

เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

THAI BRAILLE CODE RECOGNITION PRACTICE MACHINE

วิโรจน์ กิจศิริทัต

WIROTE KITTISAP

วิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตสวนหลวง

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-9709-78-0

เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

THAI BRAILLE CODE RECOGNITION PRACTICE MACHINE

วิโรจน์ กิจติศัพท

WIROTE KITTISAP

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2547

ISBN 974-9709-78-0

THAI BRAILLE CODE RECOGNITION PRACTICE MACHINE

WIROTE KITTISAP

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN ELECTRICAL COMMUNICATIONS ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2004

ISBN 974-9709-78-0

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย
นักศึกษา	นายวิโรจน์ กิจดิศัพพ์
รหัสประจำตัว	42064601
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรสิทธิ์ ราวตรี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กิติพงศ์ มะโน

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย โดยแบ่งออกเป็นการหาคุณภาพในด้านการออกแบบ ด้านโครงสร้าง และด้านการใช้งาน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทยจำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย และแบบสอบถามเพื่อหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย เมื่อกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยแล้ว กลุ่มตัวอย่างก็จะทำการตอบแบบสอบถาม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ในการวิจัยหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย โดยรวมผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพสูงกว่าที่กำหนดคืออยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.51 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.33 ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ด้านการออกแบบ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.44 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.36
2. ผลการวิเคราะห์ด้าน โครงสร้าง มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.65 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.11
3. ผลการวิเคราะห์ด้านการใช้งาน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.47 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.44

Thesis Title	Thai Braille Code Recognition Practice Machine
Student	Mr.Wirote Kittisap
Student ID.	42064601
Degree	Master of Science in Industrial Education
Programme	Electrical Communications Engineering
Year	2004
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr.Surasit Ratee
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Kitipong Mano

ABSTRACT

The purposes of this research were to invent and to determine the quality of Thai Braille Code Recognition Practice Machine in the three aspects : design , structure and application.

The sample of the research was 15 the Braille Code instructors. The instrument used for this study was questionnaire for the sample and for determining the quality of the machine. Then the data were analyzed by mean and standard deviation.

The total result of the analysis was that the quality of the machine was very good which its mean and standard deviation were 4.51 and 1.33 relatively. The analysis result of each aspect were as follows ;

1. The design quality was in the good level which the mean and standard deviation were 4.44 and 1.36 relatively.

2. The structure quality was in the very good level which the mean and the standard deviation were 4.65 and 1.11 relatively.

3. The application quality was in the good level which the mean and standard deviation were 4.47 and 1.44 relatively

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.กิติพงษ์ มะโน อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือ ตลอดจนปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกทราบบ้างในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิคั้งรายนามต่อไปนี้ คือ อาจารย์สุชิน อาจหาญ และผศ.อุดมศักดิ์ สารินูตร คุณกิติพงษ์ สุทธิ ผู้อำนวยการสถาบันคนตาบอดแห่งชาติเพื่อการวิจัยและพัฒนาคุณวิรัช ศรีตุลานนท์ ผู้อำนวยการห้องสมุดคนตาบอดแห่งชาติ คุณรุจิรา อินทสร้อย วิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กรุณาสละเวลาในการประเมินคุณภาพของเครื่องมือ ตรวจสอบแก้ไข และให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการปรับปรุงข้อบกพร่องงานวิจัยในครั้งนี้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณอาจารย์พิพัฒน์ ชำรงเวียงผิง อาจารย์ชนะ วุฒิอาพล อาจารย์ลำพิ่ง วุฒิอาพล และอาจารย์ทุกท่านที่ให้กำลังใจ คำแนะนำ เสนอแนะข้อคิดเห็นต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพฯ และกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและตอบแบบสอบถามอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการปรีชา ทัพพะกุล ณ อยุธยา และผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายต่างๆ ของวิทยาลัยเทคนิคราชบุรี ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อตี กิจดิศัพพ์ คุณแม่บัววัย กิจดิศัพพ์ ผู้ให้กำเนิด ให้การศึกษาความรักและกำลังใจแก่ผู้วิจัย นางสาวสมบูรณ์ กิจดิศัพพ์ พี่สาวที่แสนดีให้กำลังใจและช่วยเหลือที่ดีตลอดมา ขอขอบคุณ คุณภาวิณี ปานันตา ที่คอยให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

คุณค่าและประโยชน์อันใดอันพึงมีจากการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิโรจน์ กิจดิศัพพ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของ การวิจัย.....	4
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....	4
1.7 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ความหมายและพัฒนาการของเด็กตาบอด.....	6
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเด็กตาบอด.....	6
2.1.2 พัฒนาการของเด็กตาบอด.....	7
2.1.3 ความเชื่อเกี่ยวกับเด็กตาบอด.....	9
2.2 การจัดการศึกษาสำหรับเด็กตาบอด.....	10
2.2.1 หลักการจัดการศึกษาสำหรับเด็กตาบอด.....	10
2.2.2 หลักสูตร และการเรียนการสอนเด็กตาบอด.....	12
2.3 การใช้เทคโนโลยีช่วยในการอ่านสำหรับคนตาบอด.....	13
2.4 การสอนเขียนอ่านอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอด.....	18
2.4.1 ความหมายและลักษณะของอักษรเบรลล์.....	18
2.4.2 ประวัติ และการพัฒนาอักษรเบรลล์.....	18
2.4.3 รูปแบบอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษและภาษาไทย.....	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.4 การเขียนอ่านอักษรเบรลล์.....	23
2.5 หลักการวิจัย และพัฒนา.....	26
2.6 ขั้นตอนของการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	29
2.7 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	32
2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	44
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	44
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	44
3.3 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	52
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	53
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	54
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	55
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	58
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	58
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....	58
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	58
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	58
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	59
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
5.7 สรุปผลการวิจัย.....	59
5.8 อภิปรายผลการวิจัย.....	60
5.9 ข้อเสนอแนะ.....	61
5.9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้.....	61
5.9.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป.....	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	63
ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก แบบประเมินแบบสอบถาม.....	67
ภาคผนวก ข รูปวงจรและแผนวงจรพิมพ์.....	74
ภาคผนวก ค รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ.....	80
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
ภาคผนวก จ ไอซีที่ใช้งาน.....	89
ประวัติผู้เขียน.....	104

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	55
6.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพ.....	87
6.2 ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	88

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ภาพแบบอักษรเบรลล์ไทย.....	22
2.2 ภาพแบบอักษรเบรลล์อังกฤษ.....	23
2.3 ภาพสเลทและภาพสไตลัส หรือ ดินสอของคนตาบอด.....	24
2.4 แผนภาพของการออกแบบที่มีวงจรป้อนกลับ.....	29
3.1 ผังการทำงานของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	45
3.2 วงจรการตรวจสอบสวิตช์.....	46
3.3 ภาพแสดงเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยต้นแบบ.....	47
3.4 ภาพแสดงเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาที่ปรับปรุงครั้งที่ 1.....	48
3.5 ภาพด้านบนของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	49
3.6 ภาพด้านข้างของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	49
3.7 ภาพด้านหลังของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	50
3.8 แผนผังขั้นตอนการสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	51
6.1 วงจรรวมทั้งหมดของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	74
6.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของชุดควบคุมทั้งหมด.....	75
6.3 เป็นคีย์บอร์ดของอักษรเบรลล์ทั้งหมด.....	75
6.4 การออกแบบของแผ่นแสดงอักษรเบรลล์บนหน้าเครื่อง.....	76
6.5 แผ่นวงจรพิมพ์ที่ลงอุปกรณ์บางส่วนแล้ว.....	76
6.6 แผ่นวงจรพิมพ์ที่ลงอุปกรณ์แล้ว.....	77
6.7 กล่องไม้ที่จะนำมาประกอบ.....	77
6.8 เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ที่สมบูรณ์แบบ.....	78

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เด็กตาบอด (Totally blind) เป็นเด็กที่มีความบกพร่องทางกายภาพที่สูญเสียอวัยวะที่ช่วยในการเรียนรู้ที่สำคัญ คือ ดวงตา พัฒนาการส่วนใหญ่ของเด็กตาบอดจะเหมือนกับเด็กปกติทั่วไป จากงานวิจัยของ Buell (1950) และ Halverson (1947) พบว่า การใช้อวัยวะเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น Rowe (1958) ยังพบว่า เด็กที่ตาบอดมาแต่กำเนิดมีพัฒนาการทางการพูดและการใช้ภาษาได้ช้า เพราะเด็กมองไม่เห็นริมฝีปากหรือ ท่าทางที่ใช้ประกอบการพูด จึงทำให้เด็กมีการโต้ตอบช้ากว่าเด็กปกติมีลักษณะการพูดช้า เสียงดังมากกว่าเด็กปกติและมักไม่ใช้ท่าทางหรือสีหน้าประกอบ ในขณะที่พูดเด็กเพียงเผยอริมฝีปากเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเอง Bateman and other (1954) พบว่า อายุสมองของเด็กตาบอดจะต่ำกว่าอายุสมองของเด็กสายตาศปกติที่มีอายุเท่ากันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เห็นได้ว่า พัฒนาการด้านต่าง ๆ ของเด็กตาบอดเหมือนกับเด็กปกติทั่วไป แต่เป็นไปได้ช้ากว่า นอกจากนี้ Lowenfeld (1973) พบว่า เด็กที่ตาบอดก่อนอายุ 5 ขวบ จะไม่มีมโนภาพทางการเห็น แต่จะเกิดมโนภาพขึ้นได้ต่อเมื่อมีการรับรู้ด้วยการสัมผัสการเคลื่อนไหว และการได้ยิน เพื่อจะรู้ว่าวัตถุสิ่งของนั้นมีลักษณะใหญ่ เล็ก หรือกลมได้ นอกจากนี้ คนตาบอดสามารถรับรู้เกี่ยวกับระยะทาง และทิศทางของวัตถุโดยอาศัยการฟังเสียงดังนี้ การอธิบายสิ่งที่เด็กไม่สามารถรับสัมผัสได้ หรือ เป็นนามธรรม เช่น อักษรเบรลล์ จึงต้องใช้วิธีเปรียบเทียบจากขอบเขตการรับสัมผัสอื่นๆ ที่เด็กสามารถรับได้

เด็กตาบอดมีพัฒนาการใกล้เคียงกับเด็กปกติ ความพิการทางสายตาไม่มีผลต่อระดับสติปัญญา ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ของเด็กมากกว่า (ผดุง อารยะวิญญู. 2533) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีสุรัตน์ เป็ยนเป็ยมสิน (2537) ที่พบว่า พัฒนาการทางการเรียนรู้ของเด็กตาบอดมีผลสัมฤทธิ์พอ ๆ กับเด็กปกติ มีบางวิชาเท่านั้นที่ไม่สามารถเรียนได้ดีเท่ากับเด็กปกติ คือ วิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากความจำกัดของอวัยวะในการเรียนรู้ซึ่งเด็กตาบอดจำเป็นต้องใช้การเรียนรู้วิธีอื่นทดแทนการมองเห็น เช่น การฟัง การดมกลิ่น การชิมรส และการสัมผัส เป็นต้น ช่องทางการเรียนรู้เหล่านี้เป็นเครื่องมือพื้นฐานให้เด็กตาบอดได้เรียนรู้ระยะเริ่มต้น แต่เครื่องมือที่ช่วยให้เด็กตาบอดสามารถขยายความรู้ทัดเทียมเท่าเด็กปกติ คือความสามารถในการอ่านออกเขียนได้นั่นเอง

การอ่านออก เขียนได้ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้เด็กสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต หากเครื่องมือในการเรียนรู้ของเด็กปกติ คือ ตัวอักษร หรือตัวหนังสือ แต่สำหรับเครื่องมือสำคัญที่ช่วยในการเรียนรู้ของเด็กตาบอด คือ อักษรเบรลล์ (Braille) นั่นเอง วารี ธีระจิตร (2531) กล่าวถึงลักษณะของอักษรเบรลล์ คือ ตัวอักษรที่แบ่งเป็นเซลล์ ที่มีขนาด 0.5 x 0.8 เซนติเมตร แทนด้วยจุดนูน 6

ตำแหน่ง แสดงเป็นตัวอักษร เครื่องหมายวรรคตอน และสัญลักษณ์ทางเลขคณิต ซึ่งเด็กتابอดก่อนวัยเรียนสามารถอ่านอักษรเบรลล์โดยการสัมผัสด้วยนิ้วมือ และเขียนอักษรเบรลล์ด้วยสไตลัส (Stylus) บนแผ่นรองเขียนที่เรียกว่า สเลท (Slate)

การเรียนรู้ของเด็กتابอดต้องมีการเรียนรู้อักษรเบรลล์ก่อนเพื่อเป็นเครื่องมือพื้นฐานในการเข้าเรียนระดับสูงขึ้นไป สอดคล้องกับแนวคิดเรื่องการนำเด็กเข้าสู่สภาวะปกติให้มากที่สุด (Normalization) แต่การเรียนรู้อักษรของเด็กกอนุบาลที่ตาบอดนั้นเป็นไปได้ยากลำบาก เนื่องจากตัวอักษรเบรลล์มีขนาดเล็กมาก และวิธีการเรียนการสอนใช้วิธีการสัมผัส และท่องจำเป็นสำคัญ ศูนย์พัฒนาการศึกษาแห่งชาติของประเทศไทย (2538) พบว่าการปรับหรือดัดแปลงอักษรเบรลล์ไทย มีพื้นฐานจากพยัญชนะอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษ ซึ่งความถี่ในการใช้คำแต่ละภาษาย่อมมีความแตกต่างกัน พยัญชนะ และ สระที่มีความถี่ในการใช้ของไทยที่มีการใช้มาก กลับมีจุดมาก ส่วนพยัญชนะ สระที่มีความถี่ต่ำ กลับมีจุดน้อยทำให้เกิดความไม่สมดุล เพราะหากต้องสัมผัสจุดที่มีความถี่ในการใช้มากอยู่ติด ๆ กัน ทำให้เกิดความล่าช้าและเสียเวลามากนอกจากนี้ยังพบว่าขณะที่คนตาปกติอ่านภาษาไทยได้นาทีละ 180 – 250 คำ คนตาบอดสามารถอ่านได้นาทีละ 40 – 60 คำ เท่านั้น จะเห็นได้ว่าการอ่านหรือเขียนอักษรเบรลล์ต้องใช้เวลาและความอดทนมากพอสมควร จึงมีความจำเป็นในการจัดการสอนเขียนอ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์แก่เด็กตาบอด เพื่อปูพื้นฐานการเรียนรู้ในระดับสูงและหากเด็กตาบอดมีความแม่นยำชำนาญในการเขียนและอ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์มากเท่าไร จะสามารถช่วยให้เด็กตาบอดเรียนรู้ได้รวดเร็วและเท่าเทียมกับเด็กปกติได้มากเท่านั้น

การจัดการเรียนการสอนพยัญชนะอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอด ที่มีพัฒนาการเช่นเดียวกับเด็กปกติย่อมมีวิธีการเรียนรู้เหมือนเด็กปกติทั่วไปตามวัย Lowenfeld (1972) แนะนำหลักการจัดการศึกษาสำหรับเด็กตาบอดไว้ดังนี้ คือ ควรจัดกิจกรรมที่เป็นรูปธรรมที่เด็กสามารถสัมผัสจับต้องได้ มีความกลมกลืนสอดคล้องกับประสบการณ์เดิม มีการเพิ่มสิ่งเร้าเพื่อขยายประสบการณ์พัฒนาความคิด ให้เด็กได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง และควรคำนึงถึงเอกลักษณ์บุคคล ความสามารถและความต้องการของเด็ก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gardner (1993) ที่เชื่อว่า มนุษย์มีความแตกต่างกันแต่ละบุคคล และภายในคนมีความสามารถ หรือสติปัญญาที่หลากหลาย 8 ด้าน รวมเรียกว่า พหุปัญญา โดยแยกเป็นความสามารถด้านภาษา ด้านการใช้เหตุผลเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ ด้านดนตรี ด้านพื้นที่และมิติสัมพันธ์ ด้านการเข้ากับผู้อื่นด้านความเข้าใจตนเอง ด้านความเข้าใจในธรรมชาติ โดยแต่ละคนจะมีระดับความสามารถ หรือสติปัญญาแต่ละด้านไม่เท่ากัน แต่มีการผสมผสานความสามารถแต่ละด้านเหล่านี้ไว้ในตนเอง Armstrong (1994) พบว่า เด็กพิเศษสามารถเรียนรู้จากแนวทางที่หลากหลายซึ่งเป็นความสามารถที่ไม่ถูกทำลาย ตัวอย่างจากการใช้อักษรเบรลล์ เด็กบกพร่องทางการมองเห็นและภาษามือของเด็กที่บกพร่องทางการได้ยิน โดยเด็กตาบอดใช้ภาษาผ่านทางารเคลื่อนไหว การสัมผัส และ ความคล่อง

แล้วในการใช้มือ ส่วนภาษามือของคนที่บกพร่องทางการได้ยินจะใช้การแสดงท่าทางของร่างกาย นอกจากนี้มีการนำสื่อและเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เช่น นำเครื่องมือแปลงเอกสารลายมือให้เป็นเสียงเพื่อเด็กตาบอดสามารถเข้าใจได้ หรือการนำเครื่องคิดเลขมาช่วยคิด สำหรับเด็กบกพร่องทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ของเด็กพิเศษสามารถเรียนรู้ผ่านช่องทางที่เหลืออยู่ได้

การเรียนการสอนเด็กที่มีความพิการทางการมองเห็นนั้น การใช้สื่อที่เป็นเสียงและการสัมผัสควบคู่กันจะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในการเรียนรู้อักษรเบรลล์เป็นการเริ่มต้นการศึกษาเพื่ออ่านออกเขียนได้เหมือนคนปกติทั่วไป ซึ่งสื่อที่สร้างขึ้นนั้นจะใช้วิธีการจำลองอักษรเบรลล์ลงบนแป้นไม้ ให้เด็กพิการทางสายตาคำเพื่อฝึกอ่าน ซึ่งแป้นไม้ที่จัดสร้างขึ้นนั้นจะมีขนาดใหญ่และอักษรเบรลล์ไม่ได้ขนาดมาตรฐานของอักษรเบรลล์ทั่วไป ครูผู้สอนต้องคอยบอกให้อักษรเบรลล์ที่นักเรียนกำลังคลำอยู่นั้นเป็นอักษรเบรลล์ตัวใด เมื่อต้องการฝึกอ่านอักษรเบรลล์ตัวถัดไปก็ต้องเปลี่ยนแป้นไม้ใหม่ไปเรื่อยๆ ในการใช้แป้นไม้นั้นจะช่วยให้การจำตำแหน่งของจุดเท่านั้น ถ้าจะอ่านจริงก็ต้องฝึกคลำอักษรเบรลล์ที่มีขนาดมาตรฐานอีกครั้งหนึ่ง พญชชนะไทยจะมี 44 ตัว สระ 32 ตัว วรรณยุกต์ 11 ตัว ตัวเลข 10 รวมทั้งหมด 97 ตัว ในการท่องจำของนักเรียนจะต้องคอยให้ครูผู้สอนทบทวนว่าอักษรเบรลล์ตัวใดมีลักษณะอย่างไร เป็นการยุ่งยากและเสียเวลามากในการจดจำอักษรเบรลล์ให้ได้ทั้งหมด

ดังนั้นจากปัญหาหลายด้านที่ผู้วิจัยได้หาข้อมูลข้างต้นมาแล้วนั้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยขึ้นมา เพื่อให้นักเรียนสามารถทบทวนและฝึกอ่านอักษรเบรลล์ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีเสียงบอกความหมายของอักษรเบรลล์เป็นภาษาไทย ขนาดของตัวอักษรเบรลล์จะมีขนาดเท่าอักษรเบรลล์จริง ทำให้การเรียนการสอนเด็กที่มีความพิการทางการมองเห็นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย
2. เพื่อหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการวิจัยเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย โดยใช้กรอบแนวความคิดจากขั้นตอนของการวิจัย และพัฒนาการศึกษาของ Borg and Gall (1979 : 77-98) ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ซึ่งมี 11 หัวข้อ ผู้วิจัยเลือกมา 6 หัวข้อ คือ

1. กำหนดผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จะทำการพัฒนา
2. รวบรวมข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. การวางแผนการวิจัย และพัฒนา
4. การพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์
5. ทดลอง หรือทดสอบผลิตภัณฑ์
6. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์

และแนวความคิดที่ดัดแปลงมาจากขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (วรวิทย์ อิงภากรณ์ และ ชานู ถนังงาน. 2546 : 14-17) ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ซึ่งมี 9 หัวข้อ ผู้วิจัยเลือกมา 6 หัวข้อ คือ

1. รับรู้ความต้องการ
2. ลักษณะจำเพาะ
3. ศึกษารายละเอียดและสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ
4. ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง
5. ออกแบบรายละเอียด
6. สร้างต้นแบบและทดสอบหาคุณภาพ

1.5 ขอบเขตของ การวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ

1. ประชากร คือ ผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย
2. กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย ในโรงเรียนสอนคนตาบอด หรือในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับคนตาบอด มีความรู้ ความสามารถเกี่ยวกับอักษรเบรลล์ภาษาไทย จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้กำหนดข้อตกลงเบื้องต้นไว้ดังนี้

1. เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยจะบอกความหมายของอักษรเบรลล์แต่ละตัวเท่านั้น ไม่สามารถผสมเป็นคำได้

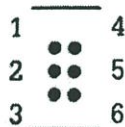
2. การกรอกแบบสอบถามความคิดเห็น ของผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย ถือได้ว่า กระทำไปด้วยคุณพินิจจากความจริงใจ ซึ่งแสดงถึงความรู้สึกรับรู้แท้จริงของกลุ่มผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย หมายถึง อุปกรณ์ที่มีแป้นพิมพ์เป็นอักษรเบรลล์ เมื่อต้องการทราบความหมายของอักษรเบรลล์ตัวใดก็กดลงบนแป้นพิมพ์อักษรเบรลล์ตัวนั้น จะมีเสียงบอกความหมายของอักษรเบรลล์ตัวนั้นเป็นภาษาไทย และเมื่อกดอักษรเบรลล์ตัวนั้นซ้ำอีกครั้ง ก็จะบอกตำแหน่งจุดของอักษรเบรลล์ตัวนั้น

2. อักษรเบรลล์ (Braille) เป็นอักษรสำหรับคนตาบอด มีลักษณะเป็นจุดนูนเล็ก ๆ ใน 1 ช่องประกอบด้วยจุด 6 ตำแหน่ง ซึ่งนำมาจัดสลับกันไปมาเป็นรหัสแทนอักษรตัวหรือสัญลักษณ์ วิทยาศาสตร์ โน้ตดนตรี ฯลฯ ได้ การเขียนใช้เครื่องมือเฉพาะเรียก สเลท (Slate) และดินสอ (Stylus) การพิมพ์ใช้เครื่องพิมพ์เรียกเบรลล์เลอร์ (Braille) ใช้กระดาษหนาขนาดกระดาษวาดรูป (150-180) แกรม

หมายเหตุ ในภาพอักษรเบรลล์ที่แสดงนี้ หมายถึงจุดสี่คำ คือ จุดนูน ที่ใช้ในช่องนั้น (ดูภาพประกอบที่หน้า 22)



3. คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยที่สร้างขึ้น ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินคุณภาพของผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ได้ทำการประเมินเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

4. แบบประเมินคุณภาพ หมายถึง แบบสอบถามที่ใช้ถามกลุ่มตัวอย่างในคุณสมบัติของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยด้านต่างๆ ดังนี้ ด้านการออกแบบ ด้านโครงสร้าง ด้านการใช้งาน เพื่อหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

5. ผู้ทรงคุณวุฒิ หมายถึง ผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญ หรือผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับอักษรเบรลล์ภาษาไทยหรือทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือทางด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ความหมายและพัฒนาการของเด็กตาบอด
 - 2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเด็กตาบอด
 - 2.1.2 พัฒนาการของเด็กตาบอด
 - 2.1.3 ความเชื่อเกี่ยวกับเด็กตาบอด
- 2.2 การจัดการศึกษาสำหรับเด็กตาบอด
- 2.3 การใช้เทคโนโลยีช่วยในการอ่านสำหรับคนตาบอด
- 2.4 การสอนเขียนอ่านอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอด
 - 2.4.1 ความหมายและลักษณะของอักษรเบรลล์
 - 2.4.2 ประวัติ และการพัฒนาอักษรเบรลล์
 - 2.4.3 รูปแบบอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษและภาษาไทย
 - 2.4.4 การเขียนอ่านอักษรเบรลล์
- 2.5 หลักการวิจัย และพัฒนา
- 2.6 ขั้นตอนของการออกแบบผลิตภัณฑ์
- 2.7 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย
- 2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและพัฒนาการของเด็กตาบอด

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเด็กตาบอด

เด็กตาบอด หมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น แบ่งเป็นความหมายทางการศึกษา และความหมายทางการแพทย์ (ทบวงมหาวิทยาลัย . 2529) ดังนี้

ความหมายทางการศึกษา เด็กที่มีความบกพร่องทางการเห็นแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. เด็กตาบอด หมายถึง เด็กที่มองไม่เห็น หรือมองเห็นบ้างไม่มากนัก ไม่สามารถใช้สายตาข้างที่ดีที่สุดหลังจากปรับสภาพแล้วให้เป็นประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ การเรียนการสอนสำหรับเด็กเหล่านี้ต้องเป็นวิธีที่ไม่อาศัยสายตาเป็นหลัก

2. เด็กตาบอดบางส่วน หมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องทางสายตาสามารถมองเห็นบ้างแต่ไม่เท่าเด็กปกติ มีปัญหาการเรียนรู้ด้วยวิธีการเรียนการสอนที่ใช้กับเด็กปกติ ฉะนั้นเด็กเหล่านี้ต้องการเครื่องมือและอุปกรณ์พิเศษบางอย่างที่ช่วยให้เด็กสามารถใช้สายตาได้ดีขึ้น

ความหมายทางการแพทย์ เด็กที่มีความบกพร่องทางการเห็น หมายถึง เด็กที่มีความบกพร่องทางสายตาเป็นเหตุให้การมองเห็นวัตถุต่างๆ ไม่ชัดเจน มี 2 ประเภท คือ

1. เด็กตาเห็นเลือนลาง หมายถึง เด็กซึ่งตาข้างที่ดีกว่าเมื่อใช้แว่นตาธรรมดาเห็นน้อยกว่า 6/30 ลงไปจนถึง 3/60 หรือมีลานสายตาโดยเฉลี่ยแคบกว่า 30 องศา ลงไปจนถึง 10 องศา
2. เด็กตาบอด หมายถึง เด็กซึ่งตาข้างที่ดีกว่าภายหลังจากการที่ได้รับการแก้ไขแล้วเห็นได้น้อยกว่า 3/60 หรือ มีลานสายตาโดยเฉลี่ยแคบกว่า 10 องศา ไปจนถึงมองไม่เห็นแม้แสงสว่าง

2.1.2 พัฒนาการของเด็กตาบอด

ความพิการทางสายตามีผลต่อพัฒนาการของเด็กเพราะสายตาเป็นสิ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ต่างๆ จากข้อจำกัดนี้อาจทำให้เด็กตาบอดมีลักษณะและแสดงพฤติกรรม ดังนี้

1. พัฒนาการทางด้านร่างกาย

น้ำหนักและส่วนสูง เด็กตาบอดรับรู้โลกภายนอกได้โดยอาศัยการฟัง การสัมผัส และการดมกลิ่น ซึ่งมีผลกระทบต่อความเจริญเติบโต (เพชรรัตน์ กิตติวัฒนากุล. 2530) แต่ไม่ได้มีผลกระทบโดยตรง คือ เด็กตาบอดมีพัฒนาการทางด้านร่างกายเหมือนเด็กปกติทั่วไป เช่น ส่วนสูง และน้ำหนัก (สุชา จันทน์อม. 2525) ส่วนการที่เด็กตาบอดบางคนเตี้ยและน้ำหนักเบากว่าเด็กปกติ นั้น เกิดจากความไม่สมบูรณ์ของเด็กเนื่องมาจากการคลอดก่อนกำหนดมากกว่าการพิการทางสายตา (Krause. 1955 อ้างถึงใน เพชรรัตน์ กิตติวัฒนากุล. 2530)

การเคลื่อนไหวของเด็กตาบอดแต่กำเนิดมีพัฒนาการทางการเคลื่อนไหวช้ากว่าปกติ จำเป็นต้องมีการสอนและกระตุ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระยะทาง ทิศ ซ้าย ขวา ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ตำแหน่งของร่างกาย ตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งของ เครื่องใช้ที่อยู่รอบตัว เด็กบางคนเดินไม่ตรง อาจเดินชวนเซ ต้องใช้การได้ยินเพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวาง เด็กตาบอดมักจะพัฒนาวิธีของเขาขึ้นเองในการ “ทดสอบระยะห่าง” ขณะที่เด็กเดินอยู่ตามทางเดินในอาคารสถานที่หรือเดินเลียบฝาผนัง เด็กจะตบมือ ตีตื้นนิ้ว คูดริมิฝ่าปาก หรือเคาะลิ้น การกระทำดังกล่าวทำให้เกิดเสียงแหลมที่มีความถี่สูง เสียงนี้ช่วยให้เด็กตาบอดรับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของเขาได้มากขึ้น เช่น บริเวณที่เดินใหญ่ หรือโล่งมากขนาดไหน แม้ว่าการกระทำดังกล่าวจะแปลกประหลาดแต่ก็ควรปล่อยให้เด็กฝึกทักษะเหล่านี้ เพราะเป็นวิธีที่เด็กใช้เพื่อทำความเข้าใจกับสิ่งแวดล้อมรอบตัว และเพื่อรู้ว่ากำลังอยู่ที่ไหน (เบญญา ชลธาร์น. 2536) สอดคล้องกับการวิจัยของ สกาวรัตน์ คุณาวิศรุต (2531) เด็กตาบอดมักจะเอามือยื่นออกไป ข้างหน้า เพราะกลัวจะชนสิ่งกีดขวาง ขณะที่เดินมีการแกว่งแขนไม่เหมือนคนปกติ เช่น ก้าวเท้าขวาก็จะแกว่งมือขวาไปข้างหน้า ขณะที่เด็กปกติก้าวเท้า

ขวามือซ้ายจะแกว่งเด็กตาบอดจึงต้องอาศัยการฝึกและเรียนในวิชาการปฐมนิเทศและการเคลื่อนไหวในสภาพแวดล้อม ซึ่งจัดไว้เฉพาะเด็กตาบอดโดยเฉพาะ

2. พัฒนาการทางสติปัญญา

ระดับสติปัญญา เด็กตาบอดทั่วไปจะมีผลการทดสอบเชาว์ปัญญาเฉลี่ยต่ำกว่าปกติเล็กน้อย มีการรับรู้และการเรียนรู้ได้ยากกว่าเด็กปกติ เด็กปกติมีสิ่งเร้าใจการการเห็นเป็นใหญ่ เมื่อพบเห็นสิ่งใดน่าสนใจก็จะศึกษาต่อทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ แต่เด็กตาบอดไม่มีโอกาสเช่นนั้น เด็กตาบอดไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนใหม่ไปเปรียบเทียบกับสิ่งที่เคยเห็นแล้ว แต่เด็กตาบอดจะรับรู้และเรียนรู้โดยใช้ประสบการณ์ที่รับจากประสาทส่วนอื่น (สกาเวิร์ดน์ คุณาวิศรุต. 2531) และรับรู้ได้เพียงส่วนหนึ่งในขณะที่เด็กปกติรับรู้จากทั้งหมด ความพิการทางสายตาไม่มีผลต่อระดับสติปัญญาขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ของเด็กมากกว่า (Rowe. 1967) ศรีสุรัตน์ เป็ยนเปี่ยมสิน (2537) พบว่าสัมฤทธิ์ผลทางการศึกษาของเด็กตาบอดขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้ คือ สาเหตุของการตาบอด อายุขณะที่ตาบอด และอายุตอนเริ่มเข้าเรียน และพบว่าพัฒนาการทางการเรียนรู้ของเด็กตาบอดมีผลสัมฤทธิ์พอ ๆ กับเด็กปกติ มีบางวิชาเท่านั้นที่ไม่สามารถเรียนได้ดีเท่ากับเด็กปกติ คือ วิชาคณิตศาสตร์ และวาดเขียนสำหรับวิชาดนตรี เด็กตาบอดสามารถเรียนได้ดีกว่าเด็กปกติ เพราะดนตรีเป็นเรื่องของการฟังที่เด็กสามารถใช้โสตประสาทได้ดีเป็นพิเศษ

3. พัฒนาการทางภาษา

Matsuda (1984) พบว่าพัฒนาการทางการพูดของเด็กตาบอดช้ากว่าเด็กปกติเล็กน้อย แต่ทักษะทางภาษาไม่แตกต่างกัน เพราะใช้ประสาทหูเป็นส่วนใหญ่ การพูดอาจจะพูดเสียงเรียบ ไม่เปลี่ยระดับเสียง ไม่ใช่สีหน้าท่าทางประกอบคำพูด (สกาเวิร์ดน์ คุณาวิศรุต. 2531) ในกรณีที่ตาบอดมาแต่กำเนิดจะมีภาษาพูดช้า และพูดน้อยกว่าเด็กปกติ เวลาพูดไม่มองหน้าผู้ฟัง สร้างภาษาเฉพาะของตนเองเพื่อไม่ให้ผู้อื่นรู้ความลับเมื่อคุยกัน ชอบเลียนเสียง และฟังเสียงต่างๆ (คณะกรรมการประณศึกษาแห่งชาติ. 2535) นอกจากนี้ยังมีปัญหาในการรวมคำเมื่อต้องการพูดหรือได้ตอบกับผู้อื่น ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ทางภาษาของเด็กที่ได้รับจากการอบรมเลี้ยงดูตั้งแต่เริ่มแรก (Nuttaletal. 1992)

4. พัฒนาการทางอารมณ์และบุคลิกภาพ

4.1) อารมณ์ Betts (1941) พบว่า เด็กตาบอดมีลักษณะทางอารมณ์ไม่แน่นอน มักมีความแปรปรวนแปรทางอารมณ์ เนื่องจากความบิคับคั้นทางอารมณ์ที่เกิดจากการเลี้ยงดูจากครอบครัวที่เข้มงวด หรือตามใจมากเกินไป แต่โดยทั่วไปลักษณะอารมณ์จะแตกต่างจากเด็กปกติมากนัก

4.2) การปรับตัว จากการวิจัยพบว่า เด็กตาบอดไม่ค่อยมีปัญหาในการปรับตัวมากนัก ลักษณะการปรับตัวจะคล้ายคลึงกับการปรับตัวของเด็กปกติ ทั้งนี้ผู้ที่มีปัญหาทางการมองเห็นไม่จำเป็นต้องมีปัญหาในการปรับตัว เพราะความสามารถในการปรับตัวไม่ได้เกิดจากการถ้าย

ทอดทางพันธุกรรม แต่ผู้ที่มองเห็นได้อย่างเลื่อนลาง จะมีความสามารถทางสังคมและการปรับตัว ไม่ดีเท่าคนตาบอดสนิท (ผดุง อายะวิญญู, 2523)

4.3) ลักษณะของเด็กตาบอดที่ชอบทำจินตเป็นนิสัย (Mannerism หรือ Eandism) เด็กตาบอดชอบทำท่าทางบางอย่างที่เด็กปกติไม่ทำกัน ซึ่งคนทั่วไปมองดูว่าเป็นสิ่งผิดปกติคนตาบอดมักมีพฤติกรรมหรือกระทำอะไรที่รอบ ตัวของตนเองเช่นเอานิ้วกดบริเวณลูกตาเด็กตาบอดแต่กำเนิดมักจะมีตาสีทึบ บริเวณเปลือกตาสีคล้ำเด็กตาบอดบางคนชอบนั่งโยกตัวไปมาพยักหน้าบางคนทำท่าสุดคมกลืนอยู่ตลอดเวลาเมื่อ และศรีษะไม่อยู่นิ่ง หมุนตัวสะบัดนิ้ว ยังไม่มีใครอธิบายสาเหตุของพฤติกรรมแปลกๆ นั้นว่าเกิดจากอะไร เชื่อกันว่าความเหงาและความเชื่อทำให้เกิดพฤติกรรมเหล่านั้น หากให้เด็กออกสังคมบ้าง ได้พบผู้คนมาก ๆ ให้เด็กได้มีการเคลื่อนไหว กระตุ้นให้เด็กสนใจอยากรู้อยากเห็นโดยใช้ประสาทสัมผัสอื่นๆ จะทำให้พฤติกรรมแปลกๆ นั้น หายไปได้ (สการวรัตน์ ฤณาวิศรุต. 2531) จะเห็นได้ว่าสิ่งเหล่านั้นแก้ไขได้ ดังนั้นพ่อแม่ ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องจึงควรช่วยเหลือเปลี่ยนแปลงแก้ไข เพื่อให้เด็กได้พัฒนาบุคลิกลักษณะให้เหมือนกับเด็กปกติให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (Swanson and wilss.1979)

เด็กตาบอดมีพัฒนาการโดยทั่วไปเหมือนเด็กปกติ โดยเฉพาะพัฒนาการทางร่างกายและพัฒนาการทางด้านสติปัญญาส่วนพัฒนาการทางด้านภาษาจะช้ากว่าเด็กปกติเล็กน้อย แต่มีทักษะทางภาษาเหมือนกัน ส่วนพัฒนาการทางด้านอารมณ์จะมีความแตกต่างกันเนื่องจากเด็กตาบอดมีความบีบคั้นทางอารมณ์ เนื่องจากความบกพร่องของตนเองและมักมีพฤติกรรมที่แตกต่าง เช่น ชอบกอดตนเอง นั่งก้มหน้า ทำจุกดมกลิ่น เป็นต้น ทำให้เสียบุคลิกแต่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้

2.1.3 ความเชื่อเกี่ยวกับเด็กตาบอด

Kautman (1988) ได้อธิบายความเชื่อที่ถูกต้องเกี่ยวกับเด็กตาบอดไว้ดังนี้

1. เด็กตาบอด มีเพียงจำนวนน้อยเท่านั้นที่ไม่มีการเห็นอยู่เลย ส่วนใหญ่ยังมีสายตาสีที่เหลืออยู่มาใช้ประโยชน์
2. เด็กตาบอดใช้สิ่งพิมพ์ที่มีขนาดโตเป็นเครื่องมือในการอ่าน แต่ปัจจุบันมีแนวโน้มใช้การฟังมากกว่า
3. เด็กตาบอดไม่มีสัมผัสพิเศษ ความสามารถเกิดจากประสบการณ์การใช้ประสาทสัมผัสมากกว่าเด็กปกติ
4. เด็กตาบอดแยกสิ่งสัมผัสรับรู้ได้ ความสามารถนี้ไม่ใช่พรสวรรค์ แต่เกิดขึ้นเพราะการใช้ประสาทสัมผัสที่เหลืออยู่เป็นประจำจนเกิดความชำนาญ
5. ด้วยเจตคติที่ดี และประสบการณ์การเรียนรู้ที่พึงพอใจทำให้เด็กตาบอดสามารถช่วยเหลือตนเองได้และมีบุคลิกภาพที่เข้มแข็งเหมือนเด็กปกติ

6. เด็กตาบอดพัฒนาทักษะการฟังได้ดี เนื่องจากต้องใช้ทักษะการฟังเพื่อติดต่อสื่อสารหรือเก็บข้อมูลต่างๆจากสิ่งแวดล้อมอยู่ตลอดเวลา

7. สุนัขนำทางไม่สามารถนำคนตาบอดไปได้ทุกแห่ง สุนัขเป็นเพียงผู้ป้องกันไม่ให้ไปในที่ที่มีอุปสรรคเท่านั้น

จากความเชื่อที่ผิดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว ทำให้เด็กตาบอดได้รับการปฏิบัติแตกต่างจากเด็กปกติ เช่นได้รับการช่วยเหลือมากจนเกินความจำเป็น เพราะไม่เชื่อในศักยภาพความสามารถ ทำให้เด็กไม่รู้จักรับวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือไม่สามารรถช่วยเหลือตนเองในกิจวัตรประจำวันได้ หรือบางครั้งมีการปิดกั้นวิธีการเรียนรู้ด้านอื่นๆ เพราะเชื่อว่าเด็กมีพรสวรรค์ด้านการฟัง จึงเน้นไปที่รูปแบบการเรียนรู้จากการฟังเท่านั้น ความจริงเด็กตาบอดสามารถเรียนรู้ผ่านการใช้ความสามารถด้านอื่นๆ ได้

2.2 การจัดการศึกษาสำหรับเด็กตาบอด

2.2.1 หลักการจัดการศึกษาสำหรับเด็กตาบอด

การจัดการเรียนการสอน สำหรับเด็กที่มีความบกพร่องทางสายตา

ที่มา : วารสารกองการศึกษาเพื่อคนพิการฉบับปฐมฤกษ์ ปีที่ 1 เดือนพฤษภาคม 2542 – มีนาคม 2543(ปีการศึกษา 2542) หน้าที่ 78 – 81

โดย : อารีย์ เพลินชัยวณิช ผู้ช่วยผู้อำนวยการโรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือจังหวัดเชียงใหม่
การจัดการศึกษาสำหรับเด็กที่มีความพิการทางการมองเห็น อาจจัดได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. จัดเป็นโรงเรียนเฉพาะสำหรับเด็กที่มีความพิการทางการมองเห็น ซึ่งมักจะจัดในรูปแบบโรงเรียนประจำเพราะเด็กอาจจะต้องเข้ารับการฝึกทักษะที่จำเป็นที่โรงเรียน
2. จัดให้เข้ารับการเรียนร่วมกับเด็กปกติในโรงเรียนปกติ อาจจะเรียนในชั้นเรียนพิเศษหรือเข้าเรียนร่วมในชั้นเรียนปกติ

การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนเฉพาะ ได้มีการจัดการศึกษาในลักษณะโรงเรียนเฉพาะมาแล้ว โดยเริ่มจากในยุโรปก่อน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ปี พ.ศ. 2327 โรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกตั้งขึ้นที่กรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส

ปี พ.ศ. 2334 โรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกในประเทศอังกฤษ ตั้งขึ้นที่เมืองลิเวอร์พูล

ปี พ.ศ. 2372 โรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกา

ตั้งขึ้นที่เมืองนิวยอร์กในรัฐแมสซาชูเซตส์

ปี พ.ศ. 2374 โรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่ตั้งขึ้นในกรุงนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา

ปี พ.ศ. 2376 โรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่ตั้งขึ้นในรัฐเพนซิลวาเนีย

ประเทศสหรัฐอเมริกา

ระหว่างปี พ.ศ. 2375 – 2418 มีโรงเรียนสอนคนตาบอดตั้งขึ้นในประเทศสหรัฐอเมริกา ทั้งหมดจำนวน 30 โรงเรียน ซึ่งเป็นทั้งโรงเรียนของรัฐและเอกชน

ปี พ.ศ. 2482 โรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่ตั้งขึ้นในประเทศไทย คือ โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ ซึ่งเป็นโรงเรียนของเอกชนปี พ.ศ. 2503 โรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่ตั้งขึ้นในส่วนภูมิภาคในประเทศไทย คือ โรงเรียนสอนคนตาบอดภาคเหนือในพระบรมราชินูปถัมภ์จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นโรงเรียนของ เอกชนแต่ในปี พ.ศ.2523 ได้โอนให้เป็นของรัฐ สังกัด กองการศึกษาพิเศษ กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

โรงเรียนเฉพาะสำหรับเด็กที่มีความพิการทาง การมองเห็น ทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นโรงเรียนประจำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนเหล่านี้จะได้มีโอกาสฝึกฝนการดำรงชีวิต ประจำวัน โดยมีครูมีความรู้เฉพาะเกี่ยวกับนักเรียนตา บอดในโรงเรียน เพื่อช่วยสอนทักษะต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน อีกทั้งทางบ้านของนักเรียนผู้ปกครองไม่สามารถที่จะสอนทักษะบางอย่างได้และบ้านของนักเรียนอยู่ห่างไกล การเดินทางไม่สะดวกและสิ่งที่สำคัญ คือผู้ปกครองมีความต้องการให้โรงเรียนช่วยดูแลบุตรหลานของเขา ทั้งทางด้าน การช่วยเหลือตนเอง การอยู่ร่วมกันในสังคมการเรียนวิชาสามัญ หรือการฝึกอาชีพ เพื่อจะได้สามารถเลี้ยงชีพได้ด้วยตนเอง โดยไม่เป็นภาระต่อครอบครัวและสังคมต่อไปแนวการจัดการและการวางจุดมุ่งหมาย ของการจัดการศึกษา ไม่แตกต่างไปจากเด็กปกติเพียงแต่นำหลักสูตรมาปรับเพื่อให้มีความเหมาะสมกับสภาพความพิการของเด็กเท่านั้น และเพิ่มเติมสิ่งที่ยังขาดเพื่อให้เด็กเหล่านั้นได้รับประโยชน์มากที่สุด เช่น การคัดแปลงโปรแกรมทางการศึกษาจากการเห็นไปสู่การได้ยินให้มากที่สุด นอกนั้นให้รับรู้การสัมผัสและรู้สึกทางการเคลื่อนไหว โดยการเขียน – อ่าน อักษรเบรลล์ อุปกรณ์พิเศษในการเรียนได้แก่ สเลท (Slate) และสไตลัส (Stylus) อุปกรณ์ การเรียนการสอน เช่น ไม้เท้า ลูกคิด แผนที่ ภาพนูน กราฟนูน หุ่นจำลอง เครื่องบันทึกเสียง เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ดีดสัมผัสเป็นต้น วาริธิระจิตร์ (2531 : 46) ได้กล่าวถึงนักการศึกษาโลเวนเฟลด์ (Lowenfeld) ซึ่งได้ให้หลักสำคัญในการจัดการเรียนการสอนเด็กที่มีความพิการทางการมองเห็นไว้ดังนี้

1. คำนึงถึงเอกลักษณ์บุคคล โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาพความต้องการและปัญหาของเด็กตาบอด
2. ขนาดที่เหมาะสมของชั้นเรียน จำนวนนักเรียนควรอยู่ระหว่าง 6 – 9 คน
3. สอนในเรื่องรูปธรรมที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จากการได้ยิน และจากการสัมผัสตั้งแต่ของใช้ในบ้าน ไปจนถึงเสียงยานพาหนะ ตลอดจนการเรียนรู้เรื่องรูปร่าง ขนาดและน้ำหนัก ความแข็งแรง อ่อน นุ่ม หยิบ เรียบ หนา บาง อุณหภูมิและความยืดหยุ่น นำมาให้นักเรียนสัมผัสจนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง

4. นำประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ที่เคยเรียนรู้ไปแล้วเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่ เพื่อช่วยให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ เพิ่มเติม

5. เพิ่มสิ่งเร้าเพื่อขยายประสบการณ์ให้เด็กได้พัฒนาความคิด และจินตนาการต่างๆ แต่ต้องทำอย่างมีระบบ เริ่มจากเรื่องง่ายๆ ใกล้เคียง ขยายสู่เรื่องยาก ใกล้เคียงออกไป

6. กระตุ้นให้เด็กได้มีโอกาสทำกิจกรรมทางสังคมให้มากขึ้น สอดคล้องกับหลักในการจัดการศึกษาพิเศษปัจจุบัน เน้นเรื่องการนำเด็กเข้าสู่สภาวะปกติให้มากที่สุด (Normalization) หมายถึง กระบวนการช่วยเหลือเด็กพิเศษให้สามารถปฏิบัติสิ่งต่างๆ ทั่วไปในชีวิตได้ใกล้เคียงกับบุคคลทั่วไปในสังคมให้มากที่สุด

จะเห็นได้ว่า หลักการจัดการศึกษาสำหรับเด็กตาบอดใกล้เคียงกับเด็กปกติ นอกจากสนองความต้องการที่แตกต่างกันของเด็กแต่ละคนแล้ว ยังเน้นความเป็นรูปธรรมเพื่อให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้มากที่สุดสามารถขยายความคิดจากเรื่องใกล้ตัวสู่เรื่องไกลตัวได้อย่างเป็นระบบ ช่วยให้เด็กมีโอกาสทำกิจกรรมในสังคมเพื่อเป็นส่วนหนึ่งในสังคมมากขึ้น

2.2.2 หลักสูตร และการเรียนการสอนเด็กตาบอด

เนื่องจากเด็กตาบอดมีข้อจำกัดทางการมองเห็น ไม่สามารถใช้สายตาที่เหลืออยู่ให้เกิดการเรียนรู้ได้ ดังนั้นหลักสูตรจึงต้องปรับให้เหมาะสมกับเด็ก เช่น ปรับการเรียน วาดเขียน หรือพลศึกษา เป็นต้น อย่างไรก็ตาม โดยภาพรวมหลักสูตรควรใช้เหมือนกับเด็กปกติมากที่สุด บังอร ต้นปาน (2535) กล่าวว่า สิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ของเด็กตาบอดมี 4 ประการคือ

1. อักษรเบรลล์ การสอนอักษรเบรลล์กับเด็กตาบอดนั้น ต้องเป็นกลุ่มเด็กที่ตาบอดสนิทหรือมีการเห็นเหลืออยู่น้อยมากจนไม่สามารถใช้สายตาเรียนรู้ได้ อักษรเบรลล์สามารถเขียนได้ 2 วิธี คือ การเขียนด้วยเครื่องมือเขียนอักษรเบรลล์ ที่เรียกว่า สเตท และ สไตลัส ในระยะแรกควรสอนให้เด็กเขียนอักษรเบรลล์โดยใช้เครื่องมือเขียนก่อน เนื่องจาก กล้ามเนื้อมือยังไม่แข็งแรงพอที่จะใช้เครื่องพิมพ์เบรลล์ ก่อนสอนต้องสอนให้เด็กรู้วิธีคลำอักษรเบรลล์จากแบบฝึกหัดเสียก่อน ให้เด็กรู้ว่าจุดต่างๆ ของอักษรเบรลล์แต่ละตัวแตกต่างกันหรือเหมือนกันอย่างไร เด็กตาบอดต้องเรียนด้วยการสัมผัสจับต้องและการจำที่ยากกว่าเด็กปกติมาก เพราะเวลาเขียนอักษรเบรลล์ต้องเขียนจากทางขวาไปซ้าย และอ่านโดยใช้ปลายนิ้วมือสัมผัสปุ่มนูน เด็กตาบอดอ่านหนังสือเบรลล์ได้ช้ากว่าเด็กปกติประมาณหนึ่งในสาม หรือหนึ่งในสี่ของเวลาที่เด็กปกติใช้อ่าน ดังนั้นครูจึงต้องมีความอดทนและให้เวลากับการสอนเด็กตาบอดให้มากขึ้น

2. การใช้การเห็นที่เหลืออยู่ ด้วยปัญหาจากการอ่านอักษรเบรลล์ และด้วยความจริงที่ว่าเด็กตาบอดส่วนมากยังมีสายตาที่เหลืออยู่บ้างที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้เด็กตาบอดในปัจจุบันจึงได้รับการสนับสนุนส่งเสริมการอ่านด้วยสายตาให้มากที่สุด Hanninen (1975) เชื่อว่า เด็กตาบอดส่วนมาก ควรอ่านอักษรปกติมากกว่าใช้อักษรเบรลล์ เนื่องจากปัจจุบันความก้าวหน้าทางการพิมพ์

สามารถปรับขยายให้ตัวอักษรมีขนาดโตเท่าใดก็ได้ เหมาะสมกับระดับการเห็นของเด็ก ประกอบกับสามารถใช้แว่นขยาย หรือจอภาพโทรทัศน์ฉายอักษรตัวโต

3. การฝึกทักษะทางการฟัง ปัจจุบัน ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงทำให้ทักษะการฟังของเด็กตาบอดมีมากขึ้น เนื่องจากมีแผ่นเสียงเทปบันทึกเสียงจำนวนมากที่มีการใช้แทนอักษรเบรลล์เป็นอย่างมาก ในปัจจุบันเด็กตาบอดเป็นจำนวนมากนิยมใช้การฟังมากขึ้น ไม่พยายามใช้สายตาที่เหลืออยู่ของตน ประการต่อมาการบันทึกเสียงไม่มีบันทึกสำหรับทุกสิ่งทุกอย่างไปทั้งหมด ข้อมูลจำนวนมากยังใช้การพิมพ์เป็นตัวหนังสือและป้ายโฆษณาต่างๆ จำนวนมากเป็นตัวหนังสือทั้งสิ้น Hanninen (1975) ให้ข้อสังเกตว่า การฟังต้องใช้สมาธิมากหากเด็กขาดความตั้งใจแม้เพียงเล็กน้อยจะทำให้สิ่งที่ฟังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นการฟังแม้จะมีความจำเป็นสำหรับเด็กตาบอดก็ตาม เด็กเหล่านี้ก็จำเป็นต้องพยายามใช้สายตาที่เหลืออยู่ และใช้อักษรเบรลล์ด้วย

4. การฝึกการเคลื่อนไหว (Orientation and Mobility) ถือเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับเด็กตาบอดอย่างมาก เพราะต้องใช้ในการเดินทาง การเคลื่อนไหวด้วยตนเองไปในที่ต่าง ๆ โดยอิสระ การเคลื่อนไหวต้องฝึกในสองส่วนคือ การปฐมนิเทศเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการเคลื่อนไหวทางกายภาพ เพื่อให้เด็กคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อม ว่ามีอะไร อยู่ที่ไหน และมีประโยชน์อย่างไร กล่าวคือให้รู้ว่าตนมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมในลักษณะใดบ้าง ส่วนการเคลื่อนไหว เป็นการสอนให้เด็กสามารถเคลื่อนไหวไปยังสถานที่ต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย การเคลื่อนไหวสามารถใช้คนนำทางให้สุนัขนำทาง ใช้ไม้เท้า และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น

2.3 การใช้เทคโนโลยีช่วยในการอ่านสำหรับคนตาบอด

จากความก้าวหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ มีหน่วยงานและบริษัทหลายแห่งได้พัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์หลายประเภทเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกแก่คนตาบอดในด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและการอ่าน เช่น การประดิษฐ์เครื่อง Optacon , Computer Automatic , MIT Braille Emboss และ Kurzweil Reading Machine เป็นต้น

1. ออพตาคอน (Optacon มาจาก OPTical-to Tactile-CONverter) เป็นเครื่องมืออ่านหนังสือของคนตาบอด คิดค้นโดย ดร.เลนวิล แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดใช้อ่านหนังสือที่พิมพ์ด้วยหมึกสีเข้มทุกชนิด ทุกภาษา เครื่องอ่านหนังสือชนิดนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1.1 กล้อง ทำหน้าที่เสมือนนัยน์ตา คล้ายกล้องถ่ายรูป ขนาดเล็กเท่ากับมิดคัตโฟมมีขนาดกระทัดรัด ที่กล้องจะมีดวงไฟเล็ก ๆ สองดวงสำหรับส่องตัวหนังสือที่จะอ่าน ภายในกล้องจะมีหลอดไฟทรานซิสเตอร์ที่ไวต่อแสงมากเรียกว่า Light-sensitive photo อีก 144 ตัว ทำหน้าที่เสมือนเป็นเรติน่าของนัยน์ตา หลอดไฟทรานซิสเตอร์ 144 ตัวนี้จะถ่ายทอดตัวหนังสือเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ไปยังตัวเครื่อง เมื่อสัญญาณเข้าไปที่เครื่องก็จะไปทำให้หมุดบนร่องสำหรับวางนิ้วชี้

มือซ้ายบนเครื่องต้นสะเทือน หนุนขึ้นมาจากปกติ เป็นรูปร่างตามตัวอักษรที่กล้องถ่ายภาพได้ ดังนี้ เมื่อผู้อ่านใช้นิ้วชี้มือซ้ายแตะบนร่องในเครื่องอ่านนี้ ก็จะทราบทันทีว่าตัวอักษรที่จะใช้อ่านนั้นเป็น ตัวอะไร

1.2 ตัวเครื่องมีขนาดหนา 2 นิ้ว กว้าง 6 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว ภายในบรรจุแบตเตอรี่นิกเกิล แคดเมียมเอาไว้ ในตอนกลางคืนเมื่อไม่ได้ใช้เครื่องก็เสียบไฟฟ้าบ้านขนาด 220 โวลต์ ให้ไฟเข้าไป เก็บไว้ในแบตเตอรี่ บรรจุไปหนึ่งคืนนำมาใช้อ่านหนังสือได้ประมาณ 4 ชั่วโมง ถ้ามีกำลังไฟมาก หมุดที่ร่องสำหรับวางนิ้วชี้ก็จะหนุนขึ้นมามาก ตัวเครื่องนี้จะมีกระเป๋าหนังหุ้มอยู่อีกทีหนึ่ง

การใช้ออฟตาคอนในการอ่านหนังสือ ใช้มือซ้ายสอดเข้าไปในตัวเครื่อง ให้นิ้วชี้วางอยู่บนร่องหมุด ส่วนมือขวาจับกล้องนำไปวางให้ตรงกับบรรทัดหนังสือที่จะอ่าน ลองเปิดไฟที่กล้อง ก่อนเพื่อสำรวจว่าตัวหนังสือใหญ่มากน้อยแค่ไหน ตัวหนังสือใหญ่เกินไป นิ้วชี้ที่แตะอยู่บนร่องหมุดจะทราบเพราะหมุดจะหนุนออกมาล้อมกรอบ ปรับกล้องโดยเลื่อนปุ่มบนกล้องเพื่อให้เลนส์ ได้ขนาดกับตัวหนังสือที่จะอ่าน จะมีเสียงคังหรี ๆ อยู่นตลอดเวลาที่กล้องวางอยู่บนตัวอักษร เลื่อนกล้องไปซ้ายๆ นิ้วชี้ก็คลำหมุดไปตามลำดับ พอเลื่อนไปสู่บรรทัดซึ่งไม่มีตัวอักษร เสียงหรีๆ ตอนแรกก็จะไม่คัง เลื่อนกล้องกลับมาตามแนวเดิมจนถึงจุดเริ่มต้นก่อน จากนั้นจึงเลื่อนลงมาขึ้น บรรทัดใหม่ ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนจบข้อความที่จะอ่าน ตัวหนังสือที่พิมพ์ด้วยสีอื่นที่ไม่ใช่สีดำหรือน้ำเงินหรือสีเข้มๆ จะอ่านไม่ได้ รูปภาพอ่านไม่ได้ เครื่องออฟตาคอนนี้ราคาประมาณเครื่อง ละ 60,000 บาท

เด็กนักเรียนระดับวิทยาลัยที่อ่านเก่งด้วยออฟตาคอน จะสามารถอ่านได้ถึงนาทีละ 60 – 70 คำ การอ่านแบบนี้ เด็กตาบอดสามารถอ่านหนังสือปกติได้โดยไม่ต้องอาศัยอักษรเบรลล์อย่างไร ก็ดี Bliss และ Moore (1974) ระบุว่า การเรียนอ่านด้วยออฟตาคอนนั้นเด็กจะต้องมีเขาวีปัญญาสูง มีการฝึกหัดนาน และต้องได้แรงเสริมอย่างมากด้วย Barraga (1976) กล่าวว่า ออฟตาคอนเป็นงานประดิษฐ์ที่มีคุณค่าเพราะเด็กสามารถอ่านหนังสือได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องช่วยใดๆ อีก แต่ข้อเสียของออฟตาคอนก็คือ เด็กตาบอดส่วนใหญ่ไม่สามารถซื้อมาใช้ได้เพราะมีราคาแพง (วิริยะ สิริสิงห 2519: 2-4 ; Kirk and Gallagher 1983 : 223 – 224)

2. เครื่องแปลอักษรเบรลล์คอมพิวเตอร์(Computer automation) เป็นเครื่องแปลตัวอักษรปกติของหนังสือเรียนระดับประถมศึกษาปีที่2 เป็นอักษรเบรลล์โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ จัดทำโดย Massachusetts Institute of Technology วิธีการนี้ American Printing House for the Blind ได้นำไปใช้และมีการพัฒนาให้ความก้าวหน้าขึ้นอีกโดยการใช้เครื่องแปลอักษรเบรลล์ ซึ่งเรียกว่า MIT Braille Emboss กับเครื่องโทรพิมพ์ ซึ่งครูผู้สอนเด็กตาบอดซึ่งอยู่ในโรงเรียนห่างไกลสามารถมีหนังสืออักษรเบรลล์ใหม่ ๆ โดยใช้โทรศัพท์ติดต่อกับศูนย์คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง เพื่อช่วยจัดส่งหนังสือใหม่ๆ ที่ต้องการโดยใช้เครื่องโทรพิมพ์

3. Kurzweil Reading Machine เป็นเครื่องช่วยอ่านอีกประเภทหนึ่งของคนตาบอด ผลิตโดยบริษัท Kurzweil Company Products, Inc., a Xerox Company เป็นเครื่องที่สามารถเปลี่ยนตัวหนังสือสำหรับคนสายตาดำกตเป็นเสียงพูดภาษาอังกฤษในอัตราความเร็วปกติ โดยผู้ใช้เพียงแต่วางวัสดุการอ่านลงบนด้านหน้าของตัวอ่าน (Scanner) เครื่องก็จะเริ่มอ่านหนังสือตั้งแต่บรรทัดแรกและอ่านไปเรื่อยๆ จนจบหน้า อุปกรณ์นี้มีประโยชน์มาก แต่คนตาบอดยังใช้กันน้อย เพราะราคาแพงและเคลื่อนย้ายลำบาก (Kirk and Gallagher 1983:224)

4. หนังสือเทป ได้รับการพัฒนาโดย The National Library Service for the Blind and Physically Handicapped (NLS) โดยเริ่มการบันทึกการอ่านหนังสือลงในจานเสียงมาตั้งแต่ ค.ศ. 1933 และมูลนิธิคนตาบอดอเมริกัน (The American Foundation for the Blind) ก็ได้พัฒนาอุปกรณ์บันทึกเสียง จานเสียง เรื่อยมาจบใน ค.ศ. 1934 วิศวกรภายใต้ความอุปถัมภ์ของมูลนิธิคนตาบอดอเมริกันสามารถผลิตจานเสียงมาตรฐานคือ ขนาดความเร็ว 33 1/3 RPM (Revolutions Per Minute) ออกมาใช้บันทึกหนังสือได้ ซึ่ง 14 ปีต่อมา จานเสียงแบบนี้จึงเริ่มแพร่หลายในวงการธุรกิจ

จานเสียงมาตรฐานในปัจจุบันที่ใช้บันทึกหนังสือ จะมีขนาด 8 1/3 rpm มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว เล่นได้ประมาณ 3 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาในการเล่นนานของจานเสียง ทำให้ประหยัดจานเสียงและประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บด้วย

5. เทปคาสเซต ปัจจุบันเทปคาสเซตได้รับการพัฒนาไปมาก จากการเล่นได้ 1 7/8 ips 2 tracks ใช้เวลาเล่น 1 1/2 ชั่วโมง (ips = inches per second) จนสามารถเล่นได้ 15/16 ips 4 tracks โดยสามารถเล่นได้ยาวนานถึง 6 ชั่วโมง ซึ่งจะบันทึกตัวหนังสือได้ถึง 200 หน้า ตั้งแต่ ค.ศ. 1977 เป็นต้นมา NLD นิยมใช้เทปคาสเซตแบบนี้มากเพราะมีขนาดเล็กกระทัดรัด น้ำหนักเบา เล่นได้นาน และจัดทำสำเนาได้ง่าย

6. เครื่องเล่นหนังสือเทป (Talking-book machine) ได้รับการพัฒนาโดยมูลนิธิคนตาบอดอเมริกัน รวมทั้งบริษัททางการค้า จนปัจจุบันเครื่องเล่นแผ่นเสียงสามารถเล่นกับแผ่นเสียงขนาด 33 1/3 , 16 2/3 และ 8 1/3 rpm และเครื่องเล่นเทปคาสเซตสามารถใช้กับเทปขนาด 1 7/8 และ 15/16 ips (Goodrum and Dalrymple 1982 : 167 – 170)

7. เครื่องอ่านหนังสือสำหรับคนตาบอด ผลิตโดยทบวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมของประเทศญี่ปุ่น เป็นเครื่องช่วยอ่านหนังสือที่มีสมรรถนะในการจดจำตัวอักษรค้นหาประโยคและอ่านออกมาด้วยเสียงคอมพิวเตอร์ (Computerized Speech Synthesizer) สามารถเปิดหน้าหนังสือได้เอง และอ่านได้ทั้งแผนผังและแผนภูมิ เครื่องอ่านนี้สามารถจำตัวหนังสือได้ 3,000 ตัว รวมทั้งตัวอักษรจีนหลักๆ ที่ใช้ในชีวิตประจำวันในประเทศญี่ปุ่น มีหน่วยความจำประมาณ 60,000 คำ หลังจากการจำตัวอักษรวิเคราะห์ประโยค และการเพิ่มเติมข้อมูลการออกเสียง และการให้เสียงสูงต่ำ เครื่องจะส่งข้อมูลต่างๆ ไปยังเครื่องทำเสียงพูด ซึ่งจะอ่านออกเสียงออกมา เครื่องนี้จะบันทึกข้อมูลได้ในเวลาเดียวกันด้วย

ผู้ฟังสามารถควบคุมหน้าหนังสือ หน่วยที่มา (เป็นคำหรือเป็นประโยค) และความเร็วในการอ่านด้วยแป้นกดตัวอักษร (Key board) นอกจากนี้ยังสามารถแก้ไขคำที่อ่านผิดได้ด้วย การใช้แป้นกดตัวอักษรนั้น จะมีเทปคำอธิบายการใช้มาพร้อมกับตัวเครื่อง

เครื่องอ่านหนังสือสำหรับคนตาบอดนี้ มีขนาดใหญ่โต และยังมีความเชื่อ่งช้าในการทำงาน คือ มีความสามารถในการอ่านได้ 300 คำ (1 หน้าหนังสือ) ในระยะเวลา 25 นาที (ในขณะที่คนสายตาปกติจะใช้เวลาอ่านเพียง 3 นาที) ซึ่งผู้ผลิตจะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป

ทบวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรมพยากรณ์ว่า ราคาของเครื่องอ่านหนังสือสำหรับคนตาบอดขนาดที่ใช้ได้สะดวก ซึ่งจะหาซื้อได้ในปีงบประมาณ 2531 จะมีราคาประมาณ 30 ล้านบาท (เครื่องอ่านหนังสือสำหรับคนตาบอด 2528 : 20 – 21)

นอกจากเครื่องมืออุปกรณ์พิเศษที่สามารถแทนสายตาของพวกเขาเช่นนี้แล้ว วาสนา เปล่งสมบัติ (2542 : 27 – 28) ยังกล่าวถึงงานจากความรู้ความสามารถของนักวิจัยไทยที่ให้ความสนใจในการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านนี้เพื่อคนพิการ คือ

1. เครื่องบันทึกอักษรเบรลล์ แบ่งได้ 2 ชนิดคือ

1.1 เครื่องบันทึกอักษรเบรลล์ชนิดอ่านออกเสียงได้อย่างเดียว เป็นอุปกรณ์ที่คนตาบอดสามารถพกพาไปไหนมาไหน เพื่อการทำงานนอกสถานที่ได้เช่นเดียวกับบุคคลทั่วไปมีลักษณะพิเศษคือเป็นพิมพ์เป็นอักษรเบรลล์ และสามารถแปลงเบรลล์เป็นอักษรธรรมดาได้ มีความสามารถอ่านออกเสียงได้ และมีหน้าที่การทำงานเหมือนเครื่องบันทึกส่วนบุคคล (Organizer) สามารถบันทึกการพิมพ์ได้เหมือนประมวลคำ (Word processor) สามารถสั่งพิมพ์ข้อความได้

