

งานวิจัยในชั้นเรียน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม๖.

สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย



วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ประกาศคุณูปการ

การทำวิจัยในชั้นเรียนในครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากครูอนุรักษ์ สุขสั๊ก อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยในชั้นเรียนผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาและตรวจแก้ไขงานวิจัยในชั้นเรียนเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการนายชัชวาล วงศ์ใหม่ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคเชียงราย ท่านรองผู้อำนวยการนางกนิษฐา คลังแสง รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการและคณะครูอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ หากมีสิ่งขาดตกบกพร่องหรือผิดพลาดประการใด ผู้ศึกษาขออภัยเป็นอย่างสูงในข้อบกพร่องและผิดพลาดนั้น และหวังว่างานวิจัยในชั้นเรียนนี้คงเป็นประโยชน์บ้างไม่มากก็น้อยสำหรับนักศึกษาหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจที่จะศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

นายธีระพงศ์ มหาวรรณ

พนักงานราชการ ตำแหน่งครู แผนกอิเล็กทรอนิกส์

ชื่องานวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค เชียงราย

ชื่อผู้วิจัย นายธีระพงศ์ มหารวรรณ

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา นายอนุรักษ์ สุขสัถ

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันในด้านเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีจึงเข้ามามีบทบาทต่อการศึกษาซึ่งสามารถนำมาใช้ในการศึกษาได้หลายรูปแบบทั้งการศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ต การศึกษาผ่านโปรแกรมช่วยสอนโดยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นทางผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญและความจำเป็นอย่างมากถึงวิธีการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปในรายวิชา งานพื้นฐานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบกับผู้วิจัย กำลังปฏิบัติงานทางด้านการสอนในแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความคุ้นเคยและมีความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์และได้ศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปมาพอสมควร จึงได้นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาคิดวิเคราะห์หาวิธีการเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการเรียนการสอนและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้จัดสร้างบทเรียนสำเร็จรูป ขึ้นมาเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเป็นนวัตกรรมที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ จากการทำวิจัยการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย พอสรุปได้ดังนี้ว่า

๑. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย จำนวน ๖ คน ก็ได้พบว่า ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาเกี่ยวกับ วิชา ออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ นั้น นักเรียนทำแบบทดสอบโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน พบว่านักเรียนทำแบบทดสอบคะแนนอยู่ในระดับที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน และหลังจากการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนพบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินคิดเป็น ๑๐๐ % ของนักเรียนทั้งหมด จำนวน ๗ คน

๒. จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะเห็นได้ว่าการทำการทดลองของนักเรียนพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ดีมากขึ้น

คำนำ

การทำวิจัยในชั้นเรียน เป็นงานส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในรายวิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยวิจัยเรื่องนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขางานอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการวิจัยที่ให้นักเรียนได้ศึกษาผ่านเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และที่สำคัญยังเป็นการวัดทักษะของนักเรียนว่ามีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิจัยเล่มนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและคงเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจทางด้านการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ต่อไป

ธีระพงศ์ มหาวรรณ

ผู้วิจัย

สารบัญ

ประกาศคุุณูปการ	ก
บทคัดย่อ	ข
คำนำ	ค
สารบัญ	ง
บทที่ ๑ บทนำ	๑
บทที่ ๒ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	๖
บทที่ ๓ วิธีการดำเนินการวิจัย	๒๑
บทที่ ๔ ผลการวิจัย	๒๓
บทที่ ๕ สรุปผลการวิจัย	๒๕
บรรณานุกรม	๒๗
ภาคผนวก	๒๘

บทที่ ๑

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

จากพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา การจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพต้องเป็นการจัดการศึกษาในด้าน วิชาชีพที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นการยกระดับ การศึกษาวิชาชีพให้สูงขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยนำความรู้ในทาง ทฤษฎีอันเป็นสากลและภูมิปัญญาไทยมาพัฒนาผู้รับการศึกษาให้ มีความรู้ความสามารถ ในทางปฏิบัติ และมีสมรรถนะจนสามารถนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพโดยอิสระได้ มาตรา ๗ การจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพให้ จัดได้ในสถานศึกษา อาชีวศึกษา และสถาบันตามที่บัญญัติไว้ในพระราชบัญญัตินี้ มาตรา การจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพ ให้ จัดได้โดยรูปแบบ ดังต่อไปนี้ ๑. การศึกษาในระบบเป็นการจัดการศึกษาวิชาชีพที่เน้นการศึกษาใน สถานศึกษา อาชีวศึกษาหรือสถาบันเป็นหลัก โดยมีการกำหนดจุดมุ่งหมาย วิธีการศึกษา หลักสูตร ระยะเวลา การวัดและการประเมินผลที่เป็นเงื่อนไขของการสำเร็จการศึกษาที่แน่นอน

และการศึกษาระบบทวิภาคี เป็นการจัดการศึกษาวิชาชีพที่เกิดจากข้อตกลงระหว่าง สถานศึกษา อาชีวศึกษาหรือสถาบันกับสถานประกอบการ รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานของรัฐ ในเรื่อง การจัดหลักสูตร การเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล โดยผู้เรียนใช้เวลาส่วนหนึ่งในสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือ สถาบัน และเรียนภาคปฏิบัติในสถานประกอบการ รัฐวิสาหกิจ หรือหน่วยงานของรัฐ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารี และสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

นโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

วิสัยทัศน์การอาชีวศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เป็นองค์กรหลักในการจัดการอาชีวศึกษาและฝึกอบรม วิชาชีพให้ประชาชนอย่างทั่วถึง ตลอดชีวิต มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน และจัดการองค์ความรู้ตรงตามความ ต้องการของตลาดแรงงานและอาชีพอิสระ สอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

พันธกิจการอาชีวศึกษา

๑. ผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพทุกระดับอย่างทั่วถึงและเสมอภาค
๒. สร้างการบริหารและจัดการอาชีวศึกษาที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน
๓. วิจัย สร้างนวัตกรรม พัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อการประกอบวิชาชีพและเพิ่ม ศักยภาพในการแข่งขัน

ส่วนสถานศึกษาได้ปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษาแห่งชาติ อย่างเคร่งครัด และได้จัดการศึกษาภายในสถานศึกษา ให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาและนโยบายของตน สังกัดคือสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยมีแนวทางการปฏิบัติงานดังนี้

- อัตลักษณ์** ผู้เรียนก้าวหน้าเทคโนโลยี มีคุณธรรม ล้ำเลิศวิชาชีพ
- ปรัชญา** ฝีมือเด่น เน้นคุณธรรม นำเทคโนโลยีสู่ชุมชน
- วิสัยทัศน์** จัดการศึกษา ให้มีมาตรฐานวิชาชีพ ก้าวทันเทคโนโลยี มีคุณธรรม น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

พันธกิจ

๑. ส่งเสริมการจัดการศึกษาวิชาชีพอย่างมีคุณภาพได้มาตรฐาน
๒. ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
๓. ส่งเสริม พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพสถานศึกษา
๔. วิจัย เพื่อพัฒนาการจัดการศึกษา และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

เป้าประสงค์

๑. ผู้เรียนมีคุณภาพ และได้มาตรฐานวิชาชีพ
๒. ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม และดำรงชีพโดยยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
๓. ครูและบุคลากรทางการศึกษา มีความสามารถในการพัฒนาคุณภาพสถานศึกษา
๔. ประชาชนได้รับการบริการและพัฒนาอาชีพ

ยุทธศาสตร์

๑. สร้างให้ผู้เรียนมีค่านิยม คุณธรรม วัฒนธรรมที่ดีและมีความสุข
๒. สร้างและพัฒนากิจการการเรียนการสอนวิชาชีพ ให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ที่หลากหลายตามกลุ่มอุตสาหกรรม
๓. ส่งเสริมพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา ให้มีความรู้ความสามารถ มีความก้าวหน้าทางวิชาชีพและคุณวุฒิที่สูงขึ้น
๔. พัฒนาอาคารสถานที่ ให้มีความพร้อม และเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้
๕. พัฒนาการวิจัย นวัตกรรม สิ่งประดิษฐ์และเทคโนโลยี
๖. สร้างเสริมเติมปัญญาและพัฒนาอาชีพตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

ในปัจจุบันในด้านเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เทคโนโลยีจึงเข้ามามีบทบาทต่อการศึกษาซึ่งสามารถนำมาใช้ในการศึกษาได้หลายรูปแบบทั้งการศึกษาผ่านอินเทอร์เน็ต การศึกษาผ่านโปรแกรมช่วยสอนโดยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีขายตามท้องตลาด ดังนั้นทางผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญ และความจำเป็นอย่างมากถึงวิธีการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปในรายวิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ ในเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad ประกอบกับผู้วิจัย กำลังปฏิบัติงานทางด้านการสอนในแผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความคุ้นเคยและมีความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์และได้ศึกษาวิธีการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปมาพอสมควร จึงได้นำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาคิดวิเคราะห์หาวิธีการเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายและประสิทธิภาพในการเรียนการสอนและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้จัดสร้างบทเรียนสำเร็จรูปขึ้นมาเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเป็นนวัตกรรมที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

๒. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

สมมติฐานการวิจัย

๑. บทเรียนสำเร็จรูปมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ๘๐/๘๐

๒. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป

ขอบเขตของการวิจัย

๑. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน ๗ คน

๒. ตัวแปรศึกษา คือ

๒.๑. ตัวแปรต้น ได้แก่ การสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป

๒.๒. ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad

๓. เนื้อหา ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาในรายวิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ รหัส ๓๐๑๐๕ – ๐๐๐๑ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๖๗ ประเภทวิชา ช่างอุตสาหกรรม ทฤษฎีและปฏิบัติ
๔. ระยะเวลาในการทดลอง ระยะเวลาในการทดลองดำเนินการในภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๙ ใช้เวลาในการทดลอง ๓ สัปดาห์ๆ ๔ คาบ รวม ๑๒ คาบ
๕. รูปแบบการทดลอง การทดลองเพื่อวิจัยในครั้งนี้ ใช้รูปแบบ ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One Group pretest – posttest Design)

สอบก่อน	ทดสอบ	สอบหลัง
Q๑	X	Q๒

นิยามศัพท์เฉพาะ

๑. บทเรียนสำเร็จรูป หมายถึง บทเรียนที่นักเรียนเรียนด้วยตนเอง สร้างตามจุดประสงค์การเรียนรู้วิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
๒. ประสิทธิภาพของบทเรียนสำเร็จรูป หมายถึง ความสามารถในการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบวิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ ในลักษณะของคะแนนที่กำหนดสัดส่วนไว้ ๘๐/๘๐ ซึ่งมีความหมายดังนี้
 ๘๐ ตัวแรก หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ ๘๐ ของคะแนน
 ๘๐ ตัวหลัง หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ ๘๐ ของคะแนน
๓. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ หมายถึง คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ แบบตัวเลือกตอบ ๔ ตัวเลือก จำนวน ๑๐ ข้อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ประโยชน์ของการวิจัย

๑. ทำให้ได้บทเรียนสำเร็จรูป วิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad
๒. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad สูงขึ้นหลังเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูป
๓. เป็นแนวในการพัฒนาสื่อการเรียนแบบบทเรียนสำเร็จรูป การนำบทเรียนสำเร็จรูปไปใช้ร่วมกับการสอนที่ให้เกิดประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป

บทที่ ๒

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยได้จัดแยกหัวข้อไว้เป็นตอนๆดังนี้

๑. การออกแบบและนำเสนอ เนื้อหาบทเรียน (Content Structure) เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งมีช่วงอายุประมาณ ๑๓-๑๕ ปี นั้น รายวิชาที่เลือกนำมาออกแบบบทเรียน เป็นรายวิชาในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ คือ วิชาศิลปะกับชีวิต ๓-๔ เรื่อง ลวดลายกับการตกแต่ง

ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีหลักทฤษฎีพื้นฐาน คือ

๑. แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist)
๒. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาเย
๓. หลักการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (Content Structure)

แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist)

ทฤษฎีสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้แนวใหม่ที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบันว่าเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะทดแทนทัศนคติความรู้แบบเก่า ซึ่งแจ่มจันทร์ ทองสา (๒๕๔๕) กล่าวถึงหลักการของทฤษฎีนี้มี ๓ ประการ คือ

๑. การเรียนรู้เป็นกระบวนการของการสร้างความรู้ มิใช่เป็นการซึมซับ หรือเป็นการบันทึกข้อมูลที่ได้รับเข้ามาเป็นส่วนๆ
๒. การเรียนรู้ที่ขึ้นอยู่กับความรู้เดิม ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการสร้างความรู้ใหม่
๓. สถานการณ์หรือบริบทของการเรียนเป็นสิ่งสำคัญของการสร้างความรู้

ทฤษฎีสตรัคติวิสต์ (Constructivist) มีความเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างความรู้สึก รวมทั้งการสังเคราะห์ข้อมูลใหม่ๆ ให้เข้ากับโครงสร้างสตรัคความรู้ที่มีอยู่เดิม และเป็นการปรับความเข้าใจเดิมให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ นอกจากนี้ประสิทธิภาพของผู้เรียนจะเกิดขึ้นได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลที่ประสบการณ์นั้นๆ ของแต่ละบุคคลจะถูกเพิ่มเติมให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ความเชื่อ และคุณค่า ในการประยุกต์ประสบการณ์ใหม่ของผู้เรียนให้ได้ผลดีที่สุด จะต้องทำให้ผู้เรียนเกิดความต้องการหรือรู้สึกว่าเขาขาดความรู้หรือความเชื่อที่ตนมีอยู่

แจ่มจันทร์ ทองสา (๒๕๔๕) เสนออีกว่ารูปแบบบทเรียนมีลัทธิมีเดียตามแนวคิดทฤษฎี สตรัคติวิสต์ (Constructivist) ด้านบทเรียนควรมีการนำเสนอลักษณะเนื้อหาที่มีการเชื่อมโยงความคิดเดิมกับความคิดใหม่ ให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าด้วยตนเอง แสวงหาความรู้ และคำตอบด้วย ตนเอง มีภาพกราฟิก เสียง ภาพเคลื่อนไหว เนื้อหาแบ่งเป็นตอนๆ มีหลายทางเลือกสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถควบคุมบทเรียนได้ มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน นำเสนอเนื้อหาเป็นตอนๆ มีความหลากหลายเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอด มีคำแนะนำช่วยเหลือในการเรียน กระตุ้นให้เกิดความอยากรู้ และผู้เรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดได้ด้วยตนเอง มีการประเมินผลในการเรียนทั้งก่อนและหลังเรียน มีการให้ผลป้อนกลับเพื่อให้ผู้เรียนประเมินตนเองได้ และการนำไปใช้ควรวิเคราะห์ตามระดับความสามารถของผู้เรียน สอบถามหรือประเมินความรู้เดิมก่อนนำไปใช้

หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาเย่ (Robert Gagné)

แนวความคิดขั้นตอนการสอนทั้ง ๙ ประการของ Robert Gagné เป็นโมดิกกว้างๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ (ประภาศรี ศักดิ์ศรีชัยสกุล, ๒๕๔๔ และ รุจโรจน์ แก้วอุไร, ๒๕๔๕)

หลักการสอนทั้ง ๙ ประการได้แก่

๑. เร่งเร้าความสนใจ (Gaining Attention)
๒. บอกวัตถุประสงค์ (Inform Learners of Objective)
๓. ทบทวนความรู้เดิม (Stimulate Recall of Prior Knowledge)
๔. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present Stimulus)
๕. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Provide Learning Guidance)
๖. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Performance)
๗. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
๘. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)
๙. สรุปและนำไปใช้ (Enhance Retention and Transfer)

รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

๑. เร่งเร้าความสนใจ (Gaining Attention)

ก่อนการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ ชนิด โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวเองอีกด้วย

ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอหน้าเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียนโดยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่ายๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งรัดความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

๑. เลือกใช้ภาพกราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งรัดความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้
 - ๑.๑. ใช้ภาพกราฟฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
 - ๑.๒. ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ
 - ๑.๓. ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน
 - ๑.๔. เลือกใช้ภาพกราฟฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
๒. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย
๓. เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม
๔. เลือกใช้เสียงดนตรีหรือเสียงบรรยายที่สอดคล้องกับภาพกราฟฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน
๕. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

๒. บอกวัตถุประสงค์ (Inform Learners of Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียนเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนที่มีต่อผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว ยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียน จะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น ๒ ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

๑. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ ที่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจไม่ต้องแปลความอีกครั้ง
๒. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่เข้าใจของผู้เรียนโดยทั่วไป
๓. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ
๔. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

๕. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ
๖. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

๓. ทบทวนความรู้เดิม (Stimulate Recall of Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากจะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียนบางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน

แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียนต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณมาน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

๑. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อม ผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน
๒. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด
๓. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด
๔. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
๕. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

๔. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present Stimulus)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียน

เข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว

๑. เนื้อหาและคำอธิบายดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
๒. แต่ละกรอบเนื้อหาใช้ภาษาที่ชัดเจนถูกต้อง เหมาะสมกับความรู้ อายุของผู้เรียน เนื้อเรื่องถูกต้องตามหลักสูตร มีความต่อเนื่องกัน
๓. ถ้ากรอบใดมีการตั้งคำถาม ต้องมีความชัดเจน จะต้องให้ผู้เรียนได้รู้ถูก-ผิดในทันที เพื่อการเสริมแรงช่วยการเรียนรู้ได้ดี
๔. เนื้อหาใดต้องการชี้แนะ ควรใช้เทคนิคพิเศษให้เด่นสะดุดตา ใช้ตัวชี้แนะ(Cue) ในส่วนของข้อความสำคัญ(ซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ ตีกรอบ ภาพเคลื่อนไหว การโยงลูกศร) เป็นต้น
๕. ควรใช้ศิลปะการออกแบบมาช่วยให้บทเรียนน่าสนใจ
๖. แต่ละเรื่องควรคำนึงถึงความยาก ข้อความอย่าให้ยาวมาก ควรเรียงจากเนื้อหาง่ายไปยาก
๗. ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กะทัดรัด หรือเนื้อหาที่สำคัญ ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยากและควรใช้เท่าที่จำเป็น

๕. ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Provide Learning Guidance)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำชัดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจมโนคติของเนื้อหาต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้แนะจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่า ตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้แนะแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

๑. บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

๒. ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
๓. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น
๔. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง
๕. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนักให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม
๖. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

๖. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปกรณ์อื่น ๆ เช่น วิดีทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีสมาธิจดจ่อติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผู้ประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้

๑. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองตอบบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น
๒. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
๓. ถามคำถามเป็นช่วง ๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา
๔. เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ
๕. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก
๖. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด ๒-๓ ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป
๗. เปรณตอบสนองของผู้เรียน เปรณคำถาม และเปรณการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เปรณย่อยซ้อนขึ้นมาในเปรณหลักก็ได้

๘. ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับ เลข ๑ ควรเคาะเว้นวรรค ประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

๗. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่าย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งรัดความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผล ว่าหากทำผิด แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบแขวนคอสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการแขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขัวยานสู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียน หรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

๑. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียน
๒. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
๓. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้
๔. หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
๕. อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
๖. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด ๒ - ๓ ครั้ง ไม่ควรปล่อยเวลาให้เสียไป
๗. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้
๘. พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

๘. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

๑. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ
๒. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก
๓. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจปรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว
๔. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์
๕. ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม
๖. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสมและมีความเชื่อมั่นเหมาะสม
๗. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น
๘. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

๙. สรุปและนำไปใช้ (Enhance Retention and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

๑. สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว
๒. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป
๓. เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
๔. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

หลักการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (Content Structure)

Hannum (อ้างถึงใน Alessi, ๑๙๙๑) กล่าวว่า วิชาที่มีเนื้อหาต่างกันย่อมมีโครงสร้างต่างกัน จำแนกโครงสร้างของเนื้อหาเป็น ๒ ประเภท คือ

๑. โครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchical) เป็นโครงสร้างแบบต้นไม้ที่ลำดับชั้นที่สูงกว่ามาจากลำดับชั้นที่ต่ำกว่า เช่น Animal Kingdom ประกอบด้วยสัตว์ ๓ จำพวก คือ Chordates, Anthropoids และ Porifera และในสัตว์แต่ละพวกแบ่งเป็นประเภทย่อย ๆ อีกหลายๆ ลำดับ เป็นต้น
๒. โครงสร้างแบบใยแมงมุม (Web) หรือ Network มีระดับเดียวกันและแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันสามารถโยงถึงกันได้ มักใช้ในเนื้อหาที่เป็นศิลปะ เช่น ภาพวาดของ Vincent Van Gogh ที่จำแนกภาพวาดเป็นช่วงระยะเวลา และแต่ละช่วงเวลามีภาพวาดหลากหลายประเภท ซึ่งภาพวาดเหล่านั้นสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ของกันและกันได้ ทั้งในความสัมพันธ์ในแนวนอนและแนวตั้งของโครงสร้าง

เนื้อหาของบทเรียนสามารถเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ได้หลากหลายวิธี เนื้อหาที่มีโครงสร้างแบบลำดับชั้นจะใช้กับฐานข้อมูลที่มีการแบ่งหัวเรื่องเป็นเรื่องๆ โดยทั่ว ๆ ไป ส่วนโครงสร้างเนื้อหาแบบ Network จะเก็บข้อมูลในรูปความสัมพันธ์แบบเมตริก

การกำหนดโครงสร้างในแต่ละแบบนี้ไม่เพียงแต่จะทำให้เกิดผลดีต่อการสอนแบบตามลำดับแล้ว ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจถึงระบบของเนื้อหาและเพิ่มการเรียนรู้ด้วย

นอกจากนี้ ยังจำแนกประเภทของโครงสร้างเนื้อหาเป็น ๗ รูปแบบ คือ

๑. Linear เป็นการแบ่งเนื้อหาตามลำดับ เช่น slide shows, videotapes, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การทดลองเคมี
๒. Hierarchical ใช้สำหรับเนื้อหาที่แบ่งแยกเป็นหมวดหมู่ และในแต่ละหมวดยังแบ่งแยกย่อยลงไปได้อีก เช่น โครงสร้างของครอบครัว, โครงสร้างการบริหารของศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา
๓. Spider Web เป็นโครงข่ายที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ถึงกันได้ เช่น เกมส์ต่าง ๆ ระบบเน็ตเวิร์ก ระบบอินเทอร์เน็ต
๔. Parallel เหมาะสำหรับการนำเสนอเนื้อหาของสองสิ่งที่มีความสัมพันธ์กันในเวลาเดียวกัน เช่น movies with subtitles, close-captioned television.
๕. Matrix ใช้นำเสนอเนื้อหาที่มีข้อมูลจำนวนมาก เช่น กราฟ ตาราง แผนภูมิ
๖. Overlay เป็นการยัดระยะเวลาในการนำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาได้นานยิ่งขึ้น เช่น การใช้ลูกศรกระพริบซ้ำ ๆ
๗. Spatial Zoom ใช้เพื่อนำผู้เรียนไปยังเนื้อหาอื่น ๆ เช่น ในพจนานุกรม จะใช้คำว่า ดูที่... เพื่อให้ผู้อ่านข้ามไปอ่านคำศัพท์อื่น ๆ ที่จะช่วยสร้างให้เข้าใจมากขึ้น

Brent Wilson & Peggy Cole (๑๙๙๒) กล่าวว่า content structure จะถูกสร้างขึ้นอย่างชัดเจนในความคิดของผู้เรียนโดยผ่านการสังเคราะห์และรวบรวมอย่างหลากหลาย content structure มักถูกนำไปประยุกต์ใช้ในเรื่องของการออกแบบบทเรียน Mannes and Kintsch and McDonald (อ้างใน Brent Wilson & Peggy Cole, ๑๙๙๒) พบว่า หากนำเสนอหัวข้ออย่างสอดคล้องกับโครงสร้างของ

บทเรียนจะส่งผลต่อระดับความจำ แต่จะทำให้ความสามารถในการถ่ายโยงการแก้ปัญหาลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Smith and Wedman's (๑๙๘๘) ซึ่งเปรียบเทียบการสอนอย่างต่อเนื่องกับการสอนแบบมีลำดับขั้น พบว่า ผู้เรียนจะเรียนโดยการสอนอย่างต่อเนื่องอย่างมีความหมายภายใต้การใช้สื่อการสอนที่มีลำดับขั้นตอน

หลักทฤษฎีพื้นฐานในการออกแบบจอภาพบทเรียน (Screen Design) เพื่อสนับสนุนการรับรู้ของผู้เรียนอย่างเหมาะสม

การออกแบบจอคอมพิวเตอร์ (Screen Design) ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องอาศัยความรู้ด้านศิลปศาสตร์ มนุษยศาสตร์ ศีลภาศาตร์ และศาสตร์อื่น ๆ ประกอบด้วย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบธรรมชาติของมนุษย์ในการมองเห็น รับรู้ และการตอบสนอง เพื่อให้สามารถสร้างบทเรียนให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตให้เกิดการเรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติมากที่สุด ให้เหมือนกับนักเรียนได้เรียนกับครูผู้สอนจริง ๆ

หลักทฤษฎีในการออกแบบจอภาพบทเรียน (Screen Design) ที่สนับสนุนการรับรู้ของผู้เรียนตามแนวการออกแบบและนำเสนอบทเรียน (Content Structure) ที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น มีดังนี้

๑. สี (Colour)
๒. ตัวอักษร (Font)
๓. ภาพ (Picture)
๔. การกำหนดกรอบพื้นที่ที่นำเสนอ (Functional Areas) และหลักความสอดคล้อง (Consistency)
๕. ตำแหน่งของข้อมูลบนจอภาพ (Focusing Attention)
๖. การนำเสนอข้อมูล
๗. องค์ประกอบด้านตัวชี้แนะ (Cue)
๘. เสียง (Sound)
๙. ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)

๑. สี (Colour)

- ๑.๑. กลุขมันต์ วัฒนารรงค์(๒๕๓๖) พบว่าสีที่ใช้บนจอควรมีไม่เกิน ๓ สีเพื่อลดความสับสนจำนวนสีที่พอดีคือ ๒ สีบนหนึ่งจอ และควรใช้คู่สีตรงกันข้าม
- ๑.๒. สีเป็นเครื่องชี้บอกหัวข้อต่าง ๆ ควรใช้สีที่อ่อนกว่าหรือเข้มกว่าสีพื้นเพื่อให้สังเกตได้ง่าย
- ๑.๓. กิดานันท์ มลิทอง(๒๕๓๖) กล่าวว่า สีของตัวอักษรควรเป็นสีที่ตัดกับพื้นหลังของภาพเพื่อให้สามารถอ่านได้ง่ายและเน้นเพื่อดึงดูดสายตา เช่น สีดำบนพื้นเหลือง สีเขียว สีแดงและน้ำเงินบนพื้นขาว สีขาวบนพื้นน้ำเงิน สีดำบนพื้นขาว และสีเหลืองบนพื้นดำ เป็นต้น และควรลดทอนความเข้มให้พอดี

๒. ตัวอักษร (Font)

- ๒.๑. Jones(๑๙๘๘) ให้ข้อเสนอแนะว่าอักษรขนาดใหญ่เหมาะสำหรับการสร้างหัวเรื่อง เน้นความสำคัญ และสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ส่วนตัวอักษรขนาดเล็กสำหรับการอธิบายความหรือบรรยายเนื้อหา
- ๒.๒. ในหนึ่งหน้าควรมีตัวอักษรไม่เกิน ๒ แบบ

๒.๓. สีของตัวอักษรควรตัดกับสีของพื้นหลัง

๒.๔. ควรใช้อักษรตัวพิมพ์เล็ก

๓. ภาพ (Picture)

รูปภาพมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนการสอน และมีความจำเป็นต่อการสื่อสารและการรับรู้ เพราะภาพเป็นภาษาสากล แม้จะอ่านคำบรรยายไม่ออกแต่ก็ยังสามารถเข้าใจความหมายได้จากการดูภาพ ดังนั้นภาพจึงสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี เนื่องจากสามารถตีความจากภาพได้ และสามารถจำได้ดีกว่าสื่ออื่น ดังที่ สุกกรี รอดโพธิ์ทอง(๒๕๓๑) พบว่าผู้เรียนไม่เพียงแต่ชอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ตอบได้ในรูปของรูปภาพและภาพเคลื่อนไหวเท่านั้น ผู้เรียนยังสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าอีกด้วย วาสนา ชาวหา (๒๕๒๕) กล่าวว่า ลักษณะการมองของคนทั่วไปในการดูภาพครั้งแรก จะกวาดสายตาไปทั่ว ๆ ภาพก่อน แล้วจึงเลือกดูรายละเอียดทีหลัง และจะมองดูภาพซ้ำมือบนมากที่สุด ถัดมาคือซ้ายล่าง ขวบนและขวาล่างตามลำดับ การนำภาพมาใช้ในการออกแบบจอภาพมีคำแนะนำดังนี้

๓.๑. ควรใช้ภาพเหมือนจริงในการนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ

๓.๒. ใช้ภาพที่เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เช่น เด็กเล็กมักชอบภาพที่เป็นการ์ตูนมากกว่าภาพเหมือนจริง

๓.๓. ภาพที่ใช้ต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

๓.๔. ภาพนั้นต้องมุ่งที่จุดสำคัญเพียงจุดเดียว

๓.๕. ภาพหนึ่งภาพควรให้ความคิดเดียว

๓.๖. ภาพต้องมีความคมชัดและมีขนาดพอเหมาะ

๓.๗. การจัดองค์ประกอบของภาพดี และตรงกับความเป็นจริง

๓.๘. ภาพนั้นต้องก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพิ่มความสนุกสนานกับเนื้อหาในบทเรียน

๓.๙. ภาพต้องกระตุ้นให้เกิดจินตนาการอย่างต่อเนื่องเกิดขึ้นในใจของผู้ดู

๓.๑๐. มีรายละเอียดของภาพอย่างเพียงพอ

๔. การกำหนดกรอบพื้นที่ที่นำเสนอ (Functional areas) และหลักความสอดคล้อง (Consistency)

การกำหนดกรอบพื้นที่ที่นำเสนอในแต่ละส่วนของหน้าจอคอมพิวเตอร์มีผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ เพราะข้อมูลจะปรากฏอย่างเป็นระเบียบ ส่งผลให้อ่านง่าย การกำหนดกรอบพื้นที่แต่ละส่วนนั้นต้องพิจารณาว่าต้องการนำเสนอสิ่งสำคัญสิ่งใดบ้าง เช่น กรอบพื้นที่ของหัวเรื่องหลัก หัวเรื่องรอง กรอบรูปภาพ กรอบของปุ่มต่าง ๆ เป็นต้น การกำหนดกรอบพื้นที่เป็นสิ่งที่ควบคู่ไปกับหลักของความสอดคล้อง (Consistency) คือการเสนอให้ปรากฏในตำแหน่งเดิมตลอดไป เช่น เมื่อได้รูปแบบของการจัดกลุ่ม Function ต่าง ๆ ในหน้านำเสนอเนื้อหาหน้าแรกแล้ว การนำเสนอเนื้อหาในหน้าต่อๆ ไปก็ควรมีกรอบพื้นที่ที่เหมือนกัน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ ทำให้สามารถใช้หรือเข้าถึงเนื้อหาในแต่ละส่วนได้อย่างราบรื่น ไม่สะดุด

๕. ตำแหน่งของข้อมูลบนจอภาพ (Focusing Attention)

๕.๑. จุดเริ่มต้นในการนำเสนอข้อมูลควรเริ่มที่ด้านบนซ้าย ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติการมองของคนไทยและบุคคลทั่วไปจากซ้ายไปขวา จากบนลงล่าง

๕.๒. ตำแหน่งของข้อมูลต้องมีความสมดุล ซ้าย-ขวา และ บนล่าง ซึ่งแบ่งเป็นความสมดุลแบบเท่ากัน และความสมดุลแบบไม่เท่ากัน

๖. การนำเสนอข้อมูล

๖.๑. นำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับจอที่กำลังแสดงอยู่ ไม่ควรให้จำข้อมูลจากจอหนึ่งไปใช้อีกจอหนึ่ง

๖.๒. เสนอข้อมูลที่นำไปใช้ได้ทันที โดยไม่ต้องตีความอีก

๗. องค์ประกอบด้านตัวชี้แนะ (Cue)

ตัวชี้แนะ หมายถึงเครื่องหมายการชี้แนะ และการให้ร่องรอยต่าง ๆ ซึ่งเป็นตัวกระตุ้น และจำกัดขอบเขตในการสื่อความหมายให้ตรงจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือเป็นการเน้นในส่วนสาระสำคัญให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และตอบสนองในสิ่งที่ศึกษาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น กัลยารัตน์ ภาณุรัตน์ (๒๕๓๐) และ รวี ปรากฏรัตน์(๒๕๓๗) ทำการศึกษาตัวชี้แนะ พบว่า การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีตัวชี้แนะมีผลการเรียนสูงกว่าบทเรียนที่ไม่มีตัวชี้แนะ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ศึกษาผลของการใช้รูปแบบตัวชี้แนะในลักษณะต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการจำ และความสามารถในการอ่าน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการชี้แนะต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการจำ และความสามารถในการอ่านไม่แตกต่างกัน(ชัยวัฒน์ บำรุงกิจ, ๒๕๓๗: วงษ์วิวัฒน์ พันธุ์ประสิทธิ์เวช, ๒๕๓๙ และ นิรนาถ สถิรากร, ๒๕๓๑) ส่วนวิธีการใช้ตัวชี้แนะมีดังนี้ (วชิราพร อัจฉริยโกศล, ๒๕๓๑:Alessi, ๑๙๙๘)

๗.๑. ใช้การขีดเส้นใต้คำ หรือข้อความ หรือด้วยการใช้ตัวอักษรที่ผิดไปจากส่วนอื่น ๆ เช่น ตัวหนา ตัวเอียง เป็นต้น

๗.๒. ใช้ตัวอักษรสี เช่น ใช้ตัวอักษรสีแดงสำหรับคำสำคัญ ในขณะที่เนื้อหารายละเอียดใช้ตัวอักษรสีขาวบนพื้นหลังสีฟ้า เป็นต้น

๗.๓. การกลับสีพื้นและตัวอักษร

๗.๔. การใช้ลูกศรและล้อมกรอบ โดยใช้ลูกศรชี้เนื้อหาส่วนที่สำคัญ หรือล้อมกรอบส่วนที่สำคัญของเนื้อหาก็ได้

๗.๕. การใช้ความโดดเด่น โดยให้สิ่งที่ต้องการเน้นอยู่บนจอเพียงสิ่งเดียว

๗.๖. การใช้ตัวกระพริบ

๘. เสียง

๘.๑. เสียงพูดบรรยาย (Voice) ต้องมีระดับสม่ำเสมอ และควรใช้คนบรรยายไม่เกิน ๒ คน เช่น คู่ชายหญิง น้ำเสียงที่พูดต้องออกอักขระชัดเจน และบ่งบอกอารมณ์ที่สดชื่นแจ่มใส ชวนฟัง

๘.๒. ใช้เสียงดนตรีประกอบ (Music) ที่มีทำนองเบาสบายบรรเลงคลอไปกับบทเรียน โดยไม่รบกวนหรือหันเหความสนใจไปจากบทเรียน ควรเป็นเสียงดนตรีที่บรรเลงจากเครื่องดนตรีไม่เกิน ๒-๓ ประเภท เช่น เสียงเปียโน เสียงกีตาร์ ควรมีปุ่มสำหรับเลือกฟังหรือให้หยุดเสียงดนตรีประกอบได้ด้วย

๘.๓. เสียงประกอบ (Sound Effect) ได้แก่เสียงพิเศษต่าง ๆ ที่ประกอบกับภาพเคลื่อนไหว เช่น เสียงเครื่องบิน เสียงน้ำตก เสียงฟ้าร้อง เป็นต้น ควรใช้เสียงที่มีความดังเท่าๆ กัน ไม่ใช่พร่ำเพรื่อ

๙. ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)

หมายถึงเมื่อผู้เรียนใช้เมาส์ชี้ หรือกดไปที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของจอภาพ เช่น ปุ่ม ภาพเคลื่อนไหว และตัวอักษร เป็นต้น แล้วเกิดการตอบสนองในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น คลิกไปที่ตัวอักษรที่ขีดเส้นใต้ คำว่า "น้ำตกขุนกรณ์" ก็จะปรากฏภาพน้ำตกขึ้น

บทที่ ๓

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัย เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย โดยเทียบกับเกณฑ์ ๘๐/๘๐ ของนักเรียน ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

๑. ขั้นเตรียมการ

- ๑.๑ กำหนดปัญหาและวางโครงเรื่อง
- ๑.๒ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ๑.๓ นำเสนอโครงเรื่องต่ออาจารย์ที่ปรึกษา
- ๑.๔ แก้ไขปรับปรุงโครงเรื่องตามข้อเสนอแนะ

๒. ขั้นดำเนินการ

๒.๑ ศึกษากลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๙ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน ๗ คน

๒.๒ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

๒.๒.๑ แบบทดสอบเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad ก่อนเรียน

๒.๒.๒ แบบทดสอบเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad หลังเรียน

๒.๓ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อใช้ในการประเมินผลงานของนักเรียนก่อนที่จะทำการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและทดสอบหลังจากการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งกำหนดความสามารถในการเขียน ไว้ดังนี้

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| คะแนนร้อยละ ๘๐ - ๑๐๐ | หมายถึง ดีมาก |
| คะแนนร้อยละ ๗๐ - ๗๙ | หมายถึง ดี |
| คะแนนร้อยละ ๖๐ - ๖๙ | หมายถึง ปานกลาง |
| คะแนนร้อยละ ๕๐ - ๕๙ | หมายถึง ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด |
| คะแนนร้อยละ ๐ - ๔๙ | หมายถึง ต่ำกว่าเกณฑ์ |

ในการวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้ ได้กำหนดให้ผู้เรียนต้องผ่านเกณฑ์การประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน จะต้องผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ คือ ร้อยละ ๕๐

๒.๔ การสร้างแบบทดสอบเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad

๒.๔.๑ จัดทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad ๑ ชุด จำนวน ๑๐ ข้อ

๒.๔.๒ จัดทำแบบทดสอบหลังเรียนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad ๑ ชุด จำนวน ๑๐ ข้อ

๒.๕ ดำเนินการในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยการประเมินจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

๒.๕.๑ ให้นักเรียนทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad

๒.๕.๒ ทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล

๒.๕.๓ ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad จนครบกระบวนการเรียนรู้

๒.๕.๔ ทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad แล้วเก็บรวบรวมข้อมูล

๒.๖ การวิเคราะห์ข้อมูล

๒.๖.๑ ผู้วิจัยหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad โดยนำคะแนนในการทำแบบทดสอบมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยมีการประเมิน คือ ผู้เรียนจะต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ ๕๐ โดยใช้สถิติ ดังนี้ คือ

$$\text{- การคำนวณหาค่าร้อยละ} = \frac{\text{คะแนนของผู้เรียน} \times 100}{\text{คะแนนเต็ม}}$$

๒.๖.๒ ผู้วิจัยวิเคราะห์การเปรียบเทียบในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน โดยใช้สถิตินี้คือ

$$\text{- การคำนวณหาค่าเฉลี่ย} = \frac{\sum x}{N}$$

แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N แทน จำนวนนักเรียน

๓. ขั้นสรุป

๓.๑ นำผลของการศึกษาทั้งหมดมาเรียบเรียงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

๓.๒ สรุปและข้อเสนอแนะ

บทที่ ๔

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเปรียบเทียบผลคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad แล้วนำคะแนนในการทำแบบทดสอบมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมิน โดยมีเกณฑ์การประเมินโดยการหาค่าร้อยละดังกล่าวไว้ในบทที่ ๓

ตารางที่ ๑ การแสดงผลการเปรียบเทียบผลการทำแบบทดสอบ เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ห้อง ๑/๑ จำนวน ๗ คน ก่อนและหลังเรียน ดังนี้

ที่	ชื่อ - สกุล	แบบวัดการเขียนสะกดคำ			
		ก่อนเรียน	ร้อยละ	หลังเรียน	ร้อยละ
๑	นางสาวภัทรวดี ดั่งทอง	๓	๓๐.๐๐	๗	๗๐.๐๐
๒	นางสาวศตมกล สักคำ	๕	๕๐.๐๐	๗	๗๐.๐๐
๓	นายกฤตเมธ ภาควง	๓	๓๐.๐๐	๖	๖๐.๐๐
๔	นายโตชิยูกิ อิวาซากิ	๔	๔๐.๐๐	๖	๖๐.๐๐
๕	นายบุญมาก เนตรเปรม	๔	๔๐.๐๐	๗	๗๐.๐๐
๖	นายวุฒินันท์ สระแก้ว	๔	๔๐.๐๐	๙	๙๐.๐๐
๗	นายศุภกร สมันรัมย์	๔	๔๐.๐๐	๙	๙๐.๐๐
			๔๑.๔๙		๘๘.๕๗

จากตารางสรุปได้ดังนี้ แสดงผลการทำแบบทดสอบก่อนที่จะเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad มีผู้ที่ทำคะแนนได้ดีและผ่านเกณฑ์ จำนวน ๑ คน คิดเป็น ๑๔.๒๘ % และคนที่ได้คะแนนน้อยอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ผ่าน จำนวน ๖ คน คิดเป็น ๘๕.๗๑ % และแสดงผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน นักเรียนทำคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ผ่าน ๗ คน คิดเป็นร้อยละ ๑๐๐ %

ตารางที่ ๒ ตารางสรุปการศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย

แบบทดสอบเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบก่อนเรียน	๔.๑๔	๔๑.๔๙
แบบทดสอบหลังเรียน	๘.๘๕	๘๘.๕๗

จากตารางที่ ๒ สรุปค่าเฉลี่ยและร้อยละในการทำแบบทดสอบเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad ผลการทดสอบก่อนเรียน เฉลี่ยคะแนนได้ ๔.๑๔ คิดเป็นร้อยละ ๔๑.๔๙ อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ผ่านการประเมิน และแสดงผลจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย ๘.๘๕ คิดเป็นร้อยละ ๘๘.๕๗ จากคะแนนทั้งหมดซึ่งอยู่ในเกณฑ์ผ่านการประเมิน ซึ่งอยู่ในระดับที่น่าพอใจ

บทที่ ๕

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผล

จากการทำวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน ๗ คน พอสรุปได้ดังนี้ว่า

๑. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน ๗ คนก็ได้พบว่า ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องมือวัดนั้น นักเรียนทำแบบทดสอบโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad พบว่านักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนคะแนนอยู่ในระดับที่ไม่ผ่าน และหลังจากการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียนพบว่านักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินคิดเป็น ๑๐๐ % ของนักเรียนทั้งหมด จำนวน ๗ คน

๒. จากการวิเคราะห์ข้อมูล จะเห็นได้ว่าการทำการทดลองของนักเรียนพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ดีมากขึ้น

อภิปรายผล

การทำวิจัยในครั้งนี้ เพื่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การพัฒนาผลงานสิ่งประดิษฐ์ และทรัพย์สินทางปัญญา เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย จำนวน ๗ คน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากผลการทดสอบและวิจัย สามารถอภิปรายได้ ดังนี้

๑. การทำแบบทดสอบของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ ๑/๑ ม.๖ สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย นักเรียนทำแบบทดสอบผ่านเกณฑ์การประเมิน จำนวน ๗ คน แสดงว่านักเรียนมีการพัฒนาที่ดีขึ้นอย่างดียิ่งหลังจากการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา เขียนแบบอิเล็กทรอนิกส์ด้วยคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad

ข้อเสนอแนะ

๑. ควรให้นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหน่วยอื่น ๆ และยังสามารถนำไปใช้กับการเรียนในรายวิชาอื่นได้อีกด้วย

๒. ควรให้นักเรียนทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อตรวจสอบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพแค่ไหน

๓. ควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่อง การสร้างไลบรารีและสัญลักษณ์ในโปรแกรม Kicad ในนักเรียนชั้นอื่น ๆ ด้วย