

การทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่าย  
ประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

GOLD FUTURES BUY/SELL SIGNAL  
PREDICTION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์  
ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลอัจฉริยะพระจอมเกล้าลาดกระบัง คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2565

KMITL-2022-SC-M-017-098

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GOLD FUTURES BUY/SELL SIGNAL  
PREDICTION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK



AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE  
REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN  
DATA SCIENCE AND ANALYTICS  
KMITL-DIGITAL ANALYTICS AND INTELLIGENCE CENTER, SCHOOL OF SCIENCE  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2022

KMITL-2022-SC-M-017-098

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2022

SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำ ล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณฤมล พงษ์ประเสริฐ
รหัสประจำตัว	63605097
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาการข้อมูลและการวิเคราะห์) ศูนย์วิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัลอัจฉริยะพระจอมเกล้าลาดกระบัง
พ.ศ.	2565
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	ดร.จิรภัทร์ หยกรัตนศักดิ์

### บทคัดย่อ

สัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า เป็นราคาทองคำสากลที่นักลงทุนจากทั่วทุกมุมโลกสามารถใช้  
 ราคานี้เป็นสื่อกลางในการซื้อขายทองคำได้ ทั้งนี้การวิเคราะห์ราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า  
 ได้หลากหลายวิธี ซึ่งวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากคือการวิเคราะห์จากตัวชี้วัดและกราฟแท่งเทียน  
 ทำให้การค้นคว้าอิสระครั้งนี้นำวิธีการวิเคราะห์จากตัวชี้วัดและกราฟแท่งเทียนมาใช้ร่วมกับการสร้าง  
 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อทำนายจุดซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำ  
 ล่วงหน้า โดยการทดลองในครั้งนี้ได้พัฒนาแบบจำลองที่มีโครงสร้างแบบเดียวกัน แต่นำมาใช้กับข้อมูล  
 ที่เลือกคุณลักษณะด้วยวิธีที่ต่างกัมนั้นคือ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และ  
 วิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) และการจัดการกับข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วย  
 วิธีที่ต่างกัมนั้นคือ การใช้ตุ้มถ่วงน้ำหนักร่วมกับแบบจำลอง และการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic  
 Minority-sampling Technique : SMOTE) ทั้งนี้สามารถออกแบบรายการทดลองได้ทั้งหมด 6  
 รายการทดลอง และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองที่ได้เรียนรู้จากข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมด้วย  
 วิธีที่ต่างกัมนั้นแล้ว พบว่าแบบจำลองที่เรียนรู้ด้วยข้อมูลที่ถูกเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์  
 ความแปรปรวนและวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกันมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกันและเหมาะสมที่สุด  
 จาก 6 รายการทดลองเนื่องจากความแม่นยำของแบบจำลองทั้งสองแบบจำลองมีค่ามากกว่า  
 แบบจำลองของรายการทดลองอื่นมากและมีค่าอยู่ที่ 68-69 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ :** โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน สัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า

Independent Study Title	Gold Future Buy/Sell Signal Prediction using Convolutional Neural Network
Student Name	Miss Naroemol Pongprasert
Student ID	63605097
Degree	Master of Science (Data Science and Analytics) KMITL-Digital Analytics and Intelligence Center
Year	2022
Advisor	Dr. Jiraphat Yokrattanasak

### ABSTRACT

Gold Futures is a universal gold price that investors from all over the world can use this price as a medium for trading gold. There are various methods for analyzing the price of gold futures. One of the most popular methods is an analysis of indicators and candlestick charts. This independent study combines technical indicators and candlestick charts with the Convolutional Neural Network to predict buy and sell positions. This experiment uses the same structure model but learns with different features via the Feature Selection process as follows : ANOVA F-Test and Mutual Information and Two imbalanced data handling techniques are as Simple Class Weight and Synthetic Minority-sampling or SMOTE. Thus, this independent study can design into six experiments. The results show that the model learned with ANOVA or Mutual Information has similar and appropriate in six experiments.

**Keyword :** Convolutional Neural Networks, Gold Futures

## กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระครั้งนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาวิธีการดำเนินงานเพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขาย สัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน โดยการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำด้านวิชาความรู้ คำปรึกษา มาจากคณาจารย์หลาย ท่าน ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ดร.จิรภัทร์ หยกรัตนศักดิ์ ที่กรุณาได้รับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการ ค้นคว้าอิสระครั้งนี้โดยให้คำปรึกษา คำแนะนำด้านวิชาความรู้ กำลังใจ ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องและให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เมื่อข้าพเจ้าพบปัญหาในระหว่างการทำเนิการ ค้นคว้าอิสระนี้ให้สำเร็จและมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ นาย รัชชัย สมุทรโสภาคกุล ที่กรุณาให้คำปรึกษาในด้านโปรแกรมและระยะเวลาให้ คำแนะนำรวมถึงการชี้แนะแนวทางแก้ไขจนการค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวของข้าพเจ้าที่ได้ให้ชีวิตและ โอกาสทางการศึกษา สนับสนุน เป็นกำลังใจและให้ความหวังใยเสมอมา ตลอดจนคณะอาจารย์ทุก ท่านที่ให้ความรู้อันเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้า ให้ข้าพเจ้าสามารถทำการค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จลุล่วง ไปได้ด้วยดี

นฤมล พงษ์ประเสริฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	4
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>5</b>
2.1 สัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า (Gold Futures)	5
2.2 การปรับขนาดของของคุณสมบัติ (Feature Scaling)	5
2.3 การเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection)	6
2.3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	6
2.3.2 การเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)	6
2.4 การจัดการกับข้อมูลที่ไม่สมดุล (Handling Imbalanced Dataset)	7
2.4.1 การสังเคราะห์ข้อมูล (SMOTE)	7
2.4.2 การสร้างน้ำหนักของกลุ่มเป้าหมาย (Class Weight)	8
2.5 แปลงข้อมูลหมวดหมู่เป็นข้อมูลตัวเลข	8
2.5.1 การเข้ารหัสจำนวนเต็ม (Integer Encoding)	9
2.5.2 การเข้ารหัสแบบวันฮอต (One-Hot Encoding)	9
2.6 รูปภาพดิจิทัล (Image Digital)	10
2.7 การแสดงผลรูปภาพในแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกของเครื่อง	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
2.8 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network)	11
2.8.1 ชั้นคอนโวลูชัน (Convolution Layer)	11
2.8.2 การเติมขอบรูปภาพ (Padding)	13
2.8.3 การเลื่อน (Stride)	14
2.8.4 ชั้นการรวมกลุ่ม (Pooling Layer)	15
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย</b>	<b>19</b>
3.1 วิธีการศึกษา	19
3.2 ภาพรวมของระบบ	19
3.2.1 ขั้นตอนรวบรวมข้อมูลราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า (Gold Future)	19
3.2.2 ขั้นตอนการติดสลากให้กับข้อมูล (Data Labelling)	20
3.2.3 ขั้นตอนการคำนวณค่าตัวชี้วัดและค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียน	20
3.2.4 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation)	21
3.2.4.1 ขั้นตอนการจัดการกับข้อมูลที่สูญหาย (Handling Missing Value)	21
3.2.4.2 ขั้นตอนการลดขนาดของข้อมูล (Feature Scaling)	21
3.2.4.3 ขั้นตอนการเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection)	22
3.2.4.4 ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุล (Handling Imbalanced Dataset)	22
3.2.4.5 ขั้นตอนการเข้ารหัสข้อมูลแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)	23
3.2.5 ขั้นตอนการสร้างรูปภาพ (Image Creation)	23
3.2.6 ขั้นตอนการฝึกอบรมและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Training and Evaluating Model)	24
3.3 รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการ	27
3.3.1 ขั้นตอนการได้มาซึ่งข้อมูล	29
3.3.2 ขั้นตอนการติดฉลากข้อมูล	30
3.3.3 ขั้นตอนการคำนวณค่าตัวชี้วัดและค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียน	32
3.3.3.1 ตัวชี้วัดบอกแนวโน้ม	33
3.3.3.2 ตัวชี้วัดโมเมนตัม	34
3.3.3.3 ตัวชี้วัดความผันผวน	35
3.3.3.4 ตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขาย	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
3.3.3.5 รูปแบบกราฟแท่งเทียน	37
3.3.4 ขั้นตอนการทำความสะอาดข้อมูล	63
3.3.5 ขั้นตอนการปรับขนาดคุณสมบัติ	64
3.3.6 ขั้นตอนการเลือกคุณสมบัติ	65
3.3.7 ขั้นตอนการแบ่งข้อมูล	75
3.3.8 ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุล	76
3.3.9 ขั้นตอนการเข้ารหัสข้อมูลแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)	77
3.3.10 ขั้นตอนการสร้างภาพเสมือน	78
3.3.11 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง	79
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล</b>	<b>82</b>
4.1 ผลการวิจัย	82
4.2 อภิปรายผล	94
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b>	<b>95</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย	95
5.2 ขอบเขตและข้อจำกัด	96
5.3 ข้อเสนอแนะ	96
เอกสารอ้างอิง	97
ประวัติผู้เขียน	99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน	4
2.1 ตารางตัวอย่างการเข้ารหัสข้อมูลแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)	10
3.1 แสดงรายละเอียดของแต่ละรายการทดลอง	25
3.2 ตารางอธิบายชื่อคุณลักษณะที่ได้จากผู้ให้บริการทางการเงิน	30
3.3 ตารางอธิบายชื่อคอลัมน์และคำอธิบายหลังจากข้อมูลมีการติดฉลากแล้ว	32
3.4 แสดงตัวชี้วัดบอกแนวโน้มที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้	34
3.5 แสดงตัวชี้วัดโมเมนตัมที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้	36
3.6 ตัวชี้ความผันผวนที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้	37
3.7 ตัวชี้ปริมาณการซื้อขายที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้	37
3.8 แสดงรายชื่อรูปแบบกราฟแท่งเทียนที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้	38
3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด	40
3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)	66
3.11 คุณลักษณะที่ไม่ถูกเลือกจากวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่	หน้า
2.1 การแสดงผลของรูปภาพที่มี Color Space เป็น RGB ที่มีความกว้าง 5.5 หน่วย และความสูง 5.5 หน่วย จำนวน 3 รูปภาพ	12
2.2 แสดงกระบวนการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extract)	13
2.3 แสดงกระบวนการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extract)	13
2.4 แสดงกระบวนการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extract)	14
2.5 แสดงกระบวนการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extract)	14
2.6 กระบวนการสกัดคุณสมบัตินำมาพร้อมกับข้อมูลที่มีการ Padding	15
2.7 แสดงการเลื่อน Filter ที่มีค่า Stride เท่ากับ 1	16
2.8 ตัวอย่างผลลัพธ์ในวิธีการรวมกลุ่มข้อมูลโดยใช้ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดเป็นตัวแทน (Max Pooling)	17
3.2 ฟังก์ชันกระบวนการวิจัย	29
3.3 รูปภาพแสดงตัวอย่างข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าที่ได้จากผู้ให้บริการข้อมูลทางการเงิน	31
3.4 รูปภาพแสดงผลการติดฉลากสถานะซื้อขายของข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าโดยผู้พัฒนา	32
3.5 แสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากอย่างง่ายจากราคาต่าง ๆ	35
3.6 แสดงตัวอย่างการคำนวณตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์ (Relative Strength Index : RSI)	36
3.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่สูญหายในช่วงระยะแรกของข้อมูล	64
3.8 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่สูญหายแล้วและได้รับการแก้ไขแล้ว	65
3.9 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกรับขนาดคุณสมบัติด้วยวิธีทำให้เป็นมาตรฐานสูงต่ำ	65
3.10 จำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลแต่ละกลุ่มเป้าหมาย	77
3.11 จำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลหลังจากการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลแล้ว	78
3.12 ตัวอย่างผลลัพธ์ข้อมูลที่ถูกรหัสแบบวันฮอต (One-Hot Encoding)	79
3.13 ตัวอย่างรูปภาพเสมือนที่เกิดจากการนำคุณลักษณะต่าง ๆ มาจัดเรียง	80
4.1 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 1	84
4.2 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 1	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพที่	หน้า
4.3 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 2	86
4.4 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 2	87
4.5 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 3	88
4.6 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 3	89
4.7 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 4	90
4.8 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 4	91
4.9 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 5	92
4.10 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 5	93
4.11 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 6	94
4.12 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 6	95



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

งานวิจัยครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าโดยใช้  
โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน เพื่อส่งสัญญาณให้กับนักลงทุนเมื่อถึงจังหวะที่ควรเข้าซื้อและ  
ควรขายออก โดยมีความเป็นมาและความสำคัญดังนี้

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ทองคำ (1) เป็นวัตถุหนึ่งที่มีค่าในตัวเอง ทั้งยังเป็นสิ่งที่ใช้ในการสื่อสารโดยนัยถึงความมั่งคั่ง  
และร่ำรวยให้กับผู้เป็นเจ้าของตั้งแต่ในอดีตจนถึง ณ ปัจจุบัน ในทางเดียวกันนั้น ทองคำ เป็นสิ่งที่มี  
ความสำคัญอย่างมากในด้านเศรษฐกิจ เนื่องจากเป็นโลหะที่ใช้เป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนเงินตรา  
อีกทั้งยังถูกนำมาใช้เป็นทุนสำรองเงินตราระหว่างประเทศ หากมีการพิมพ์ธนบัตรออกมาไม่ว่าจะ  
ประเทศใดก็ตาม จะต้องมีการใช้ทองคำเป็นหลักค้ำประกันให้กับเงินตราหรือธนบัตรนั้น ๆ ในยามที่  
เศรษฐกิจถดถอยมูลค่าของทองคำจะไม่มี การลดลงแต่ตรงกันข้ามราคาของทองคำกลับยังมีมูลค่า  
สูงขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งเหตุนี้ ทองคำจึงได้ขึ้นชื่อว่าเป็นสินทรัพย์ปลอดภัย (Safe Haven Assets) ตลอดจน  
ด้วยเหตุนี้ทำให้ทองคำถูกนำมาเป็นสินทรัพย์หนึ่งที่ถูกนำมาซื้อขายเพื่อหวังผลเก็งกำไร จึงทำให้ราคา  
ทองคำอาจมีช่วงราคาขึ้นลงตามปริมาณความต้องการของผู้ซื้อและผู้ขาย อีกทั้งยังมีความผันผวนของ  
ราคาที่เกิดตามเหตุการณ์เศรษฐกิจต่าง ๆ ทั่วโลกได้อีกด้วย ซึ่งส่วนนี้เป็นวิธีวิเคราะห์ราคาทองคำวิธี  
หนึ่งซึ่งวิเคราะห์จากเหตุการณ์เศรษฐกิจทั่วโลกที่ส่งผลต่อราคาทองคำ และยังมีอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นการ  
วิเคราะห์แบบเทคนิคคอลโดยวิเคราะห์ จากรูปแบบของแท่งเทียน (Candlestick Pattern  
Recognition) (2) ที่มักเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ตั้งแต่อดีตร่วมกับค่าจากตัวชี้วัด (Indicator) (3) ซึ่งมีหลากหลาย  
ประเภทจำนวนมาก ซึ่งวิธีวิเคราะห์แบบเทคนิคคอลเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเช่นกัน

ทั้งนี้เทคโนโลยีในปัจจุบันมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ทั้งด้านตัวชี้วัด (Indicator) (3) ที่มี  
จำนวนมากขึ้นและแบบจำลองที่ช่วยในการตัดสินใจหาจุดเข้าซื้อและจุดขายออกอย่างมากมาย  
ตัวอย่างเช่น การนำแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันมาวิเคราะห์กับข้อมูลรูปภาพ  
กราฟที่แสดงถึงพฤติกรรมของราคา หรือการสังเคราะห์ข้อมูลรูปภาพจากข้อมูลตัวชี้วัดซึ่งเป็นวิธีการ  
หนึ่งในการวิเคราะห์แบบเทคนิคคอลเพื่อนำมาอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลู  
ชันให้สามารถช่วยในการตัดสินใจหาจุดเข้าซื้อและจุดขายออกเพื่อขายทำกำไรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำวิธีวิเคราะห์แบบเทคนิคคอลนี้มาใช้ร่วมกับการพัฒนาแบบจำลอง  
โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อสามารถหาจุดเข้าซื้อและจุดขายออกเพื่อทำกำไรได้อย่าง  
มีประสิทธิภาพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วย  
โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันประกอบด้วย

- 1) ศึกษาตัวชี้วัด (Indicator) ประกอบด้วย ตัวชี้วัดทางโมเมนตัม (Momentum Indicators) ตัวชี้วัดแนวโน้มของราคา (Trend Following) ตัวชี้วัดความผันผวน (Volatility Indicator) และ ตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขาย (Volatility)
- 2) ศึกษาารูปแบบของกราฟแท่งเทียน (Candlestick Patterns)
- 3) ศึกษาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน
- 4) สร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันและนำมาปรับใช้กับค่าจากตัวบ่งชี้ (Indicator)
- 5) เปรียบเทียบประสิทธิภาพแบบจำลองที่ถูกฝึกอบรมด้วยข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน

## 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วย  
โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันครั้งนี้ประกอบด้วยดังนี้

- 1) วิเคราะห์จุดเข้าซื้อและขายทำกำไรจากราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า
- 2) วิเคราะห์จากข้อมูลราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าและค่าจากเครื่องมือชี้วัดที่เกิดจากราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าในช่วง พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2565

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำ  
ล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันในครั้งนี้ประกอบด้วย

- 1) ได้เรียนรู้และเข้าใจวิธีการเรียนรู้ด้วยเครื่องของอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) มากขึ้น
- 2) ได้เรียนรู้และเข้าใจทฤษฎีตัวชี้วัด (Indicator)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ได้เรียนรู้และเข้าใจพฤติกรรมราคาซ้ำเดิมผ่านจากกราฟแท่งเทียนที่มีมาตั้งแต่ในอดีต
- 4) ทำให้ทราบจังหวะการเข้าซื้อและจังหวะในการขาย

### 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1) หาหัวข้องานการค้นคว้า
- 2) ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของทองคำ และศึกษาทฤษฎีเครื่องมือชี้วัด (Indicator)
- 3) ศึกษาข้อมูลอัลกอริทึมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network)
- 4) รวบรวมข้อมูลราคาเปิด ราคาปิด และค่าจากเครื่องมือชี้วัดต่าง ๆ ไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2565 และเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมกับแบบจำลอง
- 5) พัฒนาแบบจำลองด้วยข้อมูลที่จัดเตรียมไว้
- 6) สรุปผลการค้นคว้า
- 7) จัดทำรูปเล่มงานการค้นคว้า
- 8) ตรวจสอบรูปเล่มงานการค้นคว้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการดำเนินงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาในการดำเนินงาน									
	2564					2565				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1.หาหัวข้องานการ ค้นคว้า	←→									
2.ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ของทองคำ และศึกษา ทฤษฎีเครื่องมือชี้วัด (Indicator)		←→								
3.ศึกษาข้อมูลอัลกอริทึม แบบจำลองโครงข่าย ประสาทเทียมแบบคอน โวลูชัน		←→								
4.รวบรวมข้อมูลราคา เปิด ราคาปิด และค่าจาก เครื่องมือชี้วัดต่าง ๆ ไว้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 ถึง พ.ศ. 2565 และเตรียม ข้อมูลให้เหมาะสมกับ แบบจำลอง			←→							
5.พัฒนาแบบจำลองด้วย ข้อมูลที่จัดเตรียมไว้						←→				
6.สรุปการค้นคว้า								←→		
7.จัดทำรูปเล่มงานการ ค้นคว้า								←→		
8.ตรวจสอบรูปเล่มงาน การค้นคว้า									←→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทองคำเป็นสินทรัพย์ปลอดภัยประเภทหนึ่งที่ได้รับคามนิยมระดับสากล อีกทั้งยังเป็นสินทรัพย์ที่ใช้เป็นทุนสำรองระหว่างประเทศ เป็นสินทรัพย์ที่ใช้ในการค้าประกันเงินตราต่าง ๆ ทั่วโลก และยังเป็นสินทรัพย์ที่ช่วยป้องกันเงินเฟ้อในช่วงที่เศรษฐกิจถดถอยได้อีกด้วย ดังนั้นผู้ค้นคว้าจึงนำข้อมูลสัญญาการซื้อขายทองคำล่วงหน้า (Gold Futures) (4) ซึ่งราคานั้นเป็นไปตามสากลและคำนวณค่าจากตัวบ่งชี้ (Indicator) ในแต่ละกลุ่มเพื่อใช้ในการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) ให้สามารถหาจุดเข้าซื้อและจุดขายออกเพื่อทำกำไรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

### 2.1 สัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า (Gold Futures)

ทองคำเป็นหนึ่งในอนุพันธ์ที่สร้างขึ้นเพื่อซื้อขายในตลาดสัญญาซื้อขายล่วงหน้า และถูกเรียกว่าสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า (4) ซึ่งตลาดสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าถือได้ว่าเป็นเครื่องมือหนึ่งที่นักลงทุนสามารถนำมาใช้ในการคาดการณ์ราคาทองคำแท่งหรือทองคำรูปพรรณได้ โดยลักษณะการซื้อขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าสามารถทำกำไรได้ทั้งในภาวะตลาดที่เป็นขาขึ้นของราคาทองคำหรือภาวะตลาดที่เป็นขาลงของราคาทองคำได้เช่นกัน ทั้งนี้ราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้ามีการเคลื่อนไหวที่ไม่สัมพันธ์กับราคาหุ้นแต่ราคามักจะขึ้นกับปัจจัยทางเศรษฐกิจโลกหรือตัวเลขทางเศรษฐกิจโลก ดังนั้นสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ให้นักลงทุนสนใจในการเข้ามาเก็งกำไรและติดตามราคา กราฟ ค่าดัชนีบ่งชี้ (Indicator) (3) เพื่อใช้ในการประกอบการตัดสินใจซื้อสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า ทองคำแท่งและทองคำรูปพรรณได้

### 2.2 การปรับขนาดของของคุณสมบัติ (Feature Scaling)

การปรับขนาดของคุณสมบัติข้อมูล (5) นั้นเป็นขั้นตอนหนึ่งในการเตรียมข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง โดยการปรับขนาดของข้อมูลนั้นเป็นการสร้างมาตรฐานให้กับตัวแปรอิสระ นิยมดำเนินการขั้นตอนนี้ตั้งแต่ยังเป็นข้อมูลดิบ การปรับขนาดของข้อมูลนั้นมีหลายวิธี แต่เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย ผู้ค้นคว้าจึงเลือกใช้วิธีการปรับขนาดที่เรียกว่า การทำให้เป็นมาตรฐานต่ำสุด-สูงสุด (min-max Normalization) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและเหมาะสมกับข้อมูลที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย วิธีการปรับข้อมูลอยู่ในรูปแบบมาตรฐานด้วยวิธีนี้ ขั้นตอนแรกคือการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดช่วงของข้อมูลให้เป็น  $[0,1]$  โดยที่ 0 คือค่าที่น้อยที่สุดในช่วงข้อมูลที่กำหนด และ 1 คือค่าที่มากที่สุดของช่วงที่กำหนดและคำนวณค่าใหม่ ดังสมการที่ 2.1 โดยที่  $x$  แทนค่าในคุณสมบัตินั้น ๆ และ  $x'$  แทนค่าใหม่ที่ถูกปรับขนาดแล้ว

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (2.1)$$

## 2.3 การเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection)

การเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection) (6) หรือการเลือกตัวแปรต้นเพื่อใช้ในการเรียนรู้ของเครื่อง คือกระบวนการลดจำนวนคุณสมบัติหรือตัวแปรต้น (Feature) ให้เหลือตามที่ผู้พัฒนา กำหนด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของเครื่อง ลดเวลาในการเรียนรู้ของเครื่อง อีกทั้งยังเป็นกระบวนการที่ช่วยเลือกคุณสมบัติที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของเครื่องให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นอีกด้วย กระบวนการเลือกคุณสมบัติมีหลากหลายวิธีและสามารถเลือกใช้ได้ตามรูปแบบของข้อมูล ซึ่งวิธีการเลือกคุณสมบัติหรือตัวแปรต้นให้กับข้อมูลที่มีตัวแปรต้นเป็นประเภทตัวเลข และมีข้อมูลตัวแปรตามเป็นข้อมูลประเภทหมวดหมู่ คือ กลุ่มของการเลือกคุณสมบัติเชิงตัวเลข (Numerical Feature Selection) ซึ่งประกอบด้วยวิธีย่อยหลากหลายวิธี แต่วิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากคือ 1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และ 2. การเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 2.3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) (7) เป็นกระบวนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติที่ใช้ตรวจสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวแปรต้นตั้งแต่สองกลุ่มขึ้นไปที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) จะตรวจสอบค่าความแปรปรวนนี้โดยใช้ค่าจากตารางทดสอบแบบเอฟ (F-TEST) โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) ถือได้ว่าเป็นวิธีทางสถิติที่สามารถนำมาใช้เลือกคุณสมบัติโดยเหมาะกับข้อมูลตัวแปรต้นเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขและมีตัวแปรตามเป็นข้อมูลประเภทหมวดหมู่

### 2.3.2 การเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)

การเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (8) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้วัดความพึ่งพากันระหว่างสองตัวแปรสุ่ม ในกรณีที่ค่าวัดของการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) มีค่าเป็น 0 หมายถึงตัวแปรสุ่มนั้นไม่ได้มีความพึ่งพากันหรือกล่าวได้ว่าตัวแปรต้นนั้น ๆ ไม่ได้มีความเกี่ยวข้องกับตัวแปรสุ่มไม่ส่งผลต่อตัวแปรตามอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นจำเป็นต้องใช้ขออนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วย ในทางตรงกันข้ามหากค่าวัดของการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) มีค่าสูงหมายความว่าตัวแปรต้นนั้น ๆ มีความเกี่ยวข้องกันและยังเป็นคุณสมบัติที่ส่งผลต่อตัวแปรตาม และวิธีการเลือกคุณสมบัตินี้เป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีตัวแปรต้นเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขและตัวแปรตามที่เป็นข้อมูลประเภทหมวดหมู่อีกด้วย

## 2.4 การจัดการกับข้อมูลที่ไม่สมดุล (Handling Imbalanced Dataset)

ปัญหาหนึ่งที่ผู้พัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องมักพบบ่อยครั้งคือ ปัญหาข้อมูลที่ไม่สมดุล (Imbalanced Data) (9) ซึ่งปัญหานี้เกิดจากจำนวนของข้อมูลในแต่ละกลุ่มเป้าหมายมีจำนวนที่แตกต่างกันมาก หากไม่มีการจัดการกับข้อมูลให้เรียบร้อยก่อนที่เครื่องจะเรียนรู้ อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของเครื่อง กลุ่มเป้าหมายของข้อมูลที่มีจำนวนน้อยอาจถูกเพิกเฉยต่อการเรียนรู้ของเครื่องได้ ดังนั้นหากข้อมูลมีความไม่สมดุลแล้ว ควรได้รับการแก้ไขก่อนส่งต่อให้เครื่องได้เรียนรู้ ซึ่งวิธีการในการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลนี้มีหลากหลายวิธี การเลือกใช้จึงขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล และด้วยการค้นคว้าครั้งนี้ปริมาณของข้อมูลที่ใช้ในการฝึกอบรมแบบจำลองมีปริมาณน้อย การแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลจึงถูกแก้ไขด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล ( Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE ) โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 2.4.1 การสังเคราะห์ข้อมูล (SMOTE)

การสังเคราะห์ข้อมูล ( Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE ) (9) เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลกัน โดยหลักการของการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) สามารถลดการจดจำชุดข้อมูล ฝึกอบรมมากเกินไป (Overfitting) เกินไปของแบบจำลองได้ โดยหลักการของการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) นั้น เป็นการสังเคราะห์ข้อมูลกลุ่มที่มีจำนวนน้อยเพิ่มให้กับชุดข้อมูลหลักและให้มีจำนวนข้อมูลเท่ากับจำนวนข้อมูลของกลุ่มข้อมูลเป้าหมายที่มีจำนวนมากที่สุด ซึ่งข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นมานี้จะไม่ซ้ำกันและไม่ซ้ำกับชุดข้อมูลหลักอีกด้วย ทั้งนี้การใช้การสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) เพื่อแก้สมดุลของข้อมูลให้เท่ากันนั้น การสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) จะมีประสิทธิภาพมากกับข้อมูลที่มีมิติน้อย เพราะหากนำไปใช้กับข้อมูลที่มีมิติจำนวนมาก อาจทำให้เกิดการรบกวนของข้อมูล (Noisy) และยังทำให้ข้อมูลที่สังเคราะห์ขึ้นมาทับซ้อนกันได้

นอกจากการจัดการข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยการแก้ไขข้อมูลให้สมดุลก่อนนำเข้าสู่

แบบจำลองแล้ว ยังสามารถจัดการข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีอื่นอีกด้วย ทั้งนี้ในการค้นคว้าได้นำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีบทของการสร้างน้ำหนักของกลุ่มเป้าหมาย (Class Weight) เพื่อนำมาใช้กับแบบจำลองในกรณีที่มีข้อมูลสำหรับเรียนรู้ไม่สมดุล โดยมีทฤษฎีบทดังนี้

#### 2.4.2 การสร้างน้ำหนักของกลุ่มเป้าหมาย (Class Weight)

การสร้างน้ำหนักของกลุ่มเป้าหมาย (Class Weight) (10) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้จัดการข้อมูลที่ไม่สมดุล โดยการสร้างตุน้ำหนักของคลาสที่น้อย ๆ ที่มีปริมาณน้อยกว่าคลาสที่มากที่สุดในช่วงข้อมูล เพื่อให้แบบจำลองไม่เพิกเฉยต่อคลาสของข้อมูลที่มีจำนวนน้อย ตัวอย่างเช่น ในโครงการแบบจำลองความเสี่ยงด้านการให้เครดิตต่อลูกค้า หากย้อนดูข้อมูลการชำระหนี้เงินส่วนมากแล้วข้อมูลจะเป็นการชำระหนี้เงินเต็ม อีกทั้งยังตรงต่อเวลา จึงทำให้ข้อมูลที่ผิดนัดชำระหนี้จะมีประมาณค่อนข้างน้อยมาก ดังนั้นจึงใช้ตุน้ำหนักกับข้อมูลที่มีประมาณน้อย เพื่อช่วยให้แบบจำลองไม่เพิกเฉยต่อข้อมูลที่ผิดนัดชำระหนี้เงิน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของแบบจำลองได้ ในกรณีที่มีคลาสมากกว่าสองคลาสขึ้นไป การคิดค่าน้ำหนักให้แต่ละคลาสนั้น การใช้ `scikit-learn` จะใช้วิธีการ `compute_class_weight` โดยการรับลิสต์ของคลาสในการคำนวณค่าน้ำหนัก ในกรณีที่มี `argument` มีค่าเป็น `None` ค่าน้ำหนักของแต่ละคลาสจะมีค่าเท่ากัน แต่ถ้า `argument` มีค่าเป็น `Balanced` ค่าน้ำหนักจะถูกคำนวณตามสมการที่ 2.2

$$\frac{n(\text{sample})}{n(\text{classes}) * np.\text{bincount}(y)} \quad (2.2)$$

โดยที่  $n(\text{sample})$  แทนจำนวนชุดข้อมูลทั้งหมด

$n(\text{classes})$  แทนจำนวนกลุ่มของเป้าหมายทั้งหมด

$y$  แทนค่าเป้าหมายของข้อมูลนั้น

#### 2.5 แปลงข้อมูลหมวดหมู่เป็นข้อมูลตัวเลข

การเข้ารหัสหรือการแปลงข้อมูลหมวดหมู่ให้อยู่ในรูปแบบของตัวเลข(11) เพื่อให้อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องจำนวนมากสามารถเรียนรู้ข้อมูลประเภทหมวดหมู่ได้ เนื่องจากมีอัลกอริทึมจำนวนมากที่ไม่สามารถเรียนรู้กับข้อมูลประเภทหมวดหมู่ได้โดยตรง ทั้งนี้การแปลงข้อมูลหมวดหมู่เป็นตัวเลขนั้น ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้


### 2.5.1 การเข้ารหัสจำนวนเต็ม (Integer Encoding)

การเข้ารหัสจำนวนเต็ม (Integer Encoding) (11) คือ การแปลงข้อมูลหมวดหมู่ให้อยู่ในรูปของตัวเลขจำนวนเต็ม ทั้งนี้จำนวนเต็มที่แทนหมวดหมู่แต่ละหมวดหมู่จะต้องไม่ซ้ำกัน ทั้งนี้การเข้ารหัสจำนวนเต็ม (Integer Encoding) เพียงกับข้อมูลที่มีลำดับความสัมพันธ์ของค่าเป้าหมายเท่านั้น เนื่องจากธรรมชาติของจำนวนเต็มสามารถสื่อสารถึงลำดับของข้อมูลได้ ซึ่งอาจจะส่งผลต่อแบบจำลองและประสิทธิภาพของแบบจำลองได้ ยกตัวอย่างเช่น การแสดงความคิดเห็นความพึงพอใจจะสามารถให้ความพึงพอใจได้โดยดั่งนี้ แยมมาก ปานกลาง ดีมาก หากนำวิธีการเข้ารหัสจำนวนเต็ม (Integer Encoding) มาใช้จะได้ดั่งนี้ แยมมาก = 0 ปานกลาง = 1 ดีมาก = 2 เป็นต้น

### 2.5.2 การเข้ารหัสแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)

การแปลงข้อมูลหรือการเข้ารหัสแบบวันฮอท (One-Hot Encoding) (11) นั้นถูกนำมาใช้กับข้อมูลที่คลาสหรือตัวแปรตามที่มีลักษณะเป็นหมวดหมู่ แต่ค่าของตัวแปรตามนั้นไม่ได้มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทำให้การเข้ารหัสแบบจำนวนเต็ม (Integer Encoding) อย่างเดียวไม่เพียงพอ จึงจำเป็นต้องทำการเข้ารหัสแบบวันฮอท (One-Hot Encoding) ซึ่งลักษณะของการเข้ารหัสนี้จะนำชื่อตัวแปรตามมาตั้งเป็นชื่อของคอลัมน์และหากค่าของตัวแปรตามนั้นตรงกับชื่อคอลัมน์จะมีค่าเท่ากับ 1 และหากมีค่าไม่ตรงกับชื่อคอลัมน์จะมีค่าเป็น 0 ตัวอย่างเช่น ข้อมูลทั้งหมดมีคลาสเป็น Sell, Buy, Hold การเข้ารหัสให้กับข้อมูลชุดนี้จะทำการเข้ารหัสแบบวันฮอท (One-Hot Encoding) และได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางตัวอย่างการเข้ารหัสข้อมูลแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)

Raw Data			One-Hot Encoding			
id	class		id	red	yellow	green
1	red		1	1	0	0
2	green		2	0	0	1
3	red		3	1	0	0
4	yellow		4	0	1	0
5	red		5	1	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 รูปภาพดิจิทัล (Image Digital)

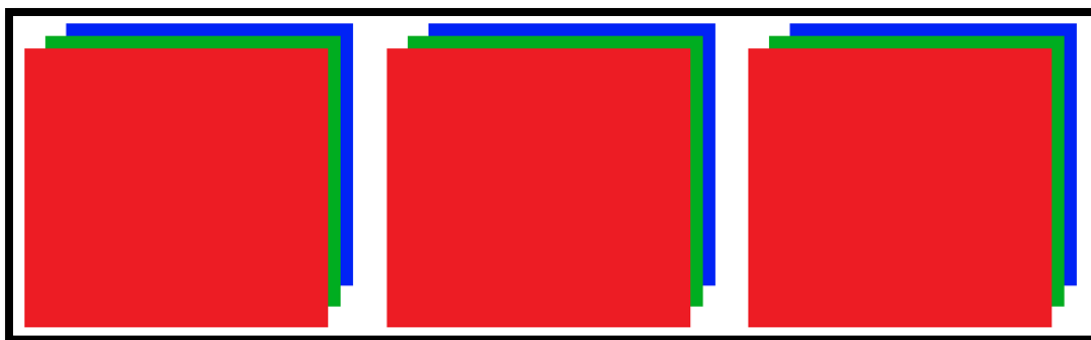
พื้นฐานของรูปภาพดิจิทัล (12) นั้นเกิดจากองค์ประกอบรูปสี่เหลี่ยมขนาดเล็กที่เรียกว่า พิกเซลรวมกันอยู่แน่นับล้าน ในขณะที่หนึ่งพิกเซลนั้นสามารถแสดงค่าสีได้เพียงค่าเดียวซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 ซึ่งรูปภาพที่มีหลากหลายสีนั้นนั้นเกิดจากการรวมตัวของสีต่าง ๆ ที่อยู่บนแต่ละพิกเซลนั่นเอง ซึ่งคุณสมบัติของรูปภาพนั้นประกอบด้วย

1. ขนาด (Size) หมายถึง ขนาดของรูปภาพที่มีความสูงและความกว้างของรูปภาพเป็นองค์ประกอบ
2. ขอบเขตของสี (Color Space) หมายถึง ขอบเขตของสีที่แสดงผลได้ เช่น RGB, HSV
3. ช่องสี (Channel) หมายถึง จำนวนของชั้นสีที่เกิดตามขอบเขตของสี (Color space) ตัวอย่างเช่นหากภาพมีขอบเขตของสี (Color space) เป็น RGB หรือรูปสี่ นั้นแปลว่าภาพนั้นมี 3 ช่องสี (Channel) ได้แก่ Red Channel, Green Channel, Blue Channel ในขณะที่ภาพขาวดำหรือภาพสีเทา จะมีช่องสี (Channel) เพียงช่องเดียว

## 2.7 การแสดงผลรูปภาพในแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกของเครื่อง

การแสดงผลรูปภาพในแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกของเครื่อง (12) นั้นรูปภาพจะถูกแสดงผลในรูปแบบของอาร์เรย์ NumPy ซึ่งอาร์เรย์ NumPy นั้นจะเก็บข้อมูลหลายมิติและมิติเหล่านั้นจะถูกกำหนดด้วยค่าดังต่อไปนี้ 1. ขนาดของรูปภาพ คือขนาดของรูปภาพนั้นจะต้องประกอบด้วย ความสูงและความกว้างของรูปภาพ 2. ช่องสี (Color Channel) คือจำนวนช่องสีตามขอบเขตของสี (color space) ของรูปภาพนั้น ๆ 3. จำนวนรูปภาพ หมายถึง จำนวนรูปภาพที่ได้จัดเตรียมในการประมวลผลให้กับแบบจำลอง จากรูปภาพที่ 2.1 แสดงถึงรูปภาพที่มีขอบเขตของสี (Color Space) เป็นแบบ RGB มีความกว้างที่ 5.5 เซนติเมตรและความสูงที่ 5.5 เซนติเมตร จำนวนสามรูปภาพ ทั้งนี้ในการแสดงผลในแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกของเครื่องนั้นจะถูกแสดงด้วยอาร์เรย์ NumPy 4 มิติ โดยสามารถแสดงผลได้สองรูปแบบคือ 1. การแสดงผลโดยให้ตำแหน่งสุดท้ายคือช่องสี (Color Channel) ซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังนี้ (3, 5.5, 5.5, 3) โดยที่ตำแหน่งแรกหมายถึงจำนวนรูปภาพ ตำแหน่งที่สองและสามหมายถึงความกว้างและความสูงของรูปภาพและตำแหน่งสุดท้ายคือจำนวนช่องสี (Color Channel) และ 2. การแสดงผลโดยตำแหน่งของช่องสี (Color Channel) อยู่ในตำแหน่งที่สอง โดยสามารถแสดงผลได้ดังนี้ (3, 3, 5.5, 5.5) ซึ่งตำแหน่งแรกหมายถึงจำนวนรูปภาพที่ถูกจัดเตรียมไว้สำหรับแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกของเครื่อง ตำแหน่งที่สองหมายถึงช่องสี (Color Channel) ซึ่ง RGB มีจำนวนสามช่องสี และสองตำแหน่งสุดท้ายหมายถึงความกว้างความสูงของรูปภาพนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 2.1 การแสดงผลของรูปภาพที่มี Color Space เป็น RGB ที่มีความกว้าง 5.5 หน่วย และ ความสูง 5.5 หน่วย จำนวน 3 รูปภาพ

## 2.8 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network)

ระบบการมองเห็นของมนุษย์ใช้เซลล์ประสาทในการมองเห็นและหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของรูปภาพ โดยเซลล์ประสาทและพื้นที่ในสมองของมนุษย์มักจะตอบสนองต่อเส้นขอบของรูปภาพ และเส้นขอบในหนึ่งพิกเซลของรูปภาพนั้นมักสามารถบอกทิศทางของเส้นขอบในของพิกเซลที่อยู่ใกล้เคียงได้ ด้วยเหตุนี้ตำแหน่งของเส้นขอบหรือรูปภาพนั้นจึงเหมือนการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า การบิด (Convolution) ซึ่งกระบวนการขั้นพื้นฐานของการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการประมวลผลรูปภาพซึ่งรู้จักกันในชื่อ โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) (13) ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนั้นคืออัลกอริทึมในการเรียนรู้เชิงลึกของเครื่องโดยการเลียนแบบระบบการมองเห็นรูปภาพของมนุษย์โดยการเรียนรู้จากคุณสมบัติของรูปภาพซึ่งประกอบด้วยจุด เส้นแนวตั้ง เส้นแนวนอน เส้นแนวทแยง เป็นต้น ทั้งนี้การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนั้นจะรับอินพุตเป็นจำนวนรูปภาพและรับรูปภาพในเชิงตัวเลขซึ่งถูกเก็บอยู่ในลักษณะของอาร์เรย์ซึ่งแต่ละค่านั้นมาจากค่าสีของแต่ละพิกเซลและเรียงตัวเป็นแบบเมทริกซ์สามมิติ คือ กว้าง x ยาว และมีมิติสุดท้ายคือจำนวนช่องสี (Color Channel) โดยที่จำนวนช่องสีนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของรูป เช่น RGB มีจำนวนช่องสี 3 สี ได้แก่ช่องสีแดง ช่องสีเขียวและช่องสีน้ำเงิน เป็นต้น ทั้งนี้โครงข่ายประสาทเทียมจะมีทฤษฎีบทดังนี้

### 2.8.1 ชั้นคอนโวลูชัน (Convolution Layer)

กระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) ขั้นตอนแรกคือการทำสกัดคุณสมบัติของรูปภาพ (Feature Extraction) ในชั้นคอนโวลูชัน (Convolution Layer) ซึ่งการสกัดคุณสมบัติขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยตัวกรอง (Filter) ที่มีขนาดเท่ากับพื้นที่ของเคอร์เนล (Kernel) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเกิดจากกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางคณิตศาสตร์ระหว่างข้อมูลจริงกับค่าตัวกรอง (Filter) ซึ่งทำให้ผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีขนาดเล็กหรือเท่ากับจำนวนพื้นที่ของเคอร์เนล (Kernel)

จากรูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นกระบวนการสกัดคุณลักษณะ จะเห็นได้ว่าในรูปประกอบด้วยตารางสีฟ้าคือข้อมูลตั้งต้น และตารางพื้นที่สีเขียวคือตัวกรอง (Filter) ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับค่าของเคอร์เนล (Kernel) ยกกำลังสอง ดังนั้นเคอร์เนล (Kernel) จึงมีค่าเท่ากับ 3 ทำให้นิยามของตัวกรอง (Filter) จึงมีขนาดเท่ากับ 9 และตารางสีขาวข้างมือนั้นค่าในช่องแรกเกิดจากกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างค่าในตัวกรอง (Filter) และค่าจากข้อมูลตั้งต้น ทั้งนี้ค่าในช่องถัดไปจะถูกคำนวณเหมือนกับช่องแรกโดยที่ตัวกรอง (Filter) จะขยับไปเรื่อย ๆ จากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างตามกำหนด ดังภาพตัวอย่างที่ 2.3, 2.4 และ 2.5 ทั้งนี้ผลลัพธ์สุดท้ายจะถูกเรียกว่าแผนภาพคุณลักษณะ (Feature map) และจะมีขนาดเท่ากับตัวกรอง (Filter) นั้นเอง

1x1	1x0	1x1	0	0			
0x0	1x1	1x0	1	0	4		
0x1	0x0	1x1	1	1			
0	0	1	1	0			
0	1	1	0	0			

รูปภาพที่ 2.2 แสดงกระบวนการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extract)

หมายเหตุ. จาก <https://medium.com/@natthawatphongchit>

1	1x1	1x0	0x1	0			
0	1x0	1x1	1x0	0	4	3	
0	0x1	1x0	1x1	1			
0	0	1	1	0			
0	1	1	0	0			

รูปภาพที่ 2.3 แสดงกระบวนการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extract)

หมายเหตุ. จาก <https://medium.com/@natthawatphongchit>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	1	1	0	0
0x1	1x0	1x1	1	0
0x0	0x1	1x0	1	1
0x1	0x0	1x1	1	0
0	1	1	0	0

4	3	4
2		

รูปภาพที่ 2.4 แสดงกระบวนการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extract)

หมายเหตุ. จาก <https://medium.com/@natthawatphongchit>

1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0	1x1	1x0	1x1
0	0	1x0	1x1	0x0
0	1	1x1	0x0	0x1

4	3	4
2	4	3
2	3	4

รูปภาพที่ 2.5 แสดงกระบวนการสกัดคุณลักษณะ (Feature Extract)

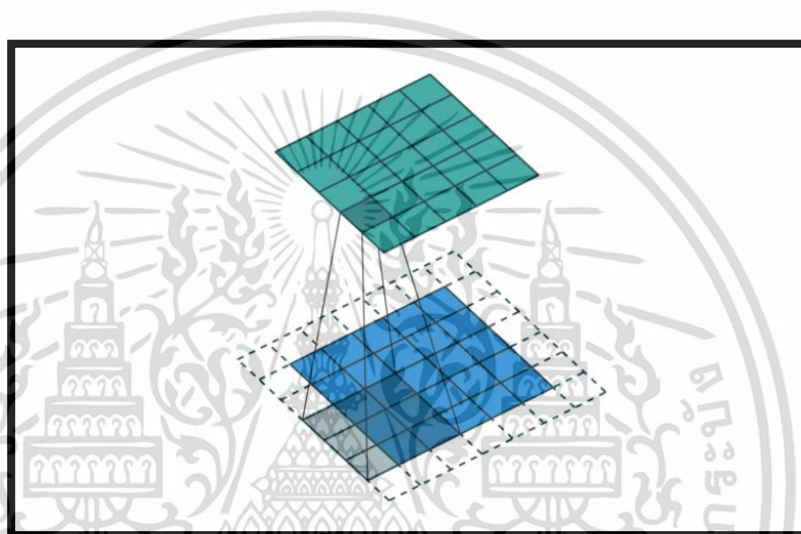
หมายเหตุ. จาก <https://medium.com/@natthawatphongchit>

## 2.8.2 การเติมขอบรูปภาพ (Padding)

ทั้งนี้หลังจากการสกัดคุณสมบัติแล้ว จากผลลัพธ์จะเห็นได้ว่าการสูญเสียข้อมูลในขอบด้านนอก เนื่องจากข้อมูลถูกลดขนาดลงมา แต่หากต้องการให้ขนาดของแผนภาพคุณลักษณะ (Feature Map) นั้นมีขนาดเท่ากับรูปภาพตั้งต้น สามารถทำการเติมขอบให้กับรูปภาพตั้งต้นได้ (Padding) ซึ่งเป็นกระบวนการที่เพิ่มขอบรูปขึ้นมาและแต่ละพิกเซลที่ถูกเพิ่มมานั้นจะถึงเติมด้วยค่าศูนย์ลงไป ในกระบวนการที่เกิดขึ้นบนชั้นคอนโวลูชัน (Convolution Layer) ข้อมูลตั้งต้นมีการทำเติมขอบรูปภาพ (Padding) ก่อนแล้ว จะทำให้แผนภาพคุณลักษณะ (Feature Map) ซึ่งเป็นผลลัพธ์ในการสกัดคุณสมบัติมีขนาดเท่ากับรูปภาพตั้งต้นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพที่ 2.6 แสดงให้เห็นกระบวนการสกัดคุณสมบัติของข้อมูลที่มีการเติมขอบให้กับรูปภาพ (Padding) โดยตารางที่เป็นสีน้ำเงินคือข้อมูลตั้งต้น เส้นปะที่ขอบของข้อมูลตั้งต้นนั้นหมายถึงมีการเติมขอบให้กับรูปภาพ (Padding) ให้กับข้อมูล บนพื้นที่ของข้อมูลตั้งต้นที่มีการเติมขอบให้กับรูปภาพ (Padding) นั้นจะเห็นได้ว่ามีพื้นที่ที่แรงเงาซึ่งส่วนนั้นคือตัวกรอง (Filter) ขนาด 9 และเคอร์เนล (Kernel) =3 เมื่อทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างข้อมูลตั้งต้นที่มีการเติมขอบ (Padding) กับตัวกรอง (Filter) แล้วจะได้ผลลัพธ์ตารางสี่เหลี่ยมที่เรียกว่าแผนภาพคุณลักษณะ (Feature Map) นั้นเอง



รูปภาพที่ 2.6 กระบวนการสกัดคุณสมบัติร่วมกับข้อมูลที่มีการ Padding  
หมายเหตุ จาก <https://app.datacamp.com/learn>

### 2.8.3 การเลื่อน (Stride)

การเลื่อน (Stride) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้กำหนดช่องในการขยับ (Stride) ตัวกรอง (Filter) ใช้ในการสกัดคุณสมบัติ ซึ่งการกำหนดค่าจำนวนช่องที่ใช้ในการขยับนี้ใช้ในการขยับทั้งจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างตัวอย่างเช่น Stride = 2 หมายถึง การขยับตัวกรอง (Filter) เพื่อข้ามทีละ 2 คอลัมน์จากซ้ายไปขวาและข้าม 2 แถวจากบนลงล่างเพื่อทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อสกัดคุณสมบัติออกมา ดังนั้นการกำหนด Stride ที่มีมากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งจะส่งผลลัพธ์ให้แผนภาพคุณลักษณะ (Feature Map) นั้นมีขนาดเล็กลง โดยขนาดของแผนภาพคุณลักษณะ (Feature Map) จะคำนวณได้จาก สมการที่ 2.3

$$O = \left( \frac{I - K + 2P}{S} \right) + 1 \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

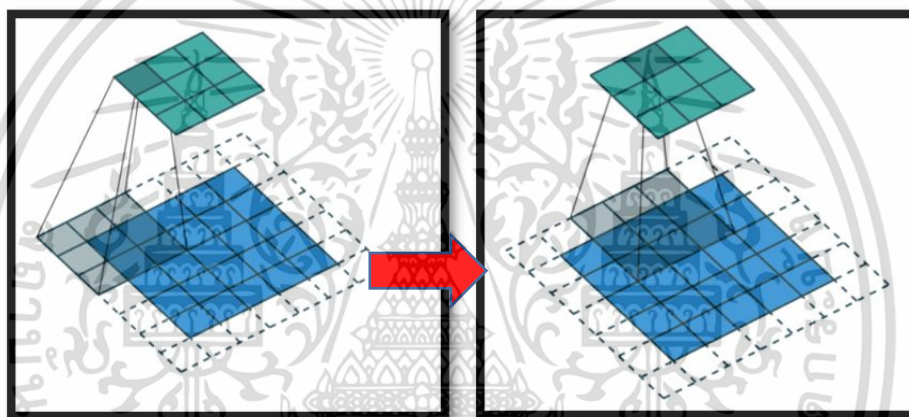
โดยให้ตัวแปรที่มีค่าดังนี้ | แทนค่าขนาดของอินพุต

K แทนค่าขนาดของเคอร์เนล

P แทนค่าขนาดของ Padding

S แทนค่าของ Stride

จากรูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นการกำหนดการเลื่อน (Stride) ให้มีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้นกระบวนการสกัดคุณสมบัตินั้น ตัวกรอง (Filter) ทำกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับค่าของข้อมูลจริงโดยการขยับตัวกรอง (Filter) ซ้ำทีละ 1 คอลัมน์และขยับลงโดยซ้ำทีละ 1 แถว ดังนั้นการกำหนดการเลื่อน (Stride) ที่มีค่ามากกว่า 1 จะทำให้ขนาดของแผนภาพคุณลักษณะ (Feature Map) มีขนาดเล็กลงได้



รูปภาพที่ 2.7 แสดงการเลื่อน Filter ที่มีค่า Stride เท่ากับ 1

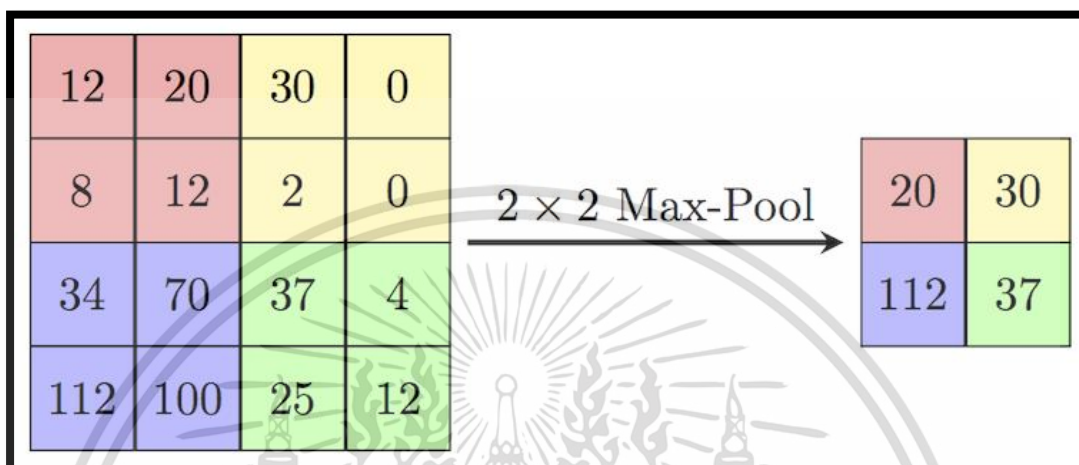
หมายเหตุ จาก <https://app.datacamp.com/learn>

