การวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

THE WEATHER FORECAST ANALYSIS FOR SMART SENSOR IN AGRICULTURE FARM WITH THE NEURAL NETWORK

เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

TEANKASAEM SUTAWANUTPONG

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

การวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยศรีปทุม
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีปทุม

THE WEATHER FORECAST ANALYSIS FOR SMART SENSOR IN AGRICULTURE FARM WITH THE NEURAL NETWORK

TEANKASAEM SUTAWANUTPONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY

SCHOOL OF INFORMATION TECHNOLOGY

SRIPATUM UNIVERSITY

2018

COPYRIGHT OF SRIPATUM UNIVERSIT

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค THE WEATHER FORECAST ANALYSIS FOR SMART SENSOR IN AGRICULTURE FARM WITH THE NEURAL NETWORK
นักศึกษา	เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์ รหัสประจำตัว 60501171
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะ	เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.สุขสวัสดี ณัฏฐวุฒิสิทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราลี มณีรัตน์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนา สุขวารี)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

คณะกรรมการการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิพร อุษณวศิน)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิเวศ จิระวิชิตชัย)

..... กรรมการ

(ดร.สุขสวัสดี ณัฏฐวุฒิสิทธิ์)

วิทยานิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค
คำสำคัญ นิวรอลเน็ตเวิร์ค / การพยากรณ์อากาศ / ฟาร์มเกษตร การวิเคราะห์ข้อมูล / สมาร์ตเซ็นเซอร์
นักศึกษา เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.สุขสวัสดี ณัฏฐวุฒิสิทธิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราลี มณีรัตน์
หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
พ.ศ. 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค โดยผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการเรียนรู้ของนิวรอลเน็ตเวิร์คมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ถูกเก็บรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2561 ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ เพื่อใช้ประมวลผลวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบัน และพยากรณ์ความน่าจะเป็นของสภาพอากาศล่วงหน้าสำหรับใช้ควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ผลการวิจัย พบว่า จำนวนนิวรอลเน็ตเวิร์คที่อยู่ในโครงสร้างถูกจัดเรียงในรูปแบบการแพร่กลับหลายชั้น (3-3-3) และมีค่าเอนเอียงเท่ากับ 0.124 เพื่อให้เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อากาศ โดยมีค่าเฉลี่ยของความถูกต้องเท่ากับ 98.7%, ค่าความผิดพลาดจากการจำแนกกลุ่มเท่ากับ 1.3% และ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.93205% ซึ่งผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากและทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัย ได้พบค่าแอ็กทิเวเตอร์ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทย ซึ่งมีค่าอุณหภูมิมากกว่า 0 องศา ควรใช้แอ็กทิเวเตอร์แบบลอการิทึมซิกมอยส์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มเกษตรในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

THESIS TITLE	THE WEATHER FORECAST ANALYSIS FOR SMART SENSOR IN AGRICULTURE FARM WITH THE NEURAL NETWORK
KEYWORDS	NEURAL NETWORK / WEATHER FORECAST / AGRICULTURE FARM / DATA ANALYSIS / SMART SENSOR
STUDENT	TEANKASAEM SUTAWANUTPONG
THESIS ADVISOR	DR.SOOKSAWADDEE NATTAWUTTISIT
THESIS CO-ADVISOR	ASST.PROF.DR.PARALEE MANEERAT
LEVEL OF STUDY	MASTER OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY	SCHOOL OF INFORMATION TECHNOLOGY SRIPATUM UNIVERSITY
YEAR	2018

ABTRACT

This experimental research aims to develop a model to the weather forecast analysis for electrical energy on agriculture farm with the neural network. The research was led by the Learning Theory of Neural Networks applied to the sample data, which was collected from the Meteorological Department of Thailand during the years 2560 - 2561, including temperature, rainfall and humidity. The processor compares the current data analysis, and predicts the probability of weather ahead for the control of electrical energy on farms. It is organized in several layers to form a spread (3-3-3) with a bias of 0.124 which is appropriate for data analysis of weather forecasting. The average accuracy is 98.7%, the error of classification is 1.3% and the mean square error (MSE) is 1.93205%. The results are very good and bring new knowledge from the research. Actual activator values for the weather in Thailand are found. If the temperature is greater than 0 degrees, Activator sigmoid logarithmic logger should be used. The results can be applied to agricultural farms in the climate of Thailand.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะด้วยความอนุเคราะห์ความช่วยเหลือจากคณาจารย์หลายท่าน ภายในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ที่ได้ให้ความรู้กับผู้วิจัย ทางผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ความช่วยเหลือ และขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.สุขสวัสดี ณัฏฐวุฒิสิทธิ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราลี มณีรัตน์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ท่านได้สละเวลาในการให้คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ทั้งยังคอยสนับสนุน และส่งเสริมในการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ พร้อมทั้งให้กำลังใจกับผู้วิจัยด้วยดีมาโดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณท่านคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และแนวทางการแก้ไขปรับปรุงต่างๆ จนเกิดความสมบูรณ์ของงานวิจัยมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ให้การช่วยเหลือสนับสนุน พร้อมทั้งยังเป็นผู้ที่ให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา ทำให้การทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณความดีและผลประโยชน์อันพึงมีจากการจัดทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ทางผู้วิจัยขอมอบแต่คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และคณะครู อาจารย์ทุกท่าน ผู้ที่ให้ความรู้กับผู้วิจัย ด้วยความเคารพยิ่ง

เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญภาพ VIII

บทที่

1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย 2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 คำนิยามศัพท์ 3
1.6.1 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) 3
1.6.2 การเรียนรู้แบบการแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation) 4
1.6.3 สมาร์ตเซ็นเซอร์ (Smart Sensor) 4
1.6.4 ฟังก์ชันการถ่ายโอน (Transfer Function) 4

2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) 5
2.1.1 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล 6
2.1.2 เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล 6
2.1.3 ประเภทข้อมูลที่ใช้ทำเหมืองข้อมูล 8
2.1.4 ขั้นตอนวิธีการทำเหมืองข้อมูล 8
2.2.ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) 12

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

2.2.1 การแบ่งการเรียนรู้ของเครื่อง 12
2.3 อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT) 13
2.3.1 สถาปัตยกรรมอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things Architecture) 14
2.3.2 การประยุกต์ใช้อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง 15
2.3.3 แนวคิดของอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง 16
2.3.4 ประโยชน์ของอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง 17
2.4 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) 18
2.4.1 การเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม 19
2.4.2 ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียม 20
2.4.3 การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม 21
2.4.4 สถาปัตยกรรมของโครงข่าย (Network Architecture) 22
2.4.5 ฟังก์ชันการถ่ายโอน (Transfer Function) 28
2.4.6 ฟังก์ชันกระตุ้น 30
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 33

3 วิธีดำเนินการวิจัย 38
3.1 การเตรียมข้อมูล 38
3.2 การออกแบบและพัฒนานิวรอลเน็ตเวิร์ค 40
3.3 ขั้นตอนการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค 40
3.4 การวัดและประเมินผลการวิจัย 41
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ 42
3.6 แผนการดำเนินงานวิจัย 42

4 ผลการวิจัย 43
4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 43
4.2 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 46
4.2.1 วิธีการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค 46

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4.2.2 ขั้นตอนการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค 47
4.2.3 การทดสอบและประเมินแบบจำลอง 48
4.3 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 51

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 53
5.1 สรุปผลการวิจัย 53
5.2 อภิปรายผล 53
5.3 ปัญหาและอุปสรรค 55
5.4 ข้อเสนอแนะ 55
บรรณานุกรม 56
ภาคผนวก 61
ภาคผนวก ก แบบประเมินคุณภาพ 62
ภาคผนวก ข แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ 66
ภาคผนวก ค แบบตอบรับตีพิมพ์ผลงานวิชาการ 72
ประวัติย่อผู้วิจัย 74

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 กลุ่มตัวอย่างข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. 60 – 30 เม.ย 61 (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ณ เดือนมิถุนายน 2561) 39

3.2 ผลลัพธ์จากการแปลงรูป (Value Normalization) 39

3.3 ตารางรูปแบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 41

3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย 42

4.1 ตัวอย่างชุดข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ณ วันที่ 1 พ.ค. 60 – 30 เม.ย 61 44

4.2 ผลลัพธ์จากการแปลงรูป (Value Normalization) 45

4.3 รูปแบบการสอนนิวรอลเน็ตเวิร์คเพื่อใช้ประมวลผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า 47

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล “ชุดจริง” ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค 50

5.1 ตารางเปรียบเทียบผลงานวิจัย 54

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค....2

2-1 แบบจำลองกระบวนการสำหรับการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) 5

2-2 คุณสมบัติของอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง....14

2-3 สถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง 15

2-4 เซลล์ประสาทเทียมที่ถูกจำลองขึ้น 19

2-5 โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว....20

2-6 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น 21

2-7 ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบลอการิทึมซิกมอยด์ 21

2-8 โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feedforward Network)....23

2-9 โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบย้อนกลับ (Feedback Network) 23

2-10 โครงสร้างของโครงข่ายแบบเปอร์เซ็ปตรอน 2 ชั้น 24

2-11 รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (MLP) มี 4 เอาต์พุต 26

2-12 ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียม (8-4-4) และฟังก์ชันถ่ายโอนชนิด logsig 27

2-13 Pattern recognition....28

2-14 รูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอน....29

2-15 โครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบ 2 ชั้น 30

2-16 ตัวอย่างการปรับลดรูปนิวรอลภายในโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์ค 31

2-17 โครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คก่อนทำการตัดเล็ม....32

2-18 โครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คหลังทำการตัดเล็ม 32

3-1 โครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์คสำหรับงานวิจัย 40

4-1 โครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์คที่ใช้ในงานวิจัย....47

4-2 โครงข่ายประสาทเทียมชนิดฟังก์ชันถ่ายโอนแบบ Log-Sigmoid 48

4-3 ผลการฝึกสอนด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์คแสดงด้วยตาราง Confusion Matrix 49

4-4 ผลการทดสอบด้วยข้อมูลชุดจริง 51

4-5 หน้าจอการออกแบบการควบคุมเซ็นเซอร์ ด้วยแบบจำลอง Simulink Model ของแมตแล็ป....52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพประกอบที่ หน้า

4-6 ผลการทดสอบข้อมูลชุดจริงของการพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้าด้วยแบบจำลอง Simulink Model ของแมตแล็ป 52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการทำฟาร์มเกษตรจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการกระบวนการผลิตมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการควบคุมอุปกรณ์เซ็นเซอร์ รวมไปถึงการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง ในการเพาะปลูกทำให้มีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มมากขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากเกินความจำเป็น ซึ่งหากสามารถพยากรณ์หรือคาดการณ์สภาพอากาศล่วงหน้าได้ จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายและสามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำสมาร์ตฟาร์มได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สิตาวีธ์ ธีรวิรุฬห์, 2559)

สำหรับประเทศไทยฟาร์มเกษตรส่วนใหญ่ยังดำเนินกิจกรรมในรูปแบบดั้งเดิม ด้วยการใช้คนงาน ในการควบคุมแสงสว่าง อุณหภูมิ และน้ำ ซึ่งจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (สำนักงานประสานงานการขับเคลื่อน Thailand 4.0, 2559) พบว่าฟาร์มเกษตรไม่สามารถพยากรณ์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นล่วงหน้าได้ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในฟาร์มและต้นทุนในการจ้างคนดูแลรักษาสูงขึ้น ทำให้การบริหารจัดการภายในฟาร์ม และลดต้นทุนทางการเกษตรทำได้ยาก นอกจากนี้การเพาะปลูกที่ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ หรือแปลงเกษตรที่ขึ้นอยู่กับการควบคุมความชื้น อุณหภูมิและแสงสว่าง ไม่สามารถที่จะควบคุมให้เกิดผลผลิตที่เพิ่มขึ้นได้ (Aekyeung Moon, 2017)

จากการศึกษาวิจัย (สกุล คำนวนชัย และชม กิ้มปาน, 2560) (I. A. Aziz, M. H. Hasan, 2013) พบว่าปัจจุบันฟาร์มเกษตรหลายแห่งได้นำเอาอุปกรณ์เซ็นเซอร์ประเภทสมาร์ต (Smart Sensor) มาใช้ภายในฟาร์ม ซึ่งข้อมูลที่ได้จากตัวเซ็นเซอร์ สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าต่างๆ นอกจากนี้การวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศในปัจจุบัน สามารถเชื่อมต่อข้อมูลจากหน่วยงานภายนอกได้ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ (นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เที่ยงภักดิ์, 2559)

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา การพยากรณ์ทำนายโดยอาศัยนิวรอลเน็ตเวิร์คและการหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมมาเป็นข้อมูลที่ใช้ฝึกนิวรอลเน็ตเวิร์ค ซึ่งน่าจะหาค่าผลการพยากรณ์ให้กับเจ้าของธุรกิจสมาร์ตฟาร์มให้มีทิศทางในการคาดคะเนมากขึ้น ส่งผลให้สามารถทราบว่าในอนาคต มีแนวโน้มที่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นหรือลดลงอย่างไรในกระบวนการผลิต และควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง (S. R. Nandurkar, V. R. Thool, R. C. Thool, 2014) โดยพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร โดยใช้โมเดลของนิวรอลเน็ตเวิร์คเพื่อให้สามารถนำผลที่ได้ ไปประกอบการวิเคราะห์และทดสอบความพึงพอใจของตัวแบบ

วิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศ เพื่อใช้ควบคุมพลังงานไฟฟ้าที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อให้สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายในใช้พลังงานไฟฟ้าได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และลดต้นทุนในการผลิตได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

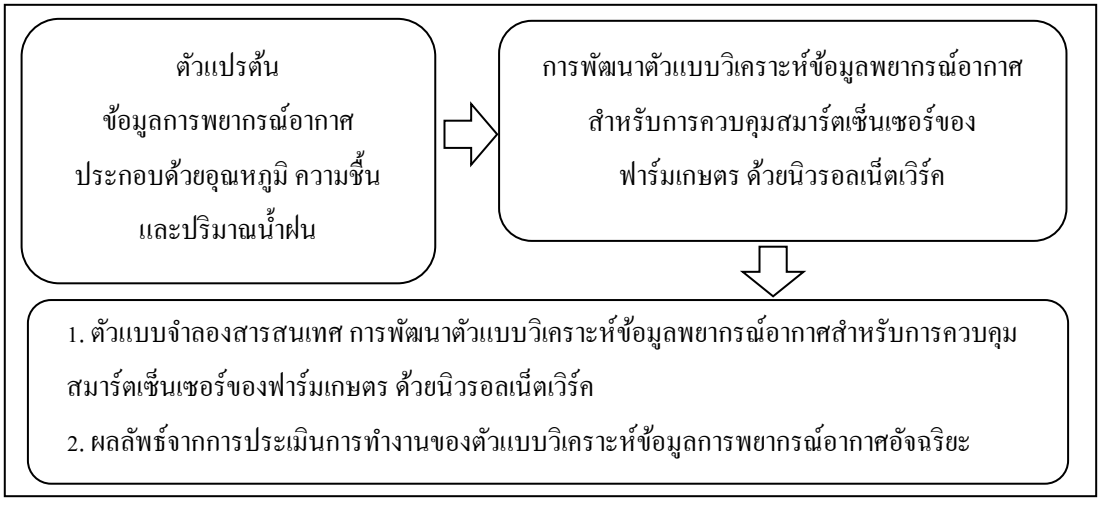
1. เพื่อศึกษาปัญหาและความสำคัญของการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร

2. เพื่อการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

3. เพื่อทดสอบและประเมินผลการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างกรอบแนวคิดในการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์คดังนี้



ภาพประกอบที่ 1-1 กรอบแนวคิดการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อากาศมาจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทยอ้างอิงย้อนหลัง 1 ปี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2560 ถึงเมษายน 2561

2. ตัวแปรต้นของข้อมูลการพยากรณ์อากาศที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย (1) อุณหภูมิ (2) ความชื้น (3) ปริมาณน้ำฝน สำหรับประเทศไทย

3. ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย 10 เดือน ตั้งแต่เดือน กันยายน 2560 ถึง มิถุนายน 2561

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้องค์ความรู้ในการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร

2. ช่วยวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อากาศ เพื่อควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตร

3. ได้เผยแพร่ผลงานทางวิชาการ และ เป็นแนวทางในการขยายผลองค์ความรู้ด้านการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก นิวรอลเน็ตเวิร์คต่อไปในอนาคต

1.6 คำนิยามศัพท์

1.6.1 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) หรือที่มักจะเรียกสั้นๆ ว่า โครงข่ายประสาท (Neural Networks) คือ การสร้างคอมพิวเตอร์ที่จำลองเอาวิธีการทำงานของสมองมนุษย์ หรือทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักคิดและจดจำในแนวเดียวกับโครงข่ายประสาทของมนุษย์ เพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์ฟังภาษามนุษย์ได้เข้าใจ อ่านออก และรู้จำได้ ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็น “สมองกล” เป็นหนึ่งในเทคนิคของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction) โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อมูลป้อนเข้า (Input) เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลขหากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ต้องแปลงให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณที่โครงข่ายประสาทเทียมยอมรับได้

2. ข้อมูลส่งออก (Output) คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง(Actual Output) จากกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

3. ค่าถ่วงน้ำหนักหนัก (Weights) คือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าค่าความรู้ (Knowledge) ค่านี้จะถูกเก็บเป็นทักษะเพื่อใช้ในการจดจำข้อมูลอื่นๆ ที่อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

4. ฟังก์ชันผลรวม (Summation Functions) เป็นผลรวมของข้อมูลป้อนเข้า และค่าน้ำหนัก

5. ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transfer Function) เป็นการคำนวณการจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม เช่น ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์ (Hyperbolic Tangent Function) เป็นต้น (ผศ. ศุภโชค แสงสว่าง, 2559)

1.6.2 การเรียนรู้แบบการแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation) เป็นสถาปัตยกรรมที่กำหนดให้การส่งข้อมูลจากข้อมูลในชั้นข้อมูลขาเข้า (Input Layer) เข้ามาภายในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และส่งไปยังข้อมูลขาออก (Output Layer) จะมีทิศทางในการไหลของข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจาก Input ส่งต่อมาเรื่อยๆ จนถึง Output โดยมีการย้อนกลับของข้อมูล เพื่อให้การจำแนกนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.6.3 สมาร์ตเซ็นเซอร์ (Smart Sensor) คืออุปกรณ์ที่ใช้ข้อมูลจากสภาพแวดล้อมทางกายภาพและใช้ทรัพยากรในตัวที่มีกลไกทำหน้าที่ได้เอง เพื่อคำนวณและวิเคราะห์ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวและประมวลผลข้อมูลก่อนส่งต่อ เซ็นเซอร์ช่วยให้สามารถรวบรวมข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างถูกต้อง อุปกรณ์เหล่านี้ใช้สำหรับการตรวจสอบและควบคุมกลไกต่างๆ ในหลากหลายสภาพแวดล้อม

1.6.4 ฟังก์ชันการถ่ายโอน (Transfer Function) ฟังก์ชันการถ่ายโอน เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รวมค่าเชิงตัวเลขจากเอาต์พุตของนิวรอล แล้วทำการตัดสินใจว่าจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปในรูปใด ฟังก์ชันการแปลงสามารถเป็นได้ทั้งแบบเชิงเส้นหรือไม่เป็นเชิงเส้น การเลือกใช้ฟังก์ชันการถ่ายโอนจะขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบ ที่นำเอาโครงข่ายประสาทเทียมไปประยุกต์ใช้ ฟังก์ชันการถ่ายโอนมีอยู่หลายรูปแบบ (อำภา สาระศิริ, 2559)

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการการวัดและวิเคราะห์ข้อมูลฐานกิจกรรมฟาร์มเกษตรอัจฉริยะด้วยเทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก นิวรอลเน็ตเวิร์คโดยจำแนกรายละเอียดดังนี้

2.1 ทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

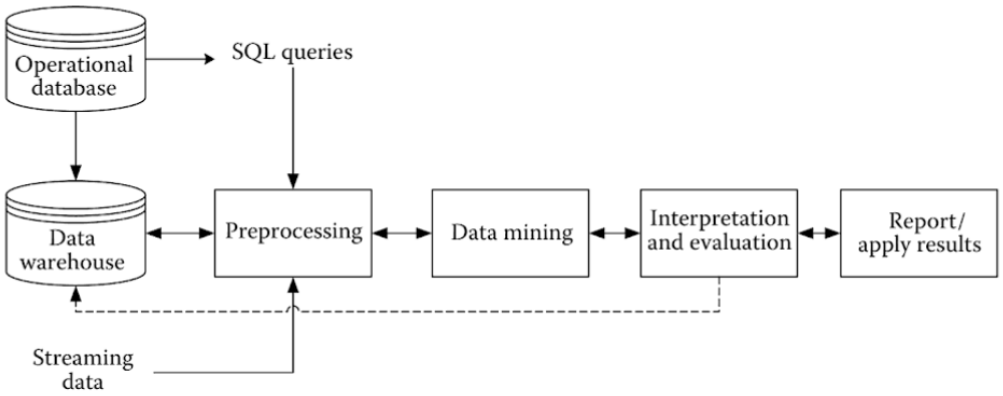
2.3 อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT)

2.4 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูลหรือเรียกว่า การค้นหาความรู้ในฐานข้อมูล (Knowledge Discovery in Databases - KDD) เป็นเทคนิคเพื่อค้นหารูปแบบ (Pattern) จากข้อมูลจำนวนมหาศาลโดยอัตโนมัติ โดยใช้ขั้นตอนวิธีจากวิชาสถิติ การเรียนรู้ของเครื่อง และ การรู้จำแบบ หรือในอีกนิยามหนึ่ง การทำเหมืองข้อมูล คือ กระบวนการที่กระทำกับข้อมูลที่มีจำนวนมากเพื่อค้นหารูปแบบ แนวทาง และความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น โดยอาศัยหลักสถิติ การรู้จำแบบ การเรียนรู้ของเครื่อง และหลักคณิตศาสตร์ (Richard J. Roiger, 2017) การค้นหาความรู้เป็นกระบวนการประกอบด้วยลำดับซ้ำของขั้นตอนต่อไปนี้ ดังภาพประกอบที่ 2-1



ภาพประกอบที่ 2-1 แบบจำลองกระบวนการสำหรับการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

(ที่มา : Richard J. Roiger, 2017)

2.1.1 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล

โดยทั่วไปแล้วข้อมูลที่ผ่านการเตรียมแล้วจะสามารถนำไปวิเคราะห์หรือศึกษาต่อได้ง่ายขึ้น ขั้นตอนย่อยที่สำคัญในส่วนนี้ได้แก่ การชำระข้อมูล (Data Cleaning) การรวบรวมข้อมูล (Data Integration) การเลือกข้อมูล (Data Selection) การปรับบรรทัดฐานข้อมูล (Data Normalising) รวมไปถึงการลดมิติข้อมูล (Dimensionality Reduction) ด้วย

1. การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เป็นขั้นตอนสำหรับการคัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป

2. การรวมข้อมูล (Data Integration) เป็นขั้นตอนการรวมข้อมูลที่มีหลายแหล่งให้เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน

3. การเลือกข้อมูล (Data Selection) เป็นขั้นตอนการดึงข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์จากแหล่งที่บันทึกไว้

4. การแปลงข้อมูล (Data Transformation) เป็นขั้นตอนการแปลงข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

5. การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นขั้นตอนการค้นหารูปแบบที่เป็นประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่

