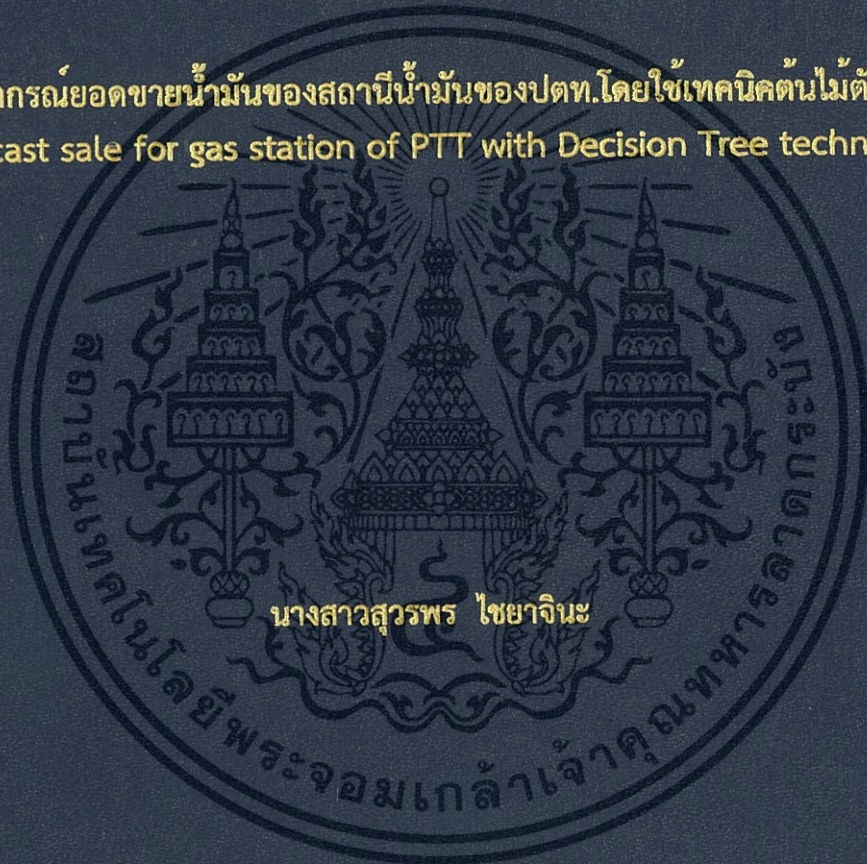




## รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การพยากรณ์ยอดขายน้ำมันของสถานีน้ำมันของปตท. โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ  
Forecast sale for gas station of PTT with Decision Tree technique



นางสาวสุรพร ไชยาจិនะ

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559



T148569

รายงานสหกิจฉบับสมบูรณ์

การพยากรณ์ยอดขายน้ำมันของสถานีน้ำมันของปตท. โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ  
Forecast sale for gas station of PTT with Decision Tree technique

๑/พ.  
๑๘๖๘ ก

นางสาวสุรพร ไชยาจិនะ

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 148569  
วันเดือนปี 6 11 2560

12871527  
b.....  
l.....

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขา วิศวกรรมสารสนเทศ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การพยากรณ์ยอดขายน้ำมันของสถานีน้ำมันของปตท.โดยใช้เทคนิคต้นไม้  
ตัดสินใจ

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาว สุวรรพร ไชยาจินะ

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขา วิศวกรรมสารสนเทศ

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.สุธีรา พันธุ์ธีรานุรักษ์

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นาย ปุญญนันท์ ปันสุข

สถานประกอบการ บริษัท พีทีที โอลิชั่นส์ จำกัด (มหาชน)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้เสนอเกี่ยวกับการพยากรณ์ยอดขายน้ำมันโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบมีผู้สอน โดยวิเคราะห์ข้อมูลยอดขายน้ำมันย้อนหลัง 2 ปี จากฐานข้อมูล และแสดงกราฟเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการพยากรณ์กับยอดขายจริง และสามารถดูแนวโน้มของการขายน้ำมันผ่านทางหน้าเว็บแอปพลิเคชัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการคาดการณ์ปริมาณน้ำมันให้เพียงพอสำหรับการขายในแต่ละวัน และการวางแผนเตรียมการจัดส่งน้ำมันของรถขนส่งน้ำมัน การคำนวณค่าความผิดพลาดเพื่อทราบความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากการพยากรณ์ และค่ายอดขายจริงนั้นใช้วิธีการคำนวณจากค่าความคลาดเคลื่อนของรากของค่าผิดพลาดเฉลี่ยยกกำลังสอง

คำสำคัญ : ต้นไม้ตัดสินใจ การพยากรณ์ ความคลาดเคลื่อน น้ำมัน เว็บแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Cooperative Title:** Forecast Sale for Gas Station of PTT with Decision Tree Technique

**Student intern name:** Suwaraporn Chaiyajina

**Faculty:** Engineering **Department:** Computer Engineering

**Program:** Information Engineering

**Advisor name:** Asst.Prof.Dr.Sutheera Puntheeranurak

**Mentor name:** Mr.Punyanan Pinsuk

**Company:** PTT ICT Solution Company Limited

## ABSTRACT

This thesis presents about sale forecasting for PTT gas stations with Decision Tree that supervises learning technique by analyzing actual sale data past two years from database and present in the graph. The graph presents comparing between actual sale line and forecast line for look trends of sale on Web Application is created for enough oil for each day and planning to transport oil to each station by fuel vehicle. The error is calculated for a differentiate from actual sale and forecast sale by Root Mean Square Error (RMSE).

**Keyword:** Decision tree, Forecasting, Error, Oil, Web Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้คำปรึกษาและความช่วยเหลือจาก ผู้นิเทศงาน นายบุญญนันท์ ปิ่นสุข และรวมไปถึง นาย รัตชัย พวงภู่ และ นาย นิวัฒน์ รุ่งจำรูญ ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในส่วนของการทำงานฐานข้อมูล การทำตารางการทำงานของโปรแกรม เพื่อความสะดวกในการทำงาน ขอขอบคุณบุคลากรใน บริษัท พีทีที ไอดีที โซลูชันส์ จำกัด ในแผนก ATA/A ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลืออย่างดีตลอดมา รวมไปถึงประสบการณ์ในการทำงานจริง ขอขอบคุณ ผศ.ดร.สุธีรา พันธุ์ธรรมาธิ์ อาจารย์ผู้นิเทศงาน ที่ให้คำปรึกษา และอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชา ที่ให้การอบรมสั่งสอน

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และเพื่อน ๆ ที่คอยสนับสนุนและให้กำลังใจ ทำให้ทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุรพร ไชยาจันะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ๓๓๓ ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
ABTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	1
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining).....	3
2.1.1 เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data mining Technique).....	3
2.2 ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error).....	21
2.3 ภาษาไพธอน (Python).....	22
2.4 เอชทีเอ็มแอล (HTML).....	23
2.4.1 ส่วนประกอบของเอชทีเอ็มแอล.....	23
2.5 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application).....	25
2.5.1 ส่วนประกอบฝั่งผู้ใช้งาน (Client-side Technology).....	26
2.5.2 ส่วนประกอบฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-side Technology).....	27
2.6 ฟลัสก์ (Flask).....	28
2.7 เจควีรี่ (jQuery).....	30
2.8 เอแจ็กซ์ (AJAX).....	30
2.9 ไฮชาร์ต (Highcharts).....	31
2.10 บูทสแตรป (Bootstrap).....	31
2.10.1 คอนเทนเนอร์ (Container).....	31
2.10.2 จัมโบตรอน (Jumbotron).....	32
2.10.3 เนฟบาร์ (Navbar).....	33
2.10.4 พาเนล (Panel).....	32
2.10.5 ระบบกริด (Grid system).....	34

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน</b> .....	36
3.1 การเตรียมข้อมูล.....	36
3.2 การดำเนินการสร้างโมเดล.....	40
3.3 การดำเนินการสร้างหน้าแสดงผล.....	42
3.3.1 การออกแบบหน้าแสดงผล.....	42
3.3.2 การออกแบบกราฟ.....	44
3.3.3 การนำเข้าข้อมูล.....	45
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน</b> .....	48
4.1 ค่าความคลาดเคลื่อน.....	48
4.2 หน้าแสดงผล.....	48
<b>บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ</b> .....	51
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	51
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	51
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	51
<b>บรรณานุกรม</b> .....	52
<b>ประวัติผู้จัดทำ</b> .....	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงสรุปขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
2.1 แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลที่จะใช้หากฎความสัมพันธ์.....	5
2.2 แสดงการคำนวณค่าสนับสนุนของแต่ละข้อมูล.....	5
2.3 แสดงค่าสนับสนุนของไอเท็มเซตความยาว 2.....	6
2.4 แสดงค่าสนับสนุนของไอเท็มเซตความยาว 3.....	6
2.5 แสดงความถี่ของกลุ่มข้อมูลทั้งหมด.....	6
2.6 แสดงกฎความสัมพันธ์ทั้งหมดพร้อมค่าความเชื่อมั่นและค่าลิฟท์.....	7
2.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลในการทำต้นไม้ตัดสินใจ.....	8
3.1 แสดงโมเดลที่วิเคราะห์ด้วยตนเอง.....	37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และไม่ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

ภาพที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการทำงานจำแนกประเภทข้อมูล .....	8
2.2 การหาความน่าจะเป็นของแอดทริบิวต์สภาพภูมิอากาศ.....	10
2.3 การหาค่าความน่าจะเป็นของแอดทริบิวต์อุณหภูมิ.....	11
2.4 การหาค่าความน่าจะเป็นของแอดทริบิวต์ความชื้นในอากาศ.....	13
2.5 การหาค่าความน่าจะเป็นของแอดทริบิวต์ลมแรง .....	14
2.6 โมเดลต้นไม้ตัดสินใจที่ได้ .....	15
2.7 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม .....	16
2.8 ตัวอย่างระนาบที่เหมาะสม .....	18
2.9 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบตัดเป็นส่วน .....	19
2.10 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบลำดับชั้น .....	20
2.11 ตัวอย่างของเคมีน .....	21
2.12 ตัวอย่างโค้ดเอชทีเอ็มแอล .....	24
2.13 ตัวอย่างผลลัพธ์ของโค้ดเอชทีเอ็มแอล.....	25
2.14 การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน .....	25
2.15 คำสั่งติดตั้งเพื่อใช้งานฟลัสก์ .....	29
2.16 โค้ดตัวอย่างเริ่มต้นการใช้งานฟลัสก์.....	29
2.17 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการรันคำสั่งเมื่อใช้งานฟลัสก์.....	30
2.18 คำสั่งเพื่อใช้งานไฮชาร์ต.....	31
2.19 ผลลัพธ์การใช้คลาสคอนเทนเนอร์ที่มีคลาสจัมโบตรอนอยู่ภายใน.....	31
2.20 ตัวอย่างโค้ดการใช้คลาสคอนเทนเนอร์.....	32
2.21 ตัวอย่างโค้ดการใช้คลาสจัมโบตรอน .....	32
2.22 ผลลัพธ์การใช้คลาสจัมโบตรอน.....	32
2.23 ตัวอย่างการใช้งานคลาสพาเนล.....	33
2.24 ผลลัพธ์การใช้งานคลาสพาเนล.....	33
2.25 ตัวอย่างโค้ดการใช้งานคลาสเนฟบาร์ .....	34
2.26 ผลลัพธ์การใช้เนฟบาร์เฮดเดอร์ .....	34
2.27 ผลลัพธ์การใช้ระบบกริดเมื่อแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์.....	34
2.28 ผลลัพธ์การใช้ระบบกริดเมื่อการแสดงผลบนหน้าจอไอโฟน 6 พลัส.....	35
2.29 ตัวอย่างโค้ดการใช้งานระบบกริด .....	35
3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน .....	36
3.2 ตัวอย่างข้อมูลที่เพิ่มปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายน้ำมัน .....	38
3.3 กราฟที่ได้จากการทดสอบจากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ.....	38
3.4 กราฟที่ได้จากการทดสอบจากเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน .....	39
3.5 กราฟที่ได้จากการทดสอบจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม .....	39
3.6 คำสั่งนำเข้าไลบรารีเพื่อใช้โมเดลต้นไม้ตัดสินใจ.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.7 คำสั่งนำเข้าเดททามและทาม .....	40
3.8 คำสั่งนำเข้านัมไฟ .....	40
3.9 คำสั่งนำเข้าอาร์เรย์ .....	41
3.10 คำสั่งนำเข้าซีเอ็ทซ์ออราเคิลและเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลออราเคิล .....	41
3.11 ปัจจัยที่มีนํามาวิเคราะห์ .....	41
3.12 คำสั่งเพื่อการใช้งานเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ .....	41
3.13 คำสั่งเพิ่มข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเข้าฐานข้อมูล .....	42
3.14 โค้ดสำหรับการใช้งานบุทสแตรป .....	42
3.15 โค้ดเพื่อให้เว็บสามารถแสดงผลได้ทุกอุปกรณ์ .....	43
3.16 โค้ดสำหรับการใช้งานเจคิววีเมื่อมีการดาวน์โหลดเจคิววีมาไว้แล้ว .....	43
3.17 เจคิววี ซีดีเอ็น โดยกูเกิล .....	43
3.18 แสดงส่วนของจัมโบตรอนและรายการเลือกแบบดิ่งลง .....	43
3.19 แสดงส่วนแสดงกราฟโดยพาเนลบอดี .....	43
3.20 โค้ดสำหรับการใช้งานรูปแบบกราฟไฮชาร์ต .....	44
3.21 แสดงผลลัพธ์ของหัวข้อของกราฟ .....	44
3.22 ส่วนแสดงข้อมูลของกราฟ .....	44
3.23 ทูลทิบเพื่อแสดงข้อมูลของกราฟ .....	45
3.24 คำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการส่งข้อมูลจากไฟล์ไทรอนไปไฟล์เอชทีเอ็มแอล .....	45
3.25 กำหนดค่าให้กับตัวแปร .....	45
3.26 การรับค่าตัวแปรเข้ามา .....	45
3.27 การส่งค่ากลับ และกำหนดตัวแปรให้มีค่าเท่ากันทั้ง 2 ไฟล์ .....	46
3.28 ตัวอย่างการใช้เจสันในหน้าเอชทีเอ็มแอล .....	46
3.29 ตัวอย่างการรับ-ส่งข้อมูลและดึงข้อมูลโดยภาษาไทรอน .....	46
3.30 แอคทิวิตีไดอะแกรม .....	47
4.1 หน้าแสดงผล .....	48
4.2 แถบรายการเลือกแบบดิ่งลงสำหรับเลือกสถานี ผัง ผลิตภัณฑ์ .....	48
4.3 รายการเลือกแบบดิ่งลงแสดงหมายเลขสถานี .....	49
4.4 รายการเลือกแบบดิ่งลงเพื่อเลือกผัง .....	49
4.5 รายการเลือกแบบดิ่งลงเลือกผลิตภัณฑ์ .....	49
4.6 กราฟแสดงยอดขายจริงและค่าพยากรณ์ .....	50
4.7 ทูลทิบแสดงวันเวลา ยอดขาย ณ จุดนั้น .....	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VIII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ระบบวัดระดับน้ำมันในสถานีบริการน้ำมัน (Automatic Tank Gauging : ATG) คือระบบที่ทำหน้าที่วัดระดับน้ำมันในถังน้ำมันใต้ดินของสถานีบริการน้ำมัน โดยภายในถังน้ำมันจะใส่ลูกลอยไว้สำหรับวัดปริมาณน้ำมันในถัง จึงทำให้ทราบระดับน้ำมันภายในถังน้ำมันได้ ระบบจะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของถังน้ำมันทั้งหมดจัดลงในฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้ดูแลระบบสามารถทำการมอนิเตอร์ถังและระดับน้ำมันในถังน้ำมันได้

แผนก Technology and Analytic Applications /Automation : ATA/A เป็นแผนกที่ดูแลระบบวัดระดับน้ำมันในสถานีบริการน้ำมัน และเก็บข้อมูลยอดขายน้ำมันในฐานข้อมูลไว้จำนวนมากที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ จึงนำข้อมูลยอดขายน้ำมันมาเพื่อพยากรณ์ยอดขายน้ำมัน เพื่อจัดการรถขนส่งน้ำมัน และจัดการปริมาณน้ำมันในสถานีให้เพียงพอกับการขาย เนื่องจากรถขนส่งน้ำมันมีจำนวนจำกัด และการขนส่งแต่ละรอบขนน้ำมันได้ไม่กี่ชนิด และปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการของทุกสถานี รวมไปถึงดูแลแนวโน้มการขายในแต่ละวันและปริมาณน้ำมัน เพื่อจัดลำดับการจัดส่งและมีปริมาณที่เพียงพอสำหรับทุกสถานี

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลกับยอดขายน้ำมัน
2. เพื่อทราบผลลัพธ์ของโมเดลในการพยากรณ์
3. เพื่อพยากรณ์ยอดขายน้ำมันในวันถัดไป
4. เพื่อการจัดการรถขนส่งน้ำมันและปริมาณน้ำมันในสถานีน้ำมัน

#### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. สร้างโมเดลสำหรับพยากรณ์ยอดขายทุกสถานี และนำไปปรับใช้กับระบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS) ของบริษัท พีทีที โอลิโอที โซลูชันส์ จำกัด
2. สร้างเว็บแอปพลิเคชันสำหรับแสดงกราฟเส้นยอดขายจริงและค่าพยากรณ์

#### 1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. นำข้อมูลจากฐานข้อมูลออกมาวิเคราะห์ เพื่อดูปัจจัยที่มีผลกับยอดขายน้ำมัน
2. ทดลองทำโมเดลเพื่อพยากรณ์ยอดขาย และคำนวณค่าความผิดพลาด (RMSE)
3. ทำการแปลงข้อมูลที่มีให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้
4. นำข้อมูลที่จัดไว้แบ่งข้อมูลเป็น 2 กลุ่มคือ ชุดการสอน (Training set) และชุดทดสอบ (Test set) ทดลองกับแต่ละวิธีในการทำเหมืองข้อมูล โดยเลือกใช้ 3 วิธีคือ โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine)
5. เปรียบเทียบค่าความผิดพลาด และดูกราฟของแต่ละโมเดลเพื่อเลือกโมเดลที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จัดทำฐานข้อมูลจากข้อมูลที่จัดไว้แล้ว เพื่อให้สามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้ได้
7. เลือกวิธีต้นไม้มัดตีสินใจมาใช้ในการพยากรณ์โดย และใช้ภาษาไพธอนในการพัฒนา
8. เขียนหน้าเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการแสดงผลกราฟเปรียบเทียบข้อมูลยอดขายน้ำมันจริงและค่าพยากรณ์

ตารางที่ 1.1 แสดงสรุปขั้นตอนการดำเนินงาน

ลำดับ	หัวข้องาน	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	เรียนภาษาไพธอน	✓															
2	เลือกข้อมูลสถานีน้ำมันตัวอย่างที่จะนำมาวิเคราะห์		✓														
3	วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลและเตรียมข้อมูล แปลงรูปแบบของข้อมูล โดยโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel)			✓	✓												
4	ทดสอบแต่ละวิธีเพื่อเลือกโมเดลโดยใช้ข้อมูลจริง						✓										
5	ทำฐานข้อมูล						✓	✓									
6	เขียนโปรแกรม แก๊ซ และทดสอบความถูกต้อง							✓	✓								
7	ทำกราฟแสดงผล เปรียบเทียบยอดขายจริงและค่าพยากรณ์ โดยดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูล								✓	✓	✓						
8	เขียนเว็บแสดงผล โดยสามารถเลือกสถานี ฝั่ง และผลิตภัณฑ์ได้											✓	✓	✓			
9	แก๊ซโค้ดและทำให้โปรแกรมทำงานได้อัตโนมัติ													✓	✓	✓	
10	ทำรายงาน															✓	✓

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อนำไปใช้วางแผนการเตรียมการจัดส่งน้ำมันของรถขนส่งน้ำมัน
2. เพื่อการคำนวณปริมาณน้ำมันให้พอเหมาะสำหรับการขายในแต่ละวัน

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ที่ใช้เป็นความรู้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ และการเลือกโมเดลในการพยากรณ์ยอดขายน้ำมัน

#### 2.1 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล คือ กระบวนการที่กำกับข้อมูลจำนวนมาก เพื่อระบุรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจ การทำเหมืองข้อมูลถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท ทั้งทางด้าน การแพทย์ วิทยาศาสตร์ เศรษฐกิจ และสังคม โดยมีขั้นตอนในการทำเหมืองข้อมูลดังนี้

1. การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เป็นกระบวนการตรวจสอบและแก้ไขหรือลบข้อมูลที่ไม่ถูกต้องออกไปจากข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีคุณภาพและอัปเดตอยู่เสมอ
2. การรวบรวมข้อมูล (Data Integration) การรวมข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการให้อยู่ในที่เดียวกัน และจัดรูปแบบข้อมูลให้เหมาะสม
3. การเลือกข้อมูล (Data Selection) การเลือกข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์
4. การแปลงข้อมูล (Data Transformation) การปรับเปลี่ยนให้ข้อมูลเพื่อให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน
5. การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) การค้นหารูปแบบจากข้อมูลที่มีอยู่และกำหนดรูปแบบในการหาความสัมพันธ์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ
6. การวิเคราะห์รูปแบบ (Pattern Evaluation) การประเมินรูปแบบจากการนำผลลัพธ์จากการทำเหมืองข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ
7. การนำเสนอความรู้ (Knowledge Representation) ขั้นตอนการนำเสนอความรู้ที่ค้นพบ

##### 2.1.1 เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data mining Technique)

เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมีอยู่หลายวิธี ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเสนอวิธีที่ผู้วิจัยได้ศึกษา เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยเท่านั้น โดยมีดังนี้

###### 2.1.1.1 กฎความสัมพันธ์ (Association Rule)

กฎความสัมพันธ์ เป็นเทคนิคการหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกิดขึ้นบ่อย โดยหาความสัมพันธ์ของข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบของข้อมูล เช่น การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market Basket Analysis) ซึ่งจะมีรายการสินค้าหรือชุดข้อมูล (transaction) ที่สามารถบอกความเป็นไปได้ของการซื้อสินค้าร่วมกัน มีวิธีในการหาความสัมพันธ์หลายวิธี ซึ่งวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายคือ เอปไรโอรี (Apriori)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอปริออริ (Apriori) ใช้เทคนิคชัฟฟอร์ดเบสพรุณิ่ง (Support-based Pruning) เพื่อช่วยตัดหรือลดจำนวนกลุ่มข้อมูล (Candidate Itemsets) มีการกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) และกำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum Confidence) ซึ่งทั้งจะถูกกำหนดโดยผู้ใช้ระบบ โดยกฎความสัมพันธ์จะต้องมีค่าสนับสนุน (Support) และค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ไม่น้อยกว่าค่าขั้นต่ำที่กำหนดไว้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. หาความถี่ของกลุ่มข้อมูล (Frequent itemset ) เป็นการหารูปแบบที่เกิดขึ้น ร่วมกันบ่อยในฐานข้อมูล มีค่าสนับสนุนมากกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำ

- ข้อมูลหรือสินค้าเรียกว่า ไอเท็ม (item) ในความถี่ของกลุ่มข้อมูลต้องเป็นความถี่ของกลุ่มข้อมูลด้วย เช่น ถ้า {A,B} เป็นความถี่ของกลุ่มข้อมูลแล้ว {A} และ {B} ควรเป็นความถี่ของกลุ่มข้อมูลด้วย

- หาความถี่ของกลุ่มข้อมูลซ้ำ ๆ จาก 1 ถึง k-itemset โดย ไอเท็มเซต (Itemset) คือ กลุ่มสินค้าหรือกลุ่มข้อมูล

2. สร้างกฎความสัมพันธ์จากความถี่ของกลุ่มข้อมูลที่หาได้

กำหนดให้ LHS  $\Rightarrow$  RHS

รูปแบบไอเท็มเซตที่เกิดด้านซ้ายมือ (Left Hand Side : LHS)

รูปแบบไอเท็มเซตที่เกิดด้านขวามือ (Right Hand Side : RHS)

- ค่าสนับสนุน (Support) คือ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไอเท็มเซตทั้งหมดที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูล คำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$Support = \frac{freq(LHS,RHS)}{N} \times 100\% \quad (1)$$

- ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) คือ ค่าวัดประสิทธิภาพของกฎความสัมพันธ์ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนไอเท็มเซตทั้งหมดที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูลต่อจำนวนไอเท็มเซตที่เกิดทางด้านซ้ายมือของกฎ คำนวณจากสมการที่ (2)

$$Confidence = \frac{freq(LHS,RHS)}{freq(LHS)} \times 100\% \quad (2)$$

- ลิฟท์ (Lift) คือ ค่าที่บอกว่าการเกิดรูปแบบของกฎความสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กันแค่ไหน

- ถ้า lift = 1 แสดงว่ารูปแบบไอเท็มเซตที่เกิดด้านซ้ายมือ และรูปแบบไอเท็มเซตที่เกิดด้านขวา มือไม่ขึ้นต่อกัน

- ถ้า lift > 1 รูปแบบไอเท็มเซตที่เกิดด้านซ้ายมือส่งเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบไอเท็มเซตที่เกิดด้านขวามือ

- ถ้า lift < 1 รูปแบบไอเท็มเซตที่เกิดด้านซ้ายมือไม่ส่งเสริม

รูปแบบไอเท็มเซตที่เกิดด้านขวามือ

คำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$Lift = \frac{support(LHS,RHS)}{support(LHS) \times support(RHS)} \quad (3)$$

ตัวอย่างการหากฎความสัมพันธ์โดยวิธีเอโพรไอรี

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างชุดข้อมูลที่จะใช้หากฎความสัมพันธ์

Transaction ID	Items
1	A,C,D
2	B,C,E
3	A,B,C,E
4	B,E

กำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ = 50%

1. หากค่าสนับสนุนของแต่ละสินค้า และไอเท็มที่มีค่าสนับสนุนน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่กำหนดไว้ ก็จะถูกตัดออกไป

ตารางที่ 2.2 แสดงการคำนวณค่าสนับสนุนของแต่ละข้อมูล

Items	Support
A	2/4 = 50%
B	3/4 = 75%
C	3/4 = 75%
D	1/4 = 25%
E	3/4 = 75%

จากตาราง 2.2 ไอเท็ม A มีความถี่ในการเกิด 2 ครั้งจากในชุดข้อมูลทั้งหมด 4 ชุด ค่าสนับสนุนได้ 2 ต่อ 4 หรือเท่ากับร้อยละ 50 เมื่อคำนวณค่าสนับสนุนครบทุกไอเท็มแล้ว ไอเท็มใดที่มีค่าสนับสนุนน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำตามที่ได้กำหนดไว้ ไอเท็มนั้นจะถูกตัดทิ้ง ซึ่งในตัวอย่างนี้กำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำเท่ากับร้อยละ 50 ไอเท็ม D จึงถูกตัดทิ้ง เนื่องจากค่าสนับสนุนมีค่าเท่ากับร้อยละ 25 ซึ่งน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำ

2. สร้างไอเท็มเซตที่มีความยาวเท่ากับ 2  
 ตารางที่ 2.3 แสดงค่าสนับสนุนของไอเท็มเซตความยาว 2

Itemset	Support
A, B	$1/4 = 25\%$
A, C	$2/4 = 50\%$
A, E	$1/4 = 25\%$
B, C	$2/4 = 50\%$
B, E	$3/4 = 75\%$
C, E	$2/4 = 50\%$

จากตารางที่ 2.3 เมื่อหาค่าสนับสนุนของแต่ละไอเท็มแล้ว หาค่าสนับสนุนของไอเท็มเซตที่มีความยาว 2 โดยจับคู่ไอเท็มแต่ละไอเท็ม และคิดค่าสนับสนุน A และ B มีความถี่ในการเกิดพร้อมกันคือ 1 ครั้ง ในชุดข้อมูลทั้งหมด 4 ชุด ดังนั้นค่าสนับสนุนของไอเท็มเซต A และ B มีค่า 1 ต่อ 4 หรือ ร้อยละ 25 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำ จึงถูกตัดทิ้ง จากนั้นคิดค่าสนับสนุนของไอเท็มเซตที่มีความยาวเท่ากับ 3

3. สร้างไอเท็มเซตที่มีความยาวเท่ากับ 3  
 ตารางที่ 2.4 แสดงค่าสนับสนุนของไอเท็มเซตความยาว 3

Itemset	Support
A, B, C	$1/4 = 25\%$
A, C, E	$1/4 = 25\%$
B, C, E	$2/4 = 50\%$

ดังนั้นจะได้ตารางความถี่ของกลุ่มข้อมูลทั้งหมดดังตารางที่ 2.5  
 ตารางที่ 2.5 แสดงความถี่ของกลุ่มข้อมูลทั้งหมด

Itemset	Support
A	$2/4 = 50\%$
B	$3/4 = 75\%$
C	$3/4 = 75\%$
E	$3/4 = 75\%$
A, C	$2/4 = 50\%$
B, C	$2/4 = 50\%$
B, E	$3/4 = 75\%$
C, E	$2/4 = 50\%$
B, C, E	$2/4 = 50\%$

4. สร้างกฎความสัมพันธ์ โดยคำนวณค่าความเชื่อมั่นและค่าลิฟท์  
 ตารางที่ 2.6 แสดงกฎความสัมพันธ์ทั้งหมดพร้อมค่าความเชื่อมั่นและค่าลิฟท์

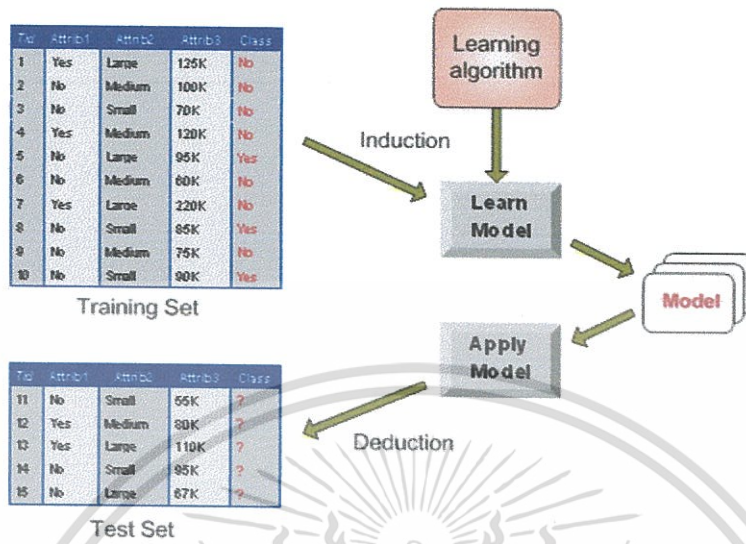
Itemset	Confidence	Lift
A $\Rightarrow$ C	100%	1.33
B $\Rightarrow$ C	66.67%	0.89
B $\Rightarrow$ E	100%	1.33
C $\Rightarrow$ A	66.67%	1.33
C $\Rightarrow$ B	66.67%	0.89
C $\Rightarrow$ E	66.67%	0.89
E $\Rightarrow$ B	100%	1.33
B $\Rightarrow$ C,E	66.67%	1.33
C $\Rightarrow$ B,E	66.67%	0.89
E $\Rightarrow$ B,C	66.67%	1.33

จากตารางที่ 2.6 ค่าความเชื่อมั่นของกฎ  $A \Rightarrow C$  โดยเปอร์เซ็นต์ของจำนวนไอเท็มเซตทั้งหมดที่เกิดขึ้นในฐานข้อมูล คือค่าสนับสนุนของไอเท็มเซต A และ C มีค่าเท่ากับร้อยละ 50 ต่อจำนวนไอเท็มเซตที่เกิดทางด้านซ้ายมือของกฎ คือค่าสนับสนุนของไอเท็ม A มีค่าร้อยละ 50 ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับร้อยละ 100 จากนั้นหาค่าลิฟท์คำนวณจากสมการที่ (3) ค่าสนับสนุนของไอเท็มเซต A และ C เท่ากับ ร้อยละ 50 ต่อผลคูณจำนวนไอเท็มเซตที่เกิดทางด้านซ้ายและขวา คือค่าสนับสนุนของไอเท็ม A มีค่าร้อยละ 50 คูณกับค่าสนับสนุนของไอเท็ม C มีค่าร้อยละ 75 ดังนั้นเมื่อแทนค่าแล้ว ค่าลิฟท์มีค่า 1.33 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 ซึ่งบอกได้ว่าเมื่อลูกค้าซื้อไอเท็ม A จะซื้อไอเท็ม C ด้วย

2.1.1.2 การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification)

การจำแนกประเภทข้อมูล เป็นการสร้างโมเดลจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้และเพื่อทำนายอนาคต เทคนิคนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่น การจัดกลุ่มลูกค้าทางการตลาด การตรวจสอบความผิดปกติ และการวิเคราะห์ทางการแพทย์ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

1. สร้างโมเดลจากการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูล (Training data) ออกเป็นชุดข้อมูล (Class) ซึ่งลักษณะของคลาสถูกอธิบายโดยกลุ่มของคุณสมบัติหรือแอตทริบิวต์ (Attribute) โดยโมเดลที่ได้สร้างจากต้นไม้มัดตัดสินใจ หรือโครงข่ายประสาทเทียม
2. เมื่อได้โมเดลสำหรับข้อมูลแล้ว จากนั้นทดสอบความถูกต้องของโมเดล โดยข้อมูลทดสอบ (Testing data) เป็นข้อมูลที่ถูกแบ่งไว้แต่แรกซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ได้อยู่ในข้อมูลเรียนรู้ไว้สำหรับโมเดล นำมาทดสอบกับโมเดลดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการทำงานการจำแนกประเภทข้อมูล [16]

ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

ต้นไม้ตัดสินใจ เป็นเทคนิคแบบการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervise Learning)

มีโครงสร้างแตกแขนงเป็นเหมือนต้นไม้แตกแขนงไปตามเงื่อนไขหรือข้อมูลที่ได้คาดคะเนไว้ว่าจะเกิดขึ้นโครงสร้างของต้นไม้ตัดสินใจประกอบด้วย ใบ (Leaf) เป็นส่วนของผลลัพธ์ที่ได้ กิ่ง (Branch) เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างโหนด ราก (Root) เป็นจุดเริ่มต้นของเหตุการณ์ โดยมีขั้นตอนการทำต้นไม้ตัดสินใจจะเลือกแอตทริบิวต์ที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดโดยคำนวณจากค่าอินฟอร์เมชันเกน (Information Gain : IG) ขึ้นมาเป็นโหนดบนสุดของต้นไม้ (Root node) และหาแอตทริบิวต์ถัดไปเรื่อย ๆ ดังนี้

ตัวอย่างการทำต้นไม้ตัดสินใจ

No.	Outlook	Temperature	Humidity	Windy	Play
1.	Sunny	Hot	High	FALSE	No
2.	Sunny	Hot	High	TRUE	No
3.	Overcast	Hot	High	FALSE	Yes
4.	Rainy	Mild	High	FALSE	Yes
5.	Rainy	Cool	Normal	FALSE	Yes
6.	Rainy	Cool	Normal	TRUE	No
7.	Overcast	Cool	Normal	TRUE	Yes
8.	Sunny	Mild	High	FALSE	no
9.	Sunny	Mild	Normal	FALSE	Yes

ตารางที่ 2.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลในการทำต้นไม้ตัดสินใจ (ต่อ)

No.	Outlook	Temperature	Humidity	Windy	Play
10.	Sunny	Mild	Normal	TRUE	Yes
11.	Overcast	Mild	High	TRUE	Yes
12.	Overcast	Hot	Normal	FALSE	Yes
13.	Rainy	Mild	High	TRUE	No

ข้อมูลในตารางมี 5 แอตทริบิวต์

- outlook สภาพภูมิอากาศ
- temperature อุณหภูมิ
- humidity ความชื้นในอากาศ
- windy ลมแรง
- play การจัดแข่งกีฬาซึ่งเป็นคลาส

1. หาค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปี ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความสัมพันธ์ของแอตทริบิวต์ โดยเลือกแอตทริบิวต์ ที่มีความสัมพันธ์กับคลาสมากที่สุดขึ้นมาเป็นโหนดบนสุดของต้นไม้ ค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปี จะใช้ค่าเอนโทรปี (Entropy) วัดการกระจายของข้อมูล ถ้าข้อมูลแตกต่างกันมากค่าเอนโทรปี ก็จะมีค่าสูง และหากข้อมูลมีความใกล้เคียงกันค่าเอนโทรปีจะมีค่าต่ำ โดยค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปีหาได้จาก สมการที่ (4)

$$IG(\text{parent}, \text{child}) = \text{entropy}(\text{parent}) - [p(c_1) \times \text{entropy}(c_1) + \text{entropy}(c_2) + \dots] \quad (4)$$

กำหนดให้

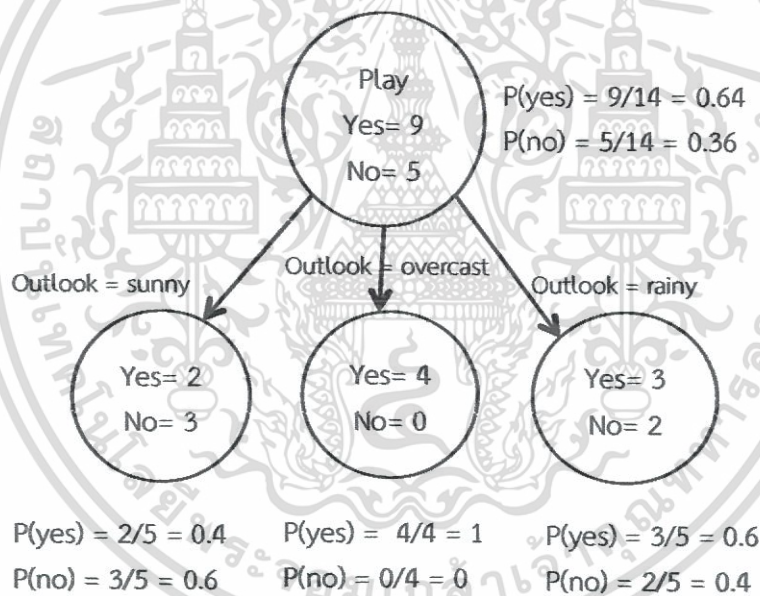
$$\text{entropy}(c_1) = -p(c_1) \log p(c_1)$$

$p(c_1)$  คือ ค่าความน่าจะเป็นของ  $c_1$

คำนวณค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปี เริ่มจากหาความน่าจะเป็นของการจัดแข่งกีฬา และหาความน่าจะเป็นของแต่ละค่าในแอตทริบิวต์ซึ่งการหาความน่าจะเป็นได้แสดงดังภาพที่ 2.2 จากนั้นนำมาคำนวณหาค่าเอนโทรปีของพ่อแม่ (parent) และค่าเอนโทรปีของแต่ละแอตทริบิวต์ เมื่อมีพ่อแม่เป็นการจัดแข่งกีฬาแล้วนำไปหาค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปีตามสมการที่ (4) เมื่อหาครบทุกแอตทริบิวต์แล้วแอตทริบิวต์ที่มีค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปีมากที่สุดจะได้เป็นโหนดถัดไป และนำค่าแอตทริบิวต์นั้นมาเป็นพ่อแม่ของโหนดอื่นต่อไป

### 1.1 คำนวณค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปีของแอตทริบิวต์สภาพภูมิอากาศ

คำนวณหาความน่าจะเป็นของคลาสการแข่งขันทennis ความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันทennisคือ 9 ครั้งจากข้อมูลทั้งหมด 14 ครั้ง ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันทennis มีค่า 9 ต่อ 14 หรือร้อยละ 64 และความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันทennisมีค่าร้อยละ 36 จากนั้นหาความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์สภาพภูมิอากาศโดยมีพ่อแม่เป็นการจัดแข่งขันทennis เมื่อสภาพภูมิอากาศมีแดด (sunny) ค่าความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันทennisมีค่าเท่ากับ 2 ต่อ 5 หรือร้อยละ 40 มาจากการจัดการแข่งขันทennisเมื่อมีแดด 2 ครั้ง จากทั้งหมด 5 ครั้ง ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันทennisเมื่อสภาพภูมิอากาศไม่มีแดดมีค่าเท่ากับ 3 ต่อ 5 หรือร้อยละ 60 ความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันทennisเมื่อสภาพภูมิอากาศที่มีเมฆมาก (overcast) มีค่าเท่ากับร้อยละ 100 และความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันทennisเมื่อสภาพภูมิอากาศฝนตก (rainy) มีค่าเท่ากับร้อยละ 60 ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันทennisเมื่อฝนตกมีค่าเท่ากับร้อยละ 40 จากนั้นนำไปหาค่าเอนโทรปีและคำนวณค่าอินฟอร์เมชันเกิน



ภาพที่ 2.2 การหาความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์สภาพภูมิอากาศ

$$\text{entropy (parent)} = -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no})$$

$$= -[0.64 \times \log_2(0.64) + 0.36 \times \log_2(0.36)]$$

$$= -[0.64 \times -0.64 + 0.36 \times -1.47]$$

$$= 0.94$$

$$\text{entropy(outlook = sunny)} = -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no})$$

$$= -[0.4 \times \log_2(0.4) + 0.6 \times \log_2(0.6)]$$

$$= -[0.4 \times -1.32 + 0.6 \times -0.74]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

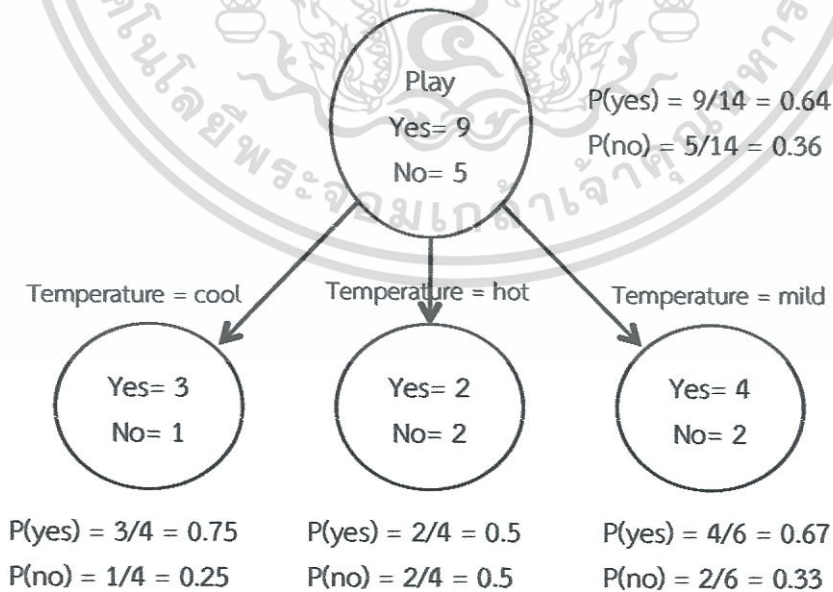
$$= 0.9$$

$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{outlook} = \text{overcast}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[1.0 \times \log_2(1.0) + 0 \times \log_2(0)] \\ &= -[1.0 \times 0 + 0 \times 1] \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{outlook} = \text{rainy}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[0.6 \times \log_2(0.6) + 0.4 \times \log_2(0.4)] \\ &= -[0.6 \times -0.74 + 0.4 \times -1.32] \\ &= 0.97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IG}(\text{parent}, \text{child}) &= \text{entropy}(\text{parent}) - [p(\text{outlook} = \text{sunny}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{outlook} = \text{sunny}) + p(\text{outlook} = \text{overcast}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{outlook} = \text{overcast}) + p(\text{outlook} = \text{rainy}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{outlook} = \text{rainy})] \\ &= 0.94 - [0.35 \times 0.97 + 0.30 \times 0 + 0.35 \times 0.97] \\ &= 0.96 - 0.68 \\ &= 0.2 \end{aligned}$$

### 1.2 คำนวณค่าอินฟอร์เมชันเกนของแอตทริบิวต์อุณหภูมิ



ภาพที่ 2.3 การหาค่าความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.3 หาความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์อุณหภูมิ โดยมีพ่อแม่เป็นการจัดแข่งขันกีฬา เมื่ออุณหภูมิเย็น (cool) ค่าความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันกีฬามีค่าเท่ากับ 3 ต่อ 4 หรือร้อยละ 75 มาจากการจัดการแข่งขันกีฬาเมื่อมีอุณหภูมิเย็น 3 ครั้ง จากทั้งหมด 4 ครั้ง ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันกีฬาเมื่อมีอุณหภูมิเย็นมีค่าเท่ากับ 1 ต่อ 4 หรือร้อยละ 25 ความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันกีฬาเมื่ออุณหภูมิร้อน (hot) มีค่าเท่ากับร้อยละ 50 และความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันกีฬาเมื่อมีอุณหภูมิร้อนมีค่าเท่ากับร้อยละ 50 ความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันกีฬาเมื่ออุณหภูมิมอบอ่อน (mild) มีค่าเท่ากับร้อยละ 67 ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันกีฬาเมื่อมีอุณหภูมิมอบอ่อนมีค่าเท่ากับร้อยละ 33 จากนั้นนำไปหาค่าเอนโทรปีและคำนวณค่าอินฟอร์เมชันกันดังนี้

$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{temperature} = \text{cool}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[0.75 \times \log_2(0.75) + 0.25 \times \log_2(0.25)] \\ &= 0.81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{temperature} = \text{hot}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[0.5 \times \log_2(0.5) + 0.5 \times \log_2(0.5)] \\ &= 1 \end{aligned}$$

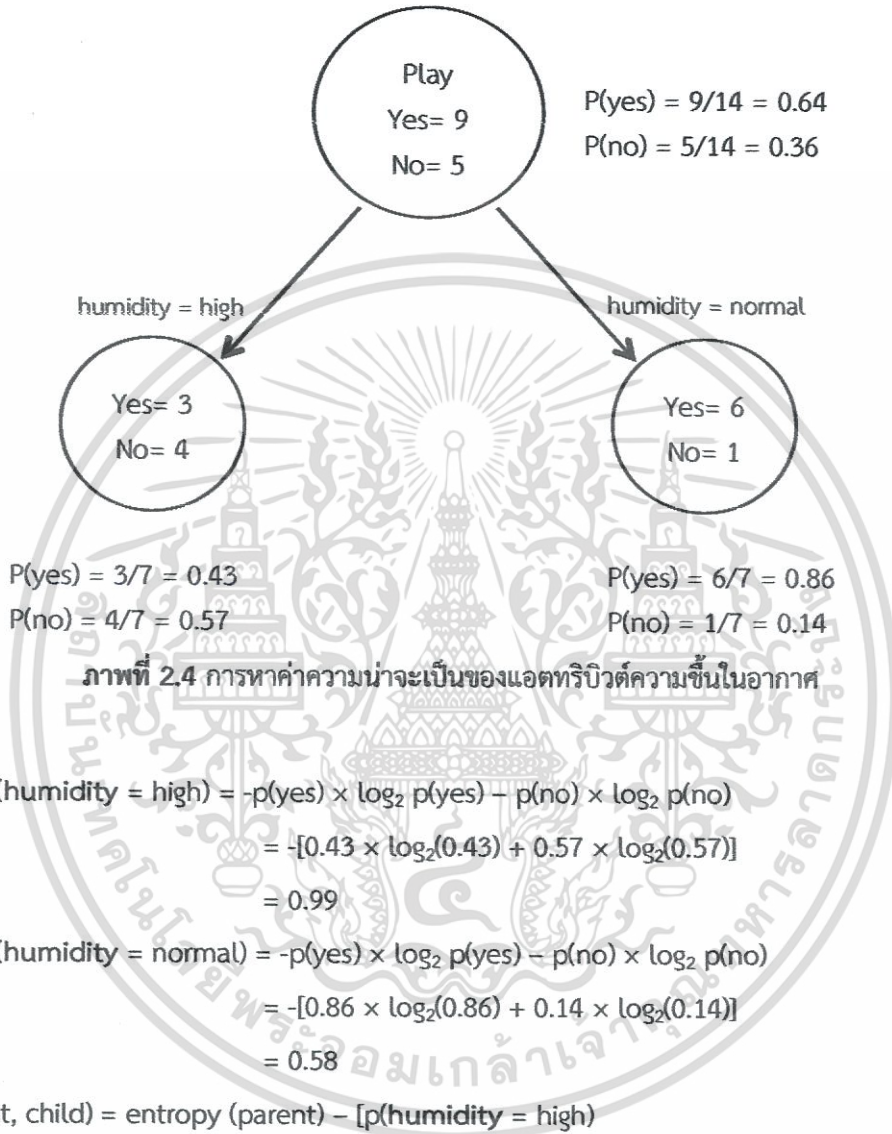
$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{temperature} = \text{mild}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[0.67 \times \log_2(0.67) + 0.33 \times \log_2(0.33)] \\ &= 0.91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IG}(\text{parent}, \text{child}) &= \text{entropy}(\text{parent}) - [p(\text{temperature} = \text{cool}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{temperature} = \text{cool}) + p(\text{temperature} = \text{hot}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{temperature} = \text{hot}) + p(\text{temperature} = \text{mild}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{temperature} = \text{mild})] \\ &= 0.94 - [0.29 \times 0.81 + 0.29 \times 1 + 0.42 \times 0.91] \\ &= 0.96 - 0.91 \\ &= 0.05 \end{aligned}$$

### 1.3 คำนวณค่าอินฟอร์เมชันกันของแอตทริบิวต์ความชื้นในอากาศ

คำนวณหาความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์ความชื้นในอากาศ โดยมีพ่อแม่เป็นการจัดแข่งขันกีฬาเมื่อความชื้นในอากาศสูง (high) ค่าความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันกีฬามีค่าเท่ากับ 3 ต่อ 7 หรือร้อยละ 43 มาจากการจัดการแข่งขันกีฬาเมื่อมีความชื้นในอากาศสูง 3 ครั้ง จากทั้งหมด 7 ครั้ง ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันกีฬาเมื่อมีอุณหภูมิเย็นมีค่าเท่ากับ 4 ต่อ 7 หรือร้อยละ 57 ความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันกีฬาเมื่อความชื้นในอากาศปกติ (normal) มีค่าเท่ากับ 6

ต่อ 7 หรือร้อยละ 86 และความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันกีฬาเมื่อความชื้นในอากาศปกติมีค่าเท่ากับ 1 ต่อ 7 หรือร้อยละ 14 ดังภาพที่ 2.4 จากนั้นนำไปหาค่าเอนโทรปีและคำนวณค่าอินฟอร์เมชันเกิน



ภาพที่ 2.4 การหาค่าความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์ความชื้นในอากาศ

$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{humidity} = \text{high}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[0.43 \times \log_2(0.43) + 0.57 \times \log_2(0.57)] \\ &= 0.99 \end{aligned}$$

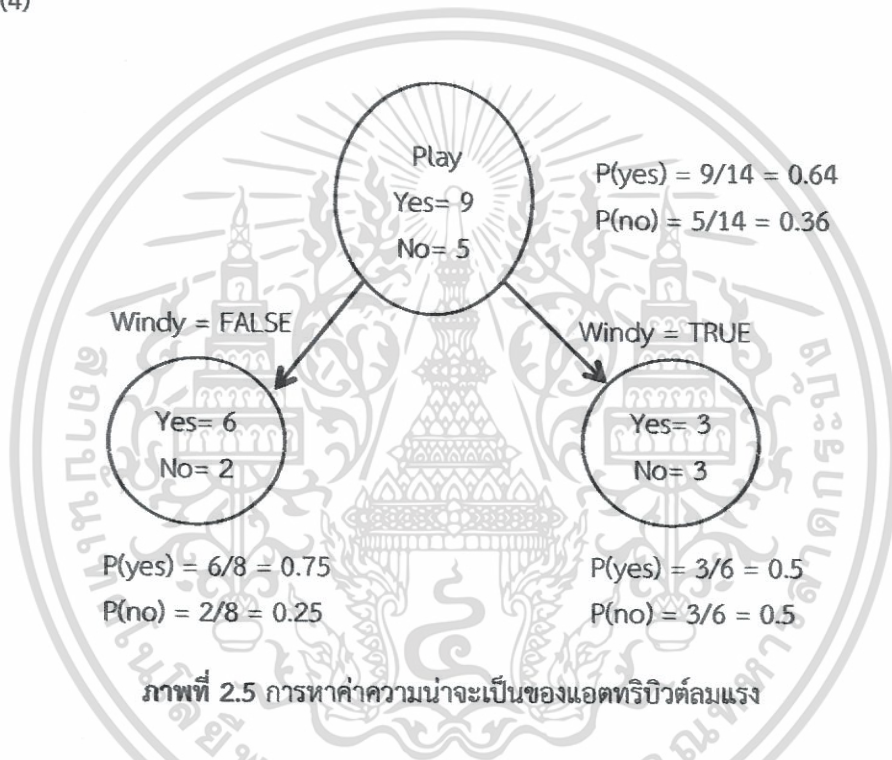
$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{humidity} = \text{normal}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[0.86 \times \log_2(0.86) + 0.14 \times \log_2(0.14)] \\ &= 0.58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IG}(\text{parent}, \text{child}) &= \text{entropy}(\text{parent}) - [p(\text{humidity} = \text{high}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{humidity} = \text{high}) + p(\text{humidity} = \text{normal}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{humidity} = \text{normal})] \\ &= 0.94 - [0.5 \times 0.99 + 0.5 \times 0.58] \\ &= 0.96 - 0.79 \\ &= 0.17 \end{aligned}$$

1.4 จำนวนค่าอินฟอร์เมชันเกินของแอตทริบิวต์ลมแรง  
จำนวนหาความน่าจะเป็นของแอตทริบิวต์ลมแรง โดยมีพ่อแม่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดแข่งขันกีฬาเมื่อเป็นวันที่มีลมแรงจริง (True) ค่าความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันกีฬามีค่าเท่ากับ 3 ต่อ 6 หรือร้อยละ 50 มาจากการจัดการแข่งขันกีฬาเมื่อเป็นวันที่มีลมแรงจริง 3 ครั้ง จากทั้งหมด 6 ครั้ง ดังนั้นความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันกีฬาเมื่อเป็นวันที่มีลมแรงจริงมีค่าเท่ากับ 3 ต่อ 6 หรือ ร้อยละ 50 ความน่าจะเป็นที่จะจัดการแข่งขันกีฬาเมื่อเป็นวันที่ไม่มีลมแรง (False) มีค่า 6 ต่อ 8 มาจากการจัดการแข่งขันกีฬาในวันที่ไม่มีลมแรง 6 ครั้งจากทั้งหมด 8 ครั้ง ดังนั้นมีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ ร้อยละ 75 ส่วนความน่าจะเป็นที่จะไม่จัดการแข่งขันกีฬาเมื่อเป็นวันที่ไม่มีลมแรงมีค่า 2 ต่อ 8 เท่ากับ ร้อยละ 25 แสดงได้ดังภาพที่ 2.5 จากนั้นนำไปคำนวณหาค่าเอนโทรปีและค่าอินฟอร์มชันเกินตามสมการที่ (4)



$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{windy} = \text{FALSE}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[0.75 \times \log_2(0.75) + 0.25 \times \log_2(0.25)] \\ &= 0.81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{entropy}(\text{windy} = \text{TRUE}) &= -p(\text{yes}) \times \log_2 p(\text{yes}) - p(\text{no}) \times \log_2 p(\text{no}) \\ &= -[0.5 \times \log_2(0.5) + 0.5 \times \log_2(0.5)] \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IG}(\text{parent}, \text{child}) &= \text{entropy}(\text{parent}) - [p(\text{windy} = \text{FALSE}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{windy} = \text{FALSE}) + p(\text{windy} = \text{TRUE}) \\ &\quad \times \text{entropy}(\text{windy} = \text{TRUE})] \\ &= 0.94 - [0.57 \times 0.81 + 0.43 \times 1] \end{aligned}$$

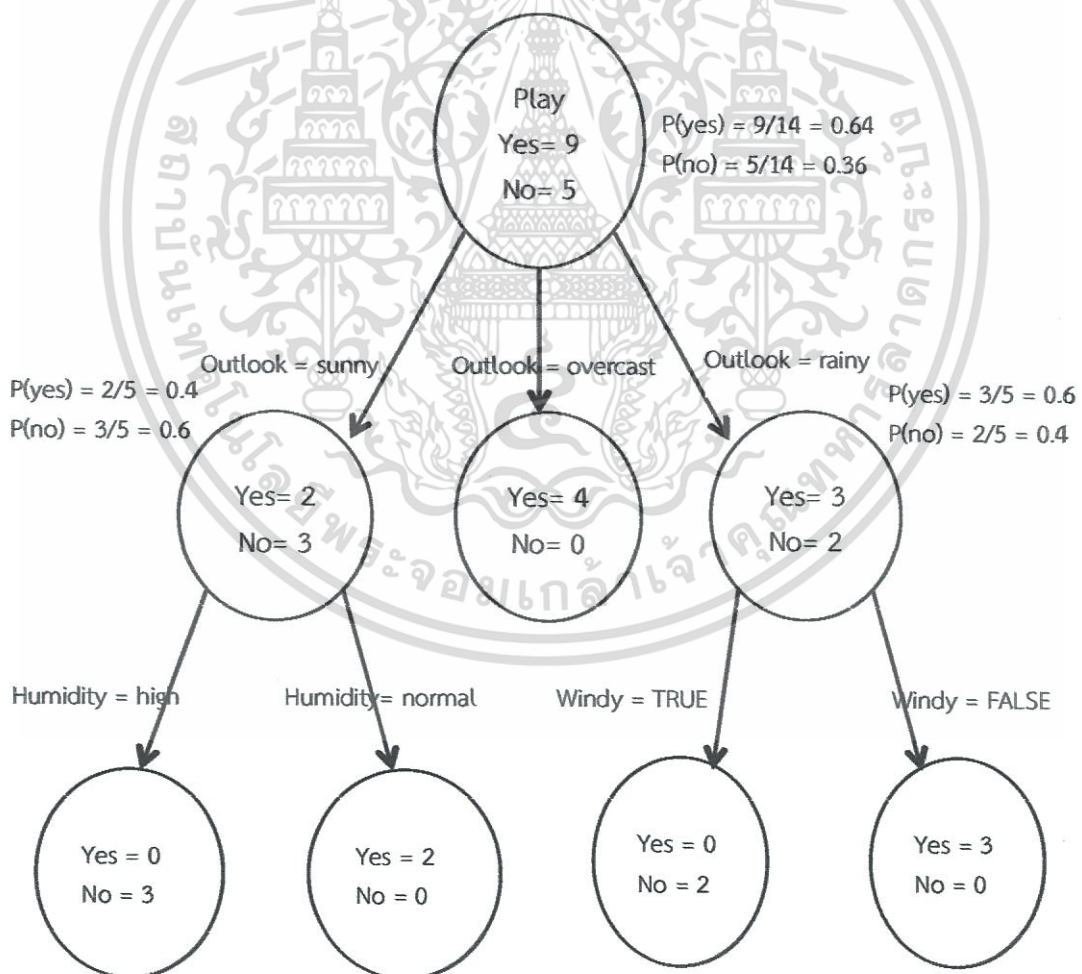
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 0.96 - 0.86$$

$$= 0.07$$

1.5 จากการคำนวณค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปีของแอตทริบิวต์สภาพภูมิอากาศมีค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปีมากที่สุด จึงเลือกแอตทริบิวต์สภาพภูมิอากาศขึ้นมาเป็นโหนดแรก และแตกกิ่งไปจนข้อมูลในแต่ละโหนดมีคลาสคำตอบเดียวกัน โดยการหาโหนดต่อไปก็ต้องทำการคำนวณค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปีโดยให้พ่อแม่ (parent) เป็นแอตทริบิวต์สภาพภูมิอากาศ

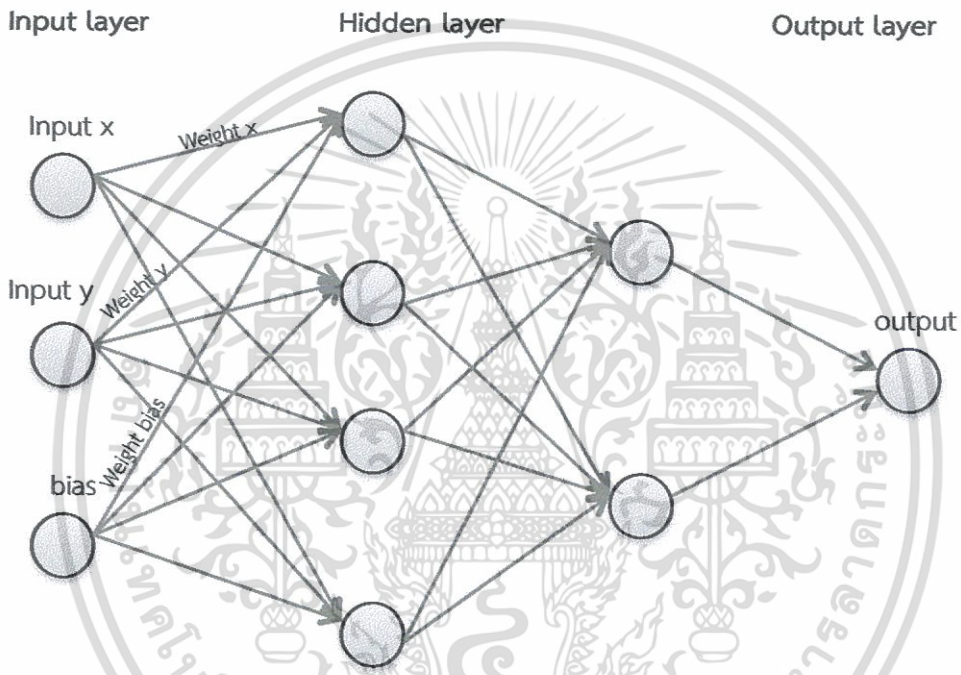
เมื่อแอตทริบิวต์สภาพภูมิอากาศเป็นโหนดแรก จากการคำนวณค่าอินฟอร์เมชันเอนโทรปี ค่ามีเดดสามารถแตกกิ่งไปเพื่อดูความชื้นในอากาศ และสภาพภูมิอากาศฝนตกสามารถแตกกิ่งเพื่อดูว่าเป็นวันที่มีลมแรงหรือไม่ นำไปสู่การตัดสินใจว่าจะจัดการแข่งขันกีฬาในวันนั้นได้หรือไม่ ได้เป็นโมเดลต้นไม้ตัดสินใจดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 โมเดลต้นไม้ตัดสินใจที่ได้

▪ โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียม เป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์สำหรับประมวลผลสารสนเทศซึ่งเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์คิดและจดจำได้ด้วยการทำงานแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานเครือข่ายของสมองมนุษย์ด้วยความต้องการที่จะสร้างเครื่องมือซึ่งมีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการสร้างความรู้ใหม่ (Knowledge Extraction)



ภาพที่ 2.7 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม

การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม คือเมื่อมีค่าที่เข้ามาหรือค่าอินพุต (input) เข้ามายังโครงข่ายจะนำค่าอินพุตคูณกับค่าน้ำหนัก (weight) ของแต่ละขาและเข้าสู่ลำดับชั้นต่อไป คือชั้นซ่อน (Hidden layer) จะมีจำนวนเท่าไรก็ได้ ซึ่งจำนวนโหนดอาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม จากนั้นนำผลลัพธ์ของทุกขามารวมกันและเทียบกับค่าเริ่มต้น (Threshold) ที่กำหนดไว้ ถ้าผลรวมมีค่ามากกว่าค่าเริ่มต้นก็จะส่งผลลัพธ์ (output) ออกไป แต่ถ้าหากมีค่าน้อยกว่าค่าเริ่มต้นก็จะไม่เกิดผลลัพธ์ โดยกระบวนการเรียนรู้จะสิ้นสุดเมื่อค่าน้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง ค่าที่ต้องทราบคือค่าน้ำหนักและค่าเริ่มต้นสำหรับสิ่งที่ต้องการ เพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้จัก ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอน แต่สามารถกำหนดให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าเหล่านั้นได้โดยการสอนให้รู้จักรูปแบบ (pattern) ของสิ่งที่ต้องการให้รู้จักเรียกว่าการส่งค่าย้อนกลับ (Back propagation) เป็นกระบวนการย้อนกลับของการรู้จักในการฝึกโครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feed-forward Neural Network)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ 16

โดยใช้อัลกอริทึมส่งค่าย้อนกลับเพื่อใช้ปรับปรุงน้ำหนักคะแนนของเครือข่าย (Network Weight) หลังจากใส่รูปแบบข้อมูลสำหรับฝึกให้แก่เครือข่ายในแต่ละครั้งแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จากเครือข่ายจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวัง และคำนวณหาค่าความผิดพลาด ซึ่งค่าความผิดพลาดนี้จะถูกส่งกลับเข้าไปสู่เครือข่ายเพื่อแก้ไขค่าน้ำหนักคะแนน

การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมสามารถเขียนออกมาได้ดังนี้

if (sum(input \* weight) > threshold) then output

ผลลัพธ์ของแต่ละโหนด คำนวณได้ตามสมการที่ (5) ดังนี้

$$Y_i = f(w_i^1 x_1 + w_i^2 x_2 + w_i^3 x_3 + \dots + w_i^m x_m) = f(\sum_j w_i^j x_j) \quad (5)$$

กำหนดให้

$x_i$  = ค่าอินพุตจากโหนดอื่น

$w_{ij}$  = น้ำหนักของแต่ละจุดเชื่อมโยง (connection)

อัลกอริทึมการส่งค่าย้อนกลับ (Back Propagation Algorithm)

เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบวิธีหนึ่งทีนิยมใช้ในโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multilayer perceptron) เพื่อปรับค่าน้ำหนักในเส้นเชื่อมต่อระหว่างโหนดให้เหมาะสม โดยการปรับค่าจะขึ้นกับความแตกต่างของค่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้กับค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ

ขั้นตอนการทำอัลกอริทึม การส่งค่าย้อนกลับ มีดังนี้

1. กำหนดค่าอัตราเร็วในการเรียนรู้ (rate parameter : r)
2. คำนวณหาค่าผลลัพธ์โดยใช้ค่าน้ำหนักเริ่มต้นซึ่งอาจได้จากการสุ่ม
3. คำนวณหาค่า  $P$  แทนประโยชน์ที่ได้รับสำหรับการเปลี่ยนค่าผลลัพธ์

ของแต่ละโหนด

- ในชั้นเอาต์พุต (Output layer)

$$P_z = d_z - o_z \quad (6)$$

- ในชั้นซ่อน

$$P_j = \sum w_{jk} o_k (1 - o_k) P_k \quad (7)$$

กำหนดให้

$d_z$  = ค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ

$o_z$  = ค่าผลลัพธ์ที่คำนวณได้

$w_{jk}$  = น้ำหนักของเส้นเชื่อมระหว่างชั้นที่ j กับ k

4. คำนวณค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปสำหรับทุกน้ำหนักด้วยสมการที่(8)

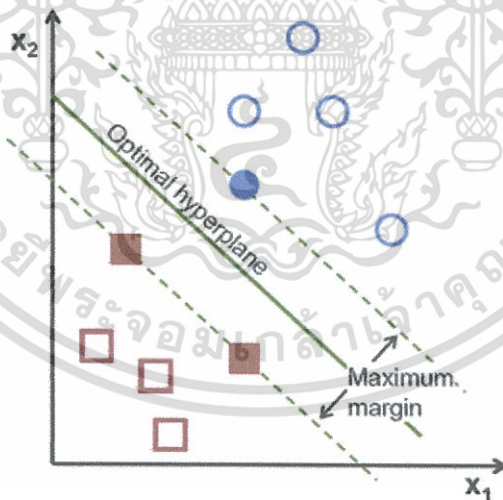
$$Pw_{ij} = ro_i o_j (1 - o_j) P_j \quad (8)$$

5. เพิ่มค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงสำหรับตัวอย่างค่าอินพุตทั้งหมดและ  
เปลี่ยนค่าน้ำหนัก

โครงข่ายการส่งข้อมูลแบบไม่ย้อนกลับ (Feed-forward network) ข้อมูลที่ประมวลผลในวงจรข่ายจะถูกส่งไปในทิศทางเดียวจากโหนดอินพุต (input nodes) ส่งต่อมาเรื่อย ๆ จนถึงโหนดเอาต์พุต (output nodes) โดยไม่มีการย้อนกลับของข้อมูล หรือแม้แต่โหนด (nodes) ในชั้น (layer) เดียวกันก็ไม่มี การเชื่อมต่อกัน

- ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine)

ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine : SVM) เป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน สามารถนำไปใช้ได้ทั้งวิธีจำแนกประเภทข้อมูล และการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) มักจะนิยมใช้กับวิธีจำแนกประเภทข้อมูลโดยการหาระนาบ (hyperplane) ที่แบ่งความแตกต่างของข้อมูลได้ดีที่สุด จากการหาระยะห่างกับข้อมูลตัวอย่างโดยจะเรียกว่าขอบ (margin) ระบายที่เหมาะสมเป็นจะต้องมีระยะขอบมากที่สุด



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างระบายที่เหมาะสม [19]

คำนวณหาระนาบที่เหมาะสม (optimal hyperplane) ได้ตามสมการที่ (9) ดังนี้

$$(w \cdot x) + b = 0 \quad (9)$$

คำนวณหาขอบและทดสอบว่าตัวอย่างข้อมูลเป็นซัพพอร์ตเวกเตอร์ (support vector) หรือไม่ โดยซัพพอร์ตเวกเตอร์คือตัวอย่างข้อมูลที่อยู่ไกลระยะนาบที่สุด ได้จากสมการ (10) และ (11)

$$\text{Margin} = \frac{2}{\sqrt{w_1^2 + w_2^2 + \dots + w_n^2}} \quad (10)$$

$$Y_{sv}(W \cdot X_{sv} + b) = 1 \quad (11)$$

กำหนดให้

$x$  = ค่าอินพุต

$w$  = ค่าน้ำหนัก

$b$  = ความเอนเอียง (bias)

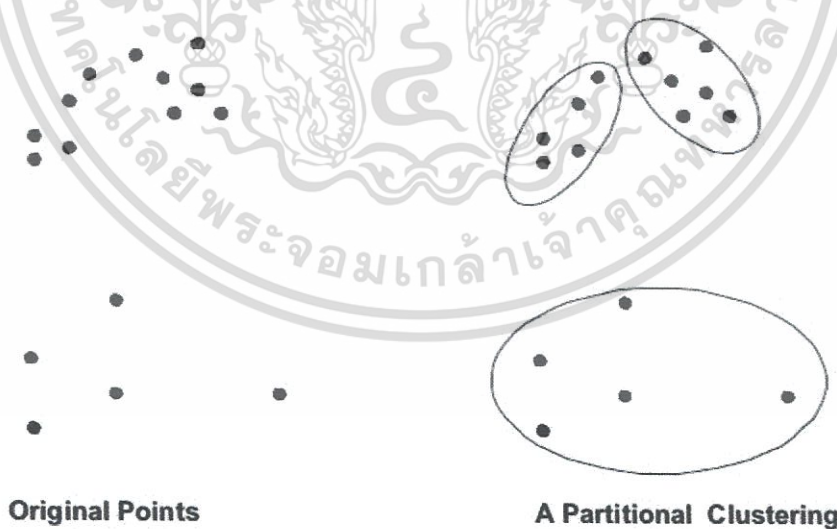
$Y_{sv} = \{-1, +1\}$  (+1 = ข้อมูล class 1, -1 ข้อมูล class 0)

$X_{sv} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  ซึ่งเป็นข้อมูลที่นำเข้า

### 2.1.1.3 การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering)

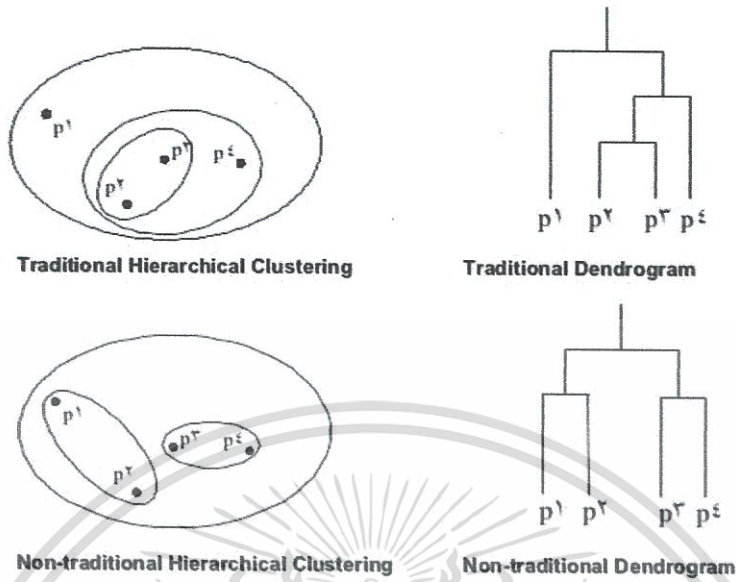
การแบ่งกลุ่มข้อมูล เป็นการแบ่งข้อมูลหลายๆกลุ่มตามความคล้ายคลึง เพื่อลดขนาดข้อมูลโดยคำนวณจากระยะทาง เป็นการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) การแบ่งกลุ่มมี 2 ประเภทคือ

1. การแบ่งกลุ่มแบบตัดเป็นส่วน (Partitional Clustering) คือการแบ่งกลุ่มอย่างชัดเจนโดยไม่มีกลุ่มใดซ้อนทับกันอยู่ ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบตัดเป็นส่วน [11]

2. การแบ่งกลุ่มแบบลำดับขั้น (Hierarchical Clustering) คือ การแบ่งกลุ่มความสัมพันธ์แบบลำดับขั้น มีกลุ่มที่เป็นสมาชิกของกลุ่มอื่นอยู่ แสดงได้ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มแบบลำดับขั้น [11]

การแบ่งกลุ่มจะรู้ความคล้ายคลึงกันของข้อมูล 2 อย่างได้โดยการวัดความคล้ายหรือความแตกต่างสามารถใช้วิธีระยะทาง เช่น ยูคลิเดียน (Euclidean) แมนฮัตตัน (Manhattan) และมินคอฟสกี (MinKowski) โดยมีสมการตามลำดับดังนี้

$$\text{Euclidean} = \sqrt{\sum_{i=1}^k (x_i - y_i)^2} \quad (12)$$

$$\text{Manhattan} = \sum_{i=1}^k |x_i - y_i| \quad (13)$$

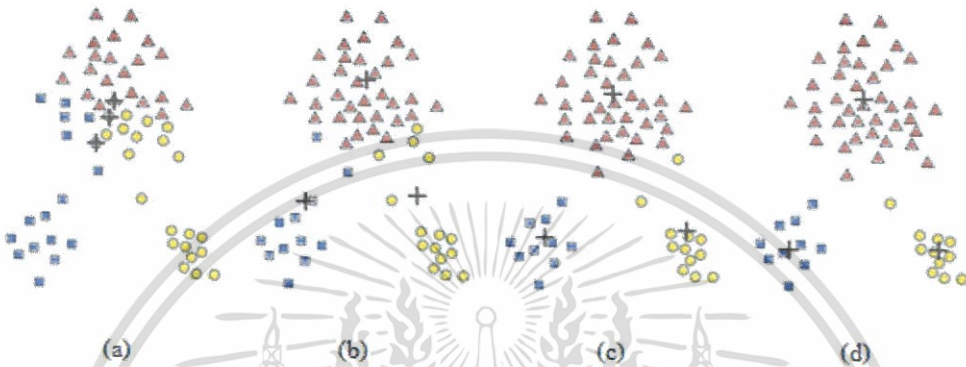
$$\text{Minkowski} = (\sum_{i=1}^k (|x_i - y_i|^q))^{1/q} \quad (14)$$

■ เคมีน (K-Means)

เคมีน เป็นเทคนิคการแบ่งกลุ่มที่ง่ายที่สุด โดยจะแบ่งวัตถุ ออกเป็น k กลุ่ม แทนค่าแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ซึ่งใช้เป็นจุดศูนย์กลาง (centroid) ของกลุ่มในการวัดระยะห่างของข้อมูลในกลุ่มเดียวกัน โดยเคมีนขั้นตอนดังนี้

1. จะกำหนดจำนวนกลุ่ม (Cluster) เป็น k กลุ่ม เลือกจุดศูนย์กลางของกลุ่มเรียกว่า centroid
2. ทหาระยะทางระหว่างทุกจุดกับจุดศูนย์กลางของกลุ่ม

3. จัดกลุ่มใหม่ โดยดูระยะทางระหว่างจุดกับจุดศูนย์กลางของกลุ่มน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น และหาจุดศูนย์กลางของกลุ่มของแต่ละกลุ่ม
4. ทำขั้นตอนที่ 2 และ 3 ใหม่ จนกว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของจุดศูนย์กลางของกลุ่ม



ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างของเคมีน [16]

ตัวอย่างของการทำเคมีนอยู่ในภาพที่ 2.11 โดยรูป (a) เป็นการจัดกลุ่มในขั้นตอนแรกโดยที่กำหนดจำนวนกลุ่ม 3 กลุ่ม และกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้นซึ่งใช้สัญลักษณ์ + แทนจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม จากนั้นวัตถุจะถูกกำหนดให้เข้ากลุ่มที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ใกล้วัตถุนั้นมากที่สุด แสดงได้ดังรูป (b) จุดศูนย์กลางมีการเปลี่ยนแปลงและเกิดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับจุดศูนย์กลางใหม่ และจัดวัตถุให้เข้ากลุ่มที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ใกล้กับวัตถุนั้นมากที่สุดดังรูป (c) ทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งจุดศูนย์กลางไม่เปลี่ยนแปลงจึงจะได้ผลลัพธ์สุดท้ายดังรูป (d)

## 2.2 ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error)

ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (Root Mean Square Error : RMSE) เป็นวิธีการวัดความคลาดเคลื่อนผลลัพธ์จากการพยากรณ์จากโมเดลและค่าข้อมูลจริง หากค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองมีค่าน้อยแสดงว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริง โดยค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองคำนวณได้ดังสมการที่ (15)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n}} \quad (15)$$

กำหนดให้

$Y_i$  = ค่าที่ได้จากการพยากรณ์จากโมเดล

$\hat{Y}_i$  = ค่าข้อมูลจริง

$n$  = จำนวนข้อมูลที่ใช้ทั้งหมด

### 2.3 ภาษาไพธอน (Python)

ภาษาไพธอน เป็นภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง เน้นความสะอาด เรียบง่าย และสามารถทำงานได้ทุกแพลตฟอร์ม และเป็นโอเพ่นซอร์ส (open source) โดยมีการจัดการแบบไม่หวังผลกำไรโดยมูลนิธิซอฟต์แวร์ไพธอน (Python Software Foundation) จึงสามารถนำมาพัฒนาโปรแกรมได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายและทำให้มีคนเข้ามาพัฒนาอยู่เรื่อย ๆ ให้มีความสามารถสูงขึ้นครอบคลุมทุกลักษณะงาน ภาษาไพธอนถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซี มีแนวคิดเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming : OOP) การประมวลผลที่ละบรรทัดตามคำสั่งที่ได้รับ (Interpreter) ปัจจุบันภาษาไพธอนถูกพัฒนามาถึงเวอร์ชัน 3.6.0 (ณ วันที่ 29 ธันวาคม 2016)

ประวัติความเป็นมา

ภาษาไพธอนถูกสร้างขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1990 โดย กิโด ฟาน รอสซัม (Guido van Rossum) ที่ Stichting Mathematisch Centrum (CWI) ในประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยได้นำความสำเร็จของภาษาเอบีซี (ABC) ก็คิดว่าเป็นผู้ที่ริเริ่ม และคิดค้น

ในปีค.ศ. 1995 กิโดได้พัฒนาภาษาไพธอนที่ซีเอ็นอาร์ไอ (Corporation for National Research Initiatives : CNRI) ในเรสตัน รัฐเวอร์จิเนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา และได้ปล่อยไพธอนออกมาหลายเวอร์ชัน ตั้งแต่เวอร์ชัน 0.9 - 1.2 กิโดได้ออกจากซีเอ็นอาร์ไอ เพื่อทำงานให้กับธุรกิจพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยก่อนที่จะเริ่มทำงานธุรกิจ กิโดให้ไพธอนอยู่บนสัญญาสิทธิแบบสัญญาอนุญาตทั่วไปของกนู (General Public License : GPL) โดยที่ซีเอ็นอาร์ไอและมูลนิธิซอฟต์แวร์เสรี (Free Software Foundation : FSF) ได้ร่วมกันเปิดเผยรหัสโปรแกรมทั้งหมด เพื่อให้ไพธอนเป็นซอฟต์แวร์เสรี และเพื่อให้ตรงตามข้อกำหนดของสัญญาอนุญาตการใช้ซอฟต์แวร์แบบเสรี (GPL-compatible) ในปีเดียวกัน กิโด ฟาน รอสซัม ก็ได้รับรางวัลจากมูลนิธิซอฟต์แวร์เสรีในชื่อว่า แอดวานซ์เมนต์ออฟฟรีซอฟต์แวร์ (“Advancement of Free Software”)

ในปีค.ศ. 2000 เดือนพฤษภาคม กิโดและกลุ่มพัฒนาไพธอน ได้ย้ายไปยังบีโอเพ่นดอทคอม (BeOpen.com) เพื่อจัดตั้งทีมบีโอเพ่นไพธอนแล็บ (BeOpen PythonLabs Team) และเดือนตุลาคม ทีมไพธอนแล็บ (PythonLabs Team) ได้เข้าร่วมกับดิจิทัลครีเอชัน (Digital Creations)

ในปีค.ศ. 2001 มูลนิธิซอฟต์แวร์ไพธอนได้ถูกจัดตั้งขึ้น ซึ่งเป็นองค์กรแบบไม่หวังผลกำไร และเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ไพธอน

ข้อดีของภาษาไพธอน

1. ง่ายต่อการเรียนรู้ มีความยืดหยุ่นสูงทำให้จัดการกับงานด้านข้อความได้อย่างดี
2. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น เนื่องจากเป็นลิขสิทธิ์ของมูลนิธิซอฟต์แวร์ไพธอน (Python Software Foundation License : PSFL) ซึ่งเป็นของมูลนิธิซอฟต์แวร์ไพธอน

3. ทำงานได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น ลินุกซ์แพลตฟอร์ม (Linux Platform) วินโดวส์แพลตฟอร์ม (Windows Platform) แมคโอเอสเอ็กซ์ (Mac OS X) อามิกา (Amiga) รวมไปถึงระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิบัติการดอทเน็ตเฟรมเวิร์ค (.Net Freamwork) จาวาเวอร์ชวลแมชชีน (Java Virtual Machine) และโนเกียซีรี่ซิกซ์ตี้ (Nokia Serie 60)

4. สามารถรวมการพัฒนาของระบบเข้ากับดอทเน็ต (.NET) และคอบร้าออบเจค (COBRA objects)

5. สำหรับจาวาไลบรารี (Java libraries) แล้วสามารถใช้ไจธอน (Jython) เพื่อทำการพัฒนาซอฟต์แวร์จากไพธอนสำหรับจาวาเวอร์ชวลแมชชีน

6. สำหรับดอทเน็ตแพลตฟอร์ม (.Net Platform) สามารถใช้ ไอเอ็นไพธอน (IronPython) ซึ่งเป็นการพัฒนาของไมโครซอฟท์ (Microsoft) เพื่อให้ไพธอนสามารถทำงานได้บนดอทเน็ตเฟรมเวิร์ค ซึ่งใช้ชื่อว่าไพธอนฟอร์ดอทเน็ต (Python for .NET)

7. ไพธอนสนับสนุนไอซีอี (Internet Communications Engine : ICE) และการรวมตัวกันของเทคโนโลยีอื่น ๆ มากมายในอนาคต

8. สามารถพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของโมดูลส่วนต่อขยาย (extension modules) ซึ่งอยู่ในรูปแบบของโค้ดซี (C) ซีพลัสพลัส (C++) สวิก (SWIG) และบูสไพธอน (Boost.Python)

9. ภาษาไพธอนสามารถพัฒนาเป็นภาษาสำหรับฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server side Script) คือการทำงานของไพธอนจะทำงานด้านฝั่งเซิร์ฟเวอร์แล้วส่งผลกลับมายังผู้ใช้งาน (Client) ทำให้มีความปลอดภัยสูง และยังใช้ไพธอนนำมาพัฒนาเว็บเซอร์วิส (Web Service) ได้อีกด้วย

10. ใช้พัฒนาระบบบริหารการสร้างเว็บไซต์สำเร็จรูปที่เรียกว่า ระบบจัดการเนื้อหาของเว็บไซต์ (Content Management System : CMS)

## 2.4 เอชทีเอ็มแอล (HTML)

เอชทีเอ็มแอล (Hypertext Markup Language : HTML) พัฒนามาจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) โดยทิมเบอร์เนอร์ลี (Tim Berners - Lee)

เอชทีเอ็มแอล เป็นภาษาที่ใช้เขียนเอกสารในรูปแบบเว็บเพจสามารถเรียกใช้ได้ด้วยเว็บเบราว์เซอร์ เป็นภาษาประเภทมาร์กอัพ (Markup) คือมีโครงสร้างการเขียนโดยมีตัวกำกับที่เรียกว่าแท็ก (Tag) ควบคุมการแสดงผลข้อความ รูปภาพ เสียง และอื่นๆ โดยแต่ละแท็กสามารถควบคุมการแสดงผลของเว็บให้เป็นไปตามที่ผู้ออกแบบเว็บไซต์กำหนดไว้

เอชทีเอ็มแอลมีรูปแบบการทำงานคือ อ่านจากซ้ายไปขวาจากบนลงล่าง เมื่อพิมพ์ข้อความตัวอักษรลงไปแล้วทำการบันทึก เมื่อเปิดไฟล์ผลลัพธ์ที่แสดงบนหน้าจอก็จะเหมือนข้อความที่พิมพ์ไว้ แต่ถ้าหากต้องการผลลัพธ์ที่แตกต่างต้องใช้แท็กในการควบคุม

### 2.4.1 ส่วนประกอบของเอชทีเอ็มแอล

#### แท็ก (Tag)

แท็ก เป็นตัวควบคุมการแสดงผลของข้อความ ประกอบด้วยเครื่องหมายน้อยกว่า (<) ตามด้วยชื่อแท็กปิดด้วยเครื่องหมายมากกว่า (>) เช่น <html> <head> <body> ชื่อแท็ก เป็นตัวเล็กหรือตัวใหญ่ก็ได้แท็กในภาษาเอชทีเอ็มแอลสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

- แท็กที่ประกอบด้วยแท็กเปิดและแท็กปิด เช่น <html> เป็นแท็กเปิด ส่วน </html> เป็นแท็กปิด

- แท็กที่ไม่มีแท็กปิด เช่น <br> ไม่ต้องมีแท็ก </br>

เอชทีเอ็มแอลประกอบด้วยแท็กพื้นฐาน ดังนี้

แท็ก <html>...</html> เป็นส่วนประกาศที่กำหนดหัวและท้ายของเอกสารเพื่อให้เว็บเบราว์เซอร์ ทราบและแสดงผลได้ถูกต้อง

แท็ก <head>...</head> เป็นส่วนหัวเรื่องของเอกสาร ภายในจะมีแท็ก <title>...</title> ใช้สำหรับการกำหนดชื่อของเอกสาร

แท็ก <body>...</body> เป็นส่วนที่มีบรรจุข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการให้แสดงบนหน้าเว็บไซต์ เช่น ข้อความ และรูปภาพ

ตัวอย่างโค้ดเอชทีเอ็มแอลในภาพที่ 2.12 มีการกำหนดชื่อของเอกสารภายในแท็กไทเทิล (title) ว่า HTML ซึ่งทั้งหมดนี้อยู่ภายในแท็กเฮด (head) ภายในแท็กบอดีมีการกำหนดให้คำว่า Hello เป็นหัวข้อมีขนาดใหญ่ขนาดเฮดติง 3 (Heading 3) และเนื้อหาปกติคำว่า HTML เป็นผลลัพธ์ดังภาพที่ 2.13 ปรากฏชื่อหน้าต่างว่า HTML เนื้อหาคำว่า Hello ขนาดใหญ่ และคำว่า HTML ขนาดปกติ

ตัวอย่างของโค้ดเอชทีเอ็มแอล

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta charset="UTF-8">
    <title>HTML</title>
  </head>
  <body>
    <h3>Hello</h3>
    HTML
  </body>
</html>
```

ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างโค้ดเอชทีเอ็มแอล



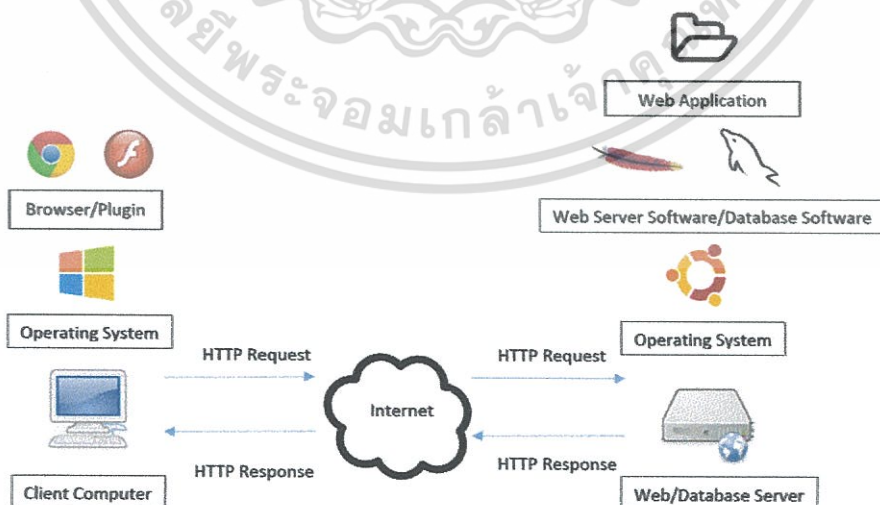
ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างผลลัพธ์ของโค้ดเอชทีเอ็มแอล

การสร้างเว็บเพจโดยใช้ภาษาเอชทีเอ็มแอล สามารถใช้โปรแกรมสำหรับแก้ไขข้อความ (Text Editor) ต่างๆ เขียนได้ เช่น โน้ตแพด (Note Pad) และเวิร์ดแพด (Word Pad) หรือจะใช้โปรแกรมประเภทวิชชีวิก (What You See Is What You Get : WYSIWYG) ที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้าเอชทีเอ็มแอล เช่น ดรีมวีฟเวอร์ (Dream Weaver) ไมโครซอฟท์ และฟอนต์เพจ (Microsoft FrontPage)

การเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสารเอชทีเอ็มแอลที่เขียนไว้ทำได้โดยเรียกบนโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (web browser) เช่น อินเทอร์เน็ตเอ็กซ์พลอเรอร์ (Internet Explorer : IE) กูเกิ้ลโครม (Google Chrome) มอซิลลาไฟร์ฟอกซ์ (Mozilla Firefox) และซาฟารี (Safari) เป็นต้น เป็นเครื่องมือแสดงผลไฟล์เอชทีเอ็มแอลออกมาเป็นตัวอักษร ภาพ และเสียง

## 2.5 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

เว็บแอปพลิเคชัน เป็นแอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้นมาเพื่อเป็นเบราว์เซอร์ (Browser) สำหรับการใช้งานเว็บเพจต่างๆ มีการใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ต (Internet) และอินทราเน็ต (Intranet) ส่วนประกอบของการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันแบ่งออกเป็นสองส่วนหลัก ๆ คือเทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งาน (client-side technology) และเทคโนโลยีฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (server-side technology)



ภาพที่ 2.14 การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน [26]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5.1 ส่วนประกอบฝั่งผู้ใช้งาน (Client-side Technology)

เทคโนโลยีฝั่งผู้ใช้งานประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักดังภาพที่ 2.13

### 2.5.1.1 เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

เว็บเบราว์เซอร์ เป็นซอฟต์แวร์ที่ผู้ใช้งานใช้ในการเข้าถึงเว็บแอปพลิเคชัน โดยที่เมื่อเริ่มต้นผู้ใช้งานทำการใส่ยูอาร์แอล (URL) หรือว่าชื่อของเว็บไซต์ที่ต้องการเข้าใช้งาน เช่น <https://www.google.com> เมื่อเบราว์เซอร์ได้รับชื่อของเว็บไซต์ ก็จะทำการแปลงจาก ชื่อของเว็บไซต์ เป็นที่อยู่ไอพี (IP address) ผ่านทางดีเอ็นเอส (DNS) หลังจากนั้นเว็บเบราว์เซอร์จะทำการสร้างคำร้องขอ (HTTP request) เพื่อส่งคำร้องไปยังเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อได้รับคำตอบรับกลับ (HTTP response) จากเว็บเซิร์ฟเวอร์ เว็บเบราว์เซอร์จะทำหน้าที่ในการอ่านและแปลงคำตอบรับกลับ ให้เป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน ดังนั้นหน้าที่ของเว็บเบราว์เซอร์จะประกอบไปด้วย

- รับข้อมูลและคำสั่งจากผู้ใช้งาน
- แปลงคำสั่งของผู้ใช้งานให้เป็นคำร้องขอเพื่อส่งไปให้กับเว็บเซิร์ฟเวอร์
- ประมวลผลคำตอบรับกลับและเรียกใช้ปลั๊กอิน
- แปลงภาษาเอชทีเอ็มแอล ซีเอสเอส (CSS) และจาวาสคริป (JavaScript) ให้ข้อมูลสำหรับแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน
- จัดจำข้อมูลผู้ใช้งานเช่น ประวัติการใช้งานข้อมูลเซสชัน (session) และคุกกี (cookie)

### 2.5.1.2 ส่วนต่อความสามารถเว็บและเบราว์เซอร์ (Web Plugin และ Browser Add-on/Extension)

- ส่วนต่อความสามารถ (Web Plugin)  
ส่วนต่อความสามารถ เป็นโปรแกรมที่ถูกเขียนให้ทำงานร่วมกับเว็บเบราว์เซอร์ เช่น อะโดบีแฟลช (Adobe Flash) ฟิตีเอฟรีดเดอร์ (PDF reader) ซิลเวอร์ไลท์ (Silverlight) จาวาแอปเพล็ต (Java Applet) และอื่น ๆ ซึ่งส่วนต่อความสามารถจะถูกเบราว์เซอร์เรียกใช้ก็ต่อเมื่อเว็บไซต์ที่เข้าใช้งานมีเนื้อหาที่ต้องแสดงผลโดยปลั๊กอิน (Plugin) เช่น อะโดบีแฟลชปลั๊กอิน จะถูกเรียกใช้โดยเบราว์เซอร์ก็ต่อเมื่อเจอเนื้อหาที่ต้องใช้ แฟลชเพลย์เยอร์ (Flash Player) ในการแสดงผล
- ส่วนเพิ่มความสามารถเบราว์เซอร์ (Browser Add-one/Extension)  
ส่วนเพิ่มความสามารถเบราว์เซอร์ เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเพิ่มความสามารถให้กับเบราว์เซอร์ เช่น ส่วนเพิ่มความสามารถที่ช่วยในการจัดการไฟล์ดาวน์โหลดและส่วนเพิ่มความสามารถที่ช่วยในการดาวน์โหลดไฟล์วีดีโอ ซึ่งส่วนเพิ่มความสามารถเบราว์เซอร์เหล่านี้ จะเน้นเพิ่มความสามารถให้กับเบราว์เซอร์มากกว่าการประมวลผลเนื้อหาเว็บไซต์

### 2.5.1.3 ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

ระบบปฏิบัติการ ทำหน้าที่ในการจัดการกับทรัพยากรของ เครื่องคอมพิวเตอร์ ในการรับคำร้องขอจากเบราว์เซอร์และส่งต่อไปให้กับอินเทอร์เน็ตดีเอ็นเอส ในระบบปฏิบัติการทำหน้าที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงชื่อเว็บไซต์ให้เป็นที่อยู่ไอพี เพื่อค้นหาเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์สร้างการเชื่อมต่อ (TCP connection) ระหว่างเครื่องผู้ใช้งานและเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นการทำงานของระบบปฏิบัติการจะมีความสำคัญมาก

## 2.5.2 ส่วนประกอบฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server-side Technology)

ส่วนประกอบฝั่งเซิร์ฟเวอร์ เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการแก่ผู้ใช้งานเว็บไซต์ ประกอบไปด้วยเทคโนโลยีและซอฟต์แวร์หลายส่วน ทำงานร่วมกันโดยซอฟต์แวร์หลักที่ใช้ในการให้บริการของเว็บเซิร์ฟเวอร์ประกอบไปด้วย 4 ส่วนประกอบหลัก

### 2.5.2.1 เว็บแอปพลิเคชัน (Web Application)

เว็บแอปพลิเคชัน ถือว่าเป็นหัวใจหลักของเว็บไซต์เนื่องจากทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน รับและแสดงข้อมูล ประมวลผลข้อมูลจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลและอื่น ๆ เรียกว่า เว็บแอปพลิเคชัน เป็นซอฟต์แวร์ที่ให้บริการผู้ใช้งานทั่วโลกผ่านอินเทอร์เน็ต หากนักพัฒนาได้เขียนเว็บแอปพลิเคชันตามส่วนที่ใช้ในการติดต่อและจัดการกับข้อมูลและฐานข้อมูล ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อรับข้อมูลและแสดงผล และส่วนที่ประมวลผลการทำงาน (Model-View-Controller : MVC) แล้วก็จะสามารถแบ่งเว็บแอปพลิเคชันออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ

1. ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งานเพื่อรับข้อมูลและแสดงผล (View)
2. ส่วนที่ประมวลผลการทำงาน (Controller)
3. ส่วนที่ใช้ในการติดต่อและจัดการกับข้อมูลและฐานข้อมูล (Model)

นักพัฒนาสามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้ด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย และสามารถแบ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันออกเป็นสองส่วน คือเทคโนโลยีส่วนติดต่อผู้ใช้ (Front-End Technology) ใช้สำหรับพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน และเทคโนโลยีระบบจัดการเว็บไซต์ (Back-End Technology) ใช้สำหรับพัฒนาส่วนที่ใช้ในการติดต่อและจัดการกับข้อมูลและฐานข้อมูล

#### • เทคโนโลยีส่วนติดต่อผู้ใช้ (Front-End Web Technology)

เทคโนโลยีส่วนติดต่อผู้ใช้ จะหมายถึงส่วนของเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ในการสร้างเว็บแอปพลิเคชันเทคโนโลยีส่วนติดต่อผู้ใช้ที่เป็นที่แพร่หลาย ได้แก่ เอชทีเอ็มแอล ซีเอสเอส และจาวาสคริป ซึ่งภาษาคอมพิวเตอร์เหล่านี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานของเว็บแอปพลิเคชัน ความหลากหลายของเทคโนโลยีส่วนติดต่อผู้ใช้ถูกจำกัดด้วยมาตรฐานกลางที่ออกโดยองค์กรที่ไม่แสดงท่าผลกำไรอย่างดับเบิลยูทีซี (World Wide Web Consortium : W3C) ซึ่งเป็นผู้กำหนดมาตรฐานเอชทีเอ็มแอล ซีเอสเอส และจาวาสคริป เพื่อให้ผู้พัฒนาเบราว์เซอร์ ให้แสดงผลข้อมูลในรูปแบบเดียวกัน เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้งานและนักพัฒนา ซึ่งเบราว์เซอร์ในปัจจุบันต่างรองรับการประมวลผลของเอชทีเอ็มแอล ซีเอสเอส และจาวาสคริป โดยสมบูรณ์แม้ว่าจะมีความแตกต่างในการแสดงผลไปบ้างในบางเบราว์เซอร์

- เทคโนโลยีระบบจัดการเว็บไซต์ (Back-End Web Technology)

เทคโนโลยีระบบจัดการเว็บไซต์ ส่วนของเทคโนโลยีที่เป็นส่วนประมวลผลตรรกะและการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน ไม่ว่าจะเป็นการตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ การเรียกดูและจัดเก็บข้อมูล การทำงานของเว็บแอปพลิเคชันในส่วนของระบบจัดการเว็บไซต์ (Back-End) จะเริ่มหลังจากเว็บแอปพลิเคชันได้รับคำร้องขอมาจากผู้ใช้งานทำการประมวลผล และส่งข้อมูลกลับไปให้กับผู้ใช้งาน เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบจัดการเว็บไซต์ของเว็บแอปพลิเคชันจะมีความหลากหลายกว่าส่วนติดต่อผู้ใช้ (Front-End) เนื่องจากไม่มีข้อจำกัดด้านมาตรฐานกลางเหมือนเทคโนโลยีส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ต้องรองรับมาตรฐานที่กำหนดโดยดับเบิลยูทีซีเพื่อให้ทำงานกับเว็บเบราว์เซอร์ได้อย่างไม่มีปัญหา

#### 2.5.2.2 เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ (Web server software)

เว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ เป็นโปรแกรมที่ทำงานอยู่บนเว็บเซิร์ฟเวอร์ซึ่งหน้าที่หลักของเว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ คือการประมวลผลคำร้องขอที่ได้รับมาและตอบกลับด้วยคำตอบรับกลับให้กับผู้ใช้งาน ปัจจุบันมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์หลายตัว ที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายเช่น อะแพชี เว็บเซิร์ฟเวอร์ ไอไอเอส (Internet Information Service : IIS) และเอ็นจินเอ็กซ์ (Nginx) ยังมีเว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ตัวอื่นอีกมากมาย อะแพชีเว็บเซิร์ฟเวอร์ เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และมักจะใช้คู่กับตัวแปลภาษาพีเอชพี (PHP) และฐานข้อมูล (MySQL)

อะแพชีเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Apache HTTP server) เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบโมดูล (module) ดังนั้นผู้ใช้งานสามารถเพิ่มความสามารถของเว็บเซิร์ฟเวอร์ซอฟต์แวร์ได้โดยการติดตั้งโมดูลเพิ่มเติม เช่น หากต้องการให้อะแพชีเว็บเซิร์ฟเวอร์รองรับภาษาพีเอชพีก็สามารถติดตั้งโมดูลที่สามารถช่วยให้อะแพชีประมวลผลเว็บแอปพลิเคชันที่เขียนด้วยภาษาพีเอชพี

#### 2.5.2.3 ระบบปฏิบัติการ (Operating System)

ระบบปฏิบัติการบนฝั่งของเซิร์ฟเวอร์ มีหน้าที่ในการจัดการกับทรัพยากรของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เช่น ความจำของซีพียู (CPU memory) และปริมาณการรับส่งข้อมูล (bandwidth) เป็นต้น เนื่องจากเว็บแอปพลิเคชันเป็นบริการที่เปิดให้ผู้ใช้งานเข้าถึงได้ตลอดเวลา ดังนั้น ระบบปฏิบัติการบนเซิร์ฟเวอร์ จึงต้องมีความเสถียรและสามารถจัดการกับ ทรัพยากรของเครื่องอย่างมีประสิทธิภาพ

#### 2.5.2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database Server)

ระบบฐานข้อมูล เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ให้บริการเกี่ยวกับการเข้าถึงและรับข้อมูลจากฐานข้อมูล และจัดการข้อมูลโดยมีตัวจัดการฐานข้อมูลที่เรียกว่า ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS)

## 2.6 ฟลัสก์ (Flask)

ฟลัสก์ เป็นไมโครเฟรมเวิร์ค (microframework) สำหรับไพธอนอีกหนึ่งเฟรมเวิร์คที่ใช้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันบนพื้นฐานของเว็ทซูก (Werkzeug) และจินจา2 (Jinja2) โดยเป็นลิขสิทธิ์ของบีเอสดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(BSD licensed) ช่วยให้สามารถเขียนเว็บแอปพลิเคชันโดยภาษาไพธอนได้และยังมีไลบรารีอื่น เช่น ดีแจงก์ (Django) และพีระมิด (Pyramid) โดยจุดเด่นของฟลัสก์คือความเรียบง่ายและความยืดหยุ่น ทำให้สามารถใช้คู่กับเทคโนโลยีอื่นได้

การใช้งานฟลัสก์

1. เริ่มใช้งานฟลัสก์ต้องมีการติดตั้งก่อนโดย

```
pip install Flask
```

ภาพที่ 2.15 คำสั่งติดตั้งเพื่อใช้งานฟลัสก์

2. สร้างไฟล์ไพธอน ชื่อ hello.py แล้วใส่โค้ดตามภาพที่ 2.16 เมื่อนำไปรันผลลัพธ์บนเทอร์มินอล (Terminal) สำหรับระบบปฏิบัติการแมค (MAC OS) หรือคอมมานด์ไลน์ (Command line) สำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) โดยใช้คำสั่ง “python hello.py” จะปรากฏ <http://127.0.0.1:5000/> ซึ่ง port 5000 เป็นพอร์ต (port) เริ่มต้น และนำไปรันบนเบราว์เซอร์

```
from flask import Flask
app = Flask(__name__)

@app.route("/") def hello():
    return "Hello World!"

if __name__ == "__main__":
    app.run()
```

ภาพที่ 2.16 โค้ดตัวอย่างเริ่มต้นการใช้งานฟลัสก์

จากโค้ดที่แสดงดังภาพที่ 2.16 มีการทำงานดังนี้

1. เริ่มจากนำเข้า (import) คลาสฟลัสก์ซึ่งเป็นอินสแตนซ์ (instance) ของ WSGI application
2. จากนั้นสร้างอินสแตนซ์ของฟลัสก์ขึ้นมาพารามิเตอร์เป็น ชื่อของโมดูล หรือแพ็คเกจ (package)
3. route() ใช้ในการกำหนดยูอาร์แอลให้กับฟังก์ชันในตัวอย่างก็จะเป็นหน้าหลัก (/)

4. ฟังก์ชัน `run()` ใช้เพื่อรันไลออลเซิร์ฟเวอร์ (local server) จะอยู่ภายในเงื่อนไข `if __name__ == '__main__':` ซึ่งหมายความว่าให้มีการรันคำสั่งก็ต่อเมื่อเป็นการรันผ่านไพธอนอินเทอร์พรีเตอร์ (python interpreter) โดยตรงไม่ได้ถูกนำเข้าไปใช้



ภาพที่ 2.17 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการรันคำสั่งเมื่อใช้งานพลาสติก

## 2.7 เจควีรี่ (jQuery)

เจควีรี่ เป็นจาวาสคริปต์ไลบรารี (Javascript Library) ที่เป็นที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่ง มีการรวบรวมฟังก์ชันของจาวาสคริปต์ไว้ ทำให้นำมาใช้งานได้ง่ายและรองรับการใช้งานได้ทุกเว็บเบราว์เซอร์ในไลบรารีของเจควีรี่จะมีการเลือกใช้ ฟังก์ชันที่สามารถทำงานและแสดงผลในเว็บเบราว์เซอร์ที่กำลังทำงานอยู่ ซึ่งช่วยลดปัญหาการทำงานที่ผิดพลาด ในฝั่งของผู้ใช้งานได้

เจควีรี่ถูกริเริ่มและพัฒนาโดย จอห์น เรซิก (John Resig) และเปิดตัวอย่างเป็นทางการเมื่อเดือนมกราคม ค.ศ. 2006 โดยเป็นโครงการแบบโอเพ่นซอร์ส

## 2.8 เอแจ็กซ์ (AJAX)

เอแจ็กซ์ (Asynchronous JavaScript and XML : AJAX) เป็นเทคนิคที่สามารถทำการรับส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานกับเซิร์ฟเวอร์ได้โดยไม่ต้องทำการส่ง (submit) ข้อมูลผ่านฟอร์ม (form) แต่อย่างใด ซึ่งเทคนิคนี้สามารถที่จะเอามาทำเว็บแอปพลิเคชันที่มีการรับส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานกับเซิร์ฟเวอร์ ได้โดยไม่ต้องทำการรีเฟรช (refresh) หน้าเบราว์เซอร์ เอแจ็กซ์เป็นการนำเอ็็กซ์เอ็มแอล (XML) และจาวาสคริปต์มาใช้งานร่วมกันเพื่อทำการส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้งานกับเซิร์ฟเวอร์

หลักการการทำงานของเอแจ็กซ์ คือ จาวาสคริปต์หนึ่งที่ทำหน้าที่ร้องขอ (Request) ข้อมูลจากทางเซิร์ฟเวอร์ผ่านทาง XMLHttpRequest และทำการนำค่าที่ได้นั้นออกมา แสดงที่หน้าเบราว์เซอร์ โดยข้อมูลที่จะรับเข้ามานั้นจะเป็นเอ็็กซ์เอ็มแอลหรือข้อความ (text)

เจสัน (JSON) เป็นรูปแบบชุดของตัวอักษร (string) ชนิดหนึ่งที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบที่สามารถอ่านและเข้าใจได้ง่าย เปรียบเสมือนรูปแบบของตัวแปรชุด (array) ชนิดหนึ่งที่ใช้รับส่งข้อมูลผ่านเอแจ็กซ์เพราะการรับส่งข้อมูลผ่านเอแจ็กซ์ต่าง ๆ จะต้องรับ-ส่งมาในรูปแบบของชุดของตัวอักษร ทั้งก่อนและเมื่อฝั่งเอแจ็กซ์ทำการรับค่าที่ได้จากการคืนค่า (return) กลับมาจากเซิร์ฟเวอร์ก็ต้องนำชุดของตัวอักษรเหล่านั้นมาตัดตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อเอาชุดของตัวอักษรตัวที่ต้องการมาใช้งาน แต่สำหรับเจสันแล้ว สามารถรับส่งชุดค่าตัวแปรได้ทั้งฝั่งผู้ใช้งานและฝั่งเซิร์ฟเวอร์โดยทั้ง 2 ฝั่ง สามารถใช้การเข้ารหัสเจสัน (JSON encode) และถอดรหัส (decode) เพื่ออ่านค่าตัวแปรเหล่านั้น ซึ่งเจสัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะอยู่ในรูปแบบของตัวแปรชุด และสำหรับตัวแปรเจสันนั้นไม่จำกัดแค่รับส่งข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์เท่านั้นแต่ยังสามารถนำเจสันไปประยุกต์กับการรับส่งข้อมูลในรูปแบบอื่น ๆ ได้ เช่น การจับเก็บข้อมูลในรูปแบบของชุดของตัวอักขระในข้อความหรือการรับส่งผ่านเว็บเซอร์วิส (Web Service) ก็สามารถทำได้

## 2.9 ไฮชาร์ต (Highcharts)

ไฮชาร์ต (Highcharts) เป็นระบบกราฟเอพีไอ (API) โดยออกแบบและพัฒนาด้วยจาวาสคริปต์ที่มีความยืดหยุ่น และใช้งานได้ง่าย สามารถสร้างกราฟและแผนภูมิในรูปแบบต่าง ๆ ได้หลากหลายและพร้อมสามารถนำออกมาเป็นไฟล์ภาพนามสกุลเจแปค (jpg) พีเอ็นจี (png) หรือไฟล์เอกสารพีดีเอฟ (pdf) หรือภาพเวกเตอร์นามสกุลเอสวีจี (svg)

การใช้งานไฮชาร์ตต้องนำสคริปต์ (script) มาใส่ใน <head> ไฟล์เอชทีเอ็มแอลก่อน ดังนี้แล้วจะเขียนรูปแบบของกราฟใน <script>

```
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>
```

ภาพที่ 2.18 คำสั่งเพื่อใช้งานไฮชาร์ต

## 2.10 บูทสเตรป (Bootstrap)

บูทสเตรป เป็นเฟรมเวิร์คของส่วนติดต่อผู้ใช้ (front-end framework) ที่ใช้ในการทำหน้าแสดงผลหน้าเว็บแอปพลิเคชันโดยรวมซีเอสเอส เอชทีเอ็มแอล และจาวาสคริปต์ สามารถรองรับได้ทุกอุปกรณ์หรือที่เรียกว่า เรสพอนซีฟ (Responsive) ทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำคลาสมาใช้เพียงบางส่วนดังนี้

### 2.10.1 คอนเทนเนอร์ (Container)

คอนเทนเนอร์ เป็นตัวกำหนดให้ข้อมูลอยู่ในขอบเขตหน้าแสดงไว้เท่านั้น จะใช้ประโยชน์ในการแบ่งแบบกริดได้โดยตัวอย่างของผลลัพธ์แสดงดังภาพที่ 2.19 สามารถนำไปใช้ได้ตามโค้ดตัวอย่างดังภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.19 ผลลัพธ์การใช้คลาสคอนเทนเนอร์ที่มีคลาสจัมโบตรอนอยู่ภายใน

```

<body>
  <div class = "container">
    <div class= "jumbotron">
      <h1>Hello</h1>
      Forecast
    </div>
  </div>
</body>

```

ภาพที่ 2.20 ตัวอย่างโค้ดการใช้คลาสคอนเทนเนอร์

### 2.10.2 จัมโบตรอน (Jumbotron)

จัมโบตรอน เป็นกล่องสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่จะใช้เพื่อแสดงข้อมูลที่ต้องการให้ความสนใจเป็นพิเศษ มีตัวอย่างการใช้งานดังภาพที่ 2.21 และผลลัพธ์การใช้งานดังภาพที่ 2.22

```

<body>
  <div class = "jumbotron">
    <h1>Hello</h1>
    Forecast
  </div>
</body>

```

ภาพที่ 2.21 ตัวอย่างโค้ดการใช้คลาสจัมโบตรอน

Hello  
Forecast

ภาพที่ 2.22 ผลลัพธ์การใช้คลาสจัมโบตรอน

### 2.10.3 พาเนล (Panel)

พาเนล เป็นส่วนที่ใช้แสดงข้อความหรือรูปภาพในกล่องข้อความ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้ พาเนลเฮดเดอร์ (panel-header) พาเนลบอดี้ (panel-body) และพาเนลฟุตเตอร์ (panel-footer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถนำไปใช้ได้ตามโค้ดตัวอย่างดังภาพ 2.23 ซึ่งกำหนดให้ภายในพาเนลเฮดเดอร์ให้แสดงคำว่า Panel title ภายในพาเนลบอดีแสดงคำว่า Panel content Graph และ Picture ส่วนพาเนลฟุตเตอร์ให้แสดงคำว่า Panel footer แสดงผลลัพธ์ได้ดังภาพที่ 2.24

```
<body>
<div class="container">
  <div class="panel panel-default">
    <div class="panel-heading">
      <h3 class="panel-title">Panel title</h3>
    </div>
    <div class="panel-body">
      <div>Panel content</div>
      <div>Graph</div>
      <div>Picture</div>
    </div>
    <div class="panel-footer">Panel footer</div>
  </div>
</div>
</body>
```

ภาพที่ 2.23 ตัวอย่างการใช้งานคลาสพาเนล



ภาพที่ 2.24 ผลลัพธ์การใช้งานคลาสพาเนล

#### 2.10.4 เนฟบาร์ (Navbar)

เนฟบาร์ เป็นเมนูบาร์สำหรับหน้าเว็บ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเมตา (meta) ทำให้สามารถรองรับการแสดงผลแบบเรสพอนซีฟ (Responsive) โดยเพิ่ม <nav> สามารถกำหนดคลาสเป็น เนฟบาร์เฮดเดอร์ (navbar-header) หรือเนฟบาร์แบรนด์ (navbar-brand) ได้ ดังภาพที่ 2.25 กำหนดให้เนฟบาร์เฮดเดอร์และมีคำว่า HOME อยู่บนเมนู โดยให้อยู่ในคลาสคอนเทนเนอร์ได้เป็นผลลัพธ์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดั่งภาพที่ 2.26

```

<body>
<nav class="navbar navbar-default">
  <div class="container">
    <div class="navbar-header">
      <span>HOME</span>
    </div>
  </div>
</nav>
</body>

```

ภาพที่ 2.25 ตัวอย่างโค้ดการใช้งานคลาสเนฟบาร์



ภาพที่ 2.26 ผลลัพธ์การใช้นิพจน์แฮดเดอร์

### 2.10.5 ระบบกริด (Grid system)

ระบบกริด ถูกนำมาใช้ในบุทสเตรปเพื่อจัดการการแสดงผลของเนื้อหา เนื่องจากการรองรับการใช้งานเรสพอนซีฟ ทำให้สามารถแสดงผลได้บนทุกอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม โดยจะแบ่งเป็น 12 คอลัมน์ และแบ่งเป็น 4 ประเภทคือ

- col-xs-int ใช้สำหรับการแสดงผลบนขนาดหน้าจอที่ < 768 px
- col-sm-int ใช้สำหรับการแสดงผลบนขนาดหน้าจอที่ >= 768 px
- col-md-int ใช้สำหรับการแสดงผลบนขนาดหน้าจอที่ >= 992 px
- col-lg-int ใช้สำหรับการแสดงผลบนขนาดหน้าจอที่ >= 1200 px

สามารถกำหนดค่าให้แสดงผลให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ได้ดังภาพที่ 2.29 ตัวอย่างโค้ดการใช้งานระบบกริดกำหนดให้ ถ้าแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์แบ่งหน้าจอแสดงผลเป็น 4 คอลัมน์ใน 1 แถว และเมื่อแสดงผลบนหน้าจอของอุปกรณ์ที่ขนาดน้อยกว่า 768 px แบ่งเป็น 2 คอลัมน์ใน 1 แถว ดังนั้นจะใช้ 2 แถวในการแสดงผล 4 คอลัมน์ มีผลลัพธ์การแสดงผลบนหน้าจอขนาดต่างกันดังภาพที่ 2.27 และ 2.28



ภาพที่ 2.27 ผลลัพธ์การใช้ระบบกริดเมื่อแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 2.28 ผลลัพธ์การใช้ระบบกริดเมื่อการแสดงผลบนหน้าจอไอโฟน 6 พลัส

```
<body>
<div class="container">
<div class="rows">
<div class="col-xs-6 col-md-3">
<h5>column 1 </h5>
</div>
<div class="col-xs-6 col-md-3">
<h5>column 2 </h5>
</div>
<div class="col-xs-6 col-md-3">
<h5>column 3 </h5>
</div>
<div class="col-xs-6 col-md-3">
<h5>column 4 </h5>
</div>
</div>
</div>
</body>
```

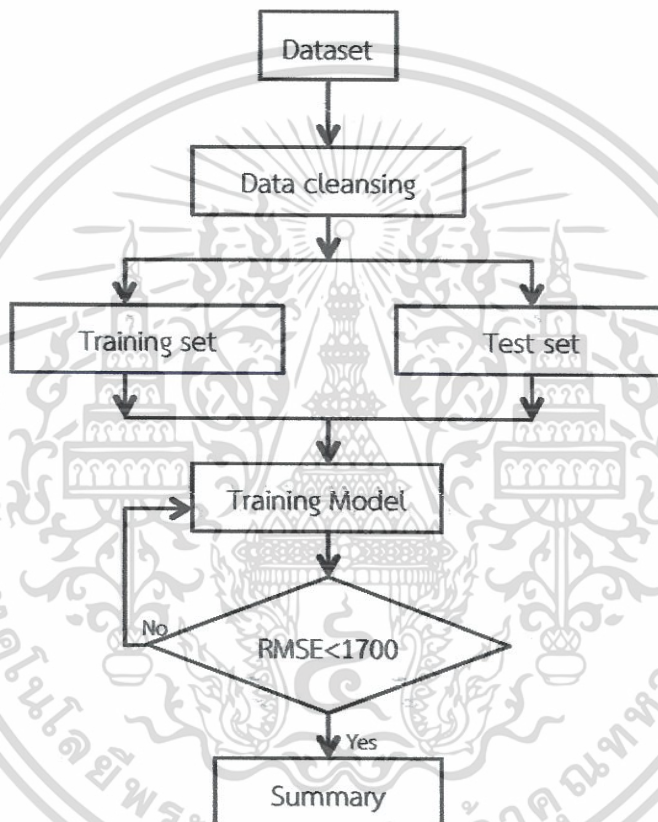
ภาพที่ 2.29 ตัวอย่างโค้ดการใช้งานระบบกริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการงาน

ในบทนี้จะอธิบายวิธีดำเนินการวิจัยตั้งแต่การเริ่มเตรียมข้อมูลจนถึงเสร็จสิ้นการวิจัย งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจในการพยากรณ์ยอดขาย โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้



ภาพที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

#### 3.1 การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูล นำข้อมูลยอดขายน้ำมันทุกวันตั้งแต่วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2557 ของสถานี สยามเป่า ผลิตภัณฑ์ดีเซล จากฐานข้อมูล และทำความสะอาดข้อมูลและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อยอดขาย น้ำมัน ทดลองทำโมเดลโดยศึกษาจากข้อมูล และทำโมเดลด้วยตนเองในขั้นตอนแรกโดยมีโมเดลตาม ตารางที่ 3.1 สามารถอธิบายโมเดลได้ดังนี้ วันจันทร์จะขายเพิ่มได้จากยอดขายน้ำมัน วันอาทิตย์ 1000 ลิตร วันอังคารถึงวันพฤหัสบดีจะขายลดจากยอดขายน้ำมันเฉลี่ยย้อนหลัง 15 วัน วันเสาร์จะขายได้น้อยกว่าวันศุกร์ 900 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3. 1 แสดงโมเดลที่วิเคราะห์ด้วยตนเอง

ปัจจัย	โมเดล
วันจันทร์	+1000
วันอังคาร วันพุธ และวันพฤหัสบดี	ยอดขายน้ำมันเฉลี่ย 15 วันย้อนหลัง
วันศุกร์	+620
วันเสาร์	-900
วันอาทิตย์	-350
วันก่อนหยุดยาว	+1200
วันหยุด	-1300
ช่วงวันหยุดยาว	-300
หลังหยุดยาว	900
วันก่อนน้ำมันขึ้น	400
วันน้ำมันขึ้น	-780
วันก่อนน้ำมันลง	-150
วันน้ำมันลง	278
วันสิ้นเดือน	500

เนื่องจากโมเดลนี้ผู้วิจัยต้องคำนวณและนำข้อมูลไปใส่ในฐานข้อมูลด้วยตัวเอง และเป็นเพียงโมเดลสำหรับผลิตภัณฑ์เดียวและสถานีเดียวทำให้ข้อมูลไม่ครบทุกสถานี และทุกผลิตภัณฑ์ ทำให้ไม่สามารถพยากรณ์ได้ทุกสถานี จึงต้องนำข้อมูลมาจากฐานข้อมูล และนำค่าพยากรณ์เพิ่มลงไปในฐานข้อมูล โดยเริ่มจากการนำข้อมูลมาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือข้อมูลชุดสอนและข้อมูลชุดทดสอบ คำนวณค่าความผิดพลาดจากค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง และเนื่องจากมีเพียงข้อมูลยอดขายน้ำมันของแต่ละสถานีและวัน เดือน ปี จึงต้องเพิ่มปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายน้ำมันที่ได้ศึกษาไว้เข้ามา และเพื่อให้ง่ายต่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ ตัวอย่างข้อมูลที่จะนำมาใส่ในฐานข้อมูลต้องทำการแปลงข้อมูลก่อน ซึ่งข้อมูลที่มีมาจากการทำการแปลงข้อมูลที่มีด้วยโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซล โดยกำหนดให้ปัจจัยที่นำไปวิเคราะห์ถ้ามีผลกับยอดขายน้ำมันเป็น “1” ไม่มีผล กับยอดขายน้ำมันเป็น “0” มีตัวอย่างข้อมูลดัง ภาพที่ 3.2

จากนั้นเขียนโปรแกรมโดยภาษาไพธอน โดยนำข้อมูลตัวอย่างที่มีและแบ่งออกเป็น 2 ส่วนแล้วมาทดสอบกับเทคนิคที่ได้เลือกไว้ เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์การพยากรณ์ของแต่ละเทคนิค และดูแนวโน้มโดยแสดงเป็นกราฟเส้น คำนวณค่าความผิดพลาดของแต่ละเทคนิคเพื่อนำมาใช้ในการทำงานวิจัย โดยเทคนิคการทำเหมือนข้อมูล ที่นำมาทดสอบมี 3 เทคนิค คือต้นไม้ตัดสินใจ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และโครงข่ายประสาทเทียม มีผลลัพธ์ดังภาพ 3.3 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ

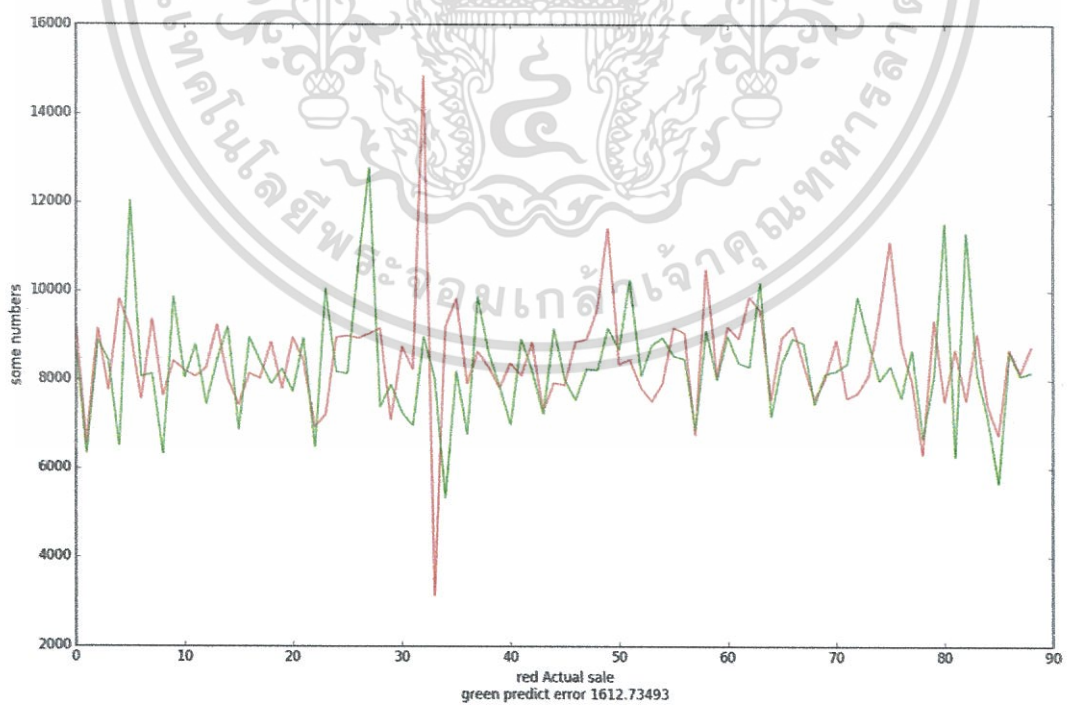
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
2	DATE	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT	SUN	BEFORE HOLIDAY	HOLIDAY	BETWEEN HOLIDAY	AFTER HOLIDAY	BACOSTRADE	COSTREDUC	BACOSTRIB	COSTRIB	ENDOFHOLIDAY	EVERY	YESTERDAY
3	6556	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7237
4	8148	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	7886
5	7763	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	5092
6	9811	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5209
7	9113	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9405
8	7558	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6449
9	9361	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9115
10	7639	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6556
11	8422	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9148
12	8206	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7763
13	8070	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9811
14	8262	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9113
15	9233	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7558
16	8206	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9361
17	7430	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7639
18	8141	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8422
19	8524	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8206
20	8842	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8070
21	7797	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9233
22	8949	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8262
23	8429	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9233
24																			8206

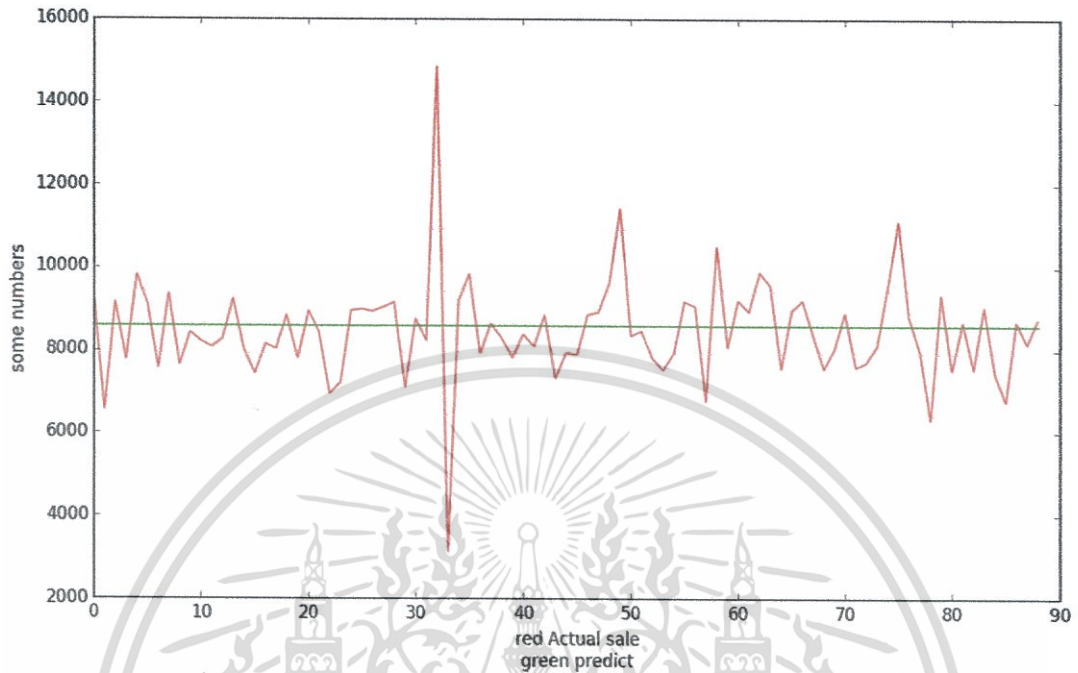
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลที่เพิ่มปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายน้ำมัน

จากภาพที่ 3.3 กราฟเส้นสีแดง คือยอดขายจริง และสีเขียวคือค่าที่แต่ละโมเดลพยากรณ์ได้ กราฟที่ได้จากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ มีแนวโน้มไปในทางเดียวกันกับยอดขายจริง ถึงแม้ค่าของการพยากรณ์ไม่ตรงกับยอดขายจริง และมีค่าความผิดพลาด 1612.73 แต่ภาพที่ 3.4 และ 3.5 เป็นกราฟที่ได้จากเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม จากกราฟมีผลลัพธ์คล้ายกัน คือค่าที่พยากรณ์ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง ไม่มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับยอดขายจริง และมีค่าความผิดพลาดสูง จึงเลือกใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

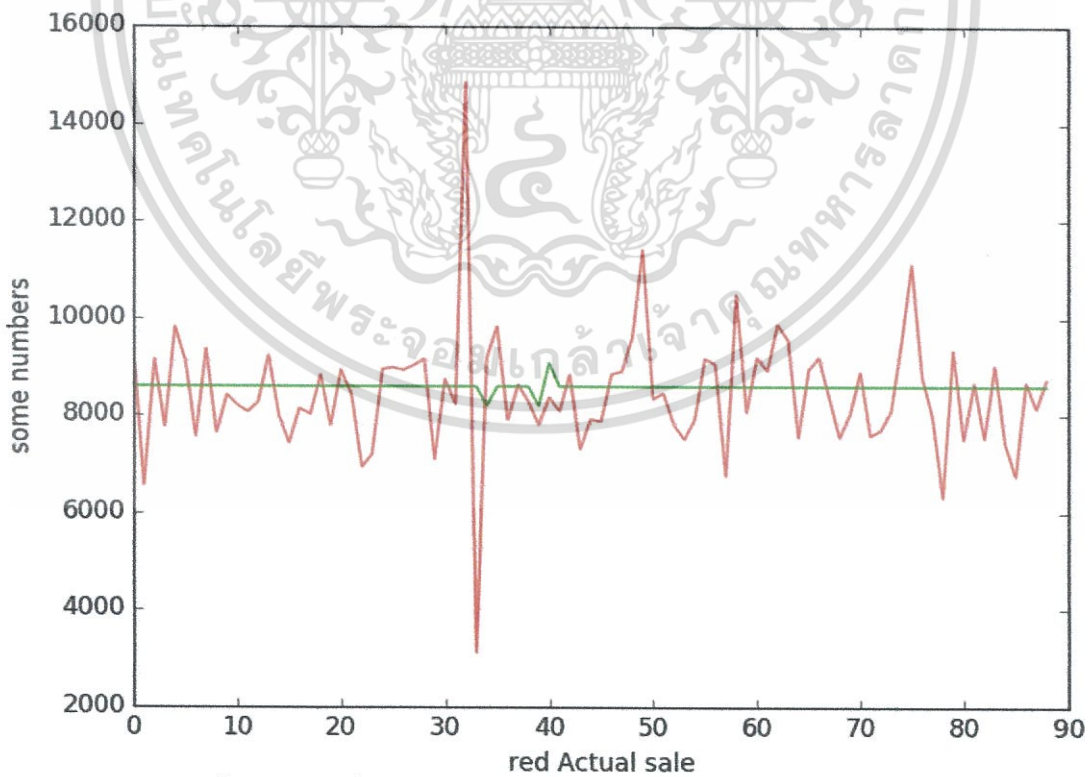
เมื่อนำข้อมูลภายในไฟล์เอ็กซ์เซลไปทดสอบแล้ว การทำฐานข้อมูลก็นำข้อมูลในไฟล์นี้ไปใช้สำหรับการสร้างตารางใหม่สำหรับเว็บแอปพลิเคชัน โดยสร้างวิว (View) ที่มีส่วนของตารางข้อมูลนี้อยู่



ภาพที่ 3.3 กราฟที่ได้จากการทดสอบจากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ



ภาพที่ 3.4 กราฟที่ได้จากการทดสอบจากเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน



ภาพที่ 3.5 กราฟที่ได้จากการทดสอบจากเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล เลือกเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจในการทำโมเดลเพื่อพยากรณ์ยอดขาย เนื่องจากมีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับยอดขายจริงและมีค่าความผิดพลาดน้อย

การทำข้อมูลเพื่อให้สามารถนำไปเข้าโมเดลจะต้องมีการทำฐานข้อมูลใหม่ โดยฐานข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลยอดขายน้ำมันย้อนหลัง 2 ปี และปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายที่ได้ศึกษาไว้ที่ได้ทำการแปลงเป็นค่าที่สามารถนำไปเข้าโมเดล

### 3.2 การดำเนินการสร้างโมเดล

การสร้างฐานข้อมูลที่มีพารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายน้ำมัน เพื่อเป็นชุดการสอน และใช้ภาษาไพธอนในพัฒนารูปแบบของโมเดลเพื่อพยากรณ์โดยใช้โปรแกรมซับไลม์ (Sublime) และมีการเลือกใช้โมเดล ต้นไม้ตัดสินใจ และการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องและตอบสนองแบบทันที (Realtime) โดยมีโมดูลที่ใช้งานดังนี้

1. ไซกิตเลอน (Scikit-Learn) เป็นโมดูลสำหรับใช้ทำการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการทำเหมืองข้อมูลในภาษาไพธอน ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้โมเดลของต้นไม้ตัดสินใจ และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองได้ โดยนำเข้ามาใช้ตามคำสั่งดังภาพที่ 3.6

```
from sklearn import tree
from sklearn.metrics import mean_squared_error
```

ภาพที่ 3.6 คำสั่งนำเข้าไซกิตเลอนเพื่อใช้โมเดลต้นไม้ตัดสินใจ

2. เดตทาม (Datetime) เป็นโมดูลที่ใช้กับฟังก์ชันวันและเวลาใช้ปรับรูปแบบของเวลาตามที่ต้องการ และทาม (Time) เป็นโมดูลที่ใช้กับฟังก์ชันเวลา โดยนำเข้ามาใช้ตามคำสั่งดังภาพที่ 3.7

```
from datetime import datetime, timedelta, date
import time
```

ภาพที่ 3.7 คำสั่งนำเข้าเดตทามและทาม

3. นัมไพ (Numpy) เป็นโมดูลที่ใช้คำนวณทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และโมดูลนี้สามารถสร้างข้อมูลชนิดอาร์เรย์ และคำนวณอาร์เรย์ของตัวเลขโดยนำเข้ามาใช้ตามคำสั่งดังภาพที่ 3.8

```
import numpy as np
```

ภาพที่ 3.8 คำสั่งนำเข้านัมไพ

4. อาร์เรย์ (Array) เป็นโครงสร้างข้อมูล เนื่องจากไพธอนไม่รองรับอาร์เรย์จึงต้องนำเข้ามาใช้ โดยนำเข้ามาใช้ตามคำสั่งดังภาพที่ 3.9 แต่ถ้าจะใช้ในการคำนวณ ควรใช้นัมไพแทน

```
from array import array
```

ภาพที่ 3.9 คำสั่งนำเข้าอาร์เรย์

5. ซีเอ็๊กซ์ออราเคิล (Cx\_Oracle) เป็นโมดูลที่ใช้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลออราเคิล (Oracle) โดยเชื่อมต่อ กับฐานข้อมูลโดยกำหนดให้ตัวแปร orcl คือการเชื่อมต่อฐานข้อมูลโดยระบุชื่อผู้ใช้งาน (username) รหัสผ่าน (Password) และฐานข้อมูลใช้คำสั่งดังภาพที่ 3.10

```
import cx_Oracle
orcl = cx_Oracle.connect('username/password@database')
```

ภาพที่ 3.10 คำสั่งนำเข้าซีเอ็๊กซ์ออราเคิลและเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลออราเคิล

ปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายน้ำมันที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ วันก่อนวันหยุดยาว วันหยุดยาว วันหยุด วันหลังวันหยุด วันสิ้นเดือน วันเงินเดือนออก วันที่น้ำมันขึ้นราคา วันที่น้ำมันลดราคา ยอดขายวันก่อนหน้า และยอดขายก่อนหน้า 1 สัปดาห์ และนำมาเข้าโมเดลต้นไม้ตัดสินใจตามภาพที่ 3.11 และภาพที่ 3.12 ตามลำดับ

```
243 predict = []
244 predict.extend(List(dayFunc()))
245 predict.extend([pbefore, pholiday, plong, pafter, pend, psalary, pdec, pinc, psale_ytd, psale_lastweek])
```

ภาพที่ 3.11 ปัจจัยที่มีนำมาวิเคราะห์

```
clf = tree.DecisionTreeClassifier()
clf.fit(x,np.asarray(y,dtype="S6"))
predicts = clf.predict([predict])
print predicts
sale_predict="".join(predicts)
```

ภาพที่ 3.12 คำสั่งเพื่อการใช้งานเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ

เพิ่มข้อมูล (Insert into) ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์เข้าฐานข้อมูล โดยใช้ คำสั่ง INSERT INTO table(column1, column2, ... column\_n ) VALUES (expression1, expression2, ... expression\_n ) ดังภาพที่ 3.13 กำหนดให้ตัวแปร ins คือค่าที่จะเพิ่มลงฐานข้อมูล คำสั่ง curs.execute

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สั่งให้ทำงานคือเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล  
10.00 น.

หลังจากนั้นตั้งค่าตารางเวลาให้โปรแกรมทำงานทุกวันเวลา

```
Ins = "INSERT INTO ขอตาราง(ขอลคอลมณ) VALUES (เงอนไข)"  
curs.execute(ins)
```

ภาพที่ 3.13 คำสั่งเพิ่มข้อมูลเพื่อนำข้อมูลเข้าฐานข้อมูล

### 3.3 การดำเนินการสร้างหน้าแสดงผล

#### 3.3.1 การออกแบบหน้าแสดงผล

การออกแบบหน้าแสดงผล เพื่อแสดงผลลัพธ์ ดูแนวโน้มนำเปรียบเทียบขอยจริง และผลลัพธ์จากการพยากรณ์ โดยแสดงผ่านหน้าเว็บแอปพลิเคชันซึ่งพัฒนาด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอล และใช้บุทสเตรปซึ่งเป็นเอชทีเอ็มแอลเฟรมเวิร์ค โดยการใช้งานบุทสเตรปต้องมีการเพิ่มซีเอสเอสเข้าไปใน <head> ดังภาพที่ 3.14

```
<!-- Latest compiled and minified CSS -->  
<link rel="stylesheet" href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/css/bootstrap.min.css" integrity="sha384-BViiSIFeK1dGmJRAkycuHAHRg32 OmUcww7on3R Ydg4Va+PmSTsz/K68vbdEjh4u" crossorigin="anonymous">  
<!-- Optional theme -->  
<link rel="stylesheet" href="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/css/bootstrap-theme.min.css" integrity="sha384-rHyoN1iRsVXV4nD0JutlnGaslCJuC7uwjduW 9SVrLvRYooPp2bWYgmgJQIXwl/Sp" crossorigin="anonymous">  
<!-- Latest compiled and minified JavaScript -->  
<script src="https://maxcdn.bootstrapcdn.com/bootstrap/3.3.7/js/bootstrap.min.js" integrity="sha384-Tc5lQib027qvyjSMfHjOMaLkfuWVxZxUPnCJA7l2mCWNlpG9mGCD8wG NlCPD7Txa" crossorigin="anonymous">
```

ภาพที่ 3.14 โค้ดสำหรับการใช้งานบุทสเตรป

เพื่อให้เว็บสามารถทำงานและแสดงผลอย่างเหมาะสมได้ทุกอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ จะต้องทำการเพิ่ม <meta> เข้าไปใน <head> โดยใช้ตัวอย่างโค้ดตามในภาพที่ 3.15

```
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1, maximum-scale=1, user-scalable=no">
```

ภาพที่ 3.15 โค้ดเพื่อให้เว็บสามารถแสดงผลได้ทุกอุปกรณ์

ใช้เจควีซึ่งเป็นจาวาสคริปไลบรารี เพื่อควบคุมการทำงานบนหน้าเว็บและตอบสนองกับผู้ใช้ งาน ซึ่งการใช้งานเจควีต้องมีการเพิ่มโค้ดลงใน <head> โดยดาวน์โหลดเจควีแล้วใช้โค้ดดังภาพที่ 3.16 หรือสามารถใช้โค้ดเจควีซีดีเอ็น (jQuery CDN) ซึ่งมีทั้งของกูเกิล และไม่โครซอฟท์ ดังภาพที่ 3.17

```
<script src="https://code.jquery.com/jquery-3.1.0.min.js"></script>
```

ภาพที่ 3.16 โค้ดสำหรับการใช้งานเจควีเมื่อมีการดาวน์โหลดเจควีมาไว้แล้ว

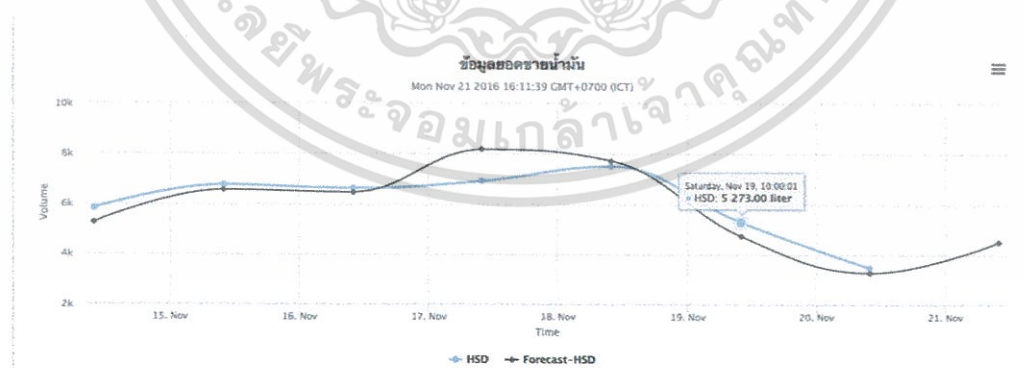
```
<script src="//ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1.9.1/jquery.min.js"></script>
```

ภาพที่ 3.17 เจควี ซีดีเอ็น โดยกูเกิล

หลังจากใส่โค้ดเพื่อให้ใช้บุทสแตมป์ได้ เริ่มออกแบบหน้าแสดงผล โดยส่วนหัว (header) จะใช้ <nav> และมีตราสัญลักษณ์ของบริษัท และ HOME



ภาพที่ 3.18 แสดงส่วนของจัมโบตรอนและรายการเลือกแบบดิ่งลง



ภาพที่ 3.19 แสดงส่วนแสดงกราฟโดยพาเนลบอดี

กำหนดให้จัมโบตรอนอยู่ในคอนเทนเนอร์ แล้วแบ่งแถวภายในจัมโบตรอน เป็น 3 คอลัมน์ โดยมีรายการเลือกแบบดิ่งลง (drop-down list) ในแต่ละคอลัมน์ โดยคอลัมน์แรกเลือกสถานี คอลัมน์ที่ 2 เลือกฝั่ง และคอลัมน์ 3 เลือกผลิตภัณฑ์ และมีปุ่ม “GO” ให้คลิกเพื่อแสดงกราฟ ดังภาพที่ 3.18

ส่วนในส่วนแสดงกราฟใช้คลาสพาเนลบอดีให้กราฟแสดงในส่วนนี้ดังภาพที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 การออกแบบกราฟ

การออกแบบกราฟ ได้นำรูปแบบของกราฟจากไฮชาร์ตโดยการนำสคริปต์รูปแบบของกราฟของไฮชาร์ตมาใช้งานต้องนำโค้ดมาใส่ใน <head> ดังภาพที่ 3.20

ข้อมูลถูกนำเสนอในรูปแบบของกราฟเส้น 2 เส้นคือ เส้นยอดขายน้ำมันจริงและค่าพยากรณ์ ส่วนหัวข้อของกราฟคือ “ข้อมูลยอดขายน้ำมัน” และหัวข้อย่อถัดลงมาแสดง วัน เดือน วันที่ เวลาที่หน้าเว็บทำงานอยู่ดังภาพที่ 3.21

```
<script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script>
<script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>
```

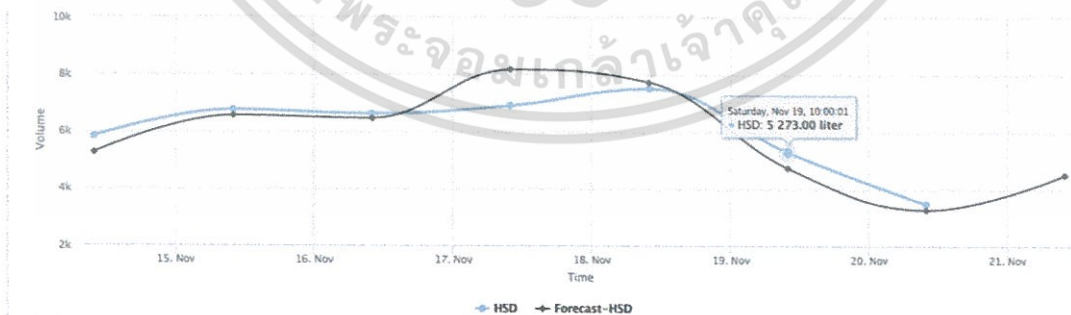
ภาพที่ 3.20 โค้ดสำหรับการใช้งานรูปแบบกราฟไฮชาร์ต



ภาพที่ 3.21 แสดงผลลัพธ์ของหัวข้อของกราฟ

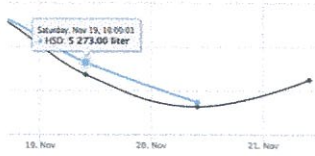
แกน x เป็น แกนที่ใช้แสดงวัน และเดือน และชื่อแกน Time โดยระยะห่างระหว่างช่องคือ 1 วัน เพื่อให้ดูภาพรวมของการขายน้ำมัน และดูแนวโน้มได้ กราฟจะแสดงค่ายอดขายจริง 7 วันย้อนหลัง โดยเส้นกราฟค่าพยากรณ์จะมีค่าสว่างหน้า 1 วัน

แกน y มีชื่อแกน Volume แทนปริมาตรของน้ำมัน พื้นที่หลังของกราฟแบ่งเป็นกริด เพื่อให้กราฟมี ระเบียบ และดูได้ง่าย มีคำอธิบายด้านล่างเพื่อให้ทราบสัญลักษณ์ที่ใช้แทนกราฟโดยกราฟมีข้อมูลยอดขายจริงและผลลัพธ์จากการพยากรณ์ ตามในภาพที่ 3.22



ภาพที่ 3.22 ส่วนแสดงข้อมูลของกราฟ

เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่จุดบนกราฟจะมี ทูลทิป (Tooltip) ขึ้นมาระบุ วัน วันที่ ปริมาตร และผลิตภัณฑ์ ดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 ทูลทึบเพื่อแสดงข้อมูลของกราฟ

### 3.3.3 การนำเข้าข้อมูล

การดึงข้อมูลมาจากรฐานข้อมูลซึ่งเขียนโดยภาษาไพธอน จึงต้องมีการรับและส่งข้อมูลมาโดยการใช้เจสันดังในภาพที่ 3.28 ซึ่งมีการส่งค่า sidecode และside ไปยังไฟล์ที่เขียนเพื่อดึงข้อมูลจากรฐานข้อมูลตามค่า sidecode และside ที่ผู้ใช้งานเลือกและส่งค่าในรูปแบบของเจสัน โดยกำหนดให้ตัวแปร result คือผลลัพธ์ที่ได้จากรฐานข้อมูล มีค่าเท่ากับตัวแปร pro ซึ่งหน้าเอชทีเอ็มแอลสามารถเรียกใช้ตัวแปร pro ได้ดังในภาพที่ 3.29 และรับค่ากลับมาแสดงผลในไฟล์เอชทีเอ็มแอลเพื่อแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชันโดยจะอยู่ใน <script> โดยการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้

การเขียนเว็บแอปพลิเคชัน ได้สร้างไฟล์ขึ้นมา 2 ไฟล์ ได้แก่ ไฟล์ที่เขียนด้วยภาษาไพธอนเป็นไฟล์สกุล .py และอีกไฟล์เป็นไฟล์ที่เขียนด้วยเอชทีเอ็มแอลสกุลไฟล์ .html โดยใช้ภาษาไพธอนเขียนเพื่อดึงข้อมูลมาจากรฐานข้อมูล และเขียนเอชทีเอ็มแอลเพื่อเขียนกำหนดรูปแบบหน้าแสดงผลของเว็บ

ในไฟล์ .py มีการนำพลาสค์มาใช้ เนื่องจากเป็นเฟรมเวิร์คสำหรับไพธอน เมื่อเขียนภาษาไพธอนเพื่อดึงข้อมูลมาแล้วจะส่งข้อมูลไปยังไฟล์ .html จะใช้คำสั่ง

```
return render_template("ขอไฟล์เอชทีเอ็มแอล.html",rows =rows)
```

ภาพที่ 3.24 คำสั่งที่ใช้เมื่อต้องการส่งข้อมูลจากไฟล์ไพธอนไปไฟล์เอชทีเอ็มแอล

โดยกำหนดให้ค่าข้อมูลที่สอบถาม (query) มาจากรฐานข้อมูลแทนด้วยตัวแปร rows และมีค่าเท่ากับตัวแปร rows เมื่อนำไปใช้ในหน้าไฟล์เอชทีเอ็มแอลเมื่อเปิดหน้าเว็บขึ้นมาจะมีให้เลือก หมายเลขสถานีก่อน เมื่อรับค่าหมายเลขสถานีมาแล้วจะถูกส่งไปยังไฟล์ .py โดยการส่งค่าจากไฟล์เอชทีเอ็มแอลโดยจะรับ-ส่ง ในรูปแบบของเจสันต้องกำหนดค่าตัวแปรให้ โดยกำหนดให้ตัวแปร sidecode มีค่าเท่ากับหมายเลขสถานีที่ได้เลือกรายการเลือกแบบดึงลง ดังภาพที่ 3.35

```
sitecode : $('select[name="station"]').val()
```

ภาพที่ 3.25 กำหนดค่าให้กับตัวแปร

ตามในภาพที่ 3.28 หลังจากนั้นต้องไปประกาศตัวแปรในไฟล์ .py เพื่อให้รับค่า sitecode มา โดยกำหนดให้ตัวแปรชื่อ sitecode รับค่ามาจากตัวแปร sitecode ของไฟล์ .html ดังภาพที่ 3.26

```
sitecode=request.args.get('sitecode', 0, type=str)
```

ภาพที่ 3.26 การรับค่าตัวแปรเข้ามา

จากนั้นนำค่า sitecode หรือหมายเลขสถานีมาสอบถามฐานข้อมูลเพื่อเลือกฝั่ง โดยค่าของ side ที่กำหนดไว้ คือ 1 แต่หากสถานีไหนมีมากกว่า 1 ฝั่งก็จะมีหมายเลขฝั่งมาให้เลือกบนหน้าเว็บ เมื่อดึงข้อมูล side มาจากฐานข้อมูลแล้ว ส่งไปไฟล์ .html จะส่งในรูปแบบของเจสันกำหนดค่าให้ตัวแปรเพื่อให้หน้าค่าไปใช้ได้ทั้ง 2 ไฟล์ สามารถเขียนได้ดังภาพที่ 3.27

```
return jsonify(sidedt=sidedt, side1=side1)
```

ภาพที่ 3.27 การส่งค่ากลับ และกำหนดตัวแปรให้มีค่าเท่ากันทั้ง 2 ไฟล์

ในไฟล์เอชทีเอ็มแอลสามารถดึงข้อมูลมาใช้ได้โดยใช้ตัวแปรที่กำหนดไว้ เมื่อเลือกฝั่งแล้ว จะนำค่าส่งไปสอบถามเพื่อดึงข้อมูลผลิตภัณฑ์ ที่ได้เลือก sitecode และ side ไว้ เมื่อเลือกผลิตภัณฑ์แล้วคลิกที่ปุ่ม GO จะไปดึงข้อมูลยอดขาย และผลลัพธ์จากการพยากรณ์ตามที่เราเลือกหมายเลขสถานี หมายเลขฝั่ง และผลิตภัณฑ์ไว้มาแสดงเป็นกราฟยอดขายน้ำมันและค่าพยากรณ์

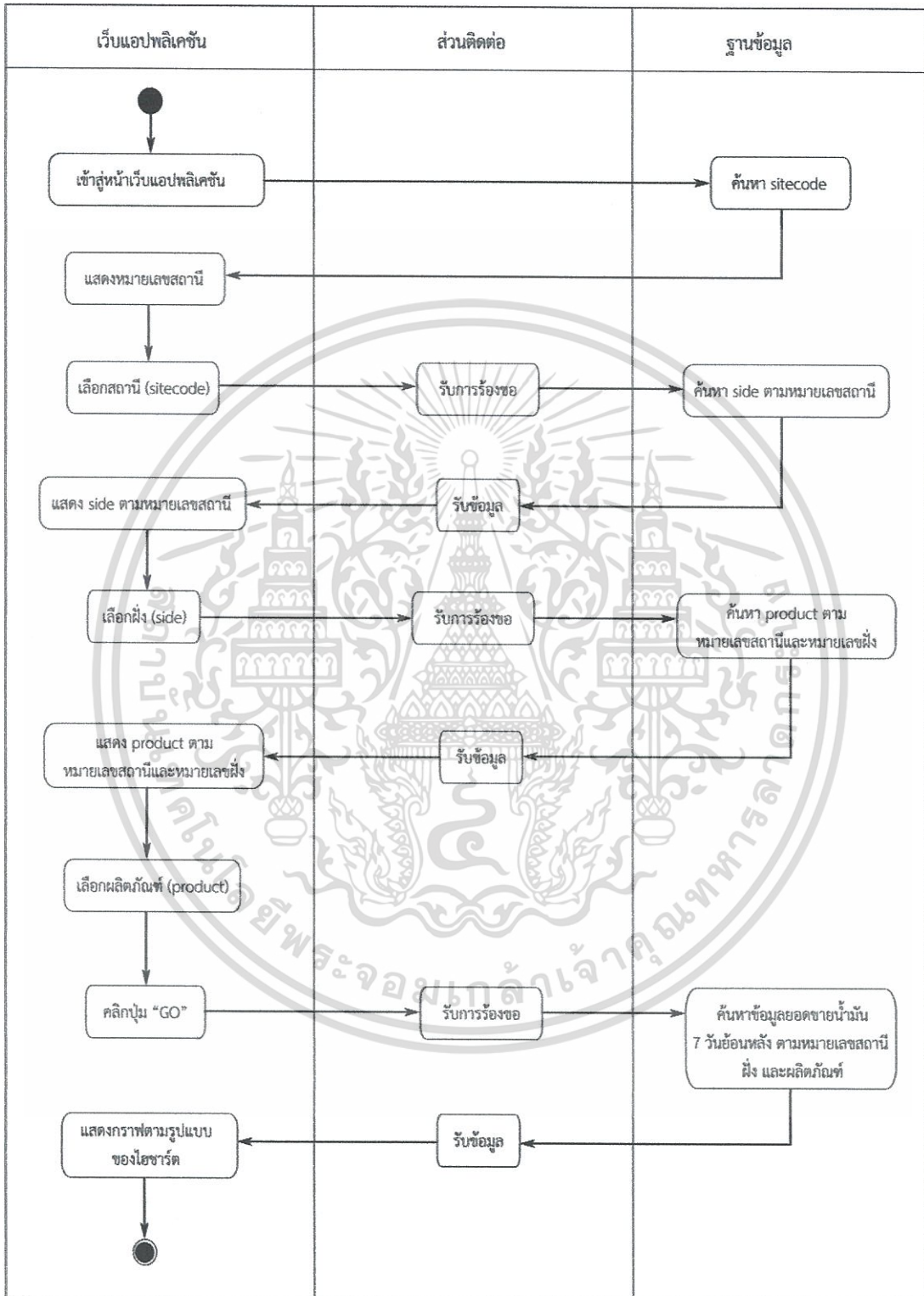
```
105 $SCRIPT_ROOT = {{ request.script_root|tojson|safe }};
106
107 $(function() {
108   $("#station").change(function(){
109     $.getJSON($SCRIPT_ROOT + 'getside',{
110       sitecode: $('select[name="station"]').val()
111     },function(side){
112       $("#side").html("")
113       $("#product").html("")
114       $(side.sidedt).each(function(i){
115         $("#side").append("<option value='"+ side.sidedt[i] +'>"+side.sidedt[i]+"</option>")
116       });
117       console.log(side)
118       $(side.side1).each(function(i){
119         $("#product").append("<option value='"+ side.side1[i] +'>"+side.side1[i]+"</option>")
120       });
121     });
122
123     $("#side").change(function(){
124       $.getJSON($SCRIPT_ROOT + 'getdb',{
125         sitecode: $('select[name="station"]').val(),
126         side: $('select[name="side"]').val()
127       },function(data){
128         $("#product").html("")
129         $(data.pro).each(function(i){
130           $("#product").append("<option value='"+ data.pro[i] +'>"+data.pro[i]+"</option>")
131         });
132       });
133     });
134
135     return false;
136   });
137 });
138 });
139 });
140 });
```

ภาพที่ 3.28 ตัวอย่างการใช้เจสันในหน้าเอชทีเอ็มแอล

```
43 @app.route('/getdb')
44 def getdb():
45     sitecode = request.args.get('sitecode', 0, type=str)
46     side = request.args.get('side', 0, type=str)
47     orcl = cx_Oracle.connect('')
48     pro=orcl.cursor()
49     pro.execute("select FROM where")
50     result= pro.fetchall()
51     print side
52     return jsonify(pro= result)
```

ภาพที่ 3.29 ตัวอย่างการรับ-ส่งข้อมูลและดึงข้อมูลโดยภาษาไพธอน

แอกทิวิตี้ไดอะแกรม (Activity Diagram)



ภาพที่ 3.30 แอกทิวิตี้ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

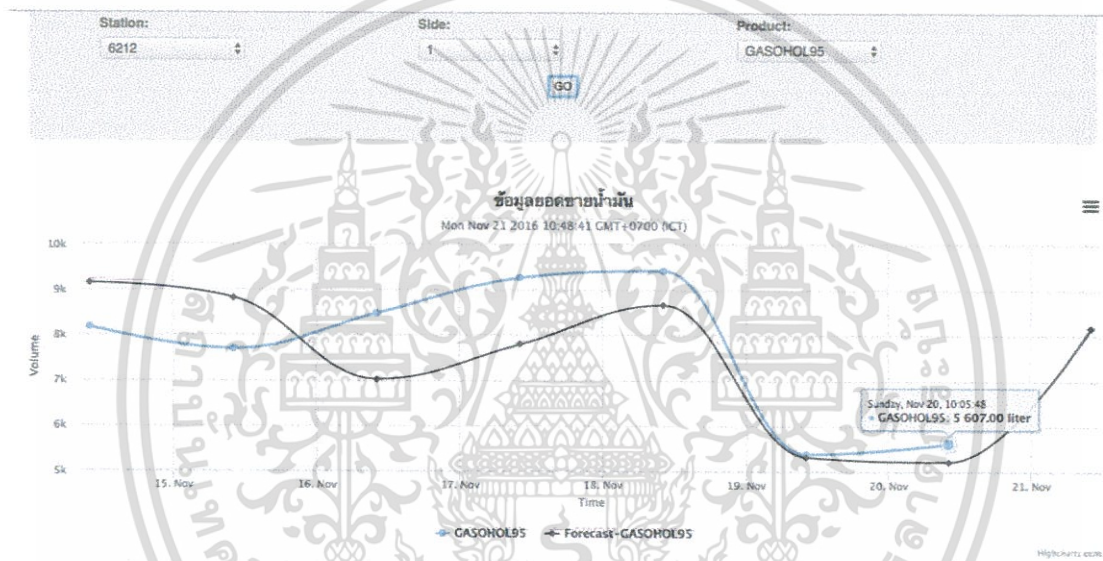
## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

#### 4.1 ค่าความคลาดเคลื่อน

ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองที่คำนวณได้ คือ 1456 เป็นค่า ณ วันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2559 ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ตั้งไว้

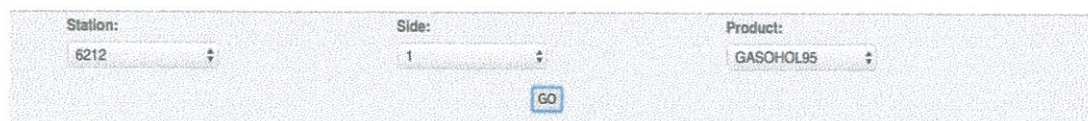
#### 4.2 หน้าแสดงผล



ภาพที่ 4.1 หน้าแสดงผล

หน้าแสดงผลในภาพที่ 4.1 ประกอบด้วย

1. รายการเลือกแบบดึงลงสามารถเพื่อเลือกสถานีบริการน้ำมัน (Station) เลือกฝั่ง (Side) และผลิตภัณฑ์ (Product) ดังภาพที่ 4.2
2. ปุ่ม GO เมื่อเลือกหมายเลขสถานี ฝั่ง และผลิตภัณฑ์เสร็จ
3. กราฟแสดงยอดขายและค่าพยากรณ์



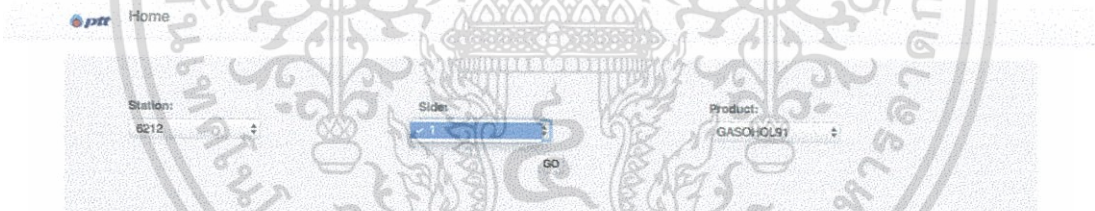
ภาพที่ 4.2 แถบรายการเลือกแบบดึงลงสำหรับเลือกสถานี ฝั่ง ผลิตภัณฑ์

การทำงานของเว็บเมื่อเลือกหมายเลขสถานีแล้วจะปรากฏเลขฝั่ง เพื่อให้เลือกฝั่งเมื่อเลือกฝั่งแล้ว จะปรากฏชื่อผลิตภัณฑ์ที่สถานีนั้นจำหน่ายดังภาพที่ 4.3 ภาพที่ 4.4 และ ภาพที่ 4.5 ตามลำดับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อแสดงกราฟยอดขายน้ำมันตามสถานี และผลิตภัณฑ์ที่เลือกไว้ แล้วมีปุ่ม “GO” ให้คลิกเมื่อเลือกผลิตภัณฑ์เสร็จ เพื่อให้แสดงกราฟโดยรูปแบบของกราฟจะแสดงเป็นกราฟเส้น 2 เส้น ดังในภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.3 รายการเลือกแบบดึงลงแสดงหมายเลขสถานี



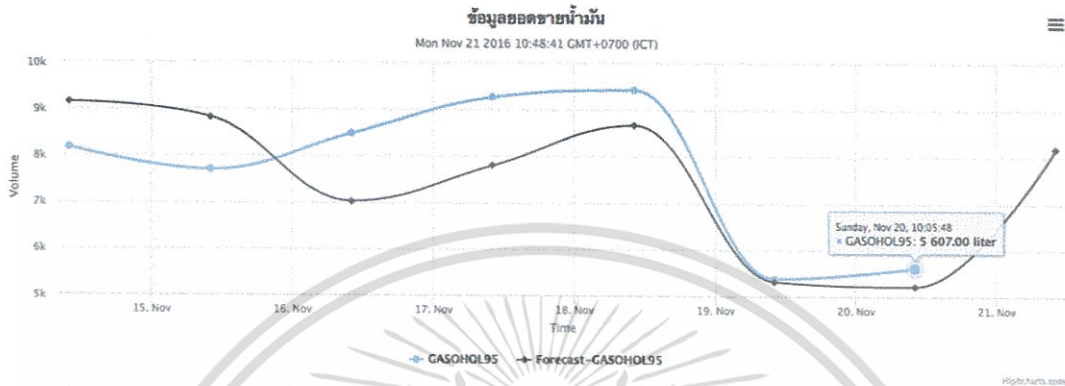
ภาพที่ 4.4 รายการเลือกแบบดึงลงเพื่อเลือกฝั่ง



ภาพที่ 4.5 รายการเลือกแบบดึงลงเลือกผลิตภัณฑ์

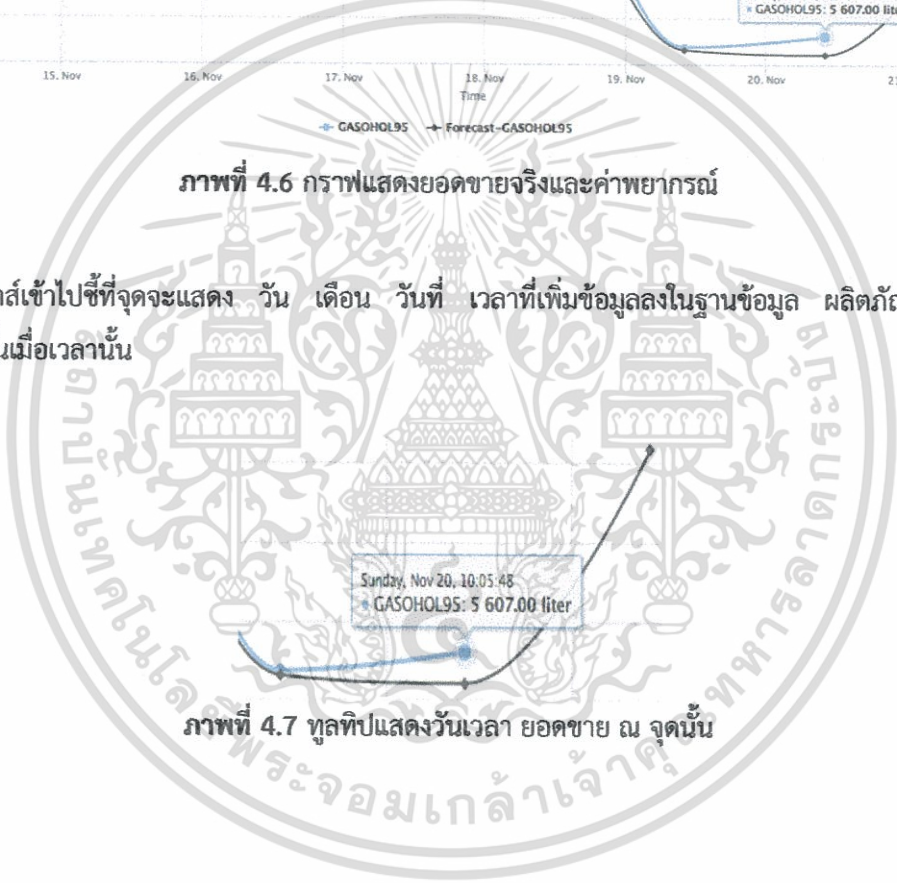
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดงยอดขายน้ำมัน และค่าพยากรณ์ย้อนหลัง 7 วัน โดยค่าพยากรณ์จะแสดงล่วงหน้า 1 วัน เพื่อดูแนวโน้ม และคำนวณปริมาณน้ำมันให้เพียงพอกับการขายในวันถัดไป



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงยอดขายจริงและค่าพยากรณ์

เมื่อนำเมาส์เข้าไปที่จุดจะแสดง วัน เดือน วันที่ เวลาที่เพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล ผลิตภัณฑ์ และ ค่าที่จุดนั้นเมื่อเวลานั้น



ภาพที่ 4.7 ทูลทิปแสดงวันเวลา ยอดขาย ณ จุดนั้น

## บทที่ 5

### สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ผลลัพธ์ของโมเดลการพยากรณ์นี้ สามารถนำไปปรับใช้ได้กับการพยากรณ์ยอดขายน้ำมันของระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System : DSS) ของบริษัท พีทีที โอลิที โซลูชันส์ จำกัด (มหาชน) เพื่อคูนแนวโน้มของยอดขายน้ำมันได้ และพยากรณ์ยอดขายน้ำมันในวันถัดไป รวมไปถึงการจัดการรถขนส่งน้ำมันได้ และหากต้องการให้ผลการพยากรณ์ที่มีความแม่นยำขึ้นจะต้องศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อยอดขายน้ำมันเพิ่มมากขึ้น เช่น สภาพอากาศ และเหตุการณ์ในแต่ละวัน เช่น สถาน้ำมันที่ใกล้สถานศึกษา อาจจะมีวันกีฬา งานรับปริญญา ที่ทำให้อุดขายน้ำมันเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่ได้ถูกเพิ่มไว้สำหรับการพยากรณ์ แต่เป็นปัจจัยที่มีผลมากกับยอดขายน้ำมันอีกปัจจัยหนึ่งคือ วันประกาศขึ้นราคาน้ำมันและลดราคาน้ำมัน แต่ไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ว่าวันไหนที่จะเป็น วันประกาศขึ้นหรือลดราคาน้ำมัน ทำให้ปัจจัยนี้ถูกตัดออกไป และทำให้ผลการพยากรณ์มีความคลาดเคลื่อนในวันที่มีการประกาศขึ้นราคาน้ำมันหรือลดราคาน้ำมัน

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ปัจจัยที่มีผลกับยอดขายน้ำมันค่อนข้างมาก ทำให้ต้องวิเคราะห์และหาปัจจัยเพื่อให้ครอบคลุมความเป็นไปได้ทั้งหมด
2. ปัจจัยที่มีผลมากกับยอดขายน้ำมัน เช่น วันประกาศขึ้นราคาน้ำมัน หรือวันประกาศลดราคาน้ำมัน ถูกตัดออกไป ทำให้ค่าพยากรณ์ในวันที่ประกาศมีความคลาดเคลื่อนสูง
3. การเติมน้ำมันขึ้นกับความต้องการของบุคคล ลูกค้าบางคนไม่ได้เลือกเติมน้ำมันในวันที่น้ำมันลดหรือตามปัจจัยที่ได้ศึกษามา ทำให้มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น
4. เนื่องจากเป็นการพยากรณ์ ทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้
5. เนื่องจากฐานข้อมูลเป็นภาษาไทย เมื่อนำข้อมูลออกมาแสดงบนหน้าเว็บไม่ได้ ทำให้ไม่ทราบชื่อสถานีเมื่อเลือกสถานี

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. เทคนิคในการทำเหมืองข้อมูลมีหลายเทคนิค สามารถเลือกใช้เทคนิคอื่น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างแต่มีความแม่นยำ
2. ปัจจัยที่มีผลกับยอดขายน้ำมันมีหลายปัจจัย หากต้องการการพยากรณ์ที่แม่นยำ จะต้องเพิ่มปัจจัยที่มีผลกับยอดขายน้ำมัน

## บรรณานุกรม

- [1] อัมพวัน, โคมศ. <http://staff.informatics.buu.ac.th/~komate/886464/%5B6%5D-Classification.pdf> (accessed December 8, 2016).
- [2] มโนชญากร, ชนินทร์, ณัฐภัทร แก้วรัตนภัทร์, and ปรีดาวรรณ เกษเมธีการุณ. "การเปรียบเทียบประสิทธิภาพเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อแทนค่าสูญหาย." *The Eighth National Conference on Computing and Information Technology*. 2012. 567.
- [3] พรพัชรพงศ์, วิทยา. *โครงข่ายประสาทเทียม(Artificail Neural Network-ANN)*. <https://www.gotoknow.org/posts/163433> (accessed December 7, 2016).
- [4] จันทรเรือง, ไพฑูรย์. "ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสาขาการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ." Thesis, วิทยาการคอมพิวเตอร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2007, 74.
- [5] ธรรมรงค์รัตน์, พรพล. "จำแนกประเภทเว็บเพจโดยวิธีลดขนาดลักษณะเฉพาะและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน." Thesis, วิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2010, 108.
- [6] ภัททิย์ไพฑูรย์, วรณพงษ์. *วันเวลากับภาษา Python*. April 23, 2015. <https://python3.wannaphong.com/2015/04/วันเวลากับภาษา-python.html> (accessed November 28, 2016).
- [7] —. *เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล Oracle ด้วย Python*. August 2, 2014. <https://python3.wannaphong.com/2014/08/เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล-oracle.html> (accessed November 28, 2016).
- [8] *ทำความเข้าใจกับ Flask Python's framework*. May 5, 2016. <http://www.imoooh.com/flask-pythons-framework> (accessed December 9, 2016).
- [9] ยิ้มงาม, อุดุลย์, ed. *การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)*. <http://compcenter.bu.ac.th/news-information/data-mining> (accessed December 6, 2016).
- [10] May 20, 2014. <https://supapornhuang.files.wordpress.com/2014/05/20120818-data-cleaving.pdf> (accessed November 29, 2016).
- [11] บัวทอง, วิภาวรรณ, ed. June 1, 2014. <https://wipawanblog.files.wordpress.com/2014/06/chapter-4-association-rule.pdf> (accessed December 6, 2016).
- [12] <http://informy.tumblr.com/> (accessed December 8, 2016).
- [13] Badgerati, James, and Shaun. *Machine Learning-Support Vector Machines*. January 29, 2010. <https://computersciencesource.wordpress.com/2010/01/29/year-2-machine-learning-support-vector-machines/> (accessed December 8, 2016).
- [14] *Bootstrap Chapter 2: Grid System บน Bootstrap ตอน ความรู้พื้นฐานของ Grid System*. <http://apiindepth.blogspot.com/2014/08/chapter-2-grid-system-bootstrap-1.html> (accessed December 5, 2016).
- [15] *Data Mining*. March 3, 2012. [http://llem0nz.blogspot.com/2012/03/data-mining\\_8699.html](http://llem0nz.blogspot.com/2012/03/data-mining_8699.html) (accessed December 7, 2016).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม(ต่อ)

- [16] *Data mining Techniques*. <http://datamining-techniques.blogspot.com/2012/09/k-means-k-means-clustering.html> (accessed December 8, 2016).
- [17] Foundation, Python Software. *History and License*.  
<https://docs.python.org/3/license.html> (accessed December 29, 2016).
- [18] *HTML คืออะไร*. 2014. <http://www.fusionidea.biz/html-คืออะไร/> (accessed December 23, 2016).
- [19] *Introduction to Support Vector Machines*. December 29, 2016.  
[http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/ml/introduction\\_to\\_svm/introduction\\_to\\_svm.html](http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/ml/introduction_to_svm/introduction_to_svm.html) (accessed December 29, 2016).
- [20] *JavaScript คืออะไร*. April 9, 2013. <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2187-java-javascript-คืออะไร.html> (accessed November 27, 2016).
- [21] *jQuery คืออะไร*. <https://www.mdsoft.co.th/ความรู้/101-what-is-jquery.html> (accessed November 27, 2016).
- [22] *jQuery Ajax กับ JSON (Web Service) ทำความเข้าใจ การรับส่งข้อมูล JSON ผ่าน jQuery กับ Ajax*. <http://www.thaicreate.com/community/jquery-ajax-json.html> (accessed November 29, 2016).
- [23] Keawyos, Khwanchai. *ใครๆ ก็ AJAX มาดูซิมันทำงานยังไง*.  
<https://www.unzeen.com/article/175/> (accessed November 29, 2016).
- [24] Narkdee, Ninetik. *แนะนำ highchart สร้างกราฟง่ายๆ รองรับการ export*. June 8, 2015.  
[http://www.ninestik.com/แนะนำ\\_highcharts\\_สร้างกราฟง่ายๆ\\_รองรับการ\\_export-639.html](http://www.ninestik.com/แนะนำ_highcharts_สร้างกราฟง่ายๆ_รองรับการ_export-639.html) (accessed November 29, 2016).
- [25] Niamcome, Suranart. *Bootstrap คืออะไร + สอนวิธีใช้แบบเข้าใจง่าย*. July 14, 2013.  
<http://www.siamhtml.com/bootstrap-คืออะไร-สอนวิธีใช้/> (accessed November 27, 2016).
- [26] Pathon. *ส่วนประกอบของ Web-Application (Website)*. January 11, 2016.  
<https://blog.wisered.com/ส่วนประกอบของ-web-application-website/> (accessed December 6, 2016).
- [27] Robert, Chris, et al. *Bootstrap*. <http://getbootstrap.com> (accessed December 5, 2016).
- [28] Ronacher, Armin. *Flask*. <http://flask.pocoo.org/docs/0.12/quickstart/> (accessed December 9, 2016).
- [29] Sayad, Saed. *Association Rules*. [http://www.saedsayad.com/association\\_rules.htm](http://www.saedsayad.com/association_rules.htm) (accessed December 7, 2016).
- [30] Shiffman, Daniel. *chapter10. Neural Network*. <http://natureofcode.com/book/chapter-10-neural-networks/> (accessed December 8, 2016).

## บรรณานุกรม(ต่อ)

- [31] sit. ขั้นตอนการสร้างโมเดล Decision Tree. March 16, 2014.  
<http://dataminingtrend.com/2014/decision-tree-model/> (accessed December 7, 2016).
- [32] —. ขั้นตอนการหากฎความสัมพันธ์(Association Rules). March 19, 2014.  
<http://dataminingtrend.com/2014/association-rules/> (accessed December 7, 2016).
- [33] Suwattanapisat, Annop. ภาษาโปรแกรมมิ่งไพธอน (Python programming language). July 13, 2016. <https://www.thaicyperpoint.com/ford/blog/id/206/>.



## ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ สุรพร ไชยาจินะ  
วันเดือนปีเกิด 18 พฤษภาคม 2538  
ที่อยู่ปัจจุบัน 156/1 หมู่ 4 ตำบลแม่สา อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180  
ประวัติการศึกษา

จบการศึกษาระดับมัธยมจาก โรงเรียน ยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่  
กำลังศึกษาอยู่ ชั้นปีที่ 4 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

