

การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวน

เรื่องเวกเตอร์

The Development of Computer – Assisted Instruction Program in the Revision of “Vector”

ผศ.ดร.อัศวิน จินตานุรักษ์

สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

Email: akravuti_21@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ กับนักศึกษาที่เรียนตามปกติ (3) เพื่อวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์

ประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาแคลคูลัสสำหรับวิศวกร คณะวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ภาคเรียนที่ 1/2552 จำนวน 729 คน 22 ห้องเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ เป็นนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเจาะจงที่มีคะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เท่ากัน จำนวน 2 ห้อง แล้วทำการจับฉลากได้ห้องทดลองจำนวน 32 คน และอีกห้องได้เป็นห้องควบคุม จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนและ (3) แบบวัดความพึงพอใจ ของนักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการโดยนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ ที่จัดทำขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพด้วยการทดสอบแบบเดี่ยว ทดสอบแบบกลุ่มเล็ก และทดสอบภาคสนาม วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ใช้ t-test เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ กับนักศึกษาที่เรียนตามปกติ และใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า

(1) ประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ จากการทดลองภาคสนาม มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 โดยรวมมีค่า 86.14 / 80.14 ซึ่งเหนือหารายหน่วยของเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก การ

ดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์ ผลคูณเชิงสเกลาร์และผลคูณเชิงเวกเตอร์ มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เรียงตามลำดับดังนี้ 88.82/82.76, 87.54/81.48, 85.03/77.01 และ 86.14/80.14

(2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับทบทวนเรื่องเวกเตอร์ สูงกว่านักศึกษาที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ

(3) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับทบทวนเรื่องเวกเตอร์ โดยรวมอยู่ในระดับ ‘มาก’ ในด้านกระบวนการอยู่ในระดับ ‘มากที่สุด’ นอกนั้นอยู่ในระดับ ‘มาก’ ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านผลลัพธ์ และด้านผลกระทบ

คำสำคัญ : คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทบทวนเวกเตอร์

Abstract

The purposes of this study were (1) to develop computer-assisted instruction in the revision of “Vector”, (2) to compare the students’ achievement of an experimental group using computer assisted instruction and a group under normal classroom conditions and (3) to evaluate students’ satisfaction with using CAI.

The sample of 60 students, who were studying Calculus 1, were formulated from the Faculty of Engineer by purposive sampling and then divided into 2 groups; 28 students using CAI, and 32 students under normal classroom conditions. The research instruments included; (1) computer-assisted instruction for the revision of “Vector” (2) pre-test and post-test of “Vector”; and (3) questionnaires on the satisfaction with the computer-assisted instruction for the revision of “Vector”. The data was collected by initially trying out the CAI designed with the experimental group; individually, in a small group, and in a field study respectively. The effectiveness of CAI then was verified by using E_1/E_2 , and the independent t-test was later used to indicate the difference of significances between two groups. The satisfaction with CAI was eventually gathered through the questionnaires. Mean and standard deviation were used to demonstrate the level of satisfaction. The results of this research were as follows:

(1) The effectiveness of computer-assisted instruction in the revision of “Vector” was 86.14/80.14, and including the content within Vector; Vector in Rectangular Form, Algebraic Operation on Vector, Scalar Product and Vector Product were 88.82/82.76, 87.54/81.48, 85.03/77.01 and 86.14/80.14 respectively.

(2) The achievement of the experimental group was significantly higher than the group under normal classroom conditions at the 0.05 level.

(3) The satisfaction with using computer – assisted instruction in the revision of “Vector”, also input ,output , impacts and the total satisfaction were revealed in the level of “good”, as well as the procedure was raised to the level of “very good”.

Keyword: computer-assisted instruction, revision of “Vector” 1.

