

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้คุณสมบัติของสื่อหลายมิติแบบแสดงแผนภูมิ เรื่องไทเมอร์ เคาน์เตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2” เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาซึ่งผู้วิจัยต้องการทราบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้คุณสมบัติของสื่อหลายมิติแบบแสดงแผนภูมิ สามารถนำมาใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียน การสอน เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ ในรูปแบบที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง จะมีประสิทธิผลอย่างไร ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.1 คุณสมบัติทั่วไป
 - 1.2 คุณสมบัติของตัวบทเรียน
2. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาบทเรียน
 - 2.1.2 การกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
 - 2.1.3 การกำหนดเนื้อหาของบทเรียนและขอบข่าย
 - 2.1.4 การกำหนดวิธีการนำเสนอบทเรียน
 - 2.1.5 การกำหนดขั้นตอนการนำเสนอบทเรียน
 - 2.1.6 การออกแบบทดสอบ
 - 2.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย
 - 3.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
 - 3.2 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย
 - 4.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 4.2 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.2.1 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
 - 4.2.2 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

5. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้า
6. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล
8. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้คุณสมบัติของสื่อหลายมิติ แบบแสดงแผนภูมิ พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีคุณสมบัติตามรายละเอียด ดังนี้

1. คุณสมบัติทั่วไป

โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีคุณลักษณะ ดังนี้

- 1.1 ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ สามารถใช้ได้กับวินโดวส์ 3.1x วินโดวส์ 95 วินโดวส์ 98, mc, XP
- 1.2 ซีพียู เพนเทียม (pentium) 3 ความถี่ 500 เมกกะเฮิร์ต หรือสูงกว่า
- 1.3 หน่วยความจำ (RAM) อย่างต่ำ 125 Mbyte
- 1.4 ไดรฟ์ซีดีรอม
- 1.5 การ์ดแสดงผล 800 x 600 หรือสูงกว่า, 256 color display (higher resolution and color depth commended)
- 1.6 พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ (free hard disk space) 1 Gbyte
- 1.7 ระบบเสียง (sound card) ควรเป็น sound blaster หรือคอมแพทิเบิล
- 1.8 สนับสนุน AVI and quick time for windows
- 1.9 โปรแกรมที่ใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่
 - 1.9.1 โปรแกรมระบบช่วยสร้างบทเรียน (authoring system) authorware 6 สำหรับสร้างตัวบทเรียน
 - 1.9.2 โปรแกรม adobe photoshop 6 สำหรับตกแต่งภาพ เฟรม และปุ่ม ในการควบคุมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.9.3 โปรแกรม 3D MAX version 4.0 สำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหว แบบสามมิติ
 - 1.9.4 โปรแกรม macromedia flash version 5

2. คุณสมบัติของตัวบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาจะมีคุณสมบัติและรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 บทเรียนเป็นการนำเสนอเนื้อหาแบบสื่อหลายมิติ ผู้เรียนสามารถเลือกศึกษาเนื้อหาบทเรียนต่าง ๆ ได้ตามที่ตนเองต้องการ

2.2 บทเรียนเป็นการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง

2.3 โครงสร้างของ MAP ประกอบด้วย ส่วนแสดงเนื้อหา ทิศทางการเข้าสู่เนื้อหา และแสดงเครื่องหมาย ✓ หน้าหัวเรื่องของบทเรียนที่ผู้เรียนเคยศึกษามาก่อนหน้านี้แล้ว โดยผู้เรียนสามารถเรียกใช้ได้โดยคลิกเมาส์ที่ปุ่ม MAP

2.4 โครงสร้างของ USER ประกอบด้วยส่วนแสดง คะแนนแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และคะแนนสอบหลังเรียน ผู้เรียนสามารถเรียกใช้ได้โดยคลิกเมาส์ที่ปุ่ม USER

2.5 บทเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนตลอดเวลา เช่นการตอบสนองในการทำกิจกรรม มีการแสดงผลคะแนนโดยทันทีที่ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จหรือทำข้อสอบเสร็จ

2.6 มีการใช้ภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการทำงานที่เป็นรูปธรรม

2.7 ผู้เรียนสามารถเรียกใช้เครื่องคำนวณจากบทเรียนได้ทันทีที่มีการคำนวณ โดยคลิกเมาส์ที่ปุ่ม calculator

2.8 ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะในการเขียนโปรแกรมโดยทดลองให้เห็นผลจริงจากชุดทดลอง MCS-51 ที่ต่ออยู่กับพอร์ตขนานหรือพอร์ตพรีนเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

2.9 มีการตรวจเช็ค ผู้เรียนเก่าและ ผู้เรียนใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงผลการเรียนที่เคยเรียนมาก่อนหน้านี้ และหัวเรื่องใดที่เคยเรียนไปแล้วหรือหัวเรื่องใดที่ยังไม่เคยเรียน

2.10 ผู้เรียนสามารถเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เมาส์และแป้นพิมพ์เป็นหลัก

2.11 ผู้เรียนสามารถออกจากบทเรียนได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการและสามารถกลับไปยังเมนูหลักได้ทันทีเมื่อต้องการ

2.12 การทดสอบในบทเรียนจะเป็นการทดสอบระหว่างเรียนซึ่งจะเป็นแบบฝึกหัด ทบทวนและอยู่ในตอนท้ายของเนื้อหาในแต่ละหัวเรื่อง

การพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหาบทเรียน โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรของ กรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2540 เกี่ยวกับสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์และโครงสร้างเนื้อหาวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัส 3105-2213 ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 เพื่อ กำหนดจุดประสงค์และรายละเอียดของเนื้อหาวิชาที่เหมาะสมในการนำมาใช้สอนเป็นบทเรียนด้วย คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีรายละเอียดของเนื้อหาวิชา ดังนี้

- 1.1.1 ลักษณะของไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.1.2 รีจิสเตอร์สำหรับเก็บค่าเวลา ไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.1.3 รีจิสเตอร์ควบคุมไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.1.4 วงจรควบคุมไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.1.5 โหมดของไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.1.6 การคำนวณค่าเวลาของไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.1.7 การเขียนโปรแกรมไทเมอร์ เคนเตอร์

1.2 กำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน เพื่อให้การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผู้วิจัยกำหนดแนวทาง การพัฒนาไว้ดังนี้

1.2.1 จุดประสงค์ของบทเรียน เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติ และองค์ประกอบของไทเมอร์ เคนเตอร์ สามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการเขียนโปรแกรมการใช้งาน ไทเมอร์ เคนเตอร์ ได้

1.2.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ เข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติ และองค์ประกอบของ ไทเมอร์ เคนเตอร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการเขียนโปรแกรมการใช้งาน ไทเมอร์ เคนเตอร์ ได้

1.2.3 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน มีดังนี้

- 1.2.3.1 บอกความหมายของ ไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.2.3.2 บอกลักษณะสมบัติของ วงจรไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.2.3.3 บอกลักษณะสมบัติของ รีจิสเตอร์สำหรับเก็บค่าเวลาไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.2.3.4 บอกลักษณะสมบัติของรีจิสเตอร์ควบคุม ไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.2.3.5 บอกหน้าที่ของแต่ละบิตใน รีจิสเตอร์ควบคุมไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.2.3.6 อธิบายการทำงานของวงจรควบคุม ไทเมอร์ เคนเตอร์
- 1.2.3.7 อธิบายโหมดของไทเมอร์ เคนเตอร์ ทั้ง 4 โหมด

1.2.3.8 กำหนดค่าเวลาของไทมเมอร์ เคาน์เตอร์

1.2.3.9 เขียนโปรแกรมการใช้งาน ไทมเมอร์ เคาน์เตอร์

1.3 การกำหนดเนื้อหาของบทเรียนและขอบข่าย ในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ มีขอบข่ายของเนื้อหาตรงตามจุดประสงค์ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 โดยผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในเรื่อง ไทมเมอร์ เคาน์เตอร์ เพื่อนำมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.4 การกำหนดวิธีการนำเสนอบทเรียน ในที่นี้ผู้วิจัยจะยึดการนำเสนอเนื้อหาโดยอาศัยหลักการเรียนรู้ของ Gagne และทฤษฎีการเสริมแรงของสกินเนอร์ (Skinner) ซึ่งสามารถนำไปใช้กำหนดวิธีการสอนและรูปแบบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้โดยผู้วิจัยได้กำหนดส่วนประกอบสำคัญได้แก่

1.4.1 รูปแบบโปรแกรมบทเรียน กำหนดโครงสร้างของโปรแกรมบทเรียน ซึ่งมีส่วนประกอบในการทำงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนเนื้อหา คือส่วนนำ ส่วนการเสนอเนื้อหา ส่วนของการให้ข้อมูลย้อนกลับ ส่วนของการทดสอบ ส่วนของการประเมินผล และส่วนของการจบบทเรียน

1.4.2 ขั้นการสอน หรือ การเสนอเนื้อหา กำหนดขั้นการสอนออกเป็น 7 ขั้นตอน คือ

1.4.2.1 ขั้นชี้แจงจุดประสงค์ และเกณฑ์ในการเรียนรู้

1.4.2.2 ขั้นทบทวนบทเรียน

1.4.2.3 ขั้นสอน

1.4.2.4 ขั้นสรุป

1.4.2.5 ขั้นฝึกทักษะ

1.4.2.6 ขั้นทดสอบหลังเรียน

1.4.2.7 ขั้นสรุปผลการเรียน

1.4.3 การให้ข้อมูลย้อนกลับ ผู้วิจัยจะต้องกำหนดรูปแบบการให้ข้อมูลย้อนกลับในการโต้ตอบของผู้เรียนกับบทเรียน เช่น การตอบคำถาม การทำแบบทดสอบ กรณีที่ตอบถูกและกรณีที่ตอบผิด เป็นต้น

1.4.4 การให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อผู้เรียนตอบคำถาม เช่น

1.4.4.1 “เก่งมาก” เมื่อตอบคำถามถูก

1.4.4.2 “พยายามอีกครั้ง” เมื่อตอบคำถามผิด

1.4.5 การออกแบบหน้าจอ ผู้วิจัยได้ออกแบบหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีเทคนิคและองค์ประกอบ ดังนี้

1.4.5.1 ตัวหนังสือ

1.4.5.2 การเสนอรูปภาพ และภาพเคลื่อนไหว

1.4.5.3 เสียง

1.4.5.4 สี

1.5 การกำหนดขั้นตอนการนำเสนอบทเรียน ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.5.1 ก่อนการนำเสนอบทเรียน เป็นการเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียน โดยเริ่มจากการบอกชื่อเรื่อง ทักทายผู้เรียน ให้ผู้เรียนใส่ชื่อ นามสกุล และเลขประจำตัวของผู้เรียน บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ แนะนำบทเรียน แนะนำการเรียน

1.5.2 การนำเสนอบทเรียน ซึ่งจะมีเนื้อหาบทเรียนจำนวนทั้งหมด 7 หัวข้อผู้เรียนจะต้องเรียนเนื้อหาบทเรียนให้ครบทุกหัวข้อ และทำเนื้อหาบทเรียนแต่ละหัวข้อมีแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ให้ผู้เรียนได้ทำ ซึ่งผู้วิจัยจัดลำดับความยากง่ายตาม หลักทฤษฎีการสอนของสกินเนอร์ โดยเน้นที่ความชัดเจนและความกระชับของเนื้อหาที่นำเสนอ เพื่อให้เกิดความง่ายในการเรียนรู้ และจัดลำดับเนื้อหาที่นำเสนอ จากเรื่องที่เป็นพื้นฐานไปยังเรื่องที่ลึกซึ้งและคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดถูกบันทึกจัดเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์

1.5.3 หลังจากการนำเสนอบทเรียน เมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาครบทุกหัวข้อแล้ว ผู้เรียนต้องเข้าสู่แบบทดสอบหลังเรียน (posttest) โดยต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนให้เสร็จภายในเวลาที่กำหนด 30 นาที เมื่อทำครบทุกข้อแล้ว โปรแกรมทำการประเมินผลการเรียนรู้ให้ ผู้เรียนได้ทราบ และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบถูกบันทึกจัดเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์

1.6 การออกแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้ออกแบบทดสอบเพื่อใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1.6.1 แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน หลังจากผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนในแต่ละหัวข้อจบแล้ว โปรแกรมให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก ซึ่งมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1.6.1.1 ศึกษาเนื้อหา และจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.6.1.2 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับหลักการวัดผลการศึกษา

1.6.1.3 สร้างแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรม ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

1.6.1.4 นำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบโดยให้ประธานและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นผู้วิจัยติดต่อขอรับหนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยด้านเนื้อหาวิชาจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นอาจารย์สอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตลอดจนความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหา รายละเอียดต่าง ๆ และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

1.6.1.5 ผู้วิจัยนำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วมาคัดเลือกหัวข้อบทเรียนละ 5 ข้อ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละหัวข้อบทเรียน นำมาจัดทำเป็นแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมทั้งสิ้น 7 หัวข้อบทเรียนจำนวน 35 ข้อ

1.6.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทุกหัวข้อแล้ว ผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (posttest) เพื่อวัดความรู้หลังจากที่เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีคำตอบที่ถูกเพียงข้อเดียว โดยให้คะแนนข้อที่ทำถูก 1 คะแนน ข้อที่ผิด 0 คะแนนและการทำแบบทดสอบนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบโปรแกรมให้สามารถจับเวลาในการทำแบบทดสอบ และได้ให้เวลาผู้เรียนในการทำแบบทดสอบภายใน 30 นาที และหากเวลาเหลือประมาณ 5 นาที จะมีเสียงเตือนให้ผู้เรียนทราบว่าหมดเวลาในการทำ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

1.6.2.1 ศึกษาเนื้อหา และจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

1.6.2.2 ศึกษาเอกสารและตำราเกี่ยวกับหลักการวัดผลการศึกษา

1.6.2.3 สร้างแบบทดสอบซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

1.6.2.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ประธานและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยด้านเนื้อหา ตรวจสอบความสอดคล้องสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตลอดจนความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหา รายละเอียดต่าง ๆ และแสดงความคิดเห็นโดยใช้แบบบันทึก

1.6.2.5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ด้านความเชื่อมั่นเชิงเนื้อหาวิชา โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (IOC) ตามแบบบันทึกที่ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ แต่ละท่านลงความเห็นว่ข้อสอบแต่ละข้อ สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ โดยกำหนดคะแนนความคิดเห็น คือ

+ 1 = แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

0 = ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

- 1 = แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น (ใช้ไม่ได้)

บันทึกผลการพิจารณาความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อ แล้วหาผลรวมของคะแนนความคิดเห็นเป็นรายข้อ โดยแทนค่าจากสูตรค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2526, หน้า 89)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นรวมของผู้ทรงคุณวุฒิ

N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

คัดเลือกข้อสอบเฉพาะที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิลงความเห็นตรงกัน จำนวน 2 คนขึ้นไป เชื่อมั่นเชิงเนื้อหาและคัดเลือกข้อสอบที่มีดัชนีความสอดคล้อง 0.5 ขึ้นไป มาปรับปรุงแก้ไขด้านภาษาในคำถามและตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

1.6.2.6 นำข้อสอบทั้งหมดมาหาคุณภาพ โดยนำแบบทดสอบไปทดลองให้นักศึกษาระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) จำนวน 40 คน มาทดลองทำข้อสอบซึ่งไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่างและนำผลคะแนนไปวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น โดยการวิเคราะห์ดังนี้

1.6.2.6.1 ความยากง่าย (difficulty) คือ ค่าร้อยละหรือสัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก การหาค่าความยากง่ายเป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบประเภทความรู้ความเข้าใจ (cognitive domain) และเป็นแบบทดสอบในระบบอิงกลุ่ม (norm reference test) มีลักษณะเป็นการวิเคราะห์รายข้อ (item analysis)

จากสูตร ค่าความยากง่าย (difficulty) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531, หน้า 136)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p = ค่าความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

หลักการเลือกข้อสอบมาใช้ เป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง ประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติโดยทั่ว ๆ ไป มักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากง่ายของข้อสอบที่จะเลือกมาใช้ไว้ในช่วง 0.20-0.80 โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกค่าความยากง่าย (p) ได้กำหนดไว้ดังตาราง 1 (รวีวรรณ ชินะตระกูล, 2533, หน้า 237)

ตารางที่ 1 แสดงขอบเขตค่าความยากง่าย (p) และความหมาย

ค่าความยากง่าย	ความหมาย
0.80-1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.60-0.79	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)
0.40-0.59	เป็นข้อสอบที่ยาก-ง่ายพอเหมาะ (ใช้ได้)
0.20-0.39	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)
0.00-0.19	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์รายข้อมี ค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.33-0.80

1.6.2.6.2 ค่าอำนาจจำแนก (discrimination) คือ ค่าที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นสองกลุ่มที่ต่างกัน เช่น กลุ่มเก่ง-กลุ่มอ่อน ในเรื่องที่เป็นความรู้ความเข้าใจ

จากสูตร ค่าอำนาจจำแนก (discrimination) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531, หน้า 136)

$$r = \frac{Ru - Rl}{N/2}$$

- เมื่อ r = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ
 R_i = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_j = จำนวนคนที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

หลักการเลือกข้อสอบมาใช้ ควรเป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูง โดยทั่วไปมักกำหนดเกณฑ์ค่าอำนาจจำแนก (r) ไว้ที่ 0.20 ขึ้นไป จึงจะใช้ได้ โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกค่าอำนาจจำแนก (r) ได้กำหนดไว้ดังตาราง 2 (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2533, หน้า 237)

ตารางที่ 2 แสดงขอบเขตค่าอำนาจจำแนก (r) และความหมาย

ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.40 ขึ้นไป	อำนาจการจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก
0.30 – 0.39	อำนาจการจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร
0.20 – 0.29	อำนาจการจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้ได้
0.00 – 0.19	อำนาจการจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์รายข้อ มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.65

1.6.2.6.3 ค่าความเชื่อมั่น (reliability) คือ ค่าที่สามารถวัดได้สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา โดยวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS ซึ่ง ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบควรมีค่า ตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ได้กำหนดไว้ดังตาราง 3 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2531, หน้า 130)

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเชื่อมั่น และความหมาย

ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt})	ความหมาย
+1.00	ค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือได้
0.0 หรือใกล้เคียง	ไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบฉบับนี้เชื่อถือไม่ได้
-1.00	ค่าความเชื่อมั่นต่ำ ไม่ควรนำมาใช้เป็นแบบทดสอบ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการวิเคราะห์ข้อสอบทั้งฉบับ มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.7828

1.6.2.7 นำไปจัดทำเป็นแบบทดสอบในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างตามหลักทฤษฎีของ Alessi and Trollip แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (tutorial) ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากโปรแกรม macromedia authorware version 6.0 เพื่อใช้สอนเนื้อหาทฤษฎีวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3105-2213 ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากเอกสารและงานวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้างบทเรียนช่วยสอน ในวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ เรื่อง ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์

2.2 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2540 แผนกวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยผู้วิจัยเลือกหัวเรื่อง ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์ ซึ่งเป็นเนื้อหาด้านทฤษฎีที่ผู้เรียนต้องมีความเข้าใจพื้นฐานก่อนที่จะไปเรียนเนื้อหาอื่นต่อไป เนื้อหาที่บรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

- 2.2.1 ความหมายของ ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์
- 2.2.2 วงจร ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์
- 2.2.3 รีจิสเตอร์สำหรับเก็บค่าเวลา ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์
- 2.2.4 รีจิสเตอร์ควบคุม ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์
- 2.2.5 หน้าที่ที่แตกต่างกัน ของรีจิสเตอร์ควบคุม ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์
- 2.2.6 วงจรควบคุมไทมเมอร์ เคนต์เตอร์
- 2.2.7 โหมดของ ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์
- 2.2.8 การคำนวณค่าเวลาของ ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์
- 2.2.9 โปรแกรม ไทมเมอร์ เคนต์เตอร์

2.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้สอดคล้องกับแผนการสอนเนื้อหาวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ รหัสวิชา 3105-2213

2.4 การเขียนแผนผังงาน (flowchart) เพื่อแสดงให้เห็นว่าเนื้อหาบทเรียนมีการทำงานแบบใด ผู้วิจัยจะแสดงถึงลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมซึ่งแบ่งได้ 3 ขั้นตอน คือ ก่อนการนำเสนอบทเรียน การนำเสนอบทเรียน และหลังจากการนำเสนอบทเรียน ดังภาพที่ 4

2.5 การสร้างสตอรี่บอร์ด (storyboard) เพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินเรื่องของเนื้อหาที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นจะนำเสนอเนื้อหาโดยแบ่งรายละเอียดของเนื้อหาให้สอดคล้องกับ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรียงลำดับเนื้อหาตามหัวข้อและนำไปให้ประธานและคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ได้ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม เพื่อนำไปแก้ไขปรับปรุง

2.6 นำสตอรี่บอร์ด (storyboard) ที่ผ่านการแก้ไขแล้วสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ tutorial ดังภาพที่ 5

2.7 เขียนเอกสารคู่มือสำหรับการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เรียน

2.8 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนอต่อประธานและกรรมการผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณาความถูกต้องและได้รับคำแนะนำจากประธานผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ในการแก้ไขปรับปรุง ข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

2.8.1 ข้อบกพร่อง ที่ควรแก้ไขปรับปรุง

2.8.1.1 สีพื้นบริเวณแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนใช้สีเข้มเกินไปทำให้ผู้เรียนเกิดการล้าสายตา ไม่คงทนในการมอง

2.8.1.2 พื้นที่ของแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนแบ่งไม่เหมาะสม

2.8.1.3 ส่วนป้อนข้อมูลผู้เรียน ควรให้มีการป้อนชื่อ สกุล ก่อนป้อนรหัสประจำตัว

2.8.1.4 การใช้กราฟิกต้องระวังความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลเกรงว่าอาจเกิดการตอบสนองไม่ทันกับเหตุการณ์

2.8.1.5 หน่วยที่ 1 มีจำนวนเนื้อหาน้อยเกินไป

2.8.2 ผู้วิจัยทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

2.8.2.1 ปรับเปลี่ยนสีพื้นให้อ่อน และให้ตัวอักษรชัดเจนขึ้น

2.8.2.2 ปรับปรุงพื้นที่ใช้สอยในการออกแบบข้อสอบให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2.8.2.3 แก้ไขให้ผู้เรียนป้อน ชื่อ สกุล ก่อนแล้วจึงป้อนรหัสประจำตัว

