

การพัฒนาต้นแบบแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคม บนบล็อกเชน

Development of a Prototype Social Points Exchange Platform on Blockchain

นำชัย โสไกร ^{1*}	Namchai Sokai
ณกร อินทร์พยุ่ง ²	Nakorn Indra-Payoong

Received : 28 กุมภาพันธ์ 2567

Revised : 25 มีนาคม 2567

Accepted : 28 มีนาคม 2567

บทคัดย่อ

การทำกิจกรรมเพื่อสังคมจะช่วยทำให้สังคมน่าอยู่ หลาย ๆ องค์กรสนับสนุนการทำกิจกรรมเพื่อสังคมโดยใช้การสะสมคะแนนและนำคะแนนเหล่านั้นไปแลกของรางวัล อย่างไรก็ตาม ผู้ทำกิจกรรมกลับไม่ได้นำคะแนนสะสมไปใช้งาน อาจเพราะว่ามีคะแนนไม่เพียงพอหรือของรางวัลไม่ตรงกับที่ต้องการ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวทางในการประยุกต์ใช้บล็อกเชนบนแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคม และ 2) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นตามสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ บล็อกเชนไฮเปอร์เล็ดเจอร์แฟบรีค เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลบล็อกเชน โมบายเว็บแอปพลิเคชันเพื่อใช้จัดการข้อมูลธุรกรรม และไฮเปอร์เล็ดเจอร์คาลิเปอร์ เพื่อใช้วัดประสิทธิภาพการทำงานของบล็อกเชน โดยที่กลุ่มตัวอย่างเป็นการจำลองผู้ใช้งานขึ้นมาเพื่อ

¹ นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

*Corresponding Author, Student in Master of Science, Faculty of Logistics, Burapha University

² รองศาสตราจารย์ ดร. คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Assoc Prof. Dr. in Faculty of Logistics, Burapha University

ทำการแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างกัน ผลการวิจัย พบว่า เมื่อทดสอบแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นตามสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้น สามารถแปลงคะแนนสะสมเป็นเหรียญค้นหาและตรวจสอบย้อนกลับข้อมูลการทำธุรกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้งานวิจัยนี้ได้การเก็บวันหมดอายุของคะแนนสะสมที่มีความแตกต่างกันของแต่ละผู้ใช้สามารถแก้ไขปัญหาการแลกเปลี่ยนคะแนนผ่านทางแพลตฟอร์มแล้วเกินเวลาที่กำหนดอย่างไรก็ตาม ความเร็วในการแลกเปลี่ยนเหรียญโดยการเสนอซื้อหรือเสนอขายระหว่างผู้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพต่ำ

คำสำคัญ : คะแนนเพื่อสังคม บล็อกเชน กระจายศูนย์ เสนอซื้อและเสนอขาย
แพลตฟอร์ม

Abstract

Social activities contribute to the well-being of communities and society as a whole. Many organizations promote social engagement by implementing point-based reward systems, allowing participants to accumulate and redeem points for rewards. However, activity participants often fail to utilize their accumulated points, either due to insufficient point balances or rewards that do not align with their preferences. This experimental research aimed to: 1) investigate approaches for applying blockchain technology to a social points exchange platform; and 2) evaluate the efficiency of the developed platform under specified scenarios. The research tools comprised Hyperledger Fabric, serving as the blockchain database; a mobile web application, used for managing blockchain transactions; and Hyperledger Caliper, employed for measuring blockchain performance. Simulated users were generated as the study sample to

conduct coin exchange transactions among one another. The experimental results demonstrated that the developed platform was capable of tokenizing accumulated points into coins and efficiently retrieving and tracing transaction records with high performance. Furthermore, the platform incorporated individualized expiry date management for each user's accumulated points, thereby preventing transactions from being processed beyond their designated expiration periods. However, the speed of executing bid-and-offer coin exchanges between users remained a limitation, exhibiting relatively low efficiency.

Keywords : social points, blockchain, distributed system, bid-and-offer, platform

บทนำ

คะแนนสะสมเป็นเครื่องมือทางการตลาดที่จะช่วยให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการใช้งาน และทำให้ผู้ใช้กลับมาใช้งานเป็นประจำ เพื่อแข่งขันกับแอปพลิเคชันหรือแพลตฟอร์มต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นใหม่ตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันกลับพบว่า มีคะแนนสะสมจำนวนมากที่ไม่ถูกนำไปใช้งานหรือนำไปแลกเปลี่ยนเป็นสินค้าหรือบริการที่แอปพลิเคชันนั้นมี เนื่องจากสินค้าและบริการที่มีในแอปพลิเคชันนั้นอาจจะต้องใช้คะแนนสะสมเป็นจำนวนมาก และใช้เวลานานเพื่อให้สามารถแลกกับของรางวัลได้ ทำให้ผู้ใช้มีโอกาสแลกใช้คะแนนสะสมน้อยมาก หรือจากการที่แอปพลิเคชันนั้น ๆ มีสินค้าหรือบริการที่ไม่ดึงดูดความสนใจหรือไม่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ส่งผลให้กลไกการใช้คะแนนสะสมไม่สามารถดึงดูด หรือจูงใจเพื่อให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมหรือทำให้ผู้ใช้กลับมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในระยะยาว (Bruneau et al., 2018) รวมทั้งส่งผลให้องค์กรที่มี

หน้าที่ในการดูแลคะแนนจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการโดยเปล่าประโยชน์ และเป็นภาระหนี้ทางบัญชีจำนวนมาก

การแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมระหว่างองค์กรเป็นทางออกหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นข้างต้น อย่างไรก็ตาม การแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมจะก่อให้เกิดปัญหาตามมา คือ ความไม่เชื่อมั่นกันระหว่างองค์กร และการที่แต่ละองค์กรที่เข้ามาเพื่อแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมยังคงมีความต้องการที่จะมีความสามารถในการดำเนินงานของตนเองได้อย่างอิสระ นอกจากนี้ รูปแบบของคะแนนสะสมที่จะเป็นเป้าหมายในการแลกเปลี่ยนของโครงการนี้ จะเป็นคะแนนสะสมที่ได้มาจากการเก็บคะแนนสุขภาพและคะแนนสะสมที่ได้จากการทำกิจกรรมเพื่อสังคม เรียกว่า “คะแนนเพื่อสังคม (Social Points)” จะมีความยากในการแลกเปลี่ยนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากคะแนนสะสมในรูปแบบนี้ประเมินมูลค่าได้ยากและไม่มีมาตรฐาน ซึ่งต่างจากคะแนนสะสมที่ได้มาจากการซื้อสินค้าหรือบริการที่สามารถประเมินมูลค่าของคะแนนได้โดยง่าย หรืออย่างตรงไปตรงมา (Hyson, 2023)

งานวิจัยนี้เสนอต้นแบบแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคมบนบล็อกเชน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่จะเชื่อมองค์กรที่เป็นกลุ่มธุรกิจหรือกลุ่มผู้สนับสนุนกิจการเพื่อสังคมเข้ามาแลกเปลี่ยนคะแนน โดยที่ไม่ต้องอาศัยความเชื่อใจระหว่างองค์กรหรือมีตัวกลางเข้ามาดำเนินการ นอกจากนี้ แต่ละองค์กรยังสามารถที่จะคงวิธีการให้คะแนนสะสมแก่ผู้ใช้ได้ดังเดิม โดยใช้บล็อกเชน ไฮเปอร์เลดเจอร์แพปริมาประยุกต์ใช้ในแพลตฟอร์มเพื่อการทำฉันทามติ (Consensus) และทวนสอบความถูกต้องของการแลกเปลี่ยนคะแนน นั่นคือ การแลกเปลี่ยนคะแนนในแพลตฟอร์มจะเรียกว่า “เหรียญ หรือ โทเคน (Token)” และจะใช้รูปแบบการแลกเปลี่ยนเหรียญจากการตั้งราคาซื้อ (Bid) และการตั้งราคาขาย (Offer) ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดมูลค่าของแต่ละเหรียญได้เอง ทำให้แต่ละเหรียญจะมีมูลค่าที่แท้จริงจากการให้มูลค่า (Social Value) จากผู้ใช้ งานวิจัยนี้ให้ช่วยแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการใช้บล็อกเชนพัฒนาแพลตฟอร์ม ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีแพลตฟอร์มที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคมระหว่างผู้ใช้ แพลตฟอร์มนี้จะช่วย

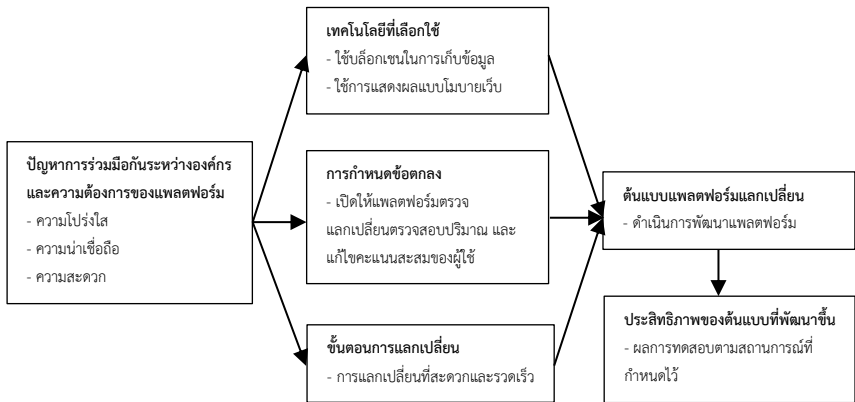
ส่งเสริมการดำเนินกิจกรรมเพื่อสังคมโดยการเก็บสะสมคะแนน ช่วยเพิ่มสภาพคล่องทางการตลาดโดยการซื้อขายแลกเปลี่ยนคะแนน รวมทั้งช่วยองค์กรในการระดมทุนในการทำโครงการเพื่อสังคม และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแพลตฟอร์มโดยใช้บล็อกเชนในการแลกเปลี่ยนหรือตรวจสอบย้อนกลับข้อมูลระหว่างองค์กรในรูปแบบอื่น ๆ ได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการประยุกต์ใช้บล็อกเชนบนแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคม
2. เพื่อพัฒนารูปแบบแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคมและทดสอบประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มตามสถานการณ์ที่กำหนด

กรอบแนวคิดในการวิจัย

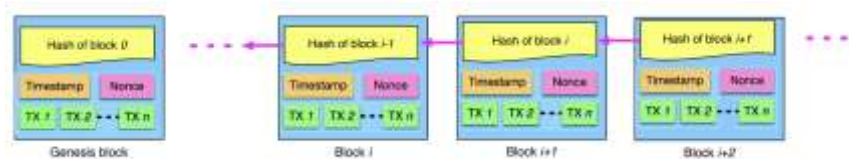
การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้งานในการพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับการแลกเปลี่ยนคะแนนของแต่ละองค์กร จะเป็นตัวช่วยในการแก้ไขปัญหาเรื่องความโปร่งใสและความน่าเชื่อถือ และการออกแบบขั้นตอนการแลกเปลี่ยนคะแนนที่ดีจะทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งจะนำไปจจัยเหล่านี้มาใช้ในการพัฒนารูปแบบแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคม และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของแพลตฟอร์ม



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บททวนวรรณกรรม

บล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีเบื้องหลังสกุลเงินดิจิทัล (Cryptocurrency) แรกของโลกหรือที่รู้จักในนามบิตคอยน์ (Bitcoin) ที่ให้ผู้ใช้สามารถทำธุรกรรมออนไลน์ได้โดยไม่ต้องผ่านตัวกลางหรือธนาคาร (Nakamoto, 2008) ทำให้คนเริ่มให้ความสนใจเทคโนโลยีบล็อกเชน และถูกนำไปใช้งานในหลายรูปแบบ ตั้งแต่ การเงิน (Fanning and Centers, 2016) การจัดการโซ่อุปทาน (Kshetri, 2018) และการดูแลสุขภาพ (Esposito et al., 2018) เป็นต้น ซึ่งบล็อกเชนเป็นฐานข้อมูลที่จัดเก็บรายการของการทำธุรกรรมคล้ายกับบัญชีสาธารณะ มีรูปแบบการเก็บข้อมูลเป็นบล็อกเรียงต่อกันไปโดยที่บล็อกแต่ละบล็อกจะต้องมีข้อมูลเข้ารหัสของบล็อกก่อนหน้าด้วย จึงทำให้ถูกเรียกว่าบล็อกเชน (Zheng et al., 2018) ดังแสดงในภาพที่ 2



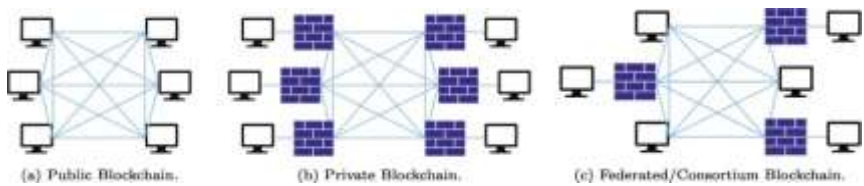
ภาพที่ 2 การจัดเก็บข้อมูลของบล็อกเชน

ที่มา : Zheng et al. (2018)

ซึ่งข้อมูลจะถูกควบคุมและดูแลโดยทุกองค์กรที่มีส่วนร่วมในระบบ จะต้องกำหนดข้อตกลง กฎเกณฑ์ หรือขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำงานร่วมกันให้เป็น สัญญาอัจฉริยะ (Smart contract) ซึ่งจะทำการกำหนดกฎระหว่างองค์กรต่าง ๆ ในรูปแบบภาษาทางคอมพิวเตอร์ซึ่งจะถูกรักรวมอัตโนมัติเมื่อเข้าเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในสัญญาที่เก็บอยู่ในบล็อกเชน (Dib et al., 2018) ซึ่งเป็นสิ่งที่พัฒนาต่อยอดมาจากความสามารถในการทำงานเดิมของบล็อกเชนที่มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลเพียงอย่างเดียว สัญญาอัจฉริยะเป็นระบบการทำธุรกรรมที่สามารถทำงานได้รวดเร็วและสามารถลดความผิดพลาดการทำงานด้วยมนุษย์ (Human error) และเพื่อความเชื่อมั่นในการทำงานเนื่องจากไม่มีตัวกลางเข้ามาเกี่ยวข้อง และเมื่อนำสัญญาอัจฉริยะเก็บไว้ที่บล็อกเชนทำให้การทำงานของสัญญาอัจฉริยะนั้นยืนยันได้ว่ามีความโปร่งใสและเป็นกลางและทุก ๆ การสร้างข้อมูลใหม่จะต้องได้รับการตรวจสอบจากกลไกฉันทามติ (Consensus) จึงจะเขียนข้อมูลลงบล็อกได้ อีกทั้งข้อมูลที่ถูกจัดเก็บลงในบล็อกเชนนั้นจะถูกแก้ไขได้ยาก เนื่องจากการเรียงต่อกันและการเข้ารหัสของข้อมูลแต่ละบล็อกทำให้เมื่อมีการแก้ไขข้อมูลในบล็อกใดบล็อกหนึ่งจะทำให้ค่าการเข้ารหัสของข้อมูลเปลี่ยนไป และเมื่อถูกตรวจสอบจากผู้ดูแลอื่น ๆ ในบล็อกเชนแล้วพบว่าข้อมูลไม่ตรงกัน จะทำการแก้ไขข้อมูลของบล็อกกลับไปเป็นดังเดิม

บล็อกเชนได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในหลากหลายองค์กร ซึ่งแต่ละองค์กรนั้นอาจจะมีการใช้งานที่มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ทำให้โครงสร้างของบล็อกเชน

มีความแตกต่างเช่นเดียวกัน โดยทั่วไป รูปแบบการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีบล็อกเชน สามารถแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบหลัก ได้แก่ 1) Public Blockchain 2) Private Blockchain และ 3) Consortium Blockchain (Zheng et al., 2017)



ภาพที่ 3 ประเภทของบล็อกเชน

ที่มา : Zheng et al. (2017)

ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้บล็อกเชนรูปแบบ Consortium Blockchain ในการออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์ม ซึ่ง Consortium Blockchain และ Private Blockchain เป็น Permissioned Blockchain หรือเป็นบล็อกเชนที่มีข้อกำหนดว่าใครได้รับการอนุญาตให้เข้าร่วมเครือข่าย แต่จะแตกต่างกันที่ Private Blockchain จะควบคุมและดูแลโดยองค์กรเพียงองค์กรเดียว ซึ่งจะแตกต่างจาก Consortium Blockchain จะดำเนินงานภายใต้กลุ่มขององค์กรมากกว่า 1 องค์กร (Dib et al., 2018) ทำให้มีความปลอดภัยมากกว่า Private Blockchain ตามจำนวนขององค์กรที่เข้าร่วม

ในหลาย ๆ งานวิจัยได้มีการศึกษาและสร้างระบบแลกเปลี่ยนโดยใช้บล็อกเชนที่ให้หลาย ๆ องค์กรเข้ามาใช้งาน สามารถสรุปได้ดัง

ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปการนำบล็อกเชนไปประยุกต์ใช้ในการแลกเปลี่ยนคะแนน

Authors	Application	Method	Impact
Liao and Yuan (2019)	แพลตฟอร์มรวมองค์กรสำหรับสร้างและแลกเปลี่ยนคะแนนสะสม	ใช้ Ethereum เป็น Permissioned Blockchain และใช้ MongoDB สำหรับข้อมูลบัญชีและสินค้า	เป็นการพิสูจน์ว่า การเพิ่มขึ้นขององค์กรหรือโหนด (Node) เข้ามาในระบบไม่ทำให้การทำงานช้าลง ซึ่งต่างกับระบบแบบเก่าที่มีคนใช้มากขึ้นจะยิ่งช้าลง
Pramanik et al. (2020)	ระบบแลกเปลี่ยนคะแนนสะสม	ใช้ Node.js ในการเขียน Chaincode & API และใช้ Hyperledger Fabric เป็น Permissioned Blockchain	การแบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็นในและนอกบล็อกเชน จะช่วยแก้ไขปัญหการขยายขนาดของบล็อกเชน และให้ผู้ใช้กำหนดมูลค่าของเหรียญเองจากการทำ Bid-Offer
Agrawal et al. (2019)	แพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนสะสม	ใช้ Hybrid Blockchain (Stellar & Hyperledger Fabric)	ใช้ Stellar ในการแลกเปลี่ยนระหว่างผู้ใช้ซึ่งจะใช้ค่าใช้จ่ายน้อยกว่า Ethereum
Bülbül and İnce (2018)	เปลี่ยนจากคูปองแบบเก่าเป็น PAX Token	ใช้ NEO framework เป็น Private Blockchain และ ใช้ Python เขียน Smart Contract	แก้ไขปัญหา Coupon มีหลายชนิดและการหมดอายุของ Coupon โดยใช้การสแกน QR Code จากการกดที่ได้ เพื่อเพิ่มคะแนนเข้ากระเป๋
Sönmeztürk et al. (2020)	เปลี่ยนคะแนนสะสมไปเป็น Ethereum Token	ใช้ ERC20 ของ Ethereum Blockchain ในการสร้างเหรียญ	เพื่อความสะดวกให้กับผู้ใช้สามารถนำ Ethereum Token ที่มิใช่ใช้จ่ายในองค์กรอื่น ๆ รวมถึงเปลี่ยนเหรียญไปเป็นเหรียญอื่นได้
Qiiabee (2019)	สร้างโครงข่ายของแอปที่มีคะแนนสะสม	ให้บริการ Qiiabee SDK สำหรับการแปลง Loyalty Points ที่อยู่	เพื่อช่องทางในการใช้คะแนนสะสมและลดค่าใช้จ่ายในการพัฒนา การมี SDK ทำให้องค์กร

