บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การพยากรณ์ปริมาณน้ำในเขื่อน โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. การพยากรณ์
2. หลักการแนวคิดเหมืองข้อมูล
3. สารสนเทศเขื่อนกิ่วลม
4. การพัฒนารูปแบบ
5. หลักการยอมรับเทคโนโลยี
6. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การพยากรณ์

การพยากรณ์เป็นขบวนการคาดคะเนแนวโน้มที่จะเกิดขึ้น หรือ รูปแบบเหตุการณ์ในอนาคต โดยศึกษาจากการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ ในงานนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย

2.1.1 ความหมายการพยากรณ์

ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายของการพยากรณ์ ดังนี้

เติมพงศ์ สุนทโรทก (2555, น. 104) ได้ให้ความของการพยากรณ์ไว้ว่า การพยากรณ์ หมายถึง การคาดการณ์ หรือมองเหตุการณ์ในอนาคตโยอาศัยข้อมูลจากอดีต และการพยากรณ์นั้นต้องประกอบด้วย การประมาณค่าขนาดของตัวแปร ต่าง ๆ โดยไม่ลำเอียง

จันทร์เพ็ญ มีนคร (2554, น. 5) ได้ให้ความของการพยากรณ์ไว้ว่า การพยากรณ์ หมายถึง เป็นการคาดคะเนหรือประมาณการณ์ในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลในอดีตหรือปัจจุบันตลอดจนวิจารณญาณ ความรู้ ประสบการณ์ของบุคคล เพื่อให้การตัดสินใจมีความถูกต้อง

มนต์ชัย เทียนทอง (2556, น. 547) ได้ให้ความของการพยากรณ์ไว้ว่า การพยากรณ์ หมายถึง การประมาณหรือการคาดเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การประมาณความต้องการของสินค้าหรือบริการ ความต้องการแรงงานในอนาคต ซึ่งในการตัดสินใจทางธุรกิจนั้น มักจะเกี่ยวข้องกับการเลือกทางเลือกที่จะนำไปปฏิบัติ โดยการประเมินค่าผลลัพธ์ที่ได้จากทางเลือกนั้น ๆ คุณภาพของการตัดสินใจส่วนใหญ่ขึ้นกับคุณภาพในการพยากรณ์ ซึ่งมักเป็นส่วนหนึ่งในระบบ

สนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรในอนาคต โดยการพยากรณ์เชิงปริมาณจะเหมาะสมกับสถานการณ์ที่มีข้อมูลในอดีตอยู่แล้ว เป็นข้อมูลที่สามารถทำให้อยู่ในรูปของตัวเลขได้ และเป็นเหตุการณ์ที่สามารถสมมติได้ว่าแบบแผนในอดีตบางอย่างยังจะดำเนินต่อไปในอนาคต

อุไรรัตน์จุลจักรวัฒน์ (2555, น. 5) ได้ให้ความของการพยากรณ์ไว้ว่า การพยากรณ์ หมายถึง การกลั่นกรองประเด็นปัญหาและการนิยาม ประเด็นปัญหาเรียบร้อยแล้ว ในการกำหนดนโยบาย สาธารณะจำเป็นต้องคาดคะเนผลได้ผลเสียของเหตุการณ์ที่เกิดแล้วนำมากำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ในอนาคตเพื่อนำมาวางแผนการดำเนินการนโยบายให้เหมาะสมโดยตั้งข้อสมมุติฐานเบื้องต้นเกี่ยวกับแนวทางการแก้ไขปัญหาประเด็นปัญหาที่นำไปสู่ประเด็นนั้น ๆ

นิภา นิรุตติกุล (2554, น.3) ได้ให้ความของการพยากรณ์ไว้ว่า การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเน หรือทำนายการเกิดเหตุการณ์ หรือสภาพการณ์ต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต เช่น การพยากรณ์ยอดขาย เพื่อประมาณการความต้องการวัตถุดิบหรือเพื่อวางแผนการส่งเสริมทางการตลาด การพยากรณ์อัตราดอกเบี้ย เพื่อบริหารเงินสดหมุนเวียนในองค์กร เป็นต้น โดยการพยากรณ์จะทำการศึกษาแนวโน้มและรูปแบบการเกิดเหตุการณ์จากข้อมูลในอดีตและหรือใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และดุลยพินิจของผู้พยากรณ์

อัจฉรา จันทร์ฉาย (2552, น. 279) ได้ให้ความของการพยากรณ์ไว้ว่าการพยากรณ์ หมายถึง การคาดการณ์ถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาในอนาคตและนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์เพื่อการตัดสินใจใด ๆ โดยทั่วไปแล้วพยากรณ์จะถูกจัดแบ่งตามหน้าที่หลัก ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กัลยา วานิชย์บัญชา (2554, น. 21-23) ได้ให้ความของการพยากรณ์ไว้ว่า การพยากรณ์ หมายถึง การประมาณหรือการคาดคะเนว่าอะไรจะเกิดขึ้นในอนาคต การพยากรณ์แต่ละปัญหามีความแตกต่างกัน ในการพยากรณ์แต่ละปัญหาจึงควรต้องมีการพิจารณาถึงปัจจัยที่สำคัญบางประการ เช่น ระยะเวลาในอนาคตที่ต้องการพยากรณ์เพื่อนำผลที่ได้มาช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารการพยากรณ์จะมีวิธีที่ใช้ในการคำนวณ เช่น วิธีอนุกรมเวลา บารอเมตริก และวิธีการสำรวจมักเป็นวิธีที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะสั้น ส่วนวิธีการอื่นนอกจากนั้นเหมาะสมกับการพยากรณ์ในระยะยาวมากกว่า เพราะวิธีการแต่ละวิธีต่างก็มีกลยุทธ์ในระดับที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ถ้าระดับกลยุทธ์ที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ สามารถให้ความถูกต้องได้มากแล้ว ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ก็จะสูง ในทางตรงข้ามถ้าระดับความถูกต้องในการวางแผนมีน้อย ค่าใช้จ่ายในการพยากรณ์ก็จะเป็นจำนวนน้อยเช่นกัน ทางเลือกของการใช้วิธีพยากรณ์จึงขึ้นอยู่ว่าลักษณะของปัญหาที่ต้องการพยากรณ์และระดับความถูกต้องที่ต้องการจะเป็นเช่นใด ระดับความถูกต้องที่เหมาะสมในการพยากรณ์สามารถกำหนดขึ้นได้จากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายและความถูกต้องที่ได้รับ

ทรงศิริ แต้สมบัติ (2552, น.2) ได้ให้ความของการพยากรณ์ไว้ว่า การพยากรณ์ หมายถึง การคาดคะเนหรือการทำนายเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยศึกษารูปแบบการเกิดของ

เหตุการณ์จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมไว้อย่างมีระบบ ซึ่งจะมีพื้นฐานการวางแผนระยะยาวในทุก ๆ ด้าน การพยากรณ์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อบุคคลและองค์กรในงานสาขาต่าง ๆ เพราะจะทำให้ทราบว่าจะเกิดเหตุการณ์อย่างไรในอนาคตด้วยความเชื่อมั่นระดับหนึ่ง ทำให้เกิดประโยชน์แก่บุคคลและองค์กรในการวางแผนสิ่งที่จำเป็นเบื้องต้น อย่างไรก็ตามการพยากรณ์จำเป็นต้องมีข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการตัดสินใจ บางครั้งยังไม่มีการจัดเก็บข้อมูล ก็จำเป็นต้องเก็บข้อมูลปฐมภูมิแต่บางครั้งก็สามารถหาข้อมูลได้จากภายในองค์กรและ หรือจากแหล่งภายนอก เพื่อใช้ในการตัดสินใจ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้มาควรเป็นข้อมูลที่แม่นยำ เชื่อถือได้และทันเวลา

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การพยากรณ์คือ การคาดคะเน หรือทำนายเห็นการที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและนำค่าพยากรณ์ที่ได้นั้นมาใช้ประโยชน์เพื่อการตัดสินใจโดยการพยากรณ์เหมาะสมกับสถานการณ์ที่มีข้อมูลในอดีตอยู่แล้ว เป็นข้อมูลที่สามารถทำให้อยู่ในรูปของตัวเลขได้และเป็นเหตุการณ์ที่สามารถสมมติได้ว่าแบบแผนในอดีตบางอย่างยังจะดำเนินต่อไป

2.1.2 ประเภทของการพยากรณ์

การพยากรณ์ได้แบ่งเป็นหลายประเภทตามแนวคิดดังนี้

มนต์ชัย เทียนทอง (2548, น. 547) ได้แบ่งประเภทของเทคนิคในการพยากรณ์ที่สำคัญมีอยู่ 2 เทคนิคใหญ่ ๆ คือ

1. การพยากรณ์เชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เป็นการพยากรณ์ที่ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณ (ตัวเลข) ในอดีตเพื่อนำมาพยากรณ์ค่าในอนาคต โดยสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์การพยากรณ์ประเภทนี้แบ่งออกเป็นเทคนิคย่อย คือการพยากรณ์อนุกรมเวลา (Time Series Forecasting) เป็นเทคนิคที่ใช้เฉพาะข้อมูลในอดีตของตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ เพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรนั้นในอนาคต

2. การพยากรณ์เชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) เป็นการพยากรณ์ที่ใช้ผู้ที่มีประสบการณ์ความรู้ ความสามารถเป็นผู้พยากรณ์ โดยไม่ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ จึงตรวจสอบความแม่นยำของการพยากรณ์ได้ยากกว่าการพยากรณ์เชิงปริมาณระยะการพยากรณ์สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท ดังนี้

2.1 การพยากรณ์ระยะสั้น (Short-Term Forecast) เป็นการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลาไม่เกิน 1 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้บริหารระดับล่างใช้เพื่อการกำหนดแผนปฏิบัติการในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ในระยะสั้น ของธุรกิจ

2.2 การพยากรณ์ระยะปานกลาง (Intermediate-Term Forecast) เป็นการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลา 3 เดือนถึง 3 ปี

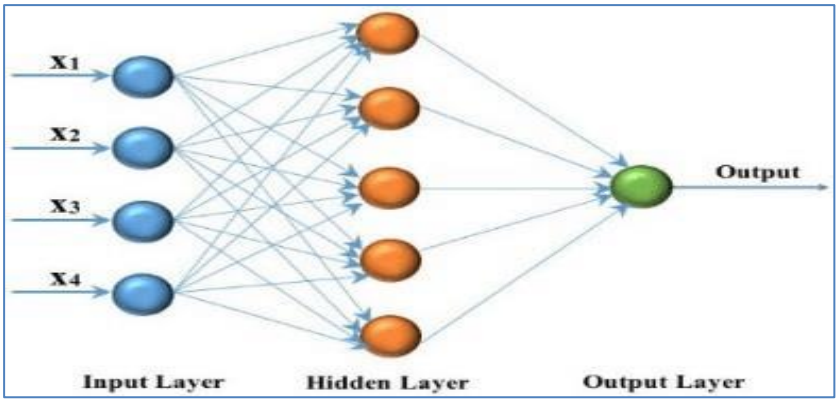
2.3 การวางแผนระยะยาว (Long - Term Forecast) เป็นการพยากรณ์ในช่วงระยะเวลา 3 ปี เป็นต้นไป ไม่เกิน 3 ปี

2.1.3 เทคนิคการพยากรณ์

เทคนิคการพยากรณ์โดยทั่วไปประกอบด้วยการพยากรณ์เชิงปริมาณและการพยากรณ์เชิงคุณภาพ ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิควิจัยจำนวนมากและเทคนิคที่นิยมนำมาใช้งานโดยผู้วิจัยได้เลือกมาใช้งานประกอบด้วย

2.1.3.1 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN)

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นการศึกษาระบบการทำงานของเซลล์ประสาทภายในสมองที่ประกอบด้วยเซลล์ประสาท (Neuron) และเส้นประสาทโดยที่เซลล์ประสาทจะเชื่อมต่อกันในรูปแบบโครงข่าย ซึ่งการวิเคราะห์ และประมวลผลข้อมูลของระบบประสาทนั้นจะส่งข้อมูลผ่านระบบโครงข่ายของเซลล์ประสาท และทำงานในลักษณะขนานคือ ทำกิจกรรม หรืองานหลายอย่างได้ในเวลาเดียวกันให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยการทำงานของสมองในรูปแบบที่กล่าวมาในข้างต้นนั้นมีความสามารถหลายประการเช่น การสังเกต เรียนรู้ จดจำ ทำซ้ำและแยกแยะสิ่งต่าง ๆ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมได้จำลองรูปแบบการทำงาน และโครงสร้างการเชื่อมต่อดังกล่าวมา เพื่อทำให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถทำงานที่สมองทำได้ ซึ่งสามารถเพิ่มความเหมาะสมในการทำงานให้มากขึ้น และช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทำงานดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แบบจำลองหลักการทำงานชองโครงข่ายประสาทเทียม, ปรับปรุงจาก *Artificial Intelligence (2nd ed)* โดย Russell and Norvig, 1995 , p. 2

นอกจากนี้โครงข่ายประสาทเทียมได้จำลอง รูปแบบการเคลื่อนที่ของข้อมูล โดยที่รูปแบบการเคลื่อนที่ของข้อมูลภายในสมองนั้นใช้สัญญาณไฟฟ้าเป็นสิ่งกระตุ้นการเคลื่อนไหวที่ของข้อมูล เมื่อสัญญาณไฟฟ้าถึงระดับหนึ่งข้อมูลที่อยู่ในเซลล์ประสาทจะถูกส่งผ่านไปยังอีกเซลล์ประสาทหนึ่ง ในการทำงานลักษณะเดียวกันโครงข่ายประสาทเทียมใช้ค่าน้ำหนัก (Weight) แทนค่าของสัญญาณไฟฟ้าและโหนด (Node) แทนเซลล์ประสาท ซึ่งค่าน้ำหนักนั้นได้มาจากการคำนวณด้วยฟังก์ชั่นกระตุ้นที่อยู่ใน

แต่ละโหนดของโครงข่าย ซึ่งค่าน้ำหนักเป็นค่าที่กำหนดการเคลื่อนที่ของข้อมูลผ่านโหนด และสามารถปรับเปลี่ยนไปตามข้อมูลที่เข้ามาทางอินพุต เพื่อให้ความเหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูลของโครงข่ายประสาทเทียมใกล้เคียง และถูกต้องมากที่สุด (Russell and Norvig, 1995, p. 2) โครงข่ายงานประสาทเทียมถูกพัฒนาขึ้นประยุกต์ใช้งานด้านจำแนกรูปแบบ (Pattern Recognition) และการจัดแบ่งประเภท (Classification) สำหรับงานวิจัยนี้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Artificial Neural Network Multi-Layer Perceptron : MLP) และวิธีการแพร่กระจายข้อมูลย้อนกลับ (Back-propagation Algorithm) เป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่ใช้สร้างแบบจำลองการพิมพ์

2.1.3.2 ฟังก์ชั่นกระตุ้น (Activate Function)การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโครงข่ายงานประสาทเทียมนั้นจะคำนวณข้อมูลที่เข้ามาทางโหนดอินพุตด้วย ค่าคุณลักษณะ และค่าน้ำหนักของข้อมูลผ่านสมการฟังก์ชั่นกระตุ้นที่จะคำนวณหาค่าการกระตุ้น ซึ่งเป็นค่าที่ใช้กำหนดการเคลื่อนของข้อมูลผ่านโหนดในชั้นหนึ่งไปสู่อีกโหนดอีกชั้นหนึ่ง โดยที่การคำนวณค่าการกระตุ้นด้วยฟังก์ชั่นกระตุ้นนั้นจะคำนวณผลรวมของค่าฟังก์ชั่นอินพุตทั้งหมดที่เขามาสู่โหนดในชั้นนั้น ๆ โดยค่าการกระตุ้นในแต่ละโหนดนั้นจะไม่ลดลงตามฟังก์ชั่นของโหนดอินพุตทั้งหมด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วค่ากรกระตุ้นจะใช้ในการจำกัดการผ่านของข้อมูล ซึ่งฟังก์ชั่นกระตุ้นมีอยู่หายลักษณะตามความต้องการของงานที่แตกต่างกัน ในบางกรณีค่าข้อมูลที่ออกมาทางเอาต์พุตของโหนดจะเกิดจากการสุ่มของอินพุตทั้งหมดที่เข้ามาสู่โหนด โดยสมการฟังก์ชั่นอินพุตที่ใช้ในการคำนวณหาค่าการกระตุ้นแสดงให้เห็นดังต่อไปนี้

$$in_i = \sum_{j=0}^{n} W_{j,i} a_j$$

ดังนั้นจึงได้สมการ ฟังก์ชั่นกระตุ้น g ซึ่งเป็นผลรวมจากฟังก์ชั่นอินพุตเพื่อให้ได้ค่าเอาต์พุตของโหนด

$$a_i = g(in_i) = \left[\sum_{j=0}^{n} W_{j,i} a_j \right]$$

กำหนดให้

g คือ ฟังก์ชั่นกระตุ้นของโหนดi

in_i คือ ฟังก์ชั่นผลรวมของอินพุตของโหนดi

a_i คือ สัญญาณอินพุตของโหนดi

$W_{j,i}$ คือ ค่าน้ำหนักของเส้นเชื่อมระหว่างโหนดiและj

กำหนดค่าให้$a_0 = -1$และค่าน้ำหนักคือ $W_{0,i}$เป็นค่าที่ป้อนเข้ามาคำนวณในสมการฟังก์ชั่นอินพุตของโหนด หลังจากนั้นผลรวมของข้อมูลอินพุตจะถูกคำนวณด้วยสมการฟังก์ชั่นกระตุ้น ซึ่งจะคัดกรองข้อมูลที่ผ่านโหนดด้วยการคำนวณจากฟังก์ชั่นดังกล่าวคือ ข้อมูลจะผ่านโหนด ก็ต่อเมื่อค่าการกระตุ้นเข้าใกล้ +1 และจะไม่ยอมให้ข้อมูลผ่านเมื่อค่าการกระตุ้นเข้าใกล้ 0 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลที่ไม่ตรงตามความต้องการ โดยที่จ้อมูลจะคำนวณผ่านสมการฟังก์ชั่นกระตุ้นตามจำนวนชั้น โครงข่ายประสาทเทียมจะกระทั่งได้ค่าผลลัพธ์ออกมาทางชั้นเอาต์พุต โดยที่การกระตุ้นไม่ตำเป็นต้องอยู่ในลักษณะเส้นตรงที่มีทางเลือก 2 ทาง เพื่อใช้ในการแยกประเภทของข้อมูลอินพุต นอกจากนี้การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นคือ การคำนวณค่าน้ำหนักที่ได้จากค่าข้อมูลอินพุต และค่าน้ำหนักจะถูกปรับเปลี่ยนให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดสมการของฟังก์ชั่นกระตุ้นมีความหลากหลาย และเหมาะสมกับงานที่หลากหลายทำให้โครงข่ายสามารถทำงานที่มีความซับซ้อนได้ดี โดยในแต่ละฟังก์ชั่นจะคำนวณหาค่าการกระตุ้นยกตัวอย่างเช่น แบบเชิงเส้น แบบสองขั้ว แบบไบนารี และแบบซิกมอยด์ โครงสร้างที่แสดงให้เห็นถึงรูปแบบการเชื่อมต่อกันระหว่างโหนดที่อยู่ภายในโครงข่ายประสาทเทียมมีอยู่ 2 แบบ ด้วยกัน ซึ่งโครงข่ายทั้ง 2 รูปแบบจะมีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่แตกต่างกัน และความเหมาะสมกับงานแต่ละประเภท

2.1.3.3 เน็ตเวิร์กแบบป้อนไปข้างหน้า (Feed-Forward Networks) โครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้าง และทิศทางการเคลื่อนของข้อมูลไปทางด้านหน้าเพียงอย่างเดียว ข้อมูลจะเข้าทางชั้นอินพุตผ่านชั้นซ่อน และออกไปทางชั้นเอาต์พุต การเชื่อมต่อกันของโหนดภายในโครงสร้างลักษณะนี้จะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างโหนดในชั้นปัจจุบันกับโหนดชั้นถัดไป ซึ่งการเชื่อมต่อของโครงข่ายในลักษณะดังต่อไปนี้จะไม่มีอยู่คือ การย้อนกลับการวนรอบโหนดในชั้นเดียวกัน และการข้ามโหนดในชั้นใดชั้นหนึ่งของโครงข่าย ซึ่งในการคำนวณหาผลลัพธ์ที่ต้องการนั้นจะคำนวณแบบง่าย โดยฟังก์ชั่นที่ใช้คำนวณค่าจะกำหนดค่าน้ำหนักที่ได้จากค่าข้อมูลอินพุตทั้งหมดไม่มีฟังก์ชั่นกระตุ้นอื่นเพิ่มเข้ามาคำนวณ ซึ่งค่าเอาต์พุตที่ออกมาจากโหนดในชั้นใดก็ตามในโครงข่ายจะไม่ส่งผลต่อค่าเอาต์พุตที่ออกมาจากโหนดที่อยู่ชั้นเดียวกัน

2.1.3.4 เน็ตเวิร์กแบบรีเคอร์เรนต์ (Recurrent Networks) โครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้าง ทิศทางการเคลื่อนที่ของข้อมูล และการคำนวณค่าของฟังก์ชั่นกระตุ้นที่แตกต่างจากโครงข่ายแบบทิศทางการป้อนไปข้างหน้า โครงข่ายแบบรีเคอร์เรนต์นั้นจะมีการเชื่อมต่อที่มีความหลากหลายไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อจากชันเอาต์พุตหรือชั้นซ่อนข้อมูลมายังโหนดในชั้นอินพุต ที่จะคำนวณ และปรับค่าการกระตุ้น ในการคำนวณค่ากระตุ้นจะคำนวณผ่านทางฟังก์ชั่นกระตุ้นข้อมูลที่ใช้ได้จากฟังก์ชั่นอินพุตที่ประกอบไปด้วย ค่าน้ำหนัก ค่าข้อมูลอินพุต และค่าสถานะภายในที่ได้จากการจัดเก็บระดับกล่าวจะทำให้ค่าการกระตุ้นมีความเปลี่ยนแปลงไปตามระดับของค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนไป และในการปรับค่าน้ำหนัก

นั้นจะกรับจนหระทั่งค่าน้ำหนักอยู่ในสถานะคงที่ โดยที่คุณสมบัติประการหนึ่งของโครงข่ายลักษณะนี้คือสามารถจำลองการทำงานหน่วยความจำระยะสั้นได้

2.1.3.5 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron)โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น ประกอยด้วยชั้นอินพุต (Input Layer) ชั้นซ่อน (Hidden Layer) และชั้นเอาต์พุต (Output Layer) โดยในแต่ละโหนดของแต่ละชั้นจะเชื่อมต่อกันทั้งหมด โดยการเรียนรู้ของโครงข่ายนั้นจะเรียนรู้จากกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง เพื่อสอนให้โครงข่ายเข้าใจและสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากกลุ่มข้อมูลตัวอย่างที่ใช้เรียนรู้ ในโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมจะประกอบด้วยโหนดที่ใช้ในการประมวลผลกระจายอยู่ในโครงสร้างแต่ละชั้น การประมวลผลของโครงข่ายประสาทเทียมจะอาศัยการส่งข้อมูลการทำงานผ่านโหนดในชั้นต่าง ๆ

2.1.3.6 วิธีการแพร่กระจายย้อนกลับ (Back-propagation Algorithm)วิธีการแพร่กระจายย้อนกลับเป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเพิ่มความเหมาะสมการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ เป็นกระบวนการปรับค่าน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียมที่เกิดค่าความผิดพลาดจากการคำนวณของโครงข่าย ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้ได้มาจากความแตกต่างระหว่างเอาต์พุตของโครงข่ายกับค่าเป้าหมาย โดยที่โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับจะปรับค่าน้ำหนักเพื่อลดค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างดังกล่าวให้มีค่าน้อยที่สุด เพื่อให้โครงข่ายสามารถทำนาย หรือคำนวณค่าของข้อมูลให้ได้ใกล้เคียงกับค่าเป้าหมาย ซึ่งโครงข่ายจะเรียนรู้ไปข้างหน้า และส่งความผิดพลาดย้อนกลับ เพื่อปรับค่าน้ำหนักกลับไปยังโหนดในชั้นข้างหน้าคือ คำนวณค่าความผิดพลาดจากชั้นเอาต์พุต กลับมาจนกระทั่งถึงชั้นอินพุต การเรียนรู้วิธีแพร่กระจายย้อนกลับจากการทำนายของโครงข่ายสำหรับแต่ละค่าตัวอย่างด้วยค่าที่แท้จริง แต่สำหรับค่าตัวอย่างการฝึกฝนนั้น น้ำหนักการเชื่อมต่อจะถูกปรับเปลี่ยนนี้เป็นการส่งค่าย้อนกลับจากชั้นเอาต์พุต ชั้นซ่อน และกลับจนกระทั่งถึงโหนดในชั้นอินพุต

2.1.4 การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

ในการหาความสัมพันธ์ของตัวแปรหนึ่งกับตัวแปรอื่น ๆ มักจะใช้เครื่องมือทางสถิติที่เรียกว่าการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ซึ่งเป้นกระบวนการทั้งหมดที่สร้างความสมการสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรขึ้นไป โดยที่ตัวแปรหนึ่งเป็นผลมาจากอีกตัวแปลหนึ่งหรือหลายตัวแปรก็ได้ โดยอาศัยข้อมูลจากการสุ่มตัวอย่างและการอนุมานอื่น ๆ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างยอดขายสินค้า (Y) กับค่าใช้จ่ายในการโฆษณา (X) หรือความสัมพันธ์ระหว่างเงินออม (Y) กับอัตราดอกเบี้ย (X) เป็นต้น

นั่นคือ $Y = f(X)$ ในกรณีที่มีเพียงตัวแปร 2 ตัว

หรือ $Y = f(X_1, X_2 K, X_n)$ ในกรณีที่มีตัวแปรอินพุต n ตัว

ในการวิเคราะห์การถดถอยสามารถแบ่งความสัมพันธ์ได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (Linear Relationship) และความสัมพันธ์ในรูปแบบที่ไม่ใช่เส้นตรง (Non-linear Relationship) ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงยังแบ่งออกได้เป็นความสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple Relationship) และความสัมพันธ์เชิงซ้อน (Multiple Relationship)

2.1.5 การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Analysis) เป็นการศึกษาเพื่อหาสมการซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y) 1 ตัวแปรกับตัวแปรอิสระ(X) 1 ตัวแปร โดยรูปแบบการถดถอยอย่างง่ายเชิงเส้นตรง (Linear Relationship Model) สามารถเขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

กำหนดให้

$\mathrm{X_1}$ คือ ค่าสังเกตตัวที่ iของตัวแปรอิสระ

Y_i คือ ค่าสังเกตตัวที่ iของตัวแปรตาม

β_0 คือ Y-intercept หรือจุดที่เส้นถดถอยตัดแกน Y

β_1 คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) เป็นค่าที่บอกถึงความเปลี่ยนแปลงของ Y เมื่อ X เปลี่ยนไป 1 หน่วย

ε_i คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม (Random Error)

สำหรับการประมาณการโดยการใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด หรือวิธีลีสท์สแควร์ (Least Squares Method) จะสามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ $\mathrm{B_0}$ และ $\mathrm{B_i}$ โดยใช้สมการปกติ (Normal Equation) ดังนี้

$$nb_0 + b_1 \sum X_i = \sum Y_i$$

$$\mathrm{b_0 \sum X_i + b_1 \sum X_i^2 = \sum X_i Y_i}$$

ทั้งนี้ จากการแก้สมการ จะสามารถคำนวณหา $\mathrm{b_0}$ และ$\mathrm{b_1}$ ที่ใช้เป็นตัวประมาณค่าพารามิเตอร์ β_0 และ β_1 ได้หรืออาจสามารถสร้างเป็นสูตรในการคำนวณได้ดังนี้

$$\mathrm{b_1 = \frac{\sum (X_i - \overline{X})(Y_i - \overline{Y})}{\sum (X_i - \overline{X})^2}}$$

$$b_0 = \overline{Y} - b_1\overline{X}$$

โดย b_0 หรือ Y-intercept เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าเมื่อ X เป็น 0 แล้ว Y จะมีค่าเป็นเท่าใด ถ้า b_0 เป็นบวก แสดงว่าเส้นถดถอยตัดแกน Y เหนือจุดเริ่มต้นแต่ถ้า b_0 เป็นลบแสดงว่าเส้นถดถอยตัดแกน Y ต่ำกว่าจุดเริ่มต้นb_1 หรือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) เป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าเมื่อ *X* เปลี่ยนไป *1* หน่วย จะทำให้ *Y* เปลี่ยนไปกี่หน่วย ถ้า *b_1* เป็นบวก แสดงว่า เมื่อ *X* เพิ่มขึ้นจะทำให้ *Y* เพิ่มขึ้น (*X* และ *Y* มีความสัมพันธ์ในทางตามกัน) แต่ถ้า *b_1* เป็นลบแสดงว่า เมื่อ *X* เพิ่มขึ้นจะทำให้ *Y* ลดลง (*X* และ *Y* มีความสัมพันธ์ในทางตรงข้าม)

โดยทั่วไปหากต้องการทราบว่าสมการถดถอยที่ประมาณขึ้นมามีความใกล้เคียงกับเส้นถดถอยที่แท้จริงในกลุ่มของข้อมูลมากน้อยเพียงใด ในการวัดความใกล้เคียงกับเส้นถดถอยที่แท้จริงส่วนมากจะใช้สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (*Coefficient of Determination)* หรือ *R^2* โดยสามารถคำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$R_2 = \frac{b_1[\sum XY - (\sum X)(\sum Y)/n]}{\sum Y^2 - (\sum Y)^2/n}$$

กำหนดให้ $0 \leq R^2 \geq 1$

ถ้า $R^2 = 1$ แสดงว่า ความผันแปรทั้งหมดใน Y เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของ X เพียงอย่างเดียว

ถ้า $R^2 = 0$ แสดงว่า ความผันแปรทั้งหมดใน Y ไม่ได้เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของ X แต่มาจากสาเหตุหรือปัจจัยอื่น

