

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา เพื่อการพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องการสืบค้นข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาสถาบันราชภัฏภูเก็ต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ (1) กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (2) สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (3) เก็บรวบรวมข้อมูล (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันราชภัฏภูเก็ต ปีการศึกษา 2549 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ รหัส 4000108 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 125 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันราชภัฏภูเก็ต ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 โดยทำการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 แบ่งประชากรออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแบ่งตามคะแนนเฉลี่ยสะสมในภาคเรียนที่ผ่านมา โดยแยกระดับคะแนนเป็น กลุ่มที่มีผลการเรียนระดับเก่ง (3.34-4.00) กลุ่มที่มีผลการเรียนระดับปานกลาง (2.67-3.33) กลุ่มที่มีผลการเรียนระดับอ่อน (2.00-2.66)

ขั้นที่ 2 สุ่มตัวอย่างโดยวิธีการจับฉลาก ประชากรทั้ง 3 กลุ่ม โดยเลือกกลุ่มละ 10 คน รวม 30 คน เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่ครอบคลุมประชากรทั้งหมด

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย (1) ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องการสืบค้นข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและหลังเรียน (3) แบบสอบถามความคิดเห็นนักศึกษาที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องการสืบค้นข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์

2.1 ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องการสืบค้นข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักศึกษา สถาบันราชภัฏภูเก็ต

ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้เรื่องการสืบค้นข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับ นักศึกษา สถาบันราชภัฏภูเก็ต ชุดการเรียนรู้นี้เป็นเครื่องมือต้นแบบชิ้นงานที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนการสร้าง 9 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสาร ตำราและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารตำราและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ รหัส 4000108 , ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย , การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์วัตถุประสงค์รายวิชา และเนื้อหารายวิชา

1. วิเคราะห์วัตถุประสงค์รายวิชาจากคำอธิบายรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ พบว่าเพื่อให้

1.1 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศกับมนุษย์และสังคม ตลอดจนผลกระทบและอิทธิพลของเทคโนโลยีสารสนเทศได้

1.2 สามารถใช้และควบคุมระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ ฐานข้อมูล และการจัดการสารสนเทศในการติดต่อสื่อสาร การสืบค้น เสาะแสวงหาข้อมูลสนเทศ เพื่อการศึกษาความรู้และข่าวสารต่างๆ ได้อย่างมีคุณธรรมในการเคารพสิทธิในทรัพย์สินทางปัญญา

1.3 มีทักษะในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ในวิชาชีพของตนเองทั้งในปัจจุบันและอนาคต

1.4 สามารถวิเคราะห์ปัญหา ตัดสินใจ เลือกใช้ แก้ปัญหาและควบคุมระบบเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างเหมาะสมกับของตนเองและสังคมได้ตลอดเวลา

2. วิเคราะห์เนื้อหารายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้
(รหัส 4000108) โดยแบ่งเนื้อหาเป็น 15 หน่วย ได้แก่

- หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศ
- หน่วยที่ 2 ระบบคอมพิวเตอร์
- หน่วยที่ 3 การจัดเก็บและการค้นคืนสารสนเทศบนหน่วยความจำสำรอง
- หน่วยที่ 4 การส่งข้อมูลสารสนเทศเข้าสู่ระบบและการแสดงผล
- หน่วยที่ 5 เครือข่ายและการเชื่อมโยงเครือข่าย
- หน่วยที่ 6 การทำงานของโปรแกรมค้นหา
- หน่วยที่ 7 การใช้คำสั่งและเครื่องหมายในคำค้น
- หน่วยที่ 8 การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต
- หน่วยที่ 9 ซอฟต์แวร์เพื่อการใช้งานกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์
- หน่วยที่ 10 การจัดการข้อมูลและการรวบรวมสารสนเทศ
- หน่วยที่ 11 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ
- หน่วยที่ 12 ระบบสารสนเทศ
- หน่วยที่ 13 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในสาขาต่างๆ
- หน่วยที่ 14 ผลกระทบของเทคโนโลยีสารสนเทศ
- หน่วยที่ 15 แนวโน้มของเทคโนโลยีสารสนเทศในอนาคต

ขั้นตอนที่ 3 กำหนดเนื้อหาที่ใช้ทดลอง

เลือกเนื้อหาบางส่วนจาก 15 หน่วยเพื่อใช้ทดลองโดยเนื้อหาที่เลือกสามารถเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมด โครงสร้างของเนื้อหาที่มีลักษณะที่ต่อเนื่อง สามารถออกแบบให้สอดคล้องกับการจัดลำดับความคิด สอดคล้องกับการศึกษา สอดคล้องกับวัตถุประสงค์รายวิชา ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาที่ใช้ทดลอง 3 หน่วยดังนี้

หน่วยที่ 6 การทำงานของโปรแกรมค้นหา

ตอนที่ 6.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรมค้นหา

เรื่องที่ 6.1.1 ความหมายของโปรแกรมค้นหา

เรื่องที่ 6.1.2 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโปรแกรมค้นหา

