



CMD F
Thailand Capital Market
Development Fund



คู่มือการใช้งาน

ซอฟต์แวร์ระบบตัดสินใจซื้อขายที่จุดดีที่สุด (ในระบบจำลอง)

โดย

ผศ.ดร.ยอดเยี่ยม ทิพย์สุวรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.เกษตรศาสตร์

รายละเอียดเบื้องต้น (Introduction)

ซอฟต์แวร์ระบบตัดสินใจซื้อขายที่จุดที่ดีที่สุด (ในระบบจำลอง) เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้จำลองการซื้อขายหุ้นในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ซอฟต์แวร์ถูกพัฒนาด้วยภาษา Python โดยจังหวัดและปริมาณการซื้อขายหุ้นแต่ละครั้งภายในช่วงเวลากำหนดโดยผู้ใช้งานจะถูกคำนวณด้วยอัลกอริทึมตัดสินใจซื้อขายเพื่อให้ได้ราคาที่ดีที่สุดโดยเฉลี่ย โดยอิงกับค่า VWAP (Volume Weighted Average Price) ที่เป็นค่าที่จะรับรู้ได้เมื่อจบวัน เมื่อเริ่มต้นการใช้งาน ซอฟต์แวร์จะให้ผู้ใช้งานกำหนดหุ้น จำนวนหุ้นที่ต้องการซื้อขาย และช่วงเวลาที่ต้องการซื้อขาย อัลกอริทึมจะคำนวณโวลุ่มโปรไฟล์และสัดส่วนการกำหนด limit order (LO) และ market order (MO) ในแต่ละช่วงเวลาเพื่อให้ได้ราคาซื้อหรือขายที่ดีที่สุดโดยเฉลี่ยให้ใกล้เคียงกับค่า VWAP ให้มากที่สุดในวันซื้อขาย การทดสอบอัลกอริทึมสามารถทำได้โดยการซอฟต์แวร์จำลอง (simulation) โดยซอฟต์แวร์จะโหลดข้อมูลในอดีตที่เป็นข้อมูล tick-by-tick และข้อมูล bid-offer 5 ช่องของการซื้อขายหุ้นทั้งหมดในตลาดหลักทรัพย์ฯ เข้าในระบบคิว และแทรกคำสั่งซื้อขายในระบบคิวเพื่อจำลองการซื้อขายให้เหมือนกับสถานะจริงในตลาด ซึ่งผู้ใช้งานต้องซื้อหรือติดต่อบริษัทข้อมูลย้อนหลังจากตลาดหลักทรัพย์ฯ โดยซอร์สโค้ดของโปรแกรมสามารถ download ได้ที่ Link นี้ จึงจะสามารถใช้งานได้

<https://github.com/Computational-Finance-Laboratory/An-Adaptive-Order-Execution-for-VWAP-tracking>

ส่วนประกอบของโปรแกรม (ภาพรวม)

ในภาพรวมโปรแกรมจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักดังนี้ Frontend, Backend และ Main algorithm

- File.Frontend

Frontend มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งานและแสดงผลที่ได้จาก Main algorithm โดยไฟล์และโปรแกรมที่ใช้ทั้งหมดจะอยู่ในโฟลเดอร์ Frontend ก่อนการเปิดใช้งานนั้นจำเป็นต้องติดตั้ง nodejs ก่อน โดยวิธีการติดตั้งจะอยู่ในเอกสารหัวข้อ “วิธีการใช้งานโปรแกรม”

- File.Backend

หน้าที่หลักของ Backend คือการเป็นตัวเชื่อมระหว่าง Frontend กับ Main algorithm โดยจะรับคำสั่งของผู้ใช้จาก Frontend ส่งไปยัง Main algorithm และส่งผลลัพธ์จาก Main algorithm ไปยัง Frontend

ไฟล์ที่ใช้ในการทำงานของ backend จะมีดังนี้

1. backend_server.py เป็นตัวเชื่อมระหว่าง Frontend กับ Main algorithm โดย backend_server.py จะมีหน้าที่ดังนี้
 - รับคำสั่ง ซื้อ-ขาย จาก Frontend แล้วส่งต่อให้ Main algorithm
 - รับผลลัพธ์จาก Main algorithm และปรับรูปแบบข้อมูลของผลลัพธ์ (jsonify) ก่อนส่งไปยัง Frontend
 - อ่านและส่งข้อมูลที่ Frontend ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น ชื่อหุ้น ทั้งหมดของวันที่ Frontend ต้องการ
2. utils.DataProcessor.py ใช้ทำการปรับรูปแบบข้อมูลต่างๆ

ข้อมูลที่แต่ละไฟล์ต้องการ

backend_server.py

Variable name	FilePath	หน้าที่
data (อยู่ใน ticker(working_date))	"./date_ticker.txt"	บ่งบอกว่าแต่ละวันมีหุ้นชื่ออะไรบ้าง

ไฟล์ date_ticker.txt เมื่อถูกโปรแกรมเรียกใช้งานจะได้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบ dictionary โดยมี keys เป็นวันที่ในรูปแบบ "YYYYMMDD" และข้อมูลข้างในจะเป็น list ที่ประกอบไปด้วยชื่อของหุ้นที่มีอยู่ในวันนั้นๆ

- File.Main algorithm

ไฟล์ที่ใช้ในการทำงานของ main algorithm จะมีดังนี้

1. Predictor.py เป็นตัวเชื่อมระหว่าง Backend กับ Main algorithm โดย Predictor.py จะรับข้อมูลคำสั่ง ซื้อ-ขาย จาก Backend แล้วส่งต่อให้ Main algorithm(model.py) แล้วส่งผลลัพธ์กลับไปยัง Backend
2. model.py เป็นไฟล์หลักที่ใช้ในการทำ Order Execution เมื่อทำงานเสร็จจะส่งข้อมูลกลับไปให้ Predictor.py
3. simulation.py ใช้ทำการจำลองการ ซื้อ-ขาย ของตลาดสำหรับการทำ Order Execution

4. Volonline.py ใช้สร้างแผนในการ ซื้อ-ขาย โดยจะกำหนด Volume และ อัตราส่วน Market Order : Limit Order ของการทำ Order Execution
5. SVM_lib.py ใช้สร้างหรือเรียกข้อมูลที่มีการทำนายทิศทางราคาในระยะสั้น (Price direction prediction) เพื่อนำมาใช้ในการปรับอัตราส่วน Market Order : Limit Order ของการทำ Order Execution

ข้อมูลที่แต่ละไฟล์ต้องการ

model.py

Variable name	FilePath	หน้าที่
orderbook	"Backend/Predictor/Data/{DATE}/pickle/orderbook.dat"	เรียก Event,Trade,Auction
Event	"Backend/Predictor/Data/{DATE}/pickle/{symbol}_{OrderbookID}_event.dat"	สร้าง simulation
Trade	"Backend/Predictor/Data/{DATE}/pickle/{symbol}_{OrderbookID}_trade2.dat"	สร้าง simulation
Auction	"Backend/Predictor/Data/{DATE}/pickle/{symbol}_{OrderbookID}_auction.dat"	สร้าง simulation
volpred	"Backend/Predictor/VolPredDir/volpred_{symbol}.obj"	สร้าง VolumeProfile (ถ้าไม่มีโค้ดจะสั่งให้สร้างขึ้นเอง)

Volonline.py

Variable name	FilePath	หน้าที่
Trade	"Backend/Predictor/Data/{DATE}/pickle/{symbol}_{OrderbookID}_trade2.dat"	บ่งบอกปริมาณการซื้อขาย
	"	

SVM_lib.py

Variable name	FilePath	หน้าที่
Data	"Backend/Predictor/BidOfferVolume/{quote}.dat"	สร้าง feature
df	"Backend/Predictor/SVM_Data/Data/{quote}_PRICE.csv"	สร้าง SVM (ถ้าไม่มีโค้ดจะสั่งให้สร้างขึ้นเอง)
orderbook	"Backend/Predictor/Data/{DATE}/pickle/orderbook.dat"	นำเลข OrderbookID ของหุ้นมาใช้เรียกข้อมูล
trade_D	"Backend/Predictor/Data/{d}/pickle/{symbol}_{OrderbookID}_trade2.dat"	สร้าง VWAP เพื่อทำ feature
	"	

SVM_df	"Backend/Predictor/SVM_Data/SVM_result/{quote}_SVM.csv"	output ของ SVM_lib.py ที่ถูกเก็บไว้(ถ้าไม่มีโค้ดจะสั่งให้สร้างขึ้นมาเอง)
--------	---	--