ถ้า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 หรือ 100% จะทำให้การใช้ ค่าของ X ไปช่วยคาดคะเน หรือทำนายค่าของ Y มีความแม่นยำมากขึ้น

นอกจากนี้สามารถใช้การทดสอบเอฟ (F-test-Analysis of Variance) ในการทดสอบว่าตัวแบบสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ ส่วนการใช้การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) สามารถนำไปทดสอบว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างตัวแปรตาม กับตัวแปรอิสระ 1 ตัวหรือมากกว่า 1 ตัวได้

2.1.6 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Multiple Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์อิทธิพลของตัวแปรอิสระตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไปที่มีผลต่อตัวแปรตาม โดยมีแบบจำลองดังนี้

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ \ldots + \beta_n X_n + \varepsilon_i$$

ในการคำนวณเส้นถดถอยเชิงซ้อนในกรณีที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า 2 ตัวนั้นจะทำได้ยาก เนื่องจากความซับซ้อนของสมการ แต่เราสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการหาค่าตัวแปรต่าง ๆ ได้ เช่น การประมาณเส้นถดถอยโดยใช้สมการปกติ (Normal Equations) การประมาณเส้นถดถอยโดยใช้เมตริกซ์ (Matrix) เรวัตร ธรรมาอภิรมย์ (2543)

2.1.7 แบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี (Model Tree : M5P)

แบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พีเป็นต้นไม้ที่ใช้ทำนายผลข้อมูลที่เป็นตัวเลข ซึ่งพัฒนามาจากต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) แต่จะมีความแตกต่างกัน ในขั้นตอนการเลือกโหนดในแต่ละชั้นของต้นไม้ และค่าคุณลักษณะเอาต์พุตเป็นค่าตัวเลข แต่ค่าคุณลักษณะอินพุตนั้นจะเป็นไปได้ทั้งค่าต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง นอกจากนี้ที่โหนดใบ (Leaf Node) ของต้นไม้จะมีแบบจำลองเชิงเส้นที่ใช้ทำนายกลุ่มของข้อมูลที่เป็นค่าตัวเลข ในการทำนายค่าของกลุ่มข้อมูลจะวิเคราะห์ข้อมูลจากโนหดราก (Root Node) ลงมาจนกระทั่งถึงโหนดใบที่จะได้ค่าคุณลักษณะในการตัดสินใจเลือกเส้นทางจากโหนดแต่ละชั้น

2.1.7.1 การจัดกลุ่มค่าคุณลักษณะ (Building Tree)ขั้นตอนการจัดกลุ่มข้อมูลจากค่าคุณลักษณะนั้นทำก่อนที่จะนำกลุ่มข้อมูลมาสร้างแบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พี โดยที่ค่าคุณลักษณะทั้งหมดจะถูกจัดกลุ่มเป็นคู่ตามค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล และค่าคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกันซึ่งค่าดังกล่าวเป็นค่าตัวเลขที่ได้มาจากการคำนวณหาค่าการเรียนรู้ และเรียงลำดับตามค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยกลุ่มข้อมูลด้วยค่าคุณลักษณะนี้เป็นขั้นตอนเรียงลำดับของข้อมูลที่ถูกเลือกในแต่ละโหนด อย่างไรก็ตามค่าคุณรบกวน (Noise) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อใดก็ตามที่จำนวนข้อมูลมีน้อยหรือค่าคุณลักษณะทีไม่ครอบคลุมกลุ่มข้อมูล

2.1.7.2 การสร้างต้นไม้ (Building Tree)การสร้างแบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พีนั้นจะสร้างคล้ายคลึงกับต้นไม้ตัดสินใจ แต่จะแตกต่างกันคือ แทนที่จะเลือกโหนดจากค่าสูงสุด แต่ใช้การแบ่งที่จะช่วยลดการผันแปรของกลุ่มข้อมูลในแต่ละกิ่ง (Branch) ของต้นไม้ให้มากที่สุด ต่อมาพิจารณาตัดเล็มต้นไม้จากแต่ละโหนดใบการตัดเล็มนั้นจะแตกต่างจากต้นไม้ตัดสินใจคือเมื่อตัดเล็มต้นไม้ในโหนดที่อยู่ชั้นบนจะต้องพิจารณาแทนที่โหนดที่ตัดออกด้วยระนาบถดถอยแทนที่จะเป็นค่าคงที่ และค่าคุณลักษณะจะใช้ในการตัดสินใจขยายโหนดออกจาโหนดนั้น ๆ การแบ่งโหนดในรูปแบบดังกล่าวช่วยแก้ไขปัญหาความเบี่ยงเบนของกลุ่มข้อมูล ซึ่งจะวัดค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในแต่ละโหนด และคำนวณหาการลดลงของค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นมาด้วยค่าคุณลักษณะในแต่ละโหนด โดยที่ค่าคุณลักษณะใดทำให้ค่าความผิดพลาดลดลงมากที่สุดจะถูกนำมาใช้ในโหนดนั้น ซึ่งสามารถคำนวณโดยใช้สมการค่าเบี่ยงเบน (Standard deviation reduction,*น.* SDR) ดังต่อไปนี้

$$SDR = sd(T) - \sum_i \frac{|T_i|}{|T|} \times sd(T_i)$$

โดยกำหนดให้ $T_1, \mathrm{T}_2 \ldots$ คือ กลุ่มข้อมูลได้จากการแบ่งโหนดตามค่าคุณลักษณะ กระบวนการแบ่งโหนดของต้นไม้นั้นจะสิ้นสุดก็ต่อเมื่อค่าของกลุ่มข้อมูลนั้นคงที่คือ จนกระทั่งแบ่งไปจนถึงโหนดที่มีความเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ๆ ดังนั้นค่าเบี่ยงเบนเป็นเพียงตัวแปรตัวหนึ่งในค่าเปลี่ยนแปลงเริ่มต้นของกลุ่มข้อมูล

2.1.7.3 การตัดเล็มต้นไม้ (Pruning Tree) แบบจำลองเชิงเส้นนั้นอยู่ในแต่ละโหนดของต้นไม้ไม่เพียงจะใช้ในขั้นตอนการปรับให้เรียบ (Smoothing Process) ที่จะทำก่อนตัดเล็มต้นไม้โดยที่แบบจำลองจะถูกคำนวณในแต่ละโหนดของต้นไม้ที่จะถูกตัดตามสมการที่แสดงให้เห็นข้างต้น

$$\mathrm{w}_0 + \mathrm{w}_1\alpha_\mathrm{i} + \mathrm{w}_2\alpha_2 + K + \mathrm{w}_\mathrm{k}\alpha_\mathrm{k}$$

กำหนดให้

$\alpha_1, \alpha_2, K, \alpha_k$ คือ ค่าคุณลักษณะ

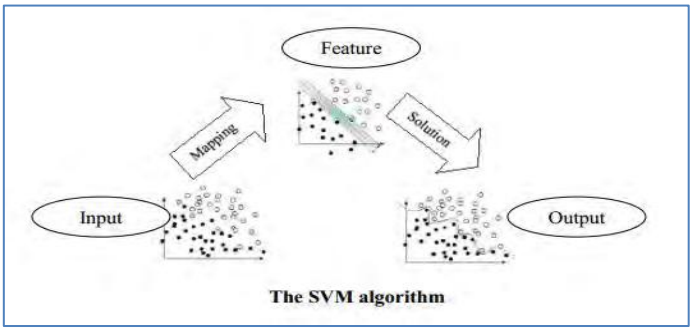
$w_1, \mathrm{w}_2, \mathrm{K}, \mathrm{w}_\mathrm{k}$ คือ ค่าน้ำหนัก

อย่างไรก็ตามค่าคุณลักษณะที่ใช้ทดสอบส่วนย่อยของต้นไม้จะถูกใช้ในสมการถดถอย เพราะว่าค่าคุณลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อการทำนายค่าข้อมูล ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนของกลุ่มข้อมูลที่ใช้ทดสอบในแต่ละโหนด ในขั้นตอนการตัดเล็มต้นไม้จะประมาณค่าความผิดพลาดในแต่ละโหนดของกลุ่มข้อมูลที่นำมาทดสอบ ในขั้นแรกคำนวณค่าเฉลี่ยความแตกต่างระหว่างค่าที่ทำนายได้กับค่าข้อมูลจริง ซึ่งค่าที่ทำนายได้จากการเรียนรู้ข้อมูลของกลุ่มข้อมูลเรียนรู้ในแต่ละโหนด โดยที่แบบจำลองต้นไม้เอ็มไฟว์พีจะสร้างต้นไม้ตามกลุ่มข้อมูลเรียนรู้แต่ละชุด ค่าเฉลี่ยนี้จะประเมินค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นต่ำกว่าที่เป็นจริง ในกรณีข้อมูลไม่เคยพบมาก่อนจึงได้แทนข้อมูลดังกล่าวด้วยการคูณ (n+v)/(n-v) เมื่อ n คือ จำนวนของตัวอย่างการเรียนรู้ในแต่ละโหนด และ v คือ จำนวนของตัวแปรในแบบจำลองเชิงเส้นที่ได้จากค่าของกลุ่มข้อมูลในแต่ละโหนด การประมาณค่าความผิดพลาดของแบบจำลองเชิงเส้นโหนดคือ การเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดที่คาดหวังไว้จากส่วนย่อยของต้นไม้เพื่อคำนวณค่าความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นต่อมาในภายหลัง ซึ่งจะใช้ค่าน้ำหนักในกิ่งของต้นไม้

2.1.8 เทคนิคซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนส์ (SVM)

เป็นสมการที่ใช้ในการจำแนกค่าคุณลักษณะของสองกลุ่มที่วางตัวอยู่ในพื้นที่คุณลักษณะ (Feature Space) ออกจากกันโดยจะสร้างเส้นแบ่ง (Plane) ที่เป็นเส้นตรงขึ้นมา และเพื่อให้ทราบว่าเส้นตรงที่แบ่งสองกลุ่มออกจากกันนั้น เส้นตรงใดเป็นเส้นตรงที่ดีที่สุดโดยเส้นตรงนั้นก็จะถูกเพิ่มเส้นขอบ (Margin) ออกไปทั้งสองข้าง โดยเส้นขอบที่เพิ่มนั้น จะขนานกับเส้นเดิมเสมอ เส้นขอบที่เพิ่มมานี้จะขยายออกไปจนกว่าจะสัมผัสกับค่าของกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้ที่สุดในโลกความเป็นจริงนั้น ข้อมูลสองกลุ่มไม่ได้วางตัวในพื้นที่คุณลักษณะ เป็นเพียงสองกลุ่มและแบ่งได้โดยเส้นตรงแต่ข้อมูล

อาจจะจับกลุ่มกันในตำแหน่งต่าง ๆ ดังนั้น จึงเป็นปัญหาทำให้ไม่สามารถที่จะใช้สมการซัพพอร์ตเวคเตอร์แมชชีนส์แบบเชิงเส้นได้ ดังนั้น จะต้องมีเครื่องมือมาช่วยให้ข้อมูลเหล่านั้นเรียงตัวเสียใหม่ในพื้นที่ ที่เรียกว่า พื้นที่หลากมิติ (Higher Dimensional Space) ซัพพอร์ตเว็กเตอร์แมชชีนเป็นตัวแบบที่ใช้ในการแยกแยะข้อมูล โดย SVM จะทำการแบ่งชั้นของข้อมูลด้วยระนาบหลายมิติ จากข้อมูล 2 กลุ่มชุดข้อมูล โดยตัวแบบของ SVM มีเกี่ยวข้องกับโครงข่ายประสาทเทียม ตัวแบบของ SVM ใช้ Sigmoid Kernel Function ซึ่งมีค่าเท่ากันทั้ง 2 ชั้น (Layer) ตัวแบบของ SVM มีความคล้ายคลึงกับเพอร์เซฟตรอน (Perception) ซึ่งเป็นข่ายงานประสาทเทียมแบบง่ายมีหน่วยเดียวที่ทำลักษณะของเซลล์ประสาทด้วยการใช้ Kernel Function ซึ่ง SVM จะใช้ข้อมูลของคุณสมบัติและตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงใช้ในการกำหนดระนาบหลายมิติ เรียกว่า โครงสร้าง (Feature) ส่วนการเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุดเรียกว่าโครงสร้างในการคัดเลือก (Feature Selection)จำนวนเซตของโครงสร้างที่ใช้อธิบายในกรณีหนึ่ง (เช่น แถวของการค่าคาดการณ์) เรียกว่าเวกเตอร์ (Vector) ดังนั้นจุดมุ่งหมายของตัวแบบ SVM คือการประโยชน์สูงสุดจากระนาบหลายมิติ ที่แบ่งแยกกลุ่มของเวกเตอร์ที่ถูกเรียกว่าการหาเส้นแบ่ง Hyper-Planes ซึ่งใช้แบ่งข้อมูลสองคลาสเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีโดยพิจารณาจากสมการเส้นตรงHyper Planes และ SVMs จะทำการค้นหาเวกเตอร์ที่อยู่ใกล้เส้นแบ่ง Hyper Planes เรียกว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์ (Support Vectors) (R. O. Duda, 1973) แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 หลักการทำงานของ Support Vectors ปรับปรุงจาก *Pattern Classification Scene Analysis.* โดย R.O. Duda and P.E Hart, 1993, New York : Wiley.

ฟังก์ชันเคอร์เนล (Kernel Function)ในกรณีการจัดแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้ระนาดแบบไม่เป็นเส้นตรง ซัพพอร์ตเว็กเตอร์แมชชีนจะอาศัยหลักการของการแปลงข้อมูล จากพื้นที่ข้อมูลนำเข้า (Input Space)ให้เป็นพื้นที่คุณลักษณะ (Feature Space)ที่มีมิติสูงขึ้น แสดงให้เห็นถึง แนวคิดของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ซึ่งทำการแปลงข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้แบบไม่เชิงเส้น ไปเป็นขนาดพื้นที่คุณลักษณะที่ใหญ่ขึ้นผ่านฟังก์ชันเคอร์เนล (Kernel Function :Φ) และสร้างระนาบซึ่งแบ่งข้อมูลสองกลุ่มได้ดีที่สุด ทำให้เกิดเป็นขอบเขตการตัดสินใจ(Decision Surface)แบบไม่เชิงเส้นในพื้นที่ข้อมูลนำเข้าใน

ขณะที่ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบเชิงเส้นจะสร้างระนาบในพื้นที่คุณลักษณะที่ใหญ่ขึ้นภายใต้ทฤษฎีของ Mercer (Courant and Hilbert, 1953) ต้องการการคำนวณที่สิ้นเปลืองในส่วนของตัวอย่างเพื่อให้ได้ขนาดพื้นที่คุณลักษณะที่ใหญ่ขึ้น ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยการใช้ฟังก์ชั่น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจเช่นเดียวกัน ซึ่งการใช้ฟังก์ชันจะทำให้สามารถคำนวณระนาบได้โดยไม่ต้องอาศัยการแปลงไปเป็นพื้นที่คุณลักษณะ

ฟังก์ชันเคอร์เนล$K(x_i, x_j)$ เป็นฟังก์ชันที่แก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขของ Mercer's ซึ่งมีค่าเท่ากับการคูณกันของสองเวกเตอร์ x_i, x_j ในพื้นที่คุณลักษณะ $\mathbf{\Phi}(x_i)$ และ $\mathbf{\Phi}(x_j)$

$$K(x_i, x_j) = \mathbf{\Phi}(x_i) * \mathbf{\Phi}(x_j) \qquad (2.1)$$

โดยที่ คือ ฟังก์ชันการแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear Projection Function) ซึ่งฟังก์ชันเคอร์เนลหลายตัวได้ถูกนำมาใช้กับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบไม่เป็นเชิงเส้นฟังก์ชันเคอร์เนลที่แตกต่างกันของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสามารถนำมาซึ่งวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งตัวอย่างของฟังก์ชันเคอร์เนล มีดังนี้ (Cao, 2005)

1. โพลิโนเมียลเคอร์เนล (Polynomial Kernel)

$$K(x_i, x_j) = [(x_i, x_j) + 1]^d \qquad (2.2)$$

2. เกาเซียนเรเดียลเบสิสฟังก์ชัน (Gaussian Radial Basis Function)

$$K(x_i, x_j) = \exp \left| \frac{|x_i + x_j|^2}{2\sigma^2} \right| \qquad (2.3)$$

3. แทนเจนต์เคอร์เนล (Tangent Kernel)

$$K(x_i, x_j) = \tanh (v (x_i * x_j) + c) \qquad (2.4)$$

จากเอกสารที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการพยากรณ์ หมายถึงการคาดการณ์เกี่ยวกับลักษณะหรือแนวโน้มของสิ่งที่สนใจที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อใช้เป็นสารสนเทศประกอบการตัดสินใจซึ่งการพยากรณ์จะต้องดำเนินการเป็นส่วนแรกสุดที่จะต้องทำก่อนการวางแผน หรือการเตรียมการที่จะเริ่มทำอะไรเพื่อความถูกต้องและแม่นยำในการตัดสินใจ การพยากรณ์สามารถแบ่งตามระยะเวลาได้ 3 ประเภทคือ การพยากรณ์ในระยะสั้น การพยากรณ์ระยะกลาง และการพยากรณ์ระยะยาว ในการ

พยากรณ์ มีเทคนิคของการพยากรณ์ประกอบด้วย การพยากรณ์เชิงปริมาณ เป็นการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลหรือตัวเลขจากอดีตและพยากรณ์ไปในอนาคต และ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ เป็นกลุ่มของวิธีการพยากรณ์ที่อาศัยข้อมูลและวิธีการเชิงคุณภาพ ใช้กับลักษณะของปัญหาที่ไม่มีข้อมูลย้อนหลังหรือมีข้อมูลไม่มากพอ มาใช้สร้างตัวแบบ

2.1.9 เทคนิควิธีตัวจำแนกป่าแบบสุ่ม (Random Forest) เป็นวิธีที่เปนอัลกอริทึมที่เสนอโดย Breiman (2001) ปาของตนไมตัดสินใจประกอบไปดวยตนไมตัดสินใจจำนวนหลายตนแตละตนเปนอิสระตอกัน ในการทำนายเอาตพุตจะเริ่มตนจากนำอินพุตใสลงไปในตนไมตัดสินใจแตละตน โดยตนไมแตละตนจะทำการจำแนกประเภทหรือทำนายเอาตพุตออกมา หลังจากนั้นเอาตพุตสุดทายจะไดมาจากการโหวตของตนไมตัดสินใจแตละตน โดยเลือกคาที่ไดรับการโหวตมากที่สุด อัลกอริทึมในการสรางปาของตนไมตดสินใจตนไมตัดสินใจแตละตนในปาของตนไมตัดสินใจจะถูกสรางดวยอัลกอริทึม ตอไปนี้

2.1.9.1 จำนวนแถวขอมูลที่ใชในการเรียนรูจำนวนแถว และจำนวนตัวแปรอินพุตคือ M

2.1.9.2 เลือกแถวขอมูลสำหรับเรียนรูโดยใชวิธีสุมแบบใสคืน (Sampling With Replacement)จำนวน 2 ใน 3 จากแถวขอมูลทั้งหมด เพื่อนำไปใชในการสรางตนไมตัดสินใจ สวนแถวขอมูลที่เหลืออีก 1 ใน 3 (ขอมูลOut-of-Bag) จะใชในการประมาณความผิดพลาดของตนไมโดยนำมาใชทำนายเพื่อดูความถูกตอง

2.1.9.3 m_{try} คือจำนวนตัวแปรอินพุตที่ถูกเลือกแบบสุมมาจาก M และนำมาใชในการสรางโหนดของตนไมตัดสินใจโดยแตละโหนดของตนไมตัดสินใจไดมาจากการหาตัวแปรที่สามารถแยกกลุมไดดีที่สุด และคา m_{try}นี้จะคงที่ตลอดระหวางการสรางปาของตนไมตัดสินใจ ยกตัวอยางเชน ถามีตัวแปรอินพุตทั้งหมด 10 ตัวถาคา m คือ 5 ใหทำการสุมเลือกตัวแปรอินพุตมา 5 ตัว และนำตัวแปร 5 ตัวนี้มาทำการหาวาตัวแปรตัวใดสามารถทำการจำแนกประเภทไดดีที่สุดก็จะใชโหนดนั้นเปนโหนดของตนไมตัดสินใจจากนั้นในการหาโหนดถัดไปก็จะทำการสุมตัวแปรขึ้นมาอีก 5 ตัวจากตัวแปรที่เหลือและหาตัวแปรที่สามารถทำการจำแนกไดดีที่สุด ทำจนกระทั่งครบตัวแปรทุกตัว

2.1.9.4 ปลอยใหตนไมแตละตนโตเต็มที่เท่าที่จะเปนไปไดโดยไมทำการตัดเล็ม

2.2 หลักการแนวคิดเหมืองข้อมูล

2.2.1 ความหมายของเหมืองข้อมูล

มีผู้ให้ความหมายของเหมืองข้อมูล หรือ การทำเหมืองข้อมูลไว้เป็นจำนวนมาก ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมความหมายหรือคำนิยามจากแหล่งต่างๆ ไว้ดังนี้

ณัฐริน เจริญเกียรติบวร (2549,น.17) กล่าวว่า เหมืองข้อมูลหมายถึง ขบวนการของการกลั่นกรองสารสนเทศที่ซ่อนอยู่ในฐานะข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อใช้ในการทำนานแนวโน้ม และ พฤติกรรมโดยอาศัย ข้อมูลในอดีต และเพื่อใช้ สารสนเทศเหล่านี้ในการสนับสนุนการตัดสินใจทางธุรกิจ

สุชาดา กีระนันทน์ (2552 ,น. 2) ได้ให้คามหมายของ เหมืองข้อมูล คือกระบวนการค้นหาสารสนเทศหรือข้อความรู้ที่อยู่ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน เพื่อนำข้อความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ สารสนเทศที่ได้อาจนำมาสร้างการพยากรณ์หรือสร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกหน่อยหรือกลุ่ม หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่อยงาน หรือให้ข้อสรุปของ สาระในฐานข้อมูล การทำเหมืองข้อมูลประกอบขึ้นด้วยการนำกระบวนการทางสถิติและการเรียนผ่านระบบ คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างตัวแบบ กฎเกณฑ์รูปแบบการพยากรณ์และข้อความรู้จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยการทำเหมืองข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินหลายขั้นตอน ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคหรือวิธีการต่างๆ เช่น วิธีการจัด กลุ่ม การค้นหาความสัมพันธ์ การพยากรณ์ เป็นต้น การดำเนินงานมักอยู่ในลักษณะของการสร้างตัวแบบ (Modeling) ที่อธิบายความเป็นไปหรือสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว หรือที่เรา ทราบคำตอบ แล้วนำตัวแบบนี้ มาใช้อธิบายสถานการณ์ ไม่เกิดขึ้น หรือที่ไม่ทราบคำตอบ ตัวแบบเหล่านี้อาจเป็นตัวแบบที่เรียบงานไปจน ถึงตัวแบบที่ยุ่งยากซับซ้อนและอาจใช้ผสมผสานแนวคิดหรือเครื่องมือต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะสามารถสกัดข้อความรู้ที่อยู่ในข้อมูลขนาดใหญ่ได้โดยใช้เทคโนโลยีคลังข้อมูล (Data Warehouse) เข้าช่วยในการ จัดการข้อมูลเพื่อนเพิ่มประสิทธิภาพของการทำเหมืองข้อมูล ดังนั้น ฐานข้อมูล ขนาดใหญ่ที่มีข้อมูลคุณภาพดี เทคโนโลยีการทำเหมืองข้อมูลจะช่วยในการค้นหรือแสงหาโอกาสทางธุรกิจใหม่ โดยการทำเหมืองข้อมูลจะ ก่อให้เกิดกระบวนการอัตโนมัติในการค้นพบสารสนเทศหรือข้อความรู้ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ด้วยการใช้วิธีการ เช่น การพยากรณ์แนวโน้มและพฤติกรรมการบริโภคแบบอัตโนมัติ หรือเกิดกระบวนการอัตโนมัติในการ ค้นพบรู้แบบที่ไม่เคยรู้จักมาก่อนด้วยการใช้วิธีการค้นหาไปในรายละเอียดของฐานข้อมูลเพื่อหารูปแบบแผนที่ ซ่อนอยู่ในฐานข้อมูลนั้น

เอกสารประกอบรายวิชาการจัดการฐานข้อมูล มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2552,น. 122) ได้ให้ความหมายของเหมืองข้อมูล ไว้ว่า ชุดซอฟแวร์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ถูกออกแบบมา เพื่อระบบสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ ซึ่งเป็นซอฟแวร์สมบูรณ์ทั้งเรื่องการค้นหา การทำรายงาน และโปรแกรมการจัดการ หรือระบบข้อมูลสำหรับ การตัดสินใจในการบริหาร ซึ่งเป็นเครื่องมือใหม่ที่สามารถค้นหา

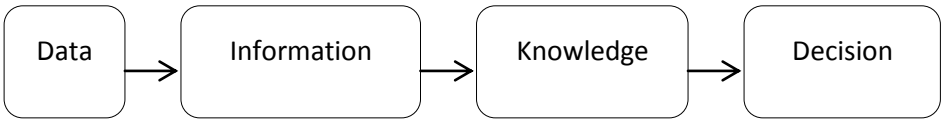
ข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่หรือข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการบริหาร ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าของฐานข้อมูลที่มีอยู่

เอกสารประกอบรายวิชาการจัดการข้อมูล มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2552, น. 122-123) เหมืองข้อมูล คือชุดซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อระบบสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่สมบูรณ์ทั้งเรื่องการค้นหา การทำรายงาน และโปรแกรมการจัดการที่เรียกว่า Executive Information System (EIS) หรือรับข้อมูลสำหรับการตัดสินใจในการบริหาร ซึ่งเป็นเครื่องมือชิ้นใหม่ที่สามารถค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ หรือข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการบริหาร ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับฐานข้อมูลที่มีอยู่

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร (2553,น. 25) กล่าวว่า เหมืองข้อมูลเป็นกระบวนการของการกลั่นกรองสารสนเทศ (Information) ที่ซ่อนอยู่ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อใช้ในการทำนายแนวโน้มและพฤติกรรม โดยอาศัยข้อมูลในอดีต และเพื่อใช้สารสนเทศเหล่านี้ในการสนับสนุนการตัดสินใจทางธุรกิจ

วิชญ์ศุทธ์ เมาระพงษ์ (2554 ,น. 10) กล่าวว่า การทำเหมืองข้อมูล หมายถึง ขบวนการทำงาน(Process) ที่สกัดข้อมูล (Extract Data) ออกจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (Large Information) เพื่อให้ได้สารสนเทศ (Useful Information) บางมุมที่เรายังไม่รู้ (Unknown Data) โดยเป็นสารสนเทศที่มีเหตุผล (Valid) และสามารถนำไปใช้ได้ (Actionable) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการที่จะช่วยตัดสินใจในการทำธุรกิจ

วิชญ์ศุทธ์ เมาระพงศ์ (2554,น. 10) จากความหมายของเหมืองข้อมูล หรือการทำเหมืองข้อมูลที่ได้ศึกษาและรวบรวมสามารถกล่าวได้ว่า เหมืองข้อมูล หรือการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือกระบวนการสกัด หรือค้นหาสารสนเทศ เพื่อให้ได้ความรู้ หรือสารสนเทศบางมุมที่ซ่อนเร้นอยู่ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่โดยอาศัยข้อมูลในอดีตเป็นจำนวนมาก เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปช่วยในการวิเคราะห์และประกอบการตัดสินใจของผู้บริหารในธุรกิจด้านต่าง ๆ แสดงดังภาพ 2.3



ภาพที่ 2.3 ลำดับการทำงานของเหมืองข้อมูล ปรับปรุงจาก พัฒนาองค์การอย่างยั่งยืนด้วย KM , *วารสาร TPA NEWS.* 46 (182), โดย วิชญ์ศุทธ์ เมาระพงศ์, 2554.