1.2 เครื่องบันทึกอักษรเบรลล์ชนิดอ่านออกเสียง และแสดงจุดอักษรเบรลล์มีขนาดเล็กสามารถใช้แบตเตอรี่ได้นานประมาณ 30 ชั่วโมง ใช้บันทึกข้อมูลเพิ่มต่างๆ ได้บันทึกเบอร์โทรศัพท์ คิดเลข บอกวันที่ เดือน ปี และเวลาได้ มีหน่วยความจำประมาณ 2 – 4 เมกกะไบต์ แล้วแต่รุ่น ใช้ได้ทั้งระบบอ่านออกเสียง และระบบแสดงผลเป็นอักษรเบรลล์ที่มีทั้งแบบ 18 และ 40 ตัวอักษรในระบบ 8 จุด ทำให้สามารถใช้ได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สามารถเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ได้และมีระบบค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการได้ ในกรณีที่พิมพ์อักษรผิดสามารถแก้ไขได้

2. โปรแกรมอ่านอักขระ (Optical character recognition) เครื่องนี้มีความสามารถในการอ่านอักขระและกราฟิกของสิ่งพิมพ์ โดยสามารถแปลงข้อมูลที่ใส่เข้าไปและแสดงผลข้อมูลที่ได้ออก 3 อย่าง คือ

2.1 เพิ่มข้อมูลคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถเก็บบันทึกได้ และอ่านได้ด้วยเครื่องอ่านอักขระ

2.2 เสียงพูด ผู้ใช้สามารถรับรู้สิ่งผ่านเครื่องนี้เป็นเสียงพูดได้ในเวลานั้น

2.3 อักษรเบรลล์ผู้ใช้สามารถต่ออุปกรณ์นี้กับอุปกรณ์อ่านอักษรเบรลล์และสามารถอ่านได้ในเวลานั้น

ความก้าวหน้าอีกประการหนึ่งของเครื่องมือนี้ คือการต่อเข้ากับเครื่องมือการอ่านหนังสือที่สามารถบอกรูปแบบ หน้า ลักษณะรูปภาพ ของหนังสือไปแต่ละหน้าเหมือนกับการได้มองเห็นหนังสือจริงๆ ได้

นอกจากนี้ มณฑลเทศาภิบาล (อ้างถึงใน วาสนา เปล่งสมบัติ. 2542 : 29 – 31) ได้จำแนกประเภทของเทคโนโลยีสารสนเทศ ไว้ดังนี้

เครื่องคอมพิวเตอร์ มีลักษณะไม่แตกต่างจากคนปกติโดยทั่วไป ทั้งระบบปฏิบัติการที่เป็นคอสมินโดว์ แมคอินทอช และยูนิกซ์ หรืออื่น ๆ รวมทั้งคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษ สำหรับผู้ที่เคยชินกับการใช้แป้นพิมพ์ที่เป็นอักษรเบรลล์ ซึ่งมีลักษณะแตกต่างไปจากระบบแป้นพิมพ์สัมผัสทั่วไป

อุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกับคอมพิวเตอร์ (ใช้แทนการมองเห็นหน้าจอของคนทั่วไป) แบ่งได้ 2 ประการได้แก่

1. การแสดงผลเป็นเสียง (Speech output) อาศัยเสียงเป็นสื่อกลางในการทำงานกับคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปนิยมเรียกอุปกรณ์ชนิดนี้ว่าเครื่องสังเคราะห์เสียง หรือเครื่องประกอบเสียง (Speech synthesizer) ถึงแม้ว่าที่มาของเสียงอาจเป็นได้ทั้งการสังเคราะห์เสียงขึ้น หรือจากการบันทึกเสียงมนุษย์ หรืออาจใช้กระบวนการทั้ง 2 อย่างลักษณะของเครื่องสังเคราะห์เสียง อาจเป็นการดัดที่ติดตั้งไว้ หรือเป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านแบบอนุกรมหรือแบบขนาน โดยที่เครื่องสังเคราะห์เสียง จะทำหน้าที่แปลงเสียงออกมาตามคำสั่งของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการออกแบบให้ทำหน้าที่แปลงข้อความบนจอภาพให้เป็นเสียง

2. การแสดงผลเป็นอักษรเบรลล์ (Braille output) เป็นการใช้อักษรเบรลล์เป็นสื่อกลางในการใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจทำได้ 2 วิธี คือ

การสั่งให้พิมพ์เอกสารโดยผ่านเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ (Braille output หรือ (Braille embosser) ซึ่งสามารถพิมพ์กระดาษต่อเนื่องและกระดาษไม่ต่อเนื่องได้ แต่ต้องแยกใช้อย่างละเครื่อง ซึ่งใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) ได้แก่

- 2.1 โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen reader) ทำหน้าที่แปลงข้อมูลบนจอภาพให้เป็นเสียง ซึ่งสามารถได้ยินจากเครื่องสังเคราะห์เสียง

- 2.2 โปรแกรมขยายหน้าจอ (Screen enlargement) ทำหน้าที่ขยายขนาดของตัวอักษร หรือรูปภาพบนจอคอมพิวเตอร์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับบุคคลที่สายตาดูแลกลางสามารถอ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้

2.3 โปรแกรมแปลอักษรเบรลล์ (Braille translation) ทำหน้าที่แปลงข้อมูลบนจอคอมพิวเตอร์ ทั้งที่เป็นตัวอักษร สิ่งตีพิมพ์ หรือที่เป็นรูปภาพ ให้เป็นอักษรเบรลล์ เพื่อการแสดงผลบนจอ หรือพิมพ์ออกมาเป็นเอกสารโดยผ่านเครื่องพิมพ์

2.4 โปรแกรมสั่งงานด้วยเสียง (Voice recognition) คือการพูดกับไมโครโฟนผ่านระบบข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ โดยจะส่งคำสั่งไปยังตัวปรับที่เครื่องเหมือนเป็นพิมพ์ทั่วไป

เครื่องกวาดตรวจเอกสารด้วยแสง (Braille scanner) ลักษณะเหมือนเครื่องสแกนโดยทั่วไป สามารถสแกนได้ทั้งอักษรปกติภาษาไทย ภาษาอังกฤษ อักษรเบรลล์ และภาพกราฟิกต่าง ๆ จะทำงานร่วมกับโปรแกรมอ่านอักขระ (Optical character recognition) ทำให้สามารถแปลงข้อมูลออกมาเป็นข้อมูลภาษาไทย ภาษาอังกฤษ อักษรเบรลล์ และอ่านภาพกราฟิกได้

ปัญหาของการใช้อุปกรณ์ทางเทคโนโลยี (Kirk and Gallagher 1983 : 255)

1. คนตาบอดจะต้องได้รับการอบรมเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ต่างๆ อย่างชำนาญเสียก่อนจึงจะใช้ได้ดี
2. อุปกรณ์ดังกล่าวมักจะเสียบ่อย จึงต้องมีการตรวจสอบและซ่อมแซมอย่างสม่ำเสมอ
3. อุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาแพงมีขนาดใหญ่โต เคลื่อนย้ายได้ยาก จึงไม่สะดวกต่อการใช้ในชีวิตประจำวัน

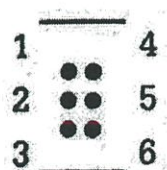
2.4 การสอนเขียนอ่านอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอด

2.4.1 ความหมายและลักษณะของอักษรเบรลล์

วารี ธีระจิตร (2531) กล่าวว่า อักษรเบรลล์เป็นอักษรนูน มีลักษณะเป็นจุดนูน 6 จุด ใน 1 กลุ่ม เซล ซึ่งนำมาจัดเรียงกันอย่างมีระบบเป็นรหัส หรือสัญลักษณ์แทนอักษรคนตาดี ตำแหน่งจุดต่างๆ นั้นเรียกดังนี้ คือ

ทางซ้ายมือ มีตำแหน่งจุดที่ 1,2,3 เรียงกันลงมาตามลำดับ

ทางขวามือ มีตำแหน่งจุดที่ 4,5,6 เรียงกันลงมาตามลำดับ ดังนี้



2.4.2 ประวัติ และการพัฒนาอักษรเบรลล์ (สมทรง พันธุ์สุวรรณ . 2526)

คนตาบอดเริ่มมีการอ่านหนังสือ ครั้งแรกตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 14 โดยใช้ปลายนิ้วมือสัมผัส รูปตัวอักษรโรมันที่แกะสลักจากไม้ อีฐ ดินบุก และ เหล็ก มีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงมาเป็นเวลายาวนาน จนในคริสต์ศตวรรษที่ 17 จึงกำเนิดอักษรเบรลล์เป็นลักษณะจุดนูน และได้ชื่อตามผู้คิดประดิษฐ์ คือ Louis Braille การพัฒนาอักษรเบรลล์ แบ่งเป็น 3 ช่วง ดังนี้

1. การพัฒนาอักษรโรมันสำหรับคนตาบอด

การอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้วมือ หมายถึงการอ่านหนังสือของคนตาบอดโดยใช้ปลายนิ้วมือทั้งสองมือสัมผัสบนรูปตัวอักษร โรมันที่แกะสลักจากไม้ อีฐ ดินบุก และเหล็ก การตัดกระดาษเป็นรูปตัวอักษรโรมัน การปักเข็มหมุดบนหมอนเป็นภาษาเยอรมันนอกจากนี้ยังมีการใช้เชือกขดเป็นปมแทนตัวอักษร วิธีนี้ใช้ได้ผลดีเป็นเวลานาน และใช้แปลหนังสือพระคัมภีร์ไบเบิลให้คนตาบอดได้เรียนรู้เรื่องคริสต์ศาสนา ระบบนี้เป็นการสื่อสารติดต่อระหว่างคนตาบอดด้วยกันและระหว่างคนตาบอดกับคนตาดี

2. อักษรนูน 6 แบบ

การพัฒนาตัวหนังสือและวิธีการอ่านหนังสือสำหรับคนตาบอด ได้กระทำกันต่อมาเรื่อยๆ จนได้รับความคิดว่าคนตาบอดควรใช้ปลายนิ้วมือสัมผัสตัวอักษรนูนที่เป็นสัญลักษณ์ นับว่าเป็นการอ่านที่ง่าย สะดวกรวดเร็ว และเหมาะสมที่สุด ดังนั้นจึงมีผู้คิดและคิดแปลงวิธีการอ่านเรื่อยมาดังนี้คือ

2.1 อักษรนูนแบบฮิว (Hauy)

ผู้ให้กำเนิดการศึกษาแก่คนตาบอดคนแรกของโลก เป็นชาวฝรั่งเศส ชื่อ Valentine Hauy ได้ตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่กรุงปารีสประเทศฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1784 และต่อมาจัดตั้งสมาคมวาเลนไทน์ ฮิว เมื่อศกพาสตริตาบอดชาวเวียนนาชื่อ มาเรีย เทเรซาออน พาราติ มาเยือนกรุงปารีส เธอเชื่อว่าคนตาบอดสามารถอ่านหนังสือได้ด้วยวิธีการอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้วมือบนตัวอักษรใหญ่ ๆ ที่พิมพ์เป็นตัวนูน แม้ว่า Hauy จะมีไข่มุกคนแรกที่ค้นพบวิธีการพิมพ์อักษรนูนแต่เขาก็ได้ให้แนวความคิดและทำหน้าที่สอนคนตาบอดโดยพิมพ์เป็นอักษร โรมันตัวนูน

2.2) อักษรนูนแบบกอลด์ (Gall's type)

ค.ศ. 1826 Janes Gall ได้พิมพ์หนังสือสำหรับ คนตาบอดตามแบบวิธีของฮิว คือ พิมพ์ด้วยอักษร โรมันตัวนูนมีชื่อภาษาอังกฤษว่า "First Book for Teaching the Art of Reading To the Blind" ส่วนหนึ่งของหนังสือนี้พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ธรรมดา อีกส่วนหนึ่งพิมพ์เป็นอักษร โรมันตัวนูนขนาดใหญ่ใช้ระบบการอ่านสัมผัสและคำต่อเนื่องติดต่อกัน ไม่เว้นวรรคระยะระหว่างคำให้อ่านยาก

2.3) อักษรนูนแบบฟราย และอลสตัน (Fry and Alston)

ค.ศ. 1832 สมาคมช่างศิลป์แห่งเอดินเบอร์ก ได้ประกาศให้รางวัลเหรียญทองแก่ผู้ชนะเลิศแบบการพิมพ์หนังสือที่ดีที่สุดสำหรับคนตาบอด มีผู้เข้าแข่งขันทั้งหมด 19 แบบ ผู้ที่ได้รับรางวัล คือ

Dr.Edmund Fry แห่งกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ ท่านพิมพ์ด้วยอักษรโรมันธรรมดา และค่อยๆ เปลี่ยนแปลงจนเป็นที่นิยมแพร่หลายในประเทศต่อมา John Alston ซึ่งทำงานที่สถานสงเคราะห์คนตาบอดกลาสโก ได้นำแบบอย่างการพิมพ์มาดัดแปลงและสร้างเครื่องพิมพ์พิมพ์หนังสือ ชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า”Inter Alia” เป็นเรื่องเกี่ยวกับคริสต์ศาสนา ค.ศ. 1840 ได้พิมพ์หนังสือพระคัมภีร์ไบเบิลฉบับสมบูรณ์ 19 เล่มจบ เป็นหนังสือพระคัมภีร์ไบเบิลเล่มแรกที่พิมพ์เป็นอักษรนูน ตัวพิมพ์เด่นชัด และพิมพ์ทั้งสองหน้า จำหน่ายแพร่หลายมากในกรุงเอдинเบิร์ก และสหรัฐอเมริกา

2.4) อักษรนูนแบบบอสตัน ลายน์ เลทเทอร์ (Boston Line Letter)

ขณะที่ John Alston มีชื่อเสียงการพิมพ์อักษรนูนสำหรับคนตาบอดใน ยุโรป ทางสหรัฐอเมริกาได้มีผู้ริเริ่มการพิมพ์อักษรนูนคนแรกชื่อ Samuel Howe(สมทรง พันธุ์สุวรรณ .2526) เป็นผู้อำนวยความสะดวกคนแรกของสถาบันเพอร์กิน เมืองบอสตัน อันเป็นสถาบันที่มีชื่อเสียงมากทางอบรมครูสอนคนตาบอดและให้การศึกษาในระดับสูงแก่คนตาบอดของสหรัฐอเมริกา ท่านได้เดินทางท่องเที่ยวมายังประเทศต่าง ๆ ในทวีปยุโรป และได้พบวิธีการพิมพ์เพิ่มการพิมพ์อักษรขึ้นต้นด้วยตัวใหญ่ วิธีการพิมพ์นี้เป็นที่แพร่หลายและรู้จักดีในเมือง บอสตันจึงเรียกวิธีนี้ว่า แบบบอสตัน ลายน์ เลทเทอร์

2.5) อักษรนูนระบบชาวเลข (Shorthand Systems)

ระบบการใช้อักษรนูนแบบชาวเลขเป็นความคิดของ Lucas และ Fere ซึ่งเป็นนักเขียนชาวเลข ชาวเมืองบรสตอล ประเทศอังกฤษท่านใช้วิธีเขียนแบบรหัสย่อเป็นรูปเส้นตรง เส้นโค้ง เส้นงอและจุด เขียนอยู่บนเส้นตรงแนวเดียวกัน หนังสือที่พิมพ์แบบชาวเลขนี้แพร่หลายมากในประเทศอังกฤษ และประเทศใกล้เคียง นอกจากนี้ยังคิดประดิษฐ์การเขียนโน้ตดนตรีสำหรับคนตาบอดด้วย ส่วน Fere ได้คิดค้นระบบการอ่านออกเสียง (PhoneticSystem) สำหรับคนตาบอดและคงยึดแนวเขียนเป็นแถวอย่างแบบชาวเลขของ Lucas

2.6) อักษรนูนแบบมูน (Moon)

การอ่านหนังสือของคนตาบอดตามระบบการอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้วมือ บนแถวเดียวกัน ยังคงใช้สืบต่อมาจนถึงสมัยของ William Moon ชาวอังกฤษใน ค.ศ. 1847 ท่านผู้นี้ตาบอดบางส่วนและต่อมาสายตาค่อย ๆ มีดลงจนกลายเป็นคนตาบอดสนิท จากประสบการณ์ของท่านเองได้พบว่าคนตาบอดสามารถอ่านหนังสือได้ทุกระบบตามที่กล่าวมาแล้วอย่างมีประสิทธิภาพ และท่านได้คิดวิธีตามแบบของท่านเรียกว่า อักษรนูนแบบมูน ใช้สัญลักษณ์ตัวนูน เป็นรูปเส้นโค้ง เส้นตรง เส้นงอ สามเหลี่ยม วงกลม และจุดเขียนอยู่บนเส้นตรงแนวเดียวกันตามแบบของ Fere อักษรนูนแบบมูนใช้ได้ผลดีมาก ดังปรากฏในบันทึกว่านักเรียนตาบอด สามารถอ่านหนังสือนูนแบบของเขาได้คล่องแคล่วในเวลาเพียง 10 วัน แต่จะต้องใช้เวลาฝึกหัดอ่านอักษรนูนแบบอื่นๆ ถึง 5 ปี ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความสะดวกรวดเร็วในการเรียนรู้อักษรนูนแบบมูน

3. อักษรเบรลล์ (Braille)

คิดค้น โดย Louis Braille) ซึ่งเป็นชาวฝรั่งเศส เกิด ค.ศ. 1809 ที่เมืองคูเวร์ ประเทศฝรั่งเศส เป็นลูกชายนายช่างซ่อมรองเท้าและเครื่องหนัง ท่านตาบอดแต่เยาว์วัยเพราะอุบัติเหตุจากเครื่องมือของบิดา ได้รับการศึกษาจากโรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่กรุงปารีส ที่สร้างขึ้นโดย Haüy และเมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วได้เข้าทำงานเป็นครูสอนคนตาบอดสืบต่อมา ณ ที่นั่น ท่านได้ศึกษาระบบการอ่านสระ – พยัญชนะ สัมผัสด้วยปลายนิ้วมือตามแบบของ Haüy เขาได้รับความคิดมาจากการส่งข่าวสารทางทหารในเวลากลางคืนของกัปตันเรือซึ่งใช้กระดาษแข็งปัมเป็นรหัสจุด – จุด ซึ่งได้พัฒนามาเป็นระบบ 6 จุด ซึ่งสามารถจัดกลุ่มของจุดได้ถึง 63 แบบ ใช้แทนอักษรคนตาดีและได้คิดสร้างโน้ตดนตรีเป็นอักษรเบรลล์สำหรับคนตาบอด

เมื่อเขาอายุ 26 ปี เขาได้ทดลองทำเอกสารสรุปย่อฉบับหนึ่งเกี่ยวกับการอ่าน – เขียนอักษรเบรลล์ แต่ยังไม่เป็นที่พอใจของเขานัก จนปีคริสต์ศักราช 1834 ได้คิดระบบการอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้วมือ นับเป็นผลงานที่สมบูรณ์แบบครบถ้วนยิ่งกว่าระบบใดๆ ทั้งสิ้น และเรียกตามชื่อเขาว่า อักษรเบรลล์ เป็นที่นิยมและยอมรับกันทั่วโลกว่าเป็นอักษรสำหรับคนตาบอดให้อ่านและเขียนตามระบบการอ่านสัมผัสด้วยปลายนิ้วมืออักษรเบรลล์ฝรั่งเศสได้แพร่หลายไปทั่วโลกมีผู้ดัดแปลงนำไปใช้ในกลุ่มประเทศที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นหลักทั่วยุโรป เช่น ประเทศอังกฤษ และสหรัฐอเมริกา

ค.ศ. 1918 กลุ่มประเทศดังกล่าวได้คิดปรับปรุงอักษรเบรลล์สำหรับคนตาบอดประจำชาติของตนโดยยึดหลักแบบอักษรเบรลล์ฝรั่งเศสของ Louis Braille และใน ค.ศ. 1932 ประเทศอังกฤษ และสหรัฐอเมริกา ร่วมมือจัดทำ อักษรเบรลล์อังกฤษมาตรฐาน (Standard English Braille) สำหรับใช้ในกลุ่มประเทศที่พูดภาษาอังกฤษเป็นหลัก (สมทรง พันธุ์สุวรรณ. 2531)

อักษรสำหรับคนตาบอดมีพัฒนาการเริ่มต้นในคริสต์ศตวรรษ ที่ 17 จากการพัฒนาอักษรโรมัน ด้วยการแกะสลักอักษรนูนบนแผ่นไม้ เหล็ก ดีบุก ฯลฯ หรือการขุดเข็อกเป็นสัญลักษณ์เป็นต้น นำไปสู่การประดิษฐ์อักษรนูน 6 แบบคือ อักษรนูนแบบฮิว อักษรนูนแบบกอลล์ อักษรนูนแบบฟราย และออลสตันอักษรนูนแบบบอสตัน ลายน์ เลทเทอร์ ต่อมา มีการคิดเป็นสัญลักษณ์ เช่น เส้นโค้ง เส้นงอ เส้นวงกลม และจุด เป็น อักษรนูนแบบเขาวเลข และอักษรนูนแบบมูน ซึ่งนำไปสู่การคิดประดิษฐ์เป็นพยัญชนะอักษร โดยใช้จุดนูนแทนสัญลักษณ์อักษรของคนปกติที่คิดค้นโดย Louis Braille คนตาบอดชาว ฝรั่งเศส แล้วใช้ตลอดมาจนถึงปัจจุบัน

2.4.3 รูปแบบอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษและภาษาไทย

2.4.3.1 รูปแบบอักษรเบรลล์ไทย

พัญชนะไทย

ก	ข	ฃ	ค	ค
๐๐	๐๐	๐๐๐๐	๐๐	๐๐๐๐
ฅ	ง	จ	ฉ	ช
๐๐๐๐	๐๐	๐๐	๐๐	๐๐
ซ	ฌ	ญ	ฎ	ฏ
๐๐	๐๐๐๐	๐๐๐๐	๐๐๐๐	๐๐๐๐
ฐ	ฑ	ฒ	ณ	ด
๐๐๐๐	๐๐๐๐	๐๐๐๐	๐๐๐๐	๐๐
ต	ถ	ท	ธ	น
๐๐	๐๐	๐๐	๐๐๐๐	๐๐
บ	ป	ผ	ฝ	พ
๐๐	๐๐	๐๐	๐๐	๐๐
ฟ	ภ	ม	ย	ร
๐๐	๐๐๐๐	๐๐	๐๐	๐๐
ล	ว	ศ	ษ	ส
๐๐	๐๐	๐๐๐๐	๐๐๐๐	๐๐
ห	ฬ	อ	ฮ	
๐๐	๐๐๐๐	๐๐	๐๐	

สระและวรรณยุกต์ไทย

ะ	า	ิ	ึ	ุ			
๐๐	๐๐	๐๐	๐๐	๐๐			
๕	๑	๒	๕-๕	๕			
๐๐	๐๐	๐๐	๐๐๐๐	๐๐			
แ-ะ	แ-	โ-ะ	โ-				
๐๐๐๐	๐๐	๐๐๐๐	๐๐				
เ-ะ	-อ	เ-อ	เ-อ				
๐๐๐๐	๐๐	๐๐๐๐	๐๐				
เ-ัย	เ-ัย	เ-อ	เ-อ				
๐๐๐๐	๐๐	๐๐๐๐	๐๐				
-วะ	-ว	-ำ	ไ	ใ			
๐๐๐๐	๐๐	๐๐	๐๐	๐๐๐๐			
ฤ	ฤา	ฎ	ฎา				
๐๐๐๐	๐๐๐๐๐๐	๐๐๐๐	๐๐๐๐๐๐				
'	๕	๕	+	๕	๕	๕	๕
๐๐	๐๐	๐๐	๐๐	๐๐	๐๐	๐๐	๐๐
.	(-)	"-"					
๐๐	๐๐๐๐๐๐	๐๐๐๐๐๐					

ภาพที่ 2.1 ภาพแบบอักษรเบรลล์ไทย

2.4.3.2 ภาพแบบอักษรเบรลล์อังกฤษ

ภาษาอังกฤษ

1	2	3	4	5	
A	B	C	D	E	
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	
6	7	8	9	0	
F	G	H	I	J	
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	
K	L	M	N	O	
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	
P	Q	R	S	T	
⠠	⠡	⠢	⠣	⠤	
U	V	W	X	Y	Z
⠠	⠡	⠢	⠣	⠣	⠤

ภาพที่ 2.2 ภาพแบบอักษรเบรลล์อังกฤษ

2.4.4 การเขียนอ่านอักษรเบรลล์

สมทรง พันธุ์สุวรรณ (2532) ได้อธิบาย เกี่ยวกับการสอนเขียนอ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์ แก่เด็กตาบอดระยะเริ่มเรียน หรือ เด็กตาบอดที่ไม่เคยเข้าเรียนมาก่อน ต้องฝึกเขียนและอ่าน พยัญชนะไทยพื้นฐานก่อน เพื่อสะดวกในการจดจำ และป้องกันการสับสนโดยจำเพียง 28 ตัวก่อน คือ ก ข ค ง จ ฉ ช ฅ ด ต ถ ท น บ ป ผ ฝ พ ฟ น ย ร ล ว ส ห อ ฮ แล้วจึงสอนพยัญชนะประเภท 2 เซลล์ จำนวน 16 ตัว ได้แก่ ข ค ฉ ฉ ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ณ ฐ ก ญ ศ ษ พ ภายหลัง ส่วนเด็กที่เคยเรียนเขียน อ่านในโรงเรียนปกติมาก่อนแล้วอาจสอนไปพร้อมกันทั้งหมด 44 ตัวก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุและความพร้อมของผู้เรียนเอง

การเขียนอักษรเบรลล์ไทย สระ และ วรรณยุกต์ จะเขียนบนบรรทัดเดียวกัน เช่นเดียวกับภาษาอังกฤษ

สำหรับการอ่านอักษรเบรลล์ไทยมีวิธีการอ่านโดยใช้ปลายนิ้วมือสัมผัสบนจุดศูนย์กลางของนิ้วมือไปขวามือ ตามอักขระวิธีการเรียนและการประสมคำภาษาไทย

2.4.4.1 การเขียนอักษรเบรลล์

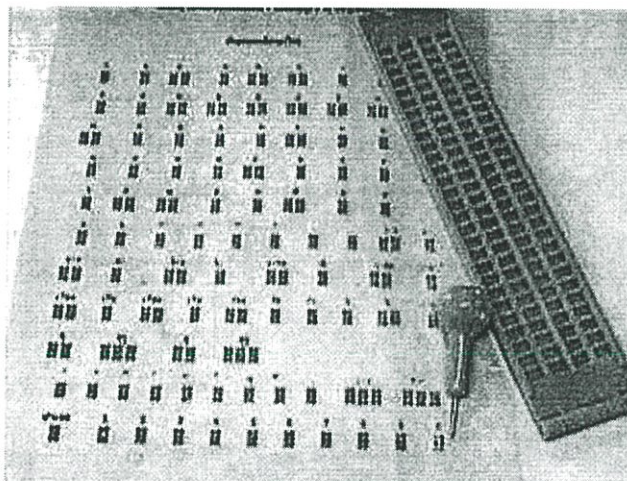
ในการเตรียมความพร้อมเด็กตาบอดที่จะหัดเขียนอักษรเบรลล์ จะต้องเตรียมความพร้อมกล้ามเนื้อนิ้วมือ ฝึกหัดประสาทสัมผัสการเรียนรู้กำหนดจุด ตำแหน่งต่างๆ ของอักษรเบรลล์แต่ละตัวก่อน

การเตรียมความพร้อมในการเขียนอักษรเบรลล์

การฝึกสัมผัสทางมือ โดยเฉพาะด้านกล้ามเนื้อนิ้วมือให้แข็งแรงมีกำลัง และสามารถจับเครื่องมือในการเขียนได้ โดยฝึกหัดด้วย กิจกรรมการปั้นดินน้ำมัน เล่นทราย การขยี้กระดาษ และหยิบจับสิ่งของ เป็นต้น การฝึกทำนั่งในการเขียน การวางข้อศอก ข้อมือ และนิ้ว การจับสไตลัส และสเลท ที่ถูกวิธี การวางมือในขณะที่เขียนและการเลื่อนมือไปบรรทัดใหม่

เครื่องมือสำหรับเขียนอักษรเบรลล์มี 4 ชนิด คือ

1. สเลท เป็นแผ่นโลหะ หรือ พลาสติก กว้าง 2 นิ้ว ยาวประมาณ 8 นิ้วครึ่ง 2 แผ่นประกบกัน ช่องเล็กๆ บนแผ่นสเลท เรียกว่า เซลล์ (Cell) แบ่งเป็น 4 แถว ๆ 28 ช่อง



ภาพที่ 2.3 ภาพสเลทและภาพสไตลัส หรือ ดินสอของคนตาบอด

วิธีใช้

ก. การวางสเลทให้วางด้านที่มีช่องไว้ด้านบน โดย ให้บานพับอยู่ด้านซ้ายมือและให้วางขนานกับลำตัวของผู้เขียน

ข. การเปิด - ปิด แผ่นสเลท ให้เปิดด้านขวา ด้านซ้ายจะล็อกเปิดแผ่นบนขึ้นวางกระดาษลงบนแผ่นล่าง โดยให้ขอบซ้ายของกระดาษอยู่เกือบติดบานพับและขอบบนของกระดาษ

อยู่พอดีกับขอบบนของสเลท ค่อย ๆ ปิดสเลทแผ่นบนลงมาพร้อมกกดทั้ง 4 มุม กระดาษจะยึดกับหมุดทั้ง 4 ของสเลท เพื่อให้กระดาษทับอยู่ขณะที่เด็กเขียนจะได้ไม่เลื่อนไปมา และทำให้เขียนตรงบรรทัด

ก. การเลื่อนกระดาษ ให้เปิดสเลท แล้วเลื่อนแผ่นกระดาษด้านล่างขึ้นไปด้านบน โดยให้รอยปุ่มยึดกระดาษข้างล่างขึ้นไปทับปุ่มยึดกระดาษด้านบนแล้วปิดสเลท

2. สไตลัส (Stylus) หรือเรียกว่า “ดินสอของคนตาบอด” ลักษณะคล้าย ๆ ลูกข่าง แต่เล็กกว่า ส่วนที่เราใช้จับมีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ กันได้ ส่วนปลายของสไตลัสที่ไว้เขียนทำด้วยเหล็กซึ่งมีลักษณะคล้ายตะปูเปรียบได้กับปลายปากกา หรือดินสอนั่นเอง เมื่อเด็กกดลงบนแผ่นกระดาษแล้วจะปรากฏเป็นจุดนูนขึ้นมาเช่นเดียวกับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์

วิธีใช้

การจับสไตลัสที่ถูกต้อง โดยใช้นิ้วชี้มือขวาพาดลงบนตัวสไตลัสและยึดรหัสสไตลัสให้มั่นด้วยนิ้วหัวแม่มือและนิ้วกลาง โดยนิ้วหัวแม่มือชี้ออกไปข้างหน้า นิ้วกลางชี้เข้าหาตัวผู้เขียน จับสไตลัสลงตามช่องที่ต้องการ

3. เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ (Braille) เป็นเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ที่ทำด้วยโลหะรูปสี่เหลี่ยมกระตี่ครดมีแท่นพิมพ์ มีคีย์สำหรับกด 6 อัน มีที่หมุนนำกระดาษเข้าเครื่อง ตำแหน่งการวางนิ้วมือพิมพ์สัมผัส คือ มือซ้าย : นิ้วชี้ นิ้วกลาง และนิ้วนาง แทนตำแหน่ง จุดที่ 1 – 2 – 3 ตามลำดับ มือขวา : นิ้วชี้ นิ้วกลาง และนิ้วนาง แทนตำแหน่งที่จุดที่ 4 – 5 – 6 ตามลำดับ

การกดครั้งหนึ่ง หมายความว่า พิมพ์อักษรเบรลล์ได้ 1 ตัว การพิมพ์นี้สามารถพิมพ์ได้ทั้งหนังสือเบรลล์ไทยและอังกฤษ เช่น พิมพ์อักษรโรมัน A ซึ่งมีกำหนดจุดที่ 1 จะต้องใช้นิ้วชี้ – นิ้วชี้กด ถ้าพิมพ์อักษรโรมัน G ซึ่งมีกำหนดจุดที่ 1-2-4-5 จะต้องใช้ 2 มือ คือ มือซ้าย – นิ้วชี้ และนิ้วกลาง ส่วนมือขวา ใช้นิ้วชี้ และนิ้วกลาง เป็นต้น

4. เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยที่สุดในยุค ปัจจุบันสามารถผลิตได้หลายชุดในขณะเดียวกัน บางเครื่องยังมีเสียงพูดด้วยเพื่อความสะดวกแก่คนตาบอด ราคาเครื่องค่อนข้างสูงมาก หนังสือเบรลล์ที่ปรากฏบนกระดาษพิมพ์จะเริ่มเคลื่อนจากซ้ายมือไปขวามือ เป็นจุดนูนเด่นชัด และสามารถอ่านได้ทันที หนังสือเบรลล์ที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เบรลล์มีขนาดใหญ่กว่าหนังสือสำหรับคนตาดีที่พิมพ์ด้วยหมึกพิมพ์ในเครื่องเดียวกัน และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายการจัดพิมพ์มากกว่าการพิมพ์หนังสือธรรมดาถึง 10 เท่า

กระดาษใช้พิมพ์ และเขียนอักษรเบรลล์ ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับชนิดของอุปกรณ์ หากต้องใช้เครื่องพิมพ์ควรเลือกกระดาษที่มีความหนา 150 – 180 แกรม

2.4.4.2 การอ่านอักษรเบรลล์

Clay (1989) ได้แบ่งองค์ประกอบการอ่านของเด็กไว้ 4 ด้าน คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับการใช้หนังสือ ได้แก่ การอ่านจากซ้ายไปขวา การหาหน้าแรก และหน้าสุดท้ายของหนังสือ
2. ความรู้เกี่ยวกับตัวอักษร ได้แก่ การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ระหว่างเสียงกับภาพ เสียงกับตัวอักษร
3. เครื่องหมายวรรคตอน
4. ความรู้เกี่ยวกับสิ่งชี้แนะ การคาดคะเน และตรวจสอบความถูกต้องของสิ่งที่อ่านด้วยตนเอง

สำหรับการเตรียมความพร้อมในการอ่านสำหรับเด็กตาบอด ควรฝึกให้เด็กรู้จักการสังเกต โดยการใช้นิ้วสัมผัสอย่างคล่องแคล่ว เป็นการฝึกการอ่านให้รวดเร็วและถูกต้อง เพราะเชื่อว่าการฝึกทำได้คล่องแคล่ว จะสามารถทำให้เด็กตาบอดอ่านหนังสือได้เร็ว เช่นเดียวกับเด็กปกติ (สมทรง พันธุ์สุวรรณ . 2532)

การอ่านอักษรเบรลล์ทำได้โดยการใช้นิ้วชี้ข้างซ้ายกำกับต้นบรรทัดที่จะอ่าน นิ้วชี้ขวาเริ่มต้นอ่านขณะที่นิ้วชี้ซ้ายกำกับบรรทัด เลื่อนนิ้วไปทางขวามือในการการแต่ละบรรทัด เมื่อสิ้นสุดบรรทัดที่อ่าน ให้เลื่อนนิ้วชี้ข้างซ้ายลงมากำกับบรรทัดถัดไป แล้วยกนิ้วชี้ขวามาอ่านบรรทัดที่มีนิ้วชี้ซ้ายกำกับอยู่ นิ้วชี้ซ้ายจะอยู่บนอักษรตัวแรกของบรรทัด และการอ่านอักษรเบรลล์ที่ดีต้องใช้มือทั้งสองข้างร่วมกันเสมอ (สมทรง พันธุ์สุวรรณ. 2532)

2.5 หลักการวิจัย และพัฒนา

พฤทธิ ศรีบรรณพิทักษ์. (2531 : 21-24) ได้กล่าวถึงหลักการวิจัย และการพัฒนาทางการศึกษาสรุปได้ดังนี้

การวิจัย และพัฒนาทางการศึกษา (Education Research and Development หรือ R&D) เป็นการพัฒนาการศึกษาโดยพื้นฐานของการวิจัยเป็นกลยุทธ์ หรือวิธีการสำคัญวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาทางการศึกษา และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา(Education Product) อันหมายถึง วัสดุ คุรภัณฑ์ทางการศึกษา เช่น หนังสือแบบเรียน ฟิล์ม สไลด์ เทป เทปเสียง เทปโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมคอมพิวเตอร์

การออกแบบวิจัย และพัฒนาสื่อการสอน

วารินทร์ รัศมีพรหม (3532 : 8-9) ได้แยกรายละเอียดการวิจัย และพัฒนาสื่อการสอนดังนี้

1. ภารกิจด้านการวิจัย(Research Function) ได้แก่

- 1.1 การวิจัย
- 1.2 การค้นหาปัญหา
- 1.3 การรวบรวมปัญหา

2. ภาระด้านการพัฒนา(Development Function) ได้แก่

- 2.1 การกำหนดปัญหา และดำเนินการ
- 2.2 ค้นหาวิจัยแก้ปัญหา
- 2.3 จัดทำโปรแกรม และรูปแบบ
- 2.4 มีการวัดผล และประเมินผล

3. ภารกิจด้านการเผยแพร่(Diffusion Function) มีดังนี้

- 3.1 แจกจ่ายโปรแกรม และชุดของโปรแกรม
- 3.2 สาธิตการใช้ และบอกถึงประสิทธิภาพของชุดโปรแกรม
- 3.3 จัดระบบใช้ที่ตีได้
- 3.4 ให้บริการ

Borg and Gall (1979 : 77-98) ได้แบ่งขั้นตอนของการวิจัย และพัฒนาการศึกษา ดังนี้

1. กำหนดผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จะทำการพัฒนา เป็นการกำหนดผลิตภัณฑ์ให้ชัดเจน ว่าผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จะวิจัย และพัฒนาคืออะไร โดยต้องกำหนด

- 1.1 ลักษณะทั่วไป
- 1.2 รายละเอียดของการใช้
- 1.3 วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้

เกณฑ์ในการเลือกกำหนดผลิตภัณฑ์ทางการศึกษาที่จะวิจัย และพัฒนา แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ก. ตรงกับความต้องการอันจำเป็นหรือไม่

ข. ความก้าวหน้าทางวิชาการมีเพียงพอในการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

ค. บุคลากรที่มีอยู่มีทักษะ ความรู้ และประสบการณ์ที่จำเป็นต่อการวิจัย และพัฒนาหรือไม่

ง. ผลิตภัณฑ์นั้นจะพัฒนาขึ้นในเวลาอันควรหรือไม่

2. รวบรวมข้อมูล และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาทฤษฎี และงานวิจัย การสังเกตภาคสนาม ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้ผลิตภัณฑ์การศึกษาที่กำหนด ถ้ามีความจำเป็น ผู้ทำการวิจัยและพัฒนาอาจต้องทำการศึกษาวิจัยขนาดเล็ก ซึ่งงานวิจัย และทฤษฎีที่มีอยู่ไม่สามารถตอบได้ ก่อนที่จะเริ่มพัฒนาต่อไป

3. การวางแผนการวิจัย และพัฒนา ประกอบไปด้วย

- 3.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของการใช้ผลิตภัณฑ์
- 3.2 ประมาณค่าใช้จ่ายกำลังคน และระยะเวลาที่ต้องใช้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้
- 3.3 พิจารณาผลสืบเนื่องจากผลิตภัณฑ์

4. การพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนนี้เป็นารออกแบบ และจัดทำผลิตภัณฑ์การศึกษาที่ได้วางแผนไว้ เช่น ถ้าเป็นโครงการวิจัย และพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมระยะสั้น จะต้องออกแบบหลักสูตร เตรียมวัสดุหลักสูตร คู่มือฝึกอบรม เอกสารในการฝึกอบรม และเครื่องมือประเมินผล เป็นต้น

5. ทดลอง หรือทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 1

โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ออกแบบ และจัดเตรียมไว้ในขั้นที่ 4 ไปทดลองใช้ เพื่อทดสอบคุณภาพ กับกลุ่มตัวอย่าง 5-12 คน ประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาสังเคราะห์

6. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 1

นำข้อมูล และผลจากการทดลองใช้จากขั้นตอนที่ 5 มาพัฒนาปรับปรุง

7. ทดลอง หรือทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

นำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 20-100 คน ประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

8. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 2

นำข้อมูล และผลจากการทดลองใช้จากขั้นตอนที่ 7 มาพิจารณาปรับปรุง

9. ทดลอง หรือทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 3

นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 30-100 คน ประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม การสังเกต และการสัมภาษณ์ แล้วรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์

10. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 3

นำข้อมูล และผลจากการทดลองครั้งที่ 3 มาปรับปรุงเพื่อผลิตและเผยแพร่

11. การเผยแพร่

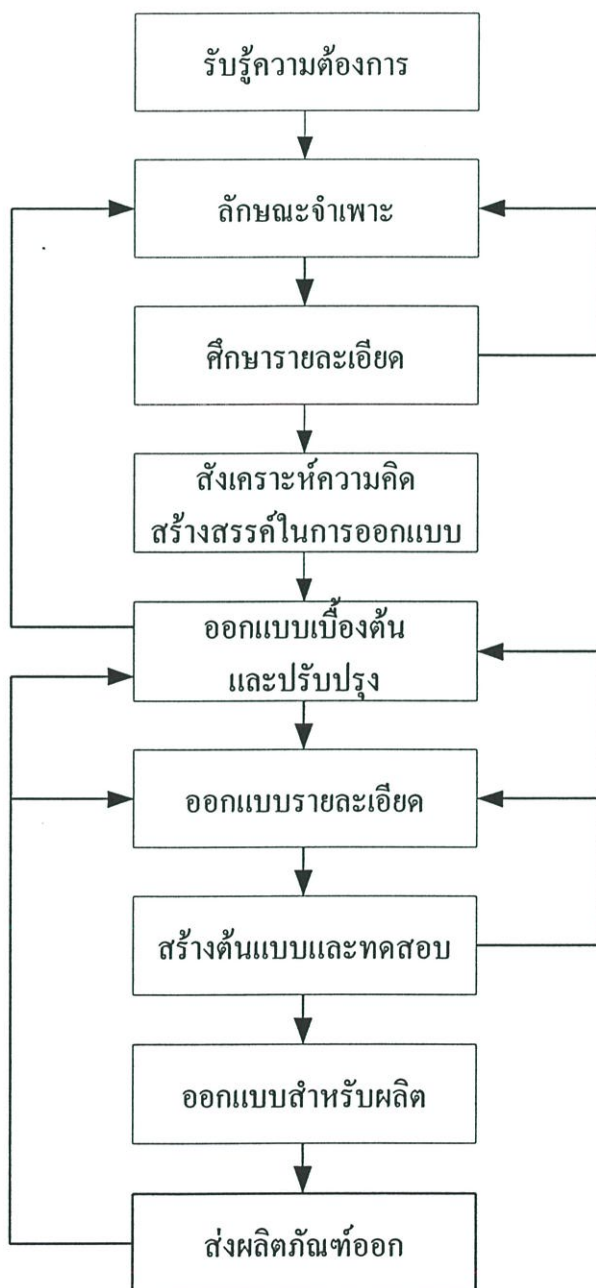
เสนอรายงานเกี่ยวกับผลการวิจัย และพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อส่งไปเผยแพร่ แล้วติดต่อกับหน่วยงานทางการศึกษาให้ใช้ในโรงเรียนต่างๆ

การวิจัย และพัฒนา เป็นรูปแบบการวิจัยที่จะทำให้การวิจัยทางการศึกษา ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการวิจัยพื้นฐาน หรือการวิจัยประยุกต์ควรได้รับการปรับปรุง และนำไปใช้ได้จริง การวิจัยประเภทนี้ยังมีส่วนช่วยในการศึกษาของประเทศให้มีความก้าวหน้า มีความสอดคล้องกับสภาพการณ์ต่างๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอยู่ตลอดเวลา

2.6 ขั้นตอนของการออกแบบผลิตภัณฑ์

วริทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนังงาน(2546 : 14-17) การออกแบบเป็นกระบวนการที่นำสนใจมากกว่าควรจะเริ่มต้นอย่างไร ควรจะเริ่มต้นจากกระดาษเปล่าแผ่นหนึ่งแล้วเริ่มต้นลงมือ

แสดงความคิดเห็นลงไป ต่อไปจะเกิดอะไรขึ้น มีอะไรบ้างที่เป็นตัวควบคุมหรือมีผลต่อการตัดสินใจ และสุดท้ายงานออกแบบจะสิ้นสุดลงที่ใด ดังนั้นจึงจะกล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบทั่วไป ซึ่งงานบางประเภทอาจไม่เป็นไปตามขั้นตอนดังกล่าวก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบและกรรมวิธีในการออกแบบ ดังนั้นเขียนเป็นแผนภาพได้ดังภาพ ที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แผนภาพของการออกแบบที่มีวงจรป้อนกลับ

1. รับรู้ความต้องการ

การออกแบบอาจเริ่มต้นขึ้นจากการที่วิศวกรได้รับรู้ความต้องการและตัดสินใจที่จะทำอะไรบางอย่างบางอย่างขึ้น หรืออาจได้รับข้อมูลจากลูกค้าที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ ในด้านการใช้งานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อาจเป็นแรงผลักดันให้มีการออกแบบขึ้นได้ การแข่งขันกันทางด้านธุรกิจและอุตสาหกรรมทำให้เกิดความต้องการในการออกแบบอุปกรณ์ กระบวนการและเครื่องจักรกลใหม่ๆ สิ่งสำคัญก็คือ ต้องยอมรับว่าเกิดความต้องการขึ้นแล้ว ใช้ประสบการณ์พื้นฐานที่มีอยู่ทำความเข้าใจกับความต้องการนั้นให้ถ่องแท้

2. ลักษณะจำเพาะ

รวบรวมรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการออกแบบให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งอาจประกอบไปด้วย คุณสมบัติ ขนาด ราคา จำนวนที่ต้องการผลิต อายุการใช้งาน อุณหภูมิที่ใช้งาน ความเชื่อถือได้ และสิ่งที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงได้บ้าง เช่น น้ำหนัก ขนาดต่างๆ พร้อมทั้งบางสิ่งบางอย่างที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการออกแบบ งานบางประเภทต้องทำตามเกณฑ์ เช่น หม้อไอน้ำ ภาวะความดันก็จำเป็นต้องศึกษาเกณฑ์นั้นๆ ให้ราบถึงสิ่งสำคัญต่างๆที่เป็นข้อควรระมัดระวังและปฏิบัติตาม

3. ศึกษารายละเอียด

เมื่อได้ลักษณะจำเพาะต่างๆแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ ศึกษารายละเอียดทั้งนี้ก็เพื่อแยกแยะสิ่งที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายหรือความล้มเหลว ทั้งทางด้านเทคนิคและด้านเศรษฐศาสตร์ โดยปกติแล้วผู้ที่รับผิดชอบในการศึกษารายละเอียดมักจะเป็นวิศวกรที่ผ่านงานออกแบบมาแล้วอย่างมาก มีพื้นฐานความรู้ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ต่างๆเป็นอย่างดี รู้วิชาการเลือกวัสดุ รู้วิธีการผลิตและความต้องการของแผนกขาย ผู้ที่ทำการศึกษารายละเอียดมักจะเป็นผู้รับผิดชอบโครงการทั้งหมด มีบ่อยครั้งที่ผลการศึกษารายละเอียดจะทำให้ลักษณะจำเพาะต้องเปลี่ยนไปเพื่อความสำเร็จของโครงการ จึงทำให้มีวงป้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะ ดังแสดงในภาพที่ 2.4

4. สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ

เมื่อศึกษารายละเอียดแล้วต่อไปก็จะถึงขั้นการสังเคราะห์ในการออกแบบ ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำทนายและนำเสนอใจที่สุดในการออกแบบ เพราะถ้าไม่มีสิ่งขีดจำกัดอันใดแล้ว ผู้ออกแบบจะทำหน้าที่เป็นวิศวกร นักประดิษฐ์ และจิตรกรในเวลาเดียวกัน ซึ่งในขณะนี้เขาจะเป็นนักสร้างสรรค์

การสังเคราะห์คือการวิเคราะห์และทำให้อำนวยประโยชน์ที่สุด ในขณะที่จะต้องสังเคราะห์ความคิดใหม่กับความคิดเก่าเพื่อให้เกิดความคิดใหม่ขึ้น ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่สั่งสอนกันไม่ได้แม้จะใช้วิธีการกระตุ้นก็ตาม แต่ก็เชื่อได้ว่าการศึกษาที่เหมาะสมทำให้มนุษย์มีกระบวนการคิดสร้างสรรค์กว้างขวางขึ้น

5. ออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุง

หลังจากผ่านกระบวนการสังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบแล้ว อาจจะมีวิธีการออกแบบที่เหมาะสมกับลักษณะจำเพาะและความต้องการหลายวิธี จึงจำเป็นที่จะต้องตัดสินใจเลือกเอาวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นเบื้องต้นและปรับปรุงต่อไป

ในขณะนี้จำเป็นจะต้องมีแบบแสดงเครื่องจักรกลหรือระบบที่มีความเกี่ยวข้องกัน เพื่อหาความสัมพันธ์ต่างๆของระบบทั้งหมด แบบควรมีขนาดสำคัญพร้อมทั้งรูปประกอบ รูปด้านข้างอย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาทางด้านคิเนมาติก(Kinematic) ของระบบด้วยเพื่อความมั่นใจว่า จะต้องทำงานได้

โดยปกติแล้วในขั้นนี้จะได้ผลสมบูรณ์ จึงต้องมีวงป้อนกลับไปยังลักษณะจำเพาะดังรูปที่ 2.4 เพื่อให้ความสมบูรณ์ครบถ้วน พร้อมกันนั้นก็จะมีปรับปรุง เพื่อพิสูจน์ให้เห็นถึงแนวความคิด เพื่อหาวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสม เพื่อประเมินผลอุปกรณ์ หรือค้นหาสิ่งที่ยังไม่แน่ชัดจากข้อมูลทางเทคนิคและประสบการณ์ที่ผ่านมา ดังนั้นช่วงการออกแบบเบื้องต้นนี้ซ้ำหรือเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่ได้ อันที่จริงแล้วการปรับปรุงจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่อไปในภาพที่ 2.4

6. ออกแบบรายละเอียด

การออกแบบรายละเอียดเกี่ยวข้องกับขนาดจริง และขนาดของส่วนประกอบอื่นๆทั้งหมด ทั้งที่ผลิตเองหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จที่ซื้อมาใช้ ซึ่งจะประกอบเข้าด้วยกันทั้งหมดเป็นระบบ ดังนั้นจึงต้องมีแบบรายละเอียดของชิ้นส่วนทุกชิ้น แสดงรูปด้านต่างๆเท่าที่จำเป็น โดยต้องกำหนดทั้งขนาด พิกัดความเผื่อไว้ให้ครบถ้วน วัสดุที่ใช้ กรรมวิธีทางความร้อน(ถ้ามี) จำนวนชิ้นส่วน ชื่อชิ้นส่วน และบางครั้งอาจจะต้องใช้แบบประกอบของชิ้นงานสำเร็จด้วย

โดยปกติช่างเขียนแบบจะทำงานไปพร้อมกับวิศวกร เพื่อเขียนแบบที่วิศวกรกำหนดขึ้น วิศวกรจะต้องใช้ข้อมูลต่างๆที่จำเป็น เช่น รูปแบบเบื้องต้นที่วิศวกรควรร่างขึ้นมาก่อน จะต้องให้ขนาด ชนิดของวัสดุ โดยใช้เทคนิคในการวิเคราะห์และประสบการณ์ที่ผ่านมา ซึ่งหมายความว่า วิศวกรต้องใช้พื้นฐานทางด้านคณิตศาสตร์ กลศาสตร์ ความแข็งแรงของวัสดุ กลศาสตร์ของไหล การสั่นสะเทือน โลหะวิทยา กระบวนการผลิต โดยที่วิศวกรอาจจะหาผู้ช่วยที่มีความชำนาญพิเศษ เฉพาะสาขามาช่วยได้

7. สร้างต้นแบบและทดสอบ

หลังจากที่มีรายละเอียดต่างๆสมบูรณ์ มีแบบแยกชิ้น แบบประกอบ รวมทั้งวัสดุและชิ้นส่วนต่างๆแล้ว จึงส่งแบบที่สมบูรณ์ทั้งหมดไปยังโรงงานเพื่อสร้างต้นแบบ

เมื่อสร้างต้นแบบเสร็จเรียบร้อยแล้วก็เตรียมประเมินผลและทดสอบ ผลจากการทดสอบ อาจทำให้ต้องเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงการออกแบบเบื้องต้น หรือแบบรายละเอียดบางประการ ซึ่งแสดงไว้เป็นวงป้อนกลับดังภาพที่ 2.4 หลังการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงชิ้นส่วนบางชิ้นส่วน แล้วจะทดสอบและประเมินผลใหม่อีกครั้ง หรืออาจต้องทำอีกหลายครั้ง จนกระทั่งวิศวกรผู้ออกแบบพึง

พอใจที่งานของเขามีสมรรถนะตามต้องการ เมื่อถึงขั้นนี้แล้วจะส่งแบบชิ้นส่วนและรายการวัสดุไปยังแผนกวิศวกรรมการผลิต เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมกับการผลิตต่อไป

8. ออกแบบสำหรับผลิต

ในขั้นตอนนี้จะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อความเหมาะสม (โดยมักจะพิจารณาจากหลักเศรษฐศาสตร์) ของวิธีการผลิตที่ดีที่สุด เนื่องจากการผลิตชิ้นงานน้อยชิ้นกับชิ้นงานมากขึ้น อาจต้องใช้วิธีการผลิตที่ต่างกัน จึงต้องหาวิธีการผลิตที่ประหยัดที่สุด

บางครั้งอาจรวมชิ้นงานหลายชิ้นเข้าเป็นชิ้นเดียวกัน หรือเปลี่ยนใช้ชิ้นส่วนที่มีในท้องตลาดแทน อีกประการหนึ่ง วิศวกรการผลิตอาจเลือกใช้วัสดุที่มีคุณภาพใกล้เคียงกันแต่ราคาถูกกว่าก็ได้ จากนั้นจึงเขียนแบบแก้ไขใหม่ให้เรียบร้อย แล้วจึงส่งฝ่ายผลิตเพื่อผลิตและส่งผลิตภัณฑ์ออกจำหน่าย

9. ส่งผลิตภัณฑ์ออก

โดยปกติจะผลิตชิ้นงานต้นแบบแล้วทดสอบอีกครั้งหนึ่ง ถ้ามีปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ ก็จะส่งกลับไปยังแผนกออกแบบเบื้องต้นและปรับปรุงหรืออาจเสนอแนะข้อคิดเห็น ไปได้ดังที่ได้แสดงโดยวงป้อนกลับในภาพที่ 2.4

สิ่งที่กล่าวมาทั้งหมดนี้อาจไม่สมบูรณ์ทางด้านรายละเอียดต่างๆ หรืออาจจะใช้ได้กับกระบวนการผลิตบางอย่างบางระบบเท่านั้น เพราะการที่รู้รายละเอียดถึงกรรมวิธีการออกแบบในงานต่างๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาและเข้าไปมีส่วนร่วมในงานนั้นๆ

2.7 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบเครื่องฟีกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

ในการออกแบบและสร้างเครื่องฟีกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ผู้วิจัยได้นำอุปกรณ์ด้านอิเล็กทรอนิกส์มาประกอบการสร้าง คือ

ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้หลายครั้ง สามารถรับข้อมูลในรูปแบบสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมา เพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออาจจะเรียกได้ว่าไมโครโพรเซสเซอร์ชิปเดี่ยว (Single-Chip Microprocessor) เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโพรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุต/เอาต์พุต บางส่วนเข้าไปในตัวไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับ

การใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา วงจรการสื่อสารอนุกรม เป็นต้น ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถจะทำงานได้เสมือนกับเป็นคอมพิวเตอร์เล็ก ๆ เครื่องหนึ่ง กล่าวโดยสรุปคือ

$$\text{Microcontroller} = \text{Microprocessor} + \text{Memory} + \text{I/O}$$

ปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้งานควบคุมหลายประการ เช่น

- ไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิปไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกัน ทำให้เลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายในของมัน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM ภายใน 128 ไบต์ บางเบอร์มี 256 ไบต์ เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดสามารถศึกษาได้จากคู่มือได้โดยตรง และลักษณะของขาต่าง ๆ จะเหมือนกัน

คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

- มีหน่วยความจำ ROM 4 Kbyte, 8 Kbyte, 20 Kbyte
- มีหน่วยความจำ RAM 128 byte
- มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ต
- มี Timer 16 บิต 2 ตัว
- สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรมานาฬิกาบนชิพ
- มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ด้วยความเร็วสูง
- อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64K
- อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64K

- สามารถประมวลผลทีละบิตได้
- สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
- หนึ่งวัฏจักรคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที ทำงานด้วย Clock 11.0592 MHz

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะมีชุดคำสั่ง (Instruction Set) อยู่จำนวนหนึ่ง สำหรับสั่งงานให้ทำงานต่าง ๆ และเนื่องจาก MCS-51 จะประมวลผลแบบ 8 บิต รหัสภาษาเครื่องจะมีขนาด 8 บิตด้วย ซึ่งชุดคำสั่งจะมีได้จำนวนสูงสุด $2^8 = 256$ ชุดคำสั่ง คำสั่งแต่ละคำสั่งอาจมีขนาด 1, 2 หรือ 3 ไบต์ MCS-51 มีโหมดการอ้างแอดเดรส (Addressing Modes) เพื่อติดต่อกับหน่วยความจำ ซึ่งอาจจะเป็นการอ่านข้อมูลออกมาหรือเขียนข้อมูลเข้าไปได้ทั้งหมด 8 โหมดคือ Register, Direct, Indirect, Immediate, Relative, Absolute และ Index

ใน MCS-51 จะแบ่งชุดของคำสั่งออกได้ 5 ประเภท ได้แก่

1. Arithmetic Instructions เป็นกลุ่มคำสั่งที่ทำงานด้านคณิตศาสตร์ เช่น ADD, SUBB, INC, DIV เป็นต้น
2. Logical Instructions มีลักษณะการทำงานคล้ายกับ Boolean Operation ซึ่งสามารถกระทำแบบ บิตต่อไบต์ หรือ บิตต่อบิตได้ เช่น ANL, ORL เป็นต้น
3. Data Transfer Instructions เป็นกลุ่มคำสั่งที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย คัดลอกข้อมูลซึ่งสามารถติดต่อกับหน่วยความจำได้หลายแบบ เช่น MOV, XCH, XCHD เป็นต้น
4. Boolean Instructions เช่น ANL, ORL, CLR, SETB เป็นต้น
5. Program Branching เป็นกลุ่มคำสั่งสำหรับสั่งให้โปรแกรมกระโดดไปทำงานในตำแหน่งที่ต้องการ แบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้ 2 กลุ่มคือ กระโดดแบบมีเงื่อนไข เช่น AJMP, LJMP, SJMP กับ กระโดดแบบมีเงื่อนไข เช่น JZ, JNZ, CJNE, DJNZ เป็นต้น

หลักการใช้สี

จิตวิทยาของสี

สีย่อมมีอิทธิพลเหนือจิตในมนุษย์ทั่ว ๆ ไป เมื่อจักษุประสาทกระทบสี สีแดงและเหลืองให้อารมณ์ตื่นเต้น ส่วนสีเขียวและน้ำเงิน แสดงถึงความสงบจิตใจถูกน้อมลงสู่สันติสุข เพราะเหตุนี้ การวางโครงสร้างสีในงานตกแต่งสถานที่ต่าง ๆ พึงควรจัดสรรสีให้ถูกกับเรื่องราวนั้น ๆ จึงจะให้ผลสมบูรณ์

สีแสดงอารมณ์โดยเฉพะดังต่อไปนี้

เหลือง	แสดงความไพเราะ
แดงเข้ม	บ่งถึงความสง่าผ่าเผย และความปีติอัมเิบ
แดง	คือความตื่นเต้นเร้าใจ
สีดอกกุหลาบ	แสดงความอ่อนหวาน นุ่มนวล
สีสดและสีบาง ๆ ทุกชนิด	บ่งถึงความกระชุ่มกระชวย ความแจ่มใส

เขียวและน้ำเงิน	ความสงบเงียบ
เขียวแก่ผสมกับเทา	ก่อให้เกิดความสลดครันหดใจและความชรา
สีเทาปานกลาง	แสดงถึงความนิ่งเฉย ความสงบ
ดำกับขาวอยู่ด้วยกัน	แสดงอารมณ์ที่ถูกกดดัน
ขาว	คือสัญลักษณ์ของความบริสุทธิ์ ความเบิกบาน
สีทอง สีเงิน และสีที่เป็นมันแวววาว	แสดงถึงความมั่งคั่ง

อย่างไรก็ดี บุคคลหลายประเภทต่างก็มีอารมณ์เกี่ยวกับสีแตกต่างกันได้ ด้วยเหตุผลเฉพาะ ส่วนบุคคล การแต่งกายด้วยสีคำหรือสีหนัก ๆ จูงใจผู้ทัศนทำให้เห็นถึงความสง่าผ่าเผยและความสุภาพเป็นผู้ดี สีบางสีเช่น สีม่วง แสดงถึงความเศร้าโศก

ในด้านการตกแต่งโดยเฉพาะอย่างยิ่งการตกแต่งภายนอกอาคาร จำเป็นจะต้องรู้ถึงอำนาจของสี ที่แสดงถึงระยะใกล้ไกลอีกด้วย ดังเช่น สีแดง เมื่ออยู่ระยะพอสมควรจะดูเหมือนพุ่งเด่นออกมา สีน้ำเงินอ่อนหรือเข้มปานกลาง กลับดูเหมือนว่าจะกระดกถอยออกไป ส่วนสีเขียวไม่แน่นอน บางครั้งก็ดูจะถอยห่าง บางครั้งก็ดูจะเข้ามาใกล้ดังตัวอย่างนี้จึงเห็นได้ว่า จำเป็นจะต้องรอบรู้ในอิทธิพลของสี เพราะถ้าวางสีผิดที่ อาจเป็นผลทำลายโครงสร้างของสถาปัตยกรรมให้รวนไปได้

การใช้สีที่ตัดกันแท้จริง

การใช้สีให้ผสมกลมกลืนกัน โดยมีได้นำเอาสีที่ตัดกันแท้จริงปะปนเข้าไปด้วยบางทีก็ปรากฏผลน่าเบื่อไม่โลดโผน หากว่านำเอาสีที่ตัดกันแท้จริงเข้าไปใช้ด้วยยอมทำให้ภาพเขียนมีชีวิตชีวาขึ้น อันที่จริงผู้ฝึกฝนใหม่มักจะมีส่วน โนม์เอียงชอบใช้สีมากสีอย่างจุฉาดอยู่แล้ว แต่การใช้สีหลายสี ถ้าไม่ระมัดระวัง ก็จะทำให้ไม่งามสมดังปรารถนา

เมื่อเราระบายสีรูปภาพ โดยการใช้สีให้กลมกลืนกันจะเป็น 5 หรือ 6 สีก็ดี ถ้าต้องการจะให้ภาพนั้นดูมีชีวิตชีวายิ่งขึ้น ไม่จำเป็นจะต้องใส่สีคู่ของสีลำดับที่ 5 หรือที่ 6 ลงไปด้วย หากแต่เราอาจเลือกเอาสีใดสีหนึ่ง อาจจะเป็นหนึ่งหรือสองสีที่เกิดการตัดกันกับวรรณะของสีส่วนรวมในภาพนั้น ซึ่งไม่เจาะจงให้เกิดการตัดกันกับสีใดสีหนึ่งโดยเฉพาะ วิธีใช้สีตรงกันข้ามหรือสีตัดกันนั้น มีเคล็ดในการใช้ ดังนี้

1. ปริมาณของสีที่จะเกิดจากการตัดกับวรรณะของสีทั้งหมดในรูปภาพนั้น ต้องจำกัดอย่าให้เกิน 10% ของเนื้อที่ในภาพเขียนนั้น ๆ
2. ในวงการศิลปะการค้า หรือประยุกต์ศิลป์นั้น มักจะมีการใช้สีที่ตัดกันอยู่บ่อย ๆ ซึ่งผู้ใช้จำเป็นจะต้องระมัดระวังในการใช้สี โดยควรให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ดังนี้
 - ก) การใช้สีตรงข้าม หรือสีที่ตัดกันกับในปริมาณเนื้อที่เท่ากันยอมไม่งาม จำเป็นจะต้องให้สีใดสีหนึ่งมีจำนวน 80% อีกฝ่ายหนึ่งเป็น 20% จึงจะมีคุณค่าทางศิลปะ
 - ข) ถ้าจำเป็นจะต้องใช้สีคู่ที่ตัดกัน มีจำนวนเท่ากัน จำเป็นจะต้องทำสีใดสีหนึ่งหรือทั้งสองสีให้ลดคู่ค่าความสดใสดัง จึงจะได้ผลเป็นที่พอใจ

- ค) ถ้าในรูปภาพเต็มไปด้วยลวดลายเล็ก ๆ หรือเป็นเส้นริ้ว หรือเป็นภาพใบไม้แพรวพรายอยู่เต็ม แบบนี้ การใช้สีคู่ที่ตัดกันสลับกันไปอย่างสด ๆ ย่อมจะเกิดผลผสมกันงามไปเอง
- ง) บางโอกาส เราอาจมีความจำเป็นจะต้องใช้สีคู่อันตัดกันอย่างสด ๆ ในเนื้อที่ใหญ่โต ดังเช่น ภาพกระจกสี (Stained glasses) หรือภาพเขียนโปสเตอร์ ฯลฯ สีสด ๆ ที่อยู่ในที่เดียวกัน มีปริมาณกว้างใหญ่ อาจดูบาดตา เราอาจแก้ไขด้วยการใช้เส้นสีดำหนักหรือสีเข้มอื่น ๆ มาเป็นเส้นคั่นระหว่างสีตัดกันนั้นเสีย ก็จะช่วยลดความตัดกันอย่างรุนแรงลงไปได้ ถ้าใช้อย่างถูกจังหวะก็จะเกิดผลงามมิใช่น้อย
- จ) สีคู่อันตัดกันนั้น ถ้าลดคุณค่าความสดใสลงหรือเอาแต่ละสีมาใส่ซึ่งกันและกันพอสมควร (Neutralizing) จะทำให้ดูงามขึ้น
- กฎเกณฑ์เหล่านี้ ให้ไว้เพื่อเป็นคู่มือในการใช้สีคู่อันตัดกันอย่างกว้าง ๆ เท่านั้น เพราะในการประกอบงานศิลปะ เมื่อเขียนภาพจริง ๆ นั้น จะเคร่งครัดตามหลักเกณฑ์นักไม่ได้ ผู้ใช้จะต้องรู้จักพลิกแพลงเอาเอง แล้วแต่จะเห็นดีงามตามทัศนะของตน จึงจะเกิดผลสมบูรณ์ในงานศิลปะนั้น ๆ

สีขัด (Discord)

สีขัดนี้ก็เช่นเดียวกับที่เรียกว่า ลูกขัด ในดนตรีนั่นเอง ในทางดนตรีก็ดีหรือในภาพเขียนเมื่อใช้เสียงหรือสีจนผสมกลมกลืนกันมากเกินไป ย่อมจะทำให้เกิดความเบื่อหน่ายได้ง่าย จำเป็นจะต้องมีลูกขัดเกิดขึ้น เพื่อแก้ความเลี่ยน ดังเช่นในภาพเขียน ซึ่งใช้สีประเภทวรรณะร้อนเต็มไปทั้งภาพ ชวนให้ดูจืดตา ถ้าได้มีสีขัด ปะปนอยู่บ้าง ก็จะช่วยให้สีอันพวยพุ่งนั้น มีจุดยับยั้งเสียบ้าง ทำให้เกิดผลงามตาขึ้น

สีขัดเกิดจากการกลับคุณค่าของสีแก่มาเป็นสีอ่อน โดยระบายน้ำหนักของสีแก่ให้เบาบางกว่าสีอ่อน เช่น โครงของภาพเป็นสีเหลือง เราเอาสีม่วงซึ่งเป็นสีแก่มาระบายบาง ๆ มีน้ำหนักอ่อนกว่าสีเหลือง โดยมีปริมาณน้อยเป็นบางจุด ก็จะช่วยแก้ความเลี่ยนของสีเหลืองลงได้ ดังเช่นภาพดอกทานตะวันปีกบนแจกัน เขียนเป็นสีเหลืองทั้งภาพ แต่การที่ภาพนั้นงดงาม มีชีวิตชีวา ก็เพราะว่าแว่นก้อระบายจุดเล็ก ๆ ซึ่งเป็นแสงสว่างสะท้อนบนแจกันด้วยสีม่วงอ่อนบาง ๆ และสีม่วงอ่อนนี้มีไปแทรกตรงส่วนอื่นอีกเล็กน้อย จึงทำให้ภาพนั้นงดงามอย่างน่าอัศจรรย์ ข้อนี้แสดงให้เห็นว่าสีขัดมีอำนาจรุนแรง ถ้าใช้อย่างถูกจังหวะพอดี ก็สามารถเสริมสร้างภาพเขียนให้งามยิ่งขึ้น

เราจะเห็นความงามของสีขัดกันในธรรมชาติอยู่บ่อย ๆ เช่น บนกลุ่มใบไม้ จะเห็นแสงสะท้อนที่ผิวใบไม้เป็นสีน้ำเงินจาง ๆ ซึ่งสะท้อนจากท้องฟ้า ทำให้พุ่มไม้นั้นงามมีชีวิตชีวาขึ้นนัก เพราะสีน้ำเงินเป็นสีแก่กว่าสีเขียวของใบไม้ เมื่อกลับคุณค่ามาเป็นสีบาง ๆ น้ำหนักน้อยกว่าสีเขียว ซึ่งเป็นสีอ่อนกว่า จึงกลายเป็นสีขัดช่วยให้งามขึ้นกว่าเดิม บางครั้งเราอาจจะพบสีขัดกันนี้แซมอยู่ใน

ขนนก หรือดอกไม้ ข้อสำคัญก็คือสีขจัดนี้จะให้ผลงามก็ต่อเมื่อใช้จำนวนน้อย มีปริมาณเพียงเป็นจุด หรือให้มีส่วนน้อยที่สุด

โครงสร้างชั้นเมื่อวางสีให้ผสมกลมกลืนอย่างดีเยี่ยม ถ้าได้แทรกสีขจัด (Discord) ลงไป สักเล็กน้อย ก็จะช่วยให้ภาพนั้นดูกระชุ่มกระชวยขึ้นกว่าเดิม ดังเช่นเมื่อเราระบายสีเขียวอ่อน เขียวแก่ และสีคราม สร้างโครงสร้างอย่างงาม โดยมีได้เอาสีตรงข้ามเข้าไปปะปนด้วย แต่ถ้าจะนำเอาสีตรงข้าม คือ สีแดง มาทำเป็นสีขจัด คือ ระบายแทรกลงไปเป็นสีจางเหมือนสีดอกกุหลาบ สีอ่อน ๆ เฉพาะบางจุดก็จะเกิดผลเป็นภาพอันกระปรี้กระเปร่าขึ้นกว่าเดิมทันที

2.8 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมสมัย มณีใส (2537 : บทคัดย่อ) การวิจัยนี้ศึกษาใช้คำกริยาที่อ้างถึงการรับรู้ด้วยตาของคนตาบอด โดยมีสมมติฐานว่า มีเงื่อนไข 3 ประการในการใช้คำกริยารับรู้ด้วยตา ของคนตาบอด คือ ความเป็นวลิตายตัว ความเป็นคนตาบอดหรือคนมองเห็น ของคู่สนทนา และลักษณะทางกายภาพของสิ่งที่อ้างถึง การวิเคราะห์ใน ข้อมูลที่เก็บจากการสนทนาของนักเรียนโรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพมหานคร จำนวน 8 คน ได้ข้อมูลประโยชน์ที่มีการใช้คำกริยารับรู้ด้วยตา 102 ประโยค และประโยคที่มีการใช้คำกริยารับรู้ด้วยการจับต้อง 105 ประโยค ผลจากการทดสอบกับคนมองเห็นได้พบว่า ประโยคที่มีการใช้คำกริยารับรู้ด้วยการจับต้องนั้น เป็นการใช้คำกริยารับรู้ด้วยการจับต้องแทนที่คำกริยารับรู้ด้วยตา อันเป็น ลักษณะเด่นของคนตาบอด 76 ประโยค เมื่อนำข้อมูลคำกริยารับรู้ด้วย ตา 102 ประโยค และข้อมูลการใช้คำกริยารับรู้ด้วยการจับต้องที่แทนคำกริยา รับรู้ด้วยตา 76 ประโยค มาวิเคราะห์ เพื่อดูเงื่อนไขที่อธิบายการใช้คำกริยา เหล่านี้ของคนตาบอด ได้พบว่าตัวแปรที่สำคัญ คือ การที่ปรากฏการณ์ที่พูดถึง นั้นเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นแล้ว หรือยังไม่เกิด ในกรณีที่เป็นการพูดถึง ปรากฏการณ์ที่พูดถึงนั้นเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นแล้วได้พบว่าจะมีการใช้ คำกริยารับรู้ด้วยตา ใน 2 กรณี กรณีแรกเป็นการใช้คำกริยารับรู้ด้วยตาซึ่ง มิใช่กริยาหลักแต่เป็นคำช่วยหน้ากริยา หรือ คำหลังกริยา หรือปรากฏใน วลีตายตัว กรณีที่ 2 คนตาบอดจะใช้คำกริยารับรู้ด้วยตาเมื่อพูดถึงสิ่งที่จับต้องไม่ได้ หรือแม้จะจับต้องไม่ได้แต่เขาไม่มีโอกาสได้จับ ส่วนการใช้ คำกริยารับรู้ด้วยการจับต้องนั้น คนตาบอดจะใช้เมื่อเขาพูดประสบการณ์ของการ ที่เขาได้เข้าไปจับต้องสิ่งนั้นด้วยตนเอง ส่วนการพูดถึงประสบการณ์ที่ยัง ไม่เกิดขึ้นนั้นพบในประโยคคำสั่ง ประโยคคำถาม และประโยคปฏิเสธ พบว่ามีการ ใช้คำกริยาทั้งสองชนิดแม้ในบริบทเดียวกันอย่างไรก็ดี มีแนวโน้มว่ามี ความถี่ของการใช้คำกริยารับรู้ด้วยการจับต้องมากกว่าคำกริยารับรู้ด้วยตา

วิจิต ทรัพย์สาคร (2538 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาปัญหาเกี่ยวกับ การผลิต และการใช้สื่อการเรียนการสอนในโรงเรียนสอนคนตาบอด (2) เปรียบ เทียบ ปัญหาเกี่ยวกับการผลิต และการใช้สื่อการเรียนการสอนในโรงเรียนสอนคนตาบอดในกรุงเทพฯ

และต่างจังหวัด (3) ศักยภาพของปัญหาและ (4) หาแนวทางในการแก้ไขปัญหา อาจารย์ที่ปฏิบัติการสอนในโรงเรียนสอน คนตาบอด จำนวน 98 คน ผู้บริหารโรงเรียนสอนคนตาบอด จำนวน 8 คน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอน จำนวน 10 คน แสดงความคิดเห็นในรูปแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คำร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการ ทดสอบค่าความแตกต่าง ระหว่างกลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า 1. ปัญหาเกี่ยวกับการผลิตสื่อการเรียนการสอนของอาจารย์ในระดับ มาก 3 อันดับแรก คือ (1) ไม่มีความชำนาญในการผลิตแผนที่ แผนภาพนูน (2) ไม่มีเวลาพอในการผลิต แผนที่ แผนภาพนูนและ (3) ไม่สามารถแยกผลิต แผนที่แผนภาพนูนเป็นชุดย่อย ๆ ตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหา ปัญหาเกี่ยวกับ การใช้สื่อการเรียนการสอน พบปัญหาในระดับมาก 1 ปัญหา คือ โรงเรียนขาด การสนับสนุนด้านการฝึกอบรมเทคนิค วิธีการใหม่ ๆ ในการใช้สื่อการเรียนการสอน 2. โรงเรียนสอนคนตาบอดในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัดมีปัญหาเกี่ยวกับ การผลิต และ การใช้ สื่อการเรียนการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 รวม 44 ปัญหา โรงเรียนต่าง จังหวัดมีปัญหามากกว่า รวม 44 ปัญหา 3. สาเหตุของปัญหาเกี่ยวกับการผลิต และ การใช้สื่อการเรียนการสอน สรุปโดยรวมนดังนี้ 3.1 อาจารย์ขาดความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ในการผลิต และ การใช้สื่อการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนตาบอด 3.2 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตสื่อการเรียนการสอน มีสภาพเก่าล้าสมัย และชำรุด ไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ผลิตสื่อการเรียน การสอน 3.3 โรงเรียนสอนคนตาบอดขาดหน่วยบริการด้านสื่อการเรียนการสอน 3.4 โรงเรียนขาดการประชาสัมพันธ์ และการประสานงานที่ดีกับ หน่วยงานภายนอก 4. แนวทางในการแก้ไข ปัญหา สรุปโดยรวมนดังนี้ 4.1 ด้านการฝึกอบรม ควรจัดฝึกอบรมหัวข้อความรู้ในการผลิตสื่อ การเรียนการสอนเฉพาะ เช่น หนังสือเบรลล์ แผนที่ แผนภาพนูน เป็นต้น และควร เป็นหลักสูตรในระยะสั้น 4.2 ด้านเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ในการผลิตสื่อการเรียนการสอน โรงเรียนควรจัดซื้อหรือจัดหาเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์เพิ่มเติมให้พอเพียง กับความต้องการของอาจารย์ 4.3 ด้านการจัดหน่วยผลิต และบริการสื่อการเรียนการสอน โรงเรียน ควรจัดตั้งหน่วยผลิต และให้บริการสื่อการเรียนการสอนขึ้นในโรงเรียน เพื่อลด ภาระในการผลิตสื่อของอาจารย์ 4.4 ด้านการประชาสัมพันธ์ โรงเรียน ควรเร่งรัดเผยแพร่ข้อมูลข่าว สารในด้านต่าง ๆ ของโรงเรียนให้แก่หน่วยงานภายนอกรับทราบ เพื่อให้ ความช่วยเหลือแก่โรงเรียนอย่างถูกต้อง

ศศโสฬส จิตรวานิชกุล (2542 : บทคัดย่อ) การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรม ความสนใจ และความต้องการในการเปิดรับสื่อมวลชน และสื่อเฉพาะกิจของคนตาบอด รวมถึง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรม การเปิดรับสื่อแต่ละประเภท โดยใช้ ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งผลของการวิจัยมีดังนี้ สื่อที่คนตาบอดในเขตกรุงเทพมหานครมีพฤติกรรม การเปิดรับในระดับสูง ได้แก่ สื่อมวลชน ประเภทวิทยุ โทรทัศน์ และเทปทั่วไป ตามลำดับ และสื่อที่มีการเปิดรับในระดับ ปานกลาง ได้แก่ สื่อเฉพาะกิจ ประเภท หนังสือเทป และนิตยสารมิตรสนธิ ตามลำดับ คนตาบอด ในเขตกรุงเทพมหานครมีความสนใจในการเปิดรับสื่อมวลชนที่มีเนื้อหาประเภทข่าวสาร มากที่สุด

รองลงมาได้แก่ เนื้อหาประเภทความรู้และบันเทิงในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน คนตาบอดในเขต กรุงเทพมหานครมีความสนใจในการเปิดรับสื่อเฉพาะกิจที่มีเนื้อหาประเภทบันเทิง และความรู้ใน สัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน รองลงมาได้แก่ เนื้อหาประเภทข่าวสาร ความต้องการในการเปิดรับสื่อมวลชนของคนตาบอด 1. ต้องการให้สื่อมวลชนผลิตสารหรือให้บริการสื่อโดยคำนึงถึงการเข้าถึงของผู้รับที่เป็น คนตาบอดด้วย 2. ต้องการให้สื่อมวลชนให้ข้อมูล ข่าวสาร ข้อมูล แก่คนตาบอดเพิ่มขึ้น เพื่อนำไปใช้เป็น ประโยชน์ในการดำเนินชีวิตและการพัฒนาตนเอง 3. ต้องการให้สื่อมวลชนนำเสนอเรื่องราวเกี่ยวกับคนตาบอดเพิ่มขึ้น เพื่อสร้างความเข้าใจ ที่ถูกต้องเกี่ยวกับคนตาบอดในสังคม 4. ต้องการให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีสื่อมวลชนทุกประเภทให้คนตาบอดสามารถเข้าถึงได้ ความ ต้องการในการเปิดรับสื่อเฉพาะกิจของคนตาบอด 1. ต้องการให้มีการปรับปรุงเนื้อหาให้กว้างขึ้น และสอดคล้องกับความต้องการของผู้รับ 2. ต้องการให้มีการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับสื่อเฉพาะกิจ มากขึ้น เพื่อให้คนตาบอดทั้งใน ส่วนกลางและส่วนภูมิภาคได้ทราบและใช้บริการ 3. ต้องการให้มีความต่อเนื่องและสม่ำเสมอในการผลิตสื่อเฉพาะกิจทุกประเภท 4. ต้องการให้มีการปรับปรุงคุณภาพของสื่อวัสดุ 5. ต้องการให้มีการผลิตสื่อเฉพาะกิจสำหรับคนตาบอดเพิ่มขึ้น

สุภรณ์เพ็ญ พันธุ์มณี (2543 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนา โปรแกรมการสอนพยัญชนะ อักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาล โดยใช้แนวคิดพหุปัญญา ประชากร คือ นักเรียนตาบอดชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนการศึกษาคนตาบอด เลือกด้อย่าง ประชากร ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด 16 คน นักเรียนโรงเรียนการศึกษา คนตาบอดนครราชสีมา จำนวน 8 คน เป็นกลุ่มทดลองและโรงเรียนการศึกษา คนตาบอดขอนแก่น จำนวน 8 คน เป็นกลุ่มควบคุมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวัดความสามารถในการเขียนอ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาล และแบบบันทึกพัฒนาความสามารถในการเขียน อ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์ มีขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมฯ ดังนี้ ขั้นที่ 1 สร้างโปรแกรมการสอนพยัญชนะอักษรเบรลล์ สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาลโดยใช้แนวคิดพหุปัญญา ขั้นที่ 2 ทดลองใช้โปรแกรมการสอน พยัญชนะอักษรเบรลล์ สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาลโดยใช้แนวคิดพหุปัญญาวิเคราะห์ข้อมูลจาก ผลการวิจัย ขั้นที่ 4 ปรับปรุง โปรแกรมการสอนพยัญชนะอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาล โดยใช้แนวคิดพหุปัญญา ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 14 สัปดาห์ แบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะ ที่ 1 การทดสอบก่อนทดลองใช้ โปรแกรมฯ 2 สัปดาห์ ระยะที่ 2 การทดลองใช้โปรแกรมฯ 10 สัปดาห์ ซึ่งแบ่งกิจกรรมเป็น 3 ช่วง ช่วงแรกแนะนำกิจกรรมการสอนพยัญชนะอักษรเบรลล์ตาม แนวคิดพหุปัญญา ช่วงที่ 2 สอนพยัญชนะอักษรเบรลล์พื้นฐาน 28 ตัวอักษร และช่วงที่ 3 ทบทวน พยัญชนะอักษรเบรลล์พื้นฐานทั้ง 28 ตัวอักษร ส่วนระยะที่ 3 การทดสอบหลังทดลองใช้โปรแกรม ฯ 2 สัปดาห์ การทดสอบก่อนและหลัง ใช้โปรแกรมฯ ได้ใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการ เขียนอ่านพยัญชนะ อักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาลที่ผู้วิจัยขึ้น ผลการวิจัยมีดังนี้ 1) ก่อน การทดลองใช้โปรแกรมฯ นักเรียนตาบอด กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีคะแนนความสามารถใน

การเขียนอ่านพยัญชนะ อักษรเบรลล์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ .01 2) หลังการทดลองใช้โปรแกรมฯ นักเรียนตาบอดกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเขียนอ่านพยัญชนะ อักษรเบรลล์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 3) หลังทดลองใช้โปรแกรมฯ นักเรียนตาบอดกลุ่มทดลองมีความสามารถในการเขียนอ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์สูงกว่าก่อนการทดลองใช้โปรแกรมฯ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 4) หลังการใช้โปรแกรมปกติ นักเรียนตาบอด กลุ่มควบคุมมีความสามารถในการเขียนอ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์สูงกว่า ก่อนทดลองใช้โปรแกรมปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และโปรแกรม การสอนพยัญชนะอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาลที่ได้ปรับปรุงแล้ว เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิชาเขียนอ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาล สำคัญในโปรแกรมฯ ประกอบด้วย ความเชื่อพื้นฐาน หลักการวัตถุประสงค์ ผู้ใช้โปรแกรมฯ และกลุ่มเป้าหมาย โครงสร้างและลักษณะของโปรแกรมฯ และเอกสาร สื่อของโปรแกรมฯ ซึ่งได้แก่ 1) คู่มือการใช้โปรแกรมฯ จำนวน 1 เล่ม 2) แผนการจัดกิจกรรม จำนวน 10 หน่วย และ 3) สื่อของโปรแกรมฯ ได้แก่ แผ่นผังการเดินรำฯ แผ่นจำลองแบบดินตึกแกฯ คีบอร์ด หรือเปียโน เป็นต้น 4) เครื่องมือประเมินผล การเรียนรู้ คือ แบบประเมินความสามารถในการเขียนอ่านพยัญชนะอักษรเบรลล์ สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาล และเพิ่มรวบรวมหลักฐานและผลงานของนักเรียน แต่ละคน

Atsadang Moungsri (2541 : บทคัดย่อ) การแปลอักษรเบรลล์กลับเป็นอักษรคนตาดีแต่เดิมนั้นต้องใช้เวลา คน ทรัพยากร และค่าใช้จ่ายสูง โดยเริ่มต้นจากการใช้คนตาดีที่รู้อักษรเบรลล์เป็นผู้อ่านและแปลเอกสาร เบรลล์นั้นให้เป็นอักษรคนตาดี แต่คนประเภทนี้มีจำนวนน้อยและต้องใช้เวลาในการแปลนาน หรืออีกหนึ่งวิธีคือการให้คนตาบอดเป็นผู้อ่านเอกสารเบรลล์ และพูดคำที่อ่านได้ให้คนตาดี เป็นผู้จัดบันทึกคำเหล่านั้น ซึ่งวิธีนี้ต้องใช้คนอย่างน้อย 2 คนในการแปล และใช้เวลานานเช่นกัน ด้วยเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนี้ มีอุปกรณ์พิเศษที่ช่วยให้ คนตาบอดพิมพ์อักษรเบรลล์และแปลเป็นอักษรคนตาดีให้ อุปกรณ์นั้นคือ Braille N Speak ทำให้ลดคน ทรัพยากร และค่าใช้จ่ายในการแปลลงได้ แต่อุปกรณ์ดังกล่าวแปลได้เฉพาะ อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษเท่านั้น ไม่สามารถแปลอักษรเบรลล์ภาษาไทยได้ งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมแปลอักษรเบรลล์ภาษาไทยกลับเป็นอักษรปกติ ของคนตาดีโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งคนตาบอดสามารถพิมพ์อักษรเบรลล์โดยใช้ Braille N Speak หลังจากนั้นทำการส่งข้อมูลอักษรเบรลล์จาก Braille N Speak มายังไมโครคอมพิวเตอร์ และทำการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวลงในแฟ้มข้อมูล โปรแกรมที่ พัฒนาขึ้นนี้จะอ่านอักษรเบรลล์จากแฟ้มข้อมูลเพื่อทำการแปลให้เป็นอักษรปกติของคนตาดี และจัดเก็บข้อมูลที่แปลแล้วลงในแฟ้มข้อมูลชนิดข้อความ (Text file) ซึ่งโปรแกรมประมวลผลคำต่างๆ เช่น เวิร์ดจูพา, เวิร์ดราซวิท หรือไมโครซอฟต์เวิร์ด สามารถ ใช้งานแฟ้มข้อมูลชนิดนี้ได้ โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมภาษา C และทำงาน ภายใต้ระบบปฏิบัติการ DOS มันสามารถทำงานร่วมกับ CU TALK ซึ่งเป็นอุปกรณ์ชนิด พิเศษ ที่ใช้ในการวิเคราะห์คำ และออก

เสียง นอกจากนั้น มันยังสามารถทำงานร่วมกับ อุปกรณ์ช่วยคนตาบอดอื่นๆ เช่น Screen Reader หรือ Braille Display ส่วนการ ทดสอบโปรแกรมนั้น ทดสอบโดยใช้ข้อมูลอักษรเบรลล์ 8,216 ตัวอักษร สามารถแปลได้ อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และยังง่ายต่อการ ใช้สำหรับคนตาบอดอีกด้วย

นางสาววันทนี พันธ์ชาติ และคณะ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยโครงการนี้มีจุดประสงค์ที่จะพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยคนพิการให้เข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้ โดยพิจารณาจากความต้องการของคนพิการแต่ละประเภทดังนี้ เครื่องมือในการเข้าถึงข่าวสารของคนตาบอด ได้แก่ เครื่องอ่านหนังสือของคนตาบอด (Reading Machine), โปรแกรมอ่านหนังสือสำหรับคนตาบอด (e-book Reader) โปรแกรมอ่านหน้าจอภาษาไทยสำหรับคนตาบอด (Thai Screen Reader) ซึ่งชุดเครื่องมือนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาและการประกอบอาชีพของคนตาบอด นอกจากนั้นมีเครื่องมือของคนสายตาเลือนราง คือ โปรแกรมขยายจอภาพสำหรับบุคคลที่สายตาเลือนราง (Zoom Text) ที่ใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ และ เครื่องขยายภาพหรือตัวอักษรของบุคคลที่สายตาเลือนราง (CCTV) ที่สามารถใช้งานในห้องเรียน หรือห้องสมุดได้ เครื่องมือของคนพิการทางกาย ได้แก่ อุปกรณ์สำหรับการใช้งานคอมพิวเตอร์ (Computer Access) เครื่องมือสำหรับเด็กที่บกพร่องทางการเรียนรู้ ได้แก่ ชุดอุปกรณ์หรือซอฟต์แวร์ช่วยการอ่านและเขียนสำหรับช่วยเหลือเด็กนักเรียนพิการ (Reading and Writing Tools) นอกจากนั้นเพื่อให้คนพิการทุกประเภทสามารถเข้าอ่านเว็บไซต์ภาษาไทยได้ ทางโครงการจึงจัดทำ มาตรฐานการทำเว็บเพจที่คนพิการเข้าถึงได้ รวมถึงพัฒนาเว็บเพจที่คนพิการเข้าถึงได้รวมทั้งสิ้น 9 โครงการย่อย

ดวงกมล คำเอี่ยม (2539 : บทคัดย่อ) ในการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับ นักเรียนตาบอด เป็นการวิจัยเชิงพัฒนา ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้ 1. กำหนดคุณสมบัติของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 1.1 คุณลักษณะของเครื่องคอมพิวเตอร์ 1.1.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 80486 DX4-100 1.1.2 จอภาพ (Monitor) EGA, VGA 1.1.3 หน่วยความจำหลัก (RAM) 8 mb 1.1.4 เมาส์ (Mouse) เป็นไมโครซอฟท์เมาส์หรืออื่นๆ 1.1.5 ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) มีที่ว่างอย่างน้อย 210 เมกกะไบต์ 1.1.6 การ์ดเสียง (sound card) ขนาด 16 บิต ขึ้นไป เพื่อใช้ในการบันทึก และนำเสนอเรื่อง 1.1.7 ดอส (DOS) เวอร์ชัน 6.22 1.1.8 ไมโครซอฟท์วินโดวส์ เวอร์ชัน 3.11 ไทยอิดิชั่น (Microsoft windows version 3.11 Thai Edition) 1.1.9 โปรแกรมอรรถาธิบาย ทำงานภายใต้วินโดวส์ 3.11 ขึ้นไปซึ่งทำงานในโหมด สแตนดาร์ด (Standard) หรือ 386 เอนฮานซ์ (Enhance) เท่านั้น 1.2 กำหนดเป็นพิมพ์สำหรับผู้เรียน ประกอบด้วย 1.2.1 เป็นตัวเลขบนแป้นพิมพ์ตัวอักษร ใช้สำหรับใส่รหัสประจำตัวนักเรียน เลือก หัวข้อการทำงานของโปรแกรมบทเรียน และตอบคำถามในแบบฝึกหัด 1.2.2 เป็นเอนเทอร์ (Enter) ใช้สำหรับยืนยันคำสั่งต่างๆ 1.2.3 เป็นลูกศร Arrow key ประกอบด้วย 1.2.3.1 เป็นลูกศรชี้ขึ้น คือ เป็นให้ความช่วยเหลือ 1.2.3.2 เป็นลูกศรหันทางซ้าย คือ เป็นเลื่อนภาพย้อนกลับไปดูภาพที่ผ่านมา 1.2.3.3 เป็นลูกศรหันทางขวา คือ เป็นเลื่อนภาพเรียนภาพต่อไป 1.3 กำหนด

ลักษณะการนำเสนอ มีลักษณะการนำเสนอแบบตัวต่อตัว (Tutorial) ใช้สอน ทบทวนหรือสอนเสริมเนื้อหาบทเรียน 2. ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียน แบ่งออกเป็น 2.1 ขั้นตอนออกแบบบทเรียน มีรายละเอียด คือ 2.1.1 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา 2.1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน 2.1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน 2.1.4 กำหนดเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ 2.1.5 ลำดับขั้นตอนการทำงาน 2.1.6 สร้างแบบทดสอบ 2.2 ขั้นตอนพัฒนาบทเรียน ประกอบด้วย 2.2.1 เขียนผังงาน 2.2.2 เขียนสคริปต์บทเรียน 2.2.3 เขียนโปรแกรม 2.2.4 ทดสอบการทำงาน 2.2.5 ทดลองรายบุคคล/ปรับปรุงแก้ไข 2.2.6 จัดทำคู่มือการใช้บทเรียน 2.3 ขั้นตอนประเมินผลการเรียน 2.3.1 ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2.3.2 ประเมินบทเรียนที่พัฒนา 3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลบทเรียน ประกอบด้วย 3.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 1 ชุด 3.2 แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้ใช้บทเรียน จำนวน 1 ชุด 4. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2539 ของโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ จำนวน 16 คน 5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ใช้ในการวิเคราะห์ หาประสิทธิภาพของโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนตาบอด ปรากฏผลดังนี้ 1.1 นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 88.54 1.2 นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 89.79 สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนตาบอด ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.54/89.79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้คือ 80/80 2. การประเมินผลบทเรียนจากความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนสรุปได้ว่า บทเรียนมีเนื้อหาเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีกระบวนการสอนเหมาะสมในระดับมากที่สุด และการออกแบบมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

อภิรดี เกตุเงิน (2539 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตาบอดชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากเทป เสียงรูปแบบ สารคดี กับรูปแบบละคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนตาบอดชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียน 2 ปีการศึกษา 2538 โรงเรียน สอนคนตาบอดกรุงเทพ จำนวน 18 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 9 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากเทปเสียงรูปแบบสารคดี กลุ่ม ทดลองที่ 2 เรียนจากเทปเสียงรูปแบบละคร ผู้วิจัยให้กลุ่มทดลอง ทำแบบทดสอบก่อนการทดลอง เมื่อเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบหลัง เรียนแล้วนำคะแนนที่ได้ของนักเรียนมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดย ใช้ Pooled variance t-test ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ตาบอด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนจากเทปเสียงรูปแบบสารคดี กับเทปเสียงรูปแบบละครแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ ระดับ .05

ประถม เปล่งคงคม (2537 : บทคัดย่อ) การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนตาบอด ในระดับประถมศึกษาที่เรียนจาก เทปละครที่มีและไม่มีความคิดรวบยอด

ล่วงหน้า กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนตาบอดจำนวน 45 คน จากโรงเรียนสอนคนตาบอด กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2537 โดยแบ่งเป็นกลุ่มสูง กลุ่มกลาง กลุ่มต่ำ แล้วจึงสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับความคิดรวบยอดล่วงหน้า เป็นแบบเรื่องย่อ กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับความคิดรวบยอดล่วงหน้าแบบคำถามเชิงอัตนัย และกลุ่มทดลองที่ 3 ไม่ได้รับความคิดรวบยอดล่วงหน้า เครื่องมือในการวิจัยได้แก่ เทปละครที่มีความคิดรวบยอดล่วงหน้าแบบเรื่องย่อ เทปละคร ที่มีความคิดรวบยอดล่วงหน้าแบบคำถามเชิงอัตนัย และเทปละคร ที่ไม่มีความคิดรวบยอดล่วงหน้า หลังการทดลองได้ทำการทดสอบ ผลการเรียนรู้ แล้วนำคะแนนผลการเรียนมาวิเคราะห์หาความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ผลในการวิจัยครั้งนี้พบว่า ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนจากเทปละครที่มีความคิดรวบยอดล่วงหน้าแบบเรื่องย่อมีความคิดรวบยอดล่วงหน้าแบบ คำถามเชิงอัตนัย และไม่มีความคิดรวบยอดล่วงหน้า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนของการวิจัย ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

จากหัวข้อในขั้นตอน ผู้วิจัยทำการรวบรวมรายละเอียดในแต่ละเรื่องโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

- 3.2.1 เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย
- 3.2.2 แบบประเมินคุณภาพเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

3.2.1 เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้กรอบแนวความคิด โดยใช้กรอบแนวความคิดจากขั้นตอนของการวิจัย และพัฒนาการศึกษาของ Borg and Gall และแนวความคิดที่ดัดแปลงมาจากขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (วรสิทธิ์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนังงาน, 2546 : 14-17) ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

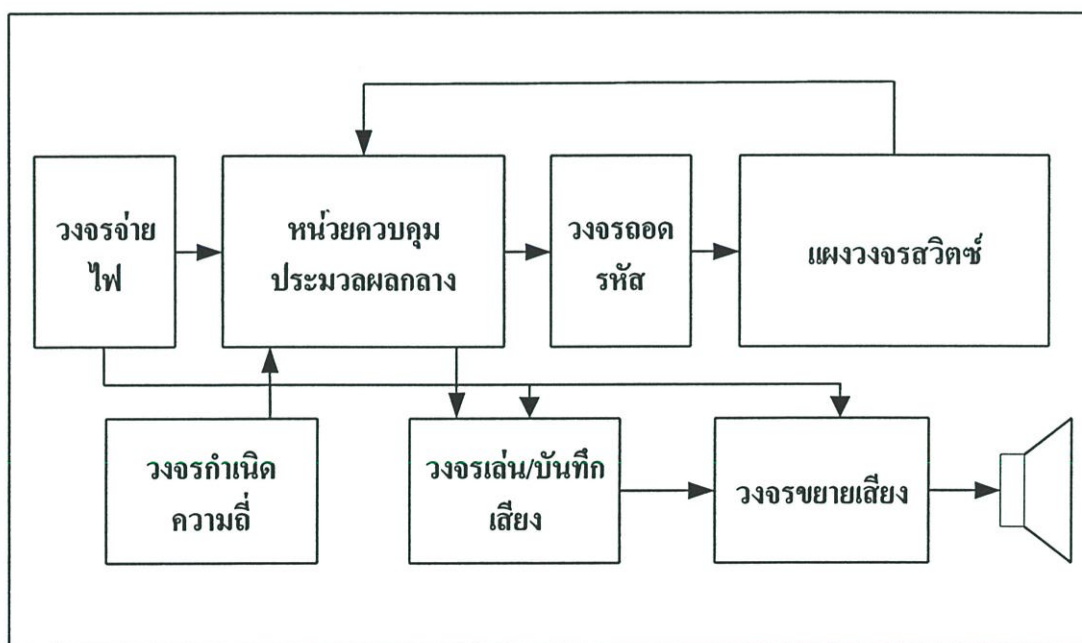
1. รับรู้ความต้องการ
2. ลักษณะจำเพาะ

การเรียนการสอนเด็กที่มีความพิการทางการมองเห็นนั้น การใช้สื่อที่เป็นเสียงและการสัมผัสควบคู่กันจะทำให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในการเรียนรู้อักษรเบรลล์เป็นการเริ่มต้นการศึกษาเพื่อการอ่านออกเขียนได้เหมือนคนปกติทั่วไป ซึ่งสื่อที่สร้างขึ้นนั้นจะใช้วิธีการจำลองอักษรเบรลล์ลงบนแป้นไม้ ให้เด็กพิการทางสายตาคำเพื่อฝึกอ่าน ซึ่งเป็นไม้ที่จัดสร้างขึ้นนั้นจะมีขนาดใหญ่และอักษรเบรลล์ไม่ได้ขนาดมาตรฐานของอักษรเบรลล์ทั่วไป ครูผู้สอนต้องคอยบอกว่าอักษรเบรลล์ที่นักเรียนกำลังคลำอยู่นั้นเป็นอักษรเบรลล์ตัวใด เมื่อต้องการฝึกอ่านอักษรเบรลล์ตัวถัดไปก็ต้องเปลี่ยนแป้นไม้ใหม่ไปเรื่อยๆ ในการใช้แป้นไม้นั้นจะช่วยในการจำตำแหน่งของจุดเท่านั้น ถ้าจะอ่านจริงก็ต้องฝึกคลำอักษรเบรลล์ที่มีขนาดมาตรฐานอีกครั้งหนึ่ง

3. ศึกษารายละเอียด

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของอักษรเบรลล์ เครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกของคนตาบอด การวิจัยที่เกี่ยวข้อง การใช้สีในการสร้างสื่อหรือการใช้งานในด้านต่างๆ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการสร้าง วัสดุที่ใช้ทำเป็นพิมพ์ และอื่นๆ

4. สังเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ



ภาพที่3.1 แผงการทำงานของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

5. ออกแบบรายละเอียดและสร้างต้นแบบ

การออกแบบวงจร และรูปแบบเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

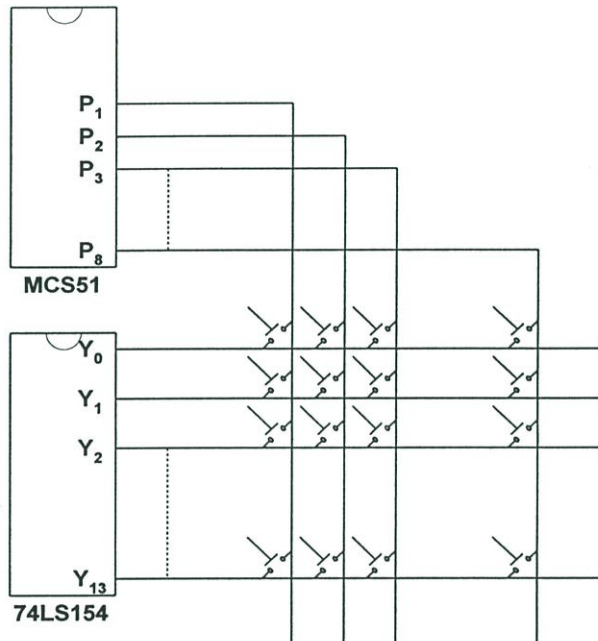
1 ศึกษารายละเอียดวิธีการออกแบบวงจร และเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับอักษรเบรลล์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการสร้างเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยแบบต่างๆ

2 ออกแบบ และสร้าง เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ดังนี้

ในภาพที่ 3.1

2.1 ออกแบบผังการทำงานของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยดังแสดง

2.2 ออกวงจรการตรวจสอบการกดสวิตช์ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 วงจรการตรวจสอบการกดสวิตช์

2.3 ออกแบบแผ่นวงจรสวิตช์ ที่ใช้ในการกดตัวอักษรเบรลล์เมื่อต้องการทราบความหมายของตัวอักษรเบรลล์ตัวนั้น (ดูภาพที่ 6.3 ในภาคผนวก ข หน้า 75)

2.4 ออกแบบวงจรหน่วยควบคุมประมวลผลกลาง เพื่อตรวจสอบการกดสวิตช์ และสั่งให้วงจรเล่น/บันทึกเสียงบอกความหมายของตัวอักษรเบรลล์ที่กด (ดูภาพที่ 6.1 ในภาคผนวก ข หน้า 68)

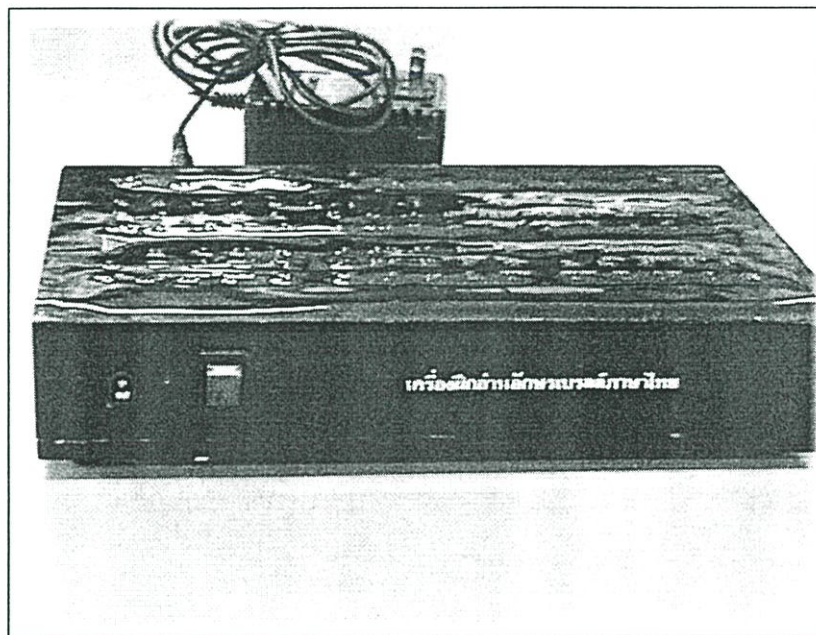
2.5 ออกแบบวงจรเล่น/บันทึกเสียง เพื่อบันทึกเสียงของ พยัญชนะ สระ วรรณยุกต์ และตัวเลข ในการแสดงเสียงเมื่อมีการกดสวิตช์ (ดูภาพที่ 6.1 ในภาคผนวก ข หน้า 74)

2.6 ออกแบบวงจรขยายเสียงเพื่อให้คนตาบอดได้ยินเสียงบอกความหมายของอักษรเบรลล์ (ดูภาพที่ 6.1 ในภาคผนวก ข หน้า 74)

2.7 ออกแบบวงจรจ่ายไฟ เพื่อจ่ายแรงดันให้กับวงจรทั้งหมด

2.8 นำวงจรที่ออกแบบเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม และแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

2.9 สร้างและประกอบวงจรตามที่ได้ออกแบบไว้พร้อมประกอบวงจรต่างๆ เข้าด้วยกัน ได้เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยต้นแบบ

6. ทดลอง หรือทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 1

นำเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และความเหมาะสม

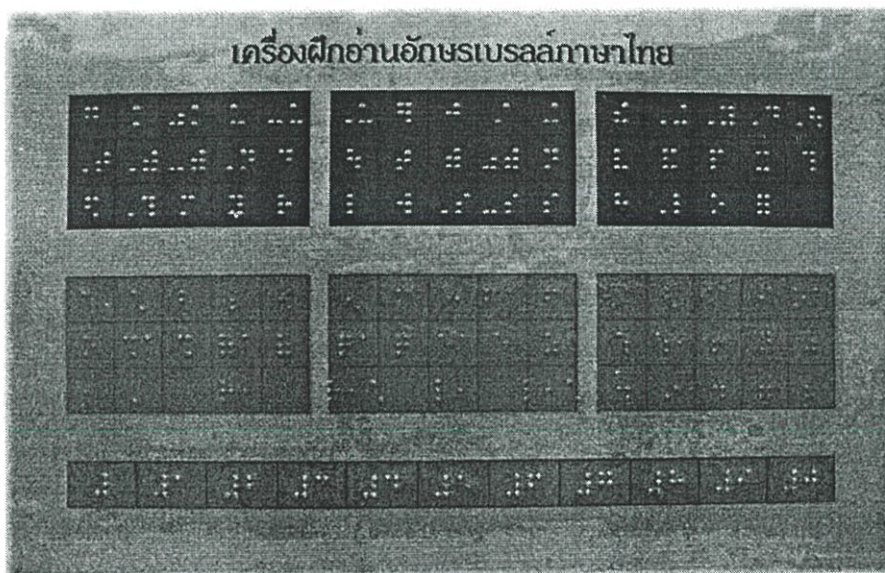
7. ปรับปรุงผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 1

นำเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ ของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง และข้อผิดพลาดในด้านต่างๆ คือ ในด้านการออกแบบ ด้านโครงสร้าง ด้านการนำไปใช้งาน ได้ เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยดังภาพที่ 3.4

8. ทดลอง หรือทดสอบผลิตภัณฑ์ครั้งที่ 2

นำเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินคุณสมบัติและหาข้อบกพร่องของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย โดยมีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิ ดังนี้

1. คุณกิติพงษ์ สุทธิ
ผู้อำนวยการสถาบันคนตาบอดแห่งชาติเพื่อการวิจัยและการพัฒนา
2. คุณวิรัช ศรีตุลานนท์
ผู้อำนวยการห้องสมุดคนตาบอดแห่งชาติ
3. คุณรุจิรา อินทะสร้อย
นักวิชาการอักษรเบรลล์ กลุ่มงานคนตาบอดและสายตาเลือนกลางศึกษา
วิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล
4. อาจารย์สุชิน อาจหาญ
อาจารย์ประจำประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5. ผศ.อุดมศักดิ์ สารินูตร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



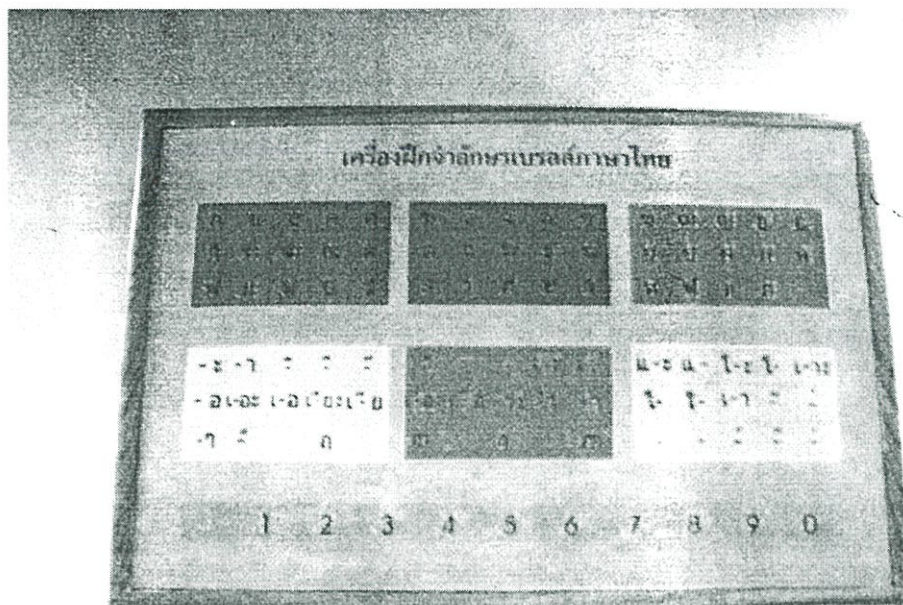
ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาที่ปรับปรุงครั้งที่ 1

และได้นำแบบประเมินคุณภาพเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ใช้สำหรับประเมินคุณภาพโดยกลุ่มตัวอย่าง ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์(IOC)ประเมินค่าตรงตามเนื้อหา

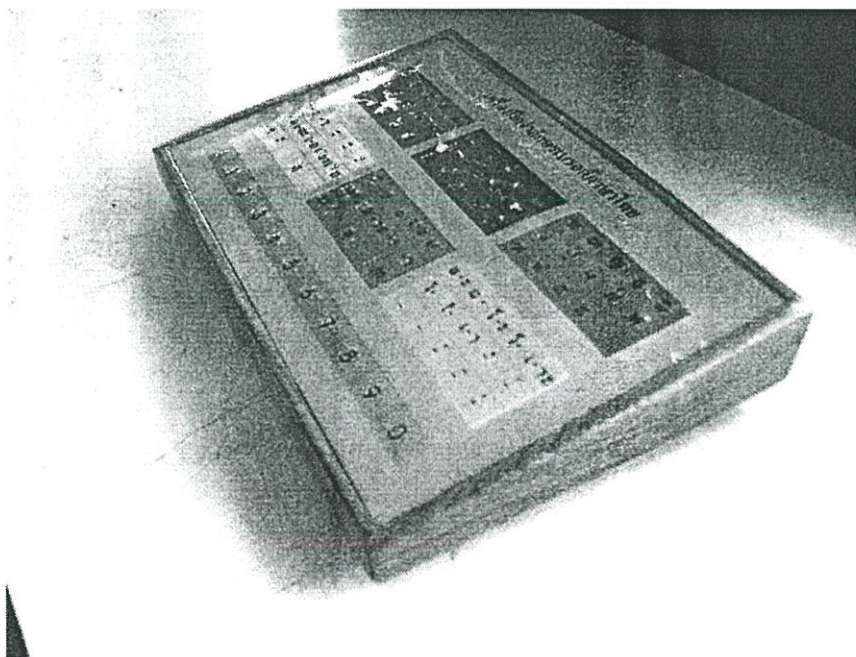
9. ออกแบบสำหรับผลิตและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ได้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ปรับปรุงแก้ไข

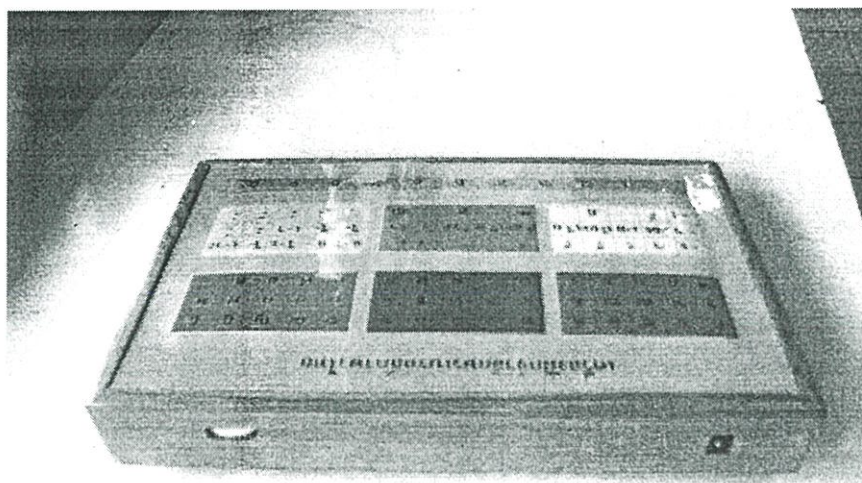
ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรง
คุณวุฒิ ตามภาพที่ 3.5 , 3.6 , 3.7



ภาพที่ 3.5 ภาพด้านบนของเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ภาษาไทย

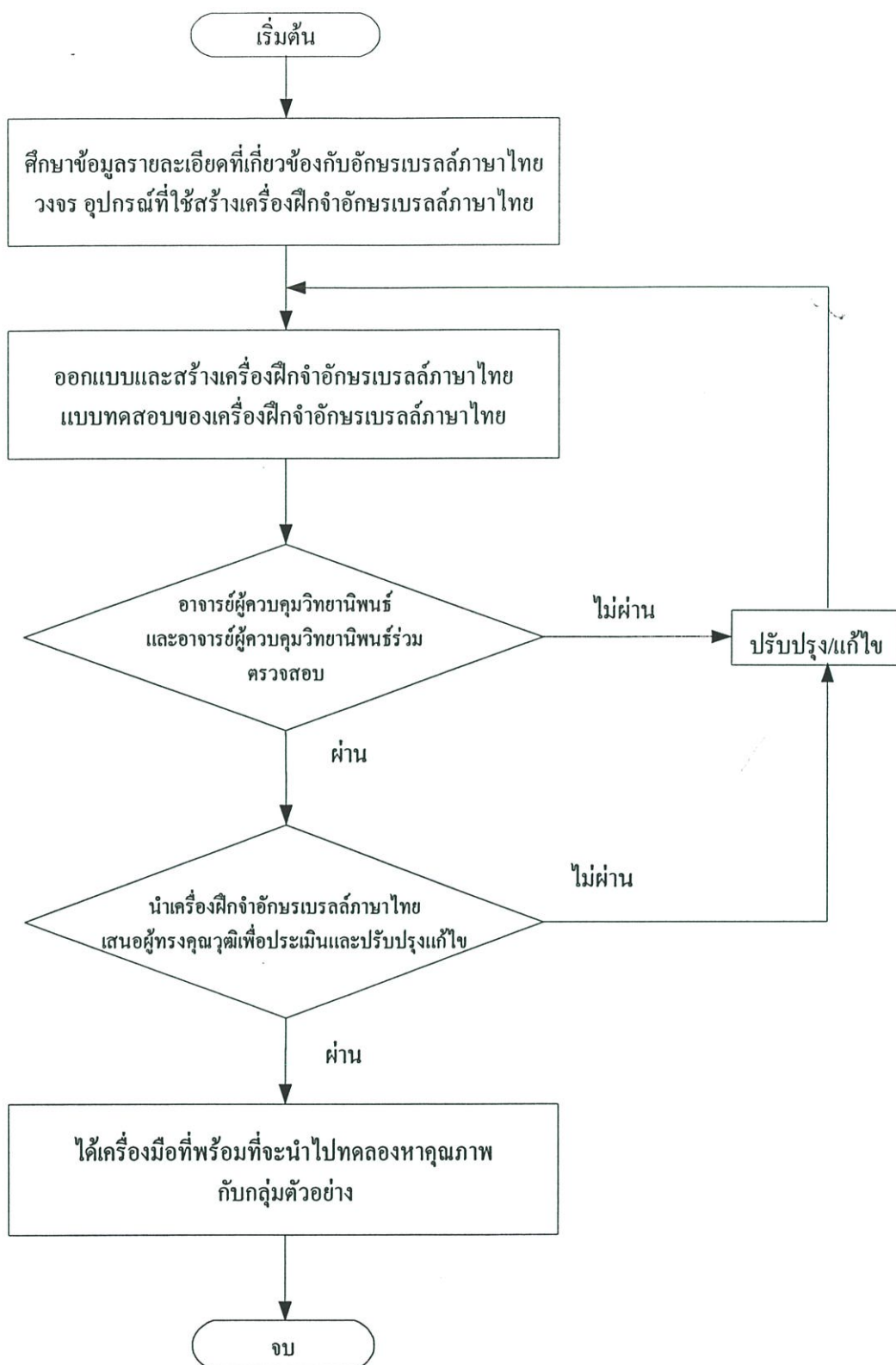


ภาพที่ 3.6 ภาพด้านข้างของเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ภาษาไทย



ภาพที่ 3.7 ภาพด้านหลังของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

จากขั้นตอนการสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้กรอบแนวความคิด โดยใช้กรอบแนวความคิดจากขั้นตอนของการวิจัย และพัฒนาการศึกษาของ Borg and Gall และแนวความคิดที่ดัดแปลงมาจากขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ (วรวิทย์ อึ้งภากรณ์ และ ชาญ ถนัดงาน. 2546 : 14-17) ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย สรุปลได้ตามภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 แผนผังขั้นตอนการสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

3.2.2 แบบประเมินคุณภาพเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

เพื่อหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย โดยให้ครูหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย ประเมินคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ผู้วิจัยได้ทำการหาคุณภาพโดยการประเมินคุณภาพ จากผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทยจำนวน 15 ท่าน

การสร้างแบบประเมินคุณภาพเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. แบบประเมินเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ใช้สำหรับพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์(IOC) ประเมินหาค่าตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม จากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดคุณภาพ โดยวิเคราะห์หาค่าดังนี้

หาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อกำหนดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง (IOC) โดยพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ (ชาติรี เกิดธรรม. 2544 : 102)

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.50– 1.00

2. แบบประเมินคุณภาพเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ใช้สำหรับประเมินคุณภาพโดยผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย เป็นแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า(Rating scale) และผ่านการตรวจสอบความเหมาะสม จากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย จำนวน 15 ท่าน

3.3 การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทำเป็นขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. ยื่นคำร้องต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยแก่ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย

2. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมไปติดต่อกับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อขอความอนุเคราะห์ และนัดหมายในการทำวิจัย
3. นำเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่านทดลองใช้ และประเมินคุณสมบัติ
4. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมไปติดต่อกับผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย เพื่อขอความอนุเคราะห์ และนัดหมายในการทำวิจัย
5. นำเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย แต่ละท่านทดลองใช้ และประเมินคุณภาพ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

แบบประเมินคุณภาพเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ใช้สำหรับประเมินคุณภาพโดยผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก
- 4 คะแนน หมายถึง เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดี
- 3 คะแนน หมายถึง เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพอยู่ในระดับ พอใช้
- 1 คะแนน หมายถึง เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์การประเมินคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ต้องการต้องอยู่ระดับคะแนนเฉลี่ยขึ้นไป

การวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการทำแบบประเมินคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินคุณภาพของ เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

- 4.50-5.00 มีคุณภาพ อยู่ในระดับดีมาก
- 3.50-4.49 มีคุณภาพ อยู่ในระดับดี
- 2.50-3.49 มีคุณภาพ อยู่ในระดับปานกลาง
- 1.50-2.49 มีคุณภาพ อยู่ในระดับพอใช้
- 1.00-1.49 มีคุณภาพ อยู่ในระดับควรปรับปรุง

โดยเกณฑ์ที่กำหนดของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ใช้ได้ต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดี คือ ต้องได้คะแนนอยู่ในระดับคะแนนเฉลี่ย 3.5 ขึ้นไป

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบ

1. สถิติที่ใช้ในการหาความตรงตามเนื้อหา (ชาตรี เกิดธรรม. 2544:101)

$$\text{สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

2. ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยผู้วิจัยได้ใช้การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 164)

โดยมีสูตรดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$\sum X$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. ในการหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2542 : 179)

$$\text{S.D.} = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(N-1)}}$$

เมื่อ S.D. = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

N = จำนวนข้อมูล

X = ค่าคะแนนแต่ละคน

\bar{X} = ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย โดยศึกษาจากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย โดยการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านการออกแบบ			
1. รูปทรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม	4.53	1.00	ดีมาก
2. สีสันทของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม	4.40	1.50	ดี
3. ความถูกต้องของอักษรเบรลล์	4.60	2.03	ดีมาก
4. ความชัดเจนของจุดหรือความนูนของอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม	4.40	0.96	ดี
5. การจัดวางตัวอักษรเบรลล์มีความเหมาะสม	4.27	1.32	ดี
เฉลี่ย	4.44	1.36	ดี
ด้านโครงสร้าง			
6. ขนาดของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม	4.73	1.32	ดีมาก
7. น้ำหนักของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม	4.80	0.64	ดีมาก
8. วัสดุที่นำมาสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม	4.60	0.96	ดีมาก
9. ความแข็งแรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม	4.47	1.53	ดี
เฉลี่ย	4.65	1.11	ดีมาก

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านการใช้งาน			
10. เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.53	1.00	ดีมาก
11. ความชัดเจน และความถูกต้องของเสียงพูด	4.40	1.50	ดี
12. เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความดังของเสียง และการปรับความดังได้อย่างเหมาะสม	4.80	0.64	ดีมาก
13. ความปลอดภัยของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย	4.73	0.78	ดีมาก
14. ความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอนอักษรเบรลล์	4.40	2.03	ดี
15. ราคาของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม (3,000 บาท)	4.00	2.67	ดี
เฉลี่ย	4.47	1.44	ดี
เฉลี่ยทั้งหมด	4.51	1.33	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย แบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านการออกแบบ ด้านโครงสร้าง และด้านการใช้งาน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1.33 พิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านการออกแบบ ความถูกต้องของอักษรเบรลล์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เท่ากับ 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.03 รูปทรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เท่ากับ 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.00 ความชัดเจนของจุดหรือความนูนของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม และสีสันของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยรองลงมา เท่ากับ 4.40 มีคุณภาพอยู่เกณฑ์ดี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.96 และ 1.50 ส่วนการจัดวางตัวอักษรเบรลล์มีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 4.27 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.96

ด้านโครงสร้าง น้ำหนักของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.80 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.64 ขนาดของกล่องเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.32 วัสดุที่นำมาใช้สร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยรองลงมามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60

คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.96 และความแข็งแรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.47 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53

ด้านการใช้งาน เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความดังของเสียงและการปรับความดังมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.80 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.64 ความปลอดภัยของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.78 เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความสะดวกต่อการใช้งาน ความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอนอักษรเบรลล์ ความชัดเจนและความถูกต้องของเสียง มีค่าเฉลี่ยรฮงลงมา และ ราคาของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.00 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.67

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) เรื่องเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ได้สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

- 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย
- 5.2 สมมติฐานการวิจัย
- 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 5.7 สรุปผลการวิจัย
- 5.8 อภิปรายผลการวิจัย
- 5.9 ข้อเสนอแนะ
- 5.10 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย
2. เพื่อหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

5.2 สมมติฐานการวิจัย

คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย
2. กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ที่สอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย จำนวน 15 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive sampling)

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นเอง ประกอบด้วย

1. เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย
2. แบบประเมินเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ใช้สำหรับพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ (IOC) จำนวน 15 ข้อ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.75-1.00
3. แบบประเมินคุณภาพเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทำเป็นขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1. นำเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละท่านทดลองใช้ และประเมินคุณสมบัติ
2. นำเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ไปให้ผู้ทีสอนอักษรเบรลล์ภาษาไทย แต่ละท่านทดลองใช้ และประเมินคุณภาพ
3. จากนั้นนำผลที่ได้จากการประเมินจากแบบสอบถามมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพื่อหาค่าคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาคุณภาพเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยแบ่งออกได้เป็น 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบ ด้านโครงสร้าง และด้านการใช้งาน
2. คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ตามสมมติฐาน คือ คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพในระดับดีขึ้นไป

5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังกล่าว สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย แบ่งออกเป็น 3 ด้านคือ ด้านการออกแบบ ด้านโครงสร้าง และด้านการใช้งาน พบว่าในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.51 ส่วนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1.33 พิจารณาแต่ละด้านได้ดังนี้

1. คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ด้านการออกแบบ อยู่ในเกณฑ์ดี โดย
มีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.44
2. คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ด้านโครงสร้าง อยู่ในเกณฑ์ดีมาก
โดยมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.65
3. คุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ด้านการใช้งาน อยู่ในเกณฑ์ดี โดยมี
ค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.47

5.8 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเพื่อหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง
คือผู้ที่สอนเกี่ยวกับอักษรเบรลล์ จำนวน 15 คน ปรากฏว่าเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ที่ผู้
วิจัยสร้างขึ้นมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย โดยผลการวิเคราะห์
ปรากฏว่าเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีคุณภาพสูงกว่าที่กำหนดคืออยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งมี
ค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.51 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.33 ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ด้านการออกแบบ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ
4.44 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.36 โดยที่ความถูกต้องของอักษรเบรลล์มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คุณภาพ
อยู่ในเกณฑ์ดีมาก เท่ากับ 4.60 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.03 เนื่องจากอักษรเบรลล์ที่สร้าง
ขึ้นบนแป้นพิมพ์สร้างมาจากต้นแบบของอักษรเบรลล์มาตรฐานที่กำหนดขึ้น เพื่อใช้ในการอ่าน
เขียนของคนตาบอด รูปทรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เท่า
กับ 4.53 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.00 เพราะรูปทรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย
ออกแบบให้มีรูปทรงคล้ายแป้นคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกในการวางมือในการอ่าน
ความชัดเจนของจุดหรือความนูนของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม เพราะจุด
ของอักษรเบรลล์ทำมาจากแผ่น สเลทที่มีไว้สำหรับเขียนอักษรเบรลล์จึงมีขนาดและความนูนได้
มาตรฐาน และสีสันของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยรองลงมา เท่ากับ 4.40 มีคุณ
ภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.96 และ 1.50 ส่วนการจัดวางตัวอักษรเบรลล์มี
ความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด เท่ากับ 4.27 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ
0.96

2. ผลการวิเคราะห์ด้านโครงสร้าง มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ
4.65 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.11 น้ำหนักของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม
มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.80 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.64 ซึ่งมี
น้ำหนักของเครื่องเท่ากับ 0.7 กิโลกรัม สามารถที่จะเคลื่อนย้ายไปมาได้ง่าย ขนาดของกล่องเครื่อง
ฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เท่ากับ 1.32 คือมีขนาดที่จะสามารถวางมือทั้งสองมือไว้บนเครื่องได้ เพื่อที่จะคลำตัวอักษรเบรลล์บนเป็นพิมพ์ วัสดุที่นำมาใช้สร้างเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทย มีค่าเฉลี่ยรองลงมา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.96 และความแข็งแรงของเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทย มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.47 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 เนื่องมาจากตัวกล่องของเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทย สร้างมาจากวัสดุที่เป็นไม้และพลาสติก เพราะเป็นเครื่องต้นแบบ จึงทำให้ความแข็งแรงมีค่าต่ำสุด

3. ผลการวิเคราะห์ด้านการใช้งาน มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 4.47 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.44 โดยแบ่งออกได้เป็นเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความดังของเสียงและการปรับความดังมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 4.80 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.64 คือเครื่องมีปุ่มปรับความดังเป็นแบบเร่งความดังได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ความปลอดภัยของเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.78 คือเครื่องสร้างมาวัสดุที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้า และมีความมั่นคงของเหลี่ยมบริเวณขอบของกล่อง ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน เครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความสะดวกต่อการใช้งาน ความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอนอักษรเบรลล์ ความชัดเจนและความถูกต้องของเสียง มีค่าเฉลี่ยรองลงมาและราคาของเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทย มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 4.00 คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.67 เนื่องจากราคาที่ตั้งค่าไว้เป็นราคาของเครื่องต้นแบบจึงมีราคาสูง ถ้ามีการผลิตจำนวนมากราคาก็จะต่ำกว่านี้

สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิทิต ทรัพย์สาคร(2539 : บทคัดย่อ) ที่ได้วิจัยเรื่อง “การศึกษาปัญหาและการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการผลิตสื่อ และการใช้สื่อการเรียนการสอนในโรงเรียนสอนคนตาบอด” ที่พบว่า สื่อที่ใช้กับเด็กตาบอดนั้นจะเน้นไปที่เสียง และการสัมผัส เพื่อให้เด็กตาบอดมีพัฒนาการในการเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น

ดังนั้นเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทย เหมาะสมที่จะนำมาเป็นสื่อการเรียนการสอนทำให้ผู้ที่ศึกษาอักษรเบรลล์ เรียนรู้ได้เร็วขึ้น อันจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในด้านการศึกษา และจะเป็นผลในการพัฒนาตนเอง และประเทศชาติ

5.9 ข้อเสนอแนะ

5.9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ข้อเสนอแนะทางด้านการออกแบบ การออกแบบเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทยที่จะนำไปกับนักเรียนตาบอดนั้น ผู้สร้างได้สอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ และกลุ่มตัวอย่าง ตัวกล่องของเครื่องฝึกจ้ออักษรเบรลล์ภาษาไทยน่าจะมีฝาปิดด้านบน เพื่อป้องกันความเสียหายอันเกิดจากการ

เคลื่อนย้ายและพกพา สีที่เป็นพิมพ์นั้นแสดงไว้เพื่อดึงดูดความสนใจของเด็กที่มีสายตาเลือนลาง ไม่มีผลต่อเด็กที่ตาบอดสนิท

2. ข้อเสนอแนะทางด้านโครงสร้าง วัสดุที่นำมาสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ควรจะทำมาจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง และสามารถทำได้ง่าย เช่น พลาสติก

3. ข้อเสนอแนะทางการใช้งาน ควรมีการแนะนำจากผู้สอนเกี่ยวกับอักษรเบรลล์ ก่อนที่จะนำเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยไปใช้งาน ควรมีการแบ่งกลุ่มของอักษรเบรลล์ เพื่อความเหมาะสมและความสอดคล้องกับหลักสูตรมากกว่านี้ควรที่จะแบ่งกลุ่มอักษรเบรลล์เป็นแบบ กลุ่มอักษรเซลล์เดี่ยว และกลุ่มอักษรหลายเซลล์

5.9.2 ข้อเสนอแนะสำหรับวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับบทเรียน ของการเรียนรู้อักษรเบรลล์ เพื่อที่จะได้นำเอาเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ไปใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ในการวิจัยครั้งต่อไปผู้ทำการวิจัยควรที่จะมีการปรับขนาดของกล่องให้มีขนาดเล็กลง กว่านี้ เพื่อให้ง่ายต่อการพกพา

3. ในการวิจัยครั้งต่อไปผู้ทำการวิจัยควรมีเป็นพิมพ์ภาษาอังกฤษควบคู่ด้วย

4. ในการวิจัยครั้งต่อไปผู้ทำการวิจัยควรเรียงตัวอักษรควรเรียงลำดับตัวอักษรเซลล์เดี่ยว ก่อน เพื่อความง่ายในการเรียนระยะแรกๆ แล้วจึงใช้ตัวอักษรที่ผสมด้วยเซลล์ 2 เซลล์

5. ในการวิจัยครั้งต่อไปผู้ทำการวิจัยควรทำให้จุดอักษรเบรลล์ใหญ่กว่านี้ และตัวพยัญชนะ กำกับอักษรเบรลล์ควรใหญ่กว่านี้สำหรับเด็ก Low vision

บรรณานุกรม

- ชาติรี เกิดธรรม. 2544. **อยากทำวิจัยในชั้นเรียนแต่เขียนไม่เป็น**. กรุงเทพฯ : เลียงเชียง.
- ชูชีพ อ่อน โลกสูง. 2527. **จิตวิทยาเด็กอุปถัมภ์**. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู.
- ดวงกมล คำเอี่ยม. 2539. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนตาบอด” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. การศึกษา (เทคโนโลยีทางการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2531. **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย**. กรุงเทพฯ : ศรีอนันต์
- เบญจา ชลธารนนท์. ม.ค. 2524. **ปรัชญาเบื้องต้นของการศึกษาพิเศษ**. ครูปริทัศน์ 6 หน้า 52-55
- ประกอบ อุดุชาฎะ.(น. ณ ปากน้ำ). 2527. **หลักการใช้สี** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช
- ประคอง กรรณสูตร. 2539. **สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประถม เปล่งคงคม. 2537. “การเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนตาบอดในระดับประถมศึกษาที่เรียนจากเทปละครที่มีและไม่มีความคิดรวบยอดล่วงหน้า” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ศึกษาศาสตร์ (เทคโนโลยีทางการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ประเทิน มหาจันทร์. 2523. **การอ่านเบื้องต้น** กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.
- ผดุง อารยะวิญญู. 2523. **การศึกษาพิเศษในปัจจุบัน**. กรุงเทพฯ : ภาควิชาการศึกษาพิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์. 2531. **หลักการวิจัยและพัฒนา**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดฯ
- เพชรรัตน์ กิตติวัฒนากุล. 2530 “สภาพการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนตาบอดเรียนร่วมในโรงเรียนประถมศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ที.พี.พรินท์
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2535. **วิธีการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น
- วริทธิ์ อิงภากรณ์ และ ชาญุ ถนัดงาน. 2546 **การออกแบบเครื่องจักรกล**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น ,เอช.เอ็น.กรุ๊ป
- วารินทร์ รัศมีพรหม. 2532. **สื่อการเรียนการสอน เทคโนโลยีทางการศึกษา และการสอนร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์

- วิทิต ทรัพย์สาคร. 2538. "การศึกษาปัญหาและการแก้ไขปัญหายุ่งเกี่ยวกับการผลิต และการใช้สื่อการเรียนการสอนในโรงเรียนสอนคนตาบอด" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ครุศาสตร์ (โสตทัศนศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีริยะ สิริสิงห์. 2543. "อพตาคอน เครื่องอ่านหนังสือของคนตาบอดเครื่องแรกในเมืองไทย" ชัยพฤกษ์วิทยาศาสตร์ 27 (1 พฤศจิกายน 2519) : 2-4.
- วีรชัย อ่ำพรไพบูลย์. 2542. "รหัสภาษาในกลุ่มคนตาบอด" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. อักษรศาสตร์ (ภาษาศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันทนีย์ พันธชาติ และคณะ. 2544. "โครงการพัฒนาชุดเครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารของคนพิการประเภทต่างๆ" หน่วยงานวิจัย งานเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนคนพิการ และคนด้อยโอกาส ผู้ให้ทุนศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ .
- ศศโสฬส จิตรวานิชกุล. 2542. " การศึกษาพฤติกรรม ความสนใจ และความต้องการในการเปิดรับสื่อของคนตาบอด ในเขตกรุงเทพมหานครบัณฑิตวิทยาลัย" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. นิเทศศาสตร์ (การสื่อสารมวลชน) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมทรง พัทธสุวรรณ. 2526 "คนตาบอดอ่านหนังสืออย่างไร" รวมบทความพิเศษ. คณะครุศาสตร์ วิทยาลัยครูสวนดุสิต.
- สมสมัย มณีใส. 2537. "การใช้คำกริยาที่อ้างถึงการรับรู้ด้วยตาในการสนทนาภาษาไทยของคนตาบอด" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. อักษรศาสตร์ (ภาษาศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. "การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน" วารสารรามคำแหง. 3(5) : 40-49.
- สุชา จันทร์เอม. 2525. จิตวิทยาเด็กพิเศษ. กรุงเทพฯ : อักษรบัณฑิต.
- สุภรณ์เพ็ญ พันธุ์ณี. 2543. " การพัฒนาโปรแกรมการสอนพยัญชนะอักษรเบรลล์สำหรับเด็กตาบอดวัยอนุบาล โดยใช้ แนวคิดพหุปัญญา" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. ครุศาสตร์ (การศึกษาปฐมวัย) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิรดี เกตุเงิน. 2539. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตาบอด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ด้วยเทปเสียงรูปแบบสารคดี กับรูปแบบ ละคร" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา). เทคโนโลยีการศึกษา (เทคโนโลยีการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Atsadang Moungsri . 2541. "โปรแกรมแปลอักษรเบรลล์ไทยกลับเป็นอักษรปกติ" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต. วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

- Brog, Watter R. and Merringth D. Gall 1988. Education Research. New York : Louanon.
- Conwen, Michael B. 1991. "Role of feedback in Computer-Based Training (CBT)"
Dissertation Abstract International. Dec : 121
- Dechant, Emerales,1964. V. Improving the Teaching of Reading. New Jersey : Prentice-Hall
Inc.
- Goodrum, Charles A. and Dalrymple, Helen W.1982. The Library of Congress. Boulder,
Colorado:Westview Press.
- Kauffman, M.J. Cottlieb, J.A. agard, J.A. and Kukic, M.B. Mainstreaming ,1988. : Toward and
Esplication of the Construct. Focus on Exceptional Children. Boston : The Council
For Exceptional children.
- Kirk, Samuel A. and Gallagher, James J.,1983. Educating Exceptional Children. 4th ed. Boston :
Boughton Mfflin Co.
- Nolan, C.Y. 1959. "Readability of Large Types." International Journal of education of the Blind 9
: 41-44.
- Yeager, Emily and Yeager, Paul.1978. "Reading for the Visually Impaired." Encyclopedia of
Libraly and Information Science 25, 99-108.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบประเมินแบบสอบถามแบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพ

ภาคผนวก ข ภาพวงจรและแผนวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ง การวิเคราะห์ข้อมูล

ภาคผนวก จ ไอซีทีใช้งาน

ภาคผนวก ก

**แบบประเมินแบบสอบถาม
แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพ**

แบบประเมินแบบสอบถาม

เรื่อง

เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

วัตถุประสงค์

เพื่อหาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย (/) ในช่องสาระสำคัญของคำถาม

1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความมีความเหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความมีความเหมาะสม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความไม่มีความเหมาะสม

ข้อที่	หัวข้อประเมิน	สาระสำคัญของคำถาม		
		เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
		1	0	-1
1	ด้านการออกแบบ รูปทรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีความเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			
2	สีสັນของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมี ความเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			
3	ความถูกต้องของอักษรเบรลล์ ข้อคิดเห็น.....			
4	ความชัดเจนของจุดหรือความนูนของอักษร เบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			

ข้อที่	หัวข้อประเมิน	สาระสำคัญของคำถาม		
		เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
		1	0	-1
5	การจัดวางตัวอักษรเบรลล์มีความเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			
6	ด้านโครงสร้าง ขนาดของเครื่องฝีกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมี ความเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			
7	น้ำหนักของเครื่องฝีกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย มีความเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			
8	วัสดุที่นำมาสร้างเครื่องฝีกจำอักษรเบรลล์ ภาษาไทยมีความเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			
9	ความแข็งแรงของเครื่องฝีกจำอักษรเบรลล์ ภาษาไทยมีความเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			
10	ด้านการใช้งาน เครื่องฝีกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความ สะดวกต่อการใช้งาน ข้อคิดเห็น.....			
11	ความชัดเจน และความถูกต้องของเสียงพูด ข้อคิดเห็น.....			

ข้อที่	หัวข้อประเมิน	สาระสำคัญของคำถาม		
		เหมาะสม	ไม่แน่ใจ	ไม่เหมาะสม
		1	0	-1
12	เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความดังของเสียงและการปรับความดังได้อย่างเหมาะสม ข้อคิดเห็น.....			
13	ความปลอดภัยของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย ข้อคิดเห็น.....			
14	ความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอนอักษรเบรลล์ ข้อคิดเห็น.....			
15	ราคาของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม (3,000 บาท) ข้อคิดเห็น.....			
	ข้อคิดเห็นอื่นๆ.....			

ข้อคิดเห็นอื่นๆ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)
/...../.....

แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพ
เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

ผู้จัดสร้าง : นายวิโรจน์ กิจดิศพ์

ผู้ประเมิน (นาย,นาง,นางสาว)

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

โปรดทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความคิดเห็น ของท่านมากที่สุด

(เกณฑ์ระดับความคิดเห็น : มากที่สุด = 5 , มาก = 4 , ปานกลาง = 3 , น้อย = 2 , ควรปรับปรุง = 1)

ลำดับที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	รูปทรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม					
2	สีสันทนของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม					
3	ความถูกต้องของอักษรเบรลล์					
4	ความชัดเจนของจุดหรือความนูนของอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม					
5	การจัดวางตัวอักษรเบรลล์มีความเหมาะสม					
6	ขนาดของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม					
7	น้ำหนักของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม					
8	วัสดุที่นำมาสร้างเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม					
9	ความแข็งแรงของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม					
10	เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความสะดวกต่อการใช้งาน					
11	ความชัดเจน และความถูกต้องของเสียงพูด					

ลำดับที่	หัวข้อประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
12	เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความคงของเสียงและการปรับความดังได้อย่างเหมาะสม					
13	ความปลอดภัยของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย					
14	ความสอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอนอักษรเบรลล์					
15	ราคาของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทยมีความเหมาะสม (3,000 บาท)					

ความคิดเห็นอื่นๆ(โปรดระบุ)

.....

.....

.....

.....

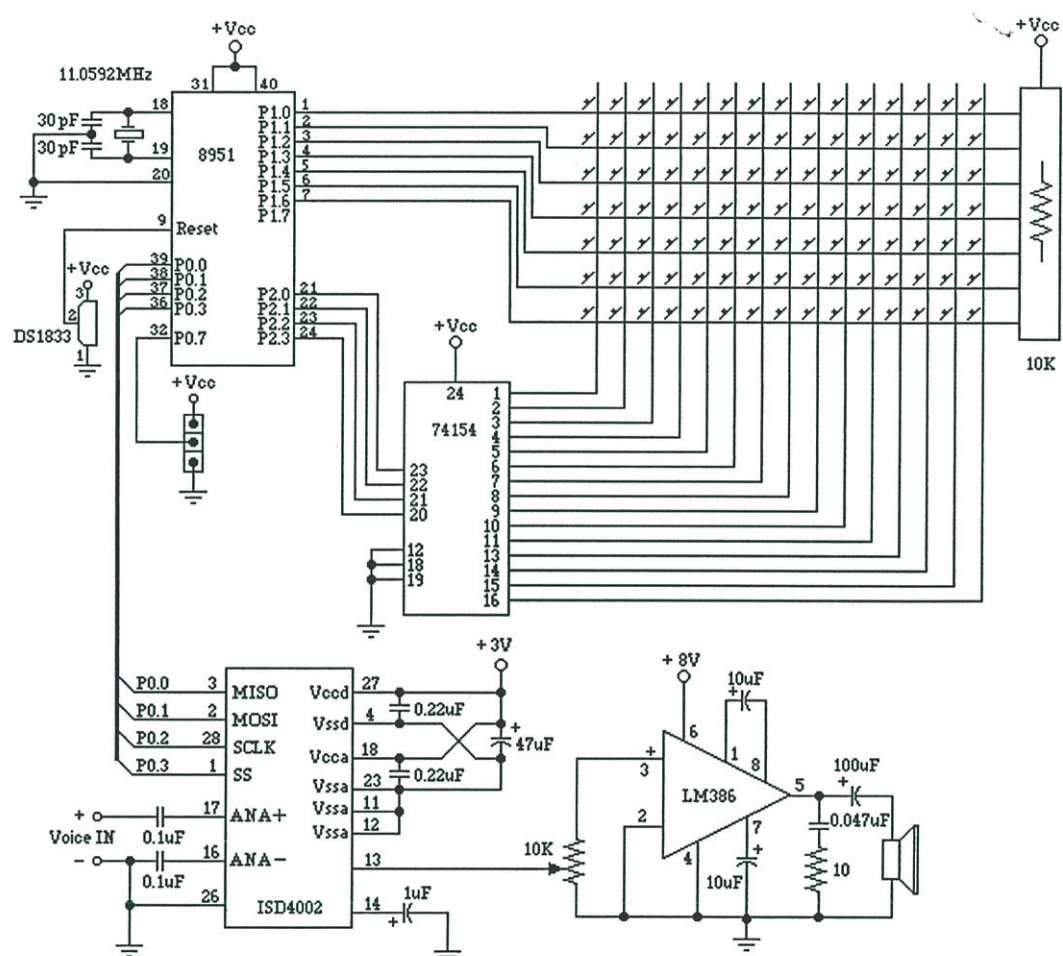
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

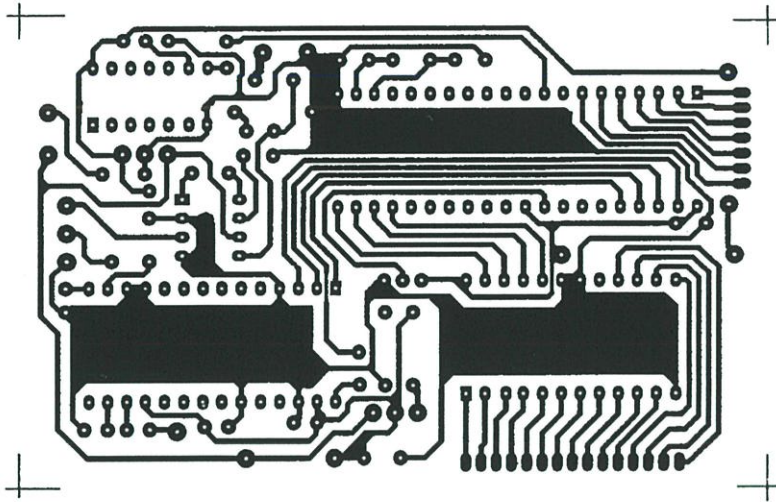
...../...../.....

ภาคผนวก ข

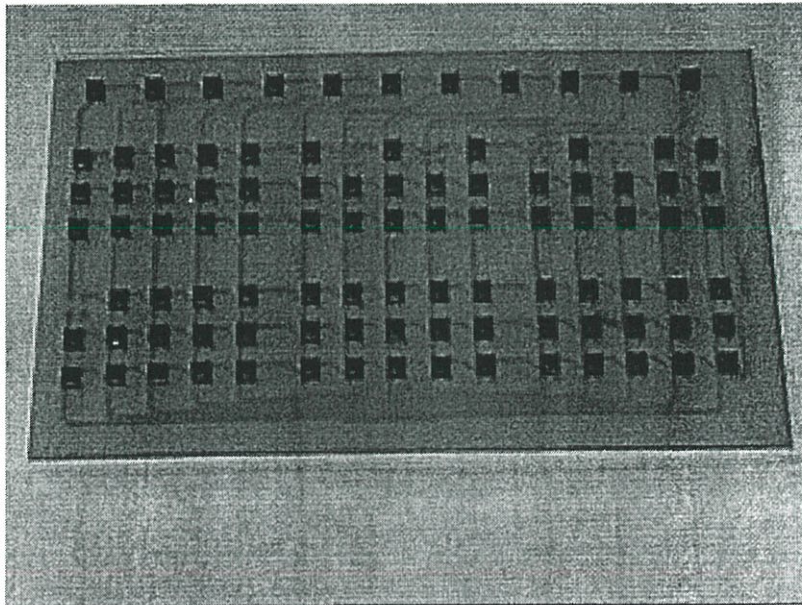
ภาพวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์



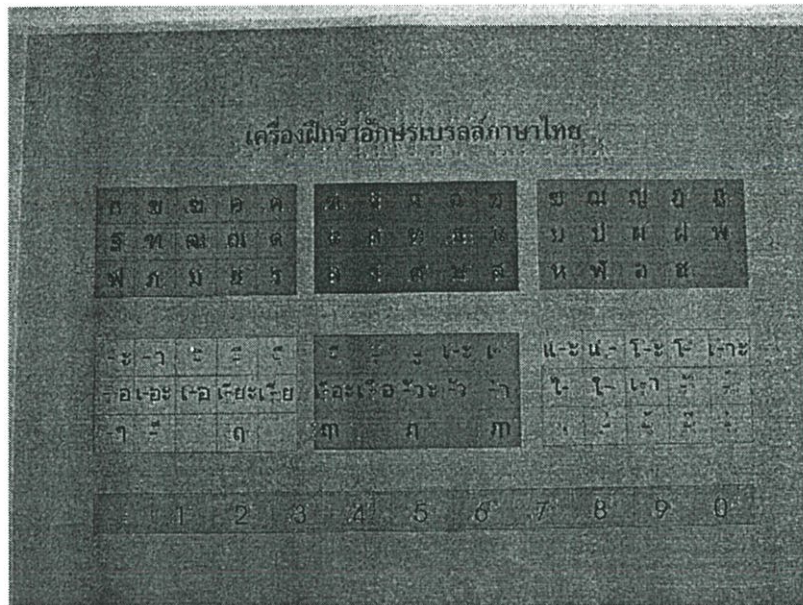
ภาพที่ 6.1 วงจรรวมทั้งหมดของเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ภาษาไทย



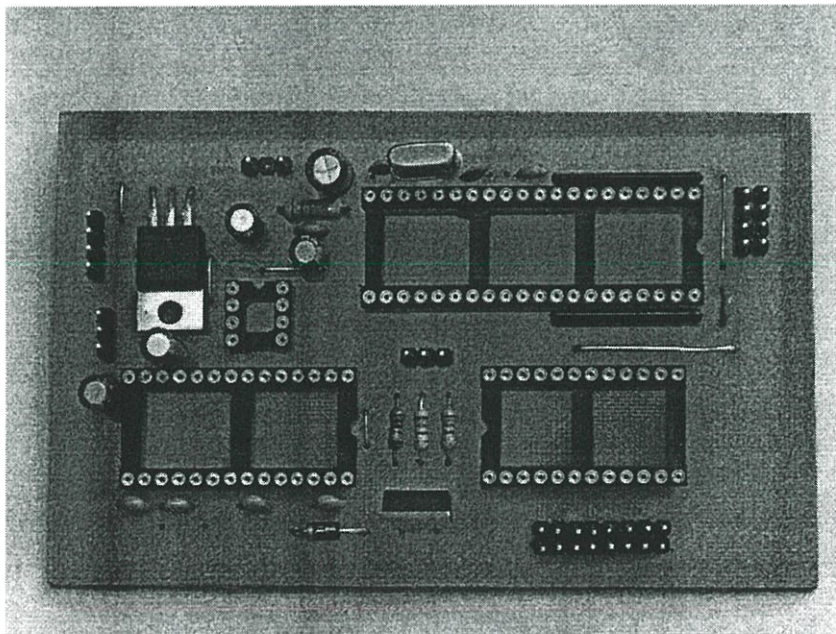
ภาพที่ 6.2 แผ่นวงจรพิมพ์ของชุดควบคุมทั้งหมด



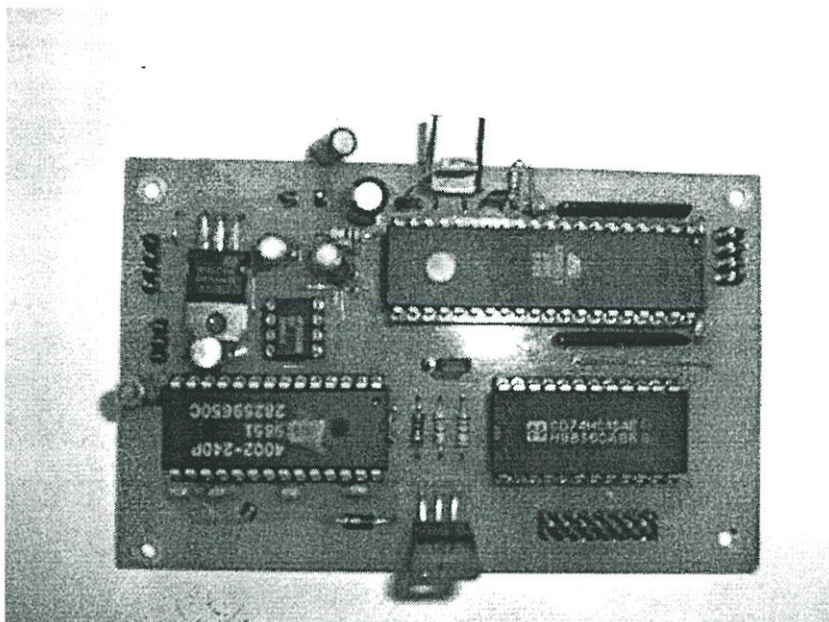
ภาพที่ 6.3 แผ่นคีย์บอร์ดของอักษรเบรลล์ทั้งหมด



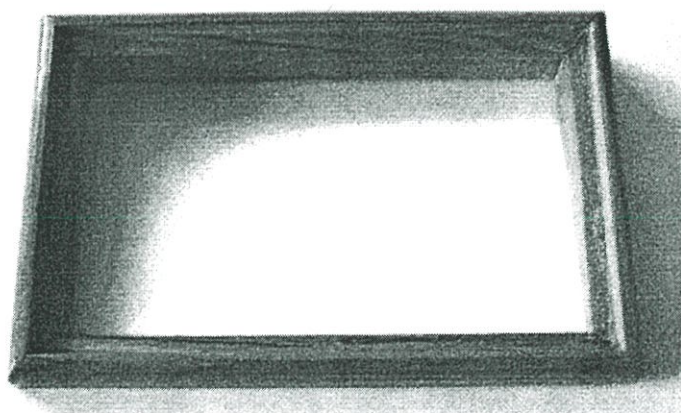
ภาพที่ 6.4 การออกแบบของแผ่นแสดงอักษรเบรลล์บนหน้าเครื่อง



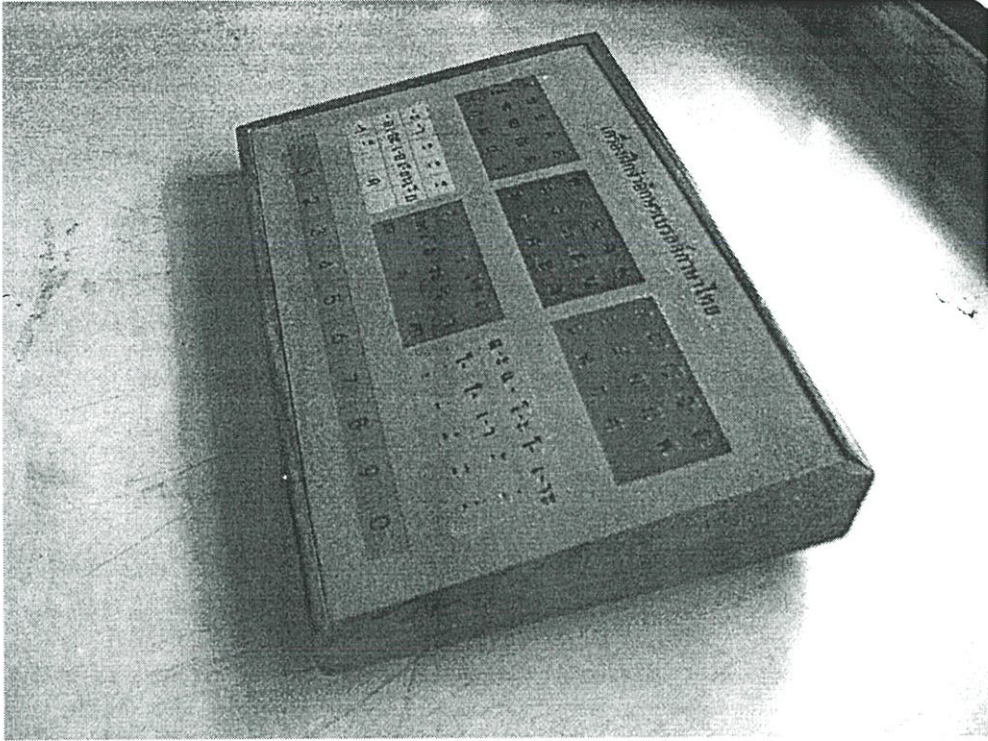
ภาพที่ 6.5 แผ่นวงจรพิมพ์ที่ลงอุปกรณ์บางส่วนแล้ว



ภาพที่ 6.6 แผ่นวงจรพิมพ์ที่ลงอุปกรณ์แล้ว



ภาพที่ 6.7 กล่องไม้ที่จะนำมาประกอบ



ภาพที่ 6.8 เครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์ที่สมบูรณ์แบบ

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ



ที่ ศธ 0524.04 / 1727

คณะกรรมการผู้ดุษฎีบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพฯ

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ
2. แบบสอบถาม เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายวิโรจน์ กิจดิษฐ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "เครื่องฝึกจับอักษรเบรลล์ภาษาไทย" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้ว เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2546 คณะกรรมการผู้ดุษฎีบัณฑิต จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายวิโรจน์ กิจดิษฐ์ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



ที่ ศธ 0524.04 / 0308

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๑๘ สิงหาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณวิรัช ศรีตุลานนท์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามและแบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายวิโรจน์ กิจดิษฐ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
 จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย”

คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
 ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี
 เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูล
 ของ นายวิโรจน์ กิจดิษฐ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
 เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



ที่ ศธ 0524.04 / **9308**

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/๙ สิงหาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณกิติพงษ์ สุทธิ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามและแบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “เครื่องฝีกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ **0308**

วันที่ ๑๕ สิงหาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์สุชิน อางหาญ

ด้วย นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “เครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้ว เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่าน จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบสอบถามและแบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณ เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692

ที่ ศธ 0524.04/ **0308**

วันที่ 15 สิงหาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

ด้วย นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “เครื่องฝีกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้ว เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ตรวจเครื่องมือการวิจัยว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่าน จะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบทแบบสอบถามและแบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ศธ 0524.04 / **0308**

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

18 สิงหาคม 2546

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน คุณรุจิรา อินทะสร้อย

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามและแบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ท์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “เครื่องฝีกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามี
เนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูล
ของ นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ท์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3264325

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

- ความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพ

ตารางที่ 6.1 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบประเมินคุณภาพ

แบบทดสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ					รวม	ค่า เฉลี่ย	ความหมาย
	คนที่1	คนที่2	คนที่3	คนที่4	คนที่5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
2	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
7	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง/ใช้ได้
8	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	สอดคล้อง/ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
13	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง/ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้
15	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	สอดคล้อง/ใช้ได้

- ข้อมูลและผลการประเมินแบบสอบถามคุณภาพ

ตารางที่ 6.2 ผลคะแนนแบบสอบถามหาคุณภาพของเครื่องฝึกจำอักษรเบรลล์ภาษาไทย

ข้อที่	ระดับคะแนน															รวม	เฉลี่ย	S.D.
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10	คนที่ 11	คนที่ 12	คนที่ 13	คนที่ 14	คนที่ 15			
1	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	4	68	4.53	1.00
2	5	4	4	4	5	4	5	3	5	5	4	5	5	4	4	66	4.40	1.50
3	5	3	5	5	3	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	69	4.60	2.03
4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	66	4.40	0.96
5	5	4	4	4	4	3	5	5	5	5	4	4	4	4	4	64	4.27	1.32
6	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	71	4.73	1.32
7	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	72	4.80	0.64
8	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	69	4.60	0.96
9	5	4	4	3	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	67	4.47	1.53
10	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	4	68	4.53	1.00
11	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	4	4	3	66	4.40	1.50
12	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	72	4.80	0.64
13	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	71	4.73	0.78
14	5	3	4	4	4	3	5	5	5	5	4	5	5	4	5	66	4.40	2.03
15	5	5	3	3	5	3	3	4	4	4	4	5	5	3	4	60	4.00	2.67

ภาคผนวก จ

ไอซีที่ใช้งาน



ChipCorder®
TECHNOLOGY BY ISD

ISD4002 Series

Single-Chip Voice Record/Playback Devices

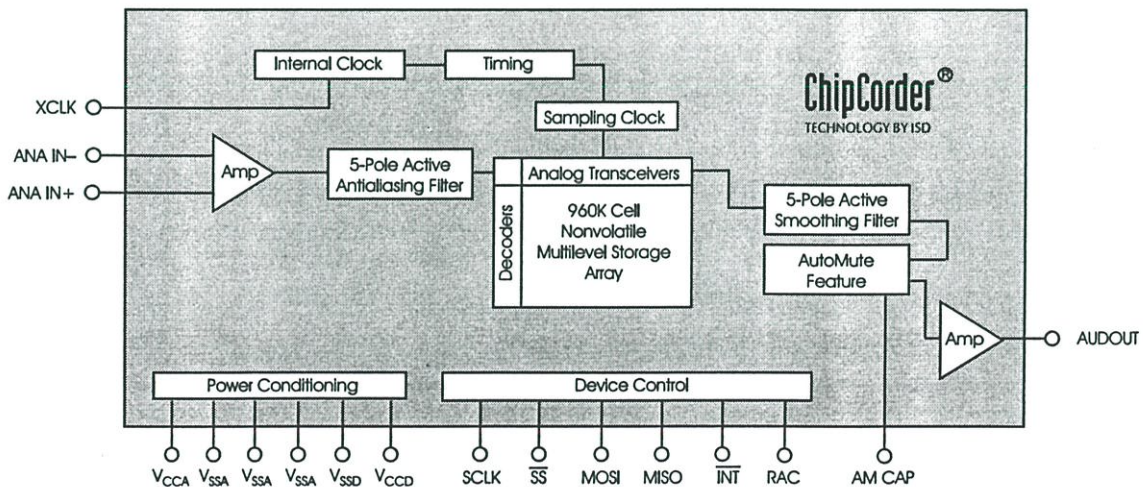
120-, 150-, 180-, and 240-Second Durations

GENERAL DESCRIPTION

The ISD4002 ChipCorder® products provide high-quality, 3-volt, single-chip record/playback solutions for 2- to 4-minute messaging applications ideal for cellular phones and other portable products. The CMOS-based devices include an on-chip oscillator, anti-aliasing filter, smoothing filter, AutoMute™ feature, audio amplifier, and high density, multilevel Flash storage array. The ISD4002 series is designed to be used in a microprocessor- or microcontroller-based system. Address and control are accomplished through a Serial Peripheral Interface (SPI) or Microwire Serial Interface to minimize pin count.

Recordings are stored in on-chip nonvolatile memory cells, providing zero-power message storage. This unique, single-chip solution is made possible through ISD's patented multilevel storage technology. Voice and audio signals are stored directly into solid-state memory in their natural form, providing high-quality voice reproduction.

Figure: ISD4002 Series Block Diagram



June 2000

ISD/Winbond · 2727 North First Street, San Jose, CA 95134 · TEL: 408/943-6666 · FAX: 408/544-1787 · <http://www.isd.com>

FEATURES

- Single-chip voice record/playback solution
- Single +3 volt supply
- Low-power consumption
 - Operating current:
 - I_{CC} Play = 15 mA (typical)
 - I_{CC} Rec = 25 mA (typical)
 - Standby current: 1 μ A (typical)
- Single-chip durations of 120, 150, 180, and 240 seconds
- High-quality, natural voice/audio reproduction
- AutoMute feature provides background noise attenuation during periods of silence
- No algorithm development required
- Microcontroller SPI or Microwire™ Serial Interface
- Fully addressable to handle multiple messages
- Nonvolatile message storage
- Power consumption controlled by SPI or Microwire control register
- 100-year message retention (typical)
- 100K record cycles (typical)
- On-chip clock source
- Available in die form, PDIP, SOIC, TSOP, and chip scale packaging (CSP)
- Extended temperature (–20°C to +70°C) and industrial temperature (–40°C to +85°C) versions available

Table: ISD4002 Series Summary

Part Number	Duration (seconds)	Input Sample Rate (KHz)	Typical Filter Pass Band (KHz)
ISD4002-120	120	8.0	3.4
ISD4002-150	150	6.4	2.7
ISD4002-180	180	5.3	2.3
ISD4002-240	240	4.0	1.7

DETAILED DESCRIPTION

SPEECH/SOUND QUALITY

The ISD4002 ChipCorder Series includes devices offered at 4.0, 5.3, 6.4, and 8.0 KHz sampling frequencies, allowing the user a choice of speech quality options. Increasing the duration within a product series decreases the sampling frequency and bandwidth, which affects sound quality. Please refer to the ISD4002 Series Product Summary table on the front page to compare filter pass band and product durations.

Analog speech samples are stored directly into on-chip nonvolatile memory without the digitization or compression associated with other solutions. Direct analog storage provides higher quality reproduction of voice, music, tones, and sound effects than other solid-state solutions.

DURATION

To meet end system requirements, the ISD4002 Series Products are single-chip solutions at 120, 150, 180, and 240 seconds.

FLASH STORAGE

One of the benefits of ISD's ChipCorder technology is the use of on-chip nonvolatile memory, which provides zero-power message storage. Typically, the stored message is retained for 100 years and the device can be re-recorded over 100,000 times.

MICROCONTROLLER INTERFACE

A four-wire (SCLK, MOSI, MISO, \overline{SS}) SPI interface is provided for ISD4002 control and addressing functions. The ISD4002 is configured to operate as a peripheral slave device, with a microcontroller-based SPI bus interface. Read/write access to all the internal registers occurs through this SPI interface. An interrupt signal (\overline{INT}) and internal read-only Status Register are provided for handshake purposes.

PROGRAMMING

The ISD4002 Series is also ideal for playback-only applications, where single or multiple message playback is controlled through the SPI port. Once the desired message configuration is created, duplicates can easily be generated via an ISD programmer.

Figure 1: ISD4002 Series TSOP and PDIP/SOIC Pinouts

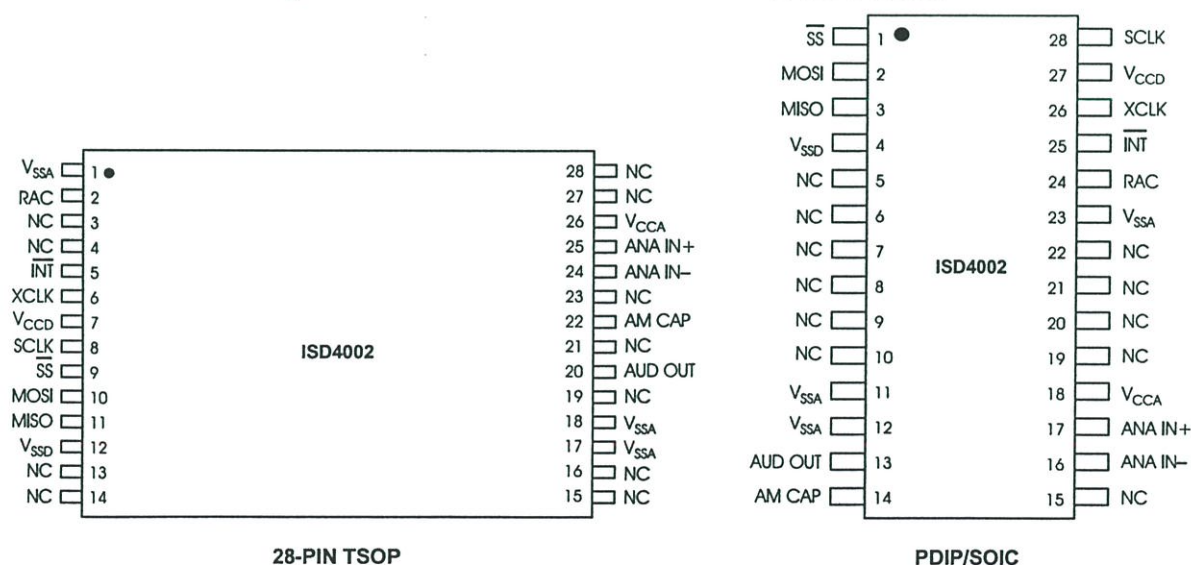
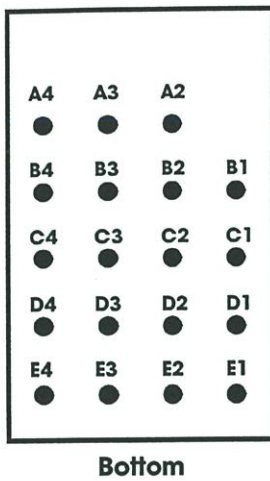


Figure 2: ISD4002 CSP Pinout



Name	Ball Location	TSOP Pin #	Name	Ball Location	TSOP Pin #
V _{SSA}	A2	18	V _{SSA}	C4	1
AM CAP	A3	22	MOSI	D1	10
ANA IN+	A4	25	SCLK	D2	8
V _{SSA}	B1	17	XCLK	D3	6
AUDOUT	B2	20	RAC	D4	2
ANA IN-	B3	24	MISO	E1	11
V _{CCA}	B4	26	SS	E2	9
V _{SSD1}	C1	12	V _{CCD1}	E3	7
V _{SSD2}	C2	N/A	INT	E4	5
V _{CCD2}	C3	N/A			

PIN DESCRIPTIONS

VOLTAGE INPUTS (V_{CCA}, V_{CCD})

To minimize noise, the analog and digital circuits in the ISD4002 devices use separate power busses. These +3 V busses are brought out to separate pins and should be tied together as close to the supply as possible. In addition, these supplies should be decoupled as close to the package as possible.

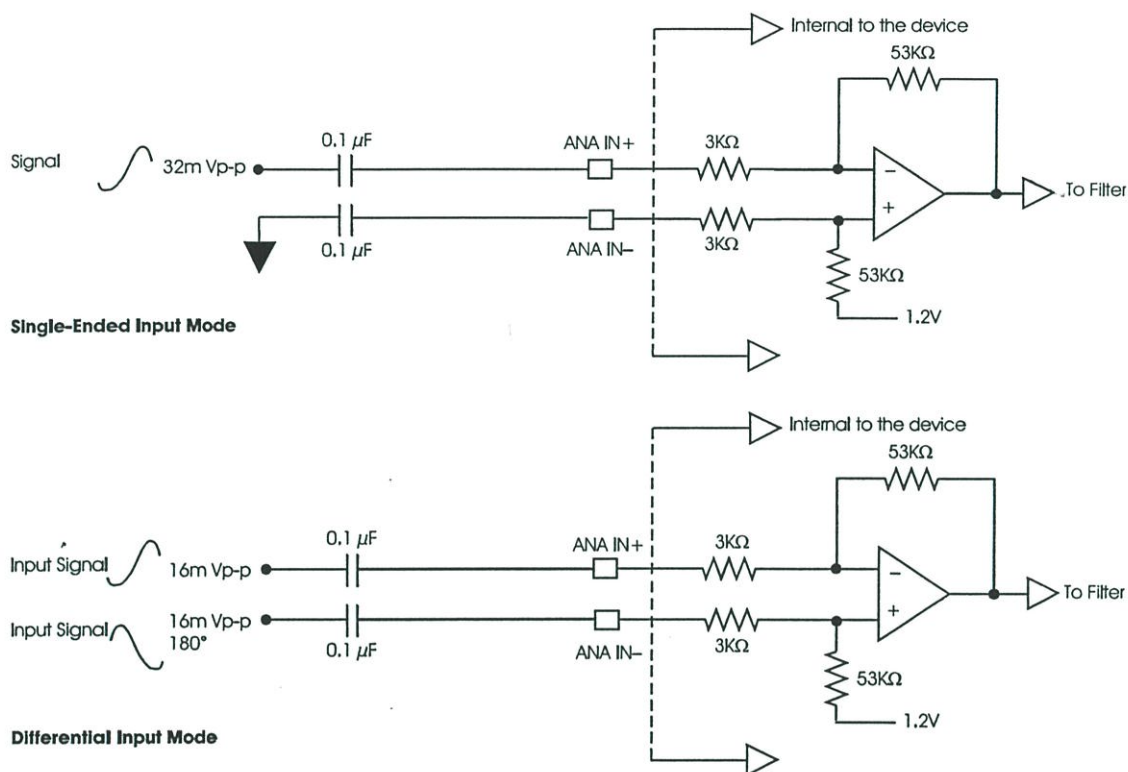
GROUND INPUTS (V_{SSA}, V_{SSD})

The ISD4002 Series utilizes separate analog and digital ground busses. The analog ground (V_{SSA}) pins should be tied together as close to the package as possible and connected through a low-impedance path to power supply ground. The digital ground (V_{SSD}) pin should be connected through a separate low-impedance path to power supply ground. These ground paths should be large enough to ensure that the impedance between the V_{SSA} pins and the V_{SSD} pin is less than 3 Ω. The backside of the die is connected to V_{SS} through the substrate resistance. In a chip-on-board design, the die attach area must be connected to V_{SS} or left floating.

NON-INVERTING ANALOG INPUT (ANA IN+)

This pin is the non-inverting analog input that transfers the signal to the device for recording. The analog input amplifier can be driven single ended or differentially. In the single-ended input mode, a 32 mVp-p (peak-to-peak) maximum signal should be capacitively connected to this pin for optimal signal quality. The external capacitor associated with ANA IN+ together with the 3 kΩ input impedance are selected to give cutoff at the low frequency end of the voice passband. In the differential-input mode, the maximum input signal at ANA IN+ should be 16 mVp-p for optimal signal quality. The circuit connections for the two modes are shown in the ISD4002 Series ANA IN Modes figures on page 3.

Figure 3: ISD4002 Series ANA IN Modes



INVERTING ANALOG INPUT (ANA IN-)

This pin is the inverting analog input that transfers the signal to the device for recording in the differential-input mode. In this differential-input mode, a 16 mVp-p maximum input signal at ANA IN- should be capacitively coupled to this pin for optimal signal quality, as shown in the ISD4002 Series ANA IN Modes, Figure 3. This capacitor value should be equal to the coupling capacitor used on the ANA IN+ pin. The input impedance at ANA IN is nominally 56 kΩ. In the single-ended mode, ANA IN- should be capacitively coupled to V_{SSA} through a capacitor equal to that used on the ANA IN+ input.

AUDIO OUTPUT (AUD OUT)

This pin provides the audio output to the user. It is capable of driving a 5 kΩ impedance. It is recommended that this pin be AC coupled.

NOTE The AUD OUT pin is always at 1.2 volts when the device is powered up. When in playback, the output buffer connected to this pin can drive a load as small as 5 kΩ. When in record, a resistor connects AUD OUT to the internal 1.2 volt analog ground supply. This resistor is approximately 850 kΩ, but will vary somewhat according to the sample rate of the device. This relatively high impedance allows this pin to be connected to an audio bus without loading it down.

SLAVE SELECT (\overline{SS})

This input, when LOW, will select the ISD4002 device.

ISD4002 Series

MASTER OUT SLAVE IN (MOSI)

This is the serial input to the ISD4002 device. The master microcontroller places data on the MOSI line one half-cycle before the rising clock edge to be clocked in by the ISD4002 device.

MASTER IN SLAVE OUT (MISO)

This is the serial output of the ISD4002 device. This output goes into a high-impedance state if the device is not selected.

SERIAL CLOCK (SCLK)

This is the clock input to the ISD4002. It is generated by the master device (microcontroller) and is used to synchronize data transfers in and out of the device through the MISO and MOSI lines. Data is latched into the ISD4002 on the rising edge of SCLK and shifted out of the device on the falling edge of SCLK.

INTERRUPT (INT)

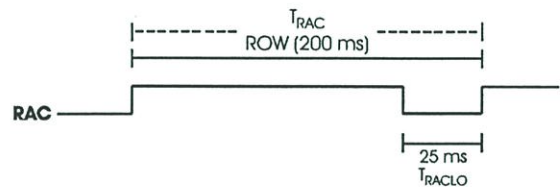
The ISD4002 interrupt pin goes LOW and stays LOW when an Overflow (OVF) or End of Message (EOM) marker is detected. This is an open drain output pin. Each operation that ends in an EOM or OVF will generate an interrupt including the message cueing cycles. The interrupt will be cleared the next time an SPI cycle is initiated. The interrupt status can be read by an RINT instruction.

Overflow Flag (OVF)—The Overflow flag indicates that the end of the ISD4002's analog memory has been reached during a record or playback operation.

End of Message (EOM)—The End-of-Message flag is set only during playback operation when an EOM is found. There are eight EOM flag position options per row.

ROW ADDRESS CLOCK (RAC)

This is an open drain output pin that provides a signal with a 200 ms period at the 8 KHz sampling frequency. (This represents a single row of memory and there are 600 rows of memory in the ISD4002 Series devices.) This signal stays HIGH for 175 ms and stays LOW for 25 ms when it reaches the end of a row.



The RAC pin stays HIGH for 218.75 μ sec and stays LOW for 31.25 μ sec in Message Cueing mode (see page 6 for a more detailed description of Message Cueing). Refer to the AC Parameters table for RAC timing information on other sample rate products.

When a record command is first initiated, the RAC pin remains HIGH for an extra T_{RACLO} period. This is due to the need to load sample and hold circuits internal to the device. This pin can be used for message management techniques.

EXTERNAL CLOCK INPUT (XCLK)

The external clock input for the ISD4002 products has an internal pull-down device. These products are configured at the factory with an internal sampling clock frequency centered to ± 1 percent of specification. The frequency is then maintained to a variation of ± 2.25 percent over the entire commercial temperature and operating voltage ranges. The internal clock has a $-6/+4$ percent tolerance, over the extended temperature, industrial temperature and voltage ranges. A regulated power supply is recommended for industrial temperature range parts. If greater precision is required, the device can be clocked through the XCLK pin in Table 1.

Table 1: External Clock Input Clocking Table

Part Number	Sample Rate	Required Clock
ISD4002-120	8.0 KHz	1024 KHz
ISD4002-150	6.4 KHz	819.2 KHz
ISD4002-180	5.3 KHz	682.7 KHz
ISD4002-240	4.0 KHz	512 KHz

These recommended clock rates should not be varied because the anti-aliasing and smoothing filters are fixed. Thus, aliasing problems can occur if the sample rate differs from the one recommended. The duty cycle on the input clock is not critical, as the clock is immediately divided by two internally. ***If the XCLK is not used, this input should be connected to ground.***

AUTOMUTE™ FEATURE (AM CAP)

This pin is used in controlling the AutoMute feature. The AutoMute feature attenuates the signal when it drops below an internally set threshold. This helps to eliminate noise (with 6 dB of attenuation) when there is no signal (i.e., during periods of silence). A 1 μ F capacitor to ground should be connected to the AM CAP pin. This capacitor becomes a part of an internal peak detector which senses the signal amplitude (peak). This peak level is compared to an internally set threshold to determine the AutoMute trip point. For large signals the AutoMute attenuation is set to 0 dB while 6 dB of attenuation occurs for silence. The 1 μ F capacitor also affects the rate at which the AutoMute feature changes with the signal amplitude (or the attack time). The Automute feature can be disabled by connecting the AM CAP pin to V_{CCA} .

SERIAL PERIPHERAL INTERFACE (SPI) DESCRIPTION

The ISD4002 series operates from an SPI serial interface. The SPI interface operates with the following protocol.

The data transfer protocol assumes that the microcontroller's SPI shift registers are clocked on the falling edge of the SCLK. With the ISD4002, data is clocked in on the MOSI pin on the rising clock edge. Data is clocked out on the MISO pin on the falling clock edge.

1. All serial data transfers begin with the falling edge of \overline{SS} pin.
2. \overline{SS} is held LOW during all serial communications and held HIGH between instructions.
3. Data is clocked in on the rising clock edge and data is clocked out on the falling clock edge.
4. Play and record operations are initiated by enabling the device by asserting the \overline{SS} pin LOW, shifting in an opcode and an address field to the ISD4002 device (refer to the Opcode Summary on the following page).
5. The opcodes and address fields are as follows: <5 control bits> and <11 address bits>.
6. Each operation that ends in an EOM or Overflow will generate an interrupt, including the Message Cueing cycles. The Interrupt will be cleared the next time an SPI cycle is initiated.
7. As Interrupt data is shifted out of the ISD4002 MISO pin, control and address data is simultaneously being shifted into the MOSI pin. Care should be taken such that the data shifted in is compatible with current system operation. It is possible to read interrupt data and start a new operation within the same SPI cycle.
8. An operation begins with the RUN bit set and ends with the RUN bit reset.
9. All operations begin with the rising edge of \overline{SS} .

ISD4002 Series

MESSAGE CUEING

Message cueing allows the user to skip through messages, without knowing the actual physical location of the message. This operation is used during playback. In this mode, the messages are

skipped 1600 times faster than in normal playback mode. It will stop when an EOM marker is reached. Then, the internal address counter will point to the next message.

Table 2: Opcode Summary

Instruction	Opcode <5 bits> Address <11 bits>	Operational Summary
POWERUP	00100 <XXXXXXXXXX>	Power-Up: Device will be ready for an operation after T_{PUD} .
SETPLAY	11100 <0, A9-A0>	Initiates playback from address <A9-A0>.
PLAY	11110 <XXXXXXXXXX>	Playback from the current address (until EOM or OVF).
SETREC	10100 <0, A9-A0>	Initiates a record operation from address <A9-A0>.
REC	10110 <XXXXXXXXXX>	Records from current address until OVF is reached.
SETMC	11101 <0, A9-A0>	Initiates Message Cueing (MC) from address <A9-A0>.
MC ⁽¹⁾	11111 <XXXXXXXXXX>	Performs a Message Cue. Proceeds to the end of the current message (EOM) or enters OVF condition if no more messages are present.
STOP	0X110 <XXXXXXXXXX>	Stops current operation.
STOPWRDN	0X01X <XXXXXXXXXX>	Stops current Operation and enters stand-by (power-down) mode.
RINT ⁽²⁾	0X110 <XXXXXXXXXX>	Read Interrupt status bits: Overflow and EOM.

1. Message Cueing can be selected only at the beginning of a play operation.

2. As the Interrupt data is shifted out of the ISD4002, control and address data is being shifted in. Care should be taken such that the data shifted in is compatible with current system operation. It is possible to read interrupt data and start a new operation at the same time. See Figure 6 through Figure 9 for Opcode format.

POWER-UP SEQUENCE

The ISD4002 will be ready for an operation after T_{PUD} (approximately 25 ms for 8 KHz sample rate). The user needs to wait T_{PUD} before issuing an operational command. For example, to play from address 00 the following programming cycle should be used.

Playback Mode

1. Send POWERUP command.
2. Wait T_{PUD} (power-up delay).
3. Send SETPLAY command with address 00.
4. Send PLAY command.

The device will start playback at address 00 and it will generate an interrupt when an EOM is reached. It will then stop playback.

Record Mode

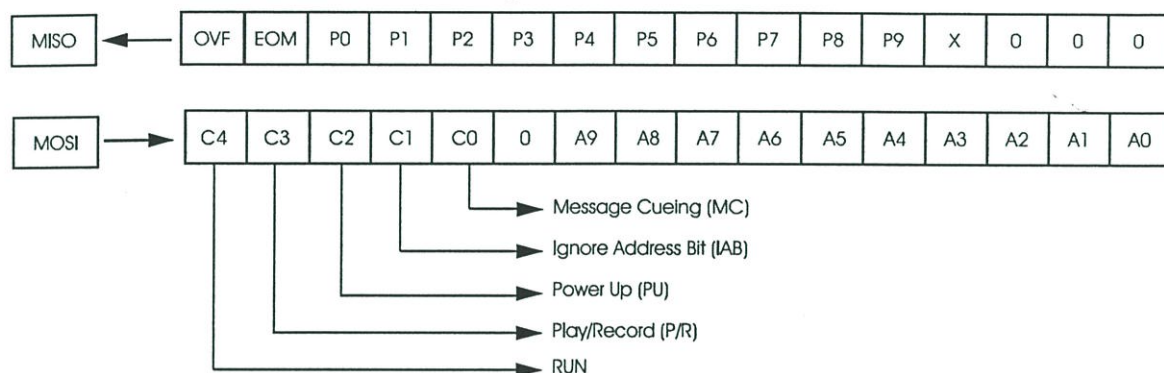
1. Send POWERUP command.
2. Wait T_{PUD} (power-up delay).
3. Send POWERUP command.
4. Wait $2 \times T_{PUD}$ (power-up delay).
5. Send SETREC command with address 00.
6. Send REC command.

The device will start recording at address 00 and it will generate an interrupt when an overflow is reached (end of memory array). It will then stop recording.

SPI PORT

The following diagram describes the SPI port and the control bits associated with it.

Figure 4: SPI Port



SPI CONTROL REGISTER

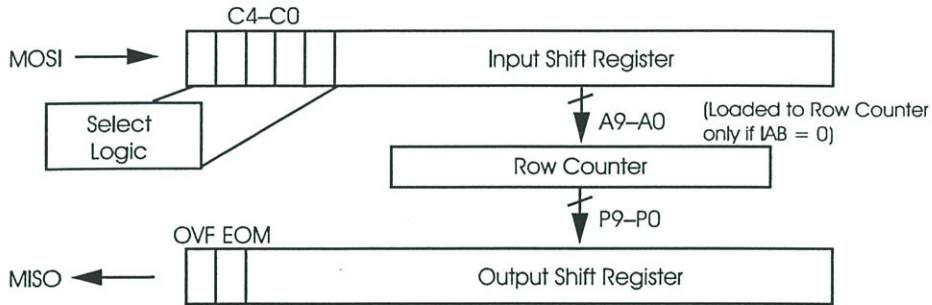
The SPI control register provides control of individual device functions such as play, record, message cueing, power-up and power-down, start and stop operations, and ignore address pointers.

Table 3: SPI Control Register

Control Register	Bit	Device Function	Control Register	Bit	Device Function
RUN		Enable or Disable an operation	PU		Master power control
= 1		Start	= 1		Power-Up
= 0		Stop	= 0		Power-Down
P/ \bar{R}		Selects play or record operation	IAB ⁽¹⁾		Ignore address control bit
= 1		Play	= 1		Ignore input address register (A9–A0)
= 0		Record	= 0		Use the input address register contents for an operation (A9–A0)
MC		Enable or Disable Message Cueing	P9–P0		Output of the row pointer register
= 1		Enable Message Cueing	A9–A0		Input address register
= 0		Disable Message Cueing			

1. When IAB (Ignore Address Bit) is set to 0, a playback or record operation starts from address (A9–A0). For consecutive playback or record, IAB should be changed to a 1 before the end of that row (see RAC timing). Otherwise the ISD4002 will repeat the operation from the same row address. For memory management, the Row Address Clock (RAC) pin and IAB can be used to move around the memory segments.

Figure 5: SPI Interface Simplified Block Diagram

Table 4: Absolute Maximum Ratings (Packaged Parts)⁽¹⁾

Condition	Value
Junction temperature	150°C
Storage temperature range	-65°C to +150°C
Voltage applied to any pin	($V_{SS} - 0.3\text{ V}$) to ($V_{CC} + 0.3\text{ V}$)
Voltage applied to any pin (Input current limited to $\pm 20\text{ mA}$)	($V_{SS} - 1.0\text{ V}$) to ($V_{CC} + 1.0\text{ V}$)
Voltage applied to MOSI, SCLK, $\overline{\text{INT}}$, RAC and $\overline{\text{SS}}$ pins (Input current limited to $\pm 20\text{ mA}$)	($V_{SS} - 1.0\text{ V}$) to 5.5V
Lead temperature (soldering - 10 seconds)	300°C
$V_{CC} - V_{SS}$	-0.3 V to +7.0 V

1. Stresses above those listed may cause permanent damage to the device. Exposure to the absolute maximum ratings may affect device reliability. Functional operation is not implied at these conditions.

Table 5: Operating Conditions (Packaged Parts)

Condition	Value
Commercial operating temperature range ⁽¹⁾	0°C to +70°C
Extended operating temperature ⁽¹⁾	-20°C to +70°C
Industrial operating temperature ⁽¹⁾	-40°C to +85°C
Supply voltage (V_{CC}) ⁽²⁾	+2.7 V to +3.3 V
Ground voltage (V_{SS}) ⁽³⁾	0 V

1. Case temperature.

2. $V_{CC} = V_{CCA} = V_{CCD}$.

3. $V_{SS} = V_{SSA} = V_{SSD}$.

Table 6: DC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Parameters	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
V _{IL}	Input Low Voltage			V _{CC} × 0.2	V	
V _{IH}	Input High Voltage	V _{CC} × 0.8			V	
V _{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 10 μA
V _{OL1}	RAC, $\overline{\text{INT}}$ Output Low Voltage			0.4	V	I _{OL} = 1 mA
V _{OH}	Output High Voltage	V _{CC} - 0.4			V	I _{OH} = -10 μA
I _{CC}	V _{CC} Current (Operating) — Playback — Record		15 25	30 40	mA mA	R _{EXT} = ∞ ⁽³⁾ R _{EXT} = ∞ ⁽³⁾
I _{SB}	V _{CC} Current (Standby)		1	10	μA	⁽³⁾ ⁽⁴⁾
I _{IL}	Input Leakage Current			±1	μA	
I _{HZ}	MISO Tristate Current		1	10	μA	
R _{EXT}	Output Load Impedance	5			KΩ	
R _{ANA IN+}	ANA IN+ Input Resistance	2.2	3.0	3.8	KΩ	
R _{ANA IN-}	ANA IN- Input Resistance	40	56	71	KΩ	
A _{ARP}	ANA IN+ or ANA IN- to AUD OUT Gain		25		dB	⁽⁵⁾

1. Typical values: T_A = 25°C and 3.0 V.

2. All min/max limits are guaranteed by ISD via electrical testing or characterization. Not all specifications are 100 percent tested.

3. V_{CCA} and V_{CCD} connected together.

4. SS = V_{CCA} = V_{CCD}, XCLK = MOSI = V_{SSA} = V_{SSD} and all other pins floating.

5. Measured with AutoMute feature disabled.

Table 7: AC Parameters (Packaged Parts)

Symbol	Characteristic	Min ⁽²⁾	Typ ⁽¹⁾	Max ⁽²⁾	Units	Conditions
F _S	Sampling Frequency	ISD4002-120	8.0		KHz	⁽⁵⁾
		ISD4002-150	6.4		KHz	⁽⁵⁾
		ISD4002-180	5.3		KHz	⁽⁵⁾
		ISD4002-240	4.0		KHz	⁽⁵⁾
F _{CF}	Filter Pass Band	ISD4002-120	3.4		KHz	3-dB Roll-Off Point ⁽³⁾ ⁽⁷⁾
		ISD4002-150	2.7		KHz	3-dB Roll-Off Point ⁽³⁾ ⁽⁷⁾
		ISD4002-180	2.3		KHz	3-dB Roll-Off Point ⁽³⁾ ⁽⁷⁾
		ISD4002-240	1.7		KHz	3-dB Roll-Off Point ⁽³⁾ ⁽⁷⁾
T _{REC}	Record Duration	ISD4002-120	120		sec	⁽⁶⁾
		ISD4002-150	150		sec	⁽⁶⁾
		ISD4002-180	180		sec	⁽⁶⁾
		ISD4002-240	240		sec	⁽⁶⁾

TIMING DIAGRAMS

Figure 6: Timing Diagram

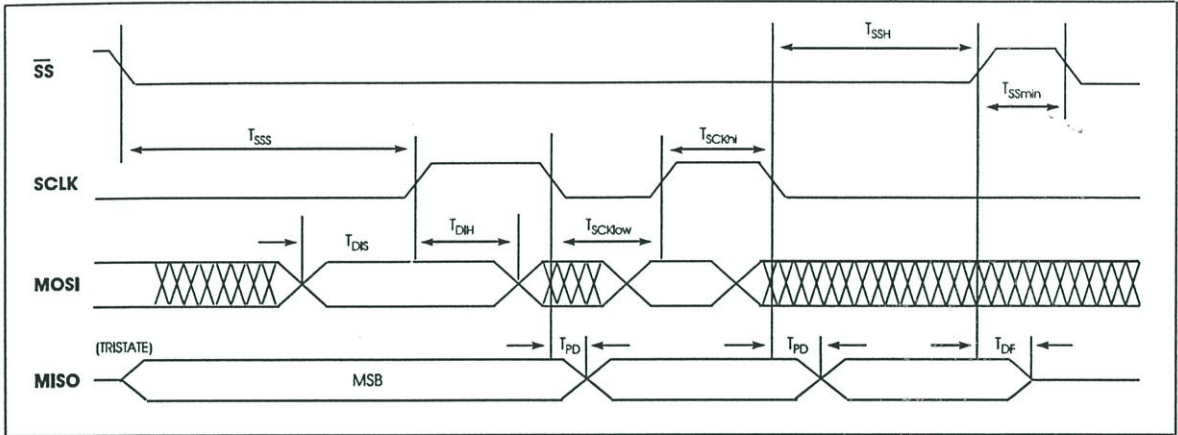


Figure 7: 8-Bit Command Format

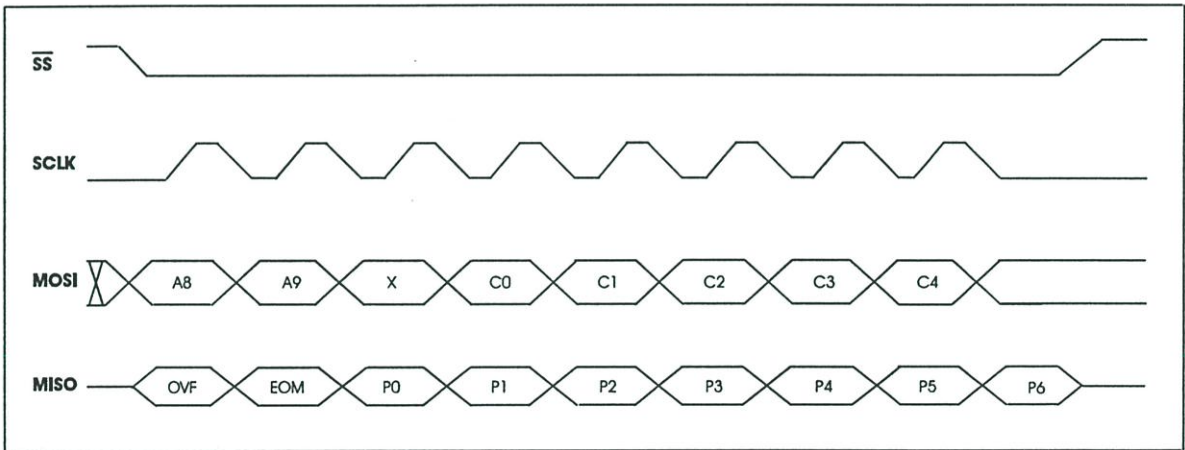


Figure 8: 16-Bit Command Format

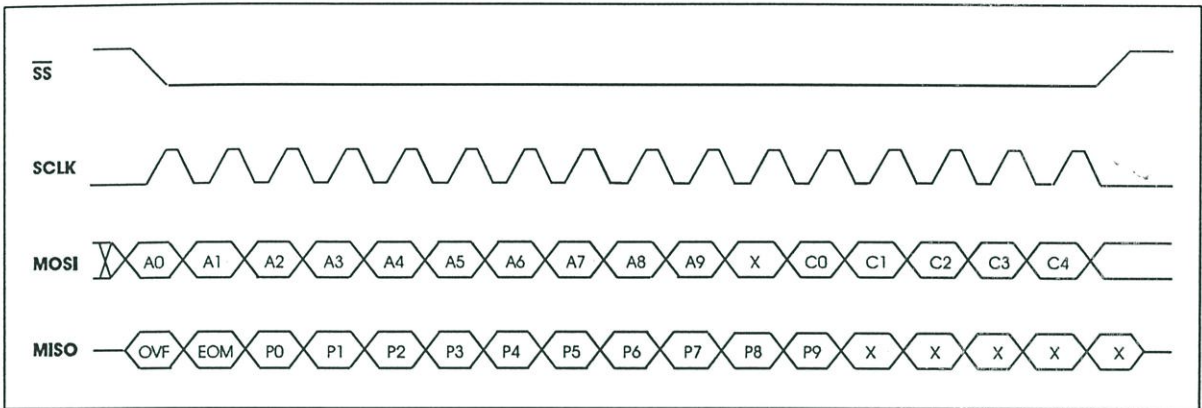


Figure 9: Playback/Record and Stop Cycle

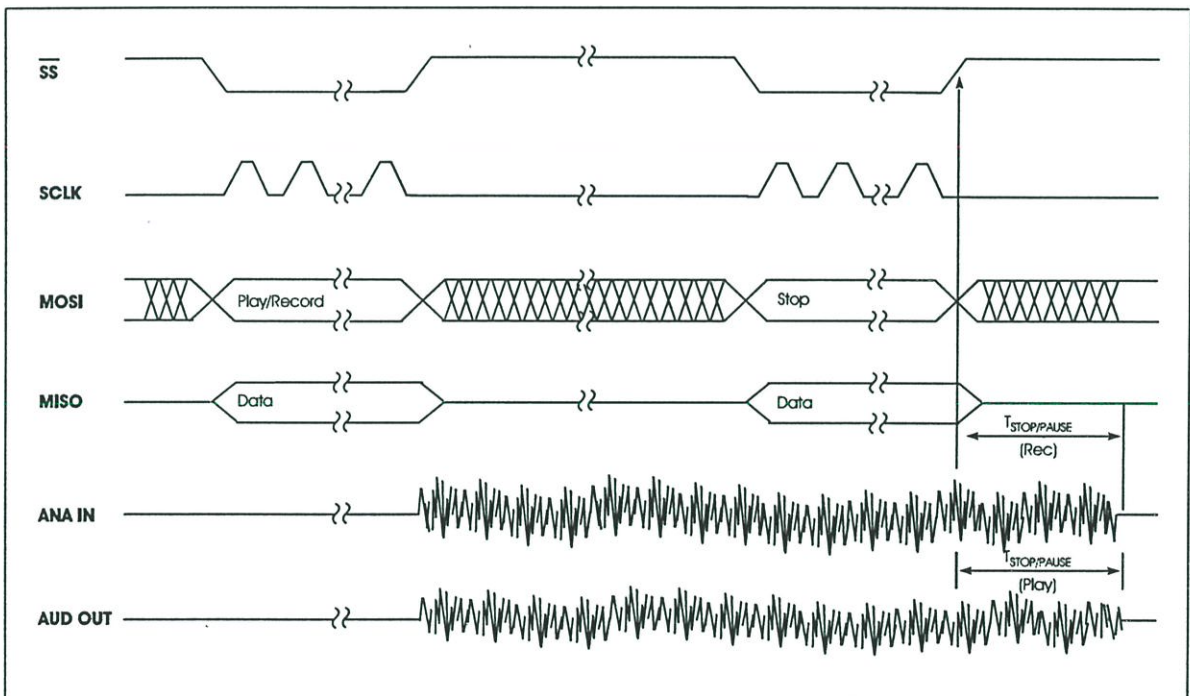
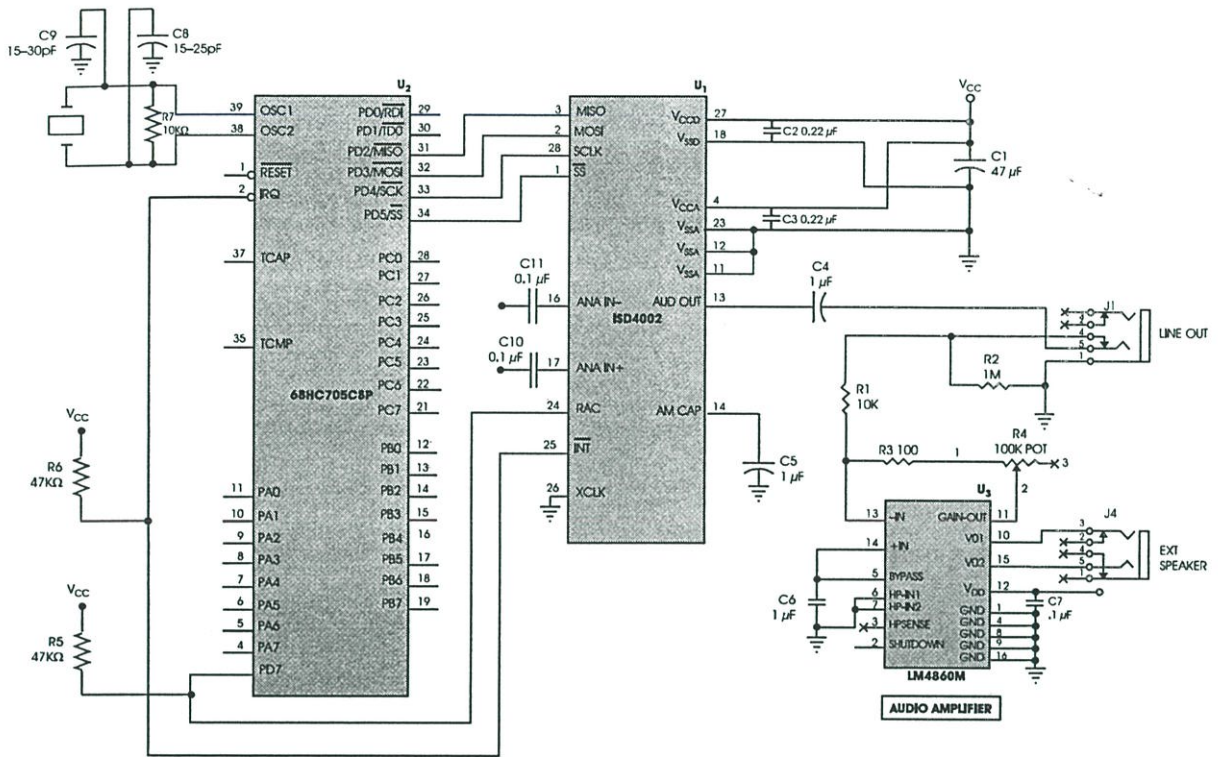


Figure 10: Application Example Using SPI⁽¹⁾

1. This application example is for illustration purposes only. ISD makes no representation or warranty that such application will be suitable for production.
2. Please make sure the bypass capacitor C2 is as close as possible to the package.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายวิโรจน์ กิจดิศพ์ท
วัน เดือน ปี เกิด	เกิดเมื่อวันที่ 13 พฤษภาคม 2514
สถานที่เกิด	อ.โพธาราม จ.ราชบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	เลขที่ 56 หมู่ที่ 1 ต.ดอนทราย อ.โพธาราม จ.ราชบุรี 70120
สถานที่ทำงาน	วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี จ.ราชบุรี
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง