รางวัลชนะเลิศ รางวัลเกียรติคุณ ไทยแลนด์ ไอซีที 2006 (Thailand ICT Awards 2006) ในสาขาระบบงานการเงิน เป็นปีที่ 2

ในปี 2550 บริษัท เว็ลธ์ แมเนจเม้นท์ ซิสเท็ม จำกัด เป็นบริษัทแรกในหมวดอุตสาหกรรมซอฟต์แวร์ที่ได้รับรางวัลชนะเลิศสุดยอด เอสเอ็มอี (SMEs) และในปี 2551 บริษัท เว็ลธ์ แมเนจเม้นท์ ซิสเท็ม จำกัด ได้ผ่านการรับรองมาตรฐานสากล ในการปรับปรุงกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และบริการตามมาตรฐาน ซีเอ็มเอ็มไอ (CMMI) ระดับ 3 จากสถาบัน เอสไอซี สหรัฐอเมริกา (SEI – USA)

สินทรัพย์ (Assets) หมายถึง สิ่งที่มีตัวตน หรือไม่มีตัวตนอันมีมูลค่า โดยบุคคลหรือกิจการเป็นเจ้าของหรือสามารถถือเอาประโยชน์ได้จากกรรมสิทธิ์ในอสังหาริมทรัพย์ สังหาริมทรัพย์ สิทธิเรียกร้องมูลค่าที่ได้มา รายจ่ายที่เกิดสิทธิ และรายจ่ายของงวดบัญชีถัดไป

1. สินทรัพย์ที่เป็นตัวเงินหรือเทียบเท่าเงิน เช่น เงินสด และตั๋วเงินรับต่าง ๆ

2. สินทรัพย์ที่เป็นสิทธิเรียกร้อง เช่น ลูกหนี้

3. สินทรัพย์ที่มีตัวตน เช่น ที่ดิน อาคาร รถยนต์

4. สินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตน เช่น สิทธิบัตร ลิขสิทธิ์ สัมปทาน

5. รายจ่ายที่จ่ายไปแล้ว ให้ประโยชน์ต่องวดบัญชีถัดไป ได้แก่ ค่าใช้จ่ายล่วงหน้าประเภทต่าง ๆ ค่าโฆษณาจ่ายล่วงหน้า

        สินทรัพย์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

          1. สินทรัพย์หมุนเวียน (Current Assets) หมายถึง สินทรัพย์ที่มีสภาพคล่อง สามารถเปลี่ยนเป็นเงินสด เช่น เงินสด เงินฝากธนาคาร เป็นต้น หรือสินทรัพย์อื่นที่เปลี่ยนเป็นเงินสดได้เร็ว โดยปกติไม่เกิน 1 ปี เช่น ตั๋วเงินรับ ลูกหนี้การค้า สินค้าคงเหลือ เป็นต้น

          2. สินทรัพย์ไม่หมุนเวียน (Non – Current Assets) หมายถึง สินทรัพย์ที่ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นเงินสดได้โดยเร็ว โดยมีระยะเวลามากกว่า 1 ปี เช่น เงินลงทุนระยะยาว เงินให้กู้ยืมระยะยาวและการลงทุนในหุ้นสามัญของบริษัทต่าง ๆ เป็นต้น สินทรัพย์ถาวร (Fixed Assets) หรือเป็นสินทรัพย์ที่มีตัวตน มีลักษณะการใช้งานที่คงทน และมีอายุการใช้งานนานเกินกว่า 1 ปี เช่น ที่ดิน อาคาร อุปกรณ์ รถยนต์ เป็นต้น สินทรัพย์ไม่มีตัวตน (Intangible Assets) หมายถึง สินทรัพย์ที่ไม่มีรูปร่างไม่สามารถจับต้องได้ทางกายภาพ แต่สามารถตีราคาให้มีมูลค่าเป็นเงินตรา และถือกรรมสิทธิ์ได้ เช่น เครื่องหมายการค้า สิทธิบัตร ลิขสิทธิ์ ค่าความนิยม เป็นต้น

**2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

**2.1.1 การพยากรณ์**

หมายถึง การทำนายเหตุการณ์ในอนาคต โดยอาจนำข้อมูลในอดีตมาใช้พยากรณ์ผ่านการใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ ใช้ดุลยพินิจของผู้พยากรณ์ การพยากรณ์มีความสำคัญต่อการดำเนินงาน โดยความสำคัญ คือ ทำให้ทราบปริมาณความต้องการสินค้าของตลาด ทำให้ธุรกิจสามารถลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น สามารถนำผลจากการพยากรณ์มาเป็นข้อมูลในการวางแผนกิจกรรมต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงสุด เพื่อสร้างความได้เปรียบทางธุรกิจ

2.1.1.1 การพยากรณ์แบบตรงไปตรงมา (Naive Forecast) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดระหว่างวิธีการพยากรณ์ทั้งหมด โดยการคำนวณ คือ

ความต้องการในอนาคต = ความต้องการในปัจจุบัน ............................ (2.1)

วิธีการดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ค่าใด ๆ ในช่วงเวลาหนึ่งในอดีตเท่ากับค่าในช่วงเวลาที่ถัดมาเสมอ เช่น หากปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์เมื่อสัปดาห์ที่แล้วเท่ากับ 100 หน่วย พยากรณ์ในสัปดาห์นี้ปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์เท่ากับ 100 หน่วย หากแต่ในสัปดาห์นี้ปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์เป็น 120 หน่วย พยากรณ์ในสัปดาห์หน้าปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์เท่ากับ 120 หน่วย

การประเมินแบบตรงไปตรงมา เป็นเครื่องมือการพยากรณ์ที่ใช้ได้จริง ข้อดีของการพยากรณ์แบบนี้ คือ ไม่มีต้นทุนในการพยากรณ์ สะดวกต่อการพยากรณ์เพราะไม่ต้องวิเคราะห์ และสามารถเข้าใจง่าย ถึงแม้ความแม่นยำของวิธีการนี้ยังเป็นที่สงสัย แม้ว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีการอื่นสามารถให้ผลแม่นยำ แต่ต้องใช้ต้นทุนสูง ดังนั้นความแม่นยำของการพยากรณ์แบบดังกล่าว ถือเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบระหว่างความแม่นยำที่เพิ่มขึ้น และต้นทุนที่เกิดขึ้นของวิธีการพยากรณ์อื่น เพื่อตัดสินใจว่าคุ้มค่า หรือไม่ สำหรับต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ผลการพยากรณ์ที่แม่นยำกว่า

2.1.1.2 การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Smoothing) เป็นวิธีการพยากรณ์เฉลี่ยถ่วงน้ำหนักที่ซับซ้อน สะดวกต่อการทำความเข้าใจ ผลการพยากรณ์แต่ละค่าได้จากค่าจากการพยากรณ์ล่าสุด บวกด้วยอัตราร้อยละของส่วนต่างระหว่างค่าที่พยากรณ์นั้นกับค่าจริงในอนุกรมเวลานั้น คือ

ค่าพยากรณ์ = ค่าพยากรณ์ก่อนหน้า + α (ค่าจริงก่อนหน้า – ค่าพยากรณ์ก่อนหน้า)

(ค่าจริงก่อนหน้า – ค่าพยากรณ์ก่อนหน้า) แสดงความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ และ α แสดงอัตราร้อยละของความคลาดเคลื่อน สมการคือ

Ft = Ft – 1 + α (At – 1 – Ft - 1) ................................................. (2.2)

หรือแปลงสมการได้ดังนี้

Ft = (1 - α) Ft – 1 + αAt – 1 ................................................... (2.3)

โดยที่

Ft  = ค่าพยากรณ์ที่เวลา t

Ft – 1 = ค่าพยากรณ์ที่เวลา t – 1

α = ค่าคงที่ของการปรับเรียบ (Smooth Constant)

At – 1 = ค่าจริงที่เวลา t – 1

ตัวอย่างเช่น หากผลการพยากรณ์ปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ก่อนหน้าเท่ากับ 42 หน่วย แต่ปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ที่เกิดขึ้นจริงในช่วงนั้นเท่ากับ 40 และ α เท่ากับ 0.10 ปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ในช่วงเวลาต่อไปพยากรณ์ได้

Ft  = 42 + 0.10 (40 - 42) = 41.8

สมมติว่า ปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ปรากฏว่าเท่ากับ 43 หน่วยการพยากรณ์ครั้งต่อไปได้

Ft = 41.8 + 0.10 (43 – 41.8) = 41.92

หรือสามารถคำนวณ โดยแปลงเป็นสมการ (2.3) ดังนี้

Ft = 0.90Ft – 1 + 0.10At – 1

ความเร็วที่การพยากรณ์ตอบสนองความคลาดเคลื่อนขึ้นอยู่กับค่าคงที่ของการปรับเรียบ หากยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ การพยากรณ์ตอบสนองความคลาดเคลื่อนช้า นำไปสู่ความราบเรียบมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม หรือหากค่ายิ่งเข้าใกล้หนึ่ง การพยากรณ์ตอบสนองความคลาดเคลื่อนไวขึ้น ราบเรียบน้อยลง ตัวอย่างที่ 2.1

ตัวอย่างที่ 2.1 จากข้อมูลปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ทั้ง 11 ช่วงเวลา จงใช้การพยากรณ์การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล ในการสร้างอนุกรมเวลาเพื่อพยากรณ์ค่าของช่วงเวลาต่อไป (ช่วงเวลาที่ 12) และหาค่าความคลาดเคลื่อน (ปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ที่แท้จริง – ค่าที่พยากรณ์) ของแต่ละช่วง

ก) ใช้ค่าคงที่ของการปรับเรียบ เท่ากับ 0.10

ข) ใช้ค่าคงที่ของการปรับเรียบ เท่ากับ 0.40

ค) ร่างกราฟปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ที่แท้จริง และปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ที่พยากรณ์จาก Smoothing Factor ทั้งสอง

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ทั้ง 11 ช่วงเวลา

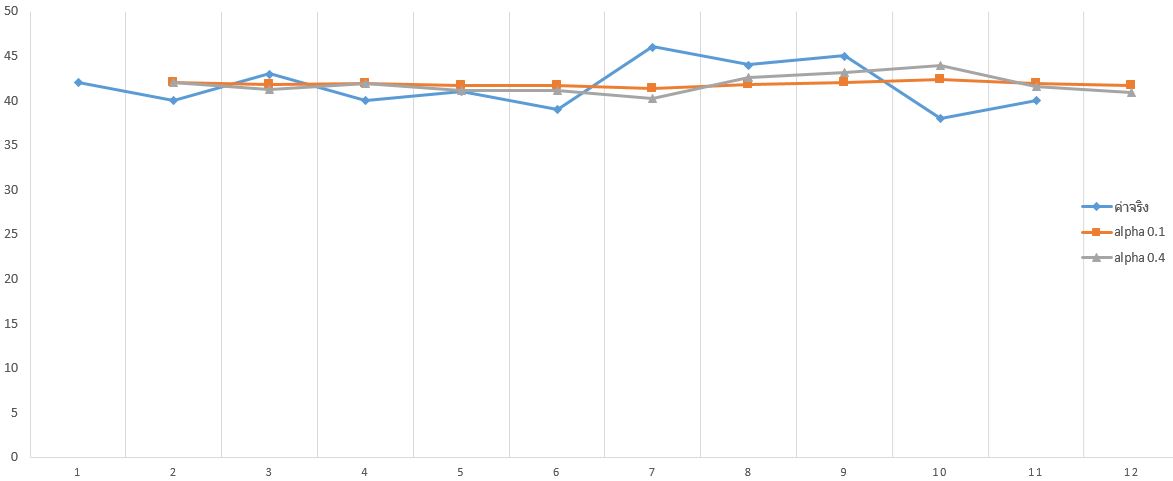
|  |  |
| --- | --- |
| ช่วงเวลา (t) | ปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ที่แท้จริง |
| 1 | 42 |
| 2 | 40 |
| 3 | 43 |
| 4 | 40 |
| 5 | 41 |
| 6 | 39 |
| 7 | 46 |
| 8 | 44 |
| 9 | 45 |
| 10 | 38 |
| 11 | 40 |
| 12 |  |

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลการคำนวณปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ทั้ง 11 ช่วงเวลา

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ช่วงเวลา (t) | ยอดการซื้อ | alpha = 0.10 | | alpha = 0.40 | |
| ผลการพยากรณ์ | ความคาดเคลื่อน | ผลการพยากรณ์ | ความคาดเคลื่อน |
| 1 | 42 | - | - | - | - |
| 2 | 40 | 42 | -2 | 42 | -2 |
| 3 | 43 | 41.8 | 1.2 | 41.2 | 1.8 |
| 4 | 40 | 41.92 | -1.92 | 41.92 | -1.92 |
| 5 | 41 | 41.73 | -0.73 | 41.15 | -0.15 |
| 6 | 39 | 41.66 | -2.66 | 41.09 | -2.09 |
| 7 | 46 | 41.39 | 4.61 | 40.25 | 5.75 |
| 8 | 44 | 41.85 | 2.15 | 42.55 | 1.45 |

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลการคำนวณปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ทั้ง 11 ช่วงเวลา (ต่อ)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ช่วงเวลา (t) | ยอดการซื้อ | alpha = 0.10 | | alpha = 0.40 | |
| ผลการพยากรณ์ | ความคาดเคลื่อน | ผลการพยากรณ์ | ความคาดเคลื่อน |
| 9 | 45 | 42.07 | 2.93 | 43.13 | 1.87 |
| 10 | 38 | 42.35 | -4.35 | 43.88 | -5.88 |
| 11 | 40 | 41.93 | -1.93 | 41.53 | -1.53 |
| 12 |  | 41.73 |  | 40.92 |  |



รูปที่ 2.1 แผนภาพเส้นการพยากรณ์การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียล

ที่มา : ผศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. 2548. การบริหารการผลิต และการดำเนินงาน. ภาควิชาวิศวกรรม

อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 2.1 เป็นการแสดงแผนภาพเส้นการพยากรณ์การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลจากข้อมูลการคำนวณปริมาณยอดการซื้อสินทรัพย์ทั้ง 11 ช่วงเวลา จากตารางที่ 2.2

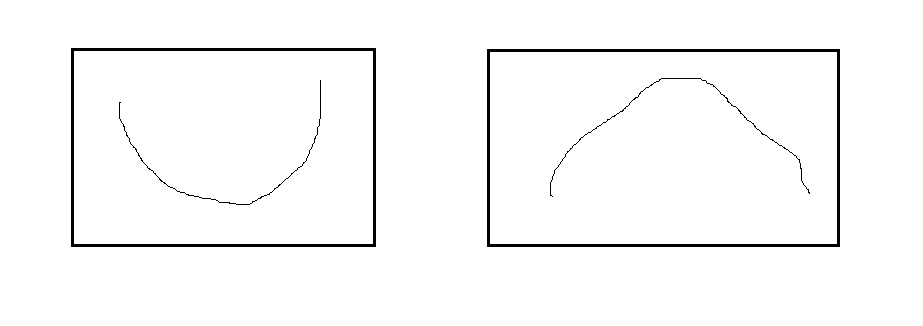
การเลือกค่าคงที่ของการปรับเรียบ เป็นเริ่องของการลองผิดลองถูก เป้าหมายคือการเลือกค่าความผิดพลาดของการปรับเรียบ โดยนำข้อดีของการที่อนุกรมเวลาราบเรียบกับข้อดีของการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงที่แท้จริงมารวมกันไว้ เพราะสิ่งนี้สวนทางกันเสมอ ขึ้นอยู่กับค่าคงที่ของการปรับเรียบ โดยค่าอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.50 ค่าคงที่ของการปรับเรียบที่ต่ำ นิยมใช้สำหรับข้อมูลที่มีค่าค่อนข้างคงที่ และค่าคงที่ของการปรับเรียบที่สูง นิยมใช้สำหรับข้อมูลที่มีค่าเปลี่ยนแปลงง่าย

การปรับให้เรียบแบบเอกซ์โปเนนเชียลเป็นวิธีการพยากรณ์วิธีหนึ่ง ที่ใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากความสะดวกในการใช้ และส่วนหนึ่งจากความสะดวกในการเปลี่ยนการถ่วงน้ำหนัก (เพียงแค่เปลี่ยนค่าคงที่ของการปรับเรียบเท่านั้น)

จากตารางคำตอบของตัวอย่างที่ 2.1 เห็นได้ว่า ค่าการพยากรณ์ในช่วงที่สองนั้น Exponential Smoothing ไม่สามารถหาค่านี้ได้ (ไม่ทราบค่าที่พยากรณ์ไว้ในช่วงเวลาที่หนึ่ง) อย่างไรก็ดีมีหลายวิธีที่หาค่าดังกล่าวได้ เช่น การคาดเดาแบบ Subjective, การเฉลี่ยค่าจากหลายช่วง หรือการใช้ค่าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาก่อนหน้า (ใช้วิธีพยากรณ์แบบตรงไปตรงมานั้นเอง)

การหาค่าพยากรณ์ในช่วงที่สองโดยใช้วิธีการเฉลี่ยค่าจากหลายช่วงที่ใกล้เคียงกัน ใช้ค่าเฉลี่ยจากค่าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา 3 ช่วงแรก เท่ากับ 41.66 แต่ในที่นี้ได้ใช้วิธีแบบตรงไปตรงมา ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาที่ 2 เท่ากับค่าที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลาที่หนึ่ง เท่ากับ 42

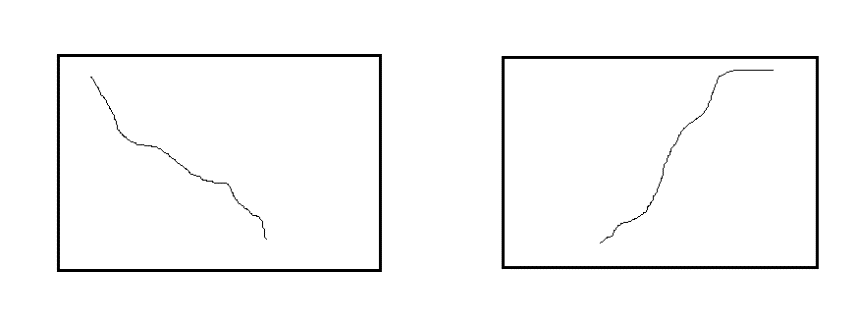
2.1.1.3 เทคนิคการพยากรณ์แบบแนวโน้ม (Techniques for Trend) แนวโน้มของอนุกรมเวลาเป็นการแสดงถึงลักษณะในระยะยาวของอนุกรมเวลา ในการวิเคราะห์แนวโน้มจะกระทำ โดยการสร้างสมการที่เหมาะสม สามารถอธิบายลักษณะของแนวโน้มได้ ลักษณะแนวโน้มมีลักษณะที่เป็นเส้นตรงหรือไม่ก็ได้ ดังแสดงในแผนภาพในที่นี้จะมุ่งความสนใจที่แนวโน้มเส้นตรงเท่านั้น เนื่องจากพบทั่วไปและง่ายต่อการวิเคราะห์



เวลา

เวลา

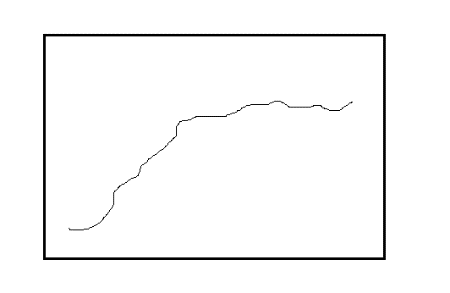
แนวโน้มพาราโบลา



เวลา

เวลา

แนวโน้มเอ็กซ์โพแนนเชียล



เวลา

แนวโน้มแบบเติบโต

รูปที่ 2.2 แผนภูมิของแนวโน้มแบบไม่เชิงเส้นโดยปกติ

ที่มา : ผศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. 2548. การบริหารการผลิต และการดำเนินงาน. ภาควิชาวิศวกรรม

อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 2.2 เป็นการแสดงแผนภูมิของแนวโน้มแบบไม่เชิงเส้นโดยปกติโดยประกอบด้วยแนวโน้มพาราโบลา แนวโน้มเอ็กซ์โพแนนเชียล แนวโน้มแบบเติบโต

สมการแนวโน้ม (Trend Equation)

สมการเส้นตรงมีรูปแบบดังนี้

yt  = a + bt .............................................................(2.4)

โดยที่

t = เป็นช่วงเวลาที่นับจากศูนย์ (t = 0)

yt  = เป็นผลการพยากรณ์ในช่วงเวลา (t)

a = เป็นค่าของ ผลการพยากรณ์ () ที่เท่ากับศูนย์

b = เป็นความชันของเส้น

ค่าสัมประสิทธิ์ และ สามารถคำนวณจากค่าอดีต โดยใช้สมการทั้งสองนี้

.........................................................(2.5)

..................................................................(2.6)

โดยที่

n = เป็นจำนวนช่วงเวลา

y = เป็นค่าของการอนุกรมเวลา

การคำนวณสามารถอ้างอิงตารางที่ X.1 เพื่อสะดวกในการหาค่า และ ซึ่งในตารางแสดงผล 20 ช่วง

ตารางที่ 2.3 ค่า และ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | | --- | |  | | |  | | --- | |  | |
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 3 | 5 |
| 3 | 6 | 14 |
| 4 | 10 | 30 |
| 5 | 15 | 55 |
| 6 | 21 | 91 |
| 7 | 28 | 140 |
| 8 | 36 | 204 |
| 9 | 45 | 285 |
| 10 | 55 | 385 |
| 11 | 66 | 506 |
| 12 | 78 | 650 |
| 13 | 91 | 819 |
| 14 | 105 | 1,015 |
| 15 | 120 | 1,240 |
| 16 | 136 | 1,496 |
| 17 | 153 | 1,785 |
| 18 | 171 | 2,109 |
| 19 | 190 | 2,470 |
| 20 | 210 | 2,870 |

ตัวอย่างการคำนวณ ตารางที่ 2.4 เป็นยอดจำนวนการซื้อสินทรัพย์รวมในระยะเวลา 10 สัปดาห์ จากนั้นกำหนดสมการเส้นตรงและพยากรณ์ยอดจำนวนการซื้อสินทรัพย์รวมของสัปดาห์ที่ 11 และ 12

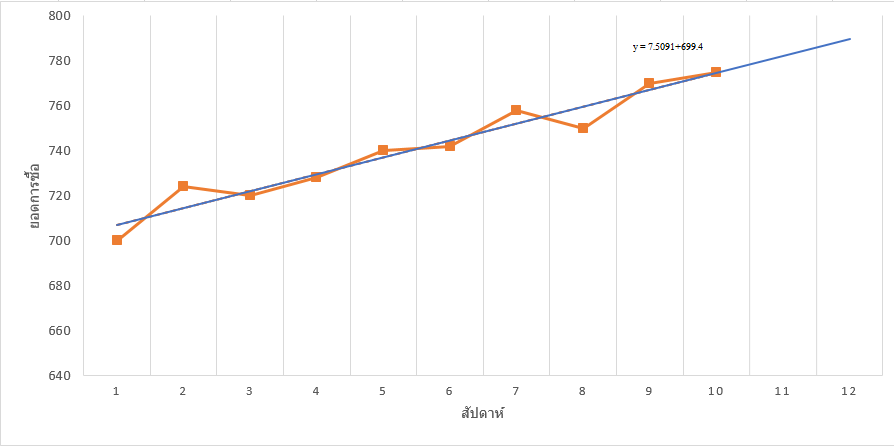
ตารางที่ 2.4 ยอดจำนวนการซื้อสินทรัพย์รวม

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| สัปดาห์ที่(t) | ยอดการซื้อสินทรัพย์ (y) บาท | ty |
| 1 | 700 | 700 |
| 2 | 724 | 1,448 |
| 3 | 720 | 2,160 |
| 4 | 728 | 2,912 |
| 5 | 740 | 3,700 |
| 6 | 742 | 4,452 |
| 7 | 758 | 5,306 |
| 8 | 750 | 6,000 |
| 9 | 770 | 6,930 |
| 10 | 775 | 7,750 |
|  | = 7,407 | = 41,358 |

จากตารางที่ 2.4 ค่าจำนวนข้อมูล (n) เท่ากับ 10 จะได้ = 55 และ = 385 ใช้สมการที่ X และ X จำได้ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ ดังนี้

ดังนั้นจะนั้นได้สมการเส้นตรงแนวโน้มคือ โดยที่ เวลาเท่ากับ 0 ณ ช่วงเวลาเท่ากับ 0 หากแทนค่าสัปดาห์ลงในสมการ จะสามารถพยากรณ์ยอดจำนวนการซื้อสินทรัพย์รวมของสัปดาห์ที่ 11 และ 12

สามารถเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลเดิมและแนวเส้นโน้มได้จากกราฟดังรูปที่ 2.3 เป็นการแสดงการพยากรณ์ในสัปดาห์ที่ 11 และ 12



รูปที่ 2.3 แผนภาพเส้นการพยากรณ์แนวโน้ม

ที่มา : ผศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน. 2548. การบริหารการผลิต และการดำเนินงาน. ภาควิชาวิศวกรรม

อุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 2.3 เป็นการแสดงแผนภาพเส้นการพยากรณ์แนวโน้ม จากข้อมูลตารางที่ 2.3 ค่า และ และ ตารางที่ 2.4 ยอดจำนวนการซื้อสินทรัพย์รวม

**2.1.4 การออกแบบผังงาน (Flowchart)**

**2.1.4.1 ผังงาน** คือ แผนภาพแสดงลำดับขั้นตอนของการทำงาน โดยแต่ละขั้นตอนถูกแสดงโดยใช้สัญลักษณ์มีความหมายบ่งบอกว่า ขั้นตอนนั้น ๆ มีลักษณะการทำงาน ทำให้ง่ายต่อความเข้าใจ ว่าในการทำงานนั้นมีขั้นตอนอะไรบ้าง และมีลำดับอย่างไร

**2.1.4.2 ประโยชน์ของผังงาน**

1.) ช่วยให้สามารถทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหรือระบบใด ๆ ได้อย่างรวดเร็ว

2.) ช่วยแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างเป็นระบบไม่สับสน นอกจากนี้ผังงานยังเป็นอิสระต่อภาษาที่ใช้ในการ เขียนโปรแกรม กล่าวคือจากผังงานเดียวกันสามารถนำไปเขียนโปรแกรมด้วยภาษาใดก็ได้

**2.1.4.3 ประเภทของผังงาน**

1.) ผังงานระบบ (System Flowchart) ผังงานแสดงขอบเขต และลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบหนึ่ง ๆ รวมทั้งแสดงรูปแบบของข้อมูลเข้า (Input) และข้อมูลออก (Output) ว่าถูกรับเข้าหรือแสดงผลโดยผ่านสื่อประเภทใด เนื่องจากผังงานระบบเป็นแผนภาพที่แสดงถึงระบบโดยรวม ดังนั้นกระบวนการหรือโปรแกรมหนึ่ง ๆ อาจถูกแสดงเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งในผังงานระบบเท่านั้น

2.) ผังงานโปรแกรม (Program Flowchart) ผังงานแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหนึ่ง ๆ

**2.1.4.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนผังงาน (Flowcharting Symbols)**

การเขียนผังงาน เป็นการเขียนแผนภาพเพื่อแสดงขั้นตอนการทำงาน โดยนำภาพสัญลักษณ์ต่าง ๆ มาเรียงต่อกัน สัญลักษณ์ที่นิยมใช้ในการเขียนผังงานนั้นหน่วยงานที่ชื่อว่า American National Standards Institute (ANSI) และ International Standard Organization (ISO) ได้ร่วมกันกำหนดสัญลักษณ์มาตรฐานเพื่อใช้ในการเขียนผังงานดังนี้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนผังงาน

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **สัญลักษณ์** | **ชื่อ** | **คำอธิบาย** |
|  | เทอร์มินัล  (Terminal Symbol) | จุดเริ่มต้น และจุดจบของการทำงาน |
|  | การรับเข้า หรือ แสดงผล  (Input / Output Symbol) | การรับข้อมูลเข้า หรือ แสดงผลลัพธ์ โดยไม่ระบุชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับเข้า หรือ แสดงผล |
|  | การนำข้อมูลเข้าด้วยมือ  (Manual Input Symbol) | การรับข้อมูลเข้าโดยมนุษย์อาจใช้แป้นพิมพ์ (Keyboard) หรือ เมาส์ (Mouse) |
|  | บัตรเจาะรู  (Punched Card Symbol) | การรับข้อมูลเข้า หรือ แสดงผลโดยใช้บัตรเจาะรูเป็นสื่อ |
| ตารางที่ 2.1 (ต่อ) |
|  | |
| **สัญลักษณ์** | **ชื่อ** | **คำอธิบาย** |
|  | เทปกระดาษเจาะรู  (Punched Tape Symbol) | การรับข้อมูลเข้า หรือ แสดงผลโดยใช้เทปกระดาษเจาะรูเป็นสื่อ |
|  | เทปแม่เหล็ก  (Magnetic Tape Symbol) | การรับข้อมูลเข้า หรือ แสดงผลโดยใช้เทปแม่เหล็กเป็นสื่อ |
|  | จานแม่เหล็ก  (Magnetic Disk Symbol) | การรับข้อมูลเข้า หรือ แสดงผลโดยใช้จานแม่เหล็กเป็นสื่อ |
|  | ดรัมแม่เหล็ก  (Magnetic Drum Symbol) | การรับข้อมูลเข้า หรือ แสดงผลโดยใช้ดรัมแม่เหล็กเป็นสื่อ |
|  | แกนแม่เหล็ก  (Core Symbol) | การรับข้อมูลเข้า หรือ แสดงผลโดยใช้แกนแม่เหล็กเป็นสื่อ |
|  | การประมวลผล  (Process Symbol) | การประมวลผล ได้แก่ การคำนวณ และการกำหนดค่า |
|  | เอกสาร  (Document Symbol) | การแสดงผลลัพธ์บนกระดาษโดยใช้ เครื่องพิมพ์ |
|  | การตัดสินใจ  (Decision Symbol) | การตัดสินใจ หรือ การเปรียบเทียบ |
| C:\Users\vViRuSs\Desktop\6 เหลี่ยม.jpg | การเตรียม  (Preparation Symbol) | การกำหนดค่าต่าง ๆ ล่วงหน้าในการทำงานหนึ่ง ๆ ที่มีการทำงานซ้ำ ๆ |
|  | | |
| ตารางที่ 2.1 (ต่อ) | | |
| **สัญลักษณ์** | **ชื่อ** | **คำอธิบาย** |
|  | จุดต่อเนื่องที่อยู่คนละหน้า  (Off-Page Connector Symbol) | จุดต่อเนื่องของผังงานเดียวกัน โดยอยู่คนละหน้า ภายในสัญลักษณ์มีหมายเลข หรือ อักษรกำกับ เพื่อไม่ให้สับสนว่าจากจุดใดไปจุดใดในกรณีที่มีการใช้สัญลักษณ์นี้หลายครั้งในผังงานเดียวกัน |
| C:\Users\vViRuSs\Desktop\ลูกศร.jpg | ลูกศรแสดงลำดับการทำงาน  (Flow Line) | ลำดับการทำงาน ใช้แสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน โดยหัวลูกศรชี้ขั้นตอนในลำดับ ต่อ ๆ ไป |
| C:\Users\vViRuSs\Desktop\กา.jpg | ลูกศรแสดงลำดับการทำงาน  (Flow Line) | การส่งข้อมูลผ่าน ระบบโทรคมนาคม ได้แก่ โทรศัพท์ โทรสาร และไมโครเวฟ เป็นต้น |
| C:\Users\vViRuSs\Desktop\แดงๆ.jpg | การอธิบาย  (Comment or Annotation  Symbol) | อธิบายส่วนใด ๆ ของผังงานเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น |
|  | การรวม  (Merge Symbol) | การนำข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป มารวมเป็นชุดเดียวกัน |
|  | การแยก  (Extract Symbol) | การแยกข้อมูลตั้งแต่ 1 ชุดออกเป็นข้อมูลหลาย ๆ ชุด |
|  | การรวม และการแยก  (Collate Symbol) | การได้มาของข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป จากข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป |
|  | การเรียง  (Sort Symbol) | การเรียงลำดับข้อมูลให้เป็นไปตามลำดับที่ต้องการ |

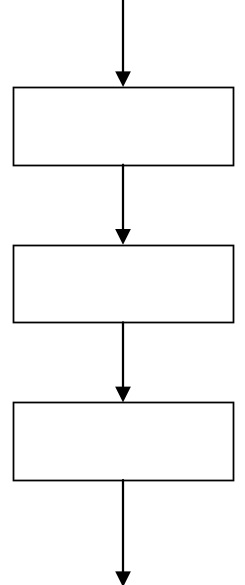
**2.1.4.5 หลักเกณฑ์ในการเขียนผังงาน**

สัญลักษณ์ที่ใช้อาจมีขนาดต่าง ๆ กันได้ แต่ต้องมีรูปร่างเป็นสัดส่วนตามมาตรฐานทิศทางของลูกศรในผังงาน ควรมีทิศทางจากบนลงล่าง หรืออาจจากซ้ายไปขวาเสมอผังงานคสรมีความเรียบร้อย สะอาด พยายามหลีกเลี่ยงกากรเขียนลูกศรที่ทำให้เกิดจุดตัด เพราะทำให้ผังงานอ่าน และทำความเข้าใจได้ยาก และถ้าในผังงานมีการเขียนข้อความอธิบายใด ๆ ควรทำให้สั้นกะทัดรัด และได้ใจความ

**2.1.4.6 ลักษณะโครงสร้างของผังงาน**

ผังงานทั่วไปประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐาน 3 รูปแบบ ดังนี้

1.) โครงสร้างแบบเป็นลำดับ (Sequence Structure) เป็นโครงสร้างพื้นฐานของผังงาน และเป็นลักษณะขั้นตอนการทำงานที่พบมากที่สุด คือทำงานทีละขั้นตอนลำดับดังรูปที่ 2.1

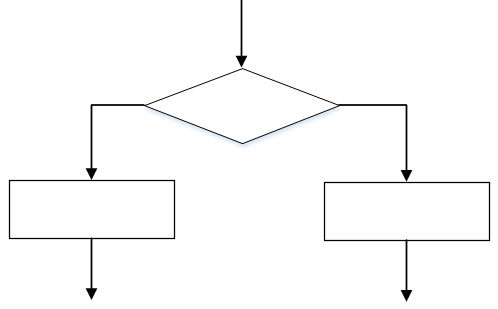


รูปที่ 2.1 โครงสร้างแบบเป็นลำดับ

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/GUI/

4.pdf (22 มีนาคม 2559)

2.) โครงสร้างแบบมีตัวเลือก (Selection Structure) โครงสร้างการทำงานแบบมีการเลือก มีรูปแบบที่ซับซ้อนกว่าโครงสร้างแบบเป็นลำดับรูปแบบที่ง่ายที่สุดของโครงสร้างแบบนี้คือ การเลือกแบบมีทางออก 2 ทาง ในการเลือกแบบมีทางออก 2 ทาง นี้มีทางออกจากสัญลักษณ์การตัดสินใจเพียง 2 ทาง คือ ใช่หรือไม่ใช่ เท่านั้น (แต่ระบบการเขียนผังงานระบบ อนุญาตให้มีทางออกจากการตัดสินใจได้มากกว่า 2 ทาง) ดังรูปที่ 2.2

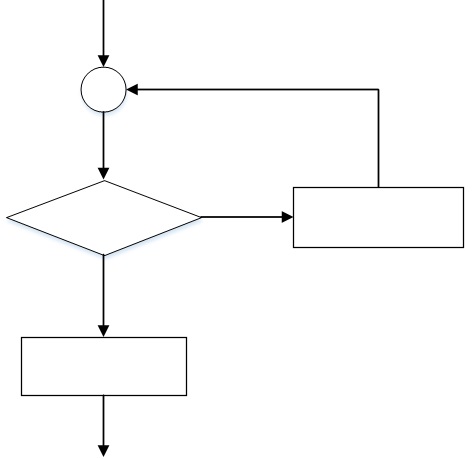


รูปที่ 2.2 โครงสร้างแบบมีตัวเลือก

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/GUI/

4.pdf (22 มีนาคม 2559)

3.) โครงสร้างแบบทำซ้ำ (Iteration Structure) โครงสร้างการทำงานแบบทำซ้ำ โดยทำงานแบบเดียวกันซ้ำไปเรื่อย ๆ ในขณะที่ยังเป็นไปตามเงื่อนไขหรือเงื่อนไขเป็นจริง จนกระทั้งเงื่อนไขเป็นเท็จจึงทำงานอื่นต่อไป ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โครงสร้างแบบทำซ้ำ

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/GUI/

4.pdf (22 มีนาคม 2559)

**2.1.4.7 การเขียนโปรแกรม**

ผังงานโปรแกรมสามารถนำมาใช้เขียนโปรแกรม โดยในการเขียนโปรแกรมสามารถเลือกใช้ภาษาได้หลายภาษา โดยเป็นภาษาแอสเซมบลี ภาษาเบสิก ภาษาซี ภาษาปาสคาล ภาษาโคบอล ภาษาฟอร์แทรน หรือภาษาอื่น ๆ โดยแต่ละภาษาก็มีรูปแบบไวยากรณ์ของภาษาที่ใช้แตกต่างกันออกไป แต่โดยทั่วไปแล้วมีรูปแบบ หรือ โครงสร้างของคำสั่งที่คล้ายกัน โดยทั่วไปทุกคำสั่งมีคำสั่งพื้นฐานต่อไปนี้

1.) คำสั่งการรับข้อมูลเข้า และการแสดงผล

2.) คำสั่งการกำหนดค่า

3.) คำสั่งการเปรียบเทียบเงื่อนไข

4.) คำสั่งการทำซ้ำหรือการวนลูป

คำสั่งพื้นฐานเหล่านี้ก็สามารถรองรับขั้นตอนการทำงานแต่ละขั้นตอนในผังงานโปรแกรมได้เป็นอย่างดี ดังนั้นหลังการออกแบบขั้นตอนการทำงานในโปรแกรมโดยใช้ผังานแล้วสามารถนำผังงานนั้นมาใช้ในการเขียนโปรแกรมได โดยเขียนโปรแกรมเป็นลำดับ ตามขั้นตอนตามที่ระบุไว้ในผังงาน

หลังจากเขียนโปรแกรมที่ต้องการเสร็จแล้ว ยังต้องมีการทดสอบความผิดพลาดในโปรแกรม และแก้ไขข้อผิดพลาดนั้น ๆ ก่อน จึงสามารถนำโปรแกรมเหล่านั้นไปใช้งานได้จริง

**2.1.5 แบบจำลองข้อมูล (Data Modeling)**

แบบจำลองข้อมูล หมายถึง การจำลองข้อมูลที่เกิดขึ้นทั้งหมดในระบบ พร้อมทั้งจำลองความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่เกิดขึ้น โดยใช้แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity Relationship Diagram : ER Diagram)

**2.1.5.1 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล**

การสร้างแผนภาพจำลองข้อมูลและกระบวนการดำเนินงานบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบ สามารถแสดงโครงสร้างของข้อมูล และการทำงานภายในระบบได้ชัดเจน ช่วยให้ทั้งนักวิเคราะห์ระบบ และผู้ใช้งานเกิดความเข้าใจในการทำงานของระบบอย่างถูกต้อง แบบจำลองข้อมูลที่สร้างขึ้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการของระบบนี้เรียกว่าเป็น การออกแบบฐานข้อมูลในระดับแนวคิด (Conceptual Data Design) ของขั้นตอนการออกแบบ (Design Phase) ในกิจกรรมการออกแบบฐานข้อมูล นำหลักการตัวจำลองข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมย่อยนี้ไปทำการปรับปรุงและออกแบบฐานข้อมูลในระดับ ตรรกะ (Logical) และกายภาพ (Physical) ต่อไปเพื่อความสะดวกเรียกว่า การออกแบบฐานข้อมูลในระดับแนวคิดว่า แบบจำลองข้อมูล

**2.1.5.2 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง (ER Diagram)**

แผนภาพที่ใช้เป็นเครื่องมือสำหรับจำลองข้อมูลประกอบไปด้วย เอนทิตี(Entity) แทนกลุ่มของข้อมูลที่เป็นเรื่องเดียวกันที่เกี่ยวข้องกัน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล(Relationship) ที่เกิดขึ้นทั้งหมดในระบบ สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ที่ใช้ในการจำลองแบบข้อมูลมีหลายรูปแบบ

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างสัญลักษณ์แสดงโดยใช้รูปวงรี (Chen Model) และความสัมพันธ์ที่ปรับใหม่ (Crow’s Foot Model)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **แสดงโดยใช้รูปวงรี** | **ความสัมพันธ์ที่ปรับใหม่** | **ความหมาย** |
|  |  | ใช้แสดงเอนทิตี |
|  |  | เส้นเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี |
|  |  | เส้นเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีสำหรับ ความสัมพันธ์ที่ปรับใหม่ใช้ตัวอักษรเขียนแสดงความสัมพันธ์ |
|  | ชื่อเอนทิตี  ลักษณะประจำ 1  ลักษณะประจำ 2  ……….. | ลักษณะประจำ (Attribute) ใช้แสดงลักษณะประจำของเอนทิตี |
|  | ชื่อเอนทิตี  คีย์หลัก  ลักษณะประจำ …………. | ใช้แสดงคีย์หลัก ( Identifier ) |

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **แสดงโดยใช้รูปวงรี** | **ความสัมพันธ์ที่ปรับใหม่** | **ความหมาย** |
|  |  | เอนทิตีประกอบ (Associative Entity) |
|  |  | เอนทิตีอ่อนแอ (Weak Entity) |

ตัวอย่างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบแสดงโดยใช้รูปวงรี ดังรูปที่ 2.4

ซื้อ

ลูกค้า

สินทรัพย์

รูปที่ 2.4 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบแสดงโดยใช้รูปวงรี

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/GUI/

4.pdf (22 มีนาคม 2559)

ตัวอย่างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบ ความสัมพันธ์ที่ปรับใหม่ ดังรูปที่ 2.5

พนักงาน

รหัสพนักงาน

ชื่อพนักงาน

เพศ

ลูกค้า

รหัสลูกค้า

ชื่อลูกค้า

รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบ ความสัมพันธ์ที่ปรับใหม่

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/GUI/

4.pdf (22 มีนาคม 2559)

**2.1.5.3 องค์ประกอบของแผนภาพแสดงความสัมพันธ์**

การสร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ มีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1.) เอนทิตี หมายถึง องค์ประกอบส่วนหนึ่งของแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลรายการที่มีคุณสมบัติร่วมกันภายใต้ขอบเขตของระบบหนึ่งที่กำลังสนใจ เช่นระบบโรงเรียน ประกอบด้วยเอนทิตี นักเรียน (Student) อาจารย์ (Teacher) หลักสูตร (Course) ห้องเรียน (Room) เป็นต้น โดยเอนทิตีนักเรียนถูกบรรยายด้วยคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ชื่อสกุล (name Surname) ระดับชั้น (Level) เป็นต้น กล่าวได้ว่าเอนทิตีสามารถเป็นได้ทั้งสิ่งที่จับต้องได้และสิ่งที่จับต้องไม่ได้ในระบบเอนทิตี ที่รวบรวมได้จากระบบสามารถแยกแยะและจัดเป็นหมวดหมู่ได้ตามชนิดของ เอนทิตี เช่น หมวดบุคคล หมวดสถานที่ หมวดเหตุการณ์ หมวดสิ่งของ หรือหมวดหมวดของแนวคิด เป็นต้น ในแผนภาพแสดงความสัมพันธ์สามารถจำแนกเอนทิตีได้ 2 ประเภท ดังนี้

1.1) เอนทิตีทั่วไป (Regular Entity) หรือบางครั้งเรียกว่า เอนทิตีแข็งแรง (Strong Entity) เป็นเอนทิตีที่ประกอบด้วยสมาชิกที่มีคุณสมบัติ บอกถึงเอกลักษณ์ของแต่ละสมาชิกนั้น เช่น เอนทิตีประชากรสมาชิกภายในเอนทิตีได้แก่ ประชากรแต่ละคนในประเทศไทยที่มีหมายเลขบัตรประชาชนไม่ซ้ำกัน เป็นต้น สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเอนทิตีประเภทนี้คือ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยมีชื่อของเอนทิตี ดังรูปที่ 2.6

**ประชากร**

รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์เอนทิตีทั่วไป

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

1.2) เอนทิตีอ่อนแอ (Weak Entity) คือเอนทิตีที่มีลักษณะตรงกันข้ามกับเอนทิตีทั่วไป คือ สมาชิกของเอนทิตีประเภทนี้สามารถมีคุณสมบัติที่บ่งบอกถึงเอกลักษณ์ของแต่ละละสมาชิกได้ต้องอาศัยคุณสมบัติใดคุณสมบัติหนึ่งของเอนทิตีทั่วไปมาประกอบกับคุณสมบัติของเอนทิตีอ่อนแอ เช่น ข้อมูลรายการสมาชิกของเอนทิตีได้แก่ รายละเอียดของสินค้าที่สั่งซื้อภายใต้ใบสั่งซื้อแต่ละใบ พิจารณาดูพบว่า สินค้าอาจถูกสั่งซื้อในใบสั่งซื้อได้หลายใบ ดังนั้นถ้าระบุเพียงต้องการทราบจำนวนของสินค้า ก ไม่สามารถทราบไดว่าต้องการทราบจำนวนสินค้า ก ในใบสั่งซื้อใด แต่ถ้ามีระบุเลขที่ใบสั่งซื้อประกอบกับสินค้า ก สามารถทราบได้ทันทีว่าหมายถึงจำนวนของสินค้า ก ในใบสั่งซื้อใด เลขที่ใบสั่งซื้อคือคุณสมบัติของเอนทิตีทั่วไปที่นำมาประกอบกับคุณสมบัติของ เอนทิตีอ่อนแอรายการสินค้า ทำให้สมาชิกของเอนทิตีสามารถมีคุณสมบัติที่บ่งบอกถึงเอกลักษณ์ที่ใช้แทนเอนทิตีประเภทแสดง ดังรูปที่ 2.7

**ข้อมูลรายการ**

รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์เอนทิตีอ่อนแอ

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

**2.1.5.4 ลักษณะประจำ** หมายถึง คุณสมบัติหรือลักษณะของเอนทิตี หรือความสัมพันธ์ที่สนใจ เช่นบัตรประชาชนมีคุณสมบัติหรือลักษณะดังนี้ หมายเลขบัตรประชาชน ชื่อสกุล วันเดือนปีเกิด ภูมิลำเนา วันที่บัตรออก วันที่บัตรหมดอายุ เป็นต้น สำหรับลักษณะประจำสามารถจำแนกได้เป็น 6 ประเภท ดังนี้

1.) ลักษณะประจำเดี่ยว (Simple Attribute) คือ ลักษณะประจำที่ที่ค่าภายในลักษณะประจำนั้นมาสามารถแบ่งย่อยได้อีก เช่น เพศ เงินเดือน อายุ จังหวัด เป็นต้น สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้แทนลักษณะประจำประเภทนี้ได้แก่ วงรีที่มีเส้นเชื่อมต่อไปยังเอนทิตีที่เป็นเจ้าของลักษณะประจำโดยมีชื่อของ ลักษณะประจำอยู่ภายใน เช่นลักษณะประจำพนักงานมี รหัส ชื่อ เพศ

และเงินเดือนของเอนทิตีพนักงาน ดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ลักษณะประจำเดี่ยว

**พนักงาน**

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

2.) ลักษณะประจำประกอบ (Composite Attribute) คือ ลักษณะประจำที่ค่าภายในลักษณะประจำสามารถแยกเป็นย่อย ลักษณะตรงกันข้ามกับ ลักษณะประจำเดี่ยวเช่น ลักษณะประจำ ชื่อ ที่สามารถบ่งย่อยออกเป็น คำนำหน้าชื่อ ชื่อ และนามสกุล เป็นต้น ดังรูปที่ 2.9