คำอธิบายข้อมูล(สำหรับ model.py และ Volonline.py)

orderbook

Column's name	Type	Description
Persistent Name	String	ชื่อของหุ้นเมื่อเข้าตลาด
OrderbookID	String	Id ของหุ้น

Event

เก็บข้อมูลเหตุการณ์ต่างๆ รวมถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับ Limit Orderbook ของ bid และ offer โดยมีความลึกของราคา 5 ระดับ

Column's name	Type	Description
Timestamp	pandas._libs.tslibs.timestamps.Timestamp	เวลาที่เกิดเหตุการณ์
Price	Float	ราคาของการ ซื้อ-ขาย
Change	Float	ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงใน Limit Orderbook
Flag1	String	ชนิดของเหตุการณ์ <ul style="list-style-type: none"> ● INSERT = เพิ่ม ● UPDATE = เปลี่ยนแปลง ● DELETE = ยกเลิก
Flag2	String	ชนิดของ Order
Mark	Integer	ตัวแปรที่ใช้ในการจัดข้อมูล Limit Orderbook <ul style="list-style-type: none"> ● 0 = มีการเพิ่มปริมาณ และราคาใน bid offer ● 1 = เป็นการ INSERT ที่เกิดจากการ

		<p>เปลี่ยนแปลงช่วงราคา</p> <p>bid offer</p> <ul style="list-style-type: none"> 2 = เป็นการสร้าง order เทียมที่เกิดจากการจัดการข้อมูล iceberg
SeqNumber	Float	เลขลำดับเหตุการณ์

Trade

ไฟล์ที่เก็บข้อมูลเมื่อมีการ ซื้อ-ขาย เกิดขึ้น

Column's name	Type	Description
SeqNumber	Float	เลขลำดับเหตุการณ์
TimeStamp	pandas._libs.tslibs.timestamps.Timestamp	เวลาที่เกิดเหตุการณ์
EventType2	String	<p>ชนิดของการ ซื้อ-ขาย</p> <ul style="list-style-type: none"> AUCTION = การซื้อขายแบบ ATO ATC T_TO_T การซื้อขายที่มีการแสดงผลใน bid offer TRADE_REPORT การซื้อขายที่ไม่มีการแสดงผลใน bid offer
Volume	Float	จำนวนหุ้นที่ ซื้อ-ขาย แต่ละรายการ
Price	Float	ราคาที่ ซื้อ-ขาย
OrderbookRef	Float	SeqNumber ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของ order trade นี้

OrderbookRef2	Float	SeqNumber ของ event จำลองในกรณีที่เกิด Iceburg
Side	String	ชนิดของรายการ <ul style="list-style-type: none"> ● B = ซื้อ ● S = ขาย ● A = อื่นๆ

Auction

ไฟล์ข้อมูลในช่วงก่อนตลาดเปิด (ATO) และหลังตลาดปิด (ATC) ซึ่งใช้สำหรับการคำนวณเวลาเปิดการซื้อขาย และใช้ในการหา volume ในช่วง ATO และ ATC

Column's name	Type	Description
SeqNumber	Float	เลขลำดับเหตุการณ์
TimeStamp	pandas._libs.tslibs.timestamps.Timestamp	เวลาที่เกิดเหตุการณ์
Imbalance	Float	ความแตกต่างของปริมาณ ระหว่างฝั่ง bid กับ offer
AuctionPrice	Float	ราคาที่จับคู่กันระหว่างฝั่ง bid กับ offer
MatchQuantity	Float	ปริมาณที่จับคู่กันระหว่างฝั่ง bid กับ offer
IsFinal	String	<ul style="list-style-type: none"> ● T เมื่อเป็นเหตุการณ์ แบบ auction ● F เมื่อไม่ใช่ auction

volpred

เป็น object ที่ได้จาก Volonline.py และถูกเก็บไว้ด้วย pickle และ volpred จะถูก Main Algorithm เรียกใช้งานทุกครั้ง โดยหุ่นแต่ละตัวจะต้องใช้ volpred ของหุ่นตัวนั้นๆ หาก volpred ยังไม่เคยถูกสร้างขึ้นทาง Main Algorithm จะสั่งให้สร้างขึ้นใหม่แล้วเก็บไว้เพื่อการใช้งานครั้งหน้า

คำอธิบายข้อมูล(สำหรับ SVM_lib.py)

Data

เป็นข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในรูปแบบ Dictionary โดยมี keys เป็นวันที่(“YYMMDD”) ข้อมูลแต่ละวันจะเป็น list ของ pandas.DataFrame ข้อมูลที่ถูกใช้จะมีเฉพาะ Data[date][0] และ Data[date][1] ซึ่งเป็นข้อมูลที่เก็บปริมาณ Limit Orderbook ของฝั่ง bid และ offer ดังภาพ

	57.25	58.50	60.00	63.00	63.25	64.00	64.25	64.75	65.00	65.25	.
Time											
2020-07-07 10:00:00.049	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.
2020-07-07 10:00:00.136	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.
2020-07-07 10:00:00.137	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.
2020-07-07 10:00:00.148	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.
2020-07-07 10:00:00.223	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.
2020-07-07 10:00:00.294	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.

รูปที่ 1 : ตัวอย่างข้อมูล Limit Orderbook ของฝั่ง bid หรือ offer (ผู้เขียนตั้งใจเปลี่ยนข้อมูลให้เป็น 0 เพื่อป้องกันการเผยแพร่ข้อมูล)

df

pandas.DataFrame ที่รวมข้อมูลที่ใช้เป็นในการสร้าง Support Vector Machine(SVM) ของหุ้นแต่ละตัวและมีความถี่ของข้อมูลเท่ากับ 5 นาที หาก df ยังไม่เคยถูกสร้างขึ้นทาง Main Algorithm จะสั่งให้สร้างขึ้นมาใหม่แล้วเก็บไว้เพื่อการใช้งานครั้งหน้า

Column's name	Type	Description
BestBid	Float	ราคา BestBid
BestOffer	Float	ราคา BestOffer

BestBidVolume	Float	จำนวนหุ้นที่อยู่ใน Limit Orderbook ที่มีราคาเท่ากับ BestBid
BestOfferVolume	Float	จำนวนหุ้นที่อยู่ใน Limit Orderbook ที่มีราคาเท่ากับ BestOffer
Price	Float	ราคา BestBid
Return	Float	ผลตอบแทน 5 นาทีล่วงหน้า
rolling_std	String	ค่า Standard Deviation ของ Price 10 นาทีย้อนหลัง
local_minimum	Float	Price ที่ถูกที่สุด 5 นาทีย้อนหลัง
min-Price	Float	ค่า local_minimum – Price
FirstPrice	Float	ค่าเฉลี่ยระหว่าง BestBid และ BestOffer
OrderImbalance(at the touch)	Float	ผลต่างระหว่าง BestBidVolume และ BestOfferVolume และปรับให้อยู่ในช่วง [-1,1]

orderbook

เหมือนกับ orderbook ที่ใช้ใน model.py

trade_D

เหมือนกับ Trade ที่ใช้ใน model.py แต่จะไม่มีคอลัมน์ side

SVM_df

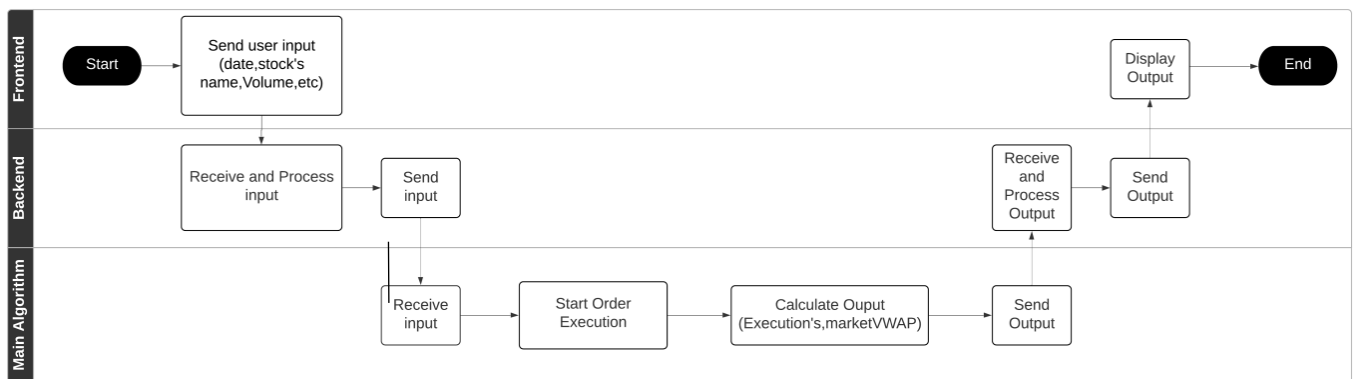
ข้อมูลเหมือนกับ df แต่จะมีคอลัมน์เพิ่มขึ้นมาดังนี้

