



การพัฒนาต้นแบบเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการ
ทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ : กรณีศึกษา ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำ
จังหวัดอุตรดิตถ์

Development of English Vocabulary Practicing Machine for
Blinds: Case Study Uttaradit Special Education Center,
Uttaradit.

สมเจตน์ บุญชื่น
สุภัตรา ปิ่นจันทร์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

ประจำปีงบประมาณ 2561

พ.ศ.2561

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงด้วยดี ความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย จึงขออนุญาตขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้ให้ทุนวิจัย ตลอดจนอธิการบดี รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและฝึกอบรม ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาและเจ้าหน้าที่ประจำสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ที่ให้คอยความช่วยเหลือ ให้ข้อมูล ตรวจสอบและสนับสนุนโครงการวิจัยมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีไฟฟ้า ที่ให้การสนับสนุนทั้งครุภัณฑ์และสถานที่ในการทำโครงการวิจัย

สมเจตน์ บุญชื่น



บทคัดย่อ

จากข้อมูลเบื้องต้นของศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าปัญหาในการเรียนรู้ของผู้พิการทางสายตา คือ ขาดสื่อการทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนมา โดยงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการสร้าง เพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงใจในการใช้งานของสื่อประกอบการเรียนการสอนขั้นพื้นฐาน สำหรับผู้เริ่มเรียนอักษรภาษาเบรลล์ โดยเป็นการช่วยลดภาระของครูผู้สอนและช่วยเพิ่มโอกาสในการทบทวนของผู้พิการทางสายตาให้ดียิ่งขึ้น

ผลการดำเนินงานวิจัย ได้วางแผนและออกแบบโครงสร้างของสื่อ โดยทำขึ้นจากอะคริลิก และวงจรควบคุมหลักใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 เป็นตัวประมวลผลหลัก และใช้โมดูลเล่นไฟล์เสียง MP3 ที่เก็บไว้ในโปรแกรมทดสอบ การทำงานของสื่อการทบทวนจะมีด้วยกัน 2 โหมดให้เลือก คือ แบบผู้ใช้สามารถเลือกคำศัพท์ได้เอง และแบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติ

ทางด้านการหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องทั้งสองโหมด โดยทำการทดสอบกดคำศัพท์ 10 ครั้ง จำนวน 100 คำศัพท์ พบว่า แบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติ มีค่าเฉลี่ยความถูกต้อง อยู่ที่ 99.8 มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาด อยู่ที่ 0.2 และแบบผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง มีค่าเฉลี่ยความถูกต้อง อยู่ที่ 99.9 มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาด อยู่ที่ 0.1 ซึ่งผลการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติและแบบผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง มีค่าผิดพลาดเพียง 0.1-0.2 ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของครูผู้สอน จำนวน 10 ท่าน ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี จึงทำให้เครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ มีประสิทธิภาพพอที่จะนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานด้วยอักษรเบรลล์ของผู้พิการทางสายตาได้จริง

คำสำคัญ : เครื่องทบทวน, คำศัพท์ภาษาอังกฤษ, ผู้พิการทางสายตา, อักษรเบรลล์

Keyword : Practicing Machine, English Vocabulary, Blind, Braille Code

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญภาพ | ฉ |
| สารบัญตาราง | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 การศึกษากับผู้พิการทางการมองเห็น | 4 |
| 2.1.1 การเรียน | 4 |
| 2.1.2 พฤติกรรมผู้เรียน | 5 |
| 2.1.3 สื่อการเรียนการสอน | 5 |
| 2.2 อักษรเบรลล์ (Braille Code) | 11 |
| 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) | 15 |
| 2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 | 15 |
| 2.4 โปรแกรมเมตแล็บ (MATLAB) | 17 |
| 2.4.1 รูปแบบการคำนวณทางคณิตศาสตร์ มี 2 วิธี คือ | 17 |

สารบัญ (ต่อ)

| | | |
|---|--|----|
| 2.4.2 | ชนิดของซอฟต์แวร์คำนวณคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ | 18 |
| 2.4.3 | ทำไมต้องแมตแล็บ | 19 |
| 2.4.4 | ข้อเสียของแมตแล็บ | 20 |
| 2.4.5 | ส่วนประกอบสำคัญของแมตแล็บ | 22 |
| 2.5 | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 24 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน | | |
| 3.1 | การออกแบบ และจัดสร้างอุปกรณ์ | 28 |
| 3.1.1 | การออกแบบและสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 28 |
| 3.1.2 | การทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 29 |
| 3.1.3 | หลักการการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 31 |
| 3.1.4 | การออกแบบวงจรไฟฟ้า | 32 |
| 3.1.5 | อุปกรณ์ส่วนต่างๆ ของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 32 |
| 3.1.6 | การออกแบบตารางหาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง | 33 |
| บทที่ 4 การวิเคราะห์ผล | | |
| 4.1 | ผลการศึกษารูปแบบ และสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 34 |
| 4.2 | ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 35 |
| 4.3 | การถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุดรดิตถ์ | 36 |
| บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ | | |
| 5.1 | สรุปผลการศึกษา | 39 |
| 5.2 | อภิปรายผล | 40 |
| 5.3 | ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ | 41 |
| 5.4 | ผลจากการพัฒนาเครื่องทบทวน | 41 |
| 5.5 | ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการ | 41 |

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม 42

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐาน
ด้วยอักษรเบรลล์ 45



สารบัญภาพ

| ภาพ | ชื่อภาพ | หน้า |
|------|--|------|
| 2.1 | แสดงภาพตำแหน่งของปุ่มนูนในอักษรเบรลล์ขนาด 1 เซลล์ | 12 |
| 2.2 | แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนพยัญชนะไทย | 12 |
| 2.3 | แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนสระและวรรณยุกต์ไทย | 12 |
| 2.4 | แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนอักษรในภาษาอังกฤษ ตัวเลข และเครื่องหมายต่าง ๆ | 13 |
| 2.5 | แสดงภาพดินสอและสเลตสำหรับการบันทึกอักษรเบรลล์ลงบนกระดาษ และการอ่านอักษรเบรลล์ผ่านปลายนิ้วสัมผัส | 13 |
| 2.6 | แสดงภาพกลไกขับเคลื่อนปุ่มนูนภายในแผงแสดงผลอักษรเบรลล์เชิงพาณิชย์ แบบคานาเพียโซอิเล็กทริก | 14 |
| 2.7 | แสดงภาพแผงแสดงผลอักษรเบรลล์เชิงพาณิชย์ | 15 |
| 2.8 | แสดงภาพด้านหน้าและด้านหลังของ Arduino UNO R3 | 16 |
| 2.9 | แสดงภาพพอร์ตของ Arduino UNO R3 | 16 |
| 2.10 | แสดงภาพวงจรของ Arduino UNO R3 | 16 |
| 2.11 | แสดงภาพการคำนวณและหาคำตอบ เป็น Pure Math | 17 |
| 2.12 | แสดงภาพเครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลยังคอมพิวเตอร์ได้ | 18 |
| 2.13 | แสดงภาพการหาคำตอบสมการคณิตศาสตร์แบบ Symbolic Computing พร้อมพล็อตรูปสมการด้วยโปรแกรม Mathematica | 18 |
| 2.14 | แสดงภาพด้านบนของการใช้เมตแเล็บบหาค่าการบวกกันของเมตริกซ์ขนาด 3×3 | 19 |
| 2.15 | แสดงภาพ Cleve Moler ผู้ค้นพบเมตแเล็บบ | 20 |
| 2.16 | แสดงภาพบล็อกไดอะแกรมภาษาระดับสูงสำหรับการเขียนโปรแกรม | 21 |
| 2.17 | แสดงภาพส่วนประกอบภายในของเมตแเล็บบ | 22 |
| 2.18 | แสดงภาพการคำนวณเชิงเทคนิคด้วยเมตแเล็บบ | 24 |
| 3.1 | แสดงภาพขั้นตอนการดำเนินงาน | 26 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพ | ชื่อภาพ | หน้า |
|------|--|------|
| 3.2 | แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านหน้า) | 27 |
| 3.3 | แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านหลัง) | 27 |
| 3.4 | แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านซ้าย) | 28 |
| 3.5 | แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านขวา) | 28 |
| 3.6 | แสดงภาพการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 29 |
| 3.7 | แสดงภาพหลักการการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 30 |
| 3.8 | แสดงภาพวงจรควบคุมการทำงาน | 31 |
| 3.9 | แสดงภาพการทำงานของสวิตช์ | 31 |
| 3.10 | แสดงภาพเครื่องทบทวนคำศัพท์แบบสมบูรณ์ | 32 |
| 3.11 | แสดงภาพหน้าต่างการเริ่มโปรแกรม | 32 |
| 4.1 | แสดงภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้งานเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 36 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | ชื่อตาราง | หน้า |
|-------|--|------|
| 3.1 | แสดงตารางการออกแบบหาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง | 33 |
| 4.1 | แสดงตารางการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง | 35 |
| 4.2 | แสดงตารางสรุปแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่อง | 37 |



บทคัดย่อ

จากข้อมูลเบื้องต้นของศูนย์การศึกษาพิเศษประจำจังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าปัญหาในการเรียนรู้ของผู้พิการทางสายตา คือ ขาดสื่อการทบทวนบทเรียนที่ได้เรียนมา โดยงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการสร้าง เพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงใจในการใช้งานของสื่อประกอบการเรียนการสอนขั้นพื้นฐาน สำหรับผู้เริ่มเรียนอักษรภาษาเบรลล์ โดยเป็นการช่วยลดภาระของครูผู้สอนและช่วยเพิ่มโอกาสในการทบทวนของผู้พิการทางสายตาให้ดียิ่งขึ้น

ผลการดำเนินงานวิจัย ได้วางแผนและออกแบบโครงสร้างของสื่อ โดยทำขึ้นจากอะคริลิก และวงจรควบคุมหลักใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 เป็นตัวประมวลผลหลัก และใช้โมดูลเล่นไฟล์เสียง MP3 ที่เก็บไว้ในโปรแกรมทดสอบ การทำงานของสื่อการทบทวนจะมีด้วยกัน 2 โหมดให้เลือก คือ แบบผู้ใช้สามารถเลือกคำศัพท์ได้เอง และแบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติ

ทางด้านการหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องทั้งสองโหมด โดยทำการทดสอบกดคำศัพท์ 10 ครั้ง จำนวน 100 คำศัพท์ พบว่า แบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติ มีค่าเฉลี่ยความถูกต้อง อยู่ที่ 99.8 มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาด อยู่ที่ 0.2 และแบบผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง มีค่าเฉลี่ยความถูกต้อง อยู่ที่ 99.9 มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาด อยู่ที่ 0.1 ซึ่งผลการทดสอบหาประสิทธิภาพแบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติและแบบผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง มีค่าผิดพลาดเพียง 0.1-0.2 ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของครูผู้สอน จำนวน 10 ท่าน ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี จึงทำให้เครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ มีประสิทธิภาพพอที่จะนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานด้วยอักษรเบรลล์ของผู้พิการทางสายตาได้จริง

คำสำคัญ : เครื่องทบทวน, คำศัพท์ภาษาอังกฤษ, ผู้พิการทางสายตา, อักษรเบรลล์

Keyword : Practicing Machine, English Vocabulary, Blind, Braille Code

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญภาพ | ฉ |
| สารบัญตาราง | ช |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 การศึกษากับผู้พิการทางการมองเห็น | 4 |
| 2.1.1 การเรียน | 4 |
| 2.1.2 พฤติกรรมผู้เรียน | 5 |
| 2.1.3 สื่อการเรียนการสอน | 5 |
| 2.2 อักษรเบรลล์ (Braille Code) | 11 |
| 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) | 15 |
| 2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 | 15 |
| 2.4 โปรแกรมเมตแล็บ (MATLAB) | 17 |
| 2.4.1 รูปแบบการคำนวณทางคณิตศาสตร์ มี 2 วิธี คือ | 17 |

สารบัญ (ต่อ)

| | | |
|---|--|----|
| 2.4.2 | ชนิดของซอฟต์แวร์คำนวณคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์ | 18 |
| 2.4.3 | ทำไมต้องแมตแล็บ | 19 |
| 2.4.4 | ข้อเสียของแมตแล็บ | 20 |
| 2.4.5 | ส่วนประกอบสำคัญของแมตแล็บ | 22 |
| 2.5 | งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 24 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน | | |
| 3.1 | การออกแบบ และจัดสร้างอุปกรณ์ | 28 |
| 3.1.1 | การออกแบบและสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 28 |
| 3.1.2 | การทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 29 |
| 3.1.3 | หลักการการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 31 |
| 3.1.4 | การออกแบบวงจรไฟฟ้า | 32 |
| 3.1.5 | อุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 32 |
| 3.1.6 | การออกแบบตารางหาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง | 33 |
| บทที่ 4 การวิเคราะห์ผล | | |
| 4.1 | ผลการศึกษารูปแบบ และสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 34 |
| 4.2 | ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 35 |
| 4.3 | การถ่ายทอดเทคโนโลยีต่อศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุดรดิตถ์ | 36 |
| บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ | | |
| 5.1 | สรุปผลการศึกษา | 39 |
| 5.2 | อภิปรายผล | 40 |
| 5.3 | ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ | 41 |
| 5.4 | ผลจากการพัฒนาเครื่องทบทวน | 41 |
| 5.5 | ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการ | 41 |

สารบัญ (ต่อ)

บรรณานุกรม

42

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐาน
ด้วยอักษรเบรลล์

45



สารบัญภาพ

| ภาพ | ชื่อภาพ | หน้า |
|------|--|------|
| 2.1 | แสดงภาพตำแหน่งของปุ่มนูนในอักษรเบรลล์ขนาด 1 เซลล์ | 12 |
| 2.2 | แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนพยัญชนะไทย | 12 |
| 2.3 | แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนสระและวรรณยุกต์ไทย | 12 |
| 2.4 | แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนอักษรในภาษาอังกฤษ ตัวเลข และเครื่องหมายต่าง ๆ | 13 |
| 2.5 | แสดงภาพดินสอและสเลตสำหรับการบันทึกอักษรเบรลล์ลงบนกระดาษ และการอ่านอักษรเบรลล์ผ่านปลายนิ้วสัมผัส | 13 |
| 2.6 | แสดงภาพกลไกขับเคลื่อนปุ่มนูนภายในแผงแสดงผลอักษรเบรลล์เชิงพาณิชย์ แบบคานาเพียโซอิเล็กทริก | 14 |
| 2.7 | แสดงภาพแผงแสดงผลอักษรเบรลล์เชิงพาณิชย์ | 15 |
| 2.8 | แสดงภาพด้านหน้าและด้านหลังของ Arduino UNO R3 | 16 |
| 2.9 | แสดงภาพพอร์ตของ Arduino UNO R3 | 16 |
| 2.10 | แสดงภาพวงจรของ Arduino UNO R3 | 16 |
| 2.11 | แสดงภาพการคำนวณและหาคำตอบ เป็น Pure Math | 17 |
| 2.12 | แสดงภาพเครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลยังคอมพิวเตอร์ได้ | 18 |
| 2.13 | แสดงภาพการหาคำตอบสมการคณิตศาสตร์แบบ Symbolic Computing พร้อมพล็อตรูปสมการด้วยโปรแกรม Mathematica | 18 |
| 2.14 | แสดงภาพด้านบนของการใช้เมตแเล็บหาค่าการบวกกันของเมตริกซ์ขนาด 3×3 | 19 |
| 2.15 | แสดงภาพ Cleve Moler ผู้ค้นพบเมตแเล็บ | 20 |
| 2.16 | แสดงภาพบล็อกไดอะแกรมภาษาระดับสูงสำหรับการเขียนโปรแกรม | 21 |
| 2.17 | แสดงภาพส่วนประกอบภายในของเมตแเล็บ | 22 |
| 2.18 | แสดงภาพการคำนวณเชิงเทคนิคด้วยเมตแเล็บ | 24 |
| 3.1 | แสดงภาพขั้นตอนการดำเนินงาน | 26 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพ | ชื่อภาพ | หน้า |
|------|--|------|
| 3.2 | แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านหน้า) | 27 |
| 3.3 | แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านหลัง) | 27 |
| 3.4 | แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านซ้าย) | 28 |
| 3.5 | แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านขวา) | 28 |
| 3.6 | แสดงภาพการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 29 |
| 3.7 | แสดงภาพหลักการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 30 |
| 3.8 | แสดงภาพวงจรควบคุมการทำงาน | 31 |
| 3.9 | แสดงภาพการทำงานของสวิตช์ | 31 |
| 3.10 | แสดงภาพเครื่องทบทวนคำศัพท์แบบสมบูรณ์ | 32 |
| 3.11 | แสดงภาพหน้าต่างการเริ่มโปรแกรม | 32 |
| 4.1 | แสดงภาพการถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้งานเครื่องทบทวนคำศัพท์ | 36 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | ชื่อตาราง | หน้า |
|-------|--|------|
| 3.1 | แสดงตารางการออกแบบหาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง | 33 |
| 4.1 | แสดงตารางการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง | 35 |
| 4.2 | แสดงตารางสรุปแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่อง | 37 |



สารบัญตาราง

| ตาราง | ชื่อตาราง | หน้า |
|-------|--|------|
| 3.1 | แสดงตารางการออกแบบหาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง | 33 |
| 4.1 | แสดงตารางการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง | 35 |
| 4.2 | แสดงตารางสรุปแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่อง | 37 |



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในทางการแพทย์ผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น หรือที่เรียกว่า ผู้พิการทางสายตา หรือคนตาบอด หมายถึง ผู้ที่มองไม่เห็น หรือ พอมองเห็นแสงเลือนราง และมีความบกพร่องทางสายตาทั้งสองข้าง โดยมีความสามารถในการมองเห็นได้ไม่ถึง 1/10 ของคนปกติ (10% ในการมองเห็นเมื่อเทียบกับคนสายตาปกติ) หลังจากที่ได้รับ การรักษาและแก้ไขทางการแพทย์ หรือมีลานสายตา(ระยะกว้างของการมองเห็น)กว้างไม่เกิน 30 องศา โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ (1) ตาบอดสนิท หมายถึง คนที่ไม่สามารถมองเห็นได้เลย หรืออาจมองเห็นได้บ้างไม่มากนัก ไม่สามารถใช้สายตาให้เป็นประโยชน์ในการเรียน หรือทำกิจกรรมต่างๆได้ ต้องใช้ประสาทสัมผัสอื่นๆแทนในการเรียนรู้ และหากมีการทดสอบสายตาประเภทนี้ อาจพบว่าสายตาข้างดีสามารถมองเห็นได้ในระยะ 20/20 (อัตราวัดระดับการมองเห็น คนปกติเห็นวัตถุชัดเจนระยะ 200 ฟุต คนตาบอดจะสามารถมองเห็นวัตถุขึ้นเดียวกันในระยะ 20 ฟุต) หรือน้อยกว่านั้น และมีลานสายตาโดยเฉลี่ยอย่างสูงสุดจะแคบกว่า 5 องศา (2) ตาบอดไม่สนิท หรือบอดเพียงบางส่วน หรือสายตาเลือนราง หมายถึง มีความบกพร่องทางสายตาสามารถมองเห็นบ้างแต่ไม่เท่าคนปกติ เมื่อทดสอบสายตาประเภทนี้ จะมีสายตาข้างดีสามารถมองเห็นได้ในระยะ 20/60 หรือน้อยกว่านั้น และมีลานสายตาโดยเฉลี่ยอย่างสูงสุดจะกว้างสูงสุดไม่เกิน 30 องศา

ในปัจจุบันการเรียนรู้ผ่านสื่อต่างๆ ของผู้พิการทางสายตาเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิตประจำวัน สำหรับคนตาบอดที่พิการตั้งแต่กำเนิด จะได้รับการสอนให้ใช้อักษรเบรลล์เป็นสื่อในการอ่าน การเขียนหนังสือ นอกจากนี้ก็อาจเรียนรู้ผ่านสื่ออื่นๆ เช่น เสียง สื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือคอมพิวเตอร์ อักษรขยายใหญ่สำหรับคนที่เห็นเลือนราง เป็นต้น นอกจากการเรียนรู้ผ่านสื่อต่างๆ แล้วสิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือการได้ทบทวนหรือท่องจำ ซึ่งการทบทวนการเรียนรู้ของคนสายตาปกติก็คือการฝึกเขียนเป็นตัวอักษรหรือเป็นคำ แต่สำหรับผู้พิการทางสายตาไม่สามารถทบทวนด้วยวิธีดังกล่าวได้ จึงต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการทบทวนความรู้ทางด้านภาษาอังกฤษ เนื่องจากภาษาอังกฤษมีการใช้สื่อสารและใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นภาษาสากลที่ติดต่อสื่อสารกันได้ทั่วโลก เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาของผู้พิการทางสายตาเพื่อช่วยให้ผู้พิการทางสายตาสามารถเรียนรู้และทบทวนทักษะทางด้านภาษาอังกฤษและสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างเป็นสุข

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและมีแนวคิดในการพัฒนาและออกแบบเครื่องทบทวนหรือห้องจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ กรณีศึกษา ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นระบบที่สามารถช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้การทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาให้สามารถทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษด้วยตนเองได้ และเป็นการร่วมมือกับหน่วยงานองค์กรภายในจังหวัดเพื่อส่งเสริมกิจกรรมที่เป็นประโยชน์แก่ผู้พิการทางสายตา

1.2 วัตถุประสงค์

- 1 เพื่อพัฒนาและสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ กรณีศึกษา ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์
- 2 เพื่อออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสม สำหรับการเรียนรู้และห้องจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาในชุมชนแบบบูรณาการภายใต้การมีส่วนร่วม
- 3 เพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจของเทคโนโลยีที่เหมาะสม สำหรับการเรียนรู้และห้องจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1 ขอบเขตทางด้านเนื้อหา ประกอบด้วย สร้างต้นแบบเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ กรณีศึกษา ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์ 1 ระบบ และทำการหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจการใช้งาน
- 2 ขอบเขตทางด้านประชากร/ผู้ให้ข้อมูลหลัก/หน่วยทดลอง ประกอบด้วย ผู้พิการทางสายตา และเจ้าหน้าที่ผู้ดูแล ณ ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์
- 3 ขอบเขตทางด้านพื้นที่ ประกอบด้วย การถ่ายทอดเทคโนโลยีเครื่องช่วยสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ โดยจัดการอบรมให้กับผู้พิการทางสายตา ณ ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์ พร้อมกับเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งาน
- 4 ขอบเขตทางระยะเวลา ประกอบด้วย ระยะเวลาที่ทำการวิจัย 12 เดือน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 เกิดการวิจัยเพื่อการพัฒนาเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ กรณีศึกษา ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์

2 เกิดรูปแบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีและองค์ความรู้ที่เหมาะสมสำหรับเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ กรณีศึกษา ศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์

3 สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีและองค์ความรู้สำหรับผู้พิการทางสายตาให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างเป็นสุข และเป็นการร่วมมือกับหน่วยงานอื่นๆ ทั้งภาครัฐ เอกชน หรือนักวิจัยและนักประดิษฐ์คิดค้น เพื่อการต่อยอดนวัตกรรมและการพึ่งพาตนเองด้านเทคโนโลยีของประเทศ



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยเรื่องเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ คณะผู้วิจัยได้ใช้หลักแนวคิด ทฤษฎี ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการวิจัยตามลำดับดังนี้

- 2.1 การศึกษากับผู้พิการทางการมองเห็น
- 2.2 อักษรเบรลล์ (Braille Code)
- 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)
- 2.4 โปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB)
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การศึกษากับผู้พิการทางการมองเห็น

การศึกษากับผู้พิการทางการมองเห็น โดยมีประเด็นหลักที่สำคัญได้เป็น 3 ประเด็น ดังนี้

2.1.1 การเรียน

2.1.1.1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในห้องเรียน การออกแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในห้องเรียนสำหรับคนตาบอด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 (จง บุญประชา, 2540) ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพภายในห้องเรียนสำหรับคนตาบอด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 เพื่อเป็นพื้นฐานแก่ผู้เกี่ยวข้องในการนำข้อมูลจากการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้หรือปรับปรุงพัฒนาสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เหมาะสมกับคนตาบอด การทดลองสี นักเรียนมีแนวโน้มที่จะเลือกสีในโทนสีร้อนและมีระดับคุณค่าของสีเป็นระดับอ่อนจนขาวเป็นส่วนใหญ่ การทดลองความแตกต่าง ระดับของคุณค่าสีที่มีความแตกต่างกันมากจะมีผลต่อการเห็นได้ชัดมากกว่าจะเป็นสีคู่ตรงข้าม การทดลองเวลา เมื่อเวลาที่ให้มากขึ้นนักเรียนจะมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น การทดลองที่ว่าง ประเภทของการจัดเฟอร์นิเจอร์ แบบจัดรวมกลุ่มจะให้ผลต่อประสิทธิภาพการเห็นที่ดีกว่าการ

จัดแบบเป็นแถวและแนวการทดลองแสง ตำแหน่งแสงภายในห้องให้ผลที่ดีกว่าในด้านประสิทธิภาพการเห็นเมื่อเปรียบเทียบกับแสงธรรมชาติภายนอกที่สอดเข้ามาภายในห้อง

2.1.2 พฤติกรรมผู้เรียน

2.1.2.1 ความรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง ผลการให้การศึกษาแบบกลุ่มมาราธอนที่มีต่อความรู้สึกมีคุณค่าในตนเองของเด็กที่มีความบกพร่องทางสายตา ศึกษากรณีนักเรียนโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพที่เรียนร่วม (กนกพร เรื่องเพิ่มพูล, 2546) ผลการวิจัยพบว่า เด็กที่มีความบกพร่องทางสายตาในกลุ่มทดลองหลังจากการได้รับการศึกษาแบบกลุ่มมาราธอนมีความรู้สึกมีคุณค่าในตนเองไม่แตกต่างจากก่อนได้รับการให้การศึกษาและกลุ่มควบคุม

2.1.2.2 พฤติกรรมการกล้าแสดงออก ผลของโปรแกรมการฝึกพฤติกรรมการกล้าแสดงออกที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสายตาต่อพฤติกรรมการกล้าแสดงออกที่เหมาะสม การปรับตัวในการเรียนร่วม และความวิตกกังวลทางสังคม (กัลยา อัดชู, 2546) ผลการวิจัยพบว่า หลังการทดลองนักเรียนที่ผ่านการฝึกพฤติกรรมการกล้าแสดงออกที่เหมาะสม มีพฤติกรรมการกล้าแสดงออกที่เหมาะสมการปรับตัวในการเรียนร่วมสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้รับการฝึก ส่วนความวิตกกังวลทางสังคมของนักเรียนในกลุ่มที่ผ่านการฝึกและไม่ได้ฝึก ไม่แตกต่างกัน

2.1.2.3 พฤติกรรมทางสังคม พฤติกรรมทางสังคมของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสายตา ที่เรียนในโรงเรียนที่จัดการศึกษา แบบเรียนร่วม กรณีศึกษา (ทิวรัตน์ ชานาญ, 2549) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมทางสังคม ด้านมีทักษะทางการเคลื่อนไหวและดูแลช่วยเหลือตนเองในภารกิจประจำวันในโรงเรียนได้ดี สามารถปฏิบัติตามกฎระเบียบของโรงเรียน มีน้ำใจต่อเพื่อนพิการทางสายตาด้วยกัน สำหรับพฤติกรรมทางสังคมที่ นักเรียนควร ได้รับการช่วยเหลือ ปรับปรุงและพัฒนา คือ การแสดงความเคารพต่อครูและผู้ใหญ่ การกล่าวทักทาย กล่าวขอบคุณ การขอโทษ การมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและการแยกตัวซึ่งมีสาเหตุมาจากขาด ประสบการณ์การเรียนรู้ ทักษะทางสังคมและจากการไม่เข้าใจของบุคคลอื่นที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน

2.1.3 สื่อการเรียนการสอน

2.1.3.1 เครื่องทบทวนบทเรียน เครื่องทบทวนบทเรียน เรื่อง การฝึกพิมพ์เป็นเหย้า สำหรับผู้พิการทางสายตา (ศลิวิมล ซาลิกันหา, 2548) ผลการวิจัยพบว่า เครื่องทบทวนบทเรียน เรื่อง การฝึกพิมพ์เป็นเหย้าสำหรับผู้พิการทางสายตามี คุณภาพระดับดีมาก

2.1.3.2 ตัวแบบทักษะการวาดภาพ การใช้ตัวแบบในการพัฒนาทักษะการวาดภาพ ของนักเรียนสายตาเลือนรางพิการซ้อน โรงเรียน การศึกษาคนตาบอดลำปาง (จุฑาพิชญ์ พรหมลา, 2549) ผลการวิจัยพบว่า

1) ด้านทักษะการวาดภาพระบายสีโดยรวมพบว่า นักเรียนมีผลงานภาพวาดทุกด้านดีขึ้น ทั้งทางด้าน โครงสร้างและองค์ประกอบที่สำคัญด้านความคมชัดของลายเส้น การควบคุมมือในการลง น้ำหนักและทิศทางด้านการแต่งเติมรายละเอียดส่วนเพิ่มให้ภาพ ด้านการลงสีสันบนภาพ ด้านความสะอาด ประณีตของภาพ และความเรียบร้อยของกระดาษ

2) ตัวแบบที่ใช้ได้ผลที่เหมาะสมในการฝึกทักษะการวาดภาพ คือ ตัวแบบที่เป็นของจริง ช่วยส่งเสริมการฝึกวาดภาพคนและรถ ส่วนตัวแบบที่เป็นภาพถ่ายจากของจริง ภาพจากนิตยสารและภาพ การ์ตูนใช้ได้ผลดีสำหรับการฝึกวาดภาพดอกไม้ และตัวแบบจำลองนำมาใช้ในการฝึกวาดภาพได้ผลดี สำหรับการฝึกวาดภาพได้ควบคู่กับการชี้แนะและอธิบาย

3) พฤติกรรมในขณะที่วาดภาพของดอกไม้ โดยภาพรวมดอกไม้ให้ความสนใจ มีความตั้งใจ ให้ความร่วมมือมีสมาธิ มีความสุขและมีความมั่นใจในการวาดภาพมากขึ้นเป็นลำดับ ส่งผลต่อความพร้อม ในการพัฒนาศักยภาพตามความต้องการจำเป็นในโอกาสต่อไป

2.1.3.3 เทคโนโลยี การศึกษาสภาพและพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ของนักเรียนมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสายตา ในโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ (ณัฐวร สืบเนตร, 2551) ผลการวิจัยพบว่า การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสายตานั้น ปัญหาที่พบโดยทั่วไป คือ การเข้าถึงและคอมพิวเตอร์มีไม่เพียงพอทำให้ใช้งานไม่ได้ไม่เต็มที่จะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เนื่องจากผู้เรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและพึ่งพาเทคโนโลยีสารสนเทศมากขึ้น ปัญหาที่พบและมีความสำคัญ คือ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่มีความใหม่แต่ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากผู้สอนและผู้เรียนขาดการเรียนรู้ในตัวเทคโนโลยีนั้น ๆ ดังนั้นการให้องค์ความรู้กับทั้งผู้สอนและผู้เรียนที่มีความบกพร่องทางสายตาในการศึกษาเทคโนโลยีใหม่ ๆ และ โปรแกรมใหม่ที่มีเข้ามารองรับการเรียนการสอนทางสถาบันหรือโรงเรียนควรจัดให้มีการฝึกอบรมการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือสื่อการเรียนการสอน ดังกล่าวเพื่อผู้สอนและผู้เรียนจะได้ใช้งานในห้องเรียนหรือชีวิตประจำวัน ได้คล่องตัวมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนพิการทางการมองเห็น กรณีเรียนร่วมระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร (นำโชค ชัยสิงหาญ, 2547) ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมอ่านจอภาพ และ โปรแกรมสังเคราะห์เสียงเป็นเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์ที่คนพิการทางการมองเห็นใช้มากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าผู้สอน ไม่มีทักษะการใช้เครื่องมือทางคอมพิวเตอร์สำหรับคนพิการทางการมองเห็น จึงต้องการให้อบรมผู้สอนเพื่อเพิ่มทักษะการใช้งานมากยิ่งขึ้น ปัญหาเครื่องมือทางคอมพิวเตอร์มีราคาแพง เป็นปัญหาสำคัญด้านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่นักเรียนต้องการให้มีการแก้ไขมากที่สุด และปัญหาในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนักเรียนพิการทางการมองเห็นที่สำคัญที่สุด ได้แก่ การ

ขาดโอกาสการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลาเรียน แต่นักเรียนส่วนมากกลับต้องการมีเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานร่วมกันได้ระหว่างคนพิการมองเห็น และคนทั่วไปมากที่สุด

2.1.3.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อพัฒนาความสามารถด้านไวยากรณ์ภาษาอังกฤษพื้นฐาน สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็น (นิตยา ปู้ดปา, 2549) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถด้านไวยากรณ์ภาษาอังกฤษหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และนักเรียนบกพร่องทางการเห็นมีความสนใจและมีความพึงพอใจต่อการเรียนไวยากรณ์ ภาษาอังกฤษ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับดี

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับคนตาบอด เรื่อง การใช้งานโปรแกรมอ่าน จอภาพบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (จักรพงษ์ พิพิธภักดี, 2549) ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนที่วัดก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 4.70 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 9.10 คะแนน สรุปได้ว่า บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ และนักเรียนเห็นว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของบทเรียนที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมระดับดีถึงดีมาก เป็นสิ่งที่จะช่วยเรียนรู้ได้เร็วและเข้าใจง่ายกว่าเรียนในห้องเรียน นักเรียนแสดงพฤติกรรมความคับข้องใจและแสดงอาการดิ้นขยับขณะเรียนในช่วงต้นของการทดลอง แต่ลดลงจนไม่แสดงพฤติกรรมหรืออาการดิ้นขยับในการใช้งานบทเรียนในตอนท้ายของการทดลอง นักเรียนให้ความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนตลอดช่วงการเรียน

ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้โปรแกรมการโต้ตอบด้วยเสียง เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำ สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็น (พิทยา ใจแจ่ม, 2550) ผลการศึกษาพบว่า ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์ เรื่อง น้ำ ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็น โดยมีค่าได้ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง น้ำ คือ 94.44/93.33 ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ หลังการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียน โดยก่อนการ เรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.56 และหลังการเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.33 นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็นมีความพึงพอใจและมีความสนใจต่อการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใน ระดับดี และพฤติกรรมเพื่อการนำไปใช้ชีวิตประจำวันในเรื่อง การใช้น้ำโดยหลังจากที่ได้รับการสอนโดยใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว นักเรียนมีพฤติกรรมการใช้น้ำอยู่ในระดับที่พอใช้

2.1.3.5 บทเรียนทางโทรศัพท์ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับคนพิการทางการมองเห็น เรื่อง วัตถุประสงค์ต่าง ๆ ในท้องฟ้า (นฤมล ชวาลสันตติ, 2547) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนทาง

โทรศัพท์ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับคนพิการทางการมองเห็นเรื่องวัตถุต่าง ๆ ในท้องฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67 : 81.33 เป็นไป ตามเกณฑ์ที่กำหนด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.1.3.6 แผนที่สัมผัส การออกแบบสารสนเทศ บนแผนที่สัมผัส สำหรับเด็กบกพร่องทางสายตา โรงเรียนสอนคนตาบอด ภาคเหนือ (มานิต เปนะนาม, 2551) ผลการวิจัยพบว่า แผนที่สัมผัสที่ออกแบบจำนวน 3 แบบ คือ แผนที่ ชุด A ภาพเส้นทางเดินแบบย่อที่ล้อมรอบด้วยคูเมือง เชียงใหม่ แผนที่ชุด B แสดงภาพขยายของเส้นทางเดิน และบริเวณที่เกี่ยวข้อง และแผนที่ชุด C แสดงภาพขยายเฉพาะเส้นทางเดินที่ใช้เดินทางจริงเท่านั้น เมื่อให้เด็กบกพร่องทางสายตาเดินทาง โดยใช้แผนที่สัมผัสทั้ง 3 ชุด พบว่าเด็กไม่สามารถเดินทางไปเอง ได้ตั้งแต่ จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด เนื่องจากในแผนที่สัมผัสขาดรายละเอียด คำบรรยายการเดินทาง ผู้ศึกษาต้องบรรยายรายละเอียด แวดล้อมช่วยเพิ่มเติม แต่ในขณะที่เดินทางเด็กสามารถบอกจุดที่ยืนอยู่ในแผนที่สัมผัสได้อย่างถูกต้อง จากการสัมผัสส่วนแผนที่สัมผัสของเด็กบกพร่องทางสายตา พบว่า แผนที่ชุด A มีภาพเส้นทาง ถนน ไม่เกี่ยวข้องกับเส้นทางเดินมากเกินไป ทำให้เด็กสับสนอ่านเข้าใจยาก ส่วนแผนที่ชุด B และชุด C มีจำนวนหน้าที่ยากเกินไปทำให้เสียเวลาในการอ่าน และเมื่อเปรียบเทียบแผนที่ชุด B และชุด C พบว่า แผนที่ชุด C สามารถสัมผัสอ่านได้เข้าใจรวดเร็วกว่าแผนที่ชุด B เนื่องจากได้ลดจำนวนสัญลักษณ์ลงและมี เฉพาะเส้นทางเดินที่ใช้เดินทางจริงเท่านั้น จากข้อบกพร่องของแผนที่สัมผัสที่เกิดขึ้นนี้จึงเป็นแนวทางใน การปรับปรุงแก้ไขแผนที่สัมผัสให้มีจำนวนหน้าและสัญลักษณ์ที่เหมาะสมกับเด็กบกพร่องทางสายตาต่อไป

2.1.3.7 แม่พิมพ์คูนูน การสร้างแม่พิมพ์คูนูน สำหรับใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนของผู้พิการทางสายตา กรณีศึกษา วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (มณฑิธร อรรถวาที, 2547) ผลการวิจัยพบว่า ด้านของความพึงพอใจเกี่ยวกับแม่พิมพ์และงานพิมพ์ที่ได้จากแม่พิมพ์ คือ ด้านความเหมาะสมต่อผู้ใช้งาน ด้านวัสดุอุปกรณ์ และด้านประสิทธิภาพการใช้งานมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

การพัฒนาภาพนูนด้วยวิธีการพิมพ์ซิลค์สกรีน เพื่อการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน สำหรับคนตาบอด (มานันต์ กอบน้ำเพชร, 2548) ผลการวิจัยพบว่า สื่อภาพนูนการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน สำหรับคนตาบอด เรื่อง การพัฒนาภาพนูนด้วยวิธีการพิมพ์ซิลค์สกรีน เพื่อการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน สำหรับคนตาบอด มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.56 : 81.11 เป็นไป ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยภาพนูน เพื่อการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานสำหรับคนตาบอด เรื่องการพัฒนาภาพนูนด้วยวิธีการพิมพ์ซิลค์สกรีน เพื่อการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานสำหรับคนตาบอดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2.1.3.8 สื่อการเรียนรู้ การพัฒนาสื่อเพื่อการเรียนรู้สำหรับคนตาบอด เรื่องการนวดฝ่าเท้า (เป็ยทิพย์ พัวพันธ์, 2547)

ผลการวิจัยพบว่า สื่อเพื่อการเรียนรู้สำหรับคนตาบอด เรื่องการนวดฝ่าเท้ามีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.33 : 82.17 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

กรณีศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการผลิต และการใช้สื่อการเรียนรู้ในโรงเรียน การศึกษาคนตาบอด จังหวัดขอนแก่น (รัตติยากร สารานุกิต, 2550) ผลการวิจัยพบว่า สื่อการเรียนรู้ด้านการสัมผัส เช่น หนังสืออักษรเบรลล์ผลิตไม่ทันต่อความต้องการของนักเรียน สื่อการเรียนรู้ที่ใช้เสริมความรู้ ยังขาดอยู่มาก เช่น สื่อภาพนูน สื่อการเรียนรู้ด้านเสียง เช่น หนังสือเทป กำลังในการผลิตยังไม่เพียงพอ ตัวหนังสือขยายสำหรับนักเรียนที่มีสายตาเลือนรางยังมีปัญหาอยู่บ้าง และงบประมาณในการผลิต และจัดซื้อจัดหาสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้พิการทางสายตา ยังไม่เพียงพอ สภาพปัญหาในการใช้สื่อการเรียนรู้ ห้องที่ใช้สื่อเฉพาะ เช่น ห้องวิทยาศาสตร์ยังไม่มี ส่วนห้องดนตรีและสนามเด็กเล่นยังไม่ได้มาตรฐาน ครูผู้สอนยังไม่มีเวลาเพียงพอในการจัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ด้านการสัมผัส ด้านเสียงที่ใช้ในการสอนยังไม่ หลากหลาย ครูยังขาดชำนาญในการใช้สื่อบางประเภท ส่วนใหญ่เป็นอุปสรรคในการเขียนอักษรเบรลล์ ครูผู้สอนต้องการให้มีผู้ผลิตสื่อการเรียนรู้ใหม่ๆ ที่ช่วยเสริมการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน เช่น สลุต สไตลัส ภาพนูน แผนที่ หุ่นจำลอง ไม้รูปทรงต่าง ๆ ลูกคิดใหญ่เป็นแนวตั้ง อุปกรณ์การเรียนรู้เรื่องดาราศาสตร์ ระบบแสงสีและสื่อการเรียนรู้ที่คล้ายของจริงมากที่สุด

2.1.3.9 หนังสือเสียง การสร้างสื่อหนังสือเสียง เรื่องนกในประเทศไทย สำหรับนักเรียนพิการทางสายตา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ (ศิริวรรณ ฉัตรหิรัญมงคล, 2550) ผลการวิจัยพบว่า หนังสือเสียงเรื่องนกในประเทศไทยที่สร้างขึ้นมีผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาเฉลี่ยเท่ากับ 4.15 อยู่ในระดับคุณภาพที่ดี และผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อและรูปเล่มค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 อยู่ในระดับคุณภาพที่ดี และความพึงพอใจของนักเรียนพิการทางสายตาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ดังนั้น หนังสือเสียงเรื่องนกในประเทศไทยที่สร้างขึ้น สามารถที่จะนำไปใช้ในการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ สำหรับนักเรียนพิการทางสายตา

2.1.3.10 หนังสืออักษรเบรลล์ การสร้างและทดลองใช้หนังสืออ่านประกอบการศึกษา พิมพ์ด้วยอักษรเบรลล์ เรื่อง สิ่งแวดล้อม ในกรุงเทพฯ สำหรับนักเรียนตาบอดชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ประชา ดวงเพิ่มทรัพย์, 2540) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากการใช้หนังสือ

อ่านประกอบการศึกษา เรื่อง สิ่งแวดล้อม ในกรุงเทพฯ และมีความรู้มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความพึงพอใจ ในการอ่านหนังสือฯ

การใช้ชุดเตรียมก่อนเรียนอักษรเบรลล์ เพื่อฝึกทักษะการอ่านอักษรเบรลล์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเห็น (มณิสรา ปาลวัฒน์, 2549) ผลการวิจัยพบว่า กรณีศึกษามีการพัฒนาความพร้อมก่อนเรียนอักษรเบรลล์ด้านทักษะการใช้หนังสือและการอ่าน มีการประเมินคิดเป็นร้อยละ 92.42 อยู่ใน เกณฑ์ระดับดีมากและมีคะแนนเฉลี่ยทุกด้านผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดเตรียมก่อนเรียนอักษรเบรลล์ 6 ชุด แผนการสอนเฉพาะบุคคล จำนวน 13 แผนการสอน โดยใช้วิธี การสอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นต้นแบบ ขั้นเลียนแบบ ขั้นปฏิบัติด้วยตนเอง และขั้นการประเมินผลวิเคราะห์ข้อมูลจากการเปรียบเทียบผลการประเมินจากแบบประเมินความพร้อมก่อนเรียนอักษรเบรลล์ แบบประเมินรายจุดประสงค์เฉพาะบุคคล และแบบบันทึกผลหลังการสอนและเรียบเรียงข้อมูล เพื่อนำเสนอเชิงพรรณนา

โครงการคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่มีคีย์บอร์ดและหน่วยแสดงผลแบบเบรลล์ ภาษาไทยและอังกฤษ สำหรับผู้พิการทางสายตา (พิชญา ตันชัยย์, 2552) เพื่อออกแบบและพัฒนาสร้างระบบต้นแบบทางอุตสาหกรรมของคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่มีหน่วยป้อนข้อมูล (คีย์บอร์ด) และหน่วยแสดงผลแบบอักษรเบรลล์เหมาะสำหรับผู้พิการทางสายตาหรือมีปัญหาทางการมองเห็นระบบต้นแบบดังกล่าว มีคุณลักษณะที่สามารถจะประมวลผลข้อมูลได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ตลอดจนการบันทึกข้อมูล จากหน่วยความจำภายในเครื่อง เพื่อให้สามารถจัดเก็บเป็นแบบข้อมูลถาวรภายใต้รูปแบบมาตรฐาน และสามารถแลกเปลี่ยนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปได้ เป็นการตอบสนองต่อปัญหาความขาดแคลน เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับบุคคล พิเศษเหล่านี้ภายในประเทศไทยในปัจจุบัน จากสาเหตุ ข้อจำกัดที่สำคัญ 2 ประการ คือ ราคาสูง และไม่สามารถจะประมวลผลอักษรเบรลล์ภาษาไทยได้ เนื่องจาก เป็นผลิตภัณฑ์ที่พัฒนา ผลิตและนำเข้ามาจากต่างประเทศ รวมถึงผลิตภัณฑ์ซอฟต์แวร์ คอมพิวเตอร์นำเข้าที่มีใช้งานภายในประเทศ ซึ่งเป็นเพียงการอ่านออกเสียงข้อความให้ฟัง จึงไม่สนับสนุน การป้อนข้อมูลอักษรเบรลล์ ส่งผลทำให้การใช้งานคอมพิวเตอร์สำหรับผู้พิการทางสายตาหรือมีปัญหาทาง ด้านการมองเห็นมีอยู่อย่างจำกัดอย่างน่าเสียดาย และไม่ได้เสริมสร้างการพัฒนาเพื่อให้อักษรเบรลล์เป็นอาชีพ เช่น นักพิมพ์งาน หรือนักพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

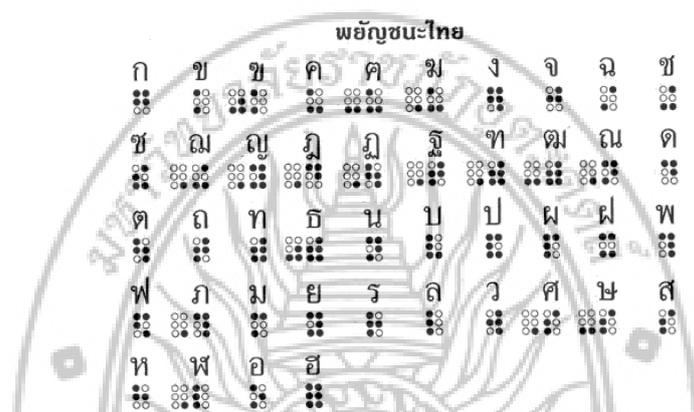
2.2 อักษรเบรลล์ (Braille Code)

