

ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลและหุ้น
ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR TRADING CRYPTOCURRENCY AND STOCK



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลและหุ้น
ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR TRADING CRYPTOCURRENCY AND STOCK

โดย

นาย ณัฐชนน	มะโน	รหัสนักศึกษา	60010296
นาย ธนกร	แดนสันติ	รหัสนักศึกษา	60010380
นาย นิติพงษ์	เป้าทอง	รหัสนักศึกษา	60010538

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. กฤษณ์ วรจรัส

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลและหุ้น

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR TRADING CRYPTOCURRENCY AND STOCK

ผู้จัดทำ

- | | | | | |
|----|--------------|----------|--------------|----------|
| 1. | นาย ณัฐชนน | มะโน | รหัสนักศึกษา | 60010296 |
| 2. | นาย ธนกร | แดนสันติ | รหัสนักศึกษา | 60010380 |
| 3. | นาย นิติพงษ์ | เป้าทอง | รหัสนักศึกษา | 60010538 |



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. กฤษณ์ วังรุจิระ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องในด้านต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษาครั้งนี้ บุคคลแรกแรกโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ทางผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร. กฤษณ์ วรจุริระ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่มีความรู้และความชำนาญในการให้คำปรึกษาในเรื่องการลงทุนหุ้น ตลอดจนคำแนะนำและข้อคิดเห็นที่ทางผู้จัดทำนำไปปรับใช้และต่อยอดให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เกิดประโยชน์มากขึ้น

นอกจากนี้ทางผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่อยู่ร่วมสุขร่วมทุกข์กันในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เนื่องจากว่าปัญหาที่พบในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจสามารถแก้ไขได้ภายในคนเดียว คนเดียว แต่หากได้ความรู้และประสบการณ์จากเพื่อนที่มีความรู้ความชำนาญแล้วจะทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีประโยชน์ต่อผู้อ่านต่อไป

สุดท้ายนี้ทางผู้จัดทำจะไม่กล่าวถึงก็คงจะเป็นไปไม่ได้ นั่นคือพ่อแม่ที่มอบโอกาสทางการศึกษา ให้ทางผู้จัดทำได้รับโอกาสเรียนรู้ประสบการณ์ชีวิตมากมายทั้งการเรียน การศึกษา นอกห้องเรียน การดำเนินชีวิต และการให้ความเชื่อมั่นว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นสิ่งที่อาจจะต่อยอดให้ผู้ที่มีความสนใจในเนื้อหาฉบับนี้ รวมถึงกำลังใจและคำอวยพรจากคนในครอบครัวทุกคนที่ทำให้รู้ว่าทุกปัญหาที่เผชิญจะสามารถแก้ไขได้ถ้าได้รับกำลังใจที่ดี ขอขอบคุณทุกคนที่มีส่วนร่วมทั้งเกี่ยวข้องทางตรงและทางอ้อมที่ให้ความสนับสนุนด้วยดีเสมอมา

นาย ญัฐชนน	มะโน
นาย ธนกร	แดนสันติ
นาย นิติพงษ์	เป้าทอง
	ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลและหุ้น

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR TRADING

CRYPTOCURRENCY AND STOCK

โดย นาย ณัฐชนน มะโน 60010296

นาย ชนกร แดนสันติ 60010380

นาย นิติพงษ์ เป้าทอง 60010538

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. กฤษณ์ วงจรจิระ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและแสดงผลการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำแนวคิดของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการทำงานร่วมกับหุ้นที่ได้ทำการคัดเลือกตัวอย่างอุตสาหกรรมมา 10 อุตสาหกรรมและทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างหุ้นในอุตสาหกรรมนั้นอีก 10 ตัวเพื่อให้โมเดลปัญญาประดิษฐ์ทำหน้าที่เสมือนผู้จัดการการลงทุน เนื่องจากการรวบรวมข้อมูลหุ้นที่มีจำนวนมาก จึงต้องนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการให้โมเดลปัญญาประดิษฐ์เรียนรู้การทำงานเพื่อเพิ่มขีดความสามารถ และตัดสินใจว่าควรลงทุนในหุ้นแต่ละตัวในเท่าไรที่จะทำให้ผลตอบแทนออกมาเป็นที่น่าพอใจ โดยผู้ที่สนใจในการลงทุนหุ้นสามารถเข้าถึงผลลัพธ์การทำงานได้จากการแสดงผลผ่านเว็บไซต์

ABSTRACT

This thesis offers the design and display of artificial intelligence models. This thesis has adopted the concept of artificial intelligence models to work with stocks that have selected industry samples. 10 industries and select 10 stock samples in that industry to make artificial intelligence models act like investment managers. Therefore, it is important to use that information to provide artificial intelligence models to learn how to work to increase capacity and decide how

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

much to invest in each stock that will make a satisfactory return. Those interested in investing in stocks can access the results from the display via the website.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การเรียนรู้ของเครื่อง	3
2.2 การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง	13
2.3 การเรียนรู้เชิงลึก	21
2.4 โครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำ	25
2.5 หุ่น	27
2.6 คริปโทเคอร์เรนซี	28
2.7 การเทรด	29
2.8 เอชทีเอ็มแอล (HTML)	30
2.9 ซีเอสเอส (CSS)	31
2.10 ภาษาจาวาสคริปต์ (JAVASCRIPT)	32
2.11 ภาษาพีเอชพี (PHP)	35
2.12 เอสคิวแอล (SQL)	36
2.13 GOOGLE CLOUD PLATFORM	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.14 MYSQL	37
2.15 PHPMYADMIN	38
2.16 APACHE	39
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	41
3.1 การออกแบบ	41
3.1.1 การออกแบบการทำงานโมเดลปัญญาประดิษฐ์	41
3.1.2 การออกแบบฐานข้อมูล	57
3.1.3 การออกแบบหน้าเว็บไซต์แสดงผลสำหรับผู้ใช้	60
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	64
3.2.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์	64
3.2.2 อุปกรณ์ด้านซอฟต์แวร์	65
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	65
บทที่ 4 ผลการทดลอง	69
4.1 ผลการทดลองปัญญาประดิษฐ์สำหรับการเทรดหุ้น	69
4.1.1 โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นและสกุลเงินดิจิทัล	69
4.1.2 การเปรียบเทียบขนาด LAYER ของโมเดลปัญญาประดิษฐ์	110
4.1.3 โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายราคาหุ้น	111
4.2 ผลการแสดงผลข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล	111
4.3 ผลการทดสอบการแสดงผลของหน้าเว็บไซต์	122
4.3.1 หน้าเว็บไซต์หน้าหลัก	122
4.3.2 การใช้งานเว็บไซต์สำหรับการแสดงผลการทำงานของโมเดล	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.3 การใช้งานเว็บไซต์สำหรับการแสดงผลการจัดอันดับผลตอบ แทนการลงทุนและคะแนนประเมินการทำงานของโมเดล	134
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	135
5.1 สรุปผล	135
5.2 ข้อเสนอแนะ	135
บรรณานุกรม	136
ภาคผนวก คำสั่งให้โมเดลปัญญาประดิษฐ์จัดการซื้อและการขายหุ้นและสกุลเงิน ดิจิทัล	138



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	โครงข่ายประสาทเทียม	10
2.2	แผนภาพการทำงานของการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง	13
2.3	โครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำ	25
2.3	โครงข่ายประสาทเทียมแบบฟิดฟอร์เวิร์ด	25
2.4	แผนภาพของโครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำ	26
2.5	โลโก้เอชทีเอ็มแอล	30
2.6	โลโก้ซีเอสเอส	31
2.7	โลโก้จาวาสคริปต์	33
2.8	โลโก้ภาษาพีเอชพี	35
2.9	โลโก้เอสคิวแอล	36
2.10	โลโก้ GCP	37
2.11	โลโก้ MYSQL	37
2.12	โลโก้ PHPMYADMIN	38
2.13	โลโก้ APACHE HTTP WEBSERVER	39
3.1	แผนผังการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์	41
3.2	คำสั่งสำหรับสร้างข้อมูลราคาหุ้น	42
3.3	กราฟราคาหุ้นระยะเวลา 8 ปี	42
3.4	กราฟตัวบ่งชี้ทางเทคนิค	43
3.5	แผนผังการทำงานของการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง	44
3.6	แผนผังแสดงการทำงานในการซื้อขายหุ้น	45
3.7	คำสั่งอย่างง่ายสำหรับสิ่งแวดล้อมในการเทรดหุ้น	47
3.8	คำสั่งในการสร้างตัวแปรคุณลักษณะทั้งหมดในสิ่งแวดล้อม	47
3.9	คำสั่งในการสร้างฟังก์ชันในการรีเซ็ตตัวแปรคุณลักษณะในสิ่งแวดล้อมให้	48
3.10	กลับคืนสู่จุดเริ่มต้น	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่		
3.11	ฟังก์ชันการสร้างเวกเตอร์สถานะ	50
3.12	ฟังก์ชันสำหรับการเลื่อนตำแหน่งของผู้เรียนรู้ไปยังวันถัดไป	51
3.13	การกระทำของผู้เรียนรู้	51
3.14	ฟังก์ชันสำหรับกำหนดตัวแปรคุณลักษณะของผู้เรียนรู้	52
3.15	ฟังก์ชันสำหรับการเลือกการกระทำ	53
3.16	คำสั่งสำหรับการฝึกฝนโครงข่ายประสาทเทียม	54
3.17	เขียนคำสั่งสร้างโครงข่ายประสาทเทียม	54
3.18	คำสั่งสำหรับการเทรนในแต่ละตอน	58
3.19	ข้อมูลราคาหุ้นระยะเวลา 5 ปี	59
3.20	ข้อมูลราคาหุ้น 7 วัน	59
3.21	ฐานข้อมูลของหุ้นแต่ละตัว	60
3.22	หน้าต่างของระบบปฏิบัติการ UBANTU 16.04 LTS ผ่าน SSH	61
3.23	ไฟล์ที่จัดเก็บไว้ใน VIRTUAL MACHINES	62
3.24	การออกแบบหน้าเว็บไซต์หน้าหลัก	63
3.25	การออกแบบหน้าเว็บไซต์ประเภทการลงทุนของโมเดล	63
3.26	การออกแบบหน้าเว็บไซต์ประเภทอุตสาหกรรมในตลาดหุ้น	64
3.27	การออกแบบหน้าเว็บไซต์รายชื่อหุ้น	65
3.28	การออกแบบหน้าเว็บไซต์ในประเภทการลงทุนในตลาดสกุลเงินดิจิทัล	65
3.29	การออกแบบหน้าเว็บไซต์การจัดลำดับผลตอบแทนจากโมเดล	66
3.30	แผนผังแสดงลำดับการจัดเก็บข้อมูล	68
4.1	ข้อมูลหุ้น BTC-USD ที่นำมาฝึกฝนและทำการทดสอบ	69
4.2	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้การซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล BTC-USD	70
4.3	ราคาหุ้น BTC-USD และจุดการซื้อขาย	70
4.4	มูลค่าพอร์ตการลงทุนจากการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล BTC-USD	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า	
รูปที่	
4.5	ผลตอบแทนจากการซื้อขาย BTC-USD เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด 71
4.6	ผลตอบแทนรายปี 72
4.6	การแบ่งส่วนผลตอบแทนรายเดือน 72
4.6	ผลตอบแทนรายเดือนจากการซื้อและขายสกุลเงินดิจิทัล BTC-USD 72
4.7	ต่อตัวแปรจากการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล BTC-USD 72
4.8	ราคาหุ้น IFF 74
4.9	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น IFF 75
4.10	ราคาหุ้น IFF และจุดการซื้อขาย 75
4.11	มูลค่าพอร์ตการลงทุนของโมเดลปัญญาประดิษฐ์จากการซื้อขายหุ้น IFF 76
4.12	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น IFF เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด 77
4.13	ราคาหุ้น DIS 78
4.14	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น DIS 79
4.15	ราคาหุ้น DIS และจุดซื้อขาย 79
4.16	มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการจากการซื้อขายหุ้น DIS 80
4.17	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น DIS เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด 80
4.18	ราคาหุ้น AMZN 82
4.19	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น AMZN 82
4.20	ราคาหุ้น AMZN และจุดซื้อขาย 83
4.21	มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนจากการซื้อขายหุ้น AMZN 84
4.22	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น AMZN เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด 84
4.23	ราคาหุ้น BG 86
4.24	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น BG 86
4.25	ราคาหุ้น BG และจุดซื้อขาย 87
4.26	มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนจากการซื้อขายหุ้น BG 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.27	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น BG เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด
4.28	ราคาหุ้น BP
4.29	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น BP
4.30	ราคาหุ้น BP และจุดซื้อขาย
4.31	มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการซื้อขายหุ้น BP
4.32	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น BP เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด
4.33	ราคาหุ้น BAC-PL
4.34	ราคาหุ้น BAC-PL และจุดซื้อขาย
4.35	มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น BAC-PL
4.36	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น BP เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด
4.37	ราคาหุ้น ANTM
4.38	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น ANTM
4.39	ราคาหุ้น ANTM และจุดซื้อขาย
4.40	มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น ANTM
4.41	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น ANTM เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด
4.42	ราคาหุ้น ABB
4.43	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น ABB
4.44	ราคาหุ้น ABB และจุดซื้อขาย
4.45	มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น ABB
4.46	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น ABB เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด
4.47	ราคาหุ้น ARE
4.48	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น ARE
4.49	ราคาหุ้น ARE และจุดซื้อขาย
4.50	มูลค่าพอร์ตการลงทุนโมเดลปัญญาประดิษฐ์จากการซื้อขายหุ้น ARE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่		
4.51	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น ARE เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด	106
4.52	ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น AAPL	108
4.53	ราคาหุ้น AAPL และจุดซื้อขาย	108
4.54	มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น AAPL	109
4.55	ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น AAPL เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด	109
4.56	หน้าต่าง PHPMYADMIN	120
4.57	ตารางการจัดเก็บข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของหุ้นหนึ่งตัว	121
4.58	หน้าเว็บไซต์หน้าหลัก	122
4.59	หน้าเว็บไซต์ประเภทการลงทุน	123
4.60	หน้าเว็บไซต์ประเภทอุตสาหกรรม	124
4.61	รายชื่อหุ้นภายในอุตสาหกรรม	125
4.62	กราฟ STOCK DATA	126
4.63	กราฟการซื้อขายของหุ้น	127
4.64	กราฟมูลค่าพอร์ตการลงทุน	128
4.65	กราฟการเปรียบเทียบผลการทำงานกับค่า BENCHMARK	128
4.66	กราฟการเปรียบเทียบผลการทำงานกับราคาปิด	129
4.67	กราฟการขาดทุนสะสมต่อเนื่อง	130
4.68	ผลตอบแทนรายปี	131
4.69	กราฟผลตอบแทนรายเดือน	131
4.70	กราฟการทำนายราคาหุ้น	132
4.71	หน้าเว็บไซต์การจัดอันดับผลตอบแทนในตลาดหุ้น	133
4.72	หน้าเว็บไซต์ผลตอบแทนในตลาดสกุลเงินดิจิทัล	134

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1	การจัดอันดับผลตอบแทนจากการทำงานในสกุลเงินดิจิทัล 73
4.2	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุพื้นฐาน 77
4.3	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มอุตสาหกรรมบริการการสื่อสาร 81
4.4	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มอุปโภคบริโภค 85
4.5	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มสาธารณูปโภคพื้นฐาน 89
4.6	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มพลังงาน 93
4.7	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มการบริการทางการเงิน 96
4.8	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มสุขภาพ 100
4.9	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มอุตสาหกรรม 103
4.10	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มอสังหาริมทรัพย์ 107
4.11	ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มเทคโนโลยี 110
4.12	การเปรียบเทียบผลตอบแทนการทำงานของโมเดลต่อจำนวน LAYER 111
4.13	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านวัสดุ 112
4.14	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านการสื่อสาร 112
4.15	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านวัสดุที่เป็นวัฏจักร 113
4.16	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านสินค้าอุปโภคบริโภคที่มีความผันผวนต่ำ 114
4.17	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านพลังงาน 115
4.18	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านการเงิน 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.19	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านสุขภาพ	116
4.20	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านอุตสาหกรรม	117
4.21	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้าน อสังหาริมทรัพย์	118
4.22	ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี	119



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันผู้คนทั่วไปเริ่มให้ความสนใจในการลงทุนกันมากขึ้น เพราะเพื่อมีการลงทุนใดก็ตามนั้น ผู้ที่ลงทุนมักต้องการผลตอบแทนจากการลงทุนนั้นในรูปของผลกำไร เพื่อที่จะได้รับสินทรัพย์เพิ่มมากขึ้นจากการลงทุน เราจะเห็นได้จากบรรดาเศรษฐกิจที่ถูกจัดอันดับให้อยู่ในอันดับต้นของโลกนั้น มาจากการลงทุนทั้งสิ้น

การลงทุนที่เหล่านักลงทุนเชื่อว่าจะทำให้ได้รับผลตอบแทนได้อย่างรวดเร็วที่สุดนั้นคือการลงทุนในตลาดหุ้น เพราะการลงทุนในตลาดหุ้นทำให้ได้ผลตอบแทนที่สร้างความพึงพอใจให้เหล่านักลงทุน บางหุ้นคือบริษัทใหญ่ที่มีกิจการที่แข็งแกร่ง กล่าวคือเป็นไปได้ยากที่บริษัทนั้นจะล้มละลาย

ในอดีตนั้นผู้ลงทุนส่วนใหญ่มักเก็งกำไรในตลาดหุ้นด้วยการวิเคราะห์เชิงเทคนิค ซึ่งการวิเคราะห์เชิงเทคนิคแบบนี้มีความเสี่ยงต่อการเริ่มต้นการลงทุน เพราะด้วยความขาดประสบการณ์ในการลงทุน อาจก่อให้เกิดการสูญเสียทรัพย์สินในการลงทุนถึงขั้นล้มละลายได้เช่นกัน

ต่อมาได้มีการนำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ถูกนำเข้ามาประยุกต์ใช้ในตลาดหุ้น ข้อมูลตลาดหุ้นที่ถูกเก็บรวบรวมไว้จะถูกการวิเคราะห์เพื่อกำหนดทิศทางการลงทุนแก่นักลงทุนได้มากขึ้น เพื่อที่จะทำให้เหล่านักลงทุนได้รับผลตอบแทนตามที่พึงพอใจ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากปัญญาประดิษฐ์ต่อการประยุกต์ใช้ในการลงทุนตลาดหุ้น
2. เพื่ออำนวยความสะดวกต่อนักลงทุนในการช่วยตัดสินใจลงทุนของปัญญาประดิษฐ์
3. เพื่อให้ปัญญาประดิษฐ์นี้เป็นแนวทางการตัดสินใจลงทุนในการลงทุนตลาดหุ้น

1.3 ขอบเขตของปัญญานิพนธ์

1. ออกแบบโมเดลที่ใช้ความสามารถของปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในการตัดสินใจการเทรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
2. เพิ่มการทำงานของโมเดลโดยเอาระบบโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในโมเดล
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3. เปรียบเทียบผลตอบแทนในการเทรดหุ้นของโมเดลกับ Benchmark และทฤษฎีวัดผล
ที่เกี่ยวข้องไปจนถึงการแสดงผลผ่านเว็บไซต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) [1]

การเรียนรู้ของเครื่อง คือการศึกษาอัลกอริทึมของคอมพิวเตอร์ที่ปรับปรุงโดยอัตโนมัติผ่านประสบการณ์และโดยการใช้ข้อมูลถูกมองว่าเป็นส่วนหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง สร้างแบบจำลองจากข้อมูลตัวอย่างซึ่งเรียกว่า "ข้อมูลการฝึกอบรม" เพื่อทำการคาดคะเนหรือตัดสินใจโดยไม่ได้รับการตั้งโปรแกรมไว้อย่างชัดเจน อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องใช้ในแอปพลิเคชันที่หลากหลายเช่นการกรองอีเมลและการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นเรื่องยากหรือเป็นไปไม่ได้ที่จะพัฒนาอัลกอริทึมแบบเดิมเพื่อทำงานที่ต้องการ

ชุดย่อยของการเรียนรู้ของเครื่องมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับสถิติการคำนวณซึ่งมุ่งเน้นไปที่การคาดเดาโดยใช้คอมพิวเตอร์ แต่ไม่ใช่ทั้งหมดการเรียนรู้ของเครื่องจะเป็นการเรียนรู้ทางสถิติ การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพทางคณิตศาสตร์นำเสนอวิธีการทฤษฎีและโดเมนแอปพลิเคชันไปยังสาขาการเรียนรู้ของเครื่อง การชุดข้อมูลเป็นสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องโดยมุ่งเน้นไปที่การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสำรวจผ่านการเรียนรู้ที่ไม่มีผู้ดูแล ในการประยุกต์ใช้กับปัญหาทางธุรกิจการเรียนรู้ของเครื่องยังเรียกอีกอย่างว่าการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์

การเรียนรู้ของเครื่องเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ที่ค้นพบวิธีที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการตั้งโปรแกรมอย่างชัดเจนให้ทำเช่นนั้น มันเกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ที่เรียนรู้จากข้อมูลที่ให้มาเพื่อให้ทำงานบางอย่างได้ สำหรับงานที่มอบหมายให้กับคอมพิวเตอร์สามารถตั้งโปรแกรมอัลกอริทึมเพื่อบอกวิธีการดำเนินการตามขั้นตอนทั้งหมดที่จำเป็นต่อเครื่องเพื่อแก้ปัญหาได้ ในส่วนของคอมพิวเตอร์ไม่จำเป็นต้องเรียนรู้ สำหรับงานขั้นสูงอาจเป็นเรื่องท้าทายสำหรับมนุษย์ในการสร้างอัลกอริทึมที่จำเป็นด้วยตนเอง ในทางปฏิบัติมันสามารถช่วยให้เครื่องพัฒนาอัลกอริทึมของตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพแทนที่จะให้โปรแกรมเมอร์ที่เป็นมนุษย์ระบุทุกขั้นตอนที่จำเป็น

ข้อกำหนดของการเรียนรู้ของเครื่องใช้วิธีการต่างๆในการสอนคอมพิวเตอร์ให้ทำงานให้สำเร็จโดยที่ไม่มีอัลกอริทึมที่น่าพอใจอย่างเต็มที่ ในกรณีที่มีคำตอบที่เป็นไปได้จำนวนมากแนวทางหนึ่งคือการระบุคำตอบที่ถูกต้องว่าถูกต้อง จากนั้นสามารถใช้เป็นข้อมูลการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับคอมพิวเตอร์เพื่อปรับปรุงอัลกอริทึมที่ใช้เพื่อหาคำตอบที่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่นในการฝึกอบรมระบบสำหรับงานการรู้จำอักขระดิจิทัลมักใช้ชุดข้อมูล MNIST ของตัวเลขที่เขียนด้วยลายมือ

2.1.1 แนวทางการเรียนรู้ของเครื่อง

โดยทั่วไปแล้ววิธีการเรียนรู้ของเครื่องจะแบ่งออกเป็นสามประเภท โดยขึ้นอยู่กับลักษณะของ "สัญญาณ" หรือ "ผลตอบรับ" ที่มีให้ในระบบการเรียนรู้

การเรียนรู้ภายใต้การดูแล (Supervised learning) คอมพิวเตอร์จะแสดงอินพุตตัวอย่างและเอาต์พุตที่ต้องการซึ่งกำหนดโดย "ครู" และเป้าหมายคือการเรียนรู้กฎทั่วไปที่จับคู่อินพุตกับเอาต์พุต

การเรียนรู้ที่ไม่มีผู้ดูแล (Unsupervised learning) ไม่มีการกำหนดป้ายกำกับให้กับอัลกอริทึมการเรียนรู้โดยปล่อยให้อัลกอริทึมการเรียนรู้เป็นของตัวเองเพื่อค้นหาโครงสร้างในอินพุต การเรียนรู้ที่ไม่มีผู้ดูแลอาจเป็นเป้าหมายในตัวเอง (การค้นพบรูปแบบที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล) หรือวิธีการไปสู่จุดจบ (feature learning)

การเรียนรู้การเสริมกำลัง (Reinforcement learning) โปรแกรมคอมพิวเตอร์โต้ตอบกับสภาพแวดล้อมแบบไดนามิกซึ่งจะต้องบรรลุเป้าหมายบางอย่าง (เช่น ขับรถหรือเล่นเกมกับคู่ต่อสู้) ในขณะที่สำรวจพื้นที่ปัญหา โปรแกรมจะให้ข้อเสนอแนะที่คล้ายคลึงกับรางวัลซึ่งจะพยายามเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.2 ประวัติและความสัมพันธ์กับสาขาอื่น

คำว่า机器学习ของเครื่อง ได้รับการประกาศเกียรติคุณในปี 2502 โดย อาร์เธอร์ ซามูเอล (Arthur Samuel) ชาวอเมริกัน ไอพีเอ็ม และเป็นผู้บุกเบิกด้านเกมคอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์ หนังสือที่เป็นตัวแทนของการวิจัยการเรียนรู้ของเครื่องในช่วงทศวรรษ 1960 คือ หนังสือเกี่ยวกับเครื่องจักรการเรียนรู้ของ Nilsson ซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อการจำแนกรูปแบบความสนใจที่เกี่ยวข้องกับการจดจำรูปแบบยังคงดำเนินต่อไปในปี 1970 ตามที่ Duda และ Hart อธิบายไว้ในปี 1973 ในปี 1981 ได้รับรายงานเกี่ยวกับการใช้กลยุทธ์การสอนเพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ที่จะจดจำอักขระ 40 ตัว (ตัวอักษร 26 ตัวตัวเลข 10 หลัก และสัญลักษณ์พิเศษ 4 ตัว) จากเครื่องคอมพิวเตอร์

Tom M. Mitchell ได้ให้คำจำกัดความที่เป็นทางการมากขึ้นของอัลกอริทึมที่ศึกษาในสาขาการเรียนรู้ของเครื่องว่า "โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้รับการกล่าวถึงว่าเรียนรู้จากประสบการณ์ E ที่เกี่ยวกับงานบางประเภท T และการวัดประสิทธิภาพ P หากประสิทธิภาพในการทำงานใน T ซึ่งวัดโดย P จะดีขึ้นตามประสบการณ์ E" คำจำกัดความของงานที่เกี่ยวข้องกับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เรียนรู้ของเครื่องให้คำจำกัดความพื้นฐานในการปฏิบัติงานมากกว่าการกำหนดขอบเขตในแง่ของความรู้ความเข้าใจ สิ่งนี้เป็นไปตามข้อเสนอของ Alan Turing ในกระดาษ "Computing Machinery and Intelligence" ซึ่งคำถาม "เครื่องจักรคิดได้หรือไม่" ถูกแทนที่ด้วยคำถาม "เครื่องจักรสามารถทำในสิ่งที่เรา (ในฐานะหน่วยงานทางความคิด) ทำได้หรือไม่"

การเรียนรู้ของเครื่องในปัจจุบันมีวัตถุประสงค์ 2 ประการประการหนึ่งคือการจัดประเภทข้อมูลตามแบบจำลองที่ได้รับการพัฒนาและจุดประสงค์อื่น ๆ คือการคาดการณ์ผลลัพธ์ในอนาคตตามแบบจำลองเหล่านี้ อัลกอริทึมสมมุติเฉพาะสำหรับการจำแนกข้อมูลอาจใช้การมองเห็นของโมลต์ด้วยคอมพิวเตอร์ควบคู่ไปกับการเรียนรู้ภายใต้การดูแลเพื่อฝึกให้สามารถจำแนกไฟที่เป็นมะเร็งได้ โดยที่อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการซื้อขายหุ้นอาจแจ้งให้ผู้ซื้อขายทราบถึงการคาดการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

2.1.3 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence)

ในฐานะที่เป็นความพยายามทางวิทยาศาสตร์การเรียนรู้ของเครื่องจึงเกิดขึ้นจากการแสวงหาปัญญาประดิษฐ์ ในยุคแรกของปัญญาประดิษฐ์ เป็นข้อกำหนดทางวิชาการที่นักวิจัยบางคนสนใจที่จะให้เครื่องจักรเรียนรู้จากข้อมูล พวกเขาพยายามที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการเชิงสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่นเดียวกับสิ่งที่เรียกว่า "โครงข่ายประสาท" สิ่งเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นการรับรู้และแบบจำลองอื่น ๆ ที่พบในภายหลังว่าเป็นนวัตกรรมใหม่ของแบบจำลองเชิงเส้นทั่วไปของสถิติ นอกจากนี้ยังใช้การให้เหตุผลที่น่าจะเป็นไปได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวินิจฉัยทางการแพทย์อัตโนมัติ

อย่างไรก็ตามการให้ความสำคัญมากขึ้นเกี่ยวกับแนวทางเชิงตรรกะที่ใช้ความรู้ทำให้เกิดความแตกแยกระหว่างปัญญาประดิษฐ์ และการเรียนรู้ของเครื่อง ระบบความน่าจะเป็นถูกรบกวนจากปัญหาทางทฤษฎีและทางปฏิบัติของการได้มาและการเป็นตัวแทนของข้อมูล ในปี 1980 ระบบผู้เชี่ยวชาญเข้ามาครอบงำปัญญาประดิษฐ์ และสถิติก็ไม่ใช่ที่ต้องการ งานเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงสัญลักษณ์ ความรู้ดำเนินต่อไปภายในปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งนำไปสู่การเขียนโปรแกรมลอจิกอุปนัย แต่การวิจัยทางสถิติมากขึ้นนั้นอยู่นอกขอบเขตของปัญญาประดิษฐ์ที่เหมาะสมในการจดจำรูปแบบและการดึงข้อมูล การวิจัยเครือข่ายประสาทเทียมถูกละทิ้งโดยปัญญาประดิษฐ์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลาเดียวกัน นักวิจัยจากสาขาวิชาอื่น ๆ เช่น Hopfield, Rumelhart และ Hinton ก็ดำเนินการต่อไปเช่นกัน ความสำเร็จหลักของพวกเขาเกิดขึ้นในช่วงกลางทศวรรษที่ 1980 ด้วยการคิดค้นการแพร่กระจายย้อนกลับ (backpropagation)

การเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งจัดโครงสร้างใหม่เป็นสาขาวิชาแยกต่างหากเริ่มเฟื่องฟูในปี 1990 ขอบเขตเปลี่ยนเป้าหมายจากการบรรลุปัญญาประดิษฐ์เป็นการแก้ปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ลักษณะที่ใช้งานได้จริง มันเปลี่ยนจุดสนใจไปจากแนวทางเชิงสัญลักษณ์ที่สืบทอดมาจากปัญญาประดิษฐ์ และไปสู่วิธีการและแบบจำลองที่ยืมมาจากสถิติและทฤษฎีความน่าจะเป็น

2.1.4 การขุดข้อมูล (Data mining)

การเรียนรู้ของเครื่องและการขุดข้อมูลมักใช้วิธีการเดียวกันและทับซ้อนกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ในขณะที่การเรียนรู้ของเครื่องมุ่งเน้นไปที่การทำนายโดยอาศัยคุณสมบัติที่ทราบซึ่งเรียนรู้จากข้อมูลการฝึกอบรมการขุดข้อมูลจะมุ่งเน้นไปที่การค้นพบคุณสมบัติที่ไม่รู้จัก (ก่อนหน้านี้) ในข้อมูล (ขั้นตอนการวิเคราะห์การค้นพบความรู้ในฐานข้อมูล) การขุดข้อมูลใช้วิธีการเรียนรู้ของเครื่องหลายวิธี แต่มีเป้าหมายที่แตกต่างกัน ในทางกลับกันการเรียนรู้ของเครื่องยังใช้วิธีการขุดข้อมูลเป็น "การเรียนรู้ที่ไม่มีผู้ดูแล" หรือเป็นขั้นตอนก่อนการประมวลผลเพื่อปรับปรุงความแม่นยำของผู้เรียน ความสับสนส่วนใหญ่ระหว่างกลุ่มการวิจัยทั้งสองนี้ มาจากสมมติฐานพื้นฐานที่พวกเขาทำงานด้วย ในการเรียนรู้ของเครื่องโดยปกติแล้วประสิทธิภาพจะได้รับการประเมินเกี่ยวกับความสามารถในการ ผิดซ้ำความรู้ที่รู้จักในขณะที่ในการค้นหาความรู้และการขุดข้อมูล (KDD) ภารกิจหลักคือการค้นพบความรู้ที่ไม่รู้จักมาก่อน เมื่อประเมินตามความรู้ที่ทราบแล้ววิธีการที่ไม่ได้รับการดูแล จะมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการภายใต้การดูแลอื่น ๆ ได้อย่างง่ายดายในขณะที่ในงานค้นหาความรู้และการขุดข้อมูล ทั่วไปจะไม่สามารถใช้วิธีการภายใต้การดูแลได้เนื่องจากข้อมูลการฝึกอบรมไม่พร้อมใช้งาน

2.1.5 การเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization)

การเรียนรู้ของเครื่องยังมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการเพิ่มประสิทธิภาพ ปัญหาการเรียนรู้จำนวนมากถูกกำหนดขึ้นเพื่อลดฟังก์ชันการสูญเสียบางอย่างในชุดการฝึก ฟังก์ชันการสูญเสียเป็นการแสดงความคลาดเคลื่อนระหว่างการคาดคะเนของแบบจำลองที่ได้รับการฝึกฝนและอินสแตนซ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง

2.1.6 ลักษณะทั่วไป (Generalization)

ความแตกต่างระหว่างการเพิ่มประสิทธิภาพและการเรียนรู้ของเครื่องเกิดจากเป้าหมายของการวางนัยทั่วไป ในขณะที่อัลกอริธึมการเพิ่มประสิทธิภาพสามารถลดการสูญเสียในชุดการฝึกอบรมการเรียนรู้ของเครื่องเกี่ยวข้องกับการลดการสูญเสียของตัวอย่างที่มองไม่เห็น การกำหนดลักษณะทั่วไปของอัลกอริธึมการเรียนรู้ต่างๆเป็นหัวข้อสำคัญของการวิจัยในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอัลกอริธึมการเรียนรู้เชิงลึก

2.1.7 สถิติ (Statistics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การเรียนรู้ของเครื่องและสถิติเป็นสาขาที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดในแง่ของวิธีการ แต่มีความแตกต่างกันในเป้าหมายหลัก สถิติคือการอนุมานประชากรจากกลุ่มตัวอย่างในขณะที่การเรียนรู้ของเครื่องพบรูปแบบการคาดการณ์ที่เข้าใจได้โดยทั่วไป ตามที่ Michael I. Jordan แนวคิดของการเรียนรู้ของเครื่องตั้งแต่หลักการระเบียบวิธีไปจนถึงเครื่องมือทางทฤษฎีมีประวัติมายาวนานในด้านสถิติ นอกจากนี้เขายังแนะนำคำว่าวิทยาศาสตร์ข้อมูล เป็นตัวยัดตำแหน่งเพื่อเรียกขอบเขตโดยรวม

Leo Breiman ได้แยกแยะกระบวนการพัฒนาระบบจำลองทางสถิติ 2 แบบคือแบบจำลองข้อมูลและแบบจำลองอัลกอริทึมโดยที่ "แบบจำลองอัลกอริทึม" หมายถึงอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องไม่มากนัก

2.1.8 ทฤษฎี

วัตถุประสงค์หลักของผู้เรียนคือการสรุปจากประสบการณ์ ลักษณะทั่วไปในบริบทนี้คือความสามารถของเครื่องการเรียนรู้ในการดำเนินการอย่างถูกต้องกับตัวอย่าง งานใหม่ที่มองไม่เห็น หลังจากได้สัมผัสกับชุดข้อมูลการเรียนรู้ ตัวอย่างการฝึกอบรมมาจากการแจกแจงความน่าจะเป็นโดยทั่วไปที่ไม่ทราบสาเหตุ (ถือว่าเป็นตัวแทนของพื้นที่ที่เกิดขึ้น) และผู้เรียนต้องสร้างแบบจำลองทั่วไปเกี่ยวกับพื้นที่นี้เพื่อให้สามารถคาดการณ์ได้อย่างแม่นยำเพียงพอในกรณีใหม่ ๆ

การวิเคราะห์เชิงคำนวณของอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องและประสิทธิภาพเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาการคอมพิวเตอร์เชิงทฤษฎีที่เรียกว่าทฤษฎีการเรียนรู้เชิงคำนวณ เนื่องจากชุดฝึกมีขอบเขตจำกัด และอนาคตไม่แน่นอน ทฤษฎีการเรียนรู้มักไม่รับประกันประสิทธิภาพของอัลกอริทึม แต่ขอบเขตความน่าจะเป็นของประสิทธิภาพนั้นค่อนข้างธรรมดา ไบอัส - การสลายตัวของความแปรปรวน (bias-variance decomposition) ความแปรปรวนเป็นวิธีหนึ่งในการหาจำนวนข้อผิดพลาดทั่วไป

เพื่อประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในการวางนัยทั่วไปความซับซ้อนของสมมติฐานควรตรงกับ ความซับซ้อนของฟังก์ชันที่อยู่ภายใต้ข้อมูล หากสมมติฐานมีความซับซ้อนน้อยกว่าฟังก์ชันแสดงว่าแบบจำลองมีข้อมูลน้อยกว่า หากความซับซ้อนของแบบจำลองเพิ่มขึ้นตามการตอบสนองข้อผิดพลาดในการฝึกอบรมจะลดลง แต่ถ้าสมมติฐานซับซ้อนเกินไปแบบจำลองนั้นอาจมีการปรับแต่งมากเกินไปและการวางนัยทั่วไปจะด้อยลง

นอกเหนือจากขอบเขตด้านประสิทธิภาพแล้วนักทฤษฎีการเรียนรู้ยังศึกษาความซับซ้อนของเวลาและความเป็นไปได้ของการเรียนรู้ ในทฤษฎีการเรียนรู้เชิงคำนวณการคำนวณถือว่าเป็นไปได้หากสามารถทำได้ในเวลาพหุนาม ผลลัพธ์ของความซับซ้อนของเวลามีสองประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผลลัพธ์ที่เป็นบวกแสดงให้เห็นว่าฟังก์ชันบางคลาสสามารถเรียนรู้ได้ในเวลาพหุนาม ผลลัพธ์ที่เป็นลบแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถเรียนรู้บางคลาสในเวลาพหุนาม

2.1.9 ประเภทของการเรียนรู้ของเครื่อง

ประเภทของอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องแตกต่างกันไปตามแนวทางประเภทของข้อมูลที่ป้อนและส่งออกและประเภทของงานหรือปัญหาที่ต้องการแก้ไข

2.1.9.1 การเรียนรู้ภายใต้การดูแล

อัลกอริทึมการเรียนรู้ภายใต้การดูแลสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของชุดข้อมูลที่มีทั้งอินพุตและเอาต์พุตที่ต้องการ ข้อมูลนี้เรียกว่าข้อมูลการฝึกอบรมและประกอบด้วยชุดตัวอย่างการฝึกอบรม ตัวอย่างการฝึกอบรมแต่ละรายการมีอินพุตอย่างน้อยหนึ่งรายการและเอาต์พุตที่ต้องการหรือที่เรียกว่าสัญญาณควบคุม ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แต่ละตัวอย่างการฝึกจะแสดงด้วยอาร์เรย์หรือเวกเตอร์บางครั้งเรียกว่าเวกเตอร์คุณลักษณะและข้อมูลการฝึกจะแสดงด้วยเมทริกซ์ อัลกอริทึมการเรียนรู้ภายใต้การดูแลจะเรียนรู้ฟังก์ชันที่สามารถใช้ทำนายผลลัพธ์ที่เกี่ยวข้องกับอินพุตใหม่ได้ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพแบบวนซ้ำโดยใช้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ฟังก์ชันที่ดีที่สุดจะช่วยให้อัลกอริทึมสามารถกำหนดเอาต์พุตสำหรับอินพุตที่ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลการฝึกอบรมได้อย่างถูกต้อง อัลกอริทึมที่ปรับปรุงความถูกต้องของผลลัพธ์หรือการคาดการณ์เมื่อเวลาผ่านไปกล่าวว่าได้เรียนรู้ที่จะทำงานนั้น

ประเภทของอัลกอริทึมการเรียนรู้ภายใต้การดูแล ได้แก่ การเรียนรู้เชิงรุกการจำแนกและการถดถอย อัลกอริทึมการจำแนกจะใช้เมื่อเอาต์พุตถูกจำกัด ไว้ที่ชุดค่าที่จำกัด และอัลกอริทึมการถดถอยจะใช้เมื่อผลลัพธ์อาจมีค่าตัวเลขใด ๆ ภายในช่วง ตัวอย่างเช่นสำหรับอัลกอริทึมการจัดหมวดหมู่ที่กรองอีเมลข้อมูลที่ป้อนจะเป็นอีเมลขาเข้าและผลลัพธ์จะเป็นชื่อของโฟลเดอร์ที่จะส่งอีเมล

การเรียนรู้เกี่ยวกับความคล้ายคลึงกันเป็นพื้นที่ของการเรียนรู้ของเครื่องภายใต้การดูแลที่เกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับการถดถอยและการจำแนกประเภท แต่เป้าหมายคือการเรียนรู้จากตัวอย่างโดยใช้ฟังก์ชันความคล้ายคลึงที่วัดว่าวัตถุทั้งสองมีความเหมือนหรือเกี่ยวข้องกัน มีแอปพลิเคชันในการจัดอันดับระบบแนะนำการติดตามตัวตนด้วยภาพการตรวจสอบใบหน้าและการตรวจสอบผู้พูด

2.1.9.2 การเรียนรู้ที่ไม่มีผู้ดูแล

อัลกอริทึมการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการดูแลใช้ชุดข้อมูลที่มีเฉพาะอินพุตและค้นหาโครงสร้างในข้อมูลเช่นการจัดกลุ่มหรือการจัดกลุ่มจุดข้อมูล ดังนั้นอัลกอริทึมจึงเรียนรู้จากข้อมูลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทดสอบที่ไม่ได้รับการติดยาจำแนกหรือจัดหมวดหมู่ แทนที่จะตอบสนองต่อข้อเสนอแนะ อัลกอริทึมการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการดูแลจะระบุความคล้ายคลึงกันในข้อมูลและตอบสนองตามการมีหรือไม่มี ความคล้ายคลึงกันดังกล่าวในข้อมูลใหม่แต่ละชิ้น การประยุกต์ใช้หลักของการเรียนรู้ที่ไม่มีผู้ดูแลคือในด้านการประมาณความหนาแน่นในสถิติเช่นการค้นหาฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น แม้ว่าการเรียนรู้ที่ไม่มีการดูแลจะครอบคลุมโดเมนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสรุปและอธิบายคุณลักษณะของข้อมูล

การวิเคราะห์คลัสเตอร์คือการกำหนดชุดของการสังเกตเป็นส่วนย่อย (เรียกว่าคลัสเตอร์) เพื่อให้การสังเกตภายในคลัสเตอร์เดียวกันมีความคล้ายคลึงกันตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อย่างน้อยหนึ่งเกณฑ์ในขณะที่การสังเกตที่ดึงมาจากคลัสเตอร์ที่แตกต่างกันจะแตกต่างกัน เทคนิคการจัดกลุ่มที่แตกต่างกันทำให้เกิดสมมติฐานที่แตกต่างกันเกี่ยวกับโครงสร้างของข้อมูลซึ่งมักกำหนดโดยเมตริกความคล้ายคลึงกันและประเมินผลเช่นโดยความกะทัดรัดภายในหรือความคล้ายคลึงกันระหว่างสมาชิกของคลัสเตอร์เดียวกันและการแยกความแตกต่างระหว่างคลัสเตอร์ วิธีอื่นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นโดยประมาณและการเชื่อมต่อของกราฟ

2.1.9.3 การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง

การเรียนรู้แบบเสริมกำลังเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องที่เกี่ยวข้องกับวิธีที่ตัวแทนซอฟต์แวร์ควรดำเนินการในสภาพแวดล้อมเพื่อเพิ่มแนวคิดเกี่ยวกับรางวัลสะสมให้ได้มากที่สุด เนื่องจากลักษณะทั่วไปจึงมีการศึกษาสาขาวิชาในสาขาอื่น ๆ เช่นทฤษฎีเกมทฤษฎีการควบคุม การวิจัยปฏิบัติการทฤษฎีข้อมูลการเพิ่มประสิทธิภาพตามการจำลองระบบหลายตัวแทนหน่วยสืบราชการลับกลุ่มสถิติและอัลกอริทึมทางพันธุกรรม ในการเรียนรู้ของเครื่องโดยทั่วไปสภาพแวดล้อมจะแสดงเป็นกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ(MDP) อัลกอริทึมการเรียนรู้การเสริมแรงจำนวนมากใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบไดนามิก อัลกอริทึมการเรียนรู้แบบเสริมกำลังไม่ถือว่ามีความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่แน่นอนของกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ และจะใช้เมื่อแบบจำลองที่แน่นอนไม่สามารถทำได้ อัลกอริทึมการเรียนรู้การเสริมกำลังใช้ในยานยนต์อิสระหรือในการเรียนรู้ที่จะเล่นเกมกับคู่ต่อสู้ที่เป็นมนุษย์

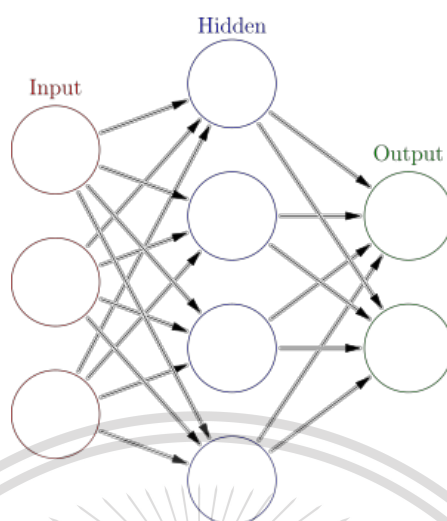
2.1.10 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural networks)

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นกลุ่มของโหนดที่เชื่อมต่อกันคล้ายกับเครือข่ายเซลล์ประสาทขนาดใหญ่ในสมอง ที่นี้โหนดวงกลมแต่ละอันแสดงถึงเซลล์ประสาทเทียมและลูกศรแสดงถึงการเชื่อมต่อจากเอาต์พุตของเซลล์ประสาทเทียมหนึ่งไปยังอินพุตของอีกเซลล์หนึ่งดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.1 โครงข่ายประสาทเทียม

จากรูปที่ 2.1 แสดงลำดับชั้นโครงข่ายประสาทเทียม(ANN) หรือระบบคอนเนคชันนิสต์เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ได้รับแรงบันดาลใจอย่างคลุมเครือจากโครงข่ายประสาททางชีววิทยาที่ประกอบขึ้นเป็นสมองของสัตว์ ระบบดังกล่าว "เรียนรู้" ที่จะปฏิบัติงานโดยพิจารณาจากตัวอย่างโดยทั่วไปจะไม่มีการตั้งโปรแกรมด้วยกฎเฉพาะงานใด ๆ

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบจำลองที่สร้างจากการรวมกันของหน่วยหรือโหนดที่เชื่อมต่อกันเรียกว่า "เซลล์ประสาทเทียม" ซึ่งจำลองเซลล์ประสาทในสมองชีวภาพอย่างหลวม ๆ การเชื่อมต่อแต่ละครั้งเช่นเดียวกับไซแนปส์ในสมองชีวภาพสามารถส่งข้อมูล "สัญญาณ" จากเซลล์ประสาทเทียมหนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งได้ เซลล์ประสาทเทียมที่รับสัญญาณสามารถประมวลผลแล้วส่งสัญญาณเซลล์ประสาทเทียมเพิ่มเติมที่เชื่อมต่อกับมัน ในการใช้งาน ANN ทั่วไปสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทเทียมเป็นจำนวนจริงและผลลัพธ์ของเซลล์ประสาทเทียมแต่ละตัวจะคำนวณโดยฟังก์ชันที่ไม่ใช่เชิงเส้นของผลรวมของอินพุต การเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาทเทียมเรียกว่า "ขอบ" โดยทั่วไปเซลล์ประสาทและขอบเทียมจะมีน้ำหนักที่ปรับเปลี่ยนไปตามการเรียนรู้ น้ำหนักจะเพิ่มหรือลดความแรงของสัญญาณเมื่อเชื่อมต่อ เซลล์ประสาทเทียมอาจมีขีด จำกัด ที่สัญญาณจะถูกส่งก็ต่อเมื่อสัญญาณรวมข้ามขีด จำกัด นั้น โดยปกติเซลล์ประสาทเทียมจะรวมกันเป็นชั้น ๆ เลเยอร์ที่แตกต่างกันอาจทำการแปลงประเภทต่างๆกับอินพุตของมัน สัญญาณเดินทางจากเลเยอร์แรก (เลเยอร์อินพุต) ไปยังเลเยอร์สุดท้าย (เลเยอร์เอาต์พุต) อาจเป็นไปได้หลังจากข้ามเลเยอร์หลายครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เป้าหมายดั้งเดิมของแนวทางโครงข่ายประสาทเทียม คือการแก้ปัญหาในลักษณะเดียวกับที่สมองของมนุษย์ต้องการ อย่างไรก็ตามเมื่อเวลาผ่านไปความสนใจก็ย้ายไปที่การปฏิบัติงานบางอย่างซึ่งนำไปสู่การเบี่ยงเบนจากชีววิทยา เครือข่ายประสาทเทียมถูกนำมาใช้ในงานต่างๆ เช่น การมองเห็นของคอมพิวเตอร์ การรู้จำเสียง การแปลด้วยเครื่อง การกรองเครือข่ายสังคม การเล่นเกมและวิดีโอเกม และการวินิจฉัยทางการแพทย์

การเรียนรู้เชิงลึกประกอบด้วยเลเยอร์ที่ซ่อนอยู่หลายชั้นในเครือข่ายประสาทเทียม วิธีการนี้พยายามจำลองวิธีที่สมองของมนุษย์ประมวลผลแสงและเสียงไปสู่การมองเห็นและการได้ยิน การประยุกต์ใช้การเรียนรู้เชิงลึกที่ประสบความสำเร็จบางอย่าง ได้แก่ การมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์และการรู้จำเสียง

2.1.11 ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision trees)

การเรียนรู้แบบต้นไม้การตัดสินใจใช้ต้นไม้การตัดสินใจเป็นแบบจำลองการคาดการณ์เพื่อเปลี่ยนจากการสังเกตเกี่ยวกับรายการ (แสดงในสาขา) ไปจนถึงข้อสรุปเกี่ยวกับมูลค่าเป้าหมายของรายการ (แสดงในใบไม้) เป็นหนึ่งในวิธีการสร้างแบบจำลองเชิงคาดการณ์ที่ใช้ในสถิติการขุดข้อมูลและการเรียนรู้ของเครื่อง แบบจำลองต้นไม้ที่ตัวแปรเป้าหมายสามารถรับชุดค่าที่ไม่ต่อเนื่องได้เรียกว่าแผนผังการจำแนก ในโครงสร้างต้นไม้เหล่านี้ใบไม้เป็นตัวแทนของป้ายชื่อคลาสและกิ่งก้านแทนค่าสันฐานของคุณสมบัติที่นำไปสู่ป้ายชื่อคลาสเหล่านั้น ต้นไม้การตัดสินใจที่ตัวแปรเป้าหมายสามารถรับค่าต่อเนื่อง (โดยทั่วไปคือจำนวนจริง) เรียกว่าต้นไม้การถดถอย ในการวิเคราะห์การตัดสินใจสามารถใช้แผนผังการตัดสินใจเพื่อแสดงการตัดสินใจและการตัดสินใจได้อย่างชัดเจนและชัดเจน ในการขุดข้อมูลแผนภูมิการตัดสินใจจะอธิบายถึงข้อมูล แต่โครงสร้างการจำแนกที่เป็นผลลัพธ์สามารถเป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินใจได้

2.1.12 เครื่องสนับสนุนเวกเตอร์ (Support-vector machines)

เครื่องสนับสนุนเวกเตอร์ (SVM) หรือที่เรียกว่าเครือข่ายเวกเตอร์สนับสนุนเป็นชุดของวิธีการเรียนรู้ภายใต้การดูแลที่เกี่ยวข้องซึ่งใช้สำหรับการจำแนกประเภทและการถดถอย เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างการฝึกอบรมแต่ละชุดมีการระบุว่าเป็นหนึ่งในสองประเภทอัลกอริธึมการฝึกอบรมเครื่องสนับสนุนเวกเตอร์ จะสร้างแบบจำลองที่คาดการณ์ว่าตัวอย่างใหม่จะอยู่ในหมวดหมู่หนึ่งหรืออีกหมวดหมู่หนึ่ง อัลกอริธึมการฝึกเครื่องสนับสนุนเวกเตอร์เป็นตัวจำแนกเชิงเส้นที่ไม่ใช่ความน่าจะเป็นไบนารีแม้ว่าจะมีวิธีการเช่นการปรับขนาดแพลตฟอร์มเพื่อใช้เครื่องสนับสนุนเวกเตอร์ในการตั้งค่าการจำแนกประเภทความน่าจะเป็น นอกเหนือจากการจัดประเภทเชิงเส้นแล้ว เครื่องสนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เวกเตอร์ยังสามารถทำการจำแนกประเภทที่ไม่ใช่เชิงเส้นได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้สิ่งที่เรียกว่า เคิลล์คลับเคอร์เนลโดยการจับคู่อินพุตของพวกเขาลงในช่องว่างคุณลักษณะมิติสูงโดยปริยาย

2.1.13 การวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis)

