

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศ ด้วยเทคนิคอินฟอร์สแม้นท์เลิร์นนิ่ง



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ ไม่สังกัดภาควิชา/เทียบเท่า

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FOREX TRADING DECISION SUPPORT SYSTEM USING REINFORCEMENT LEARNING  
TECHNIQUE



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Information Technology in Business

Common Course

FACULTY OF COMMERCE AND ACCOUNTANCY

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อสารนิพนธ์

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศ  
ด้วยเทคนิครีอินฟอร์สमेंท์เลิร์นนิง

โดย

นายวัฒน์ วัฒนการุณ

สาขาวิชา

เทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาถฤดี ศุภกิจจาร์ักษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน)

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ วัฒนาศุภโชค)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วัฒน์ วัฒนการุณ : ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศ ด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง. (FOREX TRADING DECISION SUPPORT SYSTEM USING REINFORCEMENT LEARNING TECHNIQUE) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.จันท์เจ้ามงคลนาวิน

ในปัจจุบันผู้คนเริ่มมีความกังวลกับการมีรายได้ทางเดียว ทำให้มีความพยายามที่จะหาหนทางสร้างรายได้ในรูปแบบอื่นนอกเหนือจากงานประจำ เช่น การหารายได้เสริม การขายของทั้งออนไลน์ และ ออฟไลน์ หรือสิ่งที่คนมักจะพูดถึงคือ การลงทุน การลงทุนคือการที่ใช้จ่ายเงินสดรูปแบบหนึ่งในปัจจุบัน โดยมุ่งหวังได้รับผลตอบแทนจากการใช้จ่ายนั้นในอนาคต ซึ่งผู้ลงทุนเชื่อว่าเงินสดหรือผลตอบแทนส่วนเพิ่มที่จะได้รับนั้น จะสามารถชดเชยระยะเวลา อัตราเงินเฟ้อ และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นอย่างคุ้มค่า หรืออาจกล่าวได้ในอีกมุมหนึ่งว่าการลงทุนหมายถึง การออมเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่มากขึ้น ซึ่งจะต้องยอมรับความเสี่ยงที่เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน การตัดสินใจนำเงินออมมาลงทุน จึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ และศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนตามที่คาดหวังไว้และลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการลงทุน

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา การเรียนรู้ของเครื่องได้รับความสนใจจากทางด้านบริษัทเทคโนโลยี และบริษัทที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน โดยมีการนำเทคนิค การเรียนรู้แบบมีผู้สอน การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน และ รีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง มาใช้ในการทำนายราคา หรือ สนับสนุนการตัดสินใจลงทุนเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิงพัฒนาขึ้นเพื่อใช้สนับสนุนการตัดสินใจลงทุนซื้อขายเงินตราระหว่างประเทศ โดยประกอบด้วย 3 ระบบหลัก คือ ระบบผู้ใช้งาน, ระบบสร้างโมเดล, ระบบการประเมินผลตอบแทน และแนะนำการลงทุน

ระบบนี้ พัฒนาด้วยภาษา Python, HTML, CSS ระบบจัดการสาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศทางธุรกิจ ลายมือชื่อนิสิต .....  
ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 6181544126 : MAJOR INFORMATION TECHNOLOGY IN BUSINESS

KEYWORD:

Wat Wattanagaroon : FOREX TRADING DECISION SUPPORT SYSTEM USING REINFORCEMENT LEARNING TECHNIQUE. Advisor: Asst. Prof. JANJAO MONGKOLNAVIN, Ph.D.

Nowadays, everyone is concerned with their single source of income. Therefore, one often seeks for additional income sources such as finding the second job or becoming online and offline merchant. One of the approaches is to invest. An investment is an activity that an individual commits money to a financial instrument such as a stock or bond and expects its return in later period of time with a belief that the return would overcome inflation rate and incurred risk. In the other hand, an investment is a form of saving which has a trade-off between additional return and incurred risk. Thus, an investment decision has to be made carefully based on well rounded information so that the investment could achieve the expect return with acceptable incurred risk.

Recently, machine learning has received a lot of attention from both technology and investment companies. Machine learning techniques such as supervised, unsupervised, and reinforcement learning have been increasingly adopted to develop models to predict price movement or support investment decisions.

Forex Trading Decision Support System Using Reinforcement Learning Technique has been developed to support decision making in forex trading. There

Field of Study: Information Technology in Business Student's Signature .....

Academic Year: 2019

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษเรื่อง “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศ ด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเม้นท์เลิร์นนิง” ที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือ การให้คำแนะนำ และการสนับสนุนจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ดร. จันท์เจ้า มงคลนาวินอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขจุดบกพร่องต่างๆ จนโครงการนี้เสร็จสิ้นโดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ตลอดระยะเวลาในการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ทำให้สามารถนำความรู้ต่างๆ เหล่านั้น มาประยุกต์ใช้ประกอบการจัดทำโครงการพิเศษนี้

ขอขอบคุณครอบครัวอันเป็นที่รักของข้าพเจ้า พ่อ แม่ และสมาชิกในครอบครัวทุกท่านรวมไปถึงเพื่อนๆ ทุกคน สำหรับกำลังใจ และการสนับสนุนข้าพเจ้าอย่างดีเสมอมา

สุดท้ายนี้หากโครงการพิเศษนี้มีข้อผิดพลาดหรือบกพร่องประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้ และหวังว่าโครงการพิเศษนี้จะประโยชน์แก่ผู้สนใจต่อไป

วัฒน์ วัฒนการุณ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	3
1.3 ขอบเขตของโครงการ .....	3
1.4 วิธีการดำเนินงานโครงการ .....	4
1.4.1 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis).....	4
1.4.2 การออกแบบระบบ (System Design).....	4
1.4.3 การพัฒนาระบบ (System Development).....	5
1.4.4 การทดสอบระบบ (System Testing).....	5
1.4.5 การจัดทำคู่มือการใช้งาน (User Document).....	5
1.5 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2 แนวคิดและเหตุผล.....	7
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับรีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง .....	7
2.2 แนวคิด Q Learning.....	10

2.3 แนวคิด DQN (Deep Q-Network) .....	12
2.4 ความเชื่อมโยงของการตัดสินใจการซื้อขายใน Forex กับเทคนิค Reinforcement Learning .....	13
บทที่ 3 โครงสร้างขององค์กรและการดำเนินงาน .....	15
3.1 ประวัติองค์กร .....	15
3.2 โครงสร้างองค์กร.....	16
3.3 ลักษณะการดำเนินงานองค์กร.....	17
3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน .....	19
บทที่ 4 การพัฒนาระบบ .....	20
4.1 การวิเคราะห์ระบบ .....	20
4.2 การออกแบบระบบ .....	34
4.3 การออกแบบผลลัพธ์ (Output Design).....	36
4.4 การออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design).....	37
4.4.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง.....	37
4.5 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface Design).....	39
4.6 การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ .....	45
4.7 การติดตั้งและพัฒนาระบบ.....	45
4.8 ตารางเปรียบเทียบผลที่ได้จากการฝึกโมเดลด้วย hyperparameter ต่าง ๆ.....	47
บทที่ 5 บทสรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ .....	50
5.1 บทสรุป .....	50
5.2 ปัญหา.....	51
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	51
บรรณานุกรม.....	53



ภาคผนวก ก.....	56
พจนานุกรมข้อมูล.....	56
ภาคผนวก ข.....	59
เมนูการทำงานของระบบ.....	59
ภาคผนวก ค.....	66
ตัวอย่างรายงาน.....	66
ประวัติผู้เขียน.....	68



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1: เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	6
ตารางที่ 2: Use Case1 การเข้าใช้งานระบบ (Login).....	22
ตารางที่ 3: Use Case2 การออกจากระบบ (Logout).....	23
ตารางที่ 4: Use Case3 การสมัครระบบ (Register).....	23
ตารางที่ 5: Use Case4 Create Model.....	24
ตารางที่ 6: Use Case5 View Model History.....	25
ตารางที่ 7: Use Case6 Edit Model History.....	26
ตารางที่ 8: Use Case7 Delete Model.....	27
ตารางที่ 9: Use Case8 Run Test Model.....	27
ตารางที่ 10: Use Case9 Model Suggest.....	29
ตารางที่ 11: User Table.....	56
ตารางที่ 12: Model Table.....	56
ตารางที่ 13: Policy Table.....	57
ตารางที่ 14: Log Table.....	58

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1: Traditional Program VS Machine Learning .....	2
รูปที่ 2: Type of Machine Learning.....	2
รูปที่ 3: ตัวอย่างข้อมูลที่ดึงมาจาก Yahoo finance.....	5
รูปที่ 4: รอบการทำงานของ Reinforcement Learning.....	7
รูปที่ 5: สมการ value function .....	9
รูปที่ 6: สมการ optimal state-value function .....	10
รูปที่ 7: สมการ optimal action-value function .....	10
รูปที่ 8: ความสัมพันธ์ของแอกชันแวลูฟังก์ชัน $Q^*$ และสเตตแวลูฟังก์ชันที่เหมาะสม $V^*$ .....	10
รูปที่ 9: ตาราง Q Table.....	11
รูปที่ 10: สมการ Q-learning.....	11
รูปที่ 11: กระบวนการทำงานของ DQN.....	12
รูปที่ 12: โครงสร้างองค์กรของบริษัท.....	16
รูปที่ 13: Use Case Diagram.....	21
รูปที่ 14: Sequence Diagram 1 การใช้งานระบบ (Login).....	30
รูปที่ 15: Sequence Diagram 2 การออกจากระบบ (Logout).....	30
รูปที่ 16: Sequence Diagram 3 การสมัครระบบ (Register).....	31
รูปที่ 17: Sequence Diagram 4 การสร้าง Model.....	31
รูปที่ 18: Sequence Diagram 5 View model history.....	32
รูปที่ 19: Sequence Diagram 6 Edit model history .....	32
รูปที่ 20: Sequence Diagram 7 Delete model .....	33
รูปที่ 21: Sequence Diagram 8 Run test model .....	33

รูปที่ 22: Sequence Diagram 9 Model Suggest .....	34
รูปที่ 23: Design Model ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง .....	34
รูปที่ 24: Entities Relationship Diagram .....	35
รูปที่ 25: System Architecture .....	35
รูปที่ 26: การแสดงกราฟ.....	36
รูปที่ 27: การแสดงข้อมูล Logs.....	36
รูปที่ 28: สมัครงาน.....	37
รูปที่ 29: การกำหนดค่าสำหรับเทรนโมเดล.....	38
รูปที่ 30: การแสดงข้อมูล Logs.....	38
รูปที่ 31: การกำหนด Policy .....	39
รูปที่ 32: หน้าจอตัวอย่างการสมัครสมาชิก.....	39
รูปที่ 33: ตัวอย่างการ Sign In .....	40
รูปที่ 34: การสร้างโมเดล.....	40
รูปที่ 35: การกำหนดค่า Config และ การแสดง Logs.....	41
รูปที่ 36: ระบบดูโมเดลย้อนหลัง .....	41
รูปที่ 37: การแก้ไขโมเดล.....	42
รูปที่ 38: รายชื่อโมเดลที่สร้าง .....	43
รูปที่ 39: การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล .....	43
รูปที่ 40: การแนะนำการลงทุน .....	44
รูปที่ 41: การลบโมเดล.....	44
รูปที่ 42: การตั้งค่าระบบฐานข้อมูล.....	45
รูปที่ 43: การสร้างโมเดลสำหรับฐานข้อมูล .....	46
รูปที่ 44: ฐานข้อมูล SQLite .....	46

รูปที่ 45: คำสั่งในการรันระบบ API.....	47
รูปที่ 46: การรันระบบเว็บไซต์ .....	47
รูปที่ 47: Register .....	59
รูปที่ 48: Log in.....	59
รูปที่ 49: Create Model 1 .....	60
รูปที่ 50: Create Model 2.....	60
รูปที่ 51: View Model History .....	61
รูปที่ 52: View Model History .....	62
รูปที่ 53: Edit Model History 1 .....	62
รูปที่ 54: Edit Model History 2 .....	63
รูปที่ 55: Run Test Model 1 .....	63
รูปที่ 56: Run Test Model 2.....	64
รูปที่ 57: Model Suggest 1 .....	64
รูปที่ 58: Model Suggest 2.....	65
รูปที่ 59: Delete Model .....	65
รูปที่ 60: Logs .....	66
รูปที่ 61: Porfolio value VS Episode .....	67

## บทที่ 1

### บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ วิธีการดำเนินงานโครงการ เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ตลอดจนประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงการนี้

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

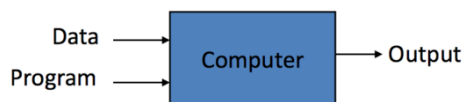
ในปัจจุบันผู้คนเริ่มมีความกังวลกับการมีรายได้ทางเดียว ทำให้คนเริ่มมีขนขวายหาหนทางสร้างรายได้ในรูปแบบอื่น นอกเหนือจากงานประจำ เช่น การหารายได้เสริม ขายของทั้งออนไลน์ และออฟไลน์ หรือสิ่งที่คุณมักจะพูดถึงคือการลงทุน การลงทุนคือการที่ใช้จ่ายเงินสดรูปแบบหนึ่งในปัจจุบัน โดยมุ่งหวังได้รับผลตอบแทนจากการใช้นั้นในอนาคต ซึ่งผู้ลงทุนเชื่อว่าเงินสดหรือผลตอบแทนส่วนเพิ่มที่จะได้รับคืนนั้น จะสามารถชดเชยระยะเวลา อัตราเงินเฟ้อ และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างคุ้มค่า หรืออาจกล่าวได้ในอีกมุมหนึ่งว่าการลงทุนหมายถึง การออมเพื่อให้ได้รับผลตอบแทนที่มากขึ้น ซึ่งจะต้องยอมรับความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน การตัดสินใจนำเงินออมมาลงทุนจึงต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ และศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี เพื่อให้ได้รับผลตอบแทนตามที่คาดหวังไว้และเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากการลงทุน

ในตลาดการเงินปัจจุบัน มีทางเลือกสำหรับการลงทุน ให้เลือกมากมาย ทั้งสินทรัพย์ทางการเงิน (Financial Assets) ประเภทพันธบัตร หุ้นกู้ หุ้นทุน และกองทุนรวมประเภทต่าง ๆ หรือสินทรัพย์ที่จับต้องได้ (Tangible Assets) เช่น ทองคำ ที่ดิน อาคาร เพชรนิลจินดา เครื่องประดับ การมีความรู้ความเข้าใจในสินทรัพย์ที่จะลงทุนจึงมีความสำคัญมาก การลงทุนโดยขาดความรู้ หรือไม่เข้าใจในเรื่องความเสี่ยงและทางเลือกในการลงทุนดีที่พอ ถือเป็นการลงทุนที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด ความเสี่ยงอาจจะเกิดได้จากตัวผู้ลงทุนเอง (Human Risk – It's me) เช่น สภาพร่างกายไม่สมบูรณ์, สติสัมปชัญญะที่ทำให้เกิด Human error ในการซื้อขาย การขาดความรู้ความเข้าใจในหลักการหรือระบบการลงทุนที่ใช้ หรือสภาพจิตใจและทัศนคติที่เป็นอุปสรรคจากหลักการลงทุนที่ดี (Finnomena, 2559) มนุษย์มีความสามารถในการตัดสินใจกรณีที่มีทางเลือกหลากหลายได้ไม่ค่อยดี เพราะไม่สามารถประเมินข้อมูลที่ใช้ประกอบการตัดสินใจเป็นปริมาณมาก ๆ

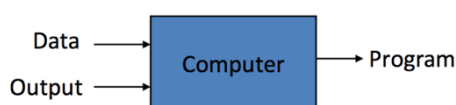
ในปัจจุบันกล่าวได้ว่า AI และ Machine Learning เป็นเทคนิคที่ได้รับการกล่าวถึงเป็นอย่างมากโดยที่ Machine Learning เป็นการสอนให้ระบบคอมพิวเตอร์ทำการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยการใช้ข้อมูลที่มีอยู่โดยเริ่มต้นจากการเขียนโปรแกรมโดยนำเทคนิคที่ทำให้อัลกอริทึมสามารถทำงานและ

เรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง เข้าใจข้อมูลและตัดสินใจวิธีการทำงาน จะไม่ได้ใช้การนำ Input ผ่าน Program แล้วหา Output เหมือนโปรแกรมทั่ว ๆ ไปแต่เป็นการใช้ Input และ Output เพื่อทำให้ได้ Program ที่สามารถหา Output ที่ใกล้เคียงที่สุด

### Traditional Programming

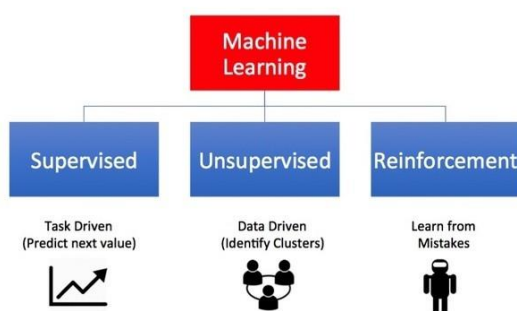


### Machine Learning



รูปที่ 1: Traditional Program VS Machine Learning

### Types of Machine Learning



รูปที่ 2: Type of Machine Learning

Machine Learning Algorithm แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. Supervised Learning คือการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลมาสอนโปรแกรม หรือที่เรียกว่า ต้องมีการ เทรนโมเดล เช่น ต้องการให้โปรแกรมจำแนกระหว่างภาพสุนัขและภาพแมว ก็จะใส่ภาพ สุนัขหลากหลายชนิดเข้าไปและบอกโปรแกรมว่านี่คือสุนัข ทำเช่นเดียวกับแมวจากนั้นเครื่องก็จะ เรียนรู้ลักษณะโครงสร้างและสร้างโมเดลที่ใช้จำแนกขึ้นมา หลังจากนั้นเมื่อต้องการคำตอบก็จะ สามารถนำภาพใส่เข้าไปและให้โมเดลบอกว่าภาพที่ได้รับคือภาพสุนัขหรือแมว (towardsdatascience, 2559)

2. Unsupervised Learning คือการเรียนรู้ที่ไม่มีการสอน โปรแกรมจะทำการจำแนกหรือ แยกแยะคำตอบ เพื่อให้สามารถพบกลุ่มของข้อมูล เช่น การทำ Clustering

3. Reinforcement Learning คือการเรียนรู้จากความผิดพลาดที่เกิดขึ้นนำมาพัฒนาโมเดลตัวเองให้ดียิ่งขึ้นโดยจะมีการได้รับ Reward หรือคำนวณทางเลือกของการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อม โดยองค์ประกอบที่แตกต่างระหว่าง Reinforcement Learning กับ Supervised Learning คือ Time Series โดยที่ใน Reinforcement Learning การตัดสินใจที่เกิดขึ้น ณ ช่วงเวลาหนึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลของการตัดสินใจที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งแตกต่างกับการทำงานของ Supervise Learning เพราะเป็นการตัดสินใจครั้งหนึ่ง ๆ เพียงเท่านั้น

ดังนั้นการลงทุนหลาย ๆ ประเภทเช่น การลงทุนในตลาดหลักทรัพย์หรือการลงทุนใน Forex เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ (ซื้อ, ขาย, รอ) ที่มีความต่อเนื่องและการตัดสินใจแต่ละครั้งส่งผลกระทบต่อ การตัดสินใจในครั้งต่อ ๆ ไป ซึ่งเป็นลักษณะปัญหาที่เหมาะสมกับการประยุกต์เทคนิค Reinforcement Learning จึงเป็นที่มาของการพัฒนาโครงการ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิคครีอินฟอร์สเม้นท์เลิร์นนิ่ง (Forex Trading Decision Support System Using Reinforcement Learning Technique) การแนะนำการลงทุนให้กับผู้ลงทุน โดยใช้ ข้อมูลอดีตในการให้คำแนะนำ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิคครีอินฟอร์สเม้นท์ เลิร์นนิ่ง” ได้จัดทำขึ้นโดยมี วัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อสร้าง Model สนับสนุนการตัดสินใจลงทุน
2. เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิค Reinforcement Learning ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายใน Forex

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

โครงการ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิคครีอินฟอร์สเม้นท์ เลิร์นนิ่ง” เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล โดยข้อมูลที่นำมาใช้นั้นเป็นข้อมูลที่เรียกใช้มาจาก API ของ Yahoo finance ซึ่งจะมีข้อมูลของราคาหุ้น ทองคำ น้ำมัน บิทคอย รวมถึงอัตราแลกเปลี่ยนเงิน โดยขอบเขตของโครงการดังนี้

1. เป็นการศึกษาจากข้อมูลจริงของราคาสินทรัพย์ต่าง ๆ จาก yahoo finance ซึ่งข้อมูลที่นำมา วิเคราะห์นั้นจะเป็นข้อมูลรายวัน



