รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านดัดแปลงเพื่อช่วยนักเรียนผู้พิการทางสายตาในการการเรียนรู้และทำการบ้านด้วยตนเอง

Modified Desktop All-In-One Braille Printer for Blind Students' Self-Study and Assessment at Home

นางสาวเมทินี จรรยาสุภาพ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากทุนวิจัยบูรณาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านดัดแปลงเพื่อช่วยนักเรียนผู้พิการทางสายตาในการการเรียนรู้และทำการบ้านด้วยตนเอง

Modified Desktop All-In-One Braille Printer for Blind Students' Self-Study and Assessment at Home

นางสาวเมทินี จรรยาสุภาพ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากทุนวิจัยบูรณาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญ I

สารบัญตาราง III

สารบัญภาพ IV

บทคัดย่อภาษาไทย 1

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ 2

กิตติกรรมประกาศ 3

บทที่ 1 บทนำ 4

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 4

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 5

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 5

1.5 สมมุติฐานงานวิจัย 6

1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย 6

1.7 คำสำคัญของการวิจัย 7

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ 7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12

3.1 การศึกษาวิธีการสแกนและแปลงจากการเจาะอักษรเบลล์ 12

3.2 การออกแบบโปรแกรมการแปลง 14

บทที่ 4 ผลการวิจัย 21

4.1 การออกแบบ Android application สำหรับแปลงภาพอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษบนมือถือ 21

4.2 การออกแบบ MATLAB และ python สำหรับแปลงภาพอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษในคอมพิวเตอร์ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 31

5.1 สรุปผลการวิจัย 31

5.2 ข้อเสนอแนะ 31

บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย 32

ภาคผนวก 38

1. Dataset ที่ใช้ในการทดสอบ 39
2. Source code of Braille Translator (Matlab) 46
3. Source code of Braille Translator (Python) 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แสดงความสัมพันธ์ของพยัญชนะภาษาอังกฤษและอักษรเบลล์พร้อมทั้งรหัสในการแปลแบบ UEB 15
3.2 แสดงเครื่องหมายของอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษ 16
3.3 แสดงตัวเลขอาราบิกในอักษรเบลล์ 16
3.4 แสดงคำย่อพยัญชนะจากอักษรเบลล์ระดับ 2 จากอักษรแรกในคำระดับ 1 17
3.5 แสดงถึงการแปลงอักษรเบลล์ในพยัญชนะภาษาไทย 18
3.6 แสดงสระ วรรณยุกต์และเครื่องหมายในภาษาไทยสำหรับการแปลงอักษรเบลล์ 18
3.7 แสดงเลขไทยสำหรับการแปลงอักษรเบลล์ 19
3.8 แสดงข้อดี-ข้อเสียของแนวคิดกระบวนการสร้างโปรแกรมการแปลงในแนวทางต่างๆระหว่าง Android Studio, MATLAB, และ python 19
4.1 แสดงการแปลงอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษในคำและประโยคการทดสอบ 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

1.1 แสดงการออกแบบลักษณะการทำงานของชุดเครื่องพิมพ์ดัดแปลง 6
2.1 แผนภาพแสดงแนวคิดในการใช้ชุดเครื่องพิมพ์ดัดแปลงทำการบ้านด้วยตนเอง 9
2.2 แผนผังประเภทเครื่องพิมพ์ Inkjet ในตลาดการค้าจำแนกตามเทคโนโลยีที่ใช้พ่นหมึก 10
3.1 ระยะการเจาะในหนึ่ง Braille Slate ของกระดาษ A4 12
3.2 มาตรฐานขนาดและระยะห่างของอักษรเบลล์ 13
3.3 แสดงแผนผังตำแหน่งของแป้นตัวเลขที่มีขีดนูนตรงตำแหน่งตัวเลข 5 (ซ้าย) และตำแหน่งของตัวเลขอื่นๆที่อยู่รอบๆตัวเลข 5 อันจะใช้เป็นการกดคำสั่งของโปรแกรมโดยผู้พิการทางสายตาได้ 15
3.4 แสดงแผนผังตำแหน่งของแป้นตัวเลขที่มีขีดนูนตรงตำแหน่งตัวเลข 5 (ซ้าย) และตำแหน่งของตัวเลขอื่นๆที่อยู่รอบๆตัวเลข 5 อันจะใช้เป็นการกดคำสั่งของโปรแกรมโดยผู้พิการทางสายตาได้ 19
4.1 แสดงการออกแบบและผลการทดสอบของ Android Studio 21
4.2 แสดงการออกแบบและผลการทดสอบของ Android Studio 22
4.3 แสดงโครงสร้างการออกแบบที่รองมือถือในการถ่ายการบ้านเพื่อกำหนดระยะสมดุลของแสง-เงา 23
4.4 ภาพสแกนประโยคภาษาอังกฤษที่เจาะบน Braille Slate ลงในกระดาษ A4สีขาวซ้อนกันสองแผ่น 24
4.5 แสดงการออกแบบโปรแกรมด้วย MATLAB ในการทดสอบการแปลงอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษ 24
4.6 แสดงการออกแบบโปรแกรมด้วย MATLAB ในการทดสอบการแปลงอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษพร้อมไฟล์เสียงอ่าน 25
4.7(A-C) แสดงการติดตั้งโปรแกรม Braille Translator ที่ออกแบบขึ้นด้วยภาษา python โดยรองรับระบบปฏิบัติการ Windows 10 ทั้ง 32 และ 64 bits 26
4.8 แสดงภาพโปรแกรมการใช้งาน Main page 27
4.9 แสดงภาพโปรแกรมการใช้งาน (A) อักษรเบลล์แปลงเป็นภาษาอังกฤษ และ (B) ภาษาอังกฤษเป็นอักษรเบลล์ โดยสามารถใช้ปุ่มคำสั่งแป้นพิมพ์ 2 และ 3 ตามลำดับได้ หลังจากนั้นผู้ใช้จะกด 6 7 8 และมีเสียงพูดทุกครั้งที่แสดงคำสั่ง 27
4.10 แสดงรูปอักษรเบลล์ที่ใช้ในการแปลงไฟล์เป็นภาษาอังกฤษและเสียงอ่าน 28
4.11 การทดสอบความแม่นยำในการแปลงด้วย softmax regression 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ชุดเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านดัดแปลงเพื่อช่วยนักเรียนผู้พิการทางสายตาในการการเรียนรู้และทำการบ้านด้วยตนเอง

แหล่งเงิน ทุนวิจัยบูรณาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561

จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 885,800 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี 6 เดือน ตั้งแต่ 1 ต.ค.2561 ถึง 31 มี.ค.62

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ นางสาวเมทินี จรรยาสุภาพ คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 ระยะในการพัฒนาคือการพัฒนาซอฟแวร์เพื่อการแปลงอักษรภาษาและการพัฒนาฮาร์ดแวร์เพื่อการดัดแปลงเครื่องพิมพ์และปรับปรุงสูตรน้ำหมึก โดยในระยะนี้เป็นระยะที่ 1 มุ่งเน้นไปที่การออกแบบโปรแกรมซอฟแวร์ในการแปลงอักษรเบลล์จากการเจาะกระดาษให้สามารถเป็นอักษรภาษาอังกฤษและภาษาไทยเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยเหลือนักเรียนบกพร่องทางสายตาในการทำการบ้านและศึกษาเรียนรู้หนังสือได้ด้วยตนเอง ในการศึกษาประกอบไปด้วยการพัฒนาหลักๆ 3 ส่วนคือ (1) การออกแบบแอพพลิเคชั่นบนมือถือชื่อว่า B-Eyes ในการใช้มือถือถ่ายภาพเอกสารการบ้านเพื่อแปลงเป็นเสียงพูดภาษาอังกฤษและอักษรเบลล์เพื่อส่งต่อให้เครื่องพิมพ์นูนหรือเครื่องพิมพ์ดัดแปลงในระยะที่ 2, (2) การพัฒนาโปรแกรมการแปลงอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษด้วยโปรแกรม MATLAB และ (3) การพัฒนาโปรแกรมการแปลงอักษรเบลล์เป็นอักษรภาษาอังกฤษและภาษาไทยด้วยภาษา python โดยผลการทดสอบของการแปลงภาษาที่ดีที่สุดในส่วนที่ (3) สามารถแปลงอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษในระดับเบลล์ เกรด 2 ได้ด้วยความประสิทธิภาพความแม่นยำถึงร้อยละ 90 ในรูปแบบ word document และไฟล์เสียงอ่าน และสามารถแปลงอักษรเบลล์เป็นภาษาไทยได้ในระดับเบลล์เกรด 1 ได้ด้วยความประสิทธิภาพความแม่นยำถึงร้อยละ 65 ในรูปแบบ word document และไฟล์เสียงเช่นกัน ในระยะต่อไปจะพัฒนาให้สามารถสร้างปุ่มคำสั่งโดยไม่มองและเอื้ออำนวยให้ผู้ใช้งานที่ตาบอดสนิทใช้การได้ด้วยตนเองพร้อมทั้งทดสอบกับเครื่องพิมพ์ดัดแปลงที่ปรับเปลี่ยนสูตรน้ำหมึกเพื่อการพิมพ์อักษรเบลล์ต่อไป

คำสำคัญ : การแปลงอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษ , การแปลงอักษรเบลล์ในภาษาไทย, ชุดเครื่องพิมพ์อักษรเบลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Modified Desktop All-In-One Braille Printer for Blind Students' Self-Study and Assessment at Home

Researcher: Ms. Metini Janyasupab

Faculty: Engineering **Department:** Electronics Engineering

ABSTRACT

This research study aims to develop a modified inkjet printer for printing and scanning Braille, particularly to assist blind students as a supporting tool for their self-study and homework assessment. There are two development phases: (1) software design and (2) hardware and chemical ink modification. In this phase (1), we investigated three approaches of translation by (1) designing mobile Android application, namely, B-Eyes, (2) developing a MATLAB based program for English-Braille translation, and (3) developing a python-based English/Thai – Braille translation program. Among these three methods, the last approach exhibited the optimal results of translation between English and Braille grade 2 as well as Thai and Braille grade 1 with the efficiency of 90 % and 65 %, respectively. Further enhancement has been strategically planned to improve user command and friendly interface for a completely blind individual to operate the program in Phase 2 development of integrated hardware and ink modification in the future.

Keywords : English-Braille Translation, Thai-Braille Translation , Modified Inkjet Printer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาและออกแบบชุดเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านดัดแปลงเพื่อช่วยนักเรียนผู้พิการทางสายตาในการการเรียนรู้และทำการบ้านด้วยตนเอง ซึ่งได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากทุนวิจัยบูรณาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2561 นอกจากนี้ทางโครงการยังได้ร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญด้านอักษรเบลล์และผู้พิการทางสายตาที่ใช้อักษรเบลล์จากหน่วยงานดังต่อไปนี้

(1) อาจารย์ธนาพันธ์ เค้าสิม โรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ

(2) นายไปรเวท สทานสัตย์ สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย และ

(3) นางสาวนันทนุช สุวรรนาวุธ กลุ่มส่งเสริมการจัดการศึกษาในสถานศึกษาเฉพาะความพิการ สำนักงานบริหารงานการศึกษาพิเศษ กระทรวงศึกษาธิการ

ในการนี้ทางคณะวิจัยขอขอบพระคุณอย่างยิ่งในความช่วยเหลือและรับความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องตลอดจนข้อแนะนำการใช้งานในมุมมองผู้พิการทางสายตาจากที่ปรึกษาโครงการทั้งสามท่านและบุคคลากรตลอดจนนักเรียนของหน่วยงานดังกล่าว และท้ายที่สุดนี้ทางโครงการเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงเทคโนโลยีเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมและหวังอย่างยิ่งในความตั้งใจของคณะวิจัยในการกออกแบบชครื่องพิมพ์อักษรเบลล์เพื่อให้นักเรียนที่มีความบกพร่องทางสายตาได้เข้าถึงทักษะการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองมากที่สุดอันเป็นพื้นฐานต่อยอดต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากรในประเทศไทย

นางสาวเมทินี จรรยาสุภาพ

หัวหน้าโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเข้าถึงเทคโนโลยีและการให้บริการด้านการศึกษาสำหรับเด็กพิการให้สามารถเรียนร่วมกับนักเรียนในโรงเรียนทั่วไปได้นั้นเป็นการเสริมสร้างศักยภาพในการพัฒนาบุคคลอันเป็นทรัพยากรของชาติอย่างยิ่ง แต่ในปัจจุบันยังมีอุปสรรคของการพัฒนาระบบการเรียนการสอนพิเศษอีกมากให้เข้ากับโอกาสการเรียนร่วมกันกับนักเรียนปกติในโรงเรียนทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีที่มีบทบาทช่วยในการเรียนรู้ของนักเรียนผู้พิการทางสายตาที่จำเป็นต้องพึ่งพาการใช้สื่อการเรียนการสอน อาทิเช่น โปรแกรมการอ่านอักษรเสียง แป้นพิมพ์อักษรเบลล์ หรือแม้กระทั่งเครื่องพิมอักษรเบลล์ยังเป็นที่ต้องการของหน่วยงานการศึกษาพิเศษอย่างต่อเนื่อง จะเห็นได้จากข้อมูลบัญชีความต้องการของภาครัฐระหว่าง พ.ศ.2556-2560 ระบุความต้องการเครื่องพิมพ์อักษรเบลล์อย่างน้อย 20 เครื่องต่อปี เฉลี่ยเครื่องละประมาณ 2.5แสนบาท คิดเป็นงบประมาณ 5.3 บาทต่อปี และยังมีความต้องการที่สูงขึ้นในปีงบประมาณที่ผ่านมาที่เพิ่มการสั่งซื้อเครื่องพิมพ์อักษรเบลล์ความเร็วสูงอีก 1 เครื่องเป็นจำนวนเงิน 1.2 ล้านบาท (บัญชีความต้องการสินค้าหรือบริการจากหน่วยงานภาครัฐ พ.ศ. 2556-2560, สำนักงบประมาณ) โดยในปัจจุบันมีเด็กพิการทางสายตาที่อยู่ในระบบการศึกษาเพียง 2,200 คน คิดเป็นร้อยละ 22.92 แบ่งเป็นเด็กพิการทางสายตาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน 1,700 คน การศึกษานอกระบบ 300 คน ระดับอุดมศึกษา 150 คน และอาชีวศึกษาประมาณ 50 คน (สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย, 2548) จากข้อมูลนี้ทำให้เห็นชัดเจนว่า ยังมีเด็กตาบอดในวัยเรียนอีกเป็นจำนวนมากที่ไม่ได้รับการศึกษาและขาดโอกาสในการพัฒนาศักยภาพของตนเอง อันจะนำไปสู่โอกาสแห่งการดำรงชีวิตได้ทัดเทียมกับบุคคลทั่วไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อันมีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนและมียุทธศาสตร์ของการเป็นองค์กรค์ผู้นำด้านการคิดค้นนวัฒกรรมคืนสู่สังคม ด้วยคณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์เองมีองค์ความรู้และบุคคลากรที่ความเชี่ยวชาญและเล็งเห็นว;ามสำคัญในการสนับสนุนการพัฒนาวิธีการเรียนการสอนโดยเฉพาะให้กับนักเรียนตาบอดเพื่อเพิ่มโอกาสการศึกษาและการประกอบอาชีพยกระดับคุณภาพการศึกษาและสังคมให้ดียิ่งขึ้น จึงมีแนวทางในการร่วมมือวิจัยคิดค้นวิธีการดัดแปลงเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านอักษรเบลล์ในราคาไม่สูง ไม่เกิน 15,000 บาท เพื่อให้โรงเรียนการศึกษาพิเศษหรือโรงเรียนทั่วประเทศที่ต้องการรับนักศึกษาตาบอดเข้าเรียนสามารถให้ประโยชน์ในการสื่อสารจากการอ่าน/แปลอักษรเบลล์ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบ้านของนักเรียนได้ ในนวัตกรรมชิ้นนี้จะช่วยให้นักเรียนตาบอดสามารถทำการบ้านได้ด้วยตนเอง ไม่จำเป็นต้องอาศัยคนอ่านหรือช่วยเขียน สร้างความภาคภูมิใจและการฝึกฝนทักษะการพึ่งพาตนเองได้ และส่งผลในการสร้างทรัพยากรบุคคลอันเป็นกำลังหลักของชาติ ที่สำคัญที่สุดยังเป็นแนวทางสำคัญในการช่วยขับเคลื่อนการปฏิรูปศึกษาเพื่อเสริมสร้างศักยภาพในพัฒนาทุนมนุษย์ตาม (ร่าง) ยุทธศาสตร์ของแผนพัฒนาเศรษฐฉบับที่ ๑๒ และนโยบายของกระทรวงศึกษาที่สนับสนุนให้มีการเพิ่มโอกาสให้คนพิการได้รับบริการทางการศึกษาคิดมากขึ้น เป็น 8.58% ของค่าใช้จ่ายในการสนับสนุนโครงการ (การประชุมคณะกรรมการส่งเสริมการจัดการศึกษาสำหรับคนพิการ ครั้งที่ 2/2558 วันที่ 17 สิงหาคม 2558 ณ ห้องประชุมราชวัลลภ ชั้น 2 กระทรวงศึกษาธิการ) โดยหวังว่าวิธีการดัดแปลงเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านจะลดค่าใช้จ่ายของทางภาครัฐและเพิ่มศักยภาพในการเข้าถึงบริการทางการศึกษาของผู้พิการทางสายตาได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างระบบการศึกษาการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้พิการทางสายตา อันก่อให้เกิดการพึ่งพาตนเอง สร้างความภาคภูมิใจและใช้ทักษะการเรียนรู้ที่มีในตนเองได้อย่างเต็มที่โดยพัฒนาโอกาสทางการศึกษาและระบบการเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การออกแบบและดัดแปลงเครื่องพิมพ์ All-in-one สำหรับการพิมพ์และการอ่านอักษรเบลล์

1.3.2 การผนวกการใช้โปรแกรมการแปลงระหว่างอักษรภาษาไทย/ภาษาอังกฤษกับอักษรเบลล์

1.3.3 การคิดค้นสูตรน้ำหมึกที่มีราคาไม่แพงและเผยแพร่เพื่อสร้างรายได้ให้กับคนพิการที่ต้องการทำงานหรือกิจกรรมจิตอาสาของมูลนิธิคนตาบอด

1.3.4 การทดลองให้บริการเพื่อช่วยให้นักเรียนผู้พิการทางสายตาที่เรียนร่วมกับนักเรียนคนอื่นในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ออกแบบโปรแกรมที่เป็น open source เพื่อให้ทุกคนเข้าถึงและพัฒนาได้ทั้งภาษาอังกฤษและไทยในการแปลงอักษรเบลล์เพื่อใช้สำหรับเครื่องพิมพ์ All-in-One ตามรูปที่ 1.1

1.4.2 ทดลองสร้างจาก mobile application และ computer-based program โดยใช้ Android Studio, MATLAB, และ Python ในการเขียนโปรแกรม

1.4.3 ทดสอบระบบการแปลงภาษาจากตัวอย่างแบบเรียน/การบ้านและปรับปรุงแก้ไขการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 นำไปทดสอบการใช้กับผู้เชี่ยวชาญและแก้ไขตามคำแนะนำ

1.4.5 ทดสอบการดัดแปลงเครื่องพิมพ์และแก้ไขน้ำหมึกในเบื้องต้น เพื่อพัฒนาต่อไปในระยะที่ 2

1.5 สมมุติฐานงานวิจัย

การสร้างระบบเครื่องพิมพ์การดัดแปลง All-in-one ให้สามารถพิมพ์และอ่านภาพอักษรเบลล์ ผนวกกับการใช้โปรแกรมการแปลอักษรเบลล์กับอักษรทั่วไป (ตัวเลข ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ) จะช่วยให้นักเรียนผู้พิการทางสายตาสามารถทำการบ้าน อ่านหนังสือได้เองและเพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้ร่วมกับนักเรียนคนอื่นๆในโรงเรียนทั่วไปได้อย่างประสิทธิภาพและยั่งยืน

1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

โครงการนี้วางแผนการพัฒนาสองระยะ โดยในระยะที่ 1 จะออกแบบการพัฒนาซอฟแวร์ที่ใช้ในการแปลงอักษรเบลล์ให้เป็นภาษาอังกฤษ และการแปลงกลับอักษรภาษาอังกฤษให้เป็นอักษรเบลล์ในระดับเกรด 2 นอกจากนี้จะทดลองการแปลงอักษรภาษาไทยและอักษรเบลล์เกรด 1 และเปิดใช้ให้เป็น open source สำหรับผู้สนใจใช้โปรแกรม ทั้งนี้การพัฒนาดัดแปลงเครื่องพิมพ์และระบบฮาร์ดแวร์และการปรับเปลี่ยนสูตรน้ำหมึกจะมุ่งเน้นในระยะที่ 2 เมื่อดำเนินการแล้วเสร็จชุดเครื่องพิมพ์ All-in-One จะสามารถอ่านอักษรเบลล์และพิมพ์นูนได้ตามแบบรูปที่ 1.1 แสดงรูปต้นแบบที่คาดหวังในการวิจัยของโครงการ

รูปที่ 1.1 แสดงการออกแบบลักษณะการทำงานของชุดเครื่องพิมพ์ดัดแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 คำสำคัญของการวิจัย

การสร้างเทคโนโลยีด้านการศึกษาและพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของรผู้บกพร่องทางสายตาตั้งแต่วัยเด็กจะช่วยสนับสนุนคุณภาพชีวิตอย่างชัดเจนและเพิ่มโอกาสในการเลือกประกอบอาชีพของพวกเขาได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถฝึกฝนและทำให้เขารู้สึกถึงความเท่าเทียมในการเข้าถึงเครื่องมือที่ช่วยเขาพัฒนาศักยภาพในตนเอง มีความมั่นใจในการใช้ชีวิตรวมไปถึงในบริบททางสังคมที่สามารถลดการพึ่งพาและการช่วยเหลือในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 นักเรียนผู้พิการทางสายตาสามารถฝึกฝนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากการทำการบ้านหรืออ่านหนังสือเองโดยปราศจากการพึ่งพาบุคคลอื่น

1.8.2 สร้างวิธีการเรียนการสอนให้กับเด็กพิการทางสายตาให้สามารถเข้าเรียนในโรงเรียนทั่วไปได้ อันเพิ่มโอกาสทางการศึกษาและการประกอบอาชีพ

1.8.3 ลดการนำเข้าของการพึ่งพาเทคโนโลยีการพิมพ์อักษรเบลล์จากต่างประเทศ

1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ

อักษรเบลล์ เกรด 1 คืออักษรเบลล์ที่ถูกบัญญัติในแปรตรงตัวกับภาษาแบบตัวต่อตัว

อักษรเบลล์ เกรด 2 คืออักษรเบลล์ที่มีรูปการย่อคำซึ่งปรากฏในประโยคที่มีแบบแผนเฉพาะ ทำให้ลดการเขียนอักษรเบลล์ที่ยาวในระดับเกรด 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

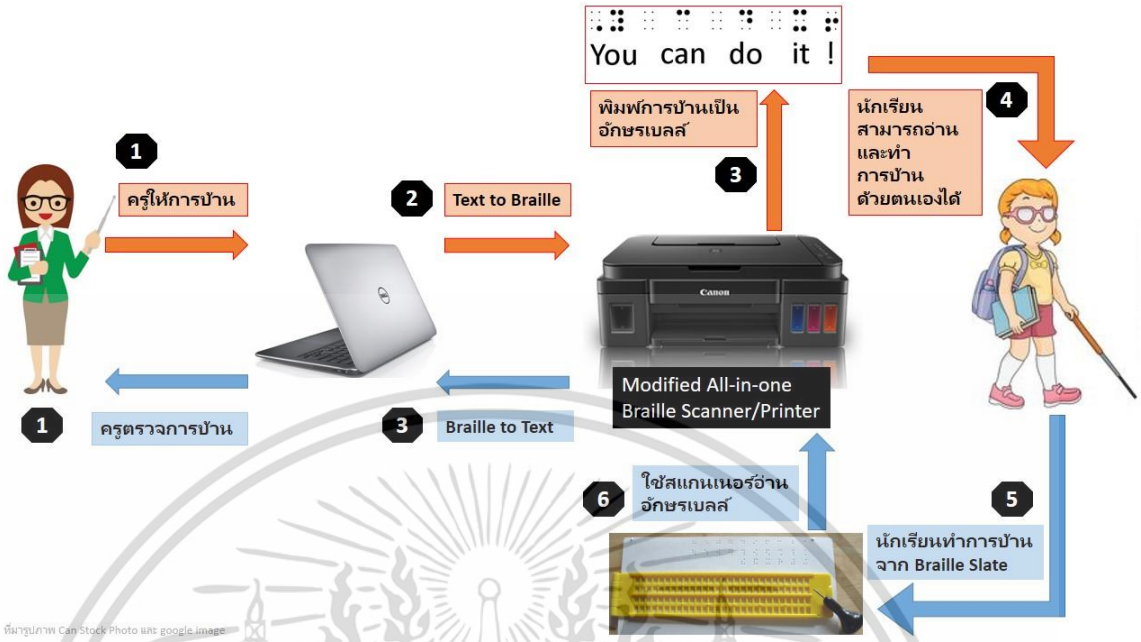
บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการทบทวนวรรณกรรม

2.1 แนวคิด ทฤษฎีหลักตามประเด็นให้ครอบคลุมเรื่องที่วิจัย

การเรียนรู้ในช่วงวัยประถมและมัธยมศึกษาเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการสร้างประชากรที่มีคุณภาพต่อประเทศไทยและยังเป็นช่วงวัยที่มีโอกาสพัฒนาศักยภาพในการศึกษาและทักษะในการประกอบอาชีพในอนาคตได้มากที่สุด แต่ทว่าความบกพร่องหรือความพิการทางสายตาในกลุ่มนักเรียนตาบอดระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาได้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ในห้องเรียนในโรงเรียนทั่วไป จึงทำให้นักเรียนเหล่านี้เผชิญความท้าทายในการปรับตัวเมื่อเรียนร่วมกับนักเรียนในโรงเรียนปกติและไม่อาจสื่อสารทำการบ้านได้ด้วยตนเอง จะเห็นได้ว่านักเรียนกลุ่มดังกล่าวต้องพึ่งพาคนตาดีเพื่อช่วยทั้งการอ่านโจทย์การบ้านและเขียนคำตอบลงในสมุดหรือกระดาษ และที่สำคัญอย่างยิ่งเวลาทำข้อสอบ คุณครูผู้สอนต้องแยกห้องเพื่ออ่านข้อสอบเป็นการสอบโดยใช้ปากเปล่า ทำให้เกิดช่องว่างด้านการสื่อสารอันมีผลกระทบต่อกระบวนการเรียนรู้และศึกษาในห้องเรียน

อนึ่งทักษะการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ในคนหนึ่งในด้านภาษาจะครอบคลุมถึงการใช้ทักษะด้านการฟัง พูด อ่าน เขียน แต่หากการเรียนรู้ของนักเรียนผู้พิการทางสายตาจำเป็นต้องพึ่งพาบุคคลอื่นในการอ่านและเขียนทำให้เกิดข้อจำกัดในการฝึกฝนด้านการอ่านและการค้นคว้าของตนเอง เพราะต้องรอบุคคลอื่นและยังปิดกั้นโอกาสในการพัฒนาการเรียนรู้ทางด้านภาษาในการสอบวัดระดับความรู้มาตรฐาน เช่น TOEFL TOEIC IELT เพื่อใช้ต่อยอดในการประกอบอาชีพและศึกษาระดับปริญญาตรีอีกด้วย ทางคณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นการสร้างเทคโนโลยีเพื่อฝึกฝนทักษะการอ่าน-เขียนได้ด้วยตนเองของนักเรียนผู้พิการทางสายตาเพื่อช่วยสนับสนุนการพึ่งพาตนเองให้มากที่สุด และฝึกฝนทักษะการเรียนรู้ของตนเองอันเป็นการปูพื้นฐานการเรียนรู้ตลอดชีวิตและเสริมสร้างการปรับตัวของนักเรียนกลุ่มนี้ให้ใช้ชีวิตได้อย่างเป็นสุขในสังคม ดังนั้นการดัดแปลงชุดเครื่องพิมพ์ที่ทางโครงการกำลังศึกษามีแนวทางครอบคลุมการสร้างทั้งซอฟแวร์ที่สามารถแปลงอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษ และศึกษาการแปลงภาษาไทยเพื่อให้ครอบคลุมการเรียนรู้วิชาที่เกี่ยวข้องที่ใช้ภาษาดังกล่าวและการอ่าน/เขียนเป็นหลัก นอกจากนี้ลิขสิทธิ์ของการใช้โปรแกรมดังกล่าวจะเป็น open-source สามารถนำไปใช้งานหรือพัฒนาต่อยอดเพื่อสังคมได้ แต่ไม่อนุญาตในการใช้หรือพัฒนาเพื่อการพาณิชย์ใดๆ โดยในระยะที่สองของการวิจัยจะดัดแปลงสูตรน้ำหมึกและเครื่องพิมพ์ Inkjet ที่มีราคาไม่สูงมาก (ไม่เกิน 10,000 บาท) เพื่อใช้ในการศึกษาระบบการทำการบ้านและเรียนรู้ของนักศึกษาและยังเป็นประโยชน์กับคุณครูผู้สอนที่ไม่ได้มีทักษะด้านการใช้อักษรเบลล์ให้สามารถสื่อสารและตรวจการบ้านเพื่อวัดทักษะและฝึกฝนนักเรียนเหล่านี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



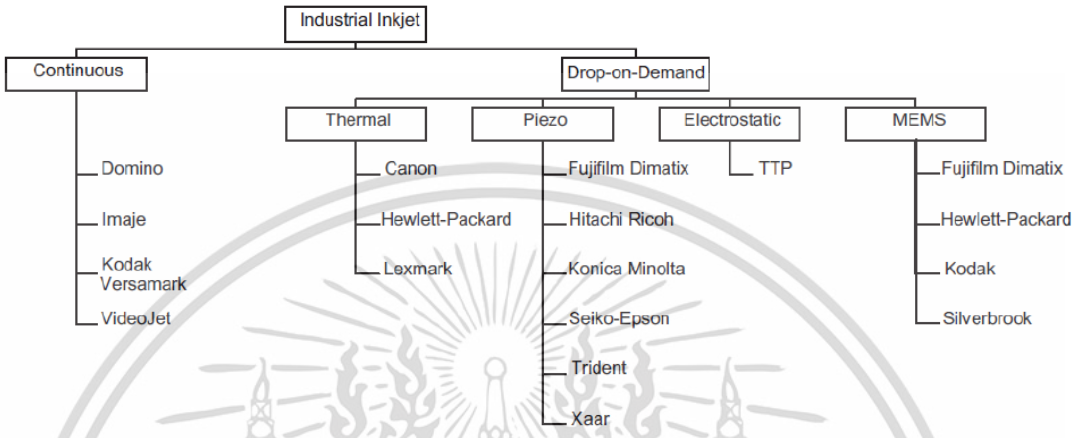
รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงแนวคิดในการใช้ชุดเครื่องพิมพ์ดัดแปลงทำการบ้านด้วยตนเอง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการทบทวนวรรณกรรม

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการพิมพ์แบบ Ink-jet เป็นที่แพร่หลายทั่วไปในท้องตลาดและมีราคาไม่แพงมาก All-in-one printer เป็นระบบที่ประกอบไปด้วยเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านภาพส่งผ่านไปยังคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถควบคุมการสั่งพิมพ์ได้จากหลากหลายโปรแกรม โดยหากทางคุณครูผู้สอนมีการใช้ไฟล์ word ในการเตรียมการบ้านแล้วนั้นสามารถแปลงไฟล์อักษรทั่วไปให้เป็นอักษรเบลล์ได้ตามรูป Figure 1 ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถสื่อสารและอ่านได้เองจากอักษรเบลล์ด้วยเครื่องพิมพ์ดัดแปลงที่ต้องการศึกษาและออกแบบขึ้น โดยยึดหลักการที่ง่าย สะดวก และลงทุนต่ำ น้ำหมึกจากเครื่องพิมพ์จะถูกดัดแปลงจากสูตรองค์ประกอบทางเคมีที่ปรับปรุงอัตราส่วนของตัวเชื่อมต่อ (Binder) ตัวทำละลาย (Solvent) และสารที่ควบคุมแรงตึงผิว (Emulsion) ให้สามารถพิมพ์อักษรนูนได้ [1, 2] ซึ่งสารดังกล่าวสามารถสังเคราะห์ขึ้นจากสูตรสารละลายในน้ำ และสูตรตัวทำละลายในสารอินทรีย์เคมี [3-5] ซึ่งโดยทั่วไปจะเติมพอลิเมอร์จำพวก Embossing power ในการเกาะติดและทำให้พื้นผิวนูนและเร่งอัตราการระเหยของสารทำละลายด้วยความร้อนหรือแสงยูวี [6, 7] ดังนั้นการออกแบบดัดแปลงหัวอ่านที่มีความหลายหลายในกลไกการควบคุม ตัวอย่างเช่น การความคุมด้วยความร้อน (เครื่องพิมพ์หัวจาก Canon, HP และ Lexmark) หรือเครื่องพิมพ์จากเซนเซอร์ piezoelectric ดังการแสดงตัวอย่างประเภทหัวฉีดในรูป Figure 2 มีความสำคัญต่อค่าการดัดแปลงสูตรน้ำหมึกและการพิมพ์นูนที่มีประสิทธิภาพ เมื่อขั้นตอนการดัดแปลงอุปกรณ์หัวอ่านจากการกำหนดค่าสัญญาณการพิมพ์และการปรับสูตรน้ำหมึกสำเร็จจะทำให้สามารถพิมพ์การบ้านจากอักษรภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษเป็นอักษรเบลล์ได้และนักเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถให้ Braille Slate เครื่องเจาะบันทึกอักษรเบลล์ในการทำการบ้านส่งคุณครู เมื่อคุณครูต้องการตรวจก็สามารถสแกนการบ้านอักษรเบลล์และแปลงเป็นอักษรภาษาไทยหรือให้เครื่องคอมพิวเตอร์อ่านเป็นออกเสียง สร้างระบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นให้เด็กผู้พิการทางสายตาได้