2.8.2.4 คำนึงถึงขนาดของไฟล์และโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว ไม่ให้มีขนาดใหญ่เกินไป

2.8.2.5 เพิ่มเนื้อหาและกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

2.9 ผู้วิจัยติดต่อขอรับหนังสือขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ความเหมาะสมของบทเรียน และเทคนิคด้านต่าง ๆ พร้อมทั้งแสดง

ความคิดเห็นลงในแบบสอบถาม ซึ่งเป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยประมาณค่า 5 ระดับ กำหนดความคิดเห็นดังนี้ คือ

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง น้อย
- 1 หมายถึง น้อยที่สุด

นำค่าที่ได้จากการประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ต่อไปนี้

- ต่ำกว่า 1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง
- 1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 2.50 – 3.49 หมายถึง พอใช้ได้
- 3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมดี
- 4.50 ขึ้นไป หมายถึง เหมาะสมดีมาก

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบประมาณค่า 5 ระดับ เป็นแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และ แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 6 ท่านดังนี้ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ทรงชัย จันทร์ประเสริฐ อาจารย์ยอภินาธิ อนุกุลเวช และ อาจารย์ทินกร บุญเจริญ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์มานิช รังษิณิรัตน์ อาจารย์อัจฉราพร พงษาปาน และอาจารย์ธีรพงศ์ อ่อนอก

ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ แล้วนำคะแนนความคิดเห็นที่ได้มาหาค่า $\bar{X}$, SD ได้ผลดังตาราง 4 และตาราง 5

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

เรื่องที่ประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลความหมาย
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาถูกต้อง	4.67	0.58	ดีมาก
2. ภาษาที่ใช้ถูกต้อง	5.00	0.00	ดีมาก
3. ตรงตามวัตถุประสงค์	5.00	0.00	ดีมาก
4. แบบฝึกหัดกับเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน	5.00	0.00	ดีมาก
5. ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
6. เนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	5.00	0.00	ดีมาก
7. มีการเสริมแรงที่เหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
8. มีคำอธิบายและคำแนะนำในกิจกรรมต่าง ๆ	4.67	0.58	ดีมาก
9. แบบฝึกหัดมีคุณค่าต่อผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
10. เนื้อหายาก-ง่าย เหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหา	4.83	0.29	ดีมาก
ด้านคุณภาพการสอน			
1. การมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับบทเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
2. สามารถเน้นเนื้อหาสำคัญให้เข้าใจและจำได้	4.67	0.58	ดีมาก
3. สามารถให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม	5.00	0.00	ดีมาก
4. จำนวนแบบฝึกหัดเหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
5. จำนวนแบบทดสอบเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
6. แบบทดสอบมีความยาก-ง่ายในระดับที่เหมาะสม	4.67	0.58	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพการสอน	4.83	0.29	ดีมาก

จากตาราง 4 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.83 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนน อิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.29 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกันและความคิดเห็นซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่ามีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน บทเรียนสามารถอธิบายให้เห็นเป็นรูปธรรมได้ชัดเจน

ด้านคุณภาพการสอน ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.83 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์ อยู่ในระดับดีมาก และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.29 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และความคิดเห็นซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เข้าใจเนื้อหาได้ดี และยังสามารถเรียนรู้ได้ง่าย

ด้านความคิดเห็นด้านอื่น ๆ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหน่วยเรียนอื่นต่อไปหรือในรายวิชาอื่น ๆ และสำหรับผู้เรียนที่มีพื้นฐานต่างกัน ควรเพิ่มในส่วนของการอธิบายเนื้อหาพื้นฐานเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิจากแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน

เรื่องที่ประเมิน	($\bar{X}$)	SD	แปลความหมาย
ด้านการออกแบบ			
1. การใช้ภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว	4.00	0.00	ดี
2. การเร้าความสนใจ	4.67	0.58	ดีมาก
3. การให้ความช่วยเหลือผู้เรียน	5.00	0.00	ดีมาก
4. การโต้ตอบกับผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
5. ความเหมาะสมของการเสริมแรง	4.67	0.58	ดีมาก
6. การควบคุมบทเรียน	4.33	0.58	ดี
7. การให้คำแนะนำผู้เรียนชัดเจน	5.00	0.00	ดีมาก
8. ความเหมาะสมของตัวอักษร	4.33	0.58	ดี
9. ความเหมาะสมของสี การเน้นข้อความ	4.33	0.58	ดี
10. สามารถเลือกกิจกรรมรูปแบบที่หลากหลาย	4.67	0.58	ดีมาก
11. มีการตอบสนองที่ชัดเจนและสื่อสารสองทาง	4.33	0.58	ดี
12. มีความสะดวกในการติดตั้งและเรียกใช้โปรแกรมได้โดยง่าย	5.00	0.00	ดีมาก
13. สามารถกลับเมนูหลักได้	5.00	0.00	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยด้านการออกแบบ	4.62	0.35	ดีมาก

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เรื่องที่ประเมิน	$(\bar{X})$	SD	แปลความหมาย
ด้านเทคนิคโปรแกรม			
1. รูปแบบการเสนอและการลบข้อมูลหน้าจอภาพ	4.33	0.58	ดี
2. รูปแบบการบันทึกข้อมูลของผู้เรียน	4.67	0.58	ดีมาก
3. ผู้เรียนควบคุมและใช้บทเรียนได้ด้วยตนเอง	5.00	0.00	ดีมาก
4. รูปแบบการประเมินผล และแจ้งผลการเรียน	5.00	0.00	ดีมาก
5. โปรแกรมสามารถช่วยสอนผู้เรียนได้	4.33	0.58	ดี
6. ความต่อเนื่องของโปรแกรม	4.00	0.00	ดี
7. ความสามารถในการแสดงผลการทดสอบ	5.00	0.00	ดีมาก
8. ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเรื่องต่าง ๆ ตามต้องการ	5.00	0.00	ดีมาก
คะแนนเฉลี่ยด้านเทคนิคโปรแกรม	4.67	0.21	ดีมาก

