บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบฐานข้อมูล
สำหรับการบริหารเงินทุนวิจัยของมหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ระบบฐานข้อมูลสำหรับการบริหารเงินทุนวิจัยของมหาวิทยาลัย

เมื่อได้วิเคราะห์ระบบการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แล้วได้ข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บทั้งหมด โดยสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย ซึ่งมีดังต่อไปนี้
   - 1.1 เลขประจำตัว
   - 1.2 ตำแหน่งทางวิชาการ
   - 1.3 คำนำหน้าชื่อ
   - 1.4 ชื่อ นามสกุล (ไทย)
   - 1.5 ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ)
   - 1.6 ภาควิชา
   - 1.7 คณะหรือสถาบัน
   - 1.8 โทรศัพท์ (ที่ทำงาน)
   - 1.9 ที่อยู่
   - 1.10 โทรศัพท์ (ที่บ้าน)
   - 1.11 สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ
   - 1.12 สาขาวิชาที่ดูแลโครงการวิจัย
   - 1.13 การเป็นกรรมการภายในหรือภายนอกมหาวิทยาลัย

2. ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการวิจัย ซึ่งมีดังต่อไปนี้

2.1 ลำดับที่ขอรับทุนวิจัย

2.2 ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

2.3 ผู้วิจัย ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 เลขประจำตัว

2.3.2 ตำแหน่งทางวิชาการ

2.3.3 คำนำหน้าชื่อ

2.3.4 ชื่อ นามสกุล (ไทย)

2.3.5 ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ)

2.3.6 ภาควิชา

2.3.7 คณะหรือสถาบัน

2.3.8 โทรศัพท์ (ที่ทำงาน)

2.3.9 ที่อยู่

2.3.10 โทรศัพท์ (ที่บ้าน)

2.4 แหล่งทุน

2.5 ประเภทของทุน

2.6 สาขาวิชาของโครงการวิจัย

2.7 ชื่อโครงการวิจัย (ไทย)

2.8 ชื่อโครงการวิจัย (อังกฤษ)

2.9 คำสำคัญของโครงการวิจัย (ไทย)

2.10 คำสำคัญของโครงการวิจัย (อังกฤษ)

2.11 จำนวนผู้วิจัยร่วม

2.12 ระยะเวลาที่เสนอขอรับทุนวิจัย

2.13 งบประมาณที่เสนอขอรับทุนวิจัย ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

2.13.1 เงินสมนาคุณ

2.13.2 ค่าจ้างชั่วคราว

2.13.3 ค่าวัสดุ

2.13.4 ค่าใช้สอย

2.13.5 ค่าครุภัณฑ์

2.14 รหัสโครงการวิจัย

2.15 ปีที่ได้รับทุนวิจัย

2.16 ระยะเวลาทำโครงการ

2.17 งบประมาณที่ได้รับทุนวิจัย ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

2.17.1 เงินสมนาคุณ

2.17.2 ค่าจ้างชั่วคราว

2.17.3 ค่าวัสดุ

2.17.4 ค่าใช้สอย

2.17.5 ค่าครุภัณฑ์

2.18 วันที่อนุมัติให้ได้รับทุนวิจัย

2.19 วันที่ทำสัญญารับทุนวิจัย

2.20 วันที่สิ้นสุดโครงการวิจัย

2.21 ชื่อหนังสือที่ได้รับการตีพิมพ์

2.22 รายละเอียดการจดลิขสิทธิ์ของโครงการวิจัย

2.23 รายละเอียดการได้รับรางวัลของโครงการวิจัย

2.24 สาเหตุที่ยุติโครงการ

2.25 รายงานความก้าวหน้า ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

2.25.1 วันที่ครบกำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า

2.25.2 วันที่ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้า

2.25.3 วันที่ส่งรายงานความก้าวหน้าให้คณะกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย

2.25.4 วันที่กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยส่งผลการพิจารณารายงานความก้าวหน้า

2.25.5 วันที่ส่งใบเบิกเงินงวดของผู้วิจัย

2.25.6 จำนวนเงินงวดที่เบิกให้กับผู้วิจัย

2.25.7 วันที่ส่งใบเบิกเงินค่าตอบแทนของกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย

2.25.8 จำนวนเงินค่าตอบแทนของกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย

2.25.9 วันที่เบิกเงินงวด

2.25.10 วันที่เบิกเงินค่าตอบแทน

2.25.11 อัตราการส่งรายงานความก้าวหน้า

2.26 รายงานฉบับสมบูรณ์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

2.26.1 วันที่ครบกำหนดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

2.26.2 วันที่ผู้วิจัยส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

2.26.3 วันที่ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ให้คณะกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย

2.26.4 วันที่กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยส่งผลการพิจารณารายงานฉบับสมบูรณ์

2.26.5 จำนวนครั้งที่เตือนการส่งรายงาน

2.26.6 ผลการพิจารณารายงานฉบับสมบูรณ์

2.26.7 วันที่ส่งใบเบิกเงินสมนาคุณของผู้วิจัย

2.26.8 จำนวนเงินสมนาคุณที่เบิกให้กับผู้วิจัย

2.26.9 วันที่ส่งใบเบิกเงินค่าตอบแทนของกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย

2.26.10 จำนวนเงินค่าตอบแทนของกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย

2.26.11 วันที่เบิกเงินสมนาคุณ

2.26.12 วันที่เบิกเงินค่าตอบแทน

การสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์สำหรับการบริหารเงินทุนวิจัยของมหาวิทยาลัย

ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เป็นฐานข้อมูลที่นิยมใช้กันมาก เพราะสามารถนำไปใช้งานได้ง่ายมีความถูกต้อง (correctness) ไม่มีความขัดแย้งกัน (inconsistent) และไม่มีความซ้ำซ้อน (redundancy) ทำให้ประหยัดเนื้อที่ที่ใช้เก็บข้อมูล ในการออกแบบระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนี้จึงเลือกใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

การสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. <u>การสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ</u> (Logical Data Model) จากข้อมูลของระบบการบริหารเงินทุนวิจัยของมหาวิทยาลัย

แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะเป็นเทคนิคที่ใช้แทนโครงสร้างและลักษณะของข้อมูลที่ต้องการให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมที่จะสร้างเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ต่อไป แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะนี้จะทำให้ได้ฐานข้อมูลที่ถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกัน สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ (sharable) และมีความคล่องตัวในการทำงาน (flexible) คือสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลได้ง่าย

การสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 กำหนดเอนทิตีหลัก (Major Entity)

เอนทิตีคือสิ่งที่แทนกลุ่มของข้อมูลเรื่องเดียวกัน ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่มีตัวตน เช่น ผู้วิจัย หรือเป็นนามธรรม เช่น โครงการวิจัย

โดยในขั้นตอนนี้จะพิจารณาเฉพาะเอนทิตีที่จำเป็นเท่านั้น สำหรับระบบการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สามารถกำหนดเอนทิตีหลักได้ดังต่อไปนี้

1.1.1 กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย

1.1.2 ผู้วิจัย

1.1.3 โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย

1.1.4 โครงการที่ได้รับทุนวิจัย

1.1.5 โครงการที่ไม่ได้รับทุนวิจัย

1.1.6 รายงานความก้าวหน้า

1.1.7 รายงานฉบับสมบูรณ์

1.2 กำหนดความสัมพันธ์ (Relationship) ระหว่างเอนทิตี

ส่วนประกอบที่สำคัญของแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะคือเอนทิตีและความสัมพันธ์ ความสัมพันธ์คือลักษณะของการเกี่ยวพันกันระหว่างเอนทิตี เช่น ผู้วิจัยเป็นผู้เสนอโครงการวิจัย ดังนั้นเอนทิตีผู้วิจัยและเอนทิตีโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัยมีความสัมพันธ์กัน

โดยทั่วไปแล้วความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีแบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังนี้

1. ความสัมพันธ์ที่เห็นได้ชัด (Existence relationship) เช่น ผู้วิจัยเป็นผู้เสนอโครงการขอรับทุนวิจัยเสมอ ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีผู้วิจัยและเอนทิตีโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย คือการเสนอโครงการวิจัยเป็นความสัมพันธ์ที่เห็นได้ชัด

2. ความสัมพันธ์ตามหน้าที่ (Functional relationship) เช่น กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยมีหน้าที่พิจารณาอนุมัติรายงานความก้าวหน้า ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีรายงานความก้าวหน้า และเอนทิตีกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย คือการพิจารณาอนุมัติเป็นความสัมพันธ์ตามหน้าที่

3. ความสัมพันธ์ตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น (Event relationship) เช่น เมื่อครบกำหนดเวลา โครงการที่ได้รับทุนวิจัยจะต้องมีการส่งรายงานความก้าวหน้า ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัยและเอนทิตีรายงานความก้าวหน้า คือการส่งรายงานความก้าวหน้าเป็นความสัมพันธ์ตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

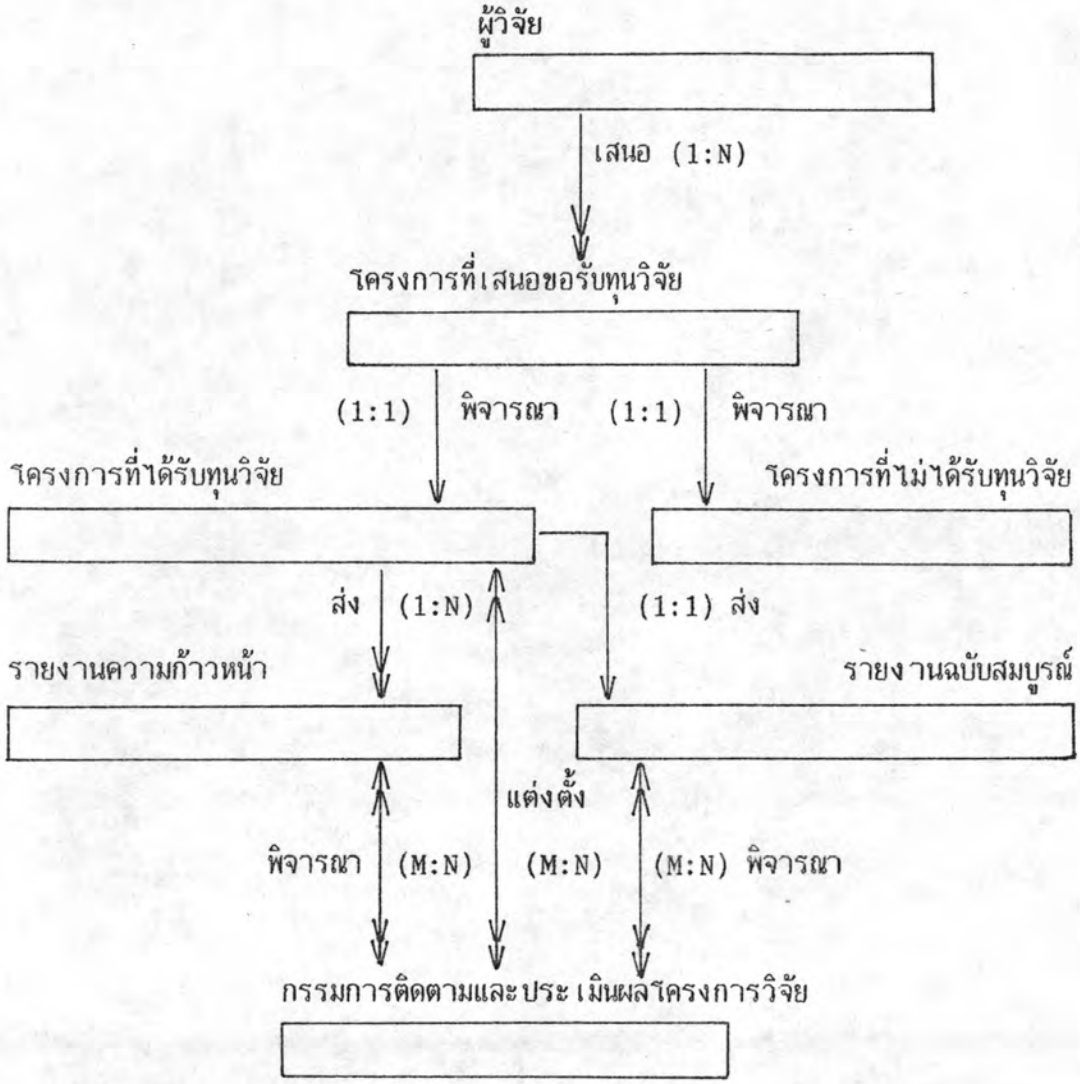
การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีนั้นต้องคำนึงถึงทิศทางของการกำหนดความสัมพันธ์นั้นด้วยว่าเป็นความสัมพันธ์จากเอนทิตีใดไปยังเอนทิตีใดโดยใช้ลูกศรแทนทิศทางของความสัมพันธ์ และจะต้องมีเอนทิตีหนึ่งเป็นเอนทิตีหลัก เราเรียกเอนทิตีหลักนั้นว่าเอนทิตีระดับพ่อแม่ (Parent entity) และเรียกเอนทิตีที่ตามมาว่าเอนทิตีระดับลูก (Child entity) และหัวลูกศรจะชี้ไปทางเอนทิตีระดับลูกเสมอ โดยวิธีนี้เราสามารถแบ่งความสัมพันธ์ออกเป็น 3 ประเภท โดยขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของระเบียน (record) ในเอนทิตีระดับพ่อแม่และเอนทิตีระดับลูก คือ

1. ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (one-to-one relationship) (1:1) เป็นความสัมพันธ์ที่เมื่อพิจารณาระเบียนใดระเบียนหนึ่งในเอนทิตีหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระเบียนในอีกเอนทิตีหนึ่งเพียงระเบียนเดียวเท่านั้น เช่น โครงการวิจัยที่ได้รับทุนวิจัยโครงการหนึ่งจะมีรายงานฉบับสมบูรณ์ได้เพียงฉบับเดียวเท่านั้น และรายงานฉบับสมบูรณ์ฉบับหนึ่งจะต้องมาจากโครงการที่ได้รับทุนวิจัยเพียงโครงการเดียวเท่านั้น ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัย และเอนทิตีรายงานฉบับสมบูรณ์เป็นความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง

2. ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหลาย (one-to-many relationship) (1:N) เป็นความสัมพันธ์ที่เมื่อพิจารณาระเบียนใดระเบียนหนึ่งในเอนทิตีหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระเบียนในอีกเอนทิตีหนึ่งได้มากกว่าหนึ่งระเบียน เช่น โครงการที่ได้รับทุนวิจัยโครงการหนึ่งจะมีรายงานความก้าวหน้าได้หลายฉบับ แต่รายงานความก้าวหน้าฉบับหนึ่งจะต้องมาจากโครงการที่ได้รับทุนวิจัยเพียงโครงการเดียวเท่านั้น ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัยและเอนทิตีรายงานความก้าวหน้าเป็นความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหลาย

3. ความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลาย (many-to-many relationship) (M:N) เป็นความสัมพันธ์ที่เมื่อพิจารณาระเบียนใดระเบียนหนึ่งในเอนทิตีที่หนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับระเบียนในเอนทิตีที่สองได้มากกว่าหนึ่งระเบียน และในทางกลับกันเมื่อพิจารณาระเบียนใดระเบียนหนึ่งในเอนทิตีที่สองจะมีความสัมพันธ์กับระเบียนในเอนทิตีที่หนึ่งได้มากกว่าหนึ่งระเบียน เช่น รายงานความก้าวหน้าฉบับหนึ่งจะต้องให้กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยพิจารณาอนุมัติอย่างน้อย 2 ท่าน และกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยท่านหนึ่งจะสามารถอ่านรายงานความก้าวหน้าได้หลายฉบับ ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย และเอนทิตีรายงานความก้าวหน้าเป็นความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลาย

จากเอนทิตีหลักที่ได้สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้โดยเขียนเป็นแผนภาพซึ่งใช้สี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนเอนทิตีพร้อมทั้งมีชื่อเอนทิตีกำกับ และใช้ลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี โดยลูกศร "⟶" แทนความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ลูกศร "⟶→" แทนความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหลาย และลูกศร "←⟶→" แทนความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลาย ได้ดังนี้

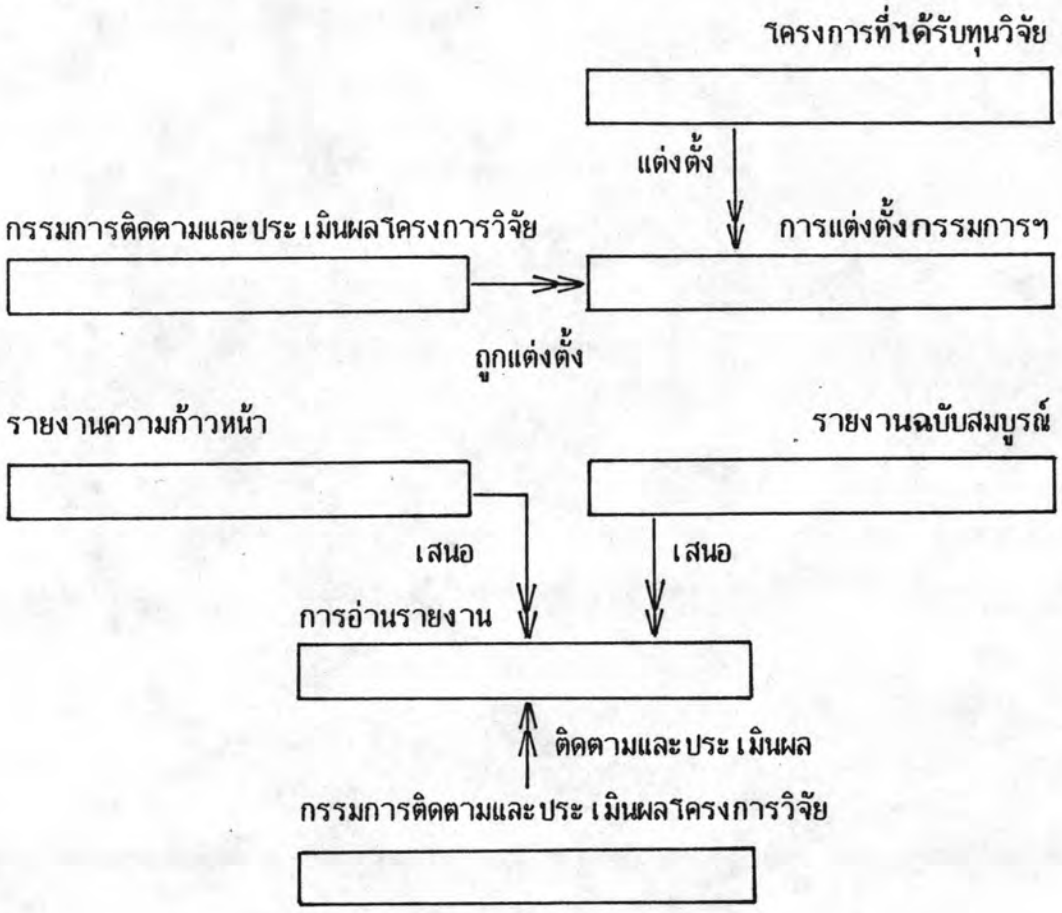


ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงเอนทิตีและความสัมพันธ์เบื้องต้น

จะพบว่าความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลายทำให้การสร้างฐานข้อมูลเชิงตรรกะมีความซับซ้อนมากขึ้น จึงควรกระจายความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลายออก โดยกำหนดเอนทิตีใหม่และสร้างความสัมพันธ์หนึ่งต่อหลายระหว่างเอนทิตีเดิมกับเอนทิตีใหม่ ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหลายสองความสัมพันธ์

จากแผนภาพที่ได้จะพบว่ามีความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลายอยู่สามความสัมพันธ์คือ ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัยกับเอนทิตีกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีรายงานความก้าวหน้ากับเอนทิตีกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย และความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีรายงานฉบับสมบูรณ์กับ

เอนทิตีกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย ในที่นี้ได้กำหนดเอนทิตีการแต่งตั้งกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย และเอนทิตีการอ่านรายงานเพิ่มขึ้นมา ซึ่งสร้างความสัมพันธ์แล้วเขียนเป็นแผนภาพได้ดังนี้

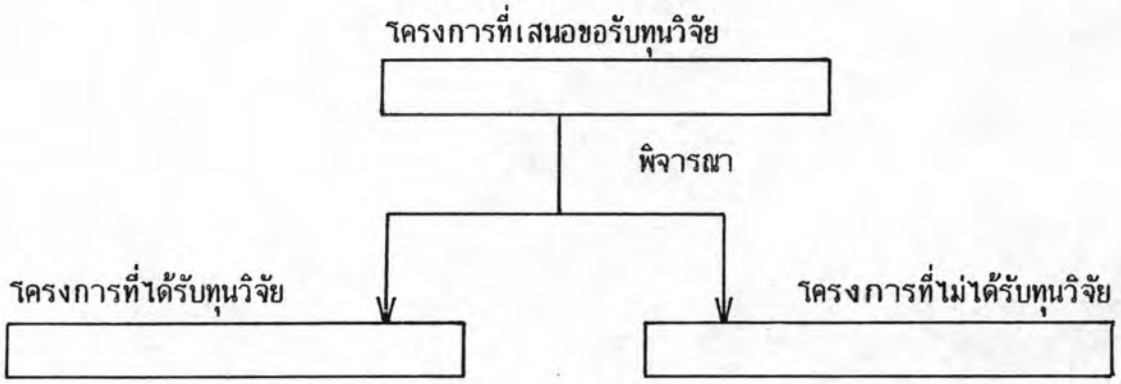


ภาพที่ 3.2 ภาพแสดงเอนทิตีและความสัมพันธ์ที่แยกออกมาจากความสัมพันธ์แบบหลายต่อหลาย

จากลักษณะของความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ถ้าเอนทิตีระดับลูกหลาย ๆ เอนทิตีเป็นส่วนประกอบของเอนทิตีระดับพ่อแม่เพียงเอนทิตีเดียว และเอนทิตีระดับลูกเหล่านั้นมีความหมายในเรื่องเดียวกันสามารถรวมความสัมพันธ์เหล่านั้นเป็นความสัมพันธ์เดียวได้ เรียกว่าความสัมพันธ์ระดับบนและระดับล่าง (Supertypes and Subtypes) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์อีกแบบหนึ่งที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีระดับพ่อแม่กับชุดของเอนทิตีระดับลูกที่มีความหมายในเรื่องเดียวกัน

จากแผนภาพที่ได้พบว่า เอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัย และเอนทิตีโครงการที่ไม่ได้รับทุนวิจัยต่างก็เป็นส่วนหนึ่งของเอนทิตีโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย โดยที่

ทั้งสองเอนทิตีหมายถึงโครงการวิจัยซึ่งเป็นเรื่องเดียวกัน และมีความสัมพันธ์เหมือนกันคือการพิจารณาจึงรวมสองความสัมพันธ์นี้เป็นความสัมพันธ์ระดับบนและระดับล่างซึ่งแสดงได้ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระดับบนและระดับล่าง

1.3 กำหนดดรรชนีหลัก (Primary Keys) และดรรชนีสำรอง (Alternate Keys) ของแต่ละเอนทิตี

หลังจากที่ได้กำหนดเอนทิตีต่าง ๆ แล้วขั้นตอนต่อไปของการสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะคือ การเพิ่มข้อมูลที่เรียกว่าแอททริบิว (Attribute) ลงในทุก ๆ เอนทิตี แอททริบิวคือหน่วยที่เล็กที่สุดในเอนทิตีซึ่งไม่สามารถแยกออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ที่ยังคงความหมายได้อีก แอททริบิวเป็นส่วนที่ระบุถึงข้อมูลในเอนทิตีนั้นๆ และเป็นหน่วยย่อยของเอนทิตีที่ผู้ใช้มักจะอ้างถึง เช่น เอนทิตีผู้วิจัยมีแอททริบิวเลขประจำตัว ชื่อ นามสกุล คณะ ภาควิชา เป็นต้น แอททริบิวแรกที่ต้องเพิ่มเข้าไปในแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะคือ แอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักและดรรชนีสำรอง

ดรรชนีคือ ชุดของแอททริบิวที่เล็กที่สุดที่ใช้อ้างถึงระเบียนต่าง ๆ ในเอนทิตี แอททริบิวที่แทนดรรชนีจะมีค่าซ้ำกันไม่ได้ (unique) ทุกเอนทิตีจะต้องมีดรรชนีหลักเสมอ ซึ่งดรรชนีหลักมีคุณสมบัติพิเศษต่างจากดรรชนีอื่น ๆ คือมีค่าเป็นอักขระว่าง (null character) ไม่ได้ นอกจากนี้ในเอนทิตีหนึ่ง ๆ อาจจะมีดรรชนีสำรองเพื่อใช้ในการอ้างถึงระเบียนต่าง ๆ ในเอนทิตี ซึ่งชุดของแอททริบิวที่แทนดรรชนีสำรองจะต้องเป็นคนละชุดกับแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักเสมอ และในเอนทิตีหนึ่ง ๆ จะมีดรรชนีสำรองหรือไม่ก็ได้

ในระบบข้อมูลเพื่อการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนี้ ได้ให้เลขประจำตัวกับอาจารย์ทุกท่านที่มาติดต่อกับฝ่ายวิจัยฯ โดยเลขประจำตัวของแต่ละท่านมีค่าต่าง ๆ กัน จึงกำหนดให้เลขประจำตัวเป็นดรรชนีหลักของเอนทิตีผู้วิจัยและเอนทิตีกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย แต่สำหรับโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัยเมื่อพิจารณาลำดับที่โครงการวิจัยพร้อมกับปีที่เสนอขอรับทุนวิจัยของแต่ละโครงการจะมีค่าที่ต่างกันเสมอจึงกำหนดให้ลำดับที่โครงการวิจัย และปีที่เสนอขอรับทุนวิจัยรวมกันเป็นดรรชนีหลักสำหรับเอนทิตีอื่น ๆ ก็พิจารณาในทำนองเดียวกัน

สำหรับเอนทิตีที่มีความสัมพันธ์แบบระดับบนและระดับล่าง เอนทิตีเหล่านั้นต้องมีดรรชนีหลัก และดรรชนีสำรองเหมือนกัน จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าเอนทิตีโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย และเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัยมีความสัมพันธ์แบบระดับบนและระดับล่างทำให้สองเอนทิตีนี้ต้องมีดรรชนีหลักเหมือนกัน ซึ่งได้แก่ลำดับที่โครงการวิจัยและปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย แต่เมื่อโครงการใดได้รับทุนวิจัยจะมีรหัสโครงการวิจัยและปีที่ได้รับทุนวิจัย รวมเป็นดรรชนีหลักเพิ่มขึ้นมา จึงต้องแยกเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัย ออกเป็นสองเอนทิตี คือเอนทิตีโครงการวิจัยและเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัย โดยให้ดรรชนีหลักของเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัยยังคงได้แก่ลำดับที่โครงการวิจัยและปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย และดรรชนีหลักของเอนทิตีโครงการวิจัยคือรหัสโครงการวิจัยและปีที่ได้รับทุนวิจัย ซึ่งการกำหนดดรรชนีหลักและดรรชนีสำรองสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ชื่อเอนทิตี	ดรรชนีหลัก	ดรรชนีสำรอง
กรรมการฯ	เลขประจำตัว	ชื่อ นามสกุล (ไทย)
		ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ)
ผู้วิจัย	เลขประจำตัว	ชื่อ นามสกุล (ไทย)
		ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ)
โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย	ลำดับที่โครงการวิจัย	ชื่อโครงการวิจัย (ไทย)
	ปีที่เสนอขอทุนวิจัย	ชื่อโครงการวิจัย (อังกฤษ)

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงการกำหนดดรรชนีหลัก และดรรชนีสำรอง

ชื่อเอนทิตี	ดรรชนีหลัก	ดรรชนีสำรอง
โครงการที่ได้รับทุนวิจัย	ลำดับที่โครงการวิจัย	
	ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย	
โครงการที่ไม่ได้รับทุนวิจัย	ลำดับที่โครงการวิจัย	
	ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย	
โครงการวิจัย	รหัสโครงการวิจัย	ลำดับที่โครงการวิจัย
	ปีที่ได้รับทุนวิจัย	ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย
การแต่งตั้งกรรมการฯ	เลขประจำตัวกรรมการฯ	
	รหัสโครงการวิจัย	
	ปีที่ได้รับทุนวิจัย	
รายงานความก้าวหน้า	รหัสโครงการวิจัย	
	ปีที่ได้รับทุนวิจัย	
	เลขที่รายงาน	
รายงานฉบับสมบูรณ์	รหัสโครงการวิจัย	
	ปีที่ได้รับทุนวิจัย	
การอ่านรายงาน	เลขประจำตัวกรรมการฯ	
	รหัสโครงการวิจัย	
	ปีที่ได้รับทุนวิจัย	
	เลขที่รายงาน	

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงการกำหนดดรรชนีหลัก และดรรชนีสำรอง (ต่อ)

1.4 กำหนดดรรชนีภายนอก (Foreign Keys) ของแต่ละเอนทิตี

เมื่อกำหนดดรรชนีหลักและดรรชนีสำรองแล้ว จะกำหนดดรรชนีภายนอกให้กับทุก ๆ เอนทิตี ดรรชนีภายนอกคือแอททริบิวในเอนทิตีระดับลูกที่แทนดรรชนีหลักของเอนทิตีระดับพ่อแม่ เพื่อใช้ในการอ้างถึงระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่และแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีต่าง ๆ ซึ่งอาจให้ดรรชนีหลักเป็นดรรชนีภายนอกด้วยก็ได้

จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าเอนทิตีรายงานความก้าวหน้าและเอนทิตีรายงานฉบับสมบูรณ์มีเอนทิตีโครงการวิจัยเป็นเอนทิตีระดับพ่อแม่ ซึ่งเอนทิตีโครงการวิจัยมีรหัสโครงการวิจัยและปีที่ได้รับทุนวิจัยเป็นดรรชนีหลัก ดังนั้นเอนทิตีรายงานความก้าวหน้าและเอนทิตีรายงานฉบับสมบูรณ์จึงมีรหัสโครงการวิจัยและปีที่ได้รับทุนวิจัยเป็นดรรชนีภายนอก เอนทิตีอื่นๆ ก็พิจารณาในทำนองเดียวกัน ซึ่งได้แสดงการกำหนดดรรชนีต่าง ๆ ดังภาพที่ 3.4 โดยใช้สี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนเอนทิตีพร้อมทั้งมีชื่อกำกับอยู่ แอททริบิวที่อยู่ส่วนบนของเอนทิตีแทนดรรชนีหลัก แอททริบิวที่อยู่ส่วนล่างของเอนทิตีแทนแอททริบิวอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ดรรชนีหลัก และใช้ลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี โดยมีสัญลักษณ์ PK แทนดรรชนีหลัก AK แทนดรรชนีสำรอง และ FK แทนดรรชนีภายนอก

ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงเอนทิตีและความสัมพันธ์พร้อมทั้งดรรชนี

1.5 กำหนดกฎการจัดการกับข้อมูล (Key Business Rules) ให้กับทุก ๆ เอนทิตี

กฎการจัดการกับข้อมูลเป็นข้อกำหนดที่ใช้ควบคุมการแทรก (Insert) หรือลบ (Delete) ระเบียนในเอนทิตีที่สัมพันธ์กัน เมื่อมีการแทรกหรือลบระเบียนใดระเบียนหนึ่งในเอนทิตีใด ๆ แล้วจะต้องคำนึงถึงระเบียนในเอนทิตีที่สัมพันธ์กันด้วย เช่น เมื่อต้องการแทรกระเบียนเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกแล้วจะต้องคำนึงถึงระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับพ่อแม่ในลักษณะใดบ้าง หรือถ้าต้องการลบระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่แล้วจะต้องคำนึงถึงระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับลูกในลักษณะใดบ้าง จึงแบ่งกฎการจัดการกับข้อมูลออกเป็นกฎการแทรกระเบียนในเอนทิตี (Insert Rule) และกฎการลบระเบียนในเอนทิตี (Delete Rule)

1.5.1 กฎการแทรกระเบียนในเอนทิตี

เป็นข้อกำหนดที่ต้องคำนึงถึงเมื่อต้องการแทรกระเบียนเข้าไปในเอนทิตีใด ๆ แบ่งออกเป็น 6 ประเภทดังนี้

1.5.1.1 ขึ้นแก่กัน (Dependent) คือสามารถแทรกระเบียนเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกได้ ก็ต่อเมื่อมีระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับพ่อแม่แล้วเท่านั้น

1.5.1.2 อัตโนมัติ (Automatic) คือสามารถแทรกระเบียนเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกได้ โดยมีการตรวจสอบว่ามีระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับพ่อแม่หรือไม่ ถ้าไม่มีก็เพิ่มระเบียนเข้าไปในเอนทิตีระดับพ่อแม่ที่สัมพันธ์กันให้ทันที

1.5.1.3 ใช้อักขระว่าง (Nullify) คือสามารถแทรกระเบียนเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกได้ โดยไม่สนใจว่ามีระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับพ่อแม่หรือไม่ และกำหนดให้ดรรชนีภายนอกของระเบียนที่แทรกเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกนั้นมีค่าเป็นอักขระว่าง

1.5.1.4 ใช้ค่าโดยปริยาย (Default) คือสามารถแทรกระเบียนเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกได้ โดยตรวจสอบว่ามีระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับพ่อแม่หรือไม่ ถ้าไม่มีก็จะกำหนดให้ดรรชนีภายนอกของระเบียนที่แทรกเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกนั้นมีค่าเป็นค่าโดยปริยาย

1.5.1.5 ตามเงื่อนไข (Customized) คือสามารถแทรกระเบียนเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกได้ ก็ต่อเมื่อเงื่อนไขที่กำหนดไว้ถูกตรวจสอบว่าเป็นจริงเท่านั้น

1.5.1.6 ไม่ตรวจสอบ (No effect) คือสามารถแทรกระเบียนเข้าไปในเอนทิตีระดับลูกได้ โดยไม่มีการตรวจสอบว่ามีระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับพ่อแม่หรือไม่

1.5.2 กฎการลบระเบียนในเอนทิตี

เป็นข้อกำหนดที่ต้องคำนึงถึงเมื่อต้องการลบระเบียนที่อยู่ในเอนทิตีใด ๆ แบ่งออกเป็น 6 ประเภทดังนี้

1.5.2.1 มีข้อจำกัด (Restrict) คือสามารถลบระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่ได้ ก็ต่อเมื่อไม่มีระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับลูกเท่านั้น

1.5.2.2 มีความต่อเนื่อง (Cascade) คือสามารถลบระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่ได้ และจะลบระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับลูกออกด้วย

1.5.2.3 ใช้อักขระว่าง คือสามารถลบระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่ได้ และจะเปลี่ยนดรรชนีภายนอกของระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับลูกให้มีค่าเป็นอักขระว่าง

1.5.2.4 ใช้ค่าโดยปริยาย คือสามารถลบระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่ได้ และจะเปลี่ยนดรรชนีภายนอกของระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับลูกให้มีค่าเป็นค่าโดยปริยาย

1.5.2.5 ตามเงื่อนไข คือสามารถลบระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่ได้ ก็ต่อเมื่อเงื่อนไขที่กำหนดไว้ถูกตรวจสอบว่าเป็นจริงเท่านั้น

1.5.2.6 ไม่ตรวจสอบ คือสามารถลบระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่ได้ โดยไม่มีการตรวจสอบว่ามีระเบียนที่สัมพันธ์กันในเอนทิตีระดับลูกหรือไม่

ข้อที่ควรคำนึงถึงในการแทรกและลบระเบียนในเอนทิตีคือ ควรหลีกเลี่ยงการใช้อักขระว่าง ในกฎของการแทรกและลบระเบียนในเอนทิตีเพราะอักขระว่างนั้นไม่มีความหมายควรใช้ค่าโดยปริยายแทน

ในระบบการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัยฯ ได้พิจารณาแล้วพบว่ามีกฎการแทรกระเบียนในเอนทิตีระดับลูก และกฎการลบระเบียนในเอนทิตีระดับพ่อแม่ ดังตารางต่อไปนี้

เอนทิตีระดับพ่อแม่	เอนทิตีระดับลูก	กฎการแทรกเอนทิตีระดับลูก	กฎการลบเอนทิตีระดับพ่อแม่
ผู้วิจัย	โครงการที่เสนอฯ	ขึ้นแก่กัน	มีข้อจำกัด
โครงการที่เสนอฯ	โครงการที่ได้รับฯ	ขึ้นแก่กัน	มีข้อจำกัด
โครงการที่เสนอฯ	โครงการที่ไม่ได้รับฯ	ขึ้นแก่กัน	มีข้อจำกัด
โครงการที่ได้รับฯ	โครงการวิจัย	ขึ้นแก่กัน	มีข้อจำกัด
โครงการวิจัย	รายงานความก้าวหน้า	ขึ้นแก่กัน	ตามเงื่อนไข
โครงการวิจัย	รายงานฉบับสมบูรณ์	ขึ้นแก่กัน	ตามเงื่อนไข
กรรมการฯ	การแต่งตั้งกรรมการฯ	อัตโนมัติ	ตามเงื่อนไข
โครงการที่ได้รับฯ	การแต่งตั้งกรรมการฯ	ขึ้นแก่กัน	มีข้อจำกัด
รายงานความก้าวหน้า	การอ่านรายงาน	ขึ้นแก่กัน	มีความต่อเนื่อง
รายงานฉบับสมบูรณ์	การอ่านรายงาน	ขึ้นแก่กัน	มีความต่อเนื่อง
กรรมการฯ	การอ่านรายงาน	อัตโนมัติ	ตามเงื่อนไข

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงการกำหนดกฎการจัดการกับข้อมูล

1.6 กำหนดแอททริบิวอื่น ๆ ลงในทุก ๆ เอนทิตี

หลังจากที่ได้กำหนดดรรชนีหลัก ดรรชนีสำรองและดรรชนีภายนอกให้กับแต่ละเอนทิตีแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการกำหนดแอททริบิวอื่นๆ สำหรับแต่ละเอนทิตีโดยแอททริบิวที่จะกำหนดลงในเอนทิตีต่าง ๆ ต้องเป็นแอททริบิวที่ขึ้นกับดรรชนีหลักเท่านั้น และเมื่อกำหนดแอททริบิวในเอนทิตีแล้วต้องทำให้ดรรชนีหลักยังคงมีค่าไม่ซ้ำกันด้วย ซึ่งหลังจากพิจารณาทุกเอนทิตีแล้ว สามารถแสดงแอททริบิวของแต่ละเอนทิตีได้ โดยใช้เครื่องหมาย "=" หมายถึง "ประกอบด้วย" เครื่องหมาย "+" หมายถึง "และ" และแอททริบิวที่ขีดเส้นใต้หมายถึงแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลัก สำหรับดรรชนีหลักและดรรชนีสำรองจะใช้รูปแบบ ชื่อเอนทิตี.ชื่อแอททริบิว เช่น เอนทิตีผู้วิจัยมีแอททริบิวเลขประจำตัว จะเขียนได้เป็น ผู้วิจัย.เลขประจำตัว

แทนแอททริบิวเลขประจำตัวในเอนทิตีผู้วิจัย แต่สำหรับดรรชนีภายนอกจะใช้รูปแบบ ชื่อเอนทิตี.ชื่อเอนทิตีระดับพ่อแม่*ชื่อแอททริบิว เช่น เอนทิตีโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย มีเลขประจำตัวผู้วิจัยเป็นดรรชนีภายนอกจึงเขียนได้เป็น โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย.ผู้วิจัย* เลขประจำตัว แต่ในที่นี้จะละชื่อเอนทิตีไว้เพราะเห็นได้ชัดเจนว่าแอททริบิวนั้น ๆ อยู่ในเอนทิตีใด

1.6.1 กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย =

<u>เลขประจำตัว</u>

+ ชื่อ นามสกุล (ไทย) (ดรรชนีสำรองตัวที่หนึ่ง)

+ ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ) (ดรรชนีสำรองตัวที่สอง)

+ ตำแหน่งทางวิชาการ + คำนำหน้าชื่อ

+ ภาควิชา + คณะหรือสถาบัน + โทรศัพท์ (ที่ทำงาน)

+ ที่อยู่ + โทรศัพท์ (ที่บ้าน)

+ สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ

+ สาขาวิชาที่ดูแลโครงการวิจัย

+ การเป็นกรรมการภายในหรือภายนอกมหาวิทยาลัย

1.6.2 ผู้วิจัย =

<u>เลขประจำตัว</u>

+ ชื่อ นามสกุล (ไทย) (ดรรชนีสำรองตัวที่หนึ่ง)

+ ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ) (ดรรชนีสำรองตัวที่สอง)

+ ตำแหน่งทางวิชาการ + คำนำหน้าชื่อ

+ ภาควิชา + คณะหรือสถาบัน

+ โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) + ที่อยู่ + โทรศัพท์ (ที่บ้าน)

1.6.3 โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย =

<u>ลำดับที่โครงการ</u> +

<u>ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย</u>

+ ผู้วิจัย*เลขประจำตัว

+ แหล่งทุน + ประเภทของทุน

+ สาขาวิชาของโครงการวิจัย

+ ชื่อโครงการวิจัย (ไทย)

(ดรรชนีสำรองตัวที่หนึ่ง)

+ ชื่อโครงการวิจัย (อังกฤษ)

(ดรรชนีสำรองตัวที่สอง)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (ไทย)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (อังกฤษ)

+ จำนวนผู้วิจัยร่วม + เงินสมนาคุณ

+ ค่าจ้างชั่วคราว + ค่าวัสดุ + ค่าใช้สอย

+ ค่าครุภัณฑ์ + ระยะเวลาที่เสนอขอรับทุนวิจัย

1.6.4 โครงการที่ได้รับทุนวิจัย =

<u>โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ลำดับที่โครงการ</u> +

<u>โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย</u>

+ วันที่อนุมัติให้ได้รับทุนวิจัย + วันที่ทำสัญญารับทุนวิจัย

+ วันที่สิ้นสุดโครงการวิจัย

+ อัตราการส่งรายงานความก้าวหน้า

+ เงินสมนาคุณ

+ ค่าจ้างชั่วคราว + ค่าวัสดุ + ค่าใช้สอย + ค่าครุภัณฑ์

+ ระยะเวลาของโครงการวิจัย

1.6.5 โครงการที่ไม่ได้รับทุนวิจัย =

<u>โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ลำดับที่โครงการ</u> +

<u>โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย</u>

+ สาเหตุที่ไม่ได้รับทุนวิจัย

1.6.6 โครงการวิจัย =

<u>รหัสโครงการวิจัย</u> +

<u>ปีที่ได้รับทุนวิจัย</u>

+ โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ลำดับที่โครงการ

+ โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

+ งบประมาณที่ได้รับทุนวิจัย

+ ชื่อหนังสือที่ได้รับการตีพิมพ์

+ รายละเอียดการจดลิขสิทธิ์

+ รายละเอียดการได้รับรางวัล

+ สาเหตุที่ยุติโครงการ

1.6.7 การแต่งตั้งกรรมการฯ =

กรรมการฯ*เลขประจำตัว +

โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ลำดับที่โครงการ +

โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

+ เลขที่รายงาน

+ เลขที่คำสั่งแต่งตั้ง

1.6.8 รายงานความก้าวหน้า =

โครงการวิจัย*รหัสโครงการวิจัย +

โครงการวิจัย*ปีที่ได้รับทุนวิจัย +

เลขที่รายงาน

+ วันที่ครบกำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า

+ วันที่รับรายงานความก้าวหน้า

+ วันที่ส่งใบเบิกเงินงวดของผู้วิจัย

+ จำนวนเงินงวดที่เบิกให้กับผู้วิจัย

+ วันที่เบิกเงินงวดได้

1.6.9 รายงานฉบับสมบูรณ์ =

โครงการวิจัย*รหัสโครงการวิจัย +

โครงการวิจัย*ปีที่ได้รับทุนวิจัย

+ วันที่ครบกำหนดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์

+ วันที่รับรายงานฉบับสมบูรณ์

+ วันที่ส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ให้กรรมการฯ

+ วันที่ส่งใบเบิกเงินสมนาคุณของผู้วิจัย

+ จำนวนเงินสมนาคุณที่เบิกให้กับผู้วิจัย

+ วันที่เบิกเงินสมนาคุณได้

1.6.10 การอ่านรายงาน =

<u>กรรมการฯ*เลขประจำตัว</u> +

<u>โครงการวิจัย*รหัสโครงการวิจัย</u> +

<u>โครงการวิจัย*ปีที่ได้รับทุนวิจัย</u> +

<u>รายงานความก้าวหน้า*เลขที่รายงาน</u>

+ วันที่ส่งรายงานให้กรรมการฯ

+ วันที่รับรายงานจากกรรมการฯ

+ จำนวนครั้งที่เตือนการส่งรายงาน

+ ผลการพิจารณารายงาน

+ วันที่ส่งใบเบิกเงินค่าตอบแทนของกรรมการฯ

+ จำนวนเงินค่าตอบแทนของกรรมการฯ

+ วันที่เบิกเงินค่าตอบแทนได้

1.7 กำหนดรหัสแทนข้อมูลในแอททริบิว

โดยทั่วไปแล้วเรามักจะใช้รหัสแทนข้อมูลในแอททริบิว เพราะทำให้ประหยัดเนื้อที่และช่วยลดความผิดพลาดในการป้อนตัวอักษร แต่ไม่ควรใช้รหัสแทนแอททริบิวมากเกินไปเพราะทำให้ผู้ใช้สับสนได้ง่าย จึงควรกำหนดรหัสให้สอดคล้องกับลักษณะของแอททริบิว เช่น อักษรย่อของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ใช้ "วศ." อักษรย่อของเงินทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช ใช้ "วร." ซึ่งการกำหนดรหัสของแอททริบิวจะให้รหัสนั้นอยู่ในเอนทิตีใหม่และเอนทิตีใหม่นั้นเป็นเอนทิตีระดับพ่อแม่ของทุก ๆ เอนทิตีที่ใช้รหัสนั้น

1.7.1 คณะหรือสถาบัน =

<u>รหัส</u> + ชื่อคณะหรือสถาบัน

+ อักษรย่อคณะหรือสถาบัน

(ดูรหัสได้จากภาคผนวก ข)

1.7.2 ภาควิชา =

รหัส + ชื่อภาควิชา + ชื่อย่อภาควิชา

(ดูรหัสได้จากภาคผนวก ข)

1.7.3 แหล่งทุน =

รหัส + ชื่อแหล่งทุน

(ดูรหัสได้จากภาคผนวก ข)

1.7.4 ประเภทของแหล่งทุน

รหัส + ชื่อประเภทของแหล่งทุน

(ดูรหัสได้จากภาคผนวก ข)

1.7.5 สาขาวิชาของโครงการวิจัย =

รหัส + ชื่อสาขาวิชา

รหัส	ความหมาย
ก	สาขาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ช	สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ส	สาขาสังคมศาสตร์
ม	สาขามนุษยศาสตร์

1.7.6 ตำแหน่งทางวิชาการ =

รหัส + ชื่อตำแหน่งทางวิชาการ

รหัส	ความหมาย
-	ไม่มี
อ.	อาจารย์
ผศ.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์
รศ.	รองศาสตราจารย์
ศ.	ศาสตราจารย์

1.7.7 คำนำหน้าชื่อ =

รหัส + คำนำหน้าชื่อ (ไทย) + คำนำหน้าชื่อ (อังกฤษ)

รหัส	คำนำหน้าชื่อ (ไทย)	คำนำหน้าชื่อ (อังกฤษ)
-	-	-
นาย	นาย	Mr.
นาง	นาง	Mrs.
น.ส.	นางสาว	Miss
ม.ล.	หม่อมหลวง	M.L.
มรว.	หม่อมราชวงศ์	M.R.
มจ.	หม่อมเจ้า	Prnc.
ดร.	ดอกเตอร์	Dr.
นพ.	นายแพทย์	Dr.
พญ.	แพทย์หญิง	Dr.
ทพ.	ทันตแพทย์	Dent.
ทญ.	ทันตแพทย์หญิง	Dent.
น.สพ.	นายสัตวแพทย์	Vet.
สพ.ญ.	สัตวแพทย์หญิง	Vet.

1.8 รวมแอททริบิวในเอนทิตีที่มีดรรชนีหลักเหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน

ถ้าแอททริบิวจำนวนหนึ่งในเอนทิตีหนึ่งมีความหมายเหมือนกับแอททริบิวอีกจำนวนหนึ่งในอีกเอนทิตีหนึ่งซึ่งทั้งสองเอนทิตีมีดรรชนีหลักเหมือนกัน สามารถรวมแอททริบิวดังกล่าวในเอนทิตีเหล่านั้นเข้าไว้ด้วยกันโดยสร้างเป็นเอนทิตีใหม่ เพื่อเป็นการประหยัดเนื้อที่และลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้จะเห็นว่าเอนทิตีผู้วิจัย และเอนทิตีกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัยมีเลขประจำตัวเป็นดรรชนีหลักเหมือนกันและมีแอททริบิวจำนวนหนึ่งเหมือนกันจึงรวมแอททริบิวที่เหมือนกันไว้ในเอนทิตีเดียวกันได้ดังนี้

ผู้วิจัย =

เลขประจำตัว

+ ชื่อ นามสกุล (ไทย) (ดรรชนีสำรองตัวที่หนึ่ง)

+ ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ) (ดรรชนีสำรองตัวที่สอง)

+ ตำแหน่งทางวิชาการ + คำนำหน้าชื่อ

+ ภาควิชา + คณะหรือสถาบัน + โทรศัพท์ (ที่ทำงาน)

+ ที่อยู่ + โทรศัพท์ (ที่บ้าน)

กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย =

ผู้วิจัย*เลขประจำตัว

+ สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ

+ สาขาวิชาที่ดูแลโครงการวิจัย

+ การเป็นกรรมการภายในหรือภายนอกมหาวิทยาลัย

เอนทิตีโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัยและเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัย มีลำดับที่โครงการและปีที่เสนอขอรับทุนวิจัยเป็นดรรชนีหลักเหมือนกัน และมีแอททริบิวที่เกี่ยวกับงบประมาณเหมือนกัน จึงรวมแอททริบิวที่เหมือนกันไว้ในเอนทิตีใหม่ที่มีชื่อว่างบประมาณ เอนทิตีงบประมาณ เอนทิตีโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย และเอนทิตีโครงการที่ได้รับทุนวิจัย มีแอททริบิวต่าง ๆ ดังนี้

งบประมาณ =

ลำดับที่โครงการ +

ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

+ เงินสมนาคุณ

+ ค่าจ้างชั่วคราว + ค่าวัสดุ + ค่าใช้สอย

+ ค่าครุภัณฑ์ + ระยะเวลาที่เสนอขอรับทุนวิจัย

โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย =

งบประมาณ*ลำดับที่โครงการ +

งบประมาณ*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

+ ผู้วิจัย*เลขประจำตัว

+ ชื่อโครงการวิจัย (ไทย) (ดรรชนีสำรองตัวที่หนึ่ง)

+ ชื่อโครงการวิจัย (อังกฤษ) (ตรรชนีสำรองตัวที่สอง)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (ไทย)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (อังกฤษ)

+ แหล่งทุน + ประเภทของทุน

+ สาขาวิชาของโครงการวิจัย

+ จำนวนผู้วิจัยร่วม

โครงการที่ได้รับทุนวิจัย =

งบประมาณ*ลำดับที่โครงการ +

งบประมาณ*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

+ วันที่อนุมัติให้ได้รับทุนวิจัย + วันที่ทำสัญญารับทุนวิจัย

+ วันที่สิ้นสุดโครงการวิจัย

+ อัตราการส่งรายงานความก้าวหน้า

นอกจากนี้ยังมีเอนทิตีรายงานความก้าวหน้าและเอนทิตีรายงานฉบับสมบูรณ์เป็นเอนทิตีระดับล่างที่มีแอททริบิวเหมือนกัน จึงรวมแอททริบิวที่เหมือนกันไว้ในเอนทิตีใหม่ที่มีชื่อว่าการส่งรายงาน โดยกำหนดให้เลขที่รายงานที่ 9 แทนรายงานฉบับสมบูรณ์

การส่งรายงาน =

โครงการวิจัย*รหัสโครงการวิจัย +

โครงการวิจัย*ปีที่ได้รับทุนวิจัย +

เลขที่รายงาน

+ วันที่ครบกำหนดส่งรายงาน

+ วันที่รับรายงาน

+ วันที่ส่งรายงานให้กรรมการฯ

+ วันที่ส่งใบเบิกเงินงวดให้กับผู้วิจัย

+ จำนวนเงินงวดที่เบิกให้กับผู้วิจัย

+ วันที่เบิกเงินงวดได้

1.9 การทำให้แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะอยู่ในรูปแบบพื้นฐาน (Validate Normalization Rules)

หลังจากที่ได้กำหนดแอททริบิวต่าง ๆ ลงในเอนทิตีแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทำให้แบบจำลองข้อมูลที่ได้อยู่ในรูปแบบพื้นฐาน โดยไม่ทำให้ข้อมูลที่ต้องการสูญหายหรือมีความหมายผิดพลาดไป

การทำให้เป็นพื้นฐาน (Normalization) เป็นวิธีการที่จะทำให้ได้แบบจำลองข้อมูลที่เหมาะสม คือทำให้ข้อมูลที่ได้นั้นมีความถูกต้อง ไม่มีความขัดแย้งกัน นำไปใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยาก ไม่มีความซ้ำซ้อนของข้อมูล ประหยัดเนื้อที่ที่ใช้เก็บข้อมูล และไม่ทำให้การปรับปรุงแก้ไขหรือลบข้อมูลผิดพลาดไป อย่างไรก็ตามขั้นตอนการทำให้แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะอยู่ในรูปแบบพื้นฐานนี้ไม่ได้ตรวจสอบถึงความหมาย หรือความสัมพันธ์กันของแอททริบิวในเอนทิตีต่าง ๆ โดยจะไม่คำนึงถึงเอนทิตีและความสัมพันธ์ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

วิธีการทำให้เป็นพื้นฐานมี 3 ขั้นตอนคือ

1.9.1 รูปแบบพื้นฐานที่หนึ่ง (First Normal Form)

การแปลงเอนทิตีที่มีแอททริบิวที่ซ้ำกันออกเป็นเอนทิตีระดับลูกของเอนทิตีเดิมเป็นขั้นตอนที่ทำให้แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะที่ได้มีโครงสร้างเป็นรูปแบบพื้นฐานที่หนึ่ง เพื่อที่จะแปลงเป็นรูปแบบพื้นฐานขั้นต่อไปได้ง่าย และทำให้ฐานข้อมูลที่ได้อยู่ในลักษณะที่ไม่ซับซ้อน เช่น ถ้ามีแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะดังนี้

โครงการวิจัย =

<u>รหัสโครงการวิจัย</u> +

<u>ปีที่ได้รับทุนวิจัย</u>

+ โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ลำดับที่โครงการ

+ โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

+ งบประมาณที่ได้รับทุนวิจัย

+ ชื่อหนังสือที่ได้รับการตีพิมพ์

+ รายละเอียดการจดลิขสิทธิ์

+ รายละเอียดการได้รับรางวัล

+ สาเหตุที่ยุติโครงการ

+ เลขที่รายงาน

+ วันที่ครบกำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า
+ วันที่รับรายงานความก้าวหน้า
+ วันที่ส่งรายงานความก้าวหน้าให้กรรมการฯ
+ วันที่ส่งใบเบิกเงินงวดของผู้วิจัย
+ จำนวนเงินงวดที่เบิกให้กับผู้วิจัย
+ วันที่เบิกเงินงวดได้
+ เลขที่รายงาน
+ วันที่ครบกำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า
+ วันที่รับรายงานความก้าวหน้า
+ วันที่ส่งรายงานความก้าวหน้าให้กรรมการฯ
+ วันที่ส่งใบเบิกเงินงวดของผู้วิจัย
+ จำนวนเงินงวดที่เบิกให้กับผู้วิจัย
+ วันที่เบิกเงินงวดได้
+ เลขที่รายงาน
+ วันที่ครบกำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า
+ วันที่รับรายงานความก้าวหน้า
+ วันที่ส่งรายงานความก้าวหน้าให้กรรมการฯ
+ วันที่ส่งใบเบิกเงินงวดของผู้วิจัย
+ จำนวนเงินงวดที่เบิกให้กับผู้วิจัย
+ วันที่เบิกเงินงวดได้

จากเอนทิตีดังตัวอย่างนี้จะเห็นได้ชัดเจนว่ามีชุดของแอททริบิวที่ซ้ำซ้อนกันอยู่ตามจำนวนครั้งที่ส่งรายงาน จึงสามารถสร้างเอนทิตีใหม่ให้เป็นเอนทิตีระดับลูกได้ดังนี้

โครงการวิจัย =

<u>รหัสโครงการวิจัย</u> +

<u>ปีที่ได้รับทุนวิจัย</u>

+ โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ลำดับที่โครงการ
+ โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

+ งบประมาณที่ได้รับทุนวิจัย

+ ชื่อหนังสือที่ได้รับการตีพิมพ์

+ รายละเอียดการจดลิขสิทธิ์

+ รายละเอียดการได้รับรางวัล

+ สาเหตุที่ยุติโครงการ

รายงานความก้าวหน้า =

<u>โครงการวิจัย*รหัสโครงการวิจัย</u> +

<u>โครงการวิจัย*ปีที่ได้รับทุนวิจัย</u> +

<u>เลขที่รายงาน</u>

+ วันที่ครบกำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า

+ วันที่รับรายงานความก้าวหน้า

+ วันที่ส่งรายงานความก้าวหน้าให้กรรมการฯ

+ วันที่ส่งใบเบิกเงินงวดของผู้วิจัย

+ จำนวนเงินงวดที่เบิกให้กับผู้วิจัย

+ วันที่เบิกเงินงวดได้

แต่แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะของระบบการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัยฯ นี้ไม่มีเอนทิตีที่มีแอททริบิวซ้ำซ้อนกันดังกล่าว จึงไม่ต้องแปลงให้อยู่ในรูปแบบพื้นฐานที่หนึ่ง

1.9.2 แปลงรูปแบบพื้นฐานที่หนึ่งให้เป็นรูปแบบพื้นฐานที่สอง (Second Normal Form)

รูปแบบพื้นฐานที่สองได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของดรรชนีหลักโดยย้ายแอททริบิวที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักทุกแอททริบิวออกไปเป็นอีกเอนทิตีหนึ่ง เช่น ถ้ามีแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะดังนี้

การแต่งตั้งกรรมการฯ =

<u>เลขประจำตัวกรรมการฯ</u> +

<u>โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ลำดับที่โครงการ</u> +

<u>โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย</u>

+ เลขที่รายงาน

+ เลขที่คำสั่งแต่งตั้ง

+ สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ

+ สาขาวิชาที่ดูแลโครงการวิจัย

+ การเป็นกรรมการภายในหรือภายนอกมหาวิทยาลัย

จากตัวอย่างนี้จะเห็นได้ชัดเจนว่ามีชุดของแอททริบิวที่ขึ้นอยู่กับเลขประจำตัวกรรมการฯ เพียงแอททริบิวเดียวเท่านั้นซึ่งชุดของแอททริบิวนั้นได้แก่ สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ สาขาวิชาที่ดูแลโครงการวิจัย และการเป็นกรรมการภายในหรือภายนอกมหาวิทยาลัย จึงสามารถสร้างเอนทิตีใหม่ได้ดังนี้

กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย =

<u>เลขประจำตัว</u>

+ สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ

+ สาขาวิชาที่ดูแลโครงการวิจัย

+ การเป็นกรรมการภายในหรือภายนอกมหาวิทยาลัย

การแต่งตั้งกรรมการฯ =

<u>กรรมการฯ*เลขประจำตัว</u> +

<u>โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ลำดับที่โครงการ</u> +

<u>โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย</u>

+ เลขที่รายงาน

+ เลขที่คำสั่งแต่งตั้ง

แต่แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะของระบบการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัยฯ นี้ไม่มีแอททริบิวที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักทุกแอททริบิวดังกล่าว จึงไม่ต้องแปลงให้อยู่ในรูปแบบพื้นฐานที่สอง

1.9.3 แปลงรูปแบบพื้นฐานที่สองให้เป็นรูปแบบพื้นฐานที่สาม (Third Normal Form)

โดยการย้ายแอททริบิวที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักใด ๆ ออกไปเป็นเอนทิตีระดับลูก เช่น ถ้ามีแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะดังนี้

โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย =

ลำดับที่โครงการ +

ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย

+ เลขประจำตัวผู้วิจัย

+ ชื่อ นามสกุล (ไทย)

+ ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ)

+ ตำแหน่งทางวิชาการ + คำนำหน้าชื่อ

+ ภาควิชา + คณะหรือสถาบัน

+ โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) + ที่อยู่

+ โทรศัพท์ (ที่บ้าน)

+ แหล่งทุน + ประเภทของทุน

+ สาขาวิชาของโครงการวิจัย

+ ชื่อโครงการวิจัย (ไทย)

+ ชื่อโครงการวิจัย (อังกฤษ)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (ไทย)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (อังกฤษ)

+ จำนวนผู้วิจัยร่วม

จากเอนทิตีดังตัวอย่างนี้จะเห็นได้ชัดเจนว่ามีชุดของแอททริบิว ต่อไปนี้คือชื่อ นามสกุล (ไทย) ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ) ตำแหน่งทางวิชาการ คำนำหน้าชื่อ ภาควิชา คณะหรือสถาบัน โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) ที่อยู่ โทรศัพท์ (ที่บ้าน) ขึ้นอยู่กับเลขประจำตัวผู้วิจัยเพียงแอททริบิวเดียวเท่านั้นและเลขประจำตัวผู้วิจัยไม่ได้แทนดรรชนีหลัก จึงสามารถสร้างเอนทิตีใหม่ได้ดังนี้

ผู้วิจัย =

เลขประจำตัว

+ ชื่อ นามสกุล (ไทย) (ดรรชนีสำรองตัวที่หนึ่ง)

+ ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ) (ดรรชนีสำรองตัวที่สอง)

+ ตำแหน่งทางวิชาการ + คำนำหน้าชื่อ

+ ภาควิชา + คณะหรือสถาบัน

+ โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) + ที่อยู่

+ โทรศัพท์ (ที่บ้าน)

โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย =

<u>ลำดับที่โครงการ</u> +

<u>ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย</u>

+ ผู้วิจัย*เลขประจำตัว

+ แหล่งทุน + ประเภทของทุน

+ สาขาวิชาของโครงการวิจัย

+ ชื่อโครงการวิจัย (ไทย)

+ ชื่อโครงการวิจัย (อังกฤษ)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (ไทย)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (อังกฤษ)

+ จำนวนผู้วิจัยร่วม

แต่แบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะของระบบการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัยฯ นี้ไม่มีแอททริบิวที่ไม่ได้ขึ้นอยู่กับดรรชนีหลักทั้งหมดดังกล่าว จึงไม่ต้องแปลงให้อยู่ในรูปแบบพื้นฐานที่สาม

จากการสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ จะได้เอนทิตี และแอททริบิวต่าง ๆ ซึ่งได้กำหนดชื่อแอททริบิวเป็นภาษาอังกฤษดังต่อไปนี้

1. ภาควิชา (DEPT) =

   <u>รหัส</u> (code) + ชื่อภาควิชา (name) + ชื่อย่อภาควิชา (s_name)

2. คณะหรือสถาบัน (FACT_INST) =

   <u>รหัส</u> (code) + ชื่อคณะหรือสถาบัน (name)

   + อักษรย่อคณะหรือสถาบัน (s_name)

3. ตำแหน่งทางวิชาการ (POSITION) =

   <u>รหัส</u> (code) + ตำแหน่งทางวิชาการ (name)

4. คำนำหน้าชื่อ (PREFIX) =

   <u>รหัส</u> (code) + คำนำหน้าชื่อ (ไทย) (name)

   + คำนำหน้าชื่อ (อังกฤษ) (pr_eng)

5. แหล่งทุน (SOURCE) =

   <u>รหัส</u> (code) + ชื่อแหล่งทุน (name)

6. สถานะโครงการวิจัย (STATUS) =

   <u>รหัส</u> (code) + สถานะโครงการวิจัย (name)

7. สาขาวิชา (TF_FUND) =

   <u>รหัส</u> (code) + ชื่อสาขาวิชา (name)

8. ประเภทของแหล่งทุน (TYPES) =

   <u>รหัส</u> (code) + ชื่อประเภทของแหล่งทุน (name)

9. ผู้วิจัยและกรรมการฯ (INSTRUCTOR) =

   <u>เลขประจำตัว</u> (code)

   + ชื่อ นามสกุล (ไทย) (thai_name) (ดรรชนีสำรองตัวที่หนึ่ง)

   + ชื่อ นามสกุล (อังกฤษ) (eng_name) (ดรรชนีสำรองตัวที่สอง)

   + ตำแหน่งทางวิชาการ*รหัส (position*code)

   + คำนำหน้าชื่อ*รหัส (prefix*code)

   + ภาควิชา*รหัส (dept*code)

   + คณะหรือสถาบัน*รหัส (fact_inst*code)

   + โทรศัพท์ (ที่ทำงาน) (phone) + ที่อยู่ (addr)

   + โทรศัพท์ (ที่บ้าน) (h_phone)

10. กรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย (COMMITTEE) =

    <u>ผู้วิจัยและกรรมการฯ*เลขประจำตัว</u> (instructor*code)

    + สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ (expertise)

    + สาขาวิชาที่ดูแลโครงการวิจัย (tf_fund*code)

    + การเป็นกรรมการภายในหรือภายนอกมหาวิทยาลัย (status)

11. งบประมาณ (MONEY) =

ลำดับที่โครงการ (rank) +

ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย (year) +

สถานะของงบประมาณ (status)

+ เงินสมนาคุณ (bonus_baht) + ค่าจ้างชั่วคราว (wages_baht)

+ ค่าวัสดุ (office_supplies_baht)

+ ค่าใช้สอย (adm_expenses_baht)

+ ค่าครุภัณฑ์ (office_equipment_baht)

+ ระยะเวลาของโครงการวิจัย (duration)

12. โครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัย (PROPOSAL) =

งบประมาณ*ลำดับที่โครงการ (money*rank) +

งบประมาณ*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย (money*year)

+ ผู้วิจัยและกรรมการฯ*เลขประจำตัว (instructor*code)

+ ชื่อโครงการวิจัย (ไทย) (thai_title)

+ ชื่อโครงการวิจัย (อังกฤษ) (eng_title)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (ไทย) (thai_keywords)

+ คำสำคัญของโครงการวิจัย (อังกฤษ) (eng_keywords)

+ แหล่งทุน*รหัส (source*code)

+ ประเภทของทุน*รหัส (types*code)

+ สาขาวิชาของโครงการวิจัย (tf_fund*code)

+ จำนวนผู้วิจัยร่วม (team_number)

13. โครงการที่ได้รับทุนวิจัย (SUCCESS) =

งบประมาณ*ลำดับที่โครงการ (money*rank) +

งบประมาณ*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย (money*year)

+ วันที่อนุมัติให้ได้รับทุนวิจัย (approved_date)

+ วันที่ทำสัญญารับทุนวิจัย (signed_date)

+ วันที่สิ้นสุดโครงการวิจัย (expired_date)

+ อัตราการส่งรายงานความก้าวหน้า (rate)

14. โครงการที่ไม่ได้รับทุนวิจัย (FAILED) =
    งบประมาณ*ลำดับที่โครงการ (money*rank) +
    งบประมาณ*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย (money*year)
    + สาเหตุที่ไม่ได้รับทุนวิจัย (remark)
15. โครงการวิจัย (RESEARCH) =
    รหัสโครงการวิจัย (code) +
    ปีที่ได้รับทุนวิจัย (year)
    + งบประมาณ*ลำดับที่โครงการ (money*rank)
    + งบประมาณ*ปีที่เสนอขอรับทุนวิจัย (money*year)
    + งบประมาณที่ได้รับทุนวิจัย (total_baht)
    + ชื่อหนังสือที่ได้รับการตีพิมพ์ (publication)
    + รายละเอียดการจดลิขสิทธิ์ (copyright)
    + รายละเอียดการได้รับรางวัล (award)
    + สาเหตุที่ยุติโครงการ (failed)
16. การแต่งตั้งกรรมการฯ (ASSIGN) =
    ผู้วิจัยและกรรมการฯ*เลขประจำตัว (instructor*code) +
    โครงการวิจัย*รหัสโครงการวิจัย (research*code) +
    โครงการวิจัย*ปีที่ได้รับทุนวิจัย (research*year)
    + เลขที่คำสั่งแต่งตั้ง (command_no)
    + เลขที่รายงาน (report)
17. รายงานความก้าวหน้า (REPORT) =
    โครงการวิจัย*รหัสโครงการวิจัย (research*code) +
    โครงการวิจัย*ปีที่ได้รับทุนวิจัย (research*year) +
    เลขที่รายงาน (report_number)
    + วันที่ครบกำหนดส่งรายงานความก้าวหน้า (expected_date)
    + วันที่รับรายงานความก้าวหน้า (received_date)
    + วันที่ส่งใบเบิกเงินงวดของผู้วิจัย (bank_date)