ตอนที่ 6.2 ลักษณะและส่วนประกอบของโปรแกรมค้นหา

เรื่องที่ 6.2.1 ลักษณะโฮมเพจของโปรแกรมค้นหา

เรื่องที่ 6.2.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมค้นหา

ตอนที่ 6.3 ประเภทและหลักการทำงานของโปรแกรมค้นหา

เรื่องที่ 6.3.1 ประเภทของโปรแกรมค้นหา

เรื่องที่ 6.3.2 หลักการทำงานของโปรแกรมค้นหา

หน่วยที่ 7 การใช้คำสั่งและเครื่องหมายในคำค้น

ตอนที่ 7.1 การใช้คำสั่งในคำค้น

เรื่องที่ 7.1.1 การเลือกคำสั่งในคำค้น

เรื่องที่ 7.1.2 การดำเนินการใช้คำสั่งในคำค้น

ตอนที่ 7.2 การใช้เครื่องหมายในคำค้น

เรื่องที่ 7.2.1 การเลือกเครื่องหมายในคำค้น

เรื่องที่ 7.2.2 การดำเนินการใช้เครื่องหมายในคำค้น

ตอนที่ 7.3 ตัวอย่างเว็บไซต์ของโปรแกรมค้นหา

เรื่องที่ 7.3.1 เว็บไซต์เสิร์ชเอนจินที่ใช้ and,or,not," ",+ - ได้

เรื่องที่ 7.3.1 เว็บไซต์เสิร์ชเอนจิน จำแนกตามสาขาวิชา

เรื่องที่ 7.3.1 เว็บไซต์เสิร์ชเอนจินที่พิมพ์ภาษาไทยในการค้นหา

หน่วยที่ 8 การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

ตอนที่ 8.1 การศึกษาวิธีการสืบค้นข้อมูล

เรื่องที่ 8.1.1 ทักษะและกลยุทธ์ในการสืบค้นข้อมูล

เรื่องที่ 8.1.2 การวางแผนการสืบค้นข้อมูล

ตอนที่ 8.2 การจัดการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

เรื่องที่ 8.2.1 ขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

เรื่องที่ 8.2.2 การแสดงผลข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต

ตอนที่ 8.3 ข้อควรรู้ในการสืบค้นข้อมูล

เรื่องที่ 8.3.1 การวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ในการสืบค้นข้อมูล

เรื่องที่ 8.3.2 ข้อควรคำนึงในการค้นคว้าข้อมูล

ขั้นตอนที่ 4 วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยวิเคราะห์จากเนื้อหา ทฤษฎีและ
วัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยดังนี้

หน่วยที่ 6 การทำงานของโปรแกรมค้นหา

1. หลังจากศึกษาเรื่อง ความหมายของโปรแกรมค้นหาแล้ว นักศึกษาสามารถ อธิบายความหมายของโปรแกรมค้นหาได้
2. หลังจากศึกษาเรื่อง คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการการทำงานของโปรแกรมค้นหาแล้ว นักศึกษาสามารถ อธิบายคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโปรแกรมค้นหาได้
3. หลังจากศึกษาเรื่อง ลักษณะโสมเพจของโปรแกรมค้นหาแล้ว นักศึกษาสามารถ อธิบายลักษณะโสมเพจของโปรแกรมค้นหาได้
4. หลังจากศึกษาเรื่อง ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมค้นหาแล้ว นักศึกษาสามารถจำแนกส่วนประกอบของโปรแกรมค้นหาได้
5. หลังจากศึกษาเรื่อง ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมค้นหาแล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายหน้าที่หลักของส่วนประกอบของโปรแกรมค้นหาได้
6. หลังจากศึกษาเรื่อง ประเภทของโปรแกรมค้นหาแล้ว นักศึกษาสามารถจำแนกประเภทของโปรแกรมค้นหาได้
7. หลังจากศึกษาเรื่อง หลักการทำงานของโปรแกรมค้นหาแล้ว นักศึกษาสามารถดำเนินการตามขั้นตอนของโปรแกรมค้นหาได้ถูกต้อง

หน่วยที่ 7 การใช้คำสั่งและเครื่องหมายในคำค้น

1. หลังจากศึกษาเรื่อง การเลือกคำสั่งในคำค้นแล้ว นักเรียนสามารถเลือกใช้คำสั่งในคำค้นได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาเรื่อง การดำเนินการใช้คำสั่งในคำค้นแล้ว นักศึกษาสามารถดำเนินการใช้คำสั่งในคำค้นได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษาเรื่อง การเลือกเครื่องหมายในคำค้นแล้ว นักศึกษาสามารถเลือกเครื่องหมายในคำค้นได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษาเรื่อง การดำเนินการใช้เครื่องหมายในคำค้นแล้ว นักศึกษาสามารถดำเนินการใช้เครื่องหมายในคำค้นได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษาเรื่อง เว็บไซต์ของโปรแกรมค้นหาแล้ว นักศึกษาสามารถจำแนกเว็บไซต์ที่ใช้คำสั่งในคำค้นและใช้เครื่องหมายในคำค้นได้ถูกต้อง

