

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเป็นหลักการและทฤษฎีรวมถึงงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้ศึกษาค้นคว้า แบ่งเนื้อหาดังนี้

2.1 บทเรียนโปรแกรม

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยในประเทศ

2.3.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

2.1 บทเรียนโปรแกรม

การสอนแบบโปรแกรมมีพื้นฐานมาจาก การนำหลักการเบื้องต้นทางด้านจิตวิทยา - การเรียนรู้มาใช้ในการออกแบบโดยอาศัยพฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning Behavior) ทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) และทฤษฎีการวางเงื่อนไขเชิงปฏิบัติ (Operant Conditioning Theory) ซึ่งถือว่าความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองและการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า เป็นการให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยได้รับผลย้อนกลับทันที และให้ผู้เรียนได้เรียนไปทีละขั้นตอนอย่างเหมาะสมตามความต้องการและความสามารถของตนเอง (กิดานันท์ มลิทอง, 2535)

2.1.1 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

สันทัด และพิมพ์ใจ ภีบาลสุข (2525) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรม เป็นสื่อการเรียนการสอนซึ่งได้จัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ไว้อย่างมีระเบียบ และเป็นไปตามลำดับขั้น ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และเรียนได้เร็วช้าตามความสามารถของแต่ละคนโดยผู้เรียนไม่ต้องเสียเวลาคอยกัน ในการเรียนนั้นจะต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบทเรียนอย่างเคร่งครัดด้วยความซื่อสัตย์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2516) กล่าวถึงบทเรียนโปรแกรมว่า เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเองและก้าวไปตามความสามารถของตน โดยแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อยและเป็นขั้น ๆ จากง่ายไปหายาก บรรจุเนื้อหาให้นักเรียนตอบคำถามเสร็จแล้วก็จะได้รับความรู้ตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้

นิคม ทาแดง (2523) ได้ให้ความหมายว่า บทเรียนโปรแกรมเป็นวิธีการ หนึ่งของการสอนแบบโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาในรูป “กรอบ” หรือ “เฟรม” ซึ่งบรรจุเนื้อหา ที่ละน้อย มีคำท้าทายให้นักเรียนคิดแล้วตอบและมีเฉลยให้ทราบผลทันที ส่วนมากเป็นบทเรียน ในรูปของสิ่งพิมพ์ที่เสนอแนะขั้นตอนหรือความคิดรวบยอดที่ได้วิเคราะห์และเรียงลำดับไว้ดีแล้ว

ชม ภูมิภาค (2524) ได้กล่าวถึงบทเรียนแบบโปรแกรม ว่า เป็นแบบเรียนด้วยตนเอง ที่วงการศึกษไทยกำลังสนใจมากและกำลังดำเนินการผลิตอยู่นั้น จะเป็นแบบเรียนด้วยตนเอง ที่มีความสำคัญมาก จะเป็นเครื่องมือประการหนึ่งที่จะช่วยให้สังคมไทยเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ สมควรที่นักการศึกษาไทยควรจะใส่ใจในการผลิตและนำมาใช้มาก ๆ

Good Carter V (1973) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า หมายถึง บทเรียนที่นำเอามาใช้ในรูปแบบของสมุดแบบฝึกหัด ตำราเรียน เครื่องกล หรือ เครื่องประดิษฐ์ อิเล็กทรอนิกส์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้บรรลุระดับของการกระทำ

ความหมายบทเรียนโปรแกรม คือ บทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นสื่อการสอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองและก้าวไปเร็วหรือช้าตามอัตราความสามารถในการเรียนรู้ของแต่ละคน เนื้อหาได้จัดประสบการณ์ในการเรียนรู้ไว้อย่างมีระเบียบ โดยแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ เป็นกรอบจากง่ายไปหายาก มีการบรรจุคำถามคำตอบพร้อมเสร็จ ผู้เรียนก็จะได้รับความรู้ตรงตามจุดประสงค์ที่วางไว้

2.1.2 จิตวิทยาการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของบทเรียนโปรแกรม

ชม ภูมิภาค (2524) หลักการเบื้องต้นทางจิตวิทยาของการสอนแบบโปรแกรม คือหลักจิตวิทยาของพฤติกรรมนั่นเอง เป้าหมายของบทเรียนโปรแกรมทุกบทตามแนวแห่งพฤติกรรมนิยมคือการเรียนรู้ การเรียนรู้มีความหมายเพียงการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเมื่ออินทรีย์เปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และสามารถกระทำในกิจกรรมที่แปลกออกไปจากเดิม เราก็เรียกได้ว่าเกิดการเรียนรู้แล้ว

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจะเกิดขึ้นได้และดำรงอยู่ได้ด้วยขบวนการอย่างหนึ่งซึ่งเรียกว่า การวางเงื่อนไข (Conditioning) และหลักการวางเงื่อนไขนี้เองที่เราใช้เป็นพื้นฐานของการสร้างบทเรียนโปรแกรม ขบวนการวางเงื่อนไขถือเอาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองเป็นหลัก สิ่งเร้า คือ อะไรก็ได้ที่ก่อให้เกิดหรือยังผลให้มีปฏิกิริยาจากอินทรีย์ การตอบสนอง (Response) กล่าวอย่างง่าย ๆ ก็คือ ปฏิกริยาต่อสิ่งเร้านั่นเอง

Skinner ได้นำทฤษฎีการเรียนรู้แบบ S-R Theory มาสร้าง บทเรียนสำเร็จรูป และเครื่องช่วยสอนขึ้น หลักของเขา คือการเสนอแนวความคิดในเรื่องสอนด้วยตนเอง ตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบเสริมสนอง สกินเนอร์เน้นเรื่องการตอบสนองซึ่งหมายถึงการกระทำต่อสิ่งเร้า เขากล่าวว่า “การจัดรูปพฤติกรรม” จะควบคุมและจัดสภาพการณ์ให้การตอบสนองเปลี่ยนไปโดยการเสริมแรง เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ละน้อยจนกระทั่งเกิดพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมที่ต้องการ เขาเชื่อว่าสภาพการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีปฏิกิริยา -

ตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มายั่วภายนอกซึ่งก่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและเขายังเชื่อว่า เครื่องช่วยสอนจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงภายในตัวผู้เรียนไปที่ละขั้นและเข้าใจได้ดี (ศึกษาธิการ, 2527)

หลักของสกินเนอร์ในการสร้างบทเรียนโปรแกรม ยึดหลักดังนี้

- 1) การวางเงื่อนไขการกระทำให้ผู้เรียนตอบสนอง
- 2) คำตอบต้องให้ตรงกับคำถาม ไม่ให้ตอบคามยถากรรม
- 3) ถ้าตอบถูกจะต้องได้รับการเสริมแรง ให้รู้ผลว่าตอบถูกหรือผิด
- 4) คำถามจะมีลำดับจากง่ายไปหายาก เกิดการเรียนรู้บทเรียนที่ยากขึ้นตามลำดับ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2530) ได้พูดถึงทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นพื้นฐานหลัก ในการสร้างบทเรียนโปรแกรม ได้แก่

1) ทฤษฎีของธอร์นไดค์

1.1 กฎแห่งผล (Law of Effect) กฎนี้ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองทั้งสองนี้จะเชื่อมโยงกันได้ ถ้าสามารถสร้างสภาพอันพึงพอใจให้แก่ผู้เรียนได้ ซึ่งอาจจะได้จากการเสริมแรง เช่น การรู้ว่าตนเองตอบคำถามได้ถูกต้อง หรือการให้รางวัล

1.2 กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การที่ผู้เรียนได้กระทำซ้ำหรือทำบ่อยครั้ง จะเป็นการช่วยเสริมสร้างให้เกิดการเรียนรู้ที่มั่นคงขึ้น ฉะนั้นการเรียนรู้จะเกิดขึ้นมากน้อยจะขึ้นอยู่กับให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกหัดในเรื่องที่เรียนนั้นตามความเหมาะสมด้วย

1.3 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) เมื่อร่างกาย พร้อมที่จะกระทำแล้ว ถ้ามีโอกาสที่จะกระทำย่อมเป็นที่พึงพอใจ แต่ถ้าไม่มีโอกาสที่จะกระทำย่อมไม่พอใจ ในทางตรงกันข้าม ถ้าร่างกายไม่พร้อมที่จะกระทำแต่ถูกบังคับให้ต้องกระทำก็จะเกิดความไม่พอใจเช่นกัน

2) ทฤษฎีของสกินเนอร์

ทฤษฎีของสกินเนอร์ส่วนใหญ่จะใช้หลักการของธอร์นไดค์นั่นเอง ส่วนสำคัญที่นำมาใช้เป็นหลักของบทเรียนโปรแกรมคือ หลักการเสริมแรง ผู้เรียนจะเกิด กำลังใจต้องการเรียน ต่อเมื่อได้รับการเสริมแรงในขั้นตอนที่เหมาะสม การเสริมแรงของ บทเรียนโปรแกรมนั้นใช้การเฉลยคำตอบให้ทราบทันทีและพยายามหาวิธีเพื่อไม่ให้เกิดการตอบสนองที่ผิดพลาด โดยการ จัดเสนอความรู้ใหม่ให้ต่อเนื่องทีละขั้นอย่างละเอียด

Mouly (อ้างถึงใน ชม ภูมิภาค, 2524) Thronidike กล่าวว่า การเรียนรู้จะไม่เกิดขึ้น ถ้าไม่มีรางวัล (Reward) รูปใดรูปหนึ่งเข้ามามีส่วนร่วมด้วย และรางวัลนี้เองเป็นการสร้างสภาวะอันเป็นที่พึงใจ การสร้างบทเรียนโปรแกรมจึงสอดคล้องกับหลักจิตวิทยา ของธอร์นไดค์ คือ

1) กฎแห่งผล (Law of Effect) ซึ่งกล่าวว่า รางวัลและความสมหวังจะช่วยเสริมการ แสดงพฤติกรรม แต่การทำโทษ และการผิดหวังจะลดการแสดงพฤติกรรมลง

2) ความถี่ (Law of Frequency) คือการตอบสนองต่อบทเรียนถูกบ่อย ๆ (ความถี่สูง) จะเป็นรางวัลที่นักเรียนได้รับ

3) กฎแห่งความใหม่ (Law of Regency) เนื่องจากคำตอบที่ถูกต้อง มักเป็นสิ่งที่นักเรียนจะกระทำเป็นสิ่งสุดท้าย จึงช่วยในการจดจำได้ง่ายขึ้น

2.1.3 ลักษณะของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรม เป็นลักษณะหนึ่งของการเรียนแบบรายบุคคลเหมือนกับเรียนกับครูที่ดีตัวต่อตัว บทเรียนจะเสนอความรู้เป็นตอน ๆ ทีละน้อยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบสนองตลอดเวลา มีการเสริมแรงให้ผู้เรียนให้อยากเรียนต่อไปด้วยการเฉลยคำตอบให้ทราบทุกครั้ง บทเรียนโปรแกรมมีลักษณะทั่ว ๆ ไปดังนี้

- 1) เป็นข้อความรู้ที่แบ่งออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ เรียงลำดับต่อเนื่องกันไป
- 2) เนื้อหาบทเรียนเริ่มจากสิ่งที่ยาก ๆ ไปหาสิ่งที่ง่ายขึ้นหรือสิ่งที่ไม่รู้ไปสู่สิ่งที่รู้
- 3) ผู้เรียนจะต้องเรียนไปตามลำดับขั้นตอนเหล่านั้น และแสดงการตอบสนองต่อ

บทเรียน ตลอดเวลาตามที่บทเรียนกำหนดไว้

- 4) บทเรียนมีคำตอบเฉลยไว้ท้ายบทเรียนเพื่อเสริมแรงให้มีการตอบสนองครั้งต่อ ๆ ไป
- 5) เวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความรู้ ความสามารถทางสมองของผู้เรียนเอง

ไม่จำกัด

6) บทเรียนนี้อาจบรรจุในรูปสิ่งพิมพ์เป็นเล่ม บทเรียนโปรแกรม บทเรียนสำเร็จรูป หนังสือเรียนด้วยตนเอง หรือในรูปของเครื่องช่วยสอน (ปัจจุบันคือเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน CAI) (ชม ภูมิภาค, 2524)

De Cecco (1968) กล่าวถึงการสอนแบบบทเรียนโปรแกรมว่า ประกอบด้วย

- 1) เนื้อหาที่ถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ หรือกรอบต่าง ๆ
- 2) ผู้มีการตอบสนองเป็นตอน ๆ ไป
- 3) มีการยืนยันคำตอบว่าตอบถูกหรือผิดในทันทีหลังการตอบสนองต่อบทเรียนแล้ว
- 4) เนื้อหาและกรอบต่าง ๆ ได้ผ่านการทดลองใช้กับผู้เรียนและนำข้อมูลต่าง ๆ

มาปรับปรุง โดยผู้เขียนโปรแกรม

2.1.4 ประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมนั้นมีประโยชน์ทั้งในด้านการแก้ปัญหาการศึกษาโดยส่วนรวมและประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของบุคคล ในด้านการศึกษาโดยทั่วไปก็มี อาทิเช่น

- 1) แก้ปัญหาขาดแคลนครูได้
- 2) ทำให้สังคมเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ได้
- 3) ทำให้การศึกษานอกโรงเรียนเป็นไปได้อย่างกว้างขวาง
- 4) ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนสูง
- 5) ผู้เรียนได้ใช้การเรียนรู้แบบสกรียาทำให้เข้าใจและมีความคงทนในการเรียนรู้สูง
- 6) เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี

7) การเรียนเป็นไปโดยมีประสิทธิภาพ เรียนได้มากใช้เวลาน้อยเพราะรู้จุดมุ่งหมาย และเสนอไปที่ละน้อย

8) ผู้เรียนสามารถเลือกจังหวะเวลาการเรียนที่เหมาะสมสำหรับตนเองได้

2.1.5 ประเภทของบทเรียนโปรแกรม

ชม ภูมิภาค (2524) บทเรียนโปรแกรมมีอยู่หลายแบบ แต่เท่าที่เป็นอยู่ในเวลานี้ การทำบทเรียนโปรแกรมถือตามปรัชญาสำคัญ 2 ปรัชญาด้วยกัน ทำให้เกิดมีบทเรียนโปรแกรมแตกต่างกัน 2 แบบ คือ

1) บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Program) มีหลักการในการสร้างบทเรียน โดยยึดหลักการแบ่งเนื้อหาเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ ในแต่ละกรอบพร้อมด้วยคำถาม แต่มีการให้ผู้เรียนตอบได้เป็น 2 ลักษณะคือ แบบสร้างคำตอบ (Construct) ในช่องว่างที่กำหนดไว้ หรือ เลือกจากคำตอบที่มีให้เป็นแบบเลือกตอบ (Multiple choices)

1.1 บทเรียนที่ให้ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง เป็นผลจากการศึกษาทางด้าน พฤติกรรมศาสตร์ของสกินเนอร์ บทเรียนแบบนี้มีลักษณะพิเศษ คือ เนื้อหาจะแบ่งเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ สั้น ๆ โดยขนาดของกรอบจะต้องขนาดใหญ่พอที่จะอธิบายเนื้อหาทั้งหมดในขั้นตอนนั้น ๆ ทั้งนี้ด้วยเหตุผล 2 ประการคือ

1.1.1 ถ้าการสร้างคำตอบของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว เนื้อหาแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องมีขนาดสั้น ๆ และเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ เพื่อช่วยให้ ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องซึ่งจะทำให้เกิดการจดจำไปนาน การเรียนเนื้อหาที่ละน้อยจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย และเป็นการช่วยมิให้มีการตอบผิด

1.1.2 ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะทำให้เกิดกำลังใจ เปรียบเสมือนหนึ่ง เป็นรางวัลที่พึงได้รับ และทำให้ประสบความสำเร็จในการเรียน แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิดมาก ๆ จะทำให้เกิดความท้อถอย เกิดความไม่อยากเรียนต่อไป

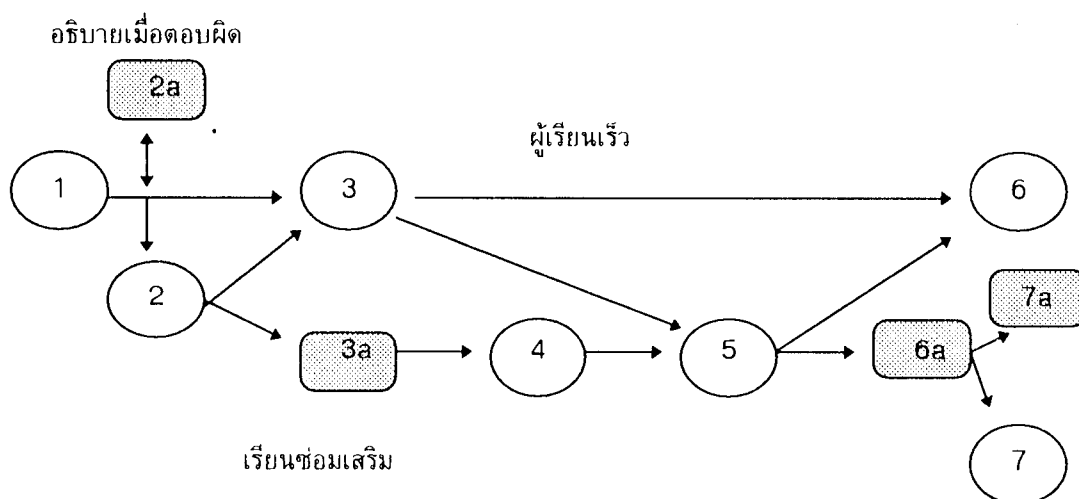
1.2 บทเรียนที่ให้ผู้เรียนเลือกคำตอบ เป็นการสร้างบทเรียนตาม หลักการของเพรสซี (Pressey) โดยเมื่อผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วจะมีสิ่งเร้าตัวถัดไป มาเสนอให้ แต่ถ้าผู้เรียนเลือกข้อผิดพลาดก็ต้องกลับไปอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาในกรอบเดิม อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงเลือกคำตอบใหม่จนกว่าจะถูกต้อง การตอบถูกจึงเป็นการให้รางวัล หรือ การเสริมแรงแก่ผู้เรียน และทำให้เกิดการเรียนรู้จากการตอบถูกนั้น



แผนภาพที่ 1 ลำดับขั้นตอนของกรอบ (Frame) บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง

2) บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Program) เป็นแนวความคิดของ คราวเดอร์ (Crowder) ลักษณะของบทเรียนจะคล้ายกันกับแบบเลือกตอบของเพรสซี แต่มี

ข้อแตกต่างกันมากตรงที่ว่าตัวเลือกในแต่ละตัวจะนำผู้เรียนให้ไปศึกษาในกรอบหรือหน้าอื่น ๆ
ต่อไป การเรียงลำดับขั้นหรือกรอบจะไม่เป็นตามลำดับ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของเนื้อหาใน
กรอบนั้นได้ ก็อาจจะข้ามกรอบบางกรอบไปเพื่อเรียนในกรอบของเนื้อหาหรือ บทเรียนที่
กำหนด แต่ผู้เรียนตอบผิดก็จะได้รับอธิบายเหตุผลหรือสาเหตุที่ผิดและอาจได้รับ บทเรียนเพิ่ม
เต็มจากหน่วยย่อยอีก ดังนั้น ผู้เรียนจึงต้องทำตามคำแนะนำในแต่ละกรอบอย่างเคร่งครัด



(กิดานันท์, 2535)

แผนภาพที่ 2 ลำดับขั้นตอนของ (Frame) บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา

2.1.6 การสร้างบทเรียนโปรแกรม

เปรี๊ยะ กุมุท (2530) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1) ศึกษาหลักสูตร เพื่อให้ทราบว่าต้องสอนอะไรบ้าง เนื้อหาที่จะสอน เป็นอย่างไร
ระดับไหน ประมวลการสอนก็อาจช่วยให้ทราบถึงระดับการสอน เวลาที่ใช้สอนก็อาจกำหนด
ความยาวและขอบข่ายของเนื้อหาได้ นอกจากนี้ผู้สร้างบทเรียนยังต้องศึกษาจาก คู่มือครูหรือ
บันทึกการสอนของครู แบบฝึกหัดต่าง ๆ สำหรับนักเรียนซึ่งก็จะช่วยให้เกิดแนวความคิดในการ
สร้างบทเรียนโปรแกรม

2) ตั้งจุดมุ่งหมายการสร้างบทเรียนโปรแกรม ต้องสร้างให้ตอบสนองต่อความต้องการ
ของผู้เรียน การตั้งจุดมุ่งหมายในการสร้างบทเรียนจึงต้องตั้งให้เหมาะสมกับ ความสามารถของ
ผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนโปรแกรมจะต้องพยายามแจกแจงจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมซึ่งสามารถ
สังเกตและวัดได้

3) การวางแผนของงานหรือการวางแผนโครงเรื่อง มีประโยชน์ ในการสร้างบทเรียน
มากเพราะจะช่วยให้การลำดับเรื่องราว ก่อนหลังและป้องกันการหลงลืมเรื่องราวบางตอนไป

4) เขียนบทเรียนโปรแกรม กรอบของบทเรียนโปรแกรมควรมีลักษณะ ดังนี้

- เขียนเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ แต่ละหน่วยย่อยทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยถัดไป

- มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของนักเรียน
- ทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
- การเขียนเนื้อหาแต่ละกรอบควรให้พาดพิงไปถึงกรอบที่ผู้เรียนศึกษามาก่อนด้วย ทั้งนี้เพื่อทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้วในตัว

- ให้ทราบคำตอบที่ถูกต้อง เป็นการเสริมแรงเนื้อหาของบทเรียน แต่ละกรอบต้องเขียนด้วยเนื้อหาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักวิชาการและมีความต่อเนื่องกัน ในแต่ละกรอบกรอบบางกรอบอาจจะไม่ต้องการคำตอบก็ได้ เช่น กรอบแนะนำบทเรียน วิธีทำบทเรียน เป็นต้น

ประยัต จิระวรพงศ์ (2522) ได้สรุปสั้น ๆ ว่าหลักการเขียนบทเรียนโปรแกรมมีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นวางแผนทางวิชาการ (Planning Stage)

- การกำหนดเนื้อหาวิชาระดับชั้น
- การตั้งจุดมุ่งหมาย
- การวิเคราะห์เนื้อหา
- การสร้างแบบทดสอบ

2) ขั้นตอนการเขียน (Development Stage)

- เขียน กรอบเนื้อหา กรอบแบบฝึกหัด และกรอบคำอธิบาย
- การทดลองบทเรียนใน 3 ลักษณะเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และกลุ่มใหญ่

3) ขั้นนำไปใช้ (Implementation Stage) หลังจากปรับปรุง แก้ไข ปรับปรุงจากการทดลองจนเป็นที่พอใจแล้ว ก็นำไปใช้จริง

De Cecco (1968) ได้รวบรวมข้อคิดจากนักศึกษาต่าง ๆ พร้อมทั้งเสนอแนะขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้ 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้ คือ

1) ขั้นเตรียม แบ่งออกเป็น 5 ขั้น คือ

1.1 เลือกชื่อเรื่องโดยเลือกในเนื้อหาวิชาที่ผู้เขียนมีความรู้ในเรื่องนั้นดี หรือเลือกจากในเนื้อหาย่อย ๆ เรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเลือกวิชาที่สามารถสอนด้วยโปรแกรมได้ง่าย

1.2 เตรียมเค้าโครงของเนื้อหา โดยให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด ที่จะสอน และผู้เขียนโปรแกรมต้องสามารถรวมความรู้ในเนื้อหาวิชา เข้ากับความรู้ในวิธีการสอนด้วยโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นการจำกัดความขั้นสุดท้ายของพฤติกรรม ทำให้รู้ถึงพฤติกรรมต่าง ๆ ที่จะนำนักเรียนไปถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย

1.4 สร้างแบบทดสอบสำหรับวัดพฤติกรรมเบื้องต้น ซึ่งคะแนนของแบบทดสอบจะบอกให้รู้ว่าควรจะเริ่มโปรแกรมที่ใด แบบทดสอบนี้ควรมีหลาย ๆ คำถาม เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียน

เดาคำตอบที่ถูกต้อง

1.5 สร้างแบบทดสอบสำหรับวัดพฤติกรรมขั้นสุดท้าย เพื่อให้รู้ว่านักเรียนได้รับความรู้จากบทเรียนโปรแกรมแล้ว

2) ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

หลังจากได้โครงร่างของเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมรวมทั้งแบบทดสอบพฤติกรรมเบื้องต้น และพฤติกรรมขั้นสุดท้ายแล้ว ก็จะได้แนวทางพื้นฐานที่จะนำมาใช้เป็นบทเรียนโปรแกรม ในขั้นนี้แยกออกเป็น 5 ขั้นตอนที่ต้องคำนึงถึงในการเขียนโปรแกรมคือ

2.1 เสนอเนื้อหาในรูปกรอบต่าง ๆ โดยกรอบหนึ่ง ๆ ก็คือเนื้อหา วิชาย่อย ๆ ซึ่งจะให้นักเรียนสนองตอบสิ่งเร้าในขั้นต่าง ๆ ที่ผู้เขียนโปรแกรมสร้างขึ้น เพื่อนำนักเรียนไปถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้าย โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์ระหว่าง S-R

2.2 ให้ผู้เรียนสนองตอบอย่างแข็งขัน โดยถือหลักว่านักเรียนจะยอมรับในเนื้อหาที่ตอบถูกเท่านั้น ทำให้มีแบบของการสนองตอบแบบต่าง ๆ

2.3 มีการยืนยันหรือตรวจสอบแก่การสนองตอบของผู้เรียน ลักษณะบทเรียนโปรแกรมจะมีการเปรียบเทียบคำตอบที่ถูกต้องกับคำตอบที่นักเรียนตอบเมื่อนักเรียน พบว่า การสนองตอบของเขาถูกนับว่าเขาได้รับการยืนยันแล้วแต่ถ้าเขาตอบผิดเขาก็จะได้รับคำตอบที่ถูกให้เช่นกัน

2.4 มีการใช้วิธีการปูพื้นเพื่อเป็นแนวทางในการสนองตอบของ ผู้เรียนวิธีการปูพื้นนี้เป็นเครื่องชี้ในกรอบต่าง ๆ ของโปรแกรม เพื่อนำนักเรียนไปสู่การสนองตอบที่ถูกต้อง ซึ่งเสริมเข้าไปในสิ่งเร้าเพื่อให้การสนองตอบในกรอบนั้นง่ายขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ 2 ประการคือ การนำนักเรียนไปสู่การสนองตอบที่ถูกต้อง เพื่อควบคุม พฤติกรรมของผู้เรียนไม่ให้ออกนอกเรื่องไป และช่วยป้องกันไม่ให้นักเรียนทำผิดโดยไม่จำเป็น จำนวนการปูพื้นนี้จะค่อย ๆ น้อยลงจนกระทั่งผู้เรียนสนองตอบได้เอง

2.5 จัดลำดับขั้นของกรอบต่าง ๆ อย่างระมัดระวัง ขึ้นอยู่กับ 2 องค์ประกอบ คือ

- คำจำกัดความและการวิเคราะห์พฤติกรรมที่โปรแกรมต้องการสอน
- ภาวะการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับภารกิจต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ การแยกแยะ

การสรุป การเกิดขึ้นพร้อมกันระหว่าง สิ่งเร้ากับการตอบสนอง และการเสริมแรง

3) ขั้นตอนการทดลองและแก้ไข

ในขั้นนี้ยังแบ่งย่อยออกไปอีกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

3.1 ขั้นการเป็นฉบับร่างจากต้นฉบับ (Write the original draft) ซึ่งอาจเป็นแผ่น ๆ เพื่อให้ให้นักเรียนอ่านด้านหนึ่ง และตอบสนองอีกด้านหนึ่ง ในขั้นนี้เป็นการนำโปรแกรมไปทดลองกับเด็กคนเดียวในช่วงเวลาหนึ่ง แล้วมาปรับปรุง เพื่อไปทดลองกับเด็กคนถัดไป

3.2 แก้ไขฉบับร่าง เป็นการนำฉบับร่างจากต้นฉบับมาปรับปรุงแก้ไขในแง่มุมต่าง ๆ เพื่อให้ได้โปรแกรมที่ตีออกมา

3.3 ทดลองฉบับร่างที่แก้ไขแล้ว และพิจารณาแก้ไขอีกครั้งหลังจากแก้ไขในข้อ 3.2 แล้ว นำไปทดสอบกับผู้เรียนจำนวน 15-40 คน หรือมากกว่าแล้วนำบทเรียนมาปรับปรุง

อีกครั้ง โดยถือเกณฑ์มาตรฐานให้มีอัตราความผิดพลาดเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ (10 % errorrate) จึงใช้ได้

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ ถ้าหากจะดูตามศัพท์ภาษาอังกฤษ คำว่า "COMPUTER" ควรจะแปลว่า "ผู้คำนวณ" คือ อุปกรณ์ที่สามารถคิดเลข ได้แก่ การบวก ลบ คูณ หารได้ ถ้าจะยึดความหมายนี้ คอมพิวเตอร์ก็ไม่มีลักษณะอะไรที่แตกต่างไปจากเครื่องคิดเลขธรรมดา ความจริงแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์มีคุณลักษณะและความสามารถดีกว่าเครื่องคิดเลขหลายเท่า อาจจะทำให้ความหมายถึงคอมพิวเตอร์ได้ดังนี้ "คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่งที่สามารถรับโปรแกรมและข้อมูลในรูปแบบที่เครื่องสามารถจะรับได้ แล้วทำการคำนวณ เคลื่อนย้ายข้อมูล ทำการเปรียบเทียบ จนกระทั่งได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ (ศึกษาธิการ, 2535).

2.2.2 ประวัติโดยย่อของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์มีแนวคิดมาจากการสร้างเครื่องมือในการช่วยคิดคำนวณ เริ่มจากการใช้นิ้วมือพัฒนาเป็นการใช้ลูกคิดจนในปี ค.ศ. 1600 John Napier ได้สร้างอุปกรณ์ในการคูณเลขที่เรียกว่า "Napier's Bone"

ค.ศ. 1622 William Aughtred สร้าง Slide Rule ขึ้นมา

ค.ศ. 1642 Blaise Pascal สร้างเครื่องบวกเลขโดยใช้ระบบ เฟืองทดที่เรียกว่า "Pascal's Machine"

ค.ศ. 1812 Charles Babbage สร้างเครื่องคำนวณเรียกว่า "Difference Engine" ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของคอมพิวเตอร์ในยุคปัจจุบัน และได้ถูก กล่าวยกย่องให้เป็นบิดาแห่งวงการคอมพิวเตอร์อีกด้วย

2.2.3 วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์

1) คอมพิวเตอร์ยุคที่ 1 ค.ศ. 1944-1958 คอมพิวเตอร์ในยุคนี้ได้นำเอาหลอดสุญญากาศ (Vacuum Tube) และวงจรไฟฟ้ามาประกอบเป็นคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ในยุคนี้จึงมีขนาดใหญ่โตมาก ใช้กำลังไฟฟ้าสูงในการทำงานและเนื่องจากการใช้กำลังไฟฟ้ามาก จึงทำให้เกิดความร้อนมาก จึงต้องการระบบระบายความร้อนที่ดีและ เครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ ผลที่ตามมาคือทำให้เกิดความสูญเสียและสิ้นเปลืองมากในเรื่องความเร็วคอมพิวเตอร์ ในยุคนี้ถูกจัดความเร็วในระดับวินาที (Second) ตัวอย่างของเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคนี้คือเครื่อง ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) เครื่อง IBM 650 เป็นต้น

2) คอมพิวเตอร์ยุคที่ 2 ค.ศ. 1959-1964 คอมพิวเตอร์ในยุคนี้ได้นำเอา Transistor มาใช้งานแทน หลอดสุญญากาศ ทำให้ขนาดของตัวเครื่องมีขนาดเล็กลงกว่าเดิม กำลังไฟฟ้าที่ใช้ก็น้อยกว่าเดิมจึงไม่ทำให้เกิดความร้อนในการทำงานมากนักเรื่องความเร็วคอมพิวเตอร์ในยุคนี้ถูกจัดความเร็วในระดับ Milli Second ($1/10^3$ วินาที)

3) คอมพิวเตอร์ยุคที่ 3 ค.ศ. 1965 - 1969 คอมพิวเตอร์ยุคนี้หันมาใช้ IC (Integrated Circuit) ซึ่งประกอบด้วย Microelectronic IC 1 ตัว มีความสามารถเทียบเท่า Transistor หลาย ๆ ตัว จึงทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคนี้มีขนาดเล็กลงมาก ทางด้านความเร็วคอมพิวเตอร์ในยุคนี้ถูกจัดความเร็วในระดับ Micro Second ($1/10^6$ วินาที) และในช่วงนี้มีการพัฒนาการทางด้านซอฟต์แวร์ก็กำลังพัฒนามากจนมีภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงออกมาใช้งาน

4) คอมพิวเตอร์ยุคที่ 4 ค.ศ. 1970 - ปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ มีการใช้ IC ที่เรียกว่า LSI (Large Scale Integrate Circuit) และสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) มาทำหน่วยความจำ ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เล็กลงมาก ความเร็วก็จัดอยู่ในระดับ Nano Second ($1/10^9$ วินาที) ตัวอย่าง คอมพิวเตอร์ในยุคนี้ที่รู้จักกันคือ เครื่อง Mini Computer เครื่อง Micro Computer ที่เห็นกันในปัจจุบัน เป็นต้น

5) คอมพิวเตอร์ยุคที่ 5 เป็นคอมพิวเตอร์ในอนาคตมีการใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ โดยพยายามที่จะให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานให้คล้ายกับการทำงานในสมองคน สามารถตัดสินใจในการทำงานได้ เช่น การสร้างหุ่นยนต์ (Robot) ให้ทำงานแทนคน (สุกิจจา, 2536)

2.2.4 ลักษณะเด่นที่สำคัญของคอมพิวเตอร์

การที่คอมพิวเตอร์เข้าไปมีบทบาทอยู่ในชีวิตประจำวันก็ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1) คอมพิวเตอร์สามารถเก็บและจัดการกับข้อมูลที่มีปริมาณมาก ๆ ได้ เช่น เก็บข้อมูลประชากรทั่วประเทศ ทำให้สามารถค้นหาได้ว่า บ้านเลขที่นั้น ๆ มีคนอยู่กี่คน ชื่ออะไรบ้าง มีพ่อแม่ชื่ออะไร เป็นต้น

2) คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติงานได้รวดเร็ว งานบางอย่างที่ไซมนุษย์ทำซึ่งต้องใช้เวลาเป็นวัน คอมพิวเตอร์อาจทำได้ในชั่วพริบตาเดียวเท่านั้น และนับวันคอมพิวเตอร์จะยิ่งมีความสามารถยิ่งขึ้น

3) คอมพิวเตอร์มีความแน่นอน ถ้าโปรแกรมที่กำหนดให้คอมพิวเตอร์ทำงานนั้นถูกต้อง คอมพิวเตอร์จะไม่มีการทำงานผิดพลาดเนื่องจากความเลินเล่อ ซึ่งมักจะเกิดขึ้นเสมอในตัวบุคคล

4) คอมพิวเตอร์สามารถทำงานต่อเนื่องโดยไม่หยุด ไม่ต้องพักนอน ไม่ต้องนอน

5) คอมพิวเตอร์สามารถทำงานอย่างเดียวกันซ้ำซากโดยไม่เหนื่อย ไม่เบื่อหน่าย และไม่สร้างความยุ่งยาก

6) คอมพิวเตอร์สามารถทำงานแทนคนในสภาพแวดล้อมที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย เช่น ในที่มีก๊าซพิษ แก๊สมันตรึงสี สถานที่ที่มีมืดหรือสว่างเกินไป

2.2.5 ระบบคอมพิวเตอร์

ระบบคอมพิวเตอร์ ถ้าจะพูดง่าย ๆ ระบบคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วย ส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

1) Hardware

2) Software

3) Peopleware

1. **Hardware** คือ ส่วนที่อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 หน่วยรับข้อมูลเข้า (Input Unit)

คือทางที่จะนำข้อมูลหรือคำสั่งเข้าในคอมพิวเตอร์ ซึ่งส่วนที่เห็นชัดที่สุดคือ แป้นพิมพ์ (Keyboard) เมื่อเรากดแป้นพิมพ์ซึ่งมีลักษณะคล้ายแป้นพิมพ์ดีด จะมีสัญญาณเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์สมัยก่อนเราป้อนข้อมูลผ่านกระดาษเจาะรู (Punchcard) สมัยนี้เรามีเครื่องขับดิสก์ (Diskdrive) เป็นหน่วยป้อนเข้าอีกแบบหนึ่ง นอกจากนี้ยังมี Mouse, Pen Light, Digitizer, Joystick, Bar-code, Scanner เป็นอุปกรณ์ของ หน่วยป้อนเข้า

1.2 หน่วยประมวลผล CPU (Central Processing Unit)

ทำหน้าที่ควบคุมการปฏิบัติงานของเครื่อง เมื่อเปรียบเทียบกับคนส่วนควบคุมกลางของเครื่องคอมพิวเตอร์ ก็เปรียบเสมือนกับสมองของคน ส่วนควบคุมกลางนี้อาจจะแบ่งการทำงานได้คือ หน่วยควบคุม (Control Unit) ทำหน้าที่ควบคุมว่าจะให้ส่วนอื่น ๆ ของเครื่องทำอะไร เมื่อไร เช่น ให้อ่านข้อมูลเข้า ให้ส่งผลลัพธ์ออกแสดง หน่วยคำนวณและตรรกะ ALU (Arithmetic and Logic) ทำหน้าที่คำนวณ เช่น บวก ลบ คูณ หาร และทำหน้าที่เปรียบเทียบว่าข้อมูลสองหน่วยนั้นเท่ากันหรือมากกว่า น้อยกว่ากัน

1.3 หน่วยความจำ (Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บข้อมูลไม่ว่าจะเป็นข้อมูลดิบ หรือข้อมูลที่ประมวลผลแล้ว หรือข้อมูลที่เป็นคำสั่งวิธีการประมวลผล

1.3.1 หน่วยความจำหลัก (Main Memory) ในส่วนนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน เช่นกันคือ

- RAM (Random Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่เราสามารถสั่งให้คอมพิวเตอร์บรรจุข้อมูลข่าวสารลงไปได้และสั่งให้เอามาใช้ได้หน่วยความจำในส่วนนี้จะต้องอาศัยกระแสไฟฟ้าหล่อเลี้ยงตลอดเวลาที่ใช้งานอยู่ และข้อมูลข่าวสารจะหายไปเมื่อปิดกระแสไฟ

- ROM (Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ได้ทำการบรรจุข้อมูลข่าวสารเข้าไปแล้ว เราสามารถที่จะนำข้อมูลข่าวสารดังกล่าวไปใช้ได้ แต่จะไม่สามารถบรรจุเข้าไปได้ ข้อมูลในหน่วยความจำในส่วนนี้จะถูกบันทึกด้วยเครื่องมือพิเศษจากบริษัทผู้ผลิตสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้แม้แต่ไม่มีกระแสไฟฟ้าหล่อเลี้ยง

1.3.2 หน่วยความจำสำรอง (Storage Memory) เนื่องจากหน่วยความจำหลักของเครื่องมืออยู่อย่างจำกัด ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องจัดหา หน่วยความจำสำรองซึ่งมีอยู่อย่างไม่จำกัด หน่วยความจำในส่วนนี้เปรียบเสมือนที่พักข้อมูลข่าวสาร ซึ่งยังไม่ถูกเรียกใช้ในขณะนั้น ซึ่งยังไม่ถูกเรียกใช้ในขณะนั้น แต่อาจจะถูกเรียก นำมาใช้ใหม่เมื่อถึงเวลาต้องการ หน่วยความจำในส่วนนี้ก็ได้แก่ Floppy Disk (Diskette) เทป Hard disk เป็นต้น

1.3.3 หน่วยแสดงผล (Output Unit) ทำหน้าที่ส่งผลงานออกทางเครื่อง โดยอาจจะเป็นในรูปแบบคล้าย ๆ กับข้อมูลเข้า คืออาจจะเสนอผลเป็น วัสดุแม่เหล็กต่าง ๆ หรือเป็นข้อความ หรือรูปภาพพิมพ์บนกระดาษ หรือแสดงบนจอภาพ (Monitor) ถ้าเทียบกับคน ส่วนที่ส่งข้อมูลออกนี้ ก็คงจะเป็นปาก ประกาศผล เป็นกิริยาการสื่อความหมายให้คนเข้าใจ (ศึกษาธิการ, 2535)

2. **Software** คือ ส่วนของชุดคำสั่ง หรือชุดของโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุดส่วนของ Software นี้ก็จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

1) Control Program (System Program) คือชุดคำสั่งที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์

1.1 O.S. (Operating System) เช่น DOS, UNIX, VMS เป็นต้น

1.2 Compiler ตัวแปลภาษา ทำการแปลภาษา คอมพิวเตอร์ระดับสูงให้อยู่ในรูปแบบที่ Compiler รับรู้และเข้าใจได้ เช่น

2) ภาษาคอมพิวเตอร์ (Computer Language) อาจแบ่งออกเป็น

2.1 ภาษาเครื่อง (Machine Language) เป็นภาษาที่ติดต่อกันกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรงไม่เป็นที่นิยมเขียนกันเนื่องจากเป็นภาษาที่ยุ่งยากมาก

2.2 ภาษาระดับต่ำ (Low Level Language) เช่น ภาษา Assembly เป็นภาษาที่ใกล้เคียงกับภาษาเครื่อง ภาษานี้ก็ไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันจะมีเขียนก็ในหมู่พวก System Programmer ที่ทำการพัฒนาระบบปฏิบัติการ

2.3 ภาษาระดับสูง (High level Language) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใกล้เคียงกับภาษามนุษย์มากที่สุด เป็นภาษาที่นิยมกันมากในหมู่นักเขียนโปรแกรมเนื่องจากการพัฒนา Application ค่อนข้างจะสะดวกมาก ภาษาพวกนี้ก็ได้แก่ C, Pascal, Basic, COBOL, FORTRAN, RPG, PL/1 เป็นต้น

2.4 โปรแกรมด้านประยุกต์ (Application Program)

- Lotus (Spread Sheet) เป็นกระดานทำการขนาดใหญ่ แต่ละคำสั่งนั้นจะถูกฝังอยู่ในรูปที่กระทำกับข้อมูลในเซลล์ต่าง ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น แถว (ROW) และ คอลัมน์ (Column)

- Dbase เป็น Application ที่เกี่ยวกับการสร้างไฟล์และการดึงข้อมูลจากไฟล์มาใช้งาน

- Word Processing เช่น CU-Writer, RW, Sahaviriya เป็น Application ที่จัดการเกี่ยวกับ Text Files เช่น การจัดทำรายงานต่าง ๆ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3. **Peopeware**

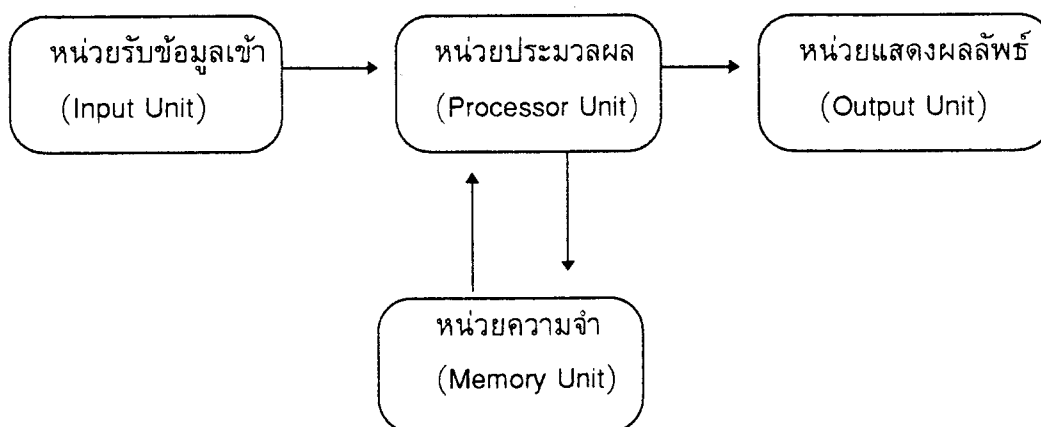
คือ บุคลากรทางคอมพิวเตอร์ อาจแบ่งออกได้ดังนี้

- System Programmer เป็นผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ทางคอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมดูแลการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์
- Programmer เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถทำการพัฒนา Application ให้กับ Users ใช้งานได้
- Users คนใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปอาจมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์บ้าง (สุกิจจา จันทชุม, 2536)

2.2.6 ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์

คอมพิวเตอร์มีส่วนที่สำคัญ 4 ส่วนคือ

- 1) หน่วยรับข้อมูลเข้า (Input Unit)
- 2) หน่วยประมวลผล (Processor Unit)
- 3) หน่วยความจำ (Memory Unit)
- 4) หน่วยแสดงผลลัพธ์ (Output Unit)



แผนภาพที่ 3 ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์

2.2.7 ประเภทของคอมพิวเตอร์

จัดประเภทตามขนาด แบบนี้อาจจะจัดได้เป็น 4 ขนาด คือ ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super) เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Main Frame) มินิคอมพิวเตอร์ (Mini) และไมโครคอมพิวเตอร์ (Micro) เส้นแบ่งระหว่างขนาดต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์นั้นเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอตามวิวัฒนาการใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น

1) เครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์ (Super Computer)

มีบริษัทคอมพิวเตอร์บางบริษัทผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่พิเศษเรียกว่า ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น เครย์-2 (Cray-2) สามารถทำงานได้ถึง 200 ล้านคำสั่งในหนึ่งวินาที เป็นต้น ราคาเครื่องซูเปอร์คอมพิวเตอร์นี้มักจะเริ่มตั้งแต่ 200 ล้านบาทขึ้นไป และมักจะใช้ในงานด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และการทหาร ซึ่งต้องคำนวณได้อย่างรวดเร็วมาก

2) เมนเฟรมคอมพิวเตอร์ (Main Frame Computer)

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่กล่าวมาแล้วทั้งเครื่องที่สร้างขึ้นใช้ในมหาวิทยาลัย เช่น เครื่องมาร์ควัน เครื่องเอตวาก เครื่องเอตสแก และเครื่องที่ทำออกขายเป็นธุรกิจ เช่น เครื่องยูนิแวกวัน เครื่องไอบีเอ็ม 1401, 704, 360, 370, 30, 43 นับได้ว่าเป็นเครื่องขนาดใหญ่ หรือเมนเฟรมเครื่องเมนเฟรมในปัจจุบันอาจจะขยายส่วนความจำหลักได้ถึง 16 ล้านตัวอักษร ต่อเทอร์มินัลได้เป็นพันเครื่อง มีความเร็วเป็นล้านคำสั่งต่อวินาที และราคาตั้งแต่สิบล้านบาทขึ้นไป

3) มินิคอมพิวเตอร์ (Mini Computer)

ส่วนใหญ่มีความสามารถและความเร็วในการทำงานต่ำกว่าเมนเฟรม ทำงานพร้อมกันได้หลายงาน แต่ต่อพ่วงกับเครื่องปลายทางได้น้อยกว่าเมนเฟรม คอมพิวเตอร์ประเภทนี้มักใช้ในกิจกรรมขนาดย่อม เช่น กิจกรรมโรงแรม โรงงานอุตสาหกรรมโรงพยาบาล สถานศึกษา โดยทั่วไปมินิคอมพิวเตอร์มีหน่วยความจำประมาณ 4 ล้านตัวอักษรขึ้นไป มีหน่วยความจำสำรอง 500 ล้านตัวอักษร และมีความเร็วในการทำงานประมาณไม่ต่ำกว่า 1 ล้านคำสั่งต่อวินาที

4) ไมโครคอมพิวเตอร์ (Micro Computer)

บางครั้งเรียกว่า คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer) เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่สามารถเคลื่อนย้ายไปไหนได้โดยง่าย ปกติจะมีผู้ใช้ครั้งละหนึ่งคนต่อหนึ่งเครื่อง ในระยะหลังนี้มีการต่อพ่วงไมโครคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย (Network) ซึ่งทำให้อาจมีผู้ใช้เครื่องได้ครั้งละหลาย ๆ คน ความสามารถและความเร็วในการทำงานจะต่ำกว่า คอมพิวเตอร์แบบอื่น ๆ ไมโครคอมพิวเตอร์มีหลายประเภท บางประเภทมีหน่วยความจำจำกัดเพียงไม่กี่พันตัวอักษร บางเครื่องอาจจะมีหน่วยความจำได้ถึง 64,000 ตัวอักษร และปัจจุบันนี้บางเครื่องสามารถขยายหน่วยความจำได้เป็นล้าน ไมโครคอมพิวเตอร์เหมาะสำหรับใช้ในบ้าน สำนักงาน หรือบริษัทเล็ก ๆ ใช้งานง่าย ไม่ต้องการผู้มีความรู้สูงมาปฏิบัติงาน (ศึกษาธิการ, 2535)

2.2.7 เหตุใดจึงนิยมใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วนอกจากข้อดีแบบเดียวกับคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไปแล้วไมโครคอมพิวเตอร์มีข้อดีพิเศษอีกสองอย่างคือ ใช้งานง่ายและเครื่องเล็กกะทัดรัด

1) ใช้งานง่าย การสั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานนั้นทำได้ง่ายมาก ผู้ใช้เครื่องไม่จำเป็นต้องมีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์เลยก็อาจจะใช้เครื่องได้ พอเปิดเครื่องก็อาจจะมีการขึ้นมาบนจอให้เลือกกดเลข 1 หรือ 2 หรือ 3 เพื่อสั่งทำงานที่ 1 หรืองานที่ 2 หรืองานที่ 3 เป็นต้น ทั้งนี้เพราะโปรแกรมที่สั่งเครื่องให้ทำงานต่าง ๆ นั้นมีผู้เขียนไว้ล่วงหน้าแล้วใส่เอาไว้ในชิพหรือในจานแม่เหล็กพอผู้ใช้กดเลข 1 เครื่องก็ไปเอาโปรแกรมหมายเลข 1 มาใช้ หรือถ้าจะยากกว่านั้นเครื่องก็จะถามคำถามให้ผู้ใช้ตอบเป็นข้อ ๆ เพื่อเอาคำตอบไปเลือกโปรแกรมหรือเอาค่าไปใส่ในโปรแกรมที่มีอยู่แล้วในเครื่อง

2) เครื่องเล็กกะทัดรัด เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มีขนาดเล็กกะทัดรัดมาก ส่วนสำคัญที่สุดซึ่งรวมทั้งส่วนควบคุมส่วนคำนวณ และส่วนความจำ อาจจะมีขนาดเล็กเพียง 4-5 ตารางเซนติเมตร ความเล็กกะทัดรัดนี้มีประโยชน์หลายประการคือ

- ราคาต่ำ ตัวไมโครโปรเซสเซอร์นั้นถ้าซื้อเพียงราคาชิ้นละ 400 บาท ถ้าซื้อ 100 ชิ้น ขึ้นไปราคาเฉลี่ยชิ้นละ 200 บาท และถ้าซื้อเป็นหมื่น ๆ ชิ้นขึ้นไปก็ตกราคาประมาณชิ้นละ 20 บาท

- ค่าใช้จ่ายสิ้นเปลืองน้อยเพราะใช้ไฟน้อย ให้อุปกรณ์ปรับอากาศขนาดเล็ก หรือไม่ต้องใช้ในห้องปรับอากาศก็ได้

- ความน่าเชื่อถือสูงเพราะมีชิ้นส่วนน้อย มีจุดเชื่อมต่อโยงน้อยจึงเกิดความชำรุดสึกหรอได้น้อย

- เคลื่อนย้ายง่ายเพราะขนาดเล็กและน้ำหนักน้อย

- ราคาถูก ใช้ส่วนตัว ศึกษาหาความรู้ ใช้ในความบันเทิง สามารถนำไปช่วยงานในระบบของโรงงานอุตสาหกรรมเล็ก หรือธุรกิจ หรือร้านค้าเล็ก ๆ ได้ดี

2.2.8 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นวัตกรรมการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีชื่อเรียกในภาษาอังกฤษอยู่หลายคำ

เช่น	CAI	ย่อมาจากคำ	Computer-assisted Instruction
	CAL	ย่อมาจากคำ	Computer-assisted Learning
	CBI	ย่อมาจากคำ	Computer-based Instruction
	IAC	ย่อมาจากคำ	Instruction Application of Computer

แต่มีคำที่นิยมใช้อยู่ 2 คำ คือ CAI และ CAL โดยคำ CAI เป็นคำที่นิยมใช้แพร่หลายในสหรัฐอเมริกา ขณะที่คำ CAL เป็นคำที่นิยมในกลุ่มประเทศทางยุโรป แต่อย่างไรก็ตามคำเหล่านี้มีความหมายเหมือนกันนั่นเอง (วสันต์ อดิศักดิ์, 2530)

ทักษิณา สนวนานนท์ (2529) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล นักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องเรียกโปรแกรมสำเร็จ รูปที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบายเป็นบทเรียน หรือเป็นการแสดงรูปภาพซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านดู แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากันรอจนคิดว่าพร้อมแล้วก็จะสั่งคอมพิวเตอร์ว่าต้องการทำต่อคอมพิวเตอร์อาจให้ทำต่อ หรืออาจทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถามซึ่งอาจเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบทันที ส่วนมากจะเป็นแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบประเภทให้เลือกหรือปรนัย เมื่อทำแล้วคอมพิวเตอร์จะตรวจสอบให้เลย มีการชมเชยและให้กำลังใจด้วยถ้าทำถูก คำนิพนธ์หรือต่อว่าบ้างถ้าทำผิด หรืออาจสั่งให้กลับไปอ่านใหม่ เป็นต้น หลังจากนั้นจะแจ้งผลให้ทราบว่าทำถูกกี่ข้อ ทำผิดกี่ข้อ จำเป็นหรือไม่ที่จะกลับไปศึกษาใหม่ หรืออาจจะให้ศึกษาบทใหม่ต่อไปเลย การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นเรายังอาจแสดงภาพประกอบการสอนต่าง ๆ ที่ครู

จะต้องแสดงให้เห็นหน้าขึ้น ซึ่งบางคนอาจเห็นชัดบางคนไม่เห็น แต่เมื่อนั่งอยู่หน้าคอมพิวเตอร์แล้วทุกคนก็จะได้เห็นเท่ากันหมด นอกจากนั้นยังอาจใช้เสียงเพลงช่วยให้เข้าใจบ้าง ตื่นเต้นบ้าง ปลอบโยนบ้าง ผู้เรียนจะมีชีวิตชีวา และมีความตั้งใจมากขึ้น เหมือนกับมีครูมาสอนให้ตัวต่อตัว เพราะ จะมีการโต้ตอบกันตลอดเวลาระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

อนึ่งผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถไม่เท่ากันคนเก่งจะเรียนได้เร็ว การต้องรอเรียนพร้อมกันกับคนช้าจะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น เน้นในเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลนี้อย่างชัดเจน ผู้เรียนจะเรียนไปได้เรื่อย ๆ ไม่ต้องพะวงว่าจะตามเพื่อนไม่ทัน หรือจะต้องคอยเพื่อน

ครรรชิต มัลลียงศ์ (2526) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า CAI นั้น หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์ไปสอนคน สอนวิชาต่าง ๆ เช่น เลขคณิต เรขาคณิต วิชาไฟฟ้า ฟิสิกส์ ฯลฯ แต่ไม่ได้หมายถึงการสอนคนให้รู้วิชาคอมพิวเตอร์ หรือเกี่ยวกับว่าคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร แต่ถ้าใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องสอนเช่น ใช้คอมพิวเตอร์สอนให้คนรู้จักเขียนโปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์ละก็ อย่างนี้จัดว่าเป็น CAI ด้วยเหมือนกัน

ความหมายกว้าง ๆ คือ การนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์สำหรับใช้สอนคนโดยให้เครื่องกับคนโต้ตอบกันเองและไม่ต้องมีบุรุษที่สามเข้ามาช่วย ตัวบทเรียน CAI นั้นที่แท้เป็นโปรแกรมหรือคำสั่งคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้พัฒนา CAI ได้จัดสร้างขึ้น ได้ทดสอบและเก็บลงบนแผ่นแม่เหล็ก หรือเครื่องบันทึกข้อมูลประเภทอื่น ๆ เอาไว้แล้ว เมื่อต้องการจะเรียนบทเรียน CAI นักเรียนก็นำแผ่นแม่เหล็กที่เก็บบทเรียนนั้นมาสอดเข้าในเครื่องอ่าน แล้วกดสวิตช์สั่งให้เครื่องทำงาน

กิดานันท์ มลิทอง (2535) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เพื่อการสอน การทบทวนบทเรียน หรือเพื่อการฝึกหัด เป็นต้น

วสันต์ อดิศักดิ์ (2530) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นระบบการเรียนการสอนซึ่งเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาบางบทเรียนที่ออกแบบไว้อย่างดี และเก็บไว้ในแผ่นดิสก์เก็ตต์ (Diskette) ที่แสดงผ่านจอของเครื่องคอมพิวเตอร์เนื้อหานี้อาจแสดงในรูปของตัวอักษร กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือร่วมกับสิ่งอื่น ๆ ในลักษณะของสื่อประสม (Multimedia) เช่น สไลด์ เทปโทรทัศน์ แผ่นบันทึกภาพ ฯลฯ หลังจากการแสดงผลเนื้อหาในหัวเรื่องหนึ่ง ๆ คอมพิวเตอร์จะเสนอแบบฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนในทวนความเข้าใจ และสนองตอบต่อสิ่งนั้นผ่านทางแป้นพิมพ์ (Keyboard) หลังจากนั้นคอมพิวเตอร์จะพิจารณาการตอบสนองนั้นว่าผู้เรียนควรก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่

วิชุดา รัตนเพียร (2536) กล่าวว่า CAI หรือ Computer-assisted Instruction เป็นการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยสอน โดยผู้เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้น เพื่อใช้สอนเนื้อหาชุดใดชุดหนึ่งทั้งนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเป็นตัวควบคุมเนื้อหาและ

กิจกรรมการเรียนรู้

2.2.9 ที่มาของบทเรียน CAI

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI นั้นอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นวิวัฒนาการจากแนวความคิดตั้งแต่ มีการประดิษฐ์เครื่องช่วยสอน (Teaching Machine) ก่อปรกับในเวลาต่อมา ความคิดเรื่องการให้การศึกษาตามเอกัตภาพ ซึ่งเน้นเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้เข้ามามีบทบาทมาในวงการศึกษ โดยการใช้นบทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) หากแต่ว่าปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นจากการใช้นบทเรียนแบบโปรแกรมก็คือ ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายเนื่องจากความซ้ำซากจำเจของบทเรียน เมื่อเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็วมีความสามารถในการทำงาน ได้ผลรวดเร็ว พร้อมทั้งมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ทำให้นักการศึกษาหันมาสนใจ นำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการกระบวนการเรียนการสอนจนในเวลาต่อมาได้รับการพัฒนา เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้น (CAI)

2.2.10 รูปแบบของบทเรียน CAI

การแบ่งรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นหลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวคิดของนักการศึกษาแต่ละท่าน อย่างไรก็ตามก็ตีวิธีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนที่นิยมดังนี้คือ

1) สอนเนื้อหาใหม่ (Tutorial or Instructional Session) จุดมุ่งหมายของโปรแกรมสอนเนื้อหาใหม่ก็เพื่อนำเสนอบทเรียนใหม่ โปรแกรม Tutorial นี้จะนำเสนอบทเรียน พร้อมทั้งมีกิจกรรมเพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและคอมพิวเตอร์

2) ฝึกทักษะและทบทวน (Drill and Practice) หลายครั้งรู้จัก CAI ในรูปแบบนี้ ซึ่งมีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนมีโอกาสฝึก และทบทวนทักษะรวมทั้งข้อความรู้ที่ได้เคยเรียนมาแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ และความจำในสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ดียิ่งขึ้น

3) การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation or Modeling) เป็นการจำลองหรือเลียนแบบสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนำความรู้ ที่เรียนแล้วไปทดสอบ หรือทดลองใช้ ในสถานการณ์ที่เหมือนจริงมากที่สุด ในสถานการณ์จำลองนี้ผู้เรียนจะต้องตัดสินใจกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยประมวลเองจากข้อมูลที่ได้รับมาทั้งหมด เพื่อผู้เรียนจะได้เกิดการเรียนรู้ว่าควรปฏิบัติอย่างไรในแต่ละสถานการณ์ อย่างปลอดภัยที่สุด

4) เกมการศึกษา (Education game) เป็นการนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของเกม เพื่อดึงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน ขณะเรียนรู้ ซึ่งถูกสร้างในหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับอายุ และระดับผู้เรียน อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่สุดคือ จะต้องเลือกโปรแกรมเกมการศึกษาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนมากที่สุด

5) การแก้ปัญหา (Problem Solving) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดนี้จะนำเสนอปัญหา หรือเหตุการณ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโปรแกรมประเภทนี้มีความคล้ายกันกับโปรแกรม Stimulation ที่มีผู้เรียนจะต้องนำความรู้ความสามารถที่เคยเรียนมาแล้วมาประมวลเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ



6) การทดสอบ (Testing) จุดประสงค์ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบนี้ ก็เพื่อใช้ทดสอบความรู้ของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือหลังเรียน เพื่อวัดระดับความรู้ของผู้เรียนหรือเพื่อประเมินผลการเรียน

2.2.11 บทเรียน CAI คืออย่างไร

สาเหตุที่บทเรียน CAI ได้รับความสนใจอย่างมากจากนักศึกษานั้นมีด้วยกันหลายประการซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1) ความสามารถที่จะให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ การมีปฏิสัมพันธ์ในที่นี้หมายถึง การมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนและบทเรียน - คอมพิวเตอร์ได้โดยทันทีทันใด

2) สามารถจัดการเรียนการสอนตามเอกัตภาพ ซึ่งเน้นเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนตามระดับความสามารถ และความสนใจของตนได้

3) สามารถสร้างความสนใจแก่ผู้เรียน โดยการนำเสนอบทเรียนที่มีภาพประกอบการนำเสนอที่เคลื่อนไหวได้ หรือแม้แต่การใช้เสียงประกอบบทเรียน เพื่อความสมจริงสมจัง

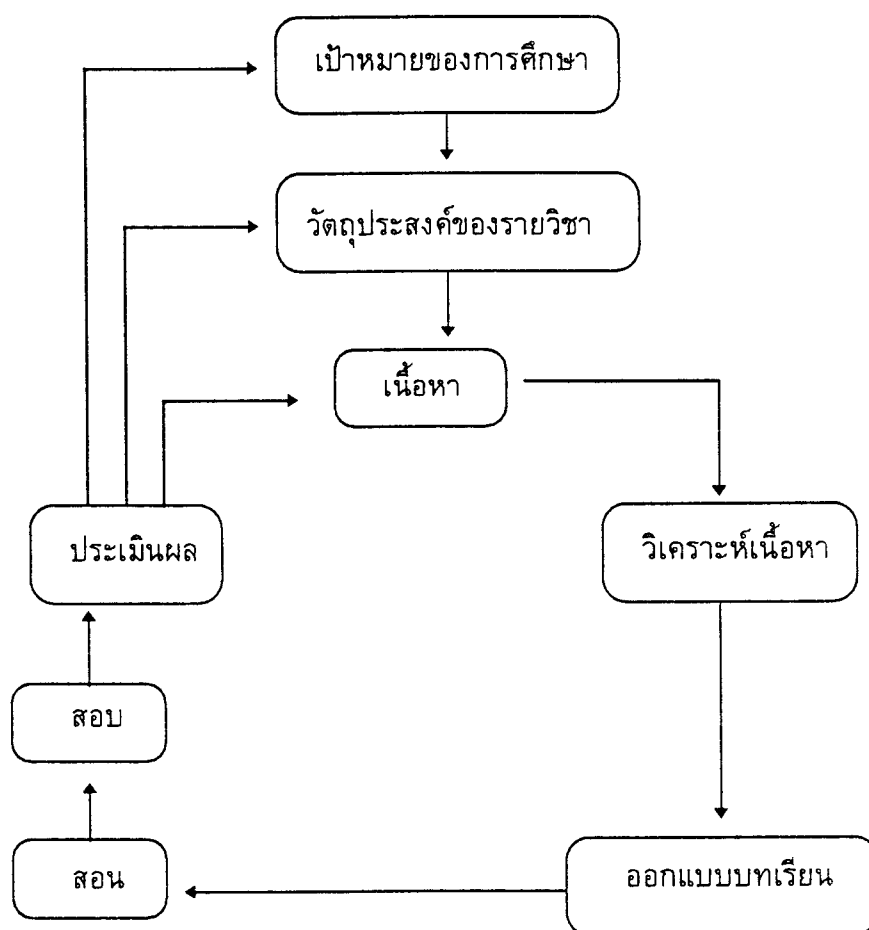
4) สามารถบันทึกข้อมูลของผู้เรียนจำนวนมาก รวมทั้งการประเมินผลการเรียนอย่างเป็นธรรมชาติ

5) สามารถนำเสนอเนื้อหาได้เหมือนกันทุกครั้ง ไม่ว่าผู้เรียนจะเรียนเมื่อใดหรือกี่ครั้งก็ตาม (วิชุดา รัตนเพียร, 2536)

2.2.12 วิธีการสร้าง CAI

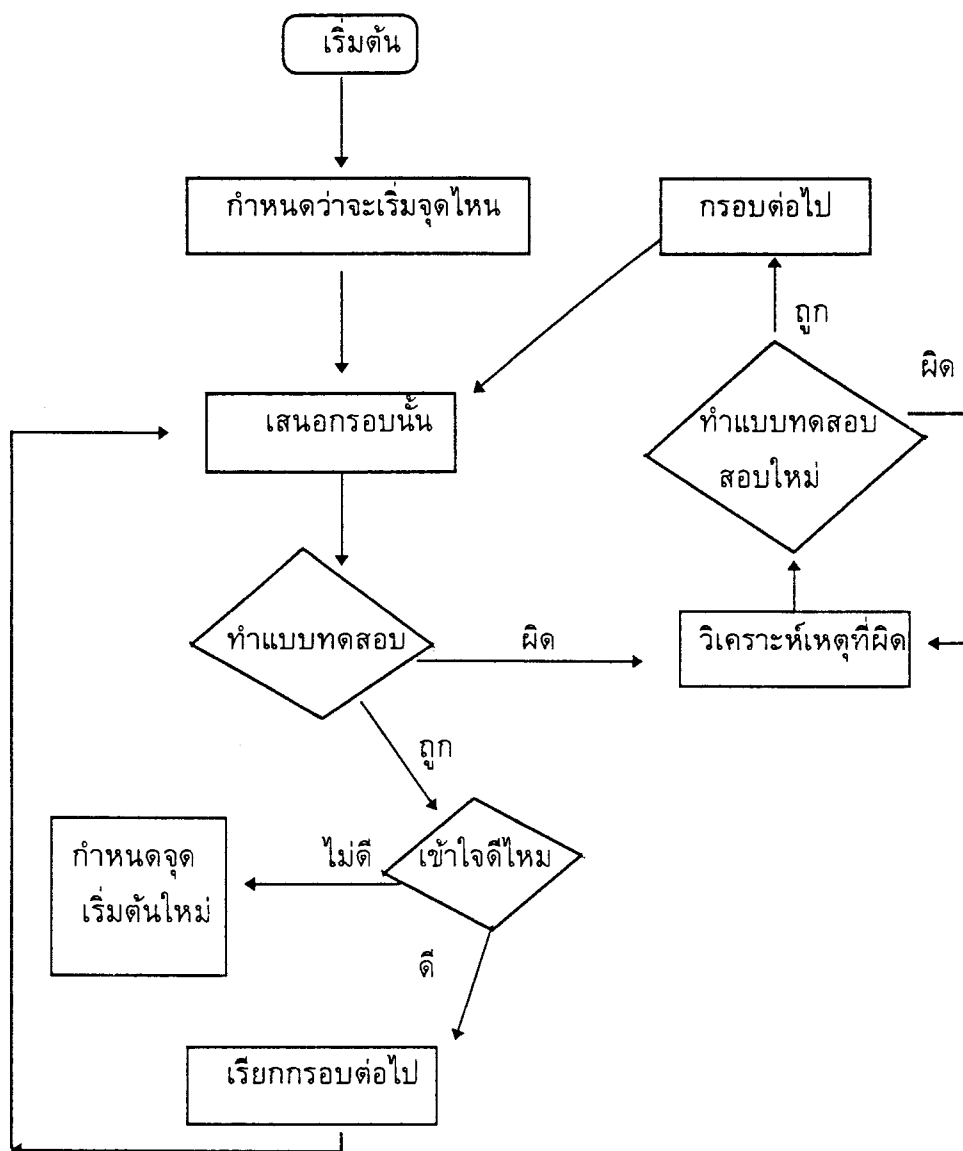
การสร้าง CAI จะต้องได้รับความร่วมมือจาก นักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญของสาขาวิชาที่จะทำ โดยกำหนดขอบเขตของเนื้อหา ดังแผนภาพที่ 3

วพ
Q
๑๕๓๗



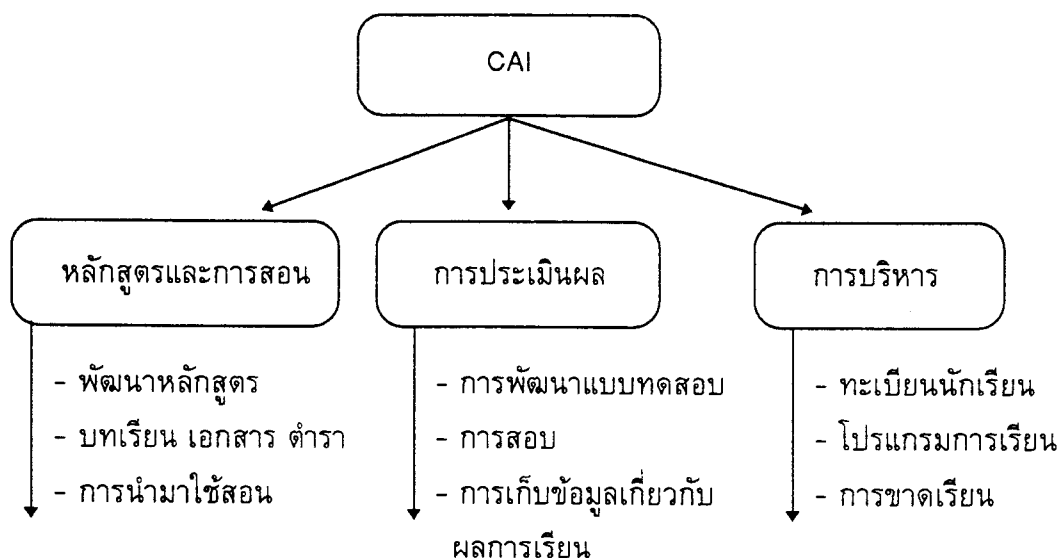
แผนภาพที่ 4 ลำดับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชา กำหนดขอบเขตเนื้อหาให้แล้ว นักการศึกษาจะต้องช่วยแบ่งเนื้อหานั้นออกเป็นส่วน ๆ โดยจัดทำรูปของโปรแกรมแบบเรียน กล่าวคือ แบ่งออกเป็นกรอบ ๆ กำหนดให้มีการเสนอกรอบที่ละกรอบ ตามด้วยแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่ผิด และวิเคราะห์คำตอบที่ผิดนั้นเพื่อดูว่าทำไมถึงผิด ถ้าจะเขียนผังงานง่าย ๆ ก็ได้ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ลำดับขั้นตอนของการเสนอเนื้อหาออกเป็นกรอบ (Farmer) ตามด้วยแบบฝึกหัดและแบบทดสอบมีการอธิบายคำตอบ

การทำ CAI นั้นควรจะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สมบูรณ์ โดยนำรายละเอียดเกี่ยวกับผลการเรียนของผู้เรียนมารวมไว้ได้ ดังแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 การนำรายละเอียดผลการเรียนของผู้เรียนมาทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป

นอกจากจะพิจารณาวิธีการทำว่าควรทำให้มีลักษณะใดแล้ว ควรมีการพิจารณาเรื่องอื่นประกอบด้วย ดังนี้

1) เลือกคอมพิวเตอร์ ให้เหมาะสมกับความต้องการ เช่น ขนาดของหน่วยความจำว่าใหญ่พอที่จะใช้กับ CAI ที่กำลังจะทำหรือไม่ หากต้องการทำกราฟ มีภาพและเสียงเพลงประกอบคอมพิวเตอร์ทำได้หรือไม่ จอภาพต้องการให้เป็นสีหรือไม่ ความเร็วในการแสดงผล ราคาถูกหรือแพง

2) ซอฟต์แวร์ที่จะทำ จะใช้ภาษาอะไรใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ที่มีหรือไม่ มีลักษณะของ CAI ที่ดีครบถ้วนหรือเปล่า และหากจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่มีขายก็ควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้ด้วย คือ

- 2.1 มีเอกสารประกอบดีพอไหม
- 2.2 ราคาควรเป็นราคาซื้อหรือเช่า
- 2.3 มีค่าบำรุงรักษาหรือไม่
- 2.4 ข้อจำกัดในการใช้มีอะไรบ้าง

3) ถ้าจะลงมือทำโปรแกรมเองควร วางรูปแบบของบทเรียนให้ดีเสียก่อน โดยทำเป็นขั้นตอนดังนี้

3.1 แบ่งเนื้อหาทั้งหมด ของวิชาที่จะเรียนเป็นขั้นตอนให้ดี ศึกษาถึงวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายของการเรียนในแต่ละวิชา

3.2 กำหนดขั้นตอนเรียบร้อยและแบ่งเป็นหัวข้อ แสดงเป้าหมายของบทเรียน หัวข้อนั้น ๆ ให้เด่นชัด

3.3 ถ้าหัวข้อนั้นกว้างเกินไป ให้เป็นหัวข้อย่อย ๆ เพราะบทเรียนแต่ละบทไม่ควรยาวเกินไปนัก

3.4 กำหนดรูปแบบของการพัฒนาแต่ละหัวข้อ จะทำการสอนในรูปแบบใดแก้ปัญหา หรือเสนอเรื่องให้อ่านแล้วตอบคำถาม หรือสร้างสภาพจำลองให้แก้ไข

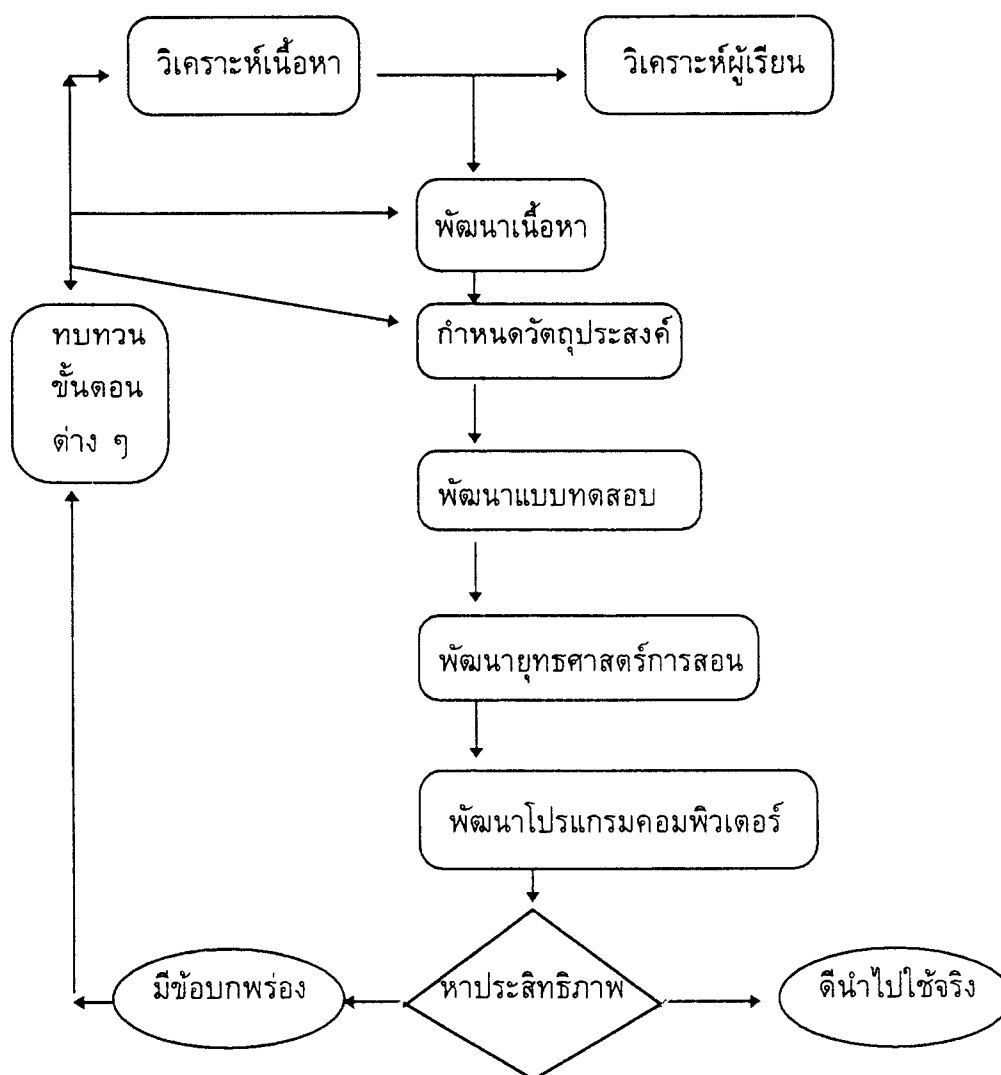
3.5 การออกแบบ CAI ควรให้ผู้เรียนเลือกคำถามด้วยวิธีการสุ่ม จำนวนคำถามควรมีมาก ๆ ผู้เรียนแต่ละคนได้ตอบคำถามนี้โดยไม่ซ้ำกัน นอกจากนั้น ต้องไม่ลืมให้คำตอบที่ถูกต้อง และให้คอมพิวเตอร์ตรวจและรวมคะแนนไว้เลย วางหลักให้มีการอธิบายข้อผิดพลาดหรือวิเคราะห์คำตอบที่ผิดให้ว่า ทำไมผู้เรียนจึงตอบผิดเป็นแนวที่จะเข้าใจผู้เรียน และนำข้อผิดพลาดไปแก้ไข

3.6 หลังจากทำเสร็จแล้ว ต้องนำไปให้ผู้เรียนทดลอง เก็บข้อมูลมาเป็นแนวทางที่จะแก้ไข

3.7 เสร็จแล้วต้องเขียนคู่มือวิธีใช้ให้ชัดเจน เพื่อคนรุ่นหลังมาใช้จะได้เกิดปัญหา

เมื่อคอมพิวเตอร์มีบทบาทในวงการศึกษา และหลายโรงเรียนก็มีคอมพิวเตอร์ไว้สอนให้นักเรียนแล้ว ความคิดที่จะนำ CAI มาใช้ จึงเริ่มจะเป็นรูปเป็นร่างอย่างแท้จริงขึ้น บทบาทของผู้สอนก็จะเปลี่ยนตามไปด้วย และในบางส่วนอาจจะถึงกับเข้ามาแทนที่วิธีการที่ใช้อยู่เดิมก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นอนาคตจะเป็นอย่างไร ก็เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า คอมพิวเตอร์จะมีผลกระทบอย่างมากมายต่อสังคม ความต้องการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนในปัจจุบันยังเป็นของใหม่ และจะต้องการพัฒนาอีกมาก ราคาของคอมพิวเตอร์ที่ถูกลงทุกวันคงจะเอื้ออำนวยเป็นอย่างมากในการสนับสนุนความคิดในเรื่องนักรการศึกษา นั้นนอกจากจะต้องศึกษาความต้องการด้านการศึกษาที่เปลี่ยนแปลงทุกวันแล้ว ยังจะต้องคิดปรับให้เข้ากับเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างเหมาะสม เพื่อความก้าวหน้าต่อไป (ทักษิณา สนวนนท์, 2529)

วสันต์ อดิศักดิ์ (2532) การออกแบบระบบการเรียนการสอน เป็นพื้นฐานที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะเป็นขั้นของการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการอย่างลึกซึ้ง โดยการนำเอาวิธีการจัดระบบ (System Approach) มาใช้ ทำให้ผู้พัฒนาบทเรียนได้ เข้าใจและตระหนักถึงสภาพของผู้เรียน เนื้อหาของบทเรียน แนวทางในการถ่ายทอดบทเรียน และการวัดประเมินผล การเรียน ในบทนี้จะเสนอระบบหนึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



แผนภาพที่ 7 ระบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.13 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. **ขั้นวิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมาย ตั้งแต่พื้นฐานความรู้เดิมก่อนที่จะศึกษาบทเรียนนี้ เพื่อผู้พิจารณาบทเรียนจะได้เข้าใจและรู้จักกลุ่มเป้าหมายอย่างถ่องแท้ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนจะพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนในขั้นนี้การพิจารณาถึงความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้เรียน วัยของผู้เรียนก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องพิจารณา
2. **ขั้นวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน** ก่อนอื่นตนต้องพิจารณาว่าบทเรียนที่จะนำมาพิจารณานั้นเหมาะสมกับสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่ เพราะบางเนื้อหาอาจจะเหมาะที่จะใช้สื่ออื่น ถ่ายทอดมากกว่า ในขั้นนี้รวมถึงขั้นการวิเคราะห์พิสัยของการเรียนรู้ที่บทเรียนนี้ควรเห็นว่าจะเน้นในด้านใด ด้านความรู้ ความจำ ด้านเชาว์ปัญญาด้านยุทธศาสตร์การคิด ด้านเจตคติ และด้านทักษะการปฏิบัติ บทเรียนแต่ละบทย่อมมีจุดเน้นในการเรียนรู้ไม่เหมือนกันและไม่เท่ากัน

3. **ขั้นพัฒนาเนื้อหาบทเรียน** เป็นขั้นต่อเนื่องจากขั้นที่ 1 และ 2 หลังจากที่ได้วิเคราะห์เนื้อหาได้เหมาะสมกับผู้เรียนแล้วก็นำบทเรียนนั้นมาจัดเป็นหน่วย แยกเป็นหัวเรื่องย่อย และเป็นความคิดรวบยอดหน่วย เป็นบทเรียนที่ให้ผู้เรียนเรียนในครั้งหนึ่ง ๆ ซึ่งหากจะยึดเอาเวลาเป็นเกณฑ์ก็ควรประมาณ 1-2 คาบ (20-40 นาที) สำหรับระดับประถมศึกษาหรือประมาณ 1 คาบ (50 นาที) สำหรับระดับมัธยมศึกษาหรือสูงกว่า เวลานั้นหมายถึงเวลาสูงสุดที่ผู้เรียนสมควรจะใช้ในหน่วยนั้น ๆ หากผู้เรียนมีความสามารถสูงอาจจะใช้เวลาน้อยกว่านี้ก็ได้ หากยังมีความสนใจในบทเรียนอยู่ก็ก้าวไปสู่หน่วยต่อไปได้เลย หากแต่ละหน่วยใช้เวลาเรียนมากกว่านี้ อาจสร้างความเบื่อหน่ายหรือเมื่อยล้าแก่ผู้เรียนได้ โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนซ้ำ อีกทั้งการนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์นาน ๆ ยังมีผลต่อสายตาได้

หัวเรื่อง เป็นส่วนย่อยของหน่วย โดยนำเอาบทเรียนมาแยกเป็นส่วยย่อย ๆ ให้มีปริมาณเท่า ๆ กันในแต่ละส่วน ส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เมื่อรวมกันและจะครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วจำนวนหัวเรื่องควรจะทำให้ได้นั้นขึ้นอยู่กับขนาดหัวเรื่องแต่เมื่อรวมเวลาในการเรียนแล้วควรใช้เวลาดังกล่าวแล้วข้างต้น หากเมื่อแบ่งหัวเรื่องมีมากหัวเรื่องเกินไป ควรจะนำมารวมกันในสิ่งที่รวมได้และตัดความซ้ำซ้อนกันให้มากที่สุดหรือหากรวมกันไม่ได้จริง ๆ ก็ควรจะแบ่งหน่วยนี้ออกเป็น 2 หน่วยการเรียนรู้ก็ได้

ความคิดรวบยอด เป็นการกำหนดแนวคิดของเขตของเรื่องที่จะสอน ในหัวเรื่องหนึ่งควรจะมีหนึ่งความคิดรวบยอด ความคิดรวบยอดนี้จะช่วยให้ผู้พัฒนาบทเรียนเห็นภาพของเนื้อหาของบทเรียนอย่างแจ่มชัดที่สุด

4. **ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการกำหนดผลของการเรียนที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุหลังจากได้ศึกษาบทเรียนนั้นแล้ว ซึ่งควรจะเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมประกอบด้วยพฤติกรรมที่สามารถสังเกตหรือวัดได้ เกณฑ์และเงื่อนไขที่จะยอมรับในพฤติกรรมนั้น ๆ นอกจากนั้นการกำหนดวัตถุประสงค์ควรจะให้ครอบคลุมผลของการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้มากที่สุดตามชนิดของเนื้อหาของบทเรียนหากยึดเอาหลักของ กานเย่ (Robert M.Gagn'e) ก็แบ่งได้เป็น 4 ด้านด้วยกันคือ

- ด้านความจำความเข้าใจ
- ด้านเชาว์ปัญญา ซึ่งแยกออกได้เป็นการแยกแยะ ความคิดรวบยอด วัตรธรรม ความคิดรวบยอดเชิงนิยามกฎ และการแก้ปัญหา
- ด้านเจตคติ
- ด้านทักษะ

5. **ขั้นพัฒนาแบบทดสอบการพัฒนาแบบทดสอบนั้นจะต้องอิงเกณฑ์มาวัดวัตถุประสงค์ที่วางไว้แล้ว** ดังนั้นจึงนิยมทำต่อหลังจากการกำหนดวัตถุประสงค์ เมื่อจัดทำแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว จึงคิดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบนี้ได้ซึ่งก็จะเป็นการบอกว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้แล้วด้วยแบบทดสอบที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีด้วยกัน 4 ชนิด คือ

- แบบทดสอบก่อนเข้าเรียน (Entry-behaviors Test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ออกแบบเพื่อวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนเข้าเรียน ซึ่งจะวัดทักษะที่จะเป็นพื้นฐานในการเข้าศึกษาในวิชาหนึ่ง ๆ หากผู้เรียนยังไม่มีความพร้อมต้องการซ่อมเสริมให้ผู้เรียนก่อนจนเกิดความพร้อม

- แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ออกแบบเพื่อวัดความพร้อมในการที่จะเข้าศึกษาในหน่วยหนึ่ง ๆ หากจะพิจารณาโดยการวิเคราะห์การสอนแล้วแบบทดสอบก่อนเข้าเรียนจะวัดทุกทักษะที่ปรากฏอยู่ได้ "เส้น" และแบบทดสอบก่อนเรียนจะวัดทุกทักษะที่ปรากฏอยู่เหนือ "เส้น" แล้ว

- แบบฝึกปฏิบัติ (Self-Test) เป็นแบบทดสอบตนเองขณะที่เรียนแต่ละหัวเรื่อง หรือแต่ละวัตถุประสงค์ก่อนที่จะก้าวไปเรียนในหัวเรื่องหรือวัตถุประสงค์ต่อไป

- แบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่เป็นคู่ขนานของแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดว่าผู้เรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

6. ขั้นพัฒนายุทธศาสตร์การสอน ดังได้กล่าวแล้วในฉบับก่อนว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 4 รูปแบบใหญ่ ๆ คือ แบบสอนเนื้อหา แบบฝึกทักษะ แบบสถานการณ์จำลอง และแบบเกม ซึ่งแต่ละประเภทย่อมมียุทธศาสตร์การสอนของตนเอง และยุทธศาสตร์การสอนที่เหมาะสมแก่การประยุกต์ในการจัดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็คือ ยุทธศาสตร์การจัดการสอนของ Robert M. Gagne' โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

- ขั้นสร้างความสนใจ (Gaining attention) เพื่อเร้าให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียน ดังในตารางที่ 1 จะเห็นว่าคอมพิวเตอร์สามารถเสนอวิธีการได้หลายวิธีในการเร้าความสนใจไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือการผสมผสานของสิ่งเหล่านี้ หากใครเคยเล่นคอมพิวเตอร์เกมมาแล้วคงจะเห็นแล้วว่าสิ่งดังกล่าวเร้าความสนใจแก่ผู้เล่นเพียงใดซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็ทำได้เช่นนั้นเช่นกัน

- ขั้นแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Informing the learner of the objectives) เป็นการบอกให้ผู้เรียนเตรียมตัวเตรียมใจว่าเมื่อเขาเรียนบทเรียนนี้แล้วเขาจะบรรลุวัตถุประสงค์อะไรบ้าง เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนของเขาต่อไป คอมพิวเตอร์สามารถประเมินผู้เรียนได้อย่างง่ายดายว่า มีความพร้อมหรือพื้นความรู้ในเรื่องนั้นแล้วหรือยัง ก็จะโยงไปสู่ Branching การทบทวนเรื่องนั้นให้ก่อน ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจทำอยู่ในรูปของเมนู Menu ให้ผู้เรียนเลือกทบทวนเองก็ได้

- ขั้นกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ (Pretesting the stimulus materials) ในขั้นนี้เนื้อหาสาระของบทเรียนจะถูกเสนอในรูปของ ข้อความ เสียง หรือภาพต่าง ๆ โดยพยายามให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ให้มากที่สุดตามอัตราความสามารถของเขาคอมพิวเตอร์สามารถเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจกว่าสิ่งพิมพ์ อาจจะเน้นด้วยสีเส้นการโยงไปมาระหว่างกรอบต่าง ๆ หรือการเสนอเนื้อหาทีละประเด็น และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในจอเดียวกัน อาจจะโดยตั้งโปรแกรมเอง หรือการให้ผู้เรียนควบคุมความเร็วด้วยตนเองกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว (Animation) ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่

จะสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้อย่างดีการใช้
ในลักษณะของสื่อประสมกับสิ่งอื่น ๆ เช่น กับแผ่นเสียงเทปเสียง สไลด์ เทปโทรทัศน์
แผ่นบันทึกภาพ (Video disc) จะช่วยให้การอธิบายความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้อย่างมี
ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

- **ขั้นให้แนวการเรียนรู้ (Providing learning Guidance)** ในขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับ
การชี้แนะผ่านทางกระบวนการเรียนการสอนมีหลายเทคนิคที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี
การจัดเนื้อหาสำหรับช่วยเหลือผู้เรียน (Help Sequence) การมีตัวชี้แนะ (Prompting Cues)
การช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนของผู้เรียนมากขึ้น ซึ่งอาจจะอยู่ภายใต้การควบคุม
ของคอมพิวเตอร์เอง หรือควบคุมด้วยผู้เรียนก็ได้ควรใช้เทคนิคนี้ให้จำกัดมากที่สุด เพราะชี้แนะ
มากเกินไปจะเป็นผลเสียต่อการเรียนรู้ได้

- **ขั้นให้ผู้เรียนปฏิบัติ (Eliciting performance)** ในขั้นนี้เป็นการวัดว่าผู้เรียนได้
แสดงให้เห็นว่าเขามีความรู้ความเข้าใจในหัวเรื่องที่เรียนมาเพียงใดก่อนที่จะก้าวไปสู่หัวเรื่อง
ต่อไป รูปแบบของคำถามได้แสดงไว้ในแผนภาพที่ 5 แล้ว การจัดทำคำตอบไว้ในคอมพิวเตอร์
จะต้องรอบคอบ เพื่อจะได้พิจารณาคำตอบที่ผู้เรียนใส่เข้าไปอย่างดีที่สุด และคอมพิวเตอร์ก็
สามารถที่จะสนองตอบต่อคำตอบต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายอยู่แล้ว

- **ขั้นแจ้งผลการปฏิบัติ (Providing feedback)** จุดมุ่งหมายของขั้นนี้ เพื่อแจ้งให้
ผู้เรียนได้ทราบว่าสิ่งที่เขาได้ปฏิบัติลงไปในนั้นมีความถูกต้องเพียงใดคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ ที่
มีประสิทธิภาพในการที่จะแจ้งผลการปฏิบัติอย่างทันทีทันใดและอย่างเป็นรายบุคคลด้วย
นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังสามารถจับเวลาการตอบคำถามของผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งไว้
คอมพิวเตอร์ก็จะเสนอความช่วยเหลือให้ได้ หรือถามคำถามในอีกลักษณะหนึ่งนอกจากนี้
คอมพิวเตอร์ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนลองตอบได้หลายครั้งตามที่ได้ออกแบบไว้และยังแจ้งผลให้
ทราบได้อย่างเจาะจงในแต่ละคำตอบที่ถูกต้องด้วย เราสามารถออกแบบให้บทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดความช่วยเหลือผู้เรียน ตามที่ผู้เรียนต้องการ หรือการให้เสนอข้อ
สังเกตเหล่านี้แก่ผู้เรียนโดยอัตโนมัติก็ได้ ขั้นแจ้งผลการปฏิบัติที่ถูกต้อง หรือในกรณีของแบบ
สถานการณ์จำลอง ก็จะแสดงให้เห็นให้ผู้เรียนได้ทราบผลของการตอบสนองของเขาด้วย

- **ขั้นประเมินผลการเรียน (Assessing performance)** เป็นขั้นประเมินว่า
ผู้เรียนได้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ จุดเด่นของคอมพิวเตอร์คือสามารถกลุ่มตัวอย่าง
(Random) ข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่จัดทำไว้ และสามารถเสนอจำนวนข้อได้หลายชุด
ตามการตอบสนองของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถพิจารณาแบบทดสอบ ซึ่งจะทำให้
ผู้ออกแบบสามารถพิจารณาแบบทดสอบ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขณะที่ผู้เรียนตอบโดยขึ้น
อยู่กับคำตอบของเขาเช่น อาจจะออกแบบข้อทดสอบให้ผู้เรียนตอบจนกระทั่งมีข้อถูกถึงเกณฑ์
ที่ตั้งไว้ เมื่อเขาตอบคำถามเหล่านั้นแล้ว คอมพิวเตอร์สามารถแจ้งผลทันทีทันใด ชี้บ่งถึงปัญหา
และการโยงไปสู่วัสดุการเรียนที่เหมาะสมต่อไป

- ขั้นส่งเสริมความแม่นยำและการถ่ายโอน (Enhancing and transfer) ถึงแม้ขั้นนี้ปกติจะไม่ค่อยมีการนำมาใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เราก็สามารถจะเพิ่มขั้นนี้เข้าไปได้เพื่อเป็นการทบทวนและขยายความรู้ของผู้เรียน เพื่อนำไปประยุกต์ในสถานการณ์อื่น ๆ ซึ่งสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การให้ผู้ตอบคำถามที่ผิดจนถูก การทบทวนเนื้อหาโดยการถามให้ผู้เรียนตอบสนองคำถามที่กล่าวซ้ำอีกครั้ง การจัดชุดตัวอย่างเป็นจำนวนมากที่จะให้ผู้เรียนไปถึงได้ในเวลาหนึ่งเวลาใดของการเรียนการสอน เพื่อจะได้ทบทวนความคิดรวบยอดและหลักการที่เพิ่งเรียนมาและการใช้สถานการณ์จำลองที่คล้ายกับการให้สภาพการณ์จริงของการเรียน จะช่วยถ่ายโอนความรู้ให้แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

7. ขั้นพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลังจากได้พัฒนายุทธศาสตร์การสอนแล้วต่อไปก็เป็นการนำบทเรียนดังกล่าวมาพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

- การเขียนด้วยภาษาเครื่องหรือภาษาชั้นสูง ภาษาใดภาษาหนึ่งโดยตรง ซึ่งผู้เขียนโปรแกรมจะต้องมีความรู้ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี

- การเขียนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Authoring System) ซึ่งต้องมาจากที่ผู้มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างดีเขียนขึ้นมาและ ครูหรือผู้ที่จะนำมาใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านเขียนโปรแกรมก็สามารถลงรายละเอียดได้ ตามต้องการจากเครื่องมือสำเร็จรูปที่มีไว้ให้เลือกใช้

8. ขั้นหาประสิทธิภาพของบทเรียน เมื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้วก็นำบทเรียนนี้ไปทดลองกับผู้เรียน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่อง และหาประสิทธิภาพของบทเรียนนี้ ในการหาประสิทธิภาพนั้น ก่อนอื่นควรนำแบบทดสอบต่าง ๆ ไปหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก จนกระทั่งได้แบบทดสอบที่ดีแล้วจึงนำบทเรียนนั้นไปหาประสิทธิภาพ ซึ่งมี 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

- ขั้นทดลองรายบุคคล โดยเลือกผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มเป้าหมายมาประมาณ 2-5 คน มาให้ลองเรียนบทเรียนนี้ จากนั้นคัดคนที่ได้คะแนนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยและคนที่ได้ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยมาศึกษาเกี่ยวกับการเรียนบทเรียนนี้ของเขาอย่างละเอียด ในขั้นนี้ผู้พัฒนาบทเรียนอาจจะแทรกขงการเรียนบ้าง เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้นหรือดูท่าทีว่าผู้เรียนจะไม่เข้าใจมาก ๆ เพื่อตรวจสอบผลของคะแนนอาจจะไม่ใช่สิ่งที่สำคัญมากนักในขั้นนี้ ผู้พัฒนาบทเรียนต้องพยายามดึงเอาความรู้สึกต่าง ๆ ที่ผู้เรียนประสบขณะเรียนออกมาให้มากที่สุด เพื่อนำไปปรับปรุงบทเรียนนั้นต่อไป

- ขั้นทดลองกลุ่มย่อย หลังจากปรับปรุงในขั้นรายบุคคลเรียบร้อยแล้วก็ต้องสุ่มตัวอย่างกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้บทเรียนนี้ ประมาณ 10 คน การสุ่มตัวอย่างนี้ จะต้องให้ตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายจริง ๆ ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ซึ่งอาจประกอบด้วยคนอ่อน ปานกลาง เก่ง คนที่คุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์ คนที่ไม่คุ้นเคย เพศหญิง เพศชาย เป็นต้น ผู้พัฒนาบทเรียนพยายามชี้แจงให้เขาทราบว่า บทเรียนนี้ เป็นการทดลองหาประสิทธิภาพของ

บทเรียน เพื่อเขาจะได้หาจุดบกพร่องไปด้วย ผู้พัฒนาบทเรียน ควรจะแทรกแซงการเรียนให้น้อยที่สุดในขั้นนี้ เว้นเสียแต่ผู้เรียนเกิดติดขัดอย่างมากเท่านั้น เพื่อให้ผลการเรียนที่นำมาวิเคราะห์ ทั้งในส่วนของการคะแนนที่ได้รับ ทั้งในส่วนของการสัมภาษณ์สอบถามปัญหาอุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งอาจจะทำเป็นแบบสอบถามไว้ก็ยิ่งดี เมื่อได้ข้อมูลเรียบร้อยแล้วก็นำมาปรับปรุงบทเรียนในจุดที่บกพร่องต่อไป

- ขั้นตอนทดลองภาคสนาม เป็นการนำไปใช้จริง ในสถานการณ์จริง ซึ่งอาจจะเป็นห้องเรียนสักหนึ่งห้อง หรือผู้เรียนประมาณ 30 คน โดยมีการเตรียมสื่อต่าง ๆ ที่ต้องการใช้ ครูผู้สอน (หากต้องการ) โดยผู้พัฒนาบทเรียนต้องไม่เข้าไปยุ่งกับกระบวนการเรียนเลย นอกจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียน และนำเอาผลการเรียนมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนต่อไป

ขั้นนี้หากบทเรียนมีประสิทธิภาพดีก็จะจัดทำสำเนา ๆ ของบทเรียนออกเผยแพร่และใช้จริงต่อไป หากยังพบจุดบกพร่องอยู่ก็จะนำการทบทวนขั้นตอนต่าง ๆ ที่ยังบกพร่องเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไปก่อนนำไปใช้จริง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 งานวิจัยในประเทศ

วีรศักดิ์ สุนทรวิภาค (2529) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์จากเรียนเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนจากครู กับกลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างประชากรคือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสตรีรัตนบุรี อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2529 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนเสริมจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ดีกว่านักเรียนที่เรียนเสริมจากครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัลยา แก้วสุตา (2529) ได้ศึกษา ปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับตำแหน่งของการเสนอภาพประกอบเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนโรงเรียนสตรีวิทยา 2 ปีการศึกษา 2529 (250 คน) ผลของการเสนอภาพประกอบก่อนการเสนอเนื้อหาการเสนอภาพประกอบการเสนอเนื้อหา การเสนอภาพหลังการเสนอเนื้อหาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันติ วิจักขณาลัญณ์ (2529) ได้ทำการทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ในการสอนเสริม วิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขอนแก่นวิทยายน ปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการสอนเสริมโดยใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติที่ดีสูงกว่ากลุ่มที่เรียนเสริมตามปกติ

ธวัช หมอญาติ (2532) ได้ทำการทดลอง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีและไม่มีเสียงประกอบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีเสียงประกอบและไม่มีเสียงประกอบในบทเรียน ไม่แตกต่างกัน ส่วนนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเสียงประกอบจะมีความคงทนในการเรียนรู้สูงกว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเสียงประกอบ

อมร สุขจำรัส (2533) ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ชีววิทยา เรื่อง การย่อยอาหาร ระหว่างกลุ่มที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนปกติ ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ นักเรียนที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนปกติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงขึ้น นักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความคิดเห็นเกี่ยวกับการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับ เห็นด้วยอย่างยิ่ง คิดเป็นร้อยละ 100 และโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหารสามารถนำไปใช้ช่วยสอนแทนครูได้

สนทนา เกิดอรุณ (2533) ได้ทำการเปรียบเทียบผลการทดลองสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษแก่เด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับบทเรียนโปรแกรม พบว่า นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคำศัพท์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม ส่วนที่นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม มีความคงทนในการจำคำศัพท์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความคงทนในการจำสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรม

ชานาญ วิโรตนากุล (2535) ได้ศึกษา ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความรู้พื้นฐานกับอัตราการเสริมแรงที่แตกต่างกันในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีระดับความรู้พื้นฐานแตกต่างกัน ในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผลปรากฏว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความรู้พื้นฐานกับอัตราการเสริมแรงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และนักเรียนที่มีระดับความรู้พื้นฐานต่ำ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ระดับความรู้พื้นฐานสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศักดิ์ สุวรรณฉาย (2535) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์จากการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือและแบบกลุ่มแข่งขันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน การวิจัยพบว่า วิธีการเรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่ม 3 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องนั้น การเรียนแบบกลุ่มแข่งขันมีประสิทธิภาพกว่าโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรมีลักษณะเปิดโอกาสให้นักเรียน เรียนร่วมกัน 2-3 คน วิธีการเรียนด้วยโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มควรมีลักษณะแข่งขันกันระหว่างสมาชิก มีการเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจสมาชิกอยู่ตลอดเวลา การแข่งขันกันนั้นควรพยายามให้นักเรียนมีลักษณะการแข่งขันกัน โดยคนเป็นสมาชิกของกลุ่มใหญ่ คือ แข่งขันกับนักเรียนอื่นในนามกลุ่มใหญ่ หรือเป็นส่วนหนึ่งของทีม เช่น นักเรียนทั้งห้องถูกแบ่งเป็น 3 ทีม และแต่ละทีมส่งนักเรียนมาเรียนร่วมกัน 3 คนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ด้วยวิธีเรียนแบบกลุ่มแข่งขัน

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2535) ได้ทำการศึกษาและวิจัยความชอบสืบนคอมพิวเตอร์ด้วยการทดลองกับกลุ่มประชากรทั้งหมด 200 คน แยกเป็นกลุ่มต่าง ๆ เพื่อทำการศึกษาในแง่มุมหลายด้านแต่ในที่นี้จะเสนอเพียงส่วนหนึ่งของผลการศึกษาในด้านสีของตัวอักษร และสีของฉากหลังที่ได้รับความนิยมมากที่สุด 10 อันดับจาก 36 อันดับของคู่สีที่ผู้เขียนทำการศึกษาพบว่า จำนวนของสีที่ใช้เป็นตัวอักษรบนจอคอมพิวเตอร์ไม่ควรมากกว่า 3 สี เพื่อลดการสับสน จำนวนสีที่พอดีคือ 2 สี บนหนึ่งจอ และถ้าจะใช้สีเป็นเครื่องชี้นำบอกหัวข้อต่าง ๆ

(Highlighting) ควรใช้สีที่อ่อนกว่าหรือเข้มกว่าเพื่อสังเกตเห็นได้เมื่อมีการเคลื่อนย้ายแถบสีนั้น ๆ

ลำดับความชอบของสีระหว่างตัวอักษรและฉากหลังหรือสีพื้นบนจอคอมพิวเตอร์

10 อันดับแรกได้แก่

อันดับ 1 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีน้ำเงิน

อันดับ 2 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีดำ

อันดับ 3 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีดำ

อันดับ 4 ตัวอักษรสีเขียวบนพื้นสีดำ

อันดับ 5 ตัวอักษรสีดำบนพื้นสีเหลือง

อันดับ 6 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นเขียว

อันดับ 7 ตัวอักษรสีน้ำเงินบนพื้นดำ

อันดับ 8 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีน้ำเงิน

อันดับ 9 ตัวอักษรสีขาวบนพื้นสีม่วง

อันดับ 10 ตัวอักษรสีเหลืองบนพื้นสีเขียว

นอกจากนี้ ยังพบว่า ถ้าจำเป็นต้องใช้ตัวอักษรสีขาว, เขียว และเหลืองสามารถใช้ฉากหลังหรือสีดำเป็นสีพื้นได้ สีที่ไม่ควรนำมาใช้ไม่ว่าจะเป็นตัวอักษรหรือฉากหลังได้แก่สีแดง สีม่วงแดง ซึ่งการค้นพบการใช้สืบนจอคอมพิวเตอร์ครั้งนี้ขัดแย้งกับการค้นพบการใช้สืบนวัสดุพิมพ์และภาพที่เกิดจากการฉาย ในด้านของความชอบและความชัดเจนในการมองเห็น ฉะนั้นการศึกษาทฤษฎีสีจากวัสดุสิ่งพิมพ์หรือสีที่มองเห็นได้จากแสงสะท้อน ไม่อาจสอดคล้องการใช้สืบนจอคอมพิวเตอร์แต่อย่างใด

พิพิธน์ สิทธิศักดิ์ (2535) ได้ศึกษาผลของลักษณะกรอบภาพและทิศทางการลบภาพในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความสนใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผลการวิจัยพบว่า ทิศทางการลบจอภาพในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ต่างกันมีผลต่อความสนใจของนักเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยทิศทางการลบจอตามแนวนอนจากขอบบนลงมาขอบล่างของจอภาพที่ได้รับความสนใจจากนักเรียนระดับชั้นนี้มากกว่า แบบตามแนวนอนจากขอล่างขึ้นไปขอบบน และมากกว่าแบบตามแนวตั้งจากขอบขวาไปขอบซ้ายของจอภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ยังพบว่า ทิศทางการลบจอภาพตามแนวนอนจากขอบบนลงมาขอบล่างของจอภาพได้รับความสนใจจากนักเรียนมากกว่าการลบจอภาพแบบรวดเร็ว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Baen J.J (1983) ได้ทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการสอนแบบบรรยายในวิชาทักษะในการศึกษาค้นคว้า ผลสรุป เกี่ยวกับการทดลอง ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการสอนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Carrier S.I (1985) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสอนเสริมทักษะทางการอ่านและการเขียนของนักเรียน โดยมีการให้แรงเสริมแบบต่าง ๆ คือให้เป็นคำพูดให้เป็นภาพกราฟิก และไม่มีการใช้แรงเสริมใด ๆ ซึ่งผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ที่ได้รับแรงเสริมแบบต่าง ๆ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริมแรง

Adams Thomus W. (1991) ได้ทำการศึกษาการวางแผนสนับสนุนสำหรับการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปร่วมในหลักสูตรเคมีของโรงเรียนมัธยมเพื่อส่งเสริมการสอนในห้องเรียนให้แบบประเมินผลนำมาเป็นต้นแบบในการศึกษาครั้งนี้สรุปผล แสดงให้เห็นว่าการใช้คอมพิวเตอร์ควรจะดำเนินต่อไป และมีการขยายเพิ่มเติมด้วย และคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์มากสำหรับการจัดการและการสอน

Mitchell Keith larry (1988) ได้ทำการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในรัฐเท็กซัส ได้ศึกษาพิจารณาลักษณะและขอบเขตและการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษา ในรัฐเท็กซัส และวิเคราะห์ความต้องการ เพื่อพิจารณาตัดสินใจแก่ผู้ที่ต้องการควบคุมชี้แนะ และให้ความสนับสนุนส่งเสริมการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีใหม่ ๆ พบว่า สำหรับครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาได้ชี้ให้เห็นความต้องการข้อแนะนำเมื่อเขาต้องการที่จะรวมเอาการใช้คอมพิวเตอร์ และกลวิธีในการจัดการชั้นเรียนใหม่ ๆ

Harris John Hollister (1991) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลของระบบการเรียนรู้ที่ใช้ Hypertext กับระบบการเรียนรู้ในแบบดั้งเดิม ซึ่งขอบเขตความรู้ถูกแสดงออกมาในรูปแบบ Lineartext ข้อสรุปจากการอนุมานคือว่า การรวมเอาระบบผู้เชี่ยวชาญไว้ภายในสภาพแวดล้อมของ Hypertext อาจนำไปสู่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการปฏิบัติของนักเรียนจากการประเมินแบบสอบถามได้ชี้ให้เห็นว่า นักเรียนไม่ชอบการเรียนรู้จากหนังสือมากไปกว่าการเรียนรู้จากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ และนักเรียนรู้สึกสนุกกับการเรียนรู้โดยใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์นี้

Olden R.E (1982) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน เกรด 9 ระหว่างการเรียนรู้จาก บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับการเรียนรู้แบบบรรยาย ผลปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนด้วย บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่เรียนแบบบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีเจตคติที่ดีต่อการใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Watkins John Philip (1992) ได้ทำการศึกษาผลกระทบระยะยาวของโครงการนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาร่วม ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ผลทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในเวลาต่อมาของโรงเรียนในรัฐอาร์คันซัส พบว่า การใช้คอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา ทำให้ใช้เวลาลดลงในการศึกษา ครูและนักเรียนจะมีศักยภาพต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านบวกต่อระดับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เมื่อได้รับการส่งเสริมอย่างถูกต้องนอกจากนี้ทั้งครูและนักเรียนจะเป็นอิสระในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาและระลึกถึงผลดีในด้านการศึกษาจากการใช้ของแต่ละบุคคล