

ระบบการรู้จำภาพอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

Thai-English Braille Recognition System

รายงานฉบับสมบูรณ์

เสนอต่อ

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย พัฒนาและวิศวกรรม

โครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10

ประจำปีงบประมาณ 2550

โดย

นายณัฐพล ลิ้มวรรณดี

นายสุรัตน์ สุทธิประเสริฐพร

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

อาจารย์โอภาส วงษ์ทวีทรัพย์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคน ที่คอยห่วงใย ดูแลเอาใจใส่ และเป็นกำลังใจเรื่อยมา รวมถึงเพื่อนๆ ทุกคนในคณะวิทยาศาสตร์ที่คอยให้ความช่วยเหลือ โดยเฉพาะเพื่อนๆ ในสาขาวิชาเอกวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่คอยให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในทุกๆ เรื่อง

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ที่ได้ให้โอกาสพวกผมได้เข้ามาพบประสบการณ์ชีวิตที่ดีๆ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน ได้พบเพื่อนที่ดี และอาจารย์ที่ดูแลเอาใจใส่ลูกศิษย์ รวมถึงศูนย์วิจัยและพัฒนาาระบบสารสนเทศอันชาญฉลาด (Intelligent Information Systems Development and Research Laboratory Centre) ของทางคณะวิทยาศาสตร์ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ อีกทั้งต้องขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ (NETECH) ที่จัดให้มีโครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทยขึ้นมา และให้ทุนในการจัดทำโครงงานระบบรู้จำภาพอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษนี้ทำให้กระผมมีกำลังใจในการทำงานมากยิ่งขึ้น ถ้าไม่มีทุกๆ ท่านที่กล่าวมา ปริญญานิพนธ์นี้คงไม่เกิดขึ้น และไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้

ณัฐพล ถีมวรรณดี

สุรัตน์ สุทธิประเสริฐพร

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีผู้พิการทางสายตาจำนวนมากได้รับการส่งเสริมให้มีการศึกษามากขึ้น และผู้พิการเหล่านี้ก็แสดงศักยภาพของตนเองออกมาในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการเขียนนิยาย บทกลอน บทความ หรือแม้กระทั่งเอกสารทางวิชาการ ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงได้มีการออกแบบ และพัฒนาระบบสำหรับการถอดความอักษรภาพเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษทั้งระดับ 1 และระดับ 2 ให้เป็นอักษรภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษที่ผู้คนทั่วไปอ่านได้โดยง่าย เนื่องจากผู้พิการทางสายตาใช้เอกสารอักษรเบรลล์เป็นเครื่องมือในการสื่อสาร ทำให้ความคิดของผู้พิการถูกปิดกั้นด้วยข้อจำกัดของภาษา ซึ่งระบบนี้จะเป็นการเปิดโอกาสให้กับผู้พิการได้แสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ แสดงความคิดเห็น หรือแม้กระทั่งอธิบายข้อมูลต่างๆ ได้อย่างอิสระมากยิ่งขึ้นและไม่ต้องกังวลกับปัญหาด้านการสื่อสารอีกต่อไป อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้กับผู้ที่มีสายตาปกติทั่วไปได้ทราบถึงความคิดของผู้พิการเหล่านั้นอีกด้วย

Abstract

Nowadays many blinds have been educated, therefore they can show their capability in many fields such as writing stories, poem, articles, even academic reports and papers. Due to the difference alphabets that is used in writing, it is the limitation that blinds can not show their capability to the general public. So, our team has designed and develop. The Thai-English Braille Recognition System which is used to translate from 1 and 2 level of either Thai and English braille to general alphabets. This system will help blinds to express their idea or opinion for general public to acknowledge.

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition) เป็นงานประยุกต์ทางด้านปัญญาประดิษฐ์ ที่ได้รับความสนใจ และพัฒนามายาวนานกว่า 70 ปีแล้ว ตัวอย่างการรู้จำอักขระด้วยแสงอย่างหนึ่งก็คือ การรู้จำรูปภาพตัวอักษร ที่ใช้เทคนิคการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถระบุรูปแบบตัวอักษรได้อย่างถูกต้อง เช่น คอมพิวเตอร์สามารถที่จะบอกได้ว่า ภาพนั้นคือภาพอะไร ตัวอักษรบนภาพนั้นเป็นตัวอักษรอะไร เป็นต้น

นักวิจัยส่วนมากจึงให้ความสนใจในงานด้านการรู้จำตัวอักษร เพราะเนื่องจากเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับเอกสารที่มีอยู่เป็นปริมาณมาก การจะเก็บข้อมูลเหล่านี้ให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อความ (Text File) ไว้ในระบบคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องใช้บุคลากรจำนวนมากในการพิมพ์ข้อมูลบนเอกสารลงไปแฟ้มข้อความ ซึ่งทำให้เสียเวลา บุคลากร และสิ้นเปลืองทรัพยากรเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงมีการสร้าง และพัฒนาระบบการรู้จำภาพตัวอักษรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มีความรวดเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการลดการใช้ทรัพยากรอีกด้วย

ในยุคปัจจุบันมีผู้พิการทางสายตาจำนวนมากได้รับการส่งเสริมให้มีการศึกษามากขึ้น โดยทางรัฐบาลได้กำหนดนโยบายการศึกษาพิเศษสำหรับคนพิการ เพื่อเพิ่มโอกาสให้กับคนพิการทางสายตาได้แสดงศักยภาพของตนเองให้ผู้อื่นได้รับรู้ ซึ่งผู้พิการเหล่านี้ก็แสดงความสามารถออกมาในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการเขียนนิยาย บทกลอน บทความ หรือแม้กระทั่งเอกสารทางวิชาการซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจทั้งสิ้น ซึ่งอักษรเบรลล์ก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ผู้พิการทางสายตาได้ใช้เป็นเครื่องมือในการสื่อสารกับคนปกติทั่วไป ดังนั้นจึงเป็นข้อจำกัดของอักษรเบรลล์ ที่มีแต่ผู้พิการทางสายตาและผู้สนใจศึกษาเท่านั้น ที่จะสามารถถอดความอักษรเบรลล์ได้ จึงเป็นอุปสรรคสำหรับบุคคลทั่วไปที่ต้องการที่จะรับทราบข้อมูลในเอกสารอักษรเบรลล์เหล่านั้น

จากปัญหาข้างต้นทำให้ทางคณะผู้จัดทำได้มีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถอ่าน และตีความตัวอักษรเบรลล์ได้ เพื่อลดช่องว่างด้านการสื่อสารให้กับผู้ที่มีสายตาปกติ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลในเอกสารอักษรเบรลล์เหล่านั้น ให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย และเปิดโอกาสให้กับผู้ที่สนใจได้รับข้อมูลข่าวสารที่กว้างไกลมากยิ่งขึ้น

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	i
บทคัดย่อ.....	ii
Abstract.....	iii
บทนำ.....	iv
สารบัญตาราง.....	v
สารบัญรูปภาพ.....	vii
วัตถุประสงค์และเป้าหมาย.....	1
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง.....	2
ทฤษฎีอักษรเบรลล์.....	2
การประมวลผลภาพเบื้องต้น.....	9
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้.....	16
รายละเอียดโปรแกรม.....	17
ขอบเขตและข้อจำกัดของโปรแกรม.....	25
กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม.....	26
การทดลองและผลการทดลองโปรแกรม.....	27
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ.....	30
เอกสารอ้างอิง.....	31
ภาคผนวก.....	32
ภาคผนวก ก ตารางอักษรเบรลล์ภาษาต่างๆ.....	33
ภาคผนวก ข การใช้อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษระดับ 2.....	36
ภาคผนวก ค การใช้อักษรเบรลล์ภาษาไทยระดับ 2.....	42
ภาคผนวก ง คู่มือการติดตั้งโปรแกรม.....	47
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานโปรแกรม.....	50

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ประเภทการย่อของอักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	3
ตารางที่ 2 ประเภทของอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์เดี่ยว.....	4
ตารางที่ 3 ประเภทของอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์คู่.....	5
ตารางที่ 4 ประเภทของอักษรเบรลล์ตัวย่อ.....	6
ตารางที่ 5 ข้อควรเว้นในการย่อคำ.....	7
ตารางที่ 4 ฐานข้อมูลภาษาอังกฤษระดับ 1.....	22
ตารางที่ 5 ฐานข้อมูลภาษาไทยระดับ 1.....	22
ตารางที่ 6 ฐานข้อมูลภาษาไทยระดับ 2.....	23
ตารางที่ 7 ฐานข้อมูลภาษาอังกฤษระดับ 2.....	24
ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการรู้จำ.....	27
ตารางที่ 9 ผลการทดสอบการแปล.....	29
ตารางที่ ก.1 อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษ.....	33
ตารางที่ ก.2 อักษรเบรลล์ตัวเลขอารบิก.....	33
ตารางที่ ก.3 อักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	34
ตารางที่ ก.4 อักษรเบรลล์สระและวรรณยุกต์ภาษาไทย.....	34
ตารางที่ ก.5 สัญลักษณ์พิเศษ และเครื่องหมายต่างๆ.....	35
ตารางที่ ข.1 การใช้ตัวย่ออักษร โคด.....	36
ตารางที่ ข.2 การใช้กลุ่มตัวย่อรูปเต็มคงรูป.....	36
ตารางที่ ข.3 การใช้กลุ่มตัวย่อรูปเต็มกลายรูป.....	37
ตารางที่ ข.4 การใช้กลุ่มตัวย่อประกอบคำ.....	37
ตารางที่ ข.5 ตัวย่อเบรลล์คำย่อคำโคด.....	37
ตารางที่ ข.6 การใช้ตัวย่อเบรลล์คำย่อคำโคดพิเศษ.....	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ ข.7 การใช้ตัวย่อเบรลล์คำย่อส่วนของคำ.....	38
ตารางที่ ข.8 การใช้ตัวย่อเบรลล์คำในตำแหน่งต้นคำ.....	38
ตารางที่ ข.9 การใช้ตัวย่อเบรลล์คำกลางคำ.....	38
ตารางที่ ข.10 การใช้ตัวย่อหน่วยหลัก.....	39
ตารางที่ ข.11 การใช้ตัวย่อหน่วยเสริม.....	39
ตารางที่ ข.12 การใช้อักษรเบรลล์คำย่อ.....	40
ตารางที่ ค.1 สัญลักษณ์จุดต่างๆ นำหน้าพยัญชนะ.....	42
ตารางที่ ค.2 คำที่มีสระเอ พยัญชนะต้น ไม่ได้คู่ และตัวสะกดด้วย “น ด ง จ ม และ บ”.....	42
ตารางที่ ค.3 คำที่มีสระแอ พยัญชนะต้น วรรณยุกต์ และตัวสะกดด้วย “น ว ง และ ม”.....	43
ตารางที่ ค.4 คำที่มีไม้ยมล และคำที่มีไม้ยมล.....	43
ตารางที่ ค.5 คำที่มีสระอา.....	44
ตารางที่ ค.6 คำที่มีสระอี.....	44
ตารางที่ ค.7 คำที่มีสระอึ.....	44
ตารางที่ ค.8 คำที่ใช้ อ นำ ย.....	45
ตารางที่ ค.9 คำที่ใช้ไม้โท.....	45
ตารางที่ ค.10 คำที่ใช้ไม้หันอากาศ และสะกดด้วย “ญ ฐ ณ”	45
ตารางที่ ค.11 สัญลักษณ์ย่อไม่เข้าพวก.....	45
ตารางที่ ค.12 ย่อคำที่เป็นส่วนประกอบของคำ.....	46

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ตำแหน่งจุด 6 จุดของอักษรเบรลล์ระยะห่างต่างๆ.....	2
รูปที่ 2 ตำแหน่งการแทนค่าสีของภาพ.....	9
รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของของภาพสีไปเป็นภาพสีเทาขาว.....	9
รูปที่ 4 แบนด์ของค่าสีต่างๆ.....	10
รูปที่ 5 การเริ่มต้นการคอนเวอร์ชันระหว่างภาพกับมาซค์.....	11
รูปที่ 6 ภาพก่อนและหลังการทำการตรวจจับครึ่งเซลล์อักษรเบรลล์.....	13
รูปที่ 7 ครึ่งเซลล์อักษรเบรลล์ที่ใช้ในการพิจารณาทั้งหมด โดยพร้อมทั้งรหัสครึ่งเซลล์อักษรเบรลล์.	15
รูปที่ 8 Flow Chart ของการทำงาน โดยรวมของระบบ.....	18
รูปที่ 9 Flow Chart แสดงกระบวนการรู้จำตัวอักษร (Recognition).....	19
รูปที่ 10 Flow Chart แสดงกระบวนการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing).....	20
รูปที่ 11 Flow Chart แสดงกระบวนการแปลภาษา (Translation).....	21
รูปที่ 12 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลภาษาอังกฤษระดับ 1.....	22
รูปที่ 13 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลภาษาไทยระดับ 1.....	23
รูปที่ 14 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลภาษาไทยระดับ 2.....	24
รูปที่ 15 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลภาษาอังกฤษระดับ 2.....	24

วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างโปรแกรมในการรู้จำภาพเอกสารอักษรเบรลล์ไปเป็นเอกสารภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

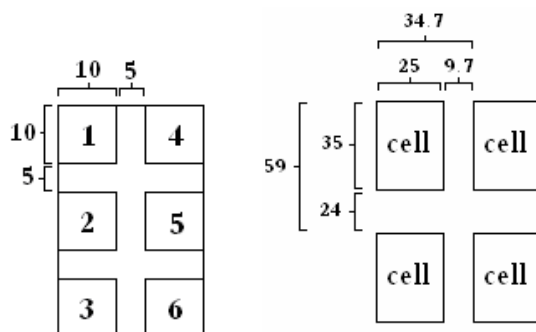
เป้าหมาย

1. ได้ระบบรู้จำภาพอักษรเบรลล์ที่สามารถตีความภาพอักษรเบรลล์ไปเป็นเอกสาร ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษได้
2. เปิดโอกาสให้ทุกคนที่ต้องการที่จะเข้าใจเอกสารภาษาเบรลล์ได้ทราบข้อมูลของเอกสารนั้น
3. ผู้พัฒนาได้รับความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการพัฒนาโปรแกรมทางด้านการประมวลผลภาพ ดิจิตอลเบื้องต้น และด้านการรู้จำภาพอักษรเบรลล์

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีอักษรเบรลล์ [7]

อักษรเบรลล์ประกอบไปด้วยจุด 6 จุดใน 1 กลุ่ม (Cell) ซึ่งนำมาเรียงกันอย่างเป็นระบบเป็นรหัสหรือสัญลักษณ์แทนอักษรปกติตำแหน่งจุดต่างๆ เรียงกันดังต่อไปนี้ ตำแหน่งจุดทางซ้ายจากบนลงล่างคือ จุด 1, 2 และ 3 ตำแหน่งจุดทางขวาจากบนลงล่างคือ จุด 4, 5, และ 6 ซึ่งในปัจจุบันอักษรเบรลล์มีจุด 7 และจุด 8 โดยตำแหน่งจุด 7 จะอยู่ทางซ้ายและจุด 8 จะอยู่ทางขวา เพื่อใช้แทนรหัสคอมพิวเตอร์ ระยะห่างแต่ละจุดตามข้อกำหนดของ หอสมุดรัฐสภาอเมริกัน (Library of Congress) กำหนดไว้ว่าในแนวตั้งแต่ละจุดในเซลล์เดียวกันจะห่างกันประมาณ 0.5 มิลลิเมตร โดยแต่ละจุดมีขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร ความกว้างและความยาวของเซลล์มีขนาดประมาณ 2.3x3.5 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างเซลล์ในแนวนอนมีประมาณ 9.7 มิลลิเมตร ในแนวตั้งมีประมาณ 2.4 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูป



รูปที่ 1 ตำแหน่งจุด 6 จุดของอักษรเบรลล์ระยะห่างต่างๆ

1.1 การผสมคำ

การผสมคำไทยในภาษาเบรลล์

การผสมคำไทยในอักษรภาษาเบรลล์มีรูปแบบการเขียนเหมือนการเขียนสมัยพจนานุกรมคำแหง คือ มีลักษณะการเขียนที่เรียงกันไป หมายถึงการเขียนพยัญชนะต้น สระ วรรณยุกต์ และตัวสะกดในหนึ่งบรรทัด เพื่อความสะดวกในการใช้นิ้วสัมผัส ในตัวอย่างเช่น

1. คำว่า ภาษาไทย สามารถเขียนได้ดังนี้

อักษรเบรลล์	⠠⠠⠠	⠠	⠠⠠⠠	⠠	⠠	⠠⠠	⠠
อักขระ	ภ	า	ษ	า	ไ	ท	ย

2. คำว่า สิ่งนี้ สามารถเขียนได้ดังนี้

อักษรเบรลล์	⠠	⠠	⠠	⠠⠠	⠠	⠠	⠠
อักขระ	ส	่	'	ง	น	ั	ว

การผสมคำภาษาอังกฤษในภาษาเบรลล์

การผสมคำภาษาอังกฤษมีลักษณะการผสมเช่นเดียวกับภาษาไทยคือมีลักษณะเขียนเรียงกันไป ในตัวอย่างเช่น

1. คำว่า String สามารถเขียนได้ดังนี้

อักษรเบรลล์	⠠⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠
อักษร	S	t	r	i	n	g

2. คำว่า THAILAND สามารถเขียนได้ดังนี้

อักษรเบรลล์	⠠⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠	⠠⠠
อักษร	T	h	a	i	l	a	n

1.2 การใช้อักษรเบรลล์ภาษาไทยระดับ 2

อักษรเบรลล์ภาษาไทยระดับ 2 คือ อักษรเบรลล์ภาษาไทยที่มีลักษณะรูปย่อ ซึ่งเราสามารถจำแนกตัวย่อภาษาไทยออกเป็นประเภทต่างๆ ตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 12 ประเภท ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ประเภทการย่อของอักษรเบรลล์ภาษาไทย

ประเภท	คำศัพท์	รูปย่อ	รูปเต็ม
1. สัญลักษณ์จุดต่างๆ นำหน้าพยัญชนะ	กว้าง	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠
2. การใช้คำที่มีสระเอ พยัญชนะต้น ไม่ไต่คู่และตัวสะกดด้วย “น ด ง จ ก ม และ บ”	เกล็ด	⠠⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
3. การใช้คำที่มีสระแอ พยัญชนะต้น วรรณยุกต์ และสะกดด้วย “น ว ง และ ม”	แม่น	⠠⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠
4. คำที่มีไม้ยมลาย และคำที่มีไม้ยมาน	ได้	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠
5. คำที่มีสระอา	หาก	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠
6. คำที่ใช้สระอี	ที่	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠
7. คำที่ใช้สระอิ	ซึ่ง	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠
8. คำที่ใช้ อ น า ย	อย่า	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠
9. คำที่ใช้ ไม้โท	ด้วย	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠
10. คำที่ใช้ไม้หันอากาศ และสะกดด้วย “ญ ฐ และ ณ”	สัญญา	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠⠠⠠
11. สัญลักษณ์ย่อไม่เข้าพวก	รร	⠠⠠	⠠⠠⠠
12. การย่อคำที่เป็นส่วนประกอบของคำ	กระ	⠠⠠	⠠⠠⠠⠠

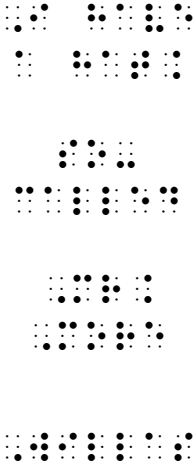
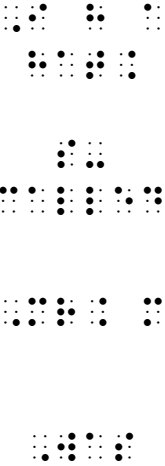
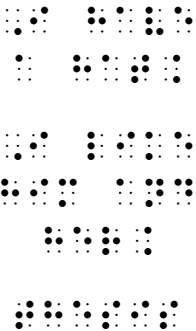
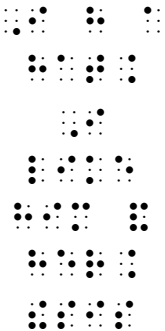
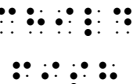

1.3 การใช้อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษระดับ 2

อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษระดับ 2 คือ อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษที่มีลักษณะรูปย่อ ซึ่งเราสามารถจำแนกตัวย่อออกเป็นหมวดหมู่ 4 หมวดหมู่ ได้แก่

1.3.1 อักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์เดียว

ตัวย่ออักษรโดด คือ การใช้พยัญชนะอักษรภาษาอังกฤษตัวเดียวแทนคำหนึ่งคำได้เพื่อสื่อความหมายให้ผู้ที่อ่านเข้าใจ มี 5 ประเภท คือ

ตารางที่ 2 ประเภทของอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์เดียว

ประเภทอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์เดียว	ประโยค	รูปเต็ม	รูปย่อ
1. ประเภทการใช้ตัวย่ออักษรโดด <ul style="list-style-type: none"> ■ ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตามคำฟังเพื่อย่อคำโดด ■ ใช้ตัวย่อเหล่านี้หน้าหรือหลังเครื่องหมาย hyphen(-) ได้ในกรณีที่เป็นคำประสม ■ ใช้ตัวย่ออักษรโดดเหล่านี้กับคำวิสามานยนาม (proper noun) ■ ใช้ตัวย่ออักษรโดดเหล่านี้กับคำที่แสดงความเป็นเจ้าของได้และคำที่คันตัวเครื่องหมาย apostrophe (') ได้ 	<p>I <u>have</u> a hat.</p> <p><u>so</u>-called</p> <p>Mr. <u>More</u></p> <p><u>Will</u>'s</p>		
2. ประเภทตัวย่อรูปเต็มคงรูป <ul style="list-style-type: none"> ■ การย่อคำโดด ■ การย่อส่วนของคำ 	<p><u>The</u> cat <u>and</u> <u>the</u> rat.</p> <p>I like him <u>and</u> her.</p> <p>thesis</p>		
3. ประเภทตัวย่อรูปเต็มกลายรูป <ul style="list-style-type: none"> ■ การย่อคำโดด ■ การย่อส่วนของคำ 	<p>child</p> <p><u>fish</u></p>		

ตารางที่ 2 ประเภทของอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์เดียว (ต่อ)

ประเภทอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์เดียว	ประโยค	รูปเต็ม	รูปย่อ
4. ประเภทตัวย่อประกอบคำ <ul style="list-style-type: none"> ใช้ตัวย่อตำแหน่งต้นคำ กลุ่มย่อแสดงเสียงของมันเอง ย่อ (ar) ในตำแหน่งต้นคำได้ 	error ar (เสียง หัวเราะ) <u>a</u> round	 	
5. ประเภทตัวย่อเบรลล์คำ <ul style="list-style-type: none"> ย่อคำโคด ย่อคำโคดพิเศษ ย่อส่วนของคำ ตำแหน่งต้นคำ ตำแหน่งกลางคำ 	in into inner dis ea	 	

1.3.2 อักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์คู่ หมายถึง การใช้อักษรเบรลล์ 2 เซลล์เพื่อแทนสัญลักษณ์ต่างๆ มี 2 ประเภท คือ








ตัวย่อหน่วยหลัก หมายถึง ตัวย่อเซลล์คู่ที่ปรากฏตามลำพังหรือปรากฏร่วมกับส่วนของคำ

ตัวย่อหน่วยเสริม หมายถึง การใช้อักษรเบรลล์เซลล์คู่เพื่อย่อคำที่เสริมจากคำหลัก

ตารางที่ 3 ประเภทของอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์คู่

ประเภทอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์คู่	ประโยค	รูปเต็ม	รูปย่อ
1. ตัวย่อหน่วยหลัก <ul style="list-style-type: none"> ย่อทั้งคำหรือส่วนของคำ ย่อส่วนของคำได้หาก ส่วนของคำนั้นยังคง ความหมายเดิม ย่อส่วนของคำที่ยังคง เสียงเดิม 	part birthday adhere	 	

ตารางที่ 3 ประเภทของอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์คู่ (ต่อ)

ประเภทอักษรเบรลล์ตัวย่อเซลล์คู่	ประโยค	รูปเต็ม	รูปย่อ
2. ตัวย่อหน่วยเสริม <ul style="list-style-type: none"> ▪ ย่อกลางหรือท้ายคำ ▪ พิจารณาการย่อแบบนี้ก่อน ▪ ย่อส่วนขึ้นบรรทัดใหม่ 	dictionary thence temperament	  	   (ขึ้นบรรทัดใหม่) 

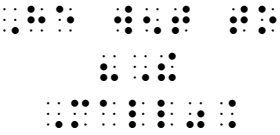


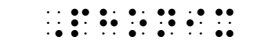
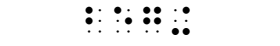
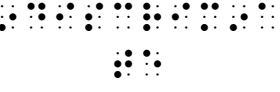


1.3.2 อักษรเบรลล์คำย่อ

อักษรเบรลล์คำย่อ หมายถึง การใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษเพียง 2 หรือ 3 ตัวคู่กัน แทนคำในภาษาอังกฤษ

ตารางที่ 4 ประเภทของอักษรเบรลล์ตัวย่อ

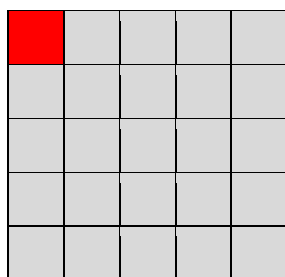
ประเภทอักษรเบรลล์คำย่อ	รูปเต็ม	ประโยค
1. ย่อคำโดด	He is my father and friend	
2. ย่อส่วนของคำ	accordingly	
3. ย่อคำกับคำวิสามานนามในกรณีที่เป็นคำโดด	Dr. Good	
4. หากคำรูปเต็มใช้รูปเดียวกับคำย่อในอักษรเบรลล์ให้ใส่เครื่องหมายกำกับตัวอักษร(;)ไว้หน้าคำเหล่านั้น	Al Johnson	
5. ถ้าคำย่อปรากฏที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของคำ เมื่อแยกคำออกจากกันให้รักษารูปคำย่อเบรลล์ไว้	misconceived	 (ขึ้นบรรทัดใหม่)

ตารางที่ 5 ข้อยกเว้นในการย่อคำ (ต่อ)

ข้อยกเว้น	รูปเต็ม	รูปย่อถูก	รูปย่อผิด
12. ตัวย่อกลุ่มนี้ไม่สามารถปรากฏ อยู่หน้าเครื่องหมายวรรคตอน ใดๆ	He went to (the Mall).		-
13. ถ้ามีตัวย่อกลุ่มนี้ปรากฏอยู่ใน ตำแหน่งท้ายบรรทัดให้ เปลี่ยนตัวย่อเป็นตัวเต็ม	Welcome to Thailand		-
14. คำประสมที่ en ปรากฏตาม ลำพังให้เขียนเป็นรูปเต็ม	<u>en</u> masse		-
15. ไม่ใช่ย่อสระประสมหรือทำให้ สระประสมแยกออกจากกัน	Pho <u>en</u> ix		-
16. ไม่ใช่ตัวย่อเหล่านี้ ย่อส่วน ของพยางค์ในตำแหน่งต้นคำ	<u>beg</u> ging		-
17. ไม่ใช่ตัวย่อเหล่านี้ในตำแหน่ง กลางคำหรือท้าย	in <u>dis</u> crimin ate		-
18. หากใช้การย่อรูปแบบอื่นได้ ควร พิจารณาการย่อรูปแบบอื่น ก่อนตัวย่อกลุ่มนี้	<u>year</u>		-
19. ไม่ใช่ตัวย่อเหล่านี้หน้า เครื่องหมายวรรคตอน	“green tea”		-

2 การประมวลผลภาพดิจิทัล

โดยปกติทั่วไปนั้น รูปแบบของการแทนค่ารูปภาพในระบบคอมพิวเตอร์จะแทนด้วยขนาดของอาร์เรย์สองมิติ (พิกัดจุดพิกเซล (แถว, หลัก)) โดยที่ พิกัดจุดพิกเซล คือจุดพิกเซล (Pixel) ของภาพ ณ แถว (Row) และ หลัก (Column) นั้นๆ ซึ่งข้อมูลในแต่ละช่องของอาร์เรย์ จะถูกมองเป็นค่าสีในแต่ละพิกเซล ของรูปภาพ



พิกเซลสีแดง หมายถึง พิกัดจุดที่เซลล์ที่แถว 0 หลัก

0 หรือสามารถเขียนได้ดังนี้ **พิกัดจุดพิกเซล(0, 0)**

รูปที่ 2 ตำแหน่งการแทนค่าสีของภาพ

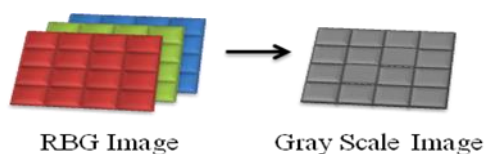
โดยแบ่งภาพออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. ภาพขาวดำ (Binary Image)

ภาพขาวดำ เป็นภาพชนิดที่ง่ายที่สุด ซึ่งข้อมูลในภาพจะมีแค่ 2 ค่าเท่านั้นคือ ดำ (0), ขาว (1) โดยภาพขาวดำ จะใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลเพียง 1 บิตต่อพิกเซล เท่านั้น ซึ่งภาพชนิดนี้ถูกสร้างมาจากภาพสีเทา โดยใช้วิธีการทำเทสโรว (Threshold) ซึ่งมีวิธีการทำคือ ถ้าค่าสีของพิกเซล ใดในภาพมีค่ามากกว่าค่าเทรชโรว ที่กำหนดไว้จะถูกเปลี่ยนเป็นสีขาว (1) และ ถ้าค่าสีของพิกเซล ใดในภาพมีค่าน้อยกว่าค่า Threshold จะถูกเปลี่ยนเป็นสีดำ (0)

2. ภาพสีเทาขาว (Gray Scale Image)

ภาพสีเทาขาว อาจกล่าวได้ว่าเป็นลักษณะโมโนโครม (Monochrome) หรือ ภาพที่เก็บเซตของสีเดียว (One-color Image) ซึ่งจะเก็บเพียงแค่ข้อมูลของค่าความสว่างของแสงเท่านั้นไม่เก็บข้อมูลของสีโดยปกติจะใช้ 8 บิตต่อพิกเซล ทำให้สามารถใช้ระดับแสง สีเทา (Gray) ที่แตกต่างกันได้ 256 ระดับ



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของของภาพสีไปเป็นภาพสีเทาขาว

3. ภาพสี (Color Image)

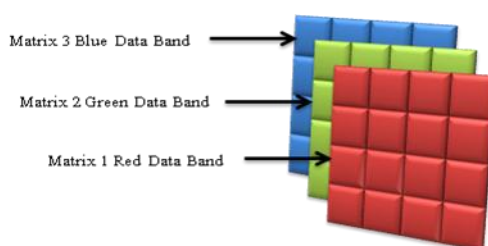
ภาพสี สามารถแบ่งเป็นภาพโมนโอโครม (Monochrome) ได้ 3 ชุด ในแต่ละชุดจะเก็บสีต่างชนิดกัน คือ สีแดง (Red), สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) แต่ละชุดจะใช้พื้นที่ 8 บิตต่อพิกเซล ทำให้พื้นที่รวมทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละพิกเซล เป็น 24 บิต

2.1 รูปแบบไฟล์ภาพดิจิทัล (Digital Image File Format)

ในทางคอมพิวเตอร์กราฟิกนั้น ภาพจะถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ ภาพบิตแมพ และภาพเวกเตอร์ โดยโครงการนี้จะใช้ข้อมูลภาพประเภทบิตแมพเท่านั้น ดังนั้นภาพบิตแมพจึงเป็นภาพที่สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ที่ประกอบไปด้วย ส่วนหัวของข้อมูล และข้อมูลของพิกเซลโดยส่วนหัวนั้นจะเก็บข้อมูลต่าง ๆ ของภาพดังนี้

- จำนวนแถวของภาพ (ความสูง)
- จำนวนคอลัมน์ของภาพ (ความกว้าง)
- จำนวนของแบนด์ เช่น RGB เป็นต้น
- จำนวนของ บิตต่อพิกเซล
- ชนิดของไฟล์

ในส่วนหัวนั้นอาจจะเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการบีบอัดและพารามิเตอร์ที่จำเป็นในการสร้างภาพ P(Row, Column) ส่วนพิกเซลจะเป็นข้อมูลของแต่ละพิกเซลในภาพ



รูปที่ 4 แบนด์ของค่าสีต่างๆ

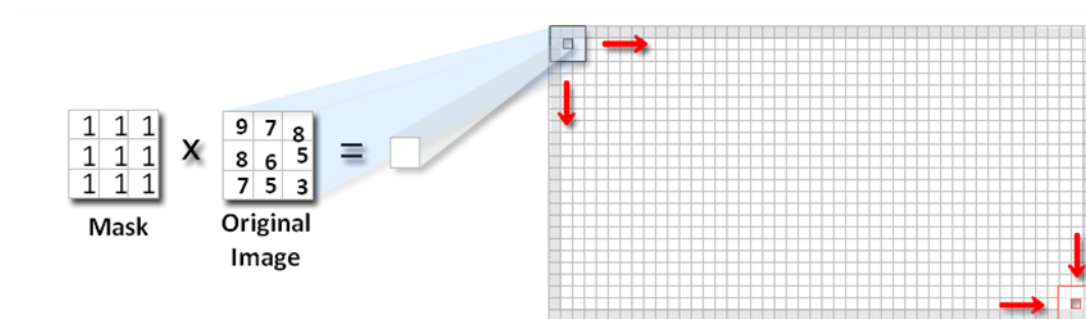
2.2 เทคนิคการประมวลผลภาพเบื้องต้น

2.2.1 การปรับภาพ (Image Convolutions)

การปรับภาพนั้นมีความสำคัญมากในเรื่องการประมวลผลภาพเพราะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายๆทาง เช่น การหาขอบของภาพ (Edge Detection) การทำให้ภาพนุ่มนวล (Smoothing) การทำให้ภาพคมชัด (Sharpening) การขยายภาพ (Dilation) เป็นต้น

สมการในการคอนโวลูชันมีดังนี้

$$\sum_{x=-\infty}^{\infty} \sum_{y=-\infty}^{\infty} I(\text{row}-x, \text{column}-y)M(x,y)$$



รูปที่ 5 การเริ่มต้นการคอนโวลูชันระหว่างภาพกับมาสก์

จากรูป เริ่มต้นหาคอนโวลูชันมาสก์ที่บนซ้ายของภาพแล้วนำค่าในตำแหน่งของมาสก์ที่ตรงกับภาพบริเวณที่ถูกหาพบมาคูณกันทุกตำแหน่ง แล้วนำค่าที่ได้ทั้งหมดมารวมกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะถูกเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ที่ตำแหน่งตรงกลางของมาสก์ที่ทับกับภาพ

จากนั้น เลื่อนมาสก์ไปทางขวา 1 พิกเซล แล้วทำคอนโวลูชัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บไว้ในบัฟเฟอร์อีก ทำไปเรื่อย ๆ จนจบแถว เมื่อทำจนครบทั้งแถวจะเลื่อนมาสก์ลงมา 1 แถว แล้วทำการคอนโวลูชันจากด้านซ้ายสุดต่อตามขั้นตอนที่กล่าวมาจนครบทั้งรูป ผลลัพธ์สุดท้ายที่ได้จากการคอนโวลูชันจะขึ้นอยู่กับมาสก์ที่นำมาหา

พีชคณิตของรูปภาพ (Image Algebra) แบ่งการดำเนินการในการทำงานได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

1. การคำนวณเชิงรูปภาพ (Image Arithmetic) ประกอบด้วย

- การบวก (Addition) ใช้ในการรวมข้อมูลของรูป 2 รูปเข้าด้วยกันดังตัวอย่างต่อไปนี้

$$I_1(\text{Row}, \text{Column}) + I_2(\text{Row}, \text{Column}) = I_3(\text{Row}, \text{Column})$$

- การลบ (Subtraction) ส่วนใหญ่มักจะใช้ในการตรวจสอบการเคลื่อนไหวของภาพ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าภาพไม่มีความเปลี่ยนแปลง ผลที่ได้จากการทำการลบของทั้งสองรูป จะเป็นภาพสีดำทั้งภาพ แต่ถ้ามีบางอย่างเปลี่ยนไป เมื่อทำการลบแล้วบริเวณที่เปลี่ยนนั้นจะไม่ใช่สีดำ
- การคูณและการหาร (Multiplication and Division) จะถูกใช้ในการปรับแต่งแสงของรูป โดยกำหนดให้มีค่าคงที่มากกว่า 1 เมื่อนำไปทำการคูณซึ่งทำได้โดยการนำค่าคงที่ที่กำหนดไว้ไปคูณกับทุกพิกเซลของภาพ จะทำให้ภาพที่ได้ออกมานั้น สว่างกว่าภาพเดิม ถ้า

ทำการหารจะนำค่าคงที่ที่กำหนดไว้ไปหารกับทุกพิกเซลของภาพ จะทำให้ภาพที่ได้นั้น มีดีกว่าภาพเดิม

2. การคำนวณรูปภาพเชิงตรรกะ (Image Logic) ประกอบด้วย

- นี้อต (NOT) ใช้ในการทำส่วนกลับ (Negative) ของภาพต้นแบบ โดยการนำทุก ๆ บิตใน แต่ละพิกเซลมากลับค่า ($0 \rightarrow 1, 1 \rightarrow 0$)
- แอนด์, ออร์ (AND, OR) จะเป็นการดำเนินการที่ใช้ในการเลือกพื้นที่รูปที่เราสนใจ ถ้า เป็นฟังก์ชันการบวก จะนำ บิตของแต่ละพิกเซล ในภาพต้นแบบ และมาสค์ (ขาว, ดำ) มา แอนด์กัน ซึ่งภาพผลลัพธ์ที่ได้ จะเหลือเฉพาะภาพส่วนที่ตรงกับมาสค์ สีขาว แต่ ถ้าเป็น การดำเนินการออร์เมื่อนำ บิตของแต่ละพิกเซลมาออร์กันจะได้ผลลัพธ์ เฉพาะภาพส่วนที่ ตรงกับมาสค์สีดำ

2.2.2 การหาเส้นขอบของรูปภาพ (Edge Detection)

เป็นการค้นหาเส้นขอบ (บริเวณที่มีค่าความแตกต่างมาก) ของภาพ โดยจะมีการกำหนด มาสค์ และใช้วิธี คอนเวอร์ลูชันเพื่อหาเส้นขอบของภาพ ซึ่งมาสค์ที่นำมาใช้ในการหาเส้นขอบ นั้นมี หลายชุด ซึ่งแต่ละชุดก็จะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน วิธีการคำนวณมีดังนี้

- นำภาพต้นแบบมาคอนเวอร์ลูชัน กับมาสค์แรกแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเก็บในบัฟเฟอร์
- นำภาพต้นแบบมาคำนวณกับมาสค์ที่สอง เช่นเดียวกับมาสค์แรก แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไป ยูเนียน (Union) บิตกับบัฟเฟอร์
- ทำการคำนวณอย่างนี้กับมาสค์ที่เหลือทั้งหมด แล้วผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นเส้นขอบของภาพ ต้นแบบ ที่ถูกเก็บอยู่ในบัฟเฟอร์

2.2.3 การทำให้ภาพเรียบ (Smoothing)

เป็นการลดสิ่งรบกวน ของภาพซึ่งจะส่งผลให้ภาพที่ได้เบลอ ขึ้น โดยมาสค์ที่จะนำมา ประมวลผลนั้น มีขนาดที่แตกต่างกัน ถ้าต้องการให้ภาพที่ได้นั้นสมูทมากขึ้นก็ต้องกำหนดให้มาสค์ มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยในโครงงานของเรานั้นมีการสมูทให้สามารถเลือกใช้ได้ 2 ลักษณะ ซึ่งจะมี วิธีการประมวลผลที่แตกต่างกัน และจะให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน

- ค่าเฉลี่ย (Mean) เราจะนำมารวมไปเท่ากับภาพต้นแบบ และนำค่าเฉลี่ยที่ตรงกับมาร์ชนั้นมา หาค่าเฉลี่ย และค่าใหม่ที่ได้นั้นจะเป็นค่าเฉลี่ยใหม่ของแต่ละตำแหน่งตรงกับช่องกลางของมาร์ช
- ค่ากลาง (Median) วิธีการจะคล้ายๆ กับค่าเฉลี่ย แต่เราจะนำค่ามาทำการเรียงลำดับจากค่า น้อยไปหามาก และค่าที่อยู่ตรงกลางจะเป็นค่าเฉลี่ยใหม่ที่ได้

2.2.4 การตัดขอบรูปภาพ (Cropping Image Frame)

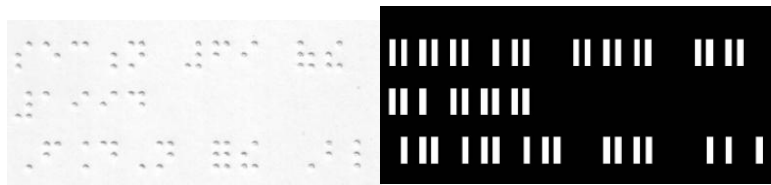
เป็นการตัดเงาของขอบรูปภาพออกไปให้เหลือเฉพาะส่วนของข้อมูลที่สำคัญของรูปภาพ เท่านั้น

2.2.5 การปรับภาพให้ตั้งตรง (Image De-Skewing)

ภาพที่รับเข้ามาส่วนใหญ่จะมีลักษณะที่ยังไม่ตรงหรือมีลักษณะที่เอียง การทำการปรับภาพให้ตั้งตรงทำให้การทำการประมวลผลอย่างอื่นง่ายขึ้น เพื่อปรับปรุงคุณภาพของรูปให้ดีขึ้น

2.2.6 การตรวจจับครึ่งเซลล์อักษรเบรลล์ (Half-Character Detection)

เป็นการลดความซับซ้อนของรูปภาพ โดยการตรวจจับตัวครึ่งตัวอักษรจากภาพที่รับเข้ามา โดยดูจากตำแหน่งของพิกเซล (Pixel) ที่ละแถวว่าในแถวนั้นมีความแตกต่างระหว่างสีของแต่ละพิกเซลเมื่อพบแถวของพิกเซลที่มีตัวอักษรก็จะเก็บในอาร์เรย์สองมิติ (2 Dimension Array) ในการเก็บตำแหน่งที่มีตัวอักษรแถวนั้นไว้ในบัฟเฟอร์ (Buffer) ทำจนกระทั่งพิกเซลทั้งหมดที่มีตัวอักษรถูกเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำขั้นตอนนี้ก็คือ จะได้พื้นที่ๆ ใช้ในการประมวลผลในขั้นต่อไป ซึ่งก็คือภาพที่มีสองสีซึ่งเป็นการบอกตำแหน่งของตัวอักษรเบรลล์ โดยตำแหน่งที่มีอักษรเบรลล์จะเป็นเส้นทึบสีขาว ส่วนตำแหน่งที่ไม่มีอักษรเบรลล์จะเป็นพื้นสีดำ



รูปที่ 6 ภาพก่อนและหลังการทำการตรวจจับครึ่งเซลล์อักษรเบรลล์

อัลกอริทึมสำหรับการตรวจจับครึ่งเซลล์อักขรเบรลล์

Let x be a matrix with the same dimensions as the image and $x_{ij} = 1$ if the pixel at i th row, j th column is part of the shadow of a dot, and $x_{ij} = 0$ otherwise. Let ϵ = a threshold value determined by trial and error.

for each line in x

$y = 0$

for each column j

$y = y + x_{ij}$

if $y \geq \epsilon$

if temp buffer is not empty

append temp buffer to character buffer

clear temp buffer

end if

Add pixel row to character buffer

break

end if

end

if $y < \epsilon$

Add pixel row to temp buffer

if temp buffer exceeds height allowed for intra-character space

clear temp buffer

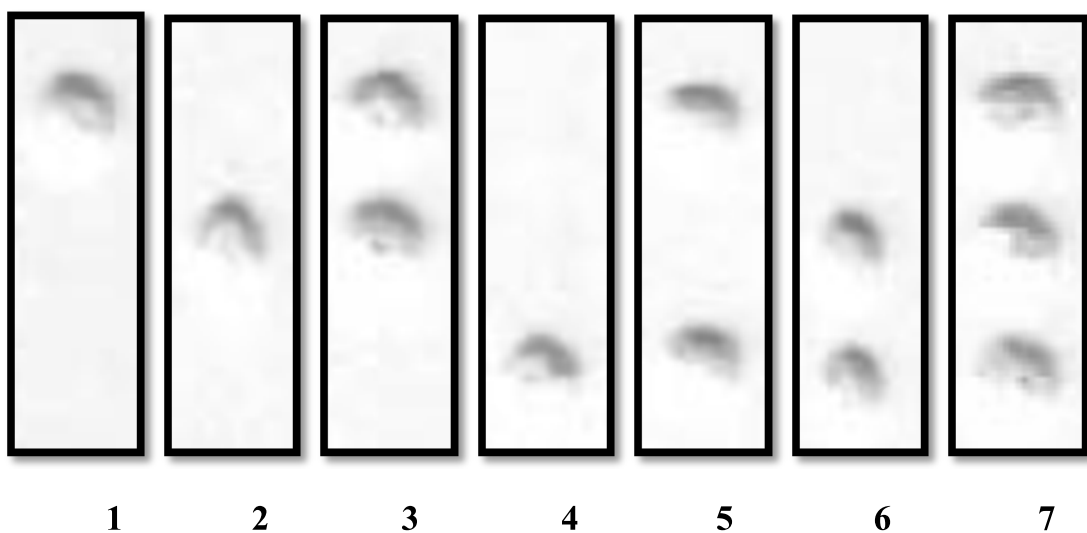
process character buffer

clear character buffer

end if

end if

end



รูปที่ 7 ครึ่งเซลล์อักขรเบรลล์ที่ใช้ในการพิจารณาทั้งหมดโดยพร้อมทั้งรหัสครึ่งเซลล์อักขรเบรลล์

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- หน่วยประมวลผล Pentium 4 ความเร็ว 2.66 GHz
- หน่วยความจำ (Memory) 496 MB, ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) ขนาด 60 GB
- ซีดีรอม (CD-ROM) ความเร็ว 52x
- หน้าจอ (Monitor), เมาส์ (Mouse), คีย์บอร์ด (Keyboard), เครื่องสแกนเนอร์ (Scanner)

2. ซอฟต์แวร์ (Software)

- ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window XP Professional 2006 V.9
- ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ Visual Basic.NET 2005
- โปรแกรมที่ใช้จัดการกับอักษรเบรลล์ คือ Thai-Braille Translate 2.0
- โปรแกรมที่ใช้จัดการเกี่ยวกับรูปภาพคือ Adobe Photoshop CS
- โปรแกรมพจนานุกรมภาษาไทย และภาษาอังกฤษที่ใช้คือ LEXiTRON Program
Version 2.1
- ระบบฐานข้อมูลที่ใช้คือ Microsoft Office Access 2007

รายละเอียดโปรแกรม

1. ข้อมูลเข้าของระบบ (System Input)

- ภาพอักษรเบรลล์ที่ได้มาจากการสแกนผ่านเครื่องสแกนเนอร์ และไฟล์ภาพที่ต้องเป็นไฟล์ ภาพที่มีนามสกุลเป็น .JPG

2. ข้อมูลออกที่ได้จากระบบ (System Output)

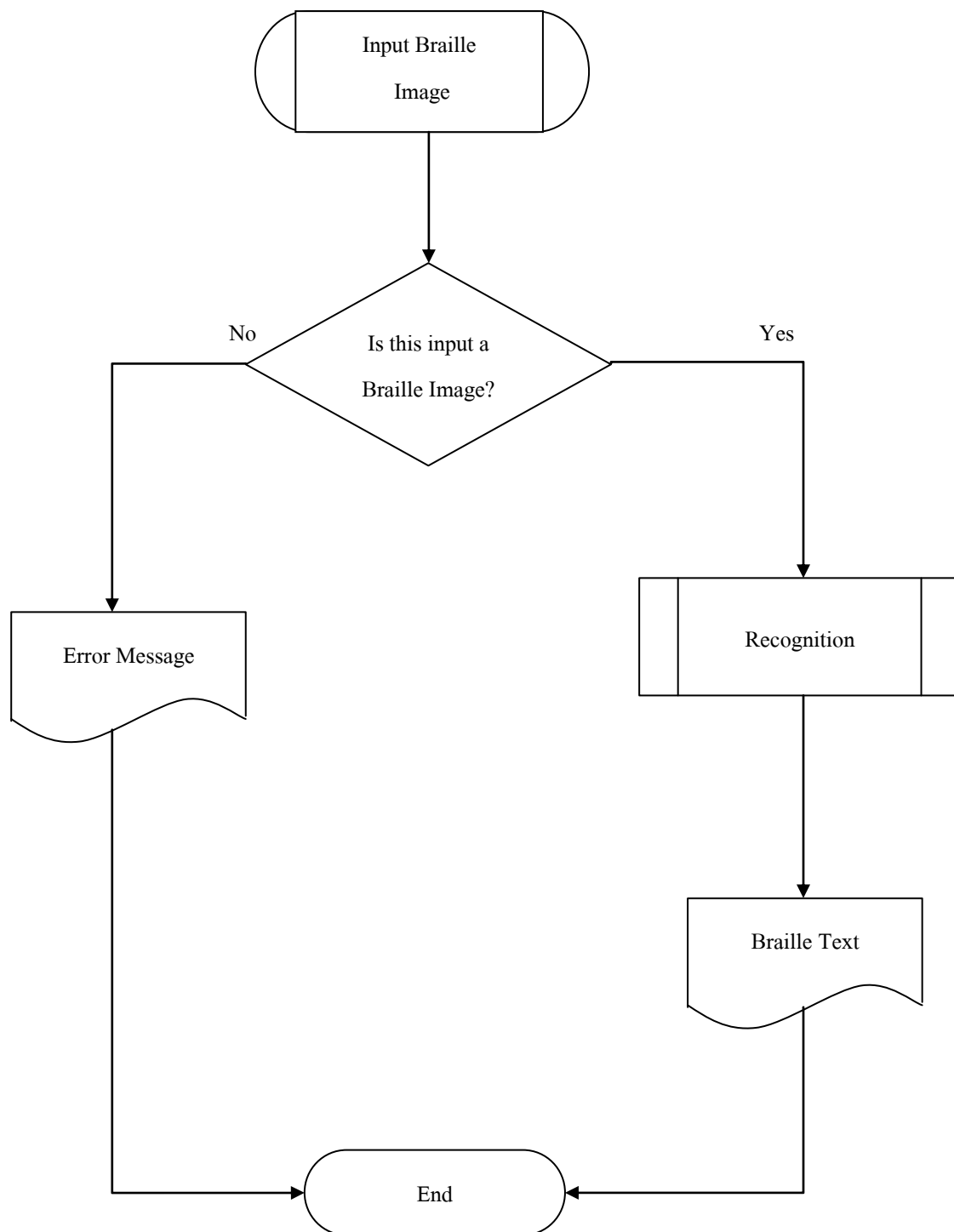
- ตัวอักษรภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ตัวเลขอารบิก หรือผสมกันทั้ง 2 ภาษาที่มีความหมายตรงกัน ภาพอักษรเบรลล์ ที่มีไฟล์นามสกุล .TXT

3. หลักการทำงานของระบบ

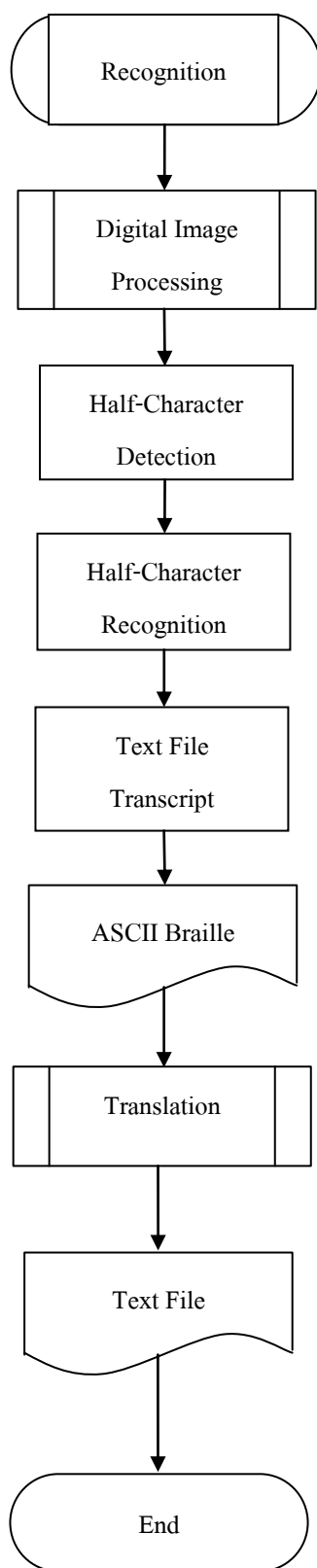
หลักการดำเนินงานของระบบนั้น จะแบ่งส่วนประกอบออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ นั่นก็คือ ส่วนของการประมวลผลรูปภาพ และส่วนของการวิเคราะห์ภาษา

เมื่อผู้นำเอกสารอักษรเบรลล์มาสแกนผ่านเครื่องสแกนเนอร์ ระบบจะได้ไฟล์ภาพอักษรเบรลล์ ซึ่งระบบจะนำไฟล์ภาพนี้ไปทำการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) เพื่อให้การรู้จำนั้นเป็นไปได้โดยง่าย โดยการแปลงภาพให้อยู่ในรูปของภาพสีเทา (Gray Scale Image) ภาพขาวดำ (Black/White Image) ปรับความชัดของภาพ (Dilation) การหาขอบเขตของภาพ (Edge Detection) และหลังจากนั้นก็จะทำการรู้จำภาพ (Recognition) เพื่อแยกอักษรเบรลล์แต่ละตัว

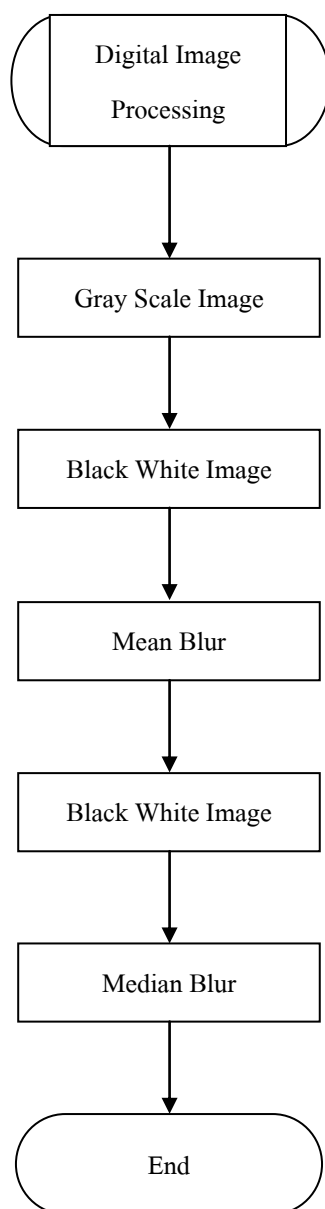
หลังจากที่ทำการรู้จำเรียบร้อยแล้วสิ่งที่จะทำต่อไปก็คือส่วนของการวิเคราะห์ภาษา ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องเลือกรูปแบบของเอกสารที่จะทำการแปลซึ่งมีด้วยกัน 3 แบบ คือ เอกสารอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษระดับ 1, เอกสารอักษรเบรลล์ภาษาไทยระดับ 2 และเอกสารอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษระดับ 2 เมื่อเลือกแล้วระบบจะทำการแปลงอักษรเบรลล์ให้อยู่ในรูปแบบที่ได้เลือกไว้ โดยหลักการแปลงนั้นก็จะมีการใช้ฐานข้อมูลของ LEXiTRON เข้ามาช่วยในการพิจารณาด้วย



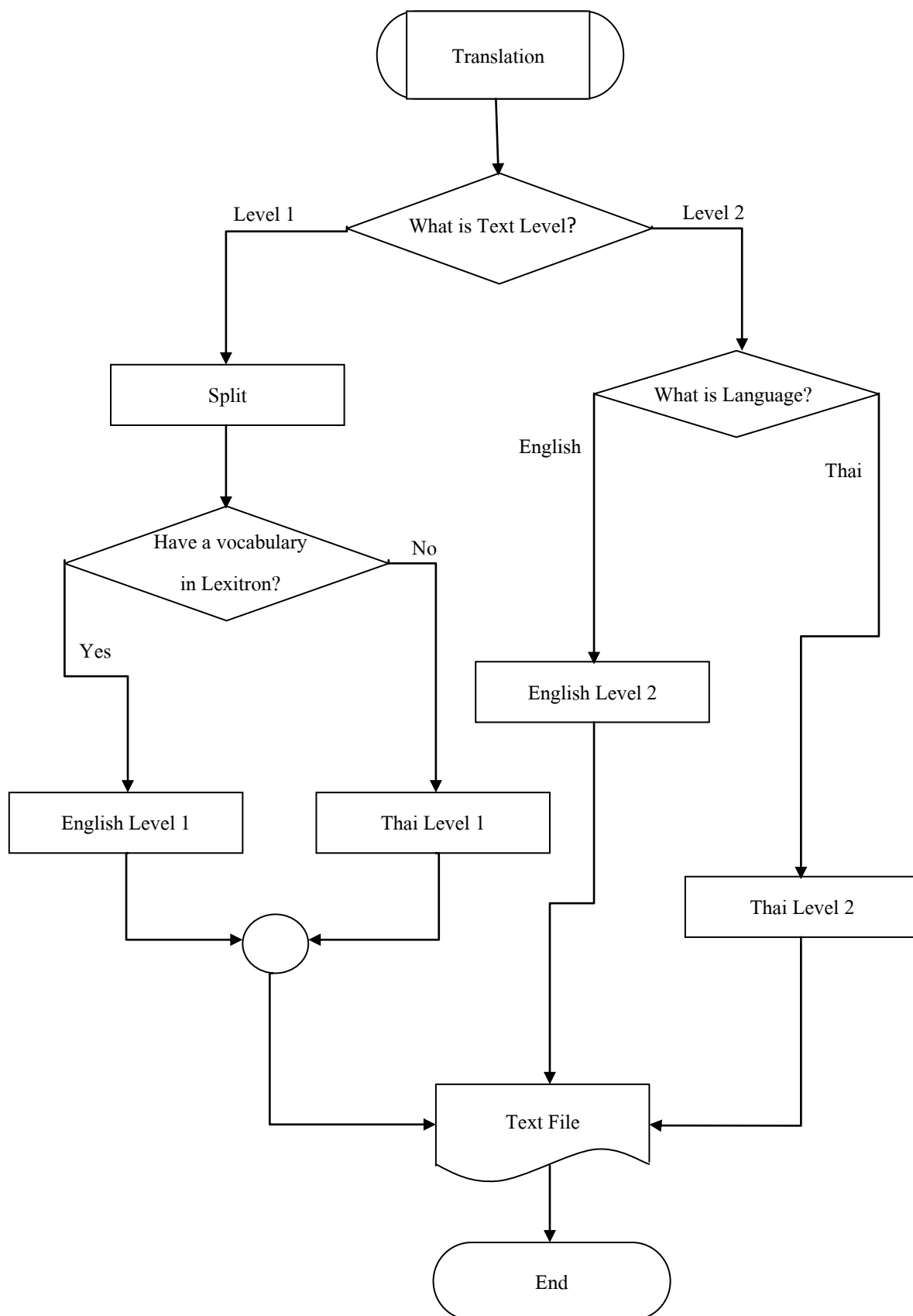
รูปที่ 8 Flow Chart ของการทำงานโดยรวมของระบบ



รูปที่ 9 Flow Chart แสดงกระบวนการรู้จำตัวอักษร (Recognition)



รูปที่ 10 Flow Chart แสดงกระบวนการประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)



รูปที่ 11 Flow Chart แสดงกระบวนการแปลภาษา (Translation)

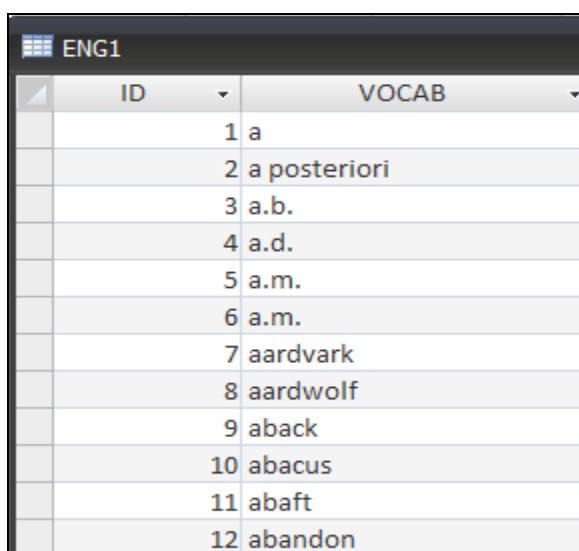
4. ฐานข้อมูลของระบบ

ระบบฐานข้อมูลประกอบไปด้วยตารางดังนี้

ตารางที่ 6 ฐานข้อมูลภาษาอังกฤษระดับ 1

ชื่อฟิลด์	ชนิดของข้อมูล	รายละเอียด
ID	Integer	ลำดับที่ของคำศัพท์
VOCAB	Text	คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เอามาจาก ฐานข้อมูลของ LEXiTRON

Primary Key คือ ID



ID	VOCAB
1	a
2	a posteriori
3	a.b.
4	a.d.
5	a.m.
6	a.m.
7	aardvark
8	aardwolf
9	aback
10	abacus
11	abaft
12	abandon

รูปที่ 12 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลภาษาอังกฤษระดับ 1

ตารางที่ 7 ฐานข้อมูลภาษาไทยระดับ 1

ชื่อฟิลด์	ชนิดของข้อมูล	รายละเอียด
ID	Integer	ลำดับที่ของคำศัพท์
VOCAB	Text	คำศัพท์ภาษาไทยที่เอามาจาก ฐานข้อมูลของ LEXiTRON
ASCII_Braille	Text	รหัสแอสกีเบรลล์ของคำศัพท์

Primary Key คือ ID

THAI1			
	ID	VOCAB	ASCII_Braille
	1	ตั้งกล่าวข้างต้น	d>}gl9*wk4*}|
	2	การงดออกเสีย	g*r}doogs{}
	3	ตามกฎหมาย	|*mg,dhm*y
	4	เทคโนโลยีสมัย	f)uinily2sm>y:
	5	ระเบียบวาระกา	rav(vw*rag*r&
	6	ฮอว์โมนเพศชา	=or0imnf?,s+*
	7	เอเซีย	fo+(
	8	อาเซีย	o*+(9n
	9	เป็นหลักประกัน	f&'nhl>g&rag>
	10	แต่บางที	< 9v*})2
	11	ในบางกรณี	:1nv*}gr,n2
	12	อำนาจหน้าที่	ozn*jhn4*)29

รูปที่ 13 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลภาษาไทยระดับ 1

ตารางที่ 8 ฐานข้อมูลภาษาไทยระดับ 2

ชื่อฟิลด์	ชนิดของข้อมูล	รายละเอียด
ID	Integer	ลำดับที่ของคำศัพท์
ASCII_Braille	Text	รหัสแอสกีเบรลล์ของคำศัพท์
Word	Text	คำที่สามารถย่อได้
Element	Text	คำย่อที่เป็นส่วนประกอบของคำ

Primary Key คือ ASCII_Braille

THAI2				
	ID	ASCII_Braille	Word	Element
	46	-,s		ศาสตร์
	47	-u		คุณ
	48	.s-		เศรษฐกิจ
	49	u-s	ความสามารถ	
	50	u-m	ความหมาย	
	51	d-j	ดวงจันทร์	
	52	d-d	ดวงดาว	
	53	d-o	ดวงอาทิตย์	

รูปที่ 14 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลภาษาไทยระดับ 2

ตารางที่ 9 ฐานข้อมูลภาษาอังกฤษระดับ 2

ชื่อฟิลด์	ชนิดของข้อมูล	รายละเอียด
ID	Integer	ลำดับที่ของคำศัพท์
ASCII_Braille	Text	รหัสแอสกีเบรลล์ของตัวย่อ
Eng	Text	คำศัพท์ที่เป็นตัวย่อในภาษาอังกฤษ
EngFront	Text	ตัวอักษรที่สามารถย่อได้เมื่ออยู่หน้าคำ
EngCenter	Text	ตัวอักษรที่สามารถย่อได้เมื่ออยู่กลางคำ
EngBack	Text	ตัวอักษรที่สามารถย่อได้เมื่ออยู่ท้ายคำ

Primary Key คือ ASCII_Braille

ENG2						
	ID	ASCII_Braille	Word	EngFront	EngCenter	EngBack
	40	}		er	er	er
	41	<		gh	gh	gh
	42	{		ow	ow	ow
	43	#			ble	ble
	44	+			ing	ing
	45	2	be			
	46	5	enough			
	47	7	were			

25

รูปที่ 15 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลภาษาอังกฤษระดับ 2

ขอบเขตและข้อจำกัดของโปรแกรม

1. ลักษณะขอบเขตของโครงการ

- 1.1 โครงการนี้ได้พัฒนาต่อเนื่องจากระบบการรู้จำและแปลความตัวอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษแบบออนไลน์ (Online Thai-English Braille Recognition and Translation System) ซึ่งเป็นปริญญาานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2548

- 1.2 โครงการนี้มีพัฒนาจากโครงการเดิม ซึ่งโครงการเดิมนั้นภาพอักษรเบรลล์ที่นำมาใช้กับระบบ จะเป็นภาพที่ได้จากการจำลองขึ้นมาเท่านั้น โดยพัฒนาปรับเปลี่ยนให้สามารถรับไฟล์ที่นำเข้ามาจาก เครื่องสแกนเนอร์หรือไฟล์ที่มีนามสกุลเจพีจี (JPG) ได้ โดยข้อมูลที่ส่งออกมาคือไฟล์เอกสารนามสกุล ทีเอกซ์ที (TXT) โดยมีความละเอียดของภาพ 200 พิกเซลต่อตารางนิ้ว
- 1.3 ระบบจะทำการรู้จำเฉพาะภาพของอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษระดับ 1 (English Braille Level 1) อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษระดับ 2 (English Braille Level 2) อักษรเบรลล์ภาษาไทยระดับ 1 (Thai Braille Level 1) อักษรเบรลล์ภาษาไทยระดับ 2 (Thai Braille Level 2) และตัวเลขเท่านั้น ซึ่งใช้ความรู้และหลักการของการประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น ในการเตรียมข้อมูลเพื่อทำการรู้จำต่อไป
- 1.4 ระบบสามารถวิเคราะห์ภาพอักษรเบรลล์ว่าเป็นอักษรเบรลล์ของภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ โดยการใช้ฐานข้อมูลพจนานุกรมภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Lexitron) ในการพิจารณาร่วมด้วย

2. ข้อจำกัดของโปรแกรม

- เครื่องมือนี้รองรับภาพอักษรเบรลล์ด้านเดียวที่มีนามสกุลเจพีจี (*.JPG) เท่านั้นและความละเอียดของภาพเท่ากับ 300 dpi ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่เครื่องสแกนเนอร์ตั้งไว้
- การแปลเอกสารที่มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษระดับ 1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลอาจไม่ถูกต้อง เนื่องจากการเลือกที่จะแปลเป็นภาษาใดจะตรวจสอบจากฐานข้อมูล LEXiTRON ซึ่งคำศัพท์ยังไม่ครอบคลุมทั้งหมด

กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม

- ผู้ที่มีความสนใจทั่วไป ที่ต้องการรับทราบข้อมูลในเอกสารอักษรเบรลล์
- ผู้ที่ต้องการสื่อสารกับผู้พิการทางสายตาผ่านทางเอกสารอักษรเบรลล์
- เป็นการเผยแพร่ความรู้ ความสามารถ ของผู้พิการที่แสดงออกมาทางเอกสารอักษรเบรลล์ ให้บุคคลทั่วไปได้รับรู้

การทดลองและผลการทดลอง

1 การทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการรู้จำภาพครึ่งอักขระอักขระเบรลล์

- ตั้งสมมุติฐาน

ถ้าเครื่องมือแปลความภาพอักขระเบรลล์เป็นเอกสารภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีประสิทธิภาพในการแปลข้อความจะต้องสามารถทำการรู้จำครึ่งเซลล์อักขระอักขระเบรลล์ในภาพเอกสารที่ทำการรับเข้ามาได้อย่างถูกต้องเป็นอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 95% ของครึ่งอักขระอักขระเบรลล์ทั้งหมดของเอกสาร

- วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและวัดประสิทธิภาพของการรู้จำภาพครึ่งอักขระอักขระเบรลล์โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพผลภาพดิจิทัล

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- เอกสารอักขระเบรลล์แบบคั่นเดี่ยว ขนาด A4
- ภาพเอกสารอักขระเบรลล์ที่พร้อมสำหรับการทำการรู้จำ

- วิธีการทดลองการรู้จำภาพครึ่งอักขระอักขระเบรลล์

เริ่มต้นด้วยการนำเอกสารอักขระเบรลล์คั่นเดี่ยวมาทำการรู้จำครึ่งอักขระอักขระเบรลล์ด้วยมนุษย์ หลังจากนั้นทำการนำเข้าเอกสารอักขระเบรลล์ที่พร้อมสำหรับการทำการรู้จำมาทำการผ่านส่วนของโปรแกรมที่ผู้พัฒนาสร้างขึ้นและนำข้อมูลออกมาทำการเปรียบเทียบกันระหว่างผลลัพธ์ที่ได้จากการรู้จำด้วยมนุษย์ และผลลัพธ์จากการรู้จำที่ได้จากโปรแกรม

- ผลการทดลองการรู้จำภาพครึ่งอักขระอักขระเบรลล์

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบการรู้จำ

การทดลอง	จำนวนครึ่งอักขระทั้งหมดในหน้าเอกสารอักขระเบรลล์	จำนวนครึ่งอักขระที่สามารถทำการรู้จำได้อย่างถูกต้องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	คิดเป็น % ความถูกต้อง
การรู้จำครึ่งอักขระอักขระเบรลล์	422	421	99.99%

- สรุปผลการทดลองการรู้จำภาพเครื่องอักษรเบรลล์

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการรู้จำภาพเครื่องอักษรเบรลล์มีประสิทธิภาพมาก โดยสามารถทำการรู้จำภาพเครื่องอักษรเบรลล์ได้อย่างแม่นยำโดยถ้าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์สามารถทำได้ถึง 99.99% ซึ่งเกือบ 100% ทำให้เห็นว่าการรู้จำเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งความจริงแล้ว เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพของภาพที่ทำการรู้จำเป็นสำคัญมากกว่า

2 การทดลองเพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของการแปลข้อความ

- ตั้งสมมุติฐาน

ถ้าเครื่องมือแปลความภาพอักษรเบรลล์เป็นเอกสารภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีประสิทธิภาพในการแปลข้อความที่ประกอบด้วยข้อความภาษาไทยระดับ 1, ภาษาไทยระดับ 2, ภาษาอังกฤษระดับ 1 และภาษาอังกฤษระดับ 2 จะต้องมีความถูกต้องในการแปลมากกว่า 95%

- วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและวัดประสิทธิภาพของการแปลข้อความที่ประกอบด้วยข้อความภาษาไทยระดับ 1, ภาษาไทยระดับ 2, ภาษาอังกฤษระดับ 1 และภาษาอังกฤษระดับ 2

- อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- ฐานข้อมูลคำศัพท์ LEXiTRON ทั้งในภาษาไทย และภาษาอังกฤษของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
- โปรแกรม Thai Braille Translate 2.0 ที่จัดทำขึ้นโดยวิทยาลัยราชสุดาฯ
- ระบบการรู้จำและแปลความอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ที่จัดทำขึ้นโดยคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

- วิธีการทดลองการแปลภาษาไทยระดับ 1 และภาษาอังกฤษระดับ 1

นำคำศัพท์จากฐานข้อมูลคำศัพท์ LEXiTRON ทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติมาเข้าระบบการรู้จำและแปลความอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ที่จัดทำขึ้นโดยรุ่นพี่คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรเพื่อแปลงคำศัพท์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษไปเป็นรหัสแอสกีเบรลล์ นำรหัสแอสกีเบรลล์ที่ได้มาเข้าสู่โปรแกรมที่เราสร้างขึ้นนำ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาเทียบกับฐานข้อมูลคำศัพท์ LEXiTRON

- ผลการทดสอบการแปลภาษาไทยระดับ 1 และภาษาอังกฤษระดับ 1

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบการแปล

การทดสอบคำศัพท์ LEXITRON	จำนวนคำศัพท์	จำนวนคำศัพท์ที่แปลได้ ถูกต้องจากโปรแกรมที่ พัฒนาขึ้น	คิดเป็น % ความ ถูกต้อง
คำศัพท์ภาษาไทย	32,366	31,387	96.97%
คำศัพท์ภาษาอังกฤษ	52,139	52,139	100%
รวม	84,504	83,524	98.84%

- สรุปผลการทดสอบการแปลภาษาไทยระดับ 1 และภาษาอังกฤษระดับ 1

จากการทดลองพบว่าระบบสามารถแปลคำศัพท์ได้ถูกต้องคิดเป็น 98.84% ซึ่งมากกว่า 95% จึงกล่าวได้ว่าเครื่องมือแปลความภาพอักษรเบรลล์เป็นเอกสารภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีประสิทธิภาพในการแปลความ โดยมีข้อผิดพลาดในการแปลความคิดเป็น 1.16% ซึ่งความผิดพลาดนี้เกิดจากความผิดพลาดในการแปลความภาษาไทยเท่านั้น และคำภาษาไทยที่มีการแปลผิดพลาดมากที่สุดคือ คำที่มีตัวการ์ตันและตัว ท ทหารติดกัน เพราะตัวการ์ตันในอักษรเบรลล์มีการเขียนด้วย เลขศูนย์ “0” และตัว ท ทหาร ในอักษรเบรลล์มีการเขียนด้วย วงเล็บปิด “)”” ซึ่งเมื่อมีการเขียนตัวการ์ตันและตัว ท ทหาร ติดกัน ก็จะตรงกับตัว ฐ ฐ ซึ่งในอักษรเบรลล์มีการเขียนด้วยตัวอักษร 2 ตัว คือ เลขศูนย์และวงเล็บปิด “0)”” ทำให้ไม่สามารถแยกแยะได้ว่าคำศัพท์คำนั้นเป็นตัว ฐ ฐ หรือ ตัวการ์ตันติดกับตัว ท ทหาร

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

1. ข้อสรุป

เครื่องมือแปลความภาพอักษรเบรลล์เป็นเอกสารภาษาไทยและภาษาอังกฤษ มีความสามารถในการทำงาน ดังนี้

- สามารถรับภาพอักษรเบรลล์นามสกุลเจเพ็ก (*.jpg) จากผู้ใช้และแปลเป็นข้อความภาษาไทย ระดับ 1, ภาษาอังกฤษระดับ 1, ภาษาไทยระดับ 2 และภาษาอังกฤษระดับ 2
- สามารถรับภาพจากเครื่องสแกนเนอร์แล้วนำมาแปลเป็นข้อความภาษาไทยระดับ 1, ภาษาอังกฤษระดับ 1, ภาษาไทยระดับ 2 และภาษาอังกฤษระดับ 2

2. ข้อเสนอแนะ

สำหรับผู้สนใจปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ดังหัวข้อต่อไปนี้

- ปรับปรุงเครื่องมือให้สามารถรองรับการแปลภาพอักษรเบรลล์ได้ทั้งสองด้าน
- พัฒนาให้มีการแปลงจากภาพเอกสารปกติไปเป็นเอกสารอักษรเบรลล์
- ทำการเชื่อมต่อโปรแกรมกับเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์
- ผู้สนใจสามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมด้าน Braille Chemistry หรือ Braille ทางด้านอื่นๆ และนำไปพัฒนาระบบต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] อภิษฐ์ ศิริพิทักษ์ชัย และ สุรพัชร สีนวาสดี , 2548, ระบบการรู้จำและแปลความตัวอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษแบบออนไลน์ , ปรินูญานิพนธ์วิทยาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [2] สิปาง กันทะเสมา และ เหมวรรณ โถแก้ว , 2549, เครื่องมือแปลความสมการคณิตศาสตร์และสัญลักษณ์ทางวิทยาศาสตร์เป็นอักษรเบรลล์ , ปรินูญานิพนธ์วิทยาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [3] 2550, “An Arabic Optical Braille Recognition System”, [ออนไลน์], เข้าถึงได้:
<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9258/29386/01334316.pdf>
- [4] 2548, “A Software Algorithm Prototype for Optical Recognition of Embossed Braille”, [ออนไลน์], เข้าถึงได้: [http:// www.esst.rnu.tn/utic/tica2007/sys_files/medias/docs/p15.pdf](http://www.esst.rnu.tn/utic/tica2007/sys_files/medias/docs/p15.pdf)
- [5] Neovision Industrial Vision Systems, “Optical Braille Recognition”, [ออนไลน์], เข้าถึงได้:
<http://www.neovision.cz/prods/obr/>
- [6] National Electronics and Computer Technology Center, “Arn Thai Version 2.5”, [ออนไลน์], เข้าถึงได้: <http://arnthai.nectec.or.th/>
- [7] กมลวรรณ อินอร่าม, 2547, การเรียนรู้อักษรเบรลล์, กรุงเทพฯ, คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางอักษรเบรลล์ภาษาต่างๆ

ตารางที่ ก.1 อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษ

ตัวอักษร	อักษรเบรลล์	ตัวอักษร	อักษรเบรลล์	ตัวอักษร	อักษรเบรลล์	ตัวอักษร	อักษรเบรลล์
a	⠁	h	⠈	o	⠕	u	⠥
b	⠃	i	⠊	p	⠏	v	⠹
c	⠉	j	⠞	q	⠒	w	⠺
d	⠙	k	⠓	r	⠗	x	⠭
e	⠑	l	⠒	s	⠎	y	⠽
f	⠋	m	⠓	t	⠞	z	⠵
g	⠎	n	⠝				

ตารางที่ ก.2 อักษรเบรลล์ตัวเลขอารบิก

จำนวนเลข	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	จำนวนเลข	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์
0	⠼	#j	5	⠼	#e
1	⠼	#a	6	⠼	#f
2	⠼	#b	7	⠼	#g
3	⠼	#c	8	⠼	#h
4	⠼	#d	9	⠼	#i

ตารางที่ ก.3 อักษรเบรลล์ภาษาไทย

ตัวอักษร	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	ตัวอักษร	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	ตัวอักษร	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	ตัวอักษร	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์
ก	⠁	g	ฅ	⠠⠠⠠	,+	ท	⠠	)	ย	⠠	y
ข	⠡	k	ฌ	⠠⠠⠠	,y	ฑ	⠠⠠⠠	0)	ร	⠠	r
ฃ	⠠⠠⠠	0k	ฎ	⠠⠠⠠	,d	น	⠠	n	ล	⠠	l
ค	⠡	u	ฏ	⠠⠠⠠	,|	บ	⠠	v	ว	⠠	w
ฅ	⠠⠠⠠	-u	ฐ	⠠⠠⠠	,t	ป	⠠	&	ศ	⠠⠠⠠	,s
ฆ	⠠⠠⠠	,u	ฑ	⠠⠠⠠	,)	ผ	⠠	p	ษ	⠠⠠⠠	-s
ง	⠠	]	ฒ	⠠⠠⠠	-)	ฝ	⠠	x	ศ	⠠	s
จ	⠠	j	ณ	⠠⠠⠠	,n	พ	⠠	?	ห	⠠	h
ฉ	⠠	/	ด	⠠	d	ฟ	⠠	\$	ฬ	⠠⠠⠠	,l
ช	⠠	+	ต	⠠	|	ภ	⠠⠠⠠	,?	อ	⠠	o
ฌ	⠠	!	ถ	⠠	t	ม	⠠	m	ฮ	⠠	=

ตารางที่ ก.4 อักษรเบรลล์สระและวรรณยุกต์ภาษาไทย

สระวรรณยุกต์	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	สระวรรณยุกต์	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	สระวรรณยุกต์	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์
สระอะ	⠠	a	สระอี	⠠	5	สระแอะ	⠠⠠⠠	<a
สระอา	⠡	*	สระอุ	⠠	c	สระแอะ	⠠	<
สระอิ	⠠	b	สระอู	⠠	3	สระโอะ	⠠⠠⠠	ia
สระอี	⠠	2	สระเอะ	⠠⠠⠠	fa	สระโอ	⠠	i
สระอี	⠠	{	สระเอ	⠠	f	สระเอะ	⠠⠠⠠	oa

ตารางที่ ก.4 อักษรเบรลล์สระและวรรณยุกต์ภาษาไทย (ต่อ)

สระ วรรณยุกต์	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	สระ วรรณยุกต์	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	สระ วรรณยุกต์	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์
สระออ	⠠	o	สระอำ	⠠	z	ไม้ไต่คู้	⠠	,
สระเออะ	⠠⠠	%a	สระไอ	⠠	:	ไม้ยมก	⠠	1
สระเออ	⠠	%	สระไอ	⠠⠠	:1	ตัวการ์นต์	⠠	0
สระเอียะ	⠠⠠	(a	สระเอา	⠠	6	รี(ฤ)	⠠⠠	r1
สระเอีย	⠠	(	ไม้เอก	⠠	9	รีอ(ฤา)	⠠⠠⠠	r1*
สระเอือ	⠠	q	ไม้โท	⠠	4	ลี(ฤ)	⠠⠠	l1
สระเอือะ	⠠⠠	qa	ไม้ตรี	⠠	7	ลือ(ฤา)	⠠⠠⠠	l1*
สระอำะ	⠠⠠	ea	ไม้จัตวา	⠠	8	ไปยาลน้อย	⠠⠠	;2
สระอัว	⠠	e	ไม้หันอากาศ	⠠	>	ไปยาลใหญ่	⠠⠠	;1

ตารางที่ ก.5 สัญลักษณ์พิเศษ และเครื่องหมายต่างๆ

สัญลักษณ์	อักษร เบรลล์	สัญลักษณ์	อักษร เบรลล์	สัญลักษณ์	อักษร เบรลล์	สัญลักษณ์	อักษร เบรลล์
[⠠	%	⠠	.	⠠	#	⠠
\	⠠	&	⠠	/	⠠	\$	⠠
]	⠠	,	⠠	:	⠠	,	⠠
~	⠠	(⠠	;	⠠	-	⠠
_	⠠)	⠠	<	⠠	?	⠠
!	⠠	*	⠠	=	⠠	`	⠠
“	⠠	+	⠠	>	⠠		

ภาคผนวก ข

การใช้อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษระดับ 2

ตารางที่ ข.1 การใช้ตัวย่ออักษรโดด

อักษรเบรลล์	รูปเต็ม	อักษรเบรลล์	รูปเต็ม	อักษรเบรลล์	รูปเต็ม	อักษรเบรลล์	รูปเต็ม
a(⠁)	a	h(⠈)	have	o(⠋)	o	v(⠞)	very
b(⠃)	but	i(⠊)	i	p(⠏)	people	w(⠠)	will
c(⠉)	can	j(⠞)	just	q(⠒)	quit	x(⠭)	it
d(⠙)	do	k(⠅)	knowledge	r(⠞)	rather	y(⠽)	you
e(⠑)	every	l(⠇)	like	s(⠎)	so	z(⠵)	as
f(⠋)	from	m(⠍)	more	t(⠞)	that		
g(⠎)	go	n(⠝)	not	u(⠥)	us		

ตารางที่ ข.2 การใช้กลุ่มตัวย่อรูปเต็มคงรูป

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ
⠎	&	and	⠞	!	the
⠎	=	for	⠎	)	with
⠎	(	of			

ตารางที่ ข.3 การใช้กลุ่มตัวออร์ปเต็มกลายรูป

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม คำโดด	รูปเต็ม ส่วนของคำ	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม คำโดด	รูปเต็ม ส่วนของคำ
⠠	*	child	ch	⠠	/	still	st
⠠	|	out	ou	⠠	?	this	th
⠠	%	shall	sh	⠠	:	which	wh

ตารางที่ ข.4 การใช้กลุ่มตัวย่อประกอบคำ

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ
⠠	>	ar	⠠	{	ow
⠠	\$	ed	⠠	#	ble
⠠	}	er	⠠	+	ing
⠠	<	gh			

ตารางที่ ข.5 ตัวย่อเบรลล์คำย่อกำโดด

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ
⠠	2	be	⠠	8	his
⠠	5	enough	⠠	9	in
⠠	7	were	⠠	0	was

ตารางที่ ข.6 การใช้ตัวย่อเบรลล์คำย่อคำโดดพิเศษ

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ
⠠	6	to	⠠	0	by
⠠⠠	96	into			

ตารางที่ ข.7 การใช้ตัวย่อเบรลล์คำย่อส่วนของคำ

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ
⠠	5	en	⠠	9	in

ตารางที่ ข.8 การใช้ตัวย่อเบรลล์คำในตำแหน่งต้นคำ

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ
⠠	2	be	⠠	3	con
⠠	-	com	⠠	4	dis

ตารางที่ ข.9 การใช้ตัวย่อเบรลล์คำกลางคำ

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มภาษาอังกฤษ
⠠	1	ea	⠠	4	dd
⠠	2	bb	⠠	6	ff
⠠	3	cc	⠠	7	gg

ตารางที่ ข.10 การใช้ตัวย่อหน่วยหลัก

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ
⠠⠠⠠	~!	these	⠠⠠⠠	“?”	through	⠠⠠⠠	“l	lord
⠠⠠⠠	~?	those	⠠⠠⠠	“w	work	⠠⠠⠠	“n	name
⠠⠠⠠	~w	word	⠠⠠⠠	“y	young	⠠⠠⠠	“o	one
⠠⠠⠠	“d	day	⠠⠠⠠	_c	cannot	⠠⠠⠠	“q	question
⠠⠠⠠	“f	father	⠠⠠⠠	_m	many	⠠⠠⠠	“s	some
⠠⠠⠠	“k	know	⠠⠠⠠	_w	world	⠠⠠⠠	“!	there
⠠⠠⠠	“m	mother	⠠⠠⠠	~:	whose	⠠⠠⠠	“u	under
⠠⠠⠠	“|	ought	⠠⠠⠠	~u	upon	⠠⠠⠠	“:	where
⠠⠠⠠	“p	part	⠠⠠⠠	“*	character	⠠⠠⠠	_!	their
⠠⠠⠠	“r	right	⠠⠠⠠	“e	ever	⠠⠠⠠	_h	had
⠠⠠⠠	“t	time	⠠⠠⠠	“h	here	⠠⠠⠠	_s	spirit

ตารางที่ ข.11 การใช้ตัวย่อหน่วยเสริม

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ
⠠⠠⠠	.d	ound	⠠⠠⠠	;s	ness	⠠⠠⠠	;e	ence
⠠⠠⠠	.n	sion	⠠⠠⠠	,n	ation	⠠⠠⠠	;n	tion
⠠⠠⠠	.t	ount	⠠⠠⠠	.e	ance	⠠⠠⠠	;t	nent
⠠⠠⠠	;y	ity	⠠⠠⠠	.s	less	⠠⠠⠠	,y	ally
⠠⠠⠠	;g	ong	⠠⠠⠠	;l	ful			

ตารางที่ ข.12 การใช้อักษรเบรลล์คำย่อ

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ
⠁⠃	ab	about	⠁⠃⠋	abv	above
⠁⠉	ac	according	⠁⠉⠠	Acr	across
⠁⠋	af	after	⠁⠋⠠	afn	afternoon
⠁⠋⠋	afw	afterward	⠁⠋	ag	again
⠁⠋⠠	ag/	against	⠁⠋⠠	Alm	almost
⠁⠋⠠	alr	already	⠁⠋	al	also
⠁⠋⠠	al?	although	⠁⠋⠠	alt	altogether
⠁⠋⠠	alw	always	⠃⠉	bc	because
⠃⠋	bf	before	⠃⠏	bh	behind
⠃⠋	bl	below	⠃⠏	bn	beneath
⠃⠠	bs	beside	⠃⠠	bt	between
⠃⠠	by	beyond	⠃⠠	bl	blind
⠃⠠⠠	brl	braille	⠃⠠	/n	children
⠃⠉⠋	3cv	conceive	⠃⠉⠋⠠	3cvg	conceiving
⠃⠉	cd	could	⠃⠉⠠	dcv	deceive
⠃⠉⠠	dcvg	deceiving	⠃⠉⠠	dcl	declare
⠋⠋	fi	first	⠋⠋	fr	friend
⠋⠉	gd	good	⠏⠏⠏	h}f	herself
⠏⠏	hm	him	⠏⠏⠏	Hmf	himself
⠏⠏⠏	imm	immediate	⠏⠏	xs	its

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาอังกฤษ
⠭⠋⠋	xf	itself	⠭⠋⠋	lr	letter
⠭⠋⠋	ll	little	⠭⠋⠋	m*	much
⠭⠋⠋	m/	must	⠭⠋⠋⠋	mys	myself
⠭⠋⠋⠋	nec	necessary	⠭⠋⠋⠋	nei	neither
⠭⠋⠋⠋	o'c	o'clock	⠭⠋⠋⠋	"of	oneself
⠭⠋⠋⠋⠋	|rvs	ourselves	⠭⠋⠋	pd	paid
⠭⠋⠋⠋⠋	p}cv	perceive	⠭⠋⠋⠋⠋⠋	p}cvg	perceiving
⠭⠋⠋⠋	p}h	perhaves	⠭⠋⠋	qk	quick
⠭⠋⠋⠋	rcv	receive	⠭⠋⠋⠋⠋	rcvg	receiving
⠭⠋⠋⠋	rjc	rejoice	⠭⠋⠋⠋⠋	rjcg	rejoicing
⠭⠋⠋	sd	said	⠭⠋⠋	%d	should
⠭⠋⠋	s*	such	⠭⠋⠋⠋⠋	!mvs	themselves
⠭⠋⠋⠋	?yf	theyself	⠭⠋⠋	td	today
⠭⠋⠋⠋	tgr	together	⠭⠋⠋	tm	tomorrow
⠭⠋⠋	tn	tonight	⠭⠋⠋	wd	would
⠭⠋⠋	yr	your	⠭⠋⠋⠋	yrf	yourself
⠭⠋⠋⠋⠋	yrvs	yourselves			

ภาคผนวก ค

การใช้อักษรเบรลล์ภาษาไทยระดับ 2

ตารางที่ ค.1 สัญลักษณ์จุดต่างๆ นำหน้าพยัญชนะ

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มอักษรเบรลล์	รูปเต็มภาษาไทย	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มอักษรเบรลล์	รูปเต็มภาษาไทย
⠠	`	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-าน	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	;	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-าง
⠠⠠	“	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-ะ	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	_	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-าย
⠠⠠⠠	~	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-เ	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	0	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	-อง

ตารางที่ ค.2 คำที่มีสระเอ พยัญชนะต้น ไม่ได้คู่ และตัวสะกดด้วย “น ด ง จ ม และ บ”

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มอักษรเบรลล์	รูปเต็มภาษาไทย	อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มอักษรเบรลล์	รูปเต็มภาษาไทย
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	`f	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	เ-น	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	;f	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	เ-ก
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	“f	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	เ-ด	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	_f	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	เ-ม
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	,f	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	เ-ง	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	0f	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	เ-บ
⠠⠠⠠⠠⠠⠠	~f	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	เ-จ				

ตารางที่ ค.3 คำที่มีสระแอ พยัญชนะต้น วรรณยุกต์ และตัวสะกดด้วย “น ว ง และ ม”

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠	`<	⠠⠠⠠	แ- ' น	⠠	~<	⠠⠠⠠	แ- ' น
⠠	“<	⠠⠠⠠	แ- ' ว	⠠	_<	⠠⠠⠠	แ- ' ม
⠠	,<	⠠⠠⠠	แ- ' ง	⠠	; <	⠠⠠⠠	แ- ' ง

ตารางที่ ค.4 คำที่มีไม้ยมลาย และคำที่มีไม้ยมวน

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษร เบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠	`:	⠠⠠⠠	ได้	⠠	,:	⠠⠠⠠	ไม่
⠠	`:1	⠠⠠⠠	ให้	⠠	,:1	⠠⠠⠠	ใช้
⠠	“:	⠠⠠⠠	ไว้	⠠	~:	⠠⠠⠠	มี
⠠	“:1	⠠⠠⠠	ไซ้	⠠	~:1	⠠⠠⠠	ใคร
⠠	;;	⠠⠠⠠	ไกล	⠠	;;1	⠠⠠⠠	ใกล้
⠠	_:	⠠⠠⠠	ไทย	⠠	_:1	⠠⠠⠠	ใหญ่
⠠	0:	⠠⠠⠠	ไหม	⠠	0:1	⠠⠠⠠	ใหม่

ตารางที่ ค.5 คำที่มีสระอา

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠	`*	⠠⠠⠠	หาก	⠠	~*	⠠⠠⠠	ตาม
⠡	“*	⠡⠡⠡	จาก	⠡	;*	⠡⠡⠡⠡⠡	ต่าง
⠢	,*	⠢⠢⠢	ถาม	⠢	_*	⠢⠢⠢	มาก
⠣	0*	⠣⠣⠣	อาจ				

ตารางที่ ค.6 คำที่มีสระอี

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠	`2	⠠⠠⠠	ที่	⠠	“2	⠠⠠⠠	นี้
⠡	,2	⠡⠡⠡	นี้				

ตารางที่ ค.7 คำที่มีสระอิ

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠	`{	⠠⠠⠠⠠⠠	ขึ้น	⠠	;{	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	หนึ่ง
⠡	“{	⠡⠡⠡	จึง	⠡	_ {	⠡⠡⠡⠠⠠	ซึ่ง
⠢	, {	⠢⠢⠢⠠⠠	ซึ่ง	⠢	0 {	⠢⠢⠢⠠⠠⠠⠠	อนึ่ง
⠣	~{	⠣⠣⠣	ถึง				

ตารางที่ ค.8 คำที่ใช้ อ น า ย

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠	`9	⠠⠠⠠⠠	อย่า	⠠	,9	⠠⠠⠠⠠⠠	อย่าง
⠠	“9	⠠⠠⠠⠠	อยู่	⠠	~9	⠠⠠⠠⠠	อยาก

ตารางที่ ค.9 คำที่ใช้ไม้โท

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠	`4	⠠⠠⠠⠠	ด้วย	⠠	“4	⠠⠠⠠⠠	ถ้า

ตารางที่ ค.10 คำที่ใช้ไม้หันอากาศ และสะกดด้วย “ญ ฐ ฌ”

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠	`>	⠠⠠⠠⠠	- ญ	⠠	,>	⠠⠠⠠⠠	- ฌ
⠠	“>	⠠⠠⠠⠠	- ฐ				

ตารางที่ ค.11 สัญลักษณ์ย่อไม่เข้าพวก

อักษรเบรลล์	แอสกีเบรลล์	รูปเต็มอักษรเบรลล์	รูปเต็มภาษาไทย
⠠	#	⠠⠠⠠⠠	รร

ตารางที่ ค.12 ข้อคำที่เป็นส่วนประกอบของคำ

อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษร เบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย	อักษร เบรลล์	แอสกี เบรลล์	รูปเต็ม อักษรเบรลล์	รูปเต็ม ภาษาไทย
⠠⠨	g-	⠠⠠⠠⠠⠠	กระ	⠠⠨	u-	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	ความ
⠠⠨	|-	⠠⠠⠠⠠⠠	ตระ	⠠⠨	_-	⠠⠠⠠⠠⠠	การ
⠠⠨	&-	⠠⠠⠠⠠⠠	ประ	⠠⠨	-l	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	ลักษณะ
⠠⠨	?-	⠠⠠⠠⠠⠠	พระ	⠠⠠⠠⠠⠠	-,s	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	ศาสตร์
⠠⠨	-u	⠠⠠⠠⠠⠠⠠	คุณ	⠠⠠⠠⠠⠠	.s-	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠	เศรษฐกิจ

คู่มือการติดตั้งโปรแกรมการรู้จำภาพอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Thai-English OBR System Setup)

1. เริ่มต้นด้วยดับเบิลคลิกที่ไอคอน Thai-English OBR System.msi

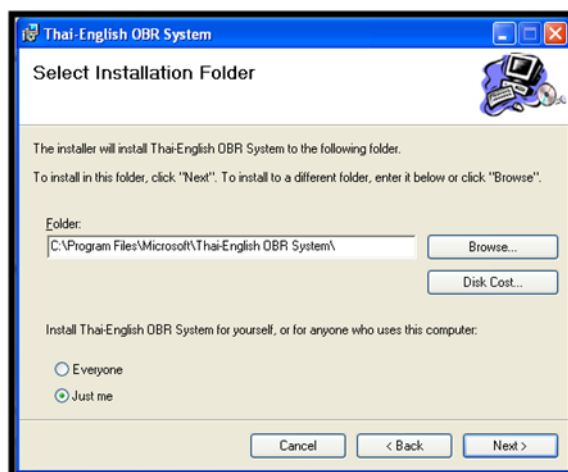


2. เมื่อทำการดับเบิลคลิกที่ไอคอนแล้วจะปรากฏหน้าจอดังรูป

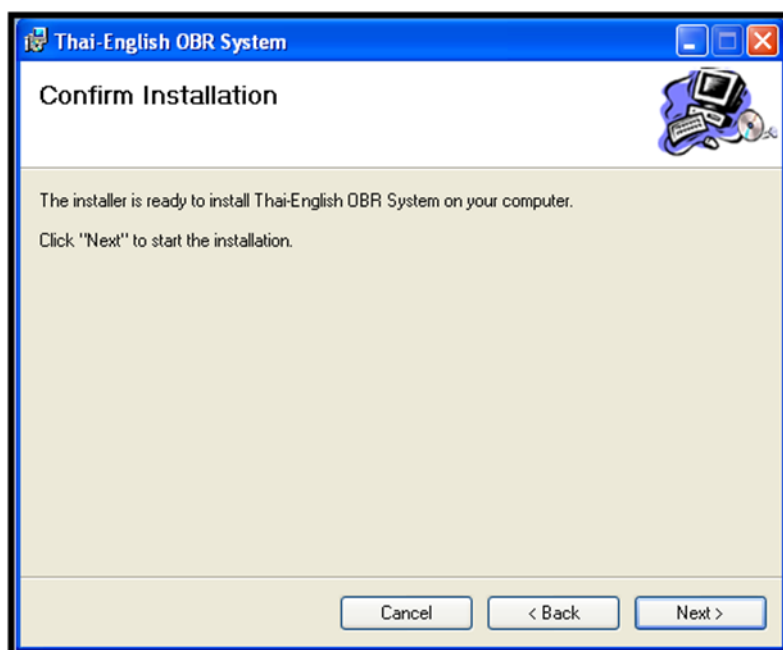


ทำการคลิกที่ปุ่ม Next

3. ทำการเลือกที่อยู่ที่ต้องการลงโปรแกรม พร้อมทั้งเลือกการจำกัดการใช้งานของผู้ใช้งานโปรแกรม



4. ทำการยืนยันการลงโปรแกรม โดยการกดปุ่ม Next



5. เมื่อทำการคลิกที่ Next แล้ว ก็รอโปรแกรมลงเครื่องไม่เกิน 1 นาที



6. เมื่อทำการลงโปรแกรมเสร็จแล้วจะขึ้นหน้าต่างดังรูป



7. เมื่อจะทำการเข้าโปรแกรมให้คลิกที่ไอคอนดังรูป



คู่มือการใช้งานโปรแกรมการรู้จำภาพอักษรเบรลล์ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Thai-English OBR System Manual)

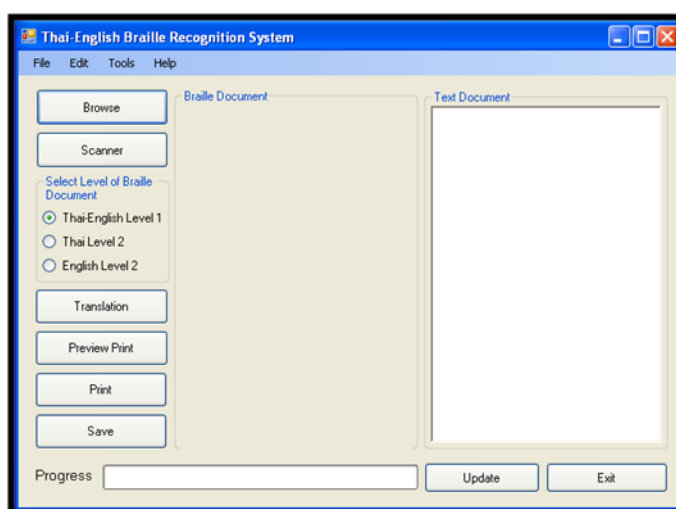
1. ทำการดับเบิลคลิกที่ตัวโปรแกรม



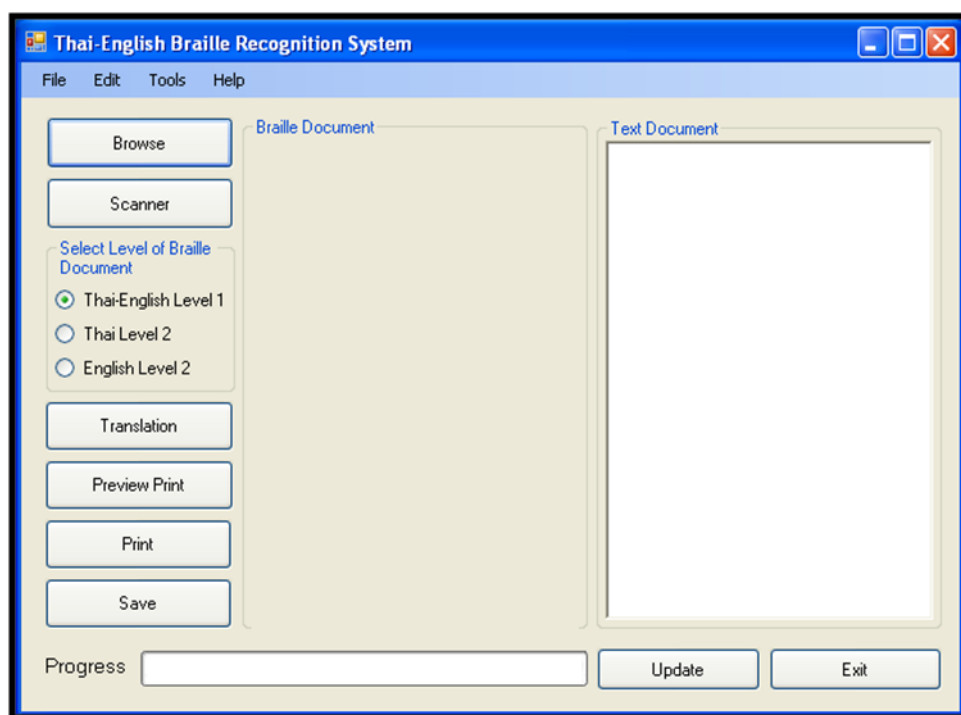
2. เมื่อทำการคลิกโปรแกรมแล้วจะเห็นหน้าจอโหลดโปรแกรมดังรูป



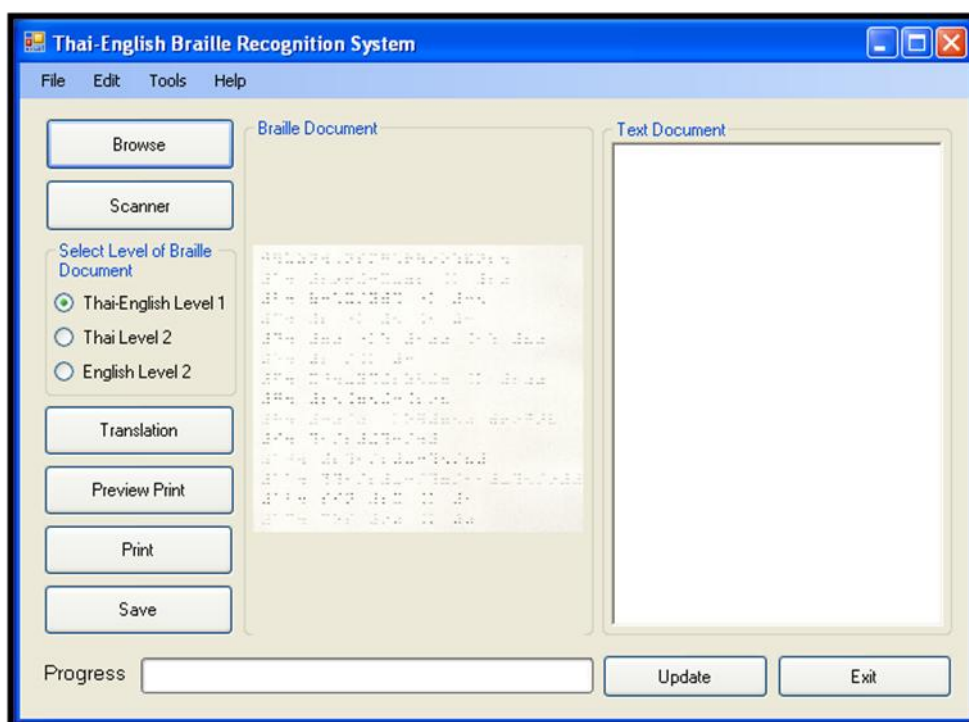
3. เมื่อโหลดโปรแกรมเสร็จแล้วจะเห็นหน้าต่างโปรแกรมดังรูป



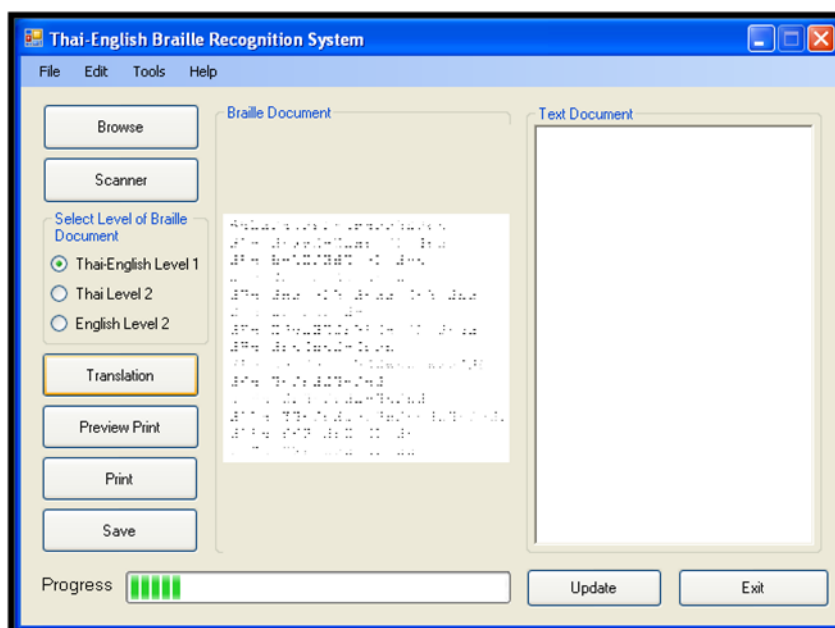
4. จากหน้าจอโปรแกรมทั้งหมดนั้นปุ่มที่สามารถใช้งานได้มีอยู่ 4 ปุ่มหลักนั่นก็คือ ปุ่ม Browse, Translation, Save และปุ่ม Exit



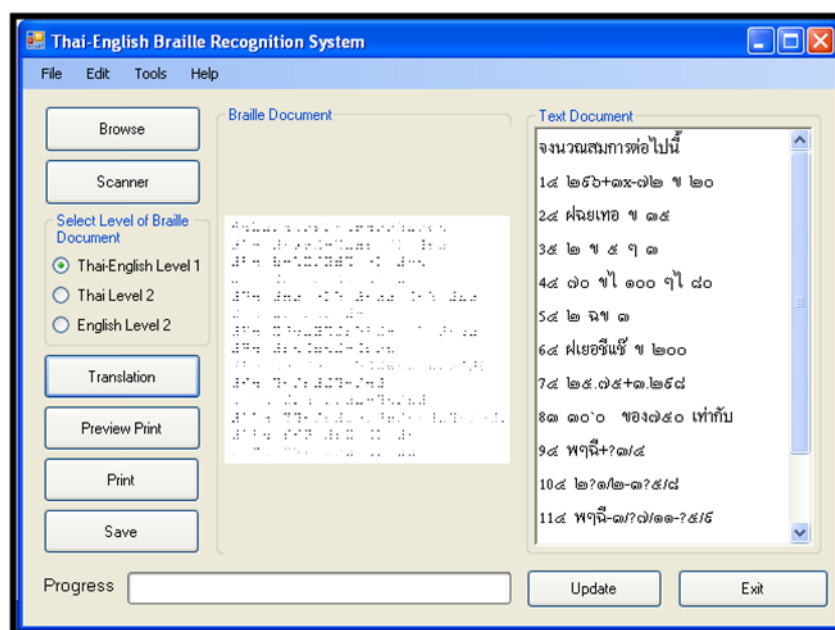
5. ทำการนำเข้าภาพที่ต้องการแปลงเข้าสู่โปรแกรมโดยการกดปุ่ม Browse แล้วเลือกภาพที่ต้องการ



6. ทำการกดปุ่ม Translation พร้อมรอเวลาโปรแกรมทำงาน



7. เมื่อทำการแปลงเสร็จแล้วจะได้ผลลัพธ์ดังรูป*



*ข้อมูลที่นำออกจะเห็นว่ายังไม่ถูกต้องเนื่องจากเอกสารที่รับเข้ามาเป็นเอกสารอักษรเบรลล์คณิตศาสตร์ ซึ่งโปรแกรมที่ผู้พัฒนาทำนั้นไม่ได้รองรับในส่วนนี้ แต่กรณีของภาษาไทยดังที่เห็นในบรรทัดแรก (คำว่า “จนวนสมการต่อไปนี้”) นั้น จะสามารถแปลงได้อย่างปกติ