

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากเอกสาร บทความวิชาการและแหล่งสารสนเทศอินเทอร์เน็ต ในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ด้านยางพารา
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงข่ายประสาทเทียม
3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ด้านยางพารา

การพิจารณาปัจจัยที่เกี่ยวกับราคายางพารา ต้องอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุปสงค์และอุปทานของสินค้าเกษตร คุณภาพของตลาดสินค้าเกษตร ความสัมพันธ์ของราคาสินค้าในตลาดปัจจุบัน (Spot Price) กับราคาสินค้าในตลาดล่วงหน้า (Futures Price) และแนวคิดในการใช้ตลาดสินค้าล่วงหน้าเป็นเครื่องมือในการป้องกันความเสี่ยง (Hedging) เป็นที่มาของการค้ากำไร (Arbitrage) ด้วยค่าเบสิส ระหว่างตลาดปัจจุบัน กับตลาดซื้อขายล่วงหน้า และการบรรจบกันของราคา (Price Convergence)

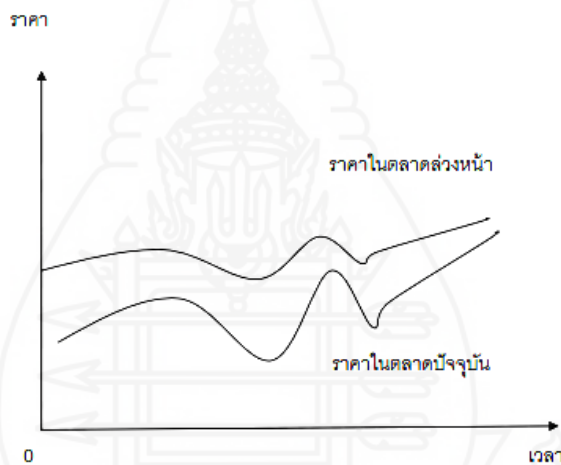
1.1 ทฤษฎีอุปสงค์ (Demand) อุปทาน (Supply) ของสินค้าเกษตร และคุณภาพของตลาดสินค้าเกษตร (Market Equilibrium)

1.1.1 อุปสงค์ (Demand For Product) คือ ปริมาณสินค้า ที่ผู้บริโภคเต็มใจเสนอซื้อ และมีความสามารถในการซื้อสินค้านั้นได้ ณ ระดับราคาต่างๆ หรือต้องเป็นอุปสงค์ที่มีศักยภาพ (Effective Demand) หรือกล่าวได้ว่าอุปสงค์คือความต้องการ (Want) บวกด้วยอำนาจซื้อ (Purchasing Power) สินค้าในราคาและปริมาณนั้นได้ เส้นอุปสงค์ มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับราคาสินค้า เมื่อปัจจัยอื่นๆ คงที่ ซึ่งเป็นไปตามกฎของอุปสงค์ (Law of Demand) ดังนั้น เส้นอุปสงค์จึงมีความชันเป็นลบหมายความว่า เมื่อราคาสินค้าลดลง ผู้บริโภคก็จะมีความต้องการสินค้าเพิ่มมากขึ้น การตอบสนองต่อราคาสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปของผู้บริโภคขึ้นอยู่กับความชันของเส้นอุปสงค์ หรือ ค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคานั้นเอง

ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคา (Price Elasticity of Demand) คือ การตอบสนองของปริมาณความต้องการสินค้าต่อราคาสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปโดยปัจจัยอื่นๆ คงที่ คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อราคา} = \frac{\text{ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการสินค้าต่อร้อยละของการเปลี่ยนแปลงราคาสินค้า}}$$

อุปสงค์ของสินค้าแต่ละชนิดมีค่าความยืดหยุ่นแตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วสินค้าเกษตรมีค่าความยืดหยุ่นต่อราคาค่อนข้างต่ำ เนื่องจากสินค้าเกษตรส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่จำเป็นต่อการดำรงชีพบริโภคได้ค่อนข้างจำกัด และความสามารถในการหาสินค้าอื่นมาทดแทนกันทำได้น้อย (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ราคาในตลาดล่วงหน้าสูงกว่าราคาในตลาดปัจจุบัน

ที่มา : ดินา กนกธนาพร, 2551

ปัจจัยสำคัญที่กำหนดค่าความยืดหยุ่นของเส้นอุปสงค์ คือ

1. ความสามารถในการทดแทนกัน (Substitution Good) หากสินค้านั้นมีสินค้าอื่นที่สามารถหามาทดแทนกันได้ง่าย ก็จะทำให้เส้นอุปสงค์มีค่าความยืดหยุ่นมาก
2. ราคาสินค้าเปรียบเทียบกับรายได้ของผู้บริโภค สินค้าที่ราคาไม่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับรายได้ของผู้บริโภค จะมีค่าความยืดหยุ่นต่ำ ในทางกลับกัน สินค้าที่มีราคาสูง

เมื่อเปรียบเทียบกับรายได้ของผู้บริโภคก็จะมีค่าความยืดหยุ่นสูง คำนวณจากร้อยละของค่าใช้จ่ายที่จ่ายให้กับสินค้า นั้นหารด้วยส่วนค่าใช้จ่ายทั้งหมดของผู้บริโภค ถ้าค่าใช้จ่ายต่อสินค้า นั้นมีสัดส่วนมาก ค่าความยืดหยุ่นต่อสินค้า นั้นจะมีค่ามาก แต่ถ้าค่าใช้จ่ายสินค้า นั้นมีสัดส่วนน้อย ค่าความยืดหยุ่นของสินค้า นั้นก็จะมีค่าน้อย เช่น ค่าใช้จ่ายในการซื้อข้าว 1 กิโลกรัม มีสัดส่วนน้อยกว่าค่าใช้จ่ายในการซื้อรถยนต์ 1 คัน ดังนั้นค่าความยืดหยุ่นของการซื้อรถยนต์ 1 คัน จะมีค่าสูงกว่าค่าความยืดหยุ่นในการซื้อข้าว 1 กิโลกรัม

อุปสงค์สินค้าเกษตร รวมทั้งความต้องการในสินค้าที่มีสินค้าเกษตรชนิดนั้นเป็นวัตถุดิบ ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. รสนิยมการใช้/บริโภค ความต้องการใช้/บริโภคสินค้าเกษตรยังขึ้นกับรสนิยมของผู้บริโภค เช่น บางประเทศนิยมบริโภคข้าวเมล็ดสั้น ขณะที่บางประเทศนิยมบริโภคข้าวเมล็ดยาว ทั้งนี้ รสนิยมที่ เปลี่ยนไปจะมีผลต่อปริมาณอุปสงค์ของสินค้าเกษตรนั้นๆ หรือ แนวโน้มการใช้ผลิตภัณฑ์แปรรูปอาหารในปัจจุบันมีแนวโน้มการใช้ยางแท่งมากขึ้น ทำให้อุปสงค์ความต้องการยางแท่ง จึงเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า อุปสงค์ความต้องการใช้ยางแผ่นรมควัน

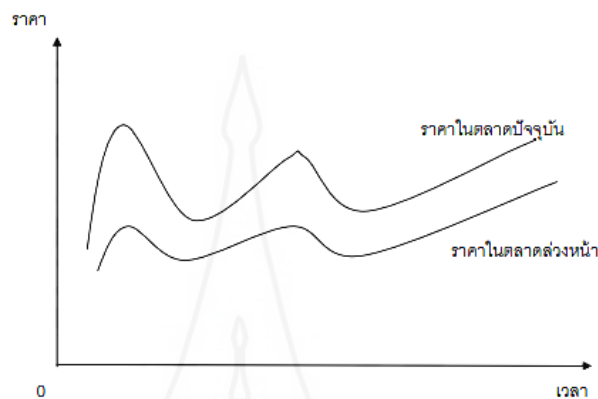
2. ราคาสินค้าชนิดอื่น ความต้องการซื้อสินค้าเกษตรแต่ละชนิด ยังขึ้นกับราคาสินค้าชนิดอื่นด้วย ดังนี้

- กรณีเป็นสินค้าใช้ประกอบกัน (Complementary Goods) ราคาที่เปลี่ยนแปลงไปของสินค้าชนิดหนึ่ง จะทำให้ความต้องการซื้อหรืออุปสงค์ของสินค้าอีกชนิดหนึ่ง เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่ตรงกันข้าม ตัวอย่างเช่น ความต้องการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลกับราคาน้ำมัน หากน้ำมันราคาสูงขึ้น จะทำให้ความต้องการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลลดลง เนื่องจากราคาน้ำมันที่สูงขึ้นจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลสูงขึ้น ดังนั้นผู้บริโภคลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล รวมทั้งน้ำมันที่เป็นสินค้าที่บริโภคคู่กับรถยนต์ด้วย

- กรณีเป็นสินค้าใช้ทดแทนกัน (Substitution goods) ราคาที่เปลี่ยนแปลงของสินค้าชนิดหนึ่ง จะทำให้ความต้องการซื้อหรืออุปสงค์ของสินค้าอื่นที่ทดแทนกันเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน ตัวอย่างเช่น ราคายางธรรมชาติกับราคายางสังเคราะห์ หากราคายางธรรมชาติสูงขึ้น ความต้องการใช้ยางสังเคราะห์ หรือ อุปสงค์ยางสังเคราะห์จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากผู้ผลิตอาจลดการใช้ยางธรรมชาติลง และใช้ยางสังเคราะห์ในสัดส่วนที่มากขึ้นเพราะยางสังเคราะห์มีราคาถูกกว่าโดยเปรียบเทียบ

อุปทาน (Supply of Product) คือ ปริมาณสินค้าที่ผู้ผลิตมีความเต็มใจ ที่จะเสนอขาย (Quantity Supplied) ณ เวลาใดเวลาหนึ่งในระดับราคาต่างๆ ของสินค้าและต้องมีความสามารถในการผลิตสินค้าในปริมาณที่ยินดีเสนอขายด้วยอุปทานมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับราคา

เมื่อปัจจัยอื่นๆ คงที่ ดังนั้นปริมาณเสนอขายของผู้ขายจึงขึ้นอยู่กับราคาสินค้าชนิดนั้นๆ เมื่อราคาสินค้าเพิ่มสูงขึ้น ผู้ขายมีแนวโน้มที่จะต้องการขายสินค้ามากขึ้น เส้นอุปทานจึงมีความลาดชันเป็นบวก (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 ภาพราคาในตลาดล่วงหน้าต่ำกว่าราคาในตลาดปัจจุบัน

ที่มา : ดินา กนกธนาพร, 2551

ความยืดหยุ่นของอุปทานต่อราคา (Price Elasticity of Supply) คือ การตอบสนองของปริมาณความต้องการขายสินค้าของต่อราคาสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไป โดยปัจจัยอื่นๆ คงที่ คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ความยืดหยุ่นของอุปทานต่อราคา} = \frac{\text{ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการขายสินค้าต่อร้อยละของการเปลี่ยนแปลงราคาสินค้า}}$$

อุปทานของสินค้าเกษตร ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

1. สภาพดินฟ้าอากาศและฤดูกาล สภาพอากาศมีผลต่อปริมาณผลผลิตของสินค้าเกษตร เช่น หากสภาพอากาศเอื้ออำนวย ผลผลิตการเกษตรที่ออกมาจะมีมาก นอกจากนี้สินค้าเกษตรหลายชนิดออกเป็นฤดูกาล (Seasonality) ซึ่งจะมีผลต่ออุปทานสินค้าเกษตรในช่วงนั้นๆ เช่น ผลผลิตข้าวนาปี จะออกมามากในช่วงปลายปี ยางพาราจะเข้ามีช่วงปิดหน้ายางในช่วงต้นเดือนมีนาคมถึงสิ้นเดือนเมษายนทำให้มีผลผลิตออกสู่ตลาดน้อย

2. จำนวนพื้นที่เพาะปลูก การเพิ่มหรือลดพื้นที่เพาะปลูกจะส่งผลต่อปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือลดลง สินค้าเกษตรบางชนิดสามารถเพิ่มอุปทานได้เร็ว เช่น ข้าว เนื่องจากมีระยะเวลาในการเพาะปลูกสั้น ก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและขายพื้นที่เพาะปลูกได้ ในขณะที่ยางพาราเป็นไม้ยืนต้น แม้ว่าจะมีราคาสูง แต่ก็ต้องใช้ระยะเวลานานจึงจะสามารถเพิ่มผลผลิตได้

3. ผลผลิตต่อไร่ (Yield) ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์พืช ช่วยให้สามารถผลิต สินค้าเกษตรได้เพิ่มขึ้น โดยใช้พื้นที่เท่าเดิม หรือมีต้นทุนต่ำลง

4. ราคาผลผลิตชนิดอื่น การเปลี่ยนแปลงราคาสินค้าชนิดหนึ่งอาจมีผลกระทบต่อปริมาณผลผลิต หรืออุปทานของสินค้าอีกชนิดหนึ่งได้ เช่น หากราคายางพาราสูงขึ้นมากอาจจูงใจให้เกษตรกรที่ปลูกสินค้าอื่น เช่น ข้าวโพด ปาล์มน้ำมัน หันมาปลูกยางพาราแทน ส่งผลให้ผลผลิตยางพาราเพิ่มขึ้น ขณะที่ผลผลิตข้าวโพดลดลง เป็นต้น