2. ผู้ใช้ระบบ สามารถทำการเทรนโมเดลผ่านเว็บโดยที่สามารถกำหนดค่า Hyper parameter ต่าง ๆ เช่น

1.  $\gamma$ (Gamma) หรือค่าที่เป็น Discount factor สำหรับการให้ความสำคัญของ Reward ในอนาคต gamma มีค่าระหว่าง 0 - 1 ถ้าค่า gamma มีค่าใกล้ 1 แปลว่าเราให้ความสำคัญกับ reward ในแบบ long term และหากถ้า gamma มีค่าน้อยใกล้ 0 แปลว่าเราสนใจ reward ในแบบ short term
  2. Epoch คือจำนวนรอบในการเรียนรู้ข้อมูลใน Training set
  3. Epsilon คือเป็นตัวเลขระหว่าง 0-1 หากมีค่าเท่ากับ 1 จะหมายความว่า explore 100% โดยทำการสุ่มทางเลือกกว่าจะทำการ Buy, Sell หรือ Hold หากมีค่าเป็น 0 คือให้โมเดลเลือก Exploit
  4. Epsilon decay คือค่าที่เป็น Discount factor สำหรับ Epsilon
3. ผู้ใช้ระบบสามารถประเมินประสิทธิภาพโมเดลบนช่วงข้อมูลที่สนใจว่าหากนำ Model มาใช้จะได้ผลกำไรหรือขาดทุนเท่าไร

#### 1.4 วิธีการดำเนินงานโครงการ

โครงการ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเม้นท์เลิร์นนิง” มีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

##### 1.4.1 การวิเคราะห์ระบบ (System Analysis)

1. ทำการศึกษาขั้นตอนการทำงานระบบงานของธุรกิจ รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และความต้องการของผู้บริหารและผู้ใช้งาน จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารโดยตรงหรือหัวหน้างานที่เกี่ยวข้อง
2. สรุปความต้องการ พร้อมทั้งกำหนดขอบเขตของโครงการของระบบที่จะพัฒนา
3. ศึกษาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบ เพื่อให้สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

##### 1.4.2 การออกแบบระบบ (System Design)

1. ออกแบบกระบวนการทำงานของระบบ ทั้งฝั่งด้านเว็บไซต์และด้านระบบเบื้องหลังที่ Run Reinforcement Learning

2. ออกแบบหน้าเว็บไซต์ และออกแบบการเชื่อมต่อระหว่างฝั่งหน้าเว็บและ Backend

3. ออกแบบการดึง แปลง ข้อมูลจาก Yahoo API โดยที่เราจะทำการเลือกตัวแปรที่เราสนใจเอามาใช้ในการวิเคราะห์ เช่น ตัวแปรที่น่าสนใจคือราคาที่เป็น Open หรือ Close

Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
2018-12-31	32.521000	32.570000	32.285000	32.523998	32.523998	0
2019-01-01	32.270000	32.349998	32.062000	32.212002	32.212002	0
2019-01-02	32.340000	32.424999	32.202999	32.333000	32.333000	0
2019-01-03	32.290001	32.327000	32.015999	32.270000	32.270000	0
2019-01-04	32.175999	32.181000	31.979000	32.175999	32.175999	0
2019-01-07	31.951000	32.028000	31.843000	31.930000	31.930000	0

รูปที่ 3: ตัวอย่างข้อมูลที่ดึงมาจาก Yahoo finance

#### 1.4.3 การพัฒนาระบบ (System Development)

1. พัฒนาระบบด้าน Reinforcement Learning ที่เป็นตัวทำการ Train Model
2. พัฒนาระบบด้าน API ในการเชื่อมระหว่างการสร้าง Model กับ Website
3. พัฒนาระบบด้าน Website เพื่อเป็นหน้า UI ในการใช้งาน

#### 1.4.4 การทดสอบระบบ (System Testing)

1. จัดทำ Test case เพื่อทดสอบระบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (UI)
2. ตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของระบบและสรุปข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น
3. ปรับปรุงและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้มีความสมบูรณ์

#### 1.4.5 การจัดทำคู่มือการใช้งาน (User Document)

จัดทำคู่มือสำหรับการใช้งาน (User Manual) จะเป็นเอกสารที่บอกถึงขั้นตอนการใช้งานของระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจในการใช้งานได้อย่างถูกต้อง โดยจะนำเสนอในรูปแบบของหน้าจอแสดงผลพร้อมคำอธิบายประกอบรูปภาพ

## 1.5 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบสำหรับโครงการ “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอर्समेंท์เลิร์นนิง” โดยมีรายละเอียดของเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ดังนี้

ตารางที่ 1: เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ด้าน Software:	
ระบบปฏิบัติการ	MacOS Catalina เวอร์ชัน 10.15.1
ระบบจัดการฐานข้อมูล	SQL lite
เครื่องมือที่ใช้ในออกแบบระบบ	Draw.io
เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	Jupyter Notebook, Sublime Text
ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	Python, Html, CSS
ด้าน Hardware:	
หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)	Intel® Core™ i5-3230M CPU @ 2.30GHz
หน่วยความจำ (Memory)	8GB
หน่วยเก็บข้อมูล (Storage)	256GB SSD

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการพัฒนา “ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอर्समेंท์เลิร์นนิง” มีดังต่อไปนี้

1. สามารถใช้ตัวแบบที่สร้างขึ้นเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจในการซื้อขายในตลาด Forex
2. สามารถนำไปต่อยอดทำระบบซื้อขายอัตโนมัติ
3. เป็นตัวอย่างของการนำเทคนิค Reinforcement Learning มาประยุกต์ใช้ในเชิงธุรกิจ

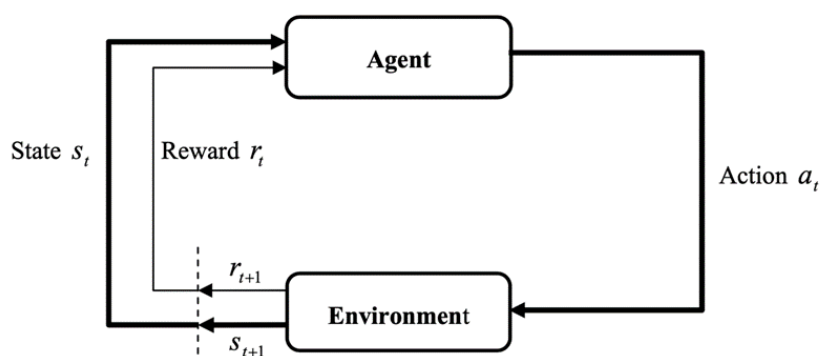
## บทที่ 2

### แนวคิดและเหตุผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดต่างๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศ ด้วยเทคนิครีอินฟอร์สमेंท์เลิร์นนิง

#### 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับรีอินฟอร์สमेंท์เลิร์นนิง

Reinforcement Learning หรือ RL คือการเรียนรู้จากจุดมุ่งหมายโดยตรงแล้วจึงตัดสินใจในการกระทำทำให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายนั้นโดยตัดสินใจจากสถานะแวดล้อม (environment) ในลักษณะของ สถานะ (state) การกระทำ (action) และผลรางวัล (reward) เพื่อที่จะคำนวณผลรางวัลของแต่ละ Action บนสถานะปัจจุบัน (current state) ซึ่งจะนำไปสู่การเลือก Action ต่อไปหรือเป็นการเรียนรู้เพื่อที่จะกระทำการตัดสินใจว่า ด้วยข้อมูลสถานะแวดล้อมในปัจจุบัน แล้วหากอ้างอิงจากข้อมูลผลการตัดสินใจที่ผ่านมาและผลรางวัลที่จะได้รับแล้ว ควรจะเลือก Action ใดต่อไปเพื่อที่จะก่อให้เกิด Reward ที่ดีที่สุด



รูปที่ 4: รอบการทำงานของ Reinforcement Learning

โดยเริ่มจากเมื่อตัวกระทำการตัดสินใจของระบบ (agent) ได้รับ State และ Reward ที่เกิดขึ้น Agent จะทำการตัดสินใจที่จะเลือก Action อย่างไม่อย่างหนึ่ง จากนั้น Agent จะรับทราบถึงการเปลี่ยนไปของ State และ Reward ที่ได้รับกลับมา ระบบจะดำเนินไปและได้รับผลรางวัลกลับมาอยู่โดยตลอด จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ว่าเมื่ออยู่ในสถานะใดควรต้องเลือกการกระทำใด จึงจะได้ผลรางวัลระยะยาวสูงสุด (long-term expect reward)

- Reward  $r_t$  คือ ผลรางวัลในระยะยาวที่ได้จากการเลือกการกระทำ ณ เวลา  $t$
- State  $s_t$  คือ สถานะของระบบ ณ เวลา  $t$

- Action  $a_t$  คือ การกระทำที่ตัวกระทำการตัดสินใจเลือกกระทำ ณ เวลา  $t$
- Reward  $r_{t+1}$  คือ ผลรางวัลที่ได้จากการกระทำในเวลา  $t+1$
- State  $s_{t+1}$  คือ สถานะของสิ่งแวดล้อมในเวลา  $t+1$

เมื่อ  $s$  (State) เป็นสถานะของสิ่งแวดล้อมและ  $S$  (State Space) เป็นเซตสถานะทั้งหมดที่เป็นไปได้ โดย  $s_t \in S$  และ  $A(s_t)$  เป็นเซตของการกระทำทั้งหมดที่เป็นไปได้ในแต่ละสถานะ โดย  $a_t \in A(s_t)$  และ  $r_{t+1} \in \mathcal{R}$  (long term reward) เมื่อ  $t$  คือเวลาในแต่ละขั้นโดย  $t = 0, 1, 2, 3, \dots$

องค์ประกอบของวิธี Reinforcement Learning โดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้ (Sutton, and Barto, 2018)

1. นโยบาย (policy) คือตัวกำหนดแนวทางของการเรียนรู้ และการตัดสินใจในการเลือก Action ต่อไป เพื่อให้ได้ Reward (ผลรางวัล) เฉลี่ยในระยะยาวที่สูงสุด ถ้าให้ Policy แทนด้วย  $\pi$  ที่ได้มาจากการหาค่าสูงสุดของผลเฉลี่ยรางวัลสะสมที่เรียกว่า Q-Value แทนด้วย  $Q(s, a)$  เพื่อนำไปใช้เป็นฟังก์ชันในการเลือกการกระทำดังสมการ

$$\pi(s) = \operatorname{argmax} Q(s, a)$$

2. ฟังก์ชันรางวัล (reward function) คือฟังก์ชันที่ใช้คำนวณผลรางวัลในระยะยาวของระบบที่ได้ดำเนินอยู่ ณ ขณะนั้น โดยผลรางวัลนี้จะเกิดจากการตัดสินใจในการเลือก Action เมื่อระบบอยู่ใน State ต่าง ๆ โดยหากเป็นการตัดสินใจที่ถูกต้องจะได้ Reward (ผลรางวัล) ในระดับที่สูง แต่หากเป็นการตัดสินใจที่ถูกต้องน้อยกว่าหรือเป็นการตัดสินใจที่ผิดจะได้รับผลรางวัลในระดับที่ต่ำกว่าลดหลั่นลงมา ซึ่งผลรางวัลนี้จะเป็นตัวแสดงถึงความสามารถของตัวตัดสินใจว่าสามารถทำการตัดสินใจได้ดีหรือไม่ในช่วงเวลานั้น จุดมุ่งหมายหลักของการแก้ปัญหาด้วยวิธี Reinforcement Learning คือ ต้องการการเรียนรู้เพื่อให้ได้ Policy ในการตัดสินใจที่ส่งผลให้ได้ผลรางวัลในระยะยาวที่สูงที่สุด ซึ่งจะแสดงถึงการตัดสินใจที่ดีของวิธี Reinforcement Learning หากพิจารณาผลรางวัลที่เกิดขึ้นภายหลังช่วงเวลา  $t$  กำหนดเป็น  $g$  คือ reward function)

$$g(s_t, a_t) + g(s_{t+1}, a_{t+1}) + g(s_{t+2}, a_{t+2}) + g(s_{t+3}, a_{t+3}) + \dots$$

เมื่อผลรวมของผลรางวัลในระยะยาวแทนด้วย  $R_t$  จะได้ค่าผลรวมของผลรางวัลที่เกิดขึ้นตั้งแต่เวลา  $t$  จนถึงเวลา  $T$  ซึ่งวิธี Reinforcement Learning มีเป้าหมายต้องการที่

จะให้ได้  $R_t$  (ผลรวมของรางวัล) ที่สูงที่สุด โดยมี  $R_t$  เป็นผลรวมของรางวัลตั้งแต่ช่วงเวลา  $t$  จนถึง  $T$

$$R_t = g(s_t, a_t) + g(s_{t+1}, a_{t+1}) + g(s_{t+2}, a_{t+2}) + \dots + g(s_{T-1}, a_{T-1})$$

3. แวลูฟังก์ชัน (value function) คือฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณหาผลรางวัลในระยะยาวที่คาดว่าจะได้รับหากเลือกการกระทำนั้น ๆ ภายใต้ Policy (นโยบาย) เดียวกันในการจำลอง Action ซึ่งตัว Agent จะใช้ผล Reward (รางวัล) ในการตัดสินใจเลือก Action ในลำดับถัดไป โดยถ้า ให้นโยบาย  $\pi$  เป็นนโยบายที่ทำการเชื่อมโยงระหว่างสถานะ  $s$  โดย  $s \in S$  และการกระทำ  $a$  โดย  $a \in A(s)$  และดำเนินไปภายใต้นโยบาย  $\pi$  นี้ ดังสมการ

$$V^\pi(s) = E_\pi \{ R_t | s_t = s \} = E_\pi \left\{ \sum_{k=0}^{\infty} \gamma^k r_{t+k+1} | s_t = s \right\}$$

รูปที่ 5: สมการ value function

เมื่อ  $E_\pi \{ \}$  จะเป็น Expected (ค่าคาดหวัง) เมื่อ Action (ตัวกระทำ) การตัดสินใจกระทำตามนโยบาย  $\pi$  และ  $\gamma$  (gamma) เป็น อัตราการลดทอน (discount rate) ที่มีค่าระหว่าง  $0 < \gamma < 1$  ถ้าค่า gamma มีค่ามาก แปลว่าเราให้ความสำคัญกับ reward ในแบบ long term และหากถ้า gamma มีค่าน้อย แปลว่าเราสนใจ reward ในแบบ short term

4. แบบจำลองของสภาวะแวดล้อม (model of environment) คือแบบจำลองของสิ่งแวดล้อมที่เราจะนำวิธี Reinforcement Learning เข้าไปประยุกต์ใช้ ซึ่งต้องมีความสามารถที่จะแสดงพฤติกรรมได้เหมือนกับสภาวะแวดล้อมจริงที่เราจะนำไปประยุกต์ใช้

การนำวิธี Reinforcement Learning มาใช้ในการแก้ปัญหา นั้น จะเป็นการหา Policy (นโยบาย) ที่จะก่อให้เกิดผล Reward (รางวัล) สะสมระยะยาวสูงที่สุด โดยจะทำการปรับปรุง Policy (นโยบาย) นี้ให้ดีขึ้นอยู่โดยตลอด ดังนั้นนโยบายใหม่จึงดีกว่าหรือเท่ากับนโยบายเดิม ซึ่งทำให้ได้นโยบาย อย่างน้อยหนึ่งนโยบายที่ดีกว่าหรือเท่ากับนโยบายอื่น ๆ ซึ่งเรียกว่านโยบายที่เหมาะสม (optimal policy) และเมื่อให้ระบบดำเนินไปตามนโยบายนี้ จะได้ (optimal state-value function) ซึ่งแทนด้วย  $V^*$  ดังสมการ

$$V^*(s) = \max_{\pi} V^{\pi}(s)$$

รูปที่ 6: สมการ optimal state-value function

เมื่อทุก ๆ  $s \in S$  และ  $a \in A(s)$

เมื่อให้ระบบดำเนินไปตามนโยบายที่เหมาะสมนี้ จะได้ action value function ที่เป็น action value function ที่เหมาะสม (optimal action-value function) ซึ่งแทนด้วย  $Q^*$  ดังสมการ

$$Q^*(s, a) = \max_{\pi} Q^{\pi}(s, a)$$

รูปที่ 7: สมการ optimal action-value function

เมื่อทุก ๆ  $s \in S$  และ  $a \in A(s)$

สำหรับในทุก ๆ คู่ของสถานะและการกระทำ (state-action pair)  $(s, a)$  จะ ได้ฟังก์ชันของ ค่าคาดหวังที่จะได้รับเมื่อเลือก Action (การกระทำ)  $a$  และสิ่งแวดล้อมอยู่ในสถานะ  $s$  และ ดำเนินไป ด้วยกฎควบคุมที่เหมาะสม จะได้ความสัมพันธ์ของแอกชันแวลูฟังก์ชันที่เหมาะสม  $Q^*$  และสเตตแวลูฟังก์ชันที่เหมาะสม  $V^*$

$$Q^*(s, a) = E\{r_{t+1} + \gamma V^*(s_{t+1}) | s_t = s, a_t = a\}$$

รูปที่ 8: ความสัมพันธ์ของแอกชันแวลูฟังก์ชัน  $Q^*$  และสเตตแวลูฟังก์ชันที่เหมาะสม  $V^*$

## 2.2 แนวคิด Q Learning

Q Learning คือ off policy reinforcement learning algorithm ที่จะหา Action ที่ดีที่สุดใน State ปัจจุบัน การที่กล่าวว่าเป็นการกระทำแบบ off policy เพราะว่าการเลือก Action จะเป็นการเลือกที่นอกเหนือจาก policy ปัจจุบัน ดังนั้นจึงเหมือนเป็นการสุ่ม โดยที่ q-learning จะทำการเรียนรู้ policy ที่ทำให้ได้ Reward สูงที่สุด

ซึ่งนำเอาสมการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า Bellman Equation มาช่วย

$$Q^*(s, a) = r + \gamma \max_{a'} (Q^*(s', a'))$$

การทำงานของ Q คือจะทำการสร้างตารางขึ้นมาชื่อว่า Q-Table ตารางที่มีขนาดเท่ากับจำนวน n แถว ( n = จำนวน state ที่เป็นไปได้ ) และ m หลัก ( m = จำนวน action ที่เป็นไปได้ ) ซึ่งเราจะให้ค่าทั้งหมด เป็น 0 (medium, 2561)

	Actions			
States	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	■	■	■	
	0	0	0	0

รูปที่ 9: ตาราง Q Table

หลังจากนั้น การเลือกสุ่ม Action จะใช้หลักการ Epsilon greedy เข้ามาซึ่งจะช่วยบอกว่า เราควรตัดสินใจเลือกระหว่าง การค้นหารูปแบบใหม่ (explore) หรือจะเลือกทำแบบที่คิดว่าดีอยู่แล้ว (exploit) โดยทั่วไปค่าของ epsilon จะถูกกำหนดให้อยู่ในช่วง 0-1 โดย 1 หมายถึง ให้ explore 100% และยังมีค่าน้อยลงก็หมายถึง explore ให้น้อยลง

หลังจากเลือกแล้วว่าจะทำ action ใดใน state หนึ่ง ๆ action นั้นจะถูกนำไปใช้กับ environment ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ว่า state ( $s'$ ) ต่อไปคือ State ใดและเกิด reward ( $r$ ) ขึ้นเท่าใดแล้ว อัปเดตค่าใน Q table จากสมการ (Sutton, and Barto, 2018)

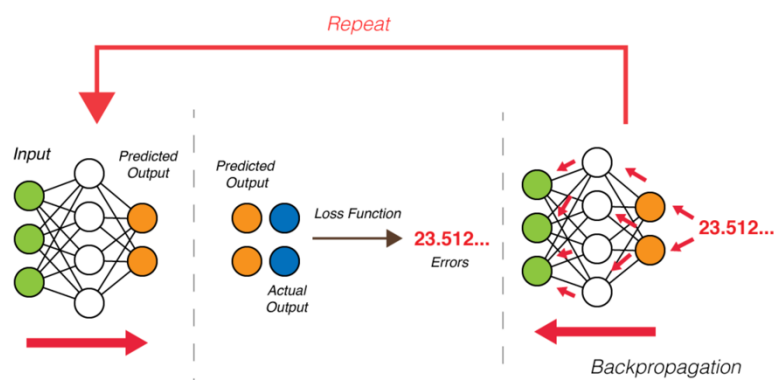
$$\underbrace{NewQ(s, a)}_{\text{New Q value for that state and that action}} = \underbrace{Q(s, a)}_{\text{Current Q value}} + \underbrace{\alpha}_{\text{Learning Rate}} [\underbrace{R(s, a)}_{\text{Reward for taking that action at that state}} + \underbrace{\gamma}_{\text{Discount rate}} \underbrace{\max_{a'} Q'(s', a')}_{\text{Maximum expected future reward given the new } s' \text{ and all possible actions at that new state}} - Q(s, a)]$$

รูปที่ 10: สมการ Q-learning



### 2.3 แนวคิด DQN (Deep Q-Network)

DQN เป็นกระบวนการที่เรานำ Q Learning มาต่อยอดโดยการที่เรานำ Neural Network มาใช้งาน โดยทั่วไป DQN จะทำงานโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน



รูปที่ 11: กระบวนการทำงานของ DQN

ที่มา: <https://medium.com/kosate/alphago-zero-ตัวใหม่-เรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างไร-โดยไม่ใช้ข้อมูลจากมนุษย์เลยแม้แต่เศษเสี้ยว-9d6e5c059e7d>

- Feed forward ตัว Neural Network โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย Input Layer ที่รับข้อมูล Input เข้ามาในตัว Neural Network แล้วก็ผ่านการคูณและการยกกำลังในทางคณิตศาสตร์โดยจะมี Hidden Layer ที่มี Node ต่าง ๆ อยู่ข้างในที่เชื่อมกับ Input เพื่อคำนวณตัวเลข ดังนั้นหน้าที่ของ Neural Network คือรับ Input เข้ามาที่ Input Layer แล้วคำนวณใน Hidden Layer ก่อนจะออกมาเป็น Predicted Output ใน Output Layer แต่ Predicted Output ในตอนที่เริ่ม Train แรก ๆ นั้นตัว Neural Network ยังไม่ทำนายได้อย่างแม่นยำเนื่องจากยังไม่ได้เรียนรู้ Weight ที่เหมาะสม
- Loss เป็นฟังก์ชันที่ใช้ทำนายความผิดพลาดระหว่าง Output ที่คำนวณออกมากับ Output จริงซึ่งก็คือ Predicted Output กับ Actual Output โดยเราจะหาความผิดพลาดทั้ง 2 ค่าผ่าน Loss Function ได้ออกมาเป็น Error เลขตัวเดียวที่บอกว่า Predicted Output กับ Actual Output คลาดเคลื่อนไปเท่าไร
- Backpropagation ตัวเลข Error นี้จะถูกส่งผ่านเข้าไปใน Neural Network อีกครั้ง แต่จะเป็นกระบวนการย้อนกลับ เพื่อไปปรับ Weight ใน Neural Network ให้ทำนายได้ถูกต้อง

แม่นยำขึ้น จาก Error ที่ส่งกลับไป โดยใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ Differentiate เพื่อให้ปรับ Weight เพื่อให้ได้ Error ที่น้อยลงไปเรื่อย ๆ หรือที่เรียกว่า Backpropagation

การทำงานของ DQN นั้นส่วนของ Q-Table จะไม่ได้มองเป็นตารางแต่จะมองว่า Q-Table คือ Neural Network ที่รับ Input เป็น State, Action และ Output ออกมาเป็นค่า Q-value โดยที่ไม่จำเป็นต้องกำหนดจำนวน State ซึ่งเป็นข้อแตกต่างกับ Q learning ที่จำเป็นต้องกำหนดว่ามีจำนวนกี่ State ที่เป็นไปได้ ดังนั้นด้วยข้อได้เปรียบนี้ทำให้ DQN สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ

## 2.4 ความเชื่อมโยงของการตัดสินใจการซื้อขายใน Forex กับเทคนิค Reinforcement Learning

ในปัจจุบันทุก ๆ วันของการลงทุนมีผู้ลงทุนทำการซื้อขายแลกเปลี่ยนค่าเงิน หรือ หุ้น และอื่น ๆ การที่ผู้ลงทุนจะเลือกการกระทำ ( Action ) ว่า จะทำการ Buy, Sell, Hold ทุกการกระทำที่ผู้ลงทุนเลือกคือต้องการที่ทำให้ผลกำไรที่ได้รับมากที่สุดโดยที่ต้องดูตัวแปรหรือปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลาดลงทุน

การกระทำของผู้ลงทุนนั้นก็ไม่ต่างกับการทำงานของระบบ Reinforcement Learning เพราะผู้ลงทุนเปรียบเสมือนกับ Agent โดยที่ Agent ต้องตัดสินใจในแต่ละ State โดยการเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ เช่น จำนวนหุ้นที่ถืออยู่ ราคาในวันปัจจุบัน จำนวนเงินสดที่สามารถนำไปลงทุน Agent จะเลือก Action ในแต่ละ State ที่ทำให้ได้รับ Reward สูงสุดโดยที่ Reward นั้นก็เปรียบได้กับกำไรที่ผู้ลงทุนได้รับ การที่ให้ระบบช่วยทำการวิเคราะห์สามารถช่วยให้เราตัดอารมณ์หรือ Bias ที่เกิดขึ้นในระหว่างการลงทุนได้ โดยกระบวนการลงทุนสามารถนำมาเทียบกับกระบวนการทำงานของ Reinforcement Learning ได้ดังนี้

- State เปรียบเสมือนสถานะปัจจุบันของ Environment เช่น ราคาหุ้น ณ ขณะนี้, จำนวนเงินสดที่ถือครอง, จำนวนเงินในแต่ละ Currency ที่ถือครอง
- Agent จะทำการเลือก Action โดยดูจาก State ของสภาพแวดล้อม โดยการทำงานเลือก Action ของ Agent เปรียบเสมือนนักลงทุน
- Rewards คือผลลัพธ์ที่ได้รับจากการเลือก Action และส่งผลกับ Environment อย่างไร ในการลงทุนจะมองที่ผลกำไรเป็น Rewards

- Action คือการเลือกกระทำเปรียบเสมือนผู้ลงทุนจะเลือกคือ Buy, Sell หรือ Hold
- Experience Replay เป็นสิ่งที่เรามาปรับกระบวนการทำงานของ DQN เป็นกระบวนการที่จะทำให้กระบวนการจดจำข้อมูลในอดีตได้ดีขึ้น และลดการเกิด correlation ระหว่าง Experience โดยใช้กระบวนการที่มี Replay Buffer



### บทที่ 3

#### โครงสร้างขององค์กรและการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงประวัติองค์กรที่นำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศ ด้วยเทคนิครีอินฟอร์สमेंท์เลิร์นนิง โครงสร้างองค์กร ส่วนงานที่เกี่ยวข้อง ลักษณะการดำเนินงาน รวมถึงปัญหาต่าง ๆ ในองค์กร

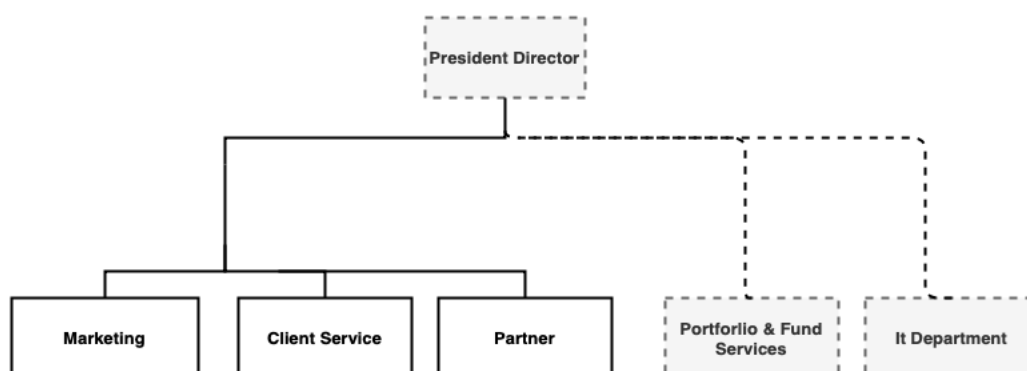
#### 3.1 ประวัติองค์กร

บริษัทที่นำมาเป็นต้นแบบในการพัฒนาโครงการพิเศษนี้ ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการให้บริการลงทุนใน Forex หรือ FX ย่อมาจาก Foreign Exchange หมายถึงการซื้อขายสกุลเงินหนึ่งกับอีกสกุลเงินหนึ่ง Forex เป็นตลาดการเงินที่มีการเคลื่อนไหวมากที่สุดตลาดหนึ่งของโลก เนื่องจากบริษัท รัฐบาล และบุคคลได้เข้ามามีส่วนร่วมในการเทรด Forex เช่น เมื่อมีการเดินทางไปต่างประเทศและแลกเปลี่ยนสกุลเงินบ้านเกิดกับสกุลเงินท้องถิ่น ซึ่งหมายความว่าทุกคนได้เข้าร่วมในตลาดสกุลเงินระดับโลก อัตราแลกเปลี่ยนระหว่าง 2 สกุลเงิน จะขึ้นหรือลงขึ้นอยู่กับอุปสงค์ของทั้ง 2 สกุลเงิน ปัจจุบันบริษัทได้ทำการให้ลูกค้าสมัครเป็นสมาชิก ทำการฝากเงิน และผูกบัญชีกับระบบ และให้ระบบดำเนินการซื้อขายสกุลเงินของเราตามที่ได้ตั้งค่าเอาไว้

บริษัทต้นแบบได้ดำเนินงานธุรกิจเกี่ยวกับแลกเปลี่ยนเงินตราระหว่างประเทศ โดยมีบริการด้าน EA หรือเรียกว่า Expert Advisors และด้าน Carry Trade โดยลูกค้าสามารถเลือกการลงทุนในมุมมองด้านความเสี่ยงหรือวิธีการในการลงทุน โดยบริษัทต้นแบบจะให้คำแนะนำในการลงทุนหรือเสนอวิธีการที่เหมาะสมตามความเสี่ยงที่ผู้ลงทุนสามารถยอมรับได้

ณ ตอนนี้มีบริษัทเปิดให้ผู้ใช้งานลงทุนแบบนี้ค่อนข้างมาก โดยแตกต่างกันที่ความน่าเชื่อถือและระบบการทำงานของแต่ละบริษัท บริษัทต้นแบบจึงต้องหาจุดเด่นและสร้างความน่าเชื่อถือให้กับลูกค้า โดยมีการพัฒนาระบบหรืออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน

### 3.2 โครงสร้างองค์กร



 ฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับโครงการพิเศษที่พัฒนา

รูปที่ 12: โครงสร้างองค์กรของบริษัท

โครงสร้างองค์กรของบริษัทต้นแบบ President Director เป็นผู้มีอำนาจหน้าที่ในการตัดสินใจ และ ควบคุมดูแลการดำเนินงานต่าง ๆ ของบริษัทให้เป็นไปตามเป้าหมาย โดยแบ่งฝ่ายออกเป็นทั้งหมด 5 ฝ่ายงาน ดังต่อไปนี้

#### 1. กลุ่มงานด้าน Marketing

มีหน้าที่ในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ ให้ความรู้และความเข้าใจ ชักจูงให้ลูกค้ามาทำการเปิดพอร์ตและดำเนินการลงทุนกับบริษัท

#### 2. กลุ่มงานด้าน Client Service

มีหน้าที่ในการคอยช่วยเหลือลูกค้าในการใช้งาน หรือตั้งค่าการใช้งาน หรือติดตั้ง EA อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการเปิดพอร์ต Forex

#### 3. กลุ่มงานด้าน Partner

มีหน้าที่ในการติดต่อกับบริษัท Broker Forex ว่าสามารถให้สิทธิประโยชน์หรือข้อเสนอในการดำเนินธุรกิจเท่าใด และติดต่อกับผู้พัฒนา EA ว่าหากนำระบบมาใช้ จะต้องแบ่งสัดส่วนกำไรในรูปแบบใด

#### 4. กลุ่มงานด้าน Portfolio & Fund Service

ดูแลการทำงานของ EA และดูแลเงินของลูกค้าในการเลือกคู่ค่าเงินสำหรับการทำ Carry Trade ว่าควรเลือกค่าเงินคู่ไหนที่ให้ผลตอบแทนดีที่สุด

## 5. กลุ่มงานด้าน It Department

ดูแลการทำงานของ Server ให้การทำงานของระบบ EA ถูกต้องและแก้ไขปัญหาทางด้านระบบ IT และดูแลความปลอดภัยของระบบให้บริการ

### 3.3 ลักษณะการดำเนินงานองค์กร

บริษัทต้นแบบนั้นมีการเป็น Partner กับทางฝั่ง Broker ที่ให้ทำการเทรด Forex และผู้พัฒนา EA โดยที่มีระบบ Auto trade Forex หรือ EA ซึ่งมีความหมายในตลาด Forex คือ โปรแกรมเทรดค่าเงินอัตโนมัติซึ่งเทรดเดอร์ หรือผู้ลงทุนในตลาด Forex อาจจะเรียกว่า Robot, Bot Forex, Ai Forex, EA Forex ซึ่งคำเหล่านี้มีความหมายเดียวกันก็คือ โปรแกรมเทรดค่าเงินอัตโนมัติ โดยให้บริการให้ลูกค้าสามารถรัน EA ผ่าน cloud server โดยลูกค้าสามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้ระบบ EA ตัวไหนซึ่งจะมีระบบ EA ที่มีหลักการทำงานที่แตกต่างกันให้ลูกค้าเลือก

รายได้จากการดำเนินการนั้นจะมีการได้รับเงินเป็นค่า Introducing Broker (IB) จาก Broker ซึ่งสามารถได้รับเงินจากหลากหลายแหล่ง ดังนี้

1. Commissions เป็นผลตอบแทนในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ จากการเทรดของคนที่ได้รับชักชวนให้สมัครเทรดกับโบรกเกอร์ forex ผ่าน IB โดยผู้ชักชวนจะได้รับทั้งเปอร์เซ็นต์ จากการสมัครและเปอร์เซ็นต์ จากทุก ๆ ยอดเทรดอีกด้วย ถือเป็นอีกหนึ่งช่องทางในการได้เงินเพิ่มจากการเทรด forex เช่นมีลูกค้าทำการเทรดเป็นจำนวน 1 Lot (Standard Lot Size โดยทั่วไปมีค่าเท่ากับ 100,000 units) โดยทาง Broker จะให้ทาง IB เป็นส่วนแบ่งจำนวน 8 USD ซึ่งทาง Broker สามารถได้ค่า Spread จากลูกค้าเหมือนเป็นค่าธรรมเนียมในการสั่งซื้อขายเช่นสั่งซื้อ EUR/USD เป็นจำนวน 1 Lot จะมีค่า Spread 16 USD ซึ่งทาง Broker จะแบ่งเงินให้กับทาง IB เป็นจำนวน 8 USD ซึ่งตัวเลขนี้เป็นตัวเลขที่ IB และ Broker ตกลงกัน
2. ส่วนลดด้านค่าธรรมเนียมต่าง ๆ เช่น ค่าธรรมเนียมในการฝากถอนเข้าพอร์ต รอบละ 2.5% แต่เมื่อสมัครผ่าน IB ที่มีการตกลงกับทางฝั่ง Broker ทำให้ลดค่าธรรมเนียมในการฝากถอนเหลือ 1.5% หรืออาจเป็นการลดค่าสเปรดในการเทรดก็ได้ หรืออื่น ๆ ตามแต่เงื่อนไขของแต่ละโบรกเกอร์ การมีส่วนลดในค่าธรรมเนียมต่าง ๆ เป็นการจูงใจให้ลูกค้าเลือกที่จะสมัครผ่าน IB ของบริษัทต้นแบบเป็นการส่งเสริมการตลาดให้กับทางบริษัทด้วย

เมื่อบริษัทต้นแบบได้รับเงินจากโบรกเกอร์ จะทำการแบ่งให้กับเจ้าของ EA ซึ่งลูกค้าได้นำมาใช้งาน อาจแบ่งเป็นอัตราส่วน 50:50 เช่นลูกค้าเลือกใช้ EA X ซื้อขายเป็นจำนวน 4 Lot ซึ่งทางบริษัทจะได้รับเงินจาก Broker เป็นจำนวน  $8 \times 4 = 32$  USD และนำมาแบ่งให้กับทาง EA เป็นจำนวน 16 USD จำนวนอัตราส่วนแบ่งกับทาง EA นั้นขึ้นอยู่กับความสามารถทางการต่อรองของแต่ละฝ่าย หากเป็น EA ที่มีผู้สนใจปริมาณมากอาจจะเป็นการแบ่งที่อัตราส่วน 30:70

อีกทั้งบริษัทต้นแบบยังมีรายได้อีกทางหนึ่งจาก Forex คือการทำ Carry Trade ซึ่งในตลาด Forex สกุลเงินที่เทรดนั้นได้รับการจับคู่ไว้แล้ว เช่น ถ้าทำการซื้อ GBP/USD หมายถึงลูกค้าได้ซื้อสกุลเงิน เงินปอนด์อังกฤษและทำการขายเงินดอลลาร์สหรัฐในเวลาเดียวกัน รวมถึงลูกค้าเสียดอกเบี้ยสกุลเงินที่ขาย และได้ผลกำไรจากดอกเบี้ยในสกุลเงินที่ลูกค้าซื้อ โดยความพิเศษในตลาด Forex ก็คือสามารถรับหรือเสียดอกเบี้ยได้ทุกวันในตลาดเปิดทำการซื้อขาย โดยหากมีการถือออเดอร์เอาไว้ข้ามคืนหรือเรียกว่าค่า Swap ซึ่งมีความหมายคือค่าผลต่างของอัตราดอกเบี้ย overnight interest โดยค่า Swap มีทั้งแบบค่าทั้ง บวก และ ลบ โดยจะมีการคำนวณค่า Swap จากอัตราดอกเบี้ยของคู่เงินนั้น ๆ เช่น ทำการซื้อคู่เงิน GBP/USD (เงินปอนด์อังกฤษและเงินดอลลาร์สหรัฐ) โดยเงินปอนด์ มีอัตราดอกเบี้ยต่อปีอยู่ที่ 1.25% และเงินดอลลาร์มีอัตราดอกเบี้ยอยู่ที่ 0.50% หากกำลังถือออเดอร์ buy (ซื้อค่าเงินปอนด์) เมื่อคิดค่า Swap แล้วจะได้รับ  $1.25 - 0.50 = +0.75\%$  ในกรณีถือออเดอร์ buy ข้ามคืนหรือข้ามสัปดาห์จะได้อัตราดอกเบี้ยในส่วนนี้ ในทางกลับกันหากถือออเดอร์ Sell เมื่อคิดค่า Swap  $0.50 - 1.25 = -0.75$  การถือออเดอร์ Sell ข้ามคืนหรือข้ามสัปดาห์ จะต้องเสียส่วนต่างอัตราดอกเบี้ยในส่วนนี้ โดยทุกครั้งที่มีคนได้ดอกเบี้ยก็จะมีคนที่เสียดอกเบี้ย

Carry Trade จะมาสร้างผลกำไรที่ความเสี่ยงต่ำ จากคู่เงินส่วนใหญ่ที่เทรดกันในตลาด Forex นั้นมีค่า Swap ทั้งสองฝั่ง คือมีทั้งฝั่ง Buy และ Sell ฝั่งหนึ่ง Swap + อีกฝั่งจะมี Swap - ดังนั้นบริษัทต้นแบบจะทำการสร้างกำไรด้วยกลยุทธ์นี้ก็ต้องใช้วิธี การเปิดสัญญา Buy และ Sell คนละพอร์ต โดยที่พอร์ตหนึ่งใช้บัญชีแบบ “standard” เพื่อเปิดสัญญาฝั่งที่มี Swap เป็นบวกและอีกพอร์ตหนึ่ง ใช้บัญชีแบบ “Free Swap” เพื่อเปิดสัญญาฝั่งที่มี Swap เป็นลบทำให้จากการถือออเดอร์ที่เสียค่าดอกเบี้ยกลายเป็นออเดอร์ที่ไม่เสียดอกเบี้ย ดังนั้นไม่ว่าราคาของคู่เงินที่บริษัทต้นแบบทำการซื้อจะมีการปรับตัวอย่างไร เงินต้นจะมีค่าเท่าเดิมเสมอ เช่น พอร์ตหนึ่ง (Buy GBP/USD) อีกพอร์ตหนึ่ง (Sell GBP/USD) ในปริมาณที่เท่ากัน หากมูลค่าของค่าเงิน GBP สูงขึ้นพอร์ตหนึ่งเราจะมีมูลค่าเพิ่มขึ้นแต่อีกพอร์ตจะมีมูลค่าที่ลดลง ดังนั้นมูลค่ารวมของทั้งสองพอร์ตจะเท่าเดิมเสมอและได้รับมูลค่าเพิ่มจากพอร์ตที่ได้รับค่า Swap เป็นบวก เมื่อค่า Swap สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลาดังนั้นบริษัทจึงต้องเลือกหาคู่ที่ให้ผลตอบแทนที่สูงที่สุด หลังจากได้กำไรจากค่า Swap ก็แบ่ง % ของค่าดำเนินการระหว่างลูกค้ากับบริษัทเช่น 80:20 ของค่า Swap ที่ได้

### 3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

แนวโน้มในปัจจุบัน ความผันผวนของค่าเงินต่าง ๆ และภาวะเศรษฐกิจ กำแพงภาษี ทำให้เราอาจจะต้องใช้กระบวนการ หรือหนทางในการตัดสินใจการลงทุนที่เพิ่มขึ้น การจะลงทุนในแต่ละอย่างมีความแตกต่างกันในด้านความเสี่ยงและความผันผวน การที่เราสามารถมีเครื่องมือที่ช่วยในการควบคุมความเสี่ยงในการลงทุน หรือช่วยให้มี Risk Rewards Ratio ที่คุ้มค่าในการลงทุน จะทำให้เราสามารถมองภาพในมุมที่แตกต่างได้มากขึ้น เพราะ ณ ปัจจุบันยังไม่มีหลักการหรือวิธีการที่สามารถลงทุนแล้วประสบความสำเร็จได้ตลอด เพราะบางกระบวนการเป็นการลงทุนที่เหมาะสมสำหรับบางช่วงสถานการณ์





## บทที่ 4

### การพัฒนาระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์ระบบ โดยจะอธิบายถึงความต้องการระบบโดยรวม ความต้องการระบบโดยละเอียด และการออกแบบระบบคลังข้อมูลและระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศ ด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง

#### 4.1 การวิเคราะห์ระบบ

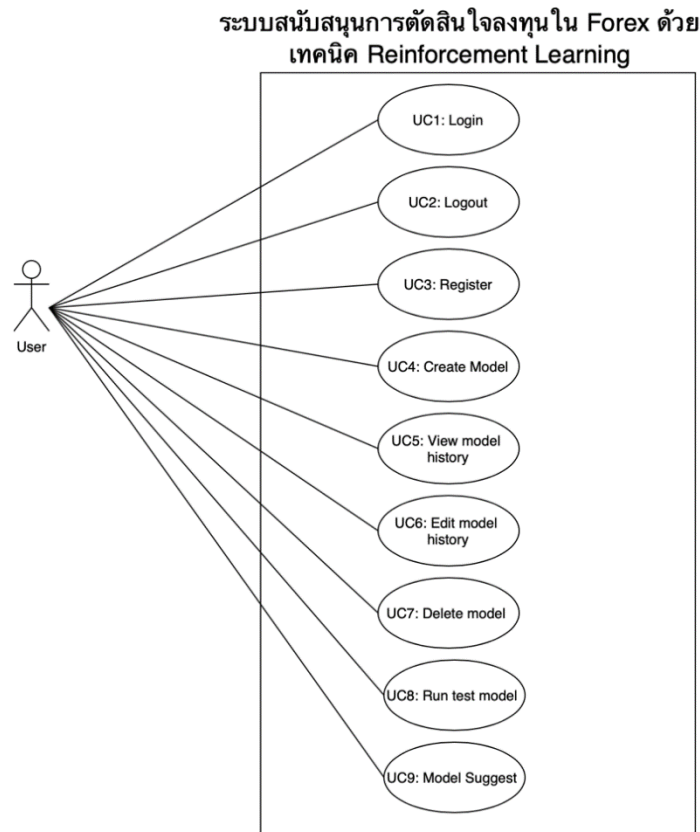
##### 1. ขอบเขตการทำงาน (System Scope)

เป็นระบบที่ลูกค้าและเจ้าหน้าที่บริการใช้ในการนำข้อมูลของราคาหุ้น, ทองคำ, น้ำมัน, ที่ดิน, หรือกราฟสินทรัพย์ต่าง มาเลือกตัวแปรที่คิดว่าเป็นส่วนสำคัญมาช่วยแนะนำการลงทุน โดยจะแบ่งระบบได้ออกเป็น 3 ส่วนคือ

- User จะเป็นเกี่ยวกับระบบ Login, Logout, Register
- Model จะเกี่ยวกับระบบการ Create, View, Edit, Delete Model
- Test and Run จะเกี่ยวกับการดูประสิทธิภาพของโมเดลและให้โมเดลให้คำแนะนำในการลงทุน

## 2. แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)

แผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)



รูปที่ 13: Use Case Diagram

### 3. คำอธิบายแผนภาพแสดงการทำงานของผู้ใช้งาน

ตารางที่ 2: Use Case1 การเข้าใช้งานระบบ (Login)

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเม้นท์เลิร์นนิ่ง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : ต้องการใช้งานระบบได้ถูกต้องตามสิทธิ์เข้าใช้งาน
Precondition	มีข้อมูลผู้ใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ใช้งานเข้าสู่ระบบได้ถูกต้องตามสิทธิ์การใช้งานระบบ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบกรอกชื่อเข้าใช้ระบบ (Username) และรหัสผ่าน (Password) เข้าสู่ระบบ</li> <li>2. ระบบค้นหาชื่อเข้าใช้ระบบ (Username) และตรวจสอบความถูกต้องของรหัสผ่าน (Password)</li> <li>3. ระบบแสดงการเข้าใช้ระบบสำเร็จ และแสดงหน้าจอตามสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้งานระบบ</li> </ol>
Extensions	<p>2a. กรณีที่ชื่อเข้าใช้ระบบ (Username) หรือรหัสผ่าน (Password) ไม่ถูกต้อง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแสดงแจ้งเตือนชื่อเข้าใช้ระบบ (Username) หรือรหัสผ่าน (Password) ไม่ถูกต้อง</li> <li>2. ผู้ใช้งานระบบยืนยันรับรู้การแจ้งเตือนจากระบบ ระบบแสดงหน้าจอให้ผู้ใช้งานระบบกรอกข้อมูลอีกครั้ง</li> </ol> <p>2b. กรณีที่ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลเข้าใช้ระบบไม่ครบตามกำหนด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแสดงแจ้งเตือนข้อมูลที่ยังไม่ได้กรอก</li> <li>2. ผู้ใช้งานระบบกรอกข้อมูลที่ยังกรอกไม่ครบเข้าสู่ระบบ</li> </ol>

ตารางที่ 3: Use Case2 การออกจากระบบ (Logout)

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : ต้องการออกจากระบบได้สำเร็จเมื่อจบการทำงาน
Precondition	ผู้ใช้งานเข้าใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ใช้งานออกจากระบบได้สำเร็จ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบแจ้งความต้องการออกจากระบบ</li> <li>2. ระบบแสดงผลการออกจากระบบได้สำเร็จและอยู่ในสถานะรอการเข้าสู่ระบบอีกครั้ง</li> </ol>

ตารางที่ 4: Use Case3 การสมัครระบบ (Register)

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : ผู้ใช้งานเข้าใช้งานอยู่ในระบบ
Precondition	ไม่มีข้อมูลผู้ใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	มีข้อมูลผู้ใช้งานอยู่ในระบบ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบแจ้งความต้องการสมัครสมาชิกในระบบ</li> <li>2. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูล Username, Password</li> <li>3. ระบบทำการตรวจสอบข้อมูล username ว่าซ้ำกับผู้อื่นหรือไม่</li> <li>4. ระบบแสดงผลการลงทะเบียนสำเร็จ</li> </ol>
Extensions	<p>3a. username ซ้ำกับผู้อื่นในระบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบกรอกข้อมูล Username อีกครั้ง</li> </ol>

ตารางที่ 5: Use Case4 Create Model

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเม้นท์เลิร์นนิง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : สามารถสร้าง Model ได้ตามที่ต้องการ
Precondition	ผู้ใช้งานเข้าใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ใช้งานสามารถสั่งให้ระบบรัน Model
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลชื่อของราคา (หุ้น, น้ำมัน, ทองคำ, อัตราแลกเปลี่ยน) ที่ต้องการตั้งและวันที่เริ่มและวันสิ้นสุด</li> <li>2. ระบบแสดงราคาของช่วงเวลาที่ดึงได้มาจาก Yahoo Finance และโชว์กราฟของราคา</li> <li>3. ผู้ใช้งานตั้งค่าของช่วงเวลาในการแบ่ง Train, Test data set</li> <li>4. ผู้ใช้งานกำหนดค่า gamma (Discount factor มีค่าได้ 0-1), epsilon (ค่าการเลือกการตัดสินใจแบบ Exploitation หรือ Exploration ค่าได้ระหว่าง 0-1), epsilon_min, epsilon_decay (อัตราการลดของ epsilon), episode_count, start_balance, currency_amount, Avg_currency_rate</li> <li>5. ผู้ใช้งานตั้งค่า Policy หรือ Condition ในการซื้อ ขาย หรือไม่ทำอะไรและตั้งค่า Reward ในแต่ละขั้นตอน มี Condition โดยให้ใส่มากที่สุด 10 condition</li> <li>6. ผู้ใช้งานกรอกชื่อโมเดล</li> <li>7. ผู้ใช้งานสั่งรัน Process</li> <li>8. ระบบทำการรันและแสดงผล</li> </ol>
Extensions	<p>2a. กรณีไม่พบข้อมูลที่ระบุ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแจ้งผู้ใช้งานว่าไม่พบข้อมูล</li> </ol>

	<p>4a. กรณีกรอกค่า gamma, epsilon, epsilon_min, epsilon_decay ไม่อยู่ในค่า 0-1</p> <p>1. ระบบแจ้งให้กรอกค่าใหม่</p>
--	---

ตารางที่ 6: Use Case5 View Model History

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : ต้องการดูข้อมูลย้อนหลังของโมเดล
Precondition	ผู้ใช้งานเข้าใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ใช้งานสามารถดู Hyper parameter ของโมเดลหรือผลการทำงานย้อนหลังและสามารถดูผลการทำงานของโมเดล
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบแจ้งความต้องการดูประวัติการใช้งาน</li> <li>2. ระบบแสดงผลข้อมูลประวัติการใช้งาน Train model</li> <li>3. ผู้ใช้งานเลือกโมเดลที่สนใจ</li> <li>4. ผู้ใช้งานสามารถดู Hyper parameter ต่าง ๆ ย้อนหลังและผลของการเทรน</li> </ol>
Extensions	<p>2a. ไม่มีข้อมูลประวัติในระบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแสดงผลว่าไม่พบข้อมูลย้อนหลัง</li> </ol>

ตารางที่ 7: Use Case6 Edit Model History

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิคอินฟอร์สแม้นท์เลิร์นนิ่ง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : ต้องการดูและแก้ไข Hyper parameter
Precondition	ผู้ใช้งานเข้าใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ใช้งานสามารถแก้ไข Hyper parameter ของโมเดลและทำการสร้าง model
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบแจ้งความต้องการดูประวัติการใช้งาน</li> <li>2. ระบบแสดงผลข้อมูลประวัติการ Train model</li> <li>3. ผู้ใช้งานเลือกโมเดลที่สนใจ</li> <li>4. ผู้ใช้งานสามารถดูและแก้ไข Hyper parameter ต่าง ๆ</li> <li>5. ผู้ใช้งานแก้ไขชื่อโมเดล</li> <li>6. ผู้ใช้งานสั่งรัน Process</li> </ol>
Extensions	<p>2a. ไม่มีข้อมูลประวัติในระบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแสดงผลว่าไม่พบข้อมูลย้อนหลัง</li> </ol> <p>4a. กรณีกรอกค่า <math>\gamma</math>, <math>\epsilon</math>, <math>\epsilon_{min}</math>, <math>\epsilon_{decay}</math> ไม่อยู่ในค่า 0-1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแจ้งให้กรอกค่าใหม่</li> </ol> <p>5a. ผู้ใช้งานไม่ได้ทำการแก้ไขชื่อโมเดล</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบจะทำการใช้ชื่อโมเดล ของโมเดลที่เรียกมาแก้ไข</li> </ol>

ตารางที่ 8: Use Case7 Delete Model

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิ่ง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : ต้องการลบโมเดล
Precondition	ผู้ใช้งานเข้าใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ใช้งานสามารถลบโมเดลออกได้สำเร็จ
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบแจ้งความต้องการดูประวัติการใช้งาน</li> <li>2. ระบบแสดงผลข้อมูลประวัติการใช้งาน Train model</li> <li>3. ผู้ใช้งานสั่งลบโมเดลที่ไม่ต้องการ</li> <li>4. ระบบสอบถามผู้ใช้งานให้ยืนยันต้องการลบโมเดล</li> <li>5. ผู้ใช้งานกดตกลงต้องการลบโมเดล</li> </ol>
Extensions	<p>2a. ไม่มีข้อมูลประวัติในระบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแสดงผลว่าไม่พบข้อมูลย้อนหลัง</li> </ol> <p>5a. ผู้ใช้งานกดยกเลิกการลบโมเดล</p>

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9: Use Case8 Run Test Model

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิ่ง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : ต้องการรันโมเดลดูประสิทธิภาพของการทำงาน
Precondition	ผู้ใช้งานเข้าใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ใช้งานสามารถดูประสิทธิภาพของโมเดล

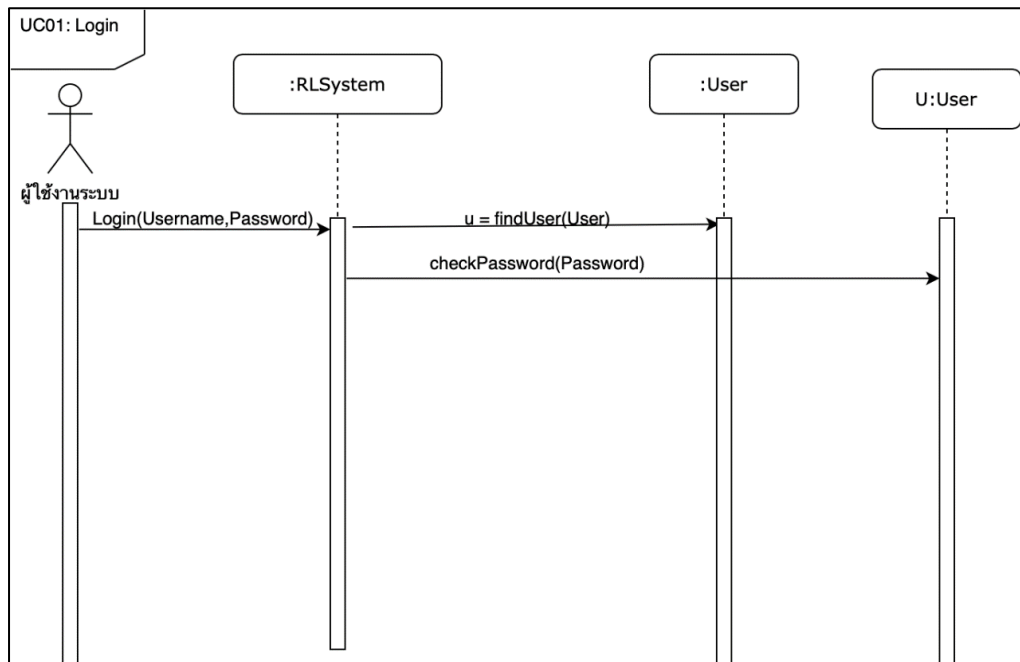


Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบแจ้งความต้องการดูประวัติการใช้งาน</li> <li>2. ระบบแสดงผลข้อมูลประวัติการ Train model</li> <li>3. ผู้ใช้งานเลือกโมเดลที่สนใจ</li> <li>4. ผู้ใช้งานสั่งต้องการดูประสิทธิภาพการทำงานของโมเดล</li> <li>5. ผู้ใช้งานเลือกข้อมูลที่ต้องการ (หุ้น, น้ำมัน, ทองคำ, อัตราแลกเปลี่ยน) ที่ต้องการดึงและวันที่เริ่มและวันสิ้นสุด</li> <li>6. ระบบแสดงราคาของช่วงเวลาที่ตั้งได้มาจาก Yahoo Finance และโชว์กราฟของราคา</li> <li>7. ผู้ใช้งานสั่งรัน Process</li> <li>8. ระบบทำการรันและแสดงผลประสิทธิภาพของโมเดล</li> </ol>
Extensions	<ol style="list-style-type: none"> <li>2a. ไม่มีข้อมูลประวัติในระบบ             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแสดงผลว่าไม่พบข้อมูลย้อนหลัง</li> </ol> </li> <li>5a. กรณีไม่พบข้อมูลที่ระบุ             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแจ้งผู้ใช้งานว่าไม่พบข้อมูล</li> </ol> </li> </ol>

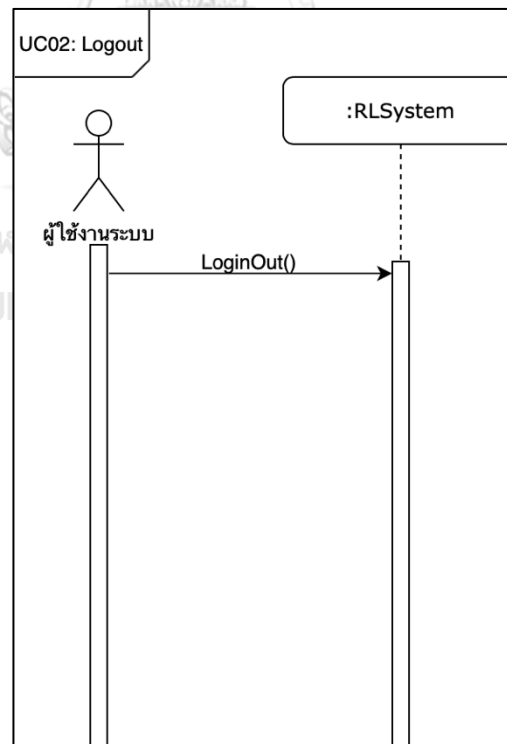
ตารางที่ 10: Use Case9 Model Suggest

Scope	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิคครีอินฟอร์สแม้นท์เลิร์นนิ่ง
Level	User-goal
Primary Actor	ผู้ใช้งานระบบทุกคน
Stakeholder and their interest	ผู้ใช้งานระบบ : ต้องการรันโมเดลแนะนำการลงทุนในข้อมูลล่าสุด
Precondition	ผู้ใช้งานเข้าใช้งานอยู่ในระบบ
Success Guarantee	ผู้ใช้งานได้รับคำแนะนำในการลงทุน
Main Success Scenario	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้งานระบบแจ้งความต้องการดูประวัติการใช้งาน</li> <li>2. ระบบแสดงผลข้อมูลประวัติการใช้งาน Train model</li> <li>3. ผู้ใช้งานเลือกโมเดลที่สนใจ</li> <li>4. ผู้ใช้งานสั่งต้องการรับคำแนะนำการลงทุนจากโมเดลที่เลือก</li> <li>5. ผู้ใช้งานเลือกข้อมูลที่ต้องการ (หุ้น, น้ำมัน, ทองคำ, อัตราแลกเปลี่ยน) ที่ต้องการ</li> <li>6. ผู้ใช้งานสั่งรัน Process</li> <li>7. ระบบแนะนำการลงทุน (Buy, Sell, Hold)</li> </ol>
Extensions	<p>2a. ไม่มีข้อมูลประวัติในระบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแสดงผลว่าไม่พบข้อมูลย้อนหลัง</li> </ol> <p>5a. กรณีไม่พบข้อมูลที่ระบุ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ระบบแจ้งผู้ใช้งานว่าไม่พบข้อมูล</li> </ol>

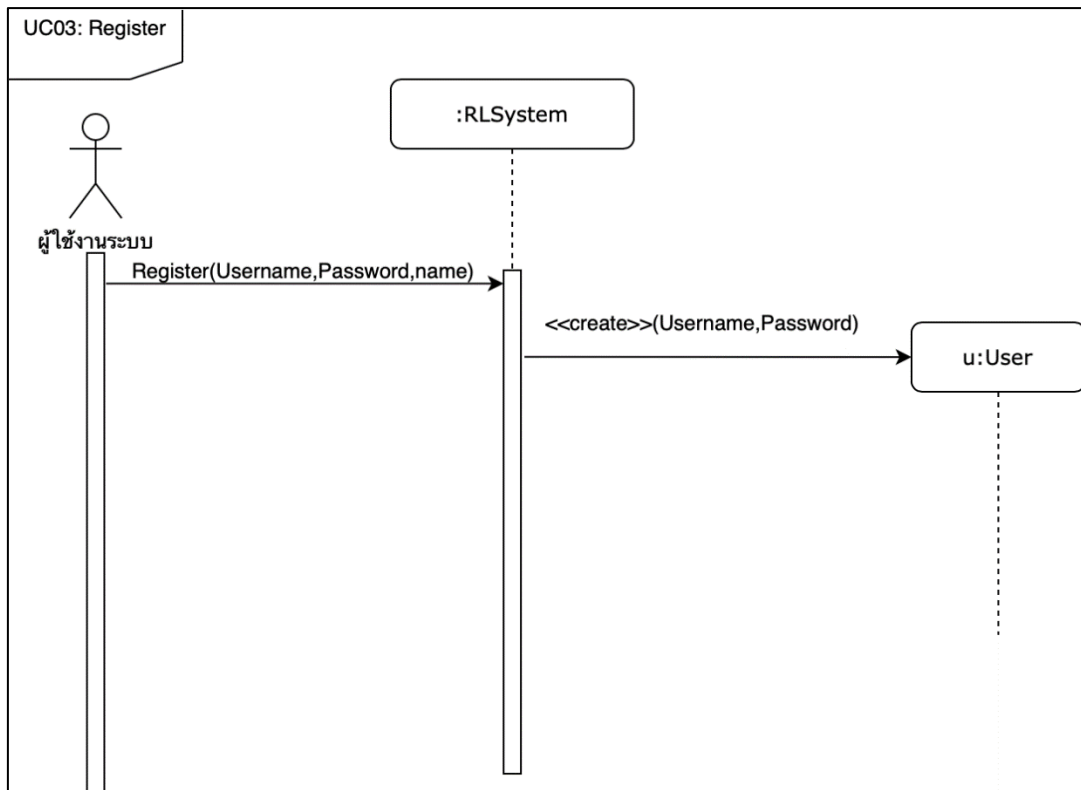
#### 4. แผนภาพแสดงกระบวนการทำงานของระบบ (Sequence Diagram)



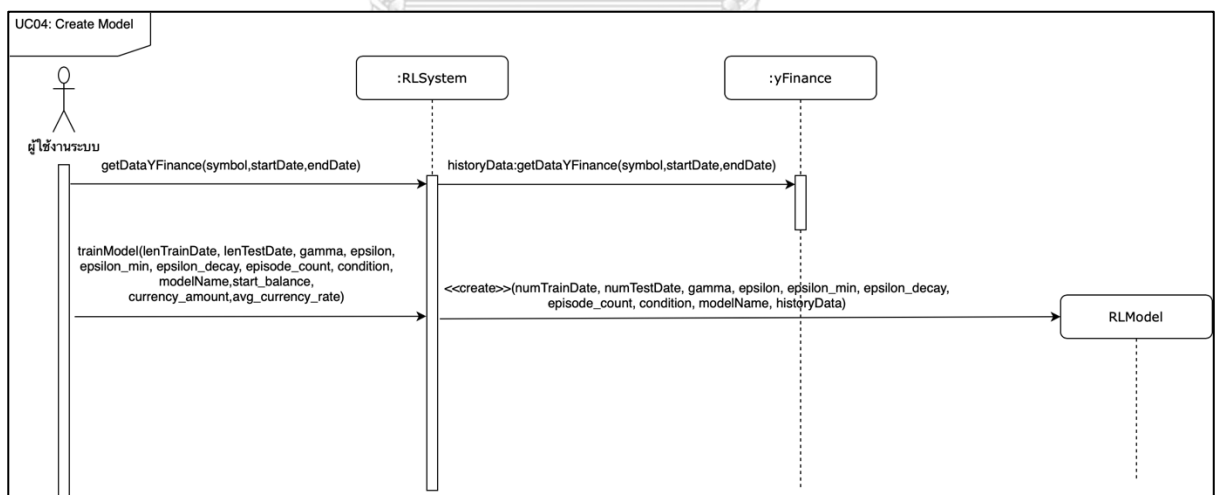
รูปที่ 14: Sequence Diagram 1 การเข้าใช้งานระบบ (Login)



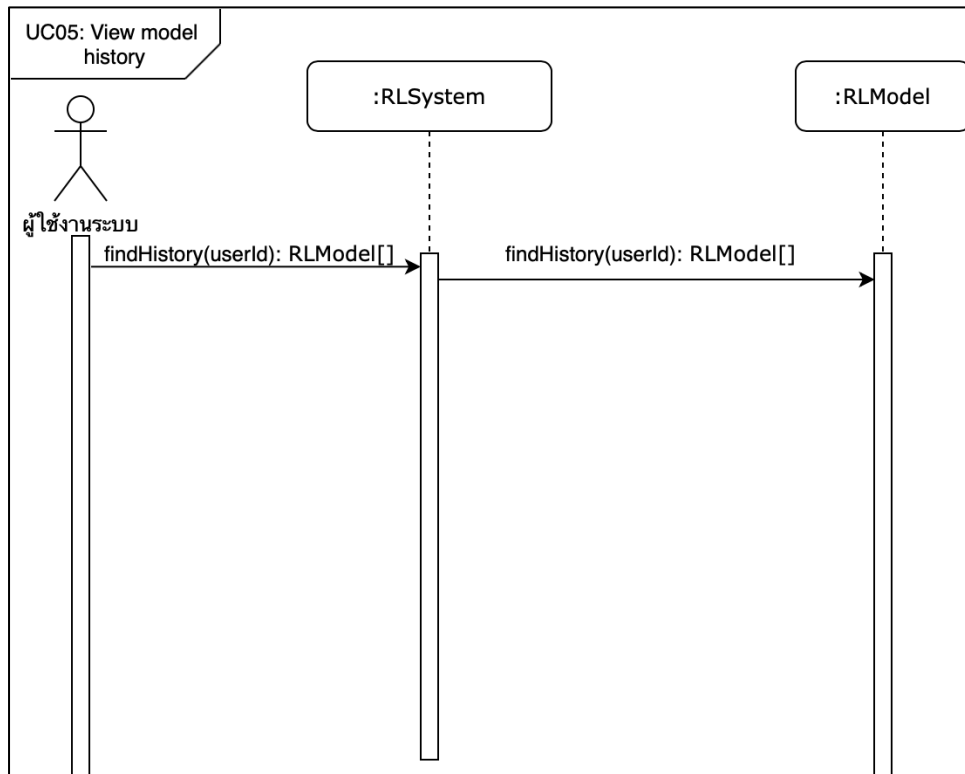
รูปที่ 15: Sequence Diagram 2 การออกจากระบบ (Logout)



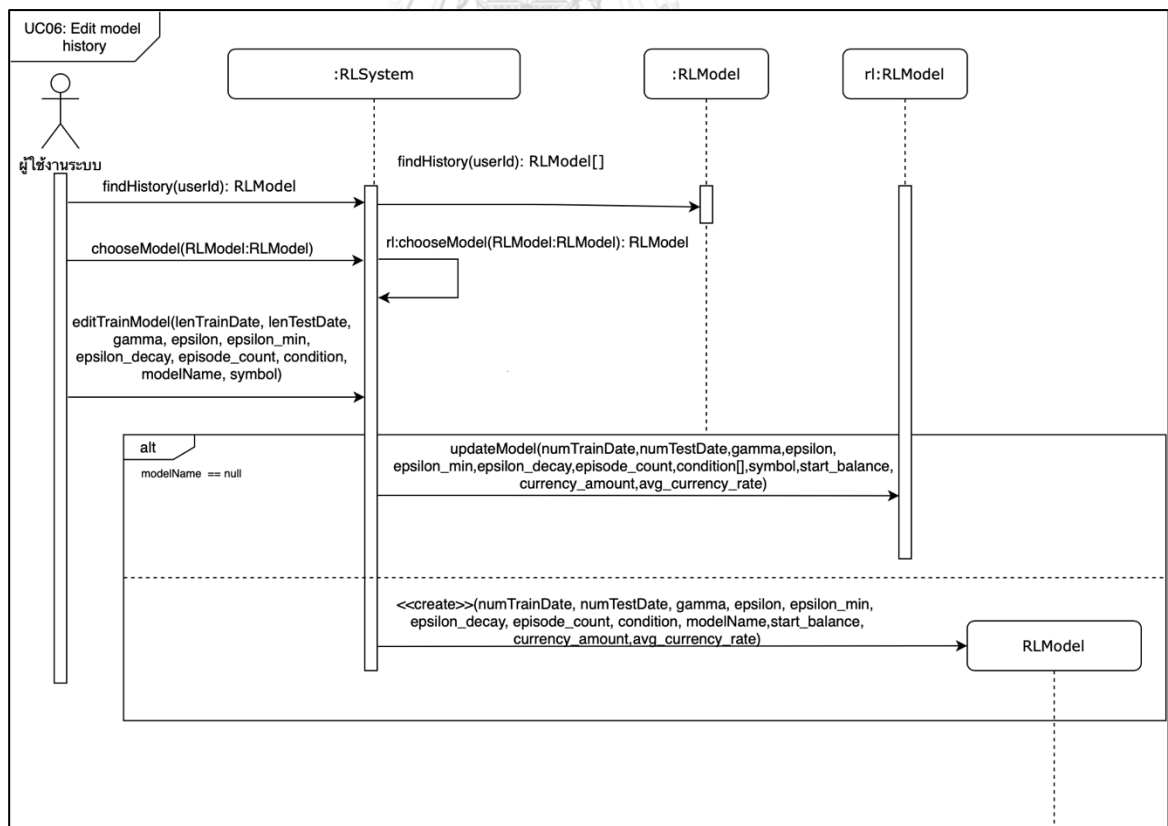
รูปที่ 16: Sequence Diagram 3 การสมัครระบบ (Register)



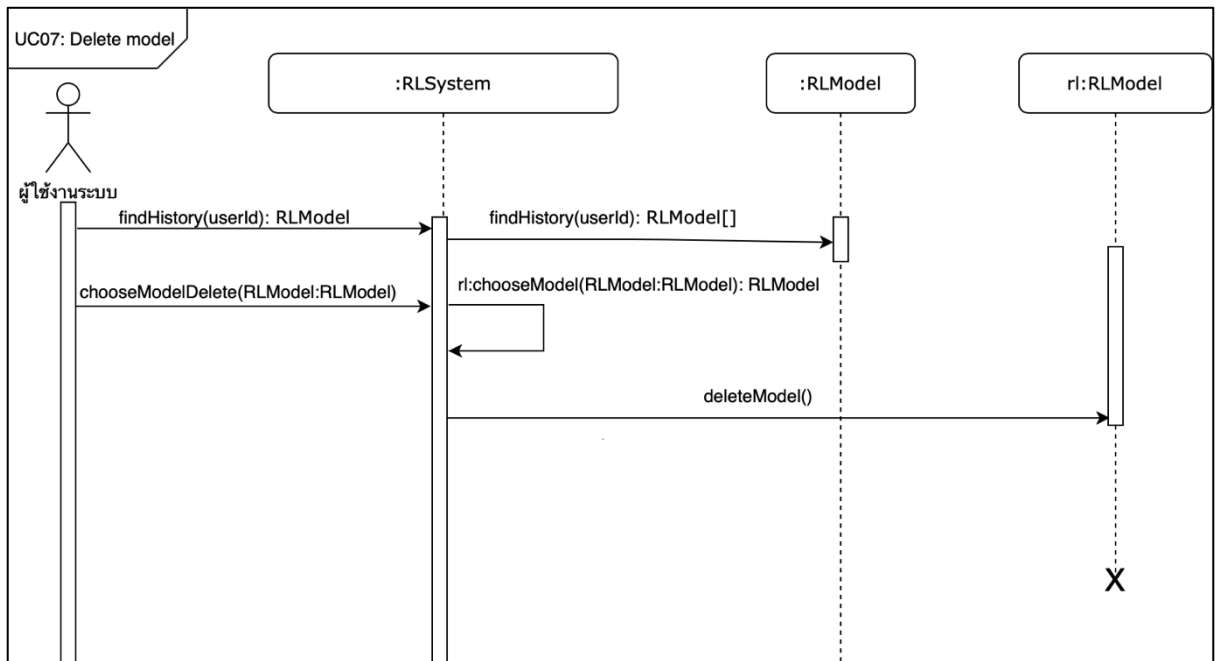
รูปที่ 17: Sequence Diagram 4 การสร้างModel



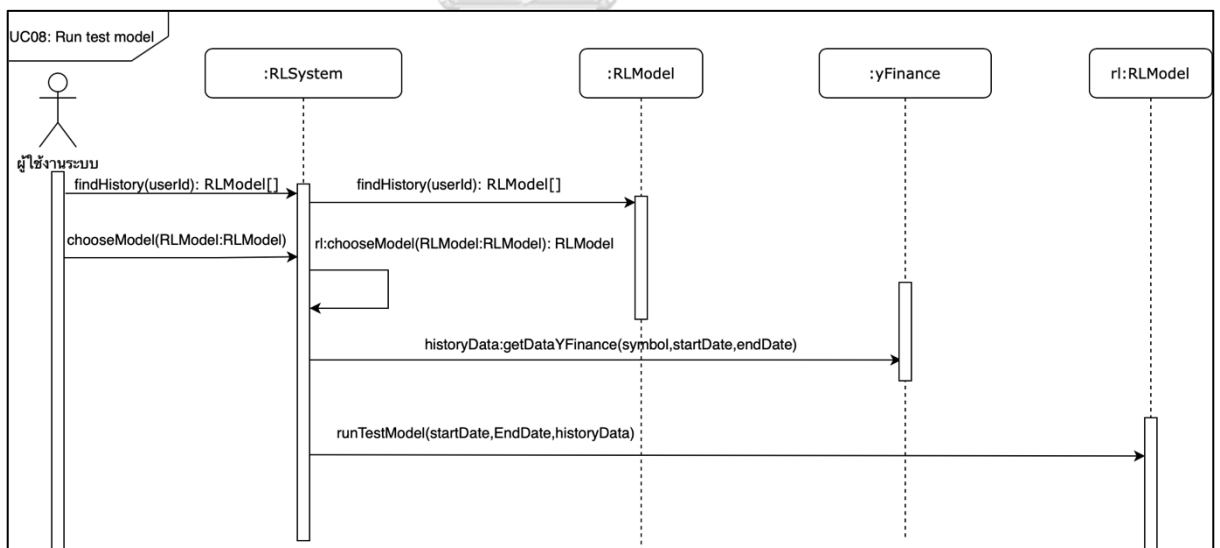
รูปที่ 18: Sequence Diagram 5 View model history



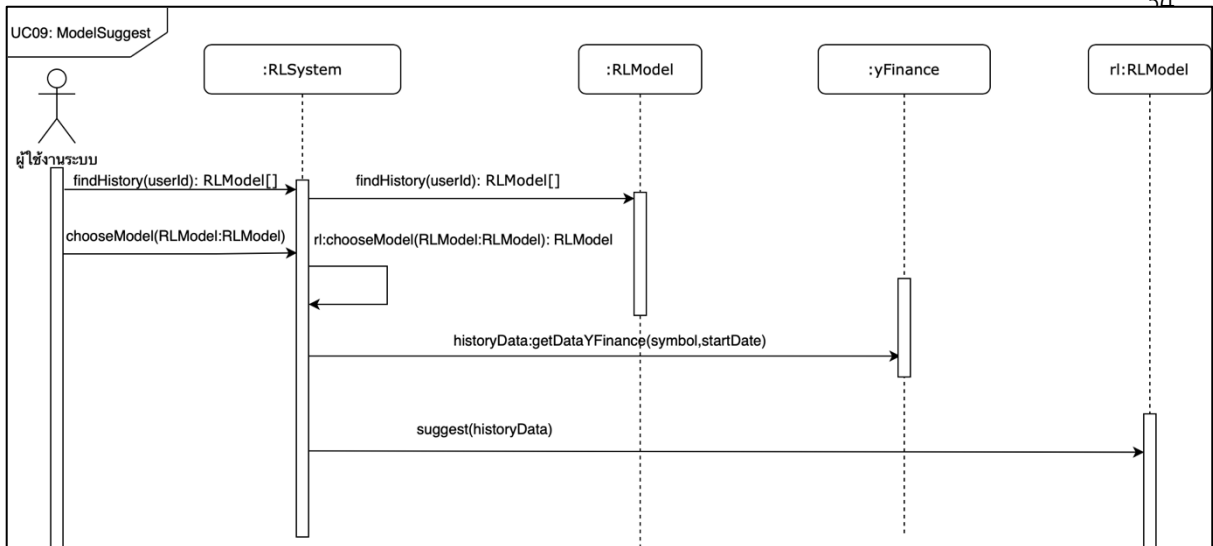
รูปที่ 19: Sequence Diagram 6 Edit model history



รูปที่ 20: Sequence Diagram 7 Delete model



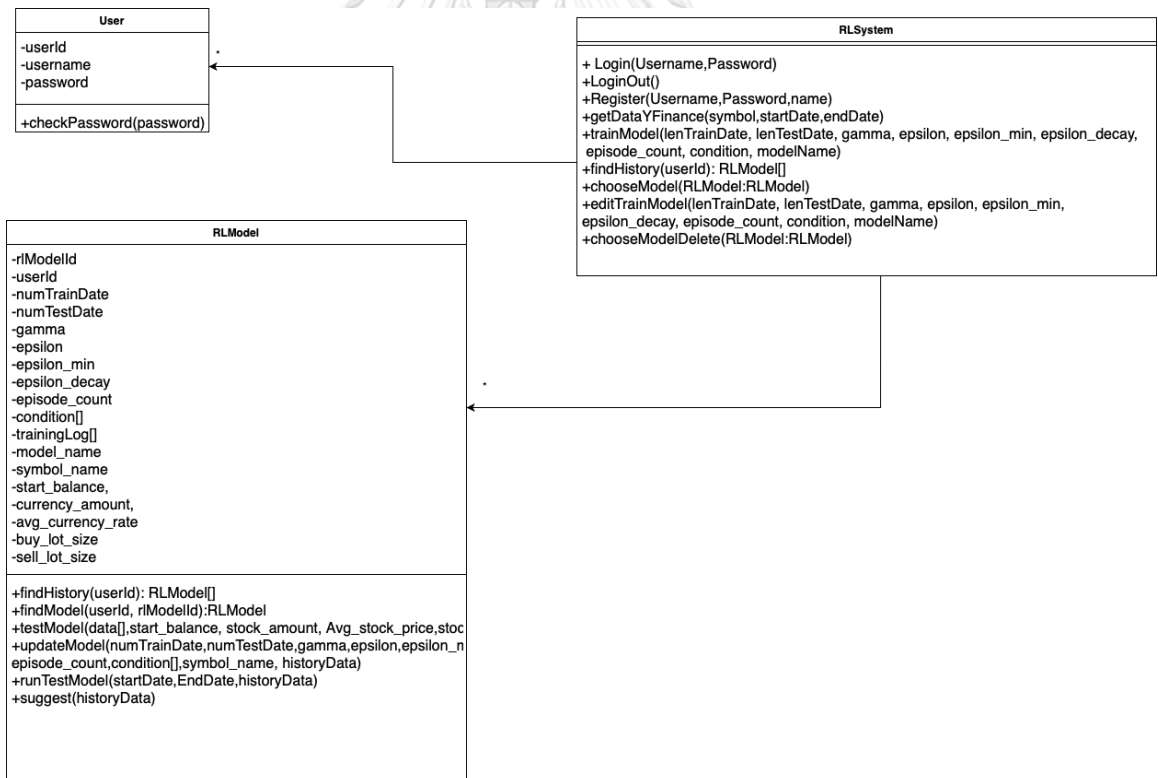
รูปที่ 21: Sequence Diagram 8 Run test model



รูปที่ 22: Sequence Diagram 9 Model Suggest

## 4.2 การออกแบบระบบ

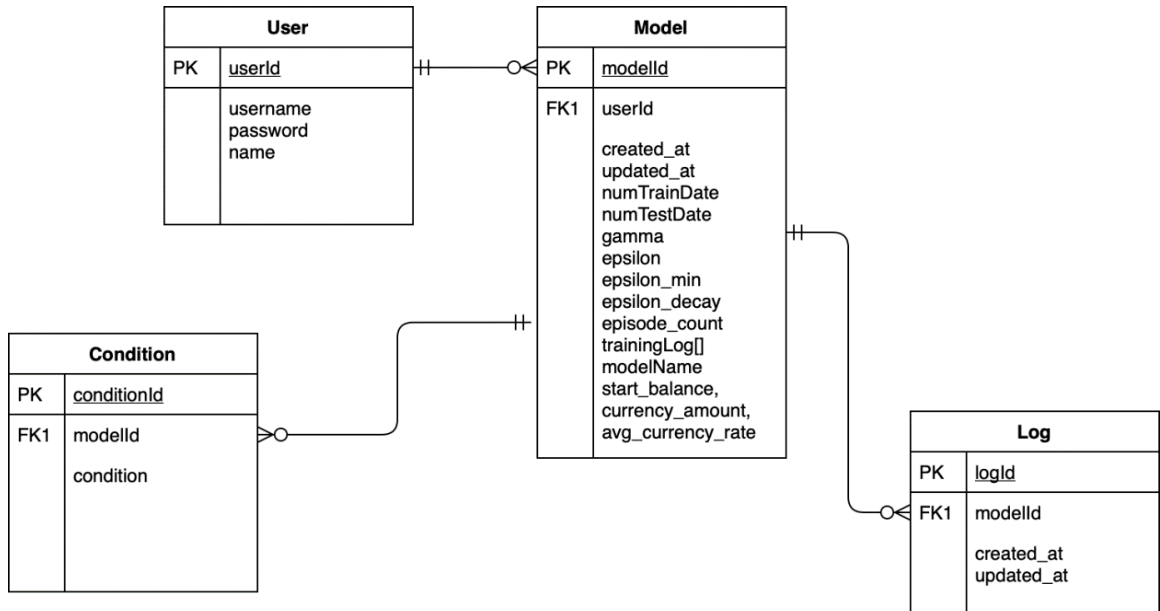
### 1. โครงสร้างของระบบ Design Model



รูปที่ 23: Design Model ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอิน

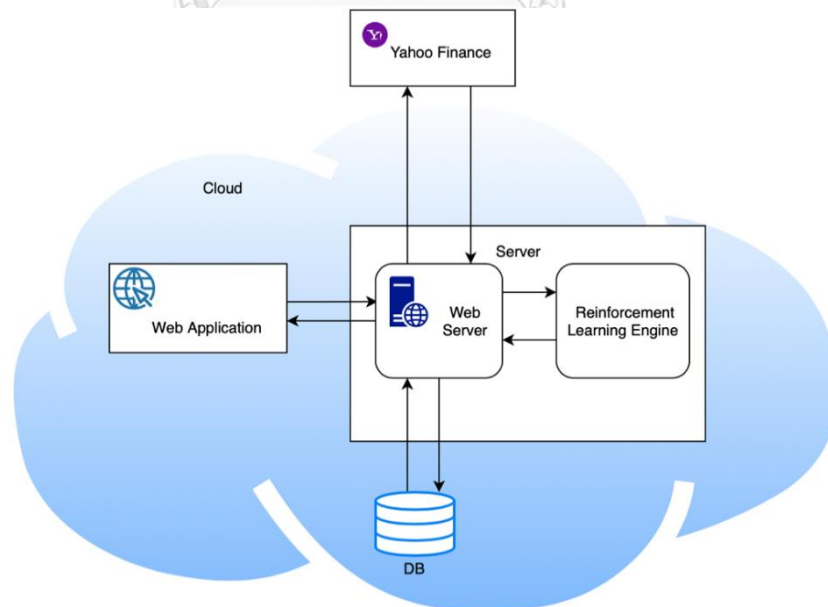
ฟอร์สเมนต์เลิร์นนิ่ง

## 2. Entities Relationship Diagram: ERD



รูปที่ 24: Entities Relationship Diagram

## 3. System Architecture



รูปที่ 25: System Architecture



### 4.3 การออกแบบผลลัพธ์ (Output Design)

การออกแบบผลลัพธ์ (Output Design) ที่ได้จากการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สमेंท์เลิร์นนิง