ยุทธพงษ์ ปลื้มภิรมย์ (2554,น. 1-2) เหมืองข้อมูลคือ Application สำหรับการวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานในระบบสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ เป็น Softwareที่มีความสมบูรณ์ทั้งในเรื่องการค้นหา การสร้างรายงาน และการจัดการ ซึ่งคล้ายกับระบบ Executive Information System (EIS) หรือระบบข้อมูลสำหรับการตัดสินใจของผู้บริหาร ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ หรือข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการบริหาร เป็นเพิ่มคุณค่าให้กับฐานข้อมูลที่มีอยู่

สุชาดา วีระนันทน์ (2554,น. 2) การทำเหมืองข้อมูล คือกระบวนการค้นหาสารสนเทศหรือข้อความรู้ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน เพื่อนำข้อความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ สารสนเทศที่ได้อาจนำมาสร้างการพยากรณ์ หรือสร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกหน่วยหรือกลุ่ม หรือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยต่างๆหรือให้ข้อสรุปของสาระในฐานข้อมูล หารทำเหมืองข้อมูลประกอบขึ้นด้วยการนำกระบวนการทางสถิติและการเรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อสร้างตัวแบบ กฎเกณฑ์ รูปแบบ การพยากรณ์และข้อความรู้จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โดยการทำเหมืองข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินงานหลายขั้นตอนซึ่งต้องอาศัยเทคนิคหรือวิธีการต่างๆ เช่น วิธีการจัดกลุ่ม การค้นหาความสัมพันธ์ การพยากรณ์ เป็นต้น

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ เหมืองข้อมูลคือการค้นหาความสัมพันธ์และรูปแบบทั้งหมด ซึ่งมีอยู่จริงในฐานข้อมูล แต่ได้ถูก ซ่อนไว้ภายในข้อมูลจำนวนมาก โดยเหมืองข้อมูลจะเหมาะสมกับการ แก้ปัญหาบางชนิดเท่านั้น เช่น ปัญหาที่ต้องใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล โดย เหมืองข้อมูลมีเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาอยู่หลายเทคนิค ซึ่งจะไม่มีเทคนิคใดเลยที่สามารถแก้ปัญหาของเหมืองข้อมูลได้ทุกปัญหา ดังนั้นความหลากหลายของเทคนิคเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด ของเหมืองข้อมูล

2.2.2 ประเภทของเหมืองข้อมูล

อดุล ยิ้มงาม (2554,น.19) ประเภทของข้อมูลที่ใช้ในกระบวนการเหมืองข้อมูล Relational Database เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของตาราง โดยในแต่ละตารางจะประกอบไปด้วยแถมและคอลัมน์ ความสัมพันธ์ข้อมูลทั้งหมดสามารถแสดงได้โดย Entity-Relationship (Er) Model Data Warehouses เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งมาเก็บไว้ในรูปแบบเดียวกันและรวบรวมไว้ในที่ ๆ เดียวกันTransactional Database ประกอบด้วยข้อมูลที่แต่ละ Transaction แทนด้วยเหตุการณ์ในขณะใดขณะหนึ่ง เช่น ใบเสร็จรับเงิน จะเก็บข้อมูลในรูปชื่อลูกค้าและรายการสินค้าที่ลูกค้ารายนั้นซื้อ เป็นต้นAdvanced Database เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบอื่นๆ เช่น ข้อมูลแบบ Object-Oriented ข้อมูลที่เป็น Text File ข้อมูลมัลติมิเดีย ข้อมูลในรูปของ Web เป็นต้น

2.2.3 ความสำคัญของเหมืองข้อมูล

2.2.3.1 ข้อมูลที่ถูกเก็บไว้เป็นหลักฐานหากเก็บไว้เฉย ๆ ก็จะไม่เกิดประโยชน์ดังนั้นจึงต้องมีการสกัดสารสนเทศไปใช้

2.2.3.2 การสกัดสารสนเทศ หมายถึง การคัดเลือกข้อมูลออกมาใช้งานในส่วนที่เราต้องการ ในอดีตเราใช้คนเป็นผู้สืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ในฐานข้อมูลซึ่งผู้สืบค้นข้อมูลจะทำการสร้างเงื่อนไขขึ้นมาตามภูมิปัญญาของผู้สืบค้นข้อมูล

2.2.3.3 ในปัจจุบันการวิเคราะห์ข้อมูลจากฐานข้อมูลเดียวอาจไม่ให้ความรู้เพียงพอและลึกซึ้งสำหรับการดำเนินงานภายใต้ภาวะที่มีการแข่งขันสูงและมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วจึงจำเป็นที่จะต้องรวบรวมฐานข้อมูลหลาย ๆ ฐานข้อมูลเข้าด้วยกัน เรียกว่า “คลังข้อมูล” (Data Warehouse) (อุมาพร กีรติบัญชร, 2550,น. 9)

ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องใช้ เหมืองข้อมูลในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่เพื่อที่จำนำข้อมูลนั้นมาใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงที่สุด

2.2.4 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล

ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลในการทำเหมืองข้อมูลนั้นมีลำดับขั้นตอนและสามารถ สรุปได้ดังต่อไปนี้

2.2.4.1 การคัดลอกข้อมูล (Data Selection) เป็นการระบุถึงแหล่งข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการทำเหมืองข้อมูล

2.2.4.2 การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing) ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลโดยการแยกข้อมูลที่ไม่มีค่าข้อมูลที่ทำการบันทึกผิด ข้อมูลที่มีความซ้ำซ้อน หรือไม่สอดคล้องกันออกไป และทำการรวบรวม ข้อมูลที่ต้องการที่มาจากหลายๆ ฐานข้อมูลจุดประสงค์ก็เพื่อทำให้มั่นใจว่าคุณภาพของข้อมูลที่ถูกเลือกนั้นเหมาะสม

2.2.4.3 การแปลงรูปแบบข้อมูล (Data Transformation) เป็นการแปลงข้อมูลที่เลือกมาให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้วิเคราะห์ ตามอัลกอริทึม Algorithm ที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูลต่อไป

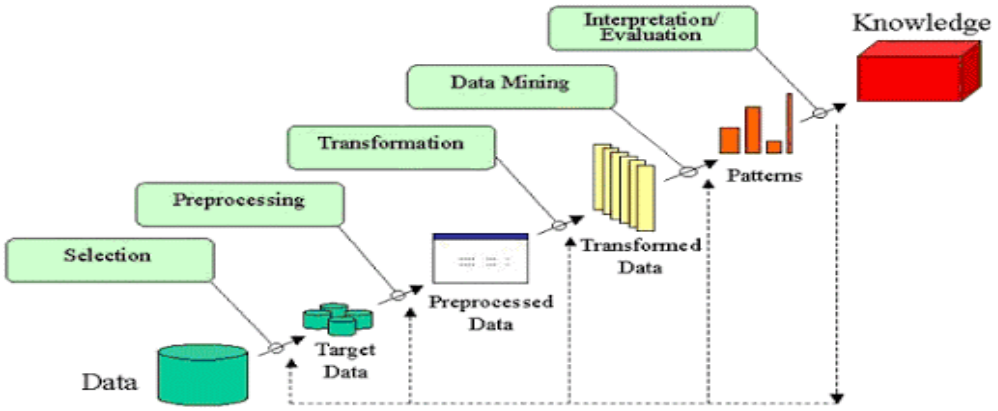
2.2.5 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การใช้เทคนิคภายในการทำเหมืองข้อมูล โดยทั่วไปประเภทของงานตามลักษณะของแบบจำลองที่ใช้ในการทำเหมืองข้อมูลนั้น สามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.2.5.1 แบบจำลองเชิงทำนาย (Predictive Data Mining) คือ เป็นการคาดคะเนลักษณะหรือประมาณค่าที่ชัดเจนของข้อมูลที่จะเกิดขึ้น โดยใช้พื้นฐานจากข้อมูลที่ผ่านมาในอดีต

2.2.5.1 แบบจำลองเชิงพรรณนา (Descriptive Data Mining) คือ เป็นการหาแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะบางอย่างของข้อมูลที่มีอยู่

2.2.5.1 การแปลงผลและประเมินผลลัพธ์ที่ได้ (Interpretation and Evaluation) เป็นขั้นตอนการแปลความหมายและการประเมินผลลัพธ์ที่ได้ว่ามีความเหมาะสม หรือตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่โดยทั่วไปควรมีการแสดงผลในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนทำเหมืองข้อมูล ปรับปรุงจาก *ผลสัมฤทธิ์ของสื่อการเรียนรู้แบบ. Game Based Learning The Study of. Effectiveness of Game Based Learning. Approach*. สารนิพนธ์สาขาการพัฒนา. โดย อุมาพร กีรติบัญชร.2550. การศึกษาการทำเหมือง. สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี. สารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและ. เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยศิลปากร.

2.2.6 เทคนิคของเหมืองข้อมูล

2.2.6.1 งานของเหมืองข้อมูล

ในทางปฏิบัติจริง Data mining จะประสบความสำเร็จกับงานบางกลุ่มเท่านั้น และต้องอยู่ภายใต้ภาวะที่จำกัดปัญหาเหมาะสมกับการใช้เทคนิค ซึ่งลักษณะงานของ Data Mining สามารถจัดรูปแบบของธุรกิจได้ 6 งานดังนี้

1) การจัดหมวดหมู่ (Classification) ถือว่าเป็นงานธรรมดาทั่วไป เพราะการทำความเข้าใจ การติดต่อสื่อสารต่างๆว่าเกี่ยวข้องกับการจัดหมวดหมู่ทั้งสิ้น การจัดหมวดหมู่ประกอบด้วยการสำรวจจุดเด่นของวัตถุที่ปรากฏออกมา และกำหนดจุดเด่นนั้นเป็นตัวที่ใช้แบ่ง หมวดหมู่ซึ่งในงานนี้จะมีการ วงบอกลักษณะและ (Training Set) ของตัวอย่างในแต่ละหมวดหมู่

2) การประเมินค่า (Estimation) เป็นการที่เราป้อนข้อมูลสิ่งที่เรามีอยู่เข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานการประเมินสิ่งต่างๆที่จะก่อให้เกิดประโยชน์หรือสำหรับตัวแปรที่เราไม่รู้ค่าแน่นอน การประเมินค่าจะถูกใช้ในการแบ่งหมวดหมู่

3) การทำนายล่วงหน้า (Prediction) เป็นงานที่มีลักษณะคล้ายกับการจัดหมวดหมู่หรือการประเมินค่าเพียงแต่จะใช้สถิติการบันทึกของการจัดหมวดหมู่ในการทำนายอนาคตของพฤติกรรม หรือการประเมินค่าที่เกิดขึ้นในอนาคต

4) การจัดกลุ่มโดยอาศัยความใกล้ชิด (Affinity Group) หรือที่เรียกว่าการวิเคราะห์ของตลาด คือการตัดสินใจรวมสิ่งที่สามารถไปด้วยกันเข้าไว้ในกลุ่มเดียวกันเช่นการตัดสินใจว่าสิ่งใดบ้างที่จะไปอยู่ด้วยกันอย่างสม่ำเสมอในรถเข็นในซุปเปอร์มาร์เก็ต

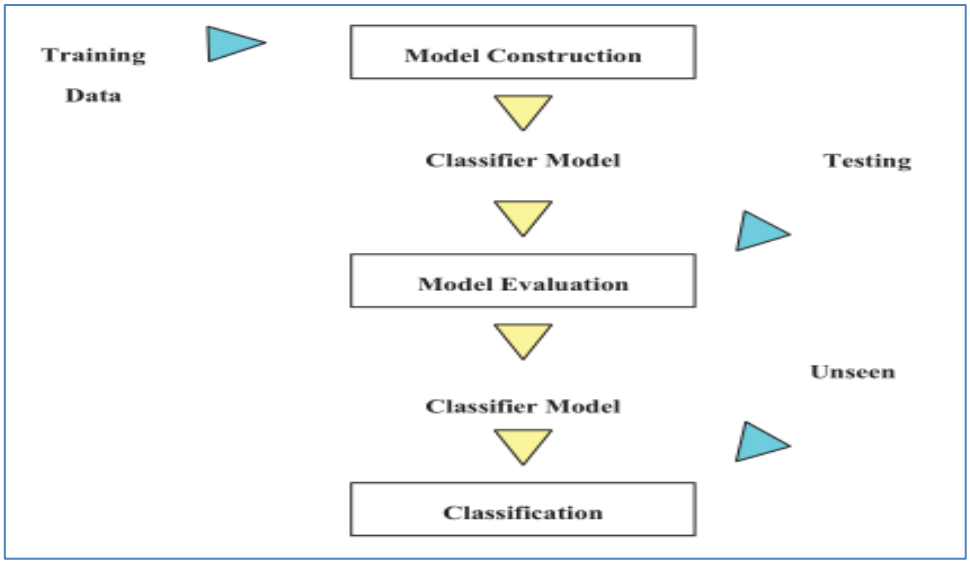
5) การรวมตัว (Clustering) คืองานที่ทำการรวมส่วนต่าง ๆ ในแต่ละส่วนที่ต่างชนิดกันให้อยู่รวมกันเป็นกลุ่มย่อย หรือ คลัสเตอร์ (Cluster) โดยในแต่ละคลัสเตอร์จะประกอบด้วยส่วนที่ต่างชนิดกัน ซึ่งต่างจากการจัดหมวดหมู่คือการรวมตัวจะไม่พึ่งพาการกำหนดหมวดหมู่ล่วงหน้าและ ข้อมูลจะรวมตัวกันบนพื้นฐานของความคล้ายในตัวเอง (ชนวัฒน์ ศรีสะอ้าน, 2551,น. 211-212)

2.2.6.2 เทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล

1) Association rule Discovery เป็นเทคนิคของเหมืองข้อมูลที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับงานต่างๆหลักการทำงานของวิธีนี้คือค้นหาสัมพันธ์ของข้อมูลจากข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีอยู่เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ หรือทำนายปรากฏการณ์ต่างๆการวิเคราะห์หา Association Rules คือการหาความสัมพันธ์ของกลุ่มข้อมูลที่มักเกิดขึ้นด้วยกันเสมอ เช่นการซื้อสินค้าของลูกค้า 1 ครั้งในร้านค้าเราต้องการทราบว่าสินค้าใดบ้างที่ลูกค้ามักซื้อด้วยกัน เพื่อนำไปพิจารณาปรับปรุงการจัดวางสินค้า ประโยชน์ของเทคนิคการหา Association Rules ได้แก่ แสดงความสัมพันธ์ของการเกิดขึ้นของข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนอยู่ในฐานข้อมูลที่ไม่สามารถพิจารณาได้ด้วยตาเปล่า และใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจ

2) Classification and Prediction เป็นการจำแนกประเภทของข้อมูลเป็นกระบวนการสร้าง Model จัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้โดยจะนำข้อมูลส่วนหนึ่งมาสอนให้ระบบเรียนรู้ (Training Data) เพื่อจำแนกข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามที่กำหนดไว้ ผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้คือ Model จำแนกประเภทข้อมูล Classification แนะนำข้อมูลส่วนที่เหลือจากข้อมูลสอนระบบ เป็นข้อมูลที่ใช้ทดสอบ (Testing Data) ซึ่งกลุ่มที่แท้จริงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หามาได้จากModel เพื่อทดสอบความถูกต้องและปรับปรุงModel จนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องในระดับที่น่าพอใจหลังจากนั้นเมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามา จะนำข้อมูลผ่านModel โดยModel จะสามารถทำนายกลุ่ม ข้อมูลซึ่งได้ โมเดล แสดงในรูปของโมเดลการพยากรณ์ข้อมูล (Predictions Model) เป็นกระบวนการสร้างModel เพื่อทำนายหาค่าที่ต้องการจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยมีกระบวนการสร้าง Model คล้ายกับการจำแนกประเภทข้อมูลแต่แตกต่างกันตรงที่การพยากรณ์หาค่าที่ต้องการออกมาเป็นตัวเลข Classification เป็นกระบวนการสร้าง Model จัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้ ตัวอย่างเช่น จัดกลุ่มนักเรียนว่า ดีมาก ดี ปานกลาง ไม่ดี โดยพิจารณาจากประวัติและผลการเรียน หรือแบ่งประเภทของ

ลูกค้าว่าเชื่อถือได้ หรือไม่โดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่ กระบวนการ classification นี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 กระบวนการ classification ปรับปรุงจาก www.scribd.com

2.2.6.3 การนำเหมืองข้อมูลไปใช้

1) ด้านการแพทย์ ใช้ เหมืองข้อมูลค้นหาผลข้างเคียงของการใช้ยา โดยอาศัยข้อมูลจากแฟ้มประวัติผู้ป่วย, ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของสารพันธุกรรม

2) ด้านการเงิน ใช้ เหมืองข้อมูลตัดสินว่าควรจะอนุมัติเครดิตให้ลูกค้ารายใดบ้าง, ใช้ในการคาดหมายความน่าจะเป็นว่าธุรกิจนั้นๆมีโอกาสที่จะล้มละลายหรือไม่, ใช้คาดหมายการขึ้นการลงของหุ้นในตลาดหุ้น

3) ด้านการเกษตร ใช้จำแนกประเภทของโรคพืชที่เกิดกับถั่วเหลืองและมะเขือเทศ

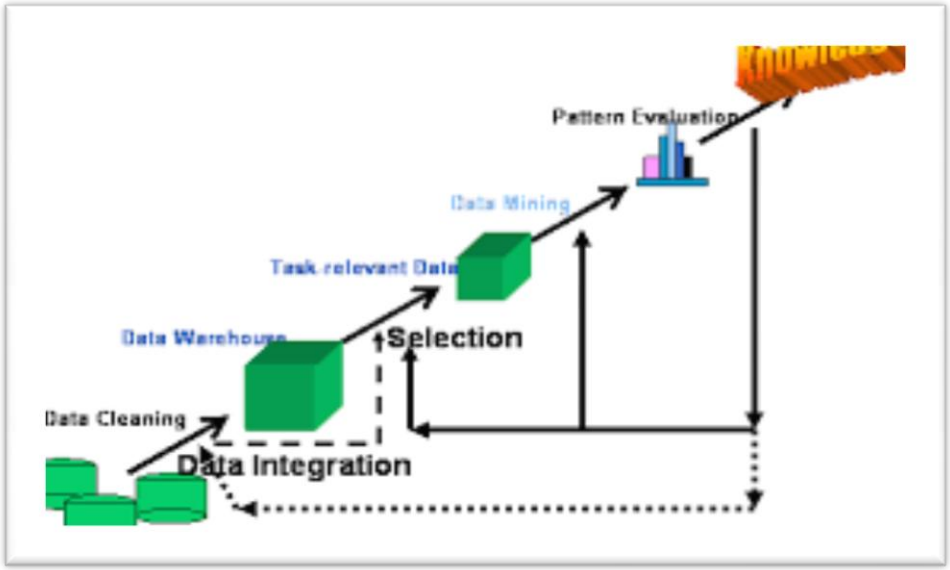
4) ด้านอาชญาวิทยา ใช้วิเคราะห์และวินิจฉัยสาเหตุการทำงานผิดพลาดของเครื่องจักรกล ใช้วิเคราะห์หาเจ้าของลายนิ้วมือ

5) ด้านอวกาศ ใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่ส่งมาจากดาวเทียมขององค์การนาซ่า

2.2.6.4 ขบวนการสร้างเหมืองข้อมูล

กระบวนการทำเหมืองข้อมูล เปรียบได้กับการทำเหมืองแร่ที่เราใช้เครื่องจักรคัดแยกแร่ที่มีค่าออกจากกองหิน กรวด ดินที่ปะปนมากับสายแร่ เพียงแต่ในกระบวนการทำเหมืองข้อมูลสิ่งที่เราได้จากกองข้อมูลมหาศาล คือ ความรู้ (Knowledge) ที่ซ่อนอยู่ในกองข้อมูลความรู้ที่ได้นี้จะช่วยให้เราเข้าใจลักษณะของข้อมูล และเข้าใจปัจจัยที่ทำให้เกิดลักษณะบางอย่างขึ้นในข้อมูลบางกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถทำนายแนวโน้มของข้อมูลใหม่ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ รวมถึงเข้าใจความสัมพันธ์ที่

เชื่อมโยงข้อมูลแต่ละกลุ่มย่อยเข้าด้วยกันโดยทั่วไปกระบวนการทำเหมืองข้อมูล จะประกอบด้วย 4 ขั้นตอนใหญ่ๆคือแสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 กระบวนการทำเหมืองข้อมูลเพื่อคัดแยกความรู้ออกจากข้อมูลดิบ ปรับปรุงจาก www.scribd.com

1) เตรียมข้อมูล (Data Preparation) ประกอบด้วย

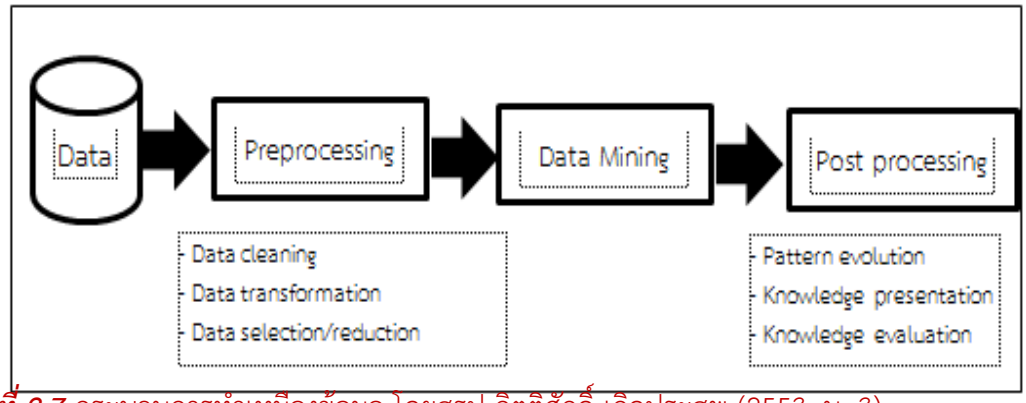
ขั้นตอนย่อย คือ การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) เพื่อให้ได้เฉพาะข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการทำเหมืองข้อมูล การคัดเลือกข้อมูลอย่างเหมาะสม จะช่วยให้ค้นหาความรู้ที่เป็นประโยชน์ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังต้องมีการปรับปรุงคุณภาพข้อมูล (Data Cleaning) ซึ่งจำเป็นในกรณีที่ข้อมูลดิบมีส่วนที่ไม่สมบรูณ์ หรือมีข้อมูลบางส่วนบกพร่อง มีการข้อมูลรบกวน (Noise) ปะปนอยู่ และถ้าข้อมูลไม่อยู่ในรูปแบบที่ถูกต้องหรือเหมาะสม จะต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบข้อมูล (Data Transformation) ให้อยู่ในที่รูปแบบที่โปรแกรมทำเหมืองข้อมูลจะเรียกใช้งานได้

2) ค้นหาโมเดลจากข้อมูล (Mining) กระบวนการค้นหาโดยโมเดลหรือความสัมพันธ์ จะเริ่มจากข้อมูลเริ่มต้นจำนวนไม่มากนัก จากนั้นนำผลที่ได้จากอัลกอริทึมค้นหาโมเดล (Mining algorithm) ไปยืนยันกับข้อมูลทดสอบ ถ้าผลที่ได้ยังไม่น่าพอใจอาจต้องปรับค่าพารามิเตอร์บางตัวของ Mining Algorithm และเริ่มกระบวนการค้นหาใหม่กับข้อมูลจำนวนมากขึ้น จนกว่าผลที่ได้ มีความถูกต้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ จึงจะจบกระบวนการค้นหา

3) ตรวจสอบและวิเคราะห์ผล (Patten Evaluation) โมเดลหรือความสัมพันธ์ที่หามาได้ในขั้นตอนที่ 2 จะถูกนำมาทดสอบอัตราความผิดพลาดและวิเคราะห์ความซับซ้อนของรูปแบบ

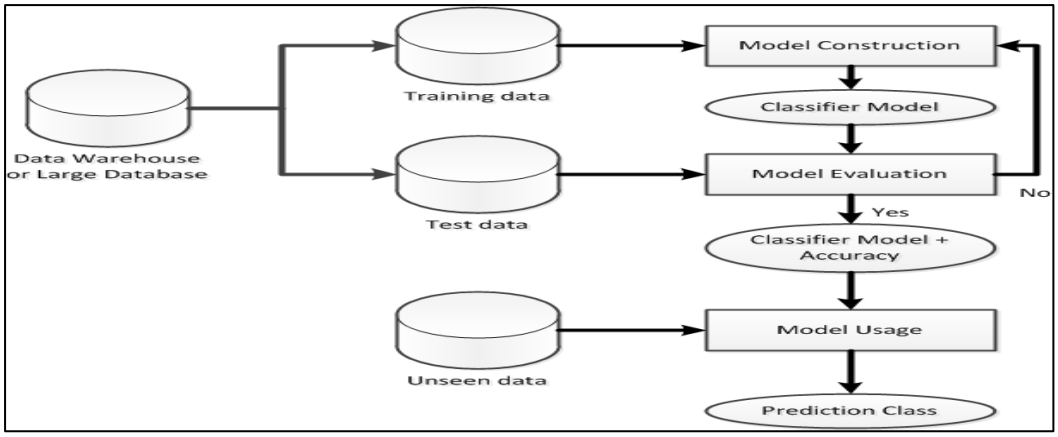
โมเดล ถ้าอัตราความผิดพลาดสูงเกินไป อาจจะต้องย้อนกลับไปที่ขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง เพื่อปรับปรุงโมเดลให้ถูกต้องยิ่งขึ้น ในทำนองเดียวกันถ้าโมเดลที่หามาได้รูปแบบที่ซับซ้อนเกินไปจนยากต่อการทำความเข้าใจ อาจจะต้องย้อนกระบวนการไป

4) คัดเลือกโมเดลและกำหนดวิธีการแสดงผล (Knowledge Processing and Representation) โมเดลหรือความรู้ที่ได้จาก Mining Algorithm มักมีปริมาณมาก และรูปแบบการแสดงความรู้ที่ยากต่อการทำความเข้าใจ จึงต้องมีกระบวนการภายหลังการทำเหมืองข้อมูล (Post Processing) เพื่อประเมินและคัดเลือกความรู้นำเสนอต่อผู้ใช้ แสดงดังภาพ 2.7



ภาพที่ 2.7 กระบวนการทำเหมืองข้อมูล โดยสรุป กิตติศักดิ์ เกิดประสพ (2553 ,น. 3) ปรับปรุงจาก http://sutir.sut.ac.th.

กระบวนการสร้างเหมืองข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ของกระบวนการสร้างโมเดลจำแนกประเภทข้อมูลแสดงดังภาพ 2.8

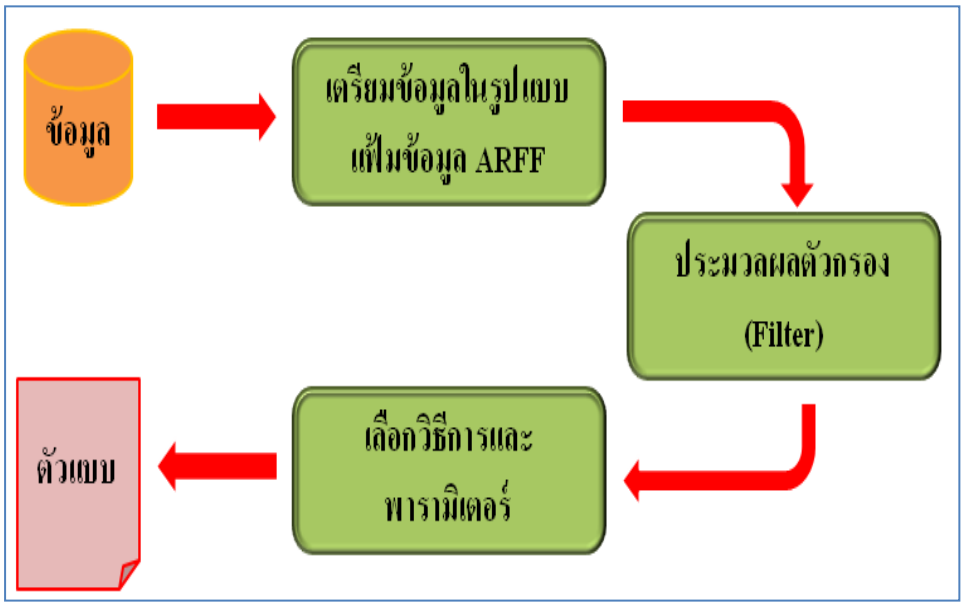


ภาพที่ 2.8 ลำดับขบวนการสร้างเหมืองข้อมูล ปรับปรุงจาก *การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจและการจัดกลุ่ม* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต), โดย ชินพัฒน์ แก้วชิน (2553). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กระบวนการของแต่ละขั้นตอนมีModel Construction (Learning) เป็นขั้นตอนการสร้างโมเดลจำแนกประเภท โดยอาศัยการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้กำหนด Class ไว้เรียบร้อยแล้วหรือเรียกว่าข้อมูลเรียนรู้ (Training Data) ซึ่งโมเดลจำแนกประเภทที่ได้จะแสดงด้วยวิธีการพื้นฐานทางเหมืองข้อมูล (Data Mining) ยกตัวอย่างเช่น ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) โมเดลจำแนกประเภทที่ได้จะมีลักษณะคล้ายต้นไม้จริงกลับหัวที่มีโหนดรากอยู่ด้านบนสุดและโหนดใบอยู่ล่างสุดของต้นไม้ แต่ละโหนดบนต้นไม้จะมีคุณลักษณะ (Attribute) เป็นตัวเลือกทดสอบ ซึ่งจะมีกิ่งซึ่งเป็นค่าที่เป็นไปได้ของคุณลักษณะ (Attribute Value) ที่ถูกเลือกทดสอบไว้ และมีโหนดใบแสดง Class ที่กำหนดไว้ Model Evaluation (Accuracy) เป็นขั้นตอนตรวจสอบความถูกต้อง โดยอาศัยข้อมูลที่ใช้สำหรับทดสอบเรียกว่าข้อมูลทดสอบ (Testing Data) ซึ่งกลุ่มที่แท้จริงของข้อมูลที่ใช้ทดสอบจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มที่หามาได้จากโมเดลจำแนกประเภท เพื่อทดสอบว่าโมเดลจำแนกประเภทนี้สามารถจัดกลุ่มประเภทข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากน้อยเพียงใด และมีการปรับปรุงโมเดลจำแนกประเภทจนกว่าจะได้ค่าความถูกต้องในระดับที่ยอมรับได้และ Model Usage (Classification) เป็นขั้นตอนการนำโมเดลจำแนกประเภทที่สร้างขึ้นมาใช้กับข้อมูลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน (Unseen Data) เพื่อทำนายและกำหนดกลุ่มให้กับข้อมูลนั้นเมื่อผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่ได้นำเสนอแล้วนั้น ทำให้ผู้วิจัยมีความเข้าใจในหลักการ การใช้เหมืองข้อมูลขั้นตอนการจัดทำ การจัดเตรียมข้อมูลให้สมบูรณ์ประโยชน์ที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลมากขึ้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยนำความรู้ที่ได้เหล่านี้ประยุกต์ใช้ในการทำเหมืองข้อมูลเพื่อนำมาช่วยในการตัดสินใจการให้สินเชื่อ ภายในองค์กร

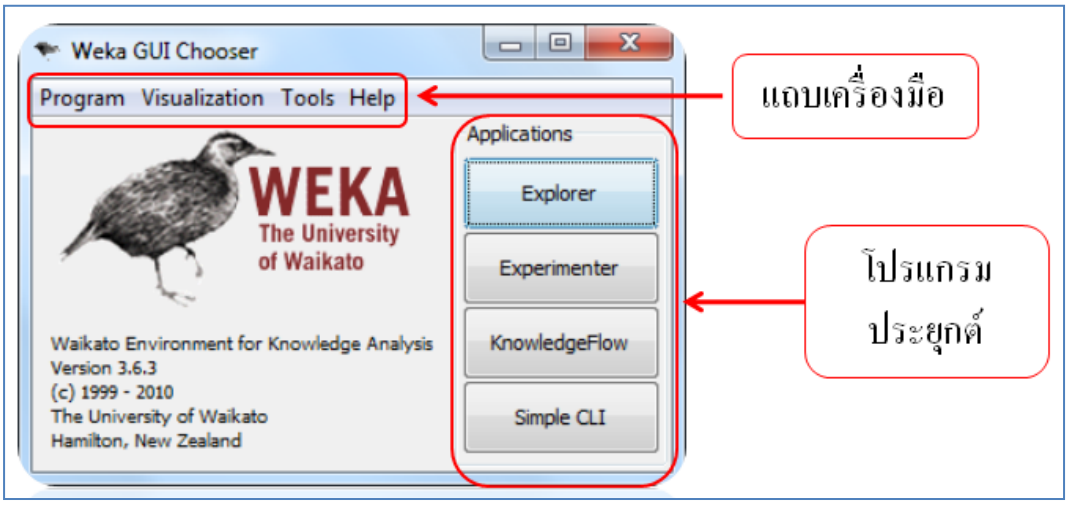
2.2.6.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ Weka

Weka ย่อมาจาก Waikato Environment For Knowledge Analysis (ขจรศักดิ์ ศรีอ่อน, 2552,น.12-15) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปประกอบประเภทฟรีแวร์ (Free Ware) ที่สามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของ GPL License ซึ่งโปรแกรม Weka ได้ถูกพัฒนามาจากภาษาจาวาทั้งหมด ซึ่งเขียนมาโดยเน้นกับงานทางด้านการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning) และการทำเหมืองข้อมูลโปรแกรมประกอบไปด้วยโมดูลย่อย ๆ สำหรับใช้ในการจัดการข้อมูล และเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ Graphic User Interface (GUI) และใช้คำสั่งในการให้ซอฟต์แวร์ประมวลผลเป็นซอฟต์แวร์เสรีที่อยู่ภายใต้ข้อตกลงของ GNU General Public License พัฒนาด้วยภาษาจาวาและสามารถทำงานได้บน Windows Linux MAC OSสามารถทำงานได้ทุกระบบปฏิบัติการและเชื่อมต่อ SQL Database โดยใช้ Java Database Connectivity มีการเตรียมข้อมูลและเทคนิคในการสร้างแบบจำลองที่ครอบคลุมหลักการใช้ Explorer ประกอบด้วย



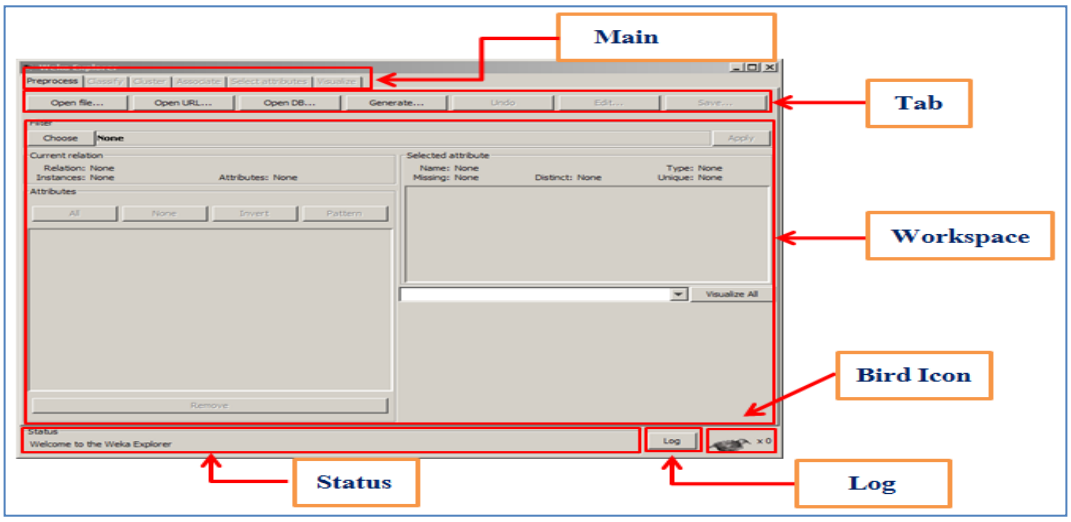
ภาพที่ 2.9 หลักการใช้ Explorer ในซอฟต์แวร์ Weka ปรับปรุงจาก *การทำนายสาเหตุของเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง โดยใช้เทคนิค. การทำเหมืองข้อมูลในระบบจาหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาคกลาง.* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) โดย ขจรศักดิ์ ศรีอ่อน, 2552, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โดยหน้าจอโปรแกรมหลักประกอบด้วย

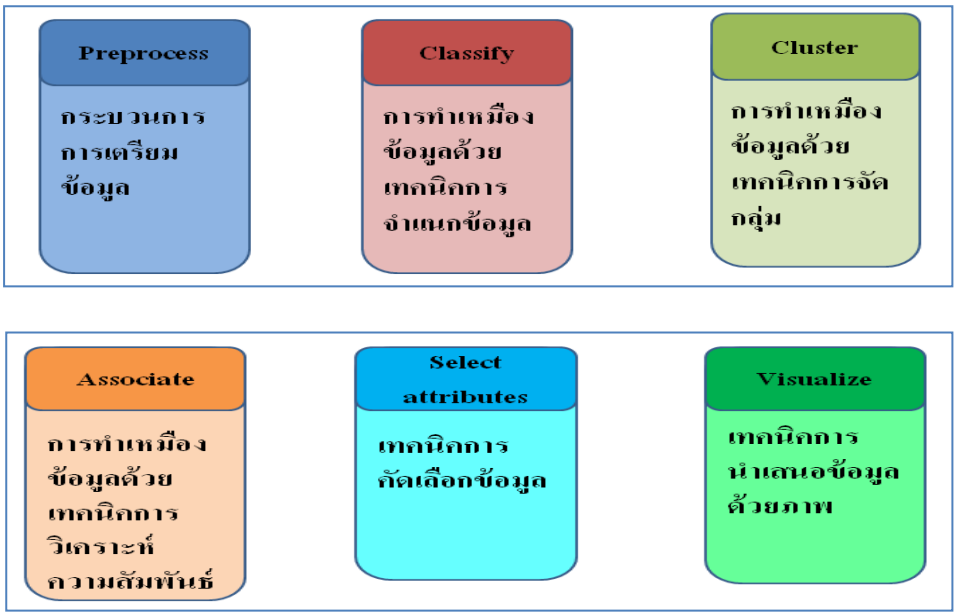


ภาพที่ 2.10 หลักการใช้ Explorer ในซอฟต์แวร์ Weka ปรับปรุงจาก *การทำนายสาเหตุของเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง โดยใช้เทคนิค. การทำเหมืองข้อมูลในระบบจาหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาคกลาง.* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) โดย ขจรศักดิ์ ศรีอ่อน, 2552, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

หน้าจอการใช้งานและส่วนประกอบต่าง ๆ มีดังนี้



ภาพที่ 2.11 หน้าจอใช้งานและส่วนประกอบในซอฟต์แวร์ Weka ปรับปรุงจาก *การทำนายสาเหตุของเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง โดยใช้เทคนิค. การทำเหมืองข้อมูลในระบบจาหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาคกลาง.* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) โดย ขจรศักดิ์ ศรีอ่อน, 2552, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



ภาพที่ 2.12 เมนูหลักของ Explorer ซอฟต์แวร์ Weka ปรับปรุงจาก *การทำนายสาเหตุของเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าขัดข้อง โดยใช้เทคนิค. การทำเหมืองข้อมูลในระบบจาหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 ภาคกลาง.* (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต) โดย ขจรศักดิ์ ศรีอ่อน, 2552, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

1) โปรแกรมหลักของซอฟต์แวร์ Weka มีส่วนต่างดังนี้

1.1) Simple CLI (Command Line Interface) เป็นโปรแกรมรับคำสั่งการทำงานผ่านการพิมพ์

1.2) เป็นโปรแกรมที่ออกแบบในลักษณะ GUI

1.3) เป็นโปรแกรมที่ออกแบบการทดลองและการทดสอบผล

1.4) Flow เป็นโปรแกรมที่ออกแบบผังการไหลของความรู้

1.5) Arff Viewer เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับแก้ไขแฟ้มประเภท Arff

1.6) เป็นโปรแกรมที่ใช้อ่านข้อความบันทึกเก็บระหว่างการทำงาน

2) เมนูหลักของ Explorerประกอบด้วย

2.1) Preprocess การเตรียมข้อมูล

2.2) Classify รวมโมดูลการทำเหมืองข้อมูลแบบจัดจำแนกประเภท

2.3) Cluster รวมโมดูลการทำเหมืองข้อมูลการเกาะกลุ่ม

2.4) Associate รวมโมดูลการทำเหมืองข้อมูลแบบกฎเชื่อมโยง

2.5) Select attributes รวมโมดูลสำหรับการวิเคราะห์ลักษณะประจำ

2.6) Visualize นำเสนอข้อมูลด้วยภาพนามธรรมสองมิติ

3) ประเภทของแฟ้มข้อมูลที่รับได้

3.1) แฟ้มข้อมูลที่รับต้องอยู่ในรูปแบบ ASCII อาจเป็น arff, csv, C45

3.2) ในกรณีแฟ้มข้อมูลอยู่ในเครือข่ายผู้ใช้สามารถเรียกใช้โดย URL

3.3) หรืออาจใช้ข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงผ่าน JDBC

จากเอกสารที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เหมืองข้อมูลหมายถึงกระบวนการค้นหาสารสนเทศหรือข้อความรู้ที่อยู่ในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน เพื่อนำข้อความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ มีขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลประกอบด้วยการคัดลอกข้อมูล การเตรียมข้อมูล การแปลงรูปแบบข้อมูล การทำเหมืองข้อมูล และ การวิเคราะห์ข้อมูล ในงานเหมืองข้อมูลประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ ประกอบด้วยการจัดหมวดหมู่ การประเมินค่า การทำนาย การจัดกลุ่ม และ การการรวมตัว

2.3 สารสนเทศเขื่อนกิ่วลม

2.3.1 ประวัติโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเขื่อนกิ่วลม

เขื่อนกิ่วลมเป็นเขื่อนที่กั้นแม่น้ำวังซึ่งเป็นแม่น้ำทีมีขนาดเล็กและสั้นที่สุด คือ มีความยาวประมาณ 300 กิโลเมตร เนื้อที่ลุ่มน้ำ 10, 791 ตารางกิโลเมตร และอยู่ในเขตจังหวัดลำปางเพียงจังหวัดเดียวเกือบตลอดสายนอกจากตอนปลายของแม่น้ำวังซึ่งจะไหลลงแม่น้ำปิงเท่านั้น ที่อยู่ในเขตจังหวัดนครสวรรค์แม่น้ำวังมีพื้นที่ลุ่มน้ำแคบ และมีลำน้ำสาขาที่นับว่าใหญ่ไหหลลงมาเพียง 2 สายคือลำน้ำแม่ตุ๋ยและลำน้ำแม่จาง ปริมาณฝนลุ่มน้ำวังน้อยกว่าลุ่มน้ำอื่นๆ ในภาคนี้ คือทั้งปีฝนจะมีฝนประมาณ 1, 000-1,200 มิลลิเมตรเท่านั้น มีระยะเวลาขาดแคลนน้ำค่อนข้างมากในอดีตการทำนาขึ้นอยู่กับปริมาณฝนเป็นส่วนใหญ่ ปีไหนฝนตกชุกก็จะสามารถทำการเพาะปลูกได้ ถ้าปีไหนฝนแล้งก็จะไม่สามารถทำการเพาะปลูกได้ ทำให้เกษตรกรได้รับความเดือดร้อนเป็นอย่างมากระยะแรก กรมชลประทานได้พิจารณาสร้างโครงการชลประทานแม่วัง ซึ่งเป็นโครงการประเภททดและส่งน้ำหรือแบบเหมืองฝายขึ้นเป็นโครงการแรก เมื่อ พ.ศ. 2478 โครงการนี้ประกอบด้วยฝายหลวงสบอ่างสันฝายสูง 3.10 เมตรและยาว 96 เมตรซึ่งสร้างกั้นแม่น้ำวังที่ตำบลบ้านแลง อำเภอเมือง อยู่เหนือที่ตั้งจังหวัดลำปางขึ้นไป 27 กิโลเมตรพร้อมกับสร้างระบบส่งน้ำซึ่งประกอบด้วยคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายยาว 38.55 กิโลเมตร คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวายาว 38.770 กิโลเมตรพร้อมทั้งสร้างอาคารตามคลองส่งน้ำเพื่อส่งน้ำให้แก่พื้นที่เพาะปลูกในเขตอำเภอเมืองกับบางส่วนของอำเภอเกาะคา และอำเภอแม่ทะมีเนื้อที่เพาะปลุกทางฝั่งซ้าย 46, 800 ไร่ ฝั่งขวา 25,050 ไร่ รวม 71,850 ไร่ โดยที่ได้รับงบประมาณปีลพเล็กน้อย คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย สร้างเสร็จและเริ่มส่งน้ำได้ใน พ.ศ.2485 และ พ.ศ.2492กรมชลประทานยังปรับปรุงคลองส่งน้ำแม่ปุง ซึ่งราษฎรได้ร่วมกันขุดขึ้นเพื่อรับน้ำจากคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้ายของโครงการแม่วังไปใช้สำหรับพื้นที่อีก 18, 900 ไร่

กรมชลประทานได้วางโครงการพัฒนาลุ่มน้ำวังขึ้น โดยมีหลักการที่จะกักเก็บน้ำในฤดูฝนในเวลาที่มีมาเกินต้องการไว้ให้มากที่สุด เพื่อบรรเทาอุทกภัยและนำน้ำนั้นไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่างๆ คือขยายเนื้อที่เพาะปลูกในฤดูฝน และในฤดูแล้ง อุปโภคบริโภค คมนาคม และผลิตไฟฟ้าพลังน้ำโครงการเท่าที่วางไว้และก่อสร้างเสร็จส่งน้ำได้แล้ว คือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากิ่วลม เป็นเขื่อนกักเก็บน้ำตั้งอยู่เหนือฝายหลวงสบอ่างของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วังขึ้นไป 13 กิโลเมตร

2.3.2 ลักษณะโครงการ

สภาพทั่วไปเขื่อนกิ่วลมตั้งอยู่บนแม่น้ำวังเหนือจังหวัดลำปาง ขึ้นไปตามน้ำประมาณ 35 กิโลเมตร ณ เส้นรุ้งที่ 180-39’ เหนือ ที่พิกัด 47 QNA 668478 ลำน้ำจากท้ายเขื่อนกิ่วลมไปตามแม่น้ำวังลงใต้ผ่านจังหวัดลำปางพื้นที่รับน้ำของเขื่อนกิ่วลม มีปริมาณ 2, 700ตารางกิโลเมตร ยาวประมาณ 100 กิโลเมตร ส่วนที่กว้างที่สุด 1.5 กิโลเมตร ขอบเขตของลุ่มน้ำทางตะวันตกและตะวันออก มียอดทิว

เขาขนานและมีระดับต่างกัน 1,000 – 2,000 เมตร ปกติแม่น้ำวังจะไหลลงทิศใต้ไปตามทิวเขาที่ขนานกับช่องเขาแคบ ไหลขนานกับทิวเขาระยะทาง 35 กิโลเมตรเหนือจังหวัดลำปาง และจุดที่ตั้งของเขื่อนกิ่วลมจะเป็นส่วนใต้ของหุบเขานี้ปริมาณน้ำฝนส่วนใหญ่ในพื้นที่รับน้ำกิ่วลมได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งจะมีมาในระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคมฝนเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 1, 100 มิลลิเมตรตัวอ่างเก็บน้ำประกอบด้วย

ตารางที่ 2.1

ปริมาณและความจุของน้ำในเขื่อน

รายการ	ปริมาณ	หน่วย
พื้นที่รับน้ำฝน	2,700.00	ตร.กม.
ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างมากที่สุด	807.00	ล้าน ม.^{3}/ปี
ปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างน้อยที่สุด	273.00	ล้าน ม.^{3}/ปี
ปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ไหลลงอ่างฯ	574.0	ล้าน ม.^{3}/ปี
ระดับเก็บกักน้ำสูงสุด	+285.00	รทก.
ระดับเก็บกักน้ำต่ำสุด	+270.00	รทก.
ความจุของอ่างที่ระดับ +285.00 รทก.	112.00	ล้าน ม.^{3}/ปี
ความจุของอ่างที่ระดับ +270.00 รทก.	6.00	ล้าน ม.^{3}/ปี

ตัวเขื่อนเป็นเขื่อนคอนกรีต มีสันเขื่อนยาว 135.00 เมตร สูงจากฐานราก 42.00 เมตร สูงจากท้องน้ำ 26.50 เมตร สันเขื่อนกว้าง 5.25 เมตร ฐานรากของเขื่อนกว้างที่สุด 38.00 เมตร และปริมาตรคอนกรีตที่ใช้ก่อสร้าง 48, 000.00 เมตรอาคารประกอบทางระบายน้ำล้นอยู่กลางสันเขื่อนตามยาว มีบายเหล็กโค้งขนาดกว้าง 13เมตร สูง 8.00 เมตรจำนวน 5 บาน ระบายน้ำได้สูงสุด 3, 00 ม.^{3}/วินาทีท่อส่งน้ำใช้ท้ายเขื่อน อยู่ทางฝั่งซ้ายของตัวเขื่อน ขนาดกว้าง 1.25 เมตร สูง 2.00 เมตร ปิด-เปิด ด้วยบานประตูเหล็กเลื่อน ส่งน้ำได้ 12 ม.^{3}/วินาที จากท่อส่งน้ำนี้มีท่อแยกไปหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 200 กิโลวัตต์ 2 เครื่องท่อส่งน้ำเข้าคลองอยู่ฝั่งขวาของตัวเขื่อน ขนาดกว้าง 1.70 เมตร สูง 2.00 เมตร ปิด-เปิดด้วยบานประตูเหล็กเลื่อน ส่งน้ำได้ 25 ม.^{3}/วินาทีระบบส่งน้ำโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง-กิ่วลม ประกอบด้วยระบบส่งน้ำต่าง ๆ ดังนี้

1. คลองส่งน้ำสายใหญ่กิ่วลมยาว 40.00 กิโลเมตร คลองซอย 18 สาย รวมความยาว 48.428 กิโลเมตร คลองแยกซอย 13 สาย รวมความยาว 22.872 กิโลเมตร

2. คลองส่งน้ำสายใหญ่แม่วังฝั่งขวายาว 38.770 กิโลเมตร คลองซอย 13 สาย รวมความยาว 26.227 กิโลเมตร และคลองแยกซอย 2 สาย รวมความยาว 3.170 กิโลเมตร

3. คลองส่งน้ำสายใหญ่แม่วังฝั่งซ้ายยาว 38.550 กิโลเมตร คลองซอย 11 สาย รวมความยาว 23.526 กิโลเมตร และคลองแยกซอย 2 สาย รวมความยาว 3.170 กิโลเมตรระบบระบายน้ำระบบระบายน้ำของโครงการใช้ลำห้วยธรรมชาติเป็นคลองระบายน้ำเพื่อทิ้งลงแม่น้ำวัง

2.3.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

ส่งน้ำช่วยเหลือการเพาะปลูกในเขตโครงการแม่วัง-กิ่วลม ในฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง-กิ่วลม แบ่งพื้นที่ตามคลองส่งน้ำฯ ได้จำนวน 4 ส่วน ตามการแบ่งพื้นที่ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

พื้นที่โครงการ พื้นที่ชลประทานแต่ละคลองส่งน้ำ

ลำดับที่	คลองส่งน้ำสายใหญ่	พื้นที่โครงการ (ไร่)	พื้นที่ชลประทาน	
			ฤดูฝน (ไร่)	ฤดูแล้ว (ไร่)
1	แม่วังฝั่งขวา	25,050	22,590	11,000
2	แม่วังฝั่งซ้าย	46,800	36,920	17,000
3	แม่ปุง	18,900	14,880	7,000
4	กิ่วลม	53,000	37,210	20,000
	รวม	143,750	111,600	55,000

ตารางที่ 2.3

พื้นที่ครอบคลุมเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ของสถานีวัดน้ำฝนแต่ละสถานี ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง-กิ่วลม โดยวิธีสัดส่วน

ลำดับที่	สถานีวัดน้ำฝน	พื้นที่คิดเป็น %	พื้นที่คิดเป็นสัดส่วน
1	แม่วัง (16121)	31,999	0.2226
2	อำเภอเมืองลำปาง (16013)	64,802	0.4508
3	อำเภอแม่ทะ (16052)	28,003	0.1948
4	อำเภอเกาะคา (16032)	18,946	0.1318
	รวม	143750	1.0000

สถานีวัดน้ำฝนในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาแม่วัง-กิ่วลม ใช้สถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 3 สถานี คือ สถานีวัดน้ำฝนอำเภอเมืองลำปาง อำเภอแม่ทะ และอำเภอเกาะคา

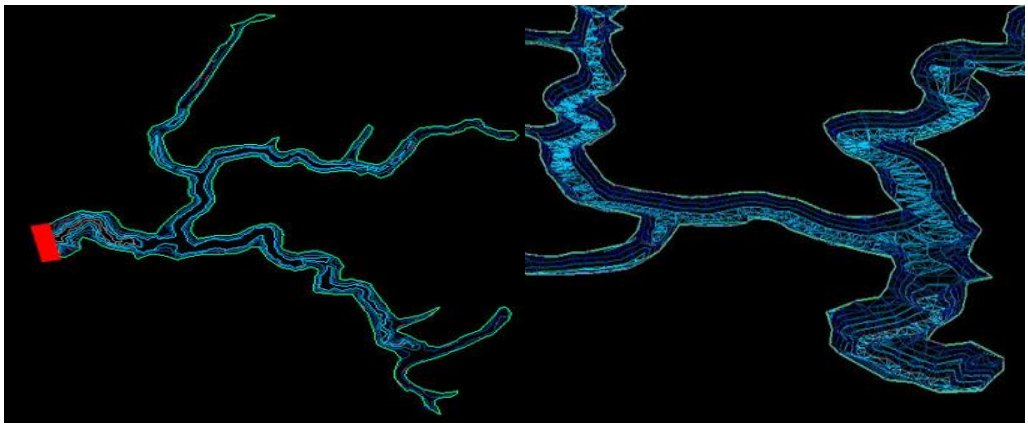
และสถานีวัดน้ำฝนของกรมชลประทาน 1 สถานี คือ สถานีวัดน้ำฝนแม่วัง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่โครงการ 143, 750 ไร่ โดยแบ่งการครอบคลุมพื้นที่โครงการฯ ใช้ในการอุปโภคบริโภคของอำเภอต่างๆ ที่ตั้งอยู่บนฝั่งแม่น้ำวัง และตัวจังหวัดลำปาง ช่วยยกระดับน้ำใต้ดินของจังหวัดลำปางให้สูงขึ้น ทำให้บ่อน้ำตื้นซึ่งราษฎรส่วนมากใช้สำหรับอุปโภค-บริโภค มีน้ำใช้ตลอดปีรวมทั้งเพิ่มความชุ่มชื้นให้กับจังหวัดลำปางด้วย เป็นแหล่งพันธุ์ปลาต่างๆ ซึ่งกรมประมงได้มาปล่อยไว้ เช่น ปลาบึก ปลานิล และกุ้ง เป็นต้น ทำให้มีการคมนาคมทางน้ำขึ้นในอ่างเก็บน้ำ จากเหนือเขื่อนขึ้นไปจนถึงที่ราบของ อำเภอแจ้ห่ม เป็นระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร

2.3.4 การวัดระดับน้ำ

การคำนวณปริมาตรของน้ำภายในเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำ มีวิธีการคำนวณหลักๆ อยู่ 4 วิธี คือ

2.3.4.1การคำนวณโดยใช้โปรแกรมประยุกต์

การคำนวณ โดยการใช้โปรแกรมประยุกต์วิธีการดังกล่าว เป็นวิธีที่ให้ผลลัพธ์ถูกต้องแม่นยำกว่าวิธีอื่นๆ แต่ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่นำเข้ามาใช้ในการคำนวณ นั่นคือข้อมูลพื้นผิวทองน้ำ (Riverbed Surface) ว่ามีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด เช่น ข้อมูลสภาพพื้นผิว DEM Surface ที่ได้จากกระบวนการทางโฟโตแกรมเมทรี จะมีความคลาดเคลื่อนสูงมากกว่า ข้อมูลสภาพพื้นผิว DEM Surface ที่ได้จากการสำรวจแบบ LiDAR และ Ground survey ประเภทอื่นๆ



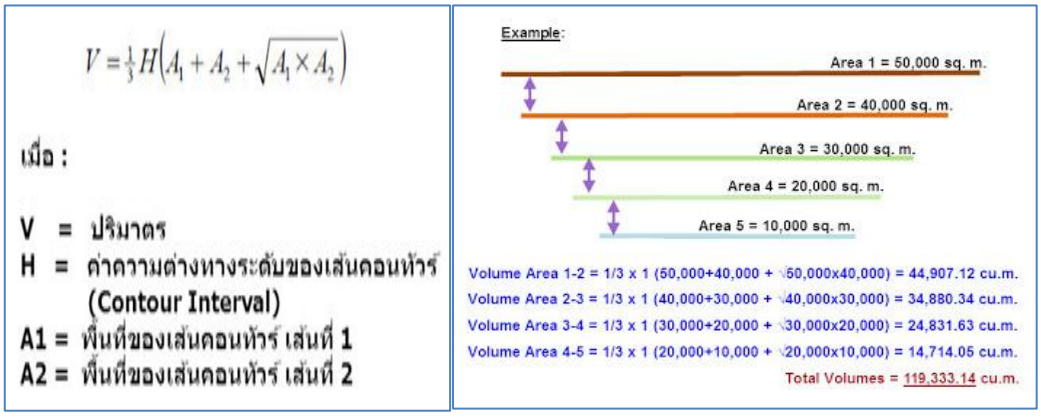
ภาพที่ 2.13 สภาพพื้นผิว DEM Surface ที่ได้จากกระบวนการทางโฟโตแกรมเมทรี สืบค้นจาก Geospatial Article.com

เมื่อทราบข้อมูลสภาพสูง-ต่ำของพื้นผิว (ซึ่งในกรณีนี้ สภาพพื้นผิวดังกล่าวได้จมอยู่ใต้น้ำแล้ว) และทราบค่าระดับน้ำที่จะใช้ในการคำนวณ โปรแกรมประยุกต์สามารถที่จะทำการคำนวณปริมาตรของน้ำทั้งหมดได้ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบ ค่าต่างทางระดับของทั้งสองพื้นผิว และสูตรคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนเขื่อน และอ่างเก็บน้ำในประเทศไทยส่วนใหญ่ จะมีข้อมูลทางภูมิศาสตร์-สภาพภูมิ

ประเทศเดิม ก่อนการสร้างเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำ เก็บเป็นสำเนาเอาไว้ และในกรณีที่เขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำ ไม่มีข้อมูลสภาพพื้นผิวใต้น้ำในปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางด้านงานสำรวจทางชลศาสตร์ ได้พัฒนาเครื่องมือ หรืออุปกรณ์สำรวจใต้น้ำ ไปอยู่ที่ความคลาดเคลื่อนในระดับเซนติเมตรกันแล้ว อาทิ การใช้คลื่นเสียงโซน่า หรือระบบการใช้เสียงสะท้อนทำการสแกนพื้นผิวใต้น้ำ แต่ถึงอย่างไรก็ตาม เป็นที่ทราบกันดีว่า สภาพพื้นผิวใต้น้ำภายในตัวเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำนั้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอๆ จากสาเหตุของ การพัดพา ทับถม ของดินตะกอน ทุกๆปี รวมถึงการพังทลายของหน้าดิน ที่เกิดจากการชะล้างของฝน และไหลลงมาสู่ตัวเขื่อนฉะนั้น เพื่อที่จะให้ได้ผลลัพธ์การคำนวณอย่างถูกต้อง ของการคำนวณปริมาตรน้ำทั้งหมด ที่มีอยู่ในตัวเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำนั้น หน่วยงานที่รับผิดชอบ จะต้องจัดให้มีการทำการสำรวจ เป็นประจำ ทุก ๆ 1-2 ปีการสำรวจ DEM Surface ใต้น้ำลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นในบางเขื่อนบางที่อาจจะใช้ในวิธีอื่น

2.3.4.2 การคำนวณ โดยการใช้สมการทางคณิตศาสตร์

วิธีการนี้ให้ผลลัพธ์ของการคำนวณปริมาตร อยู่ในเกณฑ์ที่ถือว่าใช้ได้ และเป็นที่นิยมใช้กัน "แต่" ความถูกต้อง และความคลาดเคลื่อน จะสูง-ต่ำ มาก-น้อย เพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญที่สุด ที่ใช้คำนวณปริมาตรของวิธีการนี้คือ "เส้นชั้นความสูง" (Contour Line) ถ้าการได้มาซึ่งการสำรวจจัดทำเส้นชั้นความสูง (ก่อนทำการก่อสร้างเขื่อน หรือก่อนการกักเก็บน้ำ) มีความถูกต้อง แม่นยำสูง ค่าที่คำนวณได้จากสมการทางคณิตศาสตร์นี้ ก็จะมีความถูกต้องแม่นยำสูง ตามไปด้วย ส่วนใหญ่ยังใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูง ที่ได้จากกระบวนการทางโฟโตแกรมเมทรี จากปีเก่า ๆ เส้นคอนทัวร์ หรือเส้นแสดงชั้นระดับความสูง เรียงกันเป็นชั้น ๆ ลงไปในพื้นที่กักเก็บน้ำ เมื่อทราบค่า 'พื้นที่' (ตารางเมตร) ของเส้นคอนทัวร์แบบปิด ของแต่ละชั้นจะสามารถทำการคำนวณปริมาตร ได้จากสูตร

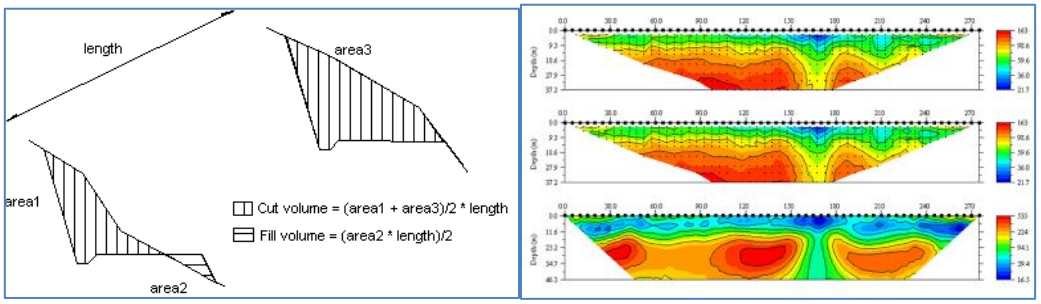


ภาพที่ 2.14 การคำนวณ โดยการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ สืบค้นจาก Geospatial Article.com.

และเช่นเดียวกันกับวิธีการที่ 1 ซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากสาเหตุการใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูง ที่ไม่ได้รับการปรับปรุงเชิงคุณภาพ อีกทั้งปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นผิวใต้ท้องน้ำ อันเนื่องมาจากปัจจัยต่าง ๆ ทำให้การคำนวณปริมาตรเกิดความคลาดเคลื่อน

2.3.4.3 วิธีที่ 3 การคำนวณ โดยการสำรวจพื้นที่หน้าตัดและใช้สูตรการคำนวณปริมาตร

แบบ Average End Area วิธีการนี้ถือว่าได้ผลลัพธ์ของการคำนวณ 'หยาบ' กว่าสองวิธีแรก และจะยิ่งได้ผลลัพธ์ของการคำนวณหยาบมากยิ่งขึ้น เมื่อระยะระหว่างพื้นที่หน้าตัด ทั้งสองมีระยะห่างกันมาก หรือมีลักษณะรูปทรงของตัวเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำที่ไม่คล้ายกับรูปทรงในทางเลขาคณิต วิธีการนี้ ถ้าต้องการที่จะได้ผลลัพธ์ของการคำนวณอยู่ในเกณฑ์ดี ต้องทำการสำรวจพื้นที่หน้าตัด (Cross Section Profile) ให้มีระยะที่ไม่ห่างกัน (ระยะยิ่งถี่ ยิ่งได้ผลลัพธ์ถูกต้อง แต่ก็จะส่งผลกระทบต่อระยะเวลา และงบประมาณ)



ภาพที่ 2.15 ลักษณะรูปทรงของตัวเขื่อน ที่ไม่คล้ายกับรูปทรงในทางเลขาคณิต สืบค้นจาก Geospatial Article.com.

2.3.4.4 การคำนวณ แบบที่เรียกว่ารวบหัว รวบหาง

วิธีการนี้ เรียกได้ว่าเป็นวิธีการคำนวณที่ได้ผลลัพธ์ หยาบที่สุด แต่ก็ยังดีการกว่า 'การเดาสุ่ม' หรือใช้วิธีประมาณการจากสายตา หรือประมาณการจากแผนที่ เพราะว่าวิธีการนี้ต้องอาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูล 2 ข้อมูลนำมาคำนวณร่วมกัน คือ พื้นที่ของระดับน้ำ (ตารางเมตร) ที่ต้องการทราบปริมาตร กับ ระยะความลึกเฉลี่ย (เมตร).จับค่าทั้งสอง มาคูณเข้าด้วยกัน ก็จะได้ค่าปริมาตรของน้ำ (ลูกบาศก์เมตร) การคำนวณในลักษณะนี้ ใช้หลักแนวคิดที่ว่าเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำ มีแนวลาดชันเป็นแนวดิ่งตรงลงไปถึงจุดความลึกเฉลี่ย

จากเอกสารที่กล่าวมาสรุปได้ว่า เขื่อนกิ่วลมเป็นเขื่อนขนาดเล็กอยู่ในเขตจังหวัดลำปาง ที่กั้นแม่น้ำวังรับน้ำมาจาก ลำน้ำสาขาที่ไหลประกอบด้วยแม่น้ำ 2 สาย คือ ลำน้ำแม่ตุ๋ย และ ลำน้ำแม่จาง ลักษณะตัวเขื่อนเป็นเขื่อนคอนกรีต มีขนาดกักเก็บน้ำความจุสูงสุด 106 ล้านลูกบาตรเมตร จุดประสงค์

ของการสร้างเขื่อนเพื่อกักเก็บน้ำในฤดูฝน เพื่อบรรเทาอุทกภัยและนำน้ำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่เพาะปลูกการเกษตร และผลิตไฟฟ้าพลังน้ำ

2.4 การพัฒนารูปแบบ

2.4.1 ความหมายของรูปแบบ

ความหมายของรูปแบบมีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

เกษม จันทร์แก้ว (2551, น.233) ได้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า เครื่องมือที่สร้างองค์ความรู้และวิธีการถ่ายทอดให้ผู้เรียนโดยผ่านสื่อ ในการถ่ายทอดความรู้ มีองค์ความรู้และวิธีการถ่ายทอดที่แตกต่างกันไป ในแต่ละท้องถิ่นเพราะพื้นฐานทางสังคมในแต่ละท้องถิ่นไม่เหมือนกัน รูปแบบโครงสร้างองค์ความรู้ที่นำไปถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ทัศนคติเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, น.124) ได้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบได้มีการจำแนกประกอบด้วยแผนภาพหรือภาพร่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ยังไม่สมบูรณ์เหมือนของจริงรูปแบบในความหมายนี้มักเรียกทับศัพท์ในภาษาไทยว่า “โมเดล” ได้แก่ โมเดลบ้าน โมเดลรถยนต์ โมเดลเสื้อ ในด้านแบบแผนความสัมพันธ์ของตัวแปร หรือสมการทางคณิตศาสตร์ที่รู้จักกันในชื่อที่เรียกว่า “Mathematical Model”แผนภาพที่แสดงถึงองค์ประกอบการทำงานของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง รูปแบบในความหมายนี้บางทีเรียกกันว่าภาพย่อส่วนของทฤษฎีหรือแนวคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น รูปแบบการสอน รูปแบบการบริหาร รูปแบบการประเมิน เป็นต้น

เกษม จันทร์แก้ว (2553, น. 233) ได้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบจำลอง คือ เครื่องมือที่สร้างองค์ความรู้และวิธีการถ่ายทอดที่แตกต่างกันไป ในแต่ละท้องถิ่น เพราะพื้นฐานทางสังคมในแต่ละท้องถิ่นไม่เหมือนกัน รูปแบบโครงสร้างองค์ความรู้ที่นำไปถ่ายทอดให้ผู้เรียน ได้รับความรู้ ทัศนคติ จิตสำนึก การตอบโต้และทักษะ จำเป็นต้องจัดการอย่างเป็นระบบและเหมาะสมกับท้องถิ่น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ทิศนา แขมมณี (2553, น.218) ได้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบเป็นรูปธรรมของความคิดที่เป็นนามธรรมซึ่งบุคคลแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น เป็นคำอธิบาย เป็นแผนผัง ไดอะแกรม หรือแผนภาพ เพื่อช่วยให้ตนเองและบุคคลอื่นสามารถเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น รูปแบบเป็นเครื่องมือทางความคิดที่บุคคลใช้ในการสืบสอบหาคำตอบ ความรู้ ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทั้งหลาย

วาโรเพ็งสวัสดิ์ (2553 ,น.3) ได้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบหมายถึง กรอบความคิดทางด้านหลักการวิธีการดำเนินงาน และเกณฑ์ต่าง ๆ ของระบบ ที่สามารถยึดถือเป็นแนวทางในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้

ทิศนา แขมมณี (2555, น.1-6) ได้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญ ด้วยวิธีการสอนและเทคนิคต่าง ๆ ที่ช่วยให้สภาพการเรียนรู้การสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎี ตามหลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ ด้วยการพิสูจน์ทดสอบ เพื่อยืนยันประสิทธิภาพ ดังนั้น รูปแบบจึงจำเป็นต้องมี องค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่ ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อ เพื่อเป็นพื้นฐานหรือหลักการของรูปแบบ

พระครูอนุกูล ปริยัติการ (2556, น.6-7) ได้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบตรงกับคำว่า Model ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบ หมายถึง แผน (Plan) หรือแบบ (Pattern) เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียน การสอนเป็นกลุ่มย่อย หรือการจัดสื่อการสอนแต่ละประเภท เช่น หนังสือ ภาพยนตร์ เทป เสียง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และหลักสูตร โดยแต่ละรูปแบบจะใช้แนวทางในการออกแบบการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์

จุฑามาสฉิมผา (2558 , น.12) ได้ให้ความหมายไว้ว่า รูปแบบ หมายถึง โครงสร้างของโปรแกรม แบบจำลอง หรือตัวแบบที่จำลองสภาพความเป็นจริง ที่สร้างขึ้นจากการลดทอนเวลาและเทศะพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่จะต้องนำมาศึกษาเพื่อใช้แทนแนวคิดหรือปรากฏการณ์ใดปรากฏการหนึ่ง โดยอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของรูปแบบนั้นๆ

วีระพน ภานุรักษ์ (2558, น.25-26) ได้ให้ความหมายของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบหมายถึง แผน (Plan) หรือแบบ (Pattern) เพื่อใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียนการสอนเป็นกลุ่มย่อย หรือการจัดสื่อการสอนแต่ละประเภท เช่น หนังสือ ภาพยนตร์ เทปเสียง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และหลักสูตร โดยแต่ละรูปแบบจะใช้แนวในการออกแบบการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์

ศิริพงษ์วีระภัทรกุล (2558 , น. 39) ได้ให้ความหมายไว้ว่า รูปแบบ หมายถึงโครงสร้างโปรแกรมแบบจำลองหรือตัวแบบที่จำลองสภาพความเป็นจริง ที่สร้างขึ้นจากการลดทอนเวลา

ศิรินันท์ หล่อตระกูล (2559 , น.117) ได้ให้ความหมายว่า รูปแบบ Model หมายถึงโครงสร้างโปรแกรมแบบจำลองหรือชุดของทฤษฎีที่จำลองตามสภาพจริงหรือสิ่งที่แสดงโครงสร้างของความเกี่ยวข้องระหว่างชุดของปัจจัยหรือตัวแปรต่าง ๆ เพื่อลดทอนเวลาและพิจารณาว่ามีสิ่งใดบ้างที่ต้องนำมาศึกษา เพื่อใช้แทนแนวคิดหรือปรากฏการณ์นั้น ๆ ซึ่งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆของรูปแบบนั้น

Joyce and Weill (1986, pp.1-2, อ้างถึงในทิศนา แขมมณี, 2555,น.2) ให้ความหมายของคำว่ารูปแบบ หรือรูปแบบจำลอง เป็นรูปแบบการปฏิบัติงาน หรือเครื่องมือสำคัญในการคาดคะเนที่ยังไม่เกิดขึ้นเป็นแบบแผนที่จำลองเหตุการณ์ในความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ซึ่ง

ตัวแปรแต่ละตัวจะบอกถึงองค์ประกอบ หน้าที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงถึงกัน ในรูปของแผนภูมิมีความครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญที่มีการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบตามหลัก ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า รูปแบบ หมายถึง แบบแผนแสดงถึงวิธีการขั้นตอน ที่สามารถยึดถือเป็นแนวทางในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์สามารถใช้รูปแบบอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ หรือตัวแปรต่าง ๆ ที่มีในปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือในระบบต่าง ๆ อธิบายลำดับขั้นตอนขององค์ประกอบหรือกิจกรรมในระบบ

2.4.2 ประเภทของรูปแบบ

รูปแบบหรือแบบจำลองมีการแบ่งประเภทตามลักษณะขึ้นอยู่แต่ละสาขา มีผู้ได้แบ่งประเภทของรูปแบบไว้ดังนี้

จุฑามาส ชมผา (2558, น. 12-13) ได้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือประกอบด้วย รูปแบบเชิงปฏิบัติเป็นการประเมินสภาวะชุมชนแบบมีส่วนร่วม รูปแบบประเภทนี้เป็นแบบจำลองทางกายภาพ เช่น แบบจำลองรถยนต์ เครื่องบินภาพจำลองและ รูปแบบเชิงทฤษฎีเป็นแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากกรอบความคิดที่ทฤษฎีเป็นพื้นฐาน ตัวทฤษฎีเองไม่ใช่รูปแบบหรือแบบจำลองเป็นตัวช่วยให้เกิดรูปแบบที่มีโครงสร้างต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กัน

Schwerin (n.d., อ้างถึงใน Bardo and Hardman 1982,pp. 70-72) ได้แบ่งประเภทของรูปแบบด้วยการอธิบายลักษณะจากลักษณะของเมืองออกเป็นรูปแบบที่อธิบายโดยพื้นที่นั้นเป็นจุดมุ่งหมายในการบรรยายลักษณะของเมืองว่ามีลักษณะเช่นไรเช่น Concentric Zone Model และ Social Area Analysis Model เป็นต้นสาหรับรูปแบบที่ใช้อธิบายคุณลักษณะของประชากรเมืองนั้นเป็นรูปแบบที่เสนอแนวคิดในการอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของประชากรเมืองต่างๆเช่น Residential Segregation Model เป็นต้น

Smithies et al. (1980, p.131, อ้างถึงใน ศิรินันท์ หล่อตระกูล, 2559 ,น. 118-119) ได้มีการแบ่งประเภทรูปแบบไว้ 2 ประเภท คือรูปแบบเชิงกายภาพ (Physical Modelฉ) จำแนกเป็นรูปแบบภายนอกที่มีลักษณะคล้ายของจริง ได้แก่ รูปแบบของเครื่องบินจำลอง และรูปแบบเชิงอุปมาที่มีลักษณะคล้ายปรากฏการณ์จริง เช่น การทดลองทางเคมีในห้องปฏิบัติการก่อนทำการทดลองจริงและ รูปแบบเชิงสัญลักษณ์ จำแนกเป็นรูปแบบข้อความ ซึ่งเป็นการใช้ข้อความในการอธิบายย่อความ เช่น การพรรณนาของลักษณะงาน

Smith, E.W. et al. (1980,p.461) ได้แบ่งประเภทของรูปแบบออกเป็น 2 รูปแบบ ประกอบด้วยรูปแบบเชิงกายภาพ จำแนกเป็น รูปแบบรูปปั้นที่มีลักษณะคล้ายของจริง เช่น เครื่องบินจำลอง และรูปแบบเชิงอุปมาที่มีลักษณะคล้ายปรากฏการณ์จริง เช่น การทดลองทางเคมีห้องปฏิบัติการ

ก่อนทำการทดลองจริงและรูปแบบเชิงสัญลักษณ์ จำแนกเป็นรูปแบบข้อความ ซึ่งเป็นการใช้ข้อความในการอธิบายย่อ เช่น คำพรรณนาลักษณะงาน เป็นต้น และรูปแบบทางคณิตศาสตร์

Joyce and Well (1985,p. 74) ได้ศึกษาและจัดแบ่งประเภทของรูปแบบตามแนวคิดหลักการหรือทฤษฎีซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบนั้นๆและได้แบ่งกลุ่มรูปแบบการสอนเอาไว้ 4 รูปแบบคือรูปแบบ Information–Processing Models เป็นรูปแบบการสอนที่ยึดหลักความสามารถในกระบวนการประมวลข้อมูลของผู้เรียนและแนวทางในการปรับปรุงวิธีการจัดการกับข้อมูลให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นรูปแบบ Personal Models รูปแบบการสอนที่จัดไว้ในกลุ่มนี้ให้ความสำคัญกับปัจเจกบุคคลและการพัฒนาบุคคลเฉพาะรายโดยมุ่งเน้นกระบวนการที่แต่ละบุคคลจัดระบบปฏิบัติต่อสรรพสิ่ง (Reality) ทั้งหลายรูปแบบSocial Interaction Models เป็นรูปแบบที่ให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและบุคคลต่อสังคมและ รูปแบบBehavior Models เป็นกลุ่มของรูปแบบการสอนที่ใช้องค์ความรู้ด้านพฤติกรรมศาสตร์เป็นหลักในการพัฒนารูปแบบจุดเน้นที่สำคัญคือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่สังเกตได้ของผู้เรียนมากกว่าการพัฒนาโครงสร้างจิตวิทยาและพฤติกรรมที่ไม่สำมารถสังเกตได้

Bush (1986,P.19) ได้แบ่งประเภทของรูปแบบออกเป็น5รูปแบบประกอบด้วยคือรูปแบบปกติ (Formal Model) รูปแบบประชาธิปไตย (Democratic Model) รูปแบบทางการเมือง (Political Model) รูปแบบจิตวิสัย (Subjective Model) รูปแบบคลุมเครือ (Ambiguity Model)

Keeves (1988,P. 78) ได้แบ่งประเภทของรูปแบบ 4 ประเภท คือ รูปแบบเชิงเทียบเคียง (Analog Model) เป็นรูปแบบที่ใช้เปรียบเทียบอุปมาอุปมัย กับปรากฏการณ์ที่เป็นรูปธรรม เพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เป็นธรรมรูปแบบเชิงข้อความ (Semantic Model) เป็นรูปแบบที่แสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในรูปแบบของข้อความ โดยใช้ภาษาเป็นสื่อในการอธิบายปรากฏการณ์ รูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นรูปแบบที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เป็นต่อในการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร และ รูปแบบเชิงสาเหตุ (Causal Model) เป็นรูปแบบที่ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สามารถอธิบายได้ว่าตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่มีอิทธิพล ร่วมกับหลักการสร้างรูปแบบเชิงข้อความ โดยนำเอาตัวแปรต่าง ๆ มาสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นกล่าวโดยสรุปรูปแบบมีหลายประเภท เช่น รูปแบบเชิงกายภาพ และเชิงสัญลักษณ์ ส่วนรูปแบบทางสังคมศาสตร์ ได้แบ่งออกเป็น รูปแบบที่ใช้การอุปมาอุปไมยเทียบเคียงปรากฏการณ์ ซึ่งเป็นรูปธรรมเพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมรูปแบบที่ใช้ภาษาเป็นสื่อในการบรรยายหรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยภาษา แผนภูมิรูปภาพ รูปแบบที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เป็นสื่อในการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ และรูปแบบที่นำเอา ตัวแปรต่าง ๆ มาสัมพันธ์กันเชิงเหตุและผลที่เกิดขึ้น

Keeves (1988,pp. 561-565) แบ่งประเภทของรูปแบบไว้ 4 รูปแบบประกอบด้วย Analogue Modal เป็นรูปแบบที่ใช้การอุปมาอุปมัยเทียบเคียงปรากฏการณ์ ซึ่งเป็นรูปแบบเพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรม เช่น รูปแบบการทำนายจำนวนนักเรียนที่จะเข้าสู้ระบบโรงเรียน Semantic Modal เป็นรูปแบบที่ใช้ภาษาเป็นสื่อในการบรรยาย หรืออธิบายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยภาษา แผนภูมิ หรือรูปภาพ เพื่อให้เห็นโครงสร้างทางความคิดองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น รูปแบบการเรียนรู้ในโรงเรียนMathematic Modal เป็นรูปแบบที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เป็นสื่อในการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ รูปแบบประเภทนี้นิยมใช้กันทั้งในสาขาจิตวิทยาศึกษาศาสตร์ และการบริหารการศึกษาและ Casual Modal เป็นรูปแบบที่พัฒนามาจากเทคนิคการวิเคราะห์แบบ Path Analysisโดยการนำเอาตัวแปรต่าง ๆ มาสัมพันธ์กันเชิงเหตุและผลที่เกิดขึ้น

Steiner (1988,p. 148) รูปแบบแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ 1) รูปแบบเชิงปฏิบัติ รูปแบบประเภทนี้เป็นแบบจาลองทางกายภาพเช่นแบบจาลองรถยนต์เครื่องบินภาพจาลอง 2) รูปแบบเชิงทฤษฎีเป็นแบบจาลองที่สร้างขึ้นจากกรอบความคิดที่มีทฤษฎีเป็นพื้นฐานตัวทฤษฎีเองไม่ใช่รูปแบบหรือแบบจาลองเป็นตัวช่วยให้เกิดรูปแบบที่มีโครงสร้างต่างๆที่สัมพันธ์กัน

จากที่กล่าวมาแสดงว่ารูปแบบมีหลายประเภทด้วยกันเป็นสิ่งที่สร้างและพัฒนาขึ้นของแต่ละสาขาก็มีรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปเช่นรูปแบบทางการศึกษาและสังคมศาสตร์ได้แบ่งออกเป็นรูปแบบที่ใช้การอุปมาอุปไมยเทียบเคียงปรากฏการณ์ซึ่งเป็นรูปธรรมเพื่อสร้างความเข้าใจในปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมรูปแบบที่ใช้ภาษาสื่อในการขยายหรืออภิปรายปรากฏการณ์ที่ศึกษาด้วยภาษาแผนภูมิรูปภาพ รูปแบบที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เป็นสื่อในการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆและรูปแบบที่นาเอาตัวแปรต่างๆมาสัมพันธ์กันเชิงเหตุและผลที่เกิดขึ้น เป็นต้น

2.4.3 องค์ประกอบรูปแบบ

องค์ประกอบของรูปแบบมีผู้กำหนดขั้นตอนไว้ดังนี้

Brown and Moberg (1980) ได้ทำการสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบพบว่าแบบจำลองส่วนใหญ่ประกอบด้วยสภาพแวดล้อม (Environment) เทคโนโลยี (Technology) โครงสร้าง (Structure)กระบวนการจัดการ (Management Process)และ การตัดสินใจสั่งการ (Decision Making) องค์ประกอบเป็นส่วนหนึ่งของระบบซึ่งถูกกำหนดขึ้นจากการกระทำต่างๆ เพื่อแสดงผลลัพธ์ของระบบ ตัวแปรเป็นคุณสมบัติที่กำหนดขึ้นของระบบภายใต้เงื่อนไขต่างๆกัน ซึ่งอาจจำแนกได้หลายชนิด พารามิเตอร์ เป็นคุณสมบัติของระบบฟังก์ชั่นความสัมพันธ์ เป็นฟังก์ชั่นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ และตัวแปรต่างๆในระบบ ซึ่งจะบอกถึงพฤติกรรมของระบบนั้นควรมีองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ ส่วนที่เป็นปัจจัย กระบวนการ ผลผลิต ผลลัพธ์ สภาพแวดล้อมภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดเอาไว้ โดยแสดงถึง ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆอย่างมีเหตุผล ในการสร้างรูปแบบ ผู้สร้างจะต้องคำนึงถึง

ลักษณะของรูปแบบที่ดี โดยในการสร้างรูปแบบให้เป็นรูปแบบที่ดี ได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะของรูปแบบที่ดีได้

2.4.4 การพัฒนารูปแบบ

ขั้นตอนการนำรูปแบบไปพัฒนามีผู้กำหนดขั้นตอนการพัฒนาดังนี้

Keeves (1990,อ้างถึงใน สมศักดิ์ พิเศษสุทธิกุล, 2550, น.10) ได้กล่าวถึงหลักการอย่างกว้าง ๆ เพื่อกำกับการสร้างรูปแบบไว้ 3 ประการ คือ 1) รูปแบบควรประกอบขึ้นด้วยความสัมพันธ์อย่างมีโครงสร้างของตัวแปรมากกว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงแบบธรรมดาเชื่อมโยงแบบเส้นตรงแบบธรรมดาทั่วไปนั้นมีประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการศึกษาวิจัยในช่วงของการพัฒนารูปแบบ 2) รูปแบบควรใช้เป็นแนวทางในการพยากรณ์ผลที่จะเกิดขึ้นจากใช้รูปแบบได้สามารถตรวจสอบได้โดยการสังเกต และหาข้อสนับสนุนด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ได้ 3) รูปแบบควรจะต้องระบุหรือชี้ให้เห็นถึงกลไกเชิงเหตุผลของเรื่องที่ศึกษา ดังนั้นนอกจากรูปแบบจะเป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ได้ควรใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ได้ด้วย

นอกจากคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้ว รูปแบบควรเป็นเครื่องมือในการสร้างมโนทัศน์ใหม่ และการสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรในลักษณะใหม่การสร้างรูปแบบนั้นมีขั้นตอนในการดำเนินงานที่แตกต่างกันไป ซึ่งรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีการดำเนินการอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะ และ กรอบแนวคิดซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบนั้นและรูปแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้นสามารถนำไปปฏิบัติมีการติดตามประเมินผล และตรวจสอบการนำไปใช้ในการปฏิบัติจริง

พระครูอนุกูลปริยัติการ (2556,น. 7 – 8) ได้กล่าวไว้ว่าการพัฒนารูปแบบมี 4 ประการ ลอย เบลนและเวล มาสซา(Loyce,Bruce and Weil ,Marsha 1992 ,น. 19-20) สรุปสาระสำคัญของรูปแบบไว้ว่า รูปแบบจะต้องมีทฤษฎีรับรองเช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ เมื่อพัฒนารูปแบบแล้วจำเป็นต้องมีการทดสอบหรือทดลอง เพื่อตรวจสอบคุณภาพในสถานการณ์จริง โดยนำข้อค้นพบหรือปัญหากลับมาแก้ไขให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับสถานที่ก่อนการนำไปใช้เผยแพร่ให้แพร่หลายดังตัวอย่างการพัฒนารูปแบบ การเรียนรู้มีส่วนร่วมในการดำเนินชีวิตตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงโดยใช้หลักการทางสิ่งแวดล้อมศึกษา สรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบประกอบด้วย การวางแผน การกระทำตรวจสอบและแก้ไข ด้วยวิธีการสร้างการมีส่วนร่วมได้แก่ การวางแผนกิจกรรมกลุ่มให้มีความตระหนักความรู้และเจตคติการกระทำกิจกรรมกลุ่มให้มีทักษะ การตรวจสอบกิจกรรมกลุ่มให้มีการสนับสนุนการประเมินผลและการปรับปรุงกิจกรรมให้มีส่วนร่วมเรียนรู้

2.4.5 การประเมินรูปแบบ

การประเมินรูปแบบเป็นการทดสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบเพื่อให้รูปแบบมีความเหมาะสมและ มีผู้ให้ขั้นตอนการการประเมินรูปแบบดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด(2547 ,น. 2-7) ได้กล่าวว่าการวิจัยโดยใช้รูปแบบจำแนกออกได้เป็น 2 ขั้นตอนขั้นตอนแรกเป็นการสร้างรูปแบบ ขั้นที่สองเป็นการทดสอบความเที่ยงตรง (Validity) ของรูปแบบ 1) การสร้างหรือการพัฒนารูปแบบ ผู้วิจัยจะสร้างหรือพัฒนารูปแบบขึ้นมาก่อนเป็นรูปแบบตามสมมติฐานโดยการศึกษาค้นความทฤษฎีแนวความคิดรูปแบบ (ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วในเรื่องเดียวกันหรือเรื่องอื่นและผลการศึกษาหรือวิจัยเกี่ยวข้องซึ่งจะช่วยให้กำหนดองค์ประกอบหรือตัวแปรต่าง ๆภายในรูปแบบรวมทั้งลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบหรือตัวแปรเหล่านั้นหรือลำดับก่อนหลังของแต่ละองค์ประกอบในรูปแบบในการพัฒนารูปแบบนั้นจะต้องใช้หลักของเหตุผลเป็นรากฐานสำคัญและการศึกษาค้นคว้ามากจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนารูปแบบอย่างยิ่ง ผู้วิจัยอาจคิดโครงสร้างของรูปแบบมาก่อนแล้วปรับปรุงโดยอาศัยข้อสนเทศจากการศึกษาค้นคว้าทฤษฎีแนวความคิด รูปแบบหรือผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องหรือทำการศึกษาองค์ประกอบย่อยหรือตัวแปรแต่ละตัวแล้วคัดเลือกองค์ประกอบย่อยหรือตัวแปรที่สำคัญประกอบกันขึ้นเป็นโครงสร้างของรูปแบบก็ได้ 2) การทดสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบหลังจากที่ได้พัฒนารูปแบบในขั้นแรกแล้วจำเป็นที่จะต้องทดสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบดังกล่าว เพราะรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนั้นถึงแม้ว่าจะพัฒนาโดยมีรากฐานจากจากทฤษฎีแนวความคิดรูปแบบของคนอื่น และผลการวิจัยที่ผ่านมามาก ซึ่งจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลในสถานการณ์จริงหรือทำการทดลองการนำไปใช้ในสถานการณ์จริงเพื่อทดสอบดูว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพตามที่มุ่งหวังหรือไม่ ในขั้นนี้บางครั้งใช้จึงใช้คำว่าการทดสอบการใช้ประสิทธิภาพของรูปแบบ

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในสถานการณ์จริงหรือทดลองใช้รูปแบบในสถานการณ์จริงจะช่วยให้ทราบอิทธิพลหรือความสำคัญขององค์ประกอบย่อยหรือตัวแปรต่างๆ ในรูปแบบในอิทธิพลหรือความสำคัญขององค์ประกอบหรือกลุ่มตัวแปรในรูปแบบวิจัยอาจปรับปรุงแบบใหม่โดยตัดองค์ประกอบตัวแปรที่พบว่ามีอิทธิพลหรือมีความสำคัญน้อยออกจากรูปแบบของตนซึ่งจะทำให้ได้รูปแบบที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

หลังจากที่ได้พัฒนารูปแบบในขั้นแรกแล้วจำเป็นที่จะต้องทดสอบความซื่อตรงดังกล่าว เพราะรูปแบบที่พัฒนาขึ้นนั้น ถึงแม้จะพัฒนาโดยมีรากฐานทฤษฎีแนวคิดรูปแบบของคนอื่นและผลการวิจัยที่ผ่านมา แต่ก็เป็นเพียงรูปแบบและสมมติฐานซึ่งจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลในสถานการณ์จริงหรือนำการทดลองนำไปใช้ในสถานการณ์จริงเพื่อทดสอบดูว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เป็นรูปแบบที่มีประสิทธิภาพ (ศิริพงษ์วีระภัทรกุล (2558 ,น.40)

จากเอกสารที่กล่าวมาสรุปได้ว่า รูปแบบคือ แบบจำลอง หรือ เครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อเป็นการถ่ายทอดความรู้ที่ต่างกันออกไปเป็นขบวนการหรือขั้นตอน รูปแบบมีหลายประเภท เช่น รูปแบบเชิงกายภาพ และเชิงสัญลักษณ์ องค์ประกอบรูปแบบควรประกอบขั้นด้วยความสัมพันธ์ของโครงสร้างความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ในการประเมินรูปแบบ เมื่อมีการสร้างหรือพัฒนารูปแบบจะต้องมีการตั้งสมมุติฐาน ศึกษาค้นคว้าแนวคิด หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อช่วยให้องค์ประกอบหรือตัวแปรต่าง ๆ ภายในรูปแบบมีความสัมพันธ์กัน รูปแบบที่มีการพัฒนาจะต้องมีประโยชน์ต่อการพัฒนารูปแบบ และจะต้องมีการทดสอบความเที่ยงตรงของรูปแบบ ในการรวบรวมข้อมูลจะต้องเกิดจากสถานการณ์จริงเพื่อให้เกิดความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2.5 หลักการยอมรับเทคโนโลยี

2.5.1 ความหมายการยอมรับ

ความหมายของการยอมรับมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กรุงสินทร์ ศรีโมรา (2551 ,น. 19) สรุปได้ว่า การยอมรับคือ การที่บุคคลได้เปลี่ยนความคิดของตนเองที่เคยมีเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นทางจิตใจ การรับเอาสิ่งใหม่ ๆ ที่ได้รับรู้ปฏิบัติจนเห็นผลเป็นที่พอใจ โดยการยอมรับวัฒนธรรมใหม่ๆ นั้น ย่อมมีปัจจัยต่าง ๆ เช่น พื้นที่การทำกิน อาชีพ รายได้ ความรู้ ประสบการณ์ การรับข่าวสาร ตลอดจนการติดต่อกับเจ้าหน้าที่และปัจจัยต่าง ๆ อีกมากมายที่เข้ามามีส่วนในการขบวนการยอมรับด้วย

หทัย ศรีสิงห์ (2551 ,น.10 – 11) สรุปได้ว่า การยอมรับหมายถึง การยอมรับเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการในการรับเอาความคิดใหม่ สิ่งใหม่ ที่คิดดีกว่าสิ่งที่เป็นอยู่ โดยเริ่มด้วยการรับรู้ ตัดสินใจรับพิจารณาหรือทดลองแล้วนำเอาไปปฏิบัติ

อัจฉราวรรณ กองเพชร และคณะ (2555) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยีที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาวิจัยอย่างกว้างขวาง คือ แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model “ Model : TAM) ของ Davis (1989) ซึ่งแบบจำลองนี้ใช้นี้ทดสอบพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยีของบุคคลว่ามาจากความตั้งใจในการใช้ระบบใดระบบหนึ่งของผู้ใช้ ซึ่งมีอิทธิพลมาจากการรับรู้ถึงประโยชน์ (Perceived Usefulness ,น. PU) และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) สามารถกล่าวได้ว่าการรับรู้ถึงประโยชน์และการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อทัศนคติการใช้ระบบ (Attitude Toward Using) ซึ่งส่งผลกระทบต่อความตั้งใจของพฤติกรรมที่ใช้ระบบ (Behavioral Intention to Use) และพฤติกรรมการยอมรับใช้งานจริง (Actual Usage Behavior) ตามลำดับ

Foster (1973,pp. 146-147) ได้ให้ความหมายของการยอมรับว่า หมายถึงการที่ประชาชนได้เรียนรู้ผ่านการศึกษาโดยผ่านขั้นการรับรู้ การยอมรับจะเกิดขึ้นได้หากมีการเรียนรู้ด้วยตัวเองและการเรียนรู้นั้นจะได้ผลก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นได้ทดลองปฏิบัติ เมื่อเขาแน่ใจแล้วว่าสิ่งประดิษฐ์นั้นสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างแน่นอนเขาจึงกล้าลงทุนซื้อสิ่งประดิษฐ์นั้น

Fred Davis (1989) ได้ให้ความหมายของการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี เป็นทฤษฎีที่ได้รับการพัฒนามาจากทฤษฎีการกระทำด้วยเหตุผล (Theory of Reasoned Action : TRA) ของ Fishbein (1975) ซึ่ง Davis (1989) เป็นผู้คิดค้นทฤษฎีดังกล่าวขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงจูงใจและความสนใจของบุคคลในการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งประกอบได้ด้วยตัวแปรสำคัญ 2 ตัวแปร คือ 1) การรับรู้ความยากง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use : PEoU) หมายถึง ระดับที่ผู้ใช้งานคาดหวังว่าระบบจะมีความง่ายในการใช้งาน และ 2) การรับรู้ประโยชน์ (Perceived Usefulness : PU) หมายถึง เมื่อมีการใช้งานระบบแล้วเป็นกานเพิ่มประสิทธิภาพให้กับตัวผู้ใช้งาน นอกจากนั้นทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี ยังได้ค้นพบว่า เมื่อผู้ใช้งานเกิดความเชื่อกับความง่ายในการใช้งานและประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศ จะนำมาซึ่งการเกิดพฤติกรรมการสนใจและให้การยอมรับและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยตามทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยีข้างต้น

Grodon (1999, p. 121) ได้กล่าวถึงความหมายของการยอมรับไว้ว่า เป็นสิ่งที่บุคคลหรือกลุ่มมีความเห็นต่อสิ่งต่างๆ ว่าถูกต้องหรือเหมาะสม โดยอยู่บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจในสิ่งนั้น ๆ และมีการตัดสินใจเพื่อนำไปปฏิบัติงานจริง ๆ ต่อไป

Wu et al. (2011) กล่าวเอาไว้ว่า ทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี 2 ได้รับการพัฒนาโดย ViswanathVenkatesh and Fred Davis (2000) จากพื้นฐานของทฤษฎีการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี ประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ 1) กระบวนการอิทธิพลทางด้านสังคม (Social Influence Processes)ได้แก่ การคล้อยตามสิ่งอ้างอิง (Subjective Norm) ความสมัครใจ (Voluntary)และ ภาพลักษณ์ (Image) 2) กระบวนการที่เป็นเครื่องมือในการสร้างความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Instrumental Processes) ได้แก่ ความสัมพันธ์กับการทำงาน (Job Relevance) คุณภาพของข้อมูลที่ได้รับ (Output Quality) ผลลัพธ์ที่ปรากฏให้เห็น (ResultDemon Stability) และการรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) โดยการบูรณาการเข้าด้วยกันในทฤษฎีดังกล่าว ทั้ง 2 ปัจจัยที่ใช้การศึกษาการยอมรับของผู้ใช้งาน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การยอมรับ หรือ การยอมรับเทคโนโลยีหมายถึง การนำเทคโนโลยีที่มาใช้งานซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์แก่ตัวบุคคลหรือการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมทัศนคติและการใช้งานเทคโนโลยีที่ง่ายขึ้น นอกจากนี้การนำเทคโนโลยีมาใช้งานทำให้แต่ละบุคคลมีประสบการณ์ความรู้และทักษะในการใช้งานเพิ่มเติม

2.5.2 กระบวนการยอมรับ

ขบวนการยอมรับมาจากองค์ประกอบหลายด้านดังนี้

Rogers (1983,อ้างถึงใน อรทัย เลื่อนวัน, 2555) กล่าวว่า การยอมรับเทคโนโลยีเป็นผลมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นกระบวนการ ดังนี้ 1) ขั้นตระหนักหรือขั้นตื่นตัว (Awareness Stage) เป็นขั้นที่บุคคลรู้ว่ามีเทคโนโลยีใหม่เกิดขึ้นแต่ยังขาดความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้น 2) ขั้นสนใจ (Interest Stage) บุคคลเริ่มมีความสนใจในเทคโนโลยีและพยายามแสวงหาข้อมูลหรือความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับเทคโนโลยีนั้น 3) ขั้นประเมินผล (Evaluation Stage) บุคคลจะประเมินผลในสมองของตนโดยลองนึกว่าถ้ายอมรับเทคโนโลยีนั้นมาใช้แล้วจะเหมาะสมกับเหตุการณ์ในปัจจุบันหรืออนาคตหรือไม่ จะให้ผลคุ้มค่ากับการเสี่ยงหรือไม่ 4) ขั้นทดลอง (Trial Stage) บุคคลจะนำเทคโนโลยีมาลองใช้หรือลองปฏิบัติในวงจำกัดก่อนเพื่อดูว่าเทคโนโลยีนั้นมีประโยชน์เข้ากับสถานการณ์ของตนหรือไม่ 5) ขั้นยอมรับ (Adoption Stage) บุคคลยอมรับเทคโนโลยีโดยนำเทคโนโลยีนั้นมาใช้อย่างเต็มสม่ำเสมอ

สุชาดา สุขนิรันดร์ (2550 ,น. 13-14) ได้กล่าวไว้ว่า กระบวนการยอมรับนวัตกรรม คือ กระบวนการตัดสินใจในการยอมรับหรือปฏิเสธนวัตกรรม เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองที่บุคคลจะต้องผ่านขั้น หรือ ระยะต่าง ๆ ตั้งแต่ขั้นแรกที่รู้เรื่องหรือมีความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมไปจนถึงขั้นตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธนวัตกรรมและในที่สุดถึงขั้นยืนยันการตัดสินใจที่ทำไปแล้ว คณะกรรมการนักสังคมวิทยาชนบทแห่งสหรัฐอเมริกาได้เสนอแนวความคิดว่า กระบวนการยอมรับนวัตกรรมมี 5 ขั้นตอน (Rogers and Shoemaker, 1971 ,น. 100-101) ประกอบด้วย1) ขั้นการรับรู้ (Awareness Stage) เป็นขั้นตอนเริ่มแรกที่จะนำไปสู่การยอมรับ หรือการปฏิเสธสิ่งใหม่ ๆ วิธีการใหม่ ๆ ที่ตนได้เรียนรู้หรือรับนวัตกรรมนั้น แต่ยังรู้ข่าวสารไม่ครบถ้วน มักเป็นการรู้โดยบังเอิญ ซึ่งอาจทำให้เกิดความอยากรู้ต่อไปอันเนื่องจากมีความต้องการที่จะประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ นั้นในการแก้ปัญหาที่มีอยู่ 2) ขั้นสนใจ (Interest Stage) เป็นขั้นที่เริ่มมีความสนใจ และแสวงหาข่าวสารเพิ่มเติมพฤติกรรมในขั้นนี้เป็นลักษณะที่ตั้งใจแน่ชัด และใช้กระบวนการคิดมากกว่าขั้นแรก ในขั้นนี้ทำให้บุคคลได้รู้ข่าวสารเกี่ยวกับสิ่งใหม่ ๆ มากขึ้น บุคลิกภาพและค่านิยมของบุคคล รวมทั้งบรรทัดฐานและประสบการณ์ทางสังคม อาจจะมีผลต่อแหล่งที่บุคคลไปหาข่าวสาร และมีผลต่อการตีความข่าวสารเกี่ยวกับสิ่งใหม่ ๆ ด้วย 3) ขั้นประเมินผล (Evaluations Stage) เป็นขั้นที่บุคคลใช้นวัตกรรมนั้นกับสถานการณ์ปัจจุบัน และสถานการณ์ข้างหน้าโดยไตร่ตรองว่าจะลองใช้ดีหรือไม่ ด้วยการชั่งน้ำหนัก ระหว่างข้อดี และข้อเสียของนวัตกรรมนั้น ถ้ารู้สึกว่าข้อดีมีมากกว่าก็จะตัดสินใจลองใช้ ขั้นนี้จะแตกต่างจากขั้นอื่นๆ ตรงที่ได้ตัดสินใจที่จะลองความคิดใหม่ ๆ โดยที่บุคคลคิดว่าการใช้นวัตกรรมเป็นการเสี่ยงเพราะไม่แน่ใจในผลที่เกิดขึ้น ดังนั้นในขั้นไตร่ตรองตัดสินใจนี้จึงต้องการเสริมแรง (Reinforcement) เพื่อทำให้แน่ใจยิ่งขึ้นว่ากำลังทำในสิ่งที่ถูกต้อง ซึ่งได้แก่ ข่าวสาร และคำแนะนำจากเพื่อน ตลอดจนการเสริมแรงจากสื่อมวลชนต่าง ๆ ในขั้นนี้จะได้รวมถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อความคิดใหม่ ๆ นั้น 4) ขั้นทดลอง

ปฏิบัติ (Trial stage) เป็นขั้นที่บุคคลนั้นใช้นวัตกรรมนั้นกับสถานการณ์ของตน แต่เป็นการลองดูกับส่วนน้อยก่อนเพื่อดูว่าได้ผลดีหรือไม่ และประโยชน์ที่ได้รับนั้นมากพอที่ยอมรับไปปฏิบัติอย่างเต็มที่หรือไม่ จึงเป็นการทดสอบว่านวัตกรรมนั้นใช้ได้ดี ตรงกับที่ต้องการหรือไม่ ในขั้นนี้บุคคลอาจแสวงหาข่าวที่เฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับวิธีการใช้นวัตกรรมนั้น ผลของการทดลองปฏิบัตินี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการตัดสินใจจะปฏิเสธหรือยอมรับต่อไป และขั้นยอมรับไปปฏิบัติอย่างสมบูรณ์ (Adoption Stage) บุคคลผู้ทดลองนั้นตัดสินใจที่ใช้นวัตกรรมนั้นอย่างเต็มที่ หลังจากที่ได้พิจารณาไตร่ตรองจากผลที่ได้ทดลองปฏิบัติ

2.5.3 หลักการยอมรับเทคโนโลยีและนวัตกรรม

หลักการยอมรับเทคโนโลยีมีผู้กล่าวไว้ดังต่อไปนี้

สิงหะ ฉวีสุข และ สุนันทา วงศ์จตุรภัทร (2555 ,น. 1-10) กล่าวไว้ถึง แนวทางงานวิจัยด้านการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Acceptance Research) ไว้ว่า เป็นการศึกษาในเชิงพฤติกรรมมนุษย์ เพื่ออธิบายวิธีการและเหตุผลของแต่ละบุคคลในการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่ (IT) เพื่อพัฒนาทฤษฎีที่ใช้พยากรณ์พฤติกรรมบุคคลหรือองค์การในการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศ เพื่อนำไปสู่การให้คำอธิบายและการพยากรณ์การยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสร้างความเข้าใจในอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่เป็นตัวช่วยและตัวเร่งให้เกิดการยอมรับ และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของแต่ละบุคคลหรือแต่ละองค์การ รวมทั้งการแสดงให้เห็นถึงเหตุผลของการลงทุนด้านไอทีในอนาคตองค์ประกอบหลักสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงปัจจัย หรือตัวกำหนดที่แตกต่างกันว่าจะส่งผลหรือมีความสัมพันธ์กันอย่างไรในการส่งเสริมให้เกิดการยอมรับ และการใช้จนกระทั่งทำให้นวัตกรรมนั้นเป็นเทคโนโลยีและหรือเทคโนโลยีสารสนเทศในที่สุด ทั้งนี้ในกลุ่มทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ จะมีทฤษฎีที่มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อสร้างความเข้าใจในบทบาทเป็นตัวพยากรณ์พฤติกรรม เช่น พฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ

2.5.4 องค์ประกอบของการยอมรับนวัตกรรม

การยอมรับและนำไปใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรม จะมีองค์ประกอบและคุณลักษณะของเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่เหมาะสมในการให้การยอมรับดังนี้

2.5.4.1 องค์ประกอบของเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมที่ให้การยอมรับ

รัชนีศรี ทาเกิด (2552 ,น. 40-41) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการยอมรับนวัตกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ Rogers and Shoemaker (n.d.,อ้างถึงในเพ็ญพิมล กีรติขจร, 2545 ,น. 16-17) ดังนี้

1. ต้านนวัตกรรม
2. กระบวนการถ่ายทอดหรือเผยแพร่
3. ช่วงเวลาในการเกิดนวัตกรรม

2.5.4.2 คุณลักษณะของนวัตกรรมที่มีความสำคัญมีอิทธิพลต่อการยอมรับ มี 5 ประการ

1) ความเป็นไปได้เชิงเปรียบเทียบ (Relative Advantage) หมายถึงการที่ผู้รับนวัตกรรมคิดว่านวัตกรรมดีกว่า มีประโยชน์มากกว่าความคิดเก่า สิ่งเก่า หรือวิธีปฏิบัติเดิม

2) ความเข้ากันได้หรือไปด้วยกันได้ (Compatibility) คือการที่ผู้ยอมรับนวัตกรรมคิดว่านวัตกรรม รู้สึกหรือคิดว่านวัตกรรมนั้นไปด้วยกันได้ หรือเข้ากันได้กับค่านิยม หรือบรรทัดฐานทางสังคม นวัตกรรมที่ไม่สอดคล้องถูกยอมรับได้ช้ากว่านวัตกรรมที่เข้ากับสิ่งต่างๆได้ดี

3) ความยุ่งยากหรือสลับซับซ้อน (Complexity) คือการที่ผู้รับนวัตกรรม เห็นหรือรู้สึกว่านวัตกรรมนั้นยากแก่การเข้าใจ และนำไปใช้ หากยุ่งยากมากก็ยากแก่การยอมรับ

4) ความสามารถในการนำไปทดลองใช้ (Trainability) คือผู้รับนวัตกรรม สามารถนำนวัตกรรมไปทดลองใช้ในประมาณเล็ก ๆ จะถูกยอมรับได้รวดเร็วกว่านวัตกรรมที่ไม่สามารถแบ่งเป็นส่วนเล็กๆ ได้

. 5) ความสามารถในการสังเกตได้ (Observability) คือผลของนวัตกรรมเป็นสิ่งที่สามารถมองเห็นได้โดยสมาชิกภายในระบบสังคม ยิ่งมองเห็นผลได้ง่ายเพียงใด นวัตกรรมนั้นก็จะได้รับการยอมรับมากขึ้น

6) โครงสร้างของสังคม (Social Structure) เกิดขึ้นจากสมาชิกของสังคมมีฐานะหรือตำแหน่งที่แตกต่างกัน โครงสร้างของสังคมสามารถส่งเสริมหรือขัดขวางการยอมรับของสมาชิกภายในสังคม โดยอิทธิพลของสิ่งที่เรียกว่า อิทธิพลระบบ ซึ่งหมายถึง บรรทัดฐาน สถานภาพของ สังคม ชั้นของสังคม และสิ่งอื่น ๆ ในระบบสังคมที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของสมาชิกในระบบสังคม และมีความสำคัญต่อความเร็วหรือความช้าในการยอมรับนวัตกรรม

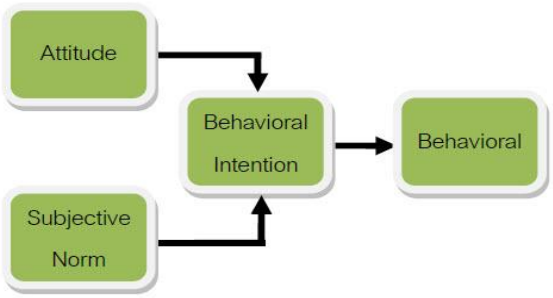
2.5.5 การยอมรับเทคโนโลยี

ทฤษฎีพื้นฐานที่นำมาใช้ศึกษาพฤติกรรมมนุษย์ในการยอมรับการใช้เทคโนโลยี(Technology Acceptance) ได้แก่

2.5.5.1 ทฤษฎีการกระทำตามหลักเหตุแลผล (Theory Of Reasoned Action)

ทฤษฎีการกระทำตามหลักเหตุและผล (The Theory Of Reasoned Action หรือ Tra) เป็นหนึ่งในทฤษฎีทางจิตวิทยาสังคม (Social Psychology) ถูกนำมาใช้เป็นพื้นฐานสาหรับการศึกษาพฤติกรรมมนุษย์มากที่สุดตามทฤษฎีได้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อและทัศนคติที่มีต่อพฤติกรรมว่า การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมมนุษย์เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงความเชื่อ เพื่อศึกษาการยอมรับการใช้เทคโนโลยีของแต่ละบุคคล หรือดังเช่นงานวิจัยของ Bagchi และงานวิจัยของ Celuch Taylor and Goodwin จากหลักการ ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดการแสดงพฤติกรรมโดยตรง คือความตั้งใจแสดงพฤติกรรม (Behavioral Intention) ซึ่งความตั้งใจแสดงพฤติกรรม จะได้รับแรงขับเคลื่อนจากปัจจัยหลัก 2 ประการ ได้แก่ ทัศนคติที่มีต่อพฤติกรรม (Attitudes Towards The Behavior) และ

บรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรม (Subjective norm) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยตามทฤษฎี TRA ข้างต้น แสดงได้ในรูปของแบบจำลองดังภาพที่ 2.15

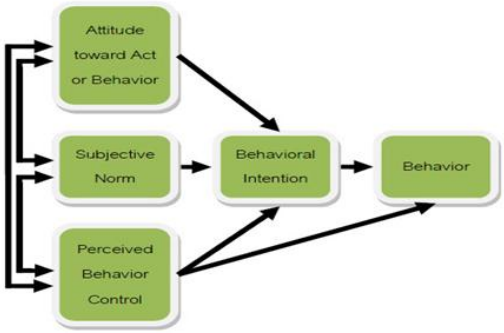


ภาพที่ 2.15 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยใน TRA ปรับปรุงจาก *ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ,* โดย สิงหะ ฉวีสุข และ สุนันทา วงศ์จตุรภัทร, 2555.

จากภาพที่ 2.15 ทัศนคติที่มีต่อพฤติกรรม คือปัจจัยที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล บุคคลจะประเมินภาพรวมของพฤติกรรมจากความเชื่อถึงผลที่น่าจะตามมา ไม่ว่าจะเป็นความรู้สึกเชิงบวกหรือเชิงลบเกี่ยวกับการแสดงพฤติกรรม บุคคลที่ประเมินพฤติกรรมและเชื่อว่าให้ผลเชิงบวก บุคคลจะมีทัศนคติที่ดีต่อพฤติกรรม ในทางตรงข้ามถ้าผลการประเมินเป็นเชิงลบ บุคคลจะมีทัศนคติที่ไม่มีต่อพฤติกรรม ดังกล่าวบรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรม คือการรับรู้ของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับความคาดหวัง หรือความต้องการของกลุ่มบุคคลในสังคมที่มีความสำคัญต่อบุคคล ในการแสดงหรือไม่แสดงพฤติกรรมใดๆ ถือเป็นแรงจูงใจให้แต่ละบุคคลปฏิบัติตามความต้องการของกลุ่มบุคคลในสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มบุคคลใกล้ชิด อาทิ บุคคลในครอบครัว เพื่อนร่วมงานที่ต้องการให้บุคคล แสดงพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตาม Tra ยังคงมีข้อจำกัดเนื่องจากการแสดงพฤติกรรมของแต่ละบุคคลอาจไม่สามารถเกิดขึ้นได้จริงถ้าหากพฤติกรรมนั้นมีความซับซ้อนยุ่งยากมากเกินกว่าความสามารถของบุคคลจะควบคุมได้

2.5.5.2ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน Theory Of Planned Behavior (Tpb)

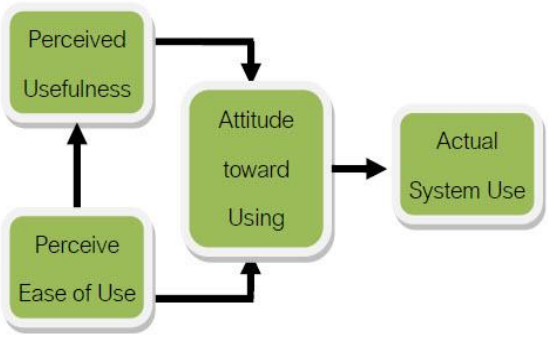
ทฤษฎีพฤติกรรมตามแผน (Theory Of Planned Behavior หรือ Tpb) เป็นทฤษฎีทางจิตวิทยาสังคม (Social Psychology) พัฒนามาจากทฤษฎี Tra โดยได้เพิ่มปัจจัยการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมของตนเองในการแสดงพฤติกรรมใดๆ (Perceived Behavioral Control) เพื่อลดข้อจำกัดของทฤษฎี Tra และสามารถนำมาปรับใช้เพื่อศึกษาความตั้งใจ และพฤติกรรมในบริบทที่หลากหลาย ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 ประการ ได้แก่ทัศนคติที่มีต่อพฤติกรรม บรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรม และการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมของตนเองในการแสดงพฤติกรรมใดๆ ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยตามทฤษฎี TPB ข้างต้น แสดงในรูปของแบบจำลองดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยใน TPB ปรับปรุงจาก *ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ,* โดย สิงหะ ฉวีสุข และ สุนันทา วงศ์จตุรภัทร, 2555

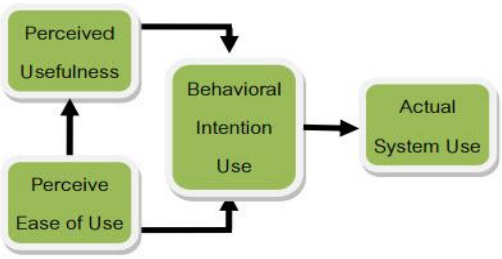
จากภาพที่ 2.16 ความสัมพันธ์ระหว่างความตั้งใจและ/หรือพฤติกรรม ได้รับอิทธิพลจากทัศนคติที่มีต่อพฤติกรรม บรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรม และการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมของตนเองในการแสดงพฤติกรรมใด ๆ ที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อพฤติกรรมด้วย ซึ่งการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมของตนเองในการแสดงพฤติกรรมใด ๆ คือการรับรู้ถึงความยากหรือง่ายในการแสดงพฤติกรรม ถ้าบุคคลรับรู้ว่ามีความสามารถที่จะแสดงพฤติกรรมในสภาพการณ์นั้นได้ และสามารถควบคุมให้เกิดผลลัพธ์ตามต้องการได้ บุคคลจะมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมนั้น นอกจากนี้ Ajzen เชื่อว่าบุคคลมีความพยายามที่จะควบคุมปัจจัยต่างๆทั้งปัจจัยภายใน เช่นความรู้ ความสามารถของแต่ละบุคคล เป็นต้น และปัจจัยภายนอกเช่น สภาพสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้งานซึ่งปัจจัยการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรมของตนเองในการแสดงพฤติกรรมใดๆนี้จะถูกกำหนดด้วย ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อปัจจัย (เช่นการใช้งานอย่างต่อเนื่อง) ที่อาจส่งเสริมหรือขัดขวางการแสดงพฤติกรรมนั้น (Control Beliefs) และการรับรู้ถึงกาลังของปัจจัยดังกล่าวที่มีผลต่อความเชื่อมั่น (Efficacy) ที่ทำให้บุคคลสามารถแสดงพฤติกรรมได้หรือไม่ อย่างไรก็ตาม TPB มีข้อจากัดบางประการที่ทำให้การนำ TPB มาอธิบาย ทัศนคติและพฤติกรรม อาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ เช่น ข้อจำกัดที่เกิดจากความไม่สอดคล้องกันระหว่างความตั้งใจแสดงพฤติกรรมของแต่ละบุคคล และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงเมื่อเวลาผ่านไป

2.5.5.3 แบบจำลองการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี (A Technology Acceptance Model : TAM) เป็นทฤษฎีที่มีการยอมรับและมีชื่อเสียงในการเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของการใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดย Davis ซึ่งเป็นการปรับแต่งเพิ่มเติมต่อจากทฤษฎี TRA เพื่อพัฒนาเป็นแบบจำลองTAM และใช้ศึกษาในบริบทการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศ โดยไม่นำบรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรมเข้ามาใช้เป็นปัจจัยในการพยากรณ์พฤติกรรมการใช้ที่เกิดขึ้นจริง ดังรูปแบบจำลองที่แสดงในภาพที่ 2.17

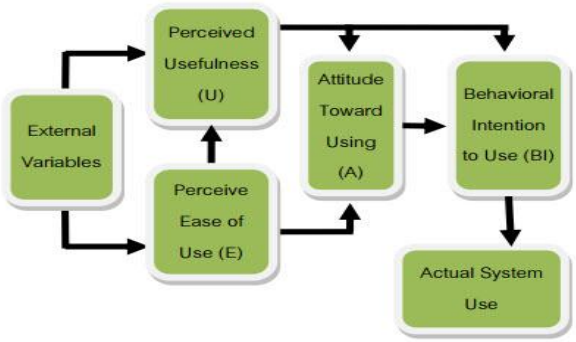


ภาพที่ 2.17 แบบจำลองต้นฉบับของ TAM ปรับปรุงจาก *ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ,* โดย สิงหะ ฉวีสุข และ สุนันทา วงศ์จตุรภัทร, 2555

อย่างไรก็ตามได้ดัดแปลง TAM โดยไม่รวมทัศนคติที่มีต่อพฤติกรรม เพื่อให้สามารถอธิบายความตั้งใจได้อย่างละเอียดถี่ถ้วนยิ่งขึ้นและสามารถนำมาใช้พยากรณ์การยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของแต่ละบุคคลทั้งนี้แม้ว่า TAM สามารถใช้พยากรณ์การยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ TAM มีข้อจำกัดบางประการ จึงขาดความสมบูรณ์สำหรับความต้องการใหม่ที่เกิดขึ้น จึงนำไปสู่การพัฒนาขยายเพิ่มเติมแบบจำลอง TAM โดยเพิ่มปัจจัยต่าง ๆ เพื่อนำมาศึกษาในบริบทการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศให้มีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้น โดยหลักการของ TAM จะศึกษาปัจจัยที่ทีอิทธิพลต่อความตั้งใจแสดงพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลัก 4 ประการได้แก่ ตัวแปรภายนอก (External Variables) การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศ (Perceived Usefulness : PU) การรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งาน (Perceived Ease of Use : PEOU) และทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using) ความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัยตามทฤษฎี TPB ข้างต้น แสดงในรูปของแบบจำลอง ดังภาพที่ 2.18



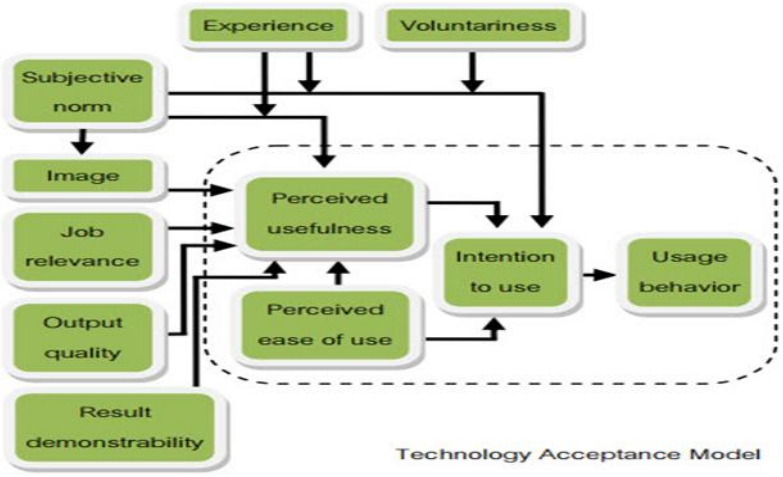
ภาพที่ 2.18 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยใน TAM ปรับปรุงจาก *ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ,* โดย สิงหะ ฉวีสุข และ สุนันทา วงศ์จตุรภัทร, 2555



ภาพที่ 2.19 แบบจำลองขยายเพิ่มเติมความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยใน TAM ปรับปรุงจาก *ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ,* โดย สิงหะ ฉวีสุข และ สุนันทา วงศ์จตุรภัทร, 2555

จากภาพที่ 2.19 ตัวแปรภายนอก เช่น ข้อมูลประชากรศาสตร์ (Demographic) ประสบการณ์ (Previous Experience) เป็นต้น มีอิทธิพลต่อการรับรู้ถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศ และการรับรู้ว่าเป็นระบบต่อการใช้งาน การรับรู้ในแต่ละบุคคลว่า เทคโนโลยีสารสนเทศมีส่วนช่วยในการพัฒนาประสิทธิภาพการปฏิบัติงานได้อย่างไร และเป็นปัจจัยที่ส่งผลโดยตรงต่อความตั้งใจแสดงพฤติกรรมการใช้ด้วยการรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งานคือปัจจัยที่กำหนดในแง่ปริมาณหรือความสำเร็จที่ได้รับว่าตรงกับความต้องการหรือที่คาดหวังไว้หรือไม่ซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศด้วย และการรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งานในขณะที่ความตั้งใจแสดงพฤติกรรมในการใช้งานได้รับอิทธิพลจากทัศนคติที่มีต่อการใช้งานและการรับรู้ถึงผลประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศ และส่งผลให้เกิดการยอมรับการใช้งานจริงในที่สุดแต่อย่างไรก็ตาม จากผลการวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นที่ต้องเพิ่มตัวแปรอื่น ๆ ในแบบจำลอง TAM เพื่อสามารถสร้างความเข้าใจถึงวิธีการอธิบายการยอมรับการใช้เทคโนโลยีใหม่ของแต่ละบุคคลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น และเพื่อให้สามารถอธิบายเหตุผลของบุคคลในการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากระบบ

สารสนเทศจึงนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลอง TAM เพื่อสามารถช่วยพยากรณ์พฤติกรรมการใช้ระบบสารสนเทศได้ชัดเจนยิ่งขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.21 แบบจำลองขยายเพิ่มเติมความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยใน TAM 2 ปรับปรุงจาก *ทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ,* โดย สิงหะ ฉวีสุข และ สุนันทา วงศ์จตุรภัทร, 2555

จากภาพที่ 2.20 แบบจำลอง TAM 2 ได้รับการปรับปรุงที่ตัวแปรภายนอก และปัจจัยที่เกิดก่อน (Antecedents) ที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศ และการรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งานให้มีความทันสมัยมากยิ่งขึ้น และจากการวิจัยพบว่ากระบวนการของอิทธิพลจากสังคม (Social Influence Process) เช่น (1) บรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรม (2) ความสมัครใจ (Voluntariness) และ (3) ภาพลักษณ์ (Image) ตลอดทั้งกระบวนการใช้ปัญญา (Cognitive Instrumental Process) เช่น (1) ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับงาน (Job Relevance) (2) คุณภาพของผลลัพธ์ (Output Quality) (3) ผลลัพธ์ที่สามารถแสดงให้เห็นก่อนได้(Results Demonstrability) และ (4) การรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งาน เป็นต้นต่างเป็นปัจจัยที่เอื้อต่อการยอมรับเทคโนโลยีใหม่นอกจากนี้ TAM 2 ได้นำเสนอแนวคิดใหม่ว่า บรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรม เป็นปัจจัยหลักที่กำหนด ความตั้งใจที่จะใช้งาน (Intention to Use)และมีอิทธิพลต่อการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศ และภาพลักษณ์ในเชิงบวก สำหรับผลกระทบของตัวแปรเสริม/ตัวผันแปร (Moderating Variable) (ประสบการณ์ และความสมัครใจ) เกิดควบคู่และมีความเชื่อมโยงระหว่างบรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรม และความตั้งใจที่จะใช้งาน

จากเอกสารที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การยอมรับคือ การที่บุคคลได้เปลี่ยนความคิดของตนเองที่เคยมีเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นทางจิตใจ การรับเอาสิ่งใหม่ ๆ ที่ได้รับรู้ปฏิบัติจนเห็นผลเป็นที่พอใจ โดยการ

ยอมรับวัฒนธรรมใหม่ๆองค์ประกอบสนับสนุนต่อการยอมรับนวัตกรรมในแง่ปัจจัยทางวัฒนธรรมความเชื่อและค่านิยมนั้น จะต้องเข้ากันได้กับนวัตกรรม ลักษณะประการสำคัญของนวัตกรรมที่มีผลต่อการยอมรับของสังคมไว้ คือ นวัตกรรมที่มีรูปแบบสอดคล้องกับสภาพสังคมจะได้รับการยอมรับเร็วกว่านวัตกรรมที่แตกต่างกระบวนการยอมรับ มีขั้นตอนประกอบด้วยขั้นตระหนักหรือขั้นตื่นตัวขั้นสนใจบุคคลเริ่มมีความสนใจในเทคโนโลยีและพยายามแสวงหาข้อมูลขั้นประเมินผล ขั้นทดลอง และขั้นการยอมรับ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการพยากรณ์

ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานวิจัยด้านการพยากรณ์ประกอบด้วย

จารุมน หนูคง (2552, น. 23) ได้สร้างโมเดลพยากรณ์ราคายางพารา โดยทำการเปรียบเทียบ 3 วิธีการ ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม สมการถดถอยแบบโพลีโนเมียลและซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน เพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมในการพยากรณ์ราคายางพารา โดยวัดจากค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อน (MSE) ที่น้อยที่สุด ผลการวิจัยพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 9-8-1 ให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดเท่ากับ 0.01 ในขณะที่วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์ รีเกรสชันให้ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.0487 และวิธีการถดถอยแบบโพลิโนเมียลให้ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.3133 จึงนำแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียมมาพัฒนาเป็นระบบพยากรณ์ราคายางพาราในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น สามารถสรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไปที่มีต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

ประภาพรรณ ขันรินทร์ และคณะ (2552, น. 1) ได้นำเสนอเรื่อง การใช้เหมืองข้อมูลช่วยแนะนำการเลือกรายวิชาเรียนของนิสิต กรณีศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยแบ่งข้อมูลชุดฝึกสอน และข้อมูลชุดทดสอบออกเป็น 80 : 20 โดยค่าความแม่นยำของตัวแบบที่สร้างจากเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ เท่ากับ 65.19% และค่าความแม่นยำของตัวแบบที่สร้างจากเทคนิคการจำแนกประเภทเบย์อย่างง่ายดาย เท่ากับ 62.76%

สาธิต อำลอย (2552, น. 1) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการต้นไม้การตัดสินใจ ชนิด M5P Model Trees สำหรับการพยากรณ์ปริมาณ น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ 1 วัน และ 1 สัปดาห์ล่วงหน้า โดยได้เลือกกรณีศึกษาอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส จ.นครศรีธรรมราช ในขั้นตอนการศึกษาได้เก็บรวบรวม ข้อมูลรายวันและรายสัปดาห์ของปริมาณ น้ำฝนที่ สถานีอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสและที่ สถานีฝายไม้ เสียบ และข้อมูลปริมาณ น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส ในปี 2542 ถึง 2551 ได้แบ่งกรณีศึกษา ออกเป็น 3 กรณี

คือกรณีใช้ข้อมูลทั้งปี กรณีใช้ข้อมูลในฤดูแล้งและกรณีใช้ข้อมูลฤดูฝน และใน แต่ละกรณีได้แบ่งเป็นกรณีศึกษาเป็น 3 กรณีศึกษาย่อยได้แก่การใช้เฉพาะข้อมูล น้ำฝน การใช้ เฉพาะข้อมูลน้ำท่าและการใช้ทั้งข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่า รวม 23 กรณีในการชี้วัดประสิทธิภาพ ของผลการพยากรณ์ได้เลือกใช้ 3 ตัวแปรทางสถิติได้แก่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่า ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์จากการศึกษาพบว่าสำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 1 วัน ให้ผลการพยากรณ์อยู่ในเกณฑ์ดีโดยกรณีที่ให้ผลการพยากรณ์มีประสิทธิภาพสูงสุดคือกรณีที่ใช้ข้อมูลทั้งปีของปริมาณ น้ำฝนทั้งสองสถานีและปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเป็นชุดข้อมูลนำเข้า ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์สำหรับขั้นตอนการทดสอบ เท่ากับ 0.900 , 0.250 ล้านลบ.ม.ต่อวัน และ 0.104 ลบ.ม.ต่อ วัน ตามลำดับ สำหรับกรณีการพยากรณ์ปริมาณ น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำล่วงหน้า 1 สัปดาห์ให้ผล การพยากรณ์อยู่ในเกณฑ์พอ โดยกรณีที่ให้ผลการพยากรณ์มีประสิทธิภาพสูงสุดคือกรณีที่ใช้ ข้อมูลทั้งปีของปริมาณ น้ำฝนทั้งสองสถานีและปริมาณ น้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำเป็นชุดข้อมูลนำเข้า ซึ่งให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อน สัมบูรณ์สำหรับขั้นตอนการทดสอบ เท่ากับ 0.597 , 1.986 ล้านลบ.ม.ต่อสัปดาห์และ 1.066 ลบ. ม.ต่อสัปดาห์ตามลำดับ

ธนรักษ์ ลิ้มจิตสมบูรณ์ และ สมชาย ปราการเจริญ(2553) ได้ทำการเปรียบเทียบความแม่นยำของการพยากรณ์คุณภาพไวน์ 2 ชนิด คือ ไวน์ขาวและไวน์แดง โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) และโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เนื่องจากไวน์ทั้งสองชนิดมีการชี้วัดคุณภาพที่แตกต่างกันจึงทำการทดสอบแยกกันผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถพยากรณ์คุณภาพไวน์ทั้ง 2 ชนิดได้แม่นยำกว่าการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณโดยผลมีรายละเอียดดังนี้ การพยากรณ์คุณภาพไวน์ขาวด้วยการวิเคราะห์ทดถอยพหุคูณได้ค่าความแม่นยำ 21.8% และโครงข่ายประสาทเทียมคือ 65.3% และการพยากรณ์คุณภาพไวน์แดงด้วยการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณมีความแม่นยำ คือ 33.6% และ โครงข่ายประสาทเทียม คือ 65.6%

อัมรินทร์และสมจิตร (2554 ,น. 671-675) ทำการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อพยากรณ์ราคาข้าวล่วงหน้าที่มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องจะช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนำข้าวออกสู่ตลาดในช่วงเวลาที่เกิดผลกำไรมากที่สุดและ Carlos del Cacho (2010) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินราคาบ้านพักอาศัย โดยใช้ Decision Tree (M5) Neural Network (MLP) linear regression ซึ่งจากการวิจัยสรุปว่าได้ Decision Tree เหมาะสำหรับพื้นที่เขตเมือง ส่วน Neural Network (MLP) และ Linear Regression เหมาะสำหรับพื้นที่ที่เป็นลักษณะกว้างๆทั่วไป

คีตา จาริก (2555 ,น. 131-138) ได้นำเอาทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น(Multi-Layer Feed Forward Neural Network) มาประยุกต์ใช้เพื่อพยากรณ์ราคาทองคำแท่ง โดยใช้การเรียนรู้แบบแพร่กระจายกลับ (Back Propagation Learning) โดยนำข้อมูล

อนุกรมเวลาของราคาทองคำที่ดีเป็นทั้งตัวฝึกสอนและตัวทดสอบเข้าโปรแกรม Matlapเพื่อหาโครงสร้างนิวรอนที่ดีที่สุดจาก 50 โครงสร้างที่สร้างมาจากข้อมูลที่มี โดยดูจากค่า MSE ที่มีค่าต่ำที่สุดผลจากงานวิจัยพบว่าโครงสร้างที่ดีที่สุดจากกการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ คือ โครงสร้างแบบที่ 3-3-1 มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ราคาทองคำแท่งได้อย่างเหมาะสม และช่วยในการวิเคราะห์การลงทุนในการทำการทำกำไร และลดความเสี่ยงลงได้อีกด้วย

Manusthi (2000) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมชนิดBack Propagation ในการพยากรณ์ระดับและปริมาณการไหลของน้ำรายชั่วโมง ที่บริเวณสะพานกรุงเทพโดยทำการพยากรณ์ ที่เวลา 1, 2 และ 3 ชั่วโมงล่วงหน้า โดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมจะมีการปรับเทียบ และทดสอบแบบจำลองจากข้อมูลที่ได้จากการวัดจริง และที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง MIKE 11 โดยแบ่งการตรวจสอบความถูกต้องออกเป็นสองกรณีคือจำนวนข้อมูลด้านออกหนึ่งและสองหน่วยคือระดับน้ำและอัตราการไหล ในกรณีที่จำนวนหน่วยในชั้นข้อมูลด้านออกมีสองหน่วยประกอบด้วยระดับน้าและอัตราการไหลจะให้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องน้อยกว่ากรณีที่จำนวนชั้นข้อมูลด้านออกแยกกันระหว่างระดับน้าและอัตราการไหล

Zhang and Jiang (2005) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับ Modified Neural Network Forecasting Model และIntelligent Mining System ถูกพัฒนาขึ้นโดยระบบสามารถคาดการณ์สัญญาณซื้อและขายให้เป็นไปตามการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคตเพื่อการลงทุนในตลาดหุ้น และให้การตัดสินใจสำหรับนักลงทุน จากผลการจำลอง 7 ปีของ Shanghai Composite Index แสดงให้เห็นว่าผลตอบแทนได้รับความประสบความสำเร็จจึงเป็นข้อได้เปรียบในการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการพยากรณ์อนุกรมเวลาทางการเงินนักลงทุนที่แตกต่างกันจะได้รับประโยชน์ และบางงานวิจัยได้มีการเปรียบเทียบตัวแบบอนุกรมเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์เพื่อดูว่าตัวแบบไหนมีความเหมาะสมมากที่สุด นอกเหนือจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนแล้ว ก็ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการพยากรณ์ราคาอีกมากมาย เช่น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ราคายางพารา และทองคำ

Thissen et al. (2009)ได้เปรียบเทียบวิธีการสำหรับการถดถอย 3 วิธี ได้แก่ ซัพพอร์ตเวกเตอร์ แมชีสำหรับ การถดถอย , Autoregressive moving average , Elmam recurrent neural networks โดยใช้ข้อมูล Mackey – Glass ผลที่ได้พบว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมนชีนการถดถอยให้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุ ด คือ 9.91% Autoregressive Moving Average ผิดพลาด 35.18%Elmam recurrent neural networks ผิดพลาด 70.07%

Omidi, Nourani and Jalili (2011, p. 1) ได้ศึกษา Stock Price Patterns in Time เพื่อทำนายผลในอนาคตของอนุกรมเวลา โดยศึกษารูปแบบในอนุกรมเวลาของราคาหุ้น ด้วยClosing Price Time Series ถูกเลือกเพื่อทำนายแนวโน้มในอนาคตของตลาดหุ้น ในงานวิจัยนี้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมกับราคาหุ้นของ Iran Tractor Manufacturing Company เป็นเวลา 2 ปี เป็น Input Time Series และ

ใช้เหมืองข้อมูลในการสร้างการตัดสินใจของตลาดหุ้นโดยเลือกสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมต่อโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้ Back Propagation algorithm ผลลัพธ์ที่ได้คือ คุณสมบัติของอนุกรมเวลาและแบบจำลองของในงานวิจัย โดยเฉพาะด้านการเงินโครงข่ายประสาทเทียมสามารถใช้ประโยชน์ได้ การศึกษาเหล่านี้เป็นที่น่าพึงพอใจ

Gtokelj and Golob (2012) นำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้การคาดการปริมาณน้ำที่ไหลลงอ่างเก็บน้ำที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า จากข้อมูลความแตกต่างตะกอนของน้ำที่ไหลสู่อ่างเก็บน้ำแต่ละที่และอัตราการไหลของน้ำ ซึ่งได้มาจากเครื่อง Ombromerter จากข้อมูลที่ได้มานั้นเป็นแบบไม่ใช่เชิงเส้นจึงได้นำวิธีโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ และใช้ activation function แบบ Sigmoidal Function และใช้คาดการณ์ 2 ชั่วโมง, 4 ชั่วโมง และ 6 ชั่วโมง จากการคาดการณ์ดังกล่าวได้ทำการทดสอบโดยใช้ Cross-Validation 20% ซึ่งมีค่าผิดพลาด 37% ของข้อมูล

Abe and T. (2013) ได้นำเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนช่วยแกปัญหาการแยกกลุ่มที่มีหลายกลุ่มซึ่งซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนบางครั้งไม่สามารถทำได้โดยการใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกกำหนดความสำคัญใน แต่ละกลุ่ม และทำการเปรียบเทียมกบวิธีการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนโดยใช้ชุดข้อมูล 4 ชุด ดังนี้Blood cell , Thyroid , Hiragana-50 และ Hiragana-13 ซึ่งฟัซซีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนให้ความถูกต้องดังนี้ 91.74% , 95.16% , 98.96% และ 99.7% ตามลำดับ ส่วนซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนให้ความถูกต้องดังนี้ 91.58% , 95.10% , 98.89% และ 99.64% ตามลำดับ จากผลที่ได้จะเห็นได้ว่าฟัซซีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนให้ผลที่ดีกว่าซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีน

Siva pragasamand et al. (2013) ได้คาดการณ์ปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำฝน โดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนสำหรับการถดถอยร่วมกบการวิเคราะห์สัญญาณเดี่ยวโดยการวิเคราะห์สัญญาณเดี่ยวจะทำการแยกช่วงปริมาณน้ำฝน และน้ำท่าที่มีปริมาณมาก และปริมาณน้อยออกจากกน แล้วจึงใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนสำหรับการถดถอย ทำการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่า และน้ำฝน ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำท่าได้ใช้ข้อมูลที่ประเทศเดนมาร์ค และข้อมูลปริมาณน้ำฝนใช้ข้อมูลที่ประเทศสิงคโปร์และทำการเปรียบเทียบกบการพยากรณ์แบบเชิงเส้น พบว่าค่าผิดพลาดเท่ากับ 0.736 ส่วนซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนสำหรับการถดถอยร่วมกับวิธีการวิเคราะห์สัญญาณเดี่ยว ให้ผลที่ดีกว่าโดยที่ค่าผิดพลาดเท่ากับ 0.304

2.6.2 งานวิจัยด้านเหมืองข้อมูล

ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานวิจัยด้านเหมืองข้อมูลประกอบด้วยดังนี้

ชลธิศา สาระ (2550,น. 117) เสนอวิธีการจำแนกกลุ่มสถานภาพการสำเร็จการศึกษาโดยแบบจำลองต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งใช้อัลกอริทึม C4.5 ทำให้เข้าใจถึงกระบวนการ พารามิเตอร์ที่ใช้ และการวัดความเหมาะสมในการสร้างแบบจำลองต้นไม้สำหรับอัลกอริทึม C4.5

วิโรจน์ ภาคคีรี, กาญจนา วิริยะพันธ์ (2550) ได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบการบุกรุกข้อมูลบนเครือข่าย โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ซึ่งได้ใช้เทคนิคการคัดแยกกลุ่มข้อมูล 3 ชนิด คือ การใช้แผนผังต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ โดยใช้อัลกอริทึม C4.5 ซึ่งใช้กฎความสัมพันธ์ของริปเปอร์ และการใช้นิวรอลเน็ทเวิร์ค ซึ่งการแผนผังต้นไม้จะมีร้อยและของความถูกต้องมากที่สุด

ณัฐพร อาทรธรรมคุณ (2552, น. 43–62) ได้ทำการประยุกต์ใช้วิธีการจำแนกข้อมูล (Classification) ของเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลโดยใช้เทคนิค Classifiers.Trees. J48 ของโปรแกรม WEKA ทำการประมวลผลวิเคราะห์หารูปแบบโมเดลจากข้อมูลผลการเรียนของนักเรียนเตรียมทหาร โรงเรียนเตรียมทหาร สถาบันวิชาการป้องกันประเทศ กองบัญชาการกองทัพไทย ที่จบการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2549 จำนวน 4 รายวิชา ได้แก่ คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ ฟิสิกส์ และเคมี เพื่อนำผลลัพธ์จากโมเดลมาเป็นแนวทางสำหรับพยากรณ์ผลการเรียนของนักเรียนในชั้นปีปัจจุบันจากการศึกษาวิจัยนี้ทำให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่าเทคนิค Classifiers.Trees. J48 น่าจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานทบทวนวงเงินได้เช่นเดียวกัน

ประภาพรรณ ขันรินทร์ และคณะ (2552, น. 2) ได้นำเสนอเรื่อง การใช้เหมืองข้อมูลช่วยแนะนำการเลือกรายวิชาเรียนของนิสิต กรณีศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยแบ่งข้อมูลชุดฝึกสอน และข้อมูลชุดทดสอบออกเป็น 80 : 20 โดยค่าความแม่นยำของตัวแบบที่สร้างจากเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ เท่ากับ 65.19% และค่าความแม่นยำของตัวแบบที่สร้างจากเทคนิคการจำแนกประเภทเบย์อย่างง่ายดาย เท่ากับ 62.76%

อุกฤษ ปัจฉิม (2552, น. 2) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในการทำนายระดับน้ำสูงสุด โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล คือเทคนิคโครงข่ายใยประสาทเทียม และเทคนิคการหาค่าเฉลี่ย k ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกลุ่มข้อมูล โดยการคำนวณหาความคล้ายกันของข้อมูลจากระยะความห่างของข้อมูลที่น้อยที่สุด จากการวิจัยครั้งนี้พบว่า ข้อมูลของสถานีใกล้เคียงจะทำให้การทำนายมีความแม่นยำ สำหรับช่วงต้นน้ำและข้อมูลย้อนหลังจะให้ความแม่นยำที่ดี สำหรับช่วงท้ายน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง ผลการคำนวณที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลระดับน้ำที่วัดจริง ให้ค่า R2 มากกว่าร้อยละ 80 และที่สำคัญข้อมูลที่มีการจัดกลุ่มก่อนการทำนายมีความแม่นยำและมีแนวโน้มที่ดีกว่าข้อมูลที่ไม่มีการจัดกลุ่มก่อนการทำนาย และยังสามารถทำนายค่าระดับสูงสุดในรอบปีได้ด้วย

เสถียร วิชาเรือง (2553, น.38–41) ได้ทำการประยุกต์ใช้วิธีการจำแนกข้อมูล (Classification) ของเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในกระบวนการอนุมัติสินเชื่อ โดย ได้ทำการวิจัยเชิงเปรียบเทียบความเหมาะสมของอัลกอริธึมที่มีในโปรแกรม WEKA จำนวน 3 อัลกอริธึม ได้แก่ 1) เทคนิคการจำแนกกลุ่มแบบ Dicision Rules : Part หรือในโปรแกรม WEKA เรียกว่า Classifiers. PART2) เทคนิคการจำแนก

กลุ่มแบบ Diction Tree ,น. C4.5 หรือในโปรแกรม WEKA เรียกว่า เทคนิค Classifiers.Trees.J48 และ 3) เทคนิคการจำแนกกลุ่มแบบ Dicision Table หรือในโปรแกรม WEKA เรียกว่าเทคนิค Classifiers Decision Table โดยทำการประมวลผลข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หารูปแบบโมเดลจากข้อมูลที่ใช้ประกอบการพิจารณาอนุมติสินเชื่อของบริษัทเอกนครหลวงลิสซิ่ง จำกัด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 – 2550 จำนวน 17,964 สัญญา จากนั้นวิเคราะห์เปรียบเทียบความถูกต้องของแต่ละโมเดลและเลือกรูปแบบที่เหมาะสมตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยผลวิจัยได้คัดเลือกโมเดลที่ได้จากเทคนิค Classifiers.PARTเนื่องมีความถูกต้องและมีเหตุผลสอดคล้องในทางธุรกิจมากที่สุด และนำรูปแบบเงื่อนไขดังกล่าวไปสร้างเป็นโปรแกรมจำแนกลูกค้ากลุ่มดีหรือไม่ดีจากการศึกษาวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยมีความเห็นว่า รูปแบบการตัดสินใจที่ได้จากเทคนิค Classifiers. PART เป็นลักษณะของการใช้คำเชื่อม ซึ่งเหมาะกับการนำไปเขียนเป็นโปรแกรมแต่ไม่เหมาะกับการที่จะนำมาใช้อธิบายแก่ผู้ใช้งานเพราะอาจก่อให้เกิดความสับสนและเข้าใจผิดพลาดได้

ชิติมา อุตมะมุณีย์ และ ประสงค์ ประณีตพลกรัง (2553 ,น. 39-46) ได้ทำการวิจัยเชิงเปรียบเทียบความเหมาะสมของอัลกอริธึม C4.5 และ Bayesian Networks พบว่า Bayesian Networks มีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลได้ดีกว่าอัลกอริธึม C4.5 จึงได้นำโมเดลการจำแนกข้อมูลของBayesian Networks ไปพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจแบบอัตโนมัติออนไลน์สำหรับการเลือกสาขาวิชาเรียนของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาจากการศึกษาวิจัยนี้ ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงจุดด้อยของการจำแนกข้อมูลด้วยอัลกอริธึม C4.5 ที่ไม่เหมาะกับงานบางประเภท

ยิ่งลักษณ์ ยิ่งสวัสดิ์ (2553 ,น. 5) การพัฒนาเครื่องมือจัดกลุ่มลูกค้าโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลโดยใช้ต้นไม้การตัดสินใจในการเรียนรู้ข้อมูลของลูกค้าในอดีต เพื่อทำการสร้างตัวแบบจำลองสำหรับการตัดสินใจในการจัดกลุ่มลูกค้าร้านค้าช่วง เพื่อให้สามารถพัฒนาความสัมพันธ์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลรักษาลูกค้าให้ดียิ่งขึ้น

นโรดม อารีกุล และ ชุลีรัตน์ จรัสกุลชัย (2554 ,น. 112-116) ได้ทำการวิจัยเชิงเปรียบเทียบความเหมาะสมของอัลกอริธึม Decision trees (J48) และอัลกอริธึม Bayes (BayesNet) จากการประมวลผลข้อมูลเพื่อวิเคราะห์หารูปแบบโมเดลของโปรแกรม WEKA พบว่า อัลกอริธึม Decision trees (J48) มีความสามารถในการจำแนกข้อมูลค้นหาผู้หลบหลีกภาษีได้ดีกว่า อัลกอริธึม Bayes และมีความเหมาะสมในการพยากรณ์ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 71.97จากการศึกษาวิจัยนี้ ทำให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่าการวิเคราะห์รูปแบบโมเดลด้วยโปรแกรม WEKA โดยเลือกใช้เทคนิค Decision trees (J48) น่าจะเป็นเทคนิคที่เหมาะสมและควรนำมาประยุกต์ใช้กับงานทบทวนวงเงิน

อัมรินทร์ และ สมจิตร (2554 ,น. 671-676) ได้ทำการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อพยากรณ์ราคาข้าวล่วงหน้าที่มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องจะช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวนำข้าวออกสู่ตลาดในช่วงเวลาที่เกิดผลกำไรมากที่สุดและ Carlos del Cacho (2010) ได้ทำ

การวิจัยเกี่ยวกับการประเมินราคาบ้านพักอาศัย โดยใช้ Decision Tree (M5) Neural Network (MLP) linear regression ซึ่งจากการวิจัยสรุปว่าได้ Decision Tree เหมาะสำหรับพื้นที่เขตเมือง ส่วน Neural Network (MLP) และ Linear Regression เหมาะสำหรับพื้นที่ที่เป็นลักษณะกว้างๆทั่วไป

คีตา จาริก (2555 ,น. 890-895) ได้มีการนำเอาทฤษฎี โครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น (Multi-Layer Feed Forward Neural Network) มาประยุกต์ใช้เพื่อพยากรณ์ราคาทองคำแท่ง โดยใช้การเรียนรู้แบบแพร่กระจายกลับ (Back Propagation Learning) โดยนำข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาทองคำที่เป็นทั้งตัวฝึกสอนและตัวทดสอบมาเข้าโปรแกรม Matlapเพื่อหาโครงสร้างนิวรอนที่ดีที่สุดจาก 50 โครงสร้างที่สร้างมาจากข้อมูลที่มี โดยดูจากค่า MSE ที่มีค่าต่ำที่สุด ผลจากงานวิจัยพบว่าโครงสร้างที่ดีที่สุดจากการเปรียบเทียบความเหมาะสม คือ โครงสร้างแบบ 3-3-1 มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพยากรณราคาทองคำแท่งได้อย่างเหมาะสม และช่วยในการวิเคราะห์การลงทุนในการทำกำไร และลงความเสี่ยงลงได้อีกด้วย