Authors	Application	Method	Impact
		ในระบบของตนเอง (Off-Chain) ไปเป็น QBX	ต่าง ๆ ที่เข้ามาใช้งานพัฒนาแอป ฯ ของตัวเองได้ง่ายขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบว่า มีหลายงานวิจัยที่ได้พัฒนาระบบการแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมโดยใช้บล็อกเชน และมีงานวิจัยที่มีวิธีการหรือแนวคิดใกล้เคียงกับการวิจัยนี้มากที่สุด จะเป็นระบบแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมของ Pramanik et al. (2020) ซึ่งมีแนวคิดในการเก็บข้อมูลทั้งในบล็อกเชนและนอกบล็อกเชน รวมทั้งมีแนวคิดในการให้ผู้ใช้งานกำหนดมูลค่าของคะแนนที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนเองได้ผ่านการตั้งราคาซื้อและตั้งราคาขาย (Bid-Offer) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่น่าเสนอนี้จะมีรายละเอียดโดยพิจารณาถึงสถานการณ์การใช้งานจริงและการพัฒนาที่มีมุมมองในการสร้างผลประโยชน์ทั้งในด้านขององค์กรที่เข้าร่วมใช้งาน และการเพิ่มช่องทางการใช้งานคะแนนสะสมของผู้ใช้ รวมทั้งมีต้นทุนการแลกเปลี่ยนเหรียญ (Exchange Cost) ซึ่งในทุกการแลกเปลี่ยน จะมีการลดจำนวนเหรียญภายในระบบลง เพื่อให้องค์กรลดปริมาณการสำรองค่าใช้จ่ายสำหรับคะแนนสะสมของตนเอง รวมถึงมีการเติมเหรียญและถอนเหรียญระหว่างแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นและแอปพลิเคชันของแต่ละองค์กรเพื่อให้แน่ใจว่าเหรียญที่แลกเปลี่ยนอยู่ในแพลตฟอร์มสามารถถอนออกไปใช้งานได้ ไม่ถูกนำไปแลกเปลี่ยนเป็นสิ่งที่อยู่หลังจากการสร้างคำสั่งขาย (Offer) นอกจากนี้งานวิจัยนี้จะเป็นแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมแรกที่มีเป้าหมายที่ให้องค์กรที่มาเข้าร่วมกับองค์กรที่สร้างคะแนนเพื่อสังคม ซึ่งคะแนนที่ได้จะมีคุณลักษณะที่แตกต่างเนื่องจากไม่ได้มาจากการใช้จ่าย การซื้อสินค้าและบริการ ทำให้ประเมินมูลค่าของคะแนนสะสมได้ยากและไม่มีความมาตรฐาน รวมทั้งยังมุ่งเน้นในการแลกเปลี่ยนคะแนนสุขภาพและคะแนนจากการทำกิจกรรมเพื่อสังคมระหว่างองค์กรเพื่อสังคม เช่น มูลนิธิ และวิสาหกิจเพื่อสังคม ซึ่งเป็นกิจกรรมสร้างคะแนนสะสมขององค์กรในระยะยาว ที่มีความยั่งยืนแตกต่างไปจากโครงการที่มีการกำหนดการทำกิจกรรมในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

อีกส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญที่ทำให้แอปพลิเคชันสามารถเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเซิร์ฟเวอร์ได้นั้น คือ Application Programming Interface หรือ API ซึ่งเซิร์ฟเวอร์จะมีหน้าที่ในการจัดการรายการของ API ส่วนแอปพลิเคชันจะใช้งาน API เพื่อรับค่าข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ API จะทำหน้าที่ในการผสมผสานการทำงานของทั้งสองส่วน (Hou et al., 2017) โดยที่จะใช้การส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล HTTP เริ่มจากแอปพลิเคชันส่งคำขอ (Request Protocol) ไปยังเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นเซิร์ฟเวอร์จะจัดเตรียมข้อมูลตามคำขอของแอปพลิเคชันแล้วส่งข้อมูลตอบกลับ (Response Protocol) ไปยังแอปพลิเคชัน (Fielding et al., 1999)

ขอบเขตการวิจัย

1. คะแนนสะสมที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนเป็นคะแนนสะสมที่ถูกสร้างจากการทำกิจกรรมเพื่อตนเองหรือเพื่อสังคม
2. การศึกษาจะมุ่งเน้นไปที่การแปลงระหว่างคะแนนสะสมขององค์กรกับเหรียญของแพลตฟอร์ม และการแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างผู้ใช้ ไม่ได้รวมถึงการแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมไปเป็นสินค้า

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ผู้วิจัยแบ่งการวิจัยเป็น 2 ระยะ โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ระยะที่ 1 พัฒนาด้านแบบแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนสะสม

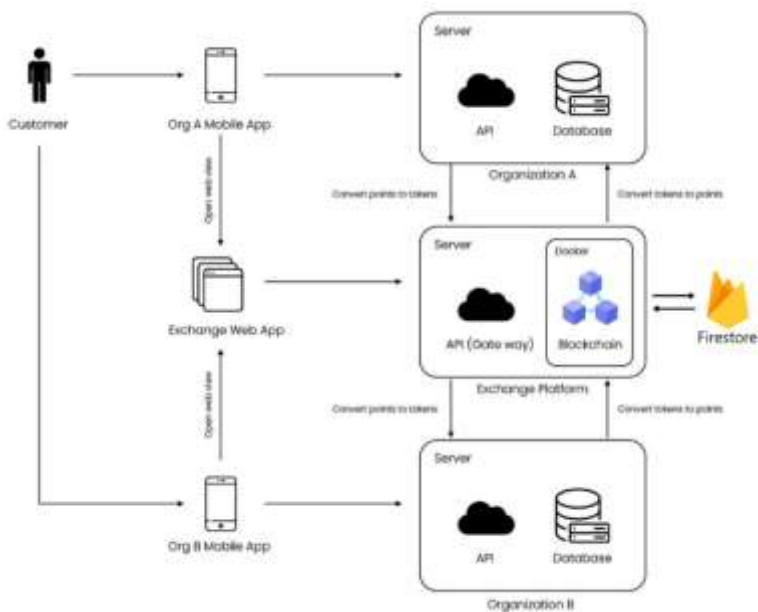
1. การออกแบบระบบ

การออกแบบในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบภาพรวมการทำงานของแพลตฟอร์มหรือที่เรียกว่า สถาปัตยกรรมแพลตฟอร์ม ซึ่งเป็นการออกแบบในขั้นตอนแรกก่อนเริ่มพัฒนาระบบหรือแพลตฟอร์ม เพื่อแสดงให้เห็นถึงทั้งโครงสร้างระบบ เครื่องมือที่ต้องใช้งาน

และขั้นตอนการทำงานระหว่างผู้ใช้และแพลตฟอร์มการแลกเปลี่ยน แพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคมระหว่างองค์กรที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

- เป็นแพลตฟอร์มกลางที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนเหรียญ (Token) ระหว่างองค์กร และใช้ในการแปลงระหว่างคะแนนสะสมของแอปพลิเคชันขององค์กรและเหรียญของแพลตฟอร์ม

- แพลตฟอร์มจะมีบัญชีผู้ใช้ของแอปพลิเคชันที่เข้าร่วมใช้งาน เพื่อเก็บข้อมูลเหรียญที่ถูกแปลงจากคะแนนสะสมของแอปพลิเคชันเข้าสู่แพลตฟอร์มแลกเปลี่ยน และเพื่อใช้ในการสำรองคะแนนในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการแปลงเหรียญออกจากแพลตฟอร์มกลับไปเป็นคะแนนสะสมของแอปพลิเคชัน

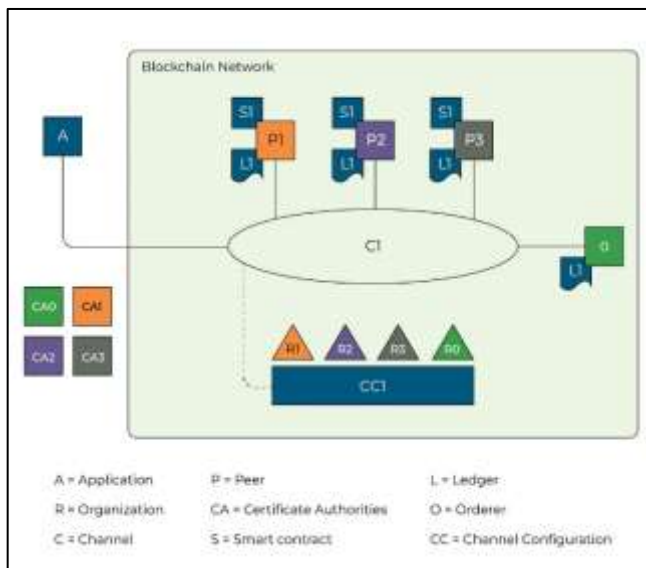


ภาพที่ 4 สถาปัตยกรรมแพลตฟอร์ม

จากรายละเอียดของแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนขั้นต้นทำให้สามารถออกแบบสถาปัตยกรรมแพลตฟอร์ม ดังแสดงในภาพที่ 4 สถาปัตยกรรมของแพลตฟอร์มจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์และใช้งานผ่านผู้ใช้ และส่วนของการทำงานเบื้องหลังของแพลตฟอร์มหรือเซิร์ฟเวอร์ โดยเริ่มต้นจากที่ผู้ใช้ต้องมีการติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับเก็บคะแนนสะสมที่ต้องการจะแลกเปลี่ยนกัน อาทิเช่น แอปพลิเคชัน A และแอปพลิเคชัน B ก่อนเข้าใช้งาน เนื่องจากเมื่อเริ่มเข้าใช้งาน ผู้ใช้จะต้องทำการแปลงคะแนนสะสมของแอปพลิเคชันไปเป็นเหรียญของแพลตฟอร์มหรือเมื่อทำการแลกเปลี่ยนแล้ว ผู้ใช้จะต้องทำการแปลงเหรียญของแพลตฟอร์มไปเป็นคะแนนสะสมของแอปพลิเคชัน ยกตัวอย่างเช่น ถ้าผู้ใช้ต้องการแลกเปลี่ยนจากคะแนนสะสมของแอปพลิเคชัน A ไปเป็นแอปพลิเคชัน B ผู้ใช้จะต้องเริ่มใช้งานจากแอปพลิเคชัน A เพื่อแปลงคะแนนสะสมของแอปพลิเคชันไปเป็นเหรียญของแพลตฟอร์ม เมื่อผู้ใช้แปลงเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้จะสามารถแลกเปลี่ยนเหรียญเป็นผู้ใช้คนอื่น ๆ ได้ และเมื่อผู้ใช้ทำการแลกเปลี่ยนเป็นเหรียญของแอปพลิเคชัน B แล้ว ผู้ใช้จะต้องเข้าใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน B เพื่อทำการแปลงจากเหรียญของแพลตฟอร์มไปเป็นคะแนนสะสมของแอปพลิเคชัน B จากนั้น ผู้ใช้จึงจะสามารถแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมที่ได้ไปเป็นสินค้า คือ บริการของแอปพลิเคชัน B จะเห็นได้ว่าผู้ใช้จะใช้งานแพลตฟอร์มผ่านแอปพลิเคชันแต่ละอันแยกกันโดยอิสระ ทั้งส่วนการแปลงคะแนนเข้าหรือถอนคะแนนออกจากแพลตฟอร์ม