การวิเคราะห์การถดถอยครอบคลุมวิธีการทางสถิติที่หลากหลายเพื่อประมาณความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอินพุตและคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง รูปแบบที่พบบ่อยที่สุดคือการถดถอยเชิงเส้นซึ่งเส้นเดียวถูกลากเพื่อให้พอดีกับข้อมูลที่กำหนดตามเกณฑ์ทางคณิตศาสตร์เช่นกำลังสองน้อยที่สุดธรรมดา วิธีหลังนี้มักจะขยายออกไปโดยวิธีการทำให้เป็นมาตรฐาน (คณิตศาสตร์) เพื่อลดความพอดีและความลำเอียงเช่นเดียวกับการถดถอยสัน เมื่อจัดการกับปัญหาที่ไม่ใช่เชิงเส้นแบบจำลอง go-to จะรวมถึงการถดถอยพหุนาม (ตัวอย่างเช่นใช้สำหรับการปรับเส้นแนวโน้มใน Microsoft Excel) การถดถอยโลจิสติก (มักใช้ในการจำแนกทางสถิติ) หรือแม้แต่ว่าการถดถอยของเคอร์เนลซึ่งทำให้เกิดความไม่เป็นเชิงเส้น โดยใช้ประโยชน์จากเคิลล์คลับเคอร์เนลเพื่อแมปตัวแปรอินพุตโดยปริยายกับพื้นที่มิติที่สูงขึ้น

2.1.14 โครงข่ายเบย์เซียน (Bayesian networks)

เครือข่ายแบบเบย์เครือข่ายความเชื่อหรือแบบจำลองกราฟิกแบบบอซไชลิกที่กำหนดทิศทางเป็นแบบจำลองกราฟิกที่น่าจะเป็นที่แสดงถึงชุดของตัวแปรสุ่มและความเป็นอิสระตามเงื่อนไขด้วยกราฟบอซไชลิกที่กำหนดทิศทาง (DAG) ตัวอย่างเช่นเครือข่ายแบบเบย์อาจแสดงถึงความสัมพันธ์ที่น่าจะเป็นระหว่างโรคและอาการ เมื่อแสดงอาการเครือข่ายสามารถใช้เพื่อคำนวณความน่าจะเป็นของการปรากฏตัวของโรคต่างๆ อัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพมีอยู่ซึ่งทำการอนุมานและเรียนรู้ เครือข่ายแบบเบย์ที่จำลองลำดับของตัวแปรเช่นสัญญาณเสียงพูดหรือลำดับโปรตีน เรียกว่าเครือข่ายแบบเบย์เซียนแบบไดนามิก ลักษณะทั่วไปของเครือข่ายแบบเบย์ที่สามารถแสดงและแก้ปัญหาการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนเรียกว่าแผนภาพอิทธิพล

2.1.15 อัลกอริทึมทางพันธุกรรม (Genetic algorithms)

อัลกอริทึมทางพันธุกรรม (GA) คืออัลกอริทึมการค้นหาและเทคนิคอิวิริสติกที่เลียนแบบกระบวนการคัดเลือกโดยธรรมชาติโดยใช้วิธีการต่างๆเช่นการกลายพันธุ์และการไขว้เพื่อสร้างจีโนไทป์ใหม่โดยหวังว่าจะพบวิธีแก้ปัญหาคำที่ดี ในการเรียนรู้ของเครื่องมีการใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรมในช่วงทศวรรษที่ 1980 และ 1990 ในทางกลับกันเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของอัลกอริทึมทางพันธุกรรมและวิวัฒนาการ

2.1.16 แบบจำลองการฝึกอบรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

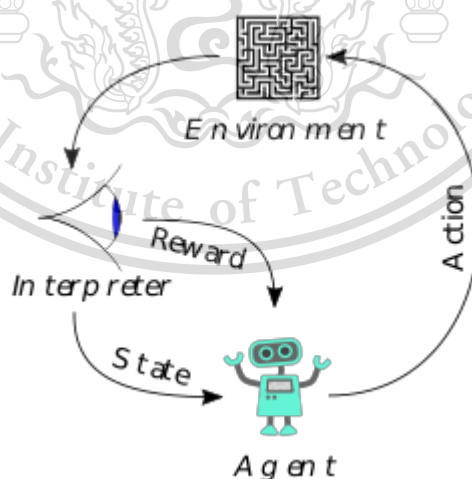
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดยปกติแบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากเพื่อให้ทำงานได้ดี โดยปกติแล้วเมื่อฝึกแบบจำลองการเรียนรู้จำเป็นต้องรวบรวมตัวอย่างข้อมูลจำนวนมากจากชุดการฝึกอบรม ข้อมูลจากชุดการฝึกอบรมสามารถเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกับคลังข้อความชุดรูปภาพและข้อมูลที่รวบรวมจากผู้ให้บริการแต่ละราย การพิตตังมากเกินไปเป็นสิ่งที่ต้องระวังเมื่อฝึกแบบจำลองการเรียนรู้ แบบจำลองที่ผ่านการฝึกอบรมมาจากข้อมูลเอนเอียงอาจส่งผลให้การคาดการณ์บิดเบือนหรือไม่เป็นที่ต้องการ อคติของอัลกอริทึมเป็นผลมาจากข้อมูลที่ไม่ได้เตรียมไว้อย่างครบถ้วนสำหรับการฝึกอบรม

2.2 การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง [2]

การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement learning: RL) เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องที่เกี่ยวข้องกับวิธีที่ตัวแทน (Agent) ควรดำเนินการในสภาพแวดล้อม (environment) เพื่อเพิ่มแนวคิดของรางวัลสะสม (reward) ให้ได้มากที่สุด การเรียนรู้แบบเสริมกำลังเป็นหนึ่งในสามกระบวนการเรียนรู้ของเครื่องขั้นพื้นฐานควบคู่ไปกับ การเรียนรู้ภายใต้การดูแล และการเรียนรู้ที่ไม่มีผู้ดูแล

การเรียนรู้แบบเสริมกำลังแตกต่างจากการเรียนรู้ภายใต้การดูแลโดยไม่จำเป็นต้องมีคู่อินพุตเอาต์พุตที่มีป้ายกำกับ และไม่จำเป็นต้องมีการดำเนินการที่เหมาะสมย่อย (sub-optimal) เพื่อแก้ไขอย่างชัดเจน แต่มุ่งเน้นไปที่การหาสมดุลระหว่างการสำรวจ (exploration) และการหาประโยชน์ (exploitation) แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แผนภาพการทำงานของ การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 2.2 ผู้เรียนรู้ดำเนินการในสภาพแวดล้อมซึ่งตีความเป็นรางวัลและการเป็นตัวแทนของสถานะซึ่งจะถูกป้อนกลับเข้าไปในผู้เรียนรู้ โดยทั่วไปสภาพแวดล้อมจะระบุไว้ในรูปแบบของกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ (Markov decision process :MDP) เนื่องจากอัลกอริธึมการเรียนรู้การเสริมกำลังจำนวนมากสำหรับบริบทนี้ใช้เทคนิคการเขียนโปรแกรมแบบไดนามิก (dynamic programming) ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างวิธีการเขียนโปรแกรมแบบไดนามิกแบบคลาสสิกกับอัลกอริธึมการเรียนรู้แบบเสริมกำลังคือ ไม่นับว่าความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่แน่นอนของกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ และพวกเขากำหนดเป้าหมายไปที่กระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟขนาดใหญ่ซึ่งวิธีการที่แน่นอนไม่สามารถทำได้

เนื่องจากลักษณะทั่วไปการเรียนรู้แบบเสริมกำลังได้รับการศึกษาในหลายสาขาวิชาเช่น ทฤษฎีเกม ทฤษฎีการควบคุม การวิจัยปฏิบัติการ ทฤษฎีข้อมูล การเพิ่มประสิทธิภาพ ตามการจำลองระบบหลายตัวแทน หน่วยสืบราชการลับ และสถิติ ในการวิจัยปฏิบัติการและวรรณกรรมควบคุม การเรียนรู้แบบเสริมกำลังถูกเรียกว่าการเขียนโปรแกรมแบบไดนามิกโดยประมาณหรือการเขียนโปรแกรมระบบประสาท – ไดนามิก (neuro-dynamic programming) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาปัญหาที่น่าสนใจในการเรียนรู้แบบเสริมกำลังในทฤษฎีการควบคุมที่เหมาะสม ซึ่งส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการดำรงอยู่และลักษณะของแนวทางแก้ไขที่เหมาะสม และอัลกอริทึมสำหรับการคำนวณที่แน่นอนและด้อยลงด้วยการเรียนรู้หรือการประมาณโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ไม่มีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสภาพแวดล้อม ในเศรษฐศาสตร์และทฤษฎีเกมการเรียนรู้แบบเสริมกำลังอาจใช้เพื่ออธิบายว่าสมดุลอาจเกิดขึ้นได้อย่างไรภายใต้เหตุผลที่มีขอบเขต

การเสริมกำลังขั้นพื้นฐานถูกจำลองเป็นกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ

1) ชุดของสภาพแวดล้อมและสถานะตัวแทน S

2) ชุดของการกระทำ A ของตัวแทน

3) $P_a(s, s') = \Pr(s_{t+1} = s' | s_t = s, a_t = a)$ คือความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลง (ที่เวลา t) จากสถานะ s สู่สถานะ s' ภายใต้การกระทำ a

4) $R_a(s, s')$ คือ รางวัลขณะนั้นหลังจากเปลี่ยนจาก s สู่สถานะ s' ภายใต้การกระทำ a

จุดประสงค์ของการเรียนรู้แบบเสริมกำลังคือเพื่อให้ตัวแทนได้เรียนรู้นโยบาย (policy) ที่เหมาะสมที่สุดหรือเกือบจะเหมาะสมที่สุดซึ่งเพิ่ม "ฟังก์ชันการให้รางวัล" หรือสัญญาณการเสริมแรงอื่น ๆ ที่ผู้ใช้จัดหาให้ซึ่งสะสมจากผลตอบแทนที่ได้รับทันที สิ่งนี้คล้ายกับกระบวนการที่ดูเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับว่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เหมือนจะเกิดขึ้นในจิตวิทยาของสัตว์ ตัวอย่างเช่นสมองชีวภาพถูกเดินสายเพื่อตีความสัญญาณต่างๆ เช่นความเจ็บปวดและความหิวเป็นแรงเสริมเชิงลบและตีความความสุขและการบริโภคอาหารว่าเป็นการเสริมแรงในเชิงบวก ในบางสถานการณ์สัตว์สามารถเรียนรู้ที่จะมีส่วนร่วมในพฤติกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพของรางวัลเหล่านี้ สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าสัตว์มีความสามารถในการเสริมสร้างการเรียนรู้

ตัวแทนการเรียนรู้แบบการเสริมกำลังขั้นพื้นฐานได้ตอบกับสภาพแวดล้อมในเวลาที่ไม่ต่อเนื่อง ในแต่ละครั้งตัวแทนจะได้รับสถานะปัจจุบัน s_t และให้รางวัล r_t จากนั้นเลือกการดำเนินการ a_t จากชุดของการดำเนินการที่มีอยู่ซึ่งจะส่งไปยังสภาพแวดล้อมในเวลาต่อมา สภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปสู่สถานะใหม่ s_{t+1} และรางวัล s_{t+1} ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง (s, a', s_{t+1}) ที่ถูกกำหนด เป้าหมายของตัวแทนการเรียนรู้แบบเสริมกำลังคือการเรียนรู้นโยบาย $\pi: A \times S \rightarrow [0,1], \pi(a, s) = P_r(a_t = a | s_t = s)$ ซึ่งจะเพิ่มรางวัลสะสมที่คาดหวังให้ได้สูงสุด

การกำหนดปัญหาในกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ จะถือว่าตัวแทนสังเกตสภาพแวดล้อมปัจจุบันโดยตรง ในกรณีนี้ปัญหาถูกกล่าวว่ามีความสามารถในการสังเกตได้อย่างสมบูรณ์ หากตัวแทนมีสิทธิ์เข้าถึงเพียงบางส่วนของสถานะหรือหากสถานะที่สังเกตได้รับความเสียหายจากสัญญาณรบกวนตัวแทนจะถูกกล่าวว่ามีสามารถในการสังเกตได้บางส่วนและต้องกำหนดปัญหาอย่างเป็นทางการให้เป็นกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ ที่สังเกตได้บางส่วน ในทั้งสองกรณีชุดของการดำเนินการที่มีให้กับตัวแทนสามารถถูกจำกัดได้ ตัวอย่างเช่นสถานะของยอดคงเหลือในบัญชีอาจถูกจำกัดให้เป็นค่าบวก ถ้าค่าปัจจุบันของสถานะคือ 3 และการเปลี่ยนสถานะพยายามลดค่าลง 4 จะไม่อนุญาตให้เปลี่ยน

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแทนกับตัวแทนที่ทำหน้าที่อย่างเหมาะสมที่สุด ความแตกต่างของประสิทธิภาพจะก่อให้เกิดความรู้สึกเสียใจ เพื่อที่จะดำเนินการอย่างเหมาะสมที่สุดตัวแทนต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับผลที่ตามมาในระยะยาวของการกระทำของตน (เช่นเพิ่มรายได้ในอนาคตให้สูงสุด) แม้ว่ารางวัลทันทีที่เกี่ยวข้องกับสิ่งนี้อาจเป็นลบ

ดังนั้นการเรียนรู้แบบเสริมกำลังจึงเหมาะสมอย่างยิ่งกับปัญหาที่รวมถึงการแลกเปลี่ยนผลตอบแทนในระยะยาวกับระยะสั้น มันถูกนำไปใช้กับปัญหาต่างๆ อย่างประสบความสำเร็จรวมถึงการควบคุมหุ่นยนต์ การตั้งเวลาไลฟ์การสื่อสารโทรคมนาคมแบ็คแกมมอนตัวตรวจสอบ และ Go (AlphaGo)

องค์ประกอบสองอย่างทำให้การเรียนรู้แบบเสริมกำลังมีประสิทธิภาพ การใช้ตัวอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการใช้การประมาณฟังก์ชันเพื่อจัดการกับสภาพแวดล้อมขนาดใหญ่ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

องค์ประกอบหลักทั้งสองนี้การเรียนรู้แบบเสริมกำลังสามารถใช้ในสภาพแวดล้อมขนาดใหญ่ในสถานการณ์ต่อไปนี้

- 1) แบบจำลองของสภาพแวดล้อมเป็นที่รู้จัก แต่ไม่มีโซลูชันการวิเคราะห์
- 2) ได้รับเฉพาะแบบจำลองของสภาพแวดล้อมเท่านั้น (เรื่องของการเพิ่มประสิทธิภาพตามการจำลอง)
- 3) วิธีเดียวที่จะรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมคือการโต้ตอบกับสิ่งนั้น

ปัญหาสองข้อแรกนี้ถือได้ว่าเป็นปัญหาการวางแผน (เนื่องจากมีรูปแบบบางรูปแบบ) ในขณะที่ปัญหาสุดท้ายอาจถือได้ว่าเป็นปัญหาการเรียนรู้ที่แท้จริง อย่างไรก็ตามการเรียนรู้แบบเสริมแรงจะแปลงทั้งปัญหาการวางแผนเป็นปัญหาการเรียนรู้ของเครื่อง

2.2.1 การสำรวจ (Exploration)

การเรียนรู้แบบเสริมกำลังต้องการกลไกการสำรวจที่ชาญฉลาด การสุ่มเลือกการกระทำโดยไม่อ้างอิงถึงการแจกแจงความน่าจะเป็นโดยประมาณแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่ไม่ดี กรณีของกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟที่มีข้อจำกัดค่อนข้างเป็นที่เข้าใจกันดี อย่างไรก็ตามเนื่องจากไม่มีอัลกอริทึมที่ปรับขนาดได้ดีกับจำนวนสถานะ (หรือปรับขนาดเป็นปัญหาเกี่ยวกับช่องว่างสถานะที่ไม่มีที่สิ้นสุด) วิธีการสำรวจอย่างง่ายจึงเป็นวิธีที่ใช้ได้จริงที่สุด

วิธีการหนึ่งคือแอปไซลอนกรีดี้ (epsilon-greedy) โดยที่ $0 < \epsilon < 1$ เป็นตัวแปรที่ควบคุมปริมาณการสำรวจและการหาประโยชน์ ด้วยความน่าจะเป็นคือ $1 - \epsilon$ การหาประโยชน์จะถูกเลือกและผู้เรียนรู้จะเลือกการกระทำที่เชื่อว่ามีผลในระยะยาวที่ดีที่สุด (ความสัมพันธ์ระหว่างการกระทำจะแตกออกอย่างสม่ำเสมอโดยการสุ่ม) หรืออีกวิธีหนึ่งคือด้วยความน่าจะเป็น ϵ การสำรวจจะถูกเลือกและการกระทำจะถูกเลือกแบบสุ่มอย่างสม่ำเสมอ ϵ มักเป็นพารามิเตอร์คงที่ แต่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามกำหนดเวลา (ทำให้การสำรวจผู้เรียนรู้มีความคืบหน้าช้าลง) หรือปรับเปลี่ยนตามการวิเคราะห์พฤติกรรม

2.2.2 อัลกอริทึมสำหรับควบคุมการเรียนรู้ (Algorithms for control learning)

แม้ว่าประเด็นของการสำรวจจะถูกมองข้ามไปและแม้ว่าสถานะจะสังเกตได้ แต่ปัญหายังคงใช้ประสบการณ์ที่ผ่านมาเพื่อค้นหาว่าการกระทำใดที่นำไปสู่รางวัลสะสมที่สูงขึ้น

2.2.2.1 เกณฑ์การเพิ่มประสิทธิภาพ (Criterion of optimality)

1) นโยบาย (Policy)

การเลือกการดำเนินการของผู้เรียนรู้ถูกจำลองด้วยการจับคู่ที่เรียกว่านโยบาย ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 2.1 นี้ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$\pi(a, s) = P_r(a_t = a | s_t = s) \text{ เมื่อ } \pi : A \times S \rightarrow [0,1] \quad (2.1)$$

จากสมการที่ 2.1 แผนผังนโยบายให้ความน่าจะเป็นในการดำเนินการ a เมื่ออยู่ในสถานะ s นอกจากนี้ยังมีนโยบายที่ไม่ใช่ความน่าจะเป็น (non-probabilistic policies)

2) ฟังก์ชันค่าสถานะ (State-value function)

ฟังก์ชันค่า $V_s(s)$ ถูกกำหนดให้เป็นผลตอบแทนที่คาดหวังโดยเริ่มต้นด้วยสถานะ s เช่น $s_0 = s$ และปฏิบัติตามนโยบาย π ต่อไป ดังนั้นโดยประมาณฟังก์ชันค่าจะประมาณว่า "ดีเพียงใด" ที่จะอยู่ในสถานะที่กำหนดตามสมการที่ 2.2

$$V_\pi = E[R] = E[\sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t r_t | s_0 = s] \quad (2.2)$$

จากสมการที่ 2.2 เป็นสมการในการคำนวณค่ารางวัลที่คาดหวัง เมื่อตัวแปรสุ่ม R หมายถึงผลตอบแทนและกำหนดเป็นผลรวมของรางวัลลดราคาในอนาคตตามสมการที่ 2.3

$$R = \sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t r_t \quad (2.3)$$

จากสมการที่ 2.3 เป็นสมการหาผลรวมของรางวัลในอนาคต โดยที่ r_t คือรางวัลในขั้นตอนที่ t และ $\gamma \in [0,1)$ คืออัตราส่วนลด แกมมามีค่าน้อยกว่า 1 ดังนั้นเหตุการณ์ในอนาคตอันไกลจึงมีน้ำหนักน้อยกว่าเหตุการณ์ในอนาคตอันใกล้

อัลกอริทึมต้องหานโยบายที่มีผลตอบแทนสูงสุดที่คาดหวังจากทฤษฎีของการบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ เป็นที่ทราบกันดีว่าหากไม่มีการสูญเสียลักษณะทั่วไปการค้นหาสามารถถูกจำกัด ไว้ที่ชุดของนโยบายที่เรียกว่านิ่ง (stationary policies) นโยบายจะหยุดนิ่งหากการกระจายการกระทำที่ส่งกลับมานั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งสถานะสุดท้ายเท่านั้น (จากประวัติของตัวแทนสังเกตการณ์) การค้นหาสามารถ จำกัด เพิ่มเติมได้ตามนโยบายที่กำหนดไว้นิ่ง นโยบายนิ่งที่กำหนดโดยกำหนดจะเลือกการดำเนินการตามสถานะปัจจุบัน เนื่องจากนโยบายดังกล่าวสามารถระบุได้ด้วยการทำแผนที่จากชุดของสถานะไปจนถึงชุดของการดำเนินการนโยบายเหล่านี้จึงสามารถระบุได้ด้วยการจับคู่ดังกล่าวโดยไม่มีการสูญเสียลักษณะทั่วไป

3) ฟังก์ชันค่า (Value function)

ฟังก์ชันค่า พยายามค้นหานโยบายที่เพิ่มผลตอบแทนสูงสุดโดยการรักษาชุดการประมาณผลตอบแทนที่คาดหวังสำหรับนโยบายบางนโยบาย (โดยปกติจะเป็นแบบ "ปัจจุบัน" ตามนโยบาย หรือ นโยบายนอกนโยบาย ที่เหมาะสมที่สุด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

วิธีการเหล่านี้อาศัยทฤษฎีของกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพถูกกำหนดในแง่ที่แข็งแกร่งกว่าวิธีการข้างต้น นโยบายเรียกว่าเหมาะสมที่สุดหากได้รับผลตอบแทนที่คาดหวังสูงสุดจากสถานะเริ่มต้นใด ๆ (เช่นการแจกแจงเริ่มต้นไม่มีบทบาท ในความหมายนี้) อีกครั้งนโยบายที่ดีที่สุดสามารถพบได้ในนโยบายที่อยู่กับที่ ในการกำหนดการเพิ่มประสิทธิภาพอย่างเป็นทางการให้กำหนดค่าของนโยบาย π ได้ดังสมการที่ 2.4

$$V^\pi(s) = E[R|s, \pi] \quad (2.4)$$

จากสมการที่ 2.4 เป็นสมการในการคำนวณค่ารางวัลที่คาดหวัง โดยที่ R หมายถึงผลตอบแทนที่เกี่ยวข้องกับนโยบาย π จากสถานะเริ่มต้น s กำหนดให้ $V^*(s)$ เป็นค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ของ $V^\pi(s)$ โดยที่ π ได้รับอนุญาตให้เปลี่ยนแปลง โดยหาได้จากสมการที่ 2.5

$$V^*(s) = \max_\pi V^\pi(s) \quad (2.5)$$

จากสมการที่ 2.5 เป็นสมการที่ใช้หาค่ามากที่สุดของฟังก์ชันค่า นโยบายที่บรรลุค่าที่เหมาะสมเหล่านี้ในแต่ละสถานะเรียกว่าเหมาะสมที่สุด (optimal) เห็นได้ชัดว่านโยบายที่เหมาะสมที่สุดในแง่ที่ชัดเจนนี้ก็เหมาะสมที่สุดเช่นกันในแง่ที่จะเพิ่มผลตอบแทนที่คาดหวังให้ได้มากที่สุด ρ^π เมื่อ $\rho^\pi = E[V^\pi(S)]$ โดยที่ S เป็นสถานะที่สุ่มตัวอย่างจากการกระจาย μ แม้ว่าค่าของสถานะจะเพียงพอที่จะกำหนดความเหมาะสมได้ แต่ก็มิประโยชน์ในการกำหนดค่าการดำเนินการ ระบุสถานะ s การกระทำ a และนโยบาย π ค่าการกระทำของคู่ (s, a) ภายใต้ π ถูกกำหนดโดยสมการที่ 2.6

$$Q^\pi(s, a) = E[R|s, a, \pi] \quad (2.6)$$

จากสมการที่ 2.6 เป็นสมการในการหาค่ารางวัลที่คาดหวังของคู่ (s, a) โดยที่ R หมายถึงผลตอบแทนแบบสุ่มที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการครั้งแรก a ในสถานะ s และตามนโยบาย π ทฤษฎีของกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ ระบุว่าหาก π^* เป็นนโยบายที่ดีที่สุดเราจะดำเนินการอย่างเหมาะสมที่สุด (ดำเนินการอย่างเหมาะสมที่สุด) โดยเลือกการกระทำจาก $Q^{\pi^*}(s, :)$ ที่มีค่าสูงสุดในแต่ละสถานะ s ฟังก์ชันค่าการกระทำของนโยบายที่เหมาะสมดังกล่าวเรียกว่าฟังก์ชันค่าการกระทำที่เหมาะสมที่สุดและโดยทั่วไปแสดงโดย Q^* โดยสรุปแล้วความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันค่าการกระทำที่เหมาะสมที่สุดเพียงอย่างเดียวก็เพียงพอที่จะรู้วิธีดำเนินการอย่างเหมาะสมที่สุด

สมมติว่ามีความรู้อย่างเต็มที่เกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ สองวิธี

เอกสารนี้เป็นพื้นฐานในการคำนวณฟังก์ชันค่าการดำเนินการที่เหมาะสมที่สุดคือการวนซ้ำค่า (value iteration) และการค่า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

และการวนซ้ำนโยบาย (policy iteration) อัลกอริทึมทั้งสองคำนวณลำดับของฟังก์ชัน $Q_k(k = 0, 1, 2, \dots)$ ที่มาบรรจบกันเป็น Q^* การคำนวณฟังก์ชันเหล่านี้เกี่ยวข้องกับความคาดหวังในการคำนวณเหนือค่าคาดหวังของสถานะทั้งหมดซึ่งไม่สามารถทำได้สำหรับกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟทั้งหมด แต่เป็นกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟที่เล็กที่สุด ในวิธีการเรียนรู้แบบเสริมกำลังความคาดหวังจะถูกประมาณโดยการหาค่าเฉลี่ยเหนือกลุ่มตัวอย่างและใช้เทคนิคการประมาณค่าฟังก์ชันเพื่อรับมือกับความจำเป็นในการแสดงฟังก์ชันค่าของการดำเนินการของสถานะขนาดใหญ่

4) มอนติคาร์โล (Monte Carlo methods)

สามารถใช้วิธีมอนติคาร์โลในอัลกอริทึมที่เลียนแบบการวนซ้ำนโยบายได้ การวนซ้ำนโยบายประกอบด้วยสองขั้นตอน ได้แก่ การประเมินนโยบายและการปรับปรุงนโยบาย มอนติคาร์โลใช้ในขั้นตอนการประเมินนโยบาย ในขั้นตอนนี้ด้วยนโยบายที่กำหนดไว้หนึ่ง ๆ เป้าหมายคือการคำนวณค่าฟังก์ชัน $Q^\pi(s, a)$ (หรือการประมาณที่ดีสำหรับพวกเขา) สำหรับคู่สถานะและการกระทำทั้งหมด (s, a) สมมติว่า (เพื่อความง่าย) ว่ากระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟมีจำนวนจำกัด หน่วยความจำที่เพียงพอพร้อมใช้งานเพื่อรองรับค่าการกระทำและปัญหานั้นเป็นตอน ๆ และหลังจากแต่ละตอนใหม่จะเริ่มจากสถานะเริ่มต้นแบบสุ่ม จากนั้นค่าประมาณของค่าของคู่สถานะและการกระทำที่กำหนด (s, a) สามารถคำนวณได้โดยการหาค่าเฉลี่ยผลตอบแทนตัวอย่างที่มาจาก (s, a) เมื่อเวลาผ่านไป ด้วยเวลาที่เพียงพอขั้นตอนนี้จึงสามารถสร้างค่าประมาณที่แม่นยำ Q ของฟังก์ชันค่าการกระทำ Q^π นี่เป็นการสิ้นสุดคำอธิบายของขั้นตอนการประเมินนโยบาย ในขั้นตอนการปรับปรุงนโยบายนโยบายต่อไปจะได้รับจากการคำนวณนโยบายโลกที่เกี่ยวข้องกับ Q เมื่อพิจารณาถึงสถานะ s แล้วนโยบายใหม่นี้จะส่งคืนการดำเนินการที่เพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด $Q(s, :)$ ในทางปฏิบัติการประเมินผลแบบขี้เกียจ (lazy evaluation) สามารถเลื่อนการคำนวณของการดำเนินการที่เพิ่มขึ้นสูงสุดไปได้เมื่อจำเป็น ปัญหาเกี่ยวกับขั้นตอนนี้ ได้แก่

- 1) ขั้นตอนนี้อาจใช้เวลามากเกินไปในการประเมินนโยบายที่ไม่เหมาะสม
 - 2) ใช้ตัวอย่างอย่างไม่มีประสิทธิภาพในการที่วิธียาวจะช่วยเพิ่มการประมาณค่าของคู่สถานะการกระทำเดียวที่เริ่มต้นวิธี
 - 3) เมื่อผลตอบแทนตามวิธีมีความแปรปรวนสูงการลู่เข้าจะช้า
 - 4) ใช้งานได้ในปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นตอน ๆ เท่านั้น
 - 5) ใช้งานได้กับกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟขนาดเล็กและจำกัด เท่านั้น
- #### 5) วิธีการแตกต่างชั่วคราว (Temporal difference methods)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปัญหาแรกได้รับการแก้ไขโดยอนุญาตให้กระบวนการเปลี่ยนนโยบาย (ในบางสถานะ หรือทั้งหมด) ก่อนที่ค่าจะถูกชำระ สิ่งนี้อาจเป็นปัญหาได้เช่นกันเนื่องจากอาจป้องกันไม่ให้เกิดการ บรรจบกัน อัลกอริทึมปัจจุบันส่วนใหญ่ทำเช่นนี้ซึ่งก่อให้เกิดคลาสของอัลกอริทึมการวนซ้ำนโยบาย ทั่วไป

ปัญหาที่สองสามารถแก้ไขได้โดยอนุญาตให้วิธีมีส่วนร่วมกับคู่สถานะ - การกระทำใดๆ ในนั้น สิ่งนี้อาจช่วยได้ในระดับหนึ่งกับปัญหาที่สามแม้ว่าวิธีการแก้ปัญหาก็ดีกว่าเมื่อผลตอบแทนมีความแปรปรวนสูงคือวิธีความแตกต่างชั่วคราวของซัตตัน (Sutton's temporal difference) ที่ ขึ้นอยู่กับสมการเบลล์แมนแบบเรียก การคำนวณในวิธีการแตกต่างชั่วคราวสามารถเพิ่มขึ้นได้ (เมื่อ หลังจากการเปลี่ยนแปลงแต่ละครั้งหน่วยความจำจะเปลี่ยนไปและการเปลี่ยนแปลงจะถูกโยนทิ้งไป) หรือแบทช์ (batch) (เมื่อการเปลี่ยนเป็นแบทช์และการประมาณจะคำนวณหนึ่งครั้งตามแบทช์) วิธีการแบทช์เช่นวิธีผลต่างชั่วคราวกำลังสองน้อยที่สุด อาจใช้ข้อมูลในตัวอย่างได้ดีกว่าในขณะที่ วิธีการเพิ่มหน่วยเป็นทางเลือกเดียวเมื่อวิธีการแบทช์ไม่สามารถทำได้เนื่องจากมีความซับซ้อนในการ คำนวณหรือหน่วยความจำสูง บางวิธีพยายามผสมผสานทั้งสองแนวทางเข้าด้วยกัน วิธีการที่อยู่บน พื้นฐานของความแตกต่างชั่วคราวก็เอาชนะประเด็นที่สี่ได้เช่นกัน

เพื่อแก้ไขปัญหาก็จะใช้วิธีการประมาณค่าฟังก์ชัน การประมาณฟังก์ชันเชิงเส้น เริ่มต้นด้วยการคู่ ϕ ที่กำหนดเวกเตอร์มิติจำกัด ให้กับคู่สถานะการกระทำแต่ละคู่ จากนั้นค่าการ กระทำของคู่สถานะการกระทำจะได้รับการรวมองค์ประกอบของ $\phi(s, a)$ ด้วยน้ำหนักบางส่วน θ ตามสมการที่ 2.7

$$Q(s, a) = \sum_{i=1}^d \theta_i \phi_i(s, a) \quad (2.7)$$

จากสมการที่ 2.7 อัลกอริทึมจะปรับน้ำหนักแทนที่จะปรับค่าที่เกี่ยวข้องกับคู่ สถานะการกระทำแต่ละคู่ มีการสำรวจวิธีการตามแนวคิดจากสถิติที่ไม่ใช่ตัวแปร (ซึ่งสามารถ มองเห็นได้ในการสร้างคุณลักษณะของตนเอง) นอกจากนี้ยังสามารถใช้การวนซ้ำมูลค่าเป็น จุดเริ่มต้นซึ่งก่อให้เกิดอัลกอริทึม Q-learning และรูปแบบต่างๆมากมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 การเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) [3]

การเรียนรู้เชิงลึก (หรือที่เรียกว่าการเรียนรู้เชิงโครงสร้างเชิงลึก) เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่องโดยอาศัยเครือข่ายประสาทเทียม ซึ่งเป็นตัวแทนการเรียนรู้ การเรียนรู้สามารถอยู่ภายใต้การดูแลก็มีผู้ดูแลหรือไม่ได้รับการดูแล

สถาปัตยกรรมการเรียนรู้เชิงลึก เช่นเครือข่ายประสาทเทียมลึก เครือข่ายความเชื่อลึก เครือข่ายประสาทที่เกิดซ้ำและโครงข่ายประสาทเทียมถูกนำไปใช้กับสาขาต่าง ๆ เช่นการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ การมองเห็นด้วยเครื่อง การรู้จำเสียง การประมวลผลภาษา การจดจำเสียง การกรองเครือข่ายสังคม การแปลด้วยเครื่อง ชีวสารสนเทศศาสตร์ การออกแบบยา การวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ การตรวจสอบวัสดุและโปรแกรมเกมกระดานซึ่งให้ผลลัพธ์ที่เทียบได้หรือมากกว่าศักยภาพของมนุษย์ผู้เชี่ยวชาญในบางกรณี

โครงข่ายประสาทเทียมได้รับแรงบันดาลใจจากการประมวลผลข้อมูลและโหนดการสื่อสารแบบกระจายในระบบชีวภาพ โครงข่ายประสาทเทียมมีความแตกต่างหลากหลายจากสมองของมนุษย์โดยเฉพาะโครงข่ายประสาทที่มีความคงที่และเป็นสัญลักษณ์ ในขณะที่สมองของสิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่เป็นแบบไดนามิก (พลาสติก) และอะนาล็อก

คำคุณศัพท์ "deep" ในการเรียนรู้เชิงลึกหมายถึงการใช้หลายเลเยอร์ในเครือข่ายงาน ในช่วงแรกแสดงให้เห็นว่าเพอร์เซปตรอนเชิงเส้นไม่สามารถเป็นตัวจำแนกสากลได้จากนั้นเครือข่ายที่มีฟังก์ชันการเปิดใช้งานที่ไม่ใช่โพลีโนเมียลที่มีเลเยอร์ที่ซ่อนอยู่หนึ่งชั้นของความกว้างที่ไม่ถูกผูกไว้สามารถทำได้ ในทางกลับกันการเรียนรู้เชิงลึกเป็นรูปแบบที่ทันสมัยซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนชั้นของขนาดที่ไม่มีขอบเขตซึ่งอนุญาตให้ใช้งานได้จริงและการนำไปใช้งานที่เหมาะสมในขณะที่ยังคงรักษาความเป็นสากลทางทฤษฎีภายใต้เงื่อนไขที่ไม่รุนแรง ในการเรียนรู้เชิงลึกชั้นต่าง ๆ ยังได้รับอนุญาตให้มีความแตกต่างกันและเบี่ยงเบนไปจากแบบจำลองนักเชื่อมต่อนี้ที่มีข้อมูลทางชีวภาพอย่างกว้างขวางเพื่อประโยชน์ในด้านประสิทธิภาพความสามารถในการฝึกอบรมและความเข้าใจได้จึงเป็นส่วนที่ "มีโครงสร้าง"

2.3.1 ความหมาย

การเรียนรู้เชิงลึกเป็นคลาสของอัลกอริธึมการเรียนรู้ของเครื่องที่ใช้หลายชั้นเพื่อแยกคุณลักษณะระดับสูงออกจากอินพุตดิบได้อย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่นในการประมวลผลภาพ เลเยอร์ด้านล่างอาจจะระบุขอบในขณะที่เลเยอร์ที่สูงขึ้นอาจจะระบุแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ เช่นตัวเลขหรือตัวอักษรหรือใบหน้า

2.3.2 ภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โมเดลการเรียนรู้เชิงลึกที่ทันสมัยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับโครงข่ายประสาทเทียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงข่ายประสาทเทียม (CNN) แม้ว่าจะสามารถรวมสูตรเชิงประพจน์หรือตัวแปรแฝงที่จัดชั้นอย่างชาญฉลาดในแบบจำลองเชิงลึกเช่นโหนด ในเครือข่ายความเชื่อเชิงลึกและเครื่องจักรบอซมันแบบลึก

ในการเรียนรู้เชิงลึก แต่ละระดับจะเรียนรู้ที่จะเปลี่ยนข้อมูลที่ป้อนเข้าให้เป็นการแสดงที่เป็นนามธรรมและประกอบขึ้นเล็กน้อย(composite representation) ในแอปพลิเคชันการจดจำภาพ อินพุตดิบอาจเป็นเมทริกซ์ของพิกเซล ชั้นการแสดงครั้งแรกอาจทำให้พิกเซลเป็นนามธรรมและเข้ารหัสขอบ(edge) ชั้นที่สองอาจเขียนและเข้ารหัสการจัดเรียงของขอบ ชั้นที่สามอาจเข้ารหัสมุมและตา และเลเยอร์ที่สี่อาจรับรู้ว่ามีใบหน้า ที่สำคัญกระบวนการเรียนรู้เชิงลึกสามารถเรียนรู้ว่าคุณลักษณะใดที่ควรวางไว้ในระดับใดอย่างเหมาะสมที่สุดด้วยตัวมันเอง (แน่นอนว่าสิ่งนี้ได้ช่วยลดความจำเป็นในการปรับแต่งด้วยมือโดยสิ้นเชิงตัวอย่างเช่นจำนวนเลเยอร์และขนาดเลเยอร์ที่แตกต่างกันสามารถให้ระดับนามธรรมที่แตกต่างกันได้)

คำว่า "deep" ใน "deep learning" หมายถึงจำนวนชั้นที่ข้อมูลถูกแปลง ระบบการเรียนรู้เชิงลึกที่แม่นยำยิ่งขึ้นมีความลึกของเส้นทางการกำหนดเครดิต(CAP) อย่างมาก CAP เป็นห่วงโซ่ของการแปลงจากอินพุตเป็นเอาต์พุต CAPs อธิบายการเชื่อมต่อเชิงสาเหตุที่อาจเกิดขึ้นระหว่างอินพุตและเอาต์พุต สำหรับโครงข่ายประสาทเทียม feedforward ความลึกของ CAP คือจำนวนของเครือข่ายและคือจำนวนของเลเยอร์ที่ซ่อนอยู่บวกหนึ่ง (เนื่องจากเลเยอร์เอาต์พุตถูกกำหนดพารามิเตอร์ด้วย) สำหรับเครือข่ายประสาทที่เกิดซ้ำซึ่งสัญญาณอาจแพร่กระจายผ่านเลเยอร์มากกว่าหนึ่งครั้งความลึกของ CAP นั้นอาจไม่จำกัด ไม่มีเกณฑ์ความลึกที่ตกลงกันในระดับสากลแบ่งการเรียนรู้ชั้น ๆ จากการเรียนรู้เชิงลึก แต่นักวิจัยส่วนใหญ่ยอมรับว่าการเรียนรู้เชิงลึกเกี่ยวข้องกับความลึกของ CAP ที่สูงกว่า 2 CAP ของความลึก 2 ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นเครื่องมือประมาณสากลในแง่ที่สามารถเลียนแบบฟังก์ชันใด ๆ ยิ่งไปกว่านั้นเลเยอร์อื่น ๆ ไม่ได้เพิ่มความสามารถในการประมาณค่าฟังก์ชันของเครือข่าย โมเดลระดับลึก ($CAP > 2$) สามารถถึงคุณสมบัติที่ดีกว่ารุ่นต้นตานั้นเลเยอร์พิเศษจึงช่วยในการเรียนรู้คุณสมบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถาปัตยกรรมการเรียนรู้เชิงลึกสามารถสร้างขึ้นได้ด้วยวิธีการที่ละชั้นแบบกิริดี การเรียนรู้เชิงลึกช่วยในการแยกสิ่งที่เป็นนามธรรมเหล่านี้และเลือกว่าคุณลักษณะใดที่ช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำหรับการเรียนรู้ภายใต้การดูแลวิธี การเรียนรู้เชิงลึกจะกำจัดการคุณลักษณะทางวิศวกรรม โดยการแปลงข้อมูลให้เป็นการแสดงระดับกลางที่กะทัดรัดคล้ายกับส่วนประกอบหลักและได้มาซึ่งโครงสร้างชั้นที่ลดความซับซ้อนในการเป็นตัวแทน

อัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึกสามารถนำไปใช้กับงานการเรียนรู้ที่ไม่ได้รับการดูแลเป็นประโยชน์ที่สำคัญเนื่องจากข้อมูลที่ไม่มีป้ายกำกับมีมากกว่าข้อมูลที่มีป้ายกำกับ ตัวอย่างของโครงสร้างส่วนลึกที่สามารถฝึกฝนได้ในลักษณะที่ไม่มีผู้ดูแล ได้แก่ เครื่องอัดประวัติประสาท และเครือข่ายความเชิงลึก

2.3.3 โครงข่ายประสาท

2.3.3.1 โครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียม หรือระบบคอนเนคชันนิสต์เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ได้รับแรงบันดาลใจจากโครงข่ายประสาททางชีววิทยาที่ประกอบขึ้นเป็นสมองของสัตว์ ระบบดังกล่าวเรียนรู้ (ปรับปรุงความสามารถอย่างต่อเนื่อง) ในการทำงาน โดยพิจารณาจากตัวอย่าง โดยทั่วไปไม่มีการเขียนโปรแกรมเฉพาะงาน ตัวอย่างเช่นในการจดจำภาพพวกเขาอาจเรียนรู้ที่จะระบุภาพที่มีแมวโดยการวิเคราะห์ภาพตัวอย่างที่ติดป้ายกำกับด้วยตนเองว่า "แมว" หรือ "ไม่ใช่แมว" และใช้ผลการวิเคราะห์เพื่อระบุว่ามีแมวในภาพอื่น ๆ พวกเขาพบว่าการใช้งานส่วนใหญ่ยากที่จะแสดงออกด้วยอัลกอริทึมคอมพิวเตอร์แบบเดิมโดยใช้การเขียนโปรแกรมตามกฎ (rule-based programming)

โครงข่ายประสาทเทียม มีพื้นฐานมาจากชุดของหน่วยที่เชื่อมต่อกันที่เรียกว่าเซลล์ประสาทเทียม (คล้ายกับเซลล์ประสาททางชีววิทยาในสมองชีวภาพ) การเชื่อมต่อ (ไซแนปส์) ระหว่างเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์สามารถส่งสัญญาณไปยังเซลล์ประสาทอื่นได้ เซลล์ประสาทรับ (postsynaptic) สามารถประมวลผลสัญญาณแล้วส่งสัญญาณไปให้เซลล์ประสาทที่เชื่อมต่อกับมัน เซลล์ประสาทอาจมีสถานะโดยทั่วไปแสดงด้วยจำนวนจริงโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เซลล์ประสาทและจุดเชื่อมต่อ(synapse) อาจมีน้ำหนักที่แตกต่างกันไปตามขั้นตอนการเรียนรู้ซึ่งสามารถเพิ่มหรือลดความแรงของสัญญาณที่ส่งไปที่ช่องได้

โดยปกติเซลล์ประสาทจะถูกจัดเรียงเป็นชั้น ๆ เลเยอร์ที่แตกต่างกันอาจทำการแปลงประเภทต่างๆกับอินพุตของมันเป็น สัญญาณเดินทางจากเลเยอร์แรก (อินพุต) ไปยังเลเยอร์สุดท้าย (เอาต์พุต) ซึ่งอาจเป็นไปได้หลังจากข้ามผ่านเลเยอร์หลาย ๆ ครั้ง

เป้าหมายดั้งเดิมของแนวทางเครือข่ายประสาทเทียมคือการแก้ปัญหาในลักษณะเดียวกับที่สมองของมนุษย์ต้องการ เมื่อเวลาผ่านไปความสนใจมุ่งเน้นไปที่การจับคู่ความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทางจิตที่เฉพาะเจาะจงซึ่งนำไปสู่การเบี่ยงเบนจากชีววิทยาเช่นการย้อนกลับหรือการส่งผ่านข้อมูลในทิศทางย้อนกลับและปรับเครือข่ายเพื่อสะท้อนข้อมูลนั้น

เครือข่ายประสาทเทียมถูกนำมาใช้ในงานต่างๆ เช่นการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ การรู้จำเสียงการแปลด้วยเครื่องการกรองเครือข่ายสังคมการเล่นบอร์ดและวิดีโอเกมและการวินิจฉัยทางการแพทย์

ในปี 2560 เครือข่ายประสาทเทียมโดยทั่วไปมีไม่กี่พันถึงสองสามล้านหน่วยและการเชื่อมต่อล้านล้าน แม้ว่าตัวเลขนี้จะมีลำดับความสำคัญน้อยกว่าจำนวนเซลล์ประสาทในสมองของมนุษย์หลายเท่า แต่เครือข่ายเหล่านี้สามารถทำงานได้หลายอย่างในระดับที่เหนือกว่ามนุษย์ (เช่น การจดจำใบหน้าการเล่น "Go")

2.3.3.2 เครือข่ายประสาทเทียมเชิงลึก

โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึก คือโครงข่ายประสาทเทียมที่มีหลายชั้นระหว่างชั้นอินพุตและเอาต์พุต เครือข่ายประสาทเทียมมีหลายประเภท แต่ประกอบด้วยส่วนประกอบเดียวกันเสมอ ได้แก่ เซลล์ประสาทซินแนปส์น้ำหนักอคติและฟังก์ชัน ส่วนประกอบเหล่านี้ทำงานคล้ายกับสมองของมนุษย์และสามารถฝึกฝนได้เหมือนกับอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องอื่นๆ

โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกสามารถสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ที่ไม่ใช่เชิงเส้นที่ซับซ้อนได้ สถาปัตยกรรม โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกสร้างแบบจำลองการจัดองค์ประกอบโดยที่วัตถุแสดงเป็นองค์ประกอบแบบชั้นของดั้งเดิม เลเยอร์พิเศษช่วยให้สามารถจัดองค์ประกอบของคุณสมบัติจากเลเยอร์ที่ต่ำกว่าซึ่งอาจสร้างแบบจำลองข้อมูลที่ซับซ้อนโดยมีหน่วยน้อยกว่าเครือข่ายตื้นที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ตัวอย่างเช่นได้รับการพิสูจน์แล้วว่าพหุนามหลายตัวแปรแบบกระจายตัวนั้นง่ายกว่าในการประมาณค่าโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกมากกว่าเครือข่ายแบบตื้น

สถาปัตยกรรมเชิงลึกประกอบด้วยแนวทางพื้นฐานหลายประการ แต่ละสถาปัตยกรรมประสบความสำเร็จในโดเมนเฉพาะ เป็นไปไม่ได้เสมอไปที่จะเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถาปัตยกรรมหลายๆ สถาปัตยกรรมวันแต่จะได้รับการประเมินจากชุดข้อมูลเดียวกัน

โดยทั่วไปโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกเป็นเครือข่ายแบบฟีดฟอร์เวิร์ด (feedforward) ซึ่งข้อมูลจะไหลจากชั้นอินพุตไปยังชั้นเอาต์พุตโดยไม่ต้องวนกลับ ในตอนแรกโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกจะสร้างแผนที่ของเซลล์ประสาทเสมือนและกำหนดค่าตัวเลขแบบสุ่มหรือ "น้ำหนัก" ให้กับการเชื่อมต่อระหว่างพวกมัน น้ำหนักและอินพุตจะถูกคูณและส่งกลับเอาต์พุตระหว่าง 0 ถึง 1 หากเครือข่ายไม่รู้จักรูปแบบเฉพาะอย่างถูกต้องอัลกอริทึมจะปรับน้ำหนักให้ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือมีการใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่เอกสารนี้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

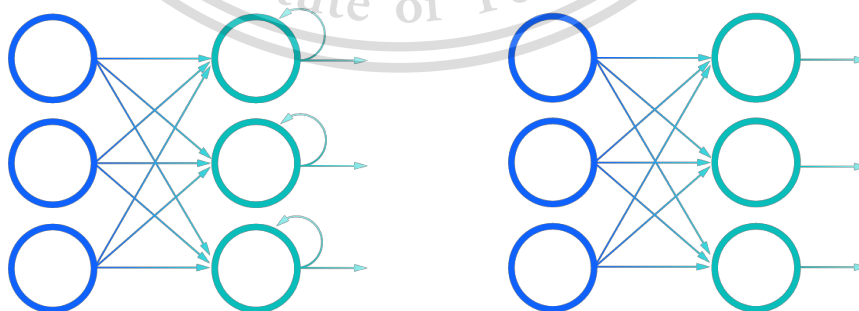
วิธีนี้อัลกอริทึมสามารถทำให้พารามิเตอร์บางอย่างมีอิทธิพลมากขึ้นจนกว่าจะกำหนดการจัดการทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องเพื่อประมวลผลข้อมูลอย่างสมบูรณ์

โครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำซึ่งข้อมูลสามารถไหลไปในทิศทางใดก็ได้ใช้สำหรับแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น การสร้างแบบจำลองภาษา หน่วยความจำระยะสั้นยาวมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานนี้

โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกแบบคอนโวลูชัน (convolutional deep neural networks) ถูกใช้ในการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกแบบคอนโวลูชันยังถูกนำไปใช้กับการสร้างแบบจำลองอะคูสติกสำหรับการรู้จำเสียงอัตโนมัติ (ASR) ด้วย

2.4 โครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำ (Recurrent Neural Networks) [4]

โครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำเป็นโครงข่ายประสาทเทียมประเภทหนึ่งซึ่งใช้ข้อมูลตามลำดับหรือข้อมูลอนุกรมเวลา อัลกอริทึมการเรียนรู้เชิงลึกเหล่านี้มักใช้สำหรับปัญหาตามลำดับหรือชั่วคราว เช่น การแปลภาษา การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) การรู้จำเสียงและคำบรรยายภาพ รวมอยู่ในแอปพลิเคชันยอดนิยมเช่น Siri การค้นหาด้วยเสียงและ Google Translate เช่นเดียวกับโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟีดฟอร์เวิร์ด โครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึกแบบคอนโวลูชัน โครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำจะใช้ข้อมูลการฝึกอบรมเพื่อเรียนรู้ พวกเขามีความโดดเด่นด้วย "หน่วยความจำ" เนื่องจากใช้ข้อมูลจากอินพุตก่อนหน้าเพื่อส่งผลกระทบต่ออินพุตและเอาต์พุตปัจจุบัน ในขณะที่โครงข่ายประสาทเทียมแบบลึกแบบดั้งเดิมถือว่าอินพุตและเอาต์พุตเป็นอิสระจากกัน ผลลัพธ์ของโครงข่ายประสาทที่เกิดซ้ำขึ้นอยู่กับองค์ประกอบก่อนหน้าภายในลำดับ แม้ว่าเหตุการณ์ในอนาคตจะเป็นประโยชน์ในการกำหนดผลลัพธ์ของลำดับที่กำหนด แต่โครงข่ายประสาทที่เกิดซ้ำแบบทิศทางเดียวไม่สามารถอธิบายเหตุการณ์เหล่านี้ในการคาดการณ์ได้ดังรูปที่ 2.3



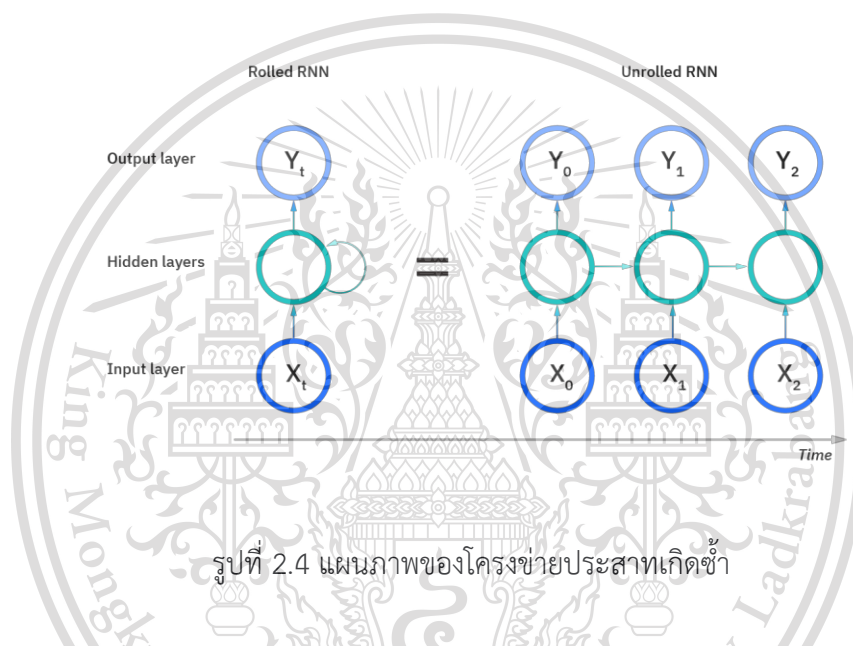
รูปที่ 2.3 เปรียบเทียบระหว่างโครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำ (ซ้ำ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 2.3 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างโครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำ (ซ้ำ) กับโครงข่ายประสาทเทียมแบบฟิดฟอร์เวิร์ด (ขวา) หากลองใช้สำนวนเช่น "feeling under the weather" ซึ่งมักใช้เมื่อมีคนป่วยเพื่อช่วยเราในการอธิบายโครงข่ายประสาทแบบเกิดซ้ำเพื่อให้สำนวนมีความหมายจำเป็นต้องแสดงตามลำดับเฉพาะนั้น เป็นผลให้โครงข่ายที่เกิดซ้ำจำเป็นต้องคำนึงถึงตำแหน่งของแต่ละคำในสำนวนและใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อทำนายคำถัดไปในลำดับตามรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แผนภาพของโครงข่ายประสาทเกิดซ้ำ