อักษรเบรลล์ (อังกฤษ: Braille Code) คือ เป็นตัวอักษรสำหรับผู้พิการทางสายตาซึ่งถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1921 โดยครูตาบอดชาวฝรั่งเศสชื่อ หลุยส์ เบรลล์ (Louis Braille) เกิดที่เมือง Coupvray ใกล้กับปารีส ในประเทศฝรั่งเศส แต่เติบโตที่เมือง Lisle บิดาคือ ไซมอน เรเน่ เบรลล์ (Simon-René Braille) มีอาชีพทำอานม้า เมื่ออายุได้ 3 ปี เบรลล์ประสบอุบัติเหตุจากเข็มของบิดา ทำให้ตาข้างซ้ายบอด เมื่ออายุได้ 4 ปี โรคตาอีกเสบอย่างรุนแรงทำให้เบรลล์ตาบอดทั้ง 2 ข้าง แต่เบรลล์ก็ยังสามารถเข้าเรียน ด้วยการสนับสนุนจากพ่อ ในปี 1821 กับดันชาร์ล บาบีแอร์ นายทหารแห่งกองทัพบกฝรั่งเศสได้มาเยี่ยม โรงเรียน และนำวิธีการส่งข่าวสารของทหารในเวลากลางคืนเรียกว่า night-writing มาดองใช้ ซึ่งเป็นรหัสที่ใช้จุด 12 จุด และใช้ก่อนข้างยาก ในปีนั้นเอง เบรลล์ได้เริ่มประดิษฐ์อักษรที่ใช้ระบบจุดเช่นกัน เบรลล์ใช้จุดเพียง 6 จุด และใช้เพียงนิ้วเดียววางบนจุดทั้งหมด อักษรเบรลล์ไม่เป็นที่รู้จักมากนัก จนกระทั่งปีค.ศ. 1868 เมื่อ Dr. Thomas Armitage กับเพื่อนอีก 5 คน ผู้ก่อตั้ง British and Foreign Society for Improving the Embossed Literature of the Blind (ตอนหลังเปลี่ยนชื่อเป็น Royal National Institute of the Blind) ได้ตีพิมพ์หนังสือ Braille's system ปัจจุบันอักษรเบรลล์ได้ถูกนำไปใช้ทั่วโลก อักษรเบรลล์ขนาด 1 เซลล์ ประกอบด้วยปุ่มนูนเล็ก ๆ จำนวน 6 ปุ่ม วางตัวในลักษณะต่าง ๆ กันไปตามรหัสที่กำหนดขึ้น ใช้แทนตัวอักษรปกติ หรือ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ หรือสัญลักษณ์อื่น ๆ ซึ่งรูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งของปุ่มนูนซึ่งกำกับด้วยตัวเลข 1 ถึง 6 สำหรับระบบอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนพยัญชนะ สระและวรรณยุกต์ไทยแสดงในรูปที่ 2.2 และ 2.3 ส่วนอักษร ตัวเลขและเครื่องหมายต่าง ๆ ในภาษาอังกฤษแสดงดังรูปที่ 2.4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสัญลักษณ์บางตัวต้องใช้อักษรเบรลล์ประกอบกันถึง 3 เซลล์ โดยมีหลักไวยากรณ์อักษรเบรลล์และวิธีการอ่านอักษรเบรลล์ซึ่งหลักในการอ่านอักษรเบรลล์ต้องเข้าใจวิธีการเขียนอักษรเบรลล์ก่อน โดยหลักในการเขียนอักษรเบรลล์ผู้เขียนจะต้องเขียนจากขวาไปซ้ายเมื่อเวลาพลิกหน้ากระดาษกลับมาอ่านนั้น ผู้อ่านจะได้อ่านจากซ้ายไปขวาเหมือนกับอักษรปกติทั่วไป โดยส่วนใหญ่ผู้ที่อ่านอักษรเบรลล์จะใช้มือขวาอ่านโดยใช้นิ้วที่ถนัดที่สุดคือนิ้วชี้หรือนิ้วกลางแล้วให้มือซ้ายคอยประคองไปด้วยกัน ขณะที่อ่านโดยปกติ นั้น มือซ้ายที่ใช้ประคองมักจะช่วยประคองไปประมาณสามส่วนสี่ของแต่ละบรรทัด ในแต่ละเซลล์ของอักษรเบรลล์จะแบ่งออกเป็นสองแถว ซ้ายขวาแต่ละแถวจะมีสามจุดเรียงจากบนลงล่าง ขณะที่ผู้เขียนเขียนแถวขวาของแต่ละเซลล์จะประกอบด้วย จุด 1 2 3 เรียงจากบนลงล่างและแถวซ้ายในแต่ละเซลล์ประกอบด้วยจุด 4 5 6 จากบนลงล่าง เมื่อผู้เขียนเขียนจุดแทนอักษรในแต่ละเซลล์แล้วเวลาพลิกกลับมาอ่านจุด 1 2 3 จะอยู่ที่แถวซ้ายขณะที่จุด 4 5 6 จะมาอยู่ข้างขวา เช่นให้อ่านว่า "b" เท่ากับจุด 1 2 "c" เท่ากับจุด 1 4 เป็นต้น (อาทิตยา บุญมาก และวันเพ็ญ สุทธิศา , 2553)

- 1 ● ● 4
- 2 ● ● 5
- 3 ● ● 6

ภาพที่ 2.1 แสดงภาพตำแหน่งของปุ่มนูนในอักษรเบรลล์ขนาด 1 เซลล์

ที่มา : <http://www.siri.or.th/th/applications--research-highlight/2014-02-04-07-43-44.html>.



ภาพที่ 2.2 แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนพยัญชนะไทย

ที่มา : <http://www.siri.or.th/th/applications--research-highlight/2014-02-04-07-43-44.html>.



ภาพที่ 2.3 แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนสระและวรรณยุกต์ไทย

ที่มา : <http://www.siri.or.th/th/applications--research-highlight/2014-02-04-07-43-44.html>.

| ภาษาอังกฤษ | | | | | ตัวเลข | | | | | |
|------------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|---|
| 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 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | |
| ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | |
| ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | |
| ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | |
| ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | ⠠ | ⠡ | ⠢ | ⠣ | ⠤ | |

ภาพที่ 2.4 แสดงภาพอักษรเบรลล์ที่กำหนดใช้แทนอักษรในภาษาอังกฤษ ตัวเลข และเครื่องหมายต่าง ๆ

ที่มา : <http://www.slri.or.th/th/applications--research-highlight/2014-02-04-07-43-44.html>.

การบันทึกและแสดงผลอักษรเบรลล์แบบดั้งเดิมทำได้โดยการใช้ดินสอ (Stylus) กดลงบนด้านหลังของกระดาษให้เกิดรอยบุ๋มในตำแหน่งที่กำหนดด้วยช่องว่างบนแผ่นสเลต (Slate) เมื่อพลิกด้านหน้าของกระดาษกลับขึ้นมาจะได้ปมูนูนของอักษรเบรลล์ตามต้องการ การใช้งานระบบอักษรเบรลล์แบบนี้ผู้ใช้ต้องฝึกฝนจนชำนาญเนื่องจากการเขียนให้เกิดปมูนูนบนกระดาษจะกลับด้านกันกับการอ่านอักษรผ่านสัมผัสที่ปลายนิ้ว รูปที่ 2.5 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้เขียนอักษรเบรลล์บนกระดาษและการอ่านอักษรเบรลล์ด้วยสัมผัสที่ปลายนิ้ว



ภาพที่ 2.5 แสดงภาพดินสอและสเลตสำหรับการบันทึกอักษรเบรลล์ลงบนกระดาษ และการอ่านอักษรเบรลล์ผ่านปลายนิ้วสัมผัส

ที่มา : <http://www.slri.or.th/th/applications--research-highlight/2014-02-04-07-43-44.html>.

แม้ว่าผู้พิการทางสายตาจะสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านการอ่านอักษรเบรลล์บนกระดาษแล้วก็ตาม แต่การบันทึกอักษรเบรลล์บนกระดาษจะสิ้นเปลืองพื้นที่การจัดเก็บและจุดอักษรเบรลล์อาจลบเลือนไปได้ง่าย อีกทั้งกระดาษยังอาจได้รับความเสียหายจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ในขณะที่ข้อมูลข่าวสารในปัจจุบันได้เปลี่ยนรูปแบบไปจัดเก็บและเผยแพร่ในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ส่งผลให้การเข้าถึงข้อมูลของผู้พิการทางสายตาถูกจำกัดลง ดังนั้นเทคโนโลยีเพื่อช่วยเหลือผู้พิการ (Assistive Technologies) จึงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการสื่อสารของผู้พิการมากขึ้นเรื่อย ๆ โดยตัวอักษรบนหน้าจอกอมพิวเตอร์ จะถูกส่งผ่านมายังแผงแสดงผลอักษรเบรลล์แบบปรับเปลี่ยนปุ่มนูนได้ (Refreshable Braille Display) ตามลักษณะของข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งถูกจัดเก็บในหน่วยความจำคอมพิวเตอร์แทนการสร้างปุ่มนูนบนแผ่นกระดาษ สำหรับกลไกขับเคลื่อนจุดปุ่มนูนภายในแผงแสดงผลอักษรเบรลล์เชิงพาณิชย์ในปัจจุบันนิยมใช้วัสดุเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric) สร้างเป็นคานขนาดเล็ก คานดังกล่าวสามารถโค้งตัวเพื่อดันแท่งปุ่มนูนที่ปลายคานขึ้นไปได้ รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างภายในและกลไกการขับเคลื่อนปุ่มนูนซึ่งมีราคาประมาณ 50 ดอลลาร์สหรัฐ ต่อ 100 ชิ้น นั่นคือ แผงแสดงผลอักษรเบรลล์ขนาด 1 เซลล์ 6 ปุ่มนูนจะมีต้นทุนกลไกขับเคลื่อน 3 ดอลลาร์สหรัฐ ทั้งนี้ซึ่งยังไม่รวมถึงต้นทุนของอุปกรณ์อื่น ๆ ในการเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างแผงแสดงผลอักษรเบรลล์เชิงพาณิชย์ขนาด 80 เซลล์ ซึ่งมีราคาจำหน่ายในประเทศไทยมากกว่าสองแสนบาทต่อเครื่อง ด้วยราคาในระดับนี้โรงเรียนสอนคนตาบอดจึงสามารถจัดหาให้นักเรียนทั้งหมดร่วมกันใช้งานได้เพียงเครื่องเดียวเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ การวิจัยและพัฒนาแผงแสดงผลอักษรเบรลล์ในปัจจุบัน จึงมุ่งเน้นไปที่การประดิษฐ์แผงแสดงผลอักษรเบรลล์ที่มีกลไกขับเคลื่อนจุดปุ่มนูนที่มีต้นทุนต่ำลงจนผู้พิการทางสายตาโดยทั่วไปสามารถซื้อหาใช้งานได้



ภาพที่ 2.6 แสดงภาพกลไกขับเคลื่อนปุ่มนูนภายในแผงแสดงผลอักษรเบรลล์เชิงพาณิชย์แบบคานเพียโซอิเล็กทริก

ที่มา : <http://www.kscitech.com/BC>.



ภาพที่ 2.7 แสดงภาพแฟงแสดงผลอักษรเบรลล์เชิงพาณิชย์

ที่มา : <http://www.braillet.net.org>.

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ: Microcontroller) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน ซึ่งในวิจัยนี้ใช้ตัว Arduino UNO R3

2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

Arduino UNO เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ATmega8/168/328, UNO R3 ใน ATmega328

Arduino UNO R3 มี 14 ขาเข้า/ขาออกดิจิทัล (ซึ่งรวมถึงขาออก PWM 6 ขา) 6 อินพุตแบบอะนาล็อกและหนึ่ง 16MHz หนึ่งการเชื่อมต่อ USB และแจ็ก Power ส่วนหัว ICSP (In Circuit Serial Programming) เช่น MAX232 การเขียนโปรแกรม RS232

2.4 โปรแกรมแมตแล็บ (MATLAB)

แมตแล็บ (อังกฤษ: MATLAB) คือ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่มาพร้อมด้วยสภาพแวดล้อมการทำงานเชิงโต้ตอบ (คล้ายเครื่องคิดเลข) ซึ่งสามารถคำนวณคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็วกว่าภาษาคอมพิวเตอร์สมัยก่อน เช่น ภาษา C, C++ หรือ Fortran

แมตแล็บเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่ใช้สำหรับคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical Computing: อธิบายด้านล่าง) แสดงผลกราฟฟิก และเขียนแอปพลิเคชัน ทำให้เราสามารถคำนวณผลลัพธ์พัฒนาอัลกอริทึม สร้างแบบจำลองและแอปพลิเคชันได้ง่ายและรวดเร็วมก ภายในตัวแมตแล็บประกอบด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ทูลบ็อกซ์ (Toolbox: กลุ่มฟังก์ชันสำเร็จรูปในแต่ละสาขาวิชา) และฟังก์ชันพื้นฐานจำนวนมาก ทำให้การวิเคราะห์ทำได้หลากหลายวิธี พร้อมกับคำตอบที่รวดเร็วกว่าโปรแกรมตารางคำนวณ (Spreadsheet) หรือภาษาคอมพิวเตอร์สมัยก่อน เช่น C, C++, Fortran, Java และอื่น ๆ

คุณสามารถนำแมตแล็บไปประยุกต์ใช้งานได้หลายสาขามากมาย ทั้งการประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) การสื่อสาร (Communication) การประมวลผลภาพและวิดีโอ (Image and Video Processing) ระบบควบคุม (Control System) การวัดและควบคุม (Instruments and Control) การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ (Economic) การคำนวณทางชีววิทยา (Biology) และอื่น ๆ มีนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรหลายล้านคนทั้งในแวดวงการศึกษาและอุตสาหกรรมที่ใช้แมตแล็บในการคำนวณเชิงตัวเลข

2.4.1 รูปแบบการคำนวณทางคณิตศาสตร์ มี 2 วิธี คือ

2.4.1.1 ใช้คน ในการคำนวณและหาคำตอบ เป็น Pure Math

$$\frac{\alpha}{1-x} + \frac{\beta}{1-x_1} = \frac{\alpha(1-x_1) + \beta(1-x)}{(1-x)(1-x_1)}$$

$$\frac{\alpha}{1-x} + \frac{\beta}{1-x_1} = \frac{\beta}{1-x_1} + \frac{\alpha - \beta x_1}{1-x}$$

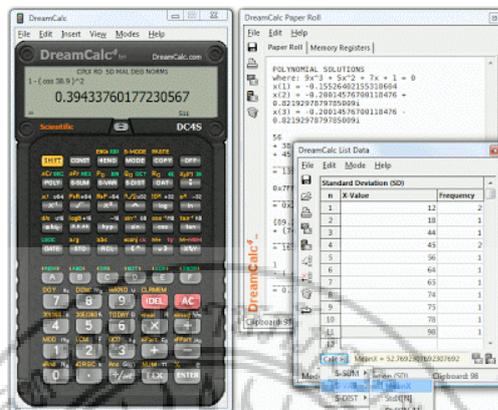
$$\frac{\alpha}{1-x} - \frac{\beta x_1}{1-x} = \frac{\beta}{1-x_1} - \frac{\beta x_1}{1-x_1}$$

$$\frac{\alpha - \beta x_1}{1-x} = \frac{\beta(1-x_1)}{1-x_1}$$

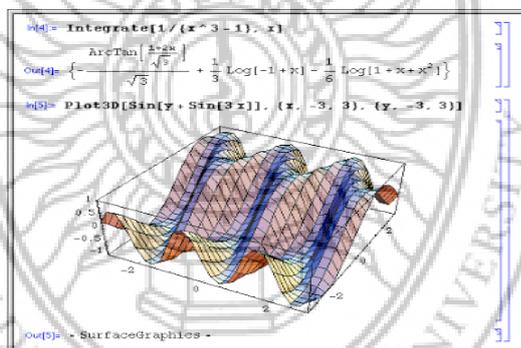
ภาพที่ 2.11 แสดงภาพการคำนวณและหาคำตอบ เป็น Pure Math

ที่มา : <http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.

2.4.1.2 ใช้เครื่องมือ เช่น ลูกคิด เครื่องคิดเลข และใช้คอมพิวเตอร์ เป็น Applied Math



ภาพที่ 2.12 แสดงภาพเครื่องคิดเลขวิทยาศาสตร์ที่สามารถส่งข้อมูลไปแสดงผลยังคอมพิวเตอร์ได้
ที่มา : <http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.



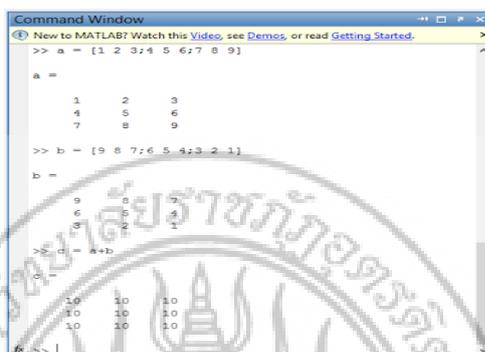
ภาพที่ 2.13 แสดงภาพการหาคำตอบสมการคณิตศาสตร์แบบ Symbolic Computing
พร้อมพล็อตรูปสมการด้วยโปรแกรม Mathematica

ที่มา : <http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.

2.4.2 ชนิดของซอฟต์แวร์คำนวณคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์

การคำนวณคณิตศาสตร์ด้วยคอมพิวเตอร์สามารถทำได้หลายแนวทาง เช่น การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป เช่น ภาษา C, Fortran หรืออื่น ๆ สำหรับการคำนวณสมการนั้น ๆ หรือใช้โปรแกรมเฉพาะทาง มีทั้งที่ทำการค้า เช่น MATLAB, Mathcad, Mathematica, Maple เป็นต้น และโปรแกรมที่ใช้งานได้ฟรี เช่น Scilab, Octave เป็นต้น โดยแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้ 2 วิธี คือ

2.4.2.1 Numerical Computing (Technical Computing) เป็นการคำนวณคณิตศาสตร์เชิงตัวเลขคือ แทนค่าตัวแปรด้วยตัวเลขแล้วให้โปรแกรมคำนวณคำตอบเป็นตัวเลข ซอฟต์แวร์ที่คนนิยมใช้กันมาก คือ MATLAB และ Scilab



```

Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Demos, or read Getting Started.
>> a = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
a =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
>> b = [9 8 7; 6 5 4; 3 2 1]
b =
     9     8     7
     6     5     4
     3     2     1
>> c = a+b
c =
    10    10    10
    10    10    10
    10    10    10
>>
  
```

ภาพที่ 2.14 แสดงภาพด้านบนของการใช้เมตแล็บหาค่าการบวกกันของเมตริกซ์ขนาด 3 x 3
ที่มา : <http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.

2.4.2.2 Symbolic Computing เป็นการคำนวณคณิตศาสตร์เชิงตัวแปร คือ ป้อนสมการที่คิดค่าตัวแปรไว้แล้วให้โปรแกรมคำนวณหาค่าคำตอบที่อยู่ในรูปสมการตัวแปร โปรแกรมสำคัญที่คนนิยมใช้กันคือ Mathematica, Maple, Mathcad

2.4.3 ทำไมต้องเมตแล็บ

2.4.3.1 โปรแกรมใช้งานง่าย ทำงานได้หลากหลายรูปแบบด้วยสภาพแวดล้อมเชิงโต้ตอบคล้ายเครื่องคิดเลขสามารถตรวจสอบค่าต่าง ๆ เข้าได้อย่างรวดเร็ว ประยุกต์ใช้ในการออกแบบและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงมาก

2.4.3.2 มีทูลบ็อกซ์หรือไลบรารีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์มากมาย สำหรับพีชคณิต สถิติ การวิเคราะห์ฟูเรียร์ พีชชีลอจิก การประมวลผลภาพและวิดีโอ การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ และชีววิทยา เป็นต้น

2.4.3.3 มี Simulink ที่เป็นซอฟต์แวร์สนับสนุนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์บนเมตแล็บ พร้อมด้วยบล็อกเซตหลายสาขาวิชา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบต่าง ๆ การสร้างแอปพลิเคชัน หรือสร้างอุปกรณ์สำเร็จรูป

2.4.3.4 ประกอบด้วยฟังก์ชันสำหรับแสดงผลกราฟฟิกขั้นสูง ในการแสดงผลข้อมูลที่หลากหลายได้อย่างสวยงาม นอกจากนี้ยังสามารถปรับแต่งการพล็อตได้ง่าย

2.4.3.5 แมตแล็บมีเครื่องมือช่วยต่าง ๆ ที่ต้องการจะสร้างเป็นแอปพลิเคชันหรืออุปกรณ์สำเร็จรูป

2.4.3.6 จัดหาเครื่องมือสำหรับสร้างแอปพลิเคชันบนแมตแล็บด้วย GUI (Graphic User Interface) นั่นคือ คุณสามารถสร้างแอปพลิเคชันบนแมตแล็บด้วยเครื่องมือคล้าย ๆ กับ Visual Basic

2.4.3.7 แมตแล็บสามารถเชื่อมการทำงานร่วมกับ ภาษาซี จาวา คอทเน็ต เอ็กเซล หรือ ฮาร์ดแวร์ภายนอก

2.4.4 ข้อเสียของแมตแล็บ

2.4.4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควรมีประสิทธิภาพสูง

2.4.4.2 โปรแกรมมีส่วนประกอบเยอะ ประกอบทูลบ็อกซ์และบล็อกเช็ดจำนวนมาก ดังนั้นฟังก์ชันที่มาพร้อมกับแมตแล็บจึงมากมาย บางครั้งอาจทำให้หาฟังก์ชันที่ต้องการลำบาก

2.4.4.3 ราคาแพง

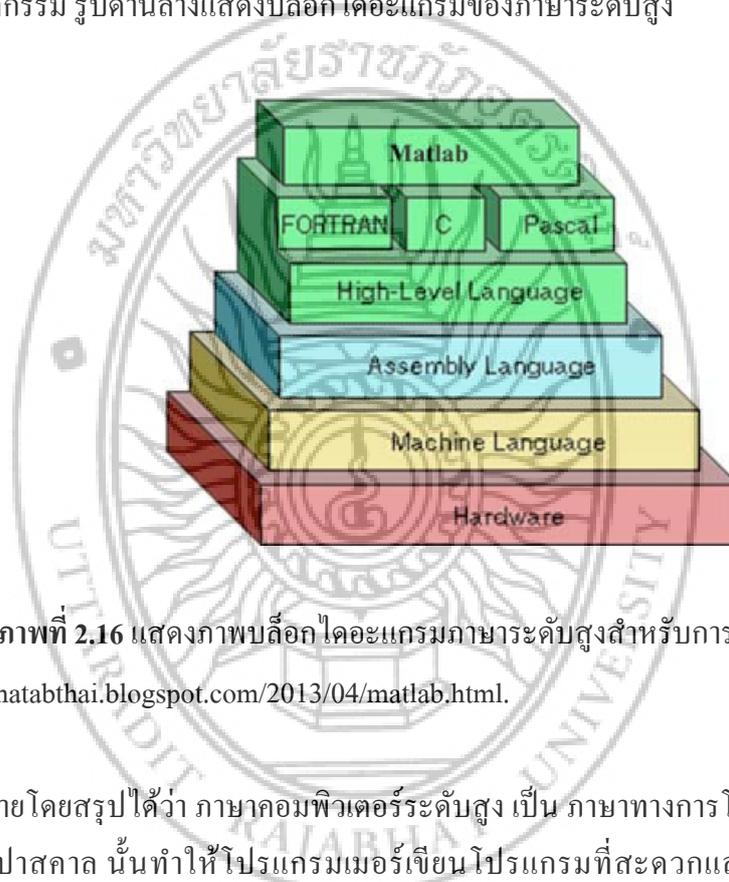
ปลายทศวรรษ 1970 คุณ Cleve Moler ได้เขียนซอฟต์แวร์ให้ง่ายต่อการเรียกใช้ไลบรารีฟังก์ชันเหล่านี้ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และใน ค.ศ. 1984 Cleve Moler และลูกศิษย์ Jack Little ต่อยอดซอฟต์แวร์แมตแล็บขึ้นมาเพื่อการค้า โดยตั้งชื่อบริษัทว่า Mathworks และแมตแล็บเวอร์ชันนี้ถูกเขียนขึ้นใหม่โดยใช้ภาษาซีสำหรับเรียกใช้ไลบรารีฟังก์ชันขั้นสูงของตัวเอง ที่ชื่อ Lapack และ Arpack พร้อมทูลบ็อกซ์สำเร็จรูป ไลบรารีฟังก์ชันของแมตแล็บ หลายสาขาวิชา นอกจากนั้นยังตั้ง m-file เป็นนามสกุลไฟล์สำหรับภาษาแมตแล็บ โดยเฉพาะภายหลังก็เพิ่ม Simulink เพื่อใช้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จนทำให้แมตแล็บสามารถตอบสนองได้ทั้งแวดวงการศึกษาและอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี



ภาพที่ 2.15 แสดงภาพ Cleve Moler ผู้ค้นพบแมตแล็บ

ที่มา : <http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.

ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงและส่วนประกอบต่าง ๆ ของแมตแล็บ ก่อนจะไปใช้งานแมตแล็บเราลองมาเข้าใจคำว่าภาษาระดับสูงสำหรับเขียนโปรแกรม (High Level programming Language) ว่ามีลักษณะอย่างไร และในซอฟต์แวร์สำหรับคำนวณเชิงตัวเลขที่นิยมกัน เช่น MATLAB, Scilab, Octave และอื่น ๆ ก็เป็นภาษาระดับสูงคล้าย ๆ กัน นั่นคือ เมื่อเข้าใจแมตแล็บสามารถใช้งานของฟรีเช่น Scilab และ Octave ได้ง่าย ตอนนี้จะให้ภาพรวมภาษาแมตแล็บส่วนประกอบหลักของโปรแกรม และการใช้แมตแล็บเพื่อการคำนวณเชิงเทคนิคในงานวิจัยและการสร้างนวัตกรรม รูปด้านล่างแสดงบล็อกไดอะแกรมของภาษาระดับสูง



ภาพที่ 2.16 แสดงภาพบล็อกไดอะแกรมภาษาระดับสูงสำหรับการเขียนโปรแกรม

ที่มา : <http://matlabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.

อธิบายโดยสรุปได้ว่า ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง เป็น ภาษาทางการโปรแกรม เช่น ซี ฟอแทรน หรือ ปาสคาล นั้นทำให้โปรแกรมเมอร์เขียนโปรแกรมที่สะดวกและไม่เป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ นั่นคือ ภาษาคอมพิวเตอร์เป็นการพิจารณาเป็นระดับสูง เนื่องจากเข้าสู่ภาษามนุษย์และอนาคตจากภาษาแอสเซมบลีที่แตกต่างจากภาษาแอสเซมบลีที่เป็นภาษาระดับล่าง (Low-Level) เนื่องจากสิ่งเหล่านี้ใกล้เคียงกับภาษาเครื่องประโชชน์หลักของภาษาระดับสูงมากกว่าภาษาระดับล่างคืออ่านง่ายกว่า และน่าเชื่อถือ สุดท้ายโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นจากภาษาระดับสูงจะถูกแปลเป็นภาษาเครื่องโดยตัวคอมไพเลอร์หรืออินเตอร์พรีเตอร์

ภาษาระดับสูงได้ออกแบบในยุค 1950 ปัจจุบันภาษาระดับสูงมีมากมาย และแตกต่างกันออกไป ประกอบด้วย Ada Algol Basic Cobol c c++ fortran lisp pascal และ Prolog

ภาษาระดับสูงที่ออกพัฒนาออกมาเรื่อย ๆ จะเพิ่มการโต้ตอบด้วยรูปภาพ การขับเคลื่อนด้วยเหตุการณ์ (Event-Drive) เพื่อให้เขียน โปรแกรมที่ตอบสนองผู้ใช้ได้อย่างสวยงาม มีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว

สิ่งที่ควรจำไว้คือ แมตแล็บเป็นภาษาใกล้เคียงภาษามนุษย์ ดังนั้น คำสั่งต่าง ๆ ก็ใกล้เคียงกับภาษาอื่นมาก เช่น ภาษาซี ทำให้คุณสามารถศึกษาการเขียนโปรแกรมได้ง่าย ชื่อฟังก์ชันสื่อความหมายชัดเจน ยังมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมแล้วมาเขียนแอปพลิเคชันบนแมตแล็บยิ่งง่ายไปอีก

2.4.5 ส่วนประกอบสำคัญของแมตแล็บ

แมตแล็บได้ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการทำงานของผู้อยู่ 5 ส่วน เพื่อช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลข้อมูล เชื่อมต่อกับสิ่งต่าง ๆ ภายนอกได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุดดังรูป



ภาพที่ 2.17 แสดงภาพส่วนประกอบภายในของแมตแล็บ

ที่มา : <http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.

2.4.5.1 หน้าต่างหลักและหน้าต่างรองของแมตแล็บ เรียกกันว่า MATLAB Desktop Environment ช่วยให้ผู้ใช้งานได้ง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ในส่วนนี้ประกอบด้วยชุดเครื่องมือที่

ช่วยให้เราสามารถใส่ฟังก์ชันและไฟล์ต่าง ๆ ด้วยเครื่องมือแบบรูปภาพ (GUI) ประกอบด้วย หน้าต่างย่อย Current Folder, Command Windows, Command History และ Workspace

2.4.5.2 ภาษาแมตแล็บใช้สำหรับเขียนแอปพลิเคชันหรือฟังก์ชันของตนเอง ไว้ใช้งาน โดยเฉพาะแมตแล็บเวอร์ชัน 2013a โดยใช้ MATLAB Editor เขียนในรูปแบบฟังก์ชัน m-file พร้อม เครื่องมือตรวจสอบบัคในโปรแกรม

2.4.5.3 ไลบรารีฟังก์ชันและบล็อกโคอะแกรมจำนวนมากและครอบคลุมหลายสาขาวิชา ส่วนนี้จะรวบรวมฟังก์ชัน m-file หรือ mdl ของ Simulink เป็นไฟล์ย่อย ๆ ไว้ โดยแต่ละไฟล์จะเป็น ไฟล์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้กำหนดลักษณะในการคำนวณ เราเรียกว่า อัลกอริทึม (Algorithms) แบบต่าง ๆ เริ่มจากฟังก์ชันง่าย ๆ เช่นการบวก ฟังก์ชันตรีโกณมิติพื้นฐาน เช่น sine, cos, tan ไปจนถึงฟังก์ชันที่มีความซับซ้อนมีขั้นตอนในการคำนวณมาก ๆ เช่นการหาอินเวิร์สของเมตริกซ์ การหาค่าสมการเชิงซ้อน หรือการหาทรูทโลคัส เป็นต้น

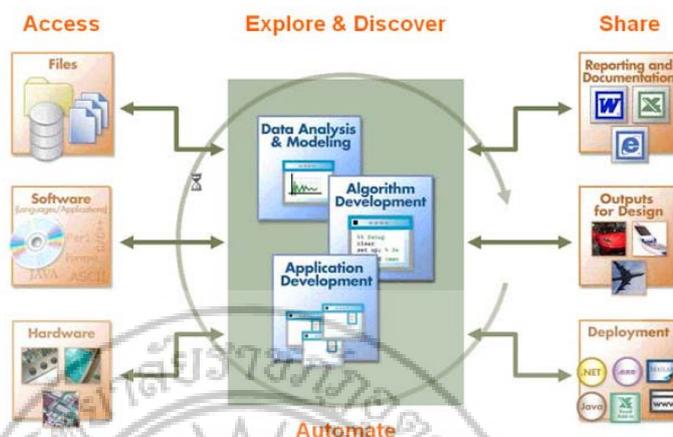
ส่วนนี้ประกอบด้วยฟังก์ชันพื้นฐาน เช่น บวก ลบ คูณ หาร sine, cost, log, x^2 และฟังก์ชันเฉพาะสาขาวิชา ซึ่งเราเรียกว่าทูลบ็อกซ์ (Toolbox) เช่น Control System, Bioinformatic, Signal Processing, Fuzzy Logic, Aerospace, Image Processing, Econometrics และอื่น ๆ

2.4.5.4 Handle Graphics เป็นไลบรารีฟังก์ชันในแมตแล็บสำหรับแสดงผลข้อมูล เป็น กราฟฟิก รูปภาพ เสียง วิดีโอ พร้อมด้วย ไลบรารี Guide เป็นเครื่องมือสำหรับสร้างแอปพลิเคชัน แบบ GUI (Graphic User Interface) โดยเลียนแบบการเขียนโปรแกรมจาก Visual Basic ดังนั้นทำให้คุณสามารถนำอัลกอริทึมไปพัฒนาแอปพลิเคชันบนแมตแล็บ เพื่อใช้งานเองหรือแจกจ่ายได้ อย่างรวดเร็ว

2.4.5.5 แมตแล็บ API (API:Application Program Interface) ซึ่งจุดนี้จะเป็นส่วนติดต่อกับ ภาษาคอมพิวเตอร์อื่น ๆ โปรแกรมภายนอก นามสกุลไฟล์ต่าง ๆ และสามารถพัฒนาให้เชื่อมต่อกับ ฮาร์ดแวร์ได้ง่าย

โปรแกรมแมตแล็บ ได้สร้างทูลบ็อกซ์และบล็อกเช็ตขึ้นมามากมาย สำหรับการคำนวณเชิง เทคนิค (Technical Computing) โดยต่อยอดมาจาก Numerical Computing เพื่อให้ง่ายต่องานวิจัย และการสร้างนวัตกรรม เพราะวิศวกรไม่ใช่โปรแกรมเมอร์แมตแล็บ จึงย่นเวลาสร้างงานวิจัยหรือผลิตภัณฑ์ เป็นเครื่องมือวันสต็อปเซอร์วิส นั่นคือ แมตแล็บมีไลบรารีตั้งแต่การออกแบบอัลกอริทึม จนถึงไลบรารีสำหรับสร้างผลิตภัณฑ์ ดังรูปด้านล่าง

Technical Computing Workflow



ภาพที่ 2.18 แสดงภาพการคำนวณเชิงเทคนิคด้วยเมตเดเบิล

ที่มา : <http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์นั้นคณะผู้จัดทำได้สร้างขึ้นเพื่อศึกษาหลักการทำงาน ส่วนประกอบของเครื่องทบทวนคำศัพท์ที่สามารถใช้งานได้จริง จึงได้นำเอางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และมีลักษณะใกล้เคียงกันกับทฤษฎีการสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์มานำเสนอ

ณัฐสินี ตั้งศิริไพบุลย์ และคณะ (2558) เครื่องช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐานตามหลักไวยากรณ์ (BBE) ได้จัดทำขึ้นมาเพื่อพัฒนาเครื่องช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐานตามหลักไวยากรณ์ และหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งาน โดยลักษณะการทำงานของเครื่องเป็นแบบการรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน โดยการกดปุ่มมีปุ่มกดที่ใกล้เคียงหลักอักษรเบรลล์จริง ใช้ภาษาอักษรเบรลล์ อยู่ 2 ภาษา คือ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และได้นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการประเมินในส่วนของประสิทธิภาพของเครื่องและความพึงพอใจ ในการใช้งาน จำนวน 40 คน พบว่าการประเมินหาประสิทธิภาพของเครื่องมีค่าเฉลี่ยจากการประเมินอยู่ที่ 4.5 และมีค่าความถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อยู่ที่ร้อยละ 100 และการประเมินความพึงพอใจการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.6 ซึ่งผลการประเมิน ทั้งสอง 2 แบบ อยู่ในระดับเกณฑ์ “มากที่สุด” จึงทำให้สามารถนำไปใช้เป็นการเรียนการสอนแก่ผู้พิการทางสายตาได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

ณัฐสินี ตั้งศิริไพบุลย์ และคณะ (2556) เครื่องช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐาน โดยทำการวิจัยที่โรงเรียนการศึกษาคนตาบอด จังหวัดลำปาง ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอนควบคู่ไปกับการใช้

เครื่องมือช่วยสอนอักษรเบรลล์ในการสอนอักษรเบรลล์ขั้นพื้นฐาน เป็นการสอนเกี่ยวกับพยัญชนะของภาษาไทย และพยัญชนะภาษาอังกฤษ เพื่อฟังและรู้จำตัวอักษร สำหรับผู้พิการทางสายตาที่เริ่มเรียนอักษรเบรลล์เบื้องต้น แต่ข้อเสียของเครื่องนี้ คือ ไม่มีหลักไวยากรณ์ของอักษรเบรลล์ หรือลำดับก่อนหลังในการกด เช่น พยัญชนะ “ก” คือจุด 1 2 4 และ 5 เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม 1 2 4 และ 5 ตัวเครื่องจะแสดงผลเป็น “ก” แต่ถ้ากด 2 4 5 และ 1 ตัวเครื่อง จะแสดงผลเป็น “ก” เหมือนกัน ซึ่งผิดหลักไวยากรณ์ของอักษรเบรลล์ ข้อบกพร่องนี้ อาจทำให้ผู้ที่หัดเรียนอักษรเบรลล์จำหลักในการเขียนของตัวอักษรแต่ละตัวผิดได้ โดยได้ทำการเก็บรวบรวมปัญหาและความต้องการเบื้องต้น จากโรงเรียนการศึกษาคณาตบอด จังหวัดลำปาง ซึ่งได้ทราบปัญหาคือ ตัวเครื่องไม่มีลำโพงภายใน เวลาใช้งานต้องทำการเสียบลำโพงต่อพ่วงอีกตัว ทำให้ยุ่งยากเวลาใช้งานและเคลื่อนย้าย ส่วนตำแหน่งปุ่มกดไม่มีสัญลักษณ์บ่งบอกตำแหน่งให้รู้ว่าตรงส่วนนี้คือปุ่มกด และเสียงที่ใช้มีสำเนียงหรือการออกเสียงไม่ชัดเจนแล้วยังตอบสนองช้า ซึ่งทำให้การใช้งานของเครื่องไม่ได้ประสิทธิภาพ

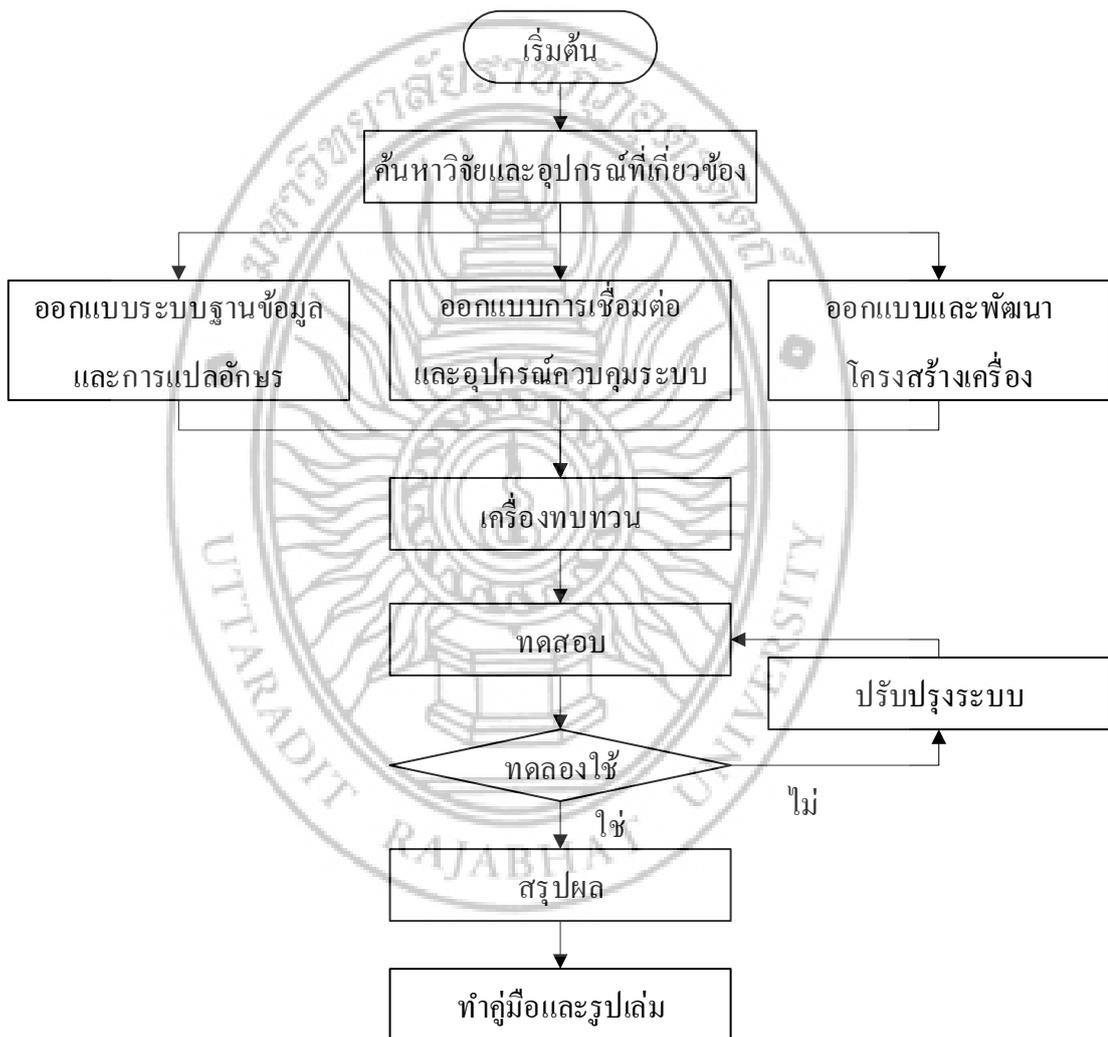
ธนภัทร อินทร์ศรี (2550) เครื่องบอกทิศทาง หูมูมิและเวลาสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น ได้ใช้อิซิบันติกเสียง ISD 4004-10 ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้ยาวถึง 10 นาที และมีองค์ประกอบภายนอกเรียบง่าย สามารถขับลำโพงได้โดยตรงและส่วนการบันทึกสามารถต่อเข้ากับไมโครโฟนโดยตรงได้ สามารถควบคุมการบันทึกและการเล่นกลับด้วยใช้สวิตช์หรือควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถเก็บความจำได้นาน 100 ปี ไม่มีแบตเตอรี่สำรอง การควบคุมโดยไมโครโทรลเลอร์ส่งผ่านข้อมูลแบบ SPI (Serial Peripheral Interface)

ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ คือช่วยอำนวยความสะดวกของผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น ในชีวิตประจำวัน เนื่องจากเวลาเป็นสิ่งสำคัญในการดำรงชีพ มีราคาต้นทุนถูกใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปเนื้อหาหลัก ๆ ได้พอสังเขป คือ หลักการทำงานเป็นแบบการรับคำสั่งจากผู้ใช้งาน และการกดปุ่มมีปุ่มกดที่ใกล้เคียงกับหลักอักษรเบรลล์จริง จากงานวิจัยการพบว่า ส่วนของวงจรควบคุมหลักซึ่งใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลหลัก จึงจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนเพื่อช่วยให้การออกแบบวงจรควบคุมหลัก เป็นต้น ส่วนบทที่ 3 จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงาน ซึ่งวิธีการดำเนินงานนั้นก็ได้นำจากการศึกษาทฤษฎีในบทที่ 2 นี้ด้วย

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและหาความพึงพอใจในการทำงาน จึงได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

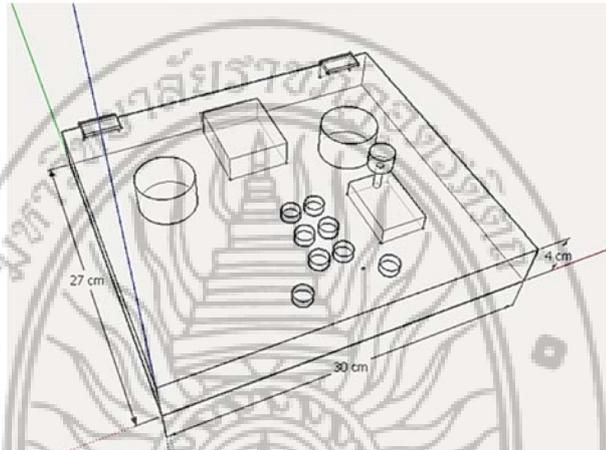


ภาพที่ 3.1 แสดงภาพขั้นตอนการดำเนินงาน

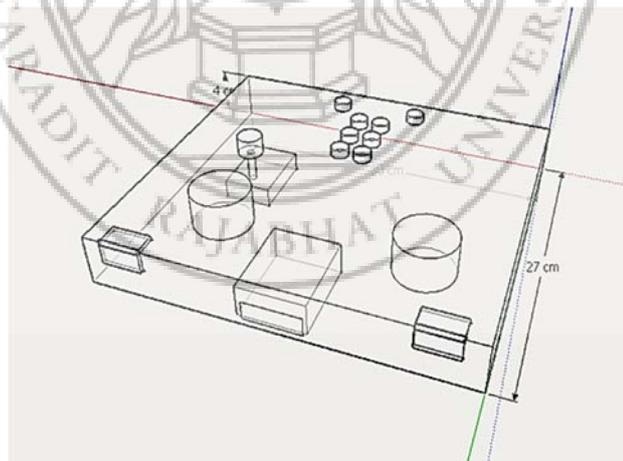
3.1 การออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์

3.1.1 การออกแบบ และสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์

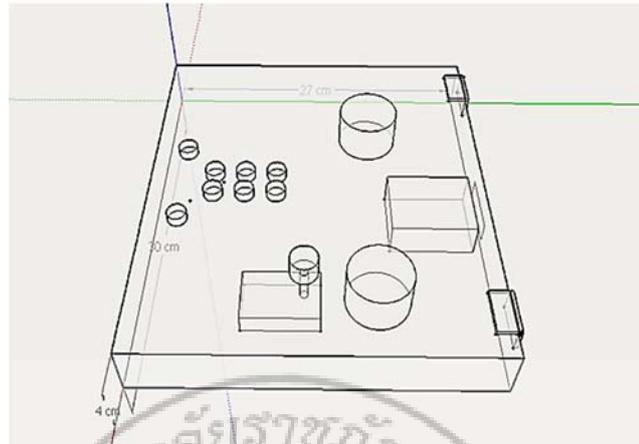
โดยมีการจำลองรูปแบบของเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ขึ้นมา ก่อนที่จะลงมือจัดทำเพื่อให้เกิด โครงสร้างที่แม่นยำ และอุปกรณ์ให้อยู่ในตำแหน่ง เพื่อให้เหมาะสม กับหน้าที่ในการทำงาน โดยใช้โปรแกรม SketchUp ในการเขียนแบบ



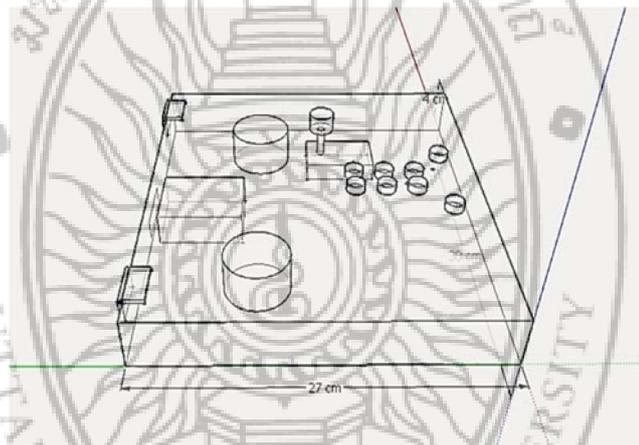
ภาพที่ 3.2 แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านหน้า)



ภาพที่ 3.3 แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านหลัง)



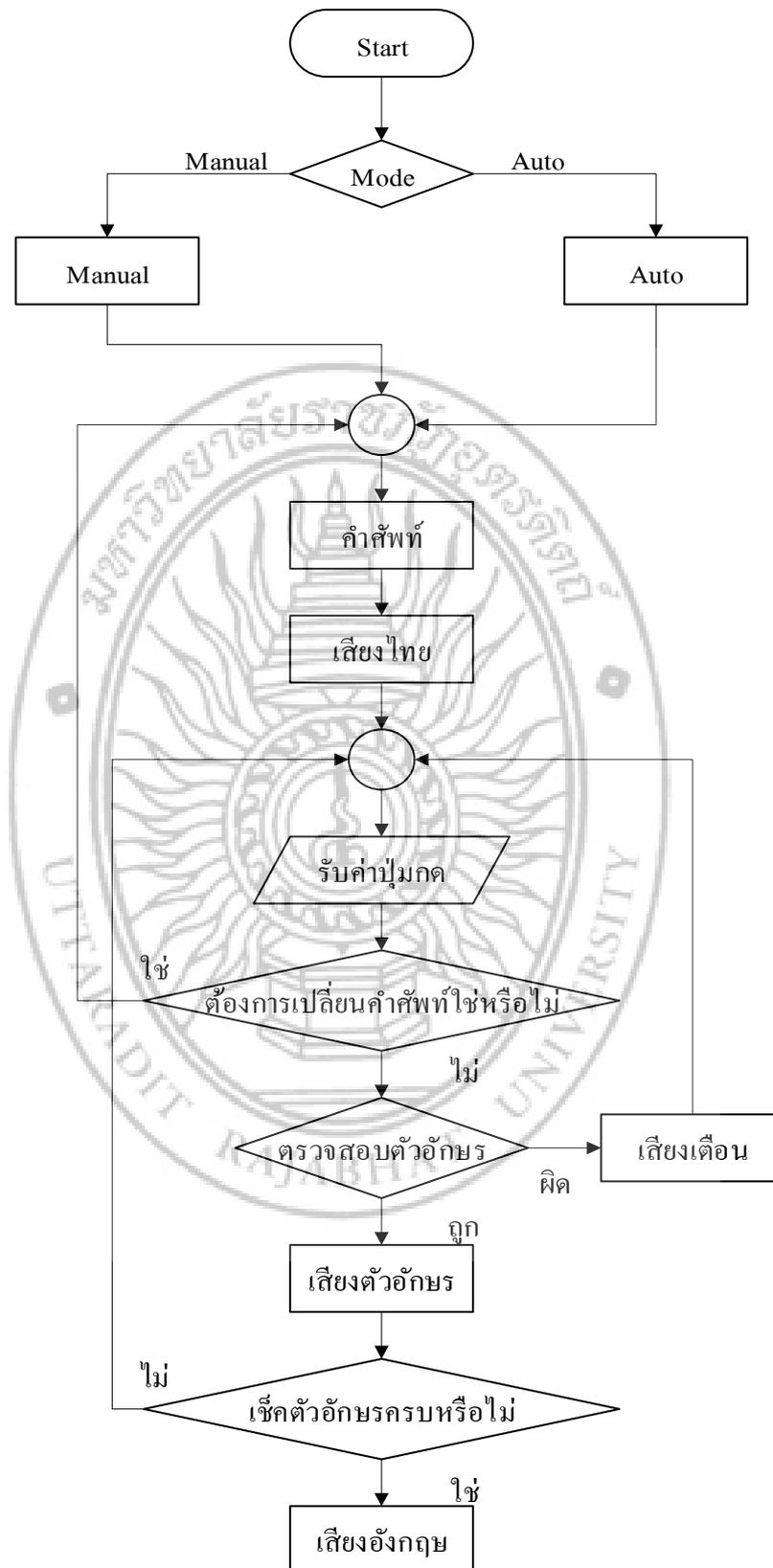
ภาพที่ 3.4 แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านซ้าย)



ภาพที่ 3.5 แสดงภาพรูปแบบการจำลองเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษอักษรเบรลล์ (ด้านขวา)

3.1.2 การทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์

ในการออกแบบโปรแกรมของเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ พร้อมทดลองวงจร ทางผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรมอาคูโน้ และโปรแกรมเมตแล็บ ในการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีโหมดครูผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง และโหมดผู้สอบคำศัพท์อัตโนมัติ มีขั้นตอน ดังนี้



ภาพที่ 3.6 แสดงภาพการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์

3.1.3 หลักการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์

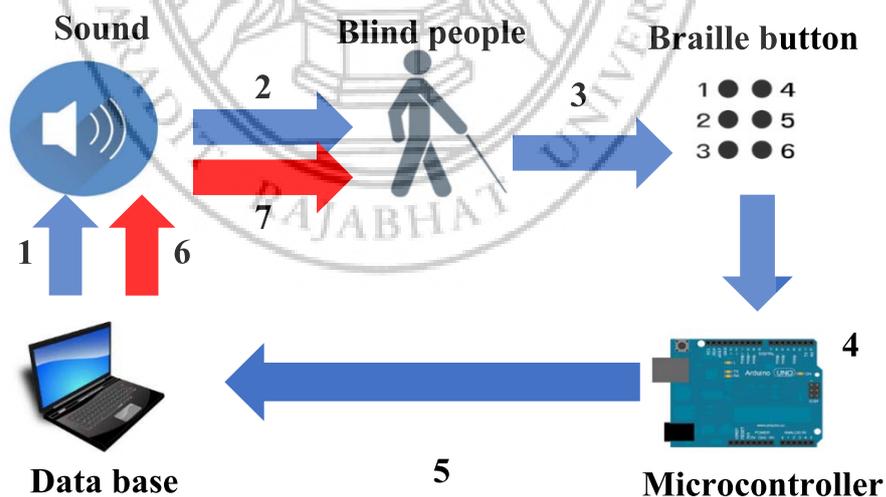
การพัฒนาต้นแบบเครื่องทบทวนคำศัพท์ สามารถแยกออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

3.1.3.1 ระบบเลือกคำศัพท์ภาษาอังกฤษจากคำศัพท์ที่เรียงหรือการสุ่มคำศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการสุ่มคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับผู้พิการทางสายตา และจะทำการอ่านคำศัพท์ภาษาอังกฤษผ่านทางลำโพงหรือหูฟังเพื่อให้ผู้พิการทางสายตาสะกดคำศัพท์โดยการกดเป็นอักษรเบรลล์ผ่านเครื่องรับอักษร

3.1.3.2 ระบบทำการรับข้อมูลตัวอักษรภาษาอังกฤษ เมื่อผู้พิการทางสายตาป้อนอักษรเบรลล์ตามการสะกดคำศัพท์ภาษาอังกฤษ อักษรดังกล่าวจะถูกส่ง ๆ ไปยังคอมพิวเตอร์ผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องต่อไป

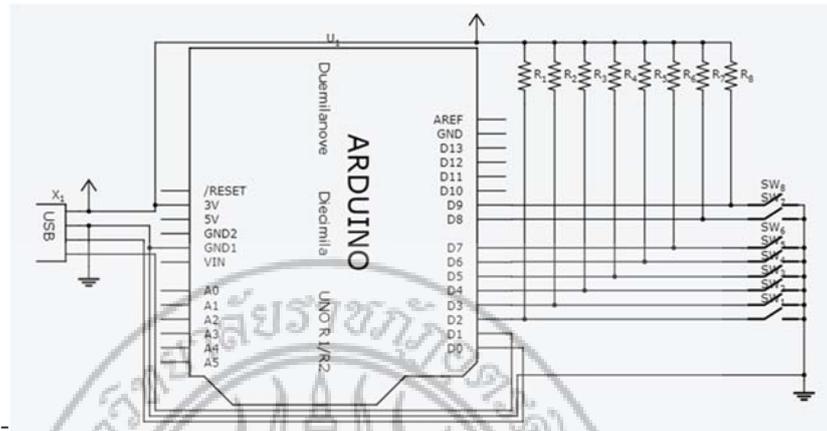
3.1.3.3 ระบบตรวจสอบความถูกต้องของตัวอักษร เมื่อผู้พิการทางสายตาป้อนอักษรเบรลล์ผ่านเครื่องรับตัวอักษร ตัวอักษรจะถูกส่งมาตรวจสอบความถูกต้องที่ตัวอักษรพร้อมออกเสียงตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ผู้พิการทางสายตาได้ทำการป้อนและบอกความถูกต้องผ่านทางลำโพงหรือหูฟัง

3.1.3.4 ระบบการอ่านและแปลคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เมื่อผู้พิการทางสายตาป้อนอักษรเบรลล์ครบทุกตัวอักษรของคำศัพท์เรียบร้อยแล้วระบบการอ่านและแปลคำศัพท์ภาษาอังกฤษจะทำการประมวลผลโดยแสดงผลผ่านทางลำโพงหรือหูฟังของผู้พิการทางสายตาเป็นเสียงการอ่านคำศัพท์นั้น ๆ และแปลคำศัพท์เป็นเสียงภาษาไทย

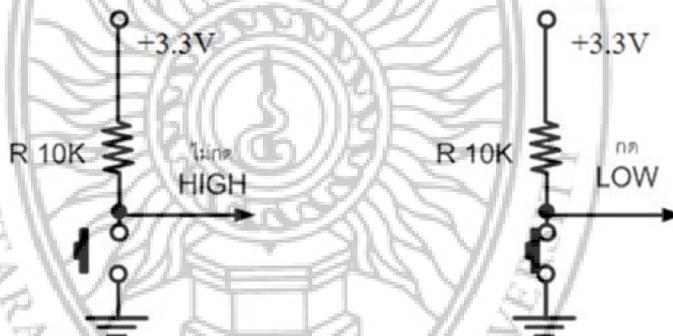


ภาพที่ 3.7 แสดงภาพหลักการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์

3.1.4 การออกแบบวงจรไฟฟ้า



ภาพที่ 3.8 แสดงภาพวงจรควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 3.9 แสดงภาพการทำงานของสวิตช์

3.1.5 อุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ของเครื่องทบทวนคำสั่งพีซี

- 3.1.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 3.1.5.2 สวิตช์ปุ่มกด (กดติด-กดดับ) และ (กดติด-ปล่อยดับ)
- 3.1.5.3 ลำโพงสเตอริโอ พร้อมชุดขยายเสียง
- 3.1.5.4 โครงสร้างเครื่องอะคริลิกใส

3.1.6 การออกแบบตารางหาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง

แบบสอบถามหาความพึงพอใจในการใช้งาน ที่เกี่ยวกับเครื่องทบทวนคำศัพท์ ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ ที่ผู้จัดทำได้สร้างขึ้น โดยใช้วิธีการเฉลี่ยค่าที่กำหนดค่าระดับของคะแนนออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 = ดีมาก 4 = ดี 3 = ปานกลาง 2 = พอใช้ 1 = ควรปรับปรุง

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางการออกแบบหาความพึงพอใจในการใช้งานเครื่อง

| หัวข้อ/ด้าน | ระดับความพึงพอใจ | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1. ด้านการใช้งานเครื่อง | | | | | |
| 1.1 รูปแบบของเครื่องมีความเหมาะสม | | | | | |
| 1.2 ความชัดเจนของเสียง | | | | | |
| 1.3 ความแข็งแรงทนทาน | | | | | |
| 1.4 ประสิทธิภาพในการทำงาน | | | | | |
| 1.5 ความเข้าใจในการใช้งาน | | | | | |
| 2. ด้านเนื้อหาโปรแกรม | | | | | |
| 2.1 คำศัพท์มีความชัดเจน ถูกต้อง | | | | | |
| 2.2 การจัดหมวดหมู่ของคำศัพท์ สะดวกต่อการค้นหา | | | | | |
| 2.3 รูปภาพ ตัวอักษรและสี มีความเหมาะสม | | | | | |
| 2.4 การจัดลำดับโปรแกรมเป็นขั้นตอน เข้าใจง่าย | | | | | |
| 2.5 สามารถทบทวนคำศัพท์ด้วยอักษรเบรลล์ได้ง่าย | | | | | |

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

บทที่ 4

การวิเคราะห์ผล

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตด้วยอักษรเบรลล์ และหาประสิทธิภาพความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานอักษรเบรลล์ เพื่อที่จะเผยแพร่ต่อศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุดรดิษฐ์ อำเภอลับแล จังหวัดอุดรดิษฐ์ โดยมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ผลการศึกษาการออกแบบ และสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์

การออกแบบเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานอักษรเบรลล์สำหรับผู้พิการทางสายตา เป็นไปตามขั้นตอนและตามแบบที่วางแผนไว้ข้างต้นตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้

4.1.1 โครงสร้างเครื่องภายนอก

ทำจากแผ่นอะคริลิกใส โดยใช้เครื่องตัดเลเซอร์เข้าช่วยในการตัดชิ้นงานและแยกรายละเอียดได้ ดังนี้

4.1.1.1 ส่วนของแผงปุ่มกด ใช้ปุ่มกดสีขาวหน้าสัมผัสขนาด 1 เซนติเมตร ระยะห่างของแต่ละปุ่ม ห่างกัน 1 เซนติเมตร

4.1.1.2 ส่วนฐานของตัวเครื่องมีความหนา 3 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้าง 27 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร

4.1.1.3 ส่วนด้านบนมีความหนา 2 มิลลิเมตร มีขนาดความกว้าง 27 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร

4.1.1.4 ส่วนด้านหลังมีขนาดความยาว 30 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร

4.1.1.5 ส่วนด้านข้างมีขนาดความกว้าง 27 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร

4.1.2 โครงสร้างเครื่องภายใน

ประกอบด้วยวงจรหลัก ๆ อยู่ 3 วงจรคือ

4.1.2.1 วงจรควบคุมหลักโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

4.1.2.2 วงจรขยายเสียง

4.1.2.3 วงจรสวิตซ์ปุ่มกด

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์

การทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง ทำการทดสอบแบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติ และแบบผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง โดยทำการทดสอบแต่ละแบบ จำนวน 100 คำศัพท์ ทั้งหมด 10 ครั้ง เพื่อจะได้ค่าเฉลี่ยความถูกต้องและความผิดพลาดของเครื่อง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงตารางการทดสอบหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่อง

| ครั้งที่ | การทดสอบการกวดคำศัพท์ จำนวน 100 คำ | | | |
|------------------|------------------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | แบบผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง | | แบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติ | |
| | ถูกต้อง (%) | ผิดพลาด (%) | ถูกต้อง (%) | ผิดพลาด (%) |
| 1 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| 2 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| 3 | 99 | 1 | 100 | 0 |
| 4 | 100 | 0 | 99 | 1 |
| 5 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| 6 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| 7 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| 8 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| 9 | 100 | 0 | 99 | 1 |
| 10 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| เฉลี่ยรวม | 99.9 | 0.1 | 9.8 | 0.2 |

4.3 การทดสอบการใช้งานเครื่องต่อศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์

การทดสอบการใช้งานเครื่องต่อศูนย์การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุตรดิตถ์ โดยการให้ความรู้ด้านการใช้เครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ ให้กับครูผู้สอนสำหรับผู้พิการทางสายตาจำนวน 10 คน ที่ทำการทดสอบและใช้งานแล้วทำแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับประสิทธิภาพของเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ ในวันที่ 21 พฤศจิกายน 2560 จากแบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 10 ชุด



ภาพที่ 4.1 แสดงภาพการทดสอบการใช้งานเครื่องทบทวนคำศัพท์

ตารางที่ 4.2 แสดงตารางสรุปแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่อง

| ข้อ | รายละเอียด | เฉลี่ย | แปลความ |
|-----------|---|--------|---------|
| 1 | รูปแบบของเครื่องมีความเหมาะสม | 4.5 | ดี |
| 2 | ความชัดเจนของเสียง | 4 | ดี |
| 3 | ความแข็งแรงทนทาน | 4.6 | ดีมาก |
| 4 | ประสิทธิภาพในการทำงาน | 4.4 | ดี |
| 5 | ความเข้าใจในการใช้งาน | 3.9 | ดี |
| 6 | คำศัพท์มีความชัดเจน ถูกต้อง | 4.1 | ดี |
| 7 | การจัดหมวดหมู่ของคำศัพท์ สะดวกต่อการค้นหา | 3.6 | ดี |
| 8 | รูปภาพ ตัวอักษรและสี มีความเหมาะสม | 3.2 | ปานกลาง |
| 9 | การจัดลำดับ โปรแกรมเป็นขั้นตอน เข้าใจง่าย | 3.6 | ดี |
| 10 | สามารถทบทวนคำศัพท์ด้วยอักษรเบรลล์ได้ง่าย | 4.1 | ดี |
| เฉลี่ยรวม | | 4 | ดี |

เกณฑ์การประเมิน

| | | |
|-----------|---------|-------------|
| 4.51-5.00 | หมายถึง | ดีมาก |
| 3.51-4.50 | หมายถึง | ดี |
| 2.51-3.50 | หมายถึง | ปานกลาง |
| 1.51-2.50 | หมายถึง | พอใช้ |
| 0.00-1.50 | หมายถึง | ควรปรับปรุง |

หมายเหตุ

| | | |
|---|---------|-------------|
| 5 | หมายถึง | ดีมาก |
| 4 | หมายถึง | ดี |
| 3 | หมายถึง | ปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | พอใช้ |
| 1 | หมายถึง | ควรปรับปรุง |

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ พบว่า การกคคำศัพท์ จำนวน 100 คำศัพท์ ทั้งหมด 10 ครั้ง ของทั้งสองแบบมีค่าเฉลี่ยถูกต้องและผิดพลาดใกล้เคียงกัน โดยแบบผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยรวม 99.9 และแบบสุ่มคำศัพท์อัตโนมัติ มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยรวม 99.8 ซึ่งค่าที่ผิดพลาดนั้น เกิดจากวงจรไฟฟ้าภายในเครื่องที่มีความเสียหายจากการบัดกรีแก้ไขวงจรสวิตซ์

ผลการประเมินของครูผู้สอน จำนวน 10 ท่าน ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี ซึ่งข้อความแข็งแรงทนทาน มีคะแนนมากที่สุดอยู่ที่ 4.6 เพราะ โครงสร้างเครื่องใช้แผ่นอะคริลิกขนาด 3 มิลลิเมตร จึงทำให้เครื่องมีความแข็งแรงทนทานมากพอ และข้อรูปภาพ ตัวอักษร และสี มีความเหมาะสม มีคะแนนน้อยสุดอยู่ที่ 3.2 เพราะ โปรแกรมได้ตั้งคำศัพท์ที่มืด และรูปภาพตัวอักษร ออกแบบมาไม่คีนึก ดูแล้วไม่สบายตา ส่วนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนได้ ให้ความคิดเห็นว่าเมื่อกดปุ่มยืนยันแล้วควรทำให้ปุ่มที่กดทั้งหมดแดงขึ้นมา เพื่อเป็นการรีเซ็ตปุ่มที่กดไป และ โปรแกรมควรมีระบบการเก็บคะแนนในการทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเก็บคะแนนของครูผู้สอน

การวิเคราะห์ผลของเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานอักษรเบรลล์สำหรับผู้พิการทางสายตา เป็นไปตามขั้นตอนและตามแบบที่วางแผนไว้ จากผลการวิเคราะห์ผลดังกล่าวได้มีอุปสรรค และข้อเสนอแนะซึ่งจะนำไปเสนอในบทที่ 5 รวมไปถึงการสรุปผลวิจัยที่ได้ดำเนินงานมา

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ เพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ โดยสรุปผลการศึกษาดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ เป็นการจัดทำขึ้นมาเพื่อหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ และสามารถนำไปใช้เป็นการทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษให้แก่ผู้พิการทางสายตาหรือครูผู้สอนได้จริง ครูผู้สอนหรือผู้พิการทางสายตาสามารถ ทบทวนและจดจำบทเรียนที่ได้เรียนมาได้อย่างรวดเร็ว สามารถอ่านและเขียน ภาษาอังกฤษ ได้อย่างถูกต้องตามหลักของอักษรเบรลล์ เครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ มีเซลล์ภาษาอักษรเบรลล์ความใกล้เคียงตามหลักภาษาอักษรเบรลล์จริง การสร้างเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์ จำนวน 1 เครื่อง มีความกว้างของฐานเครื่องทบทวนคำศัพท์ มีขนาดความกว้าง 27 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ความสูง 4 เซนติเมตร มีไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 สวิตช์ปุ่มกด และลำโพงสเตอริโอ

ซึ่งในบริบทงานนี้ได้ทำการทดสอบผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทบทวนคำศัพท์ พบว่า การกดคำศัพท์จำนวน 100 คำศัพท์ ทั้งหมด 10 ครั้ง ของทั้งสองแบบมีค่าเฉลี่ยถูกต้องและผิดพลาดใกล้เคียงกัน โดยแบบผู้สอนทำการเลือกคำศัพท์เอง มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยรวม 99.9 และแบบปุ่มคำศัพท์อัตโนมัติ มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยรวม 99.8 ซึ่งค่าที่ผิดพลาดนั้นเกิดจากวงจรไฟฟ้าภายในเครื่องที่มีความเสียหายจากการบัดกรีแก้ไขวงจรสวิตช์ และผลการทดสอบหาความพึงพอใจในการใช้งานของครูผู้สอน จำนวน 10 ท่าน ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี ซึ่งข้อความแข็งแรงทนทาน มีคะแนนมากที่สุดอยู่ที่ 4.6 เนื่องจากใช้แผ่นอะคริลิก

ขนาด 3 มิลลิเมตร ในการทำโครงเครื่อง จึงทำให้เครื่องมีความแข็งแรงทนทานมากพอ และข้อ
 รูปภาพ ตัวอักษรและสี มีความเหมาะสม มีคะแนนน้อยสุดอยู่ที่ 3.2 เพราะ โปรแกรมได้ตั้งค่าสีที่มีด
 และรูปภาพตัวอักษร ออกแบบมาไม่ดีนัก ดูแล้วไม่สบายตา ส่วนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจาก
 ครูผู้สอน ได้ให้ความคิดเห็นว่าเมื่อกดปุ่มยืนยันแล้วควรทำให้ปุ่มที่กดทั้งหมดตั้งขึ้นมา เพื่อเป็นการ
 รีเซ็ตปุ่มที่กดไป และ โปรแกรมควรมีระบบการเก็บคะแนนในการทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เพื่อ
 เพิ่มความสะดวกในการเก็บคะแนนของครูผู้สอน

ดังนั้นเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษร
 เบรลล์ที่จัดสร้างขึ้นจึงมีประสิทธิภาพ และสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนให้แก่ผู้
 พิการทางสายตาที่เริ่มเรียนอักษรเบรลล์หรือผู้ที่ต้องการอยากจะศึกษาอักษรเบรลล์ ของศูนย์
 การศึกษาพิเศษ ประจำจังหวัดอุดรธานีได้จริง

5.2 อภิปรายผล

จากการศึกษาปัญหาของผู้พิการทางสายตาที่ต้องการเรียนรู้ทางด้านภาษาอังกฤษ แต่มี
 อุปสรรคในการมองเห็น ทำให้การเรียนรู้ของผู้พิการทางสายตาเป็นไปได้ช้ากว่าคนปกติมากหลาย
 เท่า จึงทำการแก้ไขปัญหาโดยการออกแบบเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับ
 ผู้พิการทางตาด้วยอักษรเบรลล์ พบว่าตอบสนองความต้องการของผู้พิการทางสายตา จากที่
 ครูผู้สอนไม่มีเครื่องมือในการช่วยสอนก็จะช่วยลดภาระในส่วนนี้ได้ จากการศึกษาคำศัพท์
 คำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานสำหรับผู้พิการทางสายตาด้วยอักษรเบรลล์สามารถทำงาน ได้มี
 ประสิทธิภาพและสอดคล้องกับการทำงานในทฤษฎีที่ได้ศึกษามา โดยผู้วิจัยเน้นวัสดุที่หาซื้อได้ง่าย
 และทนต่อสภาพแวดล้อมเพื่อประโยชน์ในการใช้งานจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐสินี
 ตั้งศิริไพบูลย์ และคณะ (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง เครื่องช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐานตามหลัก
 ไวยากรณ์ (BBE) ได้จัดทำขึ้นมาเพื่อพัฒนาเครื่องช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐานตามหลักไวยากรณ์
 และหาประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการใช้งาน โดยใช้ภาษาอักษรเบรลล์ อยู่ 2 ภาษา คือ
 ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และได้นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทำการประเมินในส่วนของ
 ประสิทธิภาพของเครื่องและความพึงพอใจในการใช้งาน จำนวน 40 คน พบว่า การประเมินหา
 ประสิทธิภาพของเครื่องมีค่าเฉลี่ยจากการประเมินอยู่ที่ 4.5 และมีค่าความถูกต้อง ตามหลัก
 ไวยากรณ์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ และการประเมินความพึงพอใจ การใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่
 4.6 ซึ่งผลการประเมิน ทั้งสอง 2 แบบ อยู่ในระดับเกณฑ์ มากที่สุด ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเครื่องมี
 ประสิทธิภาพและมีขนาดเหมาะสมกับสัดส่วนของผู้พิการทางสายตา ทำให้การสอนของครูผู้สอนมี

ความสะดวกสบายสามารถลดภาระในการสอน และลดปัญหาความผิดพลาดในการสอนได้ทุกขั้นตอน

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงการ

5.3.1 เครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ส่วนใหญ่ใช้การเขียนโปรแกรมในการควบคุมการทำงาน ซึ่งต้องคอยแก้ไขอยู่ตลอดเวลา ทำให้การจัดทำโปรแกรมเป็นไปอย่างล่าช้า

5.3.2 สวิตช์ปุ่มกดและสายไฟภายในวงจร ของเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เสียหายจากการทดสอบ จึงต้องแก้ไขอยู่ตลอดเวลา ทำให้การจัดทำเป็นไปอย่างล่าช้า

5.4 ผลจากการพัฒนาเครื่องทบทวน

5.4.1 ครูผู้สอนสามารถเลือกแบบคำศัพท์ตามหมวดหมู่เองได้และยังสามารถเลือกคำศัพท์แบบอัตโนมัติได้

5.4.2 สามารถปรับระดับเสียงได้ตามความต้องการ

5.4.3 เครื่องมีขนาดไม่ใหญ่มากสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

5.4.4 สามารถทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษด้วยอักษรเบรลล์ได้

5.5 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการ

5.5.1 ควรเพิ่มช่องเสียบหูฟังเพื่อให้ผู้ทบทวนคำศัพท์ สามารถฟังเสียงที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5.5.2 โปรแกรมควรมีระบบการเก็บคะแนนในการทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเก็บคะแนนของครูผู้สอน

5.5.3 เมื่อกดปุ่มยืนยันแล้วควรทำให้ปุ่มที่กดทั้งหมดดับขึ้นมาเพื่อเป็นการรีเซ็ตปุ่มที่กดไป

5.5.4 ควรมีภาพคำศัพท์ภาษาอังกฤษไว้ในโปรแกรมทดสอบ



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- จง บุญประชา. (2540). การศึกษากับผู้พิการทางการมองเห็น. สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2559,
จาก : <http://doi.nrct.go.th/ListDoi/Download/101960/NRCT.res.2013.1.pdf>.
- ณัฐสินี ตั้งศิริไพบุลย์ และคณะ. (2556). เครื่องมือช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐาน.
สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2560, จาก : www.kmutt.ac.th/jif/public_html/Download/Format_Checker/2/26.pdf.
- ณัฐสินี ตั้งศิริไพบุลย์ และคณะ. (2558). เครื่องมือช่วยสอนอักษรเบรลล์พื้นฐานตามหลักไวยากรณ์.
สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2560, จาก : www.kmutt.ac.th/jif/public_html/Download/Format_Checker/2/26.pdf.
- ชนภัทร อินทร์ศรี. (2550). เครื่องบอกทิศอุณหภูมิและเวลาสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเห็น.
สืบค้นเมื่อ 12 มกราคม 2560, จาก : hrd.rmutl.ac.th/qa/docUpload/pj/3500700289445/150814182604fullpp.pdf.
- ธีระ วิจิตรกาญจน์. (2537). ตัวแสดงผลอักษรเบรลล์. สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2559,
จาก : <http://www.slri.or.th/th/index.php/applications--research-highlight.html>.
- ภคินี อนุ โนนทนต์. (2556). Matlab คือ อะไร ? ตอนที่ 1 และ ตอนที่ 2. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2559,
จาก : <http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html>.
- ศาสตราจารย์ ดร. ชรรมาภิมุข. (2549). การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมอักษรเบรลล์ประกอบอุปกรณ์ตรวจคำตอบอิเล็กทรอนิกส์. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2559, จาก : <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=2168>.
- YONGJIE. (2556). Schematic and Input/Output pins explain for Arduino UNO R3.
สืบค้นเมื่อ 3 สิงหาคม 2559, จาก : <https://eelabs.wordpress.com/2014/04/14/schematic>.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้งานเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานด้วยอักษรเบรลล์

1. ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานด้วยอักษรเบรลล์

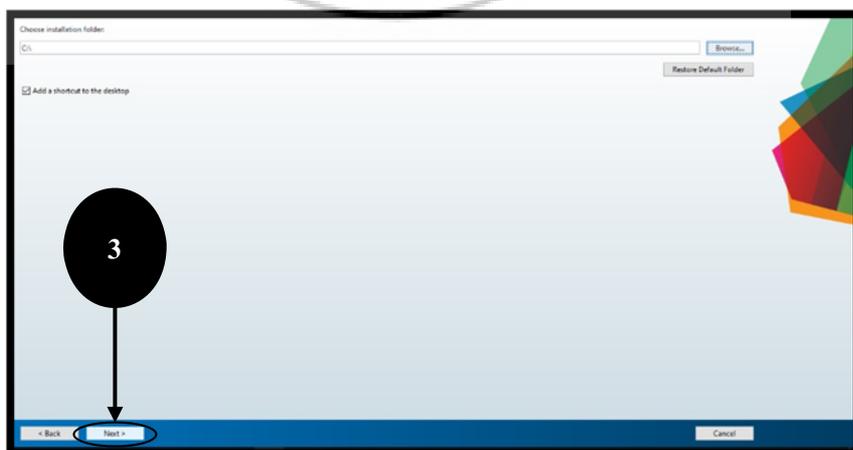
1.1 ดับเบิลคลิก ที่ไฟล์ Setup ของโปรแกรม



1.2 คลิกปุ่ม Next



1.3 คลิกปุ่ม Next



1.4 คลิกปุ่ม Next



1.5 คลิกปุ่ม Install (แล้วรอสักครู่)



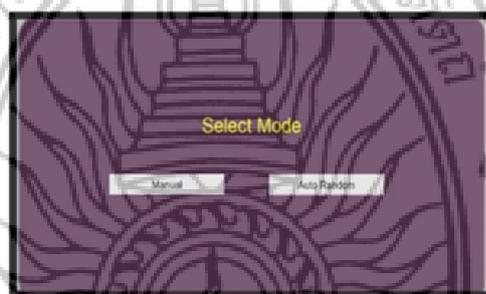
1.6 คลิกปุ่ม Finish (ติดตั้งเสร็จ)



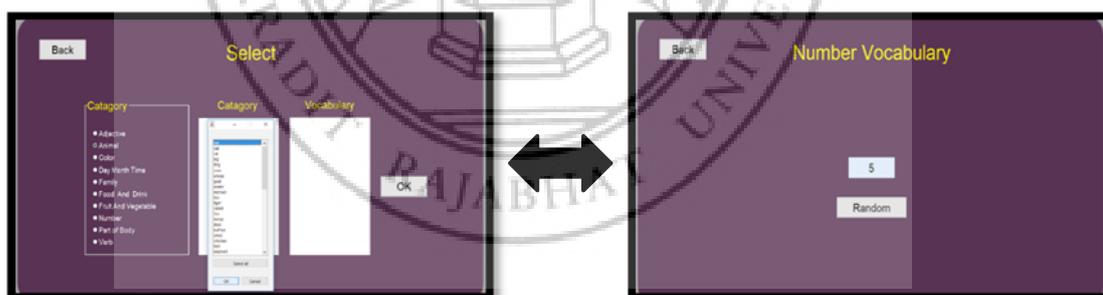
2. ขั้นตอนการใช้งานเครื่องทบทวนคำศัพท์ภาษาอังกฤษพื้นฐานด้วยอักษรเบรลล์



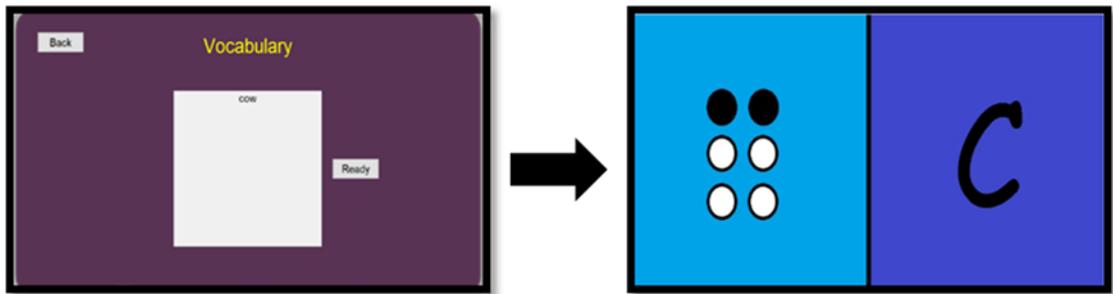
ภาพที่ ก.1 แสดงภาพการนำสายเครื่องเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์



ภาพที่ ก.2 แสดงภาพการกดปุ่ม Start เพื่อทำการเลือกโหมด Manual และ Auto Random



ภาพที่ ก.3 แสดงภาพด้านซ้ายเป็นการเลือกคำศัพท์แบบผู้ใช้เลือกคำศัพท์เองภาพด้านขวาเป็นการเลือกคำศัพท์แบบสุ่มอัตโนมัติ



ภาพที่ ก.4 แสดงภาพด้านซ้ายจะเป็นการแสดงคำศัพท์ที่เลือกไว้ภาพด้านขวาเป็นการแสดงตัวอักษรพร้อมที่จะทำการทบทวนคำศัพท์

