

การออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษาไปกลับอังกฤษผสมไทยเป็นเบรลล์

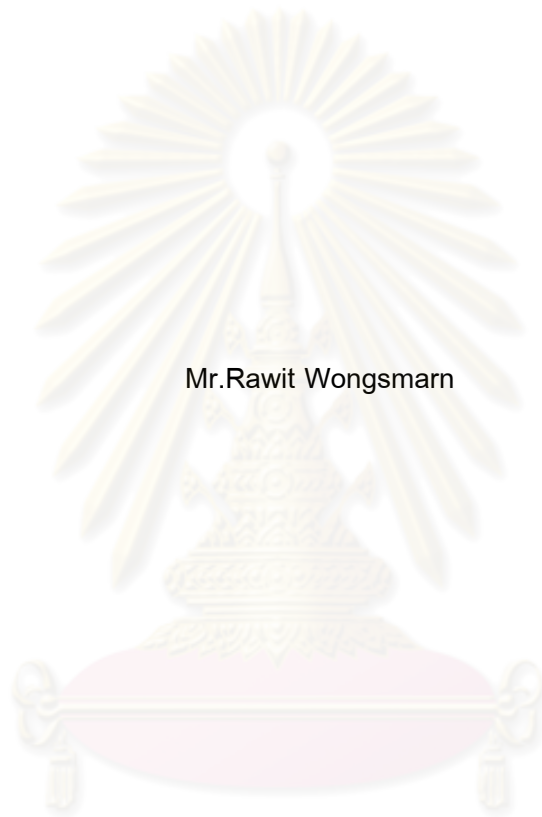


นายวิศม์ วงษ์สมาน

## ศูนย์วิทยพัทธยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2551  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A DESIGN AND DEVELOPMENT OF TWO-WAY ENGLISH-THAI BRAILLE  
TRANSLATOR



Mr.Rawit Wongsmarn

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษาไปกลับ  
อังกฤษผสมไทยเป็นเบรลล์

โดย

นายวิศม์ วงษ์สมาน

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

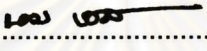
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิวงค์ สุชาติ


อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม


ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โปรตปราน บุญยพุกกณะ


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศธีรวงวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อดิวงค์ สุชาติ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โปรตปราน บุญยพุกกณะ)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิษณุ คนองชัยยศ)

รวิศม์ วงษ์สมาน : การออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษาไปกลับอังกฤษผสมไทย  
เป็นเบรลล์ (A DESIGN AND DEVELOPMENT OF TWO-WAY ENGLISH-  
THAI BRAILLE TRANSLATOR) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.  
อดิวงค์ สุชาติ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ผศ.ดร. โปรตปราน บุญยพุกกณะ  
,113 หน้า

การพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยเหลือผู้พิการเป็นงานที่มีประโยชน์และมี  
ผู้ที่สนใจมาก หนึ่งในนั้นคือการพัฒนาโปรแกรมแปลงอักษรเบรลล์สำหรับภาษาอังกฤษซึ่ง  
สามารถแปลงจากอักษรปกติอังกฤษเป็นอักษรเบรลล์อังกฤษหรือแปลงจากอักษรเบรลล์อังกฤษ  
เป็นอักษรปกติอังกฤษได้ แต่สำหรับภาษาไทยทำได้เฉพาะการแปลงจากอักษรปกติไทยเป็น  
อักษรเบรลล์ไทยเท่านั้น นอกจากนั้นสำหรับอักษรเบรลล์ที่มีทั้งเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยซึ่ง  
เขียนรวมกันโดยไม่มีตัวแบ่งช่วงภาษาหรือแม้แต่การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติไทย  
ยังต้องใช้ประสบการณ์ของผู้อ่านร่วมด้วยไม่สามารถแปลงตรงๆได้ จึงเกิดแนวคิดในการแปลง  
อักษรเบรลล์เป็นเอกสารปกติโดยการแบ่งช่วงเอกสารและใช้แบบจำลองภาษาคำนวณความ  
น่าจะเป็นของภาษาที่กำลังแปลง พร้อมทั้งนำเสนอวิธีการแปลงเอกสารเบรลล์ไทยและเบรลล์  
อังกฤษกลับเป็นเอกสารปกติเพื่อช่วยให้ผู้ที่ไม่รู้ภาษาเบรลล์สามารถอ่านเอกสารเบรลล์ได้เข้าใจ  
ซึ่งจากวิธีดังกล่าวได้ความถูกต้องในการแปลงจากเอกสารเบรลล์อังกฤษ เอกสารเบรลล์ไทย  
และเอกสารเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติที่ 99.77%, 99.26% และ 98.74%  
ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ..... ลายมือชื่อนิสิต ..... รวิศม์ วงษ์สมาน  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ..... อดิวงค์  
ปีการศึกษา 2551 ..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

## 4871441621 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORDS : TWO-WAY ENGLISH-THAI BRAILLE / BRAILLE TRANSLATOR /  
BACKWARD BRAILLE TRANSLATOR

RAWIT WONGSMARN : A DESIGN AND DEVELOPMENT OF TWO-WAY  
ENGLISH-THAI BRAILLE TRANSLATOR. ADVISOR : ASST. PROF  
ATIWONG SUCHATO, Ph.D., ASST. PROF PROADPRAN  
PUNYABUKKANA, Ph.D., 113 pp.

Development of computer technology to help people with disabilities is a useful and very interested. One of the development programs is the program of braille translation that able to convert from English Text to English Braille and also convert back to English Text. However, for Thai Text can only convert from a Thai Text to Thai Braille. In addition, for text of the both characters mixed with English Braille and Thai Braille unable to translate directly should have assist from person who is knowledge and experience of Braille language. Therefore, the idea of translating Braille text document to normal document by ranging text and comply with language model calculates the probability of language being converted. As well as offer the translation way for documents of Thai Braille and English Braille to text documents in order to support person who unable to understand Braille language. This method has the accuracy to translate documents from English Braille, Thai Braille and Braille mixing with English and Thai characters to text are 99.77%, 99.26% and 98.74% respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department: Computer Engineering.....	Student's Signature.....
Field of Study: Computer Science.....	Advisor's Signature.....
Academic Year: 2008.....	Co-Advisor's Signature.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิวงค์ สุชาติ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โปรดปราน บุญยพุกกณะ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งเป็นผู้ให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย และช่วยตรวจแก้ไขในส่วนที่บกพร่องต่างๆ จนกระทั่งบรรลุผลสำเร็จเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณในความเอื้อเฟื้อของ ศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิษณุ คนองชัยยศ ประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่านที่ประสิทธิประสาทความรู้ อันมีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัย

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่มีความเมตตา กรุณา และเป็นผู้คอยให้กำลังใจตลอดมา ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและแก้ไขเอกสารจนกระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จเป็นรูปเล่ม และขอขอบคุณแรงสนับสนุนและกำลังใจทุกท่านที่มีได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจหรือผู้ที่เกี่ยวข้องทั่วไป และหากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ .....	ญ

## บทที่

1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย .....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	2
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทฤษฎีการแปลงอักษรเบรลล์.....	3
2.1.1 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษ .....	4
2.1.2 การแปลงอักษรเบรลล์คณิตศาสตร์.....	4
2.1.3 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทย .....	7
2.2 แบบจำลองภาษา.....	11
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	12
2.3.1 การพิมพ์เอกสารเบรลล์จากโปรแกรมจัดพิมพ์เอกสารภาษาไทย/อังกฤษ... ..	12
2.3.2 A System for Converting Braille into Print.....	13
2.3.3 A System for Converting Print into Braille .....	13
3 การออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษา.....	14
3.1 ขั้นตอนการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ .....	14
3.2 ขั้นตอนการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ .....	24
3.2.1 การแปลงเบรลล์อังกฤษกลับเป็นอักษรอังกฤษปกติ .....	25
3.2.2 การแปลงเบรลล์ไทยกลับเป็นอักษรไทยปกติ .....	26

บทที่	หน้า
3.2.3 การแบ่งช่วงประโยคและการเลือกภาษาที่ใช้ในการแปลงกลับ .....	31
4 การทดลอง .....	35
4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง .....	35
4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง .....	35
4.3 ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง .....	36
4.3.1 ข้อมูลสำหรับทดลองการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ .....	37
4.3.2 ข้อมูลสำหรับทดลองการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ .....	38
4.4 ขั้นตอนการทดลอง .....	39
4.4.1 การแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ .....	39
4.4.2 การแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ .....	39
4.4.2.1 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ .....	40
4.4.2.2 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ .....	51
4.4.2.3 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติ .....	52
5 ผลการทดลอง .....	56
5.1 การทดลองการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ .....	56
5.2 การทดลองการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ .....	56
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	58
6.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ .....	58
6.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ .....	58
6.3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ .....	62
รายการอ้างอิง .....	63
ภาคผนวก .....	64
ภาคผนวก ก. พยัญชนะควบกล้ำที่ใช้กับสระผสม .....	65
ภาคผนวก ข. แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ .....	68
ภาคผนวก ค. แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ .....	87
ภาคผนวก ง. เว็บไซต์ที่ใช้ในการทดลอง .....	109
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	113



## สารบัญญัตินำ

ตารางที่	หน้า
2.1.1	การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษ.....4
2.1.2	การแปลงอักษรเบรลล์คณิตศาสตร์.....5
2.1.3ก	การแปลงพยัญชนะอักษรเบรลล์ไทย.....8
2.1.3ข	การแปลงสระและวรรณยุกต์อักษรเบรลล์ไทย.....8
2.1.4	การแปลงเครื่องหมายในอักษรเบรลล์..... 10
3.2.2ก	อักษรเบรลล์ที่สามารถแปลงกลับเป็นอักษรปกติได้มากกว่า 1 กรณี.....26
3.2.2ข	ค่าน้ำหนักของการใช้แบบจำลองต่างๆ ในอักษรไทยที่แปลงกลับได้ตั้งแต่ 2 กรณีขึ้นไป .....28
4.4.2.1.1	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-5-6.....42
4.4.2.1.2	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-5.....43
4.4.2.1.3	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3.....45
4.4.2.1.4	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 3-5-6.....46
4.4.2.1.5	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2.....47
4.4.2.1.6	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3-5-6.....48
4.4.2.1.7	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3-6.....49
4.4.2.1.8	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 3.....50
4.4.2.3	ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับการเลือกภาษาที่ใช้แปลงกลับ.....54
5.2.1	ความผิดพลาดในการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ.....57
5.2.2	ความผิดพลาดในการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ.....57
5.2.3	ความผิดพลาดในการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ.....57

## สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	อักษรเบรลล์ .....3
3.1	แผนภูมิสายงานแสดงการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ ..... 14
3.1.1.1	การตรวจสอบสระอะ(ะ-ะ) ..... 15
3.1.1.2	การตรวจสอบสระเอาและสระเอาะ(เ-า, เ-าะ)..... 16
3.1.1.3	การตรวจสอบสระเออและสระเอออ(เ-อ, เ-อะ)..... 17
3.1.1.4	การตรวจสอบสระเอียและสระเอียะ(เ-ีย, เ-ียะ) ..... 18
3.1.1.5	การตรวจสอบสระเอือและสระเอือะ(เ-ือ, เ-ือะ)..... 19
3.1.2	การตรวจสอบสระแอและแอะ(แ-, แ-ะ) .....20
3.1.3	การตรวจสอบสระโอและสระโอะ(โ-, โ-ะ) .....21
3.1.4	การตรวจสอบไม้หันอากาศ สระอัว และสระอิวะ(ั-, ั-ว, ั-วะ).....22
3.1.5	การตรวจสอบไปยาลน้อยและไปยาลใหญ่(ย, ยลย).....23
3.2	แผนภูมิสายงานแสดงการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ .....25
4.3	ข้อมูลตัวอักษรที่ใช้ในการทดลอง.....37
4.4.1	การทดลองการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ .....39
4.4.2.1ก	การทดลองการปรับค่าน้ำหนักในการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็น อักษรไทยปกติ.....41
4.4.2.1ข	การวัดผลการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ .....51
4.4.2.2	การวัดผลการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ.....52
4.4.2.3ก	การทดลองการปรับค่าน้ำหนักในการเลือกภาษาที่ใช้แปลงกลับ.....53
4.4.2.3ข	การวัดผลการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติ.....55

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อักษรเบรลล์เป็นตัวกลางสำคัญของคนตาบอดในการเปิดโลกทัศน์ในการอ่าน เขียน และรับรู้ข้อมูลต่างๆ แต่ในปัจจุบันคนตาบอดมีจำนวนไม่มากนักที่สามารถอ่านเขียนเบรลล์ได้ ดังนั้นจึงได้มีการจัดการศึกษาสำหรับคนตาบอดขึ้น แต่ยังคงเกิดปัญหาและความยากลำบาก สำหรับอาจารย์ผู้สอน อาสาสมัคร หรือ ผู้ที่ขาดความเชี่ยวชาญในการอ่านเขียนเบรลล์ ไม่ว่าจะในเรื่องการติดต่อสื่อสาร การจัดทำเอกสาร สื่อการเรียนการสอน ตลอดจนการจัดทำข้อสอบที่ใช้สำหรับวัดระดับผลการเรียน อีกทั้งการตรวจสอบความถูกต้องของอักษรเบรลล์ต้องใช้เวลาอันนาน ทำให้ผู้ที่เข้ามาให้ความช่วยเหลือหรือให้คำปรึกษาแก่ผู้ที่มีปัญหาพิการทางสายตาดน้อยลง

การจัดพิมพ์เอกสารเบรลล์นั้นสามารถทำได้จาก 2 วิธี วิธีแรกคือพิมพ์ 6 จุดเบรลล์ โดยตรงซึ่งสามารถทำได้จากหลายๆ โปรแกรมที่มีในปัจจุบัน หรือ อีกวิธีคือพิมพ์อักษรปกติแล้วใช้โปรแกรมแปลงให้เป็นภาษาเบรลล์[1,2,3] วิธีแรกเป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุดเนื่องจากสามารถควบคุมความถูกต้องของข้อความที่พิมพ์ได้ด้วยตนเองแต่เสียเวลาในการพิมพ์มาก แต่ถ้ามีแฟ้มข้อมูลเอกสารที่เป็นอักษรปกติอยู่แล้วควรจะนำมาแปลงเป็นอักษรเบรลล์ได้โดยไม่ต้องพิมพ์ใหม่

ในทางกลับกันหากมีแฟ้มข้อมูลที่เป็นอักษรเบรลล์อยู่แล้วถ้าไม่ใช่ผู้ที่มีความรู้เรื่องอักษรเบรลล์เปิดดูจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าแฟ้มข้อมูลนั้นๆ เป็นแฟ้มข้อมูลอะไร โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเป็นเอกสารที่มีทั้งอักษรเบรลล์อังกฤษและอักษรเบรลล์ไทยผสมกันอยู่นั้นจะมีความยากลำบากในการแปลงกลับให้เป็นอักษรปกติ เนื่องจากทั้งอักษรเบรลล์ไทยและอักษรเบรลล์อังกฤษนั้นสามารถแทนด้วยอักษรเบรลล์ตัวเดียวกันได้ดังนั้นการอ่านอักษรเบรลล์ที่ผสมกัน 2 ภาษาจึงต้องใช้ทั้งความรู้ในการอ่านเบรลล์แต่ละภาษาและประสบการณ์ในการคาดคะเนภาษาในอักษรเบรลล์แต่ละช่วง แต่หากมีโปรแกรมที่ใช้แปลงเอกสารเบรลล์กลับเป็นเอกสารที่เป็นอักษรปกติก็จะสามารถลดปัญหา ประหยัดเวลาในการแปล และคนตาดีที่ไม่รู้อักษรเบรลล์ก็ยังสามารถอ่านได้บ้างไม่มากนักน้อย

จากที่กล่าวมาจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดการเกี่ยวกับอักษรเบรลล์ตั้งแต่กระบวนการแปลงจากอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์จนกระทั่งถึงกระบวนการแปลงอักษรเบรลล์กลับเป็นอักษรปกติ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างระบบแปลงภาษาไทยไปเป็นเบรลล์ทั้งแปลงไปและแปลงกลับ  
เสนอวิธีการแยกอักษรเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษออกจากกัน และวิธีการลดความกำกวมที่  
เกิดจากการแปลงเบรลล์ไทยกลับเป็นอักษรไทยปกติ

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ข้อมูลที่นำเข้าต้องเป็นเอกสารดิจิทัลประเภทข้อความเท่านั้น
- 1.3.2 อักษรเบรลล์ที่ใช้ในงานวิจัยทั้งเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษจะทำเฉพาะเกรด 1 เท่านั้น
- 1.3.3 การแปลงภาษาในงานวิจัยนี้ไม่ใช้การแปลงแบบทันที
- 1.3.4 เสนออัลกอริทึมในการแยกอักษรเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษออกจากกัน

## 1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาและทำความเข้าใจการแปลงภาษาเบรลล์ทั้งไทยและอังกฤษ
- 1.4.2 ออกแบบและพัฒนาวิธีการแปลอักษรอังกฤษและไทยปกติเป็นเบรลล์
- 1.4.3 ออกแบบและพัฒนาวิธีการแปลอักษรเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรปกติ
- 1.4.5 ออกแบบและพัฒนาวิธีที่ใช้ในการแยกอักษรเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษ
- 1.4.6 จัดเตรียมข้อมูลสำหรับสอนระบบและทำฐานข้อมูล
- 1.4.7 ทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของขั้นตอนการแปลงเอกสาร
- 1.4.8 วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง
- 1.4.9 สรุปผลการวิจัยและจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

- 1.5.1 ได้วิธีในการแปลงภาษาเบรลล์ทั้งไปและกลับในเอกสารดิจิทัลไทยผสมอังกฤษ
- 1.5.2 ได้ตัวแปลงภาษาประเภทข้อความแบบไปกลับอังกฤษผสมไทยเป็นเบรลล์
- 1.5.3 ถ้าปรับเปลี่ยนพจนานุกรมและฐานข้อมูลใหม่จะสามารถใช้กับภาษาอื่นที่ผสมกัน 2 ภาษาได้
- 1.5.4 ได้แนวคิดในการแก้ปัญหาความกำกวมทางภาษาโดยใช้แบบจำลองภาษา

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษาไปกลับอังกฤษผสมไทยเป็นเบรลล์ ประกอบไปด้วยแนวคิดและทฤษฎีหลายส่วน เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีการแปลงอักษรเบรลล์ และทฤษฎีแบบจำลองภาษา รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

#### 2.1 ทฤษฎีการแปลงอักษรเบรลล์

อักษรเบรลล์ [4,5] เป็นที่นิยมและได้รับการยอมรับทั่วโลกกว่าเป็นอักษรสำหรับคนตาบอดมีหลักการในการอ่านและเขียนด้วยการใช้ปลายนิ้วมือสัมผัส ได้ถือกำเนิดขึ้นในคริสต์ศตวรรษที่ 17 ตามชื่อผู้คิดประดิษฐ์ชาวฝรั่งเศสคือ นายหลุยส์ เบรลล์ (Louis Braille) ซึ่งได้รับอุบัติเหตุตาบอดแต่เยาว์วัย หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาระบบการอ่านพยัญชนะ สระ ด้วยปลายนิ้วตามแบบของนายวาเลนไทน์ ฮิว ผู้ก่อตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดแห่งแรกที่กรุงปารีส

การริเริ่มคิดอักษรเบรลล์ในประเทศไทยได้ดัดแปลงจากอักษรเบรลล์อังกฤษ มาตรฐานโดย มิสเจเนวีฟ คอลฟิลด์ (Miss Genevieve Caulfield) สุภาพสตรีอเมริกันตาบอด อีกทั้งยังได้ร่วมกับชาวไทยคณะหนึ่งจัดตั้งโรงเรียนสอนคนตาบอดกรุงเทพฯ และ มูลนิธิช่วยคนตาบอดแห่งประเทศไทยขึ้น

อักษรเบรลล์ 1 ตัวเกิดจากการนำจุด 6 จุดมาเรียงกัน เป็น 3 แถว 2 หลัก โดยหลักที่ 1 นับจากบนลงล่างจะแทนด้วยจุด 1 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนหลักที่ 2 นับจากบนลงล่างจะแทนด้วยจุด 4 5 และ 6 ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนั้นอักษรเบรลล์ 1 ตัว จะสามารถแทนสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันได้ 64 แบบ



รูปที่ 2.1 อักษรเบรลล์

### 2.1.1 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษ

การกำหนดอักษรอังกฤษ 10 ตัวแรก ได้แก่ตัว a b c d e f g h i j จะใช้จุด 1 2 4 5 สลับกันไปและเป็นตัวแทนเลข 1- 10 ตามลำดับ สำหรับอักษรอังกฤษ 10 ตัวถัดมาได้แก่ k l m n o p q r s t เกิดจากการเติมจุด 3 เข้าไปในรหัส 10 ตัวแรก ส่วนอีก 5 ตัวที่เหลือ(ไม่นับ w เนื่องจากสมัยก่อนยังไม่ค่อยใช้ รหัส w เกิดขึ้นในภายหลัง) เกิดจากการเติมจุด 3 และ จุด 6 เข้าไปในรหัส 5 ตัวแรก ดังแสดงในตารางที่ 2.1.1

ตารางที่ 2.1.1 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
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				

การแปลงเบรลล์เป็นการเทียบเป็นตัว ๆ จากซ้ายไปขวาเหมือนการอ่านหนังสือปกติ เช่น

english แปลงได้เป็น

โดยถ้าเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ที่ใช้ขึ้นประโยคจะมีสัญลักษณ์นำหน้า คือ

English แปลงได้เป็น

### 2.1.2 การแปลงอักษรเบรลล์คณิตศาสตร์

ตัวเลขคณิตศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันมีจำนวนมากมาย แต่เมื่อนำมาแยกจากกันจะพบว่ามีเพียงเลข 1-9 และ 0 เท่านั้น หลักการแปลงอักษรเบรลล์ก็เช่นกัน แต่ต้องนำด้วยเครื่องหมายนำเลขคือ จุด 3-4-5-6 แต่หากเป็นเลขไทยจะต้องใช้เครื่องหมายนำเลขสำหรับเลขไทยคือ จุด 6 และ 3-4-5-6 ดังแสดงในตารางที่ 2.1.2

### ตารางที่ 2.1.2 การแปลงอักษรเบรลล์คณิตศาสตร์

จำนวนเลข	จุดในอักษรเบรลล์	อักษรเบรลล์
1	จุด 3-4-5-6,1	
2	จุด 3-4-5-6,1-2	
3	จุด 3-4-5-6,1-4	
4	จุด 3-4-5-6,1-4-5	
5	จุด 3-4-5-6,1-5	
6	จุด 3-4-5-6,1-2-4	
7	จุด 3-4-5-6,1-2-4-5	
8	จุด 3-4-5-6,1-2-5	
9	จุด 3-4-5-6,2-4	
0	จุด 3-4-5-6,2-4-5	
๑	จุด 6,3-4-5-6,1	
๒	จุด 6,3-4-5-6,1-2	
๓	จุด 6,3-4-5-6,1-4	
๔	จุด 6,3-4-5-6,1-4-5	
๕	จุด 6,3-4-5-6,1-5	
๖	จุด 6,3-4-5-6,1-2-4	
๗	จุด 6,3-4-5-6,1-2-4-5	
๘	จุด 6,3-4-5-6,1-2-5	
๙	จุด 6,3-4-5-6,2-4	
๐	จุด 6,3-4-5-6,2-4-5	

การเขียนเลขจำนวนหลักมากจะต้องมีการใช้เครื่องหมายจุดภาค คือ จุด 6 กั้นตัวเลขไว้ เช่น


1,2,3 แปลงได้เป็น

2,345 แปลงได้เป็น


เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์


1. เครื่องหมายบวก(+) ใช้จุด 3-4-6 หลังเครื่องหมายบวกตัวเลขไม่ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เช่น


1+2 แปลงได้เป็น 


2. เครื่องหมายลบ (-) ใช้จุด 3-6  หลังเครื่องหมายตัวเลขไม่ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เช่น


9-5 แปลงได้เป็น 


3. เครื่องหมายคูณ(\*) ใช้จุด 4,1-6  หลังเครื่องหมายตัวเลขไม่ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เช่น


2\*3 แปลงได้เป็น 


4. เครื่องหมายหาร(÷) ใช้จุด 4-6,3-4  หลังเครื่องหมายตัวเลขไม่ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เช่น


20÷2 แปลงได้เป็น 


5. เครื่องหมายเท่ากับ(=) ใช้จุด 4-6,1-3  ต้องเว้นช่องข้างหน้าและข้างหลังเครื่องหมายและตัวเลขไม่ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เช่น


2+3 = 5 แปลงได้เป็น 


6. เครื่องหมายมากกว่า(>) ใช้จุด 4-6,2  ต้องเว้นช่องข้างหน้าและข้างหลังเครื่องหมาย หลังเครื่องหมายมากกว่าตัวเลขไม่ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เช่น

5>3 แปลงได้เป็น 

7. เครื่องหมายน้อยกว่า(<) ใช้จุด 5,1-3  ต้องเว้นช่องข้างหน้าและข้างหลังเครื่องหมาย หลังเครื่องหมายน้อยกว่าตัวเลขไม่ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เช่น

3<5 แปลงได้เป็น 

8. เครื่องหมายปฏิเสธ("ไม่") ใช้จุด 3-4  นำหน้าเครื่องหมายนั้นๆ เช่น

เครื่องหมายไม่เท่ากับ(≠) ใช้จุด 3-4,4-6,1-3 

วิธีใช้ต้องเว้นช่องข้างหน้าและข้างหลังเครื่องหมาย หลังเครื่องหมายตัวเลขไม่ต้องมีเครื่องหมายนำเลข เช่น

1+2 ≠ 4 แปลงได้เป็น 









4.สระ -อ- ที่มีรูปเป็น เอ็น เช่น เदन,เพลิน ในอักษรเบรลล์จะยังคงรูป -อ- ไว้  
เช่นเดิม

พยัญชนะ + สระ-อ + วรรณยุกต์ + ตัวสะกด

เช่น

เดน            แปลงได้เป็น

เพลิน           แปลงได้เป็น

เณ้ม            แปลงได้เป็น

5.เครื่องหมาย ไปยาลน้อย (๗) ให้เขียนต่อกับคำที่ละไว้ เช่น

กรุงเทพฯ       แปลงได้เป็น

6.เครื่องหมาย ไปยาลใหญ่ (๗๗) ต้องเว้นช่องข้างหน้าและข้างหลัง  
เครื่องหมาย เช่น

ล้ม เงาะ ฯลฯ    แปลงได้เป็น

2.1.4 การแปลงเครื่องหมายและสัญลักษณ์ต่างๆ

เครื่องหมายและสัญลักษณ์ตามตารางแสดงการแปลงเครื่องหมายในอักษร  
เบรลล์สามารถใช้ได้ทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ดังแสดงในตารางที่ 2.1.4



ตารางที่ 2.1.4 การแปลงเครื่องหมายในอักษรเบรลล์

.	(-)	“ ”	:	,	-	/	!	'	;	?
\	@	#	\$	^	&	*	_	{	}	[
]										

หลักการแปลงเครื่องหมายในอักษรเบรลล์

1.การแปลงเครื่องหมาย ! และ ? ต้องมีจุด 4-5-6 นำหน้าและเว้น  
หนึ่งช่องหลังเครื่องหมาย เช่น

โอย! เจ็บ แปลงได้เป็น 

2. เครื่องหมาย (-)  และ เครื่องหมาย “-“  ต้องเว้นช่องข้างหน้า และข้างหลังเครื่องหมาย เช่น

กนก(กะ-หนก) แปลงได้เป็น 

## 2.2 แบบจำลองภาษา

แบบจำลองภาษา[6,7] เป็นการประมาณความน่าจะเป็นในการเกิดอักษร  $P(C)$  ของลำดับอักษร  $C = c_1, c_2, \dots, c_N$  ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

$$P(C) = P(c_1, c_2, \dots, c_N) = P(c_1) \prod_{i=2}^N P(c_i | c_{i-1}, \dots, c_1) \quad (2.2)$$

### 2.2.1 แบบจำลองยูนิแกรม (Unigram Model)

เป็นการพิจารณาความน่าจะเป็นในการเกิดอักษรโดยคิดแยกทีละตัวโดยไม่สนใจตัวก่อนหน้า ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\hat{P}(c^{(i)}) = \frac{N(c^{(i)})}{\sum_{j=1}^{|V|} N(c^{(j)})} \quad \forall c^{(i)} \in V, i \in [1, \dots, |V|] \quad (2.2.1)$$

$N(c^{(i)})$  คือจำนวนของอักษร  $c^{(i)}$  ในชุดข้อมูลสอน

### 2.2.2 แบบจำลองไบแกรม (Bigram Model)

เป็นการพิจารณาความน่าจะเป็นในการเกิดอักษรโดยคำนึงถึงอักษรก่อนหน้านั้นจำนวน 1 ตัว ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\hat{P}(c_i = c^{(m)} | c_{i-1} = c^{(m)}) = \frac{N(c_i = c^{(m)} | c_{i-1} = c^{(m)})}{N(c^{(m)})} \quad (2.2.2)$$

$c^{(m)}$  คืออักษรที่พิจารณา

$c^{(m)}$  คืออักษรก่อนหน้าอักษรที่พิจารณา

### 2.2.3 แบบจำลองไตรแกรม (Trigram Model)

แบบจำลองไตรแกรมจะพิจารณาลำดับการเกิดอักษรทีละ 3 ตัว ซึ่งสามารถหาความน่าจะเป็นได้จากสมการ

$$\hat{P}(c_i = c^{(m)} | c_{i-1} = c^{(m)}, c_{i-2} = c^{(m)}) = \frac{N(c_i = c^{(m)} | c_{i-1} = c^{(m)}, c_{i-2} = c^{(m)})}{N(c_{i-1} = c^{(m)}, c_{i-2} = c^{(m)})} \quad (2.2.3)$$

## 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.3.1 งานวิจัยเรื่อง การพิมพ์เอกสารเบรลล์จากโปรแกรมจัดพิมพ์เอกสารภาษาไทย/อังกฤษ

นายสุขุม มหิทธิหาญ ได้เสนอการวิจัยเรื่องการพิมพ์เอกสารเบรลล์จากโปรแกรมจัดพิมพ์เอกสารภาษาไทย/อังกฤษ [2] เมื่อปี พ.ศ.2535 โดยเริ่มจากการรับข้อมูลอักษรปกติที่เป็นแฟ้มข้อมูลแบบ ASCII จากโปรแกรมจัดพิมพ์เอกสาร และแปลงรหัส ASCII อักษรนั้นทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษให้เป็นอักษรเบรลล์สำหรับเครื่องพิมพ์เบรลล์

หลักการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์สรุปได้ดังนี้

1. ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก สามารถส่งออกไปเครื่องพิมพ์ได้เลย
2. ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่ จะต้องเพิ่มรหัส Capital sign นำหน้าอักษรนั้น ถ้าหากเป็นอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ติดกันมากกว่า 1 ตัว จะใช้รหัส Capital sign 2 ตัวนำหน้ากลุ่มอักษรนั้น
3. ตัวอักษรที่ตรงกับชุดรหัสควบคุมเครื่องพิมพ์เบรลล์จะต้องมีการตรวจสอบเพื่อป้องกันไม่ให้รหัสที่เครื่องพิมพ์ไม่ยอมรับส่งออกไปที่เครื่องพิมพ์
4. สัญลักษณ์ต่างๆ จะใช้วิธีแปลงตัวต่อตัว และถ้าเป็นตัวเลขจะต้องเพิ่มรหัสเครื่องหมายนำเลขนำหน้าด้วย
5. อักษรพยัญชนะภาษาไทย จะแปลงให้เป็นรหัสอักษรของเบรลล์ภาษาอังกฤษที่มีจุดเหมือนกัน
6. การแปลงสระและวรรณยุกต์ในภาษาไทย ต้องมีการตรวจสอบว่าเป็นสระเดี่ยว สระผสม และเรียงลำดับการแปลงตามทฤษฎีการแปลงเบรลล์
7. การแปลงพยัญชนะควบกล้ำ ต้องมีการตรวจสอบว่าเป็นพยัญชนะควบกล้ำที่ใช้กับสระผสมนั้นๆหรือไม่

ผลงานวิจัยนี้สามารถแปลงเอกสารปกติให้เป็นเอกสารเบรลล์ได้ถูกต้องตามทฤษฎี แต่ยังมีอักษรควบกล้ำบางคำที่ยังแปลงได้ไม่ครอบคลุม และเป็นการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์อย่างเดียวเท่านั้น

### 2.3.2 A System for Converting Braille into Print

ในปี 1995 เบลงค์ฮอร์น [8] ได้นำเสนอระบบแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ โดยใช้ระบบจำกัดสถานะอ่านและจดจำสถานะปัจจุบันจากซ้ายไปขวาและใช้ขั้นตอนวิธีการจับคู่ ตรวจสอบกับบริบททางขวาร่วมกับการใช้พจนานุกรมอักษรเบรลล์ ในที่นี้นักวิจัยได้ใช้พจนานุกรมภาษาอังกฤษในการทดลอง งานวิจัยนี้นักวิจัยกล่าวว่าวิธีนี้สามารถใช้กับภาษาอื่นได้ โดยการกำหนดพจนานุกรมเริ่มแรกที่จะนำไปใช้ในการจับคู่ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยของ เบลงค์ฮอร์น ยังมีปัญหาที่ระบบยังแปลงผิดอยู่ กล่าวคือ

- อักษรเบรลล์ที่เป็นสัญลักษณ์ของกวีนิพนธ์
- อักษรแทนทในคัมภีร์ไบเบิลและหมายเลขบทกลอน
- หน่วยย่อบางหน่วย
- เครื่องหมายบางอย่างระหว่างคำ เช่น ระบบจะแปลงทั้ง "adds". และ "a.s." เป็น "adds"
- สัญลักษณ์ "/" ที่อยู่ระหว่างคำ
- อักษรแยกที่มีสัญลักษณ์นำ เช่น เบรลล์ที่เขียนแทนคำว่า "Mr. M. Jones"

