



รายงานฉบับสมบูรณ์

การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning

Evolution Diary

โครงการสาขา วิทยาการคอมพิวเตอร์

เสนอต่อ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ได้รับทุนอุดหนุน

การประกวดโครงการของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 28

การทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม

จากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ

“This research and innovation activity is funded by National Science and Technology

Development Agency (NSTDA) and National Research Council of Thailand (NRCT)”

โดย

นายไพสิฐ ยี่รงค์

นางสาวกัญญาพัชร ธนะสันต์

นางสาวณฎกัญญา โลหะรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา นายกวิณวิษญ์ พุ่มสาขา

คำนำ

โครงการ “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” เป็นโปรแกรมจำลองการเรียนรู้ในรูปแบบสามมิติในเรื่องของการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะทำการปรับตัวให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยบูรณาการหลักการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ ผ่านการประยุกต์ใช้เทคนิค Machine Learning ประเภท Reinforcement Learning ด้วยอัลกอริทึม Q-Learning จำลองกระบวนการ “ลองผิดลองถูก” (Trial and Error) อันเป็นแก่นสำคัญของวิวัฒนาการตามธรรมชาติ

ผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาการถ่ายทอดผ่านการบรรยายหรือการอ่านตำราเรียน ซึ่งเป็นการเรียนรู้เชิงทฤษฎีที่เน้นการท่องจำ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจที่ลึกซึ้งเรื่อง “การปรับตัว” และ “การเลือกโดยธรรมชาติ” พวกเราจึงวางแผนและดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยนำความรู้ทางวิทยาการคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างโปรแกรมจำลองเพื่อการเรียนรู้ “เรื่องของการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต”

บทคัดย่อ

โครงการ “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” เป็นโปรแกรมจำลองการเรียนรู้ในรูปแบบสามมิติในเรื่องของการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะทำให้การปรับตัวให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยบูรณาการหลักการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ผ่านการประยุกต์ใช้เทคนิค Machine Learning ประเภท Reinforcement Learning ด้วยอัลกอริทึม Q-Learning จำลองกระบวนการ “ลองผิดลองถูก” (Trial and Error) อันเป็นแก่นสำคัญของวิวัฒนาการตามธรรมชาติ

ในโปรแกรมจำลองจะมีหุ่นยนต์ที่มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนร่างกาย 3 ส่วน คือลำตัว ส่วนบน ลำตัวส่วนล่าง และหาง เช่น ลำตัวส่วนบนจะสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นครีบ ขา แขน ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนก็อาจมีลักษณะแยกย่อยไปอีก เช่น ขาที่มีเท้าแบบใบพาย หรือมีเท้าแบบกีบ ซึ่งจะมีความเหมาะสมในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ในแต่ละการทดลองจะกำหนดสภาพแวดล้อมที่ต่างกันไป เช่น การทดลองในสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำ หุ่นยนต์อาจจะเลือกวิวัฒนาการเปลี่ยนจากขาเป็นครีบเพราะมีแรงต้านเวลาย่นน้ำน้อยกว่า แต่เมื่อขึ้นบกหุ่นยนต์อาจจะเลือกวิวัฒนาการให้มีขาเพื่อให้สะดวกในการเคลื่อนที่

จากที่กล่าวมา กระบวนการเรียนรู้ของโครงการนี้จึงสามารถใช้อธิบายแนวคิดทางชีววิทยาเรื่อง “วิวัฒนาการและการปรับตัว” ได้ในเชิงคำนวณ ทำให้ผู้เรียนได้สังเกตเห็นผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) แทนที่จะมองวิวัฒนาการเพียงเป็นข้อเท็จจริงเชิงทฤษฎี ผู้จัดทำจึงคาดหวังว่าโครงการ “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” จะสามารถใช้เป็นต้นแบบของการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับการเรียนการสอนเรื่องวิวัฒนาการในรูปแบบใหม่ ที่เปลี่ยนจากการท่องจำเชิงทฤษฎี ไปสู่การเรียนรู้เชิงปฏิบัติผ่านการทดลอง การสังเกต และการตอบโต้โดยตรง ทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแนวคิดการปรับตัวและการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้อย่างเป็นรูปธรรมและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” ผู้จัดทำได้รับการอนุเคราะห์จากอาจารย์กวินวิษญ์ พุ่มสาขา ในการแนะนำ การดำเนินงานและทฤษฎีเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงาน รวมถึงผู้ปกครองเพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจในการจัดทำ โครงการเสมอมา

ผู้จัดทำโครงการจึงขอขอบคุณอาจารย์กวินวิษญ์ พุ่มสาขา ผู้ปกครองเพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้านเป็นอย่างดี หากคณะผู้จัดทำไม่ได้รับความช่วยเหลือและความอนุเคราะห์จากทุกฝ่ายแล้ว โครงการวิทยาการคอมพิวเตอร์เล่มนี้คงสำเร็จไปด้วยความลำบาก คณะผู้จัดทำต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

สารบัญ

คำนำ	ก
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
สมมติฐาน	2
ขอบเขตการศึกษา	3
สถานที่การศึกษา	3
เอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
รูปแบบของโปรแกรม	4
Machine Learning <i>คืออะไร?</i>	5
เรียนรู้เรื่องวิวัฒนาการผ่านเกมจำลอง	7
การนำ Machine Learning มาใช้กับบอร์ดัม	10
สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในกล่องจำลอง	12
เทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้	13
วิธีการดำเนินงาน	17
วัตถุประสงค์	17
วิธีการดำเนินงาน	17
ผลการดำเนินงาน	19
สรุปและอภิปรายผล	24
เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	25

ประโยชน์ที่ได้รับ	25
บรรณานุกรม	๑
ประวัติของผู้พัฒนา	26
ประวัติอาจารย์ที่ปรึกษา	27

บทที่ 1

บทนำ

แนวคิดเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตเป็นพื้นฐานสำคัญทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง ลักษณะ และพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตเพื่อตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปกระบวนการนี้เกิดขึ้นต่อเนื่องยาวนานนับล้านปี โดยสิ่งมีชีวิตที่สามารถปรับตัวได้ดีจะมีโอกาสอยู่รอดและสืบพันธุ์ ซึ่งเป็นหัวใจของทฤษฎีการคัดเลือกโดยธรรมชาติ และเพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้น จึงขอยกตัวอย่างเป็นต้นปากเปิดค่ะ ต้นปากเปิดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมสุดแปลกที่รวมส่วนประกอบจากสัตว์หลายชนิดไว้ด้วยกัน มันมีปากที่เป็นเปิด ที่สามารถตรวจจับคลื่นไฟฟ้าและแรงสั่นสะเทือน มีหางที่แบนกว้าง มีเดือยพิษที่ขาหลัง และสามารถวางไข่ได้ทั้ง ๆ ที่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ดังนั้นเราจึงต้องหาวิธีการใหม่ ๆ ที่จะช่วยไขปริศนาวิวัฒนาการที่ต้องใช้เวลาหลายล้านปี อย่างไรก็ตาม การเรียนรู้เรื่องวิวัฒนาการในระดับประถมถึงมัธยมต้นยังคงเป็นเนื้อหาที่ยากต่อความเข้าใจ ขาดความน่าสนใจและไม่สามารถเข้าใจความหมายได้อย่างลึกซึ้ง

จากปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนาโครงการ การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย “Machine Learning” ขึ้น โดยออกแบบโปรแกรมที่มีหุ่นยนต์สิ่งมีชีวิตซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนขึ้นส่วนหลัก 3 ส่วน ได้แก่ ลำตัว ส่วนบน ลำตัวส่วนกลาง และหาง เพื่อสะท้อนความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น เปลี่ยนขาเป็นครีบเมื่อต้องอยู่ในน้ำ หรือกลับมาใช้ขาบนบกเพื่อการเคลื่อนที่ที่เหมาะสมกว่า พร้อมทั้งยังใช้เทคนิค Q-learning ให้หุ่นยนต์เรียนรู้จากประสบการณ์ โดยมีการคำนวณค่ารางวัล (Reward) เพื่อค้นหาวิธีที่ดีที่สุดในการชีวิตรอดในแต่ละสภาพแวดล้อม ซึ่งเป็นการจำลองแนวคิดการคัดเลือกโดยธรรมชาติอย่างเป็นรูปธรรม

โครงการนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ผสมความรู้ด้านชีววิทยากับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทดลอง สังเกต และโต้ตอบกับระบบจำลองวิวัฒนาการโดยตรง ซึ่งช่วยให้เข้าใจแนวคิดเรื่องปรับตัวและการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงบันดาลใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดเรื่อง วิวัฒนาการและการปรับตัว ได้อย่างเป็นรูปธรรม ผ่านการทดลองและการสังเกตผลลัพธ์จริง แทนการเรียนรู้เพียงทฤษฎี และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาการคอมพิวเตอร์
2. ได้สื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ในลักษณะเกมสามมิติที่น่าสนใจ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนได้ และช่วยสร้างแรงจูงใจและความสนุกสนานในการเรียนรู้ ในกลุ่มนักเรียนระดับประถมและมัธยมต้น
3. ผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสังเกตจากการทดลองปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมและชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ และได้เรียนรู้การทำงานของปัญญาประดิษฐ์และ Machine Learning ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ซึ่งสามารถต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ในอนาคต
4. เป็นตัวอย่างของการนำ Machine Learning และ Q-Learning มาประยุกต์ใช้จริงในด้านการศึกษา ทำให้เห็นว่าการเรียนรู้เชิงคำนวณสามารถอธิบายแนวคิดทางชีววิทยาได้ พร้อมสนับสนุนแนวทางการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Active Learning) และการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

สมมติฐาน

โครงการ “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” ตั้งอยู่บนสมมติฐานหลักที่ว่า หุ่นยนต์ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนร่างกายได้ อีกทั้งสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้ อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยกระบวนการเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) ในการเลือกพฤติกรรมหรือรูปร่างที่เหมาะสมที่สุดกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนที่ในน้ำหรือบนบก เพื่อเพิ่มโอกาสในการเอาชีวิตรอดและหาอาหารได้ดีขึ้น สมมติฐานอีกประการหนึ่งคือ หุ่นยนต์ที่เรียนรู้ด้วยเทคนิค Q-Learning จะสามารถพัฒนากลยุทธ์การเคลื่อนไหวที่เหมาะสมขึ้นเรื่อยๆ ผ่านกระบวนการลองผิดลองถูกในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย โดยจะมีการบันทึกและวิเคราะห์ค่ารางวัล (Reward) ที่ได้จากการตัดสินใจเพื่อใช้ในการเลือกแนวทางวิวัฒนาการที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

สุดท้าย สมมติฐานของโครงการนี้เชื่อว่าการใช้แบบจำลองสามมิติร่วมกับเทคโนโลยี Machine Learning จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการและการปรับตัวได้อย่างลึกซึ้งกว่าการเรียนรู้ตำราแบบเดิม การทดลองในสถานการณ์จำลองที่แสดงผลจริงอย่างชัดเจนจะช่วยสร้างประสบการณ์ที่มีประสิทธิภาพและน่าสนใจ อีกทั้งยังเป็นแนวทางใหม่ในการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่กับการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อ

ยกระดับคุณภาพการเรียนรู้และจุดประกายความคิดสร้างสรรค์ในด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตการศึกษา

รูปแบบตั้งต้นที่ศึกษาเพื่อใช้สร้างและทำการทดลองของโครงการวิทยาการคอมพิวเตอร์ “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” ประกอบด้วย 4 รูปแบบ คือ 1. Machine Learning 2. Reinforcement Learning 3. Q-learning 4. การวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตทางชีววิทยา

สถานที่การศึกษา

ได้ศึกษาและจัดทำที่ โรงเรียนสตรีอ่างทอง ต.ศาลาแดง อ.เมือง จ.อ่างทอง

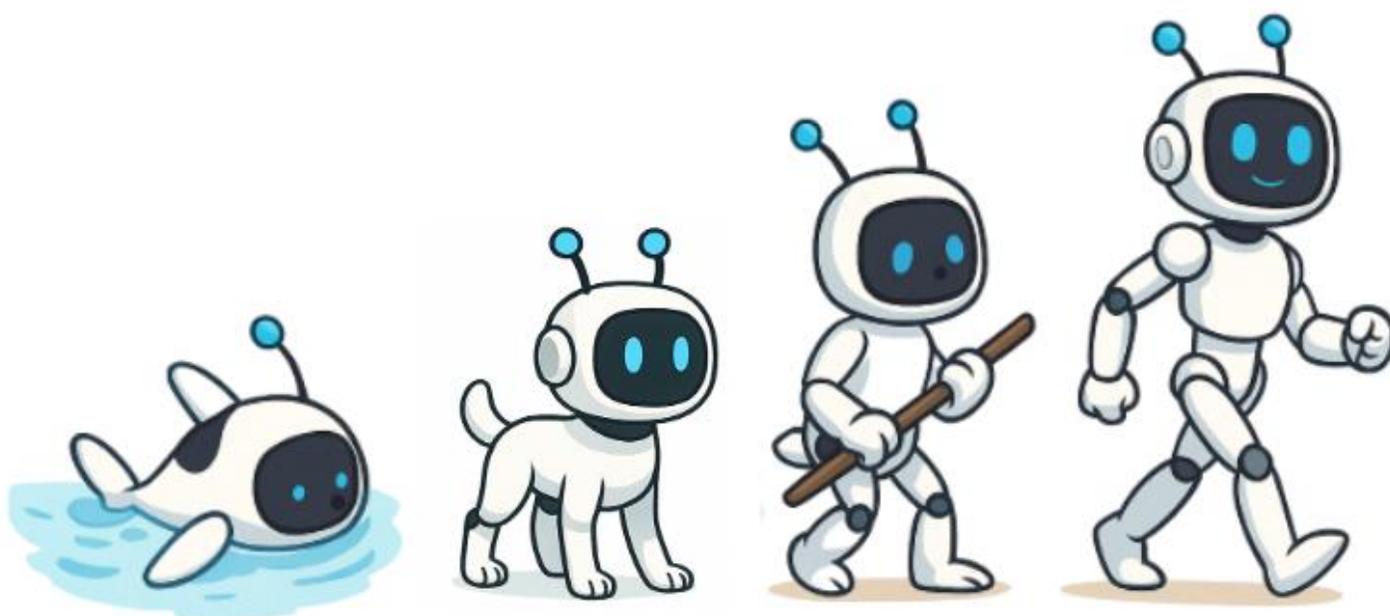
บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

รูปแบบของโปรแกรม

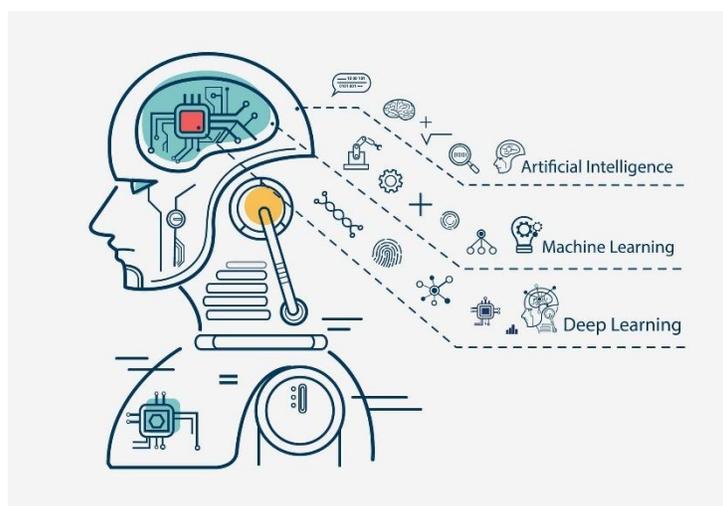
“Evolution Diary การบ้านปิดเทอมฤดูร้อนของพระเจ้า” เป็นสื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในเรื่องวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต การวิวัฒนาการคือการลองผิดลองถูก สิ่งมีชีวิตที่เราเห็นในปัจจุบันคือเวอร์ชันที่ดีที่สุดของพวกเขาตอนนี้ ดังนั้นโปรแกรมจะมีโมเดลที่สามารถ transform ร่างกายตัวเองให้เหมาะกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ทะเล ชายเลน พื่นราบ ต้นไม้ เป็นต้น ขยาย ๆ อาจจะมีประโยชน์ในการวิ่งบนบกแต่เมื่ออยู่ในน้ำก็จะทำให้เกิดแรงต้าน ไม่เหมือนครีบน้ำหรือเท้าแบบพังพืดที่ลดแรงต้านน้ำ ในตัวโมเดลจะมีการใช้ Q-Learning ซึ่งเป็น Machine Learning ที่ทำให้โมเดลสามารถเรียนรู้ได้เอง การทดลองในแต่ละรอบจึงได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับว่าในรอบนั้นโมเดลค้นพบวิวัฒนาการที่ดีที่สุดคืออะไร

VTR นำเสนอ demo ผลงาน



Machine Learning คืออะไร?

Machine Learning คือ แขนงหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ที่มุ่งเน้นให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้จากข้อมูลได้ด้วยตัวเอง โดยไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมกำหนดกฎเกณฑ์แบบตายตัวล่วงหน้า กล่าวคือ แทนที่โปรแกรมเมอร์จะต้องระบุขั้นตอนทุกขั้นตอนของการทำงาน คอมพิวเตอร์จะเรียนรู้รูปแบบและความสัมพันธ์จากข้อมูลจำนวนมาก และนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจหรือทำนายผลในสถานการณ์ใหม่ รูปแบบของ Machine Learning สามารถแบ่งได้เป็นหลายประเภทตามลักษณะของข้อมูลและเป้าหมาย เช่น การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการฝึกจะมีคำตอบหรือฉลากกำกับอยู่แล้ว ส่วนการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) ใช้ข้อมูลที่ไม่มีคำตอบกำกับ โดยโมเดลจะต้องค้นหา รูปแบบหรือโครงสร้างในข้อมูลด้วยตนเอง การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านการทดลองทำสิ่งต่างๆ และได้รับรางวัลหรือบทลงโทษเป็นข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ระบบสามารถตัดสินใจในสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ



Q-Learning คือ อัลกอริทึมหนึ่งของการเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) ที่ช่วยให้ตัวแทน (Agent) เรียนรู้วิธีตัดสินใจเพื่อให้ได้รับรางวัลสะสมสูงสุดในระยะยาว โดยไม่ต้องรู้ล่วงหน้าว่าสภาพแวดล้อมทำงานอย่างไร (Model-Free) ตัวแทนจะเรียนรู้จากการลองผิดลองถูก โดยเก็บค่าความคาดหวังของผลตอบแทน (Q-value) ในแต่ละการกระทำไว้ในตาราง (Q-Table) และปรับปรุงค่าเหล่านี้เรื่อย ๆ ตาม

Evolution Diary จะให้ผู้เรียนสวมบทเป็นพระเจ้าในวัยประถมศึกษา ที่ได้รับการบ้านช่วงปิดเทอมให้สังเกตสิ่งมีชีวิต เต็มมนุษย์ทั่วไปสังเกตการณ์เจริญเติบโตของแมลง แต่ระดับพระเจ้าต้องสังเกตวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่ใช้เวลาวิวัฒนาการเป็นล้าน ๆ ปี โดยจะมีเทวทูตมิคาเอลเป็นผู้ช่วยคอยแนะนำเมื่อหาความรู้ เป็นลำดับขั้นตอน และมีอ้อมสิ่งมีชีวิตตัวน้อยที่จะเรียนรู้การปรับตัววิวัฒนาการไปตามกล่องจำลองสภาพแวดล้อมในแต่ละรูปแบบ

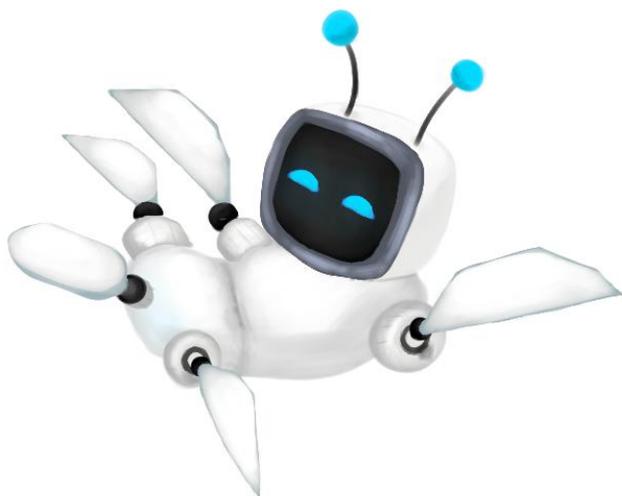
มิคาเอล

เทวทูตใจดีที่จะมาสอนพระเจ้ามือใหม่อย่างเราในเรื่องของการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้เราเติบโตใหญ่และเป็นพระเจ้าที่ดีในอนาคต



อ้อม

สิ่งมีชีวิตตัวน้อยที่มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนร่างกายเป็นรูปแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับการเอาตัวรอดในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย



กล่องจำลองสภาพแวดล้อม

เป็นอุปกรณ์ฝึกหัดของพระเจ้าในวัยเด็ก ที่จะสามารถจำลองสภาพแวดล้อมรูปแบบต่าง ๆ บนโลกมนุษย์ให้มาอยู่ในกล่องเล็ก ๆ ได้



เรียนรู้เรื่องวิวัฒนาการผ่านเกมจำลอง

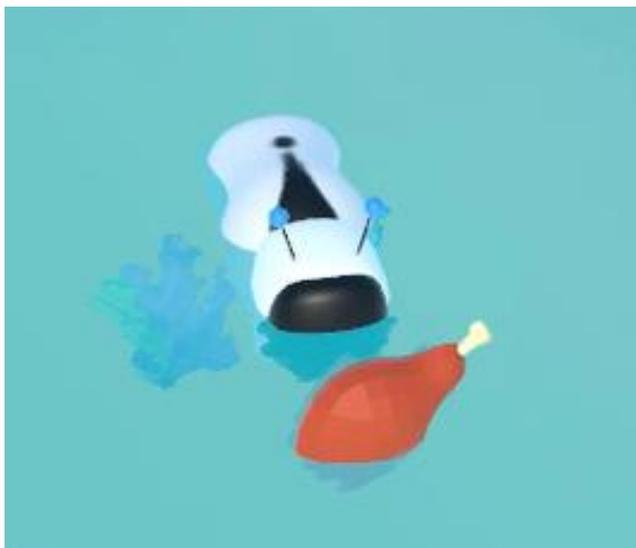
เทวทูตมิคาเอลจะเป็นผู้ดำเนินการให้ความรู้ในเรื่องของวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต โดยจะอธิบายถึงที่มาที่ไปว่าเหตุใดสิ่งมีชีวิตจึงต้องวิวัฒนาการ สิ่งมีชีวิตนั้นวิวัฒนาการเพื่อการดำรงอยู่ของเผ่าพันธุ์ทั้งการกินอาหาร การสืบพันธุ์ และความปลอดภัย โดยในสื่อการเรียนรู้นี้จะโฟกัสไปที่เรื่องของการหาอาหารที่แหล่งอาหารเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้สิ่งมีชีวิตต้องปรับตัวเพื่อความอยู่รอด



การสอนจะเป็นรูปแบบของบทสนทนาที่มิคาเอลจะคุยกับพระเจ้าซึ่งก็คือผู้เรียนเป็นกรอบคำพูด โดยจะใช้คำพูดและประโยคง่าย ๆ และมีความสุขสนุกสนาน เพื่อให้ตรงกับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นเด็กให้มากที่สุด



ในแต่ละบทเรียนเมื่อมีคาเอลอธิบายเนื้อหาเสร็จแล้ว ก็จะทำให้ผู้เรียนทำการทดลองโดยการสังเกตว่า ถ้าต้องอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบนี้ สิ่งมีชีวิตควรจะต้องวิวัฒนาการให้มีรูปร่างแบบไหนจึงจะไปกินอาหารได้ไวที่สุด ยกตัวอย่าง “บทที่ 1 การกิจพิชิตผืนน้ำ” จะเป็นการทดลองว่าถ้าอาหารอยู่ในน้ำ อตัมจะต้องวิวัฒนาการอย่างไรดี



เมื่อเริ่มการทดลองผู้เรียนก็จะมีหน้าที่เป็นผู้สังเกตการ อตัมจะทำการเลือกชิ้นส่วนที่จะใช้ในการวิวัฒนาการผสมผสานกันหลากหลายรูปแบบ เพื่อเรียนรู้ว่ารูปแบบใดใช้เวลาเท่าไร ชิ้นส่วนไหนสามารถทำความเร็วได้ดีที่สุดบันทึกเป็นสถิติ และสรุปในตอนท้ายว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

บทที่ 1
การกิจพิชิตผืนน้ำ

ความคืบหน้า : 67%

ความเร็ว x1

6.4819

จบรอบที่ 32
ใช้เวลา : 6.4151

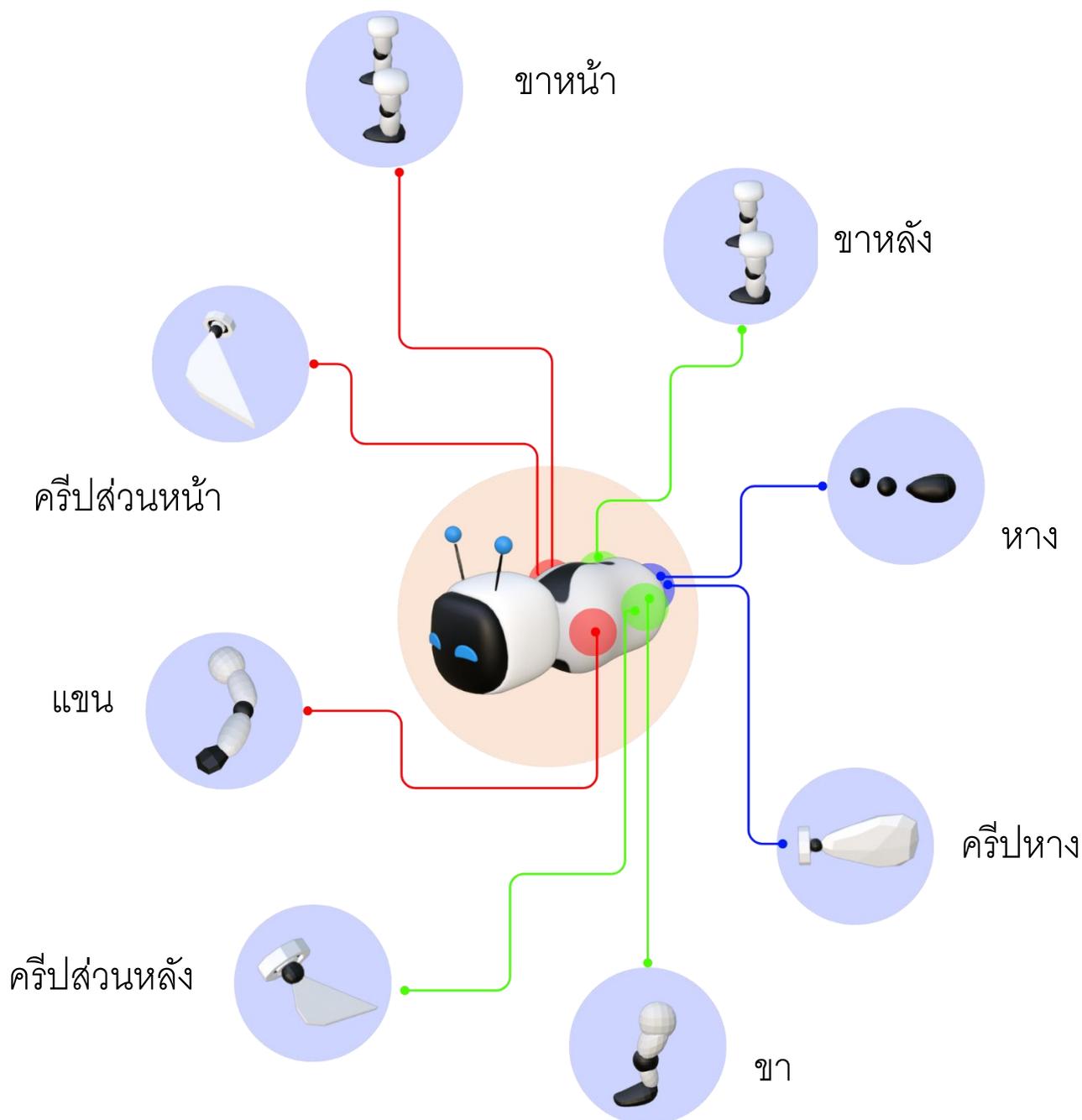
มีงส์ลือ!!!
ใช้เวลาน้อยสุดเป็น อันดับที่ 16

ความพยายามครั้งที่ 33
ขานน้ำ, ไข่มีส่วนแข็ง, ไข่มีหาง

อันดับวิวัฒนาการยอดเยี่ยม

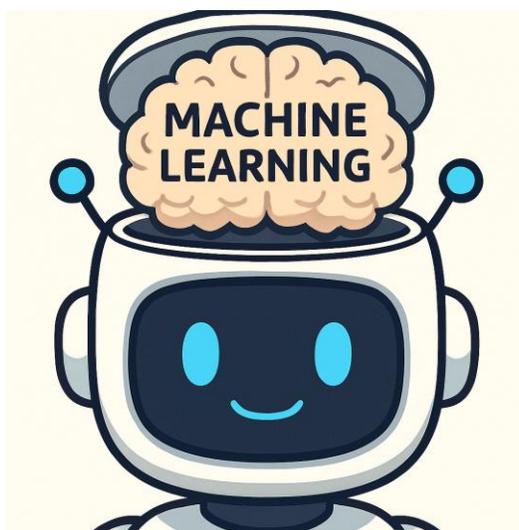
- 3.6556 :: ครีปหน้า, ครีปหลัง, หางปลา
- 3.6605 :: ขานน้ำ, ขานหลัง, หางคิง
- 4.1968 :: ไม่มีส่วนหน้า, ครีปหลัง, หางปลา

อตั้มจะมีการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนของร่างกายอยู่ 3 ตำแหน่งคือช่วงลำตัวด้านหน้า ช่วงลำตัวด้านหลัง และช่วงบันท้าย ซึ่งแต่ละตำแหน่งจะมีชิ้นส่วนหลากหลายแบบ แต่แต่ละแบบจะมีค่าความเหมาะสมแตกต่างกันตามหลักฟิสิกส์ เช่น ขาเมื่ออยู่ในน้ำก็จะเกิดแรงต้านมากกว่าครีป ทำให้เคลื่อนที่ในน้ำได้ช้ากว่า



การนำ Machine Learning มาใช้กับออตัม

ปกติแล้วในเกมจำลองทั่ว ๆ ไป จะมีการเขียนสคริปต์ง่าย ๆ ให้กับตัวละครมีการกระทำแตกต่างกันออกไปตามสถานการณ์ หรืออาจจะเป็นการสุ่มพฤติกรรมของตัวละครให้แสดงออกมา แต่ตัวละครออตัมใน “Evolution Diary การบ้านปิดเทอมฤดูร้อนของพระเจ้า” นั้นเหนือชั้นกว่านั้นเพราะมีการนำ Machine Learning มาใส่ไว้ให้เป็นสมองของตัวละคร



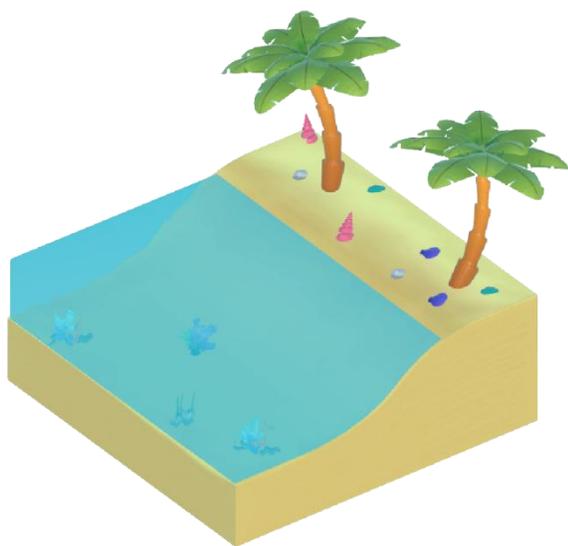
กระบวนการเลือกชิ้นส่วนของออตัมนั้นจะได้มาจากอัลกอริทึมของ Q-learning ที่จะเลือกชิ้นส่วนให้สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมต่างๆ ทำให้ออตัมนั้นสามารถเรียนรู้และจดจำว่าถ้าเจอสภาพแวดล้อมแบบนี้ควรใช้ชิ้นส่วนไหนในการนำมาเลือกใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งกระบวนการทำงานของ Q-learning กับตัวละครออตัมจะอธิบายอย่างละเอียดในหัวข้อต่อไป

เพราะใช้ Machine Learning ทำให้
การทดลองแต่ละรอบอาจจะได้รูปร่างที่ดีที่สุด
ที่แตกต่างกันออกไปนะ ขึ้นอยู่กับรอบ
นั้นออตัมจะค้นพบว่ารูปแบบไหนดีที่สุด



สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในกล่องจำลอง

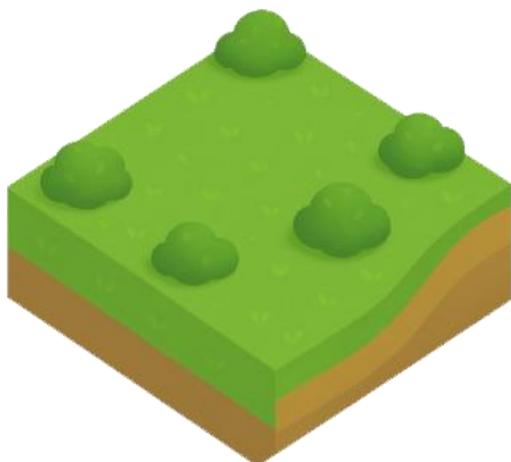
ใน Evolution Diary จะมีการจำลองสภาพแวดล้อมในแต่ละบทแตกต่างกันออกไปตามลำดับขั้นตอนที่เกิดขึ้นจริง ๆ บนโลก เริ่มจากการอาศัยอยู่ในน้ำ การเริ่มต้นขึ้นมาจากน้ำสู่บก การใช้ชีวิตบนพื้นราบ ไปจนถึงการดำรงชีวิตในป่าใหญ่



ทะเล



ชายเลน



ทุ่งหญ้า



ป่าทึบ

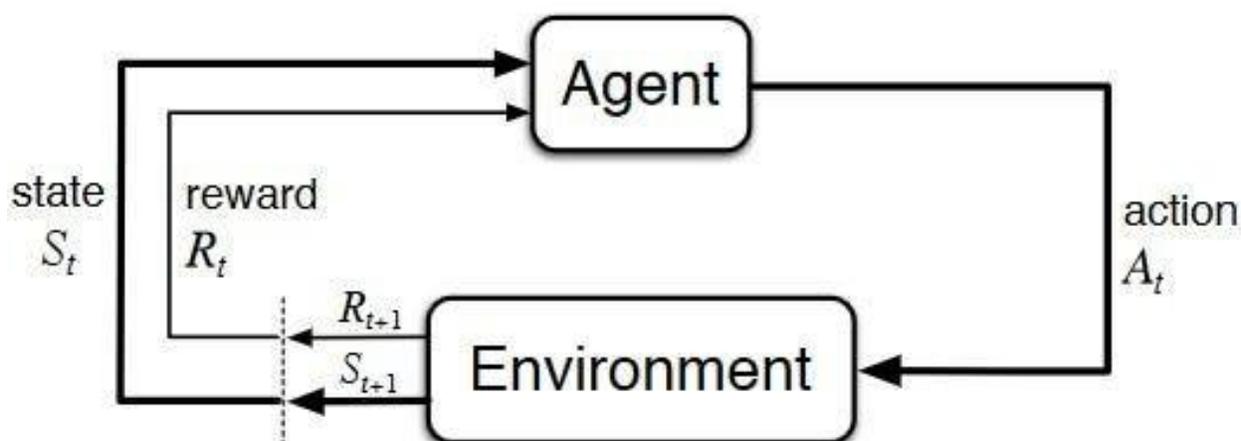
เทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้

1. ใช้ Unity เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของเนื้อหาการสอน ซึ่งถูกออกแบบให้นำเสนอผ่านตัวละคร 3 มิติ, แอนิเมชัน, ข้อความบรรยาย ช่วยให้ผู้เรียนสนุกสนานไปกับการได้รับข้อมูลความรู้ และส่วนของการทดลองในรูปแบบเกมจำลอง (Simulation Game) ซึ่งออกแบบระบบโดยใช้ C# Script เพื่อควบคุมการตอบสนองของวัตถุตามการกระทำของผู้เรียน แล้วสังเกตผลลัพธ์แบบเรียลไทม์



2. ใช้ Blender ในการสร้างโมเดล 3 มิติ ทั้งตัวละคร ฉาก และแอนิเมชันการเคลื่อนไหว และใช้ Adobe Photoshop และ Figma ในการออกแบบ UI ของโปรแกรม

3. พัฒนาอัลกอริทึมของ Q-learning สำหรับการเลือกใช้และจำจดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของตัวละคร อัลกอริทึม Q-learning จะให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ด้วยตัวเองโดยการที่ให้ Agent (Adam) Action ผ่านสื่อ+การเรียนรู้ที่เราจะเรียกว่า “Environment (สถานการณ์)” แล้ว Environment จะให้ Reward เพื่อบอกว่า Agent ทำ Action นั้นแล้วมีผลดีอย่างไร



ส่วนวิธีที่ทำให้คอมพิวเตอร์จดจำนั่นก็คือ การสร้าง State (สิ่งที่ Agent เจอ) ทุกความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้น โดยในแต่ละ State จะบอกว่า Agent ทำอะไร แล้วได้อะไร จากนั้นเราก็จะจดว่า ถ้าเจอ State ไหน แล้ว Agent เลือก Action ไหน จะได้ Reward เท่าไร ตารางที่ไว้ใช้เก็บค่า เราจะเรียกว่า “ Q-Table ” ส่วนค่าในตารางเรา จะเรียกว่าค่า “ Q-Value ”

		Actions			
States		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		0	0	0	0
		■	■	■	
		0	0	0	0

นำ Q-Learning มาใช้

เริ่มต้นเราต้องรู้ก่อนว่า อะไรคือ Agent และอื่นๆ โดยในสื่อการเรียนรู้ที่กำหนดให้

- Agent คือ อตัม
- State คือ สภาพแวดล้อม
- Action คือ การเลือกชิ้นส่วน โดยในการเลือกชิ้นส่วนนั้นเราจะทำอยู่ในรูปแบบของชิ้นส่วนทั้งหมดที่อตัมสามารถจับคู่ได้ ในที่นี้ชิ้นส่วนของเราปัจจุบันที่มีการเลือกมามีทั้ง 11 ชิ้นส่วน หมายความว่าตอนนี้เราจะมีรูปแบบทั้งหมด ได้มาจาก อตัมมีที่ส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วน แต่ละส่วนจะมี ส่วนหน้า 4 ชิ้น ส่วนหลัง 4 ชิ้น ส่วนหาง 3 ชิ้น ก็จะเป็น $4 \times 4 \times 3 = 48$ รูปแบบ

ต่อไปเราต้องหาค่า Q-Value นำไปใส่ใน Q-Table โดยใช้สูตร Q-Learning

$$Q(S_t, A_t) \leftarrow Q(S_t, A_t) + \alpha [R_{t+1} + \gamma \max_a Q(S_{t+1}, a) - Q(S_t, A_t)]$$

New
Q-value
estimation

Former
Q-value
estimation

Learning
Rate

Immediate
Reward

Discounted Estimate
optimal Q-value
of next state

Former
Q-value
estimation

“ ค่า Q ใหม่ = ค่า Q เดิม + อัตราการเรียนรู้ × (รางวัล + ค่าคาดหวังในอนาคต - ค่า Q เดิม) หรือก็คือ การปรับค่า Q ไปในทางที่เข้าใกล้ค่าจริงของมันมากขึ้น โดยใช้ประสบการณ์ล่าสุด ”

ตัวอย่าง Q-Table

			น้ำ	บนบก	ชายเลน	ปีนป่าย
ขาน้ำ 1	ขาหลัง 2	หาง 9	0.22	2.18	0.73	2.38
ขาน้ำ 1	ขาหลัง 2	ไม่มีหาง 10	0.51	1.82	1.09	2.01
ขาน้ำ 1	ขาหลัง 2	หางปลา 11	0.87	1.53	1.31	1.72
ขาน้ำ 1	ขา 4	หาง 9	0.29	2.18	0.73	3.75
ขาน้ำ 1	ขา 4	ไม่มีหาง 10	0.58	1.82	1.09	3.39
ขาน้ำ 1	ขา 4	หางปลา 11	0.95	1.53	1.31	3.1
ขาน้ำ 1	ไม่มีส่วนหลัง 6	หาง 9	0.51	2.18	1.09	2.38
ขาน้ำ 1	ไม่มีส่วนหลัง 6	ไม่มีหาง 10	0.8	1.82	1.45	2.01
ขาน้ำ 1	ไม่มีส่วนหลัง 6	หางปลา 11	1.16	1.53	1.67	1.72
ขาน้ำ 1	ครีปลัง 8	หาง 9	0.87	1.6	0.95	2.38
ขาน้ำ 1	ครีปลัง 8	ไม่มีหาง 10	1.16	1.24	1.31	2.01
ขาน้ำ 1	ครีปลัง 8	หางปลา 11	1.53	0.95	1.53	1.72
แขน 3	ขาหลัง 2	หาง 9	0.29	2.18	0.73	3.75
แขน 3	ขาหลัง 2	ไม่มีหาง 10	0.58	1.82	1.09	3.39
แขน 3	ขาหลัง 2	หางปลา 11	0.95	1.53	1.31	3.1
แขน 3	ขา 4	หาง 9	0.37	2.18	0.73	5.13
แขน 3	ขา 4	ไม่มีหาง 10	0.66	1.82	1.09	4.77
แขน 3	ขา 4	หางปลา 11	1.02	1.53	1.31	4.48
แขน 3	ไม่มีส่วนหลัง 6	หาง 9	0.58	2.18	1.09	3.75
แขน 3	ไม่มีส่วนหลัง 6	ไม่มีหาง 10	0.87	1.82	1.45	3.39
แขน 3	ไม่มีส่วนหลัง 6	หางปลา 11	1.24	1.53	1.67	3.1
แขน 3	ครีปลัง 8	หาง 9	0.95	1.6	0.95	3.75
แขน 3	ครีปลัง 8	ไม่มีหาง 10	1.24	1.24	1.31	3.39
แขน 3	ครีปลัง 8	หางปลา 11	1.6	0.95	1.53	3.1
ไม่มีส่วนหน้า 5	ขาหลัง 2	หาง 9	0.51	2.18	1.09	2.38
ไม่มีส่วนหน้า 5	ขาหลัง 2	ไม่มีหาง 10	0.8	1.82	1.45	2.01
ไม่มีส่วนหน้า 5	ขาหลัง 2	หางปลา 11	1.16	1.53	1.67	1.72
ไม่มีส่วนหน้า 5	ขา 4	หาง 9	0.58	2.18	1.09	3.75
ไม่มีส่วนหน้า 5	ขา 4	ไม่มีหาง 10	0.87	1.82	1.45	3.39

Q-Value

โดยหลังจากที่ได้ค่ามาเราจะนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับตามสภาพแวดล้อมแล้วนำค่าที่สูงที่สุดมาเพิ่มความเร็วตามแต่ละชั้นส่วนให้กับอ้อมเพื่อให้อ้อมสามารถไปหาอาหารได้



บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ผู้จัดทำร่วมกันศึกษาและหาข้อมูลเพื่อจัดทำโครงการวิทยากรคอมพิวเตอร์ เรื่อง “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

วัตถุประสงค์

1. ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดเรื่อง วิวัฒนาการและการปรับตัว ได้อย่างเป็นรูปธรรม ผ่านการทดลองและการสังเกตผลลัพธ์จริง แทนการเรียนรู้เพียงทฤษฎี และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาการคอมพิวเตอร์
2. ได้สื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ในลักษณะเกมสามมิติที่น่าสนใจ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนได้ และช่วยสร้างแรงจูงใจและความสนุกสนานในการเรียนรู้ในกลุ่มนักเรียนระดับประถมและมัธยมต้น
3. ผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสังเกตจากการทดลองปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมและชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ และได้เรียนรู้การทำงานของปัญญาประดิษฐ์และ Machine Learning ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ซึ่งสามารถต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ในอนาคต
4. เป็นตัวอย่างของการนำ Machine Learning และ Q-Learning มาประยุกต์ใช้จริงในด้านการศึกษา ทำให้เห็นว่าการเรียนรู้เชิงคำนวณสามารถอธิบายแนวคิดทางชีววิทยาได้ พร้อมสนับสนุนแนวทางการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Active Learning) และการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาหลักการพิสูจน์ทางวิทยาการคอมพิวเตอร์และชีววิทยาจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด หนังสือเรียน เป็นต้น
2. ศึกษาเนื้อหาที่สอดคล้องและสามารถนำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning
3. เริ่มต้นวางแผนและสร้างโปรแกรมการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning

4. ทดลองโปรแกรมการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning ว่ามีความสเถียรมากน้อยเพียงใด สามารถใช้ได้จริงหรือไม่
5. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการตรวจสอบความถูกต้องของหลักการทำงานโปรแกรมการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning
6. ปรับปรุงและแก้ไขโครงการตามคำแนะนำที่ได้จากครูที่ปรึกษาโครงการ
7. นำโปรแกรมการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning ไปทดลองให้แก่นักเรียนในเรียนโรงเรียนสตรีอ่างทอง แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์-คอมพิวเตอร์ กลุ่มเป้าหมายในระดับประถมและมัธยมต้น และผู้ที่สนใจ

บทที่ 4

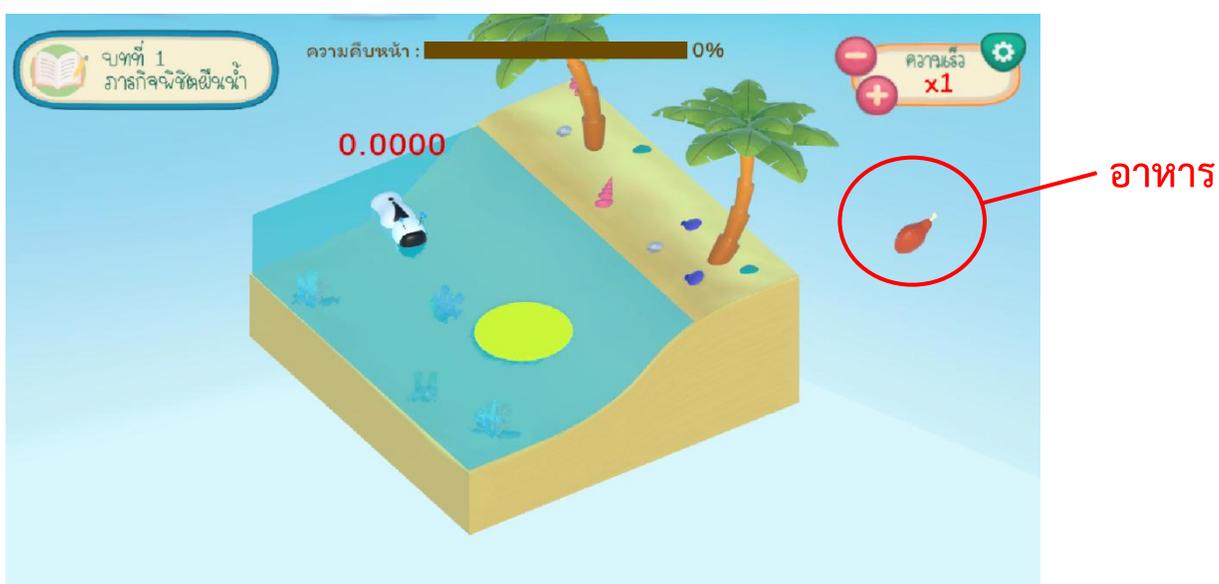
ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาและทดลองการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning ได้ผลการดำเนินการดังนี้

เมื่อเริ่มต้นระบบจะเล่าถึงการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต สิ่งที่คุณเล่นต้องทำ และสอนรายละเอียดแต่ละส่วนของหน้าสื่อการเรียนรู้



เมื่ออธิบายเสร็จระบบจะให้ผู้เล่นนำอาหารไปวางไว้ในตำแหน่งที่สี่เหลี่ยมเพื่อเป็นเป้าหมายให้กับบอตัมและเป็นการเริ่มให้อัตัมเรียนรู้การวิวัฒนาการ



ต่อมา หุ่นยนต์อ้อมัมจะทำการเลือกชิ้นส่วนและวิวัฒนาการตัวเองเพื่อเคลื่อนที่ไปหาอาหารก่อนที่เวลาบนหัวจะถึงลิมิตเสียก่อน โดยรอบแรกนั้นอ้อมัมจะไม่มีส่วนหน้า ส่วนหลัง และส่วนหางก่อนเสมอ



ในระหว่างที่หุ่นยนต์อ้อมัมกำลังเรียนรู้อยู่นั้น ผู้เล่นสามารถคลิกขวาที่เมาส์แล้วเลื่อน จะทำให้ดูได้ว่าหุ่นยนต์อ้อมัมเคลื่อนที่ไปหาบองโกในมุมอื่น และแสดงรายละเอียดของสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ได้ และผู้เล่นจะสามารถหมุนลูกกลิ้งเมาส์เพื่อซูมเข้าและซูมออกได้



ในการทดสอบแต่ละสภาพแวดล้อมนั้น หุ่นยนต์อัตโนมัติจะใช้เวลาในการเรียนรู้มากพอสมควร ผู้เล่นจึงสามารถกดปุ่มเพื่อเพิ่มลดความเร็วเกมได้



ปุ่มเพิ่มลดความเร็วเกม

การแจ้งเตือน

ระบบจะทำการแจ้งเตือนทุกครั้งเมื่อหุ่นยนต์อัตโนมัติเรียนรู้สำเร็จในแต่ละรอบ โดยแต่ละรอบระบบจะบอกว่ารอบนี้เป็นรอบที่เท่าใด ใช้เวลาไปเท่าใด ใช้เวลาเป็นอันดับเท่าใด และรอบนี้หุ่นยนต์อัตโนมัติใช้ชิ้นส่วนอะไรบ้าง



อัตโนมัติใช้ชิ้นส่วนอะไรบ้าง

ใช้เวลาไปเท่าไร

ใช้เวลาเป็นอันดับเท่าไร

ในการทดลองแต่ละสภาพแวดล้อมจะมีหลอดความคืบหน้า ที่จะบอกว่าหุ่นยนต์อดัมได้ทดสอบรูปแบบไปกี่เปอร์เซ็นต์ของจากทั้งหมดแล้ว เพื่อเป็นการอัปเดตให้ผู้เล่นรับทราบ



การจัดอันดับ

ตารางจัดอันดับนั้นจะแสดงรูปแบบที่สามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว ไตและกินอาหารสำเร็จ 3 อันดับแรก ซึ่งระบบก็จะบอกอีกด้วยว่ารูปแบบแต่ละอันดับ มีชิ้นส่วนไหนบ้างและใช้เวลาเท่าใด



เมื่อความคืบหน้าถึง 100% ระบบทำการสรุปว่าทำไมหุ่นยนต์อัตโนมัติจึงเลือกใช้ชิ้นส่วนแต่ละส่วน ผู้เล่นสามารถลาก Scroll bar ที่อยู่ข้างล่างหุ่นยนต์เพื่อสังเกตการณ์การเปลี่ยนแปลงของอัตโนมัติโดยหุ่นยนต์จะคอยหมุนตัวตามการเลื่อน และเป็นการสิ้นสุดบทนั้น โดยผู้เล่นจะต้องกดปุ่ม Next เพื่อไปเรียนรู้ต่อไปในบทถัดไป หรือ กดปุ่ม Restart เพื่อให้หุ่นยนต์เรียนรู้ใหม่อีกครั้ง

• การเอาชีวิตรอดในน้ำนั้นอัตโนมัติได้เลือก

เรียนรู้บทที่ 1 สำเร็จ

คริสต์ส่วนหน้า :

ในน้ำนั้นคริสต์ส่วนหน้าช่วยลดแรงต้านของน้ำโดยคริสต์หน้ามีพื้นที่กว้างแบบยึดหยุ่นได้ช่วยปิดน้ำสร้างแรงผลักเมื่อเคลื่อนที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว

คริสต์ส่วนหลัง :

ในน้ำนั้นคริสต์ส่วนหลังช่วยลดแรงต้านของน้ำโดยคริสต์หน้ามีพื้นที่กว้างแบบยึดหยุ่นได้ช่วยปิดน้ำสร้างแรงผลักเมื่อเคลื่อนที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว

คริสต์หาง :

ในน้ำนั้นคริสต์หางช่วยในการกำหนดทิศทางในการเคลื่อนที่และช่วยในการทรงตัวของอัตโนมัติอยู่ในน้ำทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว

Restart 

Next 

Scroll bar



บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

1. การทดสอบในส่วนของโมเดล

1.1 กำหนดชุดการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ Training Episode สำหรับใช้ในการเรียนรู้ของหุ่นยนต์ และ Testing Episode สำหรับใช้ในการตรวจสอบความสามารถการปรับตัวในสภาพแวดล้อมใหม่ที่ไม่เคยเจอมาก่อน

1.2 ใช้วิธีการเลือกสภาพแวดล้อม เช่น บนน้ำ บนบก หรือพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโมเดล Q-learning ว่าสามารถเลือกชิ้นส่วนร่างกายที่เหมาะสมได้หรือไม่

1.3 ประเมินผลลัพธ์โดยใช้ตัวบ่งชี้ เช่น

1. ค่า Reward เฉลี่ยต่อรอบการทดลอง
2. เวลาในการเคลื่อนที่ไปถึงอาหาร
3. ความถี่ในการเลือกชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

2. การทดสอบในส่วนของโปรแกรม

2.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบการใช้โปรแกรม ได้แก่ ในวัยประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อตรวจสอบการทำงานจริงของสื่อการเรียนรู้

2.2 ให้ผู้ทดสอบได้โต้ตอบกับโปรแกรมและเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการทดลอง เช่น การปรับตัวของหุ่นยนต์ในสภาพแวดล้อมต่างๆกับสิ่งที่โมเดลได้เรียนรู้แล้ว

2.3 ตรวจสอบความถูกต้องและความเสถียรของโปรแกรม เช่น การเลือกชิ้นส่วนร่างกายถูกต้องสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม และผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการปรับตัว

2.4 ประเมินผลตอบรับของผู้ใช้ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจและความเข้าใจหลังการใช้งาน เพื่อวัดว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดเรื่อง “วิวัฒนาการและการปรับตัว” ได้ชัดเจนเพียงใด

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1. Unity 6
2. Visual Studio Code
3. Blender 4.6
4. Adobe Photoshop
5. Figma

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดเรื่อง วิวัฒนาการและการปรับตัว ได้อย่างเป็นรูปธรรม ผ่านการทดลองและการสังเกตผลลัพธ์จริง แทนการเรียนรู้เพียงทฤษฎี และช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาการคอมพิวเตอร์

2. ได้สื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ในลักษณะเกมสามมิติที่น่าสนใจ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนได้ และช่วยสร้างแรงจูงใจและความสนุกสนานในการเรียนรู้ในกลุ่มนักเรียนระดับประถมและมัธยมต้น

3. ผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสังเกตจากการทดลองปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมและชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ และได้เรียนรู้การทำงานของปัญญาประดิษฐ์และ Machine Learning ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ซึ่งสามารถต่อยอดไปสู่การเรียนรู้ในอนาคต

4. เป็นตัวอย่างของการนำ Machine Learning และ Q-Learning มาประยุกต์ใช้จริงในด้านการศึกษา ทำให้เห็นว่าการเรียนรู้เชิงคำนวณสามารถอธิบายแนวคิดทางชีววิทยาได้ พร้อมสนับสนุนแนวทางการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Active Learning) และการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning)

บรรณานุกรม

1. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement Learning: An Introduction* (2nd ed.). Stanford University. พื้นฐานอัลกอริทึมและกรอบแนวคิดของ Reinforcement Learning จาก web.stanford.edu <https://web.stanford.edu/class/psych209/Readings/SuttonBartoPRLBook2ndEd.pdf> (วันที่สืบค้น: 26 สิงหาคม 2568)
2. เขียน Q learning แบบ Step by Step จากช่อง youtube: ECoding <https://www.youtube.com/watch?v=8PfbmZnsUug> (วันที่สืบค้น: 28 สิงหาคม 2568)
3. บทที่ 1 – Machine Learning คืออะไร จากช่อง youtube: AI Builders <https://www.youtube.com/watch?v=4-PHm7-XIjE> (วันที่สืบค้น: 27 สิงหาคม 2568)
4. กิตติมศักดิ์ (-). (-). *Q-Learning - Thammasorn*. สืบค้นจาก Thammasorn Blog <https://thammasorn.github.io/2020/05/03/Q-learning.html> (วันที่สืบค้น: 26 สิงหาคม 2568)
5. simulation of biological evolution and machine learning: I.Selection of Self-reproducing numeric patterns by data processing machines, effects of hereditary control, mutation type and crossing จาก ScienceDirect <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0022519367900975> (วันที่สืบค้น: 27 สิงหาคม 2568)
6. Python & Machine Learning เบื้องต้น 12 ชั่วโมงเต็ม [FULL COURSE] จากช่อง youtube: KongRuksiam Tutorial <https://www.youtube.com/watch?v=kUF5hPfQWaQ> (วันที่สืบค้น: 28 สิงหาคม 2568)
7. science.royalsociety.go.th. (-). *พัฒนาการของปัญญาประดิษฐ์ในประเทศไทย*. เอกสาร PDF วิชาการ (ราชบัณฑิตฯ) https://science.royalsociety.go.th/wp-content/uploads/2024/08/08_พัฒนาการของปัญญาประดิษฐ์ในประเทศไทย.pdf (วันที่สืบค้น: 28 สิงหาคม 2568)

8. ตุ่นปากเปิด - สิ่งมีชีวิตที่แหกทุกกฎของชีววิทยา | เรื่องไม่รู้รอบตัว

<https://youtu.be/voiorsl8DvU?si=5R8ZSnA7n1o6sSAE> (วันที่สืบค้น: 14 ธันวาคม 2568)

ประวัติของผู้พัฒนา



ชื่อ-สกุล นายไพสิฐ ยีรงค์

วันเดือนปีเกิด 9 มกราคม 2551 อายุ 17 ปี

ที่อยู่ปัจจุบัน 69 หมู่ที่ 10 ต.ศาลเจ้าโรงทอง อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง

โทรศัพท์มือถือที่สามารถติดต่อได้ 0641711165

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ - คอมพิวเตอร์

ผลงานดีเด่นด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

➡ ได้รับรางวัลระดับเหรียญทองรองชนะเลิศอันดับที่1กิจกรรมการแข่งขันการออกแบบสิ่งของเครื่องใช้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ระดับชั้น ม.4 -ม.6 งานศิลปหัตถกรรมนักเรียน ระดับ เขตพื้นที่ศึกษา ครั้งที่ 71 ประจำปีการศึกษา 2566



ชื่อ-สกุล นางสาวกัญญาภัทร ธนะสันต์

วันเดือนปีเกิด 28 กุมภาพันธ์ 2551 อายุ 17 ปี

ที่อยู่ปัจจุบัน 4/1 หมู่ที่ 1 ต.สามง่าม อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง

โทรศัพท์มือถือที่สามารถติดต่อได้ 0991344671

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ - คอมพิวเตอร์



ชื่อ-สกุล นางสาวณฎาภักย์ โลหะรัตน์

วันเดือนปีเกิด 12 ตุลาคม 2550 อายุ 17 ปี

ที่อยู่ปัจจุบัน 139/1 หมู่ที่ 1 ต.จรเข้ร้อง อ.ไชโย จ.อ่างทอง

โทรศัพท์มือถือที่สามารถติดต่อได้ 0957652153

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ - คอมพิวเตอร์

ประวัติอาจารย์ที่ปรึกษา

ชื่อ-สกุล นายกวินวิษณุ พุ่มสาขา

ที่อยู่ปัจจุบัน โรงเรียนสตรีอ่างทอง 66 หมู่ 3 ต.ศาลาแดง อ.เมือง จ.อ่างทอง

โทรศัพท์มือถือที่สามารถติดต่อได้ 0971719779

อีเมลที่สามารถติดต่อได้ gta.tc.sa@gmail.com

Checklist for Adult Sponsor (1)

This completed form is required for ALL projects.

To be completed by the Adult Sponsor in collaboration with the student researcher(s):

Student's Name(s): Phaisit Yeerong

Project Title: Evolution diary

- I have reviewed the ISEF Rules and Guidelines, including the science fair ethics statement.
- I have reviewed the student's completed Student Checklist (1A) and Research Plan/Project Summary.
- I have worked with the student and we have discussed the possible risks involved in the project.
- The project involves one or more of the following and requires prior approval by an SRC, IRB, IACUC or IBC:
 Humans Potentially Hazardous Biological Agents
 Vertebrate Animals Microorganisms rDNA Tissues
- Items to be completed for **ALL PROJECTS**
 Adult Sponsor Checklist (1) Research Plan/Project Summary
 Student Checklist (1A) Approval Form (1B)
 Regulated Research Institutional/Industrial Setting Form (1C) (when applicable; after completed experiment)
 Continuation/Research Progression Form (7) (when applicable)

Additional forms required if the project includes the use of one or more of the following (check all that apply):

- Humans**, including student designed inventions/prototypes. (Requires prior approval by an Institutional Review Board (IRB); see full text of the rules.)
 - Human Participants Form (4) or appropriate Institutional IRB documentation
 - Sample of Informed Consent Form (when applicable and/or required by the IRB)
 - Qualified Scientist Form (2) (when applicable and/or required by the IRB)
- Vertebrate Animals** (Requires prior approval, see full text of the rules.)
 - Vertebrate Animal Form (5A) - for projects conducted in a school/home/field research site (SRC prior approval required)
 - Vertebrate Animal Form (5B) - for projects conducted at a Regulated Research Institution. (Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC) approval required prior experimentation.)
 - Qualified Scientist Form (2) (Required for all vertebrate animal projects at a regulated research site or when applicable)
- Potentially Hazardous Biological Agents** (Requires prior approval by SRC, IACUC or IBC, see full text of the rules.)
 - Potentially Hazardous Biological Agents Risk Assessment Form (6A)
 - Human and Vertebrate Animal Tissue Form (6B) - to be completed in addition to Form 6A when project involves the use of fresh or frozen tissue, primary cell cultures, blood, blood products and body fluids.
 - Qualified Scientist Form (2) (when applicable)
 - The following are exempt from prior review but require a Risk Assessment Form 3: projects involving protists, archae and similar microorganisms, for projects using manure for composting, fuel production or other non-culturing experiments, projects using color change coliform water test kits, microbial fuel cells, and projects involving decomposing vertebrate organisms.
- Hazardous Chemicals, Activities and Devices** (No SRC prior approval required, see full text of the rules.)
 - Risk Assessment Form (3)
 - Qualified Scientist Form (2) (required for projects involving DEA-controlled substances or when applicable)
- Other**
 - Risk Assessment Form (3)
- I attest to the information checked above and that I have read and agree to abide by the science fair ethics statement.

Kawinwich Phumsakha
Adult Sponsor's Printed Name


Signature

09/02/2025
Date of Review (mm/dd/yy)

0971719779
Phone

gta.tc.sa@gmail.com
Email

Student Checklist (1A)

This form is required for ALL projects.

1. a. Student/Team Leader: Phaisit Yeerong Grade: 12
Email: phaisityeerong@gmail.com Phone: 0641711165

b. Team Member: Yaphakan Loharat c. Team Member: Kanyaphat Thanasun

2. Title of Project: Evolution diary

3. School: Satri Angthong School School Phone: 035611511
(if multiple schools, list of the team leader or list all schools).

School Address: 66 m 3 Saladang Angthong

4. Adult Sponsor: Kawinwich Phumsakha Phone/Email: _____

5. Does this project need SRC/IRB/IACUC or other pre-approval? Yes No Tentative start date: _____

6. Is this a continuation/progression from a previous year? Yes No
a. If yes, attach the previous year's Abstract **and** Research Plan/Project Summary

b. Explain how this project is new and different from previous years on
 Continuation/Research Progression Form (7); include forms for all previous years

7. This year's experimentation/data collection (include forms for all previous years):

10/10/2025 06/02/2026
Actual Start Date: (mm/dd/yy) End Date: (mm/dd/yy)

8. Where will you conduct your experimentation? (check all that apply)
 Research Institution School Field Home Other: _____

9. Source of Data:
 Collected self/mentor Other List all URL(s) in Research Plan: _____

10. List the name and address of all non-home and non-school work site(s), whether you worked there virtually or on-site:

Name _____

Address: _____

Phone/email _____

11. **Complete a Research Plan/Project Summary following the Research Plan/Project Summary instructions and attach to this form.**

12. **An abstract is required for all projects after experimentation.**

Research Plan/Project Summary Instructions

A complete Research Plan/Project Summary is required for ALL projects and must accompany Student Checklist (1A).

1. The Research Plan is to be written prior to experimentation following the instructions below to detail the rationale, research question(s), methodology, and risk assessment of the proposed research.
2. If changes are made during the research prior to competing in an affiliated fair, such changes can be added to the original research plan as an addendum, recognizing that some changes may require returning to the IRB or SRC for appropriate review and approvals. If no additional approvals are required, this addendum serves as a project summary to explain research that was conducted.
3. If no changes are made from the original research plan, no project summary is required.
 - Some studies, such as an engineering design or mathematics projects, will be less detailed in the initial project plan and will change through the course of research. If such changes occur, a project summary that explains what was done is required and can be appended to the original research plan.
 - The Research Plan/Project Summary should include the following:
 - a. **RATIONALE:** Include a brief synopsis of the background that supports your research problem and explain why this research is important and if applicable, explain any societal impact of your research.
 - b. **RESEARCH QUESTION(S), HYPOTHESIS(ES), ENGINEERING GOAL(S), EXPECTED OUTCOMES:** How is this based on the rationale described above?
 - c. Describe the following in detail:
 - **List of materials:**
 - **Procedures:** Detail all procedures and experimental design including list of materials, methods for data collection, and when applicable, the source of data used. Describe your project delineating what you will do and what will be done by your mentor.
 - **Risk and Safety:** Identify any potential risks and safety precautions needed.
 - **Data Analysis:** Describe the procedures you will use to analyze the data/results.
 - d. **BIBLIOGRAPHY:** List major references (e.g. science journal articles, books, internet sites) from your literature review. If you plan to use vertebrate animals, one of these references must be an animal care reference.

Items 1–4 below are subject-specific guidelines for additional items to be included in your research plan/project summary as applicable.

1. Human participants research:

- a. **Participants:** Describe age range, gender, racial/ethnic composition of participants. Identify vulnerable populations (minors, pregnant women, prisoners, mentally disabled or economically disadvantaged).
- b. **Recruitment:** Where will you find your participants? How will they be invited to participate?
- c. **Methods:** What will participants be asked to do? Will you use any surveys, questionnaires or tests? If yes and not your own, how did you obtain? Did it require permissions? If so, explain. What is the frequency and length of time involved for each subject?
- d. **Risk Assessment:** What are the risks or potential discomforts (physical, psychological, time involved, social, legal, etc.) to participants? How will you minimize risks? List any benefits to society or participants.
- e. **Protection of Privacy:** Will identifiable information (e.g., names, telephone numbers, birth dates, email addresses) be collected? Will data be confidential/anonymous? If anonymous, describe how the data will be collected. If not anonymous, what procedures are in place for safeguarding confidentiality? Where will data be stored? Who will have access to the data? What will you do with the data after the study?
- f. **Informed Consent Process:** Describe how you will inform participants about the purpose of the study, what they will be asked to do, that their participation is voluntary and they have the right to stop at any time.

2. Vertebrate animal research:

- a. Discuss potential ALTERNATIVES to vertebrate animal use and present justification for use of vertebrates.
- b. Explain potential impact or contribution of this research.
- c. Detail all procedures to be used, including methods used to minimize potential discomfort, distress, pain and injury to the animals and detailed chemical concentrations and drug dosages.
- d. Detail animal numbers, species, strain, sex, age, source, etc., include justification of the numbers planned.
- e. Describe housing and oversight of daily care.
- f. Discuss disposition of the animals at the end of the study.

3. Potentially hazardous biological agents research:

- a. Give source of the organism and describe BSL assessment process and BSL determination.
- b. Detail safety precautions and discuss methods of disposal.

4. Hazardous chemicals, activities & devices:

- a. Describe Risk Assessment process, supervision, safety precautions and specific methods of disposal.
- b. Safety Data Sheets are not necessary to submit with paperwork.

บทคัดย่อ

โครงการ “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” เป็นสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบสามมิติในเรื่องของการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะทำการปรับตัวให้อยู่รอดในสภาพแวดล้อมต่างๆ โดยบูรณาการหลักการทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ผ่านการประยุกต์ใช้เทคนิค Machine Learning ประเภท Reinforcement Learning ด้วยอัลกอริทึม Q-Learning จำลองกระบวนการ “ลองผิดลองถูก” (Trial and Error) อันเป็นแก่นสำคัญของวิวัฒนาการตามธรรมชาติ

ในโปรแกรมจำลองจะมีหุ่นยนต์ที่มีความสามารถในการปรับเปลี่ยนชิ้นส่วนร่างกาย 3 ส่วน คือลำตัวส่วนบน ลำตัวส่วนล่าง และหาง เช่น ลำตัวส่วนบนจะสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นครีบ ขา แขน ซึ่งแต่ละชิ้นส่วนก็อาจมีลักษณะแยกย่อยไปอีก เช่น ขาที่มีเท้าแบบใบพาย หรือมีเท้าแบบกีบ ซึ่งจะมีความเหมาะสมในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ในแต่ละการทดลองจะกำหนดสภาพแวดล้อมที่ต่างกันไป เช่น การทดลองในสภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำ หุ่นยนต์อาจจะเลือกวิวัฒนาการเปลี่ยนจากขาเป็นครีบ เพราะมีแรงต้านเวลาว่ายน้ำน้อยกว่า แต่เมื่อขึ้นบกหุ่นยนต์อาจจะเลือกวิวัฒนาการให้มีขาเพื่อให้สะดวกในการเคลื่อนที่

จากที่กล่าวมา กระบวนการเรียนรู้ของโครงการนี้จึงสามารถใช้อธิบายแนวคิดทางชีววิทยาเรื่อง “วิวัฒนาการและการปรับตัว”

ได้ในเชิงคำนวณ ทำให้ผู้เรียนได้สังเกตเห็นผลลัพธ์การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) แทนที่จะมองวิวัฒนาการเพียงเป็นข้อเท็จจริงเชิงทฤษฎี ผู้จัดทำจึงคาดหวังว่าโครงการ “การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning” จะสามารถใช้เป็นต้นแบบของการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ากับการเรียนการสอนเรื่องวิวัฒนาการในรูปแบบใหม่ ที่เปลี่ยนจากการท่องจำเชิงทฤษฎี ไปสู่การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ผ่านการทดลอง การสังเกต และการตอบโต้โดยตรง ทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแนวคิดการปรับตัวและการคัดเลือกโดยธรรมชาติได้

อย่างเป็นรูปธรรมและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

แผนการทดลอง

1. การทดสอบในส่วนของโมเดล

1.1 กำหนดชุดการทดลอง โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ได้แก่ **Training Episode** สำหรับใช้ในการเรียนรู้ของหุ่นยนต์ และ **Testing Episode** สำหรับใช้ในการตรวจสอบความสามารถการปรับตัวในสภาพแวดล้อมใหม่ที่ไม่เคยเจอมาก่อน

1.2 ใช้วิธีการเลือกสภาพแวดล้อม เช่น บนน้ำ บนบก หรือพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโมเดล **Q-learning** ว่าสามารถเลือกชิ้นส่วนร่างกายที่เหมาะสมได้หรือไม่

1.3 ประเมินผลลัพธ์โดยใช้ตัวบ่งชี้ เช่น

1. ค่า **Reward** เฉลี่ยต่อรอบการทดลอง

2. เวลาในการเคลื่อนที่ไปถึงอาหาร

3. ความถี่ในการเลือกชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

2. การทดสอบในส่วนของโปรแกรม

2.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบการใช้โปรแกรม ได้แก่ ในวัยประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อตรวจสอบการทำงานจริงของสื่อการเรียนรู้

2.2 ให้ผู้ทดสอบได้โต้ตอบกับโปรแกรมและเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการทดลอง เช่น การปรับตัวของหุ่นยนต์ในสภาพแวดล้อมต่างๆกับสิ่งที่โมเดลได้เรียนรู้แล้ว

2.3 ตรวจสอบความถูกต้องและความเสถียรของโปรแกรม เช่น การเลือกชิ้นส่วนร่างกายถูกต้องสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม และผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับทฤษฎีการปรับตัว

2.4 ประเมินผลตอบรับของผู้ใช้ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจและความเข้าใจหลังการใช้งาน เพื่อวัดว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดเรื่อง "วิวัฒนาการและการปรับตัว" ได้ชัดเจนเพียงใด

Abstract

The project “Simulating the Evolution of Living Organisms with Machine Learning” is a three-dimensional learning medium focusing on the concept of biological evolution, where organisms adapt to survive in various environments. It integrates principles of computer science and artificial intelligence (AI) through the application of Machine Learning, specifically Reinforcement Learning, using the Q-Learning algorithm to simulate the process of “trial and error,” which lies at the core of natural evolution.

In the simulation program, a robot is designed with the ability to modify three body parts: the upper body, the lower body, and the tail. For example, the upper body can transform into fins, legs, or arms, with each part having additional variations—such as legs with paddle-like feet or hooved feet—each suited to different environments. In each experiment, the environment is set differently. For instance, in an aquatic environment, the robot may evolve to replace legs with fins due to reduced resistance in swimming, whereas on land, it may evolve to develop legs for more efficient movement.

This learning process demonstrates biological concepts of “evolution and adaptation” in computational terms, allowing learners to observe the outcomes of changes in living organisms as a result of reinforcement learning. Rather than viewing evolution as a purely theoretical fact, this project encourages understanding through interactive experimentation, observation, and direct feedback. The creators expect that “Simulating the Evolution of Living Organisms with Machine Learning” can serve as a model for integrating modern technology into teaching evolution in new ways—shifting from rote memorization of theory to hands-on learning that makes the concepts of adaptation and natural selection more tangible and engaging.

Experimental Plan

1. Model Testing

1.1 Define the experimental setup, divided into two sets: Training Episodes, used for the robot's learning process, and Testing Episodes, used to evaluate the robot's ability to adapt to unfamiliar environments.

1.2 Select environments such as aquatic, terrestrial, or obstacle-filled areas to assess the effectiveness of the Q-learning model in choosing appropriate body parts.

1.3 Evaluate the outcomes using indicators such as:

1. Average reward per trial
2. Time taken to reach the food
3. Frequency of selecting body parts appropriate to the environment

2. Program Testing

2.1 Define the target testing group, consisting of students from elementary to lower secondary levels, to evaluate the practical effectiveness of the learning tool.

2.2 Allow testers to interact with the program and compare experimental results—for example, how the robot adapts in different environments versus what the model has already learned.

2.3 Verify the program's accuracy and stability, such as whether the chosen body parts match the environment and whether the outcomes align with the theory of adaptation.

2.4 Assess user feedback through questionnaires measuring satisfaction and comprehension, in order to evaluate how well learners understand the concept of "evolution and adaptation."

Approval Form (1B)

A completed form is required for each student, including all team members.

1. To Be Completed by Student and Parent

a. Student Acknowledgment:

- I understand the risks and possible dangers to me of the proposed research plan.
- I have read the ISEF Rules and Guidelines and will adhere to all International Rules when conducting this research.
- I have read and agree to uphold all aspects of the student researcher ethics statement.

Student researchers are expected to maintain the highest standards of honesty and integrity. Scientific fraud and misconduct are not condoned at any level of research or competition. Such practices include but are not limited to plagiarism, forgery, use or presentation of other researcher's work as one's own, and fabrication of data. Fraudulent projects will fail to qualify for competition in affiliated fairs and ISEF.

Mr. PHAISIT YEERONG		1/09/2568
Student's Printed Name	Signature	Date Acknowledged (mm/dd/yy) (Must be prior to experimentation.)

b. Parent/Guardian Approval: I have read and understand the risks and possible dangers involved in the Research Plan/Project Summary. I consent to my child participating in this research.

Mr. APICHAAT YEERONG		1/09/2568
Parent/Guardian's Printed Name	Signature	Date Acknowledged (mm/dd/yy) (Must be prior to experimentation.)

2. To be completed by the local or affiliated Fair SRC

(Required for projects requiring prior SRC/IRB APPROVAL. Sign 2a or 2b as appropriate.)

<p>a. Required for projects that need prior SRC/IRB approval BEFORE experimentation (humans, vertebrates or potentially hazardous biological agents).</p> <p>The SRC/IRB has carefully studied this project's Research Plan/Project Summary and all the required forms are included. My signature indicates approval of the Research Plan/Project Summary before the student begins experimentation.</p> <p>_____ SRC/IRB Chair's Printed Name</p> <p>_____ Signature</p> <p style="text-align: right;">_____ Date of Approval (mm/dd/yy) (Must be prior to experimentation.)</p>	OR	<p>b. Required for research conducted at all Regulated Research Institutions with no prior fair SRC/IRB approval.</p> <p>This project was conducted at a regulated research institution (not home or high school, etc.), was reviewed and approved by the proper institutional board before experimentation and complies with the ISEF Rules. Attach (1C) and any required institutional approvals (e.g. IACUC, IRB).</p> <p>_____ SRC Chair's Printed Name</p> <p>_____ Signature</p> <p style="text-align: right;">_____ Date of Signature (mm/dd/yy) (May be after experimentation)</p>
--	----	---

3. Final ISEF Affiliated Fair SRC Approval (Required for ALL Projects)

<p>SRC Approval After Experimentation and Before Competition at Regional/State/National Fair</p> <p>I certify that this project adheres to the approved Research Plan/Project Summary and complies with all ISEF Rules.</p>		
Regional SRC Chair's Printed Name	Signature	Date of Approval (mm/dd/yy)
State/National SRC Chair's Printed Name (where applicable)	Signature	Date of Approval (mm/dd/yy)

Risk Assessment Form (3)

Must be completed before experimentation; recommended for all projects. May be required for projects involving Human Participants, Hazardous Chemicals, Materials or Devices or Potentially Hazardous Biological Agents.

Student's Name(s) Phaisit Yeerong

Title of Project Evolution diary

To be completed by the Student Researcher(s) in collaboration with Direct Supervisor/Qualified Scientist: (All questions must be answered; additional page(s) may be attached.)

1. Identify and assess the risks and hazards involved in this project.
There are no such hazards, as our project is designed in the form of a game. The development process involves programming only and does not entail the use of any chemicals
2. a) List all hazardous chemicals, activities or devices to be used; b) identify and list all microorganisms to be used that are exempt from pre-approval (see Potentially Hazardous Biological Agent rules).
(a) There are no hazardous chemicals, activities, or equipment involved in this project, as it is purely based on game development using programming.
(b) No microorganisms will be used in this project.
3. Describe the safety precautions and procedures that will be used to reduce the risks. If you conducted field work, include permits received and safety plans, as applicable.
Since this project involves only game development using programming, no hazardous substances or microorganisms are involved, and no fieldwork is required. Therefore, there are no specific safety measures or permits necessary. Standard precautions related to general computer use, such as taking breaks and maintaining ergonomic posture, will be followed.
4. Describe the specific disposal procedures that will be used (when applicable).
No waste is generated in this project, as it involves only digital game development.
5. List the source(s) of safety information.
Standard guidelines for computer and digital work will be followed, including ergonomic practices, regular breaks, and data backup procedures. No chemical or biological safety references are required.

To be completed and signed by the Direct Supervisor (or Qualified Scientist, when applicable):

I agree with the risk assessment and safety precautions and procedures described above. I certify that I have reviewed the Research Plan/Project Summary and the International Rules, including the science fair ethics statement and will provide direct supervision.

Kawinwich Phumsakha  09/02/2025
Direct Supervisor's Printed Name Signature Date of Review (mm/dd/yy)

Teacher serving as the head of the Science-Computer program and as a computer subject teacher.

Experience/Training as relates to the student's area of research

Satri Anghthong School 035611511
Position/Institution Phone or email contact information

ข้อตกลงการรับทุนอุดหนุน
 การประกวดโครงการของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ครั้งที่ 28
 โครงการ การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning

ข้อตกลงฉบับนี้ทำขึ้น ณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งอยู่ ณ เลขที่ 111 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 เมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2568 ระหว่าง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดย นายสมบุญ สหสิทธิวัฒน์ ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สายงานบริหารการวิจัยและพัฒนา ผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคล
 ตั้งรายละเอียดปรากฏตามสำเนาคำสั่งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ 208/2565 เรื่อง แต่งตั้ง รองผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สายงานบริหารการวิจัยและพัฒนา ลงวันที่ 10 สิงหาคม 2566 และ คำสั่งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ 128/2566 เรื่อง มอบอำนาจการปฏิบัติการแทนผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ลงวันที่ 30 พฤษภาคม 2566
 ซึ่งต่อไปในข้อตกลงนี้เรียกว่า “ผู้ให้ทุน” ฝ่ายหนึ่งกับ

นายไพสิฐ ยีรงค์ อายุ...17... ปี อยู่บ้านเลขที่ ...69... ตำบล/แขวง ...ศาลเจ้าโรงทอง...
 อำเภอ/เขต.....วิเศษชัยชาญ..... จังหวัด.....อ่างทอง..... รหัสไปรษณีย์ 14110..... บัตรประจำตัวประชาชนเลขที่
 1104700168177..... ออกให้เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2567..... หมดยาวันที่ 8 มกราคม 2576..... ออกให้ ณ ที่ว่าการเขต/อำเภอ
วิเศษชัยชาญ..... กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา ปีที่6.....

ณ โรงเรียนสตรีอ่างทอง ปรากฏตามสำเนาบัตรประชาชนและสำเนานักเรียน แนบท้ายบันทึกข้อตกลงนี้ โดย
 ผู้แทนโดยชอบธรรม ผู้ให้ความยินยอมในการทำข้อตกลงนี้ ซึ่งต่อไปในข้อตกลงนี้เรียกว่า “ผู้รับทุน”
 อีกฝ่ายหนึ่ง และ นายกวีวินวิชญ์ พุ่มสาขา ตำแหน่งอาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนแก่ผู้รับทุน เพื่อการจัดทำและพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งต่อไปในข้อตกลงนี้เรียกว่า
 “โครงการวิทยาศาสตร์” โดยเป็นการดำเนินงานภายใต้ “โครงการการประกวดโครงการของนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ ครั้งที่ 28”
 ที่จัดโดยผู้ให้ทุน ซึ่งต่อไปในข้อตกลงนี้เรียกว่า “โครงการการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning”
 สำหรับผู้รับทุนที่เป็นผู้ผ่านการคัดเลือกให้เข้าร่วมโครงการและโดยที่ผู้รับทุนตกลงรับทุนในโครงการ

ตลอดจนตกลงปฏิบัติตามเงื่อนไขและข้อกำหนดสำหรับการรับทุนในโครงการตามข้อตกลงนี้ทุกประการ ทั้งสองฝ่ายจึงได้ตกลงกันตั้งต่อไปนี้
 ข้อ 1. ข้อตกลงนี้มีผลบังคับใช้ นับตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2568 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2569 รวมระยะเวลา การดำเนินงานโครงการ 1
 (หนึ่ง) ปี ทั้งนี้ ให้ทุนอาจพิจารณาขยายระยะเวลาการดำเนินงานโครงการดังกล่าวออกไปตามระยะเวลาที่ผู้ให้ทุนเห็นสมควรโดยมีหนังสือแจ้งให้
 ผู้รับทุนทราบก่อนสิ้นสุดระยะเวลาการดำเนินงานโครงการ ดังกล่าว

อนึ่งให้ทุนและผู้รับทุนขอรับรองสิทธิและหน้าที่ของทั้งสองฝ่ายที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่วันที่เริ่มต้นดำเนินงาน โครงการ

ข้อ 2. ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนแก่ผู้รับทุน ดังนี้

ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนแก่ผู้รับทุนเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดทำและพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในกิจกรรม
 พิเศษที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เป็นเงินจำนวนทั้งสิ้นไม่เกิน 12,000 บาท (หนึ่งหมื่นสองพันบาทถ้วน) ซึ่งต่อไปในบันทึกข้อตกลงนี้เรียกว่า

“เงินทุน” ในโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาค โดยมีรายละเอียดการจ่ายเงิน ดังนี้

งวดที่ 1 จ่ายให้แก่ผู้รับทุนเป็นเงินจำนวน 3,000 บาท (สามพันบาทถ้วน) ภายในกำหนด 3 (สาม) เดือน นับตั้งแต่วันถัดจากวันที่
 ข้อตกลงนี้

งวดที่ 2 แบ่งจ่ายเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 จ่ายให้แก่ผู้รับทุนรางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาคเป็นเงินจำนวน 7,200 บาท (เจ็ดพันสองร้อยบาทถ้วน)

เมื่อผู้ให้ทุนได้รับรายงานการพัฒนา โครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการในรูปอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 (หนึ่ง) ชุด พร้อมโปรแกรมคอมพิวเตอร์และรหัสต้นฉบับ (Source code) (ถ้ามี) ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ภายใต้โครงการจากผู้ให้ทุนจำนวน 1 (หนึ่ง) ชุด ภายในวันที่ 26 ธันวาคม 2568 โดยผลงานดังกล่าว ต้องผ่านการพิจารณาตรวจรับจากผู้ให้ทุนหรือผู้แทน ของผู้ให้ทุนและผู้ให้ทุนหรือผู้แทนของผู้ให้ทุนได้รับมอบไว้โดยถูกต้องแล้ว

ส่วนที่ 2 จ่ายให้แก่อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์รางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาคภายใต้โครงการเป็นเงินจำนวน 1,800 บาท (หนึ่งพันแปดร้อยบาทถ้วน) เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการจัดส่งรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ ภายใต้โครงการที่อยู่ในความรับผิดชอบ ตามรูปแบบที่ผู้ให้ทุนกำหนด ตามกำหนดเวลาที่แจ้งและผ่านการพิจารณาโดยผู้ให้ทุน

ข้อ 3. ผู้รับทุนจะต้องดำเนินการจัดทำและพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่ กำหนดไว้ในรายละเอียดการจัดทำและพัฒนาที่นำเสนอภายใต้โครงการที่ได้แนบท้ายข้อตกลงนี้ ซึ่งให้ถือเป็นเอกสาร ส่วนหนึ่งของข้อตกลงนี้ด้วย

ผู้รับทุนจะโอนสิทธิและหน้าที่อื่นที่มีพึงปฏิบัติตามข้อตกลงนี้ให้แก่ผู้อื่นมิได้และจะเปลี่ยนแปลงรายชื่อผู้จัดทำและพัฒนาโครงการงาน วิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการ อาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งรายละเอียดการจัดทำและพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ ภายใต้โครงการภายใต้การประกวดโครงการงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 28 ที่แนบท้ายข้อตกลง นี้ไม่ได้ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากผู้ให้ทุนก่อน

ข้อ 4. ผู้รับทุนจะเร่งจัดทำและดำเนินการพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการ ให้สำเร็จผลตามที่ กำหนดไว้ในข้อตกลงนี้และแสดงความมุ่งหมายของผู้ให้ทุน หากผู้รับทุนประสบปัญหาหรืออุปสรรคในการดำเนินการ ผู้รับทุนจะต้องรีบแจ้งให้ ผู้ให้ทุนทราบโดยไม่มีข้อขัดข้องเพื่อร่วมกันพิจารณาแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคดังกล่าวหรือดำเนินการอื่นใดตามที่ผู้ให้ทุนเห็นสมควรต่อไป

ข้อ 5. ผู้รับทุนจะใช้เงินทุนไปเพื่อการจัดทำและพัฒนาโครงการภายใต้การประกวดโครงการงานของนักวิทยาศาสตร์ รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 28 อย่างประหยัด โดยจะต้องจัดเตรียมเอกสารหลักฐานการรับและจ่ายเงินทุนไว้ให้ ผู้ให้ทุนสามารถตรวจสอบได้ตามสมควร

ข้อ 6. ผู้รับทุนรับรองว่า ผู้รับทุนเป็นผู้ริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดทำและพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้ โครงการนี้ด้วยตนเอง ทั้งหมด โดยไม่มีการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาหรือสิทธิใด ๆ ในสิทธิบัตรหรือลิขสิทธิ์ ของบุคคลอื่น

ข้อ 7. บรรดาลิขสิทธิ์ สิทธิบัตร และสิทธิใด ๆ ในสิ่งประดิษฐ์ ผลงาน ข้อมูล และเอกสารที่เกิดขึ้นจากการจัดทำและพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการให้เป็นของผู้รับทุน แต่ผู้รับทุนอนุญาตให้ผู้ให้ทุนสามารถ นำโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการไปทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ต่อสาธารณชน หรือโฆษณาประชาสัมพันธ์ เพื่อการศึกษา วิจัย ตีพิมพ์ วิจัย หรือแนะนำผลงานได้โดยไม่มีข้อจำกัดและไม่ถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์

ข้อ 8. ในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารและ/หรือ การตีพิมพ์ และ/หรือ เผยแพร่ ข้อมูลเกี่ยวกับ โครงการงานวิทยาศาสตร์หรือโครงการตามข้อตกลงนี้ ไม่ว่าในรูปแบบสิ่งพิมพ์หรือสื่อใดเกี่ยวกับการจัดทำและพัฒนา โครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการที่ผู้รับทุนได้รับทุนจากผู้ให้ทุนตามข้อตกลงนี้ ผู้รับทุนจะต้องระบุข้อความหรือ แจ้งให้สาธารณชนทราบว่า

“โครงการ ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ “This research and innovation activity is funded by National Research Council of Thailand (NRCT) and National Science and Technology Development Agency (NSTDA)”

ข้อ 9. หากผู้รับทุนผิดข้อตกลงข้อหนึ่งข้อใด ผู้รับทุนยินยอมให้ผู้ให้ทุนบอกเลิกข้อตกลง และยินยอมชดเชยคืน ซึ่งทุนทั้งหมดที่ผู้รับทุนได้รับไป คืนให้แก่ผู้ให้ทุนจนครบถ้วนภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับตั้งแต่วันที่ผู้รับทุน ได้รับหนังสือบอกกล่าวจากผู้ให้ทุน ทั้งนี้ ผู้รับทุนจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายและค่าเสียหายใด ๆ จากผู้ให้ทุนไม่ได้

ข้อ 10. ผู้รับทุนจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในข้อตกลงนี้ ข้อกำหนดของโครงการ ตลอดจนระเบียบและข้อบังคับ ของผู้ให้ทุนที่เกี่ยวข้องกับการให้ทุนโครงการภายใต้ข้อตกลงนี้อย่างเคร่งครัด และให้ถือเป็นเงื่อนไขส่วนหนึ่งของ บันทึกข้อตกลงนี้ ข้อตกลงนี้ทำขึ้นสองฉบับ มีข้อความถูกต้องตรงกัน ทั้งสองฝ่ายได้อ่านและเข้าใจข้อความโดยละเอียดตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตรงตามเจตนารมณ์ ทุกประการ จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นหลักฐานต่อหน้าพยาน และต่างฝ่ายต่างยึดถือไว้ฝ่ายละหนึ่งฉบับ

ลงชื่อ สมยศ สันติพิทักษ์ ผู้ให้ทุน
(นายสมบุญ สหสิทธิวัฒน์)
ตำแหน่งรองผู้อำนวยการ
ปฏิบัติการแทนผู้อำนวยการ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ลงชื่อ โพลี ยูรงค์ ผู้รับทุน
(นายโพลี ยูรงค์)

ลงชื่อ [Signature] อาจารย์ที่ปรึกษา
(นายกวินวิษณุ พุ่มสาขา)

ลงชื่อ.....ผู้แทนโดยชอบธรรม
(.....)

ลงชื่อ Patchralita พยาน
(นางสาวพัชรลิตา ฉัตรวิศพงษ์)
ตำแหน่งผู้ช่วยผู้อำนวยการ
ปฏิบัติการแทนผู้อำนวยการ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ลงชื่อ.....พยาน
(นายวัชระ อมศิริ)
หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค

ข้อตกลงการรับทุนอุดหนุน
 การประกวดโครงการของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 28
 โครงการ การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning

ข้อตกลงฉบับนี้ทำขึ้น ณ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ตั้งอยู่ ณ เลขที่ 111 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 เมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2568 ระหว่าง

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ โดย นายสมบุญ สหสิทธิวัฒน์ ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สายงานบริหารการวิจัยและพัฒนา ผู้มีอำนาจลงนามผูกพันนิติบุคคล
 ดังรายละเอียดปรากฏตามสำเนาคำสั่งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ 208/2565 เรื่อง แต่งตั้งรองผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สายงานบริหารการวิจัยและพัฒนา ลงวันที่ 10 สิงหาคม 2566 และคำสั่งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ 128/2566 เรื่อง

มอบอำนาจการปฏิบัติการแทนผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ลงวันที่ 30 พฤษภาคม 2566

ซึ่งต่อไปในข้อตกลงนี้เรียกว่า “ผู้ให้ทุน” ฝ่ายหนึ่งกับ

นายโพธิ์ฐิต ยีรงค์ อายุ...17... ปี อยู่บ้านเลขที่ ...69... ตำบล/แขวง ...ศาลเจ้าโรงทอง...
 อำเภอ/เขต.....วิเศษชัยชาญ..... จังหวัด.....อ่างทอง..... รหัสไปรษณีย์ 14110... บัตรประจำตัวประชาชนเลขที่
 1104700168177 ออกให้เมื่อวันที่ 11 มกราคม 2567 หมดอายุวันที่ 8 มกราคม 2576 ออกให้ ณ ที่ว่าการเขต/อำเภอ
 ...วิเศษชัยชาญ... กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษา ปีที่6.....

ณ โรงเรียนสตรีอ่างทอง ปรากฏตามสำเนาบัตรประจำตัวประชาชนและสำเนาบัตรนักเรียน แนบท้ายบันทึกข้อตกลงนี้ โดย

.....ผู้แทนโดยชอบธรรม ผู้ให้ความยินยอมในการทำข้อตกลงนี้ ซึ่งต่อไปในข้อตกลงนี้เรียกว่า “ผู้รับทุน”

อีกฝ่ายหนึ่ง และ นายกวินวิญญ์ พุ่มสาขา ตำแหน่งอาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนแก่ผู้รับทุน เพื่อการจัดทำและพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งต่อไปในข้อตกลงนี้เรียกว่า

“โครงการวิทยาศาสตร์” โดยเป็นการดำเนินงานภายใต้ “โครงการการประกวดโครงการของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 28”

ที่จัดโดยผู้ให้ทุน ซึ่งต่อไปในข้อตกลงนี้เรียกว่า “โครงการการจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning”

สำหรับผู้รับทุนที่เป็นผู้ผ่านการคัดเลือกให้เข้าร่วมโครงการและโดยที่ผู้รับทุนตกลงรับทุนในโครงการ

ตลอดจนตกลงปฏิบัติตามเงื่อนไขและข้อกำหนดสำหรับการรับทุนในโครงการตามข้อตกลงนี้ทุกประการ ทั้งสองฝ่ายจึงได้ตกลงกันดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ข้อตกลงนี้มีผลบังคับใช้ นับตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2568 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2569 รวมระยะเวลา การดำเนินงานโครงการ 1 (หนึ่ง) ปี ทั้งนี้ ให้ทุนอาจพิจารณาขยายระยะเวลาการดำเนินงานโครงการดังกล่าวออกไปตามระยะเวลาที่ผู้ให้ทุนเห็นสมควรโดยมีหนังสือแจ้งให้ผู้รับทุนทราบก่อนสิ้นสุดระยะเวลาการดำเนินงานโครงการ ดังกล่าว

อนึ่งให้ทุนและผู้รับทุนขอรับรองสิทธิและหน้าที่ของทั้งสองฝ่ายที่เกิดขึ้นนับตั้งแต่วันที่เริ่มต้นดำเนินงาน โครงการ

ข้อ 2. ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนแก่ผู้รับทุน ดังนี้

ผู้ให้ทุนตกลงให้ทุนแก่ผู้รับทุนเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดทำและพัฒนาโครงการวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในกิจกรรมพิเศษที่เกี่ยวข้องกับโครงการ เป็นเงินจำนวนทั้งสิ้นไม่เกิน 12,000 บาท (หนึ่งหมื่นสองพันบาทถ้วน) ซึ่งต่อไปในบันทึกข้อตกลงนี้เรียกว่า

“เงินทุน” ในโครงการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับรางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาค โดยมีรายละเอียดการจ่ายเงินทุน ดังนี้

งวดที่ 1 จ่ายให้แก่ผู้รับทุนเป็นเงินจำนวน 3,000 บาท (สามพันบาทถ้วน) ภายในกำหนด 3 (สาม) เดือน นับตั้งแต่วันที่ถัดจากวันที่ทำข้อตกลงนี้

งวดที่ 2 แบ่งจ่ายเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 จ่ายให้แก่ผู้รับทุนรางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาคเป็นเงินจำนวน 7,200 บาท (เจ็ดพันสองร้อยบาทถ้วน)

เมื่อผู้ให้ทุนได้รับรายงานการพัฒนา โครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการในรูปอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 1 (หนึ่ง) ชุด พร้อมโปรแกรมคอมพิวเตอร์และรหัสต้นฉบับ (Source code) (ถ้ามี) ของโครงการงานวิทยาศาสตร์ ภายใต้โครงการจากผู้ให้ทุนจำนวน 1 (หนึ่ง) ชุด ภายในวันที่ 26 ธันวาคม 2568 โดยผลงานดังกล่าว ต้องผ่านการพิจารณาตรวจรับจากผู้ให้ทุนหรือผู้แทน ของผู้ให้ทุนและผู้ให้ทุนหรือผู้แทนของผู้ให้ทุนได้รับมอบไว้โดยถูกต้องแล้ว

ส่วนที่ 2 จ่ายให้แก่อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์รางวัลชนะเลิศระดับภูมิภาคภายใต้โครงการเป็นเงินจำนวน 1,800 บาท (หนึ่งพันแปดร้อยบาทถ้วน) เมื่ออาจารย์ ที่ปรึกษาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการจัดส่งรายงานโครงการงานวิทยาศาสตร์ ภายใต้โครงการที่อยู่ในความรับผิดชอบ ตามรูปแบบที่ผู้ให้ทุนกำหนด ตามกำหนดเวลาที่แจ้งและผ่านการพิจารณาโดยผู้ให้ทุน

ข้อ 3. ผู้รับทุนจะต้องดำเนินการจัดทำและพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการให้เสร็จสมบูรณ์ตามที่ กำหนดไว้ในรายละเอียดการจัดทำและพัฒนาที่นำเสนอภายใต้โครงการที่ได้แนบท้ายข้อตกลงนี้ ซึ่งให้ถือเป็นเอกสาร ส่วนหนึ่งของข้อตกลงนี้ด้วย

ผู้รับทุนจะโอนสิทธิและหน้าที่อันพึงมีพึงปฏิบัติตามข้อตกลงนี้ให้แก่ผู้อื่นมิได้และจะเปลี่ยนแปลงรายชื่อผู้จัดทำและพัฒนาโครงการงาน วิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการ อาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งรายละเอียดการจัดทำและพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ ภายใต้โครงการภายใต้การประกวดโครงการงานของนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 28 ที่แนบท้ายข้อตกลง นี้ไม่ได้ เว้นแต่จะได้รับการอนุญาตจากผู้ให้ทุนก่อน

ข้อ 4. ผู้รับทุนจะเร่งจัดทำและดำเนินการพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการ ให้สำเร็จผลตามที่ กำหนดไว้ในข้อตกลงนี้และแสดงความมุ่งหมายของผู้ให้ทุน หากผู้รับทุนประสบปัญหาหรืออุปสรรคในการดำเนินการ ผู้รับทุนจะต้องรีบแจ้งให้ ผู้ให้ทุนทราบโดยไม่มีข้อกั๊กเพื่อร่วมกันพิจารณาแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคดังกล่าวหรือดำเนินการอื่นใดตามที่ผู้ให้ทุนเห็นสมควรต่อไป

ข้อ 5. ผู้รับทุนจะใช้เงินทุนไปเพื่อการจัดทำและพัฒนาโครงการภายใต้การประกวดโครงการงานของนักวิทยาศาสตร์ รุ่นเยาว์ ครั้งที่ 28 อย่างประหยัด โดยจะต้องจัดเตรียมเอกสารหลักฐานการรับและจ่ายเงินทุนไว้ให้ ผู้ให้ทุนสามารถตรวจสอบได้ตามสมควร

ข้อ 6. ผู้รับทุนรับรองว่า ผู้รับทุนเป็นผู้ริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดทำและพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้ โครงการนี้ด้วยตนเอง ทั้งหมด โดยไม่มีการละเมิดบทบัญญัติแห่งกฎหมายหรือสิทธิใด ๆ ในสิทธิบัตรหรือลิขสิทธิ์ ของบุคคลอื่น

ข้อ 7. บรรดาสิทธิบัตร สิทธิบัตร และสิทธิใด ๆ ในสิ่งประดิษฐ์ ผลงาน ข้อมูล และเอกสารที่เกิดขึ้นจากการจัดทำและพัฒนาโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการให้เป็นของผู้รับทุน แต่ผู้รับทุนอนุญาตให้ผู้ให้ทุนสามารถ นำโครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการไปทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ต่อสาธารณชน หรือโฆษณาประชาสัมพันธ์ เพื่อการศึกษา วิจัย ดิชม วิจารณ์ หรือแนะนำผลงานได้โดยไม่มีข้อจำกัดและไม่ถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์

ข้อ 8. ในการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารและ/หรือ การตีพิมพ์ และ/หรือ เผยแพร่ ข้อมูลเกี่ยวกับ โครงการงานวิทยาศาสตร์หรือโครงการตามข้อตกลงนี้ ไม่ว่าในรูปแบบสิ่งพิมพ์หรือสื่อใดเกี่ยวกับการจัดทำและพัฒนา โครงการงานวิทยาศาสตร์ภายใต้โครงการที่ผู้รับทุนได้รับทุนจากผู้ให้ทุนตามข้อตกลงนี้ ผู้รับทุนจะต้องระบุข้อความหรือ แจ้งให้สาธารณชนทราบว่า

“โครงการ ได้รับทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรมจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ “This research and innovation activity is funded by National Research Council of Thailand (NRCT) and National Science and Technology Development Agency (NSTDA)”

ข้อ 9. หากผู้รับทุนผิดข้อตกลงข้อหนึ่งข้อใด ผู้รับทุนยินยอมให้ผู้ให้ทุนบอกเลิกข้อตกลง และยินยอมชดใช้คืน ซึ่งทุนทั้งหมดที่ผู้รับทุนได้รับไป คืนให้แก่ผู้ให้ทุนจนครบถ้วนภายใน 30 (สามสิบ) วัน นับตั้งแต่วันถัดจากวันที่ผู้รับทุน ได้รับหนังสือบอกกล่าวจากผู้ให้ทุน ทั้งนี้ ผู้รับทุนจะเรียกร้องค่าใช้จ่ายและค่าเสียหายใด ๆ จากผู้ให้ทุนไม่ได้

ข้อ 10. ผู้รับทุนจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในข้อตกลงนี้ ข้อกำหนดของโครงการ ตลอดจนระเบียบและข้อบังคับ ของผู้ให้ทุนที่เกี่ยวข้องกับการให้ทุนโครงการภายใต้ข้อตกลงนี้อย่างเคร่งครัด และให้ถือเป็นเงื่อนไขส่วนหนึ่งของ บันทึกข้อตกลงนี้ ข้อตกลงนี้ทำขึ้นสองฉบับ มีข้อความถูกต้องตรงกัน ทั้งสองฝ่ายได้อ่านและเข้าใจข้อความโดยละเอียดตลอดแล้ว เห็นว่าถูกต้องตรงตามเจตนารมณ์ ทุกประการ จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นหลักฐานต่อหน้าพยาน และต่างฝ่ายต่างยึดถือไว้ฝ่ายละหนึ่งฉบับ

ลงชื่อ สมยศ สันติพิพิธ ผู้ให้ทุน
(นายสมบุญ สหสิทธิวัฒน์)
ตำแหน่งรองผู้อำนวยการ
ปฏิบัติการแทนผู้อำนวยการ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ลงชื่อ ไพสิฐ ยี่รงค์ ผู้รับทุน
(นายไพสิฐ ยี่รงค์)

ลงชื่อ [Signature] อาจารย์ที่ปรึกษา
(นายกวินวิชัย พุ่มสาขา)

ลงชื่อ.....ผู้แทนโดยชอบธรรม
(.....)

ลงชื่อ Patchralife พยาน
(นางสาวพัชรลิตา ฉัตรวิเศษพงศ์)
ตำแหน่งผู้ช่วยผู้อำนวยการ
ปฏิบัติการแทนผู้อำนวยการ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

ลงชื่อ.....พยาน
(นายวัชร อมศิริ)
หัวหน้าศูนย์ประสานงานภูมิภาค

ใบสำคัญรับเงิน/Receipt

วันที่ / Date เดือน / Month พ.ศ. / Year

ข้าพเจ้า / Name นายไพสิฐ ยีรัมย์ บัตรประชาชนเลขที่ / Tax ID No. ๐๐๐๐ 1104700168177

ที่อยู่ตามบัตรประชาชน/Address 69 หมู่ที่ 10 ต.ศาลเจ้าโรงทอง อ.วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง

โทรศัพท์ / Telephone 0641711165

e-mail phaisityeerong@gmail.com เพื่อจัดส่งหนังสือรับรองการหักภาษี ณ ที่จ่าย/ For send a withholding tax certificate

รายการ/Description	บาท/Baht
ทุนสนับสนุนการพัฒนาโครงการ YSC 2026 รอบข้อเสนอโครงการ รหัสโครงการ 28YCSC01249T	3000.00
ชื่อโครงการ การจำลองวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตด้วย Machine Learning	
รวมทั้งสิ้น / Total	3000

จำนวนเงิน (ตัวอักษร) / Amount in Words สามพันบาทถ้วน

ผู้รับเงิน นายไพสิฐ ยีรัมย์ (นายไพสิฐ ยีรัมย์)	เห็นชอบให้เบิกจ่ายได้ (..... น.ส.สุนทรี กริชชัยศักดิ์) <input type="checkbox"/> ผู้บังคับบัญชาชั้นต้น / Verified By Supervisor <input checked="" type="checkbox"/> หัวหน้าโครงการ / Verified By Project Manager หมายเหตุ : หัวหน้าโครงการลงนาม กรณีใช้เงินงบประมาณโครงการเท่านั้น
---	--

หมายเหตุ / Remark :-

- กรณีเป็นการจ่ายค่าสินค้าค่าบริการ ที่ผ่านกระบวนการจัดซื้อจัดจ้าง ต้องหักภาษี ณ ที่จ่ายอัตรา 1% โดยกิจการรณนำเงินภาษีที่หักไว้ส่งฝ่ายการเงินและบัญชี และสำนักงานฯ จะจัดส่งหนังสือรับรองการหักภาษี ณ ที่จ่าย ให้แก่ผู้รับเงินโดยตรง (According to Thai law, the withholding tax of 1% of the total amount must be deducted for all procurement processed by NSTDA. Payer has to submit the evidence of withholding tax to Financial & Accounting Department so that the withholding tax certificate will be issued to the recipient directly.)
- กรณีลืมหักภาษีตามข้อ 1. ผู้จ่ายเงินเป็นผู้รับภาระค่าภาษีนั้น (In any case that the withholding tax is not deducted; the payer must be responsible for the tax.)
- ให้ระบุหมายเลขโทรศัพท์ของผู้รับเงินเพื่อการตรวจสอบในภายหลัง (The phone number of the recipient must be identified for auditing purpose.)
- สำนักงานฯ จะส่งหนังสือรับรองการหักภาษี ณ ที่จ่าย ตาม e-mail ที่ระบุไว้ข้างต้น (The Office will send withholding tax certificate to the above e-mail)

สมุดคู่มือบัญชีเงินฝากสะสมทรัพย์

0695958

เงินฝากประจำค่ารักษาบัญชีเลข: 50.00 บาท

PASSBOOK SAVINGS DEPOSIT ACCOUNT

ในการเปิดบัญชีนี้ กรุณาแจ้งเปิดบัญชี หรือยอมให้ผู้อื่นใช้บัญชีในทางทุจริต เป็นความผิดตามกฎหมาย ท่านต้องรับโทษทางอาญาและชดใช้ค่าเสียหาย

2. คำนี้ต้องมีและเขียนขึ้นตามเงื่อนไขต่อไปนี้

1. สมุดคู่มือเป็นเอกสารสำคัญที่ใช้ในการเงินต้องเก็บรักษาไว้ในที่ปลอดภัยด้วยตนเอง ห้ามมอบให้ผู้อื่นเก็บรักษา หากสูญหายต้องแจ้งความและแจ้งให้ธนาคารทราบทันที ถ้ามิได้ปฏิบัติตามนี้หากเกิดความเสียหายธนาคารจะไม่รับผิดชอบในความเสียหายที่เกิดขึ้น
2. นำสมุดคู่มือและเอกสารแสดงตนมาที่ธนาคารทุกครั้งที่มีการฝากหรือถอนเงินหรือเปลี่ยนสมุดใหม่
3. ยอดคงเหลือในสมุดนี้จะต้องถูกต้องเมื่อได้ตรวจสอบแล้วว่าตรงกับบัญชีของธนาคาร
4. การแก้ไขรายการที่ผิดพลาดต้องมีผู้รับมอบอำนาจของธนาคารลงนามกำกับ
5. ธนาคารจะตีประกาศการปรับปรุงเงื่อนไขการฝากเงินและอัตราค่าธรรมเนียม ณ ที่ทำการสาขาของธนาคาร
6. ถ้าบัญชีขาดการเคลื่อนไหวเกิน 1 ปี และยอดคงเหลือในบัญชีต่ำกว่าที่ธนาคารกำหนด ธนาคารจะคิดค่ารักษาบัญชี และ/หรือปิดบัญชีตามหลักเกณฑ์ของธนาคาร

Guidelines and Conditions

1. This passbook is an important document. It shall be kept in a secure place and not be placed under any other person's custody. If the passbook is lost, the account holder should inform the relevant authority and the Bank immediately, failing which the Bank shall not be held responsible for any loss or damage in relation thereto.
2. Always bring this passbook and your identification document when you make a deposit or withdrawal or change your passbook.
3. The balance shown in the passbook will be deemed correct only if verified with the corresponding record kept by the Bank.
4. A correction in the passbook record is valid only when accompanied by the signature of an authorized officer of the Bank.
5. From time to time, the Bank will announce changes to deposit terms as well as fee rates at its branches or through other means as the Bank deems appropriate.
6. Where there is no account movement for more than 1 year and the balance thereof is lower than that prescribed by the Bank, the Bank will charge a maintenance fee and/or close the account in accordance with the Bank's regulations.

สาขา 0368
Branch ภูเก็ต ชะอำ

บัญชีเลขที่
Account No. 368-0-69595-8

ชื่อบัญชี Account Name 戶口名稱

นาย พลสิทธิ์ ธีรพงศ์

ทะเบียนเล่มที่ SC

SC79775237

ลายมือชื่อผู้รับมอบอำนาจ
Authorized Signature

นพลา เท่งเทิน

9775237

Bangkok Bank ธนาคารกรุงเทพ



ตั้งทางออกต้อง
ผู้รับฝาก
พลสิทธิ์ ธีรพงศ์