หน่วยที่ 8 การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

1. หลังจากศึกษาเรื่อง วิธีการสืบค้นข้อมูลแล้ว นักศึกษาสามารถกำหนดวิธีการสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้อง

2. หลังจากศึกษาเรื่อง วิธีการสืบค้นข้อมูลแล้ว นักศึกษาสามารถวางแผนการสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้อง

3. หลังจากศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้ว นักศึกษาสามารถอธิบายขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้อง

4. หลังจากศึกษาเรื่อง ขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแล้ว นักศึกษาสามารถดำเนินการสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตได้

5. หลังจากศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์ในการสืบค้นข้อมูลแล้ว นักศึกษาสามารถวิเคราะห์และประเมินผลลัพธ์จากการสืบค้นข้อมูลได้

6. หลังจากศึกษาเรื่อง ข้อควรคำนึงถึงในการค้นคว้าข้อมูลแล้ว นักศึกษาสามารถระบุข้อควรคำนึงถึงในการสืบค้นข้อมูลได้

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้

กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละหน่วยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

5.1 ขั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน

5.2 ขั้นเสนอเนื้อหา

5.3 ขั้นประกอบกิจกรรมการเรียนรู้(แบบฝึกหัด)

5.4 ขั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน

ขั้นตอนที่ 6 กำหนดรูปแบบชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

6.1 กำหนดวิธีการเรียน

โดยกำหนดหลักการเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ และหลักการการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายมีหลักประกอบด้วยกัน 2 ส่วนคือ

6.1.1 เว็บเพจการจัดการเว็บไซต์ เป็นส่วนที่ผู้ดูแลเว็บไซต์ใช้ในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนผ่านเครือข่ายและมีการเชื่อมโยงไปสู่การจัดการ 3 ส่วนด้วยกันคือ

(1) เว็บเพจของผู้เรียนเป็นส่วนที่แสดงเว็บเพจของผู้เรียนเพื่อสร้างความสะดวกต่อการตรวจสอบความถูกต้องของการแสดงผล

(2) การจัดการทะเบียน การจัดการทะเบียน เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดการข้อมูลทะเบียนทั้งหมดของผู้เรียนที่เข้ามาเรียนด้วยชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

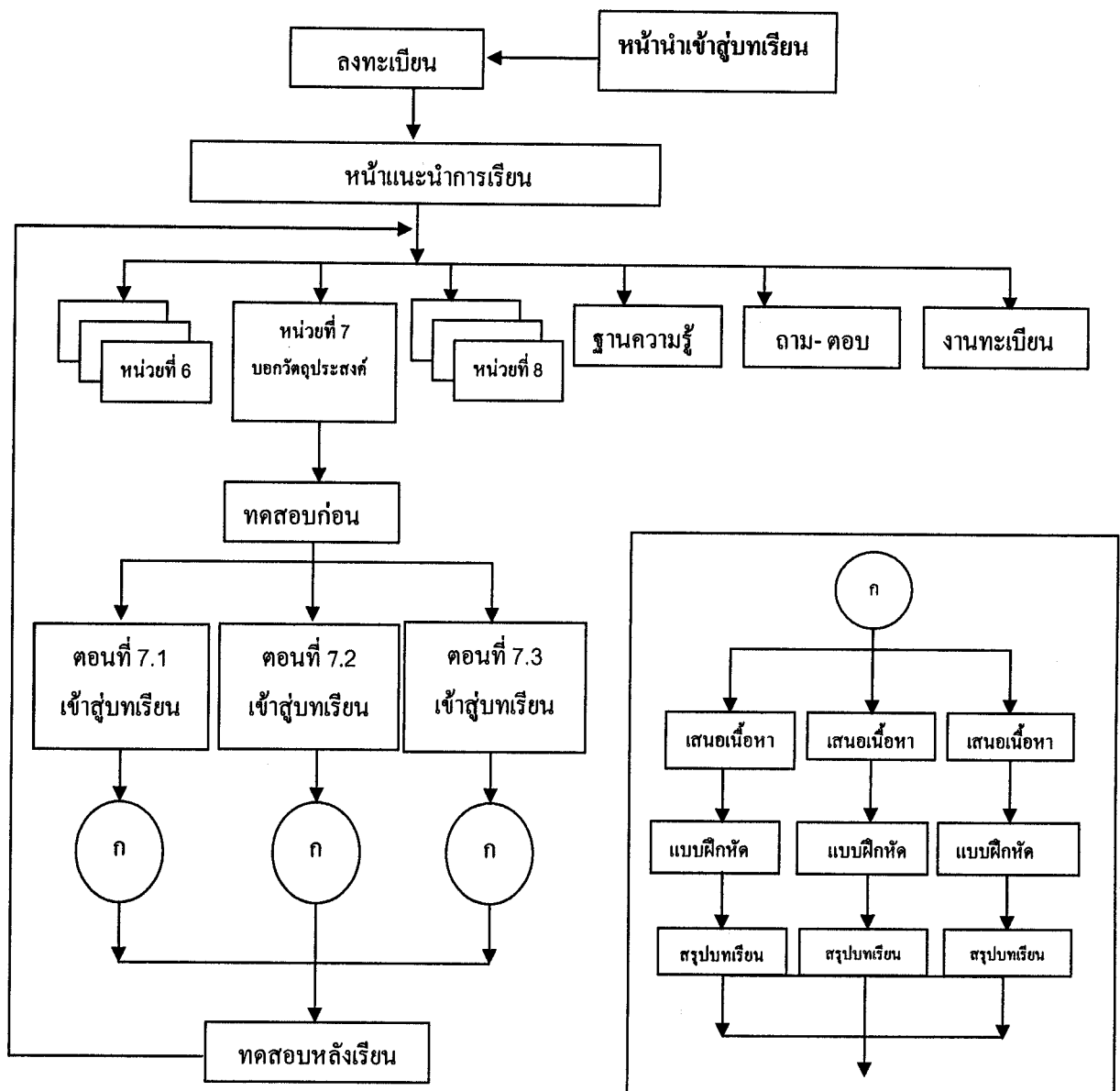
(3) การจัดการผลการเรียน การจัดการผลการเรียน เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดการข้อมูลของคะแนนทั้งหมดของผู้เรียนทุกคนที่ได้บันทึกไว้ในฐานข้อมูล

6.1.2 เว็บเพจของผู้เรียน เป็นส่วนที่ผู้เรียนใช้ในการเรียนและการจัดการข้อมูลส่วนต่าง ๆ ของตนเอง โดยมีการเชื่อมโยงไปสู่ 8 ส่วนคือ

- (1) ลงทะเบียน เป็นส่วนที่ผู้เรียนใหม่ใช้ลงทะเบียน
- (2) แก้ไขทะเบียนข้อมูลตนเอง เป็นส่วนที่ผู้เรียนใช้แก้ไขเปลี่ยนแปลงทะเบียนข้อมูลตนเอง
- (3) ผลการเรียนเป็นส่วนที่ผู้เรียนใช้ในการเลือกดูคะแนนที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมในชุดการเรียนของตนเอง
- (4) แนะนำการเรียน เป็นส่วนที่แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของชุดการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ซึ่งประกอบด้วยคำอธิบายรายวิชา, หน่วยการเรียนรู้, วิธีการเรียน,
- (5) บทเรียน เป็นส่วนที่ผู้เรียนใช้ในการเรียนเนื้อหา มีการออกแบบให้มีการเรียนอย่างเป็นขั้นตอนและสอดคล้องกับหลักการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว
- (6) ฐานความรู้ เป็นส่วนที่สนับสนุนการเรียน โดยทั้งหมดจะเป็นเนื้อหาในสิ่งที่ต้องรู้, เนื้อหาที่ควรรู้และเนื้อหาที่น่าสนใจที่เกี่ยวข้องกับวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ โดยในการเชื่อมโยงสู่เว็บไซต์ภายนอกผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของหน่วยงานผู้จัดสร้างเว็บแล้ว
- (7) ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นส่วนที่ผู้เรียนสามารถส่งข้อความถึงผู้ดูแลเว็บไซต์ได้อย่างเป็นส่วนตัวและรวดเร็ว
- (8) ประเด็นคำถาม เป็นส่วนที่แสดงคำตอบของคำถามที่ถูกถามไว้บ่อยครั้ง โดยคำถามอื่น ที่ผู้เรียนสงสัยสามารถถามได้โดยการใช้ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ส่งถึงผู้สอนโดยตรง

6.2 เขียนผังงานบทเรียน(Flowchart Lesson) แสดงการทำงานของชุดการเรียน

เป็นการนำเสนอลำดับขั้นตอนการทำงานของบทเรียนในรูปผังงานให้เห็นโครงสร้างและและความสัมพันธ์ของบทเรียนได้อย่างชัดเจน ได้แก่ (1) ลำดับขั้นตอนของเนื้อหา (2) ปฏิสัมพันธ์การโต้ตอบ (3) เงื่อนไขการตัดสินใจจากเหตุการณ์ (4) ข้อมูลป้อนกลับการเกิดแรง (5) การป้อนกลับการวนซ้ำการจบการทำงาน



ภาพที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของชุดการเรียน

6.3 เขียนสตอรี่บอร์ด

เป็นกระบวนการในการเตรียมข้อความและภาพที่จะปรากฏให้เห็นบนจอคอมพิวเตอร์ แสดงให้เห็นเนื้อหาบทเรียน และวิธีการนำเสนอบทเรียน ในขั้นตอนนี้จะต้องร่าง (Draft) ทุกสิ่งทุกอย่างที่ใช้ในการสอนที่จะปรากฏที่หน้าจอทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มโปรแกรมไปจนกระทั่งสิ้นสุดโปรแกรม ร่างที่จัดทำลงในกระดาษนี้ ควรได้รับการประเมินและทบทวนจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบการสอน

ขั้นตอนที่ 7 ผลิตรายการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย

7.1 เขียนโปรแกรม โดยการแปลงผังงานและบทเรียนบนกระดาษ เป็นข้อมูลที่สามารถแสดงผลบนเครือข่ายได้ เป็นขั้นตอนกำหนดรายละเอียดในเว็บเพจประกอบด้วย ส่วนนำทาง ส่วนตัวเนื้อหา ส่วนท้ายของเพจ ซึ่งในการออกแบบหน้าจออาศัยเครื่องมือต่างๆดังนี้

7.1.1 เครื่องมือสร้างภาพกราฟิก(Graphic Tool) เช่น Adobe Photoshop

7.1.2 เครื่องมือสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation Tools) เช่น

Macromedia Flash

7.1.3 เครื่องมือสำหรับเขียนโปรแกรม (Authoring Tools) Macromedia

Dreamweaver , Asp

7.1.4 เครื่องมือตัดต่อเสียง เช่น Adobe Audition

7.2 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยการทดสอบผ่านเครือข่าย

7.3 ผลิตรายการประกอบ ได้แก่ คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 8 การพิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะเบื้องต้นในการปรับปรุงชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายมีข้อเสนอแนะดังนี้

8.1 ด้านเนื้อหา ควรปรับเนื้อหาให้มีความชัดเจน ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้

8.2 ด้านการออกแบบ หัวข้อใหญ่ควรใช้ตัวอักษรและสีที่เด่นชัด ใช้สีแสดงเพื่อบอกให้ทราบว่าศึกษาอยู่ ณ ตำแหน่งใด และเพิ่มตัวชี้้นำการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าเมื่อเรียนจบขั้นตอนหนึ่งแล้วจะต้องดำเนินการอย่างไรต่อไป

ขั้นตอนที่ 9 ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงระบบชุดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้นำชุดการเรียนรู้ไปทดลองโดยนำชุดการเรียนรู้เก็บไว้บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ พร้อมแสดงผ่านเครือข่ายระบบแลน หลังจากทดสอบแต่ละขั้นจะมีการประเมินผลและนำมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ การทดลองแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

9.1 การทดสอบแบบเดี่ยว นำชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันราชภัฏภูเก็ต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 3 คน ซึ่งแต่ละ

คนมีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ โดยพิจารณาจากผลการเรียนเฉลี่ยรวมของภาคการศึกษาที่ผ่านมา โดยกำหนดการทดสอบ 1 ครั้ง มุ่งพิจารณาความสมบูรณ์ของเนื้อหา การออกแบบชุดการเรียนรู้ จากผลการทดลองได้พิจารณาข้อดี ข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุงดังนี้

9.1.1 ด้านเนื้อหา การใช้ภาษาในเนื้อหาไม่ชัดเจน เนื้อหาบางตอนขาดความต่อเนื่องและขาดการยกตัวอย่างเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น

9.1.2 ด้านเทคนิคการออกแบบ รูปภาพที่ใช้ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาทำให้เข้าใจผิด บทเรียนออกแบบเข้าใจยากเมนูสับสน ตัวอักษรที่ใช้เล็กเกินไปในขณะที่หัวข้อวิชามีขนาดใหญ่ ทำให้มีพื้นที่ในการแสดงเนื้อหาน้อย

9.2 การทดสอบแบบกลุ่ม นำชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันราชภัฏภูเก็ต ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 10 คน ซึ่งแต่ละคนมีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ โดยพิจารณาจากผลการเรียนเฉลี่ยรวมของภาคการศึกษาที่ผ่านมา โดยกำหนดการทดสอบ 1 ครั้ง มุ่งพิจารณาความสมบูรณ์ของเนื้อหา การออกแบบชุดการเรียนรู้ จากผลการทดลองได้พิจารณาข้อดี ข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุงดังนี้

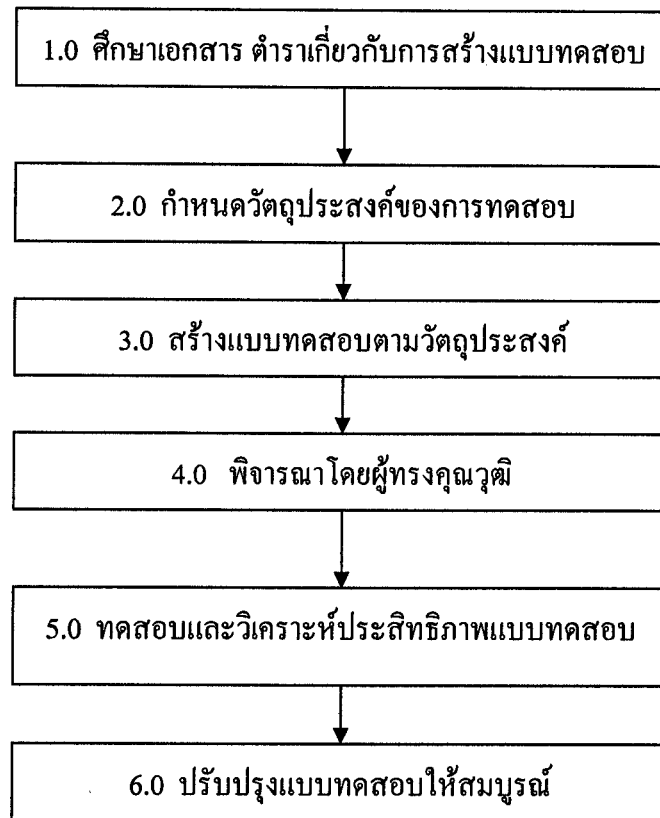
9.2.1 ด้านเนื้อหา เนื้อหาในส่วนของการแสดงขั้นตอนการทำงานควรออกแบบให้ผู้เรียนเห็นภาพมากกว่าการแสดงแบบตัวหนังสือ

9.2.2 ด้านเทคนิคการออกแบบ เมนูที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงที่อยู่ในส่วนของเนื้อหา ควรทำให้เห็นชัดเจนโดยการใช้สี เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคลิกเชื่อมโยงไปยังส่วนอื่นได้โดยไม่เข้าใจผิดคิดว่าเป็นส่วนของเนื้อหา

9.3 การทดสอบภาคสนาม นำชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันราชภัฏภูเก็ต ภาคเรียนที่2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 30 คน ซึ่งแต่ละคนมีผลการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ โดยพิจารณาจากผลการเรียนเฉลี่ยรวมของภาคการศึกษาที่ผ่านมา ผู้วิจัยได้ปรับปรุงชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายให้สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยผ่านขั้นตอนการทดสอบการแก้ตามกระบวนการวิจัยเพื่อได้ผลสรุปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน เป็นเครื่องมือวัดผลกระทบของการวิจัยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ

1. ศึกษาเอกสาร ตำราเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบโดยศึกษาจากหลักการสร้างข้อสอบและการเขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากตำรา และเอกสารต่างๆเกี่ยวกับการวัดและประเมินผล โดยเฉพาะการสร้างแบบทดสอบคู่ขนาน

2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการทดสอบ

โดยวิเคราะห์จากเนื้อหาทฤษฎีและวัตถุประสงค์ของแต่ละหน่วยเพื่อวัดพฤติกรรมการเรียน ด้านความรู้ ความจำ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ เพื่อกำหนดทิศทางการสร้างแบบทดสอบ ก่อนและหลังว่าจะเลือกเนื้อหาใด จำนวนกี่ข้อคำถาม โดยกำหนดให้ครอบคลุม

เนื้อหาทั้ง 3 หน่วยดังนี้ หน่วยที่ 6 การทำงานของโปรแกรมค้นหา หน่วยที่ 7 การใช้คำสั่งและเครื่องหมายในคำค้น หน่วยที่ 8 การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

3. สร้างแบบทดสอบตามวัตถุประสงค์

สร้างแบบทดสอบเป็นรายข้อแบบเลือกตอบ(Multiple Choice) ชนิดตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จำนวน 3 หน่วย แบ่งเป็นหน่วยละ 2 ชุด คือแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนชุดละ 10 ข้อ รวมเป็นจำนวน 60 ข้อ โดยสร้างให้ตรงกับ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. พิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและภาษาที่ใช้ มีสิ่งที่ต้องปรับปรุงดังนี้ (1) การเรียงข้อคำตอบให้เรียงจากสั้นไปยาว (2) คำปฏิเสธให้ใช้ตัวหนา (3) พิจารณาคำถามแต่ละข้อด้วยว่าเป็นการแนะคำตอบข้ออื่นๆหรือไม่

5. ทดสอบและวิเคราะห์ประสิทธิภาพแบบทดสอบ

นำแบบทดสอบที่ได้ไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องการสืบค้นข้อมูล และนำผลการทดลองมาตรวจให้คะแนนระดับความยาก(P) ค่าอำนาจจำแนก(r) ซึ่งต้องมีระดับความยากง่ายอยู่ระหว่าง .25-.80และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.60 ขึ้นไปออกมาก่อนแล้วจึงคัดเลือกข้อที่คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์แต่มีความจำเป็นต้องใช้เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาออกมาจนครบตามจำนวนข้อที่ต้องการ แล้วปรับปรุงแก้ไข

6. ปรับปรุงแบบทดสอบให้สมบูรณ์

ปรับปรุงแบบทดสอบที่จะใช้จริงโดยคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ กำหนดเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 10 ข้อ แบบทดสอบหลังเรียน 10 ข้อ ดังนี้

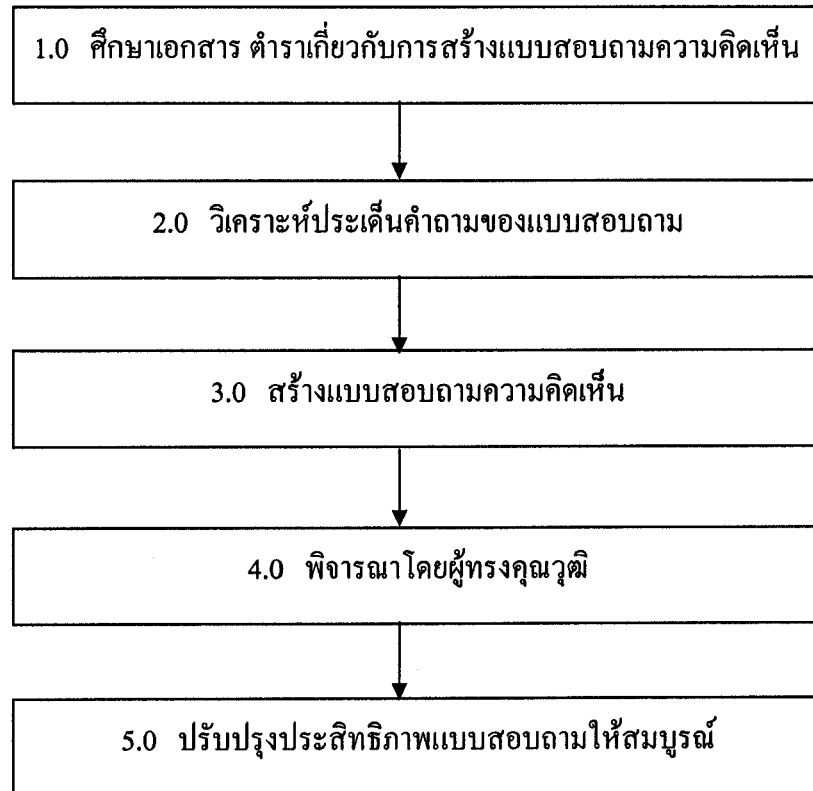
6.1 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 6 การทำงานของโปรแกรมค้นหา จำนวน 20 ข้อ

6.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 7 การใช้คำสั่งและเครื่องหมายในคำค้น จำนวน 20 ข้อ

6.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 8 การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต จำนวน 20 ข้อ

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็น

แบบสอบถามความคิดเห็นเป็นเครื่องมือวัดผลกระทบของการวิจัยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น

1. ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น
 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น
 หลักเกณฑ์ในการสร้างแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า(Rating Scale) ศึกษารูปแบบของ
 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราลิเคิร์ต(Likert's scaling)
2. วิเคราะห์ประเด็นคำถามของแบบสอบถาม
 วิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการใช้เป็นข้อคำถามในแบบสอบถามความคิดเห็นโดย
 พิจารณาจากประเด็น ลักษณะเนื้อหา โครงสร้างการออกแบบ
3. สร้างแบบสอบถามความคิดเห็น
 สร้างแบบสอบถามตามประเด็นที่ต้องการโดยกำหนดรูปแบบของแบบสอบถาม
 ความคิดเห็นตามวิธีการของลิเคิร์ต(Likert's Scale) โดยกำหนดตัวเลือกของคำตอบเป็น 5 ช่วงดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5 คะแนน
เห็นด้วย	4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1 คะแนน

4. พิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

แบบสอบถามให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเหมาะสม ด้านการใช้ภาษาและครอบคลุมเนื้อหา นำคำแนะนำมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมโดยปรับภาษาให้ชัดเจน เข้าใจง่าย

5. ปรับปรุงประสิทธิภาพแบบสอบถามให้สมบูรณ์

ปรับปรุงแบบสอบถามที่ผ่านการพิจารณาและตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิให้สมบูรณ์พร้อมนำไปใช้ได้จริง

3. การรวบรวมข้อมูล

3.1 ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องการสืบค้นข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาสถาบันราชภัฏภูเก็ต เป็นเครื่องมือต้นแบบชิ้นงาน

ผู้วิจัยได้ติดต่อประสานงานไปยังสถาบันราชภัฏภูเก็ต เพื่อขอทดลองต้นแบบชิ้นงานกับนักศึกษาทั้งชายและหญิงตามกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้จำนวน 30 คน ซึ่งมีการจัดกลุ่มตัวอย่างคละกัน คือนักศึกษาระดับเก่ง(เกรดเฉลี่ย 3.34-4.00) ระดับปานกลาง(เกรดเฉลี่ย 2.67-3.33) และระดับอ่อน(เกรดเฉลี่ย 2.00-2.66) โดยดูจากผลการเรียนที่ผ่านมาเป็นเกณฑ์ การเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแผนงาน และการเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการตามลำดับทุกหน่วยในชุดการเรียนรู้ผ่านเครือข่ายเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลใช้ในการหาประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.1.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยวแบบเดี่ยวหรือแบบรายบุคคล (One to One) กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต จำนวน 3 คน ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลนำมาปรับปรุงบทเรียน

3.1.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพแบบแบบกลุ่ม (Group) โดยการนำชุดการเรียนทดลองใช้กับนักศึกษาจำนวน 10 คน ให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการเรียน พร้อมทั้งเก็บข้อมูลนำมาปรับปรุงบทเรียน

3.1.3 การรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม หลังจากทดสอบกับแบบกลุ่มและแบบเดี่ยวและนำข้อบกพร่องไปแก้ไขแล้ว นำบทเรียนมาทดสอบกับสถานการณ์จริงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้จำนวน 30 คน มาทำการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน E1/E1 ในการทดลองดังกล่าวนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1) ก่อนการทดลองผู้วิจัยได้ทำการจัดสภาพแวดล้อมในห้องทดลอง ได้แก่ เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน

2) วิธีการดำเนินการทดลองของผู้วิจัย อธิบายขั้นตอนการใช้งานชุดการเรียนให้นักศึกษาได้ทราบ ดังนี้ คือ ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหาในบทเรียน ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนแต่ละหัวข้อ ทำแบบทดสอบหลังเรียน

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาความก้าวหน้า

นำคะแนนสอบของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มาเปรียบเทียบเพื่อหาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยหาค่า t-test

3.3 แบบสอบถามความคิดเห็นเป็นเครื่องมือที่วัดผลกระทบของการวิจัย

ผู้วิจัยได้รวบรวมความคิดเห็นจากศึกษากลุ่มตัวอย่างในข้างต้นโดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการเรียนผ่านเครือข่ายโดยนักศึกษา ทำแบบสอบถามภายหลังจากการใช้ชุดการเรียนเสร็จสิ้นในทุกหน่วยการเรียนรู้ตามขั้นตอนแล้ว โดยแบบสอบถามความคิดเห็นเป็นกระดาษตอบแยกจากชุดการเรียน การรวบรวมเพื่อหาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดการเรียนเป็นการหาค่าเฉลี่ย และการแปลผล ซึ่งมีเกณฑ์ในการแปลผลดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.49-5.00	ความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.50-4.49	ความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย
2.50-3.49	ความคิดเห็นอยู่ในระดับไม่แน่ใจ
1.50-2.49	ความคิดเห็นอยู่ในระดับไม่เห็นด้วย
1.00-1.49	ความคิดเห็นอยู่ในระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ เรื่องการสืบค้นข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันราชภัฏภูเก็ต เป็นเครื่องมือต้นแบบชิ้นงาน

เนื่องจากชุดการเรียนรู้นี้เป็นชิ้นงานที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการพัฒนา ระบบจนถึงการทดสอบคุณภาพ จึงได้วิเคราะห์ชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ด้วยการนำคำแนะนำที่ได้จากการทำแบบฝึกปฏิบัติและทำแบบทดสอบหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ แล้วนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และหาประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E_2) ของชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ E_1/E_2 ตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80 โดยยอมรับความคาด เคลื่อน +_ 2.5

4.1.1 การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ใช้สูตรดังนี้

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนรวมของแบบฝึกหัด หรืองาน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน

N = จำนวนผู้เรียน

4.1.2 การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ใช้สูตรดังนี้

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ = คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B = คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

4.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

4.2.1 วิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน ด้วยการนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่ แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้สูตร t-test แบบ Dependent Sample โดยเกณฑ์นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนี้ (อ้างถึงใน ชูศรี วงศ์รัตน์ 2537:201)

$$\text{ค่า } t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}$$

$$df = n - 1$$

เมื่อ $D =$ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$n =$ จำนวนคู่

4.2.2 ทดสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

1) ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (P) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ $P =$ ระดับความยาก

$R =$ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก

$N =$ จำนวนนักเรียนที่นำมาวิเคราะห์

2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r) โดยใช้สูตร

$$r = \frac{P_H - P_L}{N_H}$$

เมื่อ r = ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

P_H = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L = จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N_H = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง หรือ 50% ของผู้ตอบ

4.3 แบบสอบถามความคิดเห็น

วิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่าย ด้วยการนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของแบบสอบถาม และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) แล้วแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.3.1 การหาค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม ใช้สูตรดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{X}$ = คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ = ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนตัวอย่าง

4.3.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตรดังนี้

$$SD = \sqrt{\frac{N \sum fX^2 - (\sum fX)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X = คะแนนแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่าง

f = ความถี่

$\sum fX$ = ผลรวมทั้งหมดของความถี่ x คะแนน

N = จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง