บทความวิจัย (Research Article)

AutheNFT: แพลตฟอร์มการตรวจสอบผลิตภัณฑ์จริงและการทำการค้าโดยใช้เอ็นเอฟที

AutheNFT: NFT-BASED AUTHENTIC PRODUCT VERIFICATION AND TRADING PLATFORM

ณัชพล ทองร่วง* และ ประภาส จงสถิตย์วัฒนา

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
* ผู้รับผิดชอบบทความ
natchapol-t@hotmail.com

Received: 6 May 2023
Revised: 5 Jul 2023
Accepted: 12 Jul 2023

บทคัดย่อ

ปัญหาของสินค้าเลียนแบบมีการถูกพูดถึงมานานแต่ไม่อาจแก้ให้หมดไปได้ โดยเฉพาะในหมู่สินค้าหรูหราที่มีมูลค่าสูง แม้จะมีความพยายามในการพัฒนาวิธีการต่าง ๆ เพื่อป้องกันความเสียหายจากปัญหาดังกล่าว แม้แต่ในยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีบล็อกเชนได้รับความนิยมก็เช่นเดียวกัน ที่ยังมีการศึกษามากมายต้องการจะประยุกต์เทคโนโลยีนี้มาใช้เพื่อแก้ปัญหาสินค้าเลียนแบบ บทความนี้จึงนำเสนอระบบที่สามารถสนับสนุนการซื้อขายและการตรวจสอบสินค้าแท้ อีกทั้งยังครอบคลุมไปถึงการรับประกันสินค้าจากผู้ขายอีกด้วย ซึ่งระบบดังกล่าวมีการนำเทคโนโลยีอย่างเอ็นเอฟทีและไอพีเอฟเอสมาใช้ ทำให้เป็นระบบที่มีการเปิดเผยข้อมูลและสามารถตรวจสอบได้ โดยในตอนท้ายยังได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนาและต่อยอดจากการออกแบบที่บทความได้นำเสนออีกด้วย

คำสำคัญ: น็อน-ฟันจิเบิลโทเคน สัญญาอัจฉริยะ บล็อกเชน การพิสูจน์ตัวตนที่แท้จริง แพลตฟอร์ม

Abstract

The problem of counterfeits is a well-known and on-going issue, especially in a luxury market where the product is well-crafted and the price is high. There are many attempts to introduce a solution in order to prevent the damage caused by this problem. Even nowadays, where technology has advanced and blockchain technology became popular, is no different. Researchers tried to address the mentioned problem using blockchains in various ways. This article proposes a system which can assist in product trade and verify genuine products using the power of technologies like NFT and IPFS. The proposed solution also expands the trading process scope by including the product warranty consent from product seller. Lastly, the article discusses about how the proposed system could be improved in several aspects.

Keywords: Non-fungible token, Smart contract, Blockchain, Authentication platform

1. บทนำ

เศรษฐกิจนับเป็นรากฐานสำคัญในสังคมทั้งในระดับเมืองและแม้แต่ในระดับอย่างประเทศก็ตาม นอกจากการทหารแล้วเศรษฐกิจก็นับเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ประเทศมีอำนาจต่อรองกับประเทศอื่น มนุษย์ทุกคนดำเนินชีวิตอยู่รอบเศรษฐกิจในทุกวันผ่านการซื้อขายสินค้าและบริการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้ชีวิต แต่สินค้าในระบบเศรษฐกิจมีให้เลือกซื้อมากมายเกินจะนับได้ ทำให้เกิดปัญหาว่า บ่อยครั้ง สิ่งที่ซื้อนั้นไม่ตรงกับสิ่งที่เราคิดว่ามันเป็น ซึ่งเหตุการณ์นี้พบเห็นได้หลายครั้งในกรณีของสินค้าหรูหราที่มักจะมีมูลค่าสูง

ปัญหาการระบุสินค้าแท้ในตลาดสินค้าหรูหรายังคงเกิดขึ้นอยู่ตลอดแม้ว่าจะพบเห็นปัญหาลักษณะนี้มาอย่างช้านาน การที่บริษัทจะสามารถสร้างแบรนด์จนได้รับชื่อเสียงและความนิยมจากผู้บริโภคจนสามารถตั้งราคาสูงนั้นทำได้ยาก แต่หากเทียบกันแล้ว มันง่ายกว่ามากที่จะทำสินค้าเลียนแบบมาขายตาม ซึ่งสินค้าเลียนแบบมักยอมที่จะลดคุณภาพลงจากต้นฉบับเพื่อตั้งราคาให้ต่ำลงเพื่อจะได้ทำกำไรจากผู้บริโภคมากขึ้นและแย่งส่วนแบ่งตลาดจากสินค้าแท้ ปัญหานี้ก่อให้เกิดการเอาเปรียบแบรนด์ต้นฉบับที่มีการลงทุนมากกว่าทั้งการพัฒนาสินค้าและการโฆษณา อีกทั้งผู้บริโภคยังมีโอกาสที่จะซื้อสินค้าผิดประเภทโดยไม่ได้ตั้งใจ หรือในกรณีที่แย่ที่สุด คือ อาจจะคิดว่าเป็นสินค้าต้นฉบับและจ่ายเงินในปริมาณมาก แต่ไม่ได้สินค้าที่ตนต้องการ

แม้จะมีความพยายามในการพัฒนาวิธีการพิสูจน์สินค้าแท้จากการสร้างลักษณะเฉพาะให้สินค้า หรือ แม้แต่การออกประกาศนียบัตรก็ตาม แต่ผู้คนก็ยังสามารถสร้างผลิตภัณฑ์ลอกเลียนแบบ ที่มีความคล้ายกับของจริงจนผู้บริโภคแยกไม่ออกได้อยู่ดี และในขณะที่ความต้องการในการพิสูจน์สินค้ายังคงอยู่ตอนนี้โลกได้พบกับเทคโนโลยีที่สามารถระบุความเป็นเจ้าของแบบดิจิตอลโดยพัฒนามาจากเทคโนโลยีบล็อกเชน

บล็อกเชนมีความโดดเด่นในด้านของการกระจายอำนาจที่ไม่ขึ้นกับตัวกลางใด และจุดเด่นที่สามารถตรวจสอบที่มาของข้อมูลและความเป็นเจ้าของได้ โดยการใช้บล็อกเชนเป็นรากฐานทำให้เกิดสกุลเงินดิจิตอลอย่างบิตคอยน์และอีเธอเรียม โดยอีเธอเรียมนับเป็นสกุลเงินที่เปิดประตูความเป็นไปได้ของบล็อกเชนมากมาย เนื่องจากความสามารถของสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) ที่ทำให้สามารถรันโปรแกรมในทุกการทำธุรกรรมของอีเธอเรียมได้ ซึ่งทำให้เกิดเป็นเทคโนโลยี Non-Fungible Token หรือเอ็นเอฟที ที่พัฒนาให้เหรียญหรือโทเคนแต่ละชิ้น มีความเป็นเอกลักษณ์และไม่สามารถทำซ้ำได้

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอระบบที่ออกแบบมาเพื่อช่วยพิสูจน์สินค้าแท้และช่วยให้การค้าขายสินค้าแท้อย่างมั่นใจนั้น ทำได้ง่ายขึ้น โดยในงานวิจัยฉบับนี้มีการพิจารณางานอื่นๆที่ใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟทีในการแก้ปัญหาสินค้าลอกเลียนแบบ นอกจากนี้ยังได้นำเสนอกระบวนการที่ผู้ขายต้องเซ็นลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงความรับผิดชอบต่อสินค้า โดยกระบวนการนี้ก็ถูกจัดการผ่านบล็อกเชนอีกเช่นเดียวกันเพื่อความโปร่งใสและง่ายต่อการตรวจสอบ

2. แนวคิดและทฤษฎี

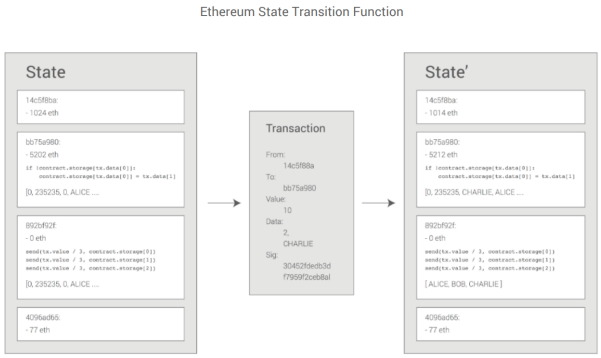
ความรู้พื้นฐานที่ใช้ในการพัฒนาแนวคิดสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ มาจากทฤษฎีของบล็อกเชนเป็นหลัก ซึ่งประกอบไปด้วยบล็อกเชนและสัญญาอัจฉริยะ นอกจากนี้ยังต่อยอดไปถึงทฤษฎีเฉพาะทางอย่างเอ็นเอฟทีอีกด้วย และในตอนท้ายได้มีการกล่าวถึง InterPlanetary File System ซึ่งเป็นระบบจัดการไฟล์ที่เป็นอีกส่วนประกอบสำคัญสำหรับระบบเชิงกระจายอำนาจและไร้ตัวกลาง

2.1 บล็อกเชนและสัญญาอัจฉริยะ

เทคโนโลยีบล็อกเชนนั้นมีที่มาจากการพัฒนาระบบสกุลเงินดิจิตอลที่เป็นเอกเทศจากองค์กรกลาง เช่น ธนาคาร หรือ สถาบันการเงินต่างๆ โดยถูกออกแบบให้ทำงานแบบเพียร์ทูเพียร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งข้อมูลและสารสนเทศจะมีความเป็นสาธารณะและจะไม่มีการควบคุมโดยส่วนกลาง หลักการทำงานคร่าวๆ คือ หากเรามองเงินตราเป็นเพียงห่วงโซ่แห่งธุรกรรม เราจะสามารถระบุผู้ถือทรัพย์สินได้โดยการระบุผู้รับทรัพย์สินในธุรกรรมล่าสุด จากแนวคิดดังกล่าวได้ถูกดัดแปลงเป็นการบันทึกห่วงโซ่แห่งก้อนข้อมูลของธุรกรรม อันเป็นที่มาของชื่อ บล็อกเชน (Blockchain) ดังที่ถูกนำเสนอใน Whitepaper ของ บิตคอยน์ โดย Satoshi Nakamoto [1] ซึ่งนอกจากรูปแบบของข้อมูลแล้วเอกสารดังกล่าวยังได้นำเสนอระบบประมวลผลโดยไร้ส่วนกลาง

บนระบบเพียร์ทูเพียร์อีกเช่นกัน ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปมีสิทธิเข้ามาช่วยประมวลผลและได้รับผลตอบแทนจากผลประมวลสำเร็จอีกด้วย

จากความสำเร็จของบิตคอยน์ ได้นำไปสู่การต่อยอดของบล็อกเชนในรุ่นถัดมา ที่นำแนวคิดและความสามารถดั้งเดิมมาปรับปรุงให้ทรงพลังยิ่งขึ้น และได้ถูกนำเสนอผ่าน Whitepaper ของ อีเธอเรียม โดย Vitalik Buterin [2] ซึ่งในเอกสารดังกล่าวได้มีการตีความเทคโนโลยีบล็อกเชนของบิตคอยน์เสียใหม่โดยมองสิ่งที่บิตคอยน์นำเสนอให้อยู่ในรูปนามธรรมและมองเป็นภาพกว้าง คือ เป็นระบบการเปลี่ยนแปลงสถานะรูปแบบหนึ่งเท่านั้น หากมองกระเป๋าของผู้ใช้ทั้งระบบที่แต่ละกระเป๋าจะมียอดเงินอยู่เป็นสถานะตั้งต้น เมื่อมีการทำธุรกรรมเข้ามาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ นำไปสู่การเปลี่ยนยอดเงินในกระเป๋าหรือก็คือสถานะปลายทาง ซึ่งหากมองการทำธุรกรรมในระบบบิตคอยน์เป็นการบวกหรือลบจำนวนตัวเลขในกระเป๋านั้น อีเธอเรียมก็ได้เปลี่ยนระบบธุรกรรมให้มีความสามารถในการคำนวณที่หลากหลายยิ่งขึ้น ผ่านความสามารถของสัญญาอัจฉริยะ ที่นักพัฒนาสามารถออกแบบการทำงานของระบบธุรกรรมได้อย่างอิสระ ซึ่งต่างจากบิตคอยน์อย่างสิ้นเชิง โดยรูปที่ 1 แสดงการวิเคราะห์อีเธอเรียมในรูปแบบของระบบการเปลี่ยนแปลงสถานะตามเอกสาร Whitepaper ดังกล่าว ซึ่งจะแตกต่างจากบิตคอยน์ตรงที่ข้อมูลในหนึ่งธุรกรรมจะมีความซับซ้อนกว่า ระบบสัญญาอัจฉริยะนี้จะมีการทำงานอยู่บนระบบพื้นฐานของอีเธอเรียม โดยมีสกุลเงินอีเธอร์เป็นตัวขับเคลื่อน



รูปที่ 1 ภาพจำลองของระบบการเปลี่ยนแปลงสถานะที่นำเสนอใน Whitepaper ของอีเธอเรียม

2.2 Non-Fungible Token หรือ เอ็นเอฟที

เนื่องจากความสามารถที่เปิดกว้างของสัญญาอัจฉริยะ ทำให้ความเป็นไปได้ในการพัฒนานั้นไร้ขีดจำกัด ทางคณะพัฒนาอีเธอเรียมจึงได้นำเสนอระบบการจัดการมาตรฐาน Ethereum Improvement Proposal หรือ EIP [3] ขึ้น เพื่อการเผยแพร่มาตรฐานหรือเสนอมาตรฐานการพัฒนาระบบอีเธอเรียมได้อย่างเป็นสาธารณะ

หนึ่งในมาตรฐานที่ถูกนำเสนอโดยนักพัฒนาภายนอกผ่าน Ethereum Request for Comments หรือ ERC ซึ่งเป็นหมวดหมู่ย่อยที่เปิดให้นักพัฒนาจากภายนอกได้มีโอกาสนำเสนอมาตรฐานของอีเธอเรียมเช่นกัน โดยมาตรฐานที่ถูกนำเสนอภายใต้รหัส ERC-721 [4] หรือภายหลังได้อนุมัติเป็น EIP-721 นั้น กล่าวถึงมาตรฐานในการพัฒนาสัญญาอัจฉริยะที่มีความสามารถในการสร้างเหรียญที่แต่ละเหรียญจะเป็นเอกลักษณ์และไม่สามารถทำซ้ำได้ โดยใช้ชื่อว่า Non-Fungible Token หรือเอ็นเอฟที โดยในมาตรฐานได้กำหนดรายละเอียดของความสามารถพื้นฐานและการพัฒนาส่วนต่อประสาน เป็นต้น

2.3 InterPlanetary File System หรือ ไอพีเอฟเอส

อีกหนึ่งองค์ประกอบสำคัญเพื่อพัฒนาระบบเอ็นเอฟทีที่ทำงานโดยไร้ส่วนกลาง คือ ระบบไฟล์ไร้ส่วนกลางที่ทำให้การจัดเก็บและแจกจ่ายไฟล์ผ่านอินเทอร์เน็ตเป็นไปได้ อย่าง InterPlanetary File System หรือ ไอพีเอฟเอส [5] อันเป็นเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับแนวทางของบล็อกเชนเป็นอย่างมาก ไอพีเอฟเอสมีหลักการทำงานที่เป็นหัวใจสำคัญคือการระบุตำแหน่งด้วยเนื้อหา ซึ่งจะต่างจากการค้นหาไฟล์ผ่านการระบุตำแหน่งด้วยที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตทั่วไปตรงที่ ไฟล์จะถูกแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนของข้อมูลเล็กๆ จากนั้นเนื้อหาเล็กๆดังกล่าวจะถูกเข้ารหัส และแบ่งไปเก็บตามเครื่องต่างๆในเครือข่ายไอพีเอฟเอส ทำให้การเข้าถึงไฟล์ไม่สามารถระบุที่อยู่เหมือนระบบทั่วไปได้ แต่ใช้การจำรหัสและที่อยู่ผ่าน Hash Table แทน นอกจากนี้ด้วยความที่เป็นระบบแบบเพียร์ทูเพียร์ ทำให้ป้องกันการควบคุมจากส่วนกลางได้เช่นเดียวกับบล็อกเชนอีกด้วย

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ถึงแม้ในอดีตจะมีความพยายามที่จะนำเสนอทางแก้ปัญหาสินค้าลอกเลียนแบบ แต่ก็ไม่สามารถป้องกันได้ทั้งหมด จึงได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ไม่เว้นแม้แต่งานวิจัยในหัวข้อบล็อกเชนเช่นเดียวกัน

งานวิจัยของ [6] ได้นำเอา RFID มาต่อยอดในการเก็บรหัสเฉพาะของแต่ละสินค้าและทำการลงทะเบียนรหัสดังกล่าวบนระบบบล็อกเชนโดยใช้เอ็นเอฟที ทำให้รหัสดังกล่าวไม่สามารถถูกแก้ไขในภายหลังได้ รวมไปถึงยังสามารถตรวจสอบที่มาที่ไปได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังมีหัวข้อที่น่าสนใจในเอกสารวิจัยที่กล่าวถึงการตรวจสอบสินค้าแท้ โดยได้ระบุว่าการลงทะเบียนรหัสเฉพาะของสินค้าลงบนบล็อกเชนทำให้สามารถตรวจสอบและป้องกันสินค้าเลียนแบบได้แทบจะทุกกรณี มีเพียงกรณีที่สินค้าลอกเลียนแบบสามารถผลิตจนได้คุณภาพเท่ากับสินค้าแท้เท่านั้น จึงจะไม่สามารถแยกแยะได้

ในงานวิจัยต่อมา [7] นั้นนำเสนอวิธีแก้ปัญหาโดยใช้เอ็นเอฟทีเช่นเดียวกัน แต่จะมีการสร้างและลงทะเบียนผลิตภัณฑ์เข้ากับเอ็นเอฟทีตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจากโรงงานในทุกลำดับขั้นตอนการผลิต ผ่านการนำส่งจัดจำหน่ายไปจนถึงมือลูกค้าเลยทีเดียว โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้รับความไว้วางใจจากลูกค้า รวมไปถึงงานวิจัย [8] ที่มีการนำเอ็นเอฟที เข้ามาใช้ ถึงแม้จะไม่ได้เริ่มติดตามตั้งแต่ระดับการผลิต แต่ในงานนี้ได้ทำให้การตรวจสอบเข้าถึงง่ายโดยการเชื่อมโยง เอ็นเอฟที QR Code และสินค้า เข้ามาร่วมกันสร้างเครื่องมือการตรวจสอบที่เข้าถึงง่าย

4. วิธีดำเนินการ

โดยส่วนมากแล้ว การจะตรวจสอบถึงคุณภาพสินค้า หรือการยืนยันว่าสินค้าเป็นของแท้นั้น มีวิธีการมากมายให้เลือกใช้ และแต่ละวิธีก็ให้ความมั่นใจในคำตอบได้ไม่เท่ากัน โดยในแง่ของความมั่นใจนั้น การที่สอบถามจากผู้ผลิตว่าสินค้านั้นเป็นของแท้หรือไม่ อาจจะได้คำตอบที่มีความมั่นใจสูง เนื่องจากผู้ผลิตเป็นผู้เชี่ยวชาญในสินค้าดังกล่าวมากที่สุด แต่หากคำนึงถึงระยะเวลารวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่อาจจะต้องเสียไปเพื่อพิสูจน์สินค้าหนึ่งแล้ว โดยเฉพาะหากรวมไปถึงตลาดการซื้อขายสินค้ามือสอง ที่มีปริมาณการซื้อขายและความรวดเร็วในการซื้อขายสูงแล้ว การจะให้ผู้ผลิตมารองรับความต้องการทั้งหมดนั้นเป็นไปได้ยากมาก

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอระบบ AutheNFT ที่ช่วยเหลือผู้บริโภคให้สามารถซื้อขายสินค้าได้อย่างมั่นใจ ที่ซึ่งสินค้าสามารถตรวจสอบที่มาและได้รับการรับประกันจากผู้ขายทั้งมือหนึ่งและมือสองโดยพัฒนาอยู่บนระบบบล็อกเชนและเอ็นเอฟที โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการยืนยันสินค้าจากการถ้าผู้ผลิตแล้ว มีความรวดเร็วสูงกว่าและค่าใช้จ่ายต่ำกว่า โดยจะได้รับประวัติการซื้อขายสินค้า รวมไปถึงรายชื่อผู้ที่เคยเป็นเจ้าของสินค้าชิ้นดังกล่าวทั้งหมดอีกด้วย

ยกตัวอย่างเช่น ในการซื้อขายสินค้าทั่วไปเมื่อผู้ซื้อทำการชำระเงินค่าสินค้าก็จะได้รับสินค้าจากผู้ขาย ยิ่งหากเป็นการซื้อขายผ่านทางช่องทางออนไลน์ การส่งสินค้าผ่านตัวกลางขนส่งก็เพิ่มความยุ่งยากในการรับสินค้าเพิ่มขึ้นอีก ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าว หากการซื้อขายถูกกระทำการผ่านระบบ AutheNFT จะทำให้เมื่อผู้ซื้อชำระค่าสินค้าแล้วจะมีสองสิ่งที่ได้รับทันทีเป็นสินทรัพย์ดิจิตอล ได้แก่ ภาพประกาศนียบัตร NFT ที่ออกโดยผู้ผลิต และ สัญญาการรับรองคุณภาพสินค้าที่มีลายเซ็น e-Signature จากผู้ขาย สองสิ่งนี้นอกจากจะการันตีสิทธิความเป็นเจ้าของในสินค้าแล้ว ยังเสริมสร้างความเชื่อมั่นและป้องกันการถูกโกงอีกด้วย

4.1 การออกแบบระบบ

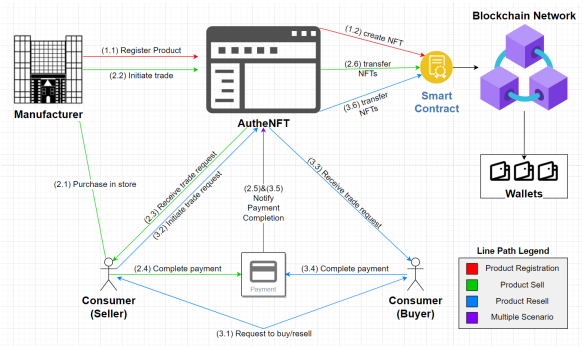
จากรูปที่ 2 นั้น แผนภาพการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ AutheNFT นั้นประกอบไปด้วยกลุ่มผู้ใช้ 2 กลุ่มหลัก ได้แก่ ผู้ผลิต และ ผู้บริโภค โดยผู้ผลิตคือตัวแทนของผู้ผลิตสินค้า โดยจะมีความสามารถในการลงทะเบียนสินค้าและสร้าง NFT เพื่อผูกสินค้าเข้ากับระบบบล็อกเชน จึงจำเป็นจะต้องมีการยืนยันตัวตนและตรวจสอบที่มา และในส่วนของผู้บริโภคคือกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป ที่เป็นผู้ซื้อสินค้า หรือ อาจจะเป็นผู้ขายสินค้ามือสองได้เช่นกัน

โดยระบบที่นำเสนอ สามารถรองรับสถานการณ์ต่างๆได้ดังนี้

4.1.1 การสมัครสมาชิก

ผู้ใช้งานสามารถสมัครสมาชิกได้โดยใช้แค่ Blockchain Wallet Address เท่านั้น ไม่จำเป็นต้องยืนยันตัวตนแต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่จะลงทะเบียนเป็น ผู้ผลิต หรือ ผู้ขาย นั้น มีความ

จำเป็นต้องลงทะเบียนยืนยันตัวตน เช่น หากเป็นผู้ผลิตต้องมีการลงทะเบียนเลขทะเบียนนิติบุคคล หรือ หากเป็นผู้ขายอาจจะลงทะเบียนด้วยเลขบัตรประชาชนแทนเลขทะเบียนนิติบุคคลได้ หลังลงทะเบียนต้องมีการแนบเอกสารประกอบการยืนยัน เป็นต้น



รูปที่ 2 ภาพรวมการออกแบบการทำงานของระบบ AutheNFT

4.1.2 การลงทะเบียนสินค้าใหม่

ผู้ผลิตจะสามารถเลือกนำสินค้ามาลงทะเบียนกับระบบได้ โดยเริ่มจากเข้าเมนูการลงทะเบียนสินค้า จากนั้นผู้ผลิตจะต้องกรอกข้อมูลรายละเอียดของสินค้าโดยสังเขป และจะต้องมีการอัปโหลดรูปภาพสินค้าและประกาศนียบัตรที่ใช้ยืนยันสินค้า ซึ่งประกาศนียบัตรจะถูกจัดเก็บบน NFT เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ AutheNFT จะทำการออก NFT ของสินค้าและนำเข้าสู่เครือข่ายบล็อกเชนสาธารณะเข้าไปยังกระเป๋าเงินของผู้ผลิต เป็นอันเสร็จสิ้นการลงทะเบียนสินค้า

4.1.3 การซื้อขายมือหนึ่งจากผู้ผลิต

ผู้ผลิตทำการลงทะเบียนสินค้าใหม่กับทางระบบจนได้รับ NFT ของสินค้า โดยการซื้อขายสามารถเริ่มจากผู้ซื้อเลือกซื้อสินค้าผ่านหน้าร้านค้าของระบบ หรือ ผู้ผลิตได้ยื่นเสนอขายสินค้าแก่ผู้ซื้อก็ได้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหน้าร้านของผู้ผลิตได้ตามสะดวก

เมื่อเริ่มการซื้อขาย ผู้ขายจะถูกแจ้งและนำไปสู่หน้ายืนยันการรับประกันสินค้า โดยผู้ผลิตจะต้องเซ็นยินยอมในสัญญาการรับประกันสินค้าที่ออกโดยระบบ AutheNFT หลังจากเซ็นยินยอมแล้วจะต้องทำการโอน NFT ของสินค้ามาสู่ระบบ AutheNFT จะถือว่าเป็นอันสิ้นสุดการเสนอขายจากฝั่งผู้ขาย

ลำดับต่อมา ผู้ซื้อจะได้รับแจ้งถึงการเสนอขาย จากนั้นผู้ซื้อจะต้องเซ็นรับทราบในสัญญาการรับประกันสินค้าเช่นกัน หากยืนยันจะดำเนินการต่อไปยังการชำระค่าสินค้า หลังจากชำระค่าสินค้าเรียบร้อยเป็นอันจบขั้นตอนการซื้อขาย ระบบ AutheNFT เมื่อได้รับแจ้งถึงการจบการซื้อขาย จะทำการนำข้อมูลทั้งสัญญารับประกันสินค้า ข้อมูลการซื้อขาย และข้อมูลการชำระเงินมาประมวลผล จากนั้นจะทำการออก NFT ของใบรับประกันสินค้าโดยมีลายเซ็นจากทุกฝ่ายและนำเข้าสู่เครือข่ายบล็อกเชนสาธารณะ เมื่อใบรับประกันสินค้าได้ถูกนำเข้าสู่เครือข่าย ก็จะสามารถดำเนินการโอนถ่าย NFT ของสินค้าไปสู่กระเป๋าของผู้ซื้อและแจ้งให้ผู้ขายจัดส่งสินค้าเป็นอันเสร็จสิ้นการขาย

4.1.4 การซื้อขายมือสอง

การซื้อขายจะมีความคล้ายกับการซื้อจากผู้ผลิต โดยผู้ขายสามารถตั้งขายจนมีผู้มาเสนอขอซื้อ หรือผู้ขายสามารถยื่นคำขอขายไปยังผู้ซื้อโดยตรงก็ได้เช่นกัน

เมื่อเริ่มการซื้อขาย ผู้ขายจะถูกแจ้งและนำไปสู่หน้ายืนยันการรับประกันสินค้า ในการขายสินค้ามือสองจะต้องเซ็นยินยอมในสัญญาการรับประกันสินค้าใบใหม่ที่ออกโดยระบบ AutheNFT และยินยอมให้ใบรับประกันสินค้าก่อนหน้าที่ได้จากการซื้อสินค้าจากที่อื่นเป็นโมฆะไป หลังจากเซ็นยินยอมแล้วจะต้องทำการโอน NFT ของสินค้ามาสู่ระบบ AutheNFT จะถือว่าเป็นอันสิ้นสุดการเสนอขายจากฝั่งผู้ขาย

หลังจากนี้ กระบวนการซื้อขายจะดำเนินการเหมือนกับการซื้อจากผู้ผลิตทุกประการ โดยดำเนินการต่อเนื่องจากการที่ผู้ซื้อได้รับแจ้งถึงการเสนอขายสินค้าจากผู้ขาย ไปจนถึงเสร็จสิ้นและได้รับ NFT ของสินค้าสู่กระเป๋าผู้ซื้อ

4.2 การออกแบบสัญญาอัจฉริยะและเอ็นเอฟที

ในการพัฒนาสัญญาอัจฉริยะนั้น รูปแบบของการพัฒนาเปิดกว้างและสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ทำให้ต้องมีการกำหนดลักษณะและแนวทางในการพัฒนา

4.2.1 มาตรฐานการพัฒนาสัญญาอัจฉริยะ

ระบบ AutheNFT จะพัฒนาสัญญาอัจฉริยะอยู่บนพื้นฐานของมาตรฐาน ERC-721 เพื่อให้โทเคนมีการทำงานในรูปแบบของเอ็นเอฟที ดังที่ได้มีการพูดถึงในหัวข้อ 2.2 โดยชุดคำสั่งที่จำเป็นต้องปรากฏบนสัญญาอัจฉริยะเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานดังกล่าวนั้น

ประกอบไปด้วย balanceOf, ownerOf และ getApproved ที่เป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการตรวจสอบข้อมูลของโทเคน safeTransferFrom, safeTransferFrom และ transferFrom ที่เป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการถ่ายโอนโทเคนไปยังกระเป๋าดิจิตอล และชุดคำสั่งกลุ่มสุดท้าย ที่ทำหน้าที่มอบอำนาจให้ผู้ใช้อื่นสามารถควบคุมโทเคนแทนตนได้ ได้แก่ approve, setApprovalForAll และ isApprovedForAll

4.2.2 การพัฒนาสัญญาอัจฉริยะเพิ่มเติม

จากการออกแบบระบบในหัวข้อ 4.1 นั้น ทำให้การใช้สัญญาอัจฉริยะบนมาตรฐาน ERC-721 นั้นไม่เพียงพอต่อการพัฒนาระบบดังกล่าวทั้งหมด จึงต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติม เพื่อให้สอดคล้องกับการออกแบบ โดยสัญญาอัจฉริยะที่ระบบ AutheNFT ได้พัฒนานั้น ประกอบไปด้วยสองส่วน คือ ส่วนของการเพิ่มชุดคำสั่งและการออกแบบข้อมูลบนเอ็นเอฟที

```
contract AutheNFT is ERC721URIStorage, Ownable {

    constructor() ERC721("AutheNFT", "AuNFT") {}

    function mintNFT(address recipient, string memory tokenURI);
    function transferWithWarranty(address from, address to, uint256 tokenId, string memory warrantyTokenURI);
```

รูปที่ 3 ภาพส่วนต่อประสานจากสัญญาอัจฉริยะของ AutheNFT

ชุดคำสั่งที่พัฒนาเพิ่มเติมมาในสัญญาอัจฉริยะของ AutheNFT นั้นมีทั้งสิ้น 2 คำสั่งด้วยกัน ได้แก่ mintNFT และ transferWithWarranty โดยรูปที่ 3 แสดงถึงส่วนต่อประสานของชุดคำสั่งดังกล่าว ซึ่งคำสั่ง mintNFT นั้นจำเป็นต้องพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้สัญญาอัจฉริยะสามารถควบคุมลำดับและการกำหนดเลขให้แก่โทเคนแต่ละชิ้นได้เองตามต้องการ โดยคำสั่งนี้จะมีข้อมูลนำเข้าสองส่วนคือ ที่อยู่ของกระเป๋าดิจิตอลที่ต้องการสร้าง NFT และ ที่อยู่ของไฟล์ metadata ถัดมาในส่วนของคำสั่ง transferWithWarranty เป็นการพัฒนาต่อยอดจากคำสั่ง transfer บนมาตรฐาน ERC-721 โดยเพิ่มการรับข้อมูล metadata ของใบรับประกันสินค้าเข้ามา เนื่องจากการทำงานของคำสั่งดังกล่าว คือจะสร้าง NFT ของใบรับประกันสินค้าก่อน หากสำเร็จจึงค่อยโอนถ่าย NFT ของสินค้าไปให้ผู้ซื้อในตอนท้าย การทำงานทั้งหมดจำเป็นต้องมีความต่อเนื่องกัน เพราะทุกการซื้อขายจะต้องมีใบรับประกันสินค้าควบคู่ไปด้วย จึงต้องสร้างเป็นคำสั่งใหม่ที่ทำทั้งหมดในคำสั่งเดียว ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้นอกจากนั้นแล้ว คำสั่งดังกล่าวทั้งสองนี้สามารถเรียกใช้ได้จากระบบ AutheNFT ซึ่งมีข้อมูล Private Key ของสัญญาอัจฉริยะนี้แต่เพียงผู้เดียว