6. การประเมินรูปแบบ (Pattern Evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินรูปแบบที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล

7. การนำเสนอความรู้ (Knowledge Presentation) เป็นขั้นตอนการนำเสนอความรู้ที่ค้นพบ โดยใช้เทคนิคในการนำเสนอเพื่อให้เข้าใจ (Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, 2012)

2.1.2 เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

เนื่องจากการทำเหมืองข้อมูลเป็นเทคนิคในการค้นหาความรู้จากข้อมูลขนาดใหญ่ การทำเหมืองข้อมูลจึงเป็นการรวมเอาศาสตร์ต่างๆ หลายแขนงมารวมไวด้วยกัน โดยไม่จำกัดวิธีการที่จะใช้ตัวอย่างศาสตร์ที่ใช้ เช่น เทคโนโลยีฐานข้อมูล (Database Technology) วิทยาศาสตร์สารสนเทศ (Informatino Science) สถิติ (Statistics) และระบบการเรียนรู้ (Machine Learning) เป็นต้น ซึ่งศาสตร์ต่างๆ เหล่านี้จะทำให้เกิดกระบวนการค้นความรู้ในแบบต่างๆ โดยภาพแบบการค้นความรู้หลักมีดังนี้ (Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, 2012)

1.การแบ่งประเภทและการทำนาย (Classification & Prediction) จัดเป็นกระบวนการที่ใช้ในการหาภาพแบบของชุดข้อมูลที่มีความใกล้เคียงกันหรือเหมือนกันมากที่สุด

เพื่อใช้ในการทำนายชุดข้อมูลว่าอยู่ในประเภทใดของชุดข้อมูลที่ได้ทำการแบ่งไว้แล้วซึ่งชุดข้อมูลที่แบ่งไว้เกิดจากการเรียนรู้จากชุดข้อมูลที่มีอยู่แล้ว (Training Data) แบบจำลองที่เกิดจากการเรียนรู้สามารถแสดงได้หลายภาพแบบ เช่น กฎการแบ่ง (Classification Rules, IF THEN) การคำนวณแบบต้นไม้วิเคราะห์ (Decision Tree) การใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Formula) หรือโครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น ในส่วนของการทำต้นไม้วิเคราะห์จะแสดงออกมาในลักษณะของแผนภูมิโครงสร้างต้นไม้ ซึ่งก้านของต้นไม้จะแสดงถึงความรู้ที่ได้และใบไม้จะแสดงถึงประเภทชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งออกมาา แผนภูมิต้นไม้สามารถแปลงเป็นกฎการแบ่งได้ง่าย เพราะลักษณะของแผนภูมิสามารถเข้าใจได้ง่าย ในส่วนของโครงข่ายประสาทเทียมนั้น จะแสดงในลักษณะของการเชื่อมต่อระหว่างหน่วยที่เกิดขึ้น การทำการแบ่งประเภทนั้น มักจะใช้ประโยชน์ร่วมกับการทำนายโดยเฉพาะข้อมูลที่เป็นตัวเลข เราจึงอาจมองได้ว่า การทำนายเป็นการบอกถึงค่าตัวเลขและการบ่งบอกประเภทของข้อมูลนั้น ในลักษณะของการดูแนวโน้ม (Trends) ที่จะเกิดขึ้น ตัวอย่าง เทคนิคของการแบ่งประเภทและการทำนายได้แก่ การคำนวณแบบพันธุกรรม (Genertic Algorithm) การคำนวณแบบต้นไม้วิเคราะห์ (Decision Tree) และโครงข่ายใยประสาทเทียม (Neural Network) เป็นต้น

2.การวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่ม (Clustering Analysis) การวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มจะแตกต่างกับการทำการแบ่งประเภทและการทำนายซึ่งวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลที่มีความคล้ายกันมากที่สุด ซึ่งจะเป็นการจัดกลุ่มที่แบ่งประเภทโดยไม่มีการระบุชื่อกลุ่มในช่วงของการสอน แบบจำลองโดยทั่วไปแล้ววิธีแบบนี้จะใช้กับการจัดการแบ่งข้อมูลที่ไม่รู้ว่าจะจัดประเภทไว้ด้วยกันอย่างไรดี และการทำการวิเคราะห์นี้ จะสามารถทำการบ่งบอกถึงชื่อของกลุ่มที่แบ่งขึ้นได้ด้วย ในการทำการวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มนั้น จะอาศัยพื้นฐานของความเหมือนกันมากที่สุด และความเหมือนกันน้อยที่สุดของกลุ่ม คือ ข้อมูลที่ถูกจัดไว้ในกลุ่มเดียวกัน จะมีความคล้ายกันสูงมากแต่ละแตกต่างกันกับข้อมูลที่ถูกจัดไว้คนละกลุ่ม และตัวอย่างของการวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย K (K-mean Algorithm) การรวมและการแบ่งกลุ่มโดยจัดลำดับชั้น (Agglomerative And Divisive Hierarchical Clustering) และการลำดับตำแหน่งเพื่อแสดงโครงสร้างการจัดกลุ่ม (Ordering Points To Identify The Clustering Structure) เป็นต้น

3.การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Association Analysis) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เป็นภาพแบบการค้นความรู้โดยการหาสิ่งที่เรียกว่า “กฎความของสัมพันธ์ (Association Rules)” ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ของค่าที่มีความสัมพันธ์และมีเงื่อนไขที่ตรงกับข้อกำหนดและลักษณะของข้อมูลที่มีการเรียนรู้ในภาพของตะกร้าจ่ายตลาด (Market Basket) หรือการซื้อขาย (Transaction) ในการทาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์กฎที่เกิดขึ้นนี้จำเป็นที่จะต้องกำหนดค่าสนับสนุน (Support) และค่าความมั่นใจ (Confidence) ซึงเป็นตัวกำหนดว่ากฎที่เกิดขึ้นนั้นมีความสัมพันธ์กันในระดับใน และ

ยังเป็นการช่วยยับยั้งการเกิดกฎที่ไม่จำเป็นหรือกฎที่มีความเกี่ยวข้องกันน้อยมาก ตัวอย่างเทคนิคของการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้แก่ การวิเคราะห์แบบ ตะกร้าสินค้า (Market Basket Analysis) การคำนวณแบบแอพพริออรี (The Apriori Algorithm) และกฎความสัมพันธ์แบบหลายระดับ (Multilevel Association Rules) เป็นต้น

4. การสร้างมโนภาพ (Visualization) สร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกที่สามารถนำเสนอข้อมูลมากมายอย่างครบถ้วนแทนการใช้ข้อความนำเสนอข้อมูลที่มากมาย เราอาจพบข้อมูลที่ซ้อนเร้นเมื่อดูข้อมูลชุดนั้นด้วยจินตทัศน์

2.1.3 ประเภทข้อมูลที่ใช้ทำเหมืองข้อมูล

1. Relational Database เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของตาราง โดยในแต่ละตารางจะประกอบไปด้วยแถวและคอลัมน์ ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดสามารถแสดงได้โดย Entity Relationship Model

2. Data Warehouses เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายแหล่งมาเก็บไว้ในรูปแบบเดียวกันและรวบรวมไว้ในที่ๆ เดียวกัน

3. Transactional Database ประกอบด้วยข้อมูลที่แต่ละทรานแซกชันแทนด้วยเหตุการณ์ในขณะใดขณะหนึ่ง เช่น ใบเสร็จรับเงิน จะเก็บข้อมูลในรูปชื่อลูกค้าและรายการสินค้าที่ลูกค้ารายซื้อ

4. Advanced Database เป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบอื่นๆ เช่น ข้อมูลแบบ Object-Oriented ข้อมูลที่เป็น Text File ข้อมูลมัลติมีเดีย ข้อมูลในรูปของ Web (ภควัต คุปต์ธนโรจน์, 2555)

2.1.4 ขั้นตอนวิธีการทำเหมืองข้อมูล

1. การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแยกประเภทจำแนกรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือคลังข้อมูล โดยมีวิธีต่างๆ หลายวิธีซึ่งรูปแบบการทำเหมืองข้อมูลนั้นได้รวบรวมความรู้จากหลายแขนงเข้าไว้ด้วยกันซึ่งประกอบด้วยระบบการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) ร่วมกับวิทยาศาสตร์สารสนเทศ (Information Science) สถิติ (Statistic) และระบบฐานข้อมูล (Database System) โดยทั่วไปแล้ววิธีที่นำมาใช้ส่วนใหญ่มี 5 ประเภท

1.1 วิธีการจำแนกกลุ่ม (Classification) เป็นวิธีในการจำแนกกลุ่มข้อมูลด้วยคุณลักษณะต่างๆ ที่ได้มีการกำหนดไว้แล้ว วิธีนี้เหมาะกับการสร้างตัวแบบเพื่อการพยากรณ์ค่าข้อมูล (Predictive Modeling) ในอนาคตจากการที่ได้จำแนกกลุ่มข้อมูลตัวอย่างไว้แล้ว ซึ่งใน

ลักษณะดังกล่าวเรียกว่าการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) วิธีการจำแนกกลุ่มเป็นกระบวนการสร้างตัวแบบเพื่อจัดข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนด ตัวอย่าง เช่น การแบ่งประเภทลูกค้าว่าเชื่อถือได้หรือไม่ ซึ่งเป็นการสร้างตัวแบบโดยการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้กำหนดไว้เรียบร้อยแล้ว

1.2 วิธีการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rule Discovery) เป็นวิธีที่ใช้ในการค้นหาความสัมพันธ์ของฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ เพื่อที่จะวิเคราะห์ข้อมูลและหาสิ่งที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลนั้น เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลการซื้อขายในซุปเปอร์มาร์เก็ต เพื่อวางแผนการส่งเสริมการขาย (Promotion) และเตรียมการวางแผนการเรียงชั้นวางสินค้า (Shelf) เช่น การวางน้ำอัดลมกับข้าวโพดคั่วไว้ใกล้กัน

1.3 วิธีการจัดกลุ่ม (Clustering) เป็นวิธีการลดขนาดของข้อมูลด้วยการรวมกลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลที่ถูกละเลยไปได้ วิธีนี้มักถูกใช้เป็นขั้นตอนเบื้องต้นในการทำเหมืองข้อมูล และเหมาะกับข้อมูลที่ยังไม่มีกลุ่มอย่างชัดเจน จึงรวมกลุ่มเพื่อหากลุ่มต่างๆ ของข้อมูลโดยจำนวนกลุ่มของข้อมูลแทนด้วย k ซึ่งผู้ที่ใช้วิธีนี้จะเป็นผู้กำหนดจำนวนกลุ่ม วิธีนี้อาจเรียกว่าการจัดกลุ่มแบบเฉลี่ย k กลุ่ม (K-mean clustering)

1.4 วิธีการหาค่าที่แตกต่างจากค่ามาตรฐาน (Deviation Detection) เป็นวิธีในการหาค่าที่แตกต่างไปจากค่ามาตรฐาน หรือค่าที่คาดคิดไว้ว่าต่างไปมากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปมักใช้วิธีทางสถิติหรือการแสดงให้เห็นภาพ สำหรับวิธีนี้ใช้ในการตรวจสอบลายเซ็นหรือปลอมบัตรเครดิต เป็นต้น

1.5 วิธีการวิเคราะห์ลำดับ (Sequential Analysis) เป็นวิธีในการวิเคราะห์ลำดับเพื่อค้นหารูปแบบของการปรากฏของข้อมูล ซึ่งปรากฏในรายการที่แยกออกมา เช่น ถ้าผู้ซื้อซื้อสินค้า A แล้วเขาจะซื้อสินค้า B ในภายหลัง วิธีนี้จะแตกต่างจากวิธีการค้นหาความสัมพันธ์ เพราะคำนึงถึงลำดับการซื้อด้วย (สุรวัชร ศรีเปารยะ และสายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2560)

2. วิธีการแบ่งประเภทข้อมูลของวิธีการจำแนกกลุ่ม (Classification) การแบ่งประเภทข้อมูลคือกระบวนการสร้างตัวแบบเพื่อจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดเป็นการสร้างตัวแบบการจัดหมวดหมู่ได้จากกลุ่มตัวอย่างของข้อมูลที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า และสามารถพยากรณ์กลุ่มของข้อมูลที่ยังไม่เคยนำมาจัดหมวดหมู่ได้ ตัวแบบที่ได้อาจอยู่ในรูปแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) หรือโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) ในการจัดหมวดหมู่จำเป็นต้องแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรก คือ ข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Training Data) เพื่อให้ข้อมูลเรียนรู้และสร้างตัวแบบ (Model Construction) และส่วนที่สองคือข้อมูลสำหรับการทดสอบ (Testing Data) เพื่อประเมินความถูกต้องของตัวแบบ (Model Evaluation) อีกทั้งใช้ชุดข้อมูลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน (Unseen Data) เพื่อกำหนดกลุ่มให้กับข้อมูลใหม่ที่ได้มาหรือทำนายค่าออกมาตามที่ต้องการ

เช่น การจัดหมวดหมู่ของผู้ยื่นบัตรเครดิต (Credit) เป็นระดับต่ำ ระดับกลางและระดับสูงของความเสี่ยงที่จะได้รับ หรือการอนุมัติบุคคลเข้ารับทำงานในลักษณะงานต่างๆ (รุจิรา ธรรมสมบัติ, 2554)

3. วิธีความใกล้เคียงกันมากที่สุด (Knearest neighbor) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมในการใช้งานอย่างมาก สาเหตุเนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายและมีประสิทธิภาพซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานได้อย่างหลากหลาย เช่น งานทางด้านการจำแนกกลุ่ม (Classification) รวมถึงงานทางด้านการแทนที่ข้อมูลที่สูญหาย (Missing Values Imputation) (รุจิรา ธรรมสมบัติ, 2554)

4. วิธีต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เป็นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการนำข้อมูลมาสร้างตัวแบบการพยากรณ์ในรูปแบบของโครงสร้างต้นไม้ ซึ่งมีการเรียนรู้ข้อมูลแบบมีผู้สอน (Supervised Learning) สามารถสร้างตัวแบบการจัดกลุ่ม (Clustering) ได้จากกลุ่มตัวอย่างของข้อมูลฝึกหัด (Training Data set) ได้โดยอัตโนมัติและสามารถพยากรณ์กลุ่มของรายการที่ยังไม่เคยนำมาจัดกลุ่มได้อีกด้วย ส่วนประกอบของต้นไม้เพื่อการตัดสินใจ

4.1 โหนด (Node) คือ สมบัติต่างๆ เป็นจุดที่แยกข้อมูลว่าจะให้ไปในทิศทางใด ซึ่งโหนดที่อยู่สูงสุดเรียกว่าโหนดราก (Root Node)

4.2 กิ่ง (Branch) คือ สมบัติของโหนดที่แตกออกมา โดยจำนวนของกิ่งจะเท่ากับสมบัติของโหนด

4.3 ใบ (Leaf) คือ กลุ่มของผลลัพธ์ในการแยกแยะข้อมูล ซึ่งโหนดที่อยู่ล่างสุดเรียกว่าโหนดใบ (Leaf node) (รุจิรา ธรรมสมบัติ, 2554)

5. วิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network) มีแนวความคิดในการเรียนรู้ที่คล้ายคลึงกับระบบสมองมนุษย์ขั้นตอนการนำโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการพยากรณ์จะต้องอาศัยข้อมูลป้อนเข้าเพื่อสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตโดยที่โครงข่ายประสาทเทียมจะพยายามละจำนวนของการทำนายที่ผิดพลาดให้ต่ำที่สุดโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอรเซ็ปตรอนหลายชั้น เป็นการเรียนรูแบบเปอร์เซ็ปตรอนสามารถพิสูจน์ได้ด้วยรอบการเรียนรู้ที่จำกัด อัลกอริธึมสามารถค้นหาค่าน้ำหนัก และค่าโน้มเอียงที่กำหนดเส้นขอบเขตของกลุ่มสำหรับเซตข้อมูลที่สามารถแยกกันได้ด้วยเส้นตรง แต่สำหรับกรณีเส้นขอบเขตไม่เป็นเชิงเส้นโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนจะไมสามารถจำแนกกลุ่มได้ถูกต้องทั้งหมด จะมีข้อมูลบางค่าถูกจำแนกผิดกลุ่ม ซึ่งหมายถึงการเรียนรู้แบบเปอรเซ็ปตรอนจะไม่สามารถให้ค่าผิดพลาดเป็นศูนย์ได้และจะวนเรียนรู้ไม่มีที่สิ้นสุด ซึ่งในขั้นตอนการเรียนรู้ต้องกำหนดจำนวนรอบในการเรียนรู้หรือกำหนดค่าผิดพลาดที่ยอมรับได้เพื่อหยุดการเรียนรู้ของอัลกอริทึมซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นจะใช้วิธีการเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Backpropagation Learning) (จารุมน หนูคง, 2552)

6. วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) เป็นสมการที่ใช้จำแนกค่าคุณลักษณะของ 2 กลุ่ม ที่วางตัวอยู่ในพื้นที่คุณลักษณะ (Feature Space) ออกจากกันโดยจะสร้างเส้นแบ่ง (Plane) ที่เป็นเส้นตรงขึ้นมา และเพื่อให้ทราบว่าเส้นตรงที่แบ่ง 2 กลุ่ม ออกจากกันนั้นเส้นตรงใดที่เป็นเส้นที่ดีที่สุด โดยเส้นตรงนั้นจะเพิ่มเส้นขอบ (Margin) ออกไปทั้งสองข้าง โดยเส้นขอบที่เพิ่มนั้นจะขนานกับเส้นเดิมเสมอเส้นขอบที่เพิ่มขึ้นมานี้จะขยายออกไปจนกว่าจะสัมผัสกับค่าของกลุ่มตัวอย่างที่ใกล้ที่สุดเคอร์เนล (Kernel) ในโลกความเป็นจริงนั้นข้อมูล 2 กลุ่ม ไม่ได้วางตัวในพื้นที่คุณลักษณะ และไม่สามารถแบ่งได้โดยเส้นตรง แต่ข้อมูลอาจจะจับกลุ่มกันในตำแหน่งต่างๆ ดังนั้นจึงเป็นปัญหาทำให้ไม่สามารถที่จะใช้สมการซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบเชิงเส้นได้ ดังนั้นจะต้องมีเครื่องมือมาช่วยให้ข้อมูลเหล่านั้นเรียงตัวใหม่ในพื้นที่เรียกว่า พื้นที่หลายมิติ (Higher Dimensional Space) (อานนท์ นามสนิท, 2549)

7. วิธีฐานกฎ (Rule-Based) เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้เช่นเดียวกับวิธีต้นไม้ ตัดสินใจ ข้อกำหนดหรือเงื่อนไข (Antecedent or Precondition) ของวิธีฐานกฎเป็นการทดสอบคล้ายกับการทดสอบของวิธีต้นไม้ตัดสินใจ แต่ผลของการทดสอบหรือผลลัพธ์ (Consequent or conclusion) ที่ได้นั้น จะให้คำตอบ (Class) ที่ใช้กับตัวอย่างภายใต้กฎนั้น หรือบางครั้งก็อาจให้ค่าการแจกแจงความน่าจะเป็นของคำตอบต่างๆ กฎบางสูตรมีข้อกำหนดหรือเงื่อนไขที่เป็นการแสดงทางตรรกะทั่วไปมากกว่าที่จะเป็นการเชื่อมอย่างง่าย (Simple Conjunction) ถ้ากฎหนึ่งถูกนำไปใช้คำตอบ (หรือการแจกแจงความน่าจะเป็น) ที่กำหนดในข้อสรุปจะถูกนำไปใช้กับตัวอย่างเช่นกันอย่างไรก็ตาม จะเกิดข้อขัดแย้งขึ้นเมื่อกฎหลายกฎมีข้อสรุปแตกต่างกัน (สุรวัชร ศรีเปารยะ และสายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2560)

8. วิธีการถดถอยลอจิสติก (Logistic Regression) ใช้เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม โดยตัวแปรตามมีเพียงสองค่าคือ 0 และ 1 หากตัวแปรอิสระมีค่าน้อย ค่าของตัวแปรตามจะมีค่าเท่ากับ 0 และหากค่าตัวแปรอิสระมีค่ามากค่าของตัวแปรตามจะมีค่าเท่ากับ 1 (ชณัฐดาภรณ์ เย็นประเสริฐ, 2557)

9. วิธีนาอีฟเบย์ (Naive Bayes) เป็นเครื่องจักรเรียนรู้ที่อาศัยหลักการความน่าจะเป็น (Probability) ตามทฤษฎีของเบย์ (Bayes theorem) ซึ่งมีอัลกอริทึมที่ไม่ซับซ้อน เป็นขั้นตอนวิธีในการจำแนกข้อมูล โดยการเรียนรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาสร้างเงื่อนไขการจำแนกข้อมูลใหม่ เป็นการจำแนกข้อมูลโดยใช้ความน่าจะเป็นและคำนวณการแจกแจงความน่าจะเป็นตามสมมติฐานที่ตั้งให้กับข้อมูลจากการคำนวณตัวอย่างใหม่ที่ได้จะถูกนำมาปรับเปลี่ยนการแจกแจง ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มหรือลดความน่าจะเป็นของข้อมูล ข้อมูลใหม่ที่เกิดขึ้นและตัวแบบที่ตั้งไว้ให้กับข้อมูลจะถูกปรับเปลี่ยนไปตามข้อมูลใหม่โดยผนวกกับข้อมูลเดิมที่มี หลักการของนาอีฟเบย์ ใช้การคำนวณหา

ความน่าจะเป็นซึ่งถูกใช้ในการทำนายผลเป็นวิธีในการแก้ปัญหาแบบการจำแนกที่สามารถคาดการณ์ผลลัพธ์ได้ จะวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเพื่อใช้ในการสร้างเงื่อนไขความน่าจะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์ นาอีฟเบย์เป็นวิธีจำแนกกลุ่มข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ มีอัลกอริทึมในการทำงานที่ไม่ซับซ้อนเหมาะกับกรณีของเซตตัวอย่างที่มีจำนวนมากและสมบัติ (Attribute) ของตัวอย่างไม่ขึ้นต่อกัน (วรรณสิริ ธุระชน และวรพจน์ สุเมธาวัฒนพงศ์, 2557)

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

การเรียนรู้ของเครื่องเป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคนิควิธีเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ โดยเน้นที่วิธีการเพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการวิเคราะห์ชุดข้อมูล การเรียนรู้ของเครื่องจึงเกี่ยวข้องอย่างมากกับสถิติศาสตร์เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องถูกใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างให้คอมพิวเตอร์สามารถแยกแยะวัตถุ เสียง หรือตัวอักษรได้ หรือจำแนกข้อมูลจำนวนมากที่ไม่สามารถทำได้โดยมนุษย์ ลักษณะทั่วไปของการเรียนรู้ของเครื่องจักรเป็นการสร้างอัลกอริธึมหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากการให้ข้อมูลฝึก (Training data) สำหรับสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งแบบจำลองในการแยกแยะวัตถุอื่นได้ (Dilrukshi, Inoshika and Amitha Caldera, 2013)

2.2.1 การแบ่งการเรียนรู้ของเครื่อง

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) เป็นเทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องซึ่งสร้างฟังก์ชันจากข้อมูลสอน (Training Data) ข้อมูลสอนประกอบด้วยวัตถุเข้า และผลที่ต้องการ ผลจากการเรียนรู้จะเป็นฟังก์ชันที่อาจจะให้ค่าต่อเนื่องเรียกวิธีการว่า การถดถอย (Regression) หรือ ใช้ทำนายประเภทของวัตถุเรียกว่า การแบ่งประเภท (Classification) ภารกิจของเครื่องเรียนรู้แบบมีผู้สอนคือการทำนายค่าของฟังก์ชันจากวัตถุเข้าที่ถูกต้องโดยใช้ตัวอย่างสอนจำนวนน้อย (Training Examples) โดยเครื่องเรียนรู้จะต้องวางนัยทั่วไปจากข้อมูลที่มีอยู่ไปยังกรณีที่ไม่เคยพบอย่างมีเหตุผล ตัวอย่าง การเรียนรู้เพื่อรู้จำลายมือ

