

การประเมินและการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ใน
ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ

EVALUATION AND DESIGN OF TANGIBLE USER INTERFACE IN
A COMPUTER-BASED TRAINING SYSTEM FOR
LOW-FUNCTIONING AUTISM



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีศึกษาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2555

KMITL-2012-IT-D-001-003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**EVALUATION AND DESIGN OF TANGIBLE USER INTERFACE IN
A COMPUTER-BASED TRAINING SYSTEM FOR
LOW-FUNCTIONING AUTISM**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF PHILOSOPHY IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2012

KMITL-2012-IT-D-001-003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2012

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การประเมินและการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเด็กออทิสติกศรัทธาภาพต่ำ
 Evaluation and Design of Tangible User Interface in a Computer-Based Training System for Low-Functioning Autism

นักศึกษา นางสาวกรรณญา สิริธิสงวน

รหัสประจำตัว 47066005

ปริญญา ปรัชญาคุณวุฒิบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร โชติกคำธร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.บุญวัฒน์ อัครชู	
รองศาสตราจารย์ บรรจง ปิยะธารง	
ดร.ทิพยา จินตโกวิท	
รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร โชติกคำธร	
ดร.สุภวรรณ อันนันทน์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันอังคารที่ 18 กันยายน 2555 เวลา 11.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง M23 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศรับรองแล้ว

 (รองศาสตราจารย์ ดร.จันทิมาวรรณ สติติวิริยวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 วันที่.....26.....เดือน.....ตุลาคม.....พ.ศ.....2557
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินและการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเด็กออทิสติกศึกษภพต่ำ
นักศึกษา	นางสาวกรัญญา สิทธิสงวน
รหัสนักศึกษา	47066005
ปริญญา	ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2555
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.นพพร โชติกคำธร

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอผลการศึกษานำเสนอผลการออกแบบและการประเมินผลการใช้งานเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเด็กออทิสติกศึกษภพต่ำโดยมุ่งประเด็นในการพิจารณาไปที่ระดับความยากง่ายในการใช้งาน ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้และระดับ ความสนใจในบทเรียน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้งานเชื่อมต่อประสานแบบวิมผ่านการควบคุมด้วยเมาส์และจอสัมผัสและการใช้การฝึกฝนด้วยนักกิจกรรมบำบัด การฝึกทักษะเบื้องต้นเกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่องรูปทรงและสีถูกนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ ผลการทดสอบการใช้งานกับเด็กออทิสติกศึกษภพต่ำพบว่าส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิมโดยการควบคุมด้วยเมาส์ประสบปัญหาในด้านความยากง่ายในการใช้งาน เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนต่อประสานแบบจับต้องได้ ส่วนในแง่ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ นั้น ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ให้ผลที่ดีกว่าวิธีการเรียนรู้อื่น ๆ ที่ทดสอบ นอกจากนี้จากการทดลองพบว่าจำนวนและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์มีผลต่อระดับความสนใจที่มีต่อบทเรียน ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอแบบจำลองเพื่อประเมินปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานที่มีผลต่อระดับความสนใจที่มีต่อบทเรียนและนำเสนอแนวทางการประเมินและการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้สำหรับเด็กออทิสติกศึกษภพต่ำ

Thesis	Evaluation and Design of Tangible User Interface in a Computer-Based Training System for Low-Functioning Autism
Student	Ms.Karanya Sitdhisanguan
Student ID.	47066005
Degree	Doctor of Philosophy
Program	Information Technology
Year	2012
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Nopporn Chotikakamthorn

ABSTRACT

This thesis presents the results of a study on design and evaluation of tangible user interface in a computer-based training system for low-functioning autistic children. The emphasis is on ease of use, learning efficacy and engagement to learning lesson. Use of TUI (Tangible User Interface) was compared with WIMP (Windows, Icons, Menus, Pointer) interface using both a standard computer mouse and a touch screen device. Comparison with a result obtained from non-computer training by an occupational therapist was also made. The basic shape and color matching tasks were chosen as a case study. From the experimental result, the case of a WIMP-based training system using a standard mouse performed poorly in terms of ease of use, when compared with a TUI-based system. Regarding learning efficacy, experimental results show that the TUI-based system achieved higher skill improvement, as compared with those obtained by either the WIMP-based system or the non-computer training method. Furthermore, it was found that the number of interaction points and richness of interaction affected the level of engagement to learning lessons. A model is proposed as a tool to evaluate a user interface design on the level of learning lesson engagement it affects. Guidelines for evaluation and design of TUI in a computer-based training system for low-functioning autistic children are also provided.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร โชติกกำทร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ ตลอดจนช่วยเหลือแก้ปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ โรงพยาบาลเชิงราชประชาอนุเคราะห์ คุณอัจฉรา เดชะบุญ เจ้าหน้าที่ในแผนกที่เกี่ยวข้อง และผู้ปกครองของเด็กออทิสซึม ที่ได้ให้ความร่วมมือและความอนุเคราะห์ในการนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ไปทำการทดสอบการใช้งานจริง

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ที่ให้ทุนสนับสนุนในการเรียนตลอดมา ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจที่ดีเสมอ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา คุณชาย และน้องสาว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด สุดท้ายนี้สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดา มารดา และ คุณชายซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

กรัญญา สิทธิสงวน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 วิธีการดำเนินงาน.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 โรคออทิสซึม.....	4
2.1.1 ลักษณะการเรียนรู้และความสามารถของเด็กออทิสติก.....	7
2.2 คอมพิวเตอร์กับเด็กออทิสติก.....	8
2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	9
2.3.1 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	9
2.4 ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ (Tangible User Interface) กับการเรียนรู้.....	10
2.4.1 ประโยชน์ของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กับการเรียนรู้.....	11
2.5 การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (Engagement).....	11
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
2.6.1 งานวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	12
2.6.2 งานวิจัยทางด้านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กับการเรียนรู้.....	14
บทที่ 3 การใช้ส่วนต่อประสานแบบจับต้องได้เพื่อการเรียนรู้ในเด็กออทิสติกศึกษากฎท่า.....	17
3.1 ปัญหาและอุปสรรค ในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศึกษากฎท่า.....	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกฝนและการเรียนรู้.....	19
3.3 การออกแบบส่วนต่อประสานแบบจับต้องได้สำหรับเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำ.....	22
3.3.1 รูปแบบในมิติของการแทนวัตถุหรือแนวคิด (Representation).....	22
3.3.2 รูปแบบในมิติของการเชื่อมโยงระหว่างอินพุตและเอาต์พุต (Embodiment).....	24
3.4 ผลกระทบของจำนวนและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ต่อระดับความสนใจและสมาธิกับบทเรียน.....	26
3.4.1 ประเภทของความสนใจต่อการเรียนรู้.....	27
3.4.2 แบบจำลองความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ที่มีผลต่อระดับความสนใจในบทเรียน.....	28
3.5 การประเมินผลการเรียนรู้การเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้.....	33
3.5.1 ความสนใจในตัวอุปกรณ์ และ สภาพแวดล้อม (Engagement to Learning Environment).....	34
3.5.2 การมีส่วนร่วมกับกิจกรรมที่มีต่อบทเรียน (Engagement to learning Activities).....	34
3.5.3 การมีส่วนร่วมกับบทเรียน (Engagement to learning lesson).....	34
3.5.4 การไม่มีส่วนร่วม (Disengagement Sign).....	35
3.5.5 การเลิกกิจกรรม (Quit Task).....	35
3.6 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อใช้ในการฝึกทักษะการเรียนรู้เบื้องต้นของเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำ.....	35
3.6.1 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคโนโลยีวิม (WIMP Interface).....	35
3.6.2 การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคโนโลยีเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ (Tangible User Interface).....	38
บทที่ 4 การทดลองและวิเคราะห์ผล.....	44
4.1 การทดลอง 1.....	44
4.1.1 กลุ่มตัวอย่าง	44
4.1.2 วิธีการทดลอง.....	44
4.1.3 วิธีการวัดผล.....	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.4 ผลการทดลอง.....	47
4.2 การทดลอง 2	48
4.2.1 กลุ่มตัวอย่าง.....	49
4.2.2 วิธีการทดลอง	49
4.2.3 วิธีการวัดผล.....	49
4.2.4 ผลการทดลอง.....	49
4.3 การทดลองที่ 3.....	51
4.3.1 กลุ่มตัวอย่าง.....	51
4.3.2 วิธีการทดลอง.....	52
4.3.3 วิธีการวัดผล.....	52
4.3.4 ผลการทดลอง.....	52
4.4 การทดลองที่ 4.....	54
4.4.1 กลุ่มตัวอย่าง.....	54
4.4.2 วิธีการทดลอง.....	54
4.4.3 วิธีการวัดผล	56
4.4.4 ผลการทดลอง.....	56
4.5 การทดลองที่ 5.....	58
4.5.1 กลุ่มตัวอย่าง.....	59
4.5.2 วิธีการทดลอง.....	59
4.5.3 วิธีการวัดผล	60
4.5.4 ผลการทดลอง.....	60
4.6 การทดลองที่ 6.....	63
4.6.1 กลุ่มตัวอย่าง.....	63
4.6.2 วิธีการทดลอง.....	63
4.6.3 วิธีการวัดผล	65
4.6.4 ผลการทดลอง.....	65

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 สรุปผลการทดลองและอภิปรายผล.....	69
4.8 แนวทางการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ.....	70
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	72
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	72
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	73
เอกสารอ้างอิง.....	74
ภาคผนวก.....	82
ภาคผนวก ก. บทความและผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์.....	83
ประวัติผู้เขียน.....	105



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ผลการประเมินที่ได้จากแบบจำลองของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB และ CBT-WIMP-TOUCH.....	30
3.2 ผลการประเมินที่ได้จากแบบจำลองอุปกรณ์ CBT-TUI-S.....	31
3.3 ผลการประเมินที่ได้จากแบบจำลองของอุปกรณ์ CBT-TUI-C.....	33
4.1 จำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดให้ความช่วยเหลือในแต่ละวัน สำหรับกลุ่มที่ใช้ อุปกรณ์ CBT-WIMP.....	48
4.2 ครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดให้ความช่วยเหลือในแต่ละวันสำหรับกลุ่มที่ใช้ อุปกรณ์ CBT-TUI.....	48
4.3 จำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปให้ความช่วยเหลือในแต่ละวันของการ เรียนรู้ผ่าน CBT-WIMP ในเด็กที่มีพัฒนาการปกติ.....	50
4.4 จำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปให้ความช่วยเหลือในแต่ละวันของการ เรียนรู้ผ่าน CBT-TUI ในเด็กที่มีพัฒนาการปกติ.....	51
4.5 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่เรียนแบบปกติกับนักกิจกรรมบำบัด.....	53
4.6 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้.....	53
4.7 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้.....	57
4.8 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่เรียนแบบปกติกับนักกิจกรรมบำบัด.....	57
4.9 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่เรียนผ่านจอสัมผัส.....	58
4.10 คะแนนก่อนและหลังเรียนของการฝึกด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์.....	62
4.11 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ฝึกผ่านอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์.....	62
4.12 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดเข้าไปช่วยเหลือแต่ละอุปกรณ์ใน สองสัปดาห์ของแต่ละอุปกรณ์.....	67
4.13 แสดงถึงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งของตัวชีวิตการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ในสองสัปดาห์ของแต่ละอุปกรณ์.....	68

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.14 แสดงการเปรียบเทียบของผลการประเมินจากแบบจับลองและระดับ ความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB.....	68
4.15 แสดงการเปรียบเทียบของผลการประเมินจากแบบจับลองและ ระดับความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TOUCH.....	68
4.16 แสดงการเปรียบเทียบของผลการประเมินจากแบบจับลองและ ระดับความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-TUI-S.....	69
4.17 แสดงการเปรียบเทียบของผลการประเมินจากแบบจับลองและ ระดับความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-TUI-C.....	69



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1	การแสดงผลพีธบนจอใกล้กับตำแหน่งการวางของอุปกรณ์ป้อนข้อมูล (บล็อกไม้) ก) ภาพหน้าจอกรณีตอบถูก ข) ภาพหน้าจอกรณีที่ตอบผิด..... 24
3.2	ลักษณะของโต๊ะที่ใช้สำหรับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ซึ่งเป็นแบบ Tabletop และใช้รูปแบบ Nearby Embodiment..... 24
3.3	ตัวอย่างบล็อกไม้ ของเล่น และของใช้ในชีวิตประจำวัน ที่ใช้ป้อนข้อมูล กับคอมพิวเตอร์ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กึ่งเชิงรูปธรรม.....25
3.4	ส่วนประกอบของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กึ่งนามธรรม..... 26
3.5	ระดับการแทนวัตถุหรือแนวคิดในเชิงรูปธรรมและนามธรรม..... 26
3.6	แบบจำลอง IPR ที่แสดงถึงขั้นตอนการปฏิสัมพันธ์ และ ผลกระทบของจำนวนและ ความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ต่อระดับความสนใจและสมาธิกับบทเรียน 33
3.7	ภาพหน้าจอของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม (WIMP Interface) ในการเรียนรู้ เรื่องรูปทรง..... 37
3.8	ภาพหน้าจอของครูฝึก (จอสัมผัส และ แทปเล็ต)..... 37
3.9	ภาพหน้าจอของครูฝึกในส่วนที่แสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน..... 37
3.10	ก) ภาพหน้าจอของจอสัมผัส และ แทปเล็ตพีซี บทที่ 1 ข) ภาพหน้าจอของจอสัมผัส และ แทปเล็ตพีซี บทที่ 2 ของการเรียนรู้เรื่องสี..... 37
3.11	ก) ภาพหน้าจอเมื่อตอบถูก ข) ภาพหน้าจอเมื่อตอบผิด ของจอสัมผัส และ แทปเล็ตพีซี..... 38
3.12	ส่วนประกอบของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กึ่งเชิงรูปธรรม..... 40
3.13	ก) รูปแบบของโต๊ะ ข) บล็อกไม้ ที่ใช้สำหรับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้อง ได้เชิงกึ่งนามธรรมในการเรียนรู้เรื่องรูปทรง..... 40
3.14	รูปแบบของโต๊ะที่ใช้สำหรับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ ในรูปแบบกึ่งเชิงรูปธรรม ในการเรียนรู้เรื่องสี..... 41
3.15	ตัวอย่างบล็อกไม้ อุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และ ของเล่นที่ใช้ป้อนข้อมูล กับคอมพิวเตอร์ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในรูปแบบกึ่งเชิงรูปธรรม..... 41

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16	ภาพหน้าจอของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในรูปแบบกึ่งเชิงรูปธรรม บทที่ 1 และ บทที่ 241
3.17	ก) ภาพหน้าจอกรณีตอบถูก ข) ภาพหน้าจอกรณีตอบผิด.....42
3.18	ภาพหน้าจอของครูฝึกของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในเชิงกึ่งรูปธรรม.....42
3.19	ส่วนประกอบของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้เชิงกึ่งนามธรรม.....43
3.20	ก) ภาพหน้าจอของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในเชิงกึ่งนามธรรม ข) ภาพหน้าจอเมื่อนำเครื่องมือเลือกสี มาเลือกสีที่เหมือนกับสีที่กำหนด สีที่เลือกจะเปลี่ยนไปปรากฏบนหน้าจอของเครื่องมือ.....43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โรคออทิสซึม เป็นโรคทางจิตเวชโรคหนึ่งซึ่งเป็นผลมาจากความผิดปกติทางหน้าที่ของระบบประสาทบางส่วน และยังไม่สามารถสรุปได้ว่าอะไรคือสาเหตุที่แท้จริง แต่สามารถวินิจฉัยได้ตั้งแต่วัยเด็ก ซึ่งเป็นกลุ่มอาการที่มีพัฒนาการล่าช้าและผิดปกติ ทางด้านพัฒนาการทางสังคม พัฒนาการด้านการสื่อความหมายและภาษา และ มีการกระทำและความสนใจซ้ำๆ ปัจจุบันพบว่าผู้ป่วยออทิสซึมอยู่ มาก ซึ่งพบได้ระหว่าง 4-5 คน ต่อประชากร 10,000 คน ตามเกณฑ์การวินิจฉัย DSM IV และ 21 คน ต่อ ประชากร 10,000 คน ตามการวินิจฉัยแบบ Autistic Spectrum และในประเทศไทยพบในเด็กชาย มากกว่าเด็กหญิง 3.3 เท่า โดยในเด็กหญิงมักมีความรุนแรงมากกว่าเด็กชาย และมีโอกาสที่จะเกิดได้ใน ทุกเชื้อชาติ และเศรษฐานะ [3, 9, 10]

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันยังไม่มีวิธีการรักษาโรคออทิสซึมที่จำเพาะเจาะจงให้หายขาดได้แต่สามารถ ช่วยเหลือให้มีการพัฒนาการที่ดีขึ้น สามารถเรียนรู้และใช้ชีวิตอยู่ร่วมในสังคมได้ การดูแลรักษาจะต้อง ใช้หลายวิธีร่วมกัน ไม่ว่าจะเป็นการส่งเสริมศักยภาพทางครอบครัว การฝึกและแก้ไขการพูด การ รักษาด้วยยา กายภาพบำบัด พฤติกรรมบำบัด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมบำบัด ซึ่งเป็นการฝึกฝน และมีความจำเป็นสำหรับเด็กออทิสติก โดยมีจุดมุ่งหมายหลักในการปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น เพื่อให้พวกเขาดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด

โดยทั่วไปการฝึกกิจกรรมบำบัดปกตินั้น จะเป็นการฝึกฝนทักษะการเรียนรู้เบื้องต้น การใช้ชีวิต ประจำวัน การสอนและฝึกให้เด็กสามารถทำกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตนเองในด้านต่างๆ เช่น การทาน อาหาร การใส่เสื้อผ้า รวมถึงกิจกรรมฝึกทักษะการเคลื่อนไหว และการสื่อความหมาย [6, 7] แต่ด้วย คุณลักษณะของเด็กออทิสติก มีปัญหาทางการเข้าสังคม ชอบอยู่คนเดียว จึงต่อต้านและไม่ให้ความ ร่วมมือในการฝึก อีกทั้งชอบเล่นกับของเล่นมากกว่าเล่นกับผู้อื่นจึงทำให้การฝึกฝนกับนัก กิจกรรมบำบัดนั้นไม่สัมฤทธิ์ผลเท่าที่ควร [7]

ในปัจจุบันได้มีผู้วิจัยโดยนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการแพทย์ เพื่อช่วยในการฝึกฝน และบำบัดผู้ป่วยรวมถึงผู้พิการ เพื่อให้การรักษามีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับโรคออทิสซึมนั้นจาก การสำรวจและค้นคว้ายังมีผู้ที่ทำการวิจัยด้านนี้อยู่เรื่อยๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นการนำเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาฝึกฝนการพูด การอ่าน การเขียน การเรียนรู้ร่วมกัน รวมถึงการนำหุ่นยนต์ เข้ามาช่วยฝึกฝนทักษะทางสังคม แต่ก็ยังคงพบปัญหาอยู่มาก เนื่องจากผู้ป่วยยังไม่สามารถแยกแยะและ

นำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงในปัจจุบันได้ รวมถึงการใช้งานของอุปกรณ์ที่ขาดต่อการควบคุม อีกทั้งเรื่องของเวลาที่ผู้ปกครองจะพาผู้ป่วยมารับการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ ตลอดจนพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด หรือแม้กระทั่งบุคลากรที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการขาดแรงจูงใจและการกระตุ้นในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาการทางด้านความคิดและการเรียนรู้ของผู้ป่วยออทิสติก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ (Tangible User Interface) และระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม (WIMP Interface) โดยเปรียบเทียบกับ การเรียนรู้กับนักกิจกรรมบำบัด
2. เพื่อศึกษาถึงระดับความยากง่าย ในการใช้งาน โดยเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ (Tangible User Interface) เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม (WIMP Interface)
3. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยในการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ (Tangible User Interface) และส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม (WIMP Interface) ที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ (Engagement)

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ส่วนเชื่อมต่อประสานที่แตกต่างกัน มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อระดับความยากง่ายในการใช้งาน ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ
2. จำนวนจุดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ ตลอดจนความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์มีผลกระทบต่อระดับการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้
3. การเรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ มีผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ที่ดีกว่าการเรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม และ นักกิจกรรมบำบัด

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ อายุ 3-6 ปี มี IQ ระหว่าง 60-80 โดยใช้เกณฑ์คัดกรองของ DMV-IV ซึ่งทำการคัดเลือกโดยนักกิจกรรมบำบัด ที่เข้ามารับการฝึกที่โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ จ.เชียงราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บทเรียนในการฝึกทักษะการเรียนรู้เบื้องต้นของเด็กออทิสติกศึกษากฎท่า ในการเรียนรู้เรื่อง สี และ รูปทรง ที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

1.5 วิธีการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) รวบรวม วิเคราะห์ถึงรูปแบบการรักษาแบบต่างๆ
- 3) ออกแบบ และ พัฒนาระบบ
- 4) ทดสอบ
- 5) สรุปผลการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โรคออทิสซึม

ออทิสซึม (AUTISM) เป็นโรคทางจิตเวชโรคหนึ่ง ที่วินิจฉัยได้ตั้งแต่วัยเด็กเล็ก ถูกเรียกชื่อตามภาษาอังกฤษทั่วโลก มีความหมายว่าตัวเอง คือ self เพราะผู้ที่เป็นโรคนี้จะแยกตัวอยู่ตามลำพัง คืออยู่ในโลกของตัวเอง เสมือนกับมีกำแพงที่มองไม่เห็น กันตัวเขาเหล่านั้นแยกจากสังคมรอบด้าน จนทำให้เขาขาดการรับรู้ จากสิ่งแวดล้อมรอบตัวอย่างสิ้นเชิง เราเรียกเด็กที่เป็นโรคออทิสซึมว่า "เด็กออทิสติก (Autistic child) " ซึ่งจะมีกลุ่มอาการที่แสดงให้เห็นว่า มีความผิดปกติทางพฤติกรรม หรือมีความล่าช้าในด้านพัฒนาการทางสังคม การสื่อความหมาย การพูด การใช้ภาษา จิตนาการมีพฤติกรรมซ้ำ ๆ บางอย่างทั้งการกระทำและความคิด อาการจะปรากฏให้เห็นได้ ตั้งแต่ในขวบปีแรก พบได้ในเด็กทั่วโลกโดยไม่จำกัดพื้นฐานทางสังคม เช่น การศึกษา เศรษฐฐานะ และจะพบในเด็กชายมากกว่าเด็กหญิง 4 เท่า [2, 9, 70]

สาเหตุของโรคออทิสซึมนั้นเป็นผลมาจากความผิดปกติทางหน้าที่ของระบบประสาทบางส่วน ยังไม่มีผู้ใดสามารถสรุปได้ว่า อะไรคือสาเหตุที่แท้จริง ออทิสซึมส่วนใหญ่จะมีระดับของซีโรโทนินในเลือดสูง ทำให้มีพฤติกรรมไม่อยู่นิ่ง (Hyperactivity) ในบางรายอาจมีการทำหน้าที่ของโดพามีน (Dopamine) เพิ่มขึ้น ออทิสซึมบางรายจึงมีความรับรู้ต่อการเจ็บปวดน้อยลง มีการการกระทำซ้ำๆ มีแนวโน้มที่จะทำร้ายตัวเองอย่างรุนแรงซ้ำๆ [69, 72]

Bauman และ Kemper [13] ได้ศึกษาโดยนับจำนวนเซลล์ในบริเวณในบริเวณต่าง ๆ ของสมองเปรียบเทียบระหว่าง เด็กกับเด็กปกติจะพบความผิดปกติในเด็กออทิสติกอย่างชัดเจนอยู่ 2 แห่ง คือ ที่ระบบลิมบิก (Limbic System) และที่สมองส่วนซีรีเบลลัม (Cerebellum) บริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) ส่วนของอมิกดาลา (Amygdala) และฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) ทำหน้าที่ควบคุมด้านความจำ อารมณ์ การเรียนรู้และแรงจูงใจ ความผิดปกติที่พบ คือลักษณะของเซลล์บริเวณนี้มีขนาดเล็กมาก มีจำนวนเซลล์มากกว่าคนปกติทั่วไป จนมองเห็นเบียดกันหนาแน่นเปรียบเทียบกับการทำงานของคอมพิวเตอร์คือมีหน่วยความจำมากแต่ไม่สามารถทำหน้าที่เชื่อมโยงได้ ดังนั้นความจำความรู้ที่มีในเด็กออทิสติกจึงมีความผิดปกติด้านอารมณ์และด้านการตั้งความสนใจ นอกจากนั้นแล้วเซลล์ผิดปกติจะมีลักษณะเซลล์ที่ไม่พัฒนาหรือเซลล์ที่อ่อนกว่าอายุจริงมาก มีการลดจำนวนลงอย่างชัดเจนของเซลล์เพียวกินิจ(Purkinje) และการขาดหายไปของกลีโอซิส (Gliosis) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของสมองที่เป็นโครงข่ายเซลล์ประสาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์บริเวณสมองส่วนซีรีเบลลัม (Cerebellum) ซึ่งเป็นส่วนที่ควบคุมการประสานสัมพันธ์ มีจำนวนเซลล์น้อย มีช่องว่างระหว่างเซลล์มากมายจนมองเห็นการกระจัดกระจายของเซลล์ เซลล์มีลักษณะไม่พัฒนาการเช่นเดียวกับเซลล์ บริเวณระบบลิมบิก (Limbic System) ระยะพัฒนาการของเซลล์สมองเท่ากับเด็กวัยทารกในครรภ์อายุ 7-8 เดือน เท่านั้น พฤติกรรมของเด็กออทิสติกจึงเสมือนถูกควบคุมโดยสมองที่มีความบกพร่องดังกล่าวมาแล้ว

เพ็ญแข ลิมศิลา [1] กล่าวว่า ลักษณะของอาการออทิสซึมเป็นกลุ่มอาการผิดปกติที่แสดงพฤติกรรมให้เห็นว่าเด็กไม่สามารถพัฒนาการด้านสังคม การพูด การใช้ภาษา และการสื่อความหมายตามวัยได้เหมาะสม เด็กออทิสติกส่วนใหญ่จะมีลักษณะภายนอกที่ดูเหมือนเด็กปกติทั่วไป หน้าตาน่ารัก ในช่วงทารกจะมีพัฒนาการที่เป็นปกติไม่ว่าจะเป็นส่วนสูง น้ำหนักตัว การยิ้ม การนั่ง การคลาน และการเดิน แต่มีลักษณะที่สามารถสังเกตได้ในวัยทารก ความผิดปกติที่แสดงให้เห็นสองลักษณะของอาการออทิสซึมคือเด็กร้องกวนมากส่งเสียงกรี๊ดร้องทั้งวันทั้งคืน แม้ว่าจะอุ้ม ปลอดภัย ไรก็ไม่หยุดร้อง เวลาอุ้มจะทำตัวแข็งขึ้นและร้องมากยิ่งขึ้น ในทางตรงกันข้ามความผิดปกติที่สามารถสังเกตได้คือ เด็กจะนอนนิ่งเงียบ ไม่ร้องกวน ไม่จะรู้สึกรังเกียจหรือเปียกเลอะเทอะจะดูเหมือนว่าเป็นเด็กที่เลี้ยงง่าย ความผิดปกติที่เกิดขึ้นชัดเจน คือ การที่เด็กไม่มีปฏิกิริยาตอบสนอง ไม่ว่าจะเป็นการสัมผัสของมารดาจากการอุ้มหรือกอดรัด เด็กจะไม่ชูกตัว หรือโอบกอดตอบ เด็กจะไม่แสดงความสนใจต่อสิ่งแวดล้อมภายนอก ไม่มองหน้าหรือสบตาผู้อื่นไม่มองตามเสียงเรียกไม่แสดงอาการอยากรู้ อยากเห็นสิ่งใด จะมองไปรอบๆ แต่อย่างไร้จุดหมาย นอกจากจะพบเห็นสิ่งที่ถูกใจ เช่น แสงไฟ พัดลมที่หมุนก็จะจ้องมองอยู่เป็นเวลานาน ๆ

จากการวิจัยใหม่ ๆ [30, 69, 70] พบว่า มีความผิดปกติของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งมีปัจจัยเกี่ยวข้องกับพันธุกรรม ไวรัส การเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในร่างกาย และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวเด็กตั้งแต่อยู่ในครรภ์มารดาเป็นต้น ซึ่งในการวินิจฉัยว่าเด็กเป็นออทิสซึมหรือไม่นั้น ต้องอาศัยการซักประวัติอย่างละเอียดเกี่ยวกับการเจริญเติบโต และพัฒนาการทุก ๆ ด้านของเด็กตั้งแต่แรกเกิด การกิน การนอน การขับถ่าย รวมทั้งการแสดงออกทางพฤติกรรมที่ผิดปกติไปจากเด็กปกติในช่วงอายุเดียวกัน เช่น พัฒนาการทางสังคม ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับพ่อแม่ ปฏิสัมพันธ์ต่อบุคคลอื่น ต่อของเล่นหรือสิ่งแวดล้อม การตอบสนองต่อสิ่งเร้า ที่เกี่ยวกับการมองเห็น การได้ยิน การสัมผัสหรือความเจ็บปวด ความสามารถในการพูด การใช้ภาษา การสื่อความหมาย การเคลื่อนไหว รวมทั้งพฤติกรรมซ้ำซากและอารมณ์ที่ไม่สมเหตุผล

ออทิสติกแบ่งตามความมากน้อยของความบกพร่องออกเป็น 2 ระดับ คือ [44]

- 1) กลุ่มที่มีศักยภาพสูง (High-functioning Autism) ซึ่งกลุ่มนี้จะมีความบกพร่องน้อย มีสติปัญญาเท่าเทียมกับเด็กปกติทั่วไป แต่จะมีปัญหาเรื่องพฤติกรรม และการเข้าสังคม การรับรู้อารมณ์ความรู้สึกของบุคคลอื่น ในปัจจุบันมีผู้เรียกเด็กในกลุ่มนี้อีกชื่อหนึ่งว่า แอสเพอร์เกอร์ (Asperger Syndrome) ตามชื่อแพทย์ผู้ค้นพบ
- 2) กลุ่มที่มีศักยภาพต่ำ (Low-Functioning Autism) เป็นกลุ่มที่มีอาการรุนแรง ไม่สามารถสื่อสารได้ มีปัญหากับกล้ามเนื้อเล็ก และมี IQ น้อยกว่า 80 ซึ่งเด็กออทิสติกในกลุ่มนี้ ต้องได้รับการดูแลเอาใจใส่และบำบัดเข้มข้นอย่างต่อเนื่อง

นอกจากนี้ลักษณะของเด็กออทิสติกที่เป็นข้อจำกัดต่อการเรียนรู้มีหลายประการสรุปได้ดังนี้ [2, 4]

- 1) ข้อจำกัดด้านภาษาของการสื่อความหมาย ภาษา ประกอบด้วย ความเข้าใจและการพูด การสื่อความหมาย ได้แก่ การแสดงด้วยกิริยาท่าทางเพื่อส่งสารให้ผู้อื่นเข้าใจเจตนาของตน ข้อจำกัดด้านนี้จึงส่งผลที่สำคัญต่อการเรียนรู้ของเด็ก
- 2) ข้อจำกัดด้านสังคมและอารมณ์ อาทิ การปรับตัวเข้ากับกลุ่มการมีปฏิสัมพันธ์ในกลุ่ม การควบคุมอารมณ์ การอยู่ร่วมกัน หรือทำกิจกรรมกับกลุ่ม ย่อมส่งผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ของเด็ก
- 3) ข้อจำกัดด้านพฤติกรรมและพฤติกรรมซ้ำ เด็กออทิสติกบางคนมีปัญหาพฤติกรรม เช่น ความสนใจสั้น หรือที่เรียกว่าสมาธิสั้น หรือบางคนมีพฤติกรรมซ้ำ ๆ เป็นพฤติกรรมกระตุ้นตนเอง เช่น เล่นนิ้วมือตลอดเวลา ส่งเสียงอยู่ในลำคอตลอดเวลา ทำให้เด็กเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้จำกัด
- 4) ข้อจำกัดด้านการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัส การตอบสนองหรือการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสที่ผิดปกติย่อมส่งผลต่อคุณภาพการรับรู้ และเรียนรู้ของเด็ก เช่น การแยกความเหมือนหรือความแตกต่างด้วยสายตา ย่อมส่งผลกระทบต่ออ่าน
- 5) ข้อจำกัดด้านการคิดอย่างมีจินตนาการ จินตนาการเป็นการคิดต่อยอดและขยายผล หากเด็กมีข้อจำกัดด้านนี้ การเรียนรู้ย่อมเป็นไปได้ไม่เต็มที่
- 6) ข้อจำกัดด้านพัฒนาการทางร่างกายบางส่วน การไม่ประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อ และตา ความไม่คล่องแคล่วของกล้ามเนื้อใหญ่ การเคลื่อนไหวทางร่างกายที่ดูไม่สมดุล เช่น งุ่มง่าม ทำให้เด็กขาดทักษะการเคลื่อนไหว ทำให้การเรียนรู้บางด้านที่ต้องใช้ทักษะด้านนี้มีความจำกัด เช่น งานประดิษฐ์ที่มีความละเอียดอ่อน

ข้อบ่งชี้ตามคู่มือการวินิจฉัยและสถิติความผิดปกติทางจิตของสมาคมจิตแพทย์อเมริกัน สำหรับใช้วินิจฉัยโรคซึ่มนั้น แบ่งได้ดังนี้ [10]

- 1) การสูญเสียพฤติกรรมทางด้านสังคม จะไม่สนใจใคร เฉยเมย ไม่รู้ร้อน รู้หนาว ไม่สามารถลอกเลียนพฤติกรรมคนอื่นได้ เล่นกับคนอื่นไม่เป็น
- 2) การสูญเสียด้านการสื่อความหมาย ด้วยการพูด มีความผิดปกติในการเปล่งเสียง ซึ่งจะใช้ระดับเสียงเดียวตลอด ไม่สามารถแสดงพฤติกรรมในการสื่อความหมาย เช่น โกรธ ดีใจ เสียใจ ได้ อีกทั้งยังไม่สามารถเล่นบทบาทสมมุติและขาดจินตนาการในการเล่น จะมีภาษาพูดเป็นของตนเอง ซึ่งไม่สามารถเข้าใจได้
- 3) มีการกระทำหรือสนใจที่ซ้ำซาก ชอบเคลื่อนไหวร่างกายซ้ำๆ จะสนใจเพียงส่วนใด ส่วนหนึ่งของสิ่งของ จะแสดงความคับข้องใจถ้ามีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมรอบๆตัว หรือกิจวัตรประจำวัน เช่น ไปโรงเรียน ก็จะต้องไปเส้นทางเดิม
- 4) เริ่มพบอาการในช่วงระหว่างทารก หรือวัยเด็ก (30-36 เดือน)

2.1.1 ลักษณะการเรียนรู้และความสามารถของเด็กออทิสติก

เด็กออทิสติกในกลุ่มศักยภาพระดับสูง (High functioning) บางคนจะมีความสามารถพิเศษเฉพาะด้านที่เห็นได้อย่างชัดเจนในด้าน เช่น การวาดภาพที่ตีมากเกินอายุเด็ก [9] เช่นเดียวกับ เพ็ญแข ลิมศิลา [1] ที่อธิบายถึงความสามารถพิเศษของเด็ก ออทิสติกกลุ่มนี้ว่าความสามารถพิเศษที่ไม่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการด้านภาษา เช่น ความสามารถพิเศษในการเล่นหรือฟังดนตรี การคำนวณ การถอดและประกอบเครื่องมือจักรกลหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า การประกอบภาพ ตัวต่อหรือการเล่นของเล่นที่สร้างสรรค์ เช่น การประกอบแผ่นพลาสติกให้ต่อกันจนเป็นรูปร่างที่สวยงาม เป็นต้น นอกจากนี้เด็กกลุ่มนี้ยังมีความจำดีเลิศจนคิดว่าผิดปกติเปรียบเสมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีหน่วยความจำมาก สามารถจำข้อความในหนังสือบทเรียนได้ทั้งหมด สามารถจำโคลง ฉันท์ กาพย์ กลอน ที่เคยได้ฟังหรืออ่านเพียงครั้งเดียวได้โดยไม่ผิดเลย มีความสามารถในการจำพระนามของพระมหากษัตริย์ราชวงศ์จักรีได้ทุกพระองค์ สามารถพูดตามข่าวต่างๆ จากโทรทัศน์ เป็นต้น [38]

ในขณะที่เด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ (Low Functioning) จะมีสติปัญญาต่ำโดยพบว่าประมาณ 75% มี IQ ต่ำกว่า 80 เด็กเหล่านี้จะมีคะแนนต่ำมาก ในส่วนของทักษะการใช้ภาษาและเหตุผล ซึ่งเด็กกลุ่มนี้มีความสามารถที่ด้อยที่สุดของเค้าก็คือ ขาดสมรรถภาพในเชิงประมวลข้อมูลข่าวสาร ซึ่งแตกต่างจากเด็กออทิสติกศักยภาพสูง [4] ซึ่งจะเห็นได้ว่า ความสามารถทางสติปัญญา และการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำจึงต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษซึ่งมีความแตกต่างจากเด็กปกติโดยทั่วไป โดยให้

เหมาะสมกับวัย ความสามารถทางอารมณ์ สังคมและสติปัญญาของเด็กแต่ละคนซึ่งมีความแตกต่างกัน ต้องได้รับความช่วยเหลือจาก พ่อ แม่ ผู้ปกครองและความร่วมมือของบุคคลากรต่างๆเช่น แพทย์ นักจิตวิทยา นักอรรถบำบัด ครู นักจิตบำบัด เพื่อที่เด็กกลุ่มนี้จะมีพัฒนาการที่ดีในด้านต่างๆต่อไป

สำหรับแนวทางการรักษานั้น โรคออทิสซึมไม่สามารถที่จะรักษาให้หายขาดได้ แต่สามารถช่วยเหลือให้มีการพัฒนาการที่ดีขึ้น สามารถเรียนรู้ และ ใช้ชีวิตอยู่ร่วมในสังคมได้ ซึ่งการดูแลรักษาจะต้องใช้วิธีหลายอย่างร่วมกัน คือ [3, 4, 8, 9]

- 1) ฝึกผู้ปกครองให้กระตุ้นพัฒนาการตามขั้นตอน
- 2) พฤติกรรมบำบัด เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมอื่นไม่พึงประสงค์และพัฒนาการเรียนรู้ ฝึกให้ช่วยตนเอง ในชีวิตประจำวัน, ฝึกเปล่งเสียง
- 3) ฝึกพูด โดย นักอรรถบำบัด
- 4) การศึกษาพิเศษ
- 5) ในเด็กที่ความสามารถสูง และ สติปัญญาคืออาจเรียนร่วมกับเด็กปกติได้
- 6) การรักษาทางยา ในเด็กที่มีสมาธิสั้น, ชัก, อาการซึมเศร้า
- 7) การฝึกอาชีพ

2.2 คอมพิวเตอร์กับเด็กออทิสติก

Goldsmithและคณะ [28] ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์เป็นทั้งอุปกรณ์ในการบำบัด และ การให้การศึกษาสำหรับบุคคลออทิสติก ซึ่งความสนใจของบุคคลกลุ่มนี้มักจะมีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดโดยเฉพาะ และมีแนวโน้มที่จะยึดติดอยู่กับวัตถุมากกว่าบุคคล ชอบเขตความสนใจจะจำกัดเหมือนอยู่ในอุโมงค์แคบ ๆ โดยไม่สนใจสิ่งแวดล้อมรอบตัว ซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นเสมือนแหล่งความรู้ที่สมบูรณ์แบบที่ใช้หลายกำแพงที่กั้นอยู่สู่โลกรอบตัว โดยการเข้าไปเชื่อมกับความสนใจที่จำกัดของแต่ละคน ขณะที่เด็กอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์เหตุการณ์ที่อยู่ภายนอกจะถูกละเลยไปเมื่อเด็กมุ่งความสนใจไปที่หน้าจอ ราวกับว่าโลกของเขาจะมีเพียงแค่เรื่องราวในจอคอมพิวเตอร์เท่านั้น ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์ให้ความเป็นอิสระจากสิ่งแวดล้อมซึ่งบุคคลออทิสติกจะรู้สึกสบาย ผ่อนคลาย

คอมพิวเตอร์สามารถทำให้เด็กรับรู้เกี่ยวกับตนเองโดยการสัมผัสปุ่มต่าง ๆ บน คีย์บอร์ดและติดตามสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไปบนหน้าจอ ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับคอมพิวเตอร์และช่วยให้สามารถรับรู้เรื่องราวต่างๆที่ผ่านเข้ามาในสายตา โดยสิ่งที่ชอบจะทำให้เกิดความสนใจและจดจำได้ดี ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีคุณสมบัติที่จะช่วยให้เด็กจดจำได้ดังกล่าว

Lahm [43] ได้ให้ข้อเสนอแนะในการสร้างซอฟต์แวร์ที่ดีสำหรับเด็กออกทิสติกเริ่มเรียนว่าจะต้องมีเสียงประกอบ เสียงดนตรีและเสียงพูด ทั้งยังต้องมีภาพเคลื่อนไหว ตลอดจนให้เด็กสามารถปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังเป็นครูที่บุคคลออทิสติกสามารถใช้ประโยชน์ได้ง่าย ทั้งยังมีความอดทน อดกลั้นและสามารถสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ ที่น่าสนใจและดึงดูดความสนใจ ตลอดจนเป็นสิ่งแวดล้อมที่ให้แรงเสริมทางบวก ซึ่งจะเกิดประโยชน์ต่อบุคคลกลุ่มนี้ได้มาก ทั้งในด้านการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การจูงใจให้ออกเสียงการพูด การอ่าน หรือการแสดงให้เห็นผลสำเร็จของงาน

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer –Based Training)

Berson [12] กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการสอนที่เป็นเทคโนโลยีระดับสูง เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการสอน จะทำให้การเรียนการสอน มีการโต้ตอบได้ในระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถนำเสนอในรูปแบบสื่อประสม ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และ เสียง เช่นเดียวกับ การเรียน การสอน ระหว่างครู กับนักเรียน ในห้องเรียนปกติ นอกจากนั้นแล้ว คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถในการตอบสนองต่อข้อมูลที่ผู้เรียนป้อนเข้าไปได้ในทันที ซึ่งจะเป็นการช่วยเสริมแรงให้กับผู้เรียนอีกด้วย

2.3.1 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Berson [12] ได้กล่าวถึงประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเนื้อหาและตัวเตอร

คือบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่ หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวเตอรจะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนมีอิสระในการเลือกที่จะทำ หรือ ไม่ทำ แบบทดสอบก็ได้ และสามารถควบคุมการเรียนได้ตามความต้องการ

2) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกทบทวนหรือแบบฝึกหัด

เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ ซึ่งมุ่งเน้นให้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนนั้นๆ ได้ ซึ่งคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะได้รับความนิยมในระดับอุดมศึกษา เนื่องจากผู้ที่เรียนอ่อน หรือ เรียนไม่ทันผู้อื่น ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้ โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายซ้ำ ๆ

3) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองสถานการณ์

เป็นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอรูปแบบการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริง และ บังคับให้ผู้เรียนตัดสินใจแก้ปัญหา ซึ่งในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนพร้อมทั้งแสดงผลลัพธ์

4) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการศึกษา

เป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเลือกและแข่งขัน เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีความสุขเพลิดเพลินจนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ ซึ่งนิยมใช้กับเด็กประถมศึกษา ไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

5) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบจำลอง

เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาโดยผู้เรียนเป็นผู้กำหนดโจทย์ให้กับคอมพิวเตอร์และผู้เรียนสามารถทราบค่าที่เปลี่ยนแปลงจากผลการวิเคราะห์ที่คอมพิวเตอร์แสดงผลออกมา

2.4 ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ (Tangible User Interface) กับการเรียนรู้

ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ เป็นเทคโนโลยีเชื่อมต่อประสานที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับข้อมูลดิจิทัลโดยผ่านสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่สามารถจับต้อง เคลื่อนย้าย ได้ยินและมองเห็น ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายและเพิ่มข้อมูลให้กับผู้ใช้ได้ดีกว่ารูปภาพที่แสดงความหมายเท่านั้น ซึ่งเทคโนโลยี ที่ยูไอ เป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยีที่รู้จักในนามของ Ubiquitous Computing ซึ่งก็คือ การนำคอมพิวเตอร์ฝังไว้ในอุปกรณ์ต่างๆที่ไม่สามารถมองเห็นได้ หรือไม่ปรากฏให้เห็น [35]

ด้านหนึ่งที่ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ ได้รับความสนใจมากก็คือในเรื่องของการเรียนรู้ ซึ่งจะมุ่งเน้นไปที่ การเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Hand-on activity) และการจับต้องทางกายภาพ (Physical manipulative) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่เป็นธรรมชาติ และ ค้นเคย จึงทำให้เด็กเล็ก และ ผู้ที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ใช้งานได้ง่าย [54] เช่นเดียวกับการศึกษาของ มอนเตสซอรี [50] พบว่าในเด็กเล็กการใช้วัตถุหรือการเล่นกับของเล่น จะเกิดได้โดยธรรมชาติ อิสระ ชั่ว ๆ และตั้งอกตั้งใจ ดังนั้นเค้าจึงเชื่อว่าการเปิดโอกาสให้เด็กมีอิสระภาพได้ค้นพบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวเอง โดยเน้นการฝึกฝนทางด้านประสาทสัมผัส มือทั้งสองข้างของเด็ก ๆ ถือว่าเป็นครุคนสำคัญของเด็กและแนวคิดนี้เชื่อว่าถ้าเด็กได้มีบางสิ่งบางอย่างที่จับต้องและบิดหรือหมุนด้วยมือ สมองจะทำหน้าที่ตอบสนองได้ วัสดุอุปกรณ์ จึงจัดว่าเป็นหัวใจสำคัญในการสอนแนวนี้ จากการสังเกตของมอนเตสซอรี อีกทั้ง Jean Piaget [55] ค้นพบว่าเด็กสามารถเรียนรู้ และสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับตัวเองและโลก ด้วยการใช้ประสาทสัมผัสของตัวเองเข้าไปสัมผัส ทดลองทำ ทดลองสำรวจสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวเอง ข้อมูลที่เด็กได้จากการกระทำเช่นนี้ เด็กจะนำมาสร้าง (Construct) เป็นความรู้และความเข้าใจของตนเองที่มีต่อโลกรอบตัว ความรู้ความ

เข้าใจอันนี้จะเป็นไปตามโลกทัศน์และความเข้าใจ ตามมุมมองของเด็กเอง ไม่ใช่สิ่งที่ผู้ใหญ่หรือใครๆ ป้อนให้และจะพัฒนาเป็นความรู้ที่ซับซ้อนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามประสบการณ์ที่เด็กได้สัมผัสจากความเรียบง่ายไปสู่ความซับซ้อน จากความเป็นรูปธรรมต้น ๆ ไปสู่ความเป็นนามธรรมที่ซับซ้อน

ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวในปัจจุบันจึงมีผู้วิจัยได้นำส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้มาช่วยในการเรียนรู้ของเด็ก รวมถึงผู้ที่มีความบกพร่องในการเรียนรู้ มากขึ้น

2.4.1 ประโยชน์ของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กับการเรียนรู้

ในปัจจุบันได้นำส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ เข้ามาช่วยในเรื่องการเรียนการสอนของเด็ก โดยเฉพาะเด็กเล็กอย่างแพร่หลาย เนื่องจาก [46, 48]

- 1) ใช้เวลาน้อยในการเรียนรู้การใช้งาน เพราะเป็นการใช้งานที่เลียนแบบการจับต้องในชีวิตประจำวัน จึงทำให้ผู้ใช้สนใจกับบทเรียนมากกว่าการทำงานของอุปกรณ์
- 2) เสนอความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ ทำให้ผู้ใช้รู้สึกที่กำลังเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมจริง
- 3) สามารถดองผิดดองถูกได้
- 4) เรียนรู้พร้อมกันได้หลายคน

2.5 การมีส่วนร่วมหรือความสนใจในบทเรียน (Engagement)

การมีส่วนร่วมนั้นสามารถอธิบายได้หลายรูปแบบ โดยที่ Malone[47] นั้นเป็นคนแรกที่ได้นิยามการมีส่วนร่วมไว้ว่าเป็นเสมือนช่วงระยะที่น่าตื่นเต้นและสนุกสนานที่ผู้มีส่วนร่วมนั้นมีความตั้งใจและความเต็มใจกับงานนั้นๆ ส่วน Csikszentmihalyi [22] ระบุว่า การมีส่วนร่วมนั้นเป็นเสมือนช่วงระยะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับจิตใจ หรือที่เรียกว่าเป็นช่วงระยะที่มีความลื่นไหล (Flow) ที่ซึ่งผู้คนนั้นจะไม่คำนึงถึงตัวเองและเวลา รวมทั้งจะได้รับความพึงพอใจต่าง ๆ โดยไม่ต้องพัฒนาทักษะใดๆ สำหรับนักวิจัยส่วนใหญ่แล้วนั้น “การมีส่วนร่วม” ส่งผลให้เกิดการรับรู้ ความพยายามในการทำความเข้าใจ และการประมวลข้อมูลอย่างลึกซึ้ง อาทิเช่น การทำกิจกรรมเพื่อผลตอบแทนที่มาจากแรงจูงใจจากภายใน มากกว่า แรงจูงใจภายนอก [23] การมีส่วนร่วมนั้นจะรวมถึง การมีส่วนร่วมในการรับรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับความตั้งใจและสนใจในการทำกิจกรรม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้ดีขึ้น แนวความคิดนี้เกี่ยวเนื่องกับการเล่นสนุกของเด็ก เนื่องจากบทบาทหลักของการเล่นนั้นก็คือการเรียนรู้ เนื่องการเล่นนั้นก็จำเป็นต้องอาศัยความสนใจและการมีส่วนร่วมเช่นกัน

งานวิจัยบางชิ้นได้ให้นิยามในเชิงปฏิบัติของการมีส่วนร่วมไว้ว่า เป็นจำนวนของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง [45] การศึกษาถึงการมีส่วนร่วมที่เกี่ยวข้องกับเด็ก Hanna และคณะ [29]

ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า การทำหน้าบึ้งและการหาที่สังเกตเห็นได้นั้นเป็นตัวบ่งชี้ถึงการตอบสนองของนักเรียนที่เชื่อถือได้มากกว่าการตอบคำถาม ส่วน Read และคณะ [60] ได้เสนอว่าการวัดผลการมีส่วนร่วมสามารถทำได้ด้วยการยกตัวอย่างประกอบทั้งแบบที่อยู่ในเชิงบวกและลบ รวมถึงการยิ้ม การหัวเราะ ซึ่งเป็นสัญญาณที่ระบุถึงการสมาธิ ความตื่นตัวและการเปล่งเสียงอย่างมั่นใจเทียบกับการหาสัญญาณต่างๆ ที่บ่งบอกถึงความเบื่อหน่าย (การเล่นหูเล่นตา และการเล่นล้อเลียนต่าง ๆ) การชักไหล่ และการเปล่งเสียงอย่างไม่มั่นใจ แต่อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาค้นคว้ากับเด็ก สิ่งที่ทำได้ยากก็คือ การระบุระดับการมีส่วนร่วมของเด็กจากการวัดพฤติกรรมหรือการแสดงออกทางหน้าตาแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งการวัดระดับการมีส่วนร่วมของเด็กจากการสังเกตพฤติกรรมหรือการแสดงออกทางหน้าตานี้เป็นเรื่องเฉพาะของแต่ละบุคคลซึ่งไม่สามารถนำมาประเมินได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

Computer-Based Training เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางการศึกษา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง อีกทั้งยังทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น เพราะสามารถที่จะนำภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง มารวมไว้ด้วยกันเพื่อที่จะดึงดูดความสนใจของผู้เรียน และทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้นอีกด้วย หรือแม้กระทั่งทางการแพทย์เองก็มีผู้วิจัยเพื่อนำมาใช้ในการฝึกฝนผู้ป่วยในหลายๆด้าน ดังนี้

Bernard-optiz และคณะ [15] ได้นำเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการฝึกฝนการแก้ปัญหาในการเข้าสังคม หรือ อยู่ร่วมกับผู้อื่นของเด็กปกติและเด็กออทิสติก ซึ่ง Bernard เชื่อว่ารูปภาพและภาพเคลื่อนไหว จะเป็นสิ่งที่สามารถดึงดูดความสนใจของเด็ก โดยเฉพาะเด็กออทิสติก และจะทำให้ผู้ป่วยเรียนรู้ได้เร็วขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยปัญหาของการเข้าอยู่ร่วมกันในสังคม ถึง 8 ปัญหาที่แตกต่างกัน โดยแต่ละปัญหาจะมีตัวเลือกให้เลือกตอบ 2 ตัวเลือกและมีตัวเลือกพิเศษที่ให้เด็กตอบถึงวิธีการแก้ปัญหาอื่น ๆ ที่เค้าคิดว่าสามารถใช้แก้ปัญหานั้น ๆ ได้ นอกเหนือจากตัวเลือกทั้ง 2 ข้อแล้ว ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองประกอบไปด้วยเด็กออทิสติก 8 คนและเด็กปกติ 8 คน ซึ่งเด็กเหล่านี้จะได้รับการฝึกฝน 10 ครั้งและใน 10 ครั้งจะเป็นการทดสอบ 6 ครั้ง ซึ่งในการทดสอบเด็ก ๆ จะต้องตอบคำถามถึงการแก้ปัญหาของการอยู่ร่วมกันในสังคม อาทิเช่น เด็ก 2 คนที่กำลังทะเลาะกัน เพื่อแย่งกันเล่นไม้สั้น ในสนามเด็กเล่น โดยที่คำถามจะถามว่า เราควรจะทำอย่างไร เมื่อเราต้องการจะเล่นของเล่นที่มีผู้อื่นเล่นอยู่ ระหว่างขอเล่นด้วยและรอให้ถึงรอบของตัวเองหรือแสดงอารมณ์เกรี้ยวกราด เพื่อที่จะได้เล่นของเล่นนั้นหรืออาจจะเลือกที่จะตอบโดยใช้วิธีอื่น ๆ ที่ตนเห็นว่าเหมาะสมกับการ

แก้ปัญหา ซึ่งจะแตกต่างจากไปจากขั้นตอนของการเรียนรู้ ที่ผู้ฝึกหรือผู้ที่อบรมจะเป็นผู้แนะนำและมีภาพเคลื่อนไหว (Animation) ประกอบ ที่แสดงถึงวิธีการอยู่ร่วมกับผู้อื่นและการแก้ปัญหาในการเข้าสังคม โดยมีสถานการณ์ที่ยาก ง่าย แตกต่างกันไป

ผลการวิจัยพบว่าเด็กออทิสติกไม่เลือกที่จะตอบคำถามโดยตัวเลือกพิเศษซึ่งต่างจากเด็กปกติ ที่จะใช้ตัวเลือกพิเศษนี้ แต่ในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบพบว่าพวกเขาจะทำคะแนนได้ดีขึ้น ดังนั้น Versa จึงสรุปว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถที่จะช่วยให้เด็กปกติและเด็กออทิสติก สามารถเรียนรู้และสามารถที่จะแก้ปัญหาในการเข้าสังคมได้และยังได้เสนอแนะว่า ผู้ที่สนใจที่จะทำงานวิจัยทางด้านนี้ต่อควรที่จะทำการวิจัยถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะฝึกฝนให้เด็กออทิสติกสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง ได้ หรือ ไม่ อีกทั้งสถานการณ์จำลอง (Simulation) ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะทำให้เด็กออทิสติกเรียนรู้ได้เร็วขึ้น

นอกจากนี้ Alexis Bosseler และ Dominic W. Massaro [49] ได้พัฒนาโปรแกรมที่ใช้สอนคำศัพท์ และ คำไวยากรณ์ ภาษาอังกฤษ ชื่อ “BALDI” ซึ่งมีครูที่เคลื่อนไหวได้ (Animate Tutor) เพื่อใช้ในการวิจัยว่ามีประสิทธิภาพในการใช้สอนเด็กออทิสติกหรือไม่ โดยที่การวิจัยแบ่ง 2 ส่วน ในส่วนแรกจะเป็นการวิจัยว่าเด็กออทิสติกสามารถเรียนรู้คำศัพท์ใหม่ ๆ จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้หรือไม่ โดยเด็กจะนั่งอยู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ฟังและโต้ตอบกับ Baldi โดยใช้เมาส์และจะได้เรียนรู้ถึงศัพท์ใหม่ๆ รวมถึง เรียนรู้ถึงรูปร่าง รูปทรง ต่าง ๆ เมื่อตอบถูกก็จะมีหน้ายิ้ม ถ้าตอบผิด ก็จะมีหน้าเศร้าเกิดขึ้น หลังจากการเรียนรู้ 30 วัน ได้มีการทดสอบอีกครั้งพบว่า เด็กออทิสติกสามารถเรียนรู้ศัพท์ใหม่ ๆ ได้มากขึ้น

ในส่วนที่ 2 นั้น เป็นการวิจัยว่าเด็กออทิสติกนั้นสามารถที่จะนำคำศัพท์ใหม่ๆ ที่ได้เหล่านี้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เมื่อไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ได้ หรือ ไม่ ซึ่งในส่วนที่ 2 นี้ จะได้เซ็ทของคำศัพท์ที่ไม่เหมือนกัน และเป็นศัพท์ที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อนจากในส่วนแรก เพื่อทดสอบดูว่าเด็กจะสามารถนำไปใช้กับรูปภาพใหม่ ๆ ได้หรือไม่ ซึ่งถ้าเค้าสามารถเรียนรู้ได้ ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผลการวิจัยพบว่า เด็กบางคนสามารถที่จะประยุกต์ใช้คำศัพท์ได้ ในขณะที่บางคนต้องผ่านไป 2-3 ครั้ง

จากผลการวิจัยในสองส่วนสามารถที่จะสรุปได้ว่าเด็กออทิสติกนั้นสามารถเรียนรู้ภาษาใหม่ ๆ และคำศัพท์ใหม่ๆ จาก Baldi ซึ่งเป็นครูที่เคลื่อนไหวได้ (Animation Tutor) และสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ ดีกว่าการเรียนรู้จากครูในห้องเรียนปกติ เนื่องจาก Baldi จะให้ความเป็นส่วนตัว อีกทั้งยังสามารถแสดงความสนใจ เมื่อทำผิดและให้รางวัลเพื่อเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ที่ดีอีกด้วย

จากงานวิจัยของ William และคณะ [73] พบว่า มัลติมีเดียสามารถที่กระตุ้นให้เด็กออทิสติกมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และสามารถอยู่กับบทเรียนได้นานขึ้น อีกทั้งเปิดโอกาสให้เด็กได้เรียนรู้ตลอดจนลดพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ลงได้

Whalen และคณะ [77] ได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยเด็กออทิสติกในการปรับพฤติกรรม โดยใช้วิธีการของ ABA พบว่า เด็กออทิสติกมีพฤติกรรมดีขึ้นและลดพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ลงได้

Hetzroni และคณะ [32] กล่าวว่าเด็กออทิสติกนั้นชอบคอมพิวเตอร์ อีกทั้งนอกจากนี้ยังได้มีผู้วิจัยได้นำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการสอนหลักไวยากรณ์และคำศัพท์ [21, 31, 41, 51] ซึ่งพบว่าเด็กออทิสติกสามารถเรียนรู้ศัพท์ที่ได้ดีกว่าการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสรุปได้ว่า การที่เด็กเรียนรู้ได้ดีขึ้นเนื่องจากสื่อผสมที่ช่วยกระตุ้นสมาธิและดึงดูดความสนใจ ทำให้มีสมาธิต่อบทเรียน

Silver & Oakes [65] พบว่าการเรียนรู้การแสดงสีหน้า อารมณ์ ผ่านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้เด็กออทิสติกสามารถเข้าใจอารมณ์ ความรู้สึก ของผู้อื่น ได้มากขึ้น

จากงานวิจัยที่ผ่านมาในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการสอนเด็กออทิสติกนั้น สามารถสรุปข้อดีของเทคโนโลยีดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

- 1) ดึงดูดความสนใจ เนื่องจากสามารถใส่ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง เข้าไว้ด้วยกัน
- 2) ควบคุมสมาธิ ให้ผู้เรียนสนใจกับบทเรียน
- 3) ให้ความเพลิดเพลิน
- 4) สนับสนุนการเรียนรู้หลายบุคคล

และจากงานวิจัยต่าง ๆ ดังกล่าว ได้มีการรายงานถึงปัญหาหรือข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

- 1) ไม่สามารถปรับให้เหมาะสมกับการเรียนในแต่ละบุคคล
- 2) ไม่ให้ความเสมือนจริง
- 3) ไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ได้
- 4) ไม่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่างได้

2.6.2 งานวิจัยทางด้านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กับการเรียนรู้

จากข้อดีของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ ที่ใช้งานได้ง่าย ในปัจจุบันนี้มีนักวิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ถึงประโยชน์ของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ ที่มีผลต่อการเรียนรู้กับเด็กรวมถึงบุคคลออทิสติก ดังนี้

Pricell และคณะ [57] ได้กล่าวไว้ว่าที่ยูไอนั้นสามารถสนับสนุนในการเรียนรู้ของเด็กได้เป็นอย่างดี โดยการเรียนรู้ผ่านการเล่นและการค้นพบ Zackerman [80] และคณะ สรุปผลการวิจัยไว้ว่า การเรียนรู้ผ่านที่ยูไอเป็นการเรียนรู้เลียนแบบธรรมชาติ ทำให้ผู้เรียนเกิดการคุ้นเคยและเรียนรู้ได้ดีต่อไป Madhur และคณะ [46] ได้ศึกษาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีที่ยูไอ ในเด็กอายุ 3-5 ปี พบว่าเด็ก ๆ สามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนการสอนแบบเดิม Jing-Ling และคณะ [37] ได้ออกแบบ Playful tray เพื่อใช้ในกิจกรรมบำบัด ในการปรับพฤติกรรมการรับประทานอาหารของเด็ก ผลการวิจัยพบว่าสามารถปรับพฤติกรรมของเด็กได้ Fail และคณะ [25] ได้เปรียบเทียบการเรียนรู้ถึงอันตรายต่าง ๆ ผ่านเกมส์ของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจากการทดลองพบว่าผู้ที่เรียนรู้ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ เรียนรู้ได้ดีและเร็วกว่าผู้ที่เรียนผ่านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยการใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ กับเด็กออทิสติกศึกษาภาพสูงในการเรียนรู้ร่วมกันและการรับรู้ทางประสาทสัมผัส [17, 58, 59, 73] ซึ่งพบว่าเด็กออทิสติกสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้ โดยมีพัฒนาการดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่าส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้มีข้อดีคือ ใช้งานได้ง่าย มีการจับต้องแบบเป็นธรรมชาติ ทำให้ผู้ใช้เกิดการไตร่ตรองและอยู่กับบทเรียนได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยที่มีอยู่ส่วนใหญ่หรือทั้งหมดมุ่งศึกษาในกรณีของเด็กปกติหรือเด็กออทิสติกศึกษาภาพสูงเท่านั้น ซึ่งในกรณีของเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ ยังมีผู้วิจัยด้านนี้อยู่ไม่มากนัก ยกเว้น [63, 64, 79]

ดังที่ได้กล่าวแล้วงานวิจัยส่วนใหญ่ที่มีในปัจจุบัน มักมุ่งเน้นไปที่กรณีของเด็กออทิสติกที่มีศึกษาภาพสูง (High Functioning Autism) หากแต่ในกรณีของเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ (Low Functioning Autism) ยังมีงานวิจัยสำหรับกลุ่มดังกล่าวไม่มากนัก ทั้งที่กลุ่มดังกล่าว มีปัญหาในการเรียนรู้ในระดับที่รุนแรงและต้องการความช่วยเหลือเป็นอย่างมาก อันเป็นผลมาจากปัญหาด้านการสื่อสารและสติปัญญาดำกว่าเด็กออทิสติกศึกษาภาพสูง อีกทั้งปัญหาของกล้ามเนื้อ ปัญหาเหล่านี้น่าจะเป็นอุปสรรคสำคัญ ไม่เฉพาะต่อการเรียนการสอน โดยนักกิจกรรมบำบัดตามปกติเท่านั้น แต่คาดว่าจะเป็นส่งผลกระทบต่อการใช้งานเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้กับกลุ่มดังกล่าวให้เกิดประสิทธิภาพอีกด้วย

จากปัญหาการขาดแคลนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ในเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำข้างต้น จึงเป็นที่มาของแนวคิดในงานวิจัยนี้ ที่จะทำการศึกษาวิจัยและแนวทางการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ในกลุ่มดังกล่าว โดยเน้นประเด็นในแง่ผลกระทบของ

เทคโนโลยีและการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานกับผู้ใช้ ที่มีต่อการใช้งานและการเรียนรู้ในเด็ก
อภิสติศึกษาภาพต่ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การใช้ส่วนต่อประสานแบบจับต้องได้เพื่อการเรียนรู้ใน เด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ

ในบทที่ 3 นี้เป็นการนำเสนอการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำและการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยส่งเสริมพัฒนาการในการเรียนรู้ รวมถึงคุณสมบัติและปัจจัยของเทคโนโลยีเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ เพื่อนำมาช่วยลดทอนอุปสรรคในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ โดยวิเคราะห์และพิจารณาถึงผลกระทบและรายละเอียดในการออกแบบและการนำมาประยุกต์ใช้ในการฝึกทักษะการเรียนรู้เบื้องต้น พร้อมทั้งนำเสนอแบบจำลองเพื่ออธิบายถึงผลกระทบของจำนวนและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ที่มีผลต่อระดับความสนใจและสมาธิในการเรียนรู้ รวมถึงการพิจารณาในการคัดแยกประเภทของการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และวิธีการประเมินและวิเคราะห์ผล (Coding Scheme) ที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ

3.1 ปัญหาและอุปสรรคในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ

ออทิสซึมไม่สามารถรักษาให้หายได้ด้วยยา หรือ การผ่าตัด แต่เด็กออทิสติกสามารถฝึกฝนให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้ สำหรับเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำนั้น จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนในหลายๆด้าน พร้อมกัน ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องการพูด กายภาพบำบัด การฝึกพฤติกรรม ดนตรีบำบัด เป็นต้น [4]

กิจกรรมบำบัด เป็นการฝึกฝนที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ โดยมีจุดมุ่งหมายหลักในการปรับปรุงคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น เพื่อลดทอนและขจัดข้อบกพร่องต่างๆ รวมถึงพัฒนาทักษะที่จำเป็นและเอื้อประโยชน์ต่อเด็กในการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพทุกด้านของเด็ก จนเด็กออทิสติกสามารถเรียนร่วมกับเด็กปกติในห้องเรียนปกติได้ ซึ่งการฝึกฝนนี้จะมุ่งเน้นการฝึกทักษะการใช้ชีวิตประจำวัน การฝึกกล้ามเนื้อมัดใหญ่และมัดเล็ก การเล่นสมมติ โดยนักกิจกรรมบำบัดจัดกิจกรรมการฝึกฝนในรูปแบบของการเล่นแบบต่างๆกัน [6, 7, 42, 66] โดยจะเริ่มต้นจากการฝึกทักษะการเรียนรู้ เรื่องสี และ รูปทรง ที่เป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นก่อนจะนำไปสู่การเรียนรู้อื่นๆ [6, 7] ซึ่งในการฝึก

ทักษะเบื้องต้นนั้นนักกิจกรรมบำบัดจะใช้วิธีการสอนโดยการจับคู่ตามตัวอย่าง ดังตัวอย่างเช่น ในการฝึกทักษะการเรียนรู้เรื่องรูปทรง นักกิจกรรมบำบัดจะให้ผู้เรียนจับคู่รูปทรงที่เหมือนกันจากแผ่นภาพ (Picture card) ซึ่งในงานวิจัยนี้จึงเลือกการฝึกทักษะเบื้องต้นในการเรียนรู้เรื่องรูปทรงและสีมาใช้เป็นกรณีศึกษา

ในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกนั้นมีข้อจำกัดที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้หลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) **ข้อจำกัดทางทักษะการเรียนรู้ (Learning skill):** ในแง่ของทักษะการเรียนรู้ เด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำมีความแตกต่างที่สำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กออทิสติกศึกษภาพสูง กล่าวคือเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำจะมีปัญหาในเรื่องการเรียนรู้และการเข้าใจ ขาดความสนใจในการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น [69, 70, 72] ไม่เข้าใจภาษาและการสื่อความหมาย มีลักษณะการเรียนรู้ที่ช้ากว่าเด็กที่มีพัฒนาการปกติ ทำให้จำเป็นต้องได้รับการฝึกบ่อย ๆ อีกทั้งข้อจำกัดหลายประการของการฝึกฝนกับนักกิจกรรมบำบัด อาทิ เช่น ปัญหาการขาดบุคคลากร และ นักกิจกรรมบำบัด ค่าใช้จ่ายและเวลา ฯลฯ ทำให้การฝึกฝนไม่สามารถกระทำได้อย่างที่ควรจะเป็น และขาดความต่อเนื่องในการฝึกฝน เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของสาเหตุที่ทำให้การเรียนการสอนในปัจจุบันนั้นไม่สัมฤทธิ์ผล เท่าที่ควร

2) **ข้อจำกัดด้านสังคม อารมณ์และพฤติกรรม:** ลักษณะเฉพาะที่สำคัญประการหนึ่งของเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำ คือ ปัญหาในเรื่องของการเข้าสังคม การตั้งสมาธิและช่วงความสนใจสั้น รวมทั้งมีปัญหาด้านพฤติกรรม ชอบทำพฤติกรรมซ้ำ ๆ ชอบเล่นกับของเล่น [42] พฤติกรรมและลักษณะเฉพาะเหล่านี้ ส่งผลให้ถูกเบียดเบียนความสนใจจากบทเรียนได้ง่ายและต่อต้านการมีส่วนร่วมและความสนใจที่มีต่อบทเรียน (Engagement) อีกทั้งการไม่ยอมรับการฝึกจากนักกิจกรรมบำบัด จึงทำให้เรียนรู้ได้ช้า

3) **ข้อจำกัดด้านการคิดอย่างมีจินตนาการ:** จินตนาการ เป็นการคิดต่อยอดและการขยายผล ซึ่งรวมถึงความสามารถในการวิเคราะห์จากความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ เหตุการณ์เฉพาะ และนำไปใช้กับเหตุการณ์ หรือ สถานการณ์ใหม่ๆ ได้ (Generalization) ซึ่งเป็นความบกพร่องที่สำคัญของบุคคลออทิสติก [91] เด็กออทิสติกนั้นเรียนรู้จากการจำเป็นภาพ [27, 62] ประกอบกับการอุปสรรคหรือสถานการณ์ที่ใช้ในการฝึกที่หากไม่ตรงหรือสอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง เหล่านี้เป็นอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

4) **ข้อจำกัดด้านพัฒนาการทางร่างกาย:** จากการที่เด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำมีปัญหาทางด้านกล้ามเนื้อมัดเล็ก ส่งผลต่อการไม่ประสานกันของการทำงานของกล้ามเนื้อตาและมือ ไม่สามารถกวาดสายตาหรือใช้ลานสายตาได้เหมือนเด็กที่มีพัฒนาการปกติ เช่น ยังไม่สามารถมองตามตัวอักษรอย่าง

เรียงเป็นลำดับเวลาอ่านหนังสือได้ รวมถึงการควบคุมการใช้นิ้วมือหลัก 3 นิ้ว คือ โป่ง ชี้ กลาง ให้ทำงานประสานกันได้ไม่คล่อง ทั้งในการหยิบจับสิ่งของ การลงน้ำหนักมือในการทำกิจกรรมต่างๆ เช่น การเขียน การระบายสี อีกทั้งความไม่คล่องแคล่วของกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ ทำให้ขาดทักษะของการเคลื่อนไหว ส่งผลให้การเรียนรู้บางด้านที่ต้องใช้ทักษะทางด้านนี้มีความจำกัด เช่น การเรียนรู้ที่ต้องใช้ความละเอียด การร้อยลูกปัด เป็นต้น [5]

3.2 การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกฝนและการเรียนรู้

ปัจจุบันได้มีการศึกษาการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการส่งเสริมพัฒนาการด้านการเรียนรู้ของเด็กออทิสติก ซึ่งได้มีการรายงานผลการศึกษาและวิจัย ที่ชี้ว่าการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาเสริมสร้างพัฒนาการดังกล่าว สามารถช่วยลดทอนข้อบกพร่องที่เป็นอุปสรรคของการเรียนรู้ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความเหมาะสม ซึ่งแยกตามประเด็นที่เป็นข้อจำกัดและอุปสรรคในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ ตามหัวข้อที่ 3.1 ดังนี้

1) ข้อจำกัดทางทักษะการเรียนรู้ (Learning skill): เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถนำมาช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ในเด็กออทิสติกได้ในหลายด้าน อาทิ เช่น การสอนคำศัพท์ หลักภาษาอังกฤษ [28, 31, 32, 33] รวมถึงการฝึกทักษะการเข้าสังคม [65] และการเรียนรู้ร่วมกัน [61] จากผลการวิจัยดังกล่าว มีข้อสรุปไปในทางเดียวกันว่าเป็นผลเนื่องมาจากคอมพิวเตอร์สามารถนำเสนอสื่อมัลติมีเดีย (ภาพ, ภาพเคลื่อนไหว, เสียง, สี) ที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ และทำให้เกิดการจดจำ ส่งผลให้มีพัฒนาการทางการเรียนรู้ดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจากการค้นคว้ายังไม่พบงานวิจัยที่นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนในเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ

จากข้อจำกัดทางทักษะการเรียนรู้ที่ส่งผลให้เด็กออทิสติกมีการเรียนรู้ที่ช้ากว่าเด็กที่มีพัฒนาการปกติ ทำให้จำเป็นต้องได้รับการฝึกบ่งบอ บ้าง นั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่น่ามาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว เนื่องจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถฝึกฝนได้บ่อย อีกทั้งกระทำได้อต่อเนื่อง และ ทำซ้ำ ๆ ได้ แต่ทั้งนี้ในทางเดียวกันข้อจำกัดดังกล่าวอาจจะเป็นอุปสรรคในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อันเป็นผลเนื่องมาจากการที่เด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำมีความบกพร่องทางสติปัญญา (Cognitive impairment) ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาในเรื่องของความรู้ ความเข้าใจ จึงทำให้ไม่สามารถเข้าใจถึงสัญลักษณ์ ขั้นตอน หรือวิธีการต่าง ๆ ที่นำภาพมาใช้เป็นตัวประสานกับผู้ใช้ ในเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

2) **ข้อจำกัดด้านสังคม อารมณ์และพฤติกรรม:** จากข้อจำกัดดังกล่าวที่ส่งผลให้เด็กออทิสติกมีพฤติกรรมซ้ำ ๆ ส่งผลให้เบี่ยงเบนความสนใจจากบทเรียน อีกทั้งขาดทักษะในเรียนรู้ร่วมกับบุคคลอื่นนั้น มีงานวิจัยหลายงาน [15, 21, 32] พบว่าการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้กับเด็กออทิสติก ทำให้เด็กลดพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ลงได้ อันเป็นผลเนื่องมาจากความหลากหลายของสื่อประสมที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ จึงส่งผลให้มีสมาธิอยู่กับการเรียนรู้มากขึ้น อีกทั้งจากการศึกษาของ Moore และ Culvert [51] ยังพบว่าเด็กออทิสติกศักยภาพสูงจะใช้เวลาอยู่กับการเรียนรู้จากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าเรียนรู้จากครูผู้สอน ส่งผลให้มีการเรียนรู้ที่พัฒนามากขึ้น

ในเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำที่ต่อต้านการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัด หรือ คุณครู และแสดงออกถึงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ (เช่น ก้าวร้าว กระตุ่นตัวเอง) เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำมาช่วยลดพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ และ เพิ่มระดับความสนใจในการเรียนรู้ได้ แต่ทั้งนี้จากลักษณะเฉพาะของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำที่มีช่วงความสนใจสั้น และ เสียสมาธิได้ง่าย ซึ่งมีอาการรุนแรงกว่าเด็กออทิสติกศักยภาพสูง [1, 9] ดังนั้นสื่อประสมดังกล่าวอาจเป็นส่วนหนึ่งที่จะเบี่ยงเบนความสนใจในการเรียนรู้ได้

3) **ข้อจำกัดทางการคิดอย่างมีจินตนาการ:** จากลักษณะเฉพาะของเด็กออทิสติกที่เรียนรู้จากการจำเป็นภาพ [27, 62] ประกอบกับการที่อุปกรณ์หรือสถานการณ์ที่ใช้ในการฝึกที่หากไม่ตรงหรือสอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ส่งผลให้เด็กออทิสติกไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ จากการศึกษาพบว่า มีงานวิจัยหลายงาน [33, 49, 51] ได้ชี้ให้เห็นถึงคุณสมบัติของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถนำเสนอตัวอย่างได้หลากหลาย ทำให้เด็กออทิสติกศักยภาพสูงจดจำและนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ได้ จากผลการวิจัยดังกล่าวว่าจะมีผลดีกับเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำด้วย เนื่องจากมีลักษณะเฉพาะในการเรียนรู้เช่นเดียวกัน

4) **ข้อจำกัดด้านพัฒนาการทางร่างกาย:** แม้ไม่พบการรายงานถึงปัญหาการใช้งานของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิมในเด็กออทิสติกศักยภาพสูง แต่จากการที่เด็กออทิสติกมีปัญหาทางด้านกล้ามเนื้อมัดเล็ก เป็นผลให้การควบคุมการใช้นิ้วมือหลัก 3 นิ้ว คือ โป่ง ชี้ กลาง ทำงานประสานกันได้ไม่คล่อง [5] จึงอาจส่งผลให้เป็นอุปสรรคในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนรู้ เนื่องจากอาจจะประสบปัญหาในการควบคุมเมาส์ ในการป้อนข้อมูลติดต่อกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จากปัญหาการขาดแคลนองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ในเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำข้างต้น จึงเป็นที่มาของแนวคิดในงานวิจัยนี้ ที่จะทำการศึกษาปัจจัยและแนว

ทางการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ในกลุ่มดังกล่าว โดยเน้นประเด็นในแง่ผลกระทบของเทคโนโลยีและการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานกับผู้ใช้ ที่มีต่อการใช้งานและการเรียนรู้ในเด็ก ออทิสติกศักยภาพต่ำ โดยพิจารณาความเป็นไปได้และข้อดีข้อเสีย ตลอดจนแนวทางในการออกแบบ และประยุกต์ใช้งานส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ หรือ ทึชไอ กับการใช้งานในกลุ่มผู้ใช้นี้ดังกล่าว ทั้งนี้มูลเหตุจูงใจอันเป็นที่มาของหัวข้อการวิจัยดังกล่าว เป็นผลมาจากการศึกษาขององค์ความรู้ในด้านที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำที่มีผลต่อการเรียนรู้ ตลอดจนคุณสมบัติโดยทั่วไปของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ สรุปเป็นประเด็นที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้

1) ได้มีงานวิจัยหลายงาน [16, 24, 52, 54] ได้ชี้จุดเด่นประการหนึ่งส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในแง่ของการใช้งานที่ง่าย เนื่องจากผู้ใช้นี้มีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุโดยการจับต้อง และ เคลื่อนย้าย อย่างเป็นธรรมชาติ ไม่ต้องอาศัยการเรียนรู้ ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวน่าจะจะเป็นแนวทางหนึ่งที่จะนำมาช่วยลดทอนปัญหาของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำซึ่งมีความบกพร่องทางสติปัญญาที่ส่งผลให้ไม่สามารถเข้าใจถึงสัญลักษณ์ ขั้นตอน หรือวิธีการต่างๆที่นำภาพมาใช้เป็นตัวประสานกับผู้ใช้ ในการเรียนรู้ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2) ผลการศึกษาจากงานวิจัยหลายงาน [16, 25, 53, 54] พบว่าจากการที่เรียนรู้ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ โดยนำอุปกรณ์หรือสิ่งของที่คุ้นเคยในชีวิตประจำวันมาใช้ในการเรียนรู้ ทำให้เด็กมีความเข้าใจง่ายขึ้น ไม่ต้องอาศัยการเชื่อมโยง อีกทั้งมีการปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลายจึงทำให้เกิดความสนุก ในการใช้งาน ส่งผลให้เกิดการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ [36, 56] ดังนั้นจากคุณสมบัติดังกล่าวอาจเป็นแนวทางหนึ่งในกระตุนสมาธิ เพิ่มระดับความสนใจและกระตุ้นการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำได้

3) มีงานวิจัยหลายงาน [75, 78] พบว่าส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ช่วยขจัดปัญหาและลดอุปสรรค ในการใช้งานของผู้ที่มีความบกพร่องของกล้ามเนื้อเล็กและความบกพร่องทางสติปัญญา ในการใช้งานส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ ดังนั้นคุณสมบัติดังกล่าวอาจเป็นคำตอบหนึ่งที่ช่วยลดอุปสรรคในการใช้งานหรือเข้าถึงเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำที่มีปัญหาในเรื่องของกล้ามเนื้อเล็ก ที่อาจจะส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมการทำงานของเมาส์ได้

3.3 การออกแบบส่วนต่อประสานแบบจับต้องได้สำหรับเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ

จากคุณสมบัติของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ข้างต้น และบุคลิกลักษณะในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ ได้นำมาสรุปเป็นประเด็นในการพิจารณาเลือกใช้และออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบทิวไอ ซึ่งรูปแบบที่นำมาพิจารณาในการประยุกต์ใช้และการออกแบบได้อาศัยแนวทางจากผลการศึกษาของ Fishkin [40] และ [67, 68] โดยแบ่งการพิจารณาออกเป็น 2 มิติ ได้แก่

3.3.1 รูปแบบในมิติของการเชื่อมโยงระหว่างอินพุตและเอาต์พุต (Embodiment)

แบ่งออกได้เป็นรูปแบบที่ส่วนนำเข้าและส่งออกข้อมูลแยกกัน กับรูปแบบที่ส่วนนำเข้าและส่งออกข้อมูลเชื่อมโยงหรือกลมกลืนอยู่ด้วยกัน สามารถจำแนกย่อยได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้ [40]

1. Full: คือ ส่วนนำเข้าข้อมูล และ ส่วนแสดงผลเชื่อมโยงกันทางกายภาพอย่างชัดเจน กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ อุปกรณ์ที่ป้อนข้อมูล (Input device) เป็นอุปกรณ์สำหรับแสดงผล (Output device) ภายในตัวเอง เช่น Platypus Amoeba [23] เป็นประติมากรรมที่มีปฏิริยาโต้ตอบถึงอารมณ์ต่างๆ เช่น มีความสุข เสียใจ โดยโต้ตอบเป็นเสียง และ แสง เมื่อผู้เรียนลูกลมและสัมผัสที่ตัว Amoeba

2. Nearby: ผลลัพธ์ หรือ เอาท์พุต แสดงใกล้กับอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ซึ่งโดยปกติแล้ว จะอยู่ใกล้เคียงกันมาก ดังตัวอย่างเช่น URP [68] ซึ่งใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในการออกแบบผังเมือง โดยเมื่อวางโมเดลจำลอง ซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้อนข้อมูลลงบนแผนที่จะปรากฏเงาของทิศทางการไหลเวียนของลม ให้เห็นในบริเวณใกล้เคียงของโมเดลจำลองนั้น

3. Environment: ผลลัพธ์ แสดงบริเวณรอบตัวของผู้ใช้ ซึ่งโดยปกติแล้วจะอยู่ในรูปแบบของเสียงหรืออยู่ในรูปแบบที่หยิบจับไม่ได้ เช่น การปรับแสง หรือ ความร้อน

4. Distant: ผลลัพธ์ แสดงที่หน้าจอเสริมหรือแม้กระทั่งในอีกห้องหนึ่ง ดังตัวอย่างเช่น Doll's Head [34] ซึ่งคล้ายแพทย์ใช้สำหรับอธิบายถึงการผ่าตัดสมองให้คนไข้ได้เข้าใจ โดยใช้ศีรษะตุ๊กตาจำลองเพื่อแสดงการผ่าตัดที่ศีรษะตุ๊กตาและผลลัพธ์ จะแสดงให้คนไข้เห็นที่จอคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

จากการศึกษาในงานวิจัยที่ออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในรูปแบบการเชื่อมโยง ระหว่าง ส่วนนำเข้าข้อมูลและส่วนแสดงผล เชื่อมโยงกันทางกายภาพอย่างชัดเจน (Full embodiment) มีตัวอย่างเช่น The Spell Bee [14] ที่ได้ออกแบบสำหรับการเรียนรู้การสะกดคำโดยใช้บล็อกตัวอักษร Flow Block [80] ซึ่งใช้ชุดของบล็อกในการสำรวจแนวคิดขององค์ประกอบของระบบ Electronic Block [74] ชุดขององค์ประกอบในการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมเบื้องต้น ส่วนใน [59] ได้รายงานถึงผลการพัฒนา Topobo ซึ่งเป็นชุดของชิ้นส่วนที่ใช้เชื่อมต่อในรูปแบบที่แตกต่างกันและเคลื่อนไหวได้ และ SandScape [18] แบบจำลองของทรายใช้ในการปรับเปลี่ยนภูมิทัศน์ เมื่อมีการ

ปรับเปลี่ยนรูปแบบของทราย จะเห็นถึงระดับของความลาดชัน ทิศทางการไหลของน้ำ ที่ฉายลงมาบนพื้นผิวของทราย

จากตัวอย่างของงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น รูปแบบในการเชื่อมโยงระหว่างส่วนนำเข้าข้อมูลและส่วนแสดงผลที่เชื่อมโยงกันทางกายภาพอย่างชัดเจนนั้น จะใช้กับลักษณะงานที่ต้องการเน้นการปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับวัตถุและมีการปฏิสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องกับระบบ เช่น The Spelling Bee [13] ที่ใช้ในการต่อตัวอักษรให้เป็นคำ และ Flowbox [80] นำมาเชื่อมต่อกันเพื่อให้เห็นการทำงานของโปรแกรมที่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และแสดงผลลัพธ์ให้เห็นทันทีที่ท่าถูกหรือผิด รวมถึงกิจกรรมที่ต้องการการประสานกันระหว่างตากับมือ (Eye-hand coordination) และต้องการการแสดงผลลัพธ์ทันที เช่น Sandscape [18] ที่แสดงผลการปรับเปลี่ยนภูมิทัศน์ทันทีเมื่อมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบของทรายโดยผลลัพธ์จะฉายลงบนพื้นผิวของทราย ซึ่งส่งผลให้ผู้ใช้ไม่ต้องอาศัยการตีความ และทำให้มีสมาธิอยู่กับกิจกรรมนั้นๆ

ในกรณีของงานวิจัยนี้ลักษณะของกิจกรรมการฝึกทักษะเบื้องต้น (เช่น การเรียนรู้เรื่องสี รูปทรง สิ่งของ สัตว์ ตัวเลข) สำหรับเด็กออทิสติกศรัทธาพาด้านนั้น นักกิจกรรมบำบัดจะสอนด้วยวิธีการให้ผู้เรียนจับคู่ตามตัวอย่าง ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่มีลักษณะเป็นเงื่อนไข (เลือกถูก แสดง Positive feedback เลือกผิด แสดง Negative feedback เป็นต้น) และไม่ได้เป็นการปฏิสัมพันธ์ที่มีความต่อเนื่องกับระบบ ดังนั้นรูปแบบของส่วนนำเข้าข้อมูลและส่วนแสดงผลเชื่อมโยงกันทางกายภาพอย่างชัดเจนจึงไม่ได้ประโยชน์เท่ากับงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น อีกทั้งจากรูปแบบของการเรียนรู้เรื่องสี ที่มีการเลือกสีที่เหมือนกันจากบล็อกไม้สีต่างๆ (ดังรูปที่ 3.3) ดังนั้นการแสดงผลลัพธ์ที่ตัวบล็อกไม้เมื่อตอบถูกเป็นสีเขียว และ ผิด เป็นสีแดง อาจทำให้เด็กเกิดความสับสนและเข้าใจผิดได้

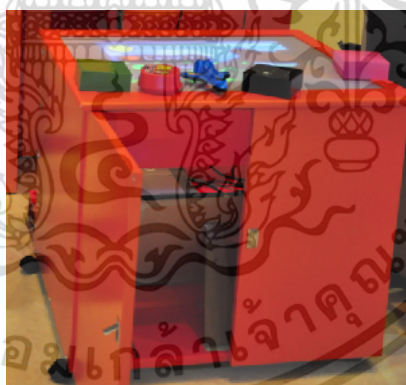
เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบของ Distant embodiment ที่ผลลัพธ์แสดงที่หน้าจอเสริมนั้น จากการศึกษาในงานวิจัยของ Marco และ คณะ [48] พบว่า ในกรณีที่เด็กต้องดูผลลัพธ์ จากหน้าจอเสริม ทำให้เด็กต้องเปลี่ยนจุดสนใจจากกิจกรรม ส่งผลให้เกิดการเสียสมาธิได้ง่ายเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Price และคณะ [57] กล่าวว่า การออกแบบให้ผลลัพธ์แสดงใกล้กับอุปกรณ์ป้อนข้อมูล (Nearby embodiment) นั้นทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องอาศัยความยากลำบากในการแยกสายตาเพื่อเชื่อมโยงระหว่าง ส่วนนำเข้าและส่วนแสดงผลที่แยกจากกัน ประกอบกับเด็กออทิสติกศรัทธาพาดำมีปัญหากล้ามเนื้อมัดเล็กที่ส่งผล ให้มีความยากลำบากในการกวาดสายตาและเสียสมาธิได้ง่าย [4] ดังนั้นรูปแบบของ Distant embodiment จึงไม่เหมาะสม

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ในงานวิจัยนี้จึงเลือกรูปแบบการเชื่อมโยงระหว่าง ส่วนนำเข้าข้อมูล และส่วนแสดงผลลัพธ์แบบ Nearby embodiment ที่ให้ผู้ใช้เลือกวัตถุที่มีคุณสมบัติตามที่โจทย์กำหนด

เพื่อแสดงผลว่าถูกหรือผิดเกิดจากการตอบคำถามปัญหา Shape/Color Matching โดยแสดงผลลัพธ์เมื่อตอบถูกหรือผิดใกล้กับอุปกรณ์ป้อนข้อมูล (ดังรูปที่ 3.1) ซึ่งลักษณะของทัชไอยูที่ทำให้สามารถแสดงผลในลักษณะดังกล่าวได้ ในงานวิจัยนี้ได้เลือกรูปแบบ TableTop TUI (ดังรูปที่ 3.2) ซึ่งได้อธิบายถึงรายละเอียดในการออกแบบไว้ในหัวข้อที่ 3.6



รูปที่ 3.1 การแสดงผลที่รับจนใกล้กับตำแหน่งการวางของอุปกรณ์ป้อนข้อมูล (บล็อกไม้) ก) ภาพหน้าจอกรณีตอบถูก ข) ภาพหน้าจอกรณีที่ตอบผิด



รูปที่ 3.2 ลักษณะของโต๊ะที่ใช้สำหรับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ซึ่งเป็นแบบ Tabletop และใช้รูปแบบ Nearby Embodiment

3.3.2 รูปแบบในมิติของการแทนวัตถุหรือแนวคิด (Object/Concept Representation)

จากรูปที่ 3.5 แสดงระดับการแทนวัตถุหรือแนวคิด ซึ่งในรูปแบบเชิงนามธรรมนั้นมีลักษณะทางกายภาพที่เป็นตัวแทนของวัตถุบนโลกจริง ในขณะที่รูปแบบเชิงรูปธรรมนั้นอยู่ในลักษณะของแนวคิด เช่น สัญลักษณ์ หรือ คำสั่ง (Command line) ที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

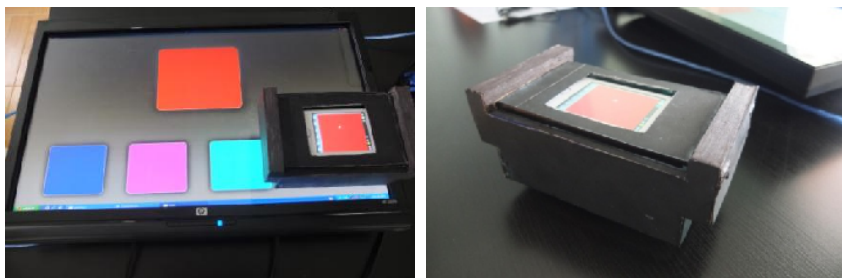
จากการที่เด็กออกทัศนศึกษากภาพคำมีปัญหาในเรื่องของการแปลความหมาย การแทนวัตถุหรือแนวคิดในเชิงนามธรรมอาจทำให้เกิดอุปสรรคในการเรียนรู้ เนื่องจากต้องการจินตนาการในการทำความเข้าใจ ซึ่งหากพิจารณาจากประเด็นดังกล่าว รูปแบบของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ที่เป็นลักษณะของรูปแบบเชิงนามธรรม มีการใช้งานที่ไม่ต้องเรียนรู้ มีการจับต้องที่เป็นธรรมชาติ [54] แต่อย่างไรก็ดีรูปแบบดังกล่าว มักขาดความยืดหยุ่นหรือความหลากหลายในการประยุกต์ใช้งานของอุปกรณ์ที่ยูไอหรืออีกนัยหนึ่งก็คือ โดยการใ้รูปแบบดังกล่าว อุปกรณ์หรือระบบที่พัฒนาขึ้นมักจะเป็นการออกแบบให้ใช้ได้เฉพาะงานเท่านั้น ไม่สามารถประยุกต์ใช้กับงานในลักษณะอื่นได้ เหมือนกับอุปกรณ์เมาส์มาตรฐาน ที่ใช้ได้กับหลากหลายโปรแกรม ในงานวิจัยจึงได้ทำการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ที่มีลักษณะกึ่งเชิงรูปธรรมและกึ่งนามธรรม เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายขึ้น โดยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติในแง่ของการใช้งานกับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ที่มีลักษณะเป็นเชิงรูปธรรม โดยมีรายละเอียดของการออกแบบทั้ง 2 แนวทางดังต่อไปนี้

1) ส่วนเชื่อมต่อประสานกึ่งเชิงรูปธรรม: ซึ่งเทียบเคียงได้กับรูปแบบของ Token ตามที่นิยามใน [67] โดยในกรณีนี้ผู้ใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้บล็อกไม้ หรือ ของเล่นและของใช้ในชีวิตประจำวัน (ดังรูป 3.3)



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างบล็อกไม้ ของเล่น และของใช้ในชีวิตประจำวัน ที่ใช้ป้อนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กึ่งเชิงรูปธรรม

2) ส่วนเชื่อมต่อประสานกึ่งนามธรรม: ซึ่งเทียบเคียงได้กับในรูปแบบของ Container ตามนิยามใน [67] โดยในกรณีนี้การติดต่อกับคอมพิวเตอร์กระทำผ่านอุปกรณ์ที่เป็นเสมือนเครื่องมือในการหยิบเลือก (Pick) และวาง (Drop) วัตถุดิจิทัล (ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งเป็นกรณีที่วัตถุดิจิทัลคือสี่เหลี่ยมที่มีสีต่าง ๆ)



รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กึ่งนามธรรม

นอกเหนือจากประเด็นในแง่ความยากง่ายในการใช้งานแล้ว ระดับการแทนวัตถุหรือแนวคิด ยังอาจส่งผลกระทบต่อสมาธิหรือความสนใจในบทเรียนอีกด้วย จากการศึกษาเบื้องต้นอันเป็นส่วนหนึ่งของการทดลองดังรายละเอียดในบทที่ 4 พบว่าความสามารถในการนำเสนอสื่อประสม เช่น ภาพและภาพเคลื่อนไหว ของคอมพิวเตอร์ ไม่ได้เป็นผลดีเสมอไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาจากปัญหาเรื่องสมาธิสั้นของเด็กออทิสติก จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าความหลากหลายของสื่อประสมเหล่านั้นมีผลกระทบทำให้เกิดการเบี่ยงเบนความสนใจจากบทเรียนได้ ซึ่งนอกเหนือจากความหลากหลายของสื่อที่แสดงแล้ว ความหลากหลายและจำนวนจุดที่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถส่งผลทำให้เกิดการเบี่ยงเบนความสนใจไปจากบทเรียนได้เช่นกัน ซึ่งเมื่อพิจารณารูปแบบการเชื่อมต่อประสานในเชิงนามธรรมหรือกึ่งนามธรรม เช่น การใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในลักษณะของเครื่องมือ มีแนวโน้มที่จะส่งผลทำให้จุดและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์เพิ่มมากขึ้นได้ ซึ่งอาจส่งผลไม่เฉพาะต่อความยากง่ายในการใช้งานเท่านั้น แต่อาจเป็นปัจจัยที่กระทบต่อระดับความสนใจที่มีต่อบทเรียนอีกด้วย



รูปที่ 3.5 ระดับการแทนวัตถุหรือแนวคิดในเชิงรูปธรรมและนามธรรม

3.4 ผลกระทบของจำนวนและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ต่อระดับความสนใจและสมาธิกับบทเรียน

ในหัวข้อนี้นำเสนอถึงการแบ่งประเภทของความสนใจต่อการเรียนรู้และผลกระทบของจำนวนและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ต่อระดับความสนใจและสมาธิกับบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ประเภทของความสนใจต่อการเรียนรู้

เมื่อพูดถึงระบบหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ คำว่า Engagement มีความหมายโดยทั่วไปถึงสถานะทางความคิดและจิตใจของผู้เรียนที่มีสมาธิและ/หรือความสนใจอยู่กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้และบทเรียน [29, 60] Falcao และคณะ [26] ได้แบ่งรูปแบบของความสนใจต่อการเรียนรู้โดยดูจากการที่ผู้เรียนสำรวจและใช้งาน ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในการเรียนรู้ (ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้จากการสำรวจ และ ทดลอง) ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ Engagement with the system (การที่ผู้เรียนสนใจและค้นหาการทำงานของระบบซึ่งจะแสดงออกโดยการถามคำถาม เช่น อีจูนี่ทำมาจากอะไรและแสดงอาการตื่นเต้นเมื่อค้นพบคำตอบด้วยตัวเองว่ามาจากไหน) Engagement with the activity (การที่ผู้เรียนมุ่งมั่นเพื่อสำรวจและหาคำตอบ จากการที่ผู้สอนให้อิสระแก่ผู้เรียนในการค้นหา สำรวจ โดยตั้งคำถามเพื่อที่ชี้แนะให้เกิดการค้นหาคำตอบ เช่น มีอะไรเกิดขึ้นตรงนี้บ้าง หรือ อาจแนะนำกิจกรรมที่เฉพาะเจาะจงลงไป เช่น สิ่งที่เกิดขึ้นกับวัตถุเหล่านั้นเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร) และ Engagement with the concept (คือเป้าหมายหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสังเกตได้จากการที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความเข้าใจ เช่น บอกได้ว่ากำลังเรียนรู้อะไร หรือ เปล่งเสียงแสดงความดีใจ เมื่อค้นพบคำตอบ รวมถึง สามารถอธิบายและตอบคำถามกับเพื่อนๆ ได้)

จากการสังเกตผลที่ได้ในช่วงแรกของการทดลองนำร่อง (อันนำไปสู่การทดลองจริงดังปรากฏในบทที่ 4) ถึงพฤติกรรมและการตอบสนองของเด็กออทิสติกศึกษายภาพต่ำที่มีต่อการ ใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน งานวิจัยนี้จึงได้เสนอการแบ่งประเภทของการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ออกเป็น 3 ประเภท โดยยึดหลักของ Falcao [26] แต่ใช้หลักการในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน ตามรูปแบบการปฏิสัมพันธ์และการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศึกษายภาพต่ำและลักษณะของบทเรียนที่ต่างกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) Engagement to learning environment: คือความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อสภาพแวดล้อมและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียน โดยให้ความสนใจไปที่การค้นหาการทำงานตัวอุปกรณ์หรือระบบนั้น จากการทดลองในบทที่ 4 พบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงความสนใจกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ ดังตัวอย่างเช่น สนใจว่าเสียงมาจากไหน โดยใช้หูแนบลงไปกับจอ หรือ ก้มลงดูใต้โต๊ะว่ารูปภาพที่ปรากฏบน โต๊ะมาได้อย่างไร เป็นต้น ทั้งนี้พฤติกรรมที่แสดงออกถึง Engagement to learning environment ในเด็กออทิสติกศึกษายภาพต่ำจะแตกต่างจากการศึกษาของ Falcao [26] ที่ผู้เรียนจะใช้การตั้งคำถามที่แสดงออกถึงความสนใจการทำงานของระบบ

2) Engagement to learning activities: ผู้เรียนสนใจในการสำรวจบทเรียนเพื่อค้นหาการทำงานของบทเรียน โดยที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ในบทเรียนนั้น แต่อย่างไรก็ตามความสนใจ

ที่มีต่อกิจกรรมในบทเรียนนั้น ไม่ได้บ่งบอกถึงการเรียนรู้ หรือ เข้าใจในบทเรียนนั้นๆ ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเบี่ยงเบนความสนใจจากบทเรียน จากการทดลองในบทที่ 4 นั้น พบว่าผู้เรียนสนใจเล่นกับกิจกรรมอื่น ๆ โดยไม่คำนึงถึงเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ เช่น ลากตัวเล็กลงไปวางในตำแหน่งที่ต้องการ หรือ เคลื่อนย้ายโดยการลากวนเล่นไปมา ทั้งนี้ลักษณะของบทเรียนที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ มีความแตกต่างจากงานวิจัยของ Falcao [26] ที่พิจารณารูปแบบการเรียนรู้จากการสำรวจและทดลอง ในกรณีหลังนี้การที่ผู้เรียนสนใจกิจกรรมที่มีต่อบทเรียนจึงถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ โดยจะเกิดจากการตั้งคำถามขึ้นของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนสำรวจและค้นหาคำตอบ

3) Engagement to learning lessons: ผู้เรียนเน้นความสนใจไปที่บทเรียนโดยตรงมีความตั้งใจและความเต็มใจกับงานนั้น ๆ โดยไม่สนใจกิจกรรมรอบข้างอื่น ๆ ในเด็กออกทิสติกศึกษาพิเศษต่ำการที่ผู้เรียนมีความสนใจกับบทเรียนโดยตรงนั้น ต้องใช้การพิจารณาพฤติกรรมอย่างละเอียด ซึ่งสังเกตได้จากการที่เด็กทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยตรง โดยไม่เบี่ยงเบนความสนใจ หรือ หันเห ไปทำกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การที่เด็กเลือกคำตอบแล้วนำไปวางในตำแหน่งที่กำหนด โดยไม่นำตัวเล็กลงหรือ บล็อกไม้ไปทดลองเล่นในรูปแบบอื่น ๆ ซึ่ง Falcao [26] จะใช้วิธีการสังเกตจากอากัปกริยาที่แสดงความตั้งใจ หรือ เปล่งเสียง เช่น “a-ha” เมื่อเข้าใจ หรือค้นพบคำตอบจากการเรียนรู้ รวมถึงสามารถอธิบายให้เพื่อนได้

จากส่วนหนึ่งของผลการทดลองเปรียบเทียบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้เชิงกึ่งรูปธรรมและเชิงกึ่งนามธรรมในบทที่ 4 ในประเด็นดังกล่าวพบว่าอุปกรณ์ที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานในรูปแบบเชิงนามธรรม นอกจากมีขั้นตอนของการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้มีความหลากหลายและจำนวนจุดที่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์เพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งจากจุดและความหลากหลายดังกล่าว ได้นำไปสู่ปัญหาใหม่ที่พบว่าผู้เรียนมีแนวโน้มมุ่งความสนใจไปที่ตัวอุปกรณ์ หรือ การทำกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน (Engagement to learning activity) ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.4) มากขึ้น

3.4.2 แบบจำลองความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ที่มีผลต่อระดับความสนใจในบทเรียน

รูปที่ 3.6 แสดงแบบจำลองที่ใช้อธิบายผลกระทบอันเกิดจากความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์หรือคาดการณ์ผลกระทบที่จะมีต่อระดับความสนใจในบทเรียนของเด็กออทิสติกศึกษาพิเศษต่ำ

จากรูป 3.6 แสดงขั้นตอนของการปฏิสัมพันธ์ โดย **1** ถึง **N** คือ ขั้นตอนการใช้งานหลัก (Learning step) ของบทเรียนหรือกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยลูกศร \Rightarrow คือเส้นทางหรือลำดับก่อนหลังของขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ ซึ่งบทเรียนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้

กำหนดให้มีเส้นทางแบบเชิงเส้นตามลำดับ (Linear) คือมีเส้นทางจากขั้นตอนที่ 1 ไปขั้นตอนที่ 2 และ 3 ตามลำดับ (ในกรณีของบทเรียนอื่น รูปแบบของเส้นทางการปฏิสัมพันธ์อาจมีได้หลากหลายรูปแบบ เช่น จากเส้นทาง 1 ไป เส้นทางที่ 3 หรือจากเส้นทางที่ 3 ไป เส้นทางอื่น ๆ เป็นต้น โดยที่ไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเป็นเชิงเส้นก็ได้) ส่วนสัญลักษณ์ลูกศร → คือเส้นทางการปฏิสัมพันธ์ที่มีได้เป็นส่วนหนึ่งของลำดับขั้นตอนการใช้งานหลักตามที่กำหนดในบทเรียน ซึ่งเส้นทางเหล่านี้ เป็นตัวกำหนดความหลากหลาย (Richness) ของการปฏิสัมพันธ์ที่เพิ่มเติมจากที่จำเป็นในแต่ละขั้นตอน

ในการพิจารณาความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์โดยใช้แบบจำลองดังกล่าว พิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- 1) ขั้นตอนการใช้งานหลักของบทเรียน (Learning step): พิจารณาจากจำนวนขั้นทั้งหมดในแต่ละบทเรียนหรือแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้
- 2) ทางเลือกเส้นทางการใช้งาน (Choice of learning paths): พิจารณาจากจำนวนเส้นทางที่เป็นไปได้ จากขั้นตอนปัจจุบันไปยังขั้นตอนถัดไป
- 3) การกระทำ (Action) ในแต่ละขั้นตอน: โดยความหลากหลายพิจารณาจาก
 - 3.1) การนำเข้าข้อมูล (Input): ความหลากหลายของการนำเข้าข้อมูลขึ้นอยู่กับลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ที่แตกต่างกัน ในที่นี้ จะพิจารณาใน 3 กรณี ได้แก่
 - การเลือก (Select or pick): ความหลากหลายของการเลือก พิจารณาจากจำนวนตัวเลือกที่เป็นไปได้
 - การลากหรือเคลื่อนย้าย (Move or drag): ความหลากหลายของการลาก พิจารณาจากข้อจำกัดหรืออิสระในการลาก (เช่น ลากตามเส้นทางที่กำหนด หรือ สามารถลากไปมาได้โดยอิสระ)
 - การวาง (Place or drop): ความหลากหลายของการวาง พิจารณาจากตำแหน่งการวางที่สามารถกระทำได้ (เช่น วางเฉพาะในตำแหน่งที่กำหนด หรือวางลงในตำแหน่งใด ๆ ได้โดยอิสระ)
 - 3.2) การแสดงผล (Output): ความหลากหลายของการแสดงผล พิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ต่อไปนี้ ของปฏิกริยาโต้ตอบจากการนำเข้าข้อมูล
 - ความหลากหลายของการแสดงผล วัดจากการแสดงผลว่ามีความแตกต่างกันไปในแต่ละเงื่อนไขหรือสถานการณ์หรือแต่ละเวลา มากน้อยเพียงไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความหลากหลายของสื่อ เช่น แสดงผลเป็นภาพอย่างเดียว หรือมีเสียงด้วย หรือทั้งภาพและเสียง
- ความหลากหลายของคุณสมบัติสื่อที่แสดง เช่น (ในกรณีของภาพ) การปรากฏหรือหายไป การเปลี่ยนขนาด การเปลี่ยนสีหรือความสว่าง การเคลื่อนไหว หรือมีการเปลี่ยนแปลงของหลายคุณสมบัติประกอบกัน

โดยในงานวิจัยนี้ กำหนดระดับความหลากหลายออกเป็น 4 ระดับ ตามหลักเกณฑ์ดังนี้

- 1) ต่ำ คือ มีจำนวนความหลากหลายเพียงอย่างเดียว
- 2) ปานกลาง คือ มีจำนวนความหลากหลาย 2 อย่างขึ้นไป
- 3) สูง คือ มีจำนวนความหลากหลาย 4 อย่างขึ้นไป
- 4) N/A คือ ขั้นตอนที่ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับระบบคอมพิวเตอร์ (ขอบเขตของ

แบบจำลองนี้ใช้ในการประเมินเฉพาะมีการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์เท่านั้น

เมื่อนำแบบจำลองและหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น มาทดลองปรับใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3.1 – 3.3

ตารางที่ 3.1 ผลการประเมินที่ได้จากแบบจำลองของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB และ CBT-WIMP-TOUCH

ขั้นตอน / ความหลากหลาย	จำนวนขั้นตอน	ทางเลือก	ส่วนนำเข้าข้อมูล	ส่วนแสดงผล
การเลือก	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง
การลาก	ปานกลาง	สูง	สูง	ปานกลาง
การวาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง

ตารางที่ 3.2 ผลการประเมินที่ได้จากแบบจำลองอุปกรณ์ CBT-TUI-S

ขั้นตอน / ความหลากหลาย	จำนวนขั้นตอน	ทางเลือก	ส่วนนำเข้าข้อมูล	ส่วนแสดงผล
การเลือก	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สูง
การเคลื่อนย้าย	N/A	N/A	N/A	N/A
การวาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง

ตารางที่ 3.3 ผลการประเมินที่ได้จากแบบจำลองของอุปกรณ์ CBT-TUI-C

ขั้นตอน / ความหลากหลาย	จำนวนขั้นตอน	ทางเลือก	ส่วนนำเข้าข้อมูล	ส่วนแสดงผล
การเลือก	N/A	N/A	N/A	N/A
การเคลื่อนย้าย	N/A	ปานกลาง	N/A	N/A
การวาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ

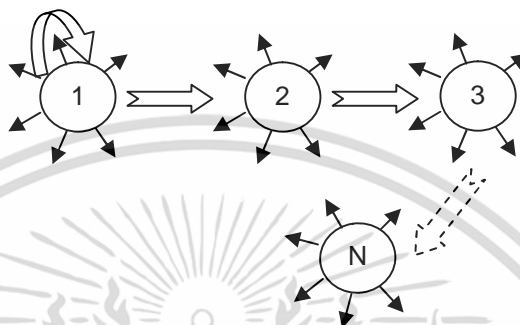
จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 (CBT-WIMP-TAB, CBT-WIMP-TOUCH และ CBT-TUI-S) ในขั้นตอนของการเลือก มีทางเลือกเพียง 2 เส้นทางคือ การทำงานในขั้นตอนต่อไป หรือ การทำซ้ำขั้นตอนเดิม ส่งผลให้มีระดับความหลากหลายอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่ขั้นตอนการเลือกของอุปกรณ์ CBT-TUI-C (ตารางที่ 3.3) ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการเลือก แล้วทำในขั้นตอนต่อไป จึงไม่มีการประเมินระดับความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ ในขณะที่ขั้นตอนการทำงานของการลาก จากตารางที่ 3.1 (CBT-WIMP-TAB, CBT-WIMP-TOUCH) มีทางเลือกของขั้นตอนการทำงานถึง 4 เส้นทาง คือ การทำงานในขั้นตอนต่อไป การทำซ้ำขั้นตอนเดิม การวางในตำแหน่ง และ การวางนอกตำแหน่ง จึงส่งผลให้มีหลากหลายอยู่ที่ระดับสูง แต่เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3.3 (CBT-TUI-C) เห็นได้ว่าทางเลือกของการเคลื่อนย้าย มีเพียง 2 เส้นทาง คือ การวางในตำแหน่ง และ วางนอกตำแหน่ง จึงส่งผลให้มีระดับความหลากหลายอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่จากตารางที่ 3.2 (CBT-TUI-S) ขั้นตอนของการเคลื่อนย้ายนั้น ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ จึงไม่มีการประเมินระดับความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ และในส่วนขั้นตอนของการวางนั้น จากตารางที่ 3.1 3.2 และ 3.3 (CBT-WIMP-TAB, CBT-WIMP-TOUCH, CBT-WIMP-TAB และ CBT-TUI-C) เห็นได้ว่าระดับความหลากหลายของทางเลือกจะอยู่ในระดับต่ำ

เนื่องจากมีทางเลือกที่ปฏิสัมพันธ์กับระบบเพียงทางเดียว คือ การวางในตำแหน่ง ซึ่งเป็นการระบุไว้เพียงตำแหน่งเดียว จึงไม่มีเส้นทางการเลือกอื่นๆที่ส่งผลต่อระดับความหลากหลาย

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของส่วนนำเข้าข้อมูลนั้น จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 (CBT-WIMP-TAB, CBT-WIMP-TOUCH, CBT-TUI-S) ในขั้นตอนของการเลือก มีจำนวนตัวเลือกที่มากถึง 5 ตัวเลือก จึงส่งผลต่อระดับความหลากหลายอยู่ในระดับสูง แต่ขณะที่จากตารางที่ 3.3 (CBT-TUI-C) ในขั้นตอนของการเลือกไม่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ จึงไม่มีการประเมินระดับความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ และเมื่อพิจารณาในขั้นตอนของการลาก จากตารางที่ 3.1 (CBT-WIMP-TAB, CBT-WIMP-TOUCH) มีเส้นทางของการนำข้อมูลถึง 4 เส้นทาง คือ การลากตามเส้นทางลากออกนอกเส้นทาง การวางในตำแหน่ง และการวางนอกตำแหน่ง ส่งผลให้มีระดับความหลากหลายอยู่ในระดับสูง ในขณะที่จากตารางที่ 3.2 และ 3.3 (CBT-TUI-S และ CBT-TUI-C) ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลนั้นไม่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์จึงไม่มีการประเมินระดับความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

สำหรับในส่วนของการแสดงผลข้อมูล ซึ่งความหลากหลายเกิดจากปฏิภพการโต้ตอบจากการนำเข้าข้อมูลนั้น จากตารางที่ 3.1และ3.2 (CBT-WIMP-TOUCH ,CBT-WIMP-TAB และ CBT-TUI-S) การแสดงผลของขั้นตอนการเลือกมีระดับความหลากหลายอยู่ที่ระดับปานกลาง เนื่องจากมีความหลากหลายของการแสดงผลในแต่ละครั้งแบบเดียว มีการแสดงผลเป็นภาพอย่างเดี่ยวและมีการเคลื่อนที่เพียงเล็กน้อยของภาพที่แสดง แต่ในขณะที่จากตารางที่ 3.3 (CBT-TUI-C) ในขั้นตอนของการหยิบจับไม่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ จึงไม่มีการประเมินระดับความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ และในขั้นตอนของการลากนั้น จากตารางที่ 3.1 (CBT-WIMP-TAB, CBT-WIMP-TOUCH) การแสดงผลมีการแสดงผลเหมือนเดิมทุกครั้ง มีการแสดงผลเป็นภาพอย่างเดี่ยว และ มีการเคลื่อนไหวโดยการเคลื่อนที่ จึงส่งผลให้มีระดับความหลากหลายอยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3.2และ3.3 (CBT-TUI-S และ CBT-TUI-C) ในขั้นตอนของการเคลื่อนย้าย ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ จึงไม่มีการประเมินระดับความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์และในขั้นตอนของการวาง จากตารางที่ 3.1, 3.2และ3.3 (CBT-WIMP-TAB, CBT-WIMP-TOUCH, CBT-TUI-S และ CBT-TUI-C) การแสดงผลของข้อมูลมีความหลากหลายในระดับสูง เนื่องจากปฏิภพการตอบกลับนั้น มีการแสดงผลแบบเดี่ยว แต่แสดงผลเป็นทั้งภาพและเสียง รวมถึงมีการเคลื่อนไหวของภาพด้วย จึงส่งผลให้มีระดับความหลากหลายอยู่ในระดับสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ที่วิเคราะห์และประเมินได้จากแบบจำลองข้างต้น ถูกนำไปใช้พิจารณาความสัมพันธ์เชื่อมโยงกับระดับความสนใจที่มีต่อบทเรียนตามรายละเอียดที่ปรากฏในบทที่ 4



รูปที่ 3.6 แบบจำลองที่แสดงถึงขั้นตอนการปฏิสัมพันธ์ และ ผลกระทบของจำนวนและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ต่อระดับความสนใจและสมาธิกับบทเรียน

3.5 การประเมินผลการเรียนรู้ การเรียนรู้ และ ความสนใจที่มีต่อบทเรียน

โดยทั่วไปในการประเมินผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ในเด็กที่มีพัฒนาการปกติและเด็กออทิสติกนั้น จะประเมินผลในการเรียนรู้จากผลการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และ หลังเรียน (Post-test)

ในขณะที่การประเมินผลการความสนใจที่มีต่อบทเรียนนั้นจากการศึกษาในงานวิจัยต่างๆ พบว่า ลักษณะของกิจกรรมในการเรียนรู้ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้นั้นส่วนใหญ่จะเป็นการเรียนรู้จากการสำรวจ และ ค้นหา (Exploratory learning) ดังนั้นในการวัดผลความสนใจที่มีต่อบทเรียนจะวัดผลจากจำนวนของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม (Time on task) [45, 48, 61] และ อากัปกริยาที่แสดงออกถึงความสนุกและความเพลิดเพลิน เช่น การยิ้ม การหัวเราะ การตบมือ [45, 48, 60] และ อากัปกริยาที่แสดงออกถึงความเบื่อหน่าย เช่น การหาว การทำหน้านิ่ง คิ้วขมวด รวมถึงการเปล่งเสียงในแง่มุมลบ [60] เป็นต้น

ในกรณีของงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงปัจจัยในการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ (และส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม ที่มีผลต่อความสนใจที่มีต่อบทเรียน โดยมุ่งเน้นไปที่ความสนใจที่มีต่อบทเรียนที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ผลในการเรียน (Engagement to learning lessons) ดังนั้นการวัดผลจากจำนวนเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมนั้นไม่สามารถนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ได้เนื่องจากมีลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ซึ่งจากการทดลองในบทที่ 4 พบว่าเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมนั้นจะนำไปสู่การทำกิจกรรมอื่นๆที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับบทเรียน (Engagement to learning activity) ซึ่งถือว่า

เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเบี่ยงเบนความสนใจออกจากบทเรียน อีกทั้งการสังเกตอากัปกริยาที่แสดงออกทางสีหน้า จะกระทำได้อย่างในเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำ เนื่องจากเด็กออทิสติกมีความบกพร่องในด้านการสื่อความหมายและการแสดงออกด้วยกิริยาท่าทาง [4] ซึ่งจากการสังเกตและทดลอง ในบทที่ 4 พบว่าในเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำนั้นการแสดงอากัปกริยาต่าง ๆ อาจไม่สอดคล้องกับกิจกรรมที่ควรจะเป็น เช่น แสดงอาการตบมือ ตีใจ เมื่อตอบผิด หรือ แสดงกิริยานิ่งเฉย เมื่อตอบถูก เป็นต้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้แบ่งประเภทของการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ เป็น 3 ประเภท ดังได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 3.4 เพื่ออธิบายถึงความสำคัญ ของความสนใจที่มีต่อบทเรียนชัดเจนมากขึ้น รวมถึงใช้สนับสนุนการวิเคราะห์ และประเมินผลความสนใจที่มีต่อบทเรียนของเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำ ซึ่งสามารถสรุป การสังเกตและการจำแนกจากวิธีโอ (Coding scheme) สำหรับประเมินผลการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำได้ดังนี้

3.5.1 ความสนใจในตัวอุปกรณ์ และ สภาพแวดล้อม (Engagement to learning environment):

ผู้เรียนสนใจกับอุปกรณ์ และ สิ่งแวดล้อมรอบข้างที่ไม่เกี่ยวกับบทเรียน ตัวอย่างเช่น ในการเรียนรู้กับระบบหรือ อุปกรณ์ ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน เด็กออทิสติกจะให้ความสนใจกับอุปกรณ์เหล่านั้นเป็นพิเศษ ว่ามีการทำงานอย่างไร แสง หรือ เสียง ที่ออกมาจากอุปกรณ์นั้น มาจากไหน โดยการหยิบอุปกรณ์ขึ้นมาดู การเคาะ การก้มดู การเปิดดูการทำงานของอุปกรณ์นั้น ๆ จากการศึกษาของ Falcao [26] ในเด็กที่มีพัฒนาการปกตินั้นจะแสดงออกโดยถามคำถามว่า ระบบ หรือ อุปกรณ์นั้นทำงานอย่างไร

3.5.2 การมีส่วนร่วมกิจกรรมที่มีต่อบทเรียน (Engagement to learning activities):

ผู้เรียนสนใจในการสำรวจบทเรียน ค้นหาการทำงานของบทเรียน โดยที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับ การเรียนรู้ในบทเรียนนั้น เช่น สนใจกับการเคลื่อนไหวของภาพในบทเรียน สนใจกับผลลัพธ์ (Feedback) โดยไม่คำนึงว่าตอบถูก หรือ ผิด ซึ่งการมีส่วนร่วมกิจกรรมที่มีต่อบทเรียนนั้นสามารถประเมินได้ จากการเล่นกับบทเรียนโดยที่ไม่ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ซึ่งในเด็กที่มีพัฒนาการปกติ Falcao [26] จะสังเกตจากการที่ผู้เรียนสนใจและสำรวจ ค้นหาคำตอบจากคำถามที่ผู้สอนชี้แนะ

3.5.3 การมีส่วนร่วมกับบทเรียน (Engagement to learning lesson):

ในเด็กปกติ การมีส่วนร่วมในบทเรียนนั้น แสดงออกโดยการตอบคำถามหรือสามารถอธิบายให้เพื่อนฟังได้ [26] แต่ในเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำนั้นการแยกแยะระหว่าง การมีส่วนร่วมกิจกรรมที่มีต่อบทเรียนและการมีส่วนร่วมกับบทเรียน กระทำได้ลำบาก อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถสื่อสารได้ ดังนั้นผู้เรียนทำกิจกรรมและไม่หันเหหรือเบี่ยงเบน ไปทำกิจกรรมอื่น

3.5.4 การไม่มีส่วนร่วม (Disengagement sign): ผู้เรียนจะแสดงออกถึงความเบื่อหน่ายและไม่สนใจกับบทเรียน ในเด็กที่มีพัฒนาการปกติจะสังเกตได้จากอากัปกิริยาที่แสดงถึงความเบื่อหน่าย เช่น การหาว การบิดขี้เกียจ การทำหน้านิ่งวิงวอด [60] แต่สำหรับในเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ การแสดงถึงความเบื่อหน่ายจะประเมินได้จากการนอน หรือนั่งลงกับพื้น หันเหวี่ยงสมาธิมาเล่นกับส่วนต่างๆของร่างกาย เช่น การสับนิ้วมือ เป็นต้น

3.5.5 การเลิกกิจกรรม (Quit task): ผู้เรียนจะแสดงออกถึงการหยุดทำกิจกรรมนั้น ๆ โดยจะประเมินได้จาก เดินไปสนใจกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ หรือ เดินออกจากห้อง

3.6 การพัฒนาอุปกรณ์ต้นแบบสำหรับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้และส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิมในการฝึกทักษะการเรียนรู้เบื้องต้นของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ

ในงานวิจัยนี้พัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการศึกษา 2 รูปแบบ เพื่อใช้ในการฝึกการเรียนรู้เรื่องรูปทรง และ สี ซึ่งได้เลียนแบบจากการฝึกฝนปกติของนักกิจกรรมบำบัด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.6.1 การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม

1) การออกแบบพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม

ที่ใช้เมาส์ป้อนข้อมูลติดต่อกับคอมพิวเตอร์

ในการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม โดยใช้เมาส์ป้อนข้อมูลติดต่อกับคอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้เรื่องรูปทรงนั้นจะแบ่งจอภาพออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนบนของจอภาพ จะเป็นรูปทรงเรขาคณิตที่สุ่มขึ้นมาทีละรูปภาพและในส่วนล่างของจอภาพนั้นจะประกอบไปด้วยรูปทรงเรขาคณิตทั้งหมด 12 รูปทรง ที่วางเรียงกันไว้ โดยแบ่งเป็น 2 แถวๆละ 6 รูป ซึ่งในส่วนล่างของจอภาพนี้ผู้เรียนจะต้องเลือกรูปทรงที่เหมือนกับรูปทรงที่กำหนดให้ (ดังรูปที่ 3.7)

ในการเล่นแต่ละครั้งนั้นคอมพิวเตอร์จะสุ่มรูปทรงเรขาคณิตขึ้นมา 1 รูป ทางส่วนบนของจอภาพและบอกให้ผู้เรียนเลือกรูปทรงที่เหมือนกันและนำมาวางทับบนรูปที่กำหนดให้ จากนั้นผู้เรียนต้องใช้เมาส์คลิกเลือกรูปทรงที่ด้านล่างของจอภาพที่เหมือนกับรูปทรงที่ให้มาโดยคลิกเมาส์ซ้ายหนึ่งครั้งในการเลือกรูปทรงนั้นๆ แล้วลากไปวางทับรูปทรงที่กำหนดให้โดยคลิกเมาส์ด้านซ้ายอีกครั้งเพื่อวางรูปทรง ถ้าผิดคอมพิวเตอร์จะพุดรูปทรงนั้น ๆ ซ้ำและให้ผู้เรียนเลือกและนำไปวางอีกครั้งหนึ่ง ถ้าตอบถูกจะมีภาพเคลื่อนไหวพร้อมคำชมเชย และทำรูปแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบ 12 รูปทรง ซึ่งจะเรียกรูปแบบการปฏิสัมพันธ์แบบนี้ว่า Point and Click ซึ่งเป็นรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ที่ง่ายกว่า Drag and

Drop ที่ผู้เรียนจะต้องคลิกเมาส์ด้านซ้ายเพื่อเลือกรูปทรงที่เหมือนกันจากนั้นต้องคลิกเมาส์ข้างไว้และลากไปวางทับรูปทรงที่กำหนดให้

สำหรับในส่วนของจอสัมผัส จะมีการทำงานและรูปแบบเหมือนการใช้เมาส์ แต่ต่างกัน โดยเปลี่ยนจากการใช้เมาส์ มาใช้นิ้วมือแตะเพื่อเลือกรูปทรงที่ต้องการแล้วลากไปวางทับรูปทรงที่กำหนด



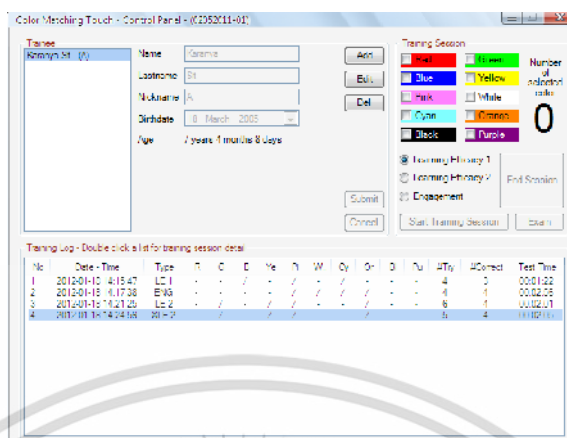
รูปที่ 3.7 ภาพหน้าจอของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิมในการเรียนรู้เรื่องรูปทรง

2) การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม โดยการใช้งานผ่านจอสัมผัส และ แทปเล็ตพีซี

ในการออกแบบการใช้งานผ่านจอสัมผัสและแทปเล็ตพีซีนั้น แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกจะเป็นหน้าจอของผู้ฝึก ซึ่งใช้ในการควบคุมการฝึกในแต่ละครั้ง โดยผู้ฝึกสามารถกำหนดจำนวนสีที่ใช้ในการฝึกและสามารถเลือกระดับของบทเรียนที่จะใช้ในการฝึกแต่ละครั้งได้ อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลการเข้าใช้งานของผู้เข้ารับการฝึกในแต่ละบุคคลเพื่อใช้ในการเรียกดูการใช้งานในแต่ละครั้งภายหลังได้

ในส่วนที่สอง เป็นหน้าจอของผู้เข้ารับการฝึก ซึ่งจอภาพแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนบนของจอภาพ แสดงสีที่สุ่มขึ้นมาทีละสี จากสีที่ผู้ฝึกได้กำหนดไว้ และในส่วนล่างของจอภาพนั้น ประกอบไปด้วยสีที่เป็นตัวเลือก ตามจำนวนที่ผู้ฝึกได้กำหนด โดยวางเรียงกัน

ในการเล่นแต่ละครั้งคอมพิวเตอร์สุ่มสีขึ้นมา 1 สี ทางส่วนบนของจอภาพและบอกให้ผู้เรียนเลือกสีที่เหมือนกันมาวางทับสีที่กำหนด โดยที่ผู้เรียนต้องใช้นิ้วเลือกสีที่เหมือนกับสีที่ขึ้นมา และลากไปวางทับสีที่กำหนด ถ้าผิดคอมพิวเตอร์จะบอกว่าผิด พร้อมกับมีเครื่องหมายกากบาทสีแดงที่บอกให้ทราบว่าผิดและให้ลองใหม่ จนกว่าจะถูก เมื่อถูกจะมีเครื่องหมายถูกสีเขียว พร้อมภาพเคลื่อนไหวเป็นรางวัล จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นสีใหม่และทำแบบนี้ ไปจนครบสีที่ผู้ฝึกกำหนดไว้



รูปที่ 3.8 ภาพหน้าจอของครูฝึก (จอสัมผัส และ แทปเล็ต)

Training Log - Double click a list for training session detail

No.	Date - Time	Type	R	G	B	Ye	Pi	W	Cy	Or	D	Pu	#Try	#Correct	Test Time
1	2012-01-18 14:15:47	LE 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	00:01:22
2	2012-01-18 14:17:38	ENG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	00:02:56
3	2012-01-18 14:21:26	LE 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	4	00:02:01
4	2012-01-18 14:24:59	XLE 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	00:02:05

Detail of training session

No.	Date - Time	Type	R	G	B	Ye	Pi	W	Cy	Or	D	Pu	#Try	#Correct	Test Time
1	2012-01-18 14:15:47	F 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	00:01:22

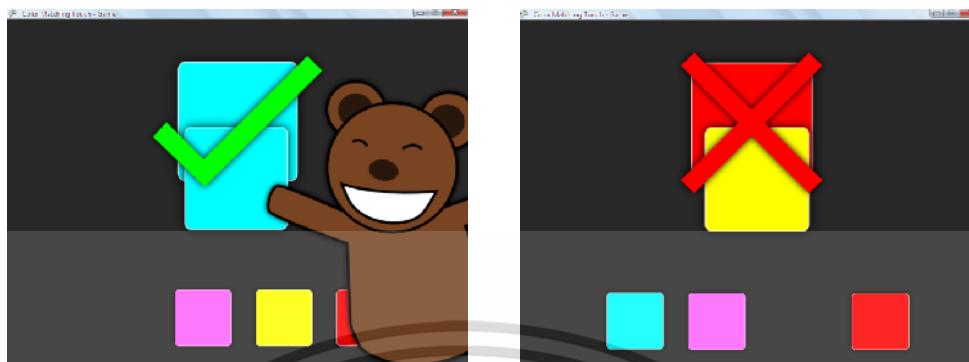
Attempt No.	Question No.	Question Color	Answer Color	Result	Time Usage
1	1	Cyan	Blue	Wrong	00:00:07.1875000
2	1	Cyan	Cyan	Correct	00:00:01.1562500
3	2	Pink	Pink	Correct	00:00:20.2968750
4	3	Blue	Blue	Correct	00:00:02.3468750

รูปที่ 3.9 ภาพหน้าจอของครูฝึกในส่วนที่แสดงข้อมูลของผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.10 ก) ภาพหน้าจอของจอสัมผัส และ แทปเล็ตที่ซี บทเรียนที่ 1 ข) ภาพหน้าจอของจอสัมผัส และ แทปเล็ตที่ซี บทเรียนที่ 2 ของการเรียนรู้เรื่องสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก)

ข)

ภาพที่ 3.11 ก) ภาพหน้าจอกรณีตอบถูก ข) ภาพหน้าจอกรณีตอบผิด ของจอสัมผัส และ แทปเล็ตพีซี

3.6.2 การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้

1) การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้

รูปธรรม

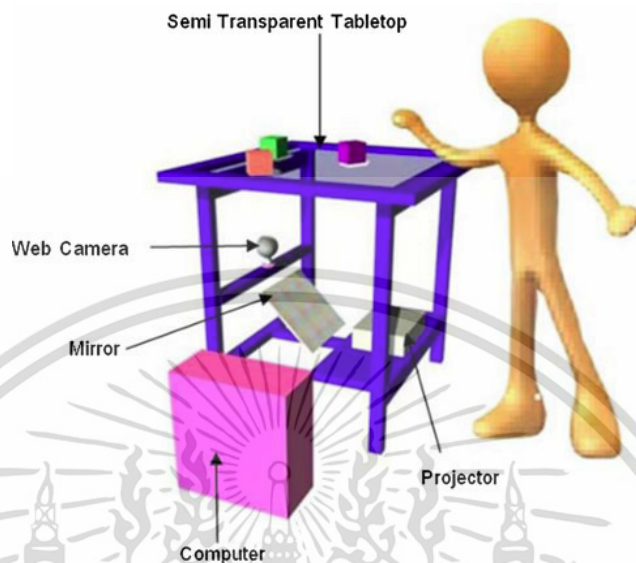
การออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กึ่งรูปธรรมในรูปแบบของ Token มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ โต้ะกระจก ขนาด 60*60*75 ซม. คอมพิวเตอร์ โปรเจคเตอร์ กระจกเงา และ กล้องวิดีโอ โดยใช้กระดาษฝ้าปิดทับด้านล่างของกระจกเพื่อลดแสงสะท้อนจากโปรเจคเตอร์ สำหรับโปรเจคเตอร์นั้นจะวางไว้ใต้โต้ะ โดยใช้กระจกเงาเป็นตัวสะท้อนภาพที่ออกมาจากคอมพิวเตอร์ให้ไปฉายบนโต้ะกระจก และกล้องวิดีโอวางไว้ใต้โต้ะ เพื่อเก็บภาพมาประมวลผลในขณะที่ผู้เรียนนำบล็อกไม้มาวางทับสี หรือ รูปทรง ที่กำหนด (ดังภาพที่ 3.6)

ในการเรียนรู้เรื่องรูปทรงนั้น ผู้เรียนป้อนข้อมูลเพื่อติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้บล็อกไม้ที่ตัดเป็นรูปทรงเรขาคณิต (ดังรูปที่ 3.13 ข) ในการเล่นแต่ละครั้งคอมพิวเตอร์จะสุ่มรูปทรงขึ้นมาทีละ 1 รูปทรง และโปรเจคเตอร์ทำการฉายรูปทรงลงมาบนโต้ะกระจกซึ่งใช้แทนจอภาพ จากนั้นคอมพิวเตอร์บอกให้ผู้เรียนหยิบบล็อกไม้ที่มีรูปทรงเหมือนกัน มาวางทับรูปทรงที่กำหนด กล้องที่วางไว้ใต้โต้ะจับภาพและนำไปประมวลผลด้วยการตรวจสอบค่าสีที่ทาไว้ในแต่ละรูปทรงที่มีสีแตกต่างกัน และจะนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ ถ้าถูกต้องจะมีเครื่องหมายถูก พร้อมคอมพิวเตอร์จะกล่าวคำชมเชย และมีภาพการ์ตูนเคลื่อนไหวพร้อมเสียงเพลงเป็นรางวัล ถ้าไม่ถูกต้องจะมีเครื่องหมายผิด และคอมพิวเตอร์จะบอกให้ผู้เรียนลองเล่นใหม่อีกครั้ง ผู้เรียนจะต้องนำบล็อกไม้กลับมาวางไว้ที่เดิม และทำการเลือกใหม่ (ดังรูปที่ 3.17)

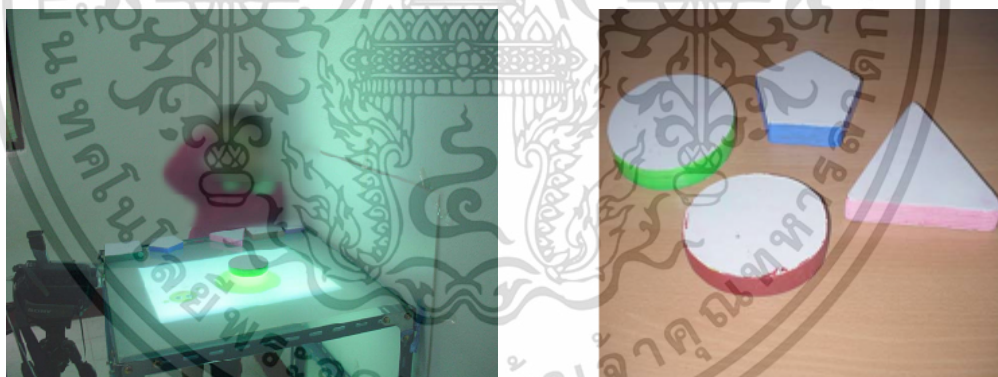
สำหรับการเรียนรู้เรื่องสีนั้นมีทั้งหมด 3 บทเรียน ดังนี้ คือ ในบทเรียนที่ 1 ผู้เรียนจะจับคู่สีที่เหมือนกัน โดยผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์โดยใช้บล็อกไม้ ซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ที่เหมือนกับที่ผู้เรียน เล่นของเล่น หรือ สัมผัส กับวัตถุในชีวิตประจำวัน ในการเล่นแต่ละครั้ง คอมพิวเตอร์สุ่มสีขึ้นมาทีละ 1 สี และโปรเจกเตอร์จะฉายสีนั้นลงมาบนโต๊ะกระจกซึ่งใช้แทนจอภาพ จากนั้นคอมพิวเตอร์บอกให้ผู้เรียนเลือกหยิบบล็อกไม้ที่มีสีเดียวกับสีที่ฉายลงมาบนโต๊ะและนำมาวางทับบนสีที่กำหนดให้ โดยกล่องที่วางไว้ได้โต๊ะจับภาพและนำไปประมวลผลด้วยการตรวจสอบจากจำนวนหลอด แอลอี ดี (LED) ที่ฝังอยู่ในตัวบล็อกไม้ และนำไปเทียบกับค่าที่ได้กำหนดไว้ โดยในแต่ละสีมีจำนวนของหลอดแอลอีดี ที่แตกต่างกัน ดังตัวอย่างเช่น สีชมพู มีจำนวนหลอดแอลอีดี 1 หลอด ดังนั้นเมื่อนำภาพที่ได้มาประมวลผลและพบว่ามีแสงของหลอดแอลอีดี 1 ดวง ถือว่าผู้เรียนนำบล็อกไม้สีที่ถูกต้องมาวาง ถ้าจำนวนหลอดที่ประมวลผลได้ไม่ได้มีจำนวนตามที่กำหนดไว้ถือว่าผู้เรียนไม่ได้นำบล็อกไม้สีที่ถูกต้องมาวาง คอมพิวเตอร์บอกให้ผู้เรียนหยิบสีที่ถูกต้องมาวางอีกครั้ง โดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนทันที (Real time) และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยคำชมเชยและภาพการ์ตูนที่เคลื่อนไหวพร้อมเสียงเพลง เมื่อผู้เรียนเลือกสีที่ถูกต้อง และ เมื่อผู้เรียนตอบผิดจะมีเครื่องหมายกากบาทสีแดง และให้ผู้เรียนเลือกสีที่ถูกต้องมาวางใหม่อีกครั้ง

ในบทที่ 2 การเล่นจะเปลี่ยนไปโดยเมื่อคอมพิวเตอร์สุ่มสี เพื่อฉายลงมาบน โต๊ะ ผู้เรียนจะหยิบอุปกรณ์ ซึ่งมีทั้งของเล่นและของใช้ในชีวิตประจำวัน ที่มีสีเหมือนกับสีที่กำหนด และนำไปวางทับกับสีที่กำหนดให้ ซึ่งในการประมวลผลนั้น จะเป็นการประมวลผลแบบเดียวกับ บทที่ 1 คือ หลอดแอลอีดี ฝังอยู่ในอุปกรณ์ทุกชิ้น ดังนั้นเมื่อนำภาพที่ได้มาประมวลผลและพบว่ามีแสงของหลอดแอลอีดี ตามที่กำหนดไว้ ถือว่าผู้เรียนหยิบอุปกรณ์ที่มีสีถูกต้องมาวาง ผู้เรียนจะได้รับคำชมเชยเมื่อตอบถูก พร้อมการ์ตูนเคลื่อนไหว ถ้าผิด คอมพิวเตอร์บอกให้ผู้เรียนหยิบสีที่ถูกต้องมาวาง

ในบทที่ 3 จะเป็นบทเรียน ที่ทดสอบว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้เรื่องสี ได้ถูกต้องหรือไม่ โดยที่คอมพิวเตอร์พูดชื่อสีออกมาและไม่มีตัวอย่างสีให้ แต่จะกำหนดบริเวณให้ผู้เรียนหยิบบล็อกไม้ หรือ อุปกรณ์ ที่มีสีตามที่กำหนด มาวางตรงบริเวณที่กำหนดให้ ซึ่งการประมวลผลจะทำเช่นเดียวกับ บทที่ 1 และ 2



รูปที่ 3.12 ส่วนประกอบของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้เชิงถึงรูปธรรม

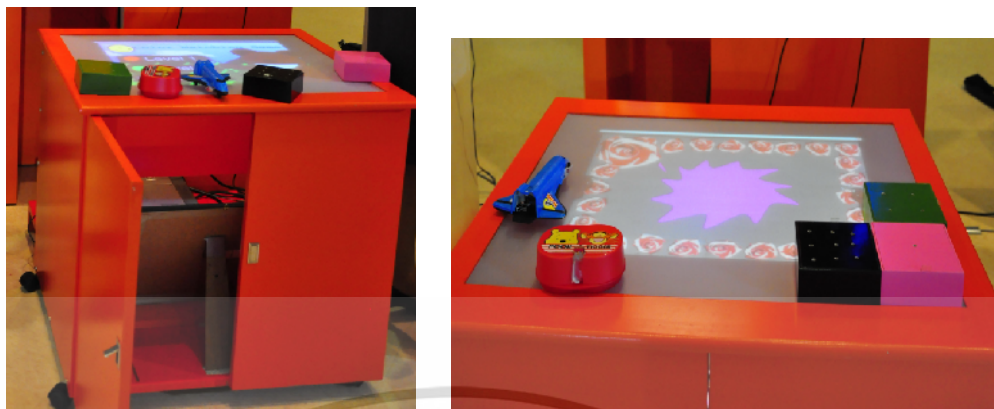


ก)

ข)

รูปที่ 3.13 ก) รูปแบบของโต๊ะ ข) บล็อกไม้ ที่ใช้สำหรับป้อนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้เชิงถึงนามธรรมในการเรียนรู้เรื่องรูปทรง

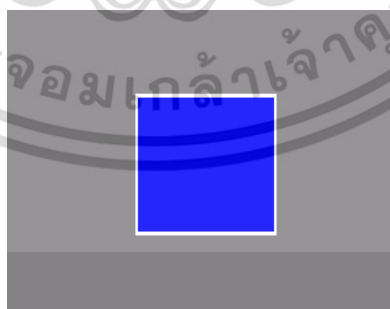
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 รูปแบบของโต๊ะที่ใช้สำหรับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในรูปแบบกึ่งเชิงรูปธรรม ในการเรียนรู้เรื่องสี



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างบล็อกไม้ อุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และ ของเล่น ที่ใช้ป้อนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในรูปแบบกึ่งเชิงรูปธรรม

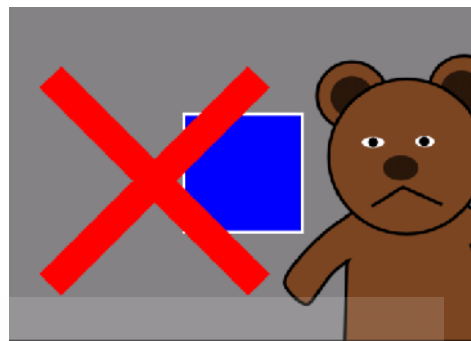


รูปที่ 3.16 ภาพหน้าจอของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในรูปแบบกึ่งเชิงรูปธรรม บทที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

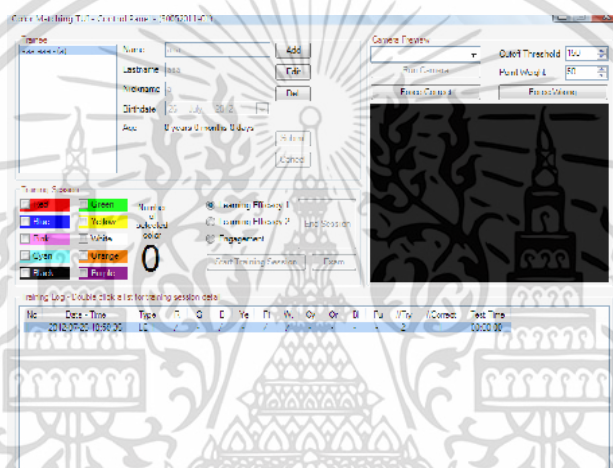


ก)



ข)

รูปที่ 3.17 ก) ภาพหน้าจอกรณีตอบถูก ข) ภาพหน้าจอกรณีตอบผิด



รูปที่ 3.18 ภาพหน้าจอของครูฝึกของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในเชิงกิจกรรม

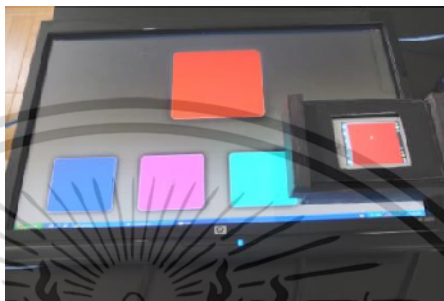
2) การพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กึ่งนามธรรม

ในการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้กึ่งนามธรรมนั้น ใช้เป็นเครื่องมือในการเลือกสี มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ จอสัมผัสและโทรศัพท์มือถือ เพื่อใช้สำหรับแสดงผลจากคอมพิวเตอร์

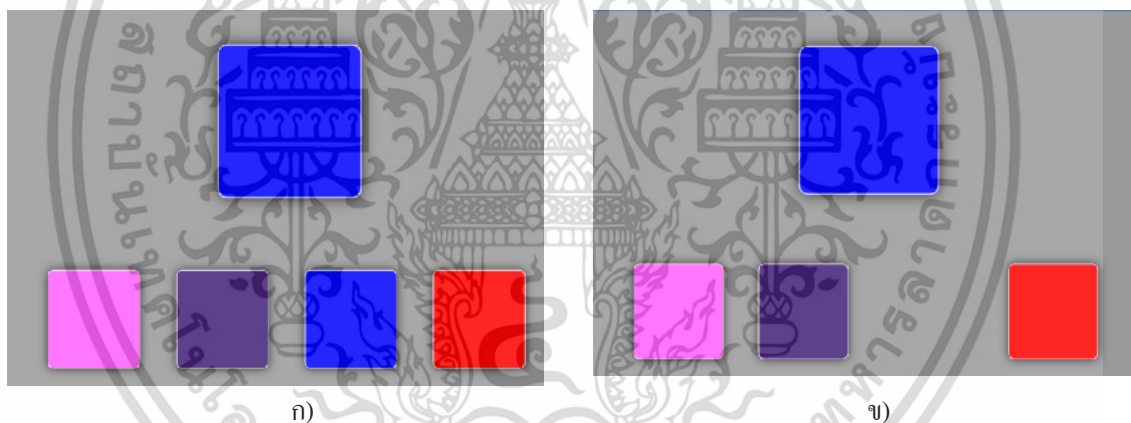
ในส่วนของการใช้งานนั้น การเล่นในแต่ละครั้งคอมพิวเตอร์จะสุ่มสีขึ้นมา 1 สี ทางส่วนบนของจอภาพ และบอกให้ผู้เรียนเลือกสีที่เหมือนกันมาวางทับสีที่กำหนด โดยที่ผู้เรียนใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ ในรูปแบบของเครื่องมือ นำไปเลือกสีที่เหมือนกับสีที่ให้มา โดยสีที่เลือกจะปรากฏให้เห็นบนหน้าจอโทรศัพท์ ซึ่งติดต่อผ่านโปรแกรม Teamviewer (เป็นโซลูชันแบบออนไลน์สำหรับการเข้าถึงและการสนับสนุนระยะไกลผ่านทางอินเทอร์เน็ต) ที่บรรจุอยู่ในกล่องในรูปแบบที่จับต้องได้ง่ายและน่ากลั้วที่ใช้เป็นเครื่องมือในการเลือกสีนั้นไปวางทับสีที่กำหนด ถ้าฝึกคอมพิวเตอร์บอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าผิดพร้อมก็มีเครื่องหมายกากบาทสีแดงที่บอกให้ทราบว่าผิดและให้ลองใหม่ จนกว่าจะถูก เมื่อถูกมีเครื่องหมายถูกสีเขียว พร้อมภาพเคลื่อนไหวและคำชมเชยเป็นรางวัล จากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นสีใหม่และทำแบบนี้ ไปจนครบสีที่ผู้ฝึก (นักกิจกรรมบำบัด) กำหนดไว้



รูปที่ 3.19 ส่วนประกอบของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้เชิงกึ่งนามธรรม



รูปที่ 3.20 ก) ภาพหน้าจอของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในเชิงกึ่งนามธรรม ข) ภาพหน้าจอเมื่อนำเครื่องมือเลือกสี มาเลือกสีที่เหมือนกับสีที่กำหนด สีที่เลือกจะเปลี่ยนไปปรากฏบนหน้าจอของเครื่องมือ

บทที่ 4

การทดลองและวิเคราะห์ผล

ในบทนี้ จะได้กล่าวถึงผลการทดลองเพื่อทดสอบคุณสมบัติของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ ในประเด็นของความยากง่ายในการใช้งาน (Ease of use) ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ (Learning efficacy) และการกระตุ้นความสนใจที่มีต่อบทเรียน (Engagement) ที่มีผลต่อเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำในการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดของการทดลองและวิเคราะห์ผลดังนี้

4.1 การทดลองที่ 1

จากหัวข้อ 3.2 ซึ่งได้กล่าวถึงข้อดีของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ ในแง่ของความยากง่ายในการใช้งาน ประกอบกับปัญหาและข้อจำกัดทางด้านทักษะการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ (ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.1) อันอาจเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิมที่อาศัยเมาส์เป็นอุปกรณ์สำคัญในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบระดับความยากง่ายในการใช้งานของ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานที่แตกต่างกันดังกล่าวข้างต้น โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังต่อไปนี้

4.1.1 กลุ่มตัวอย่าง

เด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ เพศชาย อายุระหว่าง 3-5 ปี จำนวน 8 คน ทุกคนได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคออทิสติก โดยใช้หลักเกณฑ์การคัดกรอง DMV-IV [10] มีระดับ IQ ระหว่าง 60-80 มีความบกพร่องทางด้านการสื่อสาร ความบกพร่องทางด้านกล้ามเนื้อและมีประสบการณ์ในการฝึกกิจกรรมบำบัดอยู่ในระดับเดียวกัน ทุกคนไม่มีประสบการณ์การใช้งานคอมพิวเตอร์มาก่อน อีกทั้งไม่เป็นผู้บกพร่องทางการได้ยินและสายตา โดยเป็นผู้ที่มาเข้ารับการฝึกกิจกรรมบำบัดที่โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ จ.เชียงราย เหตุผลที่เลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นชาย เนื่องจากผลสำรวจพบว่าโรคออทิสซึมจะพบได้ในเด็กชายมากกว่าเด็กหญิง 3 เท่า [70]

4.1.2 วิธีการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อฝึกการเรียนรู้เรื่องรูปทรง ซึ่งดัดแปลงมาจากการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัดด้วยแผ่นภาพ โดยได้ทำการแบ่งผู้เข้าร่วมทดสอบออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ในกลุ่มที่ 1 กำหนดให้เรียนรู้จากการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม (ต่อไปนี้จะเรียกย่อ ๆ ว่า CBT-WIMP) ซึ่งอาศัยเมาส์ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ และกลุ่มที่ 2 กำหนดให้เรียนรู้จากการใช้งานอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านส่วน

เชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้(ต่อไปนี้จะเรียกย่อ ๆ ว่า CBT-TUI) ซึ่งใช้บล็อกไม้และส่วนต่อประสานในรูปแบบของ Table-top ในการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ (ดังรายละเอียดการออกแบบในหัวข้อที่ 3.6) โดยสำหรับอุปกรณ์ CBT-WIMP นั้น ผู้เรียนต้องจับคู่รูปทรงที่เหมือนกับรูปทรงที่ให้มา โดยใช้เมาส์คลิกที่รูปทรงที่เหมือนกันกับตัวอย่างที่ปรากฏบนหน้าจอ แล้วนำไปวางทับกับรูปทรงที่กำหนดให้ (Drag and Drop) ในขณะที่ผู้ที่เรียนผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI จับคู่รูปทรงที่เหมือนกันกับตัวอย่างที่ปรากฏบนหน้าจอ Table-top โดยนำบล็อกไม้ที่มีรูปทรงเหมือนกันไปวางทับบนตำแหน่งของหน้าจอที่ปรากฏรูปทรงตัวอย่าง (ดูรูปที่ 3.7 และ 3.11 ประกอบสำหรับหน้าจอของอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิด)

การทดลองใช้เวลาทั้งสิ้น 6 วัน รูปทรงที่ใช้ในการทดสอบมี 6 รูปทรง อันได้แก่ สี่เหลี่ยมจัตุรัส สามเหลี่ยม วงกลม ดาว กากบาทและวงรี โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังต่อไปนี้

1. การทดลองวันที่ 1 ใช้เวลาฝึก 30 นาที โดย 15 นาทีแรก นักกิจกรรมบำบัด

สาธิตการใช้งาน และ จับมือผู้เข้าร่วมการทดลองทำตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนสอนการใช้งานในกรณีของ CBT-WIMP

- 1) นักกิจกรรมบำบัดทำการสาธิตถึงขั้นตอนการใช้งานว่าทำงานอย่างไรโดยทำให้ดู 3 ครั้ง
- 2) จับมือผู้เข้าร่วมการทดลองให้รู้จักการคลิกเมาส์ และการบังคับทิศทางของเมาส์
- 3) เมื่อรู้จักการใช้เมาส์แล้ว นักกิจกรรมบำบัดจับมือผู้เข้าร่วมทดลองนำเมาส์ไปคลิกสี่เหลี่ยมที่ตัวเลือก และจับมือลากสี่เหลี่ยมไปวางในตำแหน่งที่กำหนดไว้
- 4) เมื่อตอบถูก หรือ ผิด นักกิจกรรมบำบัดจับมือผู้เข้าร่วมการทดลองนำเมาส์กลับมาวางในตำแหน่งเดิม หลังจากระบบสิ้นสุดการเฉลยคำตอบ (ถูก หรือ ผิด) โดยใช้เสียงและแอนิเมชัน เพื่อบอกคำสั่งต่อไป หรือ เลือกลูกเลือกสี่เหลี่ยมอื่น ๆ

ขั้นตอนสอนการใช้งานในกรณีของ CBT-TUI

- 1) นักกิจกรรมบำบัดทำการสาธิตถึงขั้นตอนการใช้งานว่าทำงานอย่างไรโดยทำให้ดู 3 ครั้ง
- 2) จับมือผู้เข้าร่วมการทดลองจับบล็อกไม้ และ นำไปวางในตำแหน่งที่กำหนด
- 3) เมื่อตอบถูก หรือ ผิด นักกิจกรรมบำบัดจับมือผู้เข้าร่วมการทดลองนำบล็อกไม้กลับมาวางไว้ในตำแหน่งเดิม หลังจากระบบสิ้นสุดการเฉลยคำตอบ (ถูก หรือ ผิด) โดยใช้เสียงและแอนิเมชัน เพื่อบอกคำสั่งต่อไป หรือเลือกบล็อกไม้

สื่ออื่นในกรณีตอบผิด จากนั้นใน 15 นาทีหลัง นักกิจกรรมบำบัดให้ผู้เข้าร่วมการทดลองได้ทำการฝึกฝนกับอุปกรณ์ที่กำหนดด้วยตัวเอง โดยนักกิจกรรมบำบัดคอยให้ความช่วยเหลือหรือชี้แนะเมื่อผู้เข้าร่วมการทดลองไม่สามารถเล่นเองได้ โดยมีหลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติในการช่วยเหลือหรือชี้แนะดังนี้

- 1) เมื่อเห็นว่าผู้เข้าร่วมการทดลองไม่สามารถคลิกเมาส์ ลากเมาส์ และ หยิบบล็อกไม้ได้ นักกิจกรรมบำบัดเริ่มจากการแนะนำเป็นคำพูดว่าควรทำอย่างไร (เช่น บอกให้ใช้นิ้วกดไปที่ตัวเมาส์ หรือ บอกให้จับเมาส์และลากไปข้างบน เป็นต้น)
- 2) ถ้ายังเห็นว่ายังทำไม่ได้ นักกิจกรรมบำบัดจะชี้แนะ โดยการแนะนำที่ตัวอุปกรณ์ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมการทดลองเห็นว่าควรทำอย่างไร (เช่น ชี้ที่เมาส์และตำแหน่งที่ใช้ นิ้วคลิกพร้อมคำพูดอธิบาย และใช้นิ้วชี้เข้าไปในตำแหน่งที่ต้องนำตัวเลือก หรือ บล็อกไม้ไปวาง เป็นต้น)
- 3) หลังจากขั้นตอนข้างต้นแล้ว จะจับมือทำเมื่อเห็นว่าผู้เข้าร่วมการทดลองยังทำไม่ได้

2. การทดลองวันที่ 2 และ 3 ใช้เวลาฝึก 20 นาที โดย 10 นาทีแรก นักกิจกรรมบำบัด

ทำการสาธิตและสอนการใช้อุปกรณ์ในลักษณะเดียวกับที่ได้อธิบายไปแล้วในหัวข้อ 4.1.2 และ 10 นาทีหลังจะให้ผู้เข้าร่วมทดลองได้ทำการฝึกฝนกับอุปกรณ์ที่กำหนดด้วยตัวเอง โดยนักกิจกรรมบำบัดคอยให้ความช่วยเหลือหรือชี้แนะเมื่อผู้เข้าร่วมการทดลองไม่สามารถเล่นเองได้ โดยใช้หลักเกณฑ์และแนวปฏิบัติเดียวกันกับในวันแรก

3. การทดลองวันที่ 4 ถึง 6 ใช้เวลาฝึก 20 นาที โดยให้ผู้เข้าร่วมทดลองได้ทำการฝึกฝนกับอุปกรณ์ที่กำหนดด้วยตัวเองตั้งแต่ต้น (ไม่มีการสาธิตการใช้งานโดยนักกิจกรรมบำบัด) โดยนักกิจกรรมบำบัดคอยให้ความช่วยเหลือหรือชี้แนะเหมือนกับวันอื่น ๆ ที่ผ่านมา

4.1.3 วิธีการวัดผล

การวัดความยากง่ายในการใช้งานอุปกรณ์ (Ease of use) ในการทดลองนี้ เนื่องจากอุปสรรคอันเกิดจากความสามารถที่จำกัดในการสื่อสารกับผู้อื่นของผู้เข้ารับการทดสอบอันเป็นลักษณะโดยทั่วไปของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ จึงได้อาศัยการวัดผลจากจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องให้ความช่วยเหลือในการใช้งาน (ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวถึงไปแล้วข้างต้น)

เงื่อนไขที่ต้องเข้าไปช่วยเหลือ สำหรับกรณีของอุปกรณ์ CBT-TUI

- 1) หยิบวัตถุไปวางผิดตำแหน่ง
- 2) ไปชี้ที่ตัววัตถุแทนการหยิบไปวาง

- 3) นำวัตถุชิ้นใหม่ไปวางโดยไม่นำชิ้นเก่ากลับมาเก็บที่เดิม
- 4) นำวัตถุวางในแนวตั้ง

เงื่อนไขที่ต้องเข้าไปช่วยเหลือสำหรับกรณีของอุปกรณ์ CBT-WIMP

- 1) ไม่สามารถคลิกเมาส์ได้
- 2) ไม่สามารถบังคับเมาส์ไปในทิศทางที่ต้องการ
- 3) ลากเมาส์ไปวางผิดตำแหน่ง
- 4) นำเมาส์ไปชี้ที่รูปทรงแต่ไม่คลิกเลือก
- 5) ใช้นิ้วชี้ที่รูปทรงแทนการใช้เมาส์

4.1.4 ผลการทดลอง

จำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องให้ความช่วยเหลือแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 จากตารางดังกล่าวพบว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยอุปกรณ์ CBT-WIMP มีจำนวนครั้งเฉลี่ยของการให้ความช่วยเหลือมากกว่ากลุ่มที่ฝึกด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI (โดยเฉลี่ย 12.62 ครั้ง ต่อการทดลอง สำหรับ CBT-WIMP เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยที่ 1.04 ครั้ง ต่อการทดลอง สำหรับกรณีของ CBT-TUI) โดยทั้ง 2 กลุ่มการทดลอง จำนวนครั้งที่ต้องให้ความช่วยเหลือมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เมื่อการทดลองดำเนินต่อไปในวันถัด ๆ ไป แต่อย่างไรก็ดีในส่วนของการใช้งานด้วยอุปกรณ์ CBT-WIMP นั้น มีผู้เข้าร่วมการทดลอง 1 ราย ที่จำนวนครั้งที่ให้ความช่วยเหลือจะเพิ่มขึ้นในการทดลองวันที่ 5 และลดลงอีกครั้งในวันที่ 6 ซึ่งจากการสอบถามนักกิจกรรมบำบัด พบว่าผู้ร่วมทดสอบในรายดังกล่าวมีปัญหาของภาวะของสมาธิสั้นร่วมด้วยซึ่งสันนิษฐานว่าอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการทดลองในรายดังกล่าวแตกต่างจากคนอื่น

ในระหว่างการทดลองยังพบว่าเด็กออทิสติกที่เรียนด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI จะแสดงออกถึงความกระตือรือร้น สนุกสนาน อยากที่จะกลับมาเรียนกับอุปกรณ์ดังกล่าวอีก ในขณะที่กลุ่มเรียนรู้ผ่าน CBT-WIMP จะกระตือรือร้นเพียงช่วงวันแรก ๆ และแสดงอาการเบื่อหน่าย เมื่อต้องกลับมาใช้อุปกรณ์ในวันหลัง ๆ อย่างไรก็ตามทั้ง 2 วิธี ผู้ฝึกต้องคอยกระตุ้น โดยเรียกชื่อผู้เข้าร่วมการทดลองเพื่อให้กลับมาเล่นเป็นระยะ ๆ เมื่อเห็นว่ามีอาการหยุดนิ่งนานเกิน 1 นาที หรือหันไปสนใจสิ่งอื่นรอบข้าง ซึ่งสันนิษฐานว่าเป็นผลมาจากธรรมชาติของเด็กที่เสียสมาธิได้ง่าย [72] และอาจรวมถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบที่นานเกินไป (ในการทดลองใช้เวลา 20 นาที เมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละการฝึกฝนในกิจกรรมบำบัดโดยทั่วไป ซึ่งใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที ต่อ 1 กิจกรรม) ทั้งนี้ข้อสันนิษฐานดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองต่อ ๆ มาที่ได้ลดเวลาการทดลองลงแล้วพบว่าอาการเบื่อหน่ายลดน้อยลง

ตารางที่ 4.1 จำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดให้ความช่วยเหลือในแต่ละวัน สำหรับกลุ่มที่ใช้อุปกรณ์ CBT-WIMP

วัน	W1	W2	W3	W4
วันที่ 1	20	30	17	18
วันที่ 2	14	13	20	16
วันที่ 3	15	11	16	16
วันที่ 4	10	8	8	12
วันที่ 5	10	7	10	8
วันที่ 6	10	1	7	6
ค่าเฉลี่ย	13.17	11.67	13	12.67
ค่ามัธยฐาน	12	9.5	13	14

ตารางที่ 4.2 จำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดให้ความช่วยเหลือในแต่ละวัน สำหรับกลุ่มที่ใช้อุปกรณ์ CBT-TUI

วัน	T1	T2	T3	T4
วันที่ 1	2	0	8	3
วันที่ 2	0	0	8	1
วันที่ 3	0	0	3	0
วันที่ 4	0	0	0	0
วันที่ 5	0	0	0	0
วันที่ 6	0	0	0	0
ค่าเฉลี่ย	0.33	0	3.17	0.67
ค่ามัธยฐาน	0	0	1.5	0

4.2 การทดลอง 2

จากการทดลองที่ 1 ที่ผลการวัดระดับความยากง่ายในการใช้งาน (โดยนับจำนวนครั้งที่ต้องการช่วยเหลือในการใช้งาน) พบว่าอุปกรณ์ CBT-TUI ให้ผลที่ดีกว่าอุปกรณ์ CBT-WIMP อย่างมีนัยสำคัญทั้งเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ย และข้อมูลดิบของผู้เข้ารับการทดสอบแต่ละราย ซึ่งผลการทดลอง

ดังกล่าวสอดคล้องกับผลการทดสอบเปรียบเทียบระดับความยากง่ายระหว่างส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิมและทียูไอ ที่ได้มีผู้ทำการวิจัยไว้สำหรับกรณีของเด็กที่มีพัฒนาการปกติทั่วไป [19] แต่ด้วยผลการทดลองข้างต้น ที่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิมและทียูไอ ผู้วิจัยจึงได้ตั้งข้อสังเกตว่า ผลดีในแง่ความยากง่ายในการใช้งานสำหรับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบทียูไอ เมื่อเทียบกับวิม สำหรับกรณีของเด็กออทิสติก น่าจะมีมากกว่าเด็กทั่วไป จึงได้ทำการทดลองในลักษณะเดียวกับการทดลองที่ 1 แต่เปลี่ยนผู้ร่วมการทดสอบเป็นเด็กที่มีพัฒนาการปกติแทน เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองที่ 1

4.2.1 กลุ่มตัวอย่าง

เด็กที่มีพัฒนาการปกติ เพศชาย อายุระหว่าง 3-5 ปี จำนวน 8 คน ศึกษาอยู่ชั้นอนุบาล โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี โดยมีระดับการศึกษาในระดับเดียวกัน ไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน ไม่มีอาการบกพร่องทางการได้ยิน และ สายตา โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 2 กลุ่มละ 4 คน กลุ่มที่ 1 กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการทดลองใช้อุปกรณ์ CBT-WIMP ส่วนกลุ่มที่ 2 กำหนดให้ใช้อุปกรณ์ CBT-TUI

4.2.2 วิธีการทดลอง

การทดลองได้ทำแบบเดียวกับการทดลองที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละชนิด โดยการทดลองใช้เวลาทั้งสิ้น 6 วัน เช่นเดียวกับกับการทดลองที่ 1

4.2.3 วิธีการวัดผล

จะใช้วิธีการเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยนับจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องช่วยเหลือในการใช้งานแต่ละอุปกรณ์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองที่ 1

4.2.4 ผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงดังในตารางที่ 4.3 และ 4.4 ไม่พบว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคในการใช้งานอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิดแต่อย่างใด ยกเว้นในระยะแรกที่พบว่าเด็กมีปัญหากับการใช้งาน (จับ ควบคุมการเคลื่อนที่) กับเมาส์ขนาดปกติที่ใช้งานทั่วไป แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้เมาส์ที่มีขนาดเล็กลง (ขนาดเท่ากับที่ใช้ในการทดลองที่ 1) ทำให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ager และ Kendall [11] เรื่องการใช้เมาส์ของเด็กก่อนวัยเรียน ที่พบว่าการใช้เมาส์ขนาดเล็กที่เหมาะสมกับมือของเด็กจะทำให้การใช้นั้นสะดวกกว่าการใช้เมาส์ขนาดมาตรฐานที่ใช้งานทั่วไป

เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองดังกล่าว กับผลที่ได้จากการทดลองที่ 1 พบว่าอุปกรณ์ CBT-TUI มีผลในทางบวกต่อความยากง่ายในการใช้งานในเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ ในขณะที่ไม่ปรากฏว่า CBT-TUI ให้ผลที่ดีกว่า CBT-WIMP ทั้งนี้ น่าจะเนื่องมาจากลักษณะของงานที่กำหนดให้ใช้ด้วยอุปกรณ์ทั้ง 2

ประเภท ไม่ได้ต้องการทักษะหรือความสามารถในการเรียนรู้ และการควบคุมอุปกรณ์ ในระดับที่จะส่งผลกระทบต่อการใช้งาน หากแต่การทดลองในลักษณะเดียวกันกับเด็กออทิสติกศึกษาภาพคำ กลับพบปัญหาการใช้งานโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอุปกรณ์ CBT-WIMP ซึ่งส่วนหนึ่งน่าจะเป็นผลมาจากลักษณะเฉพาะของเด็กออทิสติกศึกษาภาพคำที่มีปัญหาในเรื่องของกล้ามเนื้อมัดเล็กส่งผลให้เป็นอุปสรรคในการควบคุมเมาส์ ตลอดจนถึงปัญหาด้านพัฒนาการและการเรียนรู้

ในขณะที่ผลดีในแง่ความยากง่ายในการใช้งานของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบ ทัชไอยูเมื่อเทียบกับวิม ในกรณีของผู้ใช้ที่มีพัฒนาการปกติ ยังเป็นที่ถกเถียงกันในกลุ่มนักวิจัย [19] ผลการทดลองที่ 1 ดังกล่าวข้างต้นบ่งชี้ว่า สำหรับเด็กออทิสติกศึกษาภาพคำ ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ให้ผลดีในแง่การใช้งานที่ง่ายขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม ซึ่งผลดังกล่าวน่าจะกระตุ้นให้เกิดการศึกษาวิจัยการนำส่วนเชื่อมต่อประสานแบบทัชไอยูมาประยุกต์ใช้กับเด็กในกลุ่มดังกล่าวให้มากขึ้นในอนาคตต่อไป ตลอดจนเป็นการชี้แนวทางเพื่อลดอุปสรรคในการใช้งานเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับกลุ่มดังกล่าวอีกด้วย

ตารางที่ 4.3 จำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปให้ความช่วยเหลือในแต่ละวันของการเรียนรู้ผ่าน CBT-WIMP ในเด็กที่มีพัฒนาการปกติ

วัน	RW1	RW2	RW3	RW4
วันที่ 1	0	0	0	0
วันที่ 2	0	0	0	0
วันที่ 3	0	0	0	0
วันที่ 4	0	0	0	0
วันที่ 5	0	0	0	0
วันที่ 6	0	0	0	0
ค่าเฉลี่ย	0	0	0	0
ค่ามัธยฐาน	0	0	0	0

ตารางที่ 4.4 จำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปให้ความช่วยเหลือในแต่ละวันของการเรียนรู้ผ่าน CBT-TUI ในเด็กที่มีพัฒนาการปกติ

วัน	TW1	TW2	TW3	TW4
วันที่ 1	0	0	0	0
วันที่ 2	0	0	0	0
วันที่ 3	0	0	0	0
วันที่ 4	0	0	0	0
วันที่ 5	0	0	0	0
วันที่ 6	0	0	0	0
ค่าเฉลี่ย	0	0	0	0
ค่ามัธยฐาน	0	0	0	0

4.3 การทดลองที่ 3

จากข้อจำกัดทางด้านทักษะการเรียนรู้ และ พฤติกรรม สังคม อารมณ์ (ดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.1) ที่ส่งผลให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ของเด็กออทิสติกศึกษาพิเศษ และด้วยคุณสมบัติของส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ดังรายละเอียดที่ได้กล่าวถึงไปแล้วในหัวข้อที่ 3.2 ที่อาจจะช่วยลดปัญหาและทำให้การเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้น ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ (Learning efficacy) จากการใช้งานอุปกรณ์ CBT-TUI เทียบกับผลที่ได้จากการฝึกทักษะเบื้องต้นกับนักกิจกรรมบำบัด โดยเลือกกรณีศึกษาของการเรียนรู้เรื่องรูปทรง โดยมีรายละเอียดของการทดลอง ดังนี้

4.3.1 กลุ่มตัวอย่าง

เด็กออทิสติกศึกษาพิเศษ เพศชายอายุ ระหว่าง 3-5 ปี จำนวน 16 คน ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคออทิสติก โดยใช้หลักเกณฑ์การคัดกรอง DMV-IV [10] มีระดับ IQ ระหว่าง 60-80 ความบกพร่องทางการสื่อสาร ความบกพร่องทางด้านกล้ามเนื้อ ประสบการณ์ในการฝึกกิจกรรมบำบัดอยู่ในระดับเดียวกัน ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่มีประสบการณ์การใช้งานคอมพิวเตอร์มาก่อน อีกทั้งไม่เป็นผู้บกพร่องทางการได้ยินและสายตา และเป็นผู้ที่มาเข้ารับการฝึกกิจกรรมบำบัดที่โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ จ.เชียงราย

4.3.2 วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน โดยกลุ่มแรกฝึกทักษะการเรียนรู้เรื่องรูปทรงกับนักกิจกรรมบำบัดและกลุ่มที่ 2 ฝึกด้วยการใช้อุปกรณ์ CBT-TUI โดยการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัดนั้น กำหนดให้ผู้เรียนจับคู่รูปทรงที่เหมือนกันโดยใช้แผ่นภาพ (Picture Card) โดยนักกิจกรรมบำบัดเป็นผู้แสดงรูปทรงโดยใช้แผ่นภาพ และ ผู้เรียนต้องหยิบรูปทรงที่เหมือนกับรูปทรงที่นักกิจกรรมบำบัดกำหนดให้ถูกต้อง ในขณะที่การฝึกด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI กำหนดให้ผู้เรียนจับคู่รูปทรงโดยเลือกบล็อกไม้ที่ตัดเป็นรูปทรงต่าง ๆ แล้วนำไปวางทับกับรูปทรงที่กำหนด (ดังรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.6 และการทดลองที่ 1 ข้างต้น) การทดลองใช้ระยะเวลาทั้งหมด 1 เดือน (4 สัปดาห์) รูปทรงที่ใช้ในการฝึกมี 6 รูปทรง คือ สี่เหลี่ยมจัตุรัส สามเหลี่ยม วงกลม ดาว กากบาท และวงรี โดยสัปดาห์ที่ 1-4 ทำการฝึก 5 วัน ต่อสัปดาห์ เวลาในการฝึกวัดจากจำนวนรอบ คือ วันละ 10 รอบ โดยฝึกต่อเนื่องกัน 5 รอบและหยุดพัก 5 นาที แล้วจึงทำการฝึกต่ออีก 5 รอบ ซึ่งในแต่ละรอบคอมพิวเตอร์สุ่มรูปทรงทั้งหมด 6 รูปทรงซึ่งได้แก่ สี่เหลี่ยมจัตุรัส สามเหลี่ยม วงรี วงกลม กากบาท ดาว เช่นเดียวกับการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัดที่สุ่มหยิบรูปทรง 6 รูปทรง ตามที่กำหนด

4.3.3 วิธีการวัดผล

วิธีการวัดผลทำโดยทดสอบก่อนเข้ารับการฝึก (Pre-test) ซึ่งนักกิจกรรมบำบัดให้ผู้เข้าร่วมทดลองจับคู่รูปทรงที่เหมือนกันจากกระดาษแข็งที่ตัดเป็นรูปทรงนั้นๆ จำนวน 6 รูปทรงตามที่จะใช้ในการฝึก และ หลังจากการฝึกครบ 4 สัปดาห์ ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) อีกครั้ง โดยใช้ อุปกรณ์เดียวกับการทำทดสอบก่อนเรียน

4.3.4 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.5 และ 4.6 พบว่าผู้ที่ฝึกการเรียนรู้เรื่องรูปทรงผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้หลังเรียน 5 รูปทรง ซึ่งสูงกว่าผู้ที่ฝึกกับนักกิจกรรมบำบัดที่ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้หลังเรียนเพียง 1 รูปทรง ทั้งนี้จากการสังเกตพบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนมีความกระตือรือร้น ที่จะฝึกกับอุปกรณ์ CBT-TUI โดยเห็นได้จากรีบเข้าไปในห้องที่ใช้ฝึกเมื่อมาถึงโรงพยาบาล และแสดงอาการดีใจโดยเปล่งเสียง และ ตบมือ ในขณะที่ผู้ที่ฝึกกับนักกิจกรรมบำบัดทั้ง 8 คน ไม่มีความกระตือรือร้นและไม่เต็มใจ ในการเข้ารับการฝึก โดยแสดงอาการร้องไห้และขัดขืนไม่ยอมเข้าไปในห้องฝึกและ 2 ใน 8 คน แสดงพฤติกรรมก้าวร้าวและทำร้ายตัวเอง โดยเอามือตีแขนตนเอง ทั้งนี้สันนิษฐานว่าอาจเป็นผลเนื่องมาจากบุคคลลักษณะเฉพาะของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำที่ไม่ชอบการเข้าสังคม ชอบเล่นคนเดียว [3, 8] จึงส่งผลให้ต่อต้านที่จะเข้ารับการ

ฝึกกับนักกิจกรรมบำบัดและทำให้การฝึกฝนกระทำได้ไม่เต็มที่ จึงอาจเป็นผลให้การเรียนรู้ไม่ดีเท่าที่ควร

หลังจากการฝึกจบลงใน 4 สัปดาห์ ได้ทดลองให้ผู้ที่ฝึกกับนักกิจกรรมบำบัดมาเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี CBT-TUI พบว่า ผู้เรียนทุกคนแสดงออกถึงความสนุกกับการเรียน โดยการตบมือ กระโดด และไม่แสดงพฤติกรรมก้าวร้าว และต่อต้านการฝึกให้เห็น

ตารางที่ 4.5 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่เรียนแบบปกติกับนักกิจกรรมบำบัด

รหัสผู้เข้าร่วมทดลอง	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลสัมฤทธิ์หลังการ เรียนรู้
D1	1	1	0
D2	0	1	1
D3	0	1	1
D4	0	0	0
D5	1	2	1
D6	0	0	0
D7	0	1	1
D8	0	2	2
ค่าเฉลี่ย			0.75
ค่ามัธยฐาน			1

ตารางที่ 4.6 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้

รหัสผู้เข้าร่วมทดลอง	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลสัมฤทธิ์หลังการ เรียนรู้
E1	0	6	6
E2	0	5	5
E3	0	5	5
E4	0	4	4
E5	1	5	4
E6	0	3	3
E7	0	4	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E8	0	5	5
ค่าเฉลี่ย			4.5
ค่ามัธยฐาน			5

4.4 การทดลองที่ 4

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ในลักษณะเดียวกับการทดลองที่ผ่านมา แต่เปลี่ยนบทเรียน จากการเรียนรู้เรื่องรูปทรง เป็นเรื่องการเรียนรู้เรื่องสี และทำการทดสอบเปรียบเทียบอุปกรณ์ CBT-TUI กับ โปรแกรม CBT-WIMP ที่เปลี่ยนอุปกรณ์ป้อนข้อมูลจากเมาส์มาเป็นจอสัมผัส ในรูปแบบ Resistive CRT (ในที่นี้จะเรียกย่อ ๆ ว่า CBT-WIMP-TCRT) นอกเหนือจากการเปรียบเทียบกับการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัด

4.4.1 กลุ่มตัวอย่าง

เด็กออทิสติกศักยภาพต่ำ เพศชายอายุ ระหว่าง 3-5 ปี จำนวน 24 คน ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคออทิสติก โดยใช้หลักเกณฑ์การคัดกรอง DMV-IV [10] มีระดับ IQ ระหว่าง 60-80 ความบกพร่องทางการสื่อสาร ความบกพร่องทางด้านกล้ามเนื้อ ประสิทธิภาพในการฝึกกิจกรรมบำบัดอยู่ในระดับเดียวกัน ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่มีประสบการณ์การใช้งานคอมพิวเตอร์มาก่อน อีกทั้งไม่เป็นผู้บกพร่องทางการได้ยินและสายตา และเป็นผู้ที่มารับการฝึกกิจกรรมบำบัดที่โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ จ.เชียงราย

4.4.2 วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 8 คน ใช้ระยะเวลา 1 เดือน (4 สัปดาห์) และสีที่ใช้ในการฝึกทั้งหมด 6 สี คือ ขาว ดำ แดง เหลือง เขียว ชมพู

โดยกลุ่มแรกฝึกกับนักกิจกรรมบำบัด และกลุ่มที่ 2 ฝึกโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI ส่วนกลุ่มที่ 3 นั้น ฝึกด้วยโปรแกรม CBT-WIMP ที่เปลี่ยนอุปกรณ์ป้อนข้อมูลจากเมาส์มาใช้จอสัมผัสในรูปแบบ Resistive CRT (CBT-WIMP-TCRT) ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะใช้อุปกรณ์เพียงอย่างเดียว โดยการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัดนั้น ในบทเรียนที่ 1 กำหนดให้จับคู่สีที่เหมือนกัน โดยนักกิจกรรมบำบัดเป็นผู้แสดงสี และ ผู้เรียนต้องหยิบสีที่เหมือนกับสีที่นักกิจกรรมบำบัดกำหนดให้ถูกต้องโดยใช้แผ่นภาพสี ส่วนในบทเรียนที่ 2 กำหนดให้จับคู่สีด้วยภาพของใช้ในชีวิตประจำวันและภาพของเล่น และ ในบทที่ 3 กำหนดให้จับคู่สีด้วยภาพของใช้ในชีวิตประจำวัน ของเล่นและแผ่นภาพสี ซึ่งการฝึกด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI ในบทเรียนที่ 1 กำหนดให้จับคู่สีโดยใช้บล็อกไม้และในบทเรียนที่ 2 กำหนดให้ใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและของเล่น ส่วนในบทที่ 3 นั้น กำหนดให้จับคู่สีโดยใช้ทั้งบล็อกไม้และอุปกรณ์ที่ใช้ใน

ชีวิตประจำวันและของเล่น กับสีที่กำหนดให้ (ดังรูปที่ 3.10) และสำหรับผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TCRT ในบทที่ 1 กำหนดให้จับคู่สีกับตัวเลขสีที่นำมา และในบทที่ 2 กำหนดให้จับคู่สีกับตัวเลขสี และ ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและของเล่น ส่วนในบทที่ 3 นั้น กำหนดให้จับคู่สีกับตัวเลขสี และ ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและของเล่น (ดังรูปที่ 3.5) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 : ทำการฝึก 5 วัน ต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ – วันศุกร์) ในสัปดาห์แรกฝึกในบทเรียนที่ 1 เวลาในการฝึกวัดจาก จำนวนรอบ คือ วันละ 10 รอบ (ฝึกติดต่อกันต่อเนื่อง 5 รอบ แล้วพัก 5 นาที จึงกลับมาฝึกต่ออีก 5 รอบ) โดยในแต่ละรอบคอมพิวเตอร์จะสุ่มสีทั้งหมด 6 ครั้งและแต่ละครั้งจะสุ่มจากสีที่ใช้เรียน 6 สี (ขาว ดำ แดง เหลือง เขียว ชมพู) ซึ่งการฝึกด้วย CBT-TUI ผู้เรียนจับคู่สีที่กำหนดกับบล็อกไม้ ในส่วนของ CBT-WIMP-TCRT ผู้เรียนจับคู่สีโดยกดเลือกสีที่เหมือนกันแล้วลากไปวางทับสีที่กำหนดและสำหรับการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัด ผู้เรียนจับคู่สีจากสีที่นักกิจกรรมบำบัดกำหนด กับแผ่นภาพสี

สัปดาห์ที่ 2: ทำการฝึก 5 วันต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ – วันศุกร์) วันละ 10 รอบ ๆ ละ 6 สี เช่นเดียวกับ สัปดาห์ที่ 1 แต่ในสัปดาห์ที่ 2 นี้ เปลี่ยนเป็นบทเรียน ที่ 2 ซึ่งผู้ที่เรียนผ่าน CBT-TUI เปลี่ยนจากบล็อกไม้ มาใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและของเล่น จำนวน 6 ชิ้น (ดังตัวอย่างเช่น กล่องสบู่ โมเดลรถยนต์ เป็นต้น) ในการป้อนข้อมูลแทนและในการฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TCRTและนักกิจกรรมบำบัด ผู้เรียนจับคู่สีกับภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและภาพของเล่นเช่นเดียวกัน

สัปดาห์ที่ 3 : ทำการฝึกเช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 2 และยังคงอยู่ในบทเรียนที่ 2 แต่ในสัปดาห์นี้ผู้ที่เรียนผ่าน CBT-TUI จะจับคู่สีโดยใช้ได้ทั้งบล็อกไม้และอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและของเล่น ที่วางคละกันอยู่ ไปวางทับกับสีที่กำหนด ในขณะที่การฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TCRTและนักกิจกรรมบำบัดจะทำเช่นเดียวกัน คือใช้ทั้ง รูปภาพสีตัวอย่าง และ รูปอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

สัปดาห์ที่ 4 : ทำการฝึก เช่นเดียวกับสัปดาห์ที่ 1-3 แต่ในสัปดาห์ที่ 4 นี้ จะเข้าสู่บทเรียนที่ 3 ซึ่งเป็นบทเรียนสุดท้าย โดยทั้ง CBT-TUI และ CBT-WIMP-TCRT คอมพิวเตอร์จะพูดเพียงแค่ชื่อสี โดยไม่มีสีตัวอย่าง แต่กำหนดบริเวณให้ผู้เรียนนำสีมาวาง ซึ่งการฝึกผ่าน CBT-TUI จะจับคู่สีโดยใช้ได้ทั้งบล็อกไม้และอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ในขณะที่การฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TCRTและนักกิจกรรมบำบัดจะทำเช่นเดียวกัน คือใช้ทั้ง รูปภาพสีตัวอย่างและรูปอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4.3 วิธีการวัดผล

วิธีการวัดผลทำโดยการทดสอบก่อนเข้ารับการศึกษา ซึ่งนักกิจกรรมบำบัดให้ผู้เข้าร่วมการทดลอง ซึ่สีตามตัวอย่างให้ถูกต้องจำนวน 6 สี ตามที่ใช้ในการทดลอง โดยนักกิจกรรมบำบัดจะแสดงสีตัวอย่าง จากแผ่นภาพ และให้ผู้เข้าร่วมการทดลองสีที่เหมือนกับสีตัวอย่างจากอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และของเล่นที่ผู้ฝึกนำมาวางไว้ในมุมต่าง ๆ ของห้องที่ใช้ในการทดสอบ หลังจากการฝึก 4 สัปดาห์ จึง ทำการทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง โดยใช้วิธีการเดียวกับการทดสอบก่อนเรียน

4.4.4 ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.7, 4.8, และ 4.9 พบว่า ผู้ที่ฝึกการเรียนรู้เรื่องสี ผ่าน อุปกรณ์ CBT-TUI มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้หลังเรียน 5 สี (ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทาง เดียวกันทั้ง 8 คน) สูงกว่าค่าเฉลี่ยของผู้ที่เรียนผ่านอุปกรณ์ CBT-WIMP-TCRT และผู้ที่เรียนรู้นัก กิจกรรมบำบัด ซึ่งเรียนรู้ได้ 2 สี จากการสังเกตพบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลอง 5 ใน 8 คน ไม่เต็มใจ ที่จะเข้า รับการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัด โดยแสดงอาการต่อต้านและไม่หยิบสีตามสีตัวอย่าง อีกทั้งมีพฤติกรรม ทำซ้ำ เช่น นั่งโยกตัว เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นสิ่งที่สังเกตว่าถึงแม้ว่ามีผลรายงานจากการวิจัยต่าง ๆ [78] ที่บ่งชี้ว่าจอสัมผัสเป็นวิธีการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานได้ง่าย แต่จากการสังเกตจากระหว่างการ ทดลองพบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองเกือบทั้งหมด มีความลำบากในการใช้งาน ไม่สามารถลากสีตัวเลือก ไปในทิศทางที่ต้องการได้ ทั้งนี้สันนิษฐานว่าอาจเป็นผลมาจากลักษณะการวางจอเป็นแนวตั้ง ทำให้ การลากนั้นต้องมีการบังคับนิ้วทำให้เกิดความลำบากในการใช้งาน อีกทั้งจอสัมผัสที่ใช้เป็นจอที่ใช้ เทคโนโลยีแบบ Resistive ซึ่งต้องการแรงกดบนผิวสัมผัสที่พอเหมาะ ปัญหาดังกล่าว อาจเป็นสาเหตุ หนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้ที่ได้จาก CBT-WIMP-TCRT ต่ำกว่า CBT-TUI ทั้งนี้จาก การสังเกตยังพบว่าบ่อยครั้งปัญหาดังกล่าวทำให้เด็กแสดงอาการเบื่อหน่าย โดยกดเลือกและลาก ตัวเลือกโดยไม่คำนึงถึงบทเรียน

สำหรับในสัปดาห์ที่ 4 ที่ในแผนการทดลองจะใช้สำหรับการฝึกในระดับที่ 3 นั้น เนื่องจาก ผู้เข้าร่วมการทดลองใช้เวลานานมากและไม่สามารถทำกิจกรรมให้เสร็จสมบูรณ์ได้ อันเป็นผล เนื่องมาจากผู้เรียนไม่เข้าใจคำสั่ง ซึ่งเป็นปัญหาทางด้านทักษะการสื่อสารของเด็กออทิสติกศึกษาภาพคำ อีกทั้งไม่มีสื่อด้านแบบ ผู้ฝึกจึงจำเป็นต้องยกเลิกการฝึกไป

ตารางที่ 4.7 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่ใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้

รหัสผู้เข้าร่วมทดลอง	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
F1	1	4	3
F2	0	4	4
F3	0	6	6
F4	0	5	5
F5	1	6	5
F6	1	6	5
F7	0	3	3
F8	0	5	5
คะแนนเฉลี่ย			4.5
ค่ามัธยฐาน			5

ตารางที่ 4.8 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่เรียนแบบปกติกับนักกิจกรรมบำบัด

รหัสผู้เข้าร่วมทดลอง	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
G1	0	3	3
G2	1	2	1
G3	0	2	2
G4	1	3	2
G5	0	2	2
G6	0	2	2
G7	0	1	1
G8	0	1	1
คะแนนเฉลี่ย			1.75
ค่ามัธยฐาน			2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ที่เรียนผ่านจอสัมผัส

รหัสผู้เข้าร่วมทดลอง	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
H1	1	4	3
H2	0	2	2
H3	0	2	2
H4	1	3	2
H5	1	4	3
H6	0	2	2
H7	0	4	4
H8	1	3	2
คะแนนเฉลี่ย			2.5
ค่ามัธยฐาน			2

4.5 การทดลองที่ 5

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้เรื่องสีเช่นเดียวกับการทดลองที่ 4 แต่สืบเนื่องมาจากการทดลองที่ผ่านมาซึ่งพบประเด็นปัญหาและข้อสันนิษฐานที่อาจส่งผลทำให้การเรียนรู้ไม่ได้สัมฤทธิ์ผลเท่าที่ควร ว่ามีสาเหตุมาจากการใช้จอสัมผัสประเภท Resistive CRT ที่ต้องใช้แรงกดบนผิวสัมผัสที่พอเหมาะ อีกทั้งลักษณะการวางจอในแนวตั้งอาจมีผลทำให้การใช้งานของเด็กก้อทิสติกศักยภาพต่ำที่มีปัญหาของกล้ามเนื้อเล็ก (Fine motor skill) ใช้งานได้ลำบาก รวมถึงวิธีการทดลองที่ให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองเรียนรู้พร้อมกัน 6 สี ซึ่งมีรูปแบบแตกต่างจากการฝึกกิจกรรมบำบัดทั่วไป ที่เริ่มฝึกจาก 2 สี และ ค่อยๆเพิ่มจำนวนขึ้น (เมื่อเห็นว่าเด็กได้เรียนรู้สีเหล่านั้นแล้ว) จำนวนรอบที่ใช้ในการฝึกในแต่ละวันที่มากถึง 10 รอบ จากวิดีโอบันทึกระหว่างการทดลองพบว่าบ่อยครั้งเด็กจะเริ่มแสดงอาการเบื่อหน่ายและไม่อยากที่จะทำต่อ เมื่อผ่านรอบที่ 6 (ในทุกรูปแบบของการฝึก) อีกทั้งทำการฝึก 5 วัน ต่อสัปดาห์ ที่แตกต่างจากการทำกิจกรรมบำบัดในปกติ ที่โดยเฉลี่ยแล้วผู้ปกครองจะพาเด็กมาเข้ารับการฝึกอาทิตย์ละ 1 ครั้ง จากการสังเกตพบว่าเด็กขาดความกระตือรือร้น และมีอาการต่อต้านการฝึกให้เห็นในวันท้าย ๆ ของสัปดาห์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัด ในขณะที่ช่วงการวัดผลหลังการเรียนรู้อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากการวัดผลกระทำเพียง 1 ครั้ง และจากสังเกตพบว่าเด็กอาจเลือกโดยไม่ได้ตั้งใจ

ดังนั้นในการทดลองนี้จึงทำการปรับปรุงการทดลองให้มีรูปแบบที่รัดกุมมากขึ้น โดยได้ปรับเปลี่ยนจอสัมผัสเป็นแบบ Resistive LCD ขนาด 21 นิ้ว วางในแนวนอนเพื่อให้ใกล้เคียงกับรูปแบบ

ของเทคโนโลยี CBT-TUI และปรับเปลี่ยนวิธีการทดลองการฝึกทักษะการเรียนรู้เรื่องสี เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนรู้จากการฝึกกิจกรรมบำบัดปกติ โดยเริ่มต้นจากการเรียนรู้ 2 สี ในสัปดาห์แรก และค่อยๆเพิ่มขึ้นทีละ 1 สี ในแต่ละสัปดาห์ จนครบ 5 สี ในสัปดาห์ที่ 4 และลดจำนวนรอบและวันที่ใช้ในการฝึกเพื่อป้องกันการเบื่อหน่าย และต่อต้านการฝึกที่พบจากการทดลองที่ 4 เหลือ 5 รอบต่อวัน และ 3 วันต่อสัปดาห์ อีกทั้งปรับเปลี่ยนวิธีการวัดผลโดยมีการวัดผลทุก ๆ วันสุดท้ายของการฝึกในแต่ละสัปดาห์ และ วันแรกของการฝึกในต้นสัปดาห์ถัดไป และเพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการเลือกสี โดยไม่ได้ตั้งใจ ในแต่ละครั้งของการวัดผลจะทำการทดสอบจำนวน 3 ครั้ง แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย รวมถึงปรับเปลี่ยนฟังก์ชันภายในของโปรแกรมที่ใช้ทดสอบให้สามารถเก็บข้อมูลการเข้าใช้งานของแต่ละคนเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลในภายหลังได้ละเอียดมากขึ้นกว่าการใช้วิดีโอบันทึกภาพเพียงอย่างเดียว (รายละเอียดของการออกแบบระบบหรือโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองอธิบายในหัวข้อ 3.6)

4.5.1 กลุ่มตัวอย่าง

เด็กออทิสติกศรัทธาภาพคำ อายุระหว่าง 4-6 ปี จำนวน 10 คน ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคออทิสติก โดยใช้หลักเกณฑ์การคัดกรอง DMV-IV [10] มีระดับ IQ ระหว่าง 60-80 ความบกพร่องทางการสื่อสาร ความบกพร่องทางด้านกล้ามเนื้อ ประสบการณ์ในการฝึกกิจกรรมบำบัดอยู่ในระดับเดียวกัน ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่มีประสบการณ์การใช้งานคอมพิวเตอร์มาก่อน อีกทั้งไม่เป็นผู้บกพร่องทางการได้ยินและสายตา และเป็นผู้ที่มารับการฝึกกิจกรรมบำบัดที่โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ จ.เชียงราย

4.5.2 วิธีการทดลอง

การทดลองนี้แบ่งผู้เข้าร่วมการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 5 คน ในแต่ละกลุ่มจะมีเพศชาย 4 คน และมีเพศหญิง 1 คน (ซึ่งในกรณีนี้เนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำการทดลอง จำนวนเด็กเพศชายที่เข้าตามเกณฑ์และข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้นมีไม่เพียงพอ) โดยกลุ่มแรกฝึกทักษะการเรียนรู้เรื่องสีโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI ส่วนกลุ่มที่ 2 นั้น ใช้จอสัมผัส ในรูปแบบ Resistive LCD (CBT-WIMP-TLCD) ซึ่งในแต่ละกลุ่มใช้อุปกรณ์เพียงอย่างเดียว โดยผู้ที่ฝึกด้วย CBT-TUI จับคู่สีโดยใช้บล็อกไม้ในการป้อนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ (ดังรูปที่ 3.10) สำหรับในส่วนของผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD กำหนดให้ใช้นิ้วกดเลือกสีแล้วลากไปวางทับกับสีที่กำหนด ซึ่งการทดลองใช้ระยะเวลา 1 เดือน (4 สัปดาห์) สีที่ใช้ในการทดลองมี 5 สี คือ ส้ม ม่วง, ฟ้า, น้ำเงิน, เขียว โดยมีรายละเอียด ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 : ทำการฝึก 3 วัน ต่อสัปดาห์ (โดยทำการฝึกวันจันทร์-พุธ-ศุกร์) เวลาในการฝึกวัดจากจำนวนรอบ คือ วันละ 5 รอบ โดยทำการฝึกต่อเนื่องกัน ซึ่งในสัปดาห์ที่ 1 เริ่มฝึกจาก 2 สี คือ ส้ม

และ ม่วง โดยผู้ที่ฝึกด้วย CBT-TUI จับคู่สีจากบล็อกไม้ และผู้ที่ฝึกผ่าน โปรแกรม CBT-WIMP-TLCD กดเลือกสีจากตัวเลือก

สัปดาห์ที่ 2: ทำการฝึก 3 วัน ต่อสัปดาห์ (โดยทำการฝึกวันจันทร์-พุธ-ศุกร์) วันละ 5 รอบ โดยทำการฝึกต่อเนื่องกัน โดยในสัปดาห์ที่ 2 เพิ่มจำนวนสีจากสัปดาห์ที่ 1 อีก 1 สีรวมเป็น 3 สี คือ ส้ม, ม่วง, ฟ้า

สัปดาห์ที่ 3 : ทำการฝึก 3 วัน ต่อสัปดาห์ (โดยทำการฝึกวันจันทร์-พุธ-ศุกร์) วันละ 5 รอบ โดยทำการฝึกต่อเนื่องกัน ในสัปดาห์ที่ 3 นี้เพิ่มจำนวนสีจากสัปดาห์ที่ 2 อีก 1 สี รวมเป็น 4 สี คือ ส้ม, ม่วง, ฟ้า, น้ำเงิน

สัปดาห์ที่ 4 : จะทำการฝึก 3 วัน ต่อสัปดาห์ (โดยทำการฝึกวันจันทร์-พุธ-ศุกร์) วันละ 5 รอบ โดยทำการฝึกต่อเนื่องกัน โดยในสัปดาห์ที่ 4 จากสัปดาห์ที่ 3 อีก 1 สี รวมเป็น 5 สี คือ ส้ม, ม่วง, ฟ้า, น้ำเงิน, เขียว

4.5.3 วิธีวัดผล

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ทำโดยการทดสอบก่อนเข้ารับการฝึก ซึ่งผู้ฝึกจะให้ผู้เข้าร่วมการทดลองจับคู่สีจากกระดาษสีให้ถูกต้องจำนวน 5 สี ตามที่ใช้ในการทดลองและทำการวัดผลการเรียนรู้หลังเรียนทุกวันสุดท้ายของการฝึกในแต่ละสัปดาห์ โดยทดสอบจากอุปกรณ์ที่ผู้เข้าร่วมการทดลองใช้ฝึกแต่ละชนิด (CBT-TUI และ CBT-WIMP-TLCD) ตามจำนวนสีที่เรียนในสัปดาห์นั้น ๆ ซึ่งการทดสอบปลายสัปดาห์ในแต่ละครั้งจะกระทำทั้งหมด 3 ครั้ง และนำมาหาค่าเฉลี่ย และเพื่อใช้ตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้แบบเดียวกัน จึงได้ทำการวัดผลการเรียนรู้อีกครั้งในวันแรกของการฝึกในสัปดาห์ถัดไปโดยใช้กระดานปักหมุด (Peg board) เป็นอุปกรณ์กลางในการทดสอบ โดยนักกิจกรรมบำบัดจะปักหมุดสีตัวอย่างบนกระดานปักหมุดและผู้เข้าร่วมการทดสอบเลือกหมุดสีที่เหมือนกับสีที่กำหนดมาปักในกระดานปักหมุด จนครบ 5 สีตามที่ใช้ในการฝึกทักษะการเรียนรู้เรื่องสีในการทดสอบแต่ละต้นสัปดาห์จะกระทำ 3 ครั้ง เช่นเดียวกับการทดสอบปลายสัปดาห์ และ นำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ในอุปกรณ์แต่ละประเภท

4.5.4 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.10 และ 4.11 พบว่าผู้ที่ฝึกการเรียนรู้เรื่องสี ผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI มีผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบปลายสัปดาห์และต้นสัปดาห์ถัดไปดีกว่าผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD โดยมีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบปลายสัปดาห์ 75.20% และต้นสัปดาห์ 59.49% ในขณะที่ผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD มีคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบปลายสัปดาห์ 63.04% และต้นสัปดาห์ 17.62% แต่ทั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าในการทดสอบจากอุปกรณ์

กลางในทุก ๆ ต้นสัปดาห์นั้นผลคะแนนเฉลี่ยของผู้ที่ฝึกการเรียนรู้เรื่องสีผ่าน CBT-TUI ดีกว่าผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD ถึง 41.87% ในขณะที่คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบปลายสัปดาห์ที่ทำการทดสอบด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกแต่ละชนิด ผู้ที่ฝึกการเรียนรู้เรื่องสีผ่าน CBT-TUI ดีกว่าผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD เพียง 12.16% เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคลจะเห็นว่าผู้เข้าร่วมการทดลอง I4 และ I5 ที่ฝึกผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI นั้นมีคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าคนอื่น ๆ จากวิดีโอบันทึกระหว่างการทดลองพบว่าเนื่องจากผู้เข้าร่วมการทดลอง I4 มีพฤติกรรมกระตุ้นตัวเองบ่อยครั้งโดยการโยกตัว และ เล่นนิ้วมือ จึงส่งผลให้ไม่มีสมาธิกับการเรียนรู้ ทำให้นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้ามากระตุ้นและปรับพฤติกรรมเป็นระยะ ๆ (โดยจับตัวหมุนบนเก้าอี้ หรือ จับติหลังคา) ในขณะที่ผู้เข้าร่วมการทดลอง I5 มีพฤติกรรมไม่อยู่นิ่ง และ มีความสนใจในช่วงสั้น ส่งผลให้นักกิจกรรมบำบัดต้องคอยกระตุ้นเป็นระยะๆเช่นกัน (โดยการเรียกชื่อให้กลับมาสนใจทำกิจกรรม) ในทางเดียวกันกับผู้เข้าร่วมการทดลอง J1 ที่ฝึกการเรียนรู้เรื่องสีผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD มีคะแนนต่ำกว่าคนอื่น ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากมีภาวะไวต่อการรับสัมผัสมากเกินไป จึงเกิดการต่อต้านและก้าวร้าว ในการใช้นิ้วลากไปบนจอสัมผัส ดังนั้นจากปัญหาดังกล่าว ได้ทำการคำนวณใหม่ โดยตัดผู้ที่มีคะแนนสูงสุด และ ต่ำสุดของแต่ละอุปกรณ์ออกไป ผลคะแนนเฉลี่ยปลายสัปดาห์ของผู้ที่ฝึกผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI ยังคงดีกว่าผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD เพียง 14.05% แต่ในขณะที่ผลคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบต้นสัปดาห์ด้วยอุปกรณ์กลางยังต่างกันอยู่ถึง 34.65% และเมื่อพิจารณาลงไปในรายละเอียดของการฝึกในแต่ละสัปดาห์โดยวิเคราะห์จากคะแนนเฉลี่ยปลายสัปดาห์และคะแนนเฉลี่ยของการฝึกต้นสัปดาห์ถัดไปในการฝึกรอบที่ 1 โดยตัดสีที่เพิ่มมาใหม่ในแต่ละสัปดาห์ออก พบว่าทั้งการฝึกผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI และ CBT-WIMP-TLCD ผลการเรียนรู้ยังคงเป็นไปในทิศทางเดียวกันของการทดสอบปลายสัปดาห์ โดยผู้ที่ฝึกผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI มีคะแนนเฉลี่ย 83.04% และผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD มีคะแนนเฉลี่ย 67.08% ดังนั้นสันนิษฐานว่าอาจเป็นผลเนื่องมาจากการทดสอบต้นสัปดาห์ที่ใช้อุปกรณ์กลางนั้นมีการใช้งานใกล้เคียงกับการฝึกด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI จึงส่งผลให้ผู้ที่ฝึกผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI เกิดความคุ้นเคยในการใช้งาน ซึ่งสังเกตเห็นได้จากผู้ที่ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD ทั้ง 5 คน เมื่อมาทำการทดสอบต้นสัปดาห์ด้วยอุปกรณ์กลาง นักกิจกรรมบำบัดต้องคอยชี้แนะว่าทำอะไร จึงอาจเป็นผลให้เสียสมาธิและเลิกหยิบโดยไม่ตั้งใจส่งผลให้มีผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบการเรียนรู้ต้นสัปดาห์ด้วยอุปกรณ์กลางต่ำกว่าผู้ที่เรียนรู้ด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI

อนึ่ง แม้ว่าจะได้มีการเปลี่ยนจอสัมผัสจากรูปแบบ Resistive CRT มาใช้ Resistive LCD แล้วก็ก็ตาม ก็ยังยังคงพบปัญหาของการใช้งานจอสัมผัส ซึ่งเป็นผลมาจากแรงเสียดทานระหว่างปลายนิ้วกับผิว

จอเมื่อใช้น้ำหนักในการกดมากเกินไปจึงทำให้การลากเกิดการติดขัด ส่งผลให้นักกิจกรรมบาดเจ็บต้อง
ใช้ผ้ามาทำความสะอาดผิวจอเป็นระยะ ๆ

ตารางที่ 4.10 คะแนนก่อนและหลังเรียนของการฝึกด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์

รหัสผู้เข้าร่วม ทดลอง	คะแนนทดสอบ ปลายสัปดาห์%(A)	คะแนนทดสอบต้น สัปดาห์ %(B)	คะแนนการฝึกต้น สัปดาห์%	ผลต่างระหว่าง (A) และ (B) %
I1	85.29	73.29	95.00	12.00
I2	90.28	92.05	93.75	1.77
I3	92.92	87.47	94.38	5.45
I4	52.88	27.12	62.92	25.76
I5	54.61	17.50	69.17	37.11
ค่าเฉลี่ย	75.20	59.49	83.04	16.41
ค่ามัธยฐาน	85.29	73.29	93.75	12.00

ตารางที่ 4.11 คะแนนก่อนและหลังเรียนของผู้ฝึกผ่านอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD โดยคิดเป็น
เปอร์เซ็นต์

รหัสผู้เข้าร่วม ทดลอง	คะแนนทดสอบ ปลายสัปดาห์%(A)	คะแนนทดสอบต้น สัปดาห์ %(B)	คะแนนการฝึกต้น สัปดาห์%	ผลต่างระหว่าง (A) และ (B) %
J1	49.15	24.55	55.83	24.60
J2	54.73	16.65	57.92	38.08
J3	78.04	20.65	75.42	57.39
J4	74.28	9.63	83.75	64.65
J5	59.01	16.63	62.08	42.38
ค่าเฉลี่ย	63.04	17.62	67.08	45.42
ค่ามัธยฐาน	59.01	16.65	62.08	42.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดลองที่ 6

ในหลายงานวิจัย อาทิเช่น [24] ที่ได้กล่าวถึงจุดเด่นของเทคโนโลยีทัชไอน์แห่งการมีปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย ส่งผลให้เกิดความสนุกในการใช้งานและเพิ่มระดับการมีส่วนร่วมในบทเรียนอย่างไรก็ดี ผลจากการศึกษาในเบื้องต้นของผู้วิจัย กลับพบว่าความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อในแง่ลบกับเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ ที่มักมีอาการสมาธิสั้น ในการทดลองนี้ จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นของการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้หรือในบทเรียน นอกเหนือจากประเด็นในแง่ความยากง่ายในการใช้งาน ซึ่งในการทดลองนี้ได้เพิ่มอุปกรณ์ในการทดลองอีก 2 ประเภท อันได้แก่ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ในรูปแบบเชิงกึ่งนามธรรม (CBT-TUI-S ดูรายละเอียดการออกแบบในบทที่ 3) และในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้จอสัมผัส ได้ทดลองเปลี่ยนจากการใช้จอสัมผัสในแบบ Resistive LCD มาเป็นอุปกรณ์ประเภทแทปเล็ตพีซีที่ใช้จอสัมผัสแบบ Capacitive Technology (ในที่นี้จะเรียกย่อ ๆ ว่า CBT-WIMP-TAB) ดังนั้นโดยสรุปในการทดลองนี้ ได้ทำการทดสอบอุปกรณ์ช่วยสอน 4 ชนิด อันได้แก่ CBT-TUI-C CBT-TUI-S CBT-WIMP-TLCD และ CBT-WIMP-TAB โดยมีรายละเอียดของการทดลองดังนี้

4.6.1 กลุ่มตัวอย่าง

เด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ อายุระหว่าง 4-6 ปี จำนวน 20 คน ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคออทิสติก โดยใช้หลักเกณฑ์การคัดกรอง DMV-IV [10] มีระดับ IQ ระหว่าง 60-80 ความบกพร่องทางการสื่อสาร ความบกพร่องทางด้านกล้ามเนื้อ ประสบการณ์ในการฝึกกิจกรรมบำบัดอยู่ในระดับเดียวกัน ผู้เข้าร่วมการทดลองไม่มีประสบการณ์การใช้งานคอมพิวเตอร์มาก่อน อีกทั้งไม่เป็นผู้บกพร่องทางการได้ยินและสายตา และเป็นผู้ที่มารับการฝึกกิจกรรมบำบัดที่โรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ จ.เชียงราย

4.6.2 วิธีการทดลอง

การทดลองแบ่งผู้เข้าร่วมทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 5 คน ในแต่ละกลุ่มจะมีเพศชาย 4 คน และ เพศหญิง 1 คน โดยกลุ่มแรกฝึกทักษะการเรียนรู้เรื่องสีโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI-C กลุ่มที่ 2 ฝึกโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI-S กลุ่มที่ 3 ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TLCD และกลุ่มที่ 4 ฝึกผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TAB ซึ่งในแต่ละกลุ่มจะใช้อุปกรณ์เพียงอย่างเดียว โดยกำหนดให้ผู้ฝึกโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI-C ป้อนข้อมูลติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้บล็อกลไม้ ขณะเดียวกันผู้ที่ฝึกโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI-S ป้อนข้อมูลติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้อุปกรณ์เลือกสี (ดังรายละเอียดในการออกแบบหัวข้อ 3.6 รูปที่ 3.10) ส่วนผู้ที่ฝึกโดยผ่านอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD และ CBT-WIMP-

TAB จะกดเลือกสีจากตัวเลือกที่ให้มา แล้วลากไปวางทับสีที่กำหนด การทดลองใช้ระยะเวลา 2 สัปดาห์ สีที่ใช้ในการทดลองมี 5 สี คือ ชมพู, ฟ้า, เขียว, เหลือง, ขาว โดยมีรายละเอียดดังนี้

สัปดาห์ที่ 1 และ 2 : ทำการฝึก 3 วัน ต่อสัปดาห์ (โดยทำการฝึกวันจันทร์-พุธ-ศุกร์) เวลาในการฝึกวัดจาก จำนวนรอบ คือ วันละ 6 รอบต่อเนื่องกัน โดยสีที่ใช้ในการฝึกคือ ชมพู, ฟ้า, เขียว, เหลือง, ขาว ผู้ที่ฝึกโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI-C นั้นจับคู่สีด้วยบล็อกไม้ ขณะเดียวกันผู้ที่ฝึกโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI-S จับคู่สีโดยใช้อุปกรณ์เลือกสี แล้วนำไปวางทับสีที่กำหนด และในส่วนของผู้ที่ฝึกผ่านอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD และ CBT-WIMP-TAB กำหนดให้ใช้นิ้วกดเลือกสีแล้วลากไปวางทับสีที่กำหนดให้ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะสุ่มสีทั้งหมด 6 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะสุ่มสี 5 สี ตามที่ใช้ในการฝึก

4.6.3 วิธีการวัดผล

ในการวัดผลระดับความยากง่าย ในการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละชนิด จะวัดผลจากจำนวนครั้งที่ผู้ฝึกต้องให้ความช่วยเหลือ เมื่อผู้เข้าร่วมการทดลองไม่สามารถใช้งานได้ โดยพิจารณาดังนี้

1) เงื่อนไขที่ต้องให้ความช่วยเหลือ สำหรับกรณีของอุปกรณ์ CBT-TUI-C

- 1.1) หยิบวัตถุไปวางผิดตำแหน่ง
- 1.2) ไปชี้ที่ตัววัตถุแทนการหยิบไปวาง
- 1.3) นำวัตถุชิ้นใหม่ไปวางโดยยังไม่นำชิ้นเดิมกลับมาในตำแหน่งเดิม

2) เงื่อนไขที่ต้องให้ความช่วยเหลือสำหรับกรณีของอุปกรณ์ CBT-TUI-S

- 2.1) นำเครื่องมือไปวางผิดตำแหน่ง
- 2.2) ไปชี้ที่สีแทนการใช้เครื่องมือเลือก
- 3.3) ไม่นำเครื่องมือกลับมาวางตำแหน่งเดิม

3) เงื่อนไขที่ต้องให้ความช่วยเหลือสำหรับกรณีของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD และ

CBT-WIMP-TAB

- 3.1) นำนิ้วไปชี้โดยไม่กดเลือก
- 3.2) ไม่สามารถลากสีไปในตำแหน่งที่ถูกต้อง
- 3.3) นำสีไปวางผิดตำแหน่ง

สำหรับการวัดผลระดับความสนใจของผู้เข้าร่วมการทดลองในลักษณะต่าง ๆ สำหรับแต่ละอุปกรณ์นั้น พิจารณาจากวิดีโอบันทึกภาพการใช้งานและนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผล โดยใช้โค้ดซิงส์กีม (Coding Scheme) ที่ได้นำเสนอในหัวข้อที่ 3.5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การวัดผลการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมที่มีต่อบทเรียน

1.1) กรณีอุปกรณ์ CBT-TUI-C: พิจารณาว่าเป็นกรณีดังกล่าวเมื่อมีการนำบล็อกไม้ไปทดลองวางในตำแหน่งอื่น ๆ เพื่อต้องการเปลี่ยนแปลง

1.2) กรณีอุปกรณ์ CBT-TUI-S: พิจารณาว่าเป็นกรณีดังกล่าวเมื่อมีการนำเครื่องมือไปเลือกสี โดยทดลองเปลี่ยนสี ไป มาและไม่นำไปวางทับสีที่กำหนด

1.3) กรณีอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD และ CBT-WIMP-TAB พิจารณาว่าเป็นกรณีดังกล่าวเมื่อมีการกดเลือกตัวเลือกเล่น หรือนำสีของตัวเลือก (Choice) ลากไปวางในตำแหน่งที่ไม่ได้กำหนด

2) การวัดผลความสนใจในตัวอุปกรณ์ และ สภาพแวดล้อม

2.1) กรณีอุปกรณ์ CBT-TUI-C: พิจารณาว่าเป็นกรณีดังกล่าวเมื่อมีการนำบล็อกไม้มาเปิดดู หรือ มาเรียงต่อกัน มีการก้มดูได้โต๊ะ หรือ เคาะจอภาพ

2.2) กรณีอุปกรณ์ CBT-TUI-S: พิจารณาว่าเป็นกรณีดังกล่าวเมื่อมีการนำเครื่องมือมายกดู หรือ เคาะจอภาพ หรือ เคาะที่เครื่องมือ

2.3) กรณีอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD และ CBT-WIMP-TAB พิจารณาว่าเป็นกรณีดังกล่าวเมื่อมีการเคาะที่จอภาพ หรือ ก้มลงมองดูจอภาพ หรือ ยกตัวอุปกรณ์ (แทปเล็ตพีซี) ขึ้นดู

3) การวัดผลการไม่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้

พิจารณาจากอาการที่แสดงถึงความเบื่อหน่ายและไม่สนใจกับบทเรียน โดยนั่งหรือนอนลงกับพื้น หันเหวี่ยงความสนใจมาเล่นกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รวมถึงการบังคับให้ทำ โดยการจับมือทำ เมื่อเห็นว่าหยุดทำกิจกรรมเกิน 1 นาที

4) การเลิกกิจกรรม

พิจารณาได้จาก เดินไปสนใจกับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ หรือ เดินออกจากห้อง

4.6.4 ผลการทดลอง

จากปัญหาการใช้งานของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD ในการทดลองที่ 5 ได้นำมาเปรียบเทียบกับการใช้งานผ่านอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB จากผลการทดลองในประเด็นระดับความยากง่ายในการใช้งาน ตามตารางที่ 4.12 นั้น พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบ้ำบัดต้องให้ความช่วยเหลือในการใช้งานของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TLCD มีค่าเฉลี่ยของการช่วยเหลืออันเนื่องมาจากปัญหาการใช้งานของตัวอุปกรณ์มากที่สุดถึง 11.6 ครั้ง ซึ่งจากการสังเกตพบว่าส่วนใหญ่แล้วมีผลมาจากการติดขัดในการลาก ประกอบกับการที่เด็กออกทัศนคติที่มีปัญหาการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็ก ทำให้ไม่สามารถควบคุมน้ำหนักของนิ้วในการลากได้ จึงเป็นผลทำให้มีความยากลำบากในการใช้งานใน

ขณะเดียวกันการใช้งานอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB ในลักษณะเดียวกัน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ต้องใช้น้ำหนักของนิ้วในการควบคุมการลาก ส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ต้องช่วยเหลือในปัญหาของการใช้งานอุปกรณ์ลดลงมาก (เฉลี่ย 2 ครั้ง) ส่วนในกรณีของอุปกรณ์ CBT-TUI-C และ CBT-TUI-S ไม่พบปัญหาจากการใช้งานจากตัวอุปกรณ์เลย แต่เมื่อพิจารณาถึงปัญหาของการใช้งานไม่ถูกต้องนั้น พบว่าจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องให้การช่วยเหลือในกรณีของอุปกรณ์ CBT-TUI-S กลับมีค่าสูงสุด โดยพบว่าเกิดจากการนำอุปกรณ์มาเลือกสีจากตัวเลือกแล้วไม่นำไปวางทับกับสีที่กำหนดเฉลี่ย 8.6 ครั้ง และใช้นิ้วชี้เลือกที่ตัวเลือกแทนการใช้อุปกรณ์ที่กำหนดให้เลือก เฉลี่ย 2.25 ครั้ง เมื่อสังเกตจากวิดีโอบันทึกผลการทดลองพบว่า ค่าที่ได้มีผลมาจากผู้เข้าร่วมการทดลอง 1 คน ที่มีปัญหาของช่วงความสนใจที่สั้น จึงส่งผลให้ความสนใจในการทำกิจกรรมน้อยลง เป็นผลทำให้ล้มขั้นตอนของการใช้งาน ส่งผลให้มีจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปช่วยเหลือสูงกว่าคนอื่น ๆ

ในส่วนของการวัดผลของระดับความสนใจที่มีต่ออุปกรณ์ในแต่ละประเภทเพื่อนำไปประเมินผลการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นั้น จากตารางที่ 4.13 ผู้ที่ฝึกทักษะการเรียนรู้เรื่องสีผ่านอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB มีค่าเฉลี่ยของการให้ความสนใจในกิจกรรมที่มีต่อบทเรียน (Engagement to learning activity) โดยไม่คำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้มากที่สุด ถึง 45 ครั้ง จากการสังเกตจากวิดีโอบันทึกระหว่างการทดลองพบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองทั้ง 5 คน เมื่อค้นพบเส้นทางของการปฏิสัมพันธ์ที่ได้ออกแบบไว้เพื่อให้ใช้งานได้สะดวกขึ้นจะเบี่ยงเบนความสนใจจากบทเรียนโดยลากตัวเลือกไปวางในตำแหน่งที่ไม่ได้กำหนดไว้ ลากตัวเลือกมาวนไปมา รวมถึงเลือกที่จะตอบผิดเพื่อที่สนุกกับการเห็นตัวเลือกเคลื่อนกลับลงมาสู่ตำแหน่งเดิม แต่อย่างไรก็ตามสำหรับผู้ฝึกโดยใช้อุปกรณ์ CBT-TUI-S ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเลือกสีนั้น ถึงแม้ว่าจะมีขั้นตอนการทำงานที่มากกว่าอุปกรณ์อื่นๆ จากตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่ามีค่าเฉลี่ยของความเบี่ยงเบนความสนใจ 6.2 ครั้งและการจับให้ทำเพียง 1.2 ครั้ง ซึ่งน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอุปกรณ์อื่นๆ สันนิษฐานว่าอาจเป็นผลเนื่องมาจากการใช้งานได้ง่าย ไม่ต้องใช้เวลาในการเรียนรู้ และเป็นที่น่าแปลกใจว่าผู้เข้าร่วมการทดลองสนุกกับการเห็นตัวเลือกที่หายไปจากหน้าจอเมื่อนำอุปกรณ์ไปเลือกสีจากตัวเลือก มากกว่าสนใจสีที่เลือกแล้วมาปรากฏอยู่บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเลือกสี ตามที่ได้คาดการณ์ไว้ก่อนการทดลอง จากผลการทดลองดังกล่าวได้นำมาเปรียบเทียบกับการประเมินแบบจำลองที่แสดงถึงผลกระทบของความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ที่มีผลต่อระดับความสนใจในบทเรียนในทางเดียวกันกับผู้ฝึกด้วยอุปกรณ์ CBT-TUI-C นั้น เมื่อพิจารณารายบุคคลผู้เข้าร่วมการทดลอง 3 คน ใน 5 คน นักกิจกรรมบำบัดไม่ต้องเข้าไปจับทำเลย แต่เนื่องด้วยมีผู้เข้าร่วมการทดลอง 2 คน ที่ไม่เต็มใจเข้ารับการศึกษา สืบเนื่องมาจากพฤติกรรมของความก้าวร้าวและอาการไม่อยู่นิ่ง อีกทั้งอาจจะยังไม่คุ้นเคยกับนักกิจกรรมบำบัด เนื่องจากไม่ได้เป็นเด็กที่อยู่ในความดูแลของนัก

กิจกรรมบำบัดผู้นี้เหมือนกับผู้เข้าร่วมการทดลองคนอื่น ๆ จึงส่งผลให้นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปบังคับและจับให้ทำ โดยคนที่หนึ่งนักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปจับทำสูงถึง 59 ครั้งและคนที่สอง 50 ครั้ง จึงก่อให้เกิดค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปจับให้ทำสูงกว่าผู้ที่ฝึกทักษะการเรียนรู้เรื่องสีผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI-S

จากผลการทดลองดังกล่าวได้นำมาเปรียบเทียบกับผลการประเมินแบบจำลองที่แสดงถึงผลกระทบของความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ที่มีผลต่อระดับความสนใจในบทเรียน จากตารางที่ 4.14 และ 4.15 พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับความหลากหลายของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB และอุปกรณ์ CBT-WIMP-TOUCH ในขั้นตอนของการเลือกมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่อุปกรณ์ CBT-TUI-S จากตารางที่ 4.16 มีค่าเฉลี่ยของระดับความหลากหลายอยู่ในระดับสูง ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองค่าเฉลี่ยของระดับจำนวนความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB และ CBT-WIMP-TOUCH อยู่ที่ 1.6 และ 2.3 ครั้ง ในขณะที่อุปกรณ์ CBT-TUI-S มีค่าเฉลี่ยของระดับจำนวนความเบี่ยงเบนที่ได้จากการทดลองสูงถึง 29.4 ครั้ง ซึ่งมีความสอดคล้องกัน เช่นเดียวกับในส่วนของขั้นตอนการลากของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB และ CBT-WIMP-TOUCH จากตารางที่ 4.14 และ 4.15 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของระดับความหลากหลายอยู่ในระดับสูง ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของระดับความเบี่ยงเบนความสนใจจากบทเรียนมีค่ามากถึง 43.4 และ 31.6 ครั้ง ในขณะที่ระดับของความหลากหลายในการเคลื่อนย้ายของอุปกรณ์ CBT-TUI-C อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งจากค่าเฉลี่ยของระดับความเบี่ยงเบนก็มีค่าเพียง 6.6 ครั้ง และในส่วนของขั้นตอนการวางในทุกอุปกรณ์นั้นมีค่าเฉลี่ยของระดับความหลากหลายต่ำ ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของระดับความเบี่ยงเบนที่มีค่าเท่ากับ 0 ในทุกอุปกรณ์ แสดงว่ามีความสอดคล้องกัน ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนของการวาง กำหนดให้วางเพียงตำแหน่งเดียวและเป็นขั้นตอนสุดท้ายของกิจกรรม ซึ่งระบบไม่เปิดโอกาสให้มีปฏิสัมพันธ์ได้อีก

ตารางที่ 4.12 แสดงค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องให้ความช่วยเหลือสำหรับแต่ละอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาสองสัปดาห์

อุปกรณ์	ปัญหาอุปกรณ์	ปัญหาการใช้งานไม่ถูกต้อง		
		ชี้ที่ตัวเลือก/บล็อก	ไม่นำบล็อกไปเก็บ	เลือกแล้วไม่นำไปวาง
CBT-WIMP-TLCD	11.6	2.8	0	0
CBT-WIMP-TAB	2	7	0	0
CBT-TUI-C	0	3	1	0
CBT-TUI-S	0	2.25	0	8.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 แสดงถึงค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งของตัวชี้วัดการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ในสองสัปดาห์ของแต่ละอุปกรณ์

อุปกรณ์	Distraction	จับทำ	Engagement to Learning Activity	สนใจตัวอุปกรณ์
CBT-TUI-C	9	21.8	6.6	29.4
CBT-TUI-S	6.2	1.2	29.4	8.2
CBT-WIMP-TLCD	11	32.2	33.9	23.8
CBT-WIMP-TAB	11.4	2.8	45	2

ตารางที่ 4.14 แสดงการเปรียบเทียบของผลการประเมินจากแบบจำลองและระดับความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TAB

ขั้นตอน / ความหลากหลาย	จำนวนขั้นตอน	ทางเลือก	ส่วนนำเข้าข้อมูล	ส่วนแสดงผล	จำนวนความเบี่ยงเบน
การเลือก	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	1.6
การลาก	ปานกลาง	สูง	สูง	ปานกลาง	43.4
การวาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	0

ตารางที่ 4.15 แสดงการเปรียบเทียบของผลการประเมินจากแบบจำลองและระดับความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-WIMP-TOUCH

ขั้นตอน / ความหลากหลาย	จำนวนขั้นตอน	ทางเลือก	ส่วนนำเข้าข้อมูล	ส่วนแสดงผล	จำนวนความเบี่ยงเบน
การเลือก	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง	2.3
การลาก	ปานกลาง	สูง	สูง	ปานกลาง	31.6
การวาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 แสดงการเปรียบเทียบของผลการประเมินจากแบบจำลองและระดับความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-TUI-S

ขั้นตอน / ความหลากหลาย	จำนวนขั้นตอน	ทางเลือก	ส่วนนำเข้าข้อมูล	ส่วนแสดงผล	จำนวนความเบี่ยงเบน
การเลือก	ปานกลาง	ปานกลาง	สูง	สูง	29.4
การเคลื่อนย้าย	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
การวาง	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง	0

ตารางที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบของผลการประเมินจากแบบจำลองและระดับความเบี่ยงเบนของอุปกรณ์ CBT-TUI-C

ขั้นตอน / ความหลากหลาย	จำนวนขั้นตอน	ทางเลือก	ส่วนนำเข้าข้อมูล	ส่วนแสดงผล	จำนวนความเบี่ยงเบน
การเลือก	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
การเคลื่อนย้าย	N/A	ปานกลาง	N/A	N/A	6.6
การวาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	สูง	0

4.7 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำผู้ที่เรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI-C มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ที่ดีกว่าการฝึกกับนักกิจกรรมบำบัด และ ผู้ที่เรียนรู้ผ่าน โปรแกรม CBT-WIMP-TLCD ทั้งนี้ประสิทธิภาพของจอสัมผัสก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นผลกระทบต่อการใช้งานของเด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำ ซึ่งเห็นได้จากผู้ที่เรียนรู้ผ่าน โปรแกรม CBT-WIMP-TLCD มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่นักกิจกรรมบำบัดต้องเข้าไปช่วยเหลือเนื่องจากปัญหาการใช้งานจากตัวอุปกรณ์ถึง 11.6 ครั้ง แต่อย่างไรก็ดีเมื่อเปลี่ยนจอสัมผัสจาก Resistive LCD มาใช้ แทปเล็ตพีซี พบว่าปัญหาดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยลดลงเหลือเพียง 2 ครั้ง ในขณะที่ผู้ที่เรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI-C จะไม่พบปัญหาการใช้งานอันเนื่องมาจากตัวอุปกรณ์เลย ในทางเดียวกันกับผู้ที่เรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI-S ที่ใช้งานในลักษณะของเครื่องมืออื่น ถึงแม้จะมีขั้นตอนการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น ก็ยังไม่พบปัญหาการใช้งานอันเกิดจากตัวอุปกรณ์ แต่กลับพบประเด็นปัญหาใหม่เพิ่มเติม คือ จากการที่มีขั้นตอนการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เด็กออทิสติกศึกษาภาพต่ำเบี่ยงเบนความสนใจจากบทเรียน โดยมุ่งความสนใจไปที่กิจกรรมที่ไม่

เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ (Engagement to Learning Activity) ซึ่งจากผลการทดลองเห็นได้ว่าผู้ที่เรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI-S มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่เบี่ยงเบนความสนใจไปสู่กิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ถึง 29.4 ครั้ง ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับผู้เรียนรู้ผ่านโปรแกรม CBT-WIMP-TAB และ CBT-WIMP-TLCD ที่มีค่าเฉลี่ยสูงถึง 45 ครั้ง และ 33.9 ครั้ง ทั้งนี้ในขณะที่ผู้ที่เรียนรู้ผ่านอุปกรณ์ CBT-TUI-C มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่เบี่ยงเบนความสนใจไปสู่กิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เพียง 6.6 ครั้ง ซึ่งเมื่อพิจารณาในรายละเอียดพบว่าสิ่งที่ CBT-TUI-C ต่างกับ CBT-TUI-S CBT-WIMP-TAB และ CBT-WIMP-TLCD ก็คือจำนวนและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ที่น้อยกว่านั่นเอง

จากข้อมูลและผลการทดลองดังกล่าว พบความสอดคล้องกันระหว่างระดับความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ตามที่ประเมินได้จากแบบจำลอง กับระดับความสนใจในบทเรียน (ซึ่งในที่นี้วัดและพิจารณาในรูปของระดับความเบี่ยงเบนจากบทเรียนแทน) อย่างไรก็ตามก็ด้วยจำนวนผู้เข้าร่วมการทดลองที่ยังมีไม่มากนัก อาจจะต้องอาศัยการทดลองเพิ่มเติมในอนาคต เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนมากขึ้น

4.8 แนวทางการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับเด็กออทิสติกศึกษาพิเศษ

จากการศึกษาและทดลองข้างต้น ผู้วิจัยได้พบประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและส่วนเชื่อมต่อประสานสำหรับเด็กออทิสติกศึกษาพิเศษที่น่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบ โดยมีหลายประเด็นที่มีความแตกต่างไปจากแนวทางการออกแบบที่ดีสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป จึงได้ทำการสรุปแนวทางหรือข้อพิจารณาในการออกแบบสำหรับผู้ใช้งานในกลุ่มดังกล่าว โดยเป็นผลมาจากผลการทดลอง ประสบการณ์ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนหลักทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) **ความหลากหลายและจุดปฏิสัมพันธ์:** จากการทดลองที่ 6 พบว่าในการออกแบบควรพิจารณาถึงจุดหรือขั้นตอนการปฏิสัมพันธ์กับระบบ ไม่ว่าจะเป็นกับตัวบทเรียน หรือ อุปกรณ์นั้น ควรมีความหลากหลาย และ เส้นทางของการปฏิสัมพันธ์ให้น้อยที่สุด เพื่อลดหรือหลีกเลี่ยงความสนใจที่ไม่เกี่ยวข้องกับบทเรียน

2) **รูปแบบของจอสัมผัส:** จากการทดลองที่ 6 พบว่าในกรณีของระบบที่ใช้จอสัมผัสควรใช้ในรูปแบบเทคโนโลยี Capacitive และ วางในแนวนอน เพื่อลดปัญหาการใช้งานอันเกิดจากการบดพรวงของกล้ามเนื้อมัดเล็ก

3) **เสียง:** โดยทั่วไปเด็กออทิสติกจะไม่สามารถทนกับเสียงที่ดังมาก ๆ ได้ [4] เพราะฉะนั้นควรหลีกเลี่ยงเสียงที่มีความดัง และ รับควน เช่นเสียงฮูด เสียงระเบิด เสียงพลุ เป็นต้น จากการทดลองที่ 1

ที่ใช้เสียงพูด เป็นรางวัลเมื่อตอบถูก พบว่าเด็กออทิสติกส่วนใหญ่จะแสดงพฤติกรรมก้าวร้าวและหยุดเล่น พร้อมทั้งเดินหนีออกไปจากบริเวณนั้น

4) การแสดงผลเมื่อทำถูก หรือ ผิด: เด็กออทิสติกจะไม่เข้าใจถึงอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดของคนอื่น จากการสังเกตสีหน้า และ ท่าทาง ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวการ์ตูนในการแสดงผลด้วยสีหน้า ดังกล่าว (เช่น หน้ายิ้ม เมื่อตอบถูก หรือ หน้าเศร้า เมื่อตอบผิด) จากการทดลองที่ 1 พบว่า เด็กจะทำผิดซ้ำๆ เพื่อจะได้เห็นภาพที่ตัวเองชอบ โดยไม่ได้สนใจในตัวบทเรียนว่าทำถูก หรือ ผิด

5) การกระตุ้น: เนื่องจากเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำส่วนใหญ่ จะมีสมาธิสั้นและไขว้เขว ได้ง่าย ซึ่งในการฝึกกิจกรรมบำบัดปกตินั้น นักกิจกรรมบำบัดจำเป็นต้องมีการกระตุ้นเป็นระยะ เมื่อเด็กไม่สนใจในกิจกรรมที่กำลังทำอยู่ เพื่อให้กลับมาสู่กิจกรรมนั้นๆ ดังนั้นเมื่อนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยในการฝึก จึงจำเป็นต้องมีการกระตุ้นเป็นระยะ เช่นกัน จากการศึกษาและสังเกตจากการทดลองข้างต้น พบว่า การกระตุ้นควรกระทำหลังจากที่เด็กไม่มีปฏิสัมพันธ์กับระบบแล้ว 1 นาที ซึ่งอาจกระตุ้นด้วยการเพิ่มสิ่งเร้า เช่น เสียงพูด เสียงเพลง เป็นต้น

6) วัตถุที่จะนำมาใช้: เนื่องจากลักษณะเฉพาะของเด็กออทิสติกศักยภาพต่ำจะมีปัญหาการใช้งานของกล้ามเนื้อเล็ก (Fine motor skill) [3] ที่ส่งผลต่อการหยิบจับ ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.1 ดังนั้นในการเลือก หรือ ออกแบบวัตถุที่จะนำมาใช้กับระบบ ควรมีขนาดที่เด็กจะกำและจับได้ถนัด โดยที่วัตถุต้องไม่เล็กหรือใหญ่จนเกินไป

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะเบื้องต้นในการเรียนรู้เรื่องรูปทรงและสีของเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำในการเรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ หรือ ที่ยูไอและระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิมโดยเปรียบเทียบกับการเรียนรู้กับนักกิจกรรมบำบัด และศึกษาถึงระดับความยากง่ายในการใช้งานของเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำที่มีต่อส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม รวมถึงศึกษาถึงปัจจัยในการออกแบบส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ และส่วนเชื่อมต่อประสานแบบวิม ที่มีผลต่อความสนใจที่มีต่อบทเรียน

จากผลการศึกษาและทดลองพบว่าเด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำที่เรียนผ่านระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบของ CBT-TUI-C มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ที่ดีกว่าผู้ที่เรียนรู้ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบของ CBT-WIMP-TLCD และผู้ที่เรียนรู้กับนักกิจกรรมบำบัด ซึ่งจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของจอสัมผัสเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน ซึ่งเห็นได้จากผู้ที่เรียนรู้ผ่านส่วนเชื่อมต่อประสานแบบจับต้องได้ทั้งในรูปแบบ CBT-TUI-C และ CBT-TUI-S ไม่พบปัญหาการใช้งานอันเนื่องมาจากตัวอุปกรณ์เลยและจากผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ CBT-TUI ใช้งานได้ง่ายกว่า CBT-WIMP-MOUSE อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งจากการทดลองยังพบแนวโน้มที่บ่งชี้ว่าความหลากหลายและจำนวนจุดที่มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดการเบี่ยงเบนความสนใจจากบทเรียนไปสู่การทำกิจกรรมอื่นๆที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับบทเรียน จากปัจจัยดังกล่าวจึงได้นำไปสู่การพัฒนาโมเดลที่อธิบายถึงผลกระทบของจำนวนและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ที่มีผลต่อระดับความสนใจและสมาธิต่อบทเรียน และได้นำโมเดลนี้ไปเปรียบเทียบกับผลการทดลองพบว่า จากการที่ CBT-TUI-S, CBT-WIMP-TAB และ CBT-WIMP-TLCD มีขั้นตอนของการปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์และมีความหลากหลายมากกว่า CBT-TUI-C ส่งผลให้เด็กออทิสติกศึกษภาพต่ำเบี่ยงเบนความสนใจจากบทเรียน

5.2 ข้อเสนอแนะ

สืบเนื่องจากเงื่อนไขในการคัดกรองผู้เข้าร่วมการทดลองที่ต้องมีช่วงอายุและระดับการเรียนรู้ที่อยู่ในช่วงเดียวกันและไม่เคยมีประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อน จึงทำให้ได้จำนวนผู้เข้าร่วมการทดลองที่จำกัด อย่างไรก็ตามจากการทดลองนี้มีแนวโน้มที่พบว่าผู้ที่เรียนผ่าน CBT-TUI มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ที่ดีกว่าผู้ที่เรียนผ่าน CBT-WIMP และผู้ที่เรียนกับนักกิจกรรมบำบัด ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อความยากง่าย ในการใช้งานและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ที่แตกต่างไปจากที่พบในกรณีของเด็กทั่วไป ด้วยความสำคัญและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ จึงควรที่จะได้มีการศึกษาทดลองเพื่อยืนยันผลดังกล่าวด้วยจำนวนผู้ร่วมการทดลองที่มากขึ้นในโอกาสต่อไป



เอกสารอ้างอิง

- [1] เพ็ญแข ลឹมศิลา. การวินิจฉัยโรคออทิซึม. สมุทรปราการ: ช.แสงงามการพิมพ์, 2540.
- [2] เพ็ญแข ลឹมศิลา. ออทิสซึม:รวมเรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ"ออทิซึม" สมุทรปราการ ช.แสงงามการพิมพ์, 2541, หน้า1-26
- [3] นัชเขียนเอง. **ผมคือออทิสติก**. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพมหานคร :บริษัทพิมพ์ดี จำกัด
- [4] รจนา ทรรทรานนท์. เด็กออทิสติก: คำแนะนำสำหรับบิดา มารดา และ นักวิชาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. แปลและเรียบเรียงจาก Autistic Child: a guide for parents and professional โดย Wing.L. กรุงเทพมหานคร :บริษัทเกียรติธุรกิจ จำกัด
- [5] โรงพยาบาลอุพฺเสธรสาธิตวชิรพยาบาล. **แนวทางดูแลรักษาโรคออทิซึมสำหรับบุคลากรการแพทย์**. พ.ศ.2546
- [6] วิไลวรรณ มณีจักร และ คณะ. **กรอบอ้างอิงในกิจกรรมบำบัด**. เชียงใหม่: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2544
- [7] สุภาพร ชินชัย, วรรณนิภา บุญระยอง, และ จินัญญา ปัญญาณี. **หลักเบื้องต้นของกิจกรรมบำบัด**. เชียงใหม่: คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2542
- [8] อูมาพร ตรังคสมบัติ. **ช่วยลูกออทิสติก:คู่มือสำหรับพ่อแม่ผู้ไม่ยอมแพ้**.กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สารับ.พ.ศ.2545.
- [9] Adams S (2008) **A book about what autism can be like**. Jessica Kingsley Publishers, London
- [10] American Psychiatric Association. **Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder, (DSM- IV). 4th edition. Washington, DC:** American Psychiatric Association, 1994:63-65
- [11] Ager R, Kendall M. (2003) **Getting it Right From the Start: A Case Study of the Development of a Foundation Stage Learning and ICT Strategy in Northamptonshire, UK**. In (Ed.) Wright, J. – McDougall, A. – Murnane, J. – Lowe, J. Proceedings of Young Children and learning Technologies. IFIP WG 3.5 Open Conference 2003, Sydney, Australian.
- [12] Berson, M. (1996) **Effectiveness of computer technology in the social studies: A review of the literature**. Journal of Research on Computing in Education, 28(4).
- [13] Bauman ML, Kemper TL (2005) **Neuroanatomic observations of the brain in autism: a review and future directions**. Int J Dev Neurosci. 23(2-3):183-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [14] Ben-Tov, E., Dekel, A., Roschak, J. & Yavne, G. (2007) **The Spelling Bee. An augmented physical block system that knows how to spell.** Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology ACE '07, Salzburg, Austria, pp 212-215 .
- [15] Bernard-Opitz V, Sriram N, Nakhoda-Sapuan S. (2001) **Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through computer-assisted instruction.** J Autism Dev Disord 31:377–384
- [16] Bolas, M., Druin, A., Revelle, G. & Zuckerman, O. (2005). **Tangible User Interfaces for Children.**CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems, Portland, Oregon. 2051-2052.
- [17] Bottocchi A, Pianesi F, Tomasini D et al (2009) **Collaborative puzzle game: a tabletop interactive game for foster collaboration in children with autism spectrum disorders (ASD).** In: Proceeding of ITS'09, Banff, Alberta, Canada, pp 197–204
- [18] Carlo, R. et al (2004) **Tangible User Interfaces (TUIs): A Novel Paradigm for GIS,** Trans. GIS, vol. 8, no. 4, 2004, pp. 407–421
- [19] Cheng, L.K., C.S. Der, M.S. Sidhu, and R. Omar (2011) **GUI vs. TUI: Engagement for Children with No Prior Computing Experience.** Electronic Journal of Computer Science and Information Technology, 3(1).
- [20] Churi A, Lin V (2003) **Platypus amoeba.** In: Adjunct proceedings of the 5th international conference on ubiquitous computing (UbiComp 2003), Seattle, Washington, October 2003, pp 28–30
- [21] Coleman-Martin M et al (2005) **Using computer-assisted instruction and the nonverbal reading approach to teach word identification.** Focus Autism Other Dev Disabl 20(2):80–90
- [22] Csikszentmihalyi, M., (1990) **Flow: The Psychology of the Optimal Experience.** New York: HarperCollins
- [23] Deci, E. L., Ryan, R. M., (2000) **Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation. In Social development, and Well-being.** American Psychologist 55, 1, 68-78.
- [24] Edge D (2008) **Tangible user interfaces for peripheral interaction episodic engagement with objects of physical, digital & social significance.** Technical reports. University of Cambridge, UK, pp 1–237

- [25] Fails JA, Druin A, Guha ML et al (2005) **Child's play: a comparison of desktop and physical interactive environment.** In: Proceeding of IDC'05, pp 48–55
- [26] Falcao, T.P., Price, S. and Sheridan, J. (2009) **Extending concepts of engagement in tangible environment in tangible environments.** In: Workshop on Tangibles for Children, CHI '09, Boston, USA, 4 April, 2009.
- [27] Grandin T (1996) **Thinking in pictures: and other reports from my life with autism.** 1st edn. Vintage Books, UK
- [28] Goldsmith TR, LeBlanc LA (2004) **Use of technology in interventions for children with autism.** J Early Intensive Behav Interv 1(2):166–178
- [29] Hanna, L., Ridsen, K. and Alexander, K. (1997) **Guidelines for Usability Testing with Children.** In Interactions, 1997. 5, 9-14.
- [30] Hollander E, Kolevzon A, Coyle JT (2010) **Textbook of autism spectrum disorders.** American Psychiatric Publishing, Arlington
- [31] Heimann M, Nelson K, Tjus T, Gillberg C (1995) **Increasing reading and communication skills in children with autism through an interactive multimedia computer program.** J Autism Dev Disord 25(5):459–480
- [32] Hetzroni O, Tannous J (2004) **Effects of a computer-based intervention program on the communicative functions of children with autism.** JADD 34(2):95–113
- [33] Higgins K, Boone R (1996) **Creating individualized computer assisted instruction for students with autism using multimedia authoring software.** Focus Autism Other Dev Disabl 11:69–78
- [34] Hinckley, K., Pausch, R., Goble, J., and Kassel, N. (1994) **“Passive Real-World Interface Props for Neurosurgical Visualization.** In Proceedings of CHI'94, pp. 452-458
- [35] Ishii H, Ullmer B (1997) **Tangible bits: human factors in computing systems.** In: Proceeding of CHI'97, pp 234–241
- [36] Javier M, Eva C, Sandra B et al (2009) **User-oriented design and tangible interaction for kindergarten children.** In: Proceedings of the 8th international conference on interaction design and children, Como, Italy, pp 190–193

- [37] Jin-Ling L, Tung-yun L, Hao-hua C et al (2007) **Playful tray: adopting ubicomp and persuasive techniques into play-based occupational therapy for reducing eating behavior in young children.** In: Proceeding of UbiComp, LNCS4717, Berlin, Heidelberg, pp 38–55
- [38] Judy H (2007) **Autism: asserting your child’s right to a special education.** Autism Special Education Law, Hartsfield
- [39] Keen D (2009) **Engagement of children with autism in learning.** Australasian J Spec Educ 33(2):130–140
- [40] Kenneth P. Fishkin (2004) **A taxonomy for and analysis of tangible interfaces.** J Pers Ubiquit Comput 8(5): 347-358
- [41] Kinney EM, Vedora J, Stromer R (2003) **Computer-presented video models to teach generative spelling to a child with an autism spectrum disorder.** J Posit Behav Interv 5:22–29
- [42] Kuhaneck HM (2004) **Autism: a comprehensive occupational therapy approach.** American Occupational Therapy Association, New York
- [43] Lahm, E. A. (1996). **Software that engages young children with disabilities: A study of design features.** Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 11, 115-124.
- [44] Le Blanc R, Volkens H (2007) **What you should know about autism spectrum disorders: signs, symptoms, diagnosis, treatments and effects on life.** Cranendonck Coaching
- [45] Lesley X, Alissa N, Nima M (2008) **Are tangible more fun? Comparing children’s enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interface.** In: Proceeding of TEI’2008, Bonn, Germany 2008, pp 191–198
- [46] Madhure K, Ali M (2007) **Teaching table a tangible mentor for pre-K math education.** In: Proceeding of TEI’07, LA, USA 2007, pp 191–194
- [47] Malone, T.W. **Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction (1981).** In Cognitive Science 4, 333-369.
- [48] Marco, J., Cerezo, E., Baldassarri, S., Mazzone, E., Read, J. (2009) **Bringing Tabletop Technologies to Kindergarten Children.** In Proceedings of British HCI’09, Cambridge, UK,
- [49] Massaro DW, Bosseler A, Light J (2003) **Development and evaluation of computer-animated tutor for vocabulary and language learning.** In: Proceeding of 15th international congress of

- phonetic sciences, Barcelona, Spain, 3–9 August, 2003
- [50] Montessori M, Gutel, L.G. (2004) **The Montessori Method: The Origins of an Educational Innovation : Including an Abridged and Annotated Edition of Maria Montessori's The Montessori Method.** Rowman & Littlefield Publishers, USA
- [51] Moore M, Calvert S (2000) **Vocabulary acquisition for children with autism: teacher or computer instruction.** *J Autism Dev Disord* 30:359–362
- [52] O'Malley C, Fraser DS (2004) **Literature review in learning with tangible technologies.** NESTA, Futurelab
- [53] Oren Z, Saeed A, Mitchel R (2005) **Extend tangible interface for education: digital montessori- inspired manipulative.** In: Proceedings of CHI'05, Portland, Oregon, USA, pp 859–868
- [54] Paul M (2007) **Do tangible interfaces enhance learning?** In: Proceeding of TEI'07, Baton Rouge, LA, USA, pp 163–169
- [55] Piaget, J. (1964) **Development and learning.** In R.E. Ripple a& V.N. Rockcastle (Eds.), *Piaget Rediscovered: A Report on the Conference of Cognitive Studies and Curriculum Development* (pp. 7-20). Ithaca, NY: Cornell University.
- [56] Piper AM, O'Brien E, Morris MR, Winograd T (2006) **SIDES: a cooperative tabletop computer game for social skills development.** In: Proceeding of CSCW'06, Banff, Alberta, Canada, pp 1–4
- [57] Price S, Rogers Y, Scaife M et al (2003) **Using 'tangibles' to promote novel forms of playful learning.** *J Interact Comput* 15(2):169–185
- [58] Powell S (1995) **The use of computers in teaching people with Autism.** In: *Understanding and teaching children with Autism*, Wiley, New York
- [59] Raffle HS, Parkes AJ, Ishii H (2004) **Topobo: a constructive assembly system with kinetic memory.** In: Proceeding of CHI 2004, ACM Press, pp 647–654
- [60] Read, J. C., MacFarlane, S. J. and Casey, C. (2002) **Endurability, engagement and expectations: Measuring children's fun.** In *Proceedings of the Interaction Design and Children*, Shaker Publishing, Germany, 189-198.
- [61] Scott S.D., Mandryk R.L., Inkpen K.M. (2003) **Understanding children's collaborative**

- interactions in shared environments**, In Proceedings of the Journal of Computer Aided Learning 19, 2, 220-228.
- [62] Shane, H.C., Weiss-Kapp, S. (2007) **Visual Language in Autism**. San Diego: Plural Publishing.
- [63] Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2007) **Comparative study of WIMP and tangible user interfaces in training shape matching skill for autistic children**. In: Proceeding of TENCON IEEE region 10 conference, Taipei, Taiwan, pp 1–4
- [64] Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2008) **Evaluation the efficacy of computer-based training using tangible user interface for low-function children with Autism**. In: Proceedings of the 2008 second IEEE international conference on digital game and intelligent toy enhanced learning, Banff, Canada, pp 70–74
- [65] Silver M, Oakes P (2001) **Evaluation of a new computer intervention to teach people with autism or Asperger syndrome to recognize and predict emotions in others**. Autism 5(3):299–316
- [66] Stagnitti K, Unsworth C (2000) **The importance of pretend play in child development: an occupational therapy perspective**. British J Occup Ther 63(3):121–127
- [67] Ullmer B, Ishii H (2001) **Emerging frameworks for tangible user interfaces**. In: Carroll JM (ed) Human computer interaction in the new millennium. Addison-Wesley, pp 579–601
- [68] Underkoffler, J., and Ishii, H.(1999) **“Urp: A Luminous-Tangible Workbench for Urban Planning and Design.”** In Proceedings of CHI’99, pp. 386-393
- [69] Veague HB, Collins C, Levitt P (2009) **Autism: psychological disorders**. Infobase Publishing, New York
- [70] Volkmar FR (2007) **Autism and pervasive development disorder**. 2nd edn. Cambridge University Press, UK Autism. Pers Ubiquit Comput 14:663–680
- [71] Whitman TL (2004) **The development of autism: a self-regulatory perspective**. Jessica Kingsley Publishers, London
- [72] William S (2007) **The autism answer book: more than 300 of the top questions parents ask**, 1st edn. Sourcebooks, Inc., Naperville

- [73] Williams F, Nicola Y, Hayes R (2009) **Collaborative benefits of a tangible interface for autistic children.** In: Proceeding of CHI'09, Boston, MA, USA, pp 1–4
- [74] Wyeth, P.,Purchase, H.C. (2003) **Using Developmental Theories to Inform the Design of Technology for Children.** In: Proceedings of the 2003 conference on Interaction design and children, July 01 - 03, Preston, England.
- [75] Wyeth, Peta, Summerville, Jennifer A., & Adkins, Barbara A. (2011) **Stomp : an interactive platform for people with intellectual disabilities.** In Romao, Teresa, Correia, Nuno, & Inami, Masahiko (Eds.) Proceedings of the 8th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology, ACM, Lisbon, Portugal , pp. 1-8.
- [76] Wynn JW, Smith T (2003) **Generalization between receptive and expressive language in young children with autism.** Behav Interv 18:245–266
- [77] Whalen C, Liden L, Ingersoll B et al (2006) **Behavioral improvements associated with computer-assisted instruction for children with developmental disabilities.** J Speech Lang Pathol Appl Behav Anal 1(1):11–26
- [78] Xu, D., Mazzone, E. and MacFarlane, S. (2005). **Informant design with children - designing children's tangible technology.** 1st International Workshop "Re-Thinking Technology in Museums", Limerick, Ireland
- [79] Yeganyan TM, Cramer M, Boyd AL, Hayes RG (2010) **vSked: an interactive visual schedule system for use in classrooms for children with autism.** In: Proceeding of IDC'10, Barcelona, Spain
- [80] Zuckerman O, Arida S, Resnick M (2005) **Extending tangible interfaces for education: digital montessori-inspired manipulatives.** In: Proceedings CHI'05, ACM, New York, NY, pp 859–868



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

บทความและผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

1. Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P(2007) Comparative study of WIMP and tangible user interfaces in training shape matching skill for autistic children. In: Proceeding of TENCON IEEE region 10 conference, Taipei, Taiwan, pp 1–4
2. Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2008) Evaluation the efficacy of computer-based training using tangible user interface for low-function children with Autism. In: Proceedings of the 2008 second IEEE international conference on digital game and intelligent toy enhanced learning, Banff, Canada, pp 70-74
3. Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2012) Using tangible user interfaces in computer-based training systems for low-functioning autistic children. J Pers Ubiquit Comput 16:143–155

Comparative Study of WIMP and Tangible User Interfaces in Training Shape Matching Skill for Autistic Children

Karanya Sitdhisanguan

Faculty of Information Technology
& Research Center for Communications and
Information Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Bangkok, Thailand
s7066005@kmitl.ac.th

Nopporn Chotikakamthorn

Faculty of Information Technology
& Research Center for Communications and
Information Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Bangkok, Thailand
nopporn@it.kmitl.ac.th

Ajchara Dechaboon

Occupation Department
Chiangrai Hospital, Chiangrai, Thailand

Patcharaporn Out

Pediatric Department
Chiangrai Hospital, Chiangrai, Thailand

Abstract- Computer-based training has been applied to autism spectrum disorder treatment. Most CBT applications are based on the standard WIMP interface. However, autistic children have their own unique learning style. They are more attracted to a tangible user interface device, such as a steering wheel used in a computer game, instead of a standard mouse. In this paper, two versions of computer-based training application for autistic children were compared in terms of learn ability. One of them is based on a standard WIMP interface, while the other adopts a tangible user interface. The basic shape matching task was chosen as a case study. The point-and-click interaction style was chosen for WIMP interface while the grasp-and-move style was adopted for tangible user interface. Both systems display a picture of a randomly chosen geometric shape and then ask a user to pick one of the provided icons (a wood block for the tangible UI case) to match the shape of the object shown on screen. Experiment was carried out to compare the ease of use of the two interfaces as perceived by autistic children. The results show that the tangible user interface was easier and more enjoyable to use than the WIMP interface.

Computers have now become smaller, cheaper, and more powerful. Many researchers have explored the use of this technology to assist the treatment and interact with an autistic child. For example, Dautenhanh et al.[1] in their Aurora project investigated how an autonomous mobile robot can encourage children to become engaged in social interaction, an important aspect of human-human interaction. Bosseler et al. [7] developed and evaluated a computer-animated tutor to improve vocabulary learning and grammar skill in children with autism. Some researchers examined the effectiveness of virtual reality for autism treatment. For example, Dorothy Strickland et al.[8] published two case studies examining whether children with autism would tolerate wearing virtual reality equipment and could response to the computer-generated world in the meaningful way. Leonard et al. [9] employed a virtual reality system. The system was used to teach autistic children for social skill treatment on how to find a place to sit with a stranger. Mary Barry and Ian Pitt [6] provided a guideline for designing interactive software based on WIMP UI (user interface) for learners with autism. The results of such research show that autistic children may prefer interaction with a computer interface because they can actively control it.

I. INTRODUCTION

Autism is a disorder of brain function that appears early in life, generally before the age of three. Children with autism have problems with social interaction, communication, imagination and behavior. There is no cure for autism, however, with appropriate treatment and education, autistic children can learn and develop a skill in order to live a normal life in society. Treatment depends on individual need of a patient. In most cases, a combination of treatment methods is requiring. Among autism treatment methods, occupational therapy and physical therapy are two of the most required autistic trainings. Occupational therapy helps improve independent function and teaches basic skills (e.g., buttoning a shirt, bathing, basic shape, color). Physical therapy involves using physical exercises and other physical measures (e.g., massage, heat) to help patients control body movements [5].

In addition to the WIMP and VR-based UIs, other types of user interface include tangible and mixed reality UIs. In this paper we explored the use of a tangible UI for autistic treatment, as compared with the standard WIMP UI. To our knowledge, for the case of autistic children, there is no such comparative study available yet.

II. AUTISM TREATMENT

Autism is not treated with surgery or medicine (although some people with autism may take medicine to improve certain symptoms, like aggressive behavior or attention problems). Instead, people who have autism are taught skills required for living a normal life. Best results are usually seen

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

with children who began the treatment when they were very young. Special education programs that are tailored to the child's individual needs are usually the most effective form of treatment by teaching the child to communicate (sometimes by pointing or using pictures or sign language) and to interact with others. A treatment program includes basic living skill as well as any of the following: Behavior modification, speech therapy, physical therapy, music therapy, changes in diet, medication, occupational therapy, and hearing or vision therapy. The same specialists who help diagnose the condition usually work together to come up with the best combination of therapies to use in addition to the educational program [4].



Figure 1. The snapshot of the shape block set that use for conventional treatment

Shape matching game is one method that has been used to treat basic skill. In conventional shape matching training, an occupation therapist shows a card containing the picture of one geometric shape and then asks patients to find and show the card of similar shape. In another method, a board with holes of different geometric shapes is introduced to a patient (see Figure 1). Then, the patient is asked to select appropriate shape blocks to fit on these holes. In practice, these conventional treatments are found to be unattractive and boredom to autistic children. Also, such methods require a sufficient number of occupational therapists for the treatment to be effective. Thus, many researchers have developed application software to address those problems. Most of them focus on social skill and communication treatment [11][12].

One of the important factors that affect the efficiency of such computer-based training applications is a choice of user interface and interactions style. To our knowledge, except perhaps the work in [11], there is not much research that addresses such issue for the case of autistic children. For the case of normal children, Fail et al.[2] studied on the comparison of desktop and physical interactive environment during child play by using hazard room game. The results show that physical environment is slightly more advantage than the desktop environment. Based on observation that autistic children enjoy playing a computer system equipped with a tangible user interface device, it is suggested that such device may be better suited to autistic children than a standard WIMP device (a mouse and keyboard). In this paper, we report the result of the comparison between two CBT applications based on WIMP and tangible user interfaces. The purpose is to help increase the body of knowledge on a UI guideline in developing software of autistic children. With appropriate UI, a CBT program is expected to be more efficient. This in turn will help solving the problem due to insufficient number of occupation therapists. It will also allow some of the training to be carried out in the household.

III. SHAPE MATCHING TRAINING SYSTEM

The CBT systems for teaching geometric shapes were developed. They are based on the WIMP and tangible UIs. Both systems display a picture of a randomly chosen geometric shape and then ask a user to pick one of the provided icons (a wood block for the tangible UI case) to match the shape of the object shown on screen. The detail on the design of each system is next described.

A. Wimp Interface

The screen shot of the program is shown in Figure 2. From the figure, for each round, a picture of a geometric shape is randomly chosen and displayed on the upper part of the screen. A user is then asked (through narrative voice) to pick an appropriate shape icon among those appeared at the bottom of the screen. In selecting a particular icon, a user must move the mouse pointer over the target icon and then press the left button to select. Then, the selected icon must be moved over the picture shown on the upper part of the screen, and released by clicking the left button again. This is referred to as the point-and-click interaction style. It was chosen instead of the drag-and-drop style because the latter appears to be difficult for children and autistic ones in particular.

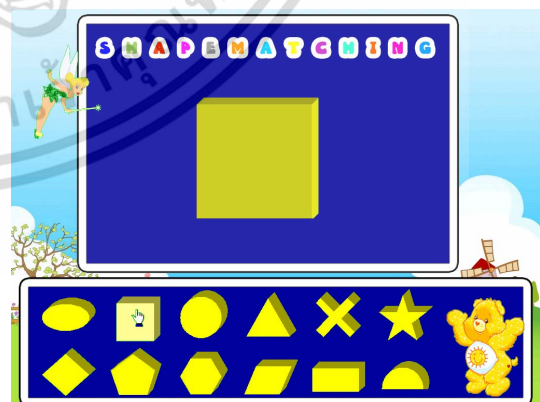


Figure 2. The screen shot of the WIMP interface

B. Tangible User Interface

The tangible UI is an interface in which autistic children interact with digital environment through a tangible UI device. It is aimed to provide similar experience to interaction with

other real-world tangible objects such as toys. The system consists of four important components as shown in Figure 4. As for the case of the WIMP UI system, for each round, a picture of a geometric shape is randomly chosen and displayed on the screen. In this case, however, a semi-transparent table top was used as a screen. A picture from a computer system was projected onto the screen through a digital projector (see Figure 4). A user is asked (through narrative voice, as for the case of the WIMP interface) to pick a wood block of appropriate shape and lay it on a table top over an area where an image of the geometric shape is projected. A digital camera placed on one side of the table is used to capture the picture of the chosen wood block. Given the picture taken, the color on the edge of the block is then identified, and the decision is made whether the chosen block matches in shape with the displayed one.

Both WIMP and tangible user interface respond in real time to children reactions and gain child attention by providing reward if the chosen shape is correct. The reward is given in a form of a cartoon animated figure with applauding sound and music. If the wrong shape is chosen, they are encouraged to "Try again" by the computer narrative voice



Figure 3. The snapshot of autistic child playing the shape matching game during the evaluation session.

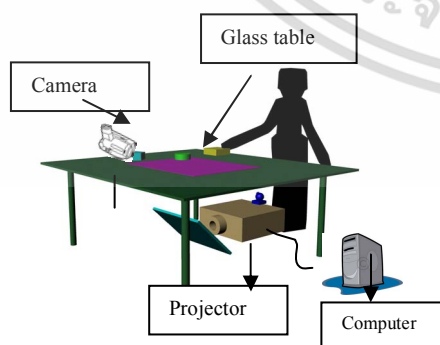


Figure 4. The components of tangible user interface system



Figure 5. The snapshot of wood block

IV. EXPERIMENT AND ANALYSIS

C. Subjects

Experiment was carried out with a small number of autistic children. Six autistic children at the age of 3 to 7 were recruited with the help of occupational therapists at Chiangrai hospital. Male subjects were chosen because boys are 3-4 times more likely than girls to have autism [10]. Subjects were chosen such that they have a same level of learning ability. The subjects were split equally in two groups. Each group used only one of the two systems (WIMP or tangible user interface). The experiment was taken place at an overtime clinic, so that the test would not interrupt the regular treatment.

D. Experiment Design

We performed the experiment by comparing the two systems for shape matching skill training. The experiment was divided into 6 sessions. Each session started with explanation and demonstration on how to use the system, done by an occupational therapist for the first 10 minutes. For the next 10 minutes, the therapist asked them to do it themselves. The occupation therapist just sit back and only assisted them when they couldn't play the game. Also when the children lost their attention, the therapist had to ask them to get back to the experiment.

V. RESULT AND EVALUATION

The experiment was conducted to compare the two systems in terms of their relative ease of use. The measurement was done by counting the number of time that the occupation therapist needed to assist and explain how to use the system.

The results are shown on table 1 and table 2. It was found that autistic children who used the WIMP interface often needed to be assisted and shown how to use the system more often than those using the tangible user interface. As an exception, for subject D3 using the WIMP interface, the number of times to assisted swing up on the session 5 and down again on session 6. This could be due to excessive hyperactivity of this subject. The speed of performance to complete the task for the tangible UI case is also shorter than the WIMP UI case. In addition, after 6 sessions the two systems were swapped between the two groups. Similar results to those shown in Tables 1 and 2 were observed. Due to the time constraint, the experiment was carried out for a single session only.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Due to a small sample size and population are assumed to be normally distributed. Both of them are independent and the population variances have unknown values. Then to support our hypothesis that the average number of time occupation therapist need to assisted in WIMP interface is more than tangible UI. The Two-sampling t -test is used at the significant level of 0.05, the calculated value of $t = 6.919$. Then the p-value for this upper- tailed test is 0.01. The p-value is less than 0.05. Therefore at the significant level of 0.05 the null hypothesis is rejected. It is thus conclude that the tangible UI is easier to use than WIMP interface as measured in term of the number of time that occupation therapist need to assist for each session.

Based on observation during the experiment, we also found that WIMP interface restricted autistic children in their behavior leading to boredom and off-task behavior. In addition, they had difficulty performing point and click interaction while the tangible user interface was easier to learn and easier to manipulate for autistic children. We notice that autistic children enjoy technology that supports physical activities.

TABLE I

The numbers of time that Occupational therapist assisted for each session (S1-S6) of WIMP interface

subjects	S1	S2	S3	S4	S5	S6
D1	20	14	15	10	10	10
D2	30	13	11	8	7	1
D3	20	17	16	8	10	7

TABLE II

The numbers of time that Occupational therapist assisted for each session (S1-S6) of tangible user interface

subjects	S1	S2	S3	S4	S5	S6
T1	2	0	0	0	0	0
T2	0	0	0	0	0	0
T3	8	8	3	0	0	0

VI. CONCLUSION

In this paper, we reported the ease-of-use comparison of the WIMP interface and tangible user interfaces for the case of shape

matching training. The results from the experiment clearly show that tangible user interface is easier to use than the WIMP interface. The difference between the two UIs is noted to be much more noticeable than the case of normal children [2]. In addition, from our observation, the children seemed to enjoy and prefer the system with the tangible user interface

REFERENCES

- [1] Dautenhahn, K., Design issues on interactive environments for children with autism, in *Proceeding 3rd Intl Conf. Disability, Virtual reality & Assoc* (Alghero Italy, 2000)
- [2] Jerry, A., F., Allison, D., Gene, C., Sante, S., and Wayne, C. Child's Play: A Comparison of Desktop and Physical Interactive Environment, in *Proceedings of IDC'05* (Boulder CO, June 2005) 48-55
- [3] What is Autism? Available at <http://www.nas.org.uk/nas/jsp/polopoly.jsp?d=211>
- [4] Autism. Available at http://www.kidshealth.org/teen/school_jobs/school/autism.html
- [5] Neurology channel. Available at <http://www.neurologychannel.com/autism/treatment.shtml>
- [6] Barry, M., and Pitt, I. Interaction Design: a Multidimensional Approach for Learners with Autism, in *Proceeding of IDC'06* (Tampere Finland, June 2006) 33-36
- [7] Bosseler, A., and Massaro, D., W. Development and evaluation of computer-animated tutor for vocabulary and language learning, in *Proceeding of 15th International Congress of Phonetic Sciences* (Barcelona Spain, August 2003)
- [8] Strickland, D., Marcus, L., M., Mesibov, G., B., and Hogan, K. Brief report: Two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children. *Journal of Autism and developmental Disabilities* (1996) 651-659
- [9] Leonard A., Mitchell, P., and Parson, S. Finding a Place to Sit: A Preliminary Investigate into the Effectiveness of Virtual Environments for Social Skills Training for People with Autistic Spectrum Disorders, in *Proceeding. 4th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech.*, (Veszprém, Hungary, 2002)
- [10] Statistics on Voice, Speed, and language. Available at <http://www.nidcd.nih.gov/health/statistics/vsl.asp>
- [11] Bernard-Opitz, V., Sriram, and Nakoda-Sapuan, S. Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through computer-assisted instruction, *Journal of Autism and Development Disorders* (2001) 377-384
- [12] Stefan, C., Melissa, D., Gerhard, F., Andrew, G., Anja K., and James, F. S. Socio-technical environments supporting people with cognitive disabilities using public transportation, in *ACM Transaction on Computer-Human Interaction* (June,2005) 233-262

Evaluation the Efficacy of Computer - Based Training Using Tangible User Interface for Low-Function Children with Autism

Karanya Sitdhisanguan¹, Nopporn Chotikakamthorn¹, Ajchara Dechaboon², Patcharaporn Out³

¹*Faculty of Information Technology & Research Center for Communications and Information Technology*

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand
s7066005@kmitl.ac.th, nopporn@it.kmitl.ac.th

²*Occupation Department*

Chiangrai Hospital, Chiangrai, Thailand

³*Pediatric Department*

Chiangrai Hospital, Chiangrai, Thailand

Abstract

Recently, the number of children having autism disorder increases rapidly all over the world. Computer-based training (CBT) has been applied to autism spectrum disorder treatment. Most CBT applications are based on the standard WIMP interface. However, recent study suggests that a Tangible User Interface (TUI) is easier to use for children with autism than the WIMP interface. In this paper, the efficiency of the TUI training system is considered, in comparison with a conventional method of training basic geometric shape classification. A CBT system with TUI was developed using standard computer equipment and a consumer video camera. The experiment was conducted to measure learning efficacy of the new system and the conventional training method. The results show that, under the same time constraint, children with autism who practiced with the new system were able to learn more shapes than those participating in the conventional method.

have normal or nearly normal intelligence quotients (IQs). There is no cure for autism, however, with appropriate treatment and education, children with autism can learn and develop a skill in order to live a normal life in society. Treatment depends on individual need of a patient. In most cases, a combination of treatment methods is required. Among autism treatment methods, occupational therapy and physical therapy are two of the most required autistic trainings. Occupational therapy helps to improve independent function and teaches basic skills (e.g., buttoning a shirt, bathing, basic shape, color). Physical therapy involves using physical exercises and other physical measures (e.g., massage, heat) to help clients control body movements [5]

With explosive growth in general computer usage, many researchers have explored the use of this technology to assist the treatment and interaction with an autistic child. One of the important factors that affect the efficiency of such computer-based training applications is a choice of user interface and interaction style. For example, Dautenhahn et al.[1] in their Aurora project investigated how an autonomous mobile robot can encourage children to become engaged in social interaction, an important aspect of human-human interaction. Bosseler et al. [7] developed and evaluated a computer-animated tutor to improve vocabulary learning and grammar skill in children with autism. Some researchers examined the effectiveness of virtual reality for autism treatment. For example, Dorothy Strickland et al.[8] published two case studies examining whether children with autism would tolerate wearing virtual reality equipment and could respond to the computer-generated world in the meaningful way. Leonard et al. [9] employed a virtual reality system. The system was used to teach children with autism for social skill treatment on how to find a place to sit with a stranger. Mary Barry

1. Introduction

Autism is a disorder of brain function that appears early in life before the age of three. Autism causes impaired social interaction, communication difficulties, and restricted or repetitive activities and interests. People with autism often exhibit abnormal responses to sensory stimulation (e.g., touch, sound, light), usually have moderate mental retardation, and have a higher risk for developing epilepsy. Some autistic patients exhibit aggression and self-injurious behavior (e.g., head banging, biting themselves). About one-third of patients with autism

and Ian Pitt [6] provided a guideline for designing interactive software based on window icon menu and pointing device (WIMP user interface) for learners with autism. The results of such research show that children with autism may prefer interaction with a computer interface because they can actively control it. Most of these research works, however, mainly focused on high-functioning autism. There has been little research in open literature focusing on using technology to training basic skills in low-functioning children with autism. In [13], the ease of use of WIMP and tangible user interfaces were compared within the context of autistic child training. It was reported that tangible user interface is easier to use for low-functioning autism than standard WIMP interface.

However, how efficient the system is as compared with a conventional training method is not yet explored. In this paper, the TUI training system is studied in term of learning efficiency as compared with a conventional method of training basic geometric shape for children with autism.

2. Autism Treatment

Autism is not treated with surgery or medicine (although some people with autism may take medicine to improve certain symptoms, like aggressive behavior or attention problems). Instead, people who have autism are taught skills required for living a normal life. Best results are usually seen with children who began the treatment when they were very young. Special education programs that are tailored to the child's individual needs are usually the most effective form of treatment by teaching the child to communicate (sometimes by pointing or using pictures or sign language) and to interact with others. A treatment program includes basic living skill as well as any of the following: behavior modification, speech therapy, physical therapy, music therapy, changes in diet, medication, occupational therapy, and hearing or vision therapy. The same specialists who help diagnose the condition usually work together to come up with the best combination of therapies to use in addition to the educational program. [4] There is no single best treatment package for all children with autism. One point that most professionals agree on is that early intervention is important; another is that most individuals with autism respond well to highly structured, specialized programs

Shape matching Training is one method that has been used to treat basic skill. In conventional geometric shape training, an occupation therapist shows a card containing the picture of one geometric shape or the object that clearly represent geometric shapes (Figure 1) and then asks patients to find and show the card of similar shape. In another method, a board with holes of different geometric

shapes is introduced to a patient (Figure 2). Then, the patient is asked to select appropriate shape blocks to fit on these holes. In practice, these conventional treatments are found to be unattractive and boredom to children with autism. Also, such methods require a sufficient number of occupational therapists for the treatment to be effective.



Figure 1 The snapshot of the child with autism during conventional training



Figure 2 The snapshot of the shape block set that use for conventional training

3. Geometric Shape Training

In teaching children with autism to know the basic geometric shapes an occupational therapist shows a card that containing the picture of geometric shape or the object that clearly represent geometric shapes and ask them to pick the appropriate one or using a shape block as describe earlier.

3.1 Design Rationale

Based on observation that autistic children have their own unique learning style they are enjoy playing a computer system equipped with a tangible user interface device such as a steering wheel used in a computer game. Then it is suggested that such device may be better suited to children with autism than a standard WIMP device (a mouse and keyboard). On the other hand, computer game

can exclude the annoying surrounding then helping the children to focus on the task and they can learn from their mistake without the force of occupational therapist. Also, Price et al [14] reported that tangible having the potential for providing innovative ways for children to play and learn, through novel forms of interacting and discovering.

3.2 Tangible User Interface Training System

A tangible user interface is an interface that a computer user uses to interact with digital environment through a tangible input device. The shaping matching training system was developed using this type of user interface. It is aimed to provide similar experience to interaction with other real-world tangible objects such as toys. A system consists of hardware components as shown in Figure 3. Its operation is controlled by custom-made CBT software running on a computer machine. During the training operation, as for the case of conventional treatment, a picture of a geometric shape is randomly chosen and displayed on a semi-transparent glass table top, through a digital projector under the table. A user is asked (through narrative voice) to pick a wood block of appropriate shape and lay it on a table top over an area where an image of the geometric shape is projected (see Figure 5 for a screen shot of the program). A consumer grade digital video camera placed on one side of the table is used to capture the picture of the chosen wood block. Given the picture taken, the color on the edge of the block is then identified by an image processing module (Figure 4), which is implemented as part of the CBT software. The decision is then made by the program whether the chosen block matches in shape with the displayed one. The developed training system responds in real time to children reaction and gains child attention by providing reward if the chosen shape is correct. The reward is given in a form of a cartoon animated figure with applauding sound and music (Figure 6). If the wrong shape is chosen, they are encouraged to "Try again" by the computer narrative voice.

3.2 Implementation Module

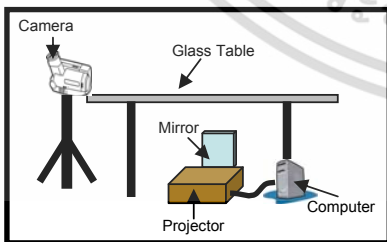


Figure 3 Hardware components of the TUI-based training system

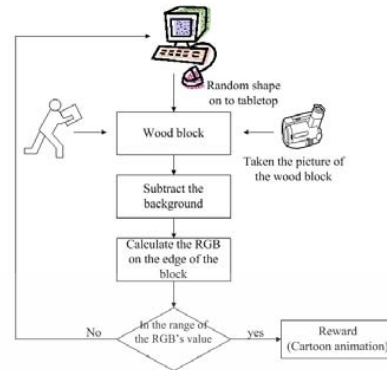


Figure 4 Block diagram of the image processing module, implemented as part of the training software

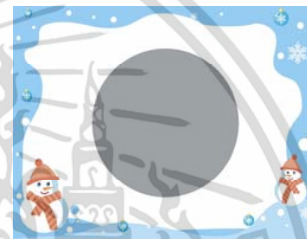


Figure 5 The screen shot of the TUI-based training system



Figure 6 The screen shot of the correct answer

4. Experiment and Analysis

4.1 Subjects

Experiment was carried out with sixteen male children with autism at the age of 3 to 7. Participants were recruited with the help of occupational therapists at Chiangrai hospital, Thailand. Male subjects were chosen because boys are 3-4 times more likely than girls to have autism [10]. Subjects were chosen such that they have a same level of learning ability. The subjects were split equally into two

groups. Subjects in each group used only one of the two training (conventional or proposed system). The experiment was taken place at an overtime clinic, so that the test would not interrupt a regular treatment schedule.

4.2 Experiment Design

We performed the experiment by comparing the conventional and proposed systems for basic geometric shape matching skill training. The experiment was divided into 6 sessions. Each session started with an orientation period, where a geometric shape was presented to each subject (using either the conventional method or the proposed system). Each subject was asked to choose an object (a card for a conventional method and a wood block for the proposed system) with a matched shape. In each session, each of the six geometric shapes was presented three times (in non-consecutive order) to each subject.



Figure 7 The snapshot of the child with autism playing the shape matching game during the evaluation session

5. Result and Evaluation

In our previous research [13] we explore the ease of use comparison of WIMP and tangible Uis. The results from the experiment clearly show that tangible user interface is easier to use and suited for low-functioning autism than standard WIMP interface. Then to support these research we compare the ease of use of the two interfaces (WIMP and tangible Uis) as perceived by non autistic children by using shape matching skill for the case study. The results obviously show that tangible user interface is easier to use for the children with autism than the WIMP interface. The difference between the two UIs is noted to be much more noticeable than the case of non autistic children.

Then in this paper the experiment was conducted to compare the two training methods in term of learning efficacy. The measurement was done by means of pre-test

and post-test. Before the first session the participants were asked to do a pre-test. The test consists of 6 pictures of geometric shapes and the participants were asked to select the matching shape. After completing all training sessions, they were again asked to do a post-test. The same post-test was conducted again a week later. The tests were then analyzed. The difference between the pre-test and post test results was used to measure learning efficiency. The analysis results are shown in Table 1 and 2. From these tables, it was found that the participants from the group where the TUI-based training system was assigned could learn more shapes than those from another group using the conventional training method.

In supporting the hypothesis that the TUI-based system achieves higher learning efficiency (in terms of the number of learned shapes) as compared with the conventional method, the Two-sampling t - test is used (due to a small sample size with the assumption that the population is normally distributed). At the significant level of 0.05, for the pre-test, the calculated value of $t = 2.457$. Then the p -value for this upper- tailed test is 0.046. The p -value is less than 0.05. On the other hand, for the post-test the calculated value of $t = 6.807$ Then the p -value for this upper- tailed test is 0.000004. Therefore at the significant level of 0.05, the null hypothesis is rejected. It is thus conclude that the tangible user interface training system is more efficient for training basic shape skill than conventional treatment as measured by the number of learning object shapes.

Based on observation during the experiment, we also found that time to complete the task using the TUI-based training system was generally shorter than that of the conventional method. We noticed also that, while strongly expressing unwillingness to use the conventional method, all participants were joyful when training with the new system.

Table 1 The number of correct matching shapes of the pre-test and post-test for the grouped assigned with the TUI-based training system.

Nam e	pre-test score/6	post-test score/6
T1	1	6
T2	0	6
T3	0	6
T4	0	4
T5	0	6
T6	0	5
T7	0	6
T8	0	6

Table 2 The number of correct matching shapes of the pre-test and post-test for the grouped assigned with the conventional method.

Name	pre-test score/6	post-test score/6
C1	0	1
C2	0	2
C3	0	1
C4	0	2
C5	0	3
C6	1	2
C7	0	0
C8	0	1

Table 3 The statistics values for the case of the TUI-based training system and the conventional method, as obtained from the pre-test.

TUI		Conventional		S _p	t-test	P-value
\bar{X}_1	S.D. ₁	\bar{X}_2	S.D. ₂			
4.75	2.5	1.5	1.0	1.620	2.457	0.046

Table 4 The statistics values for the case of the TUI-based training system and the conventional method, as obtained from the post-test.

TUI		Conventional		S _p	t-test	P-value
\bar{X}	S.D. ₁	\bar{X}	S.D. ₂			
5.375	1.768	1.5	0.926	1.065	6.807	0.000004

6. Conclusion

In this paper, we reported the effective of the tangible user interfaces system to support training basic geometric shape for low-functioning children with autism. The results from the experiment clearly show that the children with autism who study from the TUI training system can learn more shape than conventional treatment. Furthermore, TUI was more attractive and offers a multimedia real time feedback that stimulates children's learning and also increases their attention span rather than the conventional treatment.

7. References

1. Dautenhahn, K., Design issues on interactive environments for children with autism, in *Proceeding 3rd Intl Conf. Disability, Virtual reality & Assoc* (Alghero Italy, 2000)

2. Jerry, A., F., Allison, D., Gene, C., Sante, S., and Wayne, C. Child's Play: A Comparison of Desktop and Physical Interactive Environment, in *Proceedings of IDC'05* (Boulder CO, June 2005) 48-55
3. What is Autism? Available at <http://www.nas.org.uk/nas/jsp/polopoly.jsp?d=211>
4. Autism. Available at http://www.kidshealth.org/teen/school_jobs/school/autism.html
5. Neurology channel. Available at <http://www.neurologychannel.com/autism/treatment.shtml>
6. Barry, M., and Pitt, I. Interaction Design: a Multidimensional Approach for Learners with Autism, in *Proceeding of IDC'06* (Tampere Finland , June 2006) 33-36
7. Bosseler, A., and Massaro, D., W. Development and evaluation of computer-animated tutor for vocabulary and language learning, in *Proceeding of 15th International Congress of Phonetic Sciences* (Barcelona Spain, August 2003)
8. Strickland, D., Marcus, L., M., Mesibov, G., B., and Hogan, K. Brief report: Two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children. *Journal of Autism and developmental Disabilities* (1996) 651-659
9. Leonard A., Mitchell, P., and Parson, S. Finding a Place to Sit: A Preliminary Investigate into the Effectiveness of Virtual Environments for Social Skills Training for People with Autistic Spectrum Disorders, in *Proceeding, 4th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech.*, (Veszprém, Hungary, 2002)
10. Statistics on Voice, Speed, and language. Available at <http://www.nidcd.nih.gov/health/statistics/vsl.asp>
11. Bernard-Opitz, V., Sriram, and Nakoda-Sapuan, S. Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through computer-assisted instruction, *Journal of Autism and Development Disorders* (2001) 377-384
12. Werry, I., and Dautenhahn K., Toward Interactive Robots in Autism Therapy: Background, Motivation and Challenges, *Pragmatics and Cognition*, 12(1):1--35, 2004.
13. Sitdhisanguan, K., Chotikakamthorn N., Dechaboon, A., and Out, P. Comparative study of WIMP and Tangible User Interfaces in training shape matching skill for autistic children, in *Proceeding of TENCON IEEE Region 10 Conference*(Taipei Taiwan, 2007) 1-4
14. Price, S., Rogers, Y., Scaife, M., Stanton, D., & Neale, H. (2003). Using 'tangibles' to promote novel forms of playful learning. *Interacting with computers, Special Issue: Interaction design and children*, (May,2003)

Using tangible user interfaces in computer-based training systems for low-functioning autistic children

Karanya Sitdhisanguan · Nopporn Chotikakamthorn ·
Ajchara Dechaboon · Patcharaporn Out

Received: 16 August 2010 / Accepted: 4 April 2011 / Published online: 3 May 2011
© Springer-Verlag London Limited 2011

Abstract In this paper, the design of a computer-based training (CBT) system for low-functioning autistic children is addressed. The emphasis is on ease-of-use and learning efficiency of CBT systems with different interaction styles, namely the WIMP (Window Icon Menu Pointing Device) and TUI (Tangible User Interface) interaction styles. Two WIMP-based CBT systems with different pointing devices were involved in the study. The first system applied a standard computer mouse as a pointing device, while the second one employed a touch screen instead. For the TUI-based CBT system, a tabletop setting was adopted. Based on the known characteristics of TUI and children with autism, as well as related cognitive and learning theories, the benefits of TUI for low-functioning autistic children have been investigated. Elementary skill teaching was chosen as a case study for performance evaluation of these CBT systems. Empirical results show that the touch-based and TUI-based systems offered much better ease-of-use performance than that of the mouse-based system. Regarding learning efficacy, experimental results show that the TUI-based system achieved higher skill improvement, as compared with the WIMP-based system and a non-

computer training method. Some guidelines and suggestions for the design of a TUI-based system for children with autism are summarized.

Keywords Tangible user interface · Autism · Computer-based training · WIMP · User interface design

1 Introduction

Autism is a disorder of brain function that typically appears early in life before the age of three [17, 46]. Autism can result in impaired social interaction, communication difficulties, restricted interests, and repetitive activities. People with autism often exhibit abnormal responses to sensory stimulation (e.g., sound, lighting, or smell). They also usually have moderate mental retardation, and have a higher risk for developing epilepsy [60]. Some autistic patients exhibit aggression and self-injurious behavior (e.g., head banging and biting themselves) [14].

There is a wide range of impairment degree among people with autism. However, they can be roughly categorized as either high-functioning autism (HFA) or low-functioning autism (LFA). As in broader training and medical applications, computer and assistive technologies have long been applied to a variety of autism spectrum disorder treatments [22, 35, 44] (see also [15] and references therein). Reports from previous works suggest that the benefits of computer technologies include increased motivation, decreased inappropriate behavior, increased attention, and learning efficacy. When considering computer-related technology that has so far been applied for autism treatment, each of them falls under one of the following categories: (1) general-purpose computer technology (normally a desktop computer with standard I/O

K. Sitdhisanguan (✉) · N. Chotikakamthorn
Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute
of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand
e-mail: s7066005@kmitl.ac.th

N. Chotikakamthorn
e-mail: nopporn@it.kmitl.ac.th

A. Dechaboon
Occupation Department, Chiangrai Hospital, Chiangrai,
Thailand

P. Out
Pediatric Department, Chiangrai Hospital, Chiangrai, Thailand

devices, but could also be computers of different form factors such as a PDA), (2) robotics technology, and (3) virtual reality technology. Early uses of computer technology applied a general computer system for teaching various skills [1, 7, 19, 55, 65]. However, many programs under this category are for developing language-related skills [10, 18, 29, 36]. Both robotics and virtual reality technologies have been applied to provide a high degree of interactive realism not achievable by a standard computer system. Uses of robotics technology for autism treatment have been reported, for example, in [4, 48, 50]. Generally, it has been reported that the use of robots helps improve children with autism motivation and engagement in therapy. For example, under the Aurora project [9], an autonomous mobile robot was used to encourage children with autism to engage in social interaction. In another work under this category, a simple robot was used to facilitate social interaction development in children with autism [30]. The last of the three categories is virtual reality technology and its application for autistic treatment [6, 20, 40]. Strickland et al. [57] described two case studies examining the suitability of virtual reality equipment and computer-generated worlds for autistic users. Leonard et al. [33] employed a virtual reality system to teach children with autism certain social skills.

With an exception of [16, 28, 53, 54, 66], the above and other related studies focused on high-functioning autism. Perhaps it is the level of cognitive, language, and fine motor ability of typical LFA children that make computer technologies less accessible for them. For example, abstraction of icons and metaphors used in WIMP interface may not be comprehensible by users with cognitive impairment. In addition, for a person with limited fine motor skill, operating a mouse device can be extremely difficult. Most LFA children fall under this user group with manual dexterity difficulty.

Recently, a novel computer interaction style, known as Tangible User Interface (TUI), has been proposed and studied [24, 39, 61]. A TUI employs a physical artifact as part of its UI components. Such artifacts can be a physical representation of a digital object or act as a control for the manipulation of a digital object/information [23]. One of the TUI benefits commonly cited is its ease of use [37]. Others include its offering of richer multimodal interface, increased task engagement, and exploratory learning [32]. Regarding the relationship with current computer-related technologies for autism treatment, TUI is on the same line of ubiquitous computing paradigm as robotics technology. In fact, some robots used for autism treatment can also be regarded as a form of TUI [4].

In our study, TUI was used to improve computer accessibility and lesson engagement for LFA children. A combination of cognitive and learning theories, as well as

knowledge of LFA characteristics and UI design foundation, is applied to guide the selection and design of an appropriate interaction style for LFA children. We address the notions of engagement, and intrinsic/extrinsic motivation, with their relation to the benefits gained by TUI in LFA learning. In addition, empirical results from a case study of LFA elementary skill training were reported. Shape and color recognition are two elementary skill lessons selected for the study. Experiments were performed to evaluate the relative ease of use and learning efficacy of three computer-based training (CBT) systems with TUI and WIMP interfaces. Empirical results were then analyzed to gain a further insight into the benefits of TUI for this type of application. Guidelines are provided for designing a CBT system for LFA children.

2 LFA autism treatments

Generally, treatment programs for autism include training basic living skills through occupational therapy as well as any of the following: behavior modification, speech therapy, physical therapy, music therapy, changes in diet, medication, and hearing or vision therapy [58]. Among the various types of treatment, occupational therapy plays an important role in an overall treatment program [8]. The main purpose of occupational therapy is to help a person with autism improve his/her quality of life, both at home and in public places. Areas of focus include daily living skills, gross motor skills, perceptual skills, and visual and social skills [62]. Improvement of these skills is achieved by using various play-like training activities [2]. Another occupational therapy treatment method is a role-playing game, which is used mainly to teach children with autism daily living skills [56].

Color and shape recognition are among early cognitive skills to be learned by LFA children [21, 26]. They are part of a foundation for acquiring other occupational therapy skills [2]. The skills can be trained, for example, through participation in a so-called matching game. As an example, to teach shape recognition skill with this training method, two identical sets of picture cards are used. Each card contains on its face a picture of each basic shape. A practitioner randomly chooses one card from the first set and shows its face to an autistic student. The student is then asked to select a card of matched shape face from the second card set. Similar procedures are applied for teaching color recognition skills. Hereafter, this training scheme is referred to as a card-based method (Fig. 1).

Due to a social interaction problem, as well as other autism impairments, children with autism often express their unwillingness to cooperate in such training session. This can significantly reduce learning efficacy.

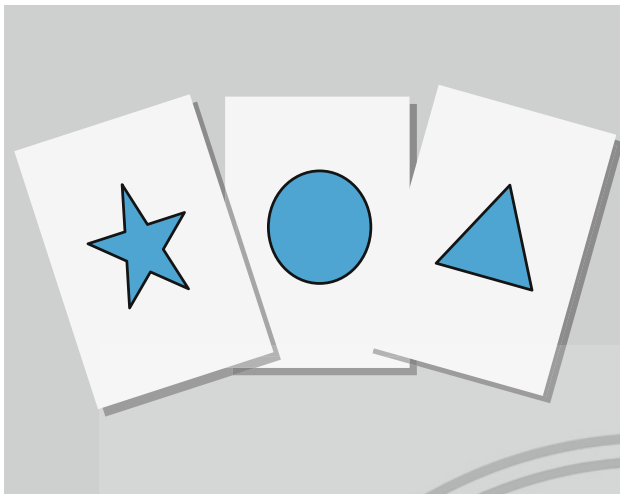


Fig. 1 A card set used in a conventional card-based method for shape recognition skill training

3 Tangible user interface for autism computer-based training

3.1 Tangible user interface

In a view derived from a ubiquitous computing concept, TUI is seen as a way to augment the physical world by a computer system through integrating digital (or virtual) objects with physical ones [23]. To be more specific, TUI can be regarded as a form of interaction that utilizes (specialized, in most cases) input/output devices that represent or control one or more digital objects. Without TUI, these digital objects are normally represented visually through a computer screen and interact with a user through a pointing device (e.g., a mouse device).

Recently, TUI has gained increasing attention, both from HCI researchers and from non-HCI communities interested in its application [11, 52, 67]. TUI benefit lies partly in its ability to take advantage of our physical object manipulation skills, which are acquired and developed naturally as one grows up. Direct manipulation of physical objects also reduces cognitive effort while interacting with a computer system. By utilizing such naturally developed skills, TUI advantages include better efficacy for some computer-assisted tasks and ease of computer usage. It has been reported that a computer system with TUI is more accessible to young children, people with learning disabilities, and novice computer users [32, 68].

3.2 TUI and computer-based training

Many researchers have explored how TUI can be used to improve usability as well as learning efficacy in computer-based training (CBT) systems for neurologically typical

(NT) children. For example, Price et al. [43] reported that TUI can potentially be used for playful learning. It was reported that TUI contributed to a high degree of immersion and engagement for children participating in various forms of learning activities. The study by Madhur et al. [34] explored the use of TUI with a tabletop setting to teach early fundamental mathematics to young children. For children with autism, tangible technology has also been applied for the development of social skills and sensory awareness [5, 42, 63]. Based on a tangible interface, Jin-ling et al. [25] created the Playful Tray, a tool used in play-based occupational therapy for reducing poor eating behavior in young children with HFA and Asperger syndrome. In this case, TUI was designed to increase children's engagement to eating activities.

Despite a lack of study on the use of TUI for LFA children, there are some reasons to believe that LFA children can also benefit from TUI. They are derived from the investigation on TUI benefits for people with autism, the LFA case in particular, as described below.

3.3 Benefits of TUI for LFA children

Based on common characteristics of LFA children, to successfully apply CBT systems, it is suggested that important learning steps to go through are as follows:

1. Using a (learning) tool: He/she (an LFA child) must first learn how to use a learning tool/system. Also, he/she should be able to use it properly.

Rationale: For some LFA children, there is a certain degree of fine motor skill deficiency. These users generally have difficulty performing some mouse movement operations, including drag and drop ones. With cognitive impairment, which can be severe for LFA children, these users may also have difficulty in understanding metaphors (visual/symbolic representations of real-world objects) normally applied in modern GUI applications.

2. Engaging to a lesson: Student needs to be kept engaged to a learning activity. In addition, it is important to make sure that such engagement is also associated with a learning lesson [27, 51].

Rationale: Due to problems in social development, repetitive behavior and sensory (hyper/hypo) impairment, engagement is one of the major problems in teaching/training children with autism. One of the benefits in using a computer system as a learning tool is its ability to provide media-rich stimuli. Such stimuli, along with simplicity and predictability of a computer system, can be very attractive for children with autism. LFA children engagement may result from extrinsic motivation (e.g., rewarding/reinforcing stimuli such as animation and sound) or intrinsic

motivation (e.g., certain toys or objects which are subjects of restricted interest of children with autism [3, 47] integrated in learning activities). Either one or a combination of these motivations can be used to keep students engaged in learning activities. Note, however, that sometimes engagement does not necessarily lead to learning goal achievement. This is the case, for example, if the subject of interest is simply a sensor stimulating toy and is not properly structured under an overall learning activity.

3. **Learning skill:** Skill is learned and retained.
Rationale: With cognitive impairment, LFA children normally learn at a much slower pace than typically developing peers. Thus, in practice, this calls for training sessions to be arranged on a regular basis over a sufficiently long period.
4. **Generalization:** Student can generalize and appropriately apply skills learned.
Rationale: Due to the associative nature of the way LFA people learn. Children with autism are known to have difficulty in generalizing skills learned when applying those skills in real-life settings [64].

The problems for LFA children in each of these steps can be partly solved through careful design of a learning system. Here, we investigate what TUI can offer to help alleviate these problems. The results of analytical investigation are described below.

1. **Using a tool:** One of the main strengths of TUI is its ease of use [37]. For example, with a tabletop TUI style [13], a user interacts with a system through grasping, moving, and laying one or more tangible artifacts around a tabletop space. Such physical manipulation can be simpler than a mouse device operation, resulting in less demand for eye–hand coordination effort and fine motor skill.
2. **Engaging in a lesson:** In TUI, toys or other objects that are attractive and/or familiar to LFA children can be used as graspable objects for system interaction. An important TUI design decision is where learning-related objects (those which convey learning content) should reside. This can be either in a digital part (e.g., a computer) of the system, a physical part (tangible/graspable objects) of the system, or both. If learning-related objects reside only in the digital part of the system, the potential benefits of TUI can be rather limited. On the other hand, if learning-related objects reside and are integrated in both physical and digital parts of the system, TUI is expected to yield the most pronounced effect on increasing the level of engagement to a lesson.
3. **Learning skill:** There have been many research results on learning in people of young ages, as well as in

children with autism, that support the use of TUI for learning enhancement [31, 38, 45]. For example, an occupational therapy method that supports sensory integration is believed to help stimulate brain activity in children with autism, and thus enhancing learning ability [41]. This is particularly relevant for LFA children who have severe cognitive impairment. In addition, with such impairment, learning through physical manipulation can be simpler and useful for LFA children, as compared with learning through a method relying on symbolic or language interpretation alone. TUI, with its interaction richness involving the use of multiple senses for physical object manipulation, should therefore enhance learning efficacy in LFA children. With a CBT system, it is possible for LFA children to be trained more frequently, alleviating a retention problem.

4. **Generalization:** Many research works suggest that people with autism, LFA ones in particular, learn things through an associative mechanism [59]. This makes it very difficult for them to apply skills or knowledge learned under a real-world setting, due to a mismatch between things in real-life situations and those in a training environment. Usually, even a slight mismatch can cause such a problem. Therefore, graphical representation of real-world objects as provided by a GUI interface is far from sufficient. TUI offers an opportunity for real-life objects to be used as part of a human–machine interaction.

4 CBT systems for teaching elementary skills

Two elementary skills (shape and color recognition) were chosen as a case study. Three computer-based training (CBT) systems were designed and developed for teaching these skills. Two of the systems were designed based on a WIMP interface. They differed mainly in the choice of a pointing device used. One of them used a standard computer mouse as a pointing device, while the other adopted a computer touch screen instead. These systems will be referred to as the mouse-based system and the touch-based system, respectively. The third system used a tabletop TUI interface. All of them follow the same interaction steps, which are similar to those conducted by an occupational therapist during a conventional card-based training method (see Sect. 2 for more explanation).

4.1 Design of the WIMP-based systems

Except for the choice of a pointing device, the two WIMP-based systems are very similar in their design. Therefore,

we describe the design detail only for the case of the mouse-based system. The system used a general-purpose personal computer, with a 19-inch LCD monitor and a standard mouse device. A CBT program was developed to run on this hardware platform. In shape recognition training, a shape matching skill is the subject of learning (see Fig. 2).

From the figure, once the training starts, a geometric shape is randomly selected and shown on the screen centre. Through a narrative voice, a user is asked to match it with one of the choices displayed as shaped symbols at the bottom of the screen. To do the matching, a series of point-and-click operations must be performed.

First, a user moves a mouse pointer over the shape symbol to be chosen. The symbol is then ‘picked’ by pressing the left mouse button. Then, by moving the mouse pointer, the chosen symbol is dragged along with the pointer over the shaped picture displayed at the centre of the screen. To complete the matching task, a user presses the left mouse button again to release the control on the chosen symbol and confirm the selection. This pick-and-drop manipulation style was chosen instead of the normal drag-and-drop style because, from a preliminary study, the latter appeared to be difficult for LFA children. This is particularly the case for those who severely lack fine motor skills.

From the confirmed user response, feedback was delivered by the system. If the chosen symbol is a correct answer, the system provides positive reinforcement in the form of an animated cartoon figure, along with an applauding sound and music (Fig. 6). For an incorrect answer, the system only shows a cross-sign, along with a narrative voice encouraging a learner to try again. Here,

strong negative feedback or an animation display was avoided. Strong negative feedback may have undesirable effects (e.g., discouragement or negative behavior), on LFA children in particular, because they tend to have low levels of engagement with learning activities in the first place. Also, system feedback containing any kind of animation may be misinterpreted by LFA children. For example, some of them develop affection for animation feedback regardless of its context. As a result, negative animation feedback may consequently encourage them to either repeatedly choose the same (wrong) answer or make random selections.

A similar design to the one described above was applied for the touch-based system. In this latter case, however, a shape is picked (dropped) by touching (releasing) an on-screen shape symbol.

4.2 Design of the TUI-based system

In the TUI system, a computer screen is shown on a semitransparent tabletop through a digital projector installed inside the table (see Fig. 3). The actual screen display size was approximately 40 × 45 cm, which is slightly larger than the screen size of LCD monitors used in the WIMP-based systems. A CBT program was developed and run on a general-purpose computer.

Design of the program was similar to that of the WIMP-based systems. However, instead of shape symbols and pointing devices used in WIMP-based systems, the TUI-based system uses wood blocks and toys for physical representation and manipulation of learning subjects (geometric shapes and colors in this case). Compared with conventional training, these tangible objects play a similar



Fig. 2 A screen shot of the WIMP-based systems

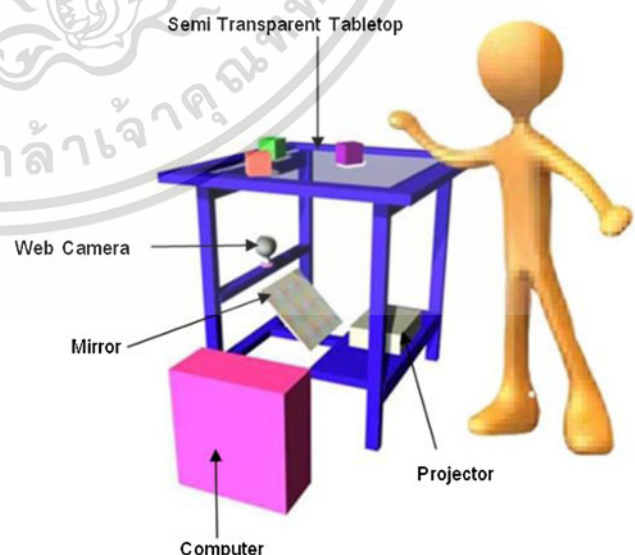


Fig. 3 Hardware components of the TUI-based system

role to that of picture cards in the card-based training method (see Fig. 1).

When asked, through a narrative voice, to choose a shape (or color) which matches the shown one, a child is expected to select one of the available tangible objects (wood blocks or toys) by grasping it. Then, to complete the selection, he/she places it on a tabletop area where the shown picture appears.

A web camera placed underneath the tabletop is used to detect and identify the chosen tangible object. Infrared LED tubes were embedded on each tangible object. Each wood block or toy contains a unique number of tubes. Thus, from the picture taken by a web camera, the number of bright spots can be used to identify the selected and placed object. Here, this object identification method was adopted because it is applicable for objects with a wide variety of shapes, including those without flat base. For color matching skill training, toys and things found in everyday life were also used as tangible manipulation objects in addition to wood blocks. Toys and objects of everyday life were useful not just for keeping LFA children engaged, but also to improve the generalization of skills learned.

5 Experiments and analysis

Experiments were conducted to evaluate the TUI-based and WIMP-based CBT systems, as detailed in the previous section. Evaluation emphasized on the system ease of use and learning efficacy. In the first experiment, the TUI-based and two WIMP-based CBT systems were used for shape matching skill training. They were compared in terms of relative ease of use. In the second experiment, the case of color matching skill training was considered. Both LFA and NT children participated in this experiment. The purpose is to compare how differently the TUI interface affects the ease of computer usage for LFA and NT children. A third experiment was conducted to compare learning efficacy of the TUI-based and touch-based CBT systems. The conventional card-based method was also conducted, whose result is used as a comparison benchmark.

5.1 Experiment I

This experiment was conducted to evaluate the three CBT-based systems in terms of the ease of use. The shape matching skill training was chosen as a case study. LFA children participated in the experiment. Due to their young ages and cognitive impairments, standard methods for ease of use evaluation such as questionnaires and user interviews were not applicable. In this study, the evaluation was

conducted by observing and counting the number of times that each participant was unable to carry out the training task appropriately due to his/her lack of understanding or skill for system usage (see Sect. 5.1.2 for detailed coding method).

5.1.1 Subjects

Twelve LFA children participated in the experiment. Their ages were between 3 to 5 years. Male subjects were chosen because they form a majority (75%) of autistic population [12]. The number of participants was limited because they were screened based on cognitive ability, non-verbal skill, and treatment record. All of them were diagnosed with LFA according to DSM-IV criteria. The subjects were split equally in three groups. Subjects in each group used only one of the three systems.

5.1.2 Experiment design

The experiment took place at an overtime clinic, so that the test would not interrupt the regular treatment. It was composed of six training sessions, one on each of six consecutive days. Each session lasted for 25 min. At the beginning of each session, a subject was given an explanation and demonstration on how to use the system to complete the learning task (shape matching). The explanation and demonstration were provided by an occupational therapist and lasted for 10 min. Then, the therapist asked each subject to perform the learning task by himself/herself for 10 min. During that time, the therapist acted as an observer and only assisted when there was an indication that one of the following situations occurred: (1) A subject entirely loses his/her attention to the learning task. (2) A subject cannot perform the task correctly due to the lack of knowledge or skill on system usage.

The first situation was indicated when a subject lost attention to the task (e.g., being distracted to something else) and stopped interacting with the system for more than 30 s. When this occurred, the therapist reminded the subject to pay attention to the task. The second situation was indicated and coded when one of these events occurred.

1. A subject did not know how to do the (shape) selection and confirmation or did it in a wrong way. As an example, for the TUI-based system, this was the case when a subject laid down a chosen wood block on a wrong tabletop area.
2. A subject had difficulty performing the necessary operations and actions. As an example, this was the case when a subject had difficulty in pressing or moving a mouse device.

5.1.3 Results

As previously stated, the systems ease of use was measured by the number of assists due to the ease-of-use issue (the assistance under the second situation explained in Sect. 5.1.2). The results of measured ease of use for the three CBT systems are shown on Tables 1, 2, 3. As expected, for all of the three systems, the number of assists reduced as the experiment progressed from the first to last session. In all sessions, however, the touch-based system yielded the best result. Apart from exceptional cases of subjects C2 and C3, the TUI-based system offered comparable results to those of the touch-based system. By excluding the subjects with poorest and best results in each of the three cases, the medians of the number of assists, required for the three CBT systems, are shown in Fig. 4.

5.1.4 Discussion

From Fig. 4, poor results are noticeably seen for the mouse-based system. It was observed during the experiment that this was mainly due to the high demand for fine motor skills in operating a mouse device. The problem was found in pressing a mouse button and positioning the mouse pointer. Most subjects improved such skills as the experiment progressed to later sessions. However, there is an exception for the subject A3, where the number of assists increases in Session 5 from the previous session (see Table 1). Excessive hyperactivity of the subject might contribute to this peculiar result.

Table 1 The number of assists on the ease-of-use issue, as needed for the mouse-based system in Experiment I

Subject no.	Session no.					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
A1	20	14	15	10	10	10
A2	30	13	11	8	7	1
A3	20	17	16	8	10	7
A4	18	16	16	12	8	6

Table 2 The number of assists on the ease-of-use issue, as needed for the touch-based system in Experiment I

Subject no.	Session no.					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
B1	3	1	0	0	0	0
B2	2	2	1	0	0	0
B3	1	2	1	0	0	0
B4	2	0	0	0	0	0

Table 3 The number of assists on the ease-of-use issue, as needed for the TUI-based system in Experiment I

Subject no.	Session no.					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
C1	2	0	0	0	0	0
C2	0	0	0	0	0	0
C3	8	8	3	0	0	0
C4	3	1	0	0	0	0

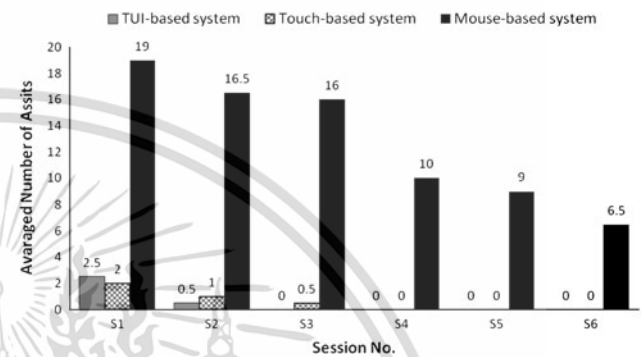


Fig. 4 The averaged (median) numbers of assists on ease-of-use issue, for each of the three systems in Experiment I

The touch-based version of a WIMP-based system appeared to greatly solve the mentioned fine motor skill problem, as it provided the best results among the three systems. Overall, the TUI-based system offered comparable result to that of the touch-based system, except for the subject C3 who exhibited a form of self-stimulatory behavior by rubbing his skin with his hand. This behavior may not be harmful, but in this case it appeared to interfere with the learning activity.

Interestingly, it was noticed that the subjects using the TUI-based system expressed their high enthusiasm and enjoyment during the experiment. This is in contrast with the touch-based system. For the touch-based system, while offering slightly better results in terms of the system ease of use, the subjects did not show the same affection or enthusiasm to use the system as for the TUI-based system case. Often, subjects interacted with the touch-based system spontaneously. Their level of lesson engagement was low as it was found that their activities were usually not related to the learning task. For example, many of them touched a screen spontaneously without paying attention to a task instruction. No disengagement from the learning task was found for the case of the TUI-based system.

5.2 Experiment II

This experiment was conducted to study the learning efficacy in using TUI-based and WIMP-based systems. Of the

two WIMP-based systems, only the touch-based system was considered because of the poor ease-of-use result in the mouse-based system. The color recognition skill training was used as a case study. Results from computer-based training were compared with that of conventional training methods. The conventional color recognition training method was conducted similar to the card-based method for shape recognition, with color sticks used instead of picture cards as teaching tools. Hereafter, this conventional training method will also referred to as the color-stick method.

5.2.1 Subjects

Twenty male LFA children participated in the experiment. Their ages were from 3 to 5 years. They were screened to have comparable learning and non-verbal ability. In addition, all of them had no prior computer usage experience. During the first phase of the experiment, eight LFA children were trained on color recognition skills with the TUI-based system. Another eight LFA children were trained using the conventional color-stick method. Later, an additional four LFA children were available for repeating the experiment with the touch-based system. The unequal number of participants in this case as compared with those of the first two conditions was due to the lack of LFA children meeting the screening criteria.

5.2.2 Experiment design

As in the first experiment, this experiment was conducted at an overtime clinic, so that the test would not interrupt the regular treatment. The experiment was performed 5 days a week and lasted for four consecutive weeks. On each day, ten training sessions were conducted. The rest time between sessions was 2 min. In all sessions, learning activity involved recognition of six colors (black, white, red, green, blue, and yellow).

The overall training program was composed of three lessons of different difficulty levels. The learning task for the level-1 lesson was conducted in the first week. For all training methods, the lesson followed the same instructional steps as for the shape recognition skill training in the first experiment. In each session, a participant was asked six color matching questions in total. Matching for each of the six mentioned colors was performed one at a time. The order of colors shown for each session was, however, randomly chosen. While in the first experiment each session lasted for a certain time period, each session in this experiment ended when a participant completed the responses to all color matching questions. Such task completion criterion was adopted because it was also a standard practice in the conventional training method. Figures 5, 6

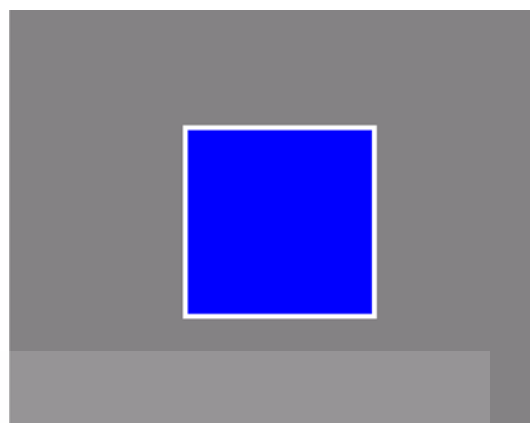


Fig. 5 A screen shot of the first-level lesson in the TUI-based training system

show some of the program screen shots for the level-1 lesson of the TUI-based system. Wood blocks were used as tangible objects of the same shape (rectangle), but with different colors (Fig. 7).

For the level-2 lesson, used during the second and third weeks, instructional steps were the same as before. For the TUI-based system, the color wood blocks were replaced by toys and everyday objects of different colors (Fig. 7). During the fourth week, where the level-3 lesson was used, subjects using the TUI-based system were asked to choose a tangible object with the same color as named by the system narrative voice. No picture of a color was given at this level. At all levels, correct- and incorrect-response feedback was the same.

Subjects trained with the conventional color-stick method followed a similar training schedule as for the TUI-based system case (Fig. 8). Similar toys and everyday objects were used in place of color sticks during level-2 lessons. For the subjects trained with the touch-based system, the same level-1 lesson as used in the first week was used in the second and third weeks of the experiment.

At the beginning of each training session, a therapist introduced the participants to each of the six colors (black, white, red, green, blue and yellow). Then, she gave instructions on how to carry out the learning task for each lesson. Learning efficacy was measured by means of a pre-test and a post-test. Before the first training session started, the participants were asked to do a pre-test. The test was conducted based on a current practice as part of the (non-computer) color-stick method. The number of correct answers for each participant was recorded. A similar test was conducted again after completion of all training sessions. In addition, at the end of the 6th week since the experiment started, a learning transfer test was conducted. The test involved asking a participant to identify the colors of objects residing within a living room of the hospital

Fig. 6 Level-1 response feedbacks. **a** correct-response feedback: a correct sign with an animated smiling figure, **b** incorrect-response feedback: an incorrect sign with the animated figure in bad mood

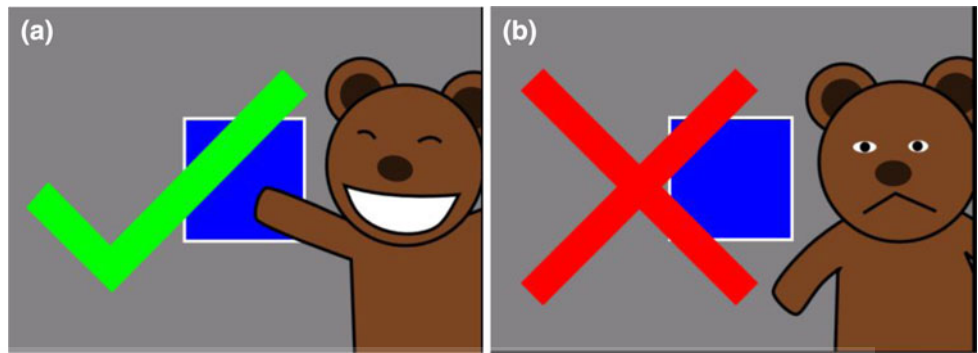


Fig. 7 Some of the color wood blocks and toys used as tangible objects in the TUI-based system



Fig. 8 A picture of an autistic child while choosing a color stick, in conventional color recognition training

where one of the authors was affiliated. The objects involved in the test were red carpet, black sofa, yellow clock, white photo frame, blue vase, and green ornamental plants.

5.2.3 Results

As explained before, learning efficacy was measured by means of a difference between pre-test and post-test scores. The results are shown in Tables 4, 5, 6. From these tables,

it is seen that learning efficacy for the participant group using the TUI-based system is significantly higher than those using the touch-based and color-stick methods. For the learning transfer test, the average score (obtained by counting the number of colors correctly pointed out) for the group using the TUI-based system was 1. For the group trained with the conventional method, none of their members could point out any colors correctly. Only one of the LFA children trained with the touch-based system could point out one color, while others in the group could not point out any color correctly.

5.2.4 Discussion

From Tables 4, 5, 6, based on both individual and averaged (median) learning efficacy scores, the TUI-based system produced the best result among the three training methods. From observation information, it was suggested that the far superior learning efficacy of the TUI-based system was attributed to strong lesson engagement of the subjects in its group. In contrast, it was noticed that, for the second group, all subjects repeatedly expressed their strong unwillingness to train with the conventional color-stick method. Low level of lesson engagement was also observed for subjects using the touch-based system. To be more precise, the subjects in this group tended to touch the screen spontaneously. Such engagement to activities not related to the lessons was rarely found for the case of the TUI-based system, even for the level-2 lesson sessions where toys and

Table 4 The pre-test and post-test scores for color recognition, using the TUI-based system

Subject	Pre-test score	Post-test score	Learning efficacy score
D1	0	4	4
D2	0	6	6
D3	0	6	6
D4	0	6	6
D5	1	6	5
D6	0	6	6
D7	0	6	6
D8	0	5	5
Averaged (median) efficacy score			6

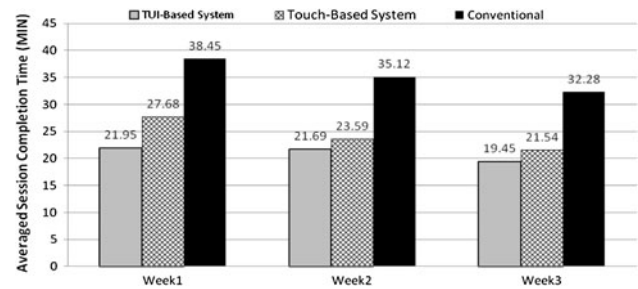
Table 5 The pre-test and post-test scores for color recognition, using the conventional method

Subject	Pre-test score	Post-test score	Learning efficacy score
E1	0	3	3
E2	1	2	1
E3	0	2	2
E4	0	1	1
E5	0	0	0
E6	0	2	2
E7	0	1	1
E8	0	1	1
Averaged (median) efficacy score			1

Table 6 The pre-test and post-test scores for color recognition, using the touch-based system

Subject	Pre-test score	Post-test score	Learning efficacy score
F1	1	2	1
F2	0	1	1
F3	0	2	2
F4	1	1	0
Averaged (median) efficacy score			1

everyday things were used as tangible objects. It was also observed that the time spent to complete a lesson in each session when using the TUI-based system was on average shorter than those of the other two training methods (see Fig. 9). It was also observed that the time spent to complete a lesson in each session when using the TUI-based system was on average shorter than those of the other two training methods (see Fig. 9). The same data were then analyzed using a one-way ANOVA at a significant level of 0.01. Despite a small sample size used in the experiment, the

**Fig. 9** Averaged time to complete the training sessions for the three training methods in Experiment II

obtained p value of $0.003 < 0.01$ provides strong evidence that the three methods yielded different lesson completion times. Results on completion time in the 4th week, where the level-3 lesson was used, were omitted. During that week, participants spent excessively long periods on each session (especially for the conventional method) such that a session needed to be stopped before all the required responses were completed.

As mentioned in Sect. 5.2.4, it was found that the subjects using the TUI-based system performed better than those using the other methods in applying the knowledge learned to real-life settings. This improvement in generalization ability is encouraging, because it is what most autistic people perform poorly in despite extensive training.

6 Design guidelines

Below is a list of guidelines and learned lessons, summarized from the experience gained during the design and use of CBT systems for LFA children. Some guidelines are specific to TUI design, while others are for general UI and CBT design for children with autism.

- *Tangible object size*: Because most LFA children lack fine motor skills, a tangible object size matters to them more than NT children. It is thus very important that the size of a tangible object used for these users is chosen such that it can be grabbed with ease.
- *Tabletop size*: The size of a tabletop should be chosen such that its whole space is within arms-reach. By reducing unnecessary body movement during system interaction, a chance for a user being distracted by the surrounding environment is also reduced. Nevertheless, if the space is too small, LFA children tend to feel uncomfortable, also leading to attention loss.
- *Learning stimulation*: In general, cognitive processes for LFA children can be comparatively slow. Typically during conventional training, an autistic user needs to be stimulated by a therapist from time to time, to bring back his/her attention to the lesson. For training with a

CBT system, stimulation (such as narrative voice) should be applied if the system receives no response from a user for a certain time period. Based on empirical study, the one-minute waiting time is suggested. This waiting time period, while appearing to be relatively too long for NT users, was chosen here because in general the brain processes of LFA children are comparatively slow.

- *Use of sound*: Children with autism may be excessively sensitive to certain sounds. Thus, it is suggested that disturbing and explosive sounds such as those of a buzzer or exploding fireworks should be avoided.
- *Incorrect-response feedback*: For NT children, use of negative emotion expression (by means of animated cartoon-like figure, for example) as part of an incorrect-response feedback can be useful in communicating a wrong answer to learners. However, this kind of feedback should be avoided or kept to a minimal in a CBT lesson designed for an autistic child. Children with autism have a limited understanding of human emotions and behavior [49]. As a result, they may not be able to understand correctly the meaning that such feedback attempts to communicate. For example, it was observed that when a negative emotion expression was used as part of an incorrect-response feedback (e.g., an animated cartoon-like figure expressing bad mood), some children with autism were attracted to such feedback. As a consequence, they repeatedly chose a wrong answer so as to watch the feedback again and again.
- *Giving a correct answer*: For an interactive lesson, in which a user learns things by interacting with a system, a correct action or answer should be provided after some unsuccessful/incorrect attempts. For an autistic child, from an empirical study, it is suggested that the system should allow up to a maximum of five unsuccessful attempts before showing a correct answer to a user. Asking for more answer attempts beyond that point could lead to an autistic learner being frustrated or reacting aggressively.
- *Choice of foreground/background color*: Most children with autism lack figure-ground perception. To avoid possible confusion, the color of the background must be different enough to that of the foreground object. For best results, the difference should be in terms of both hue and color brightness.

7 Conclusion

Children with autism are generally resistant to change and prefer predictable environments. Computer systems have

such dependable and predictable qualities that they can be used for autism training. In this paper, the development of a CBT system for LFA children has been described. A TUI-based interaction style has been suggested. It has been shown through experimental results that the TUI interface offered improved ease of use compared to the mouse-based WIMP interface. In terms of learning efficacy, for the case study reported here, the TUI-based system offered more improvement, as compared with the touch-based and conventional training methods. The improvement is not only better learning progress and achievement, but also on an ability to apply the knowledge learned under a real-life setting. The experience gained from the study, in combination with well-accepted knowledge on the characteristics of children with autism, was used to provide guidelines for the design of a CBT system for children with autism.

References

1. Bernard-Opitz V, Sriram N, Nakhoda-Sapuan S (2001) Enhancing social problem solving in children with autism and normal children through computer-assisted instruction. *J Autism Dev Disord* 31:377–384
2. Beth F (1999) *Creating a Win-Win IEP for students with autism: a how-to manual for parents and educators*. Future Horizons, Arlington
3. Bruckner C, Yoder P (2007) Restricted object use in young children with autism: definition and construct validity. *Autism Int J Res Pract* 11:161–171
4. Boccanfuso L, O’Kane MJ (2010) Adaptive robot-assisted autism therapy using a robot with hand and face tracking. In: *Proceedings of second international conference on social robotics, ICSR 2010, Singapore*, pp 265–264
5. Bottocchi A, Pianesi F, Tomasini D et al (2009) Collaborative puzzle game: a tabletop interactive game for foster collaboration in children with autism spectrum disorders (ASD). In: *Proceeding of ITS’09, Banff, Alberta, Canada*, pp 197–204
6. Cheng Y, Ye J (2010) Exploring the social competence of students with autism spectrum conditions in a collaborative virtual learning environment: the pilot study. *Comput Educ* 54:1068–1077
7. Coleman-Martin M et al (2005) Using computer-assisted instruction and the nonverbal reading approach to teach word identification. *Focus Autism Other Dev Disabil* 20(2):80–90
8. Sherman DA (2007) *Autism: asserting your child’s right to a special education*, 2nd edn. Oxford Churchill, UK
9. Dautenhahn K, Werry I (2004) Toward interactive robots in autism therapy: background, motivation and challenges. *Pragmat Cogn* 12(1):1–35
10. Massaro DW, Bosseler A, Light J (2003) Development and evaluation of computer-animated tutor for vocabulary and language learning. In: *Proceeding of 15th international congress of phonetic sciences, Barcelona, Spain, 3–9 August, 2003*
11. Edge D (2008) *Tangible user interfaces for peripheral interaction episodic engagement with objects of physical, digital & social significance*. Technical reports. University of Cambridge, UK, pp 1–237
12. Hollander E, Kolevzon A, Coyle JT (2010) *Textbook of autism spectrum disorders*. American Psychiatric Publishing, Arlington

13. Fails JA, Druin A, Guha ML et al (2005) Child's play: a comparison of desktop and physical interactive environment. In: *Proceeding of IDC'05*, pp 48–55
14. Volkmar FR (2007) *Autism and pervasive development disorder*, 2nd edn. Cambridge University Press, UK
15. Goldsmith TR, LeBlanc LA (2004) Use of technology in interventions for children with autism. *J Early Intensive Behav Interv* 1(2):166–178
16. Hayes RG, Hirano S, Marcu G, Monibi N, Nguyen HD, Yeganyan M (2010) Interactive visual supports for children with Autism. *Pers Ubiquit Comput* 14:663–680
17. Veague HB, Collins C, Levitt P (2009) *Autism: psychological disorders*. Infobase Publishing, New York
18. Heimann M, Nelson K, Tjus T, Gillberg C (1995) Increasing reading and communication skills in children with autism through an interactive multimedia computer program. *J Autism Dev Disord* 25(5):459–480
19. Hetzroni O, Tannous J (2004) Effects of a computer-based intervention program on the communicative functions of children with autism. *JADD* 34(2):95–113
20. Herrera G, Alcantua F, Jordan RR et al (2005) Development of symbolic play through the use of virtual reality tools in children with autistic spectrum disorders: two case studies. *Autism Int J Res Pract* 12(2):143–157
21. Kuhaneck HM (2004) *Autism: a comprehensive occupational therapy approach*. American Occupational Therapy Association, New York
22. Higgins K, Boone R (1996) Creating individualized computer assisted instruction for students with autism using multimedia authoring software. *Focus Autism Other Dev Disabl* 11:69–78
23. Ishii H, Ullmer B (1997) Tangible bits: human factors in computing systems. In: *Proceeding of CHI'97*, pp 234–241
24. Javier M, Eva C, Sandra B et al (2009) User-oriented design and tangible interaction for kindergarten children. In: *Proceedings of the 8th international conference on interaction design and children*, Como, Italy, pp 190–193
25. Jin-Ling L, Tung-yun L, Hao-hua C et al (2007) Playful tray: adopting ubicomp and persuasive techniques into play-based occupational therapy for reducing eating behavior in young children. In: *Proceeding of UbiComp, LNCS4717*, Berlin, Heidelberg, pp 38–55
26. Judy H (2007) *Autism: asserting your child's right to a special education*. Autism Special Education Law, Hartsfield
27. Keen D (2009) Engagement of children with autism in learning. *Australasian J Spec Educ* 33(2):130–140
28. Kientz JA, Hayes GR, Westeyn T, Abowd GD (2007) Pervasive computing and autism: assisting caregivers of children with special needs. *IEEE Pervasive Comput* 6(1):28–35
29. Kinney EM, Vedora J, Stromer R (2003) Computer-presented video models to teach generative spelling to a child with an autism spectrum disorder. *J Posit Behav Interv* 5:22–29
30. Kozima H, Nakagawa C, Yasuda Y (2007) Children-robot interaction: a pilot study in autism therapy. *Prog Brain Res* 164:385–400
31. Lee CW, Huang JK, Chou WS et al (2008) Development of a geometry learning game with tangible user interfaces. In: *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications*, pp 1548–1553
32. Lesley X, Alissa N, Nima M (2008) Are tangible more fun? Comparing children's enjoyment and engagement using physical, graphical and tangible user interface. In: *Proceeding of TEI'2008*, Bonn, Germany 2008, pp 191–198
33. Leonard A, Mitchell P, Parson S (2002) Finding a place to sit: a preliminary investigate into the effectiveness of virtual environments for social skills training for people with autistic spectrum disorders. In: *Proceeding of 4th International Conference on Disability, Virtual Reality & Associated Tech.*, Veszprém, Hungary, pp 132–137
34. Madhure K, Ali M (2007) Teaching table a tangible mentor for pre-K math education. In: *Proceeding of TEI'07*, LA, USA 2007, pp 191–194
35. Moore M, Calvert S (2000) Vocabulary acquisition for children with autism: teacher or computer instruction. *J Autism Dev Disord* 30:359–362
36. Moore DJ, McGrath P, Thorpe J (2000) Computer aided learning for people with autism - a framework for research and development. *Educ Train Int* 37(3):218–228
37. O'Malley C, Fraser DS (2004) Literature review in learning with tangible technologies. NESTA, Futurelab
38. Oren Z, Saeed A, Mitchel R (2005) Extend tangible interface for education: digital montessori-inspired manipulative. In: *Proceedings of CHI'05*, Portland, Oregon, USA, pp 859–868
39. Paul M (2007) Do tangible interfaces enhance learning? In: *Proceeding of TEI'07*, Baton Rouge, LA, USA, pp 163–169
40. Parsons S, Mitchell P (2002) The potential of virtual reality in social skills training for people with autistic spectrum disorders. *J Intellect Disabil Res* 46:430–443
41. Caldwell P, Horwood J (2008) *Using intensive interaction and sensory integration: a handbook for those who support people with severe autistic spectrum disorder*, 1st edn. Jessica Kingsley Publishers, London
42. Piper AM, O'Brien E, Morris MR, Winograd T (2006) SIDES: a cooperative tabletop computer game for social skills development. In: *Proceeding of CSCW'06*, Banff, Alberta, Canada, pp 1–4
43. Price S, Rogers Y, Scaife M et al (2003) Using 'tangibles' to promote novel forms of playful learning. *J Interact Comput* 15(2):169–185
44. Powell S (1995) The use of computers in teaching people with Autism. In: *Understanding and teaching children with Autism*, Wiley, New York
45. Raffle HS, Parkes AJ, Ishii H (2004) Topobo: a constructive assembly system with kinetic memory. In: *Proceeding of CHI 2004*, ACM Press, pp 647–654
46. Le Blanc R, Volkens H (2007) *What you should know about autism spectrum disorders: signs, symptoms, diagnosis, treatments and effects on life*. Cranendonck Coaching
47. Richmond M, Cynthia EP (2008) Restricted interests as motivators: improving academic engagement and outcomes of children on the autism spectrum. In: *TEACHING Exceptional Children Plus*, July 2008, vol 4(6), pp 1–15
48. Ricks D, Colton M (2010) Trends and considerations in robot-assisted autism therapy. In: *Proceeding of IEEE international conference on robotics and automation*, Alaska, USA, pp 4354–4359
49. Rieffe C, Meerum Terwogt M, Stockmann L (2000) Understanding atypical emotions among children with autism. *J Autism Dev Disord* 3:195–203
50. Robins B, Dautenhahn K, te Boekhorst R, Billard A (2004) Effects of repeated exposure to a humanoid robot on children with autism. In: Keates S, Clarkson J, Langdon P, Robinson P (eds) *Designing a more inclusive world*. Springer, London, pp 225–236
51. Ruble AL, Robson MD (2007) Individual and environmental determinants of engagement in autism. *J Autism Dev Disord* 37:1457–1468
52. Shaer O, Hornecker E (2010) Tangible user interface: past, present and future directions. *Foundation and Trends in HCI* 3(1–2):1–138
53. Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2007) Comparative study of WIMP and tangible user interfaces in training shape matching skill for autistic children. In:

- Proceeding of TENCON IEEE region 10 conference, Taipei, Taiwan, pp 1–4
54. Sidhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2008) Evaluation of the efficacy of computer-based training using tangible user interface for low-function children with Autism. In: Proceedings of the 2008 second IEEE international conference on digital game and intelligent toy enhanced learning, Banff, Canada, pp 70–74
 55. Silver M, Oakes P (2001) Evaluation of a new computer intervention to teach people with autism or Asperger syndrome to recognize and predict emotions in others. *Autism* 5(3):299–316
 56. Stagnitti K, Unsworth C (2000) The importance of pretend play in child development: an occupational therapy perspective. *British J Occup Ther* 63(3):121–127
 57. Strickland D, Marcus LM, Mesibov GB, Hogan K (1996) Brief report: two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children. *J Autism Dev Disabil* 26:651–659
 58. Adams S (2008) *A book about what autism can be like*. Jessica Kingsley Publishers, London
 59. Grandin T (1996) *Thinking in pictures: and other reports from my life with autism*, 1st edn. Vintage Books, UK
 60. Whitman TL (2004) *The development of autism: a self-regulatory perspective*. Jessica Kingsley Publishers, London
 61. Ullmer B, Ishii H (2001) Emerging frameworks for tangible user interfaces. In: Carroll JM (ed) *Human computer interaction in the new millennium*. Addison-Wesley, pp 579–601
 62. William S (2007) *The autism answer book: more than 300 of the top questions parents ask*, 1st edn. Sourcebooks, Inc., Naperville
 63. Williams F, Nicola Y, Hayes R (2009) Collaborative benefits of a tangible interface for autistic children. In: *Proceeding of CHI'09*, Boston, MA, USA, pp 1–4
 64. Wynn JW, Smith T (2003) Generalization between receptive and expressive language in young children with autism. *Behav Interv* 18:245–266
 65. Whalen C, Liden L, Ingersoll B et al (2006) Behavioral improvements associated with computer-assisted instruction for children with developmental disabilities. *J Speech Lang Pathol Appl Behav Anal* 1(1):11–26
 66. Yeganyan TM, Cramer M, Boyd AL, Hayes RG (2010) vSked: an interactive visual schedule system for use in classrooms for children with autism. In: *Proceeding of IDC'10*, Barcelona, Spain
 67. Ylva F, Jakob T, Martin J (2008) Towards a new set of ideals: consequences of the practice turn in tangible interaction. In: *Proceeding of TEI'08*, Bonn, Germany, pp 223–230
 68. Zuckerman O, Arida S, Resnick M (2005) Extending tangible interfaces for education: digital montessori-inspired manipulatives. In: *Proceedings CHI'05*, ACM, New York, NY, pp 859–868

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกรัญญา สิทธิสงวน
วัน เดือน ปีเกิด	17 มีนาคม 2514
ที่อยู่	43/477 หมู่บ้านอัมรินทร์นิเวศน์1 ถ.รามอินทรา เขตบางเขน กทม.10220
ประวัติการศึกษา	2536 ระดับปริญญาตรี ศิลปบัณฑิต คณะศิลปกรรม มหาวิทยาลัยรังสิต 2541 ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต Azusa Pacific University, USA
ประวัติการทำงาน	2536 – 2538 Interior Designer Cubic Design co.,Ltd 2540-2542 Assistant Manager Neo-food supply, USA 2542-2545 อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 2545-2548 อาจารย์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ผลงานวิจัย	Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2007) Comparative study of WIMP and tangible user interfaces in training shape matching skill for autistic children. In: Proceeding of TENCON IEEE region 10 conference, Taipei,Taiwan, pp 1–4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2008)
Evaluation the efficacy of computer-based training using tangible
user interface for low-function children with Autism. In:
Proceedings of the 2008 second IEEE international conference on
digital game and intelligent toy enhanced learning, Banff, Canada,
pp 70–74

Sitdhisanguan K, Chotikakamthorn N, Dechaboon A, Out P (2012)
Using tangible user interfaces in computer-based training systems
for low-functioning autistic children. *J Pers Ubiquit Comput* 16:143–155



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้