จากตาราง 5 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านต่าง ๆ ดังนี้

ด้านการออกแบบ ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.62 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับ ดีมาก และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.35 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกันมาก และความคิดเห็นด้านต่าง ๆ ของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าบทเรียนมีความเหมาะสมทั้งภาพ และเสียง การออกแบบหน้าจอมีความสวยงาม มีการนำเสนอให้เห็นถึงเครื่องมือทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย

ด้านเทคนิคโปรแกรม ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.67 เมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนอิงเกณฑ์อยู่ในระดับดีมาก และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.21 แสดงว่าผู้ประเมินมีความคิดเห็นค่อนข้างเหมือนกัน และความคิดเห็นด้านต่าง ๆ ของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าการใช้เทคนิคโปรแกรมที่หลากหลายเหมาะสมดี ออกแบบโปรแกรมได้ดีมาก ผู้เรียนเลือกเรียนเรื่องใดก่อนหลังได้ บทเรียนมีคุณภาพดีมาก

ความคิดเห็นด้านอื่น ๆ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนมีกิจกรรมระหว่างเรียนดีมาก มีการเชื่อมโยงมัลติมีเดียที่หลากหลาย

2.10 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขแล้ว มาทำการทดลอง กับ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกอิเล็กทรอนิกส์ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) จำนวน 12 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งชั้นของการพัฒนาและนำไปใช้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.10.1 การทดลองขั้นทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 3 คน เลือกแบบเจาะจง โดยเลือกจาก นักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 1 คน และเป็นนักศึกษาที่กล้าแสดงความคิดเห็นในการวิจารณ์คุณภาพของบทเรียน เพื่อหาข้อมูลและข้อบกพร่องต่าง ๆ และนำมาปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยทำการทดลองทีละ 1 คน รวมทั้งสิ้น 3 คน

ครั้งแรก เลือกจากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

ครั้งที่ 2 เลือกจากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

ครั้งที่ 3 เลือกจากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูง

จากการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 75.23/73.33 จากการสังเกตพฤติกรรม และจดบันทึกจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ผู้วิจัยพบว่าสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไข มีรายละเอียดดังนี้

2.10.1.1 ตัวหนังสือบางตัวที่มีความสำคัญไม่มีความเด่นชัด

2.10.1.2 เสียงบรรยายบางส่วนไม่ตรงกับข้อความหน้าจอ เช่นตัวอักษร

“ถูกต้องครับ”

2.10.1.3 เสียงบรรยายบางส่วนไม่ตรงกับข้อความหน้าจอ เช่นตัวอักษร

“ถูกต้อง” แต่เสียงบรรยาย “ถูกต้องคะ”

2.10.1.4 การคำนวณในตัวอย่างไม่ละเอียด ทำให้ผู้เรียนทำข้อสอบไม่ได้เนื่องจากไม่ตรงกับตัวอย่าง

2.10.1.5 การคำนวณผู้เรียนไม่เข้าใจเลขฐาน 16 เนื่องจากไม่มีเครื่องคำนวณ

2.10.1.6 ปุ่ม register THO, TLO, THI, TLI ซ้อนทับกันทำให้เกิดความสับสน

ตารางที่ 6 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน
ในการทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		แบบทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม	คิดเป็น	คะแนนเต็ม	คิดเป็น
	35 คะแนน	ร้อยละ	30 คะแนน	ร้อยละ
กลุ่มอ่อน				
1	23	65.71	19	63.33
กลุ่มปานกลาง				
2	26	74.29	22	73.33
กลุ่มเก่ง				
3	30	85.71	25	83.33
รวม	79	225.71	66	219.99
เฉลี่ย	26.33	75.23	22.00	73.33

จากตาราง 6 พบว่าผลการทดลองภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง มีค่าคะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเท่ากับ 79 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.33 คะแนน และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 66 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.00 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ($E1$) เท่ากับ 75.23 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E2$) เท่ากับ 73.33 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

- เน้นตัวอักษรให้มีความหนาและขนาดใหญ่ขึ้น และเปลี่ยนสีให้ชัดเจน
 - ปรับตัวอักษร และเสียงบรรยาย โดยตัด “ครับ” ออก เหลือเพียงข้อความที่จำเป็น เช่น “ถูกต้อง”, “เก่งมาก” เป็นต้น
 - ปรับปรุงตัวอย่างของเนื้อหาที่มีการคำนวณ
 - ออกแบบให้โปรแกรมมีเครื่องคำนวณใช้ในขณะที่ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน
- และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แก้ไขปุ่มใช้งานต่าง ๆ ไม่ให้ทับซ้อนกัน

2.10.2 การทดลองขั้นการทดสอบกลุ่มย่อย โดยนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับ การปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ กับนักศึกษาจำนวน 9 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากจำนวน นักศึกษาที่เหลือในแต่ละกลุ่มโดยเลือกจากนักศึกษากลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลางและกลุ่มอ่อน ครั้งละ 3 คน

ครั้งแรก เลือกจากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ
ครั้งที่ 2 เลือกจากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง
ครั้งที่ 3 เลือกจากผู้เรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูง
จากการทดลองได้ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 75.55/72.59 จากการสังเกตพฤติกรรมและจดบันทึกจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ผู้วิจัย พบว่าสิ่งที่ควรปรับปรุง แก้ไข มีรายละเอียด ดังนี้

- 2.10.2.1 เนื้อหาบทเรียนบางหัวข้อสั้นเกินไป เช่น หัวข้อลักษณะของไทมเมอร์ เคนเตอร์
- 2.10.2.2 ภาพเคลื่อนไหวบางหัวข้อสื่อความหมายได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร
- 2.10.2.3 กราฟิกตรงส่วนที่ใช้แสดงเวลาไม่ชัดเจน

ตารางที่ 7 แสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน ในการทดสอบกลุ่มย่อย

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		แบบทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม	คิดเป็น	คะแนนเต็ม	คิดเป็น
	35 คะแนน	ร้อยละ	30 คะแนน	ร้อยละ
กลุ่มอ่อน				
1	26	74.29	20	66.67
2	26	74.29	22	73.33
3	24	68.57	19	63.33
กลุ่มปานกลาง				
1	28	80.00	23	76.67
2	26	74.29	21	70.00
3	25	71.43	20	66.67

ตารางที่ 7. (ต่อ)

คนที่	แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน		แบบทดสอบหลังเรียน	
	คะแนนเต็ม	คิดเป็น	คะแนนเต็ม	คิดเป็น
	35 คะแนน	ร้อยละ	30 คะแนน	ร้อยละ
กลุ่มเก่ง				
1	28	80.00	24	80.00
2	29	82.86	25	83.33
3	26	74.29	22	73.33
รวม	238	680.02	196	653.33
เฉลี่ย	26.44	75.54	21.78	72.59

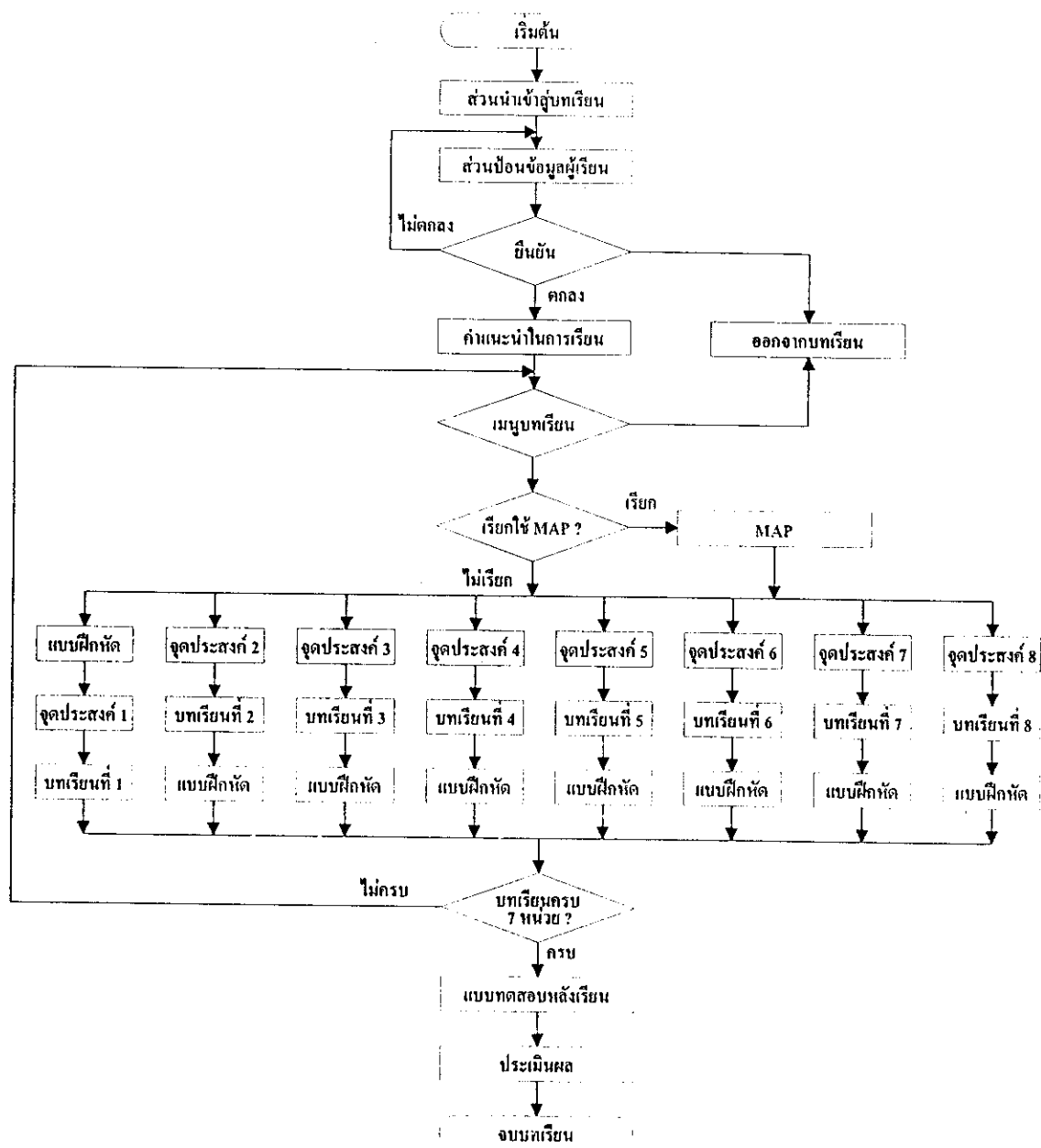
จากตาราง 7 พบว่า ผลการทดลองขั้นการทดสอบกลุ่มย่อย มีค่าคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนเท่ากับ 238 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.44 คะแนน และคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 196 คะแนน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.78 คะแนน ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (*E1*) เท่ากับ 75.54 ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (*E2*) เท่ากับ 72.59 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ค่าประสิทธิภาพต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

- เพิ่มเนื้อหาบรรยายในหัวข้อที่อธิบายไว้สั้นเกินไป โดยใช้การอธิบายให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงความหมายของ ไทมเมอร์ และ เคาน์เตอร์ ให้มากขึ้นด้วยข้อความบรรยายและภาพเคลื่อนไหวที่แสดงให้เห็นเหมือนจริงมากขึ้น

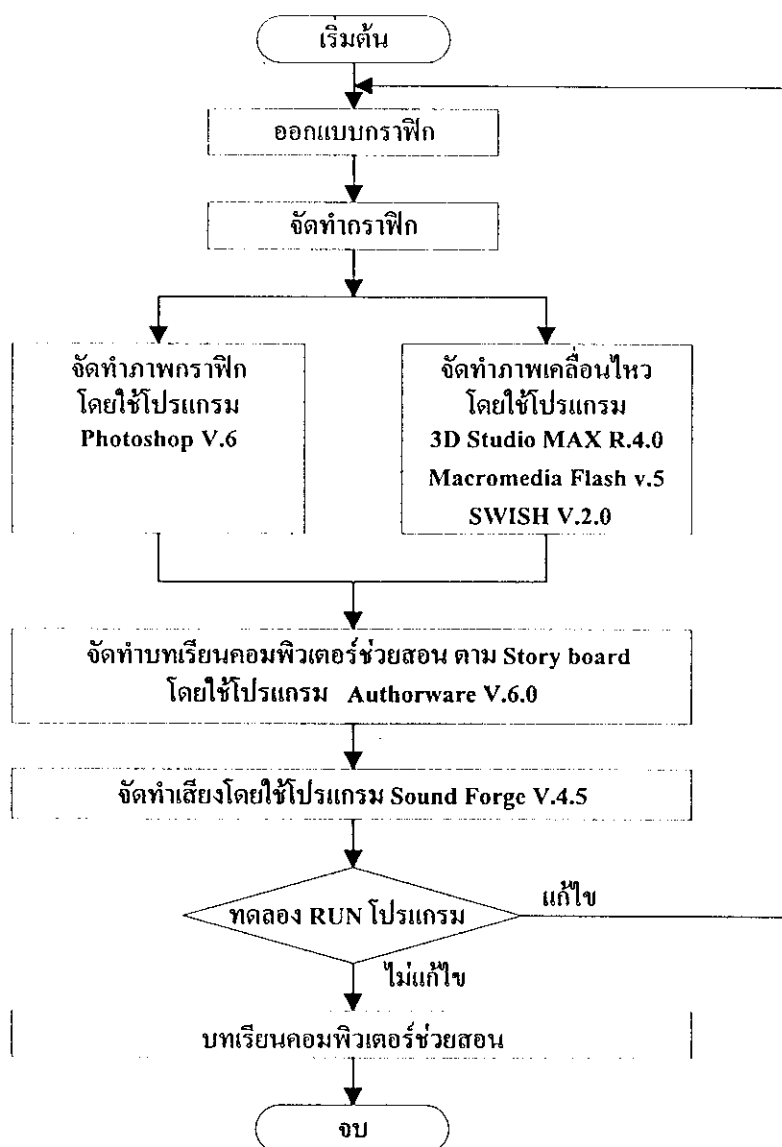
- แก้ไขภาพเคลื่อนไหวและเพิ่มปุ่มควบคุมให้ผู้เรียนสังเกตการทำงานได้ทัน

- ปรับเปลี่ยน สี ของตัวอักษรเวลาให้ชัดเจนมากขึ้น

2.10.3 ขั้นตอนทดสอบภาคปฏิบัติการ เป็นขั้นการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์สาขา งานเทคนิคคอมพิวเตอร์ โรงเรียนเทคโนโลยีภาคตะวันออก (อี.เทค) จำนวน 26 คน



ภาพที่ 4 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินโปรแกรม



ภาพที่ 5 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ที่มีหน่วยประมวลผลกลาง
 - 1.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
 - 1.2 หน่วยความจำสำรอง ความจุ 700 เมกกะไบต์
 - 1.3 หน่วยความจำหลัก
 - 1.4 จอภาพ
 - 1.5 เมาส์
 - 1.6 แป้นพิมพ์
 - 1.7 การ์ดเสียง
 - 1.8 เครื่องแสกนภาพ
 - 1.9 เครื่องบันทึกวีดิทัศน์
 - 1.10 กล้องบันทึกภาพดิจิทัล
2. โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่
 - 2.1 โปรแกรมระบบช่วยสร้างบทเรียน (authoring system) โปรแกรม authorware version 6.0
 - 2.2 โปรแกรม photoshop version 6.0
 - 2.3 โปรแกรม 3D MAX version 4.0 สำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ สามมิติ
 - 2.4 โปรแกรม macromedia flash version 5

เครื่องมือที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่องไทเมอร์ เคนน์เดอร์
แบบปรนัย ซึ่งผลจากการหาคุณภาพของแบบทดสอบได้ ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.33 – 0.80
และค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.20 – 0.65 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.7828 จำนวน 30 ข้อ
3. แบบประเมินคุณภาพโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ
 - 3.1 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา
 - 3.2 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หลังจากผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครบทุกหน่วยแล้ว ผู้เรียนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน (posttest) โดยโปรแกรมจะบันทึกคะแนนผลสอบลงในเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปหาค่า ($E2$)

3.6 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากคะแนนที่จากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ($E1$) และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน ($E2$) นำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows ดังนี้

1.1 ค่าความยากง่าย (difficulty)

1.2 ค่าอำนาจจำแนก (discrimination)

1.3 ค่าความเชื่อมั่น (reliability)

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้หาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 กับกลุ่มทดลอง นำผลการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและการทำแบบทดสอบหลังเรียน มาวิเคราะห์คะแนนมาตรฐาน E_1/E_2 โดยใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2521)

$$\text{สูตรที่ 1} \quad EI = \frac{\sum X}{\frac{N}{A}} \times 100$$

เมื่อ EI = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดถูกต้อง

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

สูตรที่ 2

$$E2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

- เมื่อ $E2$ = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum F$ = คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ
 หลังเรียนถูกต้อง
 B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด