

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์
ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม
THE DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MODEL FOR ROBOTICS
CONTROL PROGRAMMING USING TEAM-GAMES-TOURNAMENT

Received: March 20, 2019

Revised: July 13, 2019

Accepted: August 13, 2019

วิวัฒน์ มีสุวรรณ^{1*}

Wiwat Meesuwan^{1*}

¹คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

¹Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: wiwatm@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม ผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองกับกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งเป็นนิสิตปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ที่ได้มาด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 22 คน สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test ผลการวิจัยสรุป ได้ดังนี้ 1) ผลการพัฒนาแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม มีขั้นตอนหลัก 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการสอน ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นเตรียมการแข่งขัน ขั้นการแข่งขันและขั้นการสรุปและประเมินผล 2) ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีมในระดับมาก

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอน โปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ เกมการแข่งขัน

Abstract

The objectives of this research were 1) to develop the instructional model for robotic control programming using Team-Games-Tournament (TGT), 2) to compare learning achievement before and after learning using TGT, and 3) to study the students' satisfaction towards the instructional model. In this study, the researcher developed the instructional model, evaluated the model by experts and tested with 22 samples who were students of Computer Majored at Naresuan University, selected by purposive sampling method. For data analysis, t-test dependent sample was employed to delineate and compare the pre-learning and post-learning achievement. The result of this research revealed that; 1) the model of instructional for robotic control programming using TGT consisted of six steps, as follows: gaining attention, instructional model, conducting learning activities, preparing for the competition, conducting competition and summarizing and evaluating phase, 2) in the comparison of learning achievement before and after learning of the samples, the results showed that post-learning scores of the samples were higher than pre-learning's at .01 level of significance, and 3) the samples agreed that the instructional model for robotics control programming using TGT was in high level of satisfaction.

Keywords: Instructional Model, Robotic Control Programming, Team-Games-Tournament

บทนำ

ความท้าทายที่เป็นพลวัตของโลกศตวรรษที่ 21 เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของบริบทเศรษฐกิจและสังคมโลก อันเนื่องจากการปฏิวัติดิจิทัล (Digital Revolution) การเปลี่ยนแปลงสู่อุตสาหกรรม 4.0 (The Fourth Industrial Revolution) โดยการเปลี่ยนแปลงสำคัญอย่างหนึ่งนั่นคือ เทคโนโลยีหุ่นยนต์ ที่ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในหลายภาคส่วน ที่จะเอื้ออำนวยความสะดวก และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในด้านต่างๆ หุ่นยนต์ซึ่งเป็นเครื่องจักรกลที่มีการผนวกวิทยาการทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ที่สามารถทำงานหรือมีพฤติกรรม โครงสร้างและรูปร่างคล้ายคลึงกับมนุษย์ ในปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ได้มีการพัฒนาไปอย่างมากและเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ในด้านต่างๆ เช่น ด้านอุตสาหกรรม การเดินทาง การท่องเที่ยว การรักษาความปลอดภัยทางการแพทย์ และด้านบันเทิง และกำลังก้าวไปสู่การนำหุ่นยนต์มาอยู่อาศัยร่วมกับมนุษย์ในชีวิตประจำวันและได้วิทยาการเกี่ยวกับหุ่นยนต์ในปัจจุบันได้แตกสาขาออกไปมากมาย รวมทั้งมีความต้องการเพื่อนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์ไปใช้ในหลากหลายสาขาต่างๆ อย่างแพร่หลาย

สำหรับความหมายของหุ่นยนต์ได้มีการให้ความหมายหรือนิยามของหุ่นยนต์ ได้หลายหลากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบริบทของผู้ที่ได้นำหุ่นยนต์ไปใช้งาน ซึ่งหุ่นยนต์ ก็คือ เครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง ที่ต้องมีการควบคุมคำสั่ง เพื่อให้สามารถทำงานได้แบบเดียวกับมนุษย์ ซึ่งหุ่นยนต์ส่วนใหญ่สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติและแบบกึ่งอัตโนมัติ สาหรานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้ให้ความหมายหุ่นยนต์ ไว้ว่าคือ เครื่องจักรกลหรือหุ่นที่มีเครื่องกลไกอยู่ภายใน สามารถทำงานได้หลายอย่างร่วมกับมนุษย์ หรือทำงานแทนมนุษย์ และสามารถ

จัดลำดับแผนการทำงานก่อนหรือหลังได้ (Thai Youth Encyclopedia, 1993) การเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ในปัจจุบันเปิดกว้างให้สามารถเรียนรู้ได้ง่ายและสามารถเข้าถึงอุปกรณ์หรือซอฟต์แวร์ต่างๆ ได้สะดวก จัดซื้อจัดหาได้ในราคาที่ไม่แพงจนเกินไป เพื่อนำมาศึกษาและพัฒนาประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบในงานด้านต่างๆ ได้ การเริ่มต้นเรียนรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมหุ่นยนต์ก็เช่นกัน ผู้ที่ต้องการศึกษาส่วนใหญ่จะเริ่มต้นด้วยชุดอุปกรณ์และซอฟต์แวร์แบบง่ายไปจนถึงหุ่นยนต์ที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทำงานได้หลายหลาย ซึ่งการเขียนโปรแกรมเป็นส่วนสำคัญที่เป็นพื้นฐานที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ ทำความเข้าใจ จดจำคำสั่งต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ตรงในการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ พบว่าการจัดการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นการบรรยาย สาธิตและให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ลงมือทำ ใช้การอธิบาย ไม่มีเทคนิควิธีการที่หลากหลาย ทำให้ผู้เรียนขาดความเข้าใจในบทเรียน ขาดความร่วมมือกันในการทำงาน ไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน และจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน พบว่า ในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ และได้ประโยชน์สูงสุดนั้นผู้สอนจำเป็นต้องนำรูปแบบการเรียนการสอนที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน แต่เพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น ควรเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองให้ผู้เรียนได้จัดกลุ่มและผู้เรียนออกแบบกิจกรรมการแข่งขัน ให้ร่วมมือกันเพื่อแก้ปัญหาตามกิจกรรมที่ได้ออกแบบในการแข่งขันแต่ละครั้งโดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมตามกรอบที่ผู้วิจัยได้กำหนด ซึ่งได้ใช้วิธีการดังกล่าวมาระยะหนึ่งและเพื่อให้ได้ผลที่ดียิ่งขึ้น จึงทำการศึกษาค้นคว้าวิธีการสอนต่างๆ ที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาตนเอง ผู้วิจัยได้ศึกษา และพบว่าวิธีสอนแบบร่วมมือกัน ด้วยเทคนิคการจัดการกิจกรรมแบบเกมการแข่งขัน

การจัดการเรียนการสอนแบบเกมการแข่งขัน (Team Games Tournament) เป็นเทคนิควิธีการสอนรูปแบบหนึ่งในการสอนแบบร่วมมือ เป็นกระบวนการเรียนที่นำเสนอความคิดรวบยอดใหม่หรือบทเรียนใหม่ อาจเป็นการสอนตรงหรือจัดในรูปแบบของการอภิปราย หรือกลุ่มศึกษา มีการจัดทีม เป็นกลุ่มที่ต้องช่วยกันและกัน และให้แต่ละกลุ่มทำการแข่งขันโดยสลับบทบาทเป็นผู้แข่งขันกับผู้จัดการแข่งขัน ที่ทำหน้าที่ในการกำหนดกติกา วิธีการและสรุปผลการแข่งขัน ให้มีการจัดลำดับผลการแข่งขันในแต่ละครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนได้มุ่งมั่นเกิดการยอมรับความสำเร็จของทีมเพื่อผลการแข่งขันที่ดีในการแข่งขันครั้งต่อไป จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยการจัดการกิจกรรมแบบเกมการแข่งขัน ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนในการเขียนโปรแกรมในเนื้อหาอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นิสิตปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 22 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย ตัวแปรต้น คือ รูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของผู้เรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.1 แบบประเมินรูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม

3.2 แผนการจัดการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม

3.3 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์

3.4 แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์

4. วิธีการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

4.1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม ผู้วิจัยได้ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์รูปแบบของกิจการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม ทำการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ โดยมีรายละเอียด ดังนี้ 1) ศึกษาวิเคราะห์ สังเคราะห์ จากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ เพื่อให้ได้หลักการแนวคิดที่เหมาะสมสำหรับการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 2) สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและสรุปข้อมูลเพื่อออกแบบเป็นต้นแบบรูปแบบการเรียนการสอน 3) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอน และ 4) จัดทำแผนการจัดการเรียนการสอนด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม จำนวน 4 แผน รวม 8 ชั่วโมง โดยในแต่ละแผนจะมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่มีเนื้อหากิจกรรมที่เริ่มจากการเรียนรู้จากง่ายไปยาก อย่างเป็นขั้นเป็นตอนประกอบด้วยขั้นสร้างความสนใจ ขั้นการสอน ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นเตรียมการแข่งขัน ขั้นการแข่งขันและขั้นการสรุปและประเมินผล และให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และนำแผนที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มที่ศึกษา เพื่อหาคุณภาพความเหมาะสมด้านเวลา สื่อการเรียนรู้และประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนการสอน

4.2 การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม ผู้วิจัยได้ดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เริ่มต้นจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มที่ศึกษา และดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนการเรียน เวลา และให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ จนครบแผนการเรียนรู้ทั้งหมด หลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง ให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทำแบบทดสอบหลังเรียน และให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน หลังจากนั้นนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบด้วย t-test

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือสำหรับการวิจัย ดำเนินการโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC)

5.2 การวิเคราะห์หาค่าผลการเรียนรู้ โดยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ไปวิเคราะห์โดยดำเนินการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้และหลังจัดการเรียนรู้ โดยใช้สถิติค่าที ($t - test$)

5.3 การวิเคราะห์หาค่าคุณภาพของแบบทดสอบผลการเรียนหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับใช้สูตร KR -20 ของแบบทดสอบทั้งฉบับ

5.4 การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยนำค่าระดับที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม มีขั้นตอนของการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมขั้นตอนแรกเมื่อเริ่มเรียน ด้วยการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้และนำเข้าสู่บทเรียนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยการเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ด้วยการนำเสนอเนื้อหา ความสำคัญ กระบวนการขั้นตอน พื้นฐานการเขียนโปรแกรมจากง่ายไปยาก มีกิจกรรมการสนทนา การถาม-ตอบประเด็นการเรียนรู้ และทำการทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมหรือทักษะที่จำเป็นต้องใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับความรู้อื่นๆที่จะเรียน

1.2 ขั้นการสอน เป็นขั้นตอนการแสดงตัวอย่างให้ผู้เรียนได้ดู ได้มีโอกาสปฏิบัติและผู้เรียนต้องมีส่วนร่วม มีการตั้งคำถามให้ผู้เรียนได้ตอบเพื่อเป็นการเร้าความสนใจ ให้ผู้เรียนคอยสังเกตจากการสาธิตว่ามีอะไรเกิดขึ้นบ้างอย่างไร และให้ผู้เรียนได้ทดลองทำด้วยตนเอง โดยผู้สอนคอยให้คำแนะนำ

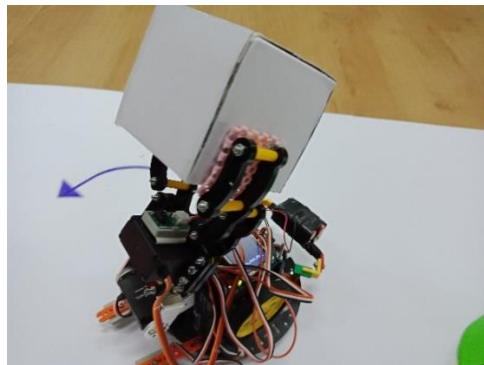
1.3 ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นการจัดทีม เป็นขั้นตอนการจัดกลุ่มหรือจัดทีมผู้เรียน โดยจัดให้คละกันทั้งเพศและความสามารถ ทุกทีมจะต้องช่วยกันและกันภายในกลุ่ม กำหนดบทบาทของตนเองภายในกลุ่มที่สามารถปรับเปลี่ยนบทบาทไปตามความสามารถและสถานการณ์ของการแข่งขันแต่ละครั้ง

ขั้นการวางแผน เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ร่วมกันระดมความคิด โดยใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างสร้างสรรค์เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในการทำกิจกรรมระหว่างกัน เพื่อให้ได้รูปแบบการแข่งขันที่มีความท้าทาย น่าสนใจ โดยผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบกิจกรรมการแข่งขันด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 วางแผนการจัดแข่งขัน ร่วมกันระดมสมอง ศึกษางานตัวอย่างการจัดการแข่งขันหุ่นยนต์จากสื่อต่างๆ เพื่อให้ได้แนวทางในการดำเนินการในขั้นต่อไป ขั้นที่ 2 นำเสนอรูปแบบการแข่งขัน ประกอบด้วย ชื่อการแข่งขัน วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ รายละเอียดการแข่งขัน กฎกติกาการแข่งขัน เกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การตัดสิน ขั้นที่ 3 อภิปราย คัดสรร นำเสนอ ให้แต่ละกลุ่มได้นำเสนอและผู้เรียนร่วมกันแลกเปลี่ยน แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ

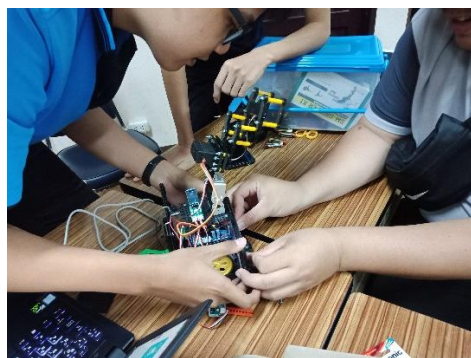
การรูปแบบการแข่งขันของแต่ละกลุ่ม โดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษา และขั้นที่ 4 ขั้นสรุป เมื่อได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากขั้นตอนที่ 3 แล้ว ในขั้นตอนนี้จะให้ผู้เรียนได้ เตรียมการจัดการแข่งขัน โดยสลับบทบาทเป็นทั้งผู้เข้าร่วมการแข่งขันและผู้จัดการแข่งขันในแต่ละครั้ง

ขั้นเตรียมการแข่งขัน เมื่อผู้เรียนวางแผนจนตกผลึกเกี่ยวกับรูปแบบการแข่งขัน เทคนิควิธีการต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ผู้สอนจะกำหนดช่วงระยะเวลาในการเตรียมการแข่งขันให้กับแต่ละกลุ่มได้ไปเตรียมการ โดยทำการออกแบบสนามการแข่งขันหุ่นยนต์ ทดลองการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ และทดสอบผลที่ได้ บันทึกการทดสอบจัดทำเอกสารประกอบการแข่งขัน ผู้สอนทำหน้าที่ให้คำปรึกษา ติดตามความก้าวหน้าเป็นระยะ



ภาพ 1 แสดงขั้นเตรียมการแข่งขัน

ขั้นการแข่งขัน เป็นขั้นตอนที่ให้แต่ละกลุ่มได้จัดการแข่งขันจริง โดยมีกลุ่มอื่นๆ เป็นทีมร่วมแข่งขัน ทำแบบนี้สลับกันไปจนครบทุกกลุ่ม เมื่อถึงเวลาการแข่งขันกลุ่มจัดการแข่งขันทำหน้าที่ดำเนินการจัดการแข่งขัน ตั้งแต่การเตรียมสถานที่ จัดทำสนาม ชี้แจงการแข่งขัน ดำเนินการแข่งขัน ควบคุม ดูแลการจบการแข่งขัน และสรุปผลการแข่งขัน



ภาพ 2 แสดงขั้นการแข่งขัน

ขั้นการสรุปและประเมินผล เป็นขั้นการสรุปผลที่ได้จากการเรียนการสอน และทำการประเมินความรู้ของผู้เรียน จากการสังเกตพฤติกรรมและการทำแบบทดสอบ

2. ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมเกมการแข่งขัน พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

คะแนนผลการเรียนรู้	จำนวนคน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	t-test	Sig
ก่อนเรียน	22	30	12.09	3.46	14.67**	.000
หลังเรียน	22	30	23.91	1.51		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม พบว่า ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมแต่ละขั้น ซึ่งประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสอน 3) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ขั้นเตรียมการแข่งขัน 4) ขั้นการแข่งขัน และ 5) ขั้นการสรุปและประเมินผล ผู้เรียนเห็นด้วยกับการใช้เทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีมในระดับมาก

อภิปรายผล

1. จากผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม ผู้วิจัยได้นำประสบการณ์จากการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา นำมาประมวลและวิเคราะห์ สังเคราะห์ ร่วมกับแนวคิด เทคนิควิธีการสอนแบบต่างๆ พบว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการที่ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ได้ร่วมกันทำกิจกรรม ส่งเสริมสนับสนุน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ ทำให้ผลการเรียนรู้ดีขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและนำแนวทางการเรียนรู้แบบร่วมมือมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีการเรียนแบบร่วมมือแบบเกมการแข่งขัน ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนที่เป็นการนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนใหม่ ผู้สอนเน้นให้ผู้เรียนสนใจในเนื้อหาสาระ เพราะจะช่วยให้ทีมประสบความสำเร็จในการแข่งขัน และปรับวิธีการโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้ผู้เรียนได้คิด ได้ออกแบบกิจกรรมของตนเองร่วมกับเพื่อนในห้องเรียน เป็นเสมือนผู้จัดการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูผู้สอนทำหน้าที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษากับผู้เรียนในการออกแบบกิจกรรมการแข่งขัน ซึ่งกิจกรรมที่ได้ออกแบบมีขั้นตอนของการจัดกิจกรรม ประกอบด้วย 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นการสอน 3) ขั้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4) ขั้นเตรียมการแข่งขัน 5) ขั้นการแข่งขัน 6) ขั้นการสรุปและประเมินผล ขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้ผู้วิจัยได้ออกแบบอย่างเป็นขั้นเป็นตอนและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้วิธีการสอน เทคนิคการสอนที่หลากหลาย ออกแบบแผนการสอนและกิจกรรมเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม ปฏิบัติด้วยตนเอง ได้อภิปราย ได้แสดงบทบาทสมมติ ได้เล่นเกม ได้ทดลอง ได้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน พัฒนาศักยภาพการคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ และผู้สอนเป็นคอยช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ และแก้ปัญหากิจกรรมการเรียนรู้ ให้คำแนะนำเมื่อจำเป็น ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองตามความสามารถที่แตกต่างกัน การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้

กระบวนการกลุ่ม ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน สมาชิกในกลุ่มจะมีความสามารถ แตกต่างกัน ส่งเสริมให้รู้จักช่วยเหลือกัน คนที่เก่งกว่าจะช่วยเหลือคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มจะต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่มเพราะยึดตามแนวคิดที่ว่า ความสำเร็จของสมาชิกทุกคนจะรวมเป็นความสำเร็จของกลุ่ม (Sintapanon et al., 2011, p. 22; Natakatoong, 2000, p. 179) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะทางสังคม เพราะผู้เรียนจะได้ทำงานเป็นกลุ่ม ได้พูดคุยสนทนา ได้แลกเปลี่ยน อภิปรายความรู้ระหว่างกันกันอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยมีหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ ประกอบไปด้วย 5 ประการ ได้แก่ 1) การเรียนรู้ต้องอาศัยหลักการพึ่งพากัน 2) การเรียนรู้ที่ดีต้องอาศัยการหันหน้าเข้าหากัน 3) การเรียนรู้ร่วมกันต้องอาศัยทักษะทางสังคม 4) การเรียนรู้ร่วมกันควรมีการวิเคราะห์กระบวนการกลุ่ม 5) การเรียนรู้ร่วมกันจะต้องมีผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม (Khammani, 2014, pp. 265-266) และสอดคล้องแนวคิดของ Lowriendee (2004, p. 15) ที่ได้อธิบายการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือว่า เป็นการเรียนการสอนตามลำดับขั้นตอน ครูต้องดำเนินการสอน ในสาระความรู้หรือทักษะต่างๆ ให้ผู้เรียนก่อน เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนรู้และเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นก่อน แล้วจึงจัดกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมมือกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนในกลุ่มได้ร่วมมือกันทำกิจกรรมที่ได้ออกแบบไว้ ผู้เรียนที่มีเก่งคอยช่วยเหลือ แนะนำอธิบายให้เพื่อนสมาชิกที่เรียนด้อยกว่าภายในกลุ่ม สมาชิกทุกคนต้องรู้ยอมรับผลงานที่ทุกคนมีส่วน และเป็นผลงานหรือผลปฏิบัติของกลุ่ม

2. จากผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง การเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมเกมการแข่งขัน พบว่า ผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการประยุกต์รูปแบบโดยนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคกลุ่มแข่งขันมาใช้ในการจัดกิจกรรม สามารถทำให้ผู้เรียนได้คิดสร้างสรรค์กิจกรรมได้ด้วยตนเอง รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม มีการช่วยเหลือและร่วมมือกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่ม ผู้เรียนเกิดความรู้ในเนื้อหาสาระจากการได้ลงมือปฏิบัติจริง สร้างประสบการณ์ตรง เป็นการกระตุ้น สร้างความสนใจ ให้เกิดความร่วมมือ สมาชิกทุกคนรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบ จากเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Nakasan and Nakasan (2016) ที่ได้อธิบายว่า เกมเป็นกิจกรรมการแข่งขันที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนกลับสู่ห้องเรียนด้วยตนเอง ช่วยสร้างความสนุกสนาน สร้างบรรยากาศการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนได้อย่างเท่าเทียมกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนิทสนมและรู้สึกเป็นอันหนึ่งอันเดียวกับเพื่อนๆ เพราะสามารถช่วยเหลือลดภาระพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ด้วยการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน เกิดการยอมรับจากเพื่อนและผู้สอน มีได้ทั้งความรู้และสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และยังสอดคล้องกับ Lueksompoth (2007) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคกลุ่มเกมแข่งขันกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคกลุ่มเกมแข่งขัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และยังสอดคล้องกับ Joyrung et al. (2018) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคเกมแข่งขันส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง เนื่องจากเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีการรวมกลุ่มเพื่อทำงานร่วมกัน โดยมีการแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ภายในกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถทาง

การเรียนรู้แตกต่างกันสมาชิกทุกคนจะต้องช่วยเหลือเกื้อกูล ปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน อีกทั้งยังมีการใช้เกมการแข่งขันเชิงวิชาการเพื่อประเมินความรู้ของสมาชิกภายในกลุ่ม ทำให้การเรียนการสอนมีความสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ โดยความสำเร็จของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลเป็นสำคัญ และ Wangdeeson et al. (2014) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้โดยใช้กลุ่มร่วมมือเทคนิคการเรียนรู้แบบเกมแข่งขันเช่นกัน ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบเกมการแข่งขันเป็นเทคนิคที่มีกิจกรรมที่ฝึกให้ผู้เรียนได้พัฒนาทางสติปัญญา รู้จักคิดอย่างมีเหตุผลสามารถทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างดี สมาชิกในกลุ่มกระตุ้นเตือนกันให้ร่วมมือเพื่อความสำเร็จของกลุ่มสมาชิกทุกคนรับผิดชอบในงานที่ได้รับมอบหมาย จากเหตุผลดังกล่าวทำให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับ Suwantada (2016) ที่ได้ทำวิจัยการเรียนด้วยกลุ่มร่วมมือแบบ TGT ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง และสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและการเป็นที่ยอมรับในหมู่เพื่อน ผู้เรียนได้ฝึกการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น เข้าใจและเห็นใจผู้อื่นมีทักษะทางสังคม ที่จะเป็นตัวผลักดันให้ประสบความสำเร็จอย่างแท้จริง ผู้เรียนมีแรงบันดาลใจในการใฝ่รู้และศึกษาด้วยตนเอง อีกทั้งมีเพื่อนในกลุ่มที่มีความถนัดต่างกันในแต่ละหัวข้อช่วยกันติวและถ่ายทอดความรู้ให้แก่กันและกัน ส่งผลให้เกิดการแข่งขันกันทำแบบทดสอบ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานในการทำแบบทดสอบ อีกทั้งการที่ผู้เรียนสามารถเป็นที่พึ่งพาของเพื่อนได้และทำให้รู้สึกว่าเป็นส่วนหนึ่งในความสำเร็จของทีม นอกจากนี้ การทำงานร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่มของตนเองจะต้องช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งผลจากการร่วมมือทำแบบทดสอบทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในกลุ่มแข่งขันสูงขึ้น

3. ผลจากการศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม โดยภาพรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก ในทุกขั้นตอนตั้งแต่ ขั้นตอนสร้างความสนใจ ขั้นตอนการสอน ขั้นตอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นตอนเตรียมการแข่งขัน ขั้นตอนการแข่งขัน ขั้นตอนสรุปและประเมินผล ทั้งนี้ เพราะกิจกรรมที่จัดขึ้นผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด วางแผน และออกแบบกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ร่วมมือซึ่งกันและกัน สมาชิกในกลุ่มที่ละความสามารถในการเรียนจะช่วยเหลือกัน ร่วมกันทำกิจกรรมที่ได้กำหนด เป็นการฝึกทักษะการทำงานกลุ่มร่วมกันผลงานของกลุ่มจะขึ้นอยู่กับสมาชิกแต่ละบุคคลในกลุ่ม สมาชิกต่างได้รับความสำเร็จร่วมกัน และผู้สอนจะคอยแนะนำและให้คำปรึกษา ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลาทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเรียนรู้และเข้าใจเป้าหมายในการเรียนรู้จากตนเองและผู้อื่น การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนช่วยเหลือกันในการเรียนและการแข่งขันประชันความรู้ที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจทางการเรียนแก่ผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น (Sansuwan, 2008, p. 112) นอกจากนี้ การกิจกรรมการแข่งขันที่ได้ดำเนินการอย่างเป็นขั้นเป็นตอน ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนได้ออกแบบกิจกรรมที่มีความท้าทายเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรายวิชาการเขียนโปรแกรมบังคับหุ่นยนต์ ที่ต้องการแก้ปัญหา คิดโจทย์ สร้างภารกิจให้กับหุ่นยนต์ด้วยการเขียนโปรแกรม ผู้เรียนได้คิดสร้างรูปแบบการแข่งขัน เพื่อทดลองการบังคับหุ่นยนต์ ให้สามารถทำงานได้ตามที่กำหนด เหล่านี้จึงเป็นความท้าทาย ที่สมาชิกในกลุ่มร่วมกันคิดแก้ปัญหาและร่วมมือกันแข่งขันเพื่อให้ได้ชัยชนะ โดยการเสริมแรงทางบวกให้กับผู้เรียน จากเพื่อน จากครู ด้วยการรายงานผลคะแนน จัดมอบรางวัล การกล่าวชมเชย การโน้มน้าวใจ ซึ่งการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญในการกระตุ้นผู้เรียนให้อยากรู้อยากเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Jaitiang (2010, p. 2)

ที่ได้กล่าวมา การสอนที่ดีนั้น ต้องเป็นกระบวนการที่ต้องทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนด นอกจากนี้ บรรยากาศในการจัดกิจกรรมยังมีส่วนช่วยเสริมในการเรียนรู้ ผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้ออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การเป็นผู้ดำเนินการกิจกรรม การแข่งขัน จัดทำสนามการแข่งขัน กติกา ดำเนินรายการแข่งขัน เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ตลอดกิจกรรม บรรยากาศที่พึงปรารถนาในชั้นเรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของเรียนการสอน โดยบรรยากาศนั้นต้องมีความท้าทาย ให้ผู้เรียนได้คิด ได้แสดงออกอย่างอิสระ และประสบความสำเร็จ สิ่งเหล่านี้จึงเป็นส่วนสำคัญที่ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรม

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรมีการศึกษาระบบการ เทคนิค วิธีการให้เข้าใจทุกขั้นตอน เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การใช้เทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีม ควรมีการกระตุ้น สร้างแรงจูงใจจากผู้สอนและคอยให้คำปรึกษากับผู้เรียนทุกคน ได้เห็นความสำคัญเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาพฤติกรรมการเรียนและปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคเกมการแข่งขันเป็นทีมเพิ่มเติม เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ

2.2 การจัดการเรียนการสอนเกี่ยวกับหุ่นยนต์ ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมด้วยเทคนิคที่เป็น Active Learning มากขึ้น และการสร้างสรรค์โครงการเกี่ยวกับหุ่นยนต์

References

- Jaitiang, A. (2010). *Principles of teaching* (5th ed.). Bangkok: OS Printing House. [in Thai]
- Joyrung, N., Chauvatcharin, N., & Sirisawad, C. (2018). A study of biology achievement and group process skills of a special scientific course 10th grade students by using cooperative learning TGT technique. *Journal of Education Naresuan University*, 20(2), 75-88. [in Thai]
- Khammani, T. (2014). *Teaching science: Knowledge for effective learning management* (18th ed.). Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Lowriendee, W. (2004). *Learning management techniques for professional teachers*. Nakhon Pathom: Silpakom University. [in Thai]

- Lueksompoth, P. (2007). *A comparison of learning achievement in mathematics, attitudes towards learning mathematics, and interaction among students between the use of cooperative learning (teams-games-tournaments) and conventional approach for mathayomsuksa 1 students* (Master thesis). Phra Nakhon Si Ayutthaya: Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University. [in Thai]
- Nakasan, N., & Nakasan, C. (2016). Game: Innovation for creative education. *Romphruek Journal Krirk University*, 34(3), 159-182. [in Thai]
- Natakuatoong, O. (2000). *Instructional technology unit 1-8*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat Open University. [in Thai]
- Sansuwan, W. (2008). *Development of web-based cooperative learning using teams-games-tournament technique for science curriculum of mattayomsuksa II*. Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. [in Thai]
- Sintapanon, S., Sukying, F., Veerakiatsunthorn, J., & Napatrat, P. (2011). *Teaching methods according to educational reform to improve the quality of youth*. Bangkok: 9119 Printing Techniques. [in Thai]
- Suwantada, N. (2016). The effect of mathematic learning activities with a teams-games-tournaments (TGT) technique: A case study of pre-calculus project 2015. *Panyapiwat Journal*, 8(2), 144-152. [in Thai]
- Thai Youth Encyclopedia. (1993). *Robot*. Retrieved from <http://kanchanapisek.or.th> [in Thai]
- Wangdeeson, A., Prasantree, T., & Anantarak, M. (2014). A comparison of learning achievements of mathayomsuksa 5 students in learning the science substance group entitled 'calculating a substance quantity in a chemical reaction' through instructional using TGT learning technique versus STAD learning technique. *Nakhon Phanom University Journal*, 4(2), 80-87. [in Thai]