

การออกแบบระบบประมวลออนไลน์รันทงโดยการประยุกต์ใช้บล็อกเชน

กันต์ธีร์ เจริญเศรษฐศิลป์

TNII

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตศึกษา สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2567

A DESIGN FRAMEWORK FOR E-AUCTION OF EDIBLE-NEST SWIFTLET USING
BLOCKCHAIN

Kantee Charoensedtasin

TNII

A Term Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Information Technology
Graduate Studies

Thai-Nichi Institute of Technology

Academic Year 2024

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบระบบประมวลผลออนไลน์รังกโดย

การประยุกต์ใช้บล็อกเชน

โดย

กันต์ธีร์ เจริญเศรษฐศิลป์

สาขาวิชา

เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ว่าที่ร้อยตรี ดร. พิชิตชัย คำอินทร์

บัณฑิตศึกษา สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรากร ศรีเชวงทรัพย์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อรรณพ หมั่นสกุล)

.....กรรมการ

(ดร.ศรายุทธ นนท์ศิริ)

.....กรรมการ

(ดร.อภิษฎา นิ่มคุ้มภัย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ว่าที่ร้อยตรี ดร. พิชิตชัย คำอินทร์)

กันต์ธีร์ เจริญเศรษฐศิลป์ : การออกแบบระบบประมวลออนไลน์รังนกโดยการประยุกต์ใช้บล็อกเชน อาจารย์ที่ปรึกษา : ว่าที่ร้อยตรี ดร. พิชิตชัย คำอินทร์, 79 หน้า.

การประมวลรังนกแอนออนไลน์ เป็นอาหารที่เชื่อว่าสามารถเสริมสุขภาพ และบำรุงร่างกาย จึงส่งผลให้รังนกแอนนั้นมีมูลค่าสูง ส่งผลทำให้มีความต้องการสูงในตลาด ในปัจจุบันกระทรวงเกษตรและสหกรณ์อยู่ระหว่างการดำเนินการส่งเสริมให้เกษตรกรรังนกเป็นสัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ และผลักดันให้การทำฟาร์มรังนกแอนถูกกฎหมาย เนื่องจากปี พ.ศ.2563 เกิดสถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ทำให้การผู้คนพบเจอกันได้น้อยลงเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของไวรัส ส่งผลทำให้เกิดการทำธุรกรรมต่าง ๆ หรือการดำเนินธุรกิจต่าง ๆ ที่ต้องพึ่งพาอินเทอร์เน็ตมากขึ้น อีกทั้งต้องการให้สามารถเข้าถึงสินค้ารังนกแอนให้สามารถซื้อขายได้สะดวก และง่ายยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีการออกแบบ และพัฒนาเว็บไซต์การประมวลรังนกแอนที่มีความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน ซึ่งมีการออกแบบตั้งแต่เว็บแอปพลิเคชัน ระบบการประมวลผลด้านหลังและระบบบล็อกเชน ซึ่งทั้งหมดทำงานบนบริการกลุ่มเมฆที่สามารถขยายการขนาดปริมาณการใช้งานภายในระบบได้ และทำการทดสอบประสิทธิภาพจากการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนแบบ Hyperledger Fabric เข้าไปประยุกต์ใช้ ผลปรากฏว่าระบบการประมวลรังนกแอนสามารถดำเนินการประมวลได้ จากการใช้สามารถเข้ามาใช้งานผ่านอินเทอร์เน็ตได้ และได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบบล็อกเชนเพื่อระบบการประมวลรังนกแอนสามารถรองรับการทำรายการได้ในปริมาณได้มากขึ้นในอนาคต จากการทดลองตั้งค่าตัวแปรเพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบการประมวลรังนกแอน

บัณฑิตศึกษา

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

KANTEE CHAROENSEDTASIN : A DESIGN FRAMEWORK FOR E-AUCTION OF EDIBLE-NEST SWIFTLET USING BLOCKCHAIN. ADVISOR : DR. PICHITTHAI KAMIN, 79 PP.

The swiftlet, known for its health benefits and nourishing properties, is considered highly valuable. This high value is primarily driven by the significant demand from the People's Republic of China. In response to this demand, the Ministry of Agriculture and Cooperatives of Thailand is advocating for legislation that enable farmers to sell swiftlets and promote them as a new economic resource. The COVID-19 pandemic in 2020 resulted in widespread restrictions on face-to-face interactions to curb the virus's spread. Consequently, businesses increasingly relied on the internet for transactions, necessitating the development of user-friendly trading systems. This shift aims to facilitate the buying and selling of swiftlets among general users. This paper proposes the design and development of a swiftlet auction website that utilizes blockchain technology to ensure trust and security throughout the system. The platform will operate on a cloud infrastructure, providing scalability in response to system demand and test the efficiency of applying Hyperledger Fabric blockchain technology. The result of thesis is the e-auction swiftlet web application. Users will be able to access the application through internet. Additionally, the blockchain system has been tested to ensure that the web application can handle increased transaction loads from users in the future.

Graduate Studies

Field of Information Technology

Academic Year 2024

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการพัฒนากระบวนการประมวลผ่านอินเทอร์เน็ต โดยนำบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้กับระบบดังกล่าว เพื่อเกษตรกรที่เลี้ยงนกแอ่นกินรังนำไปใช้งานกับฟาร์มของแต่ละราย เพื่อส่งเสริมการค้าขาย และเผยแพร่ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับนกแอ่นกินรังให้ผู้คนทั่วไปรู้จักมากขึ้น ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมเศรษฐกิจในท้องถิ่นส่งเสริมรายได้ อีกทั้งเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบประมวลออนไลน์ด้วยบล็อกเชน มาใช้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆ หรือนำไปประยุกต์ใช้กับใบอนุญาต หรือสัญญาการจัดซื้อและจัดจ้าง ทั้งภาครัฐ หรือเอกชน ในอนาคต เพื่อปกป้องความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานในระบบ และความปลอดภัยในการดำเนินธุรกรรมผ่านระบบประมวลออนไลน์

กนต์ธีร์ เจริญเศรษฐศิลป์



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ

บทที่

1	บทนำ	1
1.1	ความสำคัญและความเป็นมา	1
1.2	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3	ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1	แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวล	5
2.2	แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีบล็อกเชน	6
2.3	แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างกรอบแนวคิด	9
2.4	แนวคิดการประเมินประสิทธิภาพของบล็อกเชน	9
2.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
3	วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	27
3.1	การออกแบบระบบ และรวบรวมความต้องการ	28
3.2	เตรียมระบบสำหรับการพัฒนาระบบ	29
3.3	การพัฒนาระบบ.....	30
3.4	การเชื่อมต่อกับบล็อกเชน Hyperledger Fabric	30
3.5	ขั้นตอนการทำงานของระบบประมวล.....	31

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.6 การทดสอบประสิทธิภาพ	32
3.7 การเริ่มใช้งาน.....	34
4 ผลการวิจัย	37
4.1 ผลการทดลองใช้ระบบบล็อกเชน	37
4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ	48
5 ข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการวิจัย	54
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	54
5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	55
5.4 การนำไปประยุกต์ใช้	56
5.5 ข้อเสนอแนะ.....	57
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	61
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	68

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ตารางค่าตัวแปรการทดสอบของเครือข่ายบล็อกเชน.....	10
2.2 สรุปการใช้ตัวแปรในงานวิจัยแต่ละฉบับ	10
3.1 ตัวแปรที่วัดการทดสอบ	33
4.1 ตารางคำอธิบายข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลสินค้าการประมูล.....	40
4.2 ตารางข้อมูลจากผู้ขายต้องระบุ	42
4.3 ตารางข้อมูลจากผู้ซื้อเสนอราคา	46
4.4 ตารางตัวแปรที่ได้จากการทดสอบ	49
4.5 ตารางข้อมูลจำเพาะของทรัพยากรที่ใช้.....	49
4.6 ตารางการตั้งค่าตัวแปรสำหรับการทดสอบระบบ	51
4.7 ผลลัพธ์ของการทดสอบระบบ	51
4.8 การตั้งค่าการทดสอบ Transaction Loads	52
4.9 ผลลัพธ์การทดสอบ Transaction Loads	52

TNI

THAI

NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญรูป

รูป	หน้า
2.1	แผนภาพการทำงานของบล็อกเชน ร่วมกับการทำงานระบบการให้บริการการประมูล 7
2.2	ความห่วงใยในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลการทำรายการ 23
2.3	ผลการขยายขนาดเครือข่ายโดยเปรียบเทียบระหว่างบล็อกเชนระบบอื่น ๆ 25
3.1	แผนภาพในการพัฒนาระบบโดยรวม 27
3.2	แผนภาพระบบโดยรวม 29
3.3	การเชื่อมต่อบล็อกเชนกับระบบบริการที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้ 31
3.4	แผนผังการทำงานของระบบ 32
3.5	ตัวอย่างการตั้งค่าการทดสอบ 34
3.6	ขั้นตอนการเผยแพร่ระบบสู่ผู้ใช้งาน 35
4.1	หน้าต่างการทำงานของ Docker 38
4.2	แผนผังการทำงานของระบบที่ได้จากการพัฒนาระบบ 39
4.3	หน้าจอกรอกข้อมูลการลงทะเบียน 41
4.4	วิธีการบันทึกข้อมูลสินค้าลงเครือข่ายบล็อกเชน 42
4.5	วิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลสินค้าลงในเครือข่ายบล็อกเชน 43
4.6	หน้าจอรายการสินค้าที่เปิดประมูล 44
4.7	ตัวอย่างหน้าจอการประมูลสำหรับผู้ซื้อที่สนใจเข้าร่วมประมูลร้านค้า 45
4.8	สถานการณ์ประมูลของระบบทั้งหมด 46
4.9	กระบวนการทำงานแล้วข้อมูลที่ได้รับและส่งระหว่างกัน 48

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมา

ปัจจุบันรังนกแอ่นกินรังเป็นอาหารที่เชื่อว่าสามารถเสริมสุขภาพและบำรุงร่างกาย มีสารประกอบที่มีคุณค่าต่อร่างกาย ช่วยกระตุ้นเม็ดเลือดขาวให้ผลิตสารต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและไวรัส จึงทำให้รังนกแอ่นกินรังนั้นมีมูลค่าสูง โดยมูลค่างานนกแอ่นกินรังมีการแบ่งระดับของราคาต่อกิโลกรัมโดยประมาณเป็น 4 ระดับ คือ เกรด A หรือเรียกว่า รังเปด หรือรังถ้วย ราคาอยู่ระหว่าง 45,000 - 50,000 บาท, เกรด B หรือรังถ้วย ราคา 40,000 - 45,000 บาท, เกรด C หรือรังมูม ราคา 35,000 - 40,000 บาท และเกรด D หรือรังไม่สมบูรณ์ ราคา 25,000 - 35,000 บาท ตามลักษณะทางกายภาพของรังนกแอ่นกินรัง จึงมีการนำรังนกแอ่นกินรังมาประมูลกันตามแต่ละภูมิภาคของกลุ่มเกษตรกร ในปัจจุบันประเทศที่มีการนำเข้ารังนกที่ใหญ่ที่สุด คือ สาธารณรัฐประชาชนจีน ในปี พ.ศ. 2560 การซื้อขายรังนกเฉพาะบนแพลตฟอร์มอีคอมเมิร์ซของอาลีบาบา มีมูลค่ากว่า 1.48 พันล้านหยวน (มูลค่าประมาณ 7.4 พันล้านบาท) โดยราคารังนกเกรด A ในประเทศจีนแล้วราคาจะสูงกว่า 10 เท่าจากราคาในประเทศไทย [1]

ในสถานการณ์ปัจจุบันมีความพยายามผลักดันของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กับสมาคมการค้าผู้ผลิตและค้ารังนกแอ่น (ประเทศไทย) ที่ได้มีการหารือเรื่องความต้องการรังนกจากต่างประเทศ เช่น จีน ฮองกง เป็นจำนวนมากและส่งผลให้ราคารังนกปรับตัวสูงขึ้น ทำให้เกษตรกรไทยหันมาประกอบอาชีพทำฟาร์มเพาะเลี้ยงนกแอ่นกินรัง (รังนกบ้าน) ทั่วทุกภาคของประเทศจำนวน 46 จังหวัด ทั่วประเทศมีจำนวนบ้านรังนกกว่า 10,000 หลัง ซึ่งกระทรวงเกษตรและสหกรณ์อยู่ระหว่างการดำเนินการส่งเสริมให้นกแอ่นกินรังเป็นสัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ของประเทศ และผลักดันให้การทำฟาร์มนกแอ่นกินรังถูกต้องตามกฎหมาย ปัจจุบัน พ.ร.บ. สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2562 [2]

โดยเกษตรกรมีช่องทางการซื้อขายในลานประมูลรังนกแอ่นกินรังของแต่ละจังหวัด โดยตั้งเป็นลานประมูลและมีการกำหนดวันเวลาในการร่วมประมูลรังนก โดยในปัจจุบันยังไม่ได้มีระบบการประมูลบนคอมพิวเตอร์หรืออินเทอร์เน็ตมาใช้ ซึ่งการประมูลจำเป็นต้องเป็นสมาชิกชมรมหรือกลุ่มเกษตรกร ซึ่งก่อนนำรังนกมาประมูลจะมีการนำมาคัดแยกทำความสะอาดเบื้องต้น เพื่อรอการประมูล เนื่องจากในสถานการณ์ในปัจจุบันเกิดการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 ทั่วโลกอย่างรวดเร็ว ทำให้การรวมตัวระหว่างผู้คนลดลง และมีมาตรการเว้นระยะห่างระหว่างกัน จึงทำให้การทำธุรกรรมต่าง ๆ การดำเนินธุรกิจต่าง ๆ จำเป็นต้องพึ่งพาเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตมากขึ้น เพื่อช่วยในเรื่องของความสะดวกสบาย ลดเอกสาร และลดการเดินทาง การทำระบบออนไลน์ในปัจจุบันจึงจำเป็นต้องมีความ

ปลอดภัย และความน่าเชื่อถือให้มากที่สุด ตั้งแต่เริ่มต้นการพัฒนาระบบจากการประมูลรังนก เนื่องจากในปัจจุบันระบบการประมูลรังนกยังไม่ถูกนำมาใช้บนอินเทอร์เน็ต และต้องการให้ลูกค้ารายใหม่ หรือผู้ประมูลรายใหม่ สามารถรู้จักรังนกแอ่น เข้าถึงการประมูลรังนกได้ง่ายขึ้น อีกทั้งการพัฒนา ระบบต้องการให้การใช้งานเป็นไปได้อย่างราบรื่น มีความปลอดภัยและใช้งานได้ง่ายที่สุด ในความปลอดภัยจะนำบล็อกเชนในการยืนยันความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากการนำข้อมูลเข้าระบบบล็อกเชน ข้อมูลที่มีการนำเข้ามาจะทำการแก้ไขได้ยากขึ้น เนื่องจากมีการบันทึกในแต่ละบล็อกที่จะมีการยืนยันตัวตนของข้อมูลชุดที่นำมาเข้าสู่ระบบ สิ่งที่แตกต่างกันจากระบบอื่นๆคือ การไม่จำเป็นต้องมีคนกลางในการเก็บข้อมูล ในการใช้งานระบบสามารถแลกเปลี่ยนสิ่งต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายของบล็อกเชน ซึ่งในแต่ละบล็อกมีการยืนยันทั้งคนรับ และคนส่ง ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ส่งเสริมให้บล็อกเชนนำมาประยุกต์ใช้ในหลากหลายธุรกิจมากขึ้น และได้รับความนิยมสูงมากขึ้นในช่วงหลัง [3]

ดังนั้นการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้ในระบบการประมูลแบบออนไลน์จึงเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยสร้างความน่าเชื่อถือให้กับทั้งฝ่ายผู้ที่นำสินค้ามาประมูลและผู้เสนอราคาการประมูล ซึ่งจากระบบการทำธุรกรรมแต่ละส่วนในระบบมีการคัดลอกสำเนาอยู่ตลอดเวลาในขณะทำธุรกรรม ซึ่งนอกจากจะช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือและช่วยเรื่องความปลอดภัยในการทำธุรกรรมได้แล้ว ทั้งนี้ยังเป็นการป้องกันการทุจริตในการทำธุรกรรมระหว่างอีกด้วย อันเนื่องมาจากกลไกการทำงานของ การเก็บข้อมูลด้วยบล็อกเชน

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสร้างแนวคิดและพัฒนาระบบการประมูลรังนกแอ่นออนไลน์โดยการประยุกต์ใช้บล็อกเชน
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบการประมูลรังนกแอ่นออนไลน์โดยการประยุกต์ใช้บล็อกเชน

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

การประยุกต์ใช้บล็อกเชนเพื่อใช้สำหรับเว็บไซต์การประมูลรังนกแอ่น โดยได้รวบรวมขอบเขตของงานวิจัยไว้ดังนี้

1. พัฒนาระบบเว็บไซต์การประมูลรังนกแอ่นด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใช้ระบบการประมูลได้อย่างปลอดภัย และปกป้องความเป็นส่วนตัว โดยใช้เทคโนโลยี และเครื่องมือ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน และเปิดให้ใช้งาน ให้สามารถพัฒนาระบบได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

2. พัฒนาระบบโดยใช้บล็อกเชนแทนฐานข้อมูลแบบดั้งเดิมที่จำเป็นตัวมีคนกลาง และมีโอกาสที่ข้อมูลอาจถูกแก้ไขโดยที่ไม่มีการตรวจสอบได้ เหมือนบล็อกเชนที่มีการตรวจสอบข้อมูลการทำรายการทุกครั้งจากทุกส่วน

3. พัฒนาระบบที่มีประสิทธิภาพการใช้งานที่ดี ทำให้ระบบเกิดข้อผิดพลาดในการทำงานให้น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับประสบการณ์ที่ดีที่สุดในระบบ โดยประสบการณ์การใช้งานจะมีการสอบถามการใช้งานจากผู้ใช้งาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การพัฒนาเว็บไซต์การประมูลรังนกแอ่นกินรัง ช่วยให้ผู้สนใจสินค้ารังนกแอ่นสามารถเข้าถึงการซื้อขายได้ง่ายและสะดวกขึ้น อีกทั้งการนำบล็อกเชนมาประยุกต์การใช้งานช่วยเพิ่มความโปร่งใส และความปลอดภัยมากขึ้นจากประโยชน์ของระบบเครือข่ายบล็อกเชน งานวิจัยนี้พิสูจน์การใช้ทำงานร่วมกันระหว่างเว็บไซต์ และระบบบล็อกเชนว่าสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบได้รับความพึงพอใจกับการใช้งานระบบ

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **บล็อกเชน (Blockchain)** หมายถึง ระบบเครือข่ายแบบกระจายศูนย์ ที่มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบบล็อก โดยข้อมูลจะถูกบันทึกและตรวจสอบได้ผ่านกลไกความปลอดภัยที่มั่นคงและไม่สามารถแก้ไขได้โดยง่าย
2. **Latency** หมายถึง ระยะเวลาความหน่วงของระบบหรือค่าความล่าช้าในการส่งและรับข้อมูล ซึ่งเป็นตัวชี้วัดความเร็วในการทำงานของระบบเครือข่าย
3. **Throughput** หมายถึง อัตราความสามารถในการประมวลผลและการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบบล็อกเชนต่อหนึ่งหน่วยเวลา โดยแสดงถึงประสิทธิภาพของระบบในการจัดการข้อมูลจำนวนมาก
4. **เซิร์ฟเวอร์ (Server)** หมายถึง คอมพิวเตอร์หรือระบบที่ให้บริการด้านข้อมูลหรือทรัพยากรแก่ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตภายในเครือข่าย ทำหน้าที่ในการตอบสนองต่อคำขอของไคลเอนต์
5. **API (Application Programming Interface)** หมายถึง โปรแกรมเชื่อมต่อที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างระบบต่าง ๆ หรือซอฟต์แวร์แอปพลิเคชัน โดยช่วยให้นักพัฒนาสามารถนำเข้าหรือส่งออกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. **Smart Contract** หมายถึง สัญญาอัจฉริยะที่ใช้ในระบบเครือข่ายบล็อกเชน โดยทำหน้าที่เป็นกลไกในการจัดการข้อตกลงหรือเงื่อนไขต่าง ๆ แบบอัตโนมัติเมื่อเงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้รับการปฏิบัติครบถ้วน

7. **Front-End** หมายถึง ส่วนของโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งานโดยตรง ซึ่งมีหน้าที่แสดงผลและรับคำสั่งจากผู้ใช้
8. **Back-End** หมายถึง ส่วนของโปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ทำงานเบื้องหลังระบบ ซึ่งรับผิดชอบการประมวลผลข้อมูล คำนวณ และจัดการเงื่อนไขต่าง ๆ ของระบบ
9. **Framework** หมายถึง โครงสร้างหรือเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาระบบหรือแอปพลิเคชันได้ง่ายขึ้นและรวดเร็วขึ้น โดยให้โครงสร้างที่ใช้ซ้ำได้สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์
10. **Peer** หมายถึง เครื่องลูกข่ายหรือโหนดภายในระบบเครือข่ายบล็อกเชน ที่ทำหน้าที่ร่วมในการบันทึกและตรวจสอบธุรกรรม
11. **Browser** หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับเข้าถึงและประมวลผลเว็บไซต์บนอินเทอร์เน็ต ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบของเว็บเพจ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบกรอบแนวคิดสำหรับระบบประมวลรังนกแอ่นกินรังด้วยบล็อกเชน ในครั้งนี้ ได้ศึกษาวรรณกรรมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นพื้นฐานในการออกแบบกรอบแนวคิด โดยมีเนื้อหาสาระดังนี้

- 2.1. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวล
- 2.2. แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีบล็อกเชน
- 2.3. แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างกรอบแนวคิด
- 2.4. แนวคิดการประเมินประสิทธิภาพของบล็อกเชน
- 2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวล

เนื่องจากการซื้อขายรังนกแอ่นในปัจจุบันนั้น ใช้การซื้อขายในปัจจุบันคือการประมวล เนื่องด้วย เรื่องของกฎหมายในการเลี้ยงนกแอ่นในปัจจุบัน และรังนกแอ่นในแต่ละเกรดมีมูลค่าค่อนข้างสูงจากการมีคุณสมบัติที่ดีของตัวรังนก จึงทำให้มีผู้ที่สนใจในการซื้อรังนกแอ่น เพื่อบริโภคเพื่อสุขภาพ เพื่อส่งเสริมการขายรังนกแอ่นให้เป็นที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2.1.1 ส่วนการประมวล

โดยการประมวลในปัจจุบันแบ่งตามประเภทของเจ้าภาพเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1.รัฐเป็นผู้จัดการประมวล (Government Sector) เป็นลักษณะที่รัฐได้จัดการประมวลขึ้น โดยเป็นการประมวลสัมปทานของรัฐ เช่น การประมวลคลื่นความถี่ในอากาศเพื่อใช้ในการโทรคมนาคม การประมวลใบอนุญาตก่อสร้างอาคารสถานที่ต่าง ๆ การประมวลใบอนุญาตการทำเหมืองแร่

2.การประมวลที่จัดเป็นส่วนตัว (Private Sector) คือการประมวลที่ไม่ได้ถูกจัดโดยรัฐหรือราชการ เป็นลักษณะการประมวลที่จัดขึ้นโดยบุคคลธรรมดาทั่วไป โดยสินค้าที่นำมาประมวลนั้นเป็นอะไรก็ได้ เช่น ของสะสม ของหายากที่ไม่มีผลิตแล้ว รถยนต์

2.1.2 มาตรฐานการประมวล

นอกจากลักษณะการที่แบ่งตามประเภทของเจ้าภาพการประมวลแล้ว สามารถแบ่งเป็นมาตรฐานการประมวลได้เป็น 4 แบบดังนี้

1. การประมูลแบบ Second-Price (Second-Price Auction) การประมูลประเภทนี้ผู้ประมูลจะทำการปิดผนึก โดยยื่นราคาพร้อมกันทุกราย แต่จะทำการจ่ายที่ราคามากที่สุด