**พนักงาน**

รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ลักษณะประจำประกอบ

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

3.) ตัวระบุหรือคีย์ (Identifier or key) คือ ลักษณะประจำหรือกลุ่มของลักษณะประจำที่ค่าในแต่ละลักษณะประจำของเอนทิตีไม่ซ้ำกัน ถูกนำมาใช้กำหนดความเป็นเอกลักษณ์ให้กับแต่ละลักษณะประจำในเอนทิตี เช่นเอนทิตี รหัสพนักงาน ของเอนทิตีพนักงานที่ใช้แทนรหัสประจำตัวพนักงาน โดยทั่วไปแล้วการเก็บรหัสของพนักงานในองค์กรต่าง ๆ ค่ารหัสพนักงานไม่มีรหัสพนักงานคนใดที่ซ้ำกัน ตัวระบุหรือกุญแจ สามารถจำแนกได้ 3 ประเภทดังนี้

3.1) คีย์คู่แข่ง (Candidate Key) คือ ลักษณะประจำใด ๆ หรือลักษณะประจำที่รวมกันแล้วทำให้ค่าของลักษณะประจำของเอนทิตีไม่ซ้ำกัน

3.2) คีย์หลัก (Primary Key) คือ คีย์คู่แข่งที่ถูกเลือกให้เป็นคีย์หลัก มีค่าของสมาชิกในลักษณะประจำไม่ซ้ำกันมาเป็น คีย์หลักเพื่อให้คีย์หลักสามารถไประบุค่า ลักษณะประจำเพื่อประโยชน์ในการค้นหาข้อมูลได้โดยไม่เกิดข้อมูลซ้ำซ้อนกัน

3.3) คีย์นอก (Foreign Key) คือคีย์หลักของเอนทิตีหนึ่งที่สามารถระบุค่าสมาชิกของอีกเอนทิตีหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กัน

4.) ลักษณะประจำค่าเดี่ยว (Single Valued Attribute) หรือลักษณะประจำที่มีค่าของข้อมูลภายใต้ ลักษณะประจำใด ลักษณะประจำหนึ่งเพียงค่าเดียว เช่น ลักษณะประจำเงินเดือนที่ใช้เก็บเงินเดือนของพนักงาน และพนักงานแต่ละคนมีเงินเดือนเพียงค่าเดียว

5.) ลักษณะประจำหลายค่า (Multi Valued Attribute) คือลักษณะประจำทีมีค่าของข้อมูลได้หลายค่าภายใต้ค่าของลักษณะประจำใดลักษณะประจำหนึ่งเช่น ลักษณะประจำประดับการศึกษาที่ใช้ระบุระดับนักศึกษาของพนักงานแต่ละคน มีระดับการศึกษาได้หลายระดับ สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้แทนลักษณะประจำประเภทใช้เส้น 2 เส้นเชื่อมระหว่างรูปภาพของลักษณะประจำกับเอนทิตี

6.) ลักษณะประจำอนุพัทธ์ (Derived Attribute) คือลักษณะประจำมีค่าของข้อมูลได้มาจากการนำเอาค่าของลักษณะประจำอื่นมาทำการคำนวณ ค่าของลักษณะประจำประเภทนี้เปลี่ยนแปลงทุกครั้ง เมื่อเปลี่ยนแปลงค่าของ ลักษณะประจำ ที่ถูกคำนวณสำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้แทนลักษณะประจำประเภทใช้สัญลักษณ์เส้นปะเชื่อมต่อเอนทิตี และลักษณะประจำ

**2.1.5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Relationship)**

เป็นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี 2 เอนทิตี การเชื่อมโยงข้อมูลซึ่งกันและกันสมาชิกของความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี จึงเกิดการจับคู่กันระหว่างสมาชิกของเอนทิตีที่มีการร่วมกันของความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี สำหรับสัญลักษณ์ใช้รูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดที่มีชื่อความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีอยู่ภายในสัญลักษณ์ต้องเชื่อมระหว่างเอนทิตีเสมอ ดังรูปที่ 2.10

ซื้อ

สินทรัพย์

ลูกค้า

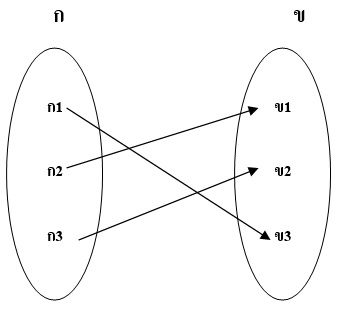
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีอยู่ภายในสัญลักษณ์ต้องเชื่อมระหว่างเอนทิตีเสมอ

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity Relationship Model) เสนอครั้งแรกโดย ปีเตอร์ (Chen,1976 - 2519) เป็นเครื่องมือนำเสนอโครงสร้างของฐานข้อมูลใน ระดับความคิด (Conceptual level) ออกมาในลักษณะของแผนภาพ ง่ายต่อความเข้าใจ เพื่อสื่อความหมายระหว่างนักออกแบบฐานข้อมูล และผู้ใช้ เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ของเอนทิตีกับเอนทิตี และเอนทิตีกับลักษณะประจำส่วนประกอบของ แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลประกอบด้วย เอนทิตี ลักษณะประจำ ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทีตีและดีกรีของความสัมพันธ์ (Degree of a relation) ประเภทของ ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสามารถจำแนกได้ 3 ประการดังนี้

1.) ความสัมพันธ์หนึ่งต่อหนึ่ง (One to One)



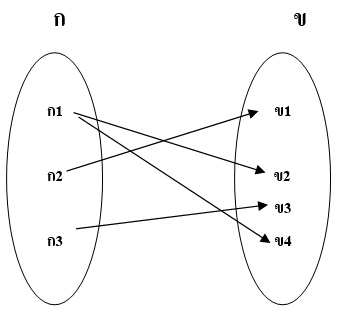
รูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์การเป็นเจ้าของบัญชีจัดเป็นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

จากรูปที่ 2.11 ความสัมพันธ์จากเอนทิตีเซต ก ไปยัง ข สมาชิกของ ก แต่ละตัวจับคู่กับ ข ตัวเดียวเท่านั้น และ ข หนึ่งตัวจับคู่กับ ก เพียงตัวเดียว เช่น สมมติการมีบัญชีเงินฝากของธนาคารแห่งหนึ่ง กำหนดให้ลูกค้ามีบัญชีได้เพียง หนึ่งเดียว และหนึ่งบัญชีมีเจ้าของเพียงคนเดียว ความสัมพันธ์ การเป็นเจ้าของบัญชี จัดเป็นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

2.) ความสัมพันธ์หนึ่งต่อหลาย (One to Many)



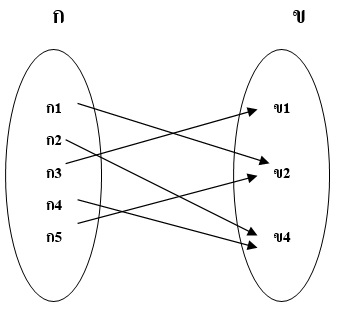
รูปที่ 2.12 ความสัมพันธ์การเป็นเจ้าของบัญชีจัดเป็นแบบหนึ่งต่อหลาย

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

จากรูปที่ 2.12 ความสัมพันธ์หนึ่งต่อหลาย ในความสัมพันธ์จาก เอนทิตีเซต ก ไปยัง ข สมาชิกของ ก แต่ละตัวจับคู่กับ ข ได้มากกว่าหนึ่งแต่ ข หนึ่งตัวจับคู่กับ ก เพียงตัวเดียวเท่านั้น เช่น ธนาคารกำหนดให้ลูกค้า เอนทิตี ก หนึ่งคนเปิดบัญชีได้มากกว่าหนึ่งแต่บัญชีหนึ่ง ๆ มีเจ้าของเพียงหนึ่งเดียวความสัมพันธ์ การเป็นเจ้าของบัญชี นี้ จัดเป็นแบบ ความสัมพันธ์หนึ่งต่อหลาย

3.) ความสัมพันธ์หลายต่อหนึ่ง (Many to One)



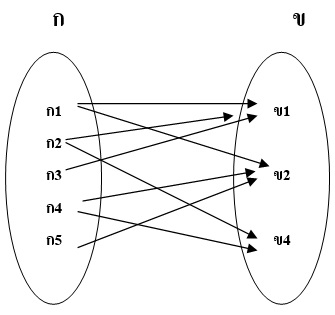
รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์การเป็นแม่ลูกจัดเป็นความสัมพันธ์หลายต่อหนึ่ง

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

จากรูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์หลายต่อหนึ่ง ในความสัมพันธ์จาก เอนทิตีเซต ก ไปยัง ข สมาชิกของ ก แต่ละตัวจับคู่กับ ข ได้ตัวเดียว แต่อาจซ้ำกันได้ คือ ข ตัวเดียวกันจับคู่กับ ก ได้มากกว่าหนึ่ง เช่น ในความสัมพันธ์การเป็นแม่ลูก แม่ เอนทิตี ข คนหนึ่งอาจมีลูกได้หลายคน แต่ลูก เอนทิตี ก แต่ละคน มีแม่เพียงหนึ่งเดียว โดยลูกหลายคนอาจมีแม่คนเดียวกันได้ ความสัมพันธ์นี้จัดเป็นความสัมพันธ์หลายต่อหนึ่ง

4.) ความสัมพันธ์หลายต่อหลาย (Many to Many)



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ลูกค้าเป็น ก กับสินทรัพย์เป็น ข จัดเป็นความสัมพันธ์หลายต่อหนึ่ง

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

จากรูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์จาก เอนทิตีเซต ก ไปยัง ข สมาชิกของ ก แต่ละตัวจับคู่กับ ข ได้มากกว่าหนึ่ง และ ข ก็จับคู่กับ ก ได้มากกว่าหนึ่ง เช่นกัน เช่น การซื้อสินทรัพย์ของลูกค้าในวันหนึ่ง ๆ ลูกค้าคนหนึ่งสามารถซื้อสินทรัพย์ได้ มากกว่าหนึ่งสินทรัพย์และ แต่ละสินทรัพย์ก็มีลูกค้าเป็นผู้ถือครองมากกว่าหนึ่งคน ความสัมพันธ์นี้จัดเป็นความสัมพันธ์หลายต่อหลาย

**2.1.5.6 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Degree of a Relationship)**

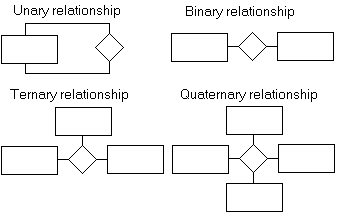
เอนทิตีอาจเป็นข้อมูล สิ่งของ แผนก หรือสถานที่ ต้องมีความสัมพันธ์กับอีก เอนทิตีหนึ่งเพื่อให้ระบบเกิดการทำงานเป็นขั้นตอนดังนั้นมีสิ่งที่ใช้วัดความเข้มข้นของความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีว่ามีความสัมพันธ์กันลักษณะอย่างไร และมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนเพียงใด การวัดจำนวน เอนทิตีที่มีความสัมพันธ์กัน ขนาดของความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีสามารถจำแนกได้ 4 ขนาด ดังรูปที่ 2.15 ได้แก่

1.) ความสัมพันธ์ภายในเอนทิตีเดียวกัน (Unary Relationship) เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสมาชิกภายในเอนทิตีของตัวเอง เกิดในกรณีที่ลักษณะประจำของเอนทิตีนั้น สามารถสร้างความสัมพันธ์กับอีกลักษณะประจำหนึ่งภายในเอนทิตีเดียวกัน

2.) ความสัมพันธ์แบบสองเอนทิตี (Binary Relationship) ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่าง 2 เอนทิตีกรณีนี้เรียกได้ว่ามีดีกรีของความสัมพันธ์เท่ากับ 2 เนื่องจากเป็นความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี 2 จำนวน

3.) ความสัมพันธ์แบบสามเอนทิตี (Ternary Relationship) ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่าง 2 ขึ้นไป

4.) ความสัมพันธ์แบบสี่เอนทิตี (Quaternary Relationship) คือ ความสัมพันธ์แบบสี่เอนทิตี



รูปที่ 2.15 ระดับความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีทั้ง 4 ขนาด

ที่มา : (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา http://www.sttc.ac.th/~computerbc/backup/elearning/database/

chapter7.pdf (22 มีนาคม 2559)

**2.1.5.7 จำนวนสมาชิกในความสัมพันธ์** ที่เป็นไปได้ในเอนทิตีหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับสมาชิกของอีกเอนทิตีหนึ่ง

**2.1.5.8 เอนทิตีเปลี่ยนหมู่ (Associative Entities)** หมายถึงความสัมพันธ์ที่มีลักษณะประจำเกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีตั้งแต่ 2 เอนทิตีขึ้นไปในสัญลักษณ์สี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดที่ล้อมรอบด้วยสี่เหลี่ยมผืนผ้า

**2.1.5.9 ลำดับชั้นทั่วไป (Generalization Hierarchy)**

เป็นการแสดงถึงการจัดลำดับของเอนทิตี ที่มีความสัมพันธ์กัน ได้ถูกนำมาใช้กับแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล เพื่อแสดงถึงเอนทิตีหรือความสัมพันธ์ มีสมาชิกที่สามารถแยกออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ภายใต้เอนทิตีหรือความสัมพันธ์กันดังนั้นเอนทิตีหรือความสัมพันธ์นี้จึงเรียกว่า เอนติทีประเภทใหญ่ (Supertype Entity)

**2.2 ผลงานที่เกี่ยวข้อง**

นินนาท เจริญเลิศ (2532 : ออนไลน์) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยทางเศรษฐกิจ และการเงินที่มีอิทธิพลต่อการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ โดยใช้แบบจําลองที่เกิดดุลยภาพของอุปสงค์ และอุปทานในการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ และได้มีสมมุติฐานว่าที่ดุลยภาพของอุปสงค์ และอุปทานดังกล่าว ราคาหลักทรัพย์ ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางเศรษฐกิจดังนี้ การออมรายได้ของผู้ลงทุน การลงทุนสภาพคล่องทางการเงินของผู้ลงทุน และระบบการเงินของหลักทรัพย์ที่คาดการณ์ ผลการศึกษาโดยใช้สมการถดถอยแบบกําลังสองน้อยที่สุด ปรากฏผลว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อราคาหลักทรัพย์มากที่สุดไม่ว่าพิจารณาในระยะสั้น หรือ ระยะยาว คือ ราคาหลักทรัพย์ที่คาดการณ์ โดยปัจจัยอื่น ๆ ไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของราคาหลักทรัพย์ โดยรวมอย่างมีนัยสําคัญ

วิลาวรรณ เหลืองนาคทองดี (2534 : ออนไลน์) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนี ราคาหุ้นในตลาดหลักทรัพย์กับเครื่องชี้เศรษฐกิจมหาภาค โดยใช้ข้อมูลรายงานระยะเวลา 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 - 2531 โดยการศึกษาเป็นการมองแนวโน้มของดัชนีราคาหุ้นในระยะยาว ใช้ข้อมูลรายปี มีการใช้ตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร ได้แก่ อัตราการขยายตัวของปริมาณเงิน อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก 6-12 เดือน อัตราเงินเฟ้อ และผลผลิตมวลรวมประชาชาติ โดยใช้รูปแบบสมการถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression Equation) เพื่อคัดเลือกความสําคัญที่ดีที่สุด

เบญจวรรณ ไชยยันต์ (2539 : ออนไลน์) ได้ทำการศึกษาถึงการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยในจังหวัดเชียงใหม่ ในการศึกษาได้ใช้กลุ่มตัวอย่างจากนักลงทุนที่ทําการซื้อขายหลักทรัพย์ในห้องค้าหลักทรัพย์ในจังหวัดเชียงใหม่ 18 แห่ง แห่งละ10 ราย โดยมีการคัดเลือกตัวอย่างโดยใช้วิธีแบบบังเอิญเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลแบบสอบถามเกี่ยวกับการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ พฤติกรรมของนักลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ตลอดจนปัจจัยที่มีผลต่อการซื้อขายหลักทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์ของนักลงทุนในจังหวัดเชียงใหม่ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยค่าสถิติ ได้แก่ อัตราร้อยละค่าเฉลี่ย และการทดสอบไคสแควร์ ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ลักษณะ และพฤติกรรมการลงทุนในหลักทรัพย์ของนักลงทุนในจังหวัดเชียงใหม่ พร้อมทั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจซื้อขายหลักทรัพย์ของนักลงทุนในจังหวัดเชียงใหม่ โดยปัจจัยที่มีผลมากที่สุด ได้แก่ สถานการณ์การเมือง ภาวะเศรษฐกิจ ส่วนปัจจัยที่มีผลน้อย ได้แก่ กลุ่มเพือน และทีมงานผู้บริหารของบริษัท และปัจจัยที่มีผลน้อยที่สุด ได้แก่ เงินปันผล และหุ้น

สุชาดา ยิงภักดี (2547 : ออนไลน์) ได้ทำการศึกษาถึง ความเชื่อมโยงราคาทองคําแท่งระหว่างประเทศไทย และตลาดต่างประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของราคาทองคําแท่ง ณ ตลาดกรุงเทพ และความเชื่อมโยงราคาทองคําแท่งระหว่างตลาดในประเทศไทย และตลาดในต่างประเทศ ได้แก่ ตลาดลอนดอน ตลาดนิวยอร์ก และตลาดฮ่องกง พร้อมทั้งวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาทองคําแท่ง ณ ตลาดกรุงเทพโดยใช้วิธีทางสถิติในการวิเคราะห์อนุกรมเวลา และสมการถดถอย โดยผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การเคลื่อนไหวของราคาทองคําแท่ง ณ ตลาดกรุงเทพ มีการผันแปรเนื่องมาจากฤดูกาลน้อยส่วนผลการศึกษาการเชื่อมโยงราคาทองคําแท่งโดยหาจากความสัมพันธ์ของราคา นํามาหาค่าสัมประสิทธิ์ ความยืดหยุ่นระหว่างตลาด พบว่า ราคาทองคําแท่ง ณ ตลาดกรุงเทพ มีความเชื่อมโยงกับราคาทองคําแท่งของฮ่องกง มากที่สุด รองลงมาคือตลาดนิวยอร์ก และตลาดลอนดอน

นิภาพร สุรัตนวนิช (2549 : ออนไลน์) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการลงทุน ในตลาดเงิน ของประชาชนในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ โดยได้ทำการวิเคราะห์ ความสําคัญของเงินออมในบทบาทต่าง ๆ อาทิ เงินฝากธนาคาร การลงทุนในตราสารทุน การลงทุนในตราสารหนี้ การลงทุนในกองทุนรวม วัตถุประสงค์ที่สําคัญในการศึกษาคือ ศึกษาถึงปัจจัยทีมีอิทธิพลต่อการลงทุนในตลาดเงินของประชาชนของประชาชนในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ พร้อมทั้งศึกษาถึงปัญหา และข้อจํากัดของการลงทุนในรูปแบบต่าง ๆ โดยการศึกษาจากตัวอย่างประชาชนในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่จำนวน 100 ตัวอย่าง และทําการเก็บข้อมูล ในช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนมกราคม ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าประชาชนในเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ส่วนใหญ่นิยมลงทุนในตลาดการเงิน ในรูปของเงินฝากเป็นหลัก ปัจจัยที่สําคัญต่อการเลือกลงทุนคือ ผลตอบแทนที่ได้รับ (ดอกเบี้ย เงินปันผล) รองลงมาคือ ความเสี่ยง และสุดท้ายสภาพคล่อง นอกจากนั้นยังพบปัญหา และข้อจํากัด ต่าง ๆ เช่น ผลตอบแทนที่น้อยเกินไป ประเภทการซื้อหุ้นกล่าวคือความเสี่ยงสูงประเภทซื้อพันธบัตร สภาพคล่องต่ำประเภทการซื้อหน่วยลงทุน

รสษิยา ชูทัพ (2551 : ออนไลน์) ได้ทำการศึกษาถึงปัจจัยการลงทุนภายในประเทศโดยได้ทำการวิเคราะห์ปัจจัย การลงทุนต่าง ๆ ภายในประเทศพร้อมทั้งการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวม การเปลี่ยนแปลง หรือ การขยายตัวสินเชื่อของระบบธนาคารพานิ ชย์ อัตราดอกเบี้ยเงิน กู้ขั้นต่ำ และอัตราเงินเฟ้อภายในประเทศ วัตถุประสงค์ที่สําคัญในการศึกษาคือ ศึกษาถึงลักษณะทั่วไป และแนวโน้มของการลงทุนภายในประเทศ พร้อมทั้งศึกษาถึงบทบาทที่สําคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการลงทุนในประเทศ โดยในการศึกษาอาศัยข้อมูลเศรษฐกิจระดับมหาภาคของประเทศไทย ปัจจัยที่ใช้ในการคํานวณครั้งนี้ เป็นข้อมูลแบบรายปีครอบคลุมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2520 ถึง พ.ศ. 2550 รวมระยะเวลา 30 ปี โดยใช้แบบจําลองของสมการ Unit Root เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยการลงทุนภายในประเทศ มีการใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Data) ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การลงทุนถือเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีความสําคัญต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างมาก เพราะนอกจากมีผลต่อเศรษฐกิจในระยะยาวแล้ว ยังก่อให้เกิดกิจกรรมทางเศรษฐกิจต่าง ๆ เช่น การผลิต การจ้างงาน การเพิ่มรายได้ ส่งผลให้เกิดการลงทุนในภาคส่วนต่าง ๆ

ฉัตรชัย สิริเทวัญกุล (2555 : ออนไลน์) ได้ทำการศึกษา และวิจัยนำเสนอการจัดสรรสัดส่วนการลงทุนที่เหมาะสมสำหรับผู้เกษียณอายุ เป็นงานวิจัยชิ้นแรกที่พิจารณา สินทรัพย์ลงทุน 4 ประเภท ได้แก่ หุ้นสามัญ พันธบัตรรัฐบาล เงินสด และทองคำ โดยใช้แบบจำลองมอนติคาร์โล (Monte Carlo Simulation) ในการคัดเลือกสัดส่วนการลงทุนจากรูปแบบทั้งหมด 286 แบบ ให้มีอัตราถอนเงิน (Withdrawal Rate) สูงที่สุด ในขณะที่มีอัตราความผิดพลาด (Failure Rate) ที่ผู้ลงทุนยอมรับได้ ตามระยะเวลาที่ผู้เกษียณอายุคาดว่าดำรงชีวิตอยู่ จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าผู้เกษียณอายุที่คาดว่าดำรงชีวิตในวัยเกษียณเป็นเวลาไม่เกิน 10 ปี ไม่มีความจำเป็นที่ต้องลงทุนในสินทรัพย์ที่มีความผันผวนมากนัก เพราะอัตราความผิดพลาดค่อนข้างต่ำในทุกสัดส่วนการลงทุน แต่หากคาดว่า ดำรงชีวิตยาวนาน ควรกระจายการลงทุนไปในสินทรัพย์ที่มีความผันผวนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีระยะเวลาในการลงทุนที่ ยาวนานขึ้น ประกอบกับมีระยะเวลาที่ต้องใช้เงินมากขึ้น จึงทำให้ต้องการผลตอบแทนที่สูงขึ้นเพื่อให้การดำรงชีวิตในวัยเกษียณ เป็นไปตามที่คาดหวัง โดยเมื่อพิจารณาการลงทุนในสินทรัพย์ทั้ง 4 ประเภทในงานวิจัยนี้ พบว่า ควรพิจารณาการลงทุนในหุ้น สามัญในสัดส่วนที่สูงกว่าพันธบัตรรัฐบาล เพื่อลดอัตราความผิดพลาด และควรเพิ่มการลงทุนในทองคำ เพราะทำให้พอร์ตการลงทุนมีอัตราความผิดพลาดต่ำลง โดยทองคำมีส่วนช่วยเพิ่มอัตราผลตอบแทน และลดความผันผวนของพอร์ตการลงทุนได้

Bouke Huurnink, Laura Hollink, Wietske van den Heuvel and Maarten de Rijke (2553 : ออนไลน์) การศึกษาพฤติกรรมของผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อเก็บข้อมูลภาพ และเสียง วิเคราะห์โดยการเก็บล็อก ค้นหาภาพ และเสียงสำหรับโปรแกรม โดยเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญสำหรับผู้ผลิตข่าว ผู้ผลิตสารคดี และผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ ผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวทำการเก็บภาพ และเสียงการออกอากาศ และมีการรายงานเกี่ยวกับการเก็บล็อกดังกล่าว การวิเคราะห์รวมถึงการตรวจสอบ เชิงพาณิชย์ที่ทำโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ และลักษณะของการประชุมแบบสอบถาม และเนื้อหา ข้อตกลงที่บันทึกไว้ในล็อก จากการศึกษานั้นพบเรื่องสำคัญคือ การที่มีความต้องการสำหรับคุณภาพที่ดีของภาพ และเสียงในการจัดเก็บ ในขณะที่ผู้ค้นหาโดยทั่วไปสามารถค้นหาได้อย่างรวดเร็วไปยังการถ่ายทอดภาพ และเสียงที่ใช้งานก็ใช้เวลานานกว่า เพราะว่าคำสั่งส่วนใหญ่ประกอบด้วย ชื่อที่ออกอากาศ และชื่อที่กระจายเสียง การศึกษาครั้งนี้เป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มการสนับสนุนสำหรับการเข้าถึงละเอียดเนื้อหาภาพ และเสียง

David M. Blanchett (2550 : ออนไลน์) ได้กล่าวว่าสัดส่วนที่ดีที่สุดของการจัดสรร สัดส่วนการลงทุนคือ ลงทุนในหุ้นสามัญที่ร้อยละ 100 แต่เนื่องจากว่าอาจมีความเสี่ยงมากเกินไป สำหรับผู้เกษียณอายุ จึงได้แนะนำให้นำเงินไปลงทุนในหุ้นสามัญร้อยละ 60 และที่เหลือนำไปลงทุนใน พันธบัตร หรือเงินฝาก โดยในการศึกษานั้นได้นำหุ้นสามัญต่างประเทศมาร่วมในการคำนวณเพื่อจัดสรร การลงทุนด้วย และต่อมา David M. Blanchett และ Brian C. Blanchett (2551) ได้ใช้อัตราผลตอบแทน ที่คาดหวังในอนาคตนำมาคำนวณหาผลตอบแทนของการจัดสรรพอร์ตการลงทุนที่หุ้นสามัญในสัดส่วน ร้อยละ 60 และพันธบัตรร้อยละ 40 ได้ผลการวิจัยว่า ผลตอบแทนมีความคลาดเคลื่อนไปได้เล็กน้อย คือผลตอบแทนในอนาคตมีค่าลดลงกว่าค่าเฉลี่ยในอดีตที่ร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 2 ยังไม่รวมภาษี และค่าบริหารจัดการ จากนั้นจึงได้สรุปว่า อัตราความผิดพลาดอาจเกิดขึ้นได้ขึ้นอยู่กับความคาดหวังของ อัตราผลตอบแทนจากตลาด และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยอัตราผลตอบแทนที่ลดลงร้อยละ 1 มีผลทำให้โอกาสเกิดความผิดพลาดเพิ่มขึ้นถึง 4 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ ลดลงร้อยละ 1

Roberto Martinez Maldonado, Judy Kay, Kalina Yacef, Beat Schwendimann (2555 : ออนไลน์) แดชบอร์ดแบบโต้ตอบของครู สำหรับการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในกลุ่มของผู้เรียน ในการศึกษาครั้งนี้ ทำให้ครูมีความสะดวก และกำกับกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม หลายอย่างที่ไม่สามารถมองเห็นข้อมูล และมักเห็นเฉพาะในขั้นสุดท้ายของกิจกรรมของกลุ่ม ในการศึกษาครั้งนี้ทำให้ครู อาจพบว่ามันยากที่ตระหนักถึงผู้เรียนกระบวนการทำงานร่วมกันแก้ปัญหาบางส่วน และมีส่วนร่วมของนักเรียนแต่ละคน อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกันที่เกิดขึ้น มีศักยภาพในการให้บริการรูปแบบใหม่ของการสนับสนุนการทำงานร่วมกัน เปิดโอกาสสำหรับการวิเคราะห์กระบวนการทำงานร่วมกัน ครูสามารถใช้ในการตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาครั้งนี้นำเสนอแดชบอร์ดแบบโต้ตอบที่สรุปข้อมูลนักเรียนจากสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ของผู้เรียน และช่วยให้ครูไปที่ข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้ประเมินว่าแดชบอร์ดที่ใช้ตรวจสอบเข้าไปแทรกแซงในกลุ่ม การประเมินผลของแผงควบคุมแสดงให้เห็นรูปแบบของการเรียนรู้จากแนวคิดการทำแผนการประยุกต์ใช้บนโต๊ะที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ทั้งการทำงานร่วมกัน