ดุลยภาพในตลาดสินค้า (The Equilibrium Price) คือ ระดับราคาสินค้าที่ทำให้ อุปสงค์ของสินค้ามีปริมาณเท่ากับอุปทานของสินค้าในขณะนั้นพอดี ณ จุดดุลยภาพ เกิดราคาดุลยภาพ (Equilibrium price) และปริมาณดุลยภาพ (Equilibrium Quantity) ปริมาณซื้อ เท่ากับ ปริมาณขาย เส้นอุปสงค์จะตัดกับเส้นอุปทาน จุดที่ราคาสูงกว่าราคาดุลยภาพ จะเกิดอุปทานส่วนเกิน (Excess Supply) และจะมีการปรับตัวเข้าสู่ราคาดุลยภาพ จุดที่ราคาอยู่ต่ำกว่าราคาดุลยภาพ จะเกิดอุปสงค์ส่วนเกิน (Excess Demand) และจะมีการปรับตัวสู่ราคาดุลยภาพ (Equilibrium Price)

ในตลาดที่มีการแข่งขันสมบูรณ์นั้น ราคาสินค้าชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีอยู่เพียงราคาเดียว (Law of One Price) ส่วนราคา ณ ตลาดอื่นๆ ของสินค้า จะมีความแตกต่างกัน เกิดจากค่าเก็บรักษา ค่าขนส่ง ค่าแปรรูป ตลาดสินค้าเกษตรมีลักษณะใกล้เคียงกับตลาดแข่งขันสมบูรณ์ โดยปกติแล้วราคาดุลยภาพไม่ได้เกิดขึ้นง่ายๆ ต้องมีระยะเวลาในการปรับตัวและการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร เพื่อมีการปรับอุปสงค์และอุปทานเข้าหากัน จนถึง ณ ระดับราคาที่สินค้าสามารถขายออกจากตลาดได้ทั้งหมด นอกจากตลาดสินค้าเกษตรจะมีความใกล้เคียงกับตลาดสมบูรณ์แล้ว ตลาดกลางสินค้าเกษตรที่มีการนำสินค้าเกษตรมาประมูล เช่น ตลาดกลางยางพาราหาดใหญ่ ก็ มีความใกล้เคียงกับตลาดแข่งขันสมบูรณ์ เนื่องจากการประมูลราคาจากความต้องการซื้อของผู้ต้องการสินค้า และการเสนอขายจากผู้ต้องการเสนอขายใน เวลาใดเวลาหนึ่งโดยตรง หากเกษตรกรไม่พอใจราคาก็สามารถตัดสินใจไม่ขาย และนำสินค้ากลับไปเพื่อรอขายในวันถัดไปได้ ราคาที่เกิดขึ้นจากการประมูลจึงเป็นราคาดุลยภาพ ณ ช่วงเวลาที่มีการตกลงซื้อขายกัน

1.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาสินค้าในตลาดปัจจุบัน (Cash Price) และตลาดล่วงหน้า (Futures Price)

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของราคาระหว่างทั้งสองตลาด นิยามของคำว่า ราคาในตลาดจริงและตลาดล่วงหน้า ดังนี้

ราคาสินค้าในตลาดจริง (Spot Price/Cash Price/Current Price/Physical Price) หมายถึง ราคาของสินค้าที่ซื้อขายกันในตลาดจริง โดยมีการชำระค่าสินค้าเป็นเงินและมีการรับมอบส่งมอบสินค้าที่ตกลงซื้อขายกันตามช่องทางการค้าปกติ ราคาในตลาดล่วงหน้า (Futures Price) คือราคาของสินค้าที่ซื้อขายกันในตลาดล่วงหน้าซึ่งจะมีการรับมอบส่งมอบในอนาคต หรืออีกนัยหนึ่ง หมายถึงราคาของสัญญาซื้อขายล่วงหน้า ราคาสินค้าในตลาดล่วงหน้าจะสะท้อนถึงการคาดหมายในขณะนั้นของราคาสินค้าในตลาดจริงในอนาคตซึ่งราคาคาดการณ์ในอนาคตมาจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกิดขึ้นในอดีตและข้อมูลในปัจจุบันประกอบกัน ราคาในตลาดล่วงหน้าและตลาดปัจจุบัน มีแนวโน้มการเคลื่อนไหวไปในทิศทางเดียวกัน และจะเท่ากันเมื่อสัญญาล่วงหน้าหมดอายุการถือครองสัญญา เรียกว่า การบรรจบกันของราคา (Price Convergence) ในช่วงเวลาก่อนการบรรจบกันของราคา สัญญาซื้อขายล่วงหน้าอาจมีค่าแตกต่างจากราคาปัจจุบันของสินค้าอ้างอิงได้ ทั้งนี้เพราะทั้งสองราคาเป็นราคาส่งมอบต่างที่ต่างเวลากัน การบรรจบกันของราคาเกิดขึ้นเนื่องจากสัญญาซื้อขายล่วงหน้า จะมีข้อตกลงให้มีการส่งมอบสินค้ากันตามข้อกำหนดของสัญญา การซื้อขายในตลาดล่วงหน้าจะมีผลเหมือนกับการซื้อขายในตลาดปัจจุบัน ดังนั้นหากราคาทั้งสองไม่เท่ากันก็จะเกิดโอกาสในการทำ Arbitrage เช่น ถ้าราคาซื้อขายล่วงหน้าในวันส่งมอบมีค่าต่ำกว่าราคาปัจจุบันของสินค้าอ้างอิง ผู้ค้าจะทำ Arbitrage ด้วยการซื้อสัญญาซื้อขายล่วงหน้า หลังจากนั้นจะชำระเงินและรับมอบสินค้าอ้างอิงตามสัญญาทันที แล้วนำสินค้าอ้างอิงที่ได้ไปขายในตลาดปัจจุบันที่ราคาสูงกว่า ทำให้ได้กำไรที่ปราศจากความเสี่ยงโดยไม่จำเป็นต้องใช้เงินของตนเอง (เนื่องจากซื้อและขายไปพร้อมๆ กัน) การทำ Arbitrage จะกดดันให้ราคาในสองตลาดเท่ากัน

1.1.3 การกำหนดราคาซื้อขายล่วงหน้าด้วย The Cost of Carry Model

ยางพาราเป็นสินค้าเกษตรที่จัดเป็นสินค้าในกลุ่มโภคภัณฑ์ (Commodity Product) ชนิดหนึ่ง มีลักษณะสำคัญคือ สามารถผลิตได้ (โดยมีข้อจำกัดด้านกำลังการผลิต) ใช้อุปโภคและบริโภคได้ มีอายุในการเก็บรักษาได้ และสามารถขนส่งไปมาระหว่างแหล่งผลิต คลังสินค้า และจุดส่งมอบได้ (โดยมีข้อจำกัดของระยะเวลาในการส่งมอบและค่าขนส่ง) โดยทั่วไปสัญญาซื้อขายล่วงหน้าสินค้าโภคภัณฑ์ สามารถคำนวณได้ด้วยแบบจำลองที่เรียกว่า The Cost of Carry Model มีหลักการสำคัญในการคำนวณราคาล่วงหน้า คือให้พิจารณากรณีที่นักลงทุนต้องการถือครองสินค้าโภคภัณฑ์จำนวนหนึ่ง (สมมติเป็นยางแผ่นรมควันชั้น 3) ที่เวลา T ในอนาคต โดยนักลงทุนต้องการ

กำหนดต้นทุนของสินค้าในอนาคตให้คงที่ตั้งแต่เวลาปัจจุบัน ในกรณีนี้นักลงทุนมีทางเลือก 2 ทาง คือ

- ทางเลือกที่ 1 : ซื้อยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดปัจจุบันที่ราคา S_0 แล้วถือครองไป T ปี

- ทางเลือกที่ 2 : ซื้อสัญญาซื้อขายล่วงหน้ายางแผ่นรมควันชั้น 3 อายุ T ปี ที่ราคา F_0 ในวันนี้

ทั้งสองทางเลือกทำให้นักลงทุนสามารถกำหนดต้นทุนของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในอนาคตให้คงที่ได้เหมือนกัน ดังนั้นต้นทุนของทั้งสองทางเลือกควรมีค่าเท่ากัน สำหรับทางเลือกแรกนักลงทุนต้องจ่ายเงินลงทุนซื้อยางแผ่นรมควันชั้น 3 ทันทีแล้วถือครองยางแผ่นรมควันชั้น 3 นั้นไปเป็นเวลา T ปี ดังนั้นต้นทุนจึงประกอบด้วยเงินที่ต้องจ่ายเพื่อซื้อยางแผ่นรมควันชั้น 3 (S_0) ในวันนี้ รวมทั้งต้นทุนในการถือครอง (Carrying Charge) ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน คือ ต้นทุนเงินทุน (Financing Costs) เช่น ค่าเสียโอกาสของเงินทุนที่สามารถนำไปฝากธนาคารและได้รับดอกเบี้ย ค่าเก็บรักษาสินค้า (Storage Costs) เช่น ค่าเช่าโกดัง คลังสินค้าเพื่อเก็บรักษายางแผ่นรมควันชั้น 3 ค่าประกันภัย (Insurance Costs) และค่าขนส่ง (Transportation Costs) ในขณะที่ทางเลือกที่สอง นักลงทุนยังไม่ต้องชำระราคาทันทีในวันทำสัญญาแต่จะไปชำระเงินค่ายางแผ่นรมควันชั้น 3 เท่ากับ F_0 ที่สิ้นปีที่ T ดังนั้น

- ทางเลือกที่ 1 : ต้นทุน = $S_0 + \text{Carrying Charge}$

- ทางเลือกที่ 2 : ต้นทุน = F_0

เนื่องจากต้นทุนของทั้งสองการลงทุนควรมีค่าเท่ากัน จึงสามารถหาค่ายุติธรรมของราคาซื้อขายล่วงหน้ายางแผ่นรมควันชั้น 3 (F_0) ได้ตามสมการข้างล่าง ซึ่งเรียกว่า The Cost of Carry Model

$$F_0 = S_0 + \text{Carrying Charge}$$

โดย F_0 = ราคาซื้อขายล่วงหน้ายางแผ่นรมควันชั้น 3 อายุ T ปี

S_0 = ราคาปัจจุบันของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดปัจจุบัน

ยกตัวอย่าง เช่น ราคาปัจจุบันของราคาขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดจริง เท่ากับ 100 บาทต่อกิโลกรัม ให้ Carrying Charge ในการถือครอง 1 ปี เท่ากับ 15% ราคาซื้อขายล่วงหน้าขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในวันนี้ปัจจุบัน เพื่อส่งมอบในอนาคตควรมีราคาเท่ากับ 115 บาทต่อกิโลกรัม

1.1.4 การค้ากำไร (Arbitrage) ระหว่างตลาดปัจจุบันและตลาดซื้อขายล่วงหน้า ราคาซื้อขายล่วงหน้าตามสมการ The cost of carry model ถือเป็นราคายุติธรรม เพราะเมื่อใดก็ตามที่ความสัมพันธ์ระหว่างราคาปัจจุบันและราคาซื้อขายล่วงหน้าไม่เป็นไปตามสมการ จะเกิดโอกาสในการค้ากำไร (Arbitrage opportunity) โดยผู้ค้ากำไร (Arbitrageur) สามารถสร้างผลกำไรที่ปราศจากความเสี่ยงได้ด้วยการทำธุรกรรมสองธุรกรรมไปพร้อมๆ กันทั้งสองตลาดกัน คือ 1) ซื้อสินทรัพย์ในตลาดที่สินทรัพย์นั้นมีราคาต่ำกว่าโดยเปรียบเทียบ และ 2) ขายสินทรัพย์นั้นในอีกตลาดหนึ่งที่สินทรัพย์มีราคาสูงกว่าโดยเปรียบเทียบ ยกตัวอย่างสัญญาซื้อขายล่วงหน้าขางแผ่นรมควันชั้น 3 ซึ่งมีขางแผ่นรมควันชั้น 3 เป็นสินทรัพย์อ้างอิง ดังนี้

กรณีที่ 1 $F_0 < S_0 + \text{Carrying Charge}$ ราคาซื้อขายล่วงหน้าขางแผ่นรมควันชั้น 3 เพื่อส่งมอบในอนาคตมีราคาต่ำกว่าราคายุติธรรม นักลงทุน สามารถค้ากำไรได้โดยการซื้อสัญญาล่วงหน้าและขายขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดจริง และรอรับมอบขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในอนาคต

กรณีที่ 2 $F_0 > S_0 + \text{Carrying Charge}$ ราคาซื้อขายล่วงหน้าขางแผ่นรมควันชั้น 3 เพื่อส่งมอบในอนาคตมีราคาสูงกว่าราคายุติธรรม นักลงทุนสามารถค้ากำไรได้โดยการขายสัญญาล่วงหน้า และซื้อขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดจริง เพื่อส่งมอบขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในอนาคต

1.1.5 เบสิส (Basis) คือ ความแตกต่างกันของราคาซื้อขายสัญญาล่วงหน้าและราคาซื้อขายในตลาดปัจจุบัน ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง โดยค่าความแตกต่างนี้เอง ที่เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนให้มีการเข้ามาลงทุนในตลาดล่วงหน้า ทั้งเพื่อการเก็งกำไร และการป้องกันความเสี่ยง (สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจหลักทรัพย์, 2552) ดังนี้

$$\text{Basis}_0 = S_0 - F_0 \quad \text{โดย} \quad S_0 \text{ คือ ราคาตลาดปัจจุบัน ณ เวลา 0 (Spot Price)}$$

$$F_0 \text{ คือ ราคาตลาดปัจจุบัน ณ เวลา 0 (Futures Price)}$$

ค่าเบสิสสะท้อนต้นทุนการถือครองและผลประโยชน์จากการถือครองสินค้าอ้างอิงในช่วงอายุของสัญญาซื้อขายล่วงหน้า ดังนั้น ค่าเบสิสอาจจะมากกว่า น้อยกว่า หรือเท่ากับศูนย์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับการคาดการณ์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการถือครองสัญญาสินค้าอ้างอิงในช่วงอายุของสัญญาซื้อขายล่วงหน้า ค่าของเบสิสจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อใกล้ครบกำหนดอายุสัญญาล่วงหน้า ในวันส่งมอบ ค่าเบสิส จะมีค่าเท่ากับศูนย์ เป็นการบรรจบกันของราคาสัญญาซื้อขายล่วงหน้า และราคาในตลาดปัจจุบันที่มีการส่งมอบสินค้ากันจริง โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญที่กำหนดราคาล่วงหน้า ดังนี้

1. อุปสงค์ (Demand) และ อุปทาน (Supply) ของสินค้า ทั้งที่เกิดจากการซื้อขายกันจริงและการคาดการณ์ของผู้ซื้อขายในตลาด
2. ราคาปัจจุบัน (Spot Price) คือราคาสินค้าที่มีการซื้อขายและส่งมอบสินค้ากันในขณะนั้นเช่น ราคาประมูลยางพาราที่ตลาดกลางยางพาราหาดใหญ่ เป็นต้น
3. ต้นทุนการถือครอง (Cost of Carry) ประกอบด้วย ต้นทุนของเงินทุนหรือดอกเบี้ย ค่าเช่าคลังสินค้า ค่าประกันสินค้า ค่าชดเชยส่วนเน่าเสีย (Spoilage Cost) เพราะสินค้าบางชนิดแม้จะมีอายุในการเก็บรักษา แต่อาจมีบางส่วนที่มีการเน่าเสีย หรือเสื่อมสภาพไปก่อนการส่งมอบได้ เช่น ยางแผ่นรมควันชั้น 3 หลังจากที่ได้มีการบรรจุเป็นลูกขุน และเก็บสต็อกในคลังสินค้า แต่จะมีอายุการเก็บรักษาโดยเฉลี่ย 45–60 วัน หลังจากนั้น แผ่นยางที่อยู่ด้านนอกสุดจะมีการเสื่อมสภาพไปและต้องมีการลอกออก บรรจุเป็นลูกขุนชั้นใหม่ เพื่อรักษายางแผ่นที่อยู่ชั้นในและรอการส่งมอบต่อไป
4. ค่าขนส่ง (Transportation Cost) ค่าขนส่งจากแหล่งผลิตไปยังคลังสินค้าและค่าขนส่งจากคลังสินค้าไปยังจุดส่งมอบ โดยเฉพาะการส่งมอบสินค้าตามภาระผูกพันในสัญญาการซื้อขายล่วงหน้า ซึ่งจะมีการระบุจุดส่งมอบเป็นมาตรฐานในสัญญาการซื้อขายไว้แล้ว ผู้ขายจะต้องมีการคำนวณต้นทุนที่ใช้ในการส่งมอบไว้เป็นต้นในการกำหนดราคาขายสินค้าด้วย
5. ประโยชน์ในการถือครอง (Convenient Yield) คือประโยชน์ที่ผู้ถือครองสินค้าได้รับจากการถือครองสินค้าอยู่ในขณะนั้น ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ของราคาล่วงหน้ากับราคาสินค้าในตลาดปัจจุบัน สินค้าที่ขาดแคลนในปัจจุบันจะมี ประโยชน์ในการถือครองสูง เพราะสามารถใช้ประโยชน์จากสินค้าที่ถือครองอยู่ได้ในทันที ไม่ต้องเสี่ยงกับการขาดแคลนสินค้า Convenient Yield ในกรณีของสินค้าเกษตรนั้น มีความแตกต่างกับสินค้าโภคภัณฑ์โดยทั่วไป เนื่องจากสินค้าเกษตรเป็นสินค้าเพื่อการบริโภคและเป็นวัตถุดิบในการผลิต ไม่มีตลาดสำหรับการกักขังสินค้า การมีสินค้าไว้ในครอบครองทำให้การดำเนินธุรกิจไม่หยุดชะงัก และไม่ต้องกังวลกับการขาดแคลนสินค้าในกรณีเกิดการขาดแคลนอย่างไม่คาดคิด

ในอนาคต ยกตัวอย่างในกรณีเกิดอุทกภัย มีฝนตกหนัก การกรีดยางพาราไม่สามารถทำได้ตามปกติ หรือมีผลผลิตเสียหาย มีการคาดการณ์การว่ายางแผ่นรมควันชั้น 3 จะขาดแคลนในอนาคต พ่อค้าและผู้ประกอบการจะมีความต้องการครอบครองสินค้าเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดปัจจุบันสูงกว่าราคาในตลาดล่วงหน้าได้ ค่า Basis ระหว่างราคาล่วงหน้าและราคาตลาดจริงมีค่าเป็นบวก เนื่องจากการถือครองยางแผ่นรมควันชั้น 3 ให้ Convenience yield กับผู้ถือครอง ในขณะที่ได้ทันที ในขณะที่ฐานะซื้อในสัญญาซื้อขายล่วงหน้าไม่ให้ (ไม่ได้รับมอบสินค้าทันที) ในทันที การรับมอบสินค้าในอนาคตยางแผ่นรมควันชั้น 3 อาจไม่ขาดแคลนตามที่คาดการณ์และราคาปรับตัวลดลงสู่ภาวะปกติ) ดังนั้นราคาซื้อขายล่วงหน้า จึงแปรผกผันกับ Convenience yield จากความสัมพันธ์ระหว่างราคาปัจจุบันและราคาซื้อขายล่วงหน้า ตามสมการ The Cost of Carry Model สามารถปรับสมการสำหรับสินค้าเกษตรได้ (สำนักงานคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการประกอบธุรกิจหลักทรัพย์, 2552) ดังนี้

$$F_0 = S_0 + \text{Carrying Charge} - \text{Convenience Yield}$$

ความสัมพันธ์ของราคาในตลาดปัจจุบันและในตลาดล่วงหน้าสามารถเป็นไปได้อีก 2 ลักษณะ (ดิโน กนกธนาพร, 2551) ดังนี้

1. เมื่อราคาในตลาดล่วงหน้าสูงกว่าราคาในตลาดปัจจุบัน เรียกลักษณะนี้ว่า “Normal or Carrying Charge Market” (ภาพที่ 1) หรือเป็นตลาดในภาวะปกติราคาในตลาดล่วงหน้าสูงกว่าในตลาดปัจจุบันเนื่องจากการเก็บสินค้าเพื่อส่งมอบในอนาคตจะมีต้นทุน คือ ต้นทุนในการเก็บรักษา และค่าใช้จ่ายในการส่งมอบ Convenience Yield ในกรณีนี้อาจมีค่าเท่ากับศูนย์หรือติดลบ เนื่องจากการคาดการณ์ว่าจะมีสินค้าเพียงพอไม่จำเป็นต้องมีการเก็บรักษาสินค้า (การเก็บสต็อกสินค้ามีค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและเสี่ยงต่อการที่ราคาสินค้าจะปรับตัวลดลง) สินค้ามีโอกาสที่จะมีอุปทานเพิ่มขึ้น มากกว่าอุปสงค์ในฤดูเก็บเกี่ยว ประโยชน์ในการถือครองสินค้าจะลดลงตามการคาดการณ์ปริมาณผลผลิตที่จะเพิ่มมากขึ้น ค่า Basis ของราคาล่วงหน้ากับราคาตลาดปัจจุบันอาจมีค่าเป็นลบได้ จะเห็นได้ว่า ณ จุดเริ่มต้น ราคาในตลาดล่วงหน้าจะมีราคาสูงกว่าราคาในตลาดปัจจุบัน เมื่อระยะเวลาผ่านไปราคาทั้งสองตลาดจะปรับตัวเข้าหากัน จนมีความต่างกันน้อยลงเรื่อยๆ และเท่ากันในวันหมดอายุสัญญาล่วงหน้า

2. เมื่อราคาในตลาดล่วงหน้าต่ำกว่าราคาในตลาดปัจจุบัน เรียกลักษณะนี้ว่า “Invert Market” (ภาพที่ 2) เกิดขึ้นในกรณีที่ Convenience Yield มีค่าสูงมากๆ เนื่องจากการคาดการณ์ว่าสินค้าจะขาดแคลนในอนาคต (Shortage Supply) อาจเนื่องมาจากความผิดปกติของสภาพอากาศ

ฝนแล้ง น้ำท่วม ทำให้ปริมาณสินค้าออกสู่ท้องตลาดน้อยกว่าปกติ Convenience Yield ของสินค้าเกษตรจะมีค่าสูง ยกตัวอย่างเช่นในกรณีโรงงานแปรรูปยางแผ่นรมควันชั้น 3 มีการขายล่วงหน้าให้กับลูกค้าเป็นระยะเวลา 3 เดือน 6 เดือน จนถึง 12 เดือน หลังจากนั้นจึงจะจัดหาวัตถุดิบ คือยางแผ่นดิบนำไปรมควันและ Packaging เพื่อส่งมอบให้กับลูกค้า เมื่อเกิดอุทกภัยทำให้เกษตรกรไม่สามารถกรีดยางพาราได้ตามปกติ โรงงานแปรรูปก็จะขาดวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นยางแผ่นรมควันชั้น 3 เพื่อส่งมอบให้กับลูกค้า ซึ่งจะเสียหายมาก เนื่องจากการค้าขายจะต้องปฏิบัติตามสัญญาหากส่งมอบสินค้าไม่ทันจะทำให้มีความเสียหายเกิดขึ้น รวมถึงชื่อเสียงของโรงงานด้วย จึงทำให้ราคายางแผ่นรมควันชั้น 3 ที่ขาดแคลนในช่วงนั้นมีราคาสูงขึ้นมาก การซื้อวัตถุดิบสูงขึ้นเพื่อส่งมอบแก่ลูกค้าให้ได้ตามสัญญาสำคัญกว่า การขาดทุนจากราคายางพาราที่ปรับตัวสูงขึ้น Convenience Yield ในกรณีนี้มีค่าสูง จนกว่าอุปทานของยางพาราจะเข้าสู่ภาวะปกติ ในฤดูเก็บเกี่ยว ประโยชน์ในการถือครองสินค้าจะลดลงตามการคาดการณ์ปริมาณผลผลิตที่จะเพิ่มมากขึ้น ค่า Basis ของราคาล่วงหน้ากับราคาตลาดปัจจุบันจะปรับตัวลดลง จะเห็นได้ว่า ณ จุดเริ่มต้น ราคาในตลาดล่วงหน้าจะมีราคาสูงกว่าราคาในตลาดปัจจุบัน เมื่อระยะเวลาผ่านไปราคาทั้งสองตลาดจะปรับตัวเข้าหากัน จนมีความแตกต่างกันน้อยลงเรื่อยๆ และเท่ากันในวันหมดอายุสัญญาล่วงหน้า

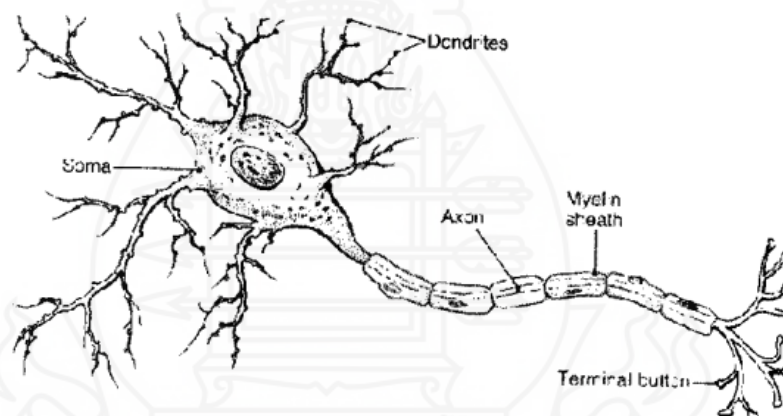
2. ทฤษฎีเกี่ยวกับโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) หรือที่มักจะเรียกสั้นๆ ว่า ข่ายงานประสาท (Neural Network หรือ Neural Net) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศ ด้วยการคำนวณ แบบคอนเนกชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ด้วยวัตถุประสงค์ ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำแบบรูป (Pattern Recognition) และการอุปมานความรู้ (Knowledge Deduction) เช่น เดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาข่ายงานไฟฟ้าชีวภาพ (Bioelectric Network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วย เซลล์ประสาท หรือ “นิวรอน” (Neurons) และ จุดประสานประสาท (Synapses) แต่ละเซลล์ประสาทประกอบด้วยปลายในการรับกระแสประสาท เรียกว่า “เดนไดรต์” (Dendrite) ซึ่งเป็น Input และปลายในการส่งกระแสประสาทเรียกว่า “แอกซอน” (Axon) ซึ่งเป็นเหมือน Output ของเซลล์ เซลล์เหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอกหรือกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอกหรือกระตุ้นด้วยเซลล์ด้วยกัน กระแสประสาทจะวิ่งผ่านเดนไดรต์เข้าสู่นิวเคลียสซึ่งจะเป็นตัวตัดสินใจ

ต้องกระตุ้นเซลล์อื่นๆ ถ้ากระแสประสาทแรงพอ นิวเคลียสก็จะกระตุ้นเซลล์อื่นๆ ต่อไปผ่านทางแอกซอน

2.1 โครงข่ายใยประสาท (Bio Neural Network)