ส่วนของการทำงานเบื้องหลัง เมื่อผู้ใช้ทำการแปลงคะแนนสะสมของแอปพลิเคชันเข้าสู่แพลตฟอร์มแล้ว เซิร์ฟเวอร์ของแอปพลิเคชัน 3rd Party จะทำการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ของแพลตฟอร์มเพื่อทำงานร่วมกันหรือการทำงานแบบ Server to Server เพื่อลดความซับซ้อนในการพัฒนาของทั้งผู้พัฒนาแอปพลิเคชัน และผู้พัฒนาของแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนน โดยที่เซิร์ฟเวอร์ทั้งสองจะเชื่อมต่อกันเพื่อแก้ไขข้อมูลปริมาณคะแนนสะสมของผู้ใช้บนเซิร์ฟเวอร์ของแอปพลิเคชัน 3rd Party และแก้ไขจำนวน

เหรียญของผู้ใช้บนแพลตฟอร์ม ในส่วนของเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้งานของแพลตฟอร์ม สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ โดยมีโครงข่ายบล็อกเชนแสดงดังในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 โครงข่ายบล็อกเชนสำหรับแพลตฟอร์มการแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคม

โครงข่ายบล็อกเชนจะทำการกำหนดองค์กร (Organization) ที่เข้าร่วม ทั้งหมด 3 องค์กร โดยที่แต่ละองค์กรจะมี Peer ได้แก่ P1 P2 และ P3 ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลของแต่ละสมุดบัญชี (Ledger) ที่ระบุผู้ใช้ในบล็อกเชนมีจำนวนเหรียญ (Token) อยู่เท่าใด พร้อมทั้งเก็บประวัติการแลกเปลี่ยนทั้งหมดของแต่ละเหรียญ ซึ่งจะช่วยให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับข้อมูลการแลกเปลี่ยนของแต่ละผู้ใช้ได้ และ Peer แต่ละอันต้องทำการติดตั้งสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) เพื่อใช้ในการทำงานของแต่ละเงื่อนไขที่กำหนดไว้ เช่น การแปลงจากคะแนนสะสมมาเป็นเหรียญ หรือการสร้างการแลกเปลี่ยนเหรียญ (Transaction) ให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ซึ่งเมื่อสั่งให้ Smart Contract

ทำงานเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเหรียญคำสั่งนั้นจะต้องได้รับการรับรองจาก Peer ที่กำหนดไว้ใน Endorsement Policy ก่อน จึงจะสามารถแลกเปลี่ยนเหรียญเหล่านั้นได้สำเร็จ การกำหนดนโยบาย (Policy) ในการยืนยันการทำงานจะมีทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ All (ต้องได้รับการรับรองจากทุก Peer ในเครือข่ายก่อนจึงจะสามารถทำงานได้) Majority (ต้องได้รับการรับรองจาก Peer ส่วนใหญ่ในเครือข่าย) และ ANY (ต้องได้รับการรับรองจาก Peer ใด Peer หนึ่งในเครือข่าย) ซึ่งในตัวอย่างนี้ จะกำหนดให้การสร้างการแลกเปลี่ยนเหรียญและการบันทึกข้อมูลธุรกรรมลงบล็อกเชน จะต้องได้รับการรับรองจาก Peers ส่วนมากในเครือข่าย (Majority Peers) นั่นคือ ทุกการสร้างการแลกเปลี่ยนเหรียญ (หรือการทำธุรกรรม) จะต้องได้รับการรับรองจาก Peers 2 ใน 3 จากจำนวน Peers ทั้งหมดก่อน จึงจะสามารถสร้างการแลกเปลี่ยนเหรียญกันได้

2. การออกแบบฐานข้อมูล

ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในบล็อกเชนเป็นข้อมูลธุรกรรมที่คำนึงถึงความปลอดภัยและความโปร่งใสในการทวนสอบข้อมูลจะถูกบันทึกไว้ในบล็อก (Blocks) ในบล็อกเชน โดยข้อมูลดังกล่าวจะไม่สามารถถูกแก้ไขหรือปลอมแปลงได้ (Immutable) ก่อนการบันทึกลงในบล็อก ข้อมูลจะผ่านการประขามติ หรือลงความเห็นร่วม (Consensus) จากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียระหว่างองค์กร ในรูปแบบ Consortium Blockchain ตามนโยบายของแพลตฟอร์มที่ได้กำหนดไว้ ข้อมูลธุรกรรมในบล็อกเชนประกอบด้วย

- ข้อมูลผู้ใช้ (User) จะใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า Certificate Authority (CA) ซึ่งเป็นเครื่องมือของ Hyperledger Fabric ซึ่งเป็นระบบบันทึกข้อมูลธุรกรรมแบบกระจายศูนย์บนบล็อกเชน (Hyperledger Fabric, 2019) สำหรับใช้ในการจัดการข้อมูลและกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงของผู้ใช้ภายในระบบ ซึ่งจะมีการเข้ารหัสในมาตรฐาน X.509 Certificate

- ข้อมูลการโอนเหรียญจะใช้มาตรฐาน ERC-20 ซึ่งโปรโตคอลมาตรฐานสำหรับการสร้างเหรียญบนบล็อกเชน Ethereum โดย ERC ย่อมาจาก “Ethereum

Request for Comments” แต่ได้ถูกนำมาปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะกับการใช้งานในแพลตฟอร์มของงานวิจัยนี้ ซึ่งจะแบ่งข้อมูลออกเป็นสองประเภท คือ World State เป็นข้อมูลปัจจุบันที่แสดงว่ามีเหรียญอยู่ทั้งหมดเท่าไรจากข้อมูลการโอนเหรียญล่าสุด และ Blockchain เป็นข้อมูลการโอนเหรียญทั้งหมดตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน การเก็บรายการของเหรียญของผู้ใช้ในรูปแบบของเช็ค (Cheque) ได้แนวคิดมาจากการทำงานของบิตคอยน์ซึ่งจะเก็บข้อมูลของเหรียญของผู้ใช้แต่ละคนในรูปแบบรายการของเหรียญที่ได้รับจากการทำธุรกรรม (Nakamoto, 2008) ซึ่งวิธีนี้จะช่วยให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ว่าจะรับมาจากการแลกเปลี่ยนกับผู้ใช้คนใด จนไปถึงการระบุแหล่งที่มาของเหรียญว่าถูกสร้างโดยใครหรือจากองค์กรใด เนื่องจากในทุก ๆ การแลกเปลี่ยนเป็นจะเปรียบเสมือนการเปลี่ยนเจ้าของของเช็คทุกการแลกเปลี่ยน และในแพลตฟอร์มนี้ได้เพิ่มวันหมดอายุของเหรียญลงในเช็ค เนื่องจากในหลาย ๆ 3rd Party Platform ที่มีการให้ผู้ผู้ใช้เก็บคะแนนสะสม คะแนนสะสมส่วนมากนั้นจะมีวันหมดอายุด้วย การไม่มีวันหมดอายุของแต่ละเหรียญในแพลตฟอร์มอาจจะทำให้เกิดปัญหาไม่สามารถแปลงเหรียญกลับไปเป็นคะแนนสะสมได้ เนื่องจากคะแนนสะสมที่แปลงมาเป็นเหรียญตั้งเริ่มต้นนั้นหมดอายุไปแล้ว

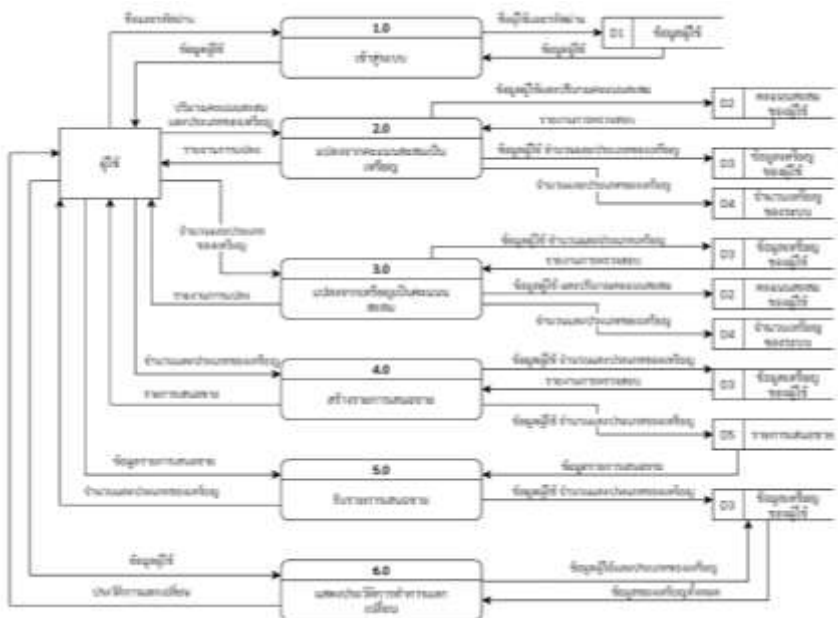
ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บบนบล็อกเชนในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้เก็บข้อมูลธุรกรรมบางส่วนไว้บนบล็อกเชน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะดวกและความง่ายในการเข้าถึงข้อมูล รวมทั้งเพื่อลดทรัพยากร (เวลาและค่าใช้จ่าย) ในการประมวลผลของโครงข่ายบล็อกเชน ข้อมูลดังกล่าวประกอบด้วย