รูปที่ 2.2 แผนผังประเภทเครื่องพิมพ์ Inkjet ในตลาดการค้าจำแนกตามเทคโนโลยีที่ใช้พ่นหมึก

เอกสารอ้างอิง

1. Hudd, A., Inkjet Printing Technologies, in The Chemistry of Inkjet Inks. 2009, WORLD SCIENTIFIC. p. 3-18.
2. Magdassi, S., Ink Requirements and Formulations Guidelines, in The Chemistry of Inkjet Inks. 2009, WORLD SCIENTIFIC. p. 19-41.
3. Example Inkjet Ink Formulations from Patent Literature, in Microdrop Generation. 2002, CRC Press.
4. Frenkel, M., Tailoring Substrates for Inkjet Printing, in The Chemistry of Inkjet Inks. 2009, WORLD SCIENTIFIC. p. 73-97.
5. Perelaer, J. and U.S. Schubert, 8.07 - Ink-Jet Printing of Functional Polymers for Advanced Applications A2 - Matyjaszewski, Krzysztof, in Polymer Science: A Comprehensive Reference, M. Möller, Editor. 2012, Elsevier: Amsterdam. p. 147-175.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

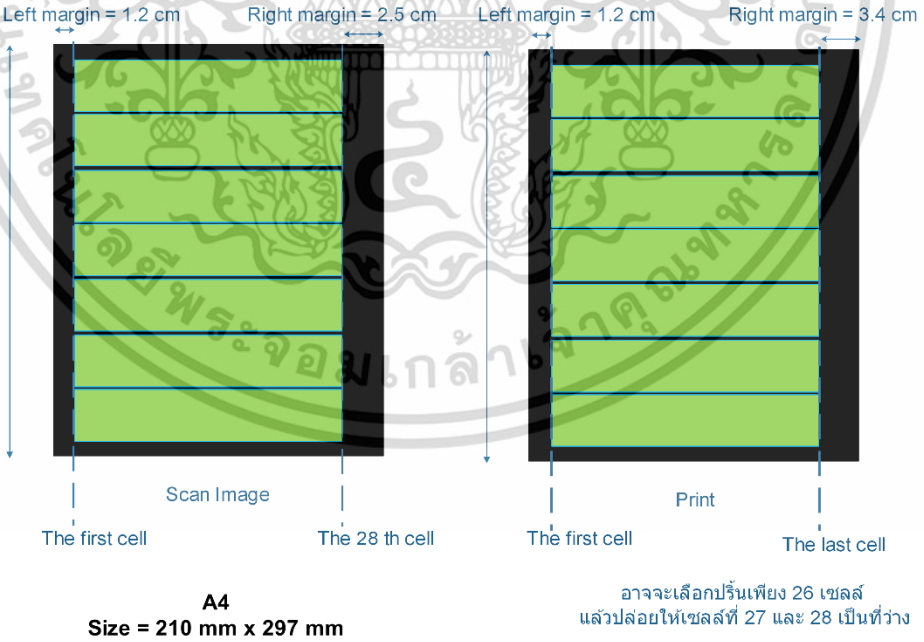
6. Hentzschel, T.W. and P. Blenkhorn, An optical reading system for embossed braille characters using a twin shadows approach. Journal of Microcomputer Applications, 1995. 18(4): p. 341-354.
7. Edison, S.E., Formulating UV Curable Inkjet Inks, in The Chemistry of Inkjet Inks. 2009, WORLD SCIENTIFIC. p. 161-176.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

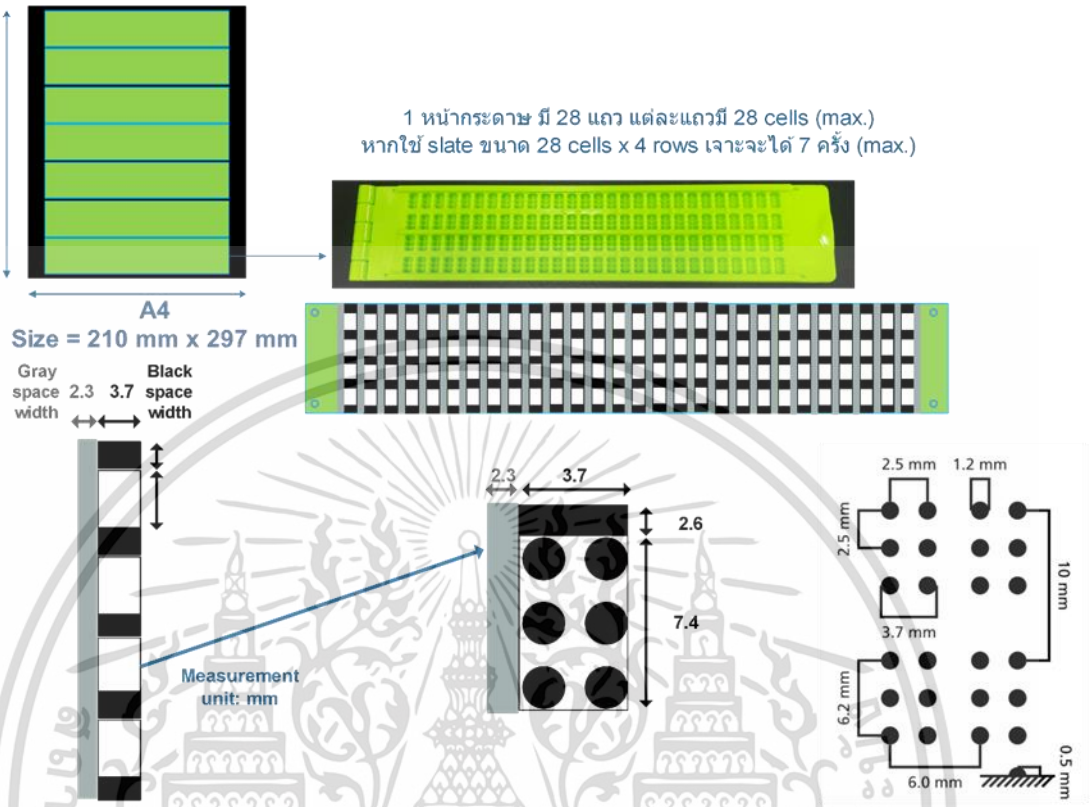
3.1 การศึกษาวิธีการสแกนและแปลงจากการเจาะอักษรเบลล์

แผ่นพลาสติกที่มีแป้นเจาะอักษรเบลล์ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Braille Slate มีสองขนาดมาตรฐานคือ (1) 30 ช่อง x 27 แถว และ (2) 28 ช่อง x 4 แถว ซึ่งในแบบหลังจะเป็นที่นิยมสำหรับนักเรียนเพราะมีขนาดกะทัดรัดซึ่งสะดวกในการพกพา การเจาะจะเริ่มจากการสอดกระดาษเข้าไปใน Braille Slate และปิดล็อคเพื่อกดกระดาษให้อยู่กับที่ หลังจากนั้นจึงใช้ปากกาเบลล์ (มีลักษณะคล้ายเข็มขนาดใหญ่) เจาะเป็นรูในช่องหนึ่งๆแทนสัญลักษณ์การใช้อักษรหรือสระในภาษานั้นๆ และในแต่ละบรรทัดจะสามารถเจาะอักษรเบลล์ได้มากที่สุด 28 ตัวโดยมีที่ว่างเว้นข้างด้านซ้ายของหน้ากระดาษ A4 ประมาณ 1.2 เซนติเมตร และด้านขวาประมาณ 2.5 เซนติเมตร ซึ่งจะเป็นขนาดทางกายภาพในการสแกนกระดาษเข้าไปยังโปรแกรม และสามารถเจาะอักษรเบลล์ได้สูงสุด 7 ครั้ง รวมจำนวนช่องที่มากที่สุดที่จะเจาะได้ใน 1 หน้ากระดาษ A4 คือ 784 ตัวอักษรเบลล์ดังรูปที่ 3.1 (ซ้าย) นอกจากนี้ในการพิมพ์อักษรเบลล์จากเครื่องพิมพ์ดัดแปลงที่ออกแบบไว้จะปรับเปลี่ยนขนาดช่องเว้นด้านขวา (right margin) เป็น 3.4 เซนติเมตร สำหรับการออกแบบหลอดอบน้ำหมึก LED curing หากต้องการติดกับตัวหัวฉีดของเครื่องในภายหลัง ดังนั้น output ของการแปลงไฟล์อักษรเบลล์ในโปรแกรมนี้จึงเว้นช่องที่ 27 และ 28 ให้เป็นช่องว่าง และจะพิมพ์อักษรเบลล์สูงสุดได้ 26 ตัวอักษรในหนึ่งแถว



รูปที่ 3.1 ระยะการเจาะในหนึ่ง Braille Slate ของกระดาษ A4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 มาตรฐานขนาดและระยะห่างของอักษรเบลล์

นอกจากนี้รายละเอียดขนาดของหนึ่งช่องหรือหนึ่งตัวอักษรเบลล์ได้ถูกกำหนดมาตรฐานไว้ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ขนาดของเซลล์ 1 ช่องมีขนาดความกว้างประมาณ 3.7 มิลลิเมตรและความยาวประมาณ 7.4 มิลลิเมตร
2. ระยะห่างระหว่างแถว (row) มีขนาดช่องว่างประมาณ 2.6 มิลลิเมตรและระยะห่างระหว่างช่อง (ตัวอักษร) แนวตั้ง (column) ประมาณ 2.3 มิลลิเมตร
3. ในแต่ละช่องจะมีทั้งหมด 6 รูที่เจาะได้ซึ่งมีการจัดเรียงเป็นแบบ 3 rows 2 columns ซึ่งแต่ละรูมีขนาดประมาณ 1.2 มิลลิเมตร และมีระยะห่างระหว่างรูประมาณ 2.5 มิลลิเมตร
4. รูที่ตำแหน่งที่ 1 ของแถวที่ 1 และแถวที่ 2 มีระยะห่างกันประมาณ 10 มิลลิเมตร
5. ความลึกหรือความนูนที่จะให้สัมผัสการอ่านได้ประมาณ 0.5 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบโปรแกรมการแปลง

เนื่องจากการแปลงอักษรเบลล์ให้เป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษนั้นมีรายละเอียดความแตกต่างกัน แต่มีปัจจัยการรับข้อมูลจากภาพในเชิงเทคนิคที่คล้ายคลึงกัน จึงออกแบบกระบวนการรับข้อมูลภาพและการแปลงดังต่อไปนี้

3.2.1 กำหนดความละเอียดของภาพในการแปลงของโปรแกรม (Define resolution)

3.2.2 ทดสอบการสแกนจากเครื่องพิมพ์ในแบรนด์ต่างๆ เพื่อนำมาทำการปรับขนาดภาพ เงา และพื้นหลัง (Auto input adjustment)

3.2.3 สร้างฟังก์ชั่นตรวจสอบจุด (อักษรเบลล์) เพื่อเริ่มกระบวนการแปลง

3.2.4 กำหนดรหัสการแปลงและเชื่อมโยงกับคลังสมุดที่บรรจุความสัมพันธ์ของภาพอักษรเบลล์กับอักษรภาษาอังกฤษ (หรืออักษรภาษาไทย)

3.2.5 กำหนดกฎการแปลงและตัดคำของอักษรภาษานั้นๆ

3.2.6 กำหนดการตัดคำระหว่างบรรทัดและหน้า

3.2.7 ออกแบบ Graphic User Interface (GUI) และคำสั่งที่สามารถใช้การกดแป้นตัวเลขแทนได้เพื่อการใช้คำสั่งสัมผัสของแป้นคีบอร์ดสำหรับคนตาบอด

3.2.8 ออกแบบและกำหนดเสียงคำสั่งในการเลือกกด

3.2.9 เขียนไฟล์ที่แปลงแล้ว save output ในรูปแบบ word document หรือ ภาพอักษรเบลล์ และ/หรือไฟล์เสียง

นอกจากนี้กระบวนการดังกล่าวจะอ้างอิงกาแปลงจากหนังสือมาตรฐานของอักษรเบลล์จาก The Rules of Unified English Braille (UEB) Second Edition 2013 เรียบเรียงโดย คุณ Christine Simpson ISBN: 978-0-9807064-6-8 http://www.iceb.org/ueb.html

ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษซึ่งมีรายละเอียดโดยสังเขปดังต่อไปนี้

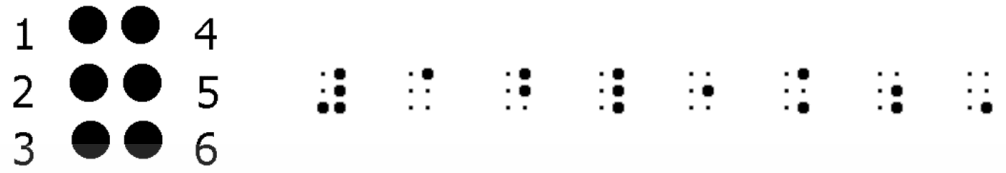
3.2.10 กฎการแปลงอักษรภาษาอังกฤษ

ข้อที่ 1 อักษรเบลล์มีทั้งหมด 64 ตัว (character) มีทั้งหมด 6 ตำแหน่งดังรูปที่ 3.3 (ซ้าย) ซึ่งสามารถกำหนดรหัสการแปลงอักษรเบลล์ได้ตามตำแหน่งที่เจาะหรือแสดงสีดำบนภาพ

ข้อที่ 2 อักษรเบลล์มีการแสดงเครื่องหมายหรือคำนำหน้าพิเศษ 8 ตัวดังรูปที่ 3.3 (ขวา) ตัวอย่างเช่น รูปแรกใน 3.3 ขวา แสดงตำแหน่งสีดำของจุดที่ 3 4 5 6 แสดงถึงตัวอักษรตัวเลขในตำแหน่งหลังจากนี้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่ 3 อักษรเบลล์สองตัวสุดท้ายในรูปที่ 3.3 (ขวา) ได้แก่ ตัวสีดำตำแหน่งที่ 5 6 และตัวสีดำตำแหน่งที่ 6 เมื่อเขียนซ้ำกัน 3 ครั้งติดต่อกันจะแสดงถึงการย่อหน้าหรือขึ้นบรรทัดใหม่



รูปที่ 3.3 (ซ้าย) แสดงภาพอักษรเบลล์ และ (ขวา) คำนำหน้าแสดง prefix ในอักษรเบลล์

ข้อที่ 4 มีคำบางคำในภาษาอังกฤษที่นิยมใช้ในการเขียนแบบตัวย่อ (Contracted Braille) ระดับ 2 (Grade 2) ได้แก่ a, and, the, of, for, with

ข้อที่ 5 มีรากศักพ์กลุ่มคำผสมที่นิยมใช้ย่อเมื่อผสมคำสนธิในภาษาอังกฤษเช่นกัน ได้แก่ o'clock, dd, to, into, by, able, com, action, ally

ข้อที่ 6 มีหลายคำในการแปลงแบบ Unified English Braille (UEB) จะไม่เหมือนกันกับอักษรเบลล์มาตรฐาน Standard Braille ซึ่งทั้งสองแบบนี้ได้รับความนิยมแพร่หลายทั้งคู่ ทำให้งานวิจัยนี้เลือกกำหนดการแปลงอักษรเบลล์แบบแรก เนื่องจากสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลและวิธีการแปลงกับมาตรฐานของไทยได้เด่นชันกว่า และจากการสัมภาษณ์การใช้งานรวมทั้งโปรแกรมต่างๆที่มีในอินเตอร์เน็ตก็มักจะมีการแปลงแบบ UEB แพร่หลายมากกว่าเช่นกัน

ข้อที่ 7 ความสัมพันธ์ของพยัญชนะในภาษาอังกฤษกับอักษรเบลล์ถูกกำหนดมาดังตารางที่ 3.1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ของพยัญชนะภาษาอังกฤษและอักษรเบลล์พร้อมทั้งรหัสในการแปลงแบบ UEB

