บทความวิชาการ

โอกาสและความท้าทายของ Web3 ในอนาคต

วรวิทย์ กิติกุศล* และ พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ
ภาควิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 08 1556 5590 อีเมล: worawit55@hotmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.09.008
รับเมื่อ 28 พฤศจิกายน 2565 แก้ไขเมื่อ 2 มีนาคม 2566 ตอบรับเมื่อ 9 มีนาคม 2566 เผยแพร่ออนไลน์ 4 กันยายน 2567
© 2025 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

Web3 ส่วนใหญ่จะรู้จักกันในนาม Web3.0 เป็นแนวคิดที่มีจุดเริ่มต้นใน พ.ศ. 2563 จะเป็นการกระตุ้นการใช้งาน Internet และเพิ่มช่องทางให้สามารถทำธุรกรรมทางการเงินดิจิทัล ให้สามารถทำงานได้สะดวกและปลอดภัยขึ้นโดยการนำแนวคิดบล็อกเชนเข้ามาใช้ในการตรวจสอบธุรกรรมต่าง ๆ ให้โปร่งใสยิ่งขึ้น ในบทความนี้จะนำเสนอในส่วนของแนวทางการทำงานของบล็อกเชนบนสถาปัตยกรรม Web3 และความท้าทายในด้านของกฎหมายยังไม่มีออกมากำกับดูแล และมาตรฐานที่รองรับ

คำสำคัญ: Web3 บล็อกเชน เงินดิจิทัล

การอ้างอิงบทความ: วรวิทย์ กิติกุศล และ พงษ์พิสิฐ วุฒิดิษฐโชติ, "โอกาสและความท้าทายของ Web3 ในอนาคต," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 35, ฉบับที่ 1, หน้า 1–11, เลขที่บทความ 251-186573, ม.ค.–มี.ค. 2568.

Academic Article

Future Web3 Opportunities and Challenges

Worawit Kitikusoun* and Pongpisit Wuttidittachotti
Department of Data Communication and Networking Faculty of Information Technology and Digital Innovation, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 08 1556 5590, E–mail: worawit55@hotmail.com
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.09.008
Received 28 November 2022 ; Revised 2 March 2023 ; Accepted 9 March 2023; Published online: 4 September 2024
© 2025 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Web3 is mostly known as Web3.0. It is a concept that started in 2020. It will stimulate the use of the Internet and increase channels for digital financial transactions. so that it can work more conveniently and securely by applying the blockchain concept to verify transactions and make them more transparent. In this article, we will discuss how blockchain works on Web3 architecture and the legal challenges that have yet to be regulated and supported standards.

Keywords: Web3, Blockchain, Cryptocurrency

Please cite this article as: W. Kitikusoun and P. Wuttidittachotti, "Future Web3 opportunities and challenges," *The Journal of KMUTNB*, vol. 35, no. 1, pp. 1–11, ID. 251-186573, Jan.–Mar. 2025 (in Thai).

1. บทนำ

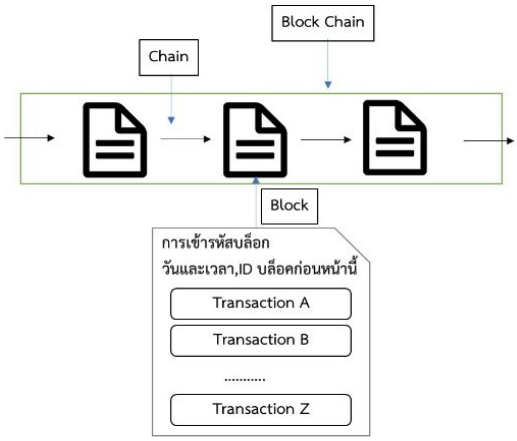
Web3 ได้เพิ่มการทำงานในการเชื่อมต่อกระเป๋าเงินดิจิทัล (Wallet) กับเว็บไซต์ที่ทำธุรกรรมต่าง ๆ ได้โดยตรง ยกตัวอย่างเช่น การแลกเปลี่ยนสินทรัพย์เงินดิจิทัล (Decentralized Exchange) การซื้อขายผลงานจากเจ้าของสินทรัพย์ ศิลปะ รูปภาพ เพลง และสินทรัพย์ในเกมทางดิจิทัลได้ การเลือกดูโฆษณาบนเว็บไซต์ก็จะเป็นอีกหนึ่งรายได้ที่ให้กับผู้ใช้งาน อย่างไรก็ตาม Web3 ถึงจะมีประโยชน์ต่อผู้ใช้งานมาก แต่มีความท้าทายหลายอย่าง เช่น เมื่อมีการนำแอปพลิเคชันที่มีช่องโหว่ไปใช้ อาจจะนำไปสู่ความเสียหายในอนาคต อีกเรื่องจะเป็นเรื่องความน่าเชื่อถือ หรือหลักค้ำประกัน เนื่องจากไม่มีบุคคลที่เป็นเจ้าของระบบโดยตรง การแลกเปลี่ยนสินทรัพย์แบบไม่มีตัวกลาง จะทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือและมีความเสี่ยงต่อการโกงได้ นอกจากนี้การทำงานแบบกระจายนี้ ปัจจุบันไม่มีหน่วยงานกำกับดูแลโดยตรงและไม่มีนโยบายควบคุมของแต่ละประเทศหลาย ๆ คนจึงมองว่าเอื้อประโยชน์ต่อธุรกิจสีเทามากกว่าจะได้ประโยชน์ในเชิงสาธารณะ

การทำงานของบล็อกเชน (Blockchain) บน Web3 ใช้รูปแบบการพัฒนาโปรแกรมแอปพลิเคชันแบบ Opensource นักพัฒนาโปรแกรมจึงสามารถเข้าถึง Source Code ได้ ทำให้เข้าใจการทำงานได้มากขึ้น ซึ่งตอนนี้ได้มีระบบนิเวศทางธุรกิจ (Ecosystem) ที่ให้บริการกับผู้ใช้งานได้ใช้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น Binance Smart Chain (BSC), Solana และ Oasis เป็นต้น เว็บเหล่านี้จะรวบรวมระบบนิเวศของเครือข่ายให้ทำงานร่วมกันได้ ในบทความฉบับนี้จะนำเนื้อหาเรื่องในหัวข้อที่ 2 กล่าวถึงการทำงานบล็อกเชน ในหัวข้อที่ 3 กล่าวถึงการทำงานของ Web3 ในหัวข้อที่ 4 กล่าวถึงการประยุกต์ใช้งาน Web3 ในหัวข้อที่ 5 กล่าวถึงความท้าทายในอนาคตของ Web3 และในหัวข้อที่ 6 กล่าวถึงบทสรุป

2. ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับบล็อกเชน (Blockchain)

แนวคิดเกี่ยวกับบล็อกเชนเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคนิคการเข้ารหัส คณิตศาสตร์ ข้อตกลงร่วมกัน



รูปที่ 1 ลักษณะของบล็อกเชน

สำหรับผู้ที่อยู่ในเครือข่ายบล็อกเชนและอัลกอริทึม โดยแบ่งคุณสมบัติได้ดังนี้

Decentralization คือ การนำข้อมูลธุรกรรมเข้าไปในบล็อกโดยไม่ผ่านการตรวจสอบข้อมูลจากส่วนกลาง

Broadcast คือ การประกาศว่ามีบล็อกเกิดใหม่ให้แก่โหนด (Node) ในระบบ และบันทึกรายการธุรกรรมลงบัญชีรายการข้อมูล เพื่อรับรองว่ามีบล็อกใหม่เกิดขึ้น

Persistency คือ ข้อมูลในบล็อกไม่มีข้อมูลที่เสียและความผิดพลาดของข้อมูลเนื่องจากมีการตรวจสอบ

Algorithm Anonymity คือ ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลของบล็อกได้โดยไม่เปิดเผยตัวตน รวมถึงไม่แสดงข้อมูลว่าใครเป็นเจ้าของข้อมูล จุดเด่นของเทคโนโลยี คือ การไม่สามารถกลับไปแก้ไขธุรกรรมที่ได้รับการยืนยันมาอย่างถูกต้องแล้ว และมีความโปร่งใสไม่ต้องอาศัยคนกลางมาดำเนินการใช้การกระจายแบบไม่รวมศูนย์ (Distributed Ledger Technologies; DLT) ส่งผลให้ธุรกรรมมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ซึ่งระบบดังกล่าวเรียกว่า ระบบบล็อกเชน โดยการทำงานจะบันทึกธุรกรรมต่าง ๆ ลงในบล็อกและเข้ารหัสโดยผู้ที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่มีส่วนได้เสียจะทำการตรวจสอบและยืนยันธุรกรรมนั้น ซึ่งเมื่อแต่ละบล็อกที่ได้รับการรับรองแล้วจะถูกเก็บไว้อย่างชัดเจน ทำให้ผู้ดูแลระบบหรือผู้ไม่หวังดีไม่สามารถแก้ไขข้อมูลภายในบล็อกได้ ลักษณะของบล็อกเชนแสดงไว้ในรูปที่ 1 [1]

จากรูปที่ 1 แสดงถึงส่วนประกอบของบล็อกที่สามารถแบ่งได้ 3 ส่วนประกอบดังนี้

1) ส่วนของหัวของบล็อก มีส่วนประกอบย่อยดังนี้

- ระบุเวอร์ชันของข้อมูลในบล็อก
- ค่าของตัวเลขแบบสุ่ม (Nonce) ค่านี้จะถูกเปลี่ยนค่าไปจนกว่าจะได้ค่าที่เหมาะสม (Hash)
- ค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้านี้ ทำให้รู้ว่าบล็อกนี้เชื่อมต่อจากบล็อกไหน
- วันและเวลาที่สร้างบล็อกนี้ขึ้นมา
- ค่ามาร์คเกอร์ (Marker) ที่ตรวจสอบความถูกต้องว่าบล็อกนี้ไม่มีการแก้ไขข้อมูลธุรกรรม

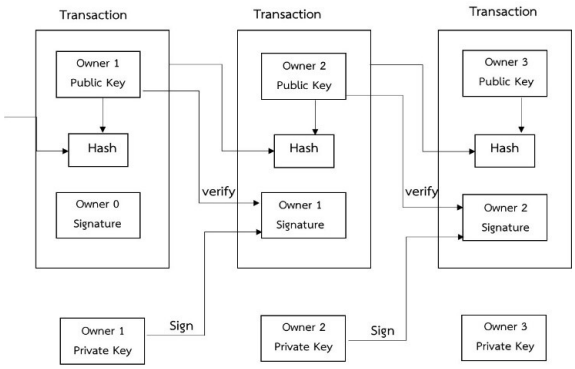
2) ส่วนของธุรกรรม (Transaction) ประกอบไปด้วย

- เลขประจำบล็อก จะเป็นตัวเลขแบบสุ่มและเข้ารหัสแฮชไว้
- เลขบล็อกก่อนหน้านี้แบบเข้ารหัสแฮช
- ข้อมูลธุรกรรมสามารถมีมากกว่า 1 ธุรกรรมได้
- คีย์สาธารณะ (Public Key) จะระบุว่าบล็อกนี้ใครเป็นเจ้าของ ใครเป็นผู้ส่งและผู้รับ

3) ส่วนการแฮชเป็นกระบวนการเข้ารหัสแบบทางเดียว (One way Hash) โดยจะสร้างลายเซ็นดิจิทัลของข้อมูลขึ้นมา ทำให้ไม่สามารถถอดรหัสข้อมูลนั้นกลับมาได้ กระบวนการอ้างอิงรูปที่ 2 เริ่มต้นด้วยการเข้ารหัสด้วยฟังก์ชันแฮชโดยใช้คีย์ส่วนตัวของผู้ส่ง (Private Key) และค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้านี้จะทำให้ได้ลายเซ็นดิจิทัล จากนั้นส่งลายเซ็นดิจิทัลกับคีย์สาธารณะให้กับผู้ตรวจสอบ ถ้าได้ค่าแฮชตรงกันก็สามารถยืนยันได้ว่าข้อความถูกต้องและน่าเชื่อถือ

จากนั้นขั้นตอนต่อไปจะเป็นการพิสูจน์ข้อตกลงที่ทำร่วมกัน (Consensus) ว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ (Proof of Work) และการตรวจสอบความเป็นเจ้าของ (Proof of Stake) โดยจะตรวจสอบจากทุกโหนด (Node) แต่ถ้าข้อมูลนั้นไม่เป็นที่ยอมรับก็จะปฏิเสธบล็อกนั้น ๆ ไปส่วนประกอบหลักที่สำคัญในการเชื่อมต่อบล็อกต่าง ๆ จะใช้โหนดเป็นที่เก็บฐานข้อมูลบัญชีธุรกรรมของผู้ใช้งาน จะแสดงผลในลักษณะที่อยู่ (Address) ที่ไม่สามารถระบุตัวตนของผู้ใช้งาน

ลักษณะของรายการบัญชี เช่น A โอนเงินให้ B



รูปที่ 2 การแฮชค่าคีย์ส่วนตัวและการส่งต่อไปยังบล็อกถัดไป [2]

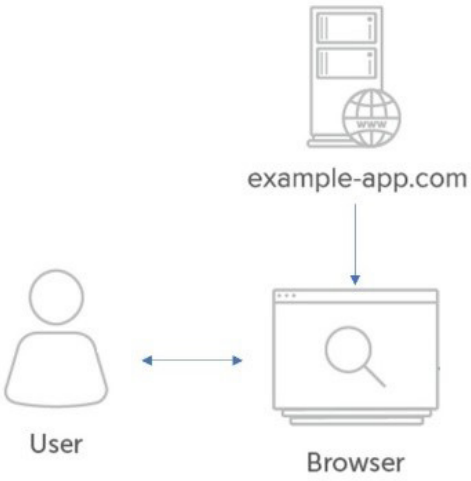
จำนวน 500 บาท และ B โอนเงินให้ C จำนวน 200 บาท ผลลัพธ์ในระบบจะบันทึกว่าที่อยู่ของ B จะมีเงินคงเหลือที่ 300 บาท ระบบจะบันทึกผลลัพธ์ทางบัญชีเท่านั้นแต่ไม่แสดงประวัติการเดินทางของบัญชี ทำให้การปลอมแปลงข้อมูลยากขึ้น เพราะทุก Node จะมีการตรวจสอบและยอมรับข้อมูลที่เหมือนกัน

2.2 การทำงานของ Web3

การพัฒนาของเว็บ Web3 มีการพัฒนาขึ้นมาให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน

1) Web1.0 เกิดขึ้นใน พ.ศ. 2533–2548 ประกอบไปด้วยชุดของลิงก์และโฮมเพจ ผู้ใช้งานไม่สามารถโต้ตอบกับเว็บไซต์ได้ ผู้ใช้งานทำได้เพียงอ่านและนำข้อมูลนั้นไปเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้เท่านั้นหรือเรียกว่าการสื่อสารแบบทางเดียว (One Way Communication) การเชื่อมต่อจะเป็นลักษณะเครื่องใช้งานส่วนบุคคลเชื่อมต่อไปยังโฮมเพจที่มีอยู่บนเครื่องแม่ข่าย โดยผ่านช่องทางอินเทอร์เน็ตและอินทราเน็ตดังรูปที่ 3

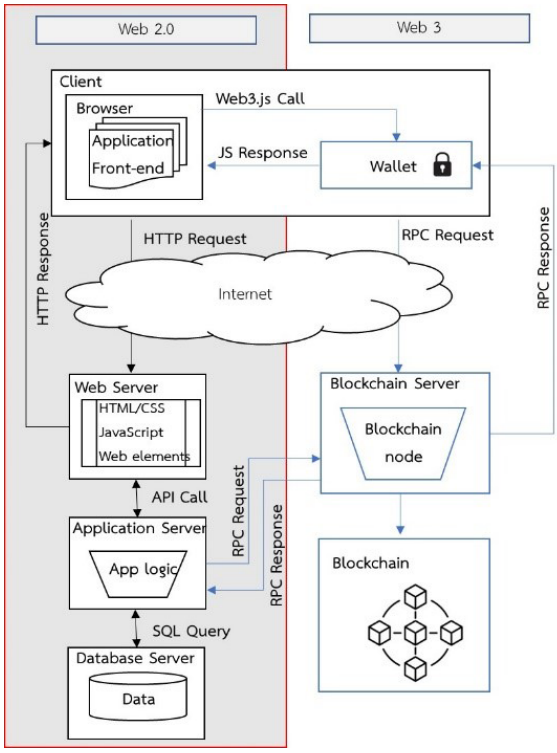
2) Web2.0 เกิดขึ้นใน พ.ศ. 2548–2563 ความสามารถของเว็บคือสามารถอ่าน และเขียนได้จะอยู่ในรูปแบบการสื่อสารแบบสองทาง (Two Way Communication) ใน Web2.0 จะมีผู้ใช้งานเพิ่มเป็นจำนวนรวดเร็วและมีการเปลี่ยนแปลงมาก เช่น การเกิดขึ้นของเว็บไซต์อีคอมเมิร์ซ



รูปที่ 3 ทำงานของ Web1.0

ทำให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้บริโภคให้ไปซื้อขายบนเว็บ และการแบ่งปันข้อความ ภาพถ่าย วีดีโอ หรือหลาย ๆ คนมักเรียกยุคนี้ว่า ยุคแรกของโซเชียลมีเดีย เช่น ICQ, Myspace, Hi5, Facebook และ TikTok ซึ่งจะรวมถึงการนำเทคโนโลยีการเงิน สุขภาพ และอื่น ๆ เข้ามาใช้ ร่วมกับเริ่มมีนวัตกรรมด้านฮาร์ดแวร์ เช่น การนำสมาร์ทโฟน แท็บเล็ตเข้ามาใช้จึงทำให้การเติบโตของ Web2.0 ไปได้อย่างรวดเร็ว ข้อมูลของผู้ใช้งานส่วนใหญ่จะไปอยู่ที่บริษัทใหญ่ ๆ ด้านเทคโนโลยี โดยผู้ใช้งานเริ่มรับรู้และตระหนักว่าบริษัทเหล่านั้นเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลรวมถึงพฤติกรรมการใช้งานและนำไปสร้างโฆษณาและแคมเปญการตลาดที่ได้มาจากการศึกษาพฤติกรรมแต่ละบุคคลแล้ว จากปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้มีการพัฒนา Web3

3) Web3 ลักษณะการทำงานจะอยู่ในรูปแบบคล้าย Web2.0 แต่จะเพิ่มเติมในส่วนของเจ้าของข้อมูลมาโดยให้ผู้ใช้งานมีส่วนในการกำกับดูแล และการดำเนินงานแพลตฟอร์มหรือเว็บไซต์ต่าง ๆ ได้ จะทำงานบนเครือข่ายบล็อกเชนที่โปร่งใส และสามารถตรวจสอบได้ ตามรูปที่ 4 ทั้งนี้ Web3 ยังได้เพิ่มเทคโนโลยีด้าน Machine Learning (ML) ปัญญาประดิษฐ์ (AI) ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เข้ามาด้วย โดยจะเพิ่มเทคโนโลยีด้านการเงินแบบกระจายศูนย์เป็นระบบการเงินแบบไร้ศูนย์กลาง (Decentralized



รูปที่ 4 เปรียบเทียบการทำงานของ Web2.0 และ Web3

Finance) ที่ผู้ใช้งานสามารถฝาก กู้ยืมเงินได้โดยไม่ต้องให้ข้อมูลส่วนบุคคลกับธนาคารหรือสถาบันทางการเงิน

จากรูปที่ 4 สามารถสรุปการทำงานที่เพิ่มขึ้นของ Web3 ได้ว่ามีการเพิ่มการทำงานของบล็อกเชนเข้ามาเพื่อกระจายข้อมูลไปยังบล็อกเชนโหนดต่าง ๆ และเพิ่มในรูป Web2.0 ก็เรียกใช้ Wallet ได้ เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนเงินดิจิทัลได้ง่ายขึ้น

2.2.1 สถาปัตยกรรมของ Web3

สามารถแบ่งการทำงานได้ทั้งหมด 3 ระบบย่อย โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1) Web3 user จะเป็นส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านโปรแกรมเบราว์เซอร์ซึ่งจะเริ่มการทำธุรกรรมทางการเงินตรงจุดนี้

2) Service Provider ผู้ให้บริการในส่วนของบล็อกเชนจะตรวจสอบรายการธุรกรรมที่เข้ามาโดยมีเงื่อนไขในการตรวจสอบจากค่าต่าง ๆ ที่ส่งเข้ามา

3) The Blockchain Maintainer จะทำงานในส่วนของการติดต่อกับสัญญาอัจฉริยะ (Smart Contracts)

2.2.2 การทำงานของ Web3 Protocol [3]

การทำงานของ Web3 Protocol [3] จะแบ่งขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

ขั้นตอนในการเริ่มต้น (General Construction) กระบวนการเริ่มจากการสร้างกระเป๋าเงิน (Address) หรือในกรณีที่มีกระเป๋าอยู่แล้ว ผู้ใช้งานสามารถเข้าสู่ระบบเพื่อระบุกระเป๋าที่จะใช้ จากนั้นจะทำการเชื่อมต่อไปยังบล็อกเชนและฐานข้อมูล ทั้งนี้สามารถแบ่งการทำงานย่อย ๆ ได้ดังนี้

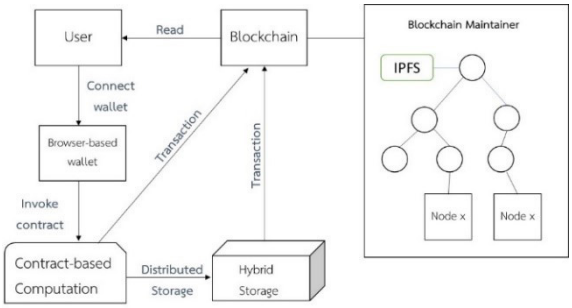
1) การสร้างค่าระบุตัวตน (Identify Creation) ในกระบวนการนี้จะใช้อัลกอริทึมสร้างค่าตัวแปรขึ้นมา จากนั้นนำไปรวมกับเลขที่บล็อกเชนหรือกระเป๋าเงิน ซึ่งในกระเป๋าเงินนี้รวมเลขที่อยู่ของผู้ส่งและเลขที่อยู่ของผู้รับด้วย สุดท้ายจะใช้อัลกอริทึมสร้างความปลอดภัยโดยสร้างกุญแจแบบส่วนตัว กุญแจแบบสาธารณะ และการเข้ารหัสของโครงข่ายที่จะใช้งาน เช่น ถ้าไปใช้โครงข่ายของ Ethereum จะเข้ารหัสแบบฐาน 16

สรุปในขั้นตอนนี้จะได้มาทั้งหมด 3 ส่วน กุญแจจากการเข้ารหัสแบบส่วนตัว (sk), กุญแจจากการเข้ารหัสแบบสาธารณะ (pk) และที่อยู่ (addr)

2) ขั้นตอนการสร้างธุรกรรม (Transaction Generation) ในขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลของผู้ใช้มาสร้างลายเซ็น (Signature) ได้มากจากกุญแจจากการเข้ารหัสแบบส่วนตัว (sk), รวมกับรายการการทำธุรกรรมก่อนหน้านี้และเลขที่ธุรกรรม และรวมกับข้อมูลของสัญญาที่จะเกิดขึ้นจะได้ค่า Transaction (Tx)

3) ขั้นตอนการประมวลผลสัญญา (Contract Execution) ในขั้นตอนการประมวลสัญญาจะใช้อัลกอริทึมรวมค่า สถานะปัจจุบัน, ธุรกรรมที่เกิดขึ้น และสัญญา จะได้ค่าสถานะของการส่งข้อมูล (s) ในการประมวลผลในขั้นตอนนี้ต้องใช้เครือข่ายของ Blockchain Maintainer โดยจะมีผลตอบแทนหรือค่าธรรมเนียมแก่โหนดที่เข้ามาตรวจสอบ

4) ขั้นตอนการตรวจสอบเงื่อนไขของสัญญา (State Consensus) ขั้นตอนนี้จะทำงานบนเครือข่ายของ Blockchain Maintainer จะเป็นการตรวจสอบเงื่อนไขของสัญญา โดยตรวจสอบจากรายการธุรกรรม (Tx) สัญญาอัจฉริยะ (Smart Contract) และสถานะของการส่งข้อมูล (s) และเมื่อตรวจสอบจากโหนดต่าง ๆ โดยเมื่อโหนดต่าง ๆ ยอมรับที่เงื่อนไขคนยอมรับมากกว่า 51% หรือยอมรับมากกว่า 2 ใน 3 จะได้ค่า s ที่เวลา 1 และ Tx ที่เวลา 1

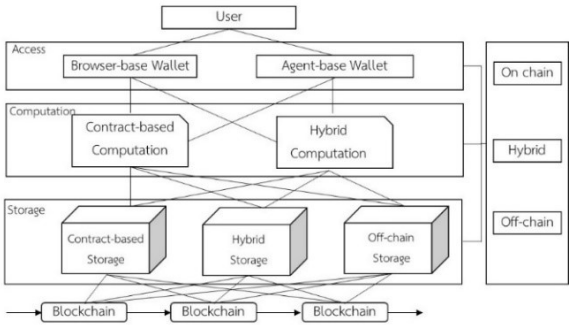


รูปที่ 5 การทำงานของผู้ใช้บน Web3 ในการซื้อขายรูปภาพ NFT [3]

5) ขั้นตอนการตรวจสอบย้อนหลัง (State Retrieval) ในขั้นตอนนี้จุดประสงค์เพื่อนำไปเทียบกับค่า s1 และ Tx1 ว่ามีค่าที่ตรงกันหรือไม่ โดยจะนำกระเป๋า (addr) มารวมกับสัญญา โดยใช้อัลกอริทึม Retrieval ทำให้ได้ค่า s2 และ Tx2 และกระบวนการสุดท้ายนำ s1 และ Tx1 มาเทียบกับ ค่า s2 และ Tx2 ถ้าค่าตรงกันหมายความว่ากระบวนนี้แล้วเสร็จมีความปลอดภัยไม่ถูกแก้ไขและได้การยอมรับจากโหนดต่าง ๆ

2.2.3 ตัวอย่างการทำธุรกรรมบน Web3

จากรูปที่ 5 ผู้ใช้ต้องการขายภาพวาด NFT ที่สร้างขึ้นเองบนเครือข่าย ผู้ใช้งานต้องเชื่อมต่อกระเป๋าเงินกับเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง และส่งคำขอเพื่อสร้าง NFT บนแพลตฟอร์มบล็อกเชนเป้าหมาย เปิดใช้งานการโต้ตอบกับสัญญาอัจฉริยะ สัญญาจะดำเนินการตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ล่วงหน้า หลังจากประมวลแล้ว รูปภาพจะถูกเก็บไว้ในเครือข่ายการจัดเก็บข้อมูลแบบกระจายศูนย์ภายนอก เช่น การใช้เทคนิค Interplanetary File System (IPFS) เป็นการเก็บข้อมูลถาวรแบบกระจายตัว IPFS จะแยกข้อมูลรูปที่มีความละเอียดสูง ออกเป็นชิ้น ๆ และกระจายไปยังโหนดต่าง ๆ โดยติดป้ายกำกับแต่ละรายการด้วยตัวระบุเนื้อหา ตัวระบุที่ส่งคืน



รูปที่ 6 Framework การทำงานของ Web3 [8]

ถูกบันทึกไว้ใน Chain สำหรับการสอบถามเพิ่มเติมจากผู้ใช้ เมื่อทำทั้งหมดเสร็จแล้ว ผู้ขายสามารถติดตามธุรกรรมและ NFT ของเขาบนบล็อกเชน

ผู้ซื้อสามารถซื้อ NFT ของผู้ขายบน Opensea และชำระราคาตามที่ระบุไว้ ความเป็นเจ้าของ NFT นี้จะถูกโอนไปยังผู้ซื้อโดยอัตโนมัติเมื่อชำระเงินเสร็จสิ้น

2.2.4 Framework การทำงานของ Web3

จากรูปที่ 6 แสดงถึง Framework มี 3 ระดับ โดยการทำงานของ Web3 สามารถแจกแจงการทำงานได้ดังนี้ ระดับที่ 1 เมื่อผู้ใช้งานร้องขอการใช้งาน ในชั้นของการเข้าถึงของผู้ใช้งาน (Access Layer) จะรับคำขอจากผู้ใช้โดยแบ่งได้สองแบบ คือ แบบที่หนึ่ง กระเป๋าเงินบนเบราว์เซอร์ (Browser-base Wallet) ผู้ใช้จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องมือส่วนขยาย (Extension) ในเบราว์เซอร์และนำเข้าคีย์ส่วนตัวไปยังกระเป๋าเงินที่ฝังอยู่นี้ เมื่อเรียกดูเว็บไซต์ที่รองรับ Web3 ผู้ใช้สามารถวางปุ่มเชื่อมต่อกระเป๋าเงินได้โดยตรง และฟังก์ชันที่คลิกทั้งหมดในเว็บไซต์นี้จะเรียกใช้ผ่าน API ภายใต้บัญชีผู้ใช้ แต่ปัจจุบันมีเบราว์เซอร์ที่สามารถรองรับการเชื่อมต่อได้โดยผู้ใช้ไม่ต้องเพิ่มส่วนขยาย ยกตัวอย่างเช่น Brave Browser และแบบที่สอง กระเป๋าเงินแบบตัวแทน (Agent-base Wallet) การเปิดใช้งานการประมวลผลแบบชุดคำสั่งที่รับคำสั่งไปรอคิว (Batch Processing) เมื่อมีคำขอจากผู้ใช้งานมาจำนวนมาก ๆ

ในระดับที่ 2 ชั้นของการคำนวณและประมวลผล (Computation Layer) สร้างขึ้นจากสัญญาอัจฉริยะนั้นต้องการการประมวลผลที่สูง โดยการคำนวณแบบ On-Chain สามารถทำได้ทันทีแต่มีค่าใช้จ่ายสูง การคำนวณแบบไฮบริดที่ย้ายงานการคำนวณไปคำนวณแบบ Off-Chain ลดค่าใช้จ่ายลงได้ อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของ On-Chain คือการทำธุรกรรมที่จะต้องได้รับการยืนยันจากโหนดต่าง ๆ หากต้องการให้ธุรกรรมนั้นเสร็จไวก็จำเป็นต้องจ่ายค่าธรรมเนียมที่สูงขึ้น และในส่วนของ Off-Chain คือการทำธุรกรรมที่มีหน่วยงานกลางสามารถตัดสินใจได้เองในการทำธุรกรรมนั้นโดยไม่ต้องส่งให้โหนดอื่น ๆ ช่วยตัดสินใจ ยกตัวอย่างเช่น การแลกเปลี่ยนเงินดิจิทัลบน DEX (Decentralized Exchange) เดียวกันผู้ให้บริการสามารถใช้ Off-Chain ได้ในกรณีที่มีเงินดิจิทัลเพียงพอในการแลกเปลี่ยน ในการคำนวณและประมวลนี้สามารถแบ่งได้สองขั้นตอนดังนี้ การคำนวณตามสัญญา (Contract-based Computation) จะเป็นการทำงาน on-chain ผ่านสัญญาอัจฉริยะ โดยสัญญาอัจฉริยะสามารถเพิกถอนและแก้ไขตามคำแนะนำในสัญญาที่กำหนดไว้ล่วงหน้าได้ และการคำนวณแบบไฮบริด (Hybrid Computation) การคำนวณบางส่วนจะทำงานในรูปแบบ On-Chain และบางส่วนจะเป็นแบบแบบ Off-Chain โดยทั่วไป ต้องใช้อัลกอริทึมในการตรวจสอบยืนยันความสมบูรณ์ระหว่างข้อมูลแบบ On-Chain และ Off-Chain ด้วย

ในระดับที่ 3 ชั้นของพื้นที่การจัดเก็บ (Storage Layer) ข้อมูลที่มีขนาดเล็ก เช่น ข้อมูลของธุรกรรมทั่วไป สามารถจัดเก็บบนเชนโดยตรง แต่สำหรับข้อมูลขนาดใหญ่หรือรูปแบบที่ซับซ้อน เช่น การสตรีมวิดีโอหรือเสียงควรจัดเก็บ (บางส่วน) ให้กับผู้ให้บริการภายนอก สามารถสรุปการจัดเก็บข้อมูลได้ 3 แบบดังนี้

แบบที่หนึ่ง การเก็บข้อมูลแบบออนไลน์ (On-chain Storage) ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้ในเครือข่าย โดยเป็นสถานะของสัญญาอัจฉริยะ การเปลี่ยนแปลงใด ๆ จะถูกบันทึกต่อสาธารณะและสามารถตรวจสอบได้โดยเครือข่ายโหนดทั้งหมด ตามทฤษฎีแล้ว นี่เป็นวิธีที่ดีที่สุดในการป้องกันโหนดที่เป็นอันตรายไม่ให้ทำลายข้อมูล เนื่องจากความโปร่งใสและความรับผิดชอบโดยรวม

แบบที่สอง การจัดเก็บนอกเครือข่าย (Off-chain

Storage) หมายถึงการจัดเก็บข้อมูลในเครือข่าย Off-Chain โดยที่เฉพาะ Hash Root และข้อมูลที่ถูกบันทึกทางออนไลน์ ในขั้นตอนนี้ต้องใช้กระบวนการการตรวจสอบ เช่น การพิสูจน์การมีอยู่ (Proof-of Existence) เพื่อพิสูจน์ความสมบูรณ์ของข้อมูล

แบบที่สาม การเก็บข้อมูลแบบไฮบริด นี่เป็นวิธีผสมผสานที่รวมการจัดเก็บทั้งแบบ เก็บข้อมูลแบบออนไลน์ (On-chain Storage) และเก็บนอกเครือข่าย (Off-chain Storage) ซึ่งหมายถึงการจัดเก็บข้อมูลแบบออฟไลน์ (เช่น วิดีโอและเสียง) และข้อมูลสัญญา (เช่น ประวัติบัญชีและใบรับรอง) แบบออนไลน์

สุดท้ายการปรับแต่งระบบบล็อกเชนให้สามารถรองรับธุรกรรมต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ผู้ให้บริการจำเป็นต้องคำนึงถึงเรื่องของความสามารถในการประมวลผลธุรกรรม ความพร้อมใช้และความสามารถที่รองรับขนาดเครือข่ายที่เพิ่มขึ้น ในส่วนตรงนี้ส่วนใหญ่วัดค่าเป็นรายการการทำธุรกรรมต่อวินาที (Transaction Processing System; TPS) และค่าใช้จ่ายในการทำธุรกรรมจำเป็นต้องไม่สูงมาก เพื่อให้การดำเนินการตามสัญญาอัจฉริยะทำงานได้ และต้องมีระบบปกป้องความปลอดภัยของข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์และป้องกันการเปลี่ยนแปลง อีกส่วนหนึ่งที่ต้องมี คือ การไม่เปิดเผยตัวตนจะใช้รูปแบบการเข้ารหัสเพื่อทำลายความเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้งานกับที่อยู่ของของบัญชี ทำให้ไม่สามารถอ้างอิงได้ว่าที่อยู่นี้เป็นของใคร ทั้งนี้ยังมีการรักษาความลับ การซ่อนข้อมูลที่ละเอียดอ่อนที่แสดงในธุรกรรม รวมถึงมูลค่าสินทรัพย์ด้วย

2.3 การประยุกต์ใช้งาน Web3

ปัจจุบันได้มีการประยุกต์ใช้งาน Web3 ดังนี้ สามารถแบ่งได้ 2 ที่มาดังนี้

2.3.1 รวบรวมจากงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ Web3

Amarin [4] ได้นำเสนอหัวข้อเรื่อง WEB 3.0 and Its Reflections on The Future of E-learning ในบทความพูดถึงการทำงานของ Web3.0 และการนำไปใช้กับระบบ E-learning ที่ใช้ในจุดเด่นของ Semantic Web [5] และ 3D Web ทำให้ผู้ที่เรียนสามารถเข้าใจถึงบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น

Zhuotao และคณะ [6] ได้นำเสนอหัวข้อเรื่อง Make Web3.0 Connected ในบทความพูดถึงขั้นตอนการทำงานของ Web3.0 ที่ทำงานบนบล็อกเชน โดยได้นำภาษา HSL (HyperService Programming Language) เข้ามาใช้ในการนำเสนอแนวคิดการทำงานของ HyperService จุดเด่นของหัวข้อนี้ คือ ได้ทราบถึงกระบวนการทำงานและขั้นตอนการตรวจสอบให้พร้อมสำหรับการไปใช้ในธุรกิจการเงิน

Noy และคณะ [7] ได้นำเสนอหัวข้อเรื่อง A Guide to Creating Your First Ontology นำเสนอระบบการทำงานของออนโทโลยี นำมาประยุกต์ใช้กับเงื่อนไขการเลือกไวน์ โดยใช้ความสัมพันธ์แบบ Semantic Web ทำให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบ Hierarchy ประโยชน์ของงานวิจัย คือ การนำไปใช้เพื่อเลือกไวน์ให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากที่สุด

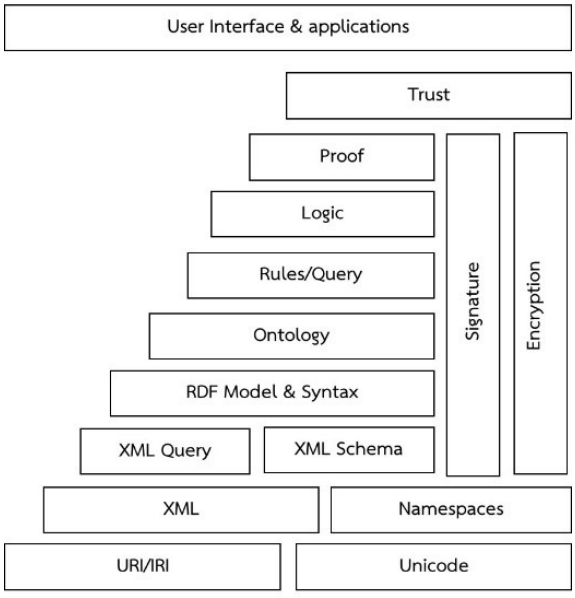
Sheridan และคณะ [8] ได้นำเสนอหัวข้อเรื่อง Web3 Challenges and Opportunities for the Market ในบทความนำเสนอประโยชน์ที่ได้จาก Web3 เช่นการนำไปใช้ของ Semantic และความเสี่ยงที่น่าจะเกิดขึ้นกับ Web3 เช่น ไม่มีการกำกับดูแลภายใต้กฎหมาย ทำให้เสี่ยงต่อการทำผิดกฎหมาย

Momtaz [9] ได้นำเสนอหัวข้อเรื่อง Some Very Simple Economics of Web3 and the Metaverse บทความนำเสนอการนำ Web3 มาใช้ในโลกเสมือนจริง และโอกาสในการทำธุรกิจ NFT ใน Metaverse

Almeida และคณะ [10] ได้นำเสนองานเรื่อง E-commerce Business Models in the Context of WEB 3.0 Paradigm ได้นำเทคโนโลยี Web3 มาสร้างมูลค่าและรูปลักษณ์ของโมเดลธุรกิจใหม่ โดยให้บริการกับผู้ใช้บริการโดยตรงเช่น การให้สิทธิ์การใช้งาน การสมัครสมาชิก การชำระเงินทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือการค้าผ่านมือถือ

2.3.2 ตัวอย่างการนำ Web3 ไปใช้

1) บล็อกเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) [11] [12] Tim Berners-Lee เป็นผู้คิดค้นคำว่า Semantic Web เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดเก็บ และนำเสนอเนื้อหาแบบมีโครงสร้าง รวมถึง สามารถที่จะวิเคราะห์ จำแนก หรือ



รูปที่ 7 ส่วนประกอบของ Web3

จัดแบ่งได้ว่าข้อมูลที่ปรากฏนั้น มีความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่น ๆ ในแต่ละระดับ เป็นการจัดเก็บและนำเสนอแบบมี Hierarchy Semantic Web เกิดจากปัญหาข้อมูลที่สืบค้นไม่มีประสิทธิภาพ เพราะเป็นการค้นหาจากคำค้นหา (Keyword) เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของคำที่ค้นหาได้ แนวทางทาง Semantic Web ตามรูปที่ 7 โดยจะมีขั้นตอนการทำงานของที่เรียกว่า ออนโทโลยี มีความสามารถใช้ข้อมูลร่วมกัน (Share) การนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) และการถ่ายทอดคุณสมบัติ (Inheritance) ยกตัวอย่างการนำไปใช้ในอินเทอร์เน็ตปัจจุบันมีคลังข้อมูลจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น ข้อมูลที่คุณอัปโหลดบน LinkedIn จะไม่ได้รับการอัปเดตโดยอัตโนมัติบน Facebook หรือ Twitter เนื่องจากไม่มีการเชื่อมโยงกันแต่ Semantic Web ออกแบบมาเพื่อเชื่อมต่อข้อมูลทั้งหมด โดยเชื่อมโยงหน้าเว็บและทำให้สามารถทำงานร่วมกันได้ เพื่อไม่ให้ใครต้องอัปโหลดข้อมูลแยกกันบนแพลตฟอร์มออนไลน์ต่าง ๆ โดยสรุปข้อดีของ Semantic Web คือ การสร้างเครือข่ายของข้อมูลเพื่อให้ค้นหาได้ง่ายและรวดเร็วและจัดกลุ่มของข้อมูลตรงตามความต้องการ

2) เทคโนโลยี AI (Artificial Intelligence) เพื่อการเรียนรู้พฤติกรรมของผู้ใช้งานและประมวลผลได้ตรงความต้องการได้ดียิ่งขึ้นและเรียนรู้วิธีการคิดได้ซับซ้อนใกล้เคียงกับมนุษย์ เช่น การสืบค้นข้อมูล จากเมื่อก่อนจะค้นหาจาก Meta tag หรือคำ แต่เมื่อนำ AI เข้ามาใช้จะมีการจดจำพฤติกรรมของผู้ใช้งาน และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการค้นหาครั้งต่อไป

3) ซอฟต์แวร์สามารถสื่อสารกันเองได้ (Software Negotiating with Software) ใน Web2.0 เบราว์เซอร์และเว็บไซต์จะมีส่วนขยาย (Add-on) ช่วยในเรื่องต่าง ๆ เช่น บล็อกโฆษณาต่าง ๆ แต่มีปัญหาเรื่องความล่าช้าในการทำงานแบบเรียลไทม์ แต่ใน Web3 เบราว์เซอร์จะทำงานเหมือนระบบปฏิบัติการที่รันโปรแกรม โดยปลั๊กอินและส่วนขยายจะทำงานเหมือนแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานสามารถกำหนดรูปแบบการทำงานได้โดยตรง

4) 3D Graphic และ Metaverse Web3 จะมีลักษณะการประมวลผลแบบไฮบริดสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือนได้แบบไร้รอยต่อ ยกตัวอย่างการนำไปใช้ เช่น เกมแบบ 3 มิติ ธุรกิจด้านอสังหาริมทรัพย์ การซื้อสินค้าที่จำลองร้านค้าเหมือนโลกจริง

5) รองรับเทคโนโลยี NFT (Non-Fungible Token) มีคุณสมบัติที่ให้ผู้ใช้งานและผู้สร้างสรรผลงานสามารถเป็นเจ้าของสินทรัพย์ทางดิจิทัลได้ เช่น ศิลปะ รูปภาพ เพลง สินทรัพย์ในเกม และอื่น ๆ โดย NFT จะทำงานบนบล็อกเชน Ethereum หรือเครือข่าย ๆ อื่นที่ให้บริการ

6) โครงการ Web3 หลายโครงการที่สร้างเพื่อเข้าสู่ระบบการศึกษาใหม่

6.1) โครงการ K12 Crypto เป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้เพื่อหารายได้ฟรีสำหรับนักเรียนและโรงเรียน K12 ที่ช่วยให้นักเรียนได้รับ Stablecoin ที่สำรองไว้และสินทรัพย์ดิจิทัลอื่น ๆ ในระหว่างการศึกษาของพวกเขา นักเรียนสามารถเรียนรู้เพื่อหารายได้บนแพลตฟอร์ม ในขณะที่โรงเรียนสามารถรวมการเข้ารหัส K12 เพื่อปลดล็อกรางวัลผู้เรียนเพิ่มเติมและจูงใจ เมื่อสำเร็จการศึกษา นักเรียนจะใช้กระเป๋าเงินที่ถูกล็อคไว้ได้

6.2) โครงการชื่อ k20 ได้สร้าง “Eduverse” ซึ่งเป็นศูนย์กลาง Metaverse สำหรับนักศึกษา ภารกิจของพวกเขา คือ การเชื่อมโยงนักศึกษาจากทั่วโลกเพื่อร่วมมือกันแก้ไขปัญหาในท้องถิ่น ดังที่ Vriti Saraf ผู้ก่อตั้ง k20 กล่าวว่า “เป็นเวลานานมากแล้ว ข้อมูลประจำตัวของเรามุ่งเน้นไปที่เกรดและชื่อของสถาบันที่ตรวจสอบ ในทางกลับกัน หากเรามุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์และประสิทธิภาพ คุณจะได้รับประโยชน์อะไร ถ้าฉันเรียนวิชาวิทยาการหุ่นยนต์ ฉันสามารถนำหุ่นยนต์จริงมาใช้ร่วมกันได้ไม่ใช่เกรดผู้คนสามารถติดตามกระบวนการ และเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีขึ้นมากว่าฉันเป็นใครและได้เรียนรู้อะไร”

2.4 ความท้าทายในอนาคตของ Web3

เนื่องจากเริ่มมีการนำ Web3 มาปรับเข้าใช้มากขึ้น ความท้าทายที่ผู้ให้บริการจำเป็นต้องแก้ไขโดยสรุปมีดังนี้

ในแนวคิดของการออกแบบพื้นฐาน Web3 ในอุดมคติควรกำจัดคนกลางทั้งหมด โดยไม่มีฐานข้อมูลส่วนกลางหรืออุปกรณ์คำนวณ บล็อกเชนเป็นแพลตฟอร์มแบบกระจายศูนย์สำหรับการคำนวณและจัดเก็บข้อมูล แต่ในปัจจุบันด้วยทรัพยากรที่มีอย่างจำกัด ยังจำเป็นที่จะต้องมีการจัดเก็บข้อมูลบางส่วนไว้ที่ผู้ให้บริการ การยืนยันความโปร่งใสของผู้ให้บริการจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมาก ซึ่งผู้ให้บริการส่วนใหญ่มีเอกสารชี้แจง (White Paper) แต่หลาย ๆ ครั้งก็มีข่าวว่าผู้ให้บริการไม่โปร่งใส มีการย้ายทรัพย์สินออกจากระบบ ในอนาคตถ้าหากไม่มีหน่วยงานกลางเข้ามาจัดการอาจสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้ใช้งานได้มากยิ่งขึ้น

ในเรื่องของนโยบายการควบคุมของภาครัฐและหน่วยงานกำกับดูแล ปัจจุบันยังไม่มีความแน่ชัดเรื่องการกฎหมายที่รองรับ ในแต่ละประเทศพยายามออกมาควบคุมแต่ทำได้เพียงภายในประเทศของตนเท่านั้นไม่สามารถออกเป็นมาตรฐานเดียวกันทุกประเทศได้

รูปแบบของการทำงานของบล็อกเชน เกิดจากการพัฒนาโปรแกรมร่วมกันแบบ Open Source ช่องโหว่อาจจะเกิดขึ้นโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ ในหลาย ๆ ครั้งผู้ที่ไม่หวังดีหาผลประโยชน์จากช่องโหว่นี้ และเมื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้บริการผ่าน Web3 การจารกรรมต่าง ๆ อาจจะเกิดขึ้นได้ตั้งแต่การดักข้อมูลที่เครื่องของผู้ใช้งานจนไปถึงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในการรับส่งข้อมูล เนื่องจากการทำธุรกรรมส่วนใหญ่จะมีเรื่องเงินเข้ามาเกี่ยวข้อง

3. อภิปรายผลและสรุป

จากบทความที่ได้นำเสนอมานั้น จะเห็นได้ว่า Web3 เริ่มเข้ามามีบทบาทช่วยให้การแลกเปลี่ยนเงินดิจิทัล และการซื้อขาย NFT Game ภาพวาด และอื่น ๆ สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น ผู้ใช้งานเพียงมีประเป๋าเงินก็สามารถเลือกที่จะซื้อหรือจะขายได้ในทันที นอกเหนือจากการแลกเปลี่ยน Web3 ยังเข้ามาเปลี่ยนโลกของอินเทอร์เน็ตด้วยการทำงานที่เพิ่มขึ้น เช่น นำฟังก์ชันเรื่องของ 3D มาใช้ในโลกของ Metaverse เพิ่มขีดความสามารถของระบบค้นหาจากเมื่อก่อนค้นหาจากคำเพียงอย่างเดียว แต่ในตอนนี้ Web3 ได้นำ AI เข้าช่วยหาความสัมพันธ์ของเนื้อหา เพื่อให้ตรงความต้องการมากยิ่งขึ้น ทำให้อนาคตจะมีการใช้งาน Web3 เพิ่มขึ้นแต่มีสิ่งที่ท้าทาย เช่น ความปลอดภัยในการแลกเปลี่ยนเงินดิจิทัล ไม่มีกฎหมายหรือหน่วยงานกำกับดูแลโดยตรง ความไม่เสถียรและพร้อมใช้ของระบบ ทั้งหมดเป็นปัญหาที่ผู้พัฒนาระบบจะต้องช่วยกันแก้ไข เพื่อสร้างความโปร่งใสและสร้างความน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้งานต่อไป

ซึ่งในปัจจุบันธนาคารแห่งประเทศไทยนิยามว่าเงินดิจิทัลเป็นหน่วยข้อมูลด้านอิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้งานเงินดิจิทัลได้เพราะไม่ผิดกฎหมาย แต่ต้องยอมรับในความเสี่ยงภัยนั้นเอง อีกทั้งยังไม่มีการออกมาตรการใดมากกำกับดูแลการใช้บิทคอยน์และไม่อยู่ภายใต้กฎหมายใดของประเทศไทย การใช้หรือการถือครองบิทเงินดิจิทัล จึงไม่ได้รับการคุ้มครองจากหน่วยงานใดของประเทศไทย ผู้ใช้บริการจึงต้องคำถึงเรื่องเหล่านี้

เอกสารอ้างอิง

[1] I. Sasitorn and T. Areepong, “Blockchain-based credit transfer for higher education institutions,” *International Journal of Educational*

Communications and Technology (IJECT), vol. 2, no. 2, pp. 46–60, 2022.

[2] G. Korpal and D. Scott. (2022). Decentralization and web3 technologies. arizona. [Online]. Available: https://2018.web3summit.com/speakers

[3] Q. Wang, R. Li, Q. Wang, S. Chen, M. Ryan, and T. Hardjono, "Exploring Web3 From the View of Blockchain," *arXiv:2206.08821*, 2022.

[4] N. Z. Amarin, "Web 3.0 and its reflections on the future of e-learning," *Academic Journal of Science*, vol. 4, no. 2, pp. 115–122, 2015.

[5] J. Cano-Benito, A. Cimmino, and R. García-Castro, "Towards blockchain and semantic web," *in Lecture Notes in Business Information Processing,* vol. 373, 2019, pp. 220–231.

[6] Z. Liu, Y. Xiang, J. Shi, P. Gao, H. Wang, X. Xiao, B. Wen, Q. Li, and Y. Hu, "Make web3.0 connected," *IEEE Trans Dependable Secure Comput*, vol. 19, no. 5, pp. 2965–2981, 2022.

[7] N. F. Noy and D. L. Mcguinness. (2012). *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*.[Online]. Available: www.unspsc.org

[8] D. Sheridan, J. Harris, F. Wear, J. Cowell, E. Wong, and A. Yazdinejad, "Web3 challenges and opportunities for the market," *arXiv:2209.02446*, 2022.

[9] P. P. Momtaz, "Some very simple economics of web3 and the metaverse," *FinTech*, vol. 1, no. 3, pp. 225–234, 2022.

[10] F. Almeida, J. D. Santos, and J. A. Monteiro, "E-commerce business models in the context of web 3.0 paradigm," *International Journal of Advanced Information Technology,* vol. 3, no. 6, pp. 1–12, 2013.

[11] G. Shrivastava, D. N. Le, and K. Sharma, *Cryptocurrencies and Blockchain Technology Applications.* John Wiley & Sons, 2020.

[12] M. Ruta, F. Scioscia, S. Ieva, G. Capurso, and E. di Sciascio, "Regular research paper: Blockchain, Service-Oriented Architecture, Semantic Web of Things, Semantic Web," *Journal of Internet of Things (OJIOT)*, vol. 3, no. 1, 2017.