ปิยะมาศ กรัณย์กควุฒิ (2556 ,น. 21) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าความแม่นยำของการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล เปรียบเทียบระหว่างอัลกอริธึม Naïve Bayes Simples และ ID3 แนวทางการวิจัยได้เน้นให้เห็นความสำคัญของขั้นตอนการเตรียมข้อมูลก่อนการสร้างโมเดล โดยทำการแบ่งข้อมูลชุดเรียนรู้รูปแบบโมเดลมาออกเป็น 2 ชุด เรียกว่า ชุด A และชุด B โดยมีความแตกต่างของข้อมูลตรงที่การจัดกลุ่มค่าของข้อมูลในแต่ละแอตทริบิวท์ ซึ่งค่าของข้อมูลชุด B มีความละเอียดและมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ชัดเจนกว่าชุด A จากนั้นทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการทดลองจากทั้ง 2 อัลกอริธึม พบว่า การจัดกลุ่มค่าข้อมูลที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้น และพบว่า อัลกอริธึม Naïve Bayes Simple มีความสามารถในการจำแนกข้อมูลที่ดีกว่า ID3อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยมีประเด็นที่พิจารณาแล้วเห็นว่า แม้ว่าอัลกอริธึม Naïve Bayes Simple จะมีประสิทธิภาพในการจำแนกหรือพยากรณ์ข้อมูลได้ดีกว่า ID3 จริง ในแง่ของการนำไปอธิบ่ายต่อผู้ใช้งานคนอื่นๆ มีความยุ่งยากที่จะอธิบายให้บุคคลเหล่านั้นมองเห็นภาพรวมของรูปแบบการตัดสินใจที่ชัดเจนได้ ในขณะเดียวกันอัลกอริธึม ID3 เป็นอัลกอริธึมในกลุ่มแผนภาพต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ซึ่งมีจุดเด่นด้านการอธิบายรูปแบบการตัดสินใจแบบเดียวกัน และมีคำตอบทั้งเห็นด้วยและปฏิเสธ อัลกอริธึม ID3จะไม่พยากรณ์ความน่าจะเป็น ของคำตอบของรูปแบบการตัดสินใจดังกล่าวการไม่แสดงผลการพยากรณ์ของอัลกอริธึม ID3 นี้ ผู้วิจัยมีความเห็นว่าเป็นทั้งจุดเด่นและจุดด้อย ขึ้นอยู่กับการๆปใช้กับงานแต่ละประเภท งานมีความละเอียดมากน้อยเพียงใด เช่น ถ้านำไปใช้กับงานวินิจฉัยโรค ก็จะถือว่าเป็นจุดเด่น เพราะบางครั้งต้องใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญเฉพาะของแพทย์นั้นๆ มาประกอบการตัดสินใจ แต่สำหรับบางงานอาจไม่จำเป็นต้องใช้ความละเอียดในการพิจารณาที่ยุ่งยากซับซ้อนมาก หรือเพียงแค่ต้องการคำตอบในภาพรวมหรือเพื่อวัตถุประสงค์ที่จะนำไปเป็นแนวทางในการทำงานที่เกี่ยวข้องต่อไปเท่านั้น ซึ่งกรณีนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นจุดด้อยของอัลกอริธึม ID3 จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำข้อดีและข้อเสียในแต่ละประเด็นที่

จากการวิจัยครั้งก่อนมาพิจารณาปรับปรุงให้ดีขึ้น พร้อมกับทดลองหารูปแบบการตัดสินใจที่เหมาะสมที่สุดจากอัลกอริธึมอื่นๆ ดังที่จะแสดงไว้ในงานวิจัย ครั้งนี้

Ramli (2005, pp.113-115) ได้ศึกษาเรื่อง WEB USAGE MINING USING APRIORI ALGORITHM,น. UUM LEARNING CARE PORTAL CASE โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) การเตรียมข้อมูลจากล็อกเซิร์ฟเวอร์ E-Learning ของเว็บไซต์ UUM Educareเพื่อกำหนดและค้นหารูปแบบ การเข้าถึงของผู้ใช้ 2) การทำเหมืองข้อมูลโดยใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึม Aprioriเพื่อการผลิตรูปแบบการใช้โดยกำหนดสนใจของผู้ใช้ 3) การวิเคราะห์รูปแบบการใช้และพฤติกรรมของผู้งาน เว็บไซต์ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เป็นข้อมูลล็อกไฟล์ระหว่างวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2004 ถึง วันที่ 13 มีนาคม 2004 ของเซิร์ฟเวอร์ UUM Educare (www.e-web.uum.edu.my) มีจำนวน ข้อมูลทั้งหมด 10,578 ทรานเซชันและได้ทำข้อมูลมาวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์โดยใช้อัลกอริทึม Aprioriและได้กำหนดค่าสนับสนุนเท่ากับ 15% และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 70% พบว่า ผู้ที่เข้าใช้ หน้า /announcement และหน้า /main จะเข้าใช้หน้า /dmsต่อ ซึ่งมีค่าสนับสนุนมากที่สุด 22.0% และผู้ที่เข้าใช้หน้า /announcement และหน้า /dmsจะเข้าใช้หน้า /main ต่อ มีค่าความ เชื่อมั่นมากที่สุด 99.1% และจากผลการวิจัยนี้ผู้ดูแลเว็บสามารถนำไปประยุทธ์ใช้สำหรับการออกแบบและปรับปรุงเว็บไซต์ที่เหมาะสม

Yang and Lei (2007, pp. 126-127) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง An Approach of Multi-path Segmentation Clustering Based on Web Usage Mining โดยเสนอวิธีการจัดกลุ่ม เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างของเว็บไซต์ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเว็บ ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจากการบันทึกจากล็อกไฟล์เว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยประจำเดือนกุมภาพันธ์ 2005 ซึ่งมีข้อมูล มากกว่า 540,000 แถว และได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Clean) จนได้ข้อมูลที่ ถูกต้องซึ่งเหลือเพียง 70,000 แถว และมีเพียง 2,864 ที่เกี่ยวข้องกับหน้าเว็บที่มีความแตกต่างกัน จากนั้นได้นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ของเส้นทางบนเว็บไซต์ผลของการค้นหา ความสัมพันธ์มีทั้งหมด 10กฎ และพบว่ากฎข้อแรกคือผู้ใช้เข้าหน้า default.asp จะเข้าหน้า jiaoxue.asp ต่อ โดยมีค่าสนับสนุน 22.15 % และค่าความเชื่อมั่น 65% และจากผลการวิจัยสามารถ นำความรู้ที่ได้นำไปปรับปรุงโครงสร้างของเว็บไซต์เพื่อให้เหมาะสมกับการให้บริการได้

2.6.3 งานวิจัยด้านการพัฒนารูปแบบ

ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานวิจัยด้านการพัฒนารูปแบบประกอบด้วยดังนี้

Pitrik and Mallich (2004) ได้ศึกษาแนวทางในการจัดการเรียนแบบผสมผสานโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางกับการใช้เทคโนโลยีส่งผลต่อความสามารถของผู้เรียน จากการศึกษาพบว่า 1) การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมีเงื่อนไขทางมโนทัศน์ 3 ประการคือ Realness, Acceptance และ Empathic Understanding 2) ลักษณะของการจัดการเรียนแบบผสมผสานโดยเน้นผู้เรียนเป็น

ศูนย์กลางช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนดังนี้1) การมีส่วนร่วมในหลักของการเรียนรู้ 2) แนวโน้มความต้องการในการเรียนรู้ที่มากขึ้น 3) การช่วยผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง 4) กระตุ้นการเรียนรู้การค้นพบของผู้เรียน 5) ช่วยให้ผู้สอนให้เกิดการพัฒนาการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน และ 6) เพิ่มความสามารถในตัวบุคคลให้คนพบกระบวนการเรียนรู้ของตัวเอง

สายชล จินโจ (2550) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานรายวิชาโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร 1 สาขาคอมพิวเตอรธุรกิจไดรูปแบบประกอบด่วยการสอนแบบบรรยายปฏิสัมพันธ์การสอนแบบชี้แนะ การสอนด่วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายและการสอนแบบมีส่วนร่วมผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ภัทรา วยาจุต (2551) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของการเรียนแบบผสมผสานและแบบใช้เว็บช่วยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิตจุฬาลงกรณมหาวิทยาลัยที่มีบุคลิกภาพต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) นิสิตที่มีบุคลิกภาพต่างกันเมื่อเรียนแบบผสมผสานจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกับนิสิตที่เรียนแบบใชเว็บช่วย 2) นิสิตที่เรียนแบบผสมผสานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับนิสิตที่เรียนแบบใช้เว็บช่วยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นิสิตที่มีบุคลิกภาพต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไมแตกต่างกัน

ปณิตา วรรณพิรุณ (2551) ไดทำการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใชปญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต ผลการวิจัยพบว่า 1) องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต ประกอบด่วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการของรูปแบบ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบการสอน 3) วิธีการและกิจกรรมการเรียนการสอน และ 4) การวัดผลและการประเมินผล กระบวนการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นเตรียมการก่อนการเรียนการสอน และ 2) ขั้นกระบวนการจัดการเรียนการสอน 2) ผลการใชรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า นิสิตปริญญาบัณฑิตที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคะแนนความคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนิสิตมีความคิดเห็นว่าการเรียนตามรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก และผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนแล้วมีความคิดเห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก

2.6.4 งานวิจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี

ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานวิจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยี ประกอบด้วยดังนี้

เกรียงศักดิ์ ธีรศรัณยานนนท์ (2550) ศึกษาเรื่องการประเมินผลการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (E-COP) ของสถานีตำรวจภูธรในสังกัดตำรวจภูธรจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (E-COP)ในภาพรวมมีประสิทธิผลการใช้ระบบอยู่ในระดับสูงสำหรับปัจจัยการดำเนินงานและปัจจัยด้านอุปกรณ์มีผลต่อความสำเร็จของการใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในระดับปานกลาง ปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินโครงการฯ ส่วนใหญ่ยังขาดการสนับสนุนในการจัดอบรมให้ความรู้เพิ่มเติมทางด้านการใช้คอมพิวเตอร์ โดยผู้วิจัยเสนอแนะว่าควรมีการฝึกอบรมความรู้ให้เจ้าหน้าที่ตำรวจให้มีความรู้ความชำนาญมากขึ้น ควรมีการพัฒนาระบบอย่างต่อเนื่อง ปรับปรุงฐานข้อมูลในระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (E-COP) ให้เป็นปัจจุบัน

เบญจมาศ แก้วประดิษฐ (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ความคิดเห็นของนักศึกษาระดับปริญญาโทมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ต่อบริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ต” มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาต่อบริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ต โดยใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี เป็นกรอบแนวคิดในการศึกษา พบว่า ความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ต เห็นว่ามีประโยชน์ ผู้ใช้บริการสามารถใช้บริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ตได้แม้ว่าจะเป็นวันหยุดและยังช่วยให้ผู้ใช้บริการสามารถตรวจสอบสภาพทางการเงินได้ง่ายขึ้น และคิดว่าบริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ตมีประโยชน์มากในปัจจุบัน และเห็นว่าการใช้บริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ตมีความง่านในการใช้งาน ไม่มีความซับซ้อน สามารถเข้าใจได้และทำธุรกรรมด้วยตัวองได้ แต่ยังมีข้อกังวลด้านความปลอกภัย โดยปัญหาที่มีต่อบริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ต คือ กลัวว่าข้อมูลจะไม่มีความปลอดภัย และยังมีความกังวลเรื่องค่าธรรมเนียมที่ต้องจ่ายมนการใช้บริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ต และยังไม่ค่อยเข้าใจในระบบของบริการธนาคารทางอินเตอร์เน็ต ทำให้ยังไม่ค่อยกล้าใช้งานเท่าที่ควร

อุษณีย์ ภัทรมนตรี และ ดร.วรพรรณ เรืองผกา (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การทดสอบความสามารถการใช้งานในการตรวจสอบภายใน : กรณีศึกษาการทดสอบโปรแกรมระบบบริหารโครงการ” ซึ่งเป็นการศึกษาเชิงคุฯภาพ พบว่า การใช้งานโปรแกรมมีความยุ่งยาก ทำความเข้าใจได้ยากมีความซับซ้อน แต่ก็รับรู้และยอมรับว่าโปแกรมมีประโยชน์และคิดว่าอาจช่วยให้การทำงานมีความเหมาะสมและช่วยให้การทำงานเร็วขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการความตั้งใจใช้งาน เพราะรู้สึกว่าโปรแกรมใช้เวลาในการทำงานมากกว่าที่คาดหวัง

เกตุจรินทร์ รัตนาภรณ์สกุล (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ความพึงพอใจของพนักงานต่อระบบข้อมูลลูกค้า ธนาคารกรุงศรีอยุธยา จำกัด (มหาชน)” โดยใช้แนวคิดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี มาเป็นกรอบในการประยุกต์ใช้ พบว่า พนักงานรับรู้ถึงประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ยอมรับว่าระบบช่วยลดเวลาในการปฏิบัติงาน และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ช่วยลดความซ้ำซ้อนในการ

ทำงาน อีกทั้งยังเพิ่มโอกาสในการขายผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า และพนักงานรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน ซึ่งพบว่าระบบมีความง่ายต่อการใช้งาน มีขั้นตอนการเข้าสู่ระบบที่ชัดเจน มีคู่มือและเอกสารประกอบการใช้งานจึงทำให้เข้าใจง่ายสามารถนำไปใช้ได้อย่างถูกต้อง และยังพบว่าปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อความพึงพอใจ ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ ที่สามารถนำเข้าไปใช้งานในระบบข้อมูลลูกค้า (CIS) ได้ และยังมีการป้องกันการระบุข้อมูลที่ผิดพลาด เช่น การเสดงข้อความแนะนำและข้อความเตือน และจากการศึกษายังพบว่าผู้ใช้งานไม่สามารถใช้งานระบบข้อมูลลูกค้าได้ทุกที่ เนื่องจากมีการกำหนดสิทธิการใช้งาน

กัลยา ใจรักษ์ (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่องการยอมรับ m-Leaning สำหรับนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จะประเมินโอกาสของการได้รับการยอมรับในการเรียนรู้จากโทรศัพท์เคลื่อนที่ (m-Learning) และศึกษาปัจจัยหลักที่มีผลต่อการใช้ m-Learning การเรียนรู้ที่มุ้งเน้นการศึกษาระดับสูงของนักศึกษาในประเทศไทย โดยใช้วิธีการเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพไปสำรวจ นักศึกษา 390 ตัวอย่างที่เลือกบนพื้นฐานความน่าจะเป็นใช้การสุ่มแบบแบ่งชั้นภายใต้พื้นที่ที่แตกต่างกันโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (1)มหาวิทยาลัยเอกชน และ (2)มหาวิทยาลัยของรัฐในประเทศไทย ใช้แบบสอบถามสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลนอกจากโดยใช้ทฤษฎีของการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีรุ่น (UTAUT)นำไปใช้เพื่อกำหนดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจของนักศึกษาที่จะใช้ m-Learning ผลการศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงที่ระดับการยอมรับนักศึกษา อยู่ในระดับสูง ปัจจัยที่มีการตรวจสอบในเชิงบวกที่มีความสัมพันธ์กับความตั้งใจที่จะใช้พฤติกรรม ตามแบบ UTAUT แม้ว่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของนักศึกษาในการศึกษาครั้งนี้ไม่คุ้นเคยกับ m-Learning พวกเขามีการรับรู้ที่ดีต่อ m-Learning และผลการปฏิบัติงานพบว่าความคาดหวัง (PE)หรือรับรู้ประโยชน์และความคาดหวังในความพยายาม (EE) หรือเข้าใจความสะดวกในการใช้มีระดับสูงของการยอมรับ ดังนั้นการบริหารงานของมหาวิทยาลัยควรเน้นในระบบแบบเดียวกับการออกแบบการเรียนรู้ m-Learning ที่เหมาะสมกับการรับรู้ของนักศึกษา

อังครักษ์ มีวรรณสุขกุล (2553) ได้ศึกษาเรื่อง“ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจใช้ธุรกรรมทางการเงินผ่านนวัตกรรม 3G ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร” ผู้ศึกษาต้องการศึกษารับรู้ประโยชน์ การรับรู้ความง่านในการใช้งาน รวมทั้งปัจจัยภายนอก ที่ทีผลต่อความตั้งใจใช้ธุรกรรมทางการเงินผ่านนวัตกรรม 3G เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แนวคิดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี มาเป็นกรอบในการประยุกต์ใช้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้ธุรกรรมการเงินผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มาก่อน เนื่องจากผู้บริโภคยังไม่คุ้นเคยในเทคโนโลยีใหม่ๆ ขาดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทำธุรกรรม ไม่มั่นใจในระบบการรักษาความปลอกภัยของข้อมูลที่มีอยู่ แต่รับรู้ว่าว่าการใช้ธุรกรรมการเงินผ่านนวัตกรรม 3G มีประโยชน์ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปธนาคาร และยังมีทัศนคติที่ดีต่อระบบ เห็นว่าระบบมีความทันสมัย จากการศึกษาจะเห็นว่า ทัศนคติที่มีต่อระบบ การรับรู้

ประโยชน์ของระบบ ความเชื่อมั่นในการออนไลน์ของระบบ การรับรู้ความง่ายในการใช้งานระบบ และการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง มีผลต่อความตั้งใจใช้ธุรกรรมทางการเงินผ่านนวัตกรรม 3G

อังครักษ์ มีวรรณสุขกุล (2553) ได้ศึกษาเรื่อง“ปัจจัยที่มีผลต่อความตั้งใจใช้ธุรกรรมทางการเงินผ่านนวัตกรรม 3G ของผู้บริโภคในเขตกรุงเทพมหานคร” ผู้ศึกษาต้องการศึกษารับรู้ประโยชน์ การรับรู้ความง่านในการใช้งาน รวมทั้งปัจจัยภายนอก ที่ทีผลต่อความตั้งใจใช้ธุรกรรมทางการเงินผ่านนวัตกรรม 3G เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยใช้แนวคิดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี มาเป็นกรอบในการประยุกต์ใช้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้ธุรกรรมการเงินผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มาก่อน เนื่องจากผู้บริโภคยังไม่คุ้นเคยในเทคโนโลยีใหม่ๆ ขาดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการทำธุรกรรม ไม่มั่นใจในระบบการรักษาความปลอกภัยของข้อมูลที่มีอยู่ แต่รับรู้ว่าว่าการใช้ธุรกรรมการเงินผ่านนวัตกรรม 3G มีประโยชน์ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปธนาคาร และยังมีทัศนคติที่ดีต่อระบบ เห็นว่าระบบมีความทันสมัย จากการศึกษาจะเห็นว่า ทัศนคติที่มีต่อระบบ การรับรู้ประโยชน์ของระบบ ความเชื่อมั่นในการออนไลน์ของระบบ การรับรู้ความง่ายในการใช้งานระบบ และการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง มีผลต่อความตั้งใจใช้ธุรกรรมทางการเงินผ่านนวัตกรรม 3G

กรัณย์ ระงับพาล (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการ ด้านการสืบค้นงานวิจัยจาก vijai.net” เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ โดยนำแนวคิดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี และทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนมาศึกษา พบว่า การรับรู้ประโยชน์และการรับรู้ว่าระบบงายต่อการใช้งานใช้งาน การรับรู้การสนับสนุนของหน่วยงาน ไม่มีความสัมพันธ์กับและไม่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และผลการศึกษาด้านภูมิหลังของข้าราชการพบว่า ระดับการศึกษาส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ

ศศิพร เหมือนศรีชัย (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง“ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับ ERP Software ของผู้ใช้งานด้านบัญชี” เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการยอมรับเทคโนโลยี มาเป็นต้นแบบในการศึกษา พบว่า ERP Software ช่วยให้ทำงานได้รวดเร็วขึ้น ช่วยให้ข่อมูลเชื่อมโยงกับหน่วยงานอื่นในองค์กร ช่วยให้การทำงานไม่ซับซ้อน ทำให้รับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ และเห็นว่า ERP Software ช่วยให้เข้าถึงข้อมูลได้สะดวกยิ่งขึ้นและยังเห็นว่าช่วยสนับสนุนการทำงานให้สำเร็จมากขึ้น ความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลง ความเข้ากันได้ของระบบ ลักษณะการเกี่ยวข้องกับงาน การฝึกอบรม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการรู้ถึงความง่านต่อการใช้งาน ความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงและการฝึกอบรม ส่งผลต่อรูปแบบการยอมรับเทคโนโลยีมากที่สุด และนอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อนำเทคโนโลยีใหม่ที่นำมาใช้ในองค์กรมีความเข้ากันได้กับระบบงานเก่า และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องกับงานและประสบการณ์โดยตรงของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะรับรู้ถึงความง่านต่อการใช้งานเทคโนโลยีนั้นๆ และส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีในที่สุด

นพมาศ เสียมไหม (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “กาศึกษาการการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ e-Government G2E ของข้าราชการระดับปฏิบัติการ กรณีศึกษา สำนักงานปลัดกระทรวงมหาดไทย กับสำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร” พบว่า ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่มีการยอมรับในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานความมุ่งมั่นของผู้ปฏิบัติงาน และระดับการศึกษา ความเกี่ยวข้องกับงาน ส่งผลต่อการรับรู้ของประโยชน์ในการใช้งานและประสบการณ์ในการใช้งานของผู้ปฏิบัติงานมีผลต่อการรับรู้ว่าเทคโนโลยีสารสนเทศใช้งานง่าย

สุกรัณย์ ระงับพาล (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการ ด้านการสืบค้นงานวิจัยจาก vijai.net” เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ โดยนำแนวคิดแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี และทฤษฎีพฤติกรรมตามแผนมาศึกษา พบว่า การรับรู้ประโยชน์และการรับรู้ว่าระบบงายต่อการใช้งานใช้งาน การรับรู้การสนับสนุนของหน่วยงาน ไม่มีความสัมพันธ์กับและไม่ส่งผลต่อการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของข้าราชการในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ และผลการศึกษาด้านภูมิหลังของข้าราชการพบว่า ระดับการศึกษาส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ

ศศิพร เหมือนศรีชัย (2554) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับ ERP Software ของผู้ใช้งานด้านบัญชี” เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการยอมรับเทคโนโลยี มาเป็นต้นแบบในการศึกษา พบว่า ERP Software ช่วยให้ทำงานได้รวดเร็วขึ้น ช่วยให้ข่อมูลเชื่อมโยงกับหน่วยงานอื่นในองค์กร ช่วยให้การทำงานไม่ซับซ้อน ทำให้รับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับและเห็นว่า ERP Software ช่วยให้เข้าถึงข้อมูลได้สะดวกยิ่งขึ้น และยังเห็นว่าช่วยสนับสนุนการทำงานให้สำเร็จมากขึ้น ความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลง ความเข้ากันได้ของระบบ ลักษณะการเกี่ยวข้องกับงาน การฝึกอบรม มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการรู้ถึงความง่านต่อการใช้งาน ความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงและการฝึกอบรม ส่งผลต่อรูปแบบการยอมรับเทคโนโลยีมากที่สุด และนอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อนำเทคโนโลยีใหม่ที่นำมาใช้ในองค์กรมีความเข้ากันได้กับระบบงานเก่า และเทคโนโลยีมีความเกี่ยวข้องกับงานและประสบการณ์โดยตรงของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานจะรับรู้ถึงความง่านต่อการใช้งานเทคโนโลยีนั้นๆ และส่งผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีในที่สุด

ณัฐพร ทองศรี (2555) ได้ศึกษาเรื่อง “ความตั้งใจใช้แท็บเล็ตของครูผู้สอนสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐานนครศรีธรรมราชเขต 3 การประยุกต์ใช้ตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี” พบว่าปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อระดับความตั้งใจใช้แท็บเล็ต มากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยทางสังคมเช่น นโยบายของรัฐบาล อิทธิพลการทำตามเพื่อนร่วมงาน และเพื่อภาพลักษณ์ทางสังคม โดยรับรู้ถึงความง่านในการใช้งานและรับรู้ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งาน ส่วนปัจจัยภายนอกด้านอื่นๆ เช่น ความสนใจเทคโนโลยีใหม่ๆ ของแต่ละบุคคลและความเชื่อมั่นในสื่อแท็บเล็ตมีอิทธิพลทางอ้อมเพียงอย่างเดียวโดยมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานและรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ การรับรู้ถึงความง่านในการ

ใช้งาน มีอิทธิพลต่อความตั้งใจใช้แท็บเล็ตเนื่องมาจากครูผู้สอยเห็น ถึงประโยชน์ในการใช้งานว่าการใช้สื่อแท็บเล็ตเพื่อประกอบการสอนได้อย่างรวดเร็ว

ณัฐพร ทองศรี (2555) ได้ศึกษาเรื่อง “ความตั้งใจใช้แท็บเล็ตของครูผู้สอนสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐานนครศรีธรรมราชเขต 3 การประยุกต์ใช้ตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี” พบว่าปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อระดับความตั้งใจใช้แท็บเล็ต มากที่สุด ได้แก่ ปัจจัยทางสังคมเช่น นโยบายของรัฐบาล อิทธิพลการทำตามเพื่อนร่วมงาน และเพื่อภาพลักษณ์ทางสังคม โดยรับรู้ถึงความง่านในการใช้งานและรับรู้ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้งาน ส่วนปัจจัยภายนอกด้านอื่นๆ เช่น ความสนใจเทคโนโลยีใหม่ๆ ของแต่ละบุคคลและความเชื่อมั่นในสื่อแท็บเล็ตมีอิทธิพลทางอ้อมเพียงอย่างเดียวโดยมีอิทธิพลทางอ้อมผ่านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานและรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ การรับรู้ถึงความง่านในการใช้งาน มีอิทธิพลต่อความตั้งใจใช้แท็บเล็ตเนื่องมาจากครูผู้สอยเห็น ถึงประโยชน์ในการใช้งานว่าการใช้สื่อแท็บเล็ตเพื่อประกอบการสอนได้อย่างรวดเร็ว

อรอุมา โชติเขียว (2555) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “ความคิดเห็นของพนักงานธนาคารออมสิน เขต ภาค 7 ต่อสารสนเทศทางการบัญชีของระบบซีบีเอส” เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการยอมรับเทคโนโลยี มาเป็นต้นแบบในการศึกษา พบว่า ความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านความมีประโยชน์และความง่ายในการใช้ระบบซีบีเอสพบว่า ระบบซีบีเอสมีประโยชน์สูงสุดในเรื่อช่วยให้ทำงานได้มากขึ้นในเวลาเท่าเดิม และช่วยให้ทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยในเรื่องการเพิ่มโอกาสในการขายผลิตภัณฑ์ให้กับลูกค้า และในด้านความง่ายในการใช้งาน พบว่าระบบรายงานมีความง่ายในเรื่องการออกรายงาน และยังเห็นว่าสารสนเทศที่ได้รับจากระบบซีบีเอส มีคุณสมบัติเป็นสารสนเทศทางบัญชีที่ดี คือ ตรวจสอบได้ เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ และเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ สำหรับปัญหาที่เกิดจากการใช้งานระบบซีบีเอส คือ ปัญหาด้านผู้ใช้ระบบไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบอย่างสมบูรณ์ ปัญหาด้านรายงานที่ออกมาเข้าใจยาก ต้องอาศัยความชำนาญจึงจะเข้าใจรายงานได้ และรายงานมีข้อมูลบางส่วนที่มากเกินไปซึ่งไม่เป็นสาระสำคัญที่ต้องใช้ข้อมูล

บุษรา ประกอบธรรม (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่อง“การศึกษาการยอมรับเครือข่ายสังคมออนไลน์ของนักศึกษา,น. กรรีศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพ” เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองด้านการยอมรับเทคโนโลยี มาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่นิยมใช้เวปไซด์ Facebook และจากกรณีศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ พบว่า การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน ได้แก่ การเรียนรู้ที่จะใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นเรื่องง่าย กระบวนการใช้งานของการใช้เครือข่ายวังคมออนไลน์ ชัดเจนและเข้าใจง่าย เครือข่ายสังคมออนไลน์ ง่ายต่อการใช้งาน การรับรู้ประโยชน์ว่าเครือข่ายสังคมออนไลน์ ทำให้ได้รับข่าวสารมากขึ้น ได้พบปะผู้อื่นมากขึ้น ได้แบ่งปันข้อมูลข่าวสาร ทำให้การทำงานได้เร็วขึ้น และอิทธิพลของสังคมที่สามารถใช้สังคมออนไลน์กับเพื่อนที่มหาลัยได้ จึงส่งผล

ต่อทัศนคติที่ดีในการใช้สังคมออนไลน์ และทัศนคติที่มีต่อการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์จึงส่งผลต่อความตั้งใจใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ในที่สุด

บุษรา ประกอบธรรม (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่อง“การศึกษาการยอมรับเครือข่ายสังคมออนไลน์ของนักศึกษา,น. กรรีศึกษา มหาวิทยาลัยกรุงเทพ” เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองด้านการยอมรับเทคโนโลยี มาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่นิยมใช้เวปไซด์ Facebook และจากกรณีศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆ พบว่า การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน ได้แก่ การเรียนรู้ที่จะใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นเรื่องง่าย กระบวนการใช้งานของการใช้เครือข่ายวังคมออนไลน์ ชัดเจนและเข้าใจง่าย เครือข่ายสังคมออนไลน์ ง่ายต่อการใช้งาน การรับรู้ประโยชน์ว่าเครือข่ายสังคมออนไลน์ ทำให้ได้รับข่าวสารมากขึ้น ได้พบปะผู้อื่นมากขึ้น ได้แบ่งปันข้อมูลข่าวสาร ทำให้การทำงานได้เร็วขึ้น และอิทธิพลของสังคมที่สามารถใช้สังคมออนไลน์กับเพื่อนที่มหาลัยได้ จึงส่งผลต่อทัศนคติที่ดีในการใช้สังคมออนไลน์ และทัศนคติที่มีต่อการใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์จึงส่งผลต่อความตั้งใจใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ในที่สุดแบบสอบถามปลายปิด การยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้มีอิทธิพลมาจดปัจจัยสองปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กันคือ การรับรู้ประโยชน์ และความง่ายต่อการใช้งาน จะทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่ามีประโยชน์และส่งผลให้เกิดความต้องการใช้งานจริง ระบบสารสนเทศที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้น หลายองค์กร ไม่สามารถใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อประโยชน์จากมันได้ เพราะขาดการยอมรับและความพึงพอใจของผู้ใช้ในองค์กร ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง คือ เจตคติ (Attitude) ความเชื่อ (Belief) และความพึงพอใจของผู้ใช้ และนอกจากนั้นยังมีตัวแปรอื่น ๆซึ่งเป็นตัวแปรแทรกซ้อน เช่น ความกังวลเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ คือตัวแปรแทรกซ้อนระหว่างตัวแปรปัจเจกบุคคล กับ เจตคติต่อคอมพิวเตอร์