+ จำนวนเงินงวดที่เบิกให้กับผู้วิจัย (amount_baht)

+ วันที่เบิกเงินงวด (approved_date)

18. การอ่านรายงาน (READER) =

ผู้วิจัยและกรรมการฯ*เลขประจำตัว (instructor*code) +

โครงการวิจัย*รหัสโครงการวิจัย (research*code) +

โครงการวิจัย*ปีที่ได้รับทุนวิจัย (research*year) +

รายงานความก้าวหน้า*เลขที่รายงาน (report*report_number)

+ วันที่ส่งรายงานความก้าวหน้าให้กรรมการฯ (send_date)

+ วันที่รับรายงานความก้าวหน้าจากกรรมการฯ (received_date)

+ จำนวนครั้งที่เตือนการส่งรายงาน (warn_no)

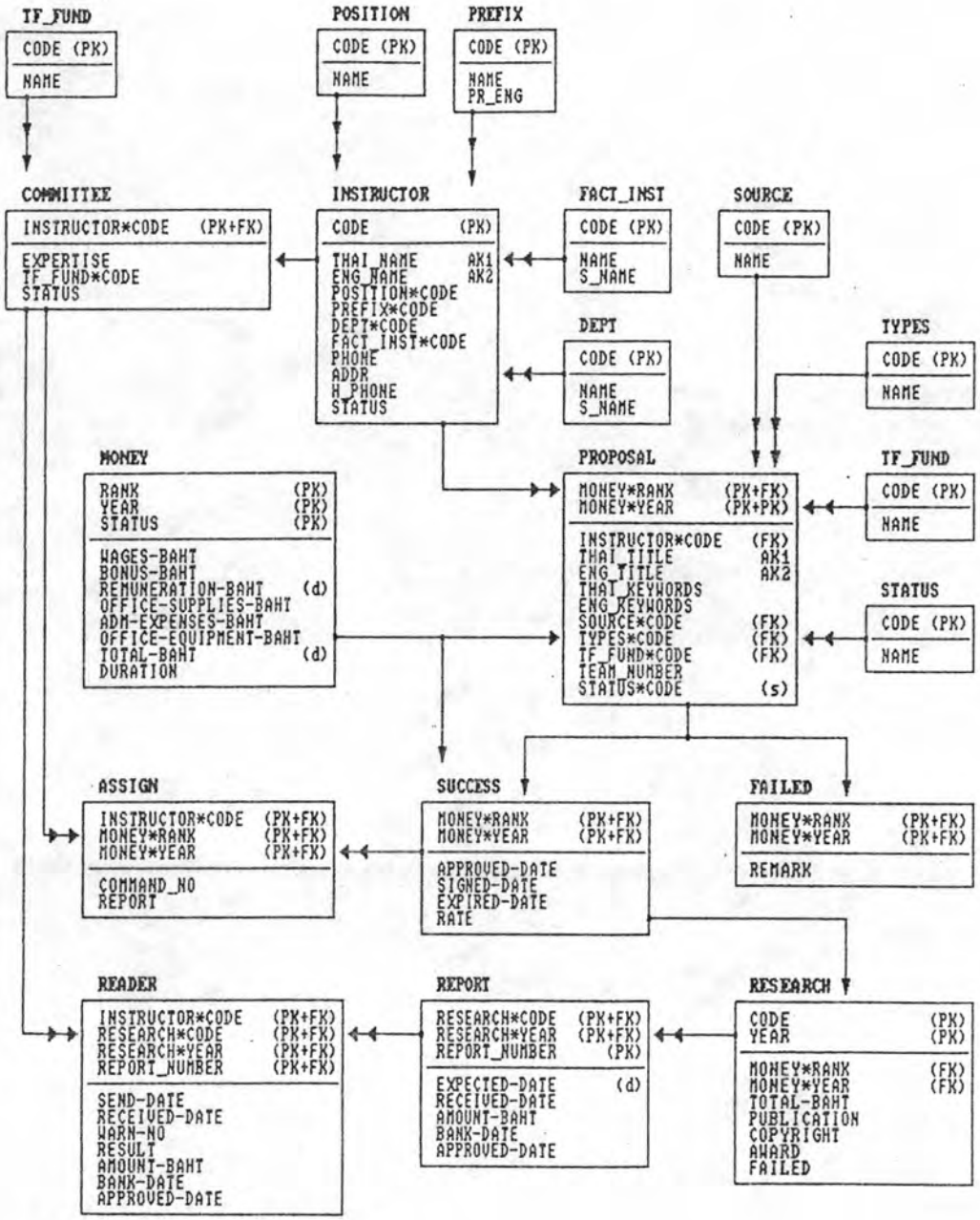
+ ผลการพิจารณารายงาน (result)

+ วันที่ส่งใบเบิกเงินค่าตอบแทนให้กรรมการฯ (bank_date)

+ จำนวนเงินค่าตอบแทนของกรรมการฯ (amount_baht)

+ วันที่เบิกเงินค่าตอบแทน (approved_date)

จากการสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ สำหรับการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัยฯ จะได้แบบจำลองข้อมูลดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3.5 ภาพแสดงแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะของการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัยฯ

1.10 กำหนดโดเมน (Domain) ของแอททริบิว

กฎการจัดการกับข้อมูลเป็นการพิจารณาเฉพาะการแทรกและลบระเบียนในเอนทิตีเพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลและเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แต่ในขั้นตอนนี้จะพิจารณาถึงกฎการจัดการกับแอททริบิวโดยใช้โดเมนเป็นตัวกำหนด

โดเมน คือค่าที่ทำให้แอททริบิวนั้นมีความหมาย เช่น แอททริบิวแหล่งทุนจะต้องกำหนดชื่อแหล่งทุนที่มีอยู่ทั้งหมด ซึ่งชื่อแหล่งทุนทั้งหมดที่มีอยู่นี้เรียกว่าโดเมนของแหล่งทุน โดเมนเป็นส่วนประกอบของแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ และเป็นตัวช่วยตรวจสอบค่าที่มีความหมายของแอททริบิวต่าง ๆ โดยทั่วไปจะคำนึงถึงโดเมนในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. ชนิดของแอททริบิว จะเป็นเลขจำนวนเต็ม เลขทศนิยม หรือตัวอักษรก็ได้ เช่น เลขประจำตัวผู้วิจัยเป็นเลขจำนวนเต็ม ชื่อผู้วิจัยเป็นตัวอักษร

2. ความยาวของแอททริบิว เช่น เลขประจำตัวผู้วิจัยยาว 4 หลัก ชื่อผู้วิจัยยาว 35 ตัวอักษร

3. รูปแบบของแอททริบิว เช่น วันที่มีรูปแบบเป็น วัน/เดือน/ปี จำนวนเงินมีรูปแบบเป็น 9999999.99

4. ค่าที่ยอมรับได้ เช่น ค่าที่ยอมรับได้ของเลขประจำตัวผู้วิจัย คือ เลขจำนวนเต็มตั้งแต่ 0 ถึง 9999 หรือค่าที่ยอมรับได้ของรหัสสาขาวิชาคือ "ก" "ช" "ส" และ "ม"

5. ความหมายของแอททริบิว เช่น แอททริบิวเลขประจำตัวในเอนทิตีผู้วิจัยหมายถึงเลขประจำตัวของผู้วิจัยหรือกรรมการติดตามและประเมินผลโครงการวิจัย

6. การซ้ำกันได้ของข้อมูล คือการที่ค่าของระเบียนในแอททริบิวนั้นๆ จะเป็นค่าที่ซ้ำกันได้หรือไม่ เช่น แอททริบิวเลขประจำตัวผู้วิจัยในเอนทิตีผู้วิจัยจะมีค่าซ้ำกันไม่ได้เพราะเป็นดรรชนีหลัก และจะกล่าวถึงในการกำหนดโดเมนของดรรชนีต่อไป

7. การเป็นอักขระว่าง คือค่าของระเบียนในแอททริบิวนั้นๆ จะมีค่าเป็นอักขระว่างได้หรือไม่ เช่น แอททริบิวคำนำหน้าชื่อในเอนทิตีผู้วิจัยจะมีค่าเป็นอักขระว่างได้ และจะกล่าวถึงในการกำหนดโดเมนของดรรชนีต่อไป

8. การใช้ค่าโดยปริยาย คือถ้าระเบียนในแอททริบิวใดไม่มีข้อมูลอาจจะกำหนดค่าของระเบียนในแอททริบิวนั้นให้เป็นค่าโดยปริยายได้ เช่น ระเบียนในแอททริบิวปีที่เสนอขอรับทุนวิจัยในเอนทิตีโครงการที่เสนอขอรับทุนวิจัยจะมีค่าโดยปริยายเป็นปีปัจจุบัน

เนื่องจากแอททริบิวที่แทนดรรชนีในเอนทิตีจะเป็นสิ่งที่ใช้อ้างถึงระเบียนในเอนทิตี จึงมีหลักการกำหนดโดเมนของดรรชนีดังต่อไปนี้

1. หลักการกำหนดโดเมนสำหรับระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลัก

1.1 ระเบียนในแอททริบิวทุกแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักจะมีค่าซ้ำกันไม่ได้

1.2 ระเบียนในแอททริบิวที่เป็นส่วนประกอบของดรรชนีหลักแต่ละแอททริบิวอาจจะมีค่าซ้ำกันได้

1.3 ระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักและระเบียนในแอททริบิวที่เป็นส่วนประกอบของดรรชนีหลักมีค่าเป็นอักขระว่างไม่ได้

1.4 ระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักและระเบียนในแอททริบิวที่เป็นส่วนประกอบของดรรชนีหลักมีค่าเป็นค่าโดยปริยายได้ ถ้าค่าโดยปริยายนั้นยังทำให้ดรรชนีหลักมีค่าไม่ซ้ำกัน

2. หลักการกำหนดโดเมนสำหรับระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีสำรอง

มีหลักการเหมือนกับการกำหนดโดเมนสำหรับระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลัก แต่ระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีสำรองและระเบียนในแอททริบิวทุกตัวที่เป็นส่วนประกอบของดรรชนีสำรองอาจจะมีค่าเป็นอักขระว่างได้

3. หลักการกำหนดโดเมนสำหรับระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีภายนอก

3.1 ระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีภายนอกจะต้องมีชนิดของแอททริบิว ความยาวและรูปแบบของแอททริบิวเหมือนกับระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีหลักของเอนทิตีระดับพ่อแม่

3.2 ระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีภายนอกจะมีค่าซ้ำกันได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีนั้นกับเอนทิตีระดับพ่อแม่ เช่น ถ้าสองเอนทิตีนั้นมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ระเบียนในแอททริบิวที่แทนดรรชนีภายนอกไม่ควรจะมีค่าที่ซ้ำกัน แต่ถ้าเป็นความสัมพันธ์แบบหนึ่งต่อหลายดรรชนีภายนอกอาจจะมีค่าที่ซ้ำกันได้

และในการกำหนดโดเมนของแอททริบิวที่ได้มาจากแอททริบิวอื่นๆ จะต้องระบุด้วยว่าได้มาจากแอททริบิวใดบ้างและได้มาอย่างไร นอกจากนี้การกำหนดโดเมนสำหรับดรรชนีหลักของเอนทิตีระดับล่างจะต้องคำนึงถึงดรรชนีหลักของเอนทิตีระดับบนด้วย โดยดรรชนีหลักของเอนทิตีระดับล่างจะต้องมีชนิดของแอททริบิว ความยาวและรูปแบบของแอททริบิวเหมือนกับดรรชนีหลักของเอนทิตีระดับบน

การกำหนดโดเมนของแอททริบิวสามารถกำหนดได้ 2 แบบคือ

1.10.1 กำหนดโดเมนสำหรับทุก ๆ แอททริบิว โดยพิจารณาถึงโดเมนประเภทต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้ว

1.10.2 กำหนดชุดของโดเมนที่เรียกใช้บ่อย ๆ ก่อนและเมื่อมีแอททริบิวที่มีโดเมนตามที่กำหนดแล้วก็สามารถอ้างถึงได้ทันที เช่น กำหนดโดเมน DATE ให้เป็นโดเมนทั่วไปของแอททริบิวไว้ดังนี้

DATE ใช้กับแอททริบิวที่เป็นวันที่
ชนิดของข้อมูล: date
รูปแบบ : 99/99/99
พิสัย : (01/01/00-/31/12/99)
ความหมาย : วัน/เดือน/ปี

เมื่อมีแอททริบิว SIGNED_DATE ซึ่งมีความหมายแทนวันที่เช่นเดียวกัน จึงสามารถเขียนโดเมนได้ดังนี้

SIGNED_DATE ข้อมูลที่ยอมรับได้ : เป็นไปตามโดเมน DATE
ความหมาย : วันที่ทำสัญญา
ค่าโดยปริยาย : วันที่ปัจจุบัน

การกำหนดโดเมนของแอททริบิวที่ใช้ในระบบฐานข้อมูลสำหรับการบริหารเงินทุนวิจัยของฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้แสดงไว้แล้วในภาคผนวก ก

2. <u>การสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จากแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะที่ได้</u>

การสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะใช้ความสัมพันธ์ (relation) เป็นหลักความสัมพันธ์นี้คือ ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่รู้จักกันมาแล้วโดยในที่นี้จะเป็นความสัมพันธ์ที่แสดงโดยตารางสองมิติ ซึ่งเรียกตารางสองมิตินั้นว่าตารางความสัมพันธ์ (relational table) ซึ่งตารางความสัมพันธ์นี้ประกอบด้วย ชุดของชื่อสดมภ์ (column) และแถว (row) จำนวนไม่จำกัด ตารางความสัมพันธ์มีลักษณะดังนี้

1. สดมภ์ในตารางหนึ่ง ๆ มีความหมายเหมือนกันไม่ได้
2. ข้อมูลในแต่ละสดมภ์เป็นประเภทเดียวกัน
3. ข้อมูลทั้งหมดในแต่ละแถวมีค่าซ้ำกันไม่ได้
4. ลำดับของสดมภ์ในตารางนั้น ๆ ไม่มีความสำคัญ
5. ลำดับของแถวในสดมภ์นั้น ๆ ไม่มีความสำคัญ
6. สดมภ์ในตารางหนึ่ง ๆ จะมีชื่อซ้ำกันไม่ได้

ส่วนฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นั้นมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

1. โครงสร้างข้อมูล (Data structure)
2. ความคงสภาพของข้อมูล (Data integrity)

จากแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะได้กล่าวถึงโครงสร้างข้อมูลในรูปแบบของเอนทิตี แอททริบิวและความสัมพันธ์ แต่ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นี้โครงสร้างข้อมูลจะประกอบด้วยตาราง (table) และสดมภ์ ซึ่งต้องทำการแปลงโครงสร้างข้อมูลและความคงสภาพของข้อมูลในแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะให้เป็นโครงสร้างข้อมูล และความคงสภาพของข้อมูลในรูปแบบของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 กำหนดตารางสำหรับแต่ละเอนทิตี

จากการสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะ ได้กล่าวแล้วว่าเอนทิตีคือสิ่งที่แทนกลุ่มของข้อมูลเรื่องเดียวกันซึ่งอาจเป็นสิ่งที่มีตัวตน หรือเป็นนามธรรมก็ได้และในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ตารางหมายถึงที่รวมของแถวซึ่งแต่ละแถวจะมีทุกๆ สดมภ์เหมือนกัน การกำหนดตารางในการสร้างฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จะแทนหนึ่งเอนทิตีจากแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะด้วย

หนึ่งตารางเท่านั้น ดังนั้นจะได้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ที่มี 18 ตาราง และได้กำหนดให้ตารางในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์มีชื่อเหมือนกับชื่อของเอนทิตีดังนี้ DEPT, FACT_INST, POSITION, PREFIX, SOURCE, STATUS, TF_FUND, TYPES, INSTRUCTOR, COMMITTEE, MONEY, PROPOSAL, SUCCESS, FAILED, RESEARCH, ASSIGN, REPORT และ READER

2.2 การกำหนดสดมภ์ในตารางที่ต้องการโดยใช้แอททริบิวของแต่ละเอนทิตี

ในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์นี้จะเห็นว่าแถวในตารางหนึ่งมีความหมายเหมือนกับระเบียนของเอนทิตีที่ถูกแปลงไปเป็นตารางนั้น ในการกำหนดสดมภ์ของตารางนั้นจะใช้แอททริบิวในเอนทิตีนั้นโดยแทนหนึ่งแอททริบิวด้วยหนึ่งสดมภ์ เช่น เอนทิตี INSTRUCTOR ถูกแทนด้วยตาราง INSTRUCTOR ดังนั้นในตาราง INSTRUCTOR จะมีสดมภ์ซึ่งแทนแอททริบิวต่าง ๆ ดังนี้

ชื่อแอททริบิว	ชื่อสดมภ์
code	code
thai_name	thai_name
eng_name	eng_name
position*code	ps_code
prefix*code	pr_code
dept*code	dp_code
fact_inst*code	fi_code
phone	phone
addr	addr
h_phone	h_phone
status	status

สังเกตการกำหนดชื่อสดมภ์ของแอททริบิวที่แทนดรรชนีภายนอก เนื่องจากในแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะนั้นดรรชนีภายนอกเป็นตัวบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีและในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ดรรชนีภายนอกก็เป็นตัวบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

2.3 ปรับโครงสร้างและกฎการจัดการกับข้อมูลให้เข้ากับระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

2.3.1 การเรียงลำดับสดมภ์ในการสร้างตาราง

โดยทั่วไปแล้วลำดับของสดมภ์ในคำสั่งสร้างตารางของระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์เป็นตัวกำหนดลำดับของข้อมูลในสดมภ์ต่าง ๆ ในหน่วยเก็บข้อมูล ซึ่งโดยปกติแล้วการเรียงลำดับสดมภ์ในคำสั่งดังกล่าวสามารถเรียงอย่างไรก็ได้ แต่ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์บางระบบมีข้อจำกัด เช่น มีข้อกำหนดว่าสดมภ์ที่มีความยาวไม่คงที่จะต้องวางไว้เป็นลำดับสุดท้ายในคำสั่งนั้น

สำหรับในการวิจัยนี้ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ออราเคิล ซึ่งไม่มีข้อจำกัดในการเรียงลำดับสดมภ์ในคำสั่งสร้างตาราง ดังนั้นจึงใช้ลำดับของแอททริบิวในเอนทิตีเป็นลำดับของสดมภ์ในตารางต่าง ๆ ในคำสั่งสร้างตาราง

2.3.2 การกำหนดคุณสมบัติของดรรชนีหลักในการสร้างตาราง

ดรรชนีหลักเป็นแอททริบิวที่มีคุณสมบัติดังกล่าวมาแล้ว คือค่าของข้อมูลในสดมภ์ที่แทนดรรชนีหลักจะมีค่าซ้ำกันไม่ได้ และมีค่าเป็นอักขระว่างไม่ได้ ซึ่งคำสั่งสร้างตารางของแต่ละระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์มีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป เช่น ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์บางระบบสามารถใช้คำสำคัญ "PRIMARY KEY" เพื่อระบุถึงสดมภ์ที่แทนดรรชนีหลักดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
CREATE TABLE table_name (column_name ...,
                         column_name ...,
                         PRIMARY KEY (column_name, column_name, ...))
```

สำหรับในระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ออราเคิลสามารถใช้คำสำคัญ "NOT NULL" เพื่อระบุถึงสดมภ์ที่ไม่ต้องการให้มีค่าเป็นอักขระว่าง ซึ่งคำสำคัญ "NOT NULL" นี้จะทำให้สดมภ์นั้นไม่สามารถรับค่าที่เป็นอักขระว่างได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
CREATE TABLE table_name (column_name ...  NOT NULL,
                         column_name ...  NOT NULL,
                         column_name, ...)
```

ดังนั้นจึงสามารถใช้คำสำคัญ "NOT NULL" เพื่อระบุถึงสดมภ์ที่ต้องการให้เป็นดรรชนีหลักได้ และสำหรับคุณสมบัติอื่น ๆ ของดรรชนีหลักสามารถกำหนดได้โดยใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 4 ต่อไป

2.3.3 การกำหนดคุณสมบัติของสดมภ์ในการสร้างตาราง

ในแบบจำลองข้อมูลเชิงตรรกะได้กำหนดโดเมนของแอททริบิวต่าง ๆ ในที่นี้จะใช้คุณสมบัติของโดเมนเหล่านั้นมากำหนดในการสร้างตาราง ซึ่งคำสั่งสร้างตารางนี้จะสามารถระบุถึง

1. ชนิดของแอททริบิว แบ่งออกเป็น 4 ประเภทคือ CHAR LONG DATE และ NUMBER
2. ความยาวของแอททริบิว เป็นตัวเลขที่กำหนดต่อจากชนิดของแอททริบิว
3. รูปแบบของแอททริบิว มีลักษณะตามชนิดของแอททริบิว
4. การเป็นอักขระว่างของข้อมูล กำหนดโดยใช้คำสำคัญ "NOT NULL" เช่น การสร้างเอนทิตี DEPT มีแอททริบิวที่มีโดเมนดังต่อไปนี้

CODE	ชนิดของแอททริบิว	: number(3)
	พิสัย	: 000-999
	ความหมาย	: รหัสภาควิชา
	ข้อมูลที่ยอมรับได้	: (ดรรชนีหลัก)
	การซ้ำกันได้ของข้อมูล	: ซ้ำไม่ได้
	การเป็นอักขระว่าง	: ไม่ได้
NAME	ชนิดของแอททริบิว	: character(35)
	ความหมาย	: ชื่อภาควิชา
	การซ้ำกันได้ของข้อมูล	: ซ้ำได้
	การเป็นอักขระว่าง	: ได้
S_NAME	ชนิดของแอททริบิว	: character(15)
	ความหมาย	: อักษรย่อชื่อภาควิชา
	การซ้ำกันได้ของข้อมูล	: ซ้ำได้
	การเป็นอักขระว่าง	: ได้

สามารถนำมาสร้างตารางได้โดยใช้คำสั่งต่อไปนี้

```
CREATE TABLE dept (code   number(3) NOT NULL,
                   name   char(35),
                   s_name char(15));
```

2.3.4 การกำหนดกฎการจัดการกับข้อมูล

กฎการจัดการกับข้อมูลเป็นข้อกำหนดที่ใช้ควบคุมการแทรกหรือลบระเบียนในเอนทิตี ซึ่งคำสั่งในการสร้างตารางของแต่ละระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ก็จะมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป เช่น สามารถระบุถึงกฎการแทรกและลบระเบียนในเอนทิตีได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

```
CREATE TABLE table_name1 (col_name1 ...,
                          table_name2*col_name2 ...,
                          table_name2*col_name3 ...,
                          column_name4 ...,
        PRIMARY KEY (col_name1)
        FOREIGN KEY (table_name2*col_name2, table_name2*col_name3)
                REFERENCES table_name2
                ON DELETE SET DEFAULT)
```

สำหรับในระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ออราเคิลไม่สามารถระบุถึงกฎการแทรกและลบระเบียนในเอนทิตีได้ จึงต้องใช้เทคนิคในการเขียนโปรแกรมควบคุมการแทรกและลบระเบียนในเอนทิตี ซึ่งจะกล่าวถึงในบทที่ 4 ต่อไป (9)