2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) เป็นเทคนิคหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง โดยการสร้างโมเดลที่เหมาะสมกับข้อมูล การเรียนรู้แบบนี้แตกต่างจากการเรียนรู้แบบมีผู้สอน คือ จะไม่มีการระบุผลที่ต้องการหรือประเภทไว้ก่อนการเรียนรู้แบบนี้จะพิจารณาวัตถุเป็นเซตของตัวแปรสุ่ม แล้วจึงสร้างโมเดลความหนาแน่นร่วมของชุดข้อมูล การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนสามารถนำไปใช้ร่วมกับการอนุมาณแบบเบย์ เพื่อหาความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของตัวแปรสุ่มโดยกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องให้ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการบีบอัดข้อมูล ซึ่งโดย

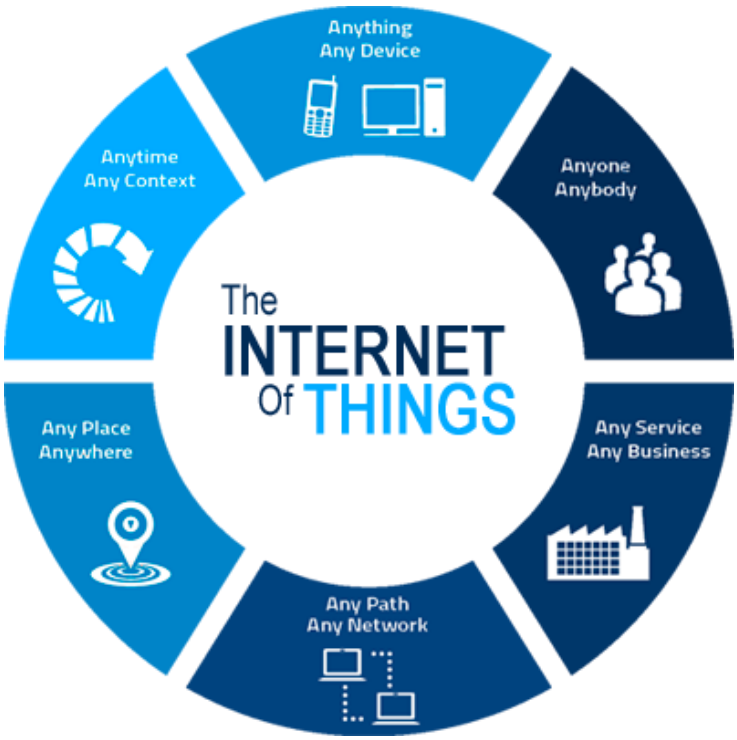
พื้นฐานแล้ว ขั้นตอนวิธีการบีบอัดข้อมูลจะขึ้นอยู่กับ การแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลไม่อย่างชัดแจ้งก็โดยปริยาย

3. การเรียนรู้แบบกึ่งกำกับดูแล (Semi-Supervised Learning) การเรียนรู้แบบกึ่งกำกับดูแลคือชั้นเรียนของเทคนิคการเรียนรู้เครื่องจักรที่ใช้ทั้งตัวอย่างที่มีข้อความกำกับและไม่มีการติดป้ายกำกับเมื่อเรียนรู้โมเดล ในหนึ่งวิธีตัวอย่างที่มีข้อความกำกับจะใช้เพื่อเรียนรู้โมเดลชั้นเรียนและตัวอย่างที่ไม่มีการติดป้ายกำกับจะใช้เพื่อปรับแต่งขอบเขตระหว่างชั้นเรียน สำหรับปัญหาสองชั้นเราสามารถคิดชุดของตัวอย่างที่เป็นของชั้นหนึ่งเป็นตัวอย่างที่เป็นบวกและกลุ่มที่อยู่ในกลุ่มอื่นๆ เป็นตัวอย่างเชิงลบ

4. การเรียนรู้ที่ใช้งานอยู่ (Active Learning) การเรียนรู้ที่ใช้งานอยู่เป็นวิธีการเรียนรู้ด้วยเครื่องซึ่งทำให้ผู้ใช้มีบทบาทอย่างมากในกระบวนการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ที่ใช้งานได้สามารถขอให้ผู้ใช้ (เช่นผู้เชี่ยวชาญโดเมน) ติดป้ายกำกับตัวอย่างซึ่งอาจมาจากชุดตัวอย่างที่ไม่ได้ติดป้ายกำกับหรือสังเคราะห์โดยโปรแกรมการเรียนรู้ เป้าหมายคือการเพิ่มประสิทธิภาพคุณภาพของรูปแบบโดยการแสวงหาความรู้จากผู้ใช้มนุษย์อย่างจริงจังโดยให้ข้อ จำกัด ว่าควรจะติดฉลากกี่ตัวอย่าง (Jiawei Han, Micheline Kamber and Jian Pei, 2012)

2.3 อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things: IoT)

อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things) หรือ ไอโอที (IoT) หมายถึงเครือข่ายของวัตถุ อุปกรณ์ พาหนะ สิ่งปลูกสร้าง และสิ่งของอื่นๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซอฟต์แวร์ เซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่อกับเครือข่าย ฝังตัวอยู่ และทำให้วัตถุเหล่านั้นสามารถเก็บบันทึกและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งทำให้วัตถุสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและถูกควบคุมได้จากระยะไกลผ่านโครงสร้างพื้นฐานเครือข่ายที่มีอยู่แล้ว ทำให้สามารถผสานโลกกายภาพกับระบบคอมพิวเตอร์ได้ ผลที่ตามมาคือประสิทธิภาพ ความถูกต้อง และประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อ IoT ถูกเสริมด้วยเซ็นเซอร์และแอคชูเอเตอร์ (Actuators) ซึ่งสามารถเปลี่ยนลักษณะทางกลได้ตามการกระตุ้น ก็จะกลายเป็นระบบที่ถูกจัดประเภทโดยทั่วไปว่าระบบไซเบอร์กายภาพ (Cyber Physical System) ซึ่งรวมถึงเทคโนโลยีอย่าง กริดไฟฟ้าอัจริยะ (Smart Grid) บ้านอัจฉริยะ (Smart Home) ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport) และเมืองอัจฉริยะ (Smart City) วัตถุแต่ละชิ้นสามารถถูกระบุได้โดยไม่ซ้ำกันผ่านระบบคอมพิวเตอร์ฝังตัว และสามารถทำงานร่วมกันได้บนโครงสร้างพื้นฐานอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน (วิวัฒน์ มีสุวรรณ์, 2559)



ภาพประกอบที่ 2-2 คุณสมบัติของอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (ที่มา : Intersog, 2017)

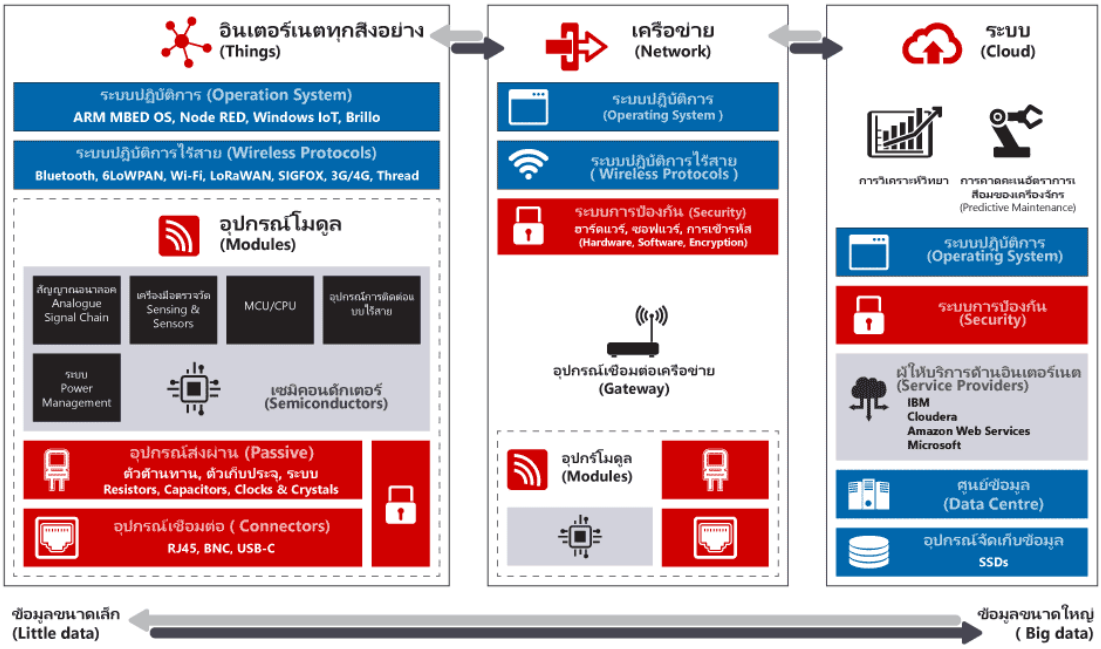
2.3.1 สถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things Architecture)

สถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง มี 3 องค์ประกอบหลักที่โดยทั่วไปจะอ้างอิงถึงในสถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ดังนี้ (RS Components Co., Ltd., 2559)

1. สิ่งต่างๆ (Things) อุปกรณ์ที่มีวิธีการในการเชื่อมต่อ (แบบใช้สายหรือแบบไร้สาย) เพื่อเข้าสู่เครือข่ายที่กว้างขวางกว่า

2. เครือข่าย (Networks) คล้ายกับเราเตอร์ที่บ้านของคุณ ในเครือข่ายหรือเกตเวย์จะเชื่อมต่อสิ่งต่างๆ ไปยังระบบคลาวด์ (Cloud)

3. ระบบคลาวด์ (Cloud) เซิร์ฟเวอร์ระยะไกลในศูนย์ข้อมูลที่ทำหน้าที่ในการรวมและเก็บข้อมูลของคุณเอาไว้อย่างปลอดภัย



ภาพประกอบที่ 2-3 สถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

(ที่มา : บริษัท อาร์เอส คอมโพเน้นซ์ จำกัด. 2560)

2.3.2 การประยุกต์ใช้อินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง

เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ทางด้าน Radio-frequency identification (RFID) หรือ Sensor ต่างๆ ซึ่งเปรียบเสมือนกับการใส่สมองให้กับอุปกรณ์ และต้องมีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตเพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้น สามารถรับ-ส่งข้อมูล เพื่อให้เราสามารถควบคุมและสั่งการมันได้ การนำ IoT มาประยุกต์ใช้ในงานหลากหลายด้าน ตัวอย่างงาน 5 ด้านที่นิยมนำมาใช้กันในปัจจุบันได้แก่

1. Connected Health เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงระบบสุขภาพครบวงจร เริ่มตั้งแต่ผู้ป่วยไปถึงแพทย์และโรงพยาบาล ยกตัวอย่าง เช่น การติดตามอาการของผู้ป่วยที่บ้าน (โดยเฉพาะผู้ป่วยสูงอายุ) ผู้ป่วยจะติดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ บนร่างกาย เช่น เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ วัดการเต้นของชีพจร จับการเคลื่อนไหว ฯลฯ ซึ่งข้อมูลจากอุปกรณ์เหล่านี้จะถูกส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังแพทย์เพื่อให้สามารถติดตามและประเมินอาการได้ 24 ชั่วโมง รวมไปถึงกรณีที่ผู้ป่วยหัวใจหยุดเต้น หรือหกล้ม ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังห้องฉุกเฉินของโรงพยาบาลเพื่อส่งรถมารับที่บ้านเพื่อปฐมพยาบาลหรือนำตัวมารักษาได้อย่างทันท่วงที

2. Smart Home หรือบ้านอัจฉริยะ เป็นการนำเทคโนโลยี IoT เข้ามาเพื่อตอบโจทย์สำหรับผู้พักอยู่อาศัยในหลากหลายด้านได้แก่ 1) เพิ่มความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน เช่น

ประตูอัจฉริยะ หรือตู้เย็นอัจฉริยะ (โดยตู้เย็นสามารถบอกผ่านแอพลิเคชั่นบนสมาร์ตโฟนได้ว่า มีวัตถุดิบใดเหลือบ้าง ปริมาณเท่าใด วัตถุดิบใดใกล้หมดอายุ หรือวัตถุดิบเหล่านั้นสามารถนำมาประกอบเป็นรายการอาหารอะไรได้บ้าง) 2) เพิ่มความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน เช่น อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (เมื่อมีการเคลื่อนไหวภายในบ้านขณะที่ไม่มีผู้อยู่อาศัย ระบบจะแจ้งเตือนมายังสมาร์ตโฟนว่ามีผู้ไม่ประสงค์ดีกำลังบุกรุกเข้ามา) และ 3) ประหยัดพลังงาน เช่น การปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ (โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความสว่างจากแสงอาทิตย์หรือวัดจากการเคลื่อนไหวของผู้อาศัยภายในห้อง)

3. Smart Farming หรือเกษตรอัจฉริยะ เป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาใช้กับงานด้านการเกษตร เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตและแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์พื้นที่เพาะปลูก เช่น การใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์ต่างๆ มาวัดคุณภาพดิน ความชื้น หรือสภาพอากาศ และนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อเลือกปลูกพืชให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม 2) การดูแลรักษาและเพิ่มผลผลิต เช่น ระบบให้น้ำอัตโนมัติสำหรับพืชที่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้น และ 3) ทุ่นแรงและลดภาระหรือความเสี่ยงให้กับเกษตรกร เช่น การใช้โดรนติดตั้งอุปกรณ์สำหรับฉีดพ่นสารเคมีในที่สูงหรือยากต่อการเข้าถึง อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงต่อตัวเกษตรกรในการได้รับสารเคมีที่เป็นอันตรายโดยตรง

4. Smart City หรือเมืองอัจฉริยะ เป็นการนำเทคโนโลยีIoT มาประยุกต์ใช้เพื่อให้คุณภาพของคนเมืองดีขึ้น เช่น การจัดการพลังงาน การดูแลความปลอดภัย การอำนวยความสะดวก (ที่จอดรถ การจราจร ฯลฯ) โดยใช้ กล้องวงจรเปิด และเซ็นเซอร์ต่างๆร่วมกับข้อมูลหรือสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น

5. Smart Grid หรือ โครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ เป็นการนำเทคโนโลยีที่ทำการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้า ระบบสารสนเทศ และระบบสื่อสารเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อใช้ในการควบคุมการผลิต ส่งและจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังบ้านเรือน และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น (ดร.เสกสรรค์ ศิวิลัย, 2558)

2.3.3 แนวคิดของอินเตอร์เน็ตในทุกสิ่ง

วิธีการที่เห็นได้ทั่วสำหรับการปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ นั้นคือการเชื่อมต่ออุปกรณ์ เช่น เมาส์ หรือ แป้นพิมพ์ เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ จะถูกแทนที่ด้วยรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ในรูปแบบใหม่โดยใช้ร่างกายของมนุษย์ในการปฏิสัมพันธ์โดยตรง เช่น การสัมผัสหน้าจอ การปฏิสัมพันธ์ด้วยอวัยวะของร่างกายดวงตา นิ้วมือ หรือการปฏิสัมพันธ์ด้วยการแสดงท่าทาง เป็นต้น (Andrew Manches, Pauline Duncan, Lydia Plowman, and Shari Sabeti, 2015) Tom Bradicich (2015) ได้อธิบายหลักการสำคัญของ Internet of Things คือ “ข้อมูล” ซึ่งข้อมูลในที่

หมายถึง สิ่งที่มีอยู่ทั่วไปรอบ ๆ ตัวเรา มีอยู่ในธรรมชาติ มีอยู่ในทุก ๆ ที่ทั่วโลกจำนวนมากหรือที่เรียกว่า Big Analog Data เช่น แสง เสียงอุณหภูมิแรงดันไฟฟ้าสัญญาณวิทยุความชื้น การสั่นสะเทือนความเร็วลม การเคลื่อนไหว อัตราเร่ง อนุภาค คลื่นแม่เหล็ก ความดัน เวลาและสถานที่ ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีอยู่จำนวนมาก ถึงแม้ว่าข้อมูลเหล่านี้จะถูกมองว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานทั่วไปที่มีมานานแล้ว แต่มันเป็นความท้าทายที่สำคัญสำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาให้อยู่ในรูปของดิจิตอล ที่มีอยู่เพียงสองค่า 0 และ 1 โดยข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นจะมีการเชื่อมต่อหรือประสานกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาผ่านระบบการสื่อสารระบบใดระบบหนึ่ง (อินเทอร์เน็ต) โดยครอบคลุมการทำงานใน 3 ลักษณะ คือ (วิวัฒน์ มีสุวรรณ์, 2559)

1. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสังเกตการณ์ได้ (Monitor) หมายถึง Internet of Things จะต้องสามารถตรวจสอบสังเกตการณ์ รายงาน นำเสนอข้อมูลต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องตลอดเวลาได้และข้อมูลนั้นเป็นข้อมูลทันสมัยในเวลาจริง (Real time) เช่น ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลอุณหภูมิความชื้นของห้องนอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา หรือผู้ใช้สามารถเฝ้าเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบ้าน สำนักงานหรือที่ใดก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้คำว่า Real time ในความหมายของ Internet of Thingsจะแตกต่างจากความหมายทั่วไปที่เข้าใจกัน คือ เวลาจริงของข้อมูลที่ได้จาก Internet of Things นั้นจะเกิดกับอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) เมื่อมีการรับ-ส่งข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดขึ้นที่อุปกรณ์ตรวจจับและส่งกลับมาที่อุปกรณ์สื่อสารโดยตรง ไม่ใช่ที่ระบบเครือข่ายหรือระบบคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นตัวส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์สื่อสาร

2. เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำการบำรุงรักษาดูแล (Maintain) เนื่องจากผู้ใช้สามารถตรวจสอบหรือสังเกตการณ์สิ่งที่เกิดขึ้นผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา ผู้ใช้จึงอาจพบข้อมูลบางอย่างที่ต้องการ หรือเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งที่เป็นปัญหา จึงต้องการทำการบันทึกแก้ไขปรับปรุง อัพเกรด ดังนั้น Internet of Things จึงจะต้องสามารถช่วยเหลือผู้ใช้ได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการได้

3. เพื่อให้เกิดแรงกระตุ้นหรือสร้างความสนใจให้กับผู้ใช้ (Motivate) ด้วยการติดต่อหรือเชื่อมต่อกับผู้ใช้ตลอดเวลา จึงทำให้ Internet of Things สามารถกระตุ้นหรือจูงใจผู้ใช้งาน เช่น สามารถทำให้ลูกค้าตัดสินใจซื้อสินค้าหรือทำให้บุคลากรในหน่วยงานได้ปฏิบัติงานได้ถูกต้อง

2.3.4 ประโยชน์ของอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

หากทุกสิ่งถูกเชื่อมต่อกันด้วยอินเทอร์เน็ต จะก่อให้ประโยชน์มากมายที่จะส่งผลดีต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในแง่ของความสะดวกสบายและรวดเร็ว เนื่องจากอุปกรณ์เทคโนโลยีทุก

ชิ้นสามารถติดต่อสื่อสารกันเอง เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้มากที่สุด ซึ่งอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งนั้นมีประโยชน์ต่อการใช้งานในด้านต่าง ๆ ดังนี้ (Admission Premium, 2560)

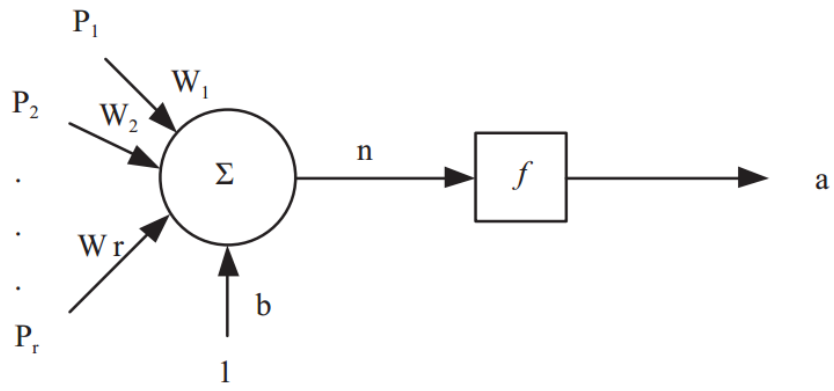
1. ด้านการแพทย์ ปัจจุบันวิทยาการทางการแพทย์ ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาร่วมด้วยมากขึ้น เช่น กล้องขนาดเล็กที่ส่งเข้าไปภายในร่างกายของคนไข้ ทำให้สามารถเห็นอวัยวะภายในได้โดยไม่ต้องทำการผ่าตัด ซึ่งช่วยลดความเจ็บปวด และเวลาในการรักษาให้สั้นลง ซึ่งถ้าหากมีการนำ IoT เข้ามามีส่วนร่วมด้วย จะช่วยในด้านความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อระหว่างแพทย์และคนไข้ได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้นเช่น การฝังชิปไว้ในร่างกายผู้ป่วย ที่สามารถติดต่อแพทย์ให้อัตโนมัติเมื่อมีเหตุการณ์ผิดปกติ

2. ด้านการโฆษณา การทำโฆษณาบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น นอกจากจะเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้หลากหลายขึ้นแล้ว ยังช่วยประหยัดต้นทุนในการเช่าพื้นที่โฆษณาได้อีกด้วย แต่การที่จะดูโฆษณาบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้นั้นหมายความว่า จะต้องอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ แต่ถ้าหากนำแนวคิด IoT เข้ามาเสริมนั้น ระหว่างที่เดินผ่านหน้าร้านสินค้า ก็จะมีโฆษณาแสดงขึ้นมาโดยอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น หากมีผู้คนเดินผ่านหน้าร้านสินค้าของเรา (ซึ่งถูกตรวจจับได้โดยระบบเซ็นเซอร์) ก็จะปรากฏภาพโฆษณาขึ้นให้ผู้คนที่เดินผ่านไปมาได้เห็นทันที ซึ่งจะส่งผลให้สามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้หลากหลายยิ่งขึ้น

3. ด้านการลดต้นทุน เช่นการ ลดต้นทุนให้กับการไฟฟ้า การที่ต้องมีพนักงานมาคอยตรวจเช็ค และจดมิเตอร์ไฟฟ้าในทุกเดือน ถือเป็นต้นทุนอย่างหนึ่งที่การไฟฟ้าต้องจ่ายเพื่อจ้างพนักงานให้คอยทำหน้าที่นี้ หากมีการนำแนวคิด IoT มาใช้จะส่งผลให้สามารถตัดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ไปได้ เนื่องจากมิเตอร์จะทำการส่งข้อมูลไปยังระบบที่คอยบันทึกข้อมูลการใช้ไฟของการไฟฟ้าเอง โดยไม่ต้องใช้คนจด อีกทั้งยังช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้อีกด้วย จากการที่สามารถบอกอัตราการใช้ไฟของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด

2.4 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียมคือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาท ในสมองมนุษย์มีคุณลักษณะคล้ายกับการส่งผ่านสัญญาณประสาทในสมองของมนุษย์ กล่าวคือ มีความสามารถในการรวบรวมความรู้ (Knowledge) โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) และความรู้เหล่านี้จะจัดเก็บอยู่ในโครงข่ายในรูปค่าน้ำหนัก (Weight) ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้เมื่อมีการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ เข้าไป ค่าน้ำหนักเปรียบเสมือนความรู้ที่รวบรวมไว้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างของมนุษย์ การประมวลผลต่างๆ เกิดขึ้นในหน่วยประมวลผลย่อยเรียกว่าโหนด (Node) ซึ่งโหนดเป็นการจำลองลักษณะ ดังภาพประกอบที่ 2-4