#### 2.8.4 ชั้นการรวมกลุ่ม (Pooling Layer)

ชั้นการรวมกลุ่ม (Pooling layer) เป็นขั้นตอนการสกัดนำส่วนที่สำคัญที่สุดของข้อมูลและเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลให้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยการลดขนาดของคุณสมบัติให้เหลือแต่คุณสมบัติที่เด่นชัดสำหรับประมวลผลของแบบจำลอง ดังนั้นกระบวนการนี้จึงเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถช่วยให้ประสิทธิภาพของแบบจำลองนั้นดียิ่งขึ้น กระบวนการรวมกลุ่ม (Pooling) นั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การรวมกลุ่มข้อมูลโดยใช้ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดเป็นตัวแทน (Max Pooling) คือการให้ค่าสูงสุดจากส่วนของแผนภาพคุณลักษณะ (Feature Map) ที่ครอบคลุมโดยเคอร์เนล (Kernel) เป็นตัวแทนค่าในส่วนนั้น ทั้งนี้การรวมกลุ่มข้อมูลโดยใช้ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดเป็นตัวแทน (Max Pooling) ยังเป็นการขจัดสิ่งรบกวนออกจากภาพและการลดขนาดของแผนภาพคุณลักษณะ (Feature Map) อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพที่ 2.8 แสดงถึงตัวอย่างในการเลือกวิธีการรวมกลุ่มข้อมูลโดยใช้ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดเป็นตัวแทน (Max Pooling) ในการทำรวมกลุ่มข้อมูล (Pooling) โดยที่พื้นที่เคอร์เนล (Kernel) มีขนาด  $2 \times 2$  ดังนั้น ผลลัพธ์ในการเลือกค่าแรกในตารางสีชมพูจึงมีค่าเท่ากับ 20 ตารางถัดมาทางขวาค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 30



รูปภาพที่ 2.8 ตัวอย่างผลลัพธ์ในวิธีการรวมกลุ่มข้อมูลโดยใช้ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดเป็นตัวแทน (Max Pooling)

หมายเหตุ. จาก <https://paperswithcode.com/method/max-pooling>

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) โดยได้รับแรงบันดาลใจจากงานวิจัยดังต่อไปนี้

2.9.1 Omer Berat Sezer, และ Ahmet Murat Ozbayoglu (2018) ได้ทำการวิจัยการซื้อขายทางการเงินแบบอัลกอริทึมด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน(14) โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้กล่าวถึงแบบจำลองการซื้อขาย ETF และหุ้น Dow 30 ด้วยอัลกอริทึมโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network) โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ 2 มิติ ตามการประมวลผลภาพเพื่อแปลงอนุกรมเวลาทางการเงินเป็นภาพ 2 มิติ แต่ละภาพมีป้ายกำกับว่า Buy, Sell หรือ Hold ขึ้นอยู่กับช่วงของราคาต่ำสุดหรือราคาสูงสุดของต้นฉบับอนุกรมเวลา จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลยุทธ์ Buy & Hold และระบบการซื้อขายทั่วไปอื่น ๆ ในช่วงเวลาที่ไม่ได้อยู่ในต้นแบบในการทดลอง พบว่าแบบจำลองที่ได้รับการฝึกอบรมให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าสำหรับหุ้น และ ETF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 Yu-Chia Hsu (2021) ได้ทำการวิจัยแนวทางการเรียนรู้เชิงลึกในการสร้างแบบจำลองอนุกรมทางการเงินเพื่อทำนายรูปแบบของกราฟที่จะเกิดขึ้น (15) โดยแนวทางที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ การเรียนรู้ของเครื่องด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution Neural Network) สำหรับการรู้จำรูปแบบและแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) สำหรับการจับคู่การตัดสินใจ โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมาจากตลาดการพนัน ข้อมูลเกมสล็อตฟุตบอลแห่งชาติ 18,944 ชุดข้อมูล ครอบคลุม 32 ปี นำข้อมูลมาแปลงให้อยู่ในรูปแบบของแท่งเทียน ใช้การเรียนรู้ของเครื่องด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อจำแนกอนุกรมเวลาของแท่งเทียน และสุดท้ายพิจารณาความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากข้างต้น ทำการปรับความน่าจะเป็นโดยใช้แบบจำลองการถดถอย หลังจากการทดลองพบว่า การนำข้อมูลโดยการจำแนกประเภทของชุดข้อมูลแล้วให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการนำชุดข้อมูลที่มีความหลากหลายมาใช้กับตัวแยกด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution Neural Network) ร่วมกับการตัดสินใจด้วยแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) มีประสิทธิภาพและให้ความแม่นยำดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution Neural Network) ร่วมกับ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine : SVM) การจำแนกแบบเบย์อย่างง่าย (Naïve Bayes) การสุ่มแบบป่าไม้ (Random Forest)

2.9.3 Jun-Hao Chen และ Yun-Cheng Tsai (2020) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการเข้ารหัสชุดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบแผนภูมิแท่งเทียนเพื่อใช้ในการจำแนกรูปแบบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน(16) โดยแผนภูมิแท่งเทียนแสดงราคาสูง ต่ำ เปิดและปิดในช่วงเวลาที่กำหนดรูปแบบแท่งเทียนเกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำและปฏิกิริยาของมนุษย์ มีรูปแบบและทำซ้ำอย่างต่อเนื่อง ตามทฤษฎีสารานุกรมแผนภูมิแท่งเทียนของโทมัส บูลโกวสกี (Thomas Bulkowski) สามารถใช้กำหนดจุดเข้าซื้อและจุดขายออกได้เมื่อใดจากแผนภูมิแท่งเทียน วิธีการจัดจำรูปแบบแท่งเทียนโดยอัตโนมัติแบ่งเป็นสองขั้นตอนหลักคือขั้นตอนแรกใช้สนามเชิงมุมกราเมีย (Gramian Angular Field : GAF) เพื่อเข้ารหัสอนุกรมเวลาเป็นรูปภาพประเภทต่างๆ ขั้นตอนที่สองใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันพร้อมภาพสนามเชิงมุมกราเมีย (Gramian Angular Field : GAF) เพื่อเรียนรู้คุณลักษณะแปดประเภทที่สำคัญของรูปแบบแท่งเทียน ในบทความนี้เรียกสองขั้นตอนหลักนี้ว่า แนวทางโครงข่ายประสาทเทียมคอนโวลูชันตามสนามเชิงมุมกราเมีย (Convolutional Neural Network based on Gramian angular field : GAF-CNN) ผลลัพธ์จากการทดลองนี้สามารถระบุรูปแบบแท่งเทียนได้โดยอัตโนมัติกับข้อมูลจริง มีความแม่นยำ 90.7%

2.9.4 Marc Velay และ Fabrice Daniel (2018) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้รูปแบบกราฟด้วยการเรียนรู้เชิงลึก(17) โดยงานวิจัยครั้งนี้ได้กล่าวถึงการประเมินประสิทธิภาพการเรียนรู้ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolution Neural Network) และการเรียนรู้ของเครื่องด้วยหน่วยความจำระยะสั้น-ระยะยาว (Long Short-Term Memory) ซึ่งงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการจดจำรูปแบบกราฟสองรูปแบบคือ รูปแบบธงหมี (Bearich Flag) และราคาสูงสุดที่เท่ากันของสองคลื่นราคาและราคาต่ำสุดที่เท่ากันของสองคลื่นราคา (double top and double bottom) ถึงแม้ว่าชุดข้อมูลอยู่ในรูปแบบรูปภาพแต่ยังสามารถแสดงให้เห็นถึงความผันผวนของราคาเป็นเหตุให้การเรียนรู้ของเครื่องผิดพลาดได้ จึงมีขั้นตอนการทำความสะอาดข้อมูลด้วยการเข้ารหัสลดการกระจายของเมทริกซ์ข้อมูล (Noisy) ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของเครื่องได้ และนำมาใช้กับการทดลอง ผลการทดลองครั้งนี้พบว่าหน่วยความจำระยะสั้น (Long Short-Term Memory : LSTM) มีอัตราการตรวจจับที่ดีกว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบหนึ่งมิติ (One-dimensional Convolutional : 1D-CNN) และ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบสองมิติ (Two-dimensional Convolutional : 2D-CNN)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วย  
โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน เพื่อให้การวิจัยในครั้งนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ จึงมีขั้นตอน  
ดำเนินการวิจัยและรายละเอียดดังนี้

### 3.1 วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาเพื่อดำเนินงานวิจัยการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำ  
ล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ผู้ศึกษาได้ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการ  
ดำเนินงานจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพร้อมทั้งทฤษฎีบทต่าง ๆ จากเอกสาร โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับตลาดทองคำและปัจจัยพื้นฐานที่ส่งผลต่อราคาสัญญาซื้อขายทองคำ  
ล่วงหน้า (Indicator)
2. ศึกษาความรู้พื้นฐานของรูปแบบกราฟแท่งเทียนและตัวชี้วัด (Indicator)
3. ศึกษาและวิเคราะห์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.2 ภาพรวมของระบบ

จากการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้อง จึงวิเคราะห์ภาพรวมระบบที่สามารถบรรลุ  
วัตถุประสงค์ได้โดยมีภาพรวมของระบบในงานวิจัยการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขาย  
ทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันประกอบด้วย 6 ส่วนหลักดังแผนภาพที่

#### 3.1

จากแผนภาพที่ 3.1 อธิบายภาพรวมระบบการดำเนินการวิจัยการทำนายจุดเข้าซื้อและจุด  
ขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ซึ่งประกอบด้วย 6  
ส่วนหลักดังนี้

#### 3.2.1 ขั้นตอนรวบรวมข้อมูลราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า (Gold Future)

ขั้นตอนรวบรวมข้อมูลราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า (Gold Future) เป็น  
ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยในการวิจัยครั้งนี้  
ผู้พัฒนาได้รวบรวมข้อมูลราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้ามาทั้งสิ้น 833 รายการ ซึ่งเป็น

ข้อมูลระดับวัน (Time Frame Day) ซึ่งข้อมูลราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าอยู่ในช่วง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 19 เมษายน พ.ศ. 2565 ซึ่งข้อมูลชุดนี้ดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ Yahoo Finance ซึ่งเป็นผู้ให้บริการข้อมูลทางการเงิน โดยข้อมูลที่ได้จากผู้บริการข้อมูลทางการเงินมีดังนี้

1. ข้อมูลวันเดือนปี (Date)
2. ที่ถูกปรับแล้วหลังตลาดปิด (Adjust Close Price)
3. ปิดของวันนั้น (Close Price)
4. ราคาที่สูงที่สุดในวันนั้น (High Price)
5. ราคาที่ต่ำที่สุดในวันนั้น (Low Price)
6. ราคาเปิด (Open Price)
7. ปริมาณการซื้อขายในวันนั้น (Volume)

### 3.2.1 ขั้นตอนการติดสติกให้กับข้อมูล (Data Labelling)

ขั้นตอนการติดสติกให้กับข้อมูลนั้นเป็นขั้นตอนในการกำหนดสถานะการซื้อขาย การขาย หรือสถานะที่ผู้ลงทุนไม่ควรทำการซื้อหรือขายในเวลานั้นเพื่อนำมาเป็นตัวแปรตามให้แบบจำลองได้เรียนรู้และสามารถบอกนักลงทุนได้ว่าควรเข้าซื้อหรือขายทำกำไรหรือไม่ ทั้งนี้การกำหนดสถานะให้กับข้อมูลในรายการนั้น ผู้พัฒนาได้ทำการให้สถานะนั้นด้วยตนเองจากประสบการณ์ของผู้พัฒนา ซึ่งพิจารณาจากข้อมูลวันปัจจุบันเทียบกับข้อมูลย้อนหลังโดยพิจารณาจากข้อมูลปริมาณการซื้อขาย ราคาเปิดตลาด ราคาปิดตลาด ราคาสูงสุดของวันนั้น ราคาต่ำสุดของวันนั้น และลักษณะของกราฟแท่งเทียน พร้อมทั้งกำหนดค่าเป็นตัวเลขให้กับสถานะการซื้อขายดังนี้

1. สถานะของข้อมูลในสถานการณ์ของตลาดที่นักลงทุนควรขายมีค่าเท่ากับ 0
2. สถานะของข้อมูลในสถานการณ์ที่นักลงทุนควรเข้าซื้อให้มีค่าเท่ากับ 1
3. สถานะของข้อมูลในสถานการณ์ของตลาดที่ไม่ควรมีการซื้อ หรือหากถือครองอยู่แล้วยังไม่ถึงจุดที่ให้กำไรได้สูงสุดนั้นถือว่ายังไม่ควรขายให้มีค่าเท่ากับ 2

### 3.2.3 ขั้นตอนการคำนวณค่าตัวชี้วัดและค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียน

ขั้นตอนการคำนวณค่าตัวชี้วัดและค่าของรูปแบบกราฟแท่งเทียนนี้เป็นขั้นตอนในการเพิ่มคุณลักษณะในการเรียนรู้ให้กับแบบจำลอง ซึ่งแต่ละค่าของตัวชี้วัดและค่ารูปแบบของกราฟแท่งเทียนเกิดจากการคำนวณตามสมการของผู้คิดค้น ซึ่งผู้พัฒนาได้ใช้ไลบรารีในการคำนวณค่าของตัวชี้วัดและค่ารูปแบบของกราฟแท่งเทียนร่วมกับคุณลักษณะที่ได้จากผู้ให้บริการข้อมูลทางการเงินซึ่งได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ราคาที่ถูกปรับแล้วหลังตลาดปิด (Adjust Close Price)
2. ราคาปิดของวันนั้น (Close Price)
3. ราคาที่สูงที่สุดในวันนั้น (High Price)
4. ราคาที่ต่ำที่สุดในวันนั้น (Low Price)
5. ราคาเปิด (Open Price)
6. ปริมาณการซื้อขายในวันนั้น (Volume)

เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าตัวชี้วัดและค่ารูปแบบของกราฟ ซึ่งทำให้ข้อมูลในหนึ่งรายการจากเดิมที่มีเพียง 6 คุณลักษณะให้แบบจำลองเรียนรู้ เพิ่มขึ้นเป็น 261 คุณลักษณะ ซึ่งใน 261 คุณลักษณะนี้แบ่งเป็นค่าของรูปแบบของกราฟแท่งเทียนจำนวน 61 รูปแบบ และอีก 200 คุณลักษณะนั้นเกิดจากการคำนวณตามสมการตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มซึ่งประกอบไปด้วย 1. ตัวชี้วัดบอกแนวโน้ม 2. ตัวชี้วัดโมเมนตัม 3. ตัวชี้วัดบอกความผันผวน 4. ตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขาย

### 3.2.4 ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

ขั้นตอนการจัดเตรียมข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการเตรียมข้อมูลให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมกับการนำมาใช้กับแบบจำลอง ซึ่งขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.2.4.1 ขั้นตอนการจัดการกับข้อมูลที่สูญหาย (Handling Missing Value)

ขั้นตอนการจัดการข้อมูลที่สูญหายไปในั้น เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญ ทั้งนี้ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้มีข้อมูลที่เกิดจากการคำนวณค่าจากสมการตัวชี้วัดและค่าที่เกิดจากการคำนวณตามสมการรูปแบบแท่งเทียนในช่วงระยะเวลาแรกของข้อมูล เนื่องจากการคำนวณนั้นต้องใช้ข้อมูลย้อนหลังหรือก่อนหน้าในการคำนวณ ซึ่งวิธีที่ผู้พัฒนาได้นำจัดการกับข้อมูลที่สูญหายนี้คือวิธีการเติมข้อมูลวัดถัดไปมาเติมย้อนหลัง (Backward Filling) ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งที่น่ามาใช้ในการจัดการกับข้อมูลที่สูญหาย โดยนำค่าคำนวณของวันถัดมาเติมให้กับวันก่อนหน้า เนื่องจากข้อมูลที่สูญหายเป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณของสมการตัวชี้วัดและค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ออกถึงแนวโน้ม โมเมนตัม ปริมาณการซื้อขาย และความผันผวน ทั้งนี้วันที่ใกล้กันย่อมมีค่าที่ใกล้เคียงกันจึงเป็นเหตุให้นำวิธีนี้มาใช้ในการจัดการกับข้อมูลสูญหาย

#### 3.2.4.2 ขั้นตอนการลดขนาดของข้อมูล (Feature Scaling)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการลดขนาดของข้อมูลนั้นเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ใช้ในการเตรียมข้อมูลให้เหมาะสำหรับการเรียนรู้ของแบบจำลอง ซึ่งกระบวนการปรับขนาดของข้อมูลนั้นนำมาใช้เพื่อปรับโครงสร้างของข้อมูลคุณลักษณะให้มีมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้พัฒนาได้ใช้วิธีการลดขนาดของข้อมูลด้วยให้มีขนาดอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ซึ่งวิธีการที่ใช้คือการทำให้เป็นมาตรฐานต่ำสุด-สูงสุด (min-max Normalization) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายและเหมาะสมกับข้อมูลที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อย

### 3.2.4.3 ขั้นตอนการเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection)

ในการวิจัยครั้งนี้ขั้นตอนการเลือกคุณสมบัตินั้นถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง เนื่องจากการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันได้ออกแบบให้ข้อมูลที่มีขนาด  $15 \times 15$  ซึ่งการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันคือการเรียนรู้ด้วยภาพ ทั้งนี้การทดลองครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลคุณลักษณะทั้งหมด 261 คุณลักษณะสำหรับการเรียนรู้ แต่เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน  $15 \times 15$  ทำให้สามารถรับคุณลักษณะไปเรียนรู้ได้เพียง 225 คุณลักษณะเท่านั้น ด้วยเหตุผลนี้ทำให้การเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection) จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อเลือกคุณลักษณะที่ส่งผลต่อสถานะของรายการราคาในวันนั้น ดังนั้นขั้นตอนการเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection) ผู้พัฒนาจึงเลือกวิธีการเลือกคุณสมบัตินี้มา 2 แบบเพื่อใช้ในการทดลองนี้ ได้แก่ 1. การเลือกคุณสมบัติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และ 2. การเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)

### 3.2.4.4 ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุล (Handling Imbalanced Dataset)

การแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลนั้นเป็นกระบวนการหนึ่งที่จะช่วยให้ประสิทธิภาพของโมเดลดีขึ้นและเป็นวิธีที่หนึ่งที่จะช่วยให้ข้อมูลของแต่ละคลาสมีความเสมอภาคกัน เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ทำให้ข้อมูลของแต่ละคลาสมีจำนวนใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากันและเป็นขั้นตอนที่ทำให้แบบจำลองไม่เอนเอียงต่อข้อมูลกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนข้อมูลมากกว่า ทั้งนี้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิธีการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลมาใช้ เนื่องจากรายการข้อมูลในแต่ละกลุ่มเป้าหมายมีจำนวนที่แตกต่างกันมาก โดยรายการข้อมูลที่มีสถานะของข้อมูลในสถานการณ์ของตลาดที่นักลงทุนควรขายและสถานะ

ของข้อมูลในสถานการณ์ของตลาดที่นักลงทุนควรซื้อจะมีจำนวนน้อยกว่าสถานะของข้อมูลในสถานการณ์ของตลาดที่ไม่ควรมีการซื้อหรือขายอยู่มาก จึงเป็นเหตุผลให้เกิดการทดลองกับข้อมูลนี้เพิ่มขึ้น ซึ่งผู้พัฒนาได้นำวิธีการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลนี้มาใช้ร่วมในการวิจัยครั้งนี้ด้วยกันสองวิธี ซึ่งวิธีแรกคือ การสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE ) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ดำเนินการในช่วงการเตรียมข้อมูลหลังจากที่มีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลทั้งสองแบบข้างต้นเรียบร้อยแล้ว และวิธีที่สองคือการสร้างตึมน้ำหนักให้กับกลุ่มข้อมูลเป้าหมาย เพื่อใช้ในการถ่วงน้ำหนักให้กับข้อมูลแต่ละคลาสโดยการสร้างตึมน้ำหนักนี้จะถูกใช้เมื่อมีการฝึกสอนแบบจำลองให้เรียนรู้ข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้

### 3.2.4.5 ขั้นตอนการเข้ารหัสข้อมูลแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)

ขั้นตอนการเข้ารหัสแบบวันฮอทเป็นกระบวนการเตรียมข้อมูลขั้นตอนนี้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ดำเนินการกับตัวแปรตาม ซึ่งตัวแปรตามในงานวิจัยนี้คือสถานะของการซื้อขายและคงไว้ในกรณีของสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าโดยข้อมูลมีลักษณะที่ไม่มีความสัมพันธ์กันและตัวแปรตามมีลักษณะเป็นหมวดหมู่ จึงเป็นสาเหตุให้การนำวิธีการเข้ารหัสข้อมูลวันฮอทมาใช้ร่วมกับการทดลองในครั้งนี้ ซึ่งกระบวนการของขั้นตอนการเข้ารหัสแบบวันฮอท คือการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลตัวแปรตามจากที่ทุกค่าอยู่ในคอลัมน์เดียวกัน ข้อมูลจะถูกเปลี่ยนเป็นสามคอลัมน์ตามจำนวนคลาสและคอลัมน์นั้นจะมีค่าเป็น 0 เมื่อค่าของตัวแปรตามที่มีอยู่เดิมไม่ตรงกับชื่อคอลัมน์นั้น และค่าในคอลัมน์นั้นจะมีค่าเป็น 1 เมื่อค่าที่มีอยู่เดิมมีค่าตรงกับชื่อคอลัมน์นั้น ๆ

### 3.2.5 ขั้นตอนการสร้างรูปภาพ (Image Creation)

ขั้นตอนการสร้างรูปภาพนั้น เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการเตรียมข้อมูลเพื่อส่งต่อไปให้แบบจำลองได้เรียนรู้ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันนั้นรับข้อมูลในการเรียนรู้เป็นรูปภาพขนาดต่าง ๆ เป็นจัตุรัส และสกัดคุณสมบัติที่เด่นชัดโดยการคำนวณจากค่าในแต่ละพิกเซล ซึ่งค่าในแต่ละพิกเซลในการทดลองครั้งนี้จึงเป็นคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ได้เตรียมไว้ก่อนหน้า และนำเหล่านี้มาจัดเรียงในลักษณะอาร์เรย์สองมิติที่มีขนาด  $15 \times 15$  เพื่อให้เป็นเนื้อข้อมูลของรูปภาพและกำหนดคุณสมบัติของรูปภาพดังนี้

1. กำหนดขนาดของรูปภาพให้มีขนาดเท่ากับ  $15 \times 15$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. กำหนดขอบเขตของสีให้มีลักษณะเป็น RGB
3. กำหนดช่องสีเท่ากับ 3 เพื่อให้สอดคล้องกับขอบเขตของสีที่กำหนด

### 3.2.6 ขั้นตอนการฝึกอบรมและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง (Training and Evaluating Model)

ขั้นตอนการฝึกอบรมและประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง เป็นขั้นตอนในการสร้างตัวแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อเรียนรู้ข้อมูลที่จัดเตรียมจากกระบวนการข้างต้นเพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกของสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยสามารถออกแบบการทดลองได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของแต่ละรายการทดลอง

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูลที่ถูกรวบรวมในแต่ละผลการทดลอง
1	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)
2	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการใช้ถ่วงน้ำหนัก (Class Weight) ในขั้นตอนการฝึกอบรมแบบจำลอง
3	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE)
4	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
5	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ร่วมกับการใช้ถ่วงน้ำหนัก (Class Weight) ในขั้นตอนการฝึกอบรมแบบจำลอง

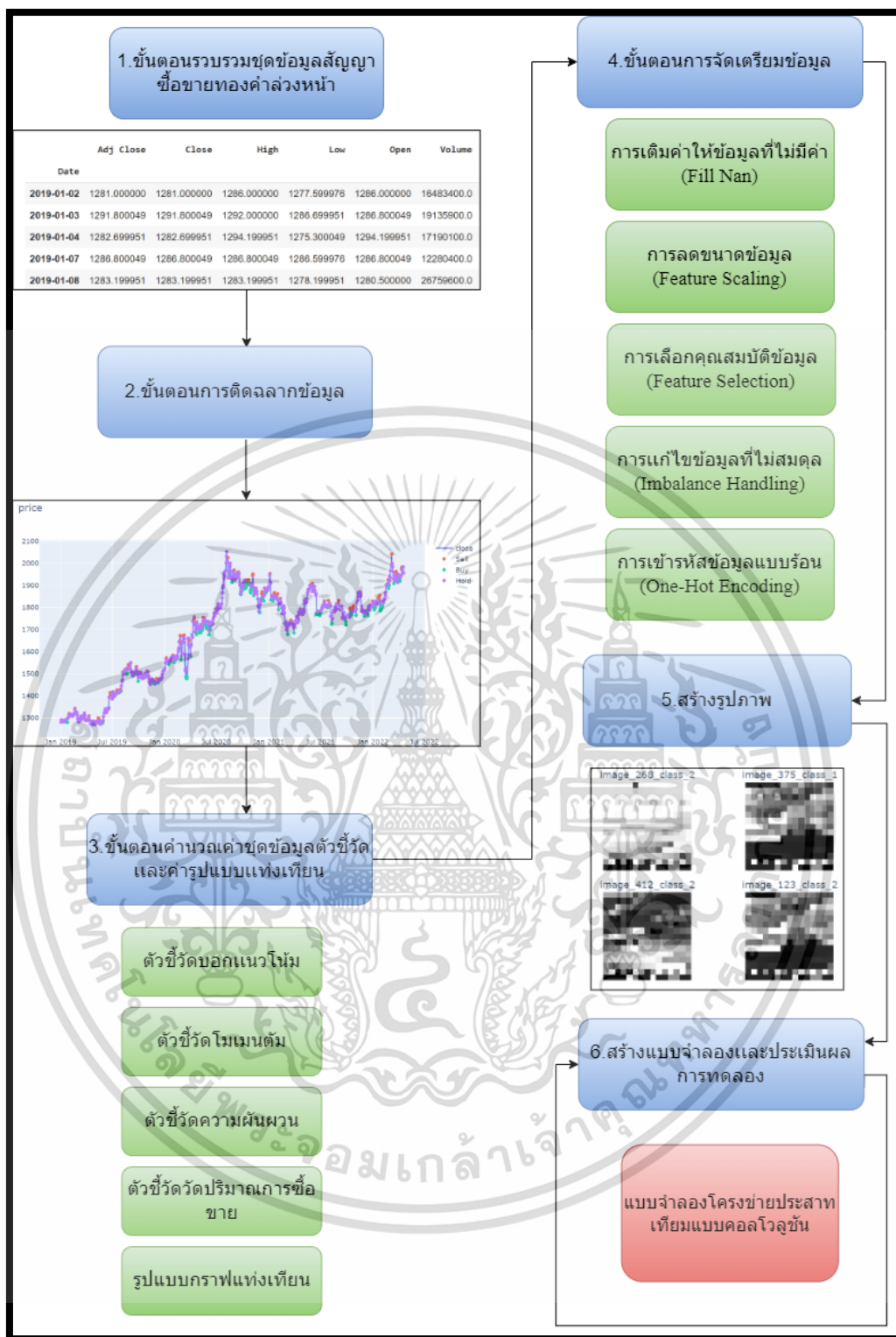
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของแต่ละรายการทดลอง (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมในแต่ละผลการทดลอง
6	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE)

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของแต่ละรายการทดลอง โดยแสดงรายละเอียดรายการการจัดเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการอบรมแบบจำลองนั้น จะถูกนำมาเป็นรายการทดลองเพื่อให้การจัดเตรียมข้อมูลที่ดีที่สุดที่เหมาะสมกับข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าซึ่งมีช่วงระยะเวลาของข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง 19 เมษายน พ.ศ. 2565 โดยมีการวัดผลจากค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าสูญเสีย F1 (F1 Loss)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภาพที่ 3.1 ภาพรวมระบบการดำเนินการวิจัยการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

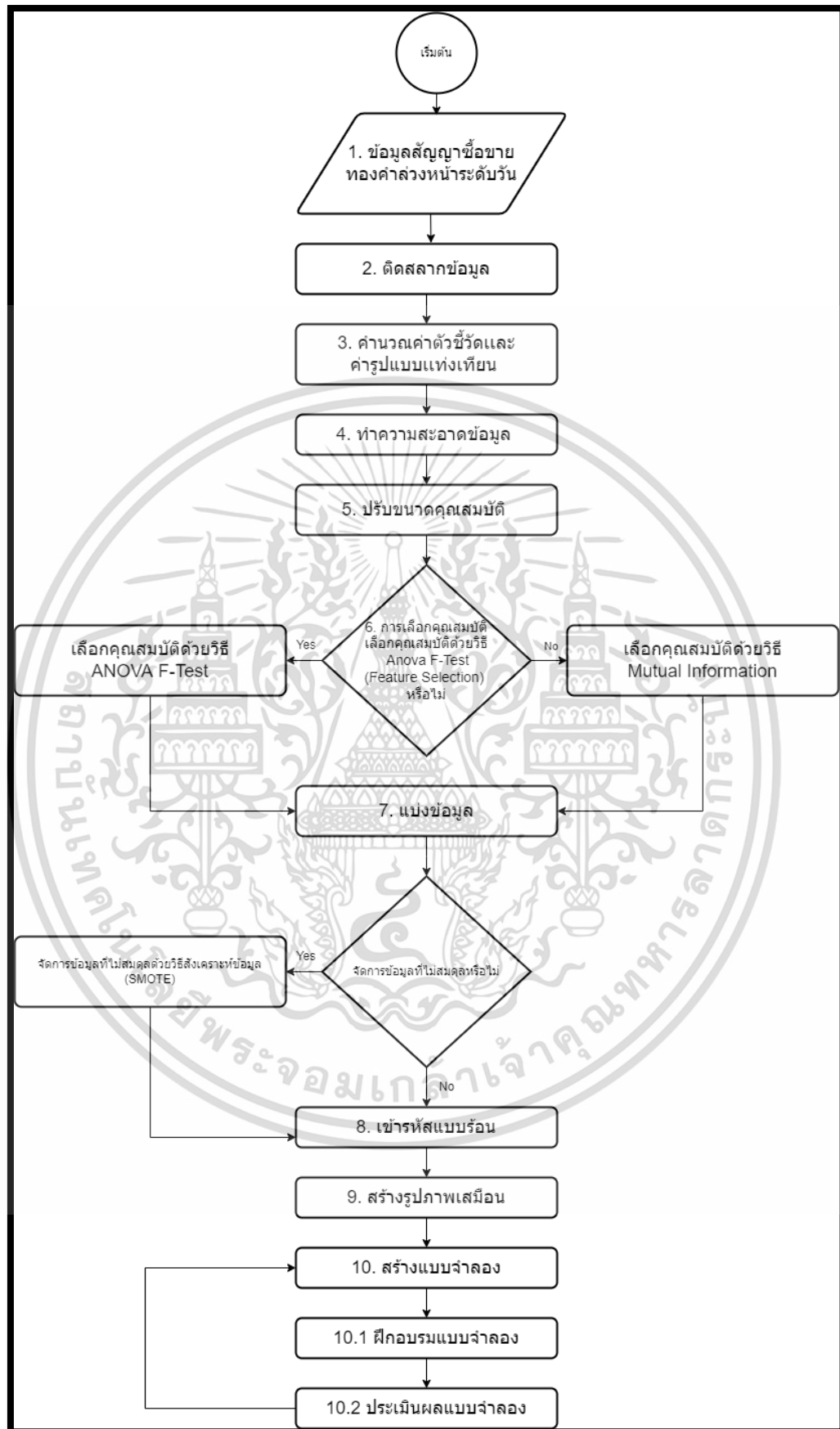
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการ

จากภาพรวมของระบบด้านบนที่ได้กล่าวมานั้น เป็นการอธิบายภาพรวมอย่างง่ายเพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นภาพรวมของขั้นตอนหลัก ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักในการให้ผลลัพธ์การทำนายจุดซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน โดยในหัวข้อนี้จะอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ในทุกขั้นตอนและผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละขั้นตอนว่าสัมพันธ์กันอย่างไรและได้ผลลัพธ์สุดท้ายในการเรียนรู้ของแบบจำลองในแต่ละชุดข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมไว้ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน เพื่อให้แบบจำลองได้เรียนรู้ และนำผลลัพธ์ในการเรียนรู้ของแต่ละชุดข้อมูลมาเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ซึ่งจะถูกอธิบายตามรูปภาพที่ 3.2 ซึ่งเป็นรูปภาพที่อธิบายผังกระบวนการการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนได้รับผลลัพธ์สุดท้าย

จากรูปภาพที่ 3.2 ผังงานกระบวนการวิจัย อธิบายกระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นเพื่อให้ได้ข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าจนถึงกระบวนการสุดท้ายซึ่งได้มาด้วยแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ประกอบด้วยขั้นตอนอย่างละเอียดดังนี้

- 3.3.1 ขั้นตอนการได้มาซึ่งข้อมูล
- 3.3.2 ขั้นตอนการติดสลากให้กับข้อมูล (Data Labelling)
- 3.3.3 ขั้นตอนการคำนวณค่าตัวชี้วัดและค่ารูปแบบของกราฟแท่งเทียน
- 3.3.4 ขั้นตอนการทำความสะอาดข้อมูล (Cleansing Data)
- 3.3.5 ขั้นตอนการปรับขนาดคุณสมบัติของข้อมูล (Feature Scaling)
- 3.3.6 ขั้นตอนการเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection)
- 3.3.7 ขั้นตอนการแบ่งข้อมูล (Split Data)
- 3.3.8 ขั้นตอนการจัดการข้อมูลที่ไม่สมดุล (Imbalance Handling)
- 3.3.9 ขั้นตอนการเข้ารหัสข้อมูลแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)
- 3.3.10 ขั้นตอนการสร้างภาพเสมือน
- 3.3.11 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน



รูปภาพที่ 3.2 ผังงานกระบวนการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1 ขั้นตอนการได้มาซึ่งข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้พัฒนาได้เลือกใช้ข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าเนื่องจากสถานการณ์ในปัจจุบันและสภาพของตลาดทองคำ ณ ตอนนีถือว่า เป็นสินทรัพย์หนึ่งที่มีความน่าสนใจกับเหล่านักลงทุน ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลที่นำราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้ามาเป็นข้อมูลในการเรียนรู้ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกของสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยข้อมูลราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้านี้เป็นข้อมูลที่อยู่ในช่วงวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 19 เมษายน พ.ศ. 2565 โดยมีจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 833 รายการและเป็นข้อมูลสรุปประจำวัน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้มาจากผู้ให้บริการทางการเงินที่มีชื่อว่า ยาฮู (Yahoo) โดยประกอบด้วยคุณลักษณะดังตารางที่ 3.2 และตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากผู้ให้บริการทางการเงินในรูปแบบที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 ตารางอธิบายชื่อคุณลักษณะที่ได้จากผู้ให้บริการทางการเงิน

ลำดับที่	ชื่อคอลัมน์	คำอธิบายชื่อคอลัมน์
1	Date	ข้อมูลวันเดือนปีของรายการสรุปการซื้อขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า
2	Adj close	ราคาซื้อขายสุดท้ายหลังจากตลาดปิดแล้ว และถูกนำมาปรับคำนวณในวันนั้น
3	Close	ราคาซื้อขายสุดท้ายในช่วงเวลาตลาดปิดในวันนั้น
4	High	ราคาที่สูงที่สุดที่ถูกทำการซื้อขายในวันนั้น ๆ
5	Low	ราคาต่ำที่สุดที่ถูกทำการซื้อขายในวันนั้น ๆ
6	Open	ราคาซื้อขายแรกในช่วงเปิดตลาดการซื้อขาย
7	Volume	จำนวนสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าที่ถูกซื้อและขายในวันนั้น

จากรูปภาพที่ 3.3 รูปภาพแสดงตัวอย่างข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าที่ได้จากผู้ให้บริการข้อมูลทางการเงิน ซึ่งเป็นตัวอย่างของข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ตั้งต้นในการนำมาวิจัยทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

	Date	Adj Close	Close	High	Low	Open	Volume
0	1/2/2019	1281.000000	1281.000000	1286.000000	1277.599976	1286.000000	16483400.0
1	1/3/2019	1291.800049	1291.800049	1292.000000	1286.699951	1286.800049	19135900.0
2	1/4/2019	1282.699951	1282.699951	1294.199951	1275.300049	1294.199951	17190100.0
3	1/17/2019	1291.000000	1291.000000	1292.699951	1288.500000	1291.599976	8604500.0
4	2/1/2019	1316.900024	1316.900024	1320.699951	1315.400024	1320.300049	12580200.0

รูปภาพที่ 3.3 รูปภาพแสดงตัวอย่างข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าที่ได้จากผู้ให้บริการข้อมูลทางการเงิน

หมายเหตุ. จาก <https://finance.yahoo.com/>

### 3.3.2 ขั้นตอนการติดฉลากข้อมูล

หลักจากที่ได้ข้อมูลรายการสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าในแต่ละวันจำนวน 833 รายการ เนื่องจากข้อมูลที่เป็นข้อมูลตั้งต้นมีจำนวนน้อยผู้พัฒนาจึงได้ทำการติดฉลากให้กับข้อมูลของแต่ละรายการด้วยตนเองเพื่อให้ได้ฉลากที่ตรงและดีที่สุดให้กับข้อมูลรายการนั้น ซึ่งการติดฉลากให้กับข้อมูลครั้งนี้ ผู้พัฒนาได้ทำการแบ่งจำนวนข้อมูลออกเป็น 3 หมวดหมู่ได้แก่

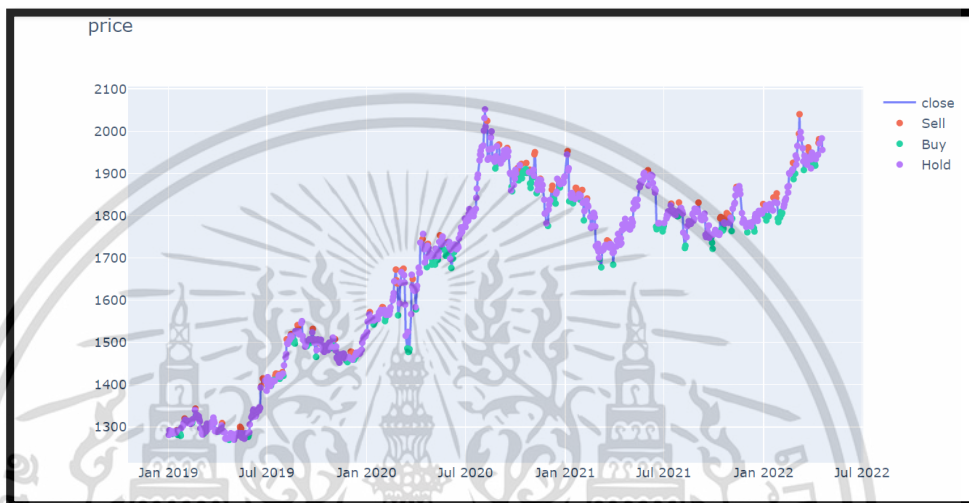
1. หมวดหมู่ของรายการที่นักลงทุนควรขายซึ่งให้มีฉลากเท่ากับ 0
  2. หมวดหมู่ของรายการที่นักลงทุนควรเข้าซื้อซึ่งให้มีฉลากเท่ากับ 1
  3. หมวดหมู่ของรายการที่ไม่ควรเข้าซื้อหรือขายออกเพื่อทำกำไร ซึ่งมีฉลากเท่ากับ 2
- โดยผลลัพธ์ในการให้ฉลากแก้ไขข้อมูลเป็นไปตามที่คาดหวัง โดยตรวจสอบได้จากการนำข้อมูลที่ติดฉลากแล้ว นำมาแสดงผ่านกราฟดังรูปภาพที่ 3.4

จากรูปภาพที่ 3.4 รูปภาพแสดงผลการติดฉลากสถานะซื้อขายของข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าโดยผู้พัฒนา จากรูปภาพจะเห็นสัญลักษณ์ 4 สัญลักษณ์ ได้แก่

1. เส้นสีน้ำเงิน ซึ่งเกิดจากการนำข้อมูลราคาปิดของวันนั้น ๆ จากผู้ให้บริการทางการเงินนำมาแสดงผ่านกราฟเส้น
2. จุดสีแดง ซึ่งเกิดจากฉลากที่ผู้พัฒนาได้ให้ฉลากแก่รายการข้อมูลนั้น ๆ ซึ่งมีความหมายว่าหากนักลงทุนที่ได้ทำการซื้อตามที่ตัวแบบจำลองได้แจ้งเตือนไว้ ณ ตอนนี้ควรจะขายออกเพื่อขายทำกำไร
3. จุดสีเขียว ซึ่งเกิดจากฉลากที่ผู้พัฒนาได้ให้ฉลากแก่รายการข้อมูลนั้น ๆ ซึ่งมีความหมายว่านักลงทุนสามารถเข้าซื้อสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าในวันนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จุดสีม่วง ซึ่งเกิดจากฉลากที่ผู้พัฒนาได้ให้ฉลากแก่รายการข้อมูลนั้น ๆ ซึ่งมีความหมายว่า หากนักลงทุนได้ทำการซื้อสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าตามรูปแบบจำลองได้แจ้งเตือนไว้ก่อนหน้า นักลงทุนสามารถทำการถือครองต่อไปได้ แต่ในกรณีที่นักลงทุนไม่ได้ทำการซื้อสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าไว้ตั้งแต่แรกนั้น นักลงทุนยังไม่ควรเข้าซื้อหรือทำรายการใด ๆ ในวันนั้น ๆ



รูปภาพที่ 3.4 รูปภาพแสดงผลการติดฉลากสถานะซื้อขายของข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าโดยผู้พัฒนา

ดังนั้นหลังจากติดฉลากให้กับข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ข้อมูลทั้งหมด ณ ตอนนี้มีอยู่จึงประกอบด้วยข้อมูลดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ตารางอธิบายชื่อคอลัมน์และคำอธิบายหลังจากข้อมูลมีการติดฉลากแล้ว

ลำดับที่	ชื่อคอลัมน์	คำอธิบายชื่อคอลัมน์
1	Date	ข้อมูลวันเดือนปีของรายการสรุปการซื้อขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า
2	Adj close	ราคาซื้อขายสุดท้ายหลังจากตลาดปิดแล้ว และถูกนำมาปรับคำนวณในวันนั้น
3	Close	ราคาซื้อขายสุดท้ายในช่วงเวลาตลาดปิดในวันนั้น
4	High	ราคาที่สูงที่สุดที่ถูกทำการซื้อขายในวันนั้น ๆ
5	Low	ราคาต่ำที่สุดที่ถูกทำการซื้อขายในวันนั้น ๆ
6	Open	ราคาซื้อขายแรกในช่วงเปิดตลาดการซื้อขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ผู้ใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 ตารางอธิบายชื่อคอลัมน์และคำอธิบายหลังจากข้อมูลมีการติดฉลากแล้ว (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคอลัมน์	คำอธิบายชื่อคอลัมน์
7	Volume	จำนวนสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าที่ถูกซื้อและขายในวันนั้น
8.	Label	สถานะการเข้าซื้อและขายออก โดยแบ่งออกเป็น 3 หมวดหมู่ ดังนี้ 0 หมายถึง สถานะการทำรายการควรเป็นขายในวันนั้น 1 หมายถึง สถานะการทำรายการควรเป็นซื้อในวันนั้น 2 หมายถึง สถานการณ์ทำรายการนั้นไม่ควรเข้าซื้อหรือขายออกในวันนั้น ๆ

หลังจากจัดเตรียมข้อมูลตั้งต้นพร้อมฉลากแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว พบว่ามีคุณลักษณะที่ใช้ให้แบบจำลองเรียนรู้นั้นมีเพียง 6 คุณลักษณะ จึงทำให้ผู้พัฒนาได้นำค่าตัวชี้วัดและค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียนต่าง ๆ มาเป็นคุณลักษณะเพื่อใช้ในการเรียนรู้ของแบบจำลองได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 3.3.3 ขั้นตอนการคำนวณค่าตัวชี้วัดและค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียน

การคำนวณค่าตัวชี้วัดต่าง ๆ และค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียนต่าง ๆ เพื่อเพิ่มคุณลักษณะในการเรียนรู้ให้กับแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า นั้น เนื่องจากมีนักลงทุนจำนวนมากที่วิเคราะห์สภาพตลาดและแนวโน้มด้วยวิธีทางเทคนิคโดยใช้ตัวชี้วัดต่าง ๆ และดูจากกราฟแท่งเทียน ดังนั้นผู้พัฒนาจึงได้นำตัวชี้วัดต่าง ๆ และรูปแบบกราฟแท่งเทียนต่าง ๆ มาใช้ในการทดลองนี้ โดยแบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่มหลักคือ

1. ตัวชี้วัดบอกแนวโน้ม
2. ตัวชี้วัดโมเมนตัม
3. ตัวชี้วัดความผันผวน
4. ตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขาย
5. รูปแบบกราฟแท่งเทียน

โดยแต่ละกลุ่มตัวชี้วัดนั้นจะประกอบด้วยตัวชี้วัดหลากหลายตัวและรูปแบบกราฟแท่งเทียนนั้นก็จะมีหลากหลายรูปแบบเช่นกัน ซึ่งแต่ละตัวจะสามารถบอกถึงสภาพของตลาดหรือแนวโน้มของราคาได้ ซึ่งค่าตัวชี้วัดและรูปแบบกราฟแท่งเทียนนี้เกิดจากการคำนวณตาม

สมการกับข้อมูลย้อนหลังโดยบางตัวชี้วัดนั้นสามารถกำหนดช่วงเวลาในการคำนวณค่าตามที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้งานตัวชี้วัดสนใจได้ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้พัฒนาได้นำตัวชี้วัดและรูปแบบกราฟแท่งเทียน ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในกลุ่มนักลงทุนและตัวที่น่าสนใจมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ โดยคำนวณค่าตัวชี้วัดต่าง ๆ และค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียนต่าง ๆ ด้วยไลบรารี Talib และได้ นำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมาเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะในการฝึกสอนแบบจำลองโดย มีรายละเอียดดังนี้

### 3.3.3.1 ตัวชี้วัดบอกแนวโน้ม

ตัวชี้วัดบอกแนวโน้มของราคานั้น เป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่สามารถช่วยบอก แนวโน้มของทิศทางราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าหรือราคาอื่น ๆ ได้ โดยการ คำนวณค่าตัวชี้วัดนั้นสามารถคำนวณได้จากสมการซึ่งในการทดลองครั้งนี้เรียกใช้ สมการจากไลบรารี และคำนวณกับข้อมูลราคาย้อนหลัง ซึ่งประกอบด้วยราคาปิด ย้อนหลัง ราคาเปิดย้อนหลัง ราคาสูงสุดในวันนั้นย้อนหลัง และราคาต่ำที่สุดในวัน นั้นย้อนหลัง โดยที่การคำนวณหนึ่งครั้งกับราคาหนึ่งถือเป็นหนึ่งคุณลักษณะ ทั้งนี้ การคำนวณบางตัวชี้วัดสามารถกำหนดช่วงเวลาย้อนหลังเพื่อนำมาคำนวณกับ สมการได้อีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ได้นำตัวชี้วัดในการบอกแนวโน้มดังตารางที่ 3.4 มาเป็นคุณลักษณะในการทดลอง และมีตัวอย่างในการคำนวณจนได้ผลลัพธ์ดัง ภาพที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงตัวชี้วัดบอกแนวโน้มที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

ลำดับที่	รายชื่อตัวชี้วัดบอกแนวโน้ม
1	ตัวชี้วัดหาค่าเฉลี่ยอย่างง่าย (Simple Moving Average : SMA)
2	ตัวชี้วัดหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอกซ์โพเนนเชียล (Exponential Moving Average : EMA)
3	ตัวชี้วัดหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Moving Average : WMA)
4	ตัวชี้วัดดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ย (Average Directional Movement Index : ADX)
5	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไตรเวอร์เจนซ์ (Moving Average Convergence divergence : MACD)
6	ตัวชี้วัดทริช (TRIX)
7	ตัวชี้วัดไชยกิน เอดี ออสซิลเลเตอร์ (Chaikin A/D Oscillator : ADOSC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปภาพที่ 3.5 แสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากอย่างง่ายจากราคาต่าง ๆ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้นำข้อมูลราคาปิดย้อนหลัง ราคาเปิดย้อนหลัง ราคาสูงสุดย้อนหลัง และราคาที่ต่ำที่สุดย้อนหลังมาคำนวณ โดยหนึ่งการคำนวณต่อหนึ่งราคาถือเป็นหนึ่งคุณลักษณะซึ่งสามารถแสดงผลได้ตามภาพที่ 3.5 ตัวอย่างเช่น การคำนวณหาค่าเฉลี่ยอย่างง่ายด้วยราคาปิด ผลลัพธ์จะถูกเก็บไว้ในตัวแปรหรือคุณลักษณะที่ชื่อว่า sma\_close

2.1 SMA (Simple Moving Average)

```

df['sma_close'] = ta.SMA(df['close']) #popular
df['sma_open'] = ta.SMA(df['open'])
df['sma_high'] = ta.SMA(df['high'])
df['sma_low'] = ta.SMA(df['low'])
df.bfill(inplace=True)
df.iloc[:, -10:].head()

```

	adx_100	adx_150	adx_200	adx_250	adx_300	adx_360	sma_close	sma_open	sma_high	sma_low
Date										
2019-01-02	17.435606	17.58944	17.788198	15.417101	10.953095	7.681858	297.103328	1297.536666	1300.019995	1294.329989
2019-01-03	17.435606	17.58944	17.788198	15.417101	10.953095	7.681858	297.103328	1297.536666	1300.019995	1294.329989
2019-01-04	17.435606	17.58944	17.788198	15.417101	10.953095	7.681858	297.103328	1297.536666	1300.019995	1294.329989
2019-01-07	17.435606	17.58944	17.788198	15.417101	10.953095	7.681858	297.103328	1297.536666	1300.019995	1294.329989

รูปภาพที่ 3.5 แสดงตัวอย่างการคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากอย่างง่ายจากราคาต่าง ๆ

### 3.3.3.2 ตัวชี้วัดโมเมนตัม

ตัวชี้วัดโมเมนตัม เป็นกลุ่มตัวชี้วัดที่สามารถใช้ออกอัตราการเปลี่ยนแปลงและความเร็วในการเคลื่อนไหวของราคาต่าง ๆ ได้ อีกทั้งยังสามารถช่วยบอกนักลงทุนได้ว่า ณ เวลานั้นมีปริมาณการขายที่มากเกินไปหรือมีปริมาณการซื้อที่มากเกินไปหรือไม่ ซึ่งกรณีที่มีการขายมากเกินไปนั้นส่วนมากแล้วจะเป็นสัญญาณให้นักลงทุนเข้าซื้อ และตรงกันข้ามหากมีปริมาณที่เข้าซื้อมากเกินไป ณ เวลานั้นแล้วจะเริ่มเกิดสัญญาณให้นักลงทุนเริ่มขายทำกำไรกันออกมา ทั้งนี้การคำนวณค่าตัวชี้วัดของแต่ละตัวในกลุ่มนี้นั้น เกิดจากการคำนวณตามสมการกับข้อมูลราคาย้อนหลัง พร้อมทั้งระบุช่วงเวลาย้อนหลังในการคำนวณ ทั้งนี้ในการวิจัยนี้ผู้พัฒนาได้เรียกใช้งานไลบรารีเพื่อช่วยคำนวณค่าของตัวชี้วัดต่าง ๆ ซึ่งตัวชี้วัดในกลุ่มของโมเมนตัมในงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ตัวชี้วัดดังตารางที่ 3.5 และตัวอย่างในการเรียกใช้ไลบรารีเพื่อคำนวณหาค่าตามช่วงเวลาย้อนหลังกับข้อมูลราคาตั้งต้นที่ต้องการดังรูปภาพที่ 3.6

ตารางที่ 3.5 แสดงตัวชี้วัดโมเมนตัมที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

ลำดับที่	รายชื่อตัวชี้วัดโมเมนตัม
1	ตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative Strength Index : RSI)
2	ตัวชี้วัดทางโมเมนตัมวิลเลียม เฟอร์เซนต์อาร์ (Williams %R is a Momentum Indicator : WILLR)
3	ตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง (Rate-of-Change : ROC)
4	ตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัมออสซิลเลเตอร์ (Chande Momentum Oscillator : CMO)
5	ตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์ (Commodity Channel Index : CCI)

จากรูปภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการคำนวณตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative Strength Index : RSI) ซึ่งแสดงให้เห็นการใช้ไลบรารีเพื่อคำนวณหาค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative Strength Index : RSI) โดยคำนวณกับข้อมูลราคาปิดและมีช่วงเวลาที่น่าสนใจรูป

```

df['rsi_c_7'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=7)
df['rsi_c_14'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=14) #popular
df['rsi_c_15'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=15)
df['rsi_c_30'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=30)
df['rsi_c_45'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=45)
df['rsi_c_60'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=60)
df['rsi_c_75'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=75)
df['rsi_c_90'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=90)
df['rsi_c_100'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=100)
df['rsi_c_150'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=150)
df['rsi_c_200'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=200)
df['rsi_c_250'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=250)
df['rsi_c_300'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=300)
df['rsi_c_360'] = ta.RSI(df['close'], timeperiod=360)

```

	adj close	close	high	low	open	volume	labels	rsi_c_7	rsi_c_14	rsi_c_15
Date										
2019-01-02	1281.000000	1281.000000	1286.000000	1277.599976	1286.000000	16483400.0	2	57.493724	51.663994	48.584195
2019-01-03	1291.800049	1291.800049	1292.000000	1286.899951	1286.800049	19135900.0	2	57.493724	51.663994	48.584195

รูปภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการคำนวณตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีความแข็งแรงสัมพัทธ์ (Relative Strength Index : RSI)

### 3.3.3.3 ตัวชี้วัดความผันผวน

ตัวชี้วัดความผันผวนนี้เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการวัดความผันผวนของตลาด มักใช้พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของราคาในช่วงเวลาที่นักลงทุนสนใจ หากราคามีการเปลี่ยนแปลงมากนั้นหมายความว่าตลาดมีความผันผวนมาก และหาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ราคามีการเปลี่ยนแปลงน้อยนั้นหมายความว่าความผันผวนย่อมน้อยลงเช่นกัน โดยที่ความผันผวนนั้นมากเกิดจากความอ่อนไหวทางด้านอารมณ์ของนักลงทุน หากความผันผวนมีมากย่อมหมายความว่าได้นักลงทุนรู้สึกกังวลใจต่อการลงทุนนั้น ๆ อยู่ ดังนั้นการนำตัวชี้วัดมาเป็นคุณลักษณะหนึ่งในการเรียนรู้แบบจำลองถือเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ผู้พัฒนาจึงได้นำตัวชี้วัดความผันผวนที่ได้รับความนิยมจากนักลงทุนมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้โดยคำนวณค่าตัวชี้วัดจากสมการโดยคำนวณผ่านโลบริารีและข้อมูลตั้งต้นที่สมการต้องการ และในบางตัวชี้วัดในกลุ่มสามารถกำหนดช่วงเวลาให้กับข้อมูลรายย้อนหลังเพื่อคำนวณหาความผันผวนได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้พัฒนาได้นำตัวชี้วัดกลุ่มตัวชี้วัดความผันผวนซึ่งประกอบไปด้วยตัวชี้วัดดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตัวชี้วัดความผันผวนที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

ลำดับที่	รายชื่อตัวชี้วัดความผันผวน
1	ตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ย (Average True Range : ATR)
2	ตัวชี้วัดโบลิงเจอร์แบนด์ (Bollinger Bands)

#### 3.3.3.4 ตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขาย

ตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขายนั้นเป็นตัวชี้วัดระบุปริมาณการซื้อขายในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งในการวิจัยนี้ช่วงเวลานั้นจะหมายถึงปริมาณการซื้อขายภายในหนึ่งวัน โดยตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขายนั้นสามารถช่วยบอกถึงความต้องการซื้อและความต้องการขายของเหล่านักลงทุนที่มีต่อสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าหรืออื่น ๆ ซึ่งหากมีปริมาณการซื้ออยู่มากย่อมส่งผลให้ราคาของสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้ามากขึ้นจากเดิม และในทางกลับกันหากมีปริมาณการขายที่มากกว่าราคาสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าหรืออื่น ๆ ย่อมลดลง ทั้งนี้ผู้พัฒนาจึงได้นำตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขายมาเป็นส่วนหนึ่งของคุณลักษณะเพื่อให้แบบจำลองได้นำไปเรียนรู้โดยคำนวณจากสมการผ่านโลบริารีและข้อมูลตั้งเดิมตามที่แต่ละตัวชี้วัดต้องการ โดยที่การทดลองครั้งนี้ใช้ตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขายตามตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ตัวชี้ปริมาณการซื้อขายที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

ลำดับที่	รายชื่อตัวชี้วัดปริมาณการซื้อขาย
1	ตัวชี้วัดปริมาณความสมดุล (On-Balance Volume : OBV)
2	ตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน (Money Flow Index : MFI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในข้อมูลทั้งหมดไว้สำหรับใช้ประโยชน์ในการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3.5 รูปแบบกราฟแท่งเทียน

รูปแบบกราฟแท่งเทียนนั้นเป็นส่วนหนึ่งที่นักลงทุนมักนำมาวิเคราะห์เพื่อประกอบการตัดสินใจ โดยส่วนมากนั้นการวิเคราะห์แท่งเทียนของแต่ละวันเพื่อให้ทราบถึงความต้องการซื้อต้องการขายหรือสภาพตลาด โดยที่ปริมาณความต้องการซื้อ ปริมาณความต้องการขาย หรือสภาพตลาดรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งมักถูกสะท้อนผ่านกราฟแท่งเทียนที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน ทั้งนี้กราฟแท่งเทียนมีอยู่หลากหลายรูปแบบ ผู้พัฒนาจึงเลือกกราฟแท่งเทียนที่ได้รับความนิยมจากนักลงทุนและกราฟแท่งเทียนที่น่าสนใจมาใช้เป็นคุณลักษณะหนึ่งให้แบบจำลองได้เรียนรู้ เพื่อให้แบบจำลองได้ทราบได้ว่ารูปแบบแท่งเทียนแบบนี้ส่งผลอย่างไรกับคลาสที่ข้อมูลรายการนั้น ๆ ได้รับ โดยรายชื่อของรูปแบบกราฟแท่งเทียนมีดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงรายชื่อรูปแบบกราฟแท่งเทียนที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

ลำดับที่	รายชื่อรูปแบบกราฟแท่งเทียน
1	Two Crows
2	Three Black Crows
3	Three Inside Up/Down
4	Three-Line Strike
5	Three Outside Up/Down
6	Three Stars In The South
7	Three Advancing White Soldiers
8	Abandoned Baby
9	Advance Block
10	Belt-hold
11	Breakaway
12	Closing Marubozu
13	Concealing Baby Swallow
14	Counterattack
15	Dark Cloud Cover
16	Doji
17	Doji Star
18	Dragonfly Doji

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แสดงรายชื่อรูปแบบกราฟแท่งเทียนที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อรูปแบบกราฟแท่งเทียน
19	Engulfing Pattern
20	Evening Doji Star
21	Evening Star
22	Up/Down-gap side-by-side white lines
23	Gravestone Doji
24	Hammer
25	Hanging Man
26	Harami Pattern
27	Harami Cross Pattern
28	High-Wave Candle
29	Hikkake Pattern
30	Modified Hikkake Pattern
31	Homing Pigeon
32	Identical Three Crows
33	In-Neck Pattern
34	Inverted Hammer
35	Kicking
36	Kicking - bull/bear determined by the longer marubozu
37	Ladder Bottom
38	Long Legged Doji
39	Long Line Candle
40	Marubozu
41	Matching Low
42	Mat Hold
43	Morning Doji Star
44	Morning Star
45	On-Neck Pattern
46	Piercing Pattern
47	Rickshaw Man
48	Rising/Falling Three Methods

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แสดงรายชื่อรูปแบบกราฟแท่งเทียนที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อรูปแบบกราฟแท่งเทียน
49	Separating Lines
50	Shooting Star
51	Short Line Candle
52	Spinning Top
53	Stalled Pattern
54	Stick Sandwich
55	Takuri (Dragonfly Doji with very long lower shadow)
56	Tasuki Gap
57	Thrusting Pattern
58	Tristar Pattern
59	Unique 3 River
60	Upside Gap Two Crows
61	Upside/Downside Gap Three Methods

หลังจากการเลือกใช้ตัวชี้วัดแต่ละกลุ่มและเลือกตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ พร้อมทั้งช่วงเวลาย้อนหลังให้กับสมการและคำนวณค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียนแล้ว จึงทำให้มีคุณลักษณะเพิ่มขึ้นเป็น 261 จากข้อมูลตั้งต้นที่มีเพียง 6 คุณลักษณะ โดย 261 คุณลักษณะประกอบด้วยดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
1.	adj close	ราคาซื้อขายสุดท้ายหลังจากตลาดปิดแล้ว และถูกนำมาปรับคำนวณในวันนั้น
2.	close	ราคาซื้อขายสุดท้ายในช่วงเวลาตลาดปิดในวันนั้น
3.	high	ราคาที่สูงที่สุดที่ถูกทำการซื้อขายในวันนั้น ๆ
4.	low	ราคาต่ำที่สุดที่ถูกทำการซื้อขายในวันนั้น ๆ
5.	open	ราคาซื้อขายแรกในช่วงเปิดตลาดการซื้อขาย
6.	volume	จำนวนสัญญาซื้อขายของคำสั่งวงหน้าที่ถูกซื้อและขายในวันนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
7.	sma_close	ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายคำนวณจากราคาปิด
8.	sma_open	ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายคำนวณจากราคาเปิด
9.	sma_high	ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายคำนวณจากราคาสูงสุด
10.	sma_low	ค่าเฉลี่ยอย่างง่ายคำนวณจากราคาต่ำสุด
11.	ema_close	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอกซ์โพเนนเชียลคำนวณจากราคาปิด
12.	ema_opene	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอกซ์โพเนนเชียลคำนวณจากราคาเปิด
13.	ema_high	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอกซ์โพเนนเชียลคำนวณจากราคาสูงสุด
14.	ema_low	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบเอกซ์โพเนนเชียลคำนวณจากราคาต่ำสุด
15.	wma_c_7	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 7 วันย้อนหลัง
16.	wma_c_30	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 30 วันย้อนหลัง
17.	wma_c_45	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 45 วันย้อนหลัง
18.	wma_c_60	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 60 วันย้อนหลัง
19.	wma_c_75	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 75 วันย้อนหลัง
20.	wma_c_90	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 90 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
21.	wma_c_100	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 100 วันย้อนหลัง
22.	wma_c_150	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 150 วันย้อนหลัง
23.	wma_c_200	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 200 วันย้อนหลัง
24.	wma_c_250	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 250 วันย้อนหลัง
25.	wma_c_300	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 300 วันย้อนหลัง
26.	wma_c_360	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาปิดและใช้ข้อมูลภายใน 360 วันย้อนหลัง
27.	wma_o_7	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 7 วันย้อนหลัง
28.	wma_o_30	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 30 วันย้อนหลัง
29.	wma_o_45	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 45 วันย้อนหลัง
30.	wma_o_60	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 60 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
31.	wma_o_75	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 75 วันย้อนหลัง
32.	wma_o_90	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 90 วันย้อนหลัง
33.	wma_o_100	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 100 วันย้อนหลัง
34.	wma_o_150	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 150 วันย้อนหลัง
35.	wma_o_200	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 200 วันย้อนหลัง
36.	wma_o_250	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 250 วันย้อนหลัง
37.	wma_o_300	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 300 วันย้อนหลัง
38.	wma_o_360	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักคำนวณค่าจากราคาเปิดและใช้ข้อมูลภายใน 360 วันย้อนหลัง
39.	adx_7	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
40.	adx_14	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 14 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
41.	adx_15	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
42.	adx_30	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
43.	adx_45	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
44.	adx_60	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
45.	adx_75	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
46.	adx_90	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
47.	adx_100	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
48.	adx_150	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
49.	adx_200	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
50.	adx_250	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
51.	adx_300	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 300 วันย้อนหลัง
52.	adx_360	ค่าดัชนีการเคลื่อนไหวทิศทางเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 360 วันย้อนหลัง
53.	macd_c	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไดรเวอร์เจนซ์ที่คำนวณจากราคาปิด
54.	macdsignal_c	ค่าเส้นสัญญาณของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไดรเวอร์เจนซ์ที่คำนวณจากราคาปิด
55.	macdhist_c	ส่วนต่างระยะทางระหว่างค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไดรเวอร์เจนซ์ที่คำนวณจากราคาปิดกับค่าเส้นสัญญาณของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไดรเวอร์เจนซ์ที่คำนวณจากราคาปิด
56.	macd_o	ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไดรเวอร์เจนซ์ที่คำนวณจากราคาเปิด
57.	macdsignal_o	ค่าเส้นสัญญาณของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไดรเวอร์เจนซ์ที่คำนวณจากราคาเปิด
58.	macdhist_o	ส่วนต่างระยะทางระหว่างค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไดรเวอร์เจนซ์ที่คำนวณจากราคาเปิดกับค่าเส้นสัญญาณของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่คอนเวอร์เจนซ์ ไดรเวอร์เจนซ์ที่คำนวณจากราคาเปิด
59.	trix_c_7	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
60.	trix_c_15	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
61.	trix_c_30	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
62.	trix_c_45	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
63.	trix_c_60	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
64.	trix_c_75	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
65.	trix_c_90	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
66.	trix_c_100	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
67.	trix_c_150	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
68.	trix_c_200	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
69.	trix_c_250	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง
70.	trix_o_7	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
71.	trix_o_15	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
72.	trix_o_30	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
73.	trix_o_45	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
74.	trix_o_60	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
75.	trix_o_75	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
76.	trix_o_90	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
77.	trix_o_100	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
78.	trix_o_150	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
79.	trix_o_200	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
80.	trix_o_250	ค่าตัวชี้วัดทริชคำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวัน และใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง
81.	adosc	ค่าตัวชี้วัดไชยกิน เอตี ออสซิลเลเตอร์
82.	rsi_c_7	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
83.	rsi_c_14	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 14 วันย้อนหลัง
84.	rsi_c_15	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
85.	rsi_c_30	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
86.	rsi_c_45	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
87.	rsi_c_60	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
88.	rsi_c_75	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
89.	rsi_c_90	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
90.	rsi_c_100	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
91.	rsi_c_150	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
92.	rsi_c_200	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
93.	rsi_c_250	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง
94.	rsi_c_300	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 300 วันย้อนหลัง
95.	rsi_c_360	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 360 วันย้อนหลัง
96.	rsi_o_7	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
97.	rsi_o_14	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 14 วันย้อนหลัง
98.	rsi_o_15	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
99.	rsi_o_30	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
100.	rsi_o_45	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
101.	rsi_o_60	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
102.	rsi_o_75	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
103.	rsi_o_90	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
104.	rsi_o_100	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
105.	rsi_o_150	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
106.	rsi_o_200	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
107.	rsi_o_250	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง
108.	rsi_o_300	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 300 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
109.	rsi_o_360	ค่าดัชนีความแข็งแกร่งสัมพัทธ์คำนวณค่าจากราคาเปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 360 วันย้อนหลัง
110.	willr_7	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
111.	willr_14	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 14 วันย้อนหลัง
112.	willr_15	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
113.	willr_30	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
114.	willr_45	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
115.	willr_60	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
116.	willr_75	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
117.	willr_90	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
118.	willr_100	ค่าวิลเลียม เพอร์เซ็นต์อาร์ คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
119.	willr_150	ค่าวิลเลียม เฮอร์เชินต์อาร์ จำนวนค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
120.	willr_200	ค่าวิลเลียม เฮอร์เชินต์อาร์ จำนวนค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
121.	willr_250	ค่าวิลเลียม เฮอร์เชินต์อาร์ จำนวนค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง
122.	willr_300	ค่าวิลเลียม เฮอร์เชินต์อาร์ จำนวนค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 300 วันย้อนหลัง
123.	Willr_360	ค่าวิลเลียม เฮอร์เชินต์อาร์ จำนวนค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 360 วันย้อนหลัง
124.	roc_7	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง จำนวนค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
125.	roc_10	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง จำนวนค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 10 วันย้อนหลัง
126.	roc_15	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง จำนวนค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
127.	roc_30	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง จำนวนค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
128.	roc_45	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง จำนวนค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
129.	roc_60	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
130.	roc_75	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
131.	roc_90	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
132.	roc_100	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
133.	roc_150	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
134.	roc_200	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
135.	roc_250	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง
136.	roc_300	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 300 วันย้อนหลัง
137.	roc_360	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมอัตราการเปลี่ยนแปลง คำนวณค่าจากราคาปิดภายในวันและใช้ข้อมูล 360 วันย้อนหลัง
138.	cmo_7	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
139.	cmo_14	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 14 วันย้อนหลัง
140.	cmo_15	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
141.	cmo_30	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
142.	cmo_45	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
143.	cmo_60	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
144.	cmo_75	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
145.	cmo_90	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
146.	cmo_100	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
147.	cmo_150	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
148.	cmo_200	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
149.	cmo_250	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง
150.	cmo_300	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 300 วันย้อนหลัง
151.	cmo_360	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมชานด์โมเมนตัม ออสซิลเลเตอร์คำนวณค่าจากราคาปิดภายใน วันและใช้ข้อมูล 360 วันย้อนหลัง
152.	cci_7	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภค ภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุด ภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
153.	cci_14	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภค ภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุด ภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 14 วันย้อนหลัง
154.	cci_15	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภค ภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุด ภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
155.	cci_30	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภค ภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุด ภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
156.	cci_45	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภค ภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุด ภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
157.	cci_60	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
158.	cci_75	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
159.	cci_90	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
160.	cci_100	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
161.	cci_150	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
162.	cci_200	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
163.	cci_250	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
164.	cci_300	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 300 วันย้อนหลัง
165.	cci_360	ค่าตัวชี้วัดโมเมนตัมดัชนีช่องทางสินค้าโภคภัณฑ์คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 360 วันย้อนหลัง
166.	atr_7	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
167.	atr_14	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 14 วันย้อนหลัง
168.	atr_15	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
169.	atr_30	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
170.	atr_45	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
171.	atr_60	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง
172.	atr_75	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
173.	atr_90	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณ ค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคา ต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
174.	atr_100	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณ ค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคา ต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 100 วัน ย้อนหลัง
175.	atr_150	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณ ค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคา ต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 150 วัน ย้อนหลัง
176.	atr_200	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณ ค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคา ต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 200 วัน ย้อนหลัง
177.	atr_250	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณ ค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคา ต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 250 วัน ย้อนหลัง
178.	atr_300	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณ ค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคา ต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 300 วัน ย้อนหลัง
179.	atr_360	ค่าตัวชี้วัดความผันผวนระยะจริงเฉลี่ยคำนวณ ค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคา ต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 360 วัน ย้อนหลัง
180.	band_upper_c	ค่าเส้นขอบบนของตัวชี้วัดโบลิงเจอร์แบนด์ที่ คำนวณจากราคาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
181.	band_middle_c	ค่าเส้นกลางของตัวชี้วัดโบลิงเจอร์แบนด์ที่คำนวณจากราคาปิด
182.	band_lower_c	ค่าเส้นขอบล่างของตัวชี้วัดโบลิงเจอร์แบนด์ที่คำนวณจากราคาปิด
183.	band_upper_o	ค่าเส้นขอบบนของตัวชี้วัดโบลิงเจอร์แบนด์ที่คำนวณจากราคาเปิด
184.	band_middle_o	ค่าเส้นกลางของตัวชี้วัดโบลิงเจอร์แบนด์ที่คำนวณจากราคาเปิด
185.	band_lower_o	ค่าเส้นขอบล่างของตัวชี้วัดโบลิงเจอร์แบนด์ที่คำนวณจากราคาเปิด
186.	obv	ค่าตัวชี้วัดปริมาณความสมดุลของปริมาณ
187.	mfi_4	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 4 วันย้อนหลัง
188.	mfi_7	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 7 วันย้อนหลัง
189.	mfi_15	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 15 วันย้อนหลัง
190.	mfi_30	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 30 วันย้อนหลัง
191.	mfi_45	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 45 วันย้อนหลัง
192.	mfi_60	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 60 วันย้อนหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
193.	mfi_75	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 75 วันย้อนหลัง
194.	mfi_90	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 90 วันย้อนหลัง
195.	mfi_100	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 100 วันย้อนหลัง
196.	mfi_150	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 150 วันย้อนหลัง
197.	mfi_200	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 200 วันย้อนหลัง
198.	mfi_250	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 250 วันย้อนหลัง
199.	mfi_300	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 300 วันย้อนหลัง
200.	mfi_360	ค่าตัวชี้วัดดัชนีการไหลของเงิน คำนวณค่าจากราคาปิด ราคาสูงสุดภายในวัน ราคาต่ำสุดภายในวัน และใช้ข้อมูล 360 วันย้อนหลัง
201.	two_crows	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ two_crows
202.	three_black_crows	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ three_black_crows
203.	three_inside_updown	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ three_inside_updown

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
204.	three-line_strike	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ three-line_strike
205.	three_outside_updown	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ three_outside_updown
206.	three_stars_in_the_south	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ three_stars_in_the_south
207.	three_advancing_white_soldiers	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ three_advancing_white_soldiers
208.	abandoned_baby	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ abandoned_baby
209.	advance_block	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ advance_block
210.	belt-hold	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ belt-hold
211.	breakaway	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ breakaway
212.	closing_marubozu	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ closing_marubozu
213.	concealing_baby_swallow	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ concealing_baby_swallow
214.	counterattack	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ counterattack
215.	dark_cloud_cover	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ dark_cloud_cover
216.	doji	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ doji
217.	doji_star	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ doji_star
218.	dragonfly_doji	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ dragonfly_doji

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
219.	engulfing_pattern	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ engulfing_pattern
220.	evening_doji_star	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ evening_doji_star
221.	evening_star	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ evening_star
222.	updown-gap_side-by-side_white_lines	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ updown-gap_side-by-side_white_lines
223.	gravestone_doji	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ gravestone_doji
224.	hammer	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ hammer
225.	hanging_man	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ hanging_man
226.	harami_pattern	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ harami_pattern
227.	harami_cross_pattern	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ harami_cross_pattern
228.	high-wave_candle	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ high-wave_candle
229.	hikkake_pattern	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ hikkake_pattern
230.	modified_hikkake_pattern	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ modified_hikkake_pattern
231.	homing_pigeon	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ homing_pigeon
232.	identical_three_crows	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ identical_three_crows

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
233.	in-neck_pattern	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ in-neck_pattern
234.	inverted_hammer	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ inverted_hammer
235.	kicking	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ kicking
236.	kicking_bull_bear_determined_by_the_longer_marubozu	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ kicking_bull_bear_determined_by_the_longer_marubozu
237.	ladder_bottom	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ ladder_bottom
238.	long_legged_doji	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ long_legged_doji
239.	long_line_candle	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ long_line_candle
240.	marubozu	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ marubozu
241.	matching_low	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ matching_low
242.	mat_hold	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ mat_hold
243.	morning_doji_star	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ morning_doji_star
244.	morning_star	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ morning_star
245.	on_neck_pattern	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ on_neck_pattern
246.	piercing_pattern	คำบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ piercing_pattern

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงคุณลักษณะตั้งต้นทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณลักษณะ	คำอธิบายคุณลักษณะ
247.	rickshaw_man	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ rickshaw_man
248.	rising_falling_three_methods	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ rising_falling_three_methods
249.	separating_lines	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ separating_lines
250.	shooting_star	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ shooting_star
251.	short_line_candle	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ short_line_candle
252.	spinning_top	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ spinning_top
253.	stalled_pattern	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ stalled_pattern
254.	stick_sandwich	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ stick_sandwich
255.	takuri	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ takuri
256.	tasuki_gap	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ tasuki_gap
257.	thrusting_pattern	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ thrusting_pattern
258.	tristar_pattern	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ tristar_pattern
259.	unique3river	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ unique3river
260.	up_gap2crows	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ up_gap2crows
261.	updown_gap3methods	ค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนแบบ updown_gap3methods

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.4 ขั้นตอนการทำความสะอาดข้อมูล

หลังจากรวบรวมคุณลักษณะที่ต้องการแล้วซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 833 รายการ 261 คุณลักษณะ โดยที่คุณลักษณะ 261 คุณลักษณะนั้นได้แก่ข้อมูลราคาเปิด ราคาปิด ราคาสูงสุดในวันนั้น ราคาต่ำสุดในวันนั้น ค่าตัวชี้วัดที่สนใจและค่าบ่งบอกความเป็นรูปแบบกราฟแท่งเทียนในรูปแบบที่สนใจแล้ว ผู้พัฒนาพบว่าข้อมูลบางส่วนที่สูญหาย (Missing Value) ซึ่งเป็นข้อมูลของคุณลักษณะที่เกิดจากการคำนวณค่าตัวชี้วัดต่าง ๆ ดังนั้นการจัดการกับข้อมูลที่สูญหายกับข้อมูลชุดนี้ ผู้พัฒนาจึงเลือกวิธีการเติมค่าแบบย้อนกลับ (Backward Filling) ซึ่งอธิบายได้ตามรูปภาพที่ 3.7 และรูปภาพที่ 3.8 ซึ่งเป็นตัวอย่างการเติมค่าแบบย้อนกลับ (Backward Filling) โดยวิธีเป็นการเติมค่าที่สูญหายในวันนี้ด้วยค่าที่สามารถคำนวณได้ในวันถัดไป เนื่องจากพฤติกรรมของตลาดสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันย่อมมีค่าตัวชี้วัดที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน

จากรูปภาพที่ 3.7 แสดงข้อมูลที่สูญหายในช่วงระยะเวลาแรกของข้อมูล ซึ่งเป็นค่าที่เกิดจากการคำนวณของสมการตัวชี้วัดต่าง ๆ ทั้งนี้ที่ข้อมูลสูญหายเนื่องจากบางตัวชี้วัดมีการกำหนดช่วงระยะเวลาของข้อมูลย้อนหลังเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ ดังนั้นข้อมูลในช่วงแรกนั้นไม่มีข้อมูลก่อนหน้าจึงทำให้ข้อมูลเกิดการสูญหาย

	adj_close	close	high	low	open	volume	labels	rsi_c_7	rsi_c_14
Date									
2019-01-02	1281.000000	1281.000000	1286.000000	1277.599976	1286.000000	16483400.0	2	NaN	NaN
2019-01-03	1291.800049	1291.800049	1292.000000	1286.699951	1286.800049	19135900.0	2	NaN	NaN
2019-01-04	1282.699951	1282.699951	1294.199951	1275.300049	1294.199951	17190100.0	2	NaN	NaN
2019-01-07	1286.800049	1286.800049	1286.800049	1286.599976	1286.800049	12280400.0	1	NaN	NaN
2019-01-08	1283.199951	1283.199951	1283.199951	1278.199951	1280.500000	26759600.0	1	NaN	NaN
2019-01-09	1289.300049	1289.300049	1289.300049	1279.199951	1279.400024	15226500.0	2	NaN	NaN
2019-01-10	1284.699951	1284.699951	1284.699951	1284.699951	1284.699951	12478800.0	2	NaN	NaN
2019-01-11	1287.099976	1287.099976	1291.199951	1286.300049	1291.199951	14400600.0	2	57.493724	NaN

รูปภาพที่ 3.7 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่สูญหายในช่วงระยะเวลาแรกของข้อมูล

จากรูปภาพที่ 3.8 แสดงถึงตัวอย่างข้อมูลที่สูญหายและได้รับการแก้ไขแล้ว ซึ่งเป็น การนำข้อมูลที่สมการสามารถคำนวณหาค่าตัวชี้วัดได้ในวันที่ 11 เดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ดังรูปภาพที่ 3.7 รายการที่ 8 ซึ่งค่าในคอลัมน์ rsi\_7 นั้นมีค่าเท่ากับ 57.493724 แต่ใน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการก่อนหน้ามีค่าที่สูญหาย ซึ่งวิธีการใช้วิธีการแก้ไขโดยวิธีการเติมค่าแบบย้อนกลับ (Backward Filling) ซึ่งในกรณีนี้จึงนำค่า 57.493724 แทนลงในรายการอื่นก่อนหน้า เนื่องจากเป็นค่าที่อยู่ใกล้เคียงกับรายการที่มีค่าสูญหายมากที่สุดดังรูปภาพที่ 3.8

Date	adj close	close	high	low	open	volume	labels	rsi_c_7	rsi_c_14
2019-01-02	1281.000000	1281.000000	1286.000000	1277.599976	1286.000000	16483400.0	2	57.493724	51.663994
2019-01-03	1291.800049	1291.800049	1292.000000	1286.699951	1286.800049	19135900.0	2	57.493724	51.663994
2019-01-04	1282.699951	1282.699951	1294.199951	1275.300049	1294.199951	17190100.0	2	57.493724	51.663994
2019-01-07	1286.800049	1286.800049	1286.800049	1286.599976	1286.800049	12280400.0	1	57.493724	51.663994
2019-01-08	1283.199951	1283.199951	1283.199951	1278.199951	1280.500000	26759600.0	1	57.493724	51.663994

รูปภาพที่ 3.8 แสดงตัวอย่างข้อมูลที่สูญหายแล้วและได้รับการแก้ไขแล้ว

### 3.3.5 ขั้นตอนการปรับขนาดคุณสมบัติ

หลังจากการรวบรวมข้อมูลและแก้ไขข้อมูลที่สูญหายเรียบร้อยแล้ว ผู้พัฒนาได้ทำการลดขนาดข้อมูลให้มีขอบเขตของข้อมูลที่เท่ากันและเป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยใช้วิธีที่ง่ายที่สุดในการปรับขนาดข้อมูลให้เป็นมาตรฐานเดียวกันผู้พัฒนาจึงเลือกใช้วิธีการปรับขนาดคุณสมบัติที่เรียกว่าการทำให้เป็นมาตรฐานต่ำสุด-สูงสุด (min-max Normalization) และกำหนดค่าขอบเขตของข้อมูลอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 นั้นหมายความว่าเมื่อข้อมูลถูกปรับขนาดแล้วข้อมูลจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 เท่านั้น ดังผลลัพธ์ตัวอย่างในรูปภาพที่ 3.9

จากรูปภาพที่ 3.9 แสดงให้เห็นข้อมูลหลังจากการถูกปรับขนาดคุณสมบัติด้วยวิธีมาตรฐานต่ำสุด-สูงสุด (min-max Normalization) จะเห็นได้ว่าข้อมูลทั้งหมดนั้นจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ตามที่กำหนด

Date	adj close	close	high	low	open	volume	labels	rsi_c_7	rsi_c_14	rsi_c_15	...	spinning_top	stalled_pattern	stick_sandwich
2019-01-02	0.014958	0.014958	0.020194	0.014987	0.024898	0.185584	2	0.541182	0.421879	0.368874	...	0.5	1.0	0.0
2019-01-03	0.028765	0.028765	0.027674	0.026744	0.025915	0.228154	2	0.541182	0.421879	0.368874	...	0.5	1.0	0.0
2019-01-04	0.017131	0.017131	0.030416	0.012016	0.035315	0.196926	2	0.541182	0.421879	0.368874	...	0.5	1.0	0.0
2019-01-07	0.022373	0.022373	0.021192	0.026615	0.025915	0.118128	1	0.541182	0.421879	0.368874	...	0.5	1.0	0.0
2019-01-08	0.017770	0.017770	0.016704	0.015762	0.017912	0.350510	1	0.541182	0.421879	0.368874	...	0.5	1.0	0.0

รูปภาพที่ 3.9 ตัวอย่างข้อมูลที่ถูกปรับขนาดคุณสมบัติด้วยวิธีทำให้เป็นมาตรฐานสูงต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.6 ขั้นตอนการเลือกคุณสมบัติ

หลังจากรวบรวมคุณลักษณะที่ต้องการ แกไขข้อมูลที่สูญหายและลดขนาดคุณสมบัติให้เป็นมาตรฐานเดียวกันแล้ว ต่อไปจะเป็นขั้นตอนในการเลือกคุณลักษณะของข้อมูลเพื่อให้เหมาะกับการสร้างภาพเสมือนขนาด  $15 \times 15$  ซึ่งต้องการคุณลักษณะเพียง 225 คุณลักษณะ จาก 261 คุณลักษณะเท่านั้น ทั้งนี้ผู้พัฒนาได้เลือกวิธีในการเลือกคุณสมบัติ (Feature Selection) ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีตัวแปรต้นเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขและมีตัวแปรตามที่เป็นข้อมูลประเภทหมวดหมู่ไว้ 2 วิธีด้วยกันได้แก่ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ซึ่งได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
1.	adj close	adj close
2.	close	close
3.	high	high
4.	low	low
5.	open	open
6.	volume	volume
7.	rsi_c_7	rsi_c_7
8.	rsi_c_14	rsi_c_14
9.	rsi_c_15	rsi_c_15
10.	rsi_c_30	rsi_c_30
11.	rsi_c_45	rsi_c_45
12.	rsi_c_60	rsi_c_60
13.	rsi_c_75	rsi_c_75
14.	rsi_c_90	rsi_c_90
15.	rsi_c_100	rsi_c_100
16.	rsi_c_150	rsi_c_150

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัตินี้ข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัตินี้ข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
17.	rsi_c_200	rsi_c_200
18.	rsi_c_250	rsi_c_250
19.	rsi_c_300	rsi_c_300
20.	rsi_c_360	rsi_c_360
21.	rsi_o_7	rsi_o_7
22.	rsi_o_14	rsi_o_14
23.	rsi_o_15	rsi_o_15
24.	rsi_o_30	rsi_o_30
25.	rsi_o_45	rsi_o_60
26.	rsi_o_60	rsi_o_75
27.	rsi_o_75	rsi_o_90
28.	rsi_o_90	rsi_o_100
29.	rsi_o_100	rsi_o_200
30.	rsi_o_150	rsi_o_250
31.	rsi_o_200	rsi_o_300
32.	rsi_o_250	rsi_o_360
33.	rsi_o_300	willr_7
34.	rsi_o_360	willr_14
35.	willr_7	willr_15
36.	willr_14	willr_30
37.	willr_15	willr_45
38.	willr_30	willr_60
39.	willr_45	willr_75
40.	willr_60	willr_90
41.	willr_75	willr_100
42.	willr_90	willr_150
43.	willr_100	willr_200

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
44.	willr_150	willr_250
45.	willr_200	willr_300
46.	willr_250	willr360
47.	willr_300	mfi_4
48.	willr360	mfi_7
49.	mfi_4	mfi_15
50.	mfi_7	mfi_30
51.	mfi_15	mfi_45
52.	mfi_30	mfi_60
53.	mfi_45	mfi_75
54.	mfi_60	mfi_90
55.	mfi_75	mfi_100
56.	mfi_90	mfi_200
57.	mfi_100	mfi_300
58.	mfi_150	mfi_360
59.	mfi_200	roc_7
60.	mfi_250	roc_10
61.	mfi_300	roc_15
62.	mfi_360	roc_30
63.	roc_7	roc_45
64.	roc_10	roc_60
65.	roc_15	roc_75
66.	roc_30	roc_90
67.	roc_45	roc_100
68.	roc_60	roc_150
69.	roc_75	roc_200
70.	roc_90	roc_250

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
71.	roc_100	roc_300
72.	roc_150	roc_360
73.	roc_200	cmo_7
74.	roc_250	cmo_14
75.	roc_300	cmo_15
76.	roc_360	cmo_30
77.	cmo_7	cmo_45
78.	cmo_14	cmo_60
79.	cmo_15	cmo_75
80.	cmo_30	cmo_90
81.	cmo_45	cmo_100
82.	cmo_60	cmo_150
83.	cmo_75	cmo_200
84.	cmo_90	cmo_250
85.	cmo_100	cmo_300
86.	cmo_150	cmo_360
87.	cmo_200	trix_c_7
88.	cmo_250	trix_c_15
89.	cmo_300	trix_c_30
90.	cmo_360	trix_c_45
91.	trix_c_7	trix_c_60
92.	trix_c_15	trix_c_75
93.	trix_c_30	trix_c_90
94.	trix_c_45	trix_c_100
95.	trix_c_60	trix_c_150
96.	trix_c_75	trix_c_200
97.	trix_c_90	trix_c_250

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงวินิจสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัตินี้ข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัตินี้ข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
98.	trix_c_100	trix_o_7
99.	trix_c_200	trix_o_15
100.	trix_c_250	trix_o_30
101.	trix_o_7	trix_o_45
102.	trix_o_15	trix_o_60
103.	trix_o_30	trix_o_75
104.	trix_o_45	trix_o_90
105.	trix_o_60	trix_o_100
106.	trix_o_75	trix_o_150
107.	trix_o_90	trix_o_200
108.	trix_o_100	trix_o_250
109.	trix_o_200	cci_7
110.	trix_o_250	cci_14
111.	cci_7	cci_15
112.	cci_14	cci_30
113.	cci_15	cci_45
114.	cci_30	cci_60
115.	cci_45	cci_75
116.	cci_60	cci_90
117.	cci_75	cci_100
118.	cci_90	cci_150
119.	cci_100	cci_200
120.	cci_150	cci_250
121.	cci_200	cci_300
122.	cci_250	cci_360
123.	cci_300	macd_c
124.	cci_360	macdsignal_c

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
125.	macd_c	macdhist_c
126.	macdsignal_c	macdsignal_o
127.	macdhist_c	macdhist_o
128.	macd_o	adx_7
129.	macdsignal_o	adx_14
130.	macdhist_o	adx_15
131.	adx_7	adx_30
132.	adx_14	adx_45
133.	adx_15	adx_60
134.	adx_30	adx_75
135.	adx_45	adx_90
136.	adx_75	adx_100
137.	adx_300	adx_150
138.	adx_360	adx_200
139.	sma_close	adx_250
140.	sma_open	adx_300
141.	sma_high	adx_360
142.	sma_low	sma_close
143.	ema_close	sma_open
144.	ema_open	sma_high
145.	ema_high	sma_low
146.	ema_low	ema_close
147.	wma_c_7	ema_open
148.	wma_c_15	ema_high
149.	wma_c_30	ema_low
150.	wma_c_45	wma_c_7
151.	wma_c_60	wma_c_15

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงวินไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
152.	wma_c_75	wma_c_30
153.	wma_c_90	wma_c_45
154.	wma_c_100	wma_c_60
155.	wma_c_150	wma_c_75
156.	wma_c_200	wma_c_90
157.	wma_o_7	wma_c_100
158.	wma_o_15	wma_c_150
159.	wma_o_30	wma_c_200
160.	wma_o_45	wma_c_250
161.	wma_o_60	wma_c_300
162.	wma_o_75	wma_c_360
163.	wma_o_90	wma_o_7
164.	wma_o_100	wma_o_15
165.	wma_o_150	wma_o_30
166.	wma_o_200	wma_o_45
167.	band_upper_c	wma_o_60
168.	band_middle_c	wma_o_75
169.	band_lower_c	wma_o_90
170.	band_upper_o	wma_o_100
171.	band_middle_o	wma_o_150
172.	band_lower_o	wma_o_200
173.	atr_7	wma_o_250
174.	atr_14	wma_o_300
175.	atr_15	wma_o_360
176.	atr_30	band_upper_c
177.	atr_45	band_middle_c
178.	atr_60	band_lower_c

เอกสารนี้เป็นเอกสารหลวงไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัตินี้ข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัตินี้ข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
179.	atr_75	band_upper_o
180.	atr_90	band_middle_o
181.	atr_100	band_lower_o
182.	atr_150	atr_7
183.	atr_200	atr_14
184.	atr_250	atr_30
185.	adosc	atr_45
186.	obv	atr_60
187.	two_crows	atr_75
188.	three_inside_updown	atr_90
189.	three_outside_updown	atr_100
190.	three_advancing_white_soldier	atr_150
191.	advance_block	atr_200
192.	belt_hold	atr_250
193.	closing_marubozu	atr_300
194.	dark_cloud_cover	atr_360
195.	doji	adosc
196.	doji_star	obv
197.	dargonfly_doji	two_crows
198.	engulfing_pattern	three_black_crows
199.	evening_doji_star	three_inside_updown
200.	evening_star	three_advancing_white_soldier
201.	gravestone_doji	advance_block
202.	hammer	belt_hold
203.	hanging_man	breakaway
204.	harami_pattern	closing_marubozu
205.	harami_cross_pattern	dark_cloud_cover

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 ผลลัพธ์ในการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
206.	high_wave_candle	engulfing_pattern
207.	hikkake_pattern	evening_star
208.	modified_hikkake_pattern	updown_gap_side_by_side_white_line
209.	homing_pigeon	hanging_man
210.	inverted_hammer	harami_pattern
211.	long_legged_doji	inNeck_pattern
212.	long_line_candle	inverted_hammer
213.	marubozu	Kicking_bull_bear_determined_by_the_longer_marubozu
214.	morning_star	ladder_bottom
215.	piercing_pattern	long_legged_doji
216.	rickshaw_man	marubozu
217.	separating_line	morning_doji_star
218.	shooting_star	on_neck_pattern
219.	shorting_line_candle	stalled_pattern
220.	stalled_pattern	stick_sandwich
221.	stick_sandwich	takuri
222.	takuri	tasuki_gap
223.	thrusting_pattern	tristar_pattern
224.	tristar_pattern	unique3River
225.	unique3River	upside_gap2crows

และคุณลักษณะที่ไม่ถูกเลือกตามวิธีตามวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) มีดังตารางที่ 3.

11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 คุณลักษณะที่ไม่ถูกเลือกจากวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ไม่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ไม่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
1.	rsi_o_45	trix_c_150
2.	rsi_o_150	trix_o_150
3.	mfi_150	adx_60
4.	mfi_250	adx_90
5.	macd_o	adx_100
6.	atr_15	adx_150
7.	three_outside_updown	adx_200
8.	doji	adx_250
9.	doji_star	wma_c_250
10.	dargonfly_doji	wma_c_300
11.	evening_doji_star	wma_c_360
12.	gravestone_doji	wma_o_250
13.	hammer	wma_o_300
14.	harami_cross_pattern	wma_o_360
15.	high_wave_candle	atr_300
16.	hikkake_pattern	atr_360
17.	modified_hikkake_pattern	three_black_crows
18.	homing_pigeon	breakaway
19.	long_line_candle	updown_gap_side_by_side_white_line
20.	morning_star	inNeck_pattern
21.	piercing_pattern	Kicking_bull_bear_determined_by_the_longer_marubozu
22.	rickshaw_man	ladder_bottom
23.	separating_line	morning_doji_star
24.	shooting_star	on_neck_pattern
25.	shorting_line_candle	tasuki_gap

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 คุณลักษณะที่ไม่ถูกเลือกจากวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) (ต่อ)

ลำดับที่	คุณลักษณะที่ไม่ถูกเลือกด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)	คุณลักษณะที่ไม่ถูกเลือกด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
26.	thrusting_pattern	upside_gap2crows

ซึ่งหลังจากการเลือกคุณสมบัติด้วย 2 วิธีแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้รับหลังการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) คือข้อมูล 2 ชุด ที่ถูกเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละชุดจะมีจำนวนคุณลักษณะ 225 คุณลักษณะเท่ากันแต่คุณลักษณะของแต่ละชุดนั้นจะไม่เหมือนกันทั้งหมดดังตารางที่ 3.10

### 3.3.7 ขั้นตอนการแบ่งข้อมูล

หลังจากผ่านกระบวนการเลือกคุณสมบัติเรียบร้อยแล้ว ณ ขั้นตอนนี้ทำให้มีข้อมูลตั้งต้น 2 ชุดข้อมูลนั้นคือ 1. ข้อมูลที่ถูกเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และ 2. ชุดข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ซึ่งในขั้นตอนการแบ่งข้อมูลนี้ข้อมูลแต่ละชุดจะถูกนำมาแบ่งข้อมูลแบบสุ่มเหมือนกันเพื่อใช้ในการเรียนรู้แบบจำลอง ตรวจสอบแบบจำลองและทดสอบแบบจำลอง โดยขั้นตอนการแบ่งข้อมูลจะมีรายละเอียดดังนี้

1. แบ่งข้อมูลออกเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ สำหรับฝึกอบรมข้อมูล (Train Data Set) และอีก 20 เปอร์เซ็นต์สำหรับการทดสอบแบบจำลอง (Test Data Set)
2. นำข้อมูลสำหรับฝึกอบรมมาแบ่งออกเป็น 2 ชุดอีกครั้งเพื่อใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง (Validation Data Set) 20 เปอร์เซ็นต์ และส่วนที่เหลืออีก 80 เปอร์เซ็นต์ใช้สำหรับฝึกอบรมแบบจำลอง

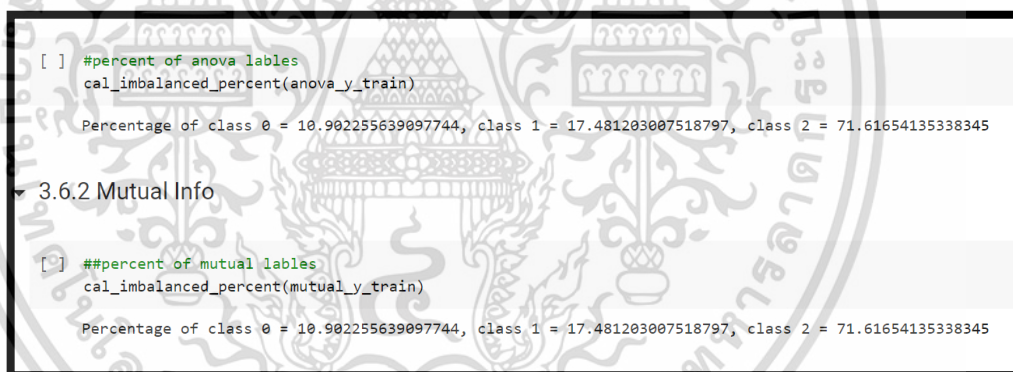
### 3.3.8 ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุล (Handling Imbalanced Dataset)

หลังจากทำการแบ่งข้อมูลสำเร็จแล้ว ผู้พัฒนาได้ทำการตรวจสอบชุดข้อมูลสำหรับการฝึกอบรมแบบจำลอง โดยการตรวจสอบนั้นมุ่งเน้นในการตรวจสอบจำนวนรายการข้อมูลของแต่ละกลุ่มตัวแปรตาม ซึ่งกลุ่มตัวแปรตามในการทดลองนี้หมายถึง กลุ่มของข้อมูลที่มีสถานะของข้อมูลควรขาย กลุ่มของข้อมูลที่มีสถานะของข้อมูลควรเข้าซื้อ และกลุ่มของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ไม่ควรเข้าซื้อหรือขายออก ทั้งนี้หลังจากการตรวจสอบพบว่าข้อมูลสำหรับฝึกสอนนั้นมีข้อมูลของแต่ละกลุ่มไม่สมดุลกันโดยแสดงรายละเอียดตามรูปภาพที่ 3.10 ซึ่งมีข้อมูลที่เป็นกลุ่มเป้าหมายควรขายออก 10.90 % ข้อมูลที่เป็นกลุ่มเป้าหมายควรเข้าซื้อ 17.48 % และข้อมูลที่เป็นกลุ่มเป้าหมายไม่ควรเข้าซื้อหรือขายออกจำนวน 71.62 % จากจำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลบ่งบอกได้ว่าข้อมูลไม่สมดุลกันซึ่งอาจเป็นเหตุให้แบบจำลองเรียนรู้ได้อย่างไม่ถูกต้องได้ ดังนั้นผู้พัฒนาจึงแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) ซึ่งได้ผลลัพธ์หลังจากการสังเคราะห์ข้อมูล ทำให้จำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลแต่ละกลุ่มเป้าหมายมีจำนวนเท่ากันนั่นคือกลุ่มละ 33.33 % ดังรูปภาพที่ 3.11

จากรูปภาพที่ 3.10 แสดงถึงการตรวจสอบข้อมูลว่าเป็นข้อมูลที่สมดุลหรือไม่ ซึ่งอธิบายจากผลลัพธ์ได้ว่าข้อมูลค่อนข้างไม่สมดุล เนื่องจากข้อมูลที่เป็นกลุ่มเป้าหมายควรขายออก 10.90 % ข้อมูลที่เป็นกลุ่มเป้าหมายควรเข้าซื้อ 17.48 % และข้อมูลที่เป็นกลุ่มเป้าหมายไม่ควรเข้าซื้อหรือขายออกจำนวน 71.62 %



```
[ ] #percent of anova lables
cal_imbalanced_percent(anova_y_train)

Percentage of class 0 = 10.902255639097744, class 1 = 17.481203007518797, class 2 = 71.61654135338345

3.6.2 Mutual Info

[ ] ##percent of mutual lables
cal_imbalanced_percent(mutual_y_train)

Percentage of class 0 = 10.902255639097744, class 1 = 17.481203007518797, class 2 = 71.61654135338345
```

รูปภาพที่ 3.10 จำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

จากรูปภาพที่ 3.11 แสดงจำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลหลังจากการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลแล้ว ด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) ซึ่งผลลัพธ์หลังจากการสังเคราะห์ข้อมูลทำให้จำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลแต่ละกลุ่มเป้าหมายมีจำนวนเท่ากันนั่นคือกลุ่มละ 33.33 %

### 3.7.1 Oversampling (SMOTE)

```

[ ] oversample = SMOTE(sampling_strategy='auto', k_neighbors=5, random_state=RANDOM_SEED)

[ ] anova_x_train_smote, anova_y_train_smote = oversample.fit_resample(anova_x_train, anova_y_train)
cal_imbalanced_percent(anova_y_train_smote)

Percentage of class 0 = 33.33333333333333, class 1 = 33.33333333333333, class 2 = 33.33333333333333

[ ] mutual_x_train_smote, mutual_y_train_smote = oversample.fit_resample(mutual_x_train, mutual_y_train)
cal_imbalanced_percent(mutual_y_train_smote)

Percentage of class 0 = 33.33333333333333, class 1 = 33.33333333333333, class 2 = 33.33333333333333

```

รูปภาพที่ 3.11 จำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลหลังจากการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลแล้ว

ซึ่งกระบวนการจัดการข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) นั้นซึ่งเป็นวิธีการจัดการกับข้อมูลก่อนที่จะนำไปใช้กับแบบจำลอง ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบวิธีการจัดการข้อมูลที่ไม่สมดุลของข้อมูลชุดนี้นั้น ผู้พัฒนาได้นำวิธีการจัดการกับข้อมูลที่ไม่สมดุลอีกวิธีหนึ่งมาใช้ในการทดลอง โดยวิธีนี้คือการสร้างน้ำหนักให้กับกลุ่มเป้าหมาย (Class Weight) และนำผลลัพธ์นั้นนำไปใช้ในการฝึกอบรมแบบจำลอง

### 3.3.9 ขั้นตอนการเข้ารหัสข้อมูลแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)

เมื่อจัดการกับข้อมูลให้มีความสมดุลแล้ว หลังจากนั้นทำการแปลงข้อมูลตัวแปรตามทุกชุดให้มีลักษณะที่ง่ายต่อการนำไปใช้ฝึกอบรมแบบจำลอง ทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีตัวแปรตามที่มีลักษณะเป็นหมวดหมู่ซึ่งเป็นค่าที่ไม่มีความสัมพันธ์ใด ๆ ในเชิงตัวเลข ดังนั้นผู้พัฒนาจึงเลือกใช้วิธีการแปลงข้อมูลตัวแปรตามด้วยวิธีเข้ารหัสแบบวันฮอท โดยแปลงข้อมูลตัวแปรตามทุก ๆ ข้อมูลให้มีลักษณะแบบวันฮอท โดยตัวแปรตามในการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย 3 หมวดหมู่ ได้แก่ ค่า 0 หมายถึง สถานะควรขาย ค่า 1 หมายถึง สถานะควรซื้อ และค่า 2 หมายถึงสถานะไม่ควรขายและไม่ควรซื้อ เมื่อทำการแปลงข้อมูลด้วยวิธีเข้ารหัสแบบวันฮอทแล้วจะทำให้เกิดคอลัมน์ตัวแปรตามจากหนึ่งเป็นสามคอลัมน์นั่นคือ คอลัมน์สถานะควรขาย คอลัมน์สถานะควรซื้อ และคอลัมน์สถานะไม่ควรเข้าซื้อและไม่ควรขาย ค่าใน 3 คอลัมน์นี้จะประกอบด้วย 0 และ 1 ซึ่งจะเป็น 0 ก็ต่อเมื่อข้อมูลนั้น ๆ มีค่าตัวแปรตามไม่ตรงกับชื่อคอลัมน์นั้น และจะมีสถานะเป็น 1 เมื่อค่าตัวแปรตามตรงกับชื่อคอลัมน์นั้น ซึ่งสามารถดูตัวอย่างได้จากรูปภาพที่ 3.12

จากรูปภาพที่ 3.12 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสแบบวันฮอท (One-Hot Encoding) โดยที่ตารางซ้ายมือคือข้อมูลก่อนถูกเข้ารหัส และตารางขวามือคือผลลัพธ์ของข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสแล้วแบบวันฮอทแล้วนั่นเอง

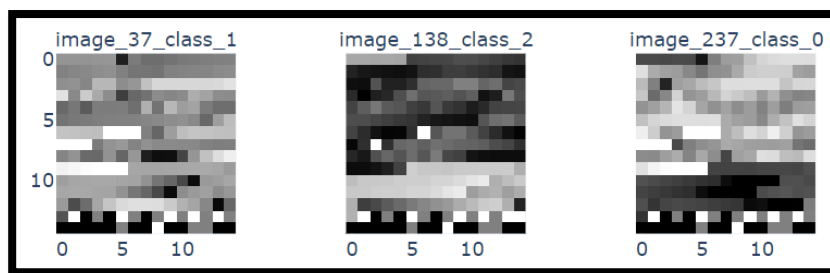
Original Value	One-Hot Encoded Array
0	[1., 0., 0.]
1	[0., 0., 1.]
2	[0., 0., 1.]
3	[0., 0., 1.]
4	[0., 0., 1.]
...	...
1138	[0., 1., 0.]
1139	[0., 1., 0.]
1140	[0., 1., 0.]
1141	[0., 1., 0.]
1142	[0., 1., 0.]