1. บทนำ

เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่พัฒนาความคิดและสร้างสรรค์ ทำให้มีความคิดอย่างเป็นระบบระเบียบ คิดเป็นทำเป็นอย่างมีเหตุผล ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญในวิทยาการหลายสาขา[1] แต่พบว่าวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร ซึ่งเป็นวิชาหนึ่งที่มีผู้ที่ไม่ผ่านถึง 78 % เรื่องเวกเตอร์ก็เป็นเรื่องหนึ่งที่เป็นเหตุทำให้ผู้เรียนได้คะแนนน้อย และเนื้อหาเรื่องเวกเตอร์นี้มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนทางสายวิศวกรรมเพราะเนื่องจากเป็นวิชาที่เชื่อมโยงในหลายวิชา เช่น วิชาฟิสิกส์ และ วิชาชีวทางวิศวกรรม

การฝึกทบทวนเนื้อหา เป็นวิถีทางของการย้าให้เกิดการเรียนรู้ เพราะไม่มีใครจำสิ่งที่เรียนมาได้ทั้งหมด การสรุปสาระสำคัญของบทเรียนเป็นการทบทวนวิธีหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการเรียนการสอน เพราะการสรุปสาระสำคัญจะทำให้เกิดการถ้อยถายการเรียนรู้ ไปยังสถานการณ์ใหม่หรือทำให้ผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ซึ่งการสรุปสาระสำคัญจะช่วยเพิ่มสมรรถภาพการเรียนรู้ในสถานการณ์ใหม่ด้วย [2] ดังนั้นการทบทวนจึงเป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยให้นักศึกษาพัฒนาองค์ความรู้ให้มีความสมบูรณ์ นอกเหนือจากการเรียนในชั้นเรียนที่ผ่านมาการเรียนคณิตศาสตร์ผู้เรียนยังไม่ได้กระบวนกรทบทวนให้เพียงพอเนื่องจากการทบทวนต้องทบทวนจากในหนังสือ ทำให้ผู้เรียนขาดแรงจูงใจและเบื่อหน่าย

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยในการทบทวนก็จะทำให้เกิดแรงจูงใจในการทบทวนมากยิ่งขึ้นเนื่องจาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้ทบทวนได้ทั้งผู้ที่เรียนช้าและเร็ว และยังเป็นการเสริมทักษะการเรียนรู้ [3] แต่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะต่อไปนี้ 1) พัฒนาขึ้นอย่างถูกต้องตามหลักวิชา 2) ได้รับการทดสอบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่น่าเชื่อถือ 3) ผู้ใช้มีความรู้เพิ่มขึ้นมากกว่าไม่ได้ใช้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 4) นักเรียนมีความคิดเห็นในทางบวกต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนดังกล่าว นอกจากนี้ผู้สอนควรที่แสวงหานวัตกรรมใหม่ ๆ มาใช้ เพื่อให้การสอนคณิตศาสตร์ มีรูปแบบใหม่ ทันยุคทันสมัย ทำให้เป็นเรื่องที่น่าสนใจ เกิดแรงจูงใจในการเรียน [4] จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพมาใช้ในการทบทวนเนื้อหาเรื่องเวกเตอร์

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อหาประสิทธิภาพคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับทบทวนเรื่องเวกเตอร์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเรื่องเวกเตอร์ระหว่างกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับทบทวนเรื่องเวกเตอร์กับกลุ่มที่เรียนแบบปกติ

2.3 เพื่อวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์

3. สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ขอบเขตการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองเรื่องเวกเตอร์ เป็นเนื้อหาในหลักสูตรรายวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกรรมระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เวลาในการศึกษาเนื้อหา เรื่องเวกเตอร์ใช้เวลา 9 ชั่วโมง

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 ได้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์

5.2 แก้ปัญหาการเรียนของนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

5.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

6. วิธีดำเนินการวิจัย

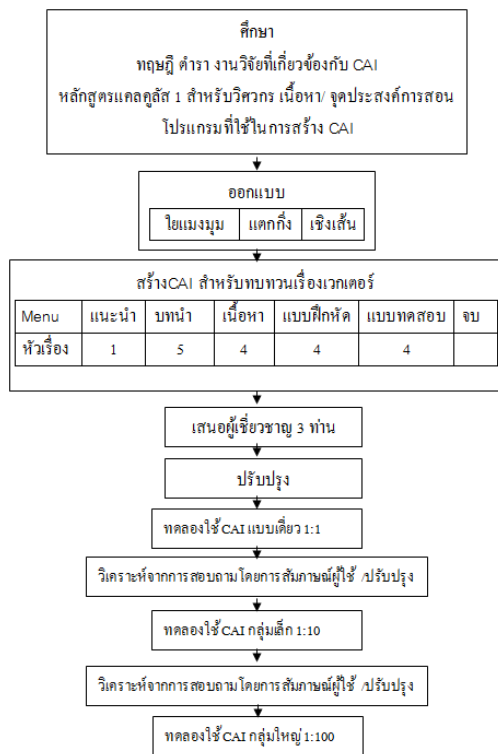
ประชากรเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนวิชาแคลคูลัส 1 สำหรับวิศวกร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ภาคเรียนที่ 1/2552 จำนวน 22 ห้องเรียน 729 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ได้จากการสุ่มแบบ

