

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เทคโนโลยีการบัดกรีด้วยลมร้อน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้คือ

1. การบัดกรี
2. กระบวนการ SMT
3. การฝึกอบรม
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. แนวคิดความพึงพอใจ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การบัดกรี

1.1 ความหมายของการบัดกรี

มาร์ค เจ โฮบัน (Mark J. Hoban, 1997 : 1) ให้ความหมายของการบัดกรีว่า เป็นกระบวนการเชื่อมต่ออย่างถาวรทางไฟฟ้าและกลไกระหว่างโลหะสองชิ้นเข้าด้วยกัน แตกต่างจากการเชื่อมต่อด้วยกาว ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อทางกายภาพเท่านั้น ในกระบวนการบัดกรี ตะกั่วบัดกรีจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับโลหะอื่นๆ เพื่อสร้างเป็นจุดบัดกรี ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่างตะกั่วบัดกรีกับโลหะชนิดนั้น

การบัดกรี คือ กระบวนการสร้างจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้าและทางกลไกระหว่างโลหะตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไปโดยใช้ตะกั่วบัดกรี ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่ว (Irrational, 1999 : 1)

การบัดกรี คือ กระบวนการสร้างจุดเชื่อมต่อระหว่างโลหะสองชิ้น โดยใช้ตะกั่วบัดกรี ซึ่งเป็นเทคนิคเก่าแก่วิธีหนึ่ง (Circuit Technology Center, 2004 : 1)

สรุปได้ว่า การบัดกรี คือ กระบวนการสร้างจุดเชื่อมต่อทางไฟฟ้า และทางกลไกระหว่างโลหะตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไป โดยใช้ตะกั่วบัดกรี ซึ่งเป็นโลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่วทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมประสาน โดยตะกั่วบัดกรีจะทำปฏิกิริยาทางเคมีกับโลหะอื่นๆ เพื่อสร้างเป็นจุดบัดกรี ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่างตะกั่วบัดกรีกับโลหะชนิดนั้น

1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการบัดกรี

ปัจจัยที่มีผลต่อการบัดกรี มีดังนี้

1.2.1 โลหะที่ต้องการเชื่อมประสาน คือ โลหะชนิดอื่นๆ ที่จะนำมาเชื่อมติดกันโดยใช้ตะกั่วบัดกรี เมื่อมีการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาเชื่อมติดกับแผ่นวงจรพิมพ์ ขาของตัวอุปกรณ์และพื้นผิวโลหะบนแผ่นวงจรพิมพ์ คือ โลหะที่ต้องการเชื่อมติดประสานกันโดยใช้ตะกั่วบัดกรี ซึ่งโลหะหลายชนิด เช่น ทองแดง เงิน โลหะสัมฤทธิ์ ทองเหลือง และเหล็กบางชนิด สามารถทำปฏิกิริยากับตะกั่วบัดกรีสร้างเป็นจุดบัดกรีที่แข็งแรงทั้งทางกายภาพและทางเคมีได้ แต่ก็มีโลหะบางชนิดที่ไม่สามารถบัดกรี หรือบัดกรีได้ยาก เช่น อลูมิเนียม เหล็กอัลลอยด์ เหล็กหล่อ และไททาเนียม เป็นต้น นอกจากนี้สนิมบนพื้นผิวของโลหะก็มีผลโดยตรงต่อการบัดกรี ถ้ามีสนิมเกิดขึ้นที่พื้นผิวโลหะมาก การบัดกรีจะทำได้ยาก และจุดบัดกรีจะไม่แข็งแรง

1.2.2 Flux คือ ยางสนธรรมชาติ หรือยางสนสังเคราะห์ ซึ่งบางครั้งมีการผสมสารเคมีบางชนิดใช้เป็นตัวกระตุ้นลงไปด้วย โดยทั่วไป Flux จะถูกทาลงบนพื้นผิวโลหะก่อนทำการบัดกรี โดย Flux จะทำหน้าที่ในการขจัดคราบสนิมที่อยู่บนพื้นผิวโลหะและสนิมที่เกิดขึ้นระหว่างการบัดกรี ซึ่งจะช่วยให้จุดบัดกรีแข็งแรง

1.2.3 ตะกั่วบัดกรี มีสารประกอบของโลหะหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นตะกั่วบัดกรีได้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติต่างๆ ของโลหะชนิดนั้น เช่น ความยืดหยุ่น หรือเปราะบาง การนำความร้อน การขยายตัวเมื่อโดนความร้อนสูง ความต้านทานทางไฟฟ้า ความเป็นพิษ และราคา เป็นต้น ซึ่งตะกั่วบัดกรีโดยทั่วไปที่ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คือ โลหะผสมระหว่างดีบุกกับตะกั่ว นอกจากนี้ การปนเปื้อนของสิ่งสกปรกในตะกั่วบัดกรียังมีผลต่อคุณภาพของจุดบัดกรีเช่นเดียวกัน

1.2.4 ความร้อน การให้ความร้อนเพื่อหลอมละลายตะกั่วบัดกรีเพื่อสร้างจุดเชื่อมต่อระหว่างโลหะสองชิ้นนั้น มีผลโดยตรงกับคุณภาพของจุดบัดกรี ซึ่งวิธีการให้ความร้อนนั้นจะขึ้นอยู่กับกระบวนการบัดกรีต่างๆ เช่น Wave Soldering หรือ Reflow Soldering เป็นต้น (Mark J. Hoban, 1997 : 1)

1.3 กระบวนการบัดกรี

กระบวนการบัดกรีสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า การออกแบบวงจรไฟฟ้า และลักษณะของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำการบัดกรี ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้าโดยทั่วไป จะเลือกใช้กระบวนการบัดกรีอยู่ 3 วิธี คือ

1.3.1 Hand Soldering คือ การบัดกรีโดยใช้หัวแร้งเป็นตัวให้ความร้อนในการหลอมตะกั่วบัดกรี โดยตะกั่วบัดกรีทั่วไปจะมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 190 องศาเซลเซียส หัวแร้งจะถูกตั้งอุณหภูมิประมาณ 250 องศาเซลเซียส การบัดกรีโดยใช้หัวแร้งนี้ ผู้ทำการบัดกรี

จะต้องมีทักษะความชำนาญในการใช้หัวแร้ง เมื่อหัวแร้งร้อนได้ทำให้หลอมตะกั่วบัดกรีเล็กน้อยที่บริเวณปลายหัวแร้ง และปลายหัวแร้งเข้ากับจุดเชื่อมต่อระหว่างโลหะที่ต้องการทำการบัดกรี ความร้อนจากปลายหัวแร้งจะแผ่กระจายไปยังโลหะที่ต้องการบัดกรีย่างรวดเร็ว ซึ่งเพียงพอที่จะทำให้โลหะบริเวณจุดเชื่อมต่อจะมีอุณหภูมิสูงเท่ากับจุดหลอมเหลวของตะกั่วบัดกรี จากนั้นให้ใส่ตะกั่วบัดกรีเข้าไปที่จุดเชื่อมต่อในปริมาณที่เหมาะสม ตะกั่วจะหลอมเหลวและกระจายเข้าครอบคลุมบริเวณจุดเชื่อมต่อนั้น จากนั้นอีกไม่กี่วินาทีให้ยกหัวแร้งออกจากจุดเชื่อมต่อนั้น ระวังอย่าให้โลหะบริเวณจุดเชื่อมต่อมีการเคลื่อนไหวจนกว่าตะกั่วจะเย็นตัวลงและเกิดเป็นจุดบัดกรีขึ้น ซึ่งสิ่งสำคัญในการบัดกรีด้วยวิธีการนี้ คือ อุณหภูมิของหัวแร้ง ปริมาณตะกั่วที่ใช้ในการบัดกรี และระยะเวลาที่ใช้ในการบัดกรี ดังนั้นการบัดกรีด้วยวิธีการนี้จุดบัดกรีจะดีหรือไม่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ทำการบัดกรีทั้งสิ้น (Irrational, 1999 : 1)

1.3.2 Wave Soldering เป็นการบัดกรีหลายๆ จุดพร้อมกันโดยใช้เตาตะกั่ว Solder Wave อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาบัดกรีจะต้องเป็นชนิด Through Hole หรือ อุปกรณ์ที่มีขาให้เสียบเข้ากับรูบนแผ่นวงจรพิมพ์ ตะกั่วจะถูกหลอมเหลวในบ่อตะกั่วและถูกปั๊มขึ้นมาให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม จากนั้นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะถูกใส่เข้ากับรูบนแผ่นวงจรพิมพ์ และถูกวางบนสายพานผ่านเข้าไปยังเตาตะกั่ว Solder Wave ซึ่งช่วงแรกจะมีการพ่น Flux บริเวณใต้แผ่นวงจรพิมพ์ และเริ่มให้ความร้อนกับแผ่นวงจรพิมพ์ หลังจากนั้นแผ่นวงจรพิมพ์จะเคลื่อนที่ผ่านบ่อตะกั่ว ซึ่งบริเวณด้านใต้แผ่นวงจรพิมพ์และขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะสัมผัสกับตะกั่วเหลวในบ่อที่ถูกปั๊มขึ้นมา และหลังจากแผ่นวงจรพิมพ์เคลื่อนที่ผ่านบ่อตะกั่วแล้ว แรงโน้มถ่วงของโลกจะดึงตะกั่วที่ติดบริเวณใต้แผ่นวงจรพิมพ์และขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ตกลงมาข้างล่าง ในขณะที่ตะกั่วเย็นตัวลงพอดีทำให้เกิดเป็นจุดบัดกรีรูปพาราโบลา ยึดขาของตัวอุปกรณ์ให้ติดกับแผ่นวงจรพิมพ์

1.3.3 Reflow Soldering เป็นวิธีการบัดกรีที่ใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นแบบ Surface Mount Technology โดยใช้ตะกั่วเหลวซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างเม็ดตะกั่วบัดกรี Flux และสารเคมีที่ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีบางชนิด ใส่ลงบนพื้นผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ จากนั้นวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ และวางแผ่นวงจรพิมพ์นั้นบนสายพานของเตาอบ Reflow ให้แผ่นวงจรพิมพ์เคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในเตาอบ Reflow โดยภายในเตาอบ Reflow จะมีการให้ความร้อนกับแผ่นวงจรพิมพ์ โดยใช้ลมร้อนเป่าทั้งด้านบนและด้านล่างของแผ่นวงจรพิมพ์ ด้วยอุณหภูมิที่เหมาะสม ในช่วงแรกที่แผ่นวงจรพิมพ์เริ่มเคลื่อนที่เข้ามาในเตาอบ Reflow จะเป็นการเริ่มให้ความร้อนกับแผ่นวงจรพิมพ์ เป็นการไล่ความชื้นในแผ่นวงจรพิมพ์ จากนั้นอุณหภูมิจะสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิที่ Flux ในตะกั่วเหลวเริ่มทำงาน โดย Flux จะช่วยขจัดคราบสนิมบนแผ่นวงจรพิมพ์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หลังจาก Flux ทำงานผ่านไปในช่วงระยะเวลาหนึ่ง อุณหภูมิจะสูงขึ้นจนถึงจุดหลอมเหลวของตะกั่วบัดกรี ตะกั่วจะหลอมเหลวในช่วงนี้เป็นระยะเวลาประมาณ 30 – 60 วินาที หลังจากนั้นแผ่นวงจรพิมพ์จะถูกลมเย็นเป่าให้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว ทำให้ตะกั่วแข็งตัวเกิดเป็นจุดบัดกรีเชื่อมติดระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแผ่นวงจรพิมพ์ (Mark J. Hoban, 1997 : 1)

2. กระบวนการ SMT

2.1 ความหมายของ SMT

SMT ย่อมาจาก Surface Mount Technology ซึ่งเป็นเทคโนโลยีการบัดกรีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ยึดติดกับพื้นผิวตะกั่ว (Solder Pads) บนแผ่นวงจรพิมพ์โดยตรง ซึ่งรูปแบบของพื้นผิวตะกั่วบนแผ่นวงจรพิมพ์นี้ จะตรงกับรูปแบบขาของตัวอุปกรณ์ Surface Mount

Surface Mount Technology มีข้อดีมากกว่า Through Hole Technology หลายข้อ ตัวอย่างเช่น การใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวเล็กกว่า ทำให้ขนาดของแผ่นวงจรไฟฟ้าเล็กลง และต้นทุนถูกลง นอกจากนี้ ประสิทธิภาพของวงจรก็ดีขึ้น เนื่องด้วยขนาดแผ่นวงจรไฟฟ้ามีขนาดเล็กลง ทำให้ลายวงจรระหว่างอุปกรณ์สั้นลง ซึ่งช่วยให้ค่าอินดักแตนซ์และค่าคาปาซิแตนซ์ในลายวงจรลดลง ตารางที่ 2.1 แสดงข้อดีของแผ่นวงจรไฟฟ้าที่ใช้เทคโนโลยี Surface mount (Hollander S. David, 1987 : 1)

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบเทคนิคการผลิตแผ่นวงจรไฟฟ้า

	Through hole	Surface mount	% Reduction
Board size (inches)	11 x 14	6.5 x 9.6	59
Number of layers	6	4	33
Board cost (dollars)	150	75	50

2.2 ขั้นตอนของกระบวนการ SMT

ขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการ SMT แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 การ Printing คือ กระบวนการสกรีนตะกั่วเหลวลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ โดยเครื่องสกรีนตะกั่วเหลวจะใช้อย่างปาดปาดตะกั่วเหลวผ่านบล็อกสกรีนลงไปบนแผ่นวงจรพิมพ์

2.2.2 การ Mounting คือ กระบวนการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น รีซิสเตอร์ คาร์ปาซิเตอร์ วงจรรวม ฯลฯ ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ซึ่งผ่านการสกรีนตะกั่วเหลวมาแล้ว โดยในขั้นตอนนี้จะใช้เครื่องจักรสำหรับการ Mounting โดยเฉพาะ

2.2.3 การ Reflow Soldering คือ กระบวนการหลอมตะกั่วเหลวบนแผ่นวงจรพิมพ์ ให้ขึ้นรูปและยึดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ติดกับแผ่นวงจรพิมพ์ โดยหลังจากแผ่นวงจรพิมพ์ผ่านกระบวนการ Mounting แล้ว แผ่นวงจรพิมพ์ดังกล่าวจะผ่านเข้าไปในเตาอบ Reflow ซึ่งเตาอบ Reflow นี้จะต้องทำการปรับตั้งอุณหภูมิให้เหมาะสม

2.3 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ Reflow Soldering Technology

กระบวนการ RST มักจะพบปัญหาที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.3.1 Cold solder joint and dull joint คือ ปัญหาจุดบัดกรีเย็น หรือ จุดบัดกรีด้านไม่ขึ้นเงา

สาเหตุ อาจเกิดจากความร้อนไม่เพียงพอ หรือฟลักซ์ทำความสะอาดพื้นผิวของแผ่นวงจรพิมพ์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่เพียงพอ หรืออาจเกิดจากตะกั่วเหลวมีสิ่งปนเปื้อน การแก้ไขทำได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิสูงสุดของกระบวนการ Reflow ให้สูงขึ้น หลีกเลี่ยงการสันสะท้อนระหว่าง Reflow และ หลังจาก Reflow เสร็จใหม่ๆ เร่งอัตราการเย็นตัว (Cool Down Rate) ให้เร็วขึ้น และตรวจเช็คสิ่งปนเปื้อนในตะกั่วเหลว

2.3.2 Non-Wetting คือ ปัญหาจุดบัดกรีไม่ขึ้นรูป ไม่เชื่อมต่อกันระหว่างพื้นผิวของแผ่นวงจรพิมพ์กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

สาเหตุ มีหลายสาเหตุที่อาจทำให้เกิดปัญหา Non-Wetting ดังนี้

- 1) พื้นผิวของแผ่นวงจรพิมพ์เป็นโลหะชนิดอื่นที่ไม่ใช่ตะกั่ว จะทำให้ตะกั่วเชื่อมติดได้ยาก
- 2) เวลาช่วง Soak ระหว่างกระบวนการ Reflow มากเกินไป
- 3) ฟลักซ์ในตะกั่วเหลวทำงานไม่มีประสิทธิภาพ
- 4) ความร้อนในช่วง Reflow ไม่เพียงพอ
- 5) ฟลักซ์ในตะกั่วเหลวไม่ได้ถูกกระตุ้นให้ทำงาน

การแก้ไข ทำได้โดยการลดเวลาทั้งหมดของ Reflow Profile ก่อนถึงช่วง Reflow ลง และเพิ่มช่วงเวลาระดับฟลักซ์ให้นานขึ้น

2.3.3 Solder ball คือ ปัญหาตะกั่วกระจายเป็นเม็ดเล็กๆ บนแผ่นวงจรพิมพ์

สาเหตุ อาจเกิดจากความชื้นที่อยู่ในตะกั่วเหลว เมื่อตะกั่วเหลวถูกความร้อนระหว่างกระบวนการ Reflow ความชื้นในตะกั่วเหลวจะระเหยออกมา ทำให้เม็ดตะกั่วกระจายออกมาด้วย นอกจากนี้ การปรับ Reflow Profile ที่ไม่เหมาะสมสามารถทำให้เกิดปัญหา Solder Ball ได้ การปรับ Reflow Profile ให้ Ramp Rate สูงเกินไป มีโอกาสทำให้เม็ดตะกั่วกระจายออกมาได้ หรือเม็ดตะกั่วในตะกั่วเหลวเป็นสนิม ทำให้ไม่สามารถหลอมรวมตัวกันระหว่างกระบวนการ Reflow

การแก้ปัญหา ทำได้โดยการปรับ Reflow Profile ให้เหมาะสมกับชนิดของตะกั่วเหลวและลดการเปิดให้ตะกั่วเหลวสัมผัสกับความร้อนหรือความชื้นก่อนกระบวนการ Reflow

2.3.4 Tomponstening คือ ปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อแรงดึงของตะกั่วที่ขั้วทั้งสองข้างของอุปกรณ์ประเภท Chip ไม่เท่ากัน ทำให้ Chip ติดตะกั่วเพียงข้างเดียวและถูกดึงให้ตั้งขึ้น

สาเหตุ เกิดจากความร้อนที่ขั้ว Chip ทั้งสองข้างแตกต่างกัน ตะกั่วที่ขั้ว Chip ทั้งสองข้างหลอมเหลวในอัตราที่ต่างกัน ปริมาณตะกั่วเหลวที่ขั้ว Chip ทั้งสองข้างไม่เท่ากัน และการวาง Chip ไม่ตรงตำแหน่ง

การแก้ไข ทำได้โดยการเพิ่มอุณหภูมิช่วง Preheat เพื่อลดความแตกต่างของอุณหภูมิที่ขั้วทั้งสองข้างของ Chip (Kurt Rajewski, 1996 : 1)

3. การฝึกอบรม

3.1 ความหมายของการฝึกอบรม

ความหมายของการฝึกอบรม มีผู้ให้คำจำกัดความของการฝึกอบรมไว้หลากหลายดังนี้ พยอม วงศ์สารศรี (อ้างถึงใน นาดยา แก้วใส, 2542 : 8) ให้ความหมายของการฝึกอบรมว่า เป็นกระบวนการซึ่งบุคคลได้เรียนเกี่ยวกับความรู้ ทักษะและทัศนคติ ซึ่งจะช่วยให้ตนสามารถปฏิบัติหน้าที่ในฐานะเป็นองค์ประกอบขององค์การให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อุทัย หิรัญโต (2531 : 18) กล่าวถึงความหมายของการฝึกอบรมว่า การฝึกอบรมคือการเพิ่มพูนความรู้ ความชำนาญ ความสามารถ และเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ท่าที ความรู้สึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรม เพื่อให้เขาสามารถปฏิบัติหน้าที่ของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถแก้ไขข้อบกพร่องในการทำงานปัจจุบัน และทำงานประสบผลสำเร็จในอนาคต ตลอดจนการเตรียมตัวคนให้พร้อมเพรียงเพื่อรับตำแหน่งที่มีความรับผิดชอบสูงขึ้น

สมยศ พลจันทร์ (2534 : 24) ให้ความหมายของการฝึกอบรมว่า เป็นกระบวนการจัดกิจกรรมต่างๆ ที่ตั้งใจเพื่อพยายามจะให้ประสบการณ์หรือโอกาสที่จะปรับปรุงแนวคิด ความรู้ ทักษะ เจตคติ เพื่อปรับพฤติกรรมในการทำงานของบุคคล อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเนื่องอันสูงสุดแก่บุคคลและหน่วยงานนั้นๆ ในขั้นตอนสุดท้าย

นงลักษณ์ สุทธิวัฒน์พันธ์ (2532 : 16) กล่าวถึง การฝึกอบรม (Training) ว่าเป็นกระบวนการเรียนที่ช่วยกระตุ้นหรือเร่งเร้าให้บุคคลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เพื่อจะนำไปสู่การปรับปรุงทัศนคติ ค่านิยม ความเชื่อมั่น และทักษะในการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

และจากแนวคิดของ นิรันดร์ จงวุฒิเวศย์ (อ้างถึงใน นาดยา แก้วใส, 2542 : 8) ได้กล่าวถึง ความหมายของการฝึกอบรมว่า เป็นกระบวนการศึกษาเรียนรู้ (Educational Process) รูปแบบหนึ่งที่มีการวางแผนการสื่อสาร (Planned Communication) ไว้แล้วอย่างดี เพื่อมุ่งให้มนุษย์คิดเป็น พุดเป็น ทำเป็น ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ไมเคิล เจ จูเซียส (Michael J. Jucius, 1962 : 9) อธิบายว่า การฝึกอบรม คือ กระบวนการที่จะเพิ่มพูนความรู้ฝีมือในการทำงาน และความสามารถในการทำงานของตน

เนดเลอร์ (Nadler, 1976 : 9) กล่าวว่า การฝึกอบรมเป็นการออกแบบเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานของพนักงานที่กำลังปฏิบัติงานอยู่ หรือถูกว่าจ้างให้ปฏิบัติและการศึกษาเตรียมพนักงานสำหรับตำแหน่งต่างๆ ภายในองค์กร

เดล เอส บีช (Dale S. Beach, 1976 : 9) ได้กล่าวถึง การฝึกอบรมว่า หมายถึง กระบวนการที่จัดขึ้นเพื่อให้บุคคลได้เรียนรู้และมีความชำนาญ เพื่อวัตถุประสงค์อย่างหนึ่ง โดยมุ่งเน้นให้คนได้รู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ และเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของคนไปในทางที่ต้องการ

โกลสไตน์ ไอ แอล (Goldstein I.L. อ้างถึงใน นาดยา แก้วใส, 2542 : 9) กล่าวว่า การฝึกอบรม (Training) คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ เพื่อสร้างหรือเพิ่มพูนความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) ความสามารถ (Ability) และเจตคติ (Attitude) อันจะช่วยให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้น การฝึกอบรมจึงเป็นโครงการที่จัดขึ้นมาเพื่อช่วยให้พนักงานมีคุณสมบัติในการทำงานสูงขึ้น เช่น เป็นหัวหน้างานที่สามารถบริหารผู้ใต้บังคับบัญชาได้ดีขึ้น หรือเป็นช่างเทคนิคที่มีความสามารถในการซ่อมแซมเครื่องจักรได้ดีขึ้น

สรุปได้ว่า การฝึกอบรมเป็นกิจกรรมที่จัดขึ้น โดยคำนึงถึงเหตุผลความสำคัญ หรือความต้องการของบุคคลและองค์กร มีการกำหนดจุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ วิธีดำเนินการ และการประเมินผลอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้เข้ารับการอบรมได้เกิดการเรียนรู้ในด้านความรู้ ทักษะ ความสามารถ และเจตคติ เกิดการพัฒนาตนเองในด้านต่างๆ และส่งผลต่อการพัฒนาองค์กรในที่สุด

3.2 ความแตกต่างระหว่างการฝึกอบรมและการศึกษา

เสนาะ ดิยาวี (อ้างถึงใน นาดยา แก้วใส, 2542 : 9) ได้กล่าวว่า การฝึกอบรมและการศึกษามีความแตกต่างกันบางประการ ในด้านจุดมุ่งหมาย วิธีการ และระยะเวลา คือ

1. จุดมุ่งหมาย การศึกษามุ่งพัฒนาบุคคลให้มีความรู้พื้นฐาน เพื่อให้สามารถดำเนินชีวิตและมีความก้าวหน้าในการทำงาน แต่การฝึกอบรมมีจุดมุ่งหมายสำคัญ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในองค์กร

2. วิธีการ การศึกษาโดยส่วนใหญ่จัดกันอย่างเป็นทางการ โดยสถาบันการศึกษาต่างๆ เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจทั่วไป และนักเรียนมักจะเป็นผู้เสียค่าใช้จ่ายเอง ส่วนการฝึกอบรมมักจัดขึ้นโดยองค์กรต่างๆ ทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ทักษะ ความสามารถ และเจตคติของบุคลากร โดยผู้รับการอบรมมักจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้วยตนเอง

3. ระยะเวลา การศึกษาจะไม่มีเวลาสิ้นสุด แม้จะเรียนจบหลักสูตรไปแล้วแต่ก็ยังคงศึกษาตลอดไปจนตลอดชีวิต ส่วนการฝึกอบรมมักจะมีกำหนดระยะเวลาอย่างแน่นอน ทั้งระยะสั้นและระยะยาว

3.3 ประเภทของการฝึกอบรม

นักวิชาการได้แบ่งประเภทของการฝึกอบรมไว้หลายลักษณะ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

น้อย ศิริโชติ (2524 : 11 - 13) ได้แบ่งการฝึกอบรมออกเป็น 2 ประเภท คือ การฝึกอบรมก่อนปฏิบัติงาน และการฝึกอบรมระหว่างปฏิบัติงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การฝึกอบรมก่อนปฏิบัติงาน (Preservice Training) เป็นการให้การศึกษาแก่บุคลากรก่อนที่จะออกไปทำงาน หรืองานบางชนิดต้องการความชำนาญหรือความสามารถเป็นพิเศษ ก็จัดการฝึกอบรมให้ก่อน แล้วจึงบรรจุเข้าทำงานในหน้าที่ที่ต้องทำต่อไป การฝึกอบรมก่อนการปฏิบัติงานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.1 การปฐมนิเทศ (Orientation) เป็นการฝึกอบรมที่จัดขึ้น เพื่อต้อนรับ หรือ แนะนำบุคคลให้รู้จักหน่วยงาน หรือสถาบันเพื่อให้ได้รับทราบวัตถุประสงค์และนโยบาย ให้รู้จักผู้บังคับบัญชา และผู้ร่วมงาน ตลอดจนเข้าใจถึงกฎเกณฑ์และระเบียบต่างๆ เพื่อจะได้มีความรู้และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงาน

1.2 การแนะนำงาน (Introduction Training) เป็นการฝึกอบรมถึงปฐมนิเทศและสอนวิธีการปฏิบัติงานตำแหน่งหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่งโดยเฉพาะ เพราะไม่มีสถาบันใดที่ผลิตคนให้มีความรู้ ทักษะ และทัศนคติให้เหมาะสมกับความต้องการขององค์กรพอดี และถึงแม้บุคคลที่เคยผ่านงานมาแล้วก็อาจจะเป็นการแนะนำงานนี้ เพื่อสร้างทัศนคติต่องานใหม่ให้เกิดความรู้สึกว่าตนเป็นส่วนหนึ่งขององค์กรนั้นๆ

2. การฝึกอบรมระหว่างการทำงาน (Inservice Training) เป็นการฝึกอบรมหลังจากที่บุคคลได้เข้าปฏิบัติงานในองค์กรแล้ว จึงเรียกอีกอย่างว่า การฝึกอบรมบุคลากรประจำการ การฝึกอบรมประเภทนี้ เป็นการฝึกอบรมหรือการสอนที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มพูนความรู้ความสามารถของบุคลากรนั้น เหตุที่ต้องมีการฝึกอบรมระหว่างการทำงานเนื่องจากเหตุผลดังนี้

2.1 มีความเชื่อว่า บุคคลสามารถปรับปรุงความสามารถในการทำงานให้ดีขึ้น

2.2 มีการเปลี่ยนแปลงเทคนิคและวิธีการใหม่ๆ อยู่เสมอ

2.3 มีการโยกย้าย เลื่อนขั้น เลื่อนตำแหน่ง

การฝึกอบรมระหว่างการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การฝึกอบรมในขณะที่ทำงาน (On the Job Training) เป็นการฝึกอบรมแบบไม่เป็นทางการ เน้นความสำคัญของการลงมือปฏิบัติในสถานที่จริง โดยมีเจ้าหน้าที่หรือผู้บังคับบัญชาที่มีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่าเป็นผู้ให้ความรู้และแนะนำการปฏิบัติงาน

2. การฝึกอบรมนอกที่ทำงาน (Off the Job Training) เป็นการฝึกอบรมแบบเป็นทางการ โดยการจัดอย่างมีระบบ มีหน่วยงานหรือสถาบันเป็นผู้รับผิดชอบ มีการวางแผนการเตรียมการล่วงหน้า และมีหลักสูตรการฝึกอบรมที่ชัดเจน ซึ่งผู้เข้ารับการฝึกอบรมนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน

นอกจากประเภทของการฝึกอบรมที่กล่าวมานี้ การศึกษาและการฝึกอบรมในยุคปัจจุบัน และอนาคตบทบาทของครูผู้สอน หรือวิทยากรที่ทำหน้าที่สอนเหมือนในสมัยก่อนจะลดลงไป แต่จะทำหน้าที่เป็นผู้คอยช่วยให้คำแนะนำกับผู้เรียนในการเรียนรู้ ตลอดจนการแก้ปัญหาให้ผู้เรียนในบางครั้ง การเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคลที่พึ่งพาเทคโนโลยีสมัยใหม่ จะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในการฝึกอบรมต่างๆ การจัดโปรแกรมการฝึกอบรมรายกลุ่มแบบปกติ จะลดบทบาทลง การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จะช่วยสนับสนุนการฝึกอบรมเป็นรายบุคคลที่เน้นถึง ความสามารถเฉพาะตัว จะเข้ามาแทนที่โดยเริ่มทีละน้อยๆ จนครบกระบวนการในที่สุด

3.4 บทบาทและประโยชน์ของการฝึกอบรม

การฝึกอบรมบุคลากรเป็นเครื่องมือของการบริหารชนิดหนึ่ง ซึ่งได้รับการจัดขึ้นเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพการดำเนินงานขององค์กร ดังนั้น การฝึกอบรมบุคลากร จึงควรจะต้องสนองต่อเป้าหมายขององค์กร หากการฝึกอบรมไม่สามารถจะสนับสนุนให้องค์กรบรรลุเป้าหมายใดๆ แล้วก็ไม่มีประโยชน์อันใดที่จะจัดการฝึกอบรมขึ้นมา กล่าวโดยทั่วไปแล้วการฝึกอบรมมีบทบาทในการปรับปรุงประสิทธิภาพขององค์กรได้ในหลายๆ ทางด้วยกันดังต่อไปนี้

1. ช่วยพัฒนาความรู้ ทักษะ ความสามารถ และเจตคติของพนักงาน การฝึกอบรมจะช่วยปรับปรุงให้พนักงานมีคุณสมบัติที่จำเป็นต่อการทำงานดีขึ้นกว่าเดิม อันจะส่งผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ
2. ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านค่าจ้างแรงงาน โดยการลดปริมาณเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือบริการ แต่ยังคงได้สินค้าหรือบริการที่มีปริมาณและคุณภาพคงเดิม นอกจากนั้น ยังลดเวลาที่ใช้ในการพัฒนาพนักงานที่ขาดประสบการณ์ เพื่อให้ผลการปฏิบัติงานอยู่ในระดับที่น่าพอใจ
3. ช่วยลดต้นทุนการผลิต โดยการลดปริมาณสินค้าที่ผลิตอย่างไม่ได้มาตรฐาน
4. ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการบริหารบุคคล โดยการลดอัตราการลาออกจากการขาดงาน การมาทำงานสาย อุบัติเหตุ การร้องทุกข์และสิ่งอื่นๆ ที่บั่นทอนประสิทธิภาพในการทำงาน
5. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการให้บริการแก่ลูกค้าโดยการช่วยปรับปรุงระบบการให้บริการหรือส่งสินค้าแก่ลูกค้า
6. ช่วยพัฒนาพนักงาน เพื่อใช้เป็นกำลังทดแทนในอนาคต การฝึกอบรมบุคลากรจะช่วยให้องค์กรมีกำลังทดแทนได้ทันทั่วทั้งที่ หากมีพนักงานบางส่วนเกษียณ หรือลาออกจากการทำงาน
7. ช่วยเตรียมพนักงานก่อนการก้าวขึ้นไปสู่ตำแหน่งหน้าที่ที่สูงขึ้น การฝึกอบรมจะช่วยให้พนักงานที่ได้รับการเลื่อนตำแหน่งใหม่ มีความพร้อมและสามารถปรับตัวให้เข้ากับตำแหน่งหน้าที่ใหม่ได้อย่างเหมาะสม

8. ช่วยจัดความล้าหลังด้านทักษะ เทคโนโลยี วิธีการทำงาน และการผลิตการฝึกอบรม จะช่วยให้พนักงานขององค์กรมีความรู้ ทักษะ และความสามารถที่ทันกับความเปลี่ยนแปลงของโลก และช่วยให้องค์กรสามารถแข่งขันกับผู้อื่นได้

9. ช่วยให้การประกาศใช้ข้อบังคับขององค์กร ซึ่งได้รับการแก้ไขหรือร่างขึ้นใหม่เป็นไปอย่างราบรื่น

10. ช่วยปรับปรุงและพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างพนักงานในองค์กร รวมทั้งช่วยเพิ่มพูนขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงานของพนักงานด้วย

3.5 สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรม

ในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ถือเป็นเรื่องจำเป็นมากที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน สามารถเรียนรู้ได้เท่ากันในเวลาอันใกล้เคียง การใช้สื่อประกอบการสอนจะเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกปฏิบัติด้วยตนเองมากที่สุด ก่อให้เกิดการพัฒนาความรู้ ทักษะ ซึ่งสื่อการเรียนการสอนสามารถแบ่งได้หลากหลายตามลักษณะของวัสดุที่นำมาผลิต ตามแนวคิดของนักเทคโนโลยีทางการศึกษา ในลักษณะต่างๆ นำเสนอ ดังต่อไปนี้

การแบ่งชนิดของสื่อการสอนตามแนวคิดที่แพร่หลายทั่วไป ซึ่งถือว่าสื่อการสอนนั้นมี 3 ลักษณะ คือ

1. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Hardware) ได้แก่ สื่อใหญ่ทั้งหลายอันประกอบไปด้วย กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ และฟิล์มสตริป เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องรับโทรทัศน์ วิทยุ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องบันทึกวีดิทัศน์ ตลอดจนเครื่องสอนและเครื่องคอมพิวเตอร์ บางทีเรียกสื่อเหล่านี้ว่า สื่อหนัก เครื่องมือเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นตัวกลางซึ่งเป็นที่อาศัยหรือทางผ่านของความรู้ที่จะถ่ายทอดไปสู่ผู้รับ

2. วัสดุ (Software) ได้แก่ สื่อเล็กทั้งหลายซึ่งสื่อเล็กบางอย่างนี้ในการนำเสนอจะต้องอาศัยสื่อใหญ่มาเสนอ เช่น ฟิล์มภาพยนตร์ ภาพสไลด์ แถบบันทึกเสียง ฟิล์มสตริป รายการวิทยุ โทรทัศน์บทเรียนที่ใช้กับเครื่องสอน หรือคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังมีสื่อเล็กบางชนิดที่เป็นตัวของตัวเองโดยเอกเทศ เช่น หนังสือ หรือตำรา ของจริง หุ่นจำลอง แผนที่ รูปโลก รูปภาพ ป้ายนิเทศ เป็นต้น สิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับสื่อประเภทวัสดุนี้ คือ สื่อนั้นเป็นตัวที่อุ้มหรือตัวที่เก็บความรู้ในลักษณะของภาพ เสียง และอักษร ไว้ในรูปแบบต่างๆ เป็นตัวที่ให้การเรียนรู้แก่นักเรียนอย่างสำคัญ เป็นแหล่งความรู้ที่นักเรียนจะมาหาประสบการณ์ หรือศึกษาได้อย่างกว้างขวาง

3. เทคนิคหรือวิธีการ (Technique) ในการถ่ายทอดประสบการณ์ หรือการสื่อความหมาย บางครั้งไม่อาจจะกระทำได้ด้วยการใช้เพียงวัสดุ หรือเครื่องมือเท่านั้น แต่จะต้องใช้กระบวนการหรือการแสดงกรรมวิธี คือ ใช้ทั้งวัสดุ เครื่องมือ และวิธีการไปด้วยกัน และจำต้องเน้นหรือย้ำที่เทคนิคหรือวิธีการเป็นสำคัญ เทคนิคหรือวิธีการที่เป็นสื่อการสอน ได้แก่ การแสดง การละเล่น

ละคร การสาธิต การพานักเรียนไปศึกษานอกสถานที่ การจัดนิทรรศการ รวมถึงเทคนิคในการเสนอบทเรียนด้วยสื่อประเภทเครื่องมือและวัสดุแก่นักเรียน

การแบ่งสื่อตามแนวคิดของกรมการนิเทศการกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งได้จำแนกชนิดของสื่อการสอน ออกเป็นดังนี้

1. วัสดุสายเส้น (Graphical Materials) ได้แก่ วัสดุที่ได้จากการเขียนทั้งหลาย เช่น กระดานชอล์ก แผ่นสถิติ การ์ตูน ป้ายนิเทศ ภาพโฆษณา แผนที่ ลูกโลก
2. วัสดุมีทรง (Solid Materials) ได้แก่ วัสดุที่มองเห็นรูปร่างที่เป็นวัสดุสามมิติ เช่น ของจริง ของจำลอง ของตัวอย่าง ของล้อเลียน
3. โสตวัสดุ (Auditory Materials) เป็นวัสดุที่ได้ยินเสียงทั้งหลาย เช่น แถบเสียง แผ่นเสียง ระบบขยายเสียง
4. ภาพนิ่ง (Still Pictures) ได้แก่ ภาพนิ่งที่ได้จากการฉาย เช่น ภาพสไลด์ ภาพโปร่งใส ภาพถ่าย สมุดภาพ
5. กิจกรรม (Activities) ได้แก่ การทดลอง การสาธิต งานโครงการ และนิทรรศการ
6. ภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ (Motion Pictures and Television)

ปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถรวมสื่อการสอนชนิดต่างๆ เข้าด้วยกัน

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction - CAI) ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2546 : 3) กล่าวถึง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction - CAI) ว่าเป็นกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องราวต่างๆ มีลักษณะเป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือสามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

ฮานาฟิน เอ็ม เจ และ พีค เค แอล (Hannafin, M.J. and Peck, K.L., 1988 : 5 - 13) กล่าวถึง CAI ว่าเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรมการเรียน การเรียนการสอนที่ผ่านคอมพิวเตอร์ประเภทใดก็ตาม กล่าวได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI มีคำที่ใช้ในความหมายเดียวกัน ได้แก่ Computer-Assisted Learning (CAL), Computer-Aided Instruction (CAI), Computer-aided Learning (CAL) เป็นต้น

ราชบัณฑิตยสถาน (อ้างถึงใน อานุกาพ ทับศิริวัฒน์, 2546 : 12) บัญญัติคำว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ในศัพท์คอมพิวเตอร์ฉบับราชบัณฑิตยสถานให้ความหมายว่า เป็นการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผดุง อารยะวิญญู (อ้างถึงใน อานุกาพ ทับศิริวัฒน์, 2546 : 12) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตัวเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นผู้ถ่ายทอดวิชาแทน

สรุปความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI คือ การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือที่สร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วยเนื้อหา วิชา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ลักษณะของการนำเสนออาจมีทั้งตัวหนังสือ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว สีหรือเสียง เพื่อดึงดูดให้ผู้เรียนเกิดความสนใจมากขึ้น รวมทั้งการแสดงผลการเรียนรู้ให้ทราบทันทีด้วย ข้อมูลย้อน-กลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียนและยังมีการจัดลำดับวิธีการสอนหรือกิจกรรมต่างๆ เพื่อจะให้เหมาะสมกับผู้เรียน

4.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 206 - 255) กล่าวถึง วิธีการและประเภทของงานการสอนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ สรุปได้ดังนี้

1. การฝึกทักษะและทำแบบฝึกหัด (Drill) วิธีการนี้เป็นที่รู้จักกันดีมาตั้งแต่ต้น มักจะเริ่มต้นด้วยการเตรียมเนื้อหามาให้อ่าน แล้วใช้แบบฝึกหัดเป็นการวัดความเข้าใจบทวนและช่วยเพิ่มพูน ความรู้ หรือความชำนาญ แต่แบบฝึกหัดในลักษณะนี้ มักจะเป็นบทเรียนสั้นๆ ที่นิยมกันมากแบบหนึ่งก็คือ จับคู่ ชีวธาตุก/ผิด และเลือกข้อที่ถูกจากตัวเลือก 3 - 5 ตัว การสอนในลักษณะนี้จะต้องทำเป็นโปรแกรมบทเรียน คือ ค่อยๆ เพิ่มเนื้อหา โดยให้เริ่มจากง่ายไปจนถึงยาก

2. การเจรจา (Dialogue) วิธีนี้ได้รับความนิยมมากเช่นกัน ถึงแม้ว่าวิธีการทำจะค่อนข้างยุ่งยาก กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยเลียนแบบการสอนในห้องเรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะเป็นเสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีที่ใช้ให้เป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ก็ได้

3. การจำลองสภาพ (Simulation) วิธีการนี้เป็นการเสนอปรากฏการณ์ที่จำลองมาจากของจริง เพราะบางที่ประสบการณ์จริงเสี่ยงเกินไปหรือแพงเกินไป เช่น การเรียนวิธีขับเครื่องบิน

โดยอาจใช้สถานการณ์จำลองจากคอมพิวเตอร์แทนการปฏิบัติจริงก่อนจนกว่าจะชำนาญ เป็นต้น การจำลองสภาพจริงมี 3 ลักษณะ คือ

3.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่น การจำลองสภาพการบิน การขับรถ

3.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่น การจำลองระบบจัดการจราจรในนครหลวงดูว่าจะมีปัญหาอย่างไรหรือไม่ก่อนจะลงมือทำถนนจริง

3.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience Encounter Simulation) เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ทดลองทำงานบางอย่างหรือตัดสินใจในบางเรื่อง การทำจริงๆ อาจยังไม่เกิดผลแต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่าประสบการณ์ของตนจะเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์เช่นนั้น ทำให้คิดได้ล่วงหน้าว่า ควรจะพิจารณาปัจจัยอะไรบ้าง และรู้ว่าจะมีความรู้สึก ความคิดเห็นต่างๆ อย่างไร

4. เกมส์ (Game) ได้แก่ การเรียนรู้จากการเล่น การเล่นเกมเป็นกิจกรรมที่ให้ความสนุกสนานและหากเลือกเล่นให้เป็นแล้ว เกมส้นั้นจะช่วยในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก เกมส์ที่นำมาใช้ต้องมีเป้าหมายที่แน่นอนเพื่อให้ผู้เล่นจะต้องพยายามบรรลุเป้าหมาย คือ ชัยชนะ โดยต้องคำนึงถึงกฎเกณฑ์ต่างๆ ประกอบด้วยตลอดเวลา โดยทั่วไปเกมส์ที่ใช้ประกอบการเรียนมี 2 ประเภท คือ ประเภทการแข่งขันและประเภทการร่วมมือ เกมส์ประเภทแข่งขันมองแต่ชัยชนะ สอนให้เป็นตัวของตัวเอง ให้อยากพบความสำเร็จ ส่วนเกมส์ความร่วมมือมักจะเป็นการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม การทำงานเป็นทีม

5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) เป็น CAI ที่เน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักเทียบกับเกณฑ์แต่ละข้อ เพื่อนำคะแนนของแต่ละเกณฑ์ไปรวมกันเพื่อการตัดสินใจ

6. การค้นพบของใหม่ ได้แก่ CAI ประเภทที่ให้ประสบการณ์ผู้เรียน ในด้านต่างๆ แล้วผู้เรียนจะสามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ หรือค้นพบสิ่งใหม่ ในลักษณะที่เกิดการเรียนรู้

7. การทดสอบ คือ การใช้ CAI ในการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนไปด้วย ซึ่งจะต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนนการวิเคราะห์ข้อสอบ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

ปรีชญนันท์ นิลสุข (2546 : 3) กล่าวถึง รูปแบบต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. เพื่อการสอน (Tutorial Instruction) วัตถุประสงค์เพื่อการสอนเนื้อหาใหม่แก่ผู้เรียน มีการแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย มีคำถามในตอนท้าย ถ้าตอบถูกและผ่าน ก็จะเรียนหน่วยถัดไป

โปรแกรมประเภท Tutorial นี้มีผู้สร้างเป็นจำนวนมาก เป็นการนำเสนอโปรแกรมแบบสาขาสามารถสร้างเพื่อสอนได้ทุกวิชา

2. ประเภทการฝึกหัด (Drill and Practice) วัตถุประสงค์ คือ ฝึกความแม่นยำหลังจากที่เรียนเนื้อหาในห้องเรียนมาแล้ว โปรแกรมจะไม่เสนอเนื้อหาแต่ใช้วิธีสุ่มคำถามที่นำมาจากคลังข้อสอบ มีการเสนอคำถามซ้ำแล้วซ้ำอีก เพื่อวัดความรู้จริงมิใช่การเดา จากนั้นก็จะประเมินผล

3. ประเภทสถานการณ์จำลอง (Simulation) เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติกับสถานการณ์จำลองที่มีความใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริง เพื่อฝึกทักษะและเรียนรู้โดยไม่ต้องเสี่ยงหรือเสียค่าใช้จ่ายมาก มักเป็นโปรแกรมสาธิต (Demonstration) เพื่อให้ผู้เรียนทราบลักษณะที่จำเป็น

4. ประเภทเกมสื่การสอน (Instruction Game) มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมีการแข่งขัน เราสามารถใช้เกมสื่จากการสอนเป็นสื่อที่ให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้ในแง่ของกระบวนการทัศนคติตลอดจนทักษะต่างๆ ทั้งยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้มากขึ้นด้วย

5. ประเภทการค้นพบ (Discovery) เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทดลองการกระทำต่างๆ ก่อน จนกระทั่งสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง โปรแกรมจะเสนอปัญหาให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูก และให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยผู้เรียนในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. ประเภทการแก้ปัญหา (Problem Solving) เพื่อฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิดการตัดสินใจ โดยจะมีเกณฑ์ที่กำหนดให้แล้วผู้เรียนพิจารณาตามเกณฑ์นั้น ๆ

7. ประเภทเพื่อการทดสอบ (Testing) ประเภทนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการสอนแต่ใช้เพื่อประเมินการสอนของครูหรือการเรียนของนักเรียน คอมพิวเตอร์จะประเมินผลในทันทีว่านักเรียนสอบได้หรือสอบตก หรือจะอยู่ในลำดับที่เท่าไร ได้ผลการสอบกี่เปอร์เซ็นต์

บุรณะ สมชัย (2538 : 28 - 32) กล่าวถึง ประเภทของบทเรียน CAI สามารถจำแนกได้ 7 ประเภท ดังนี้

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นลักษณะบทเรียนโปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ตามระดับความสามารถของนักเรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำ เพื่อทดสอบระดับความรู้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้ เมื่อยังไม่เข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ

2. แบบเจรจา (Dialogue) เป็นลักษณะพูดคุยได้โต้ตอบได้ ใช้ในการเรียนด้านภาษาหรือกับนักเรียนระดับอนุบาลหรือประถมศึกษาตอนต้น เป็นต้น

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ใช้กับการเรียนที่เรียนกับของจริงได้ยากหรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางในอวกาศ เป็นต้น

4. เกมสื่ (Games) เป็นการเรียนรู้จากเกมสื่ที่ทำด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมสื่ต่อภาพ เกมสื่ต่อคำศัพท์ เกมสื่ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์สุ่มข้อมูลมาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา เช่น วิชาสถิติ วิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

6. การค้นพบสิ่งใหม่ๆ (Investigation) เป็นการจัดสถานการณ์ขึ้น แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อเท็จจริง เช่น ผสมพยัญชนะหรือคำศัพท์ โดยคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายคำตรงข้าม คำใกล้เคียง เป็นต้น

7. การทดสอบ (Test) เป็นการทดสอบความรู้ และความสามารถของผู้เรียน โดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบให้ และทำการประมวลผลให้ทราบในทันที เช่น การทดสอบพื้นฐานความรู้ การทดสอบ I.Q. เป็นต้น

4.3 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2535 : 163 - 198) สรุปข้อจำกัดของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI ไว้ดังนี้

1. ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่างๆ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษาในบางสถานทีนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบ เพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษาด้วย

2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้น นับว่ายังมีน้อย เมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในการอื่นๆ จึงทำให้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีข้อจำกัดและขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ

3. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่า ซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบ IBM ไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของ Macintosh ได้

4. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้น นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างดี ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มีมากยิ่งขึ้น

5. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้าจึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างที่วางไว้ ดังนั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

6. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

4.4 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทต่างๆ ได้มีผู้เสนอขั้นตอนหรือวิธีการสร้างหลายแนวคิด มีขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคล้ายคลึงกัน และแตกต่างกันบ้าง ได้แก่

อำนวย เดชชัยศรี (2539 : 46 - 50) ได้กล่าวว่าขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหาที่ เช่นเดียวกับการสอนแบบโปรแกรมการสร้างบทเรียน จึงใช้วิธีการเดียวกันกับการสร้างบทเรียน โปรแกรมในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อเข้าใจผู้เรียนแต่ละระดับและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ฉะนั้นในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้น โดยผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์ว่าเนื้อหาวิชานั้น จะต้องไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ไม่ซ้ำกับใคร เพื่อคุ้มค่าการลงทุนและสามารถช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียน

2. การกำหนดวัตถุประสงค์จะเป็นแนวทางแก่ผู้ออกแบบบทเรียนเพื่อทราบว่าผู้เรียน หลังจากจบแล้วจะบรรลุตามวัตถุประสงค์มากน้อยแค่ไหน การกำหนดวัตถุประสงค์จึงกำหนดได้ ทั่วไปและเชิงพฤติกรรม สำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องคำนึงถึง

2.1 ผู้เรียน (Audience) ว่ามีพื้นฐานความรู้แค่ไหน

2.2 พฤติกรรม (Behavior) เป็นการคาดหวังเพื่อที่จะให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย การวัดพฤติกรรมทำได้โดยสังเกต คำนวณ นับแยกแยะ แต่งประโยค

2.3 เงื่อนไข (Condition) เป็นการกำหนดสภาวะที่พฤติกรรมของผู้เรียนจะเกิดขึ้น เมื่อนักเรียนดูภาพแล้วจะต้องวาดภาพนั้นส่งครู เป็นต้น

2.4 ปริมาณ (Degree) เป็นการกำหนดมาตรฐานที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุ วัตถุประสงค์แล้ว เช่น อ่านคำควบล้ำได้ถูกต้อง 20 คำ จาก 25 คำ เป็นต้น

3. การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญโดยต้องย่อยเนื้อหาเป็นเนื้อหาเล็กๆ มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) ว่าจะเริ่มต้นตรงไหนและ ดำเนินการไปทางใด

4. การสร้างแบบทดสอบ ต้องสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบทดสอบนี้ จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

5. การเขียนบทเรียน ก่อนเขียนบทเรียนต้องกำหนดโครงสร้างเพื่อให้ได้รูปร่างของ บทเรียนเพื่อที่เราจะทราบว่าต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง มีสัดส่วนอย่างไรจึงจะมีขั้นตอนที่ดี

รุจโรจน์ แก้วอุไร (2545 : 1 - 9) กล่าวถึง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำแนวคิดของ โรเบิร์ต กาเย (Robert Gangne) 9 ประการ มาใช้ประกอบการพิจารณาในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะ การเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการ มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควร มีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควร เริ่มต้นด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่างโดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้อง

เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งรัดความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งรัดความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งรัดความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1.1 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งรัดความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้

1.1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน และไม่ซับซ้อน

1.1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ

1.1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

1.1.4 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาระดับความรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

2.1 บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้น ๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ

2.2 หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่เข้าใจของผู้เรียนโดยทั่วไป ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน

2.3 ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

2.4 ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วย บทเรียนย่อยหลายๆ หัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.5 อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการนำเสนอให้เหมาะสม เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อ

2.6 เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ดิกรอบ ใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วยโดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการประเมิน เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ วิธีการปฏิบัติโดยทั่วไป คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre - test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่

เคยศึกษาผ่านมาแล้ว และเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ มาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

3.1 ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้องเพื่อเตรียมความพร้อมผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่โดยไม่ต้องคาดหวังว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน

3.2 แบบทดสอบต้องมีคุณภาพสามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐาน

3.3 การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนมากที่สุด

3.4 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากบททดสอบเพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

3.5 ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว

4. นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่ายแต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภูมิ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวีดิทัศน์ และภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิตอลต่างๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี กล้องถ่ายวีดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว ดังนั้น การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียน จึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

4.1 เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด

4.2 เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหวสำหรับเนื้อหาที่ยาก และซับซ้อน ที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

4.3 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย

4.4 การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนสำคัญของข้อความสำคัญ

4.5 ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

4.6 จัดรูปแบบของคำอธิบายให้นำอ่าน จัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอน

4.7 คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย

4.8 หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟฟิกได้ช้า ควรเสนอภาพที่จำเป็น

4.9 คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ ค้นเคย และสื่อความหมายตรงกัน

4.10 ขณะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง

5. ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการนำเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง (Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้นำแนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิมไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่า ตามลำดับขั้น สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้นำแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

- 5.1 บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้
- 5.2 ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์
- 5.3 นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจน
- 5.4 นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง
- 5.5 การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม

และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

6. กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อได้เปรียบกว่าสื่อทัศนูปกรณ์อื่นๆ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมในบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกรายการ และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วมก็มีส่วนคิดนำ หรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

- 6.1 ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ตลอด

บทเรียน

- 6.2 ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจแต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป

- 6.3 ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหาให้เหมาะสมกับของเนื้อหา

- 6.4 เร่งรัดความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

- 6.5 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถามหรือคำถามเดียว ตอบได้หลายคำตอบ

- 6.6 หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2 - 3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

- 6.7 เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถาม และเฟรมการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกันเพื่อสะดวกในการอ้างอิง

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นท้าทายโดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยเร่งเร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

7.1 ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน

7.2 ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถามคำตอบ ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการถ่ายภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา

7.3 หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด

7.4 อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ

7.5 เฉลยคำตอบที่ถูกต้องหลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2-3 ครั้ง ไม่ปล่อยเวลาเสียไป อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมาย

7.6 พยายามส่งเสริมการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจลดจบบทเรียน

8. ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่ หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังเรียน มีดังนี้

8.1 ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบ

8.2 แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก

8.3 ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจรับคำตอบ ควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน

8.4 หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว

8.5 ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว

8.6 แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสมและมีความเชื่อมั่นเหมาะสม

8.7 อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด

8.8 แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

9. สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปโมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป ในขั้นนี้มีข้อเสนอแนะดังนี้

9.1 สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว

9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป

9.3 เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

9.4 บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

ขั้นตอนการสอนทั้ง 9 ประการของ Robert Gagne เป็นมโนคติกว้างๆ สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียที่ใช้เป็นหลักพื้นฐานก็คือการทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียนโดยปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้งานคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด

4.5 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการประเมินคุณภาพสื่อ ซึ่งเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การประเมินคุณภาพด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) ของบทเรียน ได้แก่ ด้านข้อความ (Text) รูปภาพ (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) ภาพวิดีโอ (Video) และเสียง (Audio) รวมถึงด้านปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับบทเรียนนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นคุณสมบัติเด่นที่สำคัญที่ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่แตกต่างจากบทเรียนสำเร็จรูปประเภทอื่นๆ

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2533 : 129 - 130) กล่าวถึงวิธีการประเมินประสิทธิภาพของสื่อว่า สื่อที่จะต้องได้รับการประเมินประสิทธิภาพ ส่วนใหญ่จะเป็นสื่อที่ผลิตขึ้นมาตามหลักการของการสอนแบบโปรแกรม เช่น บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอนโมดูล และสไลด์ทัศนูปกรณ์โปรแกรม เป็นต้น การประเมินสื่อโดยวิธีนี้ ดำเนินถึงจุดมุ่งหมายของสื่อการเรียนการสอนและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนสื่อนั้นแล้ว วิธีการประเมินประสิทธิภาพของสื่อทำได้ 2 วิธี คือ

1. ประเมินโดยอาศัยเกณฑ์ เช่น การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมจะอาศัยเกณฑ์ 90/90 (90/90 Standard) โดย 90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมของผลการสอบของผู้เรียนทั้งหมดที่ตอบถูก โดยนำมารวมกันเข้าแล้วคิดเป็นร้อยละได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 และ 90 ตัวหลัง หมายถึง ข้อสอบแต่ละข้อมีผู้เรียนทำถูกไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ถ้าข้อใดมีผู้เรียนทำได้ต่ำกว่าร้อยละ 90 จะต้องปรับปรุงแก้ไขบทเรียนโปรแกรมนั้น แล้วทำการทดลองซ้ำอีกจนกว่าจะได้คะแนนถึงเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

2. ประเมินโดยไม่ได้ตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วยการเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนจากสื่อ่นั้นแล้ว (Post-test) ว่าสูงกว่าผลการสอบก่อนเรียน (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบพบว่าผู้เรียนนั้นได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อ่นั้นมีประสิทธิภาพ

จากวิธีการประเมินประสิทธิภาพของสื่อ ดังที่กล่าวมาแล้ว สามารถนำมาใช้กับการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เช่นเดียวกัน ในการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ มีการประเมินคุณภาพของบทเรียน 2 ด้าน คือ

1. การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ที่ระดับ 80/80 โดยที่ 80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนโดยเฉลี่ยที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบฝึกหัดระหว่างฝึกอบรม ได้ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป และ 80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนโดยเฉลี่ยที่ผู้เข้ารับการฝึกอบรมทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อเรียนจบ คิดเป็นร้อยละ 80 ขึ้นไป

2. การประเมินประสิทธิผลของบทเรียน หมายถึง การเปรียบเทียบผลคะแนนการสอบของผู้เรียน หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Post-test) ว่ามีสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน (Pre-test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบพบว่าผู้เรียนนั้นได้คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีผลทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

5. แนวคิดความพึงพอใจ

ได้มีนักการศึกษาและนักวิชาการให้ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

แน่งน้อย พงศ์สามารถ (อ้างถึงใน พรทิพย์ เดชนิธิรัตน์, 2543 : 9) มีความเห็นว่าความพึงพอใจ หมายถึง ทำที่ทั่วๆ ไป ที่เป็นผลมาจากทำที่ที่มีต่อสิ่งต่างๆ 3 ประการ คือ

1. ปัจจัยเกี่ยวกับกิจกรรม
2. ปัจจัยเกี่ยวกับบุคคล
3. ลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม

ไรเซอร์ เอ็น แอล (Risser N.L., 1975 : 26) กล่าวว่า ความพึงพอใจของแต่ละคนเกิดจากการได้รับประสบการณ์ หรือบรรลุในสิ่งที่คาดหวัง

แคมเบล เอ (Cambell A. อ้างถึงใน พรทิพย์ เชนิธิรัตน์, 2543 : 10) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายใน ซึ่งแต่ละคนเปรียบเทียบระหว่างความคิดเห็นต่อสภาพการณ์ที่อยากให้เป็นหรือคาดหวัง หรือคาดหวังว่าสมควรจะได้รับ ผลที่ได้จะเป็นความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ เป็นการตัดสินของแต่ละบุคคล

โดนาบีเดียน เอ (Donabedian A., 1980 : 48) กล่าวว่า ความพึงพอใจของผู้รับบริการ หมายถึง ผู้บริการประสบความสำเร็จในการทำให้สมดุลงระหว่างสิ่งที่ผู้บริการให้ค่ากับความคาดหวังของผู้รับบริการ และประสบการณ์นั้นเป็นไปตามความคาดหวัง

ลูธาน เอ็ฟ (Luthans F., 1989 : 10) กล่าวว่า ความพึงพอใจในงานนั้นจะถูกกำหนดโดยความแตกต่าง (Discrepancy) ระหว่างสิ่งที่บุคคลคาดหวังจากการทำงานกับสิ่งที่ได้รับจากงานตามความรู้ของบุคคล ดังนั้น บุคคลจะเกิดความไม่พึงพอใจ ถ้ามีความแตกต่างระหว่างสองสิ่งนี้เกิดขึ้น

พิมพ์ชนก ศันสนีย์ (2540 : 62) ได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจต่อการบริการมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการทำให้เป็นไปตามความคาดหวัง (Confirmation) หรือการไม่เป็นไปตามความคาดหวัง (Disconfirmation) ของผู้บริโภค กล่าวคือ ความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจของผู้บริโภค (Customer Satisfaction or Dissatisfaction - CS/D) ที่มีต่อการบริการเป็นผลโดยตรงของการเปรียบเทียบระหว่างความคาดหวังที่เคยมีมาก่อนกับผลที่ได้รับ หากบริการที่ได้รับเป็นไปตามหรือสูงกว่าที่คาดหวัง ผู้บริโภคก็จะเกิดความพอใจและประเมินว่าการบริการนั้นมีประสิทธิภาพสูง

จากคำจำกัดความและความหมายของแนวคิดความพึงพอใจที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่า ส่วนใหญ่จะมีความคิดเห็นคล้ายคลึงกัน ซึ่งพอสรุปได้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่เกิดจากความสมดุล หรือความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่คาดหวังกับสิ่งที่ได้รับหรือจากการที่ความต้องการได้รับการตอบสนอง หรือจากประสบการณ์ที่เข้าไปใช้บริการนั้นตามความคาดหวัง ขณะที่ความไม่พึงพอใจคือความรู้สึกที่เกิดขึ้น เมื่อประสบกับสถานการณ์ที่ไม่เป็นไปตามที่คาดหวัง ในการศึกษาครั้งนี้ ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่เกิดขึ้นหลังได้รับการฝึกอบรมโดยใช้ CAI

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย เกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีผู้วิจัยไว้หลายลักษณะ ดังนี้

เสาวคนธ์ อุ่นยงค์ (2541 : 3) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย วิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพ 90.78/86.78 และ KW-CAI = 88.78 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียและกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ

สุวิทย์ ฉุยฉาย (2543 : 3) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส หลักสูตรอนุปริญญา วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยการเรียนรู้คือลักษณะหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส การต่อหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส และกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพ และการระบายความร้อน ผลการทดลองใช้บทเรียน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.70/81.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนอยู่ในระดับดี แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

ชูชีพ เขียวอุบล (2543 : 3) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การอ่าน การเขียนแบบภาพฉายและการกำหนดขนาดมิติ ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 88.30/82.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ และใช้เวลาเรียนทั้งหมดเพียง 5 ชั่วโมง 53.23 นาที ซึ่งน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการเรียนตามปกติ 9 ชั่วโมง 30 นาที แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการทดสอบความมีนัยสำคัญ ของผลต่างคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่า นักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น

ประเวศร์ เตียรวานิช (2535 : 3) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง คำสั่งพื้นฐานที่ใช้ควบคุมเครื่องกลึง CNC ผลการวิจัยปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 90.17/84.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด

นพศักดิ์ ดันดิศตยานนท์ (2544 : 3) ได้ทำการวิจัย เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย (MMCAI) วิชา เครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ตามหลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 86.18/85.02 สูงกว่าเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ตามสมมติฐาน เมื่อนำคะแนนการทดสอบมาวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าซี (Z-test) ทาง การเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 และเมื่อพิจารณาผลคะแนนสอบหลังเรียน

ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยรวมจากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 142.67 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนซึ่งมีค่าเท่ากับ 88.20 คะแนน จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยรวมจากการทดสอบหลังเรียน มาเปรียบเทียบกับข้อมูลความคงทนทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว 1 สัปดาห์ และ 1 เดือน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อบทเรียนในระดับดี แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ตามหลักสูตรของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลได้

มนต์ชัย เทียนทอง (2539 : 3) ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับฝึกอบบรมครู-อาจารย์ และนักฝึกอบบรม เรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรม Authorware Professional Version 2.0 โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า บทเรียนจะต้องมีประสิทธิภาพอย่างน้อย 85.85 และภายหลังจากศึกษาบทเรียนด้วยตนเองแล้ว ผู้ใช้จะต้องสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70 โดยนำบทเรียนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากสถานศึกษาและสถานประกอบการ จำนวน 20 คน และสอบถามความคิดเห็นภายหลังสิ้นสุดการใช้บทเรียนซึ่งมีความยาว 42 ชั่วโมง รวมทั้งสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 8 คน หลังจากทดลองใช้บทเรียนเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ผลการวิจัยและพัฒนาในครั้งนี้ทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียตามมาตรฐาน Multimedia Personal Computer Level 2 บรรจุอยู่ในซีดีรอมขนาดความจุ 465 MB จำนวน 19 เรื่อง ผลการทดลองใช้พบว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.23/85.64 และผู้ใช้สามารถสร้างบทเรียนได้มีประสิทธิภาพ 72.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผู้ใช้บทเรียนและผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อบทเรียนในระดับดี แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ฝึกอบบรมได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างในประเทศ เกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผู้วิจัยไว้ดังนี้

ไรซ์ท พามেলা เอ (Wright Pamela A., 1984 : 3) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในรัฐแคลิฟอร์เนีย โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในระบบ PLATO กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนซ่อมเสริมโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบ Apple 2 และกลุ่มควบคุมเรียนซ่อมเสริมจากการสอนปกติใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ในช่วงภาคฤดูร้อน ผลการศึกษาวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริม

จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

โอเดน โรบิน อี (Oden Robin E., 1982 : 3) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนจากการสอนแบบบรรยาย ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งคะแนนที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดทัศนคติทางการเรียน

จอห์นสัน จอห์นสัน และ สแตน (Johnson, Johnson & Stanne, 1985 : 668) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในโครงการสร้างการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบแข่งขัน และแบบเอกัตบุคคลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างเรียนจากหน่วยการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่า การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบร่วมมือ มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลสัมฤทธิ์ประจำวันต่อการแก้ปัญหา การทดสอบความจำ การนำความรู้ไปใช้ได้สูงกว่าการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแข่งขัน และแบบเอกัตบุคคล

สรุป เมื่อพิจารณาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยส่วนใหญ่จะมีการทำวิจัย ในลักษณะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมาเพียงหัวเรื่องเดียว และทำการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และประสิทธิผลกับวิธีการสอนปกติ หรือเปรียบเทียบผลกับการใช้สื่อประเภทอื่นๆ หรือสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นมาและนำไปทดลองสอนเพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น ศึกษาผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่ม ศึกษาผลของการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบให้ข้อมูลป้อนกลับ แบบอธิบาย และไม่อธิบายคำตอบ เป็นต้น ต่อมาในระยะหลังเริ่มมีการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีเนื้อหาครบถ้วนทั้งรายวิชา และสอดคล้องกับหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนการสอนจริง จากนั้นดำเนินการหาคุณภาพของบทเรียน ด้านประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ แต่จำนวนงานวิจัยในลักษณะนี้ยังมีจำนวนน้อยมาก ซึ่งผลของการวิจัยโดยส่วนใหญ่พบว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีประสิทธิผลทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น