**การฝึกพฤติกรรมของตัวละครที่ผู้เล่นไม่ได้ควบคุมในเกมโดยวิธีการเรียนแบบเสริมกำลัง**

**NON-PLAYER CHARACTER BEHAVIOR TRAINING IN GAME USING REINFORCEMENT LEARNING**

**โดย**

**สุรเชษฐ์ ใหญ่ธรรมสาร**

**อัครพล อัครสูริย์**

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

**ดร. สามารถ หมุดและ**

**ดร. สุพัณณดา โชติพันธ์**

**ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต**

**สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ**

**คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562**

**NON-PLAYER CHARACTER BEHAVIOR TRAINING IN GAME USING REINFORCEMENT LEARNING**

**SURACHET YAITAMMASAN**

**AKARAPON AKARASURI**

**A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT**

**OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF**

**BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY**

**FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY**

**KING MONGKUT’S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**1/2019**

**COPYRIGHT 2019**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT’S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2562**

**คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ**

**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**เรื่อง การฝึกพฤติกรรมของตัวละครที่ผู้เล่นไม่ได้ควบคุมในเกมโดยวิธีการ เรียนแบบเสริมกำลัง**

**NON-PLAYER CHARACTER BEHAVIOR TRAINING IN GAME USING REINFORCEMENT LEARNING**

**ผู้จัดทำ**

1. **นาย สุรเชษฐ์ ใหญ่ธรรมสาร รหัสนักศึกษา 59070180**
2. **นาย อัครพล อัครสูริย์ รหัสนักศึกษา 59070189**

**.........................................อาจารย์ที่ปรึกษา**

(.......................................)

**.........................................อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**

(.......................................)

**ใบรับรองโครงงาน (PROJECT)**

**เรื่อง**

**การฝึกพฤติกรรมของตัวละครที่ผู้เล่นไม่ได้ควบคุมในเกมโดยวิธีการเรียนแบบเสริมกำลัง**

**NON-PLAYER CHARACTER BEHAVIOR TRAINING IN GAME USING REINFORCEMENT LEARNING**

**นาย สุรเชษฐ์ ใหญ่ธรรมสาร รหัสนักศึกษา 59070180**

**นาย อัครพล อัครสูริย์ รหัสนักศึกษา 59070189**

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด

รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ

การศึกษาวิชาโครงงาน หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

……………………………….

(นาย สุรเชษฐ์ ใหญ่ธรรมสาร)

……………………………….

(นาย อัครพล อัครสูริย์)

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** การฝึกพฤติกรรมของตัวละครที่ผู้เล่นไม่ได้ควบคุมในเกมโดยวิธีการ เรียนรู้แบบเสริมกำลัง

**นักศึกษา** นาย สุรเชษฐ์ ใหญ่ธรรมสาร **รหัสนักศึกษา** 59070180

นาย อัครพล อัครสูริย์ **รหัสนักศึกษา** 59070189

**ปริญญา** วิทยาศาสตรบัณฑิต

**สาขาวิชา** เทคโนโลยีสารสนเทศ

**พ.ศ. 2562**

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

**อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม**

**บทคัดย่อ**

ในปัจจุบันวีดิโอเกมเป็นอุตสาหกรรมรูปแบบหนึ่งที่สื่อบันเทิงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาที่ผ่านมา ทำให้มีผู้คนสนใจที่จะพัฒนากันมายิ่งขึ้น ทำเกิดการนำ Machine learning มาประยุกต์ใช้ร่วมกับวีดิโอเกมมากยิ่งขึ้น โดยความยากง่ายของตัววีดิโอเกมส่วนใหญ่จะมาจากผู้พัฒนาสร้างสคริปต์จะไม่มีความยากง่ายเกินกว่าที่ผู้เล่นทำการเลือก

จนกระทั่งในปี พ.ศ.2556 (ค.ศ.2013) บริษัท Google ได้สร้าง กลุ่ม DeepMind ได้สร้างDeep-Q Learning เพื่อนำมาทดสอบกับเครื่องเกม Atari 2600 ซึ่งได้ผลดี ทำให้เป็นจุดเริ่มต้นของการนำ การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง มาใช้งานร่วมกับ ทำให้พัฒนาต่อยอดมาเป็น AlphaGo เป็นเกมหมากล้อมญี่ปุ่น, OpenAI Five เป็น AI ของเกม Dota2 ที่นำ Machine learning มาใช้วีดิโอเกมเป็นครั้งแรก และล่าสุด AlphaStar เป็น AI ของเกม Starcraft2 โดยนำมาทดสอบกับนักแข่งมืออาชีพและได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ

ผู้จัดทำจึงมีต้องการที่จะนำเสนอการเรียนรู้เบื้องต้นของ การเรียนรู้แบบเสริมกำลังโดยใช้วีดิโอเกมที่มีความละเอียดของภาพต่ำ และมีความซับซ้อนของการเล่นที่น้อย และนำวิธีการเรียนรู้พื้นฐานของการเรียนรู้แบบเสริมกำลังมาทำการสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และสามารถเล่นได้เอง ผู้จัดต้องการที่จะทราบว่าวิธีการเรียนรู้แบบเสริมกำลังเหมาะกับเกมที่นำมาใช้เป็นสภาพแวดล้อมในการเล่น

**Project Title** NON-PLAYER CHARACTER BEHAVIOR TRAINING IN GAME USING REINFORCEMENT LEARNING

**Student** Surachet Yaitammasan **Student ID** 59070180

Akarapon Akarasuri **Student ID** 59070189

**Degree** Bachelor of Science

**Program** Information Technology

**Academic Year** 2019

**Project Advisor**

**Project Advisor (Co)**

**ABSTRACT**

**กิตติกรรมประกาศ**

**.......................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................................**

ชื่อ...........นามสกุล..........

ชื่อ...........นามสกุล..........

[สารบัญรูป 5](#_Toc21278615)

[บทที่ 1 บทนำ 6](#_Toc21278616)

[**1.1 ที่มาและความสำคัญ** 6](#_Toc21278617)

[**1.2 วัตถุประสงค์** 6](#_Toc21278618)

[**1.3 ขอบเขตของโครงงาน** 6](#_Toc21278619)

[**1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ** 6](#_Toc21278620)

[บทที่ 2 ทฤษฏีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7](#_Toc21278621)

[2.1 ทฤษฏี 7](#_Toc21278622)

[**2.1.1 การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement Learning)** 7](#_Toc21278623)

[**2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง** 13](#_Toc21278624)

[บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 15](#_Toc21278625)

[3.1 โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา 15](#_Toc21278626)

[**3.1.1 ภาษาไพทอน** 15](#_Toc21278627)

[**3.1.2** **ไฟล์เกม Kaboom** 15](#_Toc21278628)

[3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 15](#_Toc21278629)

# **สารบัญรูป**

หน้า

รูปที่

2.1 โครงสร้างการทำงานของการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง………………………………...16

2.2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน………………………………….16

# **บทที่ 1 บทนำ**

บทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญ รวมไปถึงวัตถุประสงค์และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิจัยครั้งนี้เพื่อทราบถึงจุดมุ่งหมายที่แท้จริงของผู้วิจัยโดยที่มีรายละเอียดของการดำเนินงานและขอบเขตรวมไปถึงอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจในการศึกษางานวิจัยนี้โดยมี รายละเอียดดัง ต่อไปนี้

## **1.1 ที่มาและความสำคัญ**

Reinforcement Learning เป็นหนึ่งในแขนงของ Machine Learning ที่ถูกนำมาใช้กับอุตสาหกรรมวิดีโอเกมมากขึ้น เช่น AlphaGo เป็นต้น ผู้จัดทำมีความประสงค์ในการพัฒนาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนา Algorithm ที่สามารถฝึกตัวละครในเกมที่กำหนดเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการเล่นเกมให้เทียบเคียงกับมนุษย์ ซึ่งองค์ความรู้ที่กำหนดได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายสาขาในอนาคต เช่น Robot contol เป็นต้น

## **1.2 วัตถุประสงค์**

1. เพื่อพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์กับวีดิโอเกมด้วยวิธีการ Reinforcement Learning

2. เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ด้านการ Reinforcement Learning

## **1.3 ขอบเขตของโครงงาน**

1. ออกแบบวิธีการด้วยวิธีการ Reinforcement Learning สำหรับพัฒนาพฤติกรรมของ NPC

2. เปรียบเทียบผลของ NPC ที่ใช้Algorithm ต่างกันของ Reinforcement Learning

3. วิเคราะห์ผลของเกมที่นำ NPC ที่ผ่านการพัฒนาโดย Reinforcement Learning และ NPC เดิม

## **1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

อุตสาหกรรมเกมในปัจจุบัน ความสามารถของเกมและ AI ยังคงมาจากการเขียนสคริปต์จากผู้พัฒนาเกม ผู้จัดทำโครงการจึงต้องการสร้างพื้นฐานของ AI ที่ทำการเรียนรู้โดยการลองผิดลองถูก ซึ่งเป็นรากฐานของ Reinforcement Learning เพื่อเป็นรากฐานในการนำ Reinforcement Learning ไปใช้เพื่อเพิ่มความท้าทายของตัวเกมต่อไป

# **บทที่ 2 ทฤษฏีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

# **2.1 ทฤษฏี**

## **2.1.1 การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง (Reinforcement Learning)**

การเรียนรู้แบบเสริมกำลังเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning) ที่ทำการโดยนำปัญญาประดิษฐ์นำมาอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมหนึ่งที่ปัญญาประดิษฐ์ทำการตัดสินใจในการกระทำหนึ่ง ที่มาจากการสุ่มหรือ เลือกการกระทำจากข้อมูลที่อยู่ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่กำหนด ซึ่งปัญญาประดิษฐ์ของการเรียนรู้แบบเสริมกำลังมีเป้าหมายคือ เลือกการกระทำที่ทำให้รับรางวัลที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาหนึ่ง ผ่านการลองผิดลองถูกของตัวปัญญาประดิษฐ์

การเรียนรู้แบบเสริมกำลังส่วนใหญ่จะถูกใช้ในอุตสาหกรรมหุ่นยนต์ และอุตสาหกรรมวิดีโอเกม เช่น ใช้การเรียนรู้แบบเสริมกำลังสร้างปัญญาประดิษฐ์ในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ Starcraft 2 หรือ สร้างปัญญาประดิษฐ์ควบคุมการทำงานของแขนกล

ซึ่งองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบเสริมกำลังมีทั้งหมด 5 ส่วน

### **2.1.1.1 เอเจนต์ (Agent)**

ปัญญาประดิษฐ์ที่อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมและการทำงานของการเรียนรู้แบบเสริม กำลัง ซึ่งภายในเอเจนต์หนึ่งตัวจะมีส่วนประกอบภายใน 1 ประเภทหรือมากกว่า ซึ่งมีทั้งหมด 3 องค์ประกอบดังนี้

#### **2.1.1.1.1 Policy**

เป็นวิธีการที่จะให้ไปถึงเป้าหมายที่ต้องการเมื่ออยู่ในสถานะที่ต่างกันออกไป

#### **2.1.1.1.2 Value Function**

เป็นค่าที่ใช้วัดผลจากการกระทำในสถานะต่าง ๆ เพื่อวัดผลว่าถ้าทำการกระทำหนึ่ง ณ สถานะปัจจุบันให้ผลดีต่อรางวัลในอนาคตอย่างไร

#### **2.1.1.1.3 Model**

โมเดลเป็นการทำนายว่าในสภาพแวดล้อมจะเกิดอะไรขึ้นต่อไปทั้งสถานะและรางวัลที่จะได้จากการกระทำ

### **2.1.1.2** **สภาพแวดล้อม (Environment)**

เป็นพื้นที่ทำการนำปัญญาประดิษฐ์ทำภารกิจที่กำหนดตามสภาพแวดล้อมที่กำหนด

### **2.1.1.3 สถานะ (State)**

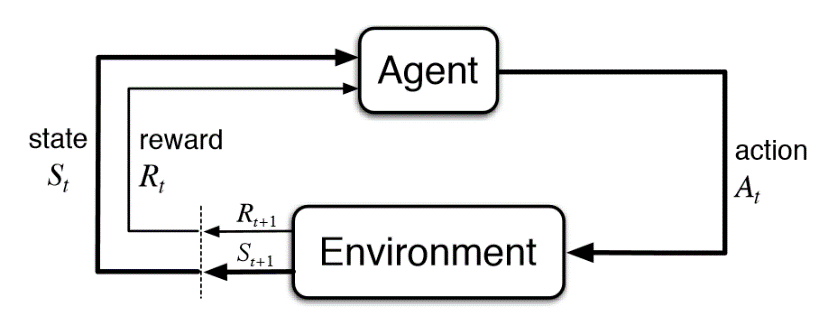
เป็นสถานะของสภาพแวดล้อมในช่วงเวลาต่างๆที่ปัญญาประดิษฐ์สามารถรับรู้เพื่อตัดสินใจเลือกการกระทำในแต่ละช่วงเวลา

### **2.1.1.4 การกระทำ (Action)**

เอเจนต์จะเลือกการกระทำที่ทำการตัดสินใจจากสถานะก่อนหน้าเข้าไปยังสภาพแวดล้อมเพื่อแสดงสถานะถัดไปและรางวัลที่เลือกการกระทำ

### **2.1.1.5 รางวัล (Reward)**

เป็นรางวัลที่ได้จากการกระทำเพื่อแสดงว่าการกระทำที่เลือกไปดีต่อกับสภาพแวดล้อมและเป้าหมายของสภาพแวดล้อมได้ดีเพียงใด



**รูป 2.1** โครงสร้างการทำงานของการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง

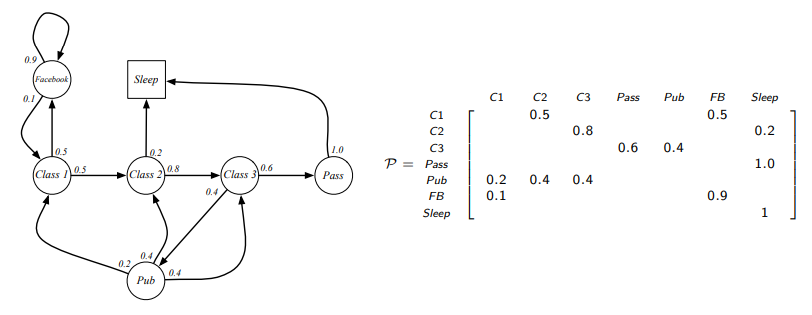
ซึ่งการแก้ปัญหาที่ให้การเรียนรู้แบบเสริมกำลังส่วนใหญ่มักจะแก้ไขด้วยหลักการที่ชื่อว่า กระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ (Markov Decision Process) ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

สถานะใดๆ สถานะหนึ่งจะเป็นสถานะมาร์คอฟได้ก็ต่อเมื่อ สถานะปัจจุบันนั้นส่งผลถึงสถานะในอนาคต เท่ากับสถานะปัจจุบันและสถานะก่อนหน้าส่งผลกับสถานะในอนาคต ซึ่งทำให้ไม่ต้องสนใจสถานะในอดีตอีกต่อไป

State Transition Matrix *เป็นเมทริกซ์ของความน่าจะเป็นของสถานะที่อยู่ไปยังสถานะต่อไปซึ่งแต่ละจุดจะมีความน่าจะเป็นดังสมการ*

*ซึ่งแต่ละจุดสามารถรวมเป็นเมทริกซ์ได้ดังนี้*

*ซึ่งในแต่ละจุดของเมทริกซ์ จะเป็นความน่าจะเป็นของสถานะปัจจุบัน (แถวของเมทริกซ์) ไปยังสถานะถัดไป (คอลลัมน์ของเมทริกซ์) ซึ่งผลรวมของแต่ละแถวจะมีผลรวมของความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 และสามารถสร้างเป็นห่วงโซ่มาร์คอฟ (*Markov Chain*) ได้ดังรูปที่ 2.2*



**รูปที่ 2.2** โครงสร้างของห่วงโว่มาร์คอฟ

กลุ่มของสถานะที่เดินทางตั้งแต่สถานะแรก (Initial State)ไปยังสถานะสิ้นสุด (Terminal State) ภายในห่วงโซ่มาร์คอฟนั้นเรียกว่า เอพิโซด (Episode)

โดยการวัดจากโมเดลที่สร้างมาจากการเรียนรู้แบบเสริมกำลังจะมีผลทั้งหมด 2 แบบคือ

รางวัลโดยรวมในแต่ละเอพิโซด (Episodic Return) และ ค่าแวลูฟังก์ชัน (Value Function) ซึ่งรางวัล

รางวัลโดยรวมในแต่ละ Episode จะเป็นรางวัลที่คาดหวังปัจจุบันที่อยู่ในภายใต้สภาพแวดล้อมต่าง ๆที่เอเจนต์ทำงานอยู่ภายในที่อยู่ในช่วงเวลานั้น ตัวอย่าง เช่น ถ้าสภาพแวดล้อมเป็นวิดีโอเกมรางวัลของการเล่นเกมคือ ได้คะแนนเพิ่มขึ้น หรือถ้าทำการฝึกแขนกล รางวัลคือการทำงานสำเร็จในแต่ละครั้ง เป็นต้น

ซึ่งมีส่วนประกอบไปด้วย Reward Function คือค่าคาดหวังของรางวัลที่จะได้เมื่อเอเจนต์ได้ทำการกระทำที่อยู่ภายในสถานะนั้น และค่า γ เรียกว่า Discount Factor ซึ่งมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยทำให้ค่าเป็นปัจจุบันในทุกหน่วยเวลาของรางวัลที่จะได้ในอนาคต และใช้ตัดสินใจว่า รางวัลที่ได้จากการกระทำจะเลือกรับรางวัลทันทีหรือรอรับรางวัลในภายหลัง เพื่อที่อาจจะได้รางวัลที่ดีกว่าในภายหลัง

แวลูฟังก์ชัน (Value Function) เป็นผลรวมของรางวัล ณ สถานะหนึ่งเพื่อแสดงว่าการกระทำที่เลือกมานั้นส่งผลดีหรือพาไปยังเป้าหมายได้ดีเพียงใดซึ่ง Value Function มีสองประเภทขึ้นอยู่กับการใช้งานได้แก่ State-Value Funtion และ Action-Value Function

### State-Value Function จะเป็นผลรวมของรางวัลที่สถานะไปยังสถานะใหม่ตาม Policy πเพื่อดูว่าการเคลื่อนไปยังสถานะใหม่นั้นมีผลดีเพียงใด

Action-Value Function จะเป็นผลรวมของรางวัลที่สถานะที่เลือกการกระทำที่นำพาไปยังสถานะใหม่ตาม Policy π เพื่อดูว่าการเคลื่อนไปยังสถานะใหม่นั้นมีผลดีเพียงใด

### **2.1.2 โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network)**

 โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน เป็นประเทหนึ่งของ Deep Learning ที่ทำการจำลองการมองเห็นของมนุษย์โดยการแบ่งเป็นส่วนย่อย และนำมารวมเป็นภาพรวมเพื่อแยกประเภทหรือหมวดหมู่ มักจะใช้ในการประมวลผลภาพสำหรับการฝึกปัญญาประดิษฐ์จำแนกประเภทด้วยภาพ ทำการแบ่งภาพเป็นว่านย่อย ๆ ในการจดจำรูปแบบในแต่ละกลุ่มของรูปหนึ่งรูป เพื่อจำแนกคุณลักษณะ เพื่อการจำแนกค่ารับเข้าในรูปแบบของรูปภาพได้

รูป 2.3 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน

องค์ประกอบของโครงข่ายคอนโวลูชันมีดังนี้

### **2.1.2.1 Convolutional Layer**

เป็นชั้นที่ทำการสแกนค่ารับเข้าซึ่งเป็นรูปภาพ เพื่อแยกองค์ประกอบของรูป เช่น สี รูปทรง ขอบของภาพ

### **2.1.2.2 Pooling Layer**

เป็นการลดขนาดของข้อมูลมีขนาดเล็กลงโดยที่รายละเอียดยังคงเดิมซึ่งทั้ง Convolutional Layer และ Pooling Layer จะทำงานคู่กันซึ่งจะทำงานหลายๆครั้งเพื่อจำแนกได้ครบทุกรูปแบบ

### **2.1.2.3 Fully-Connected Layer**

เป็นชั้นที่มีค่านำเข้าเป็นข้อมูลจากการกระทำของข้อมูลจากชั้นก่อนหน้าสำหรับนำมาคำนวณเพื่อจำแนกประเภทจากข้อมูลที่ได้มา

## **2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

กลุ่ม Deepmind (2556)ได้ทำการสร้างโมเดลสำหรับการเรียนรู้ โดยใช้โครงข่ายคอนโวลูชัน และ ใช้รูปแบบการเรียนรู้ Q-Learning ของการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง ซึ่งเรียกว่า Deep Q Networkโดยใช้รูปภาพสำหรับค่านำเข้า และค่าส่งออกเป็นกราฟแสดงผลของรางวัลที่ได้จากการกระทำ และนำมาใช้โดยการนำเกมจากเครื่อง อาตาริ 2600 (Atari 2600) จำนวน 6 เกม และได้นำโมเดลมาใช้กับการเล่นเกม ซึ่งผลที่ได้คือมีทั้งหมด 3 เกมที่มีคะแนนที่มากกว่ามนุษย์

โครงสร้าง DQN (Deep Q Network) จะรับค่านำเข้าเป็นรูปแต่ละเฟรมเป็นค่านำเข้า ซึ่งประกอบไปด้วย State และ Action ที่เปลี่ยนไปในแต่ละเฟรมภาพ และนำ Q-Learning มาใช้ในการคำนวณเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสถานะที่มาจากการกระทำที่เกิดขึ้นว่าดีเพียงใด ซึ่งเรียกว่า Q-Value และต่อมาจะทำการเลือกการกระทำที่ดีที่สุดภายให้สถานะที่อยู่เพื่อที่จะไปยังสถานะถัดไปจนกว่ารางวัลที่ได้มากที่สุดหรือใกล้เคียงเป้าหมายที่สุดที่เป็นไปได้ Q-Value จึงเป็นค่าสำคัญมากที่ส่งผลต่อการทำเป้าหมายให้สำเร็จได้และนำโครงข่ายคอนโวลูชันมาใช้รวมกันเพื่อทำการฝึกสอน

กลุ่ม Deepmind (2559) ได้ทำการสร้างโมเดลแบบใหม่ที่สามารถทำการเรียนรู้แบบคู่ขนานกชื่อว่า A3C (Asynchronous Actor-Critic Agents) โดยแบ่งแต่ละกลุ่มโดยใช้อัลกอริทึมของการเรียนรู้แบบเสริมกำลังที่ตางกัน 4 อัลกอริทึมโดยการแบ่งการทำงานแต่ละอัลกอริทึมบนซีพียูของคอมพิวเตอร์แทนที่การ์ดจอ และแสดงผลการทดลอด้วยให้อัลกอริทึมควบคุมการทำงานแขนกล และแก้ปัญหาเกมเขาวงกตแบบ 3 มิติ และได้ทำการเปรียบเทียบกับ DQN โดยการเล่นเกม Atari ซึ่ง A3C มีการเรียนรู้ที่เร็วกว่า DQN และเกมมากกว่าครึ่งหนึ่งที่ทำได้ดี

โครงสร้างของ A3C (Asynchronous Actor-Critic Agents) นั้นมีกระบวนการทำงานคล้ายกับ DQN แต่ต่างกันตรงที่ A3C จะมีการสร้างสภาพแวดล้อมหลักและย่อยโดยแยกกันมากกว่า 1 เอเจนต์ซึ่งจำนวนจะอยู่ที่จำนวนเธรดของซีพียูของคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่ต่างกันเพื่อเก็บประสบการณ์ในการเรียนรู้ และแต่ละส่วนทำการส่งประสบการณ์ส่งกลับไปที่ตัวหลักเพื่อทำการอัพเดทประสบการณ์ไปยังสภาพแวดล้อมหลัก

อัลกอริทึมแบบ Value-Based อย่าง DQN ในบางครั้งมักเกิดอาการที่มีค่า Bias ที่มากกว่าปกติที่ทำให้หาวิธีแก้ปัญหาโดยการแบ่งเป็นสองชุดโดยใช้ Double-Q-Learning เป็นฐานของอัลกอริทึมใหม่ เพื่อลดค่าที่เกินออกมามากผิดปกติและทำการชะลอการอัพเดท Policy เพื่อป้องกันการเกิด Error และพัฒนาประสิทธิภาพของอัลกอริทึม และนำมาประเมินกับสภาพแวดล้อมที่ทาง Openai ได้จัดทำไว้ ซึ่งอัลกอริทึมนี้เรียกว่า TD3 (Twin Delayed Deep Deterministic Policy Gradient)

โครงสร้างของ TD3 (Twin Delayed Deep Deterministic Policy Gradient) เป็นอัลกอริทึมที่พัฒนาต่อมาจาก DDPG (Deep Deterministic Policy Gradient) ซึ่งอัลกอริทึมนี้จะเหมาะกับการควบคุมแบบต่อเนื่อง ตัวอย่าง เช่น การควบคุมการขับรถอัตโนมัติ โดยที่ DDPG เป็นโมเดลที่ดีแต่มีปัญหาอย่างหนึ่งคือ Error จะเพิ่มจนไม่สามารถไปยังจุดที่ดีที่สุดที่เรียกว่า Local Optima TD3 จึงทำมาเพื่อลด Bias ของอัลกอริทึมเดิมโดยการแยก Value Function ที่ต้องการเป็น 2 ส่วน เพื่อมาประเมิน Q-Value แต่ก็มีความเร็วที่น้อยพอสมควร แต่วิธีนี้จะทำให้ Q-Value ไม่มีค่าที่มากเกินไปและทำการอัพเดท Policy ให้น้อยครั้งลงเพื่อไม่ให้เกิด Error กับตัวโมเดลและทำให้เสถียรมากขึ้น

**2.2.1มาตรฐานการเรียนรู้แบบเสริมกำลังเพื่อการควบคุมอย่างต่อเนื่อง (Benchmarking Deep Reinforcement Learning for Continuous Control)**

ในงานวิจัยนี้จะพูดถึงเรื่องการนำเอาวิธีพื้นฐานมาใช้กับการเรียนรู้แบบเสริมกำลังได้แก่   
 - REINFORCE(เป็นวิธีพื้นที่ที่ใช้กันทั่วไป)  
 - TNPG(Truncated Natural Policy Gradient)  
 - RWR(Reward-Weighted Regression), REPS(Relative Entropy Policy Search)  
 - TRPO(Trust Region Policy Optimization)  
 - CEM(Cross Entropy Method )  
 - CMA-ES(Covariance Matrix Adaption Evolution Strategy)  
 - DDPG(Deep Deterministic Policy Gradient)   
 มาเปรียบเทียบกันเพื่อวัดประสิทธิภาพของวิธีที่นำมาใช้ โดยสภาพแวดล้อมที่นำมาทดสอบจะเป็นแบบพื้นฐานที่นำมาใช้กันไปจนถึงเกมในรูปแบบสามมิติ ผลลัพธ์ของการทดลองในงานวิจัยนี้คือ TNPG, TRPO และ DDPG เหมาะสำหรับการฝึกโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในเชิงลึกเพื่อหาวิธีที่จะไปให้ถึงเป้าหมายได้ดีที่สุด[1]

# **บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน**

# **3.1 โปรแกรมหรือซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา**

## **3.1.1 ภาษาไพทอน**

สำหรับการเขียนโครงสร้างของงานวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยไลบรารี ดังนี้

3.1.1.1 Gym

3.1.1.2 Gym-retro

3.1.1.3 Numpy

3.1.1.4 Mapplotlib

3.1.1.5 Tensorflow เป็นไลบรารี Deep learning ที่นำมาใช้ร่วมกับการทำงานของ การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง ให้เป็นการทำงานแบบเชิงลึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น

## **3.1.2** **ไฟล์เกม Kaboom**

สำหรับการสร้าง สภาพแวดล้อม

# **3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน**

3.2.1 คิดหัวข้อโครงงานเพื่อนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

3.2.2 ศึกษาและค้นคว้าการทำงานของไลบรารี่ต่างๆที่นำมาใช้ในการทำโครงงาน

3.2.3 ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้งานกับโครงงานของผู้จัดทำ

3.2.4 จัดทำการสร้างสภาพแวดล้อมของตัวเกมที่จะใช้ในการนำเสนองานวิจัย และใช้สภาพแวดล้อมที่สร้างขึ้นเพื่อทำการสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และนำมาวัดผลการทดลอง

3.2.5จัดทำการสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้และตัดสินใจด้วยตัวเอง โดยใช้อัลกอริทึมที่เกี่ยวกับการเรียนรู้แบบเสริมกำลัง โดยทำการเรียนรู้ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนด

3.2.6 จัดทำรูปแบบการนำเสนอของผลที่ได้จากการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบกราฟแบบแผนภูมิเส้นและทำรายงานสรุปผลการทดลอง

**บรรณาณุกรม**

[1] Y. Duan, X. Chen, R. Houthooft, J. Schulman, and P. Abbeel, “Benchmarking deep reinforcement learning for continuous control,” in *International Conference on Machine Learning*, 2016, pp. 1329–1338.