เจาะจงที่มีคะแนนพื้นฐานทางคณิตศาสตร์เท่ากัน จำนวน 2 ห้องเรียน แล้วทำการจับฉลากเป็นห้องทดลอง 32 คน และอีกห้องเป็นห้องควบคุม 28 คน

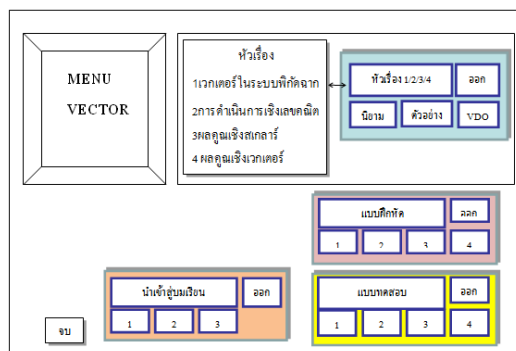
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ ได้แก่เรื่องเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก การดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์ ผลคูณเชิงสเกลาร์และผลคูณเชิงเวกเตอร์ และ แบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวน เรื่องเวกเตอร์

ประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยใช้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยใช้คะแนนจากการทำแบบทดสอบ [5]

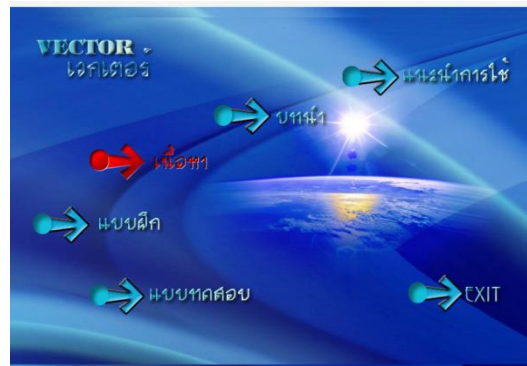
การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ มีขั้นตอนการพัฒนา 3 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 นำไปทดลองแบบเดี่ยว จำนวน 3 คน นำผลและปัญหาการทำปรับปรุง ระดับที่ 2 นำไปทดลองแบบกลุ่มเล็ก จำนวน 10 คน นำผลและปัญหาการทำปรับปรุง ระดับที่ 3 นำไปทดลองภาคสนามจำนวน 32 คน ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพทั้ง 3 ระดับ และวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ ด้วยค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



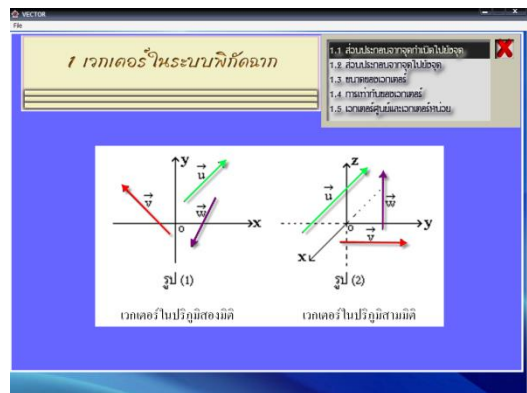
ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
สำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์



ภาพที่ 2 แสดงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวน
เรื่องเวกเตอร์



ภาพที่ 3 แสดงหน้า MENU หลัก



ภาพที่ 4 แสดงหน้าเวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก

7. ผลการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ จากการทดลองภาคสนามได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์โดยรวมมีค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เป็น $86.14 / 80.14$ ส่วนเนื้อหารายหน่วยเรื่อง เวกเตอร์ในระบบพิกัดฉาก การดำเนินการเชิงเลขคณิตของเวกเตอร์ ผลคูณเชิงสเกลาร์และผลคูณเชิงเวกเตอร์ มีค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เรียงตามลำดับดังนี้ $88.82 / 82.76$, $87.54 / 81.48$, $85.03 / 77.01$ และ $86.14 / 80.14$

