



การทำนายแนวโน้มราคาหุ้นกลุ่มเทคโนโลยีของสหรัฐฯแบบรายวันล่วงหน้า30วัน
โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

Forecasting the 30-Day Daily Price Trend of U.S. Technology Stocks
Using Machine Learning Techniques

วรรณพ ลิมป์ปิติวรกุล

ปริญญาบัณฑิตนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2568

ชื่อปริญญา/นิพนธ์ การทำนายแนวโน้มราคาหุ้นกลุ่มเทคโนโลยีของสหรัฐฯแบบรายวันล่วงหน้า30วันโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง

Forecasting the 30-Day Daily Price Trend of U.S. Technology Stocks Using Machine Learning Techniques

ผู้จัดทำ นายวรนพ ลิมป์ปิติวรกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ภูริวัจน์ วรรวิชัยพัฒน์

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

ปีการศึกษา 2568

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ระบบการทำนายแนวโน้มราคาหุ้นกลุ่มเทคโนโลยีของสหรัฐฯโดยการเรียนรู้แบบรายวัน ล่วงหน้า 30 วัน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เพื่อช่วยให้นักลงทุนสามารถประเมินทิศทางของตลาดและตัดสินใจลงทุนได้อย่างมีข้อมูลสนับสนุน โครงการนี้มุ่งเน้นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลการทำนายหลายรูปแบบ รวมถึงการนำผลการพยากรณ์มาใช้ในระบบจำลองการซื้อขายอัตโนมัติผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

ในการดำเนินงานได้ใช้ชุดข้อมูลราคาหุ้นย้อนหลังจาก Yahoo Finance พร้อมคำนวณตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) เพื่อใช้เป็นฟีเจอร์ในการเรียนรู้ของโมเดล โดยได้พัฒนาและเปรียบเทียบโมเดล 3 รูปแบบ ได้แก่ LSTM, Transformer และ Hybrid TCN+GRU เพื่อวิเคราะห์ความแม่นยำในการทำนายราคาหุ้นในช่วง 30 วันข้างหน้า ผลการทดลองพบว่าโมเดล Hybrid TCN+GRU ที่ผ่านการปรับค่า Sequence Length และการทำ Normalization แบบ MinMaxScaler ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ($MAE \approx 11.59$, $MAPE \approx 9.22\%$) และมีค่า R^2 มากกว่าค่า R^2 แสดงถึงความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างค่าทำนายและค่าจริง

ระบบ SmartForecast ถูกพัฒนาให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงผ่านเว็บไซต์ โดยหน้า “การพยากรณ์ (Forecast)” แสดงกราฟราคاجริงเทียบกับราคาก่อนเดลทำนาย ส่วนหน้า “การจำลองการซื้อขาย (Trading Simulator)” ใช้ผลการพยากรณ์เพื่อสร้างสัญญาณซื้อ–ขาย พร้อมคำนวณผลตอบแทน (Return %), กำไรสุทธิ (Net P&L), และกราฟ Equity Curve แบบรายวัน ผลการประเมินจากผู้ใช้งานจึงให้ความเห็นว่าระบบมีความเข้าใจง่ายและแสดงผลได้อย่างถูกต้อง แม้ยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เช่น การเพิ่มจำนวนหุ้นและการปรับ UI ให้เหมาะสม ใช้งานได้ง่าย

สรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำนายแนวโน้มราคาหุ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับหนึ่ง และสามารถนำไปต่อยอดเพื่อใช้เคราะห์เชิงกลยุทธ์หรือพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการลงทุนอัตโนมัติได้ในอนาคต

คำสำคัญ : การทำนายราคาหุ้น, การเรียนรู้ของเครื่อง, การเรียนรู้เชิงลึก, เครือข่ายประสาทเทียม, ระบบจำลองการซื้อขายหุ้น, หุ้นกลุ่มเทคโนโลยี

Keywords : Stock Price Prediction, Machine Learning, Deep Learning, Neural Network, Trading Simulation System, Technology Stocks

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรนี้เป็นน้ำเสียงลูกร่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้จัดทำได้รับความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ภูริวัจน์ วรवิชัยพัฒน์ ที่ได้กรุณาริห์คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข และชี้แนะแนวทางในการดำเนินโครงการอย่างใกล้ชิด ตลอดจนให้คำปรึกษาด้วยความเมตตาและเอาใจใส่เสมอมา ผู้จัดทำสำนึกรักในพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบโครงการ ทุกท่าน ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการตรวจประเมินและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาโครงการให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ผู้จัดทำขอขอบคุณ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ได้มอบโอกาสในการศึกษาและการสนับสนุนด้านต่าง ๆ รวมถึงเพื่อน ๆ ร่วมชั้นเรียนที่เคยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการดำเนินโครงการ

ท้ายที่สุด ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจสำคัญ อยสนับสนุนทั้งทางด้านจิตใจและการดำเนินชีวิตอย่างไม่ขาดสาย ทำให้ผู้จัดทำมีความมุ่งมั่นและสามารถดำเนินโครงการจนสำเร็จสมบูรณ์

วرنพ ลิมปีติวรกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สารบัญรูป	Error! Bookmark not defined.
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัจจุบัน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ลักษณะและขอบเขต	2
1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	2
1.4.1 ฮาร์ดแวร์	2
1.4.2 ซอฟต์แวร์	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ผลงานที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 Jitta [1]	4
2.2 Trade ideas [2]	5
บทที่ 3 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	6
3.1 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)	6
3.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)	6
3.3 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)	7
3.4 อนุกรมเวลา (Time Series) [3]	7
3.5 Long Short-Term Memory (LSTM) [4]	8
3.6 Transformers Model [6]	9
3.7 Temporal Convolutional Network [7] และ Gated Recurrent Unit [8]	9
3.8 หุ้นเจ็ดนางฟ้า (Magnificent Seven) [10]	10
3.9 การวิเคราะห์ทางเทคนิค (Technical Analysis) [11]	10
3.10 การซื้อขายหลักทรัพย์แบบตั้งเดิม (Conventional Securities Trading)	12
3.11 การจำลองการซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ (Automatic Trading Simulation)	13
บทที่ 4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน	14
4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	14
4.2 แผนการดำเนินงาน	15
บทที่ 5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	16

5.1	ภาพรวมของระบบ (System Overview).....	16
5.2	การพัฒนาโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง	17
5.3	การแสดงผลบนเว็บไซต์	30
5.4	เงื่อนไขการจำลองการซื้อขาย (Trading Simulation Logic)	34
5.5	การแสดงผลตารางและการกรองข้อมูล (Trade Log Table and Filtering System).....	37
5.6	การนำระบบขึ้นใช้งานจริง (System Deployment).....	38
5.7	สรุปท้ายบท.....	39
บทที่ 6	ผลการดำเนินงาน ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ.....	40
6.1	ผลการดำเนินงาน.....	40
6.2	ข้อจำกัด.....	46
6.3	ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม.....		49
ภาคผนวก ก	โครงสร้างของระบบ.....	50
ก.1	โครงสร้างโดยรวมของระบบ	50
ก.1.1	รายละเอียดไฟล์และโฟลเดอร์ของโปรเจกต์.....	50
ภาคผนวก ข	เทคโนโลยีและเทคนิคที่ใช้.....	52
ข.1	สเปกของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับฝึกโมเดล	52
ตารางผนวกที่ ข.1	สเปกของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับฝึกโมเดล	52
ข.2	ค่าพารามิเตอร์ (Hyperparameters) สำหรับการเทรนโมเดล	52
ตารางผนวกที่ ข.2	ค่าพารามิเตอร์ (Hyperparameters) สำหรับการเทรนโมเดล	52
ข.3	Environment และ Library ที่ใช้	53
ตารางผนวกที่ ข.3	สภาพแวดล้อมและไลบรารีที่ใช้ในการพัฒนาและ Deploy	53
ภาคผนวก ค	Workflow ของระบบ.....	54
ค.1	ผู้ใช้เข้าหน้าเว็บไซต์.....	54
ค.2	การเลือกหุ้นและการแสดงผลกราฟ	54
ค.3	การแสดงผลการพยากรณ์สรุป (Prediction Summary).....	55
ค.4	การเข้าหน้าจำลองการซื้อขาย (Trading Simulator)	55
ค.5	การกลับไปยังหน้าการพยากรณ์ (Forecast Page)	55
ค.6	การคำนวณผลการจำลอง (Performance & Logs).....	56
ค.7	การแสดงผลในหน้าเว็บ.....	56
ภาคผนวก ง	ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน (User Feedback).....	58
ง.1	แบบประเมินและความคิดเห็นจากผู้ใช้งาน (User Evaluation Form and Feedback Sheet).....	58
ง.1.1	แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 1.....	58
ง.1.2	แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 2.....	59
ง.1.3	แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 3.....	60
ง.1.4	แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 4.....	61
ง.1.5	แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 5.....	62

ง.1.6	แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 6.....	63
ง.1.7	แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 7.....	64
ง.1.8	แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 8.....	65
ง.2	ข้อเสนอแนะที่สามารถแก้ไขได้ (Implemented / Fixable).....	66
ง.3	ข้อเสนอแนะที่ยังไม่สามารถแก้ไขได้ (Not Yet Implemented / Under Development).....	66
	ภาคผนวก จ รายละเอียดการปรับปรุงเว็บตามคำแนะนำผู้ใช้งาน.....	67
จ.1	สถานะโหลดเข้าหน้าเว็บและสถานะรอประมวลผล	63
จ.2	เพิ่มหน้า Tutorial และ Words.....	59
จ.3	ปรับหน้าเว็บให้น่าสนใจและเข้าใจง่ายมากขึ้น	67

สารบัญ

	หน้า
ตาราง 4.1 แผนการดำเนินงานของโครงงาน.....	15
ตาราง 5.1 ผลการทดลอง LSTM หุ้น AMZN.....	22
ตาราง 5.2 ผลการทดลอง Transformer หุ้น AMZN.....	23
ตาราง 5.3 ผลการทดลอง Hybrid TCN+GRU หุ้น AMZN.....	23
ตาราง 5.4 ผลการทดลอง LSTM หุ้น NVDA.....	24
ตาราง 5.5 ผลการทดลอง Transformer หุ้น NVDA.....	24
ตาราง 5.6 ผลการทดลอง Hybrid TCN+GRU หุ้น NVDA.....	25
ตาราง 5.7 การเปรียบเทียบ Sequence Length หุ้น AAPL.....	27
ตาราง 5.8 การเปรียบเทียบ Sequence Length หุ้น GOOGL.....	28
ตาราง 5.9 การเปรียบเทียบ Sequence Length หุ้น NVDA.....	29
ตาราง 5.10 การเปรียบเทียบ Sequence Length หุ้น MSFT.....	30
ตาราง 5.11 การเปรียบเทียบ Sequence Length หุ้น META.....	31
ตาราง 5.12 การเปรียบเทียบ Sequence Length หุ้น TSLA.....	32
ตาราง 5.13 การเปรียบเทียบ Sequence Length หุ้น AMZN.....	37
ตาราง 6.1 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น AAPL.....	37
ตาราง 6.2 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น GOOGL.....	37
ตาราง 6.3 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น NVDA.....	38
ตาราง 6.4 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น MSFT.....	38
ตาราง 6.5 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น META.....	39
ตาราง 6.6 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น TSLA.....	39
ตาราง 6.7 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น AMZN.....	40
ตารางผนวกที่ ข.1 สเปกของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับฝึกโมเดล	48
ตารางผนวกที่ ข.2 ค่าพารามิเตอร์ (Hyperparameters) สำหรับการเทรนโมเดล.....	48
ตารางผนวกที่ ข.3 สภาพแวดล้อมและไลบรารีที่ใช้ในการพัฒนาและ Deploy.....	49

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 หน้าเว็บ Jitta.....	4
รูปที่ 2.2 หน้าเว็บ Trade Ideas.....	5
รูปที่ 3.1 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)	6
รูปที่ 3.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)	7
รูปที่ 3.3 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)	7
รูปที่ 3.4 อนุกรมเวลา (Time Series)	8
รูปที่ 3.5 Long Short-Term Memory (LSTM)	9
รูปที่ 3.6 Temporal Convolutional Network ร่วมกับ Gated Recurrent Unit (TCN+GRU).....	10
รูปที่ 3.7 หุ้นเจ็ดนางฟ้า (Magnificent Seven).....	10
รูปที่ 3.8 กราฟ VIX จาก Wikipedia.....	11
รูปที่ 5.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ.....	16
รูปที่ 5.2 ตัวอย่างข้อมูลหุ้น AAPL หลังการเตรียมข้อมูล.....	18
รูปที่ 5.3 หน้า Repository ของ GitHub.....	34
รูปที่ 5.4 หน้าหลัก Render.....	35
รูปที่ 6.1 ภาพการทำนายจากเว็บไซต์ SmartForecast.....	36
รูปที่ 6.2 Trade Signals บอกจุดเข้าและจุดออกของออเดอร์.....	37
รูปที่ 6.3 Trading History ตารางรายละเอียดออเดอร์.....	38
รูปที่ 6.4 Trading History ตารางรายละเอียดออเดอร์.....	38
รูปที่ 6.5 Trading History ตารางรายละเอียดออเดอร์.....	38
รูปที่ 6.6 Trading History ตารางรายละเอียดออเดอร์.....	38
รูปที่ 6.7 Trading History ตารางรายละเอียดออเดอร์.....	38
รูปที่ 6.8 Trading History ตารางรายละเอียดออเดอร์.....	38
รูปที่ 6.9 Trading History ตารางรายละเอียดออเดอร์.....	38
 รูปนวากที่ ก.1 รายละเอียดไฟล์และไฟล์เดอร์ของโปรเจกต์.....	46
รูปนวากที่ ค.1 หน้าเว็บไซต์.....	50
รูปนวากที่ ค.2 Checkbox เลือกแสดง/ซ่อนโมเดลแต่ละตัว.....	50
รูปนวากที่ ค.3 กล่องข้อความแสดงราคาที่ไม่เดลแต่ละตัวทำนาย.....	51
รูปนวากที่ ค.4 โค้ดเงื่อนไขการเข้าชื่อ.....	51
รูปนวากที่ ค.5 ปุ่มกลับไปหน้า Forecast.....	52
รูปนวากที่ ค.6 ระบบคำนวณผลตอบแทนจากแต่ละการจำลอง.....	52
รูปนวากที่ ค.7 กราฟเส้น Equity Curve.....	52
รูปนวากที่ ค.8 กราฟสัญญาณการซื้อ-ขายของแต่ละโมเดล.....	53

รูปนวากที่ ค.9 ตาราง Trading History.....	53
รูปนวากที่ ค.10 Dropdown Menu กรองข้อมูล.....	53
รูปนวากที่ ง.1 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 1.....	54
รูปนวากที่ ง.2 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 2.....	55
รูปนวากที่ ง.3 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 3.....	56
รูปนวากที่ ง.4 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 4.....	57
รูปนวากที่ ง.5 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 5.....	58
รูปนวากที่ ง.6 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 6.....	59
รูปนวากที่ ง.7 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 7.....	60
รูปนวากที่ ง.8 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 8.....	61
รูปนวากที่ จ.1 ภาพโค้ดตั้งค่าการแสดงผล Matrix Rain.....	63
รูปนวากที่ จ.2 ภาพรอโหลดเข้าหน้าเว็บ SmartForecast.....	64
รูปนวากที่ จ.3 ภาพโค้ดการแสดงสถานะรอประมวลผล.....	64
รูปนวากที่ จ.4 ภาพรอโหลดข้อมูลกราฟหุ้นที่เลือก.....	64
รูปนวากที่ จ.5 ภาพโค้ดการแสดงสถานะรอประมวลผล.....	65
รูปนวากที่ จ.6 ภาพตัวอย่างก่อนการปรับดีไซน์.....	66
รูปนวากที่ จ.7 ภาพตัวอย่างหลังการปรับดีไซน์.....	66
รูปนวากที่ จ.8 ภาพกราฟหลังเพิ่มเส้นระดับราคาน Graf.....	67
รูปนวากที่ จ.9 ภาพตัวอย่างการไฟกสเฉพาะโมเดล.....	67
รูปนวากที่ จ.10 ภาพตัวอย่างพื้นหลังเว็บไซต์.....	67
รูปนวากที่ จ.11 ภาพโค้ดการปรับแต่งข้อความเตือน.....	68
รูปนวากที่ จ.12 ภาพข้อความเตือนก่อนและหลังปรับปรุง.....	68
รูปนวากที่ จ.13 ภาพหน้าเว็บไซต์แบบเก่า.....	69
รูปนวากที่ จ.14 ภาพหน้าเว็บไซต์แบบใหม่.....	69

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ตลาดหุ้นกลุ่มเทคโนโลยีของสหรัฐอเมริกา เช่น NASDAQ “ได้เดิบโตกอย่างรวดเร็วและกลายเป็นหนึ่งในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อระบบเศรษฐกิจโลก บริษัทชั้นนำอย่าง Nvidia (NVDA), Apple (AAPL), Tesla (TSLA), Microsoft (MSFT), Alphabet (GOOGL), Amazon (AMZN) และ Meta (META) มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนนวัตกรรมและเศรษฐกิจ ทำให้การเปลี่ยนแปลงของราคากลุ่มนี้ส่งผลกระทบต่อความเชื่อมั่นและทิศทางการลงทุนในระดับโลก สภาพเศรษฐกิจในปัจจุบันเต็มไปด้วยความไม่แน่นอน ไม่ว่าจะเป็นอัตราเงินเฟ้อที่ผันผวน การปรับเปลี่ยนของอัตราดอกเบี้ย และความกังวลเกี่ยวกับภาวะเศรษฐกิจถดถอย นักลงทุนจึงต้องการข้อมูลที่ช่วยทำความเข้าใจความเคลื่อนไหวของตลาดได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในภาวะเงินเฟ้อสูง การเข้าถึงข้อมูลที่ถูกต้องและทันเวลาเป็นสิ่งสำคัญต่อการจัดการความเสี่ยงและการวางแผนทางการเงิน

ในขณะเดียวกัน คนรุ่นใหม่ (Generation Y และ Generation Z) ได้หันมาให้ความสนใจด้านการลงทุนในตลาดหุ้น และสินทรัพย์การเงินมากขึ้น เนื่องจากการเข้าถึงแพลตฟอร์มออนไลน์ที่ง่ายและต้นทุนต่ำ รวมถึงการรับข้อมูลข่าวสารด้านการเงินผ่านสื่อดิจิทัลอย่างแพร่หลาย พฤติกรรมดังกล่าวสะท้อนถึงความต้องการ “เครื่องมือหรือข้อมูลเพิ่มเติม” ที่ช่วยให้เข้าใจแนวโน้มของตลาดมากขึ้น ไม่ใช่เพื่อการตัดสินใจโดยตรง แต่เป็นการเพิ่มมุมมองใหม่ ๆ และช่วยเสริมการวิเคราะห์ที่ผู้ลงทุนมือყู่แล้ว

อย่างไรก็ตาม การคาดการณ์แนวโน้มราคาหุ้นยังคงเป็นเรื่องที่ท้าทาย เนื่องจากตลาดหุ้นมีความไม่แน่นอนสูงและได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลากหลาย ทั้งด้านเศรษฐกิจ การเมือง และข่าวสารประจำวัน การวิเคราะห์เชิงเทคนิคเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ ด้วยเหตุนี้ การนำเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) มาประยุกต์ใช้ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยสร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบแนวโน้มของราคาและแสดงผลในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบหรือเป็นเครื่องมือเสริมสำหรับผู้ที่สนใจการลงทุนและการวิจัยตลาดหุ้น

ดังนั้น การศึกษาการพัฒนาโมเดลพยากรณ์ราคาหุ้นล่วงหน้า 30 วันในกลุ่มเทคโนโลยี จึงมีความสำคัญในฐานะการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่สามารถใช้เป็นแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม สนับสนุนความเข้าใจในตลาดหุ้น และช่วยเพิ่มศักยภาพในการวิเคราะห์เชิงลึกของนักลงทุน นักวิชาการ และผู้สนใจทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับการทำนายแนวโน้มราคาหุ้นรายวันของกลุ่มหุ้นเทคโนโลยีชั้นนำของสหรัฐอเมริกา
- เพื่อสร้างระบบที่สามารถทำนายราคาหุ้นล่วงหน้าได้เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยใช้ข้อมูลในอดีตแบบอนุกรมเวลา (Time Series)
- เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพอย่างน้อย 2 โมเดล ได้แก่ LSTM และ Transformer ด้วยตัวชี้วัด เช่น MAE, R² และ MAPE
- เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลราคาหุ้นในกลุ่มเทคโนโลยี เช่น Apple, Microsoft, Google, Amazon, Tesla, Meta และ Nvidia สำหรับใช้ในการฝึกและทดสอบโมเดล
- เพื่อพัฒนาเครื่องมือที่สามารถแสดงผลการทำนายในรูปแบบกราฟ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นแนวโน้มราคาหุ้นล่วงหน้าได้อย่างชัดเจนและสามารถติดตามผลลัพธ์การจำลองการซื้อขายหุ้นของโมเดลได้

1.3 ลักษณะและขอบเขต

- 1) กลุ่มหุ้นเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ หุ้นเทคโนโลยีที่อยู่ในกลุ่ม “Magnificent 7” ได้แก่ Apple (AAPL), Microsoft (MSFT), Alphabet (GOOGL), Amazon (AMZN), Tesla (TSLA), Meta Platforms (META) และ Nvidia (NVDA)
- 2) ข้อมูลราคาหุ้นที่ใช้ในการศึกษาได้มาจาก Library ของ Yahoo Finance โดยครอบคลุมข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี
- 3) ข้อมูลอินพุตที่ใช้ในการพัฒนาโมเดลประกอบด้วยราคาหุ้นในอดีตและตัวชี้วัดทางเทคนิค เช่น EMA, RSI, MACD, MA, Standard Deviation และ VIX เพื่อช่วยในการเรียนรู้แนวโน้มของราคา
- 4) สร้างและเปรียบเทียบอย่างน้อย 2 โมเดล ได้แก่ Long Short-Term Memory (LSTM), Transformer ซึ่งถูกออกแบบมาให้สามารถทำนายลำดับข้อมูลในระยะยาว โดยจะทำนายล่วงหน้าเป็นเวลา 30 วัน
- 5) พัฒนาเว็บไซต์สำหรับแสดงผล ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงผลลัพธ์การทำนายราคาหุ้นแต่ละตัวผ่าน เว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้น โดยเฉพาะ ซึ่งจะแสดงผลในรูปแบบกราฟเส้น โดยสามารถเลือกแสดงกราฟเส้นของแต่ละโมเดลได้ตามต้องการ และผู้ใช้สามารถเข้าถึงผลลัพธ์การทำนายหุ้นตามโมเดลที่ต้องการได้โดยจะแสดงเป็นกราฟเส้นการเติบโตของเงินต้นและประวัติการทำนายหุ้น เพื่อวัดผลโมเดลในสถานการณ์จริง
- 6) ประเมินผลและวิเคราะห์ประสิทธิภาพโมเดล รวมถึงการทดสอบโมเดลผ่านการทำนายหุ้นโดยจำลองเงินต้นและให้ข้อความแบบอัตโนมัติและวัดผลจากการทำนายหุ้นโดยจำลองเงินต้นและให้ข้อความแบบอัตโนมัติและวัดผลจากกำไรที่สามารถทำได้

1.4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1.4.1 ฮาร์ดแวร์

- หน่วยประมวลผลกลาง AMD Ryzen 5 5600H
- หน่วยประมวลผลกราฟิก NVIDIA GeForce RTX 3050 Laptop GPU
- หน่วยความจำ ขนาด 32 GB
- โซลิดสเตตไดร์ฟ ขนาด 1 TB
- จอภาพ
- แบตเตอรี่
- เม้าส์
- ยูเอสบีไวไฟ

1.4.2 ซอฟต์แวร์

- ระบบปฏิบัติการ windows 11
- PyCharm Community Edition 2024.1.4 สำหรับพัฒนาและทดสอบโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง
- Visual Studio Code 1.99.3 สำหรับการพัฒนาเว็บไซต์
- Github สำหรับเก็บไฟล์ข้อมูลบนระบบคลาวด์
- Render: Cloud Application Platform สำหรับเผยแพร่และรันเว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นบนระบบคลาวด์

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

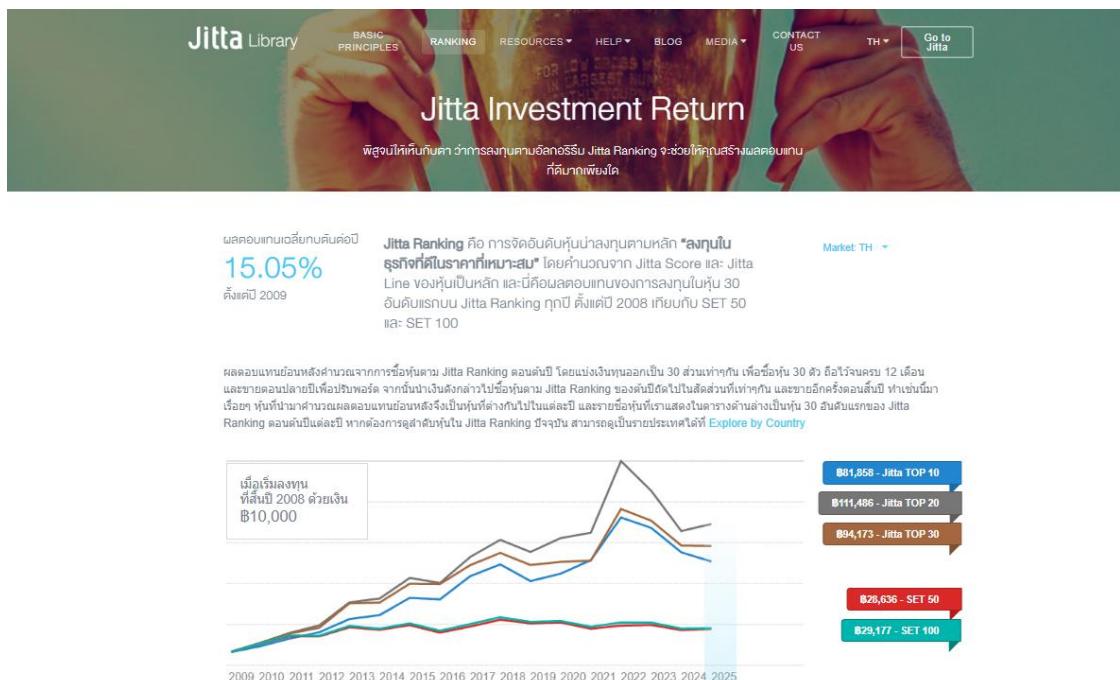
- 1) สามารถทำนายแนวโน้มของหุ้นได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ
- 2) ระบบจำลองการซื้อขายหุ้นสามารถทำกำไรได้ในสถานการณ์จริง
- 3) เว็บไซต์สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้คนทั่วไปหันมาสนใจและทดลองด้านการลงทุนมากยิ่งขึ้น

บทที่ 2 ผลงานที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของผลงานที่เกี่ยวข้องนี้ จะประกอบไปด้วยตัวอย่างของงานต่าง ๆ ที่นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาโมเดลและเว็บไซต์ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับปริญญาอินพันธ์นี้ โดยจะกล่าวถึงลักษณะของงาน ข้อดี และข้อเสียของแต่ละงานอย่างตรงไปตรงมา

2.1 Jitta

Jitta [1] (บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุนจิตต์ เวลร์ด จำกัด) ใช้ AI (Artificial Intelligence) ในการวิเคราะห์และคัดเลือกหุ้นเพื่อการลงทุน, โดยเฉพาะในนโยบายการลงทุนของ Jitta Ranking และ Jitta Ranking Alpha.



รูปที่ 2.1 หน้าเว็บ Jitta

ข้อดี

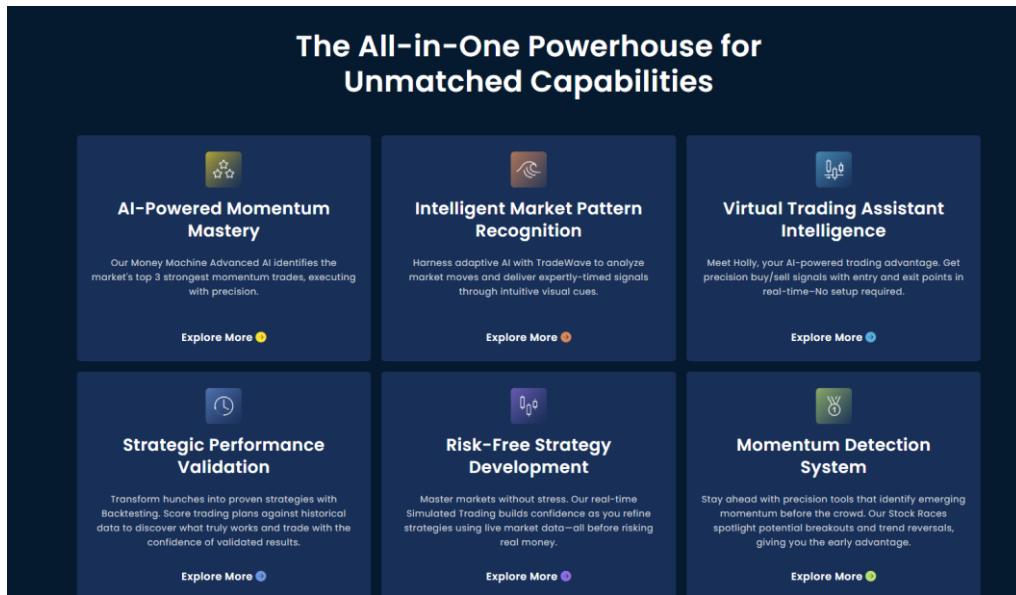
- แสดงผลลัพธ์การลงทุนได้ดี เข้าใจง่าย
- มีการเบรียบเทียบผลลัพธ์ของหุ้นโดยแสดงเป็นกราฟเส้นของการเติบโตของเงินทุน
- มีการแสดงประวัติรายชื่อหุ้นที่ลงทุนพร้อมกับผลลัพธ์กำไรขาดทุน

ข้อเสีย

- ไม่มีกลุ่มหุ้นที่เฉพาะเจาะจง เช่น กลุ่มหุ้นสินค้าอุปโภคบริโภค กลุ่มหุ้นเทคโนโลยี
- มีการซื้อขายหุ้นแบบตากตัว เช่น ชื่อหุ้นสิ้นปี 2023 ขายหุ้นสิ้นปี 2024
- ไม่มีการแสดงผลการทำนายในอนาคต เช่น อัตรากำไรที่คาดหวังในอีก 1 ปี

2.2 Trade ideas

Trade ideas [2] ของ fortinet ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างแผนการซื้อขายหุ้นอันทรงพลังที่สร้างขึ้นโดยทีมนักพัฒนาจำนวนมากความสามารถในการสหรัฐอเมริกาและแพลตฟอร์มนี้ชื่อว่า "The All-in-One Powerhouse for Unmatched Capabilities".



รูปที่ 2.2 หน้าจอ Trade ideas

ข้อดี

- มีการใช้ AI ช่วยวิเคราะห์และแนะนำการซื้อขายที่มีประสิทธิภาพ
- มีการทำนายราคาล่วงหน้าในระยะสั้นมาก เช่น ภายในวันเดียว (Intraday Trading)
- ข้อมูลมีการอัปเดตแบบเรียลไทม์
- มีเครื่องมือให้ใช้หลากหลาย
- มีการจำลองการซื้อขาย โดยให้ผู้ใช้กดซื้อขายเองได้

ข้อเสีย

- มีค่าใช้จ่ายสูงในการใช้งานจริง
- ใช้งานยากสำหรับผู้ใช้ใหม่หรือบุคคลทั่วไป
- เน้นเฉพาะตลาดหุ้นสหรัฐฯ และแคนาดาไม่รองรับตลาดอื่นๆ
- ไม่มีการทำนายล่วงหน้ารายสัปดาห์หรือรายเดือน

บทที่ 3 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

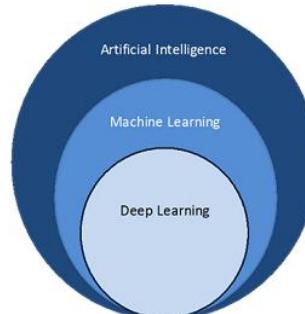
ในบทนี้จะประกอบไปด้วยรายละเอียดของทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง ที่นำมาศึกษาและเป็นแนวทางในการพัฒนา
โมเดลการนำทางด้วยเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง

3.1 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

ปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI (Artificial Intelligence) หมายถึง โปรแกรมหรือระบบคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาให้สามารถเลียนแบบพฤติกรรมหรือกระบวนการคิดของมนุษย์ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ การตัดสินใจ การจดจำ หรือการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ

ระบบ AI ทำงานโดยอาศัยการประมวลผลข้อมูลจำนวนมากผ่านอัลกอริทึมและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เช่น Neural Networks หรือ Machine Learning Algorithm เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล คาดการณ์แนวโน้ม หรือเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ผ่านมา และสามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่อง

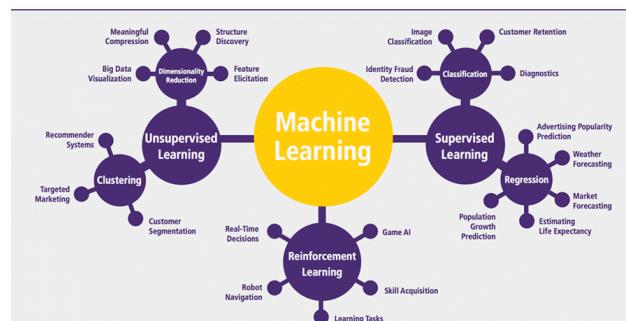
ในปัจจุบัน AI ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น ด้านการแพทย์ การเงิน การตลาด การผลิต และระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ซึ่งล้วนแต่แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเทคโนโลยี AI ที่ช่วยเพิ่มความสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำในการทำงาน ตลอดจนสามารถลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ได้ในบางกรณี



รูปที่ 3.1 ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

3.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

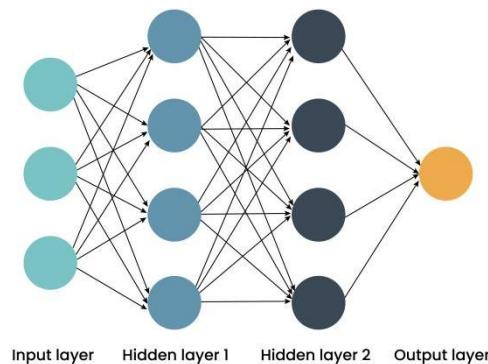
Machine Learning คือ การทำให้คอมพิวเตอร์ สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ และพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นได้ด้วยตัวเอง จากข้อมูลและสภาพแวดล้อมที่ได้รับจากการเรียนรู้ของระบบ โดยไม่ต้องมีมนุษย์อย่างกำกับหรือเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม และไม่ว่าในอนาคตมันจะมีข้อมูลรูปแบบใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นมา มนุษย์ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องไปนั่งเขียนโปรแกรมใหม่ เพราะคอมพิวเตอร์สามารถตัดความและตอบสนองได้ด้วยตัวเอง



รูปที่ 3.2 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

3.3 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

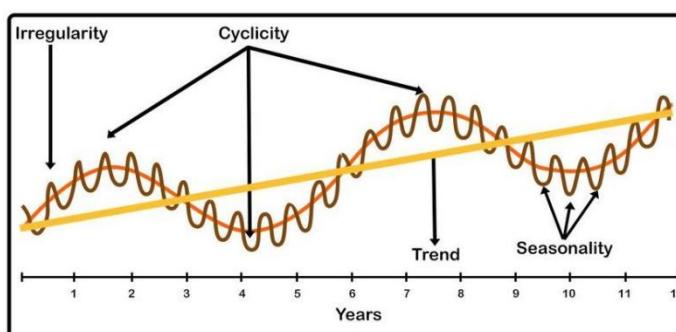
Deep Learning คือ การเรียนรู้เชิงลึก เป็นหนึ่งในสาขาย่อยของ Machine Learning ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) โดย Deep Learning ใช้ “โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น” (Artificial Neural Networks) แต่ละชั้นเรียกว่า Hidden layer โดยจะมีมากกว่า 1 ชั้น เช่น 5, 10, หรือเป็นร้อย ๆ ชั้น ยิ่งลึก (Deep) เท่าไหร่ ก็ยิ่งซับซ้อนและสามารถจับรูปแบบ (Patterns) ที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลได้ดียิ่งขึ้นในการเรียนรู้จากข้อมูลจำนวนมหาศาล เช่น รูปภาพ ข้อความ เสียง หรือวิดีโอ โครงข่ายประสาทเทียมเหล่านี้ได้รับแรงบันดาลใจจากโครงสร้างและการทำงานของสมองมนุษย์ ที่เพื่อเลียนแบบโครงข่ายประสาทที่ซับซ้อนของสมองมนุษย์



รูปที่ 3.3 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

3.4 อนุกรมเวลา (Time Series)

Time Series [3] คือ ชุดของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บหรือตรวจด้วยตัวเองตามลำดับของเวลา โดยข้อมูลแต่ละจุดในชุดจะมีลำดับเวลาประกอบอยู่เสมอ เช่น ราคาหุ้นในแต่ละวัน ปริมาณยอดขายรายเดือน หรือข้อมูลอุณหภูมิรายชั่วโมง เป็นต้น ซึ่งข้อมูลในลักษณะนี้มีความสำคัญอย่างมากในการวิเคราะห์พัฒนาหรือแนวโน้มของปรากฏการณ์ในช่วงเวลาต่าง ๆ และสามารถใช้ในการพยากรณ์ค่าที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3.4 อนุกรมเวลา (Time Series)

3.4.1 องค์ประกอบสำคัญของ Time Series Analysis

แนวโน้ม (Trend): การเคลื่อนไหวในระยะยาวของอนุกรมเวลา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง แนวโน้มอาจเป็นแบบเชิงเส้นหรือไม่เชิงเส้น และสามารถแสดงการเติบโต การเสื่อมลง หรือรูปแบบวัฏจักร

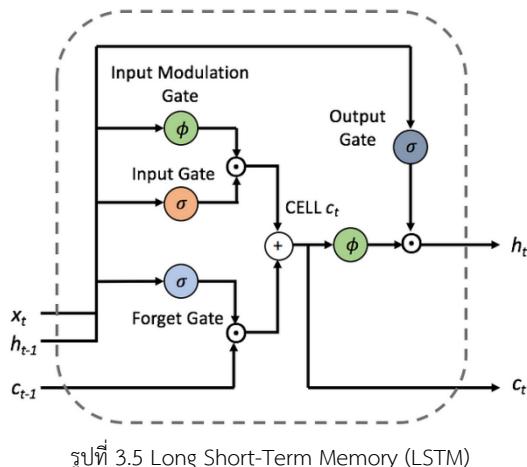
ฤดูกาล (Seasonality): รูปแบบที่เกิดขึ้นซ้ำในช่วงเวลาที่แน่นอน (เช่น รายสัปดาห์ รายเดือน รายไตรมาส หรือรายปี) ฤดูกาลอาจได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพอากาศ วันหยุด หรือพฤติกรรมของผู้บริโภค

วัฏจักร (Cyclicity): การเปลี่ยนแปลงระยะยาวที่มีดีเยี่ยวนานกว่าช่วงฤดูกาลเพียงอย่างเดียว วัฏจักรอาจเกิดจากปัจจัยทางเศรษฐกิจ แนวโน้มของอุตสาหกรรม หรือปัจจัยภายนอกอื่นๆ

ค่าคาดเคลื่อน (Residuals): การเปลี่ยนแปลงที่เหลืออยู่ในองค์รวมเวลาหลังจากคำนึงถึงแนวโน้ม ฤดูกาล และวัฏจักรแล้ว โดยทั่วไปค่าคาดเคลื่อนจะถูกสมมติให้เป็นสัญญาณรบกวนที่ของการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถอธิบายได้

3.5 Long Short-Term Memory (LSTM)

โดยเดียหลักๆ ของ RNN ก็เพื่อจะใช้งานกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นลำดับ (sequence) เช่น video (sequence of images) หรือ text (sequence of words) แต่ RNN ยังมีปัญหากับข้อมูลที่ sequence มีขนาดยาวเกินไป เพื่อแก้ปัญหาของ RNN ที่มีต่อ sequence ยาวๆ ของข้อมูล ก็เลยมีการเสนอการใช้ Long Short-Term Memory หรือ LSTM นี้ขึ้นมาโดย Sepp Hochreiter และ Juergen Schmidhuber หกมของ RNN เป็นเหมือน Neural Network ที่มี memory ธรรมชาติ อยู่ข้างใน เพื่อบันทึก hidden state ก่อนหน้าแล้วจะกี LSTM [4] ที่มี memory ภายในอยู่เข่นกัน แต่ที่เหนือกว่า RNN ก็คือ memory ที่ว่าเนี่ย สามารถมีตัวบอกได้ด้วยว่า เมื่อไหร่ที่ควรจะ write, forget (delete) หรือ อนุญาตให้ read ได้



รูปที่ 3.5 Long Short-Term Memory (LSTM)

ข้อดี

- ความสามารถในการจดจำ Patterns จาก Long Sequences
- มีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลาย
- มี Libraries ต่างๆ รองรับ เช่น TensorFlow และ Keras ทำให้ง่ายต่อการ Implementation

ข้อเสีย

- ความซับซ้อนในการคำนวณ การ Train LSTMs ใช้เวลาและทรัพยากรในการคำนวณสูง
- ต้องใช้ Dataset จำนวนมาก สำหรับการ Train Model ที่มีประสิทธิภาพ และหลีกเลี่ยง Overfitting จำเป็นต้องใช้ Data จำนวนมาก
- Hyperparameter Tuning เหมือนกับ Neural Network อื่นๆ หากต้องการได้ประสิทธิภาพที่ดี จำเป็นต้องใช้ความพยายามกับการทำ Hyperparameter Tuning [5]

3.6 Transformers Model

Transformers Model [6] เป็นรูปแบบหนึ่งของสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network Architecture) ที่มีหน้าที่แปลงหรือเปลี่ยนลำดับข้อมูลขาเข้า (Input Sequence) ให้กลายเป็นลำดับข้อมูลขาออก (Output Sequence) [7] โดยทำงานผ่านการเรียนรู้บริบท (Context) และติดตามความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ในลำดับข้อมูลนั้น

ข้อดี

- แม้ Transformer ถูกออกแบบมาเพื่อ NLP แต่ self-attention mechanism ช่วยให้จับความสัมพันธ์ระยะไกลในลำดับเวลาได้ดี ซึ่งเป็นประโยชน์กับข้อมูล Time Series อย่างราคาหุ้น
- ต่างจาก RNN ที่จำข้อมูลยาว ๆ ไม่ดี Transformer สามารถดึงข้อมูลในช่วงเวลา ก่อนหน้าได้ทั้งหมดพร้อมกัน

ข้อเสีย

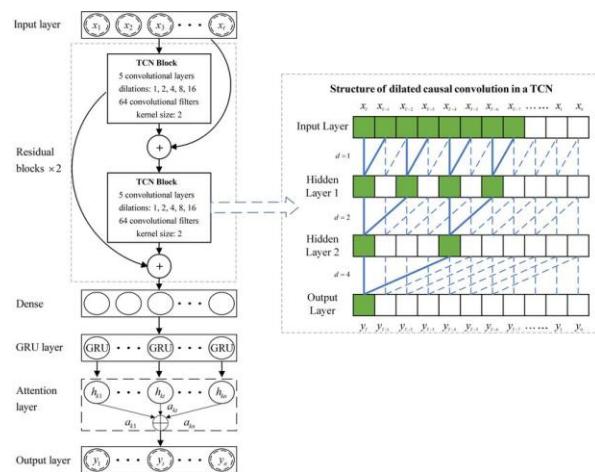
- Transformer ต้องการ "position encoding" เพื่อเข้าใจลำดับเวลา
- Transformer ต้องการข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อเรียนรู้ได้ดี

3.7 Temporal Convolutional Network และ Gated Recurrent Unit

Temporal Convolutional Network (TCN) [8] เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่พัฒนามาจาก Convolutional Neural Network (CNN) เพื่อให้สามารถประมวลผลข้อมูลที่มีลำดับเวลา (Time Series) ได้ โดยใช้หลักการ Causal Convolution ซึ่งจะคำนวณค่าปัจจุบันจากข้อมูลในอดีตเท่านั้น เพื่อป้องกันไม่ให้ข้อมูลอนาคตร่วงเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังใช้ Dilated Convolution เพื่อย้ายระยะเวลาขององค์ประกอบของโมเดล (Receptive Field) ทำให้สามารถจับความสัมพันธ์ของข้อมูลในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Gated Recurrent Unit (GRU) [9] เป็นโครงข่ายแบบวนช้ำ (RNN) ที่ถูกพัฒนาให้มีโครงสร้างเรียบง่ายกว่า LSTM โดยมีเพียงสองประตุคือ Update Gate และ Reset Gate เพื่อควบคุมการจดจำและลืมข้อมูลในแต่ละลำดับเวลา ส่งผลให้ GRU เท่านั้นได้รวดเร็วกว่าและใช้พารามิเตอร์น้อยกว่า LSTM

ในโครงงานนี้ได้ลองการทำงานของ TCN และ GRU เข้าด้วยกัน โดยให้ TCN ทำหน้าที่ดึงคุณลักษณะเชิงเวลาในระยะสั้น ส่วน GRU ทำหน้าที่เรียนรู้ความสัมพันธ์ระยะยาวของข้อมูลราคาหุ้น ผลลัพธ์จากการรวมกันของทั้งสองโมเดลช่วยให้การพยากรณ์แนวโน้มราคาหุ้นมีความแม่นยำและเสถียรมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.6 Temporal Convolutional Network ร่วมกับ Gated Recurrent Unit (TCN+GRU)

ข้อดี

- เรียนรู้ได้ทั้งแนวโน้มระยับสันและระยับยาว
- 更能ได้รวดเร็วกว่า LSTM และลดปัญหา Gradient Vanishing
- เหมาะสมกับข้อมูล Time Series ที่มีความผันผวนสูง

ข้อเสีย

- ต้องปรับแต่งพารามิเตอร์หลายค่าเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด
- หากข้อมูลมีขนาดเล็กอาจเกิด Overfitting ได้ง่าย

3.8 หุ้นเจ็ดนางฟ้า (Magnificent Seven)

“หุ้นเจ็ดนางฟ้า” หรือ “Magnificent Seven” [10] เดิมชื่อนี้มาจากการพยนตร์ เรื่อง “The Magnificent Seven” ชื่อไทย “เจ็ดสิงห์แคนเดี้ยວ” ฉายในปี 1960 กำกับโดย John Sturges เป็นเรื่องราวของกลุ่มนือปืนเจดคน ซึ่งปัจจุบันคำนี้ถูกนำมาใช้ในโลกการเงิน โดย Michael Hartnett นักวิเคราะห์จาก Bank of America โดยในปี 2023 ที่ผ่านมา เขาได้ใช้คำนี้ในการกล่าวถึงหุ้น 7 บริษัทที่มีผลการดำเนินงานยอดเยี่ยม ทรงอิทธิพล และมีอำนาจในการตลาดหุ้นสหรัฐฯ ซึ่งเป็นหุ้นที่อยู่ในกลุ่มเทคโนโลยี มืออิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้บริโภคและแนวโน้มเศรษฐกิจ ได้แก่ Alphabet (GOOGL; GOOG), Amazon (AMZN), Apple (AAPL), Meta platforms (META), Microsoft (MSFT), NVIDIA (NVDA) และ Tesla (TSLA)



รูปที่ 3.7 หุ้นเจ็ดนางฟ้า (Magnificent Seven)

3.9 การวิเคราะห์ทางเทคนิค (Technical Analysis)

การวิเคราะห์ทางเทคนิค (Technical Analysis) [11] เป็นวิธีการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของราคาหุ้นในอดีต โดยใช้ข้อมูลราคาก่อตัว ราคาสูงสุด ราคาต่ำสุด ปริมาณการซื้อขาย และตัวแปรทางเทคนิคอื่น ๆ เพื่อคาดการณ์แนวโน้มของราคาหุ้นในอนาคต ซึ่งนิยมใช้ทั้งในวงการเทรดดิ้ง และการสร้างโมเดล AI สำหรับการพยากรณ์ราคา ในการทำโครงการนี้ ได้มีการนำตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) มาช่วยเสริมให้โมเดลสามารถเรียนรู้รูปแบบพฤติกรรมของราคาได้ดีขึ้น โดยมีการคำนวณและใช้ตัวชี้วัดหลัก ๆ ดังนี้:

1. EMA (Exponential Moving Average)

เป็นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักเชิงเลขขี้กำลัง (Exponential Weighted Moving Average) ซึ่งให้ความสำคัญกับราคาล่าสุดมากกว่าราคาก่อนหน้า

$$EMA_t = (P_t \times \alpha) + EMA_{t-1} \times (1 - \alpha)$$

โดยที่

- P_t = ราคาปิดของวันปัจจุบัน
- $\alpha = \frac{2}{n+1}$ = ค่าคงที่การถ่วงน้ำหนัก
- n = จำนวนวันที่ใช้ในการคำนวณ

EMA สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของราคาได้เร็วกว่า Moving Average แบบธรรมด้า (MA)

2. MACD (Moving Average Convergence Divergence)

ใช้วัดโมเมนตัม (Momentum) ของราคา และช่วยระบุแนวโน้ม (Trend) โดยคำนวณจากส่วนต่างของค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบ EMA สองซุ่ด คือระยะสั้นและระยะยาว

$$MACD_t = EMA_{12}(P_t) - EMA_{26}(P_t)$$

และมีการคำนวณเส้นสัญญาณ (Signal Line) ดังนี้

$$Signal_t = EMA_9(MACD_t)$$

เมื่อเส้น MACD ตัดขึ้นเหนือเส้น Signal แสดงถึงสัญญาณซื้อ (Bullish Crossover) ในทางกลับกัน หากเส้น MACD ตัดลงใต้เส้น Signal แสดงถึงสัญญาณขาย (Bearish Crossover)

3. RSI (Relative Strength Index)

เป็นตัวชี้วัดที่ใช้ประเมินภาวะ "ซื้อมากเกินไป" (Overbought) หรือ "ขายมากเกินไป" (Oversold)

โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยของวันที่มีกำไรและวันที่ขาดทุนในช่วงเวลา n วัน (มักใช้ 14 วัน)

$$RS = \frac{\text{Average Gain (14 วัน)}}{\text{Average Loss (14 วัน)}}$$

จากนั้นคำนวณค่า RSI ได้ดังนี้

$$RSI = 100 - \left(\frac{100}{1 + RS} \right)$$

โดยทั่วไป

- $RSI > 70 \rightarrow$ อยู่ในภาวะ Overbought
- $RSI < 30 \rightarrow$ อยู่ในภาวะ Oversold

4. MA (Moving Average)

เป็นค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของราคาปิดในช่วงเวลา n วัน

$$MA_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} P_{t-i}$$

ช่วยให้เห็นแนวโน้มของราคาหุ้นในภาพรวม ลดผลกระทบจากความผันผวนระยะสั้น

5. Bollinger Bands (ผ่านค่า SD, Upper, Lower)

เป็นตัวชี้วัดที่ใช้วัดความผันผวนของราคาหุ้น (Volatility) โดยอ้างอิงจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, SD)
รอบค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 20 วัน (MA_20)

$$\begin{aligned}Upper_t &= MA_{20} + k \times SD_{20} \\Lower_t &= MA_{20} - k \times SD_{20}\end{aligned}$$

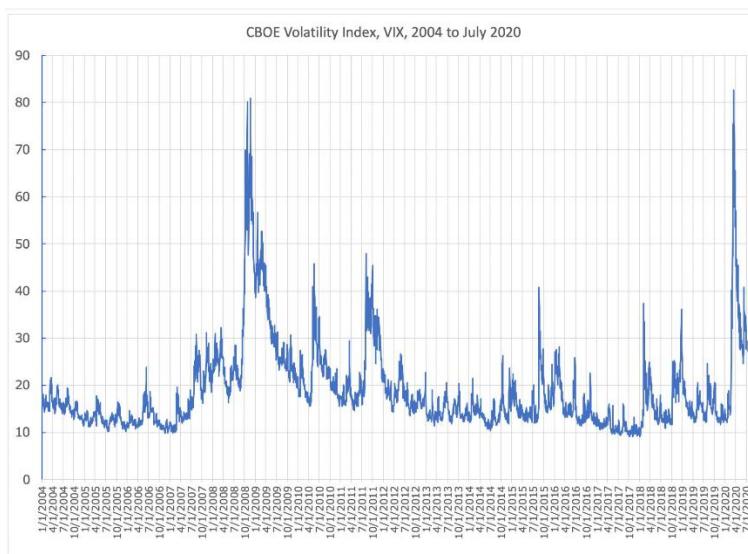
โดยที่

- SD_{20} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของราคากิตในช่วง 20 วัน
- k = ค่าคงที่ (มักใช้ 2)

เส้น Upper และ Lower Band ใช้กำหนดช่วงราคากิตของหุ้น หากราคาหลุดออกกรอบดังกล่าว มักปั่นกังวลถึงภาวะผันผวนผิดปกติ หรือมีแนวโน้มการกลับตัวของราคา

6. VIX (Volatility Index)

ดัชนี VIX [12] เป็นดัชนีวัดความถูกความแพรของอุปทานที่อ้างอิงดัชนี S&P500 นั่นเอง ตอบชั้นเมือง Call (มองขึ้น) และ Put (มองลง) ทางเทคนิคเรียกว่า Implied Volatility นักลงทุนในวงกว้างยอมรับกันในแบบที่ว่า มันคือตัววัดความผันผวนของตลาดหุ้น โดยบางสำนัก ให้ชื่อเรียกเล่นๆ กับ VIX Index ว่า Fear Index หรือ ดัชนีความกลัว



รูปที่ 3.8 กราฟ VIX จาก Wikipedia

3.10 การซื้อขายหลักทรัพย์แบบดั้งเดิม (Conventional Securities Trading)

การซื้อขายหลักทรัพย์แบบดั้งเดิม หมายถึง กระบวนการที่ผู้ลงทุนทำการซื้อหรือขายหุ้นและตราสารทางการเงินด้วยตนเอง โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลและการตัดสินใจจากมนุษย์เป็นหลัก กระบวนการนี้มักใช้ข้อมูลด้านปัจจัยพื้นฐาน (Fundamental Analysis) เช่น รายงานทางการเงิน ผลประกอบการ หรือแนวโน้มเศรษฐกิจ รวมถึงข้อมูลด้านปัจจัยทาง

เทคนิค (Technical Analysis) เช่น เส้นค่าเฉลี่ย (Moving Average) หรือดัชนี RSI (Relative Strength Index) เพื่อประเมิน จังหวะการเข้า–ออกของการลงทุน

นักลงทุนที่ใช้วิธีการแบบดั้งเดิมมักดำเนินการซื้อขายผ่านโบรเกอร์หรือตลาดหลักทรัพย์ โดยการตัดสินใจแต่ละครั้ง ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ สัญชาตญาณ และมุ่งมองส่วนบุคคล ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลจากการมณ์หรือความรู้สึก เช่น ความกลัวการขาดทุน (Fear) หรือความคาดหวังต่อกำไร (Greed) ส่งผลให้การตัดสินใจอาจขาดความเป็นระบบและมีความผันผวนสูง

3.11 การจำลองการซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ (Automatic Trading Simulation)

การจำลองการซื้อขายหุ้นอัตโนมัติ (Automatic Trading Simulation) เป็นแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัยและการพัฒนาระบบวิเคราะห์ทางการเงิน เพื่อทดสอบความสามารถของโมเดลในการสร้างสัญญาณซื้อขายโดยไม่ต้องอาศัยการตัดสินใจจากมนุษย์โดยตรง แนวคิดนี้อยู่เบื้องหลังของ Algorithmic Trading ซึ่งเป็นกระบวนการที่คอมพิวเตอร์ทำการซื้อหรือขายหลักทรัพย์ตามเงื่อนไขหรือกลยุทธ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

โดยทั่วไป ระบบจำลองการซื้อขายจะอ้างอิงข้อมูลราคาหุ้นในอดีตและผลการพยากรณ์จากโมเดล เพื่อสร้างสัญญาณซื้อ (Buy) หรือ สัญญาณขาย (Sell) ตามทิศทางแนวโน้มราคา จากนั้นระบบจะคำนวณผลลัพธ์ของการซื้อขายในแต่ละครั้ง เช่น กำไรหรือขาดทุน เพื่อประเมินว่ากลยุทธ์หรือโมเดลที่ใช้สามารถสร้างผลตอบแทนได้ดีเพียงใด การจำลองการซื้อขายจึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการตรวจสอบ ประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติ (Practical Performance) ของโมเดลพยากรณ์ ไม่เพียงแค่ความแม่นยำทางสถิติ แต่ยังแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของโมเดลในการนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทของการลงทุนจริง

บทที่ 4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

ในบทนี้จะอธิบายถึงรายละเอียดในการทำงานแต่ละขั้นตอน และแสดงแผนการดำเนินงานเพื่อวางแผนระยะเวลาที่ใช้ในการจัดทำโครงการทั้งหมด

4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

4.1.1 คิดหัวข้อและนำเสนอโครงงาน

- คิดหัวข้อโครงงานเพื่อนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและเตรียมนำเสนอหัวข้อโครงงานต่อไป

4.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล

- เก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

4.1.3 กำหนดขอบเขตและวางแผนการดำเนินงาน

- กำหนดลักษณะ ขอบเขต และผลที่คาดว่าจะได้รับของโครงงาน
- วางแผนการดำเนินงาน

4.1.4 ศึกษาความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- ศึกษาความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานเพื่อนำมาปรับใช้งาน เช่น machine learning model

4.1.5 พัฒนาและทดสอบโมเดล

- คัดเลือกโมเดลที่เหมาะสมและพัฒนาโมเดลในการทำนายทุน
- คัดเลือกฟีเจอร์ที่จำเป็นสำหรับการฝึกโมเดล
- ทดสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของโมเดล

4.1.6 ออกแบบและสร้างเว็บไซต์

- ออกแบบหน้าเว็บไซต์
- สร้างเว็บไซต์

4.1.7 ทดสอบและปรับปรุงระบบ

- ทดสอบหาความผิดพลาดหรือข้อบกพร่องของเว็บไซต์
- ทดสอบการใช้งานหน้าเว็บ

4.1.8 จัดทำเอกสาร

- จัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงานตั้งแต่เริ่มจนถึงขั้นตอนสุดท้ายและคู่มือการใช้งานของโครงงาน

4.2 แผนการดำเนินงาน

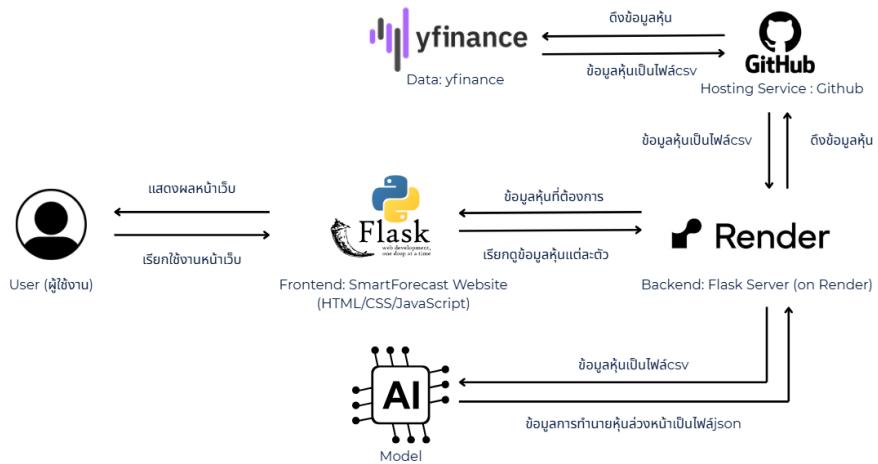
สามารถดูแผนการดำเนินงานและระยะเวลาที่ผู้จัดทำได้จัดทำโครงการวิจัยนี้ได้ดังตาราง 4.2.1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เมษายน 2568	พฤษภาคม 2568	มิถุนายน 2568	กรกฎาคม 2568	สิงหาคม 2568	กันยายน 2568	ตุลาคม 2568
คิดหัวข้อและนำเสนอโครงการ	↔						
เก็บรวบรวมข้อมูล	↔						
กำหนดขอบเขตและวางแผนการดำเนินงาน	↔						
ศึกษาความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง			↔				
พัฒนาและทดสอบโมเดล		↔			↔		
ออกแบบและสร้างเว็บไซต์			↔			↔	
ทดสอบและปรับปรุงระบบ					↔		↔
จัดทำเอกสาร	↔					↔	↔

ตาราง 4.1

บทที่ 5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

บทนี้อธิบายขั้นตอนการออกแบบระบบ SmartForecast ตั้งแต่กระบวนการจัดเตรียมข้อมูล การสร้างและปรับแต่งโมเดลพยากรณ์หุ้น การเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแต่ละโมเดล การออกแบบส่วนแสดงผลบนเว็บไซต์ การจำลองการซื้อขายหุ้นโดยอัตโนมัติ ไปจนถึงการนำระบบขึ้นใช้งานจริงบนเซิร์ฟเวอร์ เพื่อให้สามารถทดสอบและใช้งานได้จริงผ่านเว็บเบราว์เซอร์



ภาพที่ 5.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

5.1 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ระบบ SmartForecast พัฒนาขึ้นด้วยวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถพยากรณ์แนวโน้มราคาหุ้นล่วงหน้าได้ 30 วัน และแสดงผลการจำลองการซื้อขายตามสัญญาณจากโมเดลพยากรณ์ในรูปแบบกราฟเชิงโต้ตอบ โดยมีองค์ประกอบหลัก 4 ส่วนดังนี้

5.1.1 ระบบจัดการข้อมูล (Data Management System)

- ดึงข้อมูลราคาหุ้นย้อนหลังจาก Yahoo Finance โดยใช้ไลบรารี yfinance
- คำนวณตัวชี้วัดทางเทคนิค เช่น EMA, RSI, MACD, MA, SD, Bollinger Bands และ VIX
- จัดเก็บในรูปแบบไฟล์ CSV ภายในโฟลเดอร์ forecast/datasets ใน repository ของ github

5.1.2 ระบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning System)

- ใช้ข้อมูลจากส่วน Data Management ในการฝึกโมเดล 3 รูปแบบ ได้แก่ LSTM, Transformer, และ TCN+GRU
- ทำการพยากรณ์ราคาหุ้นล่วงหน้า 30 วัน และบันทึกผลในรูปแบบ JSON
- ประเมินประสิทธิภาพด้วยค่า MAE, MAPE และ R²

5.1.3 ระบบเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application System)

- พัฒนาโดยใช้ Flask Framework และแสดงผลด้วย HTML, CSS, JavaScript และ Plotly.js
- ผู้ใช้สามารถเลือกดูผลพยากรณ์ของหุ้นแต่ละตัว เลือกโมเดลที่ต้องการ และเรียกจำลองการซื้อขายได้ทันทีผ่านหน้าเว็บ

5.1.4 ระบบจำลองและประเมินผล (Trading Simulation & Evaluation System)

- จำลองการซื้อขายตามสัญญาณจากโมเดล เช่น Buy / Sell
- คำนวณตัวชี้วัดทางการลงทุน เช่น Return %, Win Rate, Max Drawdown
- แสดงผลในรูปแบบกราฟ Equity Curve และบันทึกข้อมูลการซื้อขายทั้งหมดลงใน CSV

5.2 การพัฒนาโมเดลการเรียนรู้ของเครื่อง

5.2.1 แหล่งที่มาของข้อมูล

- นำข้อมูลมาจาก yahoo finance ผ่าน library yfinance
- เก็บข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ปี 2020-2025 โดยบันทึกเป็นไฟล์CSV

5.2.2 การเตรียมข้อมูล

- รวมข้อมูล (Merge) นำข้อมูลราคาหุ้นที่เลือกไว้(1ใน7หุ้น เช่น AAPL) และข้อมูล VIX (เป็นดัชนีอ้างอิงที่ใช้วัดความคาดหวังของตลาดหุ้นเกี่ยวกับความผันผวน) มารวมกันโดยใช้วันที่เป็น index ร่วมกัน พร้อมจัดการ MultilIndex (หากมี) ให้กลายเป็นคอลัมน์แบบบรรmode
- เติมค่าว่าง (Missing Values) ใช้การเติมข้อมูลแบบ forward-fill (ffill()) และ backward-fill (bfill()) เพื่อจัดการกับข้อมูลที่ขาดหายจากทั้งข้อมูลหุ้นและ VIX
- สร้างฟีเจอร์ทางเทคนิค (Technical Indicators):¹
 - ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เลขขึ้นกำลัง (EMA) เป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของราคากลาง โดยให้ความสำคัญกับราคาล่าสุดมากกว่าราคาเก่า ได้แก่ EMA12 และ EMA26 ช่วยจับแนวโน้มระยะสั้น (EMA_12) และแนวโน้มระยะกลาง (EMA_26)
 - ดัชนี RSI (Relative Strength Index) เป็นดัชนีวัด "ความแรงการซื้อขาย" ของแนวโน้มในช่วง 14 วัน (0-100)
 - ค่าดัชนี MACD (Moving Average Convergence Divergence) เป็นการวัดความแตกต่างระหว่าง EMA สองช่วงเวลา ช่วยระบุจุดเปลี่ยนของแนวโน้ม (momentum shift)
 - ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA) เป็นค่าเฉลี่ยของราคากลางย้อนหลังตามจำนวนวันที่ระบุ ใช้ดูแนวโน้มระยะสั้นถึงกลาง ได้แก่ MA10, MA20, MA30 และ MA45
 - ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 20 วัน (SD_20) วัดความผันผวนของราคากลาง ค่าเฉลี่ย 20 วันและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุด 20 วัน (Upper_20, Lower_20) ช่วยบอกขอบเขตของความผันผวน 20 วัน
- มี Feature ทั้งหมดดังนี้ "Date", "Close", "High", "Low", "Open", "Volume", "VIX_Close", "EMA_12", "EMA_26", "RSI", "MACD", "MA_10", "MA_20", "MA_30", "MA_45", "SD_20", "Upper_20", "Lower_20"

Date	Close	High	Low	Open	Volume	VIX_Close	EMA_12	EMA_26	RSI	MACD	MA_10	MA_20	MA_30	MA_45	SD_20	Upper_20	Lower_20	
2020-07-30	93.503334	93.607830	91.148696	91.556763	158130000	24.768000	92.329422	90.853191	50.707053	1.476230	92.707283	92.597842	90.862134	87.641317	1.904366	94.502208	90.693476	
2020-07-31	103.292076	103.442746	98.008875	100.011343	376335800	24.459999	94.015984	91.774590	68.770158	2.243394	93.672712	93.338195	91.455987	88.218025	2.859834	96.198030	90.478361	
2020-08-03	105.894783	108.519367	104.878973	105.177879	308151200	24.280001	95.843491	92.820530	69.919508	3.022961	94.703160	94.099355	92.152880	88.856244	3.944128	98.334463	90.142206	
2020-08-04	106.801959	107.695537	105.300137	106.084331	173071600	23.768000	97.498640	93.841377	69.979921	3.657263	95.932284	94.891927	92.799224	89.485063	4.739890	99.631817	90.152037	
2020-08-05	106.988558	107.309142	105.855896	106.322493	121776800	22.990000	98.958597	94.815227	73.284675	4.143369	97.175562	95.607370	93.393599	90.116422	5.419537	101.026997	90.187832	
2020-08-06	110.722107	111.216865	106.730768	107.321298	202428800	22.650000	100.768214	95.933442	76.856669	4.777473	99.222494	96.489523	94.178409	90.821119	6.343355	102.832857	90.161688	
2020-08-07	108.203766	110.699184	110.405232	110.241487	198045600	22.209999	101.912145	96.897909	69.464432	5.014238	101.040057	97.237669	94.821787	91.484999	6.805552	104.043220	90.432117	
2020-08-10	109.776489	110.796568	107.120390	109.652525	212405600	22.129999	103.122044	97.851876	73.748805	5.270164	102.801511	98.085957	95.616397	92.134245	7.266460	105.352417	90.819497	
2020-08-11	106.511742	109.537891	106.251243	109.038810	187902400	24.030001	103.643533	98.493350	66.798076	5.150186	104.387905	98.694214	96.236161	92.700361	7.443933	106.138176	91.250251	
2020-08-12	110.051580	110.309452	107.410097	107.604859	165598000	22.280001	104.429390	99.349515	78.410700	5.279875	106.154520	99.447021	96.949457	93.288274	7.802880	107.249901	91.644141	
2020-08-13	111.999229	113.004701	110.945063	111.434411	210082000	22.129999	105.763212	100.286531	80.045284	5.476680	108.004110	100.355656	97.733265	93.871674	8.163685	108.519341	92.191972	
2020-08-14	111.899429	111.989507	111.085683	111.823959	165565200	22.049999	106.707245	101.146746	78.508052	5.568499	108.864845	101.268779	98.513745	94.544340	8.390821	109.659599	92.877958	
2020-08-17	111.607269	113.048529	110.979158	113.024282	119561600	21.350000	107.461095	101.921600	81.403483	5.539496	109.430994	102.068627	99.205588	95.194851	8.583284	110.651911	93.485343	
2020-08-18	112.537277	112.953324	111.022994	111.358954	105635600	21.910000	108.242040	101.029622	102.980955	81.002889	5.534100	110.029622	102.980955	99.937827	95.843402	8.682203	111.663158	94.298751
2020-08-19	112.678459	114.095371	112.583515	112.946262	145538000	22.540001	108.924571	103.446503	80.414283	5.478069	110.598633	103.887099	100.004458	96.446000	8.702284	112.589383	95.184819	
2020-08-20	115.178780	115.293204	112.702834	112.719878	126907200	22.719999	107.886757	104.115560	74.524036	5.571197	111.044403	105.135450	101.341150	97.100808	8.427326	113.560776	96.706125	
2020-08-21	121.114212	121.598686	116.128242	116.140612	338054800	22.540001	111.614058	105.559905	77.603906	6.054153	112.355448	106.687752	102.270262	97.898757	8.361172	115.048925	98.326580	
2020-08-24	122.562759	125.413628	120.693024	125.328409	359376000	22.370001	113.298474	106.819375	78.190429	6.479098	113.614075	108.207796	103.261996	98.733751	8.344803	116.552599	99.862994	
2020-08-25	121.557304	121.903014	119.631206	121.43347	211495600	22.050001	114.569063	107.911074	75.181432	6.657989	115.118651	109.755268	104.169020	99.499899	7.763503	117.516771	101.989755	
2020-08-26	123.210350	123.668047	121.808844	122.876817	165022400	23.270000	115.698497	109.446354	73.258950	6.854139	116.434507	111.294514	105.109516	100.255594	7.171253	118.465766	104.123261	
2020-08-27	121.737465	124.147672	120.590784	123.814140	155552400	24.469999	110.796795	109.984584	76.224242	6.812211	117.408331	112.700220	106.039881	101.016409	6.197543	118.903763	106.508677	

รูปที่ 5.2 ตัวอย่างข้อมูลหุ้น AAPL หลังการเรียบเรียงข้อมูล

มุมมอง Time Series ผ่านโครงสร้างตาราง

Row เป็นจุดเวลาแต่ละจุด (Time Steps)

Column เป็นตัวแปรที่วัดในแต่ละเวลา (Features / Variables)

5.2.3 การฝึกฝนโมเดล

ฟังก์ชัน `create_sequences` นี้ ทำหน้าที่แปลงข้อมูลอนุกรมเวลา (Time-Series Data) ให้อยู่ในรูปแบบชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) โดยใช้เทคนิคหน้าต่างเลื่อน (Sliding Window)

การทำงานหลักของฟังก์ชันคือการวนซ้ำ (iterate) ไปตามชุดข้อมูลดิบ เพื่อสร้างคู่ข้อมูลนำเข้าและข้อมูลเป้าหมาย:

1. ข้อมูลนำเข้า (X) คือลำดับข้อมูล (sequence) ของ features (เช่น ราคาปิด, บริมาณการซื้อขาย, และตัวชี้วัดทางเทคนิค) ตามความยาวที่กำหนด (`seq_len`)
2. ข้อมูลเป้าหมาย (y) คือลำดับของ อัตราการเปลี่ยนแปลงเชิงร้อยละ (Percentage Change) ของราคาปิดในอนาคต ตามจำนวนวันที่กำหนด (`horizon`)

โดยอัตราการเปลี่ยนแปลงเชิงร้อยละจะถูกคำนวณโดยเทียบกับราคาอ้างอิง (base_price) ซึ่งคือราคาปิด ณ วันสุดท้ายของลำดับข้อมูลนำเข้า (X) นั้นๆ

```
def create_sequences(features, close_prices, seq_len, horizon, step):
    X, y = [], []
    for i in range(len(features) - seq_len - horizon * step + 1):
        X.append(features[i:i+seq_len])
        targets = []
        base_price = close_prices[i + seq_len - 1]
        for j in range(1, horizon + 1):
            future_price = close_prices[i + seq_len + j*step - 1]
            pct_change = (future_price - base_price) / base_price
            targets.append(pct_change)
        y.append(targets)
    return np.array(X), np.array(y)
```

รูปที่ 5.3 โค้ดการสร้าง sequences lstm, transformer และ tcn+gru

LSTM (Long Short-Term Memory) ซึ่งเป็นหนึ่งในโมเดล RNN ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้จากข้อมูลลำดับเวลา โดยมีโครงสร้างดังที่ปรากฏในรูปที่ 5.4 - 5.6 :

- LSTM layer 1: 64 units พ้อม `return_sequences=True`
- Dropout: เพื่อป้องกัน overfitting (20%)
- LSTM layer 2: 64 units

- Dropout: 20%
- Dense layer 1: 32 units, activation function = ReLU
- Output layer: Dense(forecast_horizon = 30 จุด)

การคอมไพล์โมเดล

- Optimizer: Adam (learning rate = 0.0005)
- Loss function: Mean Squared Error (MSE)

การฝึกฝนโมเดล

- Epochs: 50 รอบ
- Batch size: 16
- Validation: แบ่ง 80% เป็น train set และ 20% เป็น test set

```
X_lstm, y_lstm = create_sequences(scaled_features, close_prices, seq_length_lstm, forecast_horizon, step)
train_size_lstm = int(len(X_lstm) * 0.8)
X_train_lstm, X_test_lstm = X_lstm[:train_size_lstm], X_lstm[train_size_lstm:]
y_train_lstm, y_test_lstm = y_lstm[:train_size_lstm], y_lstm[train_size_lstm:]
```

รูปที่ 5.4 โค้ดการแบ่งข้อมูล train / test lstm

```
def build_lstm_model():
    model = Sequential([
        Bidirectional(LSTM(64, return_sequences=True), input_shape=(seq_length_lstm, X_lstm.shape[2])),
        Dropout(0.2),
        Bidirectional(LSTM(64)),
        Dropout(0.2),
        Dense(units=32, activation='relu'),
        Dense(forecast_horizon)
    ])
    adam_optimizer = Adam(learning_rate=0.0005)
    model.compile(optimizer=adam_optimizer, loss='mse')
    return model
```

รูปที่ 5.5 โค้ดการปรับแต่งโมเดล lstm

```
lstm_model = build_lstm_model()
lstm_model.fit(X_train_lstm, y_train_lstm, epochs=50, batch_size=16, validation_split=0.2, callbacks=callbacks)
```

รูปที่ 5.6 โค้ดปรับแต่งการฝึกฝนโมเดล lstm

Transformer ซึ่งเป็นโมเดลที่ถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับข้อมูลลำดับ (Sequence) โดยเฉพาะในงาน NLP และ Time Series การฝึกฝนโมเดลนี้มีโครงสร้างที่ปราກฎในรูปที่ 5.7 - 5.9 :

Input layer:

- ข้อมูลลำดับความยาว 150 วันย้อนหลัง
- มีจำนวนฟีเจอร์ทั้งหมด 17 ตัวแปร

Transformer Encoder Layer 1:

- Multi-head Attention (head size = 64, num_heads = 4)
- Dropout: 20%
- Feedforward Layer: Dense(128 units), activation = ReLU
- Layer Normalization

Transformer Encoder Layer 2: โครงสร้างเหมือน Layer แรก

GlobalAveragePooling1D: ลดขนาดลำดับให้อยู่ในรูปเวกเตอร์เดียว

Dense layer 1:

- 64 units, activation function = ReLU
- Dropout: 20%

Output layer: Dense(forecast_horizon = 30 จุด)

การคอมไพล์โมเดล:

- Optimizer: Adam (learning rate = 0.0005)
- Loss function: Mean Squared Error (MSE)

การฝึกฝนโมเดล

- Epochs: 50 รอบ
- Batch size: 32
- Validation: แบ่ง 80% เป็น train set และ 20% เป็น test set

```
X_trans, y_trans = create_sequences(scaled_features, close_prices, seq_length_trans, forecast_horizon, step)
train_size_trans = int(len(X_trans) * 0.8)
X_train_trans, X_test_trans = X_trans[:train_size_trans], X_trans[train_size_trans:]
y_train_trans, y_test_trans = y_trans[:train_size_trans], y_trans[train_size_trans:]
```

รูปที่ 5.7 โค้ดการแบ่งข้อมูล train / test transformer

```
class LearnablePositionalEncoding(tf.keras.layers.Layer):
    def __init__(self, sequence_length, d_model):
        super().__init__()
        self.pos_encoding = self.add_weight(name="pos_encoding", shape=(1, sequence_length, d_model),
                                            initializer="random_normal", trainable=True)

    def call(self, x):
        return x + self.pos_encoding

# Transformer Encoder Block
def transformer_encoder(inputs, head_size, num_heads, ff_dim, dropout=0.1):
    x = MultiHeadAttention(key_dim=head_size, num_heads=num_heads, dropout=dropout)(inputs, inputs)
    x = Dropout(dropout)(x)
    x = Add()([x, inputs])
    x = LayerNormalization(epsilon=1e-6)(x)

    ff = Dense(ff_dim, activation="relu")(x)
    ff = Dense(inputs.shape[-1])(ff)
    x = Add()([x, ff])
    x = LayerNormalization(epsilon=1e-6)(x)
    return x

# บันเดิล Transformer
def build_transformer_model():
    inputs = Input(shape=(seq_length_trans, X_trans.shape[2]))
    x = LearnablePositionalEncoding(seq_length_trans, X_trans.shape[2])(inputs)
    for _ in range(3): # ลึก depth
        x = transformer_encoder(x, head_size=64, num_heads=4, ff_dim=128)
    x = tf.keras.layers.GlobalAveragePooling1D()(x)
    x = Dropout(0.2)(x)
    x = Dense(units=64, activation='relu')(x)
    outputs = Dense(forecast_horizon)(x)
    model = Model(inputs, outputs)
    adam_optimizer = Adam(learning_rate=0.0005)
    model.compile(optimizer=adam_optimizer, loss='mse')
    return model
```

รูปที่ 5.8 โค้ดการปรับแต่งโมเดล transformer

```
transformer_model = build_transformer_model()
transformer_model.fit(X_train_trans, y_train_trans, epochs=50, batch_size=16, validation_split=0.2, callbacks=callbacks)
```

รูปที่ 5.9 โค้ดปรับแต่งการฝึกฝนโมเดล transformer

TCN (Temporal Convolutional Network) Layers ใช้เลเยอร์คอนโวลาชันแบบ 1 มิติ (Conv1D) ที่มีการขยายระยะ Dilation เพื่อจับความสัมพันธ์ทั้งระยะสั้นและระยะยาวในข้อมูลลำดับเวลา การฝึกฝนโมเดลนี้มุ่งสร้างที่ประกูณในรูปที่ 5.10 - 5.12 :

- TCN Block 1: Conv1D (`in_channels → 64 filters`), kernel size = 3, dilation = 1
 - Batch Normalization + ReLU Activation
 - Dropout = 0.2
- TCN Block 2: Conv1D (`64 → 64 filters`), kernel size = 3, dilation = 2
 - Batch Normalization + ReLU Activation
 - Dropout = 0.2
- TCN Block 3: Conv1D (`64 → 64 filters`), kernel size = 3, dilation = 4
 - Batch Normalization + ReLU Activation
 - Dropout = 0.2

ผลลัพธ์จาก TCN จะถูกแปลงจากขนาด `[batch_size, channels, seq_len]` กลับมาเป็น `[batch_size, seq_len, channels]` เพื่อส่งต่อให้ GRU Layer

GRU Layer (Gated Recurrent Unit):

- GRU 1 ชั้น ขนาด 64 units
- ใช้เพื่อเรียนรู้ลักษณะลำดับเชิงเวลา (Temporal Dependencies) จากฟีเจอร์ที่สกัดโดย TCN
- คืนค่า hidden state สุดท้ายเพื่อนำไปทำนายในขั้นตอนต่อไป

Fully Connected Layer (Output Layer):

- Dense layer 1: 64 `forecast_horizon` 30
- Activation Function: Linear
- Output: เอกเตอร์จำนวน 30 ค่า แทนราคาที่คาดการณ์ล่วงหน้าในแต่ละวัน

การคอมไพล์และการฝึกฝนโมเดล

- Optimizer: Adam (learning rate = 0.001)
- Loss Function: Mean Squared Error (MSE)
- Scheduler: ReduceLROnPlateau (ลด learning rate อัตโนมัติเมื่อค่า Validation Loss 'ไม่ดีขึ้น')
- Early Stopping: หากค่า Validation Loss 'ไม่ลดลงภายใน 5 รอบติดต่อกัน จะหยุดการฝึกเพื่อป้องกัน Overfitting

การฝึกฝนโมเดล

- Epochs: 100 รอบ (มี Early Stopping)

- Batch Size: 32
- Validation Split: แบ่งข้อมูล 80% สำหรับฝึก และ 20% สำหรับตรวจสอบผล

```
X_train, X_val, y_train, y_val = train_test_split(*arrays: X, y, test_size=0.2, shuffle=False)
train_dataset = TensorDataset(*tensors: torch.tensor(X_train, dtype=torch.float32),
|                           torch.tensor(y_train, dtype=torch.float32))
train_loader = DataLoader(train_dataset, batch_size=32, shuffle=True)
X_val_tensor = torch.tensor(X_val, dtype=torch.float32).to(device)
y_val_tensor = torch.tensor(y_val, dtype=torch.float32).to(device)
```

รูปที่ 5.10 โค้ดการแบ่งข้อมูล train / test tcn+gru

```
class TCNBlock(nn.Module):
    def __init__(self, in_channels, out_channels, kernel_size, dilation):
        super().__init__()
        padding = (kernel_size - 1) * dilation // 2
        self.conv = nn.Conv1d(in_channels, out_channels, kernel_size,
                            padding=padding, dilation=dilation)
        self.norm = nn.BatchNorm1d(out_channels)
        self.relu = nn.ReLU()
    def forward(self, x):
        return self.relu(self.norm(self.conv(x)))

class HybridTCN_GRU(nn.Module):
    def __init__(self, num_inputs, num_outputs):
        super().__init__()
        self.tcn = nn.Sequential(
            TCNBlock(num_inputs, out_channels=64, kernel_size=3, dilation=1),
            nn.Dropout(0.2),
            TCNBlock(in_channels=64, out_channels=64, kernel_size=3, dilation=2),
            nn.Dropout(0.2),
            TCNBlock(in_channels=64, out_channels=64, kernel_size=3, dilation=4),
            nn.Dropout(0.2),
        )
        self.gru = nn.GRU(input_size=64, hidden_size=64, batch_first=True)
        self.fc = nn.Linear(in_features=64, num_outputs)
    def forward(self, x):
        x = x.permute(0, 2, 1) # [B, C, T]
        x = self.tcn(x) # [B, 64, T]
        x = x.permute(0, 2, 1) # [B, T, 64]
        _, h = self.gru(x) # h: [1, B, 64]
        return self.fc(h.squeeze(0))
```

รูปที่ 5.11 โค้ดการปรับแต่งโมเดล tcn+gru

```
model = HybridTCN_GRU(num_inputs=X.shape[2], num_outputs=forecast_horizon).to(device)
loss_fn = nn.MSELoss()
optimizer = torch.optim.Adam(model.parameters(), lr=0.001)
scheduler = torch.optim.lr_scheduler.ReduceLROnPlateau(optimizer, mode='min', factor=0.5, patience=5)
```

รูปที่ 5.12 โค้ดปรับแต่งการฝึกฝนโมเดล tcn+gru

5.2.4 เทคนิคในการปรับพารามิเตอร์

- Feature Engineering เป็นการเลือกใช้ฟีเจอร์เทคนิคคลอททางการเงินหลายตัว
- Normalization ใช้ MinMaxScaler เพื่อทำให้ค่าทุกฟีเจอร์อยู่ในช่วง (0,1) ช่วยให้โมเดลเทรนเร็วขึ้น และลด bias
- Sequence Preparation สร้างลำดับข้อมูล และคำนวณ target เป็นอันตราระเบียบเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์จากราคาปิด ช่วยให้โมเดลโฟกัสที่การเปลี่ยนแปลงแทนการเดาตัวเลขตรง ๆ
- Forecast Horizon และ Step ใช้ forecast_horizon = 30 และ step = 1 หมายถึงคาดการณ์ล่วงหน้า 30 วัน

การทดลองในการปรับ Normalization รูปแบบต่างๆ

ในการทดลองนี้ได้ทำการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ของโมเดล LSTM, Transformer, และ Hybrid TCN+GRU เพื่อประเมินผลของวิธีการปรับขนาดข้อมูล (Normalization) ที่แตกต่างกันต่อประสิทธิภาพของโมเดล ได้ทำการทดลองกับ เทคนิคการปรับสเกลข้อมูล 5 รูปแบบ ได้แก่

1. z-score (StandardScaler) — ทำให้ข้อมูลมีค่าเฉลี่ยเป็นศูนย์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับหนึ่ง
 2. MinMaxScaler — ปรับค่าทุกฟีเจอร์ให้อยู่ในช่วง [0, 1]
 3. MaxAbsScaler — ปรับค่าข้อมูลให้อยู่ในช่วง [-1, 1] โดยคำนวณจากค่าสูงสุดเชิงสัมบูรณ์
 4. RobustScaler — ปรับขนาดข้อมูลโดยใช้ค่ามัธยฐานและ IQR (Interquartile Range) ช่วยลดผลกระทบจาก Outlier
 5. PowerTransformer — ปรับการกระจายของข้อมูลให้ใกล้เคียงการแจกแจงปกติ (Gaussian Distribution)
- เพื่อหารือการปรับข้อมูลที่เหมาะสมกับแต่ละโมเดลมากที่สุด

	MAE	MAPE	R ²
z-score	35.19	16.54%	-5.71
MinMaxScaler	18.29	8.70%	-0.71
MaxAbsScaler	32.38	15.13%	-4.72
RobustScaler	20.5422	9.88%	-1.15
PowerTransformer	16.5201	7.92%	-0.25

ตาราง 5.1 LSTM หุ้น AMZN

	MAE	MAPE	R ²
z-score	44.22	21.22%	-8.35
MinMaxScaler	13.87	6.83%	0.16
MaxAbsScaler	16.51	7.91%	-0.21
RobustScaler	20.03	9.72%	-0.92
PowerTransformer	42.32	20.72%	-7.32

ตาราง 5.2 Tranformer หุ้น AMZN

	MAE	MAPE	R ²
Z-score	15.31	7.31%	-0.25
MinMaxScaler	15.08	7.36%	-0.15
MaxAbsScaler	17.07	8.10%	-0.50
RobustScaler	16.61	7.93%	-0.38
PowerTransformer	14.65	7.23%	-0.21

ตาราง 5.3 Hybrid TCN+GRU หุ้น AMZN

	MAE	MAPE	R ²
Z-score	25.75	20.36%	-4.98
MinMaxScaler	21.33	17.69%	-2.70
MaxAbsScaler	32.69	26.37%	-9.25
RobustScaler	16.13	13.00%	-1.28
PowerTransformer	23.70	19.35%	-3.94

ตาราง 5.4 LSTM หุ้น NVDA

	MAE	MAPE	R ²
Z-score	47.59	38.25%	-17.63
MinMaxScaler	21.33	17.69%	-2.70
MaxAbsScaler	21.73	17.89%	-3.10
RobustScaler	49.43	39.49%	-22.45
PowerTransformer	24.93	20.64%	-4.37

ตาราง 5.5 Transformer หุ้น NVDA

	MAE	MAPE	R ²
Z-score	16.18	12.77%	-1.31
MinMaxScaler	11.59	9.22%	-0.17
MaxAbsScaler	10.13	8.00%	0.12
RobustScaler	13.64	10.92%	-0.58
PowerTransformer	14.83	11.64%	-1.01

ตาราง 5.6 Hybrid TCN+GRU หุ้น NVDA

1) ผลการทดสอบโมเดล LSTM

สำหรับโมเดล LSTM (Long Short-Term Memory) ที่ใช้กับหุ้น AMZN และ NVDA พบว่าการใช้ MinMaxScaler ให้ผลดีที่สุดในภาพรวม โดยมีค่า MAE = 18.29 และ MAPE = 8.70% สำหรับหุ้น AMZN และค่า MAE = 21.33,

$MAPE = 17.69\%$ สำหรับหุ้น NVDA ซึ่งถือว่าให้ความแม่นยำสูงและมีค่า R^2 ใกล้ศูนย์กว่าการปรับแบบอื่น แสดงให้เห็นว่าโมเดลสามารถเรียนรู้แนวโน้มของข้อมูลได้อย่างมีเสถียรภาพ

ส่วนการใช้ z-score และ MaxAbsScaler ทำให้ค่า MAE และ MAPE สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในหุ้น NVDA ที่มีค่า R^2 ติดลบมากกว่า -4 ซึ่งสะท้อนว่าโมเดลไม่สามารถจับแนวโน้มของข้อมูลจริงได้ดี

จึงสรุปได้ว่า LSTM เหมาะกับการใช้ MinMaxScaler มากที่สุด เนื่องจากการปรับค่าสเกลให้อยู่ในช่วง $[0, 1]$ ช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ของเซลล์หน่วยความจำ (memory cell) ภายในโมเดลมีความเสถียรและลดโอกาสการสูญเสียข้อมูลในลำดับระยะยาว

2) ผลการทดลองโมเดล Transformer

สำหรับโมเดล Transformer ที่ใช้กับหุ้น AMZN และ NVDA พบว่า

การใช้ MinMaxScaler ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในภาพรวม โดยในหุ้น AMZN มีค่า MAE = 13.87 และ MAPE = 6.83% พร้อมค่า $R^2 = 0.16$ ซึ่งเป็นค่าบวก แสดงให้เห็นว่าโมเดลสามารถจับแนวโน้มของข้อมูลราคาได้อย่างถูกต้องและสัมพันธ์กับข้อมูลจริง ในขณะที่หุ้น NVDA ให้ค่า MAE = 21.33 , MAPE = 17.69% และค่า $R^2 = -2.70$ ซึ่งแม้ค่าความสัมพันธ์จะลดลง แต่ยังคงอยู่ในระดับที่แสดงถึงการเรียนรู้แนวโน้มราคาที่ใกล้เคียงกับจริงมากกว่าวิธีการปรับสเกลแบบอื่น

การใช้ MaxAbsScaler ให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับ MinMaxScaler โดยมีค่า MAPE อยู่ในช่วง $7-18\%$ แต่มีค่า R^2 ต่ำกว่าเล็กน้อย ส่วนการใช้ z-score, RobustScaler และ PowerTransformer พบร่วมค่า MAE และ MAPE สูงกว่าอย่างมาก โดยเฉพาะในหุ้น NVDA ซึ่งมีค่า R^2 ติดลบเกิน -17 แสดงให้เห็นว่าโมเดลไม่สามารถเรียนรู้แนวโน้มของข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จึงสรุปได้ว่า Transformer เหมาะกับการใช้ MinMaxScaler มากที่สุด เนื่องจากการปรับค่าสเกลให้อยู่ในช่วง $[0, 1]$ ช่วยให้กลไก Multi-Head Attention ภายในโมเดลสามารถคำนวณน้ำหนักของลำดับข้อมูลได้มีเสถียรภาพ ลดการกระจายค่าที่รุนแรงเกินไป และส่งผลให้โมเดลเรียนรู้แนวโน้มของราคาหุ้นได้อย่างต่อเนื่องและแม่นยำมากขึ้น

3) ผลการทดลองโมเดล Hybrid TCN+GRU

สำหรับโมเดล Hybrid TCN+GRU ที่ใช้กับหุ้น AMZN และ NVDA พบว่า

การใช้ MinMaxScaler ให้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยในหุ้น AMZN มีค่า MAE = 15.08 , MAPE = 7.36% และค่า $R^2 = -0.15$ ส่วนในหุ้น NVDA มีค่า MAE = 11.59 , MAPE = 9.22% และ $R^2 = -0.17$ ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงการทำงานที่มีความแม่นยำและมีความสัมพันธ์กับข้อมูลจริงมากที่สุดเมื่อเทียบกับเทคนิคอื่น

ในขณะที่การใช้ PowerTransformer แม้จะให้ค่า MAE และ MAPE ต่ำกว่าเล็กน้อย แต่มีค่า R^2 แย่กว่า (ติดลบมากกว่า) สะท้อนว่าแนวโน้มโดยรวมไม่สอดคล้องกับราคاجริงเท่ากับกรณีใช้ MinMaxScaler

จึงสรุปได้ว่า Hybrid TCN+GRU เหมาะสมกับการใช้ MinMaxScaler มากที่สุด เนื่องจากให้สมดุลระหว่างความแม่นยำเชิงจุดและเสถียรภาพของแนวโน้ม อีกทั้งยังช่วยให้โมเดลเรียนรู้ทั้งรูปแบบเชิงเวลา (Temporal Features) และความสัมพันธ์ไม่ซิงเส้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.5 การทดลองและเปรียบเทียบผลลัพธ์ของโมเดล (Model Evaluation and Comparison)

ในการทดลองนี้ ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของโมเดลเชิงลึกทั้งสามแบบ ได้แก่ LSTM, Transformer และ Hybrid TCN+GRU โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ราคาหุ้นกลุ่ม “7 นางฟ้า” ได้แก่ AAPL, GOOGL, NVDA, MSFT, META, TSLA และ AMZN

กระบวนการทดลอง

1. การกำหนดช่วงลำดับข้อมูล (Sequence Length):

เพื่อให้โมเดลสามารถเรียนรู้ลักษณะของข้อมูลในช่วงเวลาที่เหมาะสม ได้ทำการทดลองหลายค่าของลำดับข้อมูลย้อนหลังโดยตั้งค่าช่วง Sequence Length ตั้งแต่ 90, 120, 150, 180, 240 และ 300 วัน เพื่อสังเกตว่าช่วงใดให้ผลการพยากรณ์แม่นยำที่สุดสำหรับแต่ละโมเดล

2. การวัดประสิทธิภาพของโมเดล:

หลังจากเทรนโมเดลในแต่ละ Sequence Length แล้ว จะทำการประเมินด้วยตัวชี้วัดหลัก 3 ตัว ได้แก่

- MAE (Mean Absolute Error): ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยระหว่างค่าพยากรณ์และค่าจริง
- MAPE (Mean Absolute Percentage Error): ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในรูปเปอร์เซ็นต์
- R² (Coefficient of Determination): ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าพยากรณ์และข้อมูลจริง (ค่ายิ่งใกล้ 1 ยิ่งดี)

3. การเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างโมเดล:

สำหรับแต่ละหุ้น จะนำค่า MAE, MAPE และ R² ที่ได้จาก Sequence Length ต่าง ๆ

มาวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อหาช่วงลำดับเวลาที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละโมเดล เช่น

- หาก Sequence Length สั้นเกินไป (เช่น 90 วัน) โมเดลอาจไม่สามารถจับแนวโน้มในระยะกลางได้
- แต่หาก Sequence Length ยาวเกินไป (เช่น 300 วัน) โมเดลอาจเกิดปัญหา Overfitting ทำให้ความแม่นยำในการทำนายข้อมูลไม่ลดลง

4. การตัดเลือกผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (Best Sequence Selection):

AAPL	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	10.65	4.91	0.25
Tranformer	90	13.59	6.27	-0.12
TCN+GRU	90	10.22	4.67	0.35
LSTM	120	10.76	4.96	0.26
Tranformer	120	12.62	5.81	0.02
TCN+GRU	120	10.77	4.94	0.29
LSTM	150	10.98	5.07	0.25
Tranformer	150	15.96	7.46	-0.57
TCN+GRU	150	10.82	4.93	0.34
LSTM	180	11.10	5.12	0.26
Tranformer	180	13.16	6.13	-0.06
TCN+GRU	180	10.91	5.03	0.30
LSTM	240	11.53	5.32	0.26
Tranformer	240	20.01	9.36	-1.11
TCN+GRU	240	10.48	4.80	0.41
LSTM	300	11.84	5.47	0.27

Tranformer	300	20.95	9.81	-1.19
TCN+GRU	300	11.80	5.43	0.30

ตาราง 5.6 การเปรียบเทียบ Sequence length หุ้น AAPL

GOOGL	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	12.15	6.90	-0.23
Tranformer	90	19.31	11.24	-2.13
TCN+GRU	90	9.12	5.18	0.28
LSTM	120	9.76	5.60	0.18
Tranformer	120	10.26	5.89	0.09
TCN+GRU	120	8.80	5.08	0.28
LSTM	150	10.01	5.72	0.14
Tranformer	150	12.06	6.92	-0.25
TCN+GRU	150	9.88	5.64	0.17
LSTM	180	9.88	5.66	0.16
Tranformer	180	9.78	5.61	0.17
TCN+GRU	180	8.91	4.98	0.29
LSTM	240	10.30	5.87	0.14
Tranformer	240	16.84	9.49	-1.30
TCN+GRU	240	8.68	4.96	0.34
LSTM	300	10.28	5.89	0.17
Tranformer	300	13.03	7.36	-0.27
TCN+GRU	300	9.11	5.23	0.36

ตาราง 5.7 การเปรียบเทียบ Sequence length หุ้น GOOGL

NVDA	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	34.31	26.48	-6.33
Tranformer	90	12.59	9.92	0.21
TCN+GRU	90	11.73	8.82	0.34
LSTM	120	11.70	9.10	0.34
Tranformer	120	27.38	20.89	-2.24
TCN+GRU	120	12.46	9.23	0.25
LSTM	150	14.54	11.30	-0.03
Tranformer	150	21.51	16.54	-1.22
TCN+GRU	150	11.39	8.76	0.40
LSTM	180	14.87	11.65	-0.07
Tranformer	180	25.49	19.45	-1.99
TCN+GRU	180	11.67	9.07	0.38

LSTM	240	12.58	9.86	0.31
Tranformer	240	15.67	12.38	-0.05
TCN+GRU	240	12.66	9.71	0.30
LSTM	300	12.20	9.45	0.39
Tranformer	300	13.07	10.48	0.24
TCN+GRU	300	13.19	10.37	0.28

ตาราง 5.8 การเปรียบเทียบ Sequence length ที่ NVDA

MSFT	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	18.96	4.38	0.56
Tranformer	90	22.95	5.22	0.39
TCN+GRU	90	20.64	4.73	0.49
LSTM	120	19.30	4.44	0.55
Tranformer	120	21.78	5.03	0.46
TCN+GRU	120	19.98	4.59	0.53
LSTM	150	19.57	4.48	0.54
Tranformer	150	28.79	6.67	0.13
TCN+GRU	150	19.87	4.63	0.57
LSTM	180	19.41	4.51	0.58
Tranformer	180	22.18	5.17	0.48
TCN+GRU	180	19.57	4.57	0.59
LSTM	240	19.98	4.63	0.58
Tranformer	240	29.07	6.77	0.21
TCN+GRU	240	21.57	4.95	0.53
LSTM	300	19.15	4.48	0.64
Tranformer	300	22.35	5.19	0.53
TCN+GRU	300	21.39	4.97	0.58

ตาราง 5.9 การเปรียบเทียบ Sequence length ที่ MSFT

META	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	42.77	6.90	0.23
Tranformer	90	42.76	6.92	0.24
TCN+GRU	90	39.73	6.51	0.30
LSTM	120	43.28	6.98	0.20
Tranformer	120	54.48	8.63	-0.14
TCN+GRU	120	42.31	6.97	0.17
LSTM	150	44.16	7.13	0.15

Tranformer	150	46.44	7.40	0.12
TCN+GRU	150	41.71	6.85	0.17
LSTM	180	45.70	7.27	0.12
Tranformer	180	55.93	8.77	-0.23
TCN+GRU	180	44.78	7.16	0.15
LSTM	240	44.61	7.16	0.18
Tranformer	240	58.08	9.08	-0.27
TCN+GRU	240	42.66	7.08	0.09
LSTM	300	46.31	7.42	0.13
Tranformer	300	69.85	11.00	-0.79
TCN+GRU	300	45.36	7.42	0.11

ตาราง 5.10 การเปรียบเทียบ Sequence length ที่นั่น META

TSLA	seq_length	MAE	MAPE	R ²
LSTM	90	40.37	12.81	0.23
Tranformer	90	45.18	14.53	0.05
TCN+GRU	90	38.42	12.20	0.30
LSTM	120	40.67	12.56	0.22
Tranformer	120	39.01	12.22	0.31
TCN+GRU	120	41.68	13.45	0.20
LSTM	150	42.30	12.81	0.19
Tranformer	150	41.73	13.61	0.21
TCN+GRU	150	38.68	12.23	0.28
LSTM	180	41.36	12.85	0.16
Tranformer	180	49.64	15.63	-0.09
TCN+GRU	180	39.19	11.98	0.25
LSTM	240	43.73	13.52	0.01
Tranformer	240	41.18	12.89	0.16
TCN+GRU	240	41.23	12.46	0.17
LSTM	300	42.86	13.31	0.05
Tranformer	300	44.13	13.68	0.02
TCN+GRU	300	41.49	12.54	0.15

ตาราง 5.11 การเปรียบเทียบ Sequence length ที่นั่น TSLA

AMZN	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	12.03	5.86	0.23

Tranformer	90	13.01	6.30	0.15
TCN+GRU	90	13.53	6.57	0.04
LSTM	120	12.29	5.97	0.19
Tranformer	120	14.07	6.76	-0.02
TCN+GRU	120	12.87	6.30	0.02
LSTM	150	12.73	6.44	0.37
Tranformer	150	29.23	14.26	-2.39
TCN+GRU	150	13.35	6.29	0.05
LSTM	180	12.57	6.09	0.13
Tranformer	180	22.61	10.50	-1.80
TCN+GRU	180	14.17	6.87	-0.10
LSTM	240	12.76	6.18	0.08
Tranformer	240	17.27	8.30	-0.60
TCN+GRU	240	14.96	7.14	-0.14
LSTM	300	12.95	6.27	0.06
Tranformer	300	18.10	8.58	-0.73
TCN+GRU	300	12.27	5.97	0.12

ตาราง 5.12 การเปรียบเทียบ Sequence length หุ้น AMZN

จากการทดลองทั้งหมด จะเลือก Sequence Length ที่ให้ค่า MAE และ MAPE ต่ำที่สุด พร้อมค่า R² สูงที่สุด เพื่อเป็นพารามิเตอร์หลักในการสร้างโมเดลสุดท้ายของแต่ละหุ้น โดยจะใช้ไฟล์สีฟ้าอ่อนสำหรับตัวที่ได้ค่าทดสอบดีที่สุดของแต่ละโมเดลลงในตาราง

5. การวิเคราะห์ผลรวม:

เมื่อเปรียบเทียบโมเดลทั้งสาม พบว่าโดยทั่วไป

- Hybrid TCN+GRU ให้ค่า MAE และ MAPE ต่ำสุดในหลายหุ้น แสดงถึงความสามารถในการเรียนรู้ข้อมูล ระยะยาวและการจัดการสัญญาณเวลาได้ดี
- LSTM มีความเสถียรสูงและทำงานได้ดีในหุ้นที่มีแนวโน้มคงที่
- Transformer ให้ผลดีในหุ้นที่มีความผันผวนปานกลาง เนื่องจากกลไก Attention สามารถโฟกัสเฉพาะช่วงข้อมูลสำคัญได้

หลังจากฝึกโมเดลเสร็จ ได้ทำการบันทึกผลลัพธ์ในรูปแบบ

- .h5 สำหรับโมเดล TensorFlow (LSTM, Transformer)
- .pt สำหรับโมเดล PyTorch (TCN+GRU)

พร้อมสร้างไฟล์ .json ที่เก็บผลการพยากรณ์ของแต่ละโมเดลเพื่อนำไปใช้ในหน้าเว็บ

5.3 การแสดงผลบนเว็บไซต์

เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงผลการทำนายราคาหุ้นและทดลองการซื้อขายได้อย่างสะดวก ได้มีการออกแบบและพัฒนาเว็บไซต์ในรูปแบบ Web Application โดยใช้ Flask Framework เป็น Backend หลักในการเชื่อมต่อระหว่างโมเดล Machine Learning กับส่วนแสดงผลบนหน้าเว็บ (Frontend) ที่ใช้ HTML, CSS และ JavaScript (Plotly.js) ซึ่งออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับข้อมูล (Interactive Visualization) ได้แบบเรียลไทม์

5.3.1 โครงสร้างระบบเว็บไซต์

เว็บไซต์แบ่งออกเป็น 2 หน้าหลัก ได้แก่

1. หน้าแสดงผลการทำนาย (Forecast Page)

- แสดงกราฟแนวโน้มราคาหุ้นจริง (Actual Price) เปรียบเทียบกับราคาก้าว�다ชนิดการณ์โดยโมเดล LSTM, Transformer และ Hybrid TCN+GRU
- ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูหุ้นรายตัวจากเมนู (Stock Menu) ที่ด้านบน เช่น AAPL, NVDA, AMZN, TSLA เป็นต้น
- มีระบบเลือก “Timeframe” ได้แก่ 4 เดือน, 6 เดือน, 1 ปี และ All Time

เพื่อปรับช่วงข้อมูลที่ต้องการแสดงผลบนกราฟได้ตามต้องการ

```
function applyTimeframe(tf, data) {
  if (!data) return;
  const lastFuture = (data.future_dates && data.future_dates.length) ? new Date(data.future_dates[data.future_dates.length-1]) : null;
  const lastActual = (data.actual_dates && data.actual_dates.length) ? new Date(data.actual_dates[data.actual_dates.length-1]) : null;
  const end = lastFuture && (!lastActual || lastFuture > lastActual) ? lastFuture : lastActual;
  if (!end) return;

  let start;
  if (tf === '4M') start = addMonths(end, -4);
  else if (tf === '6M') start = addMonths(end, -6);
  else if (tf === '1Y') start = addMonths(end, -12);
  else {
    start = (data.actual_dates && data.actual_dates.length) ? new Date(data.actual_dates[0]) : new Date(data.future_dates[0]);
  }

  Plotly.relayout('graph', { 'xaxis.range': [toISODate(start), toISODate(end)], 'xaxis.autorange': false });
}
```

รูปที่ 5.13 โค้ดการแสดงผลของ Timeframe

- กราฟถูกสร้างด้วย Plotly.js ซึ่งรองรับการซูม, เลื่อน, และแสดงค่า Hover ได้อย่างละเอียด
- ผู้ใช้สามารถเปิด/ปิดโมเดลแต่ละตัวได้ด้วย Checkbox (LSTM / Transformer / TCN+GRU) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของเส้นคาดการณ์ในช่วงเวลาเดียวกันได้ชัดเจน
- ด้านล่างกราฟมีส่วน สรุปผลการคาดการณ์ (Prediction Summary) ซึ่งแสดงเปอร์เซ็นต์แนวโน้ม (เพิ่มขึ้นหรือลดลงใน 30 วันถัดไป) พิจารณาด้วยแนวโน้มและราคาก้าวสำคัญๆ ที่คาดการณ์ไว้ในอนาคตของแต่ละโมเดล

2. หน้าจำลองการซื้อขาย (Trading Simulator)

- ผู้ใช้สามารถดูผลจำลองการลงทุนตามสัญญาณที่สร้างจากโมเดลได้

ระบบจำลองจะใช้ข้อมูลคาดการณ์ของแต่ละโมเดล เพื่อคำนวณจุดเข้า (Entry), จุดออก (Exit) และ Equity Curve ของพอร์ตจำลอง

- มีการคำนวณสถิติต่างๆ ได้แก่

-Final Equity (มูลค่าทุนสุดท้ายหลังจำลอง)

-Total Return (%) (ผลตอบแทนรวม)

-Max Drawdown (%) (การขาดทุนสะสมสูงสุด)

-Win Rate (%) (อัตราการเทรดที่กำไร)

- Net P&L (กำไร/ขาดทุนสุทธิ)
- Return (%) (อัตราผลตอบแทนต่อครั้ง)

```

function renderPage(page) {
  currentPage = page;
  const start = (page - 1) * pageSize;
  const end = start + pageSize;
  const pageItems = historyData.slice(start, end);

  const body = pageItems.map(r => {
    return `<tr>
      <td><span class="pill ${String(r.status).toLowerCase()}">${r.status}</span></td>
      <td>${r.ticker}</td>
      <td>${(r.model || '').toUpperCase()}</td>
      <td>${fmt(r.shares)}</td>
      <td>${fmtPnL(r.invested_usd)}</td>
      <td>${fmtDate(r.entry_date)}</td>
      <td>${fmtPnL(r.entry_price)}</td>
      <td>${fmtDate(r.expected_date)}</td>
      <td>${fmtPnL(r.expected_price)}</td>
      <td>${String(r.status).toLowerCase() === 'closed' ? '-' : fmtDate(r.current_date)}</td>
      <td>${String(r.status).toLowerCase() === 'closed' ? '-' : fmtPnL(r.current_price)}</td>
      <td>${r.exit_date ? fmtDate(r.exit_date) : '-'}</td>
      <td>${r.exit_price ? fmtPnL(r.exit_price) : '-'}</td>
      <td class="${pnLClass(r.net_pnl_usd)}">${fmtPnLWithSign(r.net_pnl_usd)}</td>
      <td class="${pnLClass(r.return_pct)}">${fmtPctWithSign(r.return_pct)}</td>
      <td class="col-error" style="display:none;">
        ${String(r.status).toLowerCase() === 'closed' && r.exit_price && r.expected_price
          ? fmtPctWithSign((r.exit_price - r.expected_price) / r.expected_price * 100.0)
          : "-"}
      </td>
    </tr>`;
  }).join('');

  $('#history-body').html(body || `<tr><td colspan="15" class="muted">No logs yet</td></tr>`);
}

```

รูปที่ 5.14 โค้ดการแสดงผลของ Trading History

- ผลลัพธ์ทั้งหมดถูกแสดงในรูปแบบ ตารางสรุป (Summary Panel) และ กราฟ Equity Curve เพื่อให้ผู้ใช้งานมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของพอร์ตในแต่ละวันอย่างต่อเนื่อง
- ส่วน “Trading History” ด้านล่างเป็นตารางแสดงรายการเทรดทั้งหมด โดยผู้ใช้สามารถกรองข้อมูลได้ตามโมเดล (Model), สถานะ (Open/Closed) และหุ้น (Ticker) พร้อมตัวกรอง “Reset” เพื่อกลับสู่ค่าเริ่มต้น

5.3.2 การเลือกใช้เครื่องมือแสดงผล

เบื้องต้นที่ Plotly.js เป็นเครื่องมือหลักในการสร้างกราฟเนื่องจากมีข้อดีดังนี้:

- รองรับการโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive) เช่น การ Hover, Zoom, Filter
- สามารถผูกเข้ากับ Flask API ได้ง่าย โดยรับข้อมูลผ่าน JSON และแสดงผลทันทีโดยไม่ต้องรีเฟรชหน้าเว็บ
- รองรับการปรับแต่งสี, สไตล์, และการซ่อนเส้นกราฟหลายชุดในกราฟเดียว
- สามารถแสดงข้อมูลแบบ Dynamic ได้ เช่น การเปลี่ยนโมเดลหรือช่วงเวลา โดยไม่ต้องโหลดหน้าใหม่
- การเลือกใช้ Plotly.js แทน Matplotlib หรือ Seaborn
เนื่องจาก Plotly สามารถบนเว็บได้แบบ Real-time และใช้พื้นที่จัดเก็บเบา
เหมาะสมกับการทำ Visualization สำหรับระบบจำลองการเทรดที่ต้องอัปเดตข้อมูลบ่อยครั้ง

```

const layout = {
    title: 'Date',
    yaxis: { title: 'Price (USD)', gridcolor: '#3b3b3b' },
    plot_bgcolor: "#f1f1f1", paper_bgcolor: "#f1f1f1",
    font: { color: 'white' },
    autosize: true,
    showlegend: false
};

Plotly.newPlot('graph', [trace1, trace2, trace3, trace4], layout, { responsive: true }).then(function (figure) {
    currentFigure = figure;
    applyTimeframe(currentTF, currentData);
});

```

รูปที่ 5.15 โค้ดการใช้เครื่องมือ Plotly.js

5.3.3 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface Design)

- เว็บไซต์ใช้โทนสีหลักแบบ Dark Mode เพื่อให้กราฟและเส้นข้อมูลเด่นชัด อ่านง่าย และไม่ล้าตา
 - ใช้โทนสีเฉพาะตัวของแต่ละโมเดล เช่น
 - LSTM → สีแดง (#ff5252)
 - Transformer → สีฟ้า (#40c4ff)
 - TCN+GRU → สีเหลือง (#ffd740)
 - Actual Price → สีเขียว (#00e676)
- เพื่อให้ผู้ใช้สามารถแยกเส้นกราฟของแต่ละโมเดลได้ชัดเจน

```

.prediction-card-container {
    display: flex;
    flex-wrap: wrap;
    justify-content: center;
    gap: 20px;
    margin-top: 30px;
}
.prediction-card {
    background-color: #1e1e1e;
    border-radius: 8px;
    padding: 20px;
    min-width: 220px;
    text-align: center;
    box-shadow: 0 4px 15px rgba(0,0,0,0.2);
    border-bottom: 4px solid #555;
    transition: transform 0.2s ease, box-shadow 0.2s ease;
    position: relative;
}
.prediction-card:hover {
    transform: translateY(-5px);
    box-shadow: 0 8px 25px rgba(0,0,0,0.3);
}
.card-lstm { border-color: #ff5252; }
.card-trans { border-color: #40c4ff; }
.card-tcn { border-color: #ffd740; }

```

รูปที่ 5.16 โค้ดการปรับแต่ง UI ของการทำนายของแต่ละโมเดล

- ปุ่ม (Button) และเมนู (Dropdown) ถูกออกแบบให้ใช้งานง่าย รองรับอุปกรณ์ทุกขนาดหน้าจอ (Responsive Design)
- มีข้อความแจ้งเตือน (Disclaimer) ชัดเจนว่าเว็บไซต์นี้ใช้เพื่อการศึกษาและสาธิตทางเทคนิค ไม่ใช่คำแนะนำในการลงทุน

5.3.4 การเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบโมเดล

- เว็บไซต์รับข้อมูลจากไฟล์เดอร์ `forecast/json/` ซึ่งบันทึกผลการทำนายจากแต่ละโมเดลเป็นรายหุ้น
- Flask จะอ่านไฟล์ JSON และแปลงเป็น DataFrame ก่อนส่งต่อให้หน้าเว็บผ่าน API เช่น `/data/<ticker>`
- เมื่อผู้ใช้เลือกหุ้นหรือโมเดล ข้อมูลจะถูกดึงแบบเรียลไทม์ และแสดงกราฟผลการคาดการณ์ในหันที่
- ในส่วนของ Simulator API เช่น `/simulate/<ticker>` ระบบจะคำนวณจุดเข้า-ออก (Entry/Exit), สร้างกราฟ Equity Curve และบันทึกประวัติการเทรดลงไฟล์ CSV โดยอัตโนมัติ

5.3.5 สรุปการออกแบบเว็บโดยรวม

เว็บไซต์ SmartForecast จึงเป็นเครื่องมือสาริตที่ผสมการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เข้ากับระบบจำลองการลงทุนจริงโดยมีจุดเด่นคือการนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบกราฟเชิงโต้ตอบที่เข้าใจง่าย สามารถคาดการณ์และจำลองผลตอบแทนได้ในหน้าเดียว ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการพยากรณ์ของโมเดลกับผลลัพธ์จากการลงทุนได้อย่างชัดเจน

5.4 เงื่อนไขการจำลองการซื้อขาย (Trading Simulation Logic)

ระบบจำลองการซื้อขาย (Trading Simulator) ในโครงงานนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถทดสอบผลลัพธ์จากโมเดลการทำนายราคาหุ้น โดยอัตโนมัติภายใต้กฎการเทรดที่กำหนดไว้ เพื่อประเมินว่าโมเดลแต่ละแบบสามารถสร้างผลตอบแทนในเชิงกลยุทธ์ได้จริงหรือไม่

5.4.1 เงื่อนไขการเปิดสถานะ (Open Logic)

- ระบบจะเริ่มต้นด้วยเงินทุนเริ่มต้น จำนวน 10,000 ดอลลาร์สหรัฐต่อโมเดล
- ใช้ขนาดลงทุนต่อหุ้นเดอร์ เท่ากับ 1,000 ดอลลาร์สหรัฐ
- เมื่อโมเดลทำการทำนายราคาหุ้นในช่วง 30 วันล่วงหน้า ระบบจะพิจารณาว่าราคาทำนายสูงสุด (Predicted Peak) สูงกว่าราคปัจจุบันเกินกว่า “อัตราความได้เปรียบ” (Edge %) ที่กำหนดไว้หรือไม่
- หากราคาทำนายสูงสุดมากกว่าราคปัจจุบันเกิน 5% (Edge \geq 5%) ระบบจะเปิดสถานะซื้อ (Open Long Position) โดยอัตโนมัติในวันนั้น
- จุดออก (Exit Point) จะถูกตั้งอิงจากราคาทำนายสูงสุดในช่วง 30 วันข้างหน้าหรือเมื่อราคารisingในอนาคตแต่ระดับกำไรตามเป้าหมาย

ระบบจะเริ่มต้นจากการอ่านผลการทำนายราคาหุ้นล่วงหน้าในช่วง 30 วันแล้วนำมาหาค่าราคาสูงสุดที่โมเดลคาดการณ์ได้ (Predicted Peak) พร้อมกับวันที่ราคาสูงสุดนั้นจะเกิดขึ้น (Predicted Peak Date) จากนั้นระบบจะคำนวณ “อัตราผลตอบแทนที่คาดหวัง (Expected Edge)” จากส่วนต่างระหว่างราคาทำนายสูงสุดกับราคปัจจุบันในวันเปิดօเดอร์ โดยใช้สมการ:

$$\text{Expected Edge (\%)} = \frac{P_{pred_max} - P_{current}}{P_{current}} \times 100$$

หากค่า Expected Edge $\geq 5\%$ ระบบจะเปิดสถานะซื้อจำลอง (Open Long Position) เพื่อจำลองการเข้าลงทุนในหุ้นตัวนั้น

5.4.2 เงื่อนไขการปิดสถานะ (Exit Logic)

หลังจากเปิดออเดอร์แล้ว ระบบจะอ้างอิง “วันที่ไม่เดลทำนายว่าราคาจะขึ้นถึงจุดสูงสุด” เป็น วันขายอัตโนมัติ (Exit Date) ของออเดอร์นั้น

กล่าวคือ

- ระบบจะตรวจสอบทุกวันจากข้อมูลราคาจริง (Actual Price) ว่าถึงจุดออกที่วางแผนไว้หรือไม่
- หากราคาปัจจุบัน \geq ราคานำเสนอเป้าหมาย \rightarrow ปิดสถานะ (CLOSE) พร้อมบันทึกกำไรขาดทุน (PnL)
- ถ้าหากราคาปัจจุบันไปไม่ถึงราคาเป้าหมาย ระบบจะ ปิดสถานะ (CLOSE) ในวันที่ไม่เดลคาดการณ์ว่าเป็นวันที่มีราคาสูงสุดในช่วง 30 วัน แม้ว่าราคาจริงจะไม่ถึงจุดสูงสุดที่ไม่เดลทำนายไว้ ระบบก็จะทำการปิดสถานะในวันนั้นอยู่ดี เพื่อสะท้อนพฤติกรรมของการเทรดตามสัญญาณที่อิงจากการทำนายของไม่เดลโดยตรง

5.4.3 การคำนวณผลลัพธ์ทางการเงิน

หลังจากระบบจำลองทำการปิดสถานะในแต่ละรอบการซื้อขายแล้ว

ระบบจะทำการคำนวณผลลัพธ์ทางการเงิน (Financial Metrics) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการเทรดที่เกิดจากการทำนายของไม่เดล

โดยใช้ตัวชี้วัดหลักดังนี้

1. ผลตอบแทนต่อการซื้อขาย (Return %)

ผลตอบแทนต่อการซื้อขาย (Return) คือสัดส่วนกำไรหรือขาดทุนจากการปิดเมื่อเทียบกับราคาเข้าซื้อ คำนวณได้จากการสมการ:

$$\text{Return (\%)} = \frac{P_{exit} - P_{entry}}{P_{entry}} \times 100$$

โดยที่

P_{entry} = ราคาหุ้นในวันที่เปิดสถานะซื้อ

P_{exit} = ราคาหุ้นในวันที่ปิดสถานะขาย

ค่าผลตอบแทนนี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการเทรดในแต่ละรอบ หากค่าเป็นบวกแปลว่าได้กำไร และหากเป็นค่าลบแปลว่าเกิดการขาดทุน

2. กำไรขาดทุนรวม (Net Profit and Loss, Net P&L)

คำนวณจากความแตกต่างของราคากลับและราคากลาง คูณด้วยจำนวนหุ้นที่ถือครอง (Shares)

$$\text{Net P&L} = (P_{exit} - P_{entry}) \times \text{Shares}$$

ค่าดังกล่าวจะแสดงเป็นหน่วย

“ดอลลาร์สหรัฐ”

(USD)”

โดยใช้เพื่อสะสมในกราฟ Equity Curve เพื่อแสดงแนวโน้มการเติบโตของพอร์ตจำลอง

3. กำไรขาดทุนสะสม (Cumulative Equity)

เพื่อประเมินการเติบโตของพอร์ตโดยรวม ระบบจะคำนวณมูลค่าทุนสะสมในแต่ละวันจากสมการ

$$\text{Equity}_t = \text{Equity}_{t-1} + \text{Net P\&L}_t$$

โดยที่

$$\text{Equity}_t = \text{มูลค่าทุนสะสมในวันที่ } t$$

$$\text{Net P\&L}_t = \text{กำไรขาดทุนของออดิโอบีดในวันนั้น}$$

ผลลัพธ์ดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการสร้างกราฟ Equity Curve ซึ่งแสดงแนวโน้มมูลค่าพอร์ตจำลองตลอดช่วงเวลาการทดสอบ

4. การขาดทุนสูงสุด (Maximum Drawdown, MDD)

เป็นค่าที่ใช้วัดความเสี่ยงของพอร์ตการลงทุน โดยคำนวณจากอัตราการลดลงสูงสุดของมูลค่าพอร์ตจากจุดสูงสุดถึงจุดต่ำสุด

$$\text{MDD (\%)} = \frac{\text{Equity}_{min} - \text{Equity}_{max}}{\text{Equity}_{max}} \times 100$$

โดยที่

$$\text{Equity}_{max} = \text{มูลค่าสูงสุดของพอร์ตในช่วงเวลาที่สั้นเกต}$$

$$\text{Equity}_{min} = \text{มูลค่าต่ำสุดของพอร์ตหลังจากนั้น}$$

ค่าอย่างน้อย (มีค่าสัมบูรณ์ต่อ) หมายถึงพอร์ตมีความเสี่ยงต่ำและมีความเสถียรสูง

5. อัตราการเทรดที่มีกำไร (Win Rate)

เป็นสัดส่วนของจำนวนการเทรดที่ได้กำไรเทียบกับจำนวนการเทรดทั้งหมด

$$\text{Win Rate (\%)} = \frac{\text{Number of Winning Trades}}{\text{Total Trades}} \times 100$$

ค่าดังกล่าวช่วยบ่งบอกถึงความสม่ำเสมอของโมเดลในการสร้างผลลัพธ์ที่เป็นบวก

6. สรุปการประเมินผลโดยรวม

ค่าชี้วัดทั้งหมดข้างต้น (Return, Net P&L, Equity Curve, Max Drawdown และ Win Rate) ถูกใช้ร่วมกันเพื่อประเมินสมรรถนะของแต่ละโมเดลในเชิงปริมาณ ซึ่งช่วยให้สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโมเดล LSTM, Transformer และ Hybrid TCN+GRU ได้อย่างเป็นระบบและแม่นยำ

5.5 การแสดงผลตารางและการกรองข้อมูล (Trade Log Table and Filtering System)

ส่วนแสดงผลการจำลอง (Trade Log) มีหน้าที่แสดงรายละเอียดของการซื้อขายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการจำลอง อัตโนมัติของแต่ละโมเดล โดยแสดงในรูปแบบ ตารางข้อมูลเชิงโต้ตอบ (Interactive Table)

5.5.1 รายละเอียดข้อมูลในตาราง

แต่ละแถวในตารางแสดงผลลัพธ์ของการซื้อขายหนึ่งรายการ ประกอบด้วย

- Status: สถานะของออเดอร์ Open คือสถานะหลังเข้าออเดอร์ Closed คือสถานะหลังปิดออเดอร์
- Ticker: ชื่อย่อของหุ้นที่ทำการซื้อขาย เช่น AAPL, AMZN, NVDA เป็นต้น
- Model: ชื่อโมเดลที่ใช้ (LSTM, Transformer, หรือ TCN+GRU)
- Shares: จำนวนหุ้นที่ถือครองในการจำลอง
- Invested (USD): บุคลากรลงทุนในออเดอร์นั้น
- Entry Date / Entry Price: วันที่และราคาที่เปิดสถานะ
- Expected Date / Expected Price: วันที่และราคาที่ระบบคาดว่าจะปิดทำกำไร
- Current Price / Current Date: ราคปัจจุบันและวันที่อัปเดตล่าสุด (กรณีออเดอร์ยังเปิดอยู่)
- Exit Date / Exit Price: วันที่และราคาที่ปิดสถานะจริง (เฉพาะสถานะ Closed)
- Net P&L: กำไรสุทธิจากออเดอร์นั้น หากเป็นค่าติดลบสีแดงคือขาดทุนและค่าบวกสีเขียวคือกำไร
- Return (%): ผลตอบแทนเป็นเปอร์เซ็นต์ของเงินลงทุน หากเป็นค่าติดลบสีแดงคือขาดทุนและค่าบวกสีเขียวคือกำไร

5.5.2 พังก์ชันการกรองข้อมูล (Filtering System)

ระบบอนุญาตให้ผู้ใช้เลือกคุณลักษณะบางส่วนผ่านตัวกรอง (Filter) ให้ 3 แบบหลัก คือ

1. Filter by Model: แสดงเฉพาะออเดอร์จากโมเดลที่เลือก เช่น คุณลักษณะของ LSTM หรือ Transformer
2. Filter by Status: แสดงเฉพาะออเดอร์ที่เปิดอยู่ (Open) หรือปิดแล้ว (Closed)
3. Filter by Ticker: แสดงเฉพาะหุ้นที่เลือก เช่น AAPL หรือ NVDA

นอกจากนี้ยังมีปุ่ม Reset เพื่อคืนค่าตัวกรองทั้งหมดเป็นค่าเริ่มต้น และมีการจัดกลุ่มสรุปผล (Summary Chips) ด้านบนของตาราง เช่น

- กำไรสุทธิรวม (Total P&L)
- กำไรที่รับรู้แล้ว (Realized P&L)
- กำไรที่ยังไม่รับรู้ (Unrealized P&L)
- เงินลงทุนรวมทั้งหมด (Invested Capital)

พร้อมแยกแสดงกำไรตามโมเดล เช่น “LSTM: +\$2,000 | Transformer: +\$1,200 | TCN+GRU: +\$1,800”

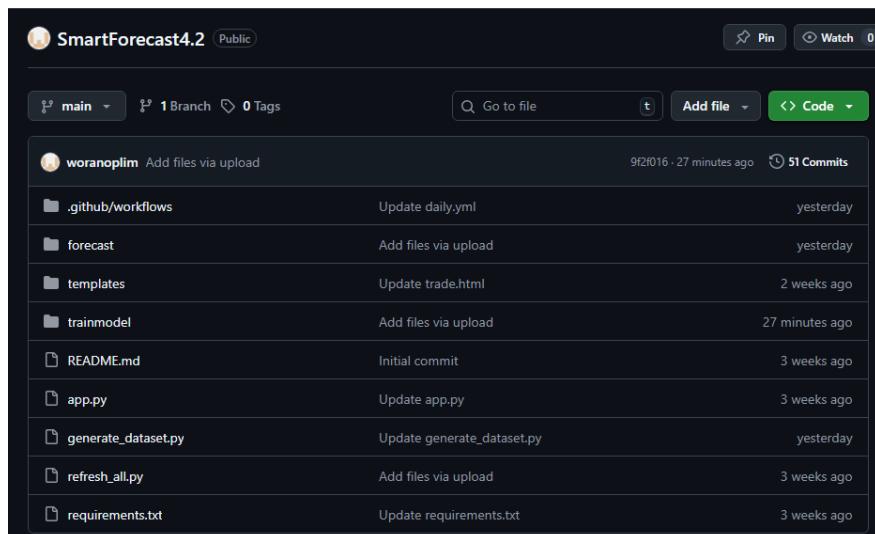
ระบบตารางทั้งหมดสร้างด้วย **HTML + JavaScript (jQuery)** โดยดึงข้อมูลจาก API /logs ใน Flask ที่จะคำนวณและอัปเดตค่าทั้งหมดก่อนส่งกลับแบบ JSON

5.6 การนำระบบขึ้นใช้งานจริง (System Deployment)

เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องเปิดเครื่องตลอดเวลาได้มีการนำระบบขึ้นใช้งาน (Deploy) ผ่านแพลตฟอร์ม Render.com ซึ่งเป็นบริการ Cloud Application Hosting ที่รองรับ Flask และ Python ได้โดยตรง ขั้นตอนการนำขึ้นระบบ

1. เตรียม Repository:

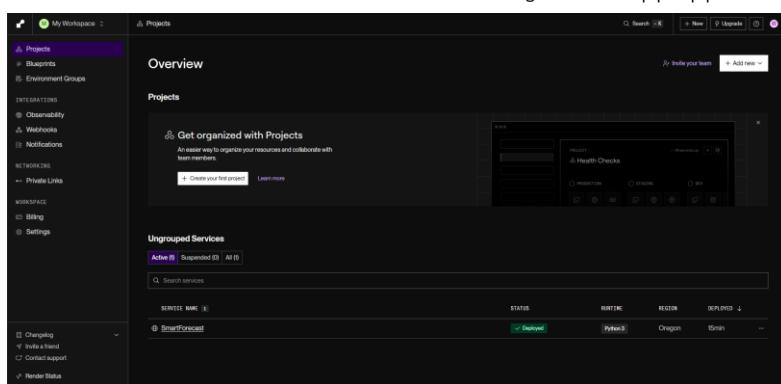
- เก็บโค้ดทั้งหมดของโปรเจคไว้ใน GitHub Repository
- ภายในประกอบด้วยไฟล์เดอร์หลัก เช่น /forecast/json, /forecast/datasets, /logs, และไฟล์ Flask App (app.py)



รูปที่ 5.17 Github หน้า Repository

2. เชื่อมต่อกับ Render:

- สร้าง Web Service ใหม่บน Render
- เชื่อมต่อกับ GitHub Repository และตั้งค่า Environment Variables (เช่น PATH และ Working Directory)
- Render จะสร้าง Container อัตโนมัติและรัน Flask ผ่านคำสั่ง gunicorn app:app



รูปที่ 5.18 หน้าหลัก Render

3. ข้อดีของการใช้ Render:

- ฟรีสำหรับแอปขนาดเล็ก
- รองรับ HTTPS อัตโนมัติ
- ทำงานร่วมกับ Git ได้สะดวก
- สามารถดู Log การทำงานย้อนหลังได้

4. ข้อจำกัด:

- การอัปเดต Dataset ต้องอาศัย Scheduler ภายนอก
- หากแอปไม่ได้ใช้งานนานกว่า 15 นาที ระบบฟรีของ Render จะเข้าสู่โหมด Sleep ทำให้โหลดช้าขึ้นในครั้งแรกที่เปิดเว็บ ถ้าต้องการให้เว็บโหลดไวยิ่งขึ้นและไม่ Sleep ต้องจ่ายเงินเพิ่ม

5.7 สรุปท้ายบท

บทนี้ได้นำเสนอขั้นตอนการทดลอง การปรับแต่งโมเดล และการออกแบบระบบจำลองการซื้อขายอย่างครบถ้วน โดยโครงงานนี้ได้พัฒนา โมเดลพยากรณ์ราคาหุ้น 3 รูปแบบ ได้แก่ LSTM, Transformer และ Hybrid TCN+GRU พร้อมทั้งเปรียบเทียบประสิทธิภาพผ่านค่าชี้วัด MAE, MAPE และ R² ซึ่งพบว่า โมเดล Hybrid TCN+GRU ให้ผลแม่นยำที่สุดในหลายกรณี ขณะที่ LSTM มีความเสถียร และ Transformer ให้ความยืดหยุ่นในหุ้นที่มีความผันผวนสูง ในส่วนของเว็บไซต์ SmartForecast ได้ออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถดูผลคาดการณ์หุ้นและจำลองการลงทุนจริงได้ในหน้าเดียว รองรับการกรองข้อมูล การคำนวณผลตอบแทน และการติดตามพอร์ตจำลองแบบรายวัน สุดท้ายได้มีการนำระบบขึ้นใช้งานจริงบน Render เพื่อให้สามารถเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา

บทที่ 6 ผลการดำเนินงาน ข้อจำกัด และข้อเสนอแนะ

6.1 ผลการดำเนินงาน

6.1.1 ผลการฝึกฝนโมเดล

ในกระบวนการการฝึกฝนโมเดล ได้มีการทดลองเพื่อปรับค่าพารามิเตอร์สำคัญสองส่วน ได้แก่ (1) การปรับสเกลข้อมูล (Normalization Techniques) และ (2) การกำหนดความยาวลำดับข้อมูล (Sequence Length) เพื่อหาค่าที่ให้ผลลัพธ์แม่นยำที่สุดสำหรับการพยากรณ์ราคาหุ้นกลุ่ม “7 นางฟ้า” ในระยะเวลา 30 วันล่วงหน้า

1. การทดลองเปรียบเทียบผลลัพธ์ของเทคนิค Normalization

ในการทดลองได้ทดสอบเทคนิคการปรับสเกลข้อมูลจำนวน 5 รูปแบบ ได้แก่ StandardScaler, MinMaxScaler, MaxAbsScaler, RobustScaler และ PowerTransformer โดยใช้โมเดล LSTM, Transformer และ Hybrid TCN+GRU เป็นตัวเปรียบเทียบ พร้อมวัดผลด้วยตัวชี้วัด MAE (Mean Absolute Error), MAPE (Mean Absolute Percentage Error) และ R² (Coefficient of Determination)

ผลการทดลองสรุปได้ว่า

- MinMaxScaler ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในภาพรวม โดยมีค่า MAE และ MAPE ต่ำที่สุด และค่า R² ใกล้เคียงกันที่สุดในทุกโมเดล
- PowerTransformer ให้ผลลัพธ์ดีในบางกรณีของโมเดล TCN+GRU แต่ไม่เสถียรมากเมื่อใช้กับหุ้นที่มีความผันผวนสูง
- StandardScaler และ MaxAbsScaler มีแนวโน้มให้ค่า R² ติดลบสูง แสดงถึงความไม่สอดคล้องของการทำนายกับข้อมูลจริง

2. การทดลองเปรียบเทียบ Sequence Length

เพื่อหาความยาวของลำดับข้อมูลย้อนหลัง (Sequence Length) ที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของโมเดล ได้มีการทดลองเปรียบเทียบความยาวลำดับหลายค่า ได้แก่ 90, 120, 150, 180, 240 และ 300 วัน โดยใช้ชุดข้อมูลราคาหุ้นและตัวชี้วัดทางเทคนิค (Technical Indicators) เดียวกันทุกรุ่น เพื่อทดสอบผลของความยาวลำดับต่อความสามารถของโมเดลในการพยากรณ์ราคาหุ้นในช่วง 30 วันล่วงหน้า

ผลการทดลองพบว่า

- เมื่อ Sequence Length สั้นเกินไป (เช่น 90 วัน) โมเดลไม่สามารถเรียนรู้แนวโน้มในระยะกลางได้ครบถ้วน ทำให้ค่า MAE และ MAPE สูง
- เมื่อ Sequence Length ยาวเกินไป (เช่น 300 วัน) โมเดลเกิดภาวะ Overfitting โดยเฉพาะในหุ้นที่มีความผันผวนสูง
- ค่าความยาวที่ให้ผลดีที่สุดแตกต่างกันไปตามลักษณะของหุ้นและโมเดล

จากการทดลองทั้งหมดจึงสรุปได้ว่า

ความยาวลำดับข้อมูล (Sequence Length) ไม่ควรถูกกำหนดตายตัว แต่ควรปรับให้เหมาะสมกับ โมเดลและลักษณะของหุ้นแต่ละตัว โดยใช้ตัวชี้วัด MAE, MAPE และ R² เป็นเกณฑ์หลักในการเลือก จึงได้ผลลัพธ์มาดังตารางต่อไปนี้

AAPL	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	120	10.76	4.96	0.26
Tranformer	120	12.62	5.81	0.02
TCN+GRU	90	10.22	4.67	0.35

ตาราง 6.1 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น AAPL

GOOGL	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	180	9.88	5.66	0.16
Tranformer	180	9.78	5.61	0.17
TCN+GRU	240	8.68	4.96	0.34

ตาราง 6.2 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น GOOGL

NVDA	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	300	12.20	9.45	0.39
Tranformer	300	13.07	10.48	0.24
TCN+GRU	150	11.39	8.76	0.40

ตาราง 6.3 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น NVDA

MSFT	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	300	19.15	4.48	0.64
Tranformer	300	22.35	5.19	0.53
TCN+GRU	180	19.57	4.57	0.59

ตาราง 6.4 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น MSFT

META	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	42.77	6.90	0.23
Tranformer	90	42.76	6.92	0.24
TCN+GRU	90	39.73	6.51	0.30

ตาราง 6.5 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น META

TSLA	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	40.37	12.81	0.23
Tranformer	120	39.01	12.22	0.31
TCN+GRU	90	38.42	12.20	0.30

ตาราง 6.6 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น TSLA

AMZN	seq_length	MAE	MAPE(%)	R ²
LSTM	90	12.03	5.86	0.23
Tranformer	90	13.01	6.30	0.15
TCN+GRU	300	12.27	5.97	0.12

ตาราง 6.7 Sequence Length ที่ดีที่สุดของหุ้น AMZN

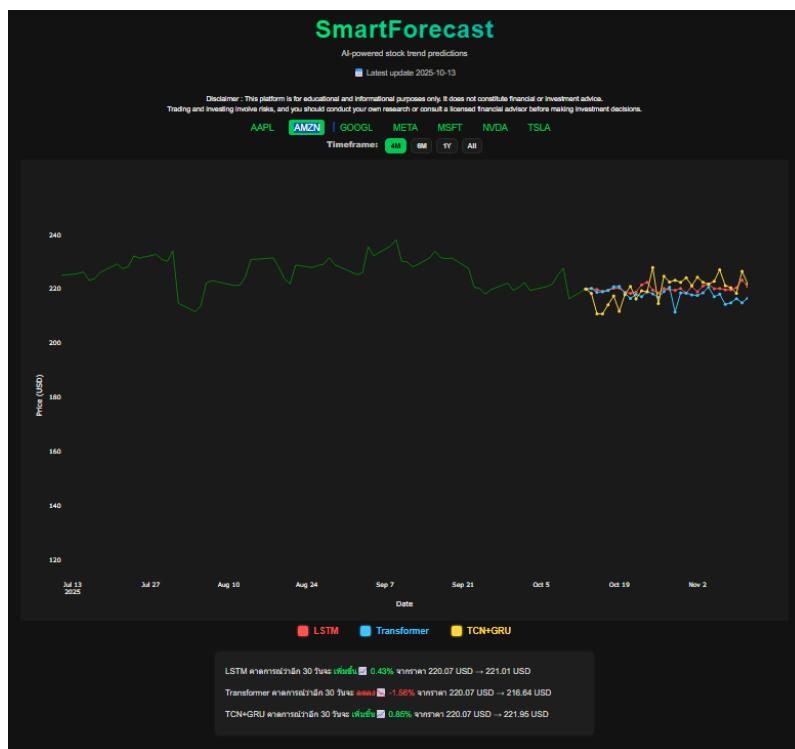
6.1.2 การแสดงผลทางหน้าเว็บไซต์

หลังจากได้โมเดลที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว ได้พัฒนาเว็บไซต์ต้นแบบชื่อ SmartForecast เพื่อใช้แสดงผลการพยากรณ์ และจำลองการซื้อขายอัตโนมัติ โดยมี 2 หน้าหลักดังนี้

1. หน้าการพยากรณ์ราคา (Forecast Page)

หน้าการพยากรณ์ถูกออกแบบให้ผู้ใช้สามารถดูแนวโน้มราคากุ้นในอนาคตเทียบกับราคาจริงในอดีต โดยใช้กราฟแบบ Interactive ที่สร้างด้วย Plotly.js ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- แสดงเส้นกราฟราคาจริง (Actual Price) เทียบกับเส้นทำนายจากโมเดล LSTM, Transformer และ TCN+GRU
- ผู้ใช้สามารถเปิดหรือปิดการแสดงผลของโมเดลแต่ละตัวผ่าน Checkbox
- มีเมนูเลือกหุ้น (Stock Menu) สำหรับหุ้นทั้ง 7 ตัว ได้แก่ AAPL, GOOGL, NVDA, MSFT, META, TSLA และ AMZN
- สามารถเลือกช่วงเวลาแสดงผลได้ เช่น 4 เดือน, 6 เดือน, 1 ปี หรือทั้งหมด
- มีส่วนแสดงผลสรุปด้านล่างของกราฟ (Prediction Summary) เช่น ราคาปัจจุบัน, ราคาทำนาย, และแนวโน้มคาดการณ์ (ขึ้น/ลงภายใน 30 วัน)



รูปที่ 6.1 ภาพกราฟการทำนายจากเว็บไซต์ SmartForecast

ระบบทั้งหมดดึงข้อมูลจากไฟล์ผลการทำนาย (JSON) ที่สร้างจากโมเดล ผ่าน Flask API และอัปเดตกราฟอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้เปลี่ยนตัวหุ้นหรือโมเดล

2. หน้าการจำลองการซื้อขาย (Trading Simulator Page)

หน้าจำลองการซื้อขายถูกออกแบบให้ผู้ใช้สามารถดูผลการทำตลาดตามสัญญาณจากโมเดลในเชิงพอร์ตการลงทุน โดยมีฟังก์ชันหลักดังนี้

- การจำลองการทำตลาดอัตโนมัติ ระบบเปิดและปิดออเดอร์ตามราคาที่โมเดลทำนายสูงสุดในช่วง 30 วัน

- กราฟ Equity Curve แสดงการเติบโตของพอร์ตจำลองจากการกำไรมีส่วนของแต่ละหุ้นในพอร์ต
 - แผงสรุปผล (Summary Panel) แสดงค่า Win Rate, ผลตอบแทนรวม, กำไรขาดทุนสุทธิ (Net P&L), และ Max Drawdown
 - Trade Signals แสดงจุดเข้าและออกจากการของแต่ละหุ้นในขณะนั้น
 - ตารางแสดงรายการเทรด (Trade Log) แสดงรายละเอียดของแต่ละหุ้น เช่น Ticker, Entry/Exit Date, Return (%) และสถานะ (Open/Closed)
 - ระบบกรองข้อมูล (Filter) ผู้ใช้สามารถกรองข้อมูลตามโน้มถ่วง หุ้น หรือสถานะหุ้น แล้วสามารถเรียกดูได้ทันที เช่น model:TCN status:close ticker:NVDA ก็จะเห็นทุกหุ้นในพอร์ตที่มี TCN เป็นโมเดล หุ้น NVDA เป็นปิด และสถานะเป็นหุ้น Nvidia



รูปที่ 6.2 ภาพ Trade Signals บอกจุดเข้าและจุดออกของออเดอร์ที่เปิดอยู่

Trading History														
Filter table: All models ▾ All status ▾ All tickers ▾ Reset														
Total P&L: \$871.07		Realized: \$878.78		Open (Unrealized): -\$7.71		Invested: \$27,000.00		LSTM: \$61.31		Transformer: \$430.43		TCN+GRU: \$379.33		Show Prediction Error %
Status	Ticker	Model	Shares	Invested	Entry (DD-MM-YY)	Entry Px	Expected (DD-MM-YY)	Expected Px	Current (DD-MM-YY)	Current Px	Exit (DD-MM-YY)	Exit Px	Net P&L	Return %
OPEN	NVDA	TCN	5.46	\$1,000.00	10-10-25	\$183.16	25-10-25	\$193.14	13-10-25	\$188.32	-	-	+\$28.17	+2.82%
OPEN	META	TCN	1.39	\$1,000.00	01-10-25	\$717.34	25-10-25	\$754.66	13-10-25	\$715.70	-	-	+\$2.29	-0.23%
CLOSED	NVDA	TCN	5.50	\$1,000.00	29-09-25	\$181.85	14-10-25	\$192.03	-	-	09-10-25	\$192.57	+\$58.55	+5.89%
OPEN	MSFT	TRANS	1.94	\$1,000.00	29-09-25	\$514.60	17-10-25	\$556.75	13-10-25	\$514.05	-	-	-\$1.07	-0.11%
OPEN	AAPL	TRANS	3.93	\$1,000.00	29-09-25	\$254.43	20-10-25	\$269.90	13-10-25	\$247.66	-	-	-\$26.51	-2.66%
OPEN	NVDA	LSTM	5.50	\$1,000.00	29-09-25	\$181.85	26-10-25	\$202.97	13-10-25	\$188.32	-	-	+\$35.58	+3.06%
CLOSED	NVDA	TRANS	5.66	\$1,000.00	19-09-25	\$176.67	12-10-25	\$213.44	-	-	13-10-25	\$188.32	+\$65.94	+6.59%
OPEN	GOOGL	TCN	3.93	\$1,000.00	19-09-25	\$254.72	16-10-25	\$278.73	13-10-25	\$244.15	-	-	-\$41.50	-4.15%
CLOSED	AAPL	TRANS	4.20	\$1,000.00	16-09-25	\$238.15	07-10-25	\$250.99	-	-	22-09-25	\$256.08	+\$75.29	+7.53%
CLOSED	NVDA	TCN	5.64	\$1,000.00	11-09-25	\$177.17	26-09-25	\$186.85	-	-	29-09-25	\$181.85	+\$26.42	+2.64%

รูปที่ 6.3 ภาพตาราง Trading History สำหรับการรายละเอียดต่างๆ ในแต่ละออเดอร์

ทั้งหมดนี้ทำงานผ่าน Flask Backend ที่คำนวณผลการจำลองแบบรายวันและส่งข้อมูลในรูปแบบ JSON ให้แสดงผลในหน้าเว็บโดยไม่ต้องรีเฟรช

6.1.3 การปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ใช้งาน

1. สถานะโหลดเข้าหน้าเว็บและสถานะรอประมวลผล

เพิ่มการแสดงสถานะโหลดตอนเข้าสู่หน้าเว็บไซต์ เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของเว็บไซต์และเพิ่มความเป็นเอกลักษณ์ทำให้ผู้คนจดจำเว็บไซต์ได้ด้วยการใส่อินเมชั่นที่สวยงามพร้อมกับแสดงชื่อของเว็บไซต์ไว้ที่กลางจอ ดังรูปที่ 6.4

เพิ่มการแสดงสถานะโหลด (Loading) พร้อมสัญลักษณ์หมุนและข้อความกำกับ เพื่อบอกผู้ใช้ว่าระบบกำลังดึงข้อมูลอยู่ และมีการป้องกันการกดซ้ำโดยไม่ตั้งใจ เมื่อโหลดเสร็จจึงค่อย ๆ จางหาย (fade-out) เพื่อให้รับรู้การเปลี่ยนสถานะดังรูปที่ 6.5



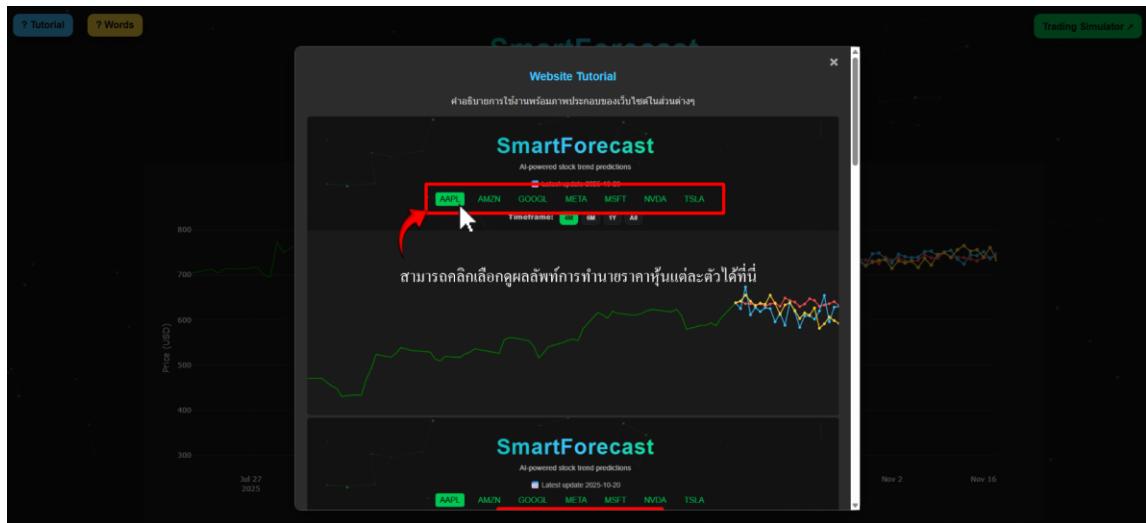
รูปที่ 6.4 ภาพรวมออนไลน์เข้าหน้าเว็บ SmartForecast



รูปที่ 6.5 ภาพรวมออนไลน์เข้าหน้าเว็บ SmartForecast

2. เพิ่มหน้า Tutorial

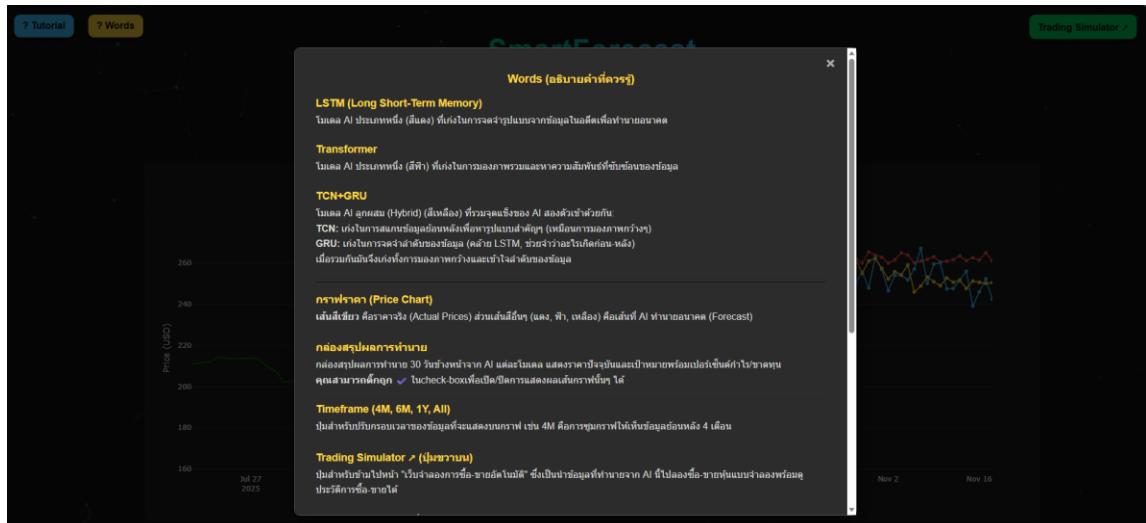
จัดทำ Tutorial Modal อธิบายขั้นตอนใช้งานแบบสั้นกระชับ พร้อมภาพประกอบของปุ่มและกราฟที่สำคัญ แยกเป็น 2 ส่วนให้สอดคล้องกับโครงสร้างเว็บ (หน้า Forecast และหน้า Trading Simulator) มีปุ่ม “เปิด/ปิด” ที่มุ่งบันการลือการเลื่อนพื้นหลังขณะอ่าน และการปรับขนาดอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ใช้ใหม่เริ่มต้นได้เร็วและลดความคุณเครื่องของการใช้งาน ดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 ภาพ Website Tutorial สำหรับการใช้งานหน้าเว็บ

3. เพิ่มหน้า Words

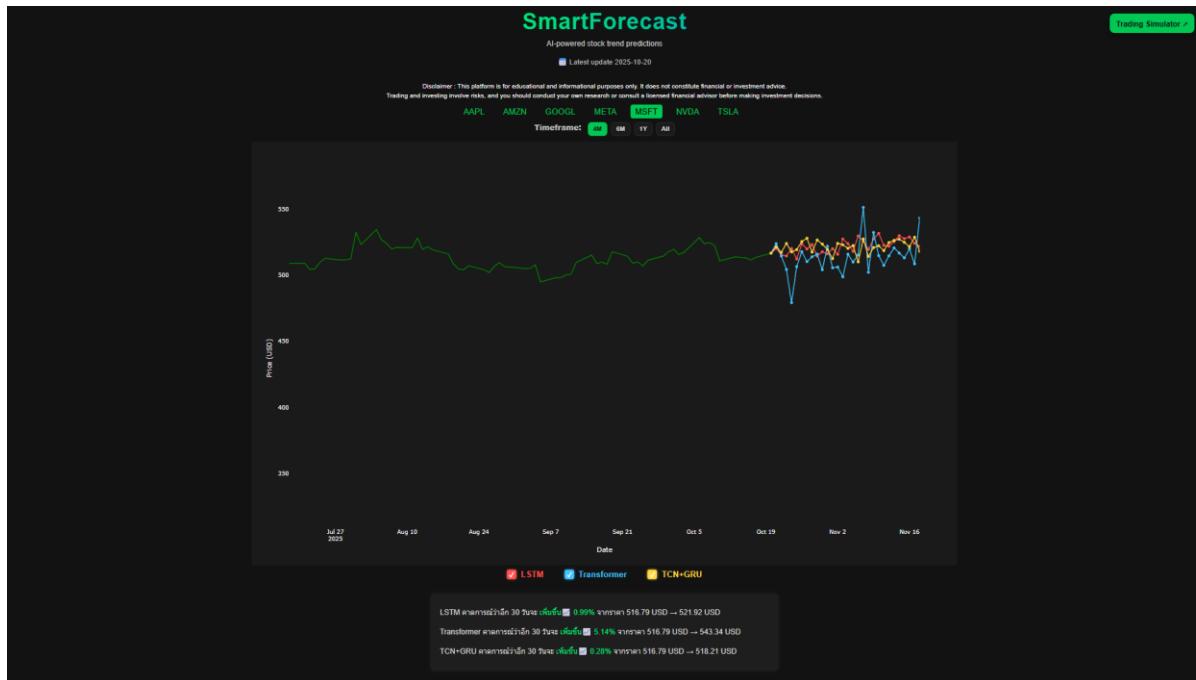
เพิ่ม Words รวมคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในหน้าเว็บ (เช่น Final Equity, Total Return, Max Drawdown, Win Rate, Net P&L, Return %, Equity Curve, ฯลฯ) พร้อมคำอธิบายสั้นและสัญลักษณ์ที่ตรงกับสี/ไอคอนบนกราฟ ช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายของคำและปุ่มต่าง ๆ ดังรูปที่ 6.7



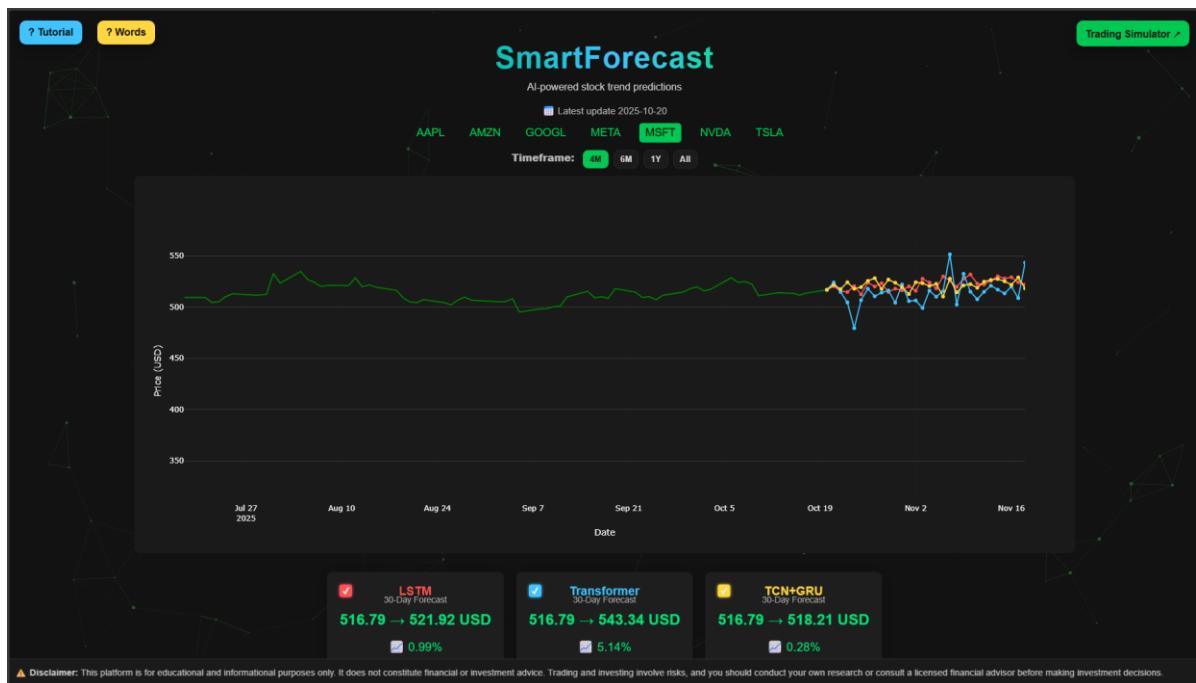
รูปที่ 6.7 ภาพหน้า Words สำหรับอธิบายคำในหน้าเว็บไปใช้

4. การปรับแต่ง UI เพิ่มเติม

ปรับ ขนาดตัวอักษร/ระยะห่าง/สี ให้เด่นชัดขึ้น, มีการตอบสนองต่อการใช้งานของผู้ใช้, เน้นสถานะปุ่มที่กดได้ด้วยสีและเอฟเฟกต์ hover/active, ขยาย hit-area ของปุ่มสำคัญ, ใช้สีประจำโมเดโลย่างสม่ำเสมอ (เช่น LSTM=แดง, Transformer=ฟ้า, TCN+GRU=เหลือง) และปรับการจัดตำแหน่งองค์ประกอบบนกราฟให้สอดคล้อง ลดภาระการอ่าน และเพิ่มความชัดเจนของข้อมูล ดังรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.8 ภาพหน้าเว็บไซต์แบบเก่า



รูปที่ 6.9 ภาพหน้าเว็บไซต์แบบใหม่

6.2 ข้อจำกัด

แม้โครงงานนี้จะสามารถพัฒนาโมเดลทำนายราคาหุ้นและระบบจำลองการซื้อขายได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์แต่ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณาเพื่อพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นในอนาคต ดังนี้

6.2.1 ข้อจำกัดของข้อมูล (Data Limitations)

1. ข้อมูลราคาหุ้นที่ใช้มาจากการแล่งเดียว (Yahoo Finance) ซึ่งอาจมีความคลาดเคลื่อนของเวลาเปิด–ปิดตลาด หรือการปรับข้อมูลย้อนหลัง (adjusted close)
2. ไม่มีการรวมข้อมูลเชิงพื้นฐาน (Fundamental Data) เช่น กำไรสุทธิ อัตราส่วน P/E หรือข่าวสารเชิงเศรษฐกิจ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของโมเดล

6.2.2 ข้อจำกัดของโมเดลการพยากรณ์ (Model Limitations)

1. โมเดลเรียนรู้จากข้อมูลเชิงเวลาเพียงอย่างเดียว (Time Series) โดยไม่ได้รวมตัวแปรภายนอก เช่น ตัวชี้วัดตลาด (S&P500) หรืออัตราดอกเบี้ย ซึ่งมีอิทธิพลต่อราคาหุ้น
2. โมเดลแต่ละตัวต้องปรับ Sequence Length และ Hyperparameter แยกกัน ซึ่งต้องใช้เวลาทดลองจำนวนมาก
3. ยังไม่มีการรวมผลลัพธ์จากหลายโมเดล (Model Ensemble) เพื่อเพิ่มความเสถียรของการพยากรณ์

6.2.3 ข้อจำกัดของระบบจำลองการซื้อขาย (Simulation Limitations)

1. กลยุทธ์การซื้อขายจำลองยังคงเป็นแบบพื้นฐาน (Single-entry Buy & Hold) โดยซื้อทันทีที่ราคาทำนายสูงกว่าราคาปัจจุบัน $\geq 5\%$ และขายเมื่อถึงวันที่ทำนายว่าราคาสูงสุด ซึ่งยังไม่รวมการพิจารณาปัจจัยทางเทคนิคอื่น ๆ
2. ไม่มีการจัดการความเสี่ยง (Risk Management) เช่น การตั้งจุดตัดขาดทุน (Stop Loss) หรือการปรับขนาดพอร์ต (Position Sizing)

6.2.4 ข้อจำกัดของระบบเว็บไซต์และการประมวลผล (System and Deployment Limitations)

1. ระบบที่พัฒนาบน Render.com มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร เช่น RAM และเวลาในการประมวลผล ซึ่งอาจทำให้การอัปเดตข้อมูลจำนวนมากใช้เวลานาน
2. ระบบยังไม่รองรับการอัปเดตอัตโนมัติจาก GitHub Actions ในสภาพแวดล้อมจริง (production) ต้องเรียกใช้การอัปเดตด้วยตนเองของนิชร์ฟเวอร์
3. เว็บไซต์อยู่ในรูปแบบต้นแบบ (Prototype) จึงยังไม่รองรับผู้ใช้งานจำนวนมากพร้อมกัน และยังไม่มีระบบจัดเก็บผู้ใช้ หรือการเข้ารหัสข้อมูล (Authentication & Security Layer)

6.2.5 ข้อจำกัดจากการใช้งานของผู้ใช้ (User Experience Limitations)

ระบบไม่มีฟังก์ชัน Interactive Simulation เช่น การปรับเงื่อนไขเทรดด้วยตนเองหรือการจำลองหลากหลายทรัพยากรพร้อมกัน

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากข้อจำกัดที่กล่าวมาในหัวข้อก่อนหน้า สามารถสรุปแนวทางการพัฒนาต่อไปดังนี้

6.3.1 ด้านข้อมูล (Data Enhancement)

1. เพิ่มแหล่งข้อมูลทางการเงินอื่น ๆ เช่น AlphaVantage, Quandl หรือ IEX Cloud เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของข้อมูล
2. เพิ่มตัวแปรเชิงพื้นฐาน (Fundamental Features) เช่น อัตราส่วนทางการเงิน ข่าวสาร หรือปัจจัยเศรษฐกิจมหภาค เพื่อให้โมเดลสามารถวิเคราะห์ได้ลึกยิ่งขึ้น

6.3.2 ด้านการพัฒนาโมเดล (Model Improvement)

ปรับใช้เทคนิค Ensemble Learning เช่น การถ่วงน้ำหนักผลลัพธ์จาก LSTM, Transformer และ TCN+GRU เพื่อเพิ่มความแม่นยำรวม

6.3.3 ด้านระบบจำลองการซื้อขาย (Simulation Enhancement)

- เพิ่มฟังก์ชัน การตั้ง Stop Loss / Take Profit / Trailing Stop เพื่อจำลองพฤติกรรมของผู้ลงทุนจริง
- เพิ่มตัวเลือกกลยุทธ์ เช่น Moving Average Crossover หรือ Momentum-based Entry เพื่อเปรียบเทียบกับกลยุทธ์ของโมเดล AI

6.3.4 ด้านระบบเว็บไซต์และการ Deploy (Web System Improvement)

- ย้ายระบบไปยังแพลตฟอร์มที่รองรับการประมวลผลสูง เช่น AWS, Google Cloud หรือ Azure เพื่อเพิ่มความเสถียร และรองรับผู้ใช้งานจำนวนมาก
- เพิ่มระบบ User Authentication และ Personal Dashboard เพื่อให้ผู้ใช้แต่ละคนสามารถบันทึกผลการจำลองของตนเองได้

6.3.5 ด้านประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience Improvement)

- เพิ่มฟังก์ชัน “ทดสอบกลยุทธ์ด้วยตนเอง” (Manual Backtest) เพื่อให้นักลงทุนสามารถปรับค่าพารามิเตอร์และเห็นผลลัพธ์แบบเรียลไทม์

สรุป

ข้อจำกัดที่ระบุไว้ในโครงงานนี้เป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาระบบทายกรณ์ทันให้ใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมาก ยิ่งขึ้น ทั้งในมิติของความแม่นยำของโมเดล ความครอบคลุมของข้อมูล และความสะดวกของผู้ใช้งานปลายทาง ซึ่งหากดำเนินการพัฒนาเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะเหล่านี้ จะสามารถต่อยอดระบบ SmartForecast ให้เป็นแพลตฟอร์มที่ใช้ได้จริงทั้งในงานวิจัยและในเชิงการลงทุนในอนาคต

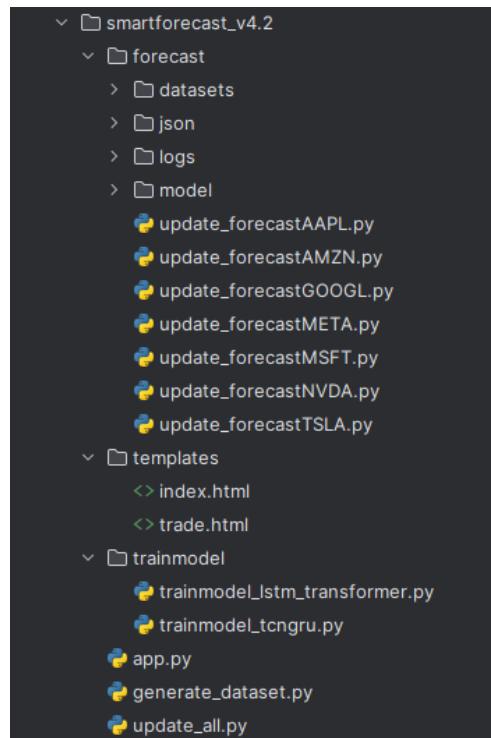
บรรณานุกรม

- [1] Jitta, "Jitta Ranking คืออะไร?", Jitta Library, [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก: <https://library.jitta.com/th/ranking>. เข้าถึงเมื่อ: 20 เม.ย. 2025.
- [2] Trade Ideas, "AI Signals – Actionable trade ideas generated by AI," Trade Ideas, 2025. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.trade-ideas.com/ai-signals/>. เข้าถึงเมื่อ: 20 เม.ย. 2025.
- [3] Nerd Data, "Time Series Analysis คืออะไร? วิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อการพยากรณ์," Nerd Data, 2023. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.nerd-data.com/time-series-analysis/>. เข้าถึงเมื่อ: 21 เม.ย. 2025.
- [4] T. Sinart, "Long Short-Term Memory (LSTM)," Medium. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://medium.com/@sinart.t/long-short-term-memory-lstm-e6cb23b494c6> เข้าถึงเมื่อ: 23 เม.ย. 2025.
- [5] Nerd Data, "เจาะลึก Deep Learning และ LSTM โนเดลสุดล้ำเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา," Nerd Data, 2023. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.nerd-data.com/deep_learning_lstm/. เข้าถึงเมื่อ: 23 เม.ย. 2025.
- [6] Z. Nie, S. Pan, X. Liu, and Y. Xiang, "A Transformer-Based Framework for Multivariate Time Series Representation Learning," *arXiv preprint arXiv:2201.12886*, 2022. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://arxiv.org/abs/2201.12886>. เข้าถึงเมื่อ: 22 เม.ย. 2025.
- [7] Amazon Web Services, Inc., "What Are Transformers in Artificial Intelligence?", AWS, 2023. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://aws.amazon.com/what-is/transformers-in-artificial-intelligence/?nc1=h_ls. เข้าถึงเมื่อ: 21 พ.ค. 2025.
- [8] Unit8, "Temporal Convolutional Networks and Forecasting," Unit8, 2023. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://unit8.com/resources/temporal-convolutional-networks-and-forecasting/>. เข้าถึงเมื่อ: 9 ก.ค. 2025.
- [9] ScienceDirect, "Gated Recurrent Unit (GRU)," *Computer Science Topics*, 2025. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/gated-recurrent-unit>. เข้าถึงเมื่อ: 12 ก.ค. 2025.
- [10] LH Fund, "หุ้นเจ็ดนางฟ้า คืออะไร," LH Fund, 2566. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.lhfund.co.th/Home/TipsAndTricksDetail/detail-16-หุ้นเจ็ดนางฟ้า-คืออะไร>. เข้าถึงเมื่อ: 21 เม.ย. 2025.
- [11] Agrawal M , Shukla P K , Nair R ,Nayyar A , "Stock Prediction Based on Technical Indicators Using Deep Learning Model," ResearchGate, 2021. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: https://www.researchgate.net/publication/354507095_Stock_Prediction_Based_on_Technical_Indicators_Using_Deep_Learning_Model. เข้าถึงเมื่อ: 30 เม.ย. 2025.
- [12] Mr.Messenger, "VIX Index คืออะไร? ทำไนกัลทุนควรใส่ใจ รักความก้าวในตลาดหุ้น," FINNOMENA, 2021. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.finnomena.com/mr-messenger/vix/>. เข้าถึงเมื่อ: 29 ก.ค. 2025.

ภาคผนวก ก โครงสร้างของระบบ

ก.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

ก.1.1 รายละเอียดไฟล์และโฟลเดอร์ของโปรเจกต์



รูปผนวกที่ ก.1 รายละเอียดไฟล์และโฟลเดอร์ของโปรเจกต์

ไฟล์ต้นฉบับของระบบทั้งหมดได้รับการจัดเก็บไว้ในที่เก็บข้อมูล (Repository) บน GitHub

<https://github.com/woranoplrim/SmartForecast4.2>

1. ไฟล์เดอร์ forecast

เก็บไฟล์ทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและบันทึกผลการพยากรณ์

- **datasets** เก็บชุดข้อมูลราคาหุ้นที่ผ่านการเตรียมข้อมูลแล้ว (CSV) สำหรับนำไปใช้ฝึกและทดสอบโมเดล
- **json** เก็บผลการพยากรณ์ที่ได้จากแต่ละโมเดลในรูปแบบ JSON เพื่อใช้แสดงผลบนเว็บไซต์
- **logs** บันทึกประวัติการจำลองการซื้อขาย เช่น รายการออดิโอ, กำไร-ขาดทุน และ Equity Curve
- **model** เก็บสคริปต์ย่อยสำหรับอัปเดตผลพยากรณ์ของหุ้นแต่ละตัว เช่น
 - update_forecastAAPL.py อัปเดตผลพยากรณ์หุ้น Apple
 - update_forecastAMZN.py อัปเดตผลพยากรณ์หุ้น Amazon
 - update_forecastNVDA.py อัปเดตผลพยากรณ์หุ้น Nvidia(โดยสคริปต์แต่ละไฟล์จะโหลดโมเดลที่ฝึกไว้แล้ว มาคำนวณราคากาดการณ์ล่วงหน้า 30 วัน และบันทึกผลลงไฟล์ JSON)

2. ไฟล์เดอร์ templates

เก็บไฟล์ HTML ที่ใช้เป็นส่วนของ Front-End สำหรับการแสดงผลผ่าน Flask Framework

- index.html หน้าแสดงผลการพยากรณ์ราคา (Forecast Page)
- trade.html หน้าจำลองการซื้อขาย (Trading Simulator Page)

3. ไฟล์เดอร์ trainmodel

เก็บสคริปต์สำหรับการฝึกโมเดล Deep Learning

- trainmodel_lstm_transformer.py ใช้สำหรับฝึกโมเดล LSTM และ Transformer
 - trainmodel_tcngru.py ใช้สำหรับฝึกโมเดล Hybrid TCN+GRU
- โดยทั้งสองสคริปต์จะสร้างและบันทึกโมเดลที่ฝึกเสร็จในรูปแบบไฟล์ .pt หรือ .h5

4. ไฟล์หลักของระบบ

- app.py ไฟล์หลักของ Flask Application ทำหน้าที่เป็น Backend ของเว็บไซต์
- generate_dataset.py ใช้สำหรับดึงข้อมูลราคาหุ้นจาก Yahoo Finance และคำนวณตัวแปรทางเทคนิค (เช่น EMA, RSI, MACD) เพื่อเตรียมชุดข้อมูลใหม่
- update_all.py ใช้เรียกสคริปต์อัปเดตผลพยากรณ์ทั้งหมดในไฟล์เดอร์ model/ พร้อมกัน เพื่อรีเฟรชผลลัพธ์สุดของหุ้นทั้ง 7 ตัว

5. ลักษณะการทำงานของระบบโดยรวม

1. generate_dataset.py ดึงข้อมูลราคาหุ้นล่าสุดและคำนวณ Indicators
2. trainmodel ใช้ฝึกโมเดลตามพารามิเตอร์ที่กำหนด
3. update_forecastXXX.py ประมวลผลการพยากรณ์และบันทึกผลในรูป JSON
4. app.py แสดงผลการพยากรณ์และผลจำลองการเทรดผ่านหน้าเว็บ
5. update_all.py ทำหน้าที่อัปเดตผลทั้งหมดเมื่อระบบต้องการอัปเดตข้อมูล

ภาคผนวก ข เทคโนโลยีและเทคนิคที่ใช้

ข.1 สเปกของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับฝึกโมเดล

ตารางผนวกที่ ข.1 สเปกของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับฝึกโมเดล

รายการ	รายละเอียด
CPU	AMD Ryzen 5 5600H
GPU	NVIDIA GeForce RTX 3050 Laptop GPU
RAM	32 GB
Storage	SSD ความจุ 1 TB
OS	Windows 10 64-bit
Cuda version	11.8
Python version	3.12.3

ข.2 ค่าพารามิเตอร์ (Hyperparameters) สำหรับการเทรนโมเดล

ตารางผนวกที่ ข.2 ค่าพารามิเตอร์ (Hyperparameters) สำหรับการเทรนโมเดล

พารามิเตอร์	ค่า
Epochs	50 - 100
Batch Size	16 - 32
Learning Rate	0.0005 - 0.001
Optimizer	Adam
Loss Function	Mean Squared Error (MSE)
Validation Split	80% สำหรับชุดฝึก, 20% สำหรับชุดทดสอบ
Dropout Rate	0.2
Activation Function	ReLU
Sequence Length Range	90 – 300 วัน
Forecast Horizon	30 วันล่วงหน้า

ข.3 Environment และ Library ที่ใช้

ตารางผนวกที่ ข.3 สภาพแวดล้อมและไลบรารีที่ใช้ในการพัฒนาและ Deploy

Library / Tool	Version
Flask	3.1.0
gunicorn	21.2.0
numpy	1.24.3
pandas	2.2.3
matplotlib	3.7.1
scikit-learn	1.3.2
tensorflow	2.10.0
torch	2.1.0
holidays	0.25
yfinance	0.2.26
python-dateutil	2.8.2

จัดเก็บในรูปแบบไฟล์ requirements.txt เพื่อให้สามารถติดตั้งสภาพแวดล้อมเดียวกันได้อย่างสะดวก

ภาคผนวก ค Workflow ของระบบ

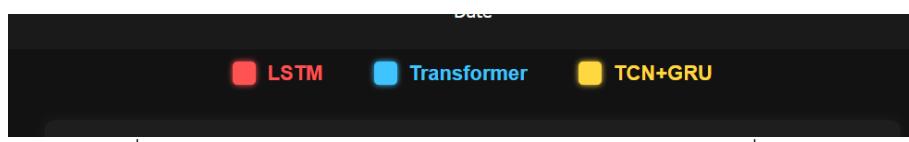
ค.1 ผู้ใช้เข้าหน้าเว็บไซต์

ผู้ใช้เปิดเว็บไซต์ SmartForecast ผ่านเบราว์เซอร์ ระบบโหลดหน้าแรก (index.html) ซึ่งแสดงผลการพยากรณ์ของหุ้นแต่ละตัว Flask จะดึงข้อมูลจากไฟล์ JSON ที่อยู่ในโฟลเดอร์ forecast/json/ เพื่อนำมาสร้างกราฟ



ค.2 การเลือกหุ้นและการแสดงผลกราฟ

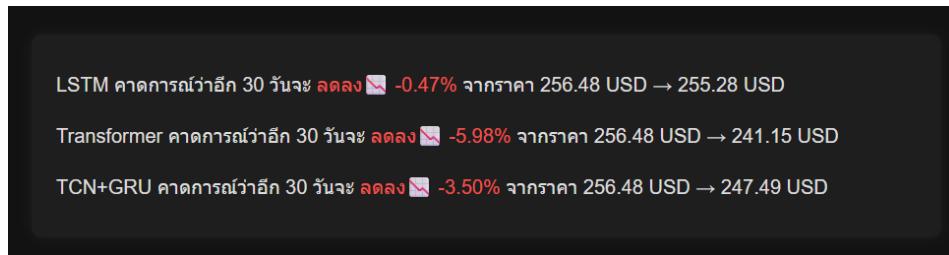
- ผู้ใช้สามารถเลือกหุ้นจากเมนูด้านบน เช่น AMZN, META, NVDA เป็นต้น
- เมื่อมีการเลือกหุ้น ระบบจะส่งคำร้อง (Request) ไปยัง API /data/<ticker> เพื่อดึงข้อมูล
 - Actual Data ราคาปัจจุบันทั้งหมดจาก CSV (forecast/datasets/)
 - Predicted Data ราคาที่โมเดลแต่ละตัวพยากรณ์ไว้จากไฟล์ JSON
- เมื่อได้รับข้อมูล ระบบจะสร้างกราฟแสดงดังนี้
 - เส้นสีเขียว = ราคารวิง (Actual Price)
 - เส้นสีแดง, ฟ้า, เหลือง = ราคายี่ห้อที่พยากรณ์จากโมเดล LSTM, Transformer และ TCN+GRU
- ผู้ใช้สามารถเลือกแสดง/ซ่อนโมเดลแต่ละตัวได้ผ่านปุ่มสลับ (Checkbox)



รูปผนวกที่ ค.2 Checkboxเลือกแสดง/ซ่อนโมเดลแต่ละตัวพร้อมกับราคายี่ห้อที่โมเดลทำนาย

ค.3 การแสดงผลการพยากรณ์สรุป (Prediction Summary)

- ระบบจะแสดงข้อความสรุปผล เช่น LSTM คาดว่าราคาหุ้น AMZN จะเพิ่มขึ้น 5.24% ภายใน 30 วัน
- การคำนวณมาจากเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงระหว่างราคาปัจจุบันกับการทำนายสุดท้ายของแต่ละโมเดล
- ผู้ใช้สามารถเปลี่ยน Timeframe (เช่น 4M, 6M, 1Y) เพื่อปรับช่วงแสดงผลย้อนหลังของกราฟได้



รูปผนวกที่ ค.3 กล่าวถึงข้อความแสดงราคาที่ไม่เดลแต่ล่วงทำนาย

ค.4 การเข้าหน้าจำลองการซื้อขาย (Trading Simulator)

- ผู้ใช้คลิกปุ่ม Trading Simulator ที่มุมขวาบน
- ระบบโหลดหน้า trade.html ซึ่งเป็นหน้าสำหรับจำลองการเทรดอัตโนมัติ
- Flask ดึงข้อมูลจาก API /simulate/<ticker> เพื่อรันการจำลองโดยใช้ข้อมูลจากโมเดล
 - ตรวจสอบว่าราคาทำนายสูงสุด (Predicted Peak) สูงกว่าราคาปัจจุบันเกิน 5% ($\text{Edge} \geq 5\%$)
 - หากผ่านเงื่อนไข ระบบจะเปิดออเดอร์ซื้อขาย (Buy)
 - ตั้งจุดขาย (Exit) ที่ราคาสูงสุดที่ไม่เดลคาดการณ์ไว้ภายใน 30 วัน
 - เมื่อถึงวันคาดการณ์ดังกล่าว ระบบจะปิดออเดอร์โดยอัตโนมัติ

```
idx_max = int(np.argmax(prices))
pred_max = float(prices[idx_max])
pred_min = float(prices[int(np.argmin(prices))])
up_edge = (pred_max/current_price - 1.0) * 100.0

if up_edge < edge_pct:
    n = len(prices)
    return jsonify({
        "ticker": ticker, "model": model,
        "future_dates": dates, "prices": prices,
        "equity_curve": [start_capital]*n,
        "trades": [], "metrics": {
            "final_equity": float(start_capital),
            "total_return_pct": 0.0,
            "max_drawdown_pct": 0.0,
            "num_trades": 0, "win_rate_pct": 0.0, "sharpe": 0.0
        },
        "gate": {
            "engaged": False, "rule": "max-above-current",
            "edge_pct": edge_pct, "up_edge_pct": round(up_edge, 4),
            "current_price": round(current_price, 6), "current_date": current_date,
            "pred_max_price": round(pred_max, 6), "pred_max_date": dates[idx_max],
            "pred_min_price": round(pred_min, 6)
        },
        "position": {"open": False}
    })
```

รูปผนวกที่ ค.4 โค้ดเงื่อนไขการเข้าซื้อในไฟล์ simulate_endpoint(ticker)

ค.5 การกลับไปยังหน้าการพยากรณ์ (Forecast Page)

เมื่อผู้ใช้ต้องการกลับไปดูผลการพยากรณ์ราคาหุ้น สามารถคลิกปุ่ม Forecast ที่มุมขวาบนของหน้า Trading Simulator เพื่อย้อนกลับไปยังหน้าแรกของเว็บไซต์ ระบบจะโหลดหน้า index.html อีกรั้ง และเรียก API /data/<ticker> เพื่อดึงข้อมูลการพยากรณ์ล่าสุดจากไฟล์ JSON และ CSV ที่อัปเดตไว้ในระบบ



รูปภาพที่ ค.5 บุํมกลับไปหน้า Forecast อูํทางขวาบนของเว็บไซต์

ค.6 การคำนวณผลการจำลอง (Performance & Logs)

ระบบคำนวณผลตอบแทนจากแต่ละการจำลอง ผลลัพธ์ที่ได้ เช่น กำไรสุทธิ (Net P&L), อัตราผลตอบแทนรวม (Total Return) และ Max Drawdown (%) ข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ในโฟลเดอร์ forecast/logs/ เพื่อใช้ในการสร้างกราฟ Equity Curve

```
metrics = {
    "final_equity": float(equity_arr[cut]),
    "total_return_pct": float((equity_arr[cut]/equity_arr[0]-1.0)*100.0) if equity_arr[0] != 0 else 0.0,
    "max_drawdown_pct": float(_max_drawdown(equity_arr[:cut+1]) if cut+1>1 else equity_arr[:1])),
    "num_trades": int(len(trades)),
    "win_rate_pct": float(100.0 if (realized_pnl is not None and realized_pnl > 0) else 0.0) if sell_executed else 0.0,
    "sharpe": float(_sharpe(daily_rets)),
}
```

รูปภาพที่ ค.6 ระบบคำนวณผลตอบแทนจากแต่ละการจำลอง

ค.7 การแสดงผลในหน้าเว็บ

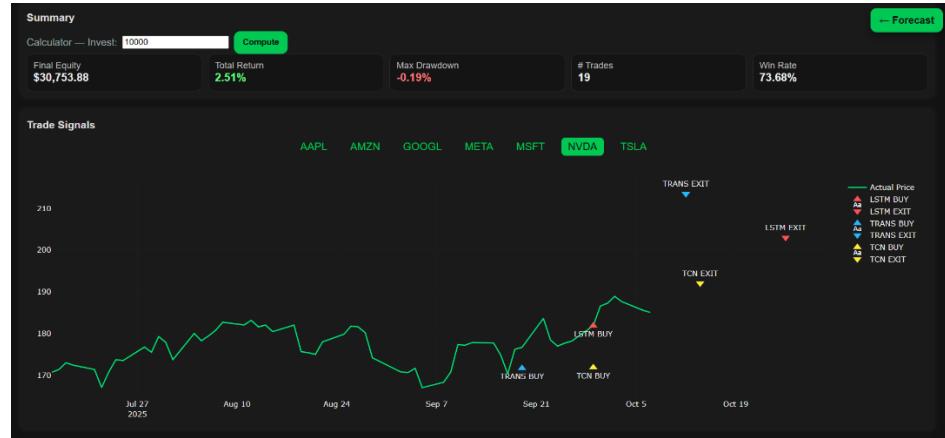
- หน้าเว็บจะสร้างกราฟ Equity Curve แสดงการเติบโตของพอร์ตตามการจำลอง



รูปภาพที่ ค.7 กราฟเส้น Equity Curve การเติบโตของเงินทุน

- การแสดงสัญญาณการซื้อและขายที่เกิดจากการจำลองการเทรดของแต่ละโมเดล

โดยกราฟนี้จะแสดง เส้นราคาจริง (Actual Price) ร่วมกับ สัญลักษณ์ซื้อ (BUY) และ จุดขาย (EXIT) ที่ได้จากการจำลองในไฟล์บันทึก (trades_{model}.csv) Plotly จะใช้สีที่แตกต่างกันเพื่อระบุสัญญาณจากแต่ละโมเดล



รูปนวากที่ ค.8 กราฟสัญญาณการซื้อและขายที่เกิดจากการจำลองการเทรด

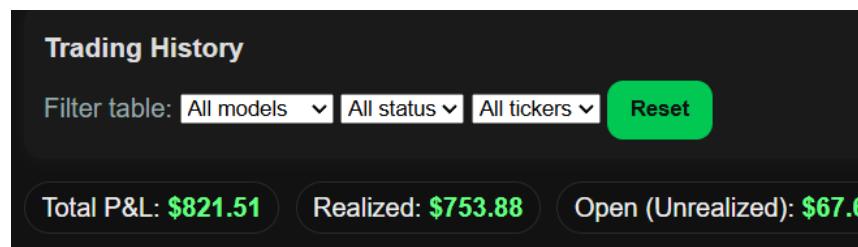
3. ตารางประวัติการเทรด (Trading History Table) แสดงรายการของเดอร์ทั้งหมด เช่น

- วันที่เปิด/ปิด
- ราคากู้ซื้อและขาย
- กำไรขาดทุนสุทธิ
- สถานะ (Open / Closed)

Trading History													Forecast	
Filter table: All models ▾ All status ▾ All tickers ▾ Reset														
Total P&L: \$821.51 Realized: \$753.88 Open (Unrealized): \$67.63 Invested: \$26,000.00 LSTM: \$43.27 Transformer: \$465.83 TCN+GRU: \$312.41													Show Prediction Error %	
Status	Ticker	Model	Shares	Invested	Entry (DD-MM-YY)	Entry Px	Expected (DD-MM-YY)	Expected Px	Current (DD-MM-YY)	Current Px	Exit (DD-MM-YY)	Exit Px	Net P&L	Return %
OPEN	META	TCN	1.39	\$1,000.00	01-10-25	\$717.34	25-10-25	\$754.66	07-10-25	\$713.08	-	-	\$-5.94	-0.59%
OPEN	NVDA	TCN	5.50	\$1,000.00	29-09-25	\$181.85	14-10-25	\$192.03	07-10-25	\$185.04	-	-	+\$17.54	+1.75%
OPEN	MSFT	TRANS	1.94	\$1,000.00	29-09-25	\$514.60	17-10-25	\$556.75	07-10-25	\$623.98	-	-	+\$18.23	+1.82%
OPEN	AAPL	TRANS	3.93	\$1,000.00	29-09-25	\$254.43	20-10-25	\$269.90	07-10-25	\$256.48	-	-	+\$8.06	+0.81%
OPEN	NVDA	LSTM	5.50	\$1,000.00	29-09-25	\$181.85	26-10-25	\$202.97	07-10-25	\$185.04	-	-	+\$17.54	+1.75%
OPEN	GOOGL	TCN	3.93	\$1,000.00	19-09-25	\$254.72	16-10-25	\$278.73	07-10-25	\$245.76	-	-	\$-35.18	-3.52%
OPEN	NVDA	TRANS	5.66	\$1,000.00	19-09-25	\$176.67	12-10-25	\$213.44	07-10-25	\$185.04	-	-	+\$47.38	+4.74%
CLOSED	AAPL	TRANS	4.20	\$1,000.00	16-09-25	\$238.15	07-10-25	\$250.99	-	-	22-09-25	\$256.08	+\$75.29	+7.53%
CLOSED	NVDA	TCN	5.64	\$1,000.00	11-09-25	\$177.17	26-09-25	\$186.85	-	-	29-09-25	\$181.85	+\$26.42	+2.64%
CLOSED	MSFT	TRANS	2.01	\$1,000.00	09-09-25	\$498.41	27-09-25	\$533.99	-	-	29-09-25	\$514.60	+\$32.48	+3.25%

รูปนวากที่ ค.9 ตาราง Trading History สำหรับดูรายละเอียดต่างๆของแต่ละของเดอร์

4. ผู้ใช้สามารถกรองข้อมูลตาม Model, Ticker, หรือ Status ได้ทันทีผ่าน Dropdown Menu



รูปนวากที่ ค.10 Dropdown Menu กรองข้อมูล

ภาคผนวก ง ข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน (User Feedback)

ง.1 แบบประเมินและความคิดเห็นจากผู้ใช้งาน (User Evaluation Form and Feedback Sheet)

ง.1.1 แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 1

<p>แบบฟอร์มการประเมินรีบปรับไซส์</p> <p>SmartForecast (smartforecast.onrender.com) สามารถประเมินได้จากทุกอุปกรณ์ในเบื้องต้น สำหรับบนเว็บท่านต้องหน้า 30 วันโดยใช้เบราว์เซอร์เบราว์เซอร์เบราว์เซอร์เบราว์เซอร์</p> <p>ส่วนที่ 1 : แบบฟอร์มขอความยินยอม (Consent Form)</p> <p>หัวข้อประสงค์:</p> <ul style="list-style-type: none"> - เพื่อประเมินภาระที่ต้องเสียไปในกระบวนการบริษัทฯ ในการดำเนินการ - เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อไปปรับปรุงระบบ <p>ขอบเขต:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้ใช้ร่วมแสดงการทดสอบใช้งานเบื้องต้น - มีการสอบถามและประเมินความพึงพอใจ - มีการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการทดสอบ (เพื่อเก็บข้อมูลต่อไป) <p>ลักษณะผู้ใช้ร่วม:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ข้อมูลทั่วไปของผู้ใช้และการศึกษา ไม่เผยแพร่ต่อสาธารณะ - ผู้ใช้ร่วมสามารถปฏิบัติหน้าที่อย่างถูกต้องตามที่ได้กำหนด <p>โปรดทราบว่าคุณต้องตกลงกับข้อความดังนี้:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ข้อความข้างบนนี้เป็นความยินยอม</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ข้อความข้างบนนี้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันนี้เป็นต้นไป</p> <p>ลงชื่อผู้ใช้ร่วม: _____ วันที่: ๒๐/๑/๖๘ <i>(ลงชื่อ ผู้ใช้)</i></p>	<p>ส่วนที่ 2 : ข้อมูลต่อไปนี้บ่งบอกว่า</p> <p>เพศ: ♂ชาย ♂หญิง ♂อื่น ๆ ♂อื่น _____ อายุ: ๒๐ ปี ประสบการณ์ทำงานคร่าวๆ: ๑ ปี</p> <p>หัวข้อการใช้งานนี้ได้รับ: <input type="checkbox"/> ฝึกอบรม <input type="checkbox"/> พฤติกรรม <input type="checkbox"/> อบรมฯ</p> <p>ความสนใจเรื่องใดที่มากที่สุด: <input type="checkbox"/> หุ้นเด็ก <input type="checkbox"/> หุ้นเดือน <input type="checkbox"/> หุ้น ๕ เดือน <input type="checkbox"/> หุ้นปี</p> <p>ส่วนที่ 3 : ภารกิจการใช้งาน (Tasks)</p> <p>คุณทำภารกิจอะไรบ้าง?: หุ้นเด็กหุ้นเดือนหุ้น ๕ เดือนหุ้นปี</p> <p>ส่วนที่ 4 : การติดตามผลการใช้งาน</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ส่วนต้น</th> <th>การติดตาม</th> <th>ที่สำคัญ (<input checked="" type="checkbox"/>)</th> <th>ควรติดตามอย่างไร</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>บัญชีรายรับราย支</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 Ⓛ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>เมืองที่ต้องการซื้อขายหุ้น</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 Ⓛ</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>เมืองใหม่ (LSTM / Transformer / TCN-GRU)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 Ⓛ</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>บัญชีหุ้นในบัญชีหุ้นหุ้นที่ SmartForecast และ Trading Simulator</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 Ⓛ</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>เชิงลึก Portfolios Growth</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 Ⓛ</td> </tr> </tbody> </table> <p>ส่วนที่ 5 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p> <p>สิ่งที่ต้องการ: _____</p> <p>สิ่งที่ควรปรับปรุง: _____</p> <p>ข้อเสนอแนะและคำแนะนำให้ต่อไปนี้: _____</p> <p>คุณต้องการทดลองใช้ฟรี ๖๐ วันต่อจากนี้: <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ต้องการ _____</p>	ส่วนต้น	การติดตาม	ที่สำคัญ (<input checked="" type="checkbox"/>)	ควรติดตามอย่างไร	1	บัญชีรายรับราย支	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ	2	เมืองที่ต้องการซื้อขายหุ้น	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ	3	เมืองใหม่ (LSTM / Transformer / TCN-GRU)	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ	4	บัญชีหุ้นในบัญชีหุ้นหุ้นที่ SmartForecast และ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ	5	เชิงลึก Portfolios Growth	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ																	
ส่วนต้น	การติดตาม	ที่สำคัญ (<input checked="" type="checkbox"/>)	ควรติดตามอย่างไร																																							
1	บัญชีรายรับราย支	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ																																							
2	เมืองที่ต้องการซื้อขายหุ้น	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ																																							
3	เมืองใหม่ (LSTM / Transformer / TCN-GRU)	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ																																							
4	บัญชีหุ้นในบัญชีหุ้นหุ้นที่ SmartForecast และ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ																																							
5	เชิงลึก Portfolios Growth	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 Ⓛ																																							
<p>6. ให้งาน Summary และ <input checked="" type="checkbox"/> 1 2 3 4 Ⓛ คำนวณและการลงทุน Calculator — Invest</p> <p>7. หัวข้อเดียวกันใน Trade <input checked="" type="checkbox"/> 1 2 3 4 Ⓛ Signals และอุปกรณ์หุ้น</p> <p>8. หัวข้อเดียวกันใน Trading History <input checked="" type="checkbox"/> 1 2 3 4 Ⓛ</p> <p>ส่วนที่ 4 : แบบสอบถามความพึงพอใจ (1 = ไม่พอใจมาก, 5 = พอใจมาก)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>หัวข้อประเมิน</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ความเรียบง่ายของระบบ <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>รูปแบบ (User Experience) <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ความกระชับของหุ้น (<i>User Interface</i>) <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ความเร็วและความเสถียร <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ความเข้าใจของหุ้นที่แสดง <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ความเข้าใจในหุ้นที่ใช้งาน <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ความพึงพอใจ overall <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	หัวข้อประเมิน	1	2	3	4	5	ความเรียบง่ายของระบบ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	รูปแบบ (User Experience) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ความกระชับของหุ้น (<i>User Interface</i>) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ความเร็วและความเสถียร <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ความเข้าใจของหุ้นที่แสดง <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ความเข้าใจในหุ้นที่ใช้งาน <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ความพึงพอใจ overall <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>ส่วนที่ 5 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p> <p>สิ่งที่ต้องการ: _____</p> <p>สิ่งที่ควรปรับปรุง: _____</p> <p>ข้อเสนอแนะและคำแนะนำให้ต่อไปนี้: _____</p> <p>คุณต้องการทดลองใช้ฟรี ๖๐ วันต่อจากนี้: <input checked="" type="checkbox"/> ไม่ต้องการ _____</p>
หัวข้อประเมิน	1	2	3	4	5																																					
ความเรียบง่ายของระบบ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																						
รูปแบบ (User Experience) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																						
ความกระชับของหุ้น (<i>User Interface</i>) <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																						
ความเร็วและความเสถียร <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																						
ความเข้าใจของหุ้นที่แสดง <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																						
ความเข้าใจในหุ้นที่ใช้งาน <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																						
ความพึงพอใจ overall <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																																						

รูปผนวกที่ ง.1 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 1

4.1.2 แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 2

แบบฟอร์มการประเมินเว็บไซต์

SmartForecast (smartforecast.onrender.com) การ์ดบ้านแสดงให้มีรายชื่อหุ้นในพอร์ตโฟลิโอ
พร้อมบันทึกวันที่ 20 ธันวาคม 2566 ณ วันที่ใช้เพื่อการเรียนรู้ของครู

ส่วนที่ 1 : แบบฟอร์มขอความยินยอม (Consent Form)

หัวข้อประสงค์:

- เพื่อประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นที่ต้องใช้ในการลงทุนอย่างเป็นทางการ
- ก้าวแรกต้องการที่จะนำไปปรับปรุงระบบ

ขอบเขต:

- ผู้ใช้รวมถึงท่านผู้ดูแลบัญชี
- มีความสามารถและมีความต้องการลงทุน
- มีความต้องการที่จะได้รับคำแนะนำและการติดตาม (เช่นกิจกรรมดูแลหุ้น)

ข้อห้ามอย่างเด็ดขาด:

- หักดึงหุ้นของผู้ใช้ต้องการหัก “ไม่ต้องการหักหุ้น”
- ผู้ใช้ต้องสามารถปฏิเสธหรือยกเลิกหุ้นที่ต้องการ

โปรดทราบว่ามีหุ้นของบุคคลอื่น:

ข้อมูลที่มีอยู่แล้วทั้งหมด

ข้อมูลที่มีอยู่แล้วทั้งหมด

ลงชื่อผู้ใช้งาน: พี่ปีเตอร์ สิงห์ วันที่: 2/10/2566

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลที่จำเป็นเบื้องต้น

เพศ: ชาย หญิง อื่น ๆ ระบุ _____

อายุ: 29 ปี ประสบการณ์ในการลงทุน: 1 ปี

หัวข้อการเรียนรู้ที่สนใจ: บล็อกบล็อก พอร์ต폴ิโอ กลยุทธ์

ความสนใจเรื่องหุ้น: หุ้นสิบห้าม หุ้นห้าสิบ หุ้นห้าหกสิบ

ส่วนที่ 3 : การก่อการไว้ซึ่ง (Tasks)
ก้าวแรกในการลงทุน: ให้คำแนะนำความเสี่ยง–รายชื่อหุ้นของบุคคลอื่นที่ต้องการลงทุน (1 = มากที่สุด, 5 = น้อยที่สุด)

ลำดับ	ภารกิจ	ทักษะ (*)	ความสำคัญ	หมายเหตุ
1	เปิดหน้าเว็บไซต์ SmartForecast	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
2	เลือกหุ้นที่ต้องการลงทุน <input checked="" type="checkbox"/>		1 2 3 4 5	
3	เลือกโมเดล LSTM / Transformer / TCN-GRU	<input type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
4	เปลี่ยนแปลงไป-กลับ เว็บไซต์ SmartForecast และ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
5	เข้าชมพอร์ต폴ิโอ Growth	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	

6. ไฟล์ Summary และ 1 2 3 4 5

คำนวณผลตอบแทนหุ้น Calculator — Invest

7. ไฟล์สัญญาณ Trade 1 2 3 4 5

Signals และกราฟหุ้น

8. ไฟล์ประวัติ Filter In 1 2 3 4 5

Trading History

ส่วนที่ 4 : แบบสอบถามความพึงพอใจ
(1 = ไม่พอใจที่สุด, 5 = พอใจมากที่สุด)

หัวข้อประเมิน	1	2	3	4	5
ความต้องการหุ้นของบุคคลอื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
การใช้งานและการสนับสนุน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
รีวิว (User Experience)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการหุ้นของบุคคลอื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการหุ้นของบุคคลอื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความต้องการหุ้นของบุคคลอื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความต้องการหุ้นของบุคคลอื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ส่วนที่ 5 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สิ่งที่ต้อง:

ก้าวแรก ก้าวสอง步 ที่ต้องการ

สิ่งที่ควรปรับปรุง:

ไม่สามารถซื้อหุ้นของบุคคลอื่น แต่สามารถซื้อหุ้นของบุคคลอื่น

สิ่งที่คาดหวังบุคคลอื่น:

ปรับปรุง ปรับปรุง ระบบ

รูปผนวกที่ 4.2 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 2

4.1.3 แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 3

<p>แบบฟอร์มการประเมินเว็บไซต์</p> <p>SmartForecast (smartforecast.onrender.com) การนำรายละเอียดมาหักกุ้งเพื่อให้เข้าใจง่าย ทางผู้แบบประเมินท่านนี้จะท่าน 30 วันโดยเดือนๆ คิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง</p> <p>ส่วนที่ 1 : แบบฟอร์มของความยินยอม (Consent Form)</p> <p>หัวข้อของแต่ละ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - เพื่อประเมินการใช้งานเว็บไซต์ที่ลักษณะเป็นโครงงานเรียนรู้ภาษาไทย - เพื่อทราบศักยภาพที่อยู่ในปัจจุบัน <p>ขอบเขต:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้ใช้สามารถตัดสินใจได้ทันที - มีการตอบสนองตามแบบประเมินความพึงพอใจ - มีการบันทึกเมื่อใดที่ได้ตรวจสอบว่างานของฉัน (ที่ต้องเก็บข้อมูลไว้) นั่น <p>ตัวชี้วัดที่ใช้ตัดสินใจ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - หัวข้อที่แสดงถึงความสามารถในการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง - ผู้ใช้สามารถอ่านและเข้าใจได้ทันที <p>โปรดทำเครื่องหมายว่าต้องการความต้องการใดบ้าง:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ข้อความที่บันทึกไว้สามารถอ่านได้</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ข้อความที่บันทึกไว้สามารถอ่านได้</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ข้อความที่บันทึกไว้สามารถอ่านได้</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ข้อความที่บันทึกไว้สามารถอ่านได้</p> <p>ผลลัพธ์ที่ได้รับ: <u>ดีเยี่ยม</u> <u>ดีมาก</u> <u>ดี</u> <u>พอใช้</u> <u>ไม่ดี</u> <u>ไม่ดีเลย</u></p> <p>ส่วนที่ 2 : ห้องท่องเที่ยวไปปูผู้ประเมิน</p> <p>เพศ: <input checked="" type="checkbox"/> ชาย <input type="checkbox"/> หญิง <input type="checkbox"/> อื่น ๆ ระบุ _____</p> <p>อายุ: <u>21</u> ปี ประเภทการเดินทาง: <u>2</u> ปี</p> <p>ห้องท่องเที่ยวไปปูผู้ประเมิน: <input type="checkbox"/> ไม่ต้องเดิน <input checked="" type="checkbox"/> ทางบก <input type="checkbox"/> ทางน้ำ</p> <p>ความสนใจทางเชื้อชาติสืบทอด: <input type="checkbox"/> ไทยเชื้อสาย <input type="checkbox"/> ทุกเชื้อสาย <input type="checkbox"/> ไทยเชื้อสาย <input checked="" type="checkbox"/> ไทยเชื้อสาย</p> <p>ส่วนที่ 3 : ภารกิจที่ใช้งาน (Tasks)</p> <p>ภารกิจที่ทำกิจกรรมที่ต้องใช้ และให้คะแนนความยาก-ง่ายของแต่ละภารกิจด้วยคะแนนตั่งแต่ยากถึงง่าย: (1 = ยากมาก, 5 = ง่ายมาก)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ลำดับ</th> <th>ภารกิจ</th> <th>ทำสำเร็จ (✓)</th> <th>ความยากง่าย</th> <th>หมายเหตุ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ผู้ใช้เว็บไซต์ SmartForecast</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>เลือกหุ้นที่ต้องการวิเคราะห์</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 5</td> <td>ผู้ใช้เว็บไซต์</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>เลือกโมเดล (LSTM / Transformer / TCR-GRU)</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>ลงทุนหุ้นไป-กลับ ระหว่าง SmartForecast และ Trading Simulator</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>ติดตามพอร์ตfolio ของหุ้นที่ซื้อมา</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>1 2 3 4 5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>ส่วนที่ 4 : แบบสอบถามความพึงพอใจ (1 = ไม่พอใจอย่างมาก, 5 = พอใจมาก)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>หัวข้อที่ประเมิน</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ความลักษณะทางการเงิน (Calculator - Invest)</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ทดสอบเมืองที่อยู่ใน Trade Signals และกราฟหุ้น</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>ทดสอบฟิลเตอร์ใน Trading History</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>ส่วนที่ 5 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม</p> <p>สิ่งที่ชอบ: <u>สวยงาม</u></p> <p>สิ่งที่ควรปรับปรุง: <u>ระบบการซื้อขายที่ต้องการให้เร็วขึ้น</u></p> <p>สิ่งที่ออกแบบน่าสนใจหรือพึงพอใจที่สุดที่สุด: <u>กราฟหุ้นที่สวยงาม</u></p>	ลำดับ	ภารกิจ	ทำสำเร็จ (✓)	ความยากง่าย	หมายเหตุ	1	ผู้ใช้เว็บไซต์ SmartForecast	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5		2	เลือกหุ้นที่ต้องการวิเคราะห์	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	ผู้ใช้เว็บไซต์	3	เลือกโมเดล (LSTM / Transformer / TCR-GRU)	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5		4	ลงทุนหุ้นไป-กลับ ระหว่าง SmartForecast และ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5		5	ติดตามพอร์ตfolio ของหุ้นที่ซื้อมา	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5		หัวข้อที่ประเมิน	1	2	3	4	5	ความลักษณะทางการเงิน (Calculator - Invest)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ทดสอบเมืองที่อยู่ใน Trade Signals และกราฟหุ้น	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ทดสอบฟิลเตอร์ใน Trading History	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ลำดับ	ภารกิจ	ทำสำเร็จ (✓)	ความยากง่าย	หมายเหตุ																																																		
1	ผู้ใช้เว็บไซต์ SmartForecast	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5																																																			
2	เลือกหุ้นที่ต้องการวิเคราะห์	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	ผู้ใช้เว็บไซต์																																																		
3	เลือกโมเดล (LSTM / Transformer / TCR-GRU)	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5																																																			
4	ลงทุนหุ้นไป-กลับ ระหว่าง SmartForecast และ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5																																																			
5	ติดตามพอร์ตfolio ของหุ้นที่ซื้อมา	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5																																																			
หัวข้อที่ประเมิน	1	2	3	4	5																																																	
ความลักษณะทางการเงิน (Calculator - Invest)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																	
ทดสอบเมืองที่อยู่ใน Trade Signals และกราฟหุ้น	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																	
ทดสอบฟิลเตอร์ใน Trading History	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																	

รูปผนวกที่ 4.3 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 3

๔.1.4 แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 4

แบบฟอร์มการประเมินเว็บไซต์
SmartForecast (smartforecast.onrender.com) การให้คะแนนว่ามีรากฐานที่ดีมากไปจนถึง
พอใช้ตามมาตรฐานทั่วโลกทั่วไป 30 วัน/ปี/เดือนในการเรียนรู้และเครื่อง

ส่วนที่ 1 : แบบฟอร์มของความยินยอม (Consent Form)

วัตถุประสงค์:

- เพื่อประเมินค่าใช้จ่ายเบื้องต้นที่ต้องเสียในส่วนของเชื้อเพลิง
- กับความต้องการที่ต้องนำไปปรับปรุงระบบ

ขอบเขต:

- ผู้ใช้ตรวจสอบการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้ที่ต้องการ
- มีการตอบสนับสนุนที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ
- ได้รับการสนับสนุนที่ดีโดยทั่วไปของผู้ใช้ที่ต้องการ

ศักยภาพ:

- ชี้แจงที่ดีและมีประสิทธิภาพ
- ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้โดยทั่วไปของผู้ใช้ที่ต้องการ

โปรดทราบว่าข้อมูลนี้เป็นการประเมิน:

ข้อที่ 1 ข้อมูลนี้เป็นการประเมิน

ข้อที่ 2 ข้อมูลนี้ไม่ใช่การประเมิน

ลงชื่อผู้ประเมิน: สมศักดิ์ คงสุข วันที่ ๓๐๙ ๒๕๖๘

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลที่สำคัญประเมิน
เพศ ชาย หญิง อื่น ๆ วัย _____

อายุ ๖๑ ปี ประจำบ้านที่บ้านเลขที่ ๒๐๓

หักษณะใช้งานที่บ้าน ไม่มีคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก

ความสนใจทางอาชญาลักษณ์ ทุกอาชญา อาชญาลักทรัพย์ อาชญาลักทรัพย์ อาชญาลักทรัพย์

ส่วนที่ 3 : การใช้เครื่องมือ (Tasks)
คุณภาพการบริการที่ดีที่สุด เมื่อใช้คอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือรวมกันจะดีที่สุดมาก
ดีมาก (1 = ยังไม่ดี 5 = ดีมาก)

ลำดับ	การใช้	หักษณะ (<input checked="" type="checkbox"/>)	ความยาก-ง่าย	หมายเหตุ
1	ใช้งานเบื้องต้น SmartForecast	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
2	เมื่อต้องติดต่อการบริการลูกค้า	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
3	ใช้งานแอป LSTM / Transformer / TCN-GRU	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
4	แนะนำเทคโนโลยี-ภาคี ซอฟต์แวร์ SmartForecast และ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
5	เชื่อมต่อ Portolio Growth	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	

6. ใช้งาน Summary และ คำนวณผลการลงทุนที่ดี 1 2 3 4 5

7. ทดสอบเดือนที่แล้วใน Trade Signals และอุปกรณ์ 1 2 3 4 5

8. ทดสอบฟิลเตอร์ใน Trading History 1 2 3 4 5

ส่วนที่ 4 : แบบสอบถามความพึงพอใจ

(1 = ไม่พอใจมากที่สุด, 5 = พอใจมากที่สุด)

หัวข้อประเมิน	1	2	3	4	5
ความลึกและประโยชน์การใช้งาน <input type="checkbox"/> สำหรับผู้ใช้ (User Experience)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความสวยงามของหน้าจอ (User Interface)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความเร็วและความเสถียร <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความต้องการของผู้ใช้ที่มีมาก <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความเป็นมืออาชีพของผู้ใช้งาน <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความพึงพอใจ <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ส่วนที่ 5 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สิ่งที่ชอบ: เพิ่มความสามารถในการติดตามหุ้นที่ต้องการ

สิ่งที่ควรปรับปรุง:

สิ่งที่อยากแนะนำหรือต้องการให้มีเพิ่ม:

รูปผู้ประเมินที่ ๔ เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 4

4.1.5 แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 5

แบบประเมินการประเมินรีบ皮ต์

SmartForecast (smartforecast.onrender.com) คือท่านสามารถนำมาราคาหุ้นมาลงในแบบ
ทางวิธีแบบบรรจุลงในหน้า 30 วันโดยใช้เกณฑ์การเรียนรู้ของเครื่อง

ส่วนที่ 1 : แบบประเมินความพึงพอใจ (Consent Form)

ต้องการส่อง:

- เพื่อประเมินการใช้งานแล้วให้ได้ผลลัพธ์ในกระบวนการเรียนรู้ของเครื่อง
- เก็บความคิดเห็นเพื่อนำไปปรับปรุงระบบ

ขอบเขต:

- ผู้ใช้งานจะทำการทดสอบใช้งานเบื้องต้น
- มีการตอบแบบสอบถามเพื่อทราบความพึงพอใจ
- มีการแนะนำเกี่ยวกับการใช้งาน (เพื่อเป็นข้อมูลทั่วไป)

ข้อห้าม:

- ข้อมูลที่ระบุจะไม่ใช้ในการศึกษา ไม่เผยแพร่ต่อสาธารณะ
- ผู้ใช้งานจะไม่สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทุกเม็ด
- ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ห้ามควรดู
- ข้อมูลซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผน
- ข้อมูลซึ่งเกี่ยวข้องกับการบันทึกเสียง/วิดีโอของผู้ใช้การประเมิน

ลงชื่อผู้ใช้งาน: ๖๔๘๘๙๙ ๕๗๗๗๗๗ ๑๓/๑๐/๔๘

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลที่นำไปประเมิน

เพศ ชาย หญิง อื่น ๆ ระบุ _____

อายุ 31 ปี ประสมากกว่า 30 ปี ต่ำกว่า 30 ปี

หัวข้อการใช้งานเว็บไซต์ ไม่ต้องแนบ พิมพ์ใส่ ลงมือเข้า

ความสนใจทางอาชีพ-รายได้ ทุกอาชีพ ทุกเดือน ทุก 6 เดือน ทุกปี

ส่วนที่ 3 : การเก็บรวบรวมข้อมูล (Tables)

กรุณากำหนดรีต่อไปนี้ และให้คะแนนความยาก-ง่ายดังนี้รีบ皮ต์ของกลุ่มตัวเลขตามระดับความยาก
(1 = ง่ายมาก, 5 = ลำบาก)

ลำดับ	รายการ	ทักษะ (✓)	ความยาก-ง่าย	หมายเหตุ
1	ເປີດໂທນີ້ໃຫຍ່ SmartForecast	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
2	ເລືອດຕູ້ນີ້ດ້ວຍການໃຫຍ່	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
3	ເລືອດນິ້ນດັບ (LSTM / Transformer / TCN- GRU)	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
4	ເພື່ອອົບປະກຳໄປ-ກຳນົດ ຮຽນວ່າ SmartForecast ແລະ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
5	ເຕັມເຕັມ Portfolio Growth	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	

ส่วนที่ 4 : ข้อมูลและเพิ่มเติม

ลักษณะ:
 ผู้ใช้ส่วนตัว ผู้เชี่ยวชาญ ผู้เชี่ยวชาญมาก

ลักษณะการใช้งาน:
 ใช้งานบ่อย ใช้งานบ้างบ้าง ไม่ใช้งานเลย

ลักษณะของบุคคล:
 บุคคลที่มีความรู้ บุคคลที่ไม่มีความรู้ บุคคลที่ไม่แน่ใจ

6 ไฟแนนซ์ Summary และ
คำนวณการลงทุน
Calculator — Invest

1 2 3 4 5

7 ห้องแม่ข่าย Trade
Signals และกราฟราคา

1 2 3 4 5

8 ห้องแม่ข่าย Filter ใน
Trading History

1 2 3 4 5

ส่วนที่ 4 : แบบสอบถามความพึงพอใจ

(1 = ไม่พึงพอใจมาก, 5 = พึงพอใจมาก)

หัวข้อประเมิน	1	2	3	4	5
ความต้องการของระบบตัวตน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของระบบตัวตน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของระบบตัวตน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของระบบตัวตน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของระบบตัวตน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของระบบตัวตน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของระบบตัวตน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของระบบตัวตน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

รูปผนวกที่ 4.5 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 5

4.1.6 แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 6

แบบฟอร์มการประเมินเว็บไซต์

SmartForecast (smartforecast.onrender.com) การนำข้อมูลนี้มีไว้สำหรับผู้ทดลองในเครือข่าย
สามารถนำมาระบุวันที่อยู่ในช่วง 30 วันโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง

ส่วนที่ 1 : แบบฟอร์มขอความยินยอม (Consent Form)

หัวข้อประสงค์:

- เพิ่มประโยชน์การใช้งานเป็นเพื่อพัฒนาคุณภาพการบริการให้ดียิ่งขึ้น
- เป็นความต้องการที่จะนำไปปรับปรุงระบบ

ขอบเขต:

- ผู้ใช้งานที่ทำการทดสอบจริงแล้วเท่านั้น
- มีการตอบสนองและประเมินความพึงพอใจ
- มีการันตีว่าเก็บข้อมูลหรือใช้ข้อมูลทั่วไปทางคอมพิวเตอร์ (เพิ่มเติมข้อมูลที่นี่)

ตัวอย่างผู้ใช้ร่วม:

- คุณผู้ที่ทดสอบใช้เพื่อการศึกษา ไม่ได้มาจากสาธารณะ
- ผู้ใช้งานสามารถปฏิเสธหรือยกเว้นได้ทุกเมื่อ

โปรดทำเครื่องหมายที่ต้องการต่อไปนี้:

- ข้าพเจ้ายินยอมที่ร่วมกับประเมิน
- ข้าพเจ้ายินยอมที่มีการบันทึกเสียง/วิดีโอระหว่างการประเมิน

ลงชื่อผู้ประเมิน: นิติศักดิ์ ลักษณ์สุขุม วันที่: ๕ / ๑๐ / ๒๕๖๔

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลที่ไม่ต้องประเมิน

เพศ ชาย หญิง อื่น ๆ ระบุ _____

อายุ 22 ปี ประสบการณ์พัฒนาการดูแล 1 ปี

ห้องสมุดที่ใช้เข้าร่วม _____ ไม่มีห้องสมุด ห้องสมุด กลุ่มห้อง

ความสนใจในอาชีวศึกษาที่ ทุศึกษา ทุศึกษา ทุศึกษา ทุศึกษา

สถานที่ทำงานที่ต้องการต่อไปนี้ และในอนาคตจะมาทาง _____ ถูกแบ่ง成ช่วงเวลา 5 จังหวัด ($1 = \text{ภาคใต้}, 5 = \text{ภาคกลาง}$)

ลำดับ	การตัดสินใจ	ที่สำคัญ (*)	คะแนนต่อไป	หมายเหตุ
1	ผู้ใช้งานใหม่	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	SmartForecast
2	เลือกห้องที่ต้องการศึกษา	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
3	เลือกโมเดล (STM / Transformer / TGN-GRU)	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	
4	ประเมินค่าไป-กลับ	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	ซอฟต์แวร์ Smart-Broadcast และ Trading Simulator
5	ตัวตั้งตัวนอน Portfolio Growth	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5	

ส่วนที่ 3 : ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ประเมิน

ตัวแปร:

ชื่อ นิติศักดิ์ ลักษณ์สุขุม วันที่ ๕/๑๐/๒๕๖๔ เวลา 10:00 น.

ตัวชี้วัดประเมิน:

ชื่อ นิติศักดิ์ ลักษณ์สุขุม

ตัวชี้วัดประเมินที่ต้องการให้มีผลลัพธ์:

ชื่อ นิติศักดิ์ ลักษณ์สุขุม วันที่ ๕/๑๐/๒๕๖๔ เวลา 10:00 น.

ส่วนที่ 4 : แบบสอบถามความพึงพอใจ

(1 = ไม่ต้องน้อยที่สุด, 5 = มากที่สุดที่สุด)

หัวข้อประเมิน	1	2	3	4	5
ความต้องการของผู้ใช้งาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของผู้ใช้งาน (User Experience)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของผู้ใช้งาน (User Interface)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของผู้ใช้งาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของผู้ใช้งาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ความต้องการของผู้ใช้งาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

รูปผนวกที่ 4.6 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 6

4.1.7 แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 7

แบบฟอร์มการประเมินเว็บไซต์

SmartForecast (smartforecast.onrender.com) 程式旨在预测未来市场趋势并提供决策支持。
软件界面使用英文，适合年龄在 30 岁以上的投资者或金融分析师。

ส่วนที่ 1 : แบบฟอร์มขอความยินยอม (Consent Form)

วัตถุประสงค์:

- เพื่อประเมินภาระทางการเงินของผู้ใช้งานในระยะยาวเชิงรายเดือน
- เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อปรับปรุงระบบ

ขอบเขต:

- ผู้ใช้งานจะได้รับการแจ้งเตือนเมื่อต้องการดำเนินการด้านการเงิน
- มีการอัปเดตข้อมูลประจำเดือนอย่างต่อเนื่อง
- มีการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน (เพื่อปรับปรุงผลลัพธ์)

สิทธิ์ของผู้ใช้:

- ขออนุญาตใช้ข้อมูลส่วนบุคคลเพื่อวัตถุประสงค์
- ผู้ใช้งานสามารถตัดสินใจเลือกตัดสินใจได้ทุกเม็ดเงิน

โปรดตกลงว่าคุณต้องการให้เราดำเนินการดังนี้:

ขอรับข้อมูลเพื่อวางแผนการเงิน

ขอรับข้อมูลเพื่อติดตามผลลัพธ์

ลงชื่อผู้ใช้: นาย สมชาย ใจดี วันที่: 3 / 10 / 2566

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลที่ไม่ปฏิเสธ

เพศ: ชาย หญิง อื่นๆ วัย _____

อายุ: 21 ปี ประสบการณ์ด้านการลงทุน: 0 ปี

ห้องทำงานที่ตั้งอยู่: ไม่มีห้องทำงาน อยู่ที่บ้าน อยู่นอกสถานที่

ความสนใจในการซื้อขายหุ้น: หุ้นไทย หุ้นต่างประเทศ หุ้นห้องน้ำ หุ้นห้องน้ำต่างประเทศ

ส่วนที่ 3 : การติดต่อผู้ใช้งาน (Tasks)
กรุณาตัวกรองที่ต้องการให้เราดำเนินการต่อไปนี้ และให้คะแนนความยากง่ายตามตัวเลข 1 = มากที่สุด, 5 = ต่ำที่สุด

ลำดับ	ภารกิจ	ทำสำเร็จ (%)	ความยาก-ง่าย
1	เมตตาหุ้นไทย SmartForecast	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5
2	เมตตาหุ้นต่างประเทศ LSTM / Transformer / TCN-GRU	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5
3	เมตตาหุ้นห้องน้ำต่างประเทศ และ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5
4	เมตตาหุ้นห้องน้ำต่างประเทศ และ SmartForecast และ Trading Simulator	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5
5	เข้าชมพอร์ตโฟลิโอ Growth	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 5

ส่วนที่ 4 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สิ่งที่ต้อง:

รายงานสรุปผลการลงทุนประจำเดือน

สิ่งที่ควรปรับปรุง:

รายงานสรุปผลการลงทุนประจำเดือน

สิ่งที่อยากแนะนำหรือขอคำแนะนำ:

ต้องการทราบรายละเอียดของหุ้นต่างประเทศที่มีความเสี่ยงสูง

6. ห้อง Summary และ 1 2 3 4 5
คำนวณผลการลงทุน

Calculator — Invest

7. ห้องบันทึกหุ้นใน Trade 1 2 3 4 5
Signals และกราฟหุ้น

8. ห้องบันทึก Filter ใน 1 2 3 4 5
Trading History

ส่วนที่ 4 : แบบสอบถามความพึงพอใจ

(1 = ไม่พึงพอใจมาก, 5 = พึงพอใจมาก)

พื้นที่ประเมิน: 1 2 3 4 5

ความต้องการและตัวเลือกการลงทุน

ผู้ใช้งาน (User Experience)

ความสวยงามของหน้าจอ (User Interface)

ความแม่นยำและความเร็ว

ความต้องการของผู้ใช้งาน

ความเป็นมืออาชีพของผู้ดูแลระบบ

ความพร้อมในการสนับสนุน

รูปภาพที่ 4.7 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 7

4.1.8 แบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 8

แบบฟอร์มการประเมินเว็บไซต์

SmartForecast (smartforecast.onrender.com) การนำเสนอและวิเคราะห์ทุกอย่างที่ไม่ใช่ของสต็อกรายบ่ายแล้ววันล่วงหน้า 30 วันโดยอัตโนมัติในการเรียกซื้อขายหุ้น

สำนักที่ 1 : แบบฟอร์มขอความยินยอม (Consent Form)

วัดดูดซึม:

- เพื่อประเมินผลการใช้งานได้ไปถึงขั้นนำไปใช้ทางการเรียกซื้อขายหุ้น
- เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงระบบ

ขอบเขต:

- ผู้ใช้ร่วมของการทดสอบจริงแล้วเท่านั้น
- มีการตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจ
- สำรวจบัญชีเดือนที่ได้รับใช้จากการทดสอบ (เพื่อเก็บข้อมูลหักภาษี)

ลักษณะผู้ใช้:

- ผู้ใช้ที่มั่นคงเชื่อถือการศึกษา ไม่ชอบพ่อค้าแม่ค้า
- ผู้ใช้ที่รับทราบมาจากการแนะนำตัวจากเพื่อน

โปรดดำเนินการประเมินตัวของคุณดังนี้:

□ ข้อใดข้อใดของแอปฯ นี้คุณสามารถติดตามได้:

- ข้อที่ 1 ข้อมูลหักภาษี
- ข้อที่ 2 ข้อมูลหักภาษี
- ข้อที่ 3 ข้อมูลหักภาษี

ลงชื่อผู้ใช้: _____ วันที่: 3 / 10 / 2021

สำนักที่ 2 : จัดมุมที่ไม่ปฏิบัติประเมิน

เพศ: ชาย หญิง อื่น ๆ ระบุ _____

อายุ: _____ ปี ประสบการณ์ใช้หุ้นห้องตากะ: _____ ปี

ห้องทำงานที่ใช้บ่อยที่สุด: ไม่ใช่บ่อย พอใช้ บ่อยมาก

ความสนใจในเทคโนโลยี: ทุกสิ่ง ทุกชีวิตร้อน ทุก 6 เดือน ทุกปี

สำนักที่ 3 : การติดการใช้งาน (Tasks)
กิจกรรมที่คุณต้องการติดตามใน SmartForecast คืออะไรบ้าง (ต้องหักภาษีห้องตากะ) จำนวนกิจกรรมที่ต้องหักภาษีห้องตากะ (1 = มากที่สุด, 5 = ล่ามาย)

ลำดับ	ภารกิจ	หักภาษี (<input checked="" type="checkbox"/>)	ความสำคัญ	หมายเหตุ
1	เงินเดือนประจำเดือน SmartForecast	<input type="checkbox"/>	1 2 3 4 ④	
2	เมืองที่ต้องการตรวจสอบ	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 ④	
3	เมืองใหม่ (LSTM / Transformer / TCN / GRU)	<input checked="" type="checkbox"/>	1 2 3 4 ④	
4	เบร์โทรศัพท์ใน-กลุ่ม รวมทั้ง SmartForecast และ Trading Simulator	<input type="checkbox"/>	1 2 3 4 ④	
5	เข้าชมพอร์ตfolio Growth	<input type="checkbox"/>	1 2 3 4 ④	

สำนักที่ 4 : ข้อมูลแบบประเมิน

ลักษณะ:

คุณต้องการให้หุ้นห้องตากะมีผลตอบแทนสูงสุดเท่าไร? _____
คุณต้องการหุ้นห้องตากะมีผลตอบแทนต่ำสุดเท่าไร? _____

ลักษณะการใช้งาน:

คุณต้องการให้หุ้นห้องตากะมีผลตอบแทนสูงสุดเท่าไร? _____
คุณต้องการหุ้นห้องตากะมีผลตอบแทนต่ำสุดเท่าไร? _____

ลักษณะการประเมิน:

คุณต้องการให้หุ้นห้องตากะมีผลตอบแทนสูงสุดเท่าไร? _____
คุณต้องการหุ้นห้องตากะมีผลตอบแทนต่ำสุดเท่าไร? _____

6 ห้อง Summary และ 1 2 3 4 ④
คำนวณผลตอบแทนห้องตากะ
Calculator — Invest

7 ห้องผลลัพธ์ใน Trade
Signals และห้องหุ้นห้องตากะ 1 2 3 4 ④

8 ห้องอัปเดต Filter ใน 1 2 3 4 ④
Trading History

สำนักที่ 4 : แบบสอบถามความพึงพอใจ
(1 = ไม่พอใจที่สุด, 5 = พอใจที่สุด)

หัวข้อประเมิน	1	2	3	4	5
ความสะดวกและง่ายดายในการใช้งาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
การใช้งานและการสนับสนุนผู้ใช้งาน (User Experience)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความสะดวกและง่ายดายในการใช้งาน (User Interface)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความรวดเร็วและความแม่นยำ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความแม่นยำของผลลัพธ์ห้องตากะ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความสนับสนุนและการช่วยเหลือ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

รูปผนวกที่ 4.8 เอกสารแบบประเมินจากผู้ใช้คนที่ 8

๔.2 ข้อเสนอแนะที่สามารถแก้ไขได้ (Implemented / Fixable)

- ผู้ใช้ 2 :ปรับดีไซน์ปุ่มให้มองเห็นและเข้าใจง่ายขึ้น
- ผู้ใช้ 3 :แสดงสถานการณ์โหลดข้อมูลขณะหน้าเว็บกำลังประมวลผล
- ผู้ใช้ 4 :เพิ่มเส้นประแสดงระดับราคาน Graf หน้าแสดงผลการทำนาย
- ผู้ใช้ 5 :ปรับขนาดองค์ประกอบของ UI ให้ใหญ่ขึ้น
- ผู้ใช้ 6 :เพิ่มคำอธิบาย (Pop-up Tooltip) สำหรับส่วนต่าง ๆ ของหน้าเว็บ

๔.3 ข้อเสนอแนะที่ยังไม่สามารถแก้ไขได้ (Not Yet Implemented / Under Development)

- ผู้ใช้ 1 :เพิ่มฟีเจอร์เปลี่ยนธีม (Theme Switching)
- ผู้ใช้ 1 :รองรับการแสดงผลกราฟแท่งเทียน (Candlestick Chart)
- ผู้ใช้ 5 :เพิ่มระบบ Chatbot สำหรับตอบคำถามผู้ใช้
- ผู้ใช้ 3,6,7,8 :เพิ่มจำนวนหันและกองทุนรวมให้เลือกมากขึ้น

ภาคผนวก จ รายละเอียดการปรับปรุงเว็บตามคำแนะนำผู้ใช้งาน

ภาคผนวกนี้จัดทำเพื่อแสดงรายละเอียดทางเทคนิคของการปรับปรุงเว็บแอป SmartForecast ตามข้อเสนอแนะผู้ใช้งานที่สรุปไว้ในภาคผนวก ง และมีการกล่าวถึงในบทที่ 6 หัวข้อ 6.1.3

จ.1 สถานะโหลดเข้าหน้าเว็บและสถานะรอบประมาณผล

สถานะโหลดเข้าหน้าเว็บ เมื่อผู้ใช้เปิดหน้าเว็บไซต์ จะเห็นเอฟเฟกต์ Matrix Rain พร้อมข้อความชื่อระบบ จากนั้นจึงแสดงหน้าเว็บหลัก เพื่อลดความรู้สึกน่าเบื่อ และสร้างการจดจำเว็บไซต์ได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังตั้งค่าให้ไม่แสดงผลกรณีเป็นการไป-กลับหน้าลักษณะภายในเว็บเดียวกัน เพื่อไม่ให้เกิดการแสดงผลซ้ำ ๆ

1. เตรียมตัวอักษรที่จะใช้ตัดถอนมา

- รวมอักษรภาษาญี่ปุ่น (katakana) + ภาษาอังกฤษ (A-Z) + ตัวเลข (0-9) เป็นอาร์เรย์ characters
- กำหนด fontSize = 16 แล้วคำนวณจำนวนคอลัมน์ = ความกว้างจอ / 16

2. ตั้งตำแหน่งฟอนของแต่ละคอลัมน์

- สร้าง drops เก็บว่าแต่ละคอลัมน์ตอนนี้ตัวอักษรอยู่ที่ “แถวที่เท่าไหร” (เริ่ม 1 ทุกคอลัมน์)

3. วาด 1 เฟรมของเอฟเฟกต์ (ฟังก์ชัน drawMatrix())

- สีดำบาง ๆ ทับทั้งจอ (rgba(18,18,18,0.05)) ให้ร้อยเกาค่ออยู่ ๆ จาง (เกิดเส้นลาก/Trail)
- ตั้งสีเขียวและฟ่อนต์
- วนช้าๆทุกคอลัมน์: 1. สุ่มตัวอักษร 1 ตัว 2. วาดที่ตำแหน่ง X = คอลัมน์ * fontSize, Y = drops[i] * fontSize 3. ถ้า ตกหลุมจูให้สุ่มเรียกกลับไปเริ่มบันสุด เพื่อไม่ให้ทุกคอลัมน์รีพร้อมกัน เลื่อนลงมาอีก 1 แถวด้วย drops[i]++ 4. เพื่อให้ขยับจริง ต้องมีตัวเรียกซ้ำ ๆ เช่น setInterval(drawMatrix, 50)

```
$(document).ready(function () {
    let matrixInterval;
    const canvas = $('');
    $('#splash-screen').prepend(canvas);
    const ctx = canvas[0].getContext('2d');
    canvas[0].width = window.innerWidth;
    canvas[0].height = window.innerHeight;
    const katakana = 'アカサタナハヤラガザバハイキシニヒミキジビウカスツヌムユルズブエケセテネヘメレゲゼデベオコソトノホモヨロヲゴドボボッソ';
    const alphabet = 'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ';
    const numbers = '0123456789';
    const characters = (katakana + alphabet + numbers).split('');
    const fontSize = 16;
    const columns = Math.ceil(canvas[0].width / fontSize);
    const drops = [];
    for (let x = 0; x < columns; x++) drops[x] = 1;

    function drawMatrix() {
        ctx.fillStyle = 'rgba(18, 18, 18, 0.05)';
        ctx.fillRect(0, 0, canvas[0].width, canvas[0].height);
        ctx.fillStyle = '#CAF50';
        ctx.font = fontSize + 'px monospace';
        for (let i = 0; i < drops.length; i++) {
            const text = characters[Math.floor(Math.random() * characters.length)];
            ctx.fillText(text, i * fontSize, drops[i] * fontSize);
            if (drops[i] * fontSize > canvas[0].height && Math.random() > 0.975) {
                drops[i] = 0;
            }
            drops[i]++;
        }
    }
})
```

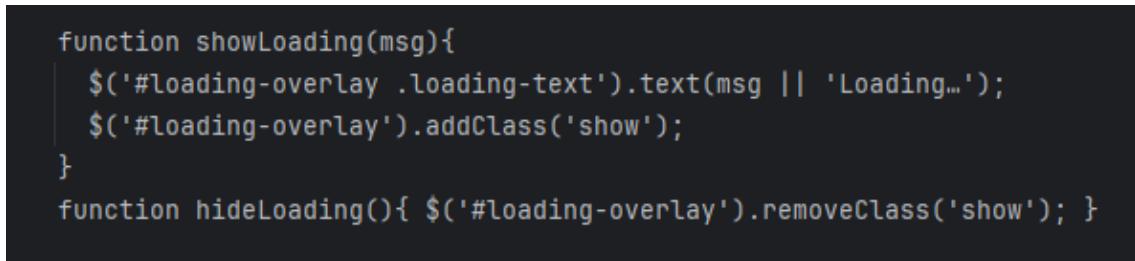
รูปผนวกที่ จ.1 ภาพโค้ดตั้งค่าการแสดงผล Matrix Rain



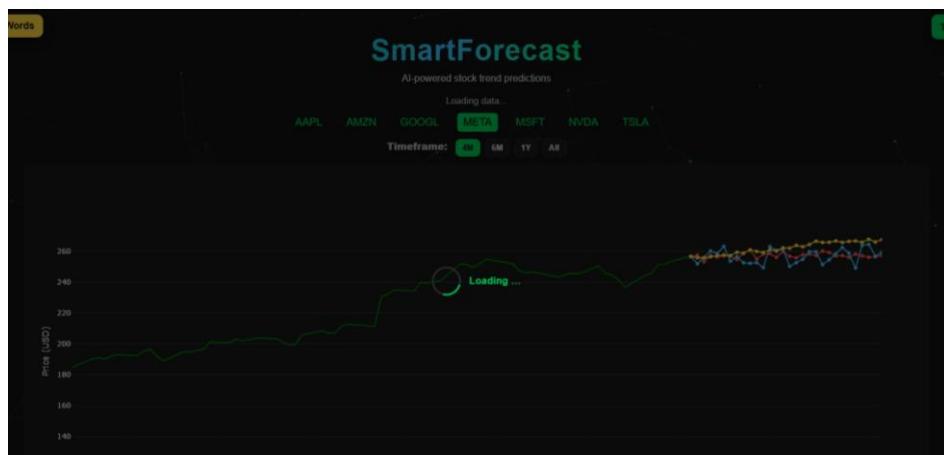
รูปนวที่ จ.2 ภาพrhoໂຫດເຂົ້າໜ້າເວັບ SmartForecast

ສຕານຮອປະມວລຜລ ເມື່ອຜູ້ໃຊ້ສິ່ງຈານທີ່ຕ້ອງຄອຍ ເຊັ່ນ ເປີ່ຢືນຫຸ້ນ ດຶງຂໍ້ມູນໄໝ່ ເຮັດໃຫ້ຕັ້ງຈຳລອງ ໄລໆ ຮະບບຈະແສດງ overlay ມີຈາງພຣ້ອມວກຄມໝຸນ (spinner) ແລະ ຂໍຄວາມສຕານສັ້ນ ຖ້າ ເພື່ອຢືນຢັນວ່າກໍາລັງທຳງານອູ່ ແລະ ປໍ່ອງກັນການຄລິກ້າໄດ້ໄຟໄໝຕິ່ງໃຈ

- showLoading(msg) ອັບເດຕແລ້ວໃສ່ຄລາສ show ໃຫ້ #loading-overlay ທຳໃຫ້ໂວເວັບເລີຍແລະສປິນເນອົງໂຟລ້ື້ນມາ
- hideLoading() ເຄລາສ show ອອກ ທຳໃຫ້ໂວເວັບເລີຍຫຍ່າໄປ



ຮູ່ປັນວັກທີ ຈ.3 ວາພໂຄດກາຮັດສຕານຮອປະມວລຜລ



ຮູ່ປັນວັກທີ ຈ.4 ວາພໂຄດກາຮັດຂໍ້ມູນກາຮັດກາຮັດສຕານຮອປະມວລຜລຂອງຫຸ້ນທີ່ເລືອກ

จ.2 เพิ่มหน้า Tutorial และ Words

เพิ่มคู่มือแบบย่อพร้อมภาพประกอบเพื่อช่วยให้ผู้ใช้เข้าใจโครงสร้างหน้าเว็บ การสลับหน้า/ช่วงเวลา และการใช้งานตัวจำลองอย่างถูกต้อง ลดเวลาเรียนรู้และข้อผิดพลาดขณะใช้งานจริง

- แสดงปุ่ม ? Tutorial และ ? Words ตึงมุมซ้ายบนของหน้าจอ (ทั้งหน้า Index และ Trade)
- เปิดเป็น Modal Overlay แบบกึ่งโปร่ง ปิดด้วยไอคอน x, คลิกพื้นหลัง, หรือกด ESC (รองรับ Scroll Lock เพื่อไม่ให้หน้าหลักเลื่อนไปด้วย)
- เนื้อหา Tutorial เป็นภาพชุด (/static/tutorial/*.png) และ Words เป็นลิสต์คำที่ใช้ในระบบ

```
<div id="tutorial-modal" class="modal">
  <div class="modal-content">
    <span class="close-btn">&times;</span>
    <h3 style="text-align: center; color: #40c4ff;">Website Tutorial</h3>
    <p style="text-align: center; margin-top: 15px; color: #ccc;">คืออธิบายการใช้งานพร้อมภาพประกอบของเว็บไซต์ในส่วนต่างๆ</p>
    
    
    
    
    
    
  </div>
</div>

<div id="words-modal" class="modal">
  <div class="modal-content">
    <span class="close-btn">&times;</span>
    <h3 style="text-align: center; color: #ffd740;">Words (อธิบายคำที่ควรรู้)</h3>

    <div class="words-list">
      <dl>
        <dt>LSTM (Long Short-Term Memory)</dt>
        <dd>โมเดล AI ประมวลผล (สัมผัส) ที่เก่งในการจดจำรูปแบบจากข้อมูลในอดีตเพื่อทำนายอนาคต</dd>

        <dt>Transformer</dt>
        <dd>โมเดล AI ประมวลผล (สัมภาษณ์) ที่เก่งในการมองภาพรวมและหาความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนของข้อมูล</dd>
      </dl>
    </div>
  </div>
</div>
```

รูปนิวัติ จ.5 ภาพโค้ดการแสดงสถานะรอประมวลผล

จ.3 การปรับแต่ง UI เพิ่มเติม

ปรับตามฟีดแบ็คผู้ใช้ให้มองเห็น/เข้าใจง่ายขึ้น โดยเน้น 4 ด้าน: 1. ปรับดีไซน์ปุ่ม, 2. เพิ่มเส้นระดับราคาน Graf, 3. ขยายขนาดองค์ประกอบให้ชัดขึ้น, และ 4. ทำหน้าเว็บให้ดูน่าสนใจและอ่านง่ายขึ้น

1. ปรับดีไซน์ปุ่มให้มองเห็นและเข้าใจง่ายขึ้น
เพิ่มคอกอนทราสต์, ขยายพื้นที่คลิก ($\geq 44\text{px}$), มีสถานะ hover/focus ชัดเจน



รูปผนวกที่ จ.6 ภาพตัวอย่างก่อนการปรับดีไซน์



รูปผนวกที่ จ.7 ภาพตัวอย่างหลังการปรับดีไซน์

2. เพิ่มเส้นประแสดงระดับราคานกราฟหน้าแสดงผลการทำนาย

ช่วยให้ผู้ใช้เห็นแนวโน้มของสำคัญ ราคาปัจจุบันและคาดการณ์สูงสุด-ต่ำสุด 30 วัน โดยใช้ตั้งเป็นเส้นสีเทากำกับตามช่วงราคาต่างๆ



รูปภาพที่ จ.8 ภาพกราฟหลังเพิ่มเส้นระดับราคาน Graf

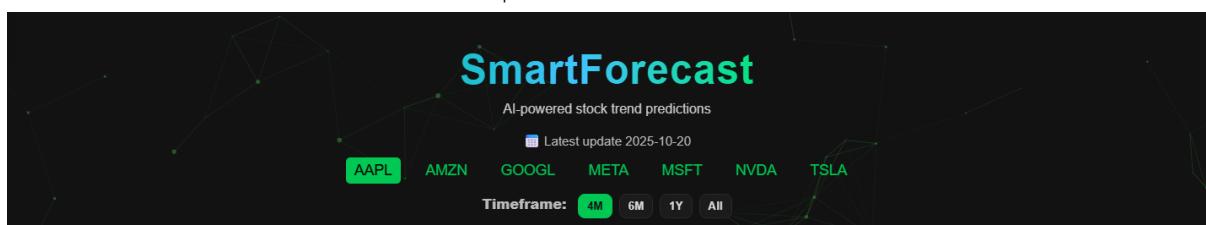
3. ปรับหน้าเว็บให้น่าสนใจและเข้าใจง่ายมากขึ้น

เมื่อผู้ใช้เข้ามาสู่ปีที่ส่วนของการสรุปผลการคำนายนั้นแต่ละโมเดล (LSTM/Transformer/TCN+GRU) ให้กราฟของโมเดลนั้นชัดขึ้น (opacity สูง) และลดความเด่นของโมเดลอื่น (opacity ต่ำ) เพื่อช่วยให้เทียบผลได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องกดคลิกปิดโมเดลอื่น



รูปภาพที่ จ.9 ภาพตัวอย่างการไฟก์สเฉพาะโมเดล

มีการเพิ่มมิติพื้นหลังการเคลื่อนไหวข้างๆของเส้นทาง ๆ โดยยังรักษาความอ่านง่ายและโดดเด่นของหน้าเว็บไซต์



รูปภาพที่ จ.10 ภาพตัวอย่างพื้นหลังเว็บไซต์

ข้อความคำเตือนเล็ก ๆ แสดงที่ด้านล่าง (fixed) พร้อมแอนิเมชันเลื่อนเพื่อตึงสายตา ทำให้ผู้ใช้งานมองเห็นและรับทราบข้อมูลส่วนนี้

.footer-marquee แถบข้อความวิ่งที่ติดอยู่ล่างหน้าจอตลอด

-position: fixed; bottom: 0; left: 0; width: 100%; ให้กินเต็มความกว้างและติดขอบล่าง

-พื้นหลังสีเข้ม + เส้นขอบบนให้แยกจากเนื้อหา (background-color, border-top)

-z-index: 999; ให้ลอยทับคอนเทนต์อื่น

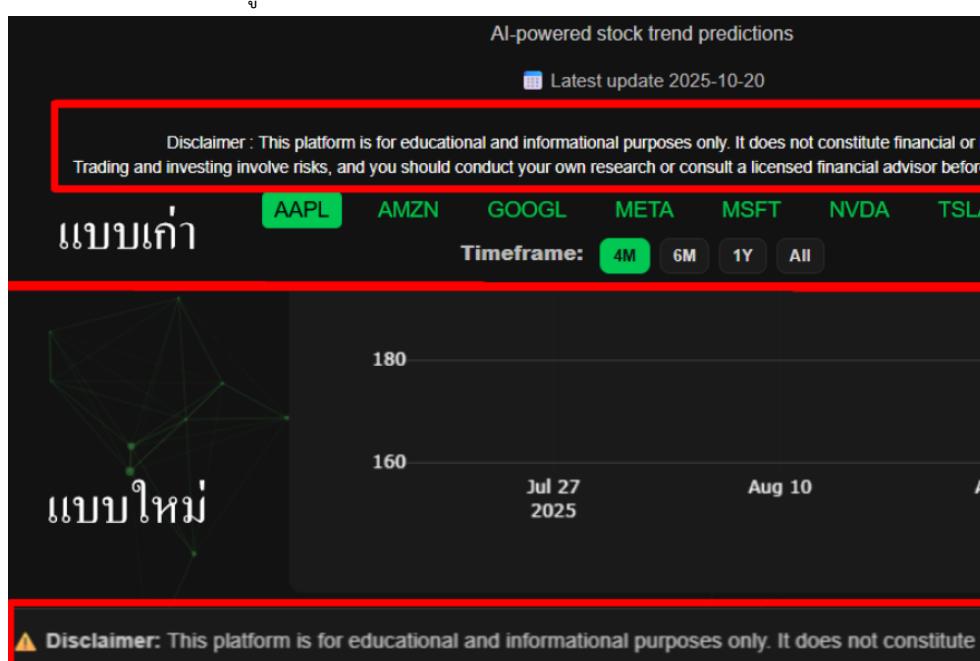
-overflow: hidden; ซ่อนส่วนข้อความที่หลอกอกนอกรอบ (เห็นเฉพาะในช่องแถบ)

.marquee-content ตัวข้อความดำเนินเรื่องที่วิ่งไปเรื่อยๆ

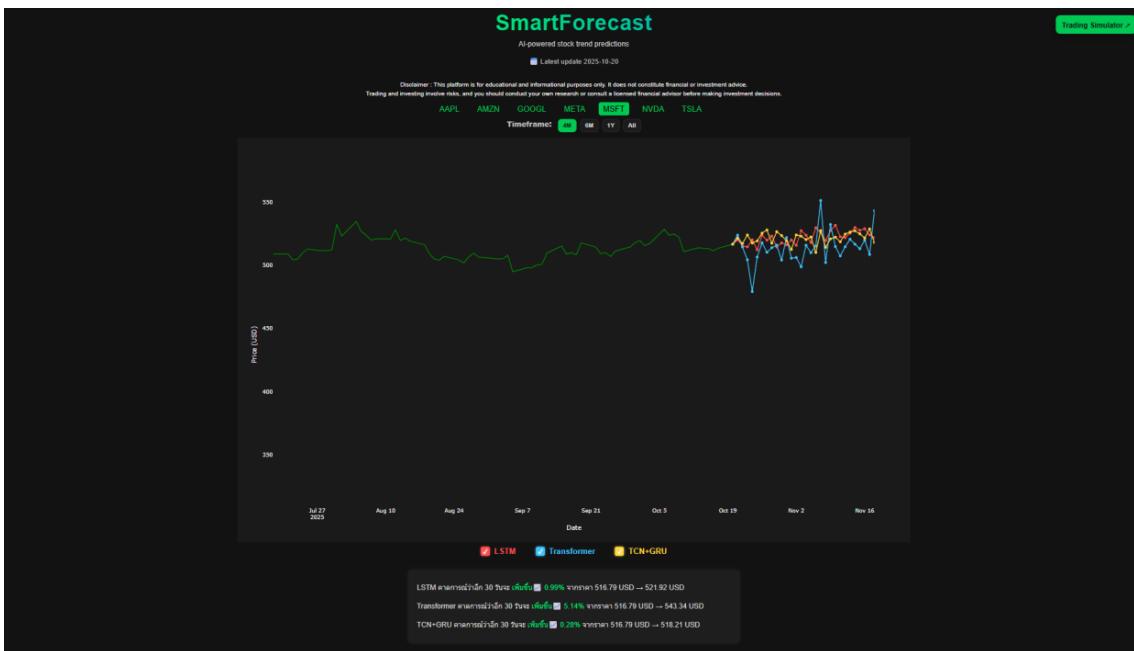
-animation: marquee-scroll 50s linear infinite; ขยายทั้งแถบด้วยแอนิเมชันซึ่ง marquee-scroll ความเร็วคงที่

```
.footer-marquee {  
    position: fixed;  
    bottom: 0;  
    left: 0;  
    width: 100%;  
    background-color: #1a1a1a;  
    border-top: 1px solid #333;  
    z-index: 999;  
    overflow: hidden;  
}  
  
.marquee-content {  
    display: flex;  
    margin: 0;  
    animation: marquee-scroll 50s linear infinite;  
}
```

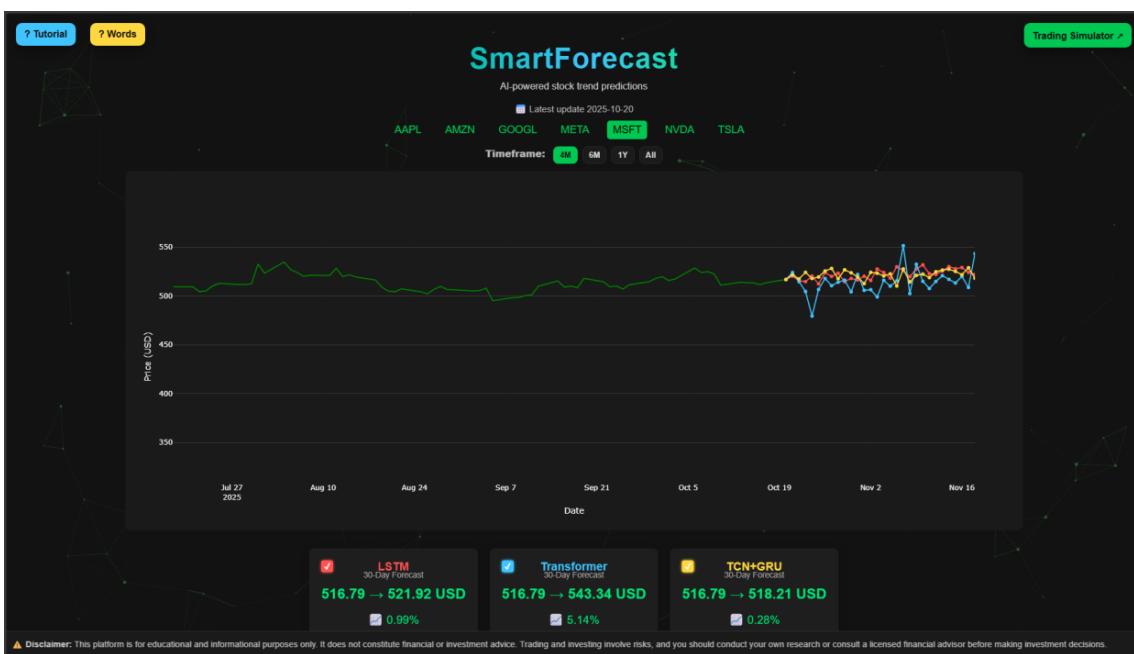
รูปภาพที่ จ.11 ภาพโค้ดการปรับแต่งข้อความเตือน



รูปภาพที่ จ.12 ภาพข้อความเตือนก่อนและหลังปรับปรุง



รูปนวากที่ จ.13 ภาพหน้าเว็บไซต์แบบเก่า



รูปนวากที่ จ.14 ภาพหน้าเว็บไซต์แบบใหม่

สามารถทดลองใช้งานเว็บไซต์ได้ที่ : <https://smartforecast.onrender.com/>