Column's name	Type	Description
VWAP	Float	VWAP คำนวณจากรายการ ซื้อ-ขาย ย้อนหลัง 5 นาที

Cost	Float	คำนวณจาก $\ln(\text{VWAP} - \text{Price}) * 1000$
Class	Float	Target Class ที่ SVM ต้องทำนาย คำนวณจาก $\text{sign}(\text{return})$ (ไม่ได้ใช้ ข้อมูลนี้มาคิดการทำนาย ใช้เป็น เป้าหมายเท่านั้น)
Pred	Integer	Class ที่ได้จากการทำนายของ SVM

Swimlane diagram

การทำงานของแต่ละส่วนของโปรแกรมสามารถสรุปวาดเป็น Swimlane diagram ได้ดังภาพ



รูปที่ 2 : Swimlane diagram ของการทำงานของโปรแกรม

คำอธิบายแต่ละส่วนของโปรแกรม

ไฟล์ main algorithm แบ่งเป็น 4 ส่วนหลักคือ simulation, volume profile, LO:MO และ price direction prediction

- Simulation
 - ใน Simulation จะแบ่งออกเป็น 3 class ได้แก่ class Queue , class Simulation และ class tracker
 - ใน class Queue มีหน้าที่ทำการจำลอง Queue เพื่อที่จะใช้ใน Simulation
 - queue เป็น List โดยแต่ละ element เป็น list ที่มีสมาชิก 2 ตัว ได้แก่ id ของ order และจำนวนหุ้นที่เหลืออยู่

- isLock ทำการกำหนดว่า queue ตอนนี้อยู่ lock อยู่หรือไม่ ซึ่งจะถูกลock ในกรณีที่ queue นี้ไม่อยู่ใน 5 Bid 5 Offer
 - isPseudoLock ทำการกำหนดว่า queue นี้ถูกลock อยู่หรือไม่ ซึ่งจะถูกลock ในกรณีที่ตลาดอยู่ในช่วงที่ไม่สามารถซื้อขายได้
 - add (value , id) ทำการเพิ่ม order จำนวนเท่ากับ value ลงใน queue และตั้ง id ของ order ตามค่า id ของ input
 - remove_last (N) ทำการนำหุ้นออกจาก queue จำนวน N หุ้นนับจากท้าย queue และนำออก เฉพาะ order ที่มี id มากกว่า 0
 - remove_first (N) ทำการนำหุ้นออกจาก queue จำนวน N หุ้นนับจากหัว queue และนำออกเฉพาะ order ที่มี id มากกว่า 0
 - search_id (id) ทำการส่งกลับปริมาณหุ้นใน order ที่มี id เท่ากับ id ใน input และ return เป็น False ถ้าหากไม่พบ
 - delete_id (id) ทำการลบ order ที่มี id เท่ากับ id ใน input และ return เป็น False ถ้าหากไม่พบ และ True ถ้าหากลบสำเร็จ
 - lock (pseudo) ถ้าหาก pseudo = False จะทำการตั้งค่า isLocked เป็น True และถ้าหาก pseudo = True จะทำการตั้งค่า isPseudoLocked เป็น True
 - unlock (pseudo) ถ้าหาก pseudo = False จะทำการตั้งค่า isLocked เป็น False และถ้าหาก pseudo = True จะทำการตั้งค่า isPseudoLocked เป็น False
 - get_sum(alien) ถ้าหาก alien = True จะคืนค่าจำนวนหุ้นทั้งหมดที่อยู่ใน queue และถ้าหาก alien = False จะคืนค่าจำนวนหุ้นทั้งหมดที่อยู่ใน queue ที่มี id มากกว่า 0
 - organize() ถ้าหากไม่มี order ที่มี id มากกว่า 0 เลยจะทำการนำทุก order ออกจาก queue
- ใน class Simulation มีหน้าที่ทำการจำลองการ simulation โดยจะทำการแปลงไฟล์ Trade และ Event ให้เป็น message และทำการประมวลผลที่ละ message
- __init__(Event , Trade , Auction , start_time , end_time) กำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปรต่างๆ มี input เป็นไฟล์ Event , Trade และ Auction โดยมี start_time และ end_time เป็นเวลาเริ่มต้นของการซื้อขาย และเวลาสิ้นสุดของการซื้อขาย อยู่ในรูปของ tuple โดยมีค่าพื้นฐาน start_time ที่ (10 , 5) และ end_time ที่ (16 , 29)

- `__feed (msg)` ใช้ในการประมวลผล message
- `feed_until (time)` ประมวลผล message จนถึงเวลา time โดยเวลา time จะอยู่ในรูป `datetime.datetime`
- `forward ()` ทำการเลื่อนเวลาไปอีก 1 นาที่ถัดไป
- `do ()` ทำการประมวลผล message จนถึงเวลาปัจจุบัน
- `update ()` ทำการอัปเดตสถานะต่างๆ เช่น `BestBid` `BestOffer` `isFloor` `isCeiling`
- `isClosed ()` ทำการคืนค่าว่าตอนนี้เลยเวลาในการ trade ที่เราต้องการแล้วหรือยัง
- `__transit ()` ใช้ในกรณีที่เมื่อเลื่อนเวลาถัดไป 1 นาที่แล้วอยู่ในช่วงพักกลางวัน และจะทำการปรับเวลาให้เป็นเวลาซื้อขายตอนบ่าย
- `addLO (Price , amount)` ทำการเพิ่ม limit order จำนวน amount หุ้น ที่ราคา Price บาท ซึ่ง Price สามารถเป็น string 'BestBid' หรือ 'BestOffer' ได้
- `addMO (amount , side)` ทำการเพิ่ม market order ไปยังฝั่ง side จำนวน amount หุ้น ซึ่ง side เป็น string 'Bid' เมื่อทำการขาย , 'Offer' เมื่อทำการซื้อ
- `candleLO (id)` ทำการ cancel LO ใน order ที่มี id เป็น id ที่ได้จาก input
- `myVWAP ()` ทำการคำนวณว่าปัจจุบัน VWAP ของเราอยู่ที่เท่าไร
- `marketVWAP ()` ทำการคำนวณ VWAP ของตลาดทั้งวัน

○ ใน class `tracker` มีหน้าที่ทำการติดตามสถานะของ order ของเราที่ได้วางลงไป

- `__init__ (queue , Mapper)` ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปร โดย `queue` เป็น dict ของ object `simulation.Queue` ซึ่งเก็บข้อมูล `queue` ในแต่ละระดับราคา และ `Mapper` เป็น dict ของ integer ซึ่งเก็บว่า order id ต่างๆถูกวางไว้ที่ระดับราคาใดบ้าง
- `add(id , Time , Type , Side , Level , InitValue)` ทำการเพิ่มข้อมูลลงไปใน การติดตาม โดย id คือ id ของ order , Time คือเวลาที่วาง order , Type คือประเภทของ order สามารถเป็นได้ 2 แบบคือ 'MO' หรือ 'LO' , Side เป็นฝั่งของ order สามารถเป็นได้ 2 แบบคือ 'Bid' หรือ 'Offer' , Level เป็นระดับราคาของ order และ `InitValue` เป็นจำนวนหุ้นที่ถูกเพิ่มลงมา
- `update ()` ทำการอัปเดตสถานะของแต่ละ order

- lock (id) ทำการ lock order ใน tracker ที่มี id เท่ากับ id ใน input โดยแสดงถึงว่า order นั้นไม่มีอยู่บนตลาดแล้ว ซึ่งอาจจะเกิดจากการ execute จนหมด หรือ cancel order
- get () ทำการเรียก tracker ออกมาดู ซึ่งมี column ตาม input ใน __init__ ซึ่งเพิ่ม Column CurrentValue คือจำนวนหุ้นในขณะนี้ที่มีอยู่ในตลาด และ Column status แสดงว่าตอนนี้ถูก lock หรือไม่

○ การใช้งานใน Main algorithm

- จะมีการเรียกใช้งานเพียง class simulation ซึ่งจะไปเรียกใช้งานและจัดการ class Queue และ class tracker โดยอัตโนมัติ
- ในการเรียกใช้งานจะเริ่มต้นด้วยการสร้าง class simulation ขึ้นมา จากนั้นทำการ loop ในแต่ละเวลา
 - เริ่มต้นแต่ละ loop จะทำการเรียก simulation.do เพื่อทำการจำลองตลาด จนถึงเวลาปัจจุบัน
 - ก่อนสิ้นสุด loop จะทำการเรียก simulation.forward เพื่อทำการเลื่อนเวลา ไปอีก 1 นาที

```
sim = simulation.Simulation( Event , Trade , Auction )
while sim.isClosed() == False:
    sim.do()
    sim.addLO ( 'BestBid' , 100 )
    sim.addMO ( 100 , 'Offer' )
    sim.forward()
```

รูปที่ 3 : ตัวอย่างการแสดงผลการใช้งาน simulation อย่างง่าย โดยจะวาง LO ที่ best bid จำนวน 100 หุ้นทุกๆ 1 นาที และทำการซื้อหุ้นจากฝั่ง Offer จำนวน 100 หุ้นทุกๆ 1 นาที

```
sim.tracker.get()
```

	Time	Type	Side	Level	InitValue	CurrentValue	Status
ID							
-1	2020-11-23 10:05:00	LO	Bid	63.00	100	0	False
0	2020-11-23 10:05:00	MO	Offer	63.25	100	0	False
-2	2020-11-23 10:06:00	LO	Bid	63.00	100	0	False
0	2020-11-23 10:06:00	MO	Offer	63.25	100	0	False
-3	2020-11-23 10:07:00	LO	Bid	63.00	100	0	False
0	2020-11-23 10:07:00	MO	Offer	63.25	100	0	False
-4	2020-11-23 10:08:00	LO	Bid	63.00	100	0	False
0	2020-11-23 10:08:00	MO	Offer	63.25	100	0	False
-5	2020-11-23 10:09:00	LO	Bid	63.00	100	0	False
0	2020-11-23 10:09:00	MO	Offer	63.25	100	0	False
-6	2020-11-23 10:10:00	LO	Bid	63.00	100	0	False
0	2020-11-23 10:10:00	MO	Offer	63.25	100	0	False
-7	2020-11-23 10:11:00	LO	Bid	63.00	100	100	True
0	2020-11-23 10:11:00	MO	Offer	63.25	100	0	False
-8	2020-11-23 10:12:00	LO	Bid	63.00	100	100	True

รูปที่ 4 : ตัวอย่างการแสดงผลการเรียก tracker จากการทำงานของโค้ดในรูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่า limit order ไม่ถูก execute ในช่วงเวลา 10.11 และ 10.12

- Volume profile และ LO:MO
 - การทำงานของ Volume profile และ อัตราส่วน LO:MO จะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนได้แก่ การทำนาย Volume การคำนวณ Volume profile หรือ อัตราส่วน LO:MO
 - โปรแกรมที่ใช้ทำนาย Volume นั้นจะอยู่ในไฟล์ VolOnline.py class VolPred
 - `__init__(quote , number)` สร้าง model สำหรับการทำนาย Volume ของหุ้นที่มีชื่อเท่ากับ quote และมีหมายเลขเท่ากับ number โดยโปรแกรมจะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดยกเว้น 100 วันสุดท้ายในการ train มี features เป็น Volume ของตลาดและปริมาณ ATO และมี output อยู่ในรูปของ dict ที่มี key เป็นเวลาที่ต้องการยกตัวอย่างเช่น `models[(10,30)][(16,30)]` คือ models สำหรับการทำนาย volume ทั้งหมดในช่วงเวลา 10.30 – 16.30

```
: VolPred = VolOnline.VolPred('CPALL','1860')
```

```
: VolPred.models[ ( 10 , 30 ) ][ ( 16 , 30 )]
```

```
: LinearRegression()
```

รูปที่ 5 : ตัวอย่างการแสดงผลการทำงานของ VolPred.__init__

- predict(start , end , volume , ATO) ทำนาย Volume ตั้งแต่เวลา start จนถึงเวลา end โดยใช้ features เป็นปริมาณ Volume และปริมาณ ATO ยกตัวอย่างเช่น predict((10 , 30) , (16 , 30) , 100000 , 10000) หมายถึงทำนาย Volume ในช่วงเวลา 10.30น – 16.30น โดยมี volume ตลาด ณ เวลา 10.30น ที่ 100000 หุ้น และมีปริมาณ ATO 10000 หุ้น

```
: VolPred = VolOnline.VolPred('CPALL','1860')
```

```
: VolPred.predict( ( 10 , 30 ) , ( 16 , 30 ) , 100000 , 10000 )
```

```
: array([10915441.18843938])
```

รูปที่ 6 : ตัวอย่างการแสดงผลการทำงานของ VolPred.predict

- โปรแกรมที่ใช้คำนวณ Volume profile และอัตราส่วน LO:MO นั้นจะอยู่ในไฟล์

VolOnline.py class VolOnline

- __init__(volpred , sim , start , end) ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นของโปรแกรม โดย volpred เป็น object class VolOnline.VolPred , sim เป็น object class simulation.Simulation มีเวลา start และ end เป็นเวลาเริ่มต้นการซื้อขายและสิ้นสุดการซื้อขาย อยู่ในรูป tuple เช่น start = (10 , 30) , end = (16 , 30) หมายถึงซื้อขายตั้งแต่เวลา 10.30น. – 16.30น.
- get_plan() ทำการคำนวณ Volume profile และอัตราส่วน LO:MO แล้วทำการคืนค่าออกมาในรูปของ เพอร์เซ็นต์ของ volume ที่เหลือ และอัตราส่วน LO:MO โดย function นี้จะทราบเวลาและ features ที่ใช้ในการ predict Volume จาก simulation ที่ถูกใส่เข้าไปใน __init__

```

: VolPred      = VolOnline.VolPred('CPALL','1860')

: sim          = simulation.Simulation( Event , Trade , Auction )
: sim.do()

: plan         = VolOnline.VolumeOnline( VolPred , sim )

: plan.getPlan()

: (0.0029593844337917606, 0.75)

```

รูปที่ 7 : ตัวอย่างการแสดงผลการทำงานของ VolumeOnline ที่เวลาแรกของการซื้อขาย โดยให้ซื้อ 0.296 % ของ Volume ที่เหลือที่ต้องซื้อ และมีอัตราส่วน MO 75%

- การใช้งานใน main algorithm
 - การเริ่มต้นของ algorithm จะเริ่มจากการสร้าง VolOnline.VolPred เสมอ ทั้งนี้จะบันทึก object นี้ไว้เป็นไฟล์ถ้าหากยังไม่เคยคำนวณ และถ้าหากเคยคำนวณแล้วให้อ่านไฟล์ที่ถูกบันทึกขึ้นมาแทน
 - หลังจากนั้นจึงมีการเรียกใช้ VolOnline.VolumeOnline เพื่อทำการกำหนดค่าเริ่มต้นก่อนที่จะทำการซื้อขาย
 - ในทุกๆเวลา จะมีการเรียกใช้ VolOnline.VolumeOnline.predict เพื่อที่จะทำการคำนวณหา Volume ที่ต้องซื้อตอนนั้น และ อัตราส่วน LO:MO ที่ต้องซื้อตอนนั้น
- Price direction prediction
 - ตัวโปรแกรมจะใช้ Support Vector Machine(SVM) ในการแบ่งประเภททิศทางของราคาที่จะเกิดขึ้น 5 นาทีข้างหน้า
 - โปรแกรมที่ใช้ในการสร้าง Price direction prediction นั้นจะอยู่ในไฟล์ SVM_lib.py โดยจะมีฟังก์ชันดังนี้
 - `get_data(quote)` ใช้เรียกหรือสร้างข้อมูลที่ต้องใช้ในการสร้าง SVM ของหุ้นที่มีเครื่องหมายเท่ากับ `quote` ข้อมูลที่ได้จะเป็นดังภาพ

Time	BestBid	BestOffer	BestBidVolume	BestOfferVolume	Prices	return	rolling_std	local_minimum	min - Prices	FirstPrice	OrderImbalance(at the touch)
2017-12-01 10:05:00	73.50	73.75	56700.0	296000.0	73.50	-0.003407	0.000000	73.50	0.000000	73.625	-0.678480
2017-12-01 10:10:00	73.25	73.50	426900.0	278500.0	73.25	0.000000	0.176777	73.50	0.003401	73.375	0.210377
2017-12-01 10:15:00	73.25	73.50	316900.0	330000.0	73.25	0.000000	0.000000	73.25	0.000000	73.375	-0.020250
2017-12-01 10:20:00	73.25	73.50	535300.0	149000.0	73.25	0.000000	0.000000	73.25	0.000000	73.375	0.564518
2017-12-01 10:25:00	73.25	73.50	531500.0	105900.0	73.25	0.000000	0.000000	73.25	0.000000	73.375	0.667713
...
2020-11-23 16:05:00	63.00	63.25	1490800.0	1625500.0	63.00	0.003960	0.000000	63.00	0.000000	63.125	-0.043224
2020-11-23 16:10:00	63.25	63.50	736500.0	776100.0	63.25	-0.003960	0.176777	63.00	-0.003968	63.375	-0.026180
2020-11-23 16:15:00	63.00	63.25	1338900.0	870300.0	63.00	0.000000	0.176777	63.25	0.003953	63.125	0.212113
2020-11-23 16:20:00	63.00	63.25	1765200.0	830500.0	63.00	0.000000	0.000000	63.00	0.000000	63.125	0.360096
2020-11-23 16:25:00	63.00	63.25	1833800.0	1597500.0	63.00	0.000000	0.000000	63.00	0.000000	63.125	0.068866

รูปที่ 8 : ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จาก `get_data(quote)`

- `get_VWAP(quote,df)` ใช้สร้าง VWAP จากข้อมูลการ ซื้อ-ขาย ย้อนหลัง 5 นาทีของหุ้นที่มีเครื่องหมายเท่ากับ `quote` และจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในรูปแบบ `pandas.DataFrame` ที่ได้จาก `get_data(quote)` หรือเรียกว่า `df` เพื่อให้ VWAP ที่ได้สอดคล้องกับเวลาใน `df`
- `get_SVM_df(quote)` สร้าง `pandas.DataFrame` ที่มีข้อมูลการทำนายทิศทางราคา (SVM_df) ของหุ้นที่มีเครื่องหมายเท่ากับ `quote` อยู่ในรูปแบบ `pandas.DataFrame` โดยค่าการทำนายทิศทางราคาจะอยู่ในคอลัมน์ที่มีชื่อว่า `pred` ดังภาพ

Time	OrderImbalance(at the touch)	min - Prices	rolling_std	Cost	pred
2019-11-15 15:40:00	-0.265936	0.000000	0.000000	21.551732	0
2019-11-15 15:45:00	-0.302695	0.000000	0.000000	5.560751	-1
2019-11-15 15:50:00	-0.122021	0.000000	0.000000	13.546319	0
2019-11-15 15:55:00	0.002747	0.000000	0.000000	10.133479	0
2019-11-15 16:00:00	0.058883	0.000000	0.000000	6.053362	0
...
2020-11-23 16:05:00	-0.043224	0.000000	0.000000	18.817684	0
2020-11-23 16:10:00	-0.026180	-0.003968	0.176777	0.272633	-1
2020-11-23 16:15:00	0.212113	0.003953	0.176777	39.679776	1
2020-11-23 16:20:00	0.360096	0.000000	0.000000	32.893209	1
2020-11-23 16:25:00	0.068866	0.000000	0.000000	29.147849	0

รูปที่ 9 : ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จาก `get_SVM_df(quote)`

(ในภาพนี้ไม่ได้แสดง column ของข้อมูลครบทุกแถว)

ในการสร้าง SVM นั้นข้อมูลของแต่ละคลาสจะมีจำนวนที่ต่างกันอยู่มาก เราจำเป็นต้องทำการ oversampling ข้อมูลก่อนที่จะนำข้อมูลมาสร้าง SVM

- `load_SVM_df(quote)` จะเรียกหรือสั่งให้สร้าง `SVM_df` ของหุ้นที่มีเครื่องหมายเท่ากับ `quote`

○ การใช้งานใน Main algorithm

- ใน Main algorithm นั้นจะมีเพียง `load_SVM_df(quote)` ที่ถูกเรียกใช้งานเท่านั้น หากตัวฟังก์ชันหา `SVM_df` ไม่เจอจะเรียก `get_SVM_df(quote)` เพื่อสร้าง `SVM_df` ขึ้นมา โดยในตัวฟังก์ชัน `get_SVM_df(quote)` จะเรียก `get_data(quote)` และ `get_VWAP(quote,df)` เพื่อนำข้อมูลมาสร้าง SVM ต่อไป
- `get_SVM_df(quote)` และ `get_data(quote)` เมื่อทำงานเสร็จจะเก็บข้อมูลที่สร้างขึ้นไว้ในโฟลเดอร์ที่เรากำหนดสำหรับการใช้งานในครั้งถัดไป
- การ oversampling ใน `get_SVM_df(quote)` จะส่งผลให้ใช้เวลาในการสร้าง SVM นาน เราจึงเปลี่ยนเป็นการใช้ `class_weight = 'balanced'` แทนแต่เรายังคงเก็บโค้ดส่วน oversampling ในรูปแบบ comment แทนดังภาพ

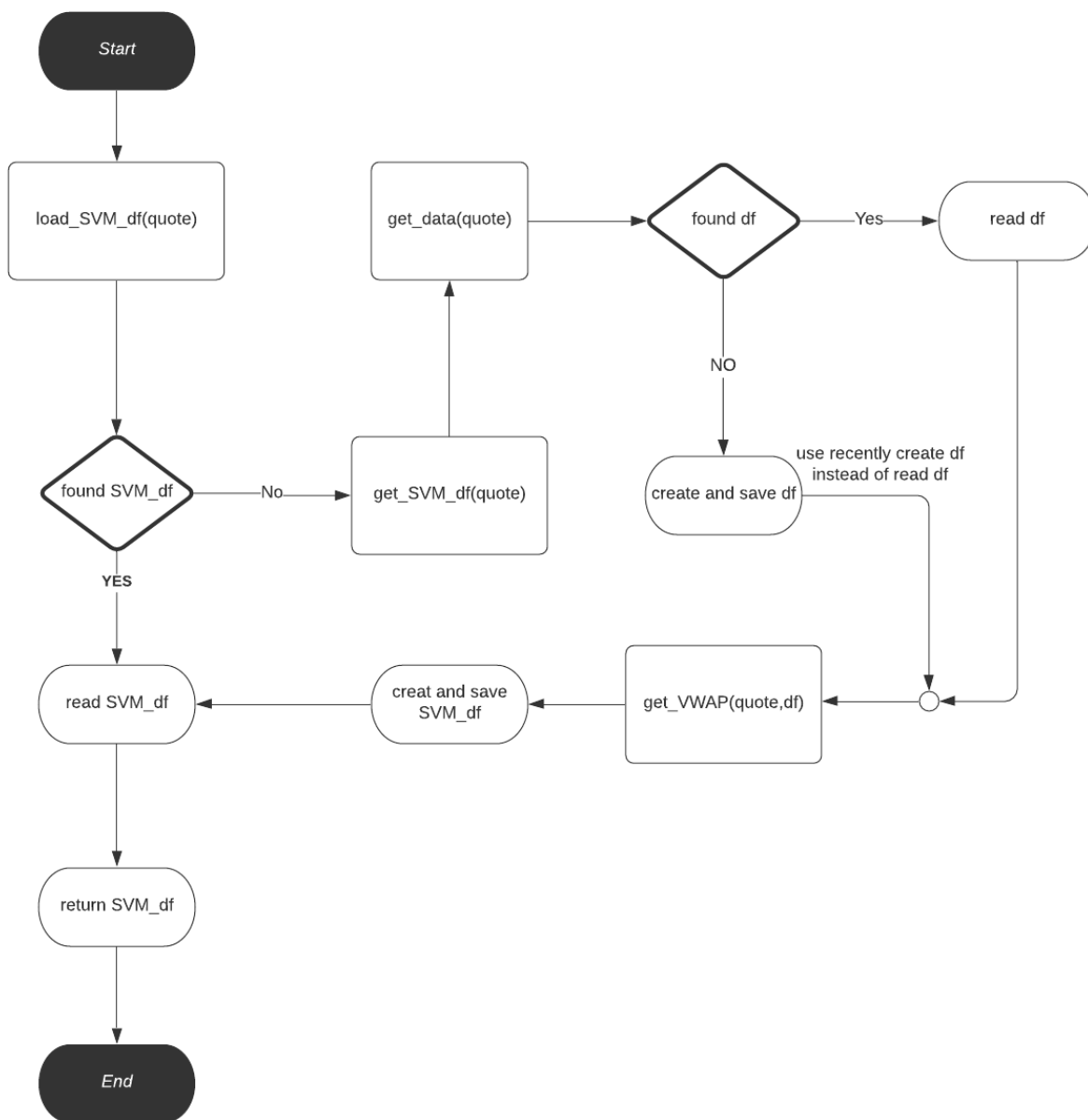
```
163         #oversample data using smote to prevent model from predict class 0 only
164         oversample = SMOTE()
165         '''try:
166             X_train, y_train = oversample.fit_resample(X_train, y_train)
167         except:
168             pass'''
169         clf = make_pipeline(StandardScaler(), SVC(kernel="linear",class_weight='balanced'))
```

รูปที่ 10 : แสดงโค้ดส่วน oversampling ข้อมูลใน SVM_lib.py

หากผู้ใช้งานต้องการใช้การ oversampling แทนผู้ใช้งานสามารถนำ Triple Quotes ออกได้

`load_SVM_df(quote)`'s flowchart

การเรียก `load_SVM_df(quote)` สามารถเขียนเป็น flowchart ได้ดังภาพ



รูปที่ 11 : flowchart การเรียก load_SVM_df(quote)

วิธีการใช้งานโปรแกรม

Software ที่จำเป็นต้องใช้และ Version จะมีดังนี้

- Python version 3.8.5
- Frontend
 - React version 17.02

- Backend
 - Python's Library
 - Flask version 1.1.2
 - flask_cors version 3.0.10
- Algorithm
 - Python's Library
 - Numpy version 1.19.2
 - Pandas version 1.1.3
 - Imblearn version 0.8.0
 - Sklearn version 0.24.2

1. ขั้นตอนการ install nodejs และ npm

- 1.1. เปิดใช้งาน terminal แล้วพิมพ์คำสั่ง `sudo apt install nodejs`
- 1.2. ไปยังโฟลเดอร์ `./Frontend` ผ่าน terminal
- 1.3. ใช้คำสั่ง `npm install` ดังภาพ

```
(base) /cmdf-frontend$ npm install
```

รูปที่ 12 : วิธีการรว install npm

2. ขั้นตอนเปิด frontend

- 2.1. ใช้คำสั่ง `npm start` ดังภาพ

```
(base) /cmdf-frontend$ npm start
```

รูปที่ 13 : วิธีการเปิดใช้งาน frontend

- 2.2. frontend จะทำงานและสามารถเข้าถึงได้ที่ port 3000

3. ขั้นตอนการเปิด backend

- 3.1. ไปยังโฟลเดอร์ `./Backend` ผ่าน terminal
- 3.2. ใช้คำสั่ง `python backend_server.py` ดังภาพ

```
(base) cmdf$ python backend_server.py
```

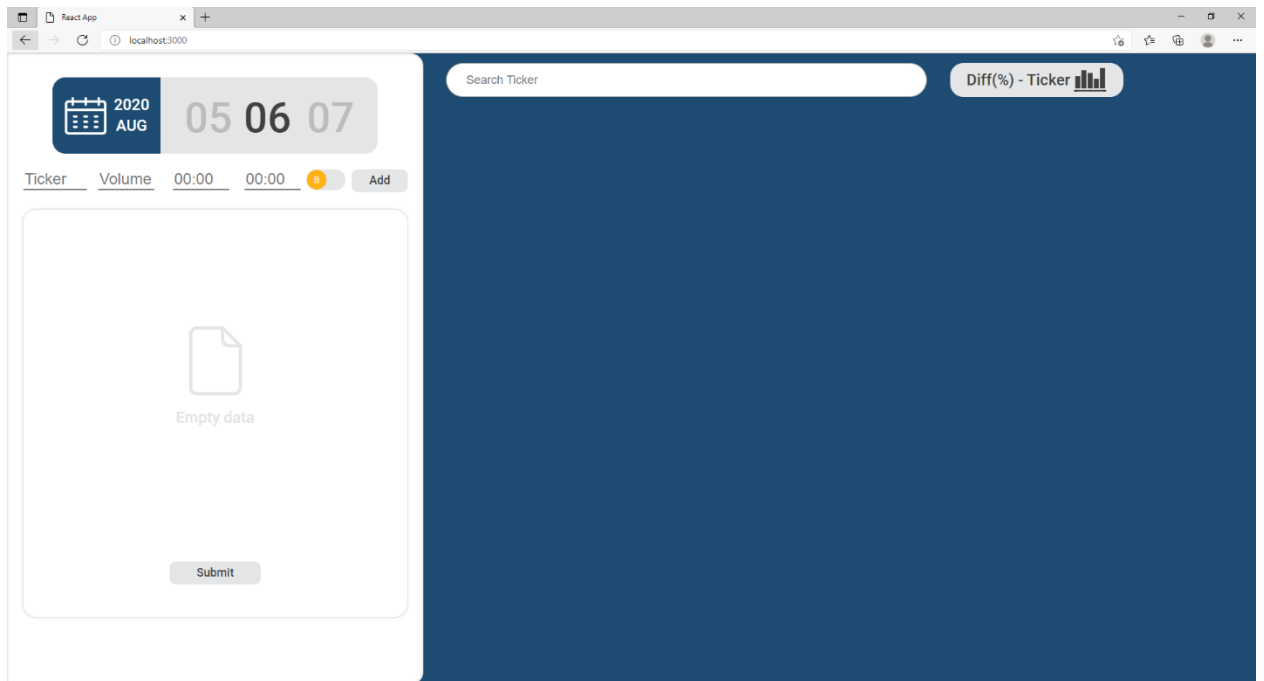
รูปที่ 14 : วิธีการเปิดใช้งาน backend

- 3.3. backend จะทำงานและสามารถเข้าถึงได้ที่ port 1111

4. การใช้งานเว็บไซต์

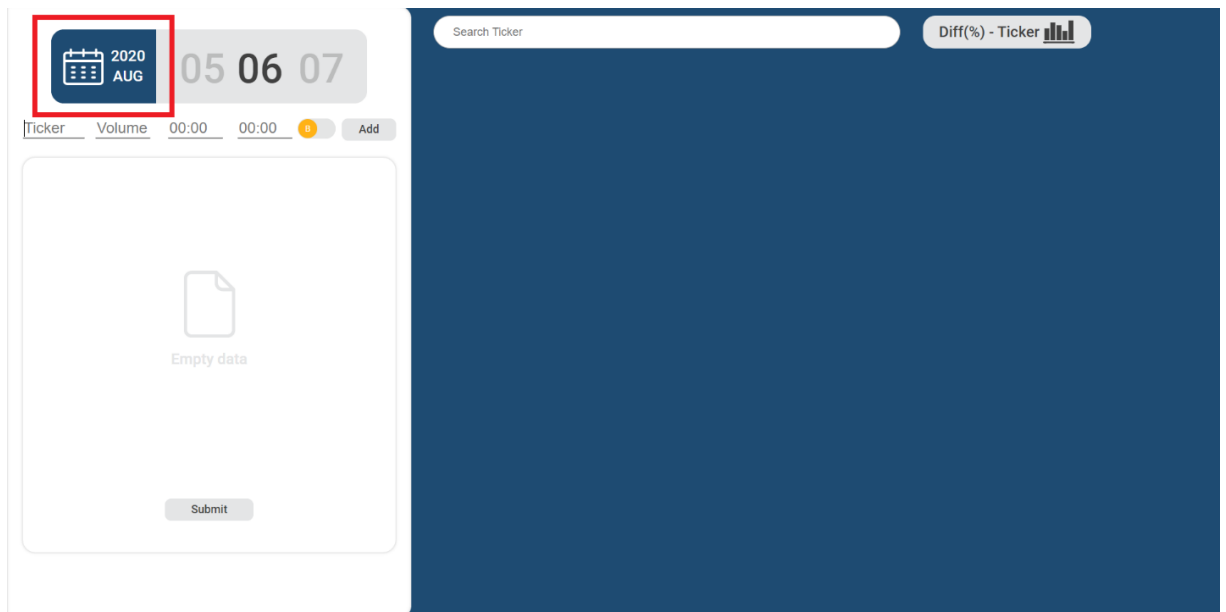
- 4.1. เมื่อเปิดใช้งานทั้ง frontend และ backend เสร็จสิ้นจะสามารถเข้าใช้งานโปรแกรมได้ผ่านทางเบราว์เซอร์โดยใช้ url เป็น address ของเครื่องที่เปิดใช้งาน port 3000 โดยตัวอย่างที่ใช้จะให้ url ของ

เบราว์เซอร์เป็น localhost:3000

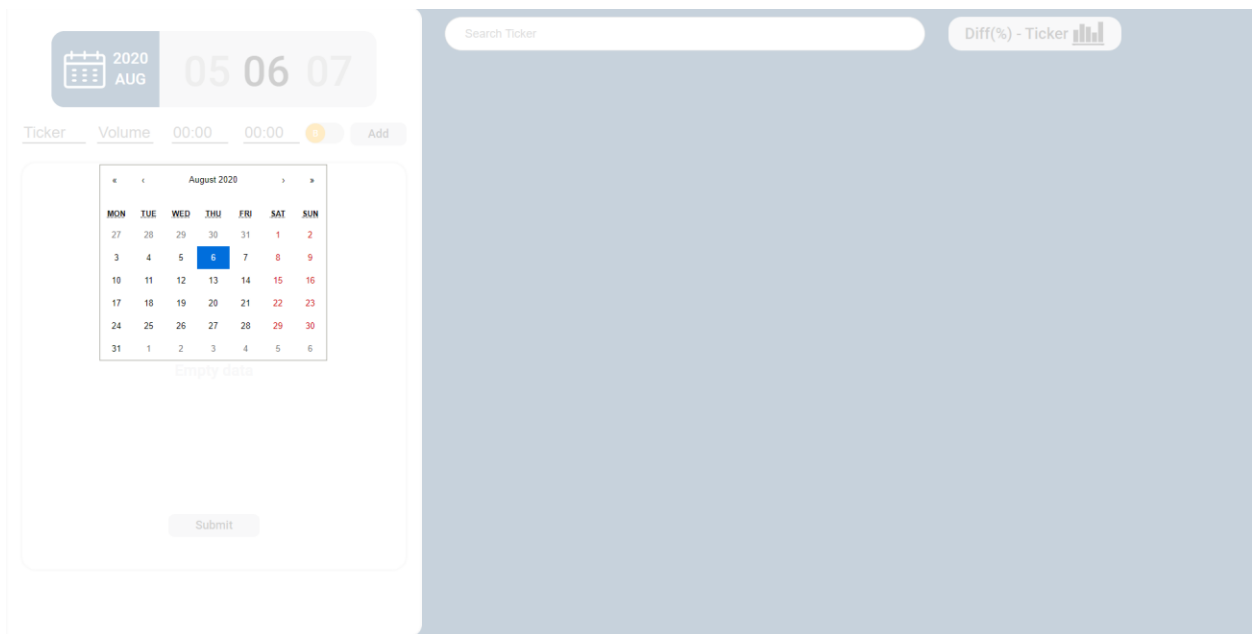


รูปที่ 15 : หน้าหลักของเว็บไซต์

4.2. เลือกวันที่ที่ต้องการโดยการคลิกที่รูปปฏิทิน

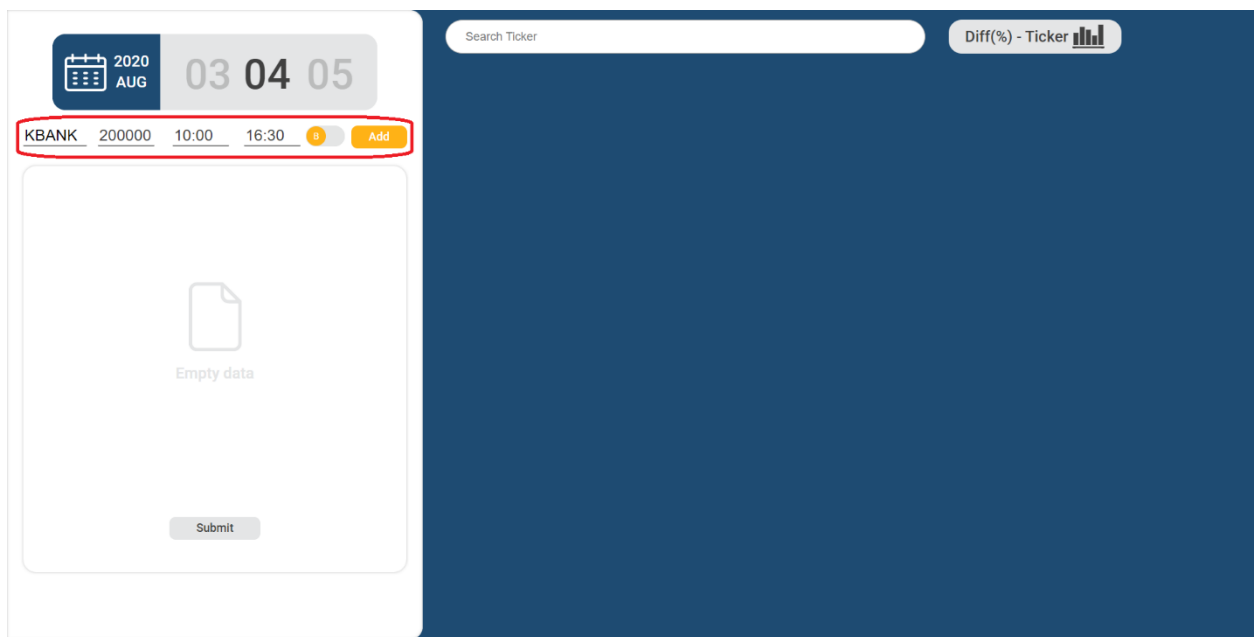


รูปที่ 16 : แสดงวิธีการเลือกวันที่ที่ต้องการ



รูปที่ 17 : แสดงวิธีการเลือกวันที่ที่ต้องการ

- 4.3. กรอกข้อมูลของคำสั่ง ซื้อ-ขาย ที่ต้องการโดยสามารถกรอก ชื่อหุ้น, จำนวนหุ้นที่ต้องการ ซื้อ-ขาย, เวลาที่ต้องการ ซื้อ-ขาย และ เลือกที่จะซื้อหรือขาย



รูปที่ 18 : แสดงวิธีการกรอกข้อมูลคำสั่ง ซื้อ-ขาย

4.4. เมื่อกรอกคำสั่ง ซื้อ-ขาย ที่ต้องการเสร็จสิ้น หน้าเว็บไซต์จะแสดงรายการดังภาพ

2020 AUG 03 04 05

KBANK 200000 14:30 16:30 ☐ ☒ Add

Ticker	Volume	From	To		
KBANK	200,000	10:00	12:30	<input checked="" type="radio"/>	
KBANK	200,000	14:30	16:30	<input checked="" type="radio"/>	

Submit

Search Ticker

Diff(%) - Ticker

รูปที่ 19 : แสดงรายการคำสั่ง ซื้อ-ขาย

4.5. เมื่อกดปุ่ม Submit ระบบจะทำการจำลองการ ซื้อ-ขาย และส่งคำสั่ง ซื้อ-ขาย ที่ตัดสินใจกลับมาโดยจะระบุเวลา, จำนวนหุ้น, ราคา, และ ชนิดของคำสั่ง ดังภาพ

2020 AUG 03 04 05

BBL 200000 14:30 16:30 ☐ ☒ Add

Ticker	Volume	From	To		
KBANK	200,000	10:00	12:30	<input checked="" type="radio"/>	
KBANK	200,000	14:30	16:30	<input checked="" type="radio"/>	
BBL	200,000	10:00	12:30	<input checked="" type="radio"/>	
BBL	200,000	14:30	16:30	<input checked="" type="radio"/>	

Submit

Search Ticker

Diff(%) - Ticker

KBANK Buy Export

Order Volume 200,000

Number of Order 66 order

AVG 84.14 THB

Market VWAP 83.53 THB

Diff 0.73 %

Time	Volume	Price (THB)	Order type
10:06	100	83.0	MO
10:09	100	83.0	MO
10:13	100	83.0	MO
10:15	900	83.5	MO
10:16	4,700	83.5	LO
10:16	2,000	83.75	MO
10:16	17,200	83.75	MO
10:17	3,900	83.75	LO
10:17	1,300	84.0	MO
10:17	800	84.0	MO
10:18	8,200	83.5	MO
10:19	400	83.5	MO
10:20	3,000	83.5	MO
10:21	100	83.5	MO
10:21	100	83.5	MO
10:24	100	83.5	MO
10:25	1,100	83.5	MO

KBANK Sell Export

Order Volume 200,000

Number of Order 87 order

AVG 83.52 THB

Market VWAP 83.53 THB

Diff -0.01 %

Time	Volume	Price (THB)	Order type
14:36	19,000	84.5	MO
14:37	100	84.5	MO
14:38	500	84.5	MO
14:39	4,500	84.0	MO
14:39	500	84.25	MO
14:40	1,500	84.0	MO
14:40	1,600	84.25	MO
14:41	400	84.0	MO
14:41	13,600	84.25	MO
14:42	200	84.25	MO
14:44	2,000	83.75	MO
14:46	6,200	84.0	MO
14:49	100	83.75	MO
14:50	300	83.75	MO
14:52	1,000	83.75	MO
14:55	1,600	83.5	MO
14:56	100	83.5	MO

BBL Buy Export

Order Volume 200,000

Number of Order 87 order

AVG 83.52 THB

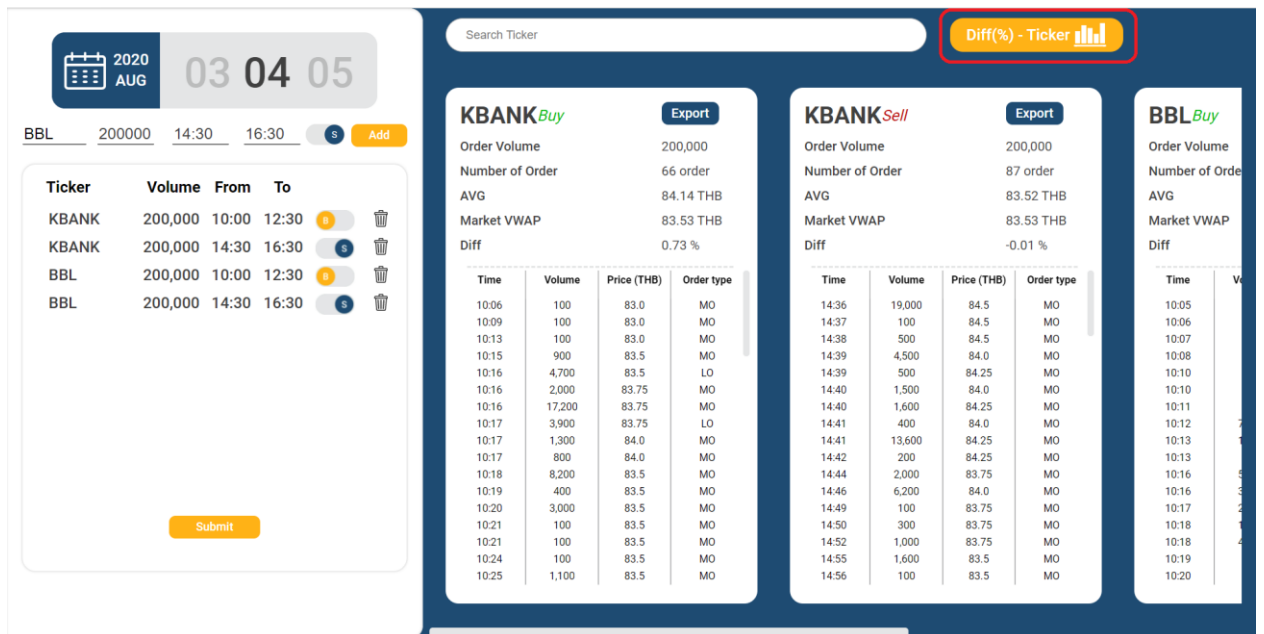
Market VWAP 83.53 THB

Diff -0.01 %

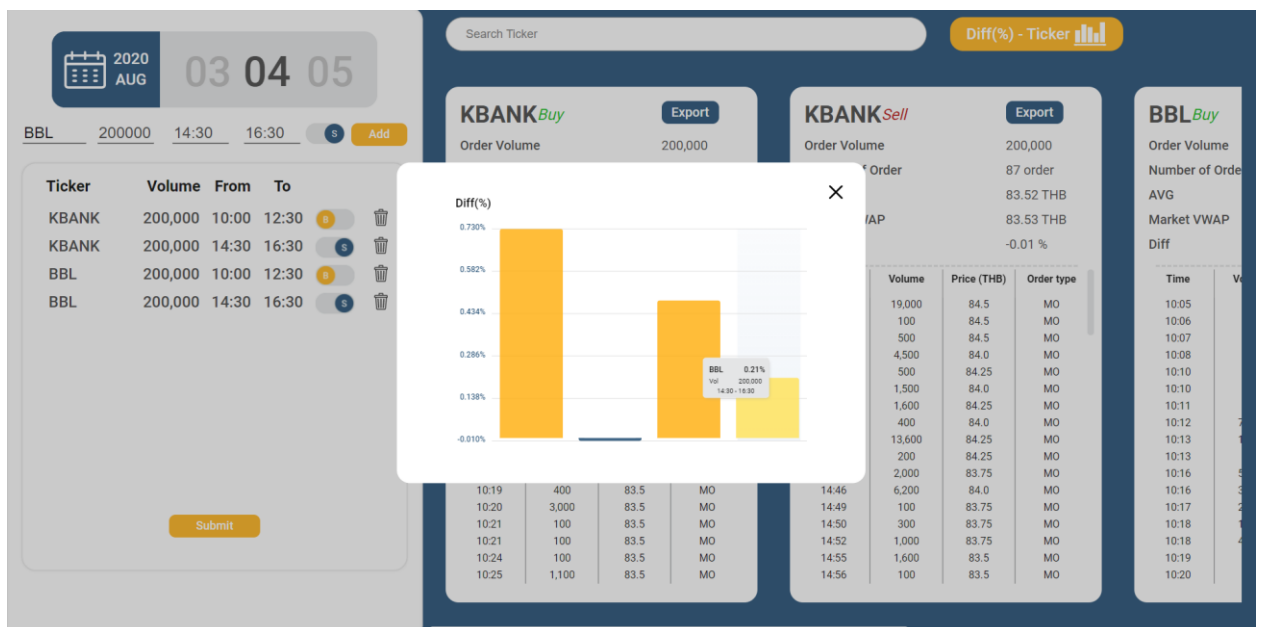
Time	Volume	Price (THB)	Order type
10:06	100	83.0	MO
10:09	100	83.0	MO
10:13	100	83.0	MO
10:15	900	83.5	MO
10:16	4,700	83.5	LO
10:16	2,000	83.75	MO
10:16	17,200	83.75	MO
10:17	3,900	83.75	LO
10:17	1,300	84.0	MO
10:17	800	84.0	MO
10:18	8,200	83.5	MO
10:19	400	83.5	MO
10:20	3,000	83.5	MO
10:21	100	83.5	MO
10:21	100	83.5	MO
10:24	100	83.5	MO
10:25	1,100	83.5	MO

รูปที่ 20 : แสดงผลการ ซื้อ-ขาย ของแต่ละรายการ

4.6. สามารถดูผลส่วนต่าง VWAP ของระบบเมื่อเทียบกับตลาดในรูปแบบกราฟแท่งได้เมื่อกดปุ่มดังภาพ



รูปที่ 21 : วิธีการแสดงผลส่วนต่าง VWAP ของระบบเมื่อเทียบกับตลาดในรูปแบบกราฟแท่ง



รูปที่ 22 : ส่วนต่าง VWAP ของระบบเมื่อเทียบกับตลาดในรูปแบบกราฟแท่ง

ข้อจำกัดของโปรแกรม หรือข้อควรระวัง

- ถ้าหากผู้ใช้งานต้องการ ซื้อ-ขาย โดยที่หุ้นตัวนั้นไม่เคยถูกสร้าง volpred หรือ SVM_df มาก่อน ขั้นตอนในการสร้างข้อมูลเหล่านี้จะใช้เวลานานพอสมควร ซึ่งทางเว็บไซต์จะไม่บอกสถานะว่ากำลังสร้าง ข้อมูลเหล่านี้อยู่ ช่องทางที่สามารถบ่งบอกได้ว่ากำลังสร้างข้อมูลอยู่มีเพียงการเข้าไปดูใน screen ของ terminal ที่สั่งใช้งาน Backend เท่านั้นดังภาพ

```
[Errno 2] No such file or directory: 'Predictor/VolPredDir/volpred_██.obj'  
load data  
load VWAP  
train SVM3
```

รูปที่ 23 : screen ของ terminal ที่สั่งใช้งาน Backend ในขณะที่โปรแกรมกำลังสร้าง volpred และ SVM_df

- ประสิทธิภาพของโปรแกรมหากนำไปใช้กับหุ้นสภาพคล่องต่ำจะแยกลง เพราะ LO ที่โปรแกรมสั่งไว้จะถูกจับคู่กับตลาดยากขึ้น
- หุ้นที่มีราคา tick size เมื่อเทียบกับราคาแล้วมีขนาดใหญ่อย่างเช่น หุ้นที่มีราคา 0.01 , 0.02 ความต่างระหว่าง LO และ MO จะมีค่าเท่ากับ 100 % ส่งผลให้ผลต่าง VWAP เมื่อเทียบกับตลาดมีค่าสูง
- หุ้นที่มีข้อมูลการซื้อขายน้อยจะส่งผลให้ความแม่นยำของ volume prediction ลดน้อยลง
- volume prediction จะมีความแม่นยำสูงเมื่อใกล้เวลาปิดทำการตลาด นั่นหมายความว่า volume prediction ในช่วงเช้าจะมีความแม่นยำน้อยกว่าในช่วงบ่าย
- การจำลองการซื้อขายไม่สามารถรวมผลของ market impact ได้ เนื่องจากการทดสอบ market impact นั้นจำเป็นต้องทดสอบด้วยการซื้อขาย real-time และใช้ข้อมูล real-time