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักศึกษาที่

ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ สูงกว่านักศึกษาที่เรียนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3) ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ โดยรวมอยู่ในระดับ ‘มาก’ ในส่วนของด้านกระบวนการอยู่ในระดับ ‘มากที่สุด’ นอกนั้นอยู่ในระดับ ‘มาก’ ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า ด้านผลลัพธ์ และด้านผลกระทบ ตามลำดับ

8. อภิปรายผล

จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ ประสิทธิภาพโดยรวม มีค่า $86.14 / 80.14$ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับทดสอบเรื่องเวกเตอร์ นี้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ $80 / 80$ เพราะได้อาศัยหลักการและกระบวนการสร้างดังนี้

1) หลักการและรูปแบบการพัฒนา คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ได้นำหลักการมาพัฒนา 5 ขั้นตอนดังนี้ (1) สร้างแรงจูงใจด้วยการนำเข้าสู่บทเรียน (2) ให้ความรู้เทคนิคจากตัวอย่างในประเด็นต่าง ๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหา (3) ฝึกทำแบบทดสอบแต่ละเรื่องด้วยตนเองจากคอมพิวเตอร์ (4) รู้ผลการฝึกทำแบบทดสอบทันทีจากคอมพิวเตอร์ (5) ฝึกซ้ำ [3]

2) กระบวนการสร้างและพัฒนาบทสรุปเนื้อหาในแต่ละเรื่อง รวมถึงแบบทดสอบสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ นั้นได้ใช้วิธีการระดมความคิดร่วมกันระหว่างอาจารย์ที่มีประสบการณ์ในการสอนเรื่องเวกเตอร์ จนได้แนวทางที่ชัดเจนในด้านโครงสร้าง รูปแบบ แนวทางการเสนอเนื้อหาโดยสรุปการสร้างแบบทดสอบ และการประเมินผล จากนั้นจึง

นำไปทดสอบหาประสิทธิภาพ ด้วยการทดสอบแบบเดี่ยว และทดสอบแบบกลุ่มเล็ก ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนั้นได้ใช้กลุ่มตัวอย่างที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงปานกลาง และต่ำ ในสัดส่วน ดังนี้

ทดสอบแบบเดี่ยว มีสัดส่วนเป็น 1 : 1 : 1 ทดสอบแบบกลุ่มเล็ก มีสัดส่วนเป็น 3 : 4 : 3 จากการทดสอบแบบเดี่ยวพบว่า บทสรุปเนื้อหาทั้ง 3 เรื่อง ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ จึงมีการปรับปรุงด้านเนื้อหา คำถามของโจทย์ การนำเข้าสู่บทเรียน และเวลาในการนำเสนอให้มีความกระชับมากขึ้น แล้วนำไปทดสอบแบบกลุ่มเล็ก นำคะแนนจากการหาค่าประสิทธิภาพในหัวข้อที่มีปัญหาและข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น เพื่อนำไปทดลองภาคสนามต่อไป

นักศึกษามีความคิดเห็นว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับบททวนเรื่องเวกเตอร์ นี้เป็นสื่อที่น่าสนใจ โดยเฉพาะด้านกระบวนการ ในด้านการได้รับความรู้จากวิดีโอในการอธิบาย เนื้อหาได้ชัดเจนทำให้เข้าใจง่ายเหมือนมีครูสอน ตัวอย่างประจำหน่วย ทำให้ผู้ใช้ได้รับประโยชน์ ผู้เรียนสามารถทบทวนในเนื้อหาที่ยังขาดอยู่ได้จนพอใจ และ แบบทดสอบประจำหน่วยมีประโยชน์ช่วยให้ผู้เรียนรู้ว่ามีความพร้อมสำหรับการสอบเรื่องเวกเตอร์ เพราะการฝึกทำแบบทดสอบ ผู้เรียนจะรู้ผลทันทีและสามารถทำซ้ำกี่ครั้งก็ได้ ซึ่งการได้ฝึกทำข้อสอบทำให้นักศึกษามีความพร้อมที่จะทำการสอบจริงและสามารถทำข้อสอบได้ ทำให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้พบว่านักศึกษาที่ทำการทดสอบแล้วได้คะแนนน้อยก็จะกลับไปทำการฝึกและทำการศึกษาเพิ่มเติม ในหน่วยย่อยของแต่ละเรื่องจนมีความมั่นใจแล้วจะกลับมาทำข้อสอบอีกซึ่งจะเป็นการฝึกและพัฒนาได้ด้วยตนเอง

ค่าประสิทธิภาพของทุกหัวข้อมีคะแนนของ E_1 สูงกว่า E_2 เป็นเพราะผู้เรียนมีเวลาในการศึกษา

และถ้าทำไม่ได้ก็กลับไปทบทวนเนื้อหาได้ในจุดที่ต้องการที่จะศึกษา และ มีการช่วยทำแบบฝึกหัดและยังมีเวลาในการทำแบบฝึกหัดมากกว่า ส่วน E_2 มีคะแนนน้อยกว่า เนื่องจากผู้เรียนมีเวลาจำกัดในการทำสอบ

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ไม่ผ่านเกณฑ์มีเพียงเรื่องเดียวคือ ผลคูณเชิงเวกเตอร์ เป็นเพราะเนื้อหาซับซ้อนต้องใช้ความรู้ในการคำนวณหลายเรื่องได้แก่ เมทริกซ์ ตรีโกณ นอกจากนี้ผู้เรียนมีพื้นฐานการคำนวณไม่ดี เมื่อคำนวณผิดที่ใดที่หนึ่งก็จะผิดต่อเนื่องทำให้ผลที่นำไปคำนวณต่อจึงผิดไปด้วย จึงทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์

9. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย พบว่ารูปแบบของการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับทบทวนเรื่องเวกเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) สร้างแรงจูงใจด้วยการนำเข้าสู่บทเรียน 2) ให้ความรู้จากเนื้อหาและการทำความเข้าใจเรื่องเวกเตอร์จากตัวอย่าง 3) ฝึกทำข้อสอบแต่ละเรื่องด้วยตนเองจากคอมพิวเตอร์ 4) รู้ผลการทำข้อสอบทันที 5) ฝึกซ้ำได้ตามความสามารถของผู้เรียน จากรูปแบบที่ค้นพบนี้สามารถนำไปพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับทบทวนวิชาอื่น ๆ หรือนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ

บุคคลที่ช่วยให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว ได้แก่ นักวิชาการ อาจารย์ผู้สอนซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์การสอนและรู้ปัญหาอย่างดี ดังนั้นผู้สอนจะสามารถนำเสนอเนื้อหาที่จะทำให้อ่านเข้าใจง่าย ร่วมกันสร้างแบบทดสอบที่ครอบคลุมตามจุดประสงค์ และใช้วัดผลได้ตรงตามเนื้อหา มีอำนาจจำแนกตามหลักการวัดผล สถานศึกษาต้องมีนโยบายการพัฒนาการเรียนการสอน เพื่อสนองตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ที่มุ่งให้นักศึกษา

เรียนได้ด้วยตนเอง ผู้บริหารควรให้การสนับสนุนเงินทุน วัสดุอุปกรณ์ ให้กำลังใจแก่ผู้สอน เพื่อที่จะได้ทำการหาเทคนิคใหม่ ๆ มาผลิตสื่อ และพัฒนาสื่อให้มีความเหมาะสม ทันสมัยเหมาะกับยุค ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้สอนและสถานศึกษา

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

- 1) ควรจะมีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับทบทวนคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ และหลักสูตรอื่นๆ
- 2) ควรจะมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อในลักษณะอื่นๆ เช่น วีดิทัศน์ สื่อผสม และสื่อออนไลน์ เป็นต้น

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] นิยม ปุราคำ. 2549. คณิตศาสตร์กับการพัฒนาประเทศ [วันสืบค้นวันที่ 24 มิถุนายน 2550] จาก <http://www.members.thai.net>.
- [2] ชม ภูมิภาค. 2523. จิตวิทยาการเรียนการสอน ไทยวัฒนาพานิช กรุงเทพมหานคร.
- [3] ถนอมพร เลาหงรัสแสง .2541 . คอมพิวเตอร์ช่วยสอน . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย . กรุงเทพมหานคร.
- [4] เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. 2541. เทคโนโลยีทางการศึกษา : หลักการและแนวคิดสู่การปฏิบัติ . มหาวิทยาลัยทักษิณ. สงขลา.
- [5] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2554. การหาประสิทธิภาพชุดการสอน[วันสืบค้นวันที่ 24 มิถุนายน 2554] <http://department.utcc.ac.th/cte/images/>.