ภาพประกอบที่ 2-4 เซลล์ประสาทเทียมที่ถูกจำลองขึ้น (ที่มา : ผศ. ศุภโชค แสงสว่าง, 2559)

โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ข้อมูลป้อนเข้า (Input) เป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลขหากเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ต้องแปลงให้อยู่ในรูปเชิงปริมาณที่โครงข่ายประสาทเทียมยอมรับได้

2. ข้อมูลส่งออก (Output) คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง(Actual Output) จากกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

3. ค่าถ่วงน้ำหนักหนัก (Weights) คือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าค่าความรู้ (Knowledge) ค่านี้จะถูกเก็บเป็นทักษะเพื่อใช้ในการจดจำข้อมูลอื่นๆ ที่อยู่ในรูปแบบเดียวกัน

4. ฟังก์ชันผลรวม (Summation Functions) เป็นผลรวมของข้อมูลป้อนเข้า และค่าน้ำหนัก

5. ฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลง (Transfer Function) เป็นการคำนวณการจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม เช่น ซิกมอยด์ฟังก์ชัน (Sigmoid Function) ฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์ (Hyperbolic Tangent Function) เป็นต้น (ผศ. ศุภโชค แสงสว่าง, 2559)

2.4.1 การเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นรูปแบบการประมวลผลที่ได้รับแรงบันดาลใจมาจากระบบประสาททางชีวภาพซึ่งมีอยู่หลายชนิดโดยแบ่งตามประเภทของการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1. การเรียนรู้แบบต้องการผู้สอน (Supervised Learning) การเรียนรู้ชนิดนี้ต้องการผู้สอนเพื่อบอกความแตกต่างของเอาท์พุตที่ได้กับเอาท์พุตที่ต้องการ ประเด็นที่สำคัญของการเรียนรู้ชนิดนี้คือการลู่เข้าของความผิดพลาด (Error Convergence) นั่นคือ ความผิดพลาดระหว่างเอาท์พุตที่ได้กับเอาท์พุตที่ต้องการน้อยที่สุด โดยการกำหนดค่าน้ำหนักที่เหมาะสม

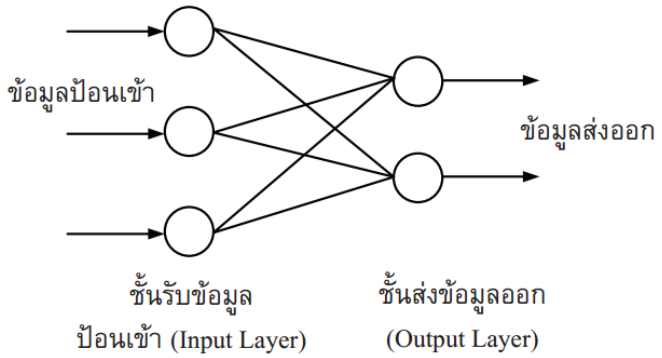
2. การเรียนรู้แบบไม่ต้องการผู้สอน (Un-Supervised Learning) การเรียนรู้ที่ไม่มีการใช้ผู้สอนจากภายนอก การเรียนรู้ประเภทนี้มีการจัดการด้วยตัวเอง

3. การเรียนรู้แบบการสนับสนุน (Reinforce-Ment Learning) การเรียนรู้แบบใช้ค่าตอบแทนอันได้ผลมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมเป็นตัวกำหนดทิศทางของการเรียนรู้ (ผศ. ศุภโชค แสงสว่าง, 2559)

2.4.2 ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียม

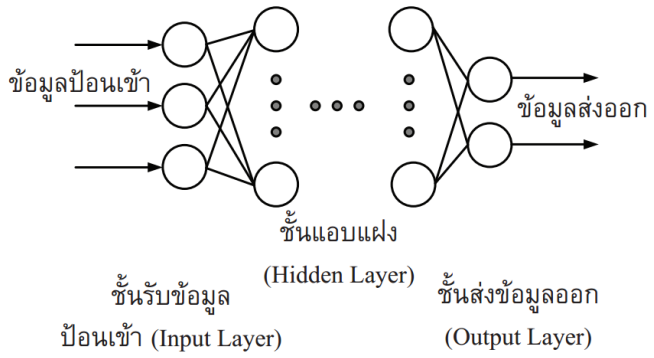
โครงข่ายประสาทเทียมประกอบด้วยเซลล์ประสาทเทียมหรือโหนดจำนวนมากเชื่อมต่อกัน ซึ่งการเชื่อมต่อจะแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ที่เรียกว่า “ชั้น (Layer)” ชั้นแรกเป็นชั้นที่นำเอาข้อมูลเข้า เรียกว่า “ชั้นรับข้อมูลป้อนเข้า (Input Layer)” และชั้นสุดท้ายเรียกว่า “ชั้นส่งข้อมูลออก (Output Layer)” ส่วนชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าและชั้นส่งข้อมูลออกเรียกว่า “ชั้นแอบแฝง(Hidden Layer)” โดยทั่วไปชั้นแอบแฝงอาจมีมากกว่าหนึ่งชั้นก็ได้ด้วยเหตุนี้จึงสามารถแบ่งประเภทของโครงข่ายประสาทเทียมตามจำนวนชั้นของโครงข่ายได้ 2 แบบคือ โครงข่ายแบบชั้นเดียว (Single Layer) และโครงข่ายแบบหลายชั้น (Multi Layer)

1. โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียวเป็นโครงข่ายประสาทเทียมอย่างง่ายที่มีแค่ชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าและชั้นส่งข้อมูลออกเท่านั้น โหนดในชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าทำหน้าที่รับข้อมูลเข้าแล้วส่งข้อมูลผ่านเส้นเชื่อมโยงต่างๆ ไปให้โหนดชั้นส่งข้อมูลออก และโหนดในชั้นนี้จะนำข้อมูลที่ได้รับมาคำนวณด้วยฟังก์ชันการเปลี่ยนแปลงที่เหมาะสมกับปัญหา แล้วส่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นข้อมูลส่งออกดังภาพประกอบที่ 2-5



ภาพประกอบที่ 2-5 โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (ที่มา : ผศ. ศุภโชค แสงสว่าง, 2559)

2. โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น โครงข่ายแบบหลายชั้น เป็นโครงข่ายที่มีชั้นแอบแฝงตั้งแต่หนึ่งชั้นขึ้นไป โครงข่ายแบบนี้ใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนที่โครงข่ายแบบชั้นเดียวแก้ไม่ได้ จึงต้องเพิ่มจำนวนโหนดที่มีการคำนวณหรือชั้นแอบแฝงให้กับโครงข่าย ดังภาพประกอบที่ 2-6

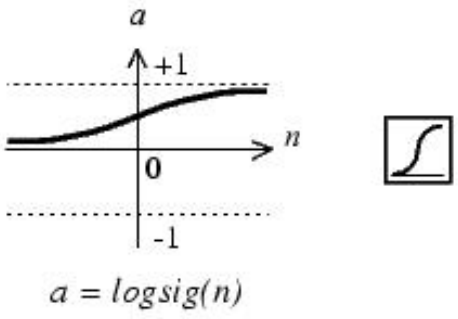


ภาพประกอบที่ 2-6 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (ที่มา : ผศ. ศุภโชค แสงสว่าง, 2559)

2.4.3 การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียม

งานวิจัยนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิดฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) แบบลอการิทึมซิกมอยด์ (Logarithmic Sigmoid) หรือลอกซิกมอยดด์ (Log-Sigmoid) ในรูปแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multi-Layer -Perceptron: MLP) และใช้กระบวนการเรียนรู้แบบการแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation Algorithm) ซึ่งแบบลอการิทึมซิกมอยด์ เป็นฟังก์ ชันแปลงค่าอินพุตที่มีค่าช่วงไม่จำกัดให้เป็นค่าเอาต์พุตที่มีช่วงจำกัดระหว่าง 0 ถึง +1 ฟังก์ชันประเภทซิกมอยด์เหมาะสำหรับปัญหาการจดจำรูปแบบที่ใช้แปลงค่าในชั้นเอาต์พุต สามารถคำนวณได้จากสมการ (6)

$$\square(\square) = \frac{1}{1+\exp(-\square)} \tag{6}$$



ภาพประกอบที่ 2-7 ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบลอการิทึมซิกมอยด์ (ที่มา : อำภา สาระศิริ, 2559)

โดยกำหนดให้โครงข่ายประสาทเทียมมีเพียง 3 ชั้นประกอบด้วยชั้นอินพุต (Input Layer) ชั้นซ้อน (Hidden Layer) และชั้นเอาต์พุต (Output Layer) โดยที่โครงข่ายมีอินพุตเป็น X1, X2, X3 ,..., XN ซึ่งเป็นค่าคุณลักษณะที่ได้จากการประมวลผลภาพ

ก) ชั้นอินพุต (Input Layer) เป็นชั้นที่นำข้อมูลภาพหรือพารามิเตอร¬เข้าสู่โครงข่ายได้ตามจำนวนที่เหมาะสม ยกตัวอย่าง เช่น พื้นที่ (Area) เส้นรอบรูป (Perimeter) ความยาว (Length) และความกว้าง (Width) เป็นต้น ซึ่งถ้าเป็นสินค้าประเภทอื่นจะมีคุณลักษณะที่ต่างกันไป

ข) ชั้นซ้อน (Hidden Layer) เป็นชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุตและเอาต์พุต มีการปรับค่าเพื่อหาจำนวนที่เหมาะสมโดยจะใช้สมการ (7) เพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้น

$$h = (m+n)^{1/2}+a \qquad (7)$$

มื่อ h = จำนวนนิวรอนในชั้นซ้อน

m = จำนวนนิวรอนในชั้นเอาต์พุต

n = จำนวนนิวรอนในชั้นอินพุต

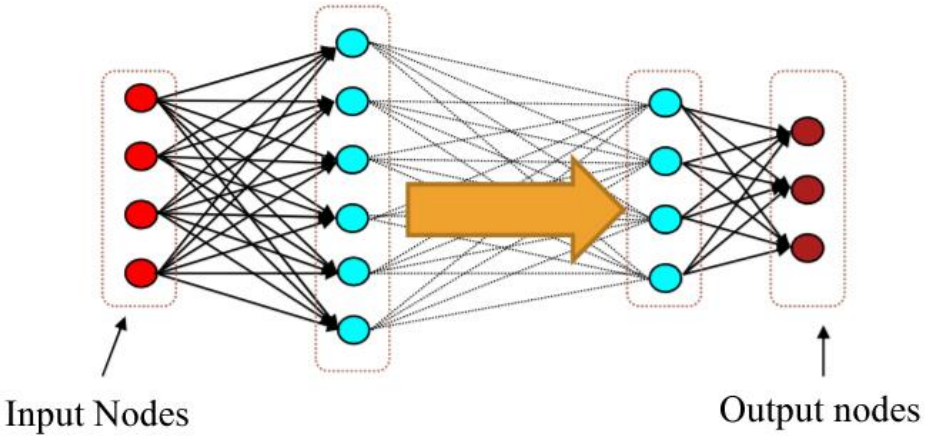
a = ค่าความเป็นสมาชิกจาก 1 ถึง 10

ค) ชั้นเอาต์พุต (Output Layer) เป็นชั้นที่นำข้อมูลออก มีการเปรียบเทียบผลของโครงข่ายระหว่างโครงข่ายที่แสดงผลเป็นการประมาณค่าน้ำหนัก มีจำนวน 1 นิวรอน คือ ค่าน้ำหนัก (Weight) และโครงข่ายที่แสดงผลเป็น 4 ขนาด คือ มี 4 นิวรอน

2.4.4 สถาปัตยกรรมของโครงข่าย (Network Architecture)

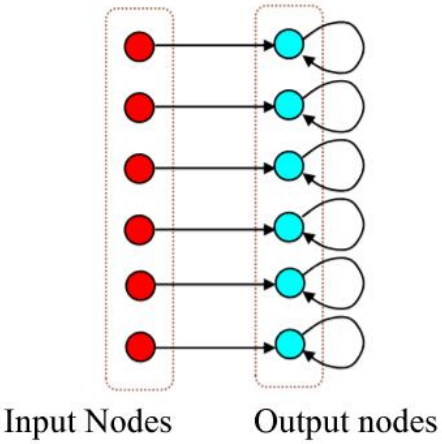
การแบ่งลักษณะของการทำโครงสร้างและวิธีการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมออกเป็นแบบต่างๆ ดังนี้

1. โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feedforward Network) เป็นสถาปัตยกรรมที่กำหนดให้การส่งข้อมูลจากข้อมูลในชั้นข้อมูลขาเข้า (Input Layer) เข้ามาภายในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และส่งไปยังข้อมูลขาออก (Output Layer) จะมีทิศทางในการไหลของข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจาก Input ส่งต่อมาเรื่-อยๆ จนถึง Output โดยไม่มีการย้อนกลับของข้อมูลหรือแม้แต่ Nodes ใน layer เดียวกันก็ไม่มีการเชื่อมต่อกัน



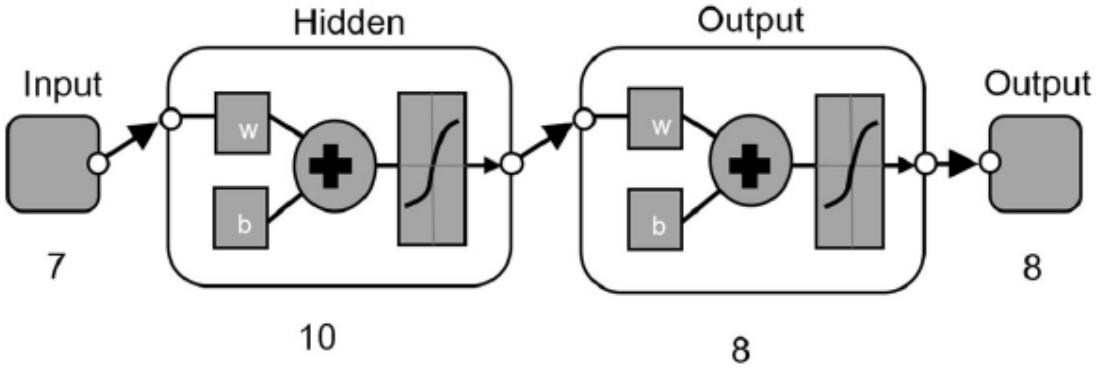
ภาพประกอบที่ 2-8 โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feedforward Network)
(ที่มา : ผศ.ดร.วรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ, 2560)

2. โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบย้อนกลับ (Feedback Network) เป็นสถาปัตยกรรมที่กำหนดให้การส่งข้อมูลจากข้อมูลในชั้นข้อมูลขาเข้า (Input Layer) เข้ามาภายในชั้นซ่อน (Hidden Layer) และส่งไปยังข้อมูลขาออก (Output Layer) จะมีทิศทางในการไหลของข้อมูลไปในทิศทางเดียวกัน ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจาก Input ส่งต่อมาเรื่อยๆ จนถึง Outputโดยมีการย้อนกลับของข้อมูล เพื่อให้การจำแนกนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพประกอบที่ 2-9 โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบย้อนกลับ (Feedback Network)
(ที่มา : ผศ.ดร.วรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ, 2560)

สถาปัตยกรรมของโครงข่าย (Network Architecture) ในรูปแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multi-Layer -Perceptron: MLP) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่นิยมใช้มากที่สุด สามารถทำงานที่มีความซับซ้อนมากๆได้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสามารถประยุกต์ใช้ได้กับงานทุกประเภทโดยมีข้อแม้ว่าต้องมีจำนวนชั้นและจำนวนนิวรอนที่เหมาะสม ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้เปอร์เซ็ปตรอนแบบ 2 ชั้น ดังภาพประกอบที่ 2-10



ภาพประกอบที่ 2-10 โครงสร้างของโครงข่ายแบบเปอร์เซ็ปตรอน 2 ชั้น
(ที่มา : Fausett, L. V., 1994)

ขั้นตอนการเรียนรู้สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้นแบบค่าผิดพลาดกำลังสองต่ำสุด โดยกำหนดให้ข้อมูลชุดฝึกสอนเป็นคู่อินพุตและเอาต์พุต มีขั้นตอน ดังนี้

เพื่อให้ได้คำตอบที่เป็นค่าที่ต่ำที่สุดแบบทุกพื้นที่ (Global Minimum) ต้องทำการทดลองซ้ำหลายครั้งเพื่อให้การสุ่มค่าเริ่มต้นที่ใกล้ค่าต่ำสุดแบบทุกพื้นที่อัลกอริทึมแบบแพร่กระจายย้อนกลับจะสามารถลู่เข้าสู่คำตอบที่เป็นค่าต่ำสุดแบบทุกพื้นที่ได้ อัลกอริทึมสำหรับการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับมีด้วยกันหลายชนิด สำหรับอัลกอริทึมที่นำมาสอนโครงข่ายแล้วทำให้ค่าผิดพลาด (Error) ต่ำ ลู่เข้าเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วกว่าทุกอัลกอริทึม และมีคุณลักษณะในการลดการใช้หน่วย คืออัลกอริทึม Levenberg-Marquardt นอกจากนี้ยังมีการนำอัลกอริทึม Scaled Conjugate Gradient มาสอนโครงข่าย เนื่องจากสามารถลู่เข้าเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน เมื่อกำหนดจำนวนรอบในการทดสอบเท่ากัน ส่วนอัลกอริทึมอื่นๆ ลู่เข้าเป้าหมายได้ช้า และยากกว่า แต่อย่างไรก็ตามควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของโครงข่ายประสาทเทียม

ทดลองหาโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมกับการตรวจคุณภาพสีของพืชผลทางการเกษตร กระทำโดยการทดลองปรับค่าจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อน เพื่อให้ได้โครงข่ายที่เหมาะสม โดยที่จำนวนนิวรอนในชั้นอินพุตไม่เปลี่ยนแปลง และชั้นเอาต์พุตมี 1 และ 4 นิวรอน การออกแบบโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทดลองบนแมทแลป (Matlab Toolbox) มีการทดลองดังนี้

ก) กำหนดจำนวนนิวรอนในชั้นซ้อนที่เหมาะสมจากที่ได้กล่าวมาข้างต้นสำหรับการกำหนดจำนวนนิวรอนในชั้นซ้อนเป็นเรื่องที่ยากจึงใช้สมการ (3.1) คำนวณหาจำนวนนิวรอนเริ่มต้นแล้วปรับค่าเพิ่มขึ้นที่ละ 1 นิวรอน จนถึง 10 ค่า เช่นเดียวกับการใช้วิธีการลองผิดลองถูก ยกตัวอย่างการคำนวณจำนวนนิวรอนในชั้นซ้อนกรณีมี 8 อินพุต (n) กับ 1 เอาต์พุต (m) และ 8 อินพุต (n) กับ 4 เอาต์พุต (m) โดยอ้างอิงจากสมการ (7)

$$h = (m+n)^{1/2}+a \qquad (7)$$

กรณีที่ 1 $m = 1, n = 8, a = 1$ ถึง 10

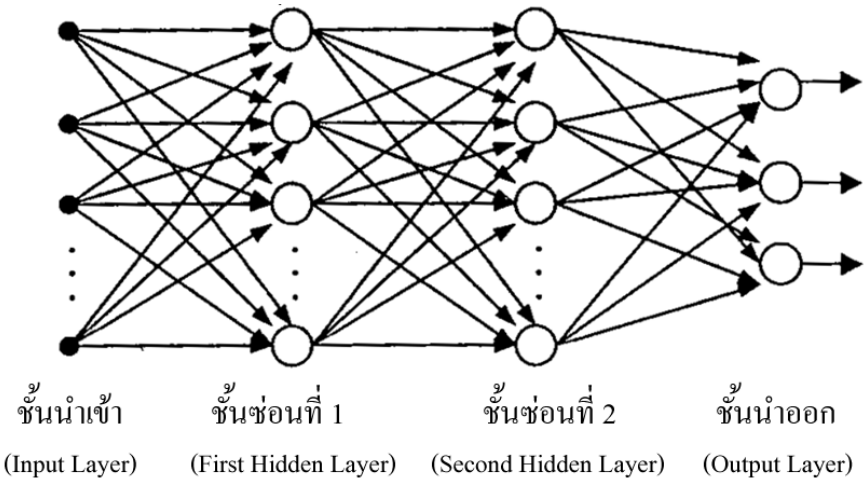
จะได้ $h = (1+8)^{1/2}+1 = 4$ นิวรอน

กรณีที่ 2 $m = 4, n = 8, a = 1$ ถึง 10

จะได้ $h = (4+8)^{1/2}+1 = 4.46$ นิวรอน

จากการคำนวณจะได้ค่าจำนวนนิวรอนในชั้นซ้อนเริ่มต้นกรณีที่ 1 และ 2 เท่ากับ 4 และ 4.46 นิวรอนตามลำดับ เพื่อใช้สำหรับการเปรียบเทียบในการทดลองจะกำหนดค่าจำนวนนิวรอนเริ่มต้นทั้ง 2 กรณี เท่ากับ 4 นิวรอนปรับเพิ่มขึ้นที่ละ 1 นิวรอนทั้งหมด 10 ค่าจนมีค่า 13 นิวรอน

ข) กำหนดฟังก์ชันถ่ายโอนของโครงข่าย มีการกำหนดเพียง 2 ชั้นคือในชั้นซ้อนและชั้นเอาต์พุต สำหรับงานวิจัยนี้แบ่งเป็นโครงข่ายที่ใช้สำหรับประมาณค่าน้ำหนัก คือเอาต์พุตเป็นน้ำหนักหมึก กำหนดฟังก์ชักชันถ่ายโอนเป็นชนิด logSIG ในชั้นซ้อนและชั้นเอาต์พุต ซึ่งจะเหมาะสมกับการแก้ปัญหาการประมาณค่าน้ำหนัก แสดงตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียม(8-4-4) ซึ่งหมายความว่ามี 8 นิวรอนในชั้นอินพุต 4 นิวรอนในชั้นซ้อน และ 4 นิวรอนในชั้นเอาต์พุต ดังภาพประกอบที่ 2-11

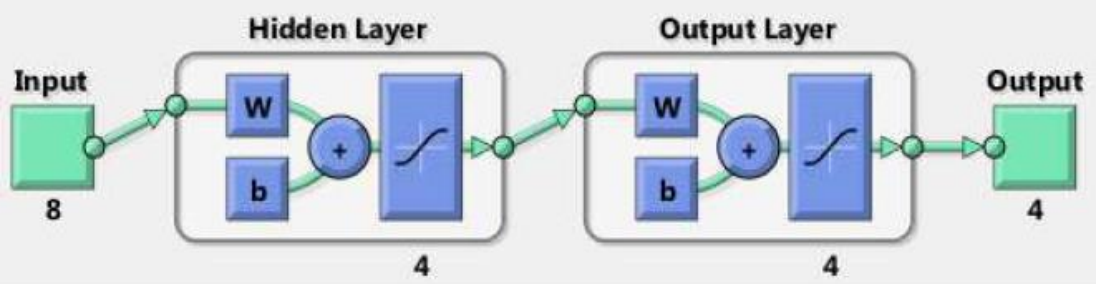


ภาพประกอบที่ 2-11 รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (MLP) มี 4 เอาต์พุต
(ที่มา : Nattawuttisit, S., & Usanavasin, S., 2013)

ค) กำหนดค่าเป้าหมายประสิทธิภาพของข้อมูล เนื่องจากงานวิจัยนี้กำหนดโครงข่ายประสาทเทียมแบบเปอรเซ็ปตรอนหลายชั้น มีการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กระจายย้อนกลับ สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักจะใช้ Neural Network Tool ในการฝึกสอน ส่วนโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการจำแนกขนาดจะใช้ Neural Network Pattern Recognition Tool เป็นเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ทั้งสองเป็นซอฟต์แวร์ Neural Network Toolbox ในโปรแกรม MATLAB

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการประมาณค่าน้ำหนักโดย Neural Network Tool เลือกใช้อัลกอริทึมสำหรับเรียนรูปโครงข่ายชนิด TrainLM หรือ Levenberg-Marquardt ซึ่งเป็นฟังก์ชันแรกที่ควรเลือกมาฝึกสอนโครงข่ายเพราะสามารถลู่เข้าเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วโดยทำการปรับค่า weight และ bias อัตโนมัติโดยมีค่าเริ่มต้นเป็นค่าสุ่ม เพื่อลดค่าความผิดพลาดระหว่างค่าเป้าหมายกับค่าเอาต์พุต อัลกอริทึมสำหรับเรียนรู้โครงข่ายชนิด Trainlm มีพารามิเตอร์การฝึกสอนค่าเริ่มต้น (Default) ซึ่งเป็นค่าเป้าหมายที่หยุดการฝึกสอนโครงข่าย เช่น จำนวนรอบสูงสุดเท่ากับ 1000 รอบ ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Goal) เท่ากับ 0 และค่าอื่นๆโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการจำแนกเป็นขนาดโดย Neural Network Pattern Recognition Tool มีอัลกอริทึมสำหรับเรียนรู้โครงข่ายชนิด TrainSCG หรือ Scaled Conjugate Gradient Back Propagation ซึ่งเป็นฟังก์ชันการปรับค่า Weight และ Bias อัตโนมัติโดยมีค่าเริ่มต้นเป็นค่าสุ่มด้วยวิธี Scaled Conjugate Gradient เพื่อลดค่าความผิดพลาดระหว่างค่าเป้าหมายกับค่าเอาต์พุต อัลกอริทึมสำหรับเรียนรู้โครงข่ายชนิด TrainSCG มีพารามิเตอร์การฝึกสอนค่าเริ่มต้น (Default) สำหรับค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning Rate)

เริ่มต้นเท่ากับ 0.01 และจะถูกปรับเมื่อ Weight เปลี่ยนไป Network Pattern Recognition Tool เป็นเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) ทั้งสองเป็นซอฟต์แวร์ Neural Network Toolbox ในโปรแกรม MATLAB

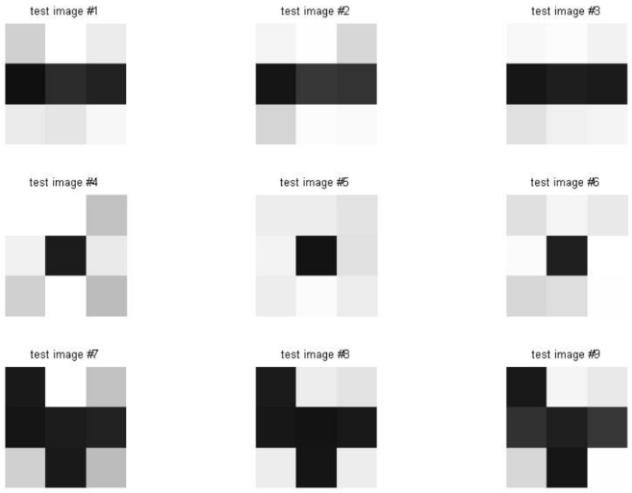


ภาพประกอบที่ 2-12 ตัวอย่างโครงข่ายประสาทเทียม (8-4-4) และฟังก์ชันถ่ายโอนชนิด logsig
(ที่มา : ผศ.ดร.วรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ, 2560)

การเลือกโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสม พิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error: MSE) เป็นดัชนีชี้วัดความถูกต้องของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและพิจารณาค่าความถูกต้อง

ออกแบบขั้นตอนวิธีการพยากรณ์สภาพอากาศ

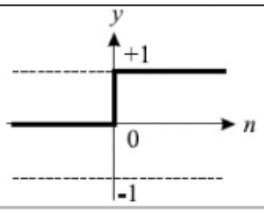
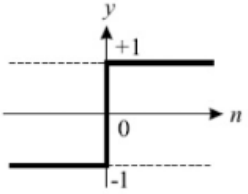
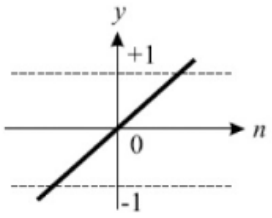
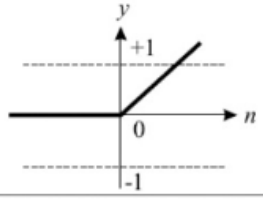
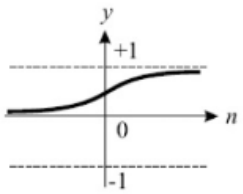
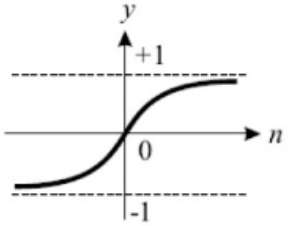
การจับกลุ่ม (Clustering/ Categorization) โดยปกติแล้วในงานการจับกลุ่มจะไม่มีข้อมูลล่วงหน้าให้สำหรับการฝึกสอน อัลกอริทึมการจับกลุ่มจะทำการค้นหาสภาวะคล้าย (Similarity) ระหว่างข้อมูลรูปแบบ และการจับกลุ่มที่รูปแบบคล้ายกันไว้ด้วยกัน ดังภาพประกอบที่ 2-13 การจับกลุ่มนี้สามารถเรียกได้ว่าเป็นการจำแนกแบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Pattern Classification)



ภาพประกอบที่ 2-13 Pattern recognition (ที่มา : อำภา สาระศิริ, 2559)

2.4.5 ฟังก์ชันการถ่ายโอน (Transfer Function)

ฟังก์ชันการถ่ายโอน เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รวมค่าเชิงตัวเลขจากเอาต์พุตของนิวรอล แล้วทำการตัดสินใจว่าจะส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปในรูปใด ฟังก์ชันการแปลงสามารถเป็นได้ทั้งแบบเชิงเส้นหรือไม่เป็นเชิงเส้น การเลือกใช้ฟังก์ชันการถ่ายโอนจะขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบ ที่นำเอาโครงข่ายประสาทเทียมไปประยุกต์ใช้ ฟังก์ชันการถ่ายโอนมีอยู่หลายรูปแบบ แบบที่ใช้งานทั่วไปมีรายละเอียด ดังภาพประกอบที่ 2-14

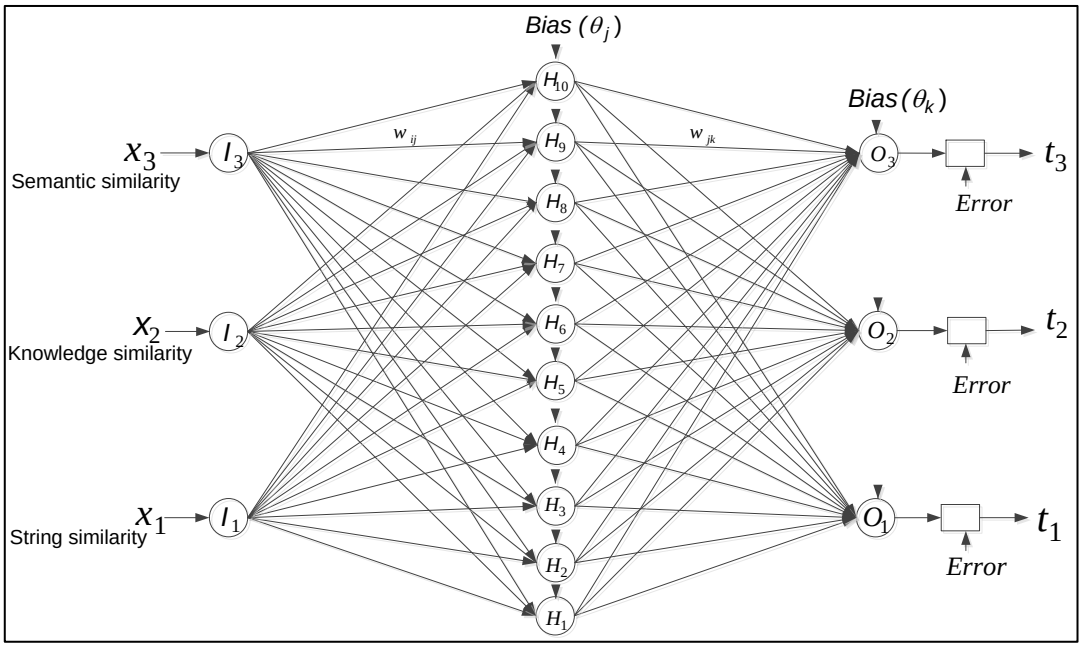
ชื่อฟังก์ชัน	สมการความสัมพันธ์	MATLAB ฟังก์ชัน	สัญลักษณ์	กราฟความสัมพันธ์
ฮาร์ดลิมิต (hard limit)	$y=0$ ถ้า $n<0$ $y=1$ ถ้า $n\geq 0$	hardlim		
ฮาร์ดลิมิตแบบสมมาตร (symmetrical hard limit)	$y=-1$ ถ้า $n<0$ $y=+1$ ถ้า $n\geq 0$	hardlims		
เส้นตรง (linear)	$y=n$	purelin		
เส้นตรงบวก (positive linear)	$y=0$ ถ้า $n<0$ $y=n$ ถ้า $n\geq 0$	poslin		
ซิกมอยแบบลอการิทึม (log-sigmoid)	$y=\frac{1}{1+e^{-n}}$	logsig		
ซิกมอยแบบเส้นสัมผัสไฮเปอร์โบลาร์ (hyperbolic tangent sigmoid)	$y=\frac{e^{n}-e^{-n}}{e^{n}+e^{-n}}$	tansig		

ภาพประกอบที่ 2-14 รูปแบบฟังก์ชันการถ่ายโอน (ที่มา : อำภา สาระศิริ, 2559)

2.4.6 ฟังก์ชันกระตุ้น

ฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) ที่ใช้สำหรับนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบแพร่กลับ (Back Propagation Neural Network) ต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญเช่น ต้องมีความต่อเนื่อง หาอนุพันธ์ได้ และสามารถที่จะรองรับข้อมูลนำเข้าที่มีความอ่อนไหวต่อผลลัพธ์ (Output) ได้ (Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, 2011) ดังนั้นฟังก์ชั่นที่นำมาใช้สำหรับงานวิจัยครั้งนี้เป็น ฟังก์ชั่นซิกมอยด์แบบลอกการิธึม (Log sigmoid function) ซึ่งจะมีค่าอยู่ในช่วงบวก (0, 1) กำหนดโดยสมการ (8)

$$f(x) = 1 / (1 + \exp^{(-x)}) \quad (8)$$

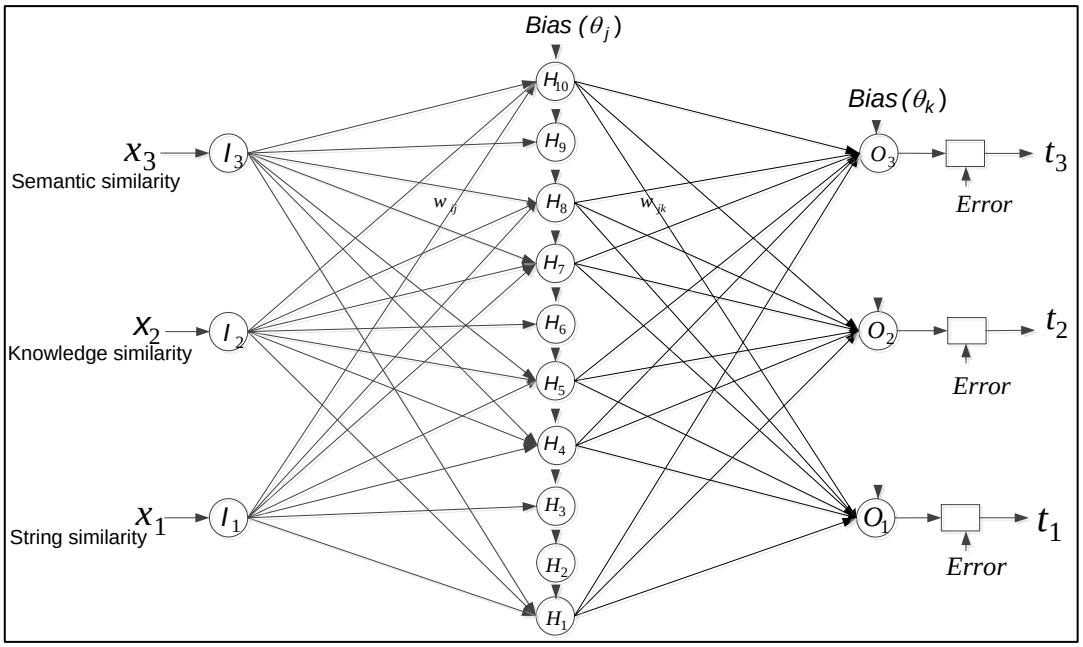


ภาพประกอบที่ 2-15 โครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบ 2 ชั้น

(ที่มา : Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, 2011)

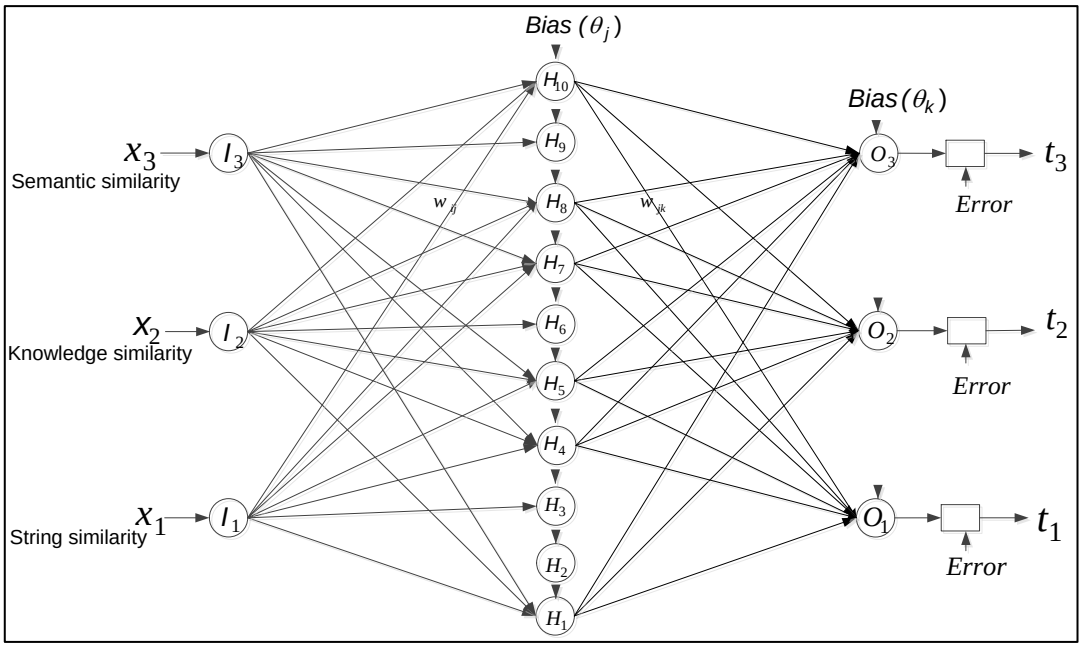
ออกแบบขั้นตอนวิธีการปรับรูปโครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์ค

งานวิจัยครั้งนี้มีการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีแบบ Selective Pruning (Chorowski, & Zurada, 2011) เพื่อปรับลดจำนวนนิวรอลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ออกจากโครงสร้างภายในของนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบอัตโนมัติ ทั้งนี้เพื่อควบคุมจำนวนนิวรอลในชั้นซ่อนให้มีจำนวนที่เหมาะสมกับการประมวลผลรูปแบบการสอนที่กำหนดไว้ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2-15



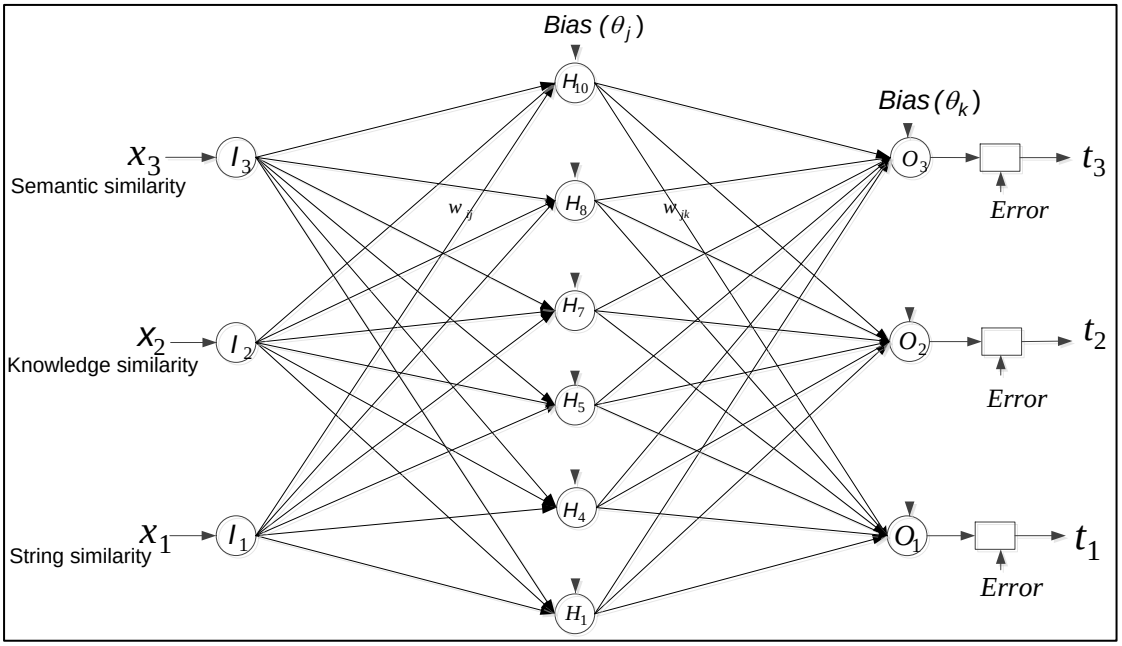
ภาพประกอบที่ 2-16 ตัวอย่างการปรับลดรูปนิวรอลภายในโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์ค
(ที่มา : Jiawei Han, Micheline Kamber, and Jian Pei, 2011)

จากภาพประกอบที่ 2-16 เทคนิคการตัดเล็มกิ่งของโครงสร้างภายใน (Selective Pruning) จะมีการปรับลดรูปจำนวนนิวรอลในแต่ละชั้นซ่อนออกจากค่าที่ตั้งไว้ (Threshold) ซึ่งค่านี้จะถูกตั้งจากเพดานที่สูงและจะลดลงมาตามเกณฑ์ขั้นต่ำที่ได้กำหนดไว้ (โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่า Threshold ของจำนวนนิวรอลในชั้นซ่อนไว้อยู่ระหว่างค่า ($1 \leq \square \geq 50$) ซึ่งจะใช้ปรับลดจำนวนลงมาให้เหมาะสมในระหว่างทำการสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค) จากเทคนิคดังกล่าวนี้จะลดจำนวนนิวรอลและจำนวนการเชื่อมต่อระหว่างนิวรอลภายในโครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์ค (Connection) ที่ไม่จำเป็นหรือขาดข้อมูลที่มีความชัดเจนออกเพื่อให้การประมวลผลจริงหลังการเรียนรู้ทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะกระบวนการสอนจะมีการปรับจำนวนนิวรอลภายในโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คให้มีความเหมาะสม ดังแสดงในภาพประกอบที่ 2-17 และ 2-18 จะเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คก่อนทำการตัดเล็ม และ หลังตัดเล็ม เพื่อพิสูจน์ว่าขั้นตอนวิธีการตัดเล็มช่วยลดระยะเวลาในการสอนลง นอกจากนี้ยังช่วยปรับโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นก่อนเข้าสู่กระบวนการจับคู่จริง



ภาพประกอบที่ 2-17 โครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คก่อนทำการตัดเล็ม

(ที่มา : Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, 2011)



ภาพประกอบที่ 2-18 โครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คหลังทำการตัดเล็ม

(ที่มา : Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, 2011)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดงานวิจัยในประเทศ 5 เรื่องดังนี้

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ (2561) งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ โดยออกแบบระบบให้ตรวจวัดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม 3 ปัจจัย ได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และแสงสว่างโดยมีค่าความผิดพลาดในการวัดค่าอุณหภูมิไม่เกิน 1% การวัดค่าปริมาณแสงไม่เกิน 4% และวัดค่าระดับความชื้นในดินได้เป็น 3 ระดับ แสดงผลผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์

ยุพิน ไชยสมภาร และ ทวี ชัยพิมลผลิน (2560) การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันส่งผลให้มีฝนตกหนักเพิ่มขึ้นและส่งผลกระทบทำให้เกิดน้ำท่วม ในระดับภูมิภาคมีการใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค (WRF - ECHAM5) คาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในอนาคต ขณะที่แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ได้นำมาใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วมอย่างแพร่หลาย ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลน้ำฝนจากแบบจำลอง WRF - ECHAM5 (Weather Research and Forecasting - ECHAM5) เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำโดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งได้ใช้เหตุการณ์น้ำท่วมในช่วง ค.ศ. 1980-2006 เพื่อศึกษาหาโครงสร้างสถาปัตยกรรมของแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ มีการเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้แบบ Levenberg Marquardt (LM) และ Bayesian Regularization (BR) และการกำหนดจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเร้นที่แตกต่างกันซึ่งอ้างอิงตามจำนวนตัวแปรของข้อมูลนำเข้า (50%, n, n+50% และ 2n) รวมทั้งมีการเปรียบเทียบประเภทของข้อมูลนำเข้าระหว่างการใช้ค่าน้ำฝนจากกริด และค่าน้ำฝนที่ได้ทำการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ผลการวิจัยพบว่าโครงสร้างสถาปัตยกรรมของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่เหมาะสมคือ การเรียนรู้แบบ LM และจำนวนโหนดในชั้นซ่อนเร้นควรกำหนด 50% ของจำนวนข้อมูลนำเข้า และยังพบว่าการนำค่าน้ำฝนมาหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่จะให้ผลการพยากรณ์ได้ดีกว่าการใช้ค่าน้ำฝนจากกริดร่วมกับการหาค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่

ผุสดี บุญรอด และ กรวัฒน์ พลเยี่ยม (2560) งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองการพยากรณ์ราคามันสำปะหลัง เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญของโลกประกอบกับราคามันสำปะหลังมีความผันผวนอยู่ตลอดเวลา โดยใช้ข้อมูลจากสมาคมแป้งมันสำปะหลังและสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร จำนวน 10 ปี (พ.ศ. 2549-2558) ซึ่งประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-Layer Artificial Neural Network) ที่ใช้การเรียนรู้แบบแพร่กระจายย้อนกลับในการหารูปแบบโครงข่ายสำหรับพยากรณ์ราคามันสำปะหลัง จากการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองการพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้นโดยหาค่าร้อยละเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute

Percentage Error, MAPE) โดยนำไปเปรียบเทียบกับเคเนียเรสเนเบอร์ (K-Nearest Neighbor, k-NN) และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) พบว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นมีค่าร้อยละเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 3.96 เคเนียเรสเนเบอร์มีค่าร้อยละเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 7.11 และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นมีค่าร้อยละเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 11.10 จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองการพยากรณ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นมีประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดในการพยากรณ์ราคามันสำปะหลังได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ

ประโยชน์ คำสวัสดิ์ (2558) งานวิจัยนี้นำเสนอ การออกแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายสำหรับระบบฟาร์มอัจฉริยะ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุม โดยติดตั้งโนดเซ็นเซอร์ในบริเวณแปลงเพาะปลูกสำหรับตรวจวัดค่าต่างๆ เช่น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นในดินและความเข้มแสง จากนั้นส่งค่าการตรวจวัดผ่านเครือข่ายสื่อสารไร้สายด้วยโมดูล ZigBee ไปยังโนดโคออร์ดิเนเตอร์เพื่อการประมวลผลและรายงานผลโดยที่โนดโคออร์ดิเนเตอร์ที่ออกแบบขึ้นสามารถสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อนำข้อมูลจากการตรวจวัดขึ้นเซิร์ฟเวอร์ได้งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองสำหรับระบบควบคุมแบบฟัซซีในการควบคุมช่วงเวลาการให้น้ำของระบบควบคุมการให้น้ำอัตโนมัติโดยใช้ค่าความชื้นในดินและค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจากเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่ติดตั้งในแปลงเกษตรกรรมผลการจำลองการทำงานที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของอัลกอริทึมและความเป็นไปได้ในการประยุกต์เพื่อการใช้งานได้จริง

อรนงค์ บุเกตุ และ พุธษดี ศิริแสงตระกูล (2556) เพื่อการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตอ้อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่มีกระบวนการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ ในการศึกษาผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมปัจจัยต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตอ้อยจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลจังหวัด ปีการผลิตข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อุณหภูมิเฉลี่ย ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อยเป็นข้อมูลนำเข้าของตัวแบบANN1 เพื่อยืนยันความสัมพันธ์ของปัจจัยกับปริมาณผลผลิตอ้อย ผู้วิจัยจึงได้ทำวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยโดยใช้ Correlation และ Regression ผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ได้แก่ ข้อมูลจังหวัด ปีการผลิตข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ และพื้นที่ปลูกอ้อย ซึ่งจะเป็นข้อมูลนำเข้าตัวแบบ ANN2 และจากสมมติฐานด้านพืชแข่งขันทางเศรษฐกิจของอ้อย โดยราคาพืชแข่งขันทางเศรษฐกิจน่าจะมีผลต่อปริมาณการปลูกอ้อยในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เพิ่มปัจจัยด้านราคาพืชแข่งขันที่สำคัญ 3 ปัจจัยคือ ราคาอ้อยเฉลี่ย ราคายางพาราเฉลี่ย และราคามันสำปะหลังเฉลี่ย เมื่อรวมกับปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ที่ได้จากการ วิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ ได้แก่

ข้อมูลจังหวัด ปีการผลิต พื้นที่ปลูกอ้อย ผลผลิตอ้อยเฉลี่ยต่อไร่ และข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยจะเป็นข้อมูลนำเข้าของตัวแบบ ANN3 ในการศึกษานี้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2547-2552 เพื่อสร้างและเปรียบเทียบโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมจากข้อมูลปัจจัยนำเข้าทั้ง 3 ชุด ซึ่งผลการศึกษาพบว่าตัวแบบ ANN3 ที่มีสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ 8:4:1 ให้ผลพยากรณ์ที่ถูกต้องสูงสุด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.9973 เมื่อเทียบกับ ANN1 ที่มีสถาปัตยกรรม 5:10:1 และ ANN2 ที่มีสถาปัตยกรรม 6:8:1 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.9794, 0.9822 ตามลำดับ

ชินนะ สระชุ่ม (2556) งานวิจัยนี้ได้ใช้ข้อมูลสถิติสภาพอากาศ ของจังหวัดเชียงใหม่ย้อนหลัง 9 ปี จากศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ ได้แก่ ค่าความกดอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ ปริมาณน้ำฝนมาใช้ในการพยากรณ์ โดยใช้โปรแกรมแมทเล็ปเวอร์ชั่น 6 ในการสอนและทดสอบโครงข่ายประสาท ซึ่งผลการทดลองพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน พบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 77.29 และจากการประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งานซึ่งเป็นบุคคลทั่วไปพบว่า ระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานระบบอยู่ในระดับปานกลาง

พรพิมล ณ นคร (2555) งานวิจัยนี้นำเสนออัลกอริทึมสำหรับการสกัดตัวแปรข้อมูลเข้าและการพยากรณ์ค่าตัวแปรข้อมูลเข้าแบบอนุกรมเวลาที่มีการกรองข้อมูลแบบความถี่อิมพัลส์จำกัดด้วยฟังก์ชัน หน้าต่างแบบแฮมมิง และการแบ่งข้อมูลเป็นกลุ่ม โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมพัฒนาระบบพยากรณ์อากาศที่สามารถพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาของตัวแปรอากาศได้ผลการทดลองที่มีค่าความถูกต้องสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบอื่นๆ ข้อมูลในการทดลองมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาและกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทย

ศรีสกุล แสงสุวรรณ และ สุชา สมานชาติ (2551) การนำทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้น (Multi-Layer Feed Forward Neural Network) โดยใช้ระบบการเรียนรู้ แบบแพร่กระจายกลับ (Back Propagation Learning) มาประยุกต์ใช้เพื่อพยากรณ์ราคาทองคำแท่งโดยการใช้โปรแกรมแมตแล็ป (MatLab) ในการปรับค่าน้ำหนัก และค่าไบแอส (Bias Values) ของโครงข่ายและใช้ PHP Hypertext Preprocessor ในการสร้างเว็บไซต์ สำหรับการพยากรณ์ราคาทองคำโดยนำค่าตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากโปรแกรมแมตแล็ป มาใช้ในการคำนวณคำพยากรณ์ ข้อมูลอนุกรมเวลาของราคาทองคำจะถูกจัดเก็บ แปลงค่าข้อมูลด้วยวิธีการนอมัลไลซ์ (Normalization) และจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของการคำนวณแบบเลื่อนหน้าต่าง (Sliding Window) ก่อนที่จะถูกส่งเข้าไปทำการฝึกสอนและทดสอบโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อที่จะหาโครงสร้างนิวรอนที่ดีที่สุด ซึ่งมีค่า MSE (Mean Square Error) น้อยที่สุดจาก 50 โครงสร้าง ที่สร้างจากข้อมูลที่มีอยู่จากนั้นโครงสร้างที่ถูกเลือกและค่าตัวแปรต่างๆ จะถูกนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนของการคำนวณคำพยากรณ์ และนำขั้นตอนเหล่านี้จะถูกใช้งานเพื่อการทำนายราคาทองคำจากเว็บไซต์

งานวิจัยต่างประเทศ

Biljana L.Risteska Stojkoska (2017) บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมในการลดช่องว่างระหว่างโปรแกรมประยุกต์สมาร์ตที่ทันสมัยของบ้านและโอกาสของการรวมเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปิดใช้งาน IoT โดยผู้วิจัยได้นำเสนอกรอบแนวคิดแบบองค์รวมซึ่งรวมเอาองค์ประกอบต่างๆ จากสถาปัตยกรรม / กรอบของ IoT ที่เสนอไว้ในบทความเพื่อที่จะรวมอุปกรณ์สมาร์ตโฮมที่มีประสิทธิภาพในโซลูชันที่ใช้ระบบคลาวด์เป็นศูนย์กลาง ผู้วิจัยได้ระบุรูปแบบการจัดการบ้านสมาร์ต และงานหลักที่ควรดำเนินการในแต่ละระดับ การออกแบบโดยเน้นการประมวลผลข้อมูลรวมทั้งโปรโตคอลการสื่อสารภายในบ้านและการทำงานร่วมกัน ผู้วิจัยเชื่อว่ากรอบแนวคิดแบบองค์รวมที่ได้รับการยืนยันในบทความนี้สามารถใช้เป็นฐานที่มั่นคงสำหรับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ในอนาคตของ Internet of Things จากสมาร์ตโซลูชั่นภายในบ้าน

Shailaja Y. Kanawade (2017) วัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้บุคคลทั่วไปสามารถสร้างบ้านได้โดยอัตโนมัติ ภายใต้แนวคิดสมาร์ตอินสแตนซ์บนอินเทอร์เน็ตของสิ่งต่างๆ มาใช้ควบคุมระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ ที่จำเป็นภายในบ้าน บนอินเทอร์เน็ตและเว็บบราว์เซอร์ ช่วยลดความยุ่งยากในชีวิต จุดประสงค์หลักของ Internet of Things จาก Smart Home คือการช่วยให้ผู้คนสามารถทำให้ชีวิตของพวกเขาง่ายขึ้นด้วยระบบอัตโนมัติซึ่งช่วยลดเวลาและพลังงานของพวกเขา ให้เครื่องใช้ภายในบ้านทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ และช่วยลดการเคลื่อนไหวของร่างกายที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า ในเอกสารฉบับนี้ผู้วิจัยได้เสนอระบบสำหรับ Smart Home โดยใช้บอร์ด Intel Edison เพื่อให้สามารถควบคุมอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในบ้านจากระยะไกลได้จากทุกที่ในโลก

Taner Arsan (2016) มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายขั้นตอนการออกแบบและการใช้งานระบบ Smart Systems แบบฝัง แนวคิดนี้ได้รับการสนับสนุนโดย Smart Systems 4 ระบบ ได้แก่ Smart Home, Smart Agriculture, Smart Campus และโมดูลที่นั่งและการศึกษาของ Smart Library การออกแบบและการใช้งานทั้งหมดประกอบด้วยส่วนประกอบทางเทคโนโลยีของระบบฝังตัวการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือบริการบนระบบคลาวด์และส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิกสำหรับฝั่งไคลเอ็นต์ บทความนี้จะให้ภาพรวมของสถานะปัจจุบันเกี่ยวกับการออกแบบระบบอัจฉริยะและกล่าวถึงปัญหาและความเป็นไปได้หลายประการเกี่ยวกับการใช้งาน 4 ระบบที่ต่างกัน

Culibrina, F. B., & Dadios, E. P. (2015) การให้อาหารของโลกในศตวรรษที่ 21 ถือเป็นความท้าทายที่ยิ่งใหญ่ที่สุดโดยเฉพาะธุรกิจฟาร์มสมาร์ตฟาร์มสมาร์ตใช้ระบบการเกษตรแบบเกษตรแทนการเกษตรแบบดั้งเดิม วิธีการทำการเกษตรแบบดั้งเดิมของคนในท้องถิ่นมีความยั่งยืนสูงแม้ว่าต้นทุนรวมทั้งหมดจะไม่ถูก เป้าหมายการวิจัยของเราคือการให้แนวทางแก้ปัญหาอย่างยั่งยืนในระยะยาวสำหรับระบบอัตโนมัติของการเกษตร ระบบอัตโนมัติด้านการเกษตรมีวิธีการ

ต่างๆ ในการรับข้อมูลจากพืชผัก เช่น เซ็นเซอร์สำหรับการวัดด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเราได้พัฒนาเทคโนโลยีการวัดแบบพกพาซึ่งได้แก่ เซ็นเซอร์ความชื้นในดิน เซ็นเซอร์วัดความชื้นสัมพัทธ์ และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิอากาศ นอกจากนี้ระบบชลประทานโดยใช้เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้ติดตั้งเซ็นเซอร์เหล่านี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมและควบคุมระบบชลประทานผ่านทางโทรศัพท์สมาร์ต วัตถุประสงค์ของการทดลองคือการหาวิธีที่ดีกว่าในการควบคุมระบบชลประทานด้วยระบบอัตโนมัติและการควบคุมด้วยตนเองผ่านโทรศัพท์สมาร์ต เพื่อที่จะควบคุมระบบชลประทานเราได้พัฒนาวิธีการสื่อสารของเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อรวบรวมข้อมูลสภาพแวดล้อมและส่งคำสั่งควบคุมเพื่อเปิด / ปิดระบบชลประทานประสบความสำเร็จในการควบคุมระบบชลประทานและการควบคุมน้ำใกล้รากผัก ในเอกสารฉบับนี้เราได้พยายามแสดงให้เห็นถึงระบบอัตโนมัติของระบบชลประทานที่เป็นประโยชน์สำหรับธุรกิจฟาร์มซึ่งทำให้สะดวกสบายกว่าการใช้การเกษตรแบบดั้งเดิมโดยใช้โทรศัพท์สมาร์ตในการเฝ้าติดตามและควบคุมระบบ ดังนั้น ในระยะยาวทำให้ต้นทุนลดลงเช่นกันผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีความถูกต้องในการส่งและรับการควบคุมสั่งการระบบชลประทานร้อยละ 96 และความถูกต้องของการเก็บรวบรวมสิ่งแวดล้อมร้อยละ 98

Mohammad Chehreghani Bozchalui (2015) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนพลังงานและค่าความต้องการโดยรวม ในขณะที่พิจารณาพารามิเตอร์ที่สำคัญของอุณหภูมิ ความชื้นและระดับแสง ควรอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ดังนั้นแบบจำลองที่นำเสนอ รวมกับการคาดการณ์สภาพอากาศ, ข้อมูลราคาไฟฟ้าและความต้องการของผู้ใช้ เพื่อให้ประสิทธิภาพสูงสุด และผลกระทบจากความไม่แน่นอนของราคาไฟฟ้า การพยากรณ์อากาศต่อการใช้งานที่เหมาะสม โดยใช้แบบจำลอง Monte Carlo ซึ่งผลการจำลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของรูปแบบที่เสนอเพื่อลดต้นทุนพลังงานทั้งหมด โดยยังคงรักษาข้อจ ากัดด้านการด าเนินงานที่จ าเป็น

Sanjay Mathur (2013) งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอรูปแบบการคาดการณ์สภาพอากาศโดยใช้ Neural Network พารามิเตอร์สภาพอากาศ เช่น อุณหภูมิสูงสุดอุณหภูมิต่ าสุด และความชื้นสัมพัทธ์ได้รับการทำนายโดยใช้คุณลักษณะที่สกัดจากช่วงเวลาต่างๆ รวมทั้งจากช่วงเวลาของชุดพารามิเตอร์สภาพอากาศ วิธีการที่ใช้ที่นี่ใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบดึงข้อมูล ที่มีการถ่ายทอดกลับเพื่อการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกไว้ ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการคาดการณ์ตามคุณลักษณะสามารถทำให้การคาดการณ์มีความถูกต้องสูง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงการทดลอง (Experiment Research) เพื่อศึกษาปัญหาและรวบรวมข้อมูลสำหรับการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค ผู้วิจัยได้ดำเนินงานวิจัย โดยแบ่งเป็น 7ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การเตรียมข้อมูล

3.2 การออกแบบและพัฒนานิวรอลเน็ตเวิร์ค

3.3 ขั้นตอนการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค

3.4 การวัดและประเมินผลการวิจัย

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

3.6 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

3.1 การเตรียมข้อมูล

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์คผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเลือกใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่มาจากฐานข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทยย้อนหลัง 1 ปี ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ และ ปริมาณน้ำฝน จากข้อมูลพยากรณ์สภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทยย้อนหลัง 1 ปี เพื่อนำมาสร้างตัวแบบพยากรณ์สำหรับควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตรล่วงหน้า ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่างข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. 60 – 30 เม.ย 61 (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ณ เดือนมิถุนายน 2561)

เดือน	วันที่	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นเฉลี่ย (%)	น้ำฝนเฉลี่ย (มม.)
พฤษภาคม 2560	1	29.5	67	5.4
	2	31.5	74	5.3
	3	31.5	73.5	5.3
	4	32.5	72.5	5.3
	5	28	72	5.3
	6	30.5	71	5.2
	7	28.5	76.5	5.2
	8	30.5	76.5	5.2

จากตารางที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่างข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. 60 – 30 เม.ย 61 ถูกนำมาเปลี่ยนรูปแบบข้อมูล (Value Normalization) ให้อยู่ในช่วง [0, 1] เพื่อให้การประมวลผลด้วยโครงข่ายนิวรอลเน็ตเวิร์คมีประสิทธิภาพ ดังสมการ (1)

$$\square\ \square\square\square\square\square\square\square\square\square\square = (\square - \square_{\square\square\square})/(\square_{\square\square\square} - \square_{min}) \quad (1)$$

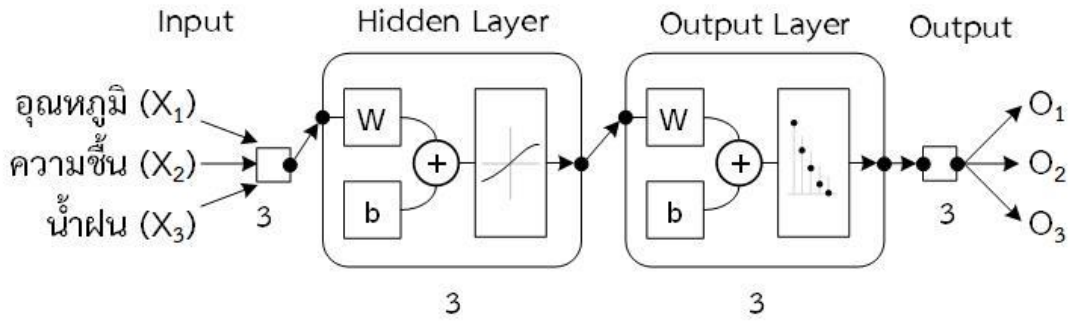
ตารางที่ 3.2 ผลลัพธ์จากการแปลงรูป (Value Normalization)

เดือน	วันที่	อุณหภูมิเฉลี่ย (°C)	ความชื้นเฉลี่ย (%)	น้ำฝนเฉลี่ย (มม.)
พฤษภาคม 2560	1	0.769230769	0.476190476	0.586206897
	2	0.923076923	0.60952381	0.574712644
	3	0.923076923	0.6	0.574712644
	4	1	0.580952381	0.574712644
	5	0.653846154	0.571428571	0.574712644
	6	0.846153846	0.552380952	0.563218391
	7	0.692307692	0.657142857	0.563218391
	8	0.846153846	0.657142857	0.563218391

3.2 การออกแบบและพัฒนานิวรอลเน็ตเวิร์ค

นิวรอลเน็ตเวิร์คถูกออกแบบให้รองรับการสอนด้วยเทคนิคการแพร่กลับ (Back propagation method) เพื่อใช้สอนให้เน็ตเวิร์คเรียนรู้รูปแบบ (Patterns) ของข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ถูกเก็บรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2561 ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน เพื่อใช้ประมวลผลวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบันและพยากรณ์ความน่าจะเป็นของสภาพอากาศล่วงหน้าสำหรับใช้ควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตร (ดังภาพประกอบที่ 3-1) ประกอบด้วย

1. ชั้นข้อมูลนำเข้า (Input layer) ประกอบด้วยจำนวนชั้น 1 ชั้น และมี 3 นิวรอล
2. ชั้นซ่อน (Hidden layer) ประกอบด้วยจำนวนชั้น 1 ชั้น และมี 3 นิวรอล
3. ชั้นข้อมูลออก (Output layer) ประกอบด้วยจำนวนชั้น 1 ชั้น และมี 3 นิวรอล



ภาพประกอบที่ 3-1 โครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์คสำหรับงานวิจัย

3.3 ขั้นตอนการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค

นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบแพร่ย้อนกลับ (Back propagation Neural Network) มีวิธีการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการฝึกสอนด้วยความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทนิวรอนในแต่ละชั้นกับค่า Weight และ Bias เพื่อปรับลดจำนวนนิวรอลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ออกจากโครงสร้างภายในของนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบอัตโนมัติ ทั้งนี้เพื่อควบคุมจำนวนนิวรอลในชั้นซ่อนให้มีจำนวนที่เหมาะสมกับการประมวลผลรูปแบบการสอนที่กำหนดไว้ (Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei, 2012)

ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 3 ชุด ได้แก่ ข้อมูลชุดสอน (Train) 70%, ข้อมูลปรับแต่ง (Validation) 15% และข้อมูลชุดทดสอบ (Test) 15% โดยกำหนดรูปแบบการสอน ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตารางรูปแบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

รูปแบบการสอน	ชั้นข้อมูลออกของนิวรอล			หมายเลขของเซ็นเซอร์ควบคุมอุปกรณ์
	Output (O1)	Output (O2)	Output (O3)	
1	0	0	1	เซ็นเซอร์ 1
2	0	1	0	เซ็นเซอร์ 2
3	1	0	0	เซ็นเซอร์ 3

จากตารางที่ 3.3 แสดงรูปแบบการฝึกสอนเพื่อจดจำรูปแบบสภาพภูมิอากาศสำหรับควบคุมเซ็นเซอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในฟาร์ม โดยใช้กรณีศึกษาเซ็นเซอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหมายเลข 1-10 ซึ่งถูกควบคุมด้วย เอาท์พุทนิวรอล จำนวน 3 นิวรอล ได้แก่ O1 – O3 ดังนี้

1. รูปแบบค่าของเอาท์พุทนิวรอล 001 แสดงผลการควบคุมเซ็นเซอร์สำหรับควบคุมอุณหภูมิ (เซ็นเซอร์หมายเลข 1)

2. รูปแบบค่าของเอาท์พุทนิวรอล 010 แสดงผลการควบคุมเซ็นเซอร์สำหรับควบคุมความชื้น (เซ็นเซอร์หมายเลข 2)

3. รูปแบบค่าของเอาท์พุทนิวรอล 100 แสดงผลการควบคุมเซ็นเซอร์สำหรับควบคุมแสงสว่าง (เซ็นเซอร์หมายเลข 3)

3.4 การวัดและประเมินผลการวิจัย

การประเมินและวัดผลลัพธ์เพื่อวิเคราะห์ระดับความถูกต้องด้านการประมวลผลของระบบการจับคู่ที่ได้ออกแบบในงานวิจัย ผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจากรูปแบบวิธีการคำนวณ (Ferrara, Montanelli, Noessner & Stuckenschmidt, 2011) ความถูกต้อง (Accuracy) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือวัด ในการอ่านค่าหรือแสดงค่าที่วัดได้เข้าใกล้ค่าจริง โดยการคำนวณค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด ดังสมการ (2) - (4)

$$\%Accuracy = 100 - \%Error \quad (2)$$

โดยที่

$$Relative\ error = \left| \square_{\square\square\square} - \square_{\square} \right| \quad (3)$$

$$\%Error = Relative\ error \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ $\square_{\square\square\square}$ คือ ค่าที่ได้จากการวัด (Measure Value)

$\square_{\square}$ คือ ค่าจริง (Ture Value)

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

1. ข้อมูลการพยากรณ์จากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ย้อนหลัง 1 ปี

2. ระบบพัฒนา

2.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

2.1.1 คอมพิวเตอร์ ซีพียู AMD FX จำนวน 1 เครื่อง (Client – Server)

2.1.2 ฮาร์ดดิสก์ความจุ 1 TB และ หน่วยความจำ 8 GB

2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

2.2.1 ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10

2.2.2 MatLab 2018a

3.6 แผนการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงานวิจัยจะใช้ระยะเวลาตั้งแต่ภาคการศึกษาที่ 1 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึง ภาคการศึกษาที่ 3 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม/ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	ระยะเวลาการดำเนินงาน									
	พ.ศ. 2560				พ.ศ. 2561					
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ส.ค.
1. การกำหนดหัวข้อวัตถุประสงค์ ขอบเขตและตัวแปรงานวิจัย	■	■								
2. การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล		■	■							
3. การวิเคราะห์และออกแบบจำลองและเครื่องมือวิจัย			■	■						
4. การพัฒนาแบบจำลองและเครื่องมือวิจัย			■	■	■	■	■	■		
5. การทดสอบและประเมินผลงานวิจัย								■	■	■
6. การจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์									■	■
7. การตีพิมพ์และเผยแพร่ผลงานวิจัย									■	■

บทที่ 4
ผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เทคนิคการเรียนรู้นิวรอลเน็ตเวิร์คและโปรแกรมแมทเล็บ โดยใช้ข้อมูลข้อมูลการพยากรณ์อากาศ จากกรมอุตุนิยมวิทยาอ้างอิงย้อนหลัง 1 ปี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2560 ถึงเมษายน 2561 โดยมีระยะเวลาดำเนินการเดือนตุลาคม 2560 ถึงพฤษภาคม 2561ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ 3 ข้อดังนี้

1. เพื่อศึกษาปัญหาและความสำคัญของการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร

2. เพื่อการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

3. การประเมินผลงานวิจัยและความถูกต้องในการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อากาศ เพื่อใช้ควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตร

4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

วัตถุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาปัญหาและความสำคัญของการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อากาศ เพื่อใช้ควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตร โดยผู้วิจัยพบว่าปัจจุบันฟาร์มเกษตรหลายแห่งได้นำเอาอุปกรณ์เซ็นเซอร์ประเภทสมาร์ต (Smart Sensor) มาใช้ภายในฟาร์ม ซึ่งข้อมูลที่ได้จากตัวเซ็นเซอร์ สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลหาค่าต่างๆ นอกจากนี้การวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศในปัจจุบัน สามารถเชื่อมต่อข้อมูลจากหน่วยงานภายนอกได้ เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการทำนายอุณหภูมิล่วงหน้า โดยใช้ชุดข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของแต่ละวัน โดยเริ่มตั้งแต่ 1 พฤษภาคม 2560 ถึง 30 เมษายน 2561 รวมเป็นข้อมูลทั้งหมด 365 ข้อมูล ดังตารางที่ 4.1 มาใช้ในงานวิจัย

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างชุดข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพันธ์ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย อ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ณ วันที่ 1 พ.ค. 60 – 30 เม.ย 61

วันที่	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)
1	29.5	67	5.4
2	31.5	74	5.3
3	31.5	73.5	5.3
4	32.5	72.5	5.3
5	28	72	5.3
6	30.5	71	5.2
7	28.5	76.5	5.2
8	30.5	76.5	5.2
9	30	77	5.1
10	29	79	5.1
11	29.5	76	5.1
12	28	82.5	5.1
13	29	83	5
14	28.5	76.5	5
15	29.5	75	5
16	28.5	80	4.9
17	27	89	4.9
18	30	79	4.9
19	28.5	80	4.9
20	29.5	74.5	4.8

จากตารางที่ 4.1 ข้อมูลตัวอย่างที่ได้ จากกรมอุตุนิยมวิทยาตั้งแต่วันที่ 1 พ.ค. 60 – 30 เม.ย 61 ถูกนำมาเปลี่ยนรูปแบบข้อมูล (Value Normalization) ให้อยู่ในช่วง [0, 1] เพื่อให้การประมวลผลด้วยโครงข่ายนิวรอลเน็ตเวิร์คมีประสิทธิภาพ จากสมการ (1)

$$\square\ \square\square\square\square\square\square\square\square\square\square = (\square - \square_{\square\square\square})/(\square_{\square\square\square} - \square_{\min}) \quad (1)$$

ตารางที่ 4.2 ผลลัพธ์จากการแปลงรูป (Value Normalization)

วันที่	อุณหภูมิ (^{o}C)	ความชื้น (%)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)
1	0.769230769	0.476190476	0.586206897
2	0.923076923	0.60952381	0.574712644
3	0.923076923	0.6	0.574712644
4	1	0.580952381	0.574712644
5	0.653846154	0.571428571	0.574712644
6	0.846153846	0.552380952	0.563218391
7	0.692307692	0.657142857	0.563218391
8	0.846153846	0.657142857	0.563218391
9	0.807692308	0.666666667	0.551724138
10	0.730769231	0.704761905	0.551724138
11	0.769230769	0.647619048	0.551724138
12	0.653846154	0.771428571	0.551724138
13	0.730769231	0.780952381	0.540229885
14	0.692307692	0.657142857	0.540229885
15	0.769230769	0.628571429	0.540229885
16	0.692307692	0.723809524	0.528735632
17	0.576923077	0.895238095	0.528735632
18	0.807692308	0.704761905	0.528735632
19	0.692307692	0.723809524	0.528735632
20	0.769230769	0.619047619	0.517241379

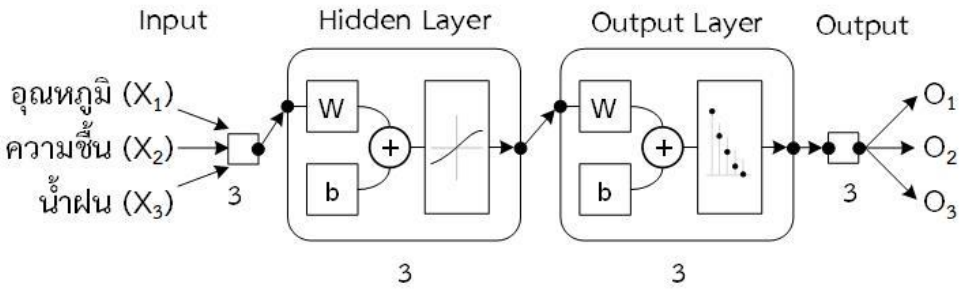
4.2 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

วัตถุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 2 เพื่อการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค สำหรับสร้างตัวแบบการพยากรณ์ทำนายโดยอาศัยนิวรอลเน็ตเวิร์คและการหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมมาเป็นข้อมูลที่ใช้ฝึกนิวรอลเน็ตเวิร์ค ผู้วิจัยใช้เครื่องมือแมตเล็บ ในการฝึกสอนและสร้างตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์ งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงการทำนายอุณหภูมิล่วงหน้า โดยใช้ชุดข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละวัน โดยเริ่มตั้งแต่ 1 พฤษภาคม 2560 ถึง 30 เมษายน 2561 รวมเป็นข้อมูลทั้งหมด 365 ข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง “ชุดทดสอบ” จำนวน 365 รายการ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ข้อมูลชุดสอน (Train) จำนวน 255 รายการ (70% ของจำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด), ข้อมูลปรับแต่ง (Validation) จำนวน 55 รายการ (15% ของจำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด) และข้อมูลชุดทดสอบ (Test) จำนวน 55 รายการ (15% ของจำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด) เพื่อนำข้อมูลการพยากรณ์ มาเตรียมความพร้อมให้กับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ให้สามารถทำงานเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายในอนาคต

4.2.1 วิธีการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค

นิวรอลเน็ตเวิร์คถูกออกแบบให้รองรับการสอนด้วยเทคนิคการแพร่กลับ (Back propagation method) เพื่อใช้สอนให้เน็ตเวิร์คเรียนรู้รูปแบบ (Patterns) ของข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ถูกเก็บรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2561 ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ เพื่อใช้ประมวลผลวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบัน และพยากรณ์ความน่าจะเป็นของสภาพอากาศล่วงหน้าสำหรับใช้ควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตร (ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4-1) ประกอบด้วย

1. ชั้นข้อมูลนำเข้า (Input layer) ประกอบด้วยจำนวน 1 ชั้น และมี 3 นิวรอลเน็ตเวิร์ค
2. ชั้นซ่อน (Hidden layer) ประกอบด้วยจำนวน 1 ชั้น และมี 3 นิวรอลเน็ตเวิร์ค
3. ชั้นข้อมูลออก (Output layer) ประกอบด้วยจำนวนชั้น 1 ชั้น และมี 3 นิวรอลเน็ตเวิร์ค



ภาพประกอบที่ 4-1 โครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์คที่ใช้ในงานวิจัย

4.2.2 ขั้นตอนการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค

นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบแพร่ย้อนกลับ (Back propagation Neural Network) มีวิธีการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการฝึกสอนด้วยความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทนิวรอลในแต่ละชั้นกับค่า Weight และ Bias เพื่อปรับลดจำนวนนิวรอลที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ออกจากโครงสร้างภายในของนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบอัตโนมัติ ทั้งนี้เพื่อควบคุมจำนวนนิวรอลในชั้นซ่อนให้มีจำนวนที่เหมาะสมกับการประมวลผลรูปแบบการสอนที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.3 รูปแบบการสอนนิวรอลเน็ตเวิร์คเพื่อใช้ประมวลผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

รูปแบบการสอน	ชั้นข้อมูลออกของนิวรอล			หมายเลขของเซ็นเซอร์ควบคุมอุปกรณ์
	Output (O1)	Output (O2)	Output (O3)	
1	0	0	0	เซ็นเซอร์ 1
2	0	1	0	เซ็นเซอร์ 1
3	1	1	0	เซ็นเซอร์ 2
4	1	0	0	เซ็นเซอร์ 2
5	1	0	1	เซ็นเซอร์ 3
6	1	1	1	เซ็นเซอร์ 3

จากตารางที่ 4.3 แสดงรูปแบบการฝึกสอนเพื่อจดจำรูปแบบสภาพภูมิอากาศสำหรับควบคุมเซ็นเซอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในฟาร์ม โดยใช้กรณีศึกษาเซ็นเซอร์ เพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าหมายเลข 1-10 ซึ่งถูกควบคุมด้วย เอาท์พุทนิวรอลเน็ตเวิร์ค จำนวน 3 นิวรอลเน็ตเวิร์ค ได้แก่ O1 – O3 ดังนี้

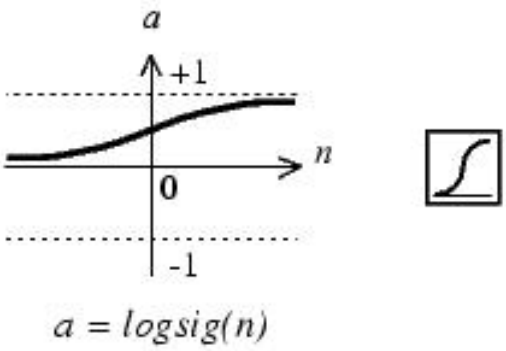
1. รูปแบบค่าของเอาท์พุทนิวรอล 000 และ 010 แสดงผลการควบคุมเซ็นเซอร์สำหรับควบคุมอุณหภูมิ (เซ็นเซอร์หมายเลข 1)

2. รูปแบบค่าของเอาท์พุทนิวรอล 110 และ 100 แสดงผลการควบคุมเซ็นเซอร์สำหรับควบคุมความชื้น (เซ็นเซอร์หมายเลข 2)

3. รูปแบบค่าของเอาท์พุทนิวรอล 101 และ 111 แสดงผลการควบคุมเซ็นเซอร์สำหรับควบคุม แสงสว่าง (เซ็นเซอร์หมายเลข 3)

งานวิจัยนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมชนิดฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) แบบลอการิทึมซิกมอยด์ (Logarithmic Sigmoid) หรือลอกซิกมอยดด์ (Log-Sigmoid) ในรูปแบบเปอร์เซ็ปตรอนหลายชั้น (Multi-Layer-Perceptron: MLP) และใช้กระบวนการเรียนรู้แบบการแพร่กระจายย้อนกลับ (Back Propagation Algorithm) ซึ่งแบบลอการิทึมซิกมอยด์เป็นฟังก์ชันแปลงค่าอินพุตที่มีค่าช่วงไม่จำกัดให้เป็นค่าเอาต์พุตที่มีช่วงจำกัดระหว่าง 0 ถึง +1 ฟังก์ชันประเภทซิกมอยด์เหมาะสำหรับปัญหาการจดจำรูปแบบที่ใช้แปลงค่าในชั้นเอาต์พุต สามารถคำนวณได้จากสมการ (5)

$$\square(\square) = \frac{1}{1+\exp(-\square)} \tag{5}$$



ภาพประกอบที่ 4-2 โครงข่ายประสาทเทียมชนิดฟังก์ชันถ่ายโอนแบบ Log-Sigmoid

4.2.3 การทดสอบและประเมินผลแบบจำลอง

ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง “ชุดทดสอบ” จำนวน 365 รายการ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ข้อมูลชุดสอน (Train) จำนวน 255 รายการ (70% ของจำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด), ข้อมูลปรับแต่ง (Validation) จำนวน 55 รายการ (15% ของจำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด) และข้อมูลชุดทดสอบ (Test) จำนวน 55 รายการ (15% ของจำนวนข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด)

ผลการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ค พบว่าค่าน้ำหนักจะมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมระหว่างการฝึกสอนโดยเริ่มต้นที่ค่า -9.714 และสุดท้ายที่ค่า 12.300 โดยมีค่ารอบของการเรียนรู้ (Epoch) จำนวน 88 Iterations และจำนวนนิวรอลที่อยู่ในโครงสร้างของนิวรอลเน็ตเวิร์คจะถูกจัดเรียงในโครงสร้าง 3-3-3 (จำนวนชั้นนิวรอลเน็ตเวิร์คของชั้นอินพุทเท่ากับ 3, จำนวนนิวรอลเน็ตเวิร์คของชั้นซ่อนเท่ากับ 3 และจำนวนนิวรอลเน็ตเวิร์คของชั้นเอาท์พุทเท่ากับ 3) และค่าเอนเอียงเท่ากับ 0.178 เพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนรู้ของโครงข่ายที่ออกแบบไว้ โดยมีค่าความถูกต้องแสดงด้วยตาราง Confusion Matrix ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4-3

การประเมินและวัดผลลัพธ์เพื่อวิเคราะห์ระดับความถูกต้องด้านการประมวลผลของระบบการจับคู่ที่ได้ออกแบบในงานวิจัย ผู้วิจัยจะใช้เกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจากรูปแบบวิธีการคำนวณค่าความถูกต้อง (Accuracy) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือวัด ในการอ่านค่าหรือแสดงค่าที่วัดได้เข้าใกล้ค่าจริง (Ferrara, Montanelli, Noessner & Stuckenschmidt, 2011) โดยการคำนวณค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาดด้วยสมการ (2) – (4) ซึ่งแสดงในรูปแบบตาราง Confusion Matrix Table ดังภาพประกอบที่ 4-3

Output				
1	50 33.3%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
2	0 0.0%	48 32.0%	3 2.0%	94.1 5.9%
3	0 0.0%	2 1.3%	47 31.3%	95.9% 4.1%
	100% 0.0%	96.0% 4.0%	94.0 6.0%	96.7% 3.3%
	1	2	3	

Target

ภาพประกอบที่ 4-3 ผลการฝึกสอนด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์คแสดงด้วยตาราง Confusion Matrix

จากตาราง Confusion Matrix (ภาพประกอบที่ 4.3) แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูลทดสอบอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของความถูกต้องของการฝึกสอนเท่ากับ 96.7% และค่าความผิดพลาดจากการจำแนกกลุ่มเท่ากับ 3.3% โดยมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 3.88461หลังจากเสร็จสิ้นการฝึกสอน ผู้วิจัยได้ทดสอบการทำงานของแบบจำลองนิวรอลเน็ตเวิร์ค (Simulink Model) ด้วยข้อมูลทดสอบการพยากรณ์อากาศ “ชุดจริง”จากกรมอุตุนิยมวิทยา ประกอบด้วย ข้อมูล (1) อุณหภูมิ (2) ความชื้น และ (3) ปริมาณน้ำฝน ซึ่งทำการทดสอบด้วยเครื่องมือวิจัยแมตแล็ปเวอร์ชั่น 2018a ที่ถูกเปลี่ยนรูปข้อมูลให้เหมาะสมแล้ว เพื่อทดสอบผลลัพธ์การพยากรณ์สภาพอากาศ โดยผลลัพธ์ที่ได้ถูกบันทึกลงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล “ชุดจริง” ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค

วันที่	**อุณหภูมิ’ (T’)**	**ความชื้น’ (H’)**	**ปริมาณน้ำฝน’ (R’)**	**ผลลัพธ์ของรูปแบบการพยากรณ์ที่คาดว่าจะได้รับจาก Output Neural**
1	0.45	0	1	001
2	0.82	0.32	0.89	101
3	0.82	0.3	0.89	101
4	1	0.25	0.89	101
5	0.18	0.23	0.89	001
6	0.64	0.18	0.78	101
7	0.27	0.43	0.78	001
8	0.64	0.43	0.78	101
9	0.55	0.45	0.67	101
10	0.36	0.55	0.67	011
11	0.45	0.41	0.67	001
12	0.18	0.7	0.67	011
13	0.36	0.73	0.56	011
14	0.27	0.43	0.56	001
15	0.45	0	1	001

จากตารางที่ 4.4 ผลลัพธ์การวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศ **“ชุดจริง”** สำหรับการควบคุมพลังงานไฟฟ้าด้วยการทดสอบแบบจำลอง Simulink Model ของแมตแล็ป ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ผ่านการจัดโครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์คและการเรียนรู้การวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลการพยากรณ์อากาศแล้ว (ภาพประกอบที่ 4.3) พบว่า ค่าความถูกต้องอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยของความถูกต้องเท่ากับ 98.7% และค่าความผิดพลาดจากการจำแนกกลุ่มเท่ากับ 1.3% โดยมีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.93205

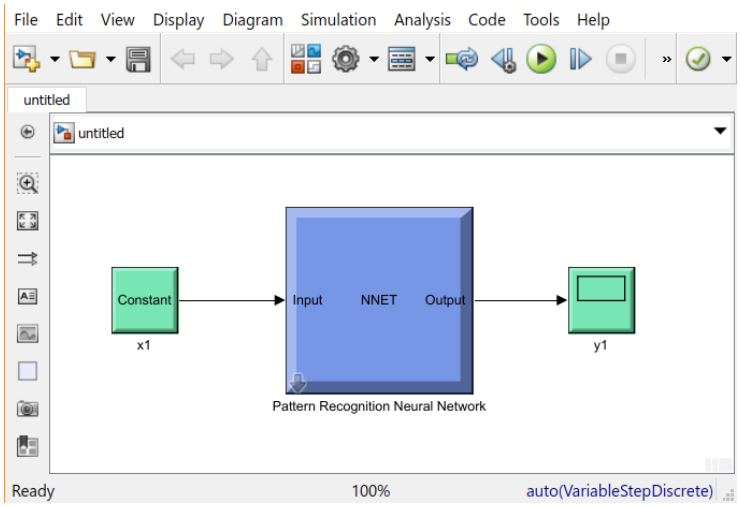
Output					
	1	122 33.3%	0 0.0%	0 0.0%	100% 0.0%
	2	0 0.0%	119 32.7%	3 2.0%	98.0 2.9%
	3	0 0.0%	2 1.3%	119 32.7%	98.0% 2.0%
		100% 0.0%	98.0% 2.0%	98.0 2.0%	98.7% 1.3%
		1	2	3	

Target

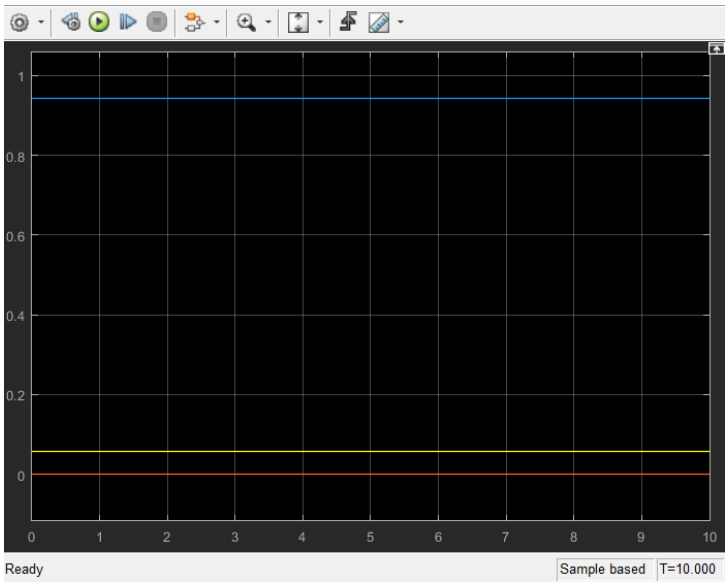
ภาพประกอบที่ 4-4 ผลการทดสอบด้วยข้อมูลชุดจริง

4.3 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3

วัตถุประสงค์งานวิจัยข้อที่ 3 การประเมินผลงานวิจัยและความถูกต้องในการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อากาศ เพื่อใช้ควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตร โดยผู้วิจัยได้ใช้เครื่องวิจัยแมตแล็ปเวอร์ชั่น 2018a ในการทดสอบแบบจำลอง Simulink Mode ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ผ่านการจัดโครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์คและการเรียนรู้การวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูลการพยากรณ์อากาศแล้ว ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4-5 และ 4-6



ภาพประกอบที่ 4-5 หน้าจอการออกแบบการควบคุมเซ็นเซอร์ ด้วยแบบจำลอง Simulink Model ของแมตแล็ป



ภาพประกอบที่ 4-6 ผลการทดสอบข้อมูลชุดจริงของการพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้าด้วยแบบจำลอง Simulink Model ของแมตแล็ป

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษางานวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองการวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร โดยผู้วิจัยได้นำทฤษฎีการเรียนรู้ของนิวรอลเน็ตเวิร์คมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ถูกเก็บรวบรวมจากกรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2560 – 2561 ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ เพื่อใช้ประมวลผลวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบัน และพยากรณ์ความน่าจะเป็นของสภาพอากาศล่วงหน้าสำหรับใช้ควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตร ผลการวิจัยพบว่า จำนวนนิวรอลเน็ตเวิร์คที่อยู่ในโครงสร้างถูกจัดเรียงในรูปแบบการแพร่กลับหลายชั้น (3-3-3) และมีค่าเอนเอียงเท่ากับ 0.124 โดยมีค่าเฉลี่ยของความถูกต้องเท่ากับ 98.7%, ค่าความผิดพลาดจากการจำแนกกลุ่มเท่ากับ 1.3% และ ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (MSE) เท่ากับ 1.93205% จึงทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัยได้พบค่า แอ็กทิเวเตอร์ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทย ซึ่งมีค่าอุณหภูมิมากกว่า 0 องศา และมีผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มเกษตรในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

5.2 อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้มีการตรวจสอบและประเมินผล ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยนิวรอลเน็ตเวิร์คที่ใช้มีโครงสร้างแบบป้อนกลับหลายชั้น (Multilayer Perceptron) ใช้การเรียนรู้ของโครงข่ายชนิดมีการสอน (Supervised Learning) แบบป้อนไปข้างหน้า (Feed - forward) ด้วยวิธีการป้อนกลับ (Back Propagation) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ผลการทดลองในระดับดีมาก และสอดคล้องกับ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Sanjay Mathur, 2013) ที่ได้นำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลการเกษตร และข้อมูลการพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้า สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเตรียมความพร้อมให้กับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ ให้ทำงานล่วงหน้า เช่น การป้อนข้อมูลพยากรณ์อากาศล่วงหน้า 30 วัน เพื่อปรับปรุงผลผลิตและหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและปุ๋ย ให้เกิดประสิทธิภาพ

แต่อย่างไรก็ดีผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยภายในประเทศมีการนำรูปแบบดังกล่าวนี้มาใช้กับฟาร์มเกษตรแต่ใช้เทคนิควิธีที่แตกต่างกัน เช่น ไม่ได้มีการกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ แต่ใช้ Activator แบบ Tanh เพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน (ชินนะ สระชุ่ม, 2556) และใช้สมองกลฝังตัว ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในฟาร์ม ได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และแสงสว่าง (อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ, 2561) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 โดยผู้วิจัยพบว่า ข้อมูลอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์อากาศ เพื่อใช้ประมวลผลวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบันและพยากรณ์ความน่าจะเป็นของสภาพอากาศล่วงหน้าสำหรับใช้ควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ในฟาร์มเกษตรสำหรับประเทศไทย เหมาะสมกับการใช้ Activator รูปแบบ Logsig เนื่องจากข้อมูลอยู่ในกลุ่ม 0-1 ซึ่งมีค่าเป็นบวก ทำให้การประมวลผลโดยนิวรอลเน็ตเวิร์คแบบแพร่กระจายกลับ ทำงานได้รวดเร็วและถูกต้องมากขึ้น ดังนั้นองค์ความรู้ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปใช้ขยายผลทางด้านวิชาการหรือนำไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มเกษตรเพื่อควบคุมพลังงานไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพได้ต่อไป

ตารางที่ 5.1 ตารางเปรียบเทียบผลงานวิจัย

ลำดับ	งานวิจัย	ข้อแตกต่าง
1	การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์อากาศ (ชินนะ สระชุ่ม, 2556)	ไม่ได้มีการกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ แต่ใช้ Activator แบบ Tanh เพื่อใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน
2	ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ(อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ, 2561)	ใช้สมองกลฝังตัว ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมภายในฟาร์ม ได้แก่ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และแสงสว่าง
3	A Feature Based Neural Network Model for Weather Forecasting. (Sanjay Mathur, 2013)	ใช้นิวรอลเน็ตเวิร์คแบบแพร่ย้อนกลับหลายชั้นในการหาค่าพารามิเตอร์สภาพอากาศ

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

1. กลุ่มข้อมูลของการพยากรณ์อากาศที่มีระยะเวลา 1 ปี จึงทำให้นิวรอลเน็ตเวิร์คเรียนรู้รูปแบบการพยากรณ์ที่จำกัด ดังนั้นการพยากรณ์จึงมีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้น

2. งานวิจัยนี้เป็นเพียงการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยผู้วิจัยใช้การทดสอบผ่านแมตแล็ป ซึ่งมีขีดความสามารถในการใช้งานจริงในฟาร์มเกษตร

3. งานวิจัยนี้มีขอบเขตการศึกษาเพียง 3 ตัวแปรสำคัญสำหรับธุรกิจฟาร์มเกษตร ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างผลกำไร และลดต้นทุนให้กับธุรกิจจริง

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ ควรใช้กลุ่มข้อมูลของการพยากรณ์อากาศที่มีระยะเวลามากกว่า 1 ปี เพื่อช่วยให้นิวรอลเน็ตเวิร์คสามารถสร้างรูปแบบการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องมากขึ้น

2. ผู้สนใจสามารถนำแบบจำลองนี้ไปพัฒนาเป็นแอพพลิเคชันสำหรับการควบคุมเซ็นเซอร์อุปกรณ์ไฟฟ้าแทนการใช้เครื่องมือแมตแล็ปได้ต่อไปในอนาคต

3. ผู้ที่สนใจสามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้กับควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อสร้างผลกำไร หรือ ลดต้นทุนให้กับธุรกิจแต่หากจะนำไปใช้ในธุรกิจอื่น อาจจะต้องศึกษาตัวแปรมากขึ้น

4. เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพ ควรทดสอบในพื้นที่เขตสภาพอากาศหนาวเย็นมาก อุณหภูมิมีค่าติดลบ ต่ำกว่า 0 ^{o}C ควรเลือกค่าฟังก์ชั่น Activator แบบ Tanh ซึ่งรองรับกลุ่มข้อมูลที่มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ^{o}C ถึง 1 ^{o}C ก็จะช่วยให้การประมวลผลการทำงานมีความถูกต้องมากขึ้น

บรรณานุกรม

Admission Premium. (2560). **Internet of things (IOT) เมื่ออินเตอร์เน็ตเชื่อมต่อกับทุกสิ่ง.** สืบค้นเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2560, จากเว็บไซต์ http://www.admissionpremium.com/content/1838

Aekyeung Moon, Jaeyoung Kim, Jialing Zhang, Hang Liu, Seung Woo Son. (2017). Understanding the Impact of Lossy Compressions on IoT Smart Farm Analytics. **International Conference on Big Data (BIGDATA),** 4602-4609.

Culibrina, F. B., & Dadios, E. P. (2015). Smart farm using wireless sensor network for data acquisition and power control distribution. **In Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM), 2015 International Conference on IEEE,** 1-6.

Fausett, L. V. (1994). **Fundamentals of neural networks: architectures, algorithms, and applications.** 3. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Ferrara, Montanelli, Noessner & Stuckenschmidt. (2011). Benchmarking Matching Applications on the Semantic Web. **Extended Semantic Web Conference,** 8 (2), 108-122.

I. A. Aziz, M. H. Hasan, M. J. Ismail, M. Mehat, N. S. Haron. (2013). Remote Monitoring in Agricultural Greenhouse Using Wireless Sensor and Short Message Service (SMS). **International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS,** 9 (9), 35-43.

Inoshika Dilrukshi and Kasun de Zoysa. (2014). A Feature Selection Method for Twitter News Classification [Electronic version]. **International Journal of Machine Learning and Computing**, 4 (4), 365-369.

Jan Chorowski and Jacek M. Zurada. (2015). Learning Understandable Neural Networks With Nonnegative Weight Constraints. **IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems,** 26 (1), 62-69.

Jiawei Han, Micheline Kamber, Jian Pei. (2012). **Data Mining: Concepts and Techniques.** 3rd. United States of America : Morgan Kaufmann.

Mohammad Chehreghani Bozchalui, Claudio A. Cañizares and Kankar Bhattacharya. (2015). Optimal Energy Management of Greenhouses in Smart Grids. **IEEE Transactions on Smart Grid,** 6(2), 827-835.

Nandurkar, S. R., Thool, V. R., & Thool, R. C. (2014). Design and development of precision agriculture system using wireless sensor network. **First International Conference on Automation, Control, Energy and Systems (ACES),** 1 (1), 1-6.

Nattapol Kaewmard. (2014). Sensor data collection and irrigation control on vegetable crop using smart phone and wireless sensor networks for smart farm. **IEEE Conference on Wireless Sensors (ICWiSE),** 1(2), 106-112.

Nattawuttisit, S., & Usanavasin, S. (2013). Ontology Mapping Using Neural Networks with Indexing Technique. **International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET),** 2(1), 13-17.

Paras, Sanjay Mathur, Avinash Kumar, and Mahesh Chandra. (2013). A Feature Based Neural Network Model for Weather Forecasting. **International Journal of Computational Intelligence**. 4(3), 209-216.

Patel, S. M., & Kanawade, S. Y. (2017). **Internet of Things Based Smart Home with Intel Edison.** In Proceedings of International Conference on Communication and Networks, Singapore : Springer 385-392.

Roiger, R. J. (2017). **Data mining a tutorial-based primer.** 2nd. United States of America : Chapman and Hall/CRC.

Stojkoska, B. L. R., & Trivodaliev, K. V. (2017). **A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions.** Journal of Cleaner Production, 140, 1454-1464.

Tamtomo, K. (2016). **The push and pull of language ideologies: Multilingual communicative practices among youths in an Indonesian city.** State University of New York at Albany.

Troyanskaya, O., Cantor, M., Sherlock, G.,Brown, P., Hastie, T., Tibshirani, R., Botstein, D. and Altman, R.B., (2001). **Missing value estimation methods for DNA microarrays. Bioinformatics,** 17(6), 520-525.

จารุมน หนูคง. (2552). **การศึกษาเปรียบเทียบเทคนิควิธีการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาราคายางด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม สมการถดถอยแบบโพลิโนเมียล และซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 203-205.

ชณัฐดาภรณ์ เย็นประเสริฐ. (2557). **การเปรียบเทียบความแม่นยำการพยากรณ์สถานการณ์ชำระหนี้ของลูกหนี้ โดยใช้เทคนิคการถดถอยลอจิสติกนาอีฟย์เบย์ และต้นไม้การตัดสินใจ.** สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 78-79.

ชินนะ สระชุ่ม. (2556). **การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์อากาศ,** การค้นคว้าอิสระเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 86-90.

นราธิป ทองปาน และธนาพัฒน์ เที่ยงภักดิ์. (2559). ระบบรดน้ำอัตโนมัติผ่านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย. **วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม,** ปีที่ 3 (1), 35-43.

บริษัท อาร์เอส คอมโพเน้นซ์ จำกัด. (2560). **อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things).** สืบค้นเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2560, จากเว็บไซต์ : https://th.rs-online.com/web

ประโยชน์ คำสวัสดิ์. (2558). การพัฒนาเครือข่ายเซ็นเซอร์สำหรับระบบชลประทานอัตโนมัติ. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 35-36.

ผุสดี บุญรอด และ กรวัฒน์ พลเยี่ยม. (2560). แบบจำลองการพยากรณ์ราคามันสำปะหลังโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** ปีที่ 25(3), 534-543.

พยุง มีสัจ. (2557). **ระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม.** กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

พรพิมล ณ นคร. (2555). **แบบจำลองระบบพยากรณ์อากาศโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม กรณีศึกษา กรมอุตุนิยมวิทยา ประเทศไทย,** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 76-79.

ภควัต คุปต์ธนโรจน์. (2555). **การทำเหมืองข้อมูลเพื่อการขายต่อเนื่องของบริการบริหารเงินสด กรณีศึกษาธนาคารพาณิชย์แห่งหนึ่ง**. การค้นคว้าอิสระวิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 16-18.

ยุพิน ไชยสมภาร และ ทวี ชัยพิมลผลิน. (2560). การพยากรณ์ระดับน้ำโดยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมด้วยข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากแบบจำลอง WRF-ECHAM5. **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี),** ปีที่ 9 (17), 83-90.

รุจิรา ธรรมสมบัติ. (2554). **ระบบสนันสนุนการตัดสินใจในการเลือกใช้แพคเกจอินเทอร์เน็ตมือถือโดยใช้ต้นไม้ตัดสินใจ.** รายงานวิจัย สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจวิทยาลัยราชพฤกษ์, 67-68.

วรรณสิริ ธุระชน, วรพจน์ สุเมธาวัฒนพงศ์ และ ณัฐวิภา ส่งสุข. (2557). ระบบการจำแนกพันธุ์ยางพาราโดยใช้ตัวจำแนกนาอีฟเบย์. **การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ,** ปีที่ 10 (6), 20-25.

วรารัตน์ รุ่งวรวุฒิ. (2560). **Data Mining Artificial Neural Network**. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, สืบค้นเมื่อวันที่ 16 มกราคม 2561, จากเว็บไซต์ : http://202.28.94.51/web/wararat/322756/Chapter8_DM58.pdf

วิวัฒน์ มีสุวรรณ์. (2558). อินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) กับการศึกษา Internet of Things on Education. **วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม,** ปีที่ 4 (2), 84-86.

ศรีสกุล แสงสุวรรณ และ สุชา สมานชาติ. (2551). การพยากรณ์ราคาทองคำแท่งโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม. **วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ,** ปีที่ 4 (7), 15-21.

ศุภโชค แสงสว่าง. (2559). การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมกับงานทางด้านการเกษตร. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**, ปีที่ 26 (2), หน้า 325.

สกุล คำนวนชัย และชม กิ้มปาน. (2560). อินเทอร์เน็ตออฟติงการรดน้ำในแปลงผักชีพร้อมแจ้งเตือนผ่านไลน์ แอปพลิเคชัน. **วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเทพสตรี I-TECH,** ปีที่ 12 (1), 89-99.

สิตาวีธ์ ธีรวิรุฬห์. (2559). **สมาร์ตฟาร์มการทำเกษตรที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม.** สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2560, จากเว็บไซต์ : http://library2.parliament.go.th/ebook/content-issue/2559/hi2559-093.pdf.

สำนักงานประสานงานการขับเคลื่อน Thailand 4.0. (2560). **พิมพ์เขียวและแผนปฏิบัติการขับเคลื่อน Thailand 4.0 โมเดลขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ความมั่งคั่งมั่นคง และยั่งยืน.** สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2560, จากเว็บไซต์ : http://www.libarts.up.ac.th/v2/img/Thailand-4.0.pdf.

อรนงค์ บุเกตุ และ พุธษดี ศิริแสงตระกูล. (2556). แบบจำลองการพยากรณ์ปริมาณอ้อยของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการใช้โครงข่ายประสาทเทียม. **วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น,** ปีที่ 41(1), 214-225.

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ. (2561). ระบบสมองกลฝังตัวตรวจวัดสภาพแวดล้อมสำหรับฟาร์มอัจฉริยะ. **วารสารแก่นเกษตรคณะเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,** ปีที่ 46 (1), 807-812.

อานนท์ นามสนิท. (2549). **การจำแนกกลุ่มเพลงไทยโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 51-53.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2561, จากเว็บไซต์ :
http://www.mut.ac.th/research-detail-92

เสกสรรค์ ศิวิลัย. (2559). **Internet of Things เมื่อสรรสิ่งล้วนเชื่อมต่อ (อินเตอร์เน็ต)**. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2-4

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบประเมินคุณภาพ

แบบประเมินคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมพลังงานไฟฟ้า ในฟาร์มเกษตร

ด้วยการเรียนรู้ของนิวรอลเน็ตเวิร์ค

<u>คำชี้แจง</u>

แบบประเมินคุณภาพชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของการวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมพลังงานไฟฟ้า ในฟาร์มเกษตรด้วยการเรียนรู้ของนิวรอลเน็ตเวิร์ค เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงแบบจำลองโดยแบบประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัวผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 การแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินคุณภาพ

ระดับเกณฑ์การให้คะแนน		**ความหมาย**
เชิงคุณภาพ	**เชิงปริมาณ**	
มากที่สุด	5	การประเมินคุณภาพของแบบจำลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด
มาก	4	การประเมินคุณภาพของแบบจำลองมีประสิทธิภาพมาก
ปานกลาง	3	การประเมินคุณภาพของแบบจำลองมีประสิทธิภาพปานกลาง
น้อย	2	การประเมินคุณภาพของแบบจำลองมีประสิทธิภาพน้อย
น้อยที่สุด	1	การประเมินคุณภาพของแบบจำลองมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด

<u>ตอนที่ 1</u> ข้อมูลส่วนตัวผู้เชี่ยวชาญ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมายถูก (□) ลงในช่วงที่กำหนดให้ และเติมคำในช่องว่างตามความเป็นจริงของท่านทุกข้อ

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. ระดับการศึกษา
   ☐ปริญญาตรี ☐ปริญญาโท
   ☐ปริญญาเอก ☐อื่น ๆ (โปรดระบุ).....
3. ตำแหน่งงาน .....
4. สถานที่ทำงาน.....
5. ประสบการณ์ทำงานของท่าน .....ปี

<u>ตอนที่ 2</u> การแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคุณภาพของแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมายถูก (□) ในช่องทางขวามือที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

1. แบบประเมินนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อผู้เชี่ยวชาญได้ทำการใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นและประเมินคุณภาพของแบบจำลอง โดยจะแบ่งแบบประเมินออกเป็น 5 ด้าน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบประเมินคุณภาพแบบจำลองด้านความถูกต้องของผลลัพธ์การพยากรณ์

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของท่าน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
1. ด้านวัตถุประสงค์ของการใช้งานแบบจำลอง					
สามารถวิเคราะห์ข้อมูลการพยากรณ์อากาศได้					
สามารถนำไปใช้ควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตรได้					
สามารถแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตของธุรกิจฟาร์มเกษตรได้					
2. ด้านการออกแบบจำลอง					
แบบจำลองที่ใช้มีความทันสมัยและเหมาะสมกับธุรกิจฟาร์มเกษตร					
รูปแบบการแปลงข้อมูล (Value Normalization) มีความเหมาะสม					
รูปแบบฟังก์ชันการทำงานเหมาะสมกับกระบวนการเกษตร					
รูปแบบสถาปัตยกรรมโครงสร้างนิวรอลเน็ตเวิร์คมีความเหมาะสม					
3. ด้านการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง					
ความถูกต้องของผลลัพธ์ของการสอนตามรูปแบบ (Pattern)					
ความถูกต้องของผลลัพธ์ในการประมวลผลนิวรอลเน็ตเวิร์คด้วยข้อมูลชุดจริงอยู่ในระดับดี (ค่า F-Measure มากกว่า 80%)					
ความถูกต้องของข้อมูลที่ถูก Normalization					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของท่าน				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
4.ด้านประโยชน์ของแบบจำลอง					
สามารถประยุกต์ใช้ในการทำงานได้จริง					
ช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิตของฟาร์มเกษตร					
สามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจอื่นได้					
สนับสนุนนโยบายภาครัฐที่ต้องการขับเคลื่อนเทคโนโลยีด้านการเกษตรของประเทศไทยไปสู่การเกษตรรูปแบบ 4.0					
5.ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้งาน					
ความง่ายต่อการใช้งาน					
ความสะดวกรวดเร็วของการใช้งาน					
ด้านความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศ					
ด้านการประยุกต์ใช้งานกับธุรกิจฟาร์มเกษตร					

ภาคผนวก ข
แบบตอบรับผู้เชี่ยวชาญ

SPU
SRIPATUM UNIVERSITY

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อ (~~ยศ~~/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) กิตติ สิริโสภณวัฒนา

ตำแหน่ง นักวิชาการคอม ชำนาญการ ฝ่ายระบบเครือข่าย สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล หน่วยงาน ศาลาว่าการกรุงเทพฯ

เบอร์โทรศัพท์ 081-618-1078 E-mail kittionguess@hotmail.com

☑ มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ให้กับ (~~ยศ~~/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

นักศึกษาระดับปริญญา โท แผน ก. หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

รหัสประจำตัว 60501171 สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะ เทคโนโลยีสารสนเทศ

ลงชื่อ กิตติ สิริโสภณวัฒนา

(นายกิตติ สิริโสภณวัฒนา)

4 / กรกฎาคม / 2561

SPU
SRIPATUM UNIVERSITY

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในก่ารวิจัย

ชื่อ (~~ยศ~~/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) ปริญญากร ปัญญา

ตำแหน่ง Project Manage หน่วยงาน บริษัท อินเตอร์ไซต์ (ประเทศไทย) จำกัด

เบอร์โทรศัพท์ 02-192-1820-2 E-mail itandhome@hotmail.com

☑ มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ให้กับ (~~ยศ~~/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

นักศึกษาระดับปริญญา โท แผน ก. หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

รหัสประจำตัว 60501171 สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะ เทคโนโลยีสารสนเทศ

ลงชื่อ ปริญญากร ปัญญา

(นายปริญญากร ปัญญา)

16 / กรกฎาคม / 2561

SPU
SRIPATUM UNIVERSITY

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อ (~~ยศ~~/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) ปวีณ วัฒโล

ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่าย E-Media หน่วยงาน บริษัท ทีทีเอฟ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

เบอร์โทรศัพท์ 085-916-2266 E-mail force_ja@hotmail.com

☑ มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ให้กับ (~~ยศ~~/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

นักศึกษาระดับปริญญา โท แผน ก. หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

รหัสประจำตัว 60501171 สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะ เทคโนโลยีสารสนเทศ

ลงชื่อ ปวีณ วัฒโล

(นายปวีณ วัฒโล)

29 / ธันวาคม / 2561

SPU
SRIPATUM UNIVERSITY

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อ (ยศ/นาย/นาง/นางสาว) ปรีดิชา จรัลพงษ์

ตำแหน่ง Data Analysis หน่วยงาน ธนาคารกรุงไทยสำนักงานใหญ่

เบอร์โทรศัพท์ 095-564-5049 E-mail Preedicha.jar@gmail.com

☐ มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ให้กับ (ยศ/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) เชียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

นักศึกษาระดับปริญญา โท แผน ก. หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

รหัสประจำตัว 60501171 สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะ เทคโนโลยีสารสนเทศ

ลงชื่อ .....

(นายปรีดิชา จรัลพงษ์)

20 / ก.ค. / 2561

SPU
SRIPATUM UNIVERSITY

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ชื่อ (~~ยศ~~/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) ทรงศักดิ์ ขันทอง

ตำแหน่ง เจ้าของสวน หน่วยงาน สวนอินทผลัมขันทอง

เบอร์โทรศัพท์ 085-957-7561 E-mail -

☑ มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

☐ ไม่สามารถเป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ให้กับ (~~ยศ~~/นาย/~~นาง~~/~~นางสาว~~) เชียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

นักศึกษาระดับปริญญา โท แผน ก. หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

รหัสประจำตัว 60501171 สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะ เทคโนโลยีสารสนเทศ

ลงชื่อ .....

(นายทรงศักดิ์ ขันทอง)

7 / กันยายน / 2561

ภาคผนวก ค
แบบตอบรับตีพิมพ์ผลงานวิชาการ

ที่ ศธ ๐๕๕๘/พิเศษ

มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
อ.เมือง จ.ภูเก็ต ๘๓๐๐๐

๑๔ มิถุนายน ๒๕๖๑

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณาบทความเพื่อจัดพิมพ์เผยแพรในวารสารวิชาการชายน์เทค มรภ.ภูเก็ต

เรียน คุณเฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์

ตามที่ท่านได้ส่งบทความเรื่อง "**การวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมพลังงานไฟฟ้าในฟาร์มเกษตรด้วยการเรียนรู้ของนิวรอลเน็ตเวิร์ค**" เพื่อพิจารณาจัดพิมพ์เผยแพรในวารสารวิชาการชายน์เทค มรภ.ภูเก็ต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต ปีที่ ๒ ฉบับที่ ๑ เดือนมกราคม – มิถุนายน ๒๕๖๑ นั้น

ในการนี้ กองบรรณาธิการวารสารวิชาการชายน์เทค มรภ.ภูเก็ต ขอเรียนให้ทราบว่าผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาบทความของท่านแล้ว เห็นสมควรให้ตีพิมพ์เผยแพร่บทความดังกล่าวในวารสารวิชาการชายน์เทค มรภ.ภูเก็ต ปีที่ ๒ ฉบับที่ ๑ เดือนมกราคม – มิถุนายน ๒๕๖๑

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวรรณ บัวทอง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปฏิบัติราชการแทน อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

สำนักงานคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ / โทรสาร ๐๗๖ ๒๑๘ ๘๐๖
ผู้ประสานงาน นางสาวสุธิตา รัตนบุรี โทรศัพท์ ๐๘๑ ๐๙๙ ๖๐๔๖

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นายเฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	21 กุมภาพันธ์ 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	
ปี พ.ศ. 2552	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ คอมพิวเตอร์ธุรกิจ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยามบริหารธุรกิจ
ปี พ.ศ. 2554	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยามบริหารธุรกิจ
ปี พ.ศ. 2556	ปริญญาตรี เทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ
ประสบการณ์การทำงาน	
ปี พ.ศ. 2555	บริษัท เซลล์ อาฟเตอร์ เซอร์วิส จำกัด
ปัจจุบัน	บริษัท อินเตอร์ไซต์ (ประเทศไทย) จำกัด
ผลงานวิชาการ	เฐียรเกษม สุธาวณัฐพงศ์, สุขสวัสดี ณัฏฐวุฒิสิทธิ์ และปราลี มณีรัตน์. (2561). การวิเคราะห์ข้อมูลพยากรณ์อากาศสำหรับการควบคุมสมาร์ตเซ็นเซอร์ของฟาร์มเกษตร ด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ค. วารสารวิชาการซายน์เทค มรภ.ภูเก็ต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, ปีที่ 2(1)