โดยเฉลี่ยสมองมนุษย์ มีน้ำหนักรวม 1.5 กิโลกรัม มีน้ำหนักน้อยกว่า 1.5×10^{-9} กรัม ในสมองของมนุษย์ประกอบไปด้วยเซลล์เล็กๆ มีเซลล์ประมาณ 1010 ถึง 1012 เซลล์ แต่ละเซลล์สามารถเก็บหน่วยความจำ ได้มากมาย โครงข่ายใยประสาทเทียมเป็นแนวคิดที่ถูกออกแบบให้ทำงานเช่นเดียวกับสมองมนุษย์ซึ่งประกอบไปด้วยหน่วยประมวลผล (Processing Elements) ซึ่งมีเซลล์หลายๆ ตัว ทำหน้าที่คล้ายกับเซลล์สมองของมนุษย์โดยที่แต่ละเซลล์จะโยงใยติดต่อกันโดยส่งสัญญาณเป็นชั้นผลลัพธ์ (Output) ผ่านส่วนที่เรียกว่า ซินแนปส์ (Synapses) ซึ่งกลายมาเป็นชั้นนำเข้าข้อมูล (Input) ของส่วนที่เรียกว่าเดนไดรต์ (Dendrites) และเมื่อผ่านกระบวนการประมวลผลจะได้ชั้นผลลัพธ์ออกมาในส่วนที่เรียกว่า แอ็กซอน (Axon) ในแต่ละเซลล์จะรับรู้ข้อมูลจากหลายทางแล้วส่งต่อไปยังเซลล์อื่นๆ โดยใช้หลักการ Synaptic Strength ของการเชื่อมโยงเซลล์สมอง ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างระบบประสาท

ที่มา: <http://www.mindcreators.com/NeuronBasics.htm> Retrieved June 23, 2014

เซลล์ประสาทมนุษย์มีคุณสมบัติ และขั้นตอนการทำงานเหมือนกับเซลล์ประสาทเทียม โดยความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ประสาทกับเซลล์ประสาทเทียมแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์ประสาทกับเซลล์ประสาทเทียม

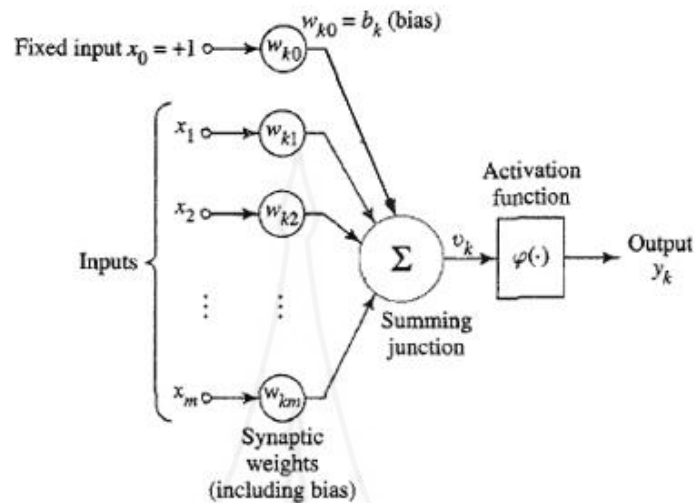
ลำดับ	เซลล์ประสาท	เซลล์ประสาทเทียม
1	ตัวเซลล์ (Cell body)	ยูนิต (Unit)
2	เดนไดรต์ (Dendrites)	ตัวแปรชั้นนำเข้าข้อมูล (Input)
3	แอกซอน (Axon)	ตัวแปรชั้นผลลัพธ์ (Output)
4	ไซแนปส์ (Synapse)	ค่าถ่วงน้ำหนัก (weight)
5	ความเร็วในการทำงานช้า	ความเร็วในการทำงานสูง
6	มีเซลล์จำนวนมาก (ประมาณ 109 ยูนิต)	มีเซลล์จำนวนน้อยกว่า (เป็นหลักร้อย)

คุณสมบัติและกระบวนการทำงานของเซลล์ประสาทมนุษย์ สามารถอธิบายได้ดังนี้

- 1) เซลล์ประสาทสามารถรับสัญญาณ Input ได้จำนวนมาก
- 2) สัญญาณต่างๆ ถูกปรับโดยค่า Weight ที่ได้รับจาก Synapse
- 3) เซลล์ประสาท ทำการรวมค่า Weight สัญญาณและส่งผลลัพธ์ไปยังแอกซอน (Axon)
- 4) ผลลัพธ์จากเซลล์ประสาทหนึ่งเซลล์ สามารถส่งไปที่เซลล์ประสาทได้หลายเซลล์
- 5) Synapse Strength มีความสามารถในการเรียนรู้แบบอัตโนมัติ ดังนั้นจึงสามารถปรับได้จากประสบการณ์ในการเรียนรู้
- 6) การกระจายความจำของเซลล์ประสาทประกอบด้วย 2 ลักษณะ ได้แก่ LongTerm Memory คือ การกระจาย Weight ที่อยู่ในไซแนปส์ และ Short Term Memory คือ การกระจายสัญญาณที่ถูกส่งมาโดยเซลล์ประสาท
- 7) การส่งสัญญาณของเซลล์ประสาทจาก Synapse แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะของการกระตุ้น (Excitatory) เป็นการทำให้สัญญาณที่ส่งผ่านเข้ามามีความถี่สูงขึ้น และลักษณะของการยับยั้ง (Inhibitory) เป็นการทำให้สัญญาณที่ส่งผ่านเข้ามามีความถี่ต่ำลง

2.2 วิธีการโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ในด้านการเป็นเทคโนโลยีสำหรับการแก้ปัญหาที่ยากซับซ้อน และใช้กับปัญหาการไม่เป็นเชิงเส้นของข้อมูล รวมทั้งสามารถที่จะเรียนรู้ข้อมูลตัวแปรอิสระที่ได้ใหม่ในการพยากรณ์ตัวแปรตาม โดยทั่วไปแล้วโครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วยจำนวนของการดำเนินการในขั้นแรกๆ ที่เรียกว่า นิวรอน (Neurons) เป็นคอนเนกชันระหว่างค่าน้ำหนักที่เชื่อมกันคือ ไซแนปส์ (Synapses)

ค่าน้ำหนักที่เชื่อมต่อกันต้องมีการเรียนรู้และปรับค่าน้ำหนักตามฟังก์ชันของโครงข่าย (Network function) ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 โมเดลโครงข่ายประสาทเทียม

ที่มา: <http://www.codeproject.com/Articles/175777/Financial-predictor-via-neural-network>

Retrieved June 23, 2014

ชั้น (Layer) ประกอบด้วยจำนวน โหนดที่ต่างๆ กันชั้นสามารถแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้ ชั้นข้อมูลเข้า (Input Layer) ชั้นที่ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาเพียง 1 ชั้น ชั้นแอบแฝง (Hidden Layer) ชั้นที่ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูล อาจมีเพียง 1 ชั้นหรือมากกว่านี้ ซึ่งถ้าจำนวนชั้นยิ่งมากก็จะยิ่งทำให้โครงข่ายประสาทเทียมมีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้เวลาในการคำนวณเพิ่มมากขึ้น ชั้นผลลัพธ์ (Output Layer) ชั้นที่แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากชั้นสุดท้ายของชั้นแอบแฝง

โครงสร้างการส่งของโครงข่าย (Architecture of The Network) โครงสร้างของโครงข่ายเกิดจากการจัดโครงสร้างของโหนด เส้นเชื่อมโยง และจำนวนชั้นต่างๆ มาประกอบกันเป็นโครงสร้างของโครงข่ายในรูปแบบที่ต่าง ๆ กัน

ก) ข้อมูลนำเข้า (Input Data) ข้อมูลนำเข้าต้องเป็นค่าตัวเลข ถ้าเป็นข้อมูลแบบเชิงคุณภาพต้องทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบเชิงปริมาณ ด้วยวิธีการแปลงค่าข้อมูลในลักษณะเป็นเชิงเส้น Min-max Normalization ตามสมการ ดังนี้

$$P_n \frac{P - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad (1-1)$$

เมื่อ	P_n	แทน	ค่าข้อมูลที่ได้จากหลังผ่านสมการ
	P	แทน	ค่าข้อมูลก่อนผ่านสมการ
	$P_{\max}$	แทน	ค่าข้อมูลที่มีค่าสูงที่สุดก่อนผ่านสมการ
	$P_{\min}$	แทน	ค่าข้อมูลที่มีค่าต่ำที่สุดก่อนผ่านสมการ

หลังจากทำการลดทอนขนาดข้อมูลแล้วตามลำดับ ผลลัพธ์ที่จะได้จะต้องถูกแปลงค่ากลับเป็นค่าจริงด้วยสมการที่ (1-2)

$$P = [P_n (P_{\max} - P_{\min})] + P_{\min} \quad (1-2)$$

ก่อนที่โครงข่ายประสาทเทียมจะยอมรับเข้าไปเรียนรู้ได้ คือกระบวนการเบื้องต้นก่อนการประเมินผล

ข) ผลลัพธ์ (Output Data) ผลลัพธ์ คือผลที่เกิดขึ้นจริงจากกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

ค) ค่าน้ำหนัก (Weights) ค่าน้ำหนัก คือ สิ่งที่ได้มาจากการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ค่าความรู้ (Knowledge) ค่าน้ำหนักเป็นสิ่งที่สำคัญมากของโครงข่ายประสาทเทียมและค่าเหล่านี้จะไม่มีเปลี่ยนแปลงใช้ในการกำหนดข้อมูลอื่นๆ ที่อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

2.2.1 ประเภทการสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามลักษณะการเรียนรู้

กระบวนการที่ใช้การปรับสอนโครงข่าย ให้สามารถเรียนรู้ที่จะทำ การปรับค่าน้ำหนัก (Weight) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้เอาต์พุตใกล้เคียงหรือเท่ากับเอาต์พุตเป้าหมายการจัดประเภทอัลกอริธึมการเรียนรู้สามารถแบ่งได้ 3 ชนิดดังนี้

(1) การเรียนรู้แบบมีการควบคุม (Supervised Learning) รูปแบบการเรียนรู้แบบมีผู้สอนเริ่มด้วยการส่งสิ่งเร้าที่ใช้ในการสอนเข้าไปเป็นอินพุต (Input) ในโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมสร้างผลตอบออกมาเป็นเอาต์พุต (Output) ซึ่งผลตอบจะขึ้นอยู่กับ สภาวะในตอนที่เราเริ่มเรียนรู้ของ โครงข่ายประสาทเทียม ผลตอบดังกล่าวจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลตอบเป้าหมาย (Target Response) ซึ่งผู้สอน (Teacher) จะเป็นผู้สร้างขึ้น

หากผลตอบทั้งสองมีความแตกต่างกันนั้นคือ มีความคลาดเคลื่อน (Error) เกิดขึ้น ความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจะถูกนำไปคำนวณการปรับแต่งค่าน้ำหนักต่างๆ ในโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อลดความคลาดเคลื่อนลงให้เหลือน้อยที่สุด การปรับแต่งค่าน้ำหนัก โดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนนี้จะขึ้นอยู่กับกฎการเรียนรู้หรือขั้นตอนการคำนวณซึ่ง เรียกว่า "อัลกอริทึม" (Algorithm) ที่แตกต่างกัน โดยแต่ละอัลกอริทึมจะมีคุณลักษณะและสมรรถนะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามวิธีการส่วนใหญ่ของการเรียนรู้แบบมีผู้สอนนี้จะดัดแปลงมาจากวิธีการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของเทคนิคการหาค่าเหมาะสม (Optimization Technique) เนื่องจากเจตนาของมนุษย์ในการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาใช้งานนั้น จะยึดถืออยู่กับการที่มนุษย์ต้องการตั้งการและควบคุมเครื่องมืออื่นๆ ให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ จึงทำให้โครงข่ายประสาทเทียมประเภทที่ใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอนได้รับความนิยมในการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด เนื่องจากเป็นแบบที่สามารถควบคุมได้ การตั้งการโครงข่ายประสาทเทียมจะเป็นไปโดยทางอ้อม ในลักษณะของการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม โดยการสร้างข้อมูลตัวอย่างรวมทั้งค่าเป้าหมาย ที่จะให้โครงข่ายเรียนรู้ เมื่อโครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ข้อมูลตัวอย่างได้ถูกต้องหมดแล้ว ความรู้ที่โครงข่ายประสาทเทียมได้เก็บไว้ในลักษณะของค่าน้ำหนักต่างๆ จะเป็นสิ่งที่ถูกนำไปใช้งานจริงเพื่อสร้างผลตอบสนองต่อข้อมูลใหม่ๆ ที่โครงข่ายไม่เคยเห็นมาก่อน ดังนั้นสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมหนึ่งและวิธีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนวิธีการนั้น ความรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจะสามารถนำไปใช้งานจริงได้เพียงใด ก็ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลตัวอย่างที่นำมาใช้สอนนั้น อาจจะกล่าวได้ว่าหากข้อมูลตัวอย่างมีจำนวนมากพอโครงข่ายประสาทเทียมก็จะสามารถสร้างความรู้ได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตาม ด้วยระดับความเจริญก้าวหน้าด้านโครงข่ายประสาทเทียมในปัจจุบันเทคนิคนี้เป็นการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อสร้างข้อมูลตัวอย่างสำหรับการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

(2) การเรียนรู้แบบไม่มีผู้ควบคุม (Unsupervised Learning)