จากภาพที่ 2.4 ภาพทางซ้ายของโครงข่ายประสาทเกิดซ้ำแสดงถึงโครงข่ายประสาททั้งหมดหรือแทนที่จะเป็นวลีที่คาดการณ์ไว้ทั้งหมดเช่น "feeling under the weather" ภาพทางขวาแสดงถึงแต่ละเลเยอร์หรือขั้นตอนเวลาของโครงข่ายประสาทเทียม แต่ละเลเยอร์จะจับคู่กับคำเดียวในวลีนั้นเช่น "weather" อินพุตก่อนหน้าเช่น "feeling" และ "under" จะแสดงเป็นสถานะที่ซ่อนอยู่ในช่วงเวลาที่ผ่านมาเพื่อทำนายผลลัพธ์ในลำดับ

ลักษณะที่แตกต่างของโครงข่ายที่เกิดซ้ำอีกประการหนึ่งคือพวกเขาใช้พารามิเตอร์ร่วมกันในแต่ละชั้นของโครงข่าย แม้ว่าโครงข่ายฟิดฟอร์เวิร์ด จะมีน้ำหนักที่แตกต่างกันในแต่ละโหนด แต่โครงข่ายประสาทที่เกิดซ้ำจะแชร์พารามิเตอร์น้ำหนักเดียวกันภายในแต่ละชั้นของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เครือข่าย ที่กล่าวว่าน้ำหนักเหล่านี้ยังคงได้รับการปรับปรุงในกระบวนการแพร่กระจายย้อนกลับ และการเกรเดียนต์เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง

โครงข่ายประสาทที่เกิดขึ้นซ้ำใช้อัลกอริธึมการย้อนกลับผ่านเวลา (backpropagation through time : BPTT) เพื่อกำหนดการเกรเดียนต์ซึ่งแตกต่างจากการขยายภาพแบบเดิมเล็กน้อยเนื่องจากเป็นข้อมูลเฉพาะของลำดับ หลักการของการย้อนกลับผ่านเวลานั้นเหมือนกับแพร่กระจายย้อนกลับแบบดั้งเดิมโดยที่แบบจำลองจะฝึกตัวเองโดยการคำนวณข้อผิดพลาดจากเลเยอร์เอาต์พุตไปยังเลเยอร์อินพุต การคำนวณเหล่านี้ช่วยให้เราสามารถปรับและปรับพารามิเตอร์ของแบบจำลองได้อย่างเหมาะสมการย้อนกลับผ่านเวลา แตกต่างจากวิธีการแบบเดิมตรงที่การย้อนกลับผ่านเวลา จะสรุปข้อผิดพลาดในแต่ละขั้นตอนในขณะที่โครงข่ายฟิดฟอร์เวิร์ดไม่จำเป็นต้องรวมข้อผิดพลาดเนื่องจากไม่ใช้พารามิเตอร์ในแต่ละเลเยอร์ร่วมกัน

ในกระบวนการนี้ RNN มักจะพบปัญหาสองประการซึ่งเรียกว่าเกรเดียนต์แบบระเบิด (exploding gradients) และเกรเดียนต์ที่หายไป (vanishing gradients) ปัญหาเหล่านี้กำหนดโดยขนาดของเกรเดียนต์ซึ่งเป็นความชันของฟังก์ชันการสูญเสียตามเส้นโค้งข้อผิดพลาด เมื่อการเกรเดียนต์เล็กเกินไปการเกรเดียนต์จะเล็กลงเรื่อยๆ อัปเดตพารามิเตอร์น้ำหนักจนกว่าจะไม่มีนัยสำคัญ เมื่อเป็นเช่นนั้นอัลกอริทึมจะไม่เรียนรู้อีกต่อไป การเกรเดียนต์แบบระเบิดเกิดขึ้นเมื่อการเกรเดียนต์มีขนาดใหญ่เกินไปทำให้เกิดแบบจำลองที่ไม่เสถียร ในกรณีนี้น้ำหนักของแบบจำลองจะมีขนาดใหญ่เกินไปและในที่สุดก็จะแสดงเป็น NaN ทางออกหนึ่งสำหรับปัญหาเหล่านี้คือการลดจำนวนเลเยอร์ที่ซ่อนอยู่ภายในโครงข่ายประสาทเทียมโดยขจัดความซับซ้อนบางส่วนในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเกิดขึ้นซ้ำ

2.5 หุ้น (Stock) [5]

ในตลาดทางการเงิน หุ้น เป็นหน่วยที่ใช้กับกองทุนรวม ห้างหุ้นส่วนจำกัด และความไว้วางใจในการลงทุนทางด้านอสังหาริมทรัพย์ เจ้าของหุ้นในบริษัทเป็นผู้ถือหุ้น(หรือหุ้นส่วน)ของบริษัท หุ้นเป็นหน่วยทุนที่แบ่งแยกไม่ได้ แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์การเป็นเจ้าของร่วมกันระหว่างบริษัทและผู้ถือหุ้น ค่าที่เป็นตัวเงินของหุ้นคือมูลค่าที่ตราไว้ และทั้งหมดของมูลค่าที่ตราไว้ของหุ้นที่ออกแสดงให้เห็นถึงทุนของบริษัท ซึ่งอาจจะไม่สะท้อนมูลค่าตลาดของหุ้นเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รายได้ที่ได้รับจากการเป็นเจ้าของหุ้นคือเงินปันผล กระบวนการของการสั่งซื้อและขายหุ้นมักจะเกี่ยวข้องกับการผ่านนายหน้าซื้อขายหุ้น(โบรกเกอร์) ในฐานะที่เป็นคนกลาง หุ้นมีหลายประเภท เช่น หุ้นสามัญ หุ้นบุริมสิทธิ หุ้นโบนัส หุ้นที่ถูกต้อง และหุ้นแผนทางเลือกหุ้นลูกจ้าง

2.6 คริปโทเคอร์เรนซี (cryptocurrency) [6]

คริปโทเคอร์เรนซี หรือ เงินตราเข้ารหัสลับ เป็นสินทรัพย์ดิจิทัลซึ่งออกแบบให้เป็นสื่อกลางการแลกเปลี่ยน ที่ใช้วิทยาการเข้ารหัสลับเพื่อรับประกันธุรกรรม เพื่อควบคุมการสร้างหน่วยเงินเพิ่ม และเพื่อยืนยันความถูกต้องของการโอนทรัพย์ เป็นรูปแบบหนึ่งของเงินดิจิทัล (digital currency) เงินทางเลือก (alternative currency) และเงินเสมือน (virtual currency) เป็นเงินที่ควบคุมโดยกระจายศูนย์กลาง เทียบกับเงินดิจิทัลที่ควบคุมโดยศูนย์กลาง หรือกับระบบธนาคารกลาง การควบคุมแบบกระจายศูนย์จะทำผ่านบล็อกเชน ซึ่งเป็นฐานข้อมูลธุรกรรมสาธารณะ โดยใช้เป็นบัญชีแยกประเภทแบบกระจาย

บิตคอยน์ที่สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 2009 เป็นคริปโทเคอร์เรนซีแบบกระจายศูนย์สกุลแรก ตั้งแต่นั้นมา ก็มีคริปโทเคอร์เรนซีสกุลอื่น ๆ ที่สร้างขึ้นอีกมากมาย บ่อยครั้งเงินสกุลเหล่านี้จะเรียกในภาษาอังกฤษว่า altcoins โดยเป็นคำผสมจากคำว่า alternative coin (เหรียญทางเลือก) นิยามของคริปโทเคอร์เรนซีตามนักวิชาการผู้หนึ่ง คริปโทเคอร์เรนซีเป็นระบบที่เข้าเกณฑ์ 6 อย่าง คือ

- 1) ระบบไม่จำเป็นต้องมีศูนย์กลาง ข้อมูลที่กระจายจะทำให้สามารถถึงความเห็นพ้อง/ความเห็นข้างมากเกี่ยวกับสถานะปัจจุบัน (ดูตัวอย่างที่ การตราเวลาสำหรับบิตคอยน์)
- 2) ระบบจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับหน่วยคริปโทเคอร์เรนซีและผู้ที่เป็นเจ้าของ
- 3) ระบบจะกำหนดว่า หน่วยคริปโทเคอร์เรนซีใหม่จะสร้างขึ้นได้หรือไม่ ถ้าหน่วยเงินใหม่สามารถสร้างได้ ระบบจะกำหนดแหล่งกำเนิดและกำหนดว่าใครเป็นเจ้าของหน่วยเงินใหม่
- 4) ความเป็นเจ้าของในหน่วยเงินแต่ละหน่วยจะสามารถพิสูจน์อย่างสิทธิขาดตามวิทยาการเข้ารหัสลับ
- 5) ระบบจะอนุญาตให้ทำธุรกรรมที่สามารถเปลี่ยนเจ้าของหน่วยเงินได้ โดยข้อความธุรกรรมจะสามารถทำได้โดยบุคคลที่สามารถพิสูจน์ความเป็นเจ้าของหน่วยเงินเหล่านั้น
- 6) ถ้ามีคำสั่งเปลี่ยนเจ้าของสำหรับเงินหน่วยหนึ่ง ๆ เข้ามาในระบบพร้อม ๆ กัน ระบบจะทำการตามคำสั่งเดียวเท่านั้นเป็นอย่างมาก (ดูตัวอย่างที่ การตราเวลาสำหรับบิตคอยน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

คริปโทเคอร์เรนซีที่กระจายศูนย์จะสร้างโดยระบบคริปโทเคอร์เรนซีรวม ๆ กัน ในอัตราที่กำหนดเมื่อสร้างระบบและเป็นเรื่องที่ถูกกันโดยสาธารณะ ในระบบธนาคารกลาง คณะกรรมการบริษัทหรือรัฐบาลจะเป็นผู้ควบคุมอุปทานของเงินโดยออกเงินตราที่ไม่มีมูลค่าในตัวเอง หรือโดยสั่งให้เพิ่มเงินในบัญชีแยกประเภทของธนาคารดิจิทัล เทียบกับคริปโทเคอร์เรนซีที่กระจายศูนย์ ซึ่งบริษัทและรัฐบาลจะไม่สามารถสร้างหน่วยใหม่ ๆ และยังไม่รับประกันให้แก่องค์กรต่าง ๆ รวมทั้งบริษัทหรือธนาคารซึ่งมีสินทรัพย์เป็นคริปโทเคอร์เรนซี เทคนิคที่ใช้ควบคุมคริปโทเคอร์เรนซีแบบกระจายศูนย์ เป็นผลงานของกลุ่มบุคคลหรือบุคคลที่รู้จักว่าเซโตชิ นะกะโมโตะ โดยเดือนกันยายน 2017 มีคริปโทเคอร์เรนซีกว่าพันสกุล ส่วนมากจะคล้ายกับและเป็นเงินอนุพันธ์ของคริปโทเคอร์เรนซีที่สร้างอย่างสมบูรณ์สกุลแรก คือ บิตคอยน์

ภายในระบบคริปโทเคอร์เรนซี ความปลอดภัย บารอนภาพ และดุลของบัญชีแยกประเภท จะดำรงเก็บรักษาโดยกลุ่มบุคคลที่ไม่ไว้ใจซึ่งกันและกันที่เรียกว่า ไมเนอร์/คนซุดหาเหรียญ ส่วนบุคคลทั่วไปจะใช้คอมพิวเตอร์ของไมเนอร์/คนซุดหาเหรียญ เพื่อยืนยันความถูกต้องของและตราเวลาแก่ธุรกรรม เป็นการเพิ่มธุรกรรมลงยังบัญชีแยกประเภทตามกระบวนการตราเวลาบางอย่าง คนซุดหาเหรียญได้ผลประโยชน์ในการดำรงรักษาความปลอดภัยของบัญชีแยกประเภทคือได้เหรียญที่ขุดได้และหรือค่าธรรมเนียมของธุรกรรม

คริปโทเคอร์เรนซีโดยมากได้ออกแบบให้ค่อย ๆ ลดการสร้างหน่วยเงินใหม่ ซึ่งเท่ากับกำหนดจำนวนเงินมากที่สุดที่จะมีให้ใช้ เป็นการเลียนแบบสถานการณ์ของโลหะมีค่า เช่น บิตคอยน์ ออกแบบให้มีเงินในระบบมากที่สุด 21 ล้านเหรียญ

เทียบกับเงินธรรมดาที่เก็บโดยสถาบันการเงินหรือบุคคลต่าง ๆ เจ้าหน้าที่บ้านเมืองอาจเข้ายึดคริปโทเคอร์เรนซีได้ยากกว่า ซึ่งเกิดจากการใช้เทคโนโลยีวิทยาการเข้ารหัสลับ

2.7 การเทรด

การเทรด คือ การซื้อและขายหุ้น สินค้าโภคภัณฑ์ คู่เงิน สกุลเงินดิจิทัล คริปโทเคอร์เรนซี หรือเครื่องมืออื่นๆ ที่มีเป้าหมาย คือการสร้างผลตอบแทนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการลงทุน buy-and-hold investing ในขณะที่นักลงทุนอาจพึงพอใจกับผลตอบแทนประจำปี 10 เปอร์เซ็นต์ ถึง 15 เปอร์เซ็นต์ นักเทรดอาจแสวงหาผลตอบแทน 10 เปอร์เซ็นต์ในแต่ละเดือน กำไรจากการเทรดเกิดจากการซื้อในราคาที่ต่ำกว่าและขายในราคาที่สูงขึ้นภายในระยะเวลาอันสั้น ตรงกันข้ามแบบเดียวกัน: ผลกำไรจากการเทรดสามารถทำได้โดยการขายในราคาที่สูงขึ้นและการซื้อเพื่อให้ครอบคลุมในราคาที่ต่ำกว่า (เรียกว่า "การขายชอร์ต") เพื่อทำกำไรในตลาดที่ตกลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในขณะที่นักลงทุนซื้อและถือรอผลกำไรน้อยลง นักเทรดพยายามทำกำไรภายในระยะเวลาที่กำหนดและมักจะใช้คำสั่งหยุดขาดทุน stop-loss เพื่อป้องกันการปิดสถานะการสูญเสียโดยอัตโนมัติในระดับราคาที่กำหนดไว้, นักเทรดมักใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเทคนิค, เช่น moving averages และ stochastic oscillators เพื่อค้นหาการตั้งค่าการเทรดที่น่าจะเป็นไปได้สูง

2.8 เอชทีเอ็มแอล (HTML)

HTML



รูปที่ 2.5 โลโก้เอชทีเอ็มแอล [7]

ปี ค.ศ. 1961 อินเทอร์เน็ตได้เกิดและเติบโตขึ้น พร้อมกับภาษาคอมพิวเตอร์และโปรโตคอล (Protocol) จำนวนมาก เพื่อรองรับกับ การเติบโตอย่างรวดเร็วของอินเทอร์เน็ต หนึ่งในภาษาคอมพิวเตอร์และโปรโตคอลนั้นคือ ภาษา HTML และ TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) ทั้งนี้เพราะ World Wide Web แม้จะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของอินเทอร์เน็ต แต่ได้รับความนิยม อย่างสูง และรวดเร็ว โปรโตคอล HTTP (ซึ่งเป็นส่วนย่อยของโปรโตคอล TCP/IP) จึงได้รับการพัฒนาเพื่อสนับสนุนภาษา HTML ซึ่ง ใช้ในการจัดเก็บเอกสารบน World Wide Web ภาษา HTML ในยุคแรกเริ่ม ถูกใช้เพื่อจัดทำรูปแบบตัวอักษรบนเอกสารประเภท Hypertext ความสามารถจึงยังคงจำกัดอยู่มาก เพียงทำได้แต่ การกำหนดรูปแบบ heading แต่สำหรับตัวอักษรทำได้แค่ bold และ italic เท่านั้น

ความที่ภาษา HTML เป็นภาษาที่ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนปัจจุบันมาถึงเวอร์ชัน 4.0 จึงได้เพิ่มขีดความสามารถจากเดิม ที่มีความสามารถเพียงเพื่อจัดรูปแบบตัวอักษรกลายเป็นภาษาที่มีความสามารถในการจัดรูปแบบเอกสารอย่างเต็มรูปแบบ สิ่งกระตุ้น แรกที่ก่อให้เกิดการพัฒนาดังกล่าว เกิดขึ้นในปี 1993 เมื่อโปรแกรม Web browser มีความสามารถจะดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

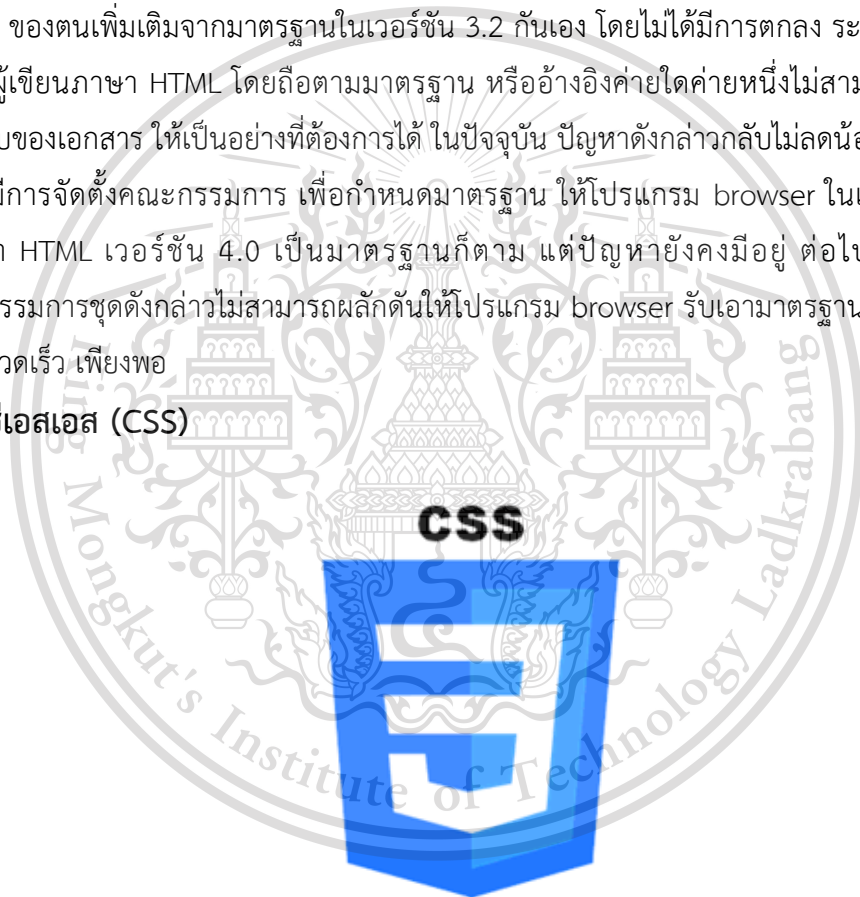
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารแบบ Hypertext พร้อมกับมีรูปภาพประกอบได้พร้อมๆ กัน และในระยะหลังจากนั้นอีก 5 ปี ภาษา HTML ก็ได้พัฒนาตนเองมาเรื่อยๆ จนเป็นเวอร์ชัน ปัจจุบัน -- เวอร์ชัน 4.0

สิ่งที่ทำให้ HTML เวอร์ชันปัจจุบัน มีความสามารถในการจัดรูปแบบเอกสารอย่างเต็มรูปแบบ คือ ความสามารถในการใช้ Cascading Style Sheet เพิ่มเติมจากเวอร์ชันก่อนหน้านี้ (เวอร์ชัน 3.2) ซึ่งมีความสามารถจัดรูปแบบเอกสารอยู่ในขั้นมาตรฐาน

ในอดีต สิ่งที่ทำให้ผู้เขียนภาษา HTML ประสบกับปัญหามากมาย คือ การที่โปรแกรม browser หลักๆ ยังคงมีความแตกต่างทาง ด้านเทคโนโลยีกันอย่างมาก และต่างก็ได้พัฒนาภาษา HTML ของตนเพิ่มเติมจากมาตรฐานในเวอร์ชัน 3.2 กันเอง โดยไม่ได้มีการตกลง หารือกัน เป็นผลให้ผู้เขียนภาษา HTML โดยถือตามมาตรฐาน หรืออ้างอิงค่ายใดค่ายหนึ่งไม่สามารถจะแสดงรูปแบบของเอกสาร ให้เป็นอย่างที่ต้องการได้ ในปัจจุบัน ปัญหาดังกล่าวกลับไม่ลดน้อยลงไป แม้ว่า จะได้มีการจัดตั้งคณะกรรมการ เพื่อกำหนดมาตรฐาน ให้โปรแกรม browser ในเวอร์ชันใหม่ๆ นำเอา HTML เวอร์ชัน 4.0 เป็นมาตรฐานก็ตาม แต่ปัญหายังคงมีอยู่ ต่อไป ด้วยเหตุที่ คณะกรรมการชุดดังกล่าวไม่สามารถผลักดันให้โปรแกรม browser รับเอามาตรฐานดังกล่าวไปใช้ อย่างรวดเร็ว เพียงพอ

2.9 ซีเอสเอส (CSS)



รูปที่ 2.6 โลโก้ซีเอสเอส [8]

CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheet มักเรียกโดยย่อว่า "สไตร์ชีต" คือภาษาที่ใช้เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML โดยที่ CSS กำหนดกฎเกณฑ์ในการระบุรูปแบบ (หรือ "Style") ของเนื้อหาในเอกสาร อันได้แก่ สีของข้อความ สีพื้นหลัง ประเภตัวอักษร และการจัดวางข้อความ ซึ่งการกำหนดรูปแบบ หรือ Style นี้ใช้หลักการของการแยกเนื้อหาเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

HTML นอกจากคำสั่งที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผล กำหนดให้รูปแบบของการแสดงผลเอกสาร ไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของเอกสาร เพื่อให้ง่ายต่อการจัดรูปแบบการแสดงผลลัพธ์ของเอกสาร HTML โดยเฉพาะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาเอกสารบ่อยครั้ง หรือต้องการควบคุมให้รูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML มีลักษณะของความสม่ำเสมอทั่วกันทุกหน้าเอกสารภายในเว็บไซต์ เดียวกัน โดยกฎเกณฑ์ในการกำหนดรูปแบบ (Style) เอกสาร HTML ถูกเพิ่มเข้ามาครั้งแรกใน HTML 4.0 เมื่อปีพ.ศ. 2539 ในรูปแบบของ CSS level 1 Recommendations ที่กำหนดโดย องค์กร World Wide Web Consortium หรือ W3C

2.9.1 ประโยชน์ของ CSS

ภาษา CSS (Cascading Style Sheets) มีประโยชน์หลายอย่างเลยทีเดียวซึ่งทำให้ การพัฒนาเว็บเพจด้วยภาษา HTML เป็นเรื่องที่ง่ายมากขึ้น

1) ภาษา CSS จะช่วยในการจัดรูปแบบแสดงผลให้กับภาษา HTML ซึ่งจะช่วยลดการใช้ภาษา HTML ให้น้อยลง โดยเหลือเพียงแต่ส่วนที่เป็นเอกสารที่เป็นภาษา HTML เท่านั้นทำให้มี การแก้ไขและทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2) ทำให้ขนาดไฟล์ HTML น้อยลงเนื่องจาก ภาษา CSS จะช่วยลดการใช้ภาษา HTML ลงทำให้ขนาดไฟล์นั้นก็เล็กลงไปด้วยเช่นกัน

3) ภาษา CSS เป็นภาษา Style Sheets โดย Style Sheets ชุดเดียวสามารถให้ กำหนดรูปแบบการแสดงผลให้เอกสาร HTML ทั้งหน้า หรือทุกหน้ามีผลเหมือนกันได้ จึงทำให้เวลา ที่มีการแก้ไขก็จะแก้ไขได้ง่ายขึ้นเพียงแก้ไข Style Sheets ที่ใช้งานเพียงชุดเดียวเท่านั้น

4) ทำให้เว็บไซต์มีมาตรฐานเพราะการใช้งาน CSS นั้นจะทำให้การแสดงผลในสื่อต่าง ๆ ถูกปรับเปลี่ยนไปได้อย่างเหมาะสม เช่น การแสดงผลบนหน้าจอ และการแสดงผลในมือถือ

5) CSS สามารถที่จะใช้งานได้หลากหลาย เว็บเบราว์เซอร์ ทำให้การใช้งานนั้นสะดวก มากยิ่งขึ้น

6) CSS สามารถกำหนดแยกไว้ต่างหากจากไฟล์เอกสาร HTML และสามารถนำมาใช้ ร่วม กับเอกสารหลายไฟล์ได้ การแก้ไขก็แก้เพียง จุดเดียวก็มีผลกับเอกสารทั้งหมด

CSS กับ HTML นั้นทำหน้าที่คนละอย่างกัน โดย HTML จะทำหน้าที่ในการวางโครง ร่างเอกสารอย่างเป็นรูปแบบ ถูกต้อง เข้าใจง่าย ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงผล ส่วน CSS จะทำหน้าที่ ในการตกแต่งเอกสารให้สวยงาม เรียกได้ว่า HTML คือส่วน coding ส่วน CSS คือส่วน design

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.10 ภาษาจาวาสคริปต์ (JavaScript)



รูปที่ 2.7 โลโก้จาวาสคริปต์ [9]

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง Java JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ (ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช้ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ "แปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง" (interpret) หรือเรียกว่า อ็อบเจกต์โอเรียนเตด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และ ภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย เน็ตสเคป คอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator 2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อใช้งานกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript JavaScript สามารถทำให้ การสร้างเว็บเพจ มีลูกเล่น ต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที เช่น การใช้เมาส์คลิก หรือ การกรอกข้อความในฟอร์ม เป็นต้น

เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาเปิด ที่ใครก็สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับ

เอกสารนี้เป็นความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ECMA การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน ซึ่งปัจจุบันบราวเซอร์เกือบทั้งหมดก็สนับสนุน JavaScript แล้ว อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องระวังคือ JavaScript มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชันใหม่ๆ ออกมาด้วย (ปัจจุบันคือรุ่น 1.5) ดังนั้นถ้านำโค้ดของเวอร์ชันใหม่ ไปรันบนบราวเซอร์รุ่นเก่าที่ยังไม่สนับสนุน ก็อาจจะทำให้เกิด error

2.10.1 ข้อดีและข้อเสียของ Java JavaScript

การทำงานของ JavaScript เกิดขึ้นบนบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้นไม่ว่าคุณจะใช้เซิร์ฟเวอร์อะไร หรือที่ไหน ก็ยังคงสามารถใช้ JavaScript ในเว็บเพจได้ ต่างกับภาษาสคริปต์อื่น เช่น Perl, PHP หรือ ASP ซึ่งต้องแปลความและทำงานที่ตัวเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (เรียกว่า server-side script) ดังนั้นจึงต้องใช้บนเซิร์ฟเวอร์ ที่สนับสนุนภาษาเหล่านั้นเท่านั้น อย่างไรก็ตาม จากลักษณะดังกล่าวก็ทำให้ JavaScript มีข้อจำกัด คือไม่สามารถรับและส่งข้อมูลต่างๆ กับเซิร์ฟเวอร์โดยตรง เช่น การอ่านไฟล์จากเซิร์ฟเวอร์ เพื่อนำมาแสดงบนเว็บเพจ หรือรับข้อมูลจากผู้ชม เพื่อนำไปเก็บบนเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น ดังนั้นงานลักษณะนี้ จึงยังคงต้องอาศัยภาษา server-side script อยู่

2.10.2 ความสามารถของ JavaScript

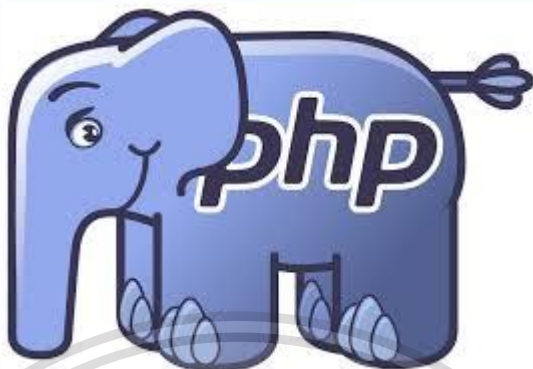
- 1) JavaScript ทำให้สามารถใช้เขียนโปรแกรมแบบง่ายๆ ได้ โดยไม่ต้องพึ่งภาษาอื่น
- 2) JavaScript มีคำสั่งที่ตอบสนองกับผู้ใช้งาน เช่น เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม หรือ Checkbox ก็สามารถสั่งให้เปิดหน้าต่างใหม่ได้ ทำให้เว็บไซต์ของเรามีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานมากขึ้น นี่คือข้อดีของ JavaScript เลยก็ว่าได้ที่ทำให้เว็บไซต์ต่างๆ ทั้งหลายเช่น Google Map ต่างหันมาใช้
- 3) JavaScript สามารถเขียนหรือเปลี่ยนแปลง HTML Element ได้ นั่นคือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงผลของเว็บไซต์ได้ หรือหน้าแสดงเนื้อหาสามารถซ่อนหรือแสดงเนื้อหาได้แบบง่ายๆ นั้นเอง
- 4) JavaScript สามารถใช้ตรวจสอบข้อมูลได้ สังเกตว่าเมื่อเรากรอกข้อมูลบางเว็บไซต์ เช่น Email เมื่อเรากรอกข้อมูลผิดจะมีหน้าต่างฟ้องขึ้นมาว่าเรากรอกผิด หรือลืมกรอกอะไรบางอย่าง เป็นต้น
- 5) JavaScript สามารถใช้ในการตรวจสอบผู้ใช้ได้เช่น ตรวจสอบว่าผู้ใช้ ใช้ web browser อะไร
- 6) JavaScript สร้าง Cookies (เก็บข้อมูลของผู้ใช้ในคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เอง) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.11 ภาษาพีเอชพี (PHP)



รูปที่ 2.8 โลโก้ภาษาพีเอชพี [10]

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor แต่เดิมย่อมาจาก Personal Home Page Tools คือภาษาคอมพิวเตอร์จำพวก scripting language ภาษาจำพวกนี้คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปก็เช่น JavaScript , Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมาเพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language นั่นคือในทุกๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเป็น Web server จะส่งหน้าเว็บเพจที่เขียนด้วย PHP ให้เรา มันจะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ให้เรา ผลลัพธ์ที่ได้นั้นก็คือเว็บเพจที่เราเห็นนั่นเอง ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้าง Dynamic Web pages

2.11.1 ลักษณะเด่นของ PHP

- 1) ใช้ได้ฟรี
- 2) PHP เป็นโปรแกรมวิ่งข้าง Sever ดังนั้นขีดความสามารถไม่จำกัด
- 3) Conlatfun นั่นคือPHP วิ่งบนเครื่อง UNIX,Linux,Windows ได้หมด
- 4) เรียนรู้ง่าย เนื่องจาก PHP ผังเข้าไปใน HTML และใช้โครงสร้างและไวยากรณ์ภาษาต่างๆ
- 5) เร็วและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อใช้กับ Apach Xerve เพราะไม่ต้องใช้โปรแกรมจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 7) ใช้กับระบบเพิ่มข้อมูลได้
- 8) ใช้กับข้อมูลตัวอักษรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 9) ใช้กับโครงสร้างข้อมูล แบบ Scalar, Array, Associative array
- 10) ใช้กับการประมวลผลภาพได้

2.12 เอสคิวแอล (SQL)



รูปที่ 2.9 โลโก้เอสคิวแอล [11]

SQL ย่อมาจาก structured query language คือภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับฐานข้อมูลโดยเฉพาะ เป็นภาษามาตรฐานบนระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์และเป็นระบบเปิด (open system) หมายถึงเราสามารถใช้คำสั่ง sql กับฐานข้อมูลชนิดใดก็ได้ และ คำสั่งงานเดียวกันเมื่อสั่งงานผ่าน ระบบฐานข้อมูลที่แตกต่างกันจะได้ ผลลัพธ์เหมือนกัน ทำให้เราสามารถเลือกใช้ฐานข้อมูล ชนิดใดก็ได้โดยไม่ติดขัดกับฐานข้อมูลใดฐานข้อมูลหนึ่ง นอกจากนี้แล้ว SQL ยังเป็นชื่อโปรแกรมฐานข้อมูล ซึ่งโปรแกรม SQL เป็นโปรแกรมฐานข้อมูลที่มีโครงสร้างของภาษาที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน มีประสิทธิภาพการทำงานสูง สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้โดยใช้คำสั่งเพียงไม่กี่คำสั่ง โปรแกรม SQL จึงเหมาะที่จะใช้กับระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ และเป็นภาษาหนึ่งซึ่งแบ่งการทำงานได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

- 1) Select query ใช้สำหรับดึงข้อมูลที่ต้องการ
- 2) Update query ใช้สำหรับแก้ไขข้อมูล
- 3) Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล
- 4) Delete query ใช้สำหรับลบข้อมูลออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.13 Google Cloud Platform

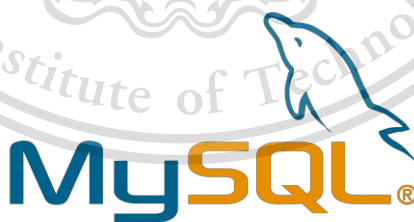


Google Cloud

รูปที่ 2.10 โลโก้ GCP [12]

Google Cloud Platform หรือ GCP เป็นระบบคลาวด์แพลตฟอร์มที่ให้บริการลักษณะ Web Server ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยกูเกิล มีความสามารถในการวิเคราะห์และจัดการข้อมูล ที่ช่วยตอบโจทย์การทำงานของธุรกิจได้เป็นอย่างดี ข้อดีของบริการ Google Cloud Platform คือ ไม่ต้องทำการซื้อ Hardware เอง, มีผู้ดูแลระบบให้ตลอด 24 ชม., ค่าใช้จ่ายคิดตามจำนวนการใช้งานจริง และนอกจากนี้ยังมีบริการที่แยกย่อยออกไปอีกมากมายให้เลือกใช้งาน ไม่ว่าจะเป็น Compute Engine, Storage & Databases, Big Data, API Platform and Ecosystems, Machine Learning, Identity & Security และอื่น ๆ

2.14 MySQL



รูปที่ 2.11 โลโก้ MySQL [13]

MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โอเพนซอร์สบนพื้นฐานของ SQL ซึ่ง MySQL ได้รับการออกแบบและปรับให้เหมาะสมสำหรับเว็บแอปพลิเคชันและสามารถทำงานบนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แพลตฟอร์มใดก็ได้ MySQL ทำงานเป็นดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ และอนุญาตให้ผู้ใช้หลายคนจัดการและสร้างฐานข้อมูลจำนวนมาก มันเป็นองค์ประกอบสำคัญใน LAMP (LAMP ย่อมาจาก Linux, Apache, MySQL และ PHP) เมื่อความต้องการใหม่และแตกต่างกันเกิดขึ้นกับอินเทอร์เน็ต MySQL กลายเป็นแพลตฟอร์มทางเลือกสำหรับนักพัฒนาเว็บไซต์และเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากการออกแบบมาเพื่อประมวลผลการค้นหานับล้าน และในการติดตั้ง WordPress ส่วนใหญ่ใช้ LAMP stack เพราะเป็นโอเพ่นซอร์สและทำงานร่วมกับ WordPress ได้อย่างราบรื่น MySQL เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับธุรกิจอีคอมเมิร์ซที่ต้องการจัดการการโอนเงินหลายครั้ง ซึ่งมีความยืดหยุ่นตามความต้องการตามคุณสมบัติหลักของ MySQL

ยกตัวอย่าง หากฐานข้อมูลของคุณเป็นตู้เก็บเอกสารที่ WordPress ใช้เพื่อจัดระเบียบและจัดเก็บข้อมูลสำคัญทั้งหมดจากเว็บไซต์ของคุณ (ระบบ Posts, pages, images, ฯลฯ) แล้ว MySQL เป็น บริษัท ที่สร้างตู้เก็บเอกสารประเภทนี้ WordPress ต้องการ MySQL เพื่อจัดเก็บและดึงข้อมูลทั้งหมดรวมถึงเนื้อหาโพสต์ โปรไฟล์ผู้ใช้ และประเภทโพสต์ที่กำหนดเอง ผู้ให้บริการเว็บโฮสติ้งส่วนใหญ่ติดตั้ง MySQL บนเว็บเซิร์ฟเวอร์อยู่แล้ว เนื่องจากการใช้กันอย่างแพร่หลาย ในหลายๆเว็บแอปพลิเคชัน เช่น WordPress MySQL เป็น DBMS ที่อยู่เบื้องหลังเว็บไซต์ชั้นนำและแอปพลิเคชันบนเว็บในโลก ได้แก่ Airbnb, Uber, LinkedIn, Facebook, Twitter และ YouTube

2.15 phpMyAdmin



รูปที่ 2.12 โลโก้ phpMyAdmin [14]

phpMyAdmin คือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล Mysql แทนการคีย์คำสั่ง เนื่องจากถ้าเราจะใช้ฐานข้อมูลที่เป็น MySQL บางครั้งจะมีความลำบากและยุ่งยากในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล MySQL เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ขึ้นมาเพื่อให้สามารถจัดการ ตัว [DBMS](#) ที่เป็น MySQL ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น โดย phpMyAdmin ก็ถือเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการจัดการนั้น

phpMyAdmin เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษาพีเอชพี ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้าง TABLE ใหม่ ๆ และยังมี function ที่ใช้สำหรับการทดสอบการ query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการ insert delete update หรือแม้กระทั่งใช้ คำสั่งต่างๆ เหมือนกับกับการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล

phpMyAdmin เป็นโปรแกรมประเภท MySQL Client ตัวหนึ่งที่ใช้ในการจัดการ ข้อมูล MySQL ผ่าน web browser ได้โดยตรง phpMyAdmin ตัวนี้จะทำงานบน Web server เป็น PHP Application ที่ใช้ควบคุมจัดการ MySQL Server ความสามารถของ phpMyAdmin คือ

- 1) สร้างและลบ Database
- 2) สร้างและจัดการ Table เช่น แทรก record, ลบ record, แก้ไข record, ลบ Table, แก้ไข field
- 3) โหลดเท็กซ์ไฟล์เข้าไปเก็บเป็นข้อมูลในตารางได้
- 4) หาผลสรุป (Query) ด้วยคำสั่ง SQL

2.16 Apache



รูปที่ 2.13 โลโก้ Apache HTTP webserver [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Software ที่ทำหน้าที่เป็น webserver โดยให้บริการ protocol HTTP ที่ port 80 ลักษณะเด่น คือเป็น Software ที่เป็น Opensource ติดตั้งมาพร้อมกับ ระบบปฏิบัติการ Linux และมีใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดในโลก โดยหน้าที่ทั่วไปของ Apache มีดังนี้

- 1) คอยจัดการ Request ก็คือ การร้องขอข้อมูล
- 2) คอยจัดการ Response ก็คือ การส่งข้อมูลกลับไป
- 3) คอยจัดการ process และจัดลำดับ ของ request และ response
- 4) คอยเก็บ logs ที่มีการ access เข้ามารวมกระทั่ง error ต่างๆ ที่ webserver พบ เช่น ไม่เจอไฟล์ชื่อนี้
- 5) สามารถ เอา module มาใช้ร่วมกับ webserver ได้ ยกตัวอย่างเช่น Apache นั้น ไม่สามารถ run ไฟล์ .php ได้ ต้อง เรียกใช้ module php อีกที หรือ การ rewrite url ก็ใช้ เดียวกันต้องใช้ mod rewrite ในการสร้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

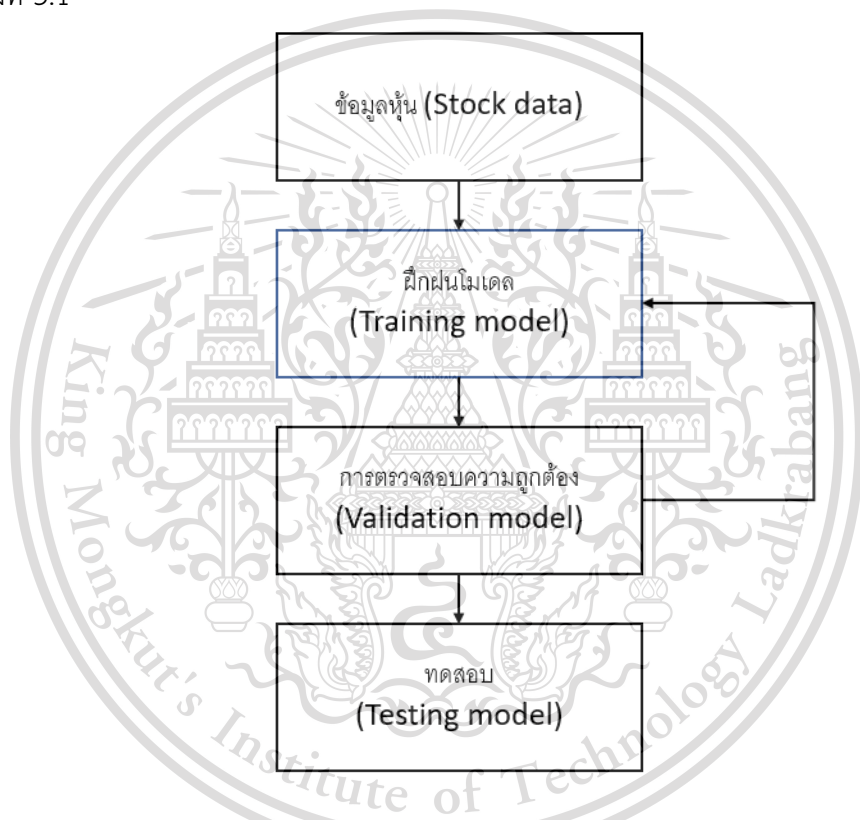
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปัญญาประดิษฐ์

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์

ลำดับการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการเทรดหุ้น ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ข้อมูลหุ้นสำหรับฝึกฝนโมเดล การตรวจสอบความถูกต้องและทดสอบ แสดงได้ดังรูปแผนผังที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์

3.1.1.1 การออกแบบการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการเทรดหุ้น

1) ข้อมูลหุ้น

ข้อมูลที่ใช้ในเทรดหุ้นจะมาจากการดึงข้อมูลราคาหุ้นผ่าน API (Application Programming Interface) ของ yahoo จะใช้ข้อมูลราคาหุ้นรายวันเป็นเวลา 8 ปี จากวันที่ 1 เดือนมกราคม ปีค.ศ. 2013 ถึงวันที่ 1 เดือนมกราคม ปีค.ศ. 2021 แบ่งเป็นข้อมูลสำหรับฝึกฝน

โมเดลปัญญาประดิษฐ์ 5 ปีแรก และข้อมูลสำหรับทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ 3 ปีหลัง และใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

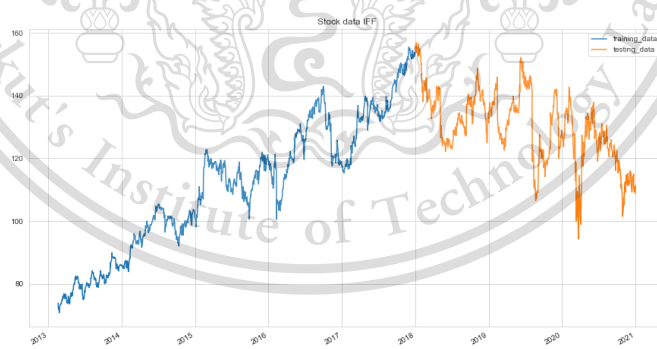
ราคาปิดของหุ้นทำการคำนวณตัวบ่งชี้ทางเทคนิค (technical indicator) 5 ชนิด ได้แก่ ดัชนีกำลังสัมพัทธ์ (relative strength index : RSI) ตัวบ่งชี้โมเมนตัม (momentum indicator : MOM) ดัชนีการเคลื่อนที่ของทิศทางโดยเฉลี่ย (average directional movement index : ADX) การบรรจบกันของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และความแตกต่าง (moving average convergence/divergence : MACD) ดัชนีช่องสินค้า (commodity channel index : CCI) เขียนคำสั่งสร้างข้อมูลหุ้นได้ดังรูปที่ 3.2

```
stock_name = 'iff'.upper()
industry = 'Basic Materials'
stock_data = web.DataReader(stock_name, 'yahoo', '2013-01-01', '2021-01-01')
stock_data['Volume'] = stock_data['Volume'].apply(lambda vol: np.NaN if vol == 0 else vol)
stock_data['Adj Close'] = stock_data['Close']
stock_data['rsi'] = talib.RSI(stock_data['Adj Close'])
stock_data['mom'] = talib.MOM(stock_data['Adj Close'])
stock_data['adx'] = talib.ADX(stock_data['High'], stock_data['Low'], stock_data['Adj Close'])
stock_data['macd'], stock_data['macd_sig'], stock_data['macd_hist'] = talib.MACD(stock_data['Adj Close'])
stock_data['cci'] = talib.CCI(stock_data['High'], stock_data['Low'], stock_data['Adj Close'])
stock_data.dropna(axis=0, inplace=True)

train_data = stock_data.loc[:'2018-01-01']
test_data = stock_data.loc['2018-01-01':]
```

รูปที่ 3.2 คำสั่งสำหรับสร้างข้อมูลราคาหุ้น

จากรูปที่ 3.2 เป็นคำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา Python สร้างข้อมูลหุ้นรายวันผ่าน API ของ yahoo หุ้นบริษัท International Flavors & Fragrances Inc. (IFF) ระยะเวลา 8 ปี จากนั้นนำข้อมูลมาแสดงได้ดังรูปที่ 3.3



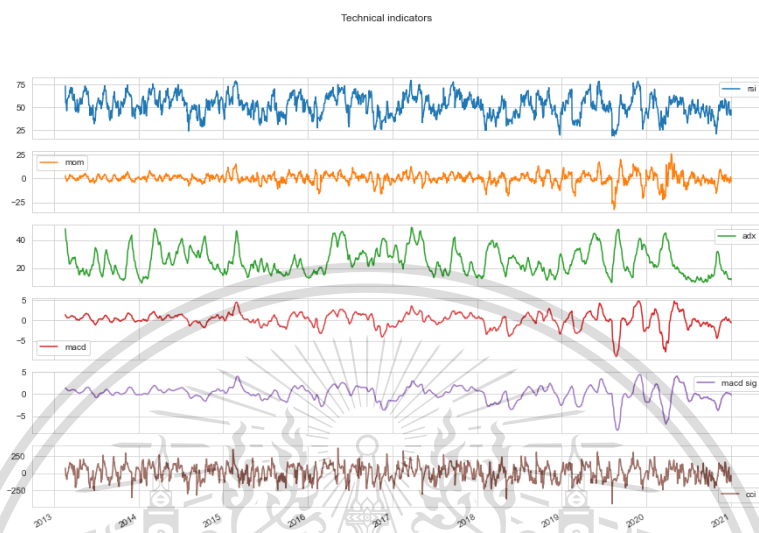
รูปที่ 3.3 กราฟราคาหุ้นระยะเวลา 8 ปี

จากรูปที่ 3.3 เป็นกราฟแสดงข้อมูลราคาหุ้น IFF ระยะเวลา 8 ปี กราฟเส้นสีน้ำเงินแสดงข้อมูลที่ใช้ในการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์จำนวนเวลา 5 ปี จากวันที่ 1 เดือนมกราคม ปี ค.ศ. 2013 ถึง วันที่ 1 เดือนมกราคม ปีค.ศ. 2018 และกราฟเส้นสีส้มแสดงข้อมูลที่ใช้ในการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จำนวนเวลา 3 ปี จากวันที่ 1 เดือนมกราคม ปีค.ศ. 2018 ถึง วันที่ 1 เดือนมกราคม ปีค.ศ. 2021 จากนั้นทำการแสดงข้อมูลตัวบ่งชี้ทางเทคนิคดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 กราฟตัวบ่งชี้ทางเทคนิค

จากรูปที่ 3.4 เป็นกราฟแสดงข้อมูลของตัวบ่งชี้ทางเทคนิค 5 ชนิดระยะเวลา 8 ปี ประกอบด้วย กราฟเส้นสีน้ำเงินแสดงข้อมูลตัวบ่งชี้ทางเทคนิคดัชนีกำลังสัมพัทธ์ กราฟเส้นสีส้มแสดงข้อมูลตัวบ่งชี้ทางเทคนิคดัชนีตัวบ่งชี้โมเมนตัม กราฟเส้นสีเขียวแสดงข้อมูลตัวบ่งชี้ทางเทคนิคดัชนีการเคลื่อนที่ของทิศทางโดยเฉลี่ย กราฟเส้นสีแดงและสีม่วงแสดงข้อมูลตัวบ่งชี้ทางเทคนิคการบรรจบกันของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และความแตกต่าง และกราฟเส้นสีน้ำตาลแสดงข้อมูลตัวบ่งชี้ทางเทคนิคดัชนีช่องสินค้าโดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอินพุตของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ในลำดับต่อไป

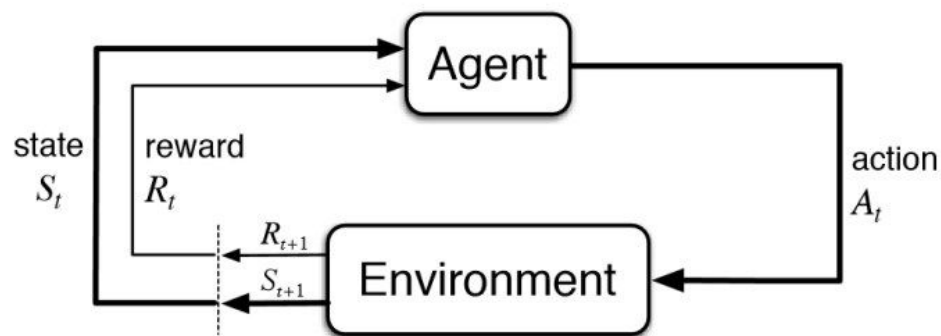
2) การฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์

หลักการของการเรียนรู้แบบเสริมกำลังคือ วิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่โดยการเรียนรู้เกิดมาจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่าง ผู้เรียนรู้ (agent) กับสิ่งแวดล้อม (environment) ตัวอย่างของการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง แสดงได้ดังรูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



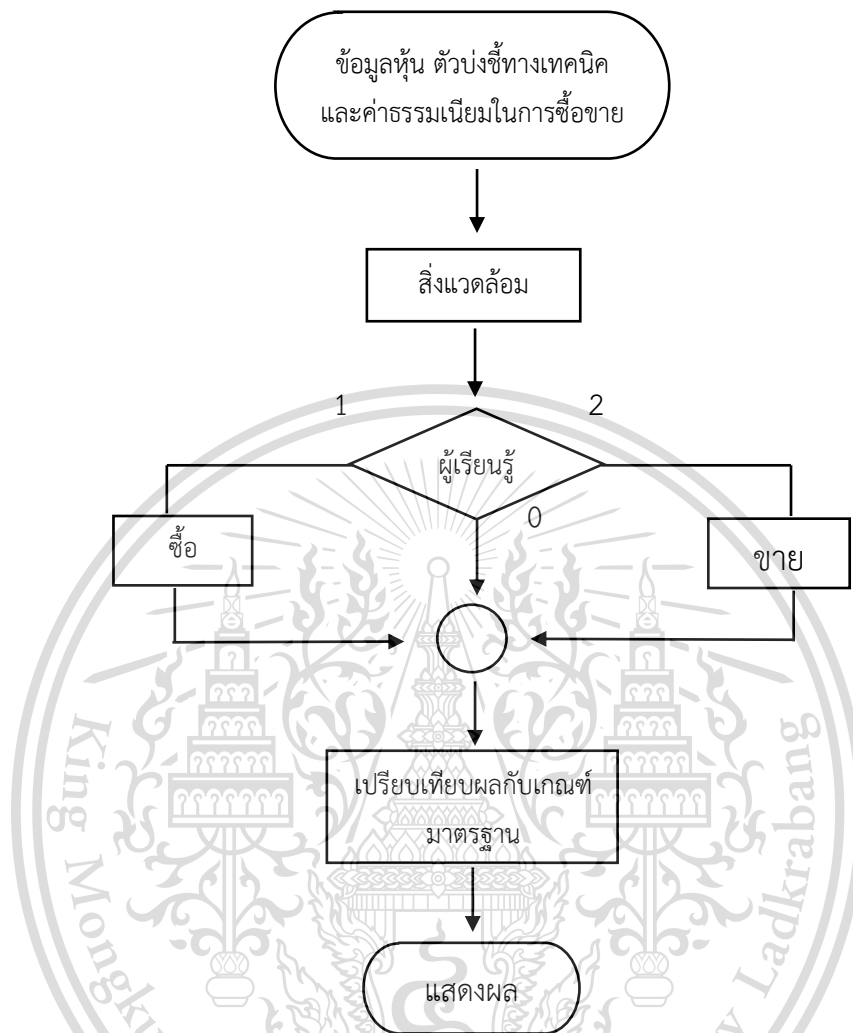
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง

จากรูปที่ 3.5 แสดงแผนผังการทำงานของการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง การเรียนรู้แบบเสริมกำลังเป็นสาขาหนึ่งของการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ (machine Learning) ที่มีพื้นฐานมาจากการฝึกผู้เรียนรู้ ถึงวิธีการดำเนินงานในสภาพแวดล้อมที่อิงตามระบบรางวัล (reward) ตัวอย่างเช่น การฝึกอบรมผู้เรียนรู้ในการเล่นวิดีโอเกมก็จะเรียนรู้วิธีการทำงานในสภาพแวดล้อมตามคะแนนที่ได้รับ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการซื้อขายหุ้นได้ดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.6 แผนผังแสดงการทำงานในการซื้อขายหุ้น

จากรูปที่ 3.6 ในบริบทของการเทรดผู้เรียนรู้จะเรียนรู้วิธีเพิ่มกำไรโดยพิจารณาจากสิ่งต่าง ๆ เช่นราคาหุ้น กำไร ขาดทุน และความผันผวน ความนัยหนึ่งคือการกระทำในปัจจุบันจะส่งผลต่อผลลัพธ์ในอนาคตอย่างไร

ข้อกำหนดเหล่านี้มีจุดประสงค์ที่คลุมเครือเนื่องจากแต่ละแนวคิดเหล่านี้จะมีความหมายแตกต่างกันไปตามงานและสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตามในบริบทของการเทรดนี้หมายถึง

- 1) ผู้เรียนรู้คือผู้เทรด (trader)
- 2) สภาพแวดล้อมคือตลาดหุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3) สถานะคือสถิติเกี่ยวกับตลาดปัจจุบันซึ่งอาจเป็นหลายสิ่งที่แตกต่างกันเช่น
ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่รายวันปริมาณสูงสุดของ

วันปริมาณ ฯลฯ

4) การกระทำหมายถึง การซื้อ ถือ และขายหุ้น

5) รางวัลอาจเป็นกำไรขาดทุนความผันผวน กระแสเงินสด (cashflow) มูลค่า
พอร์ตการลงทุน (portfolio value) เป็นต้น

ประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบเสริมกำลังสำหรับการเทรดหุ้นคือผู้เรียนรู้จะ
ไม่ให้เกิดการคาดการณ เช่นเป้าหมายราคา ความเชื่อมั่น และอื่น ๆ

ตัวแทนจะทำการคาดคะเนจากโมเดลปัญญาประดิษฐ์ แทนและตัดสินใจว่าการดำเนินการที่
เหมาะสมที่สุดคืออะไรเพื่อเพิ่มรางวัลสะสมที่คาดหวัง

โดยทั่วไปผู้คนจะใช้การเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์กับราคาหุ้น เช่น การทำนายราคาหุ้น
หรือการทำนายการขึ้นลงของกราฟหุ้น แต่ข้อมูลเหล่านี้จะไม่สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้
เนื่องจากผู้เทรดต้องทำการลงมือ เทรดด้วยตนเอง ซึ่งแตกต่างการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง เพราะผู้
เรียนรู้จะทำการเทรดด้วยตนเอง ในโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการเทรดหุ้นจะประกอบด้วย
หลายส่วน ได้แก่ สภาพแวดล้อม การกระทำ รางวัล และโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทำนาย
การกระทำ

3) สภาพแวดล้อม (Environment)

สภาพแวดล้อม คือ สภาพแวดล้อมของการเทรดหุ้นประกอบด้วย ราคาของตลาดหุ้น
รายวัน การซื้อขายหุ้น กลยุทธ์ในการเทรด โดยสิ่งเหล่านี้จะล้อเลียนจากการซื้อขายหุ้นจริง เป็นการ
สร้างสิ่งแวดล้อมเสมือนจริงเพื่อในผู้เรียนรู้ได้ฝึกฝนและเรียนรู้จากการซื้อขายหุ้นเสมือนจริง
โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับเรียนแบบการเทรดหุ้นจริงแสดงได้ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

class Environment:
    def __init__(self, stock_data, capital):
        self.pointer = 0
        self.stock_data = stock_data
        self.capital = capital
        self.state_vector = None

    def reset(self):
        # reset pointer to 0 and return initial state

    def state_vector(self):
        # return state vector
        # [stock price, stock_owned, cash_in_hand,
        #  rsi, mom, adx, macd, macd_sig, cci]

    def step(self, action):
        # perform the trade, move pointer
        # calculate reward, next state, done

```

รูปที่ 3.7 คำสั่งอย่างง่ายสำหรับสิ่งแวดล้อมในการเทรดหุ้น

จากรูปที่ 3.7 เขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ของสภาพแวดล้อม โดยเรียนแบบการซื้อขายหุ้นจริง ในสภาพแวดล้อมมีตัวแปรคุณลักษณะ (attribute) แสดงดังรูปที่ 3.8

```

def __init__(self, data, capital, trade_fee_bid_percent = 0.01, trade_fee_ask_percent = 0.005):
    self.trade_fee_bid_percent = trade_fee_bid_percent/100 # percent
    self.trade_fee_ask_percent = trade_fee_ask_percent/100 # percent
    self.stock_price_history = data
    self.n_step = self.stock_price_history.shape[0]
    self.capital = capital
    self.stock_owned = None
    self.stock_price = None
    self.cash_in_hand = None
    self.state_dim = 9 # [stock price, stock_owned, cash_in_hand, rsi, mom, adx, macd, macd_sig, cci]
    self.save_position = []
    self.save_port_val = []
    self.save_cash = []
    self.total_reward = None
    self.stock_value = []
    self.sell_buy = None
    self.save_stock_price = []

    # space
    self.action_space = spaces.Discrete(len(Actions)) # 0, 1, 2

    # episode
    self.start_tick = 0
    self.end_tick = self.n_step - 1
    self.current_tick = None
    self.done = None
    self._position = None
    self._position_history = None
    self.save_reward = []
    self.rsi = None
    self.mom = None
    self.adx = None
    self.macd = None
    self.masc_sig = None
    self.cci = None

```

รูปที่ 3.8 คำสั่งในการสร้างตัวแปรคุณลักษณะทั้งหมดในสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.8 เป็นคำสั่งในการสร้างตัวแปรคุณลักษณะทั้งหมดในสิ่งแวดล้อม โดย
ลือเลียนจากตลาดหุ้นจริง ประกอบด้วย

1) trade_fee_bid_percent คือ เปอร์เซนต์ของค่าธรรมเนียมในการเสนอ
ขาย

2) trade_fee_ask_bid คือ เปอร์เซนต์ของค่าธรรมเนียมในการเสนอซื้อ

3) stock_price_history คือ ข้อมูลของหุ้นที่ได้ทำการสร้างไว้ในข้างต้น

5) n_step คือ จำนวนวันในการเทรด

6) capital คือ จำนวนเงินต้น

7) stock_owned คือ จำนวนหลักทรัพย์หมุนเวียนที่ถือครองอยู่

8) stock_price คือ ราคาหุ้น ณ ขณะนั้น

9) cash_in_hand คือ เงินสดที่ถือครองอยู่

10) state_dim คือ ขนาดของเวกเตอร์สถานะ

11) action_space คือ การกระทำที่เป็นได้ทั้งหมด

12) current_tick คือ ดัชนีตัวบ่งชี้ตำแหน่งของผู้เรียนรู้

13) done คือ ตัวบ่งบอกสถานะในการเทรดว่าสิ้นสุดแล้วหรือไม่

ฟังก์ชันของสภาพแวดล้อมประกอบด้วย ฟังก์ชันแรก reset เป็นฟังก์ชันที่ใช้เมื่อการ
เริ่มเข้าเทรดหุ้นครั้งแรก เป็นการนำทุกสิ่งในสภาพแวดล้อมไปสู่จุดแรกเริ่มแสดงได้ดังรูปที่ 3.9

```
def reset(self):
    self.done = False
    self.current_tick = self.start_tick = 0
    self.stock_owned = 0
    self.stock_price = self.stock_price_history['Adj Close'][self.current_tick]
    self.cash_in_hand = self.capital
    self.save_position = [0]
    self.save_port_val = [self.capital]
    self.save_cash = [self.capital]
    self.total_reward = [0]
    self.stock_value = [0]
    self.sell_buy = ['hold']
    self._position = Positions.Short
    self._position_history = [self._position]
    self.save_stock_price = [self.stock_price]
    self.rsi = self.stock_price_history['rsi'][self.current_tick]
    self.mom = self.stock_price_history['mom'][self.current_tick]
    self.adx = self.stock_price_history['adx'][self.current_tick]
    self.macd = self.stock_price_history['macd'][self.current_tick]
    self.masc_sig = self.stock_price_history['macd sig'][self.current_tick]
    self.cci = self.stock_price_history['cci'][self.current_tick]
    return self.state_vector()
```

รูปที่ 3.9 คำสั่งในการสร้างฟังก์ชันในการรีเซ็ตตัวแปรคุณลักษณะ

ในสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่จุดเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.9 เป็นคำสั่งในการสร้างฟังก์ชันในการรีเซ็ตตัวแปรคุณลักษณะในสิ่งแวดล้อมให้กลับคืนสู่จุดเริ่มต้น เพื่อพร้อมสู่เทรด โดยฟังก์ชันนี้จะมีการเรียกใช้งานทุกครั้งเมื่อทำการเริ่มเทรด ฟังก์ชันที่สองคือ state_vector เป็นฟังก์ชันในการสร้างสถานะ ณ ปัจจุบันให้อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์เพื่อเป็นอินพุตของฟังก์ค่า (value function) ในลำดับถัดไปแสดงได้ดังรูปที่ 3.10

```
def state_vector(self):
    vector = np.empty(self.state_dim)
    vector[0] = self.stock_price
    vector[1] = self.stock_owned
    vector[2] = self.cash_in_hand
    vector[3] = self.rsi
    vector[4] = self.mom
    vector[5] = self.adx
    vector[6] = self.macd
    vector[7] = self.masc_sig
    vector[8] = self.cci
    return vector
```

รูปที่ 3.10 ฟังก์ชันการสร้างเวกเตอร์สถานะ

จากรูปที่ 3.10 เป็นฟังก์ชันการสร้างเวกเตอร์สถานะ โดยสมาชิกของเวกเตอร์ประกอบด้วย ราคาหุ้น จำนวนสินทรัพย์หมุนเวียนที่ครอบครอง จำนวนเงินสดที่ถืออยู่ ดัชนีกำลังสัมพันธ์ ตัวบ่งชี้โมเมนตัม ดัชนีการเคลื่อนที่ของทิศทางโดยเฉลี่ย การบรรจบกันของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และความแตกต่าง และดัชนีช่องสินค้าหลังจากนั้นสร้างฟังก์ชัน step โดยฟังก์ชันนี้คือการดำเนินการเทรดโดยการป้อนการกระทำที่ได้จากฟังก์ชันค่าเป็นอินพุต และทำการเลื่อนดัชนีบ่งบอกตำแหน่งของผู้เรียนรู้ จากนั้นคำนวณค่ารางวัล สถานะถัดไป และสถานการณ์ดำเนินการ (done) โดยสถานการณ์ดำเนินการแรกเริ่มเท่าเท็จ (False) หากดำเนินการเสร็จสิ้น หรือถึงวันสุดท้ายของการเทรดหุ้น จะให้สถานะเป็นจริง (True) แสดงได้ดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

def step(self, action):
    prev_port_val = self.port_val()
    self.current_tick += 1

    if self.current_tick == self.end_tick:
        self.done = True

    self.stock_price = self.stock_price_history['Adj Close'][self.current_tick]
    self.rsi = self.stock_price_history['rsi'][self.current_tick]
    self.mom = self.stock_price_history['mom'][self.current_tick]
    self.adx = self.stock_price_history['adx'][self.current_tick]
    self.macd = self.stock_price_history['macd'][self.current_tick]
    self.macd_sig = self.stock_price_history['macd sig'][self.current_tick]
    self.cci = self.stock_price_history['cci'][self.current_tick]

    trade = False
    if ((action == Actions.Buy.value and self._position == Positions.Short) or
        (action == Actions.Sell.value and self._position == Positions.Long)):
        trade = True

    if trade:
        self.trade(action)
        self._position = self._position.opposite()

    else:
        self.sell_buy.append('hold')

    self._position_history.append(self._position)

    current_port_val = self.port_val()
    step_reward = current_port_val - prev_port_val
    self.total_reward.append(step_reward)
    self.save_reward.append(step_reward)
    self.save_cash.append(self.cash_in_hand)
    self.save_port_val.append(self.port_val())
    self.save_position.append(self.stock_owned)
    self.save_stock_value.append(self.stock_owned * self.stock_price)
    self.save_stock_price.append(self.stock_price)

    info = {'stock_price': self.save_stock_price,
            'portfolio_value': self.save_port_val,
            'current_val': self.total_reward,
            'stock_owned': self.save_position,
            'cash_in_hand': self.save_cash,
            'stock_value': self.stock_value,
            'sell_buy': self.sell_buy,
            }

    return self.state_vector(), step_reward, self.done, info

```

รูปที่ 3.11 ฟังก์ชันสำหรับการเลื่อนตำแหน่งของผู้เรียนรู้ไปยังในวันถัดไป

จากรูปที่ 3.11 เป็นฟังก์ชันสำหรับการเลื่อนตำแหน่งของผู้เรียนรู้ไปยังในวันถัดไป โดยในลำดับแรกฟังก์ชันนี้จะทำการตรวจสอบว่าสิ้นสุดการเทรดแล้วหรือไม่ หากยังไม่สิ้นสุดการเทรด จะทำการเลื่อนดัชนีบ่งบอกตำแหน่งของตัวแปรคุณลักษณะในสิ่งแวดล้อมไป 1 ตำแหน่ง จากนั้นทำการเทรดด้วยค่าการกระทำที่ได้รับมาจากโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทำนายการกระทำ ในลำดับสุดท้ายคือการบันทึกผล และคำนวณค่ารางวัลที่ได้จากการเทรดโดยคำนวณได้จากส่วนต่างของมูลค่าพอร์ตการลงทุนก่อนการเทรด และมูลค่าพอร์ตการลงทุนหลังการเทรด ฟังก์ชันนี้จะทำการคืนค่าเวกเตอร์สถานะ ค่ารางวัล ตัวบ่งบอกสถานะในการเทรด และข้อมูลผลลัพธ์จากการเทรด

4) ผู้เรียนรู้ (Agent)

ผู้เรียนรู้ คือผู้ที่ตัดสินใจโดยพิจารณาจากรางวัลและการลงโทษ ลองพิจารณาตัวอย่างของคนตีลูกในกีฬาคริกเก็ต เขาพยายามตีลูกถ้าเขาพลาดเขาจะได้รับจุดลบ ถ้าเขาตีลูกเขาก็จะได้รับรางวัล ดังนั้นจากประสบการณ์เชิงบวกและเชิงลบเหล่านี้เขาจะเข้าใจวิธีการเล่นบอลนั้นๆ ในตัวอย่างนี้คนตีลูกเป็นผู้เรียนรู้ การกระทำในการเทรดหุ้น ความเป็นไปได้ของการกระทำ (action space) ประกอบด้วย การซื้อ การถือและขาย หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มีการกระทำ (action) ที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เป็นไปได้ทั้งหมด 3 การกระทำ เขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการสร้างการกระทำได้ดังรูปที่ 3.12

```
class Agent:
    def __init__(self):
        self.model = Model()

    def get_action(self, s):
        # calculate Q(s, a), take argmax over a

    def train(self, s, a, r, s', done):
        input = s
        target = r + gamma * max{(Q(s', :)) or r if done=True
        self.model.sgd(input, target) #gradient descent w/ momentum
```

รูปที่ 3.12 การกระทำของผู้เรียนรู้

จากรูปที่ 3.12 เป็นคำสั่งอย่างง่ายสำหรับการสร้างผู้เรียนรู้ให้เลือกการกระทำที่รางวัลมากที่สุด โดยโปรแกรมเชิงวัตถุของผู้เรียนรู้มีตัวแปรคุณลักษณะดังรูปที่ 3.13

```
def __init__(self, input_sz,
               action_sz,
               discount_factor=0.9,
               epsilon=1,
               epsilon_min=0.001,
               epsilon_decay=0.995,
               batch_size=128,
               lr=0.001,
               ticker = 0,
               capacity=10000,
               layers=[100, 100, 100]):

    # network for predict q values (input = state vector, output = q values dim action size)
    self.network = self.build_model_nn(input_sz, action_sz, layers=layers)
    self.update_target_network()

    self.discount_factor = discount_factor # discount factor (gamma)
    self.reward_window = []
    self.optimizer = torch.optim.Adam(self.network.parameters(), lr) #Adam optimizer Learning rate default = 0.001
    self.last_state = torch.Tensor(input_sz).unsqueeze(0) # shape [1, 5]
    self.last_action = 0
    self.last_reward = 0

    # epsilon greedy selection
    self.epsilon = epsilon
    self.epsilon_min = epsilon_min
    self.epsilon_decay = epsilon_decay
    self.save_epsilon = []

    self.batch_size = batch_size #batch size
    self.action_sz = action_sz
    self.criterion = nn.MSELoss() #mean squared error loss
    self.losses = []
    self.stock_name = ticker

    #experience replay
    self.capacity = capacity
    self.memory = []
```

รูปที่ 3.13 ฟังก์ชันสำหรับกำหนดตัวแปรคุณลักษณะของผู้เรียนรู้

จากรูปที่ 3.13 เป็นฟังก์ชันสำหรับกำหนดตัวแปรคุณลักษณะของผู้เรียนรู้ โดยอินพุตของผู้เรียนรู้คือขนาดของเวกเตอร์สถานะ จะคำนวณการกระทำที่เป็นไปได้ทั้งหมด ปัจจัยส่วนลด (discount factor) เอปไซลอน (epsilon) ขนาดชุด (batch size) อัตราการเรียนรู้ (learning rate) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

rate) และจำนวนโหนดในแต่ละชั้นของโครงข่ายประสาทเทียม ตัวแปรคุณลักษณะของผู้เรียนรู้ประกอบด้วย

1) network คือ โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทำนายการกระทำ
 2) optimizer คือ แพ็คเกจที่ใช้อัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพของอดัม (Adam optimizer)

3) epsilon_min คือ ค่าของเอปไซลอนที่น้อยที่สุด

4) epsilon_decay คือ อัตราการลดลงของเอปไซลอน

5) capacity คือ ขนาดของตัวบันทึกความจำ

ฟังก์ชันโปรแกรมเชิงวัตถุของผู้เรียนรู้ประกอบด้วย ฟังก์ชัน get_action คือฟังก์ชันในการเลือกการกระทำที่คำนวณได้จากทฤษฎี Epsilon-Greedy Action Selection เป็นวิธีในการสร้างสมดุลระหว่างการสำรวจและการหาประโยชน์โดยการเลือกระหว่างการสำรวจและการหาประโยชน์แบบสุ่ม epsilon-greedy โดยที่ epsilon หมายถึงความน่าจะเป็นในการเลือกสำรวจใช้ประโยชน์เกือบตลอดเวลาโดยมีโอกาสน้อยในการสำรวจดังรูปที่ 3.14

```
def get_action(self, state):
    """
    Epsilon-greedy selection
    """
    if np.random.rand() <= self.epsilon:
        # if random samples from a uniform distribution over [0, 1) less than epsilon
        return np.random.choice(self.action_sz) # return random choice of action space

    # else return action maximum q values from network
    q_values = self.network(state.clone().detach())
    q_values_prob = F.softmax(q_values * 10, dim=0)
    action = q_values_prob.multinomial(num_samples=1)
    return action.data[0, 0]
```

รูปที่ 3.14 ฟังก์ชันสำหรับเลือกการกระทำ

จากรูปที่ 3.14 เป็นฟังก์ชันสำหรับเลือกการกระทำ โดยทำการสุ่มเลขระหว่าง 0 ถึง 1 หากเลขสุ่มนั้นมีค่าน้อยกว่าเอปไซลอน ให้ทำการสุ่มการกระทำจากกระทำทั้งหมดที่เป็นไปได้ แต่ถ้าหากเลขสุ่มนั้นมีค่ามากกว่าเอปไซลอน ให้ทำการใช้โครงข่ายประสาทเทียมทำนายการกระทำ หลังจากนั้นคืนค่าการกระทำฟังก์ชัน train คือฟังก์ชันในการคำนวณความผิดพลาดของค่าเป้าหมาย และทำการปรับปรุงค่าตัวแปรของโครงข่ายประสาทเทียม เขียนคำสั่งได้ดังที่รูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
def train(self, batch_state, batch_next_state, batch_action, batch_reward):
    outputs = self.network(batch_state).gather(1, batch_action.unsqueeze(1)).squeeze(1)

    next_outputs = self.target_network(batch_next_state).detach().max(1)[0]
    target = batch_reward + self.discount_factor * next_outputs # reward + gamma*Q(s',a')

    loss = F.smooth_l1_loss(outputs, target) # (1/n) * sum(z_i)
    self.losses.append(loss.item())

    self.optimizer.zero_grad()
    loss.backward()
    self.optimizer.step()
```

รูปที่ 3.15 คำสั่งสำหรับการฝึกฝนโครงข่ายประสาทเทียม

จากรูปที่ 3.15 แสดงคำสั่งสำหรับการฝึกฝนโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับทำนายการกระทำที่ได้ค่ารางวัลสูงสุดตามทฤษฎีของมาร์คอฟ โดยนำค่าเอาต์พุตจากโครงข่ายประสาทเทียม เปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายด้วยสมการที่ 3.1

$$loss(x, y) = \frac{1}{n} \sum_i z_i \quad (3.1)$$

จากสมการ 3.1 เป็นสมการสำหรับคำนวณค่าความผิดพลาดของค่าเอาต์พุตจากโครงข่ายประสาทเทียม กับค่าเป้าหมายได้จากผลรวมของ z_i ทั้งหมด n ตัวหารด้วย n โดยที่ z_i หาได้จากสมการที่ 3.2

$$z_i = \begin{cases} \frac{0.5(x_i - y_i)^2}{beta} & \text{เมื่อ } |x_i - y_i| < beta \\ (|x_i - y_i| - 0.5 * beta) & \text{เมื่อ } |x_i - y_i| \geq beta \end{cases} \quad (3.2)$$

จากสมการที่ 3.2 เป็นสมการในการหาค่า z เมื่อ x เป็น y คืออินพุต $beta$ คือตัวแปรเสริมโดยเท่าไปกำหนดให้เป็น 1 ผลเหตุที่เลือกการคำนวณค่าความผิดพลาดด้วยสมการนี้เพราะใช้ค่ากำลังสองหากค่าความผิดพลาดที่ขององค์ประกอบสมบูรณ์อยู่ต่ำกว่าเบต้าและเป็นอย่างอื่นในระยะ L1 มีความไวต่อค่าความผิดพลาดที่น้อยกว่า ค่าเฉลี่ยข้อผิดพลาดกำลังสอง (mean square error) และในบางกรณีจะป้องกันการเกรเดียนที่ระเบิดได้ (exploding gradients)

5) โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทำนายการกระทำ

โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการทำนายการกระทำ ทำงานร่วมกับการวิเคราะห์การถดถอย (linear regression) โดยการใช้การกระทำกับเวกเตอร์สถานะเป็นอินพุต และจะแยกเอาต์พุตสำหรับแต่ละการกระทำ (Q-value) โดยวิธีการเลือกดัชนีตำแหน่งของเอาต์พุตที่ให้ค่า Q เอกสารนี้เป็นเอกสารของ DeepMind (Softmax function) เขียนคำสั่งสร้างโครงข่ายประสาทเทียมได้ดังรูปที่ 3.16

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

class NeuralNetwork(nn.Module):
    """
    Network for predict action trading
    """

    def __init__(self, input_sz, action_sz, layers=[100, 100, 100]):
        super().__init__()
        self.input_sz = input_sz
        self.action_sz = action_sz
        self.fc1 = nn.Linear(input_sz, layers[0])
        self.fc2 = nn.Linear(layers[0], layers[1])
        self.fc3 = nn.Linear(layers[1], layers[2])
        self.out = nn.Linear(layers[2], action_sz)

    def forward(self, state):
        x = F.relu(self.fc1(state))
        x = F.relu(self.fc2(x))
        x = F.relu(self.fc3(x))
        q_values = self.out(x)
        return q_values

```

รูปที่ 3.16 เขียนคำสั่งสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

จากรูปที่ 3.16 เป็นคำสั่งสร้างโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำนายการกระทำ โดยใช้โมดูล pytorch จำนวนโหนด (fully connected) ของชั้นอินพุต (input layer) คือขนาดของเวกเตอร์สถานะ และจำนวนโหนดของเอาต์พุต (output layer) คือขนาดของการกระทำที่เป็นไปได้ ชั้นที่ซ่อนอยู่ (hidden layer) มีสามชั้น โดยแต่ละชั้นจะประกอบด้วยโหนด 100 โหนด

6) การตั้งค่าสำหรับการฝึกฝนและทดสอบ

เขียนโปรแกรมเรียงลำดับการเทรดในแต่ละรอบ โดยใน 1 ตอน (episode) จะกำหนดให้เท่ากับจำนวนวันของข้อมูล เช่น หากมีข้อมูลฝึกฝนสำหรับการเทรด 500 วัน จะเท่ากับ 1 ตอนโดยเขียนคำสั่งได้ดังรูปที่ 3.17

```

for e in tqdm(range(num_episodes)):
    step_reward = 0
    last_state = train_env.reset()
    last_reward = 0
    done = False
    scores = []
    while not done:
        last_state = scaler.transform([last_state])
        action = agent.update(last_reward, last_state)
        scores.append(agent.score())
        last_state, last_reward, done, info = train_env.step(action)
        step_reward += last_reward

```

รูปที่ 3.17 คำสั่งสำหรับการเทรดในแต่ละตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.17 เป็นคำสั่งสำหรับการเทรดในแต่ละตอน โดยเริ่มจากกำหนดให้ค่ารางวัลเท่ากับ 0 เรียกให้งานฟังก์ชันรีเซตของสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ได้ค่าเวกเตอร์สถานะ และทำการลูบโดยตัวกำหนดสถานะสิ้นสุดเป็นตัวกำหนด ในลูบทำการปรับปรุงและฝึกฝนไปจนถึงวันสุดท้ายของตอน ถือว่าเป็นการจบ 1 ตอน

3.1.1.2 การออกแบบการวัดผล

ทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการเทรดหุ้นโดยวัดผลเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (benchmark) โดยวิธีการที่ใช้ในการวัดผล (performance measurement - KPIs) มีดังนี้

1) อัตราการเติบโตต่อปี (Compound Annual Growth Rate: CAGR)

อัตราการเติบโตต่อปี (CAGR) คืออัตราผลตอบแทนที่จำเป็นสำหรับการลงทุนที่จะเติบโตจากยอดดุลเริ่มต้นไปจนถึงยอดเงินสุดท้ายโดยสมมติว่าผลกำไรถูกนำไปลงทุนใหม่ทุกสิ้นปีของอายุการลงทุน ดังสมการที่ 3.3

$$CAGR = \left(\frac{EV}{BV} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (3.3)$$

จากสมการที่ 3.3 เป็นสมการที่ใช้คำนวณค่า CAGR เมื่อ EV คือมูลค่าพอร์ตสุดท้าย BV คือมูลค่าพอร์ตเริ่มต้น n คือจำนวนปี อัตราการเติบโตต่อปีแบบทบต้นไม่ใช่อัตราผลตอบแทนที่แท้จริง แต่เป็นตัวเลขที่เป็นตัวแทน โดยพื้นฐานแล้วเป็นตัวเลขที่อธิบายถึงอัตราที่การลงทุนจะเติบโตขึ้นหากมีการเติบโตในอัตราเดียวกันทุกปีและผลกำไรจะถูกนำไปลงทุนใหม่ทุกสิ้นปี ในความเป็นจริงการแสดงผลแบบนี้ไม่น่าเป็นไปได้ อย่างไรก็ตาม CAGR สามารถใช้เพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่ราบรื่นเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นเมื่อเทียบกับการลงทุนทางเลือกอื่น

2) ความผันผวน (volatility)

ความผันผวนเป็นตัวชี้วัดทางสถิติของการกระจายตัวของผลตอบแทนสำหรับหลักทรัพย์หรือดัชนีตลาดที่กำหนด ในกรณีส่วนใหญ่ยิ่งความผันผวนสูงความเสี่ยงก็จะยิ่งสูงมากขึ้น ความผันผวนมักถูกวัดเป็นค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือความแปรปรวนระหว่างผลตอบแทนจากหลักทรัพย์เดียวกันหรือดัชนีตลาด ดังสมการที่ 3.4

$$\text{volatility} = \text{daily return} * \text{std} \quad (3.4)$$

จากสมการที่ 3.4 เป็นสมการที่ใช้คำนวณค่าความผันผวน เมื่อ daily return คือผลตอบแทนรายวัน std คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในตลาดหลักทรัพย์ความผันผวนมักเกี่ยวข้องกับการแกว่งตัวครั้งใหญ่ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ตัวอย่างเช่นเมื่อตลาดหุ้นขึ้นและลงมากกว่า 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เปอร์เซ็นต์ในช่วงเวลาที่ยั่งยืนเรียกว่าตลาด "ผันผวน" ความผันผวนของสินทรัพย์เป็นปัจจัยสำคัญเมื่อทำสัญญาตัวเลือกการกำหนดราคา

3) ชาร์ปเรโซ (Sharpe ratio)

อัตราส่วนชาร์ปเรโซ ได้รับการพัฒนาโดย William F. Sharpe ผู้ได้รับรางวัลโนเบล และใช้เพื่อช่วยให้นักลงทุนเข้าใจผลตอบแทนของการลงทุนเมื่อเทียบกับความเสี่ยง

อัตราส่วนคือผลตอบแทนเฉลี่ยที่ได้รับเกินกว่าอัตราที่ปราศจากความเสี่ยงต่อหน่วยของความผันผวนหรือความเสี่ยงทั้งหมด ความผันผวนคือการวัดความผันผวนของราคาของสินทรัพย์หรือพอร์ตการลงทุน

การลบอัตราที่ปราศจากความเสี่ยงออกจากผลตอบแทนเฉลี่ยจะช่วยให้นักลงทุนสามารถแยกผลกำไรที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการรับความเสี่ยงได้ดีขึ้น อัตราผลตอบแทนที่ปราศจากความเสี่ยงคือผลตอบแทนจากการลงทุนโดยไม่มีความเสี่ยงซึ่งหมายความว่าผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดหวังได้โดยไม่มีความเสี่ยง ตัวอย่างเช่นผลตอบแทนของพันธบัตรรัฐบาลสหรัฐสามารถใช้เป็นอัตราที่ปราศจากความเสี่ยง

โดยทั่วไปยิ่งมูลค่าของ Sharpe Ratio มีค่ามากเท่าใดผลตอบแทนที่รับความเสี่ยงก็จะยิ่งน่าดึงดูดมากขึ้นเท่านั้น คำนวณได้ดังสมการที่ 3.5

$$\text{sharpe ratio} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \quad (3.5)$$

จากสมการที่ 3.5 เป็นสมการคำนวณหาค่าชาร์ปเรโซ เมื่อ R_p ผลตอบแทนของพอร์ตการลงทุน R_f คือค่า risk-free rate และ σ_p คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลตอบแทนของพอร์ตการลงทุน อัตราส่วนชาร์ปเรโซ กลายเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการคำนวณผลตอบแทนที่ปรับความเสี่ยง Modern Portfolio Theory กล่าวว่า การเพิ่มสินทรัพย์ให้กับพอร์ตการลงทุนที่หลากหลายซึ่งมีความสัมพันธ์ต่ำสามารถลดความเสี่ยงของพอร์ตการลงทุนได้โดยไม่ต้องเสียผลตอบแทน

4) ดอร์วาร์นสูงสุด (maximum drawdown)

Maximum Drawdown (MDD) คือผลขาดทุนสูงสุดที่สังเกตได้จากจุดสูงสุดไปยังจุดสูงสุดของพอร์ตการลงทุนก่อนที่จะบรรลุจุดสูงสุดใหม่ ดอร์วาร์นสูงสุดเป็นตัวบ่งชี้ความเสี่ยงด้านขาดในช่วงเวลาที่กำหนด คำนวณได้ดังสมการที่ 3.6

$$\text{MDD} = \frac{\text{Trough Value} - \text{Peak Value}}{\text{Peak Value}} \quad (3.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากสมการที่ 3.6 เป็นสมการที่ใช้คำนวณค่าดอร์ดาว์นสูงสุด ค่าดอร์ดาว์นสูงสุดคือการวัดดอร์ดาว์นเฉพาะที่มองหาความเคลื่อนไหวที่มากที่สุดจากจุดสูงไปยังจุดต่ำสุดก่อนที่จะบรรลุจุดสูงสุดใหม่ อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญคือต้องสังเกตว่าจะวัดเฉพาะขนาดของการสูญเสียที่ใหญ่ที่สุดโดยไม่คำนึงถึงความถี่ของการสูญเสียจำนวนมาก เนื่องจากเป็นการวัดเฉพาะดอร์ดาว์นที่สูงที่สุด ดอร์ดาว์นสูงสุดจึงไม่ได้รับประกันว่านักลงทุนใช้เวลาเพียงใดในการฟื้นตัวจากการขาดทุนหรือหากการลงทุนฟื้นตัวเลย

ดอร์ดาว์นสูงสุดเป็นตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงสัมพัทธ์ของกลยุทธ์การคัดกรองหุ้นหนึ่งกับอีกกลยุทธ์หนึ่งเนื่องจากมุ่งเน้นไปที่การรักษาเงินทุนซึ่งเป็นประเด็นสำคัญสำหรับนักลงทุนส่วนใหญ่ ตัวอย่างเช่นกลยุทธ์การคัดกรองสองกลยุทธ์อาจมีประสิทธิภาพสูงกว่าค่าเฉลี่ยข้อผิดพลาดในการติดตามและความผันผวนเท่ากัน แต่ดอร์ดาว์นสูงสุดเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอาจแตกต่างกันมาก

5) อัตราส่วนเคลมาร์ (calmar ratio)

อัตราส่วนเคลมาร์ เป็นมาตรวัดประสิทธิภาพของกองทุนรวมทั้งลงทุนเช่นกองทุนป้องกันความเสี่ยงและที่ปรึกษาการซื้อขายสินค้าโภคภัณฑ์ (CTA) เป็นฟังก์ชันของอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีของกองทุนรวมกับดอร์ดาว์นสูงสุด อัตราส่วนเคลมาร์ที่สูงขึ้นก็จะทำงานได้ดีขึ้นตามเกณฑ์ที่ปรับความเสี่ยงในช่วงเวลาที่กำหนดซึ่งโดยทั่วไปจะกำหนดไว้ที่ 36 เดือน คำนวณค่าอัตราเคลมาร์ได้จากสมการที่ 3.7

$$\text{calmar ratio} = \frac{\text{CAGR}}{\text{maximum drawdown}} \quad (3.7)$$

จากสมการที่ 3.7 เป็นการคำนวณค่าอัตราส่วนเคลมาร์ จุดแข็งอย่างหนึ่งของอัตราส่วนเคลมาร์คือการใช้ดอร์ดาว์นสูงสุดเป็นตัวชี้วัดความเสี่ยง ประการหนึ่งเป็นเรื่องที่เข้าใจได้มากกว่ามาตรวัดความเสี่ยงอื่นๆ ที่เป็นนามธรรมมากกว่าและสิ่งนี้ทำให้เป็นที่ยอมรับสำหรับนักลงทุนบางราย นอกจากนี้แม้ว่าจะมีการอัปเดตทุกเดือน แต่กรอบเวลามาตรฐานสามปีของ อัตราส่วนเคลมาร์ทำให้มีความน่าเชื่อถือมากกว่ามาตรวัดอื่นๆ ที่มีกรอบเวลาสั้นกว่าซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากความผันผวนของตลาดตามธรรมชาติ

ในทางกลับกันการมุ่งเน้นอัตราส่วนเคลมาร์ ไปที่ดอร์ดาว์นหมายความว่ามุมมองของความเสี่ยงค่อนข้างจำกัด เมื่อเทียบกับมาตรวัดอื่นๆ และไม่สนใจความผันผวนทั่วไป สิ่งนี้ทำให้มีนัยสำคัญทางสถิติและมีประโยชน์น้อยลง

ถึงกระนั้นลักษณะที่ปรับความเสี่ยงของอัตราส่วนเคลมาร์ ทำให้เป็นหนึ่งในมาตรการเอกสารนี้เป็นประสิทธิภาพการลงทุนที่เป็นไปได้มากมายแม้ว่าจะเป็นหนึ่งในมาตรวัดผลตอบแทนที่ปรับความเสี่ยง ไม่ว่าการณ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

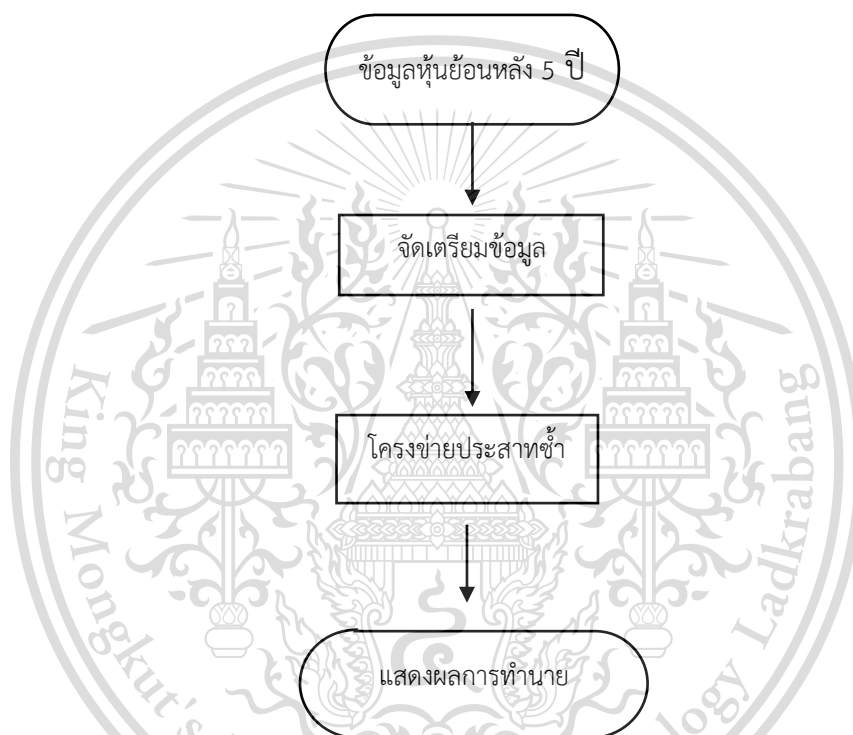
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เสียงที่ไม่ค่อยมีคนรู้จักก็ตาม ในความเป็นจริง William Sharpe ผู้สร้างชาร์ปเรโซได้รับรางวัลโนเบลสาขาเศรษฐศาสตร์ในปี 1990 จากผลงานทฤษฎีการกำหนดราคาสินทรัพย์ทุน

3.1.1.3 การออกแบบการทำงานโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายราคาหุ้น

แผนผังการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายราคาหุ้นแสดงดังภาพที่ 3.18



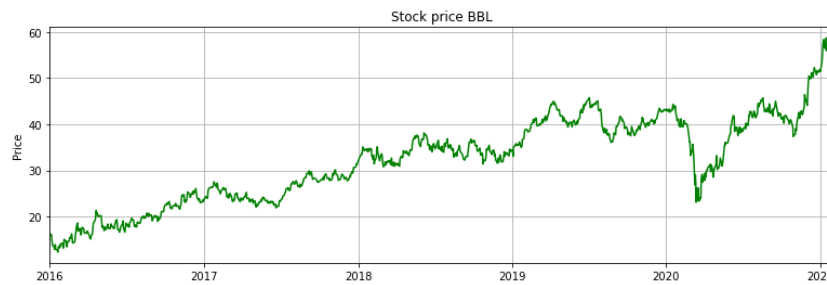
รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายราคาหุ้น

จากรูปที่ 3.18 ออกแบบโมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายราคาหุ้นโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมประเภทโครงข่ายประสาทซ้ำ (recurrent neural network) ซึ่งเป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่ทำงานไม่มีประสิทธิภาพกับข้อมูลประเภทอนุกรมเวลา โดยทำการใช้ข้อมูลหุ้นจำนวน 5 ปี จากปี ค.ศ. 2016 ถึงปี ค.ศ. 2021 ดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

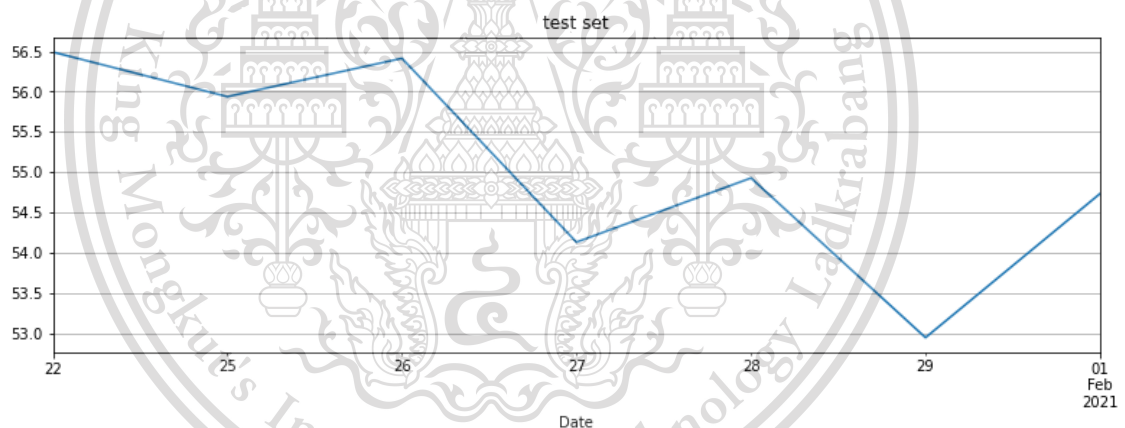
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.19 ข้อมูลราคาหุ้นระยะเวลา 5 ปี

จากรูปที่ 3.19 แสดงข้อมูลราคาหุ้นระยะเวลา 5 ปี นำข้อมูลหุ้นดังกล่าวมาทำการจัดเตรียมเพื่อแบ่งเป็นข้อมูลฝึกฝน และข้อมูลเลเบอร์ โดยข้อมูลฝึกคือราคาหุ้น 120 วันย้อนหลัง และข้อมูลเลเบอร์คือราคาหุ้นวันต่อไป โดยทำเป็นหน้าต่าง (sliding window) ไปจนถึงวันสุดท้ายของข้อมูลหุ้น เมื่อทำการฝึกฝนโมเดลเสร็จแล้ว ให้ทำการทำนายราคาหุ้น 7 วันล่วงหน้า ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ข้อมูลราคาหุ้น 7 วัน

จากรูปที่ 3.20 เป็นข้อมูลราคาหุ้น 7 วันในอนาคตสำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และทำการวัดผลด้วยข้อผิดพลาดกำลังสองค่าสัมบูรณ์ (absolute mean square error)

3.1.2 การออกแบบฐานข้อมูล

ในการออกแบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของโมเดล และการติดต่อไปยังเว็บไซต์ของฐานข้อมูล โดยการใช้บริการจาก Google Cloud Platform มาใช้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เป็นเครื่องมือในการติดต่อทั้งหน้าเว็บไซต์และฐานข้อมูลไปยัง Cloud server ผ่านการใช้งานระบบปฏิบัติการ Linux จาก Ubuntu รุ่น 16.04 LTS

3.1.2.1 การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูล

ในการออกแบบเบื้องต้นได้ใช้ฐานข้อมูลจาก MySQL ที่มีความนิยมอย่างแพร่หลาย และมีความเหมาะสมกับการจัดเก็บข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของโมเดล โดยนำฐานข้อมูลนี้ไปไว้ที่ Google Cloud Platform แล้วเข้าถึงฐานข้อมูลนั้นโดยเลขไอพีของ SQL ที่ได้ทำการสร้างเสร็จไว้แล้ว จากนั้นใช้ SSH ผ่านเข้าไปใน Ubuntu 16.04 LTS ทำการติดตั้งเครื่องมือสำหรับการจัดทำฐานข้อมูลบน server ประกอบไปด้วย MySQL server, MySQL client และ phpMyAdmin สำหรับการจัดการฐานข้อมูลได้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เมื่อทำการติดตั้ง phpMyAdmin ไว้บน Cloud server เรียบร้อยแล้วจากนั้นจะเป็นการออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้จัดเก็บข้อมูลผลลัพธ์ทั้งหมดไว้ภายในฐานข้อมูลเดียวของหุ่นนั้น โดยการออกแบบฐานข้อมูลได้กำหนดให้ฐานข้อมูลแต่ละฐานข้อมูลแทนหุ่นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 3.21



Database	Collation	Master replication
☐ dqn_basicmat_bbl	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_bhp	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_iff	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_lin	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_mt	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_pxx	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_rio	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_scoo	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_vale	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_basicmat_vmc	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_comser_dis	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_comser_disca	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_comser_ea	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_comser_goog	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_comser_nfix	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_comser_omc	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_comser_relx	utf8_general_ci	Check privileges
☐ dqn_comser_tu	utf8_general_ci	Check privileges

รูปที่ 3.21 ฐานข้อมูลของหุ่นแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

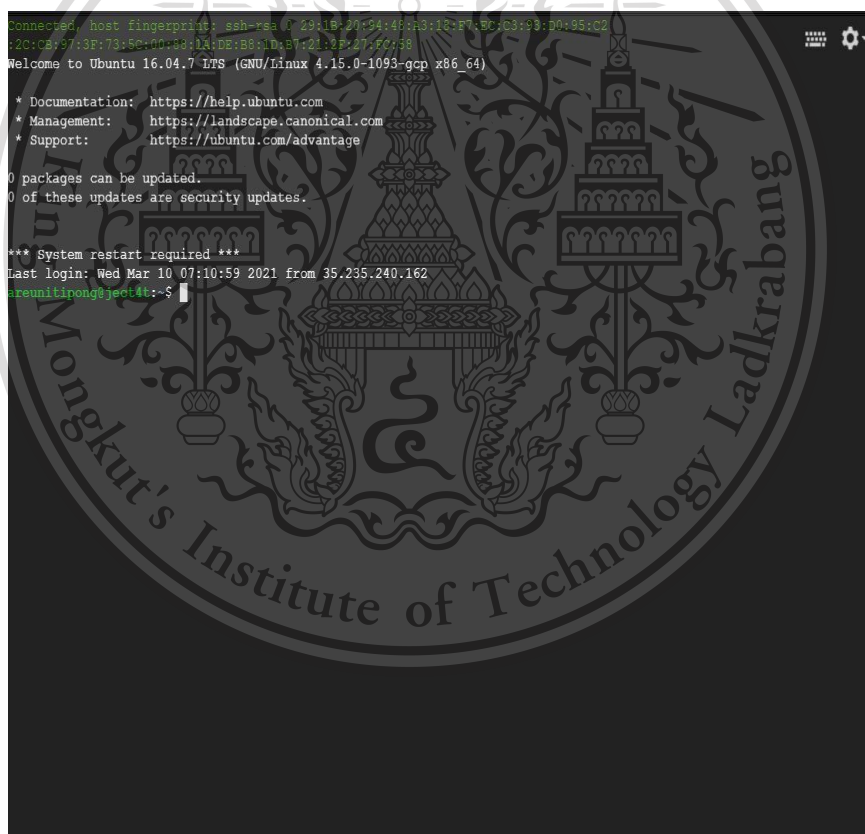
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.21 เมื่อเข้ามายัง phpMyAdmin แล้วภายในหน้าต่างหน้าแรกจะมีรายชื่อฐานข้อมูลต่างๆ ที่แทนฐานข้อมูลแต่ละหุ่นนั้นๆเพื่อการเข้าถึงที่ง่ายและสะดวกแก่การเรียกใช้ข้อมูล

3.1.2.2 การออกแบบ server สำหรับการติดต่อกับหน้าเว็บไซต์

ทำการออกแบบให้หน้าเว็บไซต์สามารถเข้าถึงได้จาก server จริงผ่านการเรียกใช้ด้วยเลขไอพีที่ทำการตั้งค่าไว้ เริ่มต้นที่การเข้าไปยัง Virtual machines ที่ได้สร้างไว้ใน Google Cloud Platform และใช้ SSH ผ่านการเข้าไปสู่ Ubuntu 16.04 LTS ในเบื้องต้นต้องทำการติดตั้งเครื่องมือพื้นฐานที่จำเป็นต่อการสร้างไฟล์บน server ประกอบไปด้วย Apache สำหรับการสร้างที่อยู่ของเว็บไซต์ที่ทำการออกแบบไว้ให้สามารถไปแสดงผลบน server ได้ และติดตั้งไลบรารีภาษา PHP เพื่อให้อ่านไฟล์เว็บไซต์ที่ใช้ภาษา PHP ในการเขียนได้เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว ทำการเข้าสู่ บัญชีผู้ใช้ของ Ubuntu 16.04 LTS ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการ Linux แสดงดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 หน้าต่างของระบบปฏิบัติการ Ubuntu 16.04 LTS ผ่าน SSH

จากรูปที่ 3.22 ทำการเข้าถึงบัญชีผู้ใช้ของ Virtual Machines นี้ผ่านการใส่คำสั่ง `sudo su` ซึ่งเป็นคำสั่งที่ยืนยันตัวตนของผู้ใช้ Virtual Machines นั้น จากนั้นแล้วหน้าต่างจะขึ้นการถามว่ากรณิใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กรอกรหัสผ่าน ให้ทำการรหัสผ่านที่ได้ตั้งค่าไว้ตั้งแต่การเริ่มต้นสร้าง Virtual Machines เมื่อเข้าไปยังบัญชีผู้ใช้หรือที่เรียกว่า root แล้วต่อไปเป็นการสร้างไฟล์ลงไปบน server สำหรับการเข้าถึงไฟล์ต่างๆใน server โดยการไปใช้คำสั่ง `cd /var/www/html` ซึ่งเป็นคำสั่งที่ต้องการสร้างไฟล์เพื่อต้องการให้มีสร้างไฟล์เก็บไว้ใน server เมื่อเข้าไปได้ให้ทำการใช้คำสั่ง `nano` เพื่อเป็นการสร้างไฟล์เมื่อต้องการดูไฟล์ที่ทำการสร้างไปแล้วให้ใช้คำสั่ง `ls` แสดงดังรูปที่ 3.23

```

root@ject4t:/var/www/html# cd project4t/
root@ject4t:/var/www/html/project4t# ls
aapl.php      dash.php      intc.php      relx.php
abb.php       dcr.php      investment_type_model2.php  rio.php
amzn.php      deo.php      investment_type.php        sap.php
antm.php      de.php       irpc.php             sbux.php
are.php       dgb.php      jci.php             scco.php
avb.php       disca.php    jnj.php             sc.php
bac_pl.php    dis.php      jpm.php             snp.php
bacpl.php     dqbh.php     k.php              sny.php
balalb.php    ea.php       kr.php              spg.php
basicmaterials_dqn.php  ebay.php      lin.php             stm.php
basicmaterials_model1.php  enb.php      ltc.php            td.php
bbl.php       energy_dqn.php  luv.php            technology_dqn.php
bg.php        eqnr.php      lvs.php            tm.php
bhp.php       equity_rank.php  mainmodel.php      tot.php
bp.php        etc.php       ma.php             tsm.php
brka.php      eth.php       mcd.php            tu.php
btc.php       financial_services_dqn.php  mpw.php            txn.php
bti.php       fms.php       ms.php             ul.php
cah.php       ford.php      mt.php             usdt.php
cat.php       gd.php        mu.php             vale.php
ccep.php      ge.php        nflx.php            vmc.php
ci.php        gis.php       nke.php            v.php
cmi.php       gm.php        nly.php            vtr.php
cnc.php       goog.php      nwl.php            vz.php
communication_services_dqn.php  gsk.php          omc.php            waves.php
consumer_cyclical_dqn.php      gs.php           o.php              wfcpl.php
consumer_defensive_dqn.php     hd.php           pad1.php            wpc.php
cop.php       healthcare_dqn.php  pad2.php            wpp.php
cpb.php       home.php       pear.php            wy.php
c.php         hpq.php       pfe.php            xem.php
crypto_currency_list_model2.php  hst.php          pkx.php            xlm.php
crypto_currency_list.php        ibm.php          ptr.php            xmr.php
crypto_currency_rank.php        iff.php          ptt.php            xom.php
cscs.php      industrials_dqn.php  rank_type.php       xrp.php
cvx.php       industries_list_model2.php  rdsb.php            zbh.php
dal.php       industries_list.php  real_estate_dqn.php  zec.php

```

รูปที่ 3.23 ไฟล์ที่จัดเก็บไว้ใน Virtual Machines

จากรูปที่ 3.23 เมื่อใช้คำสั่ง `ls` เพื่อต้องการดูไฟล์ที่ทำการสร้างและจัดเก็บไว้ใน Virtual Machines จากนั้นหน้าต่างของระบบปฏิบัติการ Ubuntu 16.04 LTS จะแสดงรายชื่อไฟล์ต่างๆที่ถูกสร้างและจัดเก็บไว้ โดยที่ไฟล์เหล่านี้สามารถเข้าถึงได้ภายในเว็บไซต์จากเลขไอพีที่ทำการตั้งค่าไว้แล้วในเบื้องต้น

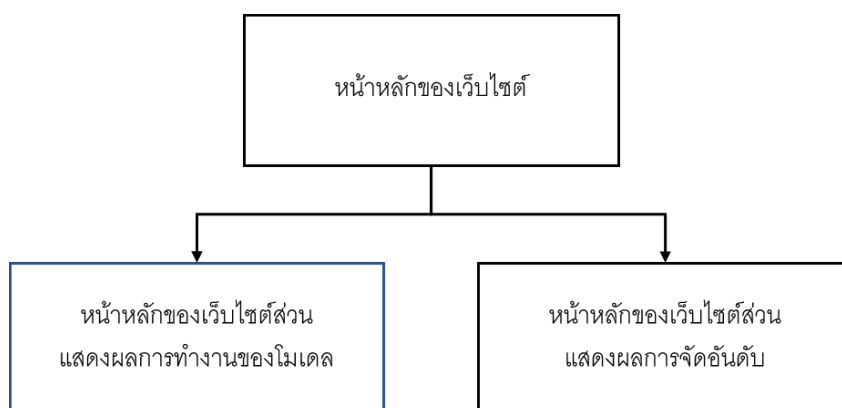
3.1.3 การออกแบบหน้าเว็บไซต์แสดงผลสำหรับผู้ใช้

ในการออกแบบหน้าเว็บไซต์แสดงผลสำหรับผู้ใช้ การออกแบบหน้าเว็บไซต์ได้คำนึงถึงเรื่องความสะดวกและการนำเสนอที่เข้าใจได้ง่าย โดยในหน้าแรกของหน้าเว็บไซต์ได้ทำการแบ่งประเภทการแสดงผลออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ การแสดงผลการทำงานของโมเดล และการแสดงผลของโมเดลในรูปแบบของการจัดอันดับ หน้าเว็บไซต์หน้าแรกสุดแสดงดังรูปที่ 3.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.24 การออกแบบหน้าเว็บไซต์หลัก

จากรูปที่ 3.24 ส่วนประกอบภายในหน้าเว็บไซต์ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนบนของเว็บไซต์มีลักษณะเป็น Navbar ให้ผู้ใช้สามารถเลือกไปยังหน้าอื่นนอกเหนือจากหน้าแรกประกอบไปด้วย ส่วน Home เมื่อผู้ใช้ต้องการไปที่หน้าแรกของเว็บไซต์ ส่วน Model เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าไปยังหน้า Model ของเว็บไซต์ และส่วน Rank เมื่อผู้ใช้ต้องการเข้าไปยังหน้า Rank

3.1.3.1 การออกแบบหน้าเว็บไซต์หน้าการทำงานของโมเดล

เมื่อเข้ามายังหน้าเว็บไซต์การทำงานของโมเดล ภายในหน้าเว็บไซต์ได้แบ่งประเภทการลงทุนของโมเดลออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ การลงทุนในหุ้น และการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัล แสดงดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 การออกแบบหน้าเว็บไซต์ประเภทการลงทุนของโมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.25 ภายในหน้าเว็บไซต์หน้าหลักส่วนการแสดงผลการทำงานของโมเดลได้แบ่งการลงทุนที่โอเดลได้ทำการซื้อขายลงในตลาดหุ้นและตลาดสกุลเงินดิจิทัล การออกแบบหน้าเว็บไซต์การแสดงผลการทำงานมีขั้นตอนการออกแบบหน้าเว็บไซต์ แสดงดังรูปที่ 3.26



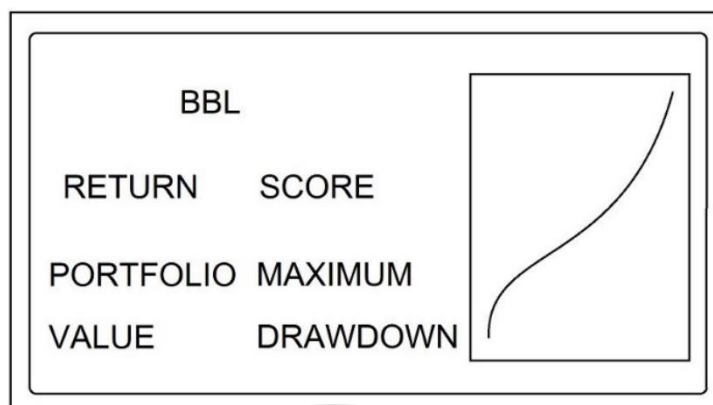
รูปที่ 3.26 การออกแบบหน้าเว็บไซต์ประเภทอุตสาหกรรมในตลาดหุ้น

จากรูปที่ 3.26 แสดงขั้นตอนการออกแบบหน้าเว็บไซต์ไปยังหน้าเว็บไซต์การแสดงผล เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์ทำการเลือกดูผลลัพธ์การทำงานของตลาดหุ้น หน้าเว็บไซต์ ในขั้นตอนของประเภทอุตสาหกรรมที่ลงทุนภายในหน้าเว็บไซต์จะแสดงกลุ่มอุตสาหกรรมที่โมเดลได้ทำการจำลองการซื้อขายกับหุ้นที่อยู่ในแต่ละอุตสาหกรรมนั้น โดยมีอุตสาหกรรมที่โมเดลได้ลงทุนเป็นจำนวน 10 อุตสาหกรรม จากนั้นผู้ใช้เว็บไซต์ทำการเลือกไปที่อุตสาหกรรมที่ต้องการดูผลลัพธ์การทำงาน หน้าเว็บไซต์จะไปยังหน้ารายชื่อหุ้นที่ทางโมเดลได้ทำการลงทุน โดยหน้าเว็บไซต์รายชื่อหุ้นแสดงรายชื่อหุ้นจำนวน 10 หุ้นที่อยู่ในอุตสาหกรรมแต่ละประเภทภายในหุ้นแต่ละตัว ได้ออกแบบไว้ให้แสดงข้อมูลจำเพาะของหุ้นที่ได้เป็นผลลัพธ์ของการทำงานของโมเดล ในเบื้องต้นได้ออกแบบไว้ ข้อมูลจำเพาะนั้นแสดงค่า ผลตอบแทนการลงทุน, มูลค่าพอร์ตการลงทุน, การขาดทุนสะสม และ คะแนนที่โมเดลได้กำหนดไว้แสดงดังรูป 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

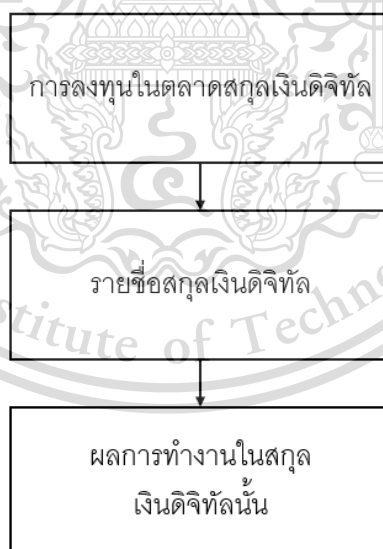
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.27 การออกแบบหน้าเว็บไซต์รายถือหุ้น

จากรูปที่ 3.27 เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์ต้องการดูผลลัพธ์การทำงานของโมเดลที่ทำการซื้อขายหุ้น ให้เลือกไปยังหุ้นใดหุ้นหนึ่ง หน้าเว็บจะทำการไปยังหน้าเว็บไซต์ผลลัพธ์การทำงานของโมเดลนั้นโดยสมบูรณ์ จากนั้นเว็บไซต์ประเภทการลงทุนหากผู้ใช้เว็บไซต์ต้องการเลือกประเภทการลงทุนในสกุลเงินดิจิทัล หน้าเว็บไซต์จะทำการเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บไซต์ผลการทำงานในตลาดสกุลเงินดิจิทัลแสดงดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 การออกแบบหน้าเว็บไซต์ในประเภทการลงทุนในตลาดสกุลเงินดิจิทัล

จากรูปที่ 3.28 ขั้นตอนการออกแบบหน้าเว็บไซต์ส่วนแสดงผลการทำงานในตลาดสกุลเงินดิจิทัล เมื่อถึงขั้นตอนของรายชื่อสกุลเงินดิจิทัล การออกแบบหน้าเว็บไซต์จะแสดงรายชื่อสกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

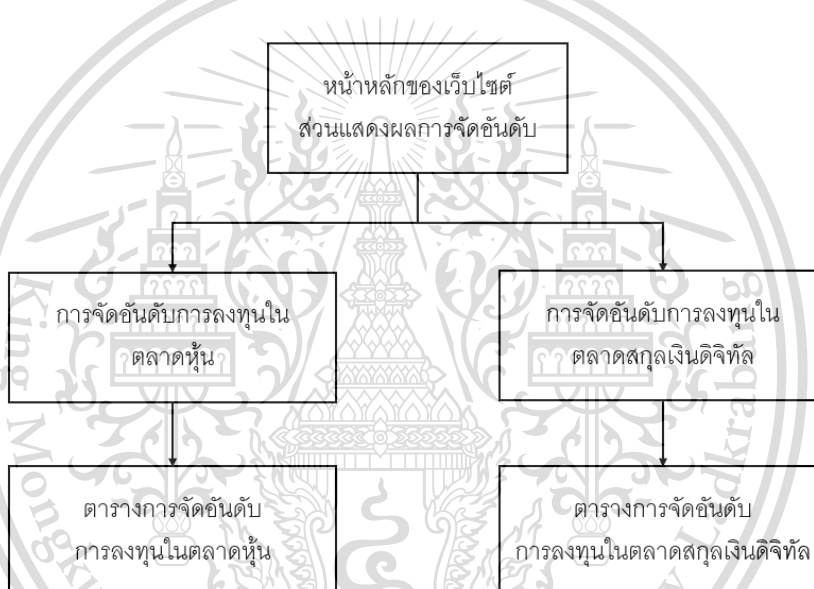
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เงินดิจิทัลทั้งหมด 15 รายชื่อที่โมเดลทำการจำลองการซื้อขายในตลาดสกุลเงินดิจิทัล หลังจากทำการเลือกสกุลเงินดิจิทัลแล้วนั้นหน้าเว็บไซต์จะทำการเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บไซต์การแสดงผลการทำงานของสกุลเงินดิจิทัลนั้น

3.1.3.2 การออกแบบหน้าเว็บไซต์การจัดลำดับผลตอบแทนการลงทุนจากโมเดล

ในเบื้องต้นได้ออกแบบหน้าเว็บไซต์ที่มีการแบ่งประเภทการลงทุน เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์ต้องการดูการจัดลำดับของการลงทุนในตลาดหุ้นหรือลงทุนในตลาดสกุลเงินดิจิทัล หลังจากนั้นเว็บไซต์จะทำการเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บไซต์การจัดอันดับผลตอบแทน แสดงดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 การออกแบบหน้าเว็บไซต์การจัดลำดับผลตอบแทนจากโมเดล

จากรูปที่ 3.29 ภายในหน้าเว็บไซต์ แสดงตารางที่มีการจัดอันดับโดยมีคอลัมน์ของข้อมูลจำนวน 5 คอลัมน์ประกอบด้วย คอลัมน์ลำดับที่ เป็นลำดับที่ของหุ้นที่แสดงนั้นๆ คอลัมน์ข้อมูลชื่อหุ้น แสดงชื่อย่อของหุ้นนั้น คอลัมน์ชนิดการลงทุนแสดงข้อมูลประเภทของอุตสาหกรรมที่หุ้นตัวนั้น คอลัมน์ผลตอบแทนจากการลงทุนและคอลัมน์คะแนนประเมินการทำงานของโมเดล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์

เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมการประมวลผลและการพัฒนาเว็บไซต์ สำหรับในส่วนการแสดงผล อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นเครื่องที่ใช้ติดต่อเข้ากับ server บนบริการของ Google cloud server

3.2.2 อุปกรณ์ด้านซอฟต์แวร์

โปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์การแสดงผลและเขียนโปรแกรมประมวลผล

1. Sublime Text 3
2. HTML, CSS และภาษา JavaScript
3. ภาษา PHP และ ภาษา SQL
4. ภาษา Python
5. SSH Client และ SSH Server ในบริการของ Google cloud server
6. โปรแกรม Pycharm

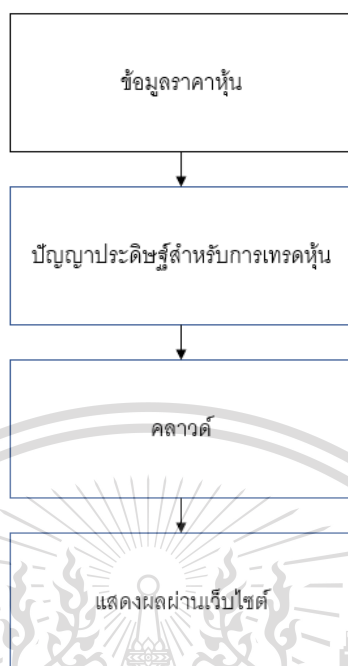
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

ออกแบบการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ดำเนินการเทรดหุ้น บันทึกค่ามูลค่าหุ้น การปรับน้ำหนักหุ้น กระแสเงินสด จำนวนสินทรัพย์หมุนเวียน ลงในระบบคลาวด์ของ google และแสดงผลผ่านหน้าเว็บไซต์ ดังรูปที่ 3.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.30 แผนผังแสดงลำดับการจัดเก็บข้อมูล

จากรูปที่ 3.30 แสดงลำดับการจัดเก็บข้อมูล โดยการนำปัญญาประดิษฐ์ไปประมวลผลในกูเกิ้ลคลาวด์ จากนั้นส่งค่าที่ได้จากปัญญาประดิษฐ์ไปที่ฐานข้อมูล MySQL และแสดงผลผ่านหน้าเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการทดลอง

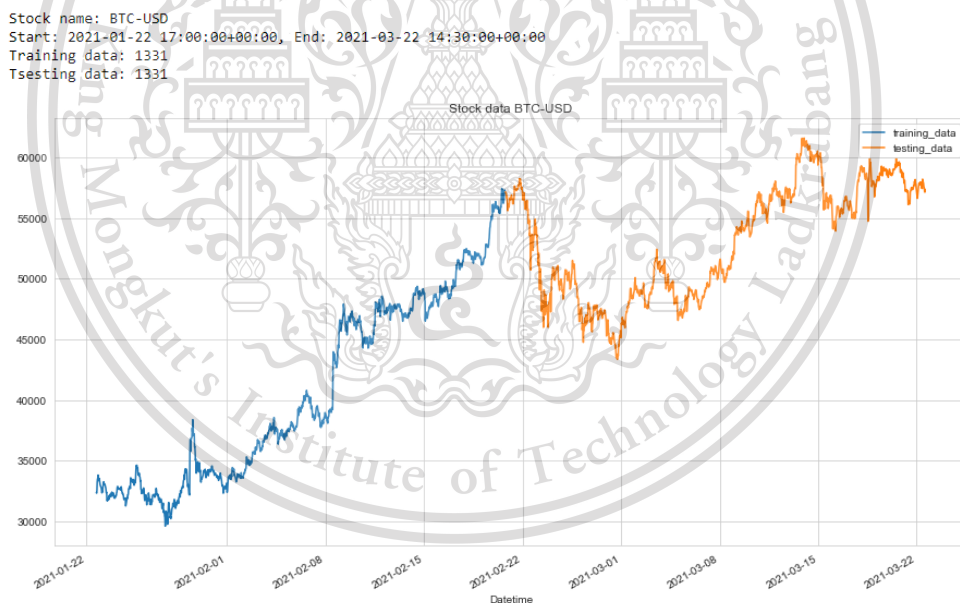
4.1 ผลการทดลองปัญญาประดิษฐ์สำหรับการเทรดหุ้น

4.1.1 โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายสกุลเงินหุ้นและสกุลเงินดิจิทัล

ทำการทดสอบผลจากการทำงานของโมเดลปัญญาประดิษฐ์โดยการเลือกกลุ่มอุตสาหกรรมในตลาดหุ้นได้เลือกอุตสาหกรรมมาทำการทดสอบจำนวน 10 อุตสาหกรรมรวมทั้งทดสอบการทำงานของโมเดลที่ลงทุนการซื้อขายในตลาดสกุลเงินดิจิทัล

4.1.1.1 กลุ่มสกุลเงินดิจิทัล

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลจากการทดลองซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลโดยใช้ข้อมูลบิทคอยน์นำมาฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ตามรูปภาพที่ 4.1 เป็นการนำข้อมูลราคาหุ้นจำนวน 1,331 จุด นำมาทำการฝึกฝนเพื่อให้ได้แบบจำลองปัญญาประดิษฐ์ 1 ชุดที่มีค่าน้ำหนัก และไบอัสแตกต่างกันในแต่ละโหนด และเลเยอร์ แสดงดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ข้อมูลหุ้น BTC-USD ที่นำมาฝึกฝนและทำการทดสอบ

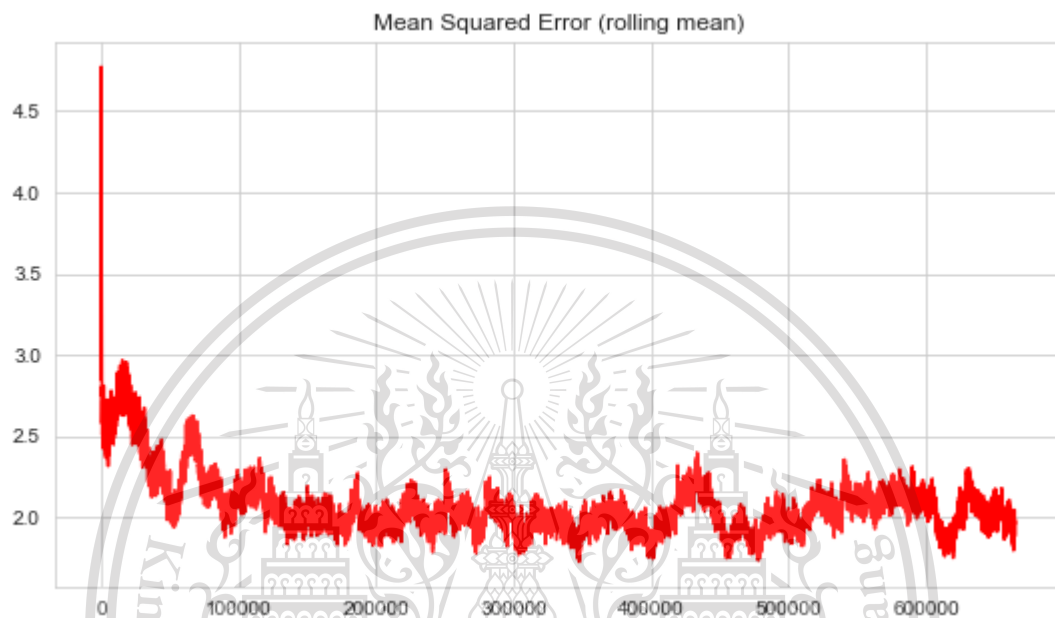
จากรูปที่ 4.1 แสดงราคาหุ้นของสกุลเงินดิจิทัลชนิดบิทคอยน์เวลา 2 เดือนเป็นข้อมูลราคารายครึ่งชั่วโมง เส้นสีน้ำเงินคือข้อมูลสำหรับการฝึกฝน และเส้นสีส้มคือข้อมูลสำหรับการทดสอบโดยเดือนแรกเป็นข้อมูลสำหรับการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเดือนที่สองเป็นข้อมูลสำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ การซื้อขายหุ้น และสกุลเงินดิจิทัล ทำการซื้อขายโดยนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

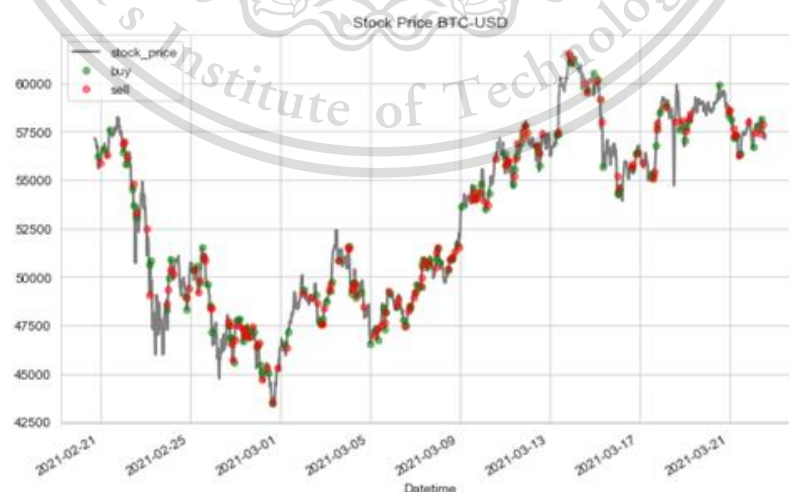
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข้อมูลเก่ามาทำการเรียนรู้และทำการทดสอบในแต่ละอุตสาหกรรมโดยวัดผลจากมูลค่าพอร์ตการลงทุน และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (Benchmark) เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล BTC-USD
จากรูปที่ 4.2 จากการนำข้อมูลสกุลเงินดิจิทัลไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มลดลง การซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.3

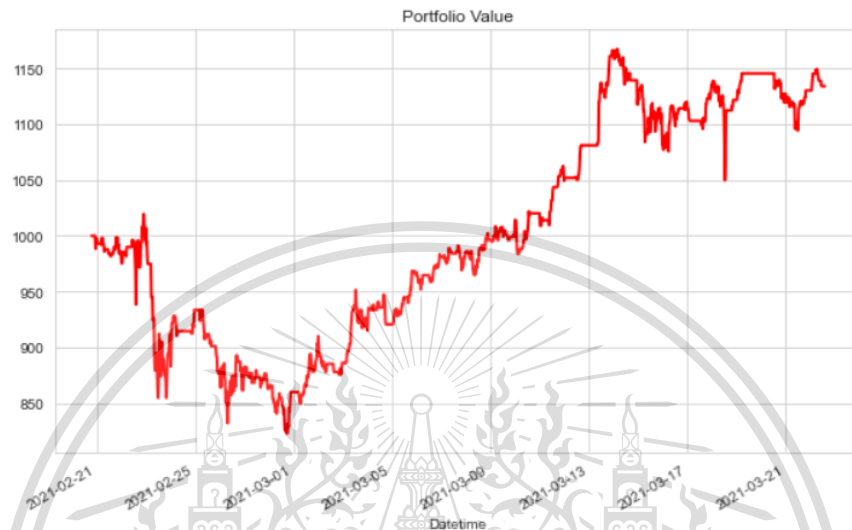


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4.3 ราคาหุ้น BTC-USD และจุดการซื้อขายให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

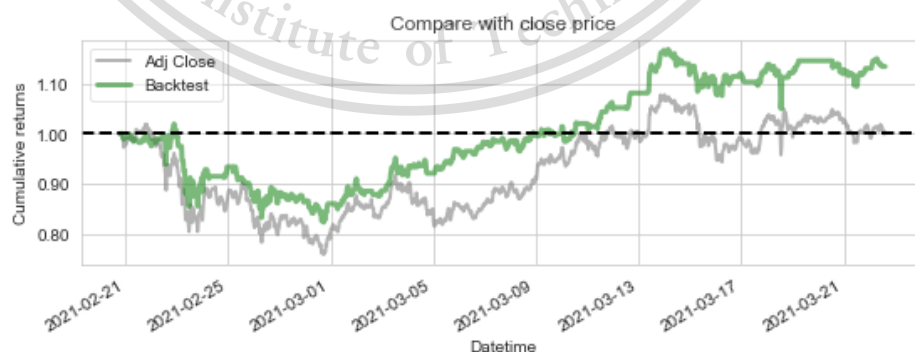
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.3 แสดงจุดการซื้อขายของหุ้น โดยจุดสีเขียวแสดงการซื้อ จุดสีเขียวยแสดงการขาย กราฟเส้นสีเทาราคาหุ้น มูลค่าพอร์ตการลงทุนที่ได้จากการซื้อขายหุ้นแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 มูลค่าพอร์ตการลงทุนจากการซื้อขายสกุลดิจิทัล BTC-USD

จากรูปที่ 4.4 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายครึ่งชั่วโมง เวลา 1 เดือน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝน มาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุนเท่ากับ 1134.09 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.5



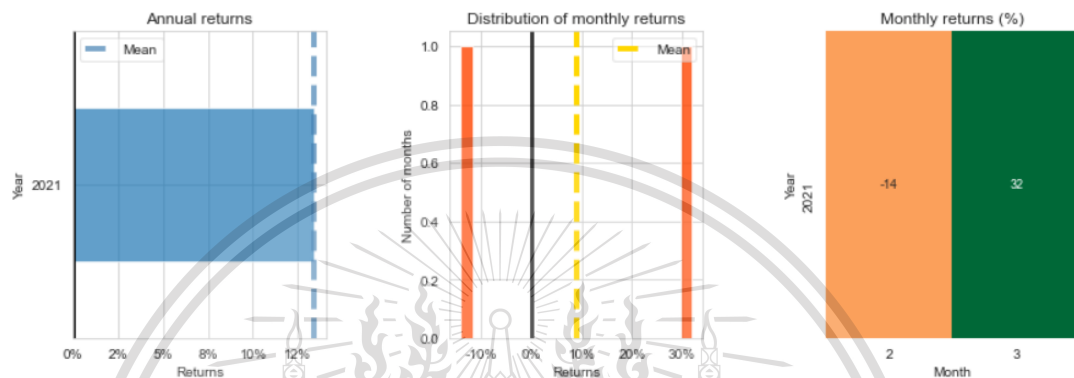
รูปที่ 4.5 ผลตอบแทนจากการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล BTC-USD เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

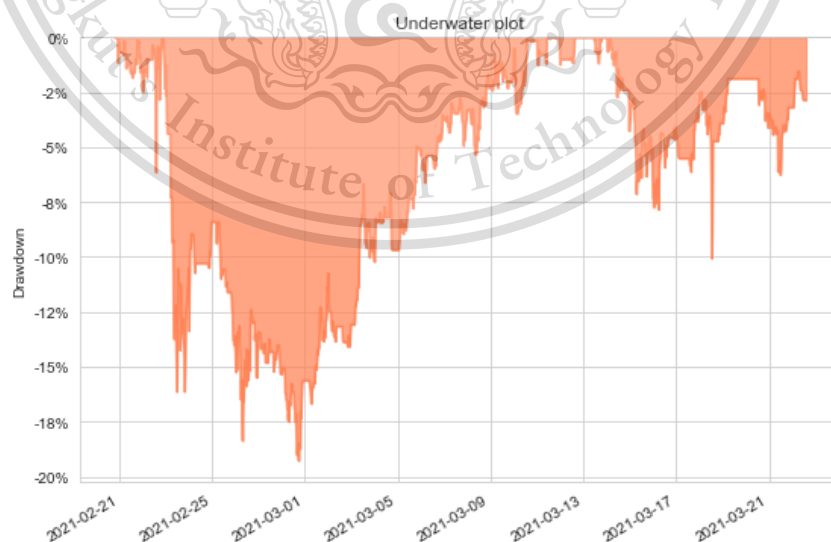
จากรูปที่ 4.5 เมื่อนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาปิดของบิทคอยน์ พบว่าผลตอบแทนที่ได้จากการใช้ปัญญาประดิษฐ์ซื้อขายหุ้น มีผลตอบแทนที่สูงกว่าผลตอบแทนตลาดอยู่ที่ 13.41% เมื่อดูที่ผลการดำเนินงานของโมเดลโดยแบ่งรายละเอียดแยกเป็นรายปี และผลการดำเนินงานแยกเป็นรายเดือน แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลตอบแทนรายปี (ซ้าย) การแบ่งส่วนผลตอบแทนรายเดือน (กลาง)

ผลตอบแทนรายเดือนจากการซื้อและขายสกุลเงินดิจิทัล BTC-USD (ขวา)

จากรูปที่ 4.6 แสดงผลตอบแทนรายปีและรายเดือน โดยกราฟแรกแสดงผลตอบแทนรายปีเท่ากับ 13.41% กราฟรูปที่สองและกราฟที่สามแสดงผลตอบแทนรายเดือนโดยเดือนแรกได้ผลตอบแทนเท่ากับ -14% เดือนที่สองได้ผลตอบแทน 32% คอว์ดาวน์จากการซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 คอว์ดาวน์จากการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัล BTC-USD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.7 แสดงดอว์ดาวน์จากการซื้อขายหุ้นของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยดอว์ดาวน์ที่มากที่สุด (maximum drawdown) เท่ากับ -19.28% ซึ่งน้อยกว่าดอว์ดาวน์ของตลาดที่เท่ากับ -25.28% ทำการทดสอบผลการทำงานกับสกุลเงินดิจิทัลจำนวน 10 ชนิด ได้ผลทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การจัดอันดับผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดสกุลเงินดิจิทัล

อันดับ	สกุลเงินดิจิทัล	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	ZEC-USD	Cryptocurrency	40.93%
2	XEM-USD	Cryptocurrency	24.22%
3	BTC-USD	Cryptocurrency	13.41%
4	WAVES-USD	Cryptocurrency	14.20%
5	LTC-USD	Cryptocurrency	9.43%
6	ETH-USD	Cryptocurrency	5.56%
7	DCR-USD	Cryptocurrency	5.86%
8	XLM-USD	Cryptocurrency	-2.42%
9	ETC-USD	Cryptocurrency	-14.04%
10	DGB-USD	Cryptocurrency	-11.80%
11	DASH-USD	Cryptocurrency	-52.07%
12	XMR-USD	Cryptocurrency	-16.61%
13	USDT-USD	Cryptocurrency	-0.12%
14	XRP-USD	Cryptocurrency	-29.37%
15	SC-USD	Cryptocurrency	38.36%

จากตารางที่ 4.1 จำนวนสกุลเงินดิจิทัลที่โมเดลได้ทำการทดสอบโดยการลงทุนการซื้อขาย พบว่า ZEC-USD มีผลตอบแทนการลงทุนอยู่ที่ 40.93 % ซึ่งเป็นค่าผลตอบแทนที่มีค่ามากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมสกุลเงินดิจิทัลที่โมเดลได้ทำการทดสอบ และ DASH-USD ได้รับผลตอบแทนการลงทุนอยู่ที่ -52.07 % ซึ่งเป็นผลตอบแทนการลงทุนที่มีค่าต่ำสุดของโมเดลที่ทำการทดสอบ

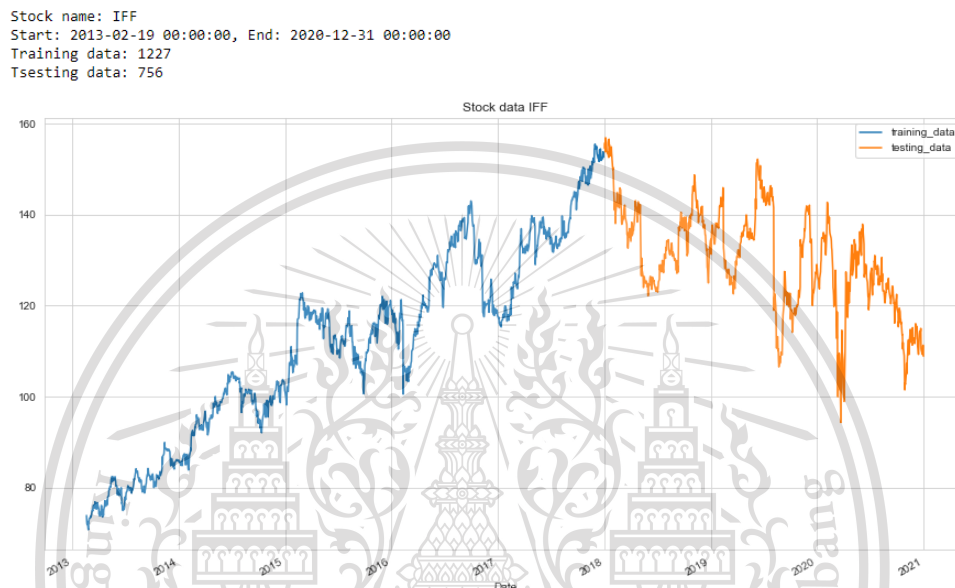
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.1.2 กลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุพื้นฐาน (Basic materials)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายสกุลเงินดิจิทัลจากการทดลองเทรดหุ้นในกลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุพื้นฐาน โดยใช้ข้อมูลหุ้น IFF นำมาฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์โดยการนำข้อมูลราคาหุ้นจำนวน 1,983 วัน แสดงดังรูปที่ 4.8



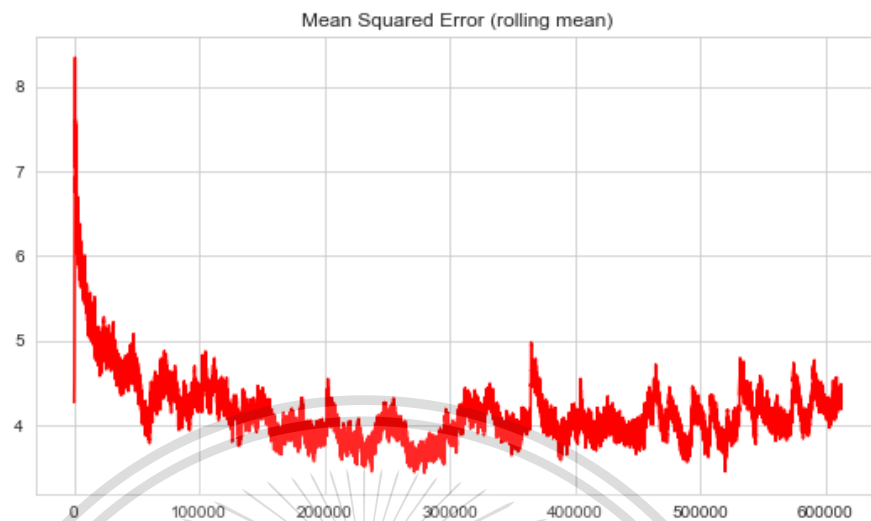
รูปที่ 4.8 ราคาหุ้น IFF

จากรูปที่ 4.8 แสดงราคาหุ้น IFF เวลา 8 ปีเป็นข้อมูลราคารายวัน เส้นสีน้ำเงินคือข้อมูลสำหรับการฝึกฝน และเส้นสีส้มคือข้อมูลสำหรับการทดสอบโดย 5 ปีแรกเป็นข้อมูลสำหรับการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และ 3 ปีหลังเป็นข้อมูลสำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ การซื้อขายหุ้น และสกุลเงินดิจิทัล ทำการซื้อขาย และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

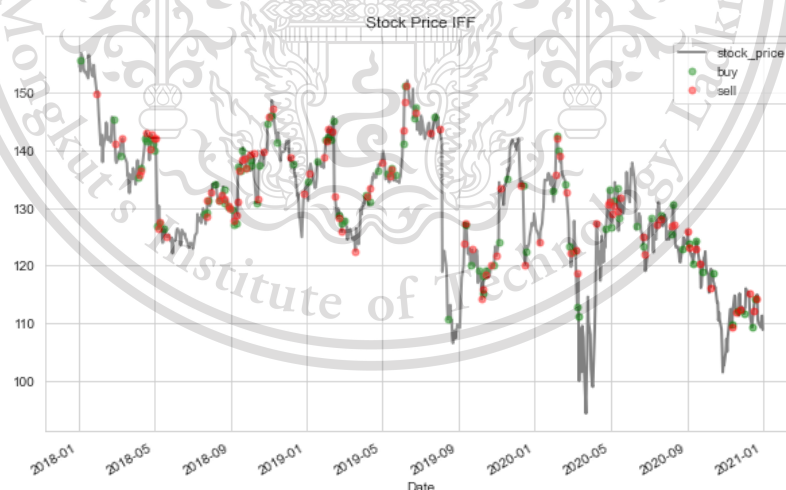
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.9 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น IFF

จากรูปที่ 4.9 จากการนำข้อมูลหุ้น IFF ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มลดลง การซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.10



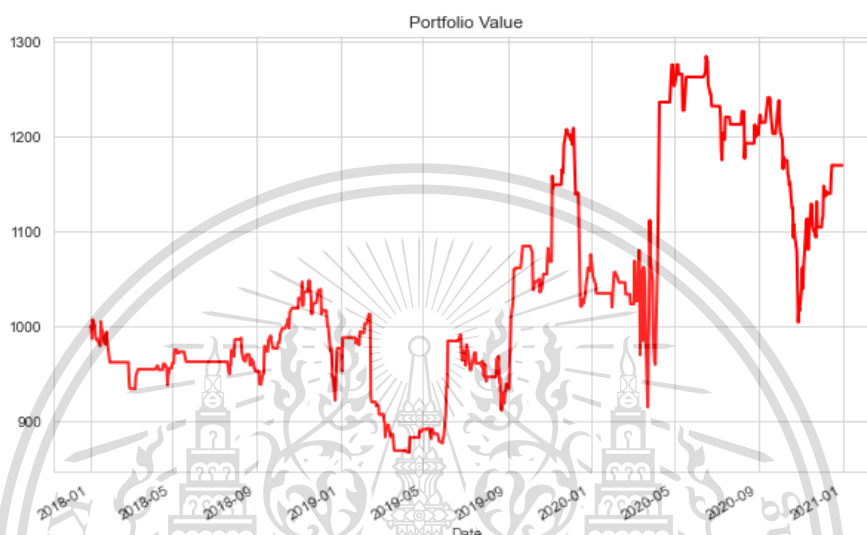
รูปที่ 4.10 ราคาหุ้น IFF และจุดการซื้อขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.10 แสดงจุดการซื้อขายของหุ้น โดยจุดสีเขียวแสดงการซื้อ จุดสีแดงแสดงการขาย กราฟเส้นสีเทาราคาหุ้น มูลค่าพอร์ตการลงทุนที่ได้จากการซื้อขายหุ้นแสดงดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 มูลค่าพอร์ตการลงทุนจากการซื้อขายหุ้น IFF

จากรูปที่ 4.11 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุน เท่ากับ 1134.09 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.12 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น IFF เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด

จากรูปที่ 4.12 เมื่อนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาปิดของหุ้น IFF พบว่าผลตอบแทนที่ได้จากการใช้ปัญญาประดิษฐ์ซื้อขายหุ้น มีผลตอบแทนที่สูงกว่าผลตอบแทนตลาดอยู่ที่ 16.4% ผลการทำงานของโมเดลประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นในกลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุพื้นฐานแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้น กลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุพื้นฐาน

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	BBL	Basic materials	-1.02 %
2	BHP	Basic materials	-7.22 %
3	IFF	Basic materials	5.37 %
4	LIN	Basic materials	13.73 %
5	MT	Basic materials	-2.52 %
6	PKX	Basic materials	2.98 %
7	RIO	Basic materials	7.35 %
8	SCCO	Basic materials	-8.04 %
9	VALE	Basic materials	13.00 %
10	VMC	Basic materials	14.16 %

จากตารางที่ 4.2 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด Layer ทั้งหมด 3 Layer แต่ละ Layer มีค่า 100 โหนดทำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น VMC มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุพื้นฐาน โดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 14.16 % ส่วนหุ้น SCCO มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -8.04 %ในกลุ่มอุตสาหกรรมวัสดุพื้นฐาน

4.1.1.3 กลุ่มอุตสาหกรรมบริการสื่อสาร (Communication service)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมบริการสื่อสาร โดยยกตัวอย่างโดยผลการทดสอบมา 1 หุ้นพบว่าจากการนำข้อมูลหุ้น DIS จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ดังรูปที่ 4.13



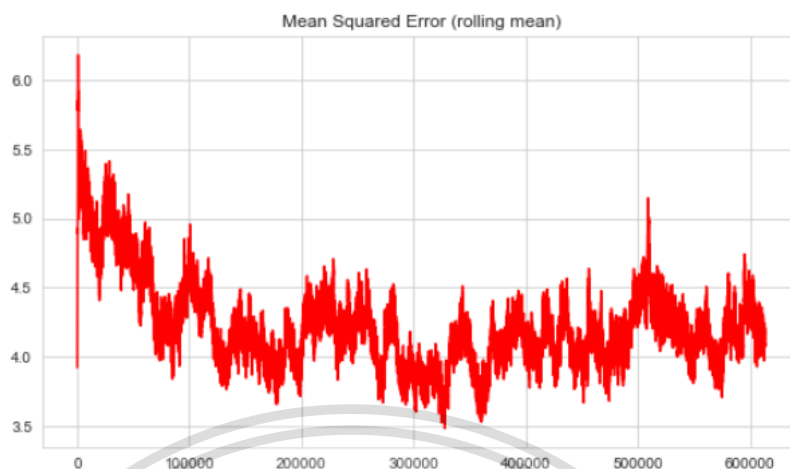
รูปที่ 4.13 ราคาหุ้น DIS

จากรูปที่ 4.13 แสดงราคาหุ้น DIS เป็นเวลา 8 ปี โดยแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รายละเอียดจากรูปข้อมูลนี้แบ่งเป็นข้อมูลใช้สำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และสัสมเป็นข้อมูลใช้สำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

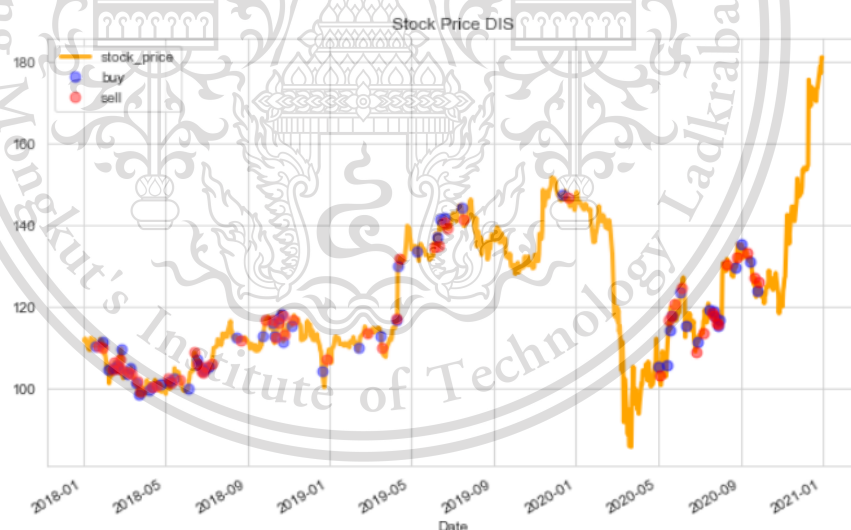
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.14 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น DIS

จากรูปที่ 4.14 จากการนำข้อมูลหุ้น DIS ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มลดลง การซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.15



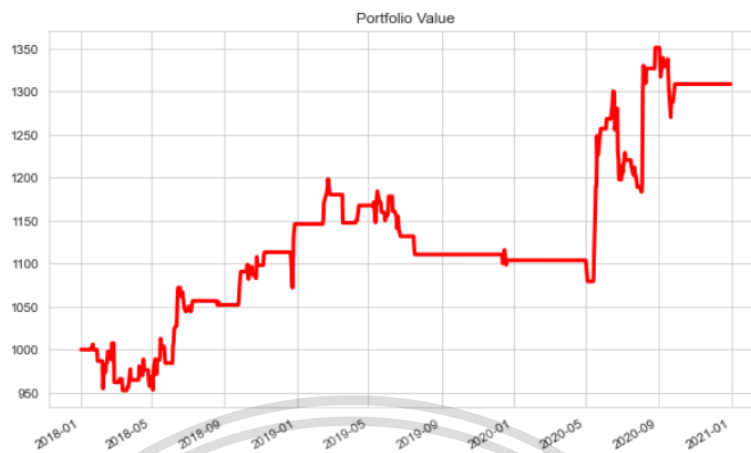
รูปที่ 4.15 ราคาหุ้น DIS และจุดซื้อขาย

จากรูปที่ 4.15 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเหลืองคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุน ดังรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

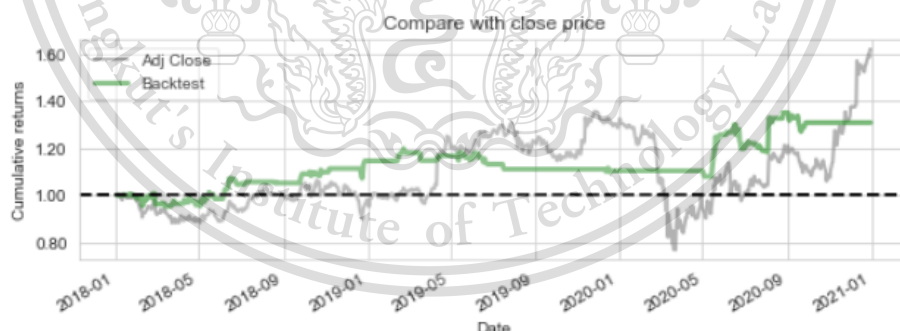
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.16 มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนจากการซื้อขายหุ้น DIS

จากรูปที่ 4.16 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมาทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุนเท่ากับ 1308.63 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น DIS เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด

จากรูปที่ 4.17 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคาปิดของตลาด พบว่าผลตอบแทนของราคาปิดมีค่ามากกว่า ผลทดสอบโมเดลอยู่ที่ 8.08 % จากการยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ผลการทดสอบจากการทำงานโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมบริการสื่อสารมาทั้งหมด 10 หุ้นดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.3 การผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมบริการสื่อสาร

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	DIS	Communication Service	9.38 %
2	DISCA	Communication Service	9.41 %
3	EA	Communication Service	25.61 %
4	GOOG	Communication Service	17.87 %
5	NFLX	Communication Service	46.32 %
6	OMC	Communication Service	4.08 %
7	RELX	Communication Service	0.15 %
8	TU	Communication Service	-11.70 %
9	VZ	Communication Service	4.30 %
10	WPP	Communication Service	-16.87 %

จากตารางที่ 4.3 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนดเลเยอร์ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีโหนด 100 โหนดทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น NFLX มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมบริการสื่อสารโดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 46.32 % ส่วนหุ้น WPP มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -16.87 % ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมบริการสื่อสาร

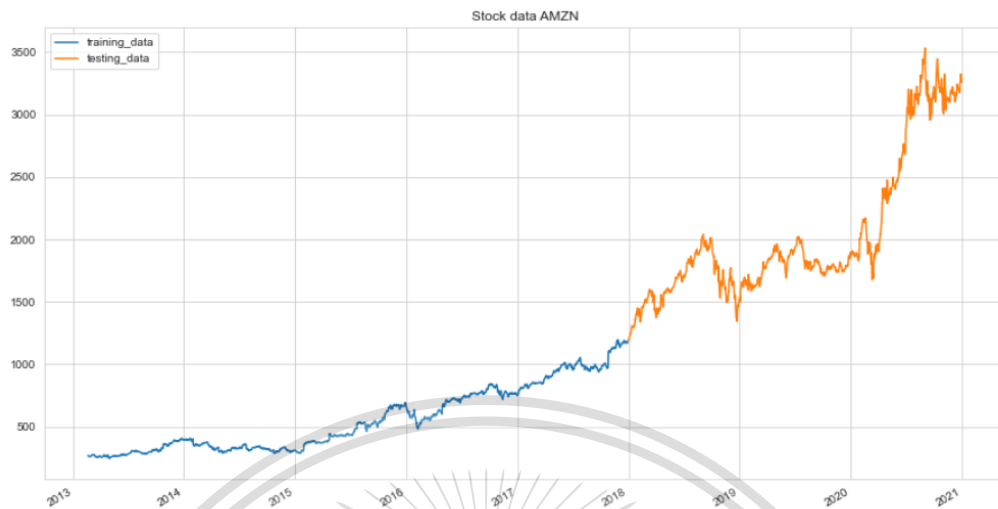
4.1.1.4 กลุ่มอุตสาหกรรมกลุ่มอุปโภคบริโภค (Consumer cyclical)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภค โดยยกตัวอย่างผลการทดสอบมา 1 หุ้นพบว่าจากการนำข้อมูลหุ้น AMZN จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลใช้สำหรับทดสอบ 756 วันดังรูปที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

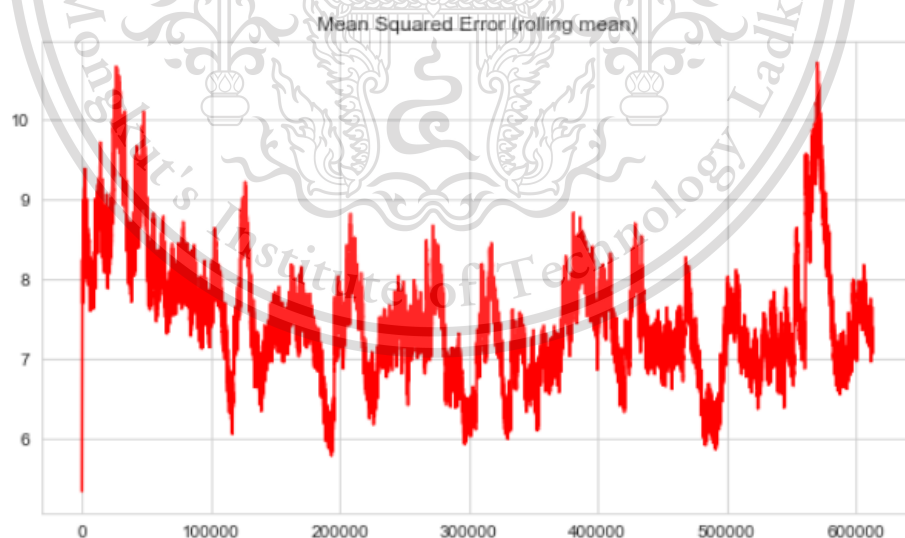
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.18 ราคาหุ้น AMZN

จากรูปที่ 4.18 แสดงราคาหุ้น AMZN เป็นเวลา 8 ปี โดยแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รายละเอียดจากรูปข้อมูลสัปดาห์เงินแบ่งเป็นข้อมูลใช้สำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และสัปดาห์เป็นข้อมูลใช้สำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น AMZN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.19 จากการนำข้อมูลหุ้น AMZN ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มที่มีปริมาณลดลงเล็กน้อย การซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.20



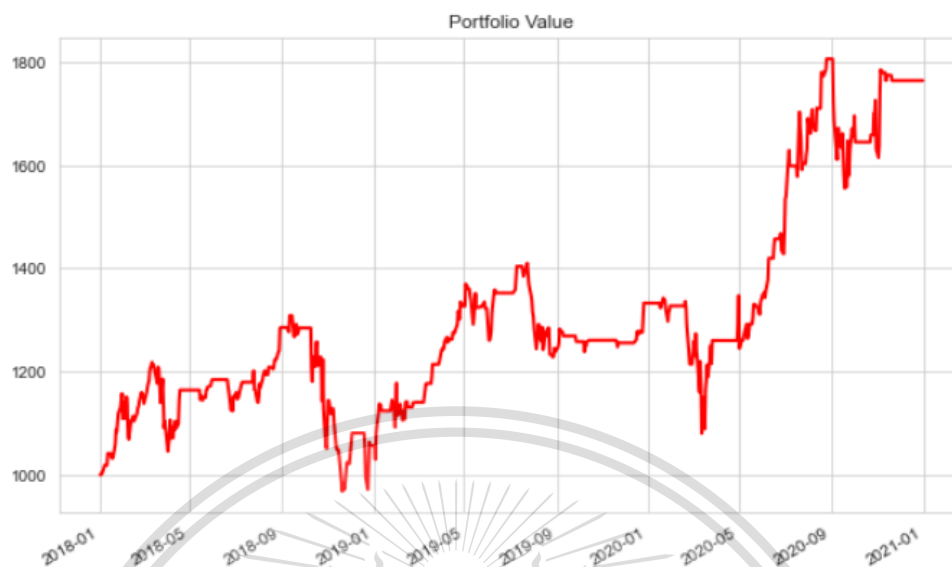
รูปที่ 4.20 ราคาหุ้น AMZN และจุดซื้อขาย

จากรูปที่ 4.20 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเทาคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุน ดังรูปที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

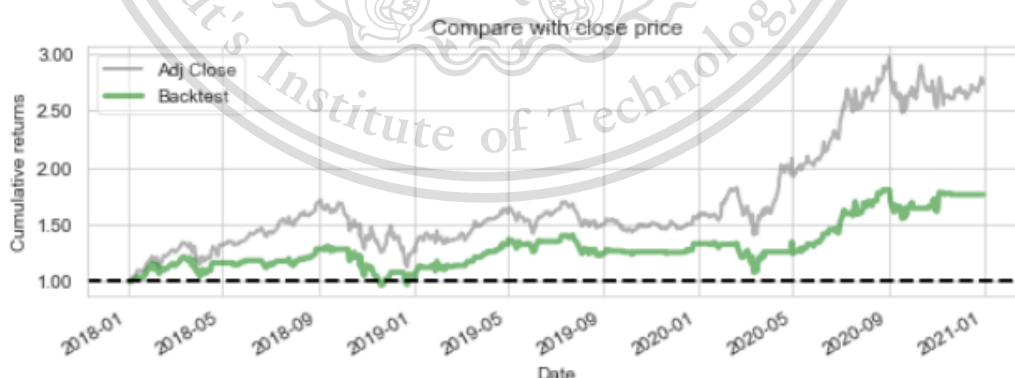
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.21 มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากลงทุนการซื้อขายหุ้น AMZN

จากรูปที่ 4.21 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุน เท่ากับ 1764.11 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น AMZN เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.22 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคาปิดของตลาด พบว่าผลตอบแทนของราคาปิดมีค่ามากกว่า ผลทดสอบโมเดลอยู่ที่ 10.09% จากการยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จึงยกตัวอย่างผลตอบแทนจากการทำงานโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภค มาทั้งหมด 10 หัสดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลตอบแทนจากการทำงานในตลาดหุ้นในกลุ่มอุปโภคบริโภค

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	AMZN	Consumer cyclical	20.83 %
2	EBAY	Consumer cyclical	-4.51 %
3	FORD	Consumer cyclical	-4.68 %
4	GM	Consumer cyclical	3.90 %
5	HD	Consumer cyclical	-3.70%
6	LVS	Consumer cyclical	13.30%
7	MCD	Consumer cyclical	11.14%
8	NKE	Consumer cyclical	20.58%
9	SBUX	Consumer cyclical	0.21%
10	TM	Consumer cyclical	4.17%

จากตารางที่ 4.4 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด เลเยอร์ ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีค่า 100 โหนด ทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น AMZN มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมอุปโภคบริโภคโดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 46.32 % ส่วนหุ้น FORD มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -4.68 % ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มอุปโภคบริโภค

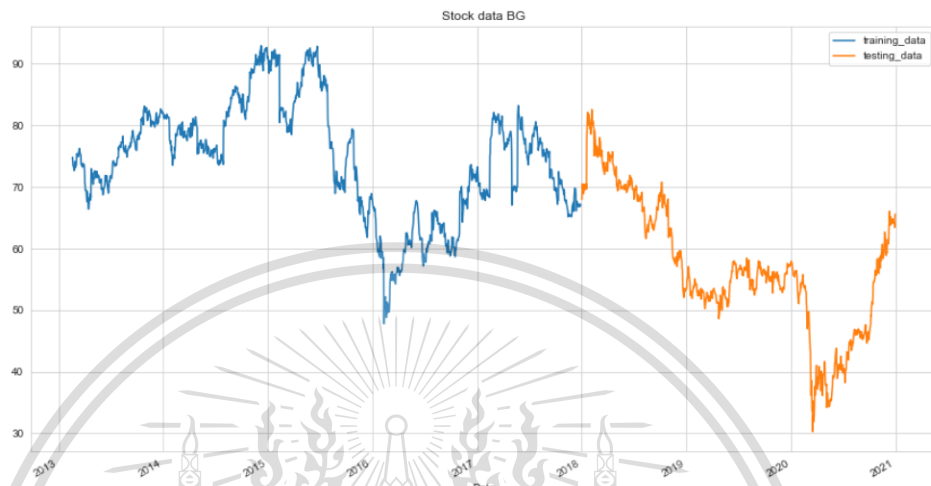
4.1.1.5 กลุ่มอุตสาหกรรมกลุ่มสาธารณูปโภคพื้นฐาน (Consumer defensive)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมสาธารณูปโภคพื้นฐาน โดยยกตัวอย่างผลการทดสอบมา 1 หัสดังการนำข้อมูลหุ้น BG จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลใช้สำหรับทดสอบ 756 วันดังรูปที่ 4.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

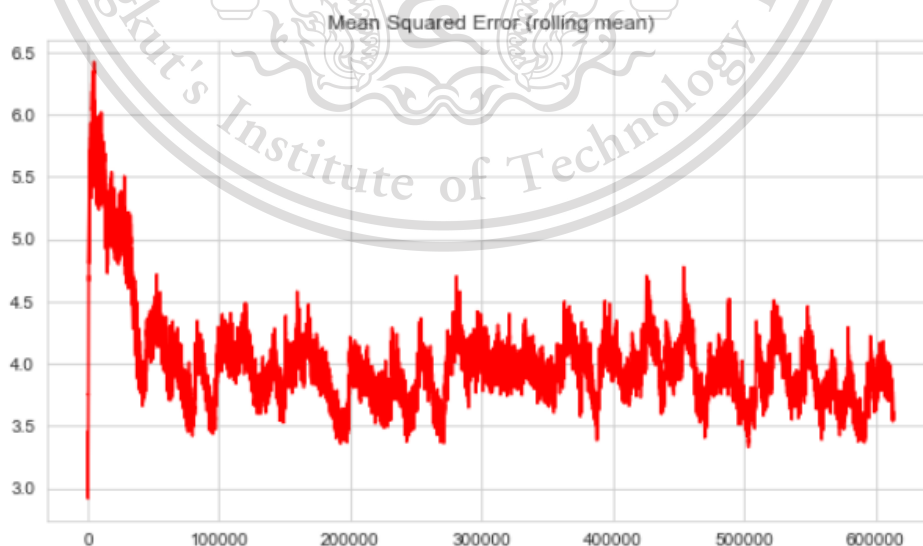
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.23 ราคาหุ้น BG

จากรูปที่ 4.23 แสดงราคาหุ้น BG เป็นเวลา 8 ปี โดยแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รายละเอียดจากรูปข้อมูลสัปดาห์เงินแบ่งเป็นข้อมูลใช้สำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และสัปดาห์เป็นข้อมูลใช้สำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.24



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 4.24 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น BG ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.24 จากการนำข้อมูลหุ้น BG ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มที่มีปริมาณลดลง และคงที่แสดงการซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.25



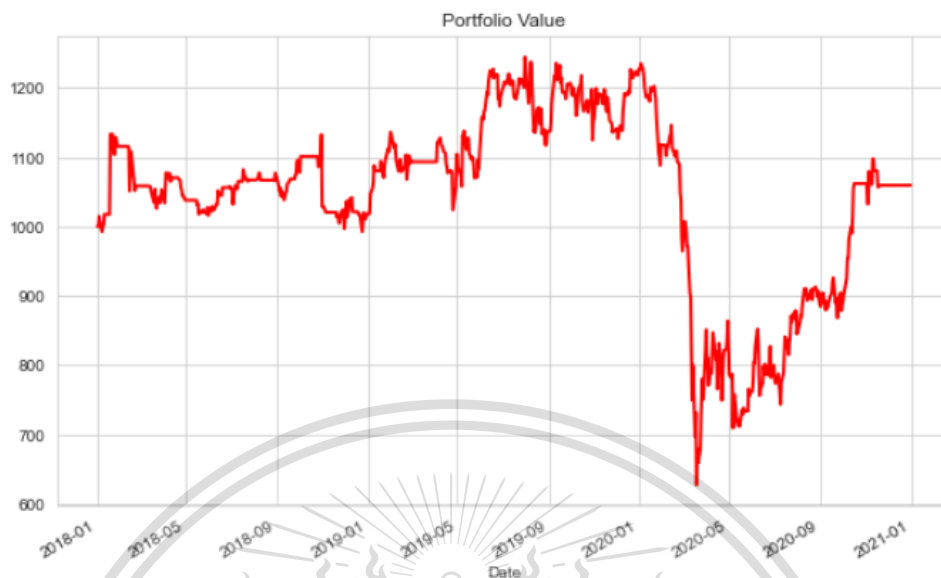
รูปที่ 4.25 ราคาหุ้น BG และจุดซื้อขาย

จากรูปที่ 4.25 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเทาคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุน ดังรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

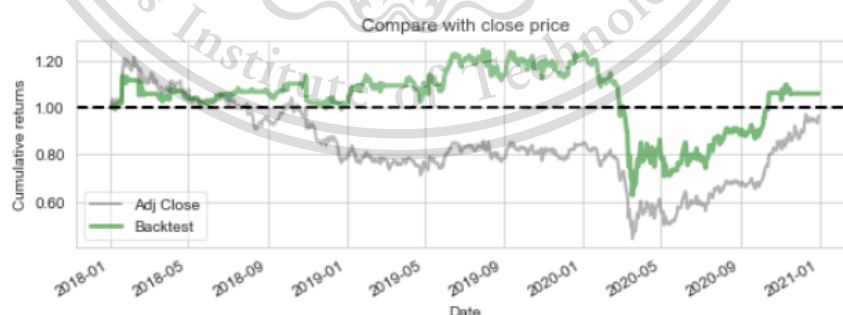
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.26 มูลค่าพอร์ตจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น BG

จากรูปที่ 4.26 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุน เท่ากับ 1059.41 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น BG เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด

จากรูปที่ 4.27 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคา เอกสารนี้เป็นเปิดของตลาดพบว่าผลตอบแทนของราคาปิดมีค่ามากกว่าผลทดสอบโมเดลอยู่ที่ 3.14% จากการ ไม่ว่าการณ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จึงยกตัวอย่างผลตอบแทนจากการทำงานโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มสาธารณูปโภคพื้นฐาน มาทั้งหมด 10 หัสดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้นในกลุ่มสาธารณูปโภคพื้นฐาน

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	CPB	Consumer defensive	40.94%
2	NWL	Consumer defensive	32.86%
3	BG	Consumer defensive	5.94%
4	BTI	Consumer defensive	-28.02%
5	UL	Consumer defensive	12.11%
6	K	Consumer defensive	-5.42%
7	DEO	Consumer defensive	0.61%
8	GIS	Consumer defensive	-8.72%
9	KR	Consumer defensive	-1.68%
10	CCEP	Consumer defensive	-5.09%

จากตารางที่ 4.5 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด เลเยอร์ ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีค่า 100 โหนด ทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น CPB มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมสาธารณูปโภคพื้นฐาน โดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 46.32 % ส่วนหุ้น BTI มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -28.02 % ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มอุปโภคบริโภค

4.1.1.6 กลุ่มอุตสาหกรรมกลุ่มพลังงาน(Energy)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมพลังงาน โดยยกตัวอย่างผลการทดสอบมา 1 หัสปพบว่าจากการนำข้อมูลหุ้น BP จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลใช้สำหรับทดสอบ 756 วันดังรูปที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

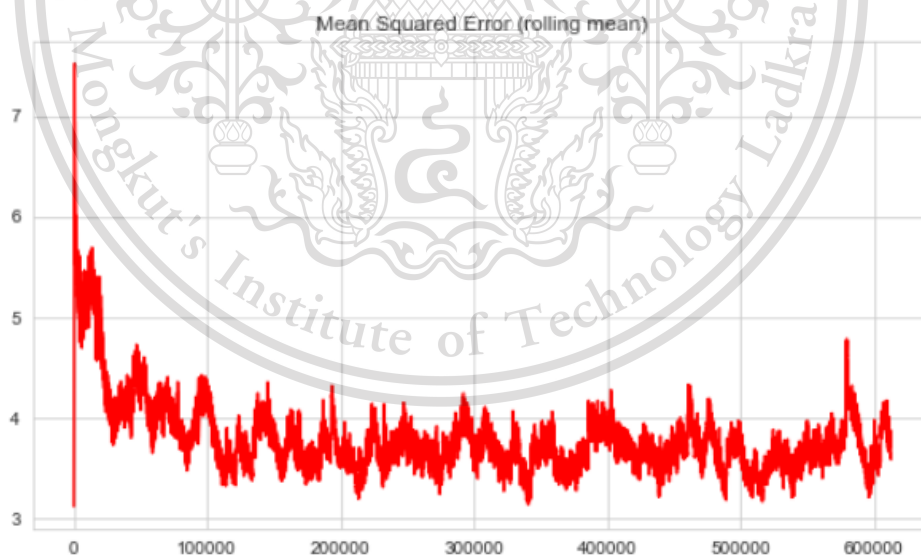
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.28 ราคาหุ้น BP

จากรูปที่ 4.28 แสดงราคาหุ้น BP เป็นเวลา 8 ปี โดยแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รายละเอียดจากรูปข้อมูลสัณฐานแบ่งเป็นข้อมูลใช้สำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และสัณฐานเป็นข้อมูลใช้สำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.29



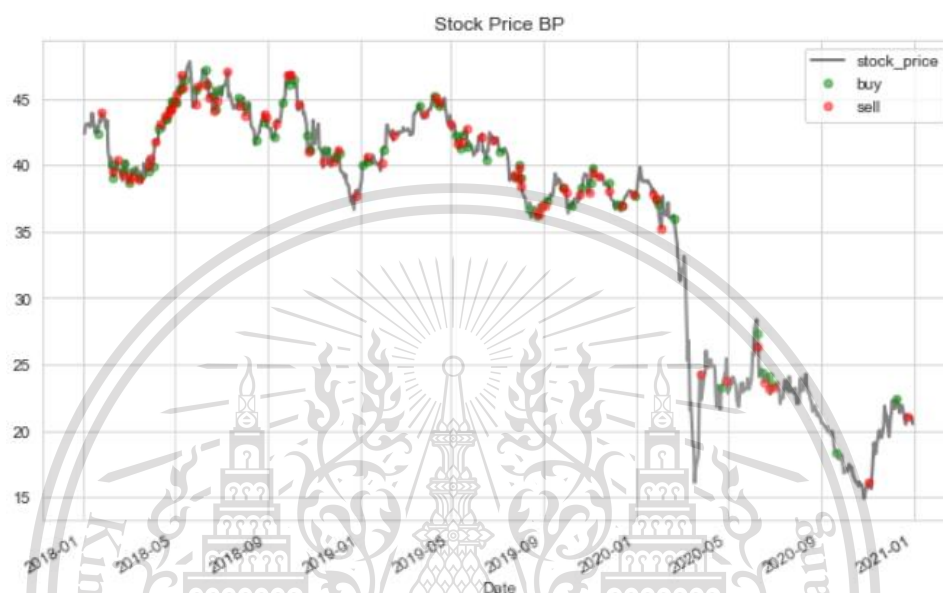
รูปที่ 4.29 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น BP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.30 จากการนำข้อมูลหุ้น BP ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มที่มีปริมาณลดลง และคงที่แสดงการซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.30



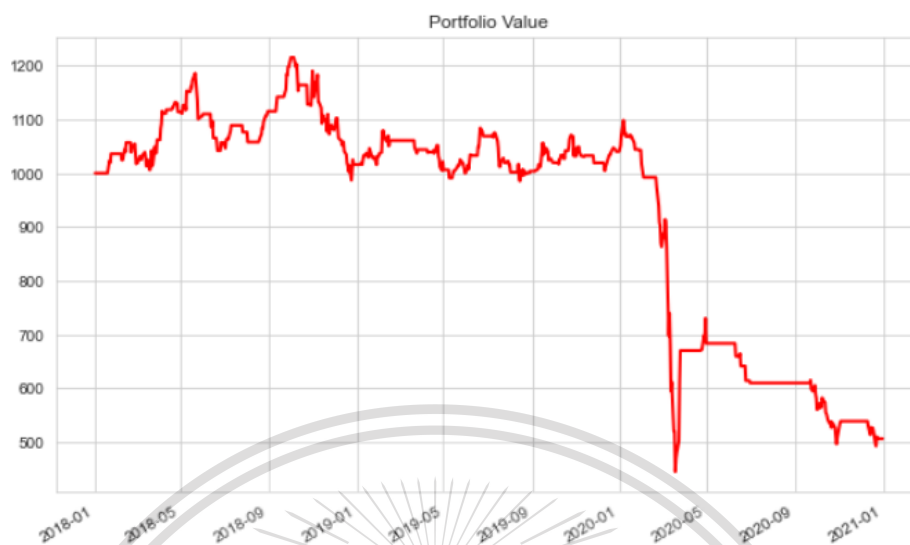
รูปที่ 4.30 ราคาหุ้น BP และจุดซื้อขาย

จากรูปที่ 4.30 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเทาคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุน ดังรูปที่ 4.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

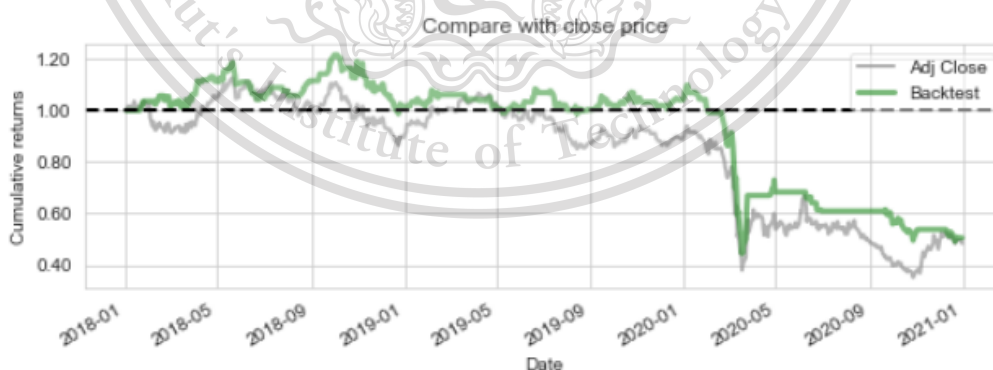
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.31 มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น BP

จากรูปที่ 4.31 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุน เท่ากับ 505.67 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับ ราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการ ทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น BP เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด

จากรูปที่ 4.32 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคา เอกสารนี้เป็นเปิดของตลาด พบว่าผลตอบแทนของผลทดสอบโมเดลมากกว่าราคาปิดอยู่ที่ 1.15 จากกำไร การค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จึงยกตัวอย่างผลตอบแทนจากการทำงานโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มพลังงานมาทั้งหมด 10 หุ่นดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้นในกลุ่ม พลังงาน

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	COP	Energy	4.53%
2	TOT	Energy	3.52%
3	PTR	Energy	2.95%
4	EQNR	Energy	2.34%
5	XOM	Energy	2.33%
6	CVX	Energy	2.19%
7	SNR	Energy	1.76%
8	ENB	Energy	1.18%
9	RDS-B	Energy	0.01%
10	BP	Energy	-1.53%

จากตารางที่ 4.6 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด เลเยอร์ ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีค่า 100 โหนด ทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น COP มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมพลังงาน โดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 4.53 % ส่วนหุ้น BP มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -1.53 % ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มพลังงาน

4.1.1.7 กลุ่มอุตสาหกรรมกลุ่มบริการการเงิน (Financial service)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมบริการการเงิน โดยยกตัวอย่างผลการทดสอบมา 1 หุ่นพบว่าจากการนำข้อมูลหุ้น BAC-PL จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลใช้สำหรับทดสอบ 756 วันดังรูปที่ 4.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.33 ราคาหุ้น BAC-PL

จากรูปที่ 4.33 แสดงราคาหุ้น BAC-PL เป็นเวลา 8 ปี โดยแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รายละเอียดจากรูปข้อมูลสัปดาห์แบ่งเป็นข้อมูลใช้สำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และสัปดาห์เป็นข้อมูลใช้สำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.34



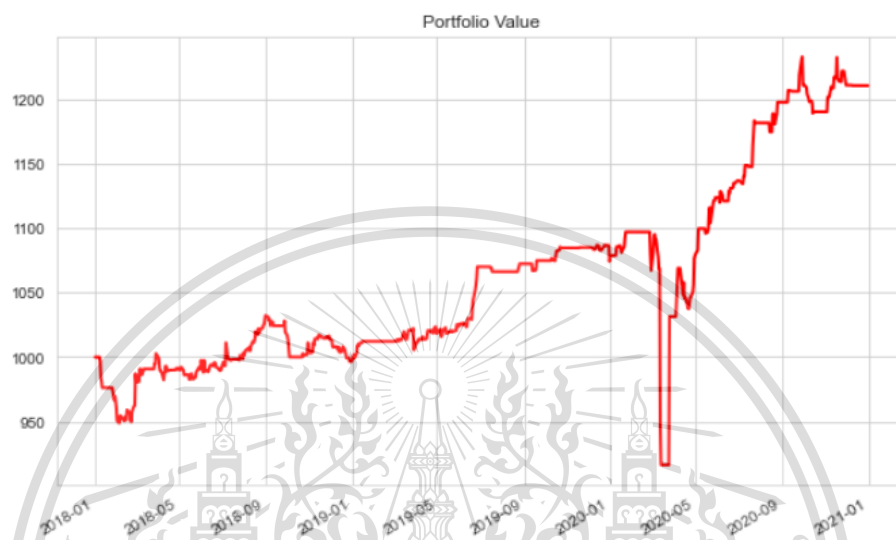
รูปที่ 4.34 ราคาหุ้น BAC-PL และจุดซื้อขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.34 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเทาคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุน ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น BAC-PL

จากรูปที่ 4.35 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุน เท่ากับ 1211.09 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งรูปที่ 4.36 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น BP เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิดประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.36 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคาปิดของตลาด พบว่าผลตอบแทนของผลทดสอบโมเดลมากกว่าราคาปิดอยู่ที่ 1.6% จากการยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จึงยกตัวอย่างผลตอบแทนจากการทำงานโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มบริการการเงินทั้งหมด 10 หัสดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้นในกลุ่ม การบริการทางการเงิน

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	BRK-A	Financial Service	23.70%
2	BAC-PL	Financial Service	21.10%
3	C	Financial Service	2.92%
4	TD	Financial Service	8.12%
5	V	Financial Service	96.34%
6	JPM	Financial Service	16.34%
7	MS	Financial Service	12.28%
8	WFC-PL	Financial Service	8.06%
9	GS	Financial Service	-11.18%
10	MA	Financial Service	11.60%

จากตารางที่ 4.7 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด เลเยอร์ ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีค่า 100 โหนด ทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น V มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมบริการการเงิน โดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 96.34 % ส่วนหุ้น GS มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -1.53 % ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มบริการการเงิน

4.1.1.8 กลุ่มอุตสาหกรรมด้านสุขภาพ (Healthcare)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมบริการการเงิน โดยยกตัวอย่างผลการทดสอบมา 1 หัพบว่าจากการนำข้อมูลหุ้น ANTM จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลใช้สำหรับทดสอบ 756 วันดังรูปที่ 4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

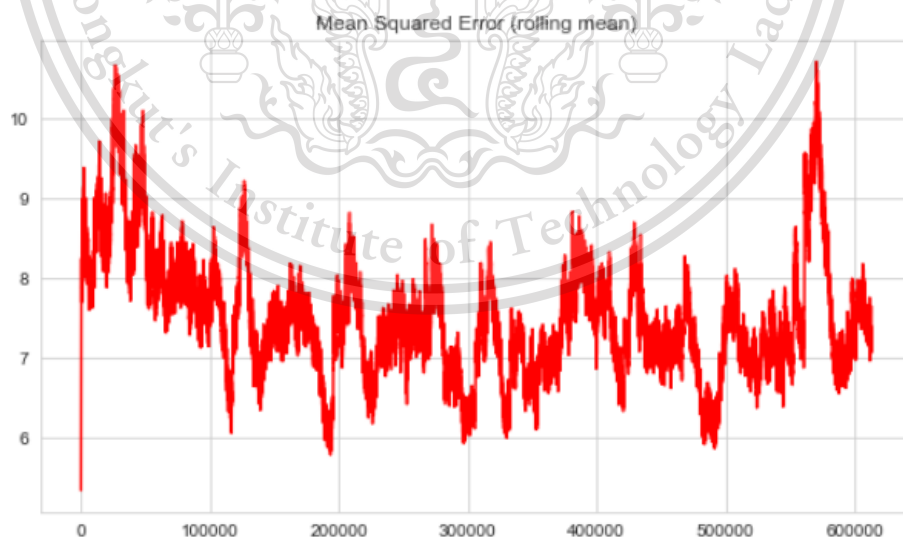
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.37 ราคาหุ้น ANTM

จากรูปที่ 4.37 แสดงราคาหุ้น ANTM เป็นเวลา 8 ปี โดยแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รายละเอียดจากรูปข้อมูลสัปดาห์เงินแบ่งเป็นข้อมูลใช้สำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และสัปดาห์เป็นข้อมูลใช้สำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.38



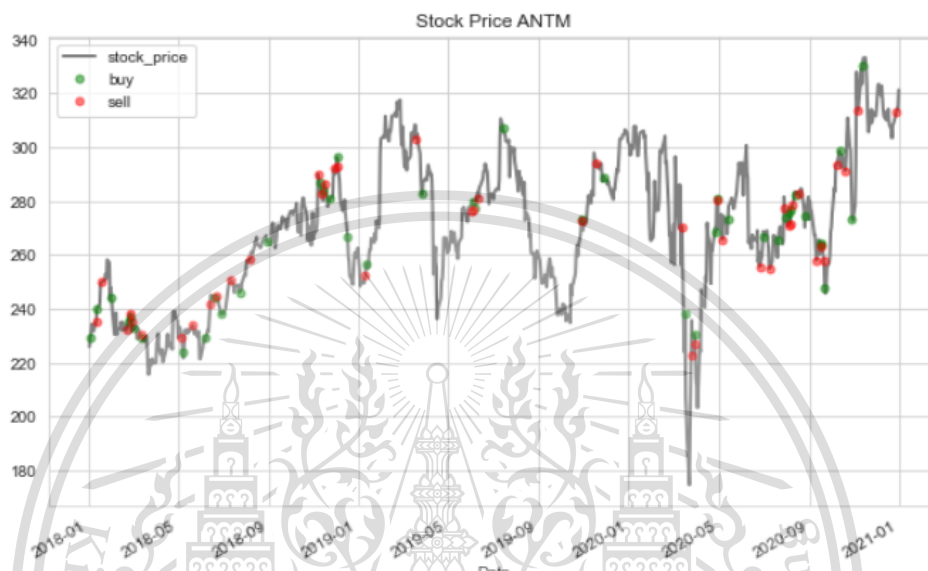
รูปที่ 4.38 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น ANTM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.38 จากการนำข้อมูลหุ้น ANTM ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มที่มีปริมาณลดลง และกระชากขึ้นเล็กน้อยในบางจุดที่แสดงการซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.39



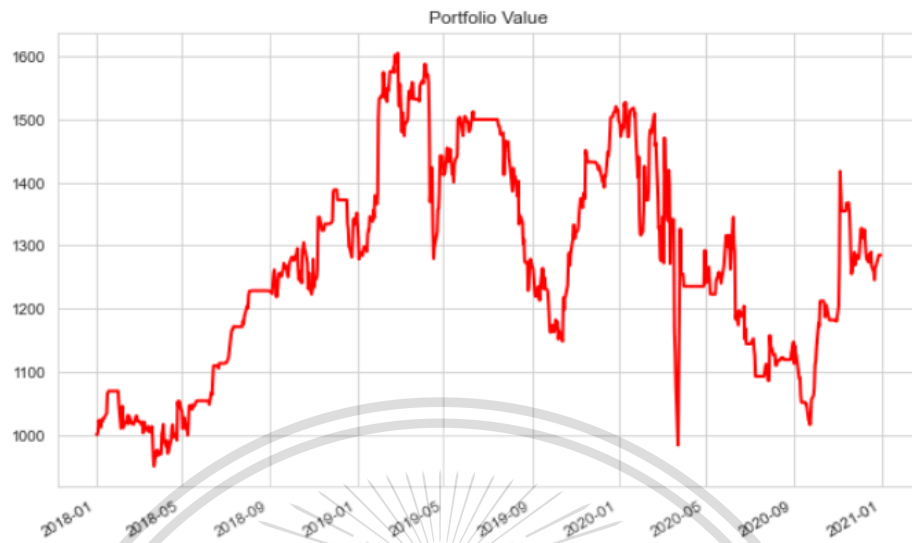
รูปที่ 4.39 ราคาหุ้น ANTM และจุดซื้อขาย

จากรูปที่ 4.39 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเทาคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุน ดังรูปที่ 4.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

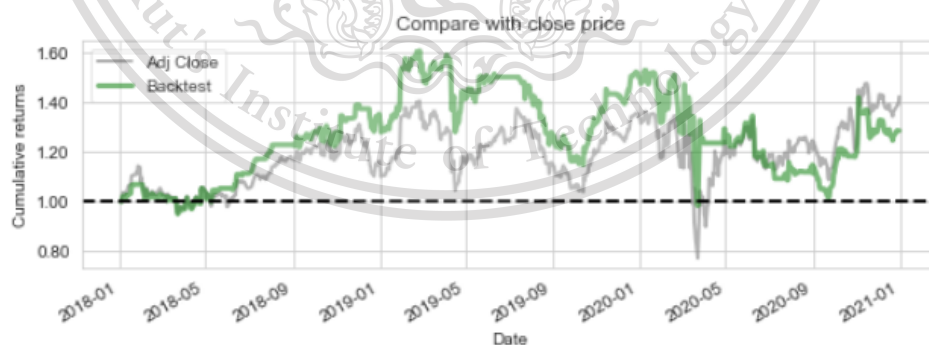
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.40 มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น ANTM

จากรูปที่ 4.40 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุน เท่ากับ 1284.79 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.41



รูปที่ 4.41 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น ANTM เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด

จากรูปที่ 4.41 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคา ปิดของตลาด พบว่าผลตอบแทนของราคาปิดมากกว่าผลทดสอบโมเดลอยู่ 3.71% จากการศึกษาเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จึงยกตัวอย่างผลตอบแทนจากการทำงานโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มด้านสุขภาพทั้งหมด 10 หัสดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้นในกลุ่มสุขภาพ

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	CNC	Health care	66.99 %
2	CI	Health care	39.27 %
3	ZBH	Health care	44.44 %
4	JNJ	Health care	23.09 %
5	GSK	Health care	3.73 %
6	ANTM	Health care	28.47 %
7	CAH	Health care	-20.13 %
8	SNY	Health care	5.91 %
9	PFE	Health care	-2.45 %
10	FMS	Health care	-25.63 %

จากตารางที่ 4.8 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด เลเยอร์ ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีค่า 100 โหนด ทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น CNC มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมด้านสุขภาพ โดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 66.99 % ส่วนหุ้น FMS มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -25.63 % ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมด้านการผลิต

4.1.1.9 กลุ่มอุตสาหกรรมด้านอุตสาหกรรมการผลิต

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมด้านการผลิต โดยยกตัวอย่างผลการทดสอบมา 1 หัพบว่าจากการนำข้อมูลหุ้น ABB จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลใช้สำหรับทดสอบ 756 วันดังรูปที่ 4.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

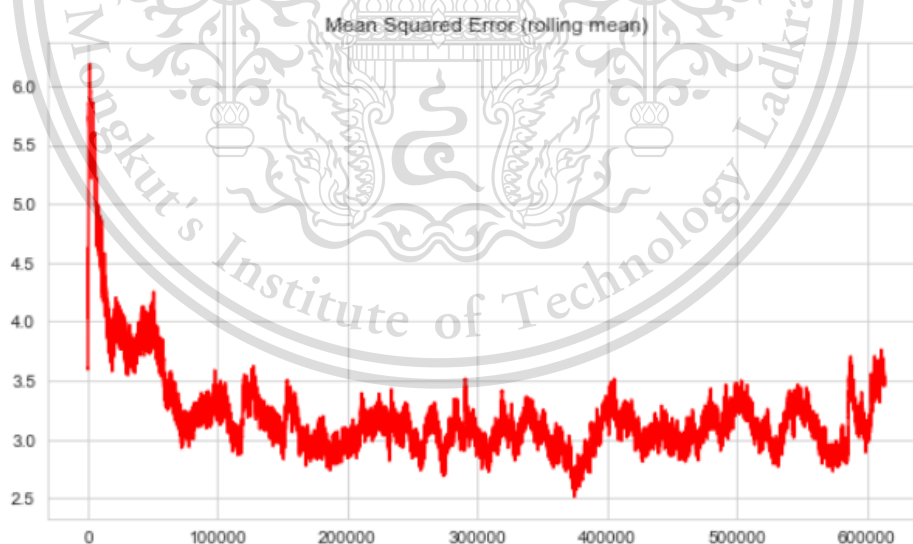
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.42 ราคาหุ้น ABB

จากรูปที่ 4.42 แสดงราคาหุ้น ABB เป็นเวลา 8 ปี โดยแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รายละเอียดจากรูปข้อมูลสัปดาห์แบ่งเป็นข้อมูลใช้สำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และสัปดาห์เป็นข้อมูลใช้สำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.43



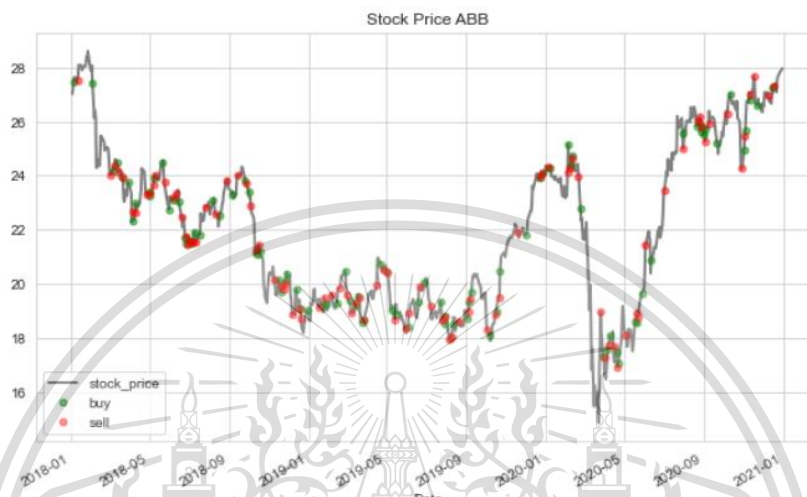
รูปที่ 4.43 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น ABB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

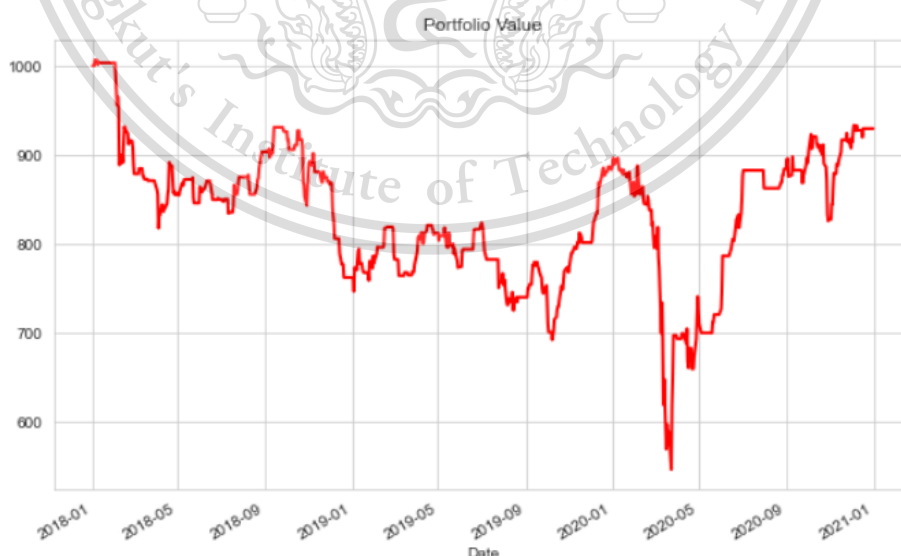
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.43 จากการนำข้อมูลหุ้น ABB ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มที่มีปริมาณลดลง และกระชากขึ้นเล็กน้อยในบางจุดที่แสดงการซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.44



รูปที่ 4.44 ราคาหุ้น ABB และจุดซื้อขาย

จากรูปที่ 4.44 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเทาคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุน ดังรูปที่ 4.45



รูปที่ 4.45 มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น ABB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.45 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุน เท่ากับ 929.20 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับ ราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการ ทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.46



รูปที่ 4.46 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น ABB เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด

จากรูปที่ 4.46 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคา ปิดของตลาด พบว่าผลตอบแทนของราคาปิดมากกว่าผลทดสอบโมเดลอยู่ 3.57% จากการ ยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จึงยกตัวอย่างผลตอบแทนจากการทำงานโมเดลใน ตลาดหุ้นกลุ่มด้านอุตสาหกรรมการผลิต 10 หุ้นดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้นในกลุ่มอุตสาหกรรม

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	CAT	Industrials	4.50%
2	JCI	Industrials	3.73%
3	LUV	Industrials	3.36%
4	DAL	Industrials	1.84%
5	PCAR	Industrials	1.38%
6	GE	Industrials	0.70%
7	ABB	Industrials	-1.50%
8	CMI	Industrials	-1.85%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ซ้ำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อันดับ	รายชื้อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
9	DE	Industrials	-3.84%
10	GD	Industrials	-4.76%

จากตารางที่ 4.9 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด เลเยอร์ ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีค่า 100 โหนด ทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น CAT มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมด้านการผลิต โดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 4.50 % ส่วนหุ้น GD มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -4.76 % ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมด้านการผลิต

4.1.1.10 กลุ่มอุตสาหกรรมด้านอสังหาริมทรัพย์ (Real estate)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมด้านอสังหาริมทรัพย์ โดยยกตัวอย่างผลการทดสอบมา 1 หุ้นพบว่าจากการนำข้อมูลหุ้น ARE จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลใช้สำหรับทดสอบ 756 วันดังรูปที่ 4.47



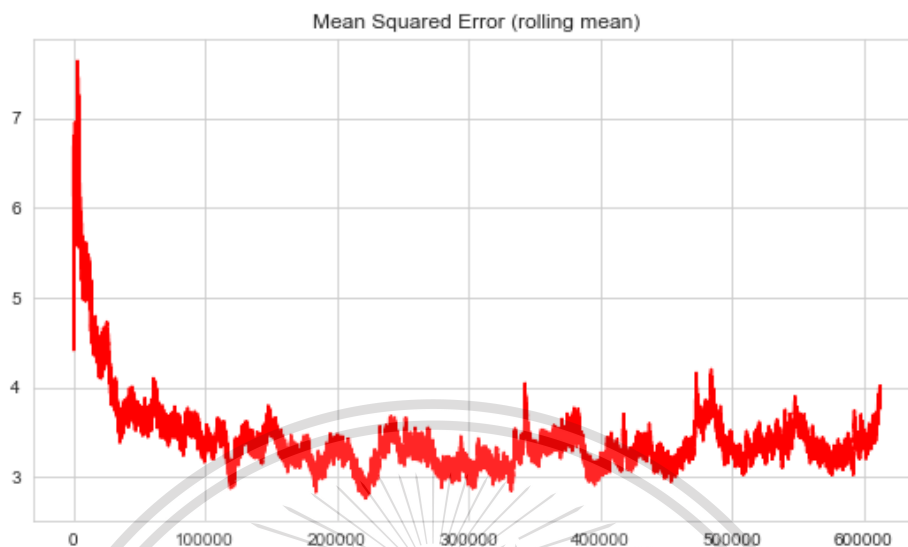
รูปที่ 4.47 ราคาหุ้น ARE

จากรูปที่ 4.47 แสดงราคาหุ้น ARE เป็นเวลา 8 ปี โดยแสดงข้อมูลเป็นรายวัน รายละเอียดจากรูปข้อมูลสัปดาห์แบ่งเป็นข้อมูลใช้สำหรับการฝึกฝนเรียนรู้และสัปดาห์เป็นข้อมูลใช้สำหรับการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เช่น ดัชนีของตลาดหุ้น ค่าความผิดพลาดของของโมเดลปัญญาประดิษฐ์แสดงได้ดังรูปที่แสดงดังรูปที่ 4.48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

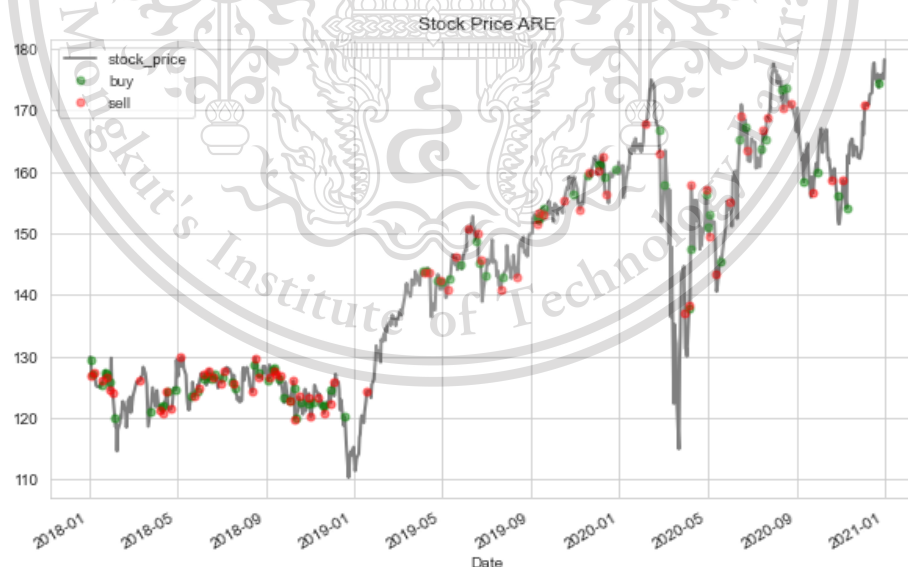
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.48 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น ARE

จากรูปที่ 4.48 จากการนำข้อมูลหุ้น ARE ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มที่มีปริมาณลดลง และกระชากขึ้นเล็กน้อยในบางจุดที่แสดงการซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.49



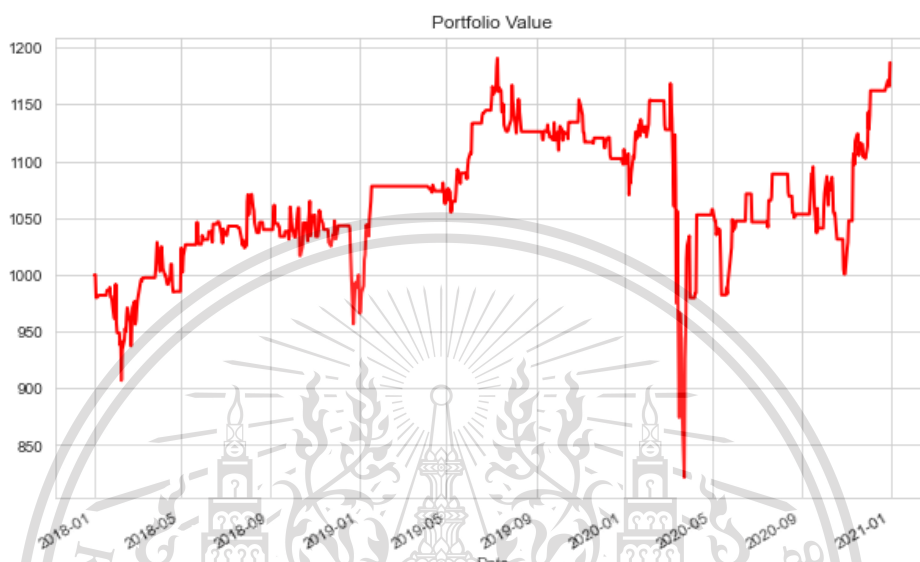
รูปที่ 4.49 ราคาหุ้น ARE และจุดซื้อขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.49 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเทาคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุนดังรูปที่ 4.50



รูปที่ 4.50 มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น ARE

จากรูปที่ 4.50 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุนเท่ากับ 1186.80 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.51



รูปที่ 4.51 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น ARE เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.51 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคาปิดของตลาด พบว่าผลตอบแทนของราคาปิดมากกว่าผลทดสอบโมเดลอยู่ 3.57% จากการยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จึงยกตัวอย่างผลตอบแทนจากการทำงานโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มด้านอสังหาริมทรัพย์ 10 หุ้ดดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้นในกลุ่มอสังหาริมทรัพย์

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	WY	Real estate	109.78%
2	WPC	Real estate	24.87%
3	MPW	Real estate	82.17%
4	VTR	Real estate	7.27%
5	SPG	Real estate	-27.30%
6	NLY	Real estate	-22.68%
7	HST	Real estate	-28.36%
8	ARE	Real estate	18.68%
9	O	Real estate	-6.96%
10	AVB	Real estate	-28.15%

จากตารางที่ 4.10 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการซื้อขายกับข้อมูลที่โมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด เลเยอร์ ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีค่า 100 โหนด ทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น WY มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมด้านอสังหาริมทรัพย์ โดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 109.78 % ส่วนหุ้น AVB มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -28.15 % ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมด้านอสังหาริมทรัพย์

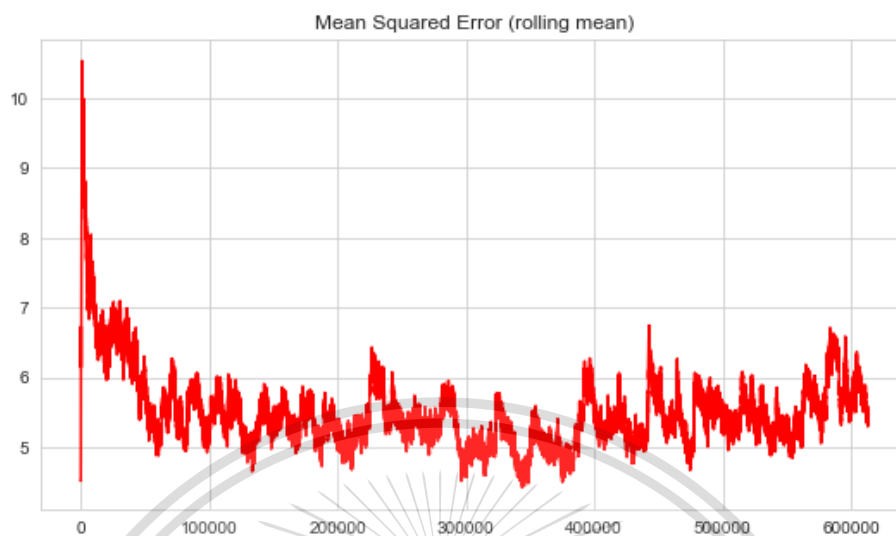
4.1.1.11 กลุ่มอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี (Technology)

โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการซื้อขายหุ้นกลุ่มอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี โดยยกตัวอย่างผลการทดสอบมา 1 หุ้ดพบว่าจากการนำข้อมูลหุ้น AAPL จำนวน 1227 วันมาทำการฝึกฝนโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และข้อมูลใช้สำหรับทดสอบ 756 วันดังรูปที่ 4.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

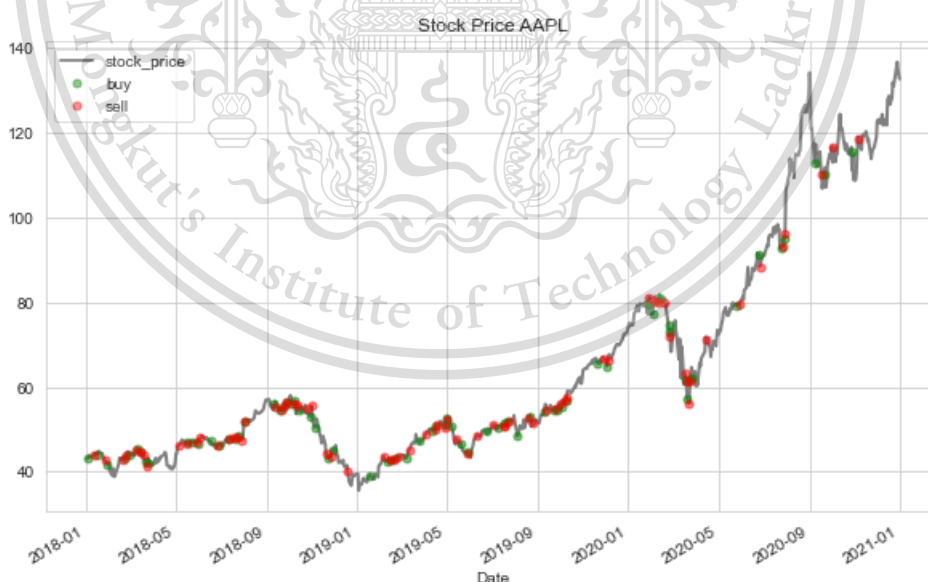
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.52 ค่าความผิดพลาดจากการเรียนรู้ของโมเดลจากการซื้อขายหุ้น AAPL

จากรูปที่ 4.52 จากการนำข้อมูลหุ้น AAPL ไปฝึกฝน และทำการพลอตกราฟค่าความผิดพลาดจากการฝึกฝนทั้งหมด 500 ตอน ทำให้ทราบค่าแนวโน้มค่าความผิดพลาดที่มีแนวโน้มที่มีปริมาณลดลง อย่างต่อเนื่องที่แสดงการซื้อขายแสดงดังรูปที่ 4.53



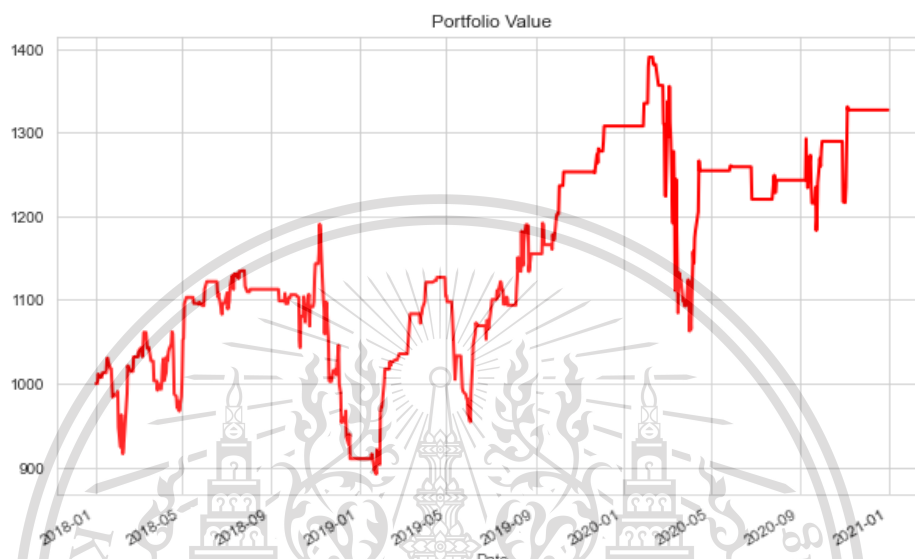
รูปที่ 4.53 ราคาหุ้น AAPL และจุดซื้อขาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.53 เป็นการแสดงจุดซื้อขายของโมเดลปัญญาประดิษฐ์ โดยมีการกำหนดจุดสีเขียวหมายถึงซื้อ และสีแดงหมายถึงการขายเส้นสีเทาคือราคาหุ้นจากนั้นนำมาพลอตเป็นมูลค่าพอร์ตการลงทุนดังรูปที่ 4.54



รูปที่ 4.54 มูลค่าพอร์ตที่เกิดจากการลงทุนการซื้อขายหุ้น AAPL

จากรูปที่ 4.54 เป็นการนำโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ได้รับการฝึกฝนมาทั้งหมด 500 ตอน นำมา ทดสอบกับข้อมูลรายวัน เวลา 3 ปี ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนมาก่อน และทำการแสดงผลทดสอบออกมาในรูปแบบมูลค่าพอร์ตการลงทุน โดยมีมูลค่าพอร์ตการลงทุนเท่ากับ 1327.09 ดอลลาร์จากเงินต้น 1000 ดอลลาร์ การทำงานของโมเดลต้องมีการเปรียบเทียบกับราคาปิดของตลาดหุ้นนั้นเพื่อดูความสามารถในการทำงาน โดยผลลัพธ์การเปรียบเทียบค่าการทำงานของโมเดลกับราคาปิดของหุ้นตัวนั้น แสดงดังรูปที่ 4.55



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สรุปที่ 4.55 ผลตอบแทนจากการซื้อขายหุ้น AAPL เมื่อเปรียบเทียบกับราคาปิดนโยบายด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.55 จากการนำผลการทดสอบของโมเดลปัญญาประดิษฐ์มาเทียบกับราคาปิดของตลาด พบว่าผลตอบแทนของราคาปิดมากกว่าผลทดสอบโมเดลอยู่ 35.62% จากการยกตัวอย่างการทดสอบโมเดลปัญญาประดิษฐ์จึงยกตัวอย่างผลตอบแทนจากการทำงานโมเดลในตลาดหุ้นกลุ่มด้านเทคโนโลยี 10 หุนดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลตอบแทนจากการทำงานของโมเดลในตลาดหุ้นในกลุ่มด้านเทคโนโลยี

อันดับ	รายชื่อหุ้น	ประเภทอุตสาหกรรม	ผลตอบแทน
1	STM	Technology	6.63%
2	MU	Technology	1.79%
3	INTC	Technology	0.23%
4	IBM	Technology	0.01%
5	SAP	Technology	-0.54%
6	TXN	Technology	-0.88%
7	HPQ	Technology	-1.02%
8	CSCO	Technology	-1.97%
9	TSM	Technology	-8.98%
10	AAPL	Technology	-9.15%

จากตารางที่ 4.11 พบว่าจากการทดสอบกับโมเดลได้ทำการซื้อขายกับข้อมูลโมเดลไม่เคยพบมาก่อนโดยมีการกำหนด เลเยอร์ ทั้งหมด 3 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์มีค่า 100 โหนด ทำให้พบว่าจากการทดสอบการลงทุนการซื้อขายพบว่าหุ้น STM มีค่าผลตอบแทนมากที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมด้านอสังหาริมทรัพย์ โดยมีผลตอบแทนเฉลี่ยต่อปีที่ 6.63 % ส่วนหุ้น AAPL มีผลตอบแทนน้อยที่สุดอยู่ที่ -9.15% ซึ่งน้อยที่สุดในกลุ่มอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี

4.1.2 การทดสอบการเปรียบเทียบขนาด Layer ของโมเดลปัญญาประดิษฐ์

จากการทดลองปรับ Node ของ Deep q Learning โดยแบ่งออกเป็น 3 Layer 4 Layer 5 Layer และทำการปรับ Layer เป็น 100 node ทุก Layer เพื่อเป็นการทดลองของข้อมูลที่มีผลต่อการทำงาน Deep Q Learning แล้วแสดงผลออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลตอบแทนต่อปี แสดงดังตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบผลการทำงานต่อจำนวน Layer

หุ้น	3 Layer	4 Layer	5 Layer
BHP	-7.22 %	-12.51 %	-5.21 %
GOOG	17.87 %	11.28 %	-2.22 %
AMZN	20.83 %	25.79 %	15.69 %
BG	1.94 %	-7.44 %	-15.21 %
MPW	22.13 %	20.63 %	-10.24 %
CI	11.68 %	13.55 %	21.69 %
CAT	16.48%	10.21%	5.88%
MU	16.15 %	15.47%	-7.65%
BTC	423.98%	211.32%	14.15%
XRP	-99.16%	-124.69%	-80.47%
ETH	102.99%	73.28%	25.41%

จากตารางที่ 4.12 พบว่าต้องทำการทดลองปรับ Layer และปรับ Node เพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณของข้อมูลที่ใช้ในการเทรนและเป็นการปรับให้ได้ค่าผลตอบแทนและค่าพารามิเตอร์ที่วัดประสิทธิภาพของพอร์ตอื่นๆเป็นที่น่าพึงพอใจ

4.1.3 โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายราคาหุ้น

การทำนายราคาหุ้นโดยใช้โครงข่ายประสาทเกิดซ้ำโดยการทำนายราคาหุ้นแต่ละอุตสาหกรรม และดูผลลัพธ์จากนั้นทำการหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดออกมาเป็นค่าผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสมบูรณ์

4.1.3.1 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านวัสดุ

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านวัสดุ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.13 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านวัสดุ

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	LIN	Basic materials	3.88	1.32
2	MT	Basic materials	0.85	3.38
3	IFF	Basic materials	5.96	3.42
4	SCCO	Basic materials	3.43	4.41
5	BHP	Basic materials	4.38	5.55
6	VALE	Basic materials	1.04	5.74
7	VMC	Basic materials	10.19	6.34
8	BBL	Basic materials	5.62	9.58
9	PKX	Basic materials	6.74	10.78
10	RIO	Basic materials	8.74	10.86

จากตารางที่ 4.13 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านวัสดุ ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกัน โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า RIO มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 10.86 %

4.1.3.2 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านการสื่อสาร

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านการสื่อสาร โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านการสื่อสาร

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลัง สองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	TD	Communication service	1.54	1.03
2	BRK-A	Communication service	0.68	1.14
3	WFC-PL	Communication service	3.98	1.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลัง สองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
4	GS	Communication service	0.52	2.12
5	BAC-PL	Communication service	1.66	2.14
6	MA	Communication service	0.61	2.18
7	V	Communication service	65.86	3.05
8	JPM	Communication service	2.04	3.19
9	C	Communication service	30.18	5.19
10	MS	Communication service	6.89	15.21

จากตารางที่ 4.14 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านการสื่อสาร ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกัน โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า MS มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 15.21 %

4.1.3.3 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านวัสดุที่เป็นวัฏจักร

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านวัสดุที่เป็นวัฏจักร โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านวัสดุที่เป็นวัฏจักร

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลัง สองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	TM	Consumer cyclical	0.99	0.55
2	MCD	Consumer cyclical	2.83	0.98
3	HD	Consumer cyclical	8.41	2.50
4	AMZN	Consumer cyclical	100.82	2.71
5	EBAY	Consumer cyclical	4.30	6.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลัง สองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
6	SBUX	Consumer cyclical	7.93	7.13
7	GM	Consumer cyclical	5.35	9.56
8	LVS	Consumer cyclical	5.64	10.17
9	NKE	Consumer cyclical	15.20	10.83
10	FORD	Consumer cyclical	0.97	22.63

จากตารางที่ 4.15 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านวัสดุที่เป็นวัฏจักร ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกัน โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า FORD มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 22.63 %

4.1.3.4 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านสินค้าอุปโภคบริโภคที่มีความผันผวนต่ำ

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านสินค้าอุปโภคบริโภคที่มีความผันผวนต่ำ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วัน เพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ความผิดพลาดการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรม
ด้านสินค้าอุปโภคบริโภคที่มีความผันผวนต่ำ

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	DEO	Consumer defensive	3.09	1.39
2	NWL	Consumer defensive	0.54	1.47
3	BG	Consumer defensive	1.90	2.18
4	GIS	Consumer defensive	1.74	2.53
5	CPB	Consumer defensive	2.21	2.79
6	BTI	Consumer defensive	1.23	3.01
7	CCEP	Consumer defensive	2.44	4.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลัง สองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
8	KR	Consumer defensive	2.71	5.58
9	K	Consumer defensive	4.23	6.60
10	UL	Consumer defensive	4.85	7.25

จากตารางที่ 4.16 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านสินค้าอุปโภคบริโภคที่มีความผันผวนต่ำ ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกันไป โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า UL มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 7.25 %

4.1.3.5 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านพลังงาน

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านพลังงาน โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านพลังงาน

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	TOT	Energy	0.74	1.48
2	RDS-B	Energy	1.23	2.65
3	BP	Energy	0.99	4.13
4	ENB	Energy	1.55	4.19
5	CVX	Energy	4.95	5.05
6	COP	Energy	2.76	6.38
7	SNP	Energy	4.10	8.08
8	PTR	Energy	2.65	8.26
9	XOM	Energy	4.22	8.84
10	EQNR	Energy	1.94	9.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากตารางที่ 4.17 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านพลังงาน ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกันไป โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า EQNR มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 9.93 %

4.1.3.6 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านการบริการทางการเงิน

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านการบริการทางการเงิน โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านการบริการทางการเงิน

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	TD	Financial service	0.43	0.58
2	BRK-A	Financial service	2793.92	0.61
3	WFC-PL	Financial service	22.65	1.54
4	GS	Financial service	7.14	2.29
5	BAC-PL	Financial service	39.87	2.32
6	MA	Financial service	10.44	2.71
7	V	Financial service	6.94	3.14
8	JPM	Financial service	4.70	3.44
9	C	Financial service	3.48	5.36
10	MS	Financial service	9.72	13.31

จากตารางที่ 4.18 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านวัสดุ ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกันไป โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า RIO มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 10.86 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.1.3.7 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านสุขภาพ

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านสุขภาพ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านสุขภาพ

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
			ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	ดพลาด
1	CAH	healthcare	0.70	1.16
2	GSK	healthcare	0.75	1.72
3	CI	healthcare	4.94	1.96
4	PFE	healthcare	0.99	2.33
5	ANTM	healthcare	10.27	2.65
6	SNY	healthcare	1.62	2.75
7	FMS	healthcare	1.76	3.00
8	CNC	healthcare	3.20	4.68
9	JNJ	healthcare	12.41	7.18
10	ZBH	healthcare	18.59	11.21

จากตารางที่ 4.19 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านสุขภาพ ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกันไป โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า ZBH มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 11.21 %

4.1.3.8 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านอุตสาหกรรม

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านอุตสาหกรรมโดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.20 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านอุตสาหกรรม

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	ABB	Industrial	0.56	1.57
2	JCI	Industrial	1.03	1.73
3	DAL	Industrial	1.22	2.37
4	CAT	Industrial	5.12	2.44
5	GD	Industrial	7.60	4.08
6	DE	Industrial	21.38	6.64
7	CMI	Industrial	16.96	6.86
8	PCAR	Industrial	7.76	7.70
9	LUV	Industrial	4.37	9.04
10	GE	Industrial	1.61	13.45

จากตารางที่ 4.20 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านอุตสาหกรรมซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกันไป โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า GE มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 13.45 %

4.1.3.9 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านอสังหาริมทรัพย์

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านอสังหาริมทรัพย์โดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 4.21 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	ARE	Real estate	2.14	1.05
2	O	Real estate	0.80	1.25
3	WY	Real estate	0.57	1.52
4	AVB	Real estate	4.91	2.39
5	HST	Real estate	0.49	2.99
6	SPG	Real estate	3.70	3.19
7	WPC	Real estate	2.73	3.84
8	NLY	Real estate	0.36	4.12
9	VTR	Real estate	2.41	4.60
10	MPW	Real estate	1.57	6.79

จากตารางที่ 4.21 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านอสังหาริมทรัพย์ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกันไป โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า MPW มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 6.79 %

4.1.3.10 โมเดลการทำนายราคาหุ้นโดยยกตัวอย่างอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี

ทำการทดสอบการใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์สำหรับการทำนายข้อมูลราคาหุ้นของอุตสาหกรรมในด้านเทคโนโลยีโดยใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้ ผลลัพธ์จากการทำนายของโมเดลนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริงในระยะเวลาย้อนหลัง 7 วันเพื่อวัดความแม่นยำของโมเดลได้ใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์และแสดงค่าความผิดพลาดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ แสดงดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ความผิดพลาดของการทำนายราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
1	STM	Technology	1.04	1.90
2	CSCO	Technology	1.67	3.15
3	TXN	Technology	7.34	3.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ทางวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อันดับ	หุ้น	อุตสาหกรรม	ค่าผิดพลาดกำลังสอง ค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์	เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
4	HPQ	Technology	1.12	4.16
5	INTC	Technology	3.12	4.94
6	SAP	Technology	8.33	5.79
7	IBM	Technology	8.94	7.35
8	TSM	Technology	14.45	10.74
9	AAPL	Technology	21.74	15.39
10	MU	Technology	13.73	16.40

จากตารางที่ 4.22 ผลลัพธ์จากการทำนายข้อมูลราคาหุ้นในอุตสาหกรรมด้านเทคโนโลยี ซึ่งมีค่าผิดพลาดกำลังสองของค่าเฉลี่ยสัมบูรณ์ในแต่ละหุ้นแตกต่างกันไป โดยที่หุ้นที่มีชื่อว่า MU มีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 16.40 %

4.2 ผลการแสดงผลข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล

ทำการทดสอบการเก็บข้อมูล ที่ถูกจัดเก็บไว้ใน Cloud server จากบริการของ Google Cloud Platform เริ่มต้นทำการทดสอบโดยการเข้าไปยัง phpMyAdmin ผ่านเลขไอพีของ Virtual Machines ที่ทำการสร้างไว้ แสดงดังรูปที่ 4.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 4.56 หน้าต่าง phpMyAdmin
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.56 หน้าต่างของ phpMyAdmin สำหรับการเข้าถึง server ของ MySQL เมื่อทำการเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วและเลือก server ของ MySQL บน Cloud server หน้า phpMyAdmin จะปรากฏขึ้นมา ภายในหน้าต่าง phpMyAdmin จะปรากฏรายชื่อฐานข้อมูลต่างๆ ที่ทำการสร้างไว้เพื่อจัดเก็บข้อมูล ฐานข้อมูลเหล่านี้ถูกแทนที่ด้วยชื่อหุ้นและชื่อสกุลเงินดิจิทัล สำหรับการเรียกใช้ข้อมูลที่ย่อยต่อการจัดการฐานข้อมูลสำหรับการแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์การแสดงผล เมื่อทำการคลิกไปที่ฐานข้อมูลชื่อหุ้น จะปรากฏตารางต่างๆที่จัดเก็บรวมอยู่ในฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า dqn_basicmat_bbl แสดงดังรูปที่ 4.57

Table	Action	Rows	Type	Collation	Size	Overhead
background	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	1,982	InnoDB	utf8_general_ci	368 KiB	-
balance_sheet	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	6	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
cash_flow_statement	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
dividends_&_splits	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	10	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
fiscal_year	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
income_statement	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	8	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
inform	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	1	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
kpi	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
management_effectiveness	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
month_return	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	26	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
performance	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	755	InnoDB	utf8_general_ci	144 KiB	-
profitability	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	2	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
share_statistics	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	11	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
stock_price_history	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	7	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
test	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	756	InnoDB	utf8_general_ci	112 KiB	-
test_result	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	1	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
validation	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	1,226	InnoDB	utf8_general_ci	272 KiB	-
valuation_measures	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	9	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
val_result	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	1	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
year_return	★ Browse Structure Search Insert Empty Drop	3	InnoDB	utf8_general_ci	32 KiB	-
20 tables	Sum	4,823	InnoDB	utf8_general_ci	1.4 MiB	0 B

รูปที่ 4.57 ตารางการจัดเก็บข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของหุ้นหนึ่งตัว

จากรูปที่ 4.57 การเข้าถึงข้อมูลจากตาราง โดยการเข้าถึงผ่าน phpMyAdmin จากฐานข้อมูลของหุ้นตัวหนึ่ง โดยจากรูปเป็นตารางของหุ้นที่มีชื่อว่า BBL โดยการใช้ฐานข้อมูลที่มีชื่อว่า dqn_basicmat_bbl การเรียกใช้ข้อมูลต่างๆที่จะแสดงผลผ่านเว็บไซต์ก็จะถูกเรียกจากตารางภายในฐานข้อมูลที่กำหนดไว้ของหุ้นนั้น

4.3 ผลการทดสอบการแสดงผลของหน้าเว็บไซต์

ทำการเขียนหน้าเว็บไซต์ขึ้นตามหน้าเว็บไซต์ที่ได้ออกแบบไว้ โดยการใช้งานของเว็บไซต์เมื่อผู้ใช้งานเข้าถึงหน้าเว็บไซต์หน้าแรกสุด ผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการดูผลลัพธ์การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

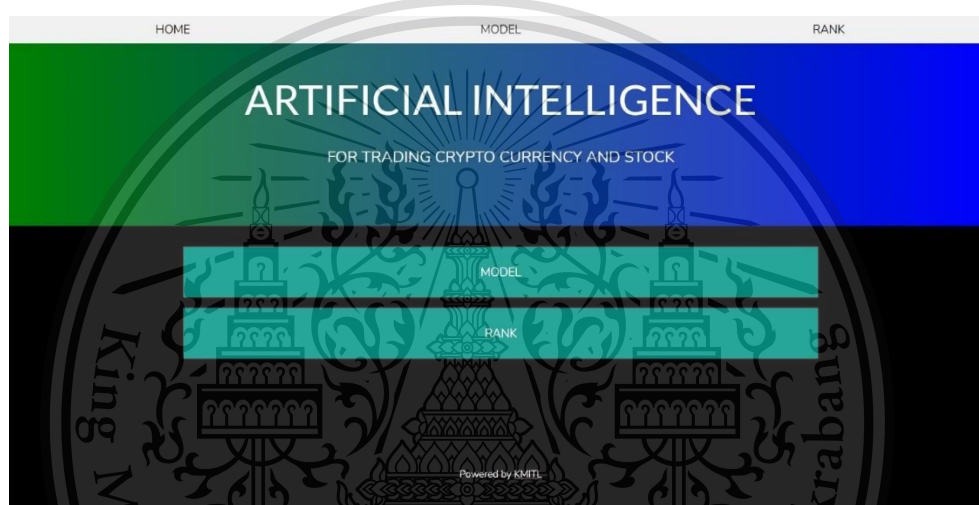
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ทำงานประเภทใด ประกอบไปด้วย ผลลัพธ์การทำงานของโมเดล และการแสดงผลการจัดอันดับผลการตอบแทน

4.3.1 หน้าเว็บไซต์หน้าหลัก

ในการสร้างหน้าเว็บไซต์หน้าหลักซึ่งเป็นหน้าเว็บไซต์หน้าแรกสุดโดยการอิงตามการออกแบบหน้าเว็บไซต์ไว้แล้ว โดยภายในหน้าเว็บไซต์หน้าแรกสุดจะมีส่วนประกอบภายในหน้าเว็บไซต์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนประกอบไปด้วยส่วนที่เป็น Navbar และส่วนที่เป็นส่วนหลักของหน้าเว็บไซต์ แสดงดังรูปที่ 4.58



รูปที่ 4.58 หน้าเว็บไซต์หน้าหลัก

จากรูปที่ 4.58 เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์เข้ามาที่หน้าเว็บไซต์หน้าหลัก ส่วนบนของเว็บไซต์ที่เป็น Navbar จะเป็นหน้าเว็บไซต์ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถคลิกไปยังหน้าอื่นๆที่ต้องการ แถบ Navbar ประกอบไปด้วย HOME, MODEL และ RANK โดยแถบต่างๆมีการใช้งานดังนี้

- 1) แถบ HOME เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์ต้องการเปิดไปยังหน้าแรกของเว็บไซต์
- 2) แถบ MODEL เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์ต้องการเปิดไปยังหน้าหลักเว็บไซต์ของการแสดงผลลัพธ์ของโมเดล
- 3) แถบ RANK เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์ต้องการเปิดไปยังหน้าหลักเว็บไซต์การจัดอันดับค่าผลตอบแทนการทำงานของโมเดล

ส่วนประกอบภายในเว็บไซต์ส่วนหลัก เป็นการแสดงแถบสำหรับผู้ใช้เว็บไซต์เมื่อต้องการเข้าไปยังหน้าเว็บไซต์ที่สนใจประกอบด้วย แถบ MODEL และ แถบ RANK

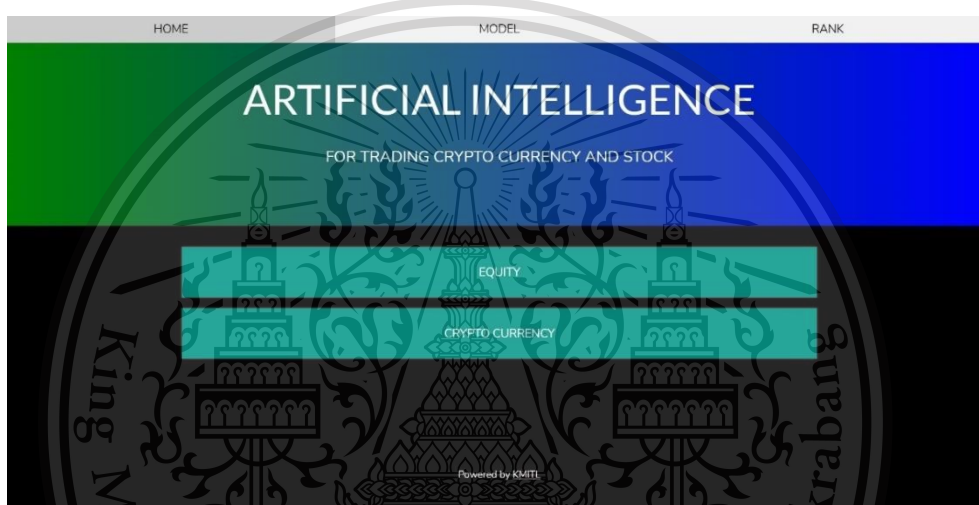
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.2 การใช้งานเว็บไซต์สำหรับการแสดงผลการทำงานของโมเดล

เมื่อผู้ใช้งานเว็บไซต์ต้องการดูผลลัพธ์การทำงานของโมเดลต้องทำการคลิกไปที่แถบโมเดล จากนั้นเว็บไซต์จะเชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์ต่อไปนั้นคือเว็บไซต์หน้าหลักของโมเดล เว็บไซต์จะเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ประเภทการลงทุน ผู้ใช้เว็บไซต์สามารถเลือกได้ว่า จะดูผลลัพธ์การทำงานของโมเดลที่มีการลงทุนกับตลาดใดภายในเว็บไซต์ประกอบด้วยแถบ EQUITY ที่แทนการลงทุนการซื้อขายของโมเดลในตลาดหุ้น และแถบ CRYPTO CURRENCY ที่แทนการลงทุนการซื้อขายในตลาดสกุลเงินดิจิทัล แสดงดังรูปที่ 4.59



รูปที่ 4.59 เว็บไซต์ประเภทการลงทุน

จากรูปที่ 4.59 หากผู้ใช้เว็บไซต์ต้องการดูผลลัพธ์การทำงานของโมเดลได้ทำงานในตลาดหุ้น ให้ทำการคลิกไปที่ EQUITY การทำงานต่อไปเว็บไซต์จะเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์อุตสาหกรรมต่างๆที่หุ้นได้ทำการลงทุนไว้

จากกลุ่มอุตสาหกรรมที่อยู่ภายในเว็บไซต์ เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์มีความสนใจในการดูการลงทุนของโมเดล สามารถคลิกเลือกไปที่อุตสาหกรรมนั้นๆ เว็บไซต์จะทำการเชื่อมโยงไปยังเว็บไซต์ที่ทำการเลือกอุตสาหกรรมนั้น แสดงดังรูปที่ 4.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.60 หน้าเว็บไซต์ประเภทอุตสาหกรรม

จากรูปที่ 4.60 เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์เข้ามายังหน้าเว็บไซต์ประเภทอุตสาหกรรมทั้งหมด 10 ประเภทประกอบไปด้วย

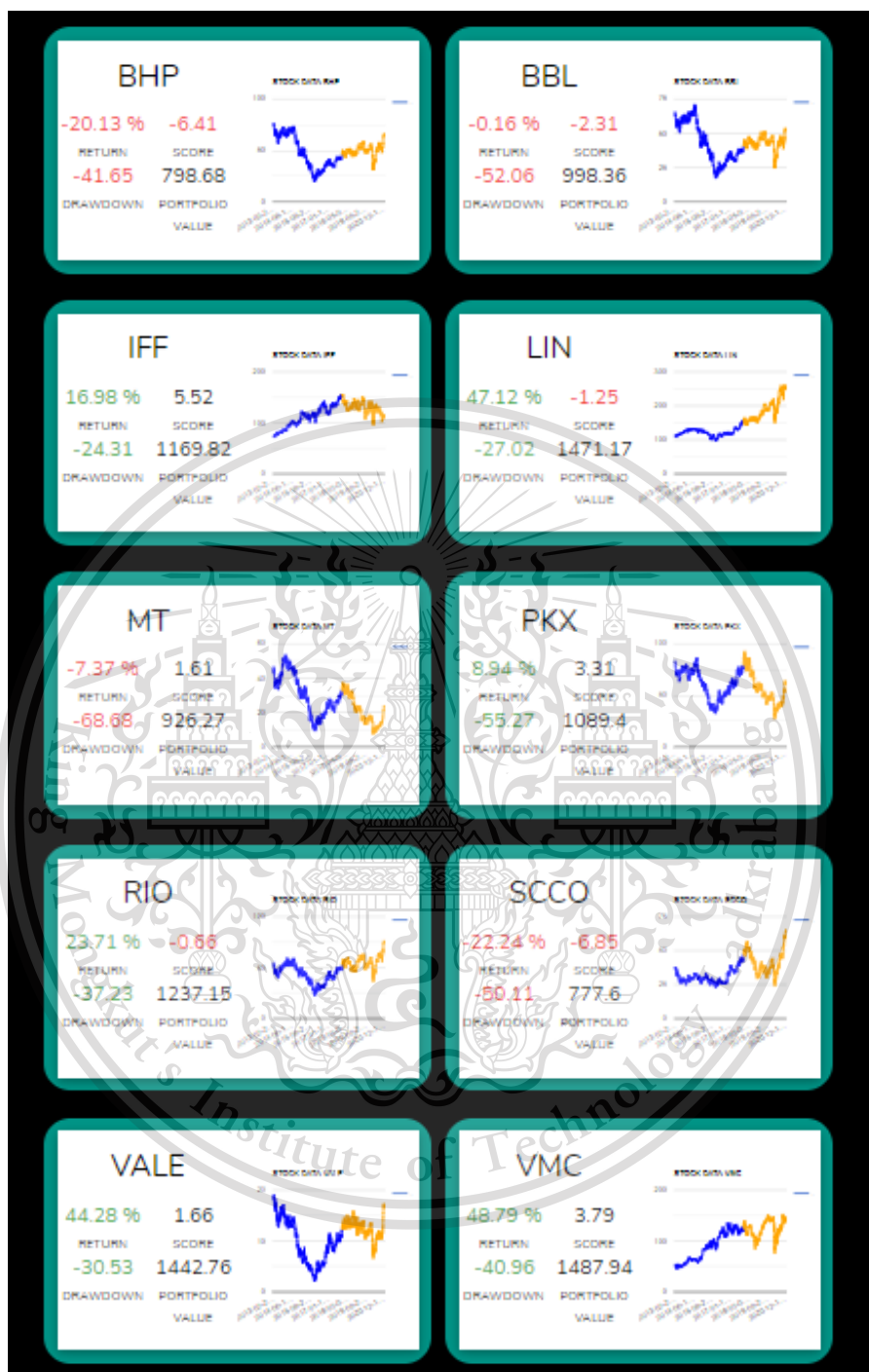
1. BASIC MATERIALS หมายถึง อุตสาหกรรมประเภทวัสดุอุตสาหกรรม
2. COMMUNICATION SERVICES หมายถึง อุตสาหกรรมประเภทบริการการสื่อสาร
3. CONSUMER CYCLICAL หมายถึง อุตสาหกรรมที่ได้รับผลตอบแทนทรัพย์สินวัฏจักร
4. CONSUMER DEFENSIVE หมายถึง อุตสาหกรรมที่ได้รับผลตอบแทนสม่ำเสมอ
5. ENERGY หมายถึง อุตสาหกรรมประเภทพลังงาน
6. FINANCIAL SERVICES หมายถึง อุตสาหกรรมประเภทการบริการทางการเงิน
7. HEALTHCARE หมายถึง อุตสาหกรรมประเภทสุขภาพ
8. INDUSTRIAL หมายถึง อุตสาหกรรมประเภทอุตสาหกรรม
9. REAL ESTATE หมายถึง อุตสาหกรรมประเภทอสังหาริมทรัพย์
10. TECHNOLOGY หมายถึง อุตสาหกรรมประเภทเทคโนโลยี

จากนั้นผู้ใช้เว็บไซต์ทำการเลือกกลุ่มอุตสาหกรรมที่สนใจ เว็บไซต์จะทำการเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บไซต์ของอุตสาหกรรมนั้นๆ ภายในหน้าเว็บไซต์จะแสดงรายชื่อหุ้นจำนวน 10 หุ้นที่โมเดลได้จำลองการซื้อขายไปกับหุ้นนั้นๆ โดยที่แต่ละหุ้นจะแสดงค่าจำเพาะเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 4.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.61 รายชื่อหุ้นภายในอุตสาหกรรม

จากรูปที่ 4.61 ภายในหน้าเว็บไซต์รายชื่อหุ้น หุ้นแต่ละตัวจะแสดงข้อมูลจำเพาะเบื้องต้นให้ผู้ชมเว็บไซต์ได้ดูก่อน ข้อมูลจำเพาะเบื้องต้นประกอบด้วย ค่าผลตอบแทน, ค่ามูลค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

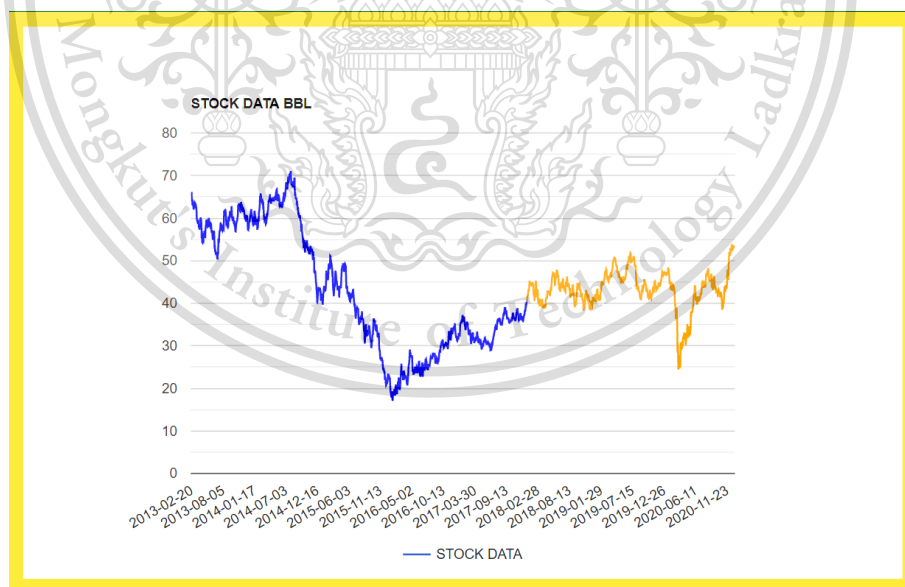
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

พอร์ตการลงทุน, ค่าการขาดทุนสะสมต่อเนื่อง เมื่อเข้ามายังหน้าการแสดงผลการทำงานของหุ้นรายตัว ภายในหน้าเว็บไซต์แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทั้งหมด การแสดงผลการทำงานที่ได้มาจากโมเดลได้แสดงผลเป็นข้อมูล 2 ชนิดได้แก่การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของกราฟ และการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของตัวเลข การแสดงผลข้อมูลกราฟประกอบไปด้วยกราฟ STOCK DATA, กราฟแสดงการซื้อขาย, กราฟมูลค่าพอร์ตการลงทุน, กราฟการเปรียบเทียบข้อมูลกับค่า BENCHMARK, กราฟการเปรียบเทียบข้อมูลกับค่า CLOSE PRICE, กราฟค่าการขาดทุนสะสมต่อเนื่อง, กราฟผลตอบแทนรายปี, กราฟผลตอบแทนรายเดือนและกราฟทำนายราคาหุ้น จากนั้นทำการเลือกหุ้นเพื่อดูผลลัพธ์การซื้อขายของโมเดลกับหุ้นนั้น

การแสดงผลลัพธ์การทำงานชนิดตัวเลข ประกอบไปด้วยข้อมูลเบื้องต้นของหุ้นรายนั้น, ข้อมูลผลการดำเนินงานเมื่อนำข้อมูลไปทำการเทรน, ข้อมูลผลการดำเนินงานเมื่อนำข้อมูลไปทำการทดสอบ, ข้อมูลพื้นฐานของหุ้นรายนั้น, ข้อมูลผลลัพธ์การทำงานเมื่อเปรียบเทียบกับค่า BENCHMARK และข้อมูลตารางกลุ่มหุ้นที่เกี่ยวข้องกับหุ้นรายนั้น

4.3.3.1 กราฟ STOCK DATA

ข้อมูลราคาหุ้นของหุ้นรายนั้นที่นำข้อมูลมาแสดงเป็น 2 ส่วนประกอบไปด้วยส่วนที่นำไปทำการเทรนและส่วนที่นำไปทำการทดสอบแสดงผลดังรูปที่ 4.62



รูปที่ 4.62 กราฟ Stock Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

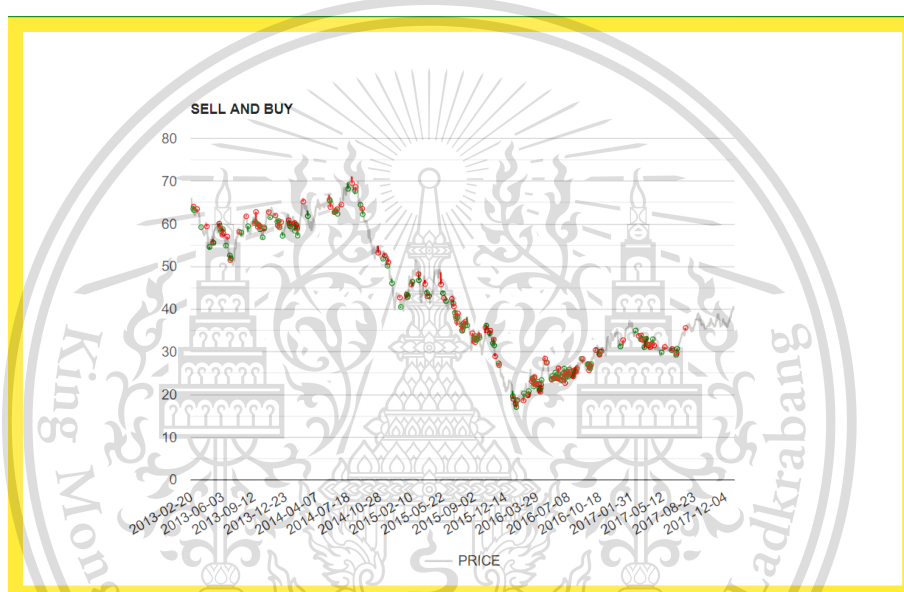
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.62 แสดงกราฟราคาหุ้นรายวันที่มีการนำข้อมูลมาทำการทดสอบและแสดงผลผ่านกราฟ แกน X หมายถึงข้อมูลวันที่ และแกน Y หมายถึงข้อมูลราคาหุ้น กราฟเส้นที่มีสีฟ้าหมายถึงช่วงเวลาข้อมูลนำไปทำการเทรนข้อมูลสำหรับการสร้างโมเดลและช่วงกราฟที่มีสีส้มหมายถึงช่วงเวลาข้อมูลนำไปทำการทดสอบข้อมูล

4.3.3.2 กราฟแสดงการซื้อขาย

ข้อมูลการซื้อขายหุ้น ณ ที่ราคาหุ้นต่างๆ ภายในกราฟจะแสดงกราฟเส้นที่มีจุดที่มีสัญลักษณ์บอกค่าสีว่าที่จุดนั้นโมเดลทำการซื้อหรือทำการขาย แสดงดังรูปที่ 4.63



รูปที่ 4.63 กราฟการซื้อขายของหุ้น

จากรูปที่ 4.63 แสดงกราฟการซื้อและการขายของโมเดล โดยที่แกน X หมายถึงแกนเส้นข้อมูลวันที่และแกน Y หมายถึงข้อมูลราคาหุ้นในแต่ละวัน โดยภายในเส้นจะมีจุดที่แสดงถึงการซื้อขายหุ้นในวันนั้นๆ จุดสีน้ำเงินแสดงถึงการซื้อหุ้น ณ วันนั้นและจุดสีแดงที่แสดงถึงการขายหุ้นของโมเดล ณ วันนั้น

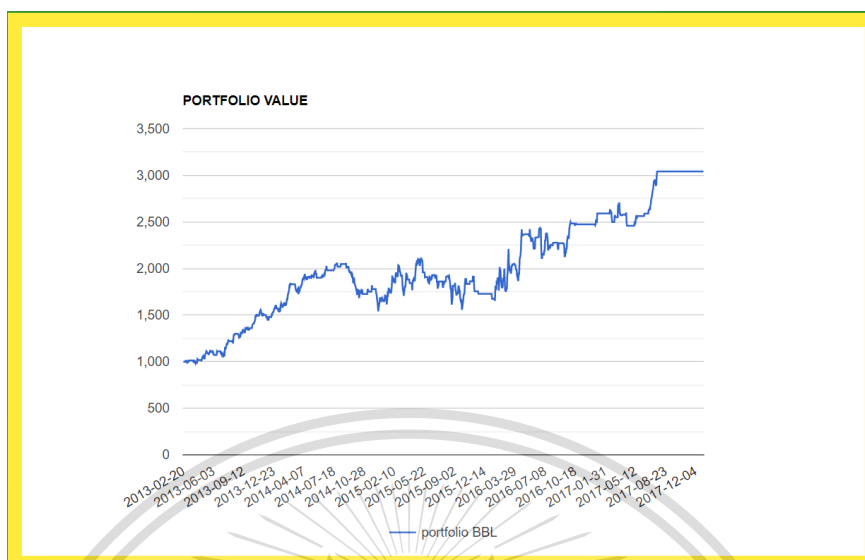
4.3.3.3 กราฟมูลค่าพอร์ตการลงทุน

แสดงพอร์ตการลงทุนของโมเดลนั้นที่ทำการซื้อขายหุ้น โดยที่แกน X หมายถึงข้อมูลวันที่และแกน Y หมายถึงข้อมูลมูลค่าพอร์ตการลงทุน แสดงดังรูปที่ 4.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

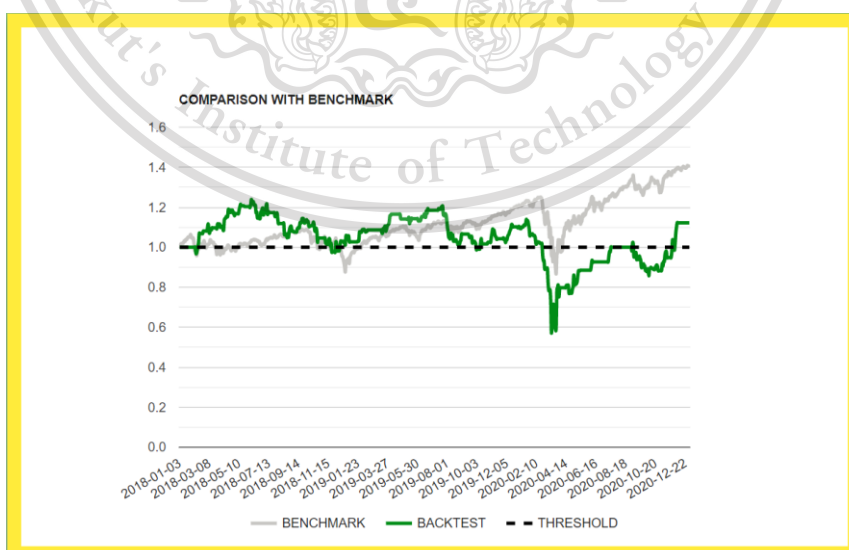


รูปที่ 4.64 กราฟมูลค่าพอร์ตการลงทุน

จากรูปที่ 4.64 กราฟแสดงมูลค่าพอร์ตที่โมเดลถือไว้ในการลงทุน หลังจากโมเดลทำการเทรดการซื้อขายแล้ว กราฟมีแนวโน้มที่สูงขึ้น หมายถึงมูลค่าของพอร์ตที่โมเดลถือไว้ในการลงทุน

4.3.3.4 กราฟการเปรียบเทียบข้อมูลกับค่า BENCHMARK

ข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของโมเดลเมื่อเปรียบเทียบเข้ากับค่า BENCHMARK พื้นฐาน โดยมีค่า THRESHOLD เท่ากับ 1 สำหรับการเป็นแกนที่ใช้อ้างอิง โดยที่แกน X หมายถึงข้อมูลวันที่ และแกน Y หมายถึง ค่าที่ได้จากการทำงานของโมเดล แสดงดังรูปที่ 4.65



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 4.65 กราฟการเปรียบเทียบผลการทำงานกับค่า Benchmark ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

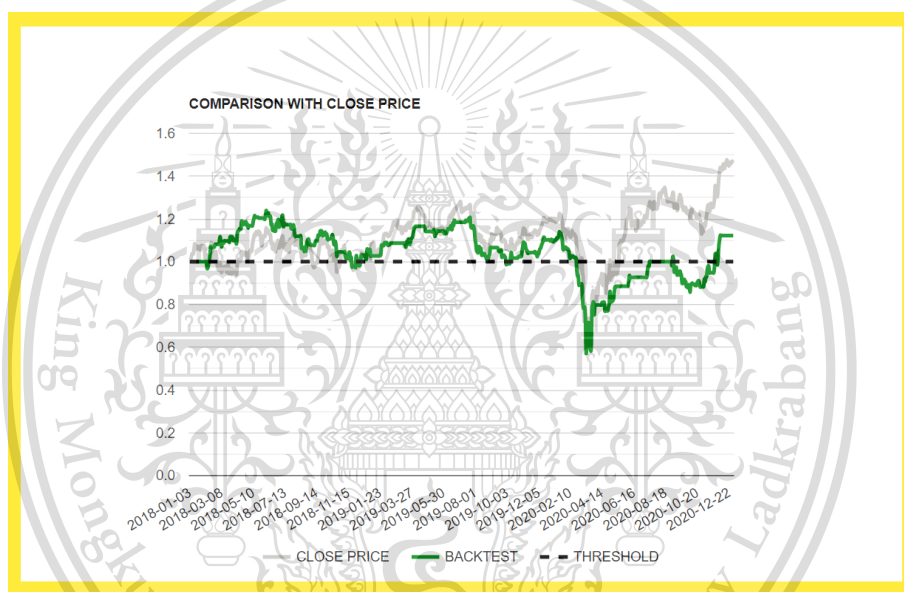
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.65 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานโดยแสดงกราฟเป็นสีเทา ค่า Benchmark แสดงกราฟเป็นสีเขียว และมีค่า Threshold เป็นแกนอ้างอิงโดยเป็นการเปรียบเทียบ บ่งบอกถึงความสามารถในการทำงานของโมเดล

4.3.3.5 กราฟการเปรียบเทียบข้อมูลกับค่า CLOSE PRICE

ข้อมูลผลลัพธ์การทำงานของโมเดลเมื่อเปรียบเทียบเข้ากับค่า CLOSE PRICE ที่เป็น ราคาปิด ณ ที่วันนั้นโดยมีค่า THRESHOLD เท่ากับ 1 สำหรับการเป็นแกนที่ใช้อ้างอิง โดยที่แกน X หมายถึงข้อมูลวันที่และแกน Y หมายถึง ค่าที่ได้จากการทำงานของโมเดล แสดงดังรูปที่ 4.66



รูปที่ 4.66 กราฟการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานกับราคาปิด

จากรูปที่ 4.59 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการดำเนินงานโดยแสดงกราฟเป็นสีเทา ค่า Close price แสดงกราฟเป็นสีเขียว และมีค่า Threshold เป็นแกนอ้างอิงโดยเป็นการเปรียบเทียบ บ่งบอกถึงความสามารถในการทำงานของโมเดล

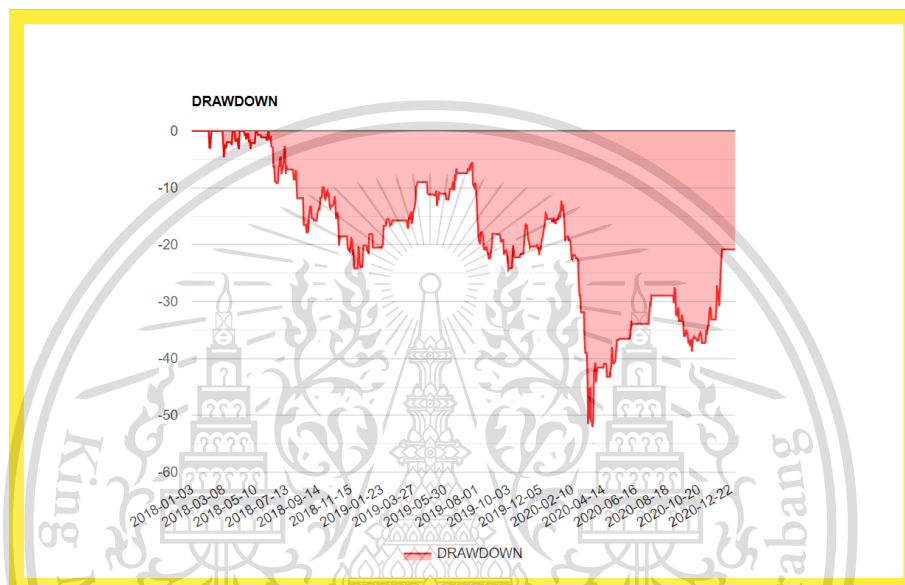
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.3.6 กราฟการขาดทุนสะสมต่อเนื่อง

ข้อมูลการขาดทุนสะสมต่อเนื่อง(DRAWDOWN) ที่เป็นผลลัพธ์จากการทำงานของโมเดล ภายในกราฟแกน X หมายถึงข้อมูลวันที่ของโมเดลที่ทำการลงทุนในแต่ละวัน และแกน Y หมายถึงข้อมูลค่า การขาดทุนสะสมต่อเนื่องรายวันจากการลงทุน เป็นกราฟชนิด Area Chart และพื้นหลังของกราฟใช้สีแดง แสดงดังรูป 4.67



รูปที่ 4.67 กราฟการขาดทุนสะสมต่อเนื่อง

จากรูปที่ 4.67 กราฟการขาดทุนสะสมต่อเนื่องเป็นผลมาจากการขาดทุนสะสมอย่างต่อเนื่อง การทำงานของโมเดลทำให้กราฟการขาดทุนสะสมต่อเนื่องมีค่าสูงสุด ยิ่งค่าการขาดทุนสะสมต่อเนื่องสูงสุดมีค่าน้อยแสดงถึงความสามารถของโมเดลในการทำงานได้ดี

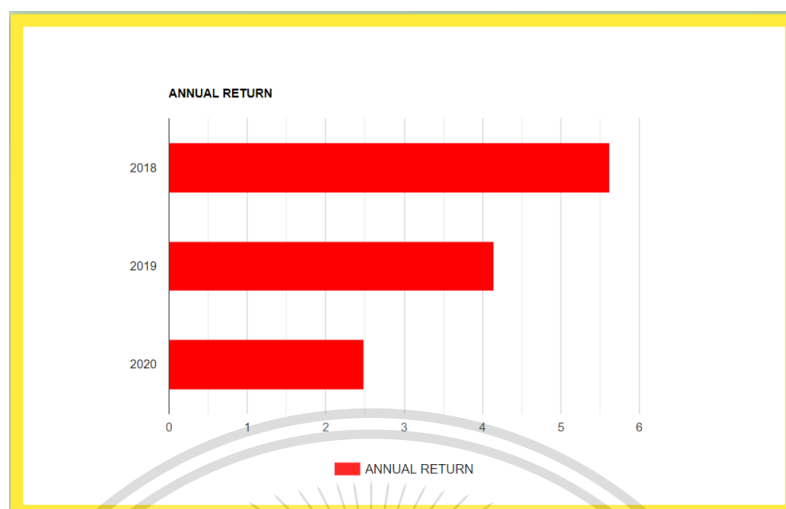
4.3.3.7 กราฟผลตอบแทนรายปี

ข้อมูลผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนของโมเดล แสดงออกมาเป็นผลตอบแทนรายปี จากข้อมูลที่ทำการทดสอบ มีแกน X ที่หมายถึงค่าผลตอบแทนรายปีของปีนั้นๆที่โมเดลทำการลงทุนไว้ และแกน Y หมายถึงปีที่โมเดลทำการทดสอบการลงทุนเป็นกราฟชนิด Bar Chart มีสีพื้นหลังเป็นสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

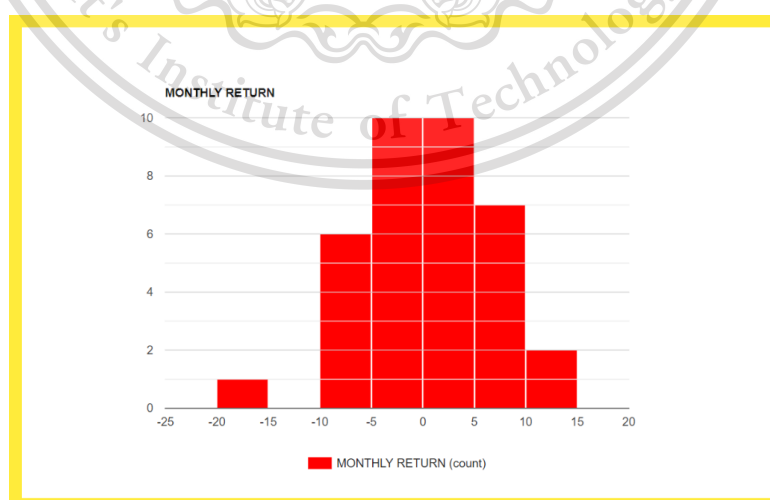


รูปที่ 4.68 ผลตอบแทนรายปี

จากรูปที่ 4.68 เป็นผลตอบแทนจากการดำเนินงานที่สามารถซื้อขายให้ได้ผลตอบแทนในช่วงเวลารายปี ซึ่งเป็นการแสดงผลเชิงรายละเอียด ค่าผลตอบแทนรายปีสามารถบอกรายละเอียดผลตอบแทนในแต่ละปี

4.3.3.8 กราฟผลตอบแทนรายเดือน

ข้อมูลผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนของโมเดล แสดงออกมาเป็นผลตอบแทนรายเดือนจากข้อมูลที่ทำการทดสอบ มีแกน X ที่หมายถึงค่าผลตอบแทนรายปีของปีนั้นๆที่โมเดลทำการลงทุนไว้เป็นกราฟชนิด Histogram chart มีสีพื้นหลังเป็นสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.69



รูปที่ 4.69 กราฟผลตอบแทนรายเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

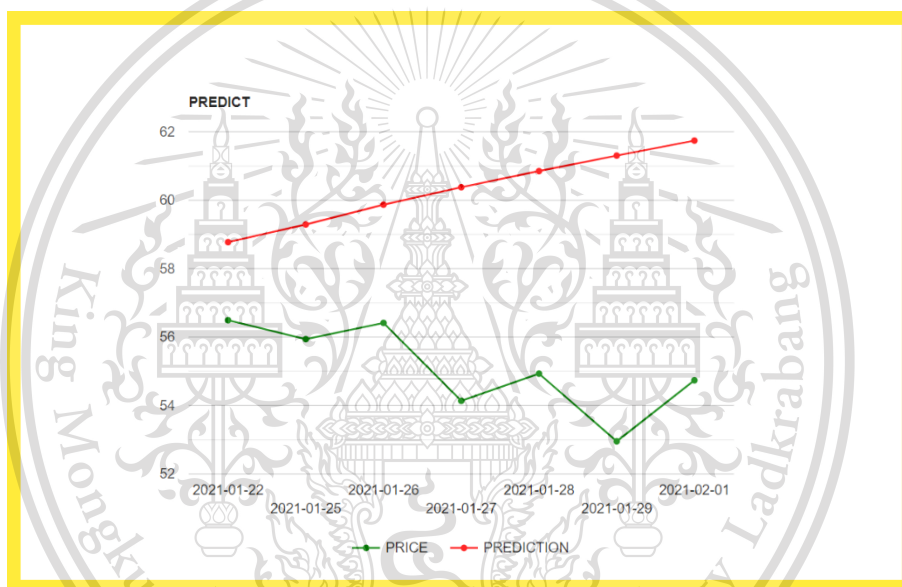
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.69 เป็นผลตอบแทนจากการทำงานที่สามารถซื้อขายให้ได้ผลตอบแทนในช่วงเวลารายเดือน ซึ่งเป็นการแสดงผลเชิงรายละเอียด ค่าผลตอบแทนรายเดือนสามารถบอกรายละเอียดผลตอบแทนสะสมในแต่ละเดือน

4.3.3.9 กราฟทำนายราคาหุ้น

ข้อมูลการทำนายราคาหุ้นจากการนำข้อมูลย้อนหลังมาทำการเทรนและทดสอบราคาหุ้นต่อไปอีก 7 วันแกน X หมายถึง ข้อมูลวันที่ที่โมเดลทำการเทรนและทดสอบข้อมูล และแกน Y หมายถึงข้อมูลราคาหุ้น ณ วันนั้น เป็นกราฟชนิด Line Chart สีของกราฟเป็นสีน้ำเงิน แสดงดังรูปที่ 4.70



รูปที่ 4.70 กราฟการทำนายราคาหุ้น

จากรูปที่ 4.70 กราฟทำนายราคาหุ้นมีการใช้ข้อมูลย้อนหลังมาทำการเรียนรู้และให้ทำนายราคาหุ้น โดยใช้ข้อมูลราคาที่ได้จากการทำนายมาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลราคาจริง ณ วันนั้น

4.3.3 การใช้งานเว็บไซต์สำหรับการแสดงผลการจัดอันดับผลตอบแทนการลงทุน และคะแนนประเมินการทำงานของโมเดล

เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์เข้าไปที่แถบ RANK ที่หน้าเว็บไซต์หน้าแรกสุดสำหรับการแสดงผลการจัดอันดับผลตอบแทนการลงทุน หน้าเว็บไซต์จะเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บไซต์ประเภทการลงทุนของเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โมเดล ประกอบไปด้วยการลงทุนในตลาดหุ้น และการลงทุนในตลาดสกุลเงินดิจิทัล เมื่อผู้ใช้เว็บไซต์ต้องการเข้าไปยังการจัดอันดับในตลาดหุ้น ให้ทำการคลิกไปที่ EQUITY หน้าเว็บไซต์จะเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บไซต์การจัดอันดับผลตอบแทนการลงทุนและคะแนนประเมินการทำงานของโมเดล แสดงดังรูปที่ 4.71

RANK	SYMBOL	INDUSTRIES	RETURN	SCORE
1	WY	Real Estate	109.79	10.87
2	STM	Technology	186.09	6.63
3	IFF	Basic Materials	16.98	5.52
4	WPC	Real Estate	24.88	5.4
5	CNC	Healthcares	66.99	5.08
6	LVS	Consumer Cyclical	45.43	4.97
7	NWL	Consumer Defensive	32.86	4.9
8	COP	Energy	22.33	4.53
9	CAT	Industrials	58.04	4.5
10	NFLX	Communication Services	213.25	4.22
11	MPW	Real Estate	82.18	4.19
12	CI	Healthcares	39.27	4.18
13	VMC	Basic Materials	48.79	3.79
14	JCI	Industrials	54.74	3.73
15	TOT	Energy	9.76	3.52
16	BRK-A	Financial Services	23.71	3.38

รูปที่ 4.71 หน้าเว็บไซต์การจัดอันดับผลตอบแทนในตลาดหุ้น

จากรูปที่ 4.71 ภายในหน้าเว็บไซต์จะแสดงตารางที่แสดงอันดับผลตอบแทนการลงทุนเรียงลำดับจากมากไปน้อยและจากน้อยไปมาก ข้อมูลที่แสดงในตารางแบ่งออกเป็น 3 คอลัมน์ ประกอบไปด้วย ชื่อหุ้น ผลตอบแทนการลงทุน และคะแนนประเมินการทำงานของโมเดล โดยการเรียงลำดับตั้งแต่มากไปอย่างน้อยที่สุด โดยที่การใช้งานในแต่ละคอลัมน์สามารถเรียงลำดับค่าตามแต่ละคอลัมน์ได้

นอกจากนี้ผู้ใช้เว็บไซต์สามารถคลิกไปที่ CRYPTO CURRENCY หน้าเว็บไซต์จะทำการเชื่อมโยงไปยังหน้าเว็บไซต์การจัดอันดับจากการลงทุนในตลาดสกุลเงินดิจิทัล เมื่อเข้าไปยังหน้าเว็บไซต์ ภายในหน้าเว็บไซต์จะแสดงตาราง แสดงดังรูปที่ 4.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

RANK	SYMBOL	INDUSTRIES	RETURN (%)	SCORE
1	ZEC-USD	Cryptocurrency	40.93	1162.11
2	XEM-USD	Cryptocurrency	24.22	93.47
3	BTC-USD	Cryptocurrency	13.41	51.91
4	WAVES-USD	Cryptocurrency	14.2	47.93
5	LTC-USD	Cryptocurrency	9.43	27.5
6	ETH-USD	Cryptocurrency	5.55	17.5
7	DCR-USD	Cryptocurrency	5.86	3.94
8	XLM-USD	Cryptocurrency	-2.42	3.47
9	ETC-USD	Cryptocurrency	-14.05	-0.58
10	DGB-USD	Cryptocurrency	-11.8	-0.72
11	DASH-USD	Cryptocurrency	-52.07	-1.86
12	XMR-USD	Cryptocurrency	-16.61	-2.05
13	USDT-USD	Cryptocurrency	-0.12	-11.42
14	XRP-USD	Cryptocurrency	-29.37	-24.41
15	SC-USD	Cryptocurrency	38.56	-11317.15

รูปที่ 4.72 หน้าเว็บไซต์ผลตอบแทนในตลาดสกุลเงินดิจิทัล

จากรูปที่ 4.72 ภายในหน้าเว็บไซต์จะแสดงผลตารางที่ประกอบไปด้วยข้อมูลผลตอบแทนการทำงานจากการลงทุนในตลาดสกุลเงินดิจิทัลและข้อมูลคะแนนการประเมินการลงทุนของโมเดล โดยที่แต่ละคอลัมน์ทั้งค่าผลตอบแทนการลงทุนและค่าคะแนนการประเมินการลงทุนจากโมเดลมีการเรียงลำดับค่าจากมากไปยังค่าน้อยที่สุดและสามารถแสดงเป็นค่าน้อยเรียงลำดับไปยังค่ามากที่สุดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การนำเอาปัญญาประดิษฐ์มาใช้เป็นเครื่องมือที่มาช่วยในการลงทุนแทนนักลงทุนถือ เป็นแนวทางการลงทุนที่เริ่มเป็นที่นิยมในสมัยใหม่ การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ข้อมูลมาทำ การวิเคราะห์และให้ตัวโมเดลสามารถจัดการเองได้ว่าควรจะลงทุนอย่างไร โดยที่นักลงทุนไม่ต้อง ติดตามดูผลการทำงานตลอดเวลา ปัญญานี้พนธ์ฉบับนี้นำเสนอการคิดค้นปัญญาประดิษฐ์โดยใช้ หลักความคิดพื้นฐานของการลงทุนมาเป็นหลักในการตัดสินใจในการลงทุน เพราะการบริหารพอร์ต การลงทุนนั้นมีความเสี่ยงเพราะด้วยปัจจัยของข้อมูลราคาหุ้นในแต่ละวันมีความผันผวนอยู่ตลอด และไม่สามารถคาดเดากับแนวโน้มของอุตสาหกรรมของหุ้นนั้นได้ ภายใต้ความคิดนี้จึงทำให้โมเดล ปัญญาประดิษฐ์นี้ทำการซื้อและขายหุ้นในแต่ละครั้งต้องได้รับผลตอบแทนจากการลงทุนในเกณฑ์ที่ น่าพอใจโดยผลลัพธ์จากการทำงานของโมเดลนั้นเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลตอบแทนของตลาดหุ้น นั้นแล้ว ผลตอบแทนจากการลงทุนที่โมเดลได้รับจากการทำงานนั้นมีผลลัพธ์ที่ดีกว่า ดังนั้นจึงเข้ากับ หลักแนวคิดพื้นฐานของโมเดลที่ต้องการให้ทำงานให้ได้ประสิทธิภาพอย่างคุ้มค่าที่สุด เพื่อให้ได้รับ ผลตอบแทนที่น่าพอใจต่อนักลงทุน

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ออกแบบให้โมเดลปัญญาประดิษฐ์มีการเรียนรู้เชิงลึกให้มีความแม่นยำในการ ทำนายแนวโน้มราคาหุ้นในช่วงเวลาอนาคตเพื่อเป็นแนวทางในการลงทุนระยะยาวได้
- 2) ออกแบบโมเดลปัญญาประดิษฐ์เพิ่มเติม ให้มีความสามารถที่หลากหลายขึ้นโดย การให้ผลลัพธ์การทำงานที่ผู้ลงทุนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อไปในการลงทุน

บรรณานุกรม

[1] Vithan Minaphinant. “Machine Learning คืออะไร?” แหล่งที่มา:

<https://medium.com/investic/machine-learning>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2564

[2] Nut Chukamphaeng. “มาทำความรู้จักกับ Reinforcement Learning”

แหล่งที่มา: <https://medium.com/@nutorbitx>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2563

[3] Divya Sheel. “Deep Learning คืออะไร?” แหล่งที่มา:

<https://new.abb.com/news/>

[4] KENG SURAPONG. “Recurrent Neural Network (RNN) คืออะไร” แหล่งที่มา:

<https://www.bualabs.com/archives/3103/what-is-rnn-recurrent-neural-network-what-is-gru-gated-recurrent-unit-teach-how-to-build-rnn-gru-with-python-nlp-ep-9/>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2563

[5] stock2morrow. “หุ้นคืออะไร” แหล่งที่มา: <https://www.stock2morrow.com>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2563

[6] admiral markets. “Cryptocurrency คือ: พื้นฐานการลงทุนสกุลเงินดิจิทัล”

แหล่งที่มา : <https://admiralmarkets.com/th/education/articles/cryptocurrencies/trading-cryptocurrency-guide>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2563

[7] วลัยนา นาสาร. “ประวัติความเป็นมาของภาษา html.” แหล่งที่มา:

<https://sites.google.com/site/easyhtmllanguage/>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2563

[8] WYNNSOFT SOLUTION CO, LTD.” CSS คืออะไร”. แหล่งที่มา: <https://www.wynnsoft-solution.net/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2563 นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[9] thaigoodview, “JavaScript คืออะไร” แหล่งที่มา: <https://www.mindphp.com>

E0%B8%B9%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8

%B7%E0%B8%AD/73-%E0%B8%84%E0%B8%

เข้าถึงเมื่อวันที่ 28 กันยายน 2563

[10] phpconcept. “PHP คืออะไร” แหล่งที่มา: <https://www.mindphp.com>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2563

[11] 9experttraining. “sql” แหล่งที่มา:

<https://www.9experttraining.com/articles/%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%B2-sql-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8>

es/%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%B2-sql-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8

B8%84%E0%B8%B7%E0%B8

เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2563

[12] datath. “gcp” แหล่งที่มา: <https://blog.datath.com/google-cloud-platform-1->

เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2563

[13] Supakit Annopornchai. “MySQL” แหล่งที่มา: <https://saixiii.com/what-is-mysql/>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2563

[14] mylovedownload. “phpmysql” แหล่งที่มา:

<https://www.mindphp.com/>

เข้าถึงเมื่อวันที่ 29 กันยายน 2563

[15] ไสยศิลป์ สีนกอสาย. “Apache คืออะไร” แหล่งที่มา: <https://saixiii.com>

/apache-webserver/

เข้าถึงเมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาคผนวก

คำสั่งให้โมเดลปัญญาประดิษฐ์จัดการซื้อและการขายหุ้นและสกุลเงินดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import pandas_datareader as web
import seaborn as sns
import matplotlib.dates as dates
from datetime import datetime

import pickle
import os
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
import itertools
import argparse
from plotly.offline import download_plotlyjs, plot, iplot

import cufflinks as cf
import plotly.express as px
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow import keras
from sklearn.metrics import mean_absolute_error, mean_squared_error

from sqlalchemy import create_engine, types

#####
#####
#####
#####

def get_data()::
    '''
    ดึงข้อมูลราคาหุ้น 3 หุ้น
    '''

    stock1 = web.DataReader(stock_name1.upper(), 'yahoo',
start=starts, end=ends)
    stock2 = web.DataReader(stock_name2.upper(), 'yahoo',
start=starts, end=ends)
    stock3 = web.DataReader(stock_name3.upper(), 'yahoo',
start=starts, end=ends)

    # รวม Adj close ของหุ้นทั้ง 3 ให้ดูตรงตาเดียว
    stock = pd.concat([stock1['Adj Close'], stock2['Adj Close'],
stock3['Adj Close']], axis=1)

    # ตั้งชื่อ columns
    stock.columns = [stock_name1.upper(), stock_name2.upper(),
stock_name3.upper()]

if args.mode == 'test':
    # บันทึกตารางราคาหุ้นลงใน csv
    #stock.to_csv(csv_name + '_stock_price.csv')
    #stock.to_sql('stock_price', con=engine, if_exists='replace')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ไปลงโซเชียล และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# stock.plot()
fig = px.line(stock, x=stock.index, y=stock.columns,
              # hover_data={"date": "%B %d, %Y"},
              title='Stock Price')
fig.update_xaxes(
    dtick="M1",
    tickformat="%b\n%Y")
fig.show()

'''
ทำ portfolio optimization
'''

if args.mode == 'train':

    # คำนวณ log return รายวัน
    n_timesteps, _ = stock.shape

    # log return train data
    log_ret = np.log(stock[:n_timesteps // 2] /
stock[:n_timesteps // 2].shift(1))

    # ทำการสุ่มหาพอร์ตการลงทุนทั้งหมด 15000 รอบ เพื่อหาพอร์ตที่ให้ค่า sharpe ratio ที่มากที่สุด
    num_ports = 15000

    all_weights = np.zeros((num_ports, len(stock.columns))) #
shape 5000 x 3

    # สร้างเมตริกซ์ 0 เพื่อบันทึกค่า return, volatility, sharpe ratio ในภายหลัง
    ret_arr = np.zeros(num_ports)
    vol_arr = np.zeros(num_ports)
    sharpe_arr = np.zeros(num_ports)

    # สร้างลูป จำนวน 15000 ครั้ง
    for ind in range(num_ports):
        # สร้าง random weight 3 ตัว
        weights = np.array(np.random.random(3))

        # Rebalance Weights
        weights = weights / np.sum(weights)

        # Save Weights
        all_weights[ind, :] = weights

        # Expected Return
        ret_arr[ind] = np.sum((log_ret.mean() * weights) * 252)

        # Expected Variance
        vol_arr[ind] = np.sqrt(np.dot(weights.T,
np.dot(log_ret.cov() * 252, weights)))

        # Sharpe Ratio
        sharpe_arr[ind] = ret_arr[ind] / vol_arr[ind]

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีข้อจำกัดบางประการ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# try:
#     # ตำแหน่งที่ return array มากกว่า 0
#     zero_sr_ret_arg = np.where((ret_arr >= 0))
#
#     # หาตำแหน่งที่ return มากกว่า 0 และมี volatility มากที่สุด
#     zero_sr_vol = []
#
#     for i in zero_sr_ret_arg:
#         zero_sr_vol.append(vol_arr[i])
#
#     v = vol_arr[np.where(vol_arr == np.max(zero_sr_vol))]
#     r = ret_arr[np.where(vol_arr == np.max(zero_sr_vol))]
#     # max_zero_ret_vol_arg = np.where(vol_arr ==
max_zero_ret_vol)
#
#     # optimize weight
#     optimize_weight = list(all_weights[np.where(vol_arr ==
np.max(zero_sr_vol))])
#     optimize_weight = optimize_weight[0].tolist()
#
# except:
r = ret_arr[sharpe_arr.argmax()]
v = vol_arr[sharpe_arr.argmax()]
# คำนวณค่าให้ค่า sharpe ratio มากที่สุด
optimize_weight = list(all_weights[sharpe_arr.argmax(),:])

# Saving the weight
with open('weight.pkl', 'wb') as f: # Python 3: open(...,
'wb')
    pickle.dump(optimize_weight, f)

    with open('ret_vol_sharpe.pkl', 'wb') as f: # Python 3:
open(..., 'wb')
        pickle.dump([ret_arr, vol_arr, sharpe_arr, r, v], f)

if args.mode == 'test':
    # Getting back the objects:
    with open('weight.pkl', 'rb') as f: # Python 3: open(...,
'rb')
        optimize_weight = pickle.load(f)

        with open('ret_vol_sharpe.pkl', 'rb') as f: # Python 3:
open(..., 'rb')
            ret_arr, vol_arr, sharpe_arr, r, v = pickle.load(f)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีข้อตกลงเบื้องต้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

ret_vol['vol_arr'] = vol_arr
ret_vol['sharpe_arr'] = sharpe_arr
ret_vol['sharpe_char'] = ret_vol['sharpe_arr'].apply(str)
ret_vol.set_index('sharpe_char')
ret_vol['bubble_size'] = ret_vol['vol_arr'].apply(lambda x: 1
if x == v else 0.01)
ret_vol.index.name = 'id'

#ret_vol.to_csv(csv_name + '_ret_vol.csv')
#ret_vol.to_sql('ret_vol', con=engine, if_exists='replace')

# plot bullet shape
plt.figure(figsize=(12, 8))
plt.scatter(vol_arr, ret_arr, c=sharpe_arr, cmap='plasma')
plt.colorbar(label='Sharpe Ratio')
plt.xlabel('Volatility')
plt.ylabel('Return')

# สร้างจุดสีแดงสำหรับที่ shape ที่มากที่สุด
plt.scatter(v, r, c='red', s=50, edgecolors='black')
plt.show()

# ส่งค่า return และ optimize_weight
return stock.values, optimize_weight, stock.index

```

```

# def get_data():
#
#
# '''
# หุ่น ETH, LTC, BTC รายชั่วโมง เริ่ม 2017-10-09 09-AM ถึง 2020-11-01 07-AM
# '''
#
# stock1 = pd.read_csv('Bitfinex_ETHUSD_1h.csv' )
# stock2 = pd.read_csv('Bitfinex_LTCUSD_1h.csv' )
# stock3 = pd.read_csv('Bitfinex_BTCUSD_1h.csv' )
#
# stock =
pd.concat([stock1['Open'],stock2['Open'],stock3['Open']],axis=1)
#
# #ค่า log return รายชั่วโมง
# log_ret = np.log(stock/stock.shift(1))
#
# #ทำการสุ่มหาค่าน้ำหนักในพอร์ตทั้งหมด 15000 รอบ เพื่อหาค่าน้ำหนักที่ให้ค่า sharpe ratio ที่มากที่สุด
# num_ports = 15000
#
# all_weights = np.zeros((num_ports,len(stock.columns))) #shape
15000 x 3
#
# #สร้างเมตริกซ์ 0 เพื่อบันทึกค่า return , volatility, sharpe ratio ในภายหลัง
# ret_arr = np.zeros(num_ports)
# vol_arr = np.zeros(num_ports)
# sharpe_arr = np.zeros(num_ports)
#
# #สร้างลูป จำนวน 15000 ครั้ง

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# for ind in range(num_ports):
#
#     # สร้าง random weight 3 ตัว
#     weights = np.array(np.random.random(3))
#
#     # Rebalance Weights
#     weights = weights / np.sum(weights)
#
#     # Save Weights
#     all_weights[ind,:] = weights
#
#     # Expected Return
#     ret_arr[ind] = np.sum((log_ret.mean() * weights) * 4380)
#
#     # Expected Variance
#     vol_arr[ind] = np.sqrt(np.dot(weights.T, np.dot(log_ret.cov()
# * 4380, weights)))
#
#     # Sharpe Ratio
#     sharpe_arr[ind] = ret_arr[ind]/vol_arr[ind]
#
#
# # คำนวณน้ำหนักที่ให้ค่า sharpe ratio มากที่สุด
# optimize_weight = list(all_weights[sharpe_arr.argmax(),:])
#
# # ค่ารีเทิร์นของ optimize_weight
# max_sr_ret = ret_arr[sharpe_arr.argmax()]
#
# # ค่าความผันผวนของ optimize_weight
# max_sr_vol = vol_arr[sharpe_arr.argmax()]
#
# # plot bullet shape
# plt.figure(figsize=(12,8))
# plt.scatter(vol_arr, ret_arr, c=sharpe_arr, cmap='plasma')
# plt.colorbar(label='Sharpe Ratio')
# plt.xlabel('Volatility')
# plt.ylabel('Return')
#
#
# # สร้างจุดสีแดงสำหรับที่ shape ที่มากที่สุด
# plt.scatter(max_sr_vol, max_sr_ret, c='red', s=50, edgecolors='black')
# plt.show()
#
# # ส่งค่า return และ optimize_weight
# return stock.values, optimize_weight

```

#####

#####

#####

#####

```
def deep_for_highest_price():
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

stock = pd.read_csv('stock_3000.csv', index_col='Date')

#คำนวณค่า mean + std ของแต่ละหุ้น
upper_bound = []
for stockname in stock.columns:
    upper_bound.append(stock[stockname].mean() +
2*stock[stockname].std())

#แบ่งข้อมูลออกครึ่งหนึ่งเพื่อใช้ในการ train
stock = stock.iloc[:len(stock)//2]
stock = stock.transpose()

#label = mean + std ของ 5 ปี
stock['Upper'] = upper_bound

stock = stock.iloc[:2000]
stock['Upper'] = stock['Upper'].apply(lambda x: x if x < 2000
else None)
stock.dropna(axis=0, inplace=True)

#Supervised learning
#แบ่งข้อมูลเป็น X และ y เพื่อการ training และ testing
X = stock.drop('Upper', axis=1).values
y = stock['Upper'].values

X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
test_size=0.3, random_state=101)

#scaler
sc = MinMaxScaler()

#scaler transform
X_train = sc.fit_transform(X_train)
X_test = sc.transform(X_test)

if args.mode == 'train':

    #train mode
    #Deep neural network
    model = Sequential()

    model.add(Dense(units=120, activation='relu'))
    model.add(Dense(units=120, activation='relu'))
    model.add(Dense(units=120, activation='relu'))
    model.add(Dense(units=120, activation='relu'))
    model.add(Dense(units=120, activation='relu'))

    model.add(Dense(units=1))
    model.compile(optimizer='adam', loss='mse')

    #fit model 600 รอบ
    model.fit(X_train,
y_train,
validation_data=(X_train, y_train),
epochs=300,
batch_size=32)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และเผยแพร่เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

#save model
model.save('cash_flow_deep')

#plot losses
losses = pd.DataFrame(model.history.history)

losses.plot()
plt.title('Losses')
plt.show()

#comparison between y_test and prediction
prediction = model.predict(X_test)

print(f'Mean square error: {mean_squared_error(y_test,
prediction)}')
print(f'Mean Absolute error: {mean_absolute_error(y_test,
prediction)}')

df = pd.DataFrame()
df['Y test'] = y_test
df['Prdiction'] = prediction

df.plot(figsize=(10, 6))
plt.title('Y test vs Prediction')
plt.show()

#
# if args.mode == 'test':
#     #test mode
#     #load model and predict input
#     model = keras.models.load_model('cash_flow_deep')

#return model and scaler
return model, sc

#####
#####
#####
#####

# Model linear regression
class LinearModel:
    ''' Linear regression model with stochastic gradient descent '''

    def __init__(self, input_dim, n_action):
        # input size = state dimention #7
        # output size = action space #8
        # weight เป็น random matrix shape (7,8)
        self.W = np.random.randn(input_dim, n_action) /
np.sqrt(input_dim)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิใช้ทำเอกสารนี้อีก และต้องอ้างอิงถึงแหล่งเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# bias เป็น vector 0
self.b = np.zeros(n_action) # shape (8,)

# momentum term
# train เร็วขึ้น ใช้แทน gradient descent
self.vW = 0
self.vb = 0

# เก็บค่า mean square error แต่ละ step
self.losses = []

def predict(self, s):
    '''
    ฟังก์ชันการทำงาน sW + b
    s = state vector shape (1, 7)
    '''

    # ตรวจสอบค่า s ว่ามี dimension = 2
    # เพื่อหลีกเลี่ยง error และ machine learning จะรับค่าค่า vector 2 มิติ
    assert (len(s.shape) == 2)

    # รีเทิร์น model prediction
    # sW + b
    return s.dot(self.W) + self.b # shape (1, 8)

def gradient_descent(self, s, Y, learning_rate=0.01,
momentum=0.9):
    '''
    Stochastic Gradient Descent (SGD)
    one step of gradient descent
     $v(t) = \mu v(t-1) - \eta g(t)$ 
     $g(t)$  = gradient at time t
     $\mu$  = momentum term (0.9, 0.99, etc.)
     $\eta$  = learning rate

    อัปเดต parameter
     $\theta(t) = \theta(t-1) + v(t)$ ,  $\theta = \{W, b\}$ 
     $\theta(t)$  = generic parameter

    s = state #shape (1, 7)
    Y = target #shape (1, 8)

    '''

    # ตรวจสอบค่า s ว่ามี dimension = 2
    assert (len(s.shape) == 2)

    # เช็ดค่าตัวเลขทั้งหมดใน Y
    # Return the product of array elements over a given axis
    # ภาลคำนวณ mean square error ต้องหารด้วย (N, K)
    # shape(y) = shape(Yhat) = (N, K)
    num_values = np.prod(Y.shape) # scalar

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีข้อตกลงและเงื่อนไขการใช้งานอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งสามารถดูได้ที่หน้าแรกของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# คำนวณ Yhat
Y_hat = self.predict(s) # shape (1, 8)

# calculate gradient
# one step gradient descent
# คูณ 2 เพื่อให้เท่ากับ gradient decent จริงๆ
# คิฟ J
gW = 2 * s.T.dot(Y_hat - Y) / num_values # vector shape (7,
8)
gb = 2 * (Y_hat - Y).sum(axis=0) / num_values # scalar

# อัปเดต momentum
self.vW = momentum * self.vW - learning_rate * gW # vector
shape (7, 8)
self.vb = momentum * self.vb - learning_rate * gb # scalar

# อัปเดต parameter
self.W += self.vW # vector shape (7, 8)
self.b += self.vb # scalar

# คำนวณ mean square error
mse = np.mean((Y_hat - Y) ** 2)
self.losses.append(mse)

def save_weights(self, filepath):
    """
    บันทึกอาร์เรย์หลายค่าลงในไฟล์เดียวในรูปแบบ ".npz" ที่ไม่มีการบีบอัด
    """
    np.savez(filepath, W=self.W, b=self.b)

def load_weights(self, filepath):
    """
    โหลดอาร์เรย์หรือวัตถุจาก ".npz" หรือไฟล์คอง
    """
    npz = np.load(filepath)
    self.W = npz['W']
    self.b = npz['b']

#####
#####
#####
#####

def maybe_make_dir(directory):
    """
    เก็บโมเดล และ reward ในไฟล์แยก และสามารถ plot ที่หลังได้
    """
    if not os.path.exists(directory):
        os.makedirs(directory)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
#####
#####
#####

# Environment
class MultiStockEnv:
    '''
    environment 3 หุ้น
    state: vector size = 7 จาก  $2N + 1$ 
    1. แอร์ของหุ้นตัวที่ 1 ที่ถืออยู่
    2. แอร์ของหุ้นตัวที่ 2 ที่ถืออยู่
    3. แอร์ของหุ้นตัวที่ 3 ที่ถืออยู่
    4. ราคาหุ้น Adj. Close ตัวที่ 1
    5. ราคาหุ้น Adj. Close ตัวที่ 2
    6. ราคาหุ้น Adj. Close ตัวที่ 3
    7. เงิน cash ที่ถืออยู่

    action: ความเป็นไปได้ของ action ทั้ง 3 หุ้น เท่ากับ  $8 (2^3)$ 
    เนื่องจากแต่ละหุ้นสามารถ
    1. hold
    2. take function
    '''
    def __init__(self, data, initial_investment, optimize_weight,
high):
        # data ข้อมูลหุ้น
        self.stock_price_history = data

        # n_step = จำนวนวัน (ข้อมูลรายวัน) (rows)
        # n_stock = จำนวนหุ้น (3 หุ้น) (columns)
        # Tuple unpacking
        self.n_step, self.n_stock = self.stock_price_history.shape

        # เงินทุนเริ่มต้น
        self.initial_investment = initial_investment

        # current step
        self.current_step = None

        # หุ้นที่ถืออยู่
        self.stock_owned = None

        # ราคาหุ้น
        self.stock_price = None

        # แบ่งการจัดสรรเงินในการลงทุนให้หุ้น 3 หุ้นเท่าๆกัน
        self.cash = None

        # เก็บค่า cash เพื่อ plot
        self.cash_plot = None

        # optimize weight
        self.optimize_weight = optimize_weight
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is not to be distributed, copied, or otherwise used for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# เงินสดที่ถืออยู่
# self.cash_in_hand = 0

# จำนวน action space (0 - 7)
self.action_space = np.arange(2 ** self.n_stock)

# portfolio value
self.portfolio_value = None

# เก็บค่า stock value เพื่อ plot
self.stock_value = None

# เก็บค่า portfolio value แต่ละหุ้น
self.port_val_each_stock = None

# กระแสเงินสด
self.cash_flow = None

# action list
# [action_stock1, action_stock2, action_stock3]
# กำหนดให้ action
# 0 = hold
# 1 = take function
# itertools.product เป็นอ็อบเจกต์ที่เอาไว้สร้าง tuple ที่เกิดจากการนำชุดข้อมูลหลายชุดมาแจกแจง
# อาร์กิวเมนต์ที่ต้องใส่คือชุดข้อมูลทั้งหมดที่จะนำมาใช้แจกแจง และจำนวน tuple ที่จะได้เท่ากับจำนวนสมาชิกของแต่ละชุดคูณกัน
# list(map(list, itertools.product([0,1],
repeat=self.n_stock)))
# [[0, 0, 0],
# [0, 0, 1],
# [0, 1, 0],
# [0, 1, 1],
# [1, 0, 0],
# [1, 0, 1],
# [1, 1, 0],
# [1, 1, 1]]
self.action_list = list(map(list, itertools.product([0, 1],
repeat=self.n_stock)))

# จำนวน state dimension
# จาก  $2N + 1 = 7$  ;  $N = 3$ 
self.state_dim = self.n_stock * 2 + 1 # 7

# หาค่าราคาสูงสุดของหุ้นนั้น
self.high = high

# save cashflow
self.save_cashflow = 0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

self.c = None

self.cash_flow_plot = None

self.pos = None

# reset
self.reset()

def state_vector(self):
    '''
    สร้าง state vector
    '''
    # สร้าง array ขนาด dimension เท่ากับ state dimension
    vector = np.empty(self.state_dim)

    # ส่วนแรกเป็นหุ้นที่ถืออยู่
    vector[:self.n_stock] = self.stock_owned

    # ส่วนที่ 2 เป็นราคาหุ้น
    vector[self.n_stock:2 * self.n_stock] = self.stock_price

    # ส่วนสุดท้าย เป็น cash ที่ถืออยู่
    vector[2 * self.n_stock] = np.sum(self.cash)

    # return state vector
    return vector # shape (7,)

def reset(self):
    '''reset everything'''
    self.current_step = 0
    self.stock_owned = np.zeros(self.n_stock)
    self.stock_price =
self.stock_price_history[self.current_step]
    # self.cash = [self.initial_investment / self.n_stock] *
self.n_stock
    self.cash = [w * self.initial_investment for w in
self.optimize_weight]
    self.cash_plot = self.initial_investment
    self.stock_value = self.stock_owned.dot(self.stock_price)
    self.portfolio_value = self.initial_investment
    self.port_val_each_stock = [w * self.initial_investment for w
in self.optimize_weight]
    self.cash_flow = [0, 0, 0]
    self.save_cashflow = [0, 0, 0]
    self.count = [[], [], []]
    self.slope = [0, 0, 0]
    self.cash_flow_plot = 0

    self.c = [0, 0, 0]
    self.pos = [0, 0, 0]

    # state vector & initial state
    return self.state_vector() # shape (7,)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

def port_val(self):
    '''
    คำนวณ portfolio value
    portfolio value =  $s.T * p + c$ 
    s = จำนวนแชร์ที่ถืออยู่
    p = ราคาหุ้นแต่ละหุ้น
    c = เงินสดที่ถืออยู่
    '''
    return self.stock_owned.dot(self.stock_price) +
np.sum(self.cash) # scalar

# def cal_highest_price(self):
#     '''
#     คำนวณ ราคาสูงสุดของหุ้นแต่ละตัว
#     '''
#     high = []
#     for i in range(self.n_stock):
#         high.append(self.stock_price_history[:, i:i + 1].max())
#     return high

def cal_position(self, i):
    '''
    คำนวณ position ที่ควรมี ณ ราคาหุ้นขณะนั้น ตามสมการเส้นตรง
    '''
    mid_price = self.high[i] / 2
    max_pos = (self.initial_investment * self.optimize_weight[i])
/ mid_price
    # max_pos = (self.initial_investment / 3) / mid_price

    # หาคความชัน
    slope = max_pos / -self.high[i]

    # หาค่าคงที่
    c = -slope * self.high[i]

    position_sh = slope * self.stock_price[i] + c

    self.slope[i] = slope

    self.c[i] = c

    # ถ้าราคาหุ้นหลุดโซน ทำการขายออกหมด
    if self.stock_price[i] > self.high[i]:
        return 0, max_pos

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุขัดแย้งเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

return position_sh, max_pos

def trade(self, action):
    '''
    action #scalar (0-7)
    [action_stock1, action_stock2, action_stock3]
    กำหนดให้ action
        0 = hold
        1 = take function
    '''
    action_vec = self.action_list[action] # [action_stock1,
    action_stock2, action_stock3]

    # กำหนด การซื้อขายหุ้น

    take_func_index = [] # เก็บหุ้นที่ต้อง take function

    for i, a in enumerate(action_vec):
        # (0, action_stock1), (1, action_stock2), (2,
        action_stock3)
        if a == 1:
            # บันทึก index หุ้นที่มี action == 1
            take_func_index.append(i)

    if take_func_index:
        for i in take_func_index:
            # สำหรับ index ใน take_func_index

            # คำนวณ position ที่ควรมี
            position_sh, max_pos = self.cal_position(i)

            # คำนวณส่วนต่างของ position ที่ควรมี กับ position ที่มีอยู่
            diff = position_sh - self.stock_owned[i]

            # print(f'Stock: {i}')
            # print(f'position shuld have: {position_sh}')
            # print(f'positon owned: {self.stock_owned[i]}')
            # print(f'diff: {diff}')

            # ถ้าส่วนต่าง position น้อยกว่า 0
            # หมายความว่า position ที่ควรมี น้อยกว่า position ที่มีอยู่
            # ทำการขายหุ้นที่มีอยู่ให้เท่ากับส่วนต่าง position (diff)
            if diff < 0:
                # sell
                self.stock_owned[i] = position_sh
                # cash flow ค่ากระแสเงินสด = (ส่วนต่างของ position กับ position
                ที่ควรมีจากฟังก์ชัน) * (ราคาหุ้น ณ ปัจจุบัน กับ ราคาหุ้นวันที่แล้ว)
                self.cash[i] += abs(diff) * self.stock_price[i]

            if self.stock_price[i] > self.high[i]:
                # ถ้าราคาหุ้นหลุดโซน
                self.cash_flow[i] = self.cash[i] + ครั้งที่มีการนำไปใช้
                (self.stock_owned[i] * self.stock_price[i]) - (
                0.5 * (max_pos +

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลใดๆของเอกสารฉบับนี้เพื่อใช้ในการค้า

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

self.stock_owned[i]) * self.high[i])

        else:
            self.cash_flow[i] = self.cash[i] +
            (self.stock_owned[i] * self.stock_price[i]) - (
                .5 * (max_pos +
            self.stock_owned[i]) * self.stock_price[i])

            # self.cash_flow = self.cash[i] +
            (self.stock_owned[i] * self.stock_price[i]) - (.5 * (max_pos +
            self.stock_owned[i]) * self.stock_price[i])
            #
            self.cash[i] -= self.cash_flow[i]
            # self.cash_flow = abs(diff) *
            abs(self.stock_price[i] - self.stock_price_history[self.current_step
            - 1][i])
            # self.cash[i] += abs((abs(diff) *
            self.stock_price[i]) - self.cash_flow)
            self.save_cashflow[i] += self.cash_flow[i]
            # นับจำนวนครั้งที่ขาย
            self.count[i].append('sell')

            # self.cumulative_ret.append(abs(diff) *
            self.stock_price[i])

            # ถ้าส่วนต่าง position มากกว่า 0
            # หมายความว่า position ที่เรามี มากกว่า position ที่มีอยู่
            # ทำการซื้อหุ้นที่มีอยู่ให้เท่ากับส่วนต่าง position (diff)
            elif diff > 0:
                # buy
                self.cash[i] -= abs(diff) * self.stock_price[i]
                self.stock_owned[i] = position_sh

                # if self.cash[i] - ((.5 * (max_pos +
                self.stock_owned[i]) * self.stock_price[i]) - (self.stock_owned[i] *
                self.stock_price[i])) > 10:
                    self.cash_flow[i] = self.cash[i] +
                    (self.stock_owned[i] * self.stock_price[i]) - (
                        .5 * (max_pos + self.stock_owned[i]) *
                    self.stock_price[i])
                    self.cash[i] -= self.cash_flow[i]

                    # นับจำนวนครั้งที่ซื้อ
                    self.count[i].append('buy')
                    self.save_cashflow[i] += self.cash_flow[i]

            # print(f'position owned: {self.stock_owned[i]}')
            # print('\n')

            else:
                pass

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# จำนวนเงินสดที่ถืออยู่
# self.cash_in_hand = np.sum(self.cash)

def step(self, action):
    # เช็ค action ให้อยู่ใน action space มั้ย
    assert action in self.action_space

    # รับค่า reward ก่อน take action
    prev_cash_flow = np.sum(self.cash_flow)

    # บันทึกค่า portfolio value
    self.portfolio_value = self.port_val()

    # บันทึกค่า cash
    self.cash_plot = np.sum(self.cash)

    self.cash_flow_plot = np.sum(self.save_cashflow)

    # บันทึกค่า stock value
    self.stock_value = self.stock_owned.dot(self.stock_price)

    # portfolio value แต่ละหุ้น
    for i in range(n_stocks):
        self.port_val_each_stock[i] = self.stock_owned[i] *
self.stock_price[i] + self.cash[i]
        self.pos[i] = self.stock_owned[i]

    # print(f'{self.stock_owned[i]} * {self.stock_price[i]} +
{self.cash[i]} = {self.port_val_each_stock[i]}')
    # print('\n')

    # อัปเดต ราคาวันต่อไป
    self.current_step += 1
    self.stock_price =
self.stock_price_history[self.current_step]

    # เทรด
    self.trade(action)

    # รับค่า reward ใหม่ หลังจาก take action
    current_cash_flow = np.sum(self.cash_flow)

    # คำนวณค่าส่วนต่างของ reward ก่อนและหลัง take action
    reward = current_cash_flow - prev_cash_flow

    # done เป็นจริง ถ้าข้อมูลหุ้นถึงวันสุดท้ายแล้ว (terminal state)
    done = self.current_step == self.n_step - 1

    # บันทึกค่า reward ปัจจุบัน ลงใน cash flow, (info)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีข้อจำกัดและต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is not to be used for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

info = {'current_cashflow': self.cash_flow_plot}

# ส่งค่า next state , reward , done , info
return self.state_vector(), reward, done, info

#####
#####
#####
#####

def get_scaler(env):
    '''
    สร้าง model scaler โดยให้ทดลองรันก่อน
    '''

    # เก็บค่า states ทั้งหมด
    states = []
    for i in range(env.n_step):
        # ใช้ action แบบสุ่ม
        action = np.random.choice(env.action_space)

        # รับค่า state, reward, done, info
        state, reward, done, info = env.step(action)

        # เก็บค่า state ใน states
        states.append(state)
        if done:
            break

    # สร้าง state
    scaler = StandardScaler()
    scaler.fit(states)
    return scaler

#####
#####
#####
#####

# Agent
class DQNAgent(object):
    def __init__(self, state_size, action_size):

        self.state_size = state_size # 7
        self.action_size = action_size # 8

        # discount factor
        self.gamma = 0.95
        # exploration rate
        self.epsilon = 1.0
        # epsilon ค่าสุ่ม

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีเมล: info@iut.ac.th และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

self.epsilon_min = 0.01

# epsilon decay
self.epsilon_decay = 0.995

# model
self.model = LinearModel(state_size, action_size)

def act(self, state):
    '''
    action ของ agent
    '''
    # epsilon greedy
    if np.random.rand() <= self.epsilon:
        # random <= epsilon เลือก action ใน action space
        return np.random.choice(self.action_size)

    # greedy action
    # คำนวณ Q(s,a) และ เลือกค่า Q(s,a) ที่มากที่สุด
    #  $Q(s,a) = W.T*s + b$ 
    act_values = self.model.predict(state)
    # return action
    # output ของโมเดลเป็น batch size โดยจำนวน output ต้องเท่ากับ index[0] ก่อน เพื่อ
    return value
    return np.argmax(act_values[0]) # scalar

def train(self, state, action, reward, next_state, done):
    '''
    Supervised learning
    Prediction :  $y = Q(s,a)$ 
    Target :  $\hat{Y} = r + \gamma \max_a Q(s',a')$ 
    '''

    if done:
        target = reward # scalar
    else:
        # target =  $r + \gamma \max_a Q(s',a')$ 
        target = reward + self.gamma *
np.amax(self.model.predict(next_state), axis=1) # scalar

# โมเดลมี output 1 ตัวสำหรับแต่ละ action แต่ target ที่คำนวณได้เป็นแค่ scalar
# target เชื่อมโยงกับ action ที่ใช้
# ดังนั้น ต้องมี target สำหรับ output ตัวอื่น
# ยกเว้น error ควรเป็น 0 หรือ target ควรเท่ากับ prediction
target_full = self.model.predict(state) # shape (1, 8)

# เรามีแค่ 1 sample ดังนั้น first index = 0
# second index = action
# กำหนดให้เท่ากับ target ที่คำนวณก่อนหน้านี้
# Y
target_full[0, action] = target # shape (1, 8)
# Run one training step
# gradient descent

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

self.model.gradient_descent(state, target_full)

# ลดค่า epsilon 一点点
if self.epsilon > self.epsilon_min:
    self.epsilon *= self.epsilon_decay

# load weights
def load(self, name):
    self.model.load_weights(name)

# save weights
def save(self, name):
    self.model.save_weights(name)

#####

def play_one_episode(agent, env, is_train):
    '''
    รัน 1 episode
    '''

    # state เริ่มต้น
    state = env.reset() # state vector shape(7,)

    # scale state
    state = scaler.transform([state])
    done = False

    #portfolio value
    val_port = []

    #cash in hand
    cash_in_hand = []

    #stock value
    stock_val = []

    #portfolio per stock
    val_per_stock = [[], [], []]

    #cash flow
    cash_flow = []

    # count rebalance
    count = None
    pos = [[], [], []]
    while not done:

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# action สำหรับ state ปัจจุบัน
action = agent.act(state) # scalar

# รับค่า next_state, reward, done, info จาก environment ที่ได้รับ action
next_state, reward, done, info = env.step(action)

# บันทึกค่า portfolio value
val_port.append(env.portfolio_value)

# บันทึกค่า cash in hand
cash_in_hand.append(env.cash_plot)

# บันทึกค่า stock value
stock_val.append(env.stock_value)

# บันทึกค่า cash flow
cash_flow.append(env.cash_flow_plot)

for i in range(n_stocks):
    val_per_stock[i].append(env.port_val_each_stock[i])
    pos[i].append(env.pos[i])

# scaler next state
next_state = scaler.transform([next_state]) # vector shape
(1, 7)

# ถ้าอยู่ในการ train
if is_train == 'train':
    # training agent
    agent.train(state, action, reward, next_state, done)

# อัปเดต state
state = next_state # shape (1, 7)

count = env.count

# return cashflow (reward)
return info['current_cashflow'], val_port, cash_in_hand,
stock_val, val_per_stock, cash_flow, count, pos

```

```

#####
#####
#####
#####

```

```

if __name__ == '__main__':

```

```

    # config

```

```

    #engine = create_engine('mysql://root:@localhost/balance') #
    enter your password and database names here

```

```

    # engine = create_engine('mysql://root:*Enter password
    here*@localhost/*Enter Database name here*') # enter your password and
    database names here

```

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# Input stockname
stock_name1 = 'fnmas'
stock_name2 = 'itub'
stock_name3 = 'sbs'

csv_name = '-'.join([stock_name1, stock_name2, stock_name3])

# วันที่เริ่มต้นของราคาหุ้นที่ดึง
starts = '2015-10-01'

# วันสุดท้าย
ends = '2020-10-01'

# กำหนดชื่อ folder
models_folder = 'cash flow models'
rewards_folder = 'cash flow rewards'

# กำหนดจำนวน episode
num_episodes = 2000

batch_size = 32 # batch size
initial_investment = 30000 # เงินทุนเริ่มต้น

# เพิ่ม argument ในการรันเพื่อแยกการ training และ testing
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-m', '--mode', type=str, required=True,
                    help='either "train" or "test"')
args = parser.parse_args()

# สร้าง directory
maybe_make_dir(models_folder)
maybe_make_dir(rewards_folder)

# ข้อมูล
data, optimize_weight, date = get_data()

if args.mode == 'test':
    weight = pd.DataFrame(np.array(optimize_weight)*100,
                          columns=['weight3'])
    weight['stockname'] = [stock_name1.upper(),
                          stock_name2.upper(), stock_name3.upper()]
    #weight.to_csv(csv_name + '_weight.csv')
    #weight.to_sql('weight', con=engine, if_exists='replace')

# แสดงผลการจัดสรรเงินในการลงทุน
print('Portfolio Optimization')
print(f'Initial Investment: {initial_investment}')
print(f'{stock_name1.upper()}: {optimize_weight[0] *
initial_investment}')
print(f'{stock_name2.upper()}: {optimize_weight[1] *
initial_investment}')
print(f'{stock_name3.upper()}: {optimize_weight[2] *
initial_investment}')

# number of timesteps และ number of stocks
n_timesteps, n_stocks = data.shape

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถือว่าสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังไม่รับผิดชอบต่อการใช้งานเอกสารนี้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# แบ่งครึ่งข้อมูลเป็น training set และ test set
n_train = n_timesteps // 2

train_data = data[:n_train]
test_data = data[n_train:]
test_date = date[n_train:-1]

# if args.mode == 'test':
#     stock_price = pd.DataFrame(test_data,
columns=[stock_name1.upper(), stock_name2.upper(),
stock_name3.upper()], index=date[n_train:])
#
#     stock_price.to_csv('stock_price.csv')

if args.mode == 'train':
    # The highest values of function

    # model and scaler
    model, sc = deep_for_highest_price()

    high = []
    for i in range(n_stocks):
        # reshape
        df = train_data[:, i].reshape(1, -1)

        # scaler transform
        df = sc.transform(df)
        high.append(model.predict(df)[0][0])

    # Saving the high
    with open('high.pkl', 'wb') as f: # Python 3: open(...,
'wb')
        pickle.dump(high, f)

    if args.mode == 'test':
        # Getting back the objects:
        with open('high.pkl', 'rb') as f: # Python 3: open(...,
'rb')
            high = pickle.load(f)

# print high
print(f'Upper Bound {stock_name1.upper()}: {high[0]}')
print(f'Upper Bound {stock_name2.upper()}: {high[1]}')
print(f'Upper Bound {stock_name3.upper()}: {high[2]}')

```

```

# Environment
env = MultiStockEnv(train_data, initial_investment,
optimize_weight, high)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นให้ทำแบบฝึกหัดและวิจัยเชิงอิสระของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

agent = DQNAgent(state_size, action_size)

# scaler
scaler = get_scaler(env)

# บันทึกค่า portfolio values
save_cash_flow = []

# เล่น 1 รอบสำหรับ test mode
if args.mode == 'test':
    num_episodes = 1
    with open(f'{models_folder}/scaler.pkl', 'rb') as f:
        scaler = pickle.load(f)

    # สร้าง environment ด้วย test data
    env = MultiStockEnv(test_data, initial_investment,
optimize_weight, high)

    # set epsilon ให้มีค่าน้อยๆ เพื่อเน้นไปที่การ exploretion
    # ถ้า set ให้ epsilon เท่ากับ 0 จะไม่มีการรันหลายๆ episode เพราะ ข้อมูลทั้ง 2 (train
และ test) และ agent จะเป็น deterministic
    # ทำให้ได้ผลลัพธ์เหมือนกันทุกครั้ง
    agent.epsilon = 0

    # โหลด weight ที่ train แล้ว
    agent.load(f'{models_folder}/linear.npz')

    # รัน num_episode ครั้ง
    for e in range(num_episodes):
        # เวลาปัจจุบัน
        t0 = datetime.now()

        # portfolio value
        val, val_port, cash, stock_val, val_per_stock, cash_flow,
count, pos = play_one_episode(agent, env, args.mode)

        # ระยะเวลาที่ให้อินแต่ละ episode
        dt = datetime.now() - t0

        # print episode, portforlio value แต่ละ episode และ ระยะเวลาที่ให้อินแต่ละ
episode
        print(f'episode: {e + 1}/{num_episodes}, episode end value:
{val:.2f}, duration: {dt}')

        # บันทึกค่า portfolio value
        save_cash_flow.append(val)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอรรถการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นแต่กรณีที่เกิดข้อผิดพลาด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

agent.save(f'{models_folder}/linear.npz')

# สุดท้าย ทั้ง train และ test
# บันทึก scaler
with open(f'{models_folder}/scaler.pkl', 'wb') as f:
    pickle.dump(scaler, f)

# plot losses
loss = agent.model.losses
# losses = pd.DataFrame()
losses = pd.DataFrame()

num = 1
for i in range(0, len(agent.model.losses), len(train_data)-
1):
    losses['episode ' + str(num)] = loss[i:i+len(train_data)-
1]
    num += 1

losses = losses.transpose().mean()
losses = losses.transpose()
losses.plot(legend=False)
plt.title('Average Mean Square Error of All Episode')
plt.xlabel('Step')
plt.ylabel('Mean Square Error')

plt.show()

# plot my function
line_func = pd.DataFrame()

line_func['x1'] = np.linspace(0, high[0], 100)
line_func['x2'] = np.linspace(0, high[1], 100)
line_func['x3'] = np.linspace(0, high[2], 100)

line_func['y1'] = line_func['x1'].apply(lambda x: env.slope[0] *
x + env.c[0])
line_func['y2'] = line_func['x2'].apply(lambda x: env.slope[1] *
x + env.c[1])
line_func['y3'] = line_func['x3'].apply(lambda x: env.slope[2] *
x + env.c[2])

plt.style.use('ggplot')
fig, axes = plt.subplots(nrows=3, ncols=1)
axes[0].plot(line_func['x1'], line_func['y1'], color='r')
axes[0].set_xlabel('Price')
axes[0].set_ylabel('Position')
axes[0].set_title(stock_name1.upper())
axes[0].fill_between(line_func['x1'], 0, line_func['y1'],
alpha=0.5, facecolor='r')
axes[1].plot(line_func['x2'], line_func['y2'], color='b')
axes[1].set_xlabel('Price')
axes[1].set_ylabel('Position')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับสำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ การนำเอกสารฉบับนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

This material is for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

axes[1].set_title(stock_name2.upper())
axes[1].fill_between(line_func['x2'], 0, line_func['y2'],
alpha=0.5, facecolor='b')

axes[2].plot(line_func['x3'], line_func['y3'], color='yellow')
axes[2].set_xlabel('Price')
axes[2].set_ylabel('Position')
axes[2].set_title(stock_name3.upper())
axes[2].fill_between(line_func['x3'], 0, line_func['y3'],
alpha=0.5, facecolor='yellow')

plt.tight_layout()
plt.show()

```

```

#if args.mode == 'test':
    #line_func.to_sql('line_func', con=engine,
if_exists='replace')

# เช็คโหมด ถ้าเป็นโหมด test
if args.mode == 'test':

    # สร้างค่าแฟรม portfolio value
    plot_value = pd.DataFrame(val_port, index=test_date,
columns=['Portfolio_Value'])

    plot_value['Portfolio_' + stock_name1.upper()] =
val_per_stock[0]
    plot_value['Portfolio_' + stock_name2.upper()] =
val_per_stock[1]
    plot_value['Portfolio_' + stock_name3.upper()] =
val_per_stock[2]

    print(f'{stock_name1.upper()} relancing: {len(count[0])}
times, Sell: {count[0].count("sell")} times, Buy:
{count[0].count("buy")} times')
    print(f'{stock_name2.upper()} relancing: {len(count[1])}
times, Sell: {count[1].count("sell")} times, Buy:
{count[1].count("buy")} times')
    print(f'{stock_name3.upper()} relancing: {len(count[2])}
times, Sell: {count[2].count("sell")} times, Buy:
{count[2].count("buy")} times')

```

```

sell_buy = pd.DataFrame()
sell_buy['stockname'] = [stock_name1.upper(),
stock_name2.upper(), stock_name3.upper()]
sell_buy['sell'] = [count[0].count("sell"),
count[1].count("sell"), count[2].count("sell")]
sell_buy['buy'] = [count[0].count("buy"),
count[1].count("buy"), count[2].count("buy")]
#sell_buy.to_sql('sell_buy', con=engine,
if_exists='replace')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

# plot
# plt.style.use('ggplot')
#
# plot_value.iplot()
# # Major Axis
# plt.xlabel('Date')
# plt.ylabel('Value')
# plt.title('Portfolio Value')
# plt.tight_layout()
# plt.show()

fig = px.line(plot_value, x=plot_value.index,
y=plot_value.columns,
              # hover_data={"date": "|%B %d, %Y"},
              title='Portfolio Value')
fig.update_xaxes(
    dtick="M1",
    tickformat="%b\n%Y")
fig.show()

plot_value['Cash_Flow'] = cash_flow
fig = px.line(plot_value, x=plot_value.index,
y=plot_value['Cash_Flow'],
              # hover_data={"date": "|%B %d, %Y"},
              title='Cash Flow')
fig.update_xaxes(
    dtick="M1",
    tickformat="%b\n%Y")
fig.show()

# print(len(cash_flow))
# print(cash_flow)
# สร้างค่าเฟรม cash in hand
plot_value['Cash_in_Hand'] = cash

# สร้างค่าเฟรม stock value
plot_value['Stock Value'] = stock_val

# plot_value[['Cash in Hand', 'Stock Value']].plot()
#
# plt.xlabel('Date')
# plt.ylabel('Value')
# plt.title('Backtest')
# plt.tight_layout()
# plt.show()

fig = px.line(plot_value, x=plot_value.index,
y=['Cash_in_Hand', 'Stock Value'],
              # hover_data={"date": "|%B %d, %Y"},
              title='Backtest')
fig.update_xaxes(
    dtick="M1",
    tickformat="%b\n%Y")
fig.show()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังต้องอัปเดตเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

    plot_value['Drawdown'] = -((initial_investment -
    plot_value['Portfolio_Value']) / initial_investment)*100

    pos_value = pd.DataFrame(pos[0], index=test_date,
    columns=['Position_'+stock_name1.upper()])
    pos_value.index = test_date

    pos_value['Position_' + stock_name2.upper()] = pos[1]
    pos_value['Position_' + stock_name3.upper()] = pos[2]

    fig = px.line(pos_value, x=pos_value.index,
    y=['Position_'+stock_name1.upper(), 'Position_'+stock_name2.upper(),
    'Position_'+stock_name3.upper()],
    # hover_data={"date": "%B %d, %Y"},
    title='Position')
    fig.update_xaxes(
        dtick="M1",
        tickformat="%b\n%Y")
    fig.show()

    #pos_value.to_sql('pos_value', con=engine,
    if_exists='replace')

    # #Color palette
    # plt.style.use('ggplot')
    # blue, = sns.color_palette("muted", 1)
    # fig, ax = plt.subplots()
    # ax.plot(plot_value.index, plot_value['Drawdown'],
    color='r', lw=0.01, alpha=0.4)
    # ax.fill_between(plot_value.index, 0,
    plot_value['Drawdown'], alpha=0.7)
    #
    #
    # fig.autofmt_xdate()
    # ax.set_xlabel('Date')
    # ax.set_ylabel('Percent (%)')
    # plt.title('Drawdown')
    # plt.tight_layout()
    # plt.show()

    plot_value['date'] = plot_value.index

    plot_value['M-Y'] = plot_value['date'].apply(lambda date: '-'
    '.join(str(date).split('-')[:2]))

    drawdown = plot_value.groupby('M-Y').mean()

    drawdown['plus'] = drawdown['Drawdown'].apply(lambda x: x if
    x >= 0 else 0)
    drawdown['minus'] = drawdown['Drawdown'].apply(lambda x: x if
    x < 0 else 0)
    drawdown['color'] = drawdown['Drawdown'].apply(lambda x:
    'red' if x < 0 else 'green')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

drawdown['plus'].plot.bar(color='g')
drawdown['minus'].plot.bar(color='r')
drawdown.index = pd.to_datetime(drawdown.index)
drawdown.index.name = 'dates'
#
plt.xlabel('Date')
plt.ylabel('Percent (%)')
plt.title('Drawdown')
plt.tight_layout()
plt.show()

#drawdown[['Drawdown', 'plus', 'minus',
'color']].to_csv('drawdown.csv')

#drawdown[['Drawdown', 'plus', 'minus',
'color']].to_sql('drawdown', con=engine, if_exists='replace')

plot_value.index.name = 'dates'
plot_value = plot_value.drop(['Drawdown', 'date', 'M-Y'],
axis=1)
plot_value.to_csv(csv_name + '_plot_value.csv')
plot_value.to_sql('plot_value', con=engine,
if_exists='replace')

# บันทึก portfolio value ในแต่ละ episode
np.save(f'{rewards_folder}/{args.mode}.npy', save_cash_flow)

'''
#command line

#train
python cash_flow_model.py -m train && python cash_flow_plot.py -m
train

#test

python cash_flow_model.py -m test && python cash_flow_plot.py -m test
'''

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.