

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น มีรายละเอียดวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีการวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. กลุ่มประชากร คือ นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นซึ่งเป็นวิชาชีพเฉพาะ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงศึกษาธิการ

2. กลุ่มตัวอย่างสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วนดังนี้
 - กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาคุณภาพเครื่องมือ

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มตัวอย่างสำหรับทดลองอ่านเนื้อหาจากเอกสาร บทเรียน เพื่อตรวจสอบ จำนวน ลักษณะทางภาษา การสื่อความหมาย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่เคยผ่านการเรียน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นมาแล้ว จำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่เคยผ่านการเรียน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นจำนวน 20 คน สำหรับหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.1.1 กลุ่มตัวอย่างสำหรับหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียน

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับในการทดสอบกลุ่มย่อย สำหรับตรวจสอบปัญหา ข้อบกพร่อง และอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองหาประสิทธิภาพจริง คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ที่เคยผ่านการเรียน วิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นจำนวน 10 คน

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มตัวอย่าง สำหรับหาประสิทธิภาพของบทเรียนประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน และความพึงพอใจที่มีต่อการเรียน คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ที่ไม่เคยผ่านการเรียน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นจำนวน 30 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนแบบ IMMCAI : Interactive Multimedia Computer Assisted Instruction [9] ซึ่งเป็นรูปแบบการพัฒนาคอมพิวเตอร์การสอนที่เน้นการสอนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์และการนำเสนอเนื้อหาสาระผ่านสื่อมัลติมีเดีย (Multimedia) โดยศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ รายละเอียดเนื้อหา วัตถุประสงค์ กลุ่มเป้าหมาย วิธีการเรียนและวิธีการสอน สื่อที่ใช้ในการสอน เมื่อพิจารณาปัจจัยดังกล่าวแล้วเห็นว่ามีความเหมาะสมและคุ้มค่ากับการพัฒนา จึงตัดสินใจสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ก. การวิเคราะห์ เนื้อหาวิชา (Analysis)

1. สร้างแผนภูมิมะดอมสมอง (Brain Storm Chart) กระบวนการเพื่อรวบรวมหัวข้อทั้งหมดที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันขององค์ความรู้ในส่วนของ วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นได้สร้างแผนภูมิมะดอมสมองเพียงคนเดียวโดยยึดหลักการตามรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นในหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้ และได้ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ พร้อมทั้งได้สอบถามและสัมภาษณ์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่สอนในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นจากสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จากนั้นจึงสร้างแผนภูมิมะดอมสมองตามหลักสูตรและข้อมูลที่ได้ศึกษามาจึงได้เป็นแผนภูมิมะดอมสมอง (Brain Storm Chart) ที่แสดงถึงความคิดที่เป็นรูปธรรมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ในขั้นตอนการสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ขั้นต่อไป

2. สร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ (Concept Chart) การสร้างแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์หัวเรื่องโดยละเอียด เพื่อให้ตรงตามหลักสูตรที่กำหนดไว้และคัดเลือกเฉพาะหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องต่อเนื่องกันที่จำเป็นและเหมาะสม สำหรับการนำเสนอบทเรียนเนื้อหาวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หลังจากที่ได้

หัวเรื่องจากการสร้างแผนภูมิระดมสมอง (Brain Storm Chart) มาแล้ว ทำให้ทราบหัวข้อที่เป็นพื้นฐาน หัวเรื่องหลัก หัวเรื่องรอง หรือหัวเรื่องสนับสนุน และหัวเรื่องของการประยุกต์ ในการที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สมบูรณ์ที่สุด

3. สร้างแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) ภายหลังจากได้แผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์แล้ว นำหัวข้อจากแผนภูมิหัวเรื่องสัมพันธ์มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวเรื่องว่ามีลำดับความสัมพันธ์กันอย่างไร มาเขียนลงในแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหา (Content Network Chart) เมื่อเขียนเสร็จแล้วผู้วิจัยได้วิเคราะห์ลำดับความสัมพันธ์ของเนื้อหาทั้งหมดอีกครั้งหนึ่งก่อน โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนในรายวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นช่วยตรวจสอบแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาอีกครั้ง

ข. การออกแบบการสอนบทเรียน

1. กำหนดวิธีการนำเสนอและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาแต่ละตอน (Strategic Presentation Plan Cs Behavior Objectives) หลังจากที่ได้หัวข้อเนื้อหาที่สัมพันธ์ต่อกันแล้ว ผู้วิจัยได้นำแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหานั้นมาแบ่งเป็นหน่วยการเรียนย่อย ๆ โดยพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง คือ พื้นฐานของกลุ่มผู้เรียนเป้าหมายลักษณะความยากง่ายของเนื้อหา และเวลาที่ใช้ในการสอนในชั้นเรียนปกติ เมื่อแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนย่อย ๆ เสร็จแล้วได้หน่วยการเรียนจำนวน 8 หน่วยการเรียน ต่อมานำหน่วยการเรียนแต่ละหน่วยมากำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนแผนการนำเสนอบทเรียนให้เป็นแผนภูมิลำดับการเรียนรู้ (Course Flow Chart)

2. สร้างแผนภูมิการนำเสนอของบทเรียน (Module Presentation Chart) ขั้นตอนนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนผู้ทำจะต้องมีการวางแผนการสอนอย่างดีเพื่อคิดแนวทางในการนำเสนอบทเรียนผ่านทางคอมพิวเตอร์โดยเน้นการสอนเนื้อหาสาระให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่ได้ตั้งไว้ ขั้นนี้ผู้วิจัยได้เขียนวิธีการการนำเสนอบทเรียนลงในตารางการนำเสนอของแต่ละหน่วย โดยมีโครงสร้างของการออกแบบการสอนเหมือนกัน ประกอบด้วย การนำเข้าสู่บทเรียน การนำเสนอเนื้อหาสาระ การสรุปเนื้อหาสาระ และการทดสอบในแต่ละขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาหัวข้อวิธีการนำเสนอและการใช้สื่ออย่างสอดคล้องกันแล้ว จึงเขียนลงในตารางโดยเน้นการสอนเนื้อหาสาระ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่ได้ตั้งไว้

ค. การพัฒนากรอบเนื้อหาบทเรียน

1. เขียนรายละเอียดเนื้อหาแต่ละกรอบ (Script Development) ผู้วิจัยได้สร้างกรอบการสอนขึ้นมาใช้ในการเขียนเนื้อหาสาระ สำหรับเนื้อหาสาระที่นำมาพัฒนาเป็นบทเรียนเนื้อหาส่วนใหญ่อ้างอิงจากหนังสือการออกแบบและผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน สำหรับ e - Learning ของไพโรจน์

ตีรณนากุล ไพบูลย์ เกียรติโกมล และเสกสรรค์ เข้มพินิจ ภายในกรอบการสอนมีพื้นที่สำหรับเขียนเนื้อหาที่จะสอนพื้นที่สำหรับระบุเสียงบรรยาย การระบุการจัดเก็บสื่อต่างๆ และการนำเสนอหน้าจอ รายละเอียดกรอบการสอน ในการเขียนเนื้อหาลงบนกรอบการสอนจะต้องคำนึงถึงความถูกต้องของเนื้อหาสาระ วิธีการสอน สื่อที่ใช้รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ทางคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เขียนกรอบการสอนตามหลักการสอนที่ได้ทำไว้ในขั้นการออกแบบบทเรียน เป็นการเขียนรายละเอียดบทเรียนลงบนกรอบ (Frame) ตามแบบฟอร์มที่มีไปที่ละหน่วยจนครบเพื่อเป็นการร่างแบบของการนำเสนอก่อนการสร้างจริงบนคอมพิวเตอร์ เพื่อทราบแนวทางการนำเสนอและสามารถแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมได้เป็นกรอบๆ ไป ในแต่ละกรอบก็จะต้องมีการกำหนดภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายเสียงประกอบ เป็นต้น โดยทำการกำหนดปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ไว้ให้สมบูรณ์

2. จัดทำลำดับเนื้อหา (Story Board Development) ผู้วิจัยได้นำกรอบการสอน (Scripts) มาเรียงลำดับการนำเสนอตามที่ได้วางแผนไว้ โดยตรวจสอบลำดับกรอบการสอนว่ามีการวางลำดับการเชื่อมโยงเนื้อหาแต่ละกรอบถูกต้อง และเป็นไปตามแผนภูมิโครงข่ายเนื้อหาที่ทำไว้

3. ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหาผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาทางด้านการสอนและทำงานด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาไม่ต่ำกว่า 5 ปี ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของเนื้อหา (Content Validity) รวมถึงความเหมาะสมและความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในเนื้อหา โดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้คำแนะนำ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ชี้แจงข้อบกพร่องและให้คำแนะนำ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ง. การสร้างแบบทดสอบสำหรับบทเรียนต่าง ๆ

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนรวมทั้งแบบทดสอบของแต่ละหน่วยการเรียนรู้โดยอาศัยหลักการของการสร้างแบบทดสอบในการวัดผล และนำมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่ายค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบดังนี้

1. แบบทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผลแบบทดสอบผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นนี้เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกเพื่อให้เหมาะสมกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- การสร้างแบบทดสอบแต่ละหน่วยเรียน
- กำหนดน้ำหนักและจำนวนข้อสอบ

ผู้วิจัยได้นำวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และตัวบทเรียน (กรอบการสอน) ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา กำหนดน้ำหนักเพื่อหาจำนวนข้อสอบ โดยสร้างตารางกำหนดน้ำหนักขึ้นมา กำหนดน้ำหนักสูงสุดไว้ช่องละ 10 คะแนนจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเนื้อหา และกำหนดวัตถุประสงค์เป็นข้อ ๆ ว่าจะให้น้ำหนักแต่ละข้อเท่าใด เมื่อผู้เชี่ยวชาญกรอกน้ำหนักครบแล้ว ผู้วิจัยนำคะแนนแต่ละช่องมารวมกัน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

- นำตารางกำหนดน้ำหนักข้อสอบมาพิจารณาแยกแยะผู้วิจัยได้ออกข้อสอบตามระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ให้สอดคล้องกับระดับของการเรียนรู้ด้านต่างๆ 6 ด้าน คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า
- กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ผู้วิจัยเลือกสร้างแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก หลักในการคิดคะแนน คือ ผู้เรียนตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดได้ 0 คะแนน
- เขียนแบบทดสอบผู้วิจัยได้ดำเนินการเขียนแบบทดสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ในการเขียนยึดหลักตามหลักการเขียนแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบจำนวน 75 ข้อเพื่อสำรองในกรณี นำไปหาคุณภาพแล้วข้อสอบส่วนหนึ่งอาจจะไม่ผ่านตามเกณฑ์
- ตรวจสอบข้อสอบเพื่อนำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาความถูกต้องว่าสามารถวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการได้หรือไม่ ภาษาที่ใช้ว่าชัดเจนหรือไม่ ตัวถูก ตัวลวง เหมาะสมเข้าเกณฑ์หรือไม่ และทำการแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
- นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลทางการศึกษาตรวจสอบผู้วิจัยได้นำแบบนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลทางการศึกษาตรวจสอบและนำข้อเสนอแนะต่างๆ ของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านการวัดผลทางการศึกษาตรวจสอบและนำข้อเสนอแนะต่างๆ ของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
- การพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเป็นผู้มีประสบการณ์ในการสอนและทำงานด้านงานวิเคราะห์และออกแบบระบบเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบ
- การพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบผู้วิจัยได้มีการพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบตามวิธีของ โรวินेलลี (Rovinelli) และแซมประสงค์เชิงพฤติกรรมไว้ ดังนี้

| | | |
|-------|-----|---|
| คะแนน | +1 | เมื่อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและตามโครงสร้าง |
| คะแนน | 0 | เมื่อไม่แน่ใจ |
| คะแนน | - 1 | เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ตรงตามเนื้อหาและโครงสร้าง |

จากนั้นนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ถ้าได้ค่า IC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่าข้อคำถามนั้นไปปรับปรุงใหม่

- พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์หรือมีค่า IC เป็น 0.5 ขึ้นไป มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยมีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบ วิธีการตอบ จัดวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

- นำแบบทดสอบหาคุณภาพหลังจากปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วจึงนำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 10 คน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ที่เคยเรียนวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นจากนั้นจึงนำแบบทดสอบที่ผ่านกระบวนการทดสอบแล้วมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยมีวิธีการวิเคราะห์ดังนี้

1. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความง่ายของแบบทดสอบ โดยพิจารณาข้อสอบที่มีความง่ายในช่วงระหว่าง 0.20-0.80

2. นำแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก โดยพิจารณาข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.20 และตัดแบบทดสอบที่ไม่ได้ตามเกณฑ์ออก

3. วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นโดยคำนวณหาค่าประสิทธิภาพความเชื่อมั่นที่อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 60 [16] ขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เลือกสูตรของ คูเตอร์ริชาร์ดสัน 20 เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นสูงกว่าสูตร คูเตอร์ริชาร์ดสัน 21

- พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริงนำข้อสอบที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง โดยพิมพ์ไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้น โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีต และความถูกต้อง มีคำชี้แจงละเอียดชัดเจนเข้าใจง่าย โดยแบบทดสอบในคลังข้อสอบมีจำนวนข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 90 ข้อ โดยจัดเก็บไว้ในคลังข้อสอบ โดยแบบทดสอบดังกล่าวถือว่าเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน

- จัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนจากการที่ผู้วิจัยได้มีการพิมพ์แบบทดสอบทั้งหมด 90 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบของหน่วยการเรียนรู้ทั้ง 3 หน่วยการเรียนรู้ในลักษณะของคลังข้อสอบ ซึ่งการพิมพ์แบบทดสอบในคลังข้อสอบนี้จะมีการเก็บแยกตามหน่วยการเรียนรู้ และในแต่ละหน่วยการเรียนนั้นจะมีการแยกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้การสุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบนั้นไม่เกิดสุ่มจากหน่วยการเรียนรู้ใดหน่วยการเรียนรู้หนึ่งหรือจะประสงค์เชิงพฤติกรรมใดจุดหนึ่งมากเกินไป ซึ่งในการจัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนได้ใช้วิธีการสุ่มข้อสอบจากคลังข้อสอบที่จัดเก็บนี้ โดยมีการสุ่มจากหน่วยการเรียนรู้และในหน่วยการเรียนรู้สุ่มตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ ซึ่งจำนวนข้อสอบที่สุ่มขึ้นมาเป็นแบบทดสอบ

ก่อนเรียนนั้นมีจำนวน 30 ข้อ และสุมขึ้นมาเป็นแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 20 ข้อเช่นกัน โดยแบบทดสอบดังกล่าวถือว่าเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกัน เพราะได้มีการสุมจากคลังข้อสอบเดียวกัน

2. การสร้างแบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดียโดยผู้เชี่ยวชาญมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- รวบรวมข้อมูล และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพมัลติมีเดีย ผู้วิจัยได้ขอคำปรึกษาจากรองศาสตราจารย์ไพโรจน์ ติรณธรากุล และศึกษาเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบคุณภาพมัลติมีเดียของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ซึ่งได้เน้นการตรวจสอบตัวบทเรียนทางด้านคุณภาพของสื่อทำให้สามารถแบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็น 5 ด้าน หลักๆ คือ 1. ด้านองค์ประกอบหน้าจอ ได้แก่ ความเหมาะสมของการใช้สีพื้น การใช้ภาพพื้น การจัดวางรูปแบบบนหน้าจอ ความเหมาะสมของปุ่มที่ใช้ในการควบคุมบทเรียน 2. ด้านตัวอักษร ได้แก่ ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรขนาดตัวอักษร สีตัวอักษร และจำนวนอักษรที่ใช้ในแต่ละกรอบการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน 3. ด้านภาพประกอบเนื้อหาของแต่ละหน่วยการเรียน ได้แก่ ความเหมาะสมและความน่าสนใจของภาพที่ใช้ในการนำเสนอ ความเหมาะสมของการจัดวางตำแหน่งของภาพ จำนวนภาพขนาดของภาพรวมถึงความเหมาะสมในการใช้ภาพเคลื่อนไหว 4. ด้านเสียงและภาษา ได้แก่ ความถูกต้อง ความชัดเจน ระดับความดังของเสียงที่ใช้บรรยายและความเหมาะสมของเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบในบทเรียน 5. ด้านเวลาและปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียน และความเหมาะสมของการให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ กับบทเรียน

- ปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์แบบวัดความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์หลังจากได้เกณฑ์ ในการประเมินคุณภาพมัลติมีเดียแล้ว ผู้วิจัยได้มีการจัดพิมพ์แบบประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย และได้ขอคำปรึกษาจากรองศาสตราจารย์ไพโรจน์ ติรณธรากุล อีกครั้งหนึ่งเพื่อหาข้อบกพร่องของแบบประเมินที่จัดพิมพ์ขึ้น และได้นำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นมาทำการปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์แบบประเมินคุณภาพมัลติมีเดียของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเตรียมจัดเก็บข้อมูลต่อไป

ผลที่ได้จากขั้นตอนที่ผ่านมาทั้งหมดจะเป็น Courseware ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของเอกสารและนำไปสร้างเป็นโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนต่อไป

จ. การพัฒนาบทเรียนบนคอมพิวเตอร์

1. เลือกซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปคอมพิวเตอร์เลือกซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน ผู้วิจัยได้เลือกโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน โดยพิจารณาโปรแกรมที่สามารถตอบสนอง ความต้องการของผู้วิจัยเพื่อเตรียมพัฒนาบทเรียนซึ่งได้แก่

- Macromedia Author ware Version 7 เป็นซอฟต์แวร์หลักในการสร้างบทเรียน

- Adobe Photoshop CS2 เป็นเครื่องมือช่วยในการสร้างภาพกราฟฟิก
- KoolMove ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหว
- Sound Record ใช้ในการบันทึกเสียง
- Microsoft Word 2003 ใช้สร้างข้อความ

2. จัดเตรียมทรัพยากรต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมสื่อต่างๆ ที่จะนำมาใช้ในการผลิตบทเรียนเริ่มจากการแยกแยะสื่อแต่ละชนิด ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพวิดีโอ และเสียงออกจากกรอบการสอนเพื่อให้ทราบว่าต้องผลิตสื่ออะไรบ้างและผลิตสื่อการสอนที่จัดไว้ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านมัลติมีเดียช่วยตรวจสอบคุณภาพของสื่อเป็นระยะๆ ก็จะได้สื่อพร้อมที่จะประกอบลงในโปรแกรม

3. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยการนำสื่อต่าง ๆ ที่เตรียมพร้อมไว้แล้วนำมาทำการสร้างเป็นบทเรียนสำเร็จรูปในคอมพิวเตอร์ตามกรอบการสอนที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอน ข้อ ค.

4. จัดทำคู่มือ (User Manual) จัดทำคู่มือการใช้บทเรียนจัดทำคู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชาการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเพื่อเป็นแนวทางการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน

5. ประเมินคุณภาพของโปรแกรมด้านมัลติมีเดียและตรวจสอบความถูกต้องของคู่มือผู้วิจัยได้นำโปรแกรมที่สร้างขึ้นพร้อมคู่มือการใช้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีทางการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญด้านมัลติมีเดียทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตรวจสอบ และประเมินคุณภาพสำหรับบทเรียนโดยมีการพิจารณาด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) ได้แก่ คุณภาพด้านข้อความ (Text) รูปภาพ (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Audio) และการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ในส่วนของคู่มือพิจารณาความถูกต้องของวิธีการนำเสนอและการสื่อความหมาย จากนั้นนำข้อบกพร่องและข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยมีผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 3 ท่านดังนี้

- อาจารย์สุระพล ใจขาน ผู้เชี่ยวชาญ IMMCAI ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- อาจารย์สมชัย นวนศรี ผู้เชี่ยวชาญ IMMCAI ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
- อาจารย์ปิยะฉัตร ไตรแสง ผู้เชี่ยวชาญ IMMCAI ประจำภาควิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

6. ทดสอบบทเรียนกับกลุ่มย่อยก่อนมีการทดสอบจริงผู้วิจัยได้นำบทเรียนพร้อมคู่มือไปทดสอบกลุ่มย่อยกับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาคอมพิวเตอร์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 10 คน เพื่อหาเวลาที่เหมาะสมตรวจสอบปัญหาข้อบกพร่องและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนจริง ผู้วิจัยให้ผู้เรียนเริ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นจึงให้เรียนเนื้อหาสาระแต่ละหน่วยเรียนภายใต้ความดูแลของผู้วิจัย เมื่อศึกษาจนจบ

หน่วยเรียนแล้วจึงให้ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนทำเช่นนี้ไปจนครบทั้ง 3 หน่วยการเรียน และทำการทดสอบหลังเรียนอีกครั้งหนึ่ง

7. ทดลองภาคสนามการทดลองภาคสนามมีวัตถุประสงค์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนที่สร้างขึ้นและหาประสิทธิผลของการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 30 คน โดยเริ่มจากผู้วิจัยทำการติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนลงบนเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมแนะนำขั้นตอนการทดลองและวิธีการศึกษาแก่กลุ่มตัวอย่างแล้วจึงให้เริ่มทำแบบสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นจึงให้เรียน เนื้อหาสาระแต่ละหน่วยใช้เวลาทดลองสัปดาห์ละ 1 หน่วยการเรียน พร้อมทั้งให้ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย เมื่อครบทั้ง 3 หน่วยแล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากนั้นนำผลการทดลองไปวิเคราะห์และสรุปผล

3.2.2 แบบทดสอบหาประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การดำเนินการทดลองกระบวนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน เพื่อตรวจสอบปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น ได้ในการทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพจริง โดยให้กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 5 คน ทดลองเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้น สังเกตและสอบถามปัญหาหรืออุปสรรคที่เกิดขึ้นในขณะทดลองเรียนบทเรียน ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลไว้เพื่อแก้ไขและปรับปรุงกระบวนการทดลองจริง ในขั้นตอนการทดลองจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จากบทเรียน

ก. แบบทดสอบหน่วยย่อยและแบบทดสอบท้ายหน่วย เพื่อหาประสิทธิภาพ E_1/E_2

การหาค่าประสิทธิภาพของ CIP (CIP Efficiency) [16] ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นคำนวณได้จากสูตร E_1 / E_2 โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 80 / 80 โดยที่ 80 ตัวแรก เป็นค่าร้อยละเฉลี่ยของประสิทธิภาพกระบวนการเรียนของบทเรียนที่ได้จากคะแนนการทดสอบเมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยเรียน

80 ตัวหลัง เป็นค่าร้อยละเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนครบทุกหน่วยเรียน หรือเรียนจบบทเรียน ซึ่งมีสูตรในการหาค่าดังนี้

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\sum_{i=1}^m E_{li}}{M}$$

| | | | |
|--------|--|---------|--|
| สูตร | $E_2 = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{\frac{n}{B}} \times 100$ | | |
| โดยที่ | E_1 | หมายถึง | ประสิทธิภาพของบทเรียนระหว่างกระบวนการเป็นค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด |
| | E_{ii} | หมายถึง | ประสิทธิภาพจากการทดสอบระหว่างเรียนของหน่วยการเรียนรู้ที่ I คิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยย่อยที่ I ของนักเรียนทั้งหมด |
| | E_2 | หมายถึง | ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์หลังการเรียนรู้ครบทั้งวิชาคิดจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้หรือการทดสอบหลังเรียน |

สูตร
$$E_{ii} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{nAi} \times 100$$

| | | | |
|--------|-------|---------|--|
| โดยที่ | X_j | หมายถึง | คะแนนรวมของนักเรียนคนที่ j ระหว่างเรียนหน่วยเรียนที่ i |
| | A_i | หมายถึง | คะแนนเต็มของแบบทดสอบหน่วยเรียนที่ i |
| | B | หมายถึง | คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังบทเรียน หรือ Posttest |
| | N | หมายถึง | จำนวนนักเรียนทั้งหมด |
| | M | หมายถึง | จำนวนหน่วยการเรียนรู้ในวิชานั้น |

ข. แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิผลการเรียนรู้จากบทเรียน การหาประสิทธิผลการเรียนรู้ CIP (CIP Effectiveness) [16] ของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นคำนวณได้จากสูตร ประสิทธิภาพทางการเรียนของผู้เรียน $E_{post} - E_{pre} \geq 60$

โดยที่ E_{post} เท่ากับ ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอนหลังการเรียนรู้ครบทั้งวิชา คิดจากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้หรือการทดสอบหลังเรียน (E_2)

E_{pre} เท่ากับ ระดับประสิทธิภาพของผู้เรียนก่อนการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน คัดจากค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

สูตร
$$E_{post} \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{nB} \times 100$$

| | | | |
|--------|-------|---------|---------------------------------------|
| โดยที่ | x_i | หมายถึง | คะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนคนที่ i |
| | N | หมายถึง | จำนวนนักเรียนทั้งหมด |
| | B | หมายถึง | คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน |

สูตร
$$E_{post} \frac{\sum_{k=1}^n x_k}{nC} \times 100$$

| | | | |
|--------|-------|---------|------------------------------------|
| โดยที่ | X_k | หมายถึง | คะแนนก่อนเรียนของผู้เรียนคนที่ k |
| | N | หมายถึง | จำนวนนักเรียนทั้งหมด |
| | C | หมายถึง | คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนเรียน |

เมื่อหาค่า E_{post} และ E_{pre} แล้วจะต้องหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของทั้งสองด้วย เพื่อที่ใช้ตรวจสอบความใกล้เคียงกันทั้งสองค่า ซึ่งไม่น่าจะมีความใกล้เคียงกันหากบทเรียนนั้นพัฒนามาอย่างมีประสิทธิภาพผลของการเรียนมากกว่า 60 ขึ้นไป

ค. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียน

เกณฑ์การแปลผลค่านำหน้าคะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์การสอน วิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังต่อไปนี้

| | | |
|-----------|---------|---------------------|
| 4.50-5.00 | หมายถึง | พึงพอใจมาก |
| 3.50-4.49 | หมายถึง | พึงพอใจค่อนข้างมาก |
| 2.50-3.49 | หมายถึง | พึงพอใจปานกลาง |
| 1.50-2.49 | หมายถึง | พึงพอใจค่อนข้างน้อย |
| 1.00-1.49 | หมายถึง | พึงพอใจน้อย |

3.3 วิธีการวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้ ได้แก่

3.3.1 สถิติที่ใช้วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียน ใช้สถิติในการวิเคราะห์ดังนี้

3.3.1.1 หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

โดยการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้คะแนนความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) โดยใช้สูตรดังนี้ [18]

สูตร
$$IC = \frac{\sum R_i}{N}$$

| | | | |
|--------|-------|---------|--|
| โดยที่ | IC | หมายถึง | ดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับลักษณะ วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมหรือเนื้อหา |
| | R_i | หมายถึง | ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด |
| | N | หมายถึง | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ |

3.3.1.2 หาค่าระดับความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบรายข้อ

ใช้สูตรดังนี้

สูตร
$$P = \frac{R}{N}$$

| | | | |
|--------|---|---------|-------------------------------|
| โดยที่ | P | หมายถึง | ค่าความยากง่ายของข้อสอบ |
| | R | หมายถึง | จำนวนคนที่ทำข้อมูลนั้นถูก |
| | N | หมายถึง | จำนวนคนที่ทำข้อมูลนั้นทั้งหมด |

ขอบเขตของความยากง่ายและความหมาย

| | |
|--------------|------------------------|
| 0.81-1.01.11 | เป็นข้อสอบที่ง่าย |
| 0.61-0.80 | เป็นข้อสอบค่อนข้างง่าย |

| | |
|-----------|-----------------------------|
| 0.41-0.60 | เป็นข้อสอบที่ยากง่ายพอเหมาะ |
| 0.21-0.40 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก |
| 0.00-0.20 | เป็นข้อสอบที่ยากมาก |

ดังนั้น การเลือกความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อควรอยู่ระหว่าง 0.20-0.80

3.3.1.3 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

สูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์ [17]

$$\text{สูตร} \quad D \frac{R_U - R_L}{N}$$

| | | | |
|--------|-------|---------|--------------------------------------|
| โดยที่ | D | หมายถึง | ค่าอำนาจจำแนก |
| | R_U | หมายถึง | จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง |
| | R_L | หมายถึง | จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน |
| | N | หมายถึง | จำนวนนักเรียนในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน |

ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกและความหมายของแบบทดสอบ

| | | | |
|-----------|--------|-----------------------|-----------------------|
| 0.40-1.1 | ขึ้นไป | อำนาจจำแนกสูง | คุณภาพข้อสอบดีมาก |
| 0.30-0.39 | | อำนาจจำแนกปานกลาง | คุณภาพข้อสอบดี |
| 0.20-0.29 | | อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | คุณภาพข้อสอบพอใช้ |
| 0.00-0.19 | | อำนาจจำแนกต่ำ | คุณภาพข้อสอบใช้ไม่ได้ |

ดังนั้น อำนาจจำแนกที่ยอมรับ คือ ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.3.1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

โดยใช้สูตรคูเดอร์ริชาร์ดสัน สูตรที่ 20 (KR-20) มีสูตรดังนี้ [17]

$$\text{สูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n pq_i}{s_t^2} \right\}$$

| | | | |
|--------|---------|---------|--------------------------------|
| โดยที่ | r_u | หมายถึง | ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ |
| | N | หมายถึง | จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ |
| | P | หมายถึง | สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก |
| | Q | หมายถึง | $1-p$ = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด |
| | s_r^2 | หมายถึง | ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด |

3.3.2 สถิติพื้นฐาน

3.3.2.1 สถิติสำหรับการหาค่าคะแนนเฉลี่ย

สูตร
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

| | | | |
|--------|------------|---------|----------------|
| โดยที่ | \bar{x} | หมายถึง | ค่าเฉลี่ย |
| | $\sum x_i$ | หมายถึง | ผลคะแนนทั้งหมด |
| | n | หมายถึง | จำนวนข้อมูล |

3.3.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สูตร
$$SD = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n(n-1)}}$$

| | | | |
|--------|------------|---------|----------------------|
| โดยที่ | SD | หมายถึง | ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| | $\sum x_i$ | หมายถึง | ผลรวมของคะแนน |
| | n | หมายถึง | จำนวนข้อมูล |

3.3.3 เกณฑ์การแปลผลค่าน้ำหนักเฉลี่ย (Rating Scales)

1. เกณฑ์การแปลผลค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของทบเรียนคอมพิวเตอร์การสอนวิชา ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยผู้เชี่ยวชาญใช้เกณฑ์การประเมิน ดังต่อไปนี้

| | | |
|-----------|---------|--------------|
| 4.50-5.00 | หมายถึง | ดีมาก |
| 3.50-4.49 | หมายถึง | ดี |
| 2.50-3.49 | หมายถึง | ปานกลาง |
| 1.50-2.49 | หมายถึง | พอใช้ |
| 1.00-1.49 | หมายถึง | ต้องปรับปรุง |