Alphabet: English

a	(1)	h	(125)	o	(135)	v	(1236)
b	(12)	i	(24)	p	(1234)	w	(2456)
c	(14)	j	(245)	q	(12345)	x	(1346)
d	(145)	k	(13)	r	(1235)	y	(13456)
e	(15)	l	(123)	s	(234)	z	(1356)
f	(124)	m	(134)	t	(2345)		
g	(1245)	n	(1345)	u	(136)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่ 8 สัญลักษณ์และเครื่องหมายต่างในภาษาอังกฤษถูกกำหนดค่าการแปลงดังตารางที่ 3.2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงเครื่องหมายของอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษ

เครื่องหมาย	รหัส	อักษรเบลล์
, comma	(2)	⠂
; semicolon	(23)	⠆
: colon	(25)	⠒
. period, full stop	(256)	⠲
? question mark	(236)	⠦
! exclamation	(235)	⠖
' apostrophe	(3)	⠄
"..." quote	(236...356)	⠦...⠴
'...' single quote	(6, 236...6, 356)	⠠⠦...⠠⠴
(...) parentheses	(5, 126...5, 345)	⠐⠣...⠐⠜
[...] brackets	(46, 126...46, 345)	⠨⠣...⠨⠜
... ellipsis	(256, 256, 256)	⠲⠲⠲
- hyphen	(36)	⠤
— dash	(6, 36)	⠠⠤
_ underscore	(46, 36)	⠨⠤
/ slash	(456, 34)	⠸⠌
* asterisk	(5, 35)	⠐⠔
capital	(6)	⠠
number sign	(3456)	⠼
italics	(46, 23)	⠨⠆
bold	(45, 23)	⠘⠆

ข้อที่ 9 การแปลงตัวเลขในอักษรเบลล์สามารถแปลงได้ดังตารางที่ 3.3 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.3 แสดงตัวเลขอาราบิกในอักษรเบลล์

ตัวเลข	อักษรเบลล์	ตัวเลข	อักษรเบลล์
1	⠁	6	⠑
2	⠃	7	⠋
3	⠉	8	⠓
4	⠙	9	⠊
5	⠑	0	⠚

ซึ่งการเขียนตัวเลขข้างต้นต้องมีสัญลักษณ์ของเครื่องหมายตัวเลขกำกับดังที่กล่าวไว้ในข้อที่ 2

นอกจากนี้ในการแปลงอักษรเบลล์ในระดับ 2 นั้นยังสามารถย่อคำในลักษณะพยัญชนะแรกได้อีก ซึ่งมักจะเป็นคำที่ใช้กันบ่อยๆตัวอย่างเช่น ตารางที่ 3.4 แสดงคำที่ใช้ย่อโดยพยัญชนะแรกของอักษรเบลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างล่างดังต่อไปนี้ ซึ่งเงื่อนไขดังกล่าวและคำที่มักพบได้ในประโยคทั่วไปจะถูกบรรจุในการแปลงในงานวิจัยชิ้นนี้ด้วย

ตารางที่ 3.4 แสดงคำย่อพยัญชนะจากอักษรเบลล์ระดับ 2 จากอักษรแรกในคำระดับ 1

ภาษาอังกฤษ	Braille Grade 1	Braille Grade 2 (Contracted)
but	⠃	⠃
can	⠉	⠉
do	⠙	⠙
every	⠑	⠑
from	⠋	⠋
go	⠛	⠛
have	⠓	⠓
just	⠚	⠚
knowledge	⠅	⠅
like	⠇	⠇
more	⠍	⠍
not	⠝	⠝
people	⠏	⠏
quite	⠟	⠟
rather	⠗	⠗
so	⠎	⠎
that	⠞	⠞
us	⠥	⠥
very	⠧	⠧

3.2.11 กฎการแปลงอักษรภาษาไทย

ข้อที่ 1 การแปลงอักษรเบลล์ในภาษาไทยมีขอบเขตที่ ระดับ 1 ซึ่งจะไม่รวมการย่อคำเหมือนในภาษาอังกฤษ ทั้งนี้เนื่องจากความซับซ้อนทางภาษาที่ต้องใช้การประเมินผลของตัวอักษรเบลล์สามตัวติดกันและการผสมคำของสระและวรรณยุกต์ จึงทำให้โครงการวิจัยนี้กำหนดขอบเขตที่อักษรเบลล์ ระดับ 1 ในภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่ 2 การแปลงอักษรเบลล์และพยัญชนะอักษรภาษาไทยสามารถแปลงได้ตามตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงถึงการแปลงอักษรเบลล์ในพยัญชนะภาษาไทย

อักษรเบลล์ พยัญชนะ	ก	ข	ฃ	ค	ฅ	ฆ	ง	จ	ฉ
รหัส	2356	13	356,13	136	36,136	6,136	12456	356	34
อักษรเบลล์ พยัญชนะ	ช	ซ	ฌ	ญ	ฎ	ฏ	ฐ	ฑ	ฒ
รหัส	346	2346	6,346	6,13456	6,145	6,1245	6,2345	6,23456	6,23456
อักษรเบลล์ พยัญชนะ	ณ	ด	ต	ถ	ท	ธ	น	บ	ป
รหัส	6,1345	145	1256	2345	23456	356,23456	1345	1236	12346
อักษรเบลล์ พยัญชนะ	ผ	ฝ	พ	ฟ	ภ	ม	ย	ร	ล
รหัส	1234	1346	1456	1246	6,1456	134	13456	1235	123
อักษรเบลล์ พยัญชนะ	ว	ศ	ษ	ส	ห	ฬ	อ	ฮ	
รหัส	2456	6,234	36,234	234	125	3456	135	123456	

ข้อที่3 การแปลงอักษรเบลล์และสระภาษาไทยสามารถแปลงได้ตามตารางที่ 3.6 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.6 แสดงสระ วรรณยุกต์และเครื่องหมายในภาษาไทยสำหรับการแปลงอักษรเบลล์

อักษรเบลล์ สระ	อะ	อา	อำ	อิ	อี	อึ	อื	อุ	อู
รหัส	,4	,16	,1356	,12	,23	,246	,26	,14	,25
อักษรเบลล์ สระ	อเ	อแ	โอ	ใอ	ไอ	อ็	อ์	อ๋	อ๊
รหัส	,256,124	,126	24,	156,2,	156,	,345	,3	,35	,256
อักษรเบลล์ สระ	อ๋	อ์	อ๊	อ ็	อ เ-าะ	อ แ-ะ	อ โ-ะ	อ เ-าะ	อ เ-อ
รหัส	,2356	,236	,356	,5	,135,1	,126,1	,24,1	,135,1	,146
อักษรเบลล์ สระ	อ เ-ีย	อ เ-ือ	อ ัว	อ เ-า	ๆ	ฯ	ฤ	ฤ า	
รหัส	,12356	,12345	,15	,235	,2	,2356	1235,2	1235,16	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่ 4 การแปลงอักษรเบลล์และเลขไทยสามารถแปลงได้ตามตารางที่ 3.7 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.7 แสดงเลขไทยสำหรับการแปลงอักษรเบลล์

อักษรเบลล์ เลขไทย	๑	๒	๓	๔	๕
รหัส	6,3456,1	6,3456,2	6,3456,14	6,3456,145	6,3456,15
อักษรเบลล์ เลขไทย	๖	๗	๘	๙	๐
รหัส	6,3456,124	6,3456,1245	6,3456,125	6,3456,24	6,3456,245

ทั้งในการแปลงภาษาอังกฤษและภาษาไทยของอักษรเบลล์จะมีแนวคิดของกระบวนการออกแบบแบ่งเป็น 3 แนวคิดคือ

ก. การสร้างแอพพลิเคชั่นบนมือถือเพื่อทดสอบการแปลงไฟล์

ข. การสร้างโปรแกรมในคอมพิวเตอร์แบบ offline ด้วย MATLAB

ค. การสร้างโปรแกรมในคอมพิวเตอร์กึ่งแบบ offline ด้วย python

ซึ่งทั้งสามแนวคิดมีการวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียแตกต่างกันตามตารางที่ 3.8 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.8 แสดงข้อดี-ข้อเสียของแนวคิดกระบวนการสร้างโปรแกรมการแปลงในแนวทางต่างๆ ระหว่าง Android Studio, MATLAB, และ python

ลักษณะการใช้งานและข้อดี-ข้อเสีย	แอพพลิเคชั่น	MATLAB	python
1. ความสะดวกการพกพา	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง
2. การติดตั้ง	ปานกลาง	มาก	มาก
3. การเข้าถึงเครื่องมือของผู้ใช้งาน	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง
4. การถ่ายภาพ	ปานกลาง	มาก	มาก
5. การจัดการปรับแสง/เงาของภาพ	น้อย	มาก	ปานกลาง
6. ประสิทธิภาพการแปลง	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก
7. การเข้าถึง font ภาษาและ library ในการแปลงอักษรเบลล์	น้อย	น้อย	มาก
8. การออกแบบคำสั่งสัมผัสแบบไม่ใช้การมองเห็น	น้อย	ปานกลาง	มาก
9. ผลลัพธ์การแปลงไฟล์	ปานกลาง	มาก	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.8 นั้นแสดงการวิเคราะห์และการเปรียบเทียบแนวคิดการออกแบบโปรแกรมการแปลงอักษรเบลล์ในลักษณะต่างๆ โดยการใช้แนวคิด ก. ในรูปแบบแอพพลิเคชั่นบนมือถือนั้นให้ความสะดวกสบายต่อการพกพาเพราะนักเรียนสามารถเข้าถึงการติดตั้งและการใช้งานบนมือถือได้ แต่ทว่าการแปลงไฟล์ภาพและการสร้างไฟล์ output มีข้อจำกัดเนื่องจากการเขียนภาษา C ใน Android Studio ซึ่งมีหลากหลายแบรนด์มือถือนั้นอาจมีผลลัพธ์ที่แตกต่างกันในการกำหนดความละเอียดของภาพบนกล้องถ่ายรูป นอกจากนี้มือถือแบบสมาร์ทโฟนมีลักษณะแบน ไม่มีปุ่มสัมผัสทำให้ลำบากต่อนักเรียนผู้พิการทางสายตาในการถ่ายและใช้งานได้ด้วยตนเองอีกทั้งในเชิงเทคนิคการถ่ายภาพมือถือโดยไม่ใช้สายตาจะมีข้อจำกัดด้านแสงและเงาเป็นอย่างมาก

ในส่วนของการใช้โปรแกรมที่สามารถติดตั้งในคอมพิวเตอร์ได้จะสามารถเชื่อมต่อกับแป้นคีย์บอร์ดเพื่อใช้การสัมผัสของแป้นตัวเลขหมายเลข 5 (มีขีดบอกตำแหน่งเป็นหลักและสามารถกำหนดคำสั่งอื่นๆจากจุดนี้ดังรูปที่ 3.4 ข้างล่างได้ซึ่งตำแหน่งรอบๆจุดศูนย์กลางเลข 5 นี้จะสามารถกำหนดการใช้คำสั่งได้ 8 คำสั่งและยังมีเลข 0 หรือ Enter ที่สามารถใช้ในการยืนยันคำสั่งได้อีกด้วย

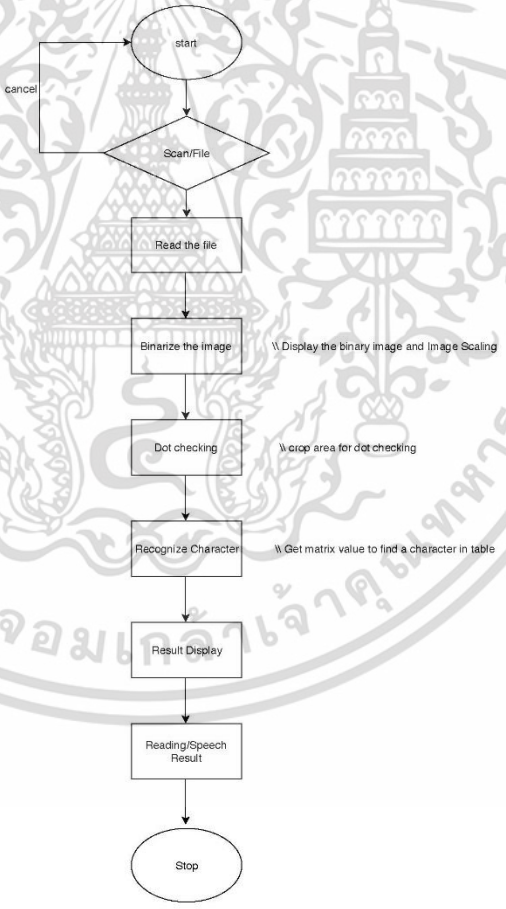
รูปที่ 3.4 แสดงแผนผังตำแหน่งของแป้นตัวเลขที่มีขีดนูนตรงตำแหน่งตัวเลข 5 (ซ้าย) และตำแหน่งของตัวเลขอื่นๆที่อยู่รอบๆตัวเลข 5 อันจะใช้เป็นการกดคำสั่งของโปรแกรมโดยผู้พิการทางสายตาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การออกแบบ Android application สำหรับแปลงภาพอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษบนมือถือ

โปรแกรมที่ใช้ในการแปลงอักษรเบลล์ที่เป็น Opensource นั้นปัจจุบันมีบ้างในภาษาอังกฤษ แต่ยังไม่ค่อยเป็นที่แพร่หลายและอยู่ในขั้นการทดสอบ นอกจากนี้ยังมีบางโปรแกรมที่พัฒนาในเชิงพาณิชย์แต่มีราคาค่อยข้างสูงมาก 3-5 หมื่นบาทต่อ 1 license ซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคต่อการใช้งานของผู้ที่มีนักเรียนตาบอดในชั้นเรียน โครงการนี้จึงให้ความสำคัญต่อการพัฒนาโปรแกรมที่ทางทีมวิจัยมีลิขสิทธิ์ในการเผยแพร่ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย โดยเริ่มจากแนวคิดแรกที่ทดลองออกแบบบนมือถือและวางขั้นตอนดังแผนภาพที่ 4.1 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 แสดงการออกแบบและผลการทดสอบของ Android Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 แสดงการออกแบบและผลการทดสอบของ Android Studio

ในรูปที่ 4.2แสดงการออกแบบแอพพลิเคชั่นบนมือถือในแนวคิดแรกนั้นเกิดจากความสะดวกพกพาสำหรับนักเรียนผู้พิการทางสายตา ชื่อของ Android Application เรียกว่า “B-Eyes” ซึ่งจะสามารถนำถ่ายภาพจาก OfficeLens application ที่มีโหมดสแกนที่ดีในการตัด background ของกระดาษสีขาวที่ใช้ในการเจาะอักษรเบลล์และภาพนี้จะถูกปรับพื้นหลังและใช้แปลงอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษแสดงผลลัพธ์ออกมาในไฟล์เสียงอ่านให้กับนักเรียนที่ทำการบ้าน เนื่องจากมือถือมีลักษณะเรียบแบน ทำให้เวลากดคำสั่งต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มองและเป็นอุปสรรคต่อผู้พิการทางสายตาที่ตาบอดสนิทและไม่สามารถกดมือถือประเภทสมาร์ทโฟนได้ นอกจากนี้การถ่ายภาพด้วยการใช้มือถือมีปัจจัยของแสงขาวในห้องที่บางครั้งอาจไม่เพียงพอและเกิดเงาบนกระดาษขาวมากเกินไป ถึงแม้ว่าจะมีการออกแบบโครงการวางมือถือดังรูปที่ 4.3 เพื่อกำหนดระยะสมดุลในการถ่ายภาพและควบคุมแสงและเงาของภาพถ่ายแต่ด้วยปัจจัยความเข้มแสงในแต่ละห้องไม่เท่ากันทำให้ไม่สามารถตรวจจับอักษรเบลล์ที่เจาะได้ในห้องที่ถ่ายตรงตำแหน่งที่ตรงกับหลอดไฟ (แสงมากเกินไปจนเกิดเงา) หรือในห้องที่แสงน้อยเกินไป จึงสรุปขั้นต้นได้ว่าวิธีนี้สามารถออกแบบโปรแกรมที่ใช้บนมือถือได้แต่ความสะดวกและประสิทธิภาพความแม่นยำต่อนักเรียนผู้ใช้นั้นยังต้องปรับปรุงด้านเทคนิคการใช้งาน

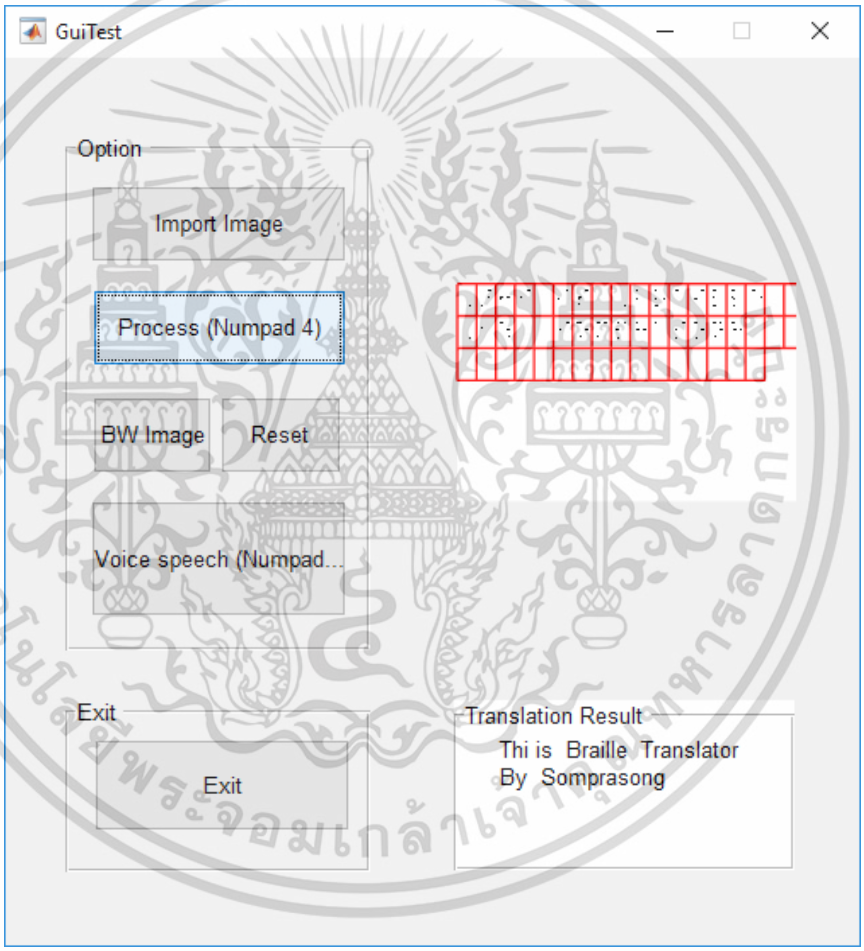
รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างการออกแบบที่รองมือถือในการถ่ายการบ้านเพื่อกำหนดระยะสมดุลของแสงและเงา

ฉะนั้นจึงได้คิดทดสอบในแนวคิดที่ 2 ในการออกแบบโปรแกรม Standalone ที่ใช่บน PC Computer ทั่วไปแบบ offline และสามารถเชื่อมต่อกับ USB numeric keyboard แป้นคีบอร์ดตัวเลขที่มีขนาดกะทัดรัดและมีปุ่มนูนที่หมายเลข 5 ทำให้สามารถกดคำสั่งได้โดยไม่ใช้การมองเห็น โดยได้ออกแบบโปรแกรมจากการเขียนใน MATLAB ซึ่งมีผลการทดสอบภาพอักษรเบลล์ที่เจาะบนกระดาษ A4 สองแผ่นดังรูปที่ 4.4 และผลการแปลงอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษพร้อมไฟล์เสียงอ่านดังรูปที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

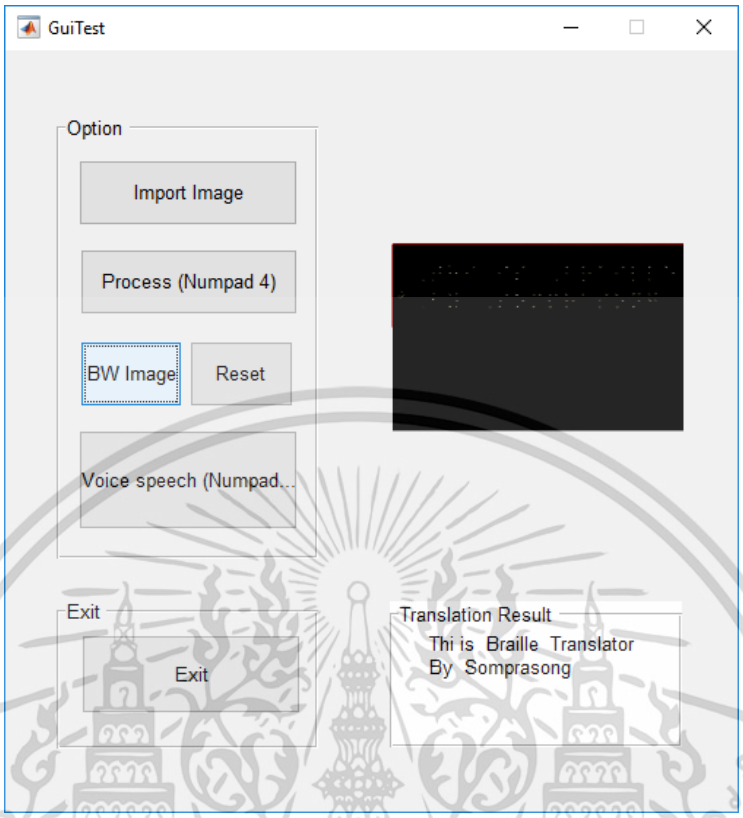
4.2 การออกแบบ MATLAB และ python สำหรับแปลงภาพอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษในคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.4 ภาพสแกนประโยคภาษาอังกฤษที่เจาะบน Braille Slate ลงในกระดาษ A4 สีขาวซ้อนกันสองแผ่น



รูปที่ 4.5 แสดงการออกแบบโปรแกรมด้วย MATLAB ในการทดสอบการแปลงอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดงการออกแบบโปรแกรมด้วย MATLAB ในการทดสอบการแปลงอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษพร้อมไฟล์เสียงอ่าน

จะเห็นได้ชัดเจนว่าข้อดีของการใช้ MATLAB คือการกระบวนการจัดการกับภาพนั้นมีฟังก์ชั่นการปรับแต่งค่อนข้างหลากหลายเลือกใช้งานง่าย และถึงแม้ว่าโปรแกรมสามารถทดสอบการแปลงไฟล์ภาพสแกนอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษได้ แต่มีข้อจำกัดในด้านการใช้งานเชิงเทคนิค คือไม่สามารถเชื่อมต่อกับคำสั่งคีบอร์ดได้อย่างแม่นยำและไม่มีแหล่งอ้างอิง text to speech ในภาษาไทย ทำให้มีข้อจำกัดอย่างยิ่งในการพัฒนาต่อไป

อย่างไรก็ตามทางทีมวิจัยจึงได้ลองออกแบบใหม่ในแนวคิดที่ 3 โดยเขียนด้วยภาษา python และเหมาะกับการคำนวณทางภาพและการเชื่อมต่อคำสั่งในระบบปฏิบัติการ Windows โดยในเฟสที่ 1 ของโครงการนั้นสำเร็จเสร็จสิ้นสมบูรณ์ในส่วนของการแปลงอักษรเบลล์ในภาษาอังกฤษ ระดับ 2 โดยมีรายละเอียดและสามารถ download โปรแกรมมาติดตั้งได้ที่

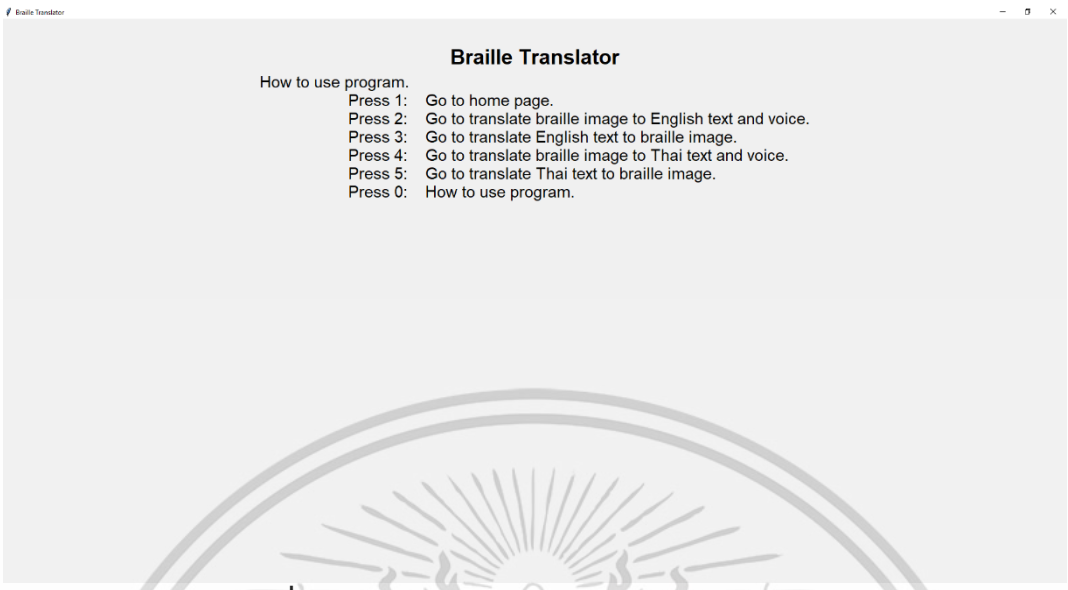
https://skconan.github.io/braille_translator/

โดยมีรายละเอียดของโปรแกรมและวิธีการติดตั้งดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7(A-C) แสดงการติดตั้งโปรแกรม Braille Translator ที่ออกแบบขึ้นด้วยภาษา python โดยรองรับระบบปฏิบัติการ Windows 10 ทั้ง 32 และ 64 bits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

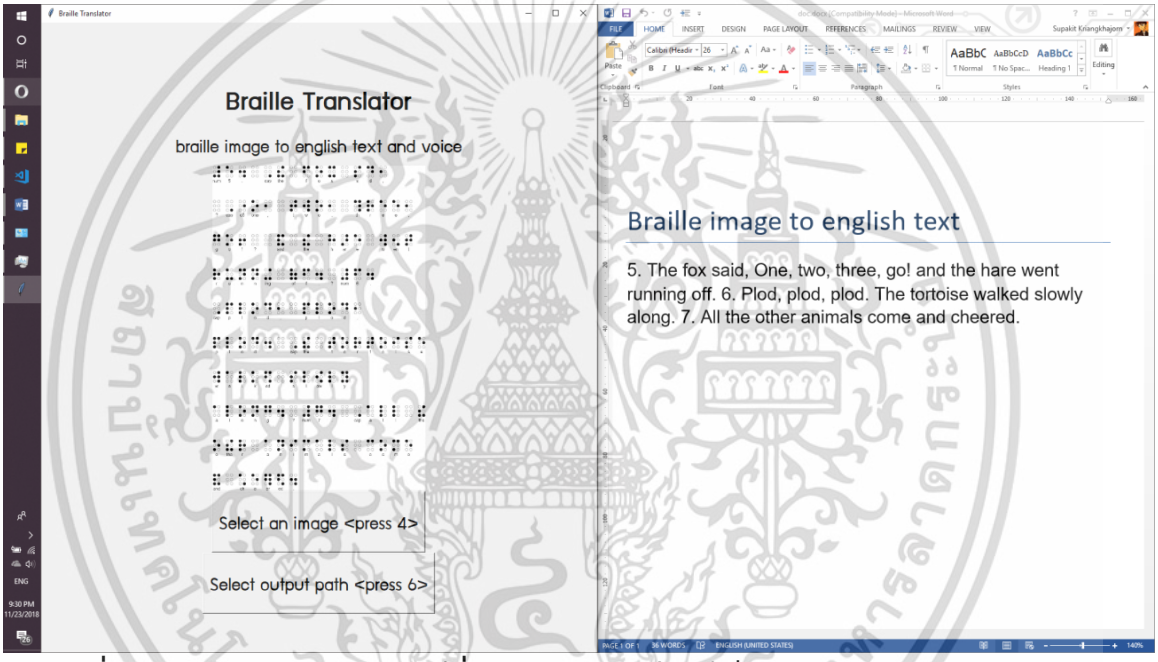


รูปที่ 4.8 แสดงภาพโปรแกรมการใช้งาน Main page

รูปที่ 4.9 แสดงภาพโปรแกรมการใช้งาน (A) อักษรเบลล์แปลงเป็นภาษาอังกฤษ และ (B) ภาษาอังกฤษเป็นอักษรเบลล์ โดยสามารถใช้ปุ่มคำสั่งแป้นพิมพ์ 2 และ 3 ตามลำดับได้ หลังจากนั้นผู้ใช้จะกด 6 7 8 และมีเสียงพูดทุกครั้งที่แสดงคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยภายหลังการติดตั้งใช้งานแล้วจะมีหน้า Graphic User Interface (GUI) สำหรับผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 4.8 และตัวอย่างต่อไปนี้เป็นการสาธิตการทดสอบและการใช้งานในการแปลงการบ้านภาษาอังกฤษข้างต้นซึ่งสามารถแปลงจากอักษรเบลล์ที่เจาะจาก Braille Slate และสแกนในเครื่องพิมพ์เป็นภาษาอังกฤษ (word document) และไฟล์เสียงอ่านได้ด้วยคำสั่งที่แป้นพิมพ์ 2 ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 (A) และในทางกลับกันก็สามารถแปลงจากภาษาอังกฤษในไฟล์ word document ให้เป็นภาพอักษรเบลล์เพื่อพิมพ์ลงในกระดาษ A4 ให้นักเรียนผู้พิการทางสายตาอ่านต่อไปได้ด้วยคำสั่งที่แป้นพิมพ์ 3 ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9 (B) โดยจะวิธีการแปลงไฟล์ภาพได้ทั้งอักษรเบลล์ที่เจาะและหรือเป็นภาพไฟล์อักษรเบลล์ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แสดงรูปอักษรเบลล์ที่ใช้ในการแปลงไฟล์เป็นภาษาอังกฤษและเสียงอ่าน

การทดสอบประสิทธิภาพในการแปลงจะทดสอบจาก data set ทั้งหมด 4 กลุ่มจากการเจาะกระดาษด้วย slate บนกระดาษ A4 และในแต่ละกลุ่มจะประกอบด้วยภาพสแกนประมาณ 4-5 ภาพตามจำนวนหน้าที่ใช้แปลงไฟล์ของโจทย์การบ้านหรือบทเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายละเอียดของภาพ input และโจทย์นั้นมีสาธิตและแสดงในภาคผนวก 1 ท้ายเล่มรายงานนี้ จากตารางที่ 4.1 แสดงผลการแปลงและการประเมินประสิทธิภาพจากคนและการทำงานของโปรแกรมโดยจะให้คะแนนความซับซ้อนของคำและความถูกต้องตามลำดับ ผลการทดสอบแสดงประสิทธิภาพที่ค่อนข้างแม่นยำสูงในระดับ 2 (Braille Grade 2) ซึ่งเป็นระดับความซับซ้อนมากที่สุดที่มีการใช้การย่อคำ โดยจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพที่ดีมากที่สุดอยู่ที่ 100 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

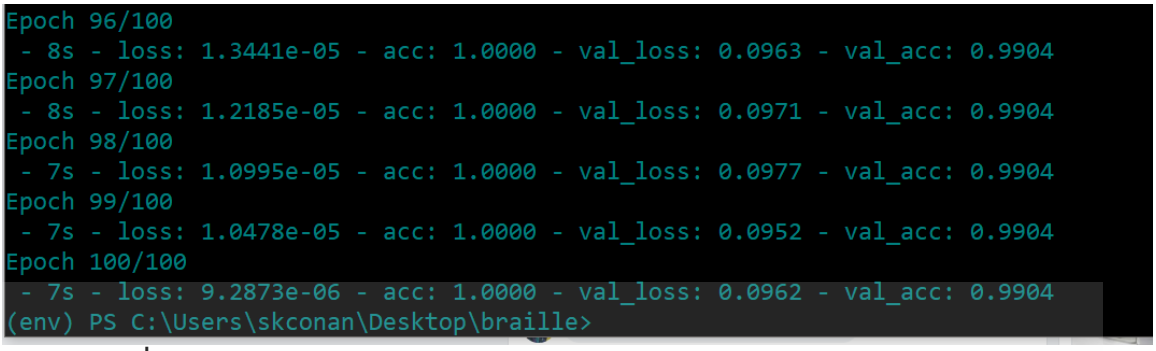
และประสิทธิภาพที่น้อยที่สุดอยู่ที่ 73% ซึ่งมีคำย่อ เช่น isn't ที่ทำให้การแปลผิดพลาด และกแสงเงาและการเอียงของกระดาษที่ใช้แล้วหน้าเดียวในบางครั้งก็มีผลกับภาพสแกนที่ใช้ในการแปลงกับการเอียงของอักษร (skew correction) แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพส่วนใหญ่จะอยู่ประมาณ 80-97% ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากเมื่อเทียบกับการใช้กระดาษหน้าเดียวอันเป็นวัสดุเหลือใช้แล้ว

ตารางที่ 4.1 แสดงการแปลงอักษรเบลล์เป็นภาษาอังกฤษในคำและประโยคการทดสอบ

ชื่อไฟล์	% ประสิทธิภาพ	หมายเหตุ
101-1	97.30	พยัญชนะและตัวเลข
101-2	97.78	
101-3	73.58	
101-1_used	100	ใช้กระดาษใช้แล้วหน้าเดียว
201_1-3	94.42	ประโยคบทสนทนา 3 แผ่น
201_4-6	79.68	มีบางคำย่อที่ไม่ได้แปลง
301_1-2	92.17	
301_3-4	95	
301_5-6	97.44	
301_7-8	98.5	
301_9-15	83.69	แปลง / เป็น st
401_1-2	75.61	
401_3-4	90.57	
401_7-8	77.19	คำย่อเช่น n't ทำให้ผิด

นอกจากนี้ทางทีมวิจัยยังได้ทดลองในการประยุกต์การแปลงแลเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยคงที่ค่าความละเอียดของภาพสแกนหรือปรับให้เท่ากับขนาด 2338 x 1654 และเพิ่มการ blur ของอักษรที่ขนาดรูรวมทั้งการใช้ Fast Fourier Transform ตรวจหารู (dot extraction) จากภาพ นอกจากนี้ยังได้ทดลองการใช้ softmax regression ใน machine learning มาเพิ่มประสิทธิภาพการหาอักษรเบลล์ ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพการแปลงได้ถึง 99.04%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 การทดสอลความแม่นยำในการแปลงด้วย softmax regression

ในส่วนของการแปลงภาพเป็นภาษาไทยโดยแปลงแบบใช้สระ วรรณยุกต์นั้นจะเพิ่มการประเมินการอ่านพยางค์จากสอง (ในภาษาอังกฤษ) มาเป็นสามเซลล์ที่ติดกัน โดยเบื้องต้นการแปลงพยัญชนะตามการป้อนข้อมูลทดสอยในรูปที่ ผนวก 2 ท้ายเล่มเป็นไปได้ 100% แต่ทว่าการตัดคำยังมีปัญหาด้านความแม่นยำในการเขียนคำที่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น คำว่า “ชีวี ตฉัน” อาจต้องให้มีการรวมคำกันแล้วใช้ฟังก์ชั่น pythainlp ในการแปลงไฟล์ที่เขียนประโยคต่อไป ดังนั้นประสิทธิภาพปัจจุบันในภาษาไทยอยู่ที่ร้อยละ 65 ซึ่งข้อมูลยังไม่สิ้นสุดในการปรับปรุงการแปลงภาษาในระยะการวิจัยในปีที่ 1 นี้และจะดำเนินการสรุปผลการแปลงภาษาไทยในเฟสการวิจัยปีที่ 2 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การออกแบบการแปลงโปรแกรมอักษรเบลล์ที่ใช้ได้ทั้งการแปลงภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้จัดทำขึ้นและทดสอบในระยะการวิจัยปีที่ 1 ด้วยการทดลองการเขียน android application, MATLAB, และ python ในการออกแบบการแปลงครั้งนี้

5.1.2 การมุ่งเน้นการแปลงคำด้วยโปรแกรมที่จัดทำขึ้นนั้นจะทำให้ลิขสิทธิ์ความเป็นเจ้าของไม่จำกัดและสามารถเปิดเป็น open source ที่มีการรวมภาษาไทยมาใช้ได้ในอนาคต

5.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพพยางค์ในอักษรเบลล์เป็นอังกฤษ และอังกฤษเป็นอักษรเบลล์มีประสิทธิภาพความถูกต้องอยู่ที่ 90-100 % โดยขึ้นอยู่กับความเอียงและแสงขเงาในการสแกนไฟล์กระดาษ A4 ที่เจาะอักษรเบลล์

5.1.4 การทดสอบได้ประยุกต์ใช้ machine learning ด้วย softmax regression มาปรับปรุงประสิทธิภาพและทำให้ความแม่นยำเพิ่มขึ้นประมาณ 99.04%

5.1.5 การปรับปรุงประสิทธิภาพในภาษาไทยและการปรับปรุงเครื่องพิมพ์รวมทั้งสูตรน้ำหมึกจะเน้นในเฟสถัดไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

แผนงานในเฟสปัจจุบันมีปัจจัยอื่นๆภายนอก เช่น การเปลี่ยนอาจารย์ที่ปรึกษา และการออกไปเก็บข้อมูลและสัมภาษณ์ผู้พิการทางสายและข้อมูลที่เกี่ยวข้องทำให้นักศึกษาไม่มีเวลาเพียงพอในการเรียนรู้งาน ทางหัวหน้าโครงการจึงขอเสนอแนะการผูกพันการให้ทุนวิจัยและการศึกษาวิจัยของนักศึกษาอย่างมีลายลักษณ์อักษรเพื่อป้องกันการทิ้งงานหรือความรับผิดชอบ ทั้งนี้ยังสะท้อนวินัยในการทำงานและคุณภาพของนักศึกษาได้อย่างแท้จริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

6.1 ผ่านเข้ารอบ 3 ทีมสุดท้ายและทุนการพัฒนาโครงการจำนวน 20,000 บาท ในการแข่งขันงาน *Accessible Learning Hackathon: Solving the Right Problems for Students with Disabilities* วันที่ 21-22 กรกฎาคม 2561 ณ บริษัท ไมโครซอฟท์ (ประเทศไทย) จำกัด จัดขึ้นโดยสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ร่วมกับ
(1) องค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์ และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) กรุงเทพ
(2) บริษัทไมโครซอฟท์ (ประเทศไทย) จำกัด
(3) สถาบันเทคโนโลยีเพื่อนวัตกรรมสังคม (Social Technology Institute) และ
(4) ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 รางวัลรองชนะเลิศการแข่งขัน Accessible Learning Hackathon ชิงถ้วยรางวัลพระราชทาน สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดา ฯ สยามบรมราชกุมารี ณ โรงแรม The Palazzo กรุงเทพมหานคร วันที่ 24 สิงหาคม 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Accessible Learning Hackathon: Solving the right problems for students with disabilities

Sep 13, 2018

Facebook 0 Twitter Weibo Google Print

There are approximately 1 billion people with disabilities globally, which account for 15% of the world's citizens. Of these, 80% live in developing countries. In Thailand, there are over 1.8 million people with disabilities who have registered with the government. However, they are not likely to attend school.

To promote awareness on access to the right to education for people with disabilities, UNESCO Bangkok in collaboration with the Special Education Bureau, Office of the Basic Education Commission (OBEC), Ministry of Education Thailand, Microsoft Thailand and Social Technology Institute organized the "Accessible Learning Hackathon: Solving the right Problems for students with disabilities" from 10 July to 24 August 2018. This competition marks the first Hackathon of the Ministry of Education to provide an opportunity for young innovators and students in Thailand to learn and understand learning difficulties of the students with disabilities, and find solutions through the design and development of the applications. The applications aimed to reduce barriers and promote learning of students with disabilities with the use of 'Assistive Technology' (AT).

The orientation of the Hackathon was held on 10 July 2018 at UNESCO Bangkok to provide knowledge and understanding on learning problems of students with disabilities for all 10 teams from 9 schools and universities who participated in the competition. The semi-final round of the Hackathon was organized on 21-22 July 2018 at Microsoft Thailand. Through this round, 5 finalist teams were awarded with 20,000 Thai Baht scholarship to further develop their applications. The scholarships were supported by Theppadungporn Coconut Co., Ltd., and UNESCO Bangkok.

The final round of the Hackathon competition took place on 24 August 2018 at the Palazzo Hotel in Bangkok. The event was well attended by 270 participants across the country including administrators, teachers, special educators, researchers, policy makers, students and other

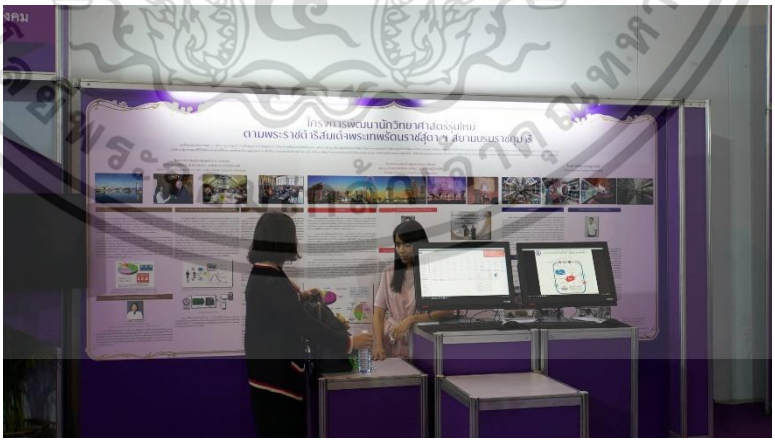
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 การเผยแพร่ผลงานและเข้าเฝ้าถวายรายงานความก้าวหน้างานวิจัยที่ทำประโยชน์ต่อสังคมในงานประชุมวิชาการสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ประจำปี 2019 จังหวัดปทุมธานี วันที่ 25 มีนาคม 2562

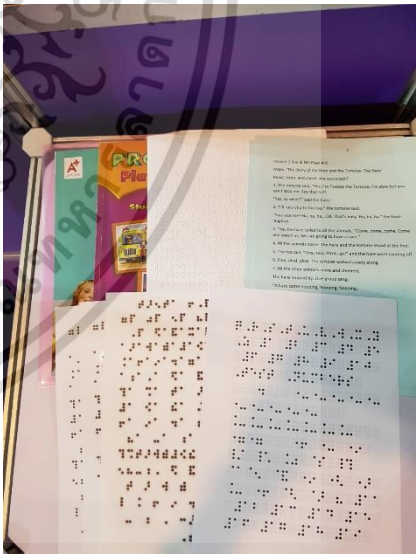
แหล่งที่มาการเผยแพร่ ที่ official website ของ สวทช. url:

https://www.facebook.com/NSTDATHAILAND/videos/754238878310313/?__tn__=%2CdkCR&eid=ARBquAhE1LIl_v7WhZPNXoe4fXSqzEKGuNvrgCHG7RgNhuKVrO4GtScaa7U2769uf_ocgLOcXR3RSfaC&hc_ref=ARSshc1E3j6k_7XKZ8wCVVVr4LQvOnwn75f_iyAvgyCBjQGRjjaOrxo5EsfrhsNtsYM

และข่าวในพระราชสำนักวันที่ 25 มีนาคม 2562



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Dataset ที่ใช้ในการทดสอบ

ในแต่ละการทดสอบจะประกอบด้วยการแปลงไฟล์ภาพเป็นภาษา และ/หรือภาษาเป็นภาพ โดยขอยกตัวอย่าง data set ที่ใช้ทั้งในภาษาอังกฤษและภาษาไทยดังต่อไปนี้

- Test 101 พยัญชนะ สระ ในภาษาอังกฤษ

Test 101 alphabets:

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Test Numbers

..... ~~~~~~~~ _____ == + - * / \ % $ # @^ & * ( ) _ + < > ?

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 100 200 1,000 1000

- Test 102 ประโยคในภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project 1 You & Me Page 4-9.

Make: 'The Story of the Hare and the Tortoise: The Race'

Read, listen, and check. Are you a pair?

1. The tortoise said, "Yes, I'm Tootsie the Tortoise. I'm slow but you can't stop me. See that hill?

"Yes, so what?" said the hare.

2. "I'll race you to the top," the tortoise said.

"You race me? Ha, ha, ha... OK. That's easy. Ha, ha, ha." the hare laughed.

3. The, the hare called to all the animals, "Come, come, come. Come and watch us. We are going to have a race."

4. All the animals come. The hare and the tortoise stood at the line.

5. The fox said, "One, two, three, go!" and the hare went running off.

6. Plod, plod, plod. The tortoise walked slowly along.

7. All the other animals come and cheered.

The hare hopped by. One group sang:

"A hare came hopping, hopping, hopping,

A hare came hopping, hopping, hopping,

A hare came hopping, all on a summer's day."

8. Another group sang:

"A tortoise came plodding, plodding, plodding,

A tortoise came plodding, plodding, plodding,

A tortoise came plodding, all on a summer's day."

9. After a while, the hare saw a big tree. So he though, "Ha, ha, ha... I can sleep a while."

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. The tortoise walked slowly by and saw the hare.

"Ha, ha, ha... The fastest runner in the forest is sleeping!"

And she walked slowly on.

11. The other animals waited near the finish line and sang:

"Oh when the hare comes marching in,

Oh when the hare comes marching in,

I want to see the big winner,

Oh when the hare comes marching in."

12. But another group of animals near the finish line sang:

"Oh when the tortoise comes marching in

Oh when the tortoise comes marching in,

I want to see the big winner,

Oh when the tortoise comes marching in."

13. The hare woke up. He looked down the hill but could not see the tortoise. So he looked up the hill and the tortoise was there!

14. The tortoise was very happy.

She sang:

"I'm Tortoise the Slow but Sure,

I'm Tortoise the Slow but Sure.

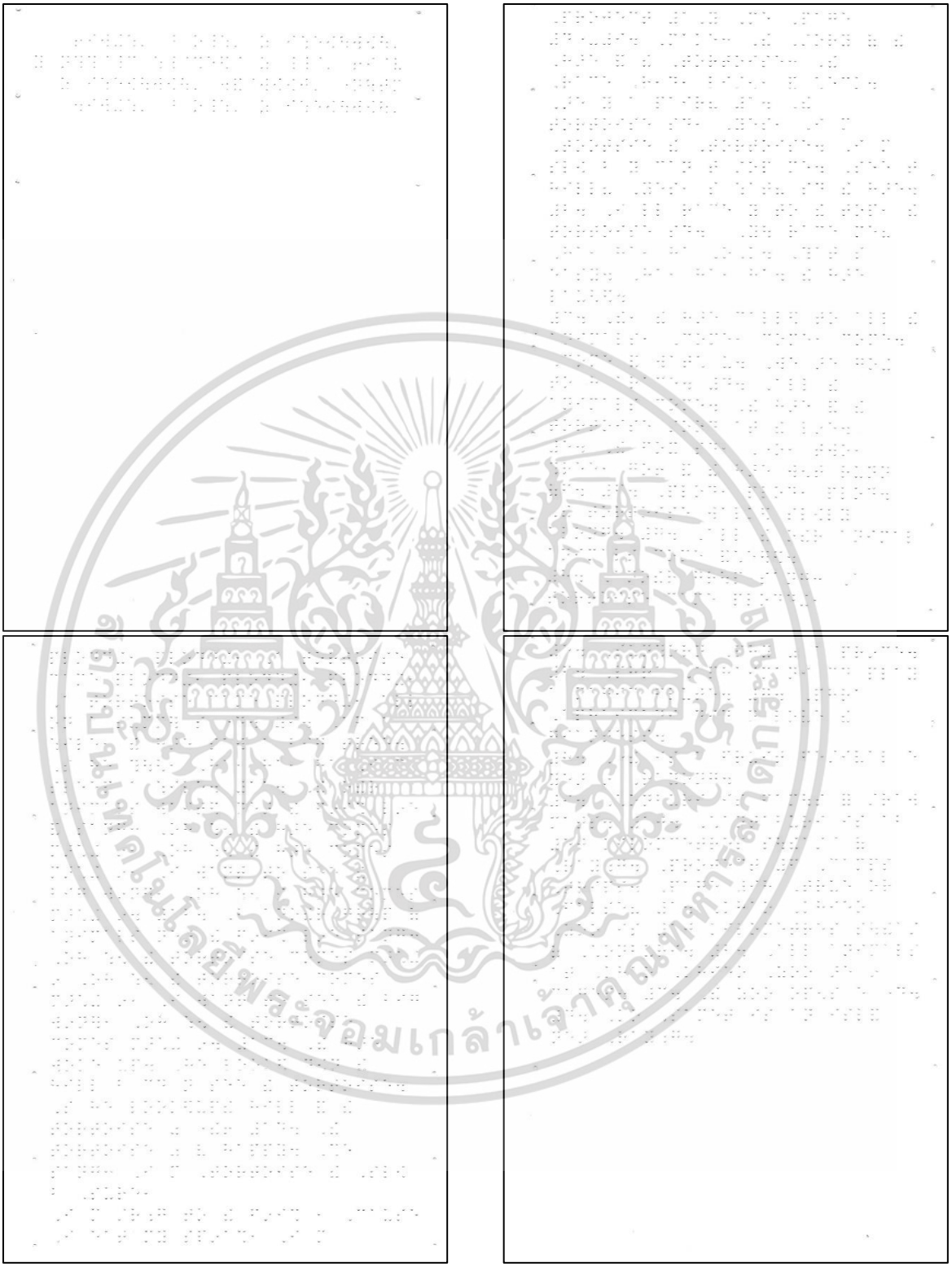
I'm strong to the 'finish',

'Cause I eat my spinash,

I'm Tortoise the Slow but Sure."

15. All the animals clapped and shouted, "Hooray! Tortoise the Slow but Sure!"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผนวก1 แสดงภาพอักษรเบลล์ที่แปลจากบทเรียนที่ 102 ข้างต้นและเจาะด้วย Braille Slate บนกระดาษ A4 แล้วสแกนเพื่อใช้แปลงในโปรแกรม Braille Translator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Test 101 Test 101 พยัญชนะ สระ วรรณยุกต์ ในภาษาไทย

พยัญชนะ

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

สระ

ฮะ	ฮา	ฮิ	ฮี	ฮึ	ฮื	ฮุ	ฮู				
เฮะ	เฮ	แฮะ	แฮ	โฮะ	โฮ	เฮาะ	ฮอ	เฮอะ	เฮอ	เฮียะ	เฮีย
เฮือะ	เฮือ	ฮัวะ	ฮัว	ฮำ	ไฮ	ใฮ	เฮา	ฮั	ฮ็	ฮ์	ฮๆ
ฤ	ฤๅ	ฦ	ฦๅ								

เครื่องหมายวรรคตอน

.	,	()	”	“ ”	ขีดเปิด__ __ขีดปิด	?	!	ๆ	ฯ	
	ฯลฯ	-								
=	;	/	…	:						

ตัวหนา ตัวเอียง

วรรณยุกต์

ไม้เอก ไม้โท ไม้ตรี ไม้จัตวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ผนวก 2 แสดงการสแกนอักษรเบลล์ที่เจาะบนกระดาษ A4 ในการเขียนพยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ภาษาไทยข้างต้น

- Test 102 ประโยคในภาษาไทย

“แม่รักลูกนะ”
ทำเป็นไขสือ
อยู่ได้ไปไหนมา?
อนิจจา! ชีวิตฉัน
ต่างๆนานา
เก็บ แตง โม ให้ ได้
มะลิ ชี ผึ้งตื่น ดุ ปู
ผัวะ วัว กำ บ้าน พ่อ ช่วย
เชิง (ชเอง)เปิง(ปเอง) เจิม(จเอม) เดิม(ดเอม) เชิด(ชเอด)
เบิก(บเอก) เลิก(ลเอก) เติบ(ตเอบ) เนิบ(นเอบ) เกิน(กเอน)
เธอ(ธเอ)เสนอ(สนเอ) เก้อ(กเอ้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอญ (เอ ทอญ) เทอม (เอ ทม) เคอย (เอ คย)

เกย (เอ กย) เตย (เอ ตย) เมย (เอ มย) เชย (เอ ชย)

เฉย (เอ ฉย) เคย (เอ คย)

กรุงเทพฯเป็นเมืองหลวงของประเทศไทยผ

ผลไม้ของไทยมีมากมาย

ได้แก่ มะละกอ, กล้วย, ส้ม ฯลฯ

น้ำมาปลากินมด น้ำลดมดกินปลา

๐	๑	๒	๓	๔	๕	๖	๗	๘	๙
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ชื่อ/นามสกุล

ต้นไม้ไร้ฝน อีกไม่นานานมันก็ตาย

ข้อใดสะกด**ผิด**

รูปที่ ผนวก 3 แสดงการสแกนอักษรเบลล์ที่เจาะบนกระดาษ A4 ในการเขียนประโยคภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Source code of Braille Translator (Matlab)

```
function varargout = GuiTest(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                         'gui_OpeningFcn', @GuiTest_OpeningFcn, ...
                         'gui_OutputFcn',  @GuiTest_OutputFcn, ...
                         'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                         'gui_Callback',   []);
    if nargin && ischar(varargin{1})
        gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
    end

    if nargout
        [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    else
        gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    end

    % End initialization code - DO NOT EDIT

    % --- Executes just before GuiTest is made visible.
    function GuiTest_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
    handles.output = hObject;
    guidata(hObject, handles);

    % --- Outputs from this function are returned to the command line.
    function varargout = GuiTest_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
    varargout{1} = handles.output;

    function figure1_KeyPressFcn(hObject, eventdata, handles)
    % hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
    % eventdata  structure with the following fields (see MATLAB.UI.CONTROL.UICONTROL)
    %   Key: name of the key that was pressed, in lower case
    %   Character: character interpretation of the key(s) that was pressed
    %   Modifier: name(s) of the modifier key(s) (i.e., control, shift) pressed
    % handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
    % handles = guidata(hObject);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
43.      keyPressed = eventdata.Key;
44.      if(keyPressed == '3')
45.          LoadImg_Callback(handles.LoadImg, eventdata, handles);
46.      elseif(keyPressed == '4')
47.          ProcessIm_Callback(handles.ProcessIm, eventdata,
   handles);
48.      elseif(keyPressed == '6')
49.          voiceReg_Callback(handles.voiceReg, eventdata,
   handles);
50.      else
51.          fprintf("Wait for keyPress");
52.      end
53.
54.      % --- Executes on button press in exit.
55.      function exit_Callback(hObject, eventdata, handles)
56.      % Close GUI
57.      close all hidden
58.
59.      % --- Executes on button press in LoadImg.
60.      function LoadImg_Callback(hObject, eventdata, handles)
61.      global brailleImage im2
62.      [path,user_cance]=imgetfile();
63.      if(user_cance)
64.          msgbox('Invalid Value', 'Error','error');
65.      end
66.      brailleImage=imread(path);
67.      brailleImage=im2double(brailleImage); %converts to double
68.      im2=brailleImage; %for backup process :)
69.      axes(handles.axes1);
70.      imshow(brailleImage);
71.
72.      function LoadImg_KeyPressFcn(hObject, eventdata, handles)
73.      % hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
74.      % eventdata  reserved - to be defined in a future version
   of MATLAB
75.      % handles    structure with handles and user data (see
   GUIDATA)
76.      figure1_KeyPressFcn(handles.LoadImg, eventdata, handles);
77.
78.      % --- Executes on button press in ProcessIm.
79.      function ProcessIm_Callback(hObject, eventdata, handles)
80.      global brailleImage newLineCount sentence state
81.      grayImage = brailleImage;
82.      [~, ~, numberOfColorBands] = size(grayImage);
83.      if numberOfColorBands > 1
84.          grayImage = min(grayImage, [], 3);
85.      end
86.      [rows, columns, numberOfColorBands] = size(grayImage);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
87.      binaryImage = imbinarize(grayImage);
88.      binaryImageCrop = imcrop(binaryImage,[92 80 2220 rows]);
89.      axes(handles.axes1);
90.      imshow(binaryImageCrop);
91.
92.      myLookUpTable = ['?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?';
   %1
93.                       '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?';
   %2
94.                       '?' '?' ' ' '?' '?' '?' '.' '?' '?' '?';
   %3
95.                       '?' '?' 'a' 'c' 'e' 'd' '?' '?' '?' '?';
   %4
96.                       '?' '?' '?' 'i' '?' 'j' '?' '?' '?' 'w';
   %5
97.                       '?' '?' 'b' 'f' 'h' 'g' '?' '?' '?' '?';
   %6
98.                       '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?' '?';
   %7
99.                       '?' '?' 'k' 'm' 'o' 'n' 'u' 'x' 'z' 'y';
   %8
100.                      '?' '?' '?' 's' '?' 't' '?' '?' '?' '?';
   %9
101.                      '?' '?' 'l' 'p' 'r' 'q' 'v' '?' '?' '?'];
   %10
102.
103.     finishNow = false;
104.     % Alphabet Stored for display
105.     alphabet = [];
106.     % Sub Image Dot Checking
107.     columnDividers = round(linspace(1, 2200, 30));
108.     rowDividers = round(linspace(1, rows, 27));
109.
110.     %Text Operation
111.     letterCount = 0;                    %Letter Count
112.     spaceCount = 0;                     %Spacebar Count
113.     newLineCount = 0;                   %New Line Count
114.     newLine = false;                    %New Line Indicator
115.     endLine = false;                    %End Line Indicator; no
   more letter scaning
116.     letterUpperCase = false;            %Uppercase Indicator
117.
118.     for r = 1 : length(rowDividers) - 1
119.             row1 = rowDividers(r);
120.             row2 = rowDividers(r+1);
121.             newLineCount = newLineCount + 1;
122.             letterCount = 0;
123.             spaceCount = 0;
124.
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        for c = 1 : length(columnDividers) - 1
                col1 = columnDividers(c);
                col2 = columnDividers(c+1);
            % Draw box around
            xBox = [col1,col2,col2,col1,col1];
            yBox = [row1,row1,row2,row2,row1];

            axes(handles.axes1);
            pause(0);
            grid on;
            hold on;
            hPlot = plot(xBox, yBox, 'r-', 'LineWidth', 1);

            thisImage = binaryImageCrop(row1:row2, col1:col2);

            %% Dot Checking

            % Dot 1
              Dot1 = imcrop(thisImage,[5 1 40 40]); %crop area
  for dot checking [x min, y min, wideht, hight]
              Dot1Value = DotChecking(Dot1,2);  %Call
  DotChecking Function.m
            % Dot 2
              Dot2 = imcrop(thisImage,[5 40 40 30]);
              Dot2Value = DotChecking(Dot2,3);
            % Dot 3
              Dot3 = imcrop(thisImage,[5 70 40 30]);
              Dot3Value = DotChecking(Dot3,5);
            % Dot 4
              Dot4 = imcrop(thisImage,[45 1 30 30]);
              Dot4Value = DotChecking(Dot4,2);
            % Dot 5
              Dot5 = imcrop(thisImage,[45 40 30 30]);
              Dot5Value = DotChecking(Dot5,3);
            % Dot 6
              Dot6 = imcrop(thisImage,[45 70 30 30]);
              Dot6Value = DotChecking(Dot6,5);

            %DotValue
            DotValue1 = (Dot1Value + Dot2Value + Dot3Value);
            DotValue2 = (Dot4Value + Dot5Value + Dot6Value);

            %Match Letter
            theLetter = myLookUpTable(DotValue1,DotValue2);
  %Get matrix value to find in table

            %Store Alphabet
            alphabet(r,c) = theLetter;  %Store Alphabet here
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
170.
171.             %Upper Case
172.                 if letterUpperCase == true
173.                     alphabet(r,c) = upper(theLetter);
174.                     letterUpperCase = false;
175.                 end
176.                 if theLetter == '.'
177.                     letterUpperCase = true;         % .
178.                     alphabet(r,c) = ' ';
179.                 end
180.
181.             %Letter and Space Count
182.                 if theLetter == ' '
183.                     spaceCount = spaceCount + 1;
184.                 else
185.                     letterCount = letterCount + 1;
186.                     spaceCount = 0;
187.                 end
188.
189.             %Newline count ï¿½?à¸±ï¿½?ï¿½?à¸£à¸—à¸±”
190.                 if letterCount > 1 && spaceCount > 3
191.                     newLine = true;
192.                     break;
193.                 end
194.
195.             %endLine check
196.                 if spaceCount > 15
197.                     endLine = true;
198.                     newLineCount = newLineCount - 1;
199.                     break;
200.                 end
201.         end
202.
203.         if endLine == true %finishNow
204.             break;
205.         end
206.
207.     end % loop
208.
209.     sentence = [];
210.     for l = 1 : newLineCount
211.         sentence{l} = sprintf('%s', alphabet(l,:));
212.     end
213.     set(handles.text3, 'String', sentence);
214.
215.     function ProcessIm_KeyPressFcn(hObject, eventdata, handles)
216.     % hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
217.     % eventdata  reserved - to be defined in a future version
   of MATLAB
218.     % handles    structure with handles and user data (see
   GUIDATA)
219.     figure1_KeyPressFcn(handles.LoadImg, eventdata, handles);
220.
221.     % --- Executes on button press in voiceReg.
222.     function voiceReg_Callback(hObject, eventdata, handles)
223.     global newLineCount sentence
224.     for l = 1 : newLineCount
225.         tts(sentence(l)); %Matlab suggest char
226.     end
227.     function voiceReg_KeyPressFcn(hObject, eventdata, handles)
228.     % hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
229.     % eventdata  reserved - to be defined in a future version
   of MATLAB
230.     % handles    structure with handles and user data (see
   GUIDATA)
231.     figure1_KeyPressFcn(handles.LoadImg, eventdata, handles);
232.
233.     % --- Executes on button press in Im2gray.
234.     function Im2gray_Callback(hObject, eventdata, handles)
235.     global brailleImage
236.     imblack = brailleImage;
237.     imblack = 1-brailleImage;
238.     axes(handles.axes1);
239.     imshow(imblack);
240.
241.     % --- Executes on button press in res.
242.     function res_Callback(hObject, eventdata, handles)
243.     global im2
244.     axes(handles.axes1);
245.     imshow(im2);
246.     set(handles.text3, 'String', '');
247.
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Source code of Braille Translator (Python)

```
"""
File name: braille_gui.py
    Author: skconan, Metini
    Date created: 2018/10/02
    Python Version: 3.6.1
"""

import os
import time
import cv2 as cv
import numpy as np
import tkinter as tk
import constants as CONST
from lib import print_debug
from PIL import ImageTk, Image
from tkinter import filedialog
from text_to_speech import Text2Speech
from braille_image_to_english import Braille2English
from braille_image_to_thai import Braille2Thai
from braille_english_to_image import English2Braille
from braille_thai_to_image import Thai2Braille

HEADER_FONT = ("Supermarket", 28, "bold")
LARGE_FONT = ("Supermarket", 22)
BTN_FONT = ("Supermarket", 18)


class BrailleTranslatorApp(tk.Tk):
    def __init__(self, *args, **kwargs):
        tk.Tk.__init__(self, *args, **kwargs)
        container = tk.Frame(self)
        container.pack(side="top", fill="both", expand=True)
        container.grid_rowconfigure(0, weight=1)
        container.grid_columnconfigure(0, weight=1)

        self.state("zoomed")
        self.title("Braille Translator")
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        self.frames = {}

        page = [HomePage, Braille2EnglishPage,
                Braille2ThaiPage, English2BraillePage, Thai2BraillePage]
        for F in page:
            frame = F(container, self)
            self.frames[F] = frame
            frame.grid(row=0, column=0, sticky="nsew")
        self.show_frame(HomePage)

    def show_frame(self, cont):
        frame = self.frames[cont]
        frame.tkraise()
        # Update -> Open window before do anything
        frame.update()
        frame.run()


class HomePage(tk.Frame):
    def __init__(self, parent, controller):
        tk.Frame.__init__(self, parent)

        self.parent = parent
        self.controller = controller
        self.t2s = Text2Speech("gtts")

        how_to_text = """How to use program.
                Press 1:    Go to home page.
                Press 2:    Go to translate braille image to English text and voice.
                Press 4:    Go to translate English text to braille image.
                Press 4:    Go to translate braille image to Thai text and voice.
                Press 5:    Go to translate Thai text to braille image.
                Press 0:    How to use program."""

        tk.Label(
            self,
            text="\nBraille Translator",
            font=HEADER_FONT,
            anchor="ne",
            justify="left",
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    ).grid(row=0, column=1, sticky="N")
    tk.Label(self, text=how_to_text, font=LARGE_FONT, justify="left").grid(
        row=1, column=1, sticky="N"
    )
    self.grid_rowconfigure(0, weight=0)
    self.grid_rowconfigure(1, weight=0)
    self.grid_rowconfigure(2, weight=0)

    self.grid_columnconfigure(0, weight=1)
    self.grid_columnconfigure(1, weight=1)
    self.grid_columnconfigure(2, weight=1)

    self.key = None
    self.controller.unbind("0")
    self.controller.unbind("1")
    self.controller.unbind("2")
    self.controller.unbind("3")
    self.controller.unbind("4")
    self.controller.unbind("5")
    self.controller.bind("0", self.help_key)
    self.controller.bind("1", self.go_to_homepage)
    self.controller.bind("2", self.go_to_b2e)
    self.controller.bind("3", self.go_to_e2b)
    self.controller.bind("4", self.go_to_b2t)
    self.controller.bind("5", self.go_to_t2b)

def run(self):
    self.t2s.speech("Welcome to braille translator")
    self.t2s.speech("Press 0 how to use program")

def go_to_b2e(self, event):
    self.controller.show_frame(Braille2EnglishPage)

def go_to_e2b(self, event):
    self.controller.show_frame(English2BraillePage)

def go_to_b2t(self, event):
    self.controller.show_frame(Braille2ThaiPage)

def go_to_t2b(self, event):
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        self.controller.show_frame(Thai2BraillePage)

    def go_to_homepage(self, event):
        self.controller.show_frame(HomePage)

    def help_key(self, event):
        self.t2s.speech("How to use program")
        self.t2s.speech("Press 1 go to homepage")
        self.t2s.speech(
            "Press 2 go to translate braille image to English text and voice"
        )
        self.t2s.speech(
            "Press 3 go to translate English text to braille image")
        self.t2s.speech(
            "Press 4 go to translate braille image to Thai text and voice"
        )
        self.t2s.speech(
            "Press 5 go to translate Thai text to braille image")
        self.t2s.speech("Press 0 how to use program")

    def selection_langauge(self, event):
        print_debug("test")
        print_debug("pressed", repr(event.char))


class Braille2EnglishPage(tk.Frame):
    def __init__(self, parent, controller):
        tk.Frame.__init__(self, parent)
        self.parent = parent
        self.controller = controller
        self.t2s = Text2Speech("gtts")
        self.b2e = Braille2English()
        self.image_path = None
        self.result_path = None

        image = np.ones((300, 300), np.uint8) * 100
        image = Image.fromarray(image)
        image = ImageTk.PhotoImage(image)
        self.original_braille_image = image
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
tk.Label(
    self,
    text="Braille Translator",
    font=HEADER_FONT,
).grid(row=0, column=1, sticky="N")

tk.Label(
    self,
    text="braille image to english text and voice",
    font=LARGE_FONT,
).grid(row=1, column=1, sticky="N")

self.image_panel = tk.Label(self, image=self.original_braille_image)
self.image_panel.image = self.original_braille_image
self.image_panel.grid(row=2, column=1, sticky="N")

text = "Select an image <press 6>"
tk_btn = tk.Button(self, text=text, font=BTN_FONT,
                   command=self.select_image)
tk_btn.grid(row=3, column=1, sticky="N")

text = "Select output path <press 7>"
tk_btn = tk.Button(
    self, text=text, command=self.select_path, font=BTN_FONT)
tk_btn.grid(row=4, column=1, sticky="N")

text = "Convert <press 8>"
tk_btn = tk.Button(
    self, text=text, command=self.convert_b2e, font=BTN_FONT)
tk_btn.grid(row=5, column=1, sticky="N")

text = "Go to home press <press 1>"
tk_btn = tk.Button(
    self, text=text, command=self.go_to_homepage, font=BTN_FONT)
tk_btn.grid(row=6, column=1, sticky="N")

self.grid_columnconfigure(0, weight=1)
self.grid_columnconfigure(1, weight=1)
self.grid_columnconfigure(2, weight=1)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def read_image(self, path):
    image = cv.imread(path, 0)
    r, c = image.shape
    ratio = 300 / r
    image = cv.resize(image, (0, 0), fx=ratio, fy=ratio)
    image = Image.fromarray(image)
    image = ImageTk.PhotoImage(image)
    return image

def select_image(self):
    print_debug("Select Image", mode="METHOD")
    path = filedialog.askopenfilename()
    if len(path) > 0:
        self.image_path = path
        print_debug(self.image_path)
        try:
            image = self.read_image(path)
            self.image_panel.configure(image=image)
            self.image_panel.image = image
            self.result_path = os.path.dirname(os.path.abspath(path))
            print_debug(self.result_path)
        except:
            pass

def select_path(self):
    path = filedialog.askdirectory()
    if len(path) > 0:
        self.result_path = path

def select_path_key(self, event):
    self.select_path()

def select_image_key(self, event):
    print_debug("Select Image Key", mode="METHOD")
    self.select_image()

def run(self):
    self.t2s.speech("Braille image to english text and voice")
    self.controller.unbind("6")
    self.controller.unbind("7")
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        self.controller.unbind("8")
        self.controller.bind("6", self.select_image_key)
        self.controller.bind("7", self.select_path_key)
        self.controller.bind("8", self.convert_b2e_key)

    def go_to_homepage(self):
        self.controller.show_frame(HomePage)

    def convert_b2e_key(self, event):
        self.convert_b2e()

    def convert_b2e(self):
        self.t2s.speech("Waiting")
        prefix_filename = "/braille2english_" + str(time.time())[:10]
        if CONST.DEBUG:
            if self.result_path is None:
                self.t2s.speech("Input file not correct")
            else:
                res = self.b2e.convert(self.image_path, self.result_path + prefix_filename +
                                       ".docx", self.result_path + prefix_filename + ".mp3")
                if res:
                    self.t2s.speech("Complete converting")
                    os.startfile(self.result_path)
                else:
                    self.t2s.speech("Fail converting")
        else:
            try:
                res = self.b2e.translate(self.image_path, self.result_path +
                                         prefix_filename + ".docx", self.result_path + prefix_filename + ".mp3")
                if res:
                    self.t2s.speech("Complete converting")
                    os.startfile(self.result_path)
                else:
                    self.t2s.speech("Fail converting")
            except:
                res = False
                if self.result_path is None:
                    self.t2s.speech("Input file not correct")
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
class Braille2ThaiPage(tk.Frame):
    def __init__(self, parent, controller):
        tk.Frame.__init__(self, parent)
        self.parent = parent
        self.controller = controller
        self.t2s = Text2Speech("gtts")
        self.b2t = Braille2Thai()
        self.image_path = None
        self.result_path = None

        image = np.ones((300, 300), np.uint8) * 100
        image = Image.fromarray(image)
        image = ImageTk.PhotoImage(image)
        self.original_braille_image = image

        tk.Label(
            self,
            text="Braille Translator",
            font=HEADER_FONT,
        ).grid(row=0, column=1, sticky="N")

        tk.Label(
            self,
            text="braille image to Thai text and voice",
            font=LARGE_FONT,
        ).grid(row=1, column=1, sticky="N")

        self.image_panel = tk.Label(self, image=self.original_braille_image)
        self.image_panel.image = self.original_braille_image
        self.image_panel.grid(row=2, column=1, sticky="N")

        text = "Select an image <press 6>"
        tk_btn = tk.Button(self, text=text, font=BTN_FONT,
                           command=self.select_image)
        tk_btn.grid(row=3, column=1, sticky="N")

        text = "Select output path <press 7>"
        tk_btn = tk.Button(
            self, text=text, command=self.select_path, font=BTN_FONT)
        tk_btn.grid(row=4, column=1, sticky="N")
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        text = "Convert <press 8>"
        tk_btn = tk.Button(
            self, text=text, command=self.convert_b2t, font=BTN_FONT)
        tk_btn.grid(row=5, column=1, sticky="N")

        text = "Go to home press <press 1>"
        tk_btn = tk.Button(
            self, text=text, command=self.go_to_homepage, font=BTN_FONT)
        tk_btn.grid(row=6, column=1, sticky="N")

        self.grid_columnconfigure(0, weight=1)
        self.grid_columnconfigure(1, weight=1)
        self.grid_columnconfigure(2, weight=1)

    def read_image(self, path):
        image = cv.imread(path, 0)
        r, c = image.shape
        ratio = 300 / r
        image = cv.resize(image, (0, 0), fx=ratio, fy=ratio)
        image = Image.fromarray(image)
        image = ImageTk.PhotoImage(image)
        return image

    def select_image(self):
        print_debug("Select Image", mode="METHOD")
        path = filedialog.askopenfilename()
        if len(path) > 0:
            self.image_path = path
            print_debug(self.image_path)
            try:
                image = self.read_image(path)
                self.image_panel.configure(image=image)
                self.image_panel.image = image
                self.result_path = os.path.dirname(os.path.abspath(path))
                print_debug(self.result_path)
            except:
                pass

    def select_path(self):
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        path = filedialog.askdirectory()
        if len(path) > 0:
            self.result_path = path

    def select_path_key(self, event):
        self.select_path()

    def select_image_key(self, event):
        print_debug("Select Image Key", mode="METHOD")
        self.select_image()

    def run(self):
        self.t2s.speech("Braille image to Thai text and voice")
        self.controller.unbind("6")
        self.controller.unbind("7")
        self.controller.unbind("8")
        self.controller.bind("6", self.select_image_key)
        self.controller.bind("7", self.select_path_key)
        self.controller.bind("8", self.convert_b2t_key)

    def go_to_homepage(self):
        self.controller.show_frame(HomePage)

    def convert_b2t_key(self, event):
        self.convert_b2t()

    def convert_b2t(self):
        self.t2s.speech("Waiting")
        prefix_filename = "/braille2thai_" + str(time.time())[:10]
        if CONST.DEBUG:
            if self.result_path is None:
                self.t2s.speech("Input file not correct")
            else:
                res = self.b2t.convert(self.image_path, self.result_path + prefix_filename +
                                       ".docx", self.result_path + prefix_filename + ".mp3")
                if res:
                    self.t2s.speech("Complete converting")
                    os.startfile(self.result_path)
                else:
                    self.t2s.speech("Fail converting")
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else:
            try:
                res = self.b2t.translate(self.image_path, self.result_path +
                                         prefix_filename + ".docx", self.result_path + prefix_filename + ".mp3")
                if res:
                    self.t2s.speech("Complete converting")
                    os.startfile(self.result_path)


                else:
                    self.t2s.speech("Fail converting")
            except:
                res = False
                if self.result_path is None:
                    self.t2s.speech("Input file not correct")


class English2BraillePage(tk.Frame):
    def __init__(self, parent, controller):
        tk.Frame.__init__(self, parent)
        self.parent = parent
        self.controller = controller
        self.t2s = Text2Speech("gtts")
        self.file_path = None
        self.e2b = English2Braille()
        self.result_path = None
        tk.Label(
            self,
            text="Braille Translator",
            font=HEADER_FONT,
            anchor="ne",
        ).grid(row=0, column=1, sticky="N")

        tk.Label(
            self, text="English text to braille image", font=LARGE_FONT, justify="left"
        ).grid(row=1, column=1, sticky="N")

        text = "Select a document <press 6>"
        tk_btn = tk.Button(self, text=text, font=BTN_FONT,
                           command=self.select_file)
        tk_btn.grid(row=3, column=1, sticky="N")
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        text = "Select output path <press 7>"
        tk_btn = tk.Button(
            self, text=text, command=self.select_path, font=BTN_FONT)
        tk_btn.grid(row=4, column=1, sticky="N")

        text = "Convert <press 8>"
        tk_btn = tk.Button(
            self, text=text, command=self.convert_e2b, font=BTN_FONT)
        tk_btn.grid(row=5, column=1, sticky="N")

        text = "Go to home press <press 1>"
        tk_btn = tk.Button(
            self, text=text, command=self.go_to_homepage, font=BTN_FONT)
        tk_btn.grid(row=6, column=1, sticky="N")

        self.grid_columnconfigure(0, weight=1)
        self.grid_columnconfigure(1, weight=1)
        self.grid_columnconfigure(2, weight=1)

    def run(self):
        self.t2s.speech("English text to braille image")
        self.controller.unbind("6")
        self.controller.unbind("7")
        self.controller.unbind("8")
        self.controller.bind("6", self.select_file_key)
        self.controller.bind("7", self.select_path_key)
        self.controller.bind("8", self.convert_e2b_key)

    def go_to_homepage(self):
        self.controller.show_frame(HomePage)

    def select_file(self):
        print_debug("Select File", mode="METHOD")
        path = filedialog.askopenfilename()
        if len(path) > 0:
            try:
                self.file_path = path
                self.result_path = os.path.dirname(os.path.abspath(path))
                print_debug(self.result_path)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            except:
                pass

    def select_path(self):
        path = filedialog.askdirectory()
        if len(path) > 0:
            self.result_path = path

    def select_path_key(self, event):
        self.select_path()

    def select_file_key(self, event):
        print_debug("Select File Key", mode="METHOD")
        self.select_file()

    def convert_e2b(self):
        self.t2s.speech("Waiting")
        prefix_filename = "/eng2braille_" + str(time.time())[:10]
        try:
            res = self.e2b.translate(self.file_path, self.result_path +
                                     prefix_filename, self.result_path + prefix_filename + ".mp3")
            if res:
                self.t2s.speech("Complete converting")
                os.startfile(self.result_path)

            else:
                if "doc" in self.file_path.split(".")[-1] or "docx" in self.file_path.split(".")[-1]:
                    self.t2s.speech("Fail converting")
                else:
                    self.t2s.speech("Input file not correct")
        except:
            res = False
            if self.result_path is None:
                self.t2s.speech("Input file not correct")

    def convert_e2b_key(self, event):
        self.convert_e2b()


class Thai2BraillePage(tk.Frame):
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
def __init__(self, parent, controller):
    tk.Frame.__init__(self, parent)
    self.parent = parent
    self.controller = controller
    self.t2s = Text2Speech("gtts")
    self.file_path = None
    self.t2b = Thai2Braille()
    self.result_path = None
    tk.Label(
        self,
        text="Braille Translator",
        font=HEADER_FONT,
        anchor="ne",
    ).grid(row=0, column=1, sticky="N")

    tk.Label(
        self, text="Thai text to braille image", font=LARGE_FONT, justify="left"
    ).grid(row=1, column=1, sticky="N")

    text = "Select a document <press 6>"
    tk_btn = tk.Button(self, text=text, font=BTN_FONT,
                       command=self.select_file)
    tk_btn.grid(row=3, column=1, sticky="N")

    text = "Select output path <press 7>"
    tk_btn = tk.Button(
        self, text=text, command=self.select_path, font=BTN_FONT)
    tk_btn.grid(row=4, column=1, sticky="N")

    text = "Convert <press 8>"
    tk_btn = tk.Button(
        self, text=text, command=self.convert_t2b, font=BTN_FONT)
    tk_btn.grid(row=5, column=1, sticky="N")

    text = "Go to home press <press 1>"
    tk_btn = tk.Button(
        self, text=text, command=self.go_to_homepage, font=BTN_FONT)
    tk_btn.grid(row=6, column=1, sticky="N")

    self.grid_columnconfigure(0, weight=1)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        self.grid_columnconfigure(1, weight=1)
        self.grid_columnconfigure(2, weight=1)

    def run(self):
        self.t2s.speech("Thai text to braille image")
        self.controller.unbind("6")
        self.controller.unbind("7")
        self.controller.unbind("8")
        self.controller.bind("6", self.select_file_key)
        self.controller.bind("7", self.select_path_key)
        self.controller.bind("8", self.convert_e2b_key)

    def go_to_homepage(self):
        self.controller.show_frame(HomePage)

    def select_file(self):
        print_debug("Select File", mode="METHOD")
        path = filedialog.askopenfilename()
        if len(path) > 0:
            try:
                self.file_path = path
                self.result_path = os.path.dirname(os.path.abspath(path))
                print_debug(self.result_path)
            except:
                pass

    def select_path(self):
        path = filedialog.askdirectory()
        if len(path) > 0:
            self.result_path = path

    def select_path_key(self, event):
        self.select_path()

    def select_file_key(self, event):
        print_debug("Select File Key", mode="METHOD")
        self.select_file()

    def convert_t2b(self):
        self.t2s.speech("Waiting")
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                prefix_filename = "/thai2braille_" + str(time.time())[:10]
                try:
                    res = self.t2b.translate(self.file_path, self.result_path +
                                             prefix_filename, self.result_path + prefix_filename + ".mp3")
                    print_debug("Result:",res)
                    if res:
                        self.t2s.speech("Complete converting")
                        os.startfile(self.result_path)

                    else:
                        if "doc" in self.file_path.split(".")[-1] or "docx" in self.file_path.split(".")[-1]:
                            self.t2s.speech("Fail converting")
                        else:
                            self.t2s.speech("Input file not correct")
                except:
                    res = False
                    if self.result_path is None:
                        self.t2s.speech("Input file not correct")

            def convert_e2b_key(self, event):
                self.convert_t2b()


        app = BrailleTranslatorApp()
app.mainloop()
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา A118-0261-003

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 1 **รอบ** 12 **เดือน** ประจำปีงบประมาณ 2560

☐ **แหล่งงบประมาณแผนดิน** ☑ **แหล่งเงินรายได้**

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ชุดเครื่องพิมพ์และเครื่องอ่านดัดแปลงเพื่อช่วยนักเรียนผู้พิการทางสายตาในการเรียนรู้และทำการบ้านด้วยตนเอง

(ภาษาอังกฤษ) Modified Desktop All-In-One Braille Printer for Blind Students' Self-Study and Assessment at Home

ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย ดร.เมทินี จรรยาสุภาพ

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 / 10 / 2560 **ถึงวันที่** 31/ 3/ 2562

ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี 6 เดือน **ตั้งแต่วันที่** 1 / 10 / 2560 **ถึงวันที่** 31/ 3/ 2562

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวของออก)

งวดที่ 1 734,930 บาท 85 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 60/12/29

และ 18,000 บาท (จัดซื้อครุภัณฑ์ โดยส่วนงานพัสดุ สถาบันฯ)

งวดที่ 2 132,870 บาท 15 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 61/05/30

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวม ทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร			
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน			
ค่าใช้สอย	670,600	542,302.50	128,297.50
ค่าวัสดุ	197,200	325,771.82	(128,571.82)
ค่าสาธารณูปโภค			
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	18,000	18,000	0
รวม	885,800	886,074.32	(274.32)

(ดร.เมทินี จรรยาสุภาพ)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

---/ /---

(---)

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวของ

/ /

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้