#### 1. การแสดงผลในรูปแบบกราฟ

เป็นการแสดงข้อมูลเชิงรูปภาพที่ช่วยให้ผู้ใช้งานมองเห็นภาพรวม และสามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ง่ายต่อการทำความเข้าใจ



รูปที่ 26: การแสดงกราฟ

#### 2. การแสดงผลในรูปแบบข้อความ Logs

เป็นการแสดงการทำงานของระบบให้ผู้ใช้งานเห็นภาพว่าตอนนี้ได้มีการดำเนินงานถึงไหน มีผลลัพธ์ในการทำงานเป็นอย่างไร

```

CHI
Logs
----- Training -----
Episode 1/3 Total port value: 331,350.70
Episode 2/3 Total port value: 331,788.90
Episode 3/3 Total port value: 331,762.30
----- Testing -----
Test Day 1 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 2 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 3 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 4 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 5 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 6 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 7 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 8 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 9 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 10 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
----- Testing Summary On Last day -----
Total THB=X in Balance 1000
Total Open cash in episodes 300,000.00
Total Portfolio value in episodes 331,500.00
Total Days in episodes 10

```

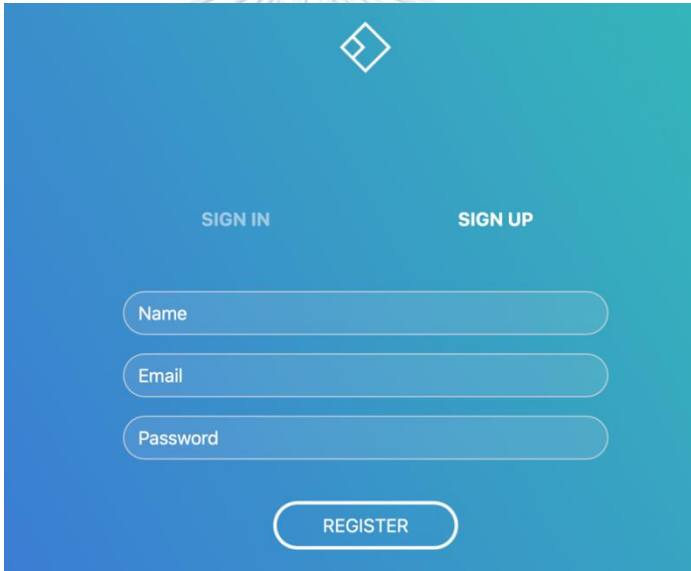
รูปที่ 27: การแสดงข้อมูล Logs

## 4.4 การออกแบบข้อมูลนำเข้า (Input Design)

### 4.4.1 ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิคอินฟอร์สแม้นท์ เลิร์นนิ่ง

ในส่วนของการนำเข้าข้อมูล (Input Design) มีการรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลกลาง (ใช้ SQLite) ซึ่งเป็นแหล่งเก็บข้อมูลหลักของระบบ และทำการนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลกลางผ่านคำสั่ง (Script) ภาษา Python โดยใช้งานผ่านไลบรารี Sqlalchemy โดยข้อมูลที่เก็บสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 Table คือ

#### 1.1 User จะมีการบันทึกข้อมูลเข้ามาฐานข้อมูลจากการ Sign up



The image shows a user registration form on a blue background. At the top center is a white diamond-shaped logo. Below it are two buttons: "SIGN IN" on the left and "SIGN UP" on the right. Underneath these are three input fields: "Name", "Email", and "Password". At the bottom center is a white button with the text "REGISTER".

รูปที่ 28: สมัครสมาชิก

1.2 Model จะมีการบันทึกข้อมูลเข้าฐานข้อมูลตอนที่ทำการ Create Model ขึ้นมาใหม่ โดยค่าต่าง ๆ

**CONFIG**

Model Name \*

Number of days for training \*

Number of days for testing \*

Episode count (Epoch) \*

Start Balance (THB) \*

Available Currency Amount (USD) \*

รูปที่ 29: การกำหนดค่าสำหรับเทรนโมเดล

1.3 Log จะมีการบันทึกลงฐานข้อมูลว่าระหว่างการ Train model ได้ผลลัพธ์เป็นอย่างไรบ้าง

**Logs**

```

----- Training -----
Episode 1/3 Total port value: 331,350.70
Episode 2/3 Total port value: 331,788.90
Episode 3/3 Total port value: 331,762.30
----- Testing -----
Test Day 1 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 2 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 3 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 4 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 5 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 6 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 7 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 8 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 9 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 10 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
----- Testing Summary On Last day -----
Total THB=X in Balance 1000
Total Open cash in episodes 300,000.00
Total Portfolio value in episodes 331,500.00
Total Days in episodes 10

```

รูปที่ 30: การแสดงข้อมูล Logs

1.4 Policy จะมีการบันทึกหลักฐานข้อมูลจากการที่ผู้ใช้งานเลือกกว่ากำหนดให้ระบบทำการซื้อหรือขายด้วยเงื่อนไขอะไร

The screenshot displays a configuration interface for trading policies. It is divided into two sections: 'Action SELL' and 'Action HOLD'. Each section has a 'Condition' dropdown set to '<', a 'Criteria' dropdown set to '% Change (from average 5 days)', and a 'Threshold' dropdown set to '3'. Below each section, the resulting action is summarized: 'Action Sell : Sell When Current price > change 5 3%' and 'Action Hold : Hold When Current price > change 3%'.

รูปที่ 31: การกำหนด Policy

#### 4.5 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface Design)

การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน เป็นการออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถใช้ตัวระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สमेंท์เลิร์นนิงผ่าน เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) โดยมีการแบ่งส่วนระบบการใช้งานเป็น 9 ระเบียบย่อยดังนี้

##### 1. ลงทะเบียนผู้ใช้งาน (Register)

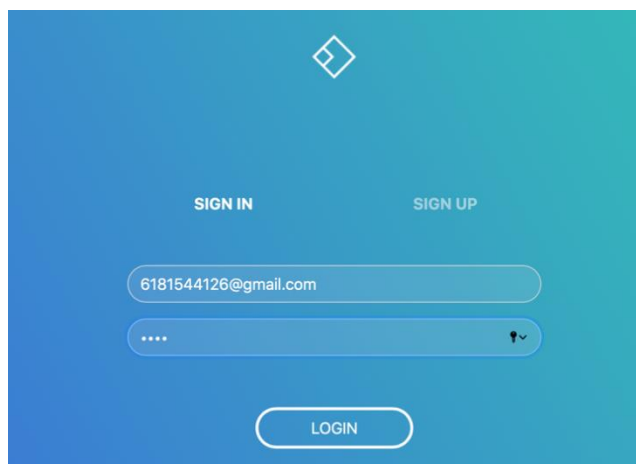
เป็นหน้าจอที่ให้ผู้ใช้งานสามารถสมัครระบบสมาชิก โดยกรอกข้อมูลชื่อ อีเมล และรหัสผ่าน

The screenshot shows a registration form on a blue background. At the top, there is a logo and two buttons: 'SIGN IN' and 'SIGN UP'. Below these are three input fields: the first contains 'wat wattanagaroon', the second contains '6181544126@gmail.com', and the third is a password field with a masked character '....' and a toggle icon. At the bottom, there is a 'REGISTER' button.

รูปที่ 32: หน้าจอตัวอย่างการสมัครสมาชิก

## 2. ระบบเข้าใช้งาน (Log in)

เป็นหน้าจอที่ให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลอีเมล และรหัสผ่านเพื่อยืนยันตัวตนของผู้ใช้งาน กับข้อมูลจากฐานข้อมูล เพื่อระบบจะได้แสดงข้อมูลโมเดลในอดีตของผู้ใช้งานได้



รูปที่ 33: ตัวอย่างการ Sign In

## 3. ระบบสร้างโมเดล (Create Model)

เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้กรอกข้อมูลสัญลักษณ์เงินตราระหว่างประเทศที่ต้องการ หลังจากนั้นกรอกข้อมูลช่วงเวลาที่ต้องการดึงข้อมูล ส่วนใน Config เป็นการให้ผู้ใช้กรอกชื่อ (ModelName), จำนวนวันในการ Train ข้อมูล (Number of day for training), จำนวนวันในการ Test ข้อมูล (Number of day for testing), จำนวนครั้งในการรัน (Epoch) (EpisodeCount), จำนวนเงินสดเริ่มต้น (StartBalance)



รูปที่ 34: การสร้างโมเดล

### CONFIG

Model Name \*  
THBUSD2

Number of days for training \*  
20

Number of days for testing \*  
10

Episode count (Epoch)\*  
3

Start Balance (THB)\*  
300000

Available Currency Amount (USD)\*  
1000

### Logs

----- Training -----  
 Episode 1/3 Total port value: 331,350.70  
 Episode 2/3 Total port value: 331,788.90  
 Episode 3/3 Total port value: 331,762.30  
 ----- Testing -----  
 Test Day 1 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 2 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 3 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 4 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 5 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 6 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 7 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 8 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 9 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 Test Day 10 Hold |Balance: 1000 open\_cash: 300,000.00  
 ----- Testing Summary On Last day -----  
 Total THB=X in Balance 1000  
 Total Open cash in episodes 300,000.00  
 Total Portfolio value in episodes 331,500.00  
 Total Days in episodes 10

รูปที่ 35: การกำหนดค่า Config และ การแสดง Logs

#### 4. ระบบดูโมเดลย้อนหลัง (View Model History)

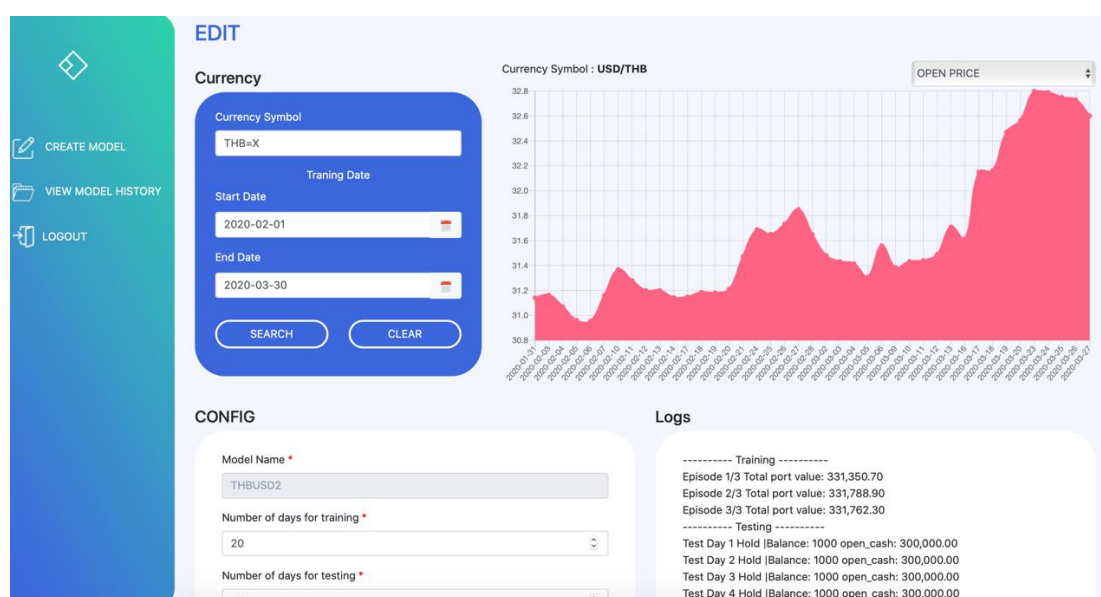
เป็นระบบหน้าจอที่แสดงผล Hyper parameter รวมถึงชื่อโมเดล และข้อมูลเงินตราระหว่างประเทศที่ใช้และวันที่เริ่มดึงข้อมูล



รูปที่ 36: ระบบดูโมเดลย้อนหลัง

## 5. ระบบแก้ไขโมเดล (Edit Model History)

เป็นระบบหน้าจอที่แสดงผล Hyper parameter รวมถึงชื่อโมเดล และข้อมูลเงินตราระหว่างประเทศที่ใช้และวันที่เริ่มตั้งข้อมูลเหมือนกับระบบดูโมเดลย้อนหลังแต่ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูล เงินตราระหว่างประเทศวันที่เริ่มและวันสิ้นสุดการตั้งข้อมูล รวมถึงจำนวนวันในการ Train ข้อมูล (Number of day for training), จำนวนวันในการ Test ข้อมูล (Number of day for testing), จำนวนครั้งในการรัน (Epoch) (EpisodeCount), จำนวนเงินสดเริ่มต้น (StartBalance)



## 6. ระบบแสดงรายการโมเดลที่เคยทำมา (View Model History)

เป็นหน้าจอที่จะแสดงรายการของโมเดล ต่าง ๆ ที่ได้สร้างขึ้นมา

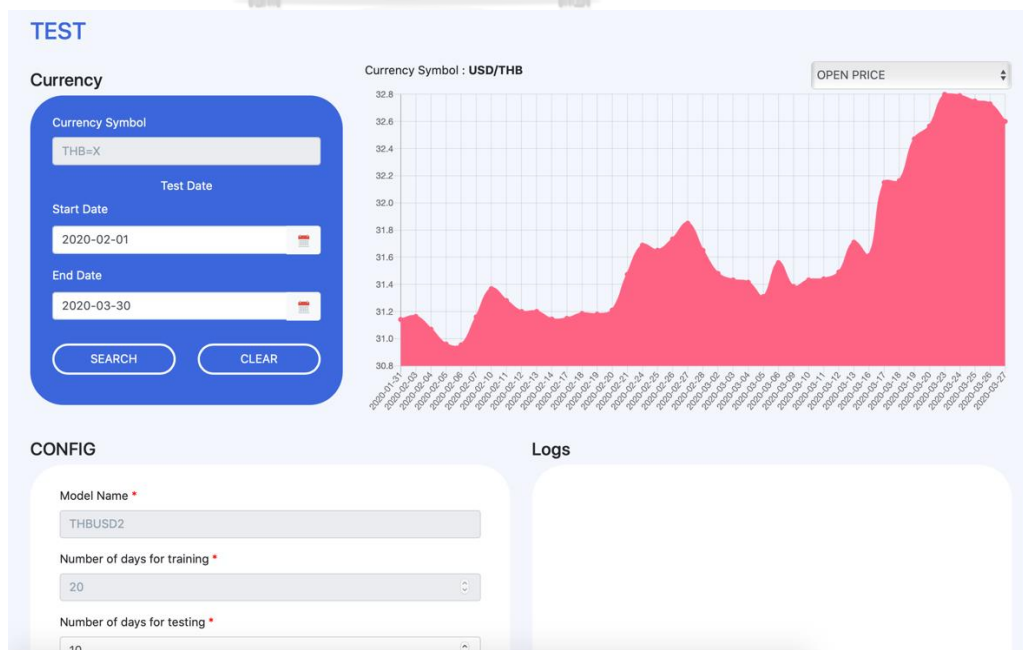
**Model List**

#	Create Date	Model Name	Currency Symbol	Model Avialable	Action
1	2020-03-30	THBUSD2	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
2	2020-03-30	THBUSD1	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
3	2020-03-30	rerunTHBUSD	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
4	2020-03-28	CreateNew3	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
5	2020-03-28	CreateNew2	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
6	2020-03-28	CreateNew1	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
7	2020-03-26	CreateNew97	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>

รูปที่ 38: รายชื่อโมเดลที่สร้าง

## 7. ระบบทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล (Run Test Model)

เป็นหน้าจอที่จะให้ผู้ใช้งานกรอกช่วงเวลาที่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล โดยการ กรอกชื่อเงินตราระหว่างประเทศช่วงเวลาที่ต้องการทดสอบ จำนวนวันที่จะใช้ทดสอบและจำนวนเงินสดเริ่มต้น (StartBalance)

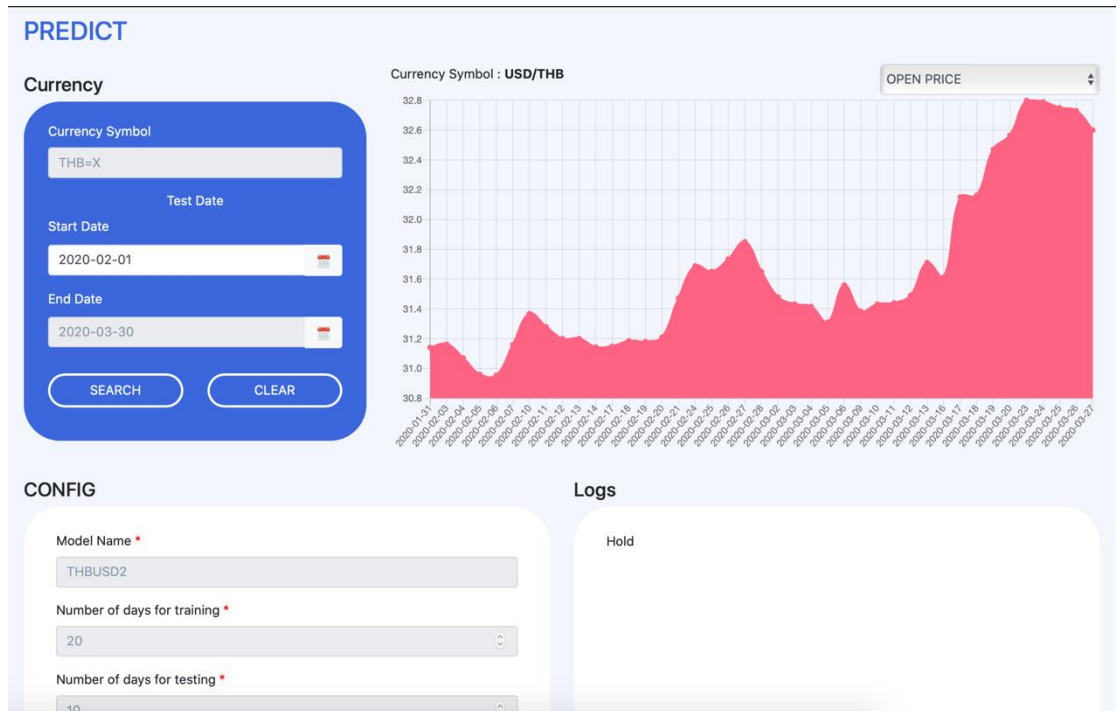


รูปที่ 39: การทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล



## 8. ระบบให้คำแนะนำการลงทุนในวันที่กำหนด (Model Suggest)

เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้งานจะกรอกข้อมูลชื่อเงินตราระหว่างประเทศวันที่ต้องการได้รับคำแนะนำในการลงทุน



รูปที่ 40: การแนะนำการลงทุน

## 9. ระบบลบโมเดลที่ไม่ต้องการ (Delete Model)

เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกลบโมเดลที่ไม่ต้องการได้

**Model List**

#	Create Date	Model Name	Currency Symbol	Model Available	Action
1	2020-03-30	THBUSD2	THB=X	true	View Edit Del Test Predict
2	2020-03-30	THBUSD1	THB=X	true	View Edit Del Test Predict
3	2020-03-30	rerunTHBUSD	THB=X	true	View Edit Del Test Predict
4	2020-03-28	CreateNew3	THB=X	true	View Edit Del Test Predict
5	2020-03-28				View Edit Del Test Predict
6	2020-03-28				View Edit Del Test Predict
7	2020-03-26	CreateNew97	THB=X	true	View Edit Del Test Predict

Do you want to delete rerunTHBUSD ?

Cancel OK

รูปที่ 41: การลบโมเดล

#### 4.6 การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยของระบบ

ในการเข้าใช้งานระบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเม้นท์เลิร์นนิ่ง มีระบบควบคุมความปลอดภัยจากการที่ผู้ใช้งานต้องทำการ เข้าสู่ระบบ (Login) ด้วยการกรอก Username และ Password เพื่อทำการเข้าใช้งาน โดยผู้ใช้งานแต่ละคนสามารถเข้าถึงข้อมูลของ User ตัวเองเท่านั้น

#### 4.7 การติดตั้งและพัฒนาระบบ

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเม้นท์เลิร์นนิ่ง มีขั้นตอนในการพัฒนาระบบดังนี้

##### 4.7.1 การติดตั้งพัฒนาระบบ

1. ติดตั้งซอฟต์แวร์และเฟรมเวิร์คที่ใช้ในระบบ

สำหรับระบบนี้ มีการติดตั้ง Python 3.7.3, npm 6.13.4, flask, flask-sqlalchemy, flask-login, tensorflow 1.14, Keras 2.2.4, yfinance 0.1.54 และ DB Browser for SQLite Version 3.11.2 ในระบบปฏิบัติการ macOS 10.15.3 Catalina

2. การจัดการและนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล

เตรียมข้อมูลที่ต้องการนำมาใช้โดยการดึงข้อมูลข้อมูลชื่อเงินตราระหว่างประเทศจาก yfinance ด้วย Python Script มาจัดเก็บในรูปแบบไฟล์ json และข้อมูลมาจากการที่ผู้ใช้งานในเว็บไซต์ ผ่าน Api โดยใช้ flask-sqlalchemy เข้าสู่ฐานข้อมูล

3. การเชื่อมต่อฐานข้อมูล

ทำการเชื่อมต่อฐานข้อมูลกับคลังข้อมูลผ่านเฟรมเวิร์ค flask-sqlalchemy

```
def create_app():
    app = Flask(__name__)
    UPLOAD_FOLDER = '/upload/'
    app.config['UPLOAD_FOLDER'] = UPLOAD_FOLDER

    app.config['SECRET_KEY'] = '90LwXND4o83j4K4iuop0'
    app.config['SQLALCHEMY_DATABASE_URI'] = 'sqlite:///db.sqlite'
    app.config['SQLALCHEMY_TRACK_MODIFICATIONS'] = False
    db.init_app(app)
```

รูปที่ 42: การตั้งค่าระบบฐานข้อมูล

โดยการสร้างฐานข้อมูลสามารถพิมพ์คำสั่งได้จาก Terminal โดยรัน python จากนั้นพิมพ์

```
from project import db, create_app
```

```
db.create_all(app=create_app())
```

จะทำการสร้างฐานข้อมูล SQLite ตามที่ได้ออกแบบเอาไว้จาก model file

```
from flask_login import UserMixin
from . import db
from sqlalchemy.ext.declarative import declarative_base
Base = declarative_base()

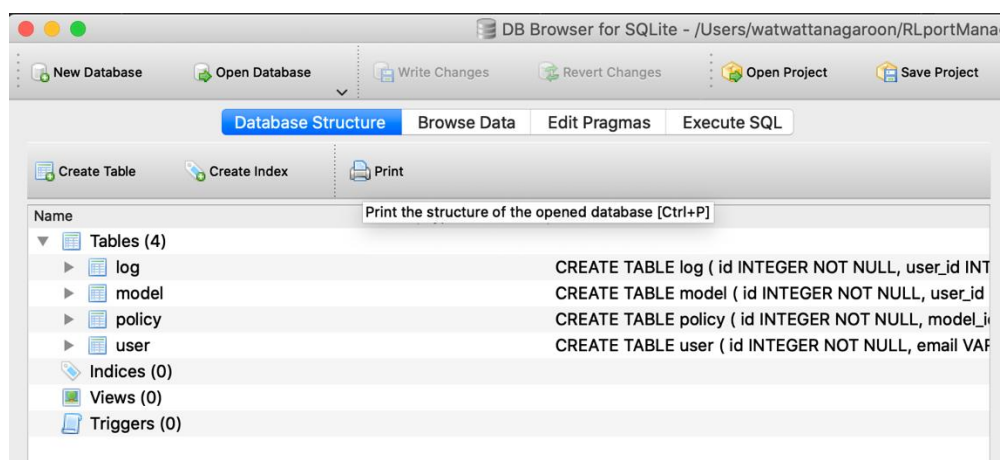
class User(UserMixin, db.Model):
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True) # primary keys are required by SQLAlchemy
    email = db.Column(db.String(100), unique=True)
    password = db.Column(db.String(100))
    name = db.Column(db.String(1000))
    rModel = db.relationship('Model', backref='user', lazy=True)
    rLog = db.relationship('Log', backref='user', lazy=True)

class Model(db.Model, Base):
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    user_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('user.id'), nullable=False)
    created_at = db.Column(db.DateTime)
    updated_at = db.Column(db.DateTime)
    start_date = db.Column(db.DateTime)
    end_date = db.Column(db.DateTime)
    num_train_date = db.Column(db.Integer, nullable=False)
    num_test_date = db.Column(db.Integer, nullable=False)
    gamma = db.Column(db.Float)
    epsilon = db.Column(db.Float)
    epsilon_min = db.Column(db.Float)
    epsilon_decay = db.Column(db.Float)
    episode_count = db.Column(db.Integer)
    model_name = db.Column(db.String(100), nullable=False)
    currency_symbol = db.Column(db.String(20), nullable=False)
    start_balance = db.Column(db.Integer)
    currency_amount = db.Column(db.Float)
    avg_currency_rate = db.Column(db.Float)
    log_id = db.Column(db.Integer, db.ForeignKey('log.id'))
    log = db.relationship("Log")
    policy = db.relationship('Policy', backref='model', lazy=True)
```

รูปที่ 43: การสร้างโมเดลสำหรับฐานข้อมูล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การที่จะดูข้อมูลในฐานข้อมูลใช้โปรแกรม DB Browser for SQLite



รูปที่ 44: ฐานข้อมูล SQLite

#### 4. การรันระบบผ่าน Terminal

```
(base) 192:API watwattanagaroon$ export FLASK_APP=project
(base) 192:API watwattanagaroon$ export FLASK_DEBUG=1
(base) 192:API watwattanagaroon$ flask run
```

รูปที่ 45: คำสั่งในการรันระบบ API

```
(base) 192:app-aof watwattanagaroon$ npm start
```

รูปที่ 46: การรันระบบเว็บไซต์

#### 4.8 ตารางเปรียบเทียบผลที่ได้จากการฝึกโมเดลด้วย hyperpamater ต่าง ๆ

- เปรียบเทียบการเพิ่ม Episode count (Epoch)

กำหนดให้มี

- Currency Symbol: EURTHB=X
- Start Date: 2019-09-01
- End Date: 2020-04-15
- Number of days for training: 100
- Number of days for testing: 20
- Start Balance: 100,000 (THB)
- Available currency amount (EUR): 3,000
- Average Currency Rate (EUR/THB): 33
- Sale lot size: 100
- Buy lot size: 100

## Testing Summary on last day (9 days test) (13/03/20)

Episode Count (Epoch)	Total Porfolio value	Total Profit	% Profit
10	206,299	7,299	3.67%
20	206,871.08	7817.08	3.96%
30	206,299	7,299	3.67%
40	205,405.30	6,405.30	3.22%

- เปรียบเทียบการเพิ่ม Train days

กำหนดให้มี

- Currency Symbol: EURTHB=X
- End Date: 2020-04-15
- Number of days for testing: 20
- Episode Count (Epoch): 20
- Start Balance: 100,000 (THB)
- Available currency amount (EUR): 3,000
- Average Currency Rate (EUR/THB): 33
- Sale lot size: 100
- Buy lot size: 100

## Testing Summary on last day (20 days test) (16/12/19)

Start Date	Number of Days for Training	Total Porfolio value	Total Profit	% Profit
2019-09-02	40	200,103.84	1,103	0.55%
2019-08-06	60	200,316.70	1,316.7	0.66%
2019-07-09	80	200,316.70	1,316.7	0.66%
2019-06-04	100	200,689	1,689	0.855%



## บทที่ 5

### บทสรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงบทสรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะของการพัฒนาโครงการนี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสารสนเทศอื่นๆ ต่อไป

#### 5.1 บทสรุป

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง เริ่มต้นจากการเข้าสัมภาษณ์ผู้บริหารบริษัทต้นแบบ เพื่อศึกษาเรียนรู้วิธีการดำเนินงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เพื่อนำมาใช้พัฒนาระบบให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ให้ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจการลงทุนในเงินตราต่างประเทศนี้ สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของโครงการ ดังนี้

1. เพื่อสร้าง Model สนับสนุนการตัดสินใจในลงทุน
2. เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิค Reinforcement Learning ในการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายใน Forex

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเมนต์เลิร์นนิง ประกอบด้วย 9 ระบบ

1. ลงทะเบียนผู้ใช้งาน (Register)
2. ระบบเข้าใช้งาน (Log in)
3. ระบบสร้างโมเดล (Create Model)
4. ระบบดูโมเดลย้อนหลัง (View Model History)
5. ระบบแก้ไขโมเดล (Edit Model History)
6. ระบบแสดงรายการโมเดลที่เคยทำมา (View Model History)
7. ระบบทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล (Run Test Model)
8. ระบบให้คำแนะนำการลงทุนในวันที่กำหนด (Model Suggest)
9. ระบบลบโมเดลที่ไม่ต้องการ (Delete Model)

เทคโนโลยีที่ใช้ในโครงการนี้เป็นการใช้ python ในการพัฒนาระบบ Back-end โดยที่มีการใช้ Flask เป็น web application framework โดยที่ในส่วนของการ Reinforcement Learning นั้นใช้ Keras เป็น Deep Learning Library และเรียกใช้ Tensorflow เป็น Keras backend ส่วนในระบบหน้าบ้านที่ติดต่อกับผู้ใช้งานนั้น ใช้ CSS และ Html

## 5.2 ปัญหา

ปัญหาในการพัฒนาโครงการที่พบ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับการออกแบบระบบและการจัดการข้อมูล และปัญหาด้านเทคนิค

### 1) ปัญหาเกี่ยวกับการเตรียมข้อมูล

- ปัญหาที่พบ: เนื่องจากข้อมูลที่นำมาใช้จะนำมาจาก yahoo finance ซึ่งไม่สามารถ Download ข้อมูลของทุก ๆ เงินตราต่างประเทศได้  
แนวทางแก้ไข: ทุกครั้งที่จะทำการดึงข้อมูลเงินตราต่างประเทศจะเรียกใช้งาน Library yfinance ซึ่งจะทำการเรียกข้อมูลเงินตราต่างประเทศที่เราต้องการตามช่วงเวลาที่เรากำหนด

### 2) ปัญหาด้านเทคนิค

- ปัญหาที่พบ: การพัฒนาโปรแกรมด้วย Jupyter notebook แต่พอย้ายมา Refactor code เป็น Class เพื่อให้เป็นระบบที่สามารถเรียกใช้ API ทำให้พบว่าการทำงานที่เคยทำได้ไม่มีปัญหาใน Jupyter notebook กับเกิดปัญหาในไฟล์ .py  
แนวทางแก้ไข: ทำการศึกษากระบวนการทำงานของ Library Keras ซึ่งเป็นการทำงานของแล้วพบว่ามีเก็บข้อมูลของ Session อยู่ จึงต้องทำการ Clear session
- ปัญหาที่พบ: ความซับซ้อนของการทำงานในเทคนิคอินฟอร์สแม้นท์เลิร์นนิ่ง ซึ่งไม่ค่อยมีตัวอย่างในการนำมาใช้ทำงานประยุกต์ ส่วนใหญ่จะพบนำมาสอนเพื่อให้เข้าใจคอนเซ็ปของเทคนิคอินฟอร์สแม้นท์เลิร์นนิ่ง  
แนวทางแก้ไข: ทำการศึกษาผ่าน Textbook และ paper ต่างๆ

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการจัดทำโครงการพิเศษนี้ ผู้จัดทำได้พบปัญหาต่าง ๆ มากมาย ดังที่กล่าวข้างต้น ผู้จัดทำจึงขอเสนอแนะแนวทางการจัดทำโครงการสำหรับผู้สนใจทำโครงการลักษณะเช่นนี้ โดยแบ่งพิจารณาเป็น 2 กรณี ดังต่อไปนี้



## 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาระบบเพิ่มเติม

- 1.1 สามารถหาข้อมูลของอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศใน Timeframe ที่เป็นราย 1 ชั่วโมง หรือ 4 ชั่วโมงสามารถให้คำแนะนำการลงทุนสำหรับผู้ลงทุนแบบ Day Trader ทำการซื้อขายออเดอร์ให้จบภายในวันเดียว
- 1.2 สามารถมีค่า Default ของ Hyper parameter ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละประเภทการลงทุน เช่นการลงทุนในอัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ, หุ้น, ทองคำ และอื่น ๆ
- 1.3 เพิ่มตัวแปรที่มีผลต่อการสร้างโมเดลเช่นใน Volume ของการซื้อขาย, อัตราเงินปันผลตอบแทน
- 1.4 เพิ่มความสามารถในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ได้พร้อมกันหลายโมเดล สำหรับ อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศเดียวกันและช่วงเวลาข้อมูลเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบผลตอบแทนของแต่ละโมเดลบนข้อมูลชุดเดียวกัน
- 1.5 เพิ่มความสามารถในการนำหลาย ๆ คู่อัตราแลกเปลี่ยนมากกว่า 1 คู่มาใช้ในการสร้างโมเดล ทำให้โมเดลสามารถแนะนำการลงทุนว่าควรขายคู่เงินหนึ่ง และนำไปซื้ออีกคู่เงินคู่ใดต่อ

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาระบบนี้ขึ้นใหม่อีกครั้ง

- 2.1 ศึกษาเทคนิครีอินฟอร์สमेंท์เลิร์นนิง เพิ่มเติมเช่นการใช้ policy gradient แทนการใช้ Deep Q learning
- 2.2 ศึกษา Framework อื่น ๆ เช่น CNTK, Theano ในการใช้งานเพิ่มเติม อาจจะมีบาง Framework ที่ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- 2.3 นำข้อมูลอื่น ๆ มาใช้ร่วมในการวิเคราะห์ด้วย เช่น ราคาน้ำมัน, ทองคำ

บรรณานุกรม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

medium. (2560). Reinforcement Learning (RL) 101 : Q-Learning.

Retrieved from [www.medium.com/@thebear19/reinforcement-learning-rl-101-q-learning-e84c2e92d448](http://www.medium.com/@thebear19/reinforcement-learning-rl-101-q-learning-e84c2e92d448)

medium. (2561). Reinforcement Learning: สอน AI ด้วย Q-Learning กันดีกว่า.

Retrieved from [www.medium.com/@nutorbitx/reinforcement-learning-สอน-ai-ด้วย-q-learning-กันดีกว่า-cb5e0f4a2cac](http://www.medium.com/@nutorbitx/reinforcement-learning-สอน-ai-ด้วย-q-learning-กันดีกว่า-cb5e0f4a2cac)

Reinforcement Learning (2018), Second Edition An Introduction By Richard S. Sutton and Andrew G. Barto,

medium. (2561). DQN: Deep Learning สามารถเล่นเกม Atari เอาชนะมนุษย์ 29 เกม โดยใช้ Model เหมือนเดิมได้อย่างไร [Part I].

Retrieved from [www.medium.com/kosate/dqn-deep-learning-สามารถเล่นเกม-atari-เอาชนะมนุษย์-29-เกม-โดยใช้-model-เหมือนเดิมได้อย่างไร-part-87477c33af96](http://www.medium.com/kosate/dqn-deep-learning-สามารถเล่นเกม-atari-เอาชนะมนุษย์-29-เกม-โดยใช้-model-เหมือนเดิมได้อย่างไร-part-87477c33af96)

machinelearningmastery. (2558). Basic Concepts in Machine Learning.

Retrieved from [www.machinelearningmastery.com/basic-concepts-in-machine-learning/](http://www.machinelearningmastery.com/basic-concepts-in-machine-learning/)

Finnomena. (2559). ความเสี่ยงในการเล่นหุ้นของนักลงทุน “รายย่อย”

Retrieved from [https://www.finnomena.com/mod\\_mangmaclub/type-of-risk/](https://www.finnomena.com/mod_mangmaclub/type-of-risk/)

towardsdatascience. (2559). What are the types of machine learning

Retrieved from <https://towardsdatascience.com/what-are-the-types-of-machine-learning-e2b9e5d1756f>



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## ภาคผนวก ก

## พจนานุกรมข้อมูล

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สเม้นท์เลิร์นนิง มีการจัดเก็บฐานข้อมูลในรูปแบบของ Table ดังนี้

## 1. User Table:

ตารางที่ 11: User Table

Name	Data Type	Primary Key	Description
Id	Integer	Yes	รหัส User
email	String(100)	No	อีเมล
password	String(100)	No	รหัสผ่าน
name	String(100)	No	ชื่อ

ตารางที่ 12: Model Table

Name	Data Type	Primary Key	Description
Id	Integer	Yes	รหัส โมเดล
user_id	Integer	No	รหัส User
created_at	DateTime	No	สร้างเมื่อวันที่
updated_at	DateTime	No	อัปเดตเมื่อวันที่
start_date	DateTime	No	วันที่เริ่มต้นการเทรน
end_date	DateTime	No	วันที่สิ้นสุดการเทรน
num_train_date	Integer	No	จำนวนวันในการเทรน
num_test_date	Integer	No	จำนวนวันในการทดสอบ
gamma	Float	No	คือ discount factor. ในการให้ความสำคัญกับ rewards ที่เกิดขึ้น
epsilon	Float	No	Exploration

epsilon_min	Float	No	Epsilon ขั้นต่ำ
epsilon_decay	Float	No	การลดของ epsilon
episode_count	Integer	No	จำนวนรอบการรัน (Epoch)
model_name	String(100)	No	ชื่อโมเดล
currency_symbol	String(20)	No	สัญลักษณ์เงินตรา ระหว่างประเทศ
start_balance	Integer	No	เงินสดเริ่มต้น
currency_amount	Float	No	จำนวนเงินตรา ต่างประเทศเริ่มต้น
avg_currency_rate	Float	No	ค่าเฉลี่ยเงินตรา ต่างประเทศที่เริ่ม
log_id	Integer	No	รหัส Log
model_path	String(100)	No	Path ที่เก็บโมเดล
have_model	Boolean	No	บอกว่ามีโมเดล หรือไม่
buy_lot_size	Float	No	ขนาดการซื้อเงินตรา ในหนึ่งครั้ง
sale_lot_size	Float	No	ขนาดการขาย เงินตราในหนึ่งครั้ง

ตารางที่ 13: Policy Table

Name	Data Type	Primary Key	Description
Id	Integer	Yes	รหัส Policy
model_id	Integer	No	รหัส Id
created_at	DateTime	No	รหัสผ่าน
action	String(10)	No	การ buy, sell, hold
con	String(3)	No	เงื่อนไข policy

sym	String(15)	No	สัญลักษณ์ policy (Ma, %profit, %change)
num	Integer	No	ค่าตัวเลขที่กำหนด policy

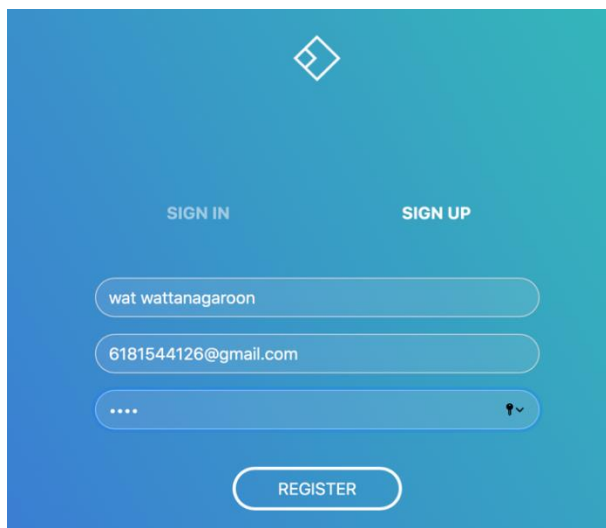
ตารางที่ 14: Log Table

Name	Data Type	Primary Key	Description
Id	Integer	Yes	รหัส Log
user_id	String(100)	No	รหัส User
created_at	String(100)	No	สร้างเมื่อวันที่
log_text	String(100)	No	Log การทำงาน
train_text	String(100)	No	เก็บค่าการทำงานของ การเทรนแต่ละรอบ
test_text	String(100)	No	เก็บค่าการทำงานของ การทดสอบแต่ละรอบ

ภาคผนวก ข  
เมนูการทำงานของระบบ

1. เมฆลงทะเบียนผู้ใช้งาน (Register)

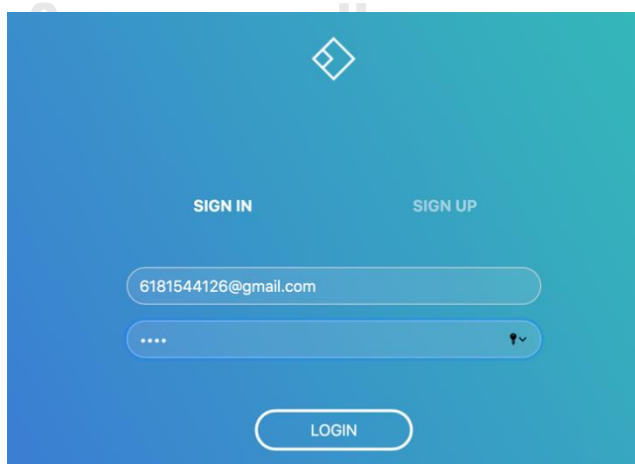
เป็นหน้าจอที่ให้ผู้ใช้งานสามารถสมัครระบบสมาชิก โดยกรอกข้อมูลชื่อ อีเมล และรหัสผ่าน

A screenshot of a registration form on a blue background. At the top center is a white diamond-shaped logo. Below it are two buttons: "SIGN IN" on the left and "SIGN UP" on the right. There are three input fields: the first contains "wat wattanagaroon", the second contains "6181544126@gmail.com", and the third contains four dots with a small eye icon on the right. At the bottom center is a "REGISTER" button.

รูปที่ 47: Register

2. เมฆเข้าใช้งาน (Log in)

เป็นหน้าจอที่ให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลอีเมล และรหัสผ่านเพื่อยืนยันตัวตนของผู้ใช้งานกับข้อมูลจากฐานข้อมูล เพื่อระบบจะได้แสดงข้อมูลโมเดลในอดีตของผู้ใช้งานได้

A screenshot of a login form on a blue background. At the top center is a white diamond-shaped logo. Below it are two buttons: "SIGN IN" on the left and "SIGN UP" on the right. There are two input fields: the first contains "6181544126@gmail.com" and the second contains four dots with a small eye icon on the right. At the bottom center is a "LOGIN" button.

รูปที่ 48: Log in



### 3. เมนูสร้างโมเดล (Create Model)

เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลสัญลักษณ์เงินตราระหว่างประเทศที่ต้องการ หลังจากนั้นกรอกข้อมูลช่วงเวลาที่ต้องการดึงข้อมูล ส่วนใน Config เป็นการให้ผู้ใช้งานกรอกชื่อ (ModelName), จำนวนวันในการ Train ข้อมูล (Number of day for training), จำนวนวันในการ Test ข้อมูล (Number of day for testing), จำนวนครั้งในการรัน (Epoch)(EpisodeCount), จำนวนเงินสดเริ่มต้น (StartBalance)



รูปที่ 49: Create Model 1

Model Name \*

THBUSD2

Number of days for training \*

20

Number of days for testing \*

10

Episode count (Epoch) \*

3

Start Balance (THB) \*

300000

Available Currency Amount (USD) \*

1000

Logs

```

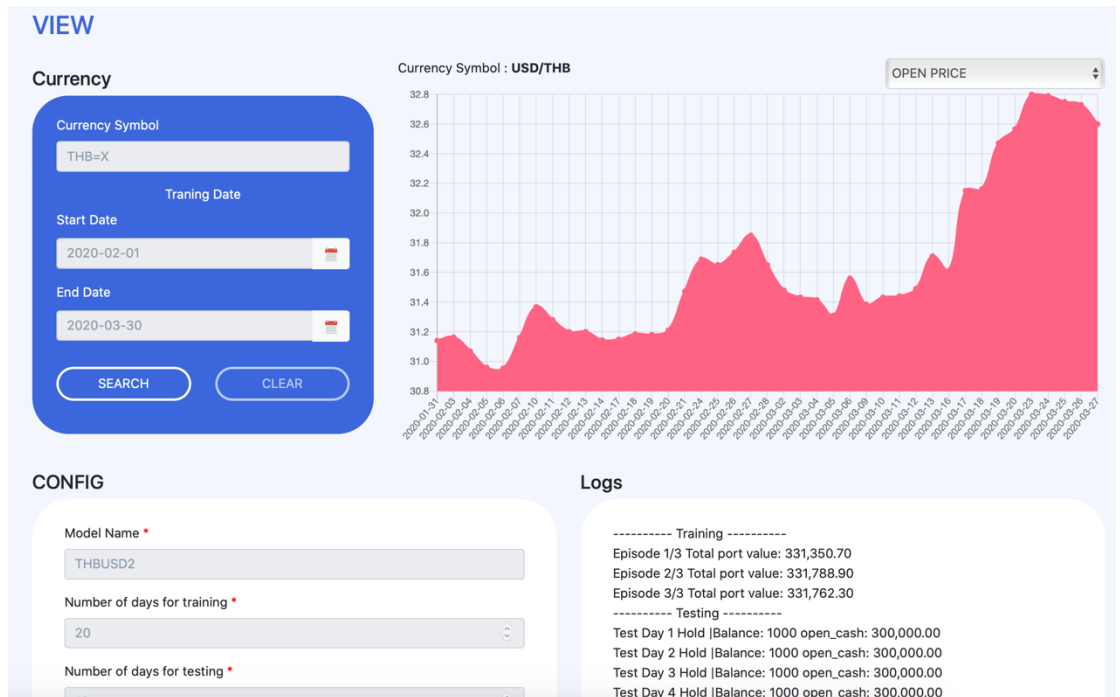
----- Training -----
Episode 1/3 Total port value: 331,350.70
Episode 2/3 Total port value: 331,788.90
Episode 3/3 Total port value: 331,762.30
----- Testing -----
Test Day 1 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 2 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 3 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 4 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 5 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 6 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 7 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 8 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 9 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 10 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
----- Testing Summary On Last day -----
Total THB=X in Balance 1000
Total Open cash in episodes 300,000.00
Total Portfolio value in episodes 331,500.00
Total Days in episodes 10

```

รูปที่ 50: Create Model 2

#### 4. เมนูโมเดลย้อนหลัง (View Model History)

เป็นระบบหน้าจอที่แสดงผล Hyper parameter รวมถึงชื่อโมเดล และข้อมูลเงินตราระหว่างประเทศที่ใช้และวันที่เริ่มดึงข้อมูล



รูปที่ 51: View Model History

## 5. เมนูแสดงรายการโมเดลที่เคยทำมา (View Model History)

เป็นหน้าจอที่จะแสดงรายการของโมเดล ต่าง ๆ ที่ได้สร้างขึ้นมา

Model List					
#	Create Date	Model Name	Currency Symbol	Model Avialable	Action
1	2020-03-30	THBUSD2	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
2	2020-03-30	THBUSD1	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
3	2020-03-30	rerunTHBUSD	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
4	2020-03-28	CreateNew3	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
5	2020-03-28	CreateNew2	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
6	2020-03-28	CreateNew1	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
7	2020-03-26	CreateNew97	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>

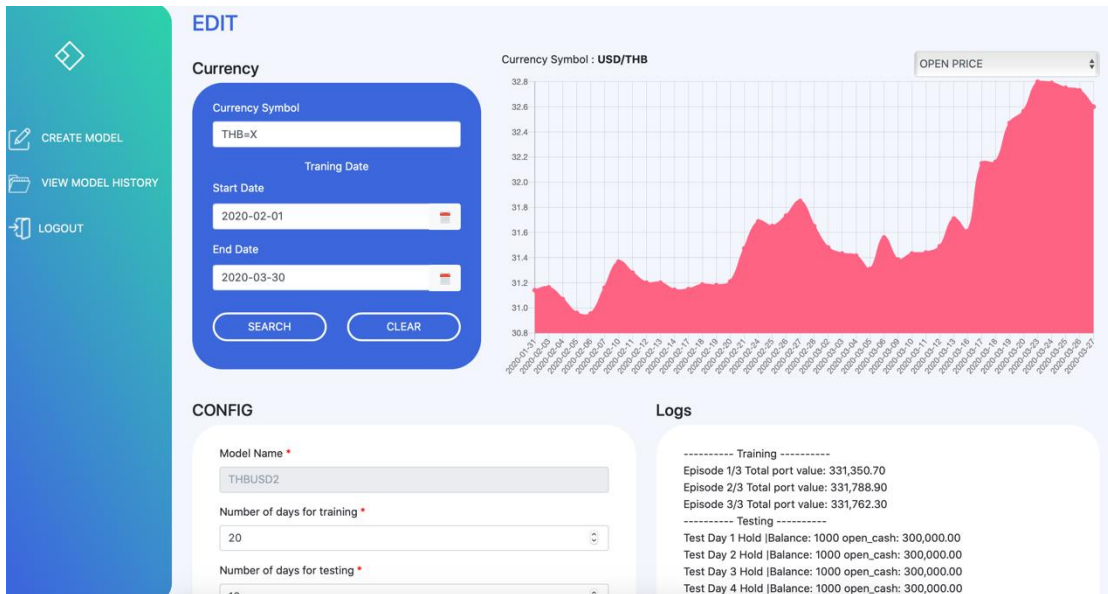
รูปที่ 52: View Model History

## 6. เมนูแก้ไขโมเดล (Edit Model History)

เป็นระบบหน้าจอที่แสดงผล Hyper parameter รวมถึงชื่อโมเดล และข้อมูลเงินตราระหว่างประเทศที่ใช้และวันที่เริ่มดึงข้อมูลเหมือนกับระบบดูโมเดลย้อนหลังแต่ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนข้อมูล เงินตราระหว่างประเทศวันที่เริ่มและวันสิ้นสุดการดึงข้อมูล รวมถึงจำนวนวันในการ Train ข้อมูล (Number of day for training), จำนวนวันในการ Test ข้อมูล (Number of day for testing), จำนวนครั้งในการรัน (Epoch)(EpisodeCount), จำนวนเงินสดเริ่มต้น (StartBalance)

Model List					
#	Create Date	Model Name	Currency Symbol	Model Avialable	Action
1	2020-03-30	THBUSD2	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
2	2020-03-30	THBUSD1	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
3	2020-03-30	rerunTHBUSD	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
4	2020-03-28	CreateNew3	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
5	2020-03-28	CreateNew2	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
6	2020-03-28	CreateNew1	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
7	2020-03-26	CreateNew97	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>

รูปที่ 53: Edit Model History 1



รูปที่ 54: Edit Model History 2

## 7. เมนูทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล (Run Test Model)

เป็นหน้าจอที่จะให้ผู้ใช้งานกรอกช่วงเวลาที่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลโดยการกรอกชื่อเงินตราระหว่างประเทศช่วงเวลาที่ต้องการทดสอบ จำนวนวันที่จะใช้ทดสอบและจำนวนเงินสดเริ่มต้น (StartBalance)

Model List						
#	Create Date	Model Name	Currency Symbol	Model Available	Action	
1	2020-03-30	THBUSD2	THB=X	true	<a href="#">View</a>	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
2	2020-03-30	THBUSD1	THB=X	true	<a href="#">View</a>	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
3	2020-03-30	rerunTHBUSD	THB=X	true	<a href="#">View</a>	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
4	2020-03-28	CreateNew3	THB=X	true	<a href="#">View</a>	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
5	2020-03-28	CreateNew2	THB=X	true	<a href="#">View</a>	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
6	2020-03-28	CreateNew1	THB=X	true	<a href="#">View</a>	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
7	2020-03-26	CreateNew97	THB=X	true	<a href="#">View</a>	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>

รูปที่ 55: Run Test Model 1



รูปที่ 56: Run Test Model 2

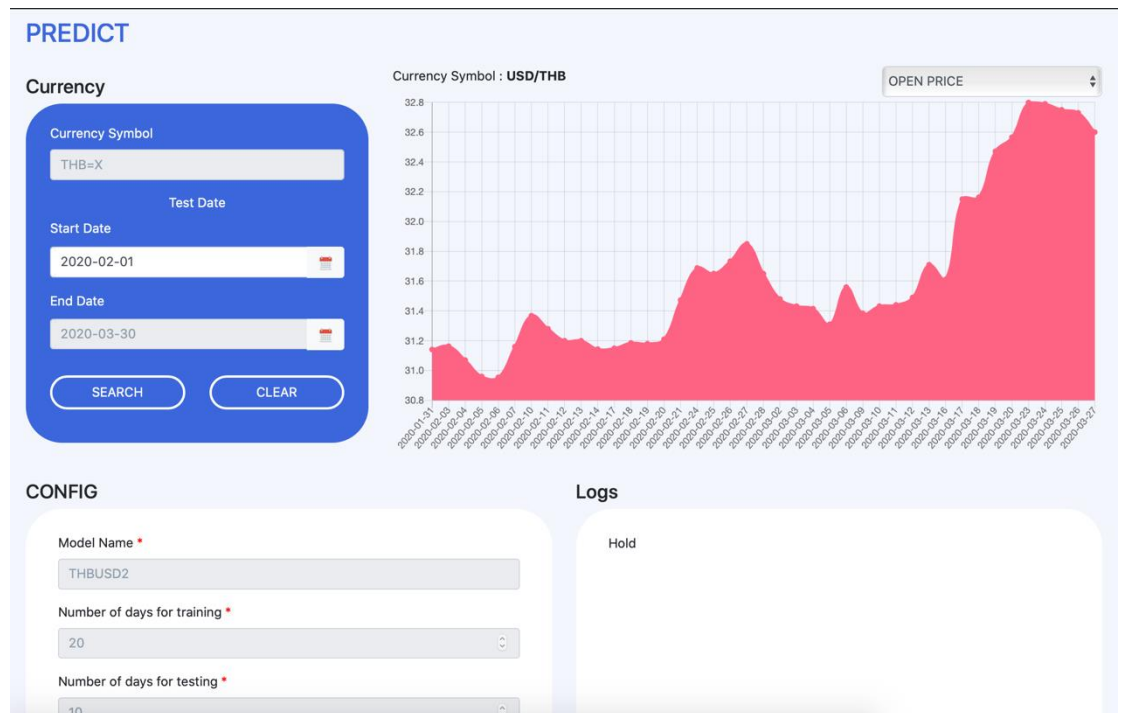
## 8. เมนูให้คำแนะนำการลงทุนในวันที่กำหนด (Model Suggest)

เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้งานจะกรอกข้อมูลชื่อเงินตราระหว่างประเทศวันที่ต้องการได้รับคำแนะนำในการลงทุน

**Model List**

#	Create Date	Model Name	Currency Symbol	Model Available	Action
1	2020-03-30	THBUSD2	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
2	2020-03-30	THBUSD1	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
3	2020-03-30	rerunTHBUSD	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
4	2020-03-28	CreateNew3	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
5	2020-03-28	CreateNew2	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
6	2020-03-28	CreateNew1	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>
7	2020-03-26	CreateNew97	THB=X	true	<a href="#">View</a> <a href="#">Edit</a> <a href="#">Del</a> <a href="#">Test</a> <a href="#">Predict</a>

รูปที่ 57: Model Suggest 1



รูปที่ 58: Model Suggest 2

## 9. เมนูลบโมเดลที่ไม่ต้องการ (Delete Model)

เป็นหน้าจอที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกลบโมเดลที่ไม่ต้องการได้

#	Create Date	Model Name	Currency Symbol	Model Available	Action
1	2020-03-30	THBUSD2	THB=X	true	View Edit Del Test Predict
2	2020-03-30	THBUSD1	THB=X	true	View Edit Del Test Predict
3	2020-03-30	rerunTHBUSD	THB=X	true	View Edit Del Test Predict
4	2020-03-28	CreateNew3	THB=X	true	View Edit Del Test Predict
5	2020-03-28				View Edit Del Test Predict
6	2020-03-28				View Edit Del Test Predict
7	2020-03-26	CreateNew97	THB=X	true	View Edit Del Test Predict

Do you want to delete rerunTHBUSD ?

Cancel OK

รูปที่ 59: Delete Model

## ภาคผนวก ค

## ตัวอย่างรายงาน

ระบบสนับสนุนการตัดสินใจซื้อขายเงินตราต่างประเทศด้วยเทคนิครีอินฟอร์สमेंท์เลิร์นนิง มีตัวอย่างรายงาน ดังนี้

- ข้อมูลการแสดงผลการทำงานของระบบในช่วง Train ข้อมูลว่ามีผลลัพธ์โดยรวมของการลงทุนเป็นเท่าไรในแต่ละรอบของการทำงาน และเป็นข้อมูลของการทดสอบระบบว่าในแต่ละวันที่ทดสอบระบบตัวโมเดลให้คำแนะนำในการลงทุนว่าอย่างไร ในส่วนท้ายสุดจะเป็นการสรุปข้อมูลว่าวันสุดท้ายของการทดสอบมีผลลัพธ์ในการถือครองค่าเงินเป็นเท่าใดและผลกำไรสุทธิเป็นเท่าใด

## Logs

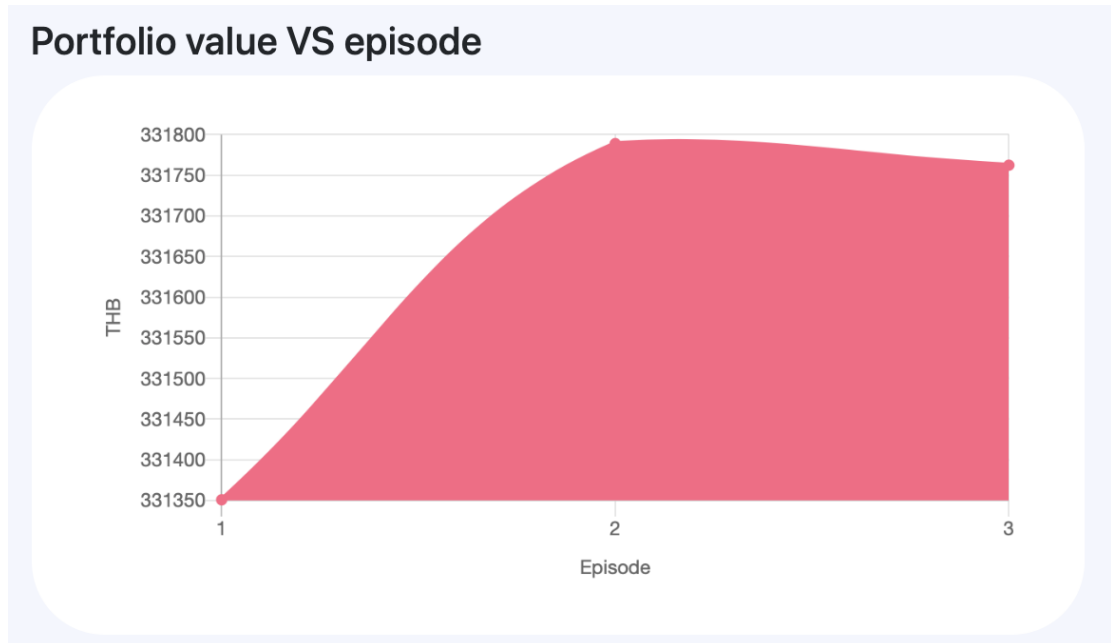
```

----- Training -----
Episode 1/3 Total port value: 331,350.70
Episode 2/3 Total port value: 331,788.90
Episode 3/3 Total port value: 331,762.30
----- Testing -----
Test Day 1 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 2 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 3 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 4 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 5 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 6 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 7 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 8 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 9 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
Test Day 10 Hold |Balance: 1000 open_cash: 300,000.00
----- Testing Summary On Last day -----
Total THB=X in Balance 1000
Total Open cash in episodes 300,000.00
Total Portfolio value in episodes 331,500.00
Total Days in episodes 10

```

รูปที่ 60: Logs

- ข้อมูลการแสดงกราฟระหว่างมูลค่าของ Portfolio ในแต่ละครั้งของการเรียนรู้ (Episode หรือ Epoch) ทำให้เห็นประสิทธิภาพของการเรียนรู้ของโมเดล



รูปที่ 61: Portfolio value VS Episode



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวัฒน์ วัฒนการุณ
วัน เดือน ปี เกิด	23 สิงหาคม 2536
สถานที่เกิด	ระนอง
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	23/4 แยก 16 ลาดพร้าว 80 วังทองหลาง กทม 10310
ผลงานตีพิมพ์	-
รางวัลที่ได้รับ	-



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY