

การทดลองใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อควบคุมอัตราการปล่อยโทเคนในระบบจำลอง GameFi เพื่อเพิ่มเสถียรภาพทางเศรษฐกิจ

An Experimental Study of AI-Based Token Emission Control in GameFi Simulation for Economic Stability

อภิชาติ คำปลิว^{1*}, สุทธิรักษ์ ตาละลักษณ์² และ วันชพร เพาะปลูก³

^{1,2} คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ 19/1 ถ.เพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร 10160

³ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ 19/1 ถ.เพชรเกษม แขวงหนองค้างพลู เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร 10160

*ติดต่อ: apichartc@saui.ac.th, 0816805108

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการควบคุมอัตราการปล่อยโทเคนต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของระบบจำลอง GameFi โดยใช้การวิจัยเชิงทดลองในสภาพแวดล้อมจำลองร่วมกับแบบจำลองเชิงตัวแทนเพื่อเปรียบเทียบนโยบายการปล่อยโทเคน 3 รูปแบบ ได้แก่ Fixed Emission, Rule-Based Control และ AI-Controlled Emission โดยใช้ผู้เล่นจำลอง 500 ราย จำลองระยะเวลา 120 เวลา (Time Steps) และทำซ้ำ 30 รอบ ตัวชี้วัดที่ใช้ ได้แก่ ความผันผวนของราคาโทเคนและอัตราเงินเฟ้อของโทเคน ซึ่งผลการวิจัยพบว่าแนวทาง AI-Controlled Emission ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยสามารถลดความผันผวนของราคาและควบคุมอัตราเงินเฟ้อได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อีกทั้งงานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าปัญญาประดิษฐ์มีศักยภาพในการออกแบบและควบคุมเศรษฐกิจดิจิทัลของระบบ GameFi ให้มีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น

คำหลัก: GameFi, ควบคุมการปล่อยโทเคน, ปัญญาประดิษฐ์

Abstract

This research aimed to study the effect of using artificial intelligence to control the token release rate on the economic stability of the GameFi model system. A simulation-based experimental research was conducted using an agent-based model consisting of 500 simulated players over a 120-time steps simulation period. The research compared three token release policies: (1) Fixed Emission, (2) Rule-Based Control, and (3) AI-Controlled Emission. The results showed that the AI-controlled token release approach significantly reduced price volatility and controlled token inflation better than the fixed policy. The results reflect the potential of applying AI to design digital economic mechanisms on the GameFi platform.

Keywords: Artificial Intelligence, GameFi, Token Emission

1. บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีบล็อกเชนได้มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจดิจิทัลและแพลตฟอร์มแบบกระจายศูนย์ [1], [3] หนึ่งในแนวโน้มที่ได้รับความนิยมอย่างมากคือ GameFi (Game Finance) [2] ซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างเกมออนไลน์และระบบการเงินแบบกระจายศูนย์ (DeFi) โดยผู้เล่นสามารถได้รับสินทรัพย์ดิจิทัลหรือโทเคนจากกิจกรรมภายในเกม [15]

อย่างไรก็ตาม ระบบเศรษฐกิจภายใน GameFi มักเผชิญปัญหาความไม่เสถียร เช่น ภาวะเงินเฟ้อของโทเคนและความผันผวนของราคาสินทรัพย์ดิจิทัล ซึ่งอาจส่งผลต่อแรงจูงใจของผู้เล่นและความยั่งยืนของแพลตฟอร์ม [12]

ปัจจุบัน ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์และบริหารจัดการระบบเศรษฐกิจดิจิทัลมากขึ้น โดยเฉพาะการใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อช่วยในการตัดสินใจเชิงระบบและการปรับตัวของกลไกเศรษฐกิจ [5], [6]

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อควบคุมอัตราการปล่อยโทเคนในระบบ GameFi ผ่านการทดลองบนสภาพแวดล้อมจำลองเพื่อประเมินผลกระทบต่อเสถียรภาพของเศรษฐกิจภายในระบบ

2. วัตถุประสงค์งานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาแบบจำลองเศรษฐกิจของระบบ GameFi ในสภาพแวดล้อมจำลองโดยใช้แบบจำลองเชิงตัวแทน (Agent-Based Model)

2.2 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของนโยบายการปล่อยโทเคน 3 รูปแบบ ได้แก่ Fixed Emission, Rule-Based Control และ AI-Controlled Emission

2.3 เพื่อศึกษาผลของการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการควบคุมอัตราการปล่อยโทเคนต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของระบบ GameFi โดยพิจารณาจากความ

ผันผวนของราคาและอัตราเงินเฟ้อของโทเคน

3. สมมติฐานการวิจัย

งานวิจัยนี้กำหนดสมมติฐานเพื่อศึกษาผลของนโยบายการปล่อยโทเคนต่อเสถียรภาพของระบบเศรษฐกิจ GameFi ดังนี้

3.1 H1: นโยบายการปล่อยโทเคนที่แตกต่างกันส่งผลต่อความผันผวนของราคาโทเคน (Price Volatility) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.2 H2: นโยบายการปล่อยโทเคนที่แตกต่างกันส่งผลต่ออัตราเงินเฟ้อของโทเคน (Inflation Rate) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.3 H3: นโยบาย AI-Controlled Emission ให้เสถียรภาพทางเศรษฐกิจดีกว่านโยบายอื่น

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Cong, Li และ Wang (2021) ได้เสนอแบบจำลองเศรษฐศาสตร์ของโทเคนในระบบบล็อกเชน โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับและมูลค่าของโทเคนในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล ผลการศึกษาพบว่าการออกแบบกลไก Tokenomics มีผลอย่างมากต่อเสถียรภาพของระบบ [12]

Chen และ Bellavitis (2020) ได้ศึกษาการพัฒนาเกมบนเทคโนโลยีบล็อกเชนและผลกระทบต่อเศรษฐกิจดิจิทัล โดยพบว่าการออกแบบระบบเศรษฐกิจภายในเกมเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความยั่งยืนของแพลตฟอร์ม [13]

แม้ว่างานวิจัยที่ผ่านมาได้ศึกษาระบบเศรษฐกิจของโทเคนและแพลตฟอร์มบล็อกเชน แต่การใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อควบคุมกลไกเศรษฐกิจของระบบ GameFi [14] ยังมีการศึกษาค่อนข้างจำกัด งานวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางการทดลองโดยใช้แบบจำลองเชิงจำลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการควบคุมการปล่อยโทเคนด้วย AI

4. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้ การวิจัยเชิงทดลองในสภาพแวดล้อมจำลอง (Simulation-Based Experimental Research) โดยพัฒนาแบบจำลองเศรษฐกิจของระบบ GameFi ด้วยแบบจำลองเชิงตัวแทน (Agent-Based Model) [10], [11] เพื่อจำลองพฤติกรรมของผู้เล่นและกลไกการหมุนเวียนของโทเคนในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล

4.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการทดลองเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Experiment) โดยศึกษาผลของนโยบายการปล่อยโทเคนที่แตกต่างกันต่อเสถียรภาพของระบบเศรษฐกิจ GameFi ในสภาพแวดล้อมจำลอง

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรในการวิจัยนี้คือผู้เล่นในระบบ GameFi ซึ่งมีพฤติกรรมการใช้งานและการได้รับโทเคนที่แตกต่างกันในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นผู้เล่นจำลอง (Simulated Agents) จำนวน 500 ราย ซึ่งสร้างขึ้นด้วยแบบจำลองเชิงตัวแทน โดยกำหนดให้มีพฤติกรรมที่หลากหลาย เช่น ระยะเวลาในการเล่น ความสามารถในการทำภารกิจ และรูปแบบการใช้โทเคน

โดยจำลองการมีปฏิสัมพันธ์ในเกมเป็นจำนวน 120 เวลา (Time Steps) ซึ่งแต่ละรอบแทนระยะเวลา 1 วัน และทำการทดลองซ้ำจำนวน 30 รอบ (Runs) ภายใต้อาณัติแบบสุ่ม (Random Seeds) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง

4.3 ตัวแปรการวิจัย

ตัวแปรต้น (Independent Variable)

นโยบายการปล่อยโทเคนในระบบ GameFi ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่

- 1) Fixed Emission
- 2) Rule-Based Control

3) AI-Controlled Emission

ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

- 1) ความผันผวนของราคาโทเคน (Price Volatility)
- 2) อัตราเงินเฟ้อของโทเคน (Inflation Rate)

4.4 เครื่องมือและแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาแบบจำลองเศรษฐกิจของระบบ GameFi งานวิจัยนี้ได้ออกแบบแบบจำลองในลักษณะเชิงผสม (Integrated Simulation Model) โดยอ้างอิงลักษณะของระบบ GameFi [2] ซึ่งเป็นระบบที่ประกอบด้วยผู้เล่นจำนวนมากที่มีปฏิสัมพันธ์กันในสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจดิจิทัล และต้องอาศัยกลไกควบคุมเพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบ ดังนั้น แบบจำลองจึงถูกพัฒนาโดยบูรณาการแนวคิดจากแบบจำลองเชิงตัวแทน (Agent-Based Modeling) แบบจำลองเศรษฐศาสตร์ และแบบจำลองการควบคุมด้วยปัญญาประดิษฐ์เข้าด้วยกัน [7], [8]

1. แบบจำลองเชิงตัวแทน (Agent-Based Model: ABM) แบบจำลองเชิงตัวแทนถูกนำมาใช้เนื่องจากระบบ GameFi มีลักษณะเป็นระบบซับซ้อน (complex system) ที่ประกอบด้วยผู้เล่นจำนวนมากซึ่งมีพฤติกรรมแตกต่างกันและมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง โดย ABM สามารถจำลองพฤติกรรมของผู้เล่นรายบุคคล เช่น การเล่นเกมเพื่อรับโทเคน (earn) การใช้โทเคน (spend) และการขายโทเคน (sell) และสามารถสะท้อนผลกระทบของพฤติกรรมเหล่านี้ต่อระบบโดยรวมได้อย่างเหมาะสม [16]

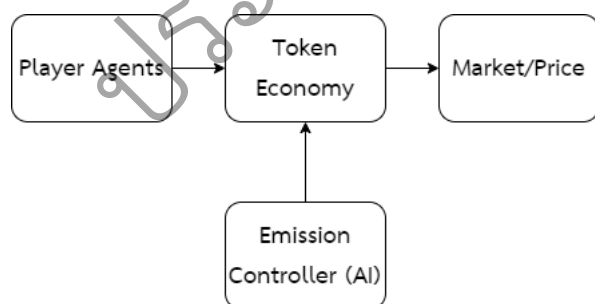
2. แบบจำลองเศรษฐกิจของโทเคน (Token Economy Model) แบบจำลองเศรษฐกิจของโทเคนถูกใช้เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจของระบบ GameFi โดยครอบคลุมความสัมพันธ์ระหว่างอุปสงค์ อุปทาน และราคาของโทเคน ซึ่งอิงตามหลักเศรษฐศาสตร์พื้นฐานเกี่ยวกับกลไกตลาด (supply-demand mechanism) โดยราคาของโทเคนจะเปลี่ยนแปลงตามพฤติกรรมของผู้เล่นและปริมาณโทเคนในระบบ

แบบจำลองดังกล่าวนี้ทำหน้าที่เป็นสภาพแวดล้อมหลัก (environment) ที่รองรับการทำงานของผู้เล่นและกลไกควบคุม [17]

3. แบบจำลองการควบคุมการปล่อยโทเคนด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-Based Emission Control Model) เนื่องจากระบบ GameFi มีความผันผวนสูง งานวิจัยนี้จึงใช้แบบจำลอง Machine Learning ประเภท Multiple Linear Regression [9] เพื่อพยากรณ์อัตราการปล่อยโทเคนในช่วงเวลาถัดไป (emission_{t+1}) จากตัวแปรนำเข้า ได้แก่ ความต้องการโทเคน (demand), อัตราเงินเฟ้อ (inflation rate) และการเปลี่ยนแปลงของราคา (price change) โดยข้อมูลสำหรับการฝึกแบบจำลองถูกสร้างจากการจำลองข้อมูล และประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้ค่า R^2 และ Root Mean Squared Error (RMSE) ซึ่งการใช้แบบจำลองดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของการควบคุมเชิงปรับตัว (adaptive control) [6]

งานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองทั้งสามส่วนมาบูรณาการเข้าด้วยกันเป็นแบบจำลองระบบเศรษฐกิจของ GameFi ที่สามารถจำลองปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่น ระบบเศรษฐกิจ และกลไกควบคุมได้อย่างครบถ้วน ซึ่งถือเป็นผลลัพธ์ของการพัฒนาแบบจำลองตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

โครงสร้างของแบบจำลองระบบเศรษฐกิจของ GameFi ดังแสดงในแผนภาพ Context Diagram ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่นจำลอง ระบบเศรษฐกิจของโทเคน และกลไกควบคุมการปล่อยโทเคน

นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ใช้ภาษา Python เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาและดำเนินการจำลอง เนื่องจากมีความเหมาะสมสำหรับการคำนวณเชิงตัวเลข และการพัฒนาแบบจำลองเชิงทดลอง

4.5 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

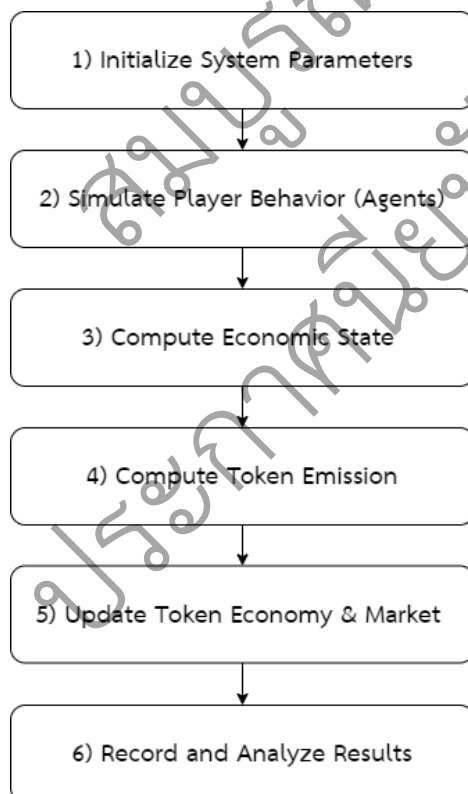
การดำเนินการวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบ GameFi, Tokenomics และปัญญาประดิษฐ์ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบแบบจำลอง
- 2) ออกแบบและพัฒนาแบบจำลองระบบ GameFi ในสภาพแวดล้อมจำลอง โดยประกอบด้วยแบบจำลองเชิงตัวแทน (Agent-Based Model) แบบจำลองเศรษฐกิจของโทเคน และกลไกควบคุมการปล่อยโทเคน
- 3) สร้างผู้เล่นจำลอง (Agents) และทำการกำหนดพฤติกรรมของผู้เล่น เช่น การเล่นเกม การรับโทเคน และการซื้อขายโทเคน
- 4) พัฒนาแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์สำหรับควบคุมอัตราการปล่อยโทเคนในกรณี AI-Controlled Emission
- 5) กำหนดนโยบายการปล่อยโทเคน 3 รูปแบบ ได้แก่ Fixed Emission, Rule-Based Control และ AI-Controlled Emission เพื่อใช้ในการทดลอง
- 6) ออกแบบการทดลองและกำหนดเงื่อนไขการจำลอง ได้แก่ จำนวนผู้เล่น 500 ราย ระยะเวลาการจำลอง 120 เวลา (Time Steps) และจำนวนรอบการทดลอง 30 รอบ
- 7) ดำเนินการจำลองระบบตามเงื่อนไขที่กำหนด และบันทึกข้อมูลตัวชี้วัด ได้แก่ ความผันผวนของราคาโทเคนและอัตราเงินเฟ้อของโทเคน

- 8) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ One-way ANOVA เพื่อเปรียบเทียบผลของแต่ละนโยบาย
- 9) สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

4.6 การออกแบบการทดลอง (Experimental Design)

งานวิจัยนี้ใช้การจำลองเชิงทดลองเพื่อเปรียบเทียบนโยบายการปล่อยโทเคน 3 รูปแบบ ได้แก่ Fixed Emission, Rule-Based Control และ AI-Controlled Emission [12] โดยใช้ผู้เล่นจำลอง 500 ราย เป็นระยะเวลา 120 เวลา (Time Steps) และทำซ้ำ 30 รอบ ตัวแปรนำเข้า ได้แก่ ความต้องการโทเคน อัตราเงินเฟ้อ และการเปลี่ยนแปลงของราคา ส่วนตัวชี้วัด ได้แก่ ความผันผวนของราคาโทเคนและอัตราเงินเฟ้อของโทเคน รายละเอียดกระบวนการจำลองและกลไกควบคุมแสดงใน รูปที่ 2 และ รูปที่ 3



รูปที่ 2 แสดงลำดับขั้นของกระบวนการจำลอง

จากรูปที่ 2 แสดงลำดับขั้นของกระบวนการจำลอง ตั้งแต่การกำหนดค่าพารามิเตอร์ การสร้างผู้เล่น

จำลอง การจำลองกิจกรรมรายวัน การประเมินเศรษฐกิจของระบบ การปรับอัตราการผลิตโทเคนด้วย AI และการบันทึกผลเพื่อนำไปวิเคราะห์เชิงสถิติ

- ขั้นตอนการจำลองประกอบด้วย
- 1) กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของระบบ
- 2) จำลองพฤติกรรมของผู้เล่น (Agents)
- 3) คำนวณสถานะเศรษฐกิจ (ความต้องการโทเคน อัตราเงินเฟ้อ และการเปลี่ยนแปลงของราคา)
- 4) คำนวณอัตราการผลิตโทเคน (Emission)
- 5) ปรับปรุง Token Economy และ Market
- 6) บันทึกข้อมูลผลลัพธ์ และวิเคราะห์ผล

ในขั้นตอนการคำนวณอัตราการผลิตโทเคน กรณี AI-Controlled Emission จะ ใช้ แบบ จำ ล อ ง ปัญญาประดิษฐ์ในการกำหนดค่า emission โดยมีกระบวนการดังแสดงใน รูปที่ 3

```

Input:
    demand_t, inflation_t, price_change_t

Output:
    emission_t+1

Begin
    state_t ← [demand_t, inflation_t, price_change_t]

    # AI prediction (core component)
    emission_t+1 ← Regression_Model.predict(state_t)

    # constraint control (not AI)
    emission_t+1 ← clip(emission_t+1, min, max)

    Return emission_t+1
End
  
```

รูปที่ 3 แสดง Pseudo-code ของ AI Emission Control

5. ผลการวิจัย

ผลการทดลองจากแบบจำลองเชิงตัวแทนแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของนโยบายการปล่อยโทเคนทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ Fixed Emission, Rule-Based Control และ AI-Controlled Emission โดยสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองของนโยบายการปล่อยโทเคนในระบบ GameFi แบบจำลอง

นโยบาย	Price Volatility (σ)	Inflation Rate (%)
Fixed Emission	0.21	8.5
Rule-Based Control	0.15	6.2
AI-Controlled Emission	0.09	4.3

จากตารางที่ 1 พบว่า นโยบาย AI-Controlled Emission ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในทั้งสองตัวชี้วัด กล่าวคือมีค่าความผันผวนของราคาโทเคนต่ำที่สุดที่ 0.09 และมีอัตราเงินเฟ้อต่ำที่สุดที่ 4.3% เมื่อเทียบกับ Fixed Emission และ Rule-Based Control แสดงให้เห็นว่าการใช้ AI สามารถช่วยปรับระดับการปล่อยโทเคนให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจของระบบได้ดีกว่านโยบายอีกสองรูปแบบ

ในทางกลับกัน นโยบาย Fixed Emission ให้ค่าความผันผวนของราคาและอัตราเงินเฟ้อสูงที่สุด โดยมีค่า 0.21 และ 8.5% ตามลำดับ สะท้อนว่าการปล่อยโทเคนในอัตราคงที่ทุกวันอาจทำให้เกิดการสร้างโทเคนเกินความต้องการของระบบ ส่งผลให้อุปทานเพิ่มขึ้นเร็วเกินไปและก่อให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างอุปสงค์กับอุปทาน

ส่วนนโยบาย Rule-Based Control ให้ผลลัพธ์อยู่ในระดับกลาง โดยสามารถลดทั้งความผันผวนและอัตราเงินเฟ้อได้ดีกว่า Fixed Emission แต่ยังไม่ค่อยกว่า AI-Controlled Emission เนื่องจากกฎที่กำหนดไว้ล่วงหน้าไม่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงพลวัตของระบบได้ละเอียดเท่ากับโมเดล AI

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ One-way ANOVA

ตัวชี้วัด	F-value	p-value	ผลการทดสอบ
Price Volatility	8.42	0.003	มีนัยสำคัญทางสถิติ
Inflation Rate	6.91	0.009	มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 2 พบว่า ทั้ง ความผันผวนของราคาโทเคน (Price Volatility) และอัตราเงินเฟ้อของโทเคน (Inflation Rate) มีค่า p-value ต่ำกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของผลลัพธ์ระหว่างนโยบายทั้ง 3 มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นจึงสนับสนุนสมมติฐาน H1 และ H2 ที่ตั้งไว้

เมื่อพิจารณาพร้อมกับค่าเฉลี่ยในตารางที่ 1 ยังพบว่านโยบาย AI-Controlled Emission ให้ผลลัพธ์ด้านเสถียรภาพที่ดีที่สุด จึงสามารถกล่าวได้ว่าผลการวิจัยสนับสนุนสมมติฐาน H3 ด้วยเช่นกัน

6. การอภิปรายผล

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นโยบายการปล่อยโทเคนมีผลโดยตรงต่อเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของระบบ GameFi โดยเฉพาะในด้านความผันผวนของราคาและอัตราเงินเฟ้อ

จากผลการทดลอง พบว่า Fixed Emission มีค่าความผันผวนและอัตราเงินเฟ้อสูงที่สุด เนื่องจากไม่สามารถปรับตัวตามสถานะของระบบได้ ส่งผลให้เกิดการปล่อยโทเคนเกินความต้องการในบางช่วงเวลา ในขณะที่ Rule-Based Control สามารถลดความผันผวนได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังมีข้อจำกัดจากการใช้กฎที่ตายตัว ซึ่งไม่สามารถรองรับความซับซ้อนของระบบได้อย่างเต็มที่

ในทางตรงกันข้าม AI-Controlled Emission สามารถลดทั้งความผันผวนของราคาและอัตราเงินเฟ้อได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐาน H1 และ H2 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์สามารถเรียนรู้

และปรับตัวตามสภาวะของระบบเศรษฐกิจได้แบบไดนามิก โดยการปรับอัตราการปล่อยโทเคนให้เหมาะสมกับระดับ demand และ inflation ในแต่ละช่วงเวลา

นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ One-way ANOVA ที่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยังช่วยยืนยันว่าความแตกต่างของผลลัพธ์ไม่ได้เกิดจากความบังเอิญ แต่เป็นผลจากนโยบายการควบคุมการปล่อยโทเคนที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดเนื่องจากใช้ข้อมูลที่สร้างจากการจำลอง ซึ่งอาจไม่สามารถใช้แทนรูปแบบการเล่นเกม การซื้อขายโทเคน และการตัดสินใจของผู้เล่นจริงได้อย่างครบถ้วน นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลอง Multiple Linear Regression เพื่อพยากรณ์อัตราการปล่อยโทเคนในช่วงเวลาถัดไป โดยอาศัยตัวแปรนำเข้า ได้แก่ ความต้องการโทเคน อัตราเงินเฟ้อ และการเปลี่ยนแปลงของราคา แบบจำลองดังกล่าวมีสมมติฐานว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเหล่านี้เป็นลักษณะเชิงเส้น ดังนั้น หากความสัมพันธ์ที่แท้จริงในระบบมีลักษณะไม่เชิงเส้น แบบจำลองนี้อาจไม่สามารถประมาณค่าอัตราการปล่อยโทเคนได้อย่างแม่นยำ [9], [18]

ดังนั้น งานวิจัยในอนาคตควรพัฒนาแบบจำลองที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น การใช้ Reinforcement Learning หรือ Deep Learning และทดสอบกับข้อมูลจริงจากระบบ GameFi เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์

7. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแบบจำลองเศรษฐกิจของระบบ GameFi ในสภาพแวดล้อมจำลองโดยใช้แบบจำลองเชิงตัวแทน และทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบนโยบายการปล่อยโทเคน 3 รูปแบบ ได้แก่ Fixed Emission, Rule-Based Control และ AI-Controlled Emission

ผลการวิจัยพบว่า นโยบาย AI-Controlled Emission สามารถลดความผันผวนของราคาและอัตรา

เงินเพื่อได้ดีกว่านโยบายอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานของงานวิจัย และแสดงให้เห็นว่าการใช้ปัญญาประดิษฐ์สามารถช่วยเพิ่มเสถียรภาพทางเศรษฐกิจของระบบ GameFi ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุป การควบคุมอัตราการปล่อยโทเคนด้วย AI เป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาระบบเศรษฐกิจดิจิทัลให้มีความเสถียรและยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

8. ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ และแนวทางการวิจัยต่อไปในอนาคต ดังนี้

1. ควรพัฒนาแบบจำลองให้รองรับปัจจัยตลาดจริงมากขึ้น เช่น สภาพคล่องภายนอก การเก็งกำไร และพฤติกรรมผู้เล่นหลายประเภท
2. ควรทดลองใช้โมเดล AI ขั้นสูง เช่น Reinforcement Learning เพื่อให้ระบบเรียนรู้การควบคุมนโยบายเชิงลึกยิ่งขึ้น
3. ควรนำแนวคิดนี้ไปทดลองร่วมกับ smart contract หรือ testnet เพื่อประเมินความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง
4. ควรขยายตัวชี้วัดผลลัพธ์ให้ครอบคลุมมิติอื่น เช่น retention ของผู้เล่น ความเหลื่อมล้ำในการถือครองโทเคน และความยั่งยืนของเศรษฐกิจภายในเกม

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] Satoshi Nakamoto (2008). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
- [2] Coinmarketcap (2025). *What Is GameFi*, URL: <https://coinmarketcap.com/academy/glossary/gamefi>, access on 05/03/2025.

- [3] Kevin Werbach (2018). The Blockchain and the New Architecture of Trust, MIT Press.
- [4] Andreas M. Antonopoulos (2017). Mastering Bitcoin: Programming the Open Blockchain, 2nd ed., O'Reilly Media.
- [5] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville (2016). Deep Learning, MIT Press.
- [6] Richard S. Sutton and Andrew G. Barto (2018). Reinforcement Learning: An Introduction, 2nd ed., MIT Press.
- [7] Charles M. Macal and Michael J. North (2010). Tutorial on Agent-Based Modeling and Simulation, Proceedings of the Winter Simulation Conference, pp. 86–98.
- [8] J. Doyne Farmer and Duncan Foley (2009). The Economy Needs Agent-Based Modelling, Nature, Vol. 460, pp. 685–686.
- [9] Dastan H. Maulud and Adnan M. Abdulazeez (2020). A Review on Linear Regression Comprehensive in Machine Learning, Journal of Applied Science and Technology Trends, Vol. 1 (2), pp. 140–147.
- [10] Nigel Gilbert (2008). Agent-Based Models, SAGE Publications..
- [11] Uri Wilensky and William Rand (2015). An Introduction to Agent-Based Modeling: Modeling Natural, Social, and Engineered Complex Systems with NetLogo, MIT Press.
- [12] Lin William Cong, Ye Li and Neng Wang (2021). Tokenomics: Dynamic Adoption and Valuation, The Review of Financial Studies, Vol. 34 (3), pp. 1105–1155.
- [13] Yan Chen and Cristiano Bellavitis (2020). Blockchain Disruption and Decentralized Finance: The Rise of Decentralized Business Models, Journal of Business Venturing Insights, Vol. 13, e00151.
- [14] K. Choi and S. Kim (2019). A Study on Blockchain-Based Game Economy and Token Reward Systems, Journal of Digital Convergence, Vol. 17 (10), pp. 257–266.
- [15] Peng Zhang, Jian Chen and Xiaofei Zhou (2020). A Survey on Blockchain-Based Game Systems, IEEE Access, Vol. 8, pp. 216635–216650.
- [16] Joshua M. Epstein (1996). Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up, Brookings Institution Press.
- [17] N. Gregory Mankiw (2021). Principles of Economics, 9th ed., Cengage Learning.
- [18] Gareth James, Daniela Witten, Trevor Hastie and Robert Tibshirani (2021). An Introduction to Statistical Learning: With Applications in R, 2nd ed., Springer.

ประวัติผู้เขียนบทความ



อภิชาติ คำปสิว

อาจารย์สาขาเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ มีความสนใจด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์และบล็อกเชน