2. การประมูลแบบ English ผู้ขายจะเริ่มการประมูลด้วยราคาที่ต่ำค่าหนึ่ง แล้วเริ่มต้นให้ผู้ประมูลเพิ่มราคาขึ้นไป ผู้ประมูลแต่ละรายจะเสนอราคาของสินค้าของตนเองออกมา ดังนั้นผู้ประมูลทุกรายจะทราบราคาว่าราคาขณะนั้นราคาจะอยู่เท่าใด ผู้ประมูลที่ออกจากการประมูลแล้ว จะไม่สามารถเข้าร่วมใหม่ได้ในภายหลัง หลังจากเวลาดำเนินไปจนเหลือผู้ประมูลเพียงรายเดียว ซึ่งเป็นผู้ชนะการประมูล

3. การประมูลแบบ First-Price (First-Price Auction) เป็นการประมูลแบบปิดผนึก โดยจะยื่นราคาพร้อมกันทุกราย ดังนั้นแต่ละรายจะไม่ทราบราคาของผู้ประมูลรายอื่น ๆ ว่ากำหนดราคาเท่าใด ผู้ประมูลที่ให้ราคาสูงที่สุดเป็นผู้ชนะการประมูล

4. การประมูลแบบ Dutch (Dutch Auction) เป็นการประมูลที่ผู้ขายจะเริ่มต้นการประมูลโดยกำหนดราคาไว้สูงค่าหนึ่ง แล้วราคานั้นจะเริ่มลดลงตามเวลาที่ผ่านไป ผู้ชนะการประมูลคือผู้ประมูลรายแรกที่ยกให้หยุดราคาที่ลดลงนั้น

2.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีบล็อกเชน

การประยุกต์นำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในการระบบการประมูล จุดประสงค์ในการนำมาใช้ คือ การเสริมความปลอดภัยของระบบการประมูลให้มีความปลอดภัยมากขึ้น และเพิ่มความน่าเชื่อถือภายในระบบการประมูล ซึ่งเป็นคุณสมบัติของบล็อกเชน การแก้ไข หรือการดัดแปลงข้อมูลภายในระบบจำเป็นต้องมีการยืนยันจากโหนดของบล็อกเชนที่มีระบบของบล็อกเชน ซึ่งมีการเข้ารหัสในทั้งผู้รับ และผู้ส่ง เช่น ระบบการเงินซึ่งผู้ส่งจะส่งกุญแจถอดรหัสให้ฝั่งผู้รับ ทำให้บุคคลที่สามที่มาแก้ไขข้อมูลสามารถทำได้ยาก เนื่องจากไม่มีกุญแจในการถอดรหัส บุคคลที่สามที่สอดส่องจะเห็นเป็นตัวอักษรที่ไม่สามารถหาได้ ซึ่งประโยชน์ของบล็อกเชนจากการไม่มีศูนย์กลางมีประโยชน์ดังนี้

1. แปลงทรัพย์สินเป็นโทเคน การเปลี่ยนจากทรัพย์สินจริงเป็นทรัพย์สินบนระบบบล็อกเชน

2. ความโปร่งใส และความเชื่อมั่น ระบบบล็อกเชนได้มีการออกแบบให้มีความโปร่งใส และมีการสร้างความเชื่อมั่น การถูกฉ้อโกงสามารถถูกจำกัดด้วยระดับความโปร่งใส ข้อมูลรายการไม่สามารถดัดแปลงได้ ซึ่งส่งผลให้ระบบบล็อกเชนมีความเชื่อมั่นในการทำรายการ การเงิน

3. การเชื่อมต่อถึงกันโดยตรง ระบบบล็อกเชนเป็นระบบที่เป็นการตัดคนกลางออก ทำให้การทำรายการนั้นมีความโปร่งใสมากขึ้น และมีความเชื่อมั่นมากขึ้น

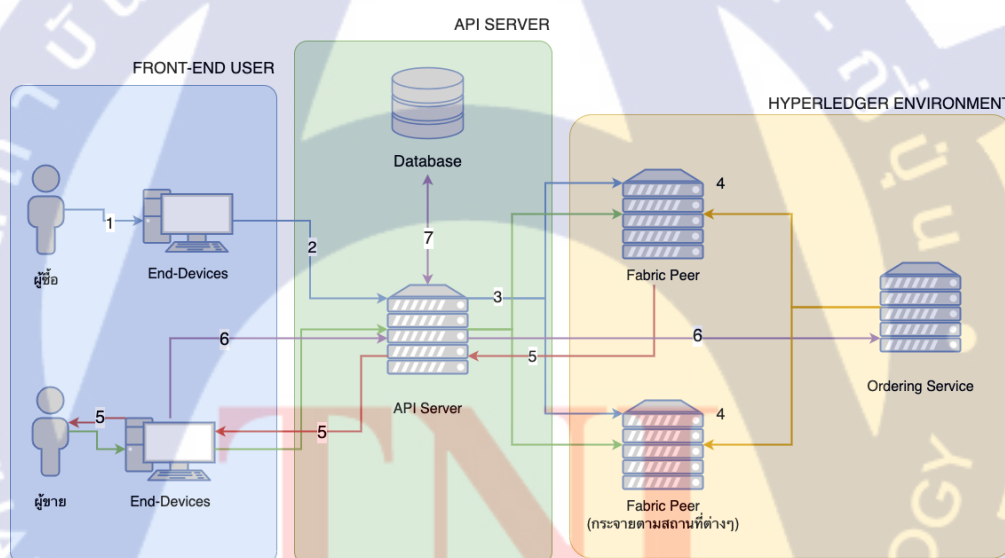
4. การลดต้นทุน ระบบการทำรายการแบบดั้งเดิมนั้นจำเป็นต้องมีคนกลาง เช่น ธนาคาร จำเป็นต้องมีคนกลางในยืนยันตัวเดิม และเอกสาร ทำให้มีขั้นตอนมากมายทำให้จำเป็นต้องเสีย

ค่าธรรมเนียมเพิ่มเติม ซึ่งระบบบล็อกเชนมีส่วนที่ช่วยตัดกระบวนการในส่วนนี้ ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการทำรายการลดลง

5. สัญญาอัจฉริยะ การทำสัญญาอัจฉริยะเป็นกระบวนการการทำรายการที่ไม่มีมนุษย์ไม่เกี่ยวข้อง ทำให้การทำรายการนั้นใช้เวลาอันน้อยลง มีการตรวจสอบความชอบธรรมระหว่างกัน และใช้ในการทำข้อตกลง ซึ่งข้อตกลงนี้จำเป็นต้องมีการตกลงทั้งสองฝั่ง การทำรายการจึงจะสำเร็จ

6. ความปลอดภัย การออกแบบระบบของบล็อกเชนที่เป็นรูปแบบไม่รวมศูนย์นั้น ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลข้อมูลที่เก็บ จากผู้ควบคุมระบบจากแหล่งเดียว ซึ่งส่งผลให้การโจมตีของผู้ไม่ประสงค์ดีไม่สามารถโจมตีระบบได้ ซึ่งช่วยเสริมให้บล็อกเชนมีความปลอดภัยที่แข็งแกร่งมากขึ้น [4]

โดยในงานวิจัยนี้มีแนวคิดในการใช้บล็อกเชนจาก Hyperledger ซึ่งบล็อกเชนแบบระบบปิดโดยไม่มีการใช้ร่วมระบบกับผู้อื่น ๆ เช่น Ethereum โดยการทำงานของบล็อกเชน Hyperledger มีการทำงานเป็นไปตามแผนผังดังนี้



รูปที่ 2.1 แผนภาพการทำงานของบล็อกเชน ร่วมกับการทำงานระบบการให้บริการการประมูล

จากภาพนั้น จะเห็นได้ว่าในส่วนประกอบของบล็อกเชนนั้นมีหลายองค์ประกอบด้วยกันในการจัดการระบบบล็อกเชน ตามโครงสร้างของ Hyperledger Fabric โดยจะมีขั้นตอนการทำงานตั้งแต่ฝั่งผู้ใช้ ถึงการนำระบบบล็อกเชนมาใช้ในระบบ

2.2.1 ผู้ใช้

ผู้ใช้งานจะเป็นผู้ส่งข้อมูลเพื่อเข้าระบบนำไปทำงานต่อในระบบบล็อกเชนผ่าน API Server หรือเซิร์ฟเวอร์ในส่วนให้บริการแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลที่ใช้ได้ร้องจากระบบบล็อกเชน เช่น ขั้นตอนการชำระเงิน การร้องขอข้อมูลที่มีความเป็นส่วนตัวสูง เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องอาศัยความปลอดภัยสูง เพื่อไม่ให้หลุดรอดไปยังผู้ไม่ประสงค์ดีที่จะนำข้อมูลไปซื้อขาย หรือนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น ๆ ที่เสี่ยงต่อความเป็นส่วนตัว

2.2.2 ฝั่งการให้บริการแอปพลิเคชันส่วนกลาง

ฝั่งการให้บริการแอปพลิเคชันส่วนกลางนั้น จำเป็นสำหรับการให้บริการแอปพลิเคชันในของผู้ใช้ เพื่อให้สามารถมีส่วนร่วมกับระบบได้ง่ายขึ้น หรือเพื่อให้สามารถเข้าสู่อินเทอร์เน็ตได้เป็นส่วนที่ใช้คำนวณข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการนำข้อมูลไปยังส่วนติดต่อกับผู้ใช้เพื่อนำไปแสดงผลต่อไป เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลที่ไม่จำเป็นต้องเน้นความปลอดภัยมาก หรือไม่ได้ใช้ในระหว่างการทำธุรกรรม เช่น ข้อมูลระบบ การตั้งค่าของระบบทั่วไป

2.2.3 ส่วนบล็อกเชน

เมื่อรับข้อมูล จากผู้ใช้แล้ว ระบบบล็อกเชนทำการเข้ารหัสข้อมูล และบันทึกข้อมูลลงระบบบล็อกเชน การแก้ไขต่าง ๆ ไม่สามารถทำได้หากเจ้าของข้อมูลไม่อนุญาตการเข้าถึงข้อมูลชุดนั้น ๆ ซึ่งการเข้าถึงจำเป็นต้องมีการยืนยันการใช้กุญแจจากเจ้าของข้อมูล เพื่อใช้ในการถอดรหัสข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ในระบบบล็อกเชนที่ข้อมูลไม่สามารถอ่านได้โดยตรงจากบุคคลอื่นที่ดูข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลแบบเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึมสำหรับการเข้ารหัสข้อมูลที่เกิดจากกระบวนการของอัลกอริทึมในการเข้ารหัสข้อมูล ซึ่งที่กระบวนการเข้ารหัสข้อมูลใช้ Asymmetric cryptography เป็นหลักการสร้างกุญแจสองชุดคือ กุญแจสาธารณะ และกุญแจส่วนตัว ในการยืนยันตัวตน และเข้าถึงข้อมูลได้

โดยสถาปัตยกรรมของบล็อกเป็นรูปแบบของการทำงานของบล็อกเชน โดยจะมีการแบ่งเป็นชั้นของการทำงานต่าง ๆ (Layer) เป็นดังนี้

- 1.Data Layer เป็นชั้นที่กำหนดข้อมูล โครงสร้างข้อมูล และการเก็บข้อมูล ทั้งหมดบนระบบบล็อกเชน โดยระบบบล็อกเชนมีการเก็บข้อมูลเป็นห่วงโซ่เป็นบล็อก โดยในแต่ละบล็อกมีข้อมูลการทำรายการอยู่ประมาณหนึ่ง
- 2.Network Layer เป็นชั้นที่กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อโหนดบล็อกเชนในแต่ละโหนด และยืนยันข้อมูลที่มีการโอนถ่ายระหว่างโหนดแต่ละส่วน โดยบล็อกเชนมีการเชื่อมต่อกันในรูปแบบ P2P (Peer to Peer) โดยการทำงานในรูปแบบนี้ แต่ละโหนดเชื่อมต่อกัน

3.Consensus Layer เป็นชั้นการแกนหลักของบล็อกเชน ที่กำหนดรูปแบบการทำงาน และอัลกอริทึม (Algorithms) ที่ใช้ในการเชื่อมต่อของระบบบล็อกเชนที่เป็นรูปแบบการให้บริการแบบไม่มีศูนย์กลาง เพื่อให้ได้รับการยืนยันเพื่อที่มีแก้ไขข้อมูลในระบบบล็อกเชน

4.Incentive Layer เป็นชั้นที่ใช้การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้ที่เข้าร่วมระบบในการยืนยันข้อมูล และรักษาทั้งระบบให้ทำงานต่อไปได้ โดยกลไกในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับรางวัลในแต่ละบล็อก และค่าธรรมเนียมในการทำรายการ

5.Contract Layer เป็นที่ใช้การกำหนดเงื่อนไขการทำงานของบล็อกเชน โดยในขั้นนี้เริ่มแรกมีการเริ่มต้นการใช้โดย Ethereum โดยขั้นนี้มีการใช้สัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) ซึ่งสัญญาอัจฉริยะมีการใช้ในการป้องกันการดูข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต และเป็นระบบที่มีการทำงานได้ด้วยตัวเองบนระบบบล็อกเชน เป็นโอกาสให้สามารถสร้างสรรค์โปรแกรม หรือระบบสกุลเงินดิจิทัล (cryptocurrencies) ได้

6.Application Layer เป็นชั้นที่กำหนดการใช้ API (application programming interfaces – API) เพื่อนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมต่าง ๆ ได้ตามที่กำหนด

2.3 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างกรอบแนวคิด

งานวิจัยนี้ เป็นการนำระบบประมูลรังนกแอ่นจากออฟไลน์มาสู่ออนไลน์เพื่อให้ผู้ซื้อสามารถเข้าถึงการประมูลได้ง่ายขึ้น เนื่องจากการประมูลนั้นเกี่ยวข้องกับการซื้อขายสินค้า หรือเกี่ยวข้องกับการเงินจึงจำเป็นต้องเพิ่มความปลอดภัยให้มากยิ่งขึ้น ซึ่งระบบความปลอดภัยที่นำมาใช้คือระบบบล็อกเชน ซึ่งผู้ใช้แต่ละคนมีการยืนยันที่มีความปลอดภัยไม่สามารถสวมรอย หรือใช้งานแทนบุคคลได้ ซึ่งส่งเสริมให้ระบบของบล็อกเชนที่เลือกใช้มีความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือที่ดียิ่งขึ้นจากระบบดังกล่าว อีกทั้งยังสามารถป้องกันบุคคลที่สามยุ่งเกี่ยวกับการประมูล เพื่อให้การประมูลเป็นไปได้อย่างโปร่งใสมากยิ่งขึ้นจากการนำระบบบล็อกเชนมาใช้งาน แนวคิดของบล็อกเชนมีการเก็บข้อมูลไว้หลายที่ตามโหนดของระบบบล็อกเชนในแต่ละระบบ ซึ่งเป็นการกระจายข้อมูลซึ่งการแก้ไขข้อมูลนั้นทำได้ยากจากการเก็บข้อมูลไว้หลายโหนดซึ่งการนำข้อมูลออกมาใช้งานจำเป็นต้องมีการยืนยันตัวตนของเจ้าของข้อมูล โดยข้อมูลเหล่านี้มีเพียงเจ้าของข้อมูล หรือผู้ที่สร้างข้อมูลชุดนี้คนแรกสามารถเข้าถึงข้อมูลได้เพียงคนที่ถือชุดกุญแจสำหรับการเข้าถึงข้อมูลเท่านั้น

2.4 แนวคิดการประเมินประสิทธิภาพของบล็อกเชน

การทดสอบประสิทธิภาพของบล็อกเชน ใช้การทดสอบประสิทธิภาพในรูปแบบกับทดสอบระบบวิธีการทดสอบดำเนินการโดยส่งจำนวนรายการเข้าสู่ระบบในปริมาณมากเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานภายในเครือข่ายว่าสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ มีการส่งข้อมูลและกำหนดเงื่อนไขด้วยส

สัญญาอัจฉริยะ หรือเรียกว่า chain code ถ้าหากอยู่ในเครือข่ายของ Hyperledger การทดสอบอีก รูปแบบจะวัดความหน่วง และความรวดเร็ว (Latency) ของเครือข่ายบล็อกเชน เป็นการวัดว่าข้อมูล จะสามารถเข้าสู่ระบบเมื่อไหร่หลังจากที่มีการสั่งการทำงานจากผู้ใช้งาน เพื่อให้สามารถเรียกใช้ข้อมูล จากเครือข่าย และนำไปใช้ดำเนินการต่อได้ ถ้าหากค่าวัดความหน่วงในส่วนนี้มีค่าสูงเกินไป ข้อมูลจะ ไม่ถูกบันทึก และถูกอ่าน ส่งผลทำให้เกิดผลลัพธ์เป็นข้อผิดพลาดขึ้นมา โดยตัวแปรการวัดผลจะวัดโดย ใช้ค่าดังตารางดังต่อไปนี้ [5]

ตารางที่ 2.1 ตารางค่าตัวแปรการทดสอบของเครือข่ายบล็อกเชน

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
Latency / Delay	ค่าความหน่วง
Throughput	ปริมาณการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ
Error Rate	ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในระบบ

จากการศึกษาจากงานวิจัยการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของ Hyperledger Fabric โดยจะสามารถสรุปเป็นตารางได้เป็นดังตารางที่ 2.2 ซึ่งงานวิจัยนี้จะนำตัวแปรมาใช้ในการ ประเมิน และวัดผลการทดสอบของระบบบล็อกเชนสำหรับงานวิจัยนี้

ตารางที่ 2.2 สรุปการใช้ตัวแปรในงานวิจัยแต่ละฉบับ

งานวิจัย / ตัวแปรการวัดผลที่ใช้	Latency	Throughput	Error Rate
Performance Analysis of Hyperledger Fabric 2.0 Blockchain Platform	✓	✓	✓
Hyperledger Fabric Blockchain: Chain code Performance Analysis	✓		
Performance Analysis of Hyperledger Fabric Platforms	✓	✓	
Latency performance modeling and analysis for hyperledger fabric blockchain network	✓		

จากการศึกษาพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ต้องการทดสอบประสิทธิภาพในเรื่องของความหน่วงเพื่อวัดระยะเวลาในการดำเนินการทำรายการภายในเครือข่ายบล็อกเชน เพื่อให้มีระยะเวลาในการใช้งานเครือข่ายบล็อกเชนให้มีระยยะเวลาน้อยที่สุด เพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 Prototype of Blockchain in Dental care service application based on Hyperledger Fabric framework. [6]

การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาสร้างเป็นต้นแบบเว็บแอปพลิเคชันสำหรับระบบบริการทันตกรรมโดยใช้ Hyperledger Framework เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือในระบบสุขภาพงานวิจัยนี้ดำเนินการพัฒนาระบบบล็อกเชนซึ่งใช้ RESTful API ซึ่งเป็นตัวสื่อสารระหว่างเว็บแอปพลิเคชันและส่วนเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการรับหรือส่งข้อมูล ซึ่งใช้สร้าง Front-End ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานระบบ Hyperledger เป็นเครื่องพัฒนาแบบเปิดซึ่งทำให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันบล็อกเชนในการประยุกต์นำไปใช้ในธุรกิจต่าง ๆ ได้อย่างง่าย การนำประยุกต์ใช้กับคลินิก โรงพยาบาล นั้นช่วยให้สถานพยาบาลต่าง ๆ สามารถใช้ในการยืนยันตัวตนของคนไข้ในการติดตามอาการ หรือเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อใช้ในการรักษาในงานวิจัยชิ้นนี้ การพัฒนาระบบใช้การพัฒนาโปรแกรมเป็น Full-Stack Blockchain ในHyperledger Composer ช่วยให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถสร้างเป็น REST API ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อนำไปใช้กับเว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชันบนมือถือ การทำงานของตัวต้นแบบของระบบนี้มีดังนี้ คือ

- 1.การนัดหมายคนไข้กับทันตแพทย์
- 2.สร้างรายละเอียดเกี่ยวกับทรัพย์สิน เพื่อใช้ในการใส่รายละเอียดการชำระเงินต่าง ๆ กับคลินิก
- 3.แจ้งเตือนไปยังคนไข้ หลังจากทางคลินิกส่งรายการเข้าไปในระบบ
- 4.คนไข้ชำระเงิน โดยคนไข้จะตรวจสอบรายการของการชำระเงิน และชำระเงิน หลังจากการชำระเงินรายการนี้จะเปลี่ยนสถานะเป็นชำระเงินแล้ว
- 5.รับใบเสร็จ คนไข้จะสามารถอ่านรายละเอียดคำวินิจฉัยของการเข้าพบทันตแพทย์ ซึ่งมีการสร้างอยู่บนระบบบล็อกเชน

ในการดำเนินการ ใช้ Hyperledger composer เป็น Nodejs ที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง สามารถนำไปใช้เป็น REST API เพื่อนำประยุกต์ใช้กับผู้ใช้งานตามการออกแบบธุรกิจ ในส่วนติดต่อผู้ใช้ ใช้ Angular เพื่อติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ REST

ขั้นตอนการทำงานจะมีการทดลองใช้ที่เกิดขึ้นกับคลินิก ขั้นตอนแรกคนไข้จะพบทันตแพทย์ หลังจากนั้นทันตแพทย์จะทำการสร้างการตั้งค่า และกฎของสัญญากับคนไข้ เป็นการ

สร้างรายการโดยจะเรียกว่า “การสัมภาษณ์การรักษา (treatment interview)” โดยจำนวนรายการจะขึ้นอยู่กับทันตแพทย์ และคนไข้ หลังจากที่สร้างรายการแล้ว คลินิกจะสร้างรายการที่เรียกว่า “ได้รับการรักษา (treatment received)” และ “ค่าการรักษา (treatment fee)” คนไข้จะได้รับข้อความแจ้งเตือนในขั้นตอนถัดไป เพื่อให้คนไข้ได้ทำการชำระเงิน เพื่อทำการดำเนินการขั้นตอนถัดไป ขั้นตอนสุดท้ายรายการทั้งหมดส่งเป็นจำนวนของบล็อกเชนเพื่อทำการตรวจสอบรายการทั้งหมดที่เคยเกิดขึ้นบนระบบ ในงานวิจัยนี้มีการแบ่งผู้เข้าร่วม และข้อมูลทรัพย์สินเป็นดังนี้

1. ผู้สมัคร เป็นสมาชิกส่วนหนึ่งของเครือข่ายธุรกิจ

1.1.คนไข้ ผู้ที่จะได้รับการรักษา

1.2.ทันตแพทย์ ผู้ที่เขียนบันทึกข้อมูลอาการของคนไข้ เก็บประวัติ และข้อมูลการวางแผนการรักษา เข้าไปยังระบบ

1.3.คลินิก ส่วนที่ส่งข้อมูลรายการ เช่น การรับการรักษา เพื่อสรุปข้อมูลรายการชำระเงินไปยังคนไข้ อีกทั้งยังเป็นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลการชำระเงินอย่างถูกต้องระหว่างทันตแพทย์ กับ ทันตแพทย์

2. ทรัพย์สิน เป็นทรัพยากรที่มีอยู่ในส่วนธุรกิจ ซึ่งสามารถเป็นไปได้ทั้ง สิ่งที่ต้องได้ และจับต้องไม่ได้ เป็นองค์ตัวแปรหลักในเครือข่ายธุรกิจ

2.1.ใบสัญญา

2.2.สัญญา

คุณสมบัติ และรายการการทำธุรกรรม

1.การสัมภาษณ์คนไข้ มีการเก็บข้อมูลประวัติคนไข้ โดยทันตแพทย์ หลังจากที่สัมภาษณ์คนไข้แล้วจะทำการเขียนและส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบ

2.วางแผนการรักษา รายการนี้จะบันทึกแผนการรักษาของทันตแพทย์ เช่นแผนการจัดฟัน และอื่น ๆ เป็นข้อมูลที่ช่วยวินิจฉัยความผิดพลาด และเหตุการณ์บางอย่างที่จะก่อให้เกิดอันตราย

3.ค่าธรรมเนียมการรักษา รายการนี้เป็นการยืนยันข้อตกลงจากคนไข้ หลังจากที่คนไข้ส่งข้อมูล หมายความว่าข้อมูลได้รับการอนุมัติ

4.การได้รับการรักษา รายการนี้ขึ้นอยู่กับเงินคงเหลือในบัญชีในแต่ละคนที่เข้าร่วมในระบบ

จากงานวิจัยนี้ Hyperledger เป็นเครื่องมือแบบเปิด ซึ่งอนุญาตให้สามารถพัฒนาบล็อกเชนได้ และการนำไปประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่าง ๆ ได้อย่างง่าย

2.5.2 Argo Bidding a Smart Dynamic System for Enhancement of Farmer's Lifestyle [7]

ระบบการซื้อขายสินค้าสินค้าด้วยการประมูล จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือทำให้ระบบรวดเร็ว ใช้งานง่าย และมีประสิทธิภาพ ช่วยผู้ใช้งานในการลงทุนในการประมูล ตัดพ่อค้าคนกลางซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรและลูกค้าในการซื้อขาย ผู้ขายสามารถประกาศขายสินค้าไปยังคนที่ซื้อที่สนใจ การยืนยันของระบบนี้จะใช้รหัสผู้ใช้ และรหัสผ่าน ในลงชื่อเข้าใช้สำหรับการเข้าใช้ระบบ ทั้งฝั่งลูกค้า และคนขาย ผู้ขายสามารถอัปโหลดรูปภาพของสินค้า หรือการนำรูปภาพไปยังเวิร์กโฟลว์ และคำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับตัวสินค้าเกษตรกรรม ผู้ซื้อสามารถเลือกสินค้าเกษตรจากการประกาศขายของผู้ขาย และทำการประมูลตัวสินค้าโดยราคาจะมีการยึดตามผู้ขายสินค้านี้ และทำการประมูลในเวลาที่ยก้กัก งานวิจัยนี้มีส่วนประกอบ 5 องค์ประกอบ คือ

1. ระบบการลงทะเบียน ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในเข้าใช้แอปพลิเคชันซึ่งผู้ใช้จำเป็นต้องใช้ บัญชีผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) ซึ่งบัญชีใช้นั้นจะเป็นสิ่งที่ไม่ซ้ำกัน อีกทั้งผู้ใช้จำเป็นต้องให้ข้อมูลส่วนตัวบางประการ เช่น เบอร์โทรศัพท์มือถือ อีเมล ที่อยู่
2. การลงชื่อเข้าใช้ (Login) ซึ่งเป็นหน้าที่ต้องใช้บัญชีผู้ใช้ และรหัสผ่าน ใช้สำหรับผู้ใช้ที่เป็นสมาชิกของระบบแล้ว หากผู้ใช้งานลืมรหัสผ่านสามารถขอใหม่ได้ด้วย อีเมล หรือ เบอร์โทรศัพท์มือถือ
3. หน้าผู้ใช้ มีรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับผู้ซื้อ และผู้ขาย ที่ได้ทำการลงทะเบียนแล้ว
4. ผลิตภัณฑ์ เป็นองค์ประกอบที่ประกอบไปด้วยข้อมูล เช่น ชื่อผลิตภัณฑ์ ประเภทสินค้า ราคา และรูปภาพสินค้า ผู้ขายสามารถส่งรูปภาพภายในเวลาที่กำหนด และเขียนคำอธิบายเกี่ยวกับตัวสินค้า ผู้ขายสามารถกำหนดราคาเริ่มต้นของสินค้าได้ ผู้ซื้อสามารถดูรายละเอียดของสินค้า
5. การประมูล เป็นองค์ประกอบที่มีข้อมูลเกี่ยวกับวันที่ และเวลา ในการประมูล มีข้อมูลของผู้ใช้ที่กำลังอยู่ในระหว่างการประมูล ข้อมูลในองค์ประกอบนี้ คือ ระยะเวลาที่เหลือในการประมูล และจำนวนผู้เข้าประมูลสูงสุด

ในระบบประมูลที่มีอยู่แล้ว ราคาของสินค้าจะคงที่ ณ เวลาที่ประมูล การต่อรองราคาจะมาจากผู้ขายคนอื่น ๆ ซึ่งจะขึ้นกับทักษะของแต่ละคน และชื่อเสียง ราคาของสินค้าจะสูงเกินไปหากมีการตั้งราคาสินค้าที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากขาดข้อเสนอแนะ ผู้ขายไม่ทราบสินค้าที่ลูกค้าต้องการจะซื้อ ส่งผลให้สินค้าของผู้ขายไม่ถูกซื้อ

ในงานวิจัยนี้ ราคาเริ่มมีการตั้งจากผู้ขาย คุณภาพของแอปพลิเคชันมีการตรวจสอบจากผู้ใช้ในระบบ ราคาสูงสุดจะถึงเป้าหมายด้วยตัวเอง สินค้าทั้งหมดมีการหลีกเลี่ยงที่จะทำให้สูญเสียเปล่า อย่างไรก็ตามข้อเสนอแนะจากลูกค้า และผู้ขายนั้นเป็นสิ่งสำคัญ

ในอนาคตระบบการประมูลออนไลน์จะมีการปรับปรุงเพิ่มเติมโดยการเพิ่มคุณสมบัติเพิ่มเติมบนแอปพลิเคชันสำหรับมือถือ เช่น ห้องสนทนาในแอปพลิเคชัน ผู้ใช้สามารถสื่อสารระหว่างกันได้ และตัวเลือกในการชำระเงินสามารถใช้ในการขายตรงได้

2.5.3 Blockchain-Based Trust Auction for Dynamic Virtual Machine Provisioning and Allocation in Clouds [8]

ระบบ Cloud Computing เป็นระบบที่มีความนิยมในการให้บริการอินเทอร์เน็ต ในงานวิจัยนี้เป็นนำ Hyperledger Fabric มาประยุกต์ใช้เป็นตัวต้นแบบของสัญญาอัจฉริยะบนบล็อกเชน เพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดจากคนกลาง (3rd Party) ในการทำการซื้อขายที่ไม่เชื่อถือคนกลางที่จะทำให้เกิดข้อมูลรั่วไหล การประมูลที่ไม่ยุติธรรม ในการแก้ปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้ใช้บล็อกเชนในการพัฒนาสัญญาอัจฉริยะเป็นตัวต้นแบบ ในตัวต้นแบบนี้ใช้ระบบ Hyperledger Fabric ในการรวมระหว่างบล็อกเชน และสัญญาอัจฉริยะด้วยระบบ Cloud เพื่อเพิ่มความปลอดภัยของข้อมูลการประมูล และความเสมอภาคของระบบ Cloud งานวิจัยนี้ทำการจำลองระบบด้วยคอมพิวเตอร์ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Ubuntu และใช้งาน Hyperledger Fabric 1.1 ทำการทดสอบประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบเรื่องความเป็นส่วนตัว (Privacy) เนื่องจากต้องป้องกันการรั่วไหลของข้อมูล การออกจากศูนย์กลาง (Decentralized) ในระบบประมูล เพื่อตัดตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับระบบ Cloud และการจัดการรายการธุรกรรม (Transaction) เพื่อมั่นใจว่าเรื่องความเป็นส่วนตัว และข้อมูลในการประมูล มีการออกแบบระบบการเข้ารหัสการรับส่งข้อมูล โดยใช้ key exchange protocol และ symmetric encryption technology เพื่อเข้ารหัสการประมูล ป้องกันสิทธิของผู้ใช้งานโดยไม่ต้องผ่านคนกลาง

ในปัจจุบันการรวมเทคโนโลยีบล็อกเชนกับทรัพยากรบนระบบคลาวด์นั้นเป็นแนวโน้มแบบใหม่ เนื่องจากสามารถทำการกระจายจากศูนย์กลาง และป้องกันการดัดแปลงข้อมูล ซึ่งสามารถช่วยแก้ไขข้อบกพร่องในปัจจุบัน

บล็อกเชนนี้นั้นมีต้นกำเนิดมาจากบิตคอย (Bitcoin) ในฐานะเทคโนโลยีแอปพลิเคชันพื้นฐานของ Bitcoin ซึ่งมีการให้ความสนใจอย่างรวดเร็ว ด้วยการเป็นระบบบัญชีที่ไม่มีศูนย์กลาง บล็อกเชนมีการประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลาย เช่น พื้นที่เก็บข้อมูล การใช้เป็นอัลกอริทึมเข้ารหัส และกลไกฉันทมติ บล็อกเชนจึงเป็นการกำจัดการอำนาจของบุคคลที่สามซึ่งช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือของผู้ใช้งานระหว่างกันโดยไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลที่สาม เพราะโหนดการตัดสินใจทั้งหมดมีกระบวนการรักษา บล็อกอยู่บนห่วงโซ่ (Chain) และข้อมูลรายการเก็บอยู่บนเครือข่ายที่เรียกว่า peer-to-peer network ซึ่งทำให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลนั้นจะไม่ถูกดัดแปลง ในการอีกทางเนื่องจากไม่สามารถย้อนกลับ

การเข้ารหัส และความได้เปรียบในเรื่องของความปลอดภัยในโลกไซเบอร์ของระบบฉันทมติ ข้อมูลที่อยู่บนระบบจึงมีความโปร่งใส ความปลอดภัย และเปลี่ยนแปลงไม่ได้ ข้อมูลบนระบบจึงมีการรับประกัน

ตั้งแต่บล็อกเชนเป็นสาธารณะ เมื่อกลายเป็นข้อมูลส่วนตัว (Private Data) จึงจำเป็นต้องมีการเข้ารหัส ในงานวิจัยนี้ทางผู้เขียนได้ใช้อัลกอริทึมกระบวนการแลกเปลี่ยนรหัสของ Diffie-Hellman และการเข้ารหัสแบบสมมาตร ผู้ส่งและผู้รับใช้กุญแจส่วนตัวตัวเอง และกุญแจสาธารณะ เพื่อสร้างกุญแจที่มีการใช้แบ่งปันกัน ในอัลกอริทึมการเข้ารหัสแบบสมมาตรนั้น ผู้ส่งใช้กุญแจเข้ารหัสข้อมูล และผู้รับใช้กุญแจในการถอดรหัสเพื่อรับข้อมูล ซึ่งเป็นการใช้กุญแจเข้ารหัส และถอดรหัสเหมือนกัน

ในงานวิจัยนี้ใช้โมเดลเป็น IaaS (Infrastructure as a service) โดยสร้างอยู่บนผู้ให้บริการระบบคลาวด์ที่แต่ละยี่ห้อ มีทรัพยากรที่ต่างกันในการ VM instances

ระบบการประมวลผลออนไลน์ด้วยการประมวลผลบนการประมวลผลบนระบบคลาวด์ ในงานวิจัยนี้มีแบ่งเป็นขั้นตอนการประมวลดังนี้

1. ผู้ใช้งานลงทะเบียน เป็นขั้นตอนในการยืนยันตัวตน และลงทะเบียน โดยจะมีขั้นตอนการทำงานเป็นดังนี้

1.1. ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้จะต้องส่งการยืนยันตัวตนไปยังหน่วยงานที่รับรอง (Certification authority – CA) ก่อนเข้าสู่ระบบไปยังเครือข่ายโซ่ (Chain Network) หลังจากที่ยืนยันตัวตนผ่าน ผู้สมัครจะได้รับกุญแจที่ใช้ในการจับคู่ (Keypair) และใบรับรองดิจิทัล

1.2. ขั้นตอนที่ 2 ผู้ใช้ส่งข้อมูลการลงทะเบียน และใบรับรองดิจิทัลไปยังระบบ หลังจากได้รับใบรับรองดิจิทัล และกุญแจที่ใช้ในการจับคู่

1.3. ขั้นตอนที่ 3 โหนดจะทำการยืนยันใบรับรองดิจิทัลสำหรับผู้ใช้ใหม่ และยืนยันตัวตนด้วยใบรับรองดิจิทัล หลังจากได้รับการอนุมัติจากโหนดแล้ว ผู้ใช้จะได้รับการเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ

2. ผู้ใช้ส่งข้อมูล เป็นกระบวนการที่ใช้ในการส่งข้อมูลการเสนอราคา

2.1. ขั้นตอนที่ 1 ผู้ใช้ส่งข้อมูลไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อสร้างกุญแจสาธารณะ และกุญแจส่วนตัวในฝั่งของเซิร์ฟเวอร์ จะทำการส่งกุญแจจริงกลับมายังผู้ใช้

2.2. ขั้นตอนที่ 2 ผู้ใช้ดำเนินการสร้าง กุญแจสาธารณะ และกุญแจจับคู่ส่วนตัว เพื่อใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลรายการธุรกรรม

2.3. ขั้นตอนที่ 3 ผู้ใช้ส่งกุญแจสาธารณะ และข้อมูลการเข้ารหัสไปยังเซิร์ฟเวอร์

2.4. ขั้นตอนที่ 4 เซิร์ฟเวอร์ทำการสร้างกุญแจสมมาตร เพื่อให้เชื่อมโยงกับกุญแจสาธารณะของผู้ใช้ และทำการถอดรหัส และเข้ารหัส ข้อมูลด้วยกุญแจสมมาตร

2.5.ขั้นตอนที่ 5 ส่งข้อมูลการเสนอราคาไปยังสัญญาการประมูล และส่งผลลัพธ์กลับไปยังผู้ใช้

3.ประมูล ในส่วนนี้มีการแนะนำในคุณสมบัติของสัญญาการประมูล โดยมีการจัดสรรบนระบบคลาวด์ ในกลไกของส่วนนี้มีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การจัดสรร และการทำธุรกรรม

4.การจัดการรายการธุรกรรม หลังจากที่ได้รับผลลัพธ์การประมูล ผู้ชนะสามารถนำทรัพยากรต่าง ๆ ไปใช้ได้ สัญญารายการธุรกรรมจำเป็นต้องเรียกสัญญาการประมูล เพื่อรับที่อยู่ และชำระเงินของผู้ใช้ที่ชนะการประมูล เพื่อทำการยืนยันข้อมูลการทำธุรกรรมของผู้เข้าร่วม การจัดการรายการธุรกรรมแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การจัดการทรัพยากร และการจัดการชำระเงิน

4.1.การจัดการทรัพยากร มีขั้นตอนดังนี้

4.1.1.ขั้นตอนที่ 1 ผู้เข้าร่วมส่งข้อมูลคำร้องขอ

4.1.2.ขั้นตอนที่ 2 ถ้าผู้เข้าร่วมมีใบรับรองการชำระเงิน ข้อมูลจะถูกเข้ารหัสด้วยกุญแจสาธารณะของผู้เข้าร่วม

4.1.3.ขั้นตอนที่ 3 โหนดทำการยืนยันลายเซ็น ข้อมูลรายการการทำธุรกรรมจะเก็บในรูปแบบของบล็อก และรอการรับรองให้บล็อกอยู่ในโซ่ระบบ

4.1.4.หลังจากข้อมูลบล็อกอยู่บนโซ่แล้ว สามารถรับข้อมูลมาจากบล็อก การยืนยันจะใช้ลายเซ็น และกุญแจส่วนตัวเพื่อทำการถอดรหัสจากข้อมูลรายการทางธุรกรรม

4.2.การจัดการชำระเงิน มีขั้นตอนดังนี้

4.2.1.-ขั้นตอนที่ 1 ผู้เข้าร่วมส่งคำร้องขอสัญญาทางการทำธุรกรรม (TC) เพื่อเก็บข้อมูลการชำระเงินไว้ หลังจากที่ได้สัญญาทางการทำธุรกรรมได้รับค่าธรรมเนียมการทำธุรกรรมแล้ว หลังจากนั้นจะมีการสร้างใบรับรองการชำระเงิน และส่งให้ผู้เข้าร่วม

4.2.2.ขั้นตอนที่ 2 ผู้เข้าร่วมส่งใบรับรองการชำระเงิน กุญแจสาธารณะ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกลับไปยังผู้ให้บริการระบบคลาวด์

4.2.3.ขั้นตอนที่ 3 ผู้ให้บริการระบบคลาวด์ยืนยันรายการทางธุรกรรม

4.2.4.ขั้นตอนที่ 4 สัญญาทางการทำธุรกรรมจ่ายค่าธรรมเนียมการให้บริการไปยังผู้ให้บริการคลาวด์

การทดลองการพัฒนาในงานวิจัยมีการจำลองการทำงานบนคอมพิวเตอร์ซึ่งทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Ubuntu ระบบการทำงานนั้นจะมีพื้นฐานอยู่ Hyperledger Fabric เวอร์ชัน 1.1 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์แบบเปิดที่นักพัฒนาสามารถร่วมพัฒนาเพิ่มเติม ระบบทำการจำลอง และพัฒนาด้วยระบบคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ การพัฒนาใช้ Visual Studio Code และ Remote Development plug-

ins สำหรับฐานข้อมูลใช้ CouchDB ระบบโซ่พัฒนาโดยใช้ NodeJS ในงานวิจัยมีการขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพ การทดสอบนั้นทำการเรียก chain code จากนั้นเรียกลำดับการร้องขอข้อมูลรายการการทำธุรกรรม และสร้างบล็อก ให้ปรับปรุงข้อมูลบัญชีหลังจากการยืนยัน
2. การเปรียบเทียบ มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบด้วยระบบดำเนินการหลัก โดยมีการประเมินแบ่งออกเป็น 3 เรื่องคือ

2.1.การปกป้องความเป็นส่วนตัว เป้าหมายของเรื่องนี้คือการเข้ารหัสข้อมูลเพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะไม่มีข้อมูลรั่วไหลในรูปแบบของตัวอักษรที่สามารถอ่านได้

2.2.ความกระจายศูนย์ของระบบประมวล เป็นการตัดค่าธรรมเนียมของบุคคลที่อยู่ตรงกลางระหว่างผู้ใช้และระบบคลาวด์ ซึ่งระบบควรที่อยู่บนบล็อกเชน

2.3.การจัดการรายการทางธุรกรรม ในการประมวลความปลอดภัยของการประมวลและความเสมอภาคการทำธุรกรรมเป็นสิ่งจำเป็น จึงจำเป็นต้องมีระบบที่กำจัดความผิดปกติบนระบบคลาวด์ เป้าหมายของเรื่องนี้คือเพิ่มความเสมอภาคขึ้น

2.4.ข้อสรุปของงานวิจัยนี้ เป็นการแนะนำความยาก และความท้าทายของการใช้การประมวลผลบนกลุ่มเมฆ หรือ Cloud computing บนระบบประมวล หลังจากนั้นเป็นการวิเคราะห์ปัญหาหลัก ๆ ของระบบ ด้วยการนำระบบการประมวลบนระบบคลาวด์มาใช้สำหรับความปลอดภัยและความเสมอภาคในการดำเนินการการทำรายการ เพื่อให้มั่นใจในความเป็นส่วนตัว และข้อมูลการประมวล เป็นการนำระบบบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้บนระบบคลาวด์

2.5.4 Secure E-Auction System Using Blockchain: UAE Case Study [9]

การปกป้องระบบการประมวลสินค้าของประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนจากระบบ Offline เป็น Online มากขึ้น ความปลอดภัยจึงเป็นส่วนสำคัญมากขึ้น งานวิจัยมีการนำระบบสัญญาอัจฉริยะใช้ร่วมกับการระบบประมวลแบบดั้งเดิมของประเทศสหรัฐอาหรับเอมิเรตส์ เป็นตัวต้นแบบของระบบความปลอดภัยในการประมวล งานวิจัยนี้มีการศึกษาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับระบบการประมวลแบบดั้งเดิม ระบบสัญญาอัจฉริยะซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนระบบบล็อกเชนซึ่งทำให้ไม่จำเป็นต้องพึ่งคนกลางในการดำเนินการ และการนำการประมวลออนไลน์โดยใช้บล็อกเชน ซึ่งนำระบบสัญญาอัจฉริยะของ Ethereum โดยระบบดังกล่าวเป็นไม่มีศูนย์กลาง (Decentralize) ซึ่งช่วยให้ข้อมูลเกี่ยวกับการประมวลไม่มีการรั่วไหลเกิดขึ้น หรือป้องกันการโจมตีจากผู้ไม่หวังดีจากคนกลางที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการป้องกัน และผู้ไม่หวังดี การดำเนินการมี 3 ขั้นตอนคือ

1. ลงทะเบียนสินค้าหรือทรัพย์สิน ผู้ขายจำเป็นต้องลงทะเบียนลงทะเบียน ในบล็อกเชน

2. ผู้ซื้อร้องขอการขอประมูลในทรัพย์สิน

3. ตัดสิน จะมีการยืนยันตัวตนก่อนที่เจ้าของสินค้าจะยืนยันที่ส่งสินค้า การยืนยันจะทำการส่งคำร้องขอไปยังผู้ขายให้ทำการใส่รหัสส่วนตัวของผู้ขาย รหัสบัญชี และตัวเลขสินค้าไปยังแอปพลิเคชันที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้

ในการนำไปประยุกต์ใช้นั้น ในงานวิจัยจะไม่ใช้การพัฒนาโปรแกรมแบบดั้งเดิม เช่น การพัฒนาเว็บไซต์ เนื่องจากมีความเสี่ยง และมีข้อจำกัดอื่น ๆ ในงานวิจัยมีการเสนอใช้บล็อกเชนในการนำไปใช้ในระบบประมูลออนไลน์เพื่อลดความเสี่ยง ในงานวิจัยได้ทำการศึกษาวิธีการเขียนภาษาโปรแกรม Go บน Hyperledger Fabric ซึ่งช่วยแก้ปัญหาความปลอดภัยซึ่งเกิดขึ้นในระบบการประมูลออนไลน์แบบดั้งเดิม

การออกแบบระบบมีการใช้ Fabric ซึ่งทำงานอยู่บน Ubuntu แบบจำลอง โดยจะมีคุณสมบัติการทำงานหลักเป็นดังนี้

- (1) การสร้างผู้เข้าร่วมใหม่ เป็นส่วนที่ใช้สมัครผู้ใช้ใหม่ๆเข้ามาในระบบประมูล
- (2) การสร้างทรัพย์สินสำหรับการประมูล
- (3) การเรียงรายการ เป็นสิ่งที่ผู้เข้าร่วมเสนอรายการเพื่อทำการเสนอราคา
- (4) การเสนอราคา เป็นคุณสมบัติที่สำคัญในการให้ผู้เข้าร่วมเข้าเสนอราคา สัญญาอัจฉริยะจะทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลไปยังบัญชี เพื่อทำการยืนยันว่าทรัพย์สินได้มีเจ้าของใหม่จากการที่ได้ประมูลในราคาที่สูงสุด
- (5) การปิดประมูล มีการส่งของไปยังผู้เข้าร่วมประมูลที่มีการเสนอราคาที่สูงที่สุด และจะต้องมีการโอนเงินจากบัญชีผู้ซื้อไปยังบัญชีผู้ขาย

ในงานวิจัยนี้ทางผู้เขียนได้นำเสนอระบบในการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบประยุกต์แบบดั้งเดิมของสหรัฐอเมริกาสำหรับเอมิเรตส์ โดยจุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ได้ทำการเสนอระบบที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยไประบบการประมูลออนไลน์ของประเทศสหรัฐอเมริกาสำหรับเอมิเรตส์ ด้วยกันป้องกันการฉ้อโกงการประมูลระหว่างผู้เข้าร่วม

2.5.5 Blockchain-based Real Estate market: one method for applying Blockchain technology in Commercial Real Estate Market [4]

การนำบล็อกเชนมาใช้กับธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ เนื่องจากระบบปัจจุบัน ผู้เช่าเจ้าของ และนักลงทุนไม่ค่อยพึงพอใจในระบบปัจจุบัน ในงานวิจัยนี้เป็นการนำระบบบล็อกเชนมาอำนวยความสะดวกในการนำระบบมาใช้กับระบบอสังหาริมทรัพย์ ซึ่งช่วยจัดการปัญหาที่พบประจำในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ต่อทฤษฎีตลาดราคาคงที่ การลงทุนอสังหาริมทรัพย์เป็นหนึ่งในการลงทุนที่ปลอดภัยซึ่งสามารถป้องกันความเสี่ยงของเงินเฟ้อ เนื่องจาก

เป็นสิ่งที่สามารถจับต้องได้ และเป็นสิ่งที่ใช้กระจายพอร์ตการลงทุนที่ดี อสังหาริมทรัพย์เป็นสิ่งที่ไม่หายไปได้ง่ายจึงเป็นการลงทุนที่ความเสี่ยงต่ำสำหรับการลงทุนในระยะยาว โดยในงานวิจัยมีการอธิบายเกี่ยวกับของบล็อกเชน ดังนี้

คุณสมบัติที่ 1 มี Tokenization เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการลงทุน เป็นประตูสำหรับเศรษฐกิจแบบบล็อกเชน token เป็นสิ่งที่นับได้ ทดแทนได้ และแบ่งได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่หน่วยที่ใช้ในระบบบล็อกเชน เป็นสิ่งที่ผู้คนสามารถเห็นคุณสมบัติของทรัพย์สิน ในอีกทางหนึ่ง token เป็นสิ่งที่มีความเสถียรซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยน ซึ่งเป็นคุณสมบัติต้องเป็นที่ยอมรับของทั้งสองฝั่ง

