



การพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มี
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ

● มงคล ศิริสวัสดิ์

การพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ
Development of an Instruction-assisting Robot to Support the Management of
Mathematics Learning Activities for Prathom Suksa 6 Students with Low
Learning Achievement in Mathematics

มงคล ศิริสวัสดิ์¹

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนจาก “หุ่นมหัศจรรย์” เดิมเป็น “หุ่นมหัศจรรย์ 2” และ “หุ่นมหัศจรรย์ 3” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และหาดัชนีประสิทธิผลการจัดการกิจกรรม 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ 3) เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน แบ่งวิธีดำเนินการออกเป็น 3 ชุด โครงการย่อย ระหว่างปีการศึกษา 2547 - 2550 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าแร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สกลนคร เขต 1 ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 4 ชนิด คือแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนและแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ รูปแบบละ 11 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 0.25 - 1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 แบบวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 2.16 - 4.58 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 และแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อหุ่นยนต์ช่วยสอนจำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 2.72 - 4.79 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1) การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 77.02/76.67 และดัชนีประสิทธิผล 0.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

¹ ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนท่าแร่วิทยา

2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3) นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหุ่นยนต์ช่วยสอนในระดับ มากที่สุด

โดยสรุป การใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ จึงควรสนับสนุนให้ครูนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต่อไป

Abstract

This study was to develop the instructional assisting robot from the original “Amazing Robot” to “Amazing Robot 2” and finally to “Amazing Robot 3”. Thus the purposes of this study were : 1) to develop learning activities in the mathematics learning entitled counting number and the addition, the subtraction, the multiplication and the division of counting number by using the instructional assisting robot with a required efficiency of 75/75; and to find out the effectiveness indices of learning activities by using the instructional assisting robot; 2) to compare the achievement learning abilities of the students who learned using between the instructional assisting robot and the ordinary method; 3) to compare the attitudes towards mathematics learning the student who learned using the instructional assisting robot and the ordinary method; 4) to study students satisfaction with the instructional assisting robot. The project was divided into three sub - projects which were run during academic years 2004 - 2008. The samples used in this study consisted of 2 classrooms of Prathomsuksa 6 students attending Tharaewittaya School under the Office of Sakon Nakhon Educational Service Area 1, selected by using simple random sampling. Four types of the instruments used in the study were learning plans using instructional assisting robot and the ordinary method, 11 plans each; a 40 - item mathematics achievement test with discriminatinon power ranging from 0.25 - 1.00 and a reliability of 0.91; a 25 - item scale on student’s attitude toward mathematics learning with discrimination power ranging from 2.16 - 4.58 and a reliability of 0.91 ; a 20 item - scale on satisfaction with learning activities using the instructional assisting robot with discrimination power ranging from 2.72 - 4.79 and a reliability of 0.91. The statistics used for analyzing data were percentage, mean, and standard deviation and t-test (independent samples) was employed for testing hypotheses.

The results of study were as follows :

1. The learning activities using the instructional assisting robot had efficiency of 77.02/76.67 and had effectiveness indices of 0.55 which were higher than the set criteria.

2. The students who learned using the instructional assisting robot showed higher learning achievement than those who learned using the ordinary method at .01 level of significance.

3. The students who learned using the instructional assisting robot showed better attitudes towards mathematics learning than those who learned using the ordinary method at .01 level of significance.

4. The students who learned using the instructional assisting robot indicated satisfaction with the instructional assisting robot as a whole at the highest level.

In conclusion, the mathematics learning activities using the instructional assisting robot were efficient and effective. Also, the instructional assisting robot should be supported to implement the instructional in learning - teaching mathematics strand in the future

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่งที่เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนามนุษย์ให้สมบูรณ์ แต่สภาพปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังประสบปัญหา ไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ นักเรียนส่วนใหญ่จะไม่สนใจเรียนคณิตศาสตร์ ทำแบบฝึกหัดไม่ได้ ไม่ทำการบ้านหรือส่งการบ้านไม่ตรงเวลา ซึ่งอาจเป็นเพราะเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งในด้านร่างกาย จิตใจและสภาพแวดล้อม นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ไม่เพียงพอและมีความถนัดต่ำ ย่อมเรียนไม่ทันเพื่อน ขาดแรงจูงใจในการเรียน นักเรียนเหล่านี้จึงไม่ชอบคณิตศาสตร์ ครูที่สอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความแตกต่างของผู้เรียนสมควร ปานโม (2545 : 37) และ อัญญา โพธิพลกร (2545 : 96) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และมีผลต่อการเรียนของนักเรียนสอดคล้องกันคือ เกิดจากการจัดการเรียนการสอน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมกับเสนอแนะวิธีแก้ปัญหาด้วยการให้ ครูหาวิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อจูงใจให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีและพร้อมที่จะเรียนรู้ต่อไป

แนวทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการจัดทำ ปรับปรุงและพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอน ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยนำมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ได้ใช้หลายทฤษฎีผสมผสานหรือบูรณาการเข้าด้วยกัน ทั้งหลักการแนวคิดทาง จิตวิทยา และปรัชญาการศึกษา ซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ด้วยเหตุนี้จึงเป็นการยากที่จะระบุหรือชี้ชัดลงไปได้ว่าผู้วิจัยใช้ทฤษฎีใด อย่างไรก็ดี หากจะกล่าวถึงแนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานที่สอดคล้องและอ้างอิงได้ พอสรุปได้ว่า สอดคล้องและอ้างอิงได้กับทฤษฎีการวางเงื่อนไขของ Skinner และทฤษฎีการเรียนรู้ของ Hull (อ้างอิงจาก วีระ ไทยพานิช และสุพรรณพรหม ตันติพลาผล, 2546 : 37) ที่ยึดเอาความต่อเนื่องระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง พฤติกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแรงขับของแต่ละบุคคล

หุ่นยนต์นั้น เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่มีเริ่มมีการนำมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานลักษณะต่างๆ ปัจจุบันการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์กำลังได้รับความสนใจทั้งจากครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

(สุชิน เพ็ชรรักษ์, 2544 : 53) เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกตื่นเต้นสนุกสนาน (Eli Kolberg; & Nahum Orlev. 2001 : 1 - 2) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้หุ่นยนต์ที่ประกอบไปด้วยเกมอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่าง ๆ อย่างสนุกสนาน และทำทนายความสามารถ โดยนำเกมมาประกอบอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ หุ่นยนต์จะช่วยอำนวยความสะดวก และช่วยเสริมให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

การใช้หุ่นยนต์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นั้น ผู้วิจัยได้เคยจัดทำและเคยทดลองใช้มาแล้วในรุ่นแรก โดยเรียกชื่อตามลักษณะการใช้งานว่า “หุ่นยนต์ช่วยสอน” แต่ครูและนักเรียนส่วนใหญ่ นิยมเรียกว่า “หุ่นมหัศจรรย์” (ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า “หุ่นมหัศจรรย์ 1”) โดยทดลองใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ ในปีการศึกษา 2542 ซึ่งในครั้งนั้นใช้เกมที่มีแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ไม่มากนัก แต่ก็สามารถสร้างความสนใจของนักเรียน ช่วยให้การเรียนสนุกสนาน และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะได้เป็นอย่างดี (มงคล ศิริสวัสดิ์, 2542 : 46)

สำหรับการวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำเป็นโครงการต่อเนื่องมาจากผลงานเดิม คือ หุ่นยนต์ช่วยสอน “หุ่นมหัศจรรย์ 1” โดยในครั้งนี้ได้พัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนขึ้นมาพร้อม ๆ กัน 2 รุ่น คือ รุ่นที่ 2 และรุ่นที่ 3 ระหว่างปีการศึกษา 2547 - 2549 เรียกว่า “หุ่นมหัศจรรย์ 2” และ “หุ่นมหัศจรรย์ 3” โดยได้ปรับปรุงคุณลักษณะ รูปร่าง โครงสร้าง วงจร และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ทันสมัย มีคุณสมบัติในการเคลื่อนไหว และสามารถควบคุมการทำงานด้วยรีโมทวิทยุบังคับ ทำให้การใช้งานสะดวกมากยิ่งขึ้น เพิ่มเกมที่ช่วยพัฒนาทักษะในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อช่วยสร้างความสนใจของนักเรียนให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้และฝึกทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันจนประสบความสำเร็จตามเป้าหมายร่วมกันทุกคน ช่วยเพิ่มทักษะการทำงานทักษะการคิด และเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และหาดัชนีประสิทธิผลการจัดกิจกรรม
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ
3. เปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ
4. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน

สมมติฐานการวิจัย

1. หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.50 ขึ้นไป
2. นักเรียนที่เรียน โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่เรียน โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่เรียน โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจต่อหุ่นยนต์ช่วยสอนในระดับมาก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปใช้กับนักเรียน โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ชุดโครงการย่อย ระหว่างปีการศึกษา 2547 - 2551 เพื่อให้สนองวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 4 ข้อ ดังต่อไปนี้

โครงการย่อยชุดที่ 1 โครงการพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าแร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 - 2550 รวม 476 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าแร่วิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 - 2550 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีจับสลาก ด้วยการคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนผลทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 โดยพิจารณาจากคะแนนที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนในปีการศึกษาที่ผ่านมาทั้งสองภาคเรียน (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หุ่นยนต์ช่วยสอน คือ หุ่นมหัศจรรย์ 2 และ หุ่นมหัศจรรย์ 3

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนนับ จำนวน 11 แผน ใช้เวลา 15 ชั่วโมง

2.3 แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ จำนวน 11 แผน ใช้เวลา 15 ชั่วโมง

2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.5 แบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 25 ข้อ

3. การดำเนินการทดลอง

ในโครงการย่อยชุดที่ 1 นี้ ผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 ระยะ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองด้วยตัวเองทั้งหมด ระหว่างปีการศึกษา 2547 - 2550 ดังนี้

3.1 ทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2547 เป็นการทดลองใช้เครื่องมือและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าแร่วิทยา ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 แบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) จำนวน 3 คน ทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) จำนวน 9 คน และทดลองภาคสนาม (Field Testing) จำนวน 30 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของเครื่องมือและทำการปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะที่ 2 ระยะที่ 3 และระยะที่ 4 ในปีการศึกษา 2548 - 2550 ต่อไป

3.2 ทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2548 เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพของการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทดลองกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าแร่วิทยา ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 สุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน (กลุ่มเดียว) ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ใช้ระยะเวลาจัดการเรียนรู้ 15 วัน วันละ 1 ชั่วโมง (การทดลองระยะที่ 1 นี้ไม่ได้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีปกติ และแบบวัดเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์)

3.3 ทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2549 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าแร่วิทยา ที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ สุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน แล้วสุ่มแยกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มละ 30 คน จากนั้นสุ่มเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ใช้ระยะเวลาจัดการเรียนรู้แต่ละกลุ่ม 15 วัน วันละ 1 ชั่วโมง

3.4 ทดลองระยะที่ 4 ปีการศึกษา 2550 (ทดลองซ้ำ) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนท่าแร่วิทยา ที่มีคะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับกลุ่มนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ ซึ่งมีวิธีดำเนินการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดลองระยะที่ 3

โครงการย่อยชุดที่ 2 โครงการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปใช้ต่างโรงเรียน เป็นการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 ในโรงเรียนอื่น

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ในโรงเรียนจำนวน 3 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศกลนคร เขต 1 ได้จากการคัดเลือกโรงเรียนที่ผู้บริหารโรงเรียนและครูผู้สอน สนใจและพร้อมที่จะให้ความร่วมมือในการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปทดลองใช้ และมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวนมากพอ ซึ่งได้แก่ โรงเรียนเมืองสกลนคร (ธาตุนารายณ์เจงเวง) จำนวน 103 คน โรงเรียนอนุบาลสกลนคร จำนวน 296 คน และโรงเรียนนิรมลวิทยา จำนวน 115 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่กำลังเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 ใน 3 โรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศกลนคร เขต 1 โดยแต่ละโรงเรียนจะคัดเลือกนักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 ไว้ (พิจารณาจากชั้นประถมศึกษาปีที่ 5) แล้วสุ่มนักเรียนเหล่านั้นเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีจับสลากเพื่อให้ได้โรงเรียนละ 1 ห้องเรียน รวมนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 โรงเรียน จำนวน 121 คน (สุ่มนักเรียนเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ต้นปีการศึกษา 2551 เพื่อจัดเข้าชั้นเรียน) ซึ่งได้แก่ โรงเรียนเมืองสกลนคร (ธาตุนารายณ์เจงเวง) จำนวน 34 คน โรงเรียนอนุบาลสกลนคร จำนวน 49 คน และโรงเรียนนิรมลวิทยา จำนวน 38 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 หุ่นยนต์ช่วยสอน คือ หุ่นมหัศจรรย์ 2 และ หุ่นมหัศจรรย์ 3 และคู่มือการจัดทำและการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนนับ จำนวน 11 แผน ใช้เวลา 15 ชั่วโมง

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อหุ่นยนต์ช่วยสอน เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 20 ข้อ

3. การดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 (หลังจากโครงการย่อยชุดที่ 1 เสร็จสิ้น) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อหุ่นยนต์ช่วยสอน ใช้เวลาทดลองโรงเรียนละ 15 วัน ดังนี้ โรงเรียนเมืองสกลนคร (ธาตุนารายณ์เจงเวง) ระหว่างวันที่ 20 พฤษภาคม 2551 - 9 มิถุนายน 2551 โรงเรียนอนุบาลสกลนคร

ระหว่างวันที่ 16 มิถุนายน 2551 - 4 กรกฎาคม 2551 และโรงเรียนนิรมลวิทยา ระหว่างวันที่ 14 กรกฎาคม 2551 ถึง 5 สิงหาคม 2551

โครงการย่อยชุดที่ 3 โครงการเผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอน ผ่านสื่อและกิจกรรมทางวิชาการประเภทต่าง ๆ การเผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอนโดยผ่านสื่อและกิจกรรมทางวิชาการประเภทต่าง ๆ ผู้วิจัยได้วางแผนดำเนินการ ตั้งแต่เริ่มต้นการวิจัยและพัฒนา ทั้งขณะที่กำลังทำการวิจัย และเมื่อได้สรุปผลการวิจัยแล้ว ในระหว่างปี การศึกษา 2547 - 2551 โดยดำเนินการดังต่อไปนี้

1. เผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอนโดยผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ เอกสาร วารสารต่าง ๆ สื่อที่ไม่ใช่ สิ่งพิมพ์ ได้แก่ วิทยุ โทรทัศน์ จัดทำวีดิทัศน์และนำหุ่นยนต์ช่วยสอน เผยแพร่โดยการจัดนิทรรศการ กิจกรรม ทางวิชาการ และการส่งประกวด
2. ศึกษาและรวบรวมการเผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอนโดยผ่านสื่อและกิจกรรมทางวิชาการทั้งหมดที่ กระทำขึ้นระหว่างปีการศึกษา 2547 - 2551
3. ประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูลการเผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอน
4. สรุปผลการประเมินและวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย

โครงการย่อยชุดที่ 1

ผลการทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทดลองระยะต่อไป ดังนี้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 0.25 - 1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 แบบวัด เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 2.16 - 4.58 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .9138 และแบบ วัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อหุ่นยนต์ช่วยสอน จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 2.72 - 4.79 ค่าความ เชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

ผลการทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2548 การใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) 77.02/76.67 และค่าดัชนีประสิทธิผล (EI) 0.55

ผลการทดลองระยะที่ 3 ปีการศึกษา 2549 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่าง นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียน โดยวิธีปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยวิธีปกติ อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 2.92, p\text{-value} < .01$) และการเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียน โดยวิธี ปกติพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยวิธี ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 4.85, p\text{-value} < .01$)

ผลการทดลองระยะที่ 4 ปีการศึกษา 2550 (ทดลองซ้ำ) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 3.74, p\text{-value} < .01$) และการเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ หลังการทดลอง ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 5.95, p\text{-value} < .01$) ซึ่งผลการทดลองซ้ำ สอดคล้องกับการทดลองในระยะที่ 2

จากการทดลองระยะที่ 1 จนถึงระยะที่ 4 ระหว่างปีการศึกษา 2547 - 2550 ผู้วิจัยได้พบปัญหาและค้นหาวิธีปรับปรุงหุ่นยนต์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้หุ่นยนต์ช่วยสอนเป็นนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนรู้ และได้เรียนรู้ด้วยความสุขตลอดจนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โครงการย่อยชุดที่ 2 ผลการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ใน 3 โรงเรียน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 สรุปได้ดังนี้ จากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อหุ่นยนต์ช่วยสอน พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความพึงพอใจต่อหุ่นยนต์ช่วยสอนในระดับมากที่สุด

โครงการย่อยชุดที่ 3 ผลการเผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอนผ่านสื่อและกิจกรรมทางวิชาการประเภทต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

1. ผลการเผยแพร่โดยผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ ได้แก่ แผ่นพับแนะนำหุ่นยนต์ช่วยสอน แจกจ่ายให้แก่ผู้สนใจในการจัดนิทรรศการและงานวิชาการต่าง ๆ รวมทั้งผู้ที่มาเยี่ยมชมหุ่นยนต์ช่วยสอนที่โรงเรียนท่าแร่วิทยา รวมจำนวน 1,457 คน จัดทำคู่มือการสร้างและการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน โดยถ่ายสำเนาให้แก่ผู้สนใจ ที่มาจากหลายจังหวัดจำนวน 54 คน ลงบทความในนิตยสารรายเดือนด้านการศึกษา (สานปฏิรูป) คอลัมน์แม่ไม้ครูไทย เรื่อง หุ่นยนต์มหัศจรรย์: สื่อการสอนคณิตศาสตร์ ไอเดียक्रमงคล ศิริสวัสดิ์ (อ้อย พันธเดช. 2548 : 33 - 35) แสดงให้เห็นว่า การเผยแพร่โดยผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ ได้รับการตอบรับเป็นที่น่าพอใจ

2. ผลการเผยแพร่โดยผ่านสื่อที่ไม่ใช่สิ่งพิมพ์ สรุปผลได้ดังนี้ การเผยแพร่ทางสถานีวิทยุ ได้แก่ สถานีวิทยุชุมชนในท้องถิ่น คลื่น 104.5 MHz รายการ “เรียนรู้กับครูบ้านเฮา” ออกอากาศในวันพุธที่ 7, 14, 21, 28 กุมภาพันธ์ 2550 (วุฒิไกร ทองอั้ง. 2550) การเผยแพร่ทางสถานีโทรทัศน์ ได้แก่ สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5 รายการ “ที่นี่ประเทศไทย” ช่วง “ภูมิใจไทยทำ” ออกอากาศเมื่อวันที่ 27 กันยายน 2547 (ไชยวัฒน์ อนุตระกูลชัย. 2547) โดยบริษัท มิเดีย ออฟ มิเดียส์ ได้ส่งทีมงานมาถ่ายทำรายการ ณ ห้องเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนท่าแร่วิทยา ระหว่างวันที่ 7 - 8 กันยายน 2547 เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน สถานีโทรทัศน์สีกองทัพบกช่อง 7 รายการ “สะกิดข่าว” ออกอากาศเมื่อวันที่ 7 สิงหาคม 2549 (พิชญ์ นิลกลัด. 2549) ถ่ายทำโดยผู้สื่อข่าวขณะนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปร่วมประกวดในงาน

“มหกรรมการประกวดนวัตกรรมการศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปี 2549” ณ จังหวัดมุกดาหาร เมื่อวันที่ 4 - 6 สิงหาคม 2549 และสถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 3 รายการ “เก็บตก” ออกอากาศเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2549 (พัชรศรี เบญจมาศ. 2549) ถ่ายทำโดยผู้สื่อข่าวขณะนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปร่วมจัดนิทรรศการประเภทสื่อนวัตกรรม “งานมหกรรมรักการอ่าน 4 ภูมิภาค กระทรวงศึกษาธิการ” ระหว่างวันที่ 17 - 18 สิงหาคม 2549 ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร นอกจากนั้นยังได้เผยแพร่ด้วยการจัดทำวีดิทัศน์บรรยายสรุปแนะนำหุ่นยนต์ช่วยสอน (หุ่นมหัศจรรย์ 2 และ หุ่นมหัศจรรย์ 3) ได้แก่ การจัดทำ CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) โดยจัดทำไว้ทั้งในรูปแบบ VCD (Video Compact Disc) และ DVD (Digital Versatile Disc) เพื่อเผยแพร่แก่ผู้สนใจ จากการเผยแพร่ดังกล่าวส่งผลให้มีความรู้จักรุ่นยนต์ช่วยสอนมากขึ้น

3. ผลการเผยแพร่โดยการจัดนิทรรศการและกิจกรรมทางวิชาการ สรุปผลได้ดังนี้ ผลการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปร่วมจัดนิทรรศการในงานสำคัญต่าง ๆ รวม 4 งาน และการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปร่วมกิจกรรมทางวิชาการ รวม 2 งาน นอกจากเป็นการเผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอนและได้รับเกียรติบัตรในฐานะผู้ร่วมจัดกิจกรรมซึ่งทำให้เกิดความภาคภูมิใจ เช่น เกียรติบัตรจาก คุณหญิงกษมา วรวรรณ ณ อยุธยา เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เมื่อวันที่ 8 กันยายน 2550 แล้ว ยังส่งผลให้บุคคลหลายระดับรู้จักหุ่นยนต์ช่วยสอน (หุ่นมหัศจรรย์ 2 และ หุ่นมหัศจรรย์ 3) มากขึ้น อีกทั้งยังได้รับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์จากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่านที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนอีกด้วย นอกจากนั้นยังได้รับความสนใจจากนักเรียนแฉะเวียนมาเล่นเกมคณิตศาสตร์ที่มีในหุ่นยนต์ช่วยสอนตลอดเวลาที่จัดนิทรรศการและกิจกรรมทางวิชาการ

4. ผลการเผยแพร่โดยการส่งประกวด การนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปร่วมประกวดสื่อนวัตกรรมประเภทสิ่งประดิษฐ์รวม 2 งาน สรุปผลได้ดังนี้ ได้รับโล่รางวัลชนะเลิศการประกวดนวัตกรรมการศึกษาระดับภูมิภาค เมื่อวันที่ 5 สิงหาคม 2549 จาก นางพรนิภา ลิ้มปพยอม เลขาธิการคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน และได้รับโล่รางวัลเกียรติยศ ชนะเลิศการประกวด นวัตกรรมตามโครงการหนึ่งโรงเรียนหนึ่งนวัตกรรม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสกลนคร เขต 1 เมื่อวันที่ 17 สิงหาคม 2549 จาก นายจาตุรนต์ ฉายแสง รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสรุปผล มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปรายดังนี้

1. การทดลองระยะที่ 1 ปีการศึกษา 2547

1.1 ผลการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to One Testing) ทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องในขั้นตอนการเปลี่ยนเกมของหุ่นยนต์ช่วยสอน จึงได้แก้ไขโดยเพิ่มวงจรมenuหลัก (Main menu) โดยได้รวบรวมคำสั่งควบคุมการทำงานและเกมต่างๆ มารวมไว้พร้อมกับเพิ่มรีโมทวิทยุบังคับ ที่ทำงานร่วมกับวงจรมenuหลัก ที่มีไฟแสดงการทำงานไว้อย่างชัดเจน เพื่อให้การเปลี่ยนเกมและการใช้งานหุ่นยนต์ช่วยสอนทำได้สะดวกมากขึ้น

1.2 ผลการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากทดลองกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ทำให้ผู้วิจัยพบปัญหาคือ สวิตช์กดคำตอบมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้ขาดความคล่องตัว ขณะกดสวิตช์ จึงแก้ไขโดยทำตัวครอบสวิตช์แทนการเปลี่ยนตัวสวิตช์ ซึ่งตัวครอบสวิตช์นี้จะทำให้ตัวสวิตช์ กด (ซึ่งมีขนาดเล็ก) มีลักษณะภายนอกที่ใหญ่ขึ้น โดยไม่ต้องเพิ่มขนาดของตัวสวิตช์ และระหว่างใช้งาน หุ่นยนต์ช่วยสอน จะมีสัญญาณรบกวนซึ่งเกิดจากการสับสวิตช์ไฟฟ้าจากแหล่งต่าง ๆ ทำให้การทำงานไม่เสถียร จึงได้ปรับปรุงแก้ไขโดยใช้ Condenser ค่า 100 μF 16 V ต่อคร่อมระหว่างไฟเลี้ยง B+ กับ Ground ในแต่ละวงจรของหุ่นยนต์ช่วยสอน ซึ่งทำให้วงจรต่าง ๆ ทำงานได้เสถียรและลดสัญญาณรบกวนได้เป็นอย่างดี

