



ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์

A Software Emulator for Braille display



นายจักรชัย	เหลือมณี	รหัส	47361878
นางสาวฉิมมน	กิราวัลย์	รหัส	47361910
นางสาววนิดา	คุณสิน	รหัส	47362132

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์	
วันที่รับ.....	7/ เม.ย. 2553
เลขทะเบียน.....	1 494 2889 02
เลขเรียกหนังสือ.....	๗/ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๒๓ ๒	

๒๕๓๐

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

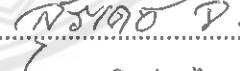
ปีการศึกษา 2550




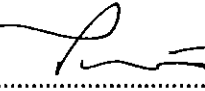
ใบรับรองโครงการวิศวกรรม

หัวข้อโครงการ	ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายฉัตรชัย เหลืองมณี รหัส 47361878		
	นางสาวณิชน กิราวัลย์ รหัส 47361910		
	นางสาววนิดา คุณสิน รหัส 47362132		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สุรเดช จิตประไพกุลศาล		
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2550		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ
(ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล)

.....กรรมการ
(ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ
(ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

หัวข้อโครงการ	ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายฉัตรชัย	เหลื่องมณี	รหัส 47361878
	นางสาวณิชนน	กิราวัลย์	รหัส 47361910
	นางสาวนิตา	คุณสิน	รหัส 47362132
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สุรเดช จิตประไพกุลศาล		
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2550		

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้พัฒนาซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ หรือเครื่อง Braille displays โดยซอฟต์แวร์จะรับและอ่านไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ไฟล์ชนิดเอกสาร XML (Extensible Markup Language) ของ Microsoft Office Word 2007 หรือ .docx และการพิมพ์ข้อมูลเข้าทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษได้ จากนั้นนำไปแปลงเป็นรหัสเบรลล์ แล้วแสดงผลออกมาเป็นอักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่อง บนหน่วยแสดงผล Graphic User Interface (GUI) ของซอฟต์แวร์ จากการทดลองกับไฟล์ทั้ง 2 ชนิดและการพิมพ์ข้อมูลเข้าทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พบว่าซอฟต์แวร์สามารถทำงานจำลองของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ได้ถูกต้อง

Project Title A Software Emulator for Braille display
Name Mr. Chatchai Luangmanee ID. 47361878
Miss Nichamon Kirawan ID. 47361910
Miss Wanida Khunsin ID. 47362132

Project Advisor Dr. Suradet Jitprapaikulsarn

Major Computer Engineerings

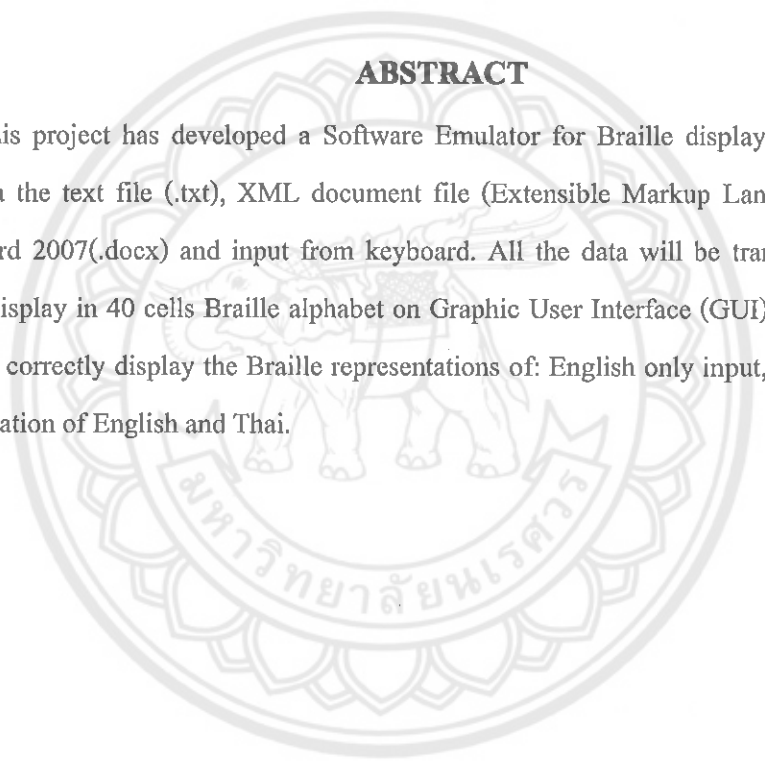
Department Electrical and Computer Engineering

Academic Year 2007

.....

ABSTRACT

This project has developed a Software Emulator for Braille display. This software will accept data the text file (.txt), XML document file (Extensible Markup Language) for Microsoft Office Word 2007(.docx) and input from keyboard. All the data will be transformed into Braille code and display in 40 cells Braille alphabet on Graphic User Interface (GUI) of the software. Our software is correctly display the Braille representations of: English only input, Thai only input, and the combination of English and Thai.



กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.สุรเดช จิตาประไพกุลศาสตราจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้ ที่ให้คำปรึกษา
ความช่วยเหลือตลอดจนคำแนะนำและแนวทางต่างๆในการทำโครงการ และสุดท้ายขอขอบพระคุณ
อาจารย์ ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษาเพื่อคนตาบอด ศูนย์การศึกษาพิเศษเขต 7 และทุกๆท่าน ที่ยังไม่ได้
เอ่ยนาม ที่คอยให้การสนับสนุนผู้ดำเนินโครงการ จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
สารบัญรูป(ต่อ).....	ซ

บทที่ 1 บทนำ.....	1
-------------------	---

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบข่ายของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 แผนการดำเนินงาน.....	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 งบประมาณของโครงการ	3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
--	---

2.1 เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ (Braille display).....	4
2.2 อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษ	5
2.3 อักษรเบรลล์ภาษาไทย.....	7
2.4 รหัสเบรลล์	8
2.5-วิธีการสะกดคำและเขียนอักษรเบรลล์.....	9
2.6 สวาท(SWATH)	10

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	12
-------------------------------	----

3.1 ความต้องการของผู้ใช้ (Requirements).....	12
3.1.1 ความต้องการเชิงหน้าที่การทำงานของซอฟต์แวร์ (Functional Requirements).....	12
3.1.2 ความต้องการเชิงคุณสมบัติของซอฟต์แวร์ (Non-functional Requirements).....	12

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.3 ข้อจำกัดของซอฟต์แวร์ (Constraints).....	13
3.1.4 ข้อกำหนดซอฟต์แวร์ (Specification).....	13
3.2 การออกแบบโปรแกรม	14
3.2.1 กรณีการใช้งานเชิงธุรกิจ (Business Use Case).....	15
3.3 สถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture).....	17
3.4 ส่วนรับข้อมูล (Extraction).....	18
3.5 ส่วนแปลงอักขรเบรลล์ (Transform).....	19
3.6 ส่วนแสดงผล (Display).....	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	22
4.1 การทดสอบส่วนประมวลผล.....	22
4.2 การทดสอบส่วนแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งาน.....	31
บทที่ 5 บทสรุป.....	38
5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง	38
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....	39
5.3 สรุปผลการทดลอง	41
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	41
เอกสารอ้างอิง.....	42
ภาคผนวก ก.	43
ประวัติผู้เขียนโครงการ.....	50
ประวัติผู้เขียนโครงการ (ต่อ).....	51

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างพัญชนะไทยและรหัสเบรลล์.....	8
2.2 ตัวอย่างสระไทยและรหัสเบรลล์.....	9
2.3 ตัวอย่างการสะกดคำสระเดี่ยว.....	9
2.4 ตัวอย่างการสะกดคำพัญชนะควบกล้ำ.....	10
3.1 การเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อระบบเชิงธุรกิจ (Business Event).....	14
3.2 การเปรียบเทียบระหว่างความต้องการของผู้ใช้และซอฟต์แวร์ (Requirements Traceability Matrix).....	16
4.1 ตัวอย่างรหัสเบรลล์และรหัสไบนารี.....	29
4.2 สรุปการทดสอบส่วนประมวลผล.....	37
4.3 สรุปการทดสอบโปรแกรมส่วนแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งานโปรแกรม.....	37
5.1 สรุปการทดลองกับไฟล์ชนิด .txt .docx หรือพิมพ์ข้อความ.....	38
5.2 สรุปความต้องการของผู้ใช้.....	38
5.3 สรุปข้อแตกต่างระหว่างเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์และซอฟต์แวร์ จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์.....	39
5.4 ตัวอย่างรหัสเบรลล์ระดับ 2 และอักษรเบรลล์ระดับ 2.....	40

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ผลิตภัณฑ์เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ของ PACmate ขนาด 40 cells [4]	4
2.2 หลุยส์ เบรลล์ [5]	5
2.3 ชื่อหลุยส์ เบรลล์เป็นอักษรเบรลล์ [5]	5
2.4 ลำดับตำแหน่งจุดใน 1 ช่อง	5
2.5 ตัวอักษรเบรลล์ภาษาเบรลล์ ● หมายถึงจุดนูน	6
2.6 เครื่องหมายและสัญลักษณ์ตัวอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษ [2]	6
2.7 ตัวเลขอักษรเบรลล์ [2]	6
2.8 เจนีวีฟ คอลฟิลด์ [6]	7
2.9 อักษรเบรลล์พยัญชนะไทย [7]	7
2.10 อักษรเบรลล์สระภาษาไทย [7]	8
2.11 ตัวอย่างข้อความที่ได้จากการใช้โปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0)	11
3.1 แผนผังระบบงานเชิงธุรกิจ (Business Context Diagram)	14
3.2 แผนผังปฏิสัมพันธ์ตามลำดับ (Sequence diagram)	16
3.3 สถาปัตยกรรมของระบบ (System architecture)	17
3.4 กระบวนการส่วนรับข้อมูล (Extraction Algorithm)	18
3.5 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของส่วนรับข้อมูล	19
3.6 กระบวนการส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform Algorithm)	19
3.7 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของส่วนแปลงอักษรเบรลล์	20
3.8 กระบวนการส่วนแสดงผล (Display Algorithm)	20
3.9 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงผล	21
4.1 การรับไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt	22
4.2 ผลจากการรับไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ภาษาไทย	23
4.3 ผลจากการรับไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ภาษาอังกฤษ	23
4.4 ผลจากการรับไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	24
4.5 การรับไฟล์ชนิดเอกสาร XML (Extensible Markup Language) ของ Microsoft Word Office 2007 หรือ .docx	24
4.6 ผลจากการรับไฟล์ชนิด .docx ภาษาไทย	25
4.7 ผลจากการรับไฟล์ชนิด .docx ภาษาอังกฤษ	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 ผลจากการรับไฟล์ชนิด .docx ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ	26
4.9 การพิมพ์ข้อความ “ทดสอบส่วนประมวลผล Process”.....	26
4.10 ผลการพิมพ์ข้อความภาษาไทย	27
4.11 ผลการพิมพ์ข้อความภาษาอังกฤษ.....	27
4.12 ผลการพิมพ์ข้อความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ.....	28
4.13 ไฟล์ out.txt ซึ่งได้จากไฟล์ temp หลังผ่านโปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0).....	28
4.14 รหัสเบรลล์.....	29
4.15 อักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่อง	30
4.16 แสดงหน่วยแสดงผล Graphic User Interface (GUI)	30
4.17 ปุ่ม Clear หน้าจอ หรือเลือกแถบเมนู File -> clear	31
4.18 ปุ่ม Open หรือเลือกแถบเมนู File -> Open เพื่อเปิดไฟล์ Dialog.....	31
4.19 ปุ่ม Home หรือเลือกแถบเมนู Tool -> Home.....	32
4.20 ปุ่ม Previous หรือเลือกแถบเมนู Tool -> Previous	32
4.21 ปุ่ม Next หรือเลือกแถบเมนู Tool -> Next.....	33
4.22 ปุ่ม End สุดท้าย หรือเลือกแถบเมนู Tool -> End.....	33
4.23 ปุ่ม Code หรือเลือกแถบเมนู Source -> Code.....	34
4.24 ปุ่มText หรือเลือกแถบเมนู Source -> Text เพื่อแสดงข้อมูลในไฟล์	34
4.25 ปุ่ม Help หรือเลือกแถบเมนู Help เพื่อแสดงข้อมูลคู่มือการใช้.....	35
4.26 ตัวอย่างคู่มือการใช้ซอฟต์แวร์ ชื่อว่า manual.pdf.....	35
4.27 ปุ่ม Process หรือเลือกแถบเมนู Tool -> Process เพื่อประมวลผลข้อความใหม่.....	36
4.28 ผลจากการประมวลผลข้อความใหม่.....	36
5.1 อักษรเบรลล์แทนเครื่องหมายในภาษาไทย	
คือนิพิต (.) ยัติภังค์ (°) และ ไปรษณีย์ (๗).....	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสาร การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ หรือไม่ว่าจะติดตามข่าวสารข้อมูล สำหรับกลุ่มคนปกติโดยทั่วไปนั้น สามารถทำได้ง่าย รวดเร็ว และทันเหตุการณ์ เนื่องจากมีการพัฒนาเทคโนโลยี และอุปกรณ์ต่างๆเพิ่มขึ้นอย่างมาก

แต่สำหรับกลุ่มพิการทางสายตาแล้ว เทคโนโลยีทันสมัยดังกล่าวกลับไม่ได้รองรับความต้องการของกลุ่มผู้ใช้เหล่านี้ เพราะเทคโนโลยีและอุปกรณ์ต่างๆของกลุ่มพิการทางสายตา โดยทั่วไป ไม่สามารถหาใช้ได้ง่าย รวดเร็ว เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นสินค้าที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และมีราคาแพงมาก เช่น เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ หรือเครื่อง Braille display ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ต่อกับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้พิการทางสายตาสามารถอ่านตัวหนังสือต่างๆ ที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นอักษรเบรลล์ได้ และนำไปใช้ในการพิสูจน์ตัวอักษรเบรลล์ก่อนที่จะพิมพ์เป็นหนังสือเบรลล์ ทั้งยังสามารถทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ Screen Reader ซึ่งเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์ Speech ต่างๆ เช่น JAWS ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถออกเสียงได้ หรือจะเป็นเครื่องพิมพ์อักษรเบรลล์เพื่อใช้ผลิตหนังสือเบรลล์ เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าว หากเราสามารถพัฒนาซอฟต์แวร์จำลองการทำงาน หรือผลิตเทคโนโลยี และอุปกรณ์ต่างๆของกลุ่มพิการทางสายตาได้เองภายในประเทศนั้น น่าจะมีส่วนช่วยให้ลดต้นทุนในการผลิต การนำเข้า และลดราคาเทคโนโลยีและอุปกรณ์ดังกล่าวได้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ หรือเครื่อง Braille display ที่มีราคานำเข้าสูงมาก และมีความสำคัญในการเรียนการสอนอักษรเบรลล์ของกลุ่มพิการทางสายตา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. พัฒนาซอฟต์แวร์จำลองการทำงานเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์
2. เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ให้แปลงไฟล์ตัวหนังสือปกติเป็นข้อมูลรหัสเบรลล์ แล้วแสดงผลเป็นอักษรเบรลล์ครั้งละ 40 ช่องได้
3. ช่วยลดต้นทุนในการพัฒนาอุปกรณ์เพื่อคนพิการทางสายตาเนื่องจากสามารถทำการทดสอบกับซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ได้ โดยไม่ต้องทดสอบกับเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ของจริง

1.3 ขอบข่ายของโครงการงาน

1. พัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถรับและอ่านไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt และไฟล์ชนิด เอกสาร XML (Extensible Markup Language) ของ Microsoft Office Word 2007 หรือ .docx ทั้งภาษาไทยและอังกฤษได้
2. พัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถแปลงข้อมูลตัวหนังสือ สัญลักษณ์ และ เครื่องหมายภาษาไทยและอังกฤษจากไฟล์ในข้อ 1 เป็นรหัสเบรลล์ได้
3. พัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถแปลงรหัสเบรลล์ที่ได้จากข้อ 2 ไปเป็นอักษรเบรลล์ แล้วแสดงผลออกมาครั้งละ 40 ช่องได้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ อักษรเบรลล์ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ภาษา Java โปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0) และการทำรายงาน
2. ออกแบบโปรแกรม
3. เขียนโปรแกรมส่วนแสดงผล (Display)
4. เขียนโปรแกรมส่วนการรับข้อมูล (Extraction)
5. เขียนโปรแกรมส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform)
6. ทดสอบและพัฒนาซอฟต์แวร์ให้มีความสมบูรณ์
7. รวบรวมข้อมูล เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และผลจากการทดลอง
8. สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มโครงการงาน

1.5 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี 2550						
	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ อักษรเบรลล์ทั้งภาษาไทยและ ภาษาอังกฤษ โปรแกรมสวาท (SWATH) ภาษา Java และการ ทำรายงาน							
ออกแบบ โปรแกรม	↔						
เขียน โปรแกรมส่วน Display		↔					
เขียน โปรแกรมส่วน Extraction		↔					
เขียน โปรแกรมส่วน Transform		↔					
ทดสอบและพัฒนาซอฟต์แวร์ ให้มีความสมบูรณ์						↔	
รวบรวมข้อมูลเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และผลจากการทดลอง						↔	
สรุปผลการทดลอง และจัดทำ รูปเล่มโครงการ							↔

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์จำลองการทำงานเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ได้
2. สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อแปลงไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt และไฟล์ชนิดเอกสาร XML (Extensible Markup Language) ของ Microsoft Office Word 2007 หรือ .docx ไปเป็นข้อมูลรหัสเบรลล์ แล้วแสดงผลเป็นอักษรเบรลล์ครั้งละ 40 ช่องได้

1.7 งบประมาณของโครงการ

ค่าหมึกพิมพ์	เป็นเงิน	500 บาท
ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	เป็นเงิน	1,000 บาท
ค่านั่งสือ	เป็นเงิน	1,500 บาท
รวม	เป็นเงิน	3,000 บาท (สามพันบาทถ้วน)

บทที่ 2

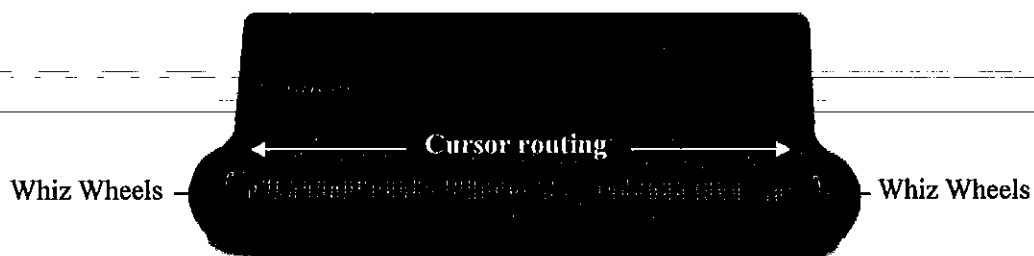
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงประวัติผู้คิดค้นอักษรเบรลล์ หลักการ และทฤษฎีต่างๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้กับโครงงานนี้ ซึ่งได้แก่ เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ อักษรเบรลล์ วิธีการสะกดและเขียนคำทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เพื่อใช้ในการแปลงข้อมูลตัวหนังสือ สัญลักษณ์ และเครื่องหมายไปเป็นอักษรเบรลล์ และศึกษาการทำงานของโปรแกรมคัดคำสวาท(SWATH) เพื่อใช้ในการตัดคำ

2.1 เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ (Braille display)

เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ (Braille display) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้พิการทางสายตาสามารถอ่านตัวหนังสือต่างๆ ที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นอักษรเบรลล์ได้ และสามารถนำไปใช้ในการพิสูจน์ตัวอักษรเบรลล์ก่อนที่จะตีพิมพ์เป็นหนังสือเบรลล์ รวมทั้งใช้ในการเรียนและการสอนอักษรเบรลล์ ซึ่งโดยทั่วไปเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์จะมีลักษณะดังนี้

- มีจำนวนช่องประมาณ 20 ถึง 80 ช่อง
- มีปุ่ม cursor routing อยู่ด้านบนของแต่ละเซลล์ ซึ่งจะใช้ในการเลือกตำแหน่งของตัวอักษรที่จะให้ cursor ไปปรากฏ เพื่อแก้ไขหรือเพิ่มเติมข้อความหรือตัวอักษร ณ ตำแหน่งนั้น
- มีแถบ Whiz Wheels ทั้ง 2 ข้างของเครื่องเพื่อใช้ในการเลื่อนแถบ scroll pane
- จุดของแต่ละเซลล์จะสามารถขึ้นลงได้เมื่อมี cursor ไปอยู่ ณ ตำแหน่งของตัวอักษรนั้น



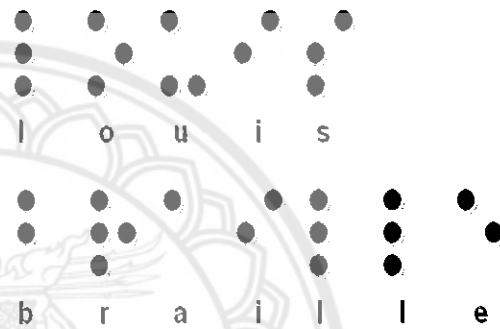
รูปที่ 2.1 ผลิตภัณฑ์เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ของ PACmate ขนาด 40 ช่อง [1]

2.2 อักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษ

อักษรเบรลล์ (The Braille Code) เป็นอักษรสำหรับผู้พิการทางสายตา ประดิษฐ์โดย หลุยส์ เบรลล์ (Louis Braille) ครูตาบอดชาวฝรั่งเศส มีลักษณะเป็นจุดขนาดเล็กลงใน 1 ช่องประกอบด้วยจุดจำนวน 6 ตำแหน่ง ซึ่งนำมาจัดสลับกันไปมาเป็นรหัสแทนอักษรปกติ หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ โน้ตดนตรี ฯลฯ การเขียนอักษรเบรลล์นั้น ใช้เครื่องมือเฉพาะเรียกว่า สเลท (Slate) และคินสอ (Stylus) เครื่องพิมพ์เบรลล์เลอร์ (Braille) และใช้กระดาษหนาขนาดกระดาษวาควรูป



รูปที่ 2.2 หลุยส์ เบรลล์ [2]



รูปที่ 2.3 ชื่อหลุยส์ เบรลล์เป็นอักษรเบรลล์ [2]



รูปที่ 2.4 ลำดับตำแหน่งจุดใน 1 ช่อง

ตัวอักษรเบรลล์จะมีจุดทั้งหมด 6 จุด เรียงกันเป็น 2 แถวในแนวตั้ง นับจากด้านซ้าย จากบนลงล่าง เป็น 1-3 และด้านขวา จากบนลงล่าง เป็น 4-6 โดยการใช้จุดและไม่มีจุดทำเป็นรหัส วิธีนี้สามารถทำได้ถึง 63 ตัวอักษร การกำหนดรหัสตัวอักษร 10 ตัวแรก A-I จะใช้จุด 1-2-4 และ 5 สลับกันไป 10 ตัวต่อมา K-T จะเติมจุดที่ 3 ลงไปในอักษร 10 ตัวแรก และ 5 ตัวสุดท้าย (ไม่นับ W เพราะ ณ เวลานั้นภาษาฝรั่งเศสไม่ได้ใช้) เติมจุดที่ 3 และ 6 ลงไปในอักษร 5 ตัวแรก

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				

รูปที่ 2.5 ตัวอักษรเบรลล์ภาษาเบรลล์ ● หมายถึงจุดบน และ ○ หมายถึงจุดที่ไม่ใช้ในช่องนั้น [3]

,	'	-	/	!	?	\$:	;

รูปที่ 2.6 เครื่องหมายและสัญลักษณ์ตัวอักษรเบรลล์ภาษาอังกฤษ [3]

num	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

รูปที่ 2.7 ตัวเลขอักษรเบรลล์ [3]

อักษรเบรลล์ไม่เป็นที่รู้จักมากนัก จนกระทั่งปี ค.ศ.1868 เมื่อ Dr. Thomas Armitage กับเพื่อนอีก 5 คน ผู้ก่อตั้ง British and Foreign Society for Improving the Embossed Literature of the Blind (ตอนหลังเปลี่ยนชื่อเป็น Royal National Institute of the Blind) ได้ตีพิมพ์หนังสือ Braille's system ปัจจุบันอักษรเบรลล์ได้ถูกนำไปใช้ทั่วโลก

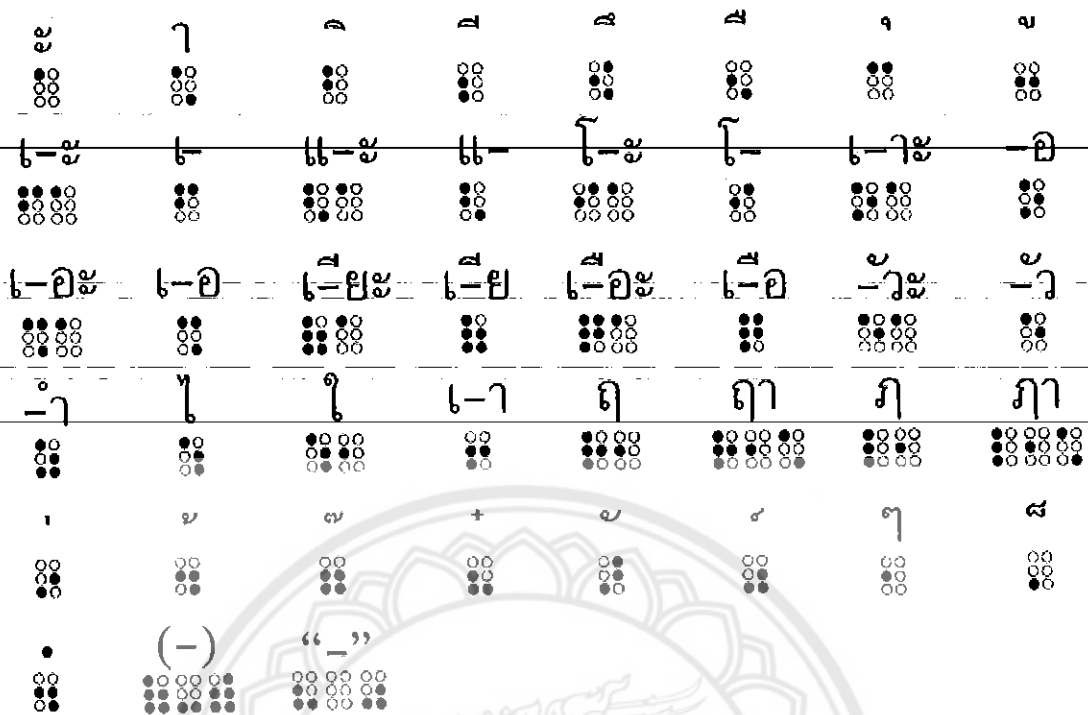
2.3 อักษรเบรลล์ภาษาไทย

เจนีวีฟ คอลฟิลด์ (Genevieve Caulfield) เกิด 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2431 (ค.ศ. 1888) ที่เมือง ซัทพ์โพลด์ มลรัฐเวอร์จิเนีย สหรัฐอเมริกา เธอเป็นสุภาพสตรีตาบอดชาวอเมริกัน ผู้นำอักษรเบรลล์มาเผยแพร่แก่ผู้พิการทางสายตาในประเทศไทยเป็นครั้งแรก เป็นการเปิดศักราชแห่งการเรียนรู้หนังสือของผู้พิการทางสายตาไทยตั้งแต่นั้นมา ในปี พ.ศ. 2482 (ค.ศ. 1939) เจนีวีฟได้ริเริ่มตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพ และมูลนิธิช่วยคนตาบอดแห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์ เจนีวีฟช่วยงานของมูลนิธิตลอดมาจนวาระสุดท้ายของชีวิตในประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2515 (ค.ศ. 1972)

รูปที่ 2.8 เจนีวีฟ คอลฟิลด์ [4]

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

รูปที่ 2.9 อักษรเบรลล์พยัญชนะไทย [5]



รูปที่ 2.10 อักษรเบรลล์สระภาษาไทย [5]

2.4 รหัสเบรลล์

เนื่องจากเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ ไม่สามารถอ่านตัวหนังสือภาษาไทยได้โดยตรง ดังนั้นต้องมีการแปลงตัวหนังสือภาษาไทยเป็นรหัสเบรลล์เสียก่อน แล้วจึงให้เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์อ่านรหัสเบรลล์ ซึ่งเป็นรหัสแทนด้วยพยัญชนะ สระ และเครื่องหมายต่างๆในภาษาไทย

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างพยัญชนะภาษาไทยและรหัสเบรลล์

พยัญชนะภาษาไทย	รหัสเบรลล์
ก	g
ข	k
ฃ	Ok
ค	u
ฅ	-u
ฉ	U
ง]]

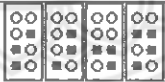


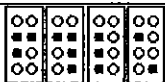
ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างสระภาษาไทยและรหัสเบรลล์

สระภาษาไทย	รหัสเบรลล์
ะ	a
า	*
อ	b
ั	;
ำ	[
า	5
เ	f

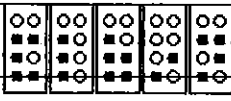
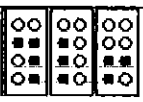
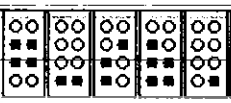
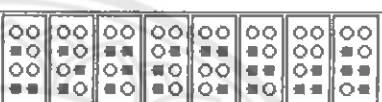
2.5 วิธีการสะกดคำและเขียนอักษรเบรลล์

การสะกดคำในภาษาเบรลล์ส่วนใหญ่ จะคล้ายกับการสะกดคำในสมัยพจนานุกรมคำแหง คือ สะกดจากตัวพยัญชนะต้น วรรณยุกต์ แล้วจึงสะกดต่อด้วยตัวสะกดหรือพยัญชนะท้าย ถ้าเป็นสระผสมก็จะอ่านรวมเป็นสระนั้นเลยไม่สะกดแยกตัว ดังตัวอย่างตารางที่ 2.3 การสะกดคำสระเดี่ยวเช่น และตารางที่ 2.4 การสะกดคำพยัญชนะควบกล้ำและสระผสม

ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างการสะกดคำสระเดี่ยว

คำศัพท์	การสะกดคำสระเดี่ยว
สิ้น	 ส - ิน
การ	 ก - าร
เสีย	 ส - ैया
เพลลา	 ป - ล - ลา

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการสะกดคำพยัญชนะควบกล้ำและสระผสม

คำศัพท์	สะกดคำพยัญชนะควบกล้ำและสระผสม
เปลี่ยน	 <p>ป-ล-เีย-น</p>
เพล่า	 <p>พ-ล-เอา</p>
เก็ยณ	 <p>ก-ย-เีย-น</p>
คอนเสิร์ต	 <p>ค-อ-น-ส-เเอ-ร-์-ต</p>

จากตัวอย่างจะเห็นได้ว่า คำว่า เพล่า จะอ่านว่า เพล่า เพราะมีการสะกดคำด้วยสระ เเอา ซึ่งเป็นสระผสม แต่คำว่า เผล่า จะอ่านว่า เพ-ลา เพราะมีการสะกดด้วยสระ เอ และ อา ซึ่งไม่ใช่สระผสม

2.6 สวาท (SWATH)

สวาท หรือ SWATH (Smart Word Analysis for Thai) เป็นโปรแกรมสำหรับการตัดคำภาษาไทยที่ได้รับการพัฒนาโดยศูนย์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) SWATH จะแบ่งคำภาษาไทยในไฟล์ข้อมูลให้เป็นคำๆ เพื่อช่วยในการตัดคำ โดยจะแทรกตัวอักษรพิเศษตามที่ผู้ใช้กำหนดเช่น / หรือ | เป็นต้นไว้ระหว่างคำ โปรแกรมสวาทได้ติดตั้งมาพร้อมกับ Linux TLE (Thai Language Extension) ที่ได้จัดทำขึ้นโดย NECTEC เพื่อสนับสนุนการใช้งานภาษาไทยบน Linux

ต่อมาได้มีการพัฒนาสวาทเป็น SWATH 2.0 โดยนายไพศาล เจริญพรสวัสดิ์ นิสิตปริญญาเอกสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย SWATH 2.0 มีการเพิ่ม 3 algorithms ในการเขียนโปรแกรม ได้แก่

- 1) Longest Matching เป็นวิธีเทียบคำที่ยาวที่สุด
- 2) Maximal Matching การตัดคำโดยเลือกแบบเหมือนมากที่สุด
- 3) Part-of-Speech Bigram วิธีการกำกับหน้าที่ของคำ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาคำกำกวม และปัญหาคำศัพท์ที่ไม่พบในพจนานุกรม

นอกจากนี้ โปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0) สามารถรับและอ่านไฟล์ข้อความที่ใช้กันทั่วไปได้หลายชนิด เช่น html, rtf, LaTeX, text เป็นต้น



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างข้อความที่ได้จากการใช้โปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้ได้มาซึ่งซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ โดยเริ่มต้นจากการสอบถามความต้องการซอฟต์แวร์ของผู้ใช้ (Requirements) เพื่อหาความต้องการเชิงหน้าที่การทำงานของซอฟต์แวร์ (Functional) ความต้องการเชิงคุณสมบัติของซอฟต์แวร์ (Non-functional) และข้อกำหนดซอฟต์แวร์ (Specification)

ต่อมาการออกแบบซอฟต์แวร์ มีขั้นตอนการทำงานหลักๆ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ส่วนรับข้อมูล (Extraction) เป็นการรับและอ่านไฟล์ ขั้นตอนที่ 2 ส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform) เป็นการแปลงอักษรปกติเป็นรหัสเบรลล์และรหัสไบนารี และขั้นตอนที่ 3 ส่วนแสดงผล (Display) เป็นการแสดงผลข้อความปกติ รหัสเบรลล์ อักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่อง และการเรียกใช้ฟังก์ชันต่างๆบนหน่วยแสดงผล Graphic User Interface (GUI)

3.1 ความต้องการของผู้ใช้ (Requirements)

3.1.1 ความต้องการเชิงหน้าที่การทำงานของซอฟต์แวร์ (Functional Requirements)

1. แปลงข้อมูลภาษาไทยและอังกฤษเป็นอักษรเบรลล์ได้อย่างถูกต้องตามหลักการสะกดคำของอักษรเบรลล์
2. ออกแบบให้สามารถใช้เป็นพิมพ์ควบคุมการทำงานของซอฟต์แวร์ได้

3.1.2 ความต้องการเชิงคุณสมบัติของซอฟต์แวร์ (Non-functional Requirements)

1. สัญลักษณ์ต่างๆของซอฟต์แวร์ควรกำหนดเป็น Toolbar Menu Cursor และ Dialog ซึ่งซอฟต์แวร์ Screen Reader และระบบอำนวยความสะดวกต่างๆ คู่กันกับสัญลักษณ์เหล่านี้อยู่แล้ว
2. ออกแบบซอฟต์แวร์ไม่ให้มีการจำกัดเวลาใช้ฟังก์ชันต่าง

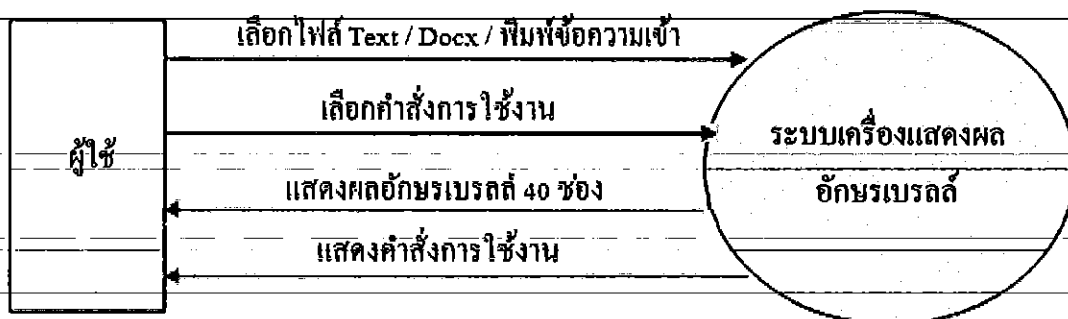
3.1.3 ข้อจำกัดของซอฟต์แวร์ (Constraints)

1. ซอฟต์แวร์อ่านได้เฉพาะไฟล์ชนิด .txt และ .docx
2. ซอฟต์แวร์สามารถรับค่าที่พิมพ์เข้าไปได้
3. ใช้ได้เพียงภาษาไทยและอังกฤษ
4. แสดงผลอักษรเบรลล์ 40 ช่อง
5. มีปัญหาเกี่ยวกับคำประเภทคำพ้องรูปซึ่งขึ้นอยู่กับ การตัดคำของ โปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0) เช่น เผลา คือไม่สามารถแยกได้ว่าเป็น เพ – ลา หรือ พล – เอา

3.1.4 ข้อกำหนดซอฟต์แวร์ (Specification)

1. สามารถแปลงข้อมูลภาษาไทยและอังกฤษ ได้เป็นไปตามหลักอักษรเบรลล์ได้อย่างถูกต้องตามหลักการ
2. สามารถใช้เป็นพิมพ์ควบคุมการทำงานของซอฟต์แวร์ได้
3. มีข้อความอธิบายกำกับในส่วนที่เป็น Graphic และ Icon ทุกส่วน ซึ่งทำให้ซอฟต์แวร์ Screen Reader สามารถอ่านให้ฟังได้
4. ซอฟต์แวร์ไม่มีการจำกัดเวลาในการป้อนคำสั่งหรือข้อมูล
5. ซอฟต์แวร์ทำการตัดคำให้ไม่เกิน 40 ช่องต่อบรรทัด

3.2 การออกแบบโปรแกรม



รูปที่ 3.1 แผนผังระบบงานเชิงธุรกิจ (Business Context Diagram)

ตารางที่ 3.1 การเปลี่ยนแปลงที่มีผลกระทบต่อระบบเชิงธุรกิจ (Business Event)

เหตุการณ์	การไหล
1. ผู้ใช้เลือกไฟล์ Text / Docx / พิมพ์ข้อความเข้าระบบ	ไฟล์ Text / Docx / ข้อความ (เข้า)
2. ผู้ใช้เลือกคำสั่งการใช้งาน	คำสั่งการใช้งาน (เข้า)
3. ซอฟต์แวร์แสดงผลอักษรเบรลล์ 40 ช่อง	อักษรเบรลล์ 40 ช่อง (ออก)
ซอฟต์แวร์แสดงคำสั่งการใช้งาน	แสดงคำสั่งการใช้งาน (ออก)

3.2.1 กรณีการใช้งานเชิงธุรกิจ (Business Use Case)

ชื่อ: แสดงการใช้ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์

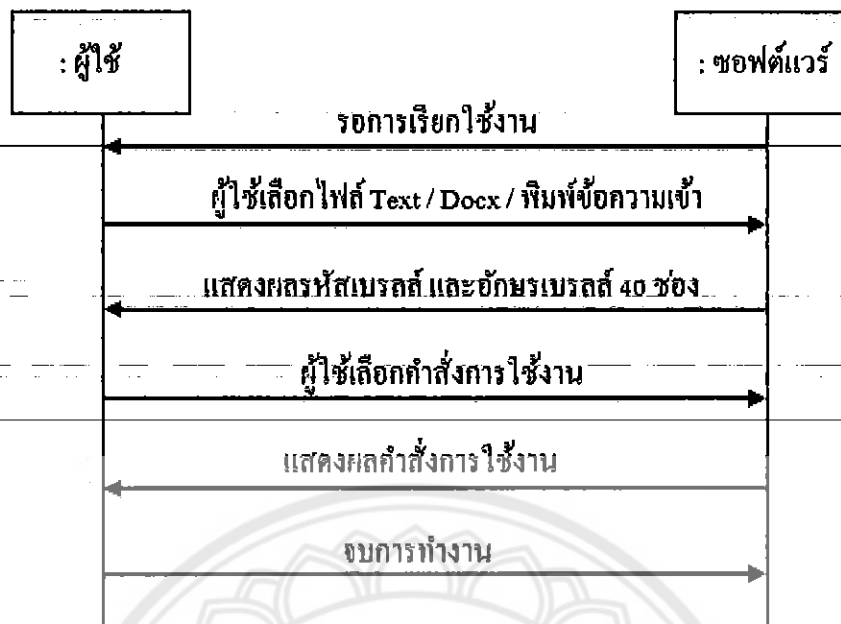
คำอธิบาย: ผู้ใช้ใช้ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์เพื่ออ่านข้อความจากคอมพิวเตอร์

เงื่อนไขเริ่มต้น: ผู้ใช้เลือกไฟล์เพื่อแปลงเป็นอักษรเบรลล์ 40 ช่อง

เงื่อนไขหลังจากนั้น: ผู้ใช้เลือกคำสั่งการใช้งานเพื่อเรียกการทำงานฟังก์ชันอื่นๆ ได้

การกระทำพื้นฐาน:

1. ซอฟต์แวร์รอการเรียกใช้งาน
2. ผู้ใช้เลือกไฟล์ Text / Docx มายังระบบ เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์
3. ระบบเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ (Braille Display) รับ ไฟล์ Text / Docx แล้วแสดงผลรหัสเบรลล์ และ อักษรเบรลล์ 40 ช่อง
4. ผู้ใช้เลือกใช้คำสั่งการใช้งาน
5. ระบบเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ แสดงผลคำสั่งการใช้งาน
6. ผู้ใช้ต้องการใช้คำสั่งการใช้งานอื่นๆ
7. ผู้ใช้กลับไปทำที่ข้อ 4
8. ผู้ใช้ต้องการใช้งานระบบเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์อีกครั้ง
9. ผู้ใช้กลับไปทำที่ข้อ 2
10. จบการทำงาน

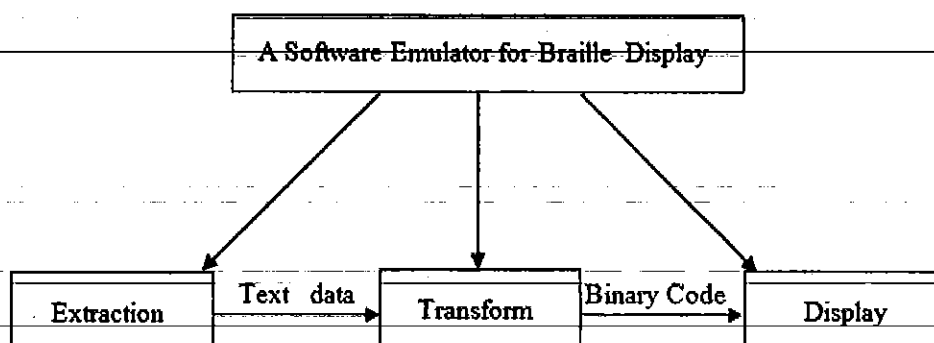


รูปที่ 3.2 แผนผังปฏิสัมพันธ์ตามลำดับ (Sequence diagram)

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบระหว่างความต้องการของผู้ใช้และซอฟต์แวร์
(Requirements Traceability Matrix)

Requirement	Specification	Class	Method	Business Event
F-Req1	1	TransformCompareLetter	compareLetter	ผู้ใช้เลือกไฟล์ Text / Docx / พิมพ์ข้อความเข้าระบบ
F-Req2	2	-	-	-
N-Req1	3	DisplayFrame	keyListener	ผู้ใช้เลือกคำสั่งการใช้งาน
N-Req2	4	DisplayFrame	toolbar	ซอฟต์แวร์แสดงผลคำสั่งการใช้งาน
C-Req4	5	TransformCut40	cutForForty	ซอฟต์แวร์แสดงผลอักษรเบรลล์ 40 ช่อง

3.3 สถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture)

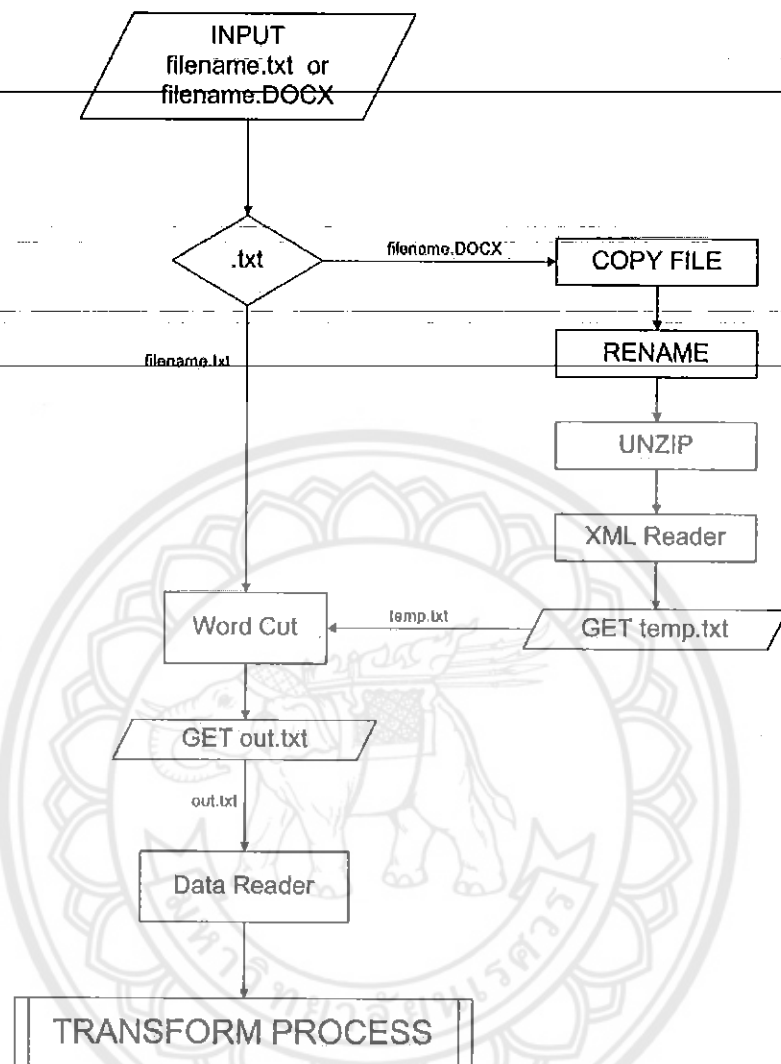


รูปที่ 3.3 สถาปัตยกรรมระบบ (System architecture)

ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ มีการออกแบบซอฟต์แวร์ตามขั้นตอนการทำงานแบ่งเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. ส่วนรับข้อมูล (Extraction) เป็นการรับและอ่านไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ไฟล์ชนิดเอกสาร XML (Extensible Markup Language) ของ Microsoft Office Word 2007 หรือ .docx และการพิมพ์ข้อความเข้า โดยขั้นตอนนี้จะอ่านไฟล์เฉพาะส่วนของข้อความเท่านั้น
2. ส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform) เป็นการนำข้อความที่ได้จากส่วน Extraction มาแปลงเป็นรหัสเบรลล์และจากรหัสเบรลล์มาแปลงเป็นรหัสไบนารี
3. ส่วนแสดงผล (Display) เป็นขั้นตอนของหน่วยแสดงผล Graphic User Interface (GUI) โดยแสดงผลทั้งข้อความปกติ รหัสเบรลล์ และอักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่อง

3.4 ส่วนรับข้อมูล (Extraction)



รูปที่ 3.4 กระบวนการส่วนรับข้อมูล (Extraction Algorithm)

ในขั้นตอนของส่วนรับข้อมูล (Extraction) จะเริ่มต้นด้วยการรับ ไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ไฟล์ชนิดเอกสาร XML (Extensible Markup Language) ของ Microsoft Office Word 2007 หรือ .docx และการพิมพ์ข้อความเข้า โดยถ้าไฟล์ที่รับมาชนิด .docx จะต้องมีการแปลงให้เป็นไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ก่อน เนื่องจากในขั้นตอนแปลงอักขรเบรลล์ (Transform) จะรับและอ่านไฟล์เฉพาะชนิดข้อความ หรือ .txt เท่านั้น

โดยมีกระบวนการ 4 ในการแปลงไฟล์ดังนี้

1. Copy คือ การคัดลอกไฟล์เดิมที่รับมาเพื่อรักษาข้อมูลเดิมไว้ไม่ให้ถูกเปลี่ยนแปลง
2. Rename คือการเปลี่ยนไฟล์ชนิด .docx ให้เป็น zip เพื่อให้ใช้ได้กับ library ของ Java ที่มีการตรวจจับไฟล์ชนิด zip

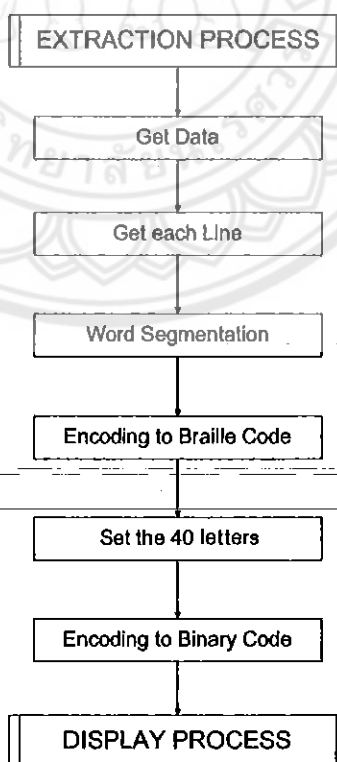
3. unzip ไฟล์ที่ได้จากการ rename ในข้อ 2 เพื่อขยายไฟล์ข้อมูลออกมาจากที่ถูกบีบอัด (compressed)ไว้
4. xml reader จะทำการอ่านไฟล์ document.xml ที่ unzip ไฟล์ได้จากข้อ 3 แล้วเก็บข้อมูลลงไฟล์ temp.txt

หลังจากนั้นโปรแกรมตัดคำ สวาท (SWATH 2.0) จะรับและอ่านไฟล์ temp.txt เพื่อตัดข้อความออกมาเป็นคำๆแล้วเก็บข้อมูลลงไฟล์ out.txt และโปรแกรมส่วน data reader ก็จะอ่านไฟล์ out.txt มาเก็บในตัวแปรชนิด string array เพื่อส่งให้ขั้นตอนส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform) ต่อไป



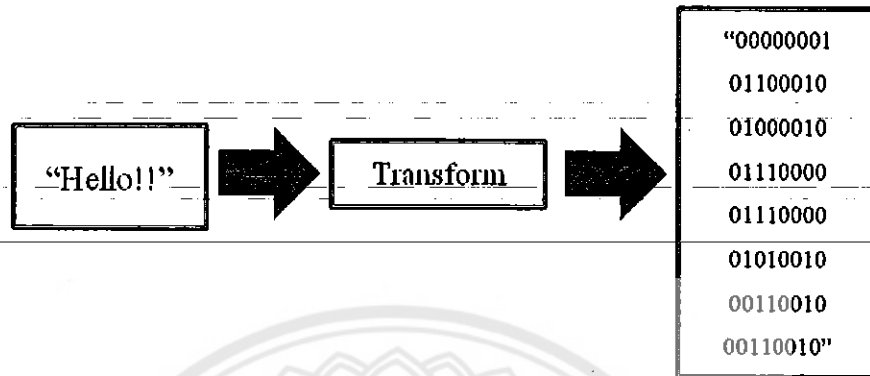
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของส่วนรับข้อมูล

3.5 ส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform)



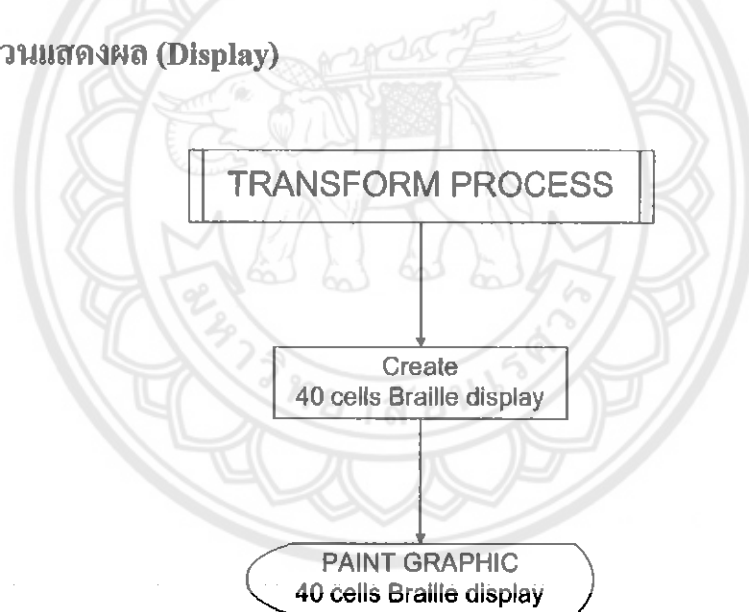
รูปที่ 3.6 กระบวนการแปลงอักษรเบรลล์ (Transform Algorithm)

เมื่อผ่านขั้นตอนส่วนรับข้อมูล (Extraction) ข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งมาเป็นตัวแปรชนิด string array แล้วนำข้อมูลมาแบ่งเป็นครั้งละบรรทัด แล้วแบ่งคำในแต่ละบรรทัดออกมาเพื่อแปลงเป็นรหัสเบรลล์ครั้งละ 40 ช่อง แล้วนำไปแปลงเป็นรหัสไบนารี จากนั้นทำการส่งต่อให้ display process



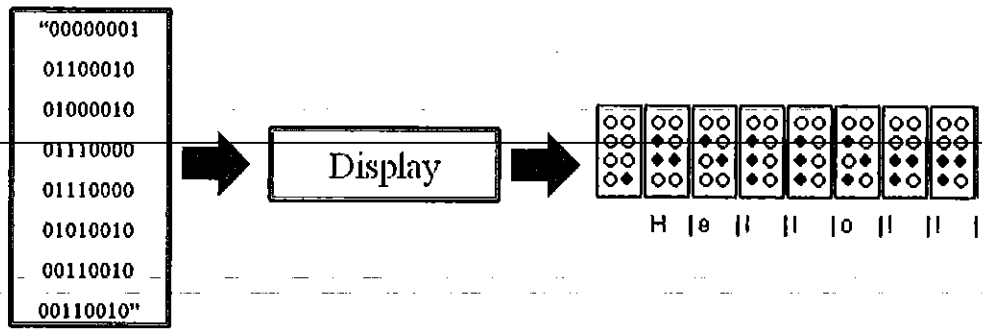
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของส่วนแปลงอักษรเบรลล์

3.6 ส่วนแสดงผล (Display)



รูปที่ 3.8 กระบวนการส่วนแสดงผล (Display Algorithm)

เมื่อขั้นตอนส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform) ส่งรหัสไบนารีมา โปรแกรมส่วนแสดงผล (Display) จะทำการแปลงและสร้างเป็นอักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่องขึ้นมา แล้วแสดงผลออกทางหน่วยแสดงผล หรือ GUI ของซอฟต์แวร์



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของส่วนแสดงผล



บทที่ 4

ผลการทดลอง

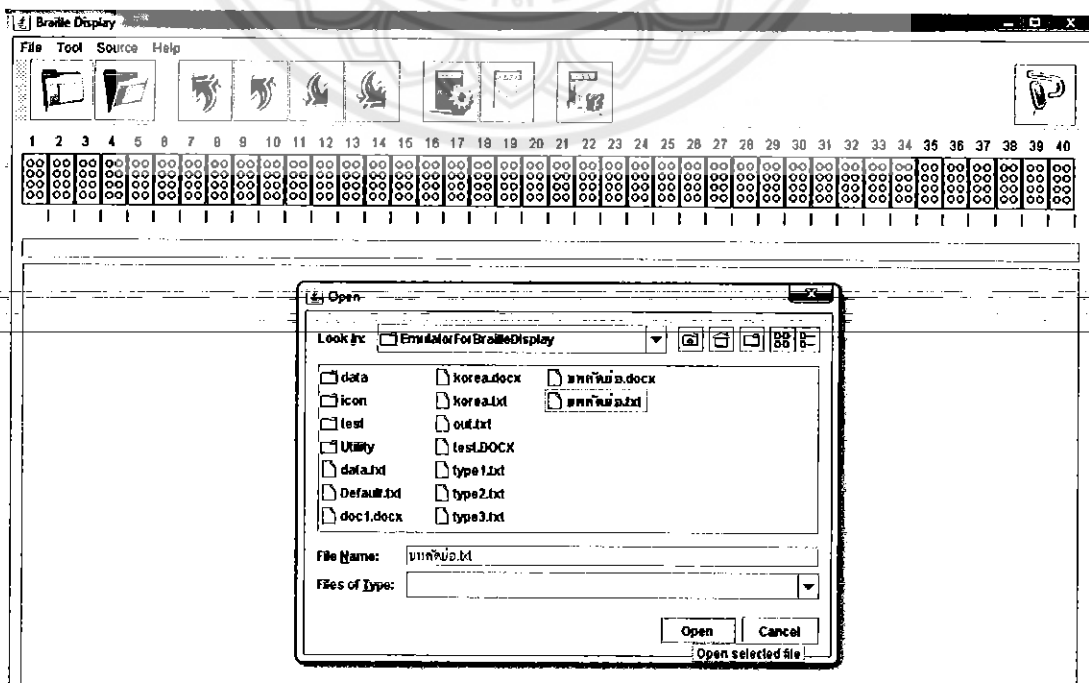
ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบและการแสดงผลของซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ โดยจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบส่วนประมวลผล เพื่อตรวจสอบหาข้อผิดพลาดจากซอฟต์แวร์ และการทดสอบส่วนแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งาน เพื่อทดสอบความสมบูรณ์ของซอฟต์แวร์

4.1 การทดสอบส่วนประมวลผล

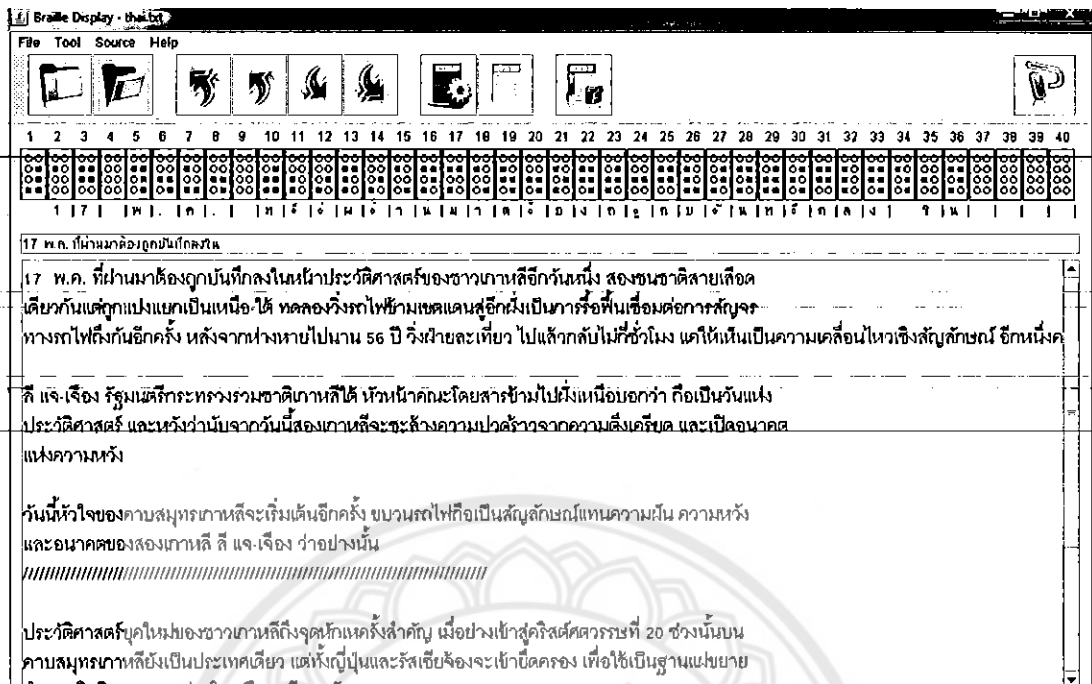
การทดสอบซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ส่วนประมวลผล จะถูกแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ส่วนรับข้อมูล (Extraction) ส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform) และ ส่วนแสดงผล (Display) ดังนี้

4.1.1 การทดสอบส่วนการรับข้อมูล (Extraction)

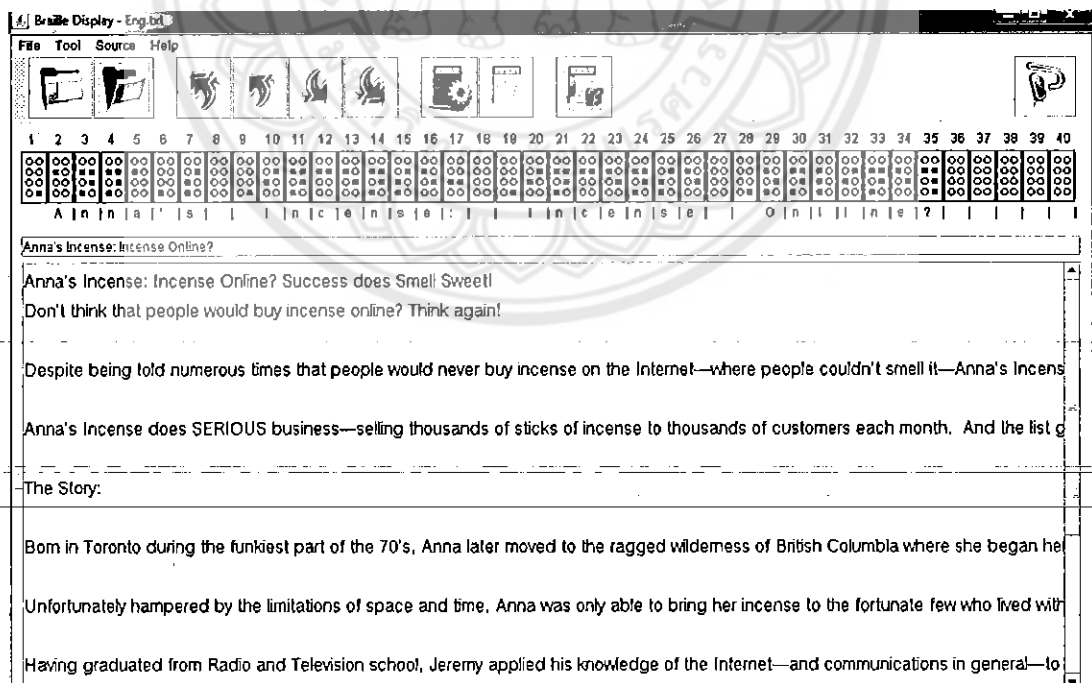
การทดสอบส่วนการรับข้อมูล (Extraction) เป็นการทดสอบการรับและอ่านไฟล์ชนิดข้อความ .txt และไฟล์ชนิดเอกสาร XML (Extensible Markup Language) ของ Microsoft Office Word 2007 หรือ .docx และการพิมพ์ข้อความเข้า โดยต้องทำการแปลงเป็นไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ก่อน จากนั้นเก็บข้อมูลลงไฟล์ temp.txt แล้วโปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0) จะรับและอ่านไฟล์ temp.txt เพื่อตัดข้อความออกมาเป็นคำๆแล้วเก็บข้อมูลลงไฟล์ out.txt



รูปที่ 4.1 การรับไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt



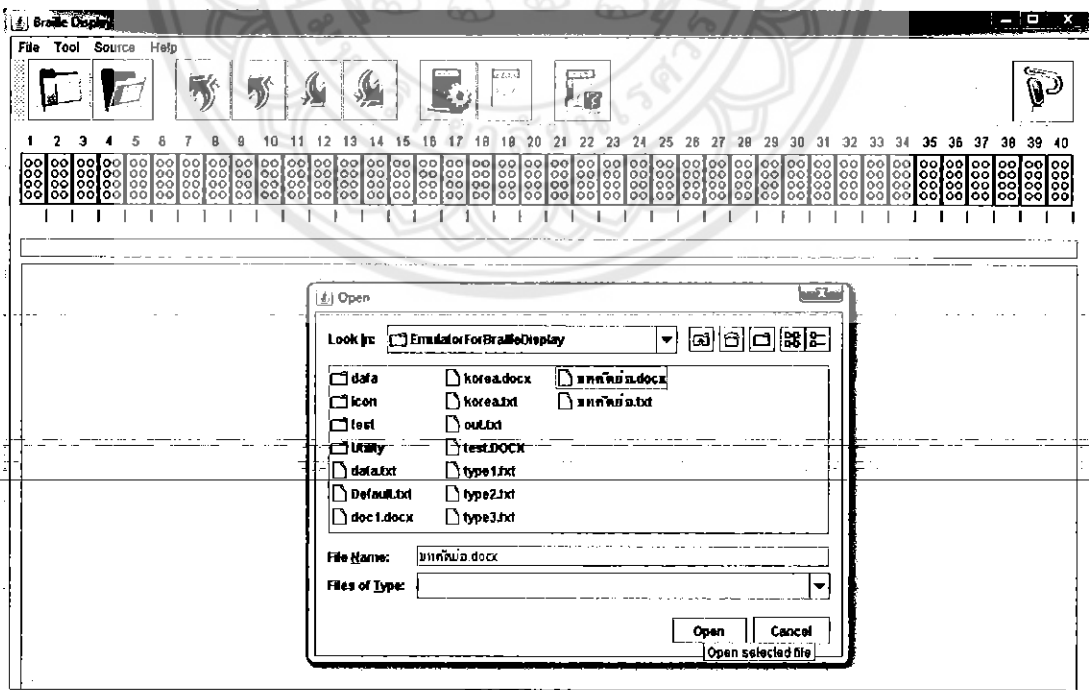
รูปที่ 4.2 ผลจากการรับไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ภาษาไทย



รูปที่ 4.3 ผลจากการรับไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ภาษาอังกฤษ

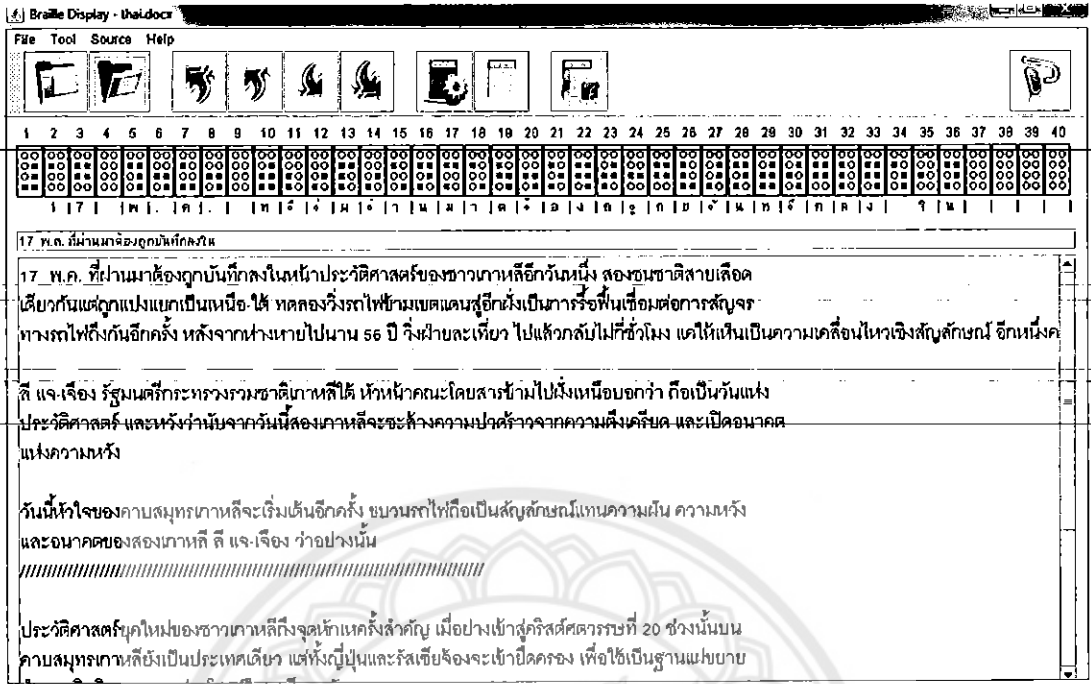


รูปที่ 4.4 ผลจากการรับไฟล์ชนิดข้อความ หรือ .txt ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ



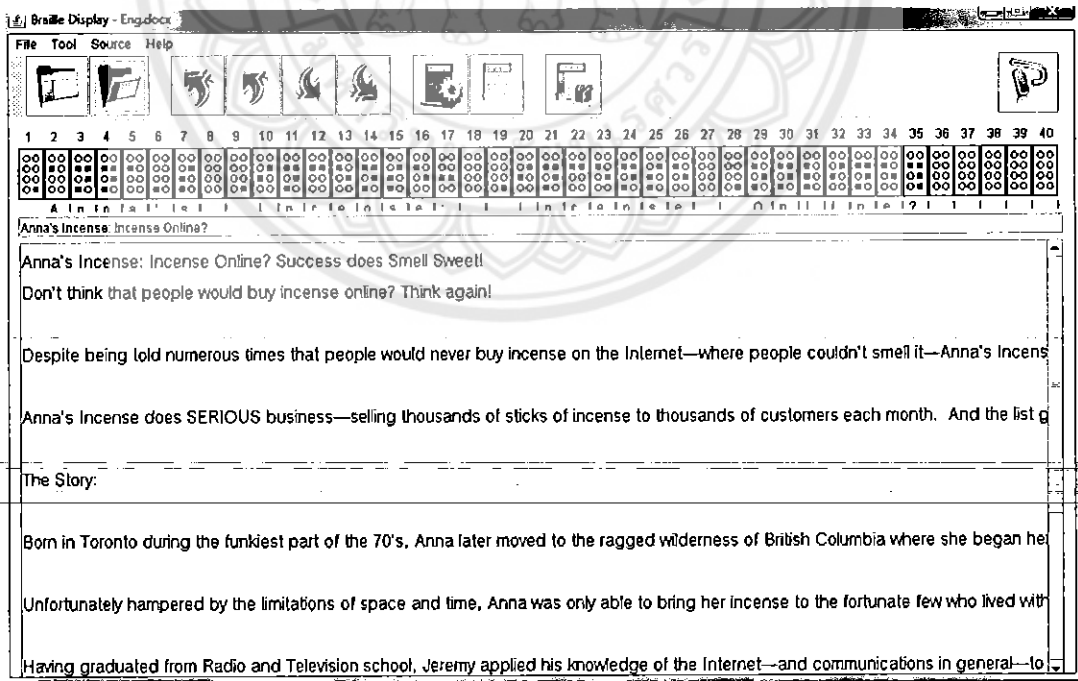
รูปที่ 4.5 การรับไฟล์ชนิดเอกสาร XML (Extensible Markup Language)

ของ Microsoft Office Word 2007 หรือ .docx

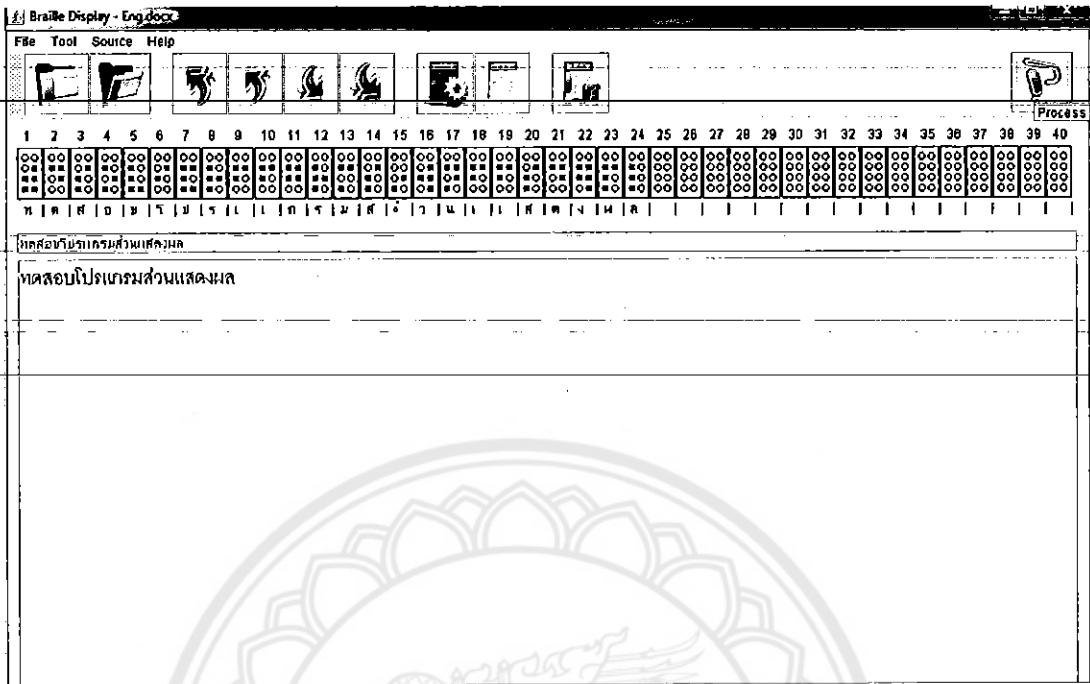


น/ร.
 ๐๒๘๒๕
 ๒๕๕๐

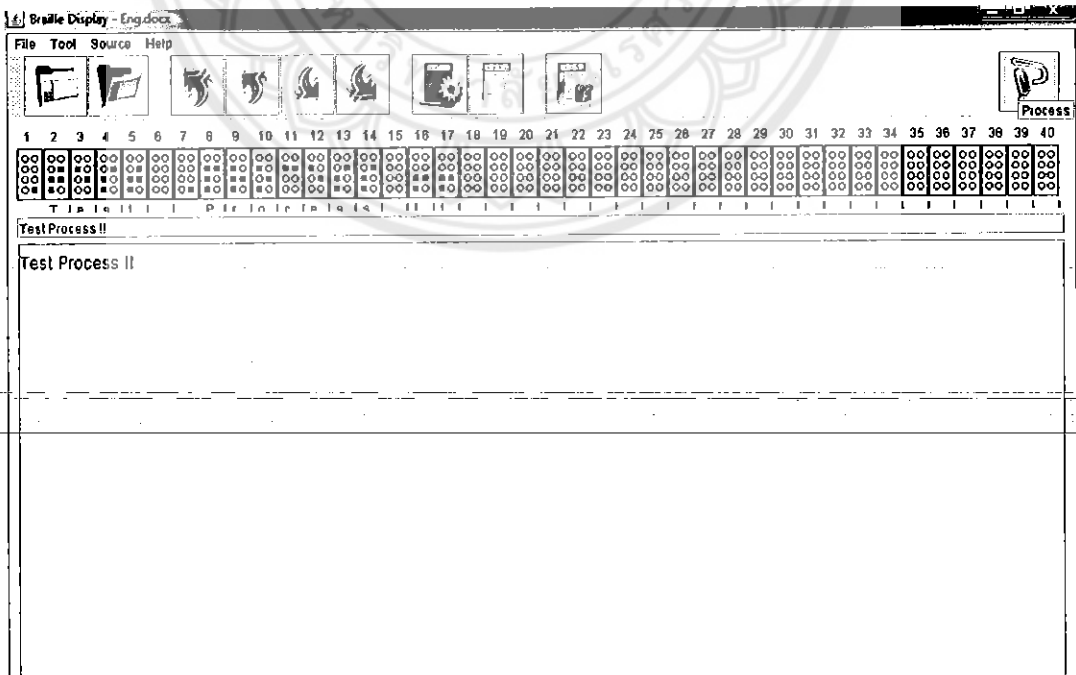
รูปที่ 4.6 ผลจากการรับไฟล์ชนิด .docx ภาษาไทย



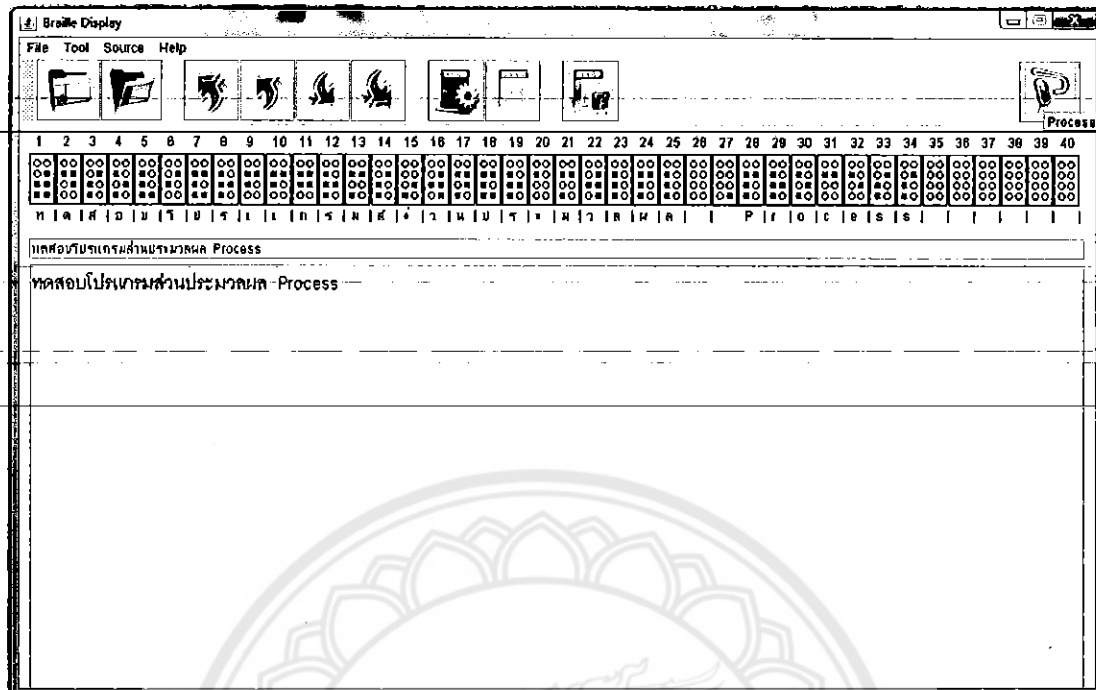
รูปที่ 4.7 ผลจากการรับไฟล์ชนิด .docx ภาษาอังกฤษ



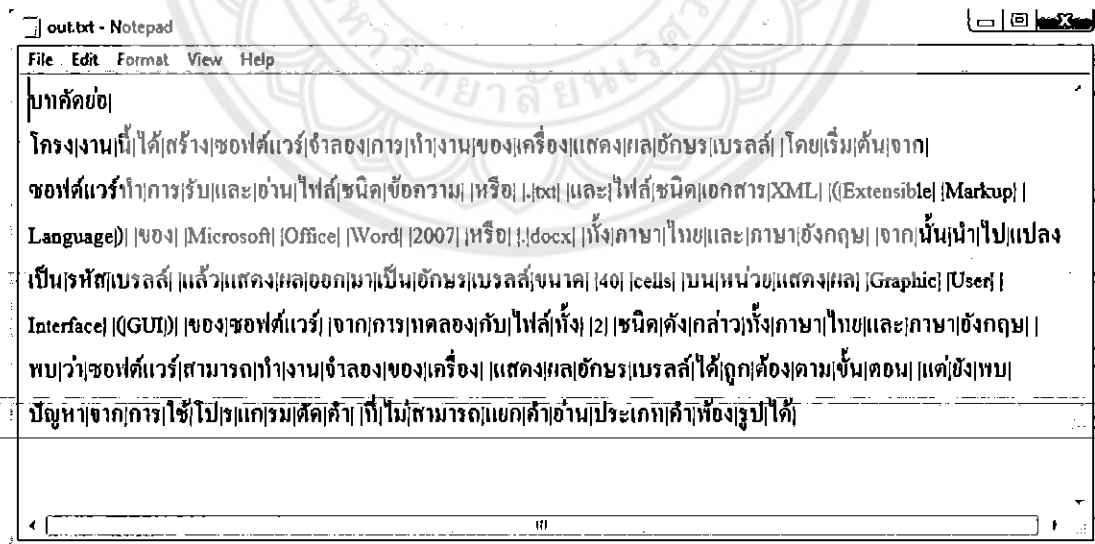
รูปที่ 4.10 ผลการพิมพ์ข้อความภาษาไทย



รูปที่ 4.11 ผลการพิมพ์ข้อความภาษาอังกฤษ



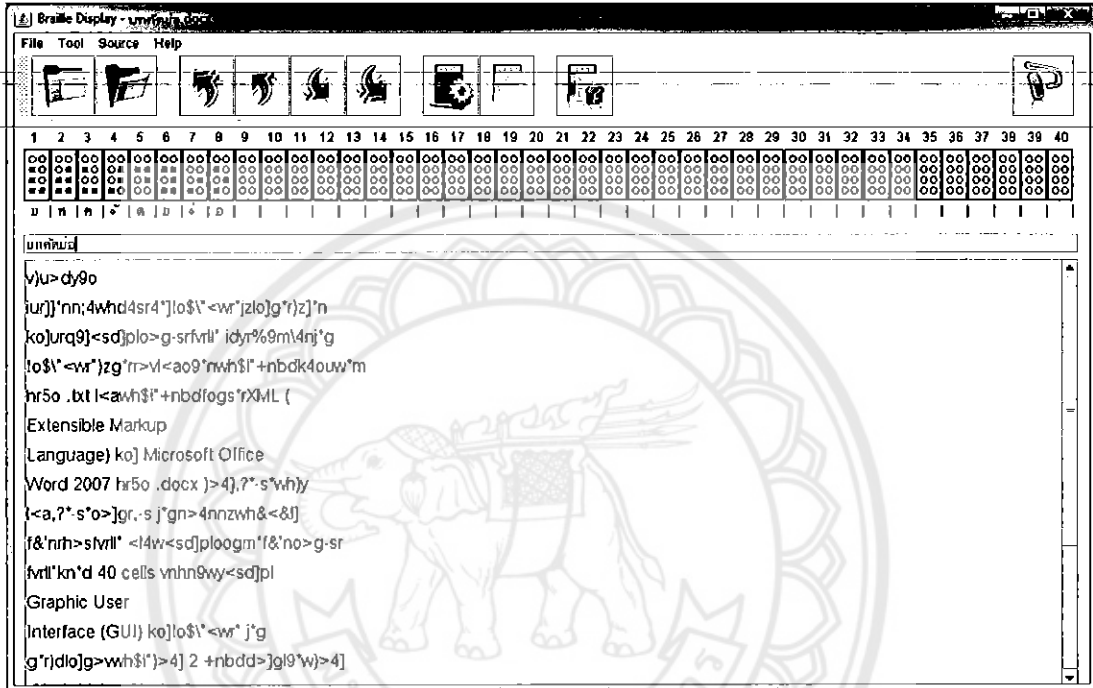
รูปที่ 4.12 ผลการพิมพ์ข้อความทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ



รูปที่ 4.13 ไฟล์ out.txt ซึ่งได้จากไฟล์ temp หลังผ่านโปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0)

4.1.2 การทดสอบส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform)

การทดสอบส่วนแปลงอักษรเบรลล์ (Transform) เป็นส่วนที่นำข้อมูลมาแบ่งเป็นครั้งละบรรทัด แล้วแบ่งคำในแต่ละบรรทัดออกมาเพื่อแปลงเป็นรหัสเบรลล์ครั้งละ 40 ช่อง แล้วนำไปแปลงเป็นรหัสไบนารีดังตารางที่ 4.1



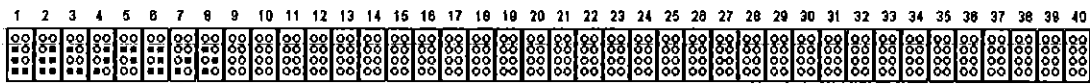
รูปที่ 4.14 รหัสเบรลล์

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างรหัสเบรลล์และรหัสไบนารี

รหัสเบรลล์	รหัสไบนารี
a	01000000
b	01100000
c	01000100
d	01000110
e	01000010
f	01100100

4.1.3 การทดสอบส่วนแสดงผล (Display)

การทดสอบส่วนแสดงผล (Display) จะทำการแปลงรหัสไบนารีและสร้างเป็นตัวอักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่องขึ้นมา แล้วแสดงผลออกทางหน่วยแสดงผล Graphic User Interface (GUI) ของซอฟต์แวร์



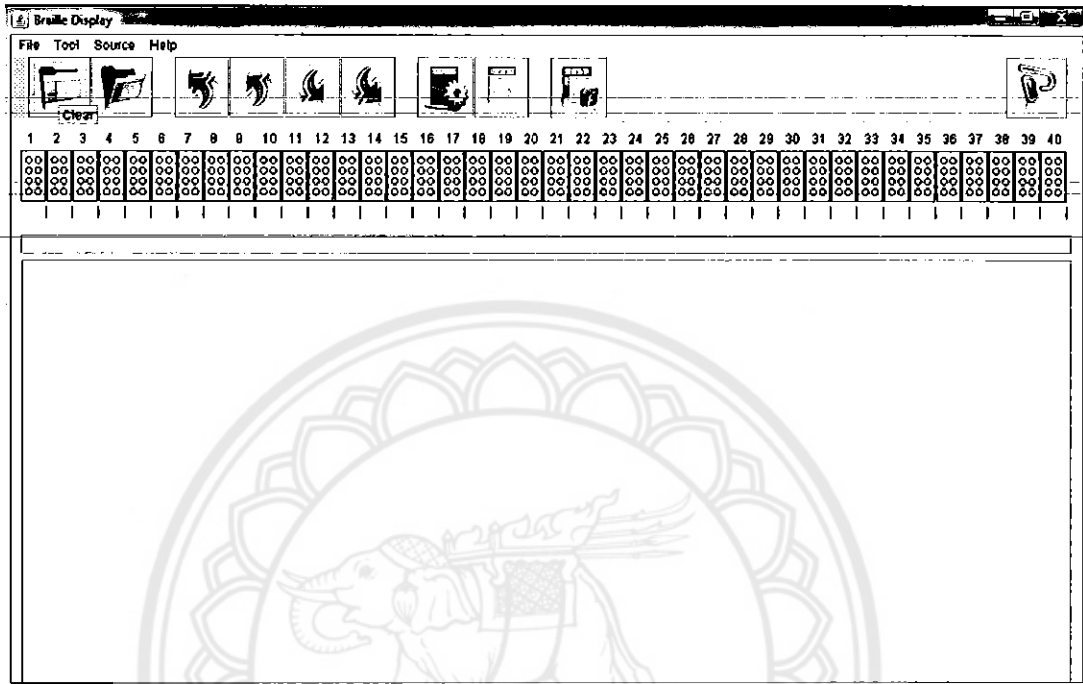
รูปที่ 4.15 อักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่อง



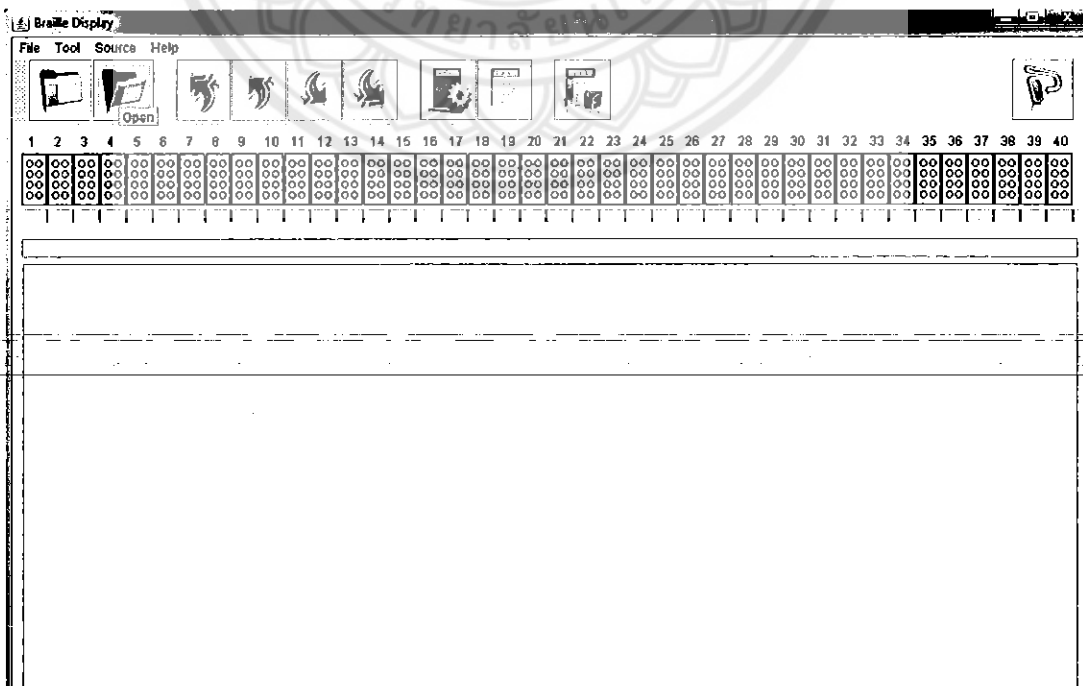
รูปที่ 4.16 หน่วยแสดงผล Graphic User Interface (GUI)

4.2 การทดสอบส่วนแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งาน

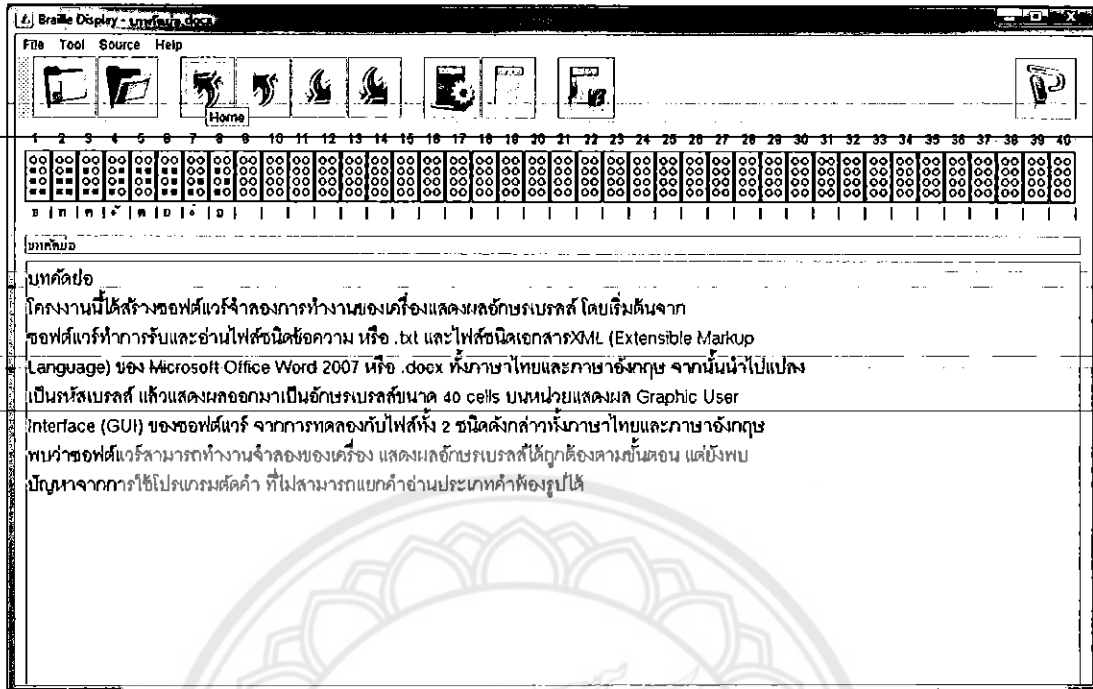
เป็นการทดสอบการแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งานต่างๆบนหน่วยแสดงผล Graphic User Interface (GUI) เพื่อตรวจสอบความสมบูรณ์ซอฟต์แวร์



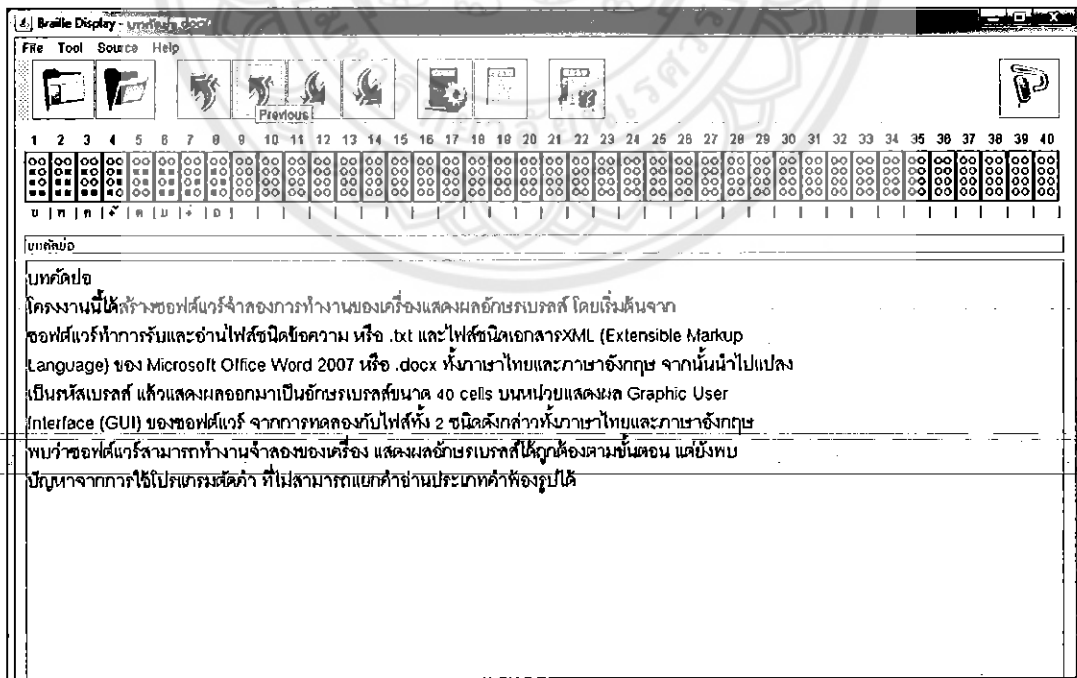
รูปที่ 4.17 ปุ่ม Clear หน้าจอ หรือเลือกแถบเมนู File -> clear เพื่อทำการ clear หน้าจอของโปรแกรม



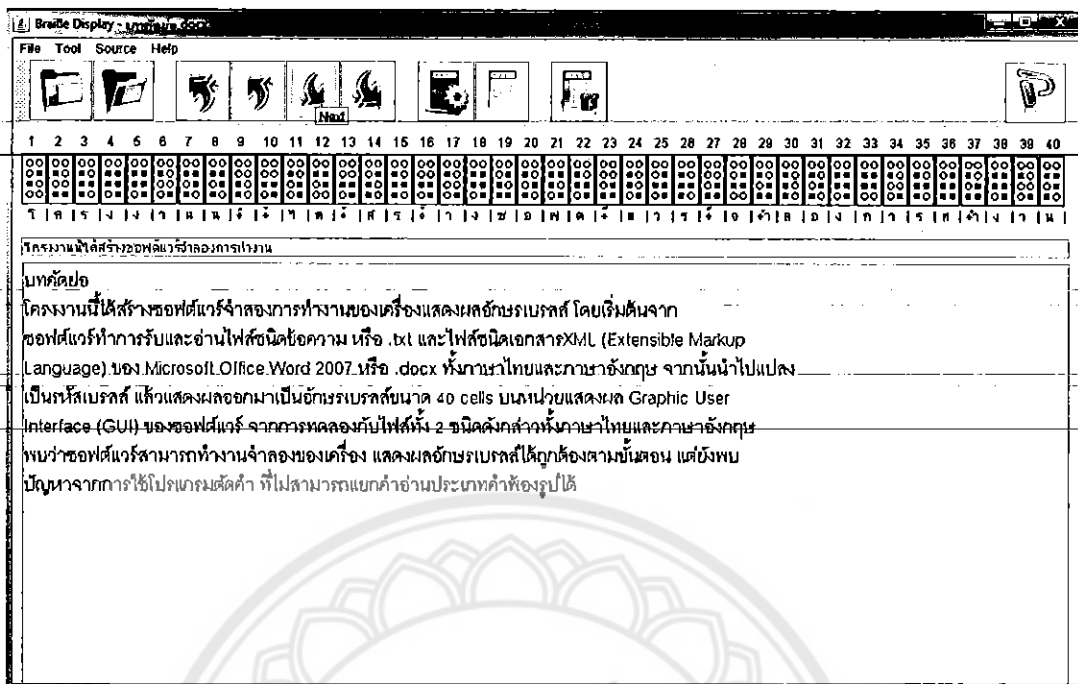
รูปที่ 4.18 ปุ่ม Open หรือเลือกแถบเมนู File -> Open เพื่อเปิดไฟล์ Dialog



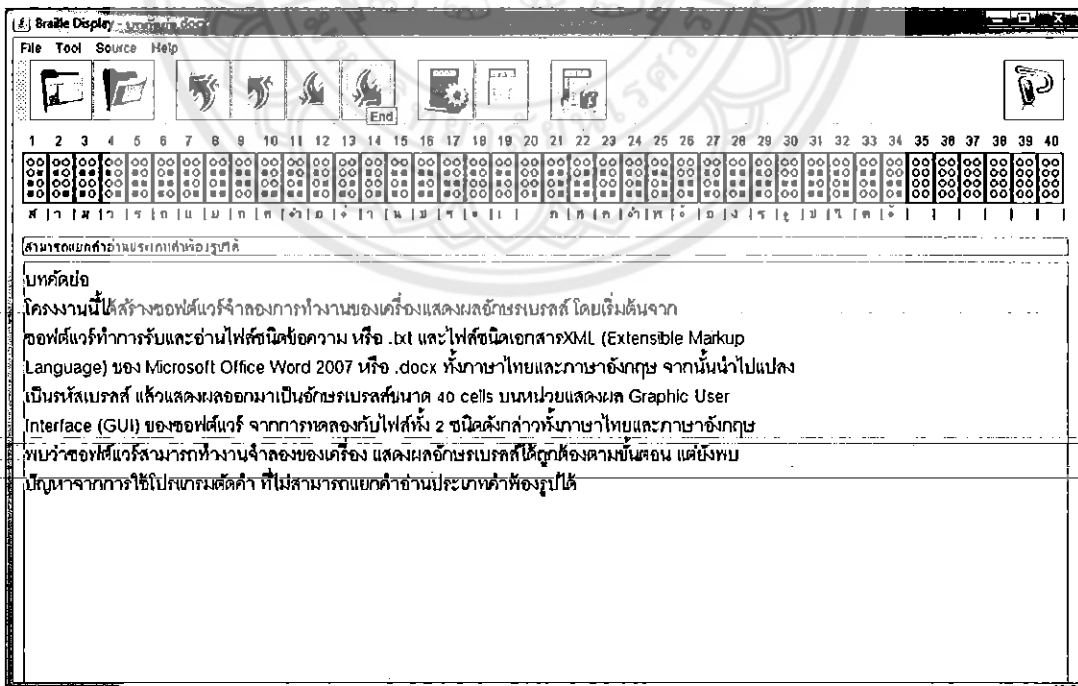
รูปที่ 4.19 ปุ่ม Home หรือเลือกแถบเมนู Tool -> Home เพื่อแสดงผลอักษรเบรลล์ 40 ช่องเริ่มต้น



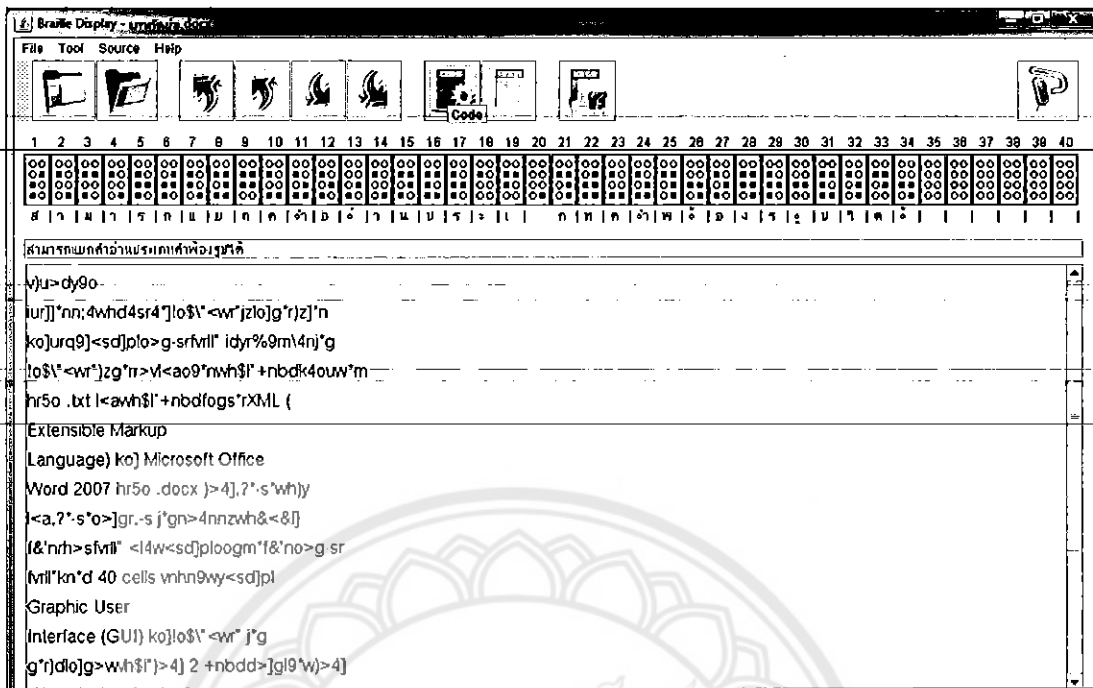
รูปที่ 4.20 ปุ่ม previous หรือเลือกแถบเมนู Tool -> Previous เพื่อแสดงผลอักษรเบรลล์ย้อนกลับ 40 ช่อง



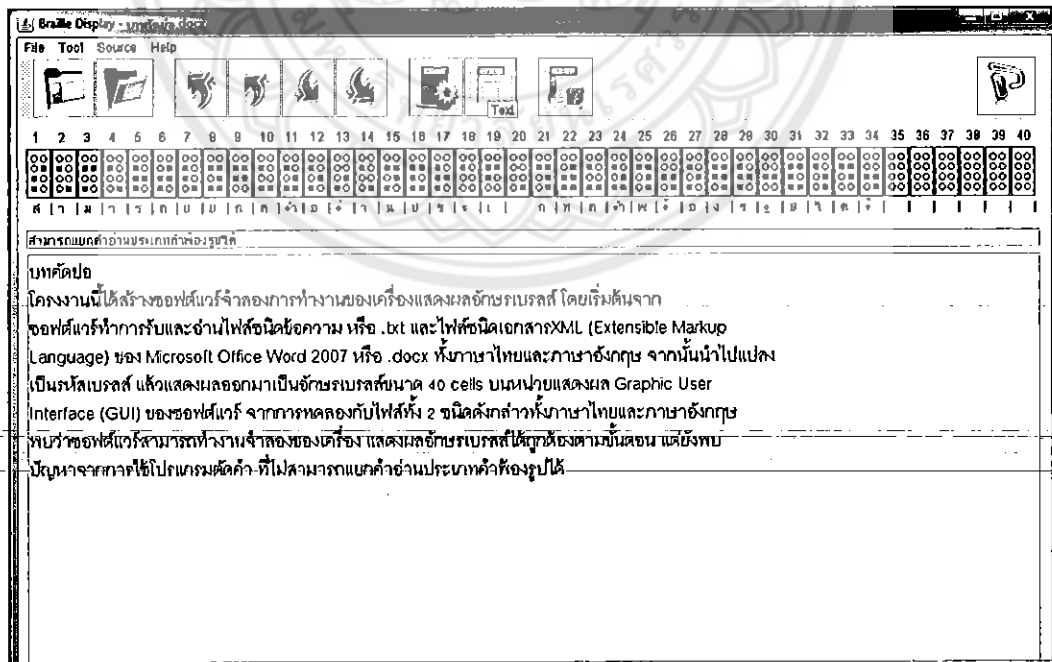
รูปที่ 4.21 ปุ่ม Next หรือเลือกแถบเมนู Tool -> Next เพื่อแสดงผลอักษรเบรลล์ถัดไป 40 ช่อง



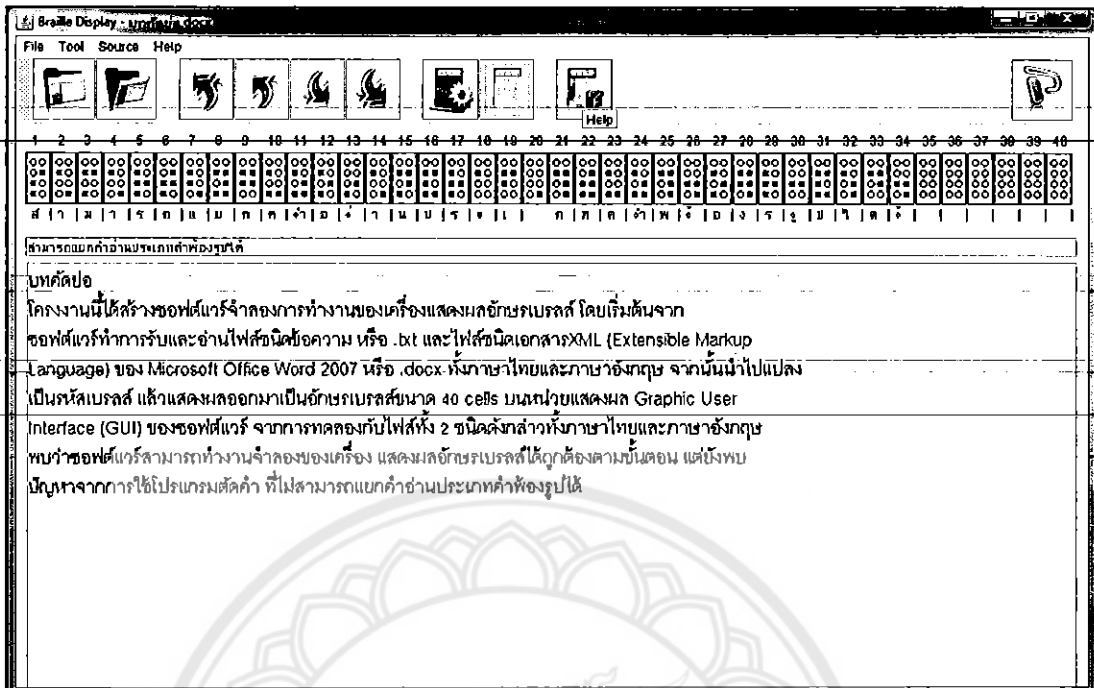
รูปที่ 4.22 ปุ่ม End สุดท้าย หรือเลือกแถบเมนู Tool -> End เพื่อแสดงผลอักษรเบรลล์ 40 ช่อง



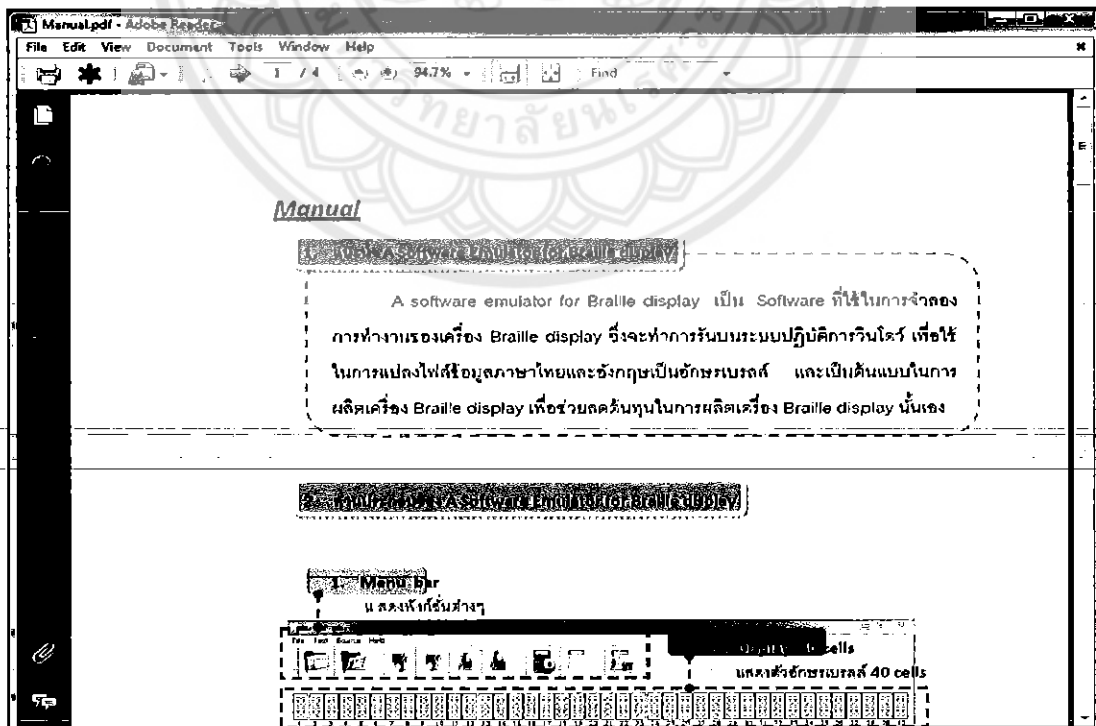
รูปที่ 4.23 ปุ่ม Code หรือเลือกแถบเมนู Source -> Code เพื่อแสดงข้อมูลรหัสเบรลล์



รูปที่ 4.24 ปุ่มText หรือเลือกแถบเมนู Source -> Text เพื่อแสดงข้อมูลในไฟล์



รูปที่ 4.25 ปุ่ม Help หรือเลือกแถบเมนู Help เพื่อแสดงข้อมูลคู่มือการใช้



รูปที่ 4.26 ตัวอย่างคู่มือการใช้ซอฟต์แวร์ ชื่อว่า manual.pdf

ตารางที่ 4.2 สรุปการทดสอบส่วนประมวลผล

รายการ		.txt	.docx	พิมพ์ ข้อความ
การทดสอบส่วน ประมวลผล	Extraction			
	- รับไฟล์ชนิด .txt .docx หรือพิมพ์ข้อความได้	✓	✓	✓
	- ตัดข้อความออกมาเป็นคำๆแล้วเก็บข้อมูล ลงไฟล์ out.txt	✓	✓	✓
	Transform			
	- แบ่งคำในแต่ละบรรทัดออกมาเพื่อแปลง เป็นรหัสเบรลล์ครั้งละ 40 ช่อง	✓	✓	✓
	- แปลงเป็นรหัสไบนารี	✓	✓	✓
	Display			
	- สร้างอักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่อง	✓	✓	✓
	- แสดงผลออกทาง GUI ของซอฟต์แวร์	✓	✓	✓

ตารางที่ 4.3 สรุปการทดสอบ โปรแกรมส่วนแสดงผลและฟังก์ชันการใช้งานโปรแกรม

รายการ		.txt	.docx	พิมพ์ ข้อความ
การทดสอบ โปรแกรมส่วนแสดงผล และฟังก์ชันการใช้งาน โปรแกรม				
	- Clear หน้าจอของโปรแกรม	✓	✓	✓
	- เปิดไฟล์ Dialog	✓	✓	✓
	- แสดงผลอักษรเบรลล์ 40 ช่อง เริ่มต้น	✓	✓	✓
	- แสดงผลอักษรเบรลล์ย้อนกลับ 40 ช่อง	✓	✓	✓
	- แสดงผลอักษรเบรลล์ถัดไป 40 ช่อง	✓	✓	✓
	- แสดงผลอักษรเบรลล์ 40 ช่อง	✓	✓	✓
	- แสดงข้อมูลรหัสเบรลล์	✓	✓	✓
	- แสดงข้อมูลในไฟล์	✓	✓	✓
	- แสดงข้อมูลคู่มือการใช้	✓	✓	✓

บทที่ 5

บทสรุป

โครงการซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ สามารถอ่านรหัสเบรลล์แล้วแสดงผลเป็นอักษรเบรลล์ครั้งละ 40 ช่องได้ และ Graphic User Interface (GUI) มีฟังก์ชันการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (requirements)

5.1 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองในบทที่ 4 นั้น สามารถสรุปการทดลองกับไฟล์ชนิด .txt .docx หรือการพิมพ์ข้อความ และสรุปความต้องการของผู้ใช้ (requirements) ได้ตารางที่ 5.1 และตารางที่ 5.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.1 สรุปการทดลองกับไฟล์ชนิด .txt .docx หรือพิมพ์ข้อความ

ภาษา	.txt	.docx	พิมพ์ข้อความ
ภาษาไทย	✓	✓	✓
ภาษาอังกฤษ	✓	✓	✓
ภาษาไทยและอังกฤษ	✓	✓	✓

ตารางที่ 5.2 สรุปความต้องการของผู้ใช้

requirements ของ user	
- สามารถแปลงข้อมูลภาษาไทยและอังกฤษได้เป็นไปตามหลักอักษรเบรลล์ได้อย่างถูกต้องตามหลักการสะกดคำ	*
- สามารถใช้เป็นพิมพ์ควบคุมการทำงานของซอฟต์แวร์	✓
- ซอฟต์แวร์ไม่มีการจำกัดเวลาในการป้อนคำสั่งหรือข้อมูล	✓
- ซอฟต์แวร์แปลงข้อมูลภาษาไทยให้เป็นรหัสเบรลล์ได้	✓
- ซอฟต์แวร์ทำการตัดคำให้ไม่เกิน 40 ช่องต่อบรรทัด	✓

เมื่อทำการทดสอบซอฟต์แวร์ครบทุกส่วน ทำให้สามารถสรุปความแตกต่างของซอฟต์แวร์จำลองการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์และเครื่องแสดงผลอักษร (Braille Display) ได้ดังตารางที่ 5.3 ดังนี้

ตารางที่ 5.3 สรุปข้อแตกต่างระหว่างเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ และซอฟต์แวร์จำลองการทำงาน of เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์

รายการ	Braille Display	ซอฟต์แวร์จำลองการทำงาน of เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์
- อ่านภาษาไทยได้		✓
- อ่านภาษาอังกฤษได้	✓	✓
- แสดงผล 40 ช่องก่อนหน้าและถัดไปได้	✓	✓
- Cursor routing	✓	
- Whiz wheels	✓	

จากตารางที่ 5.1 และ 5.2 เครื่องหมายถูก แสดงว่าซอฟต์แวร์สามารถรับและอ่านไฟล์ชนิด .txt .docx หรือพิมพ์ข้อความ ทั้งภาษาไทย ภาษาอังกฤษ หรือทั้ง 2 ภาษา และสามารถแสดงผลเป็นอักษรเบรลล์ขนาด 40 ช่องได้ รวมทั้งมีฟังก์ชันการทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ (requirements) * ยกเว้นการแปลงข้อมูลภาษาไทยและอังกฤษให้เป็นอักษรเบรลล์ได้อย่างถูกต้องตามหลักการสะกดคำ เพราะซอฟต์แวร์จะสะกดคำตามที่โปรแกรมตัดคำสวาท (SWATH 2.0) ตัดคำมาให้ ซึ่งบางคำโปรแกรมจะตัดคำไม่ถูกต้อง

และจากตารางที่ 5.3 สรุปข้อแตกต่างระหว่างเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์และซอฟต์แวร์จำลองการทำงาน of เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการทำโครงการนี้มีทั้งในส่วน of ซอฟต์แวร์และอักษรเบรลล์ ซึ่งได้แก่

1. ในขั้นตอนการทำซอฟต์แวร์ ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้ใช้วิธีการ Look Up Table ในการแปลงตัวหนังสือปกติให้เป็นรหัสเบรลล์และเปลี่ยนจากรหัสเบรลล์ให้เป็นอักษรเบรลล์ผลที่ได้รับ คือ ซอฟต์แวร์ใช้เวลาในการประมวลผลนาน ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จึงใช้การเก็บข้อมูลโดยใช้ array แทนวิธีการ Look Up Table ซึ่งทำให้โปรแกรมใช้เวลาในการประมวลผลน้อยลงอย่างมาก เพราะวิธีการใช้ array เก็บข้อมูลให้อยู่ในโปรแกรม จะทำให้ไม่เสียเวลาในการติดต่อกับข้อมูลภายนอกโปรแกรม

2. ปัญหาเรื่องคำพ้องรูป เช่น เพลา คือไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นคำว่า เพ-ลา หรือ พ-ล + -า ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จึงกำหนดคำให้อ่านตามที่โปรแกรมสวาท (SWATH 2.0) ตัดคำมาให้ เช่น

เพลา อ่านว่า เพลา (พล + -า) ไม่อ่านว่า เพ-ลา

เหมา อ่านว่า เหมา (หม+ -า) ไม่อ่านว่า เห-มา เป็นต้น

3. ไม่พบรหัสเบรลล์บางตัวของเครื่องหมายในภาษาไทย คือนิกหิต (.) ยัติภังค์ (°) และ ไปรยาลน้อย (๑) ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จึงแก้ไขโดยการกำหนดเองเพิ่มอักษรเบรลล์ขึ้นมา เพื่อบ่งบอกให้ผู้ใช้ทราบว่า เป็นเครื่องหมายทั้ง 3 ตัวดังกล่าว ซึ่งจะแสดงออกมาเหมือนกันคือ



รูปที่ 5.1 อักษรเบรลล์แทนเครื่องหมายในภาษาไทย คือ

นิกหิต (.) ยัติภังค์ (°) และ ไปรยาลน้อย (๑)

4. เนื่องจากการแปลงตัวหนังสือปกติให้เป็นอักษรเบรลล์ ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้ใช้หลักการของอักษรเบรลล์ระดับ 1 ซึ่งจะมีอักษรเบรลล์ไม่ครบตามตัวหนังสือปกติ ดังนั้นผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จึงได้นำอักษรเบรลล์ระดับ 2 มาใช้แทนตัวหนังสือปกติที่ไม่มีในอักษรเบรลล์ระดับ 1

ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างรหัสเบรลล์ระดับ 2 และอักษรเบรลล์ระดับ 2

พยัญชนะภาษาไทย	รหัสเบรลล์ระดับ 2	อักษรเบรลล์ระดับ 2
ฮ	=	
ป	&	

5. อักษรเบรลล์มีหลายมาตรฐาน ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จึงเลือกใช้ American Standard เพราะเป็นมาตรฐานที่ใช้ในอักษรเบรลล์ภาษาไทยมากที่สุด

6. ในขั้นตอนการพัฒนา ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้เห็นปัญหาของอักษรเบรลล์ที่แสดงได้มากที่สุด 40 ช่อง ซึ่งอาจทำให้พยัญชนะของบางคำถูกตัดออก แล้วทำให้ความหมายเปลี่ยน เช่น คำว่า “กลาง” แต่ช่องที่เหลือสามารถแสดงได้แค่ “กลาง” ส่วนตัว “ง” จะตกไปอยู่อีกบรรทัด ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จึงกำหนดให้ยกทั้ง “กลาง” ลงมาอีกบรรทัด โดยการนับจำนวนอักษรเบรลล์ที่แสดงไม่ให้เกิน 40 ช่อง ถ้าช่องที่เหลือมีจำนวนไม่พอกับคำๆนั้น ให้นำคำนั้นขึ้นบรรทัดใหม่เลย
7. ในส่วนที่เป็นการเว้นวรรคติดต่อกันหลายๆครั้ง อักษรเบรลล์จะแสดงช่องเปล่าตามจำนวนการเว้นวรรคนั้น โดยอาจก่อให้เกิดปัญหาที่ผู้พิการทางสายตาอาจจะเข้าใจได้ว่าไม่มีข้อมูลอยู่แล้ว ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จึงกำหนดโปรแกรมให้ตรวจสอบ ถ้าเกิดเว้นวรรคหลายครั้งหรือหลายบรรทัด ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์จะให้เหลือเว้นวรรคแค่ 1 วรรค เพราะถ้าไม่มีข้อมูลอยู่อีกก็จะแสดงว่าไม่มีข้อมูล

5.3 สรุปผลการทดลอง

ซอฟต์แวร์จำลองการทำงานเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์เป็นซอฟต์แวร์เพื่อใช้ลดต้นทุนในการผลิต และนำเข้าเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ ซึ่งสามารถแปลงไฟล์ตัวหนังสือปกติเป็นข้อมูลรหัสเบรลล์แล้วแสดงผลเป็นอักษรเบรลล์ทีละ 40 ช่องได้ และประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานที่คล้ายกับเครื่อง เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ ซึ่งเพิ่มความสามารถในการรับไฟล์ชนิดเอกสาร XML (Extensible Markup Languages) ของ Microsoft Office Word หรือ .docx ได้ทำให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและอ่านไฟล์ที่มีนามสกุลที่หลากหลายมากขึ้นได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

- ซอฟต์แวร์นี้สามารถนำไปพัฒนาให้ใช้กับภาษาอื่นๆได้ เช่น ภาษาฝรั่งเศส ภาษาญี่ปุ่น เป็นต้น โดยทำการเปลี่ยนแปลง ดังนี้
 - ไฟล์ BrailleCode.txt ซึ่งเป็นตารางข้อมูลรหัสเบรลล์ของภาษาที่ต้องการแปลเป็นอักษรเบรลล์
 - ไฟล์ binaryCode.txt ซึ่งเป็นตารางข้อมูลรหัสไบนารีของรหัสเบรลล์
 - โปรแกรมคลาส TransformToBrailleCode.java โดยเปลี่ยนที่เงื่อนไขของโปรแกรม ซึ่งเงื่อนไขจะเป็นไปตามการสะกดคำของภาษานั้นๆ
- ซอฟต์แวร์นี้สามารถนำไปพัฒนาต่อโดยการทำให้เป็น โปรแกรมเสริมหรือ plug-in สำหรับ Microsoft office word เพื่อจะได้ง่ายต่อการใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Synapse Adaptive. “**pacmate_bx400_bx420_bx440**”. [Online]. Available:
http://www.synapseadaptive.com/pacmate/pacmate_bx400_bx420_bx440.htm
- [2] Wikimedia Foundation, Inc. “**Louls Braille**”. [Online]. Available:
http://en.wikipedia.org/wiki/Louis_Braille. 2007.
- [3] MathsIsFun.com. “**Braille**”. [Online]. Available:
<http://www.mathsisfun.com/braille.html/>. 2005
- [4] Wikimedia Foundation, Inc. “**เจนีวีฟ คอลฟีลด์**”. [Online]. Available:
http://th.wikipedia.org/wiki/เจนีวีฟ_คอลฟีลด์. 2006
- [5] Wikimedia Foundation, Inc. “**อักษรเบรลล์**”. [Online]. Available:
<http://th.wikipedia.org/wiki/อักษรเบรลล์>. 2007
- [6] Paisarn Charoenpornasawat. “**Software**”. [Online]. Available:
<http://www.cs.cmu.edu/~paisarn/software.html>. 2004
- [7] สมาคมคนตาบอดแห่งประเทศไทย. “**Software**”. [Online]. Available:
<http://www.tabod.net/?show=news&id=9>. 2005

ภาคผนวก ก.
ตารางอักษรเบรลล์ภาษาไทยและอังกฤษ

ตารางพยัญชนะภาษาไทยและอักษรเบรลล์

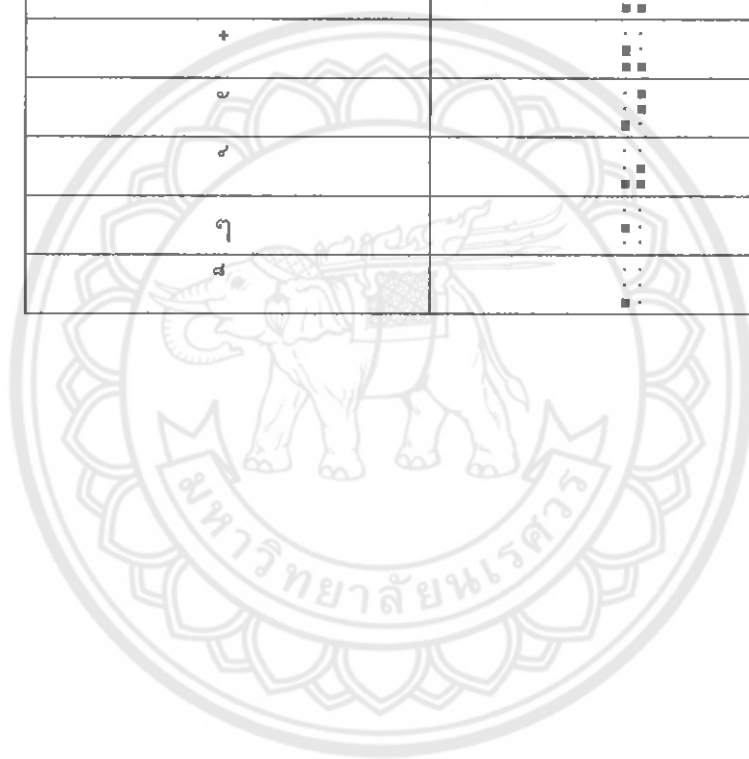
พยัญชนะภาษาไทย	อักษรเบรลล์
(ช่องว่าง)	⠠
ก	⠠
ข	⠠
ฃ	⠠
ค	⠠
ฅ	⠠
ฉ	⠠
ช	⠠
ฌ	⠠
ฉ	⠠
ฌ	⠠
ญ	⠠
ฎ	⠠
ฏ	⠠
ฐ	⠠
ฑ	⠠
ฒ	⠠
ณ	⠠
ด	⠠
ต	⠠
ถ	⠠
ท	⠠

ตารางพยัญชนะภาษาไทยและอักษรเบรลล์ (ต่อ)

พยัญชนะภาษาไทย	อักษรเบรลล์
ธ	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
น	⠠⠠⠠⠠
บ	⠠⠠⠠⠠
ป	⠠⠠⠠⠠
ผ	⠠⠠⠠⠠
ฝ	⠠⠠⠠⠠
พ	⠠⠠⠠⠠
ฟ	⠠⠠⠠⠠
ภ	⠠⠠⠠⠠
ม	⠠⠠⠠⠠
ย	⠠⠠⠠⠠
ร	⠠⠠⠠⠠
ด	⠠⠠⠠⠠
ว	⠠⠠⠠⠠
ศ	⠠⠠⠠⠠
ษ	⠠⠠⠠⠠
ส	⠠⠠⠠⠠
ห	⠠⠠⠠⠠
ฬ	⠠⠠⠠⠠
อ	⠠⠠⠠⠠
ฮ	⠠⠠⠠⠠

ตารางสระภาษาไทยและอักษรเบรลล์ (ต่อ)

สระภาษาไทย	อักษรเบรลล์
ฤ	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
ฤา	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
ฤ	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
ฤา	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
'	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
๒	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
๓	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
๔	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
๕	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
๖	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
๗	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
๘	⠠⠠⠠⠠⠠⠠



ตารางภาษาอังกฤษและอักษรเบรลล์

ภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์
A	⠁
a	⠄
B	⠃
b	⠠
D	⠇
d	⠡
E	⠅
e	⠋
F	⠆
f	⠫
G	⠒
g	⠭
H	⠒
h	⠪
i	⠏
J	⠏
j	⠶
K	⠏
k	⠵
L	⠏
l	⠡
M	⠏
m	⠮
N	⠏
n	⠨
O	⠏
o	⠏

ตารางภาษาอังกฤษและอักษรเบรลล์ (ต่อ)

ภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์
P	⠏
p	⠏
Q	⠒
q	⠒
R	⠗
r	⠗
S	⠎
s	⠎
T	⠞
t	⠞
U	⠤
u	⠤
V	⠥
v	⠥
W	⠠
w	⠠
X	⠭
x	⠭
Y	⠮
y	⠮
Z	⠵
z	⠵

ตารางสัญลักษณ์และเครื่องหมายภาษาอังกฤษและอักษรเบรลล์

สัญลักษณ์และเครื่องหมายภาษาอังกฤษ	อักษรเบรลล์
*	⠠⠨
?	⠠⠨⠠⠨
:	⠠⠨⠠⠨⠠⠨
;	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
,	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
-	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
—	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
!	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
/	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
\	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
=	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
+	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
&	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
\$	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
#	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
@	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
,	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
:	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
;	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
“	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
”	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
>	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
<	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
]	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
[⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
)	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
(⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
^	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨
.	⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨

ประวัติผู้เขียนโครงการ



ชื่อ นายฉัตรชัย เหลืองมณี

ภูมิลำเนา 48/138 หมู่ 5 ประชาราษฎร์ ตำบลลาดสวาย อำเภอลำลูกกา
จังหวัดปทุมธานี 12150

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจาก

โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail groove05@msn.com



ชื่อ นางสาวณิชน กิราวัลย์

ภูมิลำเนา 129/70 หมู่ 2 ตำบลอรุญญิก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
65000

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจาก

โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม

- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail ya_kuu@hotmail.com

ประวัติผู้เขียนโครงการ (ต่อ)



ชื่อ นางสาวนิตา คุณสิน
ภูมิลำเนา 60-62 ถนนแดงทองดีใต้ ตำบลตะพานหิน
 อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร 66110

ประวัติการศึกษา

- จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจาก
โรงเรียนตะพานหิน
- ปัจจุบันกำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 4
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail meow_na@hotmail.com