- รายการคำสั่งซื้อและคำสั่งขาย (Bid - Offer) ซึ่งจะจัดเก็บไว้ที่ Firestore บนคลาวด์ของ Google เพื่อลดความซับซ้อนและลดขนาดข้อมูลที่จัดเก็บลงบล็อกเชน
- ข้อมูลผู้ใช้สำหรับเชื่อมระหว่างอีเมลและผู้ใช้บนบล็อกเชนไว้ที่ Firestore บนคลาวด์ของ Google
- ส่วนข้อมูลการใช้คะแนนสะสมเพื่อสังคมเพื่อแลกเปลี่ยนเป็นสินค้าหรือบริการ (Point Redeem) จะถูกจัดเก็บไว้ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของแต่ละองค์กรที่เข้า

มาร่วมใช้งาน ในงานวิจัยนี้ แพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นจะใช้เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนเหรียญที่แปลงมาจากคะแนนเพื่อสังคม (Social Points) ระหว่างองค์กรเท่านั้น

3. การออกแบบขั้นตอนการทำงาน

การออกแบบขั้นตอนการทำงานของแพลตฟอร์มจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ส่วนการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันภายนอก และส่วนการแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างผู้ใช้ จะแสดงในรูปแบบของแผนภาพการไหลของข้อมูล (Dataflow Diagram) ซึ่งจะช่วยให้เห็นถึงขั้นตอนการทำงานและช่วยในการออกแบบฐานข้อมูล



ภาพที่ 6 แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับ 1 ของแพลตฟอร์มต้นแบบ

แผนภาพการไหลของข้อมูลระดับที่ 1 ที่จะแสดงให้เห็นถึงฟังก์ชันการทำงานหลักของแพลตฟอร์ม มีรายละเอียด ดังนี้

1. ผู้ใช้จะต้องลงชื่อเข้าใช้งานระบบ โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลผู้ใช้ (User Details) ซึ่งเป็นข้อมูลผู้ใช้งานของแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยน

2. การแปลงคะแนนสะสมเป็นเหรียญ เป็นการทำงานเพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำคะแนนสะสมที่มีอยู่ในแอปพลิเคชัน 3rd Party เข้ามาแลกเปลี่ยนในแพลตฟอร์ม ซึ่งแพลตฟอร์มจะเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชัน 3rd Party สำหรับการตรวจสอบว่าผู้ใช้นี้มีคะแนนสะสมอยู่จริงหรือไม่ และแก้ไขข้อมูลปริมาณคะแนนสะสมของแอปพลิเคชันภายนอก เมื่อตรวจสอบแล้วว่าผู้ใช้นี้มีคะแนนสะสมอยู่จริง จะลดปริมาณคะแนนสะสมของผู้ใช้ จากนั้นสร้างเหรียญในประเภทเดียวกันให้กับผู้ใช้และเพิ่มจำนวนเหรียญทั้งหมดในระบบ

3. การแปลงจากเหรียญเป็นคะแนนสะสม ส่วนนี้เป็นการทำงานของผู้ใช้เพื่อนำเหรียญที่ได้จากการแลกเปลี่ยนกับผู้ใช้อื่น กลับไปเป็นคะแนนสะสมของแอปพลิเคชัน 3rd Party เพื่อนำไปแลกเปลี่ยนเป็นสินค้าของแอปพลิเคชันนั้น ๆ เมื่อต้องการแปลง แพลตฟอร์มจะตรวจสอบจำนวนเหรียญที่ผู้ใช้มี ถ้าจำนวนเหรียญของผู้ใช้มีเพียงพอจะทำการลดจำนวนเหรียญของผู้ใช้และลดจำนวนเหรียญทั้งหมดในแพลตฟอร์ม จากนั้นเชื่อมต่อไปยังแอปพลิเคชัน 3rd Party เพื่อเพิ่มปริมาณคะแนนสะสมให้กับผู้ใช้

4. การสร้างรายการเสนอขาย (Offer) ขั้นตอนนี้เป็นสร้างข้อมูลเพื่อเสนอการแลกเปลี่ยนเหรียญกับผู้ใช้อื่น ๆ โดยที่จะต้องกำหนดประเภทและจำนวนของเหรียญที่ต้องการซื้อจากผู้ใช้อื่น และกำหนดประเภทและจำนวนของเหรียญที่ต้องการขายของตนเอง ยกตัวอย่างเช่น ต้องการซื้อเหรียญ “token2” จำนวน 300 เหรียญ โดยการแลกเปลี่ยนกับเหรียญ “token1” จำนวน 400 เหรียญ เป็นต้น เมื่อผู้ใช้กำหนดข้อมูลแล้วแพลตฟอร์มจะตรวจสอบจำนวนเหรียญของผู้ใช้ว่าเพียงพอหรือไม่ ถ้าเพียงพอจะทำการสร้างรายการเสนอขายเข้าสู่แพลตฟอร์ม

5. การรับรายการเสนอขาย (Bid) เป็นการซื้อเหรียญที่ผู้ใช้อื่นสร้างรายการเสนอขายไว้ เมื่อรับรายการเสนอขายแล้ว แพลตฟอร์มจะตรวจสอบจำนวนเหรียญของผู้ใช้ว่าเพียงพอหรือไม่ ถ้าเพียงพอจะทำการแก้ไขจำนวนเหรียญของผู้ใช้ทั้งสองผู้ใช้ แต่จำนวนเหรียญที่แต่ละผู้ใช้จะได้จะไม่ใช่จำนวนที่แสดงในรายการเสนอขาย เนื่องจากแพลตฟอร์มจะหักจำนวนเหรียญบางส่วนเป็นต้นทุนการแลกเปลี่ยน (Exchange Cost) ในการวิจัยนี้ได้กำหนดต้นทุนการแลกเปลี่ยนไว้ที่ 10% ของจำนวนเหรียญ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้ซื้อเหรียญ “token1” จากผู้ใช้อื่นจำนวน 400 เหรียญ ผู้ใช้จะได้เหรียญ “token1” จำนวน 360 เหรียญ หลังจากหักต้นทุนการแลกเปลี่ยนแล้ว และเมื่อแก้ไขจำนวนของผู้ใช้เสร็จสิ้น แพลตฟอร์มจะลบรายการนำเสนอขายนั้น และลดจำนวนเหรียญในแพลตฟอร์มตามต้นทุนการแลกเปลี่ยน

6. การแสดงประวัติการแลกเปลี่ยนที่ผู้ใช้งานสร้างรายการนำเสนอขายไว้แล้วขายสำเร็จ การซื้อเหรียญจากการเสนอขายของผู้ใช้อื่น รวมทั้งข้อมูลการแปลงระหว่างคะแนนสะสมกับเหรียญ จะใช้ข้อมูลจากข้อมูลเหรียญของผู้ใช้เพียงอย่างเดียว เนื่องจากข้อมูลส่วนนี้ถูกเก็บบนบล็อกเชน ซึ่งจากการออกแบบฐานข้อมูลทำให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับรายการแลกเปลี่ยนได้ ประกอบด้วย ประเภทเหรียญ จำนวนเหรียญ ข้อมูลผู้ใช้ที่แลกเปลี่ยน เวลาที่แลกเปลี่ยน ต้นทุนการแลกเปลี่ยน และวันหมดอายุของเหรียญ

4. การพัฒนาระบบ

เป็นการพัฒนาแพลตฟอร์มต้นแบบตามการออกแบบในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เขียนสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) โดยใช้การเขียนโค้ดภาษา Javascript มีรายละเอียดตามขั้นตอนการทำงานที่ออกแบบไว้ และให้สัญญาอัจฉริยะทำงานบนบล็อกเชน ไฮเปอร์เล็ดเจอร์แฟบริค ที่มีการกำหนดค่าตาม

ภาพที่ 5 ซึ่งทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Ubuntu 20.04 ในส่วนที่ใช้งานโดยผู้ใช้ (Frontend) ใช้การพัฒนาโมบายเว็บแอปพลิเคชันและแสดงผลผ่านเบราว์เซอร์

(Browser) โดยเครื่องมือที่มีชื่อว่า Next.js และพัฒนาส่วนหลังบ้าน (Backend) หรือ API โดยใช้การเขียนโค้ดภาษา Typescript เพื่อเชื่อมต่อระหว่างโมบายเว็บแอปพลิเคชันและเซิร์ฟเวอร์ของแพลตฟอร์ม และระหว่างเซิร์ฟเวอร์ของแพลตฟอร์มและเซิร์ฟเวอร์ขององค์กรที่มาร่วม เพื่อตรวจสอบและแก้ไขปริมาณคะแนนสะสมของผู้ใช้

ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพของแพลตฟอร์ม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้งานเป็นการจำลองผู้ใช้ของแต่ละองค์กร องค์กรละหนึ่งผู้ใช้งาน โดยที่ในการวิจัยได้จำลองว่ามีองค์กรที่เข้าร่วมใช้งานแพลตฟอร์มจำนวน 3 องค์กร จึงจำลองผู้ใช้แพลตฟอร์มทั้งหมด 3 ผู้ใช้ แต่ในการทดสอบจะใช้ผู้ใช้ 2 ผู้ใช้ในการแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างกัน

เครื่องมือวัดประสิทธิภาพ

การทดสอบจะใช้เครื่องมือที่ชื่อว่า ไฮเปอร์เล็ดเจอร์คาลิปเปอร์ (Hyperledger Caliper) ในการวัดประสิทธิภาพ ซึ่งไฮเปอร์เล็ดเจอร์คาลิปเปอร์เป็นเครื่องมือในการวัดประสิทธิภาพการทำงานของบล็อกเชน ซึ่งสามารถให้ผู้ใช้กำหนดรูปแบบการทดสอบให้เหมาะกับการใช้งานได้ (Hyperledger Caliper, 2023) โดยที่แต่ละการทดสอบจะกำหนดเวลาในการทำงาน 30 วินาที ผลลัพธ์ในการทดสอบจะประกอบไปด้วย

1. จำนวนการทำงานต่อวินาที (Transaction Per Second: TPS)
2. เวลาที่ใช้งานต่อการหนึ่งการทำงาน (Transaction Latency) ซึ่งจะแยกเป็นเวลาที่มากที่สุด (Maximum) เวลาที่น้อยที่สุด (Minimum) และเวลาเฉลี่ย (Average)

ผลการวิจัย

ต้นแบบแพลตฟอร์มการแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคม

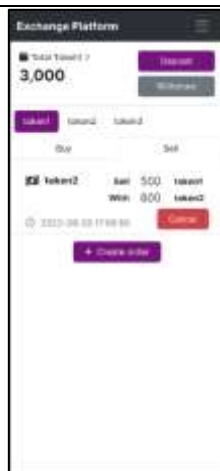
ในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงการทำงานของแพลตฟอร์มโดยรวมของผู้ใช้ โดยที่ผู้ใช้จะใช้งานผ่านเว็บแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ การใช้งานของแพลตฟอร์มจะเริ่มต้นจากการที่ผู้ใช้เข้าใช้แอปพลิเคชัน (3rd Party Platform) ที่มีคะแนนสะสม และผู้ใช้จะต้องลงชื่อเข้าใช้งานหรือลงทะเบียนบนแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนก่อนเข้าใช้งาน เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าหลักของแพลตฟอร์ม โดยที่ผู้ใช้สามารถแปลงคะแนนสะสมเป็นเหรียญได้โดยกด “Deposit” หรือแปลงเหรียญกลับไปเป็นคะแนนสะสมได้โดยกด “Withdraw” ดังแสดงในภาพที่ 7

การแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างผู้ใช้ สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ซื้อ (Buy) และขาย (Sell) ซึ่งการซื้อขายของเหรียญ จะแยกตามประเภทของเหรียญที่ต้องการซื้อขาย ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเลือกเหรียญชื่อ “token1” รายการคำสั่งซื้อที่แสดงทั้งหมดเป็นแบบการซื้อเหรียญประเภทอื่น ๆ ด้วยเหรียญ “token1” และเมื่อเลือกขาย (Sell) แพลตฟอร์มจะแสดงรายการเสนอขายเหรียญ “token1” ทั้งหมดของผู้ใช้ได้เสนอขายไว้ ดังภาพที่ 8

หลังจากที่เลือก “Buy” ในหน้าซื้อหรือกด “Create order” ในหน้ารายการเสนอขาย แพลตฟอร์มจะแสดงรายละเอียดโดยจะมีวันหมดอายุของเหรียญที่เลือกไว้เพื่อประกอบการตัดสินใจในการตั้งราคาซื้อหรือขาย โดยที่วันหมดอายุของเหรียญนั้นจะได้มาจากวันหมดอายุของคะแนนสะสมที่ถูกแปลงมาเป็นเหรียญของแพลตฟอร์มจากผู้ใช้ มีตัวอย่างการแสดงผลดังภาพที่ 9

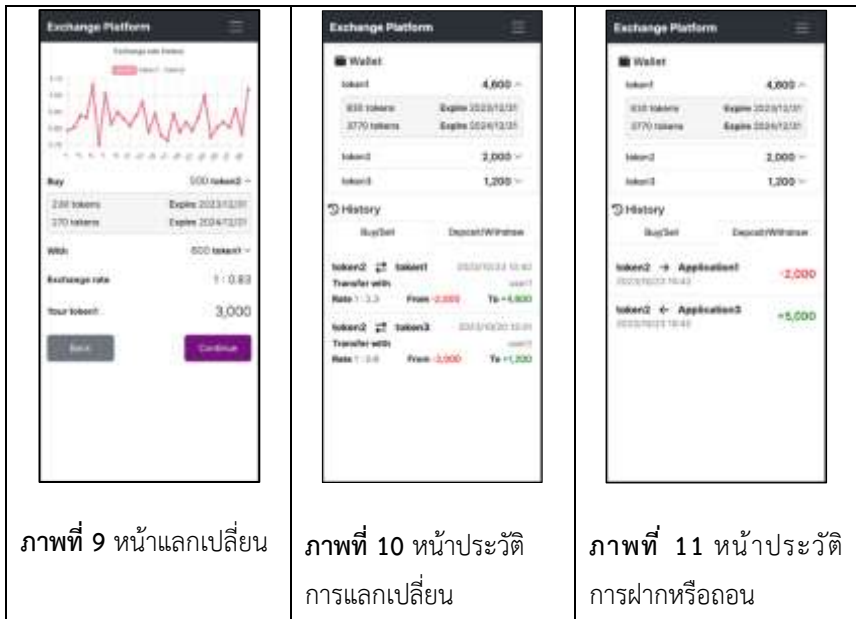


ภาพที่ 7 หน้าหลักของแพลตฟอร์ม



ภาพที่ 8 หน้ารายการเสนอขาย

หลังจากการแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างผู้ใช้และการฝากหรือถอนระหว่างเหรียญกับคะแนนสะสม การตรวจสอบย้อนกลับเป็นอีกหนึ่งในคุณสมบัติของบล็อกเชนที่ช่วยในเรื่องของความโปร่งใสของข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้คุณสมบัตินี้ในการพัฒนาเพื่อใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของเหรียญของผู้ใช้ ผู้ใช้สามารถติดตามและตรวจสอบการแลกเปลี่ยน และการแปลงเหรียญเข้าหรือออกจากแพลตฟอร์มได้จากส่วนของกระเป๋าสตางค์ (Wallet) จากหน้าหลักในภาพที่ 7 ของแพลตฟอร์ม



โดยที่ จะสามารถแยกประเภทของประวัติได้ 2 ประเภท คือ ประวัติการแลกเปลี่ยนเหรียญ (Buy/Sell) ดังภาพที่ 10 ซึ่งจะแสดงรายละเอียดเป็นประเภทเหรียญที่ทำการแลกเปลี่ยน ผู้ใช้ที่เปลี่ยนแปลงด้วย และวันเวลาที่แลกเปลี่ยน เป็นต้น และประวัติการเพิ่มหรือถอนเหรียญจากแพลตฟอร์ม (Deposit/Withdraw) จะเป็น การแสดงจำนวนที่ผู้ใช้แปลงระหว่างเหรียญของแพลตฟอร์มและคะแนนสะสมของ 3rd Party Platform ดังภาพที่ 11

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของแพลตฟอร์ม

การทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานจะจำลองสถานการณ์การใช้งานของผู้ใช้ทั้งหมด 3 สถานการณ์ แล้วทดสอบประสิทธิภาพตามสถานการณ์ต่าง ๆ แพลตฟอร์มจะทำงานบน WSL (Windows Subsystem for Linux) เพื่อให้สามารถใช้งาน Linux ได้บนระบบปฏิบัติการ Windows เนื่องจาก Hyperledger fabric ต้องทำงานบน Linux

โดยในการทดสอบนี้ใช้ Ubuntu 20.04 ในการทำงานบนหน่วยประมวลผล 8 core หน่วยความจำ 8 GB และพื้นที่ 2 GB และใช้เครื่องมือ Hyperledger Caliper ในการบันทึกผล

1. การทดสอบความเร็วในการหาปริมาณเหรียญของแต่ละองค์กร

การทดสอบในส่วนนี้จะเป็นการอ่านค่าปริมาณเหรียญของแต่ละองค์กรที่อยู่บนบล็อกเชนจากการที่ผู้มีการแปลงคะแนนสะสมเป็นเหรียญในแพลตฟอร์ม มีตัวอย่างข้อมูลจำนวนเหรียญดังตารางที่ 2 การทดสอบในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการอ่านค่าข้อมูลของบล็อกเชน ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการติดตามจากองค์กรต่าง ๆ ที่มีส่วนร่วมในแพลตฟอร์ม เพื่อประเมินความนิยมของเหรียญประเภทต่าง ๆ ซึ่งอาจนำข้อมูลที่ได้ไปปรับเปลี่ยนรายการสินค้าหรือบริการขององค์กรตนเอง

ตารางที่ 2 ข้อมูลจำนวนเหรียญ

ชื่อเหรียญ (Token)	จำนวนเหรียญ (#Token)
token1	5000
token2	4000
token3	3000

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์ของการวัดประสิทธิภาพในการค้นหาปริมาณเหรียญ

Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency	Min Latency	Avg Latency	Throughput (TPS)
6879	0	230.9	0.02	0.00	0.01	230.8

จากตารางที่ 3 ใช้ทดสอบเป็นเวลา 30 วินาที ผู้ใช้สำเร็จ (Succ) 6879 ครั้ง และไม่มีการแลกเปลี่ยนไหนไม่สำเร็จ (Fail) ใช้เวลาเฉลี่ยในการอ่านค่า (Avg Latency) 0.01 วินาที และมีประสิทธิภาพในการทำงาน (Throughput) 230.8 ครั้งต่อวินาที

2. การทดสอบความเร็วในการตรวจสอบย้อนกลับเหรียญของผู้ใช้

การทดสอบในส่วนนี้จะแสดงให้เห็นว่าเหรียญทั้งหมดในประเภทที่ค้นหาของผู้ใช้นั้น ได้รับมาอย่างไรบ้าง มีการแลกเปลี่ยนมาทั้งหมดกี่ครั้ง แลกเปลี่ยนกับผู้ใช้คนใด และด้วยเหรียญอะไรบ้างในแต่ละการแลกเปลี่ยน (Transaction) มีตัวอย่างข้อมูลที่ได้ดังตารางที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการตรวจสอบย้อนกลับจนไปถึงแหล่งที่มาเหรียญที่มี

เนื่องจากรูปแบบการเก็บข้อมูลจะเก็บในรูปแบบของเช็กทำให้แต่ละเหรียญของผู้ใช้จะมีหลายเช็ก (Cheque) ได้ และจากตารางที่ 4 ข้อมูลในลำดับที่ 1 หมายความว่า เป็นการแปลงมาจากคะแนนสะสมของ 3rd Party Platform ทำให้ไม่มีข้อมูลการแลกเปลี่ยนด้วยเหรียญใด ส่วนในลำดับอื่น ๆ นั้นจะพบว่าจำนวนเหรียญที่ได้รับมานั้นจะไม่ตรงกับจำนวนคงเหลือ เนื่องจากในทุกการแลกเปลี่ยนจะเป็นเหรียญถูกหักเป็นต้นทุนการแลกเปลี่ยน (Exchange Cost) ทำให้จะได้เหรียญไม่เต็มจำนวน หรือเป็นเช็กที่ถูกแลกเปลี่ยนไปบางส่วน และมีผลลัพธ์ในการวัดประสิทธิภาพดังนี้

ตารางที่ 4 ข้อมูลการตรวจสอบย้อนกลับ

จำนวนคงเหลือ	ข้อมูลการแลกเปลี่ยน					
	ด้วยเหรียญ	ด้วยจำนวน	ไปยังบัญชี	ได้รับเหรียญ	ได้รับจำนวน	เวลา
4000	-	-	-	token1	4000	2024-01-17T22:04:19.000Z
180	token2	300	user1	token1	200	2024-01-17T22:04:21.000Z
30	token2	300	user1	token1	200	2024-01-17T22:04:35.000Z
270	Token3	500	user3	token1	300	2024-01-17T22:04:37.000Z

ตารางที่ 5 ผลลัพธ์ของการวัดประสิทธิภาพในการตรวจสอบย้อนกลับ

Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency	Min Latency	Avg Latency	Throughput (TPS)
4511	0	151.4	0.03	0.01	0.01	151.3

จากตารางที่ 5 จะมีการทดสอบผู้ใช้สำเร็จ 4511 ครั้ง และไม่มีการแลกเปลี่ยนไหนไม่สำเร็จ ใช้เวลาเฉลี่ยในการอ่านค่า 0.01 วินาที และมีประสิทธิภาพในการทำงาน 151.3 ครั้งต่อวินาที

3. การทดสอบประสิทธิภาพในการสร้างข้อมูลการแลกเปลี่ยนเหรียญ

การทดสอบนี้จะกำหนดให้ผู้ใช้ 2 ผู้ใช้ แลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างกัน ซึ่งจะเป็นผู้ใช้จากองค์กร (Organization) ที่ 1 จำนวน 1 คน และผู้ใช้จากองค์กรที่ 2 จำนวน 1 คน มีรายละเอียดการแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างผู้ใช้ตาราง

ตารางที่ 6 ข้อมูลการแลกเปลี่ยน

ชื่อเหรียญ (token)	ชื่อผู้ใช้ (User)	ชื่อองค์กร (Org)	จำนวนเหรียญ (#token)
token1	Org1_user1	Org1	300
token2	Org2_user1	Org2	200

ในขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบส่วนการทำงานของบล็อกเชนส่วนของการเพิ่มและลดจำนวนเหรียญของผู้ใช้แต่ละคน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของแพลตฟอร์ม รวมถึงการหัก

ต้นทุนการแลกเปลี่ยนและการลดจำนวนเหรียญโดยรวมของแพลตฟอร์ม มีผลลัพธ์การทดสอบดังตาราง

ตารางที่ 7 ผลลัพธ์ของการวัดประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนเหรียญ

Succ	Fail	Send Rate (TPS)	Max Latency	Min Latency	Avg Latency	Throughput (TPS)
39	0	1.3	2.06	0.06	1.54	1.2

จากตารางที่ 7 พบว่าแพลตฟอร์มสามารถแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างผู้ใช้สำเร็จ 39 ครั้ง และไม่มีการแลกเปลี่ยนไหนไม่สำเร็จ เวลาที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนเฉลี่ยอยู่ที่ 1.54 วินาที และมีความเร็วในการแลกเปลี่ยนอยู่ที่ 1.2 ครั้งต่อวินาที

องค์ความรู้ใหม่ และการนำไปใช้ประโยชน์

ในต่างประเทศได้มีการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้ในแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมเช่นเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น แพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนของ Pramanik et al. (2020) ซึ่งมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยครั้งนี้ ทั้งการสร้างฟังก์ชันการเสนอซื้อและเสนอขาย และการเชื่อมโยงข้อมูลกับองค์กรภายนอกในการแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมเป็นสินค้าหรือบริการ อย่างไรก็ตาม งานของ Pramanik et al. (2020) ยังไม่สามารถจัดการกับวันหมดอายุของคะแนนสะสม ที่มีหลายวันหมดอายุของแต่ละองค์กรได้ แต่ในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการเก็บข้อมูลเหรียญหรือคะแนนสะสมที่ถูกเข้ารหัสของผู้ใช้ในรูปแบบของเช็คทำให้ผู้ใช้สามารถมีเหรียญประเภทเดียวกันแต่วันหมดอายุแตกต่างกันได้ จากการได้สำรวจองค์กรเพื่อสังคมที่มีการสร้างคะแนนสะสมให้แก่ผู้ใช้งาน องค์กรบ้างองค์กรไม่มีการกำหนดวันหมดอายุของคะแนนสะสม ในขณะที่บ้างองค์กรมีการกำหนดวันหมดอายุของคะแนนสะสมด้วย องค์ความรู้ที่ได้จะเข้ามาช่วยให้

แพลตฟอร์มรองรับการทำงานได้กับหลายองค์กรมากขึ้น ซึ่งถ้าแพลตฟอร์มสามารถสร้างกลุ่มองค์กรขนาดใหญ่ขึ้นมาได้ จะทำให้มีความหลากหลายของสินค้าหรือบริการที่สามารถนำคะแนนสะสมไปแลกเปลี่ยนได้ ซึ่งจะเพิ่มแรงจูงใจในการทำกิจกรรมเพื่อสังคมเพื่อนำคะแนนสะสมไปใช้งานมากยิ่งขึ้น

การนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ด้านวิชาการ งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนาแพลตฟอร์มบล็อกเชน รวมถึงประสิทธิภาพในการทำงานของแพลตฟอร์ม ซึ่งจะช่วยในการประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้เครื่องมือและแนวทางการออกแบบสำหรับผู้วิจัยที่ต้องการใช้งานบล็อกเชนในการพัฒนาแพลตฟอร์ม และสามารถนำหลักการและแนวคิดที่ได้ไปพัฒนาเป็นแพลตฟอร์มที่ใช้ในด้านอื่นที่ไม่ใช่การแลกเปลี่ยนคะแนนจากการทำกิจกรรมเพื่อสังคมได้

2. ด้านสังคม งานวิจัยนี้มีขอบเขตในการแลกเปลี่ยนเป็นคะแนนสะสมที่ถูกสร้างจากการทำกิจกรรมเพื่อตนเองหรือเพื่อสังคม เพื่อให้ผู้ใช้มีช่องทางในการใช้งานคะแนนสะสมมากยิ่งขึ้น และจูงใจให้ผู้ใช้ทำกิจกรรมเพื่อตนเองหรือสังคมมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้มีสุขภาพที่ดีและมีสังคมที่ดี

3. ด้านเศรษฐกิจ แพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนจะช่วยให้เกิดการหมุนเวียนของการแลกเปลี่ยนสินทรัพย์มากขึ้น ทำให้เกิดเป็นเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) และเป็นการลดต้นทุนการเงินทางบัญชีขององค์กร เมื่อผู้ใช้ถือครองคะแนนสะสมแต่ไม่ได้้นำคะแนนสะสมไปแลกเปลี่ยนเป็นสินค้าและบริการ (Redeem)

บทสรุป

งานวิจัยนี้ทำให้ได้ต้นแบบแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนที่ใช้บล็อกเชน ซึ่งทำให้เห็นภาพรวมการใช้งานและลำดับการทำงานของแพลตฟอร์ม และช่วยให้เห็นว่าแพลตฟอร์มต้นแบบสามารถทำงานได้ตรงกับความต้องการตามที่ออกแบบไว้

จากผลลัพธ์การทดสอบในทั้ง 3 สถานการณ์ การประเมินจะสนใจ 2 ตัวแปรเป็นหลัก คือ เวลาเฉลี่ยในการทำงาน (Avg Latency) และจำนวนครั้งที่ทำได้ต่อวินาที (Throughput) พบว่า

1. ประสิทธิภาพในการหาจำนวนเหรียญของแต่ละองค์กรจากตารางที่ 3 ใช้เวลาเฉลี่ยในการทำงาน 0.01 วินาทีต่อครั้ง และสามารถทำงานได้ 230.8 ครั้งต่อวินาที ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่สามารถทำงานได้เร็วที่สุด

2. ประสิทธิภาพในการตรวจสอบย้อนกลับจากตารางที่ 5 ใช้เวลาเฉลี่ยในการทำงาน 0.01 วินาทีต่อครั้ง และสามารถทำงานได้ 151.3 ครั้งต่อวินาที พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการค้นหาปริมาณเหรียญแต่ละองค์กรแล้วช้ากว่าอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากตรวจสอบย้อนกลับนั้นจะมีการตรวจสอบข้อมูลทุกการแลกเปลี่ยนของผู้ใช้

3. ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนเหรียญจากตารางที่ 7 ใช้เวลาเฉลี่ยในการทำงาน 1.54 วินาทีต่อครั้ง และสามารถทำงานได้ 1.2 ครั้งต่อวินาที ซึ่งจำนวนครั้งที่สามารถทำงานได้ถือว่าช้าเมื่อเปรียบเทียบกับ Bitcoin ที่มีรูปแบบการเก็บค่าของเหรียญใกล้เคียงกันและเป็นเหรียญเงินดิจิทัลเหรียญแรกของโลกที่สามารถทำได้ประมาณ 7 ครั้งต่อวินาที (Hyson & Ancrum, 2023) เนื่องจากเป็นเพราะว่า Bitcoin นั้นเป็นการแลกเปลี่ยนเหรียญชนิดเดียวกัน แตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่เป็นการแลกเปลี่ยนเหรียญต่างชนิดกัน รวมถึงยังมีกลไกในการหักต้นทุนการแลกเปลี่ยน

การอภิปรายผล

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยน ได้ออกแบบการจัดเก็บข้อมูลออกแบบ 2 ส่วน ทั้งการเก็บข้อมูลบนบล็อกเชนและเก็บข้อมูลภายนอกบล็อกเชน โดยได้ใช้แนวคิดจากงานวิจัยของ Liao and Yuan (2019) ที่สามารถช่วยลดความซับซ้อนของการเก็บข้อมูลและแก้ไขปัญหาการเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็วของบล็อกเชน

ส่วนการออกแบบขั้นตอนการแลกเปลี่ยนเหรียญระหว่างผู้ใช้งานได้ใช้หลักการเสนอซื้อและการเสนอขาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pramanik et al. (2020) ที่ให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดราคาและมูลค่าของเหรียญได้เอง ช่วยแก้ไขปัญหาการประเมินมูลค่าของเหรียญที่ไม่ตรงกันในแต่ละองค์กร แพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนใช้ไฮเปอร์เล็ดเจอร์เพปรีคในการพัฒนา เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Pramanik et al. (2020) และ Agrawal et al. (2019) ทำให้ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน ซึ่งจะแตกต่างกับ Ethereum Blockchain ที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเมื่อนำไปใช้งานจริง ในงานวิจัยของ Liao and Yuan (2019) และงานวิจัยของ Sönmeztürk et al. (2020) อีกทั้งงานวิจัยนี้จะแก้ไขปัญหาทางงานวิจัยของ Pramanik et al. (2020) ที่ไม่สามารถจัดการกับวันหมดอายุของคะแนนสะสม ที่มีหลายวันหมดอายุของแต่ละองค์กรได้ โดยใช้หลักการเก็บข้อมูลการแลกเปลี่ยนของ Bitcoin ซึ่งจะเก็บข้อมูลของเหรียญของผู้ใช้แต่ละคนในรูปแบบรายการของเหรียญที่ได้รับจากการทำธุรกรรม (Nakamoto, 2008) และการใช้ไฮเปอร์เล็ดเจอร์ คาลิเปอร์ในการวัดประสิทธิภาพในการทำงานของแพลตฟอร์ม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการวัดประสิทธิภาพของแพลตฟอร์มที่พัฒนาด้วยไฮเปอร์เล็ดเจอร์เพปรีค สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xu et al. (2021) ที่ใช้ในการวัดประสิทธิภาพในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนด

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนเพื่อแก้ไขปัญหาความไม่เชื่อใจระหว่างองค์กรในการแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคม เนื่องจากการจัดการข้อมูลแบบเดิมนั้นแต่ละองค์กรสามารถสร้างคะแนนสะสมขึ้นมาได้เองและสมาชิกขององค์กรอื่นสามารถนำคะแนนสะสมมาแลกของรางวัลกับองค์กรของตนได้

นอกจากนี้ จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า งานวิจัยนี้เป็นครั้งแรกที่นำเอาเทคโนโลยีบล็อกเชนมาประยุกต์ใช้ในแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคม ซึ่งแตกต่างจากคะแนนสะสมที่ได้จากการซื้อสินค้าและบริการทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น คะแนนเพื่อสังคม เป็นคะแนนที่สร้างขึ้นมาจากประเมินมูลค่าจากองค์กรหนึ่ง ๆ จากการทำกิจกรรมเพื่อสังคมในรูปแบบต่าง ๆ อาทิเช่น การเก็บขยะ การปลูกต้นไม้

การเดินเพื่อสุขภาพ ฯลฯ ที่ไม่ได้อยู่บนมาตรฐานเดียวกัน รวมทั้ง ไม่สามารถอ้างอิงจากยอดขายสินค้าหรือบริการเพื่อการรับประกันมูลค่าของคะแนนสะสม หรือจำกัดปริมาณคะแนนสะสมของแต่ละองค์กรที่จะเข้าสู่แพลตฟอร์มได้ เป็นต้น

ผลการทดสอบแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคมตามสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้น สามารถแปลงคะแนนสะสมเป็นเหรียญ ประมวลข้อมูลธุรกรรมบนบล็อกเชน ค้นหาและตรวจสอบย้อนกลับได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ความเร็วในการแลกเปลี่ยนเหรียญโดยการเสนอซื้อหรือเสนอขายระหว่างผู้ใช้อย่างมีประสิทธิภาพต่ำ

ข้อเสนอแนะ

การนำเทคโนโลยีบล็อกเชนเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาค่าความไม่ไว้วางใจในการแลกเปลี่ยนคะแนนสะสมดังที่ได้กล่าวมานั้น ความสำเร็จส่วนหนึ่งมาจากการที่เทคโนโลยีนี้เป็นการจัดการข้อมูลแบบกระจายศูนย์ (Distributed Database System) อย่างไรก็ตาม ในการวิจัยนี้ แม้ว่าภายในแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนจะเป็นการเก็บข้อมูลแบบกระจายศูนย์ ในขั้นตอนการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเว็บแอปพลิเคชันและบล็อกเชนของแพลตฟอร์มฯ นั้นยังเป็นแบบรวมศูนย์ ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดการผูกขาด หรือกีดกันแอปพลิเคชันที่จะเข้าร่วมในแพลตฟอร์มแลกเปลี่ยนคะแนนเพื่อสังคมได้ อีกทั้งการพัฒนาและทดสอบการทำงานบน WSL ในระบบปฏิบัติการ Windows ยังไม่สะท้อนถึงประสิทธิภาพในการใช้งานจริง ซึ่งจะเป็นแนวทางในการศึกษาในขั้นถัดไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ และเป็นประโยชน์ต่อคุณภาพของงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณ กิณอยู่ดี แพลตฟอร์ม (วิสาหกิจเพื่อสังคม) ที่ให้ความร่วมมือและให้ความกรุณาอนุเคราะห์ข้อมูล รวมถึงคำแนะนำด้านต่าง ๆ อย่างตั้งใจ ซึ่งเป็นประโยชน์

อย่างมากในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนผู้มีส่วนทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามมา ณ
 ที่นี้ ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่บุคคลหรือหน่วยงานเกี่ยวข้องต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Agrawal, M., Amin, D., Dalvi, H., & Gala, R. (2019, December). *Blockchain-based universal loyalty platform*. In *2019 International Conference on Advances in Computing, Communication and Control (ICAC3)* (pp. 1-6). IEEE.
- Bruneau, V., Swaen, V., & Zidda, P. (2018). Are loyalty program members really engaged? Measuring customer engagement with loyalty programs. *Journal of Business Research*, 91, 144 - 158. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.06.002>
- Bülbül, Ş., & İnce, G. (2018, September). Blockchain-based framework for customer loyalty program. In *2018 3rd International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK)* (pp. 342-346). IEEE.
- Dib, O., Brousriche, K. L., Durand, A., Thea, E., & Hamida, E. B. (2018). Consortium blockchains: Overview, applications and challenges. *Int. J. Adv. Telecommun*, 11(1), 51-64.
- Esposito, C., De Santis, A., Tortora, G., Chang, H., & Choo, K. K. R. (2018). Blockchain: A panacea for healthcare cloud-based data security and privacy?. *IEEE cloud computing*, 5(1), 31 - 37. <https://doi.org/10.1109/MCC.2018.011791712>

- Fanning, K., & Centers, D. P. (2016). Blockchain and its coming impact on financial services. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 27(5), 53 - 57. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22179>
- Fielding, R., Gettys, J., Mogul, J., Frystyk, H., Masinter, L., Leach, P., & Berners-Lee, T. (1999). *Hypertext transfer protocol--HTTP/1.1 (No. rfc2616)*.
- Hou, L., Zhao, S., Li, X., Chatzimisios, P., & Zheng, K. (2017). Design and implementation of application programming interface for Internet of things cloud. *International Journal of Network Management*, 27(3), e1936.
- Hyson, P., Ancrum, S. (2023, May). *Unleashing the Power of Cryptocurrency: Exploring Transactions Per Second (TPS) and Its Impact*. <https://www.miamiherald.com/software-business/article274817896.html>
- Hyperledger Caliper. (2023). *Getting Started*. <https://hyperledger.github.io/caliper/v0.5.0/getting-started/>
- Hyperledger Fabric. (2019). *Identity*. <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/en/latest/identity/identity.html#fabric-ca>
- Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of information management*, 39, 80 - 89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
- Liao, C. H., Teng, Y. W., & Yuan, S. M. (2019, December). Blockchain-based cross-organizational integrated platform for issuing and redeeming reward points. In *Proceedings of the 10th International Symposium on Information and Communication Technology* (pp. 407-411).
- Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*.

- Pramanik, B. K., Rahman, A. S., & Li, M. (2020). Blockchain-based reward point exchange systems. *Multimedia Tools and Applications*, 79, 9785-9798. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08341-2>
- Qiibee (2019). *Qiibee, Loyalty on the blockchain*. White paper.
- Sönmeztürk, O., Ayav, T., & Erten, Y. M. (2020, November). *Loyalty program using blockchain*. In *2020 IEEE International Conference on Blockchain (Blockchain)* (pp. 509-516). IEEE.
- Xu, X., Sun, G., Luo, L., Cao, H., Yu, H., & Vasilakos, A. V. (2021). Latency performance modeling and analysis for hyperledger fabric blockchain network. *Information Processing & Management*, 58(1), 102436. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2020.102436>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2017, June). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. In *2017 IEEE international congress on big data (BigData congress)* (pp. 557-564). IEEE.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Chen, X., & Wang, H. (2018). Blockchain challenges and opportunities: A survey. *International journal of web and grid services*, 14(4), 352-375. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.095647>