1.3 ผลการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการทดลองภาคสนาม (Field Testing) ทำให้ผู้วิจัยพบข้อบกพร่องของหุ่นยนต์ช่วยสอนที่ควรปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นได้แก่ การควบคุมเวลาซึ่งยังไม่ดีพอ จึงได้เพิ่มวงจรตั้งเวลาเพื่อให้สามารถควบคุมเวลาเล่นได้ตามต้องการด้วยระบบ ตัวเลขดิจิทัลพร้อมส่งเสียงเตือนโดยอัตโนมัติ และระบบเสียงที่ดังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร เมื่อใช้กับนักเรียนกลุ่มใหญ่ จึงได้ปรับปรุงแก้ไข โดยเพิ่มภาคขยายเสียงที่มีกำลังวัตต์มากขึ้นจากเดิม 15 วัตต์ เป็น 100 วัตต์ ซึ่งทำให้ระบบ เสียงดีขึ้นอย่างชัดเจน นอกจากนี้ผลการทดลองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 40 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 0.25 - 1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 แบบวัด เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 2.16 - 4.58 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 และแบบ วัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อหุ่นยนต์ช่วยสอน จำนวน 20 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 2.72 - 4.79 ค่าความ เชื่อมั่นเท่ากับ 0.91

2. การทดลองระยะที่ 2 ปีการศึกษา 2548 ผลจากการหาประสิทธิภาพการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่า ร้อยละ 80 ได้ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) 77.02/76.67 หมายความว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรม ระหว่างเรียนคือ การทำใบงาน (คิดคะแนนจากผลงานของกลุ่มย่อย) การทำแบบฝึกหัด และการทดสอบย่อย หลังแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน คิดเป็นร้อยละ 77.02 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง คิดเป็นร้อยละ 76.67 นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำคะแนนจากการทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลอง มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีประสิทธิผล (EI) ซึ่งได้ 0.55 หมายความว่า หลังการทดลองนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 55 แสดงว่า การใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนที่ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนนับ และ การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ (ค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป) ที่เป็นเช่นนั้นเพราะว่า เมื่อนักเรียนได้เล่นเกมต่างๆ จากหุ่นยนต์ช่วยสอน นอกจากจะได้รับความสนุกสนานแล้ว ยังเกิดการเรียนรู้ใน เนื้อหาสาระผ่านเกมต่างๆ จากหุ่นยนต์ช่วยสอนอีกด้วย สอดคล้องกับ ทิศนา แจมมณี (2548 : 365) ที่กล่าวว่า วิธีสอนโดยใช้เกม เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างสนุกสนาน และทำทฤษฎีความสามารถโดย

ผู้เรียนเป็นผู้เล่นเอง ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรง เป็นวิธีการที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมสูง และในการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน สอดคล้องกับการศึกษาของ มาร์ติน (Martin. 1990 : 129 - 140) ที่ได้นำหุ่นยนต์ไปใช้สอนกับเด็กอายุ 10 – 13 ปี พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น และสอดคล้องกับเรส นิก และ ออกโก (Resnick & Ocko. 1990 : 121 - 128 อ้างอิงจาก สุชิน เพ็ชรภักดิ์. 2544 : 52 - 53) ที่ชี้ให้เห็นว่าการใช้กิจกรรมหุ่นยนต์ในการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมที่ดีสำหรับส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน โดยเฉพาะเนื้อหาสาระที่สำคัญบางเรื่องในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จะเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 จากการทดลองระยะที่ 3 ในปีการศึกษา 2549 และทดลองซ้ำในระยะที่ 4 ในปีการศึกษา 2550 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ พบว่า หลังการทดลอง นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อีริ โคลเบิร์ก และ นาฮัม ออเลฟ (Eli Kolberg & Nahum Orlev. 2001 : 1 - 2) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์เพื่อบูรณาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในโรงเรียน พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหุ่นยนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการเรียนด้วยหุ่นยนต์สามารถดึงดูดความสนใจและกระตุ้นนักเรียนให้เข้าร่วมกิจกรรมได้มากกว่าการเรียนด้วยวิธีปกติ

4. ผลการเปรียบเทียบเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังการทดลอง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 80 จากการทดลองระยะที่ 3 ในปีการศึกษา 2549 และทดลองซ้ำในระยะที่ 4 ในปีการศึกษา 2550 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ พบว่า หลังการทดลอง นักเรียนที่เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ที่เป็นเช่นนั้นเพราะว่า หุ่นยนต์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สนุกสนาน ไม่เบื่อการเรียน จึงเกิดความรู้สึที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ พอถึงชั่วโมงเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะเข้าห้องเรียนอย่างพร้อมเพรียง และมีความพร้อมที่จะทำกิจกรรมที่ครูจัดให้ สอดคล้องกับ สมควร ปานโม (2545 : 37) และ อัญชญา โปธิพลากร (2545 : 96) ที่ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนของนักเรียนสอดคล้องกันคือ การจัดการเรียนการสอน และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ พร้อมกับเสนอแนะวิธีแก้ปัญหาไว้ว่า ครูควรจัดหาวิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อเป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีและพร้อมที่จะเรียนรู้ต่อไป สิริวรรณ พรหมโชติ (2542 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาจังหวัดศรีสะเกษ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อนเนก เตชะสุข (2542 : 90) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชา

คณิตศาสตร์ เจตคติต่อครูผู้สอน ความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และความมีวินัยในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดกาฬสินธุ์ ผลการวิจัยพบว่า เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คอยโว (Koivo. 1983 : 2624 - A) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติทางการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง จะมีเจตคติต่อการเรียนสูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ บราวน์ และ โฮลซแมน (Brown and Hoitzman. 1976 : 4 อ้างอิงจาก นงลักษณ์ อ่วยสุข. 2536 : 44) ที่ได้ศึกษาพบว่า 1) เจตคติในการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ 2) นักเรียนที่มีสติปัญญาเท่าเทียมกันแต่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันเป็นเพราะมีเจตคติ และแรงจูงใจในการเรียนแตกต่างกัน 3) นักเรียนส่วนใหญ่ที่มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไปในทางลบ จะได้คะแนนต่ำกว่าระดับคะแนนที่คาดไว้ ส่วนนักเรียนที่มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไปในทางบวก จะสามารถทำคะแนนได้เหนือกว่าระดับคะแนนที่คาดไว้

5. ผลการเผยแพร่โดยการนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปใช้ต่างโรงเรียนจำนวน 3 โรงเรียน โดยผู้ที่ไม่ใช่ผู้วิจัย ในปีการศึกษา 2551 พบว่า นักเรียนมีความสนใจอยากเรียนรู้กับหุ่นยนต์ช่วยสอนเป็นอย่างมาก สังเกตได้จากพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความตื่นเต้นเมื่อได้เรียนกับหุ่นยนต์ช่วยสอน และจากการวิเคราะห์ผลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อหุ่นยนต์ช่วยสอน ของนักเรียนทั้ง 3 โรงเรียน หลังจากได้เรียนโดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน พบว่า มีความพึงพอใจต่อหุ่นยนต์ช่วยสอนที่ระดับมากที่สุด ที่เป็นเช่นนั้นเพราะว่า หุ่นยนต์ช่วยสอนเป็นนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มีเกมหลายเกมที่เด็กชอบ การควบคุมการทำงานทำได้ง่ายด้วยรีโมทวิทยุบังคับ จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับแนวคิดที่ก่อให้เกิดนวัตกรรมทางการศึกษาของ วีระ ไทยพานิช และสุแพรวพรรณ ดันดิพลาผล (2546 : 21) ที่ว่า การยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลในการจัดการศึกษาจึงมุ่งจัดให้ตามความถนัด ความสนใจ ความสามารถของแต่ละคน มุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาขีดความสามารถของตนที่มีอยู่ให้มากที่สุด ประกอบกับเกมในหุ่นยนต์ช่วยสอนเป็นสิ่งเร้าให้นักเรียนอยากเรียนรู้ สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner (อ้างอิงจาก วีระ ไทยพานิช และสุแพรวพรรณ ดันดิพลาผล. 2546 : 37) ซึ่งเขาพบว่า การเรียนรู้เกิดจากผู้เรียนเป็นผู้กระทำ โดยมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ถ้าการกระทำนั้นเป็นผลสำเร็จ หรือได้รับการเสริมแรง ก็จะมีแนวโน้มกระทำพฤติกรรมนั้นอีก

6. การเผยแพร่ผ่านสื่อและกิจกรรมทางวิชาการประเภทต่างๆ ได้แก่ การเผยแพร่โดยผ่านสื่อสิ่งพิมพ์ การเผยแพร่โดยผ่านสื่อที่ไม่ใช่สิ่งพิมพ์ การเผยแพร่โดยการจัดนิทรรศการและกิจกรรมทางวิชาการ และการเผยแพร่โดยการส่งประกวด ผู้วิจัยขออภิปรายผลโดยรวมดังนี้ การเผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอนผ่านสื่อและกิจกรรมทางวิชาการประเภทต่างๆ ผู้วิจัยได้กระทำให้ตั้งแต่เริ่มต้นการพัฒนาหุ่นยนต์ช่วยสอนโดยการเขียนบทความ จัดทำเอกสารแนะนำหุ่นยนต์ช่วยสอน ติดตามข่าวความเคลื่อนไหวทางการศึกษา เพื่อนำหุ่นยนต์ช่วยสอนไปเผยแพร่ในกิจกรรมทางวิชาการประเภทต่างๆ ติดต่อประสานกับผู้สื่อข่าว สื่อมวลชน สถานีวิทยุ สถานีโทรทัศน์ และหน่วยงานต่างๆ เพื่อให้ช่วยเผยแพร่หุ่นยนต์ช่วยสอน ซึ่งได้รับการตอบรับเป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะ

1. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน ครูควรศึกษาวิธีการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน จากคู่มือการจัดทำและการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการเรียน กติกา หรือ ข้อตกลงต่าง ๆ ให้เรียบร้อย
2. ครูต้องเตรียมความพร้อมก่อนการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง โดยศึกษารายละเอียดของกระบวนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ชักซ้อมวิธีการใช้หุ่นยนต์ช่วยสอน จะทำให้การจัดการเรียนรู้ ประสบผลสำเร็จตามที่คาดหวัง
3. จากคุณสมบัติของหุ่นยนต์ช่วยสอนที่สามารถสุ่มตั้งโจทย์เลขได้อย่างหลากหลาย ครูจึงควรนำ หุ่นยนต์ช่วยสอนมาช่วยสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ หรือมีปัญหา ทางการเรียนเฉพาะด้าน โดยให้นักเรียนฝึกหาผลลัพธ์จากการเล่นเกม สุ่มตั้งโจทย์เลขแบบซ้ำ ๆ ด้วยตัวเอง นอกเวลาเรียน ส่วนนักเรียนที่ไม่มีปัญหาทางการเรียนก็อาจเพิ่มเติมทักษะด้วยเกมดังกล่าวได้ แต่ปรับจำนวน (ตัวเลขแสดงผล) ให้มากขึ้น หรืออาจให้เล่นเกม 180 ไอคิว (ซึ่งเป็นเกมที่ต่อเนื่องมาจากเกมสุ่มจำนวน) เพื่อฝึก ทักษะการคิดวิเคราะห์มุ่งพัฒนาสู่ความเป็นเลิศ

เอกสารอ้างอิง

- ไชยวัฒน์ อนุตระกูลชัย. (2547/กันยายน/27). รายงานที่นี้ประเทศไทย ช่วงภูมิภาคไทยทำ “หุ่นมหัศจรรย์”.
กรุงเทพฯ: สถานีวิทยุโทรทัศน์กองทัพบกช่อง 5, 21:20 - 22:00 น.
- ทิสนา แคมมณี. (2548). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.
พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ด้านสุขภาพการพิมพ์.
- นงลักษณ์ อ่วยสุข. (2536). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในโครงการพัฒนาความเป็นเลิศของนักเรียน จังหวัดสุพรรณบุรีที่
ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนแบบสหรั่วมใจกับวิธีเรียนแบบปกติ. ปรินูญานิพนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (อัคราณา).
- พัชรศรี เบญจมาศ. (2549/สิงหาคม/20). รายงานเก็บตก. กรุงเทพฯ: สถานีวิทยุโทรทัศน์ไทยทีวีสีช่อง 3,
20:20 - 20:25 น.
- พิชญ์ นิลกลัด. (2549/สิงหาคม/7). รายงานสะกิดข่าว. กรุงเทพฯ: สถานีโทรทัศน์สีกองทัพบกช่อง 7, 20:40 -
20:45 น.
- มงคล ศิริสวัสดิ์. (2542). รายงานการผลิตและทดลองใช้สื่อ “หุ่นมหัศจรรย์” ประกอบการสอนวิชา
คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 บทที่ 3 เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ. สกลนคร: โรงเรียน
ท่าแร่วิทยา.

- วีระ ไทยพานิช และสุแพรวพรรณ ดันดิพลาผล. (2546). เทคโนโลยีกับการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วุฒิไกร ทองอั้ง. (2550/กุมภาพันธ์/7,14, 21, 28). รายการเรียนรู้กับครูบ้านเฮา. สกลนคร: สถานีวิทยุท้องถิ่น 104.5 Mz, 10:00 - 11:00 น.
- สมควร ปานโม. (2545). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาชีพ เรื่อง “เซต” ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 (ปวส. 1) ภาควิชาเกษตรกรรม. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (อัครานา).
- สิริวรรณ พรหมโชติ.(2542). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา จังหวัดศรีสะเกษ. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (อัครานา).
- สุชิน เพ็ชรภักย์. (2544). รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดการกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว.
- อ้อย พันธเดช. (2548/เมษายน). แม่ไม้ครูไทย หุ่นยนต์มหัศจรรย์ : สื่อการสอนคณิตศาสตร์ ไอเดียक्रमงคล ศิริสวัสดิ์, สานปฏิรูป. 8(85), 33-35.
- อนก เตชะสุข.(2542). ความสัมพันธ์ระหว่างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อครูผู้สอน ความสนใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความมีวินัยในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดกาฬสินธุ์. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.(อัครานา).
- อัญชญา โทธิพลากร. (2545). การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่เน้นทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยการเรียนแบบร่วมมือของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (อัครานา).
- Eli Kolberg and Nahum Orlev. (2001). **Robotics Learning as a Tool for Integrating Science Technology Curriculum in K - 12 School.** IEEE Frontiers in Education cont., Puerto Rico.
- Koivo, Anne Pibiack.(1983). “The Relationship of Student Perceptions to Study Habits and Attitudes Based on References in Sex, Grade and Academic Achievement,” **Dissertation Abstracts International.** 43(1) : 2624 - A ; Februry.
- Martin, F.(1990). “Children’s Explorations of Cybematics Using Programmable Turtles” **inconstructionist Learning. Paper presented at the meeting of Educational Research Association (AERA).** Media Lab, MIT. pp. 129 - 140.