

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการจัดจำแนกชนิดกิ้งที่สำคัญทางเศรษฐกิจ มีวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องแบ่งเป็นประเภทดังนี้

- 2.1 อนุกรมวิธานการจัดจำแนกชนิดกิ้งที่สำคัญของไทย
- 2.2 สื่อผสม หรือ Multimedia
- 2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ Computer - Assisted Instruction: CAI
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 2.1 อนุกรมวิธานการจัดจำแนกชนิดกิ้งที่สำคัญของไทย

อนุกรมวิธานเป็นวิทยาศาสตร์สาขาที่เกี่ยวกับการแบ่งกลุ่ม การจัดลำดับกลุ่มตลอดจนการกำหนดชื่อสิ่งมีชีวิต ทศพร วงศ์รัตน์ (4) กล่าวว่า งานนี้นับว่ามีความสำคัญต่อนักชีววิทยา 2 ประการคือ เป็นสื่อกลางที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ ต่างสาขารู้จักหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต หรือชนิดสิ่งมีชีวิตใดๆ คือ จะมีผลทำให้ทุกคนเกิดความเข้าใจและระบุได้ถึงสิ่งเดียวกัน ประการที่ สอง คือสามารถแสดงหรือให้ความหมายถึงระดับการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ รวมทั้งผลที่เกิดขึ้น กฎเกณฑ์ของงานนี้แม้จะยุ่งยากซับซ้อนดังเช่นระบบของกฎหมายบ้านเมืองแต่ต้องยอมรับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งเพื่อให้มั่นใจได้ว่าจะมีการใช้ชื่อที่ถูกต้องสำหรับสิ่งมีชีวิตที่กล่าวถึง

วัตถุประสงค์ของการจัดจำพวกของสิ่งมีชีวิต(12)เพื่อทำให้เกิดความสะดวกในการกล่าวถึงพืชและสัตว์ เพื่อรวบรวมพืชหรือสัตว์ที่คล้ายกันไว้ด้วยกัน แยกพวกที่ไม่เหมือนกันออกจากกัน และนำไปใช้ประโยชน์ หรือศึกษาเมื่อเกิดพิศ หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ของสัตว์สรุปได้ดังนี้คือ

1. วิวัฒนาการ (Evolution) มาจากบรรพบุรุษ
2. ลักษณะภายนอก และภายใน รวมทั้งอวัยวะต่างๆของร่างกาย
3. หน้าที่ที่เกี่ยวข้องหรือ ลักษณะที่คล้ายคลึงกันทางสรีรวิทยา
4. ความใกล้เคียงกัน หรือเหมือนกันในการสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของตัวอ่อน
5. ลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรม
6. ลักษณะการกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์ และการเปรียบเทียบรูปร่างของ Fossil

## 7. มีลักษณะ อุปนิสัย และที่อยู่อาศัย

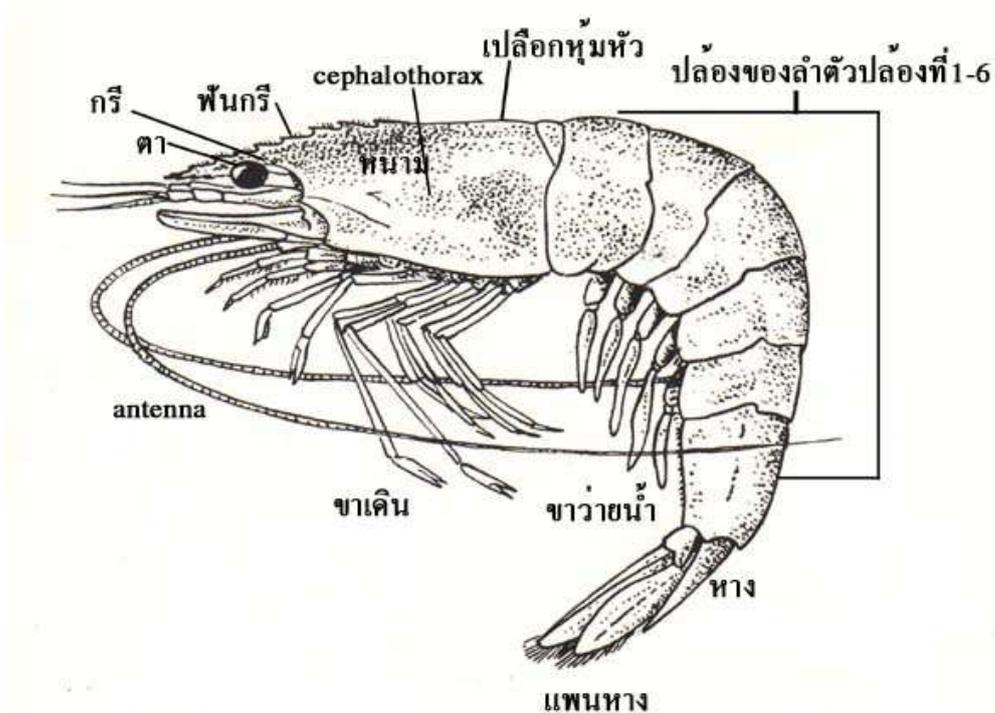
สำหรับการจัดหมวดหมู่ของกุ้ง (13, 3, 14) ได้ศึกษาพบว่า กุ้งจัดอยู่ในหมวดหมู่นี้

Kingdom	Animalai
Phylum	Arthropoda
Class	Crustacea
Order	Decapoda (กุ้ง , ปู , กุ้ง)

สัตว์ที่มีลำตัวเป็นข้อปล้อง(Crustaceans)เป็นสมาชิกกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ(40) เฉพาะมีจำนวนมากที่เรานำมาบริโภค(14) นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญตามสายใยอาหารในระบบนิเวศน์ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็ม ในอันดับ Decapoda จัดเป็นครัสเตเชียนกลุ่มใหญ่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจซึ่งส่วนมากอยู่ในทะเล และในบริเวณป่าชายเลนสนิท อักษรแก้ว (1) ศึกษาพบว่ามีครัสเตเชียนเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะ กุ้ง มีประมาณ 15 ชนิด ที่มีบทบาทสำคัญช่วยหมุนเวียนธาตุอาหารในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศน์ของบริเวณนี้ Boas (9) พบว่ากุ้งมีลักษณะสำคัญๆ ของอันดับนี้คือ

1. ลำตัวแบนข้าง
2. กิริแหลมแบน มีพื้นแบบซี่เลื่อย
3. ปล้องแรกของลำตัวจะมีลักษณะโตกว่าปล้องอื่นๆ
4. หมวดคู่แรกจะมีปุ่มแหลมด้านข้างเรียกว่า สไตรโลเซอไรท์
5. หมวดคู่ที่ 2 แขนงด้านนอกจะขยายเป็นแผ่นบาง เรียกว่า สแคปโปเฟเซอไรท์
6. ขา ขาวเรียวกวเว้นคู่หน้าที่มีกล้ามข้างเดียวหรือทั้ง 2 ขาว จะอ้วน ป้อม หรือคล้ายกิมขาที่มีก้ามมีจำนวนตั้งแต่ 1-3 คู่ ส่วนของฐานปล้อง และปล้องถัดขึ้นมาจะรวมติดกันหรือรวมเป็นปล้องเดียวกันด้วยเชื่อบางๆ และมีแขนงอันนอกยื่นออกมา
7. เหงือก เป็นเหงือกชนิดที่อยู่บนปล้องฐาน (Podobranch) อยู่เฉพาะที่ระยางค์ส่วนนอกคู่แรก หรือ เฉพาะคู่ที่ 1-3 เท่านั้น
8. ช่วงเปิดของน้ำเชื้อเพศผู้จะมีเชื่อบางๆปิดขาวายน้ำ (Pleopods) มีจำนวน 5 คู่ เจริญดีมากทำหน้าที่เกี่ยวกับการว่ายน้ำ และยึดเกาะของไข่ในกุ้งบางชนิด

Ian Dore and Claus Frimodt (5) ได้แสดงลักษณะทางกายวิภาคของกุ้ง (Anatomy of A Shrimp) ไว้ดังภาพ



รูปที่ 4 ลักษณะทางกายวิภาคของกุ้ง (5)

ตามหนังสือ The Biology Of Crustacea Vol.1 โดย Lawrence G. Abele, 1982 (6) กุ้งเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยได้ถูกจัดให้อยู่ใน Order Decapoda (5) มีลักษณะเด่นในการพิจารณา คือ ส่วนหัว (head) และส่วนอก (thorax) รวมกันเรียกว่า Cephalothorax ซึ่งถูกปกคลุมด้วยเปลือกหุ้มหัว (carapace) และได้เปลือกหุ้มหัวจะมีเหงือกสำหรับหายใจ (5,3) ระวังค์ส่วนอก 3 คู่แรกใช้ในการกินอาหาร ซึ่งเรียกว่า Maxilliped และระวังค์ส่วนอก 5 คู่หลังใช้ในการเดิน โดยต่อมาได้จัดให้อยู่ใน Suborder Dendrobranchiata มีลักษณะสำคัญคือ มีส่วนหัวแบนข้าง ลำตัวและขาวายน้ำสมบูรณ์ดี และจัดอยู่ใน Infraorder หรือ Section Penaeidea ได้แก่กุ้งที่มีpleura ของปล้องท้อง ปล้องที่ 2 ไม่แผ่คลุมปล้องที่ 1 ขาเดินคู่ที่ 3 มักเป็นก้ามหนีบมีขนาดเล็กใกล้เคียงกับ 2 คู่แรก มีเหงือกแบบ dendrobranchiata ประกอบไปด้วยท่อ ซึ่งเป็นโพรงตรงกลาง 2 ท่อ และมีการแตกแขนงออกไปด้านข้างอย่างหนาแน่น ส่วน Penaeidea ที่พบในประเทศไทยมี 2 Superfamily คือ Superfamily Sergestidea มีลักษณะเด่นคือ ขาเดิน 2 คู่หลังมีขนาดเล็กหรือไม่มี พบ 2

Family คือ Family Sergestidae ซึ่งหัวไม่ยาว ขาดิน 3 คู่แรกเป็นก้ามหนีบ มีเหงือก ได้แก่ เคย หยาบ เคยตาแดง และ Family Luciferidae ส่วนหัวยาว เฉพาะขาดินคู่ที่ 3 เป็นก้ามหนีบเล็กๆ (spincer) ไม่มีเหงือก ได้แก่ เคยสำลี ส่วนอีก Superfamily หนึ่ง คือ Penaeoidea ได้แก่ กุ้งขา ขาดิน 3 คู่แรกเป็นก้ามหนีบ 2 คู่หลังสมบูรณ์ดี พบ 3 Family คือ Family Solenoceridae มี ลักษณะเด่นคือ cervical groove ยาวเกิน 2/3 ระหว่าง hepatic spine กับด้านหลังของ carapace ขาวว่ายน้ำเป็นระยางค์เดี่ยว ได้แก่ กุ้งแคะ หรือกุ้งอกไก่ สำหรับ Family สุดท้าย คือ Family Penaeidae มีลักษณะเด่น คือ ขาวว่ายน้ำเป็นระยางค์คู่ ได้แก่ กุ้งทะเลต่างๆที่มีค่าทางเศรษฐกิจ เช่น กุ้งกุลาดำ กุ้งกุลาลาย กุ้งแชบ๊วย กุ้งเหลืองหรือกุ้งหิน กุ้งลายเสือ ซึ่งอยู่ในสกุล (Genus) Penaeus กุ้งตะกาด กุ้งหัวมัน กุ้งแก้วอยู่ในสกุล (Genus) Metapenaeus กุ้งทราย กุ้งหินในสกุล Metapenaeopsis กุ้งทรายอยู่ในสกุล Trachypenaeus กุ้งปล้องอยู่ในสกุล Parapenaeopsis กุ้งฝอย ในสกุล Parapenaeus

กุ้งเจริญเติบโตด้วยการลอกคราบ เริ่มจากกุ้งวัยอ่อนมีลักษณะตัวกลมแบนมีระยางค์ 3 คู่ การลอกคราบขึ้นอยู่กับกาลเลี้ยงเมื่อกุ้งได้รับอาหารอย่างสมบูรณ์ และได้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม เช่น ได้รับน้ำใหม่หรือ น้ำฝนมากระตุ้นกุ้งจะทำการลอกคราบ ในระยะที่กุ้งเริ่มลอกคราบใหม่ๆ เปลือกภายนอกที่หุ้มตัวจะมีลักษณะนูน แต่จะแข็งเหมือนเปลือกเดิมที่ลอกทิ้งไปได้ภายใน 2-3 ชั่วโมง การลอกคราบในลูกกุ้งวัยอ่อนจะทำวันละ 2-3 ครั้ง เมื่อเจริญเติบโตมากขึ้นการลอกคราบจะ ใช้เวลาประมาณ 15-20 วัน ต่อครั้ง กุ้งมีเพศแยกเป็นตัวผู้และตัวเมีย เมื่อตัวเมียลอกคราบเมื่อเจริญ เต็มวัยแล้ว ตัวผู้จะเข้าผสมพันธุ์โดยฝากน้ำเชื้อไว้กับตัวเมียเมื่อไข่เจริญเต็มที่แล้วจะไหลออกมา ผสมกับน้ำเชื้อตัวผู้ที่ฝากไว้ กุ้งน้ำจืดจะปล่อยไข่ออกมาเก็บไว้ที่หน้าท้องจำนวนมาก แต่กุ้งทะเลจะ ปล่อยไข่สู่ทะเล กุ้งจะวางไข่มากที่สุดในช่วงปลายฤดูหนาวจนถึงต้นฤดูร้อน ในประเทศไทยกุ้ง สามารถวางไข่ได้ทุกฤดูกาลเพราะมีอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมตลอดปี(16)

กุ้งที่สำคัญทางเศรษฐกิจที่นำมาบริโภคกัน โดยส่วนมากเป็นกุ้งทะเลชนิดต่างๆ(14) เช่น กุ้งกุลาดำ กุ้งแชบ๊วย กุ้งตะกาด เป็นต้น และกุ้งเป็นสัตว์ที่สำคัญทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ประเทศไทยได้ส่งกุ้งเป็นสินค้าออกโดยใช้ชื่อทางการค้าต่างๆ ตามท้องถิ่นทำให้เกิดความสับสน ทางการค้ามากพอสมควรทางเศรษฐกิจ(3) นอกจากนี้กรมประมงได้ทำการสำรวจปริมาณสัตว์น้ำ ทะเลทั้งหมดที่รวมทั้งการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง ในช่วงปี 2532-2536 พบว่า กุ้งที่พบโดยส่วนมากคือ กุ้ง กุลาดำ กุ้งแชบ๊วย กุ้งโอคัก และกุ้งกุลาลาย กุ้งเหลือง เป็นส่วนน้อย(11)

จากการทบทวนวรรณกรรมเรื่องการจำแนกชนิดและการเลี้ยงกุ้ง จะเห็นว่าการจำแนกชนิดโดยพิจารณาถึงลักษณะทางกายวิภาค ถิ่นที่อยู่ และกฎเกณฑ์ต่างๆที่ใช้ในการจัดจำแนกรวมทั้งศัพท์ต่างๆ ซึ่งค่อนข้างยากในการเรียนรู้และในการทำความเข้าใจจะต้องใช้การทบทวนหลายๆ ครั้ง ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยสื่อประสม (Multimedia ) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยไม่เกิดความรู้สึกเบื่อหน่าย และสามารถทบทวนเนื้อหาวิชาได้บ่อยครั้งตามต้องการ

## 2.2 สื่อผสม หรือ สื่อประสม

Multimedia แปลตามความหมายได้ว่า Multi แปลว่าหลากหลาย Media แปลว่าสื่อ ซึ่งมาจากภาษาลาตินว่า “ medium” แปลว่า “ระหว่าง” (between) หมายถึงสิ่งใดก็ตามที่บรรจุข้อมูลเพื่อให้ผู้ส่ง และผู้รับสามารถสื่อสารถึงกันได้ตรงตามวัตถุประสงค์ มัลติมีเดีย จึงหมายถึงสื่อหลายอย่างที่จะส่งความเข้าใจระหว่างกันของผู้ใช้เช่น ข้อมูลตัว อักษรรูปภาพ เสียง และอื่นๆที่นำมาประยุกต์รวมกัน หรืออาจเรียกโดยรวมว่า “ สื่อผสม ”

โดยทั่วไปมัลติมีเดียจะประกอบด้วย จอภาพ ลำโพง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขั้นสูง และซอฟต์แวร์ที่รับข้อมูลจากสื่อท้องถิ่น กิ่งถ่ายภาพ คอมแพคดิสก์ ฟลอปปีดิสก์ เทปเสียง โทรศัพท์ เครื่องโทรสาร เครื่องบันทึกเสียง ไมโครโฟน เพื่อเข้ามาแปลเป็นรูปแบบต่างๆ ที่จะเสนอต่อผู้ใช้ (17) การพัฒนา มัลติมีเดีย จึงเริ่มจากการสร้างผลงานได้ในหลายรูปแบบ หลายเทคโนโลยี ซึ่งครอบคลุมสิ่งเหล่านี้(18)

1. เทคโนโลยีเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์หรือซีดีการสร้างระบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้อุปกรณ์จำพวกเลเซอร์ดิสก์
2. ระบบการปฏิสัมพันธ์โดยใช้ดิจิทัล วิดีโอเทป (DVI -Digital Video Interactive )
3. ระบบการปฏิสัมพันธ์โดยใช้คอมแพคดิสก์(CDI - CD Interactive)
4. การแสดงภาพวิดีโอในวินโดว์แบบเวลาจริง
5. การจับภาพ หรือเก็บข้อมูลภาพ
6. การประยุกต์โดยการสร้างหรือใช้กราฟฟิก ข้อความ วิดีโอ เสียงที่ผสมกัน
7. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในงานผลิตวิดีโอ หรือเพิ่มเติมแก้ไขหลังจากบันทึกภาพ
8. การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม การเล่นเกมเซอร์ดิสก์ คอมแพคดิสก์ หรือการเก็บภาพวิดีโอ
9. การสร้างขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์หรือสร้างวงจรเพื่อการขยายข้อมูล ภาพ เสียง และตัวอักษร

10. การเก็บข้อมูล
11. การรวมสื่อข้อมูลหลายแบบ
12. การสร้างอุปกรณ์สนับสนุนการศึกษาและการบันเทิง
13. การสร้างอุปกรณ์หรือเครื่องมือใช้สำหรับพักผ่อนหย่อนใจ เช่น วีดีโอเกม
14. การสร้างภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนช่วยผลิตงานด้านวีดีโอ
15. ระบบแสดงสไลด์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์
16. เทคโนโลยีเครือข่ายที่รวมหลายสื่อ

ระบบสื่อผสมคือการผสมผสานสื่อหลายทาง เป็นเรื่องที่กำลังได้รับการกล่าวถึงกันมากที่สุดในยุคปัจจุบัน เพราะจะเป็นชุดของเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการผสมสื่อ ด้านเสียง ภาพ การแสดงข้อความและกราฟฟิกเข้ามาทำงานร่วมกันเป็นระบบที่สมบูรณ์เหมาะกับการนำเสนอข้อมูลในเชิงธุรกิจอย่างยอดเยี่ยม งานโฆษณาทางจอทีวีหลายชิ้นทั้งในต่างประเทศและในประเทศเป็นผลมาจากระบบมัลติมีเดียเข้ามาช่วยในการจัดทำมากทีเดียว

ระบบสื่อประสมประกอบด้วยซอฟต์แวร์เพื่อช่วยในการจัดเรียงเรื่องราวเป็นลำดับขั้นตอน (Authoring Software ) และฮาร์ดแวร์ เป็นการ์ดเสียงเสริมเพื่อใช้ในการรับและจัดเก็บสัญญาณเสียงและสัญญาณภาพที่ต้องการ นอกจากนี้มัลติมีเดียเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมให้เป็นคอมพิวเตอร์ในอุดมคติที่ทำงานได้หลายอย่าง การใช้งานในยุคมัลติมีเดียเกี่ยวข้องกับสื่อประสมหลายอย่างตั้งแต่ข้อมูลตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียงพูด เสียงดนตรี และวีดีโอ การผสมสื่อเหล่านี้ทำให้มีการประยุกต์ใช้งานได้ดีมากแถบสัญญาณกว้างและความเร็วที่ใช้เพิ่มจากเดิมหลายเท่าตัว เป็นผลให้ระบบสื่อสารมัลติมีเดียเป็นไปโดยเทคโนโลยีในปัจจุบัน(19)

ตารางที่ 1 ข่าวดสารระบบมัลติมีเดีย

ข้อมูลข่าวสาร	รูปแบบข้อมูลพื้นฐาน	รูปแบบซับซ้อน
<b>ข่าวสารจินตภาพ</b> (Visual)	อิมเมจ ( Image) กราฟฟิก	วีดีโอ ภาพเคลื่อนไหว
<b>ข่าวสารเสียง</b>	เสียง	ดนตรี
<b>ข้อมูลข่าวสารข้อความ</b>	ตัวอักษรจากแป้นพิมพ์	ตัวอักษรจากลายมือเขียน
<b>ข่าวสารตรวจจับ</b> ( Sensory Information )	อุปกรณ์รับรู้	อุปกรณ์ควบคุม

ที่มา : ยืน ภู่วรรณ เทคโนโลยีก้าวหน้า: ระบบมัลติมีเดียที่เป็นจริง(20)

จากตารางแสดงให้เห็นว่าข่าวสารในระบบสื่อผสมที่มีรูปแบบข้อมูลหลากหลาย แบบแรกเป็นข้อมูลพื้นฐาน ซึ่งได้แก่ รูปภาพ เสียง ตัวอักษร ข้อความ แต่เมื่อระบบใช้รูปแบบข้อมูลขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น ได้แก่ วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรี ตัวอักษรจากลายมือเขียน ข้อมูลอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ การใช้งานแบบสื่อประสมจึงต้องอาศัยและวิธีการพัฒนามาเป็นพิเศษ

### 2.2.1 องค์ประกอบของสื่อผสม

มาตรฐานทางด้านสื่อผสมได้รับการกำหนดขึ้นมาจาก บริษัทผู้ผลิตฮาร์ดแวร์รายใหญ่ๆ ของโลกร่วมมือกับ บริษัทไมโครซอฟต์ มาตรฐานมัลติมีเดียจึงเป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกันทั้งทางด้านซอฟต์แวร์ โดยผู้กำหนดร่วมกันให้ชื่อว่า มัลติมีเดียพีซี (Multimedia PC) รายละเอียดความต้องการขั้นต่ำของอุปกรณ์ทั้งหมด มีดังนี้

1. ด้านฮาร์ดแวร์ ประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีที่มีหน่วยประมวลผลหลักเป็นรุ่น 80386 SX หรือสูงกว่าหน่วยความจำ (RAM) เนื้อที่เก็บข้อมูล 30 MB VGA หรือ SVGA เป็นการ์ดที่ใช้ในการแสดงผล เมมโมรี่ เครื่องอ่านซีดีรอมที่มีอัตราการแปลงข้อมูลอย่างน้อย 150 KB / วินาที ระยะเวลาการเข้าถึงข้อมูลมากที่สุด 1 วินาทีซึ่งใช้กำลังไฟไม่เกิน 40 % ของหน่วยประมวลผลกลาง การ์ดแสดงผลด้านเสียง ใช้สำหรับการสังเคราะห์เสียงประกอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการบีบอัดสัญญาณเสียง อุปกรณ์นำสัญญาณเสียงเข้าและออก เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องมีการเชื่อมต่อแบบขนานและอนุกรมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องกราดจับ แท่นบังคับถึงแม้ว่าข้อกำหนดของ MPC จะรวมถึงการต่อของแท่นบังคับเข้าไปด้วย แต่ก็ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องมีการเชื่อมต่อของมัลติมีเดียพีซีในการทำงานด้านธุรกิจ

2. ซอฟต์แวร์ ประกอบไปด้วยระบบ Microsoft Windows 3.1MS-DOS หรือ PC-DOS เวอร์ชัน 3.1 เป็นอย่างต่ำ และMS-DOS CD-ROM Extensions ( MSCDEX ) เวอร์ชัน 2.2 เป็นต้นไป

สื่อผสมที่สมบูรณ์แบบของการทำงานในปัจจุบันประกอบด้วยโปรแกรมซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ (20) สำหรับโปรแกรมซอฟต์แวร์แบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ

1. ระบบปฏิบัติการ(Operating System) จะต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูล (Link) ทั้งการเชื่อมโยงแบบฝังข้อมูลหรือที่เรียกว่า Object Link Embedding (OLE) และการเชื่อมโยงแบบโยงข้อมูล หรือDynamic Link Library (DLL) เช่น Windows95 Windows98 WindowNT และOS/2 เป็นต้น

2. ระบบประยุกต์ใช้งาน (Authoring Application System) จะต้องมีความสามารถในการบีบอัดข้อมูล (JPEG และ MPEG) การส่งผ่านข้อมูล (Data Access Time) ไม่น้อยกว่า 400 เมกะไบต์ต่อวินาที และจะต้องใช้งานง่ายในระบบการใช้ไอคอน หรือที่เรียกว่า GUI (Graphical User Interface)

และอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย

1. ชิพหรือไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อเพิ่มความเร็วในการอ่านและประมวลผลข้อมูล ในปัจจุบันเป็น Pentium

2. หน่วยความจำ (RAM) เพื่อรองรับข้อมูลขณะทำงานอย่างน้อยจะต้อง 16 MB ขึ้นไป

3. พื้นที่เก็บข้อมูลหรือฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) เพื่อเก็บข้อมูลที่ทำเสร็จ ประมาณ 1 กิกะไบต์เป็นอย่างต่ำ

4. เครื่องขับซีดีรอม (CD-ROM Drive) เพื่อเป็นหน่วยอ่านข้อมูลจากแผ่นซีดี ความเร็วอย่างน้อย 8 เท่าขึ้นไป

5. อุปกรณ์แปลงสัญญาณ (InterFace Card) ได้แก่ การ์ดวิดีโอ (Video Card) ที่แสดงผลได้ตั้งแต่ 256 สีขึ้นไป (ควรสูงถึง 16 ล้านสี) การ์ดเสียง และลำโพง (PC-Speaker)

สื่อผสมควรจะประกอบด้วย ( 21) เครื่องขยายเสียงและไมโครโฟน องค์ประกอบอย่างหนึ่งของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการสื่อผสมคือการ์ดเสียง สามารถต่อพ่วงอุปกรณ์ทั้งเครื่องกระจายเสียง และไมโครโฟน เพื่อการเก็บเสียง โดยการสร้างและบันทึกเสียงจะเป็นมาตรฐานมิดิ (MIDI - Music Instrument Digital Interface) เครื่องขับซีดีรอม (CD-ROM Drive) โดยปกติความเร็วในการส่งผ่านข้อมูลไม่ต่ำกว่า 150 KB ต่อวินาที วิดีทัศน์ (Video) เพื่อเก็บภาพที่จะใช้ในการนำเสนอผ่านสื่อผสม โดยการนำภาพจากวีดิทัศน์มาผ่านอุปกรณ์แปลงสัญญาณ เครื่องกราดตรวจ (Scanner) ใช้สแกนภาพนิ่งหรือภาพถ่าย ซึ่งอาจอยู่ในรูปภาพ หรือข้อความ เพื่อเก็บในระบบคอมพิวเตอร์ และแสดงผลออกทางจอภาพ และเครื่องพิมพ์

### 2.2.2 การสร้างสื่อผสม

ในการจัดสร้างสื่อผสม ซึ่ง Paulissen, Dirl and Harald Frater ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการข้อมูลของสื่อผสมมี 5 ขั้นตอน (22) คือ

**ขั้นตอนที่ 1 :** การจัดเตรียมข้อมูลนำเข้า ขั้นตอนนี้จะเป็นการรวบรวมข้อมูลสื่อประเภทต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบภาพวิดีโอ ภาพนิ่ง หรือตัวอักษร เพื่อพร้อมที่จะทำการเปลี่ยนรูปแบบของข้อมูลอะนาล็อก ให้เป็นระบบดิจิทัลเพื่อนำไปประมวลผลข้อมูลต่อไป

**ขั้นตอนที่ 2 :** เปลี่ยนแปลงข้อมูลให้เหมาะสม ที่จะเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์

**ขั้นตอนที่ 3 :** แก้ไขปรับปรุงข้อมูล ขั้นตอนนี้เป็นการแก้ไขเพิ่มเติมสิ่งต่างๆให้เรียบร้อยเป็นที่พอใจก่อนที่จะแสดงผลจริง

**ขั้นตอนที่ 4 :** บีบอัดข้อมูล เนื่องจากข้อมูลนำเข้าไม่ว่าจะเป็นก่อนปรับแต่งหรือหลังปรับแต่ง จะมีการใช้พื้นที่ในหน่วยความจำมากดังนั้นขั้นตอนนี้เป็นการบีบอัดข้อมูลโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ช่วย เพื่อลดพื้นที่การใช้หน่วยความจำ

**ขั้นตอนที่ 5 :** แสดงผล โดยข้อมูลที่จะนำมาประมวลผลและแสดงผลทางจอภาพนั้น จะต้องทำการขยายข้อมูลที่ถูกรีบอัดก่อน

การสร้างระบบมัลติมีเดียหรือสื่อประสม(23) สามารถพัฒนาได้ 2 แนวทางคือ แนวทางแรกเป็นการเก็บสัญญาณทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นเสียง ภาพและข้อความและกราฟิกต่างๆ เป็นสัญญาณดิจิทัลของเลข 0 และ 1 ไว้ในพื้นที่เก็บข้อมูลหรือฮาร์ดดิสก์ ดังนั้นพื้นที่เก็บข้อมูลหรือฮาร์ดดิสก์ของเครื่องต้องมีความจุสูง ส่วนประกอบของระบบจะประกอบไปด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นตั้งแต่ 386 ขึ้นไปพร้อมพื้นที่เก็บข้อมูลหรือฮาร์ดดิสก์อย่างต่ำ 120 เมกะไบต์ขึ้นไป หน่วยความจำอย่างต่ำ 4 เมกะไบต์ขึ้นไป ยังต้องประกอบด้วยแผ่นการ์ดเสียงของการจับสัญญาณเสียง สัญญาณภาพ วิดีโอ ซูดลำโพง และซอฟต์แวร์เรียบเรียงลำดับเรื่องราว (Authoring System ) แนวทางที่ 2 เป็นระบบที่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นศูนย์กลางควบคุมหลักเพื่อไปบังคับการทำงานของอุปกรณ์ที่ต่อพ่วง เสมือนการทำงานของห้องควบคุมสถานีโทรทัศน์ กรณีนี้ฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ใช้เก็บเพียงข้อความและกราฟิก แต่ซีดีรอมและเครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์จะเก็บสัญญาณเสียงและวิดีโอ

สำหรับการสร้างโปรแกรมช่วยสอนเรื่องการจัดจำแนกชนิดกึ่งที่สำคัญของไทยนั้นได้ทำการจัดเก็บข้อมูลทั้งไว้ในแผ่นซีดีรอม แล้วทำการนำเสนอผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งต้องประกอบด้วยการ์ดเสียงของการจับสัญญาณเสียง สัญญาณภาพ ลำโพง เครื่องอ่านซีดีรอม หรือที่เรียกรวมกันว่าชุดมัลติมีเดีย

### 2.2.3 การประยุกต์สื่อประสม

สื่อประสมทำให้การเข้าถึงข้อมูลในคอมพิวเตอร์ และทำความเข้าใจข้อมูลนั้นได้ง่ายขึ้น และเราจะดึงเอาประโยชน์จากคอมพิวเตอร์มาช่วยเราได้อย่างมหาศาล และช่วยให้การสอน หรือการเสนอแนะดีขึ้น คือแทนที่เราจะต้องฟังพาระบบการสอน หรือการแนะนำแบบเดิม ด้วยการอ่านหนังสือ หรือดูโทรทัศน์ หรือแม้กระทั่งทดลองทำ เราสามารถใช้สื่อประสมที่ควบคุมโดยคอมพิวเตอร์เป็นผู้สาธิตแสดงตัวอย่างให้เราชมแทน มัลติมีเดียเป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการใช้สื่อ

ต่างๆ เช่น วีดิทัศน์ , เสียง , ภาพกราฟิก , ภาพถ่าย , ข้อความ และความสามารถในการทำงานแบบโต้ตอบมาใช้งานแบบผสมผสานกัน ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานคำนวณ ค้นหาข้อมูลแสดงภาพวีดิทัศน์ และมีเสียงต่าง( 24 ) ระบบมัลติมีเดียมีประโยชน์มากสำหรับงานต่างๆดังต่อไปนี้

1. งานสอนโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ช่วย ระบบมัลติมีเดียช่วยให้บทเรียนน่าสนใจขึ้นมีสีสัน เสียง และมีภาพเคลื่อนไหวที่ถ่ายมาจากกล้องวีดิทัศน์ ซึ่งนับว่าดีกว่าระบบเดิมที่มีแต่ข้อความ และคำถามให้ตอบเท่านั้น
2. งานนำเสนอ (Presentation) ระบบมัลติมีเดียสามารถนำเสนอเรื่องราวที่น่าสนใจต่างๆ เป็นภาพและเสียง เช่นใช้ในการเสนอสินค้า
3. งานออกแบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (Computer aided design) โดยเฉพาะการออกแบบในลักษณะสามมิติ ซึ่งแสดงภาพวัตถุที่ออกแบบให้เห็นเป็นภาพ Solid
4. งานด้านดนตรี เป็นการใช้ระบบมัลติมีเดียในการวิเคราะห์ และสังเคราะห์เสียงดนตรีเพื่อประโยชน์ในการศึกษาวิจัยหรือในการเรียนรู้

จากการทบทวนวรรณกรรมจะเห็นว่า การใช้เทคนิค Multimedia สำหรับจัดทำโปรแกรมช่วยสอนเกี่ยวกับการจำแนกชนิดกุ้งที่สำคัญของไทยนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจกฎเกณฑ์ต่างๆ สำหรับการจำแนก ลักษณะภายนอกภายใน ลักษณะที่อยู่อาศัย และรวมทั้งศัพท์ทางวิชาการที่เกี่ยวข้องได้ง่ายขึ้น เนื่องจากสื่อประสมได้อาศัยหลักการการนำเอาสื่อหลายๆ อย่างที่มีความสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกันทำให้เรียนรู้ได้ง่ายขึ้นก่อให้เกิดความเข้าใจ ประหยัดเวลา ผู้เรียนเป็นอิสระจากอารมณ์ผู้สอนและกระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการเรียนรู้มากกว่าผู้สอนบรรยายฝ่ายเดียว และ จากสถิติ British Visual Association พบว่า ผู้เรียนสามารถจำเรื่องที่เรียนได้ร้อยละ 80 ถ้าทั้งได้ยินได้เห็น ได้ทำ เทียบแล้วถ้าได้ยินและเห็น จะจำได้ร้อยละ 20 ถ้าเห็น หรืออ่านเฉยๆ จะจำได้ ร้อยละ 10 (25) การใช้มัลติมีเดียโดยที่ผู้ใช้ทั้งได้เห็น ได้ยิน และได้ลงมือทำแบบฝึกหัดต่างๆทำให้ผู้ใช้จำสิ่งที่ตนเองเรียนได้มากขึ้น เมื่อเทียบกับสิ่งอื่นๆ จึงทำให้มัลติมีเดียมีแนวโน้มว่าจะช่วยพัฒนาคุณภาพการศึกษาได้ดีกว่า เทปเสียง หรือ หนังสือ

### 2.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น จะเห็นว่าประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการจำแนกชนิดและการเลี้ยงกุ้งที่สำคัญทางเศรษฐกิจ นั้นมีประสิทธิภาพเนื่องจากการสร้างโปรแกรมช่วยสอนโดยใช้สื่อประสม (Multimedia) ซึ่งหมายถึงการอาศัยหลักการนำเอาสื่อการสอนหลายๆ อย่างที่มีความสัมพันธ์กันและมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เร้าความสนใจ

ในขณะที่สื่ออีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา และสื่ออีกชนิดหนึ่งอาจเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจและง่ายต่อการเรียนรู้

ความหมายของคอมพิวเตอร์ คือ เครื่องจักรที่ทำงานอัตโนมัติ ทำการรับและจำข้อมูล และคำสั่งต่างๆ ได้เพื่อการประเมินผลด้วยความเร็วแล้วทำให้ผลลัพธ์ออกมาอย่างถูกต้องและเที่ยงตรง(26) โดยมีคุณสมบัติดังที่สำคัญ คือ

1. ทำงานโดยอัตโนมัติ คือ ประมวลผลทั้งหมดภายในการสั่งครั้งเดียว
2. สามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง
3. สามารถเก็บและจำข้อมูลไว้ได้

คอมพิวเตอร์มีประโยชน์ และความสามารถเด่นกว่าเครื่องมือชนิดอื่น(27) เนื่องจาก

- 1.คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบ หรือการตรวจทานข้อมูลได้ง่าย
- 2.คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้ง่าย สะดวกแก่การเชื่อมโยงข้อมูล
- 3.คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการบันทึกข้อมูลได้เป็นจำนวนมากโดยใช้พื้นที่น้อย เช่น การใช้แถบแม่เหล็กหรือจานแม่เหล็ก ซึ่งเก็บข้อมูลได้มากและมีแนวโน้มว่าค่าใช้จ่ายจะลดลงเรื่อยๆ
- 4.ความเร็วในการเก็บหรือการเรียกข้อมูลมาใช้ได้อย่างรวดเร็ว เป็นเหตุผลอีกอย่างหนึ่งทำให้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ

คอมพิวเตอร์เป็นเพียงเครื่องมือประเภทหนึ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมนุษย์ โดยเป็นการให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ต้องมีการเรียนการสอนที่เป็นการศึกษาทักษะฝึกปฏิบัติ หรือทบทวนความรู้ โดยวิธีการต่างๆ ทำให้อาจมีการเรียนการสอนที่ซ้ำๆ กันหลายครั้งตามความสามารถของผู้เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดความเบื่อหน่ายของผู้เรียนและผู้สอน การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(8) เป็นการสื่อเนื้อหาเรื่องราว การทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการวัดผลการเรียนโดยมีการโต้ตอบกันตลอดเวลาระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ หรือ Interactive

การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบต่างๆ ในแต่ละบทเรียนจะมีตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รวมทั้งเสียงประกอบด้วย ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกกับการเรียนไม่รู้สึกเบื่อหน่าย การ

สร้างโปรแกรมช่วยสอนนั้นได้อาศัยแนวคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรมจะเริ่มจากการสร้างสิ่งเร้าให้กับผู้เรียน ประเมินผลการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรงและให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป (17)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า CAI นั้นกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก มีการนำเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนในโรงเรียนและในสถาบันมากขึ้น ประกอบกับราคาของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ลดลง สถานศึกษาขนาดกลางและขนาดเล็กมีกำลังซื้อพอที่จะหาเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในสถานศึกษาของตนเองปัจจุบันจึงพบเห็นเครื่องคอมพิวเตอร์ในสถานศึกษาทุกระดับชั้นตั้งแต่อนุบาลจนถึงมหาวิทยาลัยการมีเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งเรียกว่า Hardware เพียงอย่างเดียวคงไม่เกิดประโยชน์อะไรขึ้น ถ้าขาดโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรียกว่า Software ในที่นี้หมายถึงบทเรียนที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยมีจุดประสงค์เพื่อการเรียนการสอน(28) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการสร้างขึ้นจากหลากหลายโปรแกรม เช่น โปรแกรม Thai Show โปรแกรม Show partner โปรแกรม Authorware โปรแกรม Pilot Clipper Compiler โปรแกรม Story Board หรือบางทีสร้างขึ้นมาจากภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง เช่น ภาษา C Pascal Basic เป็นต้น

โดยมีข้อพิจารณาในการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้ (29)

1. รูปแบบของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คงต้องกำหนดจุดมุ่งหมายเป็นอันดับแรกว่าการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบใดสำหรับการใช้ในห้องเรียนที่มีคอมพิวเตอร์อยู่ที่หน้าชั้นเพียงเครื่องเดียวโดยมีครูเป็นผู้ใช้แบบจำลองน่าจะมีความเหมาะสมกว่าบทเรียนสอนหรือบททวน (Tutorial) แต่ถ้าต้องการให้นักเรียนไปศึกษาเพื่อทบทวนเป็นรายบุคคลที่บ้านหรือในห้องคอมพิวเตอร์ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนมากและนักเรียนสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้เพียงลำพังก็ควรออกแบบให้เป็นลักษณะบทเรียนสอนหรือบทเรียนทบทวน เป็นต้น

2. เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเองในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ อาจเขียนโปรแกรมด้วยภาษาใดภาษาหนึ่งที่ตนเองถนัด หรืออาจใช้ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า Authoring System ซึ่งมีความยืดหยุ่นและสะดวกที่ใช้ปรับปรุงได้ภายหลัง เช่น Authorware จูพา CAI และไทยทัศน์ เป็นต้น

3. ลงมือสร้าง เมื่อเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมได้แล้วทำการลงมือสร้าง และทำการประเมินผลกับนักเรียน

การประยุกต์ลักษณะการใช้งานของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย (30)

1. การแสดงข้อมูลบนจอรับภาพจากลักษณะดังกล่าวสามารถสร้างบทเรียนที่มีทั้งตัวหนังสือและรูปภาพได้อย่างง่ายดายและรวดเร็ว เมื่อสร้างขึ้นมาแล้วและยังไม่เป็นที่พึงพอใจก็สามารถลบบางส่วนออก หรือต่อเติมบางส่วนเข้าไป นอกจากนี้ยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวได้อีกด้วย
2. การบันทึกเวลา เครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะมีวงจรมีนาฬิกาสามารถจับเวลา และบันทึกเวลาในการเรียนของผู้เรียนได้ นักเรียนทุกคนจะได้รับความยุติธรรมในการบันทึกเวลา เป็น การสร้างทัศนคติที่ดีแก่ผู้เรียน
3. การติดตามประเมินผลการเรียนการสอนบางประเภท เช่น การใช้เวลาในการแก้ไขปัญหา เพื่อวัดความสามารถของผู้เรียน ซึ่งจะมีผลในการประเมินที่จะให้คะแนนได้อย่างสมบูรณ์ และยุติธรรม ผู้เรียนสามารถรู้ผลได้ทันทีซึ่งจะเป็นการเสริมแรงทำให้ผู้เรียนได้เตรียมพร้อม สร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
4. สามารถช่วยในการตัดสินใจและสามารถเลือกกิจกรรมได้ สามารถสร้างแบบฝึกหัดข้อสอบหรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนเลือกได้เป็นจำนวนมาก เราสามารถให้คอมพิวเตอร์เลือกกิจกรรมนั้นๆ ได้ โดยไม่ซ้ำแบบกันเลย ผู้เรียนคนเดียวกันมาทำในเวลาต่างกัน ก็ได้รับกิจกรรมที่ต่างกันออกไป หรืออาจต้องการให้ทุกคนทำกิจกรรมเหมือนกันก็ได้
5. การตอบสนองกลับมาด้วยเวลาที่รวดเร็ว เมื่อมีผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนผู้เรียนสามารถกลับไปเริ่มตรงที่ยังไม่เข้าใจได้ทันที หรือถ้าตอบถูกทำกิจกรรมได้ถูกต้อง เครื่องจะรายงานผลให้ทราบทันที ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียน
6. การเก็บข้อมูลเรื่องราวและภาพต่างๆ ที่สร้างขึ้น เมื่อผู้เรียนต้องการจะเรียนเรื่องอะไร บทใด สามารถดึงเอาบทเรียนออกมาแสดงผลได้อย่างรวดเร็ว และยังสามารถเก็บพฤติกรรมของผู้เรียนได้ โดยผู้สอนไม่ต้องเฝ้าสังเกต
7. การแสดงผลข้อมูลสามารถแสดงผลทางจอภาพและพิมพ์ลงบนกระดาษได้ การเก็บข้อมูลอาจเก็บในลักษณะหนึ่งและถูกแสดงออกมาในอีกลักษณะหนึ่งก็ได้ ตามที่ผู้เรียนผู้สอนต้องการ เช่น บางครั้งมองเห็นภาพไม่ชัดเจน ก็ขยายใหญ่ขึ้นได้
8. การใส่ข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับ วิธีนี้เหมาะสำหรับการสร้างบทเรียนจากผู้สร้างหลายคน เมื่อคนหนึ่งสร้างเสร็จก็สามารถป้อนข้อมูลได้ไม่ต้องรอ เพราะเครื่องสามารถจัดหน้าและรูปเล่มภายหลัง

9. ความสามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว บทเรียนบางบทเรียนไม่จำเป็นต้องคำนวณให้ยุ่งยาก เมื่อผู้เรียนเริ่มเข้าใจหลักการหรือทฤษฎีต่างๆ แล้ว ก็ไม่จำเป็นต้องเน้นการคำนวณตัวเลขมากเกินไปทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย

10. การสร้างแบบจำลอง (Simulation) ในปัจจุบันถ้าหากไม่มีงบประมาณมากพอที่จะซื้ออุปกรณ์ราคาแพงเพื่อใช้ในการอบรมผู้เรียนได้แต่ในการเรียนการสอนจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดความชำนาญ เช่นแบบจำลองการบิน

การใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำแนกเป็นรูปแบบต่างๆ ได้ดังตาราง ซึ่งค่อนข้างครอบคลุม รูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีอยู่ในปัจจุบัน(17)

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบต่างๆ

รูปแบบ	ลักษณะ	บทบาทผู้สอน	บทบาทคอมพิวเตอร์	บทบาทผู้เรียน	การใช้ตัวอย่าง
การสอน	-การเสนอข้อมูลใหม่ -สอดความคิดรวบยอดและกฎเกณฑ์ต่างๆ -ให้การทบทวนเนื้อหา	-เลือกเนื้อหาบทเรียน -คัดแปลงการสอนให้เหมาะสม -เป็นผู้ทบทวน	-เสนอข้อมูล -ตั้งปัญหา -ตรวจสอบ -ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการแก้ไข -สรุปจุดสำคัญของเนื้อหา -บันทึกการเรียน	-ตอบสนองต่อเครื่อง -คู่มือลัพท์ -ตอบคำถาม -ถามคำถาม	-อบรมเจ้าหน้าที่ธุรการ / พนักงานธนาคาร -การสอน วิทยาศาสตร์ -การวิเคราะห์ทางการแพทย์ -ศึกษาไอบีล
การฝึกหัด	-ผู้เรียนต้องทราบเนื้อหามาก่อนเป็นอย่างดี -ทบทวนคำศัพท์และข้อเท็จจริงต่างๆ -ให้คำถามมากมายในรูปแบบต่างๆ -ให้คำถาม/คำตอบซ้ำไปมาถ้าจำเป็น	-ทบทวนเนื้อหาจากที่สอนไปแล้ว -เลือกคำถามตามเนื้อหา -เลือกการฝึกหัดให้เหมาะสมกับผู้เรียน -ตรวจดูความก้าวหน้าของผู้เรียน	-เสนอคำถาม -ประเมินคำตอบของผู้เรียน -ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที -บันทึกความก้าวหน้าของผู้เรียน	-ต้องทบทวนเนื้อหามาก่อน -ตอบคำถาม -รับการยืนยันคำตอบและ/หรือการแก้ไข -เลือกเนื้อหาและระดับความยากง่ายเพื่อฝึกหัดต่อไป	-เดิมคำศัพท์สมบูรณ์ -การคิดเลข -การฝึกหัดทางบัญชี

ทีมา กิดานันท์ มลิทอง . เทคโนโลยีร่วมสมัย(18)

ตารางที่ 2 (ต่อ) แสดงลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบต่างๆ

รูปแบบ	ลักษณะ	บทบาทผู้สอน	บทบาทคอมพิวเตอร์	บทบาทผู้เรียน	การใช้ตัวอย่าง
สถานการณ์จำลอง	-สร้างสถานการณ์ที่เหมือนชีวิตจริง -มีการจำลองที่เกิดขึ้นกับความเป็นจริง -ใช้กับผู้เรียนรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย	-แนะนำเรื่องราวของสถานการณ์ -เสนอภูมิหลังของเรื่อง -ให้คำแนะนำอย่าง	-แสดงบทบาท -ส่งผลการตัดสินใจของผู้เรียน -สถานการณ์และข้อมูล	-ฝึกการตัดสินใจ -สร้างทางเลือก -รับผลการตัดสินใจของผู้เรียน -ประเมินการตัดสินใจของผู้เรียน	-การซ่อมอุปกรณ์ -การวินิจฉัยโรค -การบิน -การทดลองในห้องปฏิบัติ -การจัดการธุรกิจ
เกม	-การแข่งขัน -ฝึกปฏิบัติการในรูปแบบของการให้สิ่งเร้า -ใช้กับผู้เรียนรายบุคคลหรือกลุ่มย่อย	-ตั้งกฎเกณฑ์ข้อจำกัด -ควบคุมกระบวนการ -ตรวจสอบผลลัพธ์	-เป็นเครื่องช่วยแข่งขัน -เป็นกรรมการตัดสิน และเป็นผู้เก็บคะแนน	-เรียนรู้ข้อเท็จจริง/ทักษะ/วิธีการ -ประเมินทางเลือก -แข่งขันกับเครื่อง	-เกมการนับ -เกมหัดสะกดคำ -พิมพ์ดีด
การค้นพบ	-นำข้อมูลพื้นฐาน -ใช้วิธีอุปมาน -ลองผิดลองถูก -ทดสอบสมมติฐาน	-เสนอปัญหา -ตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียน	-เสนอสารสนเทศ -เก็บข้อมูล -ให้วิธีการค้นพบ	-ตั้งสมมติฐาน -ทดลองวิธีการที่คิดขึ้น -พัฒนากฎเกณฑ์ข้อบังคับ	-สังคมศาสตร์ -วิทยาศาสตร์
การแก้ปัญหา	-การทำงานกับข้อมูล -จัดระเบียบสารสนเทศ -แสดงการคำนวณอย่างรวดเร็วถูกต้อง	-ตั้งปัญหา -ตรวจสอบผลลัพธ์	-เสนอปัญหา -จัดข้อมูล -เสนอฐานข้อมูล -ให้ผลย้อนกลับ	-จำกัดความของปัญหา -คิดวิธีแก้ปัญหา -จัดการกับตัวแปรต่าง -ลองผิดลองถูก	-ด้านธุรกิจ -การสร้างสรร -คณิตศาสตร์ -การแก้ไข

ที่มา กิดานันท์ มลิทอง . เทคโนโลยีร่วมสมัย(18)

ขั้นตอนในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเทคโนโลยีทางการศึกษาได้เสนอแนะแบบจำลองการออกแบบการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ แบบจำลองที่ค่อนข้างครอบคลุมและน่าสนใจ(9) คือแบบจำลองของ Alessi and Trollip มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมการ (Preparation)

- กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objective)
- เก็บข้อมูล(Collect Resource)
- เรียนรู้เนื้อหา(Learn Content)
- สร้างความคิด(Generate Ideas)

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

- ทอนความคิด (Elimination of Ideas)
- วิเคราะห์งานและวิธีคิด(Task and Concept Analysis)
- ออกแบบบทเรียนขั้นต้นแรก(Preliminary lesson Description)
- ประเมินและแก้ไขการออกแบบ(Evaluation and revision of design)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน(Flowchart lesson)

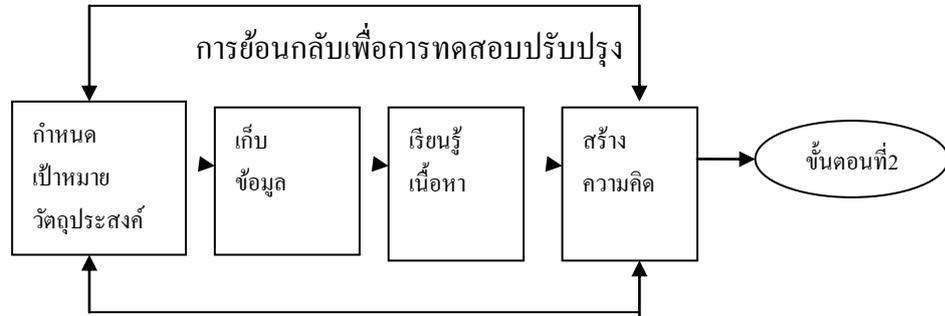
ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด( Create Storyboard)

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการสร้างและเขียนโปรแกรม(Program Lesson)

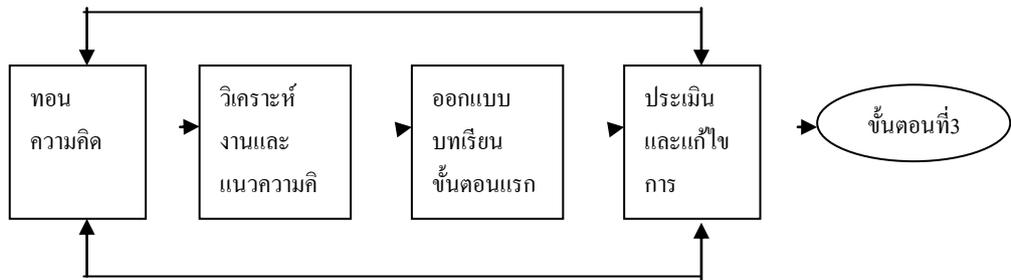
ขั้นตอนที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบการเรียน(Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นตอนการประเมินผลและแก้ไขบทเรียน(Evaluate and Revise)

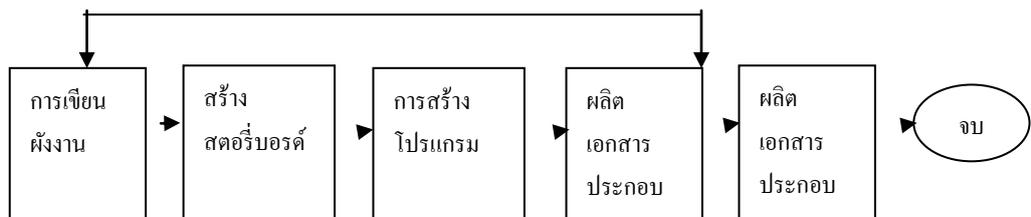
**ขั้นตอนที่ 1 : ขั้นตอนการเตรียม**



**ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน**



**ขั้นตอนที่ 3-7**



รูปที่ 5 แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ อเลสซี่และโทรลิป (9)

## ขั้นตอนที่ 1 : การเตรียมการ (Preparation)

ในขั้นตอนแรกของการออกแบบบทเรียนเป็นขั้นตอนในการเตรียมพร้อมก่อนที่จะทำการออกแบบบทเรียน ในขั้นตอนการเตรียมนี้ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมพร้อมในเรื่องของความชัดเจนในการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ หลังจากนั้นผู้ออกแบบควรที่จะเตรียมการในการรวบรวมข้อมูล นอกจากนี้ยังควรที่จะเรียนรู้เนื้อหา เพื่อให้เกิดการสร้างหรือระดมความคิดในที่สุด จากประสบการณ์ของผู้เขียนในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า ขั้นตอนการเตรียมนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ผู้ออกแบบต้องใช้เวลามาก เพราะการเตรียมพร้อมในส่วนนี้จะทำให้ขั้นตอนต่อไปในการออกแบบเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพในการเตรียมการประกอบไปด้วย

### - 1.1 การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)

การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียน คือ การตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อการศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด กล่าวคือใช้เป็นบทเรียนหลักหรือเป็นบทเรียนเสริม ใช้เป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติมหรือ เป็นแบบทดสอบ ฯลฯ รวมทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน คือ เมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้ว จะสามารถทำอะไรได้บ้าง เช่น ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่าง ได้อธิบายได้ เป็นต้น

ก่อนที่จะกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการเรียนได้นั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทราบพื้นฐานของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเสียก่อน เพราะความรู้พื้นฐานของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียน ดังนั้นในกรณีที่ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียนหรือรวมไปถึงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและความต้องการของกลุ่มเป้าหมายด้วย ตัวอย่างเช่น หากต้องการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวกับเรื่องคำศัพท์ในภาษาอังกฤษให้แก่ผู้เรียนในระดับประถมศึกษาผู้สร้างควรที่จะพิจารณาพื้นฐานความรู้ของผู้เรียนเสียก่อน เช่น พื้นฐานคำศัพท์ภาษาอังกฤษของเด็กเป็นอย่างไรและความสามารถในการอ่านภาษาไทยเป็นเช่นไร เพราะข้อมูลพื้นฐานส่วนนี้ส่งผลต่อการได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ที่เหมาะสม(ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป) สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน

### - 1.2 การรวบรวมข้อมูล (Collection Resource)

การรวบรวมข้อมูล หมายถึง การเตรียมพร้อมทางด้านของทรัพยากรสารสนเทศ (Information Resource) ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของเนื้อหาและการพัฒนาและออกแบบบทเรียน และสื่อในการนำเสนอบทเรียน ซึ่งในที่นี้ก็คือ คอมพิวเตอร์นั่นเอง ทรัพยากรในส่วนของเนื้อหาได้แก่ ตำรา หนังสือ วารสาร ทางวิชาการ หนังสืออ้างอิง สไลด์ ภาพต่างๆ และที่สำคัญก็คือผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ส่วนทรัพยากรในการออกแบบบทเรียนได้แก่ หนังสือสำหรับการออกแบบบทเรียน กระดาษสำหรับการวาดสตอรี่บอร์ด สื่อสำหรับการทำกราฟิก โปรแกรมสำหรับการประมวลผลคำ และผู้เชี่ยวชาญสำหรับการออกแบบบทเรียน ทรัพยากรในส่วนของสื่อที่ใช้ในการนำเสนอได้แก่ คู่มือต่างๆ ทั้งของคอมพิวเตอร์และของโปรแกรมสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต้องการใช้และผู้เชี่ยวชาญการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### -1.3 การเรียนรู้เนื้อหา(Learn Content)

ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหากเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาความรู้ทางการออกแบบบทเรียนหรือเป็นผู้ออกแบบบทเรียนต้องการความรู้ด้านเนื้อหาควบคู่กันไป แม้ในกรณีที่ทำงานกันเป็นทีม ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องรู้เนื้อหาด้วย สำหรับผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว การเรียนรู้เนื้อหาวิชาอาจทำได้ในหลายลักษณะ เช่นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การอ่านหนังสือ หรือเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาบทเรียน เป็นต้น การเรียนรู้เนื้อหามีความจำเป็นอย่างยิ่ง สำหรับผู้ออกแบบเนื่องจากไม่มีความรู้ในเนื้อหาวิชานี้อาจทำให้เกิดข้อจำกัดในการออกแบบบทเรียนกล่าวคือ ผู้ออกแบบจะไม่สามารถออกแบบบทเรียนช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพได้ ไม่ว่าจะเป็นส่วนของการออกแบบการชี้แนวทางการเรียนรู้ การนำเสนอเนื้อหา การให้ข้อมูลย้อนกลับ ตลอดจน การทดสอบความรู้ของผู้เรียน

### - 1.4 การสร้างความคิด(Generate Ideas)

ขั้นตอนการสร้างความคิดนี้ก็คือการระดมสมองนั่นเอง การระดมสมองหมายถึงการกระตุ้นให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่างๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะเวลาอันสั้น ความคิดสร้างสรรค์มีหลัก 4 ประการคือ การห้ามวิจารณ์ (Suspend Judgement) การคิดโดยอิสระ (Free Wheel) การเน้นปริมาณ (Quantity) การกระตุ้นความคิดอย่างต่อเนื่อง(Cross fertilize) การสร้างความคิดโดยการระดมสมองมีความสำคัญมากเพราะจะทำให้เกิดข้อคิดเห็นต่างๆ อันจะนำมาซึ่งความคิดที่ดีและน่าสนใจ ผู้ออกแบบส่วนใหญ่มักจะมองข้ามขั้นตอนการสร้างความคิดและพยายามที่จะคิดออกแบบเองทั้งหมด ซึ่งบางครั้งทำให้เสียเวลามากไปในการพยายามได้มาซึ่งความคิดที่สมบูรณ์ ในทางตรงกันข้ามยังมีผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนหนึ่งที่

ไม่ใช้เวลาในส่วนของ การสร้างความคิดนี้ ซึ่งก็ส่งผลให้ได้งานในลักษณะที่ทำไปคิดไป และทำให้เสียเวลาในส่วนของ การโปรแกรมมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแก้ไขและปรับแต่งภายหลัง

## ขั้นตอนที่2 การออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

ขั้นตอนนี้ครอบคลุมถึงการทอนความคิด การวิเคราะห์งานและแนวคิดการออกแบบบทเรียนขั้นแรกและการประเมินแก้ไขการออกแบบ ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากที่สุดขั้นตอนหนึ่งในการกำหนดว่าบทเรียนจะออกมาในลักษณะใดประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อยดังนี้

### -2.1 การทอนความคิด(Elimination of Ideas)

การวิเคราะห์งาน (Task Analysis) เป็นความพยายามในการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องการ ตัวอย่างเช่นการวิเคราะห์งานในการสอนเรื่องวิธีการใช้กล้องวิดีโอทัศนนั้น ขั้นตอนเนื้อหาการสอนที่เหมาะสมอาจได้แก่ การสอนวิธีการเปิดเครื่อง การใส่เทป การใช้ปุ่มควบคุมต่างๆ และหลังจากนั้นจึงสอนทักษะพื้นฐานต่างๆที่ผนวกเข้าด้วยกัน เช่นการถ่ายภาพทัศนในบรรยากาศต่างๆ เช่น ในสถานที่มืดหรือสว่างมากซึ่งต้องการทักษะพื้นฐานระดับเบื้องต้นในการใช้กล้องเสียก่อน เป็นต้น จนในที่สุดผู้เรียนก็จะสามารถเรียนรู้การใช้กล้องวิดีโอทัศนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด (Concept Analysis) คือขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดและตัดเนื้อหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปหรือที่ทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่ายออกไป ดังนั้นการวิเคราะห์งานและการวิเคราะห์แนวคิดถือเป็นการวิเคราะห์ที่มีความสำคัญมาก ทั้งนี้เพื่อหาหลักการเรียนรู้ (principles of learning) ที่เหมาะสมของเนื้อหานั้นๆ และเพื่อให้ได้มาซึ่งแผนงานซึ่งแผนงานสำหรับการออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

### -2.2ออกแบบบทเรียนเบื้องต้น (Preliminary lesson Description)

หลังจากที่มีการวิเคราะห์งานและแนวคิด ผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มาผสมผสานงานและแนวคิดที่ได้มาให้กลมกลืนและออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ โดยการผสมผสานงานและแนวคิดเหล่านี้จะต้องทำภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้ กิจกรรมหรือวิธีการในการวิเคราะห์การเรียนการสอน(Instructional Analysis) ช่วยในการผสมผสานแนวคิดนี้เข้าด้วยกัน โดยวิธีการในการวิเคราะห์การเรียนการสอนนี้ จะประกอบไปด้วยการกำหนดประเภทของการเรียนรู้ ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละ

ประเภท และสุดท้ายคือ การจัดระบบความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบตามลำดับของบทเรียนที่ดีที่สุด การวิเคราะห์การเรียนการสอนนั้นนับว่าสำคัญที่สุดสำหรับการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากบทเรียนจะมีรูปแบบใดขึ้นอยู่กับผลการวิเคราะห์ในส่วนนั้นนั่นเอง ผู้ออกแบบควรใช้เวลาในส่วนนี้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสร้างสรรค์งาน หรือกิจกรรมต่างๆของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ด้วย โดยสร้างสรรค์กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและสามารถทำให้ผู้เรียนมีความสนใจต่อการเรียนได้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังต้องใช้เวลาในส่วนของการออกแบบตามลำดับของการนำเสนอบทเรียนเพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้จริง

### 2.3 การประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and revision of the design)

การประเมินและแก้ไขในขั้นตอนการออกแบบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากในการออกแบบบทเรียนอย่างมีระบบ การประเมินเป็นสิ่งที่จะต้องทำอยู่เรื่อยๆเป็นระยะๆ ระหว่างการออกแบบ และหลังจากการออกแบบแล้วควรที่จะมีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบ และผู้เรียน โดยทดสอบว่าผู้เรียนสามารถบรรลุเป้าหมายได้หรือไม่

### ขั้นตอนที่ 3 การเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)

ผังงาน(Flowchart)คือชุดของสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญ เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นี้จะถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ซึ่งแสดงกรอบของการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์ การเขียนผังงานจะไม่เสนอรายละเอียดหน้าจอเหมือนการสร้างสตอรี่บอร์ด หากการเขียนผังงานจะนำเสนอลำดับขั้นตอนโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผังงานทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม

การเขียนผังงานมีได้หลายระดับแตกต่างกันไปแล้วแต่ความละเอียดของแต่ละผังงาน การเขียนผังงานแล้วแต่ประเภทของบทเรียนด้วย สำหรับบทเรียนประเภทที่ไม่ซับซ้อน เช่น ประเภทตัวต่อ ประเภทแบบฝึกหัด แบบทดสอบ ควรใช้ผังงานในลักษณะธรรมดา ซึ่งไม่ต้องลงรายละเอียด โดยให้แสดงภาพรวมและลำดับของภาพรวมเท่าที่จำเป็น แต่สำหรับบทเรียนที่มีความซับซ้อน เช่น บทเรียนประเภทการจำลองหรือประเภทเกมแล้วนั้น ควรที่จะมีการเขียนผังงานให้ละเอียดเพื่อความชัดเจนโดยแสดงขั้นตอนวิธี (algorithm) การวนซ้ำของโปรแกรม กฎหรือกติกาของเกม ฯลฯ อย่างละเอียดด้วย

#### ขั้นตอนที่ 4 การสร้างสตอรี่บอร์ด (Storyboard lesson)

การสร้างสตอรี่บอร์ดเป็นการนำเสนอข้อความ ภาพ รวบรวมทั้งสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ ลงบนแผ่นกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความสื่อต่างๆบนจอคอมพิวเตอร์อย่างเหมาะสมต่อไป ขณะที่แผนผังนำเสนอลำดับขั้นตอนการนำเสนอแต่ละขั้นตอน แต่การสร้างสตอรี่บอร์ดจะรวมไปถึงสื่อต่างๆที่ผู้เขียนจะได้เห็นบนจอ ซึ่งได้แก่เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความ ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

#### ขั้นตอนที่ 5 การสร้าง / เขียนโปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรมนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบโปรแกรมช่วยสอนจะต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม การใช้โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างนั้น ผู้ใช้จะสามารถได้มาซึ่งงานที่ตรงกับความต้องการและลดเวลาในการสร้างงานได้ส่วนหนึ่ง

ปัจจัยหลักในการพิจารณาโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมนั้นได้แก่ ปัจจัยด้านของฮาร์ดแวร์ ลักษณะและประเภทของบทเรียนที่ต้องการสร้าง ประสบการณ์ของผู้สร้าง (โปรแกรมเมอร์) และด้านงบประมาณ

นอกจากนี้ ลักษณะและประเภทของบทเรียนที่ต้องการออกแบบก็เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ต้องใช้ในการพิจารณา ในด้านลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละโปรแกรมว่ามีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันอย่างไร ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งเครื่องมือที่เหมาะสมกับลักษณะบทเรียนที่ต้องการ

#### ขั้นตอนที่ 6 การผลิตเอกสารประกอบการเรียน(Produce Supporting Materials)

เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากผู้สอนอาจต้องการข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการติดตั้ง การเข้าไปดูข้อมูลของผู้เรียน การสืบค้นในบทเรียน และเทคนิคการใช้โปรแกรมบทเรียนช่วยสอนที่สร้างขึ้น

#### ขั้นตอนที่ 7 ประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

ขั้นตอนสุดท้าย บทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรได้รับการประเมิน โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการนำเสนอและการทำงานของบทเรียน นอกจากนี้ยังอาจทดสอบความรู้ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นแล้ว โดยผู้เรียนจะมาจากผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมาย ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมการทดสอบนำร่องและการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

สำหรับเครื่องมือที่จะนำมาใช้ พัฒนาโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท (31)

1. ภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาคอมพิวเตอร์หลายๆภาษามีคำสั่งให้ผู้พัฒนาโปรแกรมเขียน กราฟิก และข้อความ ตลอดจนกำหนดเสียงต่างๆ เช่นเสียงดนตรี ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ช่วยสนับสนุนได้แก่ ภาษาเบสิก เช่น โปรแกรม Gwbasic , Turbo Basic , Quick Basic ภาษา Pascal ,Microsoft Pascal ภาษา C เช่น โปรแกรม Turbo C , Microsoft C ฯลฯ

2. โปรแกรมสำเร็จรูป เป็นโปรแกรมที่ออกแบบให้ใช้ได้ง่าย มีความสมบูรณ์ในตัวเองในเรื่องของการสร้างภาพกราฟิกและเสียง แต่ในบางครั้งหากผู้พัฒนาต้องการเติมบางสิ่งทีนอกเหนือไปจากโปรแกรมที่มีอยู่ส่วนใหญ่จะทำไม่ได้ โปรแกรมที่สนับสนุนในส่วนนี้ เช่น VITAL (Videotext Integrated Teaching And Learning) ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ซึ่งได้ร่วมพัฒนากับมหาวิทยาลัยกุลแอล ประเทศแคนาดา เป็นระบบที่ค่อนข้างสมบูรณ์ที่สุดในขณะนี้ แต่เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช โปรแกรมที่เป็นตัวสร้างบทเรียนที่เรียกกันว่า Authoring System ไม่ได้เผยแพร่ แต่ทางมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ยินดีให้บริการในการสร้างบทเรียน

โปรแกรมPC Storyboard และ Showpartner เป็นโปรแกรมที่ออกแบบเพื่องาน 프리เซนต์เตชันทำสไลด์โชว์มีความสามารถในการสร้างกราฟิกที่สวยงาม มีเครื่องมือในการวาด ที่ง่ายต่อการเขียนรูปนอกจากนี้ยังให้ผู้ใช้ได้ออกแบบตัวอักษรเองอีกด้วย ผู้พัฒนาอาจจะสร้างอักษรภาษาไทย แต่ไม่ค่อยสะดวกเวลานำมาใช้พิมพ์เป็นข้อความ เพราะตัวอักษร 1 ตัว คือภาพ 1 ภาพ เวลาพิมพ์จะไม่มีการจัดระดับตัวอักษรให้ อีกทั้งไม่มีคำสั่งที่จะช่วยในการรวบรวมของผู้เรียนเหมาะในการสร้างภาพแสดงผลการทำงานในรูปแบบสไลด์โชว์

Fantavition เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปจากต่างประเทศ ที่ออกแบบมาในส่วนการสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation Picture) ได้ดีมาก เหมาะที่จะนำไปทำภาพยนตร์เพื่อการศึกษาตัวโปรแกรมไม่สนับสนุนในเรื่องการรวบรวมผลคะแนนหรือการคำนวณใดๆ

สำหรับโปรแกรมที่ออกแบบโดยคนไทย เช่น โปรแกรมดารา เป็นโปรแกรมที่ ดร. ทวีศักดิ์ กอนันตกุล ร่วมกับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้พัฒนามาเป็นเครื่องมือในการสร้าง ภาพผสมข้อความวิจิตรที่มีความละเอียดในจอโมโนโครมชนิด 750 X 704 โดยใช้การ์ดแสดงผลที่ ออกแบบมาเป็นพิเศษหรือของบริษัทเทลบิช ไทยซิสเต็มๆ โปรแกรมดาราจะเป็นโปรแกรมอ่านบท ภาพยนตร์ที่ผู้พัฒนาเขียนขึ้นและควบคุมบทภาพยนตร์ บทภาพยนตร์ที่เขียนขึ้นก็คือข้อความ และคำสั่ง ที่เราต้องการให้ปรากฏบนภาพนั่นเอง คำสั่งโปรแกรมดาราเช่น Circle100, 200, 63 หมายถึงวาด รูปวงกลม 100, 200 รัศมี 63 จุดมีความสามารถในการเชื่อมต่อกันกับภาษา Pascal ได้ในกรณีที่ ผู้พัฒนาต้องการเขียนฟังก์ชันเพิ่มเติม ซึ่งนับว่าเป็น โปรแกรมที่น่าสนใจ แต่มีข้อจำกัดคือต้องอาศัย ฮาร์ดแวร์พิเศษ ทำให้ไม่สามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาแล้วไปใช้กับเครื่องที่ไม่มีฮาร์ดแวร์ดังกล่าว ได้

โปรแกรมไทยโซว์เป็นโปรแกรมกราฟิกที่พัฒนาโดย อาจารย์อาจหาญ สัตยารักษ์ โรงเรียนลำปางกัลยาณี จังหวัด ลำปาง โปรแกรมนี้มีความสามารถในการเลือกรูปแบบ การแสดงผลได้ ไม่ว่าจะเป็นการสร้างกราฟิก แสดงข้อความ การทำแบบทดสอบ การคิดคะแนน ก่อนข้างสมบูรณ์แบบโดยโปรแกรมตัวนี้ ผู้พัฒนาต้องการพัฒนาให้เป็นสมบัติสาธารณะของชาติ ไทย โดยมีความยืดหยุ่นสูงในการนำไปพัฒนาบนจอ VGA ก็นำไปใช้บนจอคอมพิวเตอร์ได้อย่าง สบายๆ และอีกจุดที่น่าสนใจ คือคำสั่งที่ใช้โปรแกรมเป็นภาษาไทยทั้งหมด พร้อมทั้งคู่มือการใช้งาน

ในปัจจุบันเครื่องมือสร้างงานพรีเซนตเทชันมัลติมีเดีย 4 โปรแกรมที่ได้รับความนิยม และทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 95 (32) ได้แก่

1. Authorware Interactive Studio3.5 บริษัท Macromedia
2. IconAuthor 7.0 บริษัท Aimtech
3. Multimedia 2.1 บริษัทInnovus
4. ToolBook II Instructor 5.0 บริษัทAsymetrix

ทั้ง Authorware, IconAuthor และ Innovus Multimedia ต่างก็ใช้ผังการทำงานในการจัด โครงสร้างของโปรแกรมToolBook II การค้นหาวัดดูเพื่อคู่ส่วนประกอบเป็นรูปต้นไม้ กฎพื้นฐาน ในการจัดโครงสร้างของโปรแกรมเหมือนกับกฎของหนังสือที่มีบทเรียนเป็นบทและหน้ากระดาษ ในการสร้างโปรแกรมนี ทั้ง Authorware และ IconAuthor ต้องกำหนดโครงสร้างขึ้นมาก่อนแล้วจึง

ค่อยเพิ่มเนื้อหาในภายหลัง แต่ Innovus Multimedia และ ToolBook ทำการสร้างเนื้อหาก่อนแล้วจึงพัฒนาหน้าจอตามหลัง

โปรแกรมทุกตัวอนุญาตให้สร้างแอปพลิเคชันโดยการเขียนโปรแกรมแบบเสมือนจริงได้ ซึ่งแตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น Authorware และ IconAuthor จะเตรียมไอคอนบนหน้าจอที่ทำงานคล้าย ๆ กับ ส่วนประกอบของผังการทำงาน สำหรับวิธีการเพิ่มตรรกะให้กับแอปพลิเคชันก็สามารถลากไอคอนที่แสดงถึงการสร้างประโยคในการเขียนโปรแกรมนั้นไปไว้ในพื้นที่โฟลว์ชาร์ตบนหน้าจอได้ Authorware จึงเหมาะสำหรับผู้ใช้ที่ไม่ต้องการยุ่งยากกับตัวอักษร แต่เมื่องานมีขนาดใหญ่ และซับซ้อนมากขึ้น มีความจำเป็นต้องรวมไอคอนสำหรับสร้างประโยคเป็นไอคอนผสม (compound icons) ซึ่งจะยากแก่การดูแลรักษามากขึ้น

สำหรับเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมเสมือนจริงของ ToolBook II นั้น จะเน้นไปที่การออกแบบบนหน้าจอเป็นสำคัญ ToolBook II เป็นเครื่องมือที่ดีสำหรับสร้างซอฟต์แวร์ด้านการศึกษา ถึงแม้ว่ามีแพ็คเกจสำหรับจัดการด้านการศึกษาจากบริษัทอื่นๆ ที่ช่วยให้สามารถสร้างบททดสอบแบบโต้ตอบซึ่งมีคำถามให้ในหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นแบบหลายตัวเลือก แบบถูก/ผิด แต่ระบบจัดการด้านการศึกษาของโปรแกรม ก็อนุญาตให้ผู้บริหารสามารถติดตามดูความก้าวหน้า และผลคะแนนทดสอบของนักเรียนได้ ผู้ออกแบบแอปพลิเคชันสามารถตั้งค่า คุณสมบัติของวัตถุที่ต้องการถามได้จาก เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ ซึ่งเป็นวัตถุหนึ่งที่อยู่บนหน้าต่างของโปรแกรม วิธีนี้เป็นวิธีที่เรียนรู้และใช้งานได้ง่าย สำหรับ Innovus Multimedia มีออบเจกต์คำถามเช่นกันแต่มีแบบให้เลือกน้อยกว่า Authorware และ IconAuthor มีการสร้างโปรแกรมเพื่อช่วยให้การสร้างคำถามง่ายขึ้น แต่ขาดการติดต่อแบบโปรแกรมที่เรียกใช้งานเพื่อตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งสามารถใช้งานได้ง่าย เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของทั้ง 4 โปรแกรมที่นิยมใช้ในข้างต้นแล้วสามารถสรุปได้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบเครื่องมือสร้างงานพีริเซนต์เตชันมัลติมีเดีย 4 โปรแกรม

โปรแกรม	ราคา (ใหม่/อัปเดต)	เทคโนโลยี	การนำเสนอ	การใช้งาน	คุณสมบัติ ทั้งหมด
ToolBook II Instructor 5.0	\$1995	*****	*****	*****	*****
Authorware 3.5	\$4995/\$595	*****	*****	*****	*****

IconAuthor 7.0	\$1295/\$895	***	***	***	***
Multimedia 2.1	\$495/\$150	***	***	***	***

\*\*\* Outstanding    \*\*\* Very Good    \*\*\* Good    \*\* Fair    \* Poor

ที่มา โชคชัย เตชพรุ่งเรือง. เครื่องมือการสร้างงานมัลติมีเดีย(33)

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ได้เลือกใช้โปรแกรมMacromedia

Authorware เป็นเครื่องมือในการสร้าง ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมจากเดิม Macromedia Authorware เวอร์ชัน 3.5 มาเป็นMacromedia Authorware เวอร์ชัน5.0 แก้ไขปัญหาเกี่ยวกับตัวอักษร และการใช้งานในด้านต่างทำให้สามารถใช้งานทำได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับโปรแกรมอื่น ๆ ยังไม่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วพบว่า Macromedia Authorware เวอร์ชัน 5.0 จากบริษัท Macromedia มีความเหมาะสมกับงานและมีความยืดหยุ่นพร้อมกับเครื่องมือมากมายเป็นเครื่องมือในการสร้าง และจัดการเครื่องมือช่วยในการเรียนรู้ และใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้

#### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่อนข้างมาก เนื่องจากโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกำลังได้รับความนิยมมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมีมาก ผู้วิจัยได้ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การจำแนกชนิดกึ่งที่สำคัญทางเศรษฐกิจของไทย การศึกษาจากเอกสารพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ดังตัวอย่าง

ผลทางการศึกษาโดยการใช้ และไม่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนระดับกลาง ( 33 ) ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียน เกรด 6และ เกรด 7 จำนวน 144 คน โดยกำหนดให้นักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มที่เรียนด้วยการสอนปกติเป็นกลุ่มควบคุม เพื่อการวัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน การวัดความคิดรวบยอดของผู้เรียน ความวิตกกังวล ทักษะคิดต่อครูและ โรงเรียน พบว่า สัมฤทธิ์ผลการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในด้านการอ่านและการคำนวณนักเรียนหญิง เกรด 6 และนักเรียนชายหญิงเกรด 7 มีความคิดรวบยอดเป็นของตนเอง ความวิตกกังวล ทักษะคิดต่อครูและ โรงเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียน

เกรด 6 อย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาผลกระทบของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อการเรียนของนักศึกษาที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่ 2 ในวิทยาลัยชุมชน 38 แห่ง.(34) พบว่าจากการวัดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนตามมาตรฐาน ALFA test of grammar proficiency และทดสอบสมมติฐานด้วย The Mann Whitney U test และ t-test การเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่แตกต่างกับการเรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญ และ ผลการศึกษาของการสอบใบอนุญาตประกอบวิชาชีพพยาบาล ในสหรัฐอเมริกา(35) โดยทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม เป็นพยาบาลที่จบการศึกษาในปี

ค. ศ. 1985 ซึ่งไม่มีโอกาสใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลอง เป็นพยาบาลที่จบการศึกษาในปี ค. ศ. 1987 ซึ่งมีโอกาสใช้ CAI ทางพยาบาล 18 โปรแกรม ผลการวิเคราะห์ด้วย Analysis of Covariance พบว่าการใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ทำให้โอกาสที่คะแนนของการสอบใบอนุญาตพยาบาลสูงกว่าการไม่ใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญ

สำหรับงานวิจัยของประเทศไทยมีค่อนข้างมาก อาทิเช่น

การวิจัยสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมสื่อผสมวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง“ไฟฟ้าในบ้าน”

สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ (36) ทดลองหาประสิทธิภาพว่า บทเรียนแบบโปรแกรมสื่อผสมนี้จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้หรือไม่ ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงได้คัดเลือกบทเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้าในบ้านมาสร้างเป็นโปรแกรม สื่อผสม เมื่อสร้างเสร็จแล้วนำมาทดสอบ ๓ ชั้น การทดสอบครั้งที่ ๑ และที่๒ เป็นการทดสอบเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง ต่อจากนั้นจึงนำมาทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพกับตัวอย่างประชากรจริง ในการวิจัยครั้งนี้ได้ตั้งเกณฑ์มาตรฐานไว้ ๕๐/๕๐ ซึ่งหมายถึงระดับคะแนนเฉลี่ยที่คิดจากร้อยละที่กำหนดไว้ใน การหาประสิทธิภาพของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดย 90ตัวแรก หมายถึงคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และ90 ตัวหลัง หมายถึงคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของการทำแบบฝึกหัดหลังเรียนบทเรียนที่สร้างขึ้น

ผลการวิจัยบทเรียนการสอน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรม ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ค่าสถิติ T - test ( 27 ) พบว่า คะแนนทดสอบก่อนและหลังเรียน ของบทเรียนแต่ละหน่วย ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาศึกษาบทเรียน 2 - 4 คาบ คาบละ 50 นาทีตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน โดยสรุปแล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้จริงได้

การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศน์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 ( 31 ) โดยพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความรู้มีความรู้เพิ่มขึ้นจากความรู้เดิมก่อน

การเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายหน่วยก็พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เช่นกัน ส่วนเวลาที่ใช้ในการเรียนนั้น กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน สำหรับผลการวิจัยดังกล่าวก็เป็นเครื่องยืนยันได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพดี และสามารถนำไปใช้กับนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้จริง

การศึกษาสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนเมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ นักศึกษาปริญญาตรีคณะครุศาสตร์ วิชาสื่อการสอน(37) พบว่า ผู้มีระดับสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนต่างกันเมื่อเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว มีสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

การศึกษาเรื่องการสร้างสื่อประสมเรื่อง “ การสื่อสารในปัจจุบัน ” กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (38) พบว่าบทเรียนสื่อผสมเรื่อง “การสื่อสารในปัจจุบัน” กลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาระบบการจัดการการเรียนการสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอย่างยิ่ง(39) คือ ช่วยให้ผู้สอนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ กำหนดบทเรียนได้อย่างสะดวกอันจะเป็นการส่งเสริมให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขณะเดียวกันจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนที่จะสามารถเรียนรู้บทเรียนและทำแบบทดสอบได้ซ้ำหลายๆ ครั้งตามความต้องการของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้มากขึ้น และการพัฒนาระบบสร้างบทเรียนเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปใช้สร้างบทเรียนให้ครูสามารถกำหนดกรอบบทเรียน ( Frame ) ที่มีข้อมูลเป็นภาษาไทย ภาษาอังกฤษ และภาพ ภายในกรอบบทเรียนเดียวกันได้(37)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่า ส่วนใหญ่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนได้จริงโดยการวัดผลทางสถิติ แต่ยังมีงานวิจัยมีไม่มากนักในระดับชั้นอุดมศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตซึ่งมีลักษณะของ เนื้อหาบทเรียนที่ค่อนข้างจะซับซ้อน

