

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด	
ชื่อผู้เขียน	นายสยาม คุณเศษ	
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไมตรี บุญเคลือบ	ประธานกรรมการ
	อาจารย์พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์	กรรมการ
	รองศาสตราจารย์ประจักษ์ สุกประเสริฐ	กรรมการ
	บทคัดย่อ	

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด เรื่อง คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 8 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด และแบบทดสอบวัดผลการเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่านักเรียนตาบอดสามารถเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด ได้ โดยผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ครบทั้ง 4 ข้อ มีผลการเรียนเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างน่าพอใจ

Thesis Title	Development of Computer Assisted Instruction for Blind Students	
Author	Mr. Siam Kunes	
M.Ed.	Educational Technology	
Examining Committee	Asst. Prof. Maitree Booncluarb	Chairman
	Lect. Pongsak Chaitip	Member
	Assoc. Prof. Prachak Sudaprasert	Member

Abstract

The purpose of this study was to develop computer assisted instruction for blind students. Subject consisted of 8 students from the Northern School for the Blind under Patronage of the Queen. Computer assisted instruction was constructed and developed by the researcher. The students learned through CAI and did the posttest afterward. Scores were computed using percentage.

Finding and conclusions : The blind students could learn from CAI with high gain scores. Learning achievement was satisfied.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพประกอบ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
เอกสารเกี่ยวกับคนตาบอด	4
เอกสารที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	10
เอกสารที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด	20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	23
ขั้นวิเคราะห์	24
ขั้นออกแบบ	25
ขั้นพัฒนา	30
ขั้นนำไปทดลองใช้	31
ขั้นประเมินผล	32
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	34

ช

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	39	
สรุปผลการวิจัย	40	
อภิปรายผลการวิจัย	40	
ข้อเสนอแนะ	41	
บรรณานุกรม	42	
ภาคผนวก		
ภาคผนวก ก	รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล	46
ภาคผนวก ข	แบบทดสอบวัดความรู้ก่อนเรียน/หลังเรียน	48
ภาคผนวก ค	ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ	53
ภาคผนวก ง	ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด	56
ประวัติผู้เขียน	94	

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงชื่อและอายุนักเรียนดาบอดที่ใช้เป็นกลุ่มทดลอง	24
2	แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน	25
3	แสดงเวลาที่นักเรียนดาบอดที่ใช้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	33
4	การวิเคราะห์ Item-By-Objective Analysis Table ของแบบทดสอบก่อนเรียน	35
5	การวิเคราะห์ Item-By-Objective Analysis Table ของแบบทดสอบหลังเรียน	36
6	แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การผ่านวัตถุประสงค์ของ นักเรียนดาบอดก่อนและหลังเรียน	37
7	แสดงผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ ก่อนและหลังเรียนตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	55

ณ

สารบัญภาพประกอบ

แผนภูมิ		หน้า
1	แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	19
2	แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย	23
3	แสดงการออกแบบพื้นที่บนหน้าจอภาพสำหรับรับสัญญาณจากเมาส์	27
4	แสดงแผนภูมิของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด	29
5	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบรรลุวัตถุประสงค์ของนักเรียนตาบอดก่อนและหลังเรียน	38

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จำนวนคนตาบอดในโลกคาดว่าจะมีประมาณ 39 ล้านคน โดยประมาณจากคนตาบอดจำนวน 13 ล้านคนในประเทศอินเดีย ซึ่งคิดเป็นจำนวน 1 ใน 3 ของคนตาบอดทั่วโลก (Blind Foundation for India, n.d.) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ เช่น ทางกรรมพันธุ์ มารดามีโรคในระยะตั้งครรภ์ การคลอดก่อนกำหนด โรคตา อุบัติเหตุ การขาดวิตามินเอ และสาเหตุอื่นๆ เป็นต้น (อารีย์ เพลินัชชาวิช, 2540) แต่มนุษย์เป็นทรัพยากรที่สำคัญมีค่ายิ่งกว่าทรัพยากรธรรมชาติใดๆ ซึ่งทรัพยากรมนุษย์ดังกล่าว จะต้องเป็นทรัพยากรที่มีคุณภาพ คือมีสมรรถภาพที่ดีทั้งทางร่างกาย จิตใจ สังคมและสติปัญญา ถ้าขาดสิ่งหนึ่งสิ่งใด ย่อมทำให้บุคคลผู้ซึ่งเป็นทรัพยากรที่สำคัญของสังคมและประเทศคือคุณภาพไป คนตาบอดถือได้ว่าเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่สำคัญของชาติเช่นเดียวกัน แม้ว่าจะบกพร่องในการรับรู้ทางการมองเห็นก็ตาม แต่ก็สามารถจะช่วยเหลือให้มีความเป็นอยู่ที่ดีได้ การให้การศึกษาแก่คนตาบอด จึงเป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่บุคคลเหล่านี้ในการใช้ชีวิตอยู่ในสังคมอย่างปกติสุขและมีคุณภาพชีวิตที่ดี หากบุคคลเหล่านี้ไม่ได้รับการศึกษาย่อมจะทำให้ประเทศชาติสูญเสียทรัพยากรที่มีค่าเหล่านี้ไป และเป็นภาระแก่สังคมโดยรวม

ปัจจุบันประเทศไทยได้นำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษามากขึ้น รวมทั้งมีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลทางการเรียน นักเรียนตาบอดเป็นบุคคลที่มีความบกพร่องในการรับรู้ทางการมองเห็น ดังนั้นการให้การศึกษาแก่นักเรียนตาบอดจึงต้องใช้ช่องทางในการรับรู้ที่เหลืออยู่ ดังที่ ผศ. อารยวิญญู (2523, หน้า 43) กล่าวถึงการรับรู้ของคนตาบอดว่า “ประสาทสัมผัสที่คนตาบอดใช้มากที่สุดคือทางการฟัง การสัมผัส (Tactile) ทางการเคลื่อนไหวของอวัยวะ (Kinesthetic)” ทำให้นักเรียนตาบอดไม่สามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบมาใช้ในการเรียนการสอนตามปกติ ซึ่งแสดงผลโดยใช้ตัวอักษรและภาพประกอบบนจอภาพ อันเป็นการจำกัดช่องทางในการเรียนรู้ของคนตาบอด

ดังคำกล่าวที่ว่า “ปิดตาของคุณแล้วให้ใครสักคนอ่านให้” ได้แสดงถึงความยากลำบากของคนตาบอดในการใช้คอมพิวเตอร์ เพราะคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่แสดงข้อมูลในรูปแบบของสิ่งที่มองเห็น

ได้ ดังนั้นการดัดแปลงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลให้คนตาบอดสามารถใช้งานได้ เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าเป็นสิ่งที่ท้าทายความสามารถอย่างยิ่งใหญ่ในด้านคอมพิวเตอร์ (Peter A. McWilliams 1984, p. 86-89) ซึ่ง ทรศ สุวรรณธรรมมา (2537, หน้า 7) กล่าวว่า “สำหรับคนตาบอด คอมพิวเตอร์ย่อมมีความหมายมาก สามารถแทนดวงตา แทนการสื่อสาร และที่สำคัญทำให้การเรียนรู้ไม่เสียเปรียบคนตาดีมากเกินไป”

สำหรับโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือ ในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ ได้จัดให้มีการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนในการเรียนของนักเรียน เช่น สอนการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อใช้พิมพ์ดีด เป็นต้น

อุปกรณ์ประกอบด้วย เครื่องสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesizer) และเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนในรายวิชาอื่นๆ ไม่ได้สอนด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากยังไม่มียุทธวิธีเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอดใช้ (วินัย รูปจำดี 2538)

แต่พัฒนาการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความก้าวหน้ามากขึ้นตามลำดับ ปัจจุบันคอมพิวเตอร์สามารถนำเสนอได้ทั้งตัวอักษร ภาพและเสียง ซึ่งเราสามารถนำคุณสมบัติที่เหมาะสมมาใช้กับคนตาบอดได้ คือการแสดงผลด้วยเสียง ดังนั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เหมาะสมมาใช้ในการสอนนักเรียนตาบอด จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียนตาบอดให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด และทราบแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอดในเรื่องอื่นๆต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด เรื่อง “คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด”

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรเป็นนักเรียนตาบอดโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์จังหวัดเชียงใหม่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 คน ในปี พ.ศ.2540

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีเนื้อหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ได้เพิ่มเติมอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับคนตาบอดเข้าไปเพื่ออำนวยความสะดวกแก่คนตาบอดในการใช้คอมพิวเตอร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

นักเรียนตาบอด หมายถึง ผู้ที่มีสายตาพิการ จนกระทั่งไม่สามารถได้รับการศึกษาโดยใช้สายตาได้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาการสอน โดยจัดลำดับเนื้อหาวิชาที่จะสอนและแบบฝึกหัดอยู่ในรูปของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถที่จะเรียนจากคอมพิวเตอร์ได้

แนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด หมายถึง การหาวิธีสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด เรื่อง คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด
2. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด เรื่อง คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด
3. สามารถนำไปพัฒนาการเรียนการสอนในโรงเรียนสอนคนตาบอดได้

บทที่ 2

เอกสารอ้างอิงและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแยกเป็นหมวดหมู่ตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

- เอกสารเกี่ยวกับคนตาบอด
- เอกสารที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- เอกสารที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของคนตาบอด

องค์การอนามัยโลกได้ให้คำจำกัดความของ “ตาบอด” (Blindness) ตามมูลนิธิรอสส์ เอดิงเบิร์ก สกอตแลนด์ (Ross Foundation, Edinburgh, Scotland) ว่าบุคคลที่ไม่สามารถใช้สายตาเป็นสำคัญในการประกอบอาชีพใดๆ ได้ ถือว่า “ตาบอด” (นิสิต ภิละวงศ์ 2520, หน้า 9)

ส่วน ซอลท์ (1967, หน้า 288) กล่าวว่า คนตาบอดได้แก่บุคคลที่มีคุณสมบัติทางด้านสายตาบกพร่อง เช่น มีความสามารถในการมองเห็น 20/200 หรือต่ำกว่านั้น คำว่า 20/200 หมายความว่า วัตถุชิ้นหนึ่งที่คนตาดีสามารถมองเห็นในระยะ 200 ฟุต จะต้องนำเข้ามาในระยะ 20 ฟุต คนตาบอดจึงจะมองเห็น หรือบุคคลที่มีความสามารถในการมองเห็นเกินกว่า 20/200 แต่มีมุมในการมองเห็นแคบกว่า 20 องศา ก็ถือว่าเป็นคนตาบอดเช่นเดียวกัน

สมทรง พันธุ์สุวรรณ (2529, หน้า 4) กล่าวว่า ความบกพร่องทางการเห็นหมายถึงการมองเห็นที่เกิดจากสายตาคิดปกติ อันเนื่องมาจากนัยน์ตาเหล่ ตาเข ตาบอดสี สายตาเอียง สายตาสั้น สายตาวาว สายตาไม่เท่ากัน ตาไม่มีเลนส์ ตาที่เกิดภาพไม่เท่ากันและถึงขั้นร้ายแรงที่สุดจนมองไม่เห็น คือ ตาบอด

ปัญหาและความสามารถของคนตาบอด

จากเอกสารเผยแพร่เกี่ยวกับคนตาบอดของหน่วยศึกษานิเทศ กรมสามัญศึกษา (2540, หน้า 14-23) กล่าวว่าปัญหาของคนตาบอดซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปคือ ปัญหาของความพิการทางกาย คือ

คาบอด ทำให้โอกาสที่จะเรียนรู้และรับรู้จำกัด หรือเสียเวลามากกว่าคนปกติ เรียนรู้ได้น้อยกว่าระดับสติปัญญาที่แท้จริง ในด้านสังคมก็ได้รับความพอใจ และการสนองตอบที่ได้น้อยกว่าที่ควร เพราะมีปมด้อย และปัญหาส่วนตัวทางร่างกายและจิตใจเข้ามาเกี่ยวข้อง สำหรับความสามารถของคนคาบอดและปัญหาด้านจิตวิทยาและอื่นๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการศึกษาบางประการนั้นมีดังนี้

1. จากการทดสอบทางจิตวิทยาของคนคาบอดปรากฏว่า เด็กคาบอดมี I.Q. เฉลี่ยต่ำกว่าปกติเล็กน้อยคือ 99 แต่ที่แตกต่างจากสถิติของคนปกติก็คือ พบว่าจำนวนเด็กคาบอดที่อยู่ในเกณฑ์เฉลี่ยมีน้อยกว่าเด็กคาบอดที่มี I.Q. สูงและต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย คือ I.Q. สูงกว่า 120 จำนวน 10% ต่ำกว่า 90 มี 70% และพบว่าเด็กคาบอดเพราะเนื้องอกมี I.Q. เฉลี่ยถึง 120 โดยมี I.Q. อยู่ระหว่าง 101-146 และ 78% ของเด็กเหล่านี้มี I.Q. สูงกว่า 110)

2. เด็กคาบอดไม่มีประสาทสัมผัสด้านอื่นเป็นพิเศษเหนือกว่าคนธรรมดาแต่อย่างใด กล่าวคือถ้าได้รับการฝึกฝนและใช้เหมือนกัน คนตาดีและคนคาบอดก็สามารถใช้ประสาทส่วนต่างๆ ได้พอกัน

3. มีผู้ศึกษาพบว่าเด็กคาบอดแต่กำเนิดและในวัยทารก รับรู้และเรียนรู้ได้ยากกว่าเด็กที่คาบอดเมื่อโตแล้ว และมักจะปรากฏว่าสติปัญญาดำกว่า (แต่ผลที่ปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องมาจากเด็กมีสมองพิการมาแต่กำเนิด หรือวัยทารกร่วมด้วย)

4. เด็กคาบอดในโรงเรียนอย่างน้อย 20% มีความพิการประเภทอื่นรวมด้วยอย่างน้อย 1 ประเภท

5. คนคาบอดรับรู้และเรียนรู้ด้วยวิธีต่างจากคนตาดี เพราะใช้ประสบการณ์ที่ได้จากประสาทส่วนอื่นๆ ซึ่งไม่ใช่จักขุประสาท ไม่มีใครทราบว่าโลกที่คนคาบอดแต่กำเนิดเข้าใจนั้นเป็นอย่างไร ที่แน่นอนก็คือว่าคนคาบอดจะไม่มีจินตนาการถึงภาพความฝันของคนที่คาบอดก่อนอายุ 5 ขวบ จะไม่มีภาพได้ยินแต่เสียง และใช้สัมผัสด้านอื่นๆ ไม่เห็นภาพและการเคลื่อนไหว มีจินตนาการน้อย แต่เขาก็สามารถพัฒนาความคิดรวบยอดได้อย่างดี และใช้ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปร่าง ระยะทาง ช่วงระยะ ช่องว่าง ฯลฯ ได้อย่างดีแม้ตั้งแต่นั้นจะใหญ่โตหรืออยู่ไกลเกินที่จะสัมผัสแตะต้องหรือสำรวจได้ด้วยตนเอง เด็กพัฒนาความคิดรวบยอดโดยการฟังคำบรรยายและเปรียบเทียบกับสิ่งที่เคยรู้จักมาแล้ว ทำนองเดียวกับคนตาดีเรียนรู้เกี่ยวกับรูปร่าง หรือขนาดของโลก หรือระยะทาง ไปถึงความเคราะห์ต่างๆ นั้นเอง

6. เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็กคาบอดและเด็กตาดีในระดับชั้นเดียวกัน พบว่ามีความสามารถใกล้เคียงกัน ยกเว้นวิชาคณิตศาสตร์ที่เด็กคาบอดด้อยกว่า

7. จากการศึกษาเปรียบเทียบเด็กตาบอดและเด็กตาดีที่เรียนในระดับชั้นเดียวกัน ที่ประเทศอเมริกา เมื่อ ค.ศ.1941 พบว่าเด็กตาบอดอายุสูงกว่าเด็กตาดีประมาณ 2 ปี (หรือไม่กี่อายุสมองสูงกว่า 2 ปี) ต่อมาเมื่อมีการศึกษาใช้แหล่งวิชาการที่เป็นเสียงพูดมากขึ้น เช่น การใช้เทปวิทยุ และ talking book จึงมีผู้ศึกษาต่อมาเมื่อปี 1969 พบว่าอายุของเด็กตาบอดและเด็กตาดีในชั้นเรียนเดียวกันมีความแตกต่างกันน้อยลง

8. เหตุที่เด็กตาบอดอายุมากกว่าเด็กตาดีซึ่งอยู่ชั้นเดียวกันมีหลายประการ เช่น เข้าโรงเรียนช้ากว่า เสียเวลาเพราะขาดเรียนเพื่อให้แพทย์รักษา เสียเวลาเรียนอักษรเบรลล์ เสียเวลาสร้างความอยากรู้อยากเห็นอยากสำรวจโลกที่โรงเรียนเพราะความปรารถนาเคยถูกกีดไว้เมื่ออยู่บ้าน เสียเวลาเตรียมความพร้อม เสียเวลาชั้นปฐมนิเทศในเรื่องการทรงตัวและการเคลื่อนไหว หรือเดินทางไปในที่ต่างๆ มากกว่าที่ควร และสุดท้ายคือ โรงเรียนขาดแคลนอุปกรณ์การสอนที่จำเป็นสำหรับคนตาบอด ทำให้เสียเวลาในการสอนนานเกินควร

9. คนที่ตาบอดสนิท หรือเห็นแต่แสงนั้นมีพัฒนาการทางการเคลื่อนไหวช้ากว่าปกติ และความสามารถด้อยกว่าคนตาดี โดยเฉพาะการเดินทางโดยลำพังเป็นสิ่งที่ยากที่สุดสิ่งหนึ่ง จำเป็นต้องพัฒนาความรู้สึกรับรู้ต่อเรื่องทิศทางวงเวียนให้มากที่สุด จากการศึกษาทดลองของนักจิตวิทยาหลายคนสรุปได้ว่า ความสามารถในการได้ยินเสียงหรือการใช้โสตประสาทมีความสำคัญที่สุดที่ทำให้คนตาบอดหลบหลีกเครื่องกีดขวางได้

10. ประสบการณ์จากบ้านของเด็กก่อนวัยเรียน โดยเฉพาะท่าทีและการเลี้ยงดูของบิดามารดามีผลต่อบุคลิกภาพ อารมณ์ ระดับสติปัญญา เจตคติ และการปฏิบัติตัวในสังคมหรือการดำเนินชีวิตของคนตาบอดเป็นอย่างมาก

11. ปัญหาด้านอารมณ์และสังคมของเด็กตาบอดมีผู้ศึกษาวิจัยน้อย เพราะทำได้ยาก อย่างไรก็ตามมีผู้วิจัยพบข้อสังเกตประการหนึ่งคือ เด็กที่ตาบอดสนิทมาแต่กำเนิดมีปัญหาทางอารมณ์และสังคมน้อยกว่าเด็กที่บอดไม่สนิทหรือบอดเมื่อโต และอีกประการหนึ่ง มีผู้พบว่าการที่คนตาดีมีเจตคติที่ไม่ถูกต้องต่อคนตาบอดและคนพิการมีเจตคติผิดๆ ต่อตนเองนั้น อาจเป็นเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาทางอารมณ์และสังคมมากกว่าที่ควรจะเป็นในระยะที่เริ่มจะบอด ญาติจึงควรจะได้เอาใจใส่เป็นพิเศษให้ได้พบปะพูดคุยกับคนตาบอดบ้าง โดยเฉพาะคนตาบอดที่ประสบความสำเร็จในชีวิตแล้วให้ได้เข้าเรียนในโรงเรียนที่สอนคนตาบอดหรือฝึกอาชีพสำหรับคนตาบอด ตามความเหมาะสมเมื่อถึงเวลา

12. สายตาพิการไม่ใช่สาเหตุโดยตรงที่ทำให้ระดับสติปัญญาดำ และไม่ใช่สาเหตุโดยตรงที่ทำให้เกิดปัญหาทางอารมณ์และสังคมเสมอไป เช่น เด็กที่ได้รับอุบัติเหตุที่ตาจนเบอด ระดับสติปัญญา

ไม่ได้เปลี่ยนไป แต่ถ้าตาบอดเพราะแม่เป็นหัดเยอรมันขณะตั้งครรภ์ก็เด็กอาจมีระดับสติปัญญาต่ำด้วย ปัญหาทางอารมณ์และสังคมส่วนใหญ่ก็เกิดจากสิ่งแวดล้อม เช่น ท่าทีของผู้ที่อยู่ใกล้ชิดไม่ใช่เพราะตาพิการ

13. การพัฒนาภาษาพูด มีผู้พบว่าเสียงของคนตาบอดมักราบเรียบ ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนระดับเสียง หรือความหนักเบาของเสียง ส่วนมากมักพูดเสียงดังกว่า และช้ากว่าคนปกติ ไม่ค่อยใช้สีหน้าท่าทางประกอบคำพูด ริมฝีปากเคลื่อนไหวน้อย

14. พัฒนาการทางภาษาของเด็กตาบอดโดยทั่วไปนับว่าไม่ผิดปกติ เพราะการเรียนรู้ภาษาส่วนใหญ่ผ่านหู ยกเว้นบางคำที่เด็กยังไม่ได้เรียนรู้ หรือคำนั้นต้องเรียนรู้โดยใช้สายตาเด็กจึงจะใช้ผิดไปบ้าง เช่น จากการศึกษาพบว่าเด็กตาบอดหลายคนใช้คำที่มีความหมายว่า "กลางคืน" ว่า "คำ" "มืด" หรือ "เย็น" เป็นต้น ซึ่งเด็กจะแก้ไขได้อย่างรวดเร็วภายหลังการเรียนรู้ จากการศึกษาพบว่าเด็กตาบอดเขียนเรียงความได้ดีไม่แพ้เด็กตาดี

15. เนื่องจากเด็กไม่อาจเห็นใบหน้าและท่าทางของคนที่พูดด้วย จึงศึกษานิสัยใจคอและอารมณ์จากน้ำเสียงของเขา แต่ก็สามารถจำได้มาก

16. พัฒนาการด้านการอ่าน เนื่องจากเด็กต้องอ่านอักษรเบรลล์ ซึ่งเสียเวลามากกว่าปกติ พัฒนาการในการอ่านของเด็กพลอยช้ากว่าเด็กตาดีไปด้วย โดยเฉพาะในชั้นสูง เช่น เมื่อเด็กเข้าเรียนไปได้ 8 ปี อาจอ่านได้ในระดับชั้น 5 หรือ 6 เท่านั้น

17. การอ่านเขียนและตอบข้อสอบ โดยใช้อักษรเบรลล์ต้องเพิ่มเวลาให้มากกว่าเวลาของเด็กตาดีประมาณ 2 เท่า

18. การเรียนวิชาต่างๆ ที่โรงเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ การสะกดคำ และวิชาที่ต้องศึกษาหาความรู้โดยการ อ่าน บันทึก และค้นคว้าทดลอง โดยทั่วไปเด็กจะเรียนรู้ถ้าหลังเด็กตาดี

19. การใช้จินตนาการ เนื่องจากเด็กมองไม่เห็นจึงใช้จินตนาการได้น้อยกว่าคนตาดีมาก จำเป็นต้องฝึกให้เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามก็ดีกว่าเด็กที่ตาดีจะรู้จักใช้จินตนาการ ได้มากขึ้นถ้าสามารถใช้ประสาทสัมผัสส่วนอื่นได้มาก และหลายๆ ทางประกอบกัน อนึ่งถ้าเด็กพอมองเห็นได้บ้างก็จะมีจินตนาการเพิ่มขึ้น และถ้าเด็กตาบอดเมื่อโตแล้วการใช้จินตนาการก็มีได้มากขึ้นเพราะยังจำภาพที่เคยเห็นได้บ้าง

20. ความสามารถด้านดนตรี เคยมีความเข้าใจผิดว่าคนตาบอดมีความสามารถและมีความสนใจดนตรีเป็นพิเศษ เพราะเคยมีคนตาบอดเป็นนักดนตรีและนักแต่งเพลงที่มีชื่อหลายคน อย่างไรก็ตามแม้จะได้เน้นวิชาดนตรีศึกษาในหลักสูตรการศึกษาของคนตาบอดก็ไม่ประจักษ์ชัดแต่อย่างใดว่าคนตาบอดโดยทั่วไปมีความสามารถพิเศษทางดนตรี ในช่วงหนึ่งอาชีพปรับเปลี่ยนเป็นโน้ตถูกแนะนำให้คน

ดาบอดทำซึ่งบางคนก็ประสบความสำเร็จเป็นอย่างมาก ปัจจุบันวิชาดนตรีศึกษาก็ยังบรรจุเป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรสำหรับคนตาบอด และได้มีการพัฒนาเครื่องอำนวยความสะดวกต่างๆ เช่น เครื่องพิมพ์ดีดสำหรับพิมพ์โน้ตดนตรีให้คนตาบอดได้ศึกษาทบทวน แต่ถึงอย่างไรนักดนตรีตาบอดก็คงต้องใช้ความพยายามอย่างมากและเทียบเปรียบคนตาดีอยู่ไม่น้อยที่ไม่สามารถอ่านโน้ตเพลงขณะบรรเลงได้เหมือนคนตาดี

21. เด็กตาบอดสนิทแต่กำเนิดจำเป็นต้องได้รับประสบการณ์ตรงด้านรูปธรรมทั้งวัตถุ สิ่งของ และสถานการณ์ให้มากที่สุดมาตั้งแต่แรก โดยเฉพาะเครื่องมือประกอบอาชีพ ควรจะต้องให้เด็กได้รู้จักและเข้าใจโครงสร้างของสถานการณ์ทั้งหมด จึงจะช่วยให้เด็กสามารถประกอบอาชีพนั้นได้คือพอสมควร เพราะพบว่าคนที่คนตาบอดบางคนไม่สามารถประกอบอาชีพบางอย่างนั้นได้ไม่ใช้เพราะขาดความสามารถที่จะเข้าใจอาชีพนั้นๆ แต่เพราะไม่เคยรู้จักคุ้นเคยหรือไม่เคยฝึกจับฉวยหรือใช้เครื่องมือมาก่อน

22. เด็กตาบอดที่มีระดับสติปัญญาต่างกันก็จะมีแบบพัฒนาการในด้านต่างๆ แยกต่างหาก เด็กคนใดมีความพิการอย่างอื่นร่วมก็จะมีแบบพัฒนาการไปตามแบบของความพิการนั้นๆ ด้วย โดยเฉพาะถ้ามีความพิการทางหูร่วมด้วย พัฒนาการด้านการเรียนรู้ก็จะล่าช้าลงอย่างมาก ยกเว้นคนฉลาดอย่าง Helen Keller ซึ่งสามารถเอาชนะความพิการได้ อันเนื่องมาจากการได้รับการอบรมสั่งสอนอย่างดีเลิศประกอบกัน

แผนการบริหารการศึกษาพิเศษสำหรับคนตาบอด

อาจแบ่งได้เป็น 7 แบบดังนี้

1. ให้เรียนในโรงเรียนประจำ
2. ให้เรียนในโรงเรียนพิเศษแบบไปกลับ หรือชั้นพิเศษซึ่งแยกจากเด็กปกติอย่างเด็ดขาด
3. ให้เรียนในชั้นพิเศษในโรงเรียนธรรมดา ซึ่งมีการให้ได้เรียนร่วมกับเด็กปกติบ้างในบางวิชา บางกิจกรรม
4. เรียนในชั้นธรรมดา แต่ให้เรียนกับครูพิเศษประจำโรงเรียนเป็นเวลามากน้อยตามความจำเป็นในห้องพิเศษ
5. ช่างครูพิเศษระหว่างโรงเรียนหรือประจำกลุ่มโรงเรียนให้เป็นผู้วางแผนการสอน ให้คำแนะนำ และจัดสื่อการเรียนการสอนให้ครูธรรมดาดำเนินการสอน ครูพิเศษอาจช่วยสอนเป็นครั้งคราว

6. เรียนในชั้นรรวมคาร์่วมกับเด็กตาดีตลอดเวลา มีการช่วยเหลือเพียงเล็กน้อย
7. มีครูไปสอนที่บ้านหรือสถานพยาบาล

นักการศึกษาในปัจจุบันเชื่อว่า การให้เด็กพิการ ได้เรียนร่วมกับคนปกติในชั้นรรวมทำได้มากเท่าไร หรือให้ ได้มีส่วนร่วมในชุมชนมากเท่าใด จะทำให้เกิดผลดีเท่านั้น

การศึกษาของคนตาบอด

เนื่องจากคนตาบอดมีอยู่เป็นจำนวนมาก และเป็นทรัพยากรที่สำคัญของชาติ จำเป็นจะต้อง ให้การศึกษาแก่บุคคลเหล่านี้ให้สามารถช่วยเหลือตนเองได้ และดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างปกติสุข แต่การจัดการศึกษาให้กับบุคคลเหล่านี้จำเป็นต้องจัดให้เป็นพิเศษแตกต่างจากบุคคลปกติทั่วไป

การศึกษาอย่างเป็นทางการสำหรับคนตาบอดเริ่มในปี ค.ศ.1784 เมื่อวาเรนตินฮอย (Valentin Hauy) ได้จัดตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดเป็นแห่งแรกในกรุงปารีส (Best, 1969) หลังจากนั้นประมาณ 50 ปี จอห์น ดีฟิชเชอร์ (John D. Fisher) ซึ่งเคยไปดูงาน โรงเรียนสอนคนตาบอดที่ปารีส ก็ได้จัดตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดขึ้นในสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ.1892 โดยเริ่มที่บอสตัน นิวยอร์ก และฟิลาเดลเฟีย การศึกษาของคนตาบอดในระยะแรกนี้จัดทำโดยเอกชน จนในปี ค.ศ.1837 รัฐบาลสหรัฐอเมริกาจึงสร้างโรงเรียนสอนคนตาบอดของรัฐบาลขึ้นเป็นแห่งแรกในโลก (Best, 1969) คือโรงเรียนสอนคนตาบอดโอไฮโอ (Ohio School for the Blind) หลังจากนั้นก็มีกลุ่มบุคคลทางศาสนาได้จัดตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดแบบอยู่ประจำขึ้นในสหรัฐอเมริกา และได้มีการจัดตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดขึ้นในประเทศต่างๆ ทั่วโลก

สำหรับการศึกษาของคนตาบอดในประเทศไทยนั้น โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพฯ เป็นโรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่ตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2458 โดย นางสาวเยนเวียฟ คอลฟิลด์ สุภาพสตรีตาบอดชาวอเมริกัน อยู่ในอุปการะของมูลนิธิช่วยคนตาบอดแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นมูลนิธิแรกที่อยู่ในพระบรมราชินูปถัมภ์ มีวัตถุประสงค์ที่จะให้การศึกษาแก่คนตาบอด เพื่อนำความรู้ไปประกอบอาชีพและดำรงชีวิตอยู่ในสังคมด้วยตนเองได้

โรงเรียนจัดการเรียนการสอนโดยยึดหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการเป็นหลัก เพื่อให้เด็กนักเรียนมีความรู้และความเข้าใจเหมือนเด็กปกติ การสอนเริ่มตั้งแต่ชั้นเตรียมประถมศึกษาจนถึงชั้นมัธยมศึกษา เริ่มด้วยการสอนให้เด็กรู้จักใช้มือสัมผัสสิ่งของต่างๆ จนเกิดทักษะคล่องแคล่วดีแล้วก็จะ

หัดอ่านและเขียนอักษรเบรลล์ที่เรียกว่าอักษรเบรลล์ เมื่อโตขึ้นก็ใช้อุปกรณ์เข้าช่วยในการเรียนวิชาต่างๆ เช่น เลขคณิต เรขาคณิต ภูมิศาสตร์ วิทยาศาสตร์

นอกจากวิชาสามัญ ยังสอนให้รู้จักทำกิจวัตรประจำวัน การเดินทางในและนอกโรงเรียนตามลำพังด้วยการใช้ไม้เท้า การเรียนการสอนจะเน้นหนักด้านภาษา ดนตรี พลศึกษาและหัตถศึกษา รวมทั้งพิมพ์ดีดปกติเป็นพิเศษ เพื่อเตรียมเด็กให้มีความพร้อมที่จะออกไปดำเนินชีวิตในสังคมภายนอก (สมลักษณ์ พलगูร และทัศนีย์ กาญจนันธุ์จิตติ 2525, หน้า 21-22)

วิธีการจัดการเรียนร่วมสำหรับเด็กตาบอดกับเด็กปกติ

วินัย รูปขำดี (มพพ.) ได้กล่าวถึงวิธีการจัดการเรียนร่วมระหว่างเด็กปกติกับเด็กตาบอดไว้ว่า

- การจัดเด็กที่มีลักษณะพิเศษเข้าชั้นเรียน เรียนร่วมในชั้นเรียนปกติ เด็กตาบอดจะรับบริการเสริมบ้างหรือไม่ต้องรับขึ้นอยู่กับ การได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพจนถึงระดับที่ช่วยตนเองได้แล้วหรือไม่
- การปรับหลักสูตรสำหรับเด็กที่มีลักษณะพิเศษ โดยเฉพาะเด็กตาบอดนั้นสามารถใช้หลักสูตรของเด็กปกติได้ ยกเว้นวิชาคัดลายมือและวาดเขียน โดยเรียนวิชาการปั้นและดนตรีทดแทนได้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2531) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นสื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ ในระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันที ซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน ดังนั้นในขณะนี้จึงมีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนในรูปแบบต่างๆ กัน ซึ่งการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้อาศัยแนวความคิดจากทฤษฎีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยการออกแบบโปรแกรม

จะเริ่มต้นจากการให้สิ่งเร้าแก่ผู้เรียน ประเมินการตอบสนองของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรง และให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าลำดับต่อไป

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 หน้า 7-13) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบจะถูกพัฒนาในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียนว่า Courseware ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปแบบตัวหนังสือและกราฟฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนรู้ในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ผดุง อารยะภิญญา (2527 หน้า 41) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับที่ครูจะสอน แต่แทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเอง ครูก็บรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง มุ่งเน้นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการฝึกของนักเรียน (Drill and Practice) ซึ่งส่วนมากเป็นการฝึกซ้ำๆ เช่น การท่องสูตรคูณ แต่แนวโน้มในปัจจุบันนั้นคำว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกิจการด้านการเรียนการสอนทั้งหมด ซึ่งเป็นความหมายที่กว้างขึ้นกว่าเมื่อก่อน เราสามารถนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนได้หลายทาง

นิพนธ์ สุขปรีดี (2530 หน้า 63-65) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นระบบการสอนโดยมีความเชื่อพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ (Active Participation) โดยให้มีการตอบคำถาม คิดและกระทำกิจกรรมขณะเรียน โดยการใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) จากระบบการสอนสามารถบันทึกความก้าวหน้าการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนเป็นระยะ

ทักษิณา สวานนท์ (2530 หน้า 206) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล นักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินัลที่ต่อกับเครื่องเมนเฟรม เรียนโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นๆ ขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย เป็นบทเรียนหรือเป็นการแสดงรูปภาพ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านดู แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน รอจนคิดว่าพร้อมแล้วก็จะสั่งคอมพิวเตอร์ว่าต้องการทำต่อหรืออาจ

ทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม ซึ่งอาจเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเลย ส่วนมากจะเป็นแบบฝึกหัดหรือเป็นแบบทดสอบประเภทให้เลือกตอบหรือปรนัย เมื่อทำแล้วคอมพิวเตอร์จะตรวจให้เลย มีการชมเชยและให้กำลังใจ ถ้าทำถูกหรือต่อว่าเมื่อทำผิด หรืออาจจะสั่งให้กลับไปอ่านใหม่เป็นต้น หลังจากนั้นจะแจ้งให้ทราบว่าทำถูกกี่ข้อ ผิดกี่ข้อ จำเป็นหรือไม่ที่จะกลับไปศึกษาใหม่หรือให้ศึกษาบทเรียนต่อไปเลย

กล่าวโดยสรุป คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน โดยผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับเครื่องได้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ได้ มีการเสนอเนื้อหาแบบฝึกหัด ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) มีการเสริมแรง และกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างสนุกสนาน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) นอกจากใช้คำย่อว่า CAI แล้วยังมีคำย่อที่ใช้เรียกอีกหลายคำ (ขนิษฐา ชานนท์ 2532 หน้า 8; ครรชิต มาลัยวงศ์ 2532 หน้า 62; Alessi and Trollip, 1985) เช่น

- Computer-Aids Instruction (CAI)
- Computer-Aids Learning (CAL)
- Computer-Aids Teaching (CAT)
- Computer-Assisted Learning (CAL)
- Computer-Assisted Education (CAE)
- Computer-Based Education (CBE)
- Computer-Based Instruction (CBI)
- Computer-Based Training (CBT)

ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์

การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน แบ่งได้หลายแบบ เช่น เคมมิส (Kemmis) และคณะ (อ้างถึงใน ศรีศักดิ์ จามรมาน 2535 หน้า 4) ได้เสนอไว้เมื่อ พ.ศ.2510 ให้แบ่งเป็น 4 แบบตามวิธีการใช้ดังนี้

1. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นครูผู้ช่วยสอน
2. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือให้ค้นพบความรู้
3. ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือทดสอบความคิด

4. ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณและประมวลผลประกอบการเรียน

การใช้คอมพิวเตอร์เป็นครูผู้ช่วยสอน เป็นการใช้ที่มีมานานแล้ว โดยเริ่มที่อเมริกาและต่อมาแพร่หลายไปในยุโรปและรัสเซีย การเรียนกับคอมพิวเตอร์คล้ายๆ กับการเรียนจากบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนคอมพิวเตอร์มีหลายลักษณะ ซึ่งจะแตกต่างกันที่จะมุ่งหมายและการเน้นลักษณะต่างๆ ในการสอนที่แตกต่างกัน ดังนี้

ทดลอง ทับศรี (2533) แบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็น 4 ประเภทคือ

1. กิจกรรมการสอน การให้ความรู้ (Instruction or Tutorial) คอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหาใหญ่ในกิจกรรมที่เป็นการตอบโต้หรือปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ปกติการสอนในลักษณะการให้ความรู้นี้จะทำได้ในลักษณะการสอนเป็นรายบุคคล คอมพิวเตอร์จะเสนอสังกัป (Concept) ใหม่ๆ ด้วยกิจกรรมต่างๆ ผู้เรียนทำความเข้าใจ ทำตามหรืออื่นๆ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะทำการตรวจสอบความเข้าใจ ความสามารถของผู้เรียนในแต่ละสังกัปที่สอน จากนั้นคอมพิวเตอร์จะเสนอหาประกอบอื่นๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับคำตอบของผู้เรียน

2. กิจกรรมการฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) ในกิจกรรมนี้คอมพิวเตอร์จะเสนอกิจกรรมการฝึกหรือฝึกปฏิบัติและบอกผลของการฝึกปฏิบัติ (Feedback) นั้น ในเนื้อหาที่ผู้เรียนได้เรียนมาจากช่วงเวลาอื่นหรือเรียนมาจากการสอนในลักษณะอื่นๆ เช่น หลังจากเรียนภาษาอังกฤษจากห้องปฏิบัติการภาษาหรือจากครูสอนภาษาอังกฤษแล้วผู้เรียนก็เข้ามาฝึกปฏิบัติในการฝึกออกเสียงกับคอมพิวเตอร์ คำตอบหรือการตอบสนองของผู้เรียนจะถูกวิเคราะห์และคอมพิวเตอร์อาจจะเสนอการสอนซ่อมเสริม (Remediation) ให้ในช่วงนี้

3. กิจกรรมประเภทเกม (Game) เกมทางการศึกษานั้นสามารถใช้ได้ทั้งในการเสนอเนื้อหาใหม่ หรืออาจจะใช้เพื่อการเสริมเนื้อหาที่ผู้เรียนเรียนมาแล้ว นอกจากการสอนเนื้อหาใหม่หรือการเสริมเนื้อหาเดิมที่เรียนมาแล้ว เกมยังสามารถใช้สำหรับการฝึกแก้ปัญหา (Problem Solving) ได้เป็นอย่างดี

4. กิจกรรมสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นมาหรือตัวอย่าง แล้วให้ผู้เรียนดำเนินบทบาทตามสถานการณ์นั้นๆ สถานการณ์จำลองเป็นประโยชน์ในการเรียนเนื้อหาหลายๆ ลักษณะไม่ว่าจะเป็นการฝึกการแก้ปัญหา สร้างทัศนคติ ฝึกการตัดสินใจและอื่นๆ อีกมาก

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535) ได้แบ่งรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 5 ประเภท คือ

1. แบบศึกษาเนื้อหาใหม่ (Tutorial) พัฒนามาจากความเชื่อที่ว่าคอมพิวเตอร์น่าจะเป็นสื่ออุปกรณ์ที่ช่วยให้การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเรียนจากชั้นเรียน กล่าวโดยสรุปก็คือ น่าจะใช้แทนครูได้ในหลายๆ หมวดวิชา แนวคิดตรงนี้จะต้องเปิดใจให้กว้างสักนิดว่าการเรียนการสอนนั้นไม่ได้จำกัดอยู่ในโรงเรียนประถม มัธยม หรือระดับอุดมศึกษาเท่านั้น แต่ยังสามารถกว้างไปถึงการฝึกอบรม (Training) ในระดับและสาขาอาชีพต่างๆ ซึ่งอาจผสมผสานการสอน การเรียนรู้และการฝึกฝนด้วยตนเองในหลายๆ รูปแบบ และ CAI แบบ Tutorials ก็อาจเป็นวิธีหนึ่งที่เข้าไปมีบทบาท CAI แบบ Tutorials ยังเหมาะสำหรับเพื่อการสอนเสริมกึ่งทบทวน หรือเพื่อให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ล่วงหน้าก่อนการเรียนในชั้นเรียนปกติ ผู้เรียนอาจเรียนด้วยความสมัครใจ หรืออาจเป็น (Assignment) จากผู้สอนในหรือนอกเวลาเรียนปกติตามแต่กรณี

2. แบบฝึกทบทวน (Drills and Practice) ออกแบบขึ้นเพื่อฝึกทบทวนความรู้ที่ได้เรียนไปแล้ว รูปแบบจะเป็นการผสมผสาน การทบทวนแนวคิดหลักและการฝึกฝนในรูปแบบของการทดสอบ บทเรียนที่พบส่วนมากจะเป็นบทเรียนด้านภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งลักษณะของเนื้อหาจะเน้นด้านความรู้ (Knowledge) เป็นส่วนมาก

3. แบบสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) อาจถูกออกแบบเพื่อสอนเนื้อหาใหม่หรือใช้เพื่อทบทวนหรือสอนเสริมในสิ่งที่ศึกษาหรือทดลองไปแล้ว โดยเน้นรูปแบบการสร้างสถานการณ์ ตัวอย่างเช่น สร้างสถานการณ์ซื้อขาย เพื่อเรียนรู้หรือทบทวนการบวก ลบ คูณ หาร สร้างสถานการณ์ในรูปแบบของบทบาทสมมติ (Roles Play) เพื่อสอนหรือทบทวนเรื่องธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม หรืออาจเป็นการจำลองสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

4. แบบเกมการสอน (Instructional Games) พัฒนามาจากแนวคิดและทฤษฎีทางการเสริมแรง (Reinforcement Theory) บนพื้นฐานการค้นพบที่ว่าความต้องการในการเรียนรู้ ซึ่งเกิดจกแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนานจะให้ผลดีต่อการเรียนรู้ และความคงทนในการจำดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) CAI แบบเกมการสอนเป็นบทเรียนที่ผู้เรียนชอบมากที่สุด แต่น่าเสียดายที่มีอยู่ในท้องตลาดน้อยมาก จุดมุ่งหมายของบทเรียนแบบเกมการสอนนี้ สร้างเพื่อฝึกและทบทวนเนื้อหา แนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้ว คล้ายกับแบบ Drill and Practice แต่เปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุก ตื่นเต้นขึ้น โดยมีหลักการพัฒนาว่า บทเรียนแบบเกม

การศึกษาที่ตีความต้องท้าทาย (Challenge) กระตุ้นจินตนาการ เพื่อฝัน (Fantasy) และกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity)

5. แบบใช้ทดสอบ (Test) เป็นรูปแบบ CAI ที่สร้างง่ายกว่าแบบอื่นๆ จุดประสงค์หลักก็เพื่อทดสอบความรู้ และพิมพ์ผลการทดสอบของนักเรียน การสอบดังกล่าวอาจเป็นการสอบก่อนการเรียน (Pre-test) หรือหลังเรียน หรือทั้งก่อนและหลังการเรียนแล้วแต่การออกแบบ หากเป็นโครงสร้างที่ใหญ่ขึ้น ข้อสอบต่างๆ อาจถูกเก็บไว้ในรูปแบบของคลังข้อสอบ (Item Bank) เพื่อสะดวกต่อการนำมาใช้ก็ได้ ลักษณะของข้อสอบดังกล่าวนี้จะอยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถประเมินผลถูก-ผิดได้ เช่น แบบเลือกตอบ (Multiple Choices) หรือแบบถูก-ผิด (True-False) การตั้งคำถามอาจผสมผสานวิธีการสร้าง CAI แบบสร้างสถานการณ์จำลองเข้ามารวมด้วยก็ได้

กิดานันท์ มลิทอง (2531) แบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. ใช้เพื่อการสอน (Tutorial Instruction) บทเรียนในแบบการสอนนี้จะเป็น โปรแกรม ซึ่งเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียน ในรูปแบบของเรื่องราว ข้อความ ภาพ เสียง หรือในทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามและให้ตัดสินใจเองว่าจะคงทบทวนความรู้ที่เสนอในบทเรียนนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนในการสอนแบบนี้ถือว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสามารถใช้สอบได้ในทุกสาขาวิชานับตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางกฎเกณฑ์หรือด้านวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ

2. ใช้เพื่อการฝึกหัด (Drills) บทเรียนในการฝึกหัดจะเป็น โปรแกรมที่ไม่มีการเล่นเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้คัดเลือกมาจากการสุ่มหรืออย่างเจาะจงโดยการเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำๆ เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วคอมพิวเตอร์ก็จะให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบขั้นขึ้นหรือแก้ไข พร้อมกับให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาที่นั้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอดและมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อนแล้ว จึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ โปรแกรมแบบนี้สามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การแปลภาษา เป็นต้น

3. ใช้ในสถานการณ์จำลอง (Simulation) ในการสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นสถานการณ์จำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยคัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้เรียน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของ

เหตุการณ์เพื่อการศึกษาทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัยอันตรายหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองอาจจะประกอบด้วยการเล่นความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะ การฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่วและการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งในบทเรียนนั้นจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้

4. ใช้ในเกมส์เพื่อการสอน (Instructional Games) การใช้เกมส์เพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้ได้ง่าย เกมส์นั้นสามารถใช้ในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกันในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทักษะคิดตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมส์ยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ เนื่องจากมีการแข่งขัน จึงทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบโปรแกรมบทเรียนของเกมส์เพื่อการสอนนั้นคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองแต่แตกต่างกันโดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย

5. ใช้เพื่อการทดสอบ (Test) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอบนั้น มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบแบบแผนเก่าๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียนมาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ที่ได้รับการทดสอบ ซึ่งเป็นที่น่าสนุกสนานกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจจะเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่จะนำความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย

จะเห็นได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบก็เน้นการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน ซึ่งจะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้น

ประโยชน์ของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ในการเรียนการสอนหลายประการ พอสรุปได้ดังนี้

1. เป็นสิ่งแปลกใหม่ สามารถกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียนได้ดี เนื่องจากสามารถแสดงรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบได้
2. สามารถตอบสนองต่อการเรียนรายบุคคลได้เป็นอย่างดี เพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง ผู้เรียนได้โต้ตอบกับบทเรียน ทำให้ไม่เบื่อ

3. สามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที และเสริมแรงให้ผู้เรียนได้รวดเร็วในระหว่างที่เรียน เมื่อผู้เรียนทำผิดพลาดก็สามารถแก้ไขได้ทันที
 4. สามารถสอนสั่งกับและทักษะได้ดี ซึ่งยากแก่การสอนโดยปกติหรือจากตำรา การสร้างสถานการณ์จำลองโดยคอมพิวเตอร์จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น
 5. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนซ้ำได้หลายครั้งตามต้องการ และยังสนุกสนานกับการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์
 6. การได้เจรจาโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพอใจ สามารถควบคุมวิธีการเรียนด้วยตนเองได้ และได้ใช้ความถนัดของตนเองมากที่สุด ถ้าสนใจมากก็ใช้เวลามาก สนใจน้อยก็ใช้เวลาน้อย
 7. ผู้เรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีเจตคติที่ดีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและต่อวิชาที่เรียน
 8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บข้อมูล เรื่องราว ภาพบทเรียนต่างๆ ข้อความ ภาพนิ่ง หรือภาพเคลื่อนไหว เป็นการประหยัดพื้นที่ เมื่อผู้เรียนต้องการเรียนในเรื่องใด บทใดก็สามารถเรียกมาใช้ได้
 9. ผู้เรียนไม่รู้สึกลายถ้าตอบคำถามไม่ได้หรือเรียนรู้ช้า เพราะจะตอบกับเครื่องและจะทราบคำตอบหรือคะแนนด้วยตนเอง
 10. สะดวกในการเรียน ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ทั้งเวลาและสถานที่ว่าจะเรียน โรงเรียน หรือที่บ้าน
 11. ช่วยฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคิดหาทางแก้ปัญหาบ่อยๆ โดยเฉพาะการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน (Inquiry)
- เกอร์ราร์ด (วีระ ไทยพานิช 2526 หน้า 9-19) กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อนักเรียนคือ
1. สามารถเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อขาดชั้นเรียน
 2. เป็นวิธีสอนที่ดีกว่าในหลายๆ วิธีที่สอนตามปกติ
 3. เป็นตัวกระตุ้นตัวต่อนักเรียน
 4. เป็นตัวประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียนโดยอัตโนมัติ
 5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนและทำงานกับโปรแกรมที่กว้างขวางและดีกว่าการสอนตามปกติ นักเรียนได้เรียนแบบ Active Learning ตลอดจนการเรียนแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากกว่าปกติ

นอกจากนี้ยังได้ชี้ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อครูผู้สอนคือ

1. กำจัดการทำงานที่น่าเบื่อหน่าย งานที่ต้องทำซ้ำๆ อยู่ออกไป
2. ทำให้ครูสามารถปรับปรุงตัวเองให้มีประสิทธิภาพทันต่อเหตุการณ์ปัจจุบันมากขึ้น
3. เป็นเครื่องมือสนับสนุนให้ครูใช้โปรแกรมแตกต่างกันในแต่ละภาคเรียน
4. ช่วยให้ครูมีเวลากับนักเรียน มีความสัมพันธ์กับเด็กและช่วยเหลือเด็กแต่ละคน ได้มากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

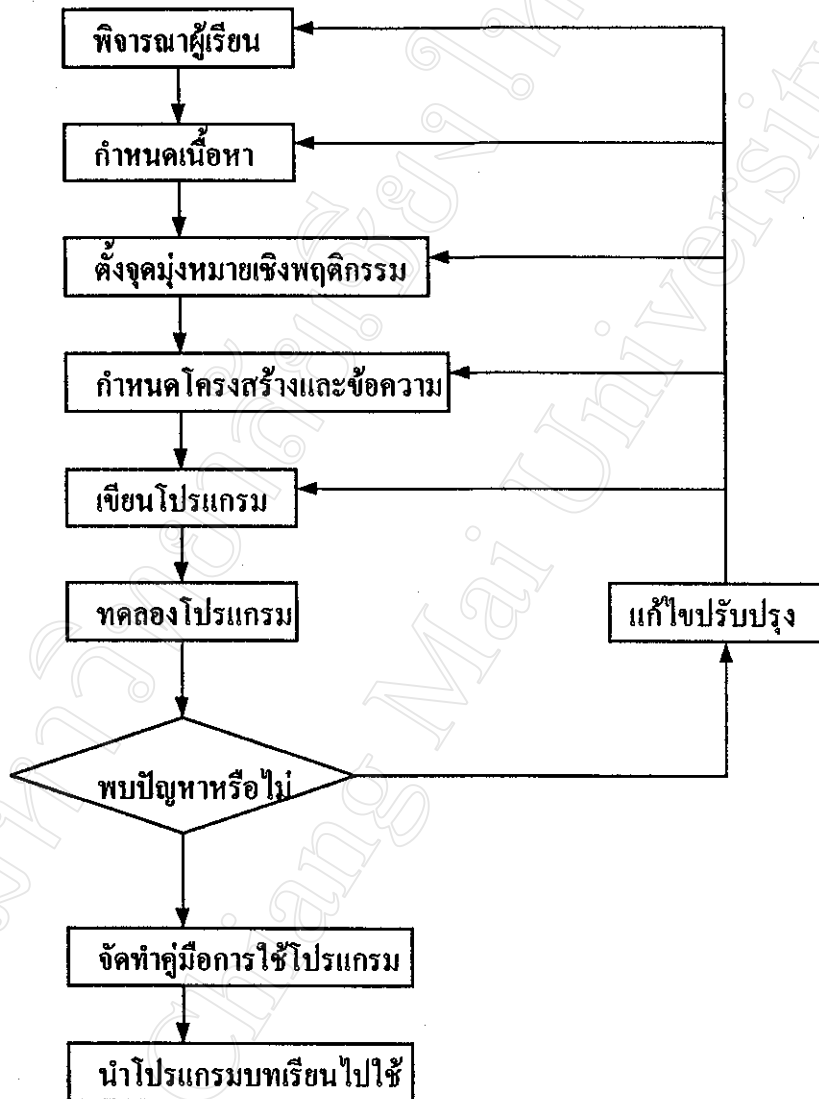
सानนท์ เจริญฉาย (2523) กล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

1. พิจารณาผู้เรียนว่าเป็นใคร ระดับชั้นเรียนใด ทั้งนี้เพราะวุฒิภาวะของผู้เรียนมีผลต่อลักษณะการจัดลำดับขั้นตอนของเนื้อหาที่ปรากฏหน้าจอ ตัวอักษรที่ใช้ รูปภาพประกอบ หรือข้อความและสิ่งเร้าที่จะให้คอมพิวเตอร์ได้ตอบกับผู้เรียนเพื่อดึงดูดความสนใจ ตลอดจนความยาวของบทเรียนหรือแบบฝึกหัดสำหรับผู้เรียน ด้วยเหตุนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับประถมศึกษาจึงต้องมีลักษณะบางอย่างที่แตกต่างจากระดับมัธยมศึกษาและระดับอุดมศึกษา
2. กำหนดเนื้อหาและศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหานั้นๆ
3. ตั้งจุดมุ่งหมายของบทเรียนตามความต้องการที่จะให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลอะไรบ้าง
4. กำหนดโครงสร้างและข้อความที่จะนำเสนอทางจอภาพ เช่นเนื้อหาของบทเรียน

แบบฝึกหัด

5. เขียนโปรแกรม
6. ทดลองโปรแกรมและแก้ไขปรับปรุง

แผนภูมิ 1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. เบสิก (Basic) ย่อมาจาก Beginners' All Purpose Symbolic Instruction Code เป็นภาษาที่นิยมมากที่สุดภาษาหนึ่ง ส่วนมากใช้กับมินิคอมพิวเตอร์และไมโครคอมพิวเตอร์ เพราะสื่อสารโต้ตอบได้ทันที การเขียนค่อนข้างง่าย ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษานี้มีข้อจำกัด 2 ประการคือ ประการแรก

ในการแปลคำสั่งภาษาเบสิกให้เป็นภาษาเครื่องจะต้องใช้ตัวแปลคำสั่งหลายตัว ดังนั้น โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเบสิกเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่ง อาจจะต้องเขียนใหม่เมื่อนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์อีกระบบหนึ่ง ประการที่สองภาษาเบสิกทำงานได้ช้าและลักษณะโครงสร้างของโปรแกรมที่รุงรัง ทำให้การเขียนโปรแกรมยาวๆ มีปัญหาไม่สะดวกในการแก้ไข ไม่นิยมใช้ในการสร้างโปรแกรมสมัยใหม่ (ฉลอง ทับศรี 2533, ผดุง อาระยะวิญญู 2527 หน้า 31, ทักษิณา สนวนานนท์ 2530 หน้า 86)

2. ปาสคาล (Pascal) มาจากชื่อของ Blaise Pascal (ค.ศ.1623-1662) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ภาษานี้เกิดขึ้นในคริสต์ทศวรรษที่ 1960 นิยมใช้ในการเริ่มเรียนภาษาคอมพิวเตอร์เพราะมีโครงสร้างที่ง่าย ตรวจสอบแก้หาจุดบกพร่องของโปรแกรมได้ง่าย แต่ยังไม่เหมาะกับการเขียนโปรแกรมระดับสูงที่มีความซับซ้อน (ทักษิณา สนวนานนท์ 2530 หน้า 97)

3. ซี (C) สร้างในปี พ.ศ.2517 เป็นภาษาที่มีประสิทธิภาพสูง ใช้งานได้รวดเร็ว เป็นภาษาที่พัฒนามาเพื่อไม่ให้ขึ้นกับระบบปฏิบัติการหรืออุปกรณ์ (Hardware) (บุญเลิศ เอี่ยมทัศนาศนา 2531 หน้า 7-10)

4. ออเธอริง แลงเกวจส์ (Authoring Languages) มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ถูกพัฒนาขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถทำบทเรียนได้รวดเร็ว ตัวอย่างคือ โปรแกรม PILOT ข้อจำกัดคือยังไม่สามารถแสดงตัวอักษรภาษาไทยได้ ส่วนโปรแกรม Authoware มีข้อจำกัดคือแม้ว่าจะง่ายในการสร้างงานประเภทนำเสนอผลงาน (Presentation) แต่เป็นของต่างประเทศมีราคาแพง และการนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องใช้เวลาในการศึกษาและฝึกฝนการใช้โปรแกรมนี้มาก

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด

ภรต สุวรรณธรรม (2537) กล่าวว่า คนตาบอดคือคนที่มองไม่เห็นเท่านั้น ปัญหาของคนตาบอดมีเพียงการมองดู นอกจากนั้นไม่มีอะไรแตกต่างจากคนตาดี ดังนั้นคนตาดีทำอะไรได้โดยไม่ได้ใช้สายตา คนตาบอดก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นปัญหาการใช้คอมพิวเตอร์ของคนตาบอด ถ้าเราสามารถแก้ไขคัดแปลงให้แสดงผลจากการมองเป็นการฟัง คนตาบอดก็สามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้เช่นกัน

ปัจจัยสำคัญสองอย่างที่ทำให้คนตาบอดใช้คอมพิวเตอร์ได้ ประการแรกคือตัวอักษรที่ปรากฏบนจอภาพต้องสามารถอ่านได้ด้วยเครื่องสังเคราะห์เสียง หรือสามารถแปลงเป็นอักษรเบรลล์ได้ และประการที่สองคนตาบอดสามารถที่จะเลื่อนไปยังส่วนต่างๆ บนจอภาพได้ด้วยแป้นพิมพ์ (Sreenivasan S., 1996)

ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด

ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอดประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. ส่วนรับข้อมูล
2. ส่วนประมวลผล
3. ส่วนแสดงผล

1. ส่วนรับข้อมูล (Input) ส่วนนี้ไม่แตกต่างจากคอมพิวเตอร์ทั่วไป อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ Keyboard, Mouse และ Diskdrive เป็นต้น

2. ส่วนประมวลผล เป็นหน่วยประมวลผลเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป เช่น Microprocessor 8088, 80286, 80386, 80486 หรือ Pentium

3. ส่วนแสดงผล (Output) ส่วนนี้เป็นส่วนสำหรับการรับรู้หรือโต้ตอบกับคนตาบอด โดยแปลงสิ่งที่แสดงอยู่บนจอภาพให้เป็นเสียงออกทางลำโพง หรือเป็นอักษรเบรลล์ อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ เครื่องสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesizer) ลำโพงหรือหูฟัง เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ (Braille Printer) และเครื่องแสดงผล Braille Display เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิสุทธิ สุวรรณสุขโรจน์ (2535) ได้สร้างโปรแกรมสำหรับออกเสียงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ขึ้น เมื่อผู้ใช้กดแป้นพิมพ์จะมีเสียงอ่านแป้นนั้นๆ เช่น เมื่อกด แป้นพิมพ์ 1. (หนึ่ง) จะมีเสียง "หนึ่ง" พูดผ่านลำโพง ซึ่งโปรแกรมนี้อาจจะช่วยให้คนตาบอดรู้จักและคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์ในอนาคต

ปิยะรัตน์ ธรรมรัตน์ (2535) ได้สร้างโปรแกรมสำหรับอ่านเพิ่มข้อมูลประเภทตัวอักษรเพื่อช่วยให้คนตาบอดได้ทราบข้อความที่อยู่บนแป้นพิมพ์ประเภทตัวอักษร ซึ่งจะช่วยให้คนตาบอดคุ้นเคยกับคอมพิวเตอร์และนำไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรมอื่นต่อไป และเพื่อให้คนตาบอดทบทวนสิ่งที่ได้พิมพ์ไปแล้วในแป้นพิมพ์

สยาม คุณเศษ (2539) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด เรื่อง คำย่อ ในอักษรเบรลล์ ซึ่งจะช่วยให้คนตาบอดสามารถเขียนอักษรเบรลล์ได้เร็วขึ้น โดยได้ออกแบบระบบโต้ตอบกับบทเรียน (User Interface) ขึ้นใหม่ ให้แสดงเนื้อหาและคำถามเป็นเสียง และผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียนโดยกดปุ่มบนแป้นพิมพ์ บทเรียนนี้สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียทั่วไปได้ โดยไม่ต้องดัดแปลงหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ใดๆ

เพอร์ และคณะ (1996) พบว่าปัญหาในการแปลงข้อมูลในระบบโต้ตอบแบบกราฟฟิค (Graphic User Interface) ไปเป็นข้อมูลที่คนตาบอดสามารถเข้าใจได้นั้น เป็นเรื่องที่ยาก โดยมีปัญหาที่สำคัญสองประการคือ ประการแรกจะนำกราฟฟิคบนหน้าจอคอมพิวเตอร์มาประมวลผลได้อย่างไร ประการที่สองจะแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของกราฟฟิค ไปเป็นข้อมูลในรูปแบบที่คนตาบอดเข้าใจได้อย่างไรมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลได้อย่างไร ซึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีต่างๆ หลากหลาย เช่น เทคโนโลยีทางด้านเสียง การสัมผัส แรงและการเคลื่อนไหว รวมถึงความรู้ทางด้านตรรกวิทยา ด้านจิตวิทยา และทางด้านคอมพิวเตอร์

บริษัท ไอบีเอ็ม จำกัด (1997) ได้สร้างโปรแกรม Java Jive ซึ่งจะช่วยให้คนตาบอดสามารถใช้ระบบอินเทอร์เน็ตได้ ทำงานโดยอ่านข้อมูลต่างๆ บนหน้าจอคอมพิวเตอร์แล้วแปลงเป็นเสียงพูดให้คนตาบอดฟัง โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษาเทคโนโลยี ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ บนระบบอินเทอร์เน็ต

Dr. Joseph Rizzo และคณะ ได้พัฒนาชิปไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับฝังไว้บนเรตินาของดวงตา ซึ่งจะช่วยให้คนตาบอดสามารถมองเห็นได้ โดยช่วงแรกได้นำไปทดลองกับกระดาษก่อน (The Detroit News, 1995)

ทีมผู้วิจัยมหาวิทยาลัยยูทาห์ ได้พัฒนาชิปไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับฝังไว้ในสมองตรงส่วนของคอร์เทกซ์ ทำให้คนตาบอดสามารถมองเห็นได้ โดยภาพที่เห็นจะมีลักษณะเลือนลางแตกกลาย เหมือนกับการมองภาพสกรีนบอร์ดในสนามกีฬาระยะไกล (British Association, 1996)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามวิธีการวิจัยของ ซีล และกลาสโก โมเดล (Seels, Barbara & Glasgow, Zita, p. 8) โดยเสนอตามลำดับขั้นตอนดังนี้

แผนภูมิ 2 แสดงขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

1. วิเคราะห์

วิเคราะห์ผู้เรียน

วิเคราะห์เนื้อหา

2. ออกแบบ

กำหนดวัตถุประสงค์

ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์

ออกแบบทดสอบ

3. พัฒนา

สร้างแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์

สร้างแบบทดสอบ

4. นำไปทดลองใช้

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

ปรับปรุง

ทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง

ปรับปรุง

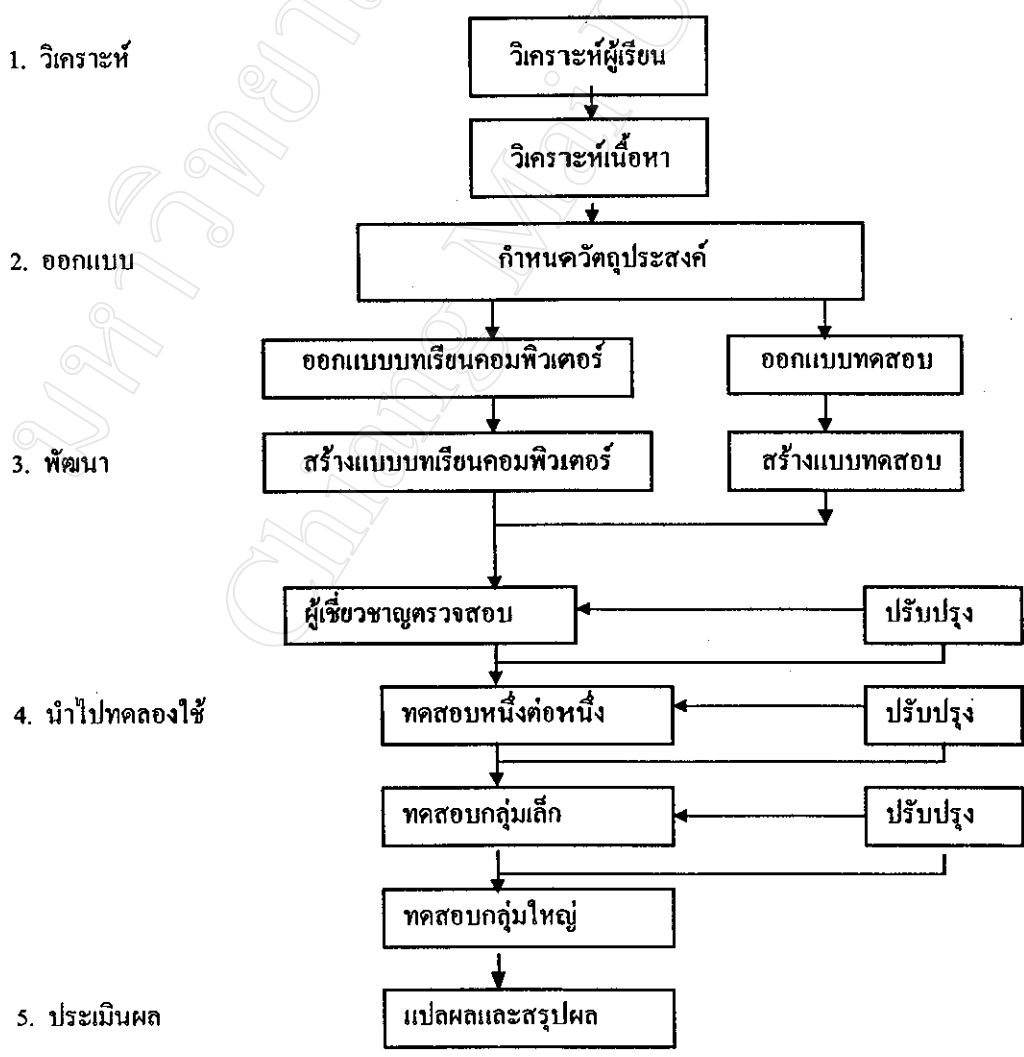
ทดสอบกลุ่มเล็ก

ปรับปรุง

ทดสอบกลุ่มใหญ่

5. ประเมินผล

แปลผลและสรุปผล



ชั้นวิเคราะห์

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 8 คน โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ ใช้เป็นกลุ่มทดลองทั้งหมด เป็นชายจำนวน 6 คน เป็นหญิงจำนวน 2 คน อายุระหว่าง 16-20 ปี ดังตาราง 1 พบว่านักเรียนตาบอดมีอายุสูงกว่าเด็กปกติในระดับชั้นเดียวกัน โดยมีสาเหตุมาจากหลายประการ เช่น เข้าโรงเรียนช้ากว่า เสียเวลาเพราะขาดเรียนเพื่อให้แพทย์รักษา เสียเวลาเรียนอักษรเบรลล์ เสียเวลาสร้างความอยากรู้อยากเห็น อยากสำรวจโลกที่โรงเรียนเพราะความปรารถนาเคยถูกกีดไว้เมื่ออยู่บ้าน เสียเวลาเตรียมความพร้อม เสียเวลาขั้นปฐมนิเทศในเรื่องการทรงตัวและการเคลื่อนไหว หรือเดินทางไปในที่ต่างๆ มากกว่าที่ควร และสุดท้ายคือโรงเรียนขาดแคลนอุปกรณ์การสอนที่จำเป็นสำหรับคนตาบอด ทำให้เสียเวลาในการสอนนานเกินควร เป็นต้น

ตาราง 1 แสดงชื่อและอายุนักเรียนตาบอดที่ใช้เป็นกลุ่มทดลอง

ลำดับ	ชื่อ	อายุ (ปี)
1.	นายบุญรัตน์ ชะสา	19 ปี
2.	นายจะลอ มูเซอ	17 ปี
3.	นายกนกศักดิ์ จำปาไทย	17 ปี
4.	น.ส.ปทุมมา อ่อนคุณ	20 ปี
5.	นายอาจื้อ แสนเหล็ก	20 ปี
6.	นายโสฬส ฤกษ์มี	16 ปี
7.	นายอานันท์ ตาสี	20 ปี
8.	น.ส.เนวเลศ ตะจันทร์	17 ปี

เนื้อหา

ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับคนตาบอด โดยปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน คือ

1. ประเภทของซอฟต์แวร์
2. ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์
3. อุปกรณ์ต่างๆ ของคอมพิวเตอร์
4. อุปกรณ์ที่ช่วยให้คนตาบอดใช้คอมพิวเตอร์ได้

ตาราง 2 แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน

ลำดับ	หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1	ประเภทของซอฟต์แวร์	สามารถบอกได้ว่าซอฟต์แวร์แบ่งเป็นกี่ประเภท แต่ละประเภทใช้ทำอะไร
2	ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์	สามารถบอกได้ว่าคอมพิวเตอร์แบ่งเป็นกี่ส่วน แต่ละส่วนใช้ทำหน้าที่อะไร
3	อุปกรณ์ต่างๆ ของคอมพิวเตอร์	สามารถบอกได้ว่าอุปกรณ์ต่างๆ ของคอมพิวเตอร์มีอะไรบ้าง
4	อุปกรณ์ที่ช่วยให้คนตาบอดใช้คอมพิวเตอร์ได้	สามารถบอกได้ว่าอุปกรณ์ที่ช่วยให้คนตาบอดใช้คอมพิวเตอร์ได้มีอะไรบ้าง

ขั้นตอนการออกแบบ

การออกแบบระบบโต้ตอบระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์กับนักเรียนตาบอด (User Interface)

ขั้นตอนการออกแบบระบบโต้ตอบระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์กับนักเรียนตาบอด (User Interface) นี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะนักเรียนตาบอดจะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับว่านักเรียนได้ตอบกับบทเรียนได้หรือไม่ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการออกแบบบทเรียนจาก สยาม คุณเศษ (2539) ซึ่งได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด เรื่องคำย่อในอักษรเบรลล์ ซึ่งจะช่วยให้คนตาบอดสามารถเขียนอักษรเบรลล์ได้เร็วขึ้น โดยออกแบบระบบได้ตอบกับบทเรียน (User Interface) ขึ้นใหม่ ให้แสดงเนื้อหาและคำถามเป็นเสียง และผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียนโดยกดปุ่มลูกศรบนแป้นพิมพ์ (Arrow Key Pad) จำนวน 4 ปุ่ม ปุ่มลูกศรซ้ายและขวา ใช้เลื่อนเพื่อหาตำแหน่งของคำตอบ ปุ่มลูกศรบน (Up Arrow) ใช้ทบทวนข้อความ ปุ่มลูกศรล่าง (Down Arrow) ใช้เลือกคำตอบ บทเรียนนี้สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดียทั่วไปได้โดยไม่ต้องคัดแปลงหรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ใดๆ

ผู้วิจัยได้นำแนวทางดังกล่าวมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในงานวิจัยนี้ พบว่าการที่จะให้นักเรียนใช้ระบบได้ตอบกับบทเรียน โดยใช้แป้นพิมพ์ดังกล่าว จะต้องฝึกให้นักเรียนทดลองควบคุมบทเรียน โดยใช้แป้นพิมพ์ดังกล่าวก่อน ซึ่งนักเรียนยังต้องใช้เวลาทำความเข้าใจกับแป้นพิมพ์อยู่มาก เพราะปุ่มลูกศรบนแป้นพิมพ์ดังกล่าวออกแบบให้ใช้มือเพียงข้างเดียว นักเรียนซึ่งส่วนใหญ่ไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน บางคนก็พยายามใช้มือทั้งสองข้างช่วยกดปุ่ม โดยให้เหตุผลว่าไม่ถนัด

จึงได้หาวิธีที่จะให้นักเรียนตาบอดได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนง่ายขึ้น พบว่าเมาส์เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาให้ใช้งานได้ด้วยมือเพียงข้างเดียว แต่พบปัญหาคือนักเรียนตาบอดไม่สามารถมองเห็นตัวชี้ (Mouse Pointer) ที่ปรากฏบนหน้าจอได้ และปัญหาอีกประการหนึ่งคือมีปุ่มกดบนเมาส์เพียง 2 ปุ่ม ซึ่งตามหลักการเดิมต้องใช้ถึง 4 ปุ่ม โดยแบ่งเป็น

1. ส่วนสำหรับเลื่อนเพื่อหาตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอ 2 ปุ่ม
2. ส่วนสำหรับทบทวนข้อความ 1 ปุ่ม
3. ส่วนสำหรับเลือกคำตอบจำนวน 1 ปุ่ม

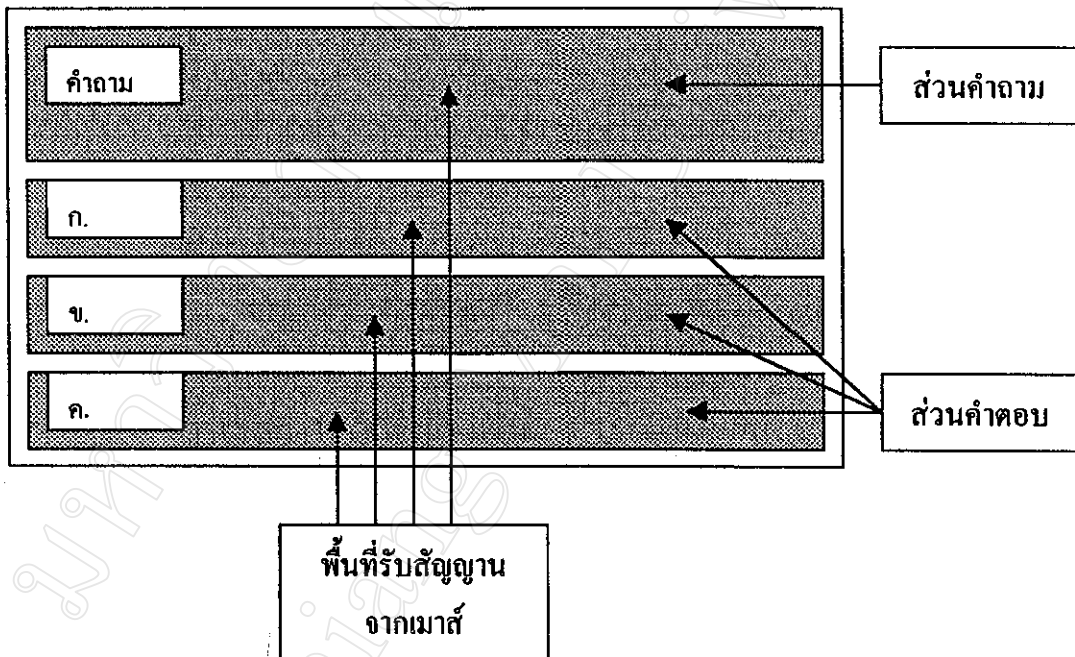
อย่างไรก็ตามในที่สุด ก็พบวิธีแก้ปัญหาดังนี้คือ

1. ส่วนสำหรับเลื่อนเพื่อหาตำแหน่งต่างๆ บนหน้าจอ และส่วนสำหรับทบทวนข้อความ แก้ปัญหาโดยให้ผู้เรียนใช้เมาส์เลื่อนหน้าจอหรือถอยหลังเพื่อหาตำแหน่งและทบทวนข้อความไปในตัว

2. ส่วนสำหรับเลือกคำตอบ ให้ผู้เรียนกดปุ่มซ้ายบนเมาส์จำนวน 1 ครั้ง

แต่เนื่องจากเมาส์โดยปกติสามารถเคลื่อนที่ไปอย่างอิสระบนหน้าจอภาพ ไม่ว่าจะป็นคณหน้า ถอยหลัง เดินไปทางซ้าย ขวา เียง เป็นวงกลม หรือลักษณะอื่นๆ จึงต้องออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอดให้รับคำสั่งเฉพาะการเลื่อนเมาส์คณหน้าหรือถอยหลังเท่านั้น โดยวางตำแหน่งพื้นที่การรับสัญญาณเมาส์เป็นแนวขวางกับหน้าจอภาพ ดังแผนภูมิ 3

แผนภูมิ 3 แสดงการออกแบบพื้นที่บนหน้าจอภาพสำหรับรับสัญญาณจากเมาส์



ในการออกแบบให้ใช้เมาส์ควบคุมบทเรียนนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งหน้าจอภาพคอมพิวเตอร์เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนคำถาม อีกส่วนเป็นส่วนคำตอบ เมื่อผู้เรียนเลื่อนเมาส์ไปที่ตำแหน่งคำถาม คอมพิวเตอร์ก็จะแสดงคำถามออกมา เมื่อผู้เรียนเลื่อนเมาส์ไปที่ส่วนคำตอบ ก็จะมีเสียงคำตอบให้เลือกว่าจะเลือกคำตอบข้อใด ในการใช้งานผู้เรียนเพียงเลื่อนเมาส์คณหน้าหรือถอยหลังเพื่อเลือกส่วนต่างๆ เท่านั้น เมื่อพบส่วนที่ต้องการแล้วก็กดปุ่มซ้ายบนเมาส์เพียงปุ่มเดียวเพื่อเลือกคำตอบ

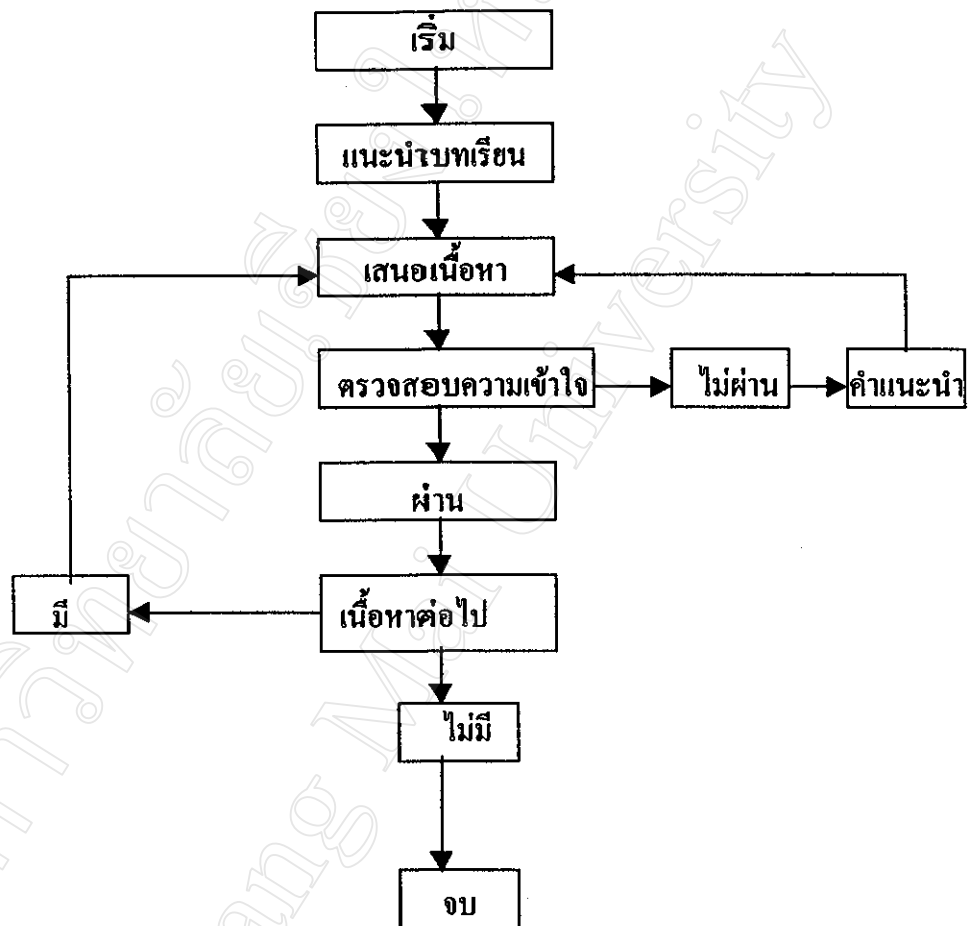
การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยศึกษาหลักการและทฤษฎีในการสร้างบทเรียน และศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด การวิจัยนี้ได้เลือกรูปแบบบทเรียนเป็นแบบกำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยบทเรียน (Program Control) มีการให้เนื้อหาและคำถามทบทวน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- 1) แนะนำวิธีการเรียน แจ้งวัตถุประสงค์ให้กับผู้เรียน
- 2) เสนอเนื้อหาความรู้ในแต่ละหน่วยการเรียน
- 3) เมื่อผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาในแต่ละเนื้อหาแล้วมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนทำ
- 4) เสนอคำตอบว่าตอบถูกหรือผิด
- 5) ถ้าตอบผิดจะให้ผู้เรียนทบทวนใหม่
- 6) ถ้าตอบถูกจะให้ผู้เรียนเนื้อหาต่อไปจนจบบทเรียน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้วิจัยได้ทำตามแผนภูมิดังนี้

แผนภูมิ 4 แสดงแผนภูมิของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด



ขั้นพัฒนา

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือดังนี้คือ

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย
2. โปรแกรม Authware Professional 2.0.1
3. โปรแกรมตัดต่อเสียง Ulead Media Studio 1.0
4. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ในการพัฒนาบทเรียนฯ ได้แบ่งเป็น 2 โปรแกรม คือโปรแกรมสำหรับฝึกใช้เมาส์เพื่อควบคุมบทเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนตาบอดได้ฝึกใช้เมาส์ควบคุมบทเรียน มีจำนวน 16 กรอบ (frame) และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง "คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด" มีจำนวน 151 กรอบ โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาดังนี้

1. ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด โดยให้นักเรียนใช้เมาส์สำหรับโต้ตอบกับบทเรียน
2. เขียนคำบรรยายเนื้อหา เพื่อนำไปบันทึกเสียง
3. บันทึกเสียงและตัดต่อด้วยโปรแกรม Ulead Media Studio 1.0
4. เขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรม Authware Professional 2.0.1
5. นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ปรับปรุง โดยได้รับคำแนะนำให้แก้ไขในส่วนของการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)
6. นำไปทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง แล้วปรับปรุง โดยพบว่านักเรียนสับสนระหว่างส่วนของคำถามกับคำตอบ จึงแก้ไขในส่วนของคำตอบ จากเสียง "ก." เป็น "ตอบ ก." เป็นต้น
7. หลังจากแก้ไขแล้วนำไปทดสอบกลุ่มเป้าหมาย
8. ประเมินผล สรุปผล

สร้างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน

การสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อใช้วัดความรู้ของผู้เรียนก่อนที่จะเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหลังจากที่เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว

1. ออกแบบทดสอบ โดยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหาให้ตรงกับวัตถุประสงค์ เช่นเดียวกับตาราง 2 แสดงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแบบทดสอบก่อนเรียน/หลังเรียน
2. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาจำนวน 5 ท่าน โดยใช้เทคนิค แฮมฟิล และเวสไท (Hampbill and Westie, อ้างใน โกวิท ประมวลพฤษ์ และสมศักดิ์ สิริระเวชญ์, 2527 หน้า 226) โดยมีเกณฑ์ให้คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานดังนี้

- + 1 รู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์นั้น
- 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์นั้น
- 1 รู้สึกแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดจุดประสงค์นั้น

แล้วรวมคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยกำหนดว่าถ้าผลรวมของคะแนนเกินครึ่งของคะแนนเต็ม ถือว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตามจุดประสงค์นั้นจริง ถ้าผลรวมไม่ถึงครึ่งของคะแนนเต็ม ถือว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์นั้นจริง

3. ทำการแก้ไขและปรับคำถามข้อสอบและตัวเลือกบางข้อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
4. พิมพ์แบบทดสอบเป็นอักษรเบรลล์ เนื่องจากนักเรียนตาบอดไม่สามารถใช้แบบทดสอบที่เป็นอักษรคนตาดีได้ จึงต้องแปลงเป็นอักษรเบรลล์ก่อน โดยนำแบบทดสอบไปพิมพ์กับเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์

ขั้นนำไปทดลองใช้

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่องของเครื่องมือแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยพบว่าเมื่อผู้เรียนเลื่อนเมาส์ไปที่ส่วนคำตอบ ผู้เรียนจะสับสนในการเลือกคำตอบ เพราะส่วนของคำตอบคล้ายกับส่วนของคำถาม จึงแก้ไขโดยเพิ่มเสียงคำว่า "ตอบ ก. ตอบ ข. ตอบ ค." เข้าไปในส่วนของคำตอบแทนคำว่า "ก. ข. ค." เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างส่วนคำถามกับส่วนคำตอบ จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วง โดย

1. เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย พร้อมหูฟังเพื่อไม่ให้เสียงของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรบกวนผู้ทดลองคนอื่นๆ

2. ช่วงแรกให้นักเรียนฝึกการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การฝึกใช้เมาส์ควบคุมบทเรียนคอมพิวเตอร์
3. ช่วงที่สองให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด และทำแบบทดสอบหลังการเรียน เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียน
4. นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน
5. รวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

ในการประเมินผลพบว่านักเรียนตั้งใจรับการเรียนกับบทเรียนนี้มาก ใช้เวลาในการฝึกใช้เมาส์คนละไม่เกิน 10 นาที จากนั้นให้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนบางคนมีปฏิกิริยาสนองตอบต่อเสียงของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) โดยยิ้มแสดงควมพอใจมากเมื่อตอบถูก และสิ้นศีรษะเมื่อตอบผิด เมื่อเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งเวลาที่นักเรียนใช้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉลี่ยประมาณ 35 นาที ดังตาราง 3 จากการสอบถามนักเรียนทุกคนพอใจกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มาก เพราะไม่เคยเรียนด้วยคอมพิวเตอร์มาก่อน และถามหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องอื่นๆ ผู้วิจัยได้อธิบายว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นการสร้างขึ้นครั้งแรก ยังไม่มีการผลิตเรื่องอื่นๆ ออกมา นักเรียนได้ขอให้ช่วยสร้างบทเรียนแบบนี้ขึ้นมาอีก โดยเฉพาะ นายจะลอ มูเชอ อยากจะเรียนเป็น โปรแกรมเมอร์เพื่อช่วยผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดออกมามากๆ

ขั้นตอนประเมินผล

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล นำคะแนนที่นักเรียนทำได้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาวิเคราะห์เป็นรายบุคคล โดยใช้ Item by Objective Analysis ของ Dick & Carey (Dick W. and Carey L., 1990) แล้วเขียนรายงานแปลผล

ตาราง 3 แสดงเวลาที่นักเรียนดาบอดที่ใช้เรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลำดับ	ชื่อ	เวลา (นาที)
1.	นายบุญรัตน์ ชะสา	35
2.	นายจะตอ มูเซอ	36
3.	นายกนกศักดิ์ จำปาไทย	32
4.	น.ส.ปทุมมา อ่อนคุณ	32
5.	นายอาจื้อ แสนเหล็ก	41
6.	นายโสฬส ฤกษ์มี	44
7.	นายอานันท์ คาสี	33
8.	น.ส.เนวเลศ ตะจันทร์	34
เวลาเฉลี่ย =		35 นาที

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบได้ครบระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียน พบว่าสามารถออกแบบให้นักเรียนตาบอดใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เมาส์ได้ ซึ่งจอภาพจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนคำถาม อีกส่วนเป็นส่วนคำตอบ เมื่อผู้เรียนเลื่อนเมาส์ไปที่ตำแหน่งคำถาม คอมพิวเตอร์ก็จะแสดงคำถามออกมาเป็นเสียง เมื่อผู้เรียนเลื่อนเมาส์ไปที่ส่วนคำตอบ จะมีเสียงคำตอบให้เลือกกว่าจะเลือกคำตอบข้อใด ในการใช้งานผู้เรียนเพียงเลื่อนเมาส์คีย์บอร์ดหรือคลิกหลังเพื่อเลือกส่วนต่างๆ เท่านั้น เมื่อพบส่วนที่ต้องการแล้วก็กดปุ่มบนเมาส์เพียงปุ่มเดียวเพื่อเลือกคำตอบ จากนั้นนำวิธีที่คิดค้นได้ไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอด ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เป็นรายบุคคลโดยใช้ Item by Objective Analysis ของ Dick & Carey ซึ่งปรากฏผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตาราง 4 การวิเคราะห์ Item-By-Objective Analysis Table ของแบบทดสอบก่อนเรียน

วัตถุประสงค์	1			2				3					4			ข้อ		วัตถุประสงค์	
	1.	2	3	4	5	6.	7	8	9	10	11	12	13	14.	15	#	%	#	%
ข้อที่																			
นร.คนที่ 1	x					x						x	x			4	26	0	0
2	x	x		x	x	x								x		6	40	0	0
3	x							x	x	x			x			5	33	1	25
4	x	x	x								x				x	5	33	1	25
5	x	x	x									x		x		5	33	1	25
6			x			x								x		3	20	0	0
7	x		x			x	x	x		x				x		7	46	0	0
8	x	x		x	x	x	x	x							x	8	53	1	25
นร. ตอบถูก	7	4	4	2	2	5	2	3	1	2	1	2	2	4	2				
% นร. ตอบถูก	.87	.50	.50	.25	.25	.62	.25	.37	.12	.25	.12	.25	.25	.50	.25				
% นร. รอบรู้	.50			.25				.12					.25						

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่าไม่มีนักเรียนผู้ใดบรรลุวัตถุประสงค์ครบทั้ง 4 ข้อ แต่บรรลุวัตถุประสงค์เพียง 1 ข้อ จำนวน 4 คน ซึ่งอาจเป็นเพราะว่านักเรียนดังกล่าวมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มาบ้าง

ตาราง 5 การวิเคราะห์ Item-By-Objective Analysis Table ของแบบทดสอบหลังเรียน

วัตถุประสงค์	1							2							3							4							ข้อ	วัตถุประสงค์		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	#	%	#		%		
ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	#	%	#	%			
นร.คนที่ 1	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x											12	80	4	100			
2	x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x											12	80	4	100			
3	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											14	93	4	100			
4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x		x											12	80	4	100			
5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											15	100	4	100			
6	x		x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x											12	80	4	100			
7	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											14	93	4	100			
8	x	x		x	x	x	x	x	x			x	x	x	x											13	86	3	75			
นร. ตอบถูก	8	3	7	8	7	8	6	7	8	7	5	7	8	7	8																	
% นร. ตอบถูก	1	.37	.87	1	.87	1	.75	.87	1	.87	.62	.87	1	.87	1																	
% นร. ครอบรู้	.87							1.00							.87							1.00										

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงว่านักเรียนสามารถเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดที่ผู้เรียนพัฒนาขึ้น โดยมีนักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ครบทั้ง 4 ข้อ จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 87.5 สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ 3 ข้อ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่านักเรียนตาบอดสามารถเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดที่ผู้วิจัยได้คิดค้น ออกแบบและพัฒนาระบบโต้ตอบระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนได้

ตาราง 6 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบรรลุวัตถุประสงค์ของนักเรียนตามอค
ก่อนและหลังเรียน

วัตถุประสงค์	1		2		3		4	
	PR	PS	PR	PS	PR	PS	PR	PS
นร.คนที่ 1		x		x		x		x
2		x		x		x		x
3		x		x	x	x		x
4	x	x		x		x		x
5	x	x		x		x		x
6		x		x		x		x
7		x		x		x		x
8			x	x		x		x
% นร. ผ่านวัตถุประสงค์	25	87	12	100	12	100	0	100
ผลต่าง	+62		+88		+88		+100	

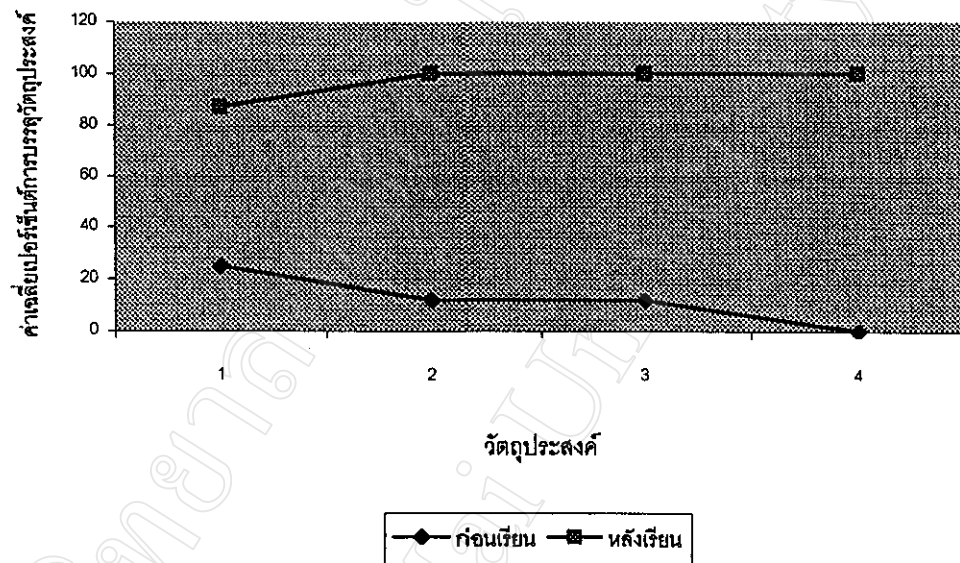
PR= ทดสอบก่อนเรียน

PS= ทดสอบหลังเรียน

X = ผ่านวัตถุประสงค์

การเปรียบเทียบคะแนนจากผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนมีคะแนนเพิ่มสูง
มากขึ้น (gain) หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แผนภูมิ 5 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การบรรลุวัตถุประสงค์ของนักเรียนตาบอดก่อนและหลังเรียน



กราฟแสดงการบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนของนักเรียนตาบอดเมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว สามารถบรรลุวัตถุประสงค์เกินร้อยละ 80 ทั้ง 4 วัตถุประสงค์

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนคาบอด ผู้วิจัยขอสรุปผลตามลำดับดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนคาบอด เรื่อง “คอมพิวเตอร์สำหรับคนคาบอด”

ประชากร

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2540 จำนวน 8 คน โรงเรียนสอนคนคาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ ใช้เป็นกลุ่มทดลองทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนคาบอด เรื่อง "คอมพิวเตอร์สำหรับคนคาบอด"
2. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วง โดย

1. เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์แบบมัลติมีเดีย พร้อมหูฟังเพื่อไม่ให้เสียงของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรบกวนผู้ทดลองคนอื่นๆ
2. ช่วงแรกให้นักเรียนฝึกการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การศึกษาใช้เมาส์ควบคุมบทเรียนคอมพิวเตอร์
3. ช่วงที่สองให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วศึกษาค้นคว้าตนเองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนคาบอด และทำแบบทดสอบหลังการเรียน เมื่อนักเรียนเรียนจบบทเรียน

4. นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน
5. รวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนมาวิเคราะห์เป็นรายบุคคลโดยใช้ Item by Objective Analysis ของ Dick & Carey

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบก่อนเรียนแสดงว่าไม่มีนักเรียนผู้ใดบรรลุวัตถุประสงค์ แต่ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบทดสอบหลังเรียนพบว่านักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ครบทั้ง 4 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 87.5

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่านักเรียนตาบอดสามารถเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดที่ผู้วิจัยได้คิดค้น ออกแบบและพัฒนา ระบบโต้ตอบระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนได้

อภิปรายผล

ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่านักเรียนตาบอดสามารถเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดที่ผู้วิจัยได้คิดค้น ออกแบบและพัฒนา ระบบโต้ตอบระหว่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนได้ โดยการออกแบบให้ผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เมาส์ ซึ่งหน้าจอภาพจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือส่วนคำถามและคำตอบ เมื่อผู้เรียนเลื่อนเมาส์เดินหน้าหรือถอยหลังเพื่อเลือกตำแหน่งต่างๆ ก็จะมีเสียงจากบทเรียนบอกให้ผู้เรียนทราบถึงตำแหน่งต่างๆ ที่เมาส์ ปรากฏบนหน้าจอภาพในบทเรียน เมื่อพบคำตอบที่ต้องการก็กดปุ่มบนเมาส์เพียง 1 ครั้ง นักเรียนก็จะทราบว่าตนเองตอบถูกหรือตอบผิด เมื่อนำวิธีการนี้มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอดเรื่อง คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด ก็พบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ได้ จากการสัมภาษณ์นักเรียนหลังจากจบบทเรียนแล้วทุกคนเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีประโยชน์มาก ชอบมากและต้องการที่จะเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอดในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป โดยเฉพาะ นายจะลอ มูเซอ มีความประสงค์ที่จะเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็น โปรแกรมเมอร์ช่วยผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มี

จำนวนมากๆ และจากการที่ผู้วิจัยได้นำบทเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มหาวิทยาลัยมหิดลซึ่งเป็นคนตาบอดทดลองใช้ ท่านก็ประทับใจเช่นเดียวกัน และสนใจที่จะส่งเสริมให้มีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป รวมทั้งการเผยแพร่วิธีผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้แก่บุคลากรต่างๆ เพื่อช่วยให้มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอดเพิ่มขึ้น ทั้งนี้แม้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จะยังมีราคาสูงอยู่ในปัจจุบัน แต่ราคาก็มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ นอกจากนั้นเมื่อเทียบกับความคุ้มค่าในด้านการแบ่งเบาภาระครูผู้สอน รวมทั้งสนองตอบต่อการเรียนแบบรายบุคคล ซึ่งเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลแล้ว ก็นับว่าคุ้มค่าที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอดต่อไป

อนึ่ง การวิจัยครั้งนี้ถึงแม้ว่าจะเป็นการใช้ประชากรที่น้อยอันเนื่องมาจากเป็นการวิจัยและพัฒนาที่ต้องการควบคุมการพัฒนาการของผู้เรียนอย่างแท้จริง และเนื่องจากข้อจำกัดของจำนวนนักเรียนตาบอดทั้งโรงเรียนที่มีน้อย ผลการวิจัยที่นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนเป็นสิ่งที่มีความสำคัญมากกว่าสิ่งใด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะมีการนำวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคนตาบอดนี้ไปพัฒนาบทเรียนในเรื่องอื่นๆ ต่อไป เนื่องจากบทเรียนสำหรับนักเรียนตาบอดยังไม่มีการพัฒนาให้พอเพียง
2. ควรมีการนำวิธีสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบอื่นๆ เช่น แบบกำหนดความก้าวหน้าโดยผู้เรียน (Learner Control) เป็นต้น
3. ควรมีการวิจัยหารูปแบบอื่นๆ ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักเรียนตาบอดต่อไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กิดานันท์ มลิทอง. (2531). เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โกวิท ประวาลพุกภัย และสมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. (2527). การประเมินผลในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช.
- ขนิษฐา ชานนท์. (2532). "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน" วารสารเทคโนโลยีทางการศึกษา (ฉบับปฐมฤกษ์). หน้า 7-10.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. (2532). "สวัสดิคุณครูคอมพิวเตอร์". คอมพิวเตอร์แมกกาซีน. มิถุนายน หน้า 62-70.
- ฉลอง ทับศรี. (2533). การใช้คอมพิวเตอร์ในการศึกษา. เอกสารประกอบการบรรยายการประชุมทางวิชาการเรื่อง "มาเริ่มใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียนกันดีไหม".
- ทักษิณา สวานานนท์. (2530). คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. (2530). "บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการศึกษาไทยในอนาคต. ไมโครคอมพิวเตอร์. หน้า 63-65.
- นิสิต ลีละวงศ์. (2520). คนตาบอด. เจ้าพระยา, 19 กันยายน. หน้า 9.
- บุญเลิศ เอี่ยมทัศนาศ. (2531). โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ปิยะรัตน์ ธรรมรัตน์. (2535). "Computer Aid Blind" (อัดสำเนา). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2523). การศึกษาพิเศษในปัจจุบัน. เอกสารประกอบคำบรรยาย ลำดับที่ 27 (พิมพ์ครั้งที่ 2). งานตำราและคำสอน กองบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2527). ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น หน้า 41.
- ภรต สุวรรณธรรมา. (2537). "คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด" (อัดสำเนา) เชียงใหม่ : ศูนย์คอมพิวเตอร์สำหรับคนตาบอด โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ เชียงใหม่.
- ชิน ภูสุวรรณ. (2529). "การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน" จันทร์เกษม. หน้า 189.

- วีระ ไทยพานิช. (2526). "บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ใน รวมบทความเทคโนโลยีทางการศึกษา หน้า 9-19 กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน, กระทรวงศึกษาธิการ.
- (2526). "บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน" ใน เอกสารการสัมมนา เรื่อง บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา กรมการศึกษานอกโรงเรียน.
- วินัย รูปขำดี. (มปป.). การเรียนรู้ร่วมกับคนพิการของนักเรียนตาบอด. (อัคราณา) เชียงใหม่: โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือ ในพระบรมราชินูปถัมภ์ เชียงใหม่.
- (2538). อาจารย์โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือ ในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัดเชียงใหม่ (เก็บข้อมูลช่วงการเตรียมข้อมูลเพื่อเสนอโครงการวิทยานิพนธ์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สิงหาคม 2538)
- วิสุทธิ สุวรรณสุขโรจน์. "Computer Aid Blind" (อัคราณา). กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- ศรีศักดิ์ จามรมาน. (2535). การเรียนรู้การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอน. เอกสารประกอบการศึกษาอบรมและสัมมนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI (Computer Assisted Instruction) วิทยาลัยครูสวนสุนันทา.
- สมทรง พันธุ์สุวรรณ. (2529). การศึกษาสำหรับคนที่บกพร่องทางการเห็น. ภาควิชาการศึกษาพิเศษ คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต.
- สมลักษณ์ พลังกูร และทัศนีย์ กาญจนันท์. (2525). การฟื้นฟูสมรรถภาพคนตาบอดในโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพฯ. ชีวิตและสุขภาพ. 2 หน้า 21-22.
- สยาม คุณเศษ. (2539). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับคนตาบอด เรื่อง "คำย่อในอักษรเบรลล์". (รายงานการวิจัย). เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- सानนท์ เจริญฉาย. (2523). โปรแกรมประยุกต์ด้านการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเคียนสโตร์.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2535). การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. เอกสารการประชุมทางวิชาการระดับชาติ เรื่อง คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. (10-11 กันยายน), มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2540). สายตาพิการและการศึกษาสำหรับคนตาบอด. กรุงเทพฯ.

อารี เพลินชัยวานิช. (2540). รายงานการประเมินโครงการนักเรียนตาบอดเรียนร่วมกับนักเรียนปกติ
ในโรงเรียนร่วมของโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัด
เชียงใหม่. เชียงใหม่ : โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์ จังหวัด
เชียงใหม่ กองการศึกษาพิเศษ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.

ภาษาอังกฤษ

Alessi, S.M. and S.R. Trollip. (1985). Computer-Based Instruction : Methods and development. New
Jersey : Prentic - Hall.

British Association. (1996). Computer implant in brain gives sight to the blind.

<http://www.csm.uwe.ac.uk/csm/research/PIM/BAASLecture/Times.html>

Best, Harry. (1969). The Blind. New York : Macmillan.

Blind Foundation for India. (n.d.) Battling Blindness. <http://www.lucent.com/what/community/bfi/story.html>

Dick W. and Carey L. (1990). The systematic design of instruction. 3rd ed. Scott. Foresman/Little :
Brown Higher Education.

IBM. (1997). IBM Creates New Java Technology to Help Blind Computer Users Access the 'Net.
<http://www.ibm.com/java/news/news25.html>

Perry J., Macken E., Scott N. and McKinley J. (1996) Disability, Inability and Cyberspace.
<http://www-csli.stanford.edu/~john/disabilities/batya/node7.html>

Perter A. McWilliams. (1984). Personal Computers and the Disabled. New York : Quantum Press.
p. 86-89.

Scholl, Geraldine T. (1997). The Education of Children with Visual Impairment, in Education of
Exception and Youth. Englewood Cliff. New Jersey : Prentice Hall.

Seels, B. and Glasgow, Z. (1990). Exercises in Instructional Design. Ohio : Merrill Publishing.

Sreenivasan S. (1996). New software improves web access for the blind.
<http://www.caldwell.edu/news/nytimes.html>

The Detroit News. (1995). Health: Tiny computer chip on the eye may help blind see.
<http://www.detnews.com/menu/stories/19997.htm>