คุณสมบัติที่ 2 การแลกเปลี่ยน crypto (CE) มีการอนุญาต และเป็นการแลกเปลี่ยนเงินดิจิทัลทั่วไป สามารถทำให้แลกเปลี่ยนสกุลเงินดิจิทัลอื่น ๆ ได้

คุณสมบัติที่ 3 มีการเปิดกว้างทางซอฟต์แวร์ (Open Source) ซึ่งมีส่วนที่ทำให้ระบบมีคุณสมบัติใหม่ๆมากขึ้นจากการสร้างสรรค์ในการพัฒนาแนวทางต่าง ๆ ทำให้มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้งาน และความยั่งยืน ที่นำมาใช้ในระบบบล็อกเชน ในการเปิดกว้างทางซอฟต์แวร์ผู้ใช้สามารถทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือ และสามารถเห็นซึ่งประสิทธิภาพได้

ในการนำไปใช้งานจริง แพลตฟอร์มที่ทำงานบนสัญญาอัจฉริยะนั้นจะต้องมีการยืนยันด้วยรหัสความโปร่งใส (Transparent Codes)

ในงานวิจัยนี้มีการสรุปความเป็นไปได้ของการทำสภาพคล่องไปยังตลาดอสังหาริมทรัพย์ เพื่อกำจัดผู้ค้าคนกลาง ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถพบได้บ่อยในตลาดอสังหาริมทรัพย์ ด้วยสาเหตุนี้การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ช่วยเติมเต็มแผนนี้ นอกจากนี้ยังระบบดังกล่าวมีประโยชน์หลากหลาย เช่น ช่วยลดความเสี่ยงในทรัพย์สินด้วยการใช้ราคาจากเหรียญราคาเสถียรที่จะนำมาประยุกต์ซึ่งช่วยป้องกันการบิดเบือนจากการกระทำของตลาด

Hyperledger Fabric เป็นเทคโนโลยีบล็อกเชน ที่มีการรวมเทคโนโลยีที่คุ้นเคย และพิสูจน์ เป็นสถาปัตยกรรมที่มีการอนุญาตให้มีการนำคุณสมบัติต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกัน เป็นคุณสมบัติที่มีประสิทธิภาพในการผลิตการใช้สัญญาอัจฉริยะ

2.5.6 Blockchain Based Full Privacy Preserving Public Procurement [10]

การจัดซื้อจัดจ้างของภาครัฐในปัจจุบัน เป็นกิจกรรมที่มีแนวโน้มที่จะคอร์รัปชันสูง การนำระบบการจัดซื้อจัดจ้างแบบออนไลน์จึงมีการแนะนำให้นำมาใช้ซึ่งช่วยเพิ่มความโปร่งใสมากขึ้น การนำระบบดังกล่าวนี้เข้าสู่ระบบออนไลน์สาธารณะสามารถตรวจจับความผิดปกติในกระบวนการจัดซื้อจัดจ้าง แต่ระบบการจัดซื้อจัดจ้างและการประมูลในปัจจุบันนั้น ขึ้นอยู่กับผู้ประมูล หรือบุคคลที่สามารถเชื่อถือได้ ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ที่นำไปสู่การคอร์รัปชัน เนื่องจากการสมรู้ร่วมคิดระหว่างผู้

เสนอราคา และผู้ประมูล งานวิจัยนี้จึงมีการใช้บล็อกเชนเพื่อแก้ไขปัญหาการจัดซื้อจัดจ้าง ซึ่งทำให้การประมูลมีความเป็นส่วนตัวมากขึ้น ในการสำรวจการประมูลแบบปิดผนึกใช้ 1 ผู้ตั้งประมูลถึงไว้วางใจ หรือผู้ตั้งประมูลหลายคน ในการกระจายความน่าเชื่อถือ แต่ผู้ร่วมประมูลไม่สามารถเชื่อถือบุคคลที่สามทุกคน แต่บุคคลที่สามจะแบ่งปันความรู้ไปยังผู้ร่วมประมูล ในงานวิจัยมีการอธิบายทฤษฎีการเข้ารหัสแบบ ELGamal เป็นรูปแบบการเข้ารหัสแบบกุญแจสมมาตรสำหรับการใช้กุญแจสาธารณะ งานวิจัยนี้มีการเก็บค่าตัวแปรต่าง ๆ ใช้สำหรับระบบการประมูลแบบปิดผนึก ซึ่งมีการรายการต่าง ๆ ดังนี้

1. การตรวจสอบสาธารณะ
2. ความเป็นส่วนบุคคล และการไม่เปิดเผยตัวตน
3. การไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ประมูล และผู้เสนอราคา
4. สภาพแวดล้อมของความน่าเชื่อถือ
5. การตรวจสอบสาธารณะ
6. ความแข็งแกร่งของระบบ
7. ไม่มีการปฏิเสธผู้ชนะ ระบบจำเป็นต้องมีการยืนยันตัวตนของผู้ชนะ
8. มีราคาจอง ผู้ขายจำเป็นต้องกำหนดราคาขั้นต่ำ ที่ผู้ขายสามารถยอมรับการชนะ

ประมูลได้

9. มีประสิทธิภาพ โปรโตคอลและการสื่อสาร เหมาะสมสำหรับการดำเนินการประมูลตามปกติ

โดยในงานวิจัยนี้ได้มีการอธิบายเกี่ยวกับโปรโตคอลของระบบการประมูล และระบบบล็อกเชน โดยมีการอธิบายไว้ดังนี้

1.ระบบบล็อกเชน ระบบบล็อกเชนมีการรองรับระบบเงินสกุลดิจิทัล และสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) หรือสามารถสร้างบริการที่สามารถสร้างเองได้ตามจุดประสงค์ของแต่ละระบบ

2.โปรโตคอลการประมูล ซึ่งมีฐานอยู่บนการประมวลผลแบบที่หลายฝ่ายปลอดภัย เป็นส่วนที่อนุญาตให้ผู้เสนอราคาสามารถประมูลได้ โดยไม่มีการเปิดเผยข้อมูลร่วม

การออกแบบระบบประมูล ได้มีการออกแบบสัญญาอัจฉริยะไว้ดังนี้

ระยะที่ 1 การติดตั้งเริ่มแรก และการลงทะเบียน ผู้ขายจะทำการปล่อยการประมูลสัญญาอัจฉริยะด้วยตัวแปรของการประมูลทั้งหมดไปยังระบบบล็อกเชน มีการเผยแพร่ไปยังที่อยู่ของผู้ซื้อ

ระยะที่ 2 การสร้างกุญแจสาธารณะ ผู้เสนอราคาแต่ละคนจะทำการสร้างตัวเลขแบบสุ่ม และทำการอัปเดตไปยังสัญญาอัจฉริยะ

ระยะที่ 3 ส่งการประมูล แต่ละการเข้ารหัสจากระยะที่แล้ว ผู้เสนอราคาทำการประมวลผลเวกเตอร์การเสนอราคา การพิสูจน์ความรู้เป็นศูนย์เกี่ยวกับความถูกต้องสามารถทำได้ทั้งแบบตอบโต้ตามความต้องการ และไม่ได้ตอบ

ระยะที่ 4 ตัดสินผู้ชนะ ในแต่ละมาตรการขั้นตอน มีการคำนวณผลลัพธ์ราคาแรก

ระยะที่ 5 เปิดเผยผู้ชนะ เมื่อมีผู้เสนอราคาที่สูงที่สุดได้รับการยืนยันว่าได้ตำแหน่งที่ชนะแล้ว สามารถยืนยันการประมูล และชำระเงิน

2.5.7 Research on Blockchain-Based E-Bidding System [11]

ระบบส่วนใหญ่จำเป็นต้องการบุคคลที่อยู่ตรงกลางที่น่าเชื่อถือเป็นอย่างมากเพื่อยืนยันในความปลอดภัยของระบบ งานวิจัยนี้มีการศึกษาหลักการของความไม่มีศูนย์กลาง ด้วยการใช้ระบบบล็อกเชน และสัญญาอัจฉริยะเพื่อทดแทนระบบฐานข้อมูลแบบดั้งเดิมเพื่อใช้ในการประมวลผลเงื่อนไขในทางธุรกิจ

ในปัจจุบันระบบการประมูลออนไลน์มีความสมบูรณ์แบบมากขึ้นเรื่อย ๆ แต่ยังมีปัญหาบางอย่างเช่น ข้อมูลความโปร่งใส การแบ่งปันทรัพยากรที่มีความยาก และไม่มีความเป็นส่วนตัว งานวิจัยนำคุณสมบัติของบล็อกเชนมาใช้สร้างระบบประมูลออนไลน์แบบใหม่ คือ ความเปิดกว้าง ความน่าเชื่อถือสูง และการตรวจสอบย้อนหลังได้ โดยระบบได้เลือกใช้ Hyperledger Fabric เพื่อทดแทนบุคคลที่สามที่ใช้อยู่ในระบบดั้งเดิม งานวิจัยนี้ยังได้ผสมเทคโนโลยีบล็อกเชน และกลไกความป้องกันความเป็นส่วนตัวส่วนบุคคล เพื่อเข้ารหัส และเก็บข้อมูลการประมูลไว้อยู่บน chain ด้วยสัญญาอัจฉริยะ

แอปพลิเคชันบล็อกเชนส่วนอย่าง เช่น Bitcoin Ethereum ตั้งอยู่บนพื้นฐานแบบเปิด ซึ่งมีความกระจายจากศูนย์กลางมาก ทำให้ในแต่ละ node มีความสะดวกในการอ่านข้อมูล และส่งรายการธุรกรรม อีกทั้งการเข้าและการออกจากเครือข่ายบล็อกเชนนั้นมีประสิทธิภาพสูง อย่างไรก็ตาม ความเป็นระบบเปิดส่งผลให้มีความหวังสูง ประสิทธิภาพต่ำ และขาดกลไกการกำกับดูแลที่สอดคล้องกัน ซึ่งไม่เหมาะกับกิจกรรมการประมูล โดยจะมีการใช้ระบบบล็อกเชนแบบส่วนตัวซึ่งสามารถเขียน chain ด้วยการควบคุมกันแบบภายใน การอ่านสิทธิการเข้าถึงนั้นจะถูกเลือกหากมีการเปิดสู่ภายนอก

2.5.8 Performance Analysis of Hyperledger Fabric 2.0 Blockchain Platform [12]

Hyperledger Fabric เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่นิยมในธุรกิจเกี่ยวกับบล็อกเชน แอปพลิเคชันหลายๆตัวต้องการการนำเข้าข้อมูล อย่างไรก็ตามการตั้งค่าเครือข่ายบล็อกเชนจำเป็นต้องการวัดประสิทธิภาพ ในงานวิจัยนี้แสดงการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ Hyperledger Fabric

โดยมีการมุ่งเน้นการประเมินไปที่ค่า อัตราการนำเข้าข้อมูล อัตราความหน่วงภายในเครือข่าย และ อัตราความผิดพลาด

วิธีการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ด้วยการวัดจากข้อมูลการทำรายการหลาย ๆ รายการ เพื่อการยืนยันข้อมูลภายในเครือข่าย การวัดประสิทธิภาพมีความขึ้นอยู่กับสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) ถ้าหากมีความซับซ้อนสูง เช่น การเปรียบเทียบระหว่าง Fabric เวอร์ชันก่อนหน้า จะไม่นำค่ามาใช้ โดยงาน

จุดประสงค์งานวิจัยนี้เป็นการประเมินการขยายขนาดของเครือข่ายต่าง ๆ ของ สัญญาอัจฉริยะของเครือข่ายบล็อกเชน ด้วยการเพิ่มปริมาณของ peer บริษัท บริการการประเมิน รายการการทำรายการภายในเครือข่าย ขนาดบล็อก ที่ได้รับการพิจารณาแล้ว เครื่องมือแบบกำหนดเองเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับ fabric เวอร์ชัน 2.0 ถูกพัฒนามาเพื่อการสร้างเครือข่ายทางธุรกิจโดยอัตโนมัติตามความต้องการ โดยจะมีการติดตั้งการทดสอบของสัญญาอัจฉริยะอัตโนมัติ หลังจากติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว เครือข่ายสามารถใช้งานได้ และสามารถทดสอบได้

2.5.9 Hyperledger Fabric Blockchain: Chaincode Performance Analysis [13]

Hyperledger Fabric เป็นระบบเก็บสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) โดยมีการเขียนภาษาโปรแกรมตามเงื่อนไขทางธุรกิจซึ่งสามารถสร้าง และแก้ไข เงื่อนไขในส่วนนี้ได้ งานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำรายการของแพลตฟอร์ม Hyperledger Fabric โดยวิเคราะห์ปัจจัยที่มีส่วนทำให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยรวมมากที่สุดในระดับที่ละเอียด งานวิจัยนี้แสดงการประเมินการทดสอบอย่างละเอียดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบของการใช้ Chain Code หรือสัญญาอัจฉริยะที่แตกต่างกันที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายด้านประสิทธิภาพ

Hyperledger Fabric ประกอบไปด้วยสองส่วนคือส่วนบล็อกเชน และ world state โดยส่วนแรกเป็นฐานข้อมูลซึ่งเก็บค่าปัจจุบัน ซึ่งเก็บเป็นวัตถุโดยเก็บเป็นในรูปแบบ key-value ส่วนที่สองคือส่วนของบล็อกเชนที่มีประวัติการทำรายการซึ่งมีการเก็บรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในส่วนของ world state เก็บข้อมูลบล็อกจาก chain อื่น ๆ ใน Hyperledger Fabric นั้นในแต่ละ peer มีการดำเนินการทำรายการ ด้วยอัลกอริทึมการทำการตกลง เพื่อให้มั่นใจได้ว่าแต่ละ peer จะมีการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกัน เครือข่าย Hyperledger มีส่วนประกอบดังนี้

(1) Endorser เป็นส่วนที่รับข้อมูลการทำรายการมาจากแอปพลิเคชันจากผู้ใช้งาน และส่งผลลัพธ์การรับรองการทำรายการ

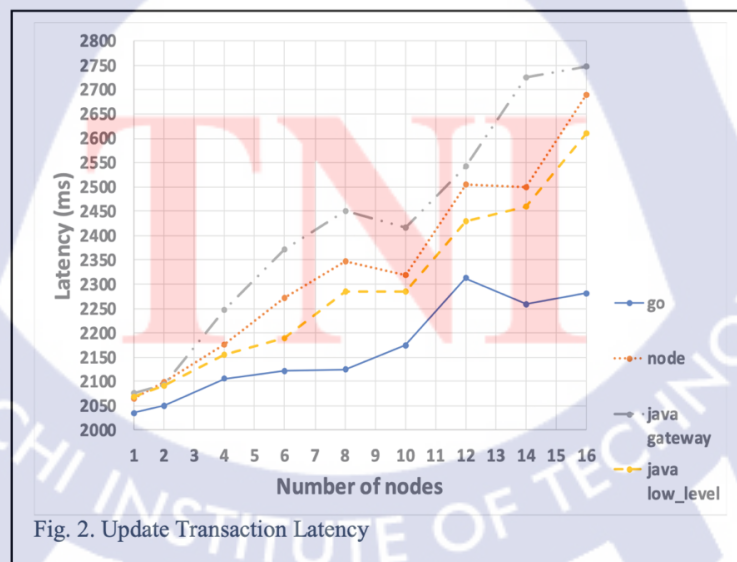
(2) Orderer เป็นส่วนการสร้างบล็อก ซึ่งรับผลการรับรองการทำรายการ และนำข้อมูลการทำรายการส่งไปยังบล็อกภายในเครือข่ายบล็อกเชน

(3) Commiter เป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของการทำรายการเป็นรายการธุรกรรม ทุกเครื่องในเครือข่ายจะต้องผ่านขั้นตอนนี้

ในการประเมินค่าความหน่วง ในงานวิจัยนี้มีการสร้างโปรแกรมซึ่งนักพัฒนาโปรแกรมสามารถที่จะดำเนินการบำรุงรักษา หรือดำเนินการแก้ไขได้ โดยซอฟต์แวร์ตั้งอยู่บนเครือข่ายบล็อกเชน การทดสอบสถานการณ์จะทำการจำลองอยู่บนเครือข่ายภายใน โดยทำการเริ่มการทำงานของ peer ในเครื่องคอมพิวเตอร์จำลองที่มีการติดตั้ง Chain code

การทำการทดสอบมีการออกแบบเพื่อวัดผลกระทบของการเขียนโปรแกรมที่ใช้สำหรับโปรแกรมสำหรับผู้ใช้ และจำนวนเครื่อง peer ว่าส่งกระทบต่อความหน่วงของการทำรายการอย่างไร การดำเนินการทดสอบมีขยายจำนวนเครื่อง peer ในเครือข่ายโดยมีการเพิ่มเป็นจำนวน 1 2 4 6 8 10 12 14 และ 16 เครื่องจำลองภายในเครือข่าย ในกรณีที่เลวร้ายที่สุดทุกเครื่องในเครือข่ายมีการส่งคำร้องขอการทำรายการเพิ่มเติมพร้อมกันทุกเครื่อง เพื่อให้ถึงขีดจำกัดกระบวนการรับรองของเครือข่ายบล็อกเชน

ความหน่วงของการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ภาษาโปรแกรมที่ใช้มีผลต่อความหน่วงภายในเครือข่าย มีความหน่วงเพิ่มขึ้น 0.3 วินาที ในกรณีที่ มี 10 เครื่องภายในเครือข่าย และ เพิ่มขึ้น 0.5 วินาที ในกรณีที่ มี 16 เครื่องภายในเครือข่าย ในกรณีของงานวิจัยนี้ ทางผู้ดำเนินการวิจัยได้ใช้ ภาษาโปรแกรม Go ในการดำเนินการ ภาษาโปรแกรม Node และ Java มีผลลัพธ์ที่คล้ายกัน ชุดการพัฒนา Java Gateway มีผลลัพธ์ที่แย่ที่สุด โดยเป็นไปดังกราฟดังนี้



รูปที่ 2.2 ความหน่วงในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลการทำรายการ

กรณีการดึงข้อมูล จะใช้ peer เพียงแค่เครื่องเดียว โดยไม่มีการรอการตอบรับจากเครื่องอื่น ๆ ทำให้ค่าความหน่วงของการดึงข้อมูล จะน้อยกว่าการเปลี่ยนแปลงข้อมูล

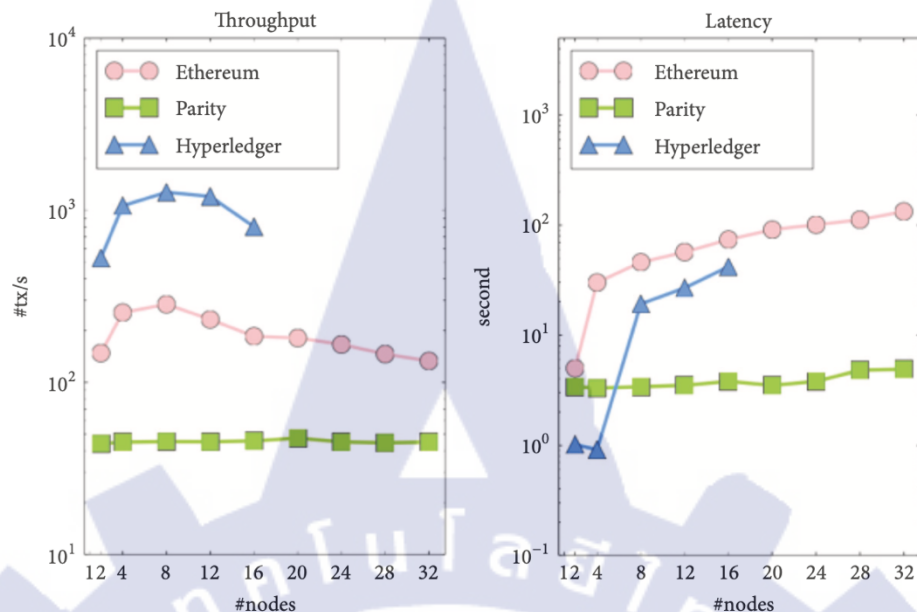
ในงานวิจัยนี้ มีการศึกษา และความเข้าใจในความหน่วยภายในระบบเครือข่ายของ Hyperledger Fabric ในทั้งสองกรณีคือ กรณีที่มีการดึงข้อมูลออกมาแสดง และการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ภายในระบบ โดยขั้นแรกมีการระบุองค์ประกอบสิ่งที่ส่งผลในกระบวนการทำรายการ มีการมุ่งเน้นไปที่จำนวนเครื่องภายในเครือข่าย และภาษาในการพัฒนาโปรแกรมที่นำมาใช้กับระบบบล็อกเชน โดยมีการสรุปได้ว่าภาษาพัฒนา Go ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ความหน่วงในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลมีแนวโน้มที่จะมีการหน่วงในระบบมากที่สุดตามจำนวนของเครื่อง Node ภายในเครือข่าย

2.5.10 Performance Analysis of Hyperledger Fabric Platforms [5]

งานวิจัยนี้มีการวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพของ Hyperledger ในแต่ละเวอร์ชันคือ เวอร์ชัน 0.6 และ 1.0 โดยทำการวิเคราะห์เวลาการประมวลผลของค่า Throughput หรือค่าการป้อนข้อมูลเข้าสู่ระบบ และ Latency หรือค่าความหน่วง

งานวิจัยนี้มีการศึกษาการขยายขนาดเครือข่ายโดยมีการเปรียบเทียบระบบเครือข่ายกันระหว่าง 3 ระบบ ได้แก่ Hyperledger Ethereum และ Parity การขยายขนาดเครือข่ายมีการตั้งค่า อัตราการทำรายการเป็นแบบค่าคงที่ และเปลี่ยนค่าจำนวนผู้ใช้ และจำนวนเซิร์ฟเวอร์ โดยการทดลองนี้มีการแสดงค่า Throughput และ Latency

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของ Hyperledger ในงานวิจัยนี้มีการใช้เครื่องมือ Hyperledger caliper เวอร์ชันที่มีการดัดแปลงแล้ว เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยเครื่องมือดังกล่าวจะมีการออกผลลัพธ์ออกมาเป็นรายงานในรูปแบบ HTML โดยจะมีค่าที่ได้ดังนี้คือ ค่าการใช้ทรัพยากร และค่าการทำรายการภายในเครือข่ายต่อวินาที (TPS) และมีการดัดแปลงเครื่องมือเพื่อวิเคราะห์เวลาการประมวลผลภายในระบบของบล็อกเชน



รูปที่ 2.3 ผลการขยายขนาดเครือข่ายโดยเปรียบเทียบระหว่างบล็อกเชนระบบอื่น ๆ

2.5.11 Latency performance modeling and analysis for Hyperledger fabric blockchain network [14]

งานวิจัยนี้มีการใช้รูปแบบทฤษฎีใหม่ในการคำนวณความหน่วงของการทำรายการด้วยการตั้งค่าเครือข่าย เช่น การนำเข้าของบล็อก หรือขนาดของบล็อก โดยงานวิจัยนี้ทำการทดลองยืนยันรูปแบบการทดสอบความหน่วงที่เกิดขึ้นในเครือข่ายบล็อกเชน

การทดลองการนำบล็อกเชน Hyperledger Fabric มา งานวิจัยนี้มีการตั้งค่า 2 – 4 โหนด ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้สำหรับระบุสังกัดของผู้ที่มาร่วมเครือข่ายของบล็อกเชน โดยเครือข่ายของระบบทำงานอยู่บน Docker Container ใช้สำหรับการประมวลผลข้อมูลการทำรายการที่เกิดขึ้นภายในระบบ การเชื่อมต่อ Fabric Network เชื่อมต่อกันโดยใช้ Docker Swarm

การสร้างรายการการธุรกรรมที่เกิดขึ้นในระบบ งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือ Hyperledger Caliper ซึ่งเป็นเครื่องมือให้ผู้ใช้สามารถวัดผลประสิทธิภาพภายในเครือข่ายบล็อกเชนได้ โดยตัวเครื่องมือ Hyperledger Caliper จะทำงานบนเครือข่ายทุกตัวภายในเครือข่ายบล็อกเชน ซึ่งเมื่อทำงานเสร็จสิ้นจะได้ค่าความหน่วงภายในระบบ หรือ Latency โดยค่าความหน่วงมีการคำนวณจากรายการการธุรกรรมที่เกิดขึ้นภายในระบบเป็นแต่ละรายการ ระหว่างการทดลอง เครือข่ายจากฝั่งผู้ใช้งานมีการส่งรายการเป็นจำนวน 10,000 รายการ และรับบล็อกจากการเชื่อมต่อเครือข่ายภายในเครือข่ายระหว่างกัน เพื่อทำการยืนยันการทำรายการ ผลลัพธ์ทั้งหมดจะได้เป็นค่าเฉลี่ยจากการทำรายการทั้งหมดภายในเครือข่าย

ผลลัพธ์จากทดลอง โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการสรุปการทดลองได้เป็นดังนี้

- 1.ผลกระทบการเข้ามาของรายการ
- 2.ผลกระทบจากค่าเริ่มต้นของจำนวนบล็อก
- 3.ผลกระทบจากขนาดเริ่มต้นของบล็อก
- 4.ผลกระทบจากจำนวนองค์กรภายในเครือข่าย
- 5.ผลกระทบจากช่องทางภายในเครือข่าย
- 6.ผลกระทบจากการระบุนโยบายของการทำรายการภายในเครือข่าย



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีดำเนินการออกแบบกรอบแนวคิดสำหรับระบบประมวลเรียงนกแอ่นกินรังด้วยบล็อกเชน ในการวิจัยนี้ได้มีขั้นตอนการพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

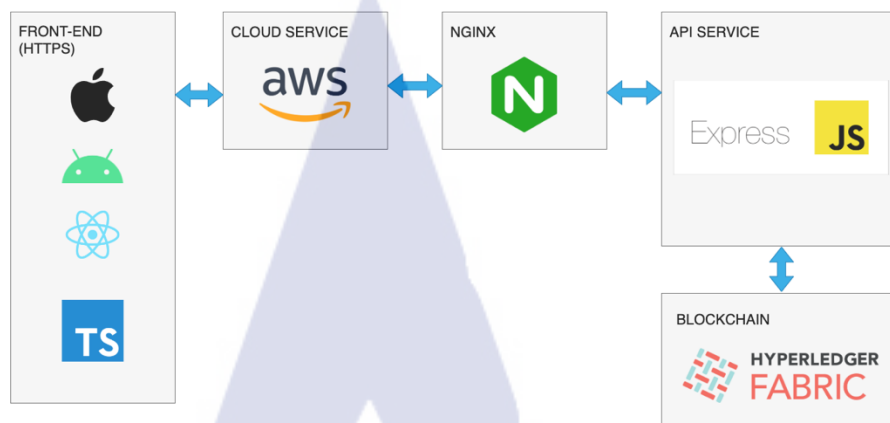
ขั้นตอนการพัฒนาระบบการประมวล



รูปที่ 3.1 แผนภาพในการพัฒนาระบบโดยรวม

3.1 การออกแบบระบบ และรวบรวมความต้องการ

การออกแบบระบบจะมีการเก็บข้อมูลการประมูลเกี่ยวกับผู้ซื้อจริง เช่น กฎหมายการค้าขายของ รูปแบบการประมูลรังนกแอ่นกินรังในปัจจุบันว่ามีขั้นตอนดำเนินการในการประมูลสินค้า การชำระเงินสินค้า หรือปัญหาของการประมูล นำมาพัฒนาระบบเป็นเว็บแอปพลิเคชันซึ่งช่วยให้ผู้ซื้อและผู้ขายรังนก เข้าถึงได้ง่ายขึ้น รวมทั้งดึงดูดกลุ่มลูกค้าใหม่เพื่อช่วยส่งเสริมยอดขายให้แก่ผู้ขายที่ได้เลี้ยงนกแอ่นกินรังมากขึ้นด้วย การพัฒนาซอฟต์แวร์จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมรูปแบบ Full Stack ซึ่งเป็นการพัฒนาทั้งในส่วน Front-End และ Back-End ในส่วนของ Front-End ดำเนินการพัฒนาด้วย Java Script บน Framework ของ React เนื่องจากมีเครื่องมือที่สามารถพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็ว และมีข้อมูลและเอกสารตามชุมชนของ React อยู่จำนวนมาก ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ มีหน้าจอแสดงผลให้ผู้ซื้อสามารถเข้าใจได้ โดยในส่วนนี้จะมีการออกแบบหน้าจอที่ช่วยให้ผู้ใช้ในระบบสามารถเข้าใจในการใช้งาน ซึ่งมีการคำนึงถึงประสบการณ์การใช้งานของผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้ซื้อและผู้ขายรังนกแอ่นกินรังให้เข้าใจได้ง่ายที่สุด ในส่วน Back End หรือ RESTFUL API เป็นส่วนที่คำนวณเงื่อนไขต่าง ๆ ในการนำไปแสดงผล Front-End ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงผลข้อมูลหาผู้ใช้งาน โดยรูปแบบข้อมูลของการส่งไปยัง Front-End จะเป็นในรูปแบบ JSON หรือ JavaScript Object Notation ซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐานที่ใช้ในการพัฒนา RESTFUL API โดยจะมีตัวแปร และค่าของตัวแปร และติดต่อกับระบบ Hyperledger ซึ่งเป็นตัวที่ใช้กับบล็อกเชน โดยตัว RESTFUL API จะทำงานอยู่บน Cloud ซึ่งไม่จำเป็นต้องการเครื่องเซิร์ฟเวอร์จริง และช่วยให้สามารถใช้งานได้ทุกพื้นที่ ผู้ให้บริการระบบ Cloud Computing เช่น Amazon AWS, Google Cloud หรือ Microsoft Azure ซึ่งผู้ให้บริการรายดังกล่าวเป็นผู้ให้บริการระบบ Cloud รายใหญ่ ซึ่งในตัวระบบนั้นสามารถสร้างเซิร์ฟเวอร์จำลอง ซึ่งสามารถเลือกความสามารถ ความเร็วหน่วยประมวลผลที่ต้องการได้ หรือเช่าพื้นที่เก็บข้อมูลใช้ในการเก็บข้อมูลที่ไฟล์ เช่น ไฟล์รูปภาพของการประมูล รูปภาพบัญชีของผู้ใช้ ซึ่งระบบ Cloud สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของระบบตามที่ต้องการได้ทุกเมื่อ หากในอนาคตมีผู้ใช้จำนวนมากเพื่อให้สามารถรองรับผู้ใช้ได้หลายคนพร้อมกัน ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพระบบโดยรวม

จากรูปที่ 3.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์จะวางแผนให้ RESTFUL API Server เป็นตัวที่ช่วยเชื่อมต่อระหว่างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ หรือ Front-End ซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชัน และระบบของ Hyperledger ที่ตัวนำข้อมูลไปเก็บไว้บนบล็อกเชนเพื่อเพิ่มความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือ การทำงานของ Hyperledger จะทำการคัดลอกรายการที่เกี่ยวข้องกับการชำระเงิน หรือทำธุรกรรมระหว่างผู้ซื้อ และผู้ขาย ไปยังเครือข่ายของ Hyperledger ที่มีอยู่ในระบบซึ่งเป็นกระบวนการทำงานของบล็อกเชน ฐานข้อมูลของงานวิจัยนี้เป็นตัวที่ใช้ในการเก็บข้อมูลการเข้าใช้ระบบ ระบบสมาชิกเพื่อใช้ในการยืนยันใช้ในระบบ และเก็บรวบรวมประวัติการเข้าประมุขย้อนหลังพร้อมรับสถานะจากบล็อกเชนเพื่อให้ความน่าเชื่อถือมากขึ้นระบบการประมวล [15]

3.2 เตรียมระบบสำหรับการพัฒนาระบบ

ในส่วนนี้จะเป็นการเตรียมเครื่องมือสำหรับการพัฒนาระบบ เช่น เซิร์ฟเวอร์ หรือระบบ Cloud เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลตรงกลาง การตั้งค่าระบบความปลอดภัยซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการนำบริการให้ใช้งานในโลกอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน หรือการลงทะเบียนข้อมูลต่าง ๆ ลงในระบบบล็อกเชนเพื่อนำไปประยุกต์กับโปรแกรมตามที่วางแผน และออกแบบ หลังจากตั้งค่าระบบเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นเริ่มต้นการพัฒนาระบบต่อไป

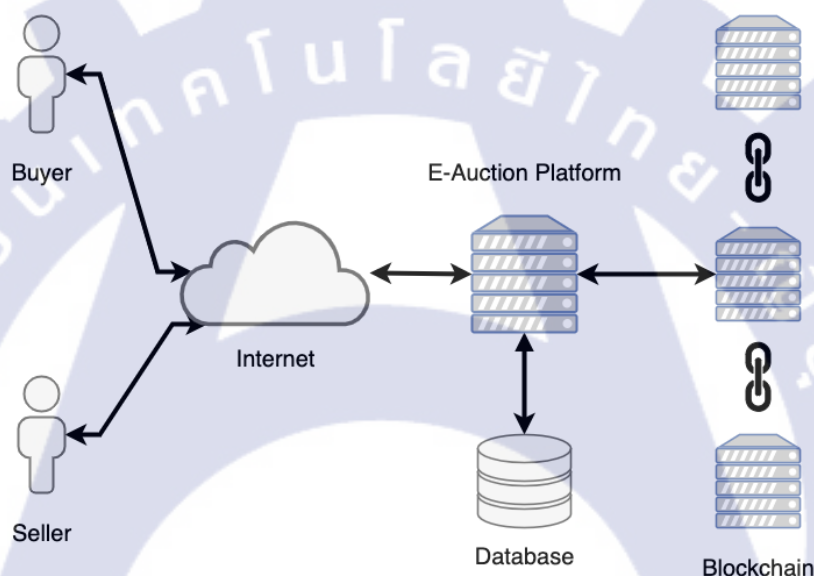
3.3 การพัฒนาระบบ

การพัฒนาในงานวิจัยนี้ใช้ React ซึ่งเป็น Framework สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน ที่นิยมในการพัฒนาในปัจจุบัน และง่ายต่อการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพ เขียนด้วยภาษา Typescript ซึ่งเพิ่มคุณสมบัติ ความสามารถต่าง ๆ ให้กับเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งต่างกับการเขียนเว็บไซต์ทั่วไปด้วย ภาษา HTML ทั้งหมด อีกทั้งรองรับการส่งข้อมูลแบบ RESTFUL API ช่วยให้การพัฒนาระหว่าง Back-End และ Front-End เป็นไปได้อย่างอิสระขึ้น อีกทั้งข้อดีของการแยกแยะระหว่าง Back-End และ Front-End คือเมื่อมีปรับปรุงระบบ หรือเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ระบบทั้งสองนั้นระบบใดระบบหนึ่งจะยังสามารถใช้งานต่อได้ ช่วยให้ไม่เกิดหน้าเปล่า และติดตามปัญหาได้ง่ายมากยิ่งขึ้นในการพัฒนา หรือการสืบหาปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบ ในส่วนของ Back-End นั้นจะทำการเชื่อมต่อกับระบบบล็อกเชนของ Hyperledger Fabric ในการนำข้อมูลการทำรายการอยู่บนบล็อกเชน ซึ่งบล็อกเชนเป็นการคัดลอก รายการไปยังเครือข่ายที่เป็นตัวระบบของบล็อกเชน ซึ่งทำให้การเปลี่ยนแปลงข้อมูล หรือวันที่และ เวลาในระบบเป็นไปได้อย่างมาก เนื่องจากมีอัลกอริทึมในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งสิ่งที่ได้คือช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือในระบบบล็อกได้มากขึ้น ความปลอดภัยของข้อมูลซึ่งมีการเข้ารหัสไว้ อีกทั้ง Back-End ทำการเก็บข้อมูลบางอย่าง เช่น ข้อมูลสินค้าประเภทที่เก็บข้อมูลรูปภาพ จากนั้นจึง นำไปแสดงผลที่ส่วนของ Front-End หรือทำการเขียนเงื่อนไขก่อนนำไปแสดงผลให้ผู้ใช้ได้เห็น ภาษา ทางโปรแกรมที่ใช้กับงานวิจัยนี้เป็น Typescript ในส่วนของ Back-End ซึ่งเป็นส่วนให้บริการระบบ ของการประมวลผลทั้งหมดเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงบริการผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ และเชื่อมต่อ ฐานข้อมูล และระบบบล็อกเชนของ Hyperledger Fabric โดยในส่วน Back-End ใช้ JavaScript และมี Framework Express JS ซึ่งเป็นภาษาที่นิยมในปัจจุบันเนื่องจากสามารถนำไปประยุกต์ได้ หลากหลายงาน เช่น การนำไปสร้างบริการเว็บไซต์ หรือ ใช้งานเป็นระบบ RESTFUL API ที่ช่วยใน การคิดเงื่อนไขการทำงาน หรือพัฒนาระบบ Back-End ให้แก่ Front-End อีกทั้งยังง่ายต่อการ บำรุงรักษาระบบ และมีผู้พัฒนาที่สามารถพัฒนาระบบต่อได้อย่างกว้างขวางในปัจจุบัน [6]

3.4 การเชื่อมต่อกับบล็อกเชน Hyperledger Fabric

ระบบบล็อกเชนเป็นระบบที่ไม่มีตัวกลาง (Decentralize) การติดตั้งระบบบล็อกจึง จำเป็นต้องใช้เซิร์ฟเวอร์ หรืออุปกรณ์หลายตัว ซึ่งเป็นสิ่งที่ยุ่งยาก จึงทำการออกแบบระบบให้ทำงาน อยู่บนระบบ Cloud เนื่องจากทำการบำรุงรักษาง่าย และทำการย้าย พัฒนาระบบได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้อง เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์จริง ระบบบล็อกจะเป็นการทำสำเนาการทำธุรกรรมเพื่อเพิ่มความ น่าเชื่อถือ ระบบบล็อกเชนจำเป็นต้องมีการเข้ารหัสข้อมูลโดยจะมีชุดกุญแจ 2 ชุด ซึ่งแบ่งเป็น กุญแจ สาธารณะ (Public key) และกุญแจส่วนตัว (Private Key) ในการถอดรหัส [10] ซึ่งกุญแจสาธารณะ จะใช้ก็ต่อเมื่อมีการส่งข้อมูลให้ผู้ที่ต้องการการทำรายการธุรกรรม หรือส่งข้อมูลที่เป็นความลับหรือ

ต้องการความปลอดภัย ซึ่งเมื่ออีกฝ่ายได้รับกุญแจสาธารณะก็จะสามารถดำเนินการต่อได้ ผู้ที่ไม่ได้รับกุญแจสาธารณะจะไม่สามารถดำเนินการ หรือทำธุรกรรมต่อไปได้ ในการดำเนินดังกล่าวเพื่อเพิ่มความปลอดภัยของระบบโดยรวมที่ส่วนกลางอาจถูกโจมตีจากผู้ไม่หวังดี หรือขโมยข้อมูลการดำเนินประมูล และการซื้อขายในระบบ อีกทั้งเป็นการป้องกันจากผู้ที่เป็นตัวกลางในซื้อขาย ระบบที่ใช้ในการนำมาประยุกต์เข้ากับงานวิจัยนี้จะใช้ Hyperledger Fabric เนื่องจากเป็นระบบแบบเปิดหรือ (Open Source) ซึ่งนักพัฒนาโปรแกรมสามารถนำระบบดังกล่าวใช้หรือนำเข้าไปกับตัวโปรแกรมอื่นๆ ได้ และเป็นที่นิยมในการนำไปวิจัย หรือต่อยอด โดยมีพื้นฐานอยู่บนระบบบล็อกเชน [16] ดังรูปที่ 3.3

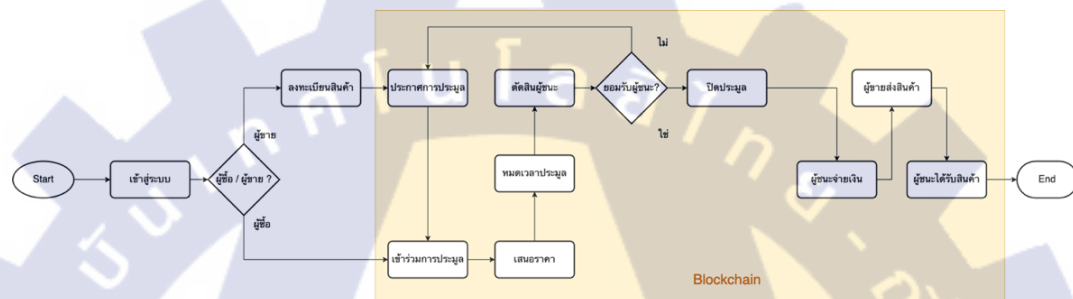


รูปที่ 3.3 การเชื่อมต่อบล็อกเชนกับระบบบริการที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้

3.5 ขั้นตอนการทำงานของระบบประมูล

ขั้นตอนการทำงานเริ่มต้นเข้าสู่ระบบนั้น จะมีการตรวจสอบสิทธิของผู้ใช้ในระบบซึ่งจะแบ่งเป็น ผู้ซื้อ และผู้ขาย โดยในส่วนของผู้ขายเริ่มต้นด้วยการลงทะเบียนสินค้า โดยจะกรอกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลของร้านค้า แอน ปริมาณ ระยะเวลาการประมูลก่อนที่จะประกาศผู้ที่ชนะการประมูล และรูปภาพของร้านค้า ซึ่งผู้ขายจำเป็นต้องกรอกข้อมูลในส่วน เมื่อกรอกข้อมูลครบแล้ว ผู้ขายทำการประกาศการประมูล เพื่อให้ผู้ใช้ที่ได้รับบทบาทเป็นผู้ซื้อสามารถเข้าร่วมประมูลเพื่อเสนอราคาสินค้าได้ โดยผู้เข้าที่เข้าร่วมการประมูลดำเนินการกรอกราคาการประมูลได้เรื่อย ๆ จนถึงเวลาสิ้นสุดการประมูลตามที่ผู้ขายได้ระบุไว้ตามที่กำหนด โดยในกระบวนการดังกล่าวนี้ มีการดำเนินการในระบบ

บล็อกเชนโดยข้อมูลที่มีการเก็บ เช่น ข้อมูลผู้ประมูล ราคาประมูลสินค้า และข้อมูลที่มีความอ่อนไหวหรือเกี่ยวข้องกับความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ในระบบ เพื่อไม่ให้ข้อมูลราคาที่ผู้ใช้ที่ได้ทำการเสนอไว้ไหล อีกทั้งด้วยประโยชน์ของบล็อกเชนส่งผลให้ผู้ขาย และผู้ซื้อ สามารถติดต่อกันได้โดยตรงโดยไม่มีการมีคนกลางที่สามมาเกี่ยวข้อง หลังจากที่เสร็จสิ้นการประมูลเมื่อได้รับผู้ชนะแล้ว ผู้ขายจะทำการยืนยันผู้ชนะอีกที ถ้าผู้ขายไม่ยอมรับจะเริ่มดำเนินการประมูลใหม่ ถ้าผู้ขายยอมรับผู้ชนะประมูลจะทำการปิดประมูล และส่งรายการการชำระสินค้าไปยังผู้ชนะการประมูลเพื่อดำเนินการชำระเงินไปยังผู้ขาย จากนั้นผู้ขายจะต้องส่งสินค้าที่ใช้ในการประมูลไปยังผู้ซื้อที่ชนะการประมูล เมื่อได้รับสินค้าแล้วเป็นการเสร็จสิ้นการประมูลของระบบการประมูลร้านค้า [16]



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของระบบ

จากการออกแบบระบบต้องการออกแบบในรูปแบบ Decentralization หรือการออกแบบกระจายศูนย์ ซึ่งการออกแบบระบบในรูปแบบนี้ช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล เมื่อมีผู้อื่นหรือผู้แลระบบเข้าถึงระบบจะไม่สามารถดัดแปลงแก้ไขข้อมูลได้ ซึ่งการจะเขียนข้อมูลนั้นจำเป็นต้องมีการยืนยันข้อมูลจากเจ้าของบัญชี และผู้รับเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ ซึ่งเป็นการนำข้อดีของบล็อกเชนมาใช้งานในระบบการประมูล ซึ่งในอนาคตแนวคิดนี้สามารถนำไปใช้กับธุรกิจอื่นๆ เช่น การประมูลประกวดราคาการก่อสร้าง การประมูลป้ายทะเบียนรถ และอื่นๆ ที่สามารถนำเข้าสู่ระบบเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าในสูงมากขึ้น หรือดึงดูดความสนใจของสินค้าให้มีผู้ซื้อมากขึ้นในการตัดสินใจเข้าซื้อสินค้า แข่งกับผู้ซื้อคนอื่นๆ ที่สนใจสินค้าเช่นเดียวกัน ดังนั้นระบบประมูลจำเป็นต้องมีความน่าเชื่อถือที่ดีในระบบการประมูลนี้

3.6 การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบระบบทำการทดสอบที่ระบบเครือข่ายบล็อกเชนเนื่องจากต้องการประสิทธิภาพในการทำงานของบล็อกเชนที่ดี มีการตอบสนองการใช้งานในระดับที่ผู้ใช้ยอมรับได้ อีกทั้งในเครือข่ายบล็อกเชนเป็นส่วนประกอบหลักของระบบการประมูล งานวิจัยนี้จึงมีการทดสอบเฉพาะที่เครือข่าย

บล็อกเชน เพื่อให้ทราบถึงขีดจำกัดของระบบเครือข่าย และให้นำไปใช้เชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการทดสอบเฉพาะที่ระบบเครือข่ายบล็อกเชนสามารถให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงหากนำไปเชื่อมต่อหรือนำไปประยุกต์ใช้งานจริงที่เว็บแอปพลิเคชันที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานได้

การทดสอบระบบเครือข่ายดำเนินการโดยการสร้างคำสั่งที่สามารถทดสอบความสามารถของบล็อกเชน โดยทำการศึกษา และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรซึ่งมีผลต่อการตอบสนองของระบบซึ่งตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวชี้วัดที่นำไปสู่ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่เข้าใช้งานระบบประมวลผลผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้ โดยการทดสอบงานวิจัยนี้มีตัวแปรที่ต้องการทดสอบระบบเครือข่ายบล็อกเชนเป็นดังตารางที่ 3.1 ซึ่งตัวแปรการทดสอบโดยอ้างอิงมาจากการศึกษางานวิจัยที่ทดสอบระบบเครือข่ายบล็อกเชน

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่วัดการทดสอบ

ชื่อตัวแปร	คำอธิบาย
Latency	ค่าความหน่วงหรือค่าการตอบสนอง
Throughput	ปริมาณการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ

การดำเนินการทดสอบงานวิจัยนี้จะใช้ Hyperledger Caliper ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับทดสอบบล็อกเชนซึ่งสามารถทดสอบประสิทธิภาพได้แก่ Hyperledger Fabric หรือ Ethereum ซึ่งเครื่องดังกล่าวใช้ภาษาโปรแกรม Java Script ในการพัฒนาและสร้างคำสั่งเพื่อใช้สำหรับการทดสอบระบบเครือข่ายบล็อกเชน โดยเครื่องมือนี้จะดำเนินการสร้างทรัพย์สินบนระบบบล็อกเชน และจำลองการทำรายการตามการเขียนคำสั่งที่ได้กำหนดไว้ เช่น จำนวนทรัพย์สิน การกระทำต่อรายการบล็อกเชนของผู้ใช้ ซึ่งเครื่องมือสามารถจำลองสถานการณ์ได้ในกรณีพร้อมกัน เมื่อใส่คำสั่งเรียบร้อยแล้วดำเนินการสั่งการทำงานให้เก็บข้อมูลการทำงานของบล็อกเชนภายในเครือข่าย โดยเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานเรียบร้อยแล้ว เครื่องมือจะให้ผลลัพธ์รายงานสรุปผลหลังจากการทดสอบการทำงาน เป็นรูปแบบเว็บไซต์ที่สามารถเปิดที่เบราว์เซอร์ [14] วิธีการทดสอบเริ่มต้นด้วยการนำชุดคำสั่งได้พัฒนาสำหรับการทดสอบนำมาใช้กับเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการประเมินวัดผลต่าง ๆ ในสถานการณ์จริงเพื่อให้เห็นผลลัพธ์จากการนำไปพัฒนาและใช้จริงว่าหากผู้ใช้ใช้งานพร้อมกัน หรือมีทรัพย์สินอยู่ในระบบผลลัพธ์ที่ออกมาควรจะได้เท่าไร

การตั้งค่าการทดสอบทำการจำลองมาจากการณที่คาดว่าจะสถานการณ์ที่มีโอกาสพบเจอจากการใช้งานจริง เช่น การที่ผู้เข้ามาประมวลเสนอราคาวิ่งนกแอ่นที่สินค้าที่เป็นที่นิยมในจำนวนมาก ซึ่งส่งผลต่อการประมวลการทำงานของเครือข่ายบล็อกเชนได้ จึงทำการตั้งค่าเครื่องมือ

Hyperledger Caliper ให้จำลองคล้ายลักษณะสถานการณ์ข้างต้น เพื่อวัดผลประสิทธิภาพ และขีดจำกัดของเครือข่ายเพื่อให้ยืนยันในความมั่นคงของระบบเครือข่ายก่อนนำไปให้ผู้ใช้งานที่สนใจในการประมวลได้ใช้งานจริงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

```
test:
  name: basic-contract-benchmark
  description: test benchmark
  workers:
    number: 2
  rounds:
    - label: BidAsset Base
      description: base setting
      txDuration: 30
      rateControl:
        type: fixed-load
        opts:
          transactionLoad: 10
      workload:
        module: workload/bidAsset.js
        arguments:
          assets: 20
          contractId: eauction
    - label: BidAsset More Load
      description: base setting
      txDuration: 30
      rateControl:
        type: fixed-load
        opts:
          transactionLoad: 1000
      workload:
        module: workload/bidAsset.js
        arguments:
          assets: 20
          contractId: eauction
```

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการตั้งค่าการทดสอบ

3.7 การเริ่มใช้งาน

การใช้งานระบบผู้พัฒนาทำการส่งคำสั่งไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อนำระบบไปใช้งานจริง การทำงานบนเซิร์ฟเวอร์มีการใช้งาน 2 ระบบสำหรับการทำงานของระบบประมวลผลที่แน่นอน คือ ส่วนของบล็อกเชน Hyperledger และส่วน Application Programming Interface (API) ซึ่งส่วนของบล็อกเชนทำงานอยู่บน Docker สำหรับจำลองเซิร์ฟเวอร์จำลองซึ่งเป็นส่วนประกอบของระบบบล็อกเชนเป็นหน่วยย่อย อีกทั้งระบบ Hyperledger Fabric มีคำสั่งช่วยสำหรับการพัฒนาตัวระบบบล็อกเชนโดยการส่งคำสั่งสำหรับการใช้งานจริง มีขั้นตอนดังนี้

(1) สร้างช่อง Channel สำหรับการทำรายการกันภายในระบบบล็อกเชน ระหว่างสมาชิกในเครือข่าย การสร้าง Channel เป็นการเปิดใช้งานระบบบล็อกเชนให้มีตัวตนอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต และสามารถเรียกใช้ทรัพยากรบล็อกเชนได้

(2) ทำการส่งสัญญาอัจฉริยะซึ่งเป็นโปรแกรมที่กำหนดเงื่อนไขการทำงานภายในเครือข่ายบล็อกเชน เช่น การสร้างสินค้าสำหรับการประกาศขายสินค้า โดยมีการกำหนดตัวแปรตามการเขียนเงื่อนไขภายในสัญญาอัจฉริยะ โดยสามารถเขียนเป็นภาษาโปรแกรม Go JavaScript สำหรับเงื่อนไขการทำงานได้

(3) เริ่มต้นการทำงานของ API (Application Programming Interface) เพื่อเป็นตัวเชื่อมกันทำงานระหว่างบล็อกเชน และเว็บไซต์ที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ในส่วนระบบมีการแปลงข้อมูลและรับส่งระหว่างเว็บไซต์และระบบบล็อกเชน การทำงานจะจอง port บนอุปกรณ์เพื่อให้สามารถเรียกใช้งานระบบได้

(4) เริ่มต้นการใช้งานเว็บไซต์ ตัวเว็บไซต์จำเป็นต้องเริ่มต้นการทำงาน เพื่อให้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตรู้จักที่อยู่ของเว็บไซต์นี้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียกใช้ระบบได้ทุกเมื่อ หากต้องการประกาศขายสินค้าเพื่อประมูล หรือเป็นผู้ซื้อที่ต้องการสินค้า

การเผยแพร่เว็บแอปพลิเคชัน และระบบเครือข่ายบล็อกเชนหลังจากการพัฒนาระบบ และทดสอบเสร็จสิ้นแล้ว จะทำการนำองค์ประกอบทุกส่วนที่ได้จากการพัฒนามาขึ้นสู่ระบบ โดยงานวิจัยเผยแพร่ระบบผ่านทาง Amazon AWS EC2 ซึ่งเป็นระบบคลาวด์คอมพิวเตอร์ ที่สามารถขยายปริมาณการใช้งานได้ โดยทำการตั้งค่าระบบที่จำเป็นต่อการทำงานของเครือข่ายบล็อกเชน และองค์ประกอบของงานวิจัยทั้งหมดให้สามารถใช้งานได้ตามที่มีการออกแบบตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบระบบ การดำเนินการเป็นไปตามรูปภาพดังต่อไปนี้ ซึ่งเป็นการอธิบายขั้นตอนการเผยแพร่ระบบ



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการเผยแพร่ระบบสู่ผู้ใช้งาน

เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนดังกล่าวแล้ว ระบบสามารถเริ่มต้นการซื้อขายได้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้ที่มาใช้งานระบบจะต้องลงทะเบียนเข้าใช้งานโดยระบุ ชื่อ และสังกัดที่อยู่ เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วผู้ใช้งานจะสามารถใช้งานระบบได้ตามปกติ ระบบต่าง ๆ สามารถทำงานได้เป็นตามวัตถุประสงค์ และหน้าที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในระบบการประมวล



บทที่ 4

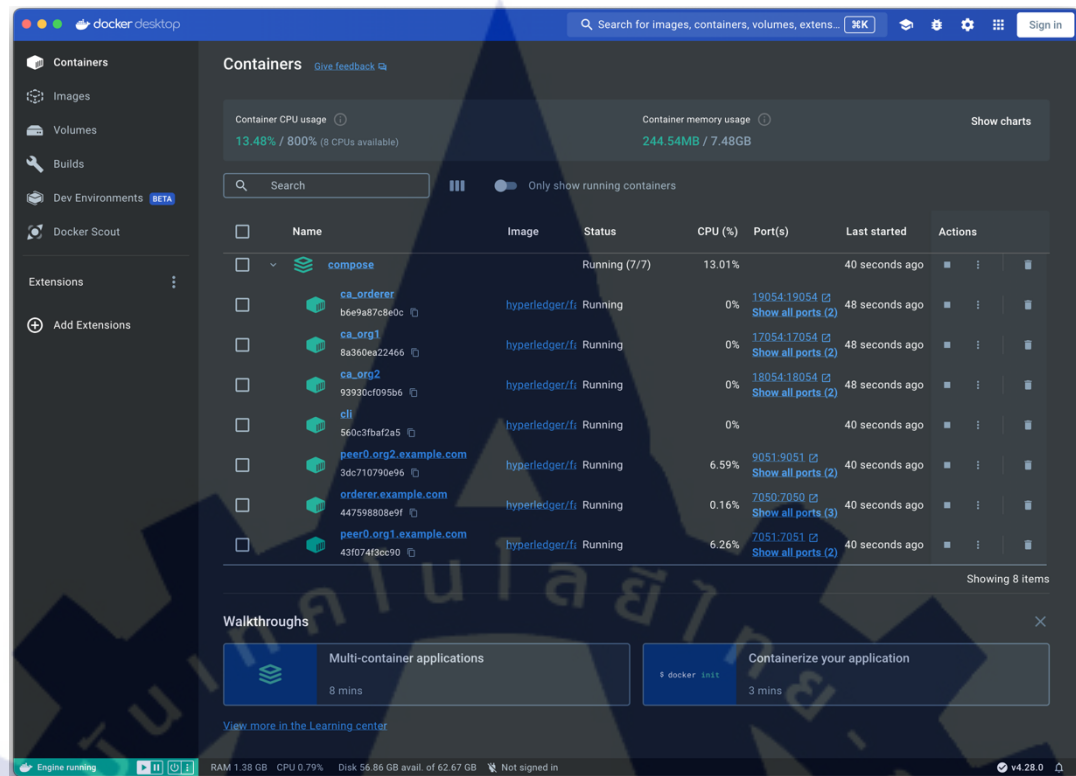
ผลการวิจัย

จากการจัดทำวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนกับระบบการประมูลรังนกแอ่น โดยการทำเป็นเว็บไซต์การประมูลรังนกแอ่นขึ้นมา จากการศึกษาเทคโนโลยีบล็อกเชนการประยุกต์เทคโนโลยีดังกล่าวเพื่อจุดประสงค์เพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบจากกลไกการตรวจสอบข้อมูลของระบบ ปกป้องความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้แต่ละคน และผู้ดูแลระบบไม่จำเป็นต้องกังวลเรื่องความปลอดภัยมากเท่ากับระบบการเก็บข้อมูลแบบดั้งเดิม การวิจัยนี้ใช้กระบวนการพัฒนาแบบแอจิล (agile methodology) ที่เน้นการทำงานกับผู้ใช้งาน และมีความยืดหยุ่น

4.1 ผลการทดลองใช้ระบบบล็อกเชน

ผลการทดลองใช้พบว่า ระบบบล็อกเชนมีการยืนยันความถูกต้องของข้อมูล หากข้อมูลไม่ถูกต้อง หรือโหนดในเครือข่ายบล็อกเชนไม่ถูกต้องจะไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้ เนื่องจากเครือข่ายของบล็อกเชนจะต้องได้รับข้อมูลที่ถูกต้องจึงจะสามารถบันทึกข้อมูลลงระบบได้ โดยงานวิจัยนี้ได้มีการใช้บล็อกเชนเป็นตัวกลางในการเก็บบันทึกข้อมูลสินค้าที่จะนำมาประมูล เพื่อเผยแพร่ให้ผู้ซื้อที่ต้องการเข้าร่วมประมูล และต้องการสินค้าสามารถเข้าใช้งานได้ โดยเน้นความเป็นส่วนตัว และโปร่งใส โดยการทดสอบการทำงานของบล็อกเชนด้วย Hyperledger Fabric นั้นทดสอบอยู่บน Docker ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์จำลองเล็ก เพื่อใช้สำหรับทำงานเฉพาะงานโดยไม่ใช้ทรัพยากรมาก ซึ่ง Hyperledger Fabric มีการสร้างคอมพิวเตอร์จำลองเป็นหลายส่วนด้วยกันแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

- (1) Orderer เป็นชั้นที่จัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบของบล็อก
- (2) Chain code เป็นส่วนที่กำหนดเงื่อนไขการทำงานของระบบ เช่น การตั้งค่าที่ผู้ใช้ทำการสร้างข้อมูล และส่งเข้าระบบบล็อกเชน
- (3) Peer Node เป็นตัวจัดการเงื่อนไขบนสัญญาอัจฉริยะ โดยกระบวนการทำงานสามารถควบคุมได้จาก docker ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ในการทำงานของ Hyperledger Fabric สามารถดูข้อมูลการทำงานของส่วนประกอบแต่ละส่วนได้



รูปที่ 4.1 หน้าต่างการทำงานของ Docker

การทำงานของ Hyperledger แม้มีผู้ดูแลระบบซึ่งเป็นผู้ควบคุมและบำรุงรักษา ก็ไม่สามารถแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงได้ ตัวบัญชีผู้ใช้จะมีการยืนยันจะถูกล็อกเพื่อที่จะเก็บไว้ที่ผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานจำเป็นต้องเก็บตัวถูกล็อกดังกล่าวไว้เพื่อใช้ในการยืนยันตัวสำหรับการใช้งานระบบการประมวล โดยผู้ใช้จำเป็นต้องเก็บเป็นไฟล์สำหรับการเข้าสู่ระบบการประมวล การทดสอบระบบนี้ทำการทดสอบระยะเวลาในการเรียกคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบ เช่น ระบบสร้างการประมวล การเสนอราคา หรือการเปลี่ยนแปลงสถานะของตัวสินค้า ว่าสามารถมีประสิทธิภาพในการทำงานในระดับการทำงานที่ผู้ใช้งานสามารถยอมรับได้ และมีประสิทธิภาพที่สามารถใช้งานได้จริงตามที่ผู้ใช้งานคาดหวัง โดยงานวิจัยนี้

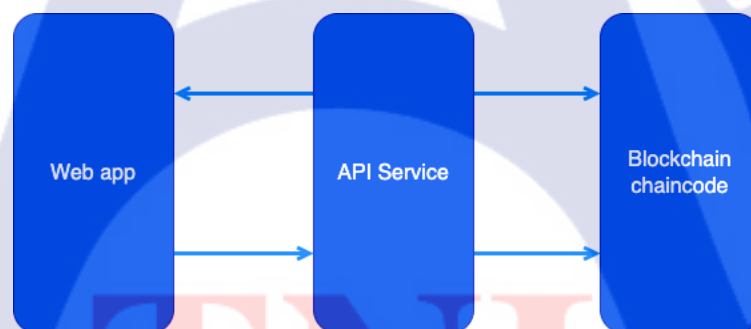
การพัฒนาการประมวลนี้ หลังจากการพัฒนาเสร็จสิ้นแล้ว ตัวโปรแกรมมีการแบ่งส่วนประกอบเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนระบบบล็อกเชน ส่วน Application Programming Interface และส่วนแสดงผลบนเว็บไซต์ ซึ่งทั้ง 3 ส่วนนี้ต่างมีหน้าที่การทำงานเป็นของตัวเอง โดยการการทำงานส่วนต่าง ๆ มีการทำงานเป็นดังนี้

(1) ส่วนประกอบบล็อกเชน เป็นส่วนประมวลผลการทำงานของบล็อกเชนที่ใช้ระบบของ Hyperledger ในการทำงาน เช่น การกระจายข้อมูลไปยัง Node ต่าง ๆ ของ ระบบที่มีเจ้าของเป็น

คนละคนกัน หรือถ้าหากเป็นบริษัทก็จะเป็นคนละบริษัทในการดูแล การทำงานในส่วนนี้จะทำอยู่บน Docker เพื่อประมวลอีกที บล็อกเชนจะทำงานโดยมีการเขียนสัญญาอัจฉริยะ(Smart Contract) เพื่อเป็นเงื่อนไขการทำงาน และการจัดการข้อมูลบนเครือข่ายของบล็อกเชน โดยคำสั่งต่าง ๆ นักพัฒนา จะทำการส่งคำสั่งที่พัฒนาเสร็จสิ้นแล้วกระจายให้กับเครือข่ายบล็อกเชน คำสั่งของนักพัฒนาจะมีผลทันที

(2) ส่วน API (Application Programming Interface) เป็นตัวกลางการสื่อสารระหว่าง ส่วนเว็บไซต์แสดงผล และส่วนการให้บริการการทำงานของระบบการประมวล เป็นส่วนทำการแปลง ข้อมูลที่ได้รับมาจากบล็อกเชน และเก็บกระเปาะของผู้ใช้แต่ละคน โดยกระเปาะของผู้ใช้เป็นส่วนที่ใช้ในการยืนยันตัวตนผู้ใช้งานว่าเป็นผู้ใช้นี้คือใครในระบบ เพื่อให้สามารถเข้าใช้ระบบได้อย่างปลอดภัย เนื่องจากตัวกระเปาะมีการเก็บข้อมูลเป็นแบบเข้ารหัส

(3) ส่วนเว็บไซต์แสดงผล เป็นส่วนที่ผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์กับระบบได้ เช่น ทำการสร้าง การประมวล เข้าร่วมประมวล หรือซื้อขายแลกเปลี่ยนสินค้า ได้ซึ่งส่วนการแสดงผลจะทำการดึงข้อมูล มาจากส่วน API ตามข้อที่ 2 ที่ส่งข้อมูลให้แสดงผล และสามารถส่งข้อมูลกลับไปยังระบบจากส่วนของผู้ใช้ได้ ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงได้ผ่าน Web Browser



รูปที่ 4.2 แผนผังการทำงานของระบบที่ได้จากการพัฒนาระบบ

คุณสมบัติของระบบการประมวลเมื่อพัฒนาด้วยบล็อกเชนแบบส่วนตัวนั้น หลังจากการพัฒนาพบว่าสามารถนำมาทดแทนการเก็บข้อมูลด้วยฐานข้อมูลแบบดั้งเดิมซึ่งรูปแบบของการเก็บข้อมูลนั้นจะใกล้เคียงกับฐานข้อมูลแบบ noSQL โดยฐานข้อมูลที่มี เช่น MongoDB Firebase Firestore โดยการแสดงผลอยู่ในรูปแบบของ JSON (JavaScript Object Notation)

เนื่องจากตั้งอยู่บนเทคโนโลยีบล็อกเชนทำให้การแก้ไขข้อมูลนั้นไม่สามารถทำได้โดยตรง เนื่องจากเทคโนโลยีนี้การแก้ไขข้อมูล ดัดแปลงข้อมูลจะต้องมีการยืนยันจากโหนดและระบบการตรวจสอบภายในเครือข่าย หลังจากการส่งข้อมูลให้เครือข่าย เครือข่ายทำการคัดลอกข้อมูลให้

เหมือนกัน เพื่อความถูกต้อง และความโปร่งใสของข้อมูลบนเครือข่ายบล็อกเชน จากการตรวจสอบข้อมูลซึ่งกันและกันภายในเครือข่าย สำหรับการเก็บข้อมูลสินค้ารังก่อนนั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางคำอธิบายข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลสินค้าการประมูล

ชื่อตัวแปร	ตัวแปร	คำอธิบาย
ID	ตัวอักษร	รหัสสินค้า
ProductName	ตัวอักษร	ชื่อสินค้า
Description	ตัวอักษร	คำอธิบายสินค้า
Owner	ตัวอักษร	ข้อมูลเจ้าของสินค้า
Bidder	ตัวอักษร	ผู้ประมูลล่าสุด
Grade	ตัวอักษร	ระดับมูลค่าของสินค้า
OriginalPrice	ตัวเลข	ราคาตั้งต้น
Price	ตัวเลข	ราคาล่าสุด
EndAt	ตัวเลข	วันที่และเวลาสิ้นสุด
Status	ตัวอักษร	สถานะของสินค้าปัจจุบัน โดยมีสถานะดังนี้ ยังไม่เริ่มการประมูล กำลังประมูล สิ้นสุดการประมูล แล้ว การประมูลถูกยกเลิก ส่งสินค้าแล้ว และ กำลังส่งของ
NewOwner	ตัวอักษร	ผู้ชนะการประมูล
CreatedAt	ตัวเลข	วันที่สร้างรายการสินค้า
DeliveredAt	ตัวเลข	วันที่ส่งสินค้า
BidTimes	ตัวเลข	จำนวนครั้งที่ถูกเสนอราคาใหม่
refID	ตัวอักษร	ข้อมูลอ้างอิงการจ่ายเงิน
winnerAddress	ตัวอักษร	ที่อยู่การจัดส่ง

ข้อมูลเหล่านี้มีการเก็บที่เครือข่ายบล็อกเชน และคัดลอกไปยังโหนดต่าง ๆ จากการสร้างข้อมูลสินค้าที่จะนำมาประมูล โดยขั้นตอนแรกผู้ขายจะต้องลงทะเบียนก่อนเริ่มต้นการสร้างรายการสินค้าที่จะนำมาประมูล การลงทะเบียนจะขึ้นหน้าแรกหลังจากเข้าผ่าน Browser ซึ่งในส่วนนี้มีการ

แสดงผล 2 ส่วน คือ กรณีลงทะเบียนแล้ว หรือยังไม่ได้ลงทะเบียน โดยกรอกชื่อของผู้ใช้ลงในช่องกรอกชื่อ และเลือกสถานะของผู้ใช้ว่าเป็น ผู้ขาย หรือผู้ซื้อ หลังจากกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะบันทึกข้อมูลลงสู่ระบบเพื่อสำหรับการยืนยันตัวตนระหว่างผู้ใช้งานระบบ

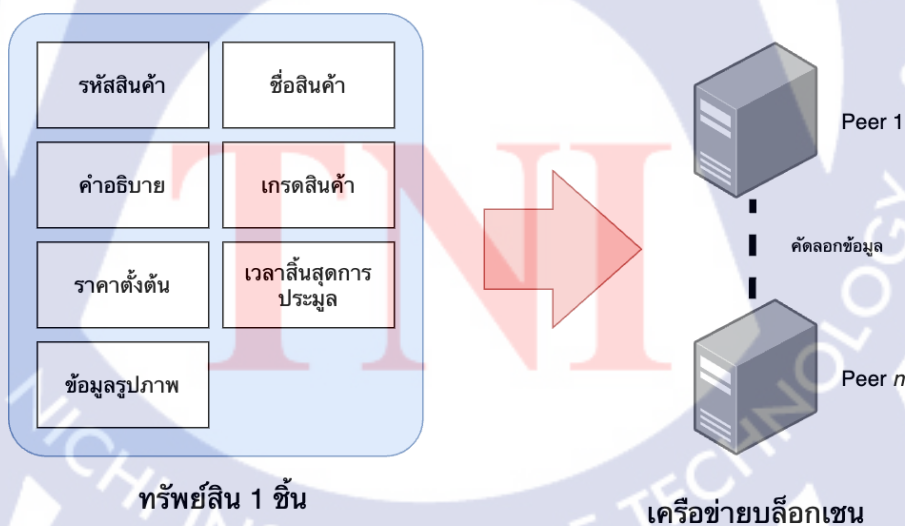
รูปที่ 4.3 หน้าจอกรอกข้อมูลการลงทะเบียน

เมื่อทำการลงทะเบียนเรียบร้อยแล้วผู้ขายจะสามารถนำสินค้ามาประกาศการประมูลเพื่อให้ผู้เข้าร่วมการประมูลได้รับทราบ โดยวิธีการลงทะเบียนสินค้าผู้ขายจะต้องสร้างประกาศการขาย หลังจากนั้นทำการกรอกรายละเอียดของสินค้า โดยจะต้องกรอกข้อมูลเป็นไปดังนี้

ตารางที่ 4.2 ตารางข้อมูลสำหรับผู้ขายต้องระบุ

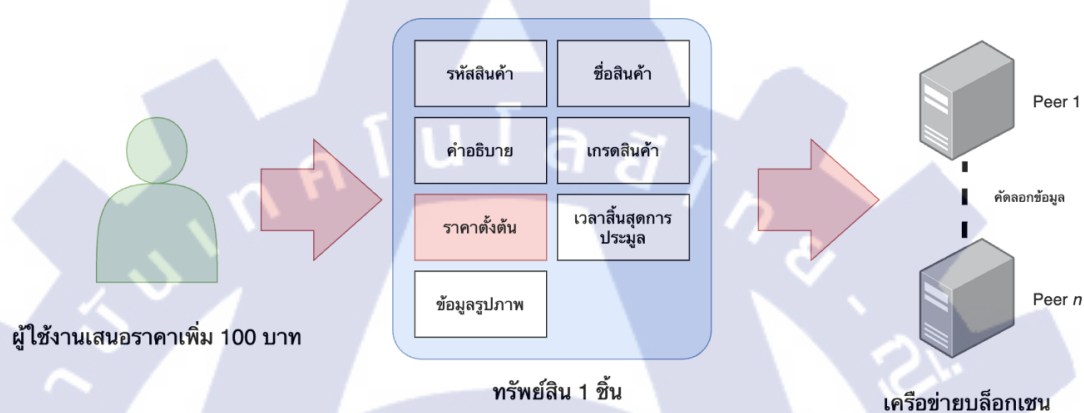
ชื่อข้อมูล	คำอธิบาย
รหัสสินค้า	รหัสสินค้าสำหรับระบุข้อมูลโดยจะต้องไม่ซ้ำกับข้อมูลอื่น ๆ ในระบบ
ชื่อสินค้า	ชื่อของสินค้าระบุให้ผู้ซื้อทราบ
คำอธิบาย	รายละเอียดสินค้าเพื่อระบุคุณสมบัติของสินค้าที่ผู้ขายนำมาขาย
เกรดสินค้า	ระดับคุณภาพเรียงจากอ่อน
ราคาตั้งต้น	ราคาเริ่มต้นของสินค้า
เวลาสิ้นสุด	วันที่กำหนดให้สินค้ารายการนี้ไม่สามารถเสนอราคาได้อีก
รูปภาพ	รูปภาพสินค้าสามารถอัปโหลดได้มากกว่า 1 รูป

เมื่อนำผู้ขายสินค้าได้กรอกข้อมูลรายละเอียดเรียบร้อยแล้ว ระบบบล็อกเชนจะทำการบันทึกข้อมูลไปยังเครื่องลูกข่ายภายในเครือข่ายของบล็อกเชน และทำการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลจากผู้ขายจะไปปรากฏอยู่บนเครือข่ายบล็อกเชน วิธีการทำงานเป็นไปดังภาพดังต่อไปนี้



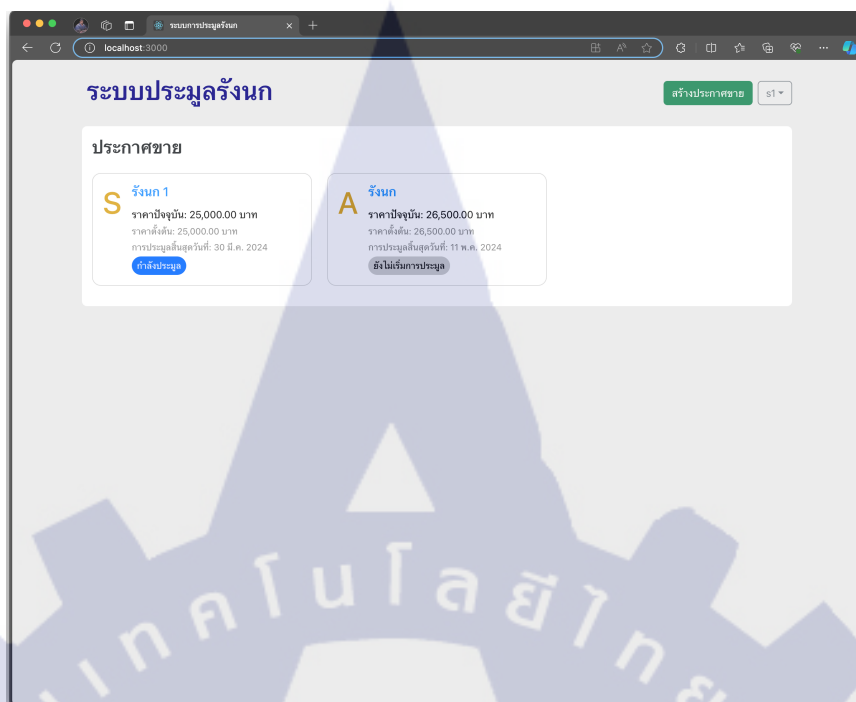
รูปที่ 4.4 วิธีการบันทึกข้อมูลสินคาลงเครือข่ายบล็อกเชน

กรณีผู้ซื้อหรือผู้สนใจสินค้าได้ทำการเสนอราคาเข้าสู่ระบบ เช่น ผู้ซื้อสินค้าได้ทำการเสนอราคาสินค้าเพิ่ม 100 บาทจากราคาสินค้าปัจจุบัน ระบบเครือข่ายบล็อกเชนทำการเปลี่ยนแปลงราคาของสินค้า และทำการบันทึกข้อมูลโดยผ่านการตรวจสอบของกลไกการตรวจสอบของเครือข่ายบล็อกเชน ว่าได้ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเป็นไปตามเงื่อนไขของระบบ เช่น การตรวจสอบสิทธิในการเข้าถึงข้อมูล หรือยืนยันใบอนุญาตให้ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูล โดยเมื่อมีการตรวจสอบเสร็จสิ้น ระบบเครือข่ายบล็อกเชนทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลเครื่องลูกข่ายภายในเครือข่ายของบล็อกเชนทั้งหมด หลังจากผ่านกระบวนการเรียบร้อยแล้ว โดยวิธีการบันทึกข้อมูลเป็นไปดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 4.5 วิธีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลสินค้าลงในเครือข่ายบล็อกเชน

โดยเมื่อผู้ขายได้กรอกรายละเอียด และทำการประกาศสินค้าสำหรับการประมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้ซื้อที่เข้ามาในระบบจะเห็นรายการสินค้าที่ประกาศให้สามารถประมูลได้ ซึ่งในหน้าจอแสดงรายการสินค้าจะระบุ เกรด ชื่อสินค้า รายตั้งต้น และวันที่สินค้านี้สิ้นสุดการประมูลในวันที่กำหนด โดยหน้าจอการแสดงสินค้าจะเป็นไปดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.6 หน้าจอรายการสินค้าที่เปิดประมูล

เมื่อคลิกไปในแต่ละสินค้าที่ประกาศจากบัญชีผู้ใช้ของผู้ซื้อ จะมีการแสดงรายละเอียดของสินค้า ราคาปัจจุบัน ให้ผู้ซื้อได้ตัดสินใจเข้าร่วมประมูล และซื้อสินค้าได้ โดยการที่ผู้ซื้อสามารถเสนอราคาสินค้าได้ ผู้ขายจำเป็นต้องเปลี่ยนสถานะด้วยการเปิดประมูลก่อน

ระบบประมูล

บ้าน 2 ชั้น

ปุ่มประมูล

บ้าน 2 ชั้นมีสรรพคุณบำรุงร่างกาย

ราคาปัจจุบัน

35,000.00 บาท (+ 0.00 บาท)

เหลือเวลาอีก 21 วัน

ประมูลได้ถึงวันที่ / เวลา 20 เมษายน 2024 0:00

ถูกเสนอราคาไปแล้ว 0 ครั้ง

เกรด S

ชื่อผู้ขาย s1

รูปภาพ

คุณสามารถเสนอราคาที่ต้องการได้ โดยราคาที่เสนอจะเพิ่มจากราคาปัจจุบัน

+ 50 + 100 + 500 + 1000 + 1500 + 2000

+ 500 บาท

เสนอราคา

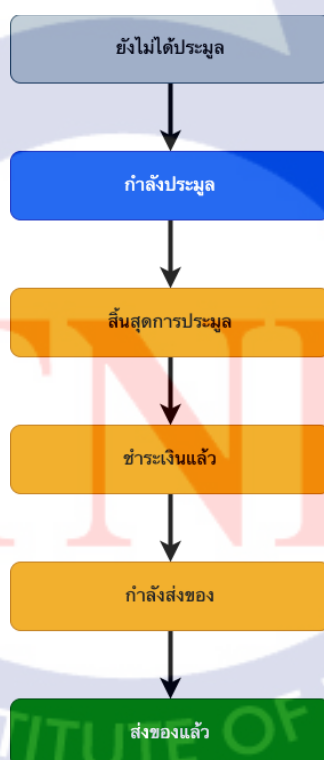
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างหน้าจอการประมูลสำหรับผู้ซื้อที่สนใจเข้าร่วมประมูลบ้าน 2 ชั้น

การเข้าร่วมประมูล ผู้ขายจะต้องเปลี่ยนสถานะจาก “ยังไม่เริ่มการประมูล” เป็น “กำลังประมูล” เพื่อให้ผู้ซื้อสามารถเข้าร่วมการเสนอราคาได้จนกระทั่งเวลาที่กำหนด เมื่อสินค้าถูกประกาศและมีสถานะเป็น “กำลังประมูล” แล้วผู้ซื้อที่ต้องการในสินค้าตัวนี้จะสามารถเข้าร่วมการประมูลโดยการเสนอราคา ผู้ซื้อจะต้องกรอกราคาที่ต้องการเพิ่มจากราคาปัจจุบันที่ปรากฏอยู่สามารถเสนอได้ตามที่ผู้ซื้อมีความสามารถที่จะชำระเงินเพื่อได้มาซึ่งสินค้าชิ้นนี้ได้ โดยระบบในระหว่างการแข่งขันการประมูลสินค้ามีการส่งไปเป็นไปดังตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ตารางข้อมูลสำหรับผู้ซื้อเสนอราคา

ตัวแปร	ประเภทตัวแปร	คำอธิบาย
Id	ตัวอักษร	รหัสสินค้า
price	ตัวเลข	ราคาของผู้ซื้อเสนอ

การประมูลจะสิ้นสุดลงเมื่อผู้ขายทำการยุติการขายลง หรือเวลาการประมูลได้สิ้นสุดลง สินค้าจะตกเป็นของผู้ซื้อที่ได้ทำการเสนอราคาที่สุด เมื่อผู้ซื้อได้ดำเนินการชำระเงินให้กับผู้ขายอย่างถูกต้องแล้ว โดยการชำระเงินผู้ขายจะต้องแสดงเลขที่บัญชีที่รับเงินให้แก่ผู้ซื้อ เป็นการชำระเงินปกติ ซึ่งขั้นตอนนี้จะไม่ได้ทำการใช้ Cryptocurrency ซึ่งเป็นเงินสกุลดิจิทัล ซึ่งช่วยให้กระบวนการชำระเงินใกล้เคียงกับระบบการเงินแบบปัจจุบันให้ได้มากที่สุด ผู้ขายจะต้องทำการเริ่มดำเนินการขนส่งสินค้าไปยังผู้ที่ได้เสนอราคาที่สูงที่สุด หรือผู้ชนะการประมูล เมื่อสินค้ามาส่งแล้วผู้ซื้อสามารถตอบยืนยันการจัดส่ง เป็นการทำการรายการเสร็จสมบูรณ์ จากขั้นตอนดังกล่าว โดยขั้นตอนของสถานะการประมูลของสินค้าแต่ละชิ้นจะเป็นไปตามแผนผังดังนี้



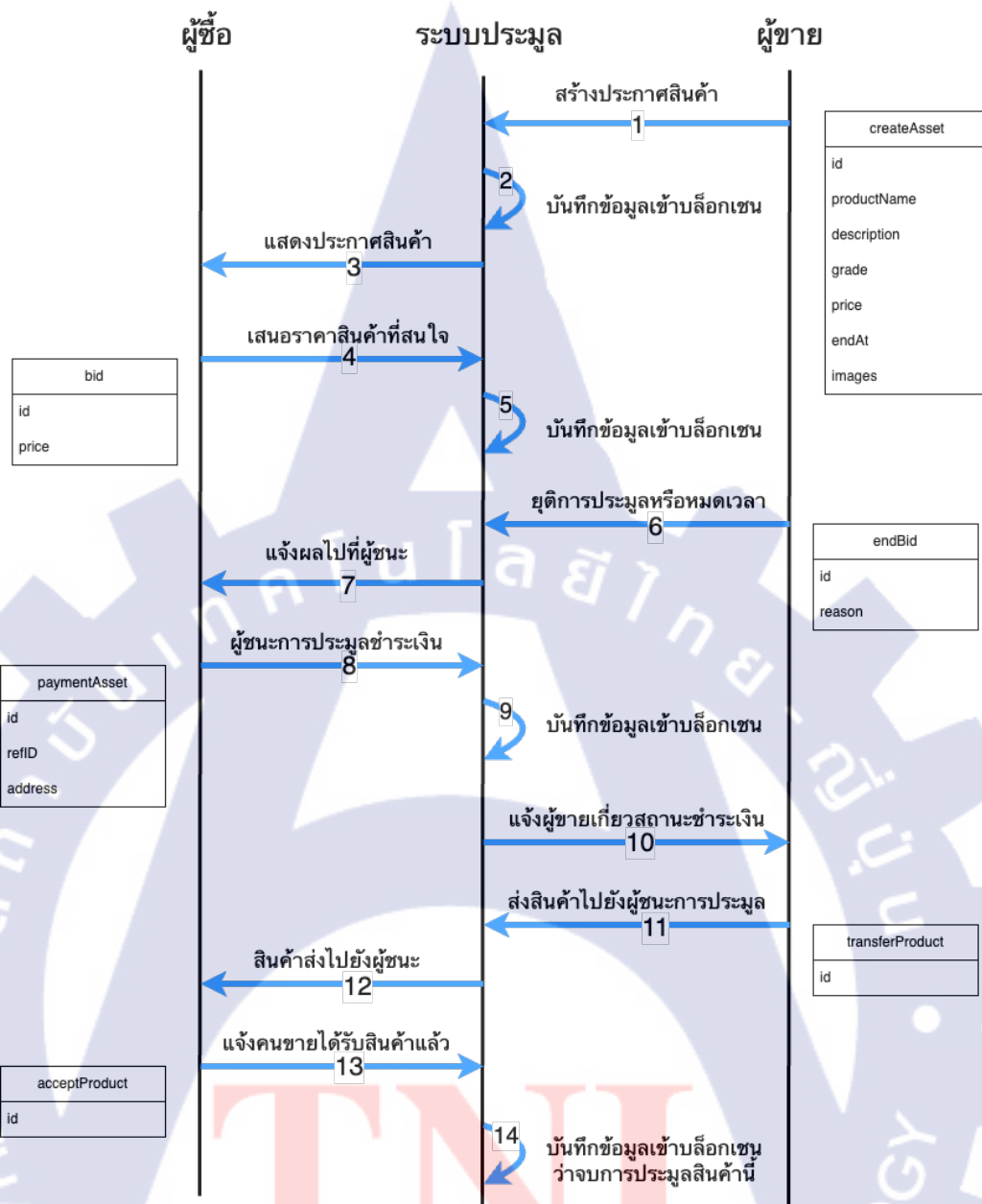
รูปที่ 4.8 สถานการณ์ประมูลของระบบทั้งหมด

ระบบบล็อกเชนจะช่วยเรื่องของการเก็บข้อมูลให้มีความเป็นส่วนตัวให้ได้มากที่สุด อีกทั้งการเก็บข้อมูลแบบบล็อกเชนยังช่วยกระจายข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ระบบเป็นการทำงานในรูปแบบกระจายโดยไม่มีศูนย์กลาง (Decentralize) การแก้ไขข้อมูลต้องมีการตรวจสอบจากระบบซึ่งใน Hyperledger Fabric จะมีระบบตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากโหนดต่าง ๆ ก่อนบันทึกเข้าสู่ระบบบล็อกเชน

กระบวนการนโยบายการป้องกันการทุจริต เนื่องจากขั้นตอนระหว่างการประชุมมีโอกาสเกิดขึ้นได้โดยระบบได้มีการออกแบบกลไกการป้องกันการทุจริตภายในระบบขึ้น โดยขั้นตอนการประชุมในแต่ละขั้นจะต้องมีการส่งหลักฐาน และเหตุผลในการดำเนินการแต่ละขั้นตอน เช่น การยกเลิกการประชุม หรือการยุติการประชุมก่อนการใช้งาน ผู้ขายจะต้องระบุเหตุก่อนที่จะดำเนินการเพื่อลดการทุจริตในระหว่างการประชุม และเพิ่มความน่าเชื่อถือต่อระบบการประชุม

โดยสรุปกระบวนการการทำงานของระบบการประชุม สามารถสรุปเป็นแผนผังได้ดังรูปนี้ ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานและขั้นตอนของผู้ใช้งานโดยรวม พร้อมทั้งระบุข้อมูลที่ผู้ซื้อ และผู้ขายได้รับ และส่งข้อมูลของการประชุมระหว่างกัน





รูปที่ 4.9 กระบวนการทำงานแล้วข้อมูลที่ได้รับและส่งระหว่างกัน

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

เนื่องจากระบบการประมูลรันก่อนด้วยบล็อกเชน ในงานวิจัยนี้ต้องการยืนยันความเสถียรในการทำงาน และความรวดเร็ว เพื่อให้ระบบมีความน่าเชื่อถือแก่ผู้ที่เข้ามาใช้งานระบบ จึงมีการทดสอบการทำงานของระบบบล็อกเชน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสามารถออกผลลัพธ์ได้เป็นดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางตัวแปรที่ได้จากการทดสอบ

ตัวแปร	ความหมาย	หน่วย
Max Latency	ค่าความหน่วงที่วัดได้สูงสุด	วินาที
Min Latency	ค่าความหน่วงที่วัดได้ต่ำที่สุด	วินาที
Avg Latency	ค่าความหน่วงเฉลี่ย	วินาที
Throughput	อัตราการนำเข้าข้อมูล	รายการต่อวินาที

การทดสอบดำเนินการทดสอบบนบริการของ AWS EC2 ซึ่งเป็นการให้บริการเซิร์ฟเวอร์สำหรับหลากหลายกรต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงบริการของการประมวลได้จากอินเทอร์เน็ต โดยการทดสอบจะดำเนินการบนบริการเซิร์ฟเวอร์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบล็อกเซ็นมีความเสถียรภาพ ความน่าเชื่อถือของระบบ และมีความรวดเร็ว การดำเนินการทดสอบใช้ทรัพยากรของ AWS EC2 โดยข้อมูลจำเพาะของระบบที่ใช้เป็นดังนี้ เป็นปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบได้

ตารางที่ 4.5 ตารางข้อมูลจำเพาะของทรัพยากรที่ใช้

ทรัพยากร	ข้อมูล
ประเภทเซิร์ฟเวอร์	t2.small
หน่วยประมวลผล	1 vCPU 3.3 GHz Intel Xeon Scalable
หน่วยความจำ	2 GB
ความจุ	60 GB
ระบบปฏิบัติการ	Ubuntu 22.04.4

หลังจากทำการส่งคำสั่งเพื่อทดสอบพบว่าการทำงานสามารถรองรับการทำรายการปริมาณมากโดยไม่ทำให้ระบบเกิดความล้มเหลวได้ง่าย สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ การทดสอบทำการเปลี่ยนตัวแปรที่เป็นปัจจัยต่อการประเมินประสิทธิภาพโดยดำเนินการตั้งค่าตัวแปรการทดสอบเป็นการทดสอบ 4 รอบ โดยมีการตั้งค่าง่อนดำเนินการส่งคำสั่งในรูปแบบไฟล์ .yaml ซึ่งเป็นประเภทไฟล์สำหรับการตั้งค่าในการประเมินประสิทธิภาพครั้งนี้ การทดสอบดำเนินการทดสอบพร้อมกัน โดยการตั้งค่าตั้งโดยให้ครอบคลุมในกรณีที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งการตั้งค่าเป็นการตั้งค่าในรูปแบบค่าคงที่ โดยตัวแปรมีความหมายดังนี้

1. Workers จำนวนผู้ใช้งานในระบบ
2. txDuration ระยะเวลาในการทดสอบระบบ
3. Transaction Loads จำนวนการเรียกข้อมูลการทำรายการทางธุรกรรม
4. Assets จำนวนทรัพย์สิน หรือจำนวนสินค้าที่สามารถทำรายการได้

จากนั้นทำการตั้งค่าจำลองการทำรายการทางธุรกรรม ดังตารางที่ 4.5 ซึ่งค่าตัวแปรในการนำมาตั้งค่านั้นจำลองมาจากสถานการณ์ที่คาดว่าจะเป็พฏติกรรมของผู้ใช้ที่เข้าร่วมการประมวลจริง โดยเป็นการทดสอบเพื่อให้ผู้ใช้งานระบบประมวลได้รับประสบการณ์ในการใช้งานได้อย่างดีที่สุด



ตารางที่ 4.6 ตารางการตั้งค่าตัวแปรสำหรับการทดสอบระบบ

ครั้งที่	Workers (คน)	txDuration (วินาที)	Transaction Loads (รายการ)	Assets (ชิ้น)
1	3	30	10	20
2	3	30	100	20
3	3	30	10	100
4	3	60	10	20
5	6	30	10	20

หลังจากการตั้งค่าเรียบร้อยแล้วการดำเนินการทดสอบทำการสั่งการทำงาน โดยการทดสอบใช้เวลาในการดำเนินการตามจำนวนครั้งที่ได้ทำการตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว โดยหลังจากการทดสอบประสิทธิภาพเรียบร้อยแล้ว เครื่องมือมีการสรุปผลการทดสอบเป็นในรูปแบบไฟล์ HTML ซึ่งสามารถเปิดได้ผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์โดยผลการทดสอบมีผลลัพธ์เป็นดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.7 ผลลัพธ์ของการทดสอบระบบ

ครั้งที่	จำนวน รายการ	อัตราการส่ง ข้อมูล (รายการต่อ วินาที)	ค่า ความหน่วง สูงสุด (วินาที)	ค่า ความหน่วง ต่ำสุด (วินาที)	ค่า ความหน่วง เฉลี่ย (วินาที)	อัตราการ นำเข้า ข้อมูล (รายการต่อ วินาที)
1	3116	105.9	0.25	0.01	0.07	105.9
2	3340	113.5	0.81	0.02	0.24	113.3
3	3133	106.4	0.21	0.01	0.07	106.4
4	7221	121.5	0.20	0.01	0.06	121.5
5	2570	89.0	0.29	0.01	0.10	88.9

จากการทดสอบพบว่าสิ่งที่ทำให้ค่าความหน่วงภายในระบบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญคือการเพิ่มค่า Transaction Load หรือจำนวนรายการที่ถูกประมวลผลโดยทำให้ค่าเฉลี่ยความหน่วงเพิ่มขึ้น และอัตราการเวลาการทำรายการเพิ่มขึ้นแตกต่างจากการตั้งค่าอื่น ๆ ที่ได้ทำการเพิ่มระยะเวลาการทำรายการหรือเพิ่มจำนวนสินทรัพย์ภายในระบบ ซึ่งจากการทดสอบการเพิ่มค่าอื่น ๆ ได้ให้ผลลัพธ์ที่

ใกล้เคียงกัน ซึ่งสรุปได้จากผลลัพธ์การทำงานของระบบสามารถทำงานได้ต่อเนื่องในกรณีที่มีปริมาณการเข้าของข้อมูลในปริมาณมากและต่อเนื่องได้ เมื่อค่าความหน่วงมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญในงานวิจัยนี้จึงได้เพิ่มการทดสอบของ Transaction Load เพื่อพิสูจน์ว่าการกระทำของผู้ใช้ต่อรายการธุรกรรมนั้นส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้งานในระบบจึงได้ทำการตั้ง Transaction Loads เพิ่มขึ้นรอบละ 2 เท่า โดยการตั้งค่าดังตาราง 4.7

ตารางที่ 4.8 การตั้งค่าการทดสอบ Transaction Loads

ครั้งที่	Workers (คน)	txDuration (วินาที)	Transaction Loads (transaction)	Assets (ชิ้น)
1	3	30	100	20
2	3	30	200	20
3	3	30	400	20
4	3	30	800	20
5	3	30	1600	20

หลังจากที่ได้การนำการตั้งค่าดังกล่าวทดสอบกับเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานอยู่บน AWS EC2 นั้น ได้ผลลัพธ์การทำงานของระบบการเพิ่มค่า Transaction Loads ได้เป็นดังตารางดังนี้

ตารางที่ 4.9 ผลลัพธ์การทดสอบ Transaction Loads

ครั้งที่	จำนวนรายการ	Send Rate (TPS)	Max Latency (s)	Min Latency (s)	Avg Latency (s)	Throughput (TPS)
1	3315	112.7	0.68	0.03	0.23	112.6
2	3318	112.8	0.88	0.02	0.28	112.4
3	3071	104.4	0.73	0.02	0.21	104.0
4	3318	112.8	1.88	0.01	0.54	111.6
5	3831	130.3	9.09	0.02	4.14	124.0

จากการทดลองทดสอบพบว่าการเพิ่มค่า Transaction Loads หรือปริมาณการทำรายการของผู้ใช้ในสถานการณ์การประมวล เช่น การเสนอราคาสินค้าพร้อม ๆ กัน 3 คน แต่ละคนใช้เวลา 30 วินาทีในเวลาที่ผู้ใช้สามารถที่จะทำรายการ ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความหน่วงได้ ตัวแปรค่านี้จะส่งผลต่อผู้ใช้งานในกรณีที่ผู้ใช้งานได้เรียกใช้ข้อมูลจากบล็อกเชน การทดสอบจึงมีการจำลองสถานการณ์ที่คาดว่าผู้ใช้งานในระบบการประมวลจะสามารถพบเจอได้ระหว่างการประมวล จึงทำการทดสอบระบบเพื่อให้ผู้ใช้งานระบบการประมวลสามารถเข้าถึงการประมวลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยืนยันความเสถียรภาพของระบบว่าสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีเผชิญสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต



บทที่ 5

ข้อสรุปและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การนำบล็อกเชนมาใช้ในระบบการประมูลช่วยเสริมความแข็งแกร่งในด้านการรักษาข้อมูลเป็นส่วนตัว และไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถ้าหากไม่ใช่เจ้าของข้อมูลนั้น โดยจากการศึกษาตามงานวิจัยนี้สามารถนำระบบเครือข่ายบล็อกเชนมาประยุกต์รวมกับการพัฒนาระบบการประมูลได้ โดยสามารถใช้เป็นการเก็บข้อมูลการประมูล ที่สามารถเก็บการทำการประมูลได้ การทำรายการระหว่างผู้ใช้และเครือข่ายบล็อกเชน สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามการออกแบบระบบ อีกทั้งผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าสามารถนำความสามารถของเครือข่ายบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้กับเว็บแอปพลิเคชัน หรือแอปพลิเคชันสำหรับมือถือได้ในอนาคตหากมีการพัฒนาเพิ่มเติมให้มีความสามารถเพิ่มเติมได้อีกในอนาคต โดยที่มีการเก็บข้อมูลของการประมูลของผู้ใช้ ข้อมูลการเสนอราคาไว้ได้อย่างปลอดภัยและมีการตรวจสอบการทำรายการการทำธุรกรรมซึ่งเป็นการนำข้อดีของเครือข่ายบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการป้องกันบุคคลที่สามตามวัตถุประสงค์ของการนำเครือข่ายบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้กับระบบการประมูลที่มีโอกาสที่ทำการทุจริตการประมูลได้ เช่น เก็บสินค้าให้กับบุคคลใดบุคคลหนึ่งในราคาพิเศษ ซึ่งการนำบล็อกเชนสามารถนำมาแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้จากกลไกของระบบเครือข่ายที่ได้มีการออกแบบไว้ในกรณีลักษณะดังกล่าว

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การเพิ่มค่า Transaction Load มีผลกระทบต่อค่าความหน่วงในระบบอย่างมีนัยสำคัญ โดยการทดสอบเปรียบเทียบกับค่าอื่น ๆ เช่น ระยะเวลาการทำรายการหรือจำนวนสินทรัพย์ในระบบ ระบบที่พัฒนาสามารถทำงานได้ต่อเนื่องแม้จะมีปริมาณข้อมูลเข้าสู่ระบบในปริมาณมาก ซึ่งสรุปได้ว่าเทคโนโลยีบล็อกเชนสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในระบบการประมูลออนไลน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในระบบการประมูลออนไลน์ช่วยเสริมความแข็งแกร่งในด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลและความน่าเชื่อถือในการทำธุรกรรม ระบบบล็อกเชนทำให้ข้อมูลที่ถูกบันทึกไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยไม่ได้รับการอนุญาต ซึ่งช่วยเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้ใช้งานว่าข้อมูลการประมูลจะไม่ถูกแก้ไขหรือถูกปลอมแปลง การทดสอบพบว่าค่าความหน่วงในระบบเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของ Transaction Load ซึ่งเป็นผลที่คาดการณ์ได้จากการทำงานของระบบบล็อกเชนที่ต้องใช้เวลายืนยันข้อมูลทุกครั้งที่มีการทำรายการ

อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยยังชี้ให้เห็นถึงข้อจำกัดบางประการของการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในระบบการประมูลออนไลน์ ค่าความหน่วงที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนธุรกรรมที่เพิ่มขึ้นอาจทำให้การทำงานของระบบช้าลงในสถานการณ์ที่มีปริมาณการทำธุรกรรมสูง การจัดการและปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบล็อกเชนจึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะในกรณีที่มีการนำระบบไปใช้จริงในสถานการณ์ที่มีผู้ใช้งานจำนวนมาก โดยชี้ถึงประเด็นหลักให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาและปรับปรุงระบบให้สามารถรองรับปริมาณการทำธุรกรรมที่เพิ่มขึ้นได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของระบบ การปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานของระบบ เช่น การเพิ่มจำนวนโหนดในเครือข่ายบล็อกเชน หรือการใช้เทคนิคการปรับปรุงประสิทธิภาพในการประมวลผลข้อมูล สามารถช่วยลดค่าความหน่วงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำธุรกรรมได้

นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการประมูลออนไลน์ยังสามารถขยายไปสู่บริบทอื่น ๆ ได้ เช่น การประมูลสินค้าหายาก การประมูลสิ่งหาชมหาย และการจัดซื้อจัดจ้างของภาครัฐ ความสามารถในการบันทึกและยืนยันข้อมูลอย่างโปร่งใสและปลอดภัยของบล็อกเชนสามารถนำไปใช้ในระบบการทำธุรกรรมที่ต้องการความน่าเชื่อถือสูงและต้องการลดความเสี่ยงจากการทุจริต ซึ่งอนาคตของการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในระบบการประมูลออนไลน์ยังคงมีโอกาสนในการพัฒนาและปรับปรุงอีกมาก การวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบบล็อกเชน การปรับปรุงเทคนิคการประมวลผลข้อมูล และการพัฒนานโยบายและมาตรฐานในการใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชนสามารถช่วยให้ระบบนี้มีความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถขยายการใช้งานไปสู่บริบทอื่น ๆ ที่ต้องการความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือในการทำธุรกรรม

สรุปแล้ว การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน โดยเฉพาะ Hyperledger Fabric มีศักยภาพในการเสริมความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือให้กับระบบการประมูลออนไลน์ โดยการนำมาใช้ในการพัฒนาระบบประมูลรังนกแอ่นนั้นช่วยป้องกันการแก้ไขข้อมูลที่ไม่ได้รับอนุญาต และทำให้ข้อมูลการประมูลมีความโปร่งใส อย่างไรก็ตาม ความท้าทายที่พบคือ ค่าความหน่วงที่เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการทำธุรกรรมมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบ รวมถึงข้อจำกัดซึ่งเป็นความท้าทายที่ต้องพัฒนาระบบต่อไป

5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

เนื่องจากเทคโนโลยีบล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีใช้ทรัพยากรปริมาณมาก จึงส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภค (Infrastructure) ราคาสูง หากต้องการนำไปใช้งานจริงจะต้องมีงบประมาณเพื่อใช้สำหรับเทคโนโลยีบล็อกเชน ซึ่งงานวิจัยอ้างอิงจากการทดลองนำไปประยุกต์ใช้งานกับ Amazon Web Service และข้อมูลในเรื่องของราคการนำไปใช้งานจริง ในการนำไปประยุกต์ให้ใช้งานได้อย่าง

ครบถ้วนทั้งวงจรจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเนื่องจากการตรวจสอบการทำรายการการทำธุรกรรมของบล็อกเชนจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้น เพื่อสามารถทำให้การทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือเพิ่มขึ้นตามจำนวนของเครื่องเครือข่ายในระบบบล็อกเชน อีกทั้งข้อดีของระบบบล็อกเชนนั้นมีประสิทธิภาพไม่เทียบเท่ากับระบบการเก็บข้อมูลแบบดั้งเดิมที่มีศูนย์กลาง เนื่องจากมีระบบการตรวจสอบความถูกต้องก่อนบันทึกข้อมูลลงในระบบบล็อกเชน เป็นการเพิ่มเวลาในการดำเนินการภายในระบบซึ่งแปรผันไปตามจำนวนเครื่องเครือข่ายภายในเครือข่ายบล็อกเชน หากมีเครื่องเครือข่ายภายในระบบเยอะส่งผลให้การทำงานช้าลงจากการต้องตรวจสอบข้อมูลให้ถูกต้องก่อนดำเนินการบันทึกข้อมูล ซึ่งเป็นกลไกที่ทำให้ประสิทธิภาพการตอบสนองไม่เท่ากับระบบการทำงานแบบมีศูนย์กลาง อาจสรุปได้ 3 ประเด็นหลักๆ ดังนี้

- 1) ข้อจำกัดทางเทคนิค: การพัฒนาระบบบล็อกเชนยังคงมีข้อจำกัดในด้านการประมวลผลที่ต้องใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์สูง ส่งผลให้เกิดความหน่วงในระบบเมื่อมีการทำรายการที่ประมวลผลพร้อมกันหลายๆ รายการ ซึ่งอาจทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกไม่สะดวกในบางครั้ง
- 2) ข้อจำกัดทางการดำเนินการ: การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในระบบการประมวลผลออนไลน์นั้นยังต้องการการสนับสนุนจากผู้ใช้งานและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอื่นๆ ในอุตสาหกรรมนี้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงานจากแบบดั้งเดิมมาเป็นระบบออนไลน์ที่ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน อาจต้องการเวลาในการศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติม
- 3) ข้อจำกัดทางกฎหมาย: การนำบล็อกเชนมาใช้ในระบบการประมวลผลออนไลน์อาจเผชิญกับปัญหาทางกฎหมายและการกำกับดูแลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจต้องมีการปรับปรุงกฎหมายและนโยบายที่เกี่ยวข้องเพื่อรองรับการใช้งานบล็อกเชนในระบบการประมวลผลออนไลน์

5.4 การนำไปประยุกต์ใช้

การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้ในระบบการประมวลผลรังนกแอ่นออนไลน์ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือ ความปลอดภัย และความโปร่งใสในการทำธุรกรรม ข้อมูลที่ได้รับการบันทึกลงในเครือข่ายบล็อกเชนมีความปลอดภัยสูงและไม่สามารถแก้ไขได้โดยง่าย ซึ่งเหมาะสมกับระบบการประมวลผลที่ต้องการการรับประกันความถูกต้องของข้อมูลและป้องกันการทุจริต นอกจากการนำมาใช้ในระบบการประมวลผลรังนกแอ่นแล้ว เทคโนโลยีบล็อกเชนยังสามารถประยุกต์ใช้ในระบบการประมวลผลประเภทอื่น ๆ ได้ เช่น การประมวลผลสินค้าหายาก การประมวลผลสิ่งหายาก และการจัดซื้อจัดจ้างของภาครัฐ โดยการใช้บล็อกเชนจะช่วยลดความเสี่ยงจากการทุจริต เพิ่มความโปร่งใส และสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้เข้าร่วมการประมวลผล

ยิ่งไปกว่านั้น บล็อกเชนยังมีศักยภาพในการนำไปใช้ในธุรกิจอื่น ๆ ที่ต้องการความปลอดภัยในการทำธุรกรรม เช่น การจัดการโลจิสติกส์ การติดตามแหล่งที่มาของสินค้า (Supply Chain) และ

การซื้อขายหลักทรัพย์ ซึ่งสามารถใช้บล็อกเชนในการบันทึกข้อมูลการทำธุรกรรมทั้งหมดได้ ทำให้ผู้มีส่วนร่วมในระบบสามารถตรวจสอบข้อมูลได้อย่างโปร่งใสและปลอดภัย

5.5 ข้อเสนอแนะ

ในอนาคต ควรมีการพัฒนากระบวนการประมูลออนไลน์เพิ่มเติมเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้ดียิ่งขึ้น หนึ่งในข้อเสนอแนะที่สำคัญคือ การเชื่อมต่อระบบการประมูลกับระบบการขนส่ง เพื่อให้การส่งมอบสินค้าหลังจากการประมูลสามารถดำเนินการได้อย่างครบวงจรและปลอดภัย นอกจากนี้ การเชื่อมต่อระบบกับผู้ให้บริการด้านการเงิน หรือธนาคารจะช่วยอำนวยความสะดวกในกระบวนการชำระเงิน โดยสามารถรวมถึงการใช้สินทรัพย์ดิจิทัลหรือสกุลเงินดิจิทัลเพื่อรองรับการทำธุรกรรมในอนาคต

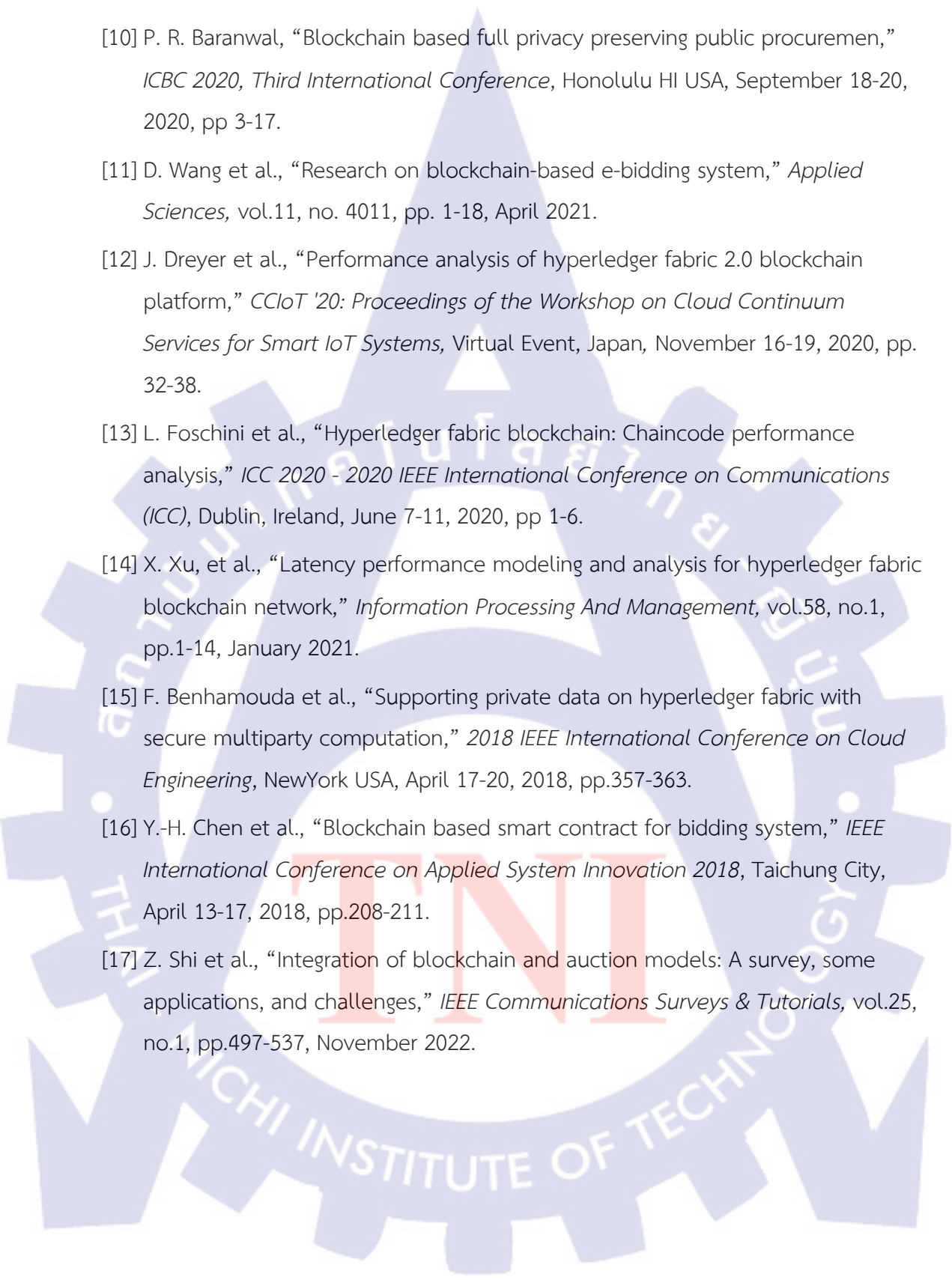
นอกจากนี้การพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงการประมูลได้อย่างสะดวกสบายมากขึ้น ควรรวมถึงการพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทำธุรกรรมได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งนี้ ควรให้ความสำคัญกับประสบการณ์การใช้งาน (User Experience) โดยการออกแบบระบบที่เป็นมิตรกับผู้ใช้งานมากขึ้น ตลอดจนการเพิ่มฟีเจอร์ใหม่ๆ เช่น การแจ้งเตือนการประมูล และการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานทางแอปพลิเคชัน จะทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นและตอบโจทย์ผู้ใช้งานได้มากยิ่งขึ้น

สุดท้าย ควรมีการตรวจสอบและพัฒนาความปลอดภัยของระบบอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มั่นใจว่าการทำธุรกรรมมีความปลอดภัยและป้องกันการทุจริตอย่างมีประสิทธิภาพ การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนเข้ามาช่วยในการยืนยันความถูกต้องและโปร่งใสของข้อมูลนั้นเป็นสิ่งสำคัญ แต่ควรพัฒนากลไกเพิ่มเติมเพื่อรองรับปริมาณธุรกรรมที่เพิ่มขึ้นในอนาคต รวมถึงการปรับโครงสร้างพื้นฐานของระบบให้รองรับปริมาณการใช้งานที่มากขึ้นอย่างยั่งยืน



บรรณานุกรม

- [1] งามอาจ ตัณฑวณิช, “สร้างบ้านเพื่อให้พนักงานแอ่นอากัย ธุรกิจนำลงทุน ให้ผลตอบแทนสูง,” [Online] Available: https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_23223 2020. [Accessed: 18 กันยายน 2563].
- [2] ไชยรัตน์ สัมฉุน, “มก.สร้างบ้านนกแอ่นกินรัง ต้นแบบมาตรฐาน GAP,” [Online]. Available: <https://www.thairath.co.th/news/local/1651905>. [Accessed: 4 กันยายน 2019].
- [3] ภูมิสถาน แสงสรรค์ และคณะ, “บทวิเคราะห์อุตสาหกรรมรังนกจากบ้านนกในประเทศไทยและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการส่งเสริมนกแอ่นกินรังเป็นสัตว์เศรษฐกิจ,” *Journal of Environmental Management*, ปีที่ 17, เล่มที่ 2, หน้า 97-115, พฤศจิกายน 2564.
- [4] S. Latifi et al., “Blockchain-based real estate market: One method for applying blockchain technology in commercial real estate market,” *2019 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)*, Atlanta GA USA, July 14 - 17, 2019, pp.528 - 535.
- [5] Q. Nasir et al., “Performance analysis of hyperledger fabric platforms,” *Security and Communication Networks*, vol.2018, no.3976093, pp.1-14, September 2018.
- [6] R. Wutthikarn and Y. G. Hui, “Prototype of blockchain in dental care service application based on hyperledger composer in hyperledger fabric framework,” *International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*, Chiang-Mai, Thailand, November 21-28, 2018, pp. 1-4.
- [7] G. Nalinipriya et al., “Agro bidding - a smart dynamic system for enhancement of farmer's lifestyle,” *2019 International Conference on Smart Structures and Systems (ICSSS)*, Chennai India, March 14-15, 2019, pp.1-5.
- [8] X. Hao et al., “Blockchain-based trust auction for dynamic virtual machine provisioning and allocation in clouds,” *Wireless Communications And Mobile Computing*, vol.2021, no.6639107, pp.1-10, 16 June 2021.
- [9] H. Qusa et al., “Secure e-auction system using blockchain: uae case study,” *2020 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*, Dubai UAE, February 4 - April 9, 2020, pp.1-5.

- 
- [10] P. R. Baranwal, "Blockchain based full privacy preserving public procurement," *ICBC 2020, Third International Conference*, Honolulu HI USA, September 18-20, 2020, pp 3-17.
- [11] D. Wang et al., "Research on blockchain-based e-bidding system," *Applied Sciences*, vol.11, no. 4011, pp. 1-18, April 2021.
- [12] J. Dreyer et al., "Performance analysis of hyperledger fabric 2.0 blockchain platform," *CCIoT '20: Proceedings of the Workshop on Cloud Continuum Services for Smart IoT Systems*, Virtual Event, Japan, November 16-19, 2020, pp. 32-38.
- [13] L. Foschini et al., "Hyperledger fabric blockchain: Chaincode performance analysis," *ICC 2020 - 2020 IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Dublin, Ireland, June 7-11, 2020, pp 1-6.
- [14] X. Xu, et al., "Latency performance modeling and analysis for hyperledger fabric blockchain network," *Information Processing And Management*, vol.58, no.1, pp.1-14, January 2021.
- [15] F. Benhamouda et al., "Supporting private data on hyperledger fabric with secure multiparty computation," *2018 IEEE International Conference on Cloud Engineering*, NewYork USA, April 17-20, 2018, pp.357-363.
- [16] Y.-H. Chen et al., "Blockchain based smart contract for bidding system," *IEEE International Conference on Applied System Innovation 2018*, Taichung City, April 13-17, 2018, pp.208-211.
- [17] Z. Shi et al., "Integration of blockchain and auction models: A survey, some applications, and challenges," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol.25, no.1, pp.497-537, November 2022.

ภาคผนวก



คำสั่งการสั่งให้เริ่มการทำงานของบล็อกเชน

```
#!/bin/sh
```

```
# Create Channel
```

```
./network.sh createChannel -ca
```

```
# Deploy Chaincode
```

```
./network.sh deployCC -ccn eauction -ccp ../e-auction/e-auction-chaincode -ccl  
typescript
```

ตัวอย่างรายงานผลการทดสอบ

Summary of performance metrics

Name	Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency (s)	Min Latency (s)	Avg Latency (s)	Throughput (TPS)
base	6	0	9.2	0.07	0.01	0.04	9.0
BidAsset Base	3116	0	105.9	0.25	0.01	0.07	105.9
BidAsset More Load	3340	0	113.5	0.81	0.02	0.24	113.3
BidAsset More Asset	3133	0	106.4	0.21	0.01	0.07	106.4
BidAsset More Duration	7221	0	121.5	0.20	0.01	0.06	121.5

Benchmark round: base

check variable how it work

txDuration: 1

rateControl:

type: fixed-load

opts:

transactionLoad: 1

Performance metrics for base

Name	Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency (s)	Min Latency (s)	Avg Latency (s)	Throughput (TPS)
base	6	0	9.2	0.07	0.01	0.04	9.0

Resource utilization for base

Benchmark round: BidAsset Base

base setting

txDuration: 30

rateControl:

type: fixed-load

opts:

● transactionLoad: 10

Performance metrics for BidAsset Base

Name	Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency (s)	Min Latency (s)	Avg Latency (s)	Throughput (TPS)
BidAsset Base	3116	0	105.9	0.25	0.01	0.07	105.9

Resource utilization for BidAsset Base

Benchmark round: BidAsset More Load

base setting

txDuration: 30

rateControl:

type: fixed-load

opts:

transactionLoad: 100

Performance metrics for BidAsset More Load

Name	Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency (s)	Min Latency (s)	Avg Latency (s)	Throughput (TPS)
BidAsset More Load	3340	0	113.5	0.81	0.02	0.24	113.3

Resource utilization for BidAsset More Load

Benchmark round: BidAsset More Asset

base setting

txDuration: 30

rateControl:

type: fixed-load

opts:

● transactionLoad: 10

Performance metrics for BidAsset More Asset

Name	Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency (s)	Min Latency (s)	Avg Latency (s)	Throughput (TPS)
BidAsset More Asset	3133	0	106.4	0.21	0.01	0.07	106.4

Resource utilization for BidAsset More Asset

Benchmark round: BidAsset More Duration

base setting

txDuration: 60

rateControl:

type: fixed-load

opts:

transactionLoad: 10

Performance metrics for BidAsset More Duration

Name	Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency (s)	Min Latency (s)	Avg Latency (s)	Throughput (TPS)
BidAsset More Duration	7221	0	121.5	0.20	0.01	0.06	121.5

Resource utilization for BidAsset More Duration

Test Environment

benchmark config

name: basic-contract-benchmark

description: test benchmark

workers:

• number: 3

rounds:

- label: base

description: check variable how it work

txDuration: 1

rateControl:

type: fixed-load

opts:

transactionLoad: 1

workload:

module: workload/bidAsset.js

arguments:

assets: 1



```
contractId: eauction
- label: BidAsset Base
description: base setting
txDuration: 30
rateControl:
  type: fixed-load
  opts:
    transactionLoad: 10
workload:
  module: workload/bidAsset.js
arguments:
  assets: 20
  contractId: eauction
- label: BidAsset More Load
description: base setting
txDuration: 30
rateControl:
  type: fixed-load
  opts:
    transactionLoad: 100
workload:
  module: workload/bidAsset.js
arguments:
  assets: 20
  contractId: eauction
- label: BidAsset More Asset
description: base setting
txDuration: 30
rateControl:
  type: fixed-load
  opts:
```

transactionLoad: 10
workload:
 module: workload/bidAsset.js
 arguments:
 assets: 100
 contractId: eauction
- label: BidAsset More Duration
 description: base setting
 txDuration: 60
 rateControl:
 type: fixed-load
 opts:
 transactionLoad: 10
 workload:
 module: workload/bidAsset.js
 arguments:
 assets: 20
 contractId: eauction

