

บทที่ 4

ผลของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 2) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และ 3) เพื่อศึกษาการยอมรับของผู้เรียนที่มีต่อระบบดังกล่าว ซึ่งผลการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว และผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยต่าง ๆ มีดังนี้

1. ผลการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์
2. ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์
3. ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้
4. ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ด้านการยอมรับของผู้ใช้

1. ผลการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์

ผลจากการพัฒนาระบบการเรียนรู้ดังกล่าว ตามแนวทางที่ได้ออกแบบเชิงแนวคิดไว้ในภาพที่ 3-4 ซึ่งเป็นการนำหลักการของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ทั้งการนำเสนอแบบปรับตัว และการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว มาพัฒนาเป็นระบบการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ประกอบด้วย ตัวแบบหลัก ตัวแบบการสอน ตัวแบบการปรับตัว และตัวแบบผู้ใช้ ดังองค์ประกอบตามภาพที่ 3-4 สามารถนำเสนอผลการพัฒนาระบบตามองค์ประกอบทั้ง 4 ตัวแบบได้ดังนี้

1.1 ตัวแบบหลัก เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา หรือสารสนเทศสำหรับการสอน โดยใช้หลักการคอนดิชันแนลเท็กซ์ เพื่อนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม คือ เก่ง ปานกลาง พื้นฐาน สามารถแสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมได้ดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสื่อสารข้อมูล

ปรับระดับการเรียนรู้

เก่ง

ปานกลาง

พื้นฐาน

ตกลง

นายสุรารัตน์ จำปาทิพย์

ขนาดตัวอักษร | สีการแสดงผล | ภาพพื้นหลัง | ใช้ค่าเริ่มต้น

ปรับรูปแบบการเรียนรู้

ขอบอ่าน เนื้อหา

ขอบรูปภาพ

ขอบฟังเสียง

ตกลง

จุดประสงค์
หน้า 1
หน้า 2
หน้า 3
หน้า 4
หน้า 5
หน้า 6
หน้า 7
หน้า 8
ทดสอบท้ายหน่วย

สื่อหรือตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (Media)

หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นำข่าวสารรูปแบบต่าง ๆ จากผู้ส่งไปยังผู้รับ ได้แก่ สายไฟ, ขดลวด, สายเคเบิล, สายไฟเบอร์ออฟติก หรือสื่อที่อยู่ในรูปคลื่นที่ส่งผ่านอากาศเช่น คลื่นไมโครเวฟ, คลื่นวิทยุ หรือสัญญาณดาวเทียม สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. สื่อกลางประเภทมีสาย

1.1) **สายคู่ตีเกลียว (Twisted Pair cable : TP)** ประกอบด้วยลวดทองแดงที่หุ้มฉนวนพลาสติก 2 เส้น พันบิดเกลียวเพื่อลดการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งสัญญาณได้ไม่เกิน 100 เมตร ใช้กับหัว RJ-45 แบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

สายคู่ตีเกลียวชนิดหุ้มฉนวน (Shielded Twisted Pair : STP)	สายคู่ตีเกลียวชนิดไม่หุ้มฉนวน (Unshielded Twisted Pair : UTP)

1.2) **สายโคแอกเชียล (Coaxial cable)** ประกอบด้วยสายทองแดง เพียงเส้นเดียวเป็นแกนกลาง หุ้มด้วยฉนวนพลาสติกใช้กับหัว BNC

1.3) **สายใยแก้วนำแสง (Fiber optic cable)** ประกอบด้วยเส้นใยแก้วขนาดเล็กซึ่งหุ้มด้วยฉนวนหลายชั้น สามารถส่งข้อมูลจำนวนมากด้วยความเร็วสูงเป็นระยะทางไกล

สายโคแอกเชียล	สายใยแก้วนำแสง

←

→

ภาพที่ 4-3 การนำเสนอเนื้อหาเรื่องสื่อหรือตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (กลุ่มปานกลาง)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสื่อสารข้อมูล

ปรับระดับการเรียนรู้

เก่ง

ปานกลาง

พื้นฐาน

ตกลง

นายสุรารัตน์ จำปาทิพย์

ขนาดตัวอักษร | สีการแสดงผล | ภาพพื้นหลัง | ใช้ค่าเริ่มต้น

ปรับรูปแบบการเรียนรู้

ขอบอ่าน เนื้อหา

ขอบรูปภาพ

ขอบฟังเสียง

ตกลง

จุดประสงค์
หน้า 1
หน้า 2
หน้า 3
หน้า 4
หน้า 5
หน้า 6
หน้า 7
หน้า 8
ทดสอบท้ายหน่วย

สื่อหรือตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (Media)

หมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นำข่าวสารรูปแบบต่าง ๆ จากผู้ส่งไปยังผู้รับ ได้แก่ สายไฟ, ขดลวด, สายเคเบิล, สายไฟเบอร์ออฟติก หรือสื่อที่อยู่ในรูปคลื่นที่ส่งผ่านอากาศเช่น คลื่นไมโครเวฟ, คลื่นวิทยุ หรือสัญญาณดาวเทียม สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. สื่อกลางประเภทมีสาย

เป็นการเชื่อมโยงสถานีระหว่างผู้ส่งและผู้รับ โดยอาศัยสายสัญญาณเป็นสื่อกลางในระบบการสื่อสารข้อมูล

1.1) **สายคู่ตีเกลียว (Twisted Pair cable : TP)** ประกอบด้วยลวดทองแดงที่หุ้มฉนวนพลาสติก 2 เส้น พันบิดเกลียวเพื่อลดการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งสัญญาณได้ไม่เกิน 100 เมตร ใช้กับหัว RJ-45 แบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

สายคู่ตีเกลียวชนิดหุ้มฉนวน (Shielded Twisted Pair : STP)	สายคู่ตีเกลียวชนิดไม่หุ้มฉนวน (Unshielded Twisted Pair : UTP)

1.2) **สายโคแอกเชียล (Coaxial cable)** ประกอบด้วยสายทองแดง เพียงเส้นเดียวเป็นแกนกลาง หุ้มด้วยฉนวนพลาสติกใช้กับหัว BNC ส่วนใหญ่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์

1.3) **สายใยแก้วนำแสง (Fiber optic cable)** ประกอบด้วยเส้นใยแก้วขนาดเล็กซึ่งหุ้มด้วยฉนวนหลายชั้น การส่งข้อมูลใช้หลักการสะท้อนของแสงผ่านหลอดแก้วขนาดเล็ก สามารถส่งข้อมูลจำนวนมากด้วยความเร็วสูงเป็นระยะทางไกล

สายโคแอกเชียล	สายใยแก้วนำแสง

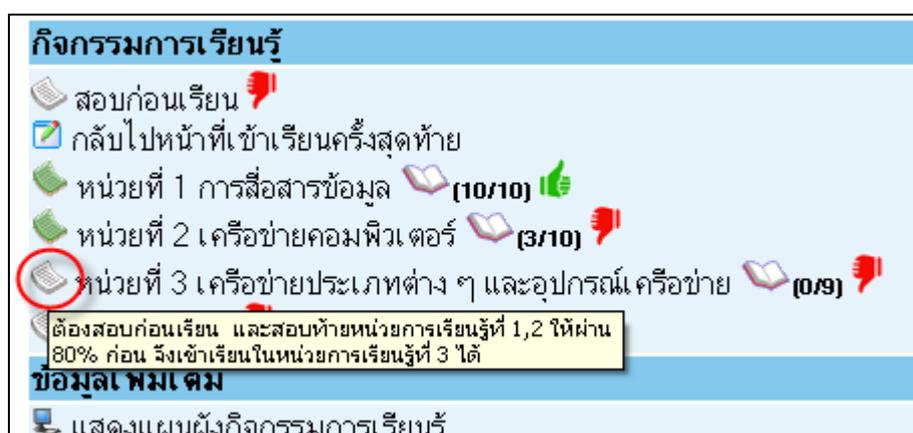
←

→

ภาพที่ 4-4 การนำเสนอเนื้อหาเรื่องสื่อหรือตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (กลุ่มพื้นฐาน)

จะเห็นได้ว่าผลจากการใช้หลักการของสื่อหลายมิติแบบปรับตัวที่เรียกว่า การนำเสนอแบบปรับตัว โดยใช้วิธีคอนดิชันแนลเท็กซ์ ดังแสดงในภาพที่ 4-1 สามารถทำให้การนำเสนอเนื้อหาปรับเปลี่ยนไปตามระดับความรู้ของผู้เรียน โดยผู้เรียนที่มีความรู้ระดับดี (เก่ง) จะเห็นเนื้อหาดังภาพที่ 4-2 และผู้เรียนที่มีระดับความรู้ปานกลางและพื้นฐานจะเห็นเนื้อหาดังภาพที่ 4-3 และ 4-4 ตามลำดับ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถปรับเปลี่ยนระดับการเรียนรู้ได้เอง โดยคลิกเลือกที่กรอบโต้ตอบการปรับระดับการเรียนรู้

1.2 ตัวแบบการสอน เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้ตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลนผสมผสานกับตัวแบบการสอนทั่วไป ซึ่งเป็นตัวแบบการสอนที่คำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยอาศัยวิธีการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว เช่น แอน โนเดชัน หรือไคลร์กไกด์แดนซ์ เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของตัวแบบการสอน ดังนี้



ภาพที่ 4-5 การนำเสนอกิจกรรมการเรียนรู้ตามตัวแบบการสอนเคลเลอร์แพลน

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของตัวแบบการสอนที่กำหนดไว้ คือ เริ่มต้นด้วยการสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นเข้าเรียนรู้ในหน่วยที่ 1 และต้องสอบท้ายหน่วยให้ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเกณฑ์ 80 เปอร์เซ็นต์นั้น จัดอยู่ในกลุ่มเก่ง จากนั้นจึงเข้าเรียนรู้ในหน่วยที่ 2 และ 3 ตามลำดับ จากภาพที่ 4-5 จะเห็นได้ว่า เมื่อนำเมาส์ไปคลิกยังหน่วยที่ 3 จะไม่สามารถคลิกได้ เนื่องจากผู้เรียนยังสอบไม่ผ่านในหน่วยย่อยที่ 2 ต้องกลับไปเรียนรู้ในหน่วยย่อยเดิมและสอบให้ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซ็นต์ก่อน จึงจะสามารถคลิกเข้าเรียนในหน่วยที่ 3 ได้ และเมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่สัญรูป จะมีข้อความอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนทราบ ก่อนตัดสินใจดำเนินการสิ่งต่าง ๆ ต่อไป เช่น เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่สัญรูปด้านหน้าหน่วยที่ 3 จะมีข้อความแจ้งเตือนให้ทราบว่าต้องสอบท้ายหน่วยที่ 1 และ 2 ให้ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซ็นต์ ก่อนจึงสามารถเรียนรู้ในหน่วยที่ 3 ได้ ซึ่งเป็นการนำ

วิธีการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัวมาใช้ในการพัฒนาระบบการเรียนรู้ในครั้ง นี้ ดังจะอธิบายให้ทราบถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