### 2.3.3 A System for Converting Print into Braille

เบลงค์ฮอร์น ได้นำเสนอระบบแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ [9] โดยใช้ระบบจำกัดสถานะอ่านและจดจำสถานะปัจจุบันจากซ้ายไปขวาและใช้ขั้นตอนวิธีการจับคู่ ตรวจสอบกับบริบททางขวาร่วมกับการใช้พจนานุกรม และใช้เครื่องประมวลผลสถานะจะในการสลับระหว่างอักษรเบรลล์ระดับ 1 หรือ 2 ในที่นี้นักวิจัยได้ใช้พจนานุกรมภาษาอังกฤษในการทดลอง ซึ่งนักวิจัยกล่าวว่าวิธีนี้สามารถใช้กับภาษาอื่นได้ โดยการกำหนดพจนานุกรมเริ่มแรกที่จะนำไปใช้ในการจับคู่ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยของเบลงค์ฮอร์นยังมีปัญหาที่ระบบยังแปลงผิดอยู่ กล่าวคือ

- อักษรเกี่ยวกับชื่อ เช่น "Mr. B. Smith"
- อักษรแทนทในคัมภีร์ไบเบิลและหมายเลขบทกลอน

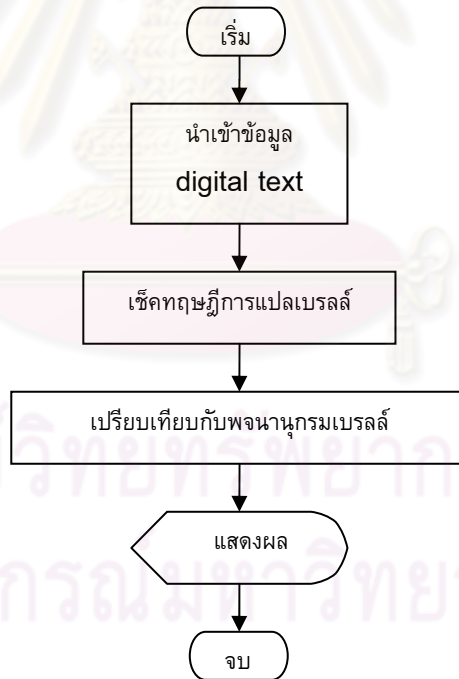
### บทที่ 3

#### การออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษา

การออกแบบและพัฒนาตัวแปลงภาษาไปกลับอังกฤษผสมไทยเป็นเบรลล์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ การแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์ และการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ ดังนี้

#### 3.1 ขั้นตอนการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์

การแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์นั้นสามารถแปลงตามทฤษฎีการแปลงอักษรเบรลล์ได้เลย โดยส่วนการทำงานของโปรแกรมแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์นั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ การแปลงภาษาไทยปกติเป็นเบรลล์ไทย และการแปลงภาษาอังกฤษปกติเป็นเบรลล์อังกฤษ การทำงานของการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์สามารถเขียนเป็นแผนภูมิสายงานได้ดังนี้



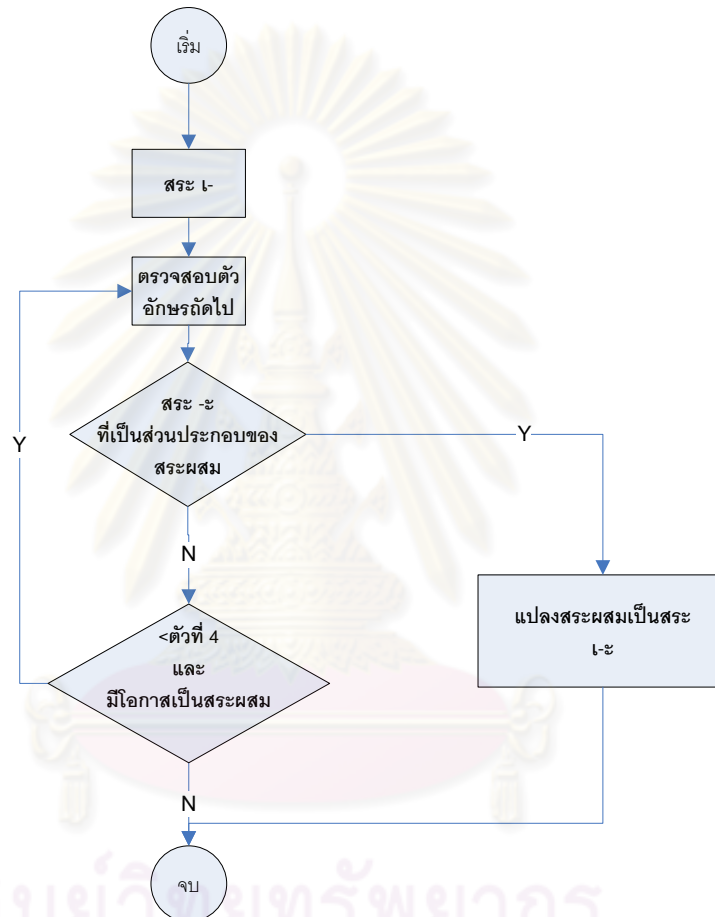
รูปที่ 3.1 แผนภูมิสายงานแสดงการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์

การแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์เริ่มจากการรับข้อมูลตัวอักษรปกติแล้วนำมาแปลงตามทฤษฎีการแปลงเบรลล์ ซึ่งแบ่งเป็นกรณีต่างๆ ดังนี้



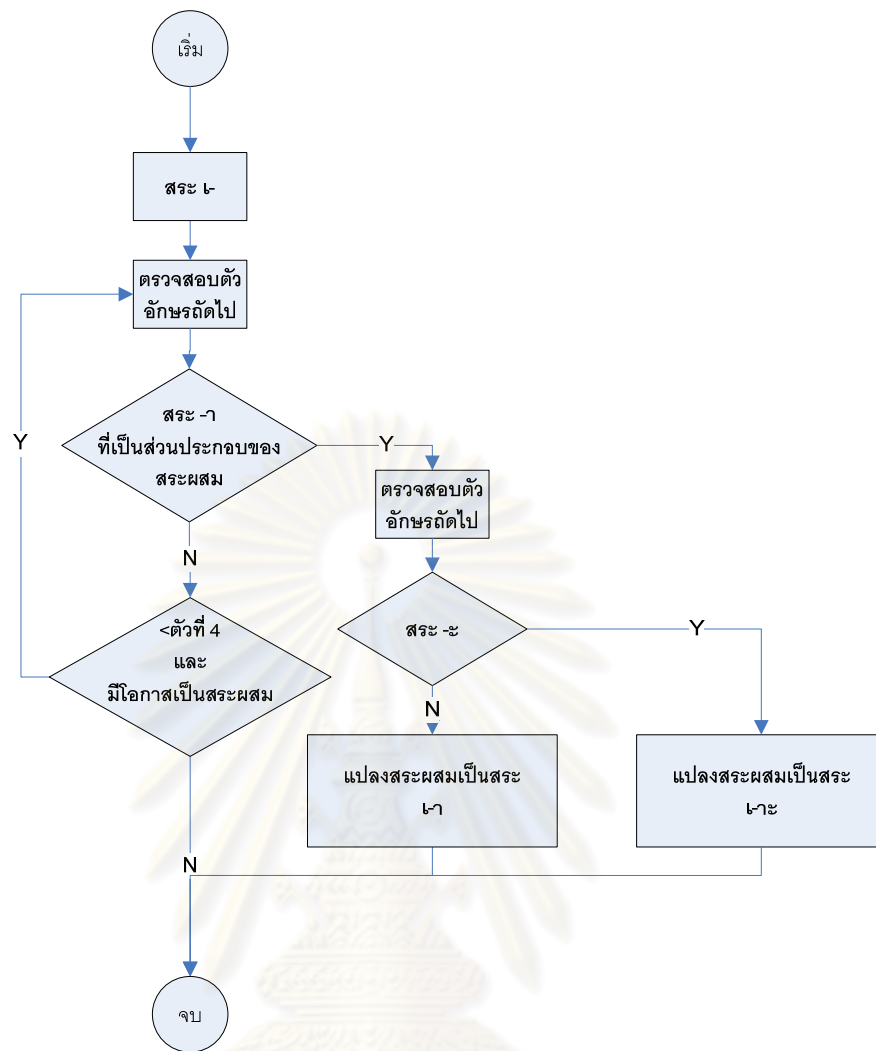
3.1.1 หากพบสระเอ(-) มีโอกาสเป็นสระ เ-, เะ, เาะ,เา, เอะ, เอ, เือะ, เือ, เือะ หรือ เือ จะต้องตรวจสอบตัวถัดไปดังนี้

3.1.1.1 สระเอะ(ะ) หลังจากพบสระเอ(-) แล้วตรวจสอบตัวต่อไป หากพบสระอะ(ะ) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสม สรุปลงได้ว่าเป็นสระเอะ(ะ) หากไม่พบสระอะ(ะ) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสมภายใน 4 ตัวถัดไปแสดงว่าไม่ใช่สระเอะ(ะ) ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.1.1



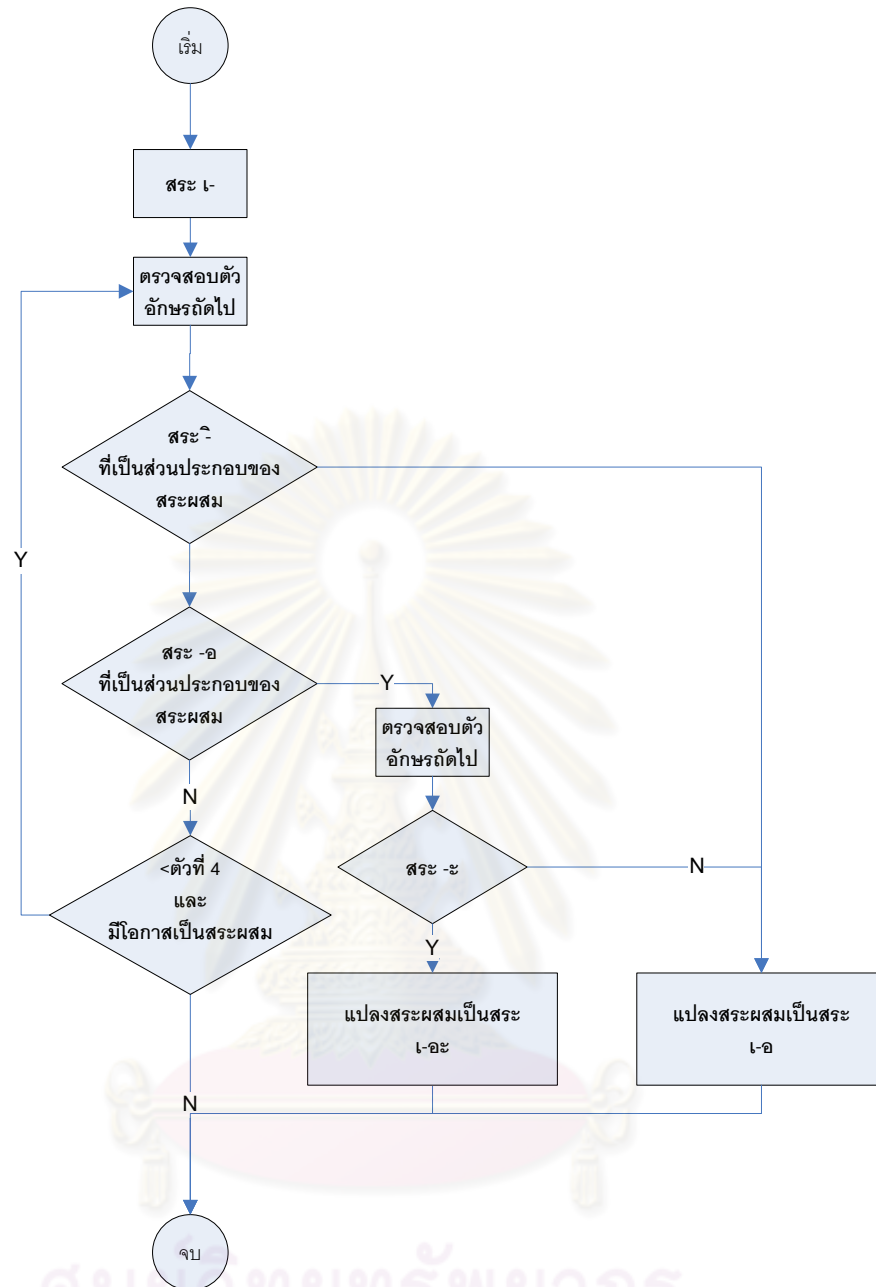
รูปที่ 3.1.1.1 การตรวจสอบสระเอะ(ะ)

3.1.1.2 สระเอาและสระเอาะ(เา, เาะ) หลังจากพบสระเอ(-) แล้วตรวจสอบตัวต่อไป หากพบสระเอา(-) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสม ต้องตรวจตัวถัดไปว่าหลังสระเอา(-) เป็นสระอะ(ะ) หรือไม่ หากใช่สรุปได้ว่าเป็นสระเอาะ(เาะ) หากไม่ใช่สรุปได้ว่าเป็นสระเอา(เา) แต่หากไม่พบสระเอา(-) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสมภายใน 4 ตัวถัดไปแสดงว่าไม่ใช่สระเอาหรือสระเอาะ(เา, เาะ) ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.1.2



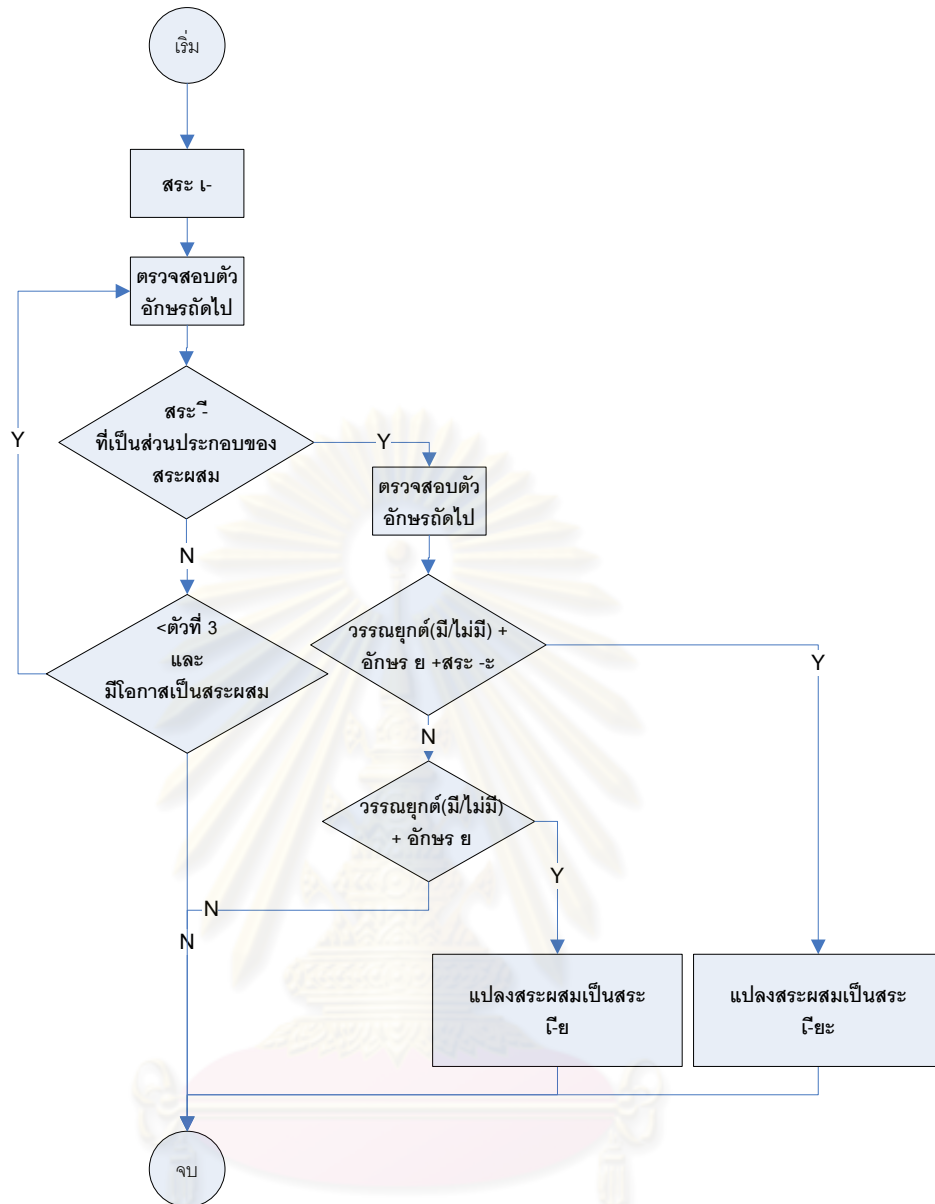
รูปที่ 3.1.1.2 การตรวจสอบสระเอาและสระเอาะ(เ-า, เ-ะ)

3.1.1.3 สระเออและสระเออะ(เ-อ, เ-อะ) หลังจากพบสระเอ(เ-) แล้วตรวจสอบตัวต่อไป หากพบสระอิ(-) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสมสรุปได้ว่าเป็นสระเออ(เ-อ) หากพบสระออ(-อ) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสม ต้องตรวจตัวถัดไปว่าหลังสระออ(-อ) เป็นสระอะ(-ะ) หรือไม่ หากใช่สรุปได้ว่าเป็นสระเออะ(เ-อะ) หากไม่ใช่สรุปได้ว่าเป็นสระเออ(เ-อ) แต่หากไม่พบสระออ(-อ) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสมภายใน 4 ตัวถัดไปแสดงว่าไม่ใช่สระเออหรือสระเออะ(เ-อ, เ-อะ) ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.1.3



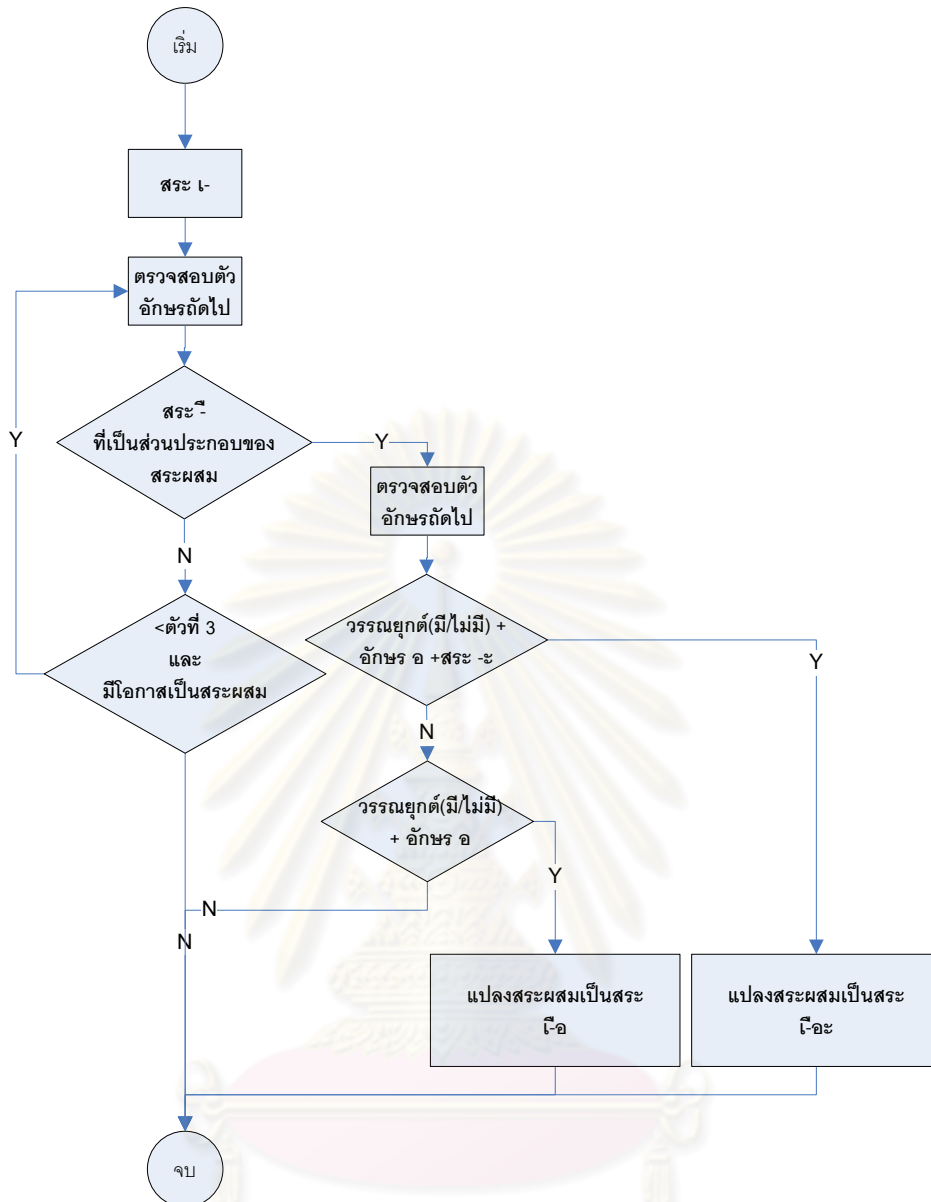
รูปที่ 3.1.1.3 การตรวจสอบสระเออและสระเออะ(เอ-อ, เอ-อะ)

3.1.1.4 สระเอียและสระเอียะ(เีย-ย, เียะ-ยะ) หลังจากพบสระเอ(เอ-) แล้วตรวจสอบตัวต่อไป หากพบสระอี(อี-) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสม ต้องตรวจตัวถัดไปว่าหลังสระอี(อี-) เป็น วรรณยุกต์(มี/ไม่มี) + อักษร ย(ย) + สระอะ(-ะ) หรือไม่ ถ้าใช่สรุปได้ว่าเป็นสระเอียะ(เียะ) ถ้าไม่ใช่ต้องตรวจตัวถัดไปว่าเป็น วรรณยุกต์(มี/ไม่มี) + อักษร ย(ย) หรือไม่ ถ้าใช่สรุปได้ว่าเป็นสระเอีย(เีย) แต่ถ้าไม่ใช่สรุปได้ว่าไม่ใช่สระเอีย หากไม่พบสระอี(อี-) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสมภายใน 3 ตัวถัดไปแสดงว่าไม่ใช่สระเอียหรือสระเอียะ(เีย-ย, เียะ-ยะ) ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.1.4



รูปที่ 3.1.1.4 การตรวจสอบสระเอียและสระเอียะ(เีย, เียะ)

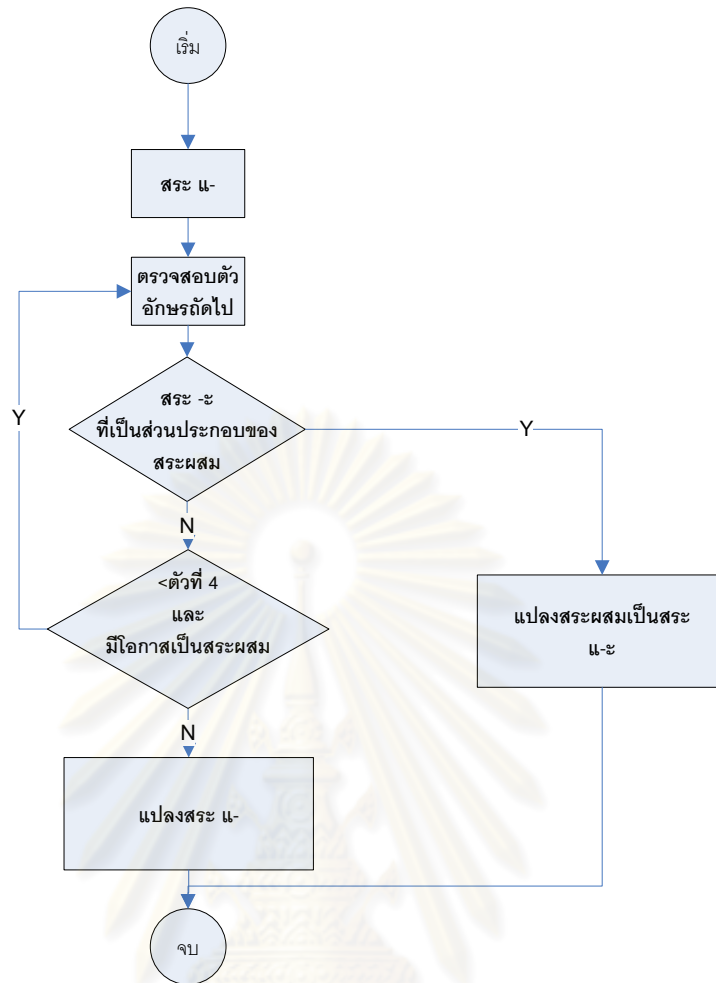
3.1.1.5 สระเอือและสระเอือะ(เอือ, เอือะ) หลังจากพบสระเอ(-) แล้วตรวจสอบตัวต่อไป หากพบสระอี(-) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสม ต้องตรวจตัวถัดไปว่าหลังสระอี(-) เป็น วรรณยุกต์(มี/ไม่มี) + อักษร อ(อ) + สระอะ(-ะ) หรือไม่ ถ้าใช่สรุปได้ว่าเป็นสระเอือะ(เอือะ) ถ้าไม่ใช่ต้องตรวจตัวถัดไปว่าเป็น วรรณยุกต์(มี/ไม่มี) + อักษร อ(อ) หรือไม่ ถ้าใช่สรุปได้ว่าเป็นสระเอือ(เอือ) แต่ถ้าไม่ใช่สรุปได้ว่าไม่ใช่สระเอือ หากไม่พบสระอี(-) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสมภายใน 3 ตัวถัดไปแสดงว่าไม่ใช่สระเอือหรือสระเอือะ(เอือ, เอือะ) ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.1.5



### รูปที่ 3.1.1.5 การตรวจสอบสระเอือและสระเอื้อ(เอือ, เอื้อ)

3.1.1.6 หากหลังสระเอ(-) ไม่เป็นไปตามข้อ 3.1.1.1 - 3.1.1.5 แสดงว่าสระเอ(-) ที่พบนั้นไม่ใช่สระผสม ให้แปลงแยกทีละตัว

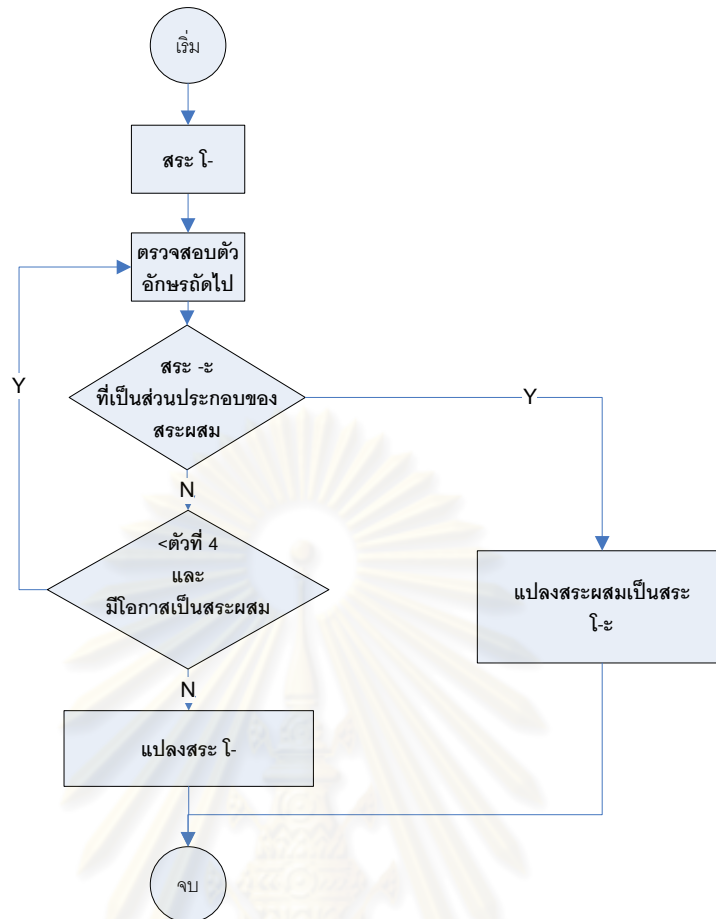
3.1.2 สระแอ(แ-)และสระแะ(แ-) หลังจากพบสระแอ(แ-) แล้วตรวจสอบตัวต่อไป หากพบสระอะ(-ะ) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสม สรุปได้ว่าเป็นสระแะ(แ-) หากไม่พบสระอะ(-ะ) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสมภายใน 4 ตัวถัดไปแสดงว่าไม่ใช่สระแะ(แ-) ให้แปลงแยกทีละตัว ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.2



รูปที่ 3.1.2 การตรวจสอบสระแและแอะ(แ-, แะ-)

3.1.3 สระโอและสระโอะ(โ-, โอะ) หลังจากพบสระโอ(โ-) แล้วตรวจสอบตัวต่อไป หากพบสระอะ(-ะ) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสม สรุปได้ว่าเป็นสระโอะ(โอะ) หากไม่พบสระอะ(-ะ) ที่เป็นส่วนประกอบของสระผสมภายใน 4 ตัวถัดไปแสดงว่าไม่ใช่สระโอะ(โอะ) ให้แปลงแยกทีละตัว ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.3

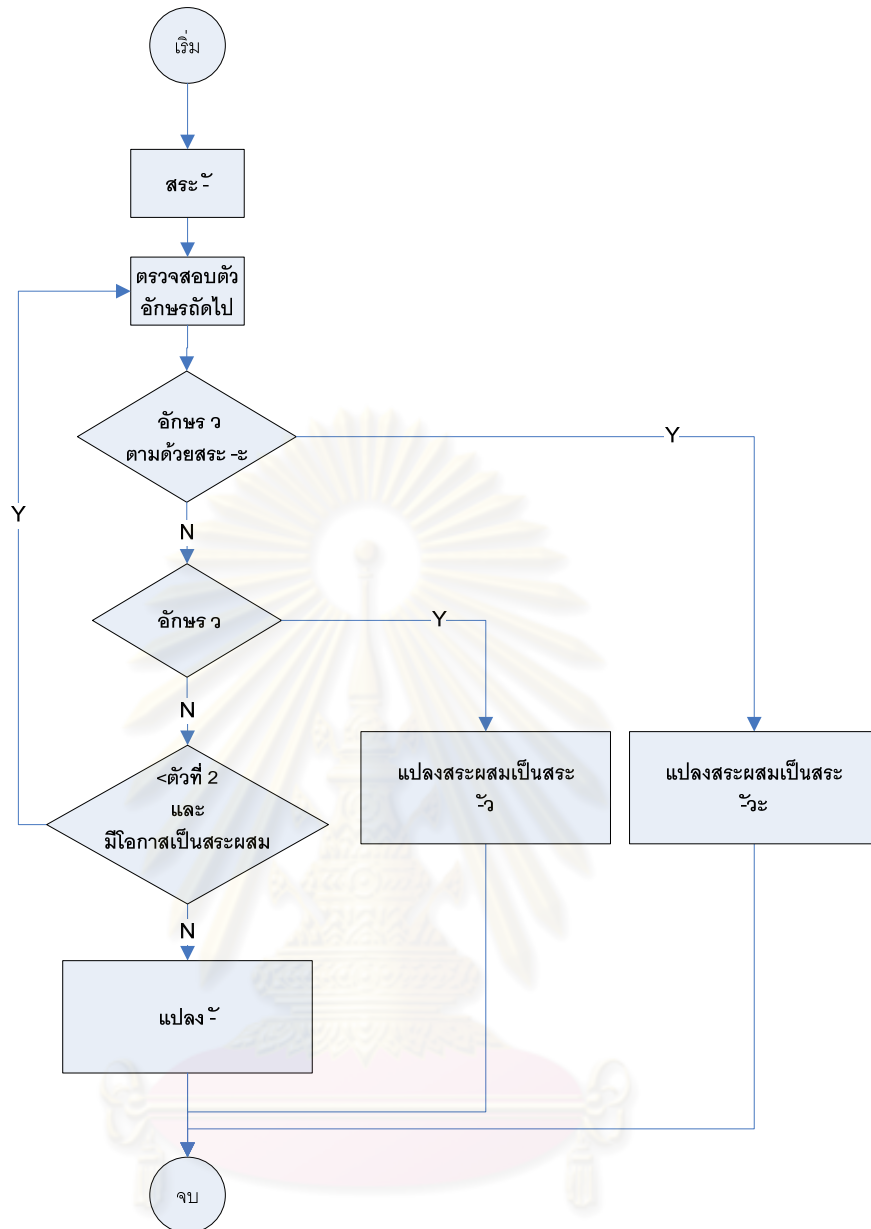
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1.3 การตรวจสอบสระโอะและสระโอะ(โ-, โะ)

3.1.4 ไม่หันอากาศ สระอัว และสระอัวะ(ั-, ัว-, ัวะ) หลังจากพบไม่หันอากาศ(ั-) แล้วตรวจสอบตัวต่อไป หากพบสระอักษร ว (-ว) และตามด้วยสระอะ(-ะ) สรุปได้ว่าเป็นสระอัวะ(ัวะ) หากพบอักษร ว (-ว) และไม่ได้ตามด้วยสระอะ(-ะ) สรุปได้ว่าเป็นสระอัว(ัว) แต่หากไม่พบอักษร ว (-ว) ภายใน 2 ตัวถัดไปแสดงว่าเป็นไม่หันอากาศ(ั-) ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.4

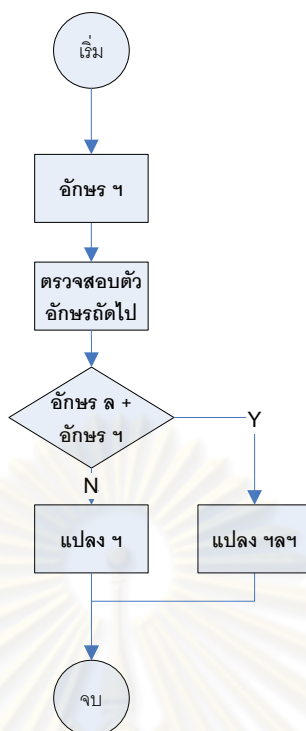
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1.4 การตรวจสอบไม้หันอากาศ สระอัว และสระอัวะ(ัว, -ัว, -วะะ)

3.1.5 ไปยาลน้อยและไปยาลใหญ่(ฯ, ฯลฯ) หากพบไปยาลน้อย(ฯ) ต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นพยัญชนะ ล (ล) แล้วตามด้วยไปยาลน้อย(ฯ) หรือไม่ ถ้าใช่สรุปได้ว่าเป็นไปยาลใหญ่(ฯลฯ) แต่ถ้าไม่ใช่สรุปได้ว่าเป็นไปยาลน้อย(ฯ) ขั้นตอนการตรวจสอบดังแสดงในรูปที่ 3.1.5





รูปที่ 3.1.5 การตรวจสอบไปยาลน้อยและไปยาลใหญ่(ฯ, ฯลฯ)

3.1.6 หากพบภาษาอังกฤษตัวเล็กทั้งคำแปลงได้เลย หากเจอตัวใหญ่บนตัวเล็กการแปลงตัวใหญ่แต่ละตัวจะต้องมีอักษรนำหน้าเป็นจุด 6 (๖) แต่หากเจอตัวใหญ่ทั้งคำให้นำหน้าคำด้วยจุด 6 สองตัวติดกัน(๖๖)แล้วตามด้วยตัวเล็กทั้งคำ

3.1.7 หากเจอตัวเลขให้แปลงตามทฤษฎี

3.1.8 การแปลงตัวควบกล้ำต่างๆในสระผสมจะต้องตรวจสอบความถูกต้องกับสระผสมนั้นๆก่อนว่าตัวควบกล้ำเหล่านั้นใช้ได้กับสระผสมนั้นๆหรือไม่ หากไม่ใช่จะทำการแบ่งสระผสมนั้นมาแปลงเป็นสระเดี่ยวๆ เช่น “เวลา” ตรวจสอบว่า “วล” ใช้กับสระเอาได้หรือไม่ซึ่งในกรณีนี้ไม่ได้ การแปลงคำว่า “เวลา” จะแปลงเป็น เว+ลา พยัญชนะควบกล้ำต่างๆที่ใช้กับสระผสมดังตารางที่แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

3.1.9 หากพบวรรณยุกต์ที่ไม่ได้อยู่ในกรณีข้างต้น จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นสระอะ(-ะ) หรือสระอำ(-ำ) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง สระอะ(-ะ) หรือ สระอำ(-ำ) ก่อนแล้วค่อยตามด้วยวรรณยุกต์ หากไม่ใช่สามารถแปลงวรรณยุกต์ได้ทันที

3.1.10 หากพบเครื่องหมายดอกจัน(\*) เป็นไปได้ 2 กรณีคือเป็นดอกจัน หรือเครื่องหมายคุณ ตรวจสอบโดยข้างหน้าและข้างหลังดอกจัน(\*)ต้องเป็นตัวเลข ถ้าใช่สรุปได้ว่าเป็นเครื่องหมายคุณ จุด4,1-6 (๖๖๖๖) แต่ถ้าไม่ใช่สรุปได้ว่าเป็นไปสัญลักษณ์ดอกจัน จุด 3-5,3-5(๖๖๖๖)

3.1.11 หากพบเครื่องหมายจุลภาค(.) เป็นไปได้ 2 กรณีคือเป็นสัญลักษณ์จุลภาค หรือ เครื่องหมายคั่นเลข ตรวจสอบโดยข้างหน้าและข้างหลังเครื่องหมายจุลภาค(.)ต้องเป็นตัวเลข ถ้าใช้สรุปได้ว่าเป็นเครื่องหมายคั่นเลข จุด 6 (๐๖) แต่ถ้าไม่ใช่สรุปได้ว่าเป็นไปสัญลักษณ์คอมม่า จุด 3(๐๓)

3.1.12 หากพบจุด(.) เป็นไปได้ 2 กรณีคือเป็นสัญลักษณ์จุด หรือ จุดทศนิยมในตัวเลข ตรวจสอบโดยข้างหน้าและข้างหลังเครื่องหมายจุด(.)ต้องเป็นตัวเลข ถ้าใช้สรุปได้ว่าเป็นจุดทศนิยม จุด 4-6 (๐๔-๐๖) แต่ถ้าไม่ใช่สรุปได้ว่าเป็นไปสัญลักษณ์จุด จุด 2-5-6(๐๒-๐๕-๐๖)

3.1.13 หากพบเครื่องหมายพันหนุ(“) เป็นไปได้ทั้งตัวปิดและตัวเปิด จะต้องทำการเก็บสถานะโดยเริ่มจากตัวเปิดและปิดสลับกัน

3.1.14 อักษรตัวอื่น ๆ ที่ไม่ตรงตามหลักข้างต้นนี้จะแปลงตรงตัวทีละตัว

### 3.2. ขั้นตอนการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ

การแปลงอักษรเบรลล์กลับเป็นอักษรปกติ เริ่มจากการรับข้อมูลเบรลล์เป็นสายอักขระแล้วนำมาตัดทีละ 6 ตำแหน่ง แทนสัญลักษณ์เบรลล์แต่ละตัว เช่น

สัญลักษณ์เบรลล์จุด 1-2-3 (๐๑๐๒๐๓) แทนด้วยอักขระ 111000

สัญลักษณ์เบรลล์จุด 2-3-4 (๐๑๐๒๐๓๐๔) แทนด้วยอักขระ 011100

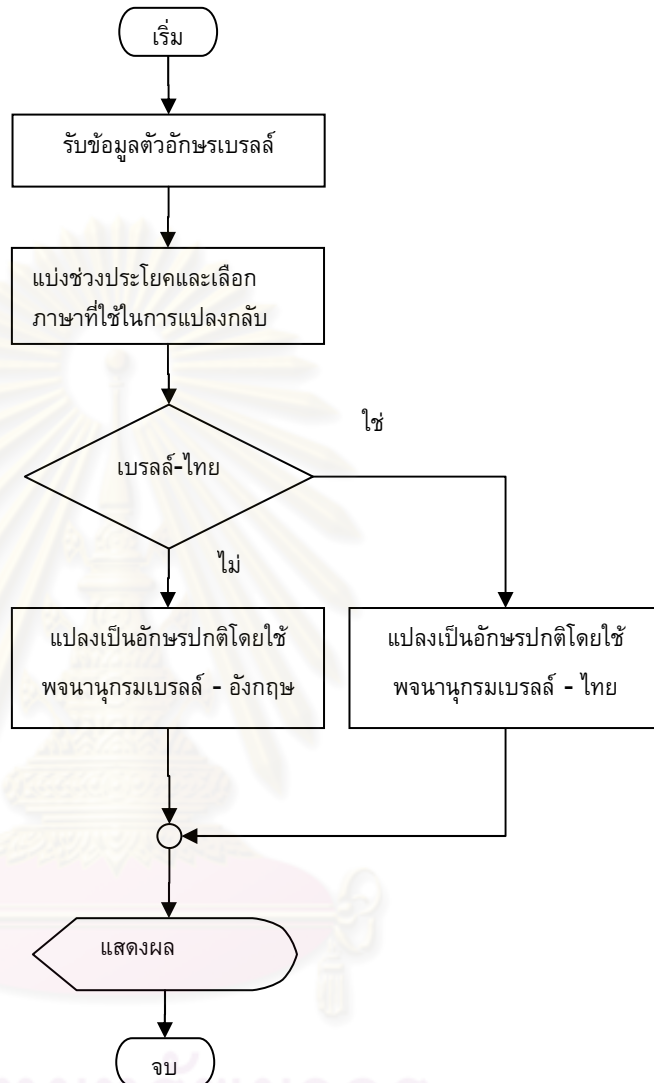
อักษรเบรลล์ 1 ตัว นั้นสามารถแทนสัญลักษณ์ได้ 64 แบบ ซึ่งในภาษาอังกฤษที่มีตัวอักษรอยู่ 26 ตัวก็สามารถแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ใน 64 แบบนี้ ในขณะที่ภาษาไทยซึ่งมีพยัญชนะ 44 ตัว สระ 21 รูป และวรรณยุกต์อีก 4 ตัว ไม่สามารถแทนด้วยอักษรเบรลล์ตัวเดียวได้ครบทำให้ต้องใช้เบรลล์ถึง 2 ตัวในการแทนพยัญชนะ หรือสระบางรูป นอกจากนี้อักษรเบรลล์บางตัวยังสามารถแปลเป็นอักษรไทยได้หลายแบบจึงเกิดเป็นปัญหาข้อแรกที่จะต้องหาว่าควรจะแปลงกลับเป็นภาษาไทยตัวใด และการที่เอกสารเบรลล์ที่จะแปลงกลับเป็นเอกสารปกติมีทั้งเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยนั้นทำให้จะต้องหาจุดตัดว่าควรจะแปลงเบรลล์แต่ละช่วงกลับเป็นอักษรปกติด้วยภาษาใดซึ่งเป็นปัญหาข้อที่สองที่จะต้องหาวิธีแบ่งช่วงในการแปลงและเลือกภาษาที่จะใช้ในการแปลงกลับ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ขั้นตอน

1. การแปลงเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ
2. การแปลงเบรลล์ไทยเป็นภาษาไทย

### 3. การแบ่งช่วงและเลือกภาษาในการแปลงกลับ

ขั้นตอนการทำงานดังกล่าวนี้สามารถเขียนเป็นผังงานได้ดังนี้



รูปที่ 3.2 แผนภูมิสายงานแสดงการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ

#### 3.2.1. การแปลงเบรลล์อังกฤษกลับเป็นอักษรอังกฤษปกติ

การแปลงเบรลล์อังกฤษกลับเป็นอักษรอังกฤษปกตินั้นโดยปกติแล้วสามารถเทียบเบรลล์ 1 ตัวกับอักษรอังกฤษ 1 ตัวได้เลยเว้นแต่หากพบจุด 6 (⠠) ต้องตรวจสอบตัวถัดไปจนกว่าจะพบจุด 0 (⠠) แล้วจึงตรวจสอบว่าตั้งแต่จุด 6 ตัวแรกไปจนถึงจุด 0 นั้นพบจุด 6 ทั้งหมดกี่ตัว หากพบ 2 ตัวติดกันเฉพาะต้นคำ(รวมตัวแรกที่เจอ) ให้แปลงทั้งคำเป็นอักษรอังกฤษตัวใหญ่ หากพบ 1 ตัว ให้แปลงเฉพาะตัวที่มีจุด 6 นำเป็นตัวยักษ์ที่เหลือเป็นอักษรอังกฤษ

ตัวเล็กทั้งหมด แต่หากพบมากกว่า 1 ตัวและไม่ใช่ 2 ตัวติดกันตอนขึ้นคำใหม่ ให้แปลงเป็นตัวใหญ่ผสมตัวเล็ก โดยอักษรที่มีจุด 6 นำหน้า ให้แปลงเป็นอักษรตัวใหญ่

### 3.2.2 การแปลงเบรลล์ไทยกลับเป็นอักษรไทยปกติ

อักษรไทยหรือสระไทยบางตัวจะแทนด้วยอักษรเบรลล์ 2 ตัว ดังนั้นการตรวจสอบอักษรเบรลล์ที่จะแปลงกลับจึงต้องตรวจสอบอักษรหรือสระที่ใช้ 2 ตัวก่อนแล้วจึงตรวจอักษรหรือสระประเภทที่แทนด้วยอักษรเบรลล์ตัวเดียว ส่วนอักษรเบรลล์ที่สามารถแปลงกลับได้มากกว่า 1 แบบดังแสดงในตารางที่ 3.2.2ก

ตารางที่ 3.2.2ก อักษรเบรลล์ที่สามารถแปลงกลับเป็นอักษรปกติได้มากกว่า 1 กรณี

จุดเบรลล์	สัญลักษณ์เบรลล์	กรณีที่1	กรณีที่2	กรณีที่3
จุด 2-5-6	⠠⠠	ไม้โท ( ˊ )	จุด ( . )	
จุด 2-5	⠠⠡	สระอู ( ู )	โคลอน ( : )	
จุด 2-3	⠠⠢	สระอี ( ี )	เซมิโคลอน ( ; )	
จุด 3-5-6	⠠⠣	การันต์ ( ˋ )	ปิดคำพูด ( -" )	
จุด 2	⠠⠤	ไม้ยมก ( -๑ )	คอมม่า ( , )	
จุด 2-3-5-6	⠠⠥	ไม้ตรี ( ˊ )	วงเล็บเปิด ( ( - )	วงเล็บปิด ( - ) )
จุด 2-3-6	⠠⠦	ไม้จัตวา ( ˋ )	เปิดคำพูด ( " - )	
จุด 3	⠠⠧	ไม้ไตคู่ ( ˋ )	ฝนทอง ( ˆ )	

การเลือกว่าควรจะแปลงกลับเป็นกรณีใดจะใช้ทฤษฎีแบบจำลองภาษาเข้ามาช่วย

$$P(C) = P(c_1, c_2, \dots, c_N) = P(c_1) \prod_{i=2}^N P(c_i | c_{i-1}, \dots, c_1) \quad (3.2.2)$$

$P(C)$  คือการประมาณความน่าจะเป็นในการเกิดอักษรของลำดับอักษร

$$C = w_1, w_2, \dots, w_N$$

การคิด  $P(C)$  เริ่มตั้งแต่ต้นประโยคจนถึงอักษรตัวที่แปลงได้มากกว่า 1 กรณี โดยนับจำนวนจากฐานข้อมูลอักษรไทยที่เตรียมไว้ ผลการคำนวณที่ได้จากการใช้แบบจำลอง

ยูนิแกรมสำหรับกรณีที่เป็นไปได้กรณีแรก กรณีที่สอง และกรณีที่สาม ให้เป็น S1\_1, S1\_2 และ S1\_3 ตามลำดับ การคำนวณด้วยแบบจำลองไบแกรมสำหรับกรณีที่เป็นไปได้กรณีแรก กรณีที่สอง และกรณีที่สาม ให้เป็น S2\_1, S2\_2 และ S2\_3 ตามลำดับ และนำผลที่ได้มาบวกกันโดยให้มีค่าถ่วงน้ำหนัก(w) สำหรับการใช่แบบจำลองแต่ละแบบ ดังสมการ

$$\text{Case1} = \frac{W1}{\sum_{i=1}^7 w_i} * (w1 * S1_1 + w2 * S2_1 + w3 * S3_1 + w4 * S4_1 \dots)$$

(3.2.2 ก)

$$\text{Case2} = \frac{W2}{\sum_{i=1}^7 w_i} * (w1 * S1_2 + w2 * S2_2 + w3 * S3_2 + w4 * S4_2 \dots)$$

(3.2.2 ข)

$$\text{Case3} = \frac{W3}{\sum_{i=1}^7 w_i} * (w1 * S1_3 + w2 * S2_3 + w3 * S3_3 + w4 * S4_3 \dots)$$

(3.2.2 ค)

จากนั้นทำการปรับค่า  $w1, w2, w3, \dots$  เพื่อให้ลำดับความสำคัญของแต่ละแบบจำลอง และปรับค่า  $W1, W2$  เพื่อให้ได้ค่าที่มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องสูงที่สุด โดยทดลองกับชุดข้อมูลสำหรับปรับตั้งค่าแบบจำลองภาษาสำหรับภาษาไทย การเทียบแต่ละกรณีที่เป็นไปได้นี้จะใช้ถึงแบบจำลอง 7 แกรม ค่า  $w1, w2, w3, \dots, w7$  และ  $W1, W2$  ของอักษรแต่ละตัวนั้น ดังแสดงในตารางที่ 3.2.2ข

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2.2x ค่าน้ำหนักของการใช้แบบจำลองต่าง ๆ ในอักษรไทยที่แปลงกลับได้ตั้งแต่ 2 กรณีขึ้นไป

จุดเบรลล์	กรณีทีหนึ่ง	กรณีที่สอง	กรณีที่สาม	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	W3	การทดลองที่
2-5-6	๕	.		1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1.5		4.4.2.1.1
2-5	๕-	:		1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	10		4.4.2.1.2
2-3	๓	;		1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^5$		4.4.2.1.3
3-5-6	๕	”		1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	15		4.4.2.1.4
2	-๕	,		1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	12		4.4.2.1.5
2-3-5-6	๕	(-	-)	1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	1	4.4.2.1.6
2-3-6	๓	“		1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1		4.4.2.1.7
3	๓	‘		1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^3$		4.4.2.1.8

นอกจากตัวอักษรที่สามารถแปลงกลับได้หลายกรณีแล้ว อักษรเบรลล์ที่เหลือก่อนที่จะแปลงกลับจะต้องนำมาสลับตำแหน่งการแปลงให้ถูกต้องก่อน เนื่องจากอักษรเบรลล์ไทยไม่ได้เรียงตรงตัวแบบในอักษรเบรลล์อังกฤษ แบ่งเป็นกรณีต่างๆ ได้ดังนี้

3.2.2.1 หากพบจุด 1-5-6 (⠠⠤⠶) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 2 (⠠⠣) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง สระไอ(-) หากไม่ใช่ให้แปลง สระไอ(-)

3.2.2.2 หากพบจุด 1-2-3-5 (⠠⠣⠤⠶) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 2 (⠠⠣) หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้แปลง ฤ (ฤ) แต่ถ้าใช่จะต้องตรวจสอบตัวถัดไปเป็นจุด 1-6 (⠠⠣⠤⠶) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง ฤฯ (ฤฯ) หากไม่ใช่ให้แปลง ฤ (ฤ) แล้วจึงตรวจสอบต่อไป

3.2.2.3 หากพบจุด 1-2-3 (⠠⠣⠤) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 2 (⠠⠣) หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้แปลง ฎ (ฎ) แต่ถ้าใช่จะต้องตรวจสอบตัวถัดไปเป็นจุด 1-6 (⠠⠣⠤⠶) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง ฎฯ (ฎฯ) หากไม่ใช่ให้แปลง ฎ (ฎ) แล้วจึงตรวจสอบต่อไป

3.2.2.4 หากพบจุด 1-2-4 (⠠⠣⠤⠶) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (⠠⠣) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง สระเอะ(-ะ) หากไม่ใช่ให้แปลง สระเอ(-)

3.2.2.5 หากพบจุด 1-2-6 (⠠⠣⠤⠶) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (⠠⠣) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง สระแอะ(-ะ) หากไม่ใช่ให้แปลง สระแอ(-)

3.2.2.6 หากพบจุด 2-4 (⠠⠣⠤⠶) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (⠠⠣) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง สระโอะ(-ะ) หากไม่ใช่ให้แปลง สระโอ(-)

3.2.2.7 หากพบจุด 1 (⠠⠣) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นเบรลล์ที่เป็นวรรณยุกต์หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง วรรณยุกต์ก่อน แล้วค่อยตามด้วยสระอะ(-ะ) หากไม่ใช่ให้แปลง สระอะ(-ะ)

3.2.2.8 หากพบจุด 1-3-5-6 (⠠⠣⠤⠶) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นเบรลล์ที่เป็นวรรณยุกต์หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลง วรรณยุกต์ก่อน แล้วค่อยตามด้วยสระอำ(-ำ) หากไม่ใช่ให้แปลง สระอำ(-ำ)

3.2.2.9 หากพบจุด 6,3-4-5-6 (⠠⠣⠤⠶) ให้แปลงเบรลล์ตัวต่อๆ ไปกลับเป็นเลขไทย จนกว่าจะเจอเบรลล์ที่ไม่เกี่ยวกับตัวเลขให้หยุดแปลงเป็นตัวเลข

3.2.2.10 หากพบจุด 3-4-5-6 (⠠⠣⠤⠶) ให้แปลงเบรลล์ตัวต่อๆ ไปกลับเป็นเลขอารบิก จนกว่าจะเจอเบรลล์ที่ไม่เกี่ยวกับตัวเลขให้หยุดแปลงเป็นตัวเลข

3.2.2.11 หากพบเบอร์ลท์ที่เป็นพยัญชนะยกเว้นพยัญชนะ อ (อ) จะต้องเก็บค่าไว้ และต้องตรวจสอบตัวสอบตัวต่อ ๆ เพื่อหาสระผสมก่อนที่จะแปลงกลับดังนี้

- ถ้าพบเบอร์ลท์ที่เป็นพยัญชนะอีก จะเก็บค่าเอาไว้เพิ่มอีก 1 ตัว(รวมเป็น 2 ตัว) แล้วตรวจสอบตัวถัดไปเรื่อยๆ หากพบพยัญชนะอีกจะแปลงเป็นอักษรปกติอักษรตัวแรกที่เก็บเอาไว้ และเก็บค่าตัวใหม่เพิ่มแทน โดยให้เก็บค่าสูงสุด 2 ตัว จากนั้นตรวจสอบตัวถัดไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบเบอร์ลท์ที่ไม่ใช่พยัญชนะ จึงจะตรวจสอบลำดับถัดไป

- ถ้าพบจุด 1-2-4 (๑๒๔) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (๑) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลงเป็นสระอะ (ะ) หากไม่ใช่ให้แปลงเป็นสระเอ (เ)

- ถ้าพบจุด 1-2-6 (๑๒๖) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (๑) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลงเป็นสระแอะ (แะ) หากไม่ใช่ให้แปลงเป็นสระแเอ (แ)

- ถ้าพบจุด 2-4 (๒๔) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (๑) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลงเป็นสระโอะ (โอะ) หากไม่ใช่ให้แปลงเป็นสระโอ (โ)

- ถ้าพบจุด 1-3-5 (๑๓๕) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (๑) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลงเป็นสระเออะ (เะ) หากไม่ใช่ให้แปลงเป็นสระเออ (-อ)

- ถ้าพบจุด 1-4-6 (๑๔๖) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (๑) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลงเป็นสระเออะ (เอะ) หากไม่ใช่ให้แปลงเป็นสระเออ (เ-อ)

- ถ้าพบจุด 1-2-3-5-6 (๑๒๓๕๖) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (๑) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลงเป็นสระเอียะ (เียะ) หากไม่ใช่ให้แปลงเป็นสระเอีย (เีย)

- ถ้าพบจุด 1-2-3-4-5 (๑๒๓๔๕) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (๑) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลงเป็นสระเอือะ (เือะ) หากไม่ใช่ให้แปลงเป็นสระเอือ (เือ)

- ถ้าพบจุด 1-5 (๑๕) จะต้องตรวจสอบว่าตัวถัดไปเป็นจุด 1 (๑) หรือไม่ ถ้าใช่ให้แปลงเป็นสระอัวะ (ัวะ) หากไม่ใช่ให้แปลงเป็นสระอิว (ัว)

- ถ้าพบจุด 2-3-5 (๒๓๕) ให้แปลงเป็นสระเอา (เ-า)

- หากพบสระหรือวรรณยุกต์อื่น ๆ ที่ไม่ได้เรียงลำดับตามหลักข้างต้นนี้ ให้แปลงเป็นอักษรปกติได้ทันที

3.2.2.12 หากเก็บพยัญชนะไว้แล้ว 2 ตัวและพบสระผสมดังข้อ 3.2.2.11. ต้องตรวจสอบว่าพยัญชนะที่เก็บไว้ 2 ตัวนั้น สามารถใช้กับสระผสมที่พบได้หรือไม่ ถ้าใช้ได้ให้แปลง



พัญชนะ 2 ตัวนั้นอยู่ในสระผสม แต่ถ้าใช้ไม่ได้ให้แปลงพัญชนะตัวแรกก่อนแล้วจึงแปลงพัญชนะตัวที่ 2 อยู่ในสระผสม พัญชนะควบกล้ำต่าง ๆ ที่ใช้กับสระผสมดังตารางที่แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

3.2.2.13 หากพบอักษร (อ) ตามด้วยสระผสม ให้แปลงตามข้อ 3.2.2.11

### 3.2.3 การแบ่งช่วงประโยคและการเลือกภาษาที่ใช้ในการแปลงกลับ

การเรียงตัวของอักษรเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษนั้นมีความแตกต่างกัน เราจึงสามารถใช้แบบจำลองภาษาแยกแยะระหว่างเบรลล์ไทยกับเบรลล์อังกฤษได้ โดยการเทียบคะแนนระหว่างคะแนนของเบรลล์ไทยกับคะแนนของเบรลล์อังกฤษ ซึ่งคะแนนที่นำมาเทียบนี้คำนวณจากการใช้แบบจำลองภาษาตั้งแต่ 1 แกรม จนถึง 4 แกรม และทำการปรับน้ำหนักดังสมการ

$$\text{ThScore} = \frac{w1 * S1\text{th} + w2 * S2\text{th} + w3 * S3\text{th} + w4 * S4\text{th}}{\sum_{i=1}^4 w_i} \quad (3.2.3ก)$$

$$\text{EnScore} = \frac{w1 * S1\text{en} + w2 * S2\text{en} + w3 * S3\text{en} + w4 * S4\text{en}}{\sum_{i=1}^4 w_i} \quad (3.2.3ข)$$

$w1, w2, w3, w4$  คือค่าน้ำหนักสำหรับแบบจำลอง 1,2,3,4 แกรม ตามลำดับ

$S1\text{th}, S2\text{th}, S3\text{th}, S4\text{th}$  คือค่าความน่าจะเป็นของการคิดอักษรเบรลล์ไทยด้วยแบบจำลอง 1,2,3,4 แกรมตามลำดับ

$S1\text{en}, S2\text{en}, S3\text{en}, S4\text{en}$  คือค่าความน่าจะเป็นของการคิดอักษรเบรลล์อังกฤษด้วยแบบจำลอง 1,2,3,4 แกรมตามลำดับ

จากการทดลองค่าน้ำหนักที่ทำให้แยกเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษออกจากกันได้มากที่สุดคือ

$$w1=1, w2=10^{10}, w3=10^{20}, w4=10^{30} \quad (3.2.3ค)$$

ดังนั้นเมื่อนำค่า  $w$  ไปแทนในสมการที่ 3.2.3ก และ 3.2.3ข จะได้สมการเป็น

$$\text{ThScore} = \frac{1 * S1\text{th} + 10^{10} * S2\text{th} + 10^{20} * S3\text{th} + 10^{30} * S4\text{th}}{1 + 10^{10} + 10^{20} + 10^{30}} \quad (3.2.3ง)$$

$$\text{EnScore} = \frac{1 * S1\text{en} + 10^{10} * S2\text{en} + 10^{20} * S3\text{en} + 10^{30} * S4\text{en}}{1 + 10^{10} + 10^{20} + 10^{30}} \quad (3.2.3จ)$$



$$= 0$$

นำค่า S1th,S2th,S3th,S4th มาแทนใน (1) จะได้

$$\text{ThScore} = 2.69597218162 * 10^{-25}$$

จากสมการ 3.2.3จ

$$\text{EnScore} = \frac{1 * S1en + 10^{10} * S2en + 10^{20} * S3en + 10^{30} * S4en}{1 + 10^{10} + 10^{20} + 10^{30}} \quad (2)$$

คำนวณค่า Sien เมื่อ  $i = 1, 2, 3, 4$  ได้จาก

$$\begin{aligned} S1en &= P(\text{Braille}) * P(\text{Braille}) * P(\text{Braille}) * P(\text{Braille}) * P(\text{Braille}) * P(\text{Braille}) * P(\text{Braille}) \\ &= 9.27783036384 * 10^{-14} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S2en &= P(\text{Braille} | \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}) \\ &\quad * P(\text{Braille} | \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}) \\ &= 2.88451230635 * 10^{-9} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S3en &= P(\text{Braille} | \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}) \\ &\quad * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}) \\ &= 7.47312871251 * 10^{-8} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S4en &= P(\text{Braille} | \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}, \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}, \text{Braille}) \\ &\quad * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}, \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}, \text{Braille}) * P(\text{Braille} | \text{Braille}, \text{Braille}, \text{Braille}) \\ &= 1.16530704494 * 10^{-10} \end{aligned}$$

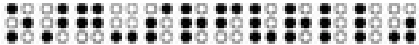
นำค่า S1en,S2en,S3en,S4en มาแทนใน (2) จะได้

$$\text{EnScore} = 1.16530711956 * 10^{-10}$$

เมื่อนำค่า ThScore เทียบกับ EnScore จะสรุปได้ว่าประโยค

ควรจะแปลงเป็นภาษาอังกฤษ จากนั้นใช้หลักการแปลง

เบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติแปลงได้เป็น "braille"

ส่วนประโยคที่ 2  นำมาคำนวณคะแนน  
แล้วจะได้ ThScore =  $2.7436808215 * 10^{-22}$  และ EnScore =  
 $9.22739468263 * 10^{-36}$  สรุปได้ว่าใช้ภาษาไทยในการแปลงกลับ จากนั้นใช้  
หลักการแปลงเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ จะแปลงได้เป็น "อักษรเบรลล์"



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### การทดลอง

การแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์สามารถทำได้โดยใช้การแปลงตามทฤษฎีการแปลงเบรลล์ ไม่ว่าจะเอกสารที่แปลงจะเป็นเอกสารไทยอย่างเดียว อังกฤษอย่างเดียว หรืออังกฤษผสมไทยก็สามารถแปลงรวมกันได้โดยไม่มีตัวแบ่งภาษา ซึ่งเป็นจุดที่ทำให้การแปลงกลับในเอกสารที่มีทั้งเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเกิดปัญหาเนื่องจากไม่รู้ว่าควรแปลงด้วยภาษาอะไร นอกจากนี้ในเอกสารเบรลล์ไทยอย่างเดียวก็ยังคงมีความกำกวมในการแปลงอักษรบางตัวสองจุดนี้จึงเป็นเป้าหมายของงานวิจัยนี้

บทนี้จะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง วิธีการทดลอง และข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเพื่อหาผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่กล่าวในงานวิจัยนี้

#### 4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

การวัดผลการทดลองจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

4.1.1. การวัดผลการแปลงอักษรไทยปกติ อักษรอังกฤษปกติ และอักษรอังกฤษผสมไทยไปเป็นเบรลล์

4.1.2. การวัดผลการแปลงอักษรเบรลล์กลับเป็นอักษรปกติ โดยแบ่งการวัดผลออกเป็น 3 ส่วน คือ

4.1.2.1 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติด้วยการใช้ทฤษฎีการแปลงเบรลล์ร่วมกับการใช้แบบจำลองภาษา

4.1.2.2 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติด้วยการใช้ทฤษฎีการแปลงเบรลล์

4.1.2.3 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมไทยเป็นอักษรปกติโดยใช้แบบจำลองภาษาเลือกภาษาที่จะใช้แปลงกลับ

#### 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือโปรแกรมที่พัฒนาด้วยภาษา PHP ใช้ฐานข้อมูล MySQL ดังนี้

4.2.1. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองในการแปลงภาษาไทยและอังกฤษปกติไปเป็นเบรลล์

4.2.2. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองเพื่อใช้สอนข้อมูลอักษรไทยที่นำมาใช้ในแบบจำลองภาษา โดยชุดข้อมูลที่ใช้สอนระบบนำมาจากการสุ่มบทความจากอินเทอร์เน็ต 111 บทความ รวมทั้งสิ้น 1,002,269 ตัวอักษร

4.2.3. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองเพื่อใช้สอนข้อมูลอักษรเบรลล์ไทยที่นำมาใช้ในแบบจำลองภาษา โดยชุดข้อมูลที่ใช้สอนระบบนำมาจากการสุ่มบทความจากอินเทอร์เน็ต 118 บทความ รวมทั้งสิ้น 1,110,098 ตัวอักษร

4.2.4. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองเพื่อใช้สอนข้อมูลอักษรเบรลล์อังกฤษที่นำมาใช้ในแบบจำลองภาษา โดยชุดข้อมูลที่ใช้สอนระบบนำมาจากการสุ่มบทความจากอินเทอร์เน็ต 52 บทความ รวมทั้งสิ้น 1,169,768 ตัวอักษร

4.2.5. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองเพื่อแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ

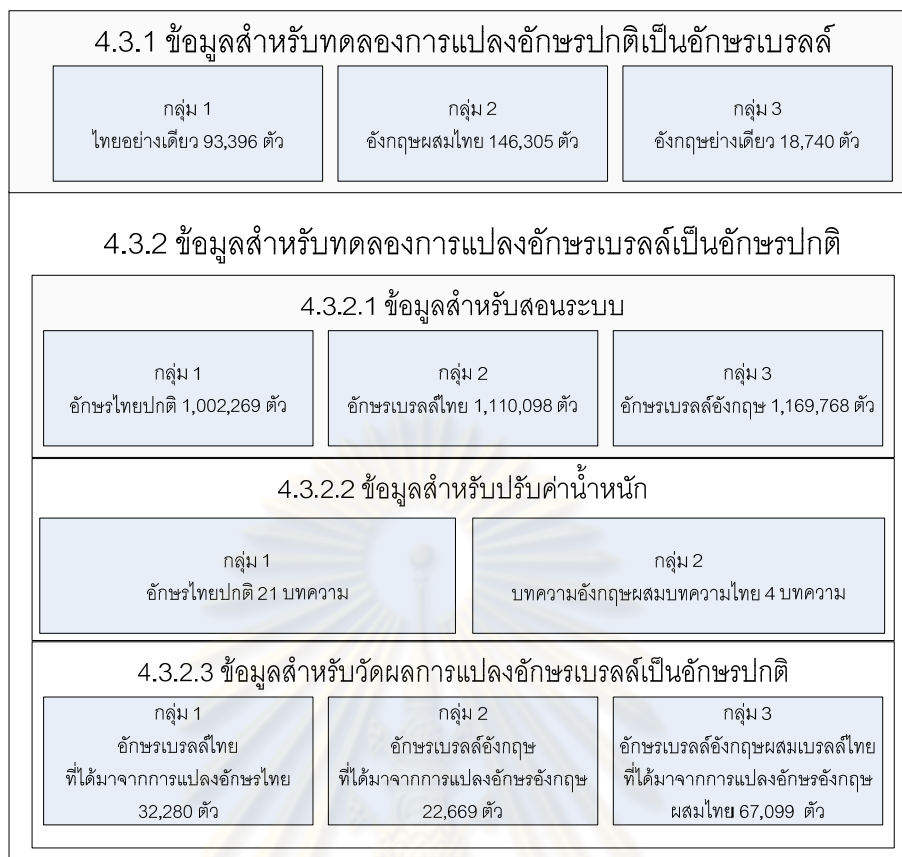
4.2.6. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองเพื่อแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ

4.2.7. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเองเพื่อใช้แบ่งช่วงอักษรเบรลล์และเลือกภาษาที่ใช้ในการแปลงอักษรเบรลล์กลับให้เป็นอักษรปกติ

#### 4.3 ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเป็นข้อมูลประเภทตัวหนังสือที่ได้มาจากการสุ่มบทความในอินเทอร์เน็ต ประกอบไปด้วยหลาย ๆ ส่วนสำหรับใช้ในแต่ละการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### รูปที่ 4.3 ข้อมูลตัวอักษรที่ใช้ในการทดลอง

#### 4.3.1 ข้อมูลสำหรับทดลองการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์

บทความที่ใช้ในการทดลองแปลงจากอักษรปกติเป็นเบรลล์ใช้บทความในอินเทอร์เน็ตโดยการสุ่ม รวมทั้งสิ้น 46 บทความ 258,441 ตัวอักษร จาก 35 เว็บไซต์ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 บทความภาษาไทยอย่างเดียวจำนวน 18 บทความ 93,396 ตัวอักษร จาก 15 เว็บไซต์ ดังแสดงในภาคผนวก ง.1

กลุ่มที่ 2 บทความภาษาไทยปนภาษาอังกฤษจำนวน 24 บทความ 146,305 ตัวอักษร จาก 20 เว็บไซต์ดังแสดงในภาคผนวก ง.2

กลุ่มที่ 3 บทความภาษาอังกฤษอย่างเดียวจำนวน 4 บทความ 18,740 ตัวอักษร จาก 3 เว็บไซต์ ดังแสดงในภาคผนวก ง.3

#### 4.3.2 ข้อมูลสำหรับทดลองการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ

ข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดลองการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกตินี้แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

##### 4.3.2.1 ข้อมูลที่ใช้สอนระบบ แบ่งเป็น

ชุดข้อมูลที่ใช้สอนตัวอักษรภาษาไทยปกติ นำมาจากการสุ่มบทความจากอินเทอร์เน็ต 111 บทความ รวมทั้งสิ้น 1,002,269 ตัวอักษร

ชุดข้อมูลที่ใช้สอนตัวอักษรเบรลล์ไทย นำมาจากการสุ่มบทความจากอินเทอร์เน็ต 118 บทความ รวมทั้งสิ้น 1,110,098 ตัวอักษร และนำมาแปลงโดยผ่านโปรแกรมแปลงอักษรปกติเป็นเบรลล์

ชุดข้อมูลที่ใช้สอนตัวอักษรเบรลล์อังกฤษ นำมาจากการสุ่มบทความจากอินเทอร์เน็ต 52 บทความ รวมทั้งสิ้น 1,169,768 ตัวอักษร และนำมาแปลงโดยผ่านโปรแกรมแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์

##### 4.3.2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก แบ่งเป็น

ชุดข้อมูลอักษรไทย สำหรับการปรับค่าการแปลงอักษรเบรลล์ไทยที่กำกวมเป็นอักษรไทยปกติ จำนวน 21 บทความ ซึ่งนำมาจากข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

ชุดข้อมูลอักษรอังกฤษผสมไทย สำหรับการปรับค่าการเลือกภาษาที่ใช้ในการแปลงจากอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ จำนวน 4 บทความ ซึ่งนำมาจากข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

##### 4.3.2.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวัดผลการแปลงเบรลล์เป็นอักษรปกติ

บทความที่ได้จากการสุ่มข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตแบ่งเป็น 3 กลุ่ม รวมทั้งสิ้น 17 บทความ 122,048 ตัวอักษร จาก 17 เว็บไซต์ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 บทความภาษาไทยอย่างเดียวจำนวน 2 บทความ 32,280 ตัวอักษร จาก 2 เว็บไซต์ ดังแสดงในภาคผนวก ง.4

กลุ่มที่ 2 บทความภาษาอังกฤษอย่างเดียวจำนวน 4 บทความ 22,669 ตัวอักษร จาก 4 เว็บไซต์ ดังแสดงในภาคผนวก ง.5

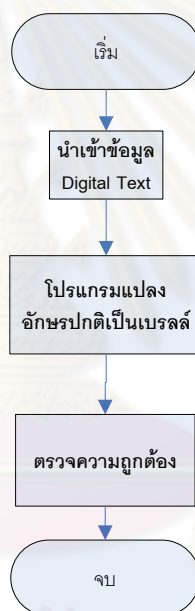


กลุ่มที่ 3 บทความภาษาไทยผสมภาษาอังกฤษจำนวน 9 บทความ 67,099 ตัวอักษร จาก 9 เว็บไซต์ ดังแสดงในภาคผนวก ง.6

#### 4.4 ขั้นตอนการทดลอง

##### 4.4.1 การแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์

ทดลองโดยการนำข้อมูลอักษรปกติทั้งสิ้น 46 บทความ 258,441 ตัวอักษร แปลงโดยใช้โปรแกรมแปลงจากอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์และให้คนตาดีที่รู้ทฤษฎีการแปลงอักษรเบรลล์ตรวจ หากแปลงได้ตรงตามทฤษฎีที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 จะนับว่าถูกต้องนั้นนับเป็นผิดลำดับการทดลองนี้ดังแสดงในรูปที่ 4.4.1



รูปที่ 4.4.1 การทดลองการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์

##### 4.4.2 การแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ และการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติ ในการทดลองทั้ง 3 ส่วนจะวัดผลการทดลองโดยการเทียบตัวอักษร โดยการวัดผลจะเริ่มจากการนำข้อมูลที่แปลงได้มาแบ่งเว้นวรรคคำและตัดบรรทัดเพื่อให้ได้ใกล้เคียงกับต้นฉบับก่อนแปลงเป็นเบรลล์มากที่สุด จากนั้นนับตัวอักษรที่เหมือนกันโดยไม่นับเว้นวรรคและขึ้นบรรทัดใหม่เนื่องจากในการแปลงอักษรปกติเป็นเบรลล์บางตัวต้องมีเว้นวรรคกันตามทฤษฎีการแปลงเบรลล์

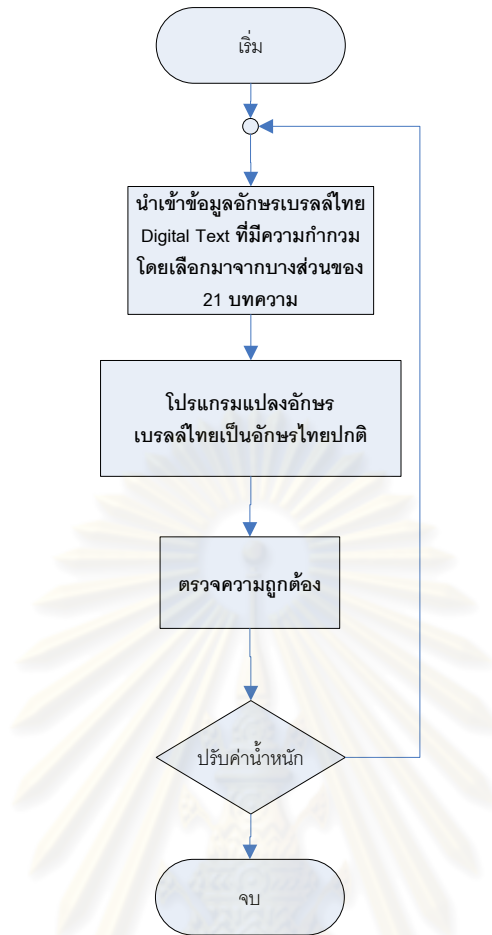
การนับคะแนนตัวที่เหมือนกับต้นฉบับจะนับคะแนนเป็นถูก ส่วนตัวที่ไม่เหมือนกันจะนับเป็นผิดโดยสามารถแบ่งเป็น 3 กรณีดังนี้

- ความผิดพลาดที่เกิดจากการแทรกข้อมูล ความผิดพลาดประเภทนี้วัดจากการนำต้นฉบับเป็นตัวตั้ง หากข้อความที่นำมาวัดมีตัวอักษรบางตัวแทรกขึ้นมาในขณะที่ตัวอื่นๆเหมือนกันหมดจะนับเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการแทรกโดยนับทุกตัวที่เกินมา
- ความผิดพลาดที่เกิดจากการลบข้อมูล ความผิดพลาดประเภทนี้วัดจากการนำต้นฉบับเป็นตัวตั้ง หากข้อความที่นำมาวัดมีตัวอักษรบางตัวหายไปในขณะที่ตัวอื่นๆเหมือนกันหมดจะนับเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการลบข้อมูลโดยนับทุกตัวที่หายไป
- ความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ข้อมูล ความผิดพลาดประเภทนี้วัดจากการนำต้นฉบับเป็นตัวตั้ง หากข้อความที่นำมาวัดมีตัวอักษรบางตัวเปลี่ยนไปโดยที่ตัวอื่นๆเหมือนกันหมดจะนับเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ข้อมูล นับทุกตัวที่เปลี่ยนไป

การนับความผิดพลาดในบางกรณีนี้อาจมองได้เป็น 2 แบบ เช่น การแทนที่ข้อมูล 1 ตัวอักษร สามารถมองเป็นการลบ 1 ตัวอักษร และตามด้วยการเพิ่ม 1 ตัวอักษรได้ ในกรณีนี้จะนับตัวที่ทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด นั่นคือนับเป็นผิดพลาดแบบแทนที่ข้อมูลจำนวน 1 ตัวอักษร การทดลองทั้ง 3 ส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.4.2.1 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ

การแปลงอักษรเบรลล์ไทยกลับเป็นอักษรไทยปกติแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่สามารถแปลงกลับได้ตามทฤษฎี และส่วนที่มีความกำกวมสามารถแปลงได้ตั้งแต่ 2 แบบขึ้นไป ส่วนที่มีความกำกวมจะใช้แบบจำลองภาษาที่ได้จากการสอนอักษรไทยปกติในข้อ 4.3.2.1 และการปรับค่าน้ำหนักของการแปลงแต่ละแบบเพื่อให้ได้ผลความถูกต้องสูงที่สุดโดยใช้ข้อมูลในข้อ 4.3.2.2 ชุดข้อมูลอักษรไทย และเลือกเฉพาะจุดที่มีความกำกวมเพื่อนำมาทดลองปรับค่าให้ได้ความถูกต้องสูงสุดดังแสดงในรูปที่ 4.4.2.1ก



รูปที่ 4.4.2.1ก การทดลองการปรับค่าน้ำหนักในการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ

ผลการทดลองการปรับค่าน้ำหนักของอักษรเบรลล์ไทยที่สามารถแปลงกลับเป็นอักษรไทยปกติได้มากกว่า 1 แบบ มีทั้งหมด 8 กรณีดังนี้

4.4.2.1.1 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-5-6(๕๕) กลับเป็นอักษรไทยปกติสามารถแปลงได้ 2 กรณีคือ ไมโท (ั) หรือ จุด (.) ทำการทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการสุ่มตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่1(อักษรไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.2 ก (สำหรับไมโท) และ 3.2.2 ข(สำหรับจุด) และปรับให้ได้ผลการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ผลการปรับค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.1.1

ตารางที่ 4.4.2.1.1 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-5-6

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	% ความถูกต้อง
$10^{12}$	$10^{10}$	$10^8$	$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	1	1	60.227
$10^6$	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	10	1	1	1	60.773
7	6	5	4	3	2	1	1	1	67.045
1	1	1	1	1	1	1	1	1	67.045
1	2	3	4	5	6	7	1	1	72.73
1	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	1	1	75
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	1	1	75
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	85.23
1	$10^4$	$10^8$	$10^{12}$	$10^{16}$	$10^{20}$	$10^{24}$	1	1	86.37
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1.5	87.5
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	5	86.37
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	10	87.5

สรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-5-6(๒๒) ค่าน้ำหนักที่ทำให้ผลการทดลองการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดมีอยู่ 2 กรณี คือ

1.  $w1=1, w2=10^3, w3=10^6, w4=10^9, w5=10^{12}, w6=10^{15}, w7=10^{18}, W1=1, W2=1.5$
2.  $w1=1, w2=10^3, w3=10^6, w4=10^9, w5=10^{12}, w6=10^{15}, w7=10^{18}, W1=1, W2=10$

ทั้ง 2 กรณีมีความถูกต้องเท่ากันที่ 87.5% แต่ผลการแปลงตัวที่ผิดของทั้ง 2 กรณีไม่เหมือนกันกล่าวคือ กรณีแรกตัวที่แปลงผิดไม่เหมือนกันคือแปลงจุด(.) เป็นไม้โท(-) ส่วนในกรณีที่ 2 ตัวที่แปลงผิดไม่เหมือนกันคือแปลงไม้โท(-) เป็นจุด(.) ในการทดลองนี้จึงเลือกกรณีแรกเนื่องจากในเอกสารปกติจะพบจุด(.) น้อยกว่าไม้โท(-)

4.4.2.1.2 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-5(๐๐๐) กลับเป็นอักษรไทยปกติสามารถแปลงได้ 2 กรณีคือ สระอู ( ู ) หรือ โคลอน ( : ) ทำการทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการเลือกตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่ 1 (อักษรไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.2 ก (สำหรับสระอู) และ 3.2.2 ข(สำหรับโคลอน) และทำให้ได้ผลการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ผลการปรับค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.1.2

ตารางที่ 4.4.2.1.2 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-5

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	% ความถูกต้อง
$10^{12}$	$10^{10}$	$10^8$	$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	1	1	63.16
$10^6$	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	10	1	1	1	63.16
7	6	5	4	3	2	1	1	1	63.16
1	1	1	1	1	1	1	1	1	63.16
1	2	3	4	5	6	7	1	1	63.16
1	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	1	1	63.16
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	1	1	63.16
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	63.16
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	5	63.16

1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	7.5	76.32
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	10	76.32
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^2$	76.32
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^3$	71.05

สรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-5(๕๕) ค่าน้ำหนักที่ทำให้ผลการทดลองการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดมีอยู่ 3 กรณี คือ

1.  $w_1=1, w_2=10^3, w_3=10^6, w_4=10^9, w_5=10^{12}, w_6=10^{15}, w_7=10^{18}, W_1=1, W_2=7.5$
2.  $w_1=1, w_2=10^3, w_3=10^6, w_4=10^9, w_5=10^{12}, w_6=10^{15}, w_7=10^{18}, W_1=1, W_2=10$
3.  $w_1=1, w_2=10^3, w_3=10^6, w_4=10^9, w_5=10^{12}, w_6=10^{15}, w_7=10^{18}, W_1=1, W_2=10^2$

เลือกกรณีที่ 2 เนื่องจาก อยู่ระหว่างกรณีที่ให้ค่าที่ถูกต้องมากที่สุด

4.4.2.1.3 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3(๕๕) กลับเป็นอักษรไทยปกติสามารถแปลงได้ 2 กรณีคือ สระอี ( ̄ ) หรือ เซมิโคลอน ( ; ) ทำการทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการเลือกตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่ 1 (อักษรไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.2 ก (สำหรับสระอี) และ 3.2.2 ข(สำหรับเซมิโคลอน) และทำให้ได้ผลการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ผลการปรับค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.1.3

ตารางที่ 4.4.2.1.3 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	% ความถูกต้อง
$10^{12}$	$10^{10}$	$10^8$	$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	1	1	70.73
$10^6$	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	10	1	1	1	70.73
7	6	5	4	3	2	1	1	1	70.73
1	1	1	1	1	1	1	1	1	70.73
1	2	3	4	5	6	7	1	1	70.73
1	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	1	1	73.17
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	1	1	73.17
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	73.17
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	10	73.17
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^2$	73.17
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^5$	92.68

สรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3 (๒๒) ค่าน้ำหนักที่ทำให้ผลการทดลองการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดที่ 92.68% มีค่าเดียวคือ  $w1=1, w2=10^3, w3=10^6, w4=10^9, w5=10^{12}, w6=10^{15}, w7=10^{18}, W1=1, W2=10^5$

4.4.2.1.4 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยจุด 3-5-6 (๒๒) กลับเป็นอักษรไทยปกติสามารถแปลงได้ 2 กรณีคือ การันต์ ( ´ ) หรือ เครื่องหมายคำพูดปิด ( - ) ทำการทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการเลือกตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่1(อักษรไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.2 ก (สำหรับ

การ์นต์) และ 3.2.2 ข(สำหรับเครื่องหมายคำพูดปิด) และทำให้ได้ผลการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ผลการปรับค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.1.4

ตารางที่ 4.4.2.1.4 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 3-5-6

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	% ความถูกต้อง
$10^{12}$	$10^{10}$	$10^8$	$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	1	1	75
$10^6$	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	10	1	1	1	75
7	6	5	4	3	2	1	1	1	77.27
1	1	1	1	1	1	1	1	1	77.27
1	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	1	1	84.09
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	1	1	84.09
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	86.36
1	$10^4$	$10^8$	$10^{12}$	$10^{16}$	$10^{20}$	$10^{24}$	1	1	86.36
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1.5	86.36
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	15	95.45

สรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 3-5-6(๖๖๖) ค่าน้ำหนักที่ทำให้ผลการทดลองการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดที่ 95.45% มีค่าเดียวคือ  $w1=1, w2=10^3, w3=10^6, w4=10^9, w5=10^{12}, w6=10^{15}, w7=10^{18}, W1=1, W2=10^5$

4.4.2.1.5 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยจุด 2(๖๖) กลับเป็นอักษรไทยปกติสามารถแปลงได้ 2 กรณีคือ ไม้มก (-๑) หรือ คอมมา (,) ทำการทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการเลือกตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่1 (อักษรไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.2 ก (สำหรับไม้มก) และ



3.2.2 ข(สำหรับคอมพิวเตอร์) และทำให้ได้ผลการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ผลการปรับค่าน้ำหนัก  
 ดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.1.5

ตารางที่ 4.4.2.1.5 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	% ความถูกต้อง
$10^{12}$	$10^{10}$	$10^8$	$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	1	1	57.14
$10^6$	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	10	1	1	1	59.52
7	6	5	4	3	2	1	1	1	61.90
1	1	1	1	1	1	1	1	1	61.90
1	2	3	4	5	6	7	1	1	61.90
1	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	1	1	61.90
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	1	1	64.29
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	64.29
1	$10^4$	$10^8$	$10^{12}$	$10^{16}$	$10^{20}$	$10^{24}$	1	1	64.29
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	4	71.43
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	12	78.57
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^2$	59.52

สรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2(๒๒) ค่าน้ำหนักที่ทำให้  
 ให้ผลการทดลองการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดที่ 78.57 มีค่าเดียวคือ  
 $w1=1, w2=10^3, w3=10^6, w4=10^9, w5=10^{12}, w6=10^{15}, w7=10^{18}, W1=1, W2=12$

4.4.2.1.6 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3-5-6(๒๓๕) กลับเป็นอักษรไทยปกติ สามารถแปลงได้ 3 กรณีคือ ไม้ตรี ( ¨ ) วงเล็บเปิด หรือ วงเล็บปิด เนื่องจากในฐานข้อมูล ยูนิแกรมวงเล็บปิดมีโอกาสเกิดมากกว่าวงเล็บเปิด ซึ่งทำให้การแปลงวงเล็บตัวแรกที่อยู่ต่อจาก เว้นวรรคกลายเป็นวงเล็บปิดทั้งหมดซึ่งไม่ถูกต้อง ในที่นี้จึงทำการปรับค่าน้ำหนักของ แบบจำลองยูนิแกรมของวงเล็บเปิดด้วยการคูณด้วย 1.005 เพื่อให้คะแนนของวงเล็บเปิดที่เขียน ตัวเดียวมากกว่าคะแนนของวงเล็บปิด จากนั้นจึงทำการทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการเลือก ตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่1(อักษรไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.2 ก (สำหรับไม้ตรี) 3.2.2 ข (สำหรับ วงเล็บเปิด) และ 3.2.2 ค (สำหรับวงเล็บปิด) และทำให้ได้ผลการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ผลการปรับค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.1.6

ตารางที่ 4.4.2.1.6 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3-5-6

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	W3	% ความถูกต้อง
$10^{12}$	$10^{10}$	$10^8$	$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	1	1	1	69.05
$10^6$	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	10	1	1	1	1	66.67
7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	76.19
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	76.19
1	2	3	4	5	6	7	1	1	1	78.57
1	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	1	1	1	78.57
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	1	1	1	80.95
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	1	80.95
1	$10^4$	$10^8$	$10^{12}$	$10^{16}$	$10^{20}$	$10^{24}$	1	1	1	80.95
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1.5	1.5	80.95
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	10	10	80.95

สรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3-5-6(๒๒๒) ค่าน้ำหนักที่ทำให้ผลการทดลองการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดมีหลายค่า แต่ละค่าแปลงได้เหมือนกัน ดังนั้นเลือก  $w_1=1, w_2=10^3, w_3=10^6, w_4=10^9, w_5=10^{12}, w_6=10^{15},$

$$w_7=10^{18}, W_1=1, W_2=1, W_3=1$$

4.4.2.1.7 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3-6(๒๒๒) กลับเป็นอักษรไทยปกติสามารถแปลงได้ 2 กรณีคือ ไม้จัตวา ( ˆ ) หรือ เครื่องหมายคำพูดเปิด ( “- ) ทำการทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการเลือกตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่1(อักษรไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.2 ก (สำหรับไม้จัตวา) และ 3.2.2 ข(สำหรับเครื่องหมายคำพูดเปิด) โดยปรับให้ได้ผลการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ผลการปรับค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.1.7

ตารางที่ 4.4.2.1.7 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3-6

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	% ความถูกต้อง
$10^{12}$	$10^{10}$	$10^8$	$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	1	1	72.09
$10^6$	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	10	1	1	1	74.42
1	1	1	1	1	1	1	1	1	76.74
1	2	3	4	5	6	7	1	1	76.74
1	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	1	1	79.07
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	1	1	81.40
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	81.40
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	10	1	58.14
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	10	65.12

สรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 2-3-6(๒๓๖) ค่าน้ำหนักที่ทำให้ผลการทดลองการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดมี 2 ค่า แต่ละค่าแปลงได้เหมือนกันเลือก 1 ค่าเหมือนการทดลองอื่นคือ  $w_1=1, w_2=10^3, w_3=10^6, w_4=10^9, w_5=10^{12},$

$$w_6=10^{15}, w_7=10^{18}, W_1=1, W_2=1$$

4.4.2.1.8 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยจุด 3(๒๓๖) กลับเป็นอักษรไทยปกติสามารถแปลงได้ 2 กรณีคือ ไม้ไตคู้ ( ¨ ) หรือ ฝนทอง ( ‘ ) ทำการทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการเลือกตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่ 1 (อักษรไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.2 ก (สำหรับไม้ไตคู้) และ 3.2.2 ข (สำหรับฝนทอง) โดยปรับให้ได้ผลการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ผลการปรับค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.1.8

ตารางที่ 4.4.2.1.8 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 3

w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	W1	W2	% ความถูกต้อง
$10^{12}$	$10^{10}$	$10^8$	$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	1	1	90.38
$10^6$	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	10	1	1	1	92.31
7	6	5	4	3	2	1	1	1	92.31
1	1	1	1	1	1	1	1	1	92.31
1	2	3	4	5	6	7	1	1	92.31
1	10	$10^2$	$10^3$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	1	1	92.31
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	$10^8$	$10^{10}$	$10^{12}$	1	1	92.31
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	1	92.31
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^3$	94.23

1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^7$	92.31
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1	$10^{10}$	90.38
1	$10^3$	$10^6$	$10^9$	$10^{12}$	$10^{15}$	$10^{18}$	1000	1	42.31

สรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับอักษรเบรลล์ไทยจุด 3(๓๓) ค่าน้ำหนักที่ทำให้ผลการทดลองการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดมีค่าเดียวคือ

$$w1=1, w2=10^3, w3=10^6, w4=10^9, w5=10^{12}, w6=10^{15}, w7=10^{18}, W1=1, W2=10^3$$

หลังจากได้ค่าน้ำหนักสำหรับตัวอักษรที่กำกวมทุกตัวแล้วจากนั้นจึงใช้ข้อมูลทดสอบในข้อที่ 4.3.2.3 กลุ่มที่ 1 เพื่อวัดผลการการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ ขั้นตอนการวัดผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.4.2.1ข



รูปที่ 4.4.2.1ข การวัดผลการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ

#### 4.4.2.2 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ

ใช้ข้อมูลทดสอบในข้อที่ 4.3.2.3 กลุ่มที่ 2 เพื่อวัดผลการทำงานโดยการวัดผลเทียบจากข้อมูลอักษรอังกฤษปกติก่อนการแปลงเป็นเบรลล์ การวัดผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.4.2.2

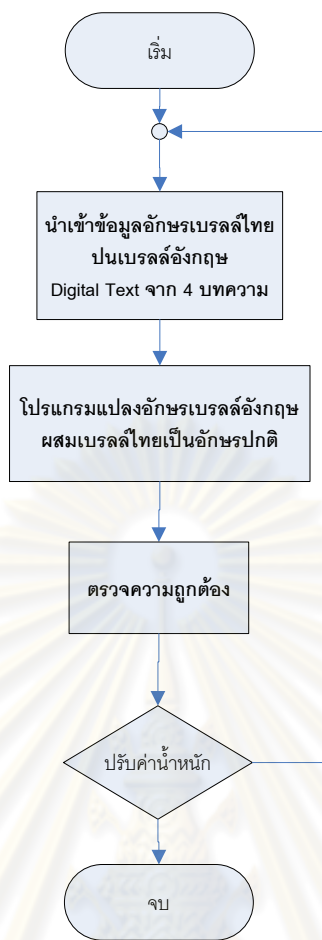


#### รูปที่ 4.4.2.2 การวัดผลการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ

##### 4.4.2.3 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติ

การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติ จะใช้แบบจำลองภาษาที่ได้จากการสอนอักษรเบรลล์ทั้ง 2 ภาษาด้วยชุดข้อมูลในข้อ 4.3.2.1 โดยแยกระหว่างเบรลล์อังกฤษและเบรลล์ไทย จากนั้นทำการปรับค่าน้ำหนักของการแปลงแต่ละภาษาเพื่อให้ได้ผลความถูกต้องสูงที่สุด โดยใช้ข้อมูลที่ 4.3.2.2 ชุดข้อมูลอักษรอังกฤษผสมไทย เพื่อนำมาทดลองปรับค่าให้ได้ความถูกต้องสูงสุดดังแสดงในรูปที่ 4.4.2.3ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4.2.3ก การทดลองการปรับค่าน้ำหนักในการเลือกภาษาที่ใช้แปลงกลับ

การทดลองปรับค่าน้ำหนักโดยการเลือกตัวเลขและวัดผลการแปลงโดยใช้ชุดข้อมูลสำหรับปรับค่าน้ำหนัก 4.3.2.2 กลุ่มที่2(บทความอังกฤษผสมไทย) เพื่อหาค่าน้ำหนักที่นำมาแทนค่าในสมการที่ 3.2.3 ก(สำหรับภาษาไทย) และ 3.2.3 ข(สำหรับภาษาอังกฤษ) โดยปรับให้ได้ผลการเลือกภาษาในการแปลงกลับที่ถูกต้องสูงที่สุด ในขั้นตอนนี้จะวัดผลเฉพาะการเลือกภาษาที่ใช้ในการแปลงกลับเท่านั้นโดยไม่สนใจความผิดพลาดในการแปลงกลับหลังจากเลือกภาษาแล้ว ผลการปรับค่าน้ำหนักดังแสดงในตารางที่ 4.4.2.3

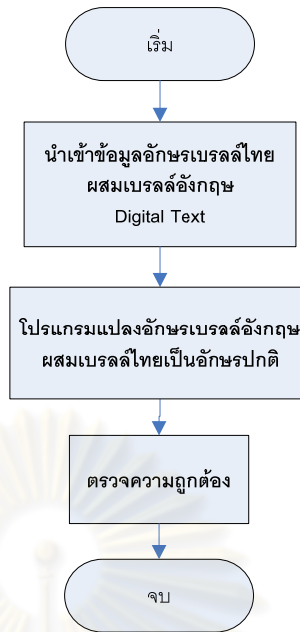
ตารางที่ 4.4.2.3 ผลการเลือกค่าน้ำหนักสำหรับการเลือกภาษาที่ใช้แปลงกลับ

w1	w2	w3	w4	% ความถูกต้อง
$10^6$	$10^4$	$10^2$	1	93.44
$10^3$	$10^2$	10	1	97.64
1	1	1	1	99.21
1	10	$10^2$	$10^3$	99.21
1	$10^2$	$10^4$	$10^6$	99.21
1	$10^4$	$10^8$	$10^{12}$	99.48
1	$10^5$	$10^{10}$	$10^{15}$	99.48
1	$10^6$	$10^{12}$	$10^{18}$	99.74
1	$10^7$	$10^{14}$	$10^{21}$	99.74
1	$10^8$	$10^{16}$	$10^{24}$	99.74

วิเคราะห์และสรุปผล การเลือกค่าน้ำหนักสำหรับการเลือกภาษาในการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทย ค่าน้ำหนักที่ทำให้ผลการทดลองการเลือกภาษาในการแปลงกลับมีความถูกต้องสูงที่สุดมี 3 ค่า แต่ละค่าแปลงได้เหมือนกัน ดังนั้นเลือกมา 1 ค่าคือ  $w1=1$ ,  $w2=10^6$ ,  $w3=10^{12}$ ,  $w4=10^{18}$  เพื่อนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

หลังจากได้ค่าน้ำหนักที่ใช้ในการเลือกภาษาในการแปลงกลับแล้ว ใช้ข้อมูลทดสอบในข้อที่ 4.3.2.3 กลุ่มที่ 3 เพื่อวัดผลการทำงาน โดยการวัดผลการทำงานในการทดลองนี้จะเป็นการวัดผลการทำงานทั้งระบบ โดยนับผลตัวต่อตัวหากแปลงผิดทั้งประโยคเช่นประโยคที่ควรจะเป็นอังกฤษ 10 ตัว แต่แปลงผิดเป็นไทย 8 ตัวจะนับว่าเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ข้อมูล 10 ตัว โดยวัดจากอักษรที่ควรจะเป็นได้เป็นหลัก การวัดผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.4.2.3ข





รูปที่ 4.4.2.3ข การวัดผลการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสม  
เบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 5

### ผลการทดลอง

#### 5.1 การทดลองการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์

ผลการทดลองที่ 4.4.1 การแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์โดยใช้ข้อมูลนำเข้าจากอินเทอร์เน็ต ประกอบไปด้วยบทความจำนวน 46 บทความ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมทั้งสิ้น 258,441 ตัวอักษร ได้ผลการแปลงถูกต้อง 100% ตรงตามทฤษฎีการแปลงเบรลล์ทั้ง 2 ภาษา

#### 5.2 การทดลองการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ

ผลการทดลองนำเสนอในรูปแบบตาราง สัญลักษณ์ที่ใช้ในตารางมีความหมายดังนี้

# Chr คือ จำนวนตัวอักษรไม่นับเว้นวรรคและขึ้นบรรทัดใหม่

# Chr.Sp คือ จำนวนตัวอักษรทั้งหมด

Err.Trn คือ ความผิดพลาดที่เกิดจากการสลับตำแหน่งตัวอักษร

Err.Dlt คือ ความผิดพลาดที่เกิดจากการลบตัวอักษร

Err.Stt คือ ความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ตัวอักษร

T.Err คือ ความผิดพลาดรวมทั้งหมด

T.Crr คือ ตัวอักษรที่ถูกต้องทั้งหมด

% Crr คือ ร้อยละของตัวอักษรที่ถูกต้องโดยไม่นับเว้นวรรคและขึ้นบรรทัดใหม่

ผลการทดลองการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติมี 3 การทดลอง ดังนี้

5.2.1 ผลการทดลองที่ 4.4.2.1 การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ ใช้ข้อมูลนำเข้าจากอินเทอร์เน็ต ประกอบไปด้วยบทความภาษาไทยจำนวน 4 บทความ รวมทั้งสิ้น 32,280 ตัวอักษร ได้ผลการแปลงถูกต้อง 99.26% รายละเอียดดังตารางที่ 5.2.1

**ตารางที่ 5.2.1 ความผิดพลาดในการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ**

# Chr	# Chr.Sp	Err.Trn	Err.Dlt	Err.Stt	T.Err	T.Crr	% Crr
32,280	34,000	12	19	207	238	32,042	99.26

5.2.2 ผลการทดลองที่ 4.4.2.2 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ ใช้ข้อมูลนำเข้าจากอินเทอร์เน็ต ประกอบไปด้วยบทความภาษาอังกฤษจำนวน 4 บทความ รวมทั้งสิ้น 22,669 ตัวอักษร ได้ผลการแปลงถูกต้อง 99.77% รายละเอียดดังตารางที่ 5.2.2

**ตารางที่ 5.2.2 ความผิดพลาดในการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติ**

# Chr	# Chr.Sp	Err.Trn	Err.Dlt	Err.Stt	T.Err	T.Crr	% Crr
22,669	26,912	0	0	52	52	22,617	99.77

5.2.3 ผลการทดลองที่ 4.4.2.3 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติ ใช้ข้อมูลนำเข้าจากอินเทอร์เน็ต ประกอบไปด้วยบทความภาษาอังกฤษผสมไทยจำนวน 10 บทความ รวมทั้งสิ้น 67,099 ตัวอักษร ได้ผลการแปลงถูกต้อง 98.74% รายละเอียดดังตารางที่ 5.2.3

**ตารางที่ 5.2.3 ความผิดพลาดในการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยเป็นอักษรปกติ**

# Chr	# Chr.Sp	Err.Trn	Err.Dlt	Err.Stt	T.Err	T.Crr	% Crr
67,099	71,362	19	74	750	843	66,256	98.74

## บทที่ 6

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์

จากผลการทดลองที่ 4.4.1 การแปลงอักษรปกติ 258,441 ตัวอักษร เป็นอักษรเบรลล์ ได้ผลการแปลงถูกต้อง 100% เนื่องจากการแปลงอักษรปกติเป็นเบรลล์นั้นมีทฤษฎีที่แน่นอนไม่มีความกำกวม

#### 6.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัยการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ

งานวิจัยนี้นำเสนอการใช้แบบจำลองภาษาเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าอักษรที่อ่านเป็นเบรลล์ไทยหรือเบรลล์อังกฤษโดยคิดจากฐานข้อมูลที่ใช้สอนซึ่งเป็นข้อมูลอักษรเบรลล์ไทยและเบรลล์อังกฤษเปรียบเทียบกัน จากผลการทดลองที่ 4.4.2 แบ่งเป็น 3 การทดลองย่อยดังนี้

##### 6.1.1 วิเคราะห์ผลการวิจัยการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติในการทดลองที่ 4.4.2.1

จากผลการทดลองในตารางที่ 5.2.1 ได้ความถูกต้องในการแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติที่ 99.26 % ส่วนที่แปลงผิดเป็นจำนวน 238 ตัวอักษร จากทั้งหมด 32,280 ตัวอักษร แบ่งได้ดังนี้

1. ความผิดพลาดที่เกิดจากการสลับที่ข้อมูล เป็นจำนวน 12 ตัวอักษร เกิดจาก

การแบ่งคำควบกล้ำผิด เช่น

“ หินบ่อนอกและ ” แปลงได้เป็น “ หินบ่อนอกและ ”

นับอักษร ก(ก) เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการสลับที่ข้อมูล

ความผิดพลาดนี้เกิดจาก ในการวิจัยนี้การแปลงอักษรควบกล้ำในสระผสม

ต่างๆ จะใช้วิธีตรวจสอบการใช้อักษรควบกล้ำสำหรับสระผสมก่อน หากตรง

ตามตารางในภาคผนวก ก. พยัญชนะควบกล้ำที่ใช้กับสระผสม จะแปลงเป็น

พยัญชนะควบกล้ำ ทำให้คำบางคำที่ไม่ใช่พยัญชนะควบกล้ำจริงๆแปลงผิดไป

ด้วย ดังเช่นตัวอย่างข้างต้น

2. ความผิดพลาดที่เกิดจากการลบข้อมูล เป็นจำนวน 19 ตัวอักษร เกิดจากการแบ่งคำความบกพร่อง และการแปลงอักษร 2 ตัวรวมเป็นอักษรตัวเดียว เช่น

**ตัวอย่างที่1** การแปลงอักษร 2 ตัวรวมเป็นอักษรตัวเดียว “ พระองค์ทรง ”

แปลงได้เป็น “ พระองค์ทรง ”

การันต์(-) ติดกับอักษร ท(ท) จะแปลงเป็นอักษร ฐ(ฐ)

นับการันต์(-) ที่หายไปเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการลบข้อมูล

ความผิดพลาดนี้ เกิดจากการใช้วิธีแปลงตัวอักษรที่ใช้เบรลล์หลายตัวก่อนในภาษาไทย ทำให้อักษรเบรลล์บางตัวเมื่อนำมาต่อกับเบรลล์อีกตัวหนึ่งแปลงไปเป็นอักษรอีกตัวหนึ่ง ในตัวอย่างที่ 2 คือ

การันต์(-) + อักษร ท (ท) แปลงไปเป็น อักษร ฐ (ฐ)

3. ความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ข้อมูล เป็นจำนวน 207 ตัวอักษร เกิดจากการแปลงอักษรที่กำกวมผิด และการแปลงอักษร 2 ตัวรวมเป็นอักษรตัวเดียว เช่น

**ตัวอย่างที่1** การแปลงอักษรที่กำกวม “ ฤๅษี ” แปลงได้เป็น “ ฤๅษ; ”

นับสระอี(-) ที่แปลงเป็นเซมิโคลอน(; ) เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ข้อมูล

**ตัวอย่างที่2** การแปลงอักษรที่กำกวม “ คันหา ” แปลงได้เป็น “ ค.นหา ”

นับไม้โท(-) ที่แปลงเป็นจุด(.) เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ข้อมูล

**ตัวอย่างที่3** การแปลงอักษร 2 ตัวรวมเป็นอักษรตัวเดียว “ พระองค์ทรง ”

แปลงได้เป็น “ พระองค์ทรง ”

การันต์(-) ติดกับอักษร ท(ท) จะแปลงเป็นอักษร ฐ(ฐ)

นับอักษร ท(ท) ที่แปลงเป็น อักษร ฐ(ฐ) เป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ข้อมูล

ความผิดพลาดในการคิดคะแนนส่วนหนึ่งมาจากการคิดคะแนนจากคำที่สั้นมาก ๆ เช่น คำว่า “คันหา” จะเห็นว่าตัวอักษรที่กำกวมเกิดขึ้นตั้งแต่ตัวที่ 2 คือ ไม้โท(-) และการคิดคะแนนจะเริ่มจากตัวแรกคือ อักษร ค(ค) ไปจนถึงตัวที่กำกวม(ไม้โท และ จุด ในอักษรเบรลล์เขียนเหมือนกัน) ในที่นี้เป็นการคิดคะแนนระหว่าง “คั” กับ “ค.” ได้ผลคะแนนดังนี้

คิดคะแนนสำหรับ "คั"  $6.789 * 10^{-19}$

คิดคะแนนสำหรับ "ค."  $8.752 * 10^{-19}$

โดยปกติเอกสารทั่วไปโอกาสเกิด "คั" มากกว่า "ค." แต่เนื่องจากการปรับค่าน้ำหนักในการทดลองที่ 4.4.2.1.1 เพื่อให้ได้การแปลงโดยรวมถูกต้องสูงที่สุดจึงทำให้การคิดคะแนนของคำที่สั้นๆมีผลเปลี่ยนไป

#### 6.1.2 วิเคราะห์ผลการวิจัยการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติในการทดลองที่ 4.4.2.2

จากผลการทดลองในตารางที่ 5.2.2 ได้ความถูกต้องในการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษเป็นอักษรอังกฤษปกติที่ 99.77 % ส่วนที่แปลงผิดเป็นจำนวน 52 ตัวอักษร จากทั้งหมด 22,669 ตัวอักษร เป็นความผิดพลาดแบบแทนที่ข้อมูลทั้งหมด เกิดจากการแปลงเครื่องหมายคำพูด เช่น "\_\_\_" และ "\_\_\_" แปลงเป็นอักษรเบรลล์ได้เหมือนกันคือ จุด 2-3-6 (⠠⠠⠠) สำหรับเครื่องหมายคำพูดเปิด และจุด 3-5-6 (⠠⠠⠠) สำหรับเครื่องหมายคำพูดปิด ในการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษกลับเป็นอักษรอังกฤษปกติ จะแปลงได้เป็น "\_\_\_" ซึ่งทำให้กรณีที่ตั้งนับเป็น "\_\_\_" นับเป็นความผิดพลาดแบบแทนที่ข้อมูล

#### 6.1.3 วิเคราะห์ผลการวิจัยการแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมไทยเป็นอักษรปกติในการทดลองที่ 4.4.2.3

จากผลการทดลองในตารางที่ 5.2.3 การแปลงอักษรเบรลล์อังกฤษผสมเบรลล์ไทยกลับเป็นอักษรปกติโดยใช้แบบจำลองภาษาในการเลือกภาษาที่ใช้แปลงกลับนั้นได้ความถูกต้องที่ 98.74 % ส่วนที่แปลงผิดเป็นจำนวน 843 ตัวอักษร จากทั้งหมด 67,099 ตัวอักษร แบ่งเป็นความผิดพลาดที่เกิดในส่วนของแปลงไทยอย่างเดียวและการแปลงอังกฤษอย่างเดียวจำนวนรวมกัน 629 ตัวอักษร และอีกส่วนเกิดจากการเลือกภาษาผิดจำนวน 214 ตัวอักษร

ความผิดพลาดที่เกิดจากการเลือกภาษาผิดจำนวน 214 ตัวอักษรจะถูกนับเป็นความผิดพลาดที่เกิดจากการแทนที่ข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 เกิดจากการคิดคะแนนด้วยแบบจำลองภาษาแล้วเลือกภาษาที่ใช้แปลงตามคะแนนที่ได้ แต่ไม่ตรงกับข้อความที่ควรจะเป็น กลุ่มนี้มีจำนวน 163 ตัวอักษร เช่น

คำว่า " ละคร "

คิดคะแนนสำหรับภาษาไทยได้  $1.526 * 10^{-5}$

คิดคะแนนสำหรับภาษาอังกฤษได้  $1.879 * 10^{-5}$

คะแนนการแปลงกลับด้วยภาษาอังกฤษสูงกว่า ทำให้แปลงกลับได้เป็น "laur "

กลุ่มที่ 2 เกิดจากการเขียนอักษรภาษาไทยติดกับอักษรภาษาอังกฤษทำให้ผลการคิดคะแนนด้วยแบบจำลองภาษาเพื่อเลือกภาษาที่ใช้แปลงได้คะแนนไม่ตรงตามที่ควรจะเป็น กลุ่มนี้มีจำนวน 51 ตัวอักษร เช่น

ประโยค "artist...ค้นหาใน"

คิดคะแนนสำหรับภาษาไทยทั้งประโยคได้  $1.496 * 10^{-48}$

คิดคะแนนสำหรับภาษาอังกฤษทั้งประโยคได้  $2.057 * 10^{-51}$

คะแนนการแปลงกลับด้วยภาษาไทยสูงกว่า ทำให้กรณีนี้แปลงกลับด้วยภาษาไทยได้เป็น "ะรถโสถ์ค้นหาใน"

จากตัวอย่างด้านบน หากมีเว้นวรรค<เว้นวรรค> ระหว่าง 2 ภาษาเช่น "artist...<เว้นวรรค>ค้นหาใน"

การคิดคะแนนจะแยกเป็น 2 ช่วงคือ "artist..." และ "ค้นหาใน"

การคิดคะแนนสำหรับคำว่า "artist..." ได้เป็น

คิดคะแนนสำหรับภาษาไทยได้  $3.756 * 10^{-39}$

คิดคะแนนสำหรับภาษาอังกฤษได้  $3.906 * 10^{-22}$

กรณีนี้แปลงกลับด้วยภาษาอังกฤษได้เป็น "artist..."

และการคิดคะแนนสำหรับคำว่า "ค้นหาใน"

คิดคะแนนสำหรับภาษาไทยได้  $3.628 * 10^{-8}$

คิดคะแนนสำหรับภาษาอังกฤษได้  $3.517 * 10^{-44}$

กรณีนี้แปลงกลับด้วยภาษาไทยได้เป็น "ค.ค้นหาใน"

### 6.3 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยเกี่ยวกับการแปลงอักษรอังกฤษผสมไทยเป็นเบรลล์ทั้งไปและกลับนี้ยังมีปัญหาที่สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ในการแปลงอักษรเบรลล์กลับเป็นอักษรปกติ เช่น

- การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติ อักษรบางตัวเมื่อเขียนต่อกับอักษรอีกตัวจะสามารถแปลงเป็นอักษรอีกตัวหนึ่งได้ เช่น  
การันต์(๑๑) + อักษร ท(๑๑) = อักษร ฐ(๑๑๑๑)  
จากตัวอย่าง จะเห็นว่ามีกรณีที่เป็นไปได้ 2 กรณีคือ การันต์ + อักษร ท หรือ เป็นอักษร ฐ หากนำแบบจำลองภาษามาช่วยในการคำนวณคะแนนของแต่ละกรณีก็น่าจะทำให้แยกแยะระหว่าง 2 กรณีนี้ได้
- การแปลงอักษรเบรลล์ไทยเป็นอักษรไทยปกติโดยแปลงคำควบกล้ำก่อนทำให้บางกรณีแปลงผิด เช่น  
“ หินบ่อนอกและ ” แปลงได้เป็น “ หินบ่อนอกแกละ ”  
จากตัวอย่าง จะเห็นว่ามีกรณีที่เป็นไปได้ 2 กรณีคือ การตัดเฉพาะอักษร ล อยู่ในสระแอะ หรือ การตัดทั้งอักษร ก และ อักษร ล อยู่ในสระแอะ ซึ่งหากนำแบบจำลองภาษามาช่วยในการคำนวณคะแนนของแต่ละกรณีก็น่าจะทำให้แยกแยะระหว่าง 2 กรณีนี้ได้
- การแบ่งช่วงในการเลือกภาษาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องหมายเว้นวรรคในการแบ่งคำ ทำให้การเขียนภาษาไทยและภาษาอังกฤษติดกันจะแปลงผิดเป็นภาษาเดียว เช่น  
“artist...ค้นหาใน”  
หากพัฒนาจุดที่ใช้ในการแบ่งภาษาที่มากกว่าแบ่งด้วยเว้นวรรค ก็จะทำให้มีผล การแปลงกลับได้ถูกต้องยิ่งขึ้น เช่น ในตัวอย่างนี้ หากแบ่งด้วยจุด 3 จุดติดกัน ก็จะสามารถแปลงส่วนของภาษาอังกฤษ และส่วนของภาษาไทยได้แม่นยำขึ้น



## รายการอ้างอิง

- [1] National Federation of the Blind. [online] .2008.Available Form:  
<http://www.nfb.org/nfb/nfbtrans.asp?SnID=995977526> [3 เมษายน 2552].
- [2] สุขุม มหิทธิหาญ. การพิมพ์เอกสารเบรลล์จากโปรแกรมจัดพิมพ์เอกสารภาษาไทย/ภาษาอังกฤษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2535.
- [3] วีระแมน นิยมพล. โครงการ “การพัฒนาโปรแกรมแปลอักษรเบรลล์ไทย version 1.50”,  
<http://www.rs.mahidol.ac.th/thai/research/research-paper/resarch-per/2541/การพัฒนาโปรแกรมแปลอักษรเบรลล์ไทย%20%20Version%201.50.pdf>, สืบค้น  
เมื่อ 26 มีนาคม พ.ศ. 2550
- [4] สมทรง พันธุ์สุวรรณ. การอ่าน เขียน พิมพ์ อักษรเบรลล์. พิมพ์ครั้งที่1 กรุงเทพฯ:จ  
เจริญการพิมพ์, 2538.
- [5] ส่วนส่งเสริมการผลิตสื่อการศึกษาเพื่อคนพิการศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา  
กระทรวงศึกษาธิการ, “แบบเรียนอักษรเบรลล์”, [http://www.braille-  
cet.in.th/braille/braille-uploads/libs/history%20of%20braille\\_9597.pdf](http://www.braille-cet.in.th/braille/braille-uploads/libs/history%20of%20braille_9597.pdf), สืบค้น  
เมื่อ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550
- [6] B. Claudio and R. Lucio. Speech Recognition. John Winley & Sons Inc, 1999
- [7] Chai Wutiwivatchai. [online] .2004 . Available Form: [http://thaispeech.longdo.org/  
speechy/thaispeech2/index.html](http://thaispeech.longdo.org/speechy/thaispeech2/index.html) [7 มีนาคม 2552].
- [8] P. Blenkhorn, “A System for Converting Braille into Print.” IEEE Trans.  
Rehabilitation Engineering, 3(1995):215-221.
- [9] P. Blenkhorn, “A System for Converting Print into Braille.” IEEE Trans.  
Rehabilitation Engineering, 5(1997):151-129.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก .พัญจนะควบกล้าที่ใช้กับสระผสม



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

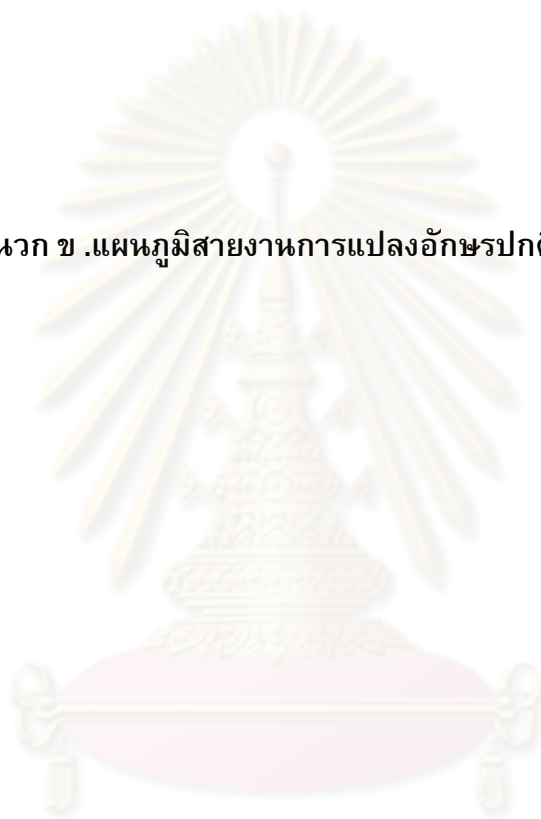
การใช้พยัญชนะควบกล้ำกับสระบางตัวในการเขียนอักษรเบรลล์มีความแตกต่างในการเรียงลำดับตัวอักษรแตกต่างจากอักษรตาดีภาษาไทย จึงจำเป็นต้องมีข้อควรระวังในการนำมาใช้ โดยต้องตรวจสอบให้มั่นใจว่าคำควบกล้ำคำนั้นเป็นคำที่แปลงออกมาอย่างถูกต้อง เช่น เวลา แปลงได้กรณีเดียวคือ เว-ลา ไม่ถือเป็นคำควบกล้ำ เป็นต้น

จากวิทยานิพนธ์การพิมพ์เอกสารอักษรเบรลล์จากโปรแกรมจัดพิมพ์เอกสารภาษาไทย/ภาษาอังกฤษ[2] ใช้วิธีการตรวจสอบจากตารางเพื่อเลือกที่จะใช้เป็นพยัญชนะควบกล้ำสำหรับสระผสมหรือเป็นการแปลงแยกทีละคำ แสดงดังตารางต่อไปนี้

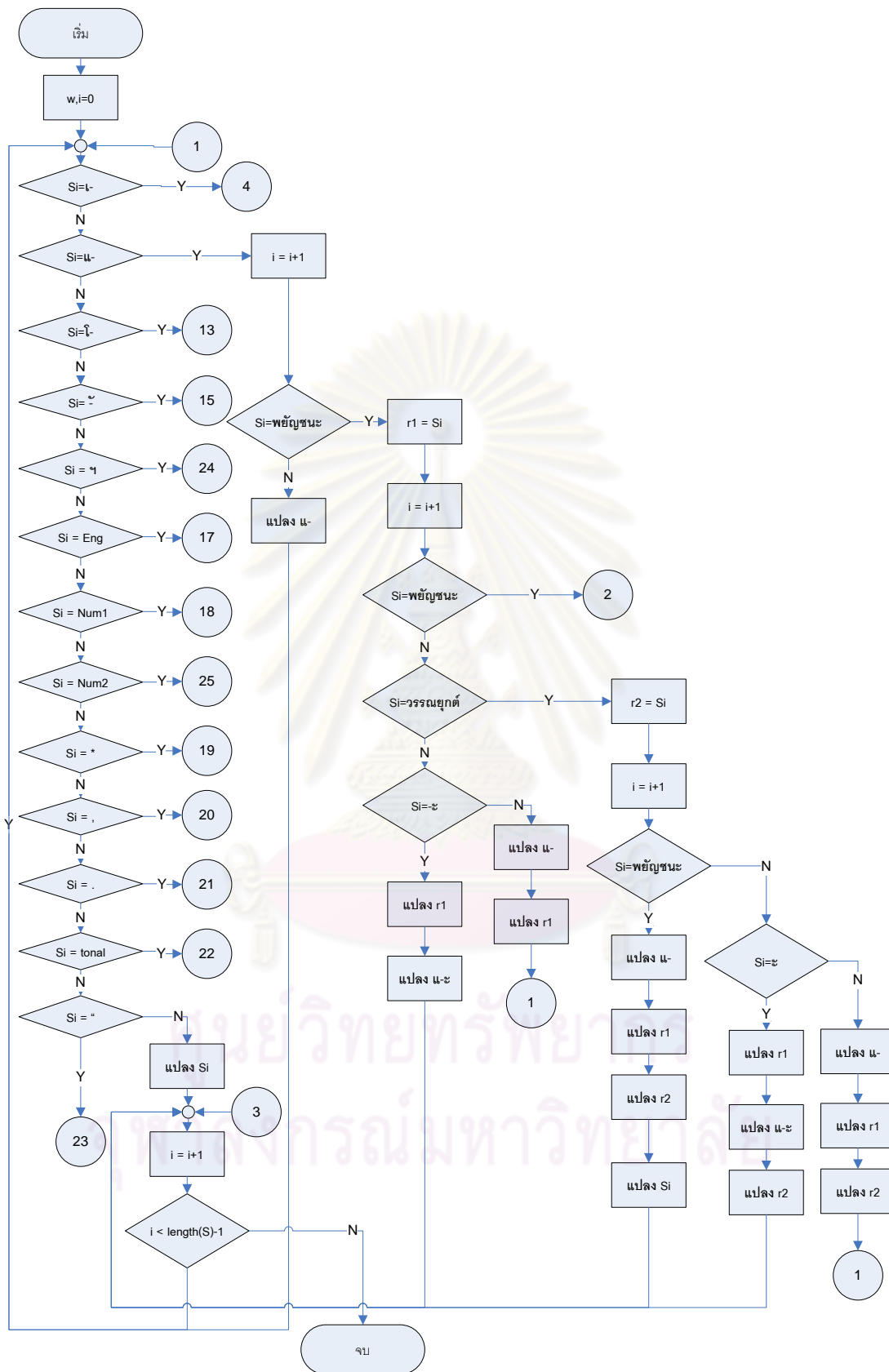
สระ	พยัญชนะควบกล้ำ ตัวแรก	พยัญชนะควบกล้ำ ตัวสอง	ตัวอย่าง
เอะ	ป ข ผ พ	ร ล	เประ เพละ
แอะ	ค ห ห ส ห ข ห พ ผ ก	ร ม ย ว ล	แคะ แหมะ แสะยะ แขวะ แหละ
เออะ	ก ป	ร	เประอะ
เออ	ส ก ห ป ห ส ห ก ห ผ	น ร ม ย ล	เสนอ หเรอ เสมอ เหยอ เกลอ
โอะ	ห ฉ ท ห ป ค พ ศ ห ข ห พ ข ห ห ค พ ผ	น ร ม ย ว ล	โหนะ, โฉนด โปรด โหมะ โหยะ โหวด โพละ
เออะ	ก ป ค พ ห ห ห ป พ ผ ฉ	ร ม ย ล พ	เกราะะ, เคะราะหี เหมาะ เหยาะ เปลาะ เฉพาะ

สระ	พยัญชนะควบกล้ำ ตัวแรก	พยัญชนะควบกล้ำ ตัวสอง	ตัวอย่าง
เอีย	ห ส พ ก ต ห ค พ ป ห ส ส ก ห ฉ ก ห ป ฟ ฉ ค ส ก ห ส ส	น ร ม ง ว ล บ ษ ย ถ	เสนียด, เพนียด เครียร์, เปรียบ เสมียน เสงี่ยม เหวียง เกลี้ย เสบียง เกษียน เหยียด เสถียร
เอือ	ห ป ค พ ห ห ส ห ก อ ม ห ป ค ถ	น ร ง ม ย ล	เหนื่อ เครือ เหงือ เหมื่อน เหยื่อ เกลื่อน, เคลื่อน
เอียะ	ป พ ฝ	ร ล	เปรียะ เพลียะ
เอือะ	ป	ร	เปรีอะ
เอา	ป ค พ ศ ท ห ห ข ช ห ข ห ก ห ป ค พ ข	ร ง ม ย ว ล	เศร้า, เพลา เหงา หมา, เขม่า เหย้า กาเหว่า เปล้า
เอี	ก ส จ พ ผ ห ผ ต ห ค พ ถ ผ ผ ฉ	ร อ ย ล ด ช ล	เสริญ, เจริญ ผอิญ เหยิน เตลิด ผetim ผเชิญ เจลิ้ม

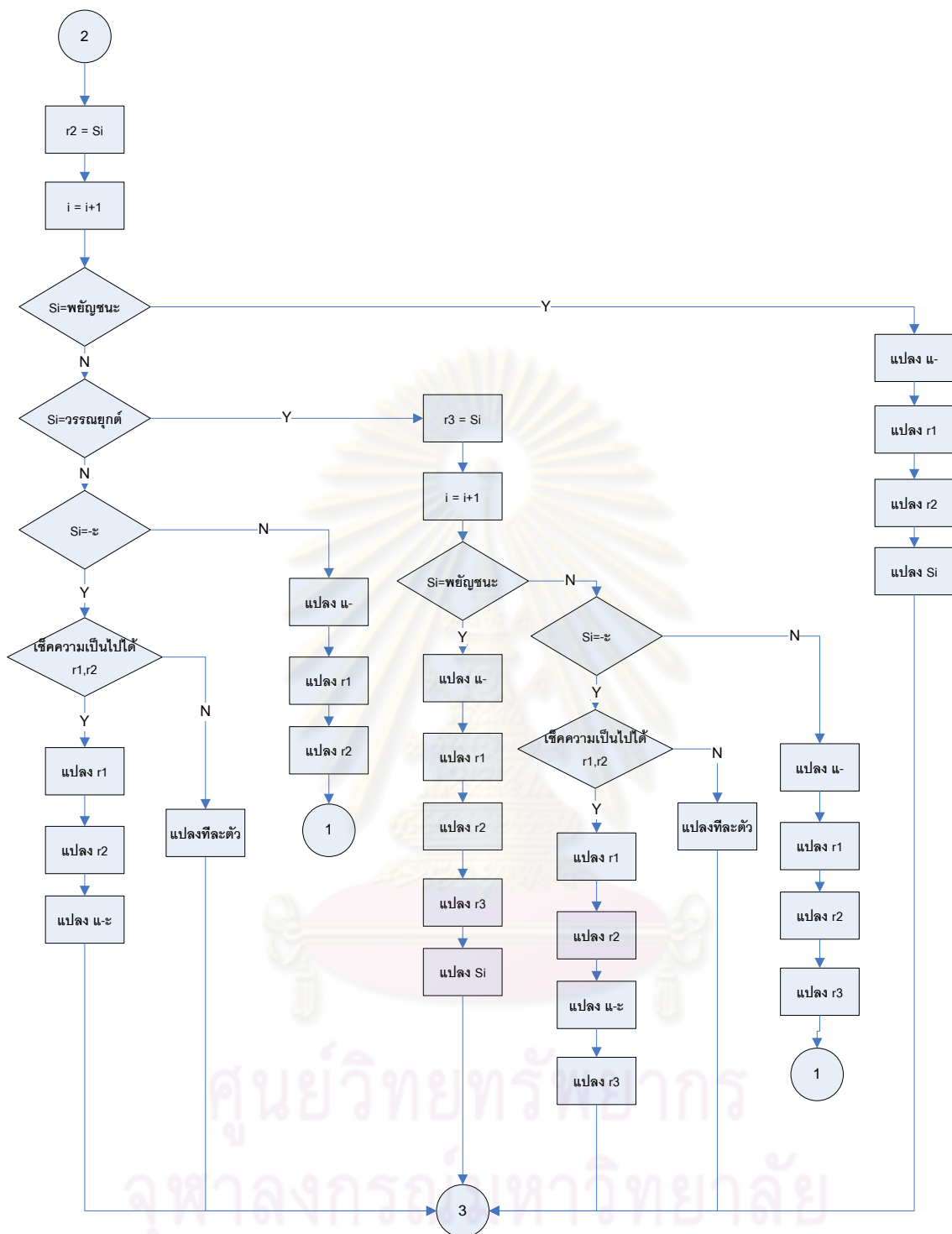
ภาคผนวก ข .แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



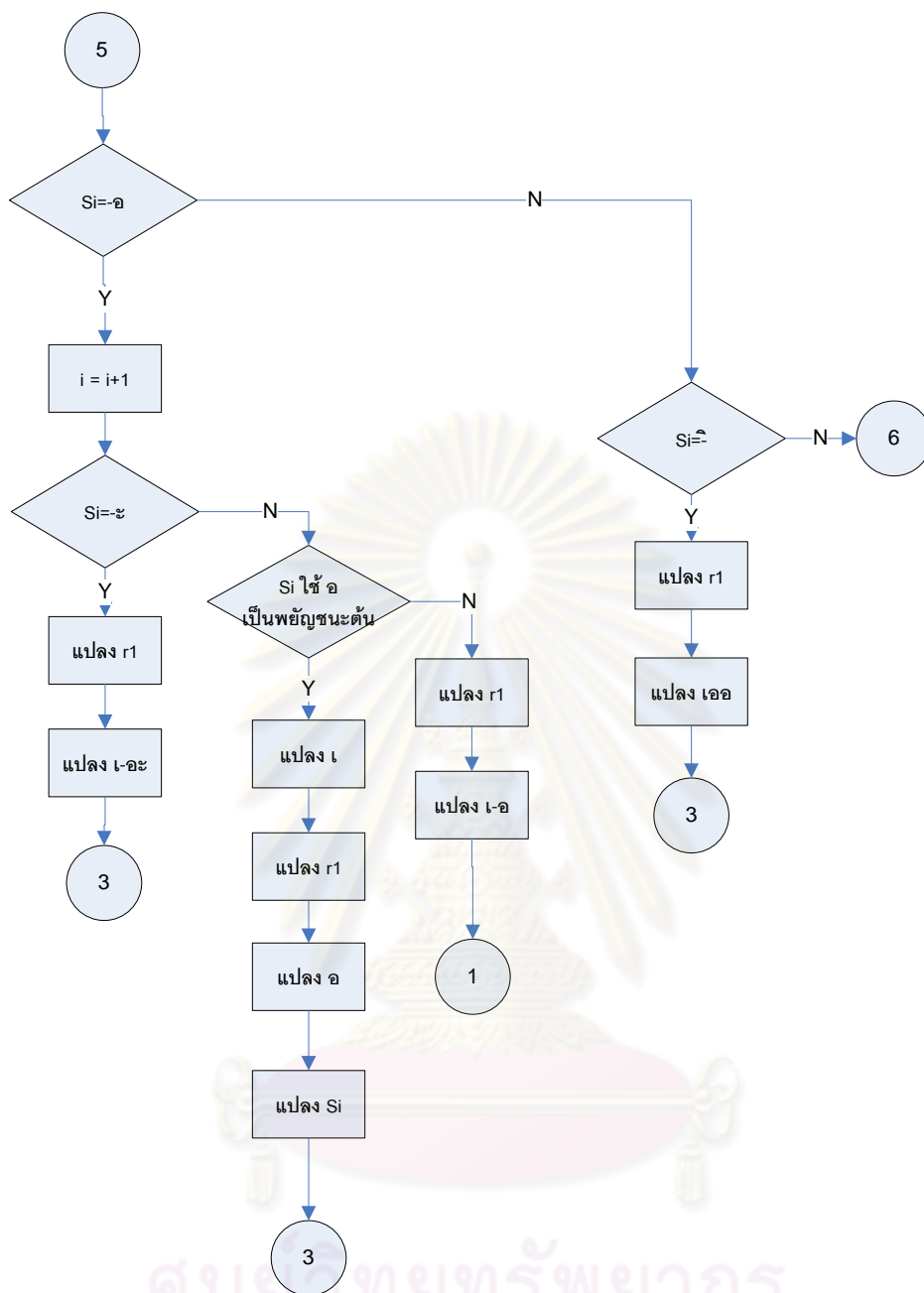
แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์



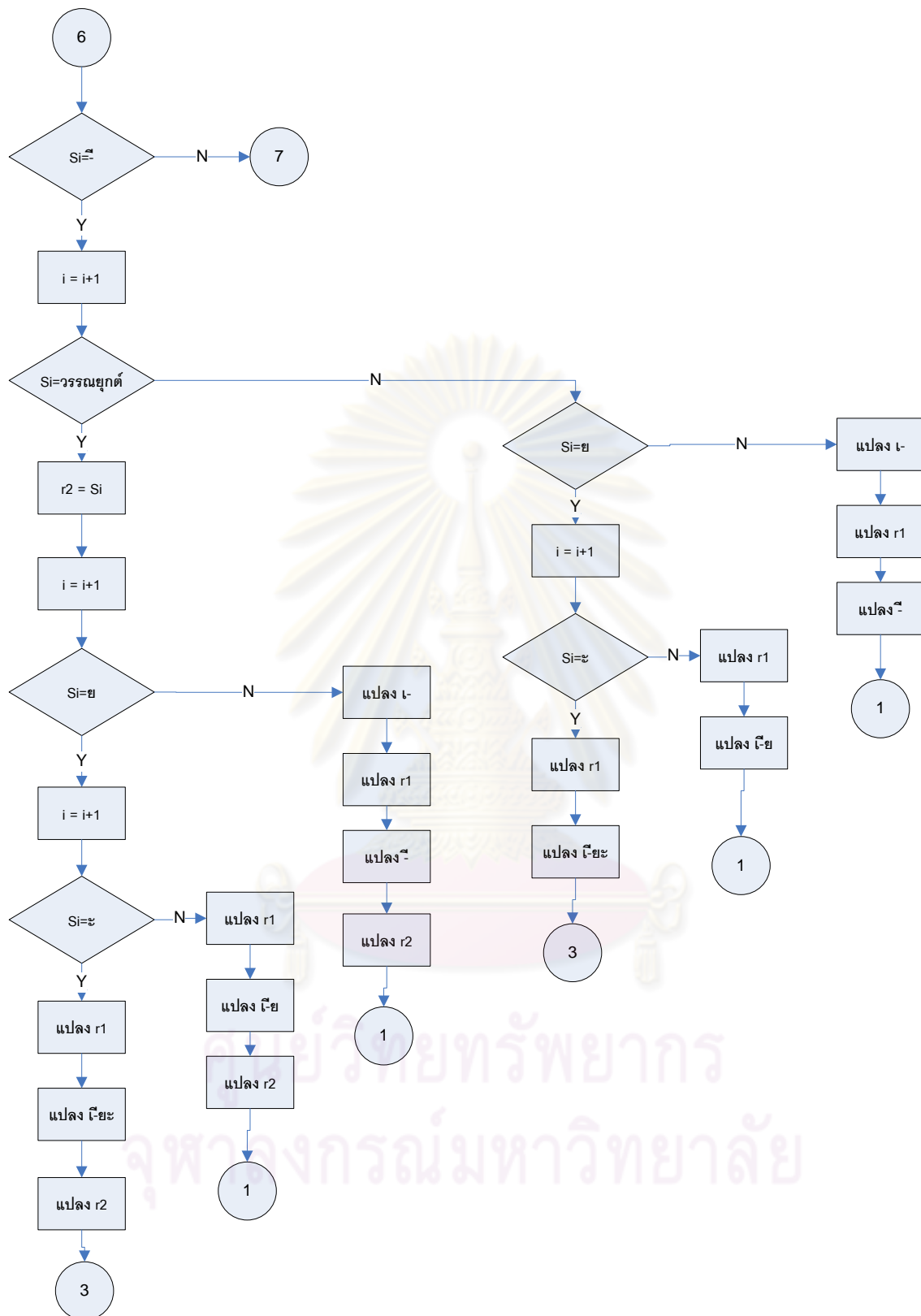
แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)



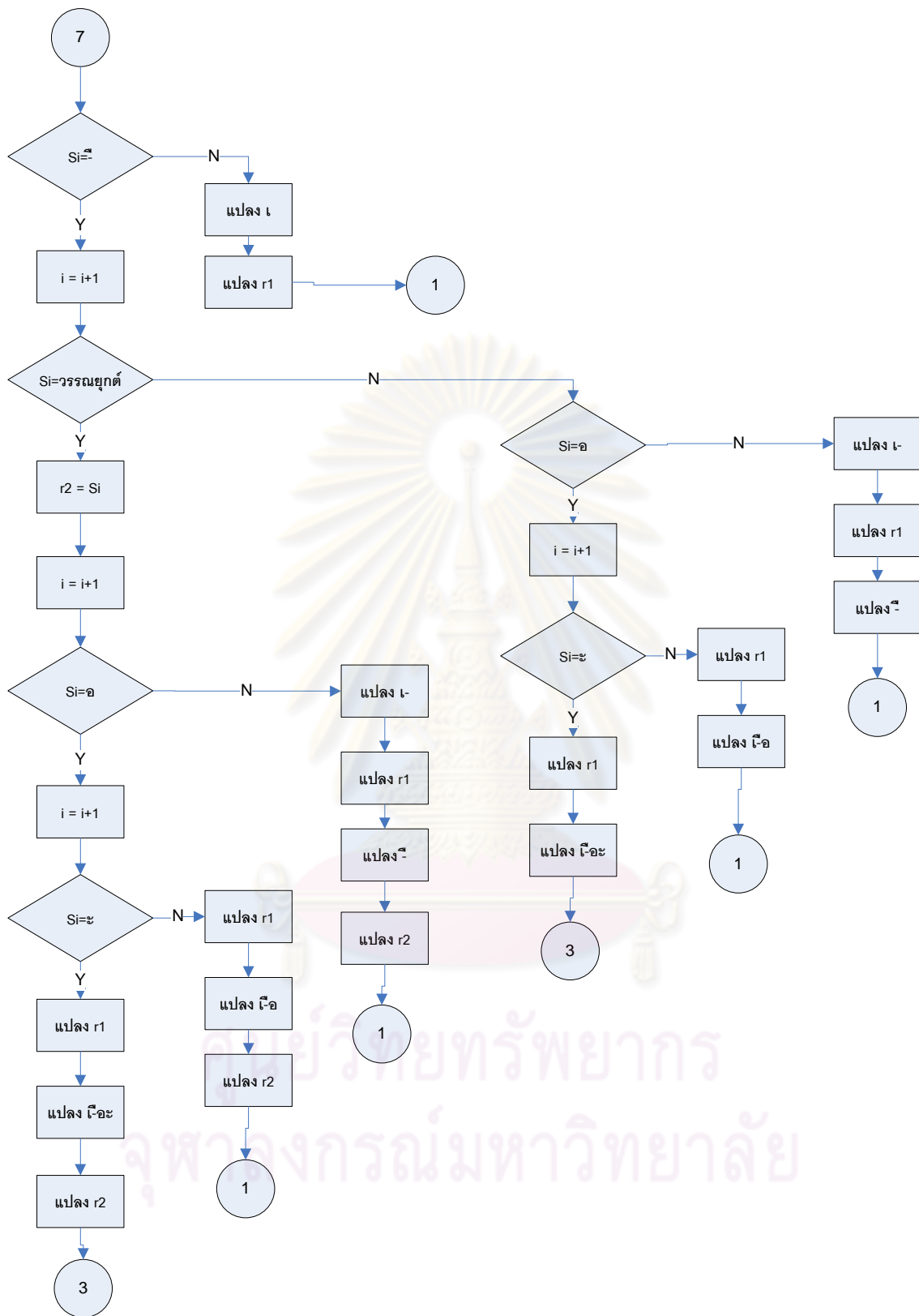




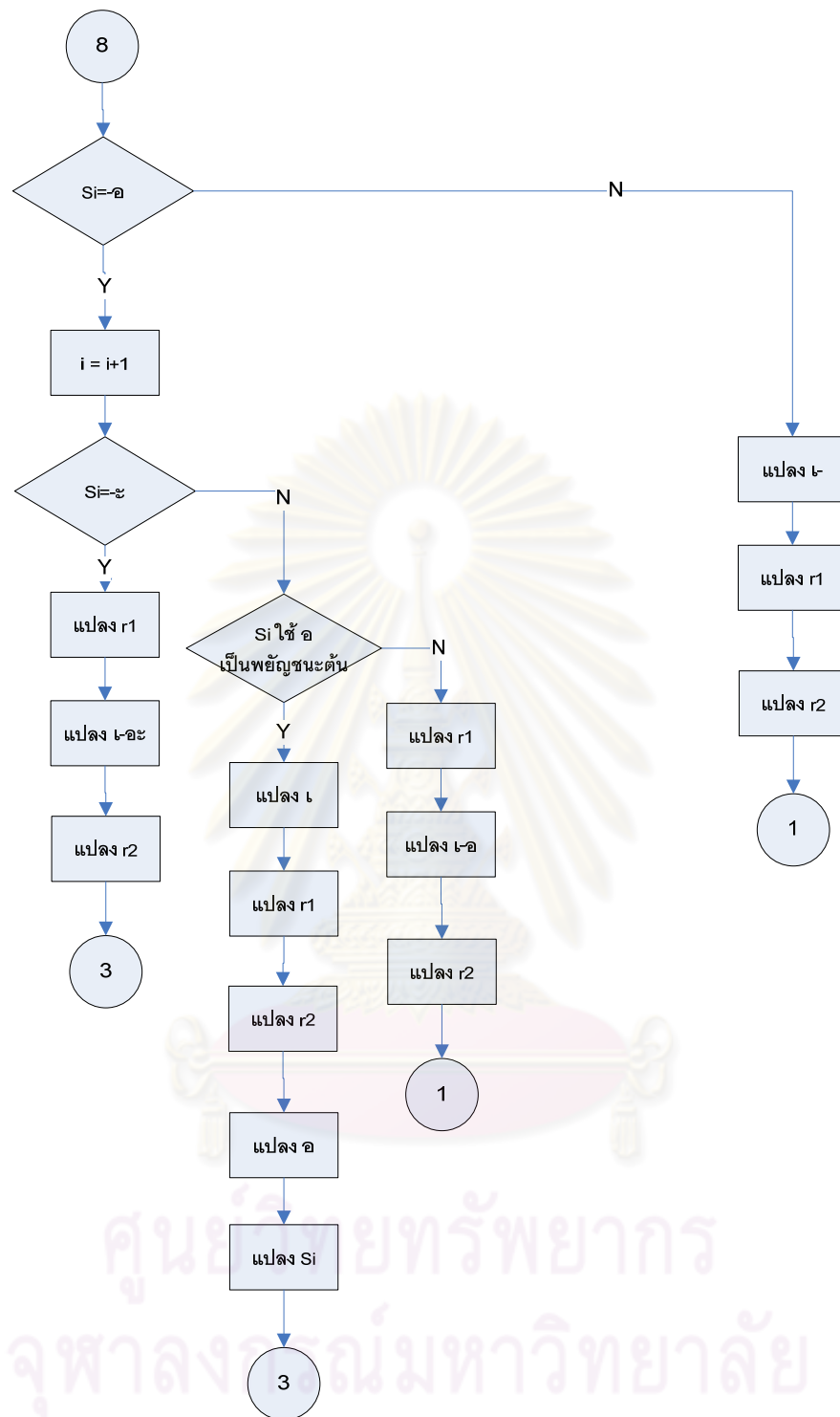
แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)

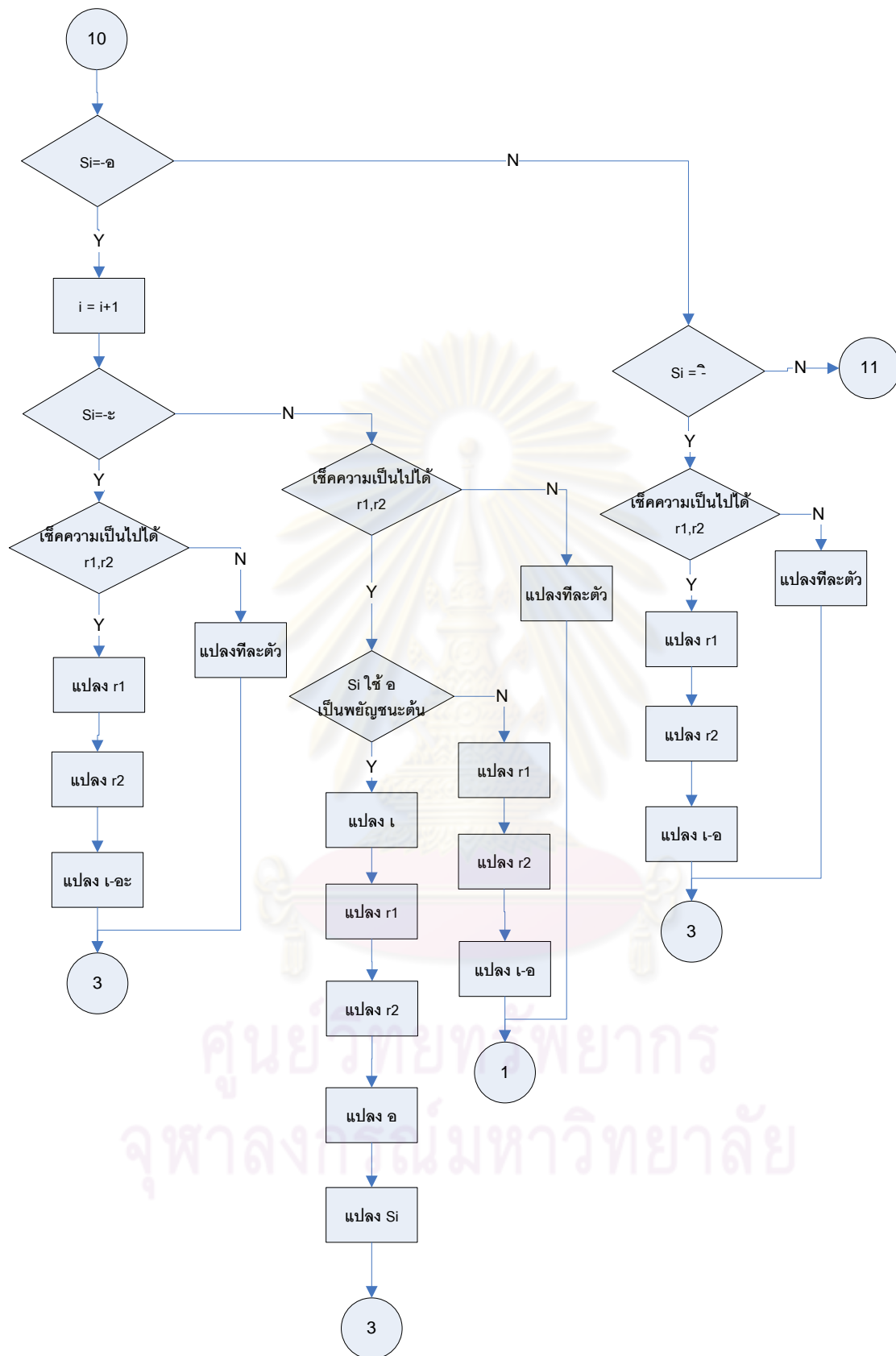


แผนภูมิสายงานการเปลี่ยนอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)

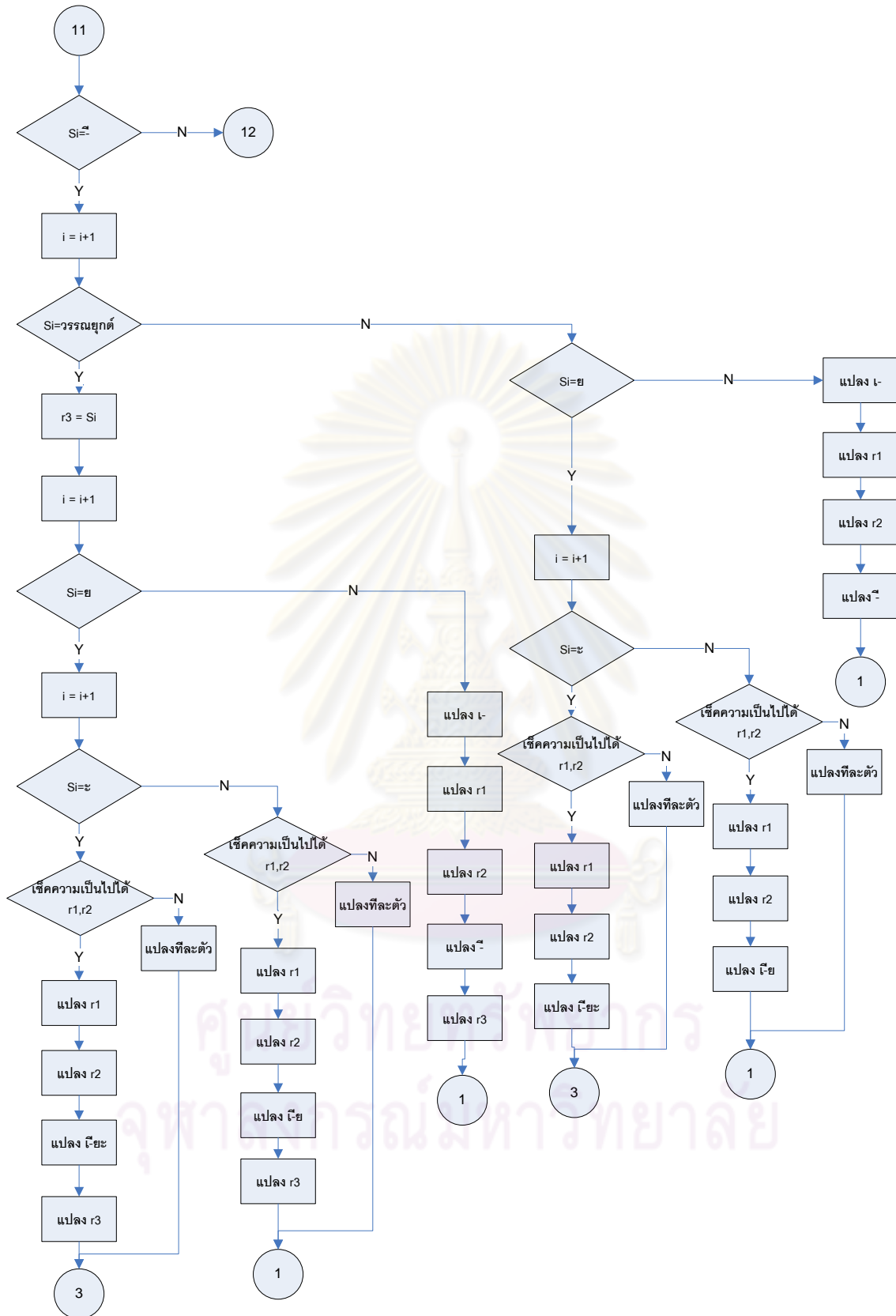


แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)





แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)

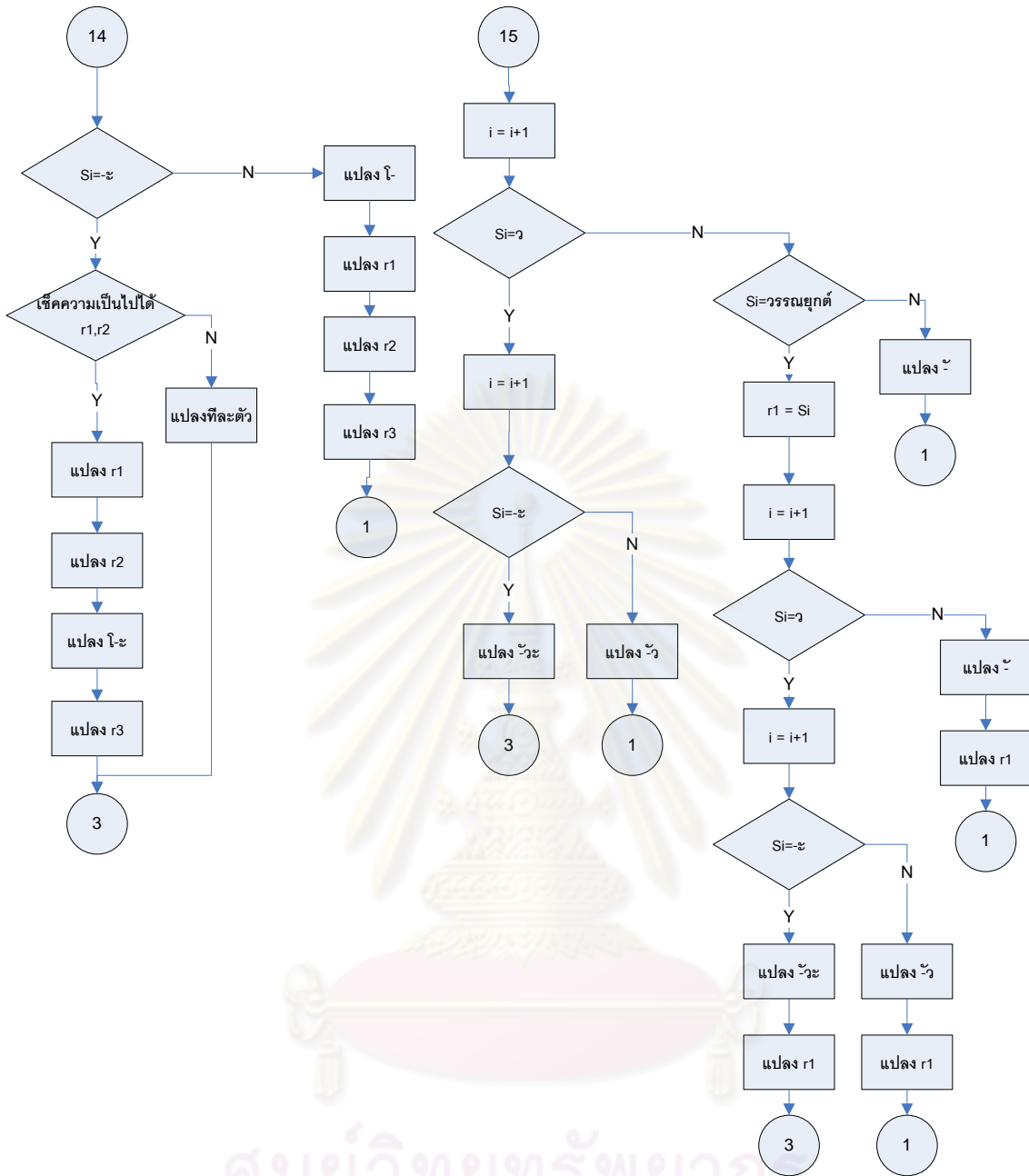


แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)



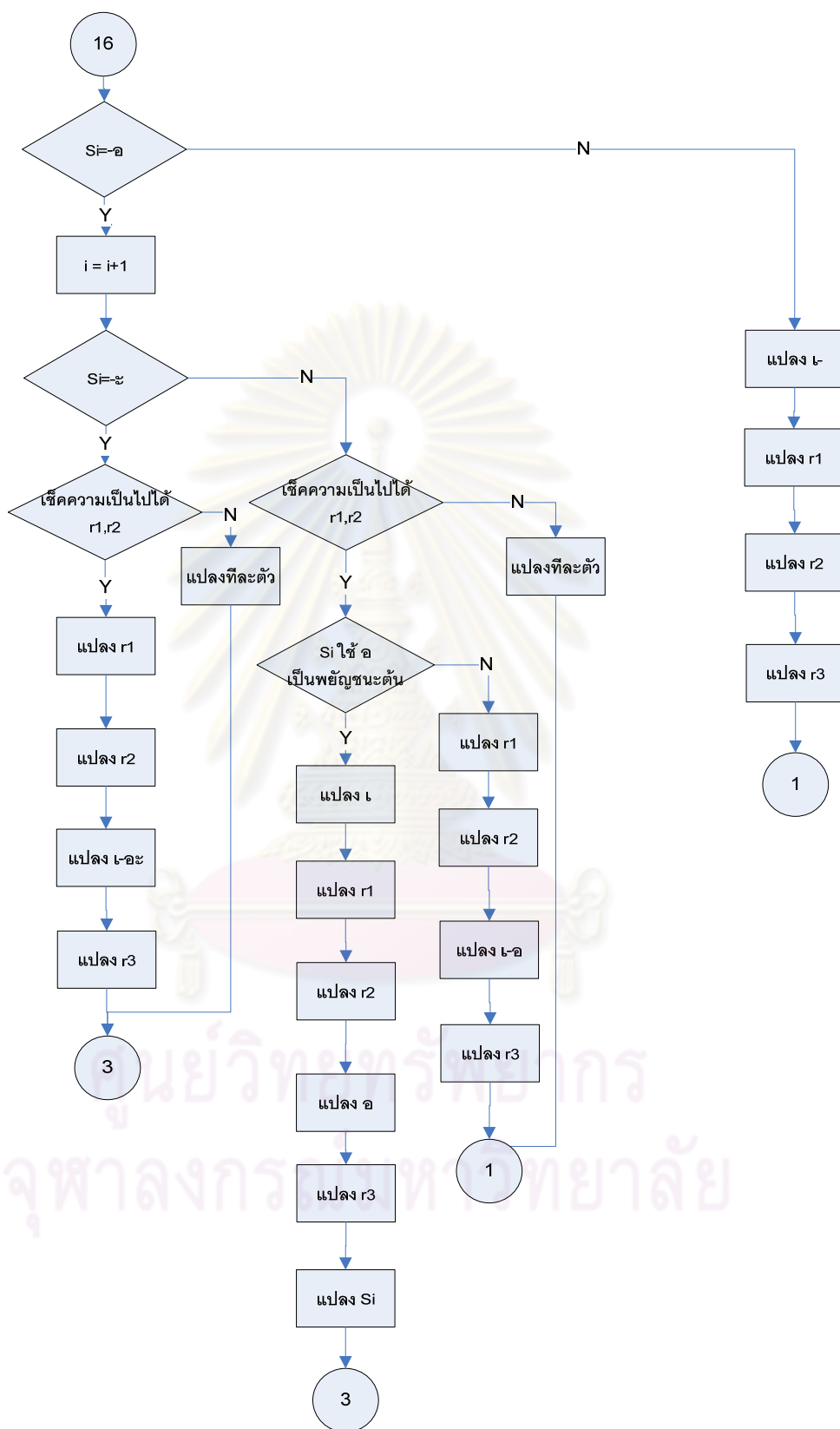




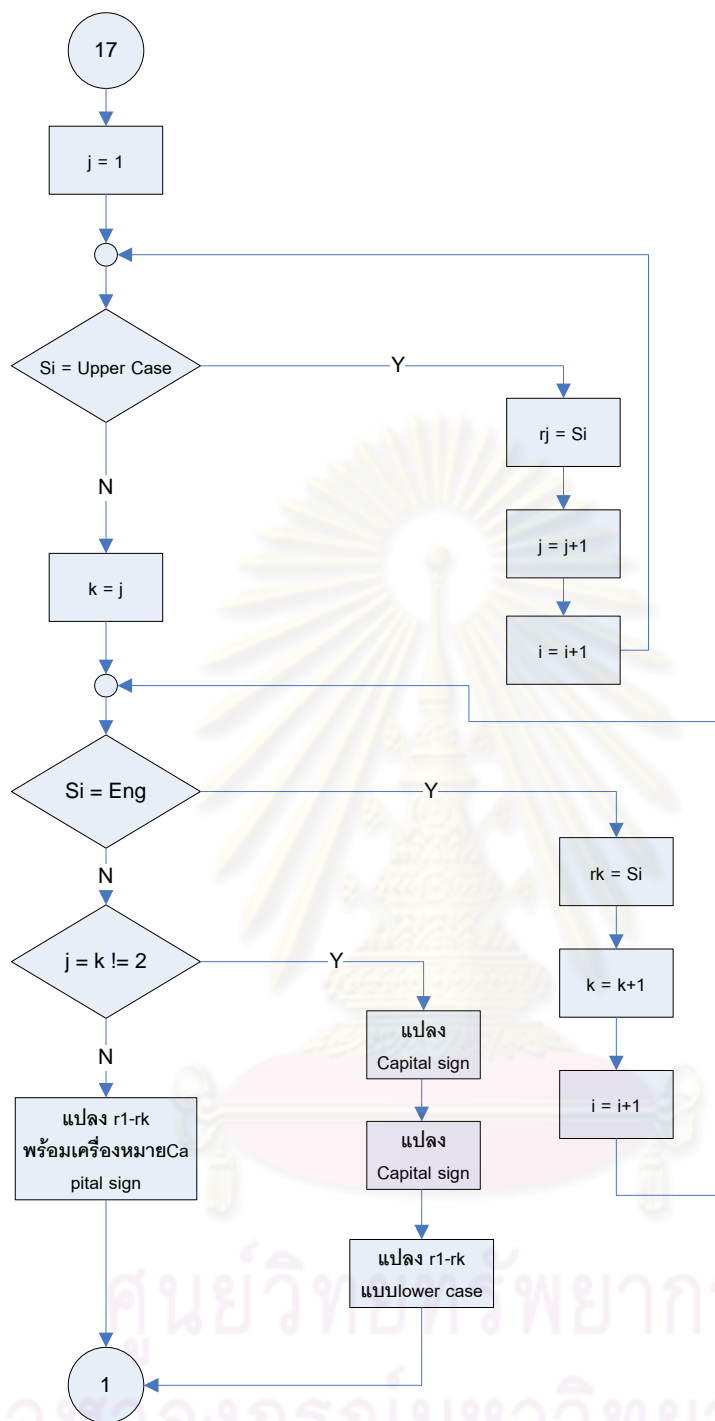


แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)

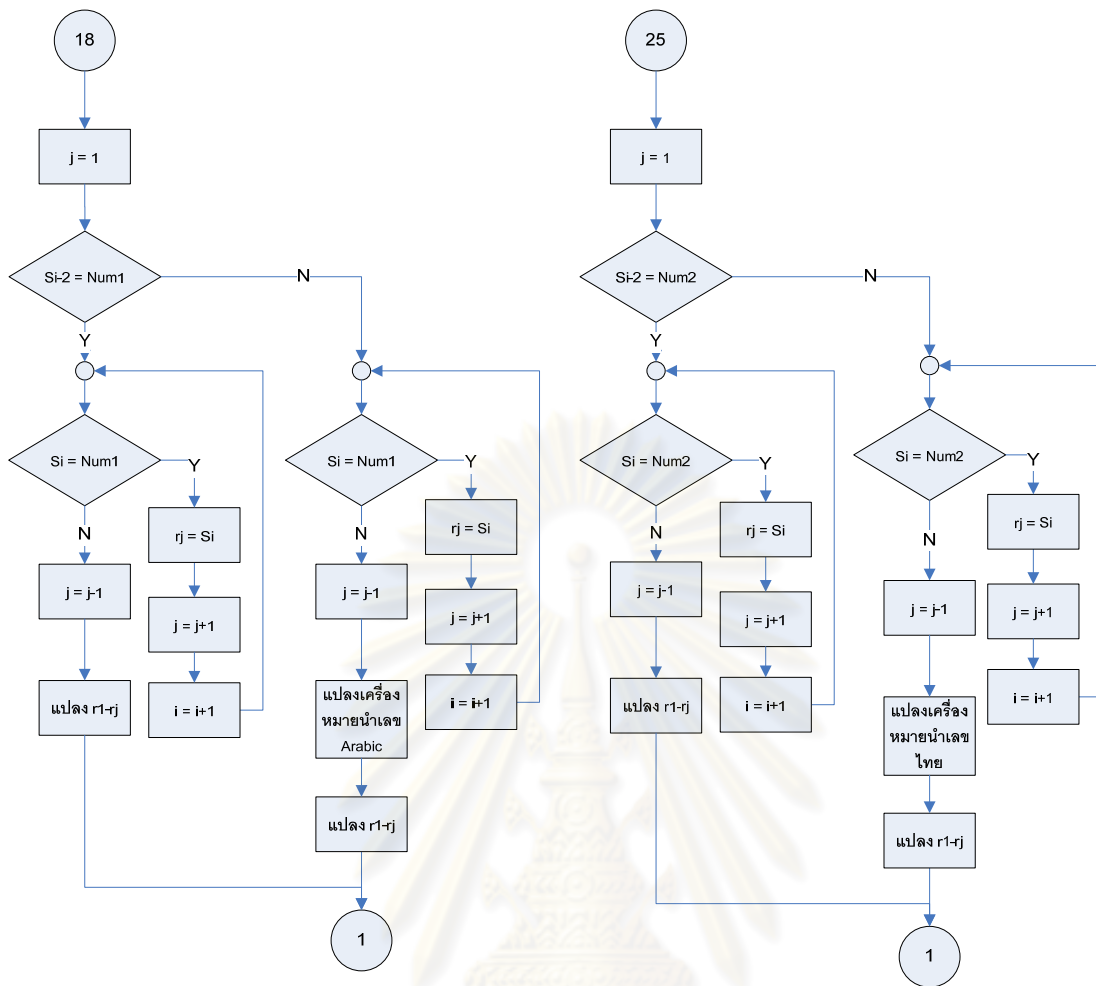
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)

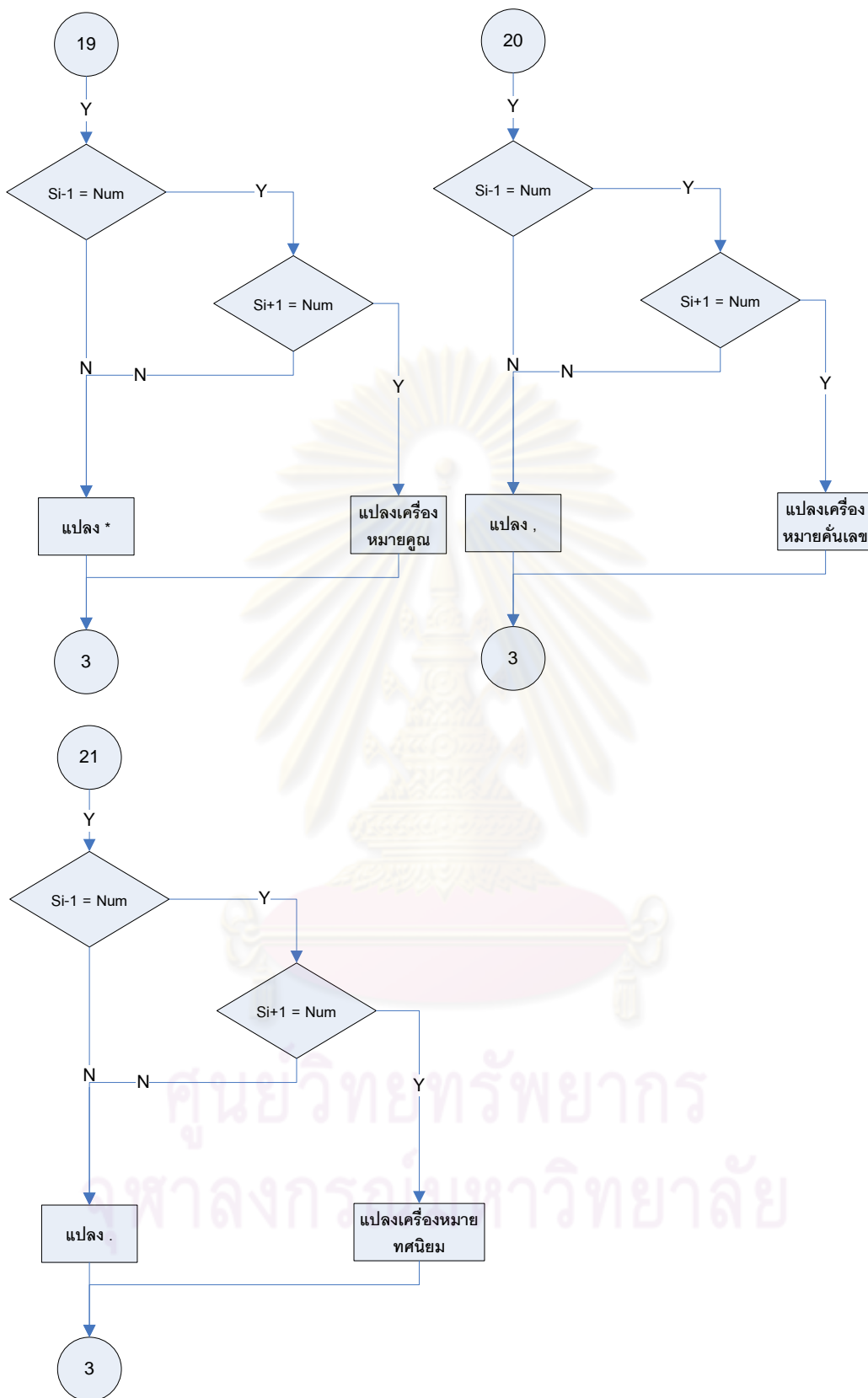


แผนภูมิตายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบรลล์(ต่อ)

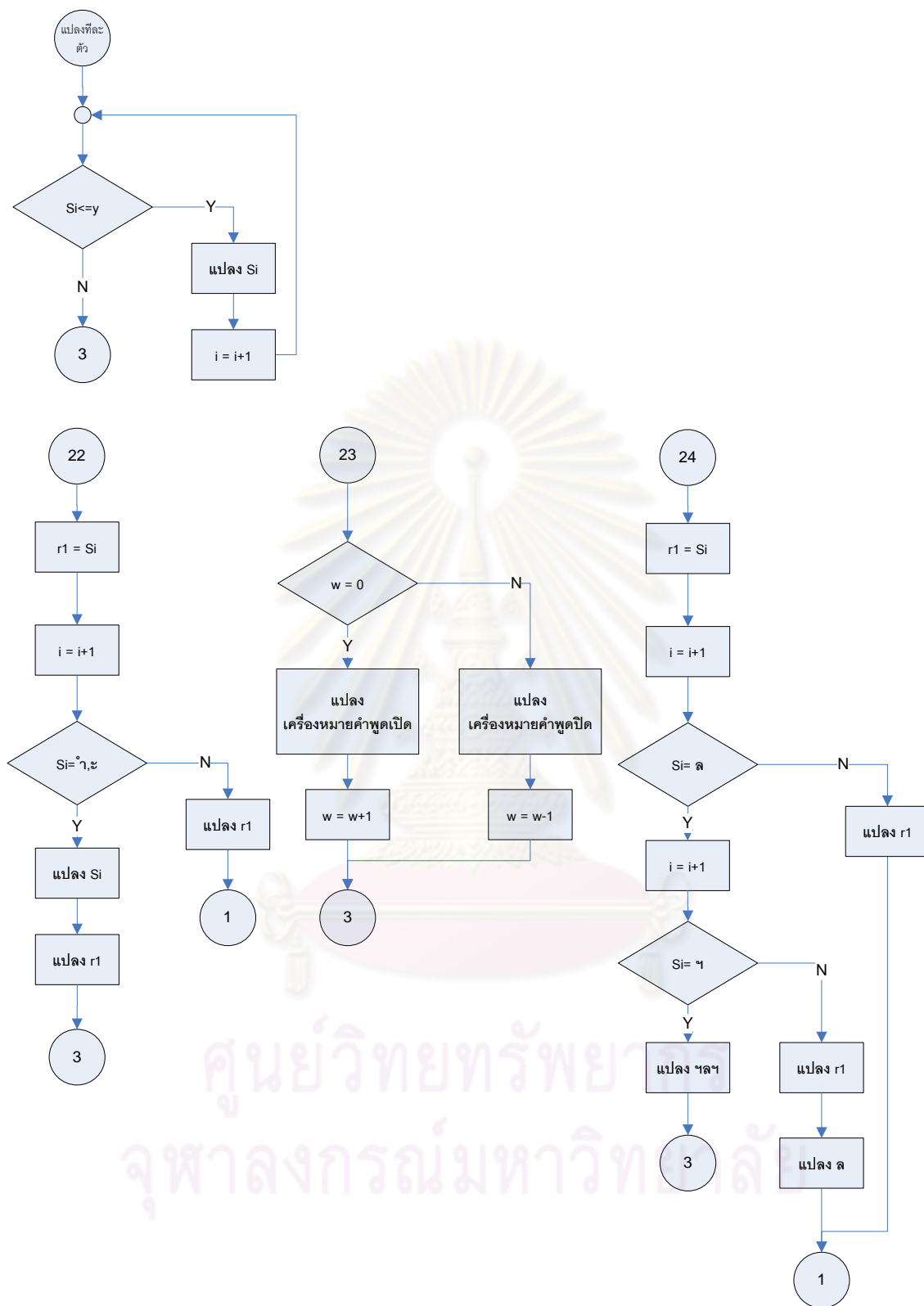


แผนภูมिसายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบอร์ลส์(ต่อ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรปกติเป็นอักษรเบอร์ลส์(ต่อ)



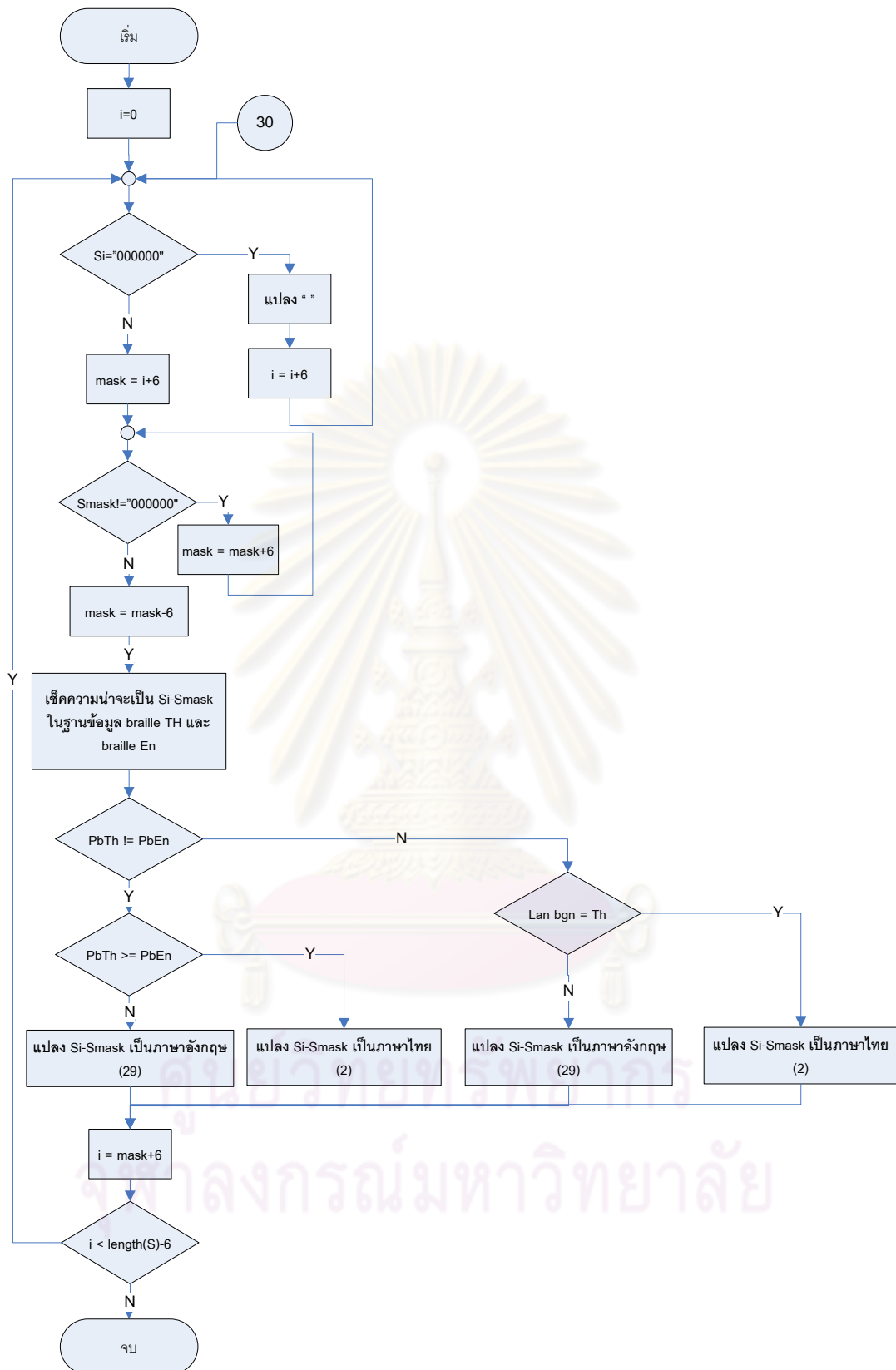
แผนภูมิสายงานการเปลี่ยนอักขรปกติเป็นอักขรเบรลล์(ต่อ)



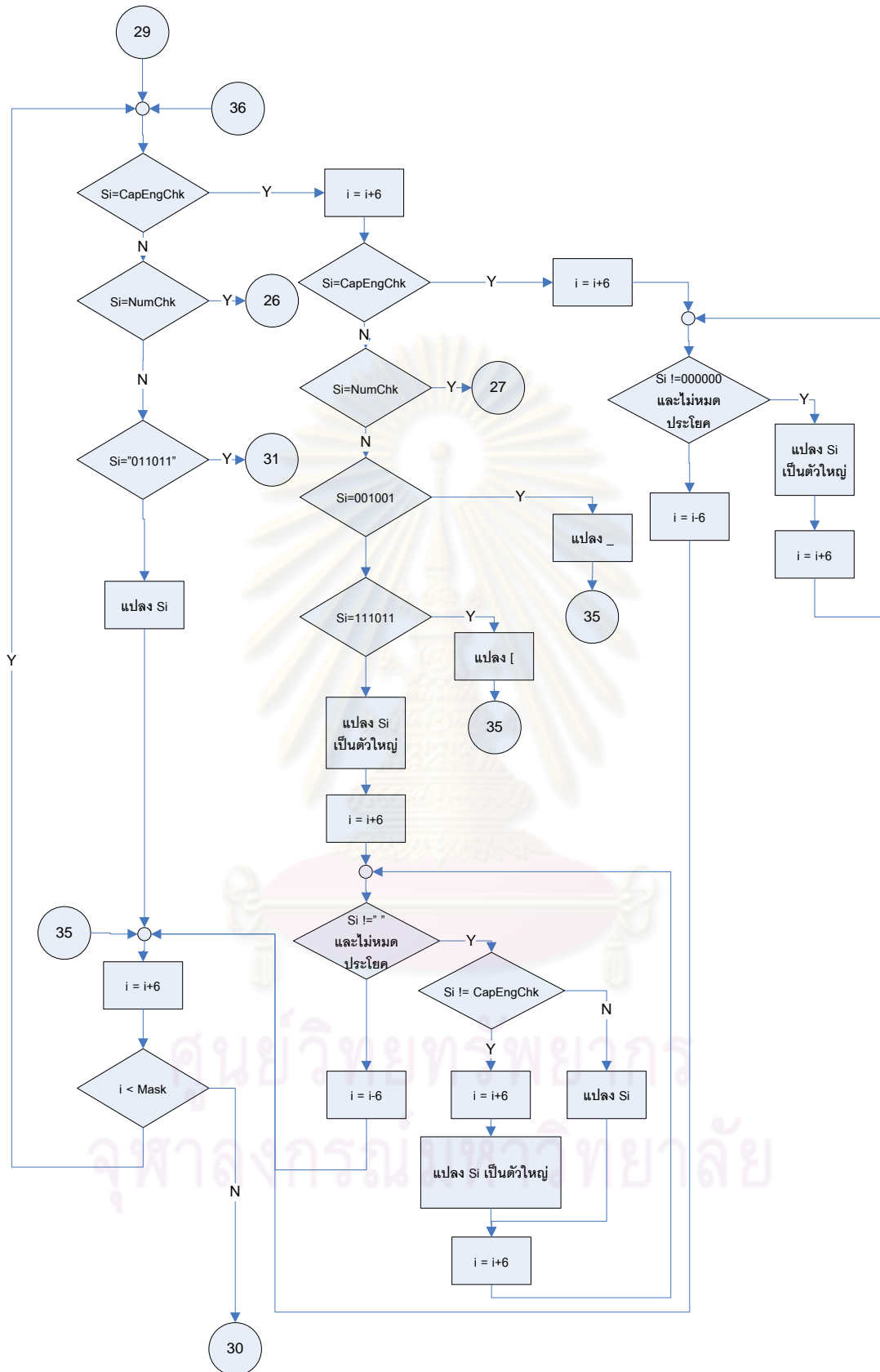
ภาคผนวก ค .แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ



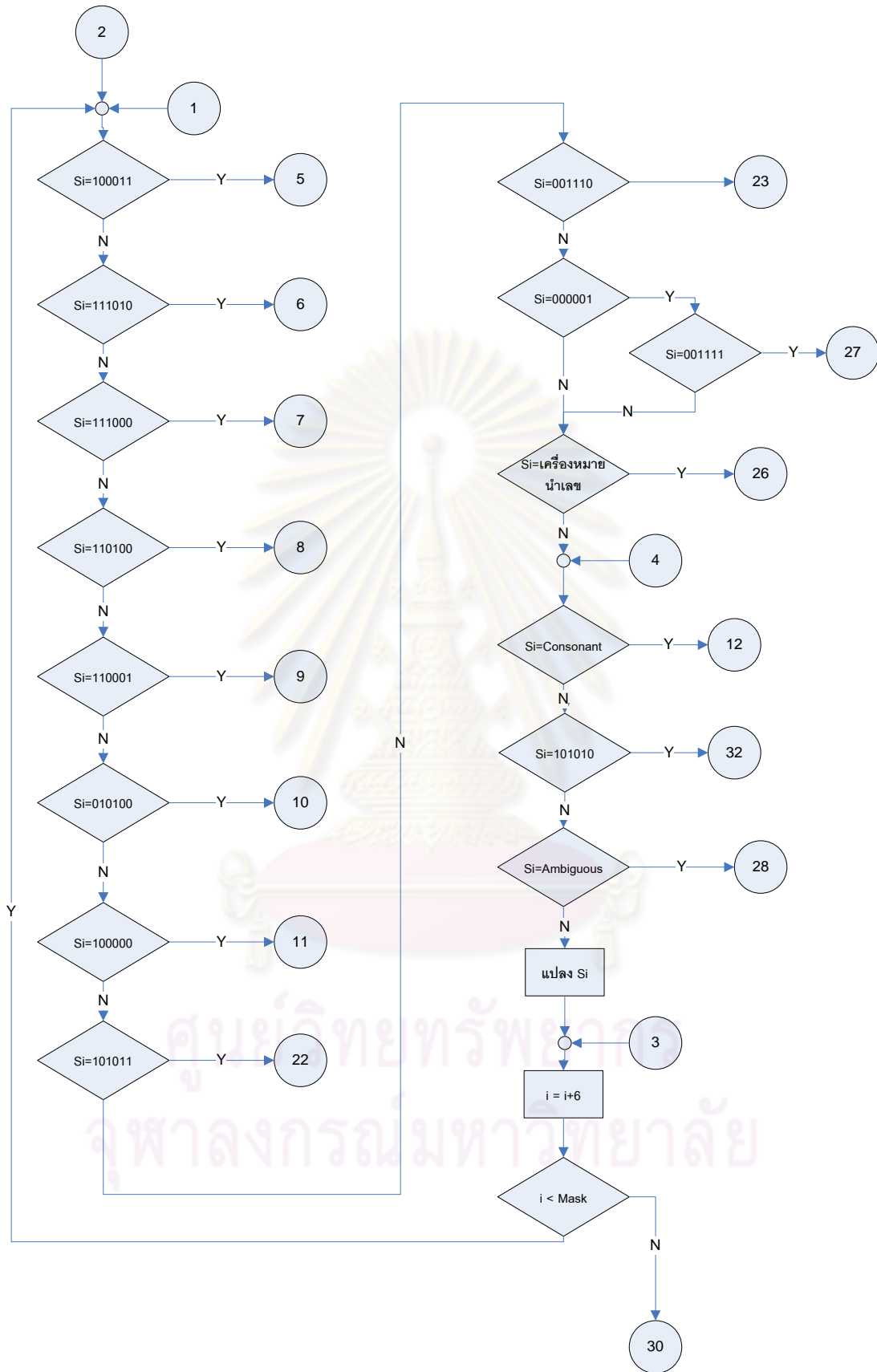
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



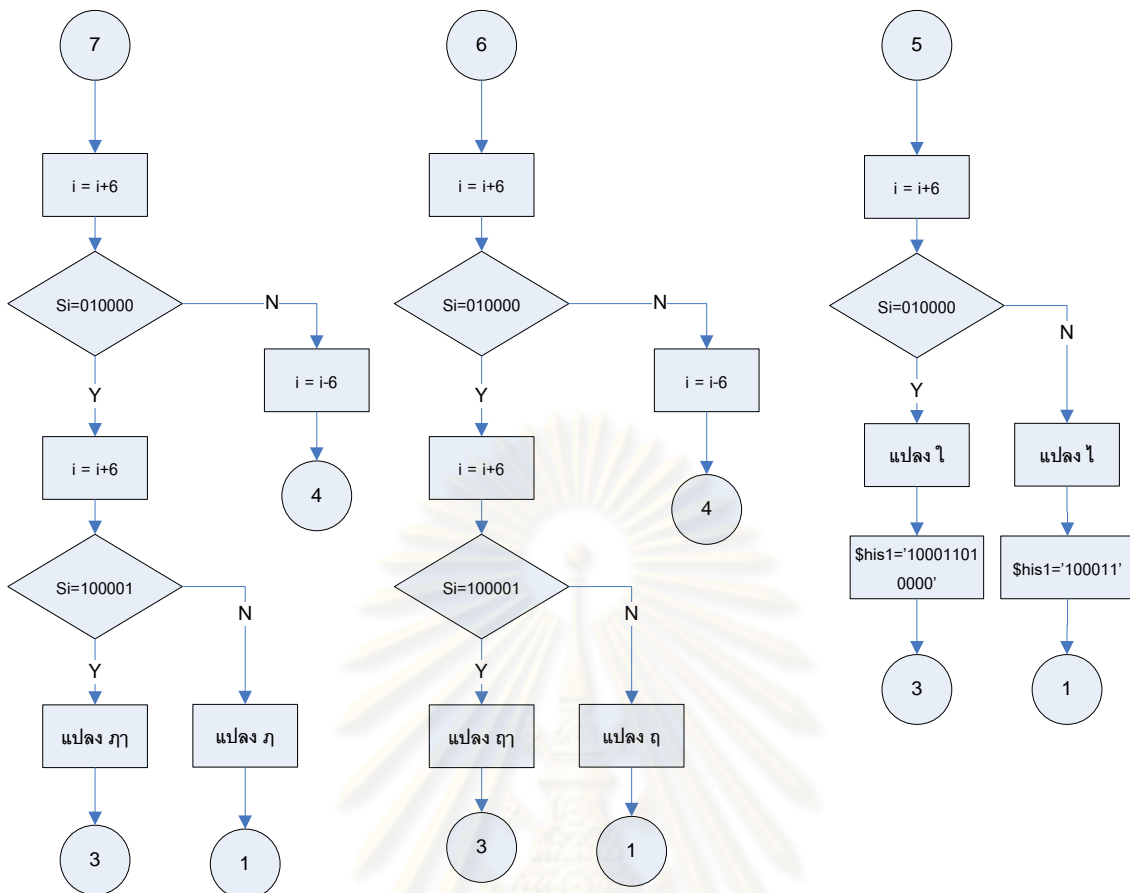
แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบอร์ลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)

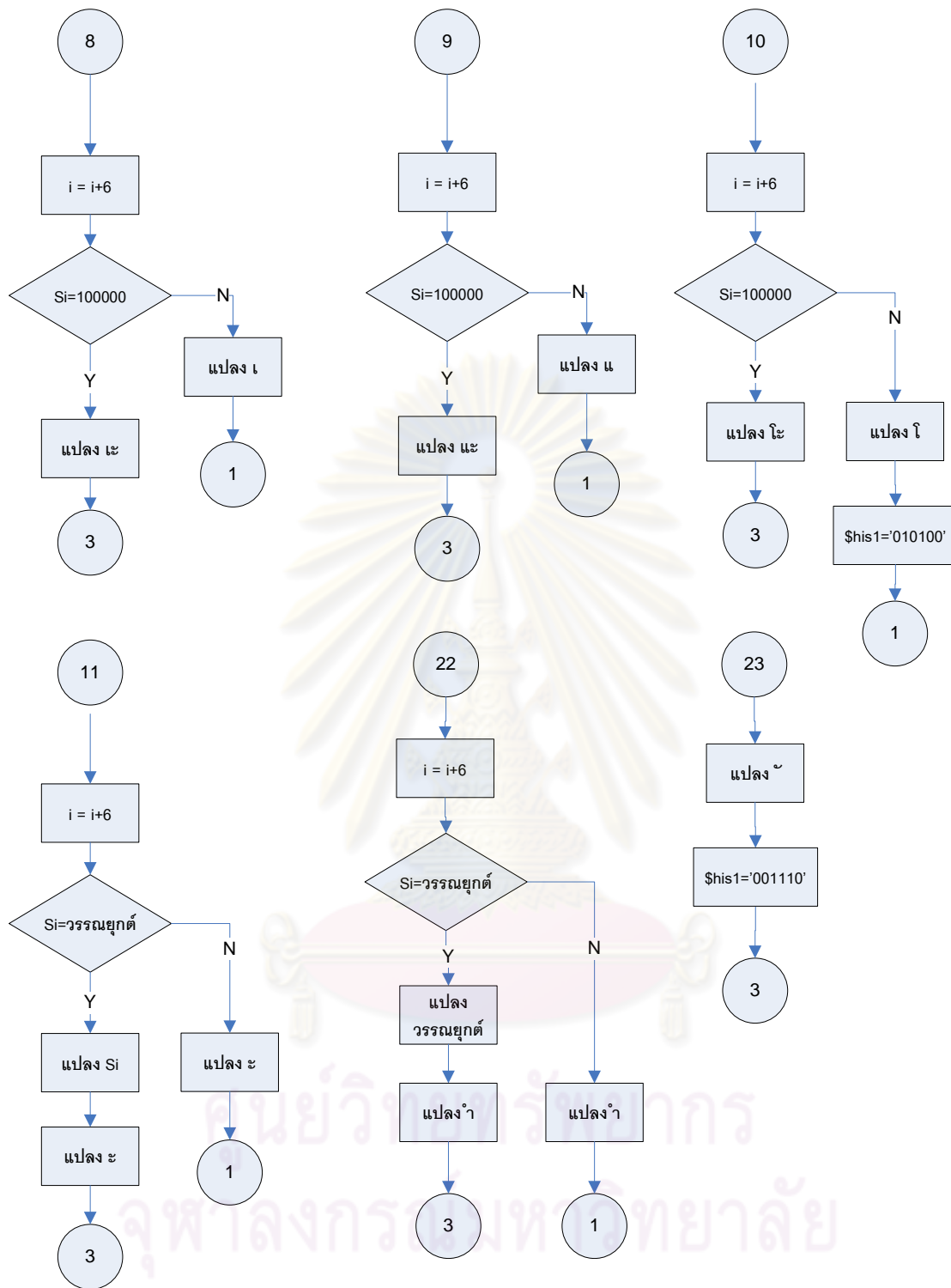


แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)

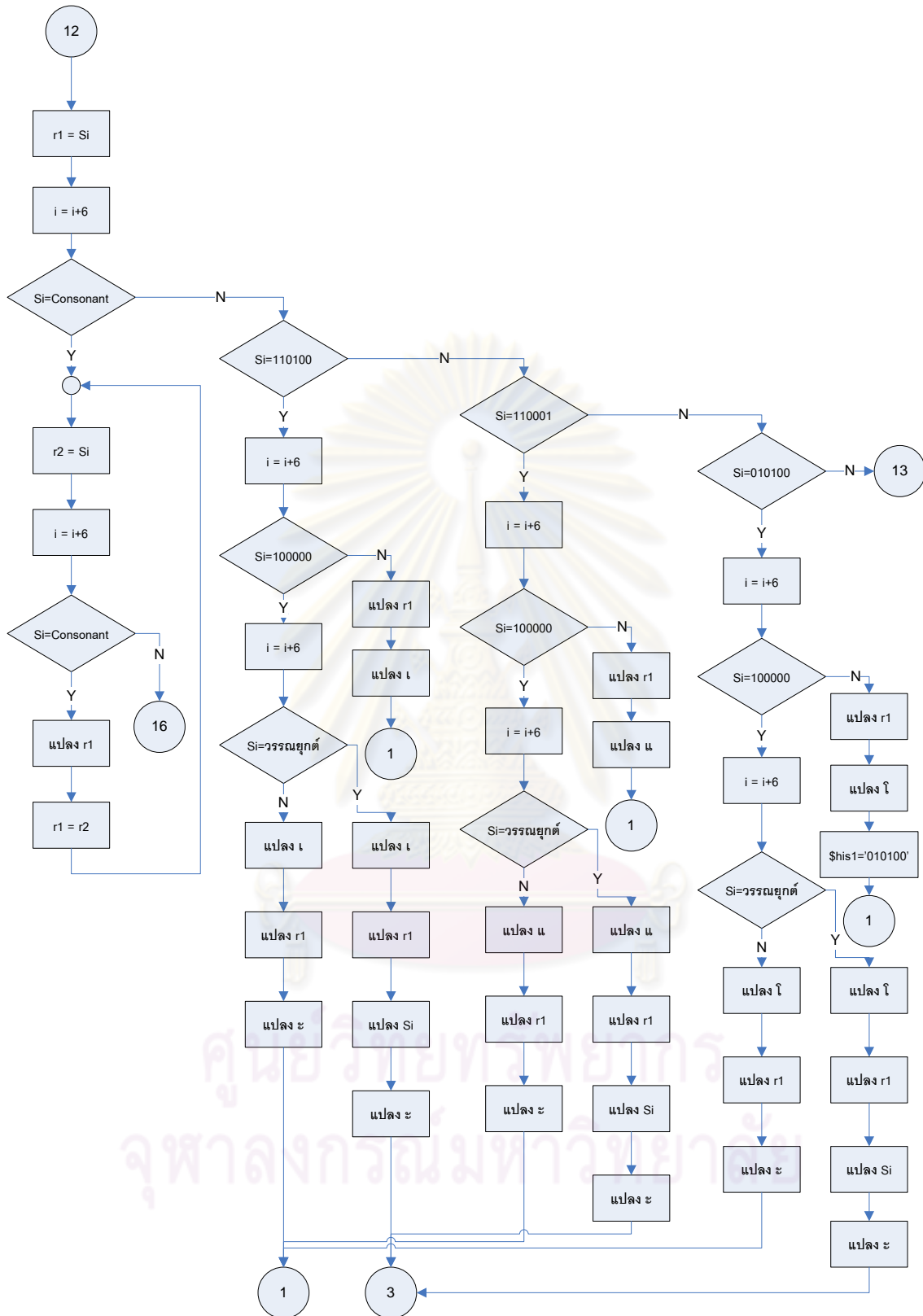


แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)

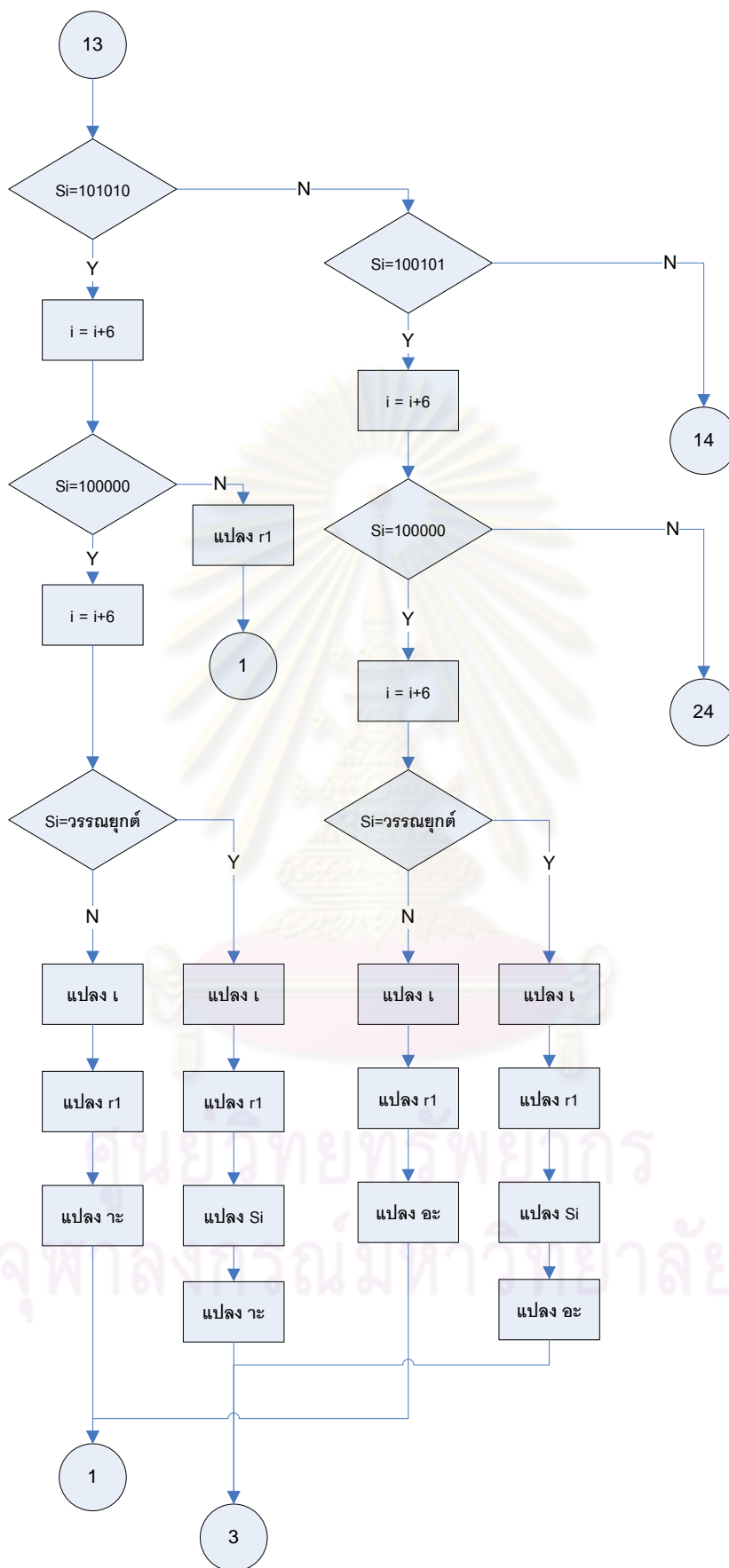
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



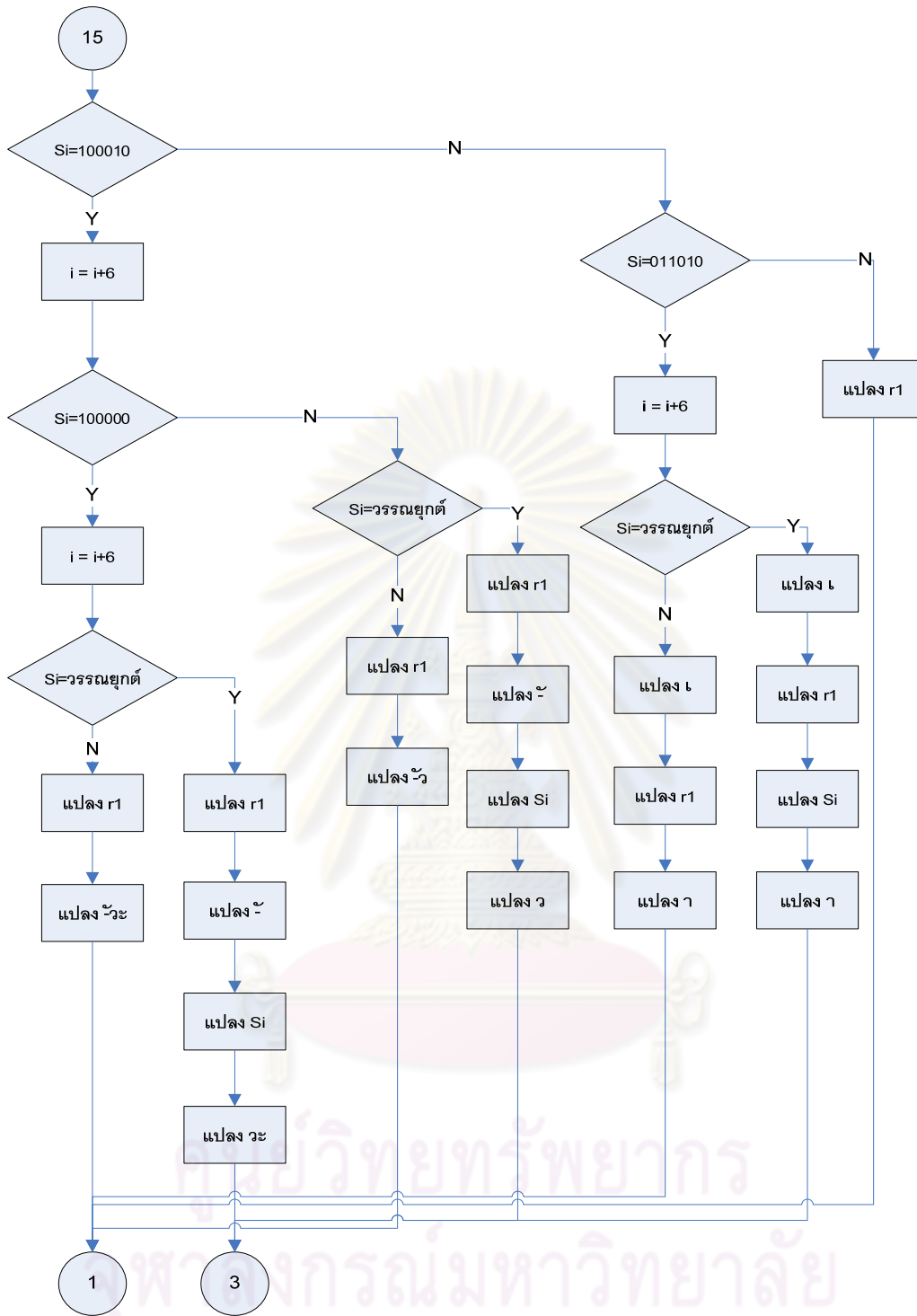
แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบอร์ลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



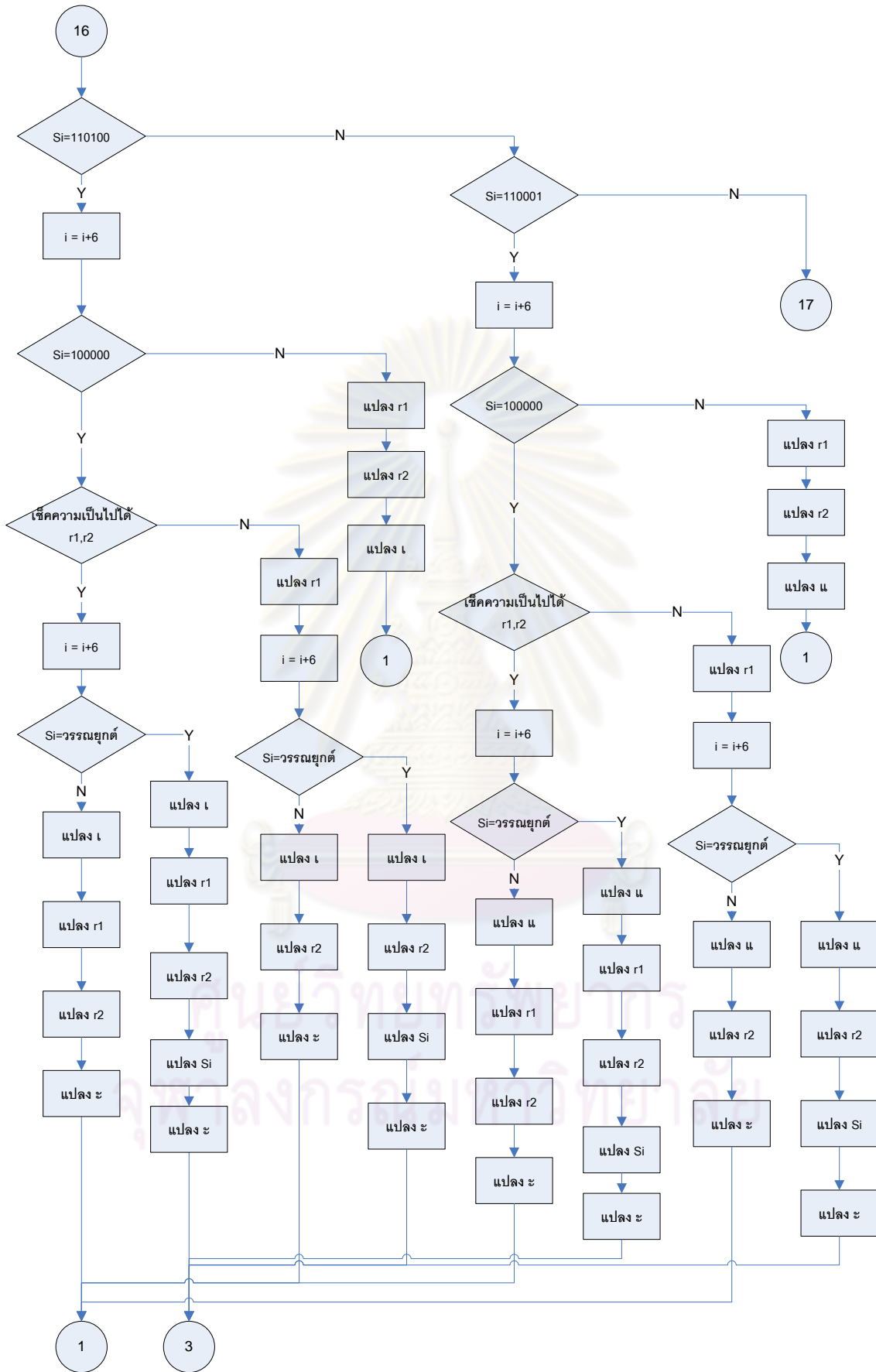
แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบอร์ลส์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



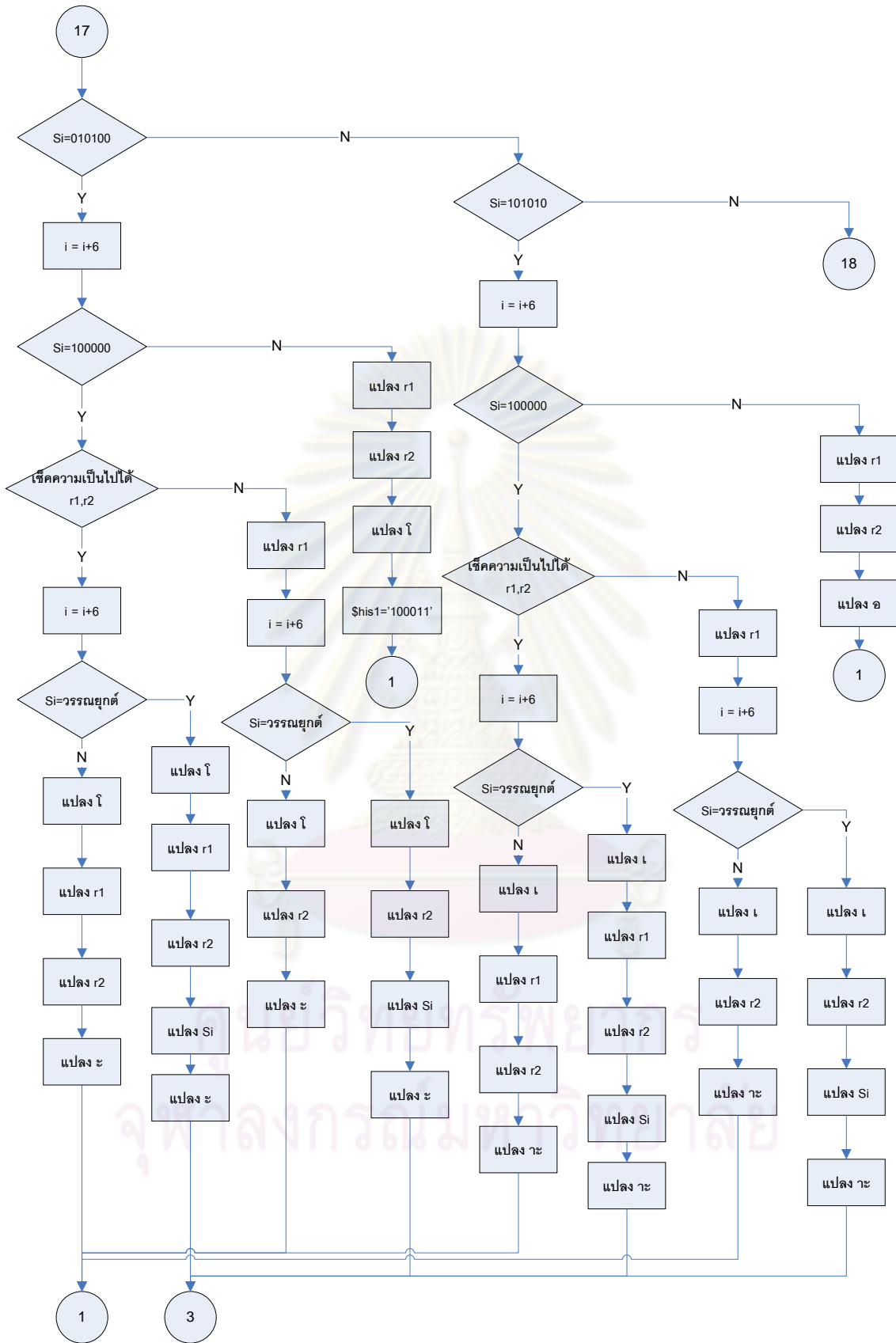




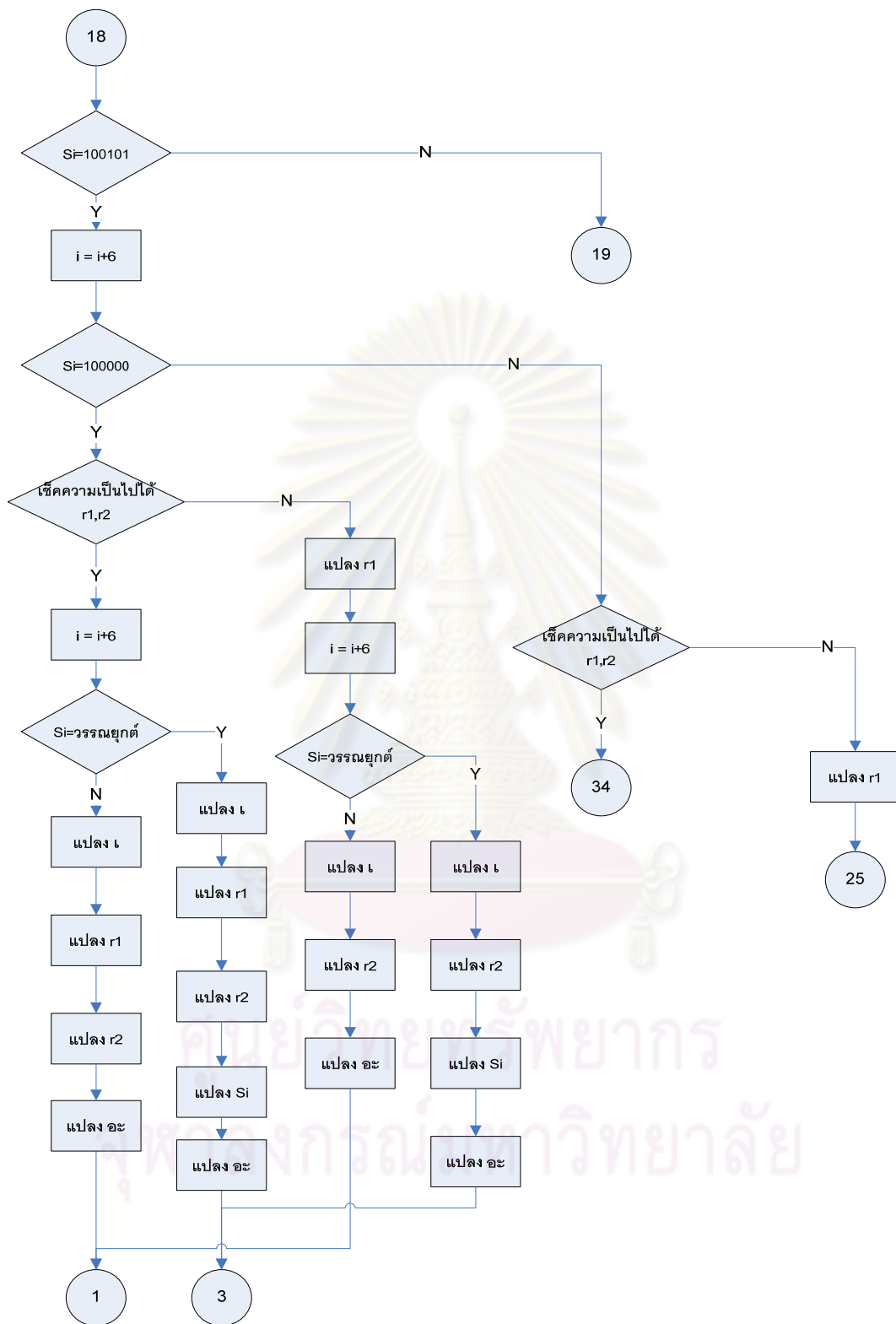
แผนภูมิตายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบอร์ลส์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



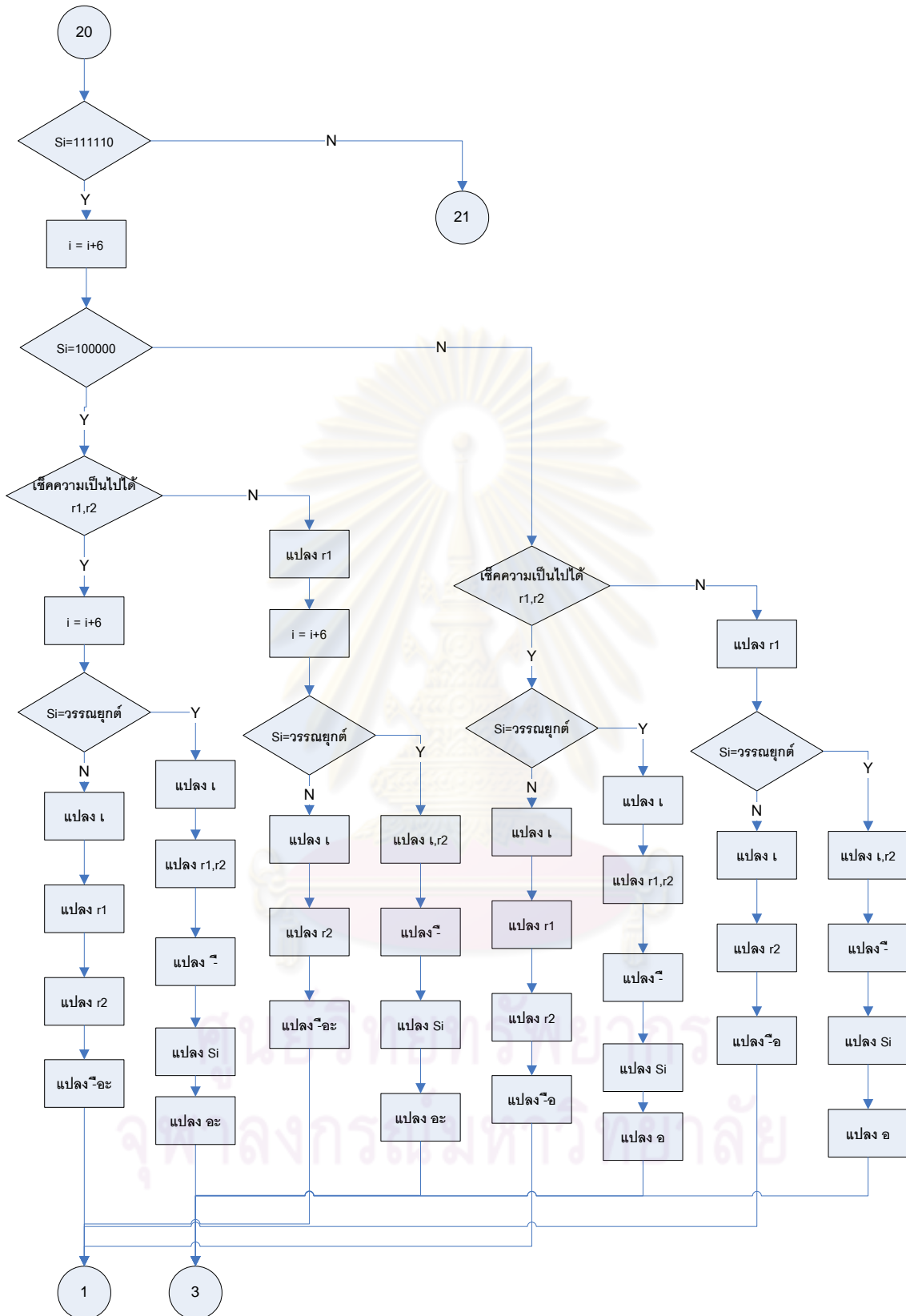
แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบอร์ลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบอร์ลส์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)





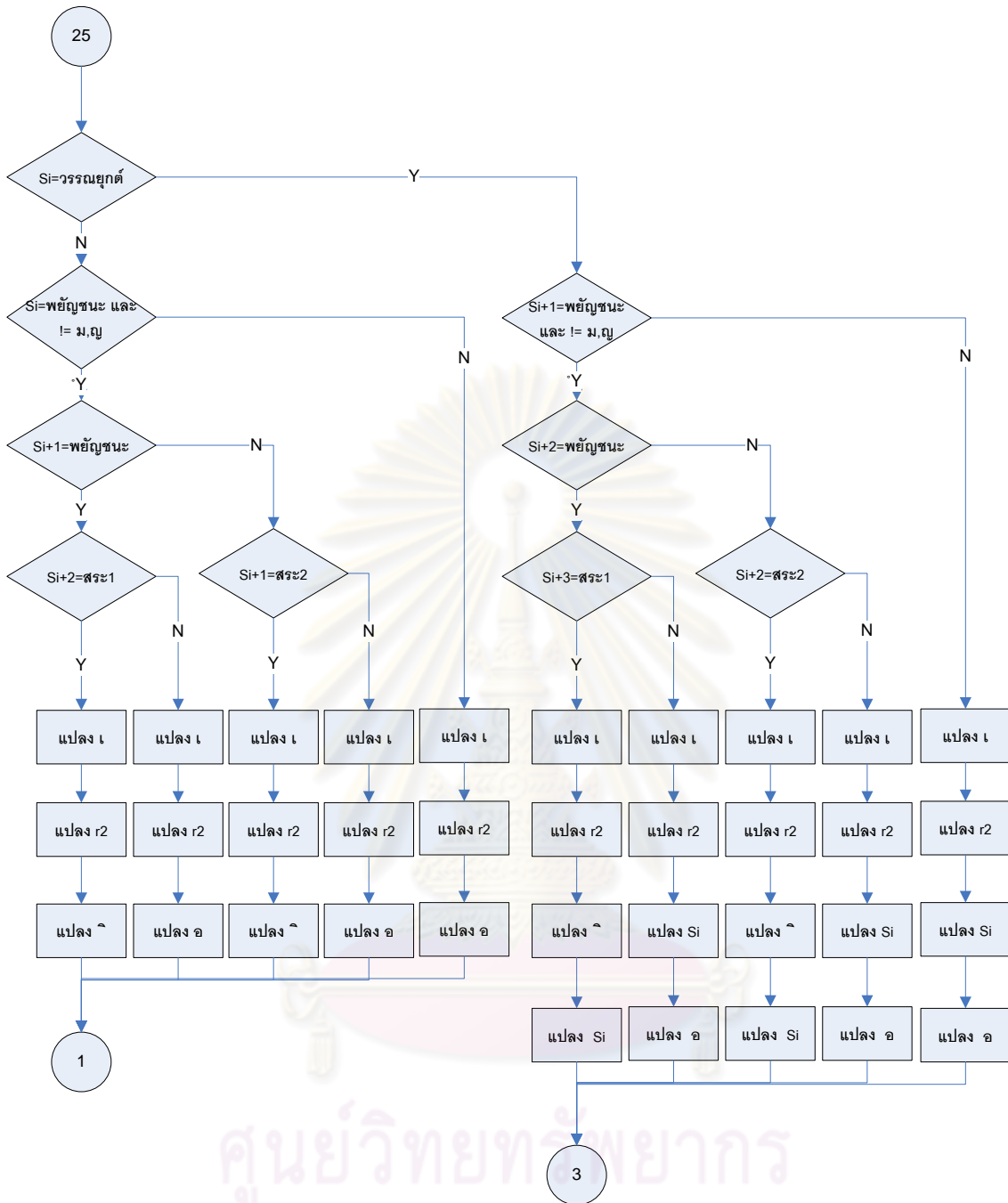


แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



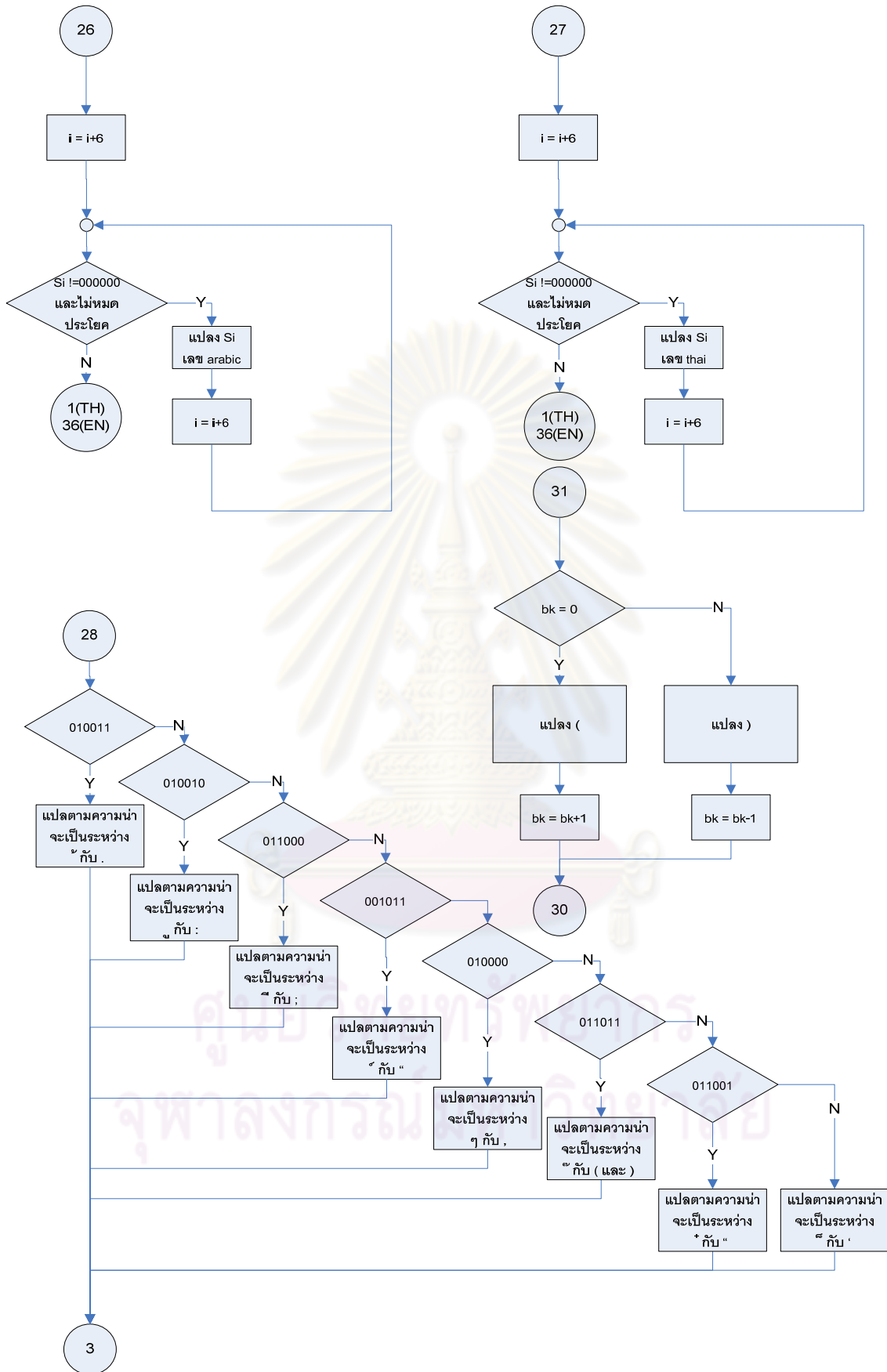




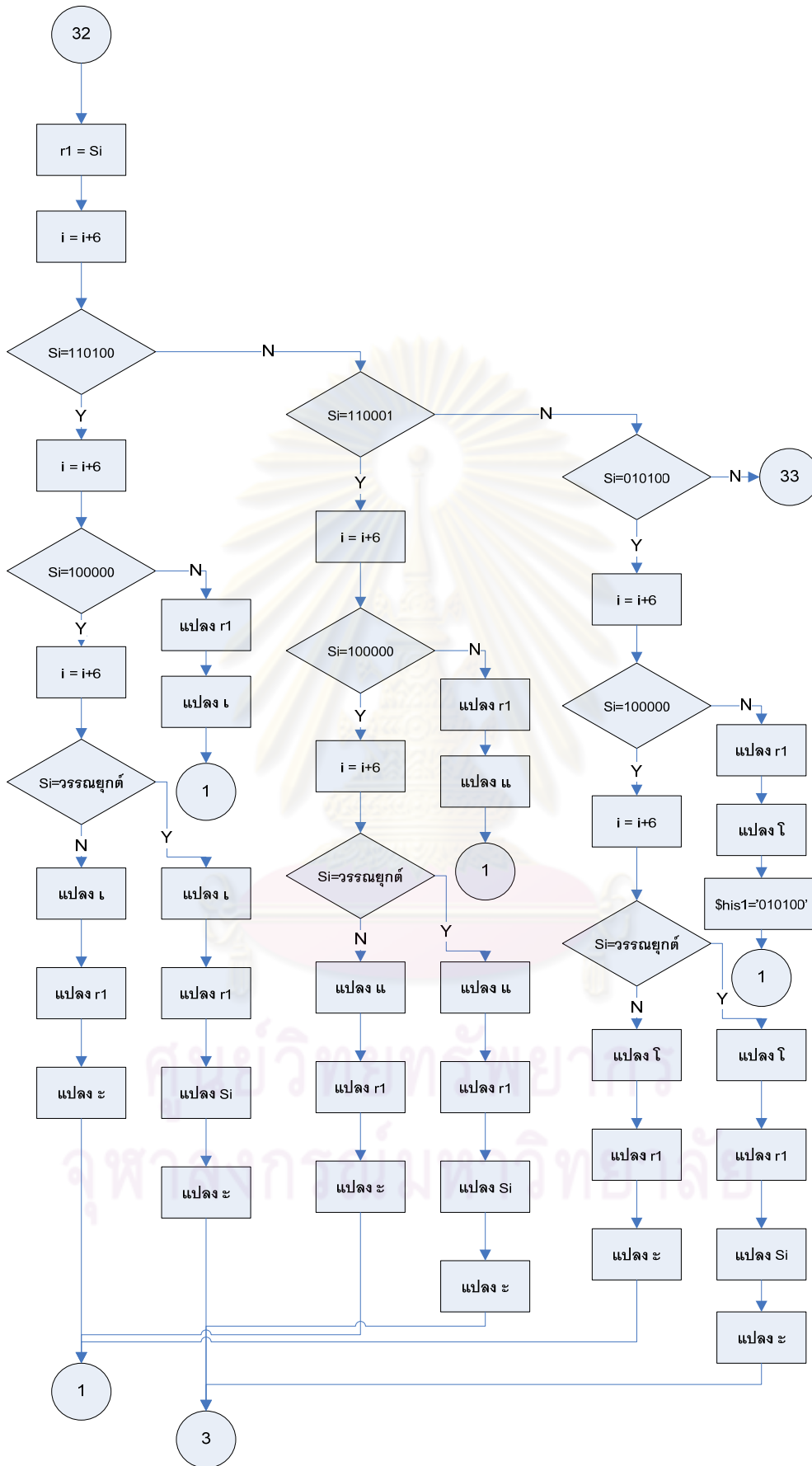


แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)

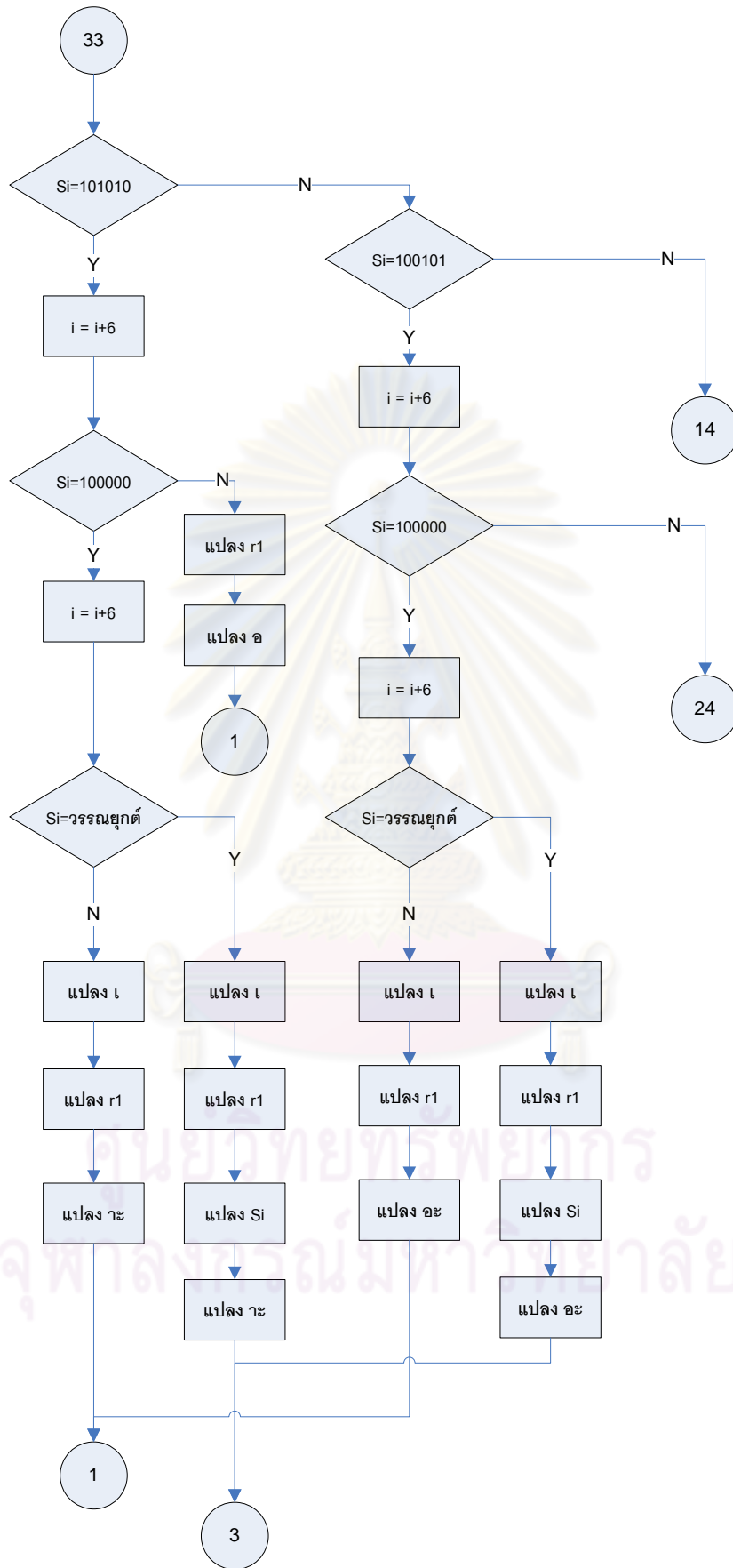
ศูนย์วิทยเทคโนโลยี  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบอร์ลส์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบอร์ลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)



แผนภูมิสายงานการแปลงอักษรเบรลล์เป็นอักษรปกติ(ต่อ)

ภาคผนวก ง .เว็บไซต์ที่ใช้ในการทดลอง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ภาคผนวก ง. 1**

บทความภาษาไทยอย่างเดียวจำนวน 18 บทความ 93,396 ตัวอักษร จาก 15 เว็บไซต์ ดังรายการ

<http://astro.meemodel.com>  
<http://hilight.kapook.com>  
<http://star.sanook.com>  
<http://variety.teenee.com>  
<http://www.checkinsure.com>  
<http://www.culture.go.th>  
<http://www.dailynews.co.th>  
<http://www.fungdham.com>  
<http://www.lawyerthai.com>  
<http://www.madoo.com>  
<http://www.manager.co.th>  
<http://www.narak.com>  
<http://www.prachatai.com>  
<http://www.siamdara.com>  
<http://www.vcharkarn.com>

**ภาคผนวก ง. 2**

บทความภาษาไทยปนภาษาอังกฤษจำนวน 24 บทความ 146,305 ตัวอักษร จาก 20 เว็บไซต์ ดังรายการ

<http://hilight.kapook.com>  
<http://ict.moph.go.th>  
<http://regelearning.payap.ac.th>  
<http://stang.sc.mahidol.ac.th>  
<http://www.bloggang.com>  
<http://www.blognone.com>  
<http://www.chaopraya.biz>  
<http://www.com-th.net>  
<http://www.doodaw.com>  
<http://www.itwizard.info>  
<http://www.kachon.com>



<http://www.klongdigital.com>

<http://www.ku.ac.th>

<http://www.manager.co.th>

<http://www.nectec.or.th>

<http://www.nrru.ac.th>

<http://www.scriptdd.com>

<http://www.siamphone.com>

<http://www.vcharkarn.com>

<http://www.zabzaa.com>

### ภาคผนวก ง. 3

บทความภาษาอังกฤษอย่างเดียวจำนวน 4 บทความ 18,740 ตัวอักษร จาก 3 เว็บไซต์ ดังรายการ

<http://edition.cnn.com>

<http://news.bbc.co.uk>

<http://www.atimes.com>

### ภาคผนวก ง. 4

บทความภาษาไทยอย่างเดียวจำนวน 4 บทความ 32,280 ตัวอักษร จาก 4 เว็บไซต์ ดังรายการ

<http://thaidance.exteen.com>

<http://www.icygang.com>

<http://www.ngthai.com>

<http://www.yenta4.com>

### ภาคผนวก ง. 5

บทความภาษาอังกฤษอย่างเดียวจำนวน 4 บทความ 22,669 ตัวอักษร จาก 4 เว็บไซต์ ดังรายการ

<http://en.wikipedia.org>

<http://en.wikipedia.org>

<http://news.bbc.co.uk>

<http://ngm.nationalgeographic.com>

**ภาคผนวก ง. 6**

บทความภาษาไทยผสมภาษาอังกฤษจำนวน 9 บทความ 67,099 ตัวอักษร จาก 9 เว็บไซต์ ดังรายการ

<http://forums.overclockzone.com>

<http://thaidance.exteen.com>

<http://web.ku.ac.th>

<http://www.manager.co.th>

<http://www.mrpalm.com>

<http://www.nectec.or.th>

<http://www.oceansmile.com>

<http://www.pantip.com>

<http://www.rpst-digital.org>



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวิศม์ วงษ์สมาน เกิดเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ.2524 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัยนนทบุรี อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จนสำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2546 และศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยพักร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย