

การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉลอง ทับศรี*

วงการศึกษาระบบการฝึกอบรม ได้นำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการสอนและการฝึกอบรมเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ และมีแนวโน้มที่คอมพิวเตอร์จะกลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะขาดไม่ได้ในการให้การศึกษาและฝึกอบรม อย่างไรก็ตามยังมีคำถามที่ยังไม่สามารถหาคำตอบได้ในปัจจุบัน เช่น คอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้กับทุกเนื้อหาได้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถสอนได้ทุกเนื้อหา คำถามต่อไปคือ เนื้อหาชนิดใดที่เหมาะสมสำหรับคอมพิวเตอร์ และ เนื้อหาชนิดใดไม่เหมาะสมกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะอย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ยังมีโอกาสพัฒนาจากปัจจุบันอยู่อีกมากมาย ดังนั้น จึงมีโอกาที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถพัฒนาศักยภาพในการช่วยสอนได้อีกมาก ถ้าจะกล่าวไปแล้วความสามารถของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันนี้ยังอยู่ในขั้นต้น ๆ ของพัฒนาการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สิ่งที่จะตามมาในอนาคตนั้น

*รองศาสตราจารย์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ยากที่จะบอกได้ว่าจะพัฒนาไปถึงระดับใด แต่เป็นที่คาดเดาได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในอนาคตจะสามารถทำทุกอย่างเท่าที่ครุทำได้ และจะทำให้ดีกว่าครูในหลาย ๆ ประการ เหตุผลหลักที่สนับสนุนความเชื่อนี้คือหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์มีลักษณะเดียวกับการทำงานของสมองมนุษย์ ความสามารถของมนุษย์อยู่ที่ความสามารถในการทำงานของสมอง พัฒนาการของคอมพิวเตอร์เป็นไปตามลักษณะเลียนแบบการทำงานของสมองมนุษย์ เมื่อใดที่คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้เหมือนสมองมนุษย์ เมื่อนั้นคอมพิวเตอร์ก็สามารถทำงานแทนคนได้ซึ่งรวมถึงการสอนแทนครูด้วย

ในบทนี้จะกล่าวถึง การนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการศึกษาและการฝึกอบรมและจุดเด่น จุดด้อยของการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับกิจกรรมดังกล่าว เป็นที่คาดหวังว่าเนื้อหาในบทนี้จะช่วยทำให้ผู้อ่านในฐานะผู้ที่สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ ได้แนวคิดต่าง ๆ จากทัศนะของผู้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ซึ่งได้นำมาเสนอไว้ในที่นี้

ความหมายของ ซี เอ ไอ (CAI)

ซี เอ ไอ (CAI) ย่อมาจาก "Computer-Assisted Instruction" แปลความหมายได้ว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" คำว่าช่วยสอนในที่นี้ หมายถึง การที่คอมพิวเตอร์เป็นผู้เสนอโปรแกรมการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นไมโครคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์เมนเฟรมก็ตาม トラバิดที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นผู้เสนอโปรแกรมการเรียนรู้ กระบวนการเสนอเนื้อหาดังกล่าวถือว่าเป็นกระบวนการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นอกจาก คำว่า ซีเอ ไอ (CAI) แล้วยังมี คำย่ออื่น ๆ อีกหลายคำที่ถูกนำมาใช้เรียกกิจกรรม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อจุดมุ่งหมายในการสอนหรือการฝึกอบรม เช่น

- CAL (Computer-Assisted Learning)
- CaI (Computer-aided Instruction)
- CaL (Computer-aided Learning)
- CBI (Computer-Based Instruction)
- CBL (Computer-Based Learning)
- CBT (Computer-Based Training)

ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับ ซี เอ 10

ซี เอ 10 เหมือนกับการสอนโดยทั่ว ๆ ไป คือ ประกอบด้วย กิจกรรม หลาย ๆ ลักษณะ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทได้ 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. กิจกรรมการสอน การให้ความรู้ (Instruction or tutorial)
2. กิจกรรมการฝึกปฏิบัติ (drill and practice)
3. กิจกรรมประเภทเกม (games)
4. กิจกรรมสถานการณ์จำลองหรือการให้ตัวอย่าง (simulation or modeling)

กิจกรรมการสอน การให้ความรู้ (Instruction or tutorial)

สำหรับ ซี เอ 10 นั้น คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่สอนเนื้อหาใหญ่ ใน กิจกรรมนี้จะมีกิจกรรมที่เป็นการตอบโต้หรือปฏิสัมพันธ์ กันระหว่างผู้เรียนกับ คอมพิวเตอร์ บทการสอนในลักษณะการให้ความรู้นี้จะทำได้ในลักษณะการ สอนเป็นรายบุคคล ลักษณะของการสอนตัวต่อตัวซึ่งคอมพิวเตอร์ทำได้ดีที่สุด หรืออาจจะสอนในลักษณะของการสอนเป็นกลุ่มเล็กหรือกลุ่มใหญ่ก็เป็นไปได้

หลักการโดยทั่ว ๆ ไปสำหรับกิจกรรมนี้ คือ คอมพิวเตอร์เสนอ สิ่งกับ (concept) ใหม่ ด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ผู้เรียนทำความเข้าใจ ทำตาม หรืออื่น ๆ จากนั้น คอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบ ความเข้าใจ ความ สามารถของผู้เรียนในแต่ละสิ่งกับที่สอน จากนั้นคอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหา ประกอบอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับคำตอบของผู้เรียน

กิจกรรมการฝึก ปฏิบัติ (drill and practice)

ในกิจกรรมนี้คอมพิวเตอร์จะเสนอกิจกรรม การฝึก หรือฝึกปฏิบัติ และบอกผลของการฝึกปฏิบัติ (feedback) นั้น ในเนื้อหาที่ผู้เรียนมาจาก ช่วงเวลาอื่นหรือเรียนมาจากการสอนในลักษณะอื่น ๆ เช่น หลังจากเรียน

ภาษาอังกฤษ จากห้องปฏิบัติการภาษาหรือจากครูสอนภาษาอังกฤษ แล้วผู้เรียนก็เข้ามาฝึกปฏิบัติในการฝึกออกเสียงกับคอมพิวเตอร์ คำตอบหรือการตอบสนองของผู้เรียนจะถูกวิเคราะห์ และคอมพิวเตอร์อาจจะเสนอการสอนซ่อมเสริม (remediation) ใหม่อีกครั้ง

การฝึกปฏิบัติมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ เนื้อหาต่าง ๆ รวมถึง การเรียนรู้ ทักษะ แต่การฝึกปฏิบัติมักจะถูกชะเลยหรือไม่ได้รับการปฏิบัติได้อย่างเพียงพอ (ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะครูมีเวลาจำกัดไม่สามารถเสนอการฝึกปฏิบัติหรืออาจจะเกิดจากครูเหนื่อยหน่าย เบื่อหน่ายต่อการฝึกซึ่งมีลักษณะจำเจ) ในส่วนนี้ คอมพิวเตอร์สามารถทำได้เป็นอย่างดีเยี่ยม ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการคิดคำนวณอย่างรวดเร็ว จัดจำเนื้อหาได้มากมายไม่มีพลาด ความสามารถในการนำเสนอทั้งภาพ-เสียง ความทรนหดทนในการทำงาน ความไม่มีอารมณ์ โกรธ เกลียด หรือเบื่อหน่ายเหล่านั้น ประกอบกันทำให้คอมพิวเตอร์ เป็นเครื่องมือที่ดีเยี่ยมดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

กิจกรรมประเภทเกม (Games)

ครูหรือผู้สอนได้ใช้เกมประกอบ การเรียนการสอนหรือการฝึกอบรม มาเป็นเวลานานนับศตวรรษ และนับวันเกมยังมีอิทธิพลต่อผู้เรียนมากขึ้นทุกวัน ในชีวิตประจำวันของผู้เรียนในปัจจุบันสัมผัสกับเกมในรูปแบบต่าง ๆ มากมายไม่ว่าจาก วิดีโอเกมหรือคอมพิวเตอร์เกม

ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการคิดคำนวณ ในการจัดลำดับข้อมูลความสามารถในการเก็บและนำเสนอ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง สี สรร และเทคนิคพิเศษต่าง ๆ สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี จุดเด่นของเกมอย่างหนึ่ง คือ ความท้าทาย เกมที่ออกแบบดี ๆ จะมีความท้าทายอยู่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เล่นได้ยาวนานนับเป็นชั่วโมง

เกมทางการศึกษานั้นสามารถใช้ได้ทั้งการเสนอ เนื้อหาใหม่หรืออาจจะใช้เพื่อการเสริมเนื้อหาที่ผู้เรียนมาแล้วจากที่อื่น นอกจากการสอน

เนื้อหาใหม่หรือการเสริมเนื้อหาเดิมที่เรียนมาแล้ว เกมยังสามารถใช้สำหรับการฝึกการแก้ปัญหา (problem solving) ได้เป็นอย่างดี ในปัจจุบันบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือซี เอ ไอ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะเป็นบทเรียนประเภทเกมเสียเป็นส่วนใหญ่

กิจกรรมสถานการณ์จำลอง (simulation or modeling)

กิจกรรมนี้จำเป็นสำหรับการสอน สังกกับหรือเรื่องราวที่ซับซ้อน ไม่สามารถอธิบาย บรรยาย หรือแสดงให้ดูได้ด้วยคำพูดหรือตัวอย่างง่าย ๆ ในกรณีนี้จำเป็นต้องสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมาหรือสร้างตัวอย่างขึ้นมาเพื่อให้ผู้เรียนดำเนินการตามสถานการณ์นั้น ๆ สถานการณ์จำลองเป็นประโยชน์ในการเรียนเนื้อหาหลาย ๆ ลักษณะไม่ว่าจะเป็นการฝึกการแก้ปัญหา สร้างทัศนคติที่ดี เปลี่ยนทัศนคติ ฝึกการตัดสินใจและอื่น ๆ อีกมาก

สถานการณ์จำลอง ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์รูปธรรมที่มีความหมายในราคาถูก คำว่า "ราคาถูก" ในที่นี้อธิบายได้ว่าการเรียนรู้บางลักษณะไม่สามารถเรียนรู้ได้โดยตรงเพราะปัญหาเรื่องของการลงทุน ปัญหาเรื่องเวลา ปัญหาเรื่องของความปลอดภัยและอื่น ๆ อีกมาก การสร้างสถานการณ์จำลองแล้วนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์จึงถือได้ว่า "ราคาถูก" ยกตัวอย่าง การสอนขับเครื่องบินให้แก่นักบิน ในกรณีนักบินที่ยังไม่มีประสบการณ์การบิน การฝึกบินกับสถานการณ์บินจำลอง ย่อมลดต้นทุนในการฝึกได้มากกว่าที่จะให้นักบินคนนั้นทดลองขับเครื่องบินจริง ๆ

สำหรับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น อาจจะใช้กิจกรรมทั้ง 4 นี้ กิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งในโปรแกรมหรืออาจจะใช้กิจกรรมหลาย ๆ กิจกรรมในหนึ่งโปรแกรมการเรียนก็ย่อมทำได้ นอกจากนั้นผู้พัฒนาบทเรียน ซี เอ ไอ จะต้องตระหนักว่า กิจกรรมดังกล่าวนี้ ไม่มีกิจกรรมใดมีความสำคัญมากกว่ากิจกรรมอื่น ดังนั้นเวลาเลือกจึงควรตระหนักว่า กิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาหรือจุดมุ่งหมายมากที่สุดคือกิจกรรมที่ดีที่สุด

ซี เอ ไอ มีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร

ซี เอ ไอ จริง ๆ แล้วเป็นวิธีการกระบวนการเสนอเนื้อหา
ประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ ดังนั้นรูปร่างหน้าตาของ ซี เอ ไอ
ถ้ามองทางด้านกายภาพก็จะประกอบด้วยบทเรียน ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของ
พรอมปต์ดิสก์ ฮาร์ดดิสก์ ออฟฟริตส์ ซีดีรอม วีไรท์อเบิ้ล ซีดี หรือแม้แต่ แมก
เนติกเทป และคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ ซึ่งได้แก่ ตัวคอมพิวเตอร์และส่วน
ประกอบต่าง ๆ ที่ต้องใช้

องค์ประกอบทางกายภาพของ ซี เอ ไอ ในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้น
สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. เครื่องมือ อินพุต (input device) อินพุตสำหรับ ซี เอ
ไอ นั้นหลากหลาย ขึ้นอยู่กับความสามารถของโปรแกรม ซี เอ ไอ ที่พัฒนา
ขึ้น อินพุตดังกล่าวอาจจะเป็น จอยสติค คีย์บอร์ด หรือเมาส์ สำหรับบทเรียน
ซี เอ ไอ พื้นๆ และอาจจะเป็นเพนเบสแท็บเลท (pen based tablet)
ไมโครโฟนวอยซ์รีคognition (voice recognition device)
ทัชสกรีน (touch screen) สแกนเนอร์ หรือกล้องโทรทัศน์ สำหรับ
โปรแกรม ซี เอ ไอ ที่พัฒนาให้มีความสามารถสูง อินพุตเป็นส่วนที่ผู้เรียนใช้
ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ รวมถึงการนำกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ

2. ตัวควบคุมส่วนกลาง (cpu) ซี เอ ไอ จำเป็นต้องใช้เครื่อง
ที่มี ซีพียู ที่มีความเร็วสูงและมีหน่วยความจำตัวสูง ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียน
ซี เอ ไอ ประกอบด้วยไฟล์หลายลักษณะซึ่งอาจจะเป็นไฟล์ข้อความ (text)
ไฟล์ภาพหรือภาพเคลื่อนไหว ไฟล์เสียงและอื่น ๆ นอกจากไฟล์ข้อความแล้ว
ไฟล์อื่น ๆ ต้องใช้ความจำมากในการเก็บและเรียกใช้ ดังนั้น ซี พียู ที่มี
ความเร็วสูงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะถ้า ซีพียู นั้นพัฒนาเพื่อใช้
ในระบบ มัลติมีเดียด้วยแล้วความเร็วของ ซีพียู และหน่วยความจำตัวสูง
สูง มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ตัวควบคุมส่วนกลางนี้ผู้เรียนเกือบจะไม่ได้มีส่วน
สัมพันธ์กับมันเลย

3. ตัวแสดงผล (display device) เป็นส่วนที่แสดงผลการทำงานเป็นตัวแสดงเนื้อหาของซี เอ ไอ ซึ่งปกติประกอบด้วย จอ (monitor) ปริ้นเตอร์ (printer) แอลซีดีแพนเนล (LCD panel) ทีวีหรือ วีจีเอ โปรเจคเตอร์หรือจอโทรทัศน์ นอกจากจอในลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว ตัวแสดงผลอาจจะเป็นลำโพง สำหรับการแสดงผลในลักษณะของเสียงพูด เสียงดนตรีหรืออื่น ๆ

ซี เอ ไอ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะใดก็ตาม ต้องประกอบด้วย องค์ประกอบทั้งสามส่วนนี้ ทั้งสิ้น องค์ประกอบปลีกย่อยภายในองค์ประกอบทั้งสามประการนี้ จะมีมากน้อยแตกต่างกันไป แล้วแต่ลักษณะของบทเรียนว่าได้ออกแบบมาให้มีความสามารถสูง-ต่ำระดับใด ในเรื่องของเครื่องมือนี้จะได้กล่าวอย่างละเอียดต่อไป

ซี เอ ไอ ควรจะทำอะไรได้บ้าง

ซี เอ ไอ ในอุดมคติควรจะทำการสอนได้ดีพอ ๆ กับ หรือดีกว่า (ในบางกรณี) ครู ผู้สอนในชั้นเรียนปกติ ที่ใช้คำว่า "อุดมคติ" นี้ไม่ได้หมายความว่า เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ ในการที่จะทำให้ออมพิวเตอร์สอนได้ดีเท่า ๆ กับหรือดีกว่าครู ถ้าประเมินความสามารถของเทคโนโลยีในปัจจุบัน และที่กำลังพัฒนาอยู่ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าจะต้องสำเร็จในอนาคตแล้ว ผู้เขียนมีความเชื่อมั่นอย่างยิ่งว่าคอมพิวเตอร์จะสามารถสอนได้ดีเท่า ๆ กับครูหรือดีกว่าครู ในเกือบจะทุกเนื้อหาวิชา

อย่างไรก็ตามอาจจะกล่าวถึงลักษณะความสามารถในการเรียนของ ซี เอ ไอ โดยทั่ว ๆ ไป ลักษณะของซี เอ ไอ ที่น่าจะเป็นและลักษณะที่ไม่น่าจะเป็นของ ซี เอ ไอ

ลักษณะของซี เอ ไอ โดยทั่ว ๆ ไป

ลักษณะการใช้ ซี เอ ไอ โดยทั่ว ๆ ไปก็คือผู้เรียนนั่งอยู่หน้าคอมพิวเตอร์ผู้เรียนทำการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยการใส่แป้นพิมพ์ (key board) หรือเมาส์ (mouse) ผู้เรียนรับรู้ เนื้อหา หรือการตอบสนองจากคอมพิวเตอร์ทางจอคอมพิวเตอร์ เนื้อหา ความรู้ ที่ได้รับการนำเสนอในลักษณะของข้อความและรูปภาพที่สร้างความสนใจผู้เรียนได้ดี ผู้เรียนมักจะเป็นผู้ควบคุมความเร็วในการเรียนรู้ด้วยตนเอง กล่าวคือเมื่อผู้เรียนอ่านข้อความหรือรูปภาพจนจบเสร็จ ผู้เรียนก็จะบอกคอมพิวเตอร์ว่าพร้อมที่จะเรียนเนื้อหาส่วนต่อไป โดยการกดแป้นพิมพ์หรือเมาส์ เนื้อหาต่อไปก็จะปรากฏบนจอ ในบางบทเรียนคอมพิวเตอร์จะเป็นผู้ควบคุมความเร็วในการนำเสนอเนื้อหาเอง ซึ่งกรณีนี้ผู้เรียนต้องทำการเรียนรู้แข่งกับเวลา

เมื่อคอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาไปได้พอเพียงแล้ว ก็จะมีคำถามประเภทเลือกตอบให้ผู้เรียนตอบ ผู้เรียนทำการตอบโดยกดแป้นพิมพ์หรือกดปุ่มบนเมาส์ ถ้าตอบถูกก็จะมีรางวัลเสริมแรง แล้วก็มีคำถามต่อไปออกมาให้ตอบ ถ้าตอบผิดก็จะมีคำอธิบายเพิ่มเติมว่าทำไมคำตอบนั้น ๆ ผิดคอมพิวเตอร์อาจจะสอนเนื้อหา ส่วนนั้นใหม่อีกครั้ง แล้วคำถามก็จะตามมาอีก นักเรียนตอบอีก ถ้านักเรียนตอบถูกอาจจะมีการแสดงความยินดีแล้วเรียนเนื้อหาต่อไป ถ้าตอบผิดก็กลับไปเรียนเนื้อหาเดิมซ้ำอีก กระบวนการจะเป็นไปลักษณะนี้ตลอดบทเรียน

ลักษณะของซี เอ ไอ ที่มีความสมบูรณ์แบบ (สำหรับปัจจุบัน)

ผู้เรียนอยู่หน้าคอมพิวเตอร์ และสามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้หลาย ๆ ทางซึ่งอาจจะแป้นพิมพ์สำหรับข้อมูลที่เป็นข้อความตัวเลข ผู้เรียนอาจจะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ได้โดยการใช้จอลักษณะพิเศษที่เรียกว่า touch screen หรืออาจจะใช้จอยสติค (joystick) สำหรับกิจกรรมที่จำเป็นต้องมีการควบคุมทิศทางของสิ่งต่าง ๆ บนจอ หรือผู้เรียนอาจจะตอบคำถามหรือฝึกปฏิบัติโดยการพูดผ่านไมโครโฟนก็เป็นไปได้

ในขณะที่เดียวกันคอมพิวเตอร์ก็จะเสนอเนื้อหา ความรู้ แก่ผู้เรียนผ่านสื่อหลาย ๆ ชนิด เช่น ข้อความ รูปภาพ โดยจอคอมพิวเตอร์ ภาพเคลื่อนไหวผ่านวิดีโอคัสก์ ๑ ดีนเสียงจากลำโพงหรือหูฟัง

ในการเสนอเนื้อหาในตอนต้นบทเรียน จะมีคำแนะนำในการเรียน ประกอบกับรูปภาพจากวิดีโอ จบแล้วนักเรียนสามารถ ถามคำถามจากวิดีโอ แนะนำการเข้าถึงบทเรียนได้จากเมนู ส่วนล่างของจอจะมีข้อความบอกว่าหลังจากกิจกรรมนี้แล้วผู้เรียนจะทำอะไรได้บ้างซึ่งอาจจะเป็นส่วนหนึ่งของวิดีโอหรือคู่มือวิดีโอใหม่ทั้งหมดหรือต้องการอ่านข้อความสรุปการเข้าถึงบทเรียน สามารถจะออกไปทำแบบทดสอบหลังเรียน (posttest) เลย หรืออาจจะออกจากบทเรียนเลย ก็ย่อมทำได้ข้อความดังกล่าวจะเป็นข้อความสั้น ๆ อยู่ตอนล่างของจอ

ผู้เรียนสามารถเรียนได้จากการใช้นิ้วแตะที่จอเพื่อ เลือกหัวข้อที่จะเรียนจากเมนูบนจอ เนื้อหาความรู้ถูกนำเสนอในลักษณะของสื่อผสม ทั้งข้อความ ภาพ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง หลังจากนั้นผู้เรียนอาจจะเลือกทำกิจกรรมการเรียนโดยการฝึกปฏิบัติ โดยการใช้นิ้วแตะจอเพื่อตอบคำถามต่างๆ หรืออาจจะตอบคำถามโดยการชี้แป้นพิมพ์ พิมพ์คำตอบที่ถูกต้องลงใบ

คอมพิวเตอร์จะบันทึกคำตอบและประเมินคำตอบนั้น คอมพิวเตอร์จะบอกว่าอะไรผิดอะไรถูก สำหรับคำตอบที่ผิด คอมพิวเตอร์จะเป็นผู้จัดการเสนอเนื้อหาเพิ่มเติมในส่วนที่ผิดนั้น แล้วผู้เรียนตอบคำถามนั้นอีกครั้งอาจจะมีเกมต่อท้ายการเรียนรู้นั้น ๆ เพื่อทำให้ประสบการณ์การเรียนรู้แน่นแฟ้นยิ่งขึ้น เมื่อจบเกมก็จะมีเนื้อหาตอนใหม่เสนอขึ้นมา

ซี เอ ๖๐ อนาคต

ผู้เรียนนั่งอยู่กับคอมพิวเตอร์ข้างหน้า ไม่มีแป้นพิมพ์ ไม่มีเมาส์ไม่มีจอยสติคแต่จะมีไมโครโฟนบอกให้คอมพิวเตอร์ทำตามคำสั่งจะมีปากกาเขียนบอกให้คอมพิวเตอร์ทำงานหรือจดบันทึกข้อความ อาจจะมีสแกนเนอร์สำหรับบันทึกภาพหรืออ่านตัวอักษรทั้งหน้ากระดาษในเวลาเพียงไม่กี่วินาที

ผู้เรียนติดต่อกับคอมพิวเตอร์ โดยการพูดเป็นส่วนใหญ่ เช่น อาจจะบอกว่า "บอกวิธีการใช้บทเรียน" พูดจบ ทั้งภาพและเสียงก็ถูกนำเสนอ ผู้เรียนจะติดต่อกับคอมพิวเตอร์เหมือน ๆ กับพูดอยู่กับครูผู้สอนคนหนึ่ง ครูที่มีความจำเป็นเยี่ยมคิดคำนวณได้ยอดเยี่ยม สามารถอธิบายพร้อมกับเสนอตัวอย่างรูปภาพได้อย่างดียิ่งคอมพิวเตอร์จะสอนอย่างไม่รู้จักเห็นคเห็น้อย ไม่รู้จักเบื่อหน่าย ไม่รู้จักคำว่า วัฏธรมมีความยุติธรรมเป็นเยี่ยม

หลังจากเรียนเนื้อหาไปแล้วส่วนหนึ่ง ผู้เรียนอาจจะขอฝึกปฏิบัติ โดยการบอกผ่านไมโครโฟนหรือเขียนหรือใช้นิ้วแตะจอ คำถามอาจจะออกมาในรูปของภาพหรือเสียงหรือทั้งภาพและเสียง หลังจากฝึกปฏิบัติไปได้สักระยะหนึ่งผู้เรียนสามารถถามคอมพิวเตอร์ว่าตนเอง มีความสามารถในระดับใดมีจุดด้อยตรงไหนบ้างคอมพิวเตอร์จะตอบถ้าผู้เรียนถาม

หลังจากเรียนจบ ผู้เรียนอาจจะขอให้คอมพิวเตอร์ สรุปผลการเรียนให้หรืออาจจะสั่งให้คอมพิวเตอร์ ช่วยสรุปบทเรียนให้หรืออาจจะคัดลอกบทเรียนทั้งหมดมาหัดก็ย่อมได้ แต่ในส่วนที่เป็นข้อสอบคอมพิวเตอร์ก็จะพิจารณาว่าจะให้หรือไม่ให้ตามลักษณะของครูที่ดี ไม่ว่าฝนจะตกแดดจะจะไม่ออกหรือฝนตก พัดผ่า เสาไฟฟ้าท้าวไฟฟ้าดับ คอมพิวเตอร์ในอนาคตก็ยังสามารถทำงานสอนได้ทั้งวัน สิ่งทีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลัวว่าจะมีสิ่งเดียวคือ ไวรัส เพราะไวรัสในปัจจุบันฤทธิ์ขนาดนี้แล้วไวรัสในอนาคตจะขนาดไหน

ซี เอ ๖๐ ที่ไม่น่าเรียกว่าซี เอ ๖๐

ผู้เรียนนั่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยการชี้แป้นพิมพ์ เนื้อหาถูกนำเสนอสู่ผู้เรียน ในลักษณะหน้าต่างหน้าต่างไม่แตกต่างจากการนำเสนอเนื้อหาในหน้าหนังสือมาพิมพ์ลงบนจอคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์อาจจะเป็นผู้ควบคุมการเสนอเนื้อหาอันยาวเหยียดบนจอ ซึ่งผู้เรียนมักจะอ่านไม่ทันจบก่อนที่จะเปิดหน้าต่างใหม่หรือผู้เรียนอาจจะเป็นผู้ควบคุมการเรียนเอง โดยการกดแป้น "กดปุ่ม return" อยู่ตลอดเวลาออกหน้าต่าง

หลังจากเสนอเนื้อหาอันยืดยาวแล้ว นักเรียนจะตอบคำถามในลักษณะของการเติมคำลงในช่องว่าง ผู้เรียนพิมพ์คำตอบลงไปถ้าตอบถูกก็จะมีคำชมเชยถ้าตอบผิดก็จะมีคำสั่งให้ลองตอบใหม่ ผู้เรียนตอบใหม่ผิดอีกก็ตอบใหม่ถูกจะกระโดดข้ามไปทำข้ออื่นก็ไม่ได้จะหาความช่วยเหลือจากที่ไหนก็ไม่ได้ ในที่สุดผู้เรียนเกิดความคับข้องใจอารมณ์เสียผู้เรียนเอื้อมมือไปดึงปลั๊กไฟออก บทเรียนจบกลางคัน

จากกรณีต่าง ๆ ที่ยกมาข้างต้น ขอยกมาได้คิดว่า ซี เอ โอ ที่ดีต้องใช้ของแพง ต้องใช้เครื่องมือประกอบมาก ๆ ของแพง ๆ หรือเครื่องประกอบต่าง ๆ นั้นถ้าใช้ไม่เป็นก็จะกลายเป็นการลงทุนที่แพงที่สุดได้ ซี เอ โอ ที่ดีไม่จำเป็นต้องแพง ของแพงไม่จำเป็นต้องดีเพราะฉะนั้นงบประมาณทางด้านเครื่องมือยังไม่มีมีความสำคัญ ทัดเทียมกับความรู้ ทักษะ และความอุตสาหสาหในการพัฒนาบทเรียนของผู้สร้างบทเรียนอย่างแน่นอน

การคือผู้ฯ ซี เอ โอ

หลาย ๆ คนยังมีความคิดว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะใช้อยู่เฉพาะวงการศึกษาก็ใช้ เป็นเครื่องมือสื่อการสอนในสถาบันการศึกษาเป็นส่วนนำใหญ่ความคิดนี้ออกจะคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงไป ความก้าวหน้าทางด้านการสื่อสาร ทำให้มนุษย์สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ แนวทางปฏิบัติงานและเทคนิคใหม่ๆ ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย ผลก็คือมีการนำความรู้แนวทางปฏิบัติใหม่ ๆ มาใช้ในการปฏิบัติงานในทุกวงการไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษาด้านธุรกิจบริการด้านการปกครองและกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชน การนำความรู้วิธีการใหม่ ๆ มาใช้ในการปฏิบัติงานนี้ ทำให้บุคลากรในหน่วยงานนั้น ๆ ต้องแสวงหาความรู้ที่ทันกับการเปลี่ยนแปลง ความรู้ดังกล่าวนี้ไม่สามารถจะเรียนรู้ได้จากหลักสูตรการศึกษานในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ได้ ผลก็คือบุคลากรเหล่านั้นต้องศึกษาหาความรู้หรือหาแหล่งความรู้ หรือประสบการณ์ด้วยตนเองนั่นก็คือการเรียนรู้ ความรู้ใหม่ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติงานนั้นจะเกิดขึ้นในทุกแห่งหนไม่เฉพาะจะต้องเกิดขึ้นในโรงเรียนเท่านั้น

ดังนั้นผู้ที่ใช้ ซี เอ 10 อาจจะเป็น

1. ผู้ที่จบการศึกษาตามหลักสูตรไปแล้ว และกำลังปฏิบัติงานหรือประกอบอาชีพประจำอยู่โดยทั่ว ๆ ไป บุคคลดังกล่าวอาจจะเป็นนักธุรกิจ หัวหน้าสถานประกอบการพนักงาน เจ้าหน้าที่ของรัฐบาลหรือรัฐวิสาหกิจหรือแม้แต่ พ่อค้าแม่ค้าที่ประกอบธุรกิจส่วนตัวและรวมถึงเกษตรกร ชาวไร่ชาวนา ที่ต้องการปรับปรุงผลผลิตเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

กล่าวมาถึงตรงนี้หลายท่านอาจจะเกิดความเห็นคัดค้านว่า พ่อค้าแม่ค้าชาวไร่ชาวนา ไม่น่าเหมาะกับการใช้ ซี เอ 10 ผู้เขียนใคร่ขอให้ลองพิจารณาว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็วชนิดที่เราเองคาดไม่ถึงเมื่อ 5 ปีที่แล้วเคยมีใครคิดไหมว่า ประเทศไทยจะมีดาวเทียมของตนเอง เคยคิดไหมว่าทุกตำบลในประเทศไทยจะมี โทรศัพท์ใช้ เคยคิดไหมว่า ชาวนาในประเทศไทยจะลดจำนวนลงอย่างมากมายและชาวไร่ชาวนาจะกลายเป็นผู้มีเงินมีอำนาจในการซื้อสูงเหมือน ๆ กับชาวนานาประเทศพัฒนาทั้งหลาย ถ้าชาวนามีเงิน มีความต้องการจะปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตของตนเป็นไปได้อย่างไรที่จะหาคอมพิวเตอร์สักเครื่องแล้วหาบทเรียนที่ตรงกับความต้องการของตน แล้วมาศึกษาด้วยตนเองที่บ้าน

2. ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษา ในลักษณะมหาวิทยาลัยเปิด การศึกษาต่อเนื่อง การศึกษานอกระบบหรืออื่น ๆ ที่มีลักษณะเดียวกัน การศึกษาลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าว มีลักษณะร่วมกันอยู่ คือ ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเข้าเรียนในสถาบันการศึกษาที่จัดการเรียนการสอนตามปกติ แต่ผู้เรียนจะเรียนด้วยตนเองจากสื่อต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ ทางโทรศัพท์ โทรสาร หรือจากสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ สื่อต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้มีลักษณะด้อยอยู่อย่างหนึ่งคือ ขาดปฏิสัมพันธ์ที่ติกล่าวคือผู้เรียนไม่สามารถตอบโต้กับบทเรียนเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในสื่อได้อย่างทันทีทันใดมีผลทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ต่ำ ถ้าเทียบกับการเรียนรู้ในห้องเรียนซึ่งผู้เรียนสามารถตอบโต้กับผู้สอนได้ทันทีทันใด

ลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถตอบโต้กับผู้สอนได้ทันทีทันใด และรู้ผลของการตอบโต้ในทันที คือ ลักษณะการเรียนรู้จาก ซี เอ 10 นั้นเอง เป็นที่กล่าวได้อย่างน่าใจว่า ซี เอ 10 จะมีบทบาทอย่างมากในการสนับสนุนการเรียนการสอนในลักษณะดังกล่าว ในปัจจุบันมีการผลิตบทเรียนลักษณะดังกล่าวและใช้ในระบบมหาวิทยาลัยเปิด เช่น มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช หรือมหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยเปิดทั้งสองแห่งนี้ให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยรามคำแหงได้วางรากฐานในการที่จะพัฒนาและใช้ ซี เอ 10 ในการเรียนการสอนในระบบมหาวิทยาลัยเปิดเป็นอย่างดีทีเดียว

3. ผู้เข้ารับการฝึกอบรมในความรู้เฉพาะด้านหรือทักษะเฉพาะต่างๆ บุคคลดังกล่าว เป็นผู้ที่เข้ารับการฝึกอบรมที่จัดโดยหน่วยงานทั้งภาคราชการ เอกชนที่มีจุดมุ่งหมายในการให้ความรู้เฉพาะด้าน หรือทักษะเฉพาะด้านแก่บุคลากรของตน ซี เอ 10 จะถูกนำมาใช้เป็นกิจกรรมหลักหรือกิจกรรมเสริมของหลักสูตรการฝึกอบรมก็เป็นได้ ตัวอย่างเช่น การฝึกอบรมเรื่อง "ยุทธศาสตร์ การขาย" อาจจะมีการใช้ ซี เอ 10 นำเสนอเนื้อหา ยุทธศาสตร์การขายในลักษณะของข้อความประกอบรูปภาพเคลื่อนไหว มีการตอบคำถาม มีการฝึกปฏิบัติต่าง ๆ ได้อย่างดี และอาจจะใช้ ซี เอ 10 ในลักษณะสถานการณ์จำลองเพื่อให้ผู้เข้าฝึกอบรมได้ใช้วิธีการของตนเองในการแก้ปัญหา และรู้ผลในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างทันทีทันใด

4. ผู้ประกอบวิชาชีพชั้นสูงหรือผู้ที่ต้องอาศัยความสามารถพิเศษในการปฏิบัติงานวิชาชีพชั้นสูง หลายสาขาที่ผู้ประกอบวิชาชีพนั้นต้องมีความแน่นอน เทียบตรงในการปฏิบัติงาน เช่น อาชีพนักบิน อาชีพแพทย์ อาชีพทนายความ เป็นต้น ผู้ประกอบอาชีพเหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝน ฝึกปฏิบัติเป็นอย่างดี ผู้ให้ความรู้ต้องมีความสามารถอย่างสูง เครื่องมือและวิธีการในการฝึกฝนจะต้องสามารถฝึกความสามารถของผู้ประกอบกิจกรรมได้อย่างลึกซึ้ง เทียบตรง สื่อและกิจกรรมที่ช่วยให้เกิดสิ่งดังกล่าวได้ คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้สอนการผ่าตัดของแพทย์ได้เป็น อย่างดีช่วยในการฝึกการวินิจฉัยโรค ฝึกการสั่งจ่ายยาให้แก่คนไข้ ตาม อาการต่าง ๆ ได้และรับรู้ผลของการกระทำได้อย่างทันทีทันใด โดยที่ไม่ต้อง เสี่ยงกับการตอบของคนไข้แต่อย่างใด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำให้นัก เรียนในโรงเรียนหรือวิทยาลัยแพทย์ต่าง ๆ สามารถเรียนกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ที่สุดได้อย่างชนิดที่ไม่เคยทำได้มาก่อน

การฝึกนักบินเป็นกิจกรรมอีกประเภทที่ใช้คอมพิวเตอร์ในลักษณะ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่อย่างต่อเนื่องโปรแกรมฝึกบินจำลอง (flight simulations) เป็นลักษณะของการใช้สถานการณ์จำลองในการฝึกบินของนัก บินที่ยังไม่มีประสบการณ์หรือแม้แต่นักบินที่มีประสบการณ์ในการบิน แต่ต้องการ ฝึกการตัดสินใจในสถานการณ์ภาวะคับขันต่าง ๆ ในการขับเครื่องบินได้ดีมาก

อาชีพนายความเป็นอีกอาชีพหนึ่งที่ต้องการความสามารถในการ ปฏิบัติงานสูง ทั้งนี้เนื่องจากผลจากการปฏิบัติงานนั้นเกี่ยวข้องกับอนาคต เกี่ยว ข้องกับความเป็นความตายของลูกความ ความผิดพลาดในการว่าความ (ถ้า ไม่ได้รับการฝึกฝนที่ดี) มีผลอย่างยิ่งต่อส่วนรวม ดังนั้น ถ้าผู้ที่จะเป็นนาย ความได้ผ่านการว่าความจากสถานการณ์จำลองต่าง ๆ จากคอมพิวเตอร์จะ ทำให้ทนายความหน้าใหม่มีความรู้และประสบการณ์เท่า ๆ กับทนายความมือ ตีในเวลานั้นสั้นมาก ๆ ได้

อีกตัวอย่างหนึ่งของอาชีพชั้นสูง คือ วิศวกรหรือสถาปนิก ในการ ฝึกฝนวิชาการออกแบบ สำหรับวิศวกรหรือสถาปนิกสามารถใช้คอมพิวเตอร์ ในลักษณะสถานการณ์จำลองในการฝึกปฏิบัติได้ดีมาก อาจจะเป็นการฝึกการ เขียน สเป็ค ฝึกการตรวจงานหรืออื่น ๆ อีกมาก

5. นักเรียนนักศึกษา ในโรงเรียนในวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัย ซี เอ โอ สามารถใช้ในห้องเรียนลักษณะของสื่อการสอน หรือใช้สำหรับการ เรียนการสอนซ่อมเสริมนอกหรือในชั่วโมงเรียน ซี เอ โอ สามารถใช้ สำหรับการเรียนรู้เนื้อหาพิเศษอื่น ๆ หรือบทเรียนต่าง ๆ ด้วยตนเอง นอก ห้องเรียน นอกเวลาเรียน และสามารถใช้ในการฝึกปฏิบัติหรือแม้แต่เกม การศึกษาเพื่อเสริมเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว

อนาคตของ ซี เอ 10 ในห้องเรียนนั้นยังไม่แจ่มใสสำหรับปัจจุบันเนื่องจากภาระหน้าที่ของครูผู้สอนปกติยังอยู่ที่การสอน การทำกิจกรรมต่าง ๆ ในห้องเรียนหรือหน้าห้องเรียน ต่อหน้าผู้เรียนอยู่ เพราะฉะนั้นบทบาทของ ซี เอ 10 ในห้องเรียนจึงยังจำกัดอยู่เพียงแค่เป็นสื่อการสอนของครู และก็ยังไม่มีความจำเป็นมากที่จะต้องทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนเพราะครูผู้สอนปกติก็มีอยู่แล้ว

จึงไม่เป็นที่น่าแปลกใจว่า ซี เอ 10 จะไม่ค่อยมีบทบาทเท่าไรในการสอนในห้องเรียนปกติในปัจจุบัน แต่ก็เป็นที่น่าดีใจว่า ผู้ที่ให้ความสำคัญและเอาใจจริงเอาใจกับ ซี เอ 10 ส่วนใหญ่จะมาจาก สถาบันการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นโรงเรียนหรือวิทยาลัยหรือมหาวิทยาลัย

จุดเด่น จุดด้อย ของ ซี เอ 10

ในการพิจารณาจุดเด่นจุดด้อยของ ซี เอ 10 ผู้เขียนขอเสนอแนวทางการพิจารณาไว้ 2 แนวทาง แนวทางแรกพิจารณาในลักษณะว่า ซี เอ 10 สื่อลักษณะหนึ่งในการศึกษาซึ่งคนส่วนใหญ่เห็นพ้องว่า ซี เอ 10 เป็นสื่อชนิดหนึ่งเพื่อใช้ในการเรียนการสอน แนวทางที่สองพิจารณาในลักษณะว่า ซี เอ 10 เป็นผู้ที่ทำหน้าที่สอนด้วยตัวของมันเอง ความแตกต่างของซี เอ 10 ใน 2 ลักษณะนี้คือ ซี เอ 10 ในลักษณะของสื่อการสอนนั้น ซี เอ 10 เป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยถ่ายทอดความรู้ประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน ในกรณีนี้ประสิทธิภาพของ ซี เอ 10 จะพิจารณาจากความสามารถในการใช้สื่อ ซี เอ 10 ของผู้เรียนหรือผู้สอนอีกประเภทหนึ่ง ดังนั้นการพิจารณาจุดเด่นจุดด้อยก็มองใน 2 ประการนี้

ส่วน ซี เอ 10 ในลักษณะของผู้ทำหน้าที่สอนนั้น ซี เอ 10 ทำหน้าที่มากกว่าการเป็นสื่อการสอน แต่รวมถึงการจัดการ การดำเนินการสอน ทั้งกระบวนการซึ่งรวมถึงการใช้สื่อการสอนอยู่ด้วย การประเมินจุดเด่นจุดด้อยของ ซี เอ 10 ในลักษณะนี้ จะต้องประเมินเมื่อเทียบกับการสอนด้วยครูตามปกติ

อย่างไรก็ตามแม้ว่าปัจจุบัน เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สามารถทำ
หน้าที่ซี เอ ไอ ทำหน้าที่สอนด้วยตัวของมันเองได้แล้วก็ตาม แต่การพัฒนา
อยู่ขั้นต้น ๆ เท่านั้น ดังนั้นในที่นี้จะกล่าวถึง ซี เอ ไอ ในลักษณะของ
สื่อการสอนเท่านั้น

จุดเด่นของ ซี เอ ไอ

ซี เอ ไอ มีจุดเด่นเหนือกว่าสื่ออื่น ๆ ทางการศึกษาอยู่หลาย
ประการดังต่อไปนี้

1. ซี เอ ไอ ดีกว่าสื่ออื่น ๆ ในด้านของความสามารถในการ
ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน กล่าวปฏิสัมพันธ์หมายถึง การแลกเปลี่ยนข้อมูล การตอบ
รับโดยตรงระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์อย่างทันทีทันใด มีลักษณะใกล้เคียง
กับการที่ผู้เรียนติดต่อสื่อสารกับครูผู้สอน ตัวอย่าง เช่น คอมพิวเตอร์เสนอ
เนื้อหา และผู้เรียนต้องตอบสนองตามเนื้อหากิจกรรม คอมพิวเตอร์สามารถ
ดำเนินการได้อย่างใดอย่างหนึ่งในการสอน โดยการวินิจฉัยจาก การตอบสนอง
ของผู้เรียน ลักษณะเช่นนี้สื่ออื่น ๆ ทำไม่ได้หรือทำได้ก็ไม่ดี เท่ากับ
คอมพิวเตอร์ ความสามารถทางด้านปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนนี้เป็นประเด็นสำคัญ
มากในการเรียนการสอน เพราะนอกจากการมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องจะ
สามารถถึงความสนใจของผู้เรียนไว้ได้แล้ว ยังทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน
กิจกรรมการเรียนอยู่ตลอดเวลาด้วย ความสามารถส่วนนี้ของคอมพิวเตอร์นับ
ว่าเป็นจุดเด่นมาก ๆ ที่เดียว

2. ซี เอ ไอ ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้ราย
บุคคล (individualization) ได้ดี การเรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือการ
เรียนรู้ตามเอกัตภาพ เป็นวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ลักษณะการเรียนรู้ในลักษณะตัวต่อตัวของ ซี เอ ไอ สามารถทำให้รู้ได้
ว่าผู้เรียนนั้นเข้าใจมากน้อยเพียงใด คอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลจากการ
ทำกิจกรรมของผู้เรียน มาประเมินและจัดการกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสม
ให้กับผู้เรียนนั้น ๆ ได้ คล้าย ๆ กับมีครูคนหนึ่งมานั่งสอนตัวต่อตัวเลยที่
เดียว แต่การเรียนตัวต่อตัวกับคอมพิวเตอร์นั้นผู้เรียนจะมีความอดทนน้อยกว่า

การเรียนรู้ตัวต่อตัวกับครู เพราะผู้เรียนจะไม่รู้สึกอึดอัดหรือจะตอบผิดหลาย ๆ ครั้งก็ไม่ทำให้คอมพิวเตอร์หัวเสียได้ ความอึดอัดนี้เกิดขึ้นจากความรู้สึกอึดอัดจะไม่มี แต่จะมีความรู้สึกท้อแท้ ท้อถอย ถ้าโปรแกรมออกแบบไม่ดี

ในเรื่องของความสามารถในการทำให้เกิดการเรียนรู้ตามเอ็กต์บุคคลนี้มีสื่ออยู่หลายประเภททีเดียว ที่สามารถสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ตามเอ็กต์สภาพได้ เช่น บทเรียนโปรแกรม ชุดการสอน ศูนย์การเรียนรู้ และสื่ออื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามถ้าพิจารณาตามความสามารถในการดำเนินกิจกรรมแล้วจะเห็นว่าคอมพิวเตอร์เหนือกว่ามากเพราะสื่ออื่น ๆ นั้น ผู้เรียนต้องดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งต่างจากคอมพิวเตอร์ที่คอมพิวเตอร์เป็นผู้เสนอกิจกรรม ผู้เรียนทำหน้าที่ตอบสนองจุดนี้คอมพิวเตอร์ได้เปรียบมากเพราะผู้เรียนจะไม่เบื่อหน่าย ลักษณะอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์ได้เปรียบสื่ออื่น ๆ ก็คือความทันทีทันใดและความดึงดูดใจของสภาพเคลื่อนไหวและเสียง

3. ความสามารถในการบริหารและการจัดการ เนื่องจาก ซี เอ 10 สามารถใช้สอนได้ไม่ว่าจะมีครูอยู่หรือไม่ ดังนั้นจึงทำให้ง่ายต่อการบริหารหรือการจัดการ ในการเรียนการสอน อาจจะใช้ ซี เอ 10 ในช่วงเย็นหลังจากครูส่วนใหญ่อกลับบ้านแล้วหรืออาจจะใช้สอนในช่วงวันหยุดก็ยังทำได้ การที่ไม่จำเป็นต้องมีครูประจำการเรียนใช้ ซี เอ 10 ทำให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้หลาย ๆ หัวเรื่องหรือหลายวิชาได้ ในเวลาเดียวกันแก่ผู้เรียนจำนวนมาก

ซี เอ 10 นับว่าเหมาะสมมากสำหรับการสอนผู้เรียน กลุ่มย่อย ๆ ที่สนใจเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งหรือวิชาใดวิชาหนึ่ง เพราะว่าการจะหาครูมาสอนนักเรียนกลุ่มย่อย ๆ นั้นจะเป็นการลงทุนที่แพงกว่า การสอนด้วย ซี เอ 10 มาก

4. ความประหยัดในการใช้ ซี เอ 10 ต้องใช้ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์แต่อย่างไรก็ตาม การลงทุนของฮาร์ดแวร์นั้นลงทุนเพียงครั้งเดียวก็สามารถใช้ได้เป็นเวลายาวนานซึ่งต่างจากการลงทุนในการจ้างครูผู้สอน เนื่องจากจะต้องจ่ายค่าจ้างหรือเงินเดือนอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ซี เอ 10 จะประหยัดกว่าการใช้ครูสอนถ้าพิจารณาในระยะยาว สำหรับซอฟต์แวร์หรือบทเรียน ซี เอ 10 นั้นถูกมากในการทำสำเนา ถ้าพิจารณาราคาในการทำสำเนา บทเรียนแล้ว เกือบจะพูดได้ว่าไม่มีค่าใช้จ่ายอะไรเลย ซึ่งต่างจากสื่อการสอนอื่น ๆ

5. ความสามารถในการตั้งใจ เราความสนใจ ผู้เรียนส่วนมากจะชอบบทเรียน ซี เอ 10 เหตุผลของการชอบ ซี เอ 10 นั้นแตกต่างกันไป ผู้เรียนบางคนชอบ ซี เอ 10 เพราะรู้สึกว่ายากจาก ซี เอ 10 แล้วสบายใจ และไม่เครียดเหมือนกับเรียนจากครูผู้สอน บางคนชอบ ซี เอ 10 เพราะว่ามี ความสนใจในคอมพิวเตอร์ บางคนชอบความท้าทาย ความรวดเร็วทันใจในการเรียน ในการทำกิจกรรม บางคนชอบ ซี เอ 10 เพราะเห็นว่ายากสามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพบางคนชอบเพราะตนเองสามารถควบคุมกระบวนการเรียนด้วยตนเองได้ และรวมถึงความแปลกใหม่ของ ซี เอ 10 ที่ทำให้ผู้เรียนสนใจบทเรียน

6. สามารถบอกผลของการกระทำได้ทันทีทันใด ซี เอ 10 เป็นสื่อที่สามารถบอกผลของการกระทำให้ผู้เรียนทราบได้ทันทีทันใดในส่วนของวินาที หรือกล่าวได้ว่าภายในพริบตา ซึ่งสื่ออย่างอื่นที่ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำได้สำหรับการตอบสนองบางลักษณะที่ต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ประเมินผล ซี เอ 10 ก็สามารถทำได้ดีและรวดเร็วที่สุด ซึ่งแม้แต่ครูผู้สอนชั้นเรียน ก็ไม่สามารถทำได้ดีและรวดเร็วถึงครึ่งของความสามารถของ ซี เอ 10 ด้วยซ้ำไป คุณสมบัตินี้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ ซี เอ 10 เป็นสื่อที่มีทั้งประสิทธิภาพ (efficiency) และประสิทธิผล (effectiveness)

7. สามารถเก็บบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนได้ง่าย บทเรียน ซี เอ 10 สามารถพัฒนาให้เก็บบันทึกผลการเรียนของผู้เรียนได้ทุกรูปแบบ สามารถคิดคำนวณและพิมพ์ออกมาเป็นรายงานผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างง่ายดายโดยการนี้ถ้าให้ครูผู้สอนเป็นผู้ทำจะต้องใช้เวลาและแรงงานมากทีเดียว

8. ความคงที่คงวาของบทเรียน บทเรียนจาก ซี เอ 10 นั้นสามารถสอนเนื้อหาได้อย่างคงที่คงวาและสามารถทำให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการสอนได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่เนื้อหาเดียวกันนี้ถ้าให้ครูสอนย่อมเป็นที่แน่นอนว่า การสอนของครูแต่ละครั้งจะไม่เหมือนกัน ซึ่งหมายความว่าผู้เรียนจะได้รับเนื้อหาประสบการณ์ไม่เหมือนกัน

นอกจากความคงที่คงวาในการเสนอเนื้อหาแล้ว ซี เอ ๒๐ ยังสามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้ดีกว่า ครูผู้สอนมาก ยิ่งกว่านั้นซี เอ ๒๐ ยังช่วยให้นักิจกรรมการเรียนการสอน ดำเนินไปได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งการเรียนการสอนตามปกติของครูผู้สอน อาจทำไม่ได้ ตัวอย่างเช่น ครูสั่งงานให้ผู้เรียนไปทำกิจกรรมหลังจากเรียนเนื้อหาหลักไป แล้ว ในกรณีนี้ผู้เรียนบางคนอาจจะไม่ทำกิจกรรมนั้น ๆ แต่ถ้าผู้เรียนเรียนกับบทเรียน ซี เอ ๒๐ แล้ว ผู้เรียนจำเป็นต้องทำกิจกรรมดังกล่าวเพื่อที่จะทำการเรียนให้สมบูรณ์และถ้าผู้เรียนไม่เรียนก็จะปรากฏเป็นรายงานไว้ว่าผู้เรียนดังกล่าวมิได้ทำกิจกรรมนั้น ๆ ถ้าผู้เรียนเรียนกับครูผู้สอนตามปกติการควบคุมติดตามผลในลักษณะนี้จะเป็นไปได้ยากมาก

๑. ความสามารถในการควบคุมการเรียนด้วยตัวผู้เรียนเอง ลักษณะนี้เป็นลักษณะพิเศษที่ กระบวนการสอนด้วยสื่ออื่น ๆ ไม่สามารถทำได้ หรือทำได้ไม่ดีเท่า ซี เอ ๒๐ สำหรับ ซี เอ ๒๐ แล้ว ผู้พัฒนาบทเรียนสามารถสร้างบทเรียนให้ผู้เรียนมีโอกาสเลือกเรียนหรือตัดสินใจที่จะเรียนเนื้อหาใด ๆ ได้ตามความสนใจความต้องการ หรือความสามารถของแต่ละคน ผู้เรียนสามารถที่จะเลือกลำดับของเนื้อหาที่ตนจะเรียนได้ว่าตนควรจะเรียนอะไรก่อนอะไรหลัง จะทำข้อสอบหลังเรียนเมื่อใด จะทำแบบฝึกหัดเมื่อใดมากน้อยเพียงใด ต้องการทบทวนบทเรียนหรือไม่ และเมื่อใดต้องการความช่วยเหลือหรือข้อมูลเพิ่มเติมหรือไม่ และการตัดสินใจอื่น ๆ

อย่างไรก็ตาม การตัดสินใจโดยผู้เรียนนี้ในบางกรณีเป็นผลดีต่อผู้เรียนแต่ในบางกรณีผู้เรียนอาจจะไม่สามารถตัดสินใจในหลาย ๆ อย่างด้วยตนเองได้ เช่นการตัดสินใจว่าจะเรียนเนื้อหาใดก่อน เนื้อหาใดหลัง ผู้เรียนอาจจะบอกไม่ได้ถ้าผู้เรียนยังเด็กเกินไปที่จะเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหานั้นๆ

จุดช่วยของ ซี เอ ๒๐

ซี เอ ๒๐ ก็เหมือนกระบวนการสอนโดยทั่ว ๆ ไปที่มีจุดอ่อนอยู่ในตัวการที่ผู้ออกแบบบทเรียนทราบถึงจุดอ่อนต่าง ๆ จะช่วยทำให้ลดจุดอ่อนดังกล่าวหรือพยายามควบคุมจุดอ่อนต่าง ๆ ให้มีผลน้อยที่สุดได้ ในที่นี้จะกล่าวถึงจุดอ่อนที่สำคัญ ๆ และเสนอแนะแนวทางในการทดแทนส่วนบกพร่องต่าง ๆ นั้น

1. ซี เอ ไอ จำเป็นต้องใช้เครื่องมือราคาแพง การใช้ซี เอ ไอ ต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ร่วมด้วย และเครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าวราคาแพงกว่าหนังสือและสื่ออื่น ๆ โดยส่วนใหญ่

ในปัจจุบันปัญหาเรื่องของขนาดของเครื่องคอมพิวเตอร์ และความแตกต่างของเครื่องคอมพิวเตอร์ยังเป็นปัญหาใหญ่ของการใช้ ซี เอ ไอ กล่าวคือ การใช้ซี เอ ไอ ต้องทำในสถานที่ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ และต้องเข้าบทเรียนกับเครื่องชนิดที่เข้ากันได้กับบทเรียนเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ปัญหาเรื่องของขนาดและความแตกต่างในชนิดของเครื่องกับบทเรียนจะหมดไปในอนาคต เพราะปัจจุบันมีคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหนังสือที่สามารถทำงานได้ทัดเทียมกับคอมพิวเตอร์เครื่องใหญ่ ๆ แล้วเช่นเดียวกันกับระบบของคอมพิวเตอร์ในอนาคตอันใกล้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถใช้กันได้กับเครื่องต่างชนิดกันเหมือน ๆ กับแท็บเล็ตความเสี่ยง

2. มีความยากลำบากในการตรวจสอบเนื้อเรื่องภายใน เนื่องจากการใช้ ซี เอ ไอ จำเป็นต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นแม้ว่าจะมีตัวโปรแกรมอยู่ก็ไม่สามารถตรวจสอบเนื้อหาภายในได้ ไม่เหมือนหนังสือ ตำรา ซึ่งผู้เรียนสามารถเปิดดูตรวจสอบเนื้อหาภายในได้ง่าย และถ้าบทเรียน ซี เอ ไอ นั้นมีได้ออกแบบมาอย่างดี แม้ว่าจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ก็ไม่สามารถจะตรวจสอบเนื้อหาได้อย่างง่ายดาย ในเวลาอันสั้นเหมือนกับหนังสือ ตำรา ในทางตรงกันข้าม ถ้า ซี เอ ไอ ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดี การตรวจสอบเนื้อหา จะทำได้ง่ายรวดเร็วและดีกว่าหนังสือตำราทั่ว ๆ ไปมาก

ในการที่จะหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว ผู้พัฒนาบทเรียน ซี เอ ไอ จึงควรจะต้องแบ่งบทเรียนออกเป็นชุด ๆ และมีเมนูหลาย ๆ ระดับ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนหรือผู้ที่เข้าบทเรียนสามารถตรวจสอบเนื้อหาภายในได้อย่างง่ายดายอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการตรวจสอบเนื้อหาภายในบทเรียนก็คือการเตรียมคู่มือการเข้าหาละเอียดในส่วนของเนื้อหาที่จะทำห้ลดปัญหาเรื่องนี้ได้

3. การเรียนจาก ซี เอ ไอ ต้องใช้ การอ่าน การฟัง และการดูมากถ้าเทียบกับการสอนด้วยครู และไม่สามารถเสนอประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียนได้ด้วยตัวของมันเอง ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนได้รับความรู้จากจอหรือจากลำโพงหรือหูฟังเท่านั้น โอกาสจะใช้มือสัมผัส ใช้จุ่มกตมกลิ่นหรือใช้ลิ้นลิ้มรส นั้นทำไม่ได้

อย่างไรก็ตาม จุดอ่อนดังกล่าวนี้เกิดขึ้นกับสื่อการสอนประเภทที่ต้องใช้การดูจากจอหรือการฟังทุกประเภท

4. การพัฒนาบทเรียนต้องให้ผู้มีความสามารถสูงกว่า การพัฒนาสื่อการสอนประเภทอื่น เนื่องจากบทเรียน ซี เอ 10 นั้นเป็นสื่อการสอนที่มีเนื้อหาและกิจกรรมอยู่ภายใน การพัฒนาจึงต้องพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ อย่างถ้วนทั่วโดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำให้บทเรียนมีความสามารถสูงเหนือสื่ออื่น ๆ นั้น ผู้พัฒนาบทเรียน ซี เอ 10 ต้องสามารถมองเห็นถึงจุดอ่อนจุดแข็งของคอมพิวเตอร์ ต้องมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์พอสมควร และควรจะมีความรู้ในเรื่องของภาษาคอมพิวเตอร์หรือภาษาสำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตามถ้ามองถึงอนาคตแล้ว การพัฒนาบทเรียน ซี เอ 10 จะไม่จำเป็นต้องใช้ความรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์อย่างในปัจจุบันแต่อย่างใด ภาระใหญ่สำหรับการพัฒนาบทเรียน ซี เอ 10 จะอยู่ที่การออกแบบการเรียนการสอนเสียส่วนใหญ่

5. การพัฒนาบทเรียน ซี เอ 10 ต้องใช้เวลาในการพัฒนานานกว่าการพัฒนาสื่ออื่น ๆ กระบวนการพัฒนา ซี เอ 10 นั้นค่อนข้างจะมีขั้นตอนที่ละเอียดและซับซ้อน ทั้งนี้เนื่องจาก ซี เอ 10 นั้น ปกติจะสามารถตอบสนองความแตกต่างของผู้เรียนได้ดี ดังนั้น เนื้อหาก็คงตามกิจกรรมต่าง ๆ ก็ตามต้องมีการออกแบบอย่างแยบยล ซึ่งกระบวนการนี้ ต้องใช้เวลาานกว่าการพัฒนาสื่ออื่น ๆ อย่างแน่นอน

นอกจากกระบวนการพัฒนาแล้ว ผู้พัฒนายังต้องทำการทดลองใช้บทเรียนเพื่อการปรับปรุง ในส่วนต่าง ๆ

6. ซี เอ 10 ไม่สามารถเรียนรู้สภาพภายนอกของผู้เรียนได้ ในขณะที่ครูผู้สอนสามารถสังเกตเห็นลักษณะต่าง ๆ นี้ได้และสามารถปรับปรุงกิจกรรมการเรียน ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ ยกตัวอย่างครูผู้สอนสามารถปรับกิจกรรมการเลคเชอร์ เป็นกิจกรรมประเภท เกม ได้เมื่อเห็นผู้เรียนส่วนใหญ่ง่วงนอนลักษณะอย่างนี้ คอมพิวเตอร์ยังทำไม่ได้และคาดว่าจะต้องใช้เวลาในการพัฒนาเทคโนโลยีอีกระยะหนึ่งที่เร็วกว่าที่คอมพิวเตอร์จะทำได้

งานวิจัยเกี่ยวกับประสิทธิภาพของ ซี เอ ๖๐

แม้ว่าหลาย ๆ คนจะเห็นว่า คอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติพิเศษหลายประการที่เหนือกว่าสื่อต่าง ๆ ทางการศึกษา แต่ไม่มีงานวิจัยมากนักที่สนับสนุนความเชื่อดังกล่าว กล่าวคือเมื่อมีการวิจัยเปรียบเทียบการสอนด้วย ซี เอ ๖๐ กับการสอนตามปกติ ผลที่ได้มักจะออกมาว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Elark, 1984, a : Dence 1980; Leiblum, 1982) แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาวิเคราะห์ผลงานวิจัยทาง ซี เอ ๖๐ จำนวน 42 งานวิจัยที่มีการควบคุมที่ดีซึ่งทำกับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย (ในสหรัฐอเมริกา) ผลปรากฏว่าบทเรียน ซี เอ ๖๐ มีประสิทธิภาพในการสอนในบางเนื้อหาเมื่อเทียบกับการสอนตามปกติ และยังปรากฏว่า ซี เอ ๖๐ ที่พัฒนาในยุคหลัง ๆ มีประสิทธิภาพสูงกว่า ซี เอ ๖๐ ที่พัฒนาขึ้นในยุคแรก ๆ (Bangert-Drawns, Kulik, and Kulik, 1985)

ผลการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ ซี เอ ๖๐ มีได้บอกว่า ซี เอ ๖๐ มีคุณสมบัติพิเศษที่ดีกว่าสื่ออื่น ๆ (สอดคล้องกับผลงานวิจัยทางสื่อการสอนที่ชี้ให้เห็นว่าไม่มีสื่อการสอนใดสื่อการสอนหนึ่งที่ดีกว่าสื่อการสอนอื่น ๆ จากการศึกษาศรีสิทธิภาพของซี เอ ๖๐ ในการสอน พอจะสรุปได้ดังนี้

1. ซี เอ ๖๐ สามารถใช้สอนเพื่อให้ประสพผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษา เหมือนกับการสอนด้วยกระบวนการสอนอื่น ๆ
2. ถ้าเปรียบเทียบ ซี เอ ๖๐ กับการสอนด้วยสื่ออื่น ๆ ที่ไม่ใช่วิธีการสอนตามเอกัตตภาพ (ไม่สนใจความแตกต่างระหว่างบุคคล) แล้วมีแนวโน้มว่า ซี เอ ๖๐ สามารถทำให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่า ในเวลาเท่า ๆ กัน หรือสามารถเรียนรู้เนื้อหาเดียวกันในเวลาทีน้อยกว่า (Bright, 1983 ; Gleason, 1981, Splittgerber, 1979)
3. ซี เอ ๖๐ ช่วยให้ผู้เรียนจดจำเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดีอย่างน้อยเท่า ๆ กับการสอนปกติ
4. ผู้เรียนชอบ ซี เอ ๖๐ ที่พัฒนาอย่างดี และไม่ยอมรับ ซี เอ ๖๐ ที่ไม่ดี

ซี เอ โอ ถ้าพัฒนาขึ้นมาให้เป็นสื่อการสอน (แทนที่จะเป็นผู้สอน
ซึ่งปัจจุบันอาจจะยังทำหน้าที่นี้ได้ไม่สมบูรณ์) ก็จะมีคุณสมบัติไม่ต่างจากสื่อการ
สอนทางการศึกษาอื่น ๆ ที่ไม่สามารถบอกได้ว่า สื่อใดดีกว่าสื่ออื่น ๆ ทั้งนี้ขึ้น
อยู่กับว่าสื่อนั้นเหมาะสมสำหรับเนื้อหาลักษณะใด ผู้เรียนกลุ่มไหน สภาพแวดล้อม
ล้อมอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- ฉลอง ทับศรี. กระบวนการพัฒนา ซี เอ ไอ เอกสารประกอบการฝึกอบรม
เชิงปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยระบบมัลติมีเดีย.
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2536.
- _____. ซี เอ ไอ เป็นไปได้ไหมกับเมืองไทย วารสารคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2536.
- _____. กระบวนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ เอกสารประกอบการสอน
วิชาคอมพิวเตอร์กับการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
บูรพา, 2535.
- Hannafin, Michael J. and Peck, Kyle L. The Design,
Development and Evalvation of Instructional
Software. New York, Macmillan Publishing Company,
1988