรือหลายคนก็ได้มาศึกษาถึงความต้องการขององค์กรแล้วจึงนำข้อมูลที่ได้นั้นมาออกแบบเป็นโครงสร้างทั้งหมดของระบบฐานข้อมูลในองค์กรวิธีนี้จัดได้ว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับองค์กรขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนของข้อมูลเนื่องจากมีความหลากหลายของข้อมูลแต่ละฝ่ายแต่ข้อเสียของการออกแบบวิธีนี้คือจำเป็นที่จะต้องอาศัยผู้ที่ศึกษาและเข้าใจระบบจริงๆ จึงจะสามารถออกแบบระบบฐานข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์

5.3 หลักการพิจารณาการออกแบบฐานข้อมูล

หลักการพิจารณาการออกแบบฐานข้อมูลหมายถึงการเลือกใช้รูปแบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูลเช่นการกำหนดเอนทิตี (Entity) การกำหนดแอททริบิวต์ (Attributes) การกำหนดคีย์หลัก (Primary Key) คีย์รอง (Secondary Key) หรือการกำหนดคีย์นอก (Foreign Key) รวมทั้งการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี โดยสามารถอธิบายได้แก่ 1) การกำหนดเอนทิตี (Entity) ที่เกี่ยวข้อง หมายถึง การสร้างแฟ้มข้อมูลที่เกี่ยวข้องในฐานข้อมูลเพื่อประโยชน์สูงสุดในการประมวลผลข้อมูลในระบบฐานข้อมูล 2) การกำหนดชื่อเอนทิตี (Entity) ต่างๆ นั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กับค่าของข้อมูลที่จะใส่เข้าไปในเอนทิตี (Entity) นั้นๆ คำอธิบายสำหรับแต่ละเอนทิตี (Entity) นั้นจะต้องชัดเจนและบ่งบอกถึงจุดประสงค์โดยละเอียดของเอนทิตี (Entity) 3) การกำหนดแอททริบิวต์ (Attributes) หมายถึง การกำหนดฟิลด์ต่างๆ ในแฟ้ม ข้อมูล ซึ่งจะเป็นส่วนให้รายละเอียดของข้อมูลว่าชัดเจนมากน้อยเพียงใดโดยแอททริบิวต์ (Attributes) ที่กำหนดไว้ในเอนทิตี (Entity) เดียวกันนั้นจะต้องมีความถี่ในการใช้งานใกล้เคียงกัน เพื่อลดเวลาการเข้าถึงและขนาดของเอนทิตี (Entity) 4) การกำหนดคีย์หลัก (Primary Key) และคีย์รอง (Secondary Key) จะต้องกำหนดอย่างชัดเจนซึ่งแอททริบิวต์ (Attributes) ที่เป็นคีย์หลัก (Primary key) จะต้องเป็นแอททริบิวต์ (Attributes) ที่ข้อมูลไม่ซ้ำกัน (Unique Key) ในเอนทิตี (Entity) ในกรณีที่ในเอนทิตี (Entity) มีแอททริบิวต์ (Attributes) ที่มีคุณสมบัติเป็นคีย์หลัก (Primary Key) มากกว่าหนึ่งแอททริบิวต์ (Attributes) ให้เลือกใช้เพียงหนึ่งแอททริบิวต์ (Attributes) ก็พอ ส่วนที่เหลือให้ใช้เป็นคีย์รอง (Secondary Key) และ 5) การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Entity) เพื่อเป็นการลดความซ้ำซ้อน ของข้อมูลที่กระจายอยู่ตามเอนทิตี (Entity) ต่างๆ ให้สามารถใช้ข้อมูลเดียวกันได้ การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Entity) จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าใช้แอททริบิวต์ (Attributes) อะไรมีหนึ่งแอททริบิวต์ (Attributes) หรือมากกว่าสำหรับการกำหนดให้เป็นคีย์นอก (Foreign Key) ที่สามารถอ้างอิงไปถึงแอททริบิวต์ (Attributes) ที่เป็นคีย์หลัก (Primary Key) ในอีกหนึ่งเอนทิตี (Entity) ได้ รวมทั้งเงื่อนไขในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของคีย์หลัก (Primary Key) ในอีกเอนทิตี (Entity) หนึ่งที่ถูกอ้างอิงนั้น

จะต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ซึ่งสามารถอธิบายการเชื่อมต่อกันของเอนทิตี (Entity) ทั้งหมดในระบบ โดยผ่านความสัมพันธ์ (Relation) ด้วยแผนภาพ E-R Diagram

5.4 คุณลักษณะเด่นของระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL

MySQL เป็น Database Server ที่เหมาะกับองค์กรขนาดกลางที่มีข้อมูลไม่มากนัก และเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) ที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยผู้ใช้กลุ่มต่างๆ ได้พยายามพัฒนา Freeware ชนิดนี้เพื่อใช้งานภายในกลุ่ม และเผยแพร่สู่ผู้ใช้อื่นๆ ทำให้เกิดความหลากหลายและรองรับความต้องการของผู้ใช้กลุ่มต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิด หลักการ และเทคนิคต่างๆ จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต้นแบบออนโทโลยีเพื่อจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่องดนตรีม้งคณะในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

รวิชัย ปิยะวัฒน์ (2550: ออนไลน์) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “ระบบจัดการองค์ความรู้ที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง พัฒนาระบบโครงสร้างเว็บเซอร์วิสแบบอยู่บนพื้นฐานของการมีส่วนร่วมของชุมชน” โดยได้ทำการศึกษาและพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อช่วยสนับสนุนกระบวนการจัดการความรู้ทั้งในประเทศไทยและประเทศต่างๆ ทั่วโลก ในรูปแบบซอฟต์แวร์รหัสเปิด หรือ Open Source โดยใช้หลักการพัฒนาระบบแบบ User-Centered Agile System Development (UASD) ซึ่ง Knowledge Volution ที่พัฒนาขึ้นนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลาย เช่น blog , WYSIWYG text editor, photo & file sharing และ planet เพื่อเป็นคลังความรู้ และตอบสนองการบันทึก การจัดหมวดหมู่ และแลกเปลี่ยนความรู้ รวมถึงการสร้างเครือข่ายของกลุ่มผู้ชำนาญในด้านต่างๆ ผ่านระบบเครือข่าย Intranet และ Internet ซึ่งความสำเร็จในการพัฒนาระบบ Knowledge Volution นั้น เกิดจากการนำหลักการ UASD มาใช้ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ และสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้ใช้เป็นอย่างดี สามารถพัฒนาระบบได้อย่างรวดเร็ว รวมทั้งสามารถปรับปรุงส่วนต่างๆ ของระบบได้ทันที่ตามความต้องการของผู้ใช้

นงเยาว์ พันธุ์คง และสมชาย ปรากการเจริญ (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การบูรณาการออนโทโลยีในระบบบริหารลูกค้าสัมพันธ์ด้วยกฎควบคุมการเข้าถึงสิทธิ์” โดยได้ทำการศึกษา การใช้งานความรู้ร่วมกันในระบบบริหารลูกค้าสัมพันธ์เป็นกลยุทธ์ที่สำคัญขององค์กรในการกำหนดลูกค้ากลุ่มเป้าหมายการวางแผนด้านการขายและการตลาดแต่ระบบคลังข้อมูลที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีข้อจำกัดในการจัดการความรู้และทักษะความเชี่ยวชาญของบุคลากรในแต่ละองค์กร ดังนั้น

บทความวิชาการนี้นำเสนอแบบจำลองCRM-IKS ซึ่งเป็นการบูรณาการออนโทโลยีลูกค้าสินค้าและการติดต่อลูกค้าโดยใช้ออนโทโลยีหลายระดับชั้น (Multiple layer ontology) เพื่อทำการพัฒนาการบูรณาการออนโทโลยีแบบ 4 มิติคือใครทำอะไรทำไมต้องทำและทำอย่างไรในการใช้งานความรู้ร่วมกันภายใต้กฎควบคุมการเข้าถึงสิทธิ์ตามบทบาทหน้าที่ (RBAC) ทำให้สามารถกำหนดบทบาทหน้าที่และสิทธิ์การใช้งานของบุคลากรในการเข้าถึงความรู้เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาวิจัยในอนาคตเกี่ยวกับเทคนิคในการให้ได้ว่าซึ่งออนโทโลยีและการสร้างกฎการควบคุมการเข้าถึงสิทธิ์ในแบบอัตโนมัติเพื่อใช้งานในองค์กรต่อไป

ประกอบ ใจมั่น (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การพัฒนาระบบบริหารจัดการความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับมหาวิทยาลัยราชภัฏ” โดยได้ทำการศึกษานโยบายการบริหารจัดการความรู้ที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นจากหน่วยงาน และบุคคลที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศและเครือข่ายการสื่อสาร เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการพัฒนาต้นแบบระบบคอมพิวเตอร์เพื่อการบริหารจัดการความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น สำหรับการจัดการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยราชภัฏ ซึ่งจากผลการศึกษาแนวคิดการบริหารจัดการความรู้ พบว่า มีการกำหนดเป้าหมายและองค์ประกอบการบริหารจัดการความรู้ไว้ 5 ส่วน ได้แก่ 1) คน และหน่วยงาน 2) กระบวนการ 3) เทคโนโลยี 4) ความรู้ และ 5) งานซึ่งช่วยสนับสนุนการดำเนินการ ในการพัฒนาต้นแบบระบบการบริหารจัดการความรู้ใช้ซอฟต์แวร์ที่เป็นฟรีโค้ด ได้แก่ จาวาสคริปต์ และเอเอสพีสคริปต์รวมทั้งใช้หลักการออกแบบตามโครงสร้างหลัก 5 ประการ ได้แก่ 1) สรรสาระ 2) เรียนรู้ร่วมกัน 3) แบ่งปันความรู้ 4) ผลิตภัณฑ์ และ 5) สมุดหน้าเหลืองหลังจากนำต้นแบบระบบไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เรียนรู้ผ่านอินเทอร์เน็ต เพื่อทำกิจกรรมร่วมกัน เช่นเสนอกระทู้อภิปรายแสดงความคิดเห็น ถามตอบปัญหา เขียนอนุทินการเรียนรู้ทำสัญญาการเรียน และให้นักศึกษาได้เสนอจุดเด่นและจุดด้อยปัญหาอุปสรรคในการเรียนรู้ ซึ่งสรุปได้ว่ามีนักศึกษาจำนวน 14 คนใน 21 คน ชอบสถานการณ์การเรียนรู้ที่เป็นอิสระแต่ไม่ถึงกับพอใจที่จะระบุหรือวางแผนการเรียนทุกกระบวนการผ่านต้นแบบระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมดด้วยตนเอง

ศิวกร สิริวัฒนานันท์ (2551) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างต้นแบบออนโทโลยีนกในประเทศไทยด้วยวิกิพีเดีย” โดยได้ทำการศึกษา การดูแลถือเป็นกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ปัจจุบันมีนักดูนกและถ่ายภาพนกเพิ่มมากขึ้นทุกปีเป็นผลให้มีการพบเห็นและบันทึกนกชนิดใหม่ในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอีกทั้งข้อมูลความรู้เรื่องนกไทยมีแหล่งเผยแพร่ค้นคว้ามามากมายทั้งงานวิจัยทางวิชาการเอกสารทางวิทยาศาสตร์คู่มือดูนกเว็บไซต์ต่างๆอย่างไรก็ตามข้อมูลเหล่านี้จะจัดกระจายและถูกอธิบายในรูปแบบที่แตกต่างกันถึงแม้ว่าข้อมูลบนเว็บไซต์สามารถสืบค้นได้การสืบค้นข้อมูล

ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือยาสูบที่ผู้ใช้อาจใส่คำค้นหลักหลายๆคำที่คาดว่าจะปรากฏในเอกสาร โดยไม่อาจจะระบุความสัมพันธ์ของคำเหล่านั้นทำให้คำตอบที่ได้รับอาจไม่ตรงกับความต้องการ นอกจากนี้คำตอบแต่ละรายการยังไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่อกันได้อย่างเหมาะสมสารนิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาข้างต้นด้วยวิธีการสร้างออนโทโลยีขึ้นเพื่อกำหนดกรอบโครงสร้างของความรู้เชิงแนวความคิดและบรรยายความรู้ที่มีระบบร่วมกับเทคโนโลยีวิกิพีเดีย เพื่อช่วยให้การแบ่งปันและการมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาของผู้ใช้ในสังคมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจากการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานในด้านความสัมพันธ์การแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลความรู้เกี่ยวกับนกอพยพและการใช้งานและแสดงผลของโปรแกรมพบว่าระบบงานมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

สิตลา วงศ์กาฬสินธุ์ และงามนิจ อาจอินทร์ (2552) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การรวมกันของออนโทโลยีที่มีความหมายสำหรับโดเมนห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์” โดยได้ทำการศึกษาออนโทโลยีที่ใช้สำหรับการบรรยายข้อมูลบนเว็บแบบสื่อความหมายเกิดขึ้นมากมายออนโทโลยีเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นมาจากโครงสร้างและวิธีการที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดปัญหาการสื่อสารข้อมูลระหว่างกัน อีกทั้งการสื่อสารที่สามารถทำได้ในปัจจุบันยังเป็นเพียงการสื่อสารระหว่างคำเท่านั้นจึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการนำออนโทโลยีมารวมกันซึ่งวิธีโดยทั่วไปนำออนโทโลยีมารวมกันด้วยการหาความเหมือนเท่านั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการด้วยเทคนิคการหาความคล้ายคลึงเชิงความหมายโดยจัดออนโทโลยีให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถรองรับการหาความคล้ายคลึงด้วยการใช้เวกเตอร์เน็ตเข้ามาช่วยและนำเสนอขั้นตอนการรวมออนโทโลยีเพื่อสร้างออนโทโลยีกลางของระบบในการสืบค้นและสุดท้ายนำผลการทดลองที่ได้มาวัดประสิทธิภาพของการสืบค้นด้วยค่า Precision และ Recall ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นได้ค่าดังต่อไปนี้ค่า precision เท่ากับ 0.88 และค่า recall เท่ากับ 1 พบว่ามีความถูกต้องในเชิงความหมายมากกว่างานวิจัยที่คล้ายกัน