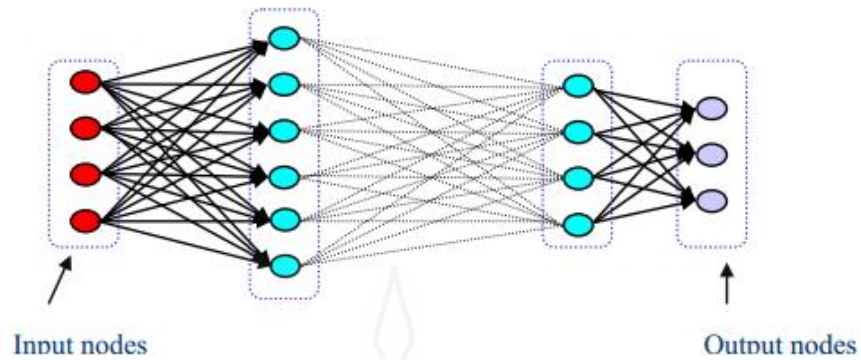
การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนั้นไม่จำเป็นต้องมีค่าเป้าหมายของแต่ละข้อมูลตัวอย่างในระหว่างการเรียนรู้โครงข่ายประสาทเทียมจะได้รับข้อมูลกระตุ้นในรูปแบบต่างๆ และจะทำการจัดกลุ่มรูปแบบต่างๆ เหล่านั้นเองตามต้องการ ผลตอบของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนี้จะเป็นการระบุกลุ่มของข้อมูลที่ใส่เข้าไป โดยจะยึดถือกับวิธีการจัดกลุ่มซึ่งได้เรียนรู้จากข้อมูลที่โครงข่ายเคยพบตัวอย่างการเรียนรู้แบบนี้ในมนุษย์ คือ การให้เด็กจัดเก็บสิ่งของไว้บนชั้นวางของให้เป็นระเบียบเรียบร้อย สมมุติว่า เด็กคนหนึ่งเลือกเก็บหนังสือต่างๆ ไว้ที่ชั้นบน เก็บตุ๊กตาไว้ที่ชั้นล่าง และเก็บของเล่นไว้ชั้นกลาง หลังจากนั้นหากเด็กคนนั้น ชื้อตุ๊กตามาใหม่ ก็นำไปเก็บไว้ที่ชั้นล่าง เป็นต้น แม้ว่าการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนี้จะไม่ต้องการผู้สอน แต่ก็ต้องการแนวทางในการจัดกลุ่ม เช่น การจัดกลุ่มอาจจะจัด ตามรูปทรง สี หรือวิธีการใช้งานของวัตถุต่างๆ ที่จะนำมาจัดเป็นต้น ดังนั้น

หากไม่มีการให้แนวทางที่ชัดเจนว่าการจัดกลุ่มควรเป็นไปตามคุณลักษณะใด การจัดกลุ่มอาจไม่ประสบความสำเร็จในแง่การนำมาใช้งานจริง ตัวอย่างเช่น การให้เด็กจัดของไว้บนชั้นวางของนั้น เด็กอาจจะจัดตามใจชอบและไม่เป็นหมวดหมู่ ทำให้ไม่สะดวกต่อการนำสิ่งของใหม่ เข้าไปเก็บรวมด้วย การใช้งานโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้การเรียนรู้แบบนี้ จึงมักต้องมีการดำเนินการปรับแต่งข้อมูล เพื่อให้เกิดการเน้นสภาพของคุณลักษณะสำคัญ ที่ต้องการนำมาเป็นแนวทางในการจัดกลุ่มให้เด่นชัดขึ้นหรืออาจเป็นการปรับกฎการเรียนรู้ เพื่อให้เน้นไปที่คุณลักษณะที่ต้องการได้ เนื่องจากขั้นตอนการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนี้จะมีการระบุกลุ่มของข้อมูลตัวอย่างก่อน เมื่อตัดสินใจว่าข้อมูลใหม่มีลักษณะที่ควรจัดรวมเข้ากลุ่มใด หรืออาจถือเป็นกลุ่มใหม่ ในกรณีที่ไม่ควรจัดเข้ากลุ่มใด หลังจากนั้นจึงมีการปรับคุณลักษณะของกลุ่ม โดยการนำลักษณะของข้อมูลใหม่นี้ มาช่วยกำหนดแนวทางการจัดในการตัดสินใจว่าข้อมูลใหม่นี้ควรจัดรวมเข้ากลุ่มใด ในโครงข่ายประสาทเทียมบางชนิดอาจจะใช้วิธีการแข่งขันกันของกลุ่มต่างๆ ว่ากลุ่มใดควรได้ข้อมูลดังกล่าวไป การเรียนรู้ในลักษณะนี้จะถูกเรียกว่าการเรียนรู้แบบแข่งขันกัน (Competitive Learning) ในอีกแง่มุมหนึ่ง นับจากจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ซึ่งไม่มีการจัดกลุ่มข้อมูลในแบบใดๆ เลยจนถึงเวลาที่มีการจัดเสร็จสิ้นแล้ว จะพบว่าการจัดกลุ่มข้อมูลเกิดขึ้นตามคุณลักษณะบางอย่างของข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งการจัดกลุ่มนี้เกิดจากการที่โครงข่ายประสาทเทียมประเมินข้อมูลต่างๆ ที่ถูกป้อนเข้าไปในระหว่างการเรียนรู้ จนสร้างเป็นวิธีการจัดกลุ่มขึ้นมาได้ ดังนั้นการเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวจึงถูกเรียกว่าการเรียนรู้แบบจัดตัวเอง (Self-Organizing)

2.2 เทคนิคความรู้พื้นฐานการออกแบบและการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม

2.2.1 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม เป็นการแบ่งลักษณะของการทำโครงสร้างและวิธีการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมออกเป็นแบบต่าง ดังนี้

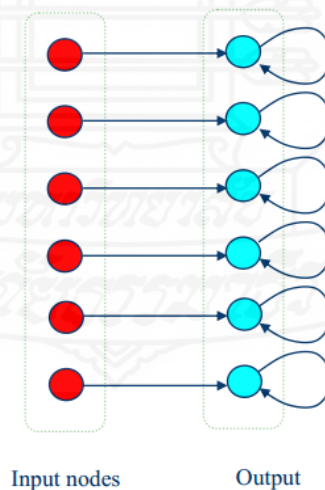
(1) โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feed Forward Network) เป็นสถาปัตยกรรมที่กำหนดให้การส่งข้อมูลจากข้อมูลในชั้นข้อมูลขาเข้า (Input Layer) เข้ามาภายในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และส่งไปยังข้อมูลขาออก (Output Layer) จะมีทิศทางในการไหลของข้อมูลไปในทิศทางเดียวกันข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจาก Input ส่งต่อเรื่อยๆ จนถึง Output โดยไม่มีการย้อนกลับของข้อมูล หรือแม้แต่ Nodes ใน layer เดียวกันก็ไม่มี การเชื่อมต่อกันดังแสดงรายละเอียดข้อมูลแบบไม่มีการย้อนกลับ ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่มีการย้อนกลับ

ที่มา: <http://alaska.reru.ac.th/text/ann.pdf> Retrieved June 23, 2014

(2) โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบย้อนกลับ (Feedback Network) เป็นสถาปัตยกรรมที่กำหนดให้การส่งข้อมูลจากข้อมูลในชั้นข้อมูลขาเข้า (Input Layer) เข้ามาภายในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และส่งไปยังข้อมูลขาออก (Output Layer) ทิศทางในการไหลของข้อมูลในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวกันจาก Input ส่งต่อมาเรื่อยๆ จนถึง Output โดยมีการย้อนกลับของข้อมูล เพื่อให้การจำแนกนั้น มีประสิทธิภาพมาก ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบย้อนกลับ

ที่มา: <http://alaska.reru.ac.th/text/ann.pdf> Retrieved June 23, 2014

ก) การคำนวณไปข้างหน้า (Forward Computation) ขั้นตอนในการคำนวณไปข้างหน้า คือ การนำข้อมูลนำเข้า (Input Data) ส่งผ่านไปข้างหน้าตามลำดับชั้น ซึ่งมีการรวมข้อมูล Input กับค่า Weight เข้าด้วยกันและส่งผ่านฟังก์ชันแปลงค่า (Transfer Function) เพื่อทำการแปลงให้เป็นผลลัพธ์ภายในชั้นแฝง (Hidden Layer) จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ (Output) มาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง (Target Output) และทำการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่เกิดขึ้น (Total Error)

ข) การคำนวณย้อนกลับ (Backward Computation) เมื่อผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อน จะเริ่มขั้นตอนในการคำนวณย้อนกลับซึ่งเริ่มจากการปรับค่า Weight ระหว่างชั้นผลลัพธ์กับชั้นแฝงชั้นสุดท้าย และย้อนกลับไปยังชั้นรับข้อมูล วิธีที่ใช้ในการปรับค่า Weight ข้อพิจารณาเมื่อใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับเมทริกซ์ถ่วงน้ำหนักก่อนที่จะทำการสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซพตรอนหลายชั้น สอนโดยวิธีการแพร่กระจายย้อนกลับจำเป็นต้องกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับเมทริกซ์ ค่าถ่วงน้ำหนักที่เชื่อมโยงระหว่างชั้นทุกชั้น โดยค่านี้จะเป็นตัวเลขจำนวนจริงที่มีค่าน้อย ที่ได้มาจากการสุ่มค่าเริ่มต้นของเมทริกซ์ เชื่อมโยงจะมีผลต่อเวลาจากการสุ่มค่าเริ่มต้นของเมทริกซ์เชื่อมโยงจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการสอน และอาจส่งผลถึงค่าน้ำหนักหลังจากที่ได้สอนเครือข่ายแล้วว่าจะมีศักยภาพเพียงใด ในการแปลงข้อมูลนำเข้าไปสู่ผลลัพธ์ อัตราเร็วในการเรียนรู้จะเป็นตัวกำหนดตัวหนึ่งของขนาดของค่าปรับค่าถ่วงน้ำหนักในทุกรอบของการคำนวณ ดังนั้นจึงมีผลต่ออัตราการเรียนรู้โดยทั่วไปจะกำหนดให้เป็นค่าคงที่อยู่ระหว่าง 0.05 – 0.90 บางงานกำหนดให้มีการปรับค่าอัตราเร็วในการเรียนรู้ต่างกัน เช่น การกำหนดให้อัตราเร็วในการเรียนรู้ผันแปรตามจำนวนรอบของการคำนวณ หรือแปรผันตามค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของระบบ หรือแปรผันตามความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละชุด ในกรณีที่ค่าที่เลือกมีค่ามากเกินไป ก็จะทำให้การเดินทางไปหาความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุด มีการแกว่ง และอาจจะไม่มีการลู่เข้าหาคำตอบที่ต้องการในทางตรงกันข้ามการเลือกค่าที่น้อยเกินไปก็เป็นการสิ้นเปลืองเวลาในการคำนวณโมเมนตัม (Momentum) โดยทั่วไปในกระบวนการเรียนรู้ค่าโมเมนตัมอาจจะใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มค่าโมเมนตัมจะช่วยป้องกันการแกว่ง (Oscillation) ของระบบ โดยค่านี้จะสัมพันธ์กับค่าอัตราการเรียนรู้ คือ ถ้าอัตราเร็วในการเรียนรู้มีค่ามากแต่ค่าโมเมนตัม มีค่าน้อยจะทำให้ระบบโครงข่ายเกิดการแกว่ง และมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการสอนแต่ละรอบไบแอส (Bias) โหนด ไบแอสสำหรับเครือข่ายโดยทั่วไปอาจจะมีหรือไม่ก็ได้ ในกรณีของเครือข่ายที่ใช้ในระบบที่เป็นเรียลไทม์ (Real Time) แล้วจะไม่ค่อยมีการใช้โหนดไบแอสเนื่องจากจะเสียเวลาในการคำนวณ และถ้ามีการออกแบบเครือข่ายอย่างเหมาะสมแล้วทอมไบแอสไม่จำเป็นต้องมี แต่ถ้าเครือข่ายมีจำนวนโหนดไม่เหมาะสม

คือมีจำนวนน้อยเกินไปจะทำให้เครือข่ายสามารถจดจำได้ดีขึ้น โหนดไบแอสจะถูกเพิ่มเข้าไปเป็นโหนดๆ หนึ่งในแต่ละชั้นยกเว้นในชั้นของผลลัพธ์ และโหนดไบแอสที่เพิ่มเข้าไปมักจะเป็นค่าคงที่ผลของการเพิ่มโหนดไบแอสเข้าไปในเครือข่ายจะทำให้ประสิทธิภาพการสอนดีขึ้น

(3) แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมอย่างง่าย (Perceptron) เปอร์เซพตรอน เป็นข่ายงานประสาทเทียมประเภทหนึ่ง ที่พัฒนาขึ้นใน ค.ศ. 1957 โดยแฟรงค์ โรเซนบลัทท์ ที่ Cornell Aeronautical Laboratory เปอร์เซพตรอนประกอบด้วยเซลล์ประสาทเทียม หรือนิวรอล อย่างน้อยหนึ่งชั้นอินพุตจะถูกส่งตรงไปยังเอาต์พุต โดยผ่านชุดค่าน้ำหนักจึงสามารถพิจารณาว่าเป็นข่ายงานป้อนข้างหน้า (Feedforward Neural Network) แบบพื้นฐาน นิวรอลแต่ละตัวจะคำนวณผลรวมถ่วงน้ำหนักจากอินพุต คือผลรวมของผลคูณระหว่างค่าอินพุตกับค่าน้ำหนักของแต่ละตัว หากค่าที่ได้จากการคำนวณ มากกว่าขีดแบ่ง (Threshold) นิวรอลจะให้ค่าเอาต์พุตเท่ากับ 1 ถ้าน้อยกว่าก็จะให้ค่า -1 เพื่อให้่ายจึงมักจะกำหนดให้ขีดแบ่ง เป็นค่าน้ำหนักตัวหนึ่งของอินพุตเป็นค่าคงที่ โดยฟังก์ชันค่าขีดแบ่งจะมีศูนย์กลางอยู่ที่ 0 นิวรอลที่ใช้ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) แบบนี้ เรียกว่า นิวรอลแบบ แมคคัลลอค-พิตส์ (McCulloch-Pitts Neurons) หรือ นิวรอลขีดแบ่ง (Threshold Neurons) ในเอกสารทางวิชาการส่วนใหญ่ มักจะใช้คำกล่าวว่า เพอร์เซพตรอน สำหรับข่ายงานที่ประกอบด้วยนิวรอลแบบนี้เพียงหน่วยเดียว ขั้นตอนวิธีการเรียนรู้อย่างง่าย ที่สามารถนำมาใช้กับเปอร์เซพตรอน จะเรียกว่า กฎเดลต้า (Delta-Rule) โดยจะคำนวณค่าความผิดพลาดระหว่างเอาต์พุตที่ได้กับเอาต์พุตของตัวอย่าง แล้วนำค่าที่ได้ไปปรับค่าน้ำหนักโดยนำไปใช้ในรูปแบบของการเคลื่อนลงตามความชัน (Gradient Descent)

2.2.2 โครงข่ายใยประสาทเทียม สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) การจำแนกรูปแบบ (Pattern Recognition) เช่น การมองเห็นวัตถุและการวิเคราะห์เสียงพูด เพื่อแปลความหมาย ซึ่งได้แก่การสื่อสารผ่านเครือข่ายต่างๆ ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยเสียง และการใช้ระบบตอบรับโทรศัพท์อัตโนมัติ เป็นต้น

2) การทำนาย (Prediction) หรือการพยากรณ์ (Forecasting) เช่น การทำนายหุ้นและการพยากรณ์อัตราดอกเบี้ย เป็นต้น

3) การควบคุม (Control) เช่น การควบคุมระบบของเครื่องปรับอากาศ การควบคุมระบบเครื่องยนต์และการควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น

4) การหาความเหมาะสม (Optimization) เช่น การเลือกกระยะทางที่ใกล้ที่สุด

5) การจัดลำดับ (Clustering) และการจัดหมู่ (Categorization)

6) การบีบอัดข้อมูล (Data Compression)

7) การจดจำตำแหน่ง (Content Addressable Memory)

3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นที่ทำหน้าที่พยากรณ์ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป กับตัวแปรตาม 1 ตัว เช่น ต้องการพยากรณ์ผลการเรียนของนักศึกษาแผนกคอมพิวเตอร์ (Y) โดยใช้ตัวพยากรณ์ 3 ตัว ประกอบด้วย ความสนใจของผู้เรียน (X1) ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (X2) และคุณภาพการสอนของผู้สอน (X3) เป็นต้น ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณนั้นจะต้องหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation Coefficient) เพื่อให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นจำนวนทั้ง 3 ตัวกับตัวแปรตามว่ามีความสัมพันธ์กันเช่นใด สำหรับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะต้องหาสมการถดถอยเพื่อใช้ในการพยากรณ์ของตัวแปรตาม (Y) และหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน รวมทั้งหาค่าสหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation) เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงที่เป็นไปได้สูงสุดระหว่างตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม

3.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ มีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions) ที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ (สำราญ มีแจ้ง, 2544 : 53)

1) คะแนน Y มีการแจกแจงเป็นแบบปกติในแต่ละค่าของ X ข้อตกลงนี้ไม่คำนึงถึง X จะมีการกระจายเป็นโค้งปกติหรือไม่ก็ตาม แต่ขอให้ y เป็นโค้งปกติก็แล้วกัน ข้อตกลงนี้มีประโยชน์ในการทดสอบนัยสำคัญของค่าสถิติต่างๆ เพราะการทดสอบค่า R หรือ b นั้นเกี่ยวข้องกับค่าและในการทดสอบนัยสำคัญของสถิติเหล่านี้ ก็อาศัย F หรือ t เป็นสำคัญ ซึ่งต้องยึดถือข้อตกลงว่าคะแนนต้องกระจายเป็นโค้งปกติ

2) คะแนน Y มีความแปรปรวนเท่ากันที่แต่ละจุด X

3) ความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (e) มีการแจกแจงเป็นแบบปกติและเป็นความคลาดเคลื่อนที่เกิดโดยบังเอิญ (Random) พร้อมกับมีความแปรปรวนเท่ากันทุกจุดของ X

3.2 วิธีการคัดเลือกตัวแปร

วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการ เพื่อให้สมการสามารถพยากรณ์ตัวแปรเกณฑ์ได้สูงสุดมีวิธีการคัดเลือกตัวแปรหลายวิธี ในที่นี้จะได้นำเสนอ 4 วิธี (วาโร เฟิงส์สวัสดิ์, 2550 : 268-269) ดังนี้

1) วิธีการเลือกแบบคัดเลือกเข้า (Enter Selection) วิธีการนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์เข้าสมการด้วยการวิเคราะห์เพียงขั้นตอนเดียว ซึ่งเป็นการคัดเลือกโดยใช้วิจารณ์ญาณของผู้วิจัยเองว่า จะคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ใดบ้างเข้าสมการ เริ่มตั้งแต่การคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์

มาศึกษา เมื่อคัดเลือกและเก็บข้อมูลแล้ว ทำการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละคู่ก่อนและใช้สถิติพื้นฐานโดยเฉพาะค่าความแปรปรวนหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับค่าทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์และระหว่างตัวแปรพยากรณ์ด้วยกันในการคัดเลือกควรคัดเลือกตัวแปรที่มีความแปรปรวนมากๆ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเกณฑ์กับตัวแปรพยากรณ์มีค่าสูงๆ และมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ด้วยกันมีค่าน้อยและไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อคัดเลือกแล้วจะใช้ตัวแปรพยากรณ์ทุกตัวที่เลือกวิเคราะห์พร้อมๆ กัน ทุกตัวแปรเข้าสมการหมด

2) วิธีการเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) วิธีการนี้จะเป็นการเลือกตัวแปรพยากรณ์ที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงที่สุดเข้าสมการก่อน ส่วนตัวแปรที่เหลือจะมีการคำนวณหาสหสัมพันธ์แบบแยกส่วน (Partial Correlation) โดยเป็นความสัมพันธ์เฉพาะตัวแปรที่เหลือตัวนั้นกับตัวแปรตาม โดยขจัดอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ออก ถ้าตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็จะนำเข้าสมการต่อไป จะทำแบบนี้จนกระทั่งสหสัมพันธ์แบบแยกส่วนระหว่างตัวแปรอิสระที่ไม่ได้นำเข้าสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะหยุดการคัดเลือกและได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

3) วิธีการเลือกแบบถอยหลัง (Backward Selection) วิธีการนี้เป็นการนำตัวแปรพยากรณ์ทั้งหมดเข้าสมการ จากนั้นก็จะค่อยๆ ขจัดตัวแปรพยากรณ์ออกทีละตัว โดยจะหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการแต่ละตัวกับตัวแปรตาม เมื่อขจัดตัวแปรพยากรณ์อื่นๆ ออกแล้ว หากทดสอบค่าสหสัมพันธ์แล้วพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็จะขจัดออกจากสมการแล้วดำเนินการทดสอบตัวแปรที่เหลืออยู่ในสมการต่อไป จนกระทั่งสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพยากรณ์แต่ละตัวกับตัวแปรตาม เมื่อขจัดตัวแปรอิสระอื่นๆ ออกแล้วพบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติ ก็จะหยุดการคัดเลือก และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

4) วิธีการคัดเลือกแบบขั้นตอน (Stepwise Selection) การคัดเลือกแบบนี้เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการคัดเลือกตัวแปรพยากรณ์ทั้งแบบก้าวหน้าและแบบถอยหลังเข้าด้วยกัน ในขั้นแรกจะเลือกตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงที่สุดเข้าสมการก่อนจากนั้นก็จะทดสอบตัวแปรที่ไม่ได้อยู่ในสมการว่ามีตัวแปรใดบ้างมีสิทธิ์เข้ามาอยู่ในการสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบก้าวหน้า (Forward Selection) และขณะเดียวกันก็จะทดสอบตัวแปรที่อยู่ในสมการด้วยว่า ตัวแปรพยากรณ์ที่อยู่ในสมการตัวใดมีโอกาสที่จะถูกขจัดออกจากสมการด้วยวิธีการคัดเลือกแบบถอยหลัง (Backward Selection) โดยจะกระทำการคัดเลือกผสมทั้งสองวิธีนี้ในทุกขั้นตอนจนกระทั่งไม่มีตัวแปรใดที่ถูกคัดออกจากสมการและไม่มีตัวแปรใดที่จะถูกนำเข้าสมการกระบวนการก็จะยุติ และได้สมการถดถอยที่มีสัมประสิทธิ์การพยากรณ์สูงสุด

3.3 สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ

ในการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะช่วยให้ได้สมการพยากรณ์เชิงเส้นตรงในรูปคะแนนดิบ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2541: 153 - 154)

$$Y' = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k$$

เมื่อ Y'	แทน	คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)
a	แทน	ค่าคงที่ของสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ
$b_1, b_2, \dots, b_k$	แทน	ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ
$X_1, X_2, \dots, X_k$	แทน	คะแนนของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ
k	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์)

การเขียนสมการในรูปคะแนนดิบจะต้องทราบค่า a และ b เพื่อนำมาแทนค่า

ในสมการ

ค่า a จากสูตร

$$a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2 - \dots - b_k \bar{X}_k$$

เมื่อ a	แทน	ค่าคงที่สำหรับสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบ
$\bar{Y}$	แทน	ค่าเฉลี่ยสำหรับตัวแปรตาม
$\bar{Y}_1, \bar{Y}_2, \dots, \bar{Y}_k$	แทน	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึง k ตามลำดับ
$b_1, b_2, \dots, b_k$	แทน	ค่าน้ำหนักของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึง k ตามลำดับ
k	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์)

ค่า b หาจากสูตร

$$b_j = \beta_j \frac{S_y}{S_x}$$

เมื่อ	b_j	แทน	ค่าน้ำหนักคะแนนหรือสัมประสิทธิ์การถดถอย ของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ j ที่ต้องการหาค่าน้ำหนัก
	β_j	แทน	ค่าน้ำหนักเบต้าของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ j
	S_y	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)
	S_x	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (ตัวแปรพยากรณ์)

สัมประสิทธิ์การถดถอย (b) เป็นค่าที่ชี้ถึงว่า เมื่อตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) (X) ตัวนั้นเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยจะทำให้ตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์) (คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม) เปลี่ยนแปลงไป b หน่วย

การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะต้องคำนวณหาค่า a และ $b_1, b_2, \dots, b_k$ เพื่อนำมาแทนค่าลงในสมการ โดยถือหลักการที่ว่า ค่า b ทุกตัวต้องเป็นค่าที่ทำให้สมการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้อยที่สุด นอกจากจะหาค่า a และ b แต่ละตัวแล้ว ควรทดสอบความสำคัญของค่า b แต่ละตัวด้วย

จุดประสงค์หลักของการวิเคราะห์การถดถอย คือ เพื่อพยากรณ์ตัวแปรหนึ่ง โดยใช้ค่าที่ทราบของตัวแปรอีกตัวหนึ่ง การพยากรณ์นี้อาศัยหลักการ เช่น $Y = a + b_x$ ซึ่งมีไว้เพื่อประมาณค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า Y เมื่อทราบค่าของตัวแปร X เรียกสมการนี้ว่า สมการการถดถอย เมื่อทราบสมการการถดถอย เราสามารถพยากรณ์ Y จากค่า X ที่กำหนดให้ สมการการถดถอยไม่เหมือนสมการทางคณิตศาสตร์ทั่วไป ในแง่ที่เราไม่สามารถจะมั่นใจกับค่าของ Y ที่ได้จากสมการการถดถอย เนื่องจากค่านี้มีคลาดเคลื่อนและเป็นเพียงค่าประมาณของค่าที่แท้จริง (Y) เท่านั้น

3.4 สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน

สมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน เป็นการศึกษาเพื่อหารูปแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์ที่จะใช้อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม โดยจะอธิบายตัวแปรหนึ่ง เมื่อทราบค่าตัวแปรอีกตัวแปรหนึ่ง ซึ่งความสัมพันธ์มีเหตุและมีผลต่อกันและกัน ซึ่งจะแทนทุกตัวเปลี่ยนเป็นรูปคะแนนมาตรฐาน จะทำให้ได้สมการพยากรณ์เชิงเส้นตรงในรูปของคะแนนมาตรฐาน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541 : 152)

$$Z'_Y = \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \dots + \beta_k Z_k$$

เมื่อ	Z'_Y	แทน	คะแนนพยากรณ์ในรูปของคะแนนมาตรฐานของตัวแปรตาม (ตัวเกณฑ์)
	$\beta_1, \beta_2 \dots \beta_k$	แทน	ค่าน้ำหนักเบต้าหรือสัมประสิทธิ์การถดถอยของคะแนนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึงตัวที่ k ตามลำดับ
	$Z_1, Z_2 \dots Z_k$	แทน	คะแนนมาตรฐานของตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) ตัวที่ 1 ถึง ตัวที่ k ตามลำดับ
	K	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์)

น้ำหนักเบต้า (β) ต่างกับน้ำหนักของคะแนนดิบ b ตรงที่หน่วยของ β เป็นคะแนนมาตรฐาน ดังนั้น β เป็นค่าที่ชี้ถึงว่า เมื่อตัวแปรอิสระ (ตัวพยากรณ์) (X) ตัวนั้นเปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วยคะแนนมาตรฐานจะทำให้ตัวแปรอิสระ (ตัวเกณฑ์) (คะแนนพยากรณ์ของตัวแปรตาม) เปลี่ยนแปลงไป β หน่วยคะแนนมาตรฐาน

3.5 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน อาจเรียกแบบสั้นๆ ว่า “Standard Error” หรือตัวย่อ SE หรือชื่อเต็มๆ ว่า Standard Error of Sample Mean (SEM) ซึ่งชื่อเต็มก็คือ Standard Deviation of (Many) Sample Means หมายถึง ค่าที่แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้วค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของประชากรมากน้อยเพียงใด โดยคำนวณจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วยรากที่สองของขนาดตัวอย่าง

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน มีหลักการมาจากการสุ่มตัวอย่างจากประชากรหนึ่งประชากรที่มีขนาดกลุ่มประชากรเท่ากับ N แล้วสุ่มตัวอย่างมาจำนวน k ตัวอย่าง เรียกว่า “Repeated Sampling” นำแต่ละตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ย (X) เรียกว่า “ค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง” (Mean of the Sampling Means) แล้วนำค่าเฉลี่ยของทุกกลุ่มตัวอย่างมาสร้างกราฟ Sampling Distribution เพื่อศึกษาความกว้างแคบของฐานกราฟหรือคุณสมบัติการกระจาย ซึ่งการกระจายนี้เรียกว่า Distribution of Sample Means ค่าการกระจายของมันเรียกว่า Standard Error (SE) นั่นเอง คุณสมบัติของการกระจายนี้นำไปใช้ประโยชน์ในวิธีการของสถิติอ้างอิงทั้งกรณีการประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐาน (ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก ค่าคลาดเคลื่อนก็มีค่าสูง ในทางตรงกันข้าม ถ้ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่ ค่าคลาดเคลื่อนก็มีค่าต่ำ) (ชาญณรงค์ ทรงศาศรี. 2549)

การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ประกอบด้วย

1) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (Standard Error of Estimate) เขียนแทนด้วยตัวย่อ $S.E._{est}$ เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของส่วนที่เหลือ (ของ d_i) การที่คะแนนสอบจริง (Y) กับคะแนนพยากรณ์ (Y') ไม่เท่ากัน แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อน ถ้าแตกต่างกันมาก ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ($S.E._{est}$) ก็จะมีค่ามาก ถ้าใกล้เคียงกันก็มีค่าน้อย สูตรในการหา $S.E._{est}$ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541: 169) คือ

$$S.E._{est} = \sqrt{\frac{SS_{res}}{N-k-1}}$$

เมื่อ	$S.E._{est}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
	SS_{res}	แทน	ผลรวมของกำลังสอง (Sum of squares) ของส่วนที่เหลือ (Residual) เท่ากับ $\sum d^2$
	N	แทน	จำนวนสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง
	K	แทน	จำนวนตัวแปรอิสระ
หมายเหตุ	$\frac{SS_{res}}{N-k-1}$	ก็คือ	MS_{res} นั่นเอง

2) การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย (Standard Error of b Coefficients) ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอย เขียนแทนด้วยตัวย่อ $S.E._{bi}$ เป็นค่าที่สามารถคำนวณได้หลายวิธี (บุญชม ศรีสะอาด, 2541: 170)

สูตรที่นิยมใช้ ได้แก่

$$S.E. = \sqrt{\frac{S.E._{est}^2}{S.E._{xj}(1-R_i^2)}}$$

เมื่อ	$S.E._{bj}$	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสัมประสิทธิ์การถดถอยของ b_j
	$S.E._{est}^2$	แทน	กำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์
	$S.E._{xj}$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความเบี่ยงเบนของตัวแปรพยากรณ์ตัวที่ j

R_j^2 แทน กำลังสองของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่าง
ตัวพยากรณ์ตัวที่ j ซึ่งจะใช้เป็นตัวแปรตามกับ
ตัวแปรพยากรณ์อื่นๆ ที่เหลือ

3.6 ความแตกต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกับความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D) เป็นการวัดการกระจายของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา คำนวณจากรากที่สองของค่าเฉลี่ยของความแตกต่างกำลังสองของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ย ความหมาย คือ โดยเฉลี่ยแล้วข้อมูลแต่ละตัวแตกต่าง (อยู่ห่าง) จากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด เช่น ถ้าเก็บค่าสิ่งตัวอย่างมาจำนวนหนึ่งจากประชากรที่มีการกระจายแบบปกติ เมื่อหาค่าเฉลี่ยจะเป็น $\bar{X}$ แต่ค่าของสิ่งที่เป็นตัวอย่างแต่ละตัวอาจจะมากกว่า เท่ากับหรือน้อยกว่า $\bar{X}$ มากบ้างน้อยบ้าง โดยเฉลี่ยแล้วห่างจาก $\bar{X}$ เท่าไร ซึ่งเราเรียกว่า Standard Deviation

ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error of Mean : SEM) หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง หมายถึง โดยเฉลี่ยแล้วค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแต่ละตัวแตกต่าง (อยู่ห่าง) จากค่าเฉลี่ยของประชากรอยู่มากน้อยเพียงใด คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหารด้วยรากที่สองของขนาดตัวอย่าง (n) เช่น สมมติประชากร มีการแจกแจงแบบปกติ เมื่อเราทำการเก็บตัวอย่างมาจำนวนหนึ่งแล้วหาค่าเฉลี่ยได้ $\bar{X}_1$ ถ้าสมมติเราทำการเก็บตัวอย่างลักษณะเดียวกันนี้หลายๆ กลุ่ม แต่ละกลุ่มมาหาค่าเฉลี่ย ก็จะได้ $\bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots, \bar{X}_N$ เมื่อเรานำค่า $\bar{X}_1 - \bar{X}_N$ บวกกันแล้วหารด้วย N จะได้ค่าเฉลี่ยกลาง $\bar{X}_2$ ถ้าย้อนมาหาว่า $\bar{X}_1$ จนถึง $\bar{X}_N$ แต่ละค่า ห่างจากค่าเฉลี่ยกลาง $\bar{X}_2$ เท่าไร ก็จะมีมากบ้างน้อยบ้าง แต่โดยเฉลี่ยแล้ว เท่ากับ SE ซึ่งเราเรียกว่า Standard Error

S.D. จะเป็นการวัดการกระจายของข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ยที่ศึกษาในครั้งนั้น (ค่า $\bar{X}$: Statistic) ส่วน SEM จะเป็นการวัดการกระจายของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เพื่อบรรยายอธิบายกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา ส่วน SEM ใช้ในกรณีบรรยายอธิบายหรือสรุปลักษณะของประชากร

3.7 การทดสอบนัยสำคัญของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ

เมื่อได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณแล้ว สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของการถดถอย) การทดสอบนี้เป็นการทดสอบว่า ตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์นั้นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ โดยมีสมมติฐานหลักในการทดสอบ ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์ ($H_0 : R = 0$)

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (หรือสัมประสิทธิ์การถดถอย) ทดสอบโดยใช้สถิติ F จากสูตร

$$F = \frac{R^2/k}{\left[1-R^2\right]/(N-k-1)}$$

เมื่อ F แทนค่า สถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญของ R

R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
N	แทน	จำนวนสมาชิกกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	จำนวนตัวพยากรณ์ (ตัวแปรอิสระ)

หรือทดสอบโดยใช้สูตร

$$F = \frac{SS_{reg}/df_{reg}}{SS_{res}/df_{res}}$$

เมื่อ F แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F เพื่อทราบความมีนัยสำคัญของ R

SS_{reg}	แทน	ผลรวมของกำลังสอง (Sum of squares) ของ Y
SS_{res}	แทน	ผลรวมของกำลังสอง (Sum of Squares) ของส่วนที่เหลือ (หรือของความเบี่ยงเบนของการถดถอย (ความคลาดเคลื่อน))
df_{reg}	แทน	Degree of freedom ของการถดถอย = k
df_{res}	แทน	Degree of freedom ของส่วนที่เหลือ (ความคลาดเคลื่อน = N-k-1)

$$\begin{aligned} \text{จาก } SS_t &= SS_{reg} + SS_{res} \\ SS_{res} &= SS_t + SS_{reg} \end{aligned}$$

เมื่อ SS_t แทน ผลรวมของกำลังสองของทั้งหมดของ Y
(Total sum of squares)

$$= \sum Y^2$$

สำหรับ SS_{reg} หาจากสูตร

$$SS_{reg} = b_1 \sum X_1 Y + b_2 \sum X_2 Y + \dots + \sum X_k Y$$

จากสูตร $F = \frac{SS_{reg}/df_{reg}}{SS_{res}/df_{res}}$ ก็คือ $F = \frac{MS_{reg}}{MS_{res}}$ นั่นเอง

3.8 ขั้นตอนในการทดสอบนัยสำคัญ

การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่า F

$$\text{จากสูตร } F = \frac{R^2/K}{(1-R^2)/(N-K-1)} \text{ หรือ}$$

$$F = \frac{SS_{reg}/df_{reg}}{SS_{res}/df_{res}}$$

ขั้นตอนที่ 2 หาค่าวิกฤตของค่า F จากการเปิดตาราง F โดยใช้ $df_1 = k$ และ $df_2 = N - k - 1$ และที่ระดับนัยสำคัญ (α) ตามที่กำหนดไว้

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบค่า F ที่ได้จากการคำนวณ กับค่าวิกฤตที่ได้จากการเปิดตาราง F ในขั้นตอนที่ 2 พิจารณา ดังนี้

ถ้าค่า F คำนวณ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าวิกฤต F ตาราง แสดงว่า R มีนัยสำคัญ นั่นคือ จะไม่ยอมรับสมมติฐานหลัก (H_0) ที่ว่า “ไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์” แต่จะยอมรับสมมติฐานรอง (H_1) ที่ว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์ เป็นการยอมรับว่าการถดถอยของ Y บน X มีนัยสำคัญทางสถิติ

ถ้าค่า F คำนวณ มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤต $F_{ตาราง}$ แสดงว่า R ไม่มีนัยสำคัญ ก็จะยอมรับ (H_0) ที่ว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างตัวเกณฑ์กับกลุ่มตัวพยากรณ์

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุวรรณ บุญวิจิตร (2549) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้นำโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นมาประยุกต์ใช้งาน จะทำการสอนระบบให้เกิดเรียนรู้ด้วยเทคนิค การแพร่กระจายย้อนกลับ ระบบนี้พัฒนาขึ้นมาเป็นเว็บแอปพลิเคชัน นำไปใช้พยากรณ์ ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ ของจังหวัดนครราชสีมาเป็นหลัก ผลจากการศึกษาพบว่าแบบจำลองของโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีโครงสร้างเป็น 33-20-20-1 ในการเรียนรู้ ข้อมูลสอน โครงข่ายประสาทเทียมมีค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 0.000033776 และข้อมูลทดสอบมีค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 0.00017773 เมื่อโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมถูกพัฒนาเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ผลการทดสอบพบว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ ล่วงหน้ารายเดือนได้ดี สามารถนำไปใช้เพื่อการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สันติเทพ ธรรมเที่ยง (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ราคาขางพาราของประเทศไทยภายใต้วิกฤตการณ์น้ำมัน โลก วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อราคาขางพาราของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลารายเดือนในช่วงปี พ.ศ. 2544-2549 มาหาทางสถิติ โดยใช้แบบจำลองอนุกรมเวลาโดยใช้วิธีการประมาณค่าสมการถดถอย (Regression model) มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า ราคาของขางพารามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับราคาน้ำมันดิบของโลก และการเคลื่อนไหวของราคาน้ำมันเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดราคาขางพาราของประเทศไทย

สุภาพ ชูชื่น (2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อราคาขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อราคาขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย และแนวโน้มราคาในอนาคต โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ประเภทอนุกรมเวลา (time series) รายเดือนระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2548 - ธันวาคม พ.ศ. 2550 เป็นระยะเวลา 36 เดือนการวิเคราะห์แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (descriptive analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลทางราคาที่มีการซื้อขาย ย้อนหลัง 36 เดือน คือระหว่าง เดือนมกราคม พ.ศ. 2548 - ธันวาคม พ.ศ. 2550 เพื่อคำนวณค่าพยากรณ์ราคาขางแผ่นรมควันชั้น 3 ในระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม พ.ศ. 2551 ด้วยการวิเคราะห์ภาวะเศรษฐกิจทั่วไป การวิเคราะห์ภาคอุตสาหกรรม การวิเคราะห์ปัจจัย

ที่มีผลกระทบ อาทิ การผลิต ปริมาณส่งออก และรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับข้อมูลเบื้องต้นของการเคลื่อนไหวของราคารายแผ่นรมควันชั้น 3

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (quantitative analysis) เป็นการวิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอย (Regression Model) และประมาณการด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares - OLS) โดยแบ่งการศึกษาเป็นสองส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย

ส่วนที่ 2 เพื่อพยากรณ์ราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย

ผลการศึกษาแบบจำลองของปัจจัยที่กำหนดราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย ได้ความสัมพันธ์ราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย กับตัวแปรอิสระ 4 ตัวแปร คือ อัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินบาทต่อเยนญี่ปุ่น ราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าโภคภัณฑ์โตเกียว (TOCOM) ราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 FOB ท่าเรือกรุงเทพ ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของประเทศไทย โดยนำแบบจำลองนี้ไปคำนวณโดยใช้ข้อมูลรายเดือน ตั้งแต่ เดือนมกราคม พ.ศ.2548 - ธันวาคม พ.ศ.2550 และประมาณค่าความสัมพันธ์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Ordinary Least Squares -OLS) ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) มีค่าเท่ากับ 0.9985 หมายความว่า ตัวแปรอิสระทุกตัวที่อยู่ในสมการสามารถอธิบายตัวแปรตาม คือ ราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทยได้ถึงร้อยละ 99.85 ณ ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยปัจจัยที่กำหนดราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. อัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงินบาทต่อเยนญี่ปุ่น มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1.8436 หมายความว่า เมื่ออัตราแลกเปลี่ยนระหว่างเงินบาทต่อเยนญี่ปุ่นเปลี่ยนแปลงไป 1 บาท ต่อ 100 เยนญี่ปุ่นจะทำให้ราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย เปลี่ยนแปลงไป 1.8436 บาทต่อกิโลกรัม

2. ราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าโภคภัณฑ์โตเกียว มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.2874 หมายความว่า เมื่อราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าโภคภัณฑ์โตเกียว เปลี่ยนแปลงไป 1 เยนต่อกิโลกรัม จะทำให้ราคารายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย เปลี่ยนแปลงไป 0.2874 บาทต่อกิโลกรัม

3. ราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 FOB ท่าเรือกรุงเทพ มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีโดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.1242 หมายความว่า เมื่อราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 FOB ท่าเรือกรุงเทพ เปลี่ยนแปลงไป 1 บาทต่อกิโลกรัม จะทำให้ราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย เปลี่ยนแปลงไป 0.1242 บาทต่อกิโลกรัม

4. ปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของประเทศไทย มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน โดยมีโดยมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 1.17 หมายความว่า เมื่อปริมาณการส่งออกยางธรรมชาติของประเทศไทย เปลี่ยนแปลงไป 1 ตัน จะทำให้ราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทยเปลี่ยนแปลงไป 1.17 บาทต่อกิโลกรัม

โดยราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับปัจจัยดังกล่าว ณ ระดับความสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ส่วนการพยากรณ์แนวโน้มของราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย ในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ.2551 ถึง เดือนธันวาคม 2551 ใช้การคำนวณตามแบบจำลอง Regression Model เมื่อคำนึงถึงเวลา (Time) และฤดูกาล (Season) เพื่อหาค่าพยากรณ์หรือค่าอัตราการเจริญเติบโต (Growth Rate) ของตัวแปรอิสระแต่ละตัวและนำค่าของตัวแปรอิสระที่ประมาณค่าได้แต่ละตัวพยากรณ์ราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย ด้วยโปรแกรม Eviews 5

ผลการพยากรณ์ราคาขายแผ่นรมควันชั้น 3 ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย มีแนวโน้มของราคาเพิ่มขึ้น และมีความผันผวนของราคาสูง

จารุมน หนูคง และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาการสร้างโมเดลพยากรณ์ราคาขางพาราใน 3 เทคนิค ได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม สมการถดถอยแบบพหุนาม และซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน โดยทำการเปรียบเทียบหาโมเดลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำมาใช้ในการพยากรณ์ราคาขางพารา ซึ่งสามารถนำข้อมูล ผลการพยากรณ์มาใช้ในการประกอบการตัดสินใจ สามารถมองเห็นแนวโน้มของราคาขางพารา และช่วยในการกำหนดวางแผนงานด้านอุตสาหกรรมขางพาราในอนาคต โดยใช้ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าความคลาดเคลื่อนเป็นตัวชี้วัดในการหาโมเดลที่เหมาะสมที่สุด ผลการวิจัยพบว่าเทคนิคของโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดเท่ากับ 0.01 วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันให้ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.0484 และวิธีสมการถดถอยแบบพหุนามให้ค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.3133 ตามลำดับ ซึ่งโมเดลที่เหมาะสมที่สุด สำหรับการใช้ในการพยากรณ์ราคาขางพาราคือ โมเดลของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม และนำโมเดลดังกล่าวมาพัฒนาเป็นระบบพยากรณ์ราคาขางพาราต่อไป

เกียรติศักดิ์ จันทร์แก้ว และคณะ (2552) โครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชันพหุนาม ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ขบวนการคือ การเรียนรู้ชุดข้อมูล (Training) และการทดสอบ (Testing) ทำการสอนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการแพร่กระจายย้อนกลับ ฝึกสอนด้วยวิธี Levenberg-Maquardt Algorithm (trainlm) และฟังก์ชันการปรับการเรียนรู้ (Learning Function) แบบ LearnD (Grad Descent) โดยใช้ค่าเฉลี่ยกำลังสองสัมบูรณ์ (Mean Square Error, MSE) ของผลลัพธ์ที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียมทั้งสองชนิดเป็นตัวชี้วัด ผลการวิจัยพบว่าโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุดของโมเดลการพยากรณ์อนุกรมเวลาราคาปาล์มน้ำมัน คือ 12-2-2 ผลการวิจัยพบว่าเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม ให้ค่าความผิดพลาดในการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.0330 และค่าความผิดพลาดในการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.3750 และโครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชันพหุนามให้ค่าความผิดพลาดในการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.0190 และค่าความผิดพลาดในการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.3690 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโครงข่ายประสาทเทียมฟังก์ชันพหุนามเป็นโมเดลการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพยากรณ์อนุกรมเวลาราคาปาล์มน้ำมันเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งในการกำหนดราคายางพาราของประเทศไทย

เกรียงศักดิ์ สุธอม (2552) ได้ศึกษาเรื่องการพยากรณ์ราคาหลักทรัพย์และดัชนีตลาดหลักทรัพย์โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเปรียบเทียบกับวิธีอาร์มา เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ โดยใช้ข้อมูลจากดัชนีตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET Index) และ SET50 Index ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมมีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าวิธีอาร์มา 42 ตัว จาก 51 ตัว คิดเป็น 82.36%

อัมมาร สยามวาลา ณรงค์ ป้อมหลักทอง และคณะ (2552) ได้จัดทำ รายงานฉบับสมบูรณ์ “การประเมินผลความสำเร็จของการจัดตั้งตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (AFET)” หลังจากตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย เปิดดำเนินการครบ 5 ปี โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1. เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดตั้งตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย 2. เพื่อเสนอแนะแนวทางในการพัฒนาการซื้อขายสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทยในอนาคตให้มีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อประเทศชาติทั้งในระยะสั้นและระยะยาว การประเมินระดับความสำเร็จของการดำเนินงานดำเนินงาน 3 ด้านดังนี้

1. ด้านการเป็นศูนย์กลาง ยางแผ่นรมควันชั้น 3 เป็นสินค้าเพียงชนิดที่เดียวประสบความสำเร็จทั้งในแง่ของสภาพคล่องและความสามารถในการช่วยลดความเสี่ยง เนื่องจากสินค้าชนิดอื่นที่มีการซื้อขายในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย ถูกแทรกแซงจากนโยบายของรัฐบาลทำให้ราคาไม่เป็นไปตามกลไกตลาด สภาพคล่องอยู่ในระดับต่ำมาก

2. ด้านการดำเนินธุรกิจของผู้ประกอบการซื้อขายล่วงหน้า นับว่าค่อนข้างดี มีการพัฒนาและฝึกอบรมให้ความรู้แก่บุคลากรในระดับต่างๆ

3. ด้านการกำกับดูแลและพัฒนาการกำกับการซื้อขายล่วงหน้าได้มีการให้ความร่วมมือและแลกเปลี่ยนความรู้กับตลาดล่วงหน้าประเทศอื่นๆ แต่กฎระเบียบบางประการที่นำมาใช้กับตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย มากเกินไป จนลดความน่าสนใจของการเข้ามาลงทุนในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย

ผลการศึกษาในรายงานฉบับนี้ได้สะท้อนถึงความสัมฤทธิ์ผลของ การดำเนินงานของ ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทยในเบื้องต้น เนื่องจากตลาดมีการจัดตั้งขึ้นมาไม่นาน และในอนาคตยังขาดความแน่นอน ทั้งในเรื่องของงบประมาณ จำนวนนายหน้าซื้อขายล่วงหน้าที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากผลการขาดทุนสะสม ชนิดของสินค้าที่เข้ามาทำการซื้อ

จุฑามาศ สิทธิโชคสถาพร (2553) ได้ทำการศึกษาเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเทคนิควิธีโครงข่ายประสาทเทียมและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เพื่อที่จะนำมาพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบโดยใช้อุณหภูมิเวลาของราคายางตามสัญญาส่งมอบล่วงหน้าตลาดโตเกียว ราคาน้ำมันดิบตลาดนิวยอร์ก และอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราสกุลต่างประเทศ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า วิธีทั้งสองต่างเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับข้อมูลปัจจัยนำเข้าของการพยากรณ์ราคายางแผ่นดิบ

สุวमित ทองนอก (2553) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การพยากรณ์ราคาในระยะสั้นของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย” ซึ่งทำการศึกษาถึงสถานการณ์การซื้อขายยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย และพยากรณ์ราคาในระยะสั้นของยางแผ่นรมควันชั้น 3 ในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลราคาแบบรายวันและรายสัปดาห์ของสัญญาส่งมอบเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม พ.ศ. 2550 และมกราคม พ.ศ. 2551 และใช้เทคนิคการพยากรณ์อนุกรมเวลาด้วยวิธี Holt-Winters no seasonal และวิธี Single exponential smoothing ในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้ค่า Root Mean Square Error (RMSE) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ยางแผ่นรมควันชั้น 3 เป็นสินค้าที่มีการซื้อขายข้อตกลงล่วงหน้ามากเป็นอันดับหนึ่ง เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์อื่นที่มีการซื้อขายกันในตลาด นอกจากนี้ยังมีอัตราการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ก็ไม่สามารถเทียบกับตลาดล่วงหน้าต่างประเทศ เช่น Tokyo Commodity Exchange (TOCOM) ของประเทศญี่ปุ่นมีการพัฒนาตลาดมายาวนานกว่า ทั้งยังมีสภาพคล่องที่สูงกว่ามากจึงส่งผลให้ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย ยังไม่สามารถดึงดูดใจนักลงทุนหรือนักเก็งกำไรได้เท่าที่ควร สำหรับการพยากรณ์ราคา พบว่า การวิเคราะห์โดยวิธี Holt-Winters No Seasonal ให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ (RMSE) ต่ำกว่าวิธี Single Exponential Smoothing ทั้งกรณีที่ใช้ข้อมูลรายวันและรายสัปดาห์ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า

แบบจำลองจากการพยากรณ์ด้วยวิธี Holt-Winters No Seasonal มีความเหมาะสมกับข้อมูล ชุดนี้มากกว่า โดยค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ล่วงหน้า 5 วัน จากแบบจำลองข้อมูลรายวันของสัญญาส่งมอบเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม พ.ศ. 2550 และมกราคม พ.ศ. 2551 เท่ากับ 0.52 0.36 และ 0.59 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ล่วงหน้า 4 สัปดาห์ ของแบบจำลองข้อมูลรายสัปดาห์ของสัญญาส่งมอบเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม พ.ศ. 2550 และมกราคมพ.ศ. 2551 เท่ากับ 0.15 0.31 และ 0.31 ตามลำดับ

พงศ์ปิยะ เหลืองอิงคะสุต และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาเพื่อพยากรณ์ราคาเฉลี่ยของยางพาราชนิดแผ่นรมควันชั้น 3 ในประเทศไทย โดยรวบรวมปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและคาดว่าจะส่งผลต่อการพยากรณ์ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยทั้งสิ้น 10 ปัจจัยคือ 1) ปริมาณการส่งออกน้ำยางชั้นไปยังต่างประเทศ 2) ปริมาณการส่งออกยางพาราชนิดแผ่นรมควันชั้น 3 ไปยังต่างประเทศ 3) ปริมาณการส่งออกยางแท่งไปยังต่างประเทศ 4) ผลผลิตยางแผ่นรมควันในประเทศไทย 5) ผลผลิตยางแท่งในประเทศไทย 6.) ผลผลิตน้ำยางชั้นในประเทศไทย 7) ค่าเฉลี่ยเงินบาทเมื่อเทียบกับเงินดอลลาร์สหรัฐอเมริกา 8) ค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศจีน 9) อัตราเงินเฟ้อของประเทศจีน 10) อัตราเงินเฟ้อของประเทศไทย เพื่อทำการพยากรณ์ล่วงหน้าจำนวน 2 ไตรมาส ด้วยการวิเคราะห์การถดถอย สมการกำลังสอง การพยากรณ์ตามอนุกรมเวลาในรูปแบบต่างๆ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบที่ 1 และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบที่ 2 จากนั้น ทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของแต่ละรูปแบบ ซึ่งผลลัพธ์พบว่า การพยากรณ์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบที่ 1 มีความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าวิธีการอื่นๆ โดยค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยและค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์เฉลี่ยเท่ากับ 5.72 และ 0.6% ตามลำดับ

Ayodele, A. et al (2012) ได้ทำการศึกษาการพยากรณ์สต็อกสินค้าด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล และเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลที่สามารถใช้อย่างกว้างขวางในตลาดการเงินที่จะช่วยให้นักลงทุนให้มีประสิทธิภาพ คือ เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) วิธีการที่ผสมผสานการใช้ตัวแปรของทางเทคนิคและพื้นฐานการวิเคราะห์ตัวชี้วัดตลาดสำหรับการทำนายของราคาในอนาคตของหุ้น ซึ่งสรุปได้ว่า เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) สามารถพยากรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและเป็นแนวทางในการตัดสินใจสำหรับนักลงทุนได้เป็นอย่างดี

Ghods, R. et al (2012) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยต่างๆ เช่นปัจจัยสภาพภูมิอากาศที่มีต่อผลผลิตข้าวสาลี เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์การผลิตข้าวในภูมิภาค โดยนำเทคนิควิธีโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อพิจารณาปัจจัย 8 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตข้าว

สาธิตโดยทำการทดสอบเป็นเวลา 5 ปี จึงสรุปได้ว่าเทคนิควิธีโครงข่ายประสาทเทียม เป็นวิธีที่เหมาะสมในการคาดการณ์การผลิตข้าวสาลี

Vida Varahrami (2012) ได้ทำการศึกษาเทคนิควิธีโครงข่ายประสาทเทียมกับการพยากรณ์ของอนุกรมเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับ โมเดลแบบเชิงเส้น (Non-linear) และ โมเดลแบบเชิงเส้น (linear) กับรูปแบบการเคลื่อนไหวของราคาน้ำมัน จากการศึกษาพบว่า เทคนิควิธีโครงข่ายประสาทเทียมสามารถพยากรณ์ได้ดีกว่าโมเดลอื่นๆ