รูปภาพที่ 3.12 ตัวอย่างผลลัพธ์ข้อมูลที่ถูกเข้ารหัสแบบวันฮอท (One-Hot Encoding)

### 3.3.10 ขั้นตอนการสร้างภาพเสมือน

หลังจากจัดเตรียมข้อมูลด้วยขั้นตอนการจัดการข้อมูลที่สูญหาย (Missing Value) ขั้นตอนการลดขนาดของคุณสมบัติ ขั้นตอนการเลือกคุณสมบัตินั้น ขั้นตอนการแบ่งข้อมูล ขั้นตอนการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุล และขั้นตอนการเข้ารหัสข้อมูลแบบวันฮอท (One-Hot Encoding) ตามลำดับแล้วนั้น ผู้จัดทำได้ทำการนำข้อมูลที่จัดเตรียมมาสร้างเป็นรูปภาพเสมือน โดยการนำคุณลักษณะทั้งหมด 225 คุณลักษณะมาจัดเรียงในลักษณะ 2 มิติ ซึ่งมีขนาด 15 x 15 เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการป้อนให้กับแบบจำลอง เนื่องแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมนั้นรับข้อมูลในการฝึกอบรม ตรวจสอบ และทดสอบ เป็นรูปภาพนั่นเอง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างรูปภาพเสมือนนั้นเป็นดังภาพที่ 3.13

จากรูปภาพที่ 3.13 แสดงตัวอย่างรูปภาพเสมือนที่ได้จากการนำคุณลักษณะทั้ง 225 มาจัดเรียงในรูปแบบ 2 มิติ ขนาด 15 x 15 ซึ่งแต่ละพิกเซลนั้นคือหนึ่งคุณลักษณะ และความเข้มของสีนั้นหมายถึงค่าของคุณลักษณะนั้น ในกรณีที่ความเข้มของสีค่อนข้างดำเข้มนั้นหมายความว่าค่าของคุณลักษณะนั้นเข้าใกล้ 0 และหากความเข้มของสีนั้นค่อนข้างสว่างนั้นหมายความว่าค่าของคุณลักษณะนั้นเข้าใกล้ 1 เนื่องจากผู้พัฒนาได้ทำการปรับขนาดคุณสมบัติให้มีขนาดในช่วง 0 ถึง 1 จึงเป็นเหตุให้ความเข้มของสีแปลผลได้เพียงเข้าใกล้ 0 และ 1



รูปภาพที่ 3.13 ตัวอย่างรูปภาพเสมือนที่เกิดจากการนำคุณลักษณะต่าง ๆ มาจัดเรียง

### 3.3.11 ขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง

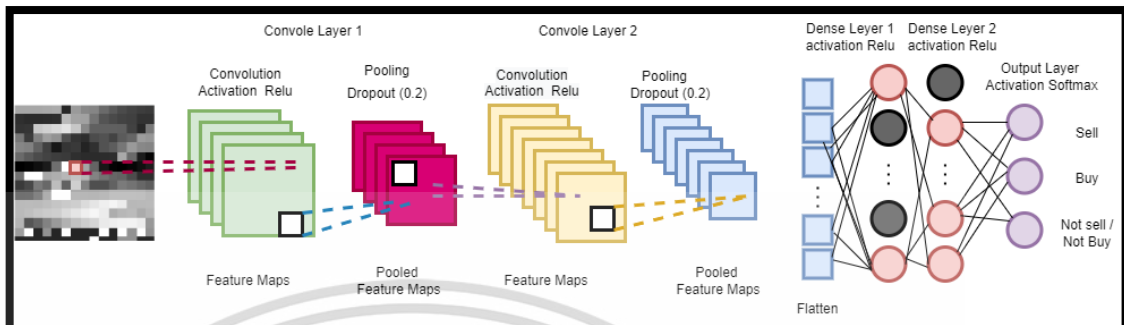
ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองนั้น ทางผู้พัฒนาได้ใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันในการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกเพื่อทำกำไรสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าโดยการทดลองในครั้งนี้ ผู้พัฒนาได้ใช้โครงสร้างของแบบจำลองในรูปแบบเดียวกันทั้งหมดเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของแบบจำลองต่อการเรียนรู้กับข้อมูลที่มีการจัดเตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งโครงสร้างของแบบจำลองในการทดสอบนี้อธิบายได้ดังรูปภาพที่ 3.13

จากรูปภาพที่ 3.13 แสดงถึงโครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่ใช้ในการเรียนรู้กับข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งประกอบด้วย 4 ชั้นหลักซึ่งมีดังนี้

1. ชั้น Convolve Layer 1 เป็นชั้นแรกที่รับข้อมูลรูปภาพเสมือนที่ผู้พัฒนาได้สร้างขึ้นมาและเป็นชั้นแรกที่ทำการศึกษาคุณสมบัติที่สำคัญโดยกำหนดค่าตัวกรอง (Filter) มีค่าเท่ากับ 20 เคอร์เนล (Kernel) มีค่าเท่ากับ 2 ฟังก์ชันการเปิดใช้งาน (Activation Function) เป็น Relu และในการรวมกลุ่มนั้นใช้การรวมกลุ่มข้อมูลโดยใช้ข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดเป็นตัวแทน (Max Pooling)
2. ชั้น Convolve 2 เป็นชั้นที่มีหน้าที่เดียวกันกับชั้น Convolve 1 และมีการกำหนดค่าเช่นเดียวกันกับชั้น Convolve 1 ทั้งนี้เพื่อให้ได้คุณลักษณะที่เด่นชัดมากขึ้น
3. ชั้น Dense Layer 1 และชั้น Dense Layer 2 ทั้งสองชั้นนี้เป็นชั้นที่ใช้ในการเรียนรู้คุณลักษณะที่ถูกสกัดออกมาจากชั้น Convolve 1 และชั้น Convolve 2 โดยมีฟังก์ชันการเปิดใช้งาน (Activation Function) เป็น Relu เช่นเดียวกัน
4. ชั้น Output Layer เป็นชั้นผลลัพธ์โดยมีจำนวนโหนดเท่ากับจำนวนกลุ่มเป้าหมายของข้อมูลซึ่งในการทดลองนี้มีจำนวนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 3 กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ชั้นผลลัพธ์นี้จะใช้ฟังก์ชันการเปิดใช้งาน (Activation Function) เป็น Softmax



รูปภาพที่ 3.13 โครงสร้างแบบจำลองในการทดลองนี้

ดังนั้นหลังจากการจัดเตรียมข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ และสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า ทั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบการจัดเตรียมข้อมูลแบบใดให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด จึงสามารถออกแบบรายการทดลองได้ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 แสดงรายการทดลองทั้งหมด

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมในแต่ละผลการทดลอง
1	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test)
2	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการใช้ตุ้มถ่วงน้ำหนัก (Class Weight) ในขั้นตอนการฝึกอบรมแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 แสดงรายการทดลองทั้งหมด (ต่อ)

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมในแต่ละผลการทดลอง
3	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE)
4	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information)
5	การฝึกอบรมทดลองแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ร่วมกับการใช้ตัมถ่วงน้ำหนัก (Class Weight) ในขั้นตอนการฝึกอบรมแบบจำลอง
6	การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากผลลัพธ์ของการทดลองสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อใช้ในการทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าซึ่งใช้ชุดข้อมูลสำหรับก่อนฝึกอบรมแบบจำลองที่มีการจัดเตรียมข้อมูลด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองด้วยการวัดผลลัพธ์จากความถูกต้อง (Accuracy) และค่าสูญเสีย (Loss) และนำค่าทั้งสองนั้นมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองของทั้ง 6 รายการ ได้ผลลัพธ์ดังนี้

#### 4.1 ผลการวิจัย

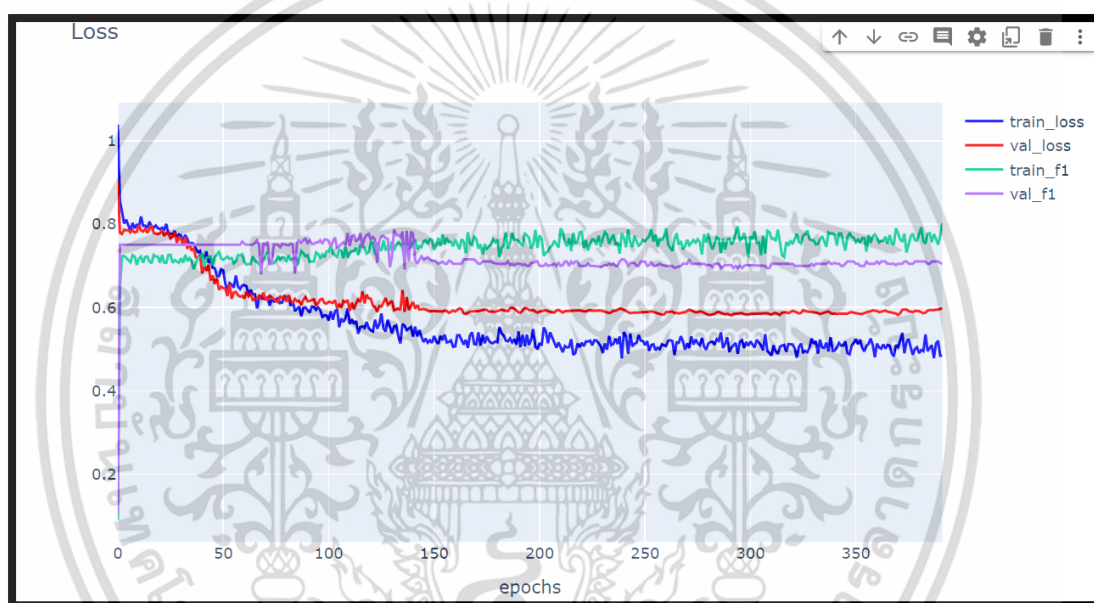
จากการทดลองทั้ง 6 รายการทดลองนั้น เป็นการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่มีโครงสร้างเหมือนกัน โดยสิ่งที่แตกต่างกันนั้นคือการนำข้อมูลที่ถูกรวบรวมเพื่อใช้ในการเรียนรู้ ซึ่ง 6 การทดลองนั้นมีผลลัพธ์การทดลองดังนี้

ผลลัพธ์จากรายการทดลองที่ 1 การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) ซึ่งสามารถอธิบายได้จากรูปภาพที่ 4.1 และรูปภาพที่ 4.2 โดยที่ผลลัพธ์จากรายการทดลองที่ 1 นี้ พบว่าค่าสูญเสียจากข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.5 และค่าสูญเสียจากข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.6 ซึ่งเมื่อนำมาเทียบกันแล้วทำให้เห็นได้ว่าทั้งสองค่ามีการลู่ออกเข้าหากันและมีระยะห่างของค่าค่อนข้างน้อย อีกทั้งมีค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) ของชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบอยู่ที่ประมาณ 0.75 และ 0.7 ตามลำดับ ซึ่งค่าเอฟวันของทั้งสองชุดข้อมูลมีค่าค่อนข้างสูงและลู่ออกเข้าหากัน จึงสามารถบอกได้ว่าการทดลองนี้แบบจำลองไม่ได้จดจำข้อมูลที่ใช้ในการฝึกอบรมมากเกินไป อีกทั้งยังมีค่าความถูกต้องจากข้อมูลฝึกอบรมและค่าความถูกต้องจากข้อมูลตรวจสอบอยู่ในช่วงประมาณ 74-78 เปอร์เซ็นต์ทั้งสองค่าและเมื่อนำแบบจำลองนี้ไปใช้กับข้อมูลทดสอบให้ค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลทดสอบ (Test Loss) มีค่าประมาณ 0.65 และค่าความถูกต้องจากข้อมูลทดสอบ (Test Accuracy) มีค่าประมาณ 69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือได้ว่าแบบจำลองมีประสิทธิภาพระดับที่ดีถึงปานกลาง

จากรูปภาพที่ 4.1 แสดงค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เส้น train\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.5
2. เส้น Val\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.6
3. train\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลฝึกอบรม มีค่าประมาณ 0.75
4. เส้น val\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลตรวจสอบ มีค่าประมาณ 0.7

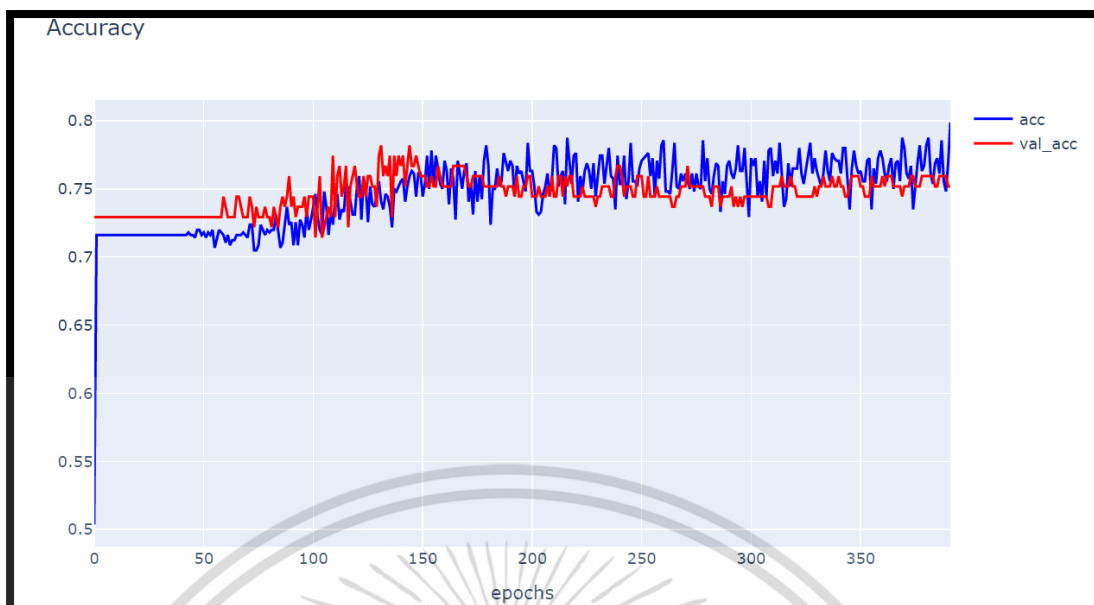


รูปภาพที่ 4.1 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 1

จากรูปภาพที่ 4.2 แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เส้น acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Accuracy) มีค่าประมาณ 74-78 เปอร์เซ็นต์
2. เส้น val\_acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Accuracy) มีค่าประมาณ 74-78 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.2 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 1

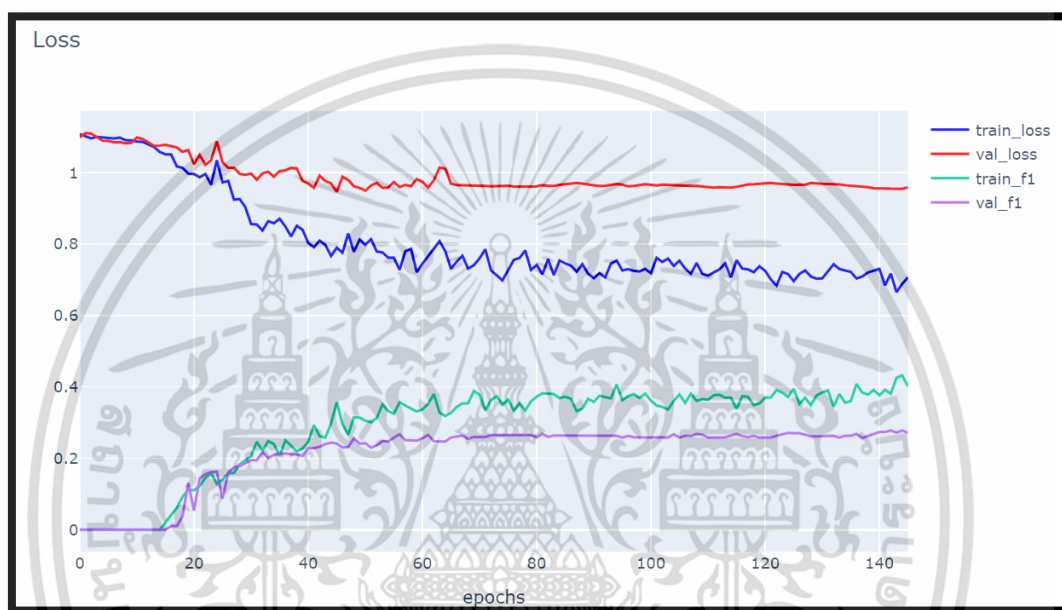
การทดลองที่ 2 การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการใช้ ตั้มน้ำหนัก (Class Weight) ในขั้นตอนการฝึกอบรมแบบจำลอง ซึ่งสามารถอธิบายได้จากรูปภาพ ที่ 4.3 และรูปภาพที่ 4.4 โดยที่ผลลัพธ์จากรายการทดลองที่ 2 นี้ พบว่าค่าสูญเสียจากข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.75 และค่าสูญเสียจากข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มี ค่าประมาณ 0.95 ซึ่งถือว่าเป็นค่าสูญเสียที่สูงทั้งสองค่าและมีระยะห่างที่ค่อนข้างมากพอสมควร อีกทั้งมีค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) ของชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบอยู่ที่ประมาณ 0.35 และ 0.25 ตามลำดับ ซึ่งค่าเอฟวันของทั้งสองชุดข้อมูลมีค่าค่อนข้างต่ำเกินซึ่งสามารถบอกได้ว่า แบบจำลองนี้ค่อนข้างไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เมื่อตรวจสอบจากค่าความถูกต้องจากข้อมูลฝึกอบรม และข้อมูลตรวจสอบพบว่ามีค่าประมาณความถูกต้องอยู่ที่ 45 เปอร์เซ็นต์และ 35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเมื่อนำแบบจำลองนี้ไปใช้กับข้อมูลทดสอบพบว่ามีค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลทดสอบ (Test Loss) มี ค่าประมาณ 0.92 และค่าความถูกต้องจากข้อมูลทดสอบ (Test Accuracy) มีค่าประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปได้ว่าแบบจำลองค่อนข้างมีประสิทธิภาพต่ำ

จากรูปภาพที่ 4.3 แสดงค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการ ทดลองที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เส้น train\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เส้น Val\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.95
3. train\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลฝึกอบรม มีค่าประมาณ 0.35
4. เส้น val\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลตรวจสอบ มีค่าประมาณ 0.25

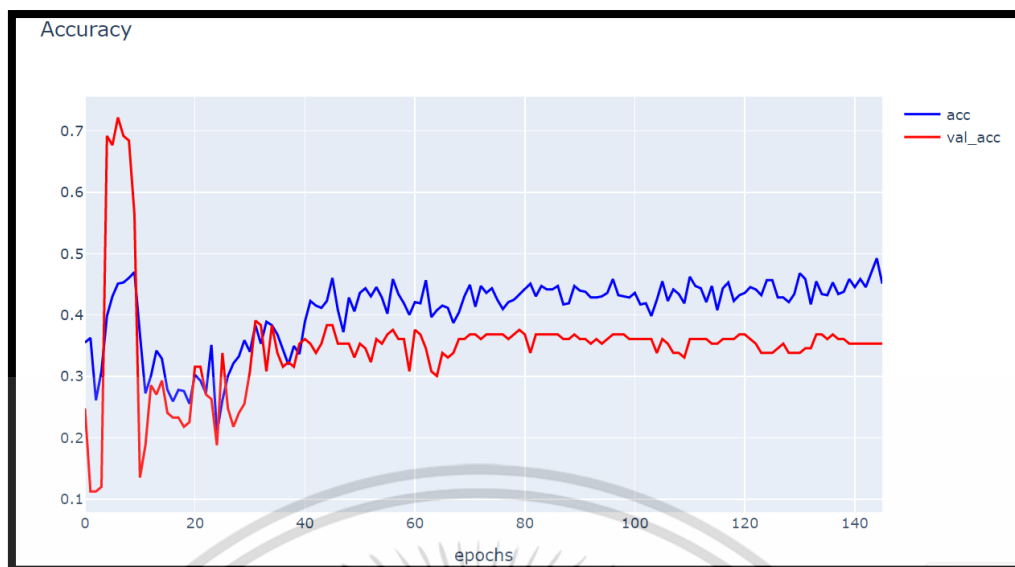


รูปภาพที่ 4.3 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 2

จากรูปภาพที่ 4.4 แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เส้น acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Accuracy) มีค่าประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์
2. เส้น val\_acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Accuracy) มีค่าประมาณในช่วงแรกสูงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ในช่วงกลางและช่วงท้ายมีค่าประมาณความถูกต้องเพียง 35 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



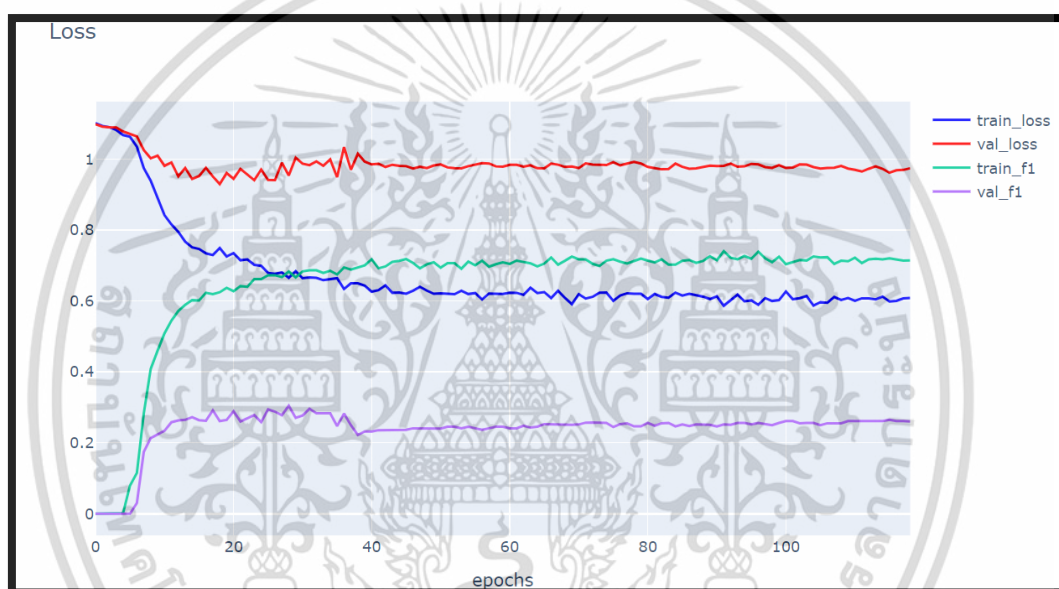
รูปภาพที่ 4.4 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 2

รายการทดลองที่ 3 การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุลด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) ซึ่งสามารถอธิบายได้จากรูปภาพที่ 4.5 และรูปภาพที่ 4.6 โดยที่ผลลัพธ์จากรายการทดลองที่ 3 นี้ พบว่าค่าสูญเสียจากข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.60 และค่าสูญเสียจากข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.95 ซึ่งถือว่าเป็นค่าสูญเสียที่สูงทั้งสองค่าและมีระยะห่างที่ค่อนข้างมากพอสมควรและในค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบนั้นยังถือว่าเป็นค่าสูญเสียที่ค่อนข้างมาก อีกทั้งมีค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) ของชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบอยู่ที่ประมาณ 0.70 และ 0.25 ตามลำดับ และเมื่อตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองต่อชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบแล้วนั้นพบว่ามีค่าความถูกต้องอยู่ที่ประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์และ 35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลข้างต้นแล้วสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองค่อนข้างจดจำข้อมูลในการฝึกอบรมมากเกินไป (Overfitting) ทำให้เมื่อนำมาใช้กับข้อมูลตรวจสอบแล้วนั้นมีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างต่ำ และเมื่อนำแบบจำลองนี้ไปใช้กับข้อมูลทดสอบพบว่าค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลทดสอบ (Test Loss) มีค่าประมาณ 0.92 และค่าความถูกต้องจากข้อมูลทดสอบ (Test Accuracy) มีค่าประมาณ 43 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปได้ว่าแบบจำลองค่อนข้างมีประสิทธิภาพต่ำ

จากรูปภาพที่ 4.5 แสดงค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เส้น train\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.6
2. เส้น Val\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.95
3. train\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลฝึกอบรม มีค่าประมาณ 0.70
4. เส้น val\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลตรวจสอบ มีค่าประมาณ 0.25

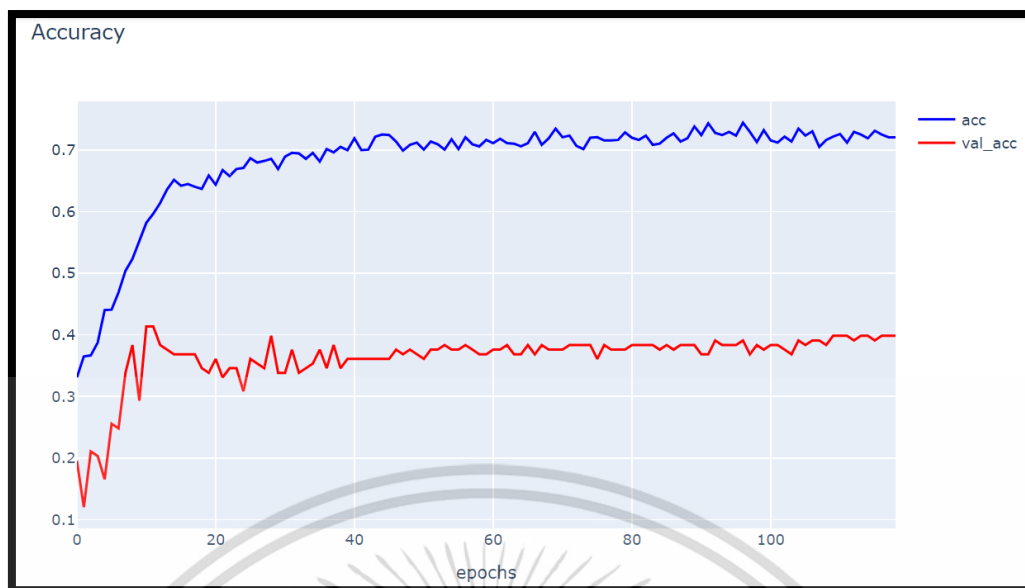


รูปภาพที่ 4.5 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 3

จากรูปภาพที่ 4.6 แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เส้น acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Accuracy) มีค่าประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์
2. เส้น val\_acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Accuracy) มีค่าประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



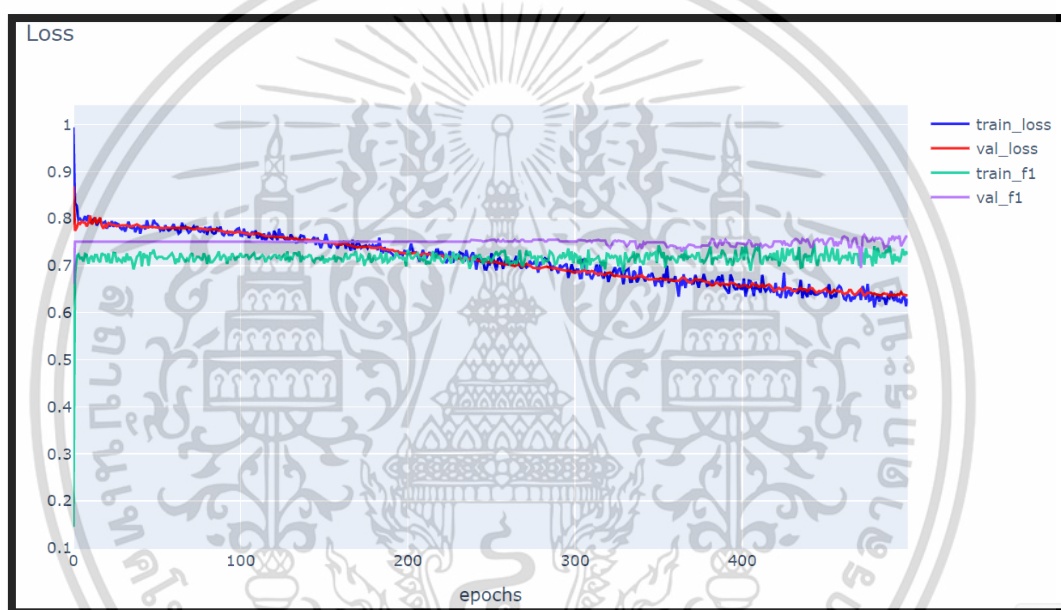
รูปภาพที่ 4.6 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 3

รายการทดลองที่ 4 การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ซึ่งสามารถอธิบายได้จากรูปภาพที่ 4.7 และรูปภาพที่ 4.8 โดยที่ผลลัพธ์จากรายการทดลองที่ 4 นี้ พบว่าค่าสูญเสียจากข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.60 – 0.80 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.60 และค่าสูญเสียจากข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.60 – 0.80 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.60 เช่นกัน ซึ่งเมื่อตรวจสอบจากรูปภาพที่ 4.7 แล้วจะเห็นได้ว่าค่าสูญเสียทั้งสองมีค่านี้นค่อนข้างใกล้เคียงกันหรือเท่ากันในทุกช่วง อีกทั้งยังมีค่าน้อยลงเรื่อย ๆ อีกด้วย ในส่วนของค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) ของชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบอยู่ที่ประมาณ 0.72 และ 0.75 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าค่อนข้างมาก และเมื่อตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองต่อชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบแล้วนั้นพบว่ามีค่าความถูกต้องอยู่ที่ประมาณ 72 เปอร์เซ็นต์และ 75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อทำการตรวจสอบข้อมูลข้างต้นแล้วสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองค่อนข้างมีประสิทธิภาพในระดับดี และเมื่อนำแบบจำลองนี้ไปใช้กับข้อมูลทดสอบพบว่าค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลทดสอบ (Test Loss) มีค่าประมาณ 0.65 และค่าความถูกต้องจากข้อมูลทดสอบ (Test Accuracy) มีค่าประมาณ 68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปได้ว่าแบบจำลองค่อนข้างมีประสิทธิภาพดีจนถึงปานกลาง

จากรูปภาพที่ 4.7 แสดงค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เส้น train\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.60 – 0.80 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.60
2. เส้น Val\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.60 – 0.80 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.60
3. train\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลฝึกอบรม มีค่าประมาณ 0.72
4. เส้น val\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลตรวจสอบ มีค่าประมาณ 0.75

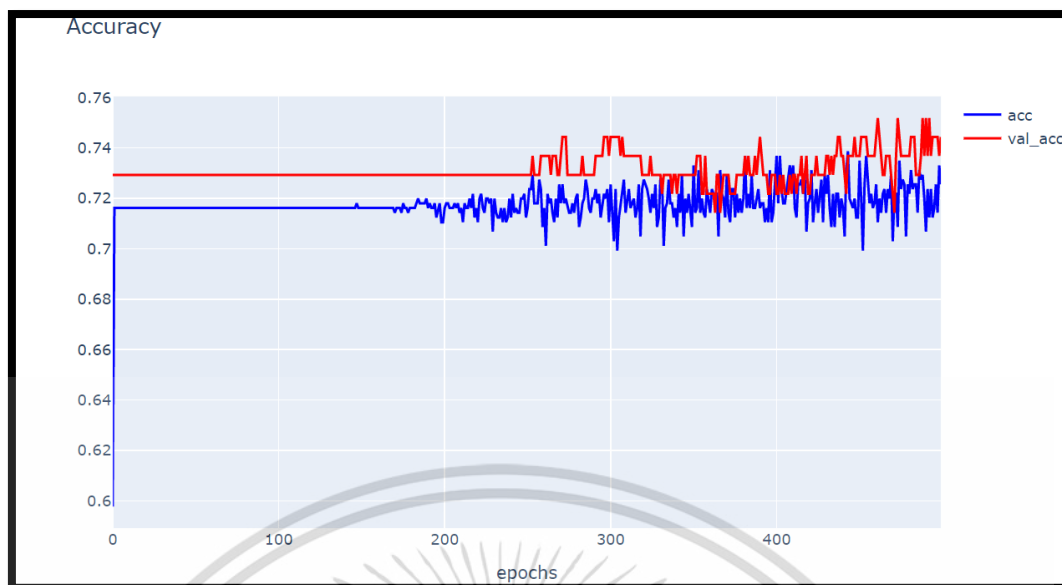


รูปภาพที่ 4.7 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 4

จากรูปภาพที่ 4.8 แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เส้น acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Accuracy) มีค่าประมาณ 72 เปอร์เซ็นต์
2. เส้น val\_acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Accuracy) มีค่าประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



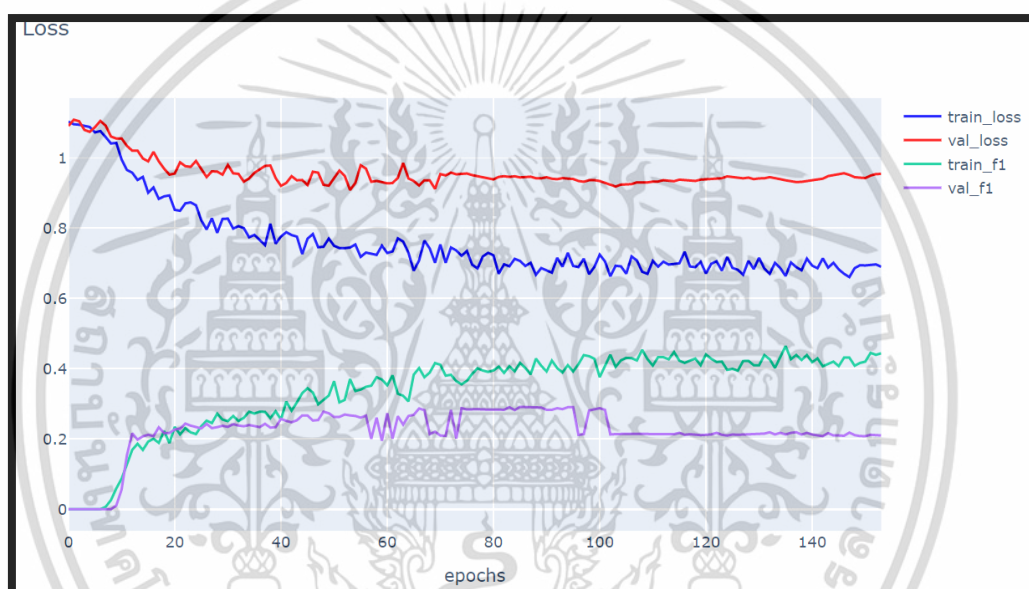
รูปภาพที่ 4.8 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 4

รายการทดลองที่ 5 การฝึกอบรมทดลองแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติ ด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ร่วมกับการใช้ค้ำถ่วงน้ำหนัก (Class Weight) ในขั้นตอนการฝึกอบรมแบบจำลอง ซึ่งสามารถอธิบายได้จากรูปภาพที่ 4.9 และรูปภาพที่ 4.10 โดยที่ผลลัพธ์จากรายการทดลองที่ 5 นี้ พบว่าค่าสูญเสียจากข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.68 – 1.10 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.68 และค่าสูญเสียจากข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.94 – 1.10 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.94 เช่นกัน ซึ่งเมื่อตรวจสอบจากรูปภาพที่ 4.9 แล้ว จะเห็นได้ว่าค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบนั้นมีค่าที่สูงกว่าค่าสูญเสียที่ได้จากชุดข้อมูลฝึกอบรมอีกทั้งยังมีระยะห่างกันมากอีกด้วย ในส่วนของค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) ของชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบอยู่ที่ค่าประมาณ 0.23 – 0.42 และมีลักษณะลู่ขึ้นไปหาค่า 0.42 และ 0.22 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าคะแนนเอฟวันที่ค่อนข้างต่ำทำให้ประเมินได้ว่าแบบจำลองมีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างไม่ดี ทั้งนี้เมื่อตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองต่อชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบแล้วนั้นพบว่ามีค่าความถูกต้องอยู่ที่ประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ และ 35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเมื่อนำแบบจำลองนี้ไปใช้กับข้อมูลทดสอบพบว่าค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลทดสอบ (Test Loss) มีค่าประมาณ 0.95 และค่าความถูกต้องจากข้อมูลทดสอบ (Test Accuracy) มีค่าประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปได้ว่าแบบจำลองค่อนข้างมีประสิทธิภาพแย่

จากรูปภาพที่ 4.9 แสดงค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 5 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เส้น train\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 1.068 – 1.10 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.68
2. เส้น Val\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.94 – 1.10 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.94
3. train\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลฝึกอบรม มีค่าประมาณ 0.23 – 0.42 และมีลักษณะลู่ขึ้นไปหาค่า 0.42
4. เส้น val\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลตรวจสอบ มีค่าประมาณ 0.22

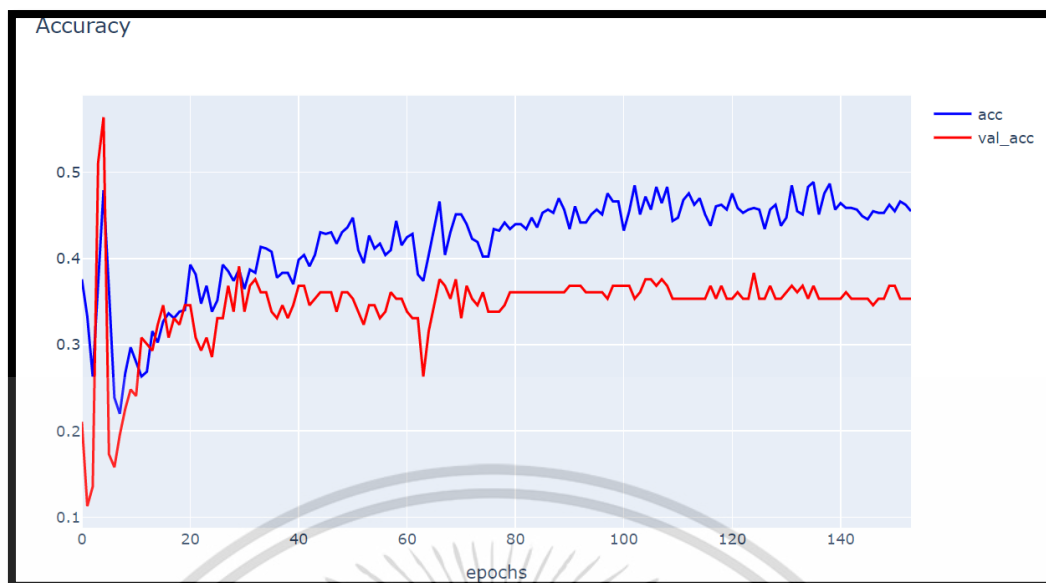


รูปภาพที่ 4.9 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 5

จากรูปภาพที่ 4.10 แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 5 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เส้น acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Accuracy) มีค่าประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์
2. เส้น val\_acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Accuracy) มีค่าประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.10 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 5

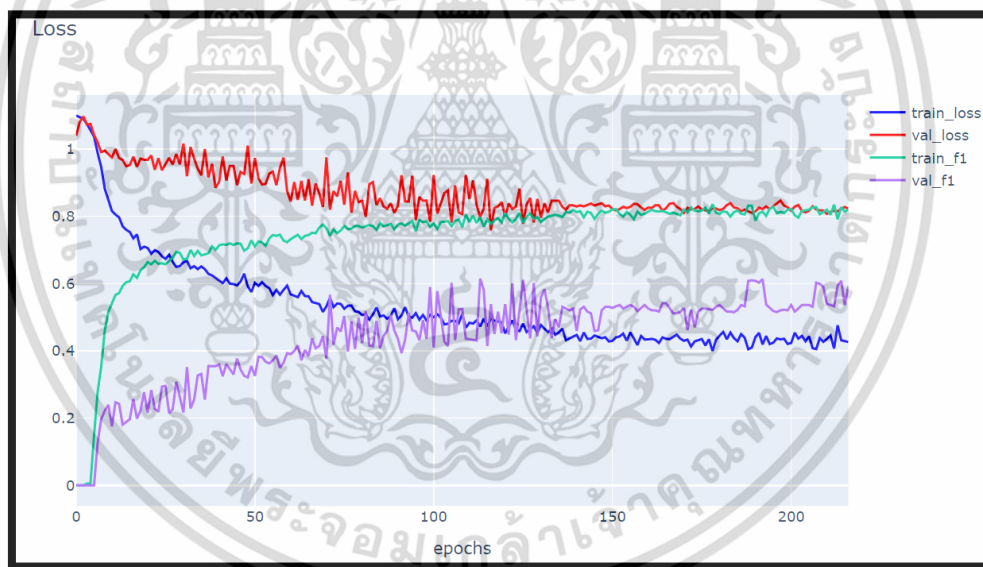
รายการที่ 6 การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติ ด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ร่วมกับการแก้ไขข้อมูลที่ไม่สมดุล ด้วยวิธีการสังเคราะห์ข้อมูล (Synthetic Minority-sampling Technique : SMOTE) ซึ่งสามารถอธิบายได้จากรูปภาพที่ 4.11 และรูปภาพที่ 4.12 โดยที่ผลลัพธ์จากรายการทดลองที่ 6 นี้ พบว่าค่าสูญเสียจากข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.42 – 1.09 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.42 และค่าสูญเสียจากข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.82 – 1.10 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.82 ในส่วนของค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) ของชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบอยู่ที่ 0.80 และ 0.45 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อตรวจสอบจากรูปภาพที่ 4.11 แล้ว จะเห็นได้ว่าค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบนั้นมีค่าที่สูงกว่าค่าสูญเสียที่ได้จากชุดข้อมูลฝึกอบรมอีกทั้งยังมีระยะห่างกันมากอีกด้วย อีกทั้งค่าคะแนนเอฟวันที่ได้จากชุดข้อมูลฝึกอบรมนั้นค่อนข้างสูง แต่ในทางกลับกันค่าคะแนนเอฟวันที่ได้จากชุดข้อมูลตรวจสอบนั้นกลับมีค่าค่อนข้างต่ำ หากตรวจสอบจากสองค่านี้แล้วนั้น สามารถอธิบายได้ว่า แบบจำลองเกิดการจดจำข้อมูลที่ใช้ในการฝึกอบรมมากเกินไป (Overfitting) ทั้งนี้เมื่อตรวจสอบค่าความถูกต้องของแบบจำลองต่อชุดข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบแล้วนั้นพบว่ามีค่าความถูกต้องอยู่ที่ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์และ 55 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเมื่อนำแบบจำลองนี้ไปใช้กับข้อมูลทดสอบพบว่าค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลทดสอบ (Test Loss) มีค่าประมาณ 0.90 และค่าความถูกต้องจากข้อมูลทดสอบ (Test Accuracy) มีค่าประมาณ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสรุปได้ว่าแบบจำลองค่อนข้างมีประสิทธิภาพแย่นี้อาจเกิดจากการจดจำข้อมูลที่ใช้ในการฝึกอบรมมากเกินไป (Overfitting)

จากรูปภาพที่ 4.11 แสดงค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เส้น train\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Loss) มีค่าประมาณ 0.42 – 1.09 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.42
2. เส้น Val\_loss หมายถึงค่าสูญเสียจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Loss) มีค่าประมาณ 0.82 – 1.10 และมีลักษณะลู่ลงไปหาค่า 0.82
3. train\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลฝึกอบรม มีค่าประมาณ 0.80
4. เส้น val\_f1 หมายถึงค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากชุดข้อมูลตรวจสอบ มีค่าประมาณ 0.45

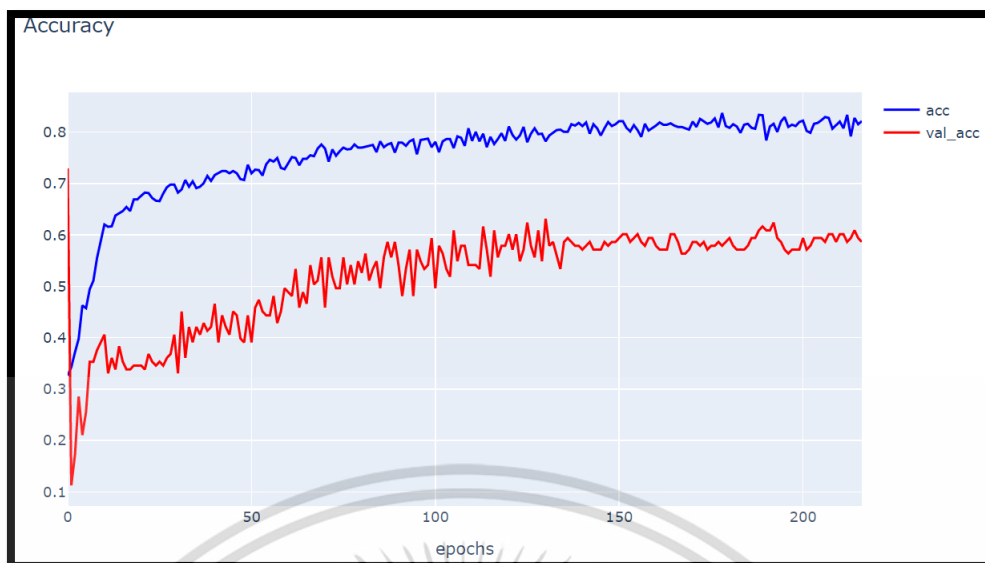


รูปภาพที่ 4.11 ค่าสูญเสีย (Loss) และค่าคะแนนเอฟวัน (F1-Score) จากผลการทดลองที่ 6

จากรูปภาพที่ 4.12 แสดงค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 6 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. เส้น acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลฝึกอบรม (Train Accuracy) มีค่าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์
2. เส้น val\_acc หมายถึงค่าความถูกต้องจากชุดข้อมูลตรวจสอบ (Validation Accuracy) มีค่าประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปภาพที่ 4.12 ค่าความถูกต้องของข้อมูลฝึกอบรมและชุดข้อมูลตรวจสอบของผลการทดลองที่ 6

## 4.2 อภิปรายผล

หลังจากการทดลองทั้ง 6 รายการทดลองแล้ว พบว่าการทดลองที่ 1 การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และการทดลองที่ 4 การทดลองการฝึกอบรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน ทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) ได้ผลลัพธ์จากแบบจำลองค่อนข้างดี โดยแบบจำลองของทั้งสองการทดลองนั้นไม่จดจำข้อมูลในการเรียนรู้มากเกินไป มีค่าความแม่นยำประมาณ 68 – 69 เปอร์เซ็นต์ มีค่าคะแนนเอฟวันประมาณ 0.70 – 0.75 และมีค่าสูญเสียเพียง 0.50 – 0.60 จึงสามารถสรุปได้ว่า แบบจำลองที่เกิดจากการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนและแบบจำลองที่เกิดจากการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองทั้งหมด

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การค้นคว้าอิสระนี้จัดทำขึ้นเพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้า โดยในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่มีโครงสร้างแบบเดียวกันแต่ถูกฝึกอบรมด้วยข้อมูลฝึกอบรมที่แตกต่างกัน ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงข้อสรุปของการดำเนินงานครั้งนี้

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การค้นคว้าอิสระครั้งนี้เพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าด้วยการพัฒนาแบบจำลองที่มีโครงสร้างแบบเดียวกัน แต่นำมาใช้กับข้อมูลที่ถูกจัดเตรียมด้วยวิธีที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ในการดำเนินงานครั้งนี้ได้จัดเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมกับแบบจำลองซึ่งขั้นตอนในการเลือกคุณลักษณะนั้นแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ 1. วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และ 2. วิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) โดยที่ผลลัพธ์จากการเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) จำแนกข้อมูลออกเป็นข้อมูลราคาจำนวน 6 คุณลักษณะ ข้อมูลตัวชี้วัดจำนวน 178 คุณลักษณะ และข้อมูลค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียนจำนวน 41 คุณลักษณะ และการผลลัพธ์การเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual Information) จำแนกข้อมูลออกเป็นข้อมูลราคาจำนวน 6 ตัว ข้อมูลตัวชี้วัดจำนวน 168 คุณลักษณะ และข้อมูลค่ารูปแบบกราฟแท่งเทียนจำนวน 51 คุณลักษณะ เมื่อเลือกคุณสมบัติแล้วเสร็จ จึงถูกนำไปปรับสมดุลเพื่อให้ข้อมูลแต่ละชุดมีความสมดุลมากขึ้น หลังจากนั้นนำข้อมูลทั้ง 4 ชุดนี้ซึ่งประกอบไปด้วย ชุดข้อมูลที่ถูกเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีที่แตกต่างกันจำนวน 2 ชุด และชุดข้อมูลที่ถูกเลือกคุณลักษณะและได้ทำการปรับสมดุลจำนวน 2 ชุดมาเป็นข้อมูลในการฝึกอบรมให้กับแบบจำลอง จะเห็นได้ว่าการทดลอง 4 การทดลองกับข้อมูล 4 ชุด ทั้งนี้การฝึกอบรมแบบจำลองเพื่อให้มีประสิทธิภาพผู้พัฒนาจึงได้ทดลองในการถ่วงน้ำหนักให้กับกลุ่มเป้าหมายให้กับข้อมูลที่มีการเลือกคุณสมบัติอย่างเดียวมื่อนำมาใช้ฝึกอบรมด้วย จึงทำให้การทดลองมีทั้งหมดจำนวน 6 การทดลอง ซึ่งผลการทดลองในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ พบว่าแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการทดลองครั้งนี้คือแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่ถูกฝึกอบรมด้วยชุดข้อมูลที่ถูกเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA F-Test) และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่ถูกฝึกอบรมด้วยชุดข้อมูลที่ถูกเลือกคุณสมบัติด้วยวิธีการเลือกคุณสมบัติข้อมูลร่วมกัน (Mutual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information) โดยที่ความแม่นยำของทั้ง 2 แบบจำลองนี้มีค่าที่ใกล้เคียงกันคือ 68-69 เปอร์เซ็นต์นั่นเอง

## 5.2 ขอบเขตและข้อจำกัด

จากการดำเนินการค้นคว้าอิสระครั้งนี้เพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้านั้นมีขอบเขตและข้อจำกัดในการดำเนินการดังนี้

1. มีปริมาณข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าที่น้อย เนื่องจากข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าระดับวันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 19 เมษายน พ.ศ. 2565 โดยมีข้อมูลจำนวน 833 รายการ

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการดำเนินการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ สามารถนำการทดลองไปเพิ่มประสิทธิภาพแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อทำนายจุดเข้าซื้อและจุดขายออกสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เพิ่มจำนวนรายการข้อมูลสัญญาซื้อขายทองคำล่วงหน้าให้มีปริมาณที่มากกว่าเดิมและนำมาเป็นข้อมูลตั้งต้นในการเรียนรู้ของแบบจำลอง
2. ปรับจูนแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น
3. เลือกใช้วิธีการลดขนาดคุณลักษณะให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น
4. เลือกใช้วิธีการเลือกคุณสมบัติให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- (1) innFINANCE, “ทำไมทองคำถึงสำคัญต่อเศรษฐกิจ(และตัวเรา)” [Online]. Available : [https://www.innnews.co.th/finance/news\\_30219/](https://www.innnews.co.th/finance/news_30219/)
- (2) elearnmarkets,2022, “All 35 Candlestick Chart Patterns in the Stock Market- Explained” [Online]. Available : <http://www.fintech.co.th/trading-signal-algo-trading-fintech/>
- (3) MTRADING, “4 ประเภท Indicator หลักในการเทรด Forex พร้อมตัวอย่างการใช้งานที่เข้าใจง่าย” [Online]. Available : <https://mtrading.com/th/education/articles/forex-indicators/major-forex-trading-indicators-th>
- (4) TFEX, “Gold Futures” [Online]. Available : <https://www.tfex.co.th/th/products/gold-spec.html>
- (5) GlurGeek.com, NARONGPORN NGEWYAI,2019 “Feature Scaling การปรับคุณสมบัติคืออะไร” [Online]. Available : <https://www.glurgeek.com/education/feature-scaling/>
- (6) Puitrakul, A. 2019, “Feature Selection Machine Learning จะเอาอะไรมาใส่ดีนะ” [Online]. Available : <https://arondora.in.th/feature-selection-machine-learning/>
- (7) Sampath, K.G. 2019, “ANOVA for Feature Selection in Machine Learning” [Online]. Available : <https://towardsdatascience.com/anova-for-feature-selection-in-machine-learning-d9305e228476>
- (8) Schaffernicht, E. and Gross, H.M. 2014, “Weighted Mutual Information for Feature Selection” [Online]. Available : [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-21738-8\\_24](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-21738-8_24)
- (9) Tripathi, M. “Understanding Imbalanced Datasets and techniques for handling them” [Online]. Available : <https://datascience.foundation/sciencewhitepaper/understanding-imbalanced-datasets-and-techniques-for-handling-them>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (10) Igareta, A. “Dealing with Imbalanced Data in TensorFlow: Class Weights”  
[Online]. Available : <https://towardsdatascience.com/dealing-with-imbalanced-data-in-tensorflow-class-weights-60f876911f99>
- (11) Brownlee, J. 2017, “Why One-Hot Encode Data in Machine Learning?”  
[Online]. Available : <https://machinelearningmastery.com/why-one-hot-encode-data-in-machine-learning/>
- (12) Pramoditha, R. 2021, “How RGB and Grayscale Images Are Represented in Numpy Arrays” [Online]. Available :  
<https://towardsdatascience.com/exploring-the-mnist-digits-dataset-7ff62631766a>
- (13) Phongchit, N. 2018 “Convolutional Neural Network คืออะไร” [Online]. Available :  
<https://medium.com/@natthawatphongchit>
- (14) Sezera, O.B. and Ozbayoglu, A.M. 2018. “Algorithmic Financial Trading with Deep Convolutional Neural Networks: Time Series to Image Conversion Approach.” TOBB University of Economics and Technology
- (15) Hsu, Y.C. 2021. “Using Convolutional Neural Network and Candlestick Representation to Predict Sport Match Outcomes.” Department of Sports Information and Communication, Nation Taiwan University of Sport
- (16) Chen, J.H. and Tsai, Y.C. 2020. “Encoding candlesticks as images for pattern classification using Convolutional Neural Network.” Taiwan: Soochow University
- (17) Marc, V. and Fabrice, D. 2018. “Stock Chart Pattern recognition with Deep Learning.” France: Artificial Intelligence Department of Lusi

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวนฤมล พงษ์ประเสริฐ  
 วัน เดือน ปีเกิด 10 มิถุนายน 2539  
 ที่อยู่ปัจจุบัน 25/4 ม.2 ต.บางจะเกร็ง อ.เมืองสมุทรสงคราม จ.สมุทรสงคราม 75000  
 โทร. 099-284-4553  
 ประวัติการศึกษา (2561) วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ เกردเฉลี่ย 3.35  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้