1.3 ตัวแบบการปรับตัว เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว ซึ่งประกอบไปด้วยสิ่งสำคัญ 2 ประการ คือ การนำเสนอแบบปรับตัว และการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว ปัญหาบางประการของสื่อหลายมิติแบบปรับตัว ดังที่ ปานจิตร์ หลงประดิษฐ์ (Longpradit et al., 2007 : 201) ได้กล่าวไว้ว่า ระบบจะมีการปรับตัวโดยที่ผู้ใช้ไม่สามารถควบคุมได้ และผู้ใช้อาจไม่เข้าใจเหตุผลว่า เพราะเหตุใดระบบจึงนำเสนอสารสนเทศ และระบบการนำทางแบบนั้นออกมา อาจทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนและต้องการปรับเปลี่ยนการนำเสนอสารสนเทศบางอย่างได้ตามที่ต้องการ ซอฟต์แวร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้ง นี้จึงได้ออกแบบเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยได้ปรับเพิ่มตัวแบบเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนความเป็นส่วนตัว (Personalisation Model) เข้าไปในตัวแบบเชิงแนวคิดของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อีก 3 ตัวแบบ คือ ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้ (Knowledge Configuration Model) ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style Model) และตัวแบบการนำเสนอสารสนเทศตามรูปแบบส่วนตัว (My Personalised Model) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวสามารถอธิบายถึงรายละเอียดได้ดังนี้

1.3.1 การนำเสนอแบบปรับตัว

เป็นการนำเสนอเนื้อหาตามระดับความรู้ของผู้เรียน โดยระบบจะนำผลการสอบก่อนเรียนของผู้เรียนแต่ละคนไปวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาถึงคะแนนที่ได้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และจัดกลุ่มผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้เกณฑ์คะแนนเป็นร้อยละ ดังนี้

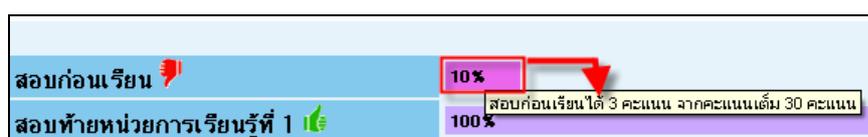
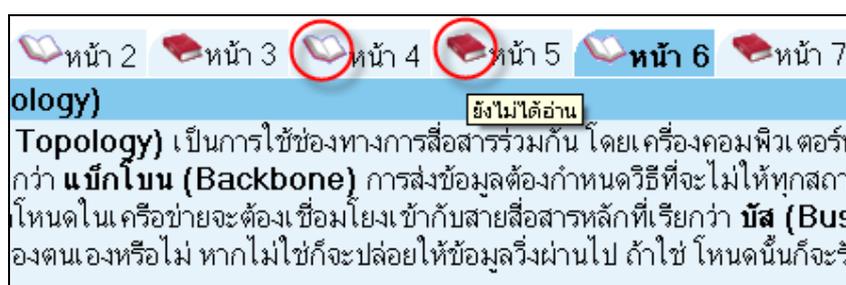
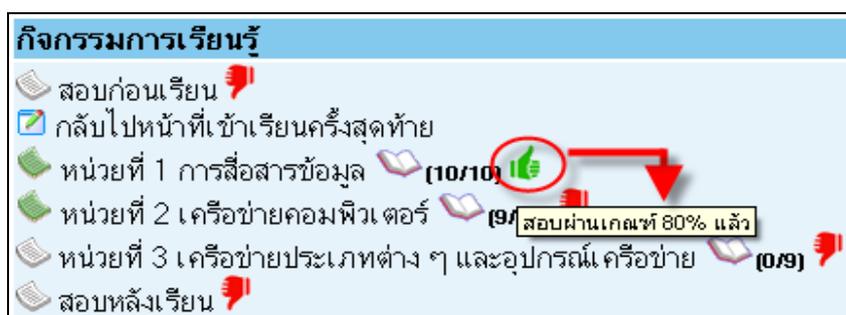
80-100 เปอร์เซนต์	จัดอยู่ในกลุ่มเก่ง
50-79 เปอร์เซนต์	จัดอยู่ในกลุ่มปานกลาง
0-49 เปอร์เซนต์	จัดอยู่ในกลุ่มพื้นฐาน

จากนั้นนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน หากผู้เรียนสามารถเรียนรู้และสอบในแต่ละหน่วยย่อยได้คะแนนสูงขึ้น ระบบจะปรับเปลี่ยนกลุ่มผู้เรียนใหม่ และนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามกลุ่มดังกล่าว ทำให้ผู้เรียนอาจเห็นเนื้อหาที่เปลี่ยนไปตามระดับการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปของผู้เรียนแต่ละคน

1.3.2 การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว

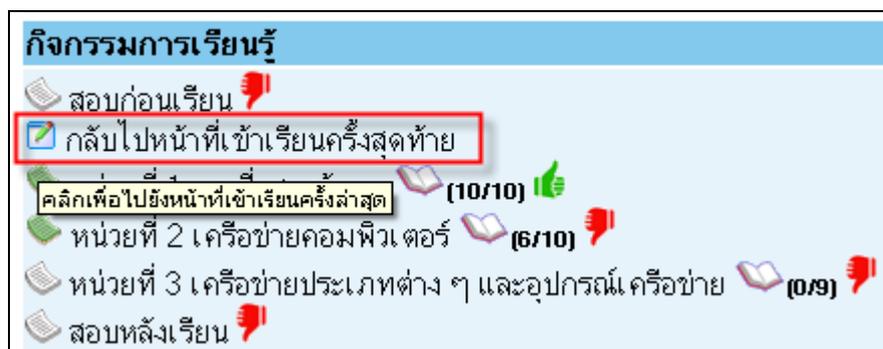
เป็นการสนับสนุนการเชื่อมโยงเนื้อหาแต่ละหน้า หรือเป็นการเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ตามตัวแบบการสอนที่กำหนด เพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ป้องกันการหลงทางหรือเกิดความสับสนในการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยนำวิธีการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัวมาใช้ในการพัฒนาระบบ ดังนี้

1) แอน โนเตชัน เป็นวิธีการนำทางโดยให้คำอธิบาย เพื่อให้ผู้ใช้ทราบก่อนที่จะตัดสินใจเลือก อาจอยู่ในรูปแบบของข้อความที่ปรากฏขึ้นซึ่งมีความแตกต่างจากตัวอักษรในส่วนอื่น ๆ เมื่อนำเมาส์ไปยังจุดเชื่อมโยงนั้น หรืออาจใช้สัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมาย เช่น ใช้รูปมือสีเขียว ชูนิ้วหัวแม่มือขึ้น เพื่อแสดงถึงการสอบผ่านเกณฑ์ในหน่วยต่าง ๆ และใช้รูปมือสีแดงชูนิ้วหัวแม่มือลงแสดงถึงการยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด หรือใช้สัญลักษณ์หนังสือเปิด-ปิด เพื่อแสดงถึงสถานะการเข้าอ่านเนื้อหาในหน้าต่าง ๆ ดังภาพต่อไปนี้



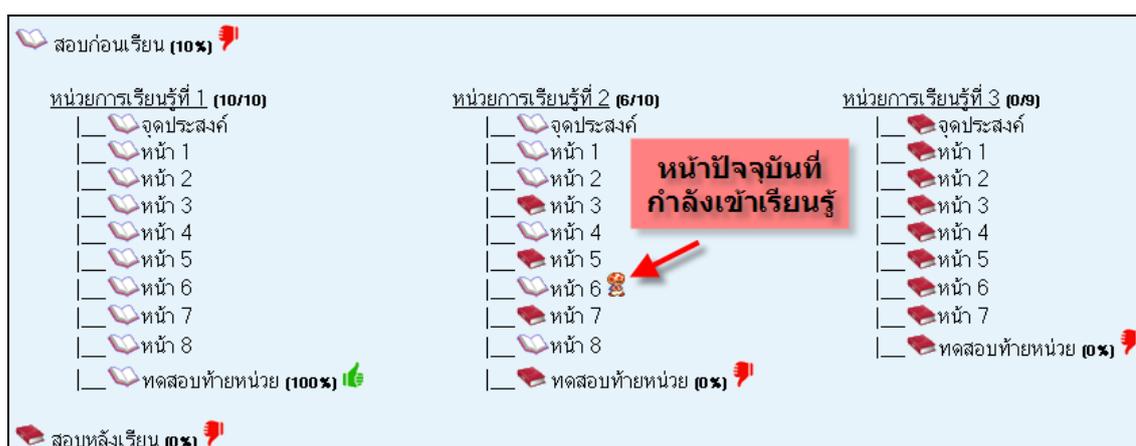
ภาพที่ 4-6 การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัวโดยใช้วิธีแอน โนเตชัน

2) ไคเร็กไคด์แดนซ์ เป็นการวิธีการนำเสนอเส้นทางที่เหมาะสมให้กับผู้เรียน เช่น มีสัญลักษณ์ให้คลิกเพื่อย้อนกลับไปหน้าที่ผ่านมา หน้าต่อไป เลือกกลับไปยังหน้าที่เคยเรียนครั้งสุดท้าย หรือทำให้รายการคำสั่งใดคลิกเลือกได้หรือไม่ได้ตามเงื่อนไขการใช้งานในขณะนั้น เช่น เคยสอบก่อนเรียนแล้ว จะไม่สามารถสอบก่อนเรียนได้อีก หรือหากเข้าระบบโดยยังไม่สอบก่อนเรียน ก็จะยังไม่สามารถเข้าเรียนรู้ในหน่วยใด ๆ ได้ ต้องสอบก่อนเรียนก่อน เป็นต้น



ภาพที่ 4-7 การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัวโดยใช้วิธีไคเร็กไคด์แดนซ์

3) แมพฟิ่ง เป็นวิธีการนำทางโดยใช้แผนที่ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นภาพรวมของโครงสร้างภายในทั้งหมดของหน่วยการเรียนรู้ เพื่อแสดงสถานะการเข้าอ่านเนื้อหาในแต่ละหน้า ตลอดจนสถานะการสอบในหน่วยต่าง ๆ โดยบูรณาการวิธีการนำทางแบบต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เข้ามาใช้งานร่วมด้วย เพื่อให้การนำทางมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น ใช้วิธีการนำทางแบบแอนโนเตชัน เป็นสัญลักษณ์หนังสือเปิด-ปิด เพื่อแสดงถึงสถานะการเข้าอ่านเนื้อหาแต่ละหน้า หรือสามารถคลิกที่สัญลักษณ์รูปตลับคีย์ที่กำลังเดินอยู่ท้ายหมายเลขหน้า เพื่อกลับไปยังตำแหน่งหน้าปัจจุบันที่ผู้เรียนกำลังเรียนรู้อยู่ได้ทันที ดังแสดงในภาพที่ 4-8



ภาพที่ 4-8 การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัวโดยใช้วิธีแมพฟิ่ง

1.3.3 การปรับเปลี่ยนความเป็นส่วนตัว

จากปัญหาของระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวที่ผู้เรียนไม่ทราบว่าเหตุใดระบบจึงนำเสนอสารสนเทศแบบนั้นให้กับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งผู้เรียนอาจจะต้องการปรับเปลี่ยนการนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้ หรือตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ตนเองชอบได้ ผู้วิจัยจึงได้เพิ่มตัวแบบเพื่อการปรับเปลี่ยนความเป็นส่วนตัวเข้าไปอีก 3 ตัวแบบ ดังนี้

1) ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้

เป็นเครื่องมือเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนระดับการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้ระบบนำเสนอเนื้อหาตามที่คุณเรียนแต่ละคนต้องการ โดยระดับการเรียนรู้มี 3 ระดับ ดังแสดงในภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4-9 การปรับเปลี่ยนการนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้

2) ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้

เป็นเครื่องมือเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนการนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนแต่ละคนต้องการได้ โดยมีรูปแบบการเรียนรู้ 3 รูปแบบ ดังนี้



ภาพที่ 4-10 การปรับเปลี่ยนการนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้

2.1) การเรียนรู้ด้วยการอ่านเนื้อหา เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะได้เห็นเนื้อหาตามปกติ โดยผู้เรียนใช้วิธีการอ่านเพื่อศึกษาเนื้อหา อาจมีรูปภาพประกอบบ้างเพียงบางส่วน ดังตัวอย่างในภาพที่ 4-2 , 4-3 และ 4-4 ที่ผ่านมา โดยแสดงให้เห็นถึงการนำเสนอเนื้อหา เรื่องสื่อหรือตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล ของผู้เรียนที่ชอบการเรียนรู้ด้วยการอ่านเนื้อหา ทั้ง 3 กลุ่มดังกล่าว

2.2) การเรียนรู้ด้วยรูปภาพ เป็นการเรียนรู้จากภาพประกอบเนื้อหา เพื่ออธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น โดยมีหลักการที่นำมาใช้ 4 รูปแบบ คือ

2.2.1) การเพิ่มจำนวนภาพ เป็นการเพิ่มจำนวนรูปภาพในการนำเสนอให้มากขึ้น ตามความสนใจของผู้เรียน สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของการนำเสนอได้ดังภาพที่ 4-11 และ 4-12

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสื่อสารข้อมูล

ปรับระดับการเรียนรู้

เก่ง

ปานกลาง

พื้นฐาน

ตกลง



นายสุรารัตน์ จำปาทิพย์

ขนาดตัวอักษร | สีการแสดงผล | ภาพพื้นหลัง | ใช้ค่าเริ่มต้น

ปรับรูปแบบการเรียนรู้

ชอบอ่าน เนื้อหา

ชอบรูปภาพ

ชอบฟัง เสียง

ตกลง

จุดประสงค์
หน้า 1
หน้า 2
หน้า 3
หน้า 4
หน้า 5
หน้า 6
หน้า 7
หน้า 8
ทดสอบท้ายหน่วย

รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล ของการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม สามารถแบ่งตามรูปแบบการรับ-ส่ง ข้อมูลได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

1. **แบบสื่อสารทางเดียว (Simplex)** มีลักษณะการส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับในทิศทางเดียว เช่น การกระจายเสียงจากสถานีวิทยุ หรือการแพร่ภาพทางโทรทัศน์ เป็นต้น
2. **แบบสื่อสารสองทางครึ่งอัตรา (Half Duplex)** มีลักษณะการส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับในสองทิศทางสลับกัน จะส่งข้อมูลพร้อมกันไม่ได้ เช่น วิทยุสื่อสารของตำรวจ เป็นต้น
3. **แบบสื่อสารสองทางเต็มอัตรา (Full Duplex)** มีลักษณะการส่งข้อมูลในสองทิศทางพร้อมกัน คือ สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน เช่น การใช้โทรศัพท์บ้าน หรือโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น



การสื่อสารแบบทางเดียว



การสื่อสารแบบสองทางครึ่งอัตรา



การสื่อสารแบบสองทางเต็มอัตรา

←
🏠
→

ภาพที่ 4-11 การนำเสนอสำหรับผู้เรียนระดับการเรียนรู้กลุ่มพื้นฐานที่ชอบอ่านเนื้อหา

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสื่อสารข้อมูล

ปรับระดับการเรียนรู้

เก่ง

ปานกลาง

พื้นฐาน

ตกลง



นายสุรารัตน์ จำปาทิพย์

ขนาดตัวอักษร | สีการแสดงผล | ภาพพื้นหลัง | ใช้ค่าเริ่มต้น

ปรับรูปแบบการเรียนรู้

ขอบอ่าน เนื้อหา

ขอบรูปภาพ

ขอบฟังเสียง

ตกลง

จุดประสงค์ หน้า 1 หน้า 2 หน้า 3 หน้า 4 หน้า 5 หน้า 6 **หน้า 7** หน้า 8 ทดสอบท้ายหน่วย

รูปแบบการรับ-ส่งข้อมูล ของการถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม สามารถแบ่งตามรูปแบบการรับ-ส่ง ข้อมูลได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

- 1. แบบสื่อสารทางเดียว (Simplex)** มีลักษณะการส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับในทิศทางเดียว เช่น การกระจายเสียงจากสถานีวิทยุ หรือการแพร่ภาพทางโทรทัศน์ เป็นต้น
- 2. แบบสื่อสารสองทางครึ่งอัตรา (Half Duplex)** มีลักษณะการส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับในสองทิศทางสลับกัน จะส่งข้อมูลพร้อมกันไม่ได้ เช่น วิทยุสื่อสารของตำรวจ เป็นต้น
- 3. แบบสื่อสารสองทางเต็มอัตรา (Full Duplex)** มีลักษณะการส่งข้อมูลในสองทิศทางพร้อมกัน คือ สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมกันในเวลาเดียวกัน เช่น การใช้โทรศัพท์บ้าน หรือโทรศัพท์มือถือ เป็นต้น



การสื่อสารแบบทางเดียว



การสื่อสารแบบสองทางครึ่งอัตรา



การสื่อสารแบบสองทางเต็มอัตรา

ภาพที่ 4-12 การนำเสนอสำหรับผู้เรียนระดับการเรียนรู้กลุ่มพื้นฐานที่ขอบรูปภาพ

2.2.2) การแสดงภาพขยาย เป็นการขยายภาพเมื่อผู้เรียนนำมาสไล์ไปชี้ยังภาพต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงรายละเอียดของภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 4-13

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการสื่อสารข้อมูล

ปรับระดับการเรียนรู้

เก่ง

ปานกลาง

พื้นฐาน

ตกลง



นายสุรารัตน์ จำปาทิพย์

ขนาดตัวอักษร | สีการแสดงผล | ภาพพื้นหลัง | ใช้ค่าเริ่มต้น

ปรับรูปแบบการเรียนรู้

ขอบอ่าน เนื้อหา

ขอบรูปภาพ

ขอบฟังเสียง

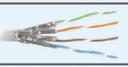
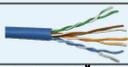
ตกลง

จุดประสงค์ หน้า 1 หน้า 2 หน้า 3 **หน้า 4** หน้า 5 หน้า 6 หน้า 7 หน้า 8 ทดสอบท้ายหน่วย

สื่อหรือตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล (Media)

1. สื่อกลางประเภทมีสาย

- 1.1) **สายคู่ตีเกลียว (Twisted Pair cable : TP)** ประกอบด้วยลวดทองแดงที่หุ้มฉนวนพลาสติก 2 เส้น พันบิดเกลียว เพื่อลดการรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งสัญญาณได้ไม่เกิน 100 เมตร ใช้กับ **RJ-45** แบ่งออกได้ 2 ประเภท ดังนี้

 <p>สายคู่ตีเกลียวชนิดหุ้มฉนวน (Shielded Twisted Pair : STP)</p>	 <p>สายคู่ตีเกลียวชนิดไม่หุ้มฉนวน (Unshielded Twisted Pair : UTP)</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

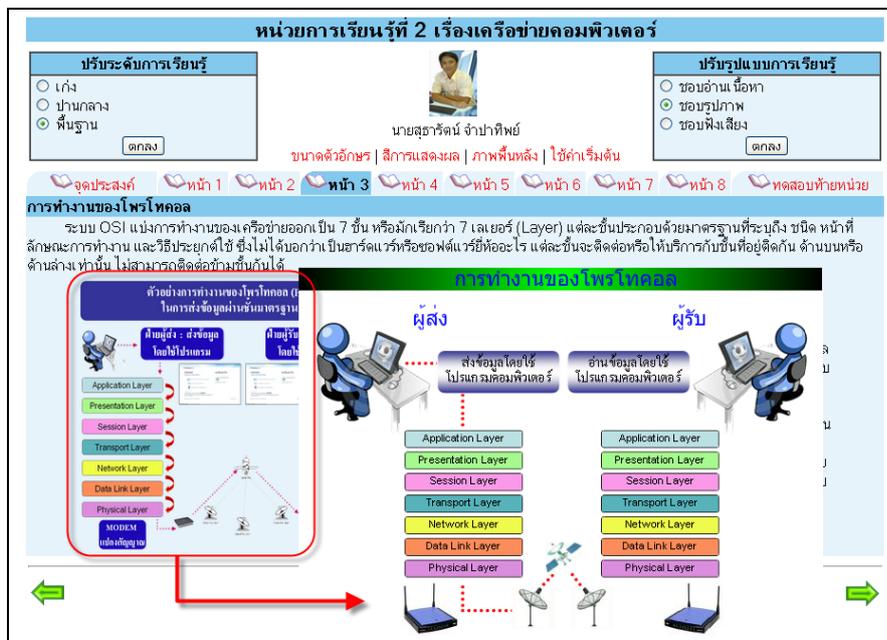
- 1.2) **สายโคแอกเชียล (Coaxial cable)** ประกอบด้วยสายทองแดง เพียงเส้นเดียว เป็นแกนกลาง หุ้มด้วยฉนวนพลาสติกใช้กับ **BNC**
- 1.3) **สายใยแก้วนำแสง (Fiber optic cable)** ประกอบด้วยเส้นใยแก้วนำแสงที่สามารถส่งข้อมูลจำนวนมากด้วยความเร็วสูงเป็นระยะทางไกล




สายโคแอกเชียล

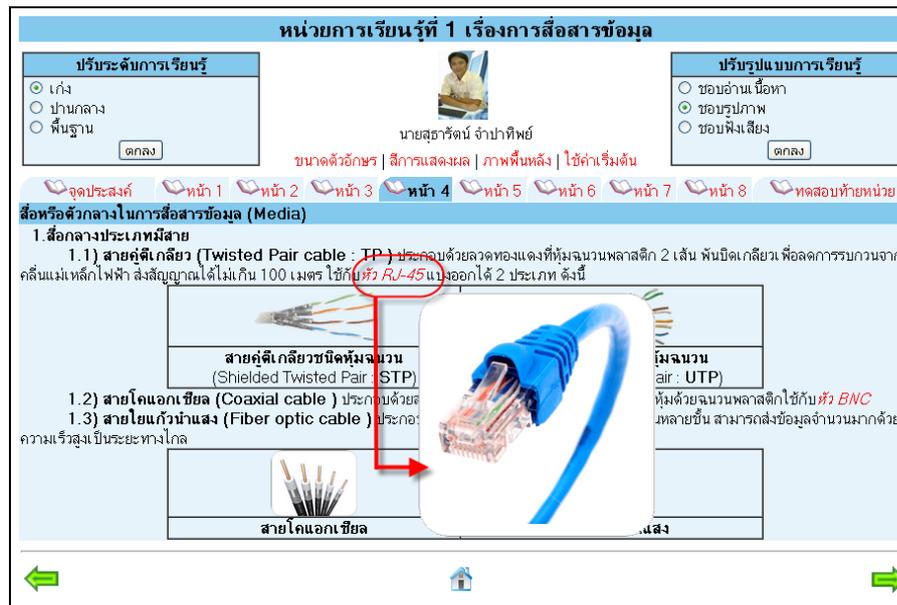
ภาพที่ 4-13 การแสดงภาพขยาย

2.2.3) การแสดงภาพเคลื่อนไหว เป็นการแสดงภาพเคลื่อนไหว เมื่อผู้เรียนนำเมาส์ไปชี้ยังภาพ เพื่อแสดงขั้นตอนหรือทิศทางในการทำงานของภาพนั้น เป็นการอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ดังตัวอย่างในภาพที่ 4-14



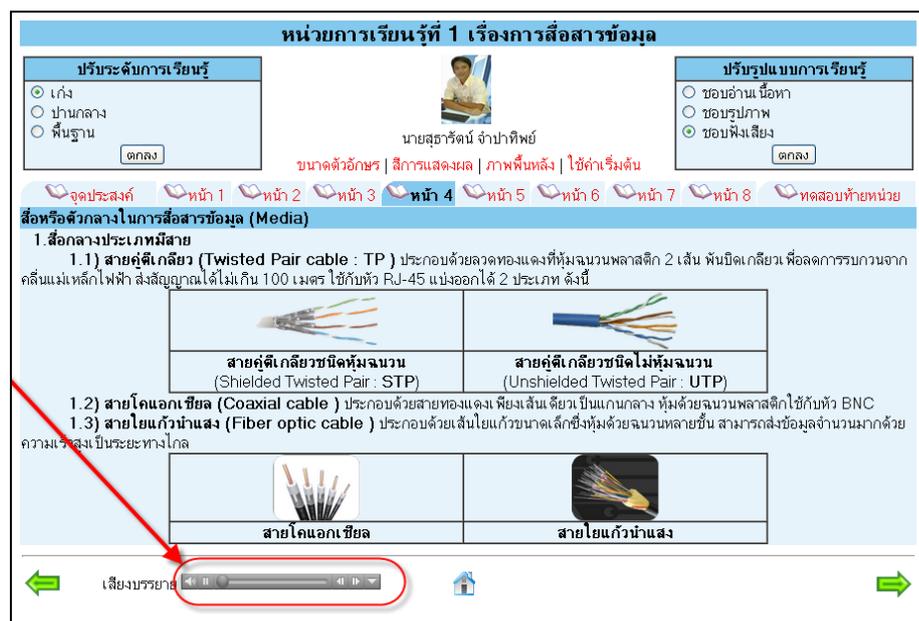
ภาพที่ 4-14 การแสดงภาพเคลื่อนไหว

2.2.4) การแสดงภาพประกอบข้อความ เป็นการแสดงภาพ เมื่อผู้เรียนนำเมาส์ไปชี้ที่ข้อความในเนื้อหา ซึ่งมีลักษณะต่างจากข้อความทั่วไป โดยจะมีลักษณะเหมือนกับข้อความที่เป็นจุดเชื่อมโยง เพื่อประกอบการอธิบายเนื้อหา ดังตัวอย่างในภาพที่ 4-15



ภาพที่ 4-15 การแสดงภาพประกอบข้อความ

2.3) การเรียนรู้จากการฟังเสียง เป็นการเรียนรู้จากการฟังเสียงบรรยายเนื้อหา โดยผู้เรียนสามารถควบคุมเสียงได้จากเครื่องมือต่าง ๆ ได้แก่ ปุ่มเปิด-ปิดเสียง ปุ่มหยุดชั่วคราว ปุ่มไปตำแหน่งเริ่มต้นหรือสิ้นสุดการแสดงผลเสียง และปุ่มเพิ่ม-ลดความดังของเสียง ดังภาพที่ 4-16



ภาพที่ 4-16 การเรียนรู้ด้วยการฟังเสียง

3) ตัวแบบการนำเสนอสารสนเทศตามรูปแบบส่วนตัว

เป็นเครื่องมือสำหรับให้ผู้เรียนแต่ละคน สามารถปรับเปลี่ยนการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบบนจอภาพ ได้ตามความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนสิ่งต่าง ๆ บนจอภาพได้ เช่น ข้อมูลส่วนตัว การแสดงผลขนาดตัวอักษรบนจอภาพ หรือสีขององค์ประกอบต่าง ๆ บนจอภาพ เช่น สีตัวอักษร สีของจุดเชื่อมโยง สีพื้นหลังหน้าเว็บเป็นตลอดจนสามารถปรับเปลี่ยนภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจได้ตามความต้องการ หากต้องการปรับเปลี่ยนการแสดงผลให้เป็นเหมือนเมื่อครั้งแรกเข้าสู่ระบบ ก็สามารถคลิกที่รายการใช้ค่าเริ่มต้นได้ ดังแสดงรายละเอียดจุดเชื่อมโยงซึ่งเป็นรายการคำสั่ง เพื่อการปรับเปลี่ยนการนำเสนอสารสนเทศตามรูปแบบส่วนตัวได้ดังนี้



ภาพที่ 4-17 ตำแหน่งรายการเมนูในการปรับเปลี่ยนการนำเสนอสารสนเทศตามรูปแบบส่วนตัว

3.1) การเปลี่ยนขนาดตัวอักษร เป็นการกำหนดขนาดตัวอักษรเพื่อการนำเสนอของผู้เรียนแต่ละคน โดยมีองค์ประกอบของตัวอักษร 2 ส่วนสำคัญ คือ ตัวอักษรที่เป็นเนื้อหา และตัวอักษรที่เป็นหัวข้อ และมีขนาดตัวอักษรให้เลือก 7 ขนาดดังนี้

แก้ไขขนาดตัวอักษรในการแสดงผล	
กำหนดขนาดเนื้อหา <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> เนื้อหาขนาดเล็กมาก <input type="radio"/> เนื้อหาขนาดเล็ก <input checked="" type="radio"/> เนื้อหาขนาดปกติ <input type="radio"/> เนื้อหาขนาดกลาง <input type="radio"/> เนื้อหาขนาดค่อนข้างใหญ่ <input type="radio"/> เนื้อหาขนาดใหญ่ <input type="radio"/> เนื้อหาขนาดใหญ่มาก 	กำหนดขนาดหัวข้อ <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> หัวข้อขนาดเล็กมาก <input type="radio"/> หัวข้อขนาดเล็ก <input checked="" type="radio"/> หัวข้อขนาดปกติ <input type="radio"/> หัวข้อขนาดกลาง <input type="radio"/> หัวข้อขนาดค่อนข้างใหญ่ <input type="radio"/> หัวข้อขนาดใหญ่ <input type="radio"/> หัวข้อขนาดใหญ่มาก
<input type="button" value="ตกลง"/> <input type="button" value="กลับหน้าหลัก"/>	

ภาพที่ 4-18 การเปลี่ยนขนาดตัวอักษร

3.2) การเปลี่ยนสีองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อการแสดงผลบนจอภาพ เป็นการกำหนดสีของตัวอักษร เนื้อ สีพื้นหลังเนื้อหา สีหัวข้อ สีพื้นหลังหัวข้อ สีข้อความที่เป็นจุดเชื่อมโยง สีข้อความที่เป็นจุดเชื่อมโยงเมื่อนำเมาส์ไปชี้ สีพื้นหลังจุดเชื่อมโยงเมื่อนำเมาส์ไปชี้ และสีพื้นหลังหน้าเว็บเพจ ดังแสดงในภาพที่ 4-19

แก้ไขสีในการแสดงผล			
สีตัวอักษร เนื้อหา <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> 	สีพื้นหลัง เนื้อหา <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> สีโปร่งใส <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> 	สีหัวข้อ <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> 	สีพื้นหลังหัวข้อ <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> สีโปร่งใส <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
สีข้อความที่เป็นลิงค์ <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> ขีดเส้นใต้ข้อความ <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> 	สีข้อความลิงค์เมื่อชี้เมาส์ <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> ขีดเส้นใต้ข้อความ <input type="radio"/> 	สีพื้นหลังลิงค์เมื่อชี้เมาส์ <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> สีโปร่งใส <input type="radio"/> 	สีพื้นหลังหน้าเว็บเพจ <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>
<input type="button" value="ตกลง"/> <input type="button" value="กลับหน้าหลัก"/>			

ภาพที่ 4-19 การเปลี่ยนสีองค์ประกอบต่าง ๆ บนจอภาพ

3.3) การเปลี่ยนภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจ เป็นการกำหนดรูปภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจ ตามที่ผู้เรียนต้องการ โดยมีภาพให้เลือก 29 ภาพ โดยรายการแรกเป็นการยกเลิกภาพพื้นหลัง และให้ใช้สีพื้นหลังหน้าเว็บเพจที่ผู้เรียนเลือกไว้แทน ดังภาพที่ 4-20



ภาพที่ 4-20 การเปลี่ยนภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจ

1.4 ตัวแบบผู้ใช้ เป็นส่วนที่เกี่ยวกับข้อมูลผู้เรียนแต่ละคน โดยระบบจะบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ชื่อ-สกุล รหัสผ่าน ลี ขนาดตัวอักษร สีพื้นหลัง ลีจุดเชื่อมโยง ภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจ ระดับการเรียนรู้ สถานะการเข้าอ่านหน้าต่าง ๆ ตลอดจนรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน มาใช้ประกอบการนำเสนอ โดยผู้ใช้ต้องลงทะเบียนเข้าสู่ระบบ เพื่อนำข้อมูลต่าง ๆ ของตนเองในฐานะข้อมูลมานำเสนอสารสนเทศให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนต่อไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การแสดงผลของเนื้อหาเรื่องเดียวกัน ผู้เรียนแต่ละคนอาจเห็นองค์ประกอบต่าง ๆ บนจอภาพที่แตกต่างกันไป เช่น ลี ตัวอักษร ขนาดตัวอักษรต่างกัน หรือมีภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการปรับแต่งองค์ประกอบเหล่านั้นของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งเป็นผลมาจากตัวแบบการปรับเปลี่ยนความเป็นส่วนตัว ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถแสดงตำแหน่งการลงชื่อเข้าสู่ระบบในหน้าจอหลักได้ดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4-21 หน้าจอหลักเพื่อลงชื่อเข้าสู่ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว

โดยสรุปแล้วจะเห็นได้ว่าผลจากการพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวดังกล่าว มีระบบการปรับตัว 2 ตัวแบบหลัก คือ

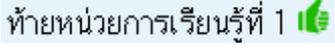
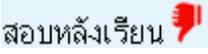
1) ตัวแบบการปรับตัว (Adaptation Model) ประกอบไปด้วย การนำเสนอแบบปรับตัว (Adaptive Presentation) และการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว (Adaptive Navigation Support) ซึ่งเป็นหลักการปรับตัวแบบอัตโนมัติของระบบสื่อหลายมิติแบบปรับตัว โดยที่ผู้ใช้ไม่สามารถควบคุมหรือเปลี่ยนแปลงได้ การวิจัยในครั้งนี้จึงได้แก้ปัญหานี้โดยเพิ่มตัวแบบการปรับเปลี่ยนความเป็นส่วนตัวเข้าไปในซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น สามารถสรุปได้ดังข้อต่อไปนี่

2) ตัวแบบการปรับเปลี่ยนความเป็นส่วนตัว (Personalisation Model) ประกอบไปด้วย ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้ (Knowledge Configuration Model) ตัวแบบการนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style Model) และตัวแบบการนำเสนอสารสนเทศตามรูปแบบส่วนตัว (My Personalised Model) ซึ่งเป็นการปรับตัวโดยผู้ใช้งาน เป็นผู้ปรับเปลี่ยนตามความต้องการของตนเอง มีอิสระในการใช้งานระบบการเรียนรู้ดังกล่าวมากยิ่งขึ้น สามารถสรุปภาพรวมของการนำตัวแบบการปรับตัวไปใช้เพื่อการพัฒนาการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้ดังนี้

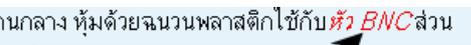
ตารางที่ 4-1 การสรุปผลการนำตัวแบบการปรับตัวมาใช้ในการพัฒนาระบบ

ที่	การปรับตัว	วิธีการที่นำมาใช้	ผลการนำไปใช้
1	การนำเสนอแบบปรับตัว	คอนดิชันแนลเท็กซ์	<p>1.1 สามารถนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้ ซึ่งมี 3 ระดับ คือ เก่ง ปานกลาง และพื้นฐาน</p> <p>1.2 สามารถนำเสนอเนื้อหาตามรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งมี 3 รูปแบบ คือ ชอบอ่านเนื้อหา ชอบรูปภาพ และชอบฟังเสียง</p> <p>1.3 สามารถจัดการเรียนรู้ตามตัวแบบการสอน เคลเลอร์แพลน เช่น ต้องสอบก่อนเรียน เรียนรู้แต่ละหน่วยย่อย สอบท้ายหน่วยย่อย หากสอบไม่ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์ ให้กลับไปเรียนรู้อีกในหน่วยเดิม และสอบให้ผ่านจึงสามารถไปเรียนรู้อีกในหน่วยต่อไปได้ เมื่อเรียนรู้ครบทุกหน่วยแล้ว จึงสามารถสอบหลังเรียนได้ ดังนี้</p> <div data-bbox="831 1189 1401 1406" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>กิจกรรมการเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none">  สอบก่อนเรียน   กลับไปหน้าที่เข้าเรียนครั้งสุดท้าย  หน่วยที่ 1 การสื่อสารข้อมูล  (10/10)   หน่วยที่ 2 เครือข่ายคอมพิวเตอร์  (10/10)   หน่วยที่ 3 เครือข่ายประเภทต่างๆ และอุปกรณ์เครือข่าย  (9/9)   สอบหลังเรียน  </div>
2	การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว	แอนโนเตชัน	<p>2.1 ใช้สัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมาย ดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none">  หมายถึง ไม่สามารถคลิกรายการนี้ได้  หมายถึง สามารถคลิกรายการนี้ได้  หมายถึง กลับไปหน้าที่เข้าเรียนครั้งสุดท้าย  หมายถึง ยังไม่ได้อ่านเนื้อหา หรือยังไม่ได้ทดสอบ  หมายถึง อ่านเนื้อหาหรือทดสอบแล้ว  หมายถึง สอบยังไม่ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์  หมายถึง สอบผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์แล้ว

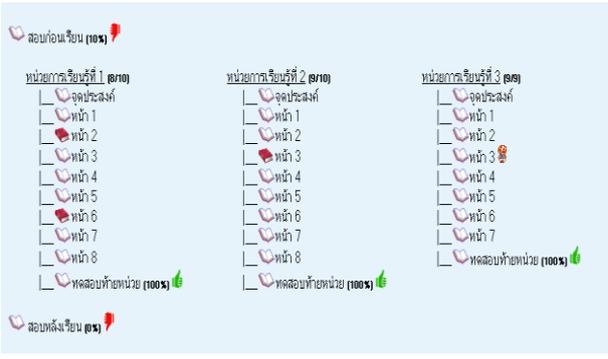
ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ที่	การปรับตัว	วิธีการที่นำมาใช้	ผลการนำไปใช้
2	การสนับสนุน การนำทางแบบ ปรับตัว	แอนโนเตชัน	 หมายถึง ย้อนกลับไปหน้าที่ผ่านมา  หมายถึง ไปหน้าต่อไป  หมายถึง ไปหน้าปัจจุบันที่เรียนค้างไว้  หมายถึง กลับหน้าหลัก  หมายถึง ออกจากระบบ 2.2 นำสัญลักษณ์มาใช้ร่วมกันเพื่อสื่อความหมาย เช่น  หมายถึง อ่านแล้ว 10 หน้า จากทั้งหมด 10 หน้า และสอบท้ายหน่วยผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์  หมายถึง อ่านแล้ว 7 หน้า จากทั้งหมด 10 หน้า และสอบท้ายหน่วยยังไม่ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์  ท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1  หมายถึง สอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์  สอบหลังเรียน  หมายถึง สอบหลังเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ 80 เปอร์เซนต์

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ที่	การปรับตัว	วิธีการที่นำมาใช้	ผลการนำไปใช้
2	การสนับสนุน การนำทางแบบ ปรับตัว	แอนโนเตชัน	<p>2.3 มีคำอธิบายเมื่อนำเมาส์ไปชี้ยังสัญรูป หรือจุดเชื่อมโยงต่าง ๆ เช่น</p>    <p>ภาพพื้นหลัง ใช้ค่าเริ่มต้น เปลี่ยนภาพพื้นหลังหน้าเว็บเพจ</p>     <p>2.4 มีภาพอธิบายข้อความเมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่ภาพ เช่น</p>  

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ที่	การปรับตัว	วิธีการที่นำมาใช้	ผลการพัฒนา
2	การสนับสนุน การนำทางแบบ ปรับตัว	ไคเร็กไคด์แดนซ์	<p>นำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน โดยคลิกที่สัญรูปหรือจุดเชื่อมโยงต่อไปนี่</p> 
		แมพฟัง	<p>นำเสนอแผนผังโครงสร้างการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน และสามารถคลิกกลับไปยังหน้าที่เข้าเรียนครั้งสุดท้ายได้ ดังนี้</p> 

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูล และเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การประเมินผลประสิทธิภาพระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ การประเมินด้านเนื้อหา และการประเมินด้านวิธีการผลิตสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษา และการประเมินด้านวิธีการผลิตสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษานั้น แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ การประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไป กับ การประเมินด้านการปรับตัวของระบบ สามารถสรุปผลการประเมินได้ดังนี้

2.1 การประเมินด้านเนื้อหา

เป็นการประเมินถึงโครงสร้างของเนื้อหาว่ามีความครอบคลุมและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือเนื้อหาที่มีความถูกต้องหรือไม่ โดยผลการประเมินเป็นดังนี้

ตารางที่ 4-2 การสรุปผลการประเมินด้านเนื้อหา

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
1	โครงสร้างของเนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.83	0.41
2	เนื้อหาถูกต้องและมีความทันสมัย	4.67	0.52
3	การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลำดับสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.83	0.41
4	การนำเสนอเนื้อหาเอื้อต่อการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน	4.83	0.41
5	ความยาวของเนื้อหาในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม	4.67	0.52
สรุป		4.77	0.41

จากตารางที่ 4-2 จะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านเนื้อหา ในประเด็นของโครงสร้างเนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลำดับสอดคล้องกับจุดประสงค์ และการนำเสนอเนื้อหาเอื้อต่อการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างผู้เรียนแต่ละคน อยู่ในระดับสูงสุดเป็นอันดับแรก ($\bar{X}=4.83$, $SD=0.41$) รองลงมาคือ ประเด็นเกี่ยวกับเนื้อหาถูกต้องและมีความทันสมัย ความยาวของเนื้อหาในแต่ละหน้ามีความเหมาะสม ($\bar{X}=4.67$, $SD=0.52$)

และในภาพรวมผู้เข้าร่วมมีความเห็นต่อการประเมินด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และมีความเห็นสอดคล้องกัน ($\bar{X}=4.77$, $SD=0.41$)

2.2 การประเมินด้านวิธีการผลิตสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษา

การประเมินในด้านนี้ ยังแบ่งออกเป็น 2 ส่วนย่อย คือ การประเมินด้านการนำเสนอ และการออกแบบโดยทั่วไป และการประเมินด้านการปรับตัวของระบบการเรียนรู้ ซึ่งผลการประเมินเป็นดังนี้

2.2.1 การประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบโดยทั่วไป

เป็นการประเมินเกี่ยวกับการออกแบบองค์ประกอบของจอภาพ สีการแสดงผล ขนาดและสีตัวอักษร ระบบปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ตลอดจนการใช้งานและการติดตั้งซอฟต์แวร์ โดยผลการประเมินเป็นดังนี้

ตารางที่ 4-3 การสรุปผลการประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไป

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
1	การออกแบบจอภาพ สีพื้นหน้าและสีพื้นหลังมีความเหมาะสม สวยงาม ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน	4.67	0.52
2	ขนาดและสีตัวอักษรอ่านง่าย	4.83	0.41
3	ภาพประกอบสื่อความหมายสอดคล้องกับเนื้อหา และขนาดของภาพมีความเหมาะสม	4.67	0.52
4	เสียงประกอบการนำเสนอเหมาะสมกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้	4.67	0.52
5	มีระบบการทดสอบความรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.83	0.41
6	จุดเชื่อมโยง (Link) ต่าง ๆ จัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม สะดวกต่อการใช้งาน	4.83	0.41
7	การเชื่อมโยงไปยังเนื้อหาแต่ละหน้า มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน	4.67	0.52
8	รายการคำสั่งและปุ่มคำสั่ง จัดวางได้อย่างคงเส้นคงวา และสื่อความหมายการใช้งานได้อย่างดี	4.83	0.41
9	มีระบบการปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ใช้งานง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้	4.67	0.52
10	การติดตั้งและการใช้งานซอฟต์แวร์ โดยภาพรวมมีความสะดวก	4.67	0.52
สรุป		4.73	0.42

จากตารางที่ 4-3 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไป ในประเด็นเกี่ยวกับขนาดและสีตัวอักษรอ่านง่าย มีระบบการทดสอบความรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง จุดเชื่อมโยง (Link) ต่าง ๆ จัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม สะดวกต่อการใช้งาน รายการคำสั่งและปุ่มคำสั่ง จัดวางได้อย่างคงเส้นคงวา และสื่อความหมายการใช้งานได้อย่างดี อยู่ในระดับสูงสุดเป็นอันดับแรก ($\bar{X}=4.83$, $SD=0.41$) และประเด็นอื่น ๆ ในอันดับรองลงมา ($\bar{X}=4.67$, $SD=0.52$) และในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านการนำเสนอและการออกแบบทั่วไป อยู่ในระดับดีมากและมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ($\bar{X}=4.73$, $SD=0.42$)

2.2.2 การประเมินด้านการปรับตัวของระบบการเรียนรู้

เป็นการประเมินเกี่ยวกับการนำหลักการของสื่อหลายมิติแบบปรับตัวมาใช้ เพื่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การนำเสนอแบบปรับตัว และการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว ผลการประเมินเป็นดังนี้

ตารางที่ 4-4 การสรุปผลการประเมินด้านการปรับตัวของระบบ (การนำเสนอแบบปรับตัว)

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
1	โครงสร้างเนื้อหาสามารถปรับเปลี่ยนตามระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้	4.67	0.52
2	ผู้เรียนสามารถปรับระดับความรู้เพื่อศึกษาเนื้อหาในแต่ละกลุ่มได้เอง	5.00	0.00
3	ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ ตามความชอบของตนเองได้ เช่น การเรียนรู้ด้วยการอ่านเนื้อหา การเรียนรู้ด้วยภาพ หรือการเรียนรู้ด้วยการฟังเสียง	5.00	0.00
4	รูปแบบการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ บนจอภาพ สามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้เรียนได้ เช่น ปรับขนาดและสีตัวอักษร หรือลักษณะขององค์ประกอบต่าง ๆ ของการแสดงผลบนจอภาพ	4.83	0.41
5	กระบวนการเรียนการสอนมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้	4.83	0.41
6	สัญลักษณ์ (Icon) ต่าง ๆ จัดวางได้อย่างคงเส้นคงวา สามารถปรับเปลี่ยนตามสถานะของผู้เรียนแต่ละคน และสื่อความหมายการใช้งานได้ดี	4.67	0.52

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
7	รายการคำสั่ง (Menu) ต่าง ๆ สื่อความหมายการใช้งานได้ดี	4.50	0.55
8	ผู้เรียนแต่ละคนสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลของตนเองหรือแก้ไขข้อมูลของตนเองได้โดยสะดวก	4.83	0.41
9	ให้ผลป้อนกลับที่ดี มีความหลากหลาย รวดเร็ว และเหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน เช่น แสดงผลการสอบทันทีเมื่อสอบเสร็จ หรือแสดงกราฟเพื่อเปรียบเทียบคะแนนการสอบต่าง ๆ	4.67	0.52
10	การลงชื่อเข้าใช้งาน เพื่อการบันทึกและการอ่านข้อมูลมานำเสนอให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนมีความสะดวก	4.83	0.41
สรุป		4.78	0.37

จากตารางที่ 4-4 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านการนำเสนอแบบปรับตัว ในประเด็นเกี่ยวกับผู้เรียนสามารถปรับระดับความรู้เพื่อศึกษาเนื้อหาในแต่ละกลุ่มได้เอง และผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ เพื่อการเรียนรู้ ตามความชอบของตนเองได้ อยู่ในระดับสูงสุดเป็นอันดับแรก ($\bar{X}=5.00$, $SD=0.00$) รองลงมา คือ รูปแบบการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ บนจอภาพ สามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้เรียนได้ กระบวนการเรียนการสอนมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ ผู้เรียนแต่ละคนสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลของตนเองหรือแก้ไขข้อมูลของตนเองได้โดยสะดวก และการลงชื่อเข้าใช้งาน เพื่อการบันทึกและการอ่านข้อมูลมานำเสนอให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนมีความสะดวก ($\bar{X}=4.83$, $SD=0.41$) ส่วนอันดับสุดท้ายคือ รายการคำสั่ง (Menu) ต่าง ๆ สื่อความหมายการใช้งานได้ดี ($\bar{X}=4.50$, $SD=0.55$) และในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านการนำเสนอแบบปรับตัว อยู่ในระดับดีมาก และมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ($\bar{X}=4.78$, $SD=0.37$)

ตารางที่ 4-5 การสรุปผลการประเมินด้านการปรับตัวของระบบ (การสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัว)

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD
1	การเข้าอ่านเนื้อหา มีให้เลือกทั้งแบบอ่านไปที่หน้าตามลำดับ และเลือกอ่านเฉพาะหน้าที่ต้องการได้ พร้อมทั้งมีสัญลักษณ์บอกสถานะการเข้าอ่านในแต่ละหน้าและเปลี่ยนไปตามผู้ใช้แต่ละคน	5.00	0.00
2	มีระบบการควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี เป็นไปตามความสามารถรายบุคคล เช่น การสอบก่อนเรียนทำได้ครั้งเดียว หรือต้องสอบผ่านเกณฑ์ 80 % ก่อนจึงสามารถเรียนในหน่วยถัดไปได้ เป็นต้น	5.00	0.00
3	มีคำอธิบายการใช้งานที่ดี เช่น เมื่อนำเมาส์ไปชี้ที่ สัญลักษณ์ หรือรายการคำสั่งต่าง ๆ จะมีคำอธิบายการใช้งานและปรับเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขการใช้งานของผู้เรียนแต่ละคน ทำให้ใช้งานได้อย่างสะดวก	4.83	0.41
4	มีแผนผังสรุปภาพรวมการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน ทำให้ทราบตำแหน่งปัจจุบัน หรือสถานะต่าง ๆ ของการเรียนรู้ได้	5.00	0.00
5	มีระบบการนำทางที่ดี สามารถปรับเปลี่ยนไปตามความแตกต่างของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ช่วยให้ผู้เรียนไม่หลงทาง	4.83	0.41
สรุป		4.93	0.20

จากตารางที่ 4-5 ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัวในประเด็นเกี่ยวกับการเข้าอ่านเนื้อหา มีให้เลือกทั้งแบบอ่านไปที่หน้าตามลำดับ และเลือกอ่านเฉพาะหน้าที่ต้องการได้ พร้อมทั้งมีสัญลักษณ์บอกสถานะการเข้าอ่านในแต่ละหน้าและเปลี่ยนไปตามผู้ใช้แต่ละคน มีระบบการควบคุมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดี เป็นไปตามความสามารถรายบุคคล และมีแผนผังสรุปภาพรวมการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน ทำให้ทราบตำแหน่งปัจจุบัน หรือสถานะต่าง ๆ ของการเรียนรู้ได้ อยู่ในระดับสูงเป็นอันดับแรก ($\bar{X}=5.00$, $SD=0.00$) และประเด็นอื่น ๆ อยู่ในอันดับรองลงมา ($\bar{X}=4.83$, $SD=0.41$) และในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อการประเมินด้านการสนับสนุนการนำทางแบบปรับตัวอยู่ในระดับดีมาก และมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน ($\bar{X}=4.93$, $SD=0.20$)

ตารางที่ 4-6 การสรุปความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเติม

ผู้เชี่ยวชาญคนที่	ความเห็นเพิ่มเติม
1	<p>เป็นเทคโนโลยีเว็บเพื่อการเรียนรู้ได้จริง มีชีวิต และสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง เป็นระบบงานที่สมบูรณ์ดีเยี่ยม</p> <p>ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาและออกแบบระบบในครั้งต่อไป</p> <ul style="list-style-type: none"> -อยากให้มีกรนำตัวแบบการเรียนการสอนอื่น ๆ มาบูรณาการเพิ่มเติม เช่น Problem-based Learning (PBL) หรือ Collaborative Learning เป็นต้น -นำรูปแบบของเกมมาบูรณาการกับการเรียนรู้สื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น AVATAR -เพิ่มเติมการตรวจสอบว่าผู้เรียนได้อ่าน (เรียนรู้) เนื้อหาในแต่ละหน้าได้จริงหรือไม่ -นำรูปแบบเครือข่ายสังคม (Social Network) มาบูรณาการร่วมกับการเรียนการสอน (Collaborative Learning and Social Networking) เพื่อการขยายเครือข่ายการเรียนรู้ หรือการแบ่งปันและใช้ทรัพยากรความรู้ร่วมกัน
2	<p>เป็นนวัตกรรมที่สร้างสรรค์ขึ้นมาอย่างดีมาก สามารถให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรายละเอียด และสามารถเลือกระดับของการเรียนได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถของผู้เรียนอย่างแท้จริง พร้อมทั้งมีรายละเอียดต่าง ๆ ของการเรียนได้อย่างดีมาก เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างดีมาก</p>
3	<p>เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ดี สามารถปรับตัวตามผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้ และผู้เรียนสามารถกำหนดรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาตามที่ตนเองต้องการ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจใฝ่รู้มากขึ้น จะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคลได้ดี</p>
4	<p>เป็นสื่อเทคโนโลยีเว็บที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล ผู้เรียนสามารถเลือก หรือกำหนดการแสดงผลตามความต้องการ สามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตน ผู้สอนสามารถติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียนได้โดยง่าย และสามารถตรวจสอบผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างสะดวก</p>
5	<p>เป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ดี เหมาะสมกับการเรียนรู้ด้วยตนเอง เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แทรกความทันสมัย ผู้เรียนสามารถกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ</p>

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ผู้เชี่ยวชาญคนที่	ความเห็นเพิ่มเติม
6	เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ดี สามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถควบคุมหรือกำหนดรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาได้เอง เป็น การกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เป็นเทคโนโลยีเว็บที่นำไปใช้ งานได้จริง มีระบบการประเมินตนเองที่ดี มีการสุ่มข้อสอบ ผู้เรียนสามารถทราบ ผลการเรียนรู้ได้ทันที เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคล

เมื่อนำระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและ เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินประสิทธิภาพแล้ว จะเห็นได้ว่า ระบบการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถนำไปสนับสนุนการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคล ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนา การเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

3. ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 1 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

หลังจากนำระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและ เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเก็บข้อมูลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและ หลังเรียน สามารถสรุปผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การทดสอบของ วิลค็อกชัน ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-7 ข้อมูลเพื่อการทดสอบของวิลค็อกชัน ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับ ที่ของ ผลต่าง	อันดับ ที่เป็น +	อันดับ ที่เป็น -
1	2	9	27	+18	+26.5	+26.5	
2	3	7	25	+18	+26.5	+26.5	
3	4	11	25	+14	+8.5	+8.5	
4	6	8	25	+17	+20	+20	

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับ ที่ของ ผลต่าง	อันดับ ที่เป็น +	อันดับ ที่เป็น -
5	7	9	30	+21	+37.5	+37.5	
6	8	13	30	+17	+20	+20	
7	10	9	30	+21	+37.5	+37.5	
8	11	10	29	+19	+31	+31	
9	12	10	30	+20	+34	+34	
10	13	10	24	+14	+8.5	+8.5	
11	15	9	30	+21	+37.5	+37.5	
12	16	8	24	+16	+16	+16	
13	17	9	18	+9	+1	+1	
14	18	12	30	+18	+26.5	+26.5	
15	19	12	29	+17	+20	+20	
16	21	8	26	+18	+26.5	+26.5	
17	22	10	20	+10	+2.5	+2.5	
18	23	7	29	+22	+40	+40	
19	24	11	23	+12	+5	+5	
20	26	7	24	+17	+20	+20	
21	28	10	20	+10	+2.5	+2.5	
22	29	8	27	+19	+31	+31	
23	30	12	26	+14	+8.5	+8.5	
24	31	11	26	+15	+13	+13	
25	32	10	25	+15	+13	+13	

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับ ที่ของ ผลต่าง	อันดับ ที่เป็น +	อันดับ ที่เป็น -
26	33	10	25	+15	+13	+13	
27	34	11	28	+17	+20	+20	
28	35	10	29	+19	+31	+31	
29	37	12	24	+12	+5	+5	
30	38	9	27	+18	+26.5	+26.5	
31	39	11	25	+14	+8.5	+8.5	
32	41	7	27	+20	+34	+34	
33	42	9	30	+21	+37.5	+37.5	
34	43	9	26	+17	+20	+20	
35	45	8	25	+17	+20	+20	
36	46	8	28	+20	+34	+34	
37	47	11	29	+18	+26.5	+26.5	
38	50	13	28	+15	+13	+13	
39	51	11	23	+12	+5	+5	
40	52	11	26	+15	+13	+13	
คะแนนเฉลี่ย		9.75	26.30	ผลรวมของอันดับที่			
คิดเป็นร้อยละ		32.50	87.67	ค่า T		T⁺=820	T⁻=0

นำข้อมูลจากตารางที่ 4-7 ไปทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียน
กับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$Z = \frac{T - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

เมื่อ T คือ ผลรวมของอันดับที่ ที่มีเครื่องหมายน้อยกว่า (T=0)
 N คือ จำนวนลำดับที่ ที่มีเครื่องหมายทั้งหมด (N=40)

แทนค่าในสูตรเพื่อหาค่า Z ได้ดังนี้

$$Z = \frac{0 - \frac{40(40+1)}{4}}{\sqrt{\frac{40(40+1)(2 \times 40 + 1)}{24}}}$$

$$Z = -5.51$$

จากตารางที่ 4-7 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.75 คิดเป็นร้อยละ 32.50 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 26.30 คิดเป็นร้อยละ 87.67 เมื่อนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดสอบความแตกต่าง โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน ผลการทดสอบพบว่าค่า Z ที่คำนวณได้เท่ากับ -5.51 มีค่าพื้นที่ใต้โค้งปกติ (P) เท่ากับ .000 (สุวิมล ติรกานันท์, 2553 : 283) น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\alpha/2$) สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 มีคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

เพื่อเป็นการยืนยันถึงผลการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ควบคู่กันไปกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 โดยใช้แบบแผนการวิจัยที่เหมือนกัน และเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 เพื่อนำไปสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4-8 ข้อมูลเพื่อการทดสอบของวิลค็อกซัน ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับ ที่ของ ผลต่าง	อันดับ ที่เป็น +	อันดับ ที่เป็น -
1	1	13	26	+13	+6.5	+6.5	
2	3	13	29	+16	+18.5	+18.5	
3	6	10	25	+15	+12	+12	
4	7	5	30	+25	+40	+40	
5	8	12	24	+12	+4.5	+4.5	
6	9	12	27	+15	+12	+12	
7	10	10	30	+20	+33.5	+33.5	
8	12	10	26	+16	+18.5	+18.5	
9	13	13	28	+15	+12	+12	
10	14	12	22	+10	+2	+2	
11	15	12	30	+18	+27	+27	
12	18	11	29	+18	+27	+27	
13	19	8	26	+18	+27	+27	
14	20	10	21	+11	+3	+3	
15	21	11	26	+15	+12	+12	
16	22	8	30	+22	+36.5	+36.5	
17	23	8	25	+17	+22.5	+22.5	
18	24	6	28	+22	+36.5	+36.5	
19	25	9	22	+13	+6.5	+6.5	
20	26	9	25	+16	+18.5	+18.5	
21	27	8	26	+18	+27	+27	
22	28	11	18	+7	+1	+1	
23	29	8	23	+15	+12	+12	
24	30	9	24	+15	+12	+12	

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ลำดับ	เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ผลต่าง	อันดับ ที่ของ ผลต่าง	อันดับ ที่เป็น +	อันดับ ที่เป็น -
25	32	10	27	+17	+22.5	+22.5	
26	33	9	27	+18	+27	+27	
27	34	8	27	+19	+31.5	+31.5	
28	35	11	30	+19	+31.5	+31.5	
29	36	10	25	+15	+12	+12	
30	37	8	30	+22	+36.5	+36.5	
31	38	11	25	+14	+8	+8	
32	40	6	28	+22	+36.5	+36.5	
33	42	8	28	+20	+33.5	+33.5	
34	43	7	30	+23	+39	+39	
35	44	8	26	+18	+27	+27	
36	45	12	30	+18	+27	+27	
37	47	10	26	+16	+18.5	+18.5	
38	48	10	26	+16	+18.5	+18.5	
39	49	9	25	+16	+18.5	+18.5	
40	50	7	19	+12	+4.5	+4.5	
คะแนนเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ		9.55 31.83	26.23 87.42	ผลรวมของอันดับที่ ค่า T		T⁺=820	T⁻=0

นำข้อมูลจากตารางที่ 4-8 ไปทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนเรียน
กับหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$Z = \frac{T - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

เมื่อ T คือ ผลรวมของอันดับที่ ที่มีเครื่องหมายน้อยกว่า (T=0)
 N คือ จำนวนลำดับที่ ที่มีเครื่องหมายทั้งหมด (N=40)

แทนค่าในสูตรเพื่อหาค่า Z ได้ดังนี้

$$Z = \frac{0 - \frac{40(40+1)}{4}}{\sqrt{\frac{40(40+1)((2 \times 40) + 1)}{24}}}$$

$$Z = -5.51$$

จากตารางที่ 4-8 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเท่ากับ 9.55 คิดเป็นร้อยละ 31.83 ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 26.23 คิดเป็นร้อยละ 87.42 เมื่อนำคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ไปทดสอบความแตกต่าง โดยใช้การทดสอบของวิลค็อกซัน ผลการทดสอบพบว่าค่า Z ที่คำนวณได้เท่ากับ -5.51 มีค่าพื้นที่ใต้โค้งปกติ (P) เท่ากับ .000 (สุวิมล ติरणันท์, 2553 : 283) น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ($\alpha / 2$) สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 มีคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เช่นเดียวกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ที่เรียนรู้ด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเหมือนกันทั้ง 2 กลุ่ม เพื่อเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นว่า ผู้เรียนต่างกลุ่มกันอาจมีพื้นฐานความรู้ที่ต่างกัน เมื่อเรียนรู้ด้วยระบบดังกล่าวแล้ว จะส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นต่างกันหรือไม่

ผู้วิจัยจึงได้นำคะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม ไปทดสอบความแตกต่างเพิ่มเติม โดยใช้การทดสอบของแมน-วิทนี (Mann-Whitney U-Test) ซึ่งเป็นการทดสอบแบบนอนพารามตริกที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งที่ใช้แทน t-test ได้ เมื่อข้อมูลที่วัดได้ไม่อยู่ในระดับอันตรภาค (Interval scale) หรืออัตราส่วน (Ratio scale) หรือเมื่อผู้ทดลองต้องการหลีกเลี่ยงข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบแบบพารามตริก ที่ว่าการกระจายของประชากรต้องเป็น โค้งปกติ และการวัดที่มีระดับไม่ถึงมาตราอันตรภาค อย่างไรก็ตามสามารถนำไปใช้กับข้อมูลที่อยู่ในระดับอันตรภาคได้ เช่น

คะแนนสอบ โดยนำคะแนนมาเรียงลำดับจากน้อย แล้วจัดอันดับตามขนาดที่เพิ่มขึ้น โดยให้คะแนนน้อยที่สุดเป็นอันดับหนึ่ง (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553 : 344-349) และสามารถนำไปใช้ได้ ถึงแม้ว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม จะมาจากประชากรกลุ่มเดียวกันหรือไม่ก็ตาม โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ข้อมูลต้องอยู่ในระดับมาตราเรียงลำดับ และเป็นอิสระสองกลุ่ม โดยไม่มีข้อตกลงเกี่ยวกับลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีขนาดใหญ่เกิน 20 ให้ใช้สูตรการคำนวณหาค่า Z ดังนี้ (วิเชียร เกตุสิงห์, 2522 : 116-120)

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

ค่า U สามารถใช้ U_1 หรือ U_2 ก็ได้ จะให้ค่า Z ที่เท่ากันต่างกันที่เครื่องหมาย แต่ควรใช้ค่า U ที่มากกว่าเพื่อหลีกเลี่ยงเครื่องหมายลบ โดยค่า U_1 และ U_2 คำนวณได้จากสูตรต่อไปนี้

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1 (n_1 + 1)}{2} - R_1$$

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2 (n_2 + 1)}{2} - R_2$$

- เมื่อ n_1 เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่มีน้อยกว่า (กลุ่มตัวอย่างที่ 1)
 n_2 เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่มีมากกว่า (กลุ่มตัวอย่างที่ 2)
 R_1 เป็นผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างที่มีน้อยกว่า (กลุ่มตัวอย่างที่ 1)
 R_2 เป็นผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างที่มีมากกว่า (กลุ่มตัวอย่างที่ 2)

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบไปด้วย

1) ตั้งสมมติฐาน

H_0 คือ คะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

H_1 คือ คะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่มแตกต่างกัน

2) กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ระดับ .05

3) นำคะแนนทั้งสองกลุ่มมาจัดลำดับจากน้อยไปหามาก โดยใช้หลักของ

การจัดลำดับ คือ ถ้าคะแนนเท่ากันให้เอาลำดับที่รวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย (ควรทำเครื่องหมายเพื่อระบุกลุ่มไว้ด้วยเพื่อความสะดวกในการแยกกลุ่มเพื่อรวมอันดับที่ในแต่ละกลุ่ม)

- 4) หาผลรวมของอันดับที่ในแต่ละกลุ่ม โดยที่ R_1 คือผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และ R_2 คือผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2
- 5) หาค่า U_1 และ U_2 จากสูตร
- 6) คำนวณหาค่า Z จากสูตร โดยนำค่า U ที่มากกว่าไปคำนวณ
- 7) เปิดตารางเพื่อดูค่า Z ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.96 (สุวิมล ติरणันท์, 2553 : 283) ถ้าค่า Z จากตารางน้อยกว่าค่าที่คำนวณได้ ก็ปฏิเสธสมมติฐาน H_0
- 8) สรุปผล โดยที่ถ้าค่า Z เปิดจากตารางคือ 1.96 น้อยกว่าค่า Z ที่คำนวณได้ หมายถึง คะแนนการสอบหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน แต่ถ้าค่า Z ที่เปิดจากตารางคือ 1.96 มากกว่าค่า Z ที่คำนวณได้ หมายถึง คะแนนการสอบหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน
- ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำคะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่ม มาใส่ตารางและจัดลำดับที่ของคะแนน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-9 คะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม เพื่อใช้การทดสอบของแมน-วิทนีย์

ลำดับที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่ 1	อันดับที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่ 2	อันดับที่
1	18	1.5	18	1.5
2	20	4.5	19	3
3	20	4.5	21	6
4	23	10	22	7.5
5	23	10	22	7.5
6	24	14.5	23	10
7	24	14.5	24	14.5
8	24	14.5	24	14.5
9	24	14.5	25	24
10	25	24	25	24
11	25	24	25	24
12	25	24	25	24
13	25	24	25	24

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่ 1	อันดับที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่ 2	อันดับที่
14	25	24	25	24
15	25	24	26	37
16	25	24	26	37
17	26	37	26	37
18	26	37	26	37
19	26	37	26	37
20	26	37	26	37
21	26	37	26	37
22	27	47.5	26	37
23	27	47.5	27	47.5
24	27	47.5	27	47.5
25	27	47.5	27	47.5
26	28	55	27	47.5
27	28	55	28	55
28	28	55	28	55
29	29	62	28	55
30	29	62	28	55
31	29	62	29	62
32	29	62	29	62
33	29	62	30	73
34	30	73	30	73
35	30	73	30	73

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่ 1	อันดับที่	คะแนนหลังเรียน กลุ่มที่ 2	อันดับที่
36	30	73	30	73
37	30	73	30	73
38	30	73	30	73
39	30	73	30	73
40	30	73	30	73
ผลรวมของอันดับที่ R_1		1617.50	ผลรวมของอันดับที่ R_2	1622.50

นำข้อมูลจากตารางที่ 4-9 ไปทดสอบความแตกต่าง ด้วยการทดสอบของแมน-วิทนีย์ โดยใช้สูตรเพื่อหาค่า Z ดังนี้

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}}$$

เมื่อ n_1 เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 1 ($n_1=40$)
 n_2 เป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างในกลุ่มที่ 2 ($n_2=40$)
 R_1 เป็นผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ($R_1=1617.50$)
 R_2 เป็นผลรวมของอันดับที่ในกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ($R_2=1622.50$)

หาค่า U และเลือกใช้ค่า U ที่มากกว่า โดยแทนค่าในสูตรเพื่อหาค่า U_1 และ U_2 ดังนี้

$$\begin{aligned} U_1 &= (40 \times 40) + \frac{40(40+1)}{2} - 1617.50 \\ &= 802.50 \end{aligned}$$

$$U_2 = (40 \times 40) + \frac{40(40+1)}{2} - 1622.50$$

$$= 797.50$$

เลือกใช้ค่า U_1 แทนค่าในสูตรเพื่อหาค่า Z ดังนี้

$$Z = \frac{802.50 - \frac{40 \times 40}{2}}{\sqrt{\frac{(40 \times 40)(40 + 40 + 1)}{12}}}$$

$$Z = 0.024$$

จากการทดสอบของแมน-วิตนีย์ เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ค่า Z จากตาราง ที่ระดับนัยสำคัญ .05 คือ 1.96 มากกว่า ค่า Z ที่คำนวณได้ คือ 0.024 นั้นหมายถึง คะแนนการทดสอบหลังเรียนของทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน สรุปได้ว่า ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในครั้งนี้ นอกจากจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแล้ว ยังสามารถนำไปใช้กับผู้เรียนต่างกลุ่ม ซึ่งอาจมีพื้นฐานความรู้ต่างกัน ได้ และจะส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการทดสอบสมมติฐานการวิจัยข้อ 2 ด้านการยอมรับของผู้ใช้

ผลการวิเคราะห์การยอมรับของผู้เรียน ที่เรียนด้วยระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ มีคำถามจำนวน 15 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การยอมรับไว้ที่ระดับ 4 ขึ้นไป หากผู้เรียนตอบแบบสอบถามข้อใดในระดับ 4-5 ถือว่ายอมรับ หากตอบแบบสอบถามในข้อใดอยู่ในระดับ 1-3 ถือว่าไม่ยอมรับในประเด็นการประเมินนั้น (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ฅ) สามารถสรุปจำนวนผู้เรียนที่ยอมรับและไม่ยอมรับในข้อคำถามแต่ละประเด็น ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-10 ตารางสรุปค่าไค-สแควร์ (χ^2) แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้แต่ละข้อ
ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1

ลำดับที่	ข้อที่	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	E_1	E_2	$\frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1}$	$\frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2}$	χ^2
1	1	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
2	2	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
3	5	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
4	15	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
5	4	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
6	7	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
7	10	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
8	12	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
9	6	32	8	20	20	7.20	7.20	14.40
10	9	32	8	20	20	7.20	7.20	14.40
11	13	32	8	20	20	7.20	7.20	14.40
12	3	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
13	11	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
14	8	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00
15	14	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00

จากตารางที่ 4-10 จะเห็นได้ว่า เมื่อนำความถี่ของการตอบแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 จำนวน 40 คน ทั้ง 15 ข้อไปทดสอบค่าไค-สแควร์ พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าไค-สแควร์จากตารางที่ $\alpha = .05$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.84 หมายถึง จำนวนผู้ที่ยอมรับกับไม่ยอมรับมีความแตกต่างกันในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งมีผู้ใช้ยอมรับจำนวนมากกว่าผู้ที่ไม่ยอมรับในประเด็นการประเมินทุกข้อ โดยยอมรับประเด็นการประเมินข้อที่ 1, 2, 5 และ 15 เป็นอันดับแรก ซึ่งเป็นประเด็นเกี่ยวกับการใช้เวลาเรียนรู้การทำงานของโปรแกรมได้อย่างรวดเร็ว การนำเสนอเนื้อหา มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง การนำเสนอเนื้อหาแต่ละหน้าเป็นไปอย่างรวดเร็ว และโดยภาพรวมแล้ว ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้งาน รองลงมา คือ ประเด็นการประเมินข้อที่ 4, 7, 10, และ 12 ส่วน

อันดับสุดท้าย คือ ประเด็นการประเมินข้อที่ 8 และ 14 สรุปได้ว่าโดยภาพรวมทั้งหมด ผู้เรียนยอมรับระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในระดับสูง สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

เพื่อเป็นการยืนยันถึงผลการทดลอง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลการตอบแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 40 คน มาทดสอบค่าไค-สแควร์ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4-11 ตารางสรุปค่าไค-สแควร์ (χ^2) แบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้แต่ละข้อของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2

ลำดับที่	ข้อที่	ยอมรับ	ไม่ยอมรับ	E_1	E_2	$\frac{(O_1 - E_1)^2}{E_1}$	$\frac{(O_2 - E_2)^2}{E_2}$	χ^2
1	15	34	6	20	20	9.80	9.80	19.60
2	4	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
3	6	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
4	10	33	7	20	20	8.45	8.45	16.90
5	7	32	8	20	20	7.20	7.20	14.40
6	1	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
7	8	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
8	12	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
9	13	31	9	20	20	6.05	6.05	12.10
10	2	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00
11	3	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00
12	11	30	10	20	20	5.00	5.00	10.00
13	5	29	11	20	20	4.05	4.05	8.10
14	9	29	11	20	20	4.05	4.05	8.10
15	14	29	11	20	20	4.05	4.05	8.10

จากตารางที่ 4-11 จะเห็นได้ว่า เมื่อนำความถี่ของการตอบแบบสอบถามการยอมรับของผู้ใช้ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 2 จำนวน 40 คน ทั้ง 15 ข้อ ไปทดสอบค่าไค-สแควร์ พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าไค-สแควร์จากตารางที่ $\alpha = .05$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.84 หมายถึง จำนวนผู้ที่ยอมรับกับไม่ยอมรับ

มีความแตกต่างกันในแต่ละข้อคำถาม ซึ่งมีผู้ใช้ยอมรับจำนวนมากว่าผู้ที่ไม่ยอมรับในประเด็น การประเมินทุกข้อ โดยยอมรับประเด็นการประเมินข้อที่ 15 เป็นอันดับแรก ซึ่งเป็นประเด็นเกี่ยวกับ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้งานของระบบโดยภาพรวม รองลงมา คือ ประเด็นการประเมินข้อที่ 4, 6, และ 10 ส่วนอันดับสุดท้าย คือ ประเด็นการประเมินข้อที่ 5, 9 และ 14 สรุปได้ว่า ผู้เรียนในกลุ่ม ตัวอย่างกลุ่มที่ 2 ยอมรับระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นในระดับสูง เช่นเดียวกับกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 สอดคล้อง กับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

การวิจัยเรื่องระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ เรื่องการสื่อสารข้อมูลและ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ในครั้งนี้ เป็นคุณลักษณะของเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ยังไม่แพร่หลายมากนัก ในวงการศึกษของประเทศไทย จากผลการวิจัยสามารถสรุปจุดเด่นของงานวิจัย ได้ดังนี้

1. ได้ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวบนเทคโนโลยีเว็บ ที่เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคล อย่างแท้จริง ระบบมีความชาญฉลาดสามารถปรับตัวตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้อย่างอัตโนมัติ และเมื่อผู้เรียนมีการพัฒนาการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไป การนำเสนอเนื้อหา ก็จะเปลี่ยนตามระดับการเรียนรู้ ของผู้เรียนแต่ละคนอย่างอัตโนมัติด้วย

2. นอกจากระบบจะมีการปรับตัวเพื่อนำเสนอเนื้อหาตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่ละคนอย่างอัตโนมัติแล้ว ระบบยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเปลี่ยนระดับการเรียนรู้ได้เองตามที่ผู้เรียน แต่ละคนต้องการ โดยสร้างเป็นกรอบโต้ตอบให้ผู้เรียนเลือกเปลี่ยนระดับการเรียนรู้ได้อย่างสะดวก

3. ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความต้องการ ของตนเอง โดยมีรูปแบบการเรียนรู้ให้เลือก 3 รูปแบบ คือ เรียนรู้ด้วยการอ่านเนื้อหา เรียนรู้ด้วย รูปภาพ และเรียนรู้ด้วยการฟังเสียงบรรยาย

4. ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆ ทางจอภาพได้เอง เสมือนว่าผู้เรียนแต่ละคนสามารถควบคุมการทำงานของระบบได้ ทำให้ผู้เรียนมีความเป็นอิสระ ในการเรียนรู้ ส่งผลให้มีการพัฒนาทางการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

5. ระบบการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถจดจำผู้เรียน หรือสถานะการเรียนรู้ต่าง ๆ ของผู้เรียน เป็นรายบุคคลได้ และนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการนำเสนอแบบปรับตัว และมีระบบการสนับสนุน การนำทางแบบปรับตัวที่ดี เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละบุคคล

6. สามารถเรียกใช้งานระบบการเรียนรู้ดังกล่าว ผ่านระบบปฏิบัติการที่หลากหลาย เช่น ใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) หรือระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) เนื่องจากระบบ ทำงานโดยอาศัยทรัพยากรทางเทคโนโลยีเว็บ ทำให้สามารถใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ได้