

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
DEVELOPMENT OF STEM LEARNING WITH WEB-BASED INSTRUCTION ON
ROBOT MOTION CONTROL FOR HIGH SCHOOL

สาวิตรี หงษา¹ ปริญญาธิ ตั้งคุณานันต์² และฐิยาพร กันตธานวัฒน์³

Sawitree Hongsa¹, Pariyaporn Tungkunanan² and Thiyaporn Kantathanawat³

¹นักศึกษาหลักสูตร วท.ม. (สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

²รองศาสตราจารย์ ³ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

fai_sawitree@hotmail.com, ktpariya@kmitl.ac.th, and thiyaporn.ka@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่มีคุณภาพ 2) พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จำนวน 2 ห้องเรียน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 2) แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 3) บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 4) แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 5) แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติ t-test แบบ dependent samples

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิชา การเขียนโปรแกรมภาษา มีคุณภาพภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.77$) 2) บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 86.00/81.00 และ 3) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ
แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คุณภาพและประสิทธิภาพ

Abstract

The purposes of this research were to 1) create a quality lesson plan on STEM in Robot Motion Control, 2) develop the quality and efficiency of Web-Based Instruction in Robot Motion Control and 3) compare the skill achievement of students before and after Teaching and learning by STEM in Robot Motion Control. The sample group of this research was composed of the Grade 10 students from Chonradsadornumrung School in semester 2/2016, selected by Cluster Random Sampling method from 2 classes. The instruments used in this research were 1) a STEM lesson plan on Robot Motion Control, 2) a quality evaluation form of STEM lesson plan on Robot Motion Control, 3) Web-Based Instruction on Robot Motion Control, 4) a Web-Based Instruction quality evaluation form for the Robot Motion Control topic, 5) a learning skills achievement evaluation in Robot Motion Control. The data was analyzed by mean, standard deviation, and t-test for dependent samples.

The results of this research found that 1) the lesson plan of STEM in Robot Motion Control was excellent level ($\bar{X} = 4.77$), 2) the efficiency of Web-Based Instruction was equal to 86.00/81.00 and 3) learning skills achievement for post-test scores were significantly higher than the pre-test scores by a level of .01.

Keywords: Web-Based Instruction; Teaching and learning by STEM; Learning skills achievement; the lesson plan of STEM; quality and efficiency

1. บทนำ

ในปัจจุบันเป็นยุคที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นอย่างมาก เห็นได้จากการมีอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศที่ช่วยอำนวยความสะดวกซึ่งช่วยให้การติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลสะดวกขึ้น ส่งผลให้การดำเนินชีวิตของมนุษย์เปลี่ยนแปลงไป สมาชิกในสังคมจะต้องมีการพัฒนาทางการศึกษา ในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันผู้สอนต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้บอกความรู้เป็นโค้ชเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรมซึ่งประกอบด้วยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารและความร่วมมือ ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีประกอบด้วยทักษะด้านสารสนเทศ ทักษะด้านสื่อ ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร เป็นต้น [1]

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการศึกษาคือ สะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นการเรียนการสอนแบบบูรณาการระหว่างสาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) สะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อนักเรียนคือ ส่งเสริมนักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม นักเรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ นักเรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง [2]

ในการจัดการเรียนการสอนปัจจุบัน พบว่า ครูสามารถจัดกิจกรรมนอกห้องเรียนได้ โดยการใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนและเกิดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการออกแบบการเรียนการสอนโดยการจัดห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom) เป็นการจำลองสภาพชั้นเรียนปกติ ผู้สอนจะออกแบบการเรียนรู้ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากเครือข่ายต่างๆ ได้แก่ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเครือข่าย เวิลด์ ไวด์ เว็บ โดยอาศัยโปรแกรมไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ในการสอนจะใช้คุณลักษณะ และทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตมาสร้างหรือออกแบบการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และครูสามารถประเมินผลการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายได้ และสร้างเสริมสภาพแวดล้อมแห่งการเรียนรู้แบบไร้ขอบเขตที่ไม่จำกัดเรื่องระยะทางและเวลาที่ต่างกัน โดยรูปแบบการเรียนการสอนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ผลดี [3]

โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี ได้มีการจัดการจัดหลักสูตรรายวิชา ง31203 การเขียนโปรแกรมภาษา ให้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชา การเขียนโปรแกรมภาษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการเขียนโปรแกรม ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญและสนใจที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาและได้นำการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการภายในวิชามาใช้ เพราะเป็นการนำความรู้วิชาต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยเรียนรู้มาแล้วมาบูรณาการในเรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งผู้สอนจะนำวิชาอื่นๆ ของสะเต็มมาบูรณาการ ดังนี้ 1) วิทยาศาสตร์ กำหนดให้ใช้ความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่แบบเส้นตรงและการเคลื่อนที่แบบวงกลม 2) เทคโนโลยี กำหนดให้ใช้ความรู้เรื่อง การเขียนโปรแกรมภาษาซี 3) วิศวกรรมศาสตร์ กำหนดให้ใช้ความรู้เรื่อง การประกอบหุ่นยนต์ 4) คณิตศาสตร์ กำหนดให้ใช้ความรู้เรื่อง การดำเนินการและตรรกะบูลีน โดยวัตถุประสงค์ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความรู้และทักษะทางด้านการคิดการบูรณาการความรู้ที่นักเรียนได้รับในรายวิชาต่างๆ

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

3. สมมติฐาน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สูงกว่าก่อนเรียน

4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและแนวคิดในหัวข้อ ดังนี้

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ตามหลักการของกรมวิชาการ [4] โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การกำหนดชื่อหน่วยการเรียนรู้/หัวข้อเรื่อง การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การกำหนดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ การกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ การเลือกสื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

2. การหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดของสุวิทย์ มูลคำ และคณะ [5] โดยมีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ได้แก่ ตรวจสอบจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบเนื้อหาสาระ ตรวจสอบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบสื่อการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบการวัดและประเมินผล และตรวจสอบความสอดคล้องขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแผนการจัดการเรียนรู้

3. การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามแนวคิดของณัฐกร สงคราม [6] โดยมีขั้นตอนการพัฒนา 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน (Planning) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) และการประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Revise)

4. การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวคิดของไพโรจน์ ศิริธนากุล และคณะ [7] ซึ่งมี 2 ด้าน คือ ตรวจสอบคุณภาพด้านเนื้อหาและตรวจสอบคุณภาพด้านเทคโนโลยีมีดังนี้

5. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ [8] โดยการหาอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1 / E_2)

6. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะตามแนวคิดของสุวิมล ว่องวานิช [9] โดยในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ 1 ประเภท คือ ผลการปฏิบัติ (Product)

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 5 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 230 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม จำนวน 80 คน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 50 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 30 คน

5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหา รายวิชา ง31203 การเขียนโปรแกรมภาษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีเนื้อหาในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่กำหนด
2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามเส้น
3. หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามคำสั่งของเซนเซอร์

5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

6. วิธีดำเนินการวิจัย

6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
2. แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 6 ข้อ
3. บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้

4. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เป็นแบบประเมินด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมีเดีย

5. แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 6 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 โดยความสัมพันธ์ของแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ ระหว่างผู้ประเมิน 2 คน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของผลการปฏิบัติ เท่ากับ 0.959 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

6.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. หากคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน ทำการประเมิน

2. หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยทดลองกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างแต่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ด้วยการทดลองแบบ 1:1 และ 1:3 แล้วนำไปแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นซึ่งมีดำเนินการดังนี้

ผู้วิจัยกำหนดข้อตกลง ชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจขั้นตอน และวิธีการใช้งานบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ร่วมกับการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา และให้นักเรียนศึกษาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ด้วยตนเองที่บ้าน จากนั้นในคาบเรียนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมตามที่กำหนดและให้นักเรียนนำเสนอผลงานที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเขียนโปรแกรมตามหัวข้อ โดยผู้สอนจะทำการประเมินผลงานของนักเรียนและนำผลการประเมินมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3. ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubrics และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยหาค่า E_1 / E_2

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนกับก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยใช้สถิติการทดสอบที่แบบข้อมูล 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent samples)

7. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
1. จุดประสงค์การเรียนการสอน	5.00	0.00	ดีมาก
2. เนื้อหาสาระ	4.75	0.29	ดีมาก
3. กิจกรรมการเรียนการสอน	4.67	0.26	ดีมาก
4. สื่อการเรียนการสอน	5.00	0.00	ดีมาก
5. การวัดและการประเมินผล	4.56	0.33	ดีมาก
6. ความสอดคล้ององค์ประกอบต่างๆในแผนการจัดการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.77	0.27	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของ หุ่นยนต์ มีคุณภาพภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.77$) และเมื่อพิจารณาการประเมินเป็นรายข้อพบว่าทุกข้ออยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 2 การหาคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหา	4.90	0.22	ดีมาก
1. ด้านเนื้อหา	4.94	0.24	ดีมาก
2. ด้านการปฏิสัมพันธ์	4.67	0.41	ดีมาก
3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
ด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดีย	4.71	0.25	ดีมาก
1. ด้านการนำเสนอมีลติมีเดีย	4.73	0.26	ดีมาก
2. ด้านการปฏิสัมพันธ์	4.69	0.00	ดีมาก
3. ด้านโครงสร้างของบทเรียน	4.78	0.33	ดีมาก
รวม	4.80	0.17	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.80$) และเมื่อพิจารณาการประเมินเป็นรายด้านพบว่า ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.90$) และด้านเทคโนโลยีมีลติมีเดียอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.71$)

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ผลการทดลอง	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้		ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2)
		ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	
ระหว่างเรียน	10	8.60	86.00	86.00/81.00
หลังเรียน	18	14.58	81.00	

จากตารางที่ 3 พบว่า บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เท่ากับ 86.00/81.00 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ ไม่ต่ำกว่า 80/80

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ผลการทดลอง	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S	t
หลังเรียน	18	14.80	1.19	83.54**
ก่อนเรียน	18	7.20	1.19	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะ เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ หลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

8. สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาครั้งนี้เรื่องผลการวิจัยการพัฒนากิจการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำมาอภิปราย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ วิชา การเขียนโปรแกรมภาษา พบว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.77$) เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีในการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพจากแนวคิดของกรมวิชากร [4] โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การกำหนดหัวข้อเรื่อง การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การกำหนดเนื้อหาสาระการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ การเลือกสื่อการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล นอกจากนี้ได้วิเคราะห์โครงสร้างเนื้อหาของรายวิชาเป็นอย่างดี ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยนำการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษามาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาจะมีการเชื่อมโยงและบูรณาการเนื้อหาของ 4 สาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการพัฒนาทักษะด้านการคิด การออกแบบ และการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างสนุกสนานมากขึ้นให้สอดคล้องกับหลักสูตรและได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา จึงทำให้แผนการจัดการเรียนมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมัลลิวีร์ ตันวินิตกุล [10] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบฉลาดรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมกับแบบปกติในกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.59$)

2. คุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่า บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีคุณภาพภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.80$) โดยมีคุณภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.90$) และคุณภาพด้านเทคโนโลยีมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.71$) เนื่องจากผู้วิจัยใช้แนวคิดของ ณัฐกร สงคราม [6] ในการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยทำการแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ อีกทั้งคุณภาพด้านเทคโนโลยีมีค่าเฉลี่ย มีการจัดการระบบข้อมูลสมาชิก และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน มีความเหมาะสมของภาพและการใช้ภาษาชัดเจนสอดคล้องกับเนื้อหา และขนาดของภาพมีความเหมาะสมทั้งขนาด สี ตัวอักษรชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน นอกจากนี้ยังมีการตรวจสอบบทเรียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิก่อนจะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อบกพร่องมาเป็นข้อมูลสำหรับการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติมา มุ่งวัฒนา [11] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เกมสร้างสรรค์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง เกมสร้างสรรค์ มีคุณภาพภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.74$)