ส่วนการออกแบบข้อมูลบนเอ็นเอฟทีนั้น จากมาตรฐาน ERC-721 นั้น ข้อมูลของ NFT นอกจากข้อมูลของระบบเหรียญโทเคนทั่วไปแล้ว ยังมีข้อมูลภาพที่ใช้แสดงผลแทนตัวเหรียญประกอบกับข้อมูล metadata (ข้อมูลอภิพันธุ์) ที่สามารถใส่ข้อมูลอะไรลงไปในโทเคนนี้ก็ได้ โดยรูปที่ 4 แสดงลักษณะของข้อมูล metadata ซึ่งเป็นรูปแบบของข้อมูลที่ใช้ใน NFT ของระบบ AutheNFT ที่ออกแบบเพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อใช้แทนข้อมูลของสินค้าที่โทเคน NFT ดังกล่าวอ้างอิงถึง

```
{
    "name": "SN0012345",
    "description": "Proof of product authenticity from Brand®",
    "image":
"https://gateway.pinata.cloud/ipfs/QmUaS64qhRKowTMQgdwdY8UJ5gYAmjm4
nQXvqeH6rWih98",
    "attributes": [
        {
          "trait_type": "model",
          "value": "Aesthetic"
        },
        {
          "trait_type": "color",
          "value": "Dark"
        }
    ]
}
```

รูปที่ 4 ภาพลักษณะของข้อมูล metadata ที่ระบบ AutheNFT ใช้ใน NFT

ข้อมูลทั้งสองอย่างที่กล่าวมา ต้องมีการถูกจัดเก็บอยู่บนระบบจัดการแฟ้มสักแห่ง และเพื่อเป็นการป้องกันการแก้ไขข้อมูลในภายหลัง นักพัฒนามักเลือกใช้ระบบ IPFS ในการจัดเก็บไฟล์ต่างๆ เนื่องจากเมื่อได้ทำการบันทึกลง NFT แล้วจะไม่สามารถแก้ไขที่อยู่ได้ในภายหลัง และด้วยความที่ที่อยู่ของไฟล์บน IPFS เกิดจากการเข้ารหัสเนื้อหาออกมาเป็นที่อยู่ ทำให้ถ้าแก้ไขไฟล์ดังกล่าวเป็นไฟล์อื่น จะไม่สามารถได้ที่อยู่ของไฟล์เหมือนเดิม วิธีการนี้ทำให้การแก้ไขข้อมูลในภายหลังไม่สามารถทำได้

4.3 วิเคราะห์ระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากที่ได้มีการวิเคราะห์งานวิจัยที่ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนเพื่อการแก้ปัญหาสินค้าลอกเลียนแบบในหัวข้อที่ 3.2 นั้น งานวิจัยดังกล่าวทั้งหมด [6-8] มีการเลือกใช้เหรียญ NFT เป็นตัวพิสูจน์

ความเป็นเจ้าของของสินค้าทั้งสิ้น จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการที่งานวิจัยทั้งหมดสามารถสร้างเหรียญ NFT ขึ้นเพื่อแทนการแสดงความเป็นเจ้าของของสินค้าต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูล metadata ไว้ในเหรียญเพื่อใช้ระบุตัวตนของสินค้าจริงได้ แต่จากการศึกษางานวิจัยทั้งหมด พบว่าการใช้เพียงข้อมูลบนเหรียญ NFT นั้นไม่เพียงพอที่จะป้องกันปัญหาจากการหลอกขายสินค้าลอกเลียนแบบได้เนื่องจากมีเพียงข้อมูลดิจิตอลที่ระบุว่าสินค้าควรจะมีลักษณะอย่างไร และสินค้าเลียนแบบคุณภาพสูงนั้นอาจมีคุณภาพไม่แตกต่างจากสินค้าแท้และผลิตตามข้อมูลดังกล่าวได้ นอกจากนี้จากการที่ NFT อันเป็นสินทรัพย์ที่อยู่บนระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งถูกจัดเก็บอยู่ในกระเป๋าดิจิตอลนั้น เป็นเรื่องยากที่จะระบุตัวตนของเจ้าของกระเป๋าดิจิตอลผู้ขายสินค้า

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทำให้กระบวนการซื้อขายผ่าน AutheNFT มีการเพิ่มระบบความปลอดภัยเพื่อระบุตัวตนของผู้ขายและสามารถนำเอกสารการรับรองสินค้าพร้อมลายเซ็นของผู้ขายเป็นหลักค้ำประกันในการสร้างความเชื่อมั่นหรือเพื่อใช้ในกระบวนการทางกฎหมายได้อีกด้วย

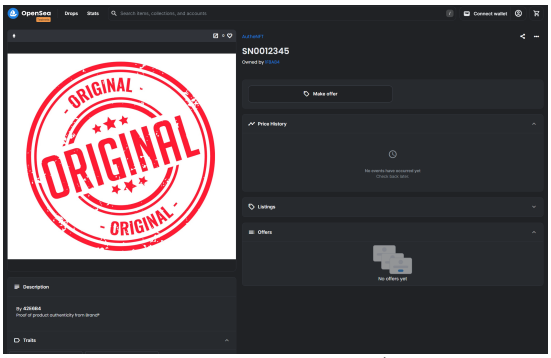
ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของระบบป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบต่าง ๆ

ระบบ	รองรับสินค้ากายภาพ	ผูกมัดสินค้ากับ NFT	เครือข่ายบล็อกเชน	ระบุตัวตนผู้ขาย	เอกสารรับรองสินค้า
[6]	☑	☑	ETH	☑	-
[7]	☑	☑	ETH	-	-
[8]	☑	☑	ETH	-	-
Authe NFT	☑	☑	ETH	☑	☑

5. สรุป

5.1 ผลการทดลอง

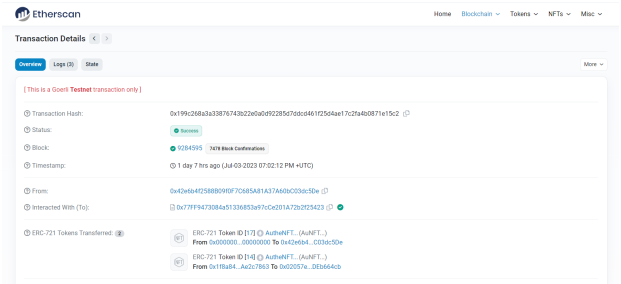
ได้มีการพัฒนาสัญญาอัจฉริยะขึ้นมาเพื่อทดลองการทำงาน ซึ่งสัญญาอัจฉริยะจะถูก deploy บน Goerli ซึ่งเป็นเครือข่ายอีเธอเรียมสำหรับทดสอบซึ่งจำลองการทำงานจากเครือข่ายหลัก ทำให้ทุกธุรกรรมในการทดลองนี้เกิดขึ้นบนเครือข่ายทดลองมิใช่เครือข่ายจริงแต่อย่างใด โดยการทดลองได้แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ส่วนของการสร้าง NFT จากสัญญาอัจฉริยะ และ ส่วนของการโอนถ่ายสินค้าโดยจะสร้าง NFT ใบรับประกันสินค้าประกอบไปด้วย



รูปที่ 5 ภาพข้อมูล NFT ของสินค้าจำลอง ที่เปิดบนเว็บไซต์ OpenSea

รูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงผลการสร้าง NFT ของสินค้า [9] อันเป็นการจำลองสถานการณ์ที่มีผู้ผลิตมาลงทะเบียนสินค้ากับ AutheNFT โดยเมื่อโทเคนถูกสร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าจะถูกบันทึกลงบนเครือข่ายบล็อกเชนสาธารณะและสามารถเข้าถึงได้จากเครื่องมือต่างๆ เช่น OpenSea ที่เป็นเว็บไซต์ซื้อขาย NFT ของงานศิลปะอีกด้วย

นอกจากนี้แล้ว เมื่อมีการซื้อขายสินค้าบนระบบ AutheNFT นั้น การโอนถ่ายโทเคนจะถูกกระทำโดยสัญญาอัจฉริยะของระบบที่ไม่สามารถแทรกแซงได้นอกจากจะมี Private Key โดยรูปที่ 6 แสดงให้เห็นถึงธุรกรรมที่เกิดขึ้นจากการโอนถ่ายโทเคนด้วยคำสั่ง transferWithWarranty [10] ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากเว็บไซต์ Etherscan ซึ่งเป็นเว็บไซต์



รูปที่ 6 ภาพข้อมูลธุรกรรมที่เกิดจากคำสั่ง transferWithWarranty บนเว็บไซต์ Etherscan

สาธารณะที่สามารถใช้ดูข้อมูลธุรกรรมใดๆบนเครือข่ายอีเธอเรียมได้ โดยจะเห็นว่าในธุรกรรมหนึ่งเกิดการสร้างโทเคนหนึ่งครั้งและโอนถ่ายโทเคนอีกหนึ่งครั้ง ซึ่งก็คือการสร้าง NFT ของใบรับประกันสินค้าเข้ากระเป๋าของ AutheNFT จากนั้นจึงค่อยโอนถ่าย NFT ของสินค้าไปยังผู้ซื้อ

5.2 การประเมินต้นทุนจากบล็อกเชน

เนื่องจากการดำเนินงานของระบบ AutheNFT มีการใช้งานเครือข่ายบล็อกเชนสาธารณะในหลายขั้นตอน ทำให้มีต้นทุนของระบบอันเกิดมาจากการทำธุรกรรมบนเครือข่ายบล็อกเชน หรือที่เรียกว่าค่า Gas หรือ Transaction Fee อันเนื่องมาจากการทำงานของ Consensus Mechanism ของตัวบล็อกเชนเพื่อใช้ในการค้นหาและตอบแทนเครื่องในเครือข่ายที่ทำการคำนวณธุรกรรมต่างๆบนบล็อกเชนจนสำเร็จ ซึ่งจากปัจจัยต่างๆทำให้ค่า Fee นั้นมีช่วงราคาที่หลากหลายและไม่ตายตัว หัวข้อนี้จึงพูดถึงจำนวนค่า Fee ที่ระบบ AutheNFT ต้องใช้

โดยการจะประเมินค่า Fee ได้ ต้องเริ่มจากการคำนวณถึงจำนวนธุรกรรมที่ใช้ในกระบวนการต่างๆ ตาราง 2 แสดงถึงจำนวนของธุรกรรมในแต่ละขั้นตอนของระบบ ซึ่งสรุปได้ว่าในการซื้อขายสินค้าจะมีการทำธุรกรรมบนบล็อกเชนทั้งสิ้น 3 ครั้ง สำหรับหนึ่งการซื้อขายสินค้า นอกจากนี้อาจเกิดธุรกรรมนอกเหนือจากการซื้อขายอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็น การลงทะเบียนสินค้า หรือ การเสนอขายที่ล้มเหลว เป็นต้น

จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้เราสามารถประเมินถึงค่าใช้จ่ายได้คร่าวๆ โดยแบ่งออกเป็นค่าใช้จ่ายในหมวดหมู่ต่างๆ และทำการคำนวณราคาตามระบบบล็อกเชนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า อีเธอเรียมมีการคิดค่า Fee ที่สูงมาก เนื่องจากมีฐานผู้ใช้งานเยอะส่งผลให้ธุรกรรมมีจำนวนมาก จึงมีผู้ใช้และให้บริการมากตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับระดับความยากในการยืนยันธุรกรรม สำหรับอีเธอเรียมนั้น ในช่วงที่ระดับความยากสูงและมีเครื่องในเครือข่ายน้อยจะทำให้มีการทำงานช้าและต้องการค่า Fee สูงขึ้นเพื่อที่จะเร่งลำดับการยืนยันธุรกรรมให้บรรลุได้อย่างรวดเร็วขึ้น ดังนั้น การพิจารณาถึงบล็อกเชนทางเลือกอื่นๆ โดยการคำนึงถึงทั้งค่า Fee นั้น อาจจะทำให้ลดภาระค่าธรรมเนียมการจัดการธุรกรรมลงได้ แต่อาจจะต้องพิจารณาถึงความเร็วในการยืนยันธุรกรรมด้วยเช่นกันเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามความต้องการของผู้ใช้

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์จำนวนธุรกรรมบน AutheNFT ในแต่ละกระบวนการ

กระบวนการ	จำนวนธุรกรรมที่เกิดขึ้น
การลงทะเบียนสินค้า	1
การเสนอขาย	1
การยืนยันการซื้อ	2

ถึงแม้ตัวระบบ AutheNFT จะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับสินค้าประเภทใดก็ได้ ผู้ผลิตจะเป็นผู้กำหนดเงื่อนไขในการสร้างข้อมูลเพื่อใช้ในการตรวจสอบสินค้าในภายหลังได้เอง ทำให้ไม่มีข้อจำกัดในการที่จะประยุกต์ใช้ระบบนี้ในการซื้อขายสินค้าประเภทใดประเภทหนึ่ง แต่เมื่อคำนึงถึงต้นทุนที่ต้องใช้จากการทำธุรกรรมในระบบแล้ว หากมูลค่าของสินค้าไม่มากพอ อาจจะทำให้การใช้งานระบบนี้ไม่ได้ช่วยป้องกันสินค้าปลอม เนื่องจากการปลอมแปลงสินค้ามักไม่ค่อยเกิดขึ้นกับสินค้ามูลค่าน้อย อีกทั้งการที่ต้องจ่ายค่าธรรมเนียมในการทำธุรกรรมที่มากกว่ามูลค่าของสินค้า ทำให้ไม่ได้ประโยชน์จากการใช้งานแต่อย่างใด

ตารางที่ 3 ตารางวิเคราะห์ค่าธรรมเนียมธุรกรรมโดยประมาณบน AutheNFT จากเว็บไซต์ withdrawalfees [11] (ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 66)

หมวดหมู่ค่าธรรมเนียม	จำนวนธุรกรรม	Ethereum (ETH)		Stellar (XLM)		Polkadot (DOT)	
		Fee ต่อหน่วย	ประเมินค่า Fee สุทธิ	Fee ต่อหน่วย	ประเมินค่า Fee สุทธิ	Fee ต่อหน่วย	ประเมินค่า Fee สุทธิ
การลงทะเบียนสินค้า	1	$3.34	$3.34	$0.10	$0.10	$0.46	$0.46
การเสนอซื้อขายที่ล้มเหลว	2	(0.00182	$6.68	(1.04	$0.20	(0.08	$0.92
การซื้อขายสินค้า	3	ETH)	$10.02	XLM)	$0.30	DOT)	$1.38

5.3 แนวทางการดำเนินงานวิจัยในอนาคต

แนวคิดของ AutheNFT นั้น ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่กำลังมาแรงอย่างบล็อกเชน ในฐานะเทคโนโลยีที่สามารถทำลายข้อจำกัดขอการรวมอำนาจไว้ที่ศูนย์กลางของรูปแบบการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบเดิม เนื่องจากการแก้ไขปัญหาการป้องกันสินค้าลอกเลียนแบบต้องการการยืนยันในข้อมูลและความโปร่งใสของข้อมูลที่ตรวจสอบได้และไม่ขึ้นอยู่กับหน่วยงานใดในการดูแล ซึ่งในความเป็นจริงการแก้ปัญหาสินค้าลอกเลียนแบบด้วยการมอบประกาศนียบัตรให้ถือครองนั้น เป็นทางออกที่มีทำมาอย่างช้านาน แต่การนำของดังกล่าวมาเข้าระบบดิจิตอลโดยนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาช่วยแก้ปัญหาด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้ยากต่อการปลอมแปลงข้อมูลดังกล่าว อีกทั้งยังตรวจสอบได้ เนื่องจากเป็นข้อมูลสาธารณะ

ถึงกระนั้นก็ยังมีจุดที่ผู้วิจัยคิดว่าสามารถพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของระบบให้ดียิ่งขึ้น เช่น

- พัฒนาระบบบล็อกเชนส่วนตัวเพื่อใช้ในการใช้งานภายใน แต่ก็สามารถถูกตรวจสอบและไม่สามารถแก้ไขข้อมูลโดยง่าย
- การพัฒนาระบบโดยเลือกใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนสมัยใหม่ ที่สามารถโอนสินทรัพย์ดิจิตอลข้ามเครือข่ายได้ เช่น Polkadot เป็นต้น
- ลงทุนในการขยายเครื่องจัดเก็บข้อมูล และพัฒนาในส่วนของระบบการจัดเก็บข้อมูลด้วย IPFS ด้วยตนเอง เพื่อลดต้นทุนการใช้บริการกับเครือข่าย

5.4 บทส่งท้าย

บทความนี้ นอกจากจะนำเสนอระบบการซื้อขายสินค้าและป้องกันสินค้าเลียนแบบด้วยวิธี NFT แล้ว ยังได้มีการใช้ NFT ต่อยอดไปถึงการรับประกันคุณภาพสินค้าโดยการออกใบรับประกันพร้อมลายเซ็นและจัดเก็บบนระบบบล็อกเชนและ IPFS อีกด้วย ทำให้นอกจากจะเป็นการยากที่จะขายสินค้าลอกเลียนแบบแล้ว ยังทำให้เกิดการรับผิดชอบต่อสินค้าที่ได้วางขายและสร้างมาตรฐานในการซื้อขายแบบใหม่ในยุคดิจิตอลซึ่งแตกต่างจากแพลตฟอร์มซื้อขายสินค้าในท้องตลอดแบบต่างๆอีกด้วย

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Satoshi Nakamoto. (01 May 2023). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.* **[Online] Available : https://bitcoin.org/bitcoin.pdf**

[2] Vitalik Buterin. (01 May 2023). *Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform.* **[Online] Available : https://ethereum.org/669c9e2e2027310b6b3cdce6e1c52962/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf**

[3] Martin Becze. (01 May 2023). *EIP-1: EIP Purpose and Guidelines.* **[Online] Available : https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-1**

[4] William Entriken, Dieter Shirley, Jacob Evans and Nastassia Sachs. (01 May 2023). *ERC-721: Non-Fungible Token Standard*. **[Online] Available : https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-721**

[5] Juan Benet. (01 May 2023). *IPFS - Content Addressed, Versioned, P2P File System*. **[Online] Available : https://arxiv.org/abs/1407.3561**

[6] K. Toyoda, P. T. Mathiopoulos, I. Sasase and T. Ohtsuki, “A Novel Blockchain-Based Product Ownership Management System (POMS) for Anti-Counterfeits in the Post Supply Chain,” *IEEE Access*., Vol. 5, pp. 17465-17477, 2017.

[7] J. Ma, S. -Y. Lin, X. Chen, H. -M. Sun, Y. -C. Chen and H. Wang, “A Blockchain-Based Application System for Product Anti-Counterfeiting,” *IEEE Access*., Vol. 8, pp. 77642-77652, 2020.

[8] P. M. Lavanya et al. “Fake Product Detection using Blockchain”. *2021 4th International Conference on Computing and Communications Technologies (ICCCT). 16-17 December. Chennai, India* : pp. 133-137, 2021.

[9] OpenSea. (05 July 2023). *SN0012345 - AutheNFT | OpenSea*. **[Online] Available : https://testnets.opensea.io/assets/goerli/0x77FF9473084a51336853a97cCe201A72b2f25423/1**

[10] Etherscan. (05 July 2023). *Goerli Transaction Hash (Txhash) Details | Etherscan*. **[Online] Available : https://goerli.etherscan.io/tx/0x199c268a3a33876743b22e0a0d92285d7ddcd461f25d4ae17c2fa4b0871e15c2**

[11] withdrawalfees. (01 May 2023). *Binance: Withdrawal Fees Compared (2023).* **[Online] Available : https://withdrawalfees.com/exchanges/binance**