การวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบธุรกรรมบนเครือข่ายบล็อกเชน ด้วยระเบียบวิธีอนุกรมเวลา

กรพัชรา ศรีหัวแฮ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมข้อมูลขนาดใหญ่
วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2564

Applying Time-Series Algorithms for Analysis of Transaction Patterns Data on the Blockchain

Kornpatchara Srihouhae

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Big Data Engineering,

College of Innovative Technology and Engineering,

Dhurakij Pundit University

2021

ใบรับรองงานวิทยานิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบธุรกรรมบนเครือข่ายบล็อกเชนด้วยระเบียบวิธีอนุกรมเวลา

เสนอโดย กรพัชรา ศรีหัวแฮ

สาขาวิชา วิศวกรรมข้อมูลขนาดใหญ่

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ จิตคงชื่น

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สรรพฤทธิ์ มฤคทัต)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ จิตคงชื่น)

.....กรรมการ

(ดร.ธนภัทร ฆังคะจิตร)

.....กรรมการ

(ดร.เอกสิทธิ์ พัชรวงศ์ศักดา)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 27 เดือน มี.ค. พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบธุรกรรมบนเครือข่ายบล็อกเชนด้วยระเบียบวิธีอนุกรมเวลา
ผู้เขียน	กรพัชรา ศรีหัวแฮ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ดวงใจ จิตคงชื่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมข้อมูลขนาดใหญ่
ปีการศึกษา	2563

บทคัดย่อ

ในช่วงที่ผ่านมาเทคโนโลยี บล็อกเชนและสมาร์ทคอนแทรคท์ ได้รับความสนใจจากทุกองค์กรไม่น้อยไปกว่า เทคโนโลยีใหม่อื่นๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบการเติบโต ขององค์กร ที่พยายามจะประยุกต์และนำบล็อกเชนและสมาร์ทคอนแทรคท์ เข้ามาใช้ในองค์กร จะเห็นชัดเจนว่าต่ำกว่าการเติบโตขององค์กรที่พยายามจะประยุกต์ และนำเทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีข้อมูลขนาดใหญ่เข้ามาใช้ในองค์กรอย่างชัดเจน ปัญหาหนึ่งที่ ทำให้อัตราการเติบโตของบล็อกเชนและสมาร์ทคอนแทรคท์ในองค์กรต่ำกว่าที่ควร อาจจะ เกิดจากความซับซ้อนอย่างมากของเทคโนโลยี ซึ่งทำให้องค์ความรู้ของหน่วยงานในองค์กร ทั้ง ภายในและภายนอกยังไม่เพียงพอที่จะสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีได้อย่างมั่นใจ งานวิจัยชิ้นนี้มุ่งที่จะเสริมเพิ่มเติมองค์ความรู้ในเทคโนโลยีด้านบล็อกเชนและสมาร์ทคอนแทรคท์ โดยมุ่งทำการวิเคราะห์บล็อกเชนแพลตฟอร์ม ที่เหมาะสมโดยวิเคราะห์ความเร็ว (Throughput) ในการแสดงผลของแต่ละแพลตฟอร์ม ด้วยเครื่องมือทดสอบประสิทธิภาพ (Load test) ที่ชื่อว่า Apache JMeter ผลของงานวิจัยแสดงให้ทราบว่าควรจะเลือกแพลตฟอร์มที่เป็นการให้บริการแบบ API เพราะสามารถทำงานได้ดีภายใต้ทรัพยากรที่จำกัดของบริษัทหรือองค์กรขนาดเล็ก ไปจน ถึงระดับกลาง งานวิจัยชิ้นนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับองค์กรที่จะสามารถนำไปประยุกต์ ใช้ทดสอบ และปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆให้เหมาะสมกับสภาพขององค์กร นอกจากนั้น งานวิจัยชิ้นนี้ ยังเป็นฐาน เพื่อที่จะให้สามารถทำการวิจัยเพิ่ม เพื่อหาแนวทางในการ ที่จะ พัฒนาศักยภาพ ในการบริการของกลุ่มงานลูกค้าสัมพันธ์ด้วยการเพิ่มความสามารถทางด้าน เทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์ เข้ามาทำงานร่วมกับบล็อกเชนแพลตฟอร์ม

Thesis Title	Applying Time-Series Algorithms for Analysis of Transaction Patterns Data on the Blockchain
Author	Kornpatchara Srihouhae
Thesis Advisor	Asst. Prof. Duangjai Jitkongchuen, Ph.D.
Department	Big Data Engineering
Academic Year	2020

ABSTRACT

In recent years, smart contract on the blockchain has become one of the leading attraction technologies for many organizations. However, there is a significant gap when comparing smart contract platform adoption rates to others, such as big data and AI technologies. Besides finding a killer application to realize Blockchain/smart contracts potential fully, the lagged in adoption could be the complexity of blockchain consensus and chain structure where many organizations and companies do not have adequately skilled personnel to handle the complexity of deploying and managing the technology. One fundamental skill that this personnel need is how best to select a blockchain/smart contract platform. This research aims to provide an essential but necessary smart contract platform testing and presenting selection guidelines and criteria for choosing the platform. Given several possible measures, in which the famous test tool is Apache JMeter that manually checks the performance. After the test, this thesis suggests using the smart contract platform, which runs tasks on API, then company size between small to the medium can use the platform during limited resources. Besides, this research can apply as a fundamental step to further research in finding and improving the existing smart contract platform with Artificial intelligence.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ จิตคงชื่น อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทั้งให้กำลังใจ และติดตามสอบถามเกี่ยวกับการเรียนด้วยความห่วงใยแก่ผู้เขียนเป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้เรียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพล พงษ์เพ็ชร อาจารย์ประจำหลักสูตรการวิเคราะห์ธุรกิจ และวิทยาการข้อมูล คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้า) ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะแนวทางการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยอย่างมีค่ายิ่ง

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมข้อมูลขนาดใหญ่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้เขียน

ขอขอบพระคุณ ครอบครัวของผู้เขียน ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในด้านการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ ช่วยเหลือ และเป็นที่ปรึกษาในด้านการเรียนด้วยดีมาโดยตลอด และขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้ระบุนามในที่นี้ ที่กรุณาช่วยเหลือแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด

กรพัชรา ศรีหัวแฮ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง

กิตติกรรมประกาศ..... จ

สารบัญภาพ..... ซ

บทที่

1. บทนำ..... 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย. 2

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย..... 3

2.1.1 เทคโนโลยีบล็อกเชน..... 3

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

2.2.1 The blockchain as a Software connector..... 5

2.2.2 Untangling Blockchain: A data processing view of blockchain Systems..... 6

2.2.3 An Overview of Smart Contract and Use Cases in Blockchain Technology..... 7

2.2.4 Blockchain-Enabled Smart Contracts: Architecture, Application, and Future Trends..... 12

2.2.5 Smart Contracts Integration between Blockchain and Internet of Things: Opportunities and Challenges..... 14

2.2.6 Process of Complex Group Decision-making and its Structural Model of Interactions..... 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.7 The Forecast on the Customers of the Member Point Platform Built on the Blockchain Technology by ARIMA and LSTM..... 16
2.2.8 Comparison of SARIMAX, SARIMA, modified SARIMA and ANN-based models for short-term PV generation forecasting..... 17
3 ขั้นตอนการวิจัย..... 19
3.1 วิธีติดตั้ง..... 20
3.1.1 วิธีการติดตั้งบล็อกเชน..... 20
3.1.2 การคัดเลือกแพลตฟอร์ม..... 21
3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโมเดล..... 23
3.2.1 ขั้นตอนออกแบบโครงสร้างในการเก็บข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลออนไลน์กับบล็อกเชน..... 23
3.2.2 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลจากเครือข่าย APIs ของ Stellar..... 25
3.2.3 ขั้นตอนการหาตัวแปรที่เป็นปัจจัย (Feature) ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปพัฒนาโมเดล..... 28
3.3 ขั้นตอนการวัดผล..... 28
3.3.1 การคัดเลือกแพลตฟอร์มด้วย Apache Jmeter..... 28
3.3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกับบล็อกเชนแพลตฟอร์ม. 30
4. ผลการศึกษา..... 33
4.1 การสร้างโมเดลในการคาดการณ์ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทำธุรกรรมบนบล็อกเชตแพลตฟอร์มให้กับลูกค้า..... 33
4.2 ผลของการเปรียบเทียบโมเดล..... 34
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 37
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 37
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 37

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม..... 39

ประวัติผู้เขียน..... 42

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 การทำงานของบล็อกเชน..... 5

2.2 การทำงานของบล็อกเชนร่วมกับเว็บไซต์..... 6

2.3 โครงสร้างการทำงานของบล็อกเชนเมื่อต้องการทำตรวจสอบแต่ละตัวแทน.. 7

2.4 โครงสร้างเบื้องต้นของบล็อกเชน..... 8

2.5 โครงสร้างเบื้องต้นของสมาร์ทคอนแทรค..... 8

2.6 สมาร์ทคอนแทรคบน Supply chain system..... 9

2.7 สมาร์ทคอนแทรคบน Healthcare System..... 10

2.8 สมาร์ทคอนแทรคบน Insurance System..... 11

2.9 ขั้นตอนต่างๆในสมาร์ทคอนแทรค..... 13

2.10 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เงินสดแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยสมาร์ทคอนแทรค..... 14

2.11 ตารางเปรียบเทียบสมาร์ทคอนแทรคแลตฟอร์ม..... 15

2.12 ลำดับขั้นตอนของการตัดสินใจ..... 16

2.13 จำลองการเพิ่มขึ้นของแต่ละบล็อกของบล็อกเชนใน 1 เดือน..... 16

2.14 ตารางเปรียบเทียบระหว่าง ARIMA และ LSTM..... 17

2.15 ตารางเปรียบเทียบระหว่าง SARIMA, SARIMAX, modified SARIMA และANN..... 18

2.16 ตารางเปรียบเทียบค่า NRMSE..... 18

3.1 ภาพรวมของงานวิจัย..... 20

3.2 หน่วยประมวลผล(CPU) ของเชนคอร์..... 21

3.3 โครงสร้าง Stellar บล็อกเชนแพลตฟอร์ม..... 22

3.4 หน่วยประมวลผล(CPU) ของสเตลล่าร์..... 23

3.5 ตารางที่เก็บประวัติของลูกค้า..... 23

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.7 ตารางที่เก็บเอกสารที่ลูกค้านำเข้าระบบ..... 24
3.8 ตารางที่เก็บประเภทของเอกสาร..... 24
3.9 โครงสร้างของเครือข่าย APIs ของ Stellar..... 25
3.10 สถิติที่มาของค่าบริการ (Fee) ใน Stellar..... 26
3.11 ตัวอย่างขั้นตอนการการเก็บข้อมูลจาก API stellar fee..... 27
3.12 การหา Feature ที่ได้มาจากธุรกรรมของบล็อกเชน..... 28
3.13 ผลทดสอบประสิทธิภาพเชนคอร์แพลตฟอร์ม..... 29
3.14 ผลทดสอบประสิทธิภาพสเตลล่าแพลตฟอร์ม..... 29
3.15 การสร้างบัญชีบนเครื่องข่ายของ Stellar โดยใช้ Stellar SDK..... 31
3.16 การทำธุรกรรมที่ในแต่ละช่วงเวลาจะเกิดค่าบริการ (Fee) ที่ไม่เท่ากัน..... 32
4.1 การหารูปแบบความไม่นิ่ง (Non-Stationary) ของข้อมูล..... 33
4.2 การหาความสัมพันธ์เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกอัลกอริทึ่มทาง
ปัญญาประดิษฐ์..... 34
4.3 ตัวอย่างค่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ SARIMAX ในการพยากรณ์..... 35
4.4 ตัวอย่างค่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ ARIMA ในการพยากรณ์..... 35
4.5 ผลลัพธ์ของโมเดล..... 36
5.1 รูปแบบในการสื่อสารบนโปรแกรมประยุกต์และบล็อกเชนแพลตฟอร์ม..... 38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การเชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ตมีบทบาทในชีวิตประจำวันของบุคคลทั่วโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยความสะดวกสบายทำให้เกิดการทำธุรกรรมผ่านเครือข่ายได้มากขึ้น หลัก สำคัญในการทำธุรกรรมเหล่านี้คือความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัว ซึ่งในการทำธุรกรรม เป็นการทำผ่านผู้ให้บริการที่เป็นลักษณะ แพล็ตฟอร์ม (Platform as a Service PaaS) โครงสร้าง (Infrastructure as a Service IaaS) ที่มีบริการอยู่บนคลาวนด์ (Cloud) โดยมีคุณลักษณะเด่น คือสามารถปรับลดปริมาณการใช้งาน ขนาด จำนวนเครื่องได้ตลอดเวลา จากคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้มีกลุ่มอุตสาหกรรมทั้งภาครัฐและเอกชนได้นำมาใช้ในการทำงานด้านการเปลี่ยนแปลงองค์กรไปสู่ดิจิตอล (Digital transformation) เมื่อกล่าวถึงรูปแบบการทำงานบนดิจิตอลเทคโนโลยี ที่เป็นหนึ่งในหัวข้อหลักของการทำงานแบบดิจิตอล ที่มีความสามารถด้านการรักษาความปลอดภัย และความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานก็คือ บล็อกเชน (Blockchain)

เทคโนโลยีบล็อกเชนจะมีลูกข่าย (Node) ทำหน้าที่เป็นตัวแทน กระจายอยู่ในเครือข่าย ซึ่งในแต่ละตัวแทนจะมีนโยบายเกี่ยวกับฉันทามติ (Consensus) ไว้เพื่อตรวจสอบธุรกรรม ที่ถูกเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึ่มในลักษณะแฮช (Hash) หลังจากที่ธุรกรรม ผ่านการตรวจสอบแล้ว จะถูกจัดเก็บลงในบล็อก เมื่อจัดเก็บลงไปแล้วจะไม่สามารถทำการปลอมแปลง (Tampering) หรือแก้ไขใดๆได้อีก ทำให้ธุรกรรมได้รับความเชื่อถือว่าจะคงความถูกต้องไว้ได้ถาวร ด้วยควาบซับซ้อนของกลไกเหล่านี้ทำให้ความรู้ที่จะจัดการหรือประยุกต์ใช้บล็อกเชนยังอยู่ใน วงแคบ อีกทั้งปริมาณที่รองรับยังถือว่าเป็นข้อจำกัด เพราะสามารถรองรับได้เพียงวินาทีละ 3-20 ธุรกรรม ซึ่งกล่าวได้ว่าน้อยมากเมื่อเทียบกับอัตราการเติบโตของธุรกรรมบนเครือข่ายอินเตอร์เนต จึงทำให้ในงานวิจัยนี้ต้องการที่จะศึกษาถึงโครงสร้างของบล็อกเชน โดยมุ่งเน้นไปที่ บล็อกเชนแบบส่วนตัว (Private Blockchain) ที่สามารถทำงานได้บนทรัพยากรแบบจำกัด และค้นหาแนวทางที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานระหว่างตัวแทนของบล็อกเชนด้วยการนำ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ามาปรับใช้ร่วมกับอัลกอริทึ่มของบล็อกเชน โดยตัวแทนสามารถ นำผลที่ได้จากโมเดลนี้ไปช่วยในการ

ตัดสินใจเลือกตัวแทนที่มีความพร้อมที่สุดขึ้นมาทำงานก่อน ได้ ซึ่งคาดว่าเมื่อตัวแทนทำงานผ่านโมเดลของงานวิจัยนี้แล้ว จะสามารถรองรับธุรกรรมได้เพิ่มขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาโครงสร้างการทำงานของเทคโนโลยีบล็อกเชน
2. ศึกษารูปแบบของธุรกรรมที่เกิดขึ้นในสมาร์ทคอนแทรคของบล็อกเชน
3. ศึกษาถึงแนวทางในจัดกลุ่มธุรกรรมของสมาร์ทคอนแทรคด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในลักษณะของเวลา
4. สามารถพยากรณ์ค่าบริการของธุรกรรมในแต่ละครั้งได้ เพื่อแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้ทราบถึงช่วงราคาที่เหมาะสม ณ ขณะนั้น

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาโครงสร้างการทำงานของเทคโนโลยีบล็อกเชน
2. ศึกษาวิเคราะห์และเปรียบเทียบหาอัลกอริทึมที่จะสามารถนำมาทำงานร่วมกับบล็อกเชน
3. สามารถอธิบายรูปแบบของธุรกรรมที่เกิดขึ้นในสมาร์ทคอนแทรคได้ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลในลักษณะของเวลา

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1.1 เทคโนโลยีบล็อกเชน

บล็อกเชน (Blockchain) เป็นสถาปัตยกรรมในการจัดการธุรกรรม (Ledger) ที่อยู่ บนเครือข่ายแบบกระจายศูนย์ (Distributed network) โดยมีการใช้งานฉันทามติ (Consensus) เป็นเครื่องมือในการพิสูจน์ (Proof of work) ความน่าเชื่อถือ (Trust) ของธุรกรรมที่มีการเข้ารหัส (Hash algorithm) ก่อนจัดเก็บลงในบล็อก (Block) ซึ่งเมื่อจัดเก็บบล็อกในโซ่ (Chain) แล้วจะ ไม่สามารถลบทิ้งได้ โดยแบ่งการทำงานของธุรกรรมได้ดังนี้

2.1.1.1 ข้อตกลงร่วมกัน (Consensus protocol) เป็นการกำหนดรูปแบบ ในการสื่อสารกันโดยตรง (Peer-to-peer) ของแต่ละโหลด ตัวอย่างเช่น พรูฟออฟเวิร์ค (Proof-of-work: PoW) , พรูฟออฟสเตค (Proof-of-stake: PoS) เป็นต้น

2.1.1.2 ธุรกรรมแบบกระจาย (Distributed ledger) เป็นการลักษณะการสำรองการจัดเก็บธุรกรรม ที่ผ่านการอนุญาตแล้ว ซึ่งหลักการคือ ธุรกรรมนี้จะต้องได้รับการอนุญาตจากผู้เข้าร่วมทั้งหมด จากนั้นจึงทำการตรวจสอบและยืนยันการผ่านเงื่อนไขของธุรกรรมนั้น

2.1.1.3 การเข้ารหัสห่วงโซ่ (Hash chain) เป็นโครงสร้างของข้อมูล ของธุรกรรม แบบกระจาย (Distributed ledger) ซึ่งประกอบด้วยค่าของการเข้ารหัสของบล็อกก่อนหน้า (Previous block) เพื่อให้บล็อกต่อไป (Next block) สามารถอ้างถึงได้ในลักษณะแทมเปอร์พรู้ฟ (Tamper-proof)

รูปแบบการเข้าถึงธุรกรรมบนบล็อกเชน (Permission Blockchain) แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบด้วยกัน คือ บล็อกเชนสาธารณะ (Public Blockchain), บล็อกเชนส่วนบุคคล (Private Blockchain) และบล็อกเชนสมาคม (Consortium Blockchain) แต่ละรูปแบบจะเหมาะสม กับการใช้งานที่แตกต่างกัน

บล็อกเชนสาธารณะ (Public Blockchain) เป็นบล็อกเชนที่มีการอนุญาต ให้ทุกคนสามารถที่จะร่วมบันทึกข้อมูลประวัติของการทำธุรกรรมดิจิทัลลงไปได้ โดยมีการกำหนดข้อตกลง (Consensus) ที่เห็นพ้องร่วมกันเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันในเรื่องกฎและเครื่องมือที่ใช้ใน

เครือข่าย เช่น พรูฟ-ออฟ-เวิร์ค (Proof of work), พรูฟ-ออฟ-สเตค (Proof of stake) เป็นต้น ผู้เข้าร่วมในบล็อกเชน ประเภทนี้จะมีการจัดเก็บสำเนาบัญชีประวัติของการทำธุรกรรม (Ledger) ทั้งหมดเอาไว้ด้วย จะเห็นได้ว่าในบล็อกเชนสาธารณะ จะไม่มีคนใดคนหนึ่งเป็นเจ้าของบัญชี ประวัติของการทำธุรกรรมเลย ทำให้เหมาะกับการใช้งานแบบที่ต้องการ การป้องกัน การถูกเซ็นเซอร์ ตัวอย่างธุรกรรมที่ใช้งานบล็อกเชนสาธารณะ เช่น บิทคอยน์ (Bitcoin) เป็นต้น

บล็อกเชนสมาคม (Consortium Blockchain) เป็นบล็อกเชน ที่รวมแนวคิด ของ บล็อกเชนสาธารณะและบล็อกเชนส่วนบุคคลเข้าด้วยกัน กล่าวคือองค์กรต่างๆ ที่มีลักษณะธุรกิจเหมือนกันและต้องการรับส่งแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ต้องร่วมกันกำหนด กฎเกณฑ์ ในการเข้าถึงข้อมูลธุรกรรม และหากผู้เข้าร่วมเครือข่ายต้องการเข้าถึงข้อมูล จะต้องได้รับการอนุญาต จากตัวแทนของเครือข่ายเสียก่อนจึงจะมีสิทธิเข้าถึงการใช้งานร่วมกันได้ ยกตัวอย่างเช่น ธนาคาร 10 แห่งตกลงกำหนดกฎเกณฑ์การใช้งานในเครือข่ายร่วมกันว่าการอนุมัติรายการธุรกรรมต่างๆ ต้องผ่านการอนุมัติอย่างต่ำ 7 ธนาคาร จึงจะถือว่ามีผลยอมรับและให้ใช้งานในเครือข่ายได้

บล็อกเชนไพรเวต (Private Blockchain(BC)) หรือ สมาร์ทคอนแทรคท์(Smart Contract(SC)) จะตรงกันข้ามกับพับบลิค คือจะมีการจำกัดให้ผู้ที่ถือโทเคน (Token) เท่านั้นที่มีสิทธิ์เข้าร่วมเครือข่าย และสามารถพัฒนาตรรกะที่ซับซ้อนให้เหมาะสมกับงานในแต่ละประเภทได้

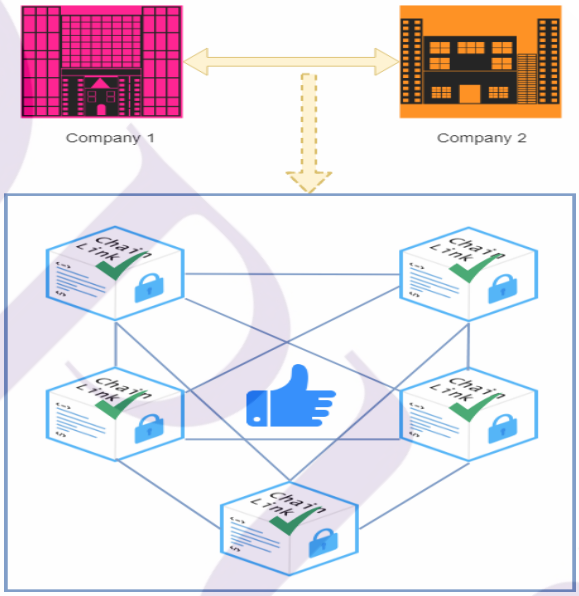
ดังที่กล่าวมาแล้ว ถือว่าบล็อกเชนมีการแบ่งประเภทออกเป็นเพียง 2 ประเภทคือ พับบลิคและไพรเวต เพราะคอนซอร์เทียมที่มีการจำกัดสิทธิ์ก็นับได้ว่าเป็นประเภทไพรเวต. ปัจจัยสำคัญที่แตกต่างกันของ บล็อกเชน แต่ละประเภทคือ การอนุญาต(Permission) ให้ผู้เข้าร่วมเครือข่ายเข้าถึงข้อมูลของธุรกรรม (Transaction) ซึ่งในส่วนของพับบลิค ไม่มีการจำกัดการเข้าถึงไม่ว่าใครก็ตามสามารถเข้ามาร่วมใช้งานได้เลย แต่บล็อกเชนสมาคม (Consortium Blockchain) และบล็อกเชนไพรเวต Private Blockchain) จะอนุญาตให้เฉพาะผู้ที่ถือ Token ที่ตนเองออกให้เข้าใช้งานได้เท่านั้น

ข้อมูลของธุรกรรม (Transaction) คือการส่งข้อความหรือ ชุดคำสั่งของเจ้าของ ออกไปให้ผู้รับ เพื่อให้ผู้ที่ได้รับทำตามวัตถุประสงค์ของผู้ส่ง หรือใช้เพื่อแจ้งให้ทราบลักษณะของ ธุรกรรมมีการดำเนินงานเหมือนกับธุรกรรมที่จัดเก็บในฐานข้อมูลประเภทอื่นแต่ต้องมีการพิสูจน์ ความถูกต้องของการยืนยันความเป็นเจ้าของข้อมูลและลายเซ็นแบบดิจิตอลจึงทำให้การจัดเก็บ ธุรกรรมของบล็อกเชนมีความล่าช้ากว่าประเภทอื่น

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

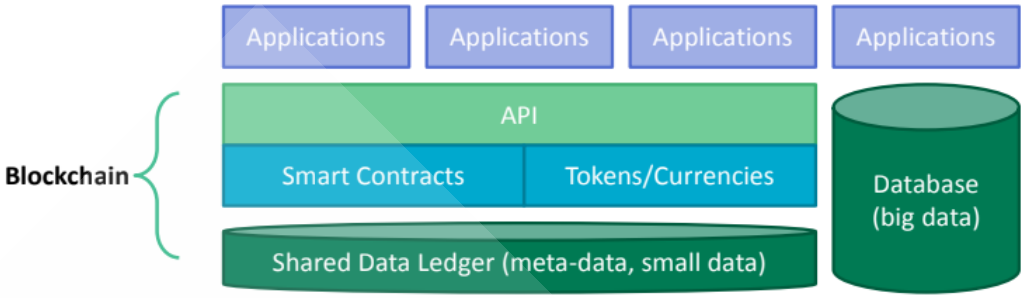
2.2.1 The blockchain as a Software connector

เทคโนโลยีบล็อกเชนเป็นการทำงานแบบไม่มีศูนย์กลาง (Decentralized) โดยจะมี ลูกข่าย (Node) ทำงานเป็นตัวแทนเพื่อรับคำสั่งในการตรวจสอบธุรกรรม เมื่อตัวแทนใดรับคำสั่ง แล้วจะส่งไปบอกตัวแทนอื่นๆให้มีการพิจารณาธุรกรรมร่วมกัน จนกระทั่งผ่านฉันทามติ (Consensus) แล้วจึงจะทำการจัดเก็บลงในบล็อกได้ ดังรูปที่ 2.1 จึงทำให้การประมวล ผลธุรกรรมบนบล็อกเชนรองรับได้เพียง 3-20 ธุรกรรมต่อวินาทีในขณะที่ธุรกรรมอย่างวีซ่า (VISA) สามารถรองรับได้ถึง 2000 ธุรกรรมต่อวินาที



ภาพที่ 2.1 การทำงานของบล็อกเชน

ถึงแม้ว่าบล็อกเชนจะมีข้อจำกัดด้านปริมาณธุรกรรม แต่ก็ยังคงสามารถทำงานร่วมกับเว็บไซต์และแอพลิเคชั่นอื่นๆ โดยใช้การเชื่อมต่อแบบ API (Application Programming Interface) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางจัดเก็บข้อมูลของผู้ใช้เพื่อรักษาความเป็นส่วนตัวและความปลอดภัย ไม่ให้ถูกผู้ไม่หวังดีปลอมแปลงตัวตน ดังรูปภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การทำงานของบล็อกเชนร่วมกับเว็บไซต์

2.2.2 Untangling Blockchain: A data processing view of blockchain systems

จากงานวิจัยในข้อ 2.2.1 ทำให้สังเกตได้ว่า โครงสร้างทางธุรกรรมของบล็อกเชนมีลักษณะเดียวกับธุรกรรมบนออนไลน์ทั่วๆไป แต่วิธีในการจัดเก็บมีความแตกต่างกัน โดยจะนำธุรกรรมที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาจัดเก็บลงในบล็อกและเรียงต่อๆกันไป และเมื่อพิจารณา ถึงข้อจำกัดทางด้านปริมาณของธุรกรรมทำให้เกิดการค้นคว้าหากรอบการการชี้วัดในการเลือกใช้ งานบล็อกเชนแพลตฟอร์มที่ชื่อว่า **BLOCKBENCH** โดยมีการพิจารณาองค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.2.2.1 Throughput คือ ปริมาณธุรกรรมที่สามารถตอบสนองกลับไปอย่างสมบูรณ์

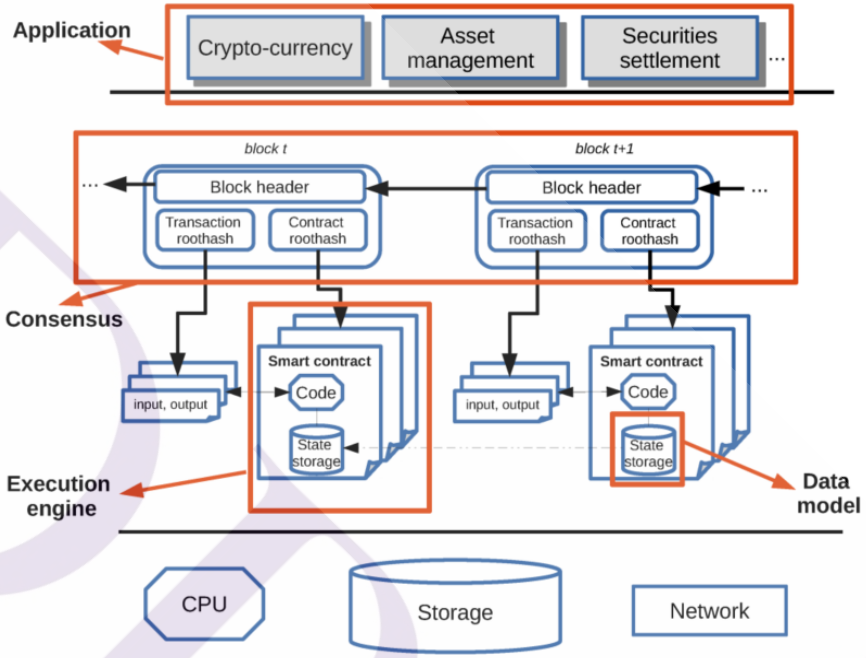
2.2.2.2 Latency คือ ความหน่วงของช่วงเวลาระหว่างธุรกรรม ที่กำลังประมวลผล กับธุรกรรมที่กำลังรอการตอบรับ จากตัวแทน

2.2.2.3 Scalability คือ ความสามารถในการขยายตัวแทนให้รองรับกับ ปริมาณของธุรกรรมที่ร้องขอเข้ามาเมื่อตรวจจับได้ว่า Throughput มีปริมาณน้อยลง และ Latency มีระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

2.2.2.4 Fault tolerance คือ การคงสภาพให้ตัวแทนสามารถทำงานได้ แม้ว่าบางตัวแทนจะล้มเหลวไป

2.2.2.5 Security metrics เป็นการคงสภาพของขั้นตอนฉันทามติให้ยังคงทำงานได้ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดช่องโหว่ใดๆ

ทั้งนี้จากคุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำไปพัฒนากับบล็อกเชน 1.0 ได้เพียง อย่างเดียว เพราะในบล็อกเชน 2.0 มีความซับซ้อนของการแปลภาษาของคำสั่ง ที่ส่งเข้ามาตามโครงสร้าง ในรูปที่ 2.3



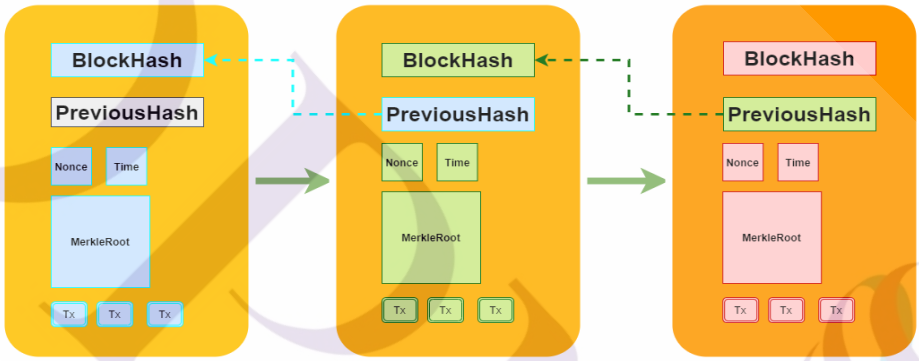
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างการทำงานของบล็อกเชนเมื่อต้องการทำตรวจสอบแต่ละตัวแทน

2.2.3 An Overview of Smart Contract and Use Cases in Blockchain Technology

เมื่อศึกษาถึงคุณประโยชน์ของบล็อกเชนที่มีทั้ง การทำงานในรูปแบบกระจายศูนย์ (Decentralized) การสื่อ สารแบบทางตรงของธุรกรรม (Peer to peer transaction) กระบวนการจัดเก็บแบบกระจายโดยผ่านมาตรฐานอย่างฉันทามติ (Consensus) และ การรักษาความเป็นส่วนตัว (Annomity properties) แต่การนำมาประยุกต์ใช้ยังคงต้องพิจารณาถึงค่าใช้จ่าย ทำให้ต้องมีการ เลือกใช้ส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีอย่างสมาร์ทคอนแทรคท์ ที่สามารถเขียนโปรแกรมทาง คอมพิวเตอร์มาจัดการกำหนดรูปแบบในการสื่อสารภายในและภายนอกเครือข่าย และยังสามารถจำกัดงบประมาณที่เหมาะสมกับองค์กรหรือกลุ่มธุรกิจ ธุรกรรม (Digital Ledger) ที่กล่าวถึงมีโครงสร้างการจัดเก็บตามรูปภาพที่ 2.6 ดังที่ได้กล่าวถึงในงานวิจัยข้างต้นว่าเมื่อทำการจัดเก็บ ธุรกรรมลงในบล็อกแล้วจะไม่มีผู้ใดสามารถเปลี่ยนแปลงหรือลบได้ เมื่ออยู่ในรูปแบบของ สมาร์ทคอนแทรคก็จะ

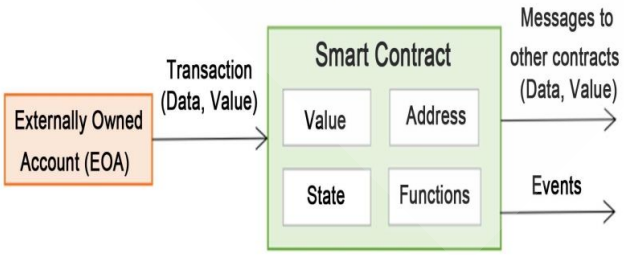
ไม่สามารถลบได้เช่นเดียวกัน สมาร์ทคอนแทรค ประกอบไปด้วย คุณค่า (Value), ที่อยู่(Address), ลักษณะการทำงาน(Function) และสถานะ(State) ดังรูปภาพที่ 2.4 ภาษาทางคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้พัฒนามีได้หลายภาษา ในงานวิจัยนี้กล่าวถึง Solidity ที่มีคุณลักษณะสำคัญๆดังนี้

1. เป็นภาษาที่เมื่อพัฒนาเสร็จแล้ว สามารถนำไปติดตั้งบนบล็อกเชนแพลตฟอร์มได้
2. เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมประยุกต์ที่นำไปใช้งานได้จริง
3. เป็นการทำงานตามเหตุการณ์ที่โปรแกรมสั่งให้ทำ (Event Driven Program)
4. สามารถทำงานร่วมกับตัวแทนใดๆก็ได้โดยที่ไม่ต้องมีการเฝ้าระวัง (No Need Monitor)
5. เป็นการทำงานแบบกระจาย



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างเบื้องต้นของบล็อกเชน

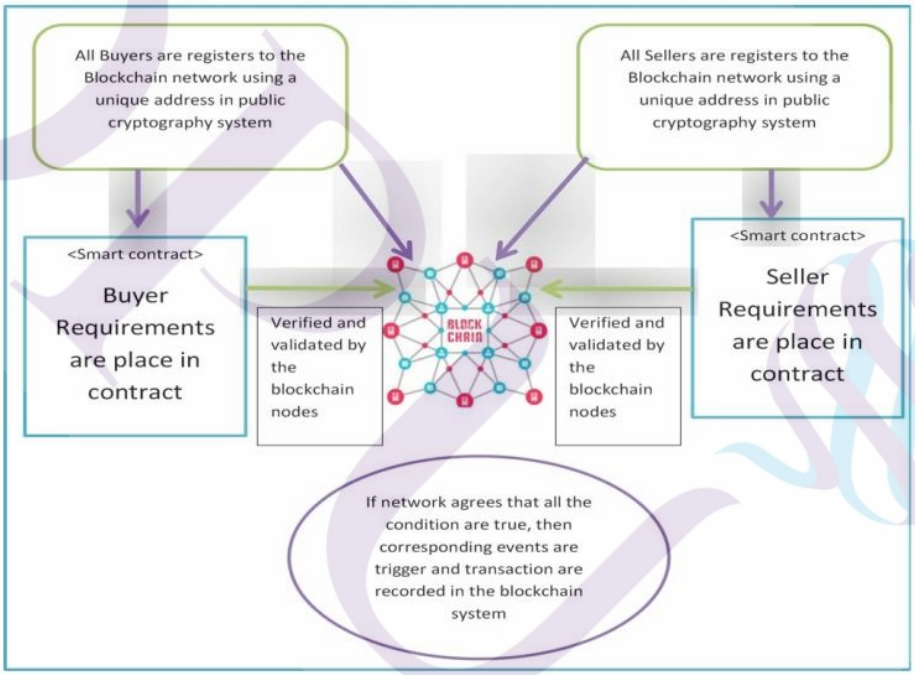
ตัวอย่างแพลตฟอร์มที่ใช้ภาษา Solidity คือ Etherium, ErisDB, Zeppelin, และ Counterparty



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างเบื้องต้นของสมาร์ทคอนแทรค [3]

ในภาคอุตสาหกรรมมีการนำสมาร์ทคอนแทรคไปประยุกต์ใช้ในงานที่หลากหลายขอ จำแนกออกเป็น 7 กลุ่มงานดังนี้

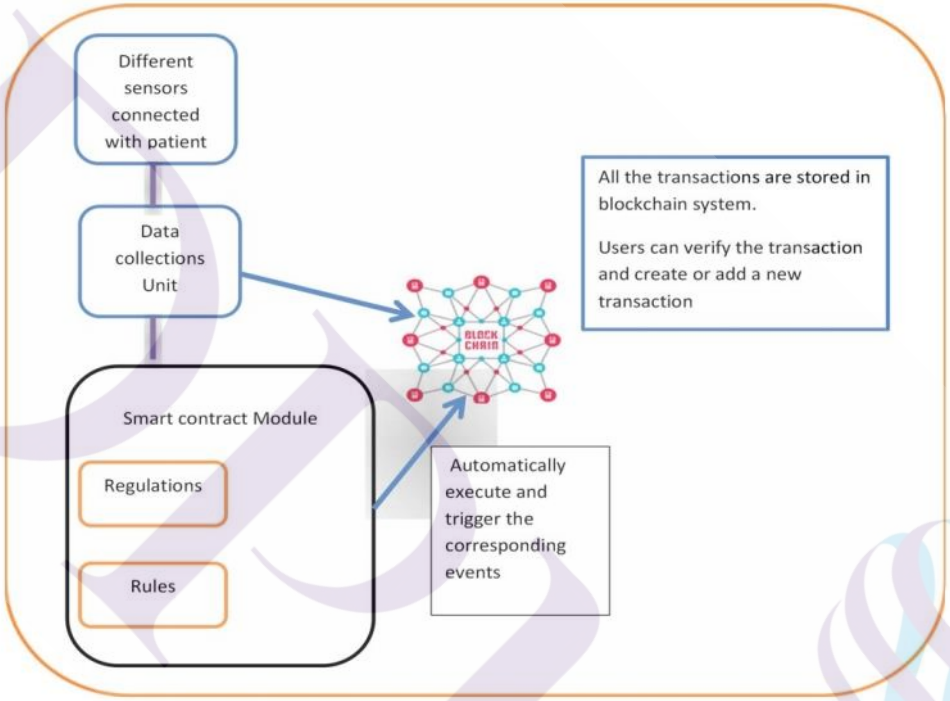
1. Supply Chain ธุรกรรมที่เกิดขึ้นในกลุ่มนี้ต้องมีความน่าเชื่อถือ โปร่งใส และสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร (Food processing System), ภาคการขนส่ง (Transport Sector) และการส่งสินค้า (Shipment System) ดังรูปภาพที่ 2.6 ลักษณะการทำงานของกลุ่มอุตสาหกรรมนี้คือ เมื่อมีคำร้องของการซื้อขายเกิดขึ้นสมาร์ทคอนแทรคจะทำการประมวลผลโดย ต้องผ่านขั้นตอนของการตรวจสอบต้นทางและปลายทางที่ต้องการบนเครื่องลูกข่ายของบล็อกเชนและเมื่อทุกลูกข่ายเห็นชอบหมดแล้วจะทำการจัดเก็บลง บนบล็อก แล้วดำเนินการนำส่งสินค้าต่อไป



ภาพที่ 2.6 สมาร์ทคอนแทรคบน Supply chain system [3]

2. Internet of Things ปัจจุบันกลุ่มอุปกรณ์อย่าง Smart home, Smart city, Smart transportation และ Smart monitoring ถ้ามีการนำสมาร์ทคอนแทรค์มาเชื่อมต่อจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้กับอุปกรณ์ และสามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่ไม่ระบุที่มาได้อย่างลื่นไหลมากขึ้น

3. Healthcare System เมื่อความเจริญทางด้านเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าขึ้น รูปแบบการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์จึงมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย เมื่อมีการนำ สมาร์ทคอนแทรค์มาใช้งานในด้านนี้ จะมุ่งเน้นไปที่การรักษาข้อมูลประวัติ ของผู้ป่วย และคงความถูกต้องน่าเชื่อถือไว้ ตามรูปภาพที่ 2.7

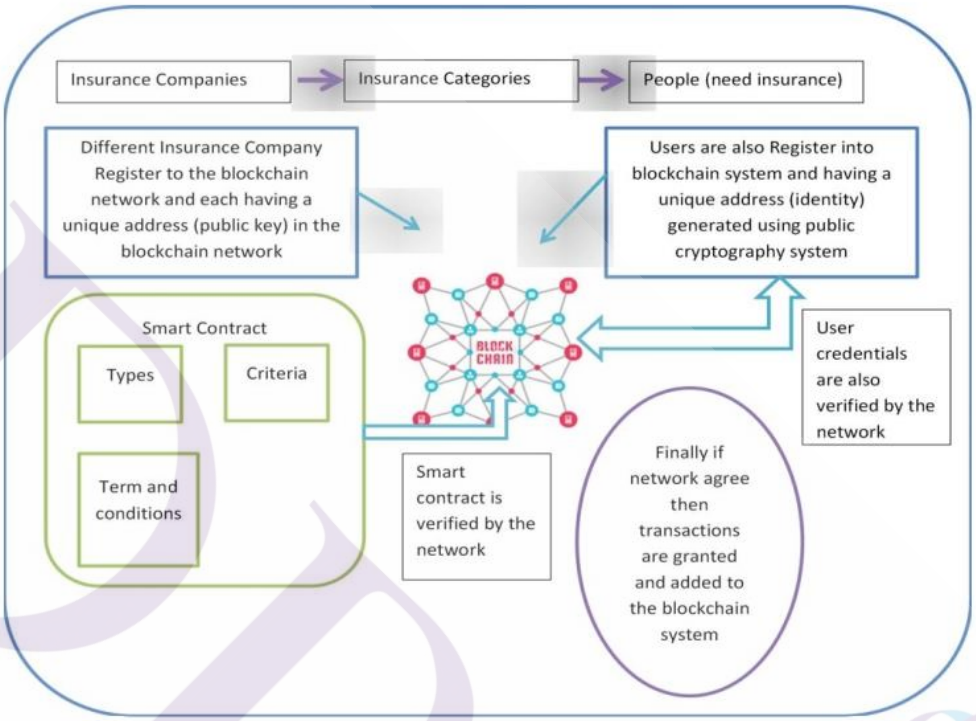


ภาพที่ 2.7 สมาร์ทคอนแทรคบน Healthcare System [3]

4. Digital Right Management ในส่วนนี้สมาร์ทคอนแทรคจะนำมาเพื่อปกป้องคุ้มครองไม่ให้มีการละเมิด ลิขสิทธิ์ของเจ้าของผลงาน เมื่อมีการซื้อขาย ผลิตภัณฑ์บนตลาดดิจิตอล

5. Insurance เมื่อกล่าวถึงการยื่นเรื่องขอเบิกสินไหมหรือค่าชดเชยในงานประกันภัย มักจะใช้เวลาในการดำเนินการที่ล่าช้าและกระบวนการในการขอคืนมีความ คลุมเครือ การนำ

สมาร์ทคอนแทรคเข้ามาใช้จะช่วยเพิ่มความโปร่งใสให้กับธุรกรรมและ สามารถดูความคืบหน้าของกระบวนการได้ตามรูปที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 สมาร์ทคอนแทรคบน Insurance System [3]

6. อุตสาหกรรมการเงิน(Financail System) ในกลุ่มงานนี้บล็อกเชนอย่างบิทคอยน์มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ในด้านสมาร์ทคอนแทรคยังคงต้องมีการศึกษาถึงข้อดีข้อเสีย ความปลอดภัย ประสิทธิภาพอีกพอสมควรเนื่องจากเป็นส่วนสำคัญของการเงินที่จะกระทบกับเศรษฐกิจ ความมั่นคงของลูกค้าโดยตรง

7. อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์(Real Estate) อุตสาหกรรมนี้ค่อนข้างจะใช้ประโยชน์จากสมาร์ทคอนแทรคได้หลากหลาย ไว้ว่าจะเป็นการเซนต์สัญญาซื้อขาย การเก็บประวัติของผู้ซื้อ รวมถึงขั้นตอนการยืนยันความถูกต้องของเอกสารประเภทต่างๆ

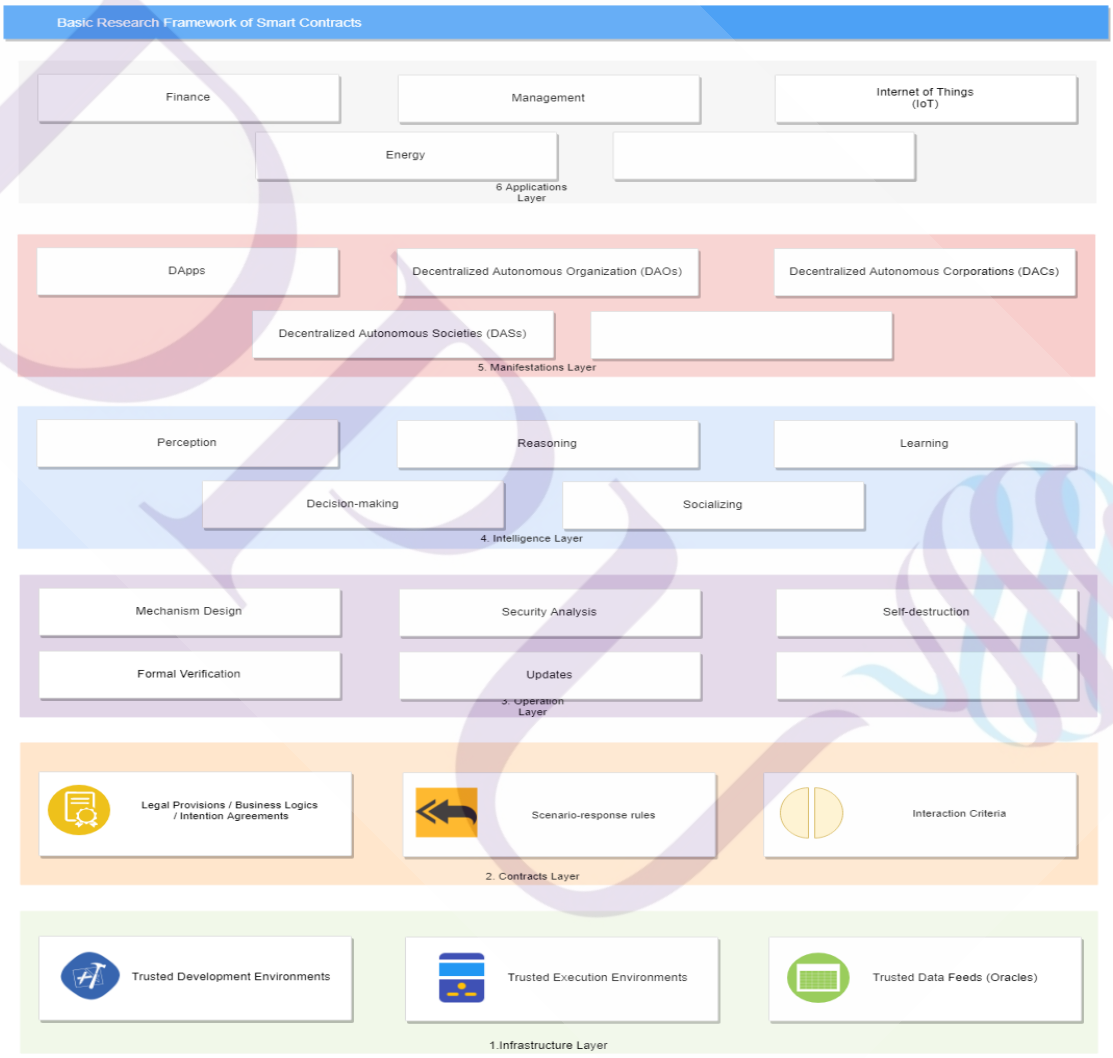
2.2.4 Blockchain-Enabled Smart Contracts: Architecture, Application, and Future Trends

บล็อกเชน 2.0 หรือ สมาร์ทคอนแทรคท์ คือเซตของสัญญาที่ระบุในรูปแบบ ดิจิตอล รวมถึงโปรโตคอลภายในที่จะใช้ในการสื่อสารและแสดงรูปแบบของสัญญา โดยผู้ให้บริการด้านสมาร์ทคอนแทรคท์ รายแรกของโลกคือ Ethereum และเมื่อมีการใช้งานไปสักระยะหนึ่งก็ประสบปัญหาโดนโจมตีทางช่องโหว่ของแพลตฟอร์มที่เรียกว่า Recursive call ในปี 2016 ทำให้ สูญเสียรายได้ไปกว่า 50 ล้านดอลล่าห์สหรัฐ จากผลกระทบดังกล่าว จึงเป็นที่มาให้มีการ ค้นคว้า การวางลำดับชั้นที่ปลอดภัยให้กับแพลตฟอร์มสมาร์ทคอนแทรค โดยแบ่งลำดับชั้นออกเป็น 6 ขั้นดังนี้

1. Infrastructure Layer จะเป็นการจัดการทางด้านโครงสร้างเพื่อเตรียมส่งต่อให้ ชั้นสัญญาทำงานได้อย่างปลอดภัย
2. Contracts Layer เป็นชั้นที่มีการเก็บเงื่อนไขของสัญญาระหว่างคู่สัญญาโดยจะต้องมีการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าถึง รวมถึงเงื่อนไขต่างๆที่ระบุไว้ในสัญญา
3. Operation layer เป็นชั้นที่จะช่วยให้กระบวนการทางสัญญาบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ
4. Intellgence layer ในชั้นนี้จะเป็นการนำอัลกอริทึ่มทางปัญญาประดิษฐ์มาช่วยการในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องลูกข่าย รวมถึงเพิ่มความสามารถในการต่อรอง แบบอัตโนมัติให้กับคู่สัญญาโดยนำอัลกอริทึ่มที่เพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกตัวแทนอย่าง Reinforcemented learning มาทำการเลือกตัวแทนจัดลำดับ ความ สำคัญตัวแทนเพื่อให้สมาร์คอนแทรคมีความฉลาดเหมาะสมกัน
5. Manifestations layer การทำงานในชั้นนี้ถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งเพราะ ต้องเกี่ยวข้อง กับการบริหารจัดการรูปแบบต่างๆของธุรกรรมรวมทั้งบุคคล ที่มีหน้าที่ในการดำเนินการด้านต่างๆ

6. Applications layer กระบวนการในชั้นนี้เป็นการนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อติดต่อกับ ภายนอกและภายในเครือข่ายซึ่งจะเห็บเป็นรูปธรรมทางด้านการดำเนินงานทาง ธุรกิจ หรือภาคธนาคารเป็นต้น

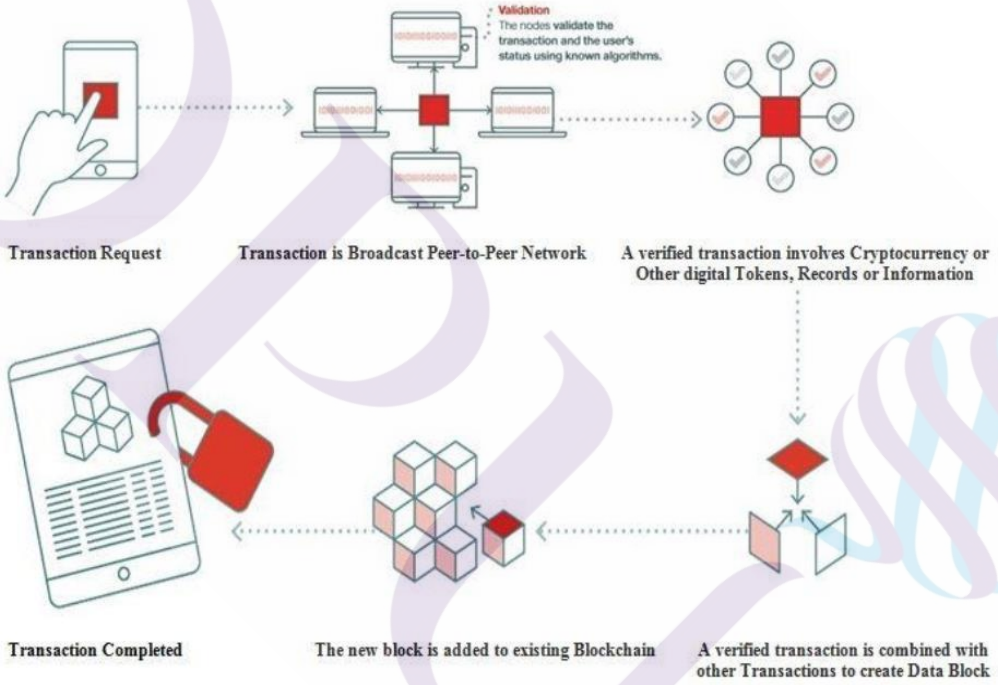
7. Applications layer กระบวนการในชั้นนี้เป็นการนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อติดต่อกับ ภายนอกและภายในเครือข่ายซึ่งจะเห็บเป็นรูปธรรมทางด้านการดำเนินงานทาง ธุรกิจ หรือภาคธนาคารเป็นต้น



ภาพที่ 2.9 ขั้นตอนต่างๆในสมาร์ทคอนแทรค

2.2.5 Smart Contracts Integration between Blockchain and Internet of Things: Opportunities and Challenges

กล่าวโดยทั่วไปแล้ว สมาร์ทคอนแทรค คือ การเขียนคำสั่งทางโปรแกรม คอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการกับธุรกรรมที่มีความซับซ้อนบนเทคโนโลยีบล็อกเชน โดยอาศัย คุณประโยชน์ทางโครงสร้างของบล็อกเชน ที่อนุญาตให้มีการสื่อสาร กับธุรกรรมที่ไม่ทราบ แหล่งที่มา และทุกตัวแทนสามารถเห็นความเคลื่อนไหวของธุรกรรมทั้งหมด ยกตัวอย่าง เช่น มีการนำสมาร์ทคอนแทรคไปพัฒนาระบบเงินสดแบบอิเล็กทรอนิกส์ ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งทำให้ การแลกเปลี่ยนสินทรัพย์มีความง่ายและถึงมือผู้รับโดยตรง



ภาพที่ 2.10 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เงินสดแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยสมาร์ทคอนแทรค [5]

ในการพัฒนาสมาร์ทคอนแทรคจะต้อง ตรวจสอบ จัดเก็บและประมวลผลบนบล็อกเชน ซึ่งปัจจุบันมีค่อนข้างหลากหลายแพลตฟอร์ม เช่น Ethereum, Bitcoin, Hyperledger Fabric, Stellar Waves และอื่นๆ ซึ่งผู้ให้บริการเหล่านี้มีคุณสมบัติของสมาร์ทคอนแทรคคล้ายๆ กันคือ

1. ธุรกรรมที่จัดเก็บแล้วจะต้องไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

2. มีกระบวนการในการอนุญาตให้จัดเก็บธุรกรรม
3. สามารถแลกเปลี่ยนธุรกรรมได้

เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติเบื้องต้นในการรองรับธุรกรรมที่มีความซับซ้อนและขนาดของบล็อก แล้วพบว่า Stellar มีความสามารถเริ่มต้นที่ 1000 ธุรกรรมต่อวินาทีและยังสามารถใช้งานได้ง่ายกว่าประเภทอื่นๆดังรูปที่ 2.11

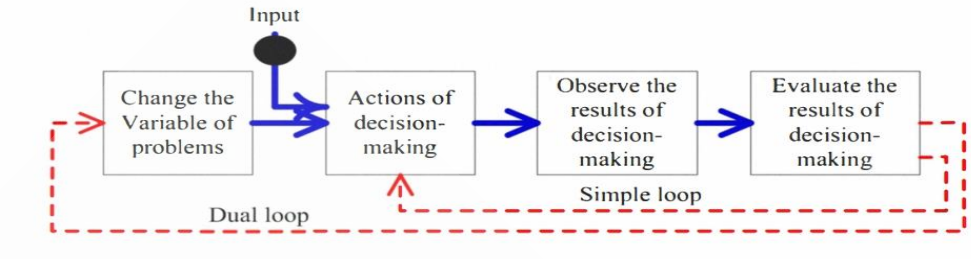
Platform	Blockchain	Smart Contract Language	Consensus Protocol	Cryptocurrency	System Complexity	Scalability
BitCoin	Public & Private	IVY for Bitcoin Language	PoW	BTC	Medium	Block size 3-7 Tx/Sec
Ethereum	Public & Private	Solidity	PoS	Ether (ETH)	High	Block size 5-20 Tx/Sec
HyperLedger Fabric	Private	Java, Node.js and Go	PBFT/SIEVE	None	High	Block size 100-3000 Tx/Sec
NEM	Public	Java and Node.js	PoI	XEM	Medium	Block size 1,000-10,000 Tx/Sec
Stellar	Public	Stellar SDK & Go	PBFT / FBA	Lumens (XLM)	High	Block size 1,000-1,500 Tx/Sec
Waves	Public	RIDE	LPoS	WAVES	Medium	Block size 100 Tx/Sec
Lisk	Public	Lisk JScript	DPoS	LSK	Medium	Block size 25Tx/Sec
NXT	Public	TC Script	PoS	NXT	Medium	Block size 5-20 Tx/Sec
Monax	Private	Monax SDK and Solidity	PoS	MultiAsset	High	-
Qtum	Public	QSCL and Solidity	PoS	QTUM	Medium	Block size 70-140Tx/Sec

ภาพที่ 2.11 ตารางเปรียบเทียบสมาร์ทคอนแทรคแพลตฟอร์ม

2.2.6 Process of Complex Group Decision-making and its Structural Model of Interactions

กระบวนการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจต้องคำนึงถึงองค์ประกอบในทุกด้าน เช่นปัจจัยที่เกิดขึ้น สภาพแวดล้อม สถานการณ์ที่เกิดขึ้น บุคคลที่ต้องตัดสินใจต้องมีทั้งประสบการณ์ วุฒิภาวะ และวิสัยทัศน์ที่มีศักยภาพ วงจรในการตัดสินใจแบ่งออกเป็น 4 ระยะ ความฉลาด (Intelligence Activity), การออกแบบ (Design Activity), ตัวเลือก (Choice Activity) และการ ทบทวน (Review Activity) รูปแบบของวงจรในการตัดสินใจ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบง่าย (Simple loop of decision-making) และแบบซับซ้อน (Dual loop of decision-making) เมื่อลำดับขั้นตอนของการตัดสินใจแล้วสามารถแบ่งขั้นตอนนออกเป็นดังนี้

1. การเปลี่ยนปัจจัยตัวแปรของปัญหา
2. เมื่อนำข้อมูลมาใส่แล้วทำการออกแบบการกระทำที่นำไปสู่การตัดสินใจ
3. สังเกตผลลัพธ์ที่ได้
4. นำผลการทดลองที่ได้ไปทดลองซ้ำใหม่ตั้งแต่ข้อ 2 ดังรูปภาพที่ 2.12

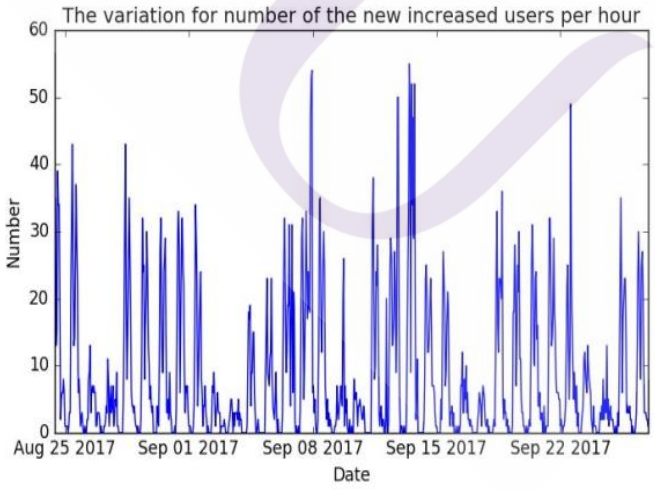


ภาพที่ 2.12 ลำดับขั้นตอนของการตัดสินใจ

2.2.7 The Forecast on the Customers of the Member Point Platform Built on the Blockchain Technology by ARIMA and LSTM

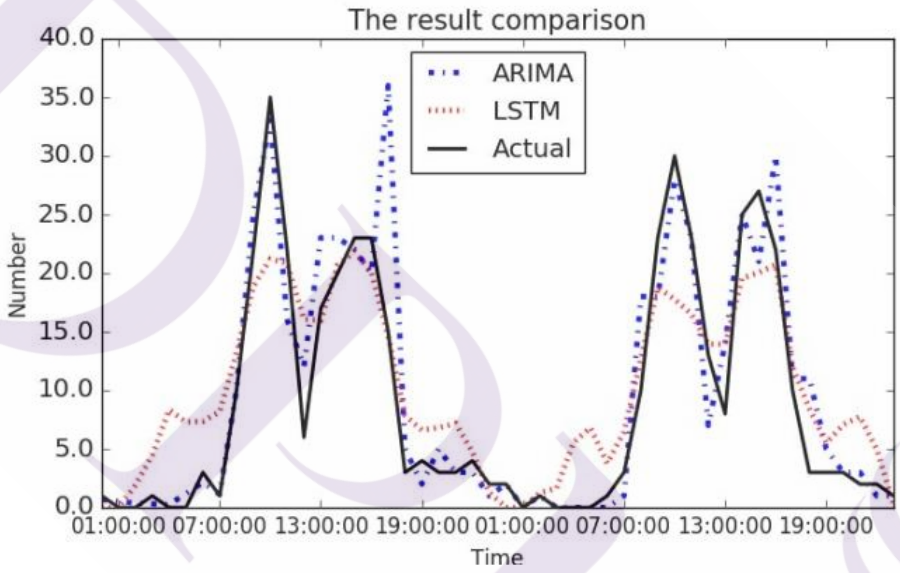
ในการรักษาข้อมูลลูกค้ามีความสำคัญกับธุรกิจเป็นอย่างยิ่ง โดยงานวิจัยนี้ได้นำ บล็อกเชนมาประยุกต์ใช้กับการเก็บข้อมูลคะแนนของลูกค้า และได้ทำการเปรียบเทียบ ข้อดี ข้อเสีย ระหว่างอัลกอริทึ่ม LSTM กับ ARIMA เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้ที่มีความต้องการที่จะนำ อัลกอริทึ่มไปเพิ่มความสามารถให้กับการวิเคราะห์พฤติกรรมของการใช้คะแนนของผู้บริโภค

การจัดเก็บข้อมูลคะแนนของลูกค้าในช่วงระยะเวลา 1 เดือน มีลักษณะตามรูปที่ 2.13 ซึ่งจะสังเกตุว่าการเพิ่มขึ้นของลูกค้าเป็นลักษณะเป็นช่วงๆ



ภาพที่ 2.13 จำลองการเพิ่มขึ้นของแต่ละบล็อกของบล็อกเชนใน 1 เดือน

ในงานวิจัยได้พิจารณาเจาะจงไปที่อัลกอริทึ่มที่ใช้สำหรับทำนายพฤติกรรมของข้อมูลในระยะสั้น ได้แก่ ARIMA (Auto Regressive Moving Average) และ LSTM (Long Short-Term Memory) ในลักษณะของข้อมูลที่เป็นช่วงๆนี้ จากการสังเกตุ LSTM มีความสามารถในการทำนายชุดข้อมูลที่ไม่ได้นำมาใช้เรียนรู้ได้ดีมาก แต่จังหวะที่เพิ่ม-ลดรอบ(Epoch) ทำให้อัลกอริทึ่ม เกิดอาการหน่วง ในขณะที่ ARIMA ไม่ต้องการปริมาณชุดข้อมูลจำนวนมากอย่าง LSTM และถึง แม้ว่าจะมีค่าเป็น 0 ก็สามารถทำนายออกมาได้ เป็นผลให้เมื่อวัด ค่าความผิดพลาด(MSE) เปรียบเทียบกันแล้ว ARIMA ให้ผลที่ดีกว่าดังรูปที่ 2.14



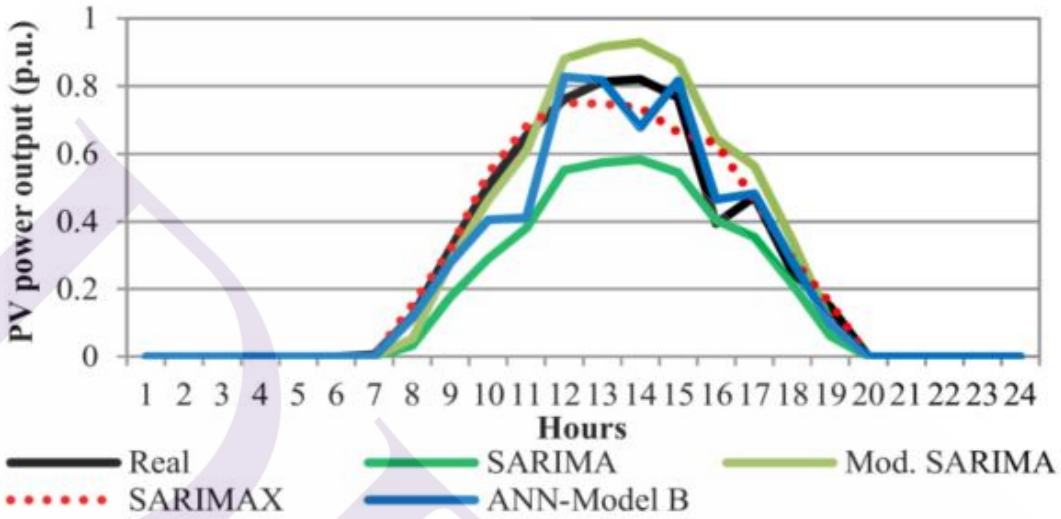
ภาพที่ 2.14 ตารางเปรียบเทียบระหว่าง ARIMA และ LSTM

2.2.8 Comparison of SARIMAX, SARIMA, modified SARIMA and ANN-based models for short-term PV generation forecasting

ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้มีการนำข้อมูลของไฟฟ้าโซล่าเซลล์มาเพื่อใช้ทำนายว่าปัจจัยภายนอก เช่น อุณหภูมิ สภาวะอากาศ มีผลต่อกำลังการผลิตในแต่ละช่วงเป็นอย่างไร โดยใช้ อัลกอริทึ่มทางอนุกรมเวลา (Timeseries model) และโครงข่ายประสาทเทียม 4 แบบ คือ SARIMA, SARIMAX, modified SARIMA และ ANN ซึ่งตัวชี้วัดประสิทธิภาพ ของโมเดล ที่นำมาใช้ตรวจสอบ คือ NRMSE (Normalized Root Mean Square Error) โดยมีขั้นตอนในการการพัฒนาคือ

1. การระบุตัวปัจจัย (Identification)

2. การประเมิน (Estimation)
3. การวินิจฉัยและตรวจสอบ (Diagnostic checking)
4. การพยากรณ์ (Forcasting)



ภาพที่ 2.15 ตารางเปรียบเทียบระหว่าง SARIMA, SARIMAX, modified SARIMA และ ANN

Forecast Model		NRMSE [%]				
		Winter	Spring	Summer	Autumn	Average Yearly
Day-Ahead Forecasting	Persistence	20,35	18,00	**3,17**	13,33	13,71
	SARIMA $(3,1,2) \times (3,1,2)_{24}$	18,89	16,66	3,55	12,45	12,89
	Improved SARIMAX	14,62	**11,78**	4,72	12,60	**10,93**
	Modified SARIMA $(3,1,2) \times (3,1,2)_{24}$	15,06	14,02	3,61	**11,82**	11,12
	ANN - Model A	**14,50**	12,64	5,70	12,85	11,42
	ANN - Model B	14,76	13,25	4,06	12,98	11,26
	Optimized combined model (SARIMA and SARIMAX)	*14,62*	*11,78*	*3,21*	*11,38*	*10,25*

ภาพที่ 2.16 ตารางเปรียบเทียบค่า NRMSE

กล่าวโดยสรุปในงานวิจัยนี้คือ ทางทีมวิจัยพบว่าปัจจัยภายนอกไม่ได้มีผลต่อการนำมาพัฒนาโมเดล และพบว่า SARIMAX มีผลการทำนายได้ใกล้เคียงกับข้อมูลจริงที่สุด ด้วยตาราง (5,0,5) x (1,1,1)

บทที่ 3
ขั้นตอนการวิจัย

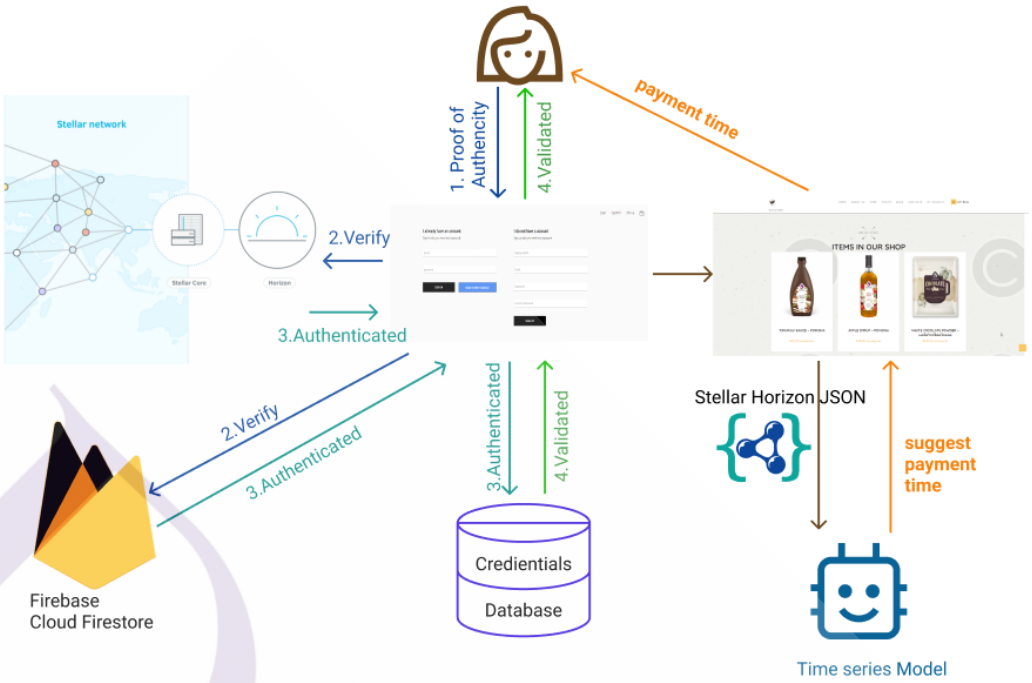
3. ระเบียบวิธี

บล็อกเชนแพลตฟอร์ม ที่ให้บริการมี 2 แบบ คือ

1. แบบที่เปิดให้ใช้บริการโดยไม่คิดค่าใช้จ่าย (Opensource)
2. แบบที่ต้องจ่ายค่าบริการทางด้านลิขสิทธิ์และค่าดำเนินการติดตั้ง (License)

โดยทั้ง 2 แบบ สามารถรองรับการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การสร้างบัญชีลูกค้า การแสดงเคลื่อนไหวของธุรกรรม เป็นต้น เนื่องจากแพลตฟอร์มที่เปิดให้ใช้งานมีหลายผู้ผลิต ทางผู้วิจัยได้เลือกวิเคราะห์แพลตฟอร์มแบบที่ไม่คิดค่าใช้จ่าย การติดตั้งรวมถึง สามารถ นำไปพัฒนาต่อยอดได้ เพื่อให้ผู้ที่สนใจหรือภาคธุรกิจนำไปประยุกต์ใช้งานโดยที่ไม่ติดลิขสิทธิ์ ในงานวิจัยนี้จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. การออกแบบขั้นตอนในการทำงานร่วมกันระหว่างฐานข้อมูลออนไลน์และบล็อกเชนซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้แพลตฟอร์มของ Stellar
2. นำข้อมูลธุรกรรมที่เกิดขึ้นและมีการเข้ารหัสไว้แล้วมาทำงานร่วมกับอัลกอริทึมทางปัญญาประดิษฐ์



ภาพที่ 3.1 ภาพรวมของงานวิจัย

3.1 วิธีติดตั้ง

3.1.1 วิธีการติดตั้งบล็อกเชน

ใช้การติดตั้งผ่านเทคโนโลยีคอนเทนเนอร์ที่ชื่อ Docker โดยมีคุณสมบัติที่เหมาะแก่การกระจายงาน เนื่องจากสามารถใช้งาน จากที่เก็บข้อมูลสาธารณะที่ ผู้ให้บริการแพลตฟอร์มเผยแพร่ให้ใช้งาน (Official repository) ซึ่งโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1.1.1 ตรวจสอบระบบปฏิบัติการที่บล็อกเชนแพลตฟอร์มรองรับล่าสุด ในงานวิจัยนี้ใช้ระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04.4 LTS (Bionic Beaver)

3.1.1.2 ติดตั้ง Docker machine เพื่อเตรียมสภาพแวดล้อมของเซิร์ฟเวอร์

3.1.1.3 สร้างโทเคนเพื่อใช้ติดตั้งเครือข่ายบล็อกเชน

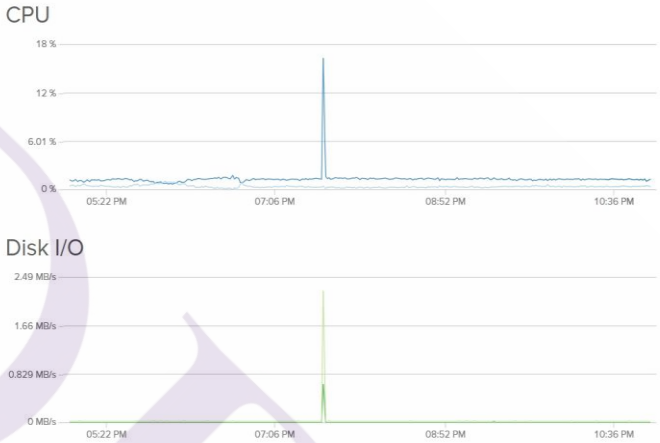
3.1.1.4 สร้างบัญชีและค่าตัวแปรพื้นฐานเพื่อเตรียมติดตั้ง

3.1.1.5 รันคำสั่งในการสร้างเครือข่ายบล็อกเชน

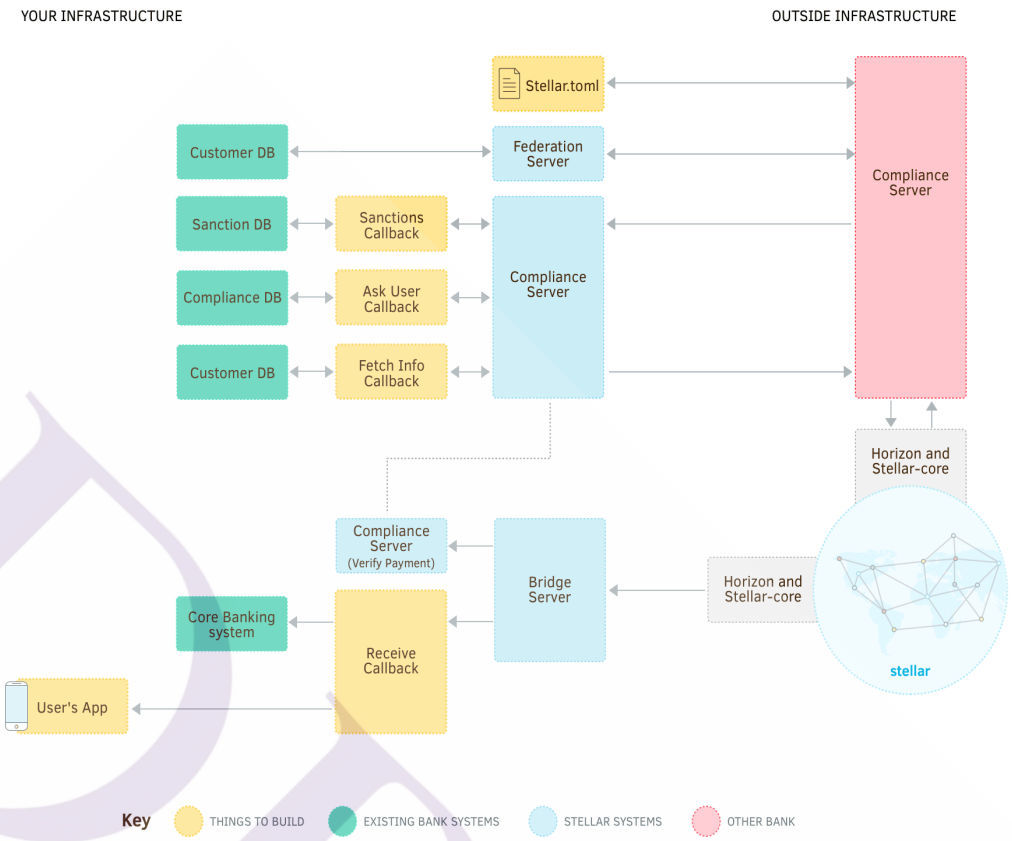
3.1.1.6 หลังจากดำเนินการในข้อ 4 แล้ว ตรวจสอบความพร้อม ของเครือข่าย ด้วยการเรียกใช้งานฟังก์ชั่นผ่าน API หลัก

3.1.2 การคัดเลือกแพลตฟอร์ม

3.1.2.1 เชนคอร์ (Chain Core) มีหน้าจัดการให้หลังจากที่มีการ ติดตั้งซึ่งภายใน หน้าจัดการนี้ผู้ใช้งานสามารถสร้างเครือข่าย, สร้างผู้ใช้งาน(account), สร้างสินทรัพย์ (Asset) และสร้างธุรกรรม (Transaction) ซึ่งใช้งานหน่วยประมวลผล (CPU) ไม่เกิน 18% ดังรูปที่ 3.2

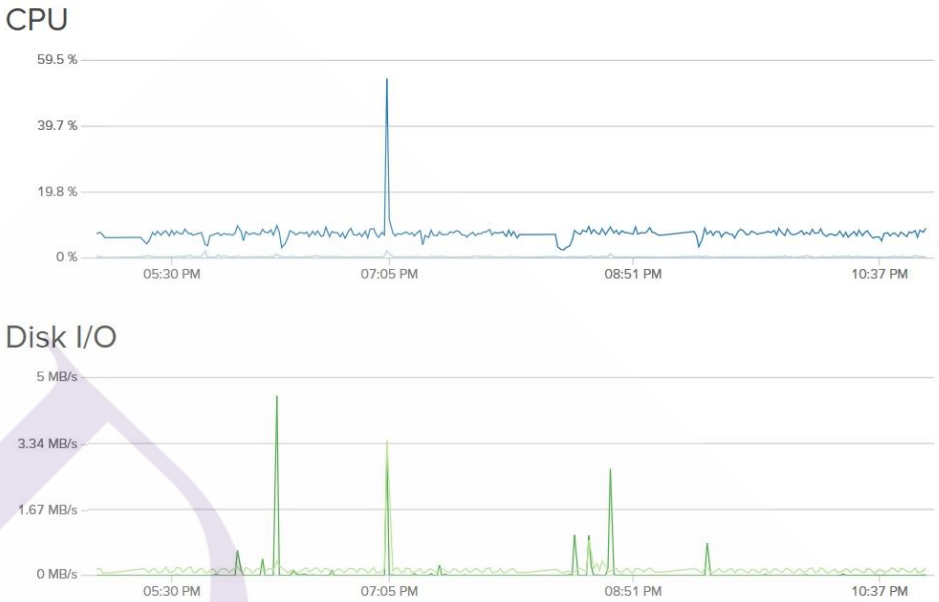


ภาพที่ 3.2 หน่วยประมวลผล (CPU) ของเชนคอร์



ภาพที่ 3.3 โครงสร้าง Stellar บล็อกเชนแพลตฟอร์ม

3.1.2.2 สเตลล่าร์ (Stellar) เป็นสมาร์ทคอนแทรคท์ที่รองรับ การจัดการธุรกรรม (Transaction) ที่ซับซ้อนกว่าเชนคอร์ดังรูปที่ 3.3 จึงจำเป็นต้องอาศัยผู้ที่มีทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรม เพราะรูปแบบและวิธีการเน้นไปในแนวทางเทคนิคของการเชื่อมต่อแบบ API (Application programming interface) สเตลล่าร์มีการใช้งานหน่วยประมวลผล(CPU) ที่สูงกว่า เชนคอร์ ถึง 2 เท่าตัว



ภาพที่ 3.4 หน่วยประมวลผล(CPU) ของสเตลล่าร์

3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโมเดล

3.2.1 ขั้นตอนออกแบบโครงสร้างในการเก็บข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลออนไลน์กับ บล็อกเชน โครงสร้างของตารางที่ใช้เก็บข้อมูลในรูปแบบของออฟเชน (Off-chain) มีดังต่อไปนี้

3.2.1.1 ตารางที่เก็บประวัติของลูกค้าซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามลักษณะขององค์กรหรือธุรกิจ

ตาราง customer_profile			
No	Column Name	Data Type	Description
1	customer_id	nvarchar(150)	รหัสประจำตัวของลูกค้าที่ใช้งานบนเครือข่ายบล็อกเชน
2	public_key	nvarchar(MAX)	กุญแจสาธารณะที่ใช้เพื่อทำธุรกรรม
3	last_update	datetime	วันเวลาล่าสุดที่ทำการบันทึกข้อมูล

ภาพที่ 3.5 ตารางที่เก็บประวัติของลูกค้า

3.2.1.2 ตารางที่เก็บประวัติที่ลูกค้าอนุญาตให้เจ้าของระบบเข้าถึงข้อมูลของลูกค้า

ตาราง tbl_consent			
No	Column Name	Data Type	Description
1	consent_id	int	ลำดับที่ในการอนุญาตให้ใช้ข้อมูล
2	customer_id	nvarchar(150)	รหัสประจำตัวของลูกค้าที่ใช้งานบนเครือข่ายบล็อกเชน
3	document_id	nvarchar(250)	รหัสเอกสาร
4	public_key	nvarchar(MAX)	กุญแจสาธารณะที่ใช้เพื่อทำธุรกรรม
5	consent_protobuf	nvarchar(MAX)	เงื่อนไขในการอนุญาตให้ใช้งานข้อมูล
6	last_update	datetime	วันเวลาล่าสุดที่ทำการบันทึกข้อมูล

ภาพที่ 3.6 ตารางที่เก็บประวัติที่ลูกค้าอนุญาตให้เจ้าของระบบเข้าถึงข้อมูลของลูกค้า

3.2.1.3 ตารางที่เก็บเอกสารที่ลูกค้านำเข้าระบบ

ตาราง tbl_document			
No	Column Name	Data Type	Description
1	document_id	nvarchar(MAX)	รหัสเอกสาร
2	customer_id	nvarchar(150)	รหัสประจำตัวของลูกค้าที่ใช้งานบนเครือข่ายบล็อกเชน
3	document_type	int	ประเภทของเอกสาร
4	encrypt_document	text	เข้ารหัสข้อมูลรายละเอียดที่อยู่ของเอกสาร
5	last_update	datetime	วันเวลาล่าสุดที่ทำการบันทึกข้อมูล

ภาพที่ 3.7 ตารางที่เก็บเอกสารที่ลูกค้านำเข้าระบบ

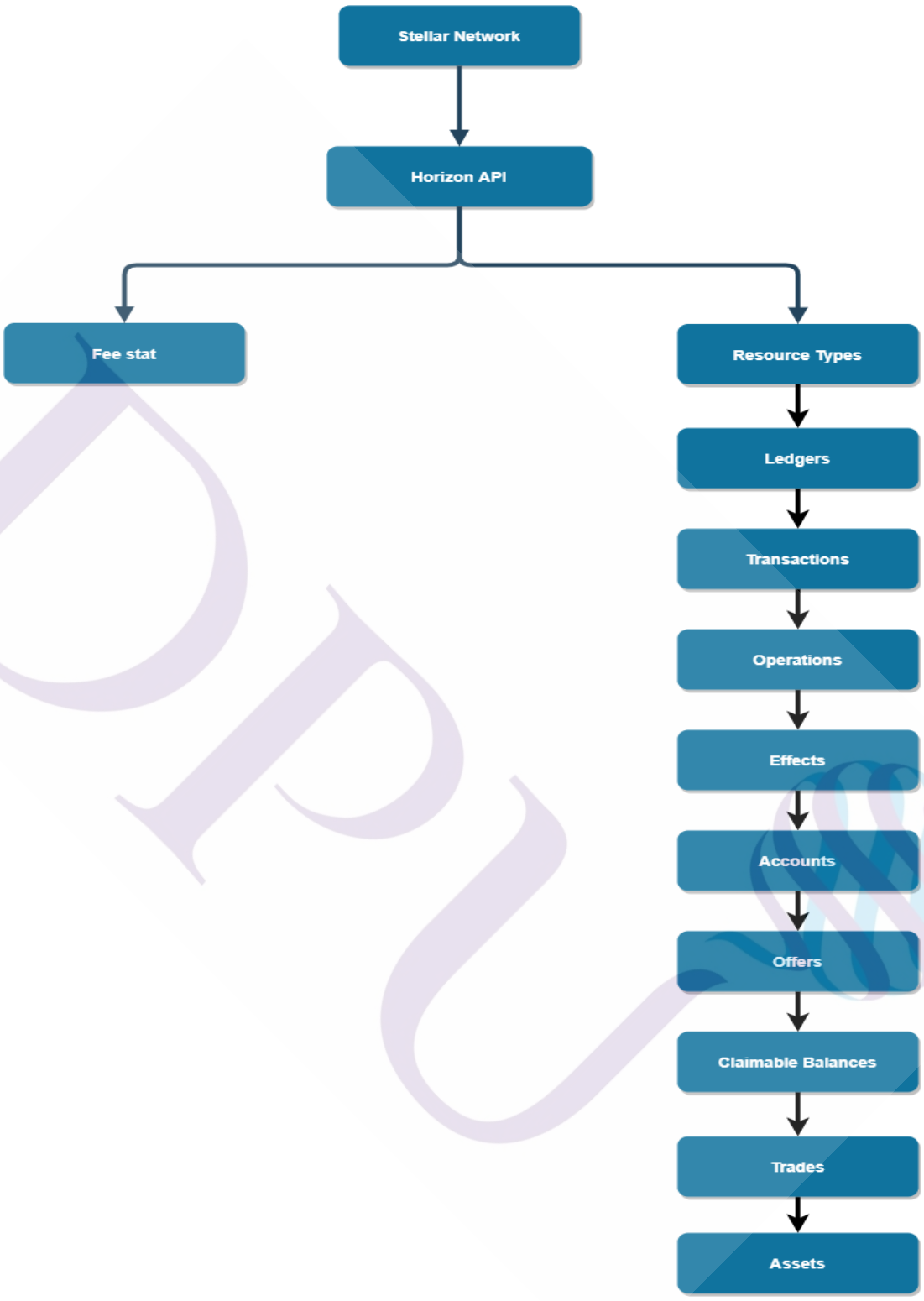
3.2.1.4 ตารางที่เก็บประเภทของเอกสาร

ตาราง tbl_document_type			
No	Column Name	Data Type	Description
1	document_type	int	ประเภทของเอกสาร
2	document_description	nvarchar(250)	คำอธิบายของประเภทเอกสาร

ภาพที่ 3.8 ตารางที่เก็บประเภทของเอกสาร

3.2.2 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลจากเครือข่าย APIs ของ Stellar

โครงสร้างของเครือข่าย APIs ของ Stellar ประกอบด้วยโครงสร้างดังรูป



ภาพที่ 3.9 โครงสร้างของเครือข่าย APIs ของ Stellar

ภาพที่ 3.10 สถิติที่มาของค่าบริการ (Fee) ใน Stellar

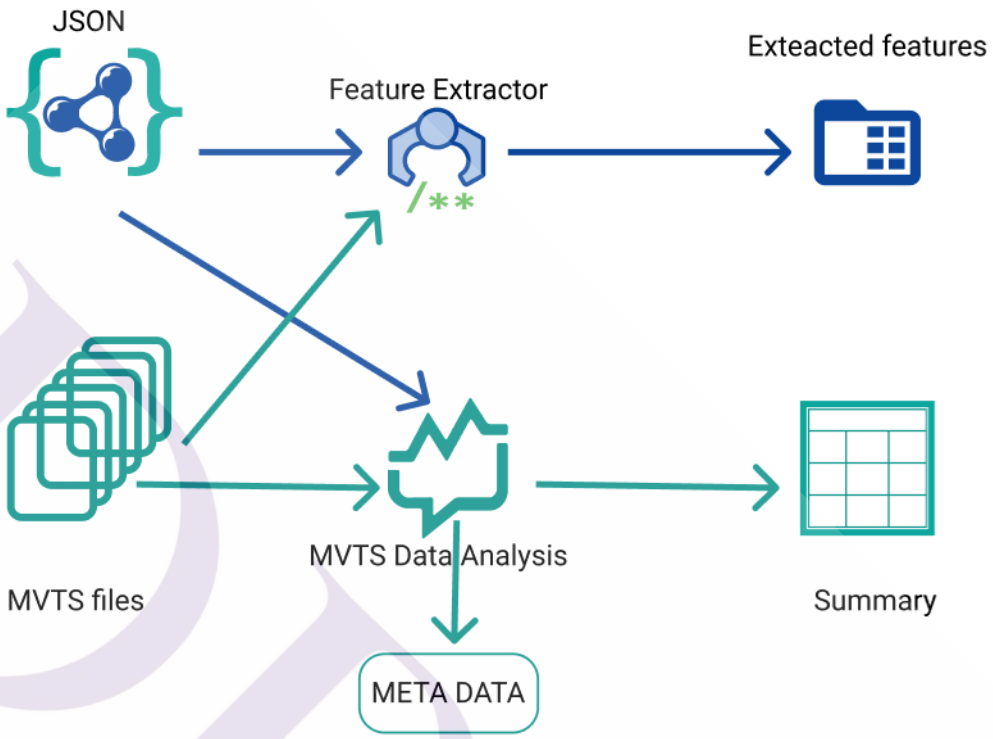
Stellar จะมีส่วนงานของ Horizon API ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างเครือข่ายและโปรแกรมประยุกต์(Application) โดย Horizontal API แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. Fee stat จะเป็นส่วนงานที่ทำหน้าที่รวบรวมค่าบริการในแต่ละวันเพื่อให้ผู้พัฒนาสามารถดูข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจ
2. Resource Type เป็นส่วนงานที่เก็บรวบรวมข้อมูลแต่ละด้าน

ทางผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือภายใต้มาตรฐานของเทคโนโลยี Robotic Process Automation เข้ามาดำเนินการเพื่อเก็บข้อมูลของแต่ละ API โดยมีโครงสร้างการทำงานตามรูปภาพ

ภาพที่ 3.11 ตัวอย่างขั้นตอนการการเก็บข้อมูลจาก API stellar fee

3.2.3 ขั้นตอนการหาตัวแปรที่เป็นปัจจัย (Feature) ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปพัฒนาโมเดล



ภาพที่ 3.12 การหา Feature ที่ได้มาจากธุรกรรมของบล็อกเชน

3.3 ขั้นตอนการวัดผล

3.3.1 การคัดเลือกแพลตฟอร์มด้วย Apache Jmeter

การทดสอบประสิทธิภาพคือ การจำลองความสามารถในการทำงานของระบบว่าสามารถรองรับ ปริมาณการใช้งานของผู้ใช้หรือลูกค้าได้ดีที่ระดับใดเพื่อประเมินการวางแผนงานให้เหมาะสม จากงานวิจัยในการสำรวจเครื่องมือสำหรับทดสอบประสิทธิภาพ พบว่า Apache JMeter เป็น เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดที่จะใช้ทดสอบกลุ่มงานแพลตฟอร์ม ระบบงานบนคลาวด์ [8] ข้อดีของเครื่องมือนี้คือ สามารถทดสอบการวัดผลได้ทุกโปรโตคอล เช่น HTTP HTTPs เป็นต้น ขั้นตอนของการทดสอบระบบแบ่งเป็นหลายขั้นตอนตามมาตรฐานการทดสอบระบบ [9] แต่ในส่วนของงานแพลตฟอร์มให้ความสำคัญกับระดับชั้นที่ 3 คือระดับชั้น วิกฤตของระบบ (Integrity level 3 Critical)[9] ผลของการวิเคราะห์ จะบ่งบอก ประสิทธิภาพได้ทั้งในส่วนของเครื่องลูกข่าย (Client side) และเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server side) โดยเมตริก (Metrics) ของ ผลลัพธ์จะ

ประกอบไปด้วย อัตราของธุรกรรมที่สำเร็จ (Transaction success rate) และพฤติกรรม ของเวลาที่ตอบสนอง (Response time behavior) โดยที่ค่าเวลาที่ตอบสนอง (Response time)

PT = NV/TR

เมื่อ PT คือ ค่าตัวแปรประสิทธิภาพ

NV คือ จำนวนการร้องขอผ่าน HTTP ณ ที่นี้คือ ค่า Virtual test users (vus)

TR คือ เวลาที่ตอบกลับใน 1 วินาที

Virtual test users	Response time (ms)		Thoughput	Remark
	95%	99%		
100	847	869	156.54	
500	1841.00	1858.00	538.43	
1000	1901.00	4553.99	1637.36	Error loss rate 64.18%
2000	-	-	-	

ภาพที่ 3.13 ผลทดสอบประสิทธิภาพเซนคอร์แพลตฟอร์ม

Virtual test users	Response time (ms)		Thoughput	Remark
	95%	99%		
100	1065	1151.99	159.31	
500	1070.00	1150.00	537.53	
1000	1082.00	3066.00	1020.47	
2000	3068.00	15093.00	1571.61	

ภาพที่ 3.14 ผลทดสอบประสิทธิภาพสเตลล่าแพลตฟอร์ม

จากการทดลองบนเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่บนคลาวด์ และบนสเปคพื้นฐานคือ 1 vCPUs ที่หน่วยความจำ 1 กิกะไบต์และฮาร์ดดิสก์(SSD disk) 25 กิกะไบต์ ค่าที่ได้จากการทดลองแล้วมีผลดังนี้

1. เชนคอร์มีค่าการแสดงผลที่ดีกว่าสเตลล่าร์ ที่ค่าพารามิเตอร์100 ผู้ใช้ (vus) พบว่าเมื่อมี จำนวนผู้ใช้ 156คน จะมีสัดส่วนของผู้ใช้งาน 95% ที่จะใช้เวลารอการแสดงผล 847 มิลลิวินาที แต่เมื่อกำหนดค่าเชนคอร์ที่1000 เชนคอร์ ไม่สามารถรองรับผู้ใช้ได้เพราะเกิดข้อผิดพลาดถึง 64.18%

2. สเตลล่าร์สามารถรับการทดสอบได้ถึง 2000 ผู้ใช้ (vus)แต่ค่าที่ตอบสนองมีค่ามากกว่า 3 วินาที เมื่อพิจารณาถึงลักษณะที่ใช้งานจริงถ้าเวลาที่ตอบสนองมีค่ามากกว่า 3วินาทีจะช้าเกินกว่า ผู้ที่ ใช้รับได้

ดังนั้นแล้วผู้วิจัยจึงได้นำผลลัพธ์ของสเตลล่าร์มาเป็นชุดข้อมูลเพื่อทำการพัฒนาโมเดล ด้วยเทคนิคทางโปรแกรมมิ่ง ที่เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพที่ชื่อว่า ดีไซน์แพทเทิร์น (Design Pattern) ซึ่งจากผลดังกล่าวนี้เมื่อได้ทำการค้นคว้าแล้วพบว่า แพลตฟอร์มที่ทำงานงานบนหลักการ ของบล็อกเชนโดยทั่วไปจะมีการทำงานเกินกว่า 3 วินาที ดังนั้นแล้วผู้วิจัยจึงได้สเตลล่าร์ขึ้นมา เพื่อศึกษาโครงสร้างทางธุรกรรม(Ledger)และฟังก์ชั่นการทำงานในแต่ละด้าน

3.3.2 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกับบล็อกเชนแพลตฟอร์ม

ผู้วิจัยได้ได้ทำการพัฒนา Web application เพื่อทำการเชื่อมต่อกับบล็อกเชนแพลตฟอร์ม รวมถึงฐานข้อมูลที่อยู่บนคลาวด์และฐานข้อมูลที่เป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (RDBMS) โดยใช้ภาษา React.js เป็นหลักในการเชื่อมต่อและแสดงผล

create_account.js

create_account.js > main > transaction > destination

```
import { Server, Keypair, TransactionBuilder, Operation } from 'stellar-sdk';

const server = new Server(horizon_api, { allowHttp: true });

const passphrase = 'Standalone Network ; February 2017'

const customerKey = Keypair.master(passphrase)
const customerSecret = customerKey.secret();
const customerPublicKey = customerKey.publicKey();

console.log('Account', customerSecret, customerPublicKey);

const pair1 = Keypair.random(passphrase);


(async function main() {

    const account = await server.loadAccount(customerPublicKey);
    const fee = await server.fetchBaseFee();

    const transaction = new TransactionBuilder(account, { fee, networkPassphrase: passphrase })
        .addOperation(Operation.createAccount({
            source: customerPublicKey,
            destination: customerKey,
            startingBalance: "100000"
        }))
        .setTimeout(30)
        .build();
    transaction.sign(customerKey);


    try {
        const transactionResult = await server.submitTransaction(transaction);
        console.log(transactionResult);

    } catch (err) {
        console.error(err);
    }
})()
```

ภาพที่ 3.15 การสร้างบัญชีบนเครื่องข่ายของ Stellar โดยใช้ Stellar SDK

signissue.js

signissue.js > App > componentDidMount

```
68
69
70      var transaction = new StellarSdk.TransactionBuilder(account,{ fee, networkPassphrase: app.passphrase})
71                          .addOperation(StellarSdk.Operation.manageBuyOffer({
72                              selling: app.state.base,
73                              buying: app.state.counter,
74                              buyAmount: amount,
75                              price: price,
76                              offerId : 0
77                          }))
78                          .setTimeout(100)
79                          .build();
80
81                          let keypair = StellarSdk.Keypair.fromSecret(app.state.fields.secretkey);
82                          console.log(transaction);
83                          transaction.sign(keypair);
84                          return app.server.submitTransaction(transaction)}).
85                          then(function(response,error)
86                  {
87                      if(response)
88                      {
89                          console.log("Transaction response", response);
90                          app.setBalance(app.state.account)
91                      }
92                      else
93                      {
94                          console.log("Error",error);
95                      }
96      })});
97
98  }
99
```

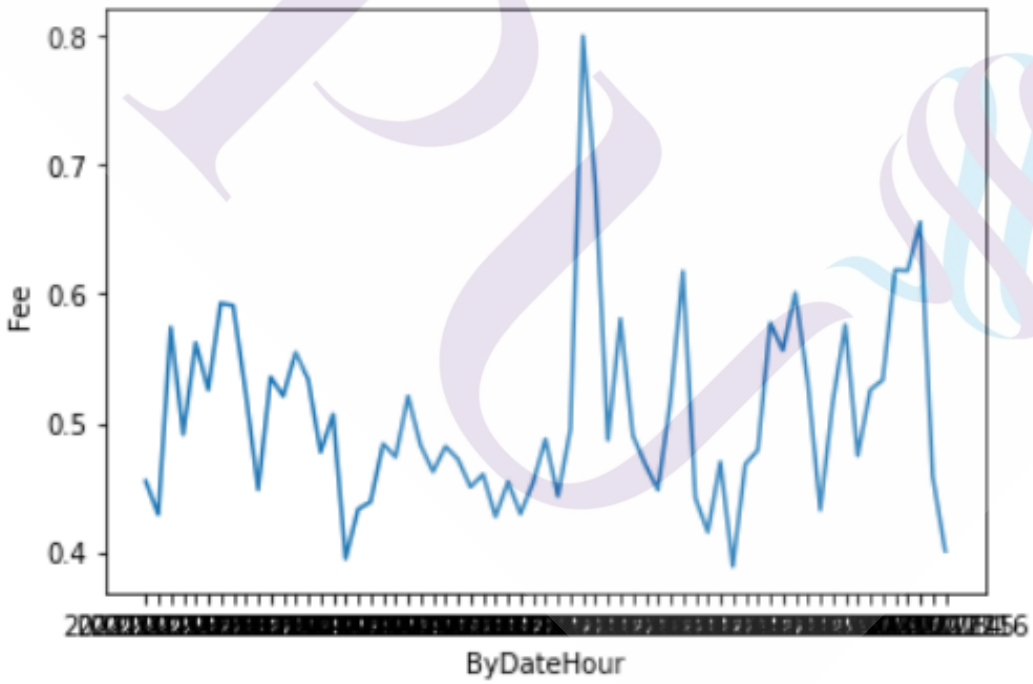
ภาพที่ 3.16 การทำธุรกรรมที่ในแต่ละช่วงเวลาจะเกิดค่าบริการ (Fee) ที่ไม่เท่ากัน

บทที่ 4

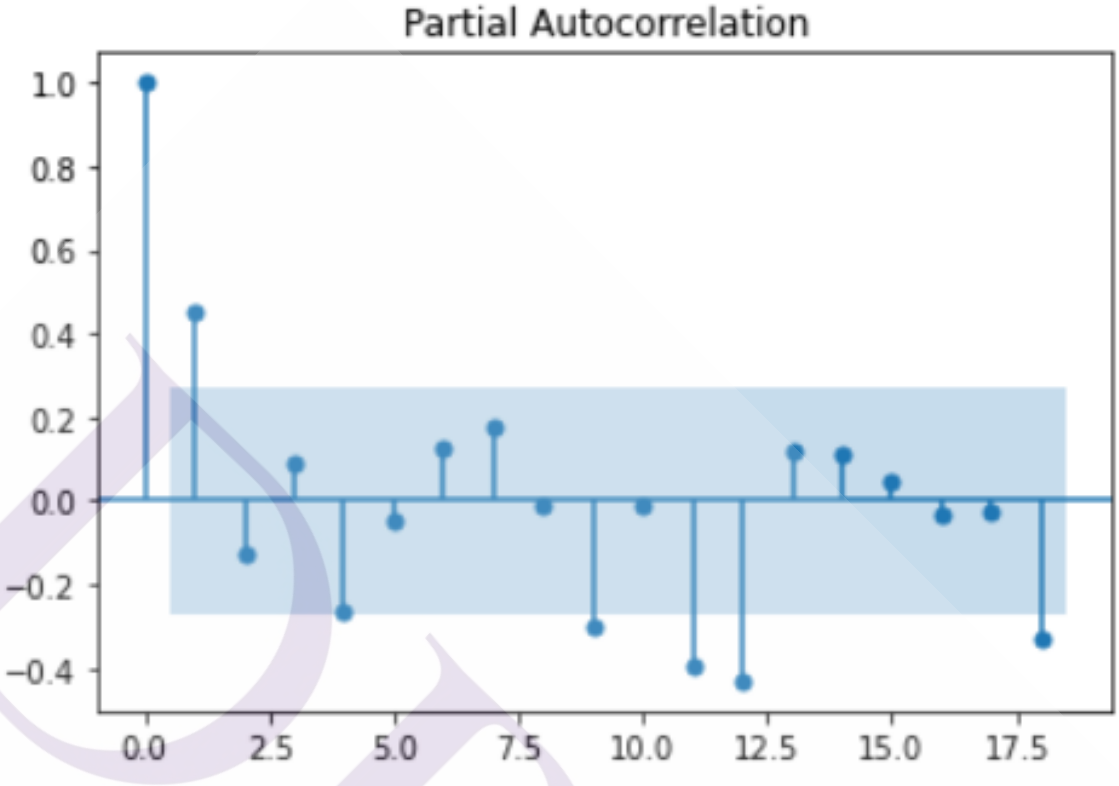
ผลการศึกษา

4.1 การสร้างโมเดลในการคาดการณ์ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการทำธุรกรรมบนบล็อกเชตแพลตฟอร์มให้กับลูกค้า

เนื่องจากข้อมูลบนเครือข่ายของบล็อกเชนเป็นการทำงานแบบออนไลน์ทำให้ต้องมีการศึกษาข้อมูลเพื่อตรวจสอบความนิ่งของตัวแปรที่จะสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ทางผู้วิจัยพบว่าตัวแปรที่เป็นค่าบริการมีความน่าสนใจเพราะเป็นข้อมูล ที่สามารถตรวจจับค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาได้จึงได้นำวิธีการลดความถี่ของข้อมูล (Downsampling) จากวินาทีเป็นชั่วโมง ซึ่งสามารถนำมาเพื่อใช้คาดการณ์ค่าบริการที่จะเกิดขึ้นในครั้งต่อไปได้



ภาพที่ 4.1 การหารูปแบบความไม่นิ่ง (Non-Stationary) ของข้อมูล



ภาพที่ 4.2 การหาความสัมพันธ์เพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกอัลกอริทึ่มทางปัญญาประดิษฐ์

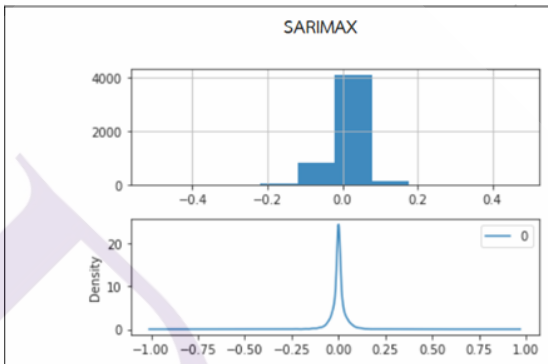
4.2 ผลของการเปรียบเทียบโมเดล

จากข้อ 4.1 ที่ได้มีการเลือกอัลกอริทึ่มของอนุกรมเวลาโดยใช้ ARIMA และ SARIMAX จึงได้พิจารณานำเกณฑ์ของ รากของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) และค่ากลางของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error : MAPE) มาใช้วัดผลประสิทธิภาพของโมเดลทั้ง 2 ซึ่งมีการปรับค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 3 ตัวแปรคือ

1. p: Trend autoregression order
2. d: Trend difference order
3. q: Trend moving average order

โดยมีการใส่ค่าเป็น (p,d,q) เป็น(1,1,1) และ (5,1,3) โดยมีผลลัพธ์ของโมเดลดังนี้

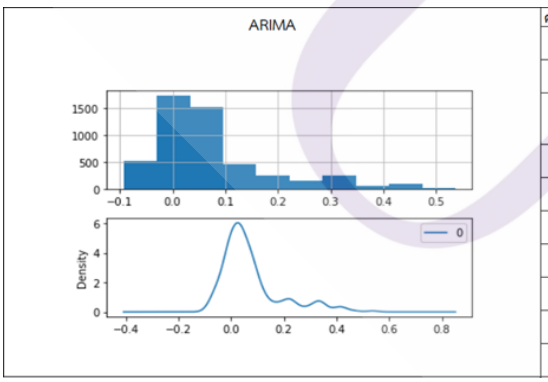
1. ผลของค่า (p,q,d) ที่เป็น (1,1,1) ของ SARIMAX ที่ใช้ข้อมูลทั้งหมด 10190 และแบ่งการสอนและการทดสอบเป็นสัดส่วน 50: 50 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) ที่ได้คือ 0.04 ดังรูปที่ 4.3



ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าความผิดพลาด
0.47	0.467	0.003
0.43	0.468	-0.038
0.43	0.44	-0.01
0.43	0.407	0.023
0.43	0.436	-0.006
0.43	0.424	0.006
0.43	0.428	0.002
0.5	0.431	0.069
0.5	0.494	0.006
0.5	0.509	-0.009

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างค่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ SARIMAX ในการพยากรณ์

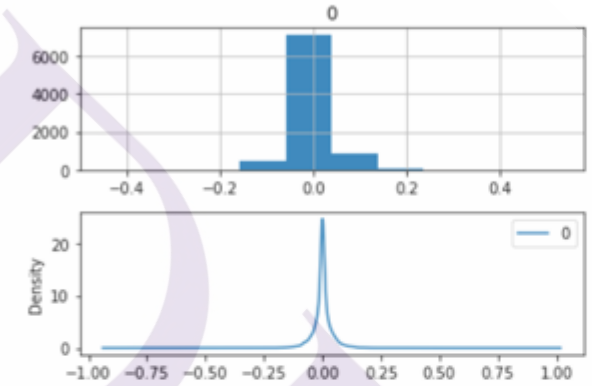
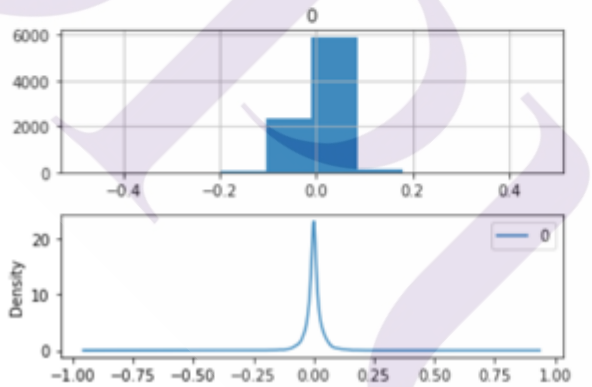
2. ผลของค่า (p,q,d) ที่เป็น (1,1,1) ARIMA ที่ใช้ข้อมูลทั้งหมด 10190 และแบ่งการสอนและการทดสอบเป็นสัดส่วน 50: 50 ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error : RMSE) ที่ได้คือ 0.135 ดังรูปที่ 4.4



ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าความผิดพลาด
0.47	0.46	0.01
0.43	0.469	-0.039
0.43	0.44	-0.01
0.43	0.409	0.021
0.43	0.417	0.013
0.43	0.441	-0.011
0.43	0.434	-0.004
0.5	0.425	0.075
0.5	0.497	0.003
0.5	0.526	-0.026

ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างค่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ใช้ ARIMA ในการพยากรณ์

จากการวัดผลดังกล่าวพบว่า SARIMAX มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่า ARIMA ถึง 3 เท่า จากนั้นได้ทำการเพิ่มข้อมูลเป็น 16894 และเพิ่มตัวชี้วัด MAPE โดยเมื่อเปรียบเทียบกับทั้ง 2 โมเดลและปรับสูตรของค่า (p,q,d) ที่เป็น (5,1,3) แล้วให้ผลดังนี้

ผลลัพธ์	p,d,q	5,1,3	
		RMSE	MAPE
	ARIMA	0.043	21.174
	SARIMAX	0.037	4.204

ภาพที่ 4.5 ผลลัพธ์ของโมเดล

ซึ่งจากการเปรียบเทียบด้วยการเพิ่มจำนวนข้อมูล ช่วงของแนวโน้ม (lag) พิสูจน์ได้ว่า SARIMAX เป็นโมเดลที่เหมาะสมกับการนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์ค่าบริการบนเครือข่าย Stellar โดยความสามารถดังกล่าวนี้จะทำให้ผู้ประกอบการหรือองค์กรนำไปใช้เพื่อสร้างความ ประหยัด และประทับใจให้กับลูกค้าได้ดี

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

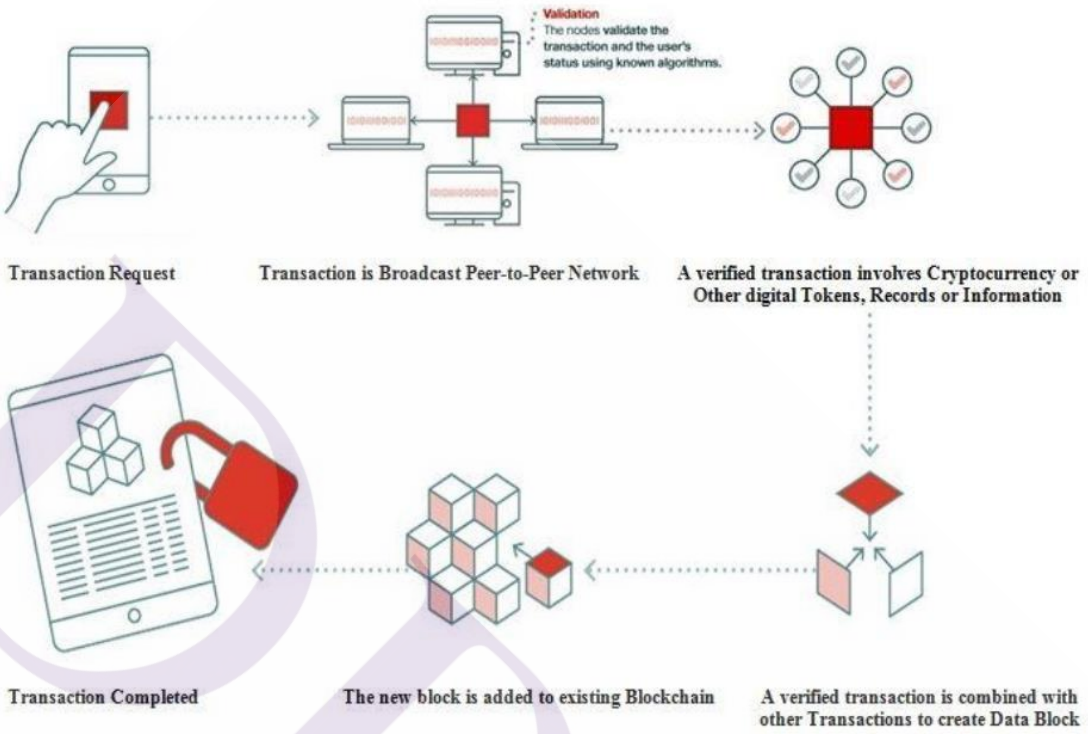
5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาวิธีการจัดเก็บข้อมูลส่วนบุคคลให้ปลอดภัย ภายใต้มาตรฐานที่เป็นสากล รวมถึงการหารูปแบบของข้อมูลทางธุรกรรมที่มีการเข้ารหัสไว้ เพื่อนำความสามารถทางปัญญาประดิษฐ์มาเพิ่มประสิทธิภาพ และความสามารถที่ฉลาดให้กับ บริการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนอย่างบล็อกเชนจำเป็นต้องอาศัยความรู้และเทคนิคจากหลายแขนงด้วยกัน อาทิเช่น ความรู้ทางสถาปัตยกรรม ความรู้ทางการพัฒนาโปรแกรม ความรู้ทางด้านการออกแบบฐานข้อมูลและการรักษาความปลอดภัยทางด้านเครือข่าย เป็นต้น

ในการพิจารณาเลือกใช้แพลตฟอร์มให้เข้ากับรูปแบบทางธุรกิจเป็นอีกปัจจัยที่สำคัญมากเพราะเมื่อพิจารณาผิดพลาดนอกจากจะไม่ได้ใช้ความสามารถและอรรถประโยชน์ของ บล็อกเชนให้ได้อย่างเต็มที่แล้วจะกลายเป็นภาระที่หาผู้ดูแลหรือผู้พัฒนาต่อได้อย่างยากลำบาก การมุ่งเน้นเรื่องความปลอดภัยของข้อมูลเป็นสิ่งที่ดีและสำคัญต่อยุคปัจจุบัน แต่หากเข้มงวด มากจนเกินไปจะทำให้การปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเป็นไปได้อย่างล่าช้า และอาจสูญเสีย โอกาส ทางธุรกิจ ดังนั้นแล้ว การศึกษาข้อมูล ที่เกิดภายในธุรกรรมของบล็อกเชน เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ขาดไม่ได้ เพราะข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญที่จะเพิ่มมูลค่าทางธุรกิจ ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้เลือกข้อมูลเพียงบางส่วน จากธุรกรรมของบล็อกเชนมาใช้เพื่อค้นหาความเป็นไปได้ที่จะทำอัลกอริทึมทางปัญญาประดิษฐ์มาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางด้านบริการ ยังมีข้อมูลอีกหลายประเภท ที่ในอนาคตจะสามารถ นำอัลกอริทึมทางปัญญาประดิษฐ์มาช่วยจำแนกได้ อาทิเช่น ข้อมูลทางด้านบัญชี ที่สามารถนำมา ทำเป็นบริการเฉพาะตัว (Personalize) ให้กับลูกค้า หรือบริการจับคู่บัญชี เพื่อหา กลุ่มบัญชี ประเภทเดียวกันเพื่อช่วยประสานงานให้สร้างเครือข่ายทางธุรกิจได้อย่างมั่นคง ซึ่งหากเป็น กระบวนการที่เกี่ยวกับบัญชีทางด้านดิจิตัลดังรูปภาพที่ 5.1 แล้ว แพลตฟอร์มอย่าง Stellar จะมี ความเหมาะสมเป็นอย่างมาก เพราะมีรูปแบบทางกระบวนการ (Business process) ที่ไม่ซับซ้อน



ภาพที่ 5.1 รูปแบบในการสื่อสารบนโปรแกรมประยุกต์และบล็อกเชนแพลตฟอร์ม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

Azam Rashid and Azam Rashid, “Smart Contracts Integration between Blockchain and Internet of Things: Opportunities and Challenges”, 2019 2nd International Conference on Advancements in Computational Sciences (ICACS)

Bhabendu Kumar Mohanta et al, “An Overview of Smart Contract and Use cases in Blockchain Technology”, IEEE 9th ICCCNT 2018 July 10-12, 2018, IISC, Bengaluru Bengaluru, India

Bo Wang et al, "The Forecast on the Customers of the Member Point Platform Built on the Blockchain Technology by ARIMA and LSTM" , 2018 the 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis

Kristina Kolic et al, "Performance analysis of a new cloud e-Business solution", MIPRO 2015, 25-29 May 2015, Opatija, Croatia IEEE Standard for Software and System Test Documentation 2008

Shuai Wang et al, “Blockchain-Enabled Smart Contracts: Architecture, Applications, and Future Trends”, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems (Volume: 49 , Issue: 11 , Nov. 2019)Page(s): 2266 - 2277

Stylianos I. Vagropoulos et al, “Comparison of SARIMAX, SARIMA, modified SARIMA and ANN-based models for short-term PV generation forecasting” , 2016 IEEE International Energy Conference (ENERGYCON)

Tien Tuan Anh Dinh et al, "Untangling Blockchain: A Data Processing View of Blockchain Systems", IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Volume 30,Issue 7, 2018, pp. 1366-1385.

Xiwei Xu et al, “The Blockchain as a Software Connector”, 2016 13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture

Zhi-Ping Lu and Shan-Lin Yang, “Process of complex group decision-making and its structural model of interactions”,2010 International Conference On Computer Design and Applications

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	กรพัชรา ศรีหัวแฮ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2549 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	Product owner บริษัท ฟีนีม่า จำกัด

DPU