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยใช้แนวคิดของชัยยงค์ พรหมวงศ์ [8] ในการประเมินหาประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยพัฒนาบทเรียนและออกแบบบทเรียนตามหลักของการออกแบบสื่อการเรียนการสอน แบ่งเนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำให้ปริมาณเนื้อหาของบทเรียนมีความเหมาะสม มีลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหา มีขนาดตัวอักษร การใช้สีและความชัดเจนของภาพกราฟิกมีความน่าสนใจ มีรายการของบทเรียนเหมาะสมทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน และการปรับปรุงบทเรียนตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีมีค่าเฉลี่ย จากนั้นได้ทำการพัฒนาและนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่มีใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างและนำผลที่ได้มาทำการพัฒนาและปรับปรุงให้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ พบว่ามีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 86.00/81.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 จึงสามารถนำไปประกอบการจัดการเรียนการสอนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของโชติกร ทรัพย์ดี [12] ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อทบทวน เรื่องการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ผลการวิจัย พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.29/82.35 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะประเภทผลการปฏิบัติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 เนื่องจากบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้พัฒนาและปรับปรุงจนมีคุณภาพและประสิทธิภาพ มีการออกแบบบทเรียน การใช้สีและความชัดเจนของภาพกราฟิกมีความน่าสนใจ รวมถึงการใช้เนื้อหาที่ง่ายต่อการเรียนรู้เหมาะสมกับนักเรียน มุ่งเน้นให้นักเรียนสนใจและสะดวกในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น รวมถึงการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะทางด้านการคิด ที่ได้มาจากการบูรณาการภายในวิชาของสะเต็ม ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาผ่านการเขียนโปรแกรม เรื่อง การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจารีพร ผลมูล [13] ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษาชุมชนวังตะกอก จังหวัดชุมพร พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

9. ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1.1 สถานศึกษาที่ต้องการนำการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาไปใช้ ควรเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนของวิชาที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

1.2 การใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สถานศึกษาต้องมีความพร้อมทั้งด้านเครื่องมือและระบบอินเทอร์เน็ต

1.3 ครูผู้สอนควรให้คำแนะนำขั้นตอนการใช้งานบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้นักเรียนเข้าใจอย่างละเอียดก่อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยต่อไป

2.1 ควรพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาร่วมกับเทคนิคการสอนและสื่อในรูปแบบอื่นๆ

2.2 ควรเพิ่มสื่อมีเดียในรูปแบบต่าง ๆ มาประกอบกับบทเรียน เช่น วิดีโอการประกอบหุ่นยนต์ การแข่งขันหุ่นยนต์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและกระตุ้นการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

2.3 ควรพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับเทคนิคการสอนรูปแบบอื่นๆ และพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ทุกอุปกรณ์ เช่น สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Wijarn Panit. 2012. **21st Century Skills: Learning for Life in Our Times**. Bangkok. Fresh Sri-Saritwong Foundation.
- [2] Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. 2014. **STEM Education**. Bangkok. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. Ministry of Education
- [3] Tidsana kammanee.2014. Teaching Science: Knowledge for Effective Learning Process. 18th. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- [4] Department of Curriculum and Instruction Development. 2001. **Research on the development and use of computers for teaching : a case of elementary schools**. Bangkok : Kurusapa Printing Press
- [5] Suwit Mulkum and et al. 2008. **Write lesson plan emphasize thinking**. Bangkok : EK Book.
- [6] Nuttakorn Songkram.2014. **Multimedia Design and Development for Learning**. Bangkok: Chulalongkorn University Press
- [7] Pairoj Teeranatanakul and team. 2003, **Design and manufacture CAI for e-Learning**. Bangkok : Sun Sue Some Krungthep.
- [8] Chaiyong Brahmawong and et al. 1999. **Instructional Media**. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- [9] Suvimol Wongvanich. 2007. **Measurement and evaluation**. Bangkok : Publisher of Chulalongkorn University.
- [10] Mullawee Thunwinitkul. 2008. **A Comparison of Learning Achievement Between Teaching by Using Knowledge-Based Learning Curriculum with Participatory Learning Process and Normal Form in Student Development Activities of Prathom Suksa Students. Year 3**. Master Degree of Education Academic research Faculty of Education, Ramkhamhaeng University.
- [11] Kittima Mungwuttana. 2016. **The development of learning-based learning with Internet lessons on creative games for Grade 11 Students**. Master Degree of Science Program in Computer Education, Faculty of Industrial Education, King Mongkut' s Institute of Technology Ladkrabang.
- [12] Shotic Subdee. 2014.**Lessons Learned Through the Internet for Review About Robot Programming**. At the 5th National Conference on Educational Technology. Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
- [13] Jareporn Polmol. 2015. **The Development of STEAM for Grade9 Students**. At the 34th National Graduate Research Conference Khon Kaen. Khon Kaen University.