

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

สำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย

THE TRANSFORMATION OF THAI MORPHEMES TO PHONETIC SYMBOLS
FOR THAI SPEECH SYNTHESIS SYSTEM



นายสง่า กงสุพานิช

MR. SA_NGA KONGSUPANICH

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 28916

พ.ศ. 2540

วัน, เดือน, ปี 1.1.2540

ISBN 974-621-938-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**THE TRANSFORMATION OF THAI MORPHEMES TO PHONETIC SYMBOLS
FOR THAI SPEECH SYNTHESIS SYSTEM**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE
MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

1997

ISBN 974-621-938-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง
สำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย
นายสง่า กงสุพานิช

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.รัตติกกร วรากุลศิริพันธุ์

ระดับการศึกษา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา

วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

พ.ศ.

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2540

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การศึกษาวิจัยทางด้านเสียงที่ประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์ กำลังเป็นที่สนใจในวงวิชาการ รวมทั้งมีการพัฒนาระบบสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1. การวิเคราะห์โครงสร้างและแยกหน่วยคำออกจากประโยค 2. การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงให้กับหน่วยคำ 3. การสังเคราะห์เสียง ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 จะพบปัญหาในการพัฒนา เนื่องจากภาษาไทยแตกต่างจากภาษาอื่น เพราะเป็นภาษาที่มีทำนองเสียง

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอการแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย โดยใช้หลักการวิเคราะห์แต่ละหน่วยคำ จากโครงสร้างหน่วยประกอบพยางค์ ตามระบบเสียงภาษาไทยหรือเงื่อนไขทางสัทศาสตร์ อันประกอบไปด้วยเสียงของพยัญชนะและเสียงสระ รวมทั้งสัญลักษณ์ประจำพยางค์ เช่น เสียงหนัก-เบา ทำนองเสียง การหยุด ฯลฯ จากนั้นจะกำหนดให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์แทนเสียง เพื่อใช้ในงานสังเคราะห์เสียงต่อไป

Thesis Title **The Transformation of Thai Morphemes to Phonetic Symbols for Thai Speech Synthesis System**

Student **Mr. Sa nga Kongsupanich**

Thesis Advisor **Assoc.Prof.Dr.Ruttikorn Varakulsiripunth**

Level of Study **Master of Engineering in Electrical Engineering**

Department **Electronic Engineering, Faculty of Engineering**

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Year **1997**

Abstract

At present, the computer system application of speech research is going to interest in technology sphere. There is also the development of Thai sentence synthesis system, which consists of three main steps : [1st] the structure analysis that can separate morphemes in sentence, [2nd] the transformation of morphemes to phonetic symbols, [3rd] the speech synthesis technique. However, there will be a problem to develop to the 2nd step because of the intonation of Thai language which differs from other languages.

This thesis proposes the transformation of Thai morphemes to phonetic symbols for Thai speech synthesis system. The method begins with analysis of each morpheme from the structure of syllable segmentals, according to Thai sound system or the condition of Thai phonology. These factors consist of consonant and vowel sound, including syllable prosody; for example accent, intonation, pause, etc. Then, these syllables will be transformed to phonetic symbols, used in further speech synthesis system.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ได้รับความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลายท่าน ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่ให้การสนับสนุนในการเรียนระดับปริญญาโท และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รัตติกร วราภูกสิริพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ทั้งด้านความรู้ คำปรึกษา เสียสละแรงกาย แรงใจ และคอยให้กำลังใจตลอดมา กราบขอบคุณอาจารย์ผู้ควบคุมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่สละเวลาและให้คำแนะนำในการปรับปรุงเนื้อหา

ขอขอบคุณ มูลนิธิเพื่อการศึกษาคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร และบัณฑิตวิทยาลัย ที่สนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ทำการทดลองวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่บัณฑิตศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัยที่เป็นธุระและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินการวิจัย และที่จะขาดเสียไม่ได้ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคน ที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จเป็นรูปเล่มขึ้นมาได้

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่เกี่ยวข้อง ที่มีได้เอื้อนามมา ณ. ที่นี้

สง่า คงสุพานิช

III

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
บทที่	
1. วัตถุประสงค์และ โครงสร้างของวิทยานิพนธ์	1
โครงสร้างวิทยานิพนธ์.....	3
2. การแยกหน่วยคำออกจากประโยคโดยวิธีเปรียบเทียบคำ ตามความยาวที่เหมาะสม (Suited Length Word Mapping)	5
โครงสร้างพจนานุกรมไทย.....	6
การแยกหน่วยคำจากประโยคภาษาไทย โดยวิธี SL-word mapping.....	12
3. ฐานความรู้เรื่อง ไวยากรณ์และระบบเสียงในภาษาไทย	19
การออกเสียงในภาษาไทย.....	19
สัญลักษณ์แทนเสียงหรือสัทอักษร (Phonetic Symbols)	35
หน่วยเสียงและวิธีหาหน่วยเสียง	41
4. การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-network.....	45
การวิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างพยางค์ เพื่อหารูปแบบกลาง	46
การวิเคราะห์รูปแบบกลางเพื่อหาเสียงเป้าหมาย.....	54
การวิเคราะห์สมการเสียงเพื่อกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง	65
ตัวอย่างการทำงานของระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง	67

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

5. การกำหนดหน่วยเสียงและการสังเคราะห์เสียง.....	72
หน่วยเสียงพื้นฐาน (Basic Phoneme).....	72
การรวมหน่วยเสียง.....	86
6. ระบบการแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง สำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย.....	87
การออกแบบระบบ.....	87
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	98
การทดสอบอัลกอริทึม การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง.....	98
การวิเคราะห์เรื่องหน่วยเสียง.....	99
การประยุกต์ใช้งาน.....	102
ข้อเสนอแนะและการพัฒนาต่อ.....	102
สรุป.....	103
บรรณานุกรม.....	104
ภาคผนวก.....	105
ประวัติผู้เขียน.....	112

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
1. แสดงแอสกินัมเบอร์ที่ใช้พิจารณาหาครรชนิตัวที่ 1	8
2. แสดงโครงสร้างของพจนานุกรมไทย	10
3. แสดงครรชนิตัวที่ใช้หาหมวดอักษร และชื่อตาราง.....	10
4. แสดงการจัดเก็บคำอักษรในหมวดอักษร ก.....	11
5. แสดงการจำแนกตามระดับเสียง.....	23
6. แสดงเสียงพยัญชนะที่มีในภาษาไทย	23
7. แสดงการผันอักษร แบบที่ 1.....	32
8. แสดงการผันอักษร แบบที่ 2.....	32
9. การผันเสียงของอักษรตัวคู่	33
10. การผันเสียงของอักษรตัวคู่ เมื่อใช้ "ห" นำเป็นตัวช่วย.....	33
11. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น เดี่ยว	36
12. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ	37
13. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ (สำหรับคำที่มาจากภาษาต่างประเทศ)	37
14. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย.....	38
15. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระเดี่ยว	39
16. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระผสม	40
17. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงวรรณยุกต์	40
18. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ ที่ปรากฏในสมการรูปแบบกลาง	55
19. แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น	57
20. แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย.....	58
21. แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงสระ.....	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
22. แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงวรรณยุกต์	58
23. แสดงความสัมพันธ์ของระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ แบ่งตามกลุ่มเสียงพยัญชนะต้น	59
24. แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับพยัญชนะต้น	65
25. แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับพยัญชนะท้าย	66
26. แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับสระ	66
27. การพิจารณาการบันทึกเพิ่มเสียงพยัญชนะต้นเดี่ยวและพยัญชนะ ควบกล้ำผสมสระเสียงสั้น รวม 279 เพิ่มเสียง	77
28. แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเสียง การผันสระเสียงสั้น(ตัวสะกด) ผันเสียงวรรณยุกต์ รวม 144 เพิ่มเสียง	80
29. แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเสียง สระเสียงยาว(ตัวสะกด) ผันเสียงวรรณยุกต์ รวม 204 เพิ่มเสียง	81
30. แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเสียง สระเสียงสั้น(ตัวสะกดเสียงไม่กัก) ผันวรรณยุกต์ รวม 300 เพิ่มเสียง	82
31. แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเสียง สระเสียงยาว(ตัวสะกด) ผันวรรณยุกต์ รวม 300 เพิ่มเสียง	84
32. แสดงสัญลักษณ์และหน่วยเสียง	96
33. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงที่ได้จากการแปลงหน่วยคำ เป็นสัญลักษณ์แทนเสียง	99
34. แสดงขนาดของเสียงพยางค์และองค์ประกอบของเสียงพยางค์(อักษพยางค์)	100
35. แสดงการรวมหน่วยเสียงและตรวจสอบคุณภาพเสียง	100
36. แสดงขนาดและความแตกต่างของเสียงต้นแบบและเสียงผสม	101

VII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

1. แสดงโครงสร้างไวยากรณ์ทางภาษา	1
2. บล็อกไดอะแกรมแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ	3
3. แสดงการทำงานของวิธี SL-Word mapping.....	6
4. แสดงโครงสร้างพจนานุกรมที่ใช้ในการแยกคำโดยวิธีการเทียบคำ ตามความยาวที่เหมาะสม (SL-Word mapping).....	9
5. แสดงการหาหน่วยเสียงพยัญชนะ ตัว “ม” และ “ต” โดยวิธีคู่เทียบเสียง	41
6. แสดงเสียง (1) ข-ฉ-ท-ผ (2) ก-จ-ต-ป (3) ง-ช-ค-บ (4) ฝ-ส-ว-อ (5) ร-ล-น-ม-ท.....	42
7. แสดงการหาหน่วยเสียงสระ -ะ และ สระ -า โดยวิธีคู่เทียบเสียง.....	43
8. แสดงเสียงสระสั้น อะ, อิ, อี, อุ.....	43
9. แสดงเสียงสระยาว อา, อี้, อึ, อุ, เอ	43
10. แสดงโครงข่ายการเกิดพยางค์ตามลำดับการเขียนพยัญชนะและสระ.....	48
11. แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 1.....	59
12. แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 2.....	60
13. แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 3.....	60
14. แสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม MPT-networks	68
15. แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของคำว่า “วิศวกรรมศาสตร์”	71
16. แสดงลำดับการทำงานของระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง	88
17. แสดงแผนภูมิสายงานการแยกวรรคจากข้อความต่อเนื่อง	89
18. แสดงระบบการจัดการพจนานุกรมคำศัพท์ไทย	90
19. แสดงลำดับการทำงานของวิธี SL-word mapping	91
20. การแยกหน่วยคำโดยวิธี SL-word mapping	92
21. แผนรูปสายงานการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง หรือวิธี MPT-networks	93

VIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

หน้า

22. การแปลงหน่วยค่าเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-network.....	94
23. แสดงลำดับขั้นตอนการรวมหน่วยเสียงตามสัญลักษณ์แทนเสียง.....	95
24. แสดงไฟล์เสียงที่เกิดจากการรวมแต่ละหน่วยเสียงเข้าด้วยกันของข้อความ	97



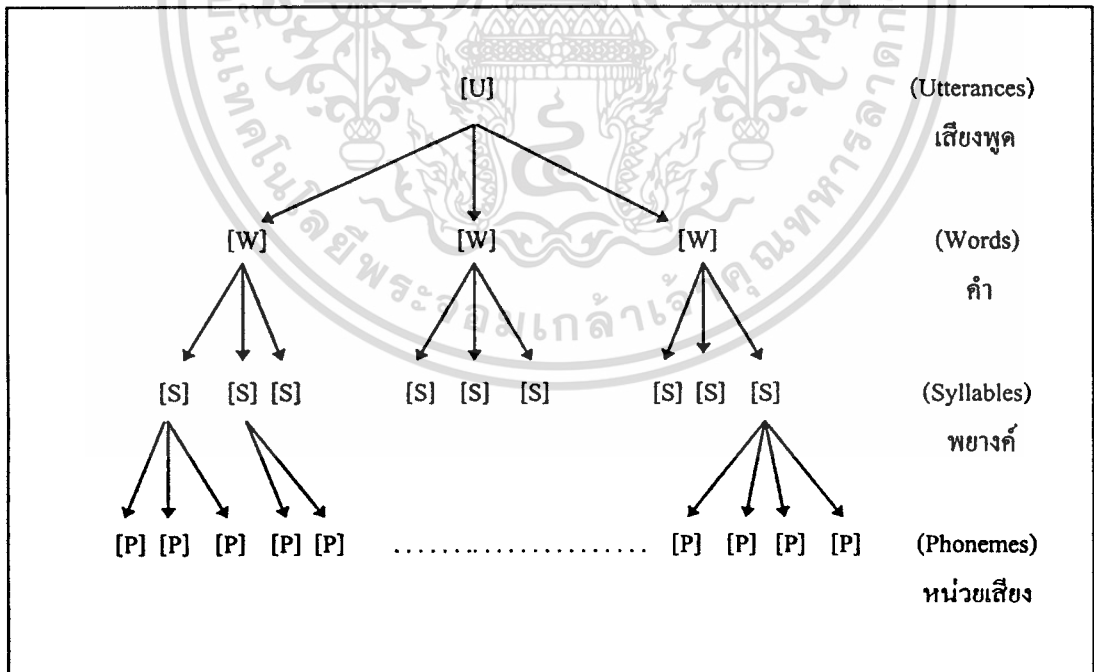
IX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

วัตถุประสงค์และโครงสร้างของวิทยานิพนธ์

ในปัจจุบันนี้ คอมพิวเตอร์จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีสาขาต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาประเทศชาติ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคของการสื่อสารที่ไร้พรมแดน (Globalization) ที่มีการสื่อสารข้อมูล (Data Communication) เชื่อมโยงติดต่อกันได้ทั่วโลกผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Networks) เป็นการเชื่อมโยงทรัพยากรต่างๆ ที่กระจัดกระจายเข้าหากัน เมื่อพิจารณาในแง่พื้นฐานของการติดต่อสื่อสาร ภาษาคือเครื่องมือในการสื่อความหมายให้เป็นที่เข้าใจกัน การใช้ภาษาจึงต้องอาศัยความรู้ในตัวภาษา (Linguistic Knowledge) อันเป็นกฎที่จำเป็นไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบการพูด (Sound Pattern) หรือรูปแบบการเขียน (Written Pattern) เราเรียกว่ากฎโครงสร้างไวยากรณ์ (Syntactic Structure) ดังแสดงในรูปที่ 1



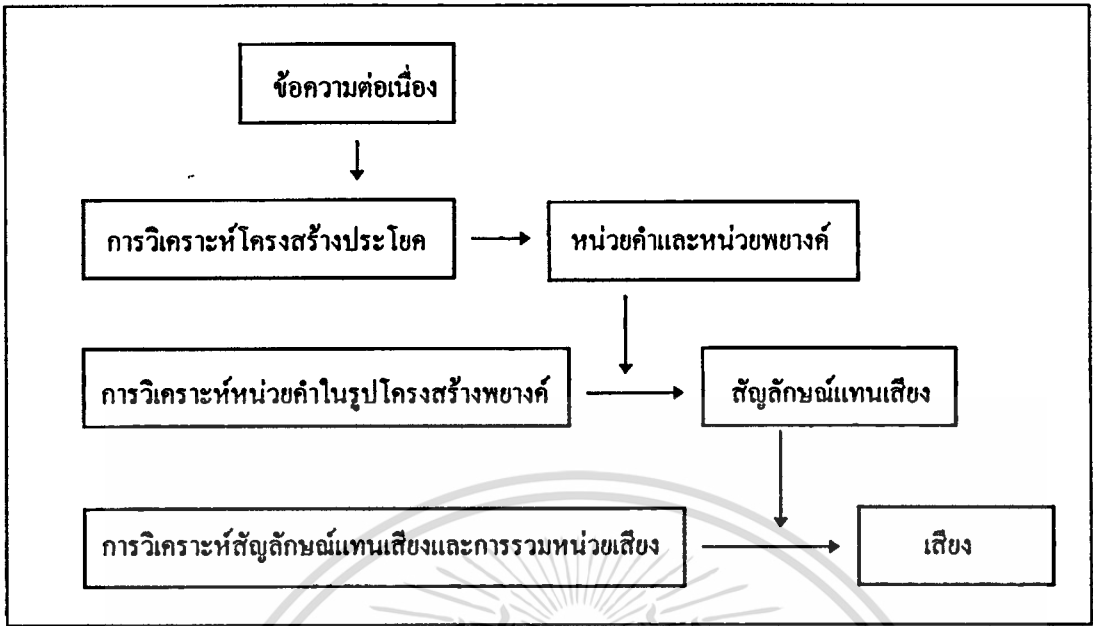
รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างไวยากรณ์ทางภาษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ภาษาของมนุษย์เกิดจากความเข้าใจในภาษาธรรมชาติ (Natural Language)^[1] ที่ได้จากการเรียนรู้ผสมผสานกับกระบวนการทางความคิดของสมอง และเพราะความสำคัญของการสื่อสารจึงได้เกิดความพยายามที่จะนำคอมพิวเตอร์มาเลียนแบบกระบวนการทำงานในสมอง (Mental Process) โดยให้คอมพิวเตอร์ตัดสินใจตามเงื่อนไขที่กำหนดในฐานความรู้ (Knowledge Base) สำหรับการวิจัยด้านนี้ ในต่างประเทศได้พัฒนาถึงขั้นนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง แต่สำหรับการวิจัยในภาษาไทย ซึ่งโครงสร้างมีความซับซ้อนมากกว่าในหลายๆ ภาษาในโลก เช่น การเขียนติดต่อกันได้โดยไม่มีช่องว่างหรือเครื่องหมายบอกการสิ้นสุดของหน่วยคำและประโยค ปัญหาที่พบมากในการวิเคราะห์โครงสร้างข้อความที่ต่อเนื่องคือเรื่องความกำกวมที่เกิดขึ้น มีการวิจัยเรื่องการหาหน่วยคำภายในประโยค อยู่หลายวิธี ซึ่งต่างก็พยายามที่จะหาวิธีการเพื่อลดความกำกวมและนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมที่สุด เช่น การแยกแยะหน่วยคำจากประโยคภาษาไทย โดยวิธี Fast Word Matching^[2] เป็นต้น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการเสนอผลงานวิจัยเรื่อง การแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย หรือใช้ในระบบการสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์^[3] โดยเริ่มจากการแยกหน่วยคำออกมาจากข้อความต่อเนื่อง แล้วนำมาวิเคราะห์โครงสร้างพยางค์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง ในรูปของหน่วยเสียงและสังเคราะห์เป็นเสียงพูดด้วยระบบคอมพิวเตอร์ต่อไป สำหรับวิธีการแยก หน่วยคำจากข้อความต่อเนื่อง จะใช้วิธีเทียบหน่วยคำตามความยาวที่เหมาะสม (Suited Length word mapping : SL-word mapping) เพื่อวิเคราะห์หาหน่วยคำและหน่วยพยางค์ในรูปของเสียงอ่าน จากนั้นนำแต่ละหน่วยพยางค์ไปวิเคราะห์โครงสร้างพยางค์เพื่อหารูปแบบหรือสมการแทนเสียง และกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง วิธีการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงนี้จะใช้โครงข่ายประสาทเทียม โครงสร้างพยางค์สัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเขียนกับรูปแบบการพูดหรือการออกเสียงพยางค์ เราจะเรียกวิธีการนี้สั้นๆ ว่า การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงโดยใช้โครงข่าย ฯ (Morpheme to Phonetic symbols Transformation networks : MPT-networks) เมื่อได้สัญลักษณ์แทนเสียง ก็จะนำไปเทียบหาหน่วยเสียง ซึ่งมีการเก็บบันทึกแต่ละเสียงไว้ แล้วทำการรวมหน่วยเสียงเข้าด้วยกัน เพื่อแสดงเป็นเสียงพูดในที่สุด ดังบล็อกไดอะแกรมที่แสดงในแผนภูมิที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 2 บล็อกไดอะแกรมแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ

โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ในบทต่อๆ ไปมีดังนี้

บทที่ 2 การแยกหน่วยคำออกจากประโยค โดยวิธีเปรียบเทียบคำ

ตามความยาวที่เหมาะสม (Suited Length Word Mapping)

- โครงสร้างพจนานุกรมไทย
- การแยกหน่วยคำจากประโยคภาษาไทยวิธี SL-word mapping
- ตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึม

บทที่ 3 ฐานความรู้เกี่ยวกับไวยากรณ์และระบบเสียงในภาษาไทย

- การออกเสียงในภาษา
- โครงสร้างพยางค์ในคำไทย
- สัญลักษณ์แทนเสียงหรือสัทอักษร
- หน่วยเสียงและวิธีหาหน่วยเสียง

บทที่ 4 การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-networks

- การวิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างพยางค์ เพื่อหารูปแบบกลาง
- การวิเคราะห์รูปแบบกลางเพื่อหาเสียงเป้าหมาย
- การวิเคราะห์สมการเสียงเพื่อกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง
- ตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การกำหนดหน่วยเสียงและการสังเคราะห์เสียง

- หน่วยเสียงพื้นฐานและรูปแบบการเก็บบันทึก
- การรวมหน่วยเสียงเพื่อใช้สร้างเสียงพูด

บทที่ 6 ซอฟต์แวร์ระบบการแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

สำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย

- การออกแบบและการพัฒนาระบบ
- การใช้งาน

บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

- การประเมินผล
- การประยุกต์ใช้งาน
- ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อเนื่อง

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ สามารถนำไปประยุกต์ในงานต่างๆ ที่ต้องการแสดงผลด้วยเสียง เช่น ระบบการแปลภาษาด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Machine Translation) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aids Instruction : CAI) การนำเสนอข้อมูลด้วยเสียง (Data Voice Representation) และอีกมากในด้านการให้ข้อมูลด้วยเสียง รวมทั้งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการสังเคราะห์เสียงอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

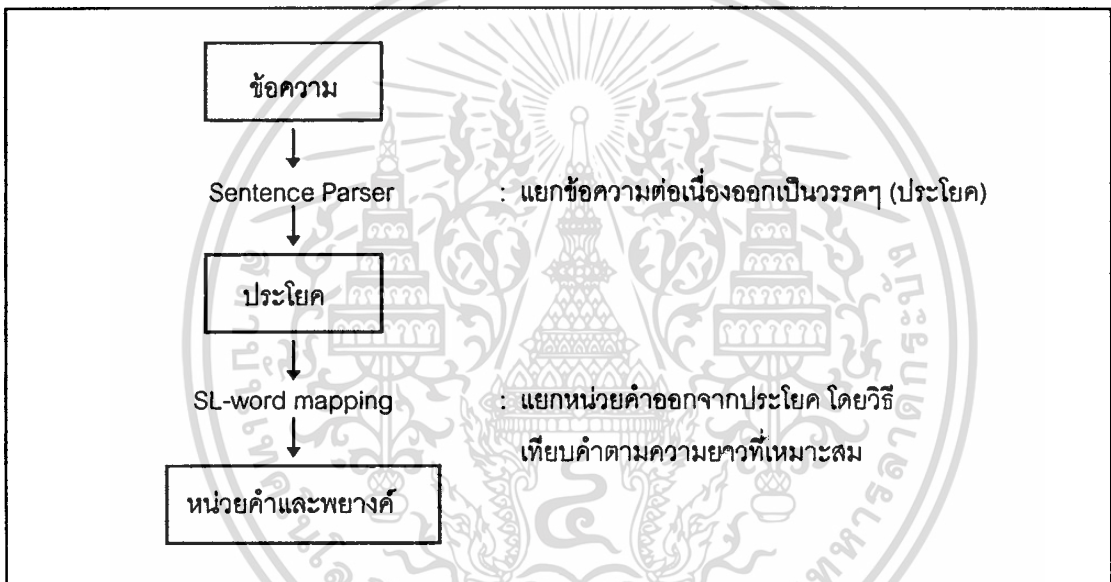
การแยกหน่วยคำออกจากประโยคโดยวิธีเปรียบเทียบคำ ตามความยาวที่เหมาะสม (Suited Length Word Mapping)

1 บทนำ

การประมวลผลด้านภาษาเป็นวิธีการพื้นฐานที่สำคัญในการนำความรู้ด้านภาษาไปประยุกต์ใช้ร่วมกับงานวิจัยด้านต่างๆ เช่น การแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ (Machine Translation) หรือการสังเคราะห์เสียงจากข้อความ (Text to Speech) เป็นต้น วิธีการที่ใช้ยืมขึ้นกับไวยากรณ์ภาษาของแต่ละประเทศ ซึ่งมีรูปแบบเฉพาะตัว หรือมีเอกลักษณ์ภาษาที่แตกต่างกัน สำหรับการประมวลผลภาษาไทย เป้าหมายสำคัญคือการวิเคราะห์ท หน่วยคำ (Morpheme) ซึ่งเป็นองค์ประกอบภายในข้อความ ลักษณะพื้นฐานของโครงสร้างประโยคในภาษาไทย จะเขียนหน่วยคำติดกัน โดยไม่มีเครื่องหมายหรือช่องว่างแสดงการจบหน่วยคำ ทำให้การประมวลผลภาษาไทยมักได้หน่วยคำซึ่งไม่ถูกต้องหรือเกิดความกำกวมทางภาษา มีผู้วิจัยและพัฒนาวิธีการหรืออัลกอริทึม (Algorithm) สำหรับแยกหน่วยคำออกจากประโยคหลายวิธี ตามลักษณะการประยุกต์ใช้งาน สำหรับงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการแยกหน่วยคำออกจากประโยคโดยวิธีเปรียบเทียบคำตามความยาวที่เหมาะสม (Suited Length Word Mapping : SL-word mapping) เพื่อนำไปใช้ในการแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับการสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย อัลกอริทึมจะกำหนดความยาวที่เหมาะสมให้กับแต่ละข้อความที่แบ่งออกเป็นวรรคๆ (ในงานวิจัยนี้ขอเรียกประโยค) ก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกับคำศัพท์ในพจนานุกรมไทย (Thai Dictionary) ที่เก็บคำศัพท์ต่างๆ โดยแบ่งเป็นกลุ่มหรือหมวดต่างๆ วิธีนี้กำหนดดัชนี (Index) จำนวน 2 ตัว สำหรับใช้ในการค้นหาข้อมูล (Searching) คือ ดรรชนีตัวที่ 1 (First Index) ได้จากการวิเคราะห์ค่าแอสกีนิ่มเบอร์ (ASCII number) ของอักขระตัวที่ 1 และอักขระตัวที่ 2 ของประโยคที่ต้องการหาหน่วยคำ เพื่อสร้างดรรชนีที่เป็นตัวแทนกลุ่มคำศัพท์ที่แบ่งเป็นหมวดต่างๆ เมื่อได้หมวดที่ต้องการ อัลกอริทึม จะเก็บค่าความยาวของคำศัพท์ที่ยาวที่สุดในกลุ่ม เพื่อใช้เป็นค่าที่เหมาะสม (Suited Length : SL) สำหรับกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเริ่มต้นหรือความยาวของประโยคที่จะใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับคำศัพท์ จากนั้นกำหนดครรชนีตัวที่ 2 (Second Index) ให้เท่ากับความยาวของส่วนของประโยค เพื่อใช้หากลุ่มคำศัพท์ที่มีความยาวตามค่าที่กำหนดภายในหมวดนั้น ด้วยวิธีการนี้ทำให้ลดเวลาและจำนวนครั้งของการเทียบคำศัพท์ โดยเฉพาะในข้อความที่มีความยาวมากๆ ความสำคัญของวิธีการนี้ต้องอาศัยการออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้เป็นพจนานุกรมให้สอดคล้องกับกระบวนการในการแยกหน่วยคำ ทั้งในกรณีที่ยังหาพบหรือไม่พบคำศัพท์ รวมทั้งมีระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management) เพื่อปรับปรุงคำศัพท์ให้ทันสมัย และลดปัญหาความกำกวมของหน่วยคำที่แยกออกมา ลำดับการทำงานของการทำงานจากข้อความต่อเนื่อง แสดงได้ในแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 แสดงการทำงานของวิธี SL-Word mapping

2 โครงสร้างพจนานุกรมไทย

การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับการจัดการพจนานุกรมไทย ต้องคำนึงถึงความสอดคล้องของการใช้งาน ครรชนีที่กำหนดโดยอัลกอริทึม เพื่อ ใช้ค้นหาคำศัพท์ที่แบ่งเป็นกลุ่มที่มีจำนวนอักษรเท่ากันในหมวดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การกำหนดครรรชนีในการค้นหาคำศัพท์

วิธีการแยกหน่วยคำจากประโยค เป็นการนำประโยคไปเปรียบเทียบกับคำศัพท์ที่เก็บไว้ในพจนานุกรมไทย ถ้าพบก็จะถือว่าส่วนที่นำไปเทียบเป็นหน่วยคำ ถ้าไม่พบก็จะตัดอักขระทางขวาออกไปทีละตัว แล้วนำไปเปรียบเทียบจนกว่าจะสรุปผลได้ โดยปกติเมื่อเริ่มต้นจะใช้ประโยคทั้งประโยค(ไม่ว่าจะมีความยาวเท่าไร) เข้าไปเปรียบเทียบกับคำศัพท์เลย วิธีนี้ไม่เหมาะกับประโยคที่มีความยาวมากซึ่งพบได้บ่อยในภาษาไทย ที่ไม่มีข้อจำกัดเรื่องความยาว บางประโยคเขียนยาว 2-3 บรรทัดติดต่อกันก็ไม่ถือว่าผิดไวยากรณ์ ทำให้เสียเวลาและเกิดจำนวนครั้งในการเปรียบเทียบคำศัพท์โดยไม่จำเป็น ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้ขอเสนอการแยกหน่วยคำออกจากประโยคโดยหาความยาวของประโยคที่เหมาะสมก่อนที่จะนำไปเทียบคำศัพท์ในพจนานุกรม วิธีนี้ใช้ครรรชนีหาคำศัพท์ที่ยาวที่สุดของหมวดอักษรที่เป็นพยัญชนะต้นของประโยค เพื่อนำมากำหนดจำนวนอักขระของประโยคที่จะนำไปเทียบ โดยมีครรรชนีตัวที่ 2 บอกกลุ่มคำศัพท์ที่มีความยาวเท่ากับประโยคที่นำมาเทียบ โดยคำศัพท์ที่มีในฐานข้อมูลทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังนี้

$$V = \{I_1(j) \{I_{j,2}(k)\}\} \dots (1)$$

โดยที่ V	เป็นคำศัพท์ทั้งหมดที่มีในพจนานุกรม
$I_1(j)$	เป็นครรรชนีตัวแรก (First Index) แสดงกลุ่มคำศัพท์หมวดที่ j (1,2,3,...) ได้จากการวิเคราะห์ค่าแอสกี้นัมเบอร์ของอักขระ 2 ตัวแรกของข้อความที่ต้องการแยกหน่วยคำ
$I_{j,2}(k)$	เป็นครรรชนีตัวที่ 2 (Second Index) แสดงกลุ่มคำศัพท์ย่อยที่ k ที่มีจำนวนอักขระเท่ากับ n ภายในหมวดที่ j
n	เป็นจำนวนอักขระทั้งหมดของประโยคที่นำมาเทียบ

จากโครงสร้างพยางค์ของหน่วยคำในภาษาไทย ประกอบด้วย พยัญชนะต้น (Consonants) สระ (Vowels) วรรณยุกต์ (Tonality) และตัวสะกด (Ending) พยัญชนะต้นจะเกิดได้ ในอักขระตำแหน่งที่ 1 หรือ 2 (กรณีสระนำหน้า) โดยที่พยัญชนะไทยทั้ง 44 ตัว สามารถเป็นพยัญชนะต้นในหน่วยคำ 42 ตัว รวมกับ ฤ ฦ อีก 2 ตัว รวมทั้งสิ้นมี 44 ตัว ตารางที่ 1 แสดงแอสกี้นัมเบอร์ของอักขระที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับกำหนดครรรชนีตัวที่ 1 การวิจัยนี้แบ่งกลุ่มคำศัพท์ตามหมวดตัวอักษรที่ใช้เป็นพยัญชนะต้นทั้ง 44 ตัว {ก-ข-ค...ฮ} นั่นคือค่าของ $I_1(j)$ มีได้ 44 ค่า โดยที่ j คือกลุ่มคำศัพท์ในหมวดที่ $j = 1,2,3,\dots,44$ (หมวด : ก,ข,...,ฮ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1

พยัญชนะ	แอสกี	หมวดที่	พยัญชนะ	แอสกี	หมวดที่	พยัญชนะ	แอสกี	หมวดที่
ก	161	I ₁ (1)	ฅ	178	I ₁ (16)	ม	183	I ₁ (31)
ข	162	I ₁ (2)	ฉ	179	I ₁ (17)	ย	184	I ₁ (32)
ค	164	I ₁ (3)	ด	180	I ₁ (18)	ร	185	I ₁ (33)
ฅ	166	I ₁ (4)	ต	181	I ₁ (19)	ฤ	186	I ₁ (34)
ง	167	I ₁ (5)	ถ	182	I ₁ (20)	ล	187	I ₁ (35)
จ	168	I ₁ (6)	ท	183	I ₁ (21)	ฬ	188	I ₁ (36)
ฉ	169	I ₁ (7)	ธ	184	I ₁ (22)	ว	189	I ₁ (37)
ช	170	I ₁ (8)	น	185	I ₁ (23)	ศ	190	I ₁ (38)
ฌ	171	I ₁ (9)	บ	186	I ₁ (24)	ษ	191	I ₁ (39)
จ	172	I ₁ (10)	ป	187	I ₁ (25)	ส	192	I ₁ (40)
ญ	173	I ₁ (11)	ผ	188	I ₁ (26)	ห	193	I ₁ (41)
ฎ	174	I ₁ (12)	ฝ	189	I ₁ (27)	ฬ	194	I ₁ (42)
ฏ	175	I ₁ (13)	พ	190	I ₁ (28)	อ	195	I ₁ (43)
ฐ	176	I ₁ (14)	ฟ	191	I ₁ (29)	ฮ	196	I ₁ (44)
ฑ	177	I ₁ (15)	ภ	182	I ₁ (30)			

ตารางที่ 1 แสดงแอสกีนับเบอร์ที่ใช้พิจารณาหารรชนีตัวที่ 1

จากตาราง จะได้

$I_1(j)$ = วรรชนีแสดงกลุ่มคำศัพท์ในหมวดที่ j โดยที่ $j = 1, 2, 3, \dots, 44$

เมื่อได้ค่าวรรชนีตัวที่ 1 แล้ว จะนำไปค้นหากลุ่มคำศัพท์ที่ยาวที่สุดในหมวด j นั้น เพื่อใช้กำหนดความยาวของประโยคที่จะนำมาเปรียบเทียบกับคำศัพท์ในพจนานุกรม กำหนดให้ความยาวที่เหมาะสม คือความยาวที่ได้จากคำศัพท์ที่ยาวที่สุด ดังนี้

SL (Suited Length) = max length of [V] โดยที่ V เป็นคำศัพท์ในหมวดที่ j

นำค่า SL มากำหนดความยาวที่เหมาะสมให้กับประโยคเริ่มต้น สำหรับการค้นหาข้อมูลในพจนานุกรม เราจะได้ วรรชนีตัวที่ 2 ซึ่งกลุ่มคำศัพท์ที่ยาวเท่ากับความยาวของประโยค

$I_{j,2}(k) = n$ โดยที่ n เป็นความยาวของประโยค

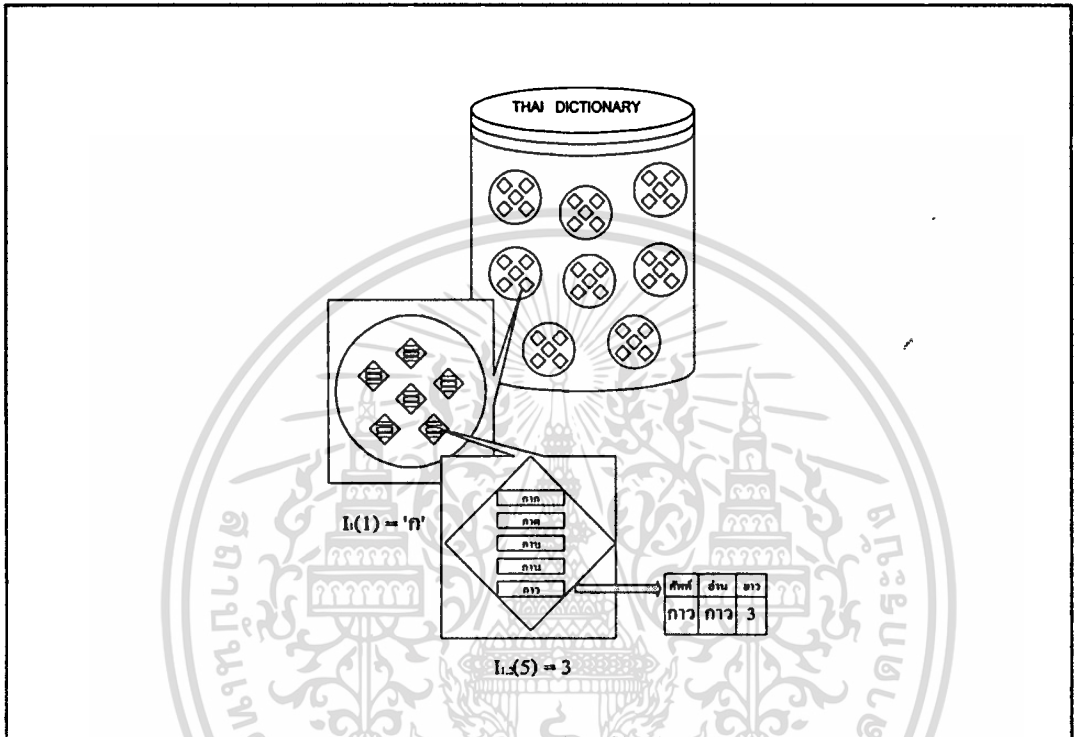
$I_{j,2}(k) = SL$ โดยที่ $SL < n$

ดังนั้น คำศัพท์ที่เราค้นหาในพจนานุกรมสามารถเขียนได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V = \{I_1(j) \{I_{1,2}(k)\}\} \dots (2)$$

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างต้น เราสามารถแสดงโครงสร้างของพจนานุกรมคำศัพท์ทั้งหมด ดังแสดงในรูป 4



รูปที่ 4 แสดงโครงสร้างพจนานุกรมที่ใช้ในการแยกคำโดยวิธีการเทียบคำตามความยาวที่เหมาะสม (SL-Word mapping)

2.2 การจัดการฐานข้อมูลพจนานุกรมไทย

เมื่อกำหนดบรรณนี้และความสัมพันธ์ในการค้นหาข้อมูลแล้ว จะได้โครงสร้างของฐานข้อมูลหรือพจนานุกรมไทย แบ่งตามหมวดอักษรที่สามารถเกิดเป็นพยัญชนะต้นต่างๆ ของหน่วยคำได้ทั้งสิ้น 44 หมวดอักษร ดังมีโครงสร้างการเก็บคำศัพท์ในแต่ละหมวดอักษรดังตารางที่ 2

ตาราง 2

ชื่อฟิลด์	ความหมาย	ชนิดของฟิลด์	ขนาดของฟิลด์
VOCAB	คำศัพท์	text	50
SOUND	คำอ่าน	text	50
VLEN	ความยาว	Integer	2

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างของพจนานุกรมไทย

ฐานข้อมูลพจนานุกรมไทยจัดเก็บคำศัพท์ ที่สอดคล้องกับครรชนิตัวที่ 1 โดยแบ่งหมวด ออกเป็น 44 หมวดอักษร (ก - ฮ) ในรูปตารางที่ดังชื่อตามหมวดอักษรนั้นๆ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3

ครรชนิ	หมวดอักษร	ชื่อตาราง	ครรชนิ	หมวดอักษร	ชื่อตาราง	ครรชนิ	หมวดอักษร	ชื่อตาราง
I ₁ (1)	ก	ก-ไก่	I ₁ (16)	ฒ	ฒ-ผู้เฒ่า	I ₁ (31)	ม	ม-ม้า
I ₁ (2)	ข	ข-ไข่	I ₁ (17)	ณ	ณ-ณเธร	I ₁ (32)	ย	ย-ยักษ์
I ₁ (3)	ค	ค-ควาย	I ₁ (18)	ด	ด-เด็ก	I ₁ (33)	ร	ร-เรือ
I ₁ (4)	ฌ	ฌ-ระฆัง	I ₁ (19)	ต	ต-เต่า	I ₁ (34)	ฤ	ฤ-รี
I ₁ (5)	ง	ง-งู	I ₁ (20)	ถ	ถ-ถุง	I ₁ (35)	ล	ล-ลิง
I ₁ (6)	จ	จ-จาน	I ₁ (21)	ท	ท-ทหาร	I ₁ (36)	ภ	ภ-ลือ
I ₁ (7)	ฉ	ฉ-ฉิ่ง	I ₁ (22)	ฑ	ฑ-ธง	I ₁ (37)	ว	ว-แหวน
I ₁ (8)	ช	ช-ช้าง	I ₁ (23)	น	น-หนู	I ₁ (38)	ศ	ศ-ศาลา
I ₁ (9)	ซ	ซ-โซ่	I ₁ (24)	บ	บ-ใบไม้	I ₁ (39)	ษ	ษ-ฤษี
I ₁ (10)	ฌ	ฌ-เมอ	I ₁ (25)	ป	ป-ปลา	I ₁ (40)	ศ	ศ-เสือ
I ₁ (11)	ญ	ญ-หญิง	I ₁ (26)	ผ	ผ-ผึ่ง	I ₁ (41)	ห	ห-หีบ
I ₁ (12)	ฎ	ฎ-ชฎา	I ₁ (27)	ฝ	ฝ-ฝา	I ₁ (42)	พ	พ-พญา
I ₁ (13)	ฏ	ฏ-ปล้ฎัก	I ₁ (28)	พ	พ-พาน	J ₁ (43)	อ	อ-อ่าง
I ₁ (14)	ฐ	ฐ-ฐาน	I ₁ (29)	ฟ	ฟ-ฟืน	I ₁ (44)	ฮ	ฮ-นกฮูก
I ₁ (15)	ฑ	ฑ-มณโฑ	I ₁ (30)	ภ	ภ-สำเภา			

ตารางที่ 3 แสดงครรชนิที่ใช้หาหมวดอักษร และชื่อตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มคำศัพท์ที่เก็บบันทึกในแต่ละหมวด แบ่งเป็นกลุ่มตามจำนวนอักขระที่เท่ากันจะอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และในแต่ละกลุ่ม จะเก็บรายละเอียดของคำศัพท์ การสะกดคำหรือเสียงอ่าน^[4] ของคำศัพท์ และความยาวของคำศัพท์แต่ละคำ เช่น หมวดอักษร ก. ตามตาราง 3 จะเก็บคำศัพท์ที่เป็นพยัญชนะต้นไม่ว่าจะอยู่ในตำแหน่งที่ 1 หรือ 2 ของคำ โดยแบ่งกลุ่มตามความยาวของคำศัพท์ เช่น

ตารางที่ 4

คำศัพท์	เสียงอ่าน	ความยาว
กัมมันดรงค์สี	กำ-มัน-ตะ-รัง-สี	12
กายภาพบำบัด	กาย-ยะ-พาบ-บำ-บัด	12
กิตติมศักดิ์	กิด-ติ-มะ-ศักดิ์	12
:	:	:
กรรมสิทธิ์	กำ-มะ-สิทธิ์	10
กัลยาณมิตร	กัน-ละ-ยานะ-มิตร	10
:	:	:
กรรมจักร	กัน-นิ-กา	9
กระษาสารท	กระ-ชา-สาด	9
:	:	:
กรมธรรม์	กรม-มะ-หัน	8
:	:	:
:	:	:

ตารางที่ 4 แสดงการจัดเก็บคำอักษรในหมวดอักษร ก.

ดังนั้นเมื่อเราทราบครรรชนี $I_1(j)$ เมื่อ $j = 1, 2, \dots, 44$ เราหาค่า SL:Suited Length ในหมวดอักษรที่ j ได้ เช่น จากตาราง สมมติ $j = 1$ ดังนั้น $I_1(1) =$ หมวด ก. จะได้ ค่า $SL = 12$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 การแยกหน่วยคำจากประโยคภาษาไทย โดยวิธี SL-word mapping

ลักษณะพื้นฐานของข้อความภาษาไทย จะเขียนติดต่อกันโดยไม่มีเครื่องหมายแสดงการจบหน่วยคำหรือประโยค จัดเป็นข้อความต่อเนื่อง (Continue String) กระบวนการที่จะกำหนดให้คอมพิวเตอร์ดำเนินการเพื่อตัดสินใจแยกหน่วยคำจากข้อความ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

1. การแยกข้อความต่อเนื่องออกเป็นประโยคหรือวรรคข้อความ
2. การแยกหน่วยคำจากประโยคหรือวรรคข้อความ

3.1 การแยกข้อความต่อเนื่องเป็นประโยคหรือวรรคข้อความ

เป็นกระบวนการที่ใช้แยกข้อความต่อเนื่อง ออกเป็นวรรคข้อความ (Paragraph) ในที่นี้เรียกว่าประโยค (Sentence) โดยใช้สัญลักษณ์พิเศษหรือช่องว่างเป็นตัวแบ่งแยกประโยคออกจากกัน ถ้ากำหนดให้ข้อความต่อเนื่อง (Text) ที่จะทำการแยกเป็นประโยค (Sentence) มีขนาดความยาวเท่ากับจำนวนอักขระทุกตัว เท่ากับ n จะกำหนดความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{text} &= \text{ข้อความต่อเนื่องประกอบด้วยอักขระ } n \text{ ตัว } C_1, C_2, \dots, C_n = C_x \\ &\text{โดย } 1 \leq x \leq n \\ \text{length of text} &= n \\ B(y) &= \text{เป็นตำแหน่งตามประโยคที่ } j \quad 1 \leq y \leq n \\ E(y) &= \text{เป็นตำแหน่งท้ายประโยคที่ } j \quad 1 \leq y \leq n \\ \text{Sentence}(y) &= \text{เป็นประโยคที่ } j \quad 1 \leq y \leq n \end{aligned}$$

จากคำจำกัดความข้างต้น กำหนดลำดับการทำงานของกระบวนการแยกประโยคออกจากข้อความต่อเนื่อง ได้ดังนี้

Step 1 หาจำนวนอักขระทั้งหมดของข้อความ (text)

$$\text{length} = n$$

If (length = 0) Then End

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Step 2 พิจารณาอักขระแต่ละตัว C_i $i = 1, 2, 3, \dots, n$

$y = 0; z = 0$

$B(1) = 1$

If $C_x \neq$ สัญลักษณ์พิเศษ/ช่องว่าง

If $C_{x-1} =$ สัญลักษณ์พิเศษ/ช่องว่าง

$y = y + 1$

$B(y+1) = x$

End If

If $C_{x+1} =$ สัญลักษณ์พิเศษ/ช่องว่าง

$z = z + 1$

$E(z) = x$

End If

End If

Step 3 เช็คว่ามีอักขระตัวสุดท้ายหรือไม่

$x = x + 1$

If $x > n$

$E(z) = n$

<Step 4>

Else

Goto Step 2

End If

Step 4 กำหนดข้อความแต่ละประโยค

Sentence(y) = ตัวแต่ B(y) ถึง E(y)

ตัวอย่างที่ 1 แสดงการทำงานของกระบวนการแบ่งประโยคจากข้อความต่อเนื่อง

<ข้อความต่อเนื่อง> “คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<Step 1> หาจำนวนอักขระของข้อความทั้งหมด $n = 38$

1		17																	
ค	ณ	ะ	ว	ิ	ศ	ว	ก	ร	ร	ม	ศ	า	ส	ต	ร	-			
19		38																	
พ	ร	ะ	จ	อ	ม	เ	ก	ล	-	า	ถ	า	ค	ก	ร	ะ	บ	-	ง

<Step 2> - <Step 3> พิจารณาอักขระแต่ละตัว ถ้าเป็นช่องว่าง ให้กำหนดตำแหน่งต้นและท้าย
วรรค และชี้ความเป็นตัวสุดท้ายหรือไม่

$x = 1$ to n

$C_x = c$; $B(1) = 1$

จะได้ผลดังนี้

x	อักขระ	y	B(y)	E(y)
1	ค	1	1	
2	ณ	1		
3	ะ	1		
:	:	:		
17	-	1		17
18				
19	พ	2	19	
20	ร	2		
21	ะ	2		
22	จ	2		
23	อ	2		
24	ม	2		
:	:	:		
37	-	2		
38	ง	2		38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<Step 4> กำหนดข้อความแต่ละประโยค $y = 2$

$$\begin{aligned} \text{Sentence(1)} &= \text{เริ่มตั้งแต่ } B(1) = 1 - E(1) = 17 \\ &= \text{คณะวิศวกรรมศาสตร์} \\ \text{Sentence(2)} &= \text{เริ่มตั้งแต่ } B(2) = 19 - E(2) = 38 \\ &= \text{พระจอมเกล้าลาดกระบัง} \end{aligned}$$

สำหรับการแยกประโยคจากข้อความต่อเนื่อง เป็นอัลกอริทึม เพื่อหาประโยคที่จะใช้ในการแยกหน่วยคำ โดยวิธี SL-word mapping

3.2 กระบวนการแยกหน่วยคำจากประโยคภาษาไทย

ข้อความต่อเนื่องที่ผ่านกระบวนการแยกประโยคแล้ว จะนำแต่ละประโยคมาพิจารณาเพื่อทำการแยกหน่วยคำออกจากประโยคโดยใช้ อัลกอริทึม SL-word mapping กำหนดให้

$$\begin{aligned} \text{length of sentence} &= n \\ \text{sentence} &= C_1 C_2 \dots C_n \\ I_{1,j} &= \text{กรณีนี้แสดงหมวดคำศัพท์ โดยที่ } j = 1, 2, \dots, 44 \\ \text{SL (Suited Length)} &= \max \text{ length of } [V] \quad \text{โดยที่ } V \text{ เป็นคำศัพท์ในหมวดที่ } j \\ I_{j,2}(k) &= n \quad \text{โดยที่ } n = \text{SL} \text{ เมื่อ } \text{SL} < n \\ V &= \{I_{1,j} \} \{I_{j,2}(k) \} \end{aligned}$$

จากข้างต้นเราอธิบายลำดับการทำงานได้ดังนี้

<Step 1>

- หาความยาวของประโยค (n) กำหนดจุดเริ่มต้นของประโยค เช่น $B=1$ จุดสิ้นสุด $E=n$
- หากรณีตัวที่ 1 หรือ $I_{1,j}$ จากอักขระ 2 ตัวแรกของประโยค ใช้หาหมวดตัวอักษรที่ $j = 1, 2, \dots, 44$
- หาค่า $\text{SL} =$ ความยาวที่มากที่สุดของกลุ่มคำศัพท์ภายในหมวดที่ j

<Step 2>

- 2.1 นำค่า SL มากำหนด ส่วนของประโยค โดยให้ $E = \text{SL}$ เมื่อ $\text{SL} \leq n$
- 2.2 นำส่วนของประโยคไปค้นหาในพจนานุกรมไทย ถ้าไม่พบให้ตัดตัวอักษรทางขวาออก 1 ตัว หรือ $E = E - 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ถ้าไม่พบเลข ($E = B$) จะตัดตัวอักษรทางซ้าย $B = B + 1$ แล้วกลับไป <Step 1>
- ถ้าพบ ให้เก็บคำศัพท์และคำอ่านตั้งแต่ B ถึง E และกำหนด $B = E + 1$, $E = n$ ไป <Step 1>

ตัวอย่างที่ 2 การทำงานของกระบวนการแยกหน่วยคำโดยวิธี SL-word mapping

ข้อความจากตัวอย่างที่ 1 "คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง"

ประโยคที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประโยคที่ 2 พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

<ประโยคที่ 1> คณะวิศวกรรมศาสตร์ $n = 17$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ค	ณ	ะ	ว	-	ศ	ว	ก	ร	ร	ม	ศ	า	ส	ต	ร	-

<Step 1> พิจารณา อักษรตำแหน่งที่ 1,2 หาพยัญชนะต้น ได้ หมวด ค. หากำ SL = คำศัพท์ที่ยาวที่สุดในหมวด ค. = 9 (สมมุติให้คำว่า โครงสร้าง ยาว = 9)

ศัพท์	คำอ่าน	ความยาว
คุณสมบัติ	คุณ-นะ-สม-บัค	9
โครงสร้าง	โครง-สร้าง	9
:	:	:
คณะ	คะ-นะ	3
คติ	คะ-ติ	3

<Step 2> กำหนดส่วนของประโยคที่จะค้นและเทียบคำศัพท์ในพจนานุกรม เริ่มจาก $B=1$, $E=n$

$E = SL = 9$ โดยที่ $SL \leq n$

ดังนั้นส่วนของประโยค = คณะวิศวกร

นำส่วนของข้อความไปเทียบในพจนานุกรม ถ้าไม่พบตัดทางขวาออกทีละตัว ถ้าพบ ให้เก็บคำศัพท์และคำอ่านตั้งแต่ B ถึง E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ค	ณ	ะ	ว	-	ศ	ว	ก	ร
2	ค	ณ	ะ	ว	-	ศ	ว	ก	
3	ค	ณ	ะ	ว	-	ศ	ว		
4	ค	ณ	ะ	ว	-	ศ			
5	ค	ณ	ะ	ว	-				
6	ค	ณ	ะ	ว					
7	ค	ณ	ะ						

พบ คำว่าคณะ เก็บค่าไว้ใน

WORD(1) = "คณะ"

SPELL(1) = "คะ-นะ"

กำหนด $B = 4$; $E = n = 17$

ประโยคส่วนที่เหลือ

4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

ว	-	ศ	ว	ก	ร	ร	ม	ศ	า	ส	ต	ร	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

เริ่มต้น < step 1 > ใหม่

หาความยาวของประโยค $n = 14$

พิจารณาอักษรตำแหน่ง 1,2 ได้หมวด ว.

ศัพท์	คำอ่าน	ความยาว
วิศวกรรมศาสตร์	วิ-ด-สะ-วะ-กำ-มะ-สา-ด	14
วิสามัญฆาตกรรม	วิ-สา-มัน-คา-ด-ตะ-กำ	14
:	:	:
วิทยาการ	วิ-ด-ทะ-ยา-กอน	7
:	:	:

หาค่า SL ในหมวด ว. ได้ค่า $SL = 14$

กำหนดค่า $B = 4$ $E = SL = 14$ $SL \leq n$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 1

ว	ิ	ศ	ว	ก	ร	ร	ม	ศ	า	ส	ค	ร	ั
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

พบ คำว่า วิศวกรรมศาสตร์ เก็บคำ ไว้ใน

WORD(2) = “วิศวกรรมศาสตร์”

SPELL(2) = “วิ-ศ-วะ-กำ-มะ-สาด”

นำประโยคที่เหลือนำมาวิเคราะห์ตั้งแต่ <step 1> ใหม่ จะได้หน่วยคำและคำอ่านดังนี้

หน่วยคำ	คำอ่าน	
คณะ	คะ-นะ	ประโยคที่ 1
วิศวกรรมศาสตร์	วิ-ศ-วะ-กำ-มะ-สาด	
พระ	พระ	ประโยคที่ 2
จอม	จอม	
เกล้า	เกล้า	

จะได้ หน่วยคำที่แยกออกมาคือ

จากข้อความ	หน่วยคำ	หน่วยพยางค์ (คำอ่าน)
ประโยคที่ 1	คณะ-วิศวกรรมศาสตร์	คะ-นะ-วิ-ศ-วะ-กำ-มะ-สาด
ประโยคที่ 2	พระ-จอม-เกล้า	พระ-จอม-เกล้า

4 สรุป

ด้วยวิธีการของ SL-word mapping เราจะได้หน่วยคำและหน่วยพยางค์ ในรูปคำอ่าน ซึ่งจะถูกนำไปใช้วิเคราะห์โครงสร้างพยางค์ เพื่อหาสมการแทนเสียงและกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงและหน่วยเสียงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ฐานความรู้เรื่องไวยากรณ์และระบบเสียงในภาษาไทย

1 บทนำ

นักสัทศาสตร์ (Phonetician) ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องเสียงในภาษาของมนุษย์ และกำหนดหลักเกณฑ์ที่เรียกว่าสัทศาสตร์ (Phonetics) สำหรับอธิบายลักษณะเสียงพูด ทั้งในแง่ของการเกิดเสียง อวัยวะที่เกี่ยวข้อง ประเภทเสียงและองค์ประกอบร่วมเสียง รวมทั้งได้สร้างสัญลักษณ์แทนเสียง (Phonetic symbols) เพื่อใช้อธิบายเสียงในภาษาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2 การออกเสียงในภาษาไทย^[5]

เสียงในภาษา คือ เสียงที่เจ้าของภาษาเลือกใช้ในการสื่อความหมายเพื่อเข้าใจ ในภาษาแต่ละภาษา ดังที่พระยาอุปกิตศิลปสารกล่าวไว้ว่าเสียงพูดในภาษาไทยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. เสียงแท้ คือ เสียงที่ออกจากลำคอโดยตรง ไม่ต้องใช้ลิ้นหรือริมฝีปากคัดแปลงให้ปรวนแปรไป เช่น /อ, อ่า, อือ, เอ/ เป็นต้น
2. เสียงแปร คือ เสียงที่เปล่งออกมาแล้ว กระดกลิ้นให้กระทบ กอ เพดาน ฟัน หรือริมฝีปาก ทำให้เสียงแปรปรวนเป็นเสียงต่างๆ เช่น /ก, จ, ค/ เป็นต้น
3. เสียงคนตรี คือ เสียงแท้หรือเสียงแปร ซึ่งผู้เปล่งทำให้เป็นเสียงเครื่องดนตรี เช่น /กอ ผอ ก้อ ก่อ/ เป็นต้น

เสียงทั้ง 3 ประเภทดังกล่าวข้างต้นนี้ จะสังเกตได้ว่า เสียงแท้ก็คือเสียงสระ เสียงแปร ก็คือเสียงพยัญชนะ และเสียงคนตรีก็คือเสียงวรรณยุกต์

2.1 อักษรไทย

อักษร คือ สัญลักษณ์ที่ใช้แทนเสียงในภาษา ดังนั้นอักษรไทยจึงมี 3 ชนิดเท่ากับเสียง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อักษรสำหรับแทนเสียงแท้ ให้ชื่อว่า สระ
2. อักษรสำหรับแทนเสียงแปร ให้ชื่อว่า พยัญชนะ
3. อักษรสำหรับแทนเสียงคนตรี ให้ชื่อว่า วรรณยุกต์

หรือกล่าวได้ว่า อักษรไทยมี 3 ชนิด ได้แก่ รูปสระ รูปพยัญชนะ รูปวรรณยุกต์ การศึกษาเรื่องเสียง จึงศึกษาจากเรื่องของเสียงและรูปของสระ พยัญชนะ และวรรณยุกต์ ในภาษาไทยตลอดจนวิธีใช้อักษรแทนเสียงในภาษาไทยดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.1 รูปสระและเสียงสระ

รูปสระไทย เป็นคำที่มีความหมายอยู่ 2 นัย นัยที่ 1 รูปสระคือส่วนประกอบของเครื่องหมายที่ใช้แทนเสียงสระ รูปสระตามนัยแห่งความหมายนี้มี 21 รูป สิ่งที่น่าสังเกต คือ เรานำรูปสระ 21 รูปดังกล่าว มาใช้แทนเสียงสระเป็น 2 ลักษณะ คือ ใช้รูปสระเดี่ยวแทนเสียงสระเดี่ยว เช่น -ะ (วิสรรชนีย์) แทนเสียงสระอะ เป็นต้น และใช้รูปสระหลายรูปแทนเสียงสระเดี่ยว เช่น -ะ (ไม้หน้า, ลากข้าง, วิสรรชนีย์) แทนเสียงสระอะ เป็นต้น จึงทำให้เรามีรูปสระถึง 32 รูป แทนเสียงสระ 32 เสียง ซึ่งเป็นรูปสระในนัยที่ 2 หมายถึง อักษรที่ใช้แทนเสียงสระซึ่งเราใช้กันอยู่

สระเสียงสั้น อะ อี อี้ อุ เอะ แอะ โอะ เอาะ เออะ เอียะ เอือะ อัวะ ฤ ฦ
 อำ ไอ อเ ออ
 สระเสียงยาว อา อี อี้ อุ เอ แอ โอ ออ เอ เอีย เอือ อัว ฤ ฦ

จะเห็นได้ว่า ความหมายของรูปสระมี 2 นัยคือ นัยที่ 1 หมายถึง ส่วนประกอบของเครื่องหมายที่ใช้แทนเสียงสระ ซึ่งรูปสระมีจำนวน 21 รูป โดยทั่วไปแล้วจะใช้ในความหมายนี้ นัยที่ 2 หมายถึง อักษรที่ใช้แทนเสียงแต่ละเสียง ซึ่งรูปสระมีจำนวน 32 รูป ดังนั้นในการกล่าวถึงจำนวนของสระอาจจะเข้าใจไม่ตรงกันได้

เสียงสระ คือเสียงที่เปล่งออกมาจากลำคอโดยตรงไม่มีการกักลมในตำแหน่งใดๆ แต่จะผ่านเส้นเสียงออกมาในขณะที่เส้นเสียงสลับ เสียงสระทุกเสียงจึงเป็นเสียงก้อง

ถ้าพิจารณาจากรูปสระที่ใช้แทนเสียงทั้ง 32 รูปดังกล่าว สรุปได้ว่าภาษาไทยมีเสียงสระ 32 เสียง เสียงสระทั้ง 32 เสียง แบ่งออกเป็นสองพวกตามลักษณะการออกเสียงคือ สระเสียงสั้น เรียกว่า "รัสสระ" มี 18 เสียง และสระเสียงยาว เรียกว่า "ทีฆสระ" มี 14 เสียง และอาจแบ่งตามลักษณะการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดเสียงได้ 3 พวกคือ สระเดี่ยว 18 เสียง สระประสมหรือสระผสม 6 เสียง และสระเกิน 8 เสียง ดังนี้

1) สระเดี่ยว คือ สระที่มีตำแหน่งที่เกิดเสียงเพียงตำแหน่งเดียว ขณะออกเสียงลักษณะของลิ้นและริมฝีปากจะมีตำแหน่งที่แน่นอน ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมี 18 เสียง แบ่งเป็นสระเสียงสั้น-ยาว ดังนี้

สระเสียงสั้น	สระเสียงยาว
อะ	อา
อิ	อี
ึ	ือ
อุ	ู
เอะ	เอ
แอะ	แเอ
โอะ	โอ
เอะ	เอ
เออะ	เออ

2) สระประสม หรือสระผสม คือ สระที่เกิดจากการเลื่อนของลิ้นจากตำแหน่งหนึ่ง ไปสู่อีกตำแหน่งหนึ่งอย่างรวดเร็ว จนฟังคล้ายกับสระสองเสียงประสมกัน สระประสมมี 6 เสียง แบ่งเป็นสระเสียงสั้น-ยาวดังนี้

สระเสียงสั้น	สระเสียงยาว
เอียะ	เอีย
เอือะ	เอือ
อัวะ	อิว

3) สระเกินหรือสระพิเศษ คือสระที่มีเสียงซ้ำกับสระเดี่ยวข้างต้น แต่มีเสียงพยัญชนะประสมอยู่ด้วย สระเกินมี 8 เสียง แบ่งเป็นเสียงสั้น-ยาวได้ดังนี้

สระเสียงสั้น	สระเสียงยาว
ฤ	ฤา
ฃ	ฃา
อ้า	
โใ	
โเ	
เอา	

สระเกินมีเสียงซ้ำกับเสียงสระเดี่ยวบางเสียง แตกต่างกันเพียงแต่สระเกินมีเสียงพยัญชนะประสมอยู่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก) สระ ฤ ฤา ฃา มีเสียงพยัญชนะประสมกับเสียงสระ อี หรือ อือ ดังตัวอย่าง

ฤ คือเสียง ร+อี ดังคำว่า ฤทัย [รี-ไท]

ฤา คือเสียง ร+อือ ดังคำว่า ฤาษี [รี-สี]

ฃ คือเสียง ล+อี ดังคำว่า รฃก [ระ-ล็ก]

ฃา คือเสียง ล+อือ ดังคำว่า ฃาชา [ลือ-ชา]

ข) สระ อ้า โใ โเ เอ มีเสียงซ้ำกับสระ อะ หรือ อา ที่มีเสียงสะกด ดังตัวอย่าง

อ้า คือเสียง อะ+ม ดังคำว่า อ้า [จัม]

โใ คือเสียง อะ+ย ดังคำว่า โใ [ชัย]

เอา คือเสียง อะ+ว ดังคำว่า เรา

ด้วยเหตุนี้สระเกินหรือสระพิเศษ 8 เสียง จึงไม่นับเป็นเสียงสระซ้ำอีก

2.1.2 รูปและเสียงพยัญชนะ

รูปพยัญชนะ คือ อักษรที่ใช้แทนเสียงพยัญชนะ พยัญชนะไทยมี 44 รูป อาจจัดแบ่งเป็นพยัญชนะวรรค แบบบาลีสันสกฤต ตารางที่ 5 แสดงการจำแนกพยัญชนะตามระดับเสียงที่เรียกว่า ไตรยางศ์ หรืออักษร 3 หมู่ เพื่อความสะดวกและประโยชน์ในการนำไปใช้ ดังนี้

ตารางที่ 5

อักษร 3 หมู่	อักษรกลาง	อักษรสูง	อักษรต่ำ 24 ตัว	
พยัญชนะแบ่งตามฐานที่เกิด	9 ตัว	11 ตัว	อักษรต่ำคู่ 14 ตัว	อักษรต่ำเดี่ยว 10 ตัว
วรรณที่ 1 ฐานคอ	ก	ข (ฃ)	ค (ค) ฅ	ง
วรรณที่ 2 ฐานเพดาน	จ	ฉ	ช (ช) ฌ	ญ
วรรณที่ 3 ฐานปุ่มเหงือก	(ญ) ฎ	ฐ	ฑ ฒ	ณ
วรรณที่ 4 ฐานฟัน	(ค) ต	ถ	ท ฑ	น
วรรณที่ 5 ฐานริมฝีปาก	(บ) ป	ผ (ฝ)	พ (ฟ) ภ	ม
เศยวรรณ	(อ)	ศ ษ ฬ	(ฮ)	ย ร ล ฬ ว

ตารางที่ 5 แสดงการจำแนกพยัญชนะตามระดับเสียง

เสียงพยัญชนะ คือเสียงที่เปล่งออกมาโดยลมแทรกผ่านการสั่นกั้นของ อวัยวะต่างๆ ภายในช่องคอและปากในลักษณะต่างๆ เสียงพยัญชนะในภาษาไทยมีเพียง 21 เสียงเท่านั้น เพราะพยัญชนะบางรูปมีเสียงซ้ำกัน ดังนี้

ตารางที่ 6

ลำดับที่	เสียงพยัญชนะ	รูปพยัญชนะ	ลำดับที่	เสียงพยัญชนะ	รูปพยัญชนะ
1	/ก/	ก	11	/บ/	บ
2	/ค/	ข ฃ ค ฅ	12	/ป/	ป
3	/ง/	ง	13	/พ/	พ ภ ผ
4	/จ/	จ	14	/ฟ/	ฟ ฝ
5	/ช/	ช ฌ ฉ	15	/ม/	ม
6	/ซ/	ซ ษ ฬ	16	/ย/	ย ญ
7	/ค/	ค ฅ	17	/ร/	ร
8	/ค/	ค ฅ	18	/ล/	ล ฬ
9	/ท/	ท ฑ ฒ ถ ฐ	19	/ว/	ว
10	/น/	น ณ	20	/ฮ/	ห ฮ
			21	/อ/	อ

ตารางที่ 6 แสดงเสียงพยัญชนะที่มีในภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีใช้รูปพยัญชนะใช้ในการเขียนคำภาษาไทย ได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ใช้เป็นพยัญชนะต้น หมายถึง รูปพยัญชนะที่ใช้เขียนต้นคำหรือนำหน้าสระ รูปพยัญชนะไทยเป็นพยัญชนะต้นได้ทุกตัว ยกเว้น ข ค ซึ่งเคยมีใช้ในสมัยก่อนแต่ปัจจุบันใช้ ข ค แทนแล้ว พยัญชนะที่ใช้เป็นพยัญชนะต้นมี 2 ลักษณะคือ

1.1 พยัญชนะต้นที่ใช้เป็นรูปพยัญชนะเดี่ยว หมายถึง ใช้รูปพยัญชนะตัวเดียว แทนเสียงพยัญชนะต้น 1 เสียงเช่น คน กิน ข้าว แล้ว ฯลฯ

1.2 พยัญชนะต้นที่เป็นรูปพยัญชนะประสม หมายถึง พยัญชนะ 2 ตัวเรียงกันมีลักษณะประสมด้วยสระเดียวกัน รูปพยัญชนะประสมดังกล่าวอาจจำแนกเป็น 4 แบบดังนี้

1.2.1 อ่านออกเสียงแบบอักษรควบแท้ คือ อ่านออกเสียงคล้ายกัน หรือ ออกเสียงพยัญชนะตัวแรก และตัวที่ 2 พร้อมกัน พยัญชนะประสมดังกล่าวอ่านออกเสียงได้ 4 แบบ ดังนี้

พยัญชนะตัวแรก	พยัญชนะตัวที่สอง	ตัวอย่าง
ก ข ค	ร ล ว	เกรี้ยวกราด ขรุขระ กรีนเครง กลมเกลียว ขลาดเขลา คล้ายคลึง กวัดแกว่ง ขวนขวาย เคว้งคว้าง
ป ผ พ	ร ล	ปราดเปรื่อง พร้อมเพรียง ปลดปล่อย ผลิผลาม พลาคพลัง
ด ท	ร	เตร็ดเตร่ นิทรา

นอกจากนี้อาจมีคำภาษาต่างประเทศอีกหลายคำที่รับเข้ามาใช้ภายหลัง เช่น ฟรี แพลตบริดจ์ บล็อก คราฟต์ ฯลฯ ซึ่งมีเสียงพยัญชนะควบกล้ำที่แตกต่างไปจากภาษาไทย ทำให้เรามีเสียงควบกล้ำของคำที่ใช้ในภาษาไทยเพิ่มขึ้น

1.2.2 อ่านแบบอักษรควบไม่แท้ คือ รูปพยัญชนะประสมนั้นอ่านเป็นเสียงพยัญชนะเสียงเดียว ซึ่งอาจตรงกับเสียงพยัญชนะตัวแรกหรือตัวหลัง หรืออาจเปลี่ยนไปเป็นเสียงพยัญชนะอื่นก็ได้ ดังนี้

- 1) ไม่อ่านออกเสียง "ร" เช่นเสียง จริง (จิง) ไชรี (ไช้) เส้า (เส้า) สร้าง (สร้าง) สารท (สาร) ฯลฯ
- 2) อ่านออกเสียงเปลี่ยนไปจาก "ทร" เป็น "ซ" เช่น ทรวดทรง [ซวค-ซง] ทรุก ไทรม [ซุค-โซม] พุดทรา [พุด-ซา] ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 อ่านแบบอักษรนำ คือ อ่านออกเสียงวรรณยุกต์ตามคุณสมบัติ การผันเสียงวรรณยุกต์ของพยัญชนะที่เป็นอักษรนำ การอ่านออกแบบอักษรนำมีวิธีอ่าน 2 วิธีคือ

1) ออกเสียงร่วมกันเป็นพยางค์เดียวกัน แต่ผันวรรณยุกต์ตามเสียงตัวนำได้แก่ คำที่มีลักษณะดังนี้คือ

"ห" นำอักษรต่ำเดี่ยว เช่น เหงา หนอน หบิก หมู หรุ ฯลฯ

"อ" นำ "ย" ได้แก่ อย่า อยู่ อย่าง อยาก

2) อ่านแยกเป็นพยัญชนะต้นของสองพยางค์ พยางค์แรกออกเสียงเหมือนมีสระอะ ประสมอยู่ด้วยเพิงกึ่งเสียง ส่วนพยางค์หลังออกเสียงตามสระที่ปรากฏ และผันวรรณยุกต์ตามเสียงตัวนำ ได้แก่ คำที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

อักษรสูงนำอักษรต่ำเดี่ยว เช่น ขนาด สนุก ถนน ผยอง ขมุกขมัว ฉวัดเฉวียน ฯลฯ

อักษรกลางนำอักษรต่ำเดี่ยว เช่น จมูก คลบ จริต เอรีคอรอย ฯลฯ

1.2.4 อ่านแบบเรียงพยางค์ คือ รูปพยัญชนะประสมนั้นอ่านแยกออกเป็นเสียงของพยัญชนะต้น 2 พยางค์ พยางค์แรกอ่านเหมือนมีสระอะประสมอยู่ ส่วนพยางค์ที่สองอ่านออกเสียงตามรูปสระที่ปรากฏ เช่น คำว่า ปริมปรา พยาบาท ทวีป ไผท สภา ขมา ผรุสวาท ครหา ฯลฯ คำที่นำมาอ่านแบบเรียงพยางค์นี้ ส่วนมากเป็นคำภาษาต่างประเทศซึ่งเราปรับเข้ามาใช้แล้วอ่านเสียงของคำในภาษาเดิม

2. ใช้เป็นตัวสะกด คือ ใช้เป็นพยัญชนะท้ายคำหรือท้ายพยางค์ ทำหน้าที่บังคับเสียงให้เป็นไปตามเสียงนั้นๆ เป็นพยัญชนะที่แทนเสียงมาตรฐานตัวสะกดทั้ง 9 เสียง หรือ 9 แม่ มี 2 ลักษณะคือ

2.1 ตัวสะกดที่มีรูปพยัญชนะเดี่ยว เช่น พุช วุฒิ ครุฑ ฯลฯ

2.2 ตัวสะกดที่มีรูปพยัญชนะประสม เช่น เนตร บาทร เพชร พุทท ฯลฯ

พยัญชนะที่ใช้เป็นสะกดทั้ง 2 ลักษณะ ใช้เสียงมาตรฐานตัวสะกด 8 แม่ ได้แก่

แม่ก ก ใช้ ก ข ค ฉ ษ สะกด ออกเสียงเหมือน "ก" สะกด เช่น มาก สกปรก สุข ประมุข อุปสรรค สามัคคี เมฆ ฯลฯ

แม่กด ใช้ จ ช ฌ ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ค ต ถ ท ฑ ศ ษ ส และ ทร ชร รธ ฒ ติ ติ ติ สะกด ออกเสียงเหมือน "ค" สะกด เช่น คุจ นุช ก๊าซ กฏ ปราบกฏ รัฏฐ คุฎฐ วัฒนา กัด โลहित รด ประสาท โกรธ เกศ ศิษย์ โอกาส เนตร เพชร สามารถ สารท วุฒิ รสชาติ อุบัติเหตุ ฯลฯ

แม่กบ ใช้ บ ป ฟ ฟ ก สะกด ออกเสียงเหมือน "บ" สะกด เช่น จบ สาลี รูป อพยพ ทิพย์ กราฟ ยีราฟ โลก ฯลฯ

แม่กะ ใช้เสียง อ สะกด เช่น พระ /phra?4/ กะ/ka?2/ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่กง ใ้ ง สะกด เช่น หลง ปอง อนงค์ ฯลฯ

แม่กน ใ้ ญ ฌ ฎ ฬ สะกด ออกเสียงเหมือน "น" สะกด เช่น เเพชญ บุญคุณ วิญญาณ บริเวณ วันเพ็ญ คนพาล ฯลฯ

แม่กม ใ้ ม สะกด เช่น ลม ธรรม ภูมิ

แม่เกย ใ้ ย ตัวสะกด เช่น เซย โขย ช่วย ฯลฯ

แม่เกอว ใ้ ว สะกด เช่น หาว เปลว เขี้ยว ฯลฯ

ข้อสังเกต มี 4 มาตรา ที่มีคำซึ่งสะกดไม่ตรงตามมาตราได้ คือ แม่กค แม่กบ และแม่กน

3. ใ้ เป็นตัวการันต์ คือ รูปพยัญชนะที่ปรากฏในคำแต่ไม่ออกเสียง เพราะใ้ เครื่องหมาย ทัณฑฆาต (̣) นำเสียงนั้นแล้ว เช่น รัตน ̣ มี ุ เป็นตัวการันต์ จันทร ̣ มี ทร เป็นตัวการันต์ ลักษณ ̣ มี ษณ ̣ เป็นตัวการันต์ กอล์ฟ ̣ มี ฬ เป็นตัวการันต์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าตัวการันต์มี 2 ลักษณะคือ

3.1 ตัวการันต์ที่มีรูปพยัญชนะเดี่ยว เช่น กาน ̣ กาน ̣ ท ̣ การ ̣ ฯลฯ

3.2 ตัวการันต์ที่มีรูปพยัญชนะประสม เช่น จันทร ̣ ราช ̣ ลักษณ ̣ ฯลฯ

ข้อสังเกต ตัวการันต์ที่อยู่กลางคำมักเป็นคำที่รับมาจากภาษาอังกฤษ เช่น ฟิ ล์ม ป่า ลัม กอล์ฟ ฯลฯ คำที่รับมาจากภาษาอื่น โดยทั่วไป ตัวการันต์จะอยู่ท้ายคำ

2.1.3 รูปและเสียงวรรณยุกต์

รูปวรรณยุกต์ คือ เครื่องหมายที่ใ้ เขียนไว้บนตัวอักษร เพื่อแสดงระดับเสียงสูงต่ำของ พยางค์ ในภาษาไทยมีรูปวรรณยุกต์ 4 รูป คือ

" ˊ " เรียก วรรณยุกต์เอก หรือ ไม้เอก

" ˋ " เรียก วรรณยุกต์โท หรือ ไม้โท

" ˊˋ " เรียก วรรณยุกต์ตรี หรือ ไม้ตรี

" ˊˊ " เรียก วรรณยุกต์จัตวา หรือ ไม้จัตวา

เสียงวรรณยุกต์ คือ ระดับเสียงสูงต่ำของพยางค์ เสียงวรรณยุกต์ในภาษาไทยมี 5 เสียง คือ เสียงสามัญ เสียงเอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีใช้และข้อสังเกตเกี่ยวกับการใช้รูปวรรณยุกต์แทนเสียง

1. วรรณยุกต์ในพยางค์มีวิธีใช้เป็น 2 ลักษณะ คือ วรรณยุกต์มีรูป และวรรณยุกต์ไม่มีรูป ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 วรรณยุกต์มีรูป หมายถึง พยางค์ที่มีรูปวรรณยุกต์เป็นเครื่องหมายบอกระดับเสียงกำกับไว้บนตัวอักษรที่เป็นพยัญชนะต้น เช่น ปั้น ปั้น โຕ้ะ จ้า ฯลฯ ถ้าเป็นพยางค์ที่มีพยัญชนะต้น 2 ตัว จะวางรูปวรรณยุกต์บนตัวที่สอง เช่น หม่น ไหม้ เสร้า ฯลฯ

1.2 วรรณยุกต์ไม่มีรูป หมายถึง พยางค์ที่ไม่มีรูปวรรณยุกต์กำกับบอกระดับเสียง แต่มีเสียงวรรณยุกต์ซึ่งออกเสียงสูงต่ำตามหมู่ของอักษร เช่น ไป (เสียงสามัญ) ไหน (เสียงจัตวา) หมค (เสียงเอก) เป็นต้น

ข้อสังเกต คือ ในพยางค์ 1 พยางค์ จะมีเสียงวรรณยุกต์ 1 หน่วยเสมอ ถึงแม้จะมีรูปวรรณยุกต์หรือไม่ก็ตาม

2. รูปวรรณยุกต์มี 4 รูป แต่เสียงวรรณยุกต์มี 5 เสียงทั้งนี้เพราะเสียงสามัญไม่มีรูปวรรณยุกต์กำกับ เช่น เธอ ไป ทำ งาน ฯลฯ

3. พยางค์ที่ไม่มีรูปวรรณยุกต์กำกับ ระดับเสียงของพยางค์อาจเป็นเสียงอื่นๆ ได้ทุกเสียงไม่เฉพาะแต่เสียงสามัญ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เสียงวรรณยุกต์เอก: ขาด จบ หมอก

เสียงวรรณยุกต์โท: รูป ภาพ เพร็ด

เสียงวรรณยุกต์ตรี: รีบ รถ

เสียงวรรณยุกต์จัตวา: เสียง ไส

4. พยางค์ที่มีรูปวรรณยุกต์กำกับมี 2 ลักษณะ คือ

4.1 พยางค์ที่มีรูปและวรรณยุกต์ตรงกัน

รูปวรรณยุกต์เอก เสียงวรรณยุกต์เอก: ป้า ข่าว ห้วน

รูปวรรณยุกต์โท เสียงวรรณยุกต์โท: ป้า ข่าว กลั่น

รูปวรรณยุกต์ตรี เสียงวรรณยุกต์ตรี: เอ๊ะ โຕ้ะ กูก

รูปวรรณยุกต์จัตวา เสียงวรรณยุกต์จัตวา: ป้า จ้า เดี้ยว

4.2 พยางค์ที่มีรูปวรรณยุกต์ไม่ตรงกับเสียง

รูปวรรณยุกต์เอก เสียงวรรณยุกต์โท: ไล่ เพื่อน คร้า

รูปวรรณยุกต์โท เสียงวรรณยุกต์ตรี: ท้องฟ้า คล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำหรือพยางค์ที่ประสมด้วยสระเสียงยาวบางคำ เมื่อเติมรูปวรรณยุกต์เอกหรือโทแล้วมักออกเสียงเป็นเสียงสั้น เช่น

เลน - เล่น	แทน - แท่น
คอม - ค่อม	แกร่ง - แกร่ง
เคน - เค่น	เนน - เน้น
เวน - เว่น	ฯลฯ

2.2 โครงสร้างและเสียงของพยางค์

พยางค์ หมายถึง จำนวนเสียงที่เด่น ในกลุ่มเสียงที่เรียงกันเป็นคำพูด อาจหมายถึง เสียงหรือกลุ่มเสียงที่มีสระเป็นแกนกลาง โดยแต่ละพยางค์จะมีความหมายหรือไม่ก็ได้ ถ้ากลุ่มเสียงเหล่านี้ มีความหมายและสามารถปรากฏ ตามลำพัง พยางค์นั้นจะกลายเป็นคำในภาษา เช่น คำว่า “พ่อ” “ใน” “ปลา” “หนึ่ง” เป็นต้น คำในภาษาไทยส่วนใหญ่มักจะเป็นคำพยางค์เดียว (Monosyllabic) ซึ่งจะต้องมีหน่วยเสียงอย่างน้อยที่สุด 3 หน่วย ประกอบกันเป็นเสียงพูดในพยางค์นั้น เช่น คำว่า “มา” /maa/ ประกอบด้วยเสียงพยัญชนะต้น (ม-/m/) เสียงสระ(อา-/aa/) และเสียงวรรณยุกต์(ไม่มีรูป-เสียงสามัญ) แต่พยางค์สามารถประกอบด้วยหน่วยเสียงได้สูงสุด 4 หน่วยเสียง คือ ประกอบด้วยเสียงพยัญชนะต้น เสียงสระ เสียงพยัญชนะท้าย และเสียงวรรณยุกต์ เช่น คำว่า “กราบ” /kraa`p/ ประกอบด้วยเสียงพยัญชนะต้นควบกล้ำ (กร-/kr/) เสียงสระ(อา-/aa/) เสียงพยัญชนะท้าย (บ-/p/) และเสียงวรรณยุกต์(ไม่มีรูป-เสียงเอก- / ` /) เป็นต้น

ถ้าพิจารณาโครงสร้างของคำหรือพยางค์ในรูปแบบการเขียน พบว่า คำบางคำสามารถอ่านได้มากกว่า 1 เสียง เช่น คำว่า “ແหน” อาจอ่านว่า แหน /nææ^v/ หรือ แหน /nææ^vm/ ก็ได้ หรือมีคำหลายคำที่เขียนต่างกัน แต่ออกเสียงเหมือนกัน เช่น คำว่า “กร” “กอน” “กรณี” ต่างก็ออกเสียง /k/)n/ เหมือนกัน นอกจากนี้รูปของวรรณยุกต์ที่ปรากฏในพยางค์ อาจจะไม่ได้ออกเสียงวรรณยุกต์ตามรูปนั้นก็ได้อีก เช่น คำว่า “เสื่อ” /sɛ̃p̃a^v/ ซึ่งมีรูปวรรณยุกต์สามัญ แต่ออกเสียง จัควา จะเห็นได้ว่ารูปแบบการเขียนถูกกำหนดเงื่อนไขการอ่านหรือเป็นไปตามกฎไวยากรณ์ที่บังคับอยู่ จากการที่เสียงประกอบด้วยหน่วยเสียงพื้นฐาน คือเสียงพยัญชนะต้น เสียงสระ เสียงพยัญชนะท้าย (ตัวสะกด) และเสียงวรรณยุกต์ ไวยากรณ์ที่กำหนดเสียงอ่านของพยางค์รูปต่างๆ จึงขึ้นอยู่กับการรวมกันของแต่ละหน่วยเสียง

2.2.1 ไตรยางศ์

ไตรยางศ์ แปลว่า สามส่วน มาจากคำว่า ไตร (สาม) และองค์ (ส่วน) หมายถึง การแบ่งพยัญชนะทั้ง 44 ตัว ตามระดับเสียงได้เป็น 3 หมู่ เรียกว่า อักษร 3 หมู่ เพื่อประโยชน์ในการผันอักษรดังนี้

1. **อักษรกลาง** คือ พยัญชนะที่มีระดับเสียงกลางมี 9 ตัว ได้แก่ ก จ ฎ ฏ ค ต บ ป อ
ผันเสียงวรรณยุกต์ได้ครบทุกเสียง เช่น กา ก๋ ก้ำ ก๊า ก๋า (สามัญ เอก โท ตรี จัตวา)

2. **อักษรสูง** คือ พยัญชนะที่มีระดับเสียงสูงมี 11 ตัว ได้แก่ ข ฃ ฉ ฐ ถ ผ ฝ ศ ษ ส ห
ผันเสียงวรรณยุกต์ได้ 3 เสียง เช่น ขา ข่า ข้ำ (จัตวา เอก โท)

3. **อักษรต่ำ** คือ พยัญชนะที่มีระดับเสียงต่ำมี 24 ตัว แบ่งเป็น 2 จำพวกคือ

3.1 **อักษรต่ำคู่** คือ พยัญชนะที่มีระดับเสียงคู่กับอักษรเสียงสูง เพื่อช่วยให้สามารถผันวรรณยุกต์ได้ครบ 5 เสียง มี 14 ตัวได้แก่

ค ค ฌ มีเสียงคู่กับ ข ฃ

ช ฉ มีเสียงคู่กับ ฉ

ฌ ฌ มีเสียงคู่กับ ศ ษ ส

ฑ ฒ ท ฐ มีเสียงคู่กับ ถ ฐ

พ ภ มีเสียงคู่กับ ผ

ฟ มีเสียงคู่กับ ฝ

ย มีเสียงคู่กับ ห

อักษรต่ำคู่ผันเสียงวรรณยุกต์ได้ 3 เสียง เช่น คา ค่า ค้ำ(สามัญ โท ตรี)

อักษรต่ำคู่จะผันได้ครบ 5 เสียง ด้วยการนำอักษรสูงที่มีเสียงคู่กันเข้าช่วย เช่น

คา ข่า ข้ำ (ข่า ค้ำ) ค้ำ ขา หรือ ฟา ฝ่า ฝ้ำ (ฟา) ฟ้ำ ฝ่า

3.2 **อักษรต่ำเดี่ยว** คือ อักษรต่ำที่ไม่มีอักษรสูงเป็นเสียงคู่อมี 10 ตัว ได้แก่ ง ฅ ฎ น ม ย ร ล พ ว
ผันเสียงวรรณยุกต์ได้ 3 เสียง เช่น งา ง่า ง้ำ (สามัญ โท ตรี) อักษรต่ำเดี่ยวจะผันวรรณยุกต์ให้ครบ 5 เสียง ด้วยการใช้อักษรกลางนำ หรือ "ห" นำ แต่โดยมากจะนิยมใช้ "ห" นำ
ดังตัวอย่างต่อไปนี้

งา	หง่า	ง่า(หง้ำ)	ง้า	หงา
ยา	หย่า	ย่า(หย้ำ)	ย้า	หยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไตรยางค์หรืออักษร 3 หมู่นี้ นอกจากจะมีประโยชน์ในการผันอักษรแล้ว ยังทำให้เกิดคำพ้องเสียง บางคำด้วย เช่น คำว่า

ข้า-ค่า ถ้ำ-ท่า เขี้ยว-เคี้ยว
 ส้อม-ซ่อม เส้น-เซ่น หมั้น-มัน ฯลฯ

คำเป็นคำตาย

ในการผันอักษรหรือการผันเสียงวรรณยุกต์นั้น นอกจากเสียงของคำหรือพยางค์จะแตกต่างกันไปตามระดับเสียงของอักษร 3 หมู่แล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะคำเป็นคำตาย และความสั้น-ยาวของเสียงสระอีกด้วย ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจเรื่อง "คำเป็นคำตาย" ก่อนที่ทำความเข้าใจหลักการผันอักษรต่อไป

คำเป็น มีลักษณะดังนี้คือ

1. เป็นคำหรือพยางค์ที่ประสมด้วยสระเสียงยาว เช่น พ่อ จำ แม่ มา ฯลฯ รวมทั้งคำหรือพยางค์ที่ประสมด้วย อ่า โอ โอ เอา เช่น จำ ใจ ไป เอา ฯลฯ
2. เป็นคำหรือพยางค์ที่ประสมด้วยสระเสียงสั้นหรือยาวที่มีตัวสะกดในแม่กง กน กม เกย เกอว เช่น ลง คน วาม วาย วาว ฯลฯ

คำตาย มีลักษณะดังนี้คือ

1. เป็นคำหรือพยางค์ที่ประสมด้วยสระเสียงสั้น เช่น จะ ตี ผู ผัวะ ฯลฯ ยกเว้นคำหรือพยางค์ที่ประสมด้วย อ่า โอ โอ เอา
2. เป็นคำหรือพยางค์ที่ประสมด้วยสระเสียงสั้นหรือยาวที่มีตัวสะกดในแม่ กก กะ กค กบ เช่น มาก นัด กราบ ฯลฯ

2.2.2 การผันอักษร

อักษรทั้ง 3 หมู่ คือ อักษรสูง อักษรกลาง และอักษรต่ำ เมื่อผันตามเสียงวรรณยุกต์ จะได้เสียงต่างกันออกไปดังต่อไปนี้

อักษรกลาง

คำเป็น ผันได้ครบ 5 เสียงดังนี้

ผันเสียงเป็นเสียงสามัญ	เช่น	กา
ผันด้วยไม้เอกเป็นเสียงเอก	เช่น	ก่า
ผันด้วยไม้โทเป็นเสียงโท	เช่น	ก้า
ผันด้วยไม้ตรีเป็นเสียงตรี	เช่น	ก๊า
ผันด้วยไม้จัตวาเป็นเสียงจัตวา	เช่น	ก๋า

คำตาย ผันได้ 4 เสียงดังนี้

ผันเสียงเป็นเสียงเอก	เช่น	กะ
ผันด้วยไม้โทเป็นเสียงโท	เช่น	ก๊ะ
ผันด้วยไม้ตรีเป็นเสียงตรี	เช่น	ก๊ะ
ผันด้วยไม้จัตวาเป็นเสียงจัตวา	เช่น	ก๊ะ

อักษรสูง

คำเป็น ผันได้ 3 เสียง ดังนี้

ผันเสียงเป็นเสียงจัตวา	เช่น	ขา
ผันด้วยไม้เอกเป็นเสียงเอก	เช่น	ข่า
ผันด้วยไม้โทเป็นเสียงโท	เช่น	ข้า
คำตาย ผันได้ 2 เสียง ดังนี้		
ผันเสียงเป็นเสียงเอก	เช่น	ขะ
ผันด้วยไม้โทเป็นเสียงโท	เช่น	ข๊ะ

อักษรต่ำ

คำเป็น ผันได้ 3 เสียง ดังนี้

ผันเสียงเป็นเสียงสามัญ	เช่น	กา
ผันด้วยไม้เอกเป็นเสียงโท	เช่น	ก่า
ผันด้วยไม้โทเป็นเสียงตรี	เช่น	ก้า
คำตายรัสสระ (เสียงสั้น) ผันได้ 3 เสียงดังนี้		
ผันเสียงเป็นเสียงตรี	เช่น	กะ
ผันด้วยไม้เอกเป็นเสียงโท	เช่น	ก๊ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผันด้วยไม้จัตวาเป็นเสียงจัตวา เช่น ก๊ะ

คำตายที่มสระ (เสียงยาว) ผันได้ 3 เสียง ดังนี้

พื้นเสียงเป็นเสียงโท เช่น กาด

ผันด้วยไม้โทเป็นเสียงตรี เช่น ก้าด

ผันด้วยไม้จัตวาเป็นเสียงจัตวา เช่น ก้า

สรุปเป็นตารางการผันอักษรได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 7

ประเภทอักษร	พื้นเสียงเป็นเสียง	ผันด้วยไม้เอกเป็นเสียง	ผันด้วยไม้โทเป็นเสียง	ผันด้วยไม้ตรีเป็นเสียง	ผันด้วยไม้จัตวาเป็นเสียง
อักษรกลาง					
- คำเป็น	สามัญ (กา)	เอก (ก่า)	โท (ก้า)	ตรี (ก๊า)	จัตวา (ก้า)
- คำตาย	เอก (กะ)	-	โท (ก๊ะ)	ตรี (ก๊ะ)	จัตวา (ก๊ะ)
อักษรสูง					
- คำเป็น	จัตวา (ขา)	เอก (ข่า)	โท (ข้า)	-	-
- คำตาย	เอก (ขะ)	-	โท (ข๊ะ)	-	-
อักษรต่ำ					
- คำเป็น	สามัญ (คา)	โท (ค่า)	ตรี (ค๊า)	-	-
- คำตายเสียงสั้น	ตรี (คะ)	โท (ค๊ะ)	-	-	จัตวา (ค๊ะ)
- คำตายเสียงยาว	โท (คาด)	-	ตรี (ค้าด)	-	จัตวา (ค้าด)

ตารางที่ 7 แสดงการผันอักษร แบบที่ 1

ตารางที่ 8

ประเภทอักษร	จำนวนเสียงที่ผันได้	เสียงสามัญ	เสียงเอก	เสียงโท	เสียงตรี	เสียงจัตวา
อักษรกลาง						
- คำเป็น	5	กา*	ก่า	ก้า	ก๊า	ก้า
- คำตาย	4	-	กะ*	ก๊ะ	ก๊ะ	ก๊ะ
อักษรสูง						
- คำเป็น	3	-	ข่า	ข้า	-	ขา*
- คำตาย	2	-	ขะ*	ข๊ะ	-	-
อักษรต่ำ						
- คำเป็น	3	คา*	-	ค่า	ค๊า	-
- คำตายเสียงสั้น	3	-	-	ค๊ะ	ค๊ะ*	ค๊ะ
- คำตายเสียงยาว	3	-	-	คาด	ค้าด	ค้าด

* คำที่เป็นพื้นเสียงของอักษรนั้นๆ

ตารางที่ 8 แสดงการผันอักษร แบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสังเกต

1. อักษรกลางกับอักษรสูงมีเสียงตรงกับวรรณยุกต์เสมอ ส่วนอักษรต่ำเสียงมักไม่ตรงกับรูปวรรณยุกต์ คือ ถ้ารูปวรรณยุกต์เอกจะเป็นเสียงโท ถ้ารูปวรรณยุกต์โทจะเป็นเสียงตรี ยกเว้นรูปวรรณยุกต์จัตวาจะตรงกับเสียง แต่แทบจะไม่มีใช้ในภาษา
2. อักษรกลางผันด้วยวรรณยุกต์ได้ครบทั้ง 4 รูป 5 เสียง ดังนั้นคำที่มีรูปวรรณยุกต์ตรี (จ้) และรูปวรรณยุกต์จัตวา (จ๋) กำกับ จึงมักจะเป็นคำที่มีพยัญชนะต้นเป็นอักษรกลาง เช่น บ๊วย ก้วยเต๋ยว กรี๊ด อู๊ย พิศเปรี้ยะ จุ่มจิม ฯลฯ
3. อักษรสูงกับอักษรต่ำคู่จะผันได้ครบ 5 เสียง เมื่อนำแต่ละคู่มาผันรวมกันดังเช่น

ตารางที่ 9

เสียงอักษร	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา
ข กับ ค	คา	ข่า	ข้า, คำ	ค้ำ	ขา
ฅ กับ ช	ชา	ฉ่า	ฉ่า, ช่า	ช้ำ	ฉา
จ กับ ฌ	ชา	ต่าง	ส่า, ซ่า	ซ้า	ศา
ด กับ ท	ทอง	ถ่อง	ถ่อง, ท่อง	ท็อง	ดอง
ฝ กับ ฟ	ฟอง	ฝ่อง	ฝ่อง, ฟ่อง	ฟ็อง	ฝอง
ผ กับ พ	พา	ฝ่า	ฝ่า, ฟ่า	ฟ้ำ	ผา
ห กับ ฮ	ฮา	ห่า	ห่า, ฮ่า	ฮ้ำ	หา

ตารางที่ 9 การผันเสียงของอักษรต่ำคู่

4. อักษรต่ำเดี่ยวจะผันได้ครบ 5 เสียงเมื่อใช้ "ห" นำเป็นตัวช่วย ดังตัวอย่าง

ตารางที่ 10

เสียงอักษร	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา
ง	งา	หง่า	ง่า, หง้า	ง้ำ	หงา
น	นา	หน้า	น่า, หน้า	น้า	หนา
ม	มอ	หม่อ	ม่อ, หม้อ	ม็อ	หมอ
ย	ยา	หย่า	ย่า, หย้า	ย้า	หยา
ร	รุ	หรรู้	รู่, หรรู้	ร็ู้	หรรู
ล	ลา	หล่า	ล่า, หล้า	ล้า	หลา
ว	วา	หว่า	ว่า, หว้า	ว้า	หวา

ตารางที่ 10 การผันเสียงของอักษรต่ำคู่ เมื่อใช้ "ห" นำเป็นตัวช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การที่พยัญชนะต้นได้ครบ 5 เสียง ทำให้มีคำในภาษาไทยมากขึ้น ข้อพึงระวังคือ คำบางคำรูปวรรณยุกต์ไม่ตรงกับเสียง การเข้าใจระบบของเสียงวรรณยุกต์จะทำให้อ่านและเขียนได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

2.2.3 การประสมอักษร

การประสมอักษร คือ การนำเอาพยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ มาประสมเข้าด้วยกันทำให้เกิดเสียงครั้งหนึ่ง เรียกว่า พยางค์

พยางค์ หมายถึง เสียงที่เปล่งออกมาครั้งหนึ่งๆ จะมีความหมายหรือไม่ก็ได้ ถ้าเปล่งเสียงออกมาหนึ่งครั้งก็นับเป็นหนึ่งพยางค์ เช่น กะ ปะ เพื่อน พวก ฯลฯ

พยางค์ในภาษาไทย ประกอบด้วย เสียงสระ พยัญชนะ และวรรณยุกต์เสมอ จะขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไม่ได้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

จะ	ประกอบด้วย	จ	พยัญชนะต้น
		ะ	สระ
		ั	รูปวรรณยุกต์โท เสียง โท
นำ	ประกอบด้วย	น	พยัญชนะต้น
		า	สระ
		ั	รูปวรรณยุกต์เอกเสียง โท
นะ	ประกอบด้วย	น	พยัญชนะต้น
		ะ	สระ
			วรรณยุกต์ไม่มีรูป เสียง ตรี
หมด	ประกอบด้วย	หม	พยัญชนะต้น (ห นำ ม)
		โ	สระลดรูป
			วรรณยุกต์ไม่มีรูป เสียง เอก
เคราะห์	ประกอบด้วย	คร	พยัญชนะต้น (อักษรควบแท้)
		ะ	สระ
			วรรณยุกต์ไม่มีรูป เสียงตรี
ทรัพย์	ประกอบด้วย	ทร	พยัญชนะต้น (อักษรควบไม่แท้)
		ะ	เปลี่ยนรูปเป็นไม้หันอากาศ(ั)
			วรรณยุกต์ไม่มีรูป เสียงตรี
		พ	ตัวสะกด
		ย์	ตัวการันต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยเหตุที่พยางค์ มีส่วนประกอบที่แตกต่างกันดังกล่าวข้างต้น จึงจัดได้เป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. พยางค์ประสม 3 ส่วน ประกอบด้วย พยัญชนะต้น สระ และวรรณยุกต์ เช่น จะ
กล้า จำ ไหม เธอ ฯลฯ
2. พยางค์ประสม 4 ส่วน ประกอบด้วย พยัญชนะต้น สระ วรรณยุกต์ และตัวสะกด
เช่น ความ จริง หวาน มด ค้าย ฯลฯ
3. พยางค์ประสม 4 ส่วนพิเศษ ประกอบด้วย พยัญชนะต้น สระ วรรณยุกต์ ตัวสะกด
และตัวการันต์ เช่น เลห์ เมล์ ห่าห์ โพธิ์ ไมล์ ฯลฯ
4. พยางค์ประสม 5 ส่วน ประกอบด้วย พยัญชนะต้น สระ วรรณยุกต์ ตัวสะกด และ
ตัวการันต์ เช่น โจทย์ พักตร์ จันทน์ ถิ่นชัย ฯลฯ

ข้อสังเกต การจัดแบ่งกลุ่มพยางค์นี้แม้จะพิจารณาทั้งรูปและเสียงแต่ก็ยังยึดรูปเป็นสำคัญ เพราะฉะนั้นเสียงพยัญชนะบางเสียงที่ไม่ปรากฏรูปจึงไม่นำมาพิจารณา เช่น พยางค์ที่ประสมด้วย สระ อ่า ไอ โอ เอ ซึ่งมีเสียงสะกดอยู่ด้วย ควรจะจัดอยู่ในกลุ่มพยางค์ประสม 4 ส่วน กลับจัดเป็นพยางค์ประสม 3 ส่วน เป็นต้น

สำหรับในเรื่องของโครงสร้างพยางค์หรือรูปแบบการเขียนที่เป็นไปได้ทั้งหมด และความสอดคล้องกับไวยากรณ์ที่กำหนดเสียงอ่านตามองค์ประกอบ โครงสร้างเสียงพยางค์ สามารถนำความรู้ที่กล่าวไปแล้วไปประยุกต์และปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งาน จะแสดงการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าว ในบทถัดไป

3 สัญลักษณ์แทนเสียงหรือสัทอักษร (Phonetic Symbols)

นักภาษาศาสตร์ ได้คิดค้นสัญลักษณ์ขึ้นมาชุดหนึ่ง เพื่อใช้อธิบายลักษณะของเสียงแต่ละเสียง โดยพิจารณาถึง ตำแหน่งฐานกรณ์และประเภทของเสียงในเวลาเดียวกัน สำหรับในภาษาไทย กำหนดสัญลักษณ์ได้ดังนี้

3.1 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับพยัญชนะ หรือหน่วยเสียงพยัญชนะ

จากพยัญชนะไทยทั้ง 44 ตัว ทำหน้าที่เป็นพยัญชนะต้น และพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด เกิดเป็นหน่วยเสียงพยัญชนะ ได้ 21 หน่วยเสียง สามารถใช้เป็นพยัญชนะต้นเดี่ยวหรือควบกล้ำ และพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด ดังแสดงในตารางที่ 11 - 14

ตารางที่ 11

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของพยัญชนะ
/p/	ป
/t/	ต ฏ
/c/	จ
/k/	ก
/ʔ/	อ
/ph/	พ ภ ผ
/th/	ท ฐ ฒ ฑ ถ ฐ
/ch/	ช ฉ ฌ
/kh/	ข ค ฌ
/b/	บ
/d/	ด ฎ
/f/	ฝ ฟ
/s/	ส ศ ษ ซ
/h/	ห ฮ
/m/	ม หม- (หมี่)
/n/	น ฌ หน- (หนุ)
/ŋ/	ง หง- (เหงา)
/w/	ว หว- (หวี)
/y/	ย ญ ทย- หญ- (หย่า หญิง)
/r/	ร ทร- (เหรีษญ)
/l/	ล ฬ- (หลาน)

ตารางที่ 11 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น เดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของพยัญชนะ
/kr/	กร-
/kl/	กล-
/kw/	กว-
/khr/	ขร- กร-
/khl/	ขล- กล-
/khw/	ขว- กว-
/pr/	ปร-
/pl/	ปล-
/phr/	พร- ผร-
/phl/	พล- ผล-
/tr/	ตร-
/thr/	ทร-

ตารางที่ 12 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ

นอกจากนี้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอ อักษรควบกล้ำ จากเสียงที่มาจากภาษาต่างประเทศ อีก 5 หน่วยเสียง

ตารางที่ 13

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของพยัญชนะ
/dr/	ดร- (ดริ่ม)
/fr/	ฟร- (ฟรี)
/fl/	ฟล- (ฟลุก)
/br/	บร- (บริ่ม)
/bl/	บล- (บลู)

ตารางที่ 13 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ

(สำหรับคำที่มาจากภาษาต่างประเทศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของพยัญชนะ
/p/	บ ป พ ภ
/t/	ค ฏ ต ฏ ฐ ษ จ
/k/	ก
/ʔ/	-ะ
/m/	ม
/n/	น ณ
/ŋ/	ง
/w/	ว
/y/	ย ญ

ตารางที่ 14 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย (ตัวสะกด)

หมายเหตุ พยัญชนะท้ายหรือตัวสะกดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะ การให้เสียงในพยางค์ คือ

กลุ่มที่ 1 พยัญชนะที่เป็นเสียงหยุด (Stop) ทำให้พยางค์นั้นเกิดเสียงหยุดตอนท้ายหรือเรียกว่าพยางค์ที่มีเสียงกักตอนท้าย มี 4 เสียง ได้แก่ เสียง /p t k ʔ/

กลุ่มที่ 2 พยัญชนะที่ไม่เป็นเสียงหยุด ทำให้พยางค์นั้นเกิดเสียงก้องตอนท้ายหรือเรียกว่าพยางค์ที่มีเสียงก้องตอนท้าย มี 5 เสียง ได้แก่ เสียง /m n ŋ w y/

3.2 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับสระ หรือหน่วยเสียงสระ

สระที่มีในภาษาไทย มีทั้งสิ้น 24 เสียง โดยแบ่งเป็น สระเดี่ยวสั้น-ยาว 18 เสียง และสระผสม อีก 6 เสียง รวมมีเสียงสระ ทั้งหมด 24 หน่วยเสียง ดังแสดงในตารางที่ 15 - 16

ตารางที่ 15

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของสระ
/a/	-ะ
/aa/	-า
/i/	-ิ
/ii/	-ีย
/ɨ/	-ึ
/ɨɨ/	-ึย
/u/	-ู
/uu/	-ูย
/e/	-เอะ
/ee/	-เ-
/ɛ/	-เอะ
/ɛɛ/	-เอ
/o/	-โอะ
/oo/	-โ-
/æ/	-แะ
/ææ/	-แ-
/ɔ/	-โอะ
/ɔɔ/	-อ

ตารางที่ 15 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระเดี่ยว

ตารางที่ 16

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของสระ
/ia/	เียะ
/iia/	เีย
/ya/	เือะ
/yua/	เือ
/ua/	ัวะ
/uua/	ัว

ตารางที่ 16 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระผสม

3.3 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับวรรณยุกต์ หรือหน่วยเสียงวรรณยุกต์. เสียงวรรณยุกต์หรือระดับเสียงในภาษาไทย มีทั้งสิ้น 5 ระดับเสียงดังนี้

ตารางที่ 17

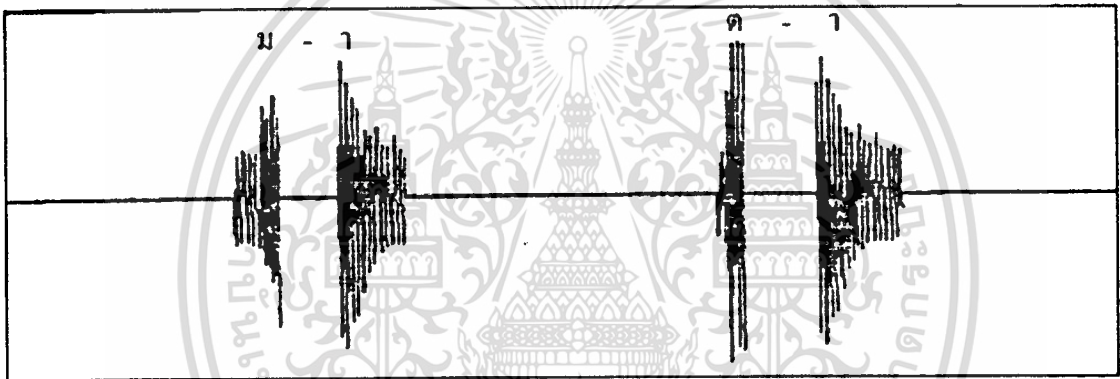
สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของวรรณยุกต์
ไม่มี	สามัญ
/ ˊ /	เอก
/ ˋ /	โท
/ ˆ /	ตรี
/ ˊˊ /	จัตวา

ตารางที่ 17 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงวรรณยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

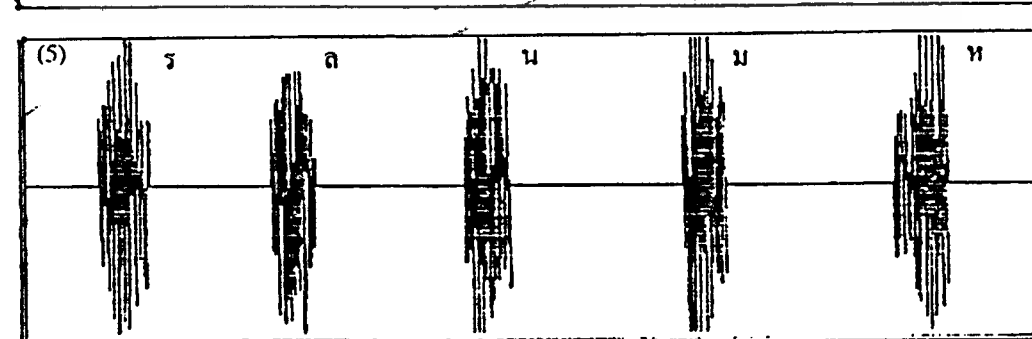
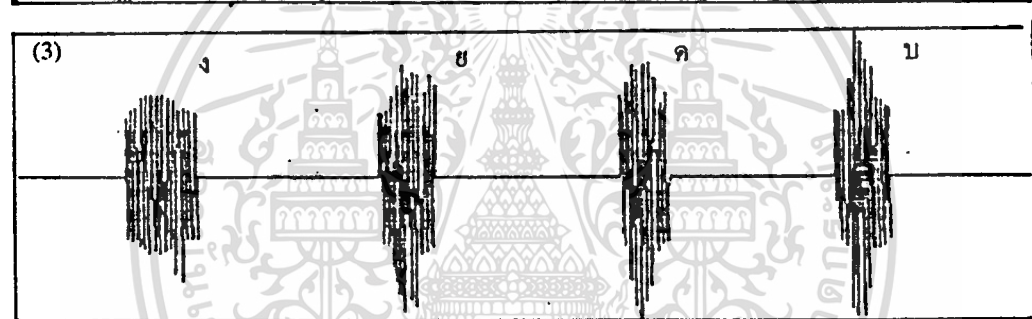
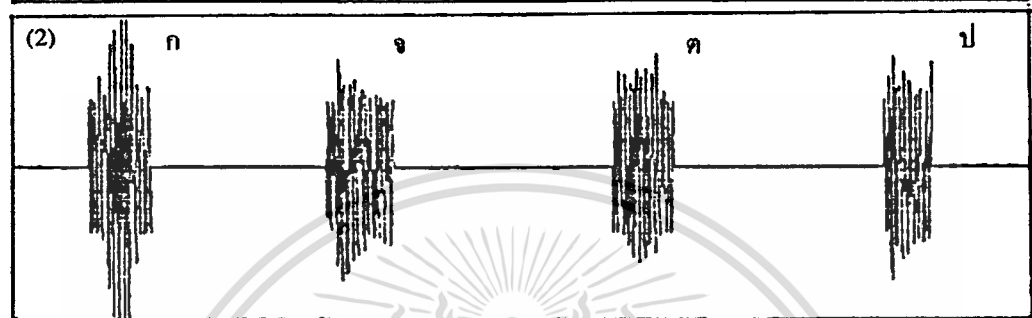
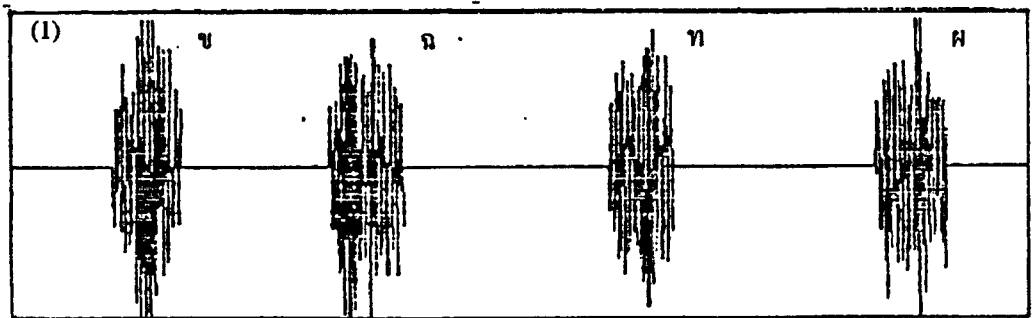
4 หน่วยเสียงและวิธีหาหน่วยเสียง

หน่วยเสียง (Phoneme) หมายถึงหน่วยเล็กที่สุดในภาษา ซึ่งมีลักษณะเฉพาะแทนเสียงแต่ละเสียงที่ไม่ซ้ำกัน หน่วยเสียงที่สำคัญในภาษาไทย มี 3 ประเภท คือ หน่วยเสียงพยัญชนะ หน่วยเสียงสระ และหน่วยเสียงวรรณยุกต์ วิธีหาหน่วยเสียงพื้นฐาน จะใช้วิธี คู่เทียบเสียง (minimal pair) โดยพิจารณาจากพยางค์ 2 พยางค์ ที่มีความแตกต่างกันเพียงประการเดียว อาจต่างกันที่เสียงพยัญชนะต้น เสียงพยัญชนะท้าย หรือเสียงสระ เช่นถ้า พิจารณาคำว่า มา /maa/ กับคำ ตา /taa/ ต่างกันที่เสียงแรก(เสียงพยัญชนะต้น) ในขณะที่เสียงอื่นที่ตามเสียงแรกเหมือนกัน ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงการหาหน่วยเสียงพยัญชนะ ตัว “ม” และ “ต” โดยวิธีคู่เทียบเสียง

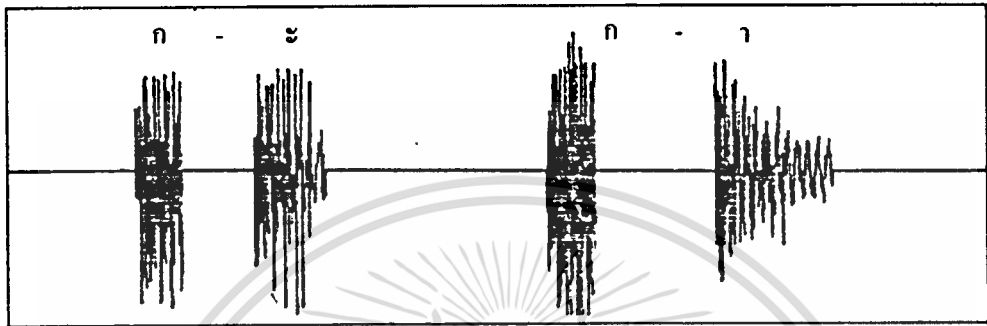
ด้วยวิธีการเดียวกันนี้ เราใช้หาเสียงพยัญชนะได้ทั้งหมด เท่ากับ 38 หน่วยเสียง โดยแบ่งเป็น พยัญชนะต้นเดี่ยว 21 หน่วย และพยัญชนะควบกล้ำ 17 หน่วยเสียง



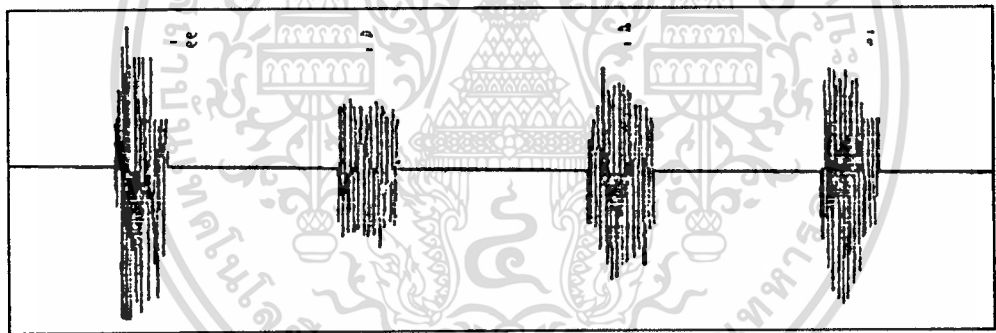
รูปที่ 6 แสดงเสียง (1) ข-ฉ-ท-ผ (2) ก-จ-ต-ป (3) ง-ช-ด-บ (4) ฝ-ส-ว-อ (5) ร-ล-น-ม-ห

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

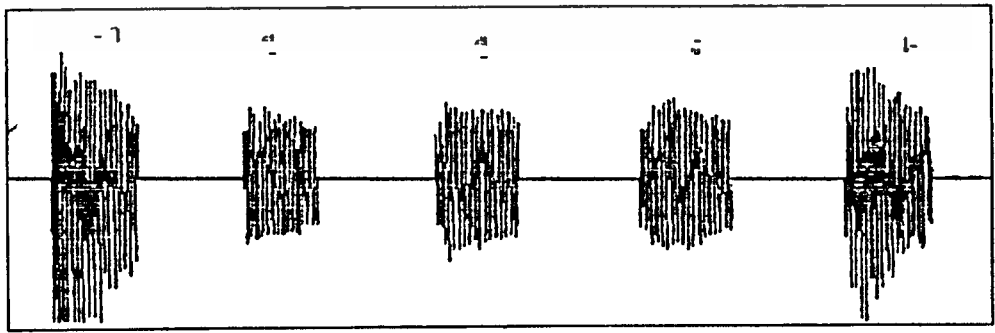
สำหรับการหาเสียงสระ ใช้วิธีคู่เทียบเสียง เช่นเดียวกับเสียงพยัญชนะ แต่จะยากกว่า เพราะสระบางตัวเป็นสระผสม (diphthong) ดังนั้นจะเริ่มจากการหาสระเดี่ยว (monophthong) เช่น เราหาเสียง -ะ กับ -า จากคำ กะ และ กา ซึ่งเสียงที่ตามเสียงแรก(พยัญชนะต้น) ต่างกัน คือ เสียง -ะ /a/ ต่างจากเสียง -า /aa/



รูปที่ 7 แสดงการหาหน่วยเสียงสระ -ะ และ สระ -า โดยวิธีคู่เทียบเสียง



รูปที่ 8 แสดงเสียงสระสั้น อะ, อิ, อี, อุ



รูปที่ 9 แสดงเสียงสระยาว อา, อี, อื, อุ, เอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 สรุป

ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด เป็นความรู้พื้นฐานทางภาษาศาสตร์ ของไวยากรณ์โครงสร้าง พยางค์ เพื่อใช้ในกระบวนการแปลงจากภาษาเขียน มาเป็นภาษาพูด โดยทำการวิเคราะห์และสร้าง ฐานความรู้ ในรูปโครงข่ายความสัมพันธ์ของหน่วยประกอบพื้นฐานของพยางค์ อันได้แก่ รูปและ หน่วยเสียงพยัญชนะต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ ได้สร้างพยัญชนะควบกล้ำ สำหรับคำที่มาจากภาษาต่างประเทศ เพิ่มเติมจากเดิมอีก 5 หน่วยเสียง คือ เสียง / dr, fr, fl, br, bl / รูปและหน่วยเสียงสระ รูปและหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย(สะกด) รูปและหน่วยเสียงวรรณยุกต์ ซึ่งวิธีการแปลงนี้ เรียกว่า การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงโดยวิธี MPT-networks (Morpheme to Phonetic symbols Transformation networks) ที่จะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-network

1 บทนำ

การแปลงหน่วยคำในประโยคภาษาไทยให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียงนั้น จะต้องทำการประมวลผลข้อความต่อเนื่อง โดยอาศัยกระบวนการ SL-word mapping เพื่อทำการแยกหน่วยคำ (Morpheme) ออกจากประโยค ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวนี้ เราจะได้หน่วยคำและเสียงอ่านของหน่วยคำนั้นๆ ในรูปของแต่ละพยางค์ (Syllable) ที่จะนำมาใช้แปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง เพื่อเป็นตัวแทนเสียงของหน่วยคำนั้น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอเสนอ วิธีการแปลงหน่วยคำในประโยคภาษาไทยให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียงโดยวิธี MPT-networks เป็นกระบวนการแปลงหน่วยคำที่อาศัยเงื่อนไขทางโครงสร้างองค์ประกอบพยางค์ตามไวยากรณ์ภาษาไทยเป็นหลักในการพิจารณา เริ่มต้นจากการวิเคราะห์โครงสร้างพยางค์ของเสียงอ่าน เพื่อเปลี่ยนรูปพยางค์ที่เขียนได้หลากหลายรูปแบบให้อยู่ในรูปแบบกลางสำหรับใช้หาเสียงวรรณยุกต์เป้าหมาย โดยการสร้างกฎในรูปของโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเขียนและการออกเสียง จากนั้นจึงเปลี่ยนรูปแบบการเขียนเป็นสมการเสียงพยางค์ และแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงต่อไป

การแปลงหน่วยคำในภาษาไทยให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-networks ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างพยางค์ เพื่อหารูปแบบกลาง
2. การวิเคราะห์รูปแบบกลางเพื่อหาเสียงเป้าหมาย
3. การแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การวิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างพยางค์ เพื่อหารูปแบบกลาง

จากฐานความรู้ในเรื่องของระบบเสียงในภาษาไทยและลักษณะ โครงสร้างของพยางค์ไทย พบว่าพยางค์ประกอบด้วย พยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ ซึ่งสามารถเขียนได้หลายรูปแบบ รวมทั้งเสียงของพยางค์ไม่ขึ้นอยู่กับรูปวรรณยุกต์ที่ปรากฏ การที่จะแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงจะต้องทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเสียงกับรูปแบบการเขียนของคำอ่านที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพราะพยางค์สามารถเขียนได้หลายรูปแบบเนื่องจากสาเหตุใหญ่ๆ 6 ประการคือ

ประการที่ 1 รูปแบบของไวยากรณ์ที่ขอมให้อักขระตัวแรกของพยางค์ เป็นได้ทั้งสระ หรือ พยัญชนะก็ได้

ประการที่ 2 ในกลุ่มพยัญชนะควบกล้ำ อักขระตัวที่ต่อจากพยัญชนะตัวแรกไม่จำเป็นต้องเป็นสระเสมอไป

ประการที่ 3 แต่ละพยางค์อาจจะมีหรือไม่มีตัวสะกด (ซึ่งอยู่ในรูปของพยัญชนะ)

ประการที่ 4 สระบางรูป ที่มีรูปสระมากกว่า 1 ตัว จะเขียนไม่ติดต่อกัน เช่น สระ เ-าะ (ใช้รูปของสระ “ุ”, “า” และ “ะ”)

ประการที่ 5 สระบางรูป มีการใช้รูปของพยัญชนะเป็นส่วนหนึ่งของสระ เช่น สระ เ-อะ (มีพยัญชนะ “อ” ร่วมอยู่ในสระ)

ประการที่ 6 มีการเปลี่ยนรูปพยางค์ใหม่จากการเปลี่ยนหรือลดรูปสระ เช่น คำว่า “คน” มีการลดรูปสระ โ-ะ เป็นต้น

ดังนั้นการที่จะสร้างรูปแบบกลาง เพื่อใช้แทนรูปแบบการเขียนและใช้หาเสียงเป้าหมายของพยางค์ ต้องทำการวิเคราะห์องค์ประกอบ โครงสร้างพยางค์จากรูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ถ้าพิจารณาการเกิดของรูปแบบตามลำดับการเขียนเฉพาะพยัญชนะและสระ จะได้อักขระเรียงตามกันดังนี้

รูปแบบการเขียน

รูปแบบที่

- 1 พยัญชนะ+สระ
- 2 พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ
- 3 พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+สระ
- 4 พยัญชนะ+พยัญชนะ

กรณีที่ 1 พยางค์ที่อักขระแรกเป็นพยัญชนะ

ตัวอย่าง

- | | | |
|---|-------------------------|------|
| 1 | พยัญชนะ+สระ | สา |
| 2 | พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ | กาบ |
| 3 | พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+สระ | พัวะ |
| 4 | พยัญชนะ+พยัญชนะ | กล |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	พยัญชนะ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	สวย
6*	พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ	พลี
7*	พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ	กราบ
8*	พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+สระ	พลัวะ
9*	พยัญชนะ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	กลบ
10*	พยัญชนะ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	กลอน

หมายเหตุ รูปแบบ 6* - 10* เป็นรูปของพยัญชนะควบกล้ำ

รูปแบบการเขียน

กรณีที่ 2 พยางค์ที่อักษรแรกเป็นสระ

รูปแบบที่

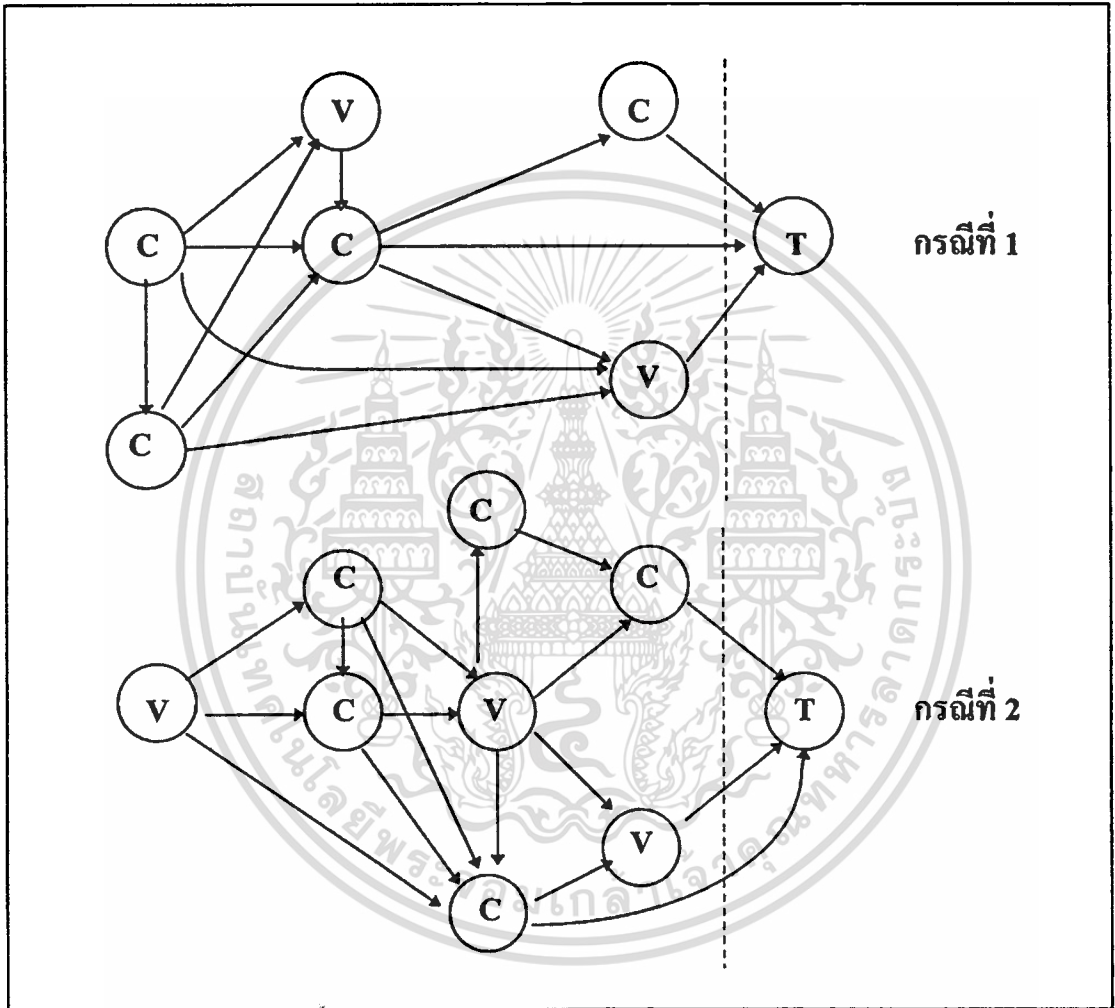
ตัวอย่าง

1	สระ+พยัญชนะ	โต
2	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	โตด
3	สระ+พยัญชนะ+สระ	เขา
4	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ	เถอะ
5	สระ+พยัญชนะ+สระ+สระ	เงาะ
6	สระ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ	เกิด
7	สระ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	เสียง
8	สระ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+สระ	เพียะ
9*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	แคว
10*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	โคลง
11*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ	เพลา
12*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ	เขลอะ
13*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+สระ	เพราะ
14*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ	เสรีฐ
15*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	เพ็ลียง
16*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+สระ	เพ็ลียะ

หมายเหตุ รูปแบบ 9* - 16* เป็นรูปของพยัญชนะควบกล้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปแบบการเขียนของพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ถ้าแทนพยัญชนะด้วย สัญลักษณ์ C (consonant) และแทนสระด้วยสัญลักษณ์ V (vowel) และกำหนดให้ วรรณยุกต์เป็นส่วนที่พิจารณา ลำดับท้ายสุด โดยแทนด้วยสัญลักษณ์ T (tonality) สามารถเขียนโครงข่ายแสดงการเกิดรูปแบบ พยางค์ตามลำดับการเขียน พยัญชนะและสระ ได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แสดงโครงข่ายการเกิดพยางค์ตามลำดับการเขียนพยัญชนะและสระ

จากโครงข่ายการเกิดพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ใช้วิเคราะห์หาองค์ประกอบของโครงสร้างพยางค์ ในรูปของพยัญชนะต้น สระ ตัวสะกด และวรรณยุกต์ เพื่อกำหนดรูปแบบกลาง ที่จะใช้หาเสียงของวรรณยุกต์ โดยกำหนด ให้

$$S = \{C_1 V [C_2]\} T \quad \dots (4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่	S	เป็น พยางค์ใดๆ
	C_1	เป็นพยัญชนะต้น
	V	เป็นสระ
	C_2	เป็นตัวสะกด (อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้)
	T	เป็นวรรณยุกต์

สร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ของลำดับองค์ประกอบพยางค์กับรูปแบบกลาง ดังต่อไปนี้

กฎที่ รูปแบบพยางค์ตามโครงข่าย

1 $S = \{CV\}T$

$C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 1

$V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 2

if $V = \text{ะ}$

$C_2 = \text{กะ}$

else

$C_2 \rightarrow \text{ไม่มี}$

endif

2 $S = \{CVC\}T$

$C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 1

$V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 2

$C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 3

3 $S = \{CVCV\}T$

$C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 1

$V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 2,4

$C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4 $S = \{CC\}T$
 $C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 1
 $V \rightarrow V$ แทนด้วยสระ โ-ะ
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2
- 5 $S = \{CCC\}T$
 $C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 1
 $V \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2 (-ว,-อ)
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 3
- 6 $S = \{CCV\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 1,2
 $V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 3
 $C_2 \rightarrow$ ไม่มี
- 7 $S = \{CCVC\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 1,2
 $V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 3
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 4
- 8 $S = \{CCVCV\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 1,2
 $V \rightarrow V+V$ ในอักขระตัวที่ 3,5
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 4
- 9 $S = \{CCC\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 1,2
 $V \rightarrow V$ แทนด้วยสระ โ-ะ
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 $S = \{CCCC\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]

$C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 1,2

$V \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 3 (-ว,-อ)

$C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 4

11 $S = \{VC\}T$

$C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2

$V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 1

$C_2 \rightarrow$ ไม่มี

12 $S = \{VCC\}T$

$C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2

$V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 1

$C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 3

13 $S = \{VCV\}T$

$C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2

$V \rightarrow V+V$ ในอักขระตัวที่ 1,3

$C_2 \rightarrow$ ไม่มี

14 $S = \{VCCV\}T$

$C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2

$V \rightarrow V+V$ ในอักขระตัวที่ 1,4

$C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 3

15 $S = \{VCVV\}T$

$C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2

$V \rightarrow V+V+V$ ในอักขระตัวที่ 1,3,4

$C_2 \rightarrow$ ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 16 $S = \{VCVC\}T$
 $C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2
 $V \rightarrow V+V$ ในอักขระตัวที่ 1,3 (สระ เ-อ)
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 4
- 17 $S = \{VCVCC\}T$
 $C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2
 $V \rightarrow V+V+C$ ในอักขระตัวที่ 1,3,4
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 5
- 18 $S = \{VCVCV\}T$
 $C_1 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 2
 $V \rightarrow V+V+C+V$ ในอักขระตัวที่ 1,3,4,5
 $C_2 \rightarrow$ ไม่มี
- 19 $S = \{VCC\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 2,3
 $V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 1
 $C_2 \rightarrow$ ไม่มี
- 20 $S = \{VCCC\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 2,3
 $V \rightarrow V$ ในอักขระตัวที่ 1
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักขระตัวที่ 4
- 21 $S = \{VCCV\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 2,3
 $V \rightarrow V+V$ ในอักขระตัวที่ 1,4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 22 $S = \{VCCCV\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 2,3
 $V \rightarrow V+C+V$ ในอักขระตัวที่ 1,4,5
 $C_2 \rightarrow$ ไม่มี
- 23 $S = \{VCCV\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 2,3
 $V \rightarrow V+V+V$ ในอักขระตัวที่ 1,4,5
 $C_2 \rightarrow$ ไม่มี
- 24 $S = \{VCCVC\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 2,3
 $V \rightarrow V+V$ ในอักขระตัวที่ 1,4
 $C_2 \rightarrow$ ในอักขระตัวที่ 5
- 25 $S = \{VCCVCC\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 2,3
 $V \rightarrow V+V+C$ ในอักขระตัวที่ 1,4,5
 $C_2 \rightarrow$ ในอักขระตัวที่ 6
- 26 $S = \{VCCVCV\}T$ เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]
 $C_1 \rightarrow C+C$ ในอักขระตัวที่ 2,3
 $V \rightarrow V+V+C+V$ ในอักขระตัวที่ 1,4,5,6
 $C_2 \rightarrow$ ไม่มี

กฎความสัมพันธ์ของลำดับองค์ประกอบพยางค์กับรูปแบบกลาง ทั้งหมด 26 กฎ เราใช้หา รูปแบบกลาง ที่ใช้อธิบายโครงสร้างของพยางค์ตามหน้าที่ แต่ยังไม่สามารถอธิบายเสียง เนื่องจาก รูปวรรณยุกต์ (T) ในสมการดังกล่าว จะถูกกำหนดเสียงได้หลายเสียง แปรผันตามหน่วยพื้นฐานที่ นำมาประกอบเป็นพยางค์ ดังนั้นการที่จะหาเสียงพยางค์ จะต้องทำการวิเคราะห์หาเสียง วรรณยุกต์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรากฏรูปในรูปแบบกลาง ภายใต้ข้อกำหนดของไวยากรณ์ทางโครงสร้างพยางค์กับระบบเสียงหรือความสัมพันธ์ของหน่วยเสียง (Phoneme) ประเภทต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นเสียงของพยางค์นั้น ซึ่งจะได้อธิบายในรายละเอียดต่อไป

3 การวิเคราะห์รูปแบบกลางเพื่อหาเสียงเป้าหมาย

จากฐานความรู้ในเรื่องระบบเสียงภาษาไทย พบว่าเสียงของพยางค์ เกิดจากการรวมกันของหน่วยเสียง อย่างน้อยที่สุดจะต้องมี 3 หน่วยเสียงพื้นฐาน คือ เสียงพยัญชนะต้น เสียงสระ และเสียงวรรณยุกต์ โดยมีเสียงสระเป็นแกนของเสียงพยางค์ การสร้างเสียงพยางค์ใดๆ ได้จากการนำหน่วยเสียงพื้นฐานที่มีอยู่ทั้งหมดมารวมกันเป็นโครงสร้างพยางค์ตามหลักไวยากรณ์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

การหาสมการเพื่ออธิบายเสียงพยางค์ ต้องมีความสอดคล้องกับสมการรูปแบบกลาง คือ สามารถแทนหน่วยเสียง ในตำแหน่งของพยัญชนะต้น สระ และตัวสะกด เข้าไปในรูปแบบกลางได้เลย แต่สำหรับระดับเสียงหรือเสียงวรรณยุกต์ จะต้องทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามรูปวรรณยุกต์ที่ปรากฏในรูปแบบกลาง เราไม่สามารถใช้รูปแบบกลางแทนสมการของเสียงพยางค์โดยตรง เนื่องจากรูปของวรรณยุกต์กับเสียงวรรณยุกต์ ไม่จำเป็นต้องตรงกันเสมอไป ซึ่งต่างจากหน่วยเสียงพยัญชนะหรือหน่วยเสียงสระ ที่แสดงหรืออธิบายเสียงตามรูปที่ปรากฏ แต่เสียงของวรรณยุกต์ขึ้นอยู่กับโครงสร้างพยางค์กับการออกเสียงตามหลักไวยากรณ์ภาษาไทย) ระบบเสียงในภาษาไทย ประกอบด้วยหน่วยเสียงพื้นฐานที่สำคัญๆ คือ หน่วยเสียงพยัญชนะ (ทำหน้าที่เป็นเสียงพยัญชนะต้นและพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด) หน่วยเสียงสระ (ทำหน้าที่เป็นแกนของเสียงพยางค์) และหน่วยเสียงวรรณยุกต์ (ทำหน้าที่กำหนดระดับเสียง) โดยกำหนดสัญลักษณ์ให้เสียงของวรรณยุกต์เป็น 1, 2, 3, 4, 5 แทนระดับเสียง สามัญ, เอก, โท, ตรี, จัตวา ตามลำดับ จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ที่ปรากฏ ในสมการกลาง ได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18

แบ่งตามสระและ ตัวสะกด	-สระสั้น -สระสั้น+ตัวสะกด กลุ่มที่ 2 (/k/, /t/, /p/, /ʔ/)					-สระยาว+ตัวสะกด กลุ่มที่ 1 (/k/, /t/, /p/, /ʔ/)					-สระยาว -สระสั้นหรือยาว+ ตัวสะกดกลุ่มที่ 2 (/ng/, /ŋ/, /m/, /y/, /w/)				
	ส	เ			จ้	ส	เ			จ้	ส	เ			จ้
รูปวรรณยุกต์ → พยัญชนะต้น	า	เ			จ้	า	เ			จ้	า	เ			จ้
	ม้	อ	โ	ต	ว	ม้	อ	โ	ต	ว	ม้	อ	โ	ต	ว
	ญ	ก	ท	รี้	า	ญ	ก	ท	รี้	า	ญ	ก	ท	รี้	า
/k/ ก	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/kh/ ข	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
ค ฅ	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/ng/ ง	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/c/ จ	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/ch/ ฉ	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
ช ฌ	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/s/ ส ศ ษ	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
ฮ	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/y/ ย ญ	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/d/ ด ฎ	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/t/ ต ฏ	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/th/ ท ฑ ฒ ท	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
ถ ฐ	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
/n/ ณ น	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/b/ บ	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/p/ ป	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/ph/ ผ	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
พ ภ	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/f/ ฟ	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 (ต่อ)

	ฟ	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/m/	ม	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/r/	ร	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/l/	ล	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/w/	ว	4	3	4	4	-	3	-	4	4	-	1	3	4	4	5
/ʔ/	อ	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/h/	ห	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
	ฮ	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/kr/	กร	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/kl/	กล	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/kw/	กว	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/khr/	คร	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
	ขร	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
/khl/	คล	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
	ขล	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
/khw/	คว	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
	ขว	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
/pr/	ปร	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/pl/	ปล	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/phr/	พร	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
	ผร	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
/phl/	พล	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
	ผล	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
/tr/	ตร	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/thr/	ทร	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/dr/	ดร	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/fr/	ฟร	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-
/fl/	ฟล	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 18 (ต่อ)

/br/	บร	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/bl/	บล	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5

ตารางที่ 18 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ ที่ปรากฏในรูปแบบกลาง

ความสัมพันธ์ในตารางข้างต้น พบว่าระดับเสียงสัมพันธ์กับรูปวรรณยุกต์ในทิศทางเดียวกัน แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามเสียงของพยัญชนะต้น และจัดกลุ่มหน่วยเสียงพื้นฐานได้ ดังตารางที่ 19 - 22

ตารางที่ 19

หน่วยเสียงพยัญชนะต้น	แทนด้วยสัญลักษณ์ C_{ii} เมื่อ $i = 1, 2, 3$		
+	เดี่ยว	ควบกล้ำ	ต่างประเทศ
1 อักษรกลาง (บางส่วน)	/k/-ก, /c/-จ, /d/-ดฎ, /l/- ตฎ, /b/-บ, /p/-ป, /ʔ/-อ	/kr/-กร, /kl/-กล, /kw/-กว, /pr/-ปร, /pl/-ปล, /tr/-ตร	/dr/-ดร, /br/-บร, /bl/-บล
2 อักษรสูง (บางส่วน)	/kh/-ข, /ch/-ฉ, /s/-สศษ, /th/-ตฐ, /ph/-ผ, /f/-ฝ, / h/-ห	/khr/-ขร, /khl/-ขล, /khw/-ขว, /phr/-ผร, / phl/-ผล	หร, หล, หว, หน, หม, หย, หญ
3 อักษรต่ำ (บางส่วน)	/kh/-คณ, /ng/-ง, /ch/-ชณ, /s/-ซ, /y/-ยญ, /th/-ทธฒท, /n/-นณ, /ph/-พภ, /f/-ฟ, /m/-ม, /r/-ร, /l/-ล, /w/-ว, /h/-ฮ	/khr/-คร, /khl/-คล, /khw/-คว, /phr/-พร, / phl/-พล	/fr/-ฟร, /fl/-ฟล, /thr/-ทร

ตารางที่ 19 แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น

ตารางที่ 20

หน่วยเสียงพยัญชนะท้าย (ตัวสะกด)	แทนด้วยสัญลักษณ์ C_{2k} เมื่อ $k = 1, 2$
กลุ่มที่ (k)	เสียงสะกด
1 (ทำให้พยางค์มีเสียงกักตอนท้าย)	/-k/-กค, /-t/-ตคจสขศฎท, /-ʔ/-ะ, /-p/-บปพฟ
2 (ทำให้พยางค์มีเสียงก้องตอนท้าย)	/-ng/-ง, /-n/-นณรล, /-m/-ม, /-y/-ย, /-w/-ว

ตารางที่ 20 แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 21

หน่วยเสียงสระ	แทนด้วยสัญลักษณ์ V_j	เมื่อ $j = 1, 2$
กลุ่มที่ (j)	สระเดี่ยว	สระผสม
1 (สระเสียงสั้น)	/a/, /i/, /u/, /ue/, /e/, /o/, /oa/, /er/, /ae/	/ua/, /uea/, /ia/
2 (สระเสียงยาว)	/a_/, /i_/, /u_/, /ue_/, /e_/, /o_/, /oa_/, /er_/, /ae_/	/ua_/, /uea_/, /ia_/

ตารางที่ 21 แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงสระ

ตารางที่ 22

หน่วยเสียงวรรณยุกต์	แทนด้วยสัญลักษณ์ T_l	เมื่อ $l = 1, 2, 3, 4, 5$
กลุ่มที่ (l)		เสียงวรรณยุกต์
1 (รูปวรรณยุกต์ - สามัญ)	/1/	เสียงสามัญ
2 (รูปวรรณยุกต์ - เอก)	/2/	เสียงเอก
3 (รูปวรรณยุกต์ - โท)	/3/	เสียงโท
4 (รูปวรรณยุกต์ - ตรี)	/4/	เสียงตรี
5 (รูปวรรณยุกต์ - จัตวา)	/5/	เสียงจัตวา

ตารางที่ 22 แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงวรรณยุกต์

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ ที่ปรากฏในรูปแบบกลางตามกลุ่มของเสียงพยัญชนะได้ใหม่ ดังนี้

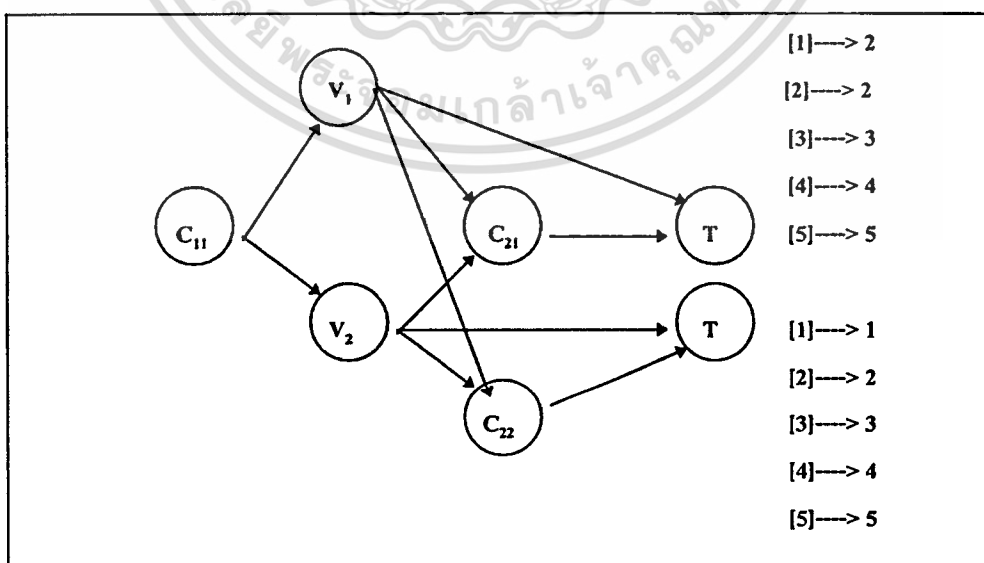
ตารางที่ 23

แบ่งตามสระและ ตัวสะกด	-สระสั้น -สระสั้น+ตัวสะกด กลุ่มที่ 1					-สระยาว+ตัวสะกด กลุ่มที่ 1					-สระยาว -สระสั้นหรือยาว+ ตัวสะกดกลุ่มที่ 2				
	$V_1 / V_1 + C_{21}$					$V_2 + C_{21}$					$V_2 / [V_1 / V_2] + C_{22}$				
รูปวรรณยุกต์ →	ส				จ	ส				จ	ส				จ
แบ่งตามกลุ่ม ↓	า	เ			ต	า	เ			ต	า	เ			ต
พยัญชนะต้น	ม	อ	โ	ต	ว	ม	อ	โ	ต	ว	ม	อ	โ	ต	ว
	ญ	ก	ท	รี	า	ญ	ก	ท	รี	า	ญ	ก	ท	รี	า
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C_{11}	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C_{12}	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
C_{13}	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-

ตารางที่ 23 แสดงความสัมพันธ์ของระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ แบ่งตามกลุ่มเสียงพยัญชนะต้น

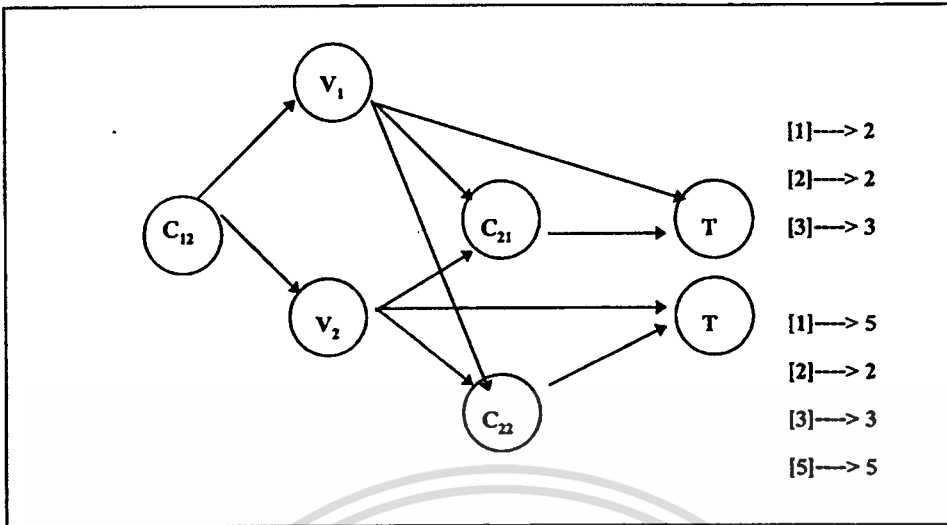
เขียนเป็น โครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับการกำหนดเสียงวรรณยุกต์

โดยแบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้น ทั้ง 3 กลุ่ม

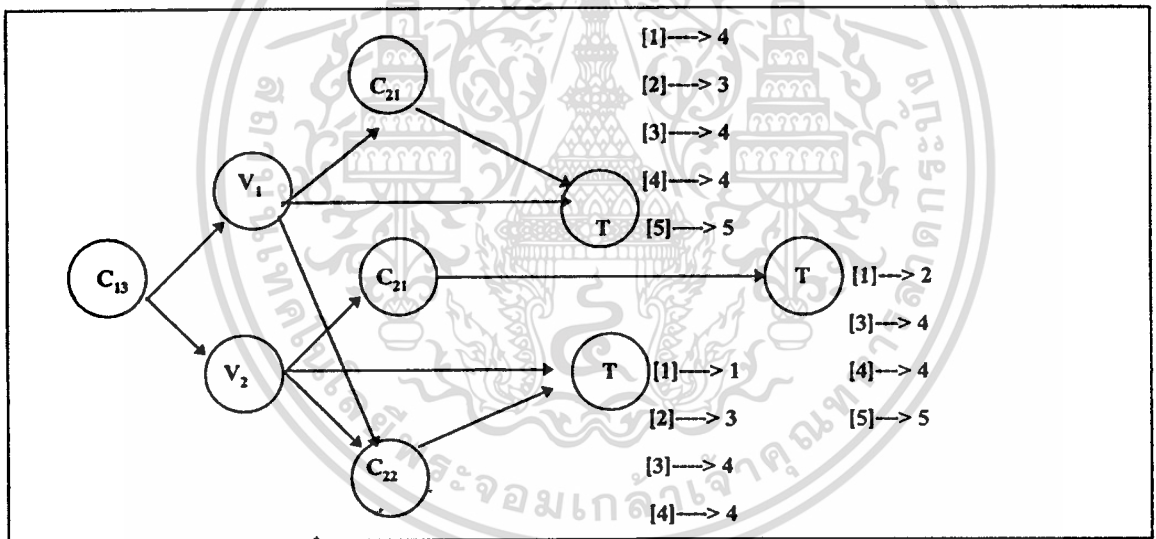


รูปที่ 11 แสดงโครงข่าย แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพหุคูณระดับในกลุ่มที่ 2



รูปที่ 13 แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพหุคูณระดับในกลุ่มที่ 3

จากโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างเสียงวรรณยุกต์กับรูปวรรณยุกต์ในโครงสร้างพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เราสามารถหาเสียงเป้าหมายของพยางค์ และสร้างสมการแทนเสียงพยางค์ ดังนี้

$$S \longrightarrow \{ C_{1i} V_j [C_{2k}] \} T_{1 \rightarrow m} \quad \dots (4.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่	S	เป็นเสียงพยางค์
	C_{1i}	เป็นเสียงพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ $i = 1, 2, 3$
	V_j	เป็นเสียงสระในกลุ่มที่ $j = 1, 2$
	C_{2k}	เป็นเสียงพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด ในกลุ่มที่ $k = 1, 2$
	$T_{1 \rightarrow m}$	เป็นเสียงวรรณยุกต์เสียงที่ m ตามรูปวรรณยุกต์ที่ $1 = 1, 2, 3, 4, 5$

สร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับเสียงพยางค์ ดังต่อไปนี้

กฎที่	โครงสร้างพยางค์ในโครงข่ายฯ
1	$S = \{ C_{11} V_1 \} T_{1 \rightarrow 2}$
2	$S = \{ C_{11} V_1 \} T_{2 \rightarrow 2}$
3	$S = \{ C_{11} V_1 \} T_{3 \rightarrow 3}$
4	$S = \{ C_{11} V_1 \} T_{4 \rightarrow 4}$
5	$S = \{ C_{11} V_1 \} T_{5 \rightarrow 5}$
6	$S = \{ C_{11} V_1 C_{21} \} T_{1 \rightarrow 2}$
7	$S = \{ C_{11} V_1 C_{21} \} T_{2 \rightarrow 2}$
8	$S = \{ C_{11} V_1 C_{21} \} T_{3 \rightarrow 3}$
9	$S = \{ C_{11} V_1 C_{21} \} T_{4 \rightarrow 4}$
10	$S = \{ C_{11} V_1 C_{21} \} T_{5 \rightarrow 5}$
11	$S = \{ C_{11} V_1 C_{22} \} T_{1 \rightarrow 2}$
12	$S = \{ C_{11} V_1 C_{22} \} T_{2 \rightarrow 2}$
13	$S = \{ C_{11} V_1 C_{22} \} T_{3 \rightarrow 3}$
14	$S = \{ C_{11} V_1 C_{22} \} T_{4 \rightarrow 4}$
15	$S = \{ C_{11} V_1 C_{22} \} T_{5 \rightarrow 5}$
16	$S = \{ C_{11} V_2 C_{21} \} T_{1 \rightarrow 2}$
17	$S = \{ C_{11} V_2 C_{21} \} T_{2 \rightarrow 2}$
18	$S = \{ C_{11} V_2 C_{21} \} T_{3 \rightarrow 3}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 19 $S = \{ C_{11} V_2 C_{21} \} T_{4 \rightarrow 4}$
- 20 $S = \{ C_{11} V_1 C_{21} \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 21 $S = \{ C_{11} V_2 \} T_{1 \rightarrow 1}$
- 22 $S = \{ C_{11} V_2 \} T_{2 \rightarrow 2}$
- 23 $S = \{ C_{11} V_2 \} T_{3 \rightarrow 3}$
- 24 $S = \{ C_{11} V_2 \} T_{4 \rightarrow 4}$
- 25 $S = \{ C_{11} V_1 \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 26 $S = \{ C_{11} V_2 C_{22} \} T_{1 \rightarrow 1}$
- 27 $S = \{ C_{11} V_2 C_{22} \} T_{2 \rightarrow 2}$
- 28 $S = \{ C_{11} V_2 C_{22} \} T_{3 \rightarrow 3}$
- 29 $S = \{ C_{11} V_2 C_{22} \} T_{4 \rightarrow 4}$
- 30 $S = \{ C_{11} V_1 C_{22} \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 31 $S = \{ C_{12} V_1 \} T_{1 \rightarrow 2}$
- 32 $S = \{ C_{12} V_1 \} T_{2 \rightarrow 2}$
- 33 $S = \{ C_{12} V_1 \} T_{3 \rightarrow 3}$
- 34 $S = \{ C_{12} V_1 C_{21} \} T_{1 \rightarrow 2}$
- 35 $S = \{ C_{12} V_1 C_{21} \} T_{2 \rightarrow 2}$
- 36 $S = \{ C_{12} V_1 C_{22} \} T_{3 \rightarrow 3}$
- 37 $S = \{ C_{12} V_1 C_{22} \} T_{1 \rightarrow 5}$
- 38 $S = \{ C_{12} V_1 C_{22} \} T_{2 \rightarrow 2}$
- 39 $S = \{ C_{12} V_1 C_{22} \} T_{3 \rightarrow 3}$
- 40 $S = \{ C_{12} V_1 C_{21} \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 41 $S = \{ C_{12} V_2 C_{21} \} T_{1 \rightarrow 2}$
- 42 $S = \{ C_{12} V_2 C_{21} \} T_{2 \rightarrow 2}$
- 43 $S = \{ C_{12} V_2 C_{21} \} T_{3 \rightarrow 3}$
- 44 $S = \{ C_{12} V_2 \} T_{1 \rightarrow 5}$

45 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในโรงเรียนการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 46 $S = \{ C_{12} V_2 \} T_{3 \rightarrow 3}$
- 47 $S = \{ C_{12} V_1 \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 48 $S = \{ C_{12} V_2 C_{22} \} T_{1 \rightarrow 5}$
- 49 $S = \{ C_{12} V_2 C_{22} \} T_{2 \rightarrow 2}$
- 50 $S = \{ C_{12} V_2 C_{22} \} T_{3 \rightarrow 3}$
- 51 $S = \{ C_{12} V_1 C_{22} \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 52 $S = \{ C_{13} V_1 \} T_{1 \rightarrow 4}$
- 53 $S = \{ C_{13} V_1 \} T_{2 \rightarrow 3}$
- 54 $S = \{ C_{13} V_1 \} T_{3 \rightarrow 4}$
- 55 $S = \{ C_{13} V_1 \} T_{4 \rightarrow 4}$
- 56 $S = \{ C_{13} V_1 \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 57 $S = \{ C_{13} V_1 C_{21} \} T_{1 \rightarrow 4}$
- 58 $S = \{ C_{13} V_1 C_{21} \} T_{2 \rightarrow 3}$
- 59 $S = \{ C_{13} V_1 C_{21} \} T_{3 \rightarrow 4}$
- 60 $S = \{ C_{13} V_1 C_{21} \} T_{4 \rightarrow 4}$
- 61 $S = \{ C_{13} V_1 C_{21} \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 62 $S = \{ C_{13} V_1 C_{22} \} T_{1 \rightarrow 1}$
- 63 $S = \{ C_{13} V_1 C_{22} \} T_{2 \rightarrow 3}$
- 64 $S = \{ C_{13} V_1 C_{22} \} T_{3 \rightarrow 4}$
- 65 $S = \{ C_{13} V_1 C_{22} \} T_{4 \rightarrow 4}$
- 66 $S = \{ C_{13} V_2 C_{21} \} T_{1 \rightarrow 3}$
- 67 $S = \{ C_{13} V_2 C_{21} \} T_{3 \rightarrow 4}$
- 68 $S = \{ C_{13} V_2 C_{21} \} T_{4 \rightarrow 4}$
- 69 $S = \{ C_{13} V_2 C_{21} \} T_{5 \rightarrow 5}$
- 70 $S = \{ C_{13} V_2 \} T_{1 \rightarrow 1}$
- 71 $S = \{ C_{13} V_2 \} T_{2 \rightarrow 3}$
- 72 $S = \{ C_{13} V_2 \} T_{3 \rightarrow 4}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 73 $S = \{ C_{13} V_2 \} T_{4 \rightarrow 4}$
 74 $S = \{ C_{13} V_2 C_{22} \} T_{1 \rightarrow 1}$
 75 $S = \{ C_{13} V_2 C_{22} \} T_{2 \rightarrow 3}$
 76 $S = \{ C_{13} V_2 C_{22} \} T_{3 \rightarrow 4}$
 77 $S = \{ C_{13} V_2 C_{22} \} T_{4 \rightarrow 4}$

กฎความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์ กับเสียงพยางค์ ใช้หาสมการเสียงของพยางค์ เพื่อแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยการวิเคราะห์แต่ละองค์ประกอบภายในสมการดังกล่าว แล้วนำไปเทียบหาสัญลักษณ์แทนเสียงที่เก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูล

จากความสัมพันธ์ตามรูปสมการเสียง $\{ C_{1i} V_j [C_{2k}] \} T_{1 \rightarrow m}$ ทำให้เราทราบ จำนวนเสียงพยางค์ที่มีในภาษาไทย จะมีจำนวนจำกัด สามารถแสดงได้ดังนี้

เสียงพยัญชนะต้น $C_{11} C_{12} C_{13}$ หรือ C_1 38 เสียง

เสียงสระ V_1 12 เสียง V_2 12 เสียง

เสียงตัวสะกด C_{21} 4 เสียง C_{22} 5 เสียง

เสียงวรรณยุกต์ ผันได้ 5 เสียง

หาเสียงของพยางค์ ตามเงื่อนไขทางไวยากรณ์ จะได้

$C_1 V_1$	ผันวรรณยุกต์ได้ 4 เสียง = $38 \times 12 \times 4$	1824 เสียง
$C_1 V_2$	ผันวรรณยุกต์ได้ 5 เสียง = $38 \times 12 \times 5$	2280 เสียง
$C_1 V_1 C_{21}$	ผันวรรณยุกต์ได้ 4 เสียง = $38 \times 12 \times 4 \times 4$	7296 เสียง
$C_1 V_2 C_{21}$	ผันวรรณยุกต์ได้ 4 เสียง = $38 \times 12 \times 4 \times 4$	7296 เสียง
$C_1 V_1 C_{22}$	ผันวรรณยุกต์ได้ 5 เสียง = $38 \times 12 \times 5 \times 5$	11400 เสียง
$C_1 V_2 C_{22}$	ผันวรรณยุกต์ได้ 5 เสียง = $38 \times 12 \times 5 \times 5$	11400 เสียง

รวมเสียงของพยางค์ที่มีในภาษาทั้งสิ้น 41,496 เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 การวิเคราะห์สมการเสียงเพื่อกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง

สมการเสียงพยางค์ ใช้อธิบายเสียงของพยางค์แต่ละพยางค์ สามารถแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง ซึ่งประกอบด้วยวิธีการ 2 ขั้นตอน คือ

4.1 การค้นหาสัญลักษณ์แทนเสียงในฐานข้อมูล

จากสมการรูปแบบกลางและสมการเสียงพยางค์ เราทราบว่าโครงสร้างพยางค์ที่ประกอบด้วยพยัญชนะต้น สระ ตัวสะกด อยู่ในกลุ่มใดบ้าง ซึ่งการจัดเก็บในฐานข้อมูล จะมีการแยกเป็นกลุ่มตามประเภทของอักขระ ดังนี้

พยัญชนะต้น เก็บบันทึกอักขระทั้งหมดที่สามารถเกิดเป็นพยัญชนะต้นได้ ทั้งประเภทเดี่ยวและควบกล้ำ (รวมทั้งพยัญชนะต้นที่ใช้อักษรนำ หรือที่ใช้กับภาษาต่างประเทศ เช่น หร, หล หลย หรือ ฟร, ฟล เป็นต้น) ฐานข้อมูลจะมีโครงสร้างและการจัดเก็บ ดังนี้

ตารางที่ 24

อักขระ	กลุ่มที่	สัญลักษณ์แทนเสียง
ก	1	/ k /
ข	2	/ kh /
ค	3	/ kh /
:	:	:
:	:	:
อ	1	/ ? /
ฮ	3	/ h /

ตารางที่ 24 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับพยัญชนะต้น

พยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด เกือบบันทึกอักษรที่สามารถเกิดเป็นตัวสะกดได้ ฐานข้อมูล
จะมีโครงสร้างและการจัดเก็บ ดังนี้

ตารางที่ 25

อักษร	กลุ่มที่	สัญลักษณ์แทนเสียง
ก	1	/k/
ค	1	/t/
บ	1	/b/
:	:	:
:	:	:
:	:	:
ว	2	/w/

ตารางที่ 25 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับพยัญชนะท้าย

สระ เกือบบันทึกอักษรที่สามารถเกิดเป็นสระได้ทั้งหมด ทั้งประเภทสระเดี่ยวและสระผสม
ฐานข้อมูลจะมีโครงสร้างและการจัดเก็บ ดังนี้

ตารางที่ 26

อักษร	กลุ่มที่	สัญลักษณ์แทน เสียง	กึ่งหนึ่งของ เสียงสระ	สัญลักษณ์แทน เสียงกึ่งหนึ่ง
-ะ	1	/a/	-ะ	/a/
-า	2	/a/	-ะ	/a/
-เ	2	/e_/	-ะ	/e/
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
-อ	2	/oa_/	-ะ	/oa/

ตารางที่ 26 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเสียงและสัญลักษณ์แทนเสียงวรรณยุกต์ เราแทนด้วยตัวเลขที่บอกระดับเสียงตามสมการเสียง เช่น

$$S \rightarrow \{ C_{11} V_1 C_{21} \} T_{1 \rightarrow 2} \quad \text{สัญลักษณ์แทนเสียงวรรณยุกต์} = 2$$

4.2 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงให้กับพยางค์

เมื่อได้สัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละองค์ประกอบภายในโครงสร้างพยางค์แล้ว เราแทนสัญลักษณ์เหล่านั้น ลงในสมการเสียงพยางค์ได้เลย แต่สำหรับในงานวิจัยนี้ กำหนดตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานด้านการสังเคราะห์เสียงจากข้อความภาษาไทย โดยเลือกวิธีการสังเคราะห์เสียงโดยใช้กฎ (Synthesis by Rules) เพราะเป็นวิธีการที่สอดคล้องกับงานวิจัยมากที่สุด ซึ่งการสังเคราะห์เสียงดังกล่าวนี้จะขึ้นอยู่กับการเก็บบันทึกหน่วยทางเสียง ที่มีอยู่หลายวิธี ดังที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3 ในที่นี้จะทำการกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง 2 แบบ คือ

แบบแรก กำหนดในรูปหน่วยพยางค์ โดยแทนสัญลักษณ์ให้กับสมการเสียง

แบบที่สอง กำหนดในรูปหน่วยอรรถพยางค์ (มีการเก็บบันทึกเสียงพยางค์เป็น 2 ส่วน คือจะเก็บเสียงส่วนของพยางค์ไว้ครึ่งพยางค์ คือ ตั้งแต่หน่วยเสียงพยัญชนะต้นมาถึงกึ่งหนึ่งของเสียงสระ เราจะแทนด้วย เสียงพยัญชนะต้น+สระสั้นของสระในพยางค์ นั้น และจะเก็บเสียงอีกกึ่งหนึ่งที่เหลือไว้เป็นหน่วยหลัก คือ เสียงสระ+เสียงตัวสะกด(ถ้ามี)+เสียงวรรณยุกต์) ซึ่งจะกล่าวถึงอีกครั้งในเรื่องการเก็บบันทึกหน่วยเสียงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์เสียง ดังนั้นการกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงในแบบที่ 2 จะต้องแบ่งสมการเสียงเป็นสองส่วน แล้วจึงกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงให้กับแต่ละส่วน

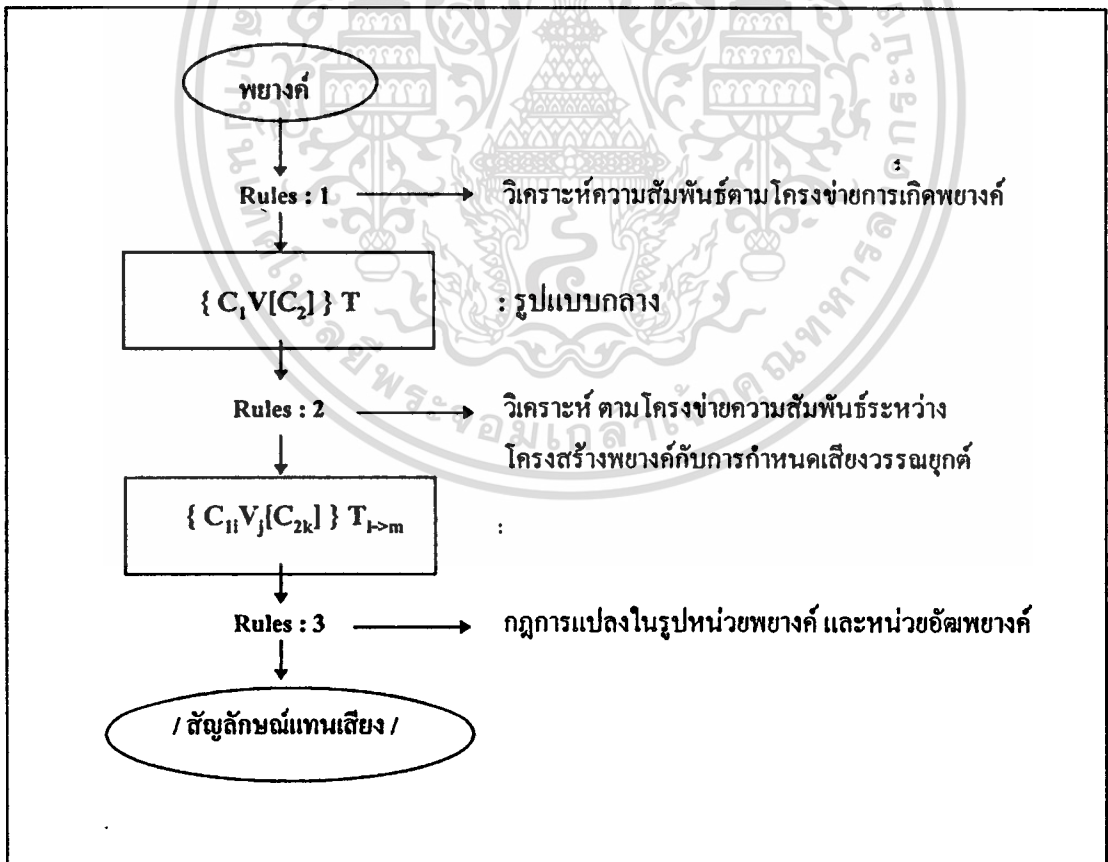
5 ตัวอย่างการทำงานของระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

โดยวิธี MPT-networks

วิธี MPT-networks เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการแปลงหน่วยคำในรูปของพยางค์ ที่ได้จากการแยกหน่วยคำออกจากข้อความ ตามวิธีการ SL-word mapping โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขั้นตอนที่ 1 นำแต่ละพยางค์มาวิเคราะห์หาขององค์ประกอบภายในพยางค์ เพื่อหารูปแบบการเขียนของพยางค์นั้น โดยแยกกฎวรรณยุกต์ไว้ในตำแหน่งท้ายสุด
- ขั้นตอนที่ 2 นำรูปแบบการจัดเรียงที่ได้ มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามโครงข่ายการเกิดพยางค์ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อกำหนดรูปแบบกลาง
- ขั้นตอนที่ 3 นำรูปแบบกลางมาวิเคราะห์หาเสียงของวรรณยุกต์ตามโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับการกำหนดเสียงวรรณยุกต์ เพื่อกำหนดเป็นสมการแทนเสียงพยางค์
- ขั้นตอนที่ 4 ทำการแปลงพยางค์เป็นสัญลักษณ์แทนเสียง ในรูปหน่วยพยางค์ตามสมการแทนเสียง และในรูปหน่วยอักษพยางค์ แล้วทำขั้นตอนตั้งแต่ 1 - 4 กับพยางค์ที่เหลือทั้งหมด
- จากขั้นตอนการทำงาน เราสามารถแสดงในแผนภูมิที่ 14



แผนภูมิที่ 14 .แสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม MPT-networks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อความ “คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง” เมื่อผ่านกระบวนการแยกหน่วยคำ โดยวิธี SL-word mapping จะได้หน่วยคำและเสียงอ่านดังนี้

คณะ	วิศวกรรมศาสตร์	พระ	จอมเกล้าลาดกระบัง
คะ-นะ	วิด-สะ-วะ-กำ-มะ-สาด	พระ	จอม-เกล้า-ลาด-กระ-บัง

ในที่นี้ จะใช้ตัวอย่างจากหน่วยคำ “วิศวกรรมศาสตร์” ที่ประกอบด้วยพยางค์ 6 พยางค์ คือ “วิด-สะ-วะ-กำ-มะ-สาด” มาทำการวิเคราะห์เพื่อแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยแสดงเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการแยกแต่ละพยางค์ออกจากกัน จะได้

พยางค์ที่ 1	“วิด”
พยางค์ที่ 2	“สะ”
พยางค์ที่ 3	“วะ”
พยางค์ที่ 4	“กำ”
พยางค์ที่ 5	“มะ”
พยางค์ที่ 6	“สาด”

นำแต่ละพยางค์ มาวิเคราะห์หาขององค์ประกอบภายในพยางค์ เพื่อหารูปแบบการเขียนของพยางค์นั้น โดยแยกรูปวรรณยุกต์ไว้ในตำแหน่งท้ายสุด โดยที่พยางค์แรก ได้แก่ พยางค์ “วิด” ทำการแยกอักขระแต่ละตัว แล้วนำไปเทียบหาในฐานข้อมูลเพื่อตรวจสอบชนิดของอักขระ ได้ดังนี้

อักขระ “ว”	เป็นพยัญชนะ	แทนด้วย สัญลักษณ์ “C”
“ิ”	เป็น สระ	แทนด้วย สัญลักษณ์ “V”
“ด”	เป็น พยัญชนะ	แทนด้วย สัญลักษณ์ “C”
ไม่มีรูปวรรณยุกต์ (สามัญ)		แทนด้วย สัญลักษณ์ “T”

ดังนั้น พยางค์ “วิด” จัดเรียงลำดับใหม่ ได้ คือ $S = \{CVC\}T$

ขั้นตอนที่ 2 นำรูปแบบการจัดเรียงที่ได้ คือ $S = \{CVC\}T$ มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามโครงข่ายการเกิดพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อใช้กำหนดรูปแบบกลาง พบว่าตรงกับ กฎข้อที่ 2 ดังนั้นเราได้สมการรูปแบบกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$S = \{C_1VC_2\}T$$

โดยที่

$C_1 \rightarrow C$ ในอักษรตัวที่ 1 หรือ $C_1 \rightarrow "ว"$
 $V \rightarrow V$ ในอักษรตัวที่ 2 $V \rightarrow "วิ"$
 $C_2 \rightarrow C$ ในอักษรตัวที่ 3 $-C_2 \rightarrow "ค"$

ขั้นตอนที่ 3 นำสมการรูปแบบกลาง $S = \{C_1VC_2\}T$ มาวิเคราะห์หาเสียงของวรรณยุกต์ โดยการพิจารณาหากลุ่มของแต่ละองค์ประกอบที่อยู่ในสมการรูปแบบกลาง ดังนี้

"ว" เป็นพยัญชนะต้น ในกลุ่มที่ 3 แทนด้วย C_{13}
 "วิ" เป็นสระ ในกลุ่มที่ 1 แทนด้วย V_1
 "ค" เป็นพยัญชนะท้าย/สะกด ในกลุ่มที่ 1 แทนด้วย C_{21}
 และ รูปวรรณยุกต์ สามัญ แทนด้วย $T=1$

จากโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับการกำหนดเสียงวรรณยุกต์ เราจะได้เสียงวรรณยุกต์ คือ เสียงตรี (4) หรือ $T_{1 \rightarrow 4}$ และได้สมการเสียงเป็น

$$S = \{C_{13} V_1 C_{21}\} T_{1 \rightarrow 4}$$

ขั้นตอนที่ 4 ทำการแปลงพยางค์ตามสมการแทนเสียงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

ในรูปหน่วยพยางค์ วิค = /wit4/

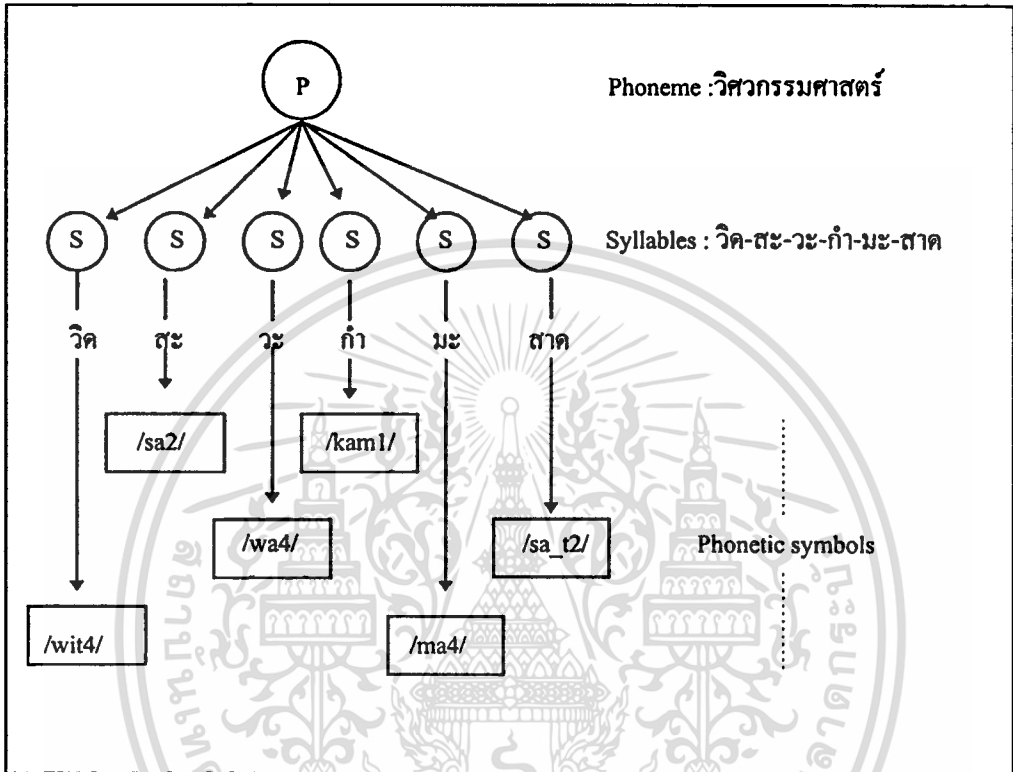
ในรูปหน่วยอฒพยางค์ วิค = /wi-it4/

แล้วทำขั้นตอนตั้งแต่ 1-4 กับพยางค์ที่เหลือทั้งหมด จะได้สัญลักษณ์แทนเสียงแต่ละพยางค์ ดังนี้

พยางค์	หน่วยพยางค์	หน่วยอฒพยางค์
สะ	/sa2/	/sa - a2/
วะ	/wa4/	/wa - a4/
กำ	/kam1/	/ka - am1/
มะ	/ma4/	/ma - a4/
สาด	/sa_t2/	/sa - a_t2/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้ายที่สุด เมื่อนำสัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละพยางค์มารวมเข้าด้วยกัน เราจะได้สัญลักษณ์แทนเสียง /wit4-sa2-wa4-kam1-ma4-sa_t2/ เป็นตัวแทนเสียงในแต่ละพยางค์ของคำว่า “วิศวกรรมศาสตร์”



รูปที่ 15 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของคำว่า “วิศวกรรมศาสตร์”

6 สรุป

โดยวิธีการของ MPT-networks เป็นอัลกอริทึม ที่ใช้แปลงรูปแบบการเขียนให้อยู่ในรูปแบบกลาง ที่อธิบายหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบภายในพยางค์ จากนั้นแบ่งกลุ่มหรือประเภทของแต่ละองค์ประกอบ เพื่อหาเสียงเป้าหมายตามกฎความสัมพันธ์โครงสร้างพยางค์กับเสียงวรรณยุกต์ ได้เป็นสมการเสียงพยางค์ ใช้กำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง เราสามารถนำสัญลักษณ์แทนเสียงไปเทียบหาหน่วยเสียงและรวมเข้าด้วยกัน เพื่อทำการสังเคราะห์เสียงพูด ตามลักษณะการเก็บบันทึกหน่วยเสียง ซึ่งจะกล่าวถึงในบทถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การกำหนดหน่วยเสียงและการสังเคราะห์เสียง

1 บทนำ

โดยปกติการสร้างเสียงจากข้อความหรือประโยค ส่วนใหญ่จะทำได้โดยการบันทึกเสียงตามข้อความที่ต้องการ วิธีนี้สะดวกและรวดเร็วมก แต่ขาดความยืดหยุ่นและสิ้นเปลืองหน่วยความจำ เราสามารถแก้ปัญหานี้ โดยการเก็บบันทึกเฉพาะหน่วยเสียงพื้นฐานซึ่งมีจำนวนจำกัดและเป็นตัวแทนเสียงต่างๆ ในโครงสร้างพยางค์ของข้อความใดๆ ด้วยวิธีนี้ไม่ว่าข้อความจะเป็นอย่างไร เราสามารถใช้อัลกอริทึมเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียงและสังเคราะห์เสียงตามสัญลักษณ์ที่กำหนดได้

2 หน่วยเสียงพื้นฐาน (Basic Phoneme)

หน่วยเสียง (phoneme) เป็นลักษณะเฉพาะแทนเสียงแต่ละเสียงที่ไม่ซ้ำกัน หน่วยเสียงพื้นฐานในภาษาไทย ได้แก่ หน่วยเสียงพยัญชนะ หน่วยเสียงสระ และหน่วยเสียงวรรณยุกต์ ซึ่งเป็นเสียงของพยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ที่ประกอบเป็นโครงสร้างพยางค์ไทย การเก็บบันทึกสามารถทำได้หลายวิธี แต่ประเด็นสำคัญจะต้องนำหน่วยเสียงเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดความยืดหยุ่นและเมื่อรวมกันแล้วต้องสามารถให้เสียงที่ถูกต้องเหมือนเสียงพูดตามธรรมชาติ รูปแบบการเก็บบันทึกหน่วยเสียงพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

แบบที่ 1

1. บันทึกเสียงพยัญชนะต้นเดี่ยว 21 หน่วยเสียง และพยัญชนะควบกล้ำ 17 หน่วยเสียง รวมเป็น 38 หน่วยเสียง
2. บันทึกเสียงสระเสียงสั้นเดี่ยว 9 หน่วยเสียง และสระสั้นผสม 3 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง ได้ 60 หน่วยเสียง
3. บันทึกเสียงสระเสียงยาวเดี่ยว 9 หน่วยเสียง และสระผสม 3 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง ได้ 60 หน่วยเสียง

หน่วยเสียงรวมทั้งสิ้น $38+60+60 = 158$ หน่วยเสียง

ตัวอย่างการผสมเสียง

บ้าน	---> บ+อ้า+น
รัก	---> ร+อ๊ะ+ก
เหนียว	---> น+อิ+อ้าว
เชือด	---> ช+อิ+เอื้อ+ด
กรง	---> กร+โอะ+ง
ปลอด	---> ปล+อ้อ+ด
คราด	---> ดร+อ้า+ด
สวย	---> ส+อุ+อ้า+ย

เป็นต้น

การบันทึกเสียงในแบบที่ 1 จะประหยัดเนื้อที่ในหน่วยความจำมากที่สุด แต่เสียงที่ผสมจะไม่เป็นธรรมชาติ และบางคำจะฟังไม่รู้เรื่อง

แบบที่ 2

1. บันทึกเสียงพยัญชนะต้น(เดี่ยว+ผสม) 38 หน่วยเสียง ผสมเสียงสระ อะ ได้ทั้งหมด 38 หน่วยเสียง
2. บันทึกสระเสียงสั้น 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง คือ เสียงเอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งหมด 36 แฟ้มเสียง
3. บันทึกสระเสียงสั้นที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก, แม่กค, และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งสิ้น 108 หน่วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บันทึกลีขงสระเสียงสั้นผสมตัวสะกด แม่กง,แม่กน,แม่กบ,แม่เกย,แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ รวมทั้งสิ้น 300 แฟ้มเสียง
5. บันทึกลีขงสระเสียงยาว 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง คือ เสียงสามัญ เสียงเอก เสียงโท และเสียงตรี และจัตวา รวมทั้งหมด 60 แฟ้มเสียง
6. บันทึกลีขงสระเสียงยาวที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก, แม่กค, และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งสิ้น 108 หน่วยเสียง
7. บันทึกลีขงสระเสียงยาวผสมตัวสะกด แม่กง,แม่กน,แม่กบ,แม่เกย,แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ รวมทั้งสิ้น 300 แฟ้มเสียง

รวมหน่วยเสียงทั้งสิ้น $38+36+108+300+60+108+300 = 950$ หน่วยเสียง

ตัวอย่างการผสมเสียง

บ้าน	→	บะ+อ้าน
รัก	→	ระ+อึก
เหนียว	→	นะ+เอี้ยว
เชือด	→	ชะ+เอือด
กรง	→	กระ+อง
ปลอด	→	ปละ+อด
ตราด	→	ตระ+อาด
สวย	→	สะ+อ้วย

เป็นต้น

แบบที่ 3

1. บันทึกลีขงพยัญชนะต้น(เด็ชว+ควบกกล้า) ผสมเสียงสระเสียงสั้น ได้ทั้งหมด 456 หน่วยเสียง
2. บันทึกลีขงสระเสียงสั้น 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 4 หน่วยเสียง คือ เสียงเอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งหมด 48 แฟ้มเสียง
3. บันทึกลีขงสระเสียงสั้นที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก, แม่กค, และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 4 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท เสียงตรี และจัตวา รวมทั้งสิ้น 144 หน่วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. บ้านทึกเสียงสระเสียงสั้นผสมตัวสะกด แม่กง,แม่กน,แม่กบ,แม่เกย,แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ รวมทั้งสิ้น 300 เพิ่มเสียง
5. บ้านทึกสระเสียงยาว 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง คือ เสียงสามัญ เสียงเอก เสียงโท และเสียงตรี และจัตวา รวมทั้งหมด 60 เพิ่มเสียง
6. บ้านทึกสระเสียงยาวที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก, แม่กค, และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 4 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท เสียงตรี และจัตวา รวมทั้งสิ้น 144 หน่วยเสียง
7. บ้านทึกเสียงสระเสียงยาวผสมตัวสะกด แม่กง,แม่กน,แม่กบ,แม่เกย,แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ รวมทั้งสิ้น 300 เพิ่มเสียง

รวมหน่วยเสียงทั้งสิ้น $456+48+144+300+60+144+300 = 1452$ หน่วยเสียง

ตัวอย่างการผสมเสียง

บ้าน	---> บะ+ฮ้าน
รัก	---> ระ+อึกก
เหนียว	---> เนยะ+เอี้ยว
เชือด	---> เชื้อะ+เอือด
กรง	---> โกระ+อง
ปลอดภัย	---> ปละ+ออก
ตราด	---> ตระ+อาด
สวย	---> ตัวะ+อ้วย

เป็นต้น

แบบที่ 4

1. บ้านทึกพยัญชนะต้นเสียง(เด็ชว+ควบกล้า) ผสมสระเสียง(สั้น+ยาว) ทั้งหมด 24 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง รวม 4560 หน่วยเสียง
2. บ้านทึกเสียงเสียงพยัญชนะต้นเสียง(เด็ชว+ควบกล้า) ผสมสระ และตัวสะกดผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง ได้เพิ่มเสียง 36,000 เพิ่มข้อมูล

รวมหน่วยเสียงทั้งสิ้น $4560+36000 = 40560$ หน่วยเสียง

แบบนี้คล้ายเป็นคำอ่าน และเป็นคำที่ครอบคลุมทุกเสียงในภาษาไทยทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการออกเสียง

ประชากร	--> ประ+ชา+กร
สลอน	--> สะ+หลอน
บุรุษ	--> บุ+หฺรุด
ชำเลียง	--> ชำ+เลียง
ไพบรณีย์	--> ไปร+สะ+ณี

เป็นต้น

แบบที่ 5 เป็นการบันทึกเสียงเป็นคำๆ ซึ่งวิธีนี้จะได้เสียงที่เป็นธรรมชาติที่สุดแต่ก็จะเปลืองหน่วยความจำที่สุด

ในงานวิจัยนี้เราใช้หลักการบันทึกเพิ่มเสียงตามแบบที่ 3 ซึ่งจะได้เสียงที่ใกล้เคียงธรรมชาติรวมทั้งเก็บบันทึกหน่วยเสียงไม่มากนัก และตรงกับวัตถุประสงค์มากที่สุด สำหรับวิธีการหาหน่วยเสียงใช้วิธีคำเทียบคู่ (minimal pair) ที่กล่าวถึงในบทที่ 3 ซึ่งหน่วยเสียงนี้ถูกเก็บบันทึกในรูปของไฟล์เสียง (Audio Wave : .WAV) โดยมีหน่วยเสียงทั้งหมดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 27

สระ พยัญชนะ	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อี (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เออะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอือะ (uea)	เอือะ (ia)
ก (k)	ka	ki	ku	kue	ke	ko	koa	ker	kae	kua	kuea	kia
ค, ข, ฆ (kh)	kha	khi	khu	khue	khe	kho	khoa	kher	khae	khua	khuea	khia
ง (ng)	nga	ngi	ngu	ngue	nge	ngo	noa	ner	nae	nua	nuea	nia
ช, ฌ, ฐ (sh)	sha	shi	shu	shue	she	sho	shoa	sher	shae	shua	shuea	shia
ฅ (ch)	cha	chi	chu	chue	che	cho	choa	cher	chae	chua	chuea	chia
ซ, ฌ, ฐ, ฑ (s)	sa	si	su	sue	se	so	soa	ser	sae	sua	suea	sia
ญ, ย (y)	ya	yi	yu	yue	ye	yo	yoa	yer	yae	yua	yuea	yia
ฎ, ฏ, ฐ, ฑ (d)	da	di	du	due	de	do	doa	der	dae	dua	duea	dia
ต, ฐ (t)	ta	tí	tu	tue	te	to	toa	ter	tae	tua	tuea	tia
ฐ, ฎ, ฏ, ฐ, ฑ (th)	tha	thi	thu	thue	the	tho	thoa	ther	thae	thua	thuea	thia
น, ญ (n)	na	ni	nu	nue	ne	no	noa	ner	nae	nua	nuea	nia
บ (b)	ba	bi	bu	bue	be	bo	boa	ber	bae	bua	buea	bia
ป (p)	pa	pi	pu	pue	pe	po	poa	per	pae	pua	puea	pia

ตารางที่ 27 การพิจารณาการบันทึกเพิ่มเสียงพยัญชนะต้นเดียวและพยัญชนะกวางกลมผสมสระเสียงสั้น รวม 456 เพิ่มเสียง

ตารางที่ 27(ต่อ)

สระ	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อี (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เอะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอื้อะ (uea)	เอียะ (ia)
พยัญชนะ	ฟ,ผ (ph)	ฟิ	ฟุ	ฟุเอ	ฟะ	ฟอ	ฟออะ	ฟะ	ฟะเอ	ฟุอะ	ฟุเออะ	ฟุเีย
พ,ฝ (f)	ฟา	ฟี	ฟู	เฟ	เฟ	โฟ	โฟอะ	ฟะ	ฟะเอ	ฟูอะ	ฟูเออะ	ฟุเีย
ม (m)	มา	มิ	มุ	มุเอ	มะ	โม	โมอะ	มะ	มะเอ	มา	มาเอ	มเีย
ร (r)	รา	ริ	รู	รูเอ	ระ	โร	โรอะ	ระ	ระเอ	รา	ราเอ	รเีย
ล (l)	ลา	ลี	ลู	ลูเอ	ละ	โล	โลอะ	ละ	ลอะเอ	ลู	ลูเอ	ลเีย
ว (w)	วา	วี	วู	วูเอ	วะ	โว	โวอะ	วะ	วะเอ	วา	วาเอ	วเีย
อ (?)	?า	?ิ	?ุ	?ูเอ	?ะ	?อ	?ออะ	?ะ	?อะเอ	?า	?าเอ	?เีย
ฮ,ห (h)	ฮา	ฮี	हु	हुเอ	หะ	โฮ	โฮอะ	หะ	หอะเอ	ฮา	ฮาเอ	หเีย
ก,ข (kw)	กา	กี	कु	कुเอ	กะ	โก	โกอะ	กะ	กอะเอ	กา	กาเอ	กเีย
ก,ข (kr)	ครา	ครี	ครู	ครูเอ	คระ	ครอ	ครออะ	คระ	ครอะเอ	ครา	คราเอ	ครเีย
ก,ค (kl)	คลา	คลี	คลู	คลูเอ	คละ	คลอ	คลออะ	คละ	คลอะเอ	คลา	คลาเอ	คลเีย
ค,ข (khr)	คฺรา	คฺหรี	คฺหรู	คฺหรูเอ	คฺหระ	คฺหโร	คฺหโรอะ	คฺหระ	คฺหระเอ	คฺหฺรา	คฺหฺราเอ	คฺหฺรเีย
ค,ข (khw)	คฺหฺวา	คฺหฺวี	คฺหฺวู	คฺหฺวูเอ	คฺหฺวะ	คฺหฺโว	คฺหฺโวอะ	คฺหฺวะ	คฺหฺวะเอ	คฺหฺวา	คฺหฺวาเอ	คฺหฺวเีย
ค,ค (khl)	คฺหฺลา	คฺหฺลี	คฺหฺลู	คฺหฺลูเอ	คฺหฺละ	คฺหฺลอ	คฺหฺลออะ	คฺหฺละ	คฺหฺลอะเอ	คฺหฺลฺวา	คฺหฺลฺวาเอ	คฺหฺลฺวเีย

ตารางที่ 27 การพิจารณาการบันทึกเพิ่มเสียงพยัญชนะต้นเดียวและพยัญชนะกวางคำผสมสระเสียงต้น รวม 456 เพิ่มเสียง

ตารางที่ 27(ต่อ)

สระ	อะ	อิ	อุ	อี	เอะ	โอะ	เอาะ	เออะ	แอะ	อัวะ	เอื้อะ	เอียงะ
พยัญชนะ	(a)	(i)	(u)	(ue)	(e)	(o)	(oa)	(er)	(ae)	(ua)	(uea)	(ia)
พ (ph)	pha	phi	phu	phue	phle	phlo	phloa	phler	phlae	phlua	phlua	phlia
พร (phr)	phra	phri	phru	phrue	phre	phro	phroa	phrer	phrae	phrua	phrua	phria
ป (p)	pa	pi	pu	pluc	pie	plo	ploa	pler	plae	plua	plua	plia
ปร (pr)	pra	pri	pru	prue	pre	pro	proa	prer	prae	prua	prua	pria
ต (tr)	ta	ti	tu	true	tre	tro	troa	trer	trae	trua	trua	tria
ทร (thr)	tha	thri	thru	thrue	thre	thro	throa	threr	thrae	thrua	thrua	thria
ด (dr)	da	dri	dru	druue	dre	dro	droa	drer	drae	drua	drua	dria
ฟ (fr)	fa	fri	fru	frue	fre	fro	froa	frer	frae	frua	frua	fria
ฟล (fl)	fa	fli	flu	flue	fle	flo	floa	fler	flae	flua	flua	flia
บ (br)	ba	bri	bru	brue	bre	bro	broa	brer	brae	brua	brua	bria
บล (br)	ba	bli	blu	blue	ble	blo	bloa	bler	blae	blua	blua	blia

ตารางที่ 27 การพิจารณาการบันทึกเพิ่มเสียงพยัญชนะต้นเดียวและพยัญชนะควบกล้ำผสมสระเสียงสั้น รวม 456 แห่งเสียง

ตารางที่ 28

สระ วรรณยุกต์ และตัวสะกด	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อี (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เอะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอื้อะ (uea)	เอื้อะ (ia)
เอก	a2	i2	u2	ue2	e2	o2	oa2	er2	ae2	ua2	uea2	ia2
โท	a3	i3	u3	ue3	e3	o3	oa3	er3	ae3	ua3	uea3	ia3
ตรี	a4	i4	u4	ue4	e4	o4	oa4	er4	ae4	ua4	uea4	ia4
จัตวา	a5	i5	u5	ue5	e5	o5	oa5	er5	ae5	ua5	uea5	ia5
แม่ก	ak2	ik2	uk2	uek2	ek2	ok2	oak2	erk2	aek2	uak2	ueak2	iak2
	ak3	ik3	uk3	uek3	ek3	ok3	oak3	erk3	aek3	uak3	ueak3	iak3
	ak4	ik4	uk4	uek4	ek4	ok4	oak4	erk4	aek4	uak4	ueak4	iak4
	ak5	ik5	uk5	uek5	ek5	ok5	oak5	erk5	aek5	uak5	ueak5	iak5
แม่ก	at2	it2	ut2	uet2	et2	ot2	oat2	ert2	aet2	uat2	ueat2	iat2
	at3	it3	ut3	uet3	et3	ot3	oat3	ert3	aet3	uat3	ueat3	iat3
	at4	it4	ut4	uet4	et4	ot4	oat4	ert4	aet4	uat4	ueat4	iat4
	at5	it5	ut5	uet5	et5	ot5	oat5	ert5	aet5	uat5	ueat5	iat5
แม่ก	ap2	ip2	up2	uep2	ep2	op2	oap2	erp2	ape2	uap2	ueap2	iap2
	ap3	ip3	up3	uep3	ep3	op3	oap3	erp3	ape3	uap3	ueap3	iap3
	ap4	ip4	up4	uep4	ep4	op4	oap4	erp4	ape4	uap4	ueap4	iap4
	ap5	ip5	up5	uep5	ep5	op5	oap5	erp5	ape5	uap5	ueap5	iap5

ตารางที่ 28 แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเสียง การผันสระเสียงต้น(ตัวสะกด) ผันเสียงวรรณยุกต์ รวม 144 เพิ่มเสียง

ตารางที่ 29

สระ วรรณยุกต์ และตัวสะกด	อา (a_)	อิ (i_)	อุ (u_)	อี (ue_)	เอ (e_)	โ (o_)	ออ (oa_)	เออ (er_)	แ (ae_)	ัว (ua_)	เอือ (ia_)
คำนำถุ	a_1	i_1	u_1	ue_1	e_1	o_1	oa_1	er_1	ae_1	ua_1	ia_1
เอก	a_2	i_2	u_2	ue_2	e_2	o_2	oa_2	er_2	ae_2	ua_2	ia_2
โท	a_3	i_3	u_3	ue_3	e_3	o_3	oa_3	er_3	ae_3	ua_3	ia_3
ตรี	a_4	i_4	u_4	ue_4	e_4	o_4	oa_4	er_4	ae_4	ua_4	ia_4
จัตวา	a_5	i_5	u_5	ue_5	e_5	o_5	oa_5	er_5	ae_5	ua_5	ia_5
แม่ก	a_k2	i_k2	u_k2	ue_k2	e_k2	o_k2	oa_k2	er_k2	ae_k2	ua_k2	ia_k2
	a_k3	i_k3	u_k3	ue_k3	e_k3	o_k3	oa_k3	er_k3	ae_k3	ua_k3	ia_k3
	a_k4	i_k4	u_k4	ue_k4	e_k4	o_k4	oa_k4	er_k4	ae_k4	ua_k4	ia_k4
	a_k5	i_k5	u_k5	ue_k5	e_k5	o_k5	oa_k5	er_k5	ae_k5	ua_k5	ia_k5
แม่ก	a_p2	i_p2	u_p2	ue_p2	e_p2	o_p2	oa_p2	er_p2	ae_p2	ua_p2	ia_p2
	a_p3	i_p3	u_p3	ue_p3	e_p3	o_p3	oa_p3	er_p3	ae_p3	ua_p3	ia_p3
	a_p4	i_p4	u_p4	ue_p4	e_p4	o_p4	oa_p4	er_p4	ae_p4	ua_p4	ia_p4
	a_p5	i_p5	u_p5	ue_p5	e_p5	o_p5	oa_p5	er_p5	ae_p5	ua_p5	ia_p5

ตารางที่ 29 แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเติม สระเสียงยาว(ตัวสะกด) ศรเสียงยาว(ตัวสะกด) รวม 204 เพิ่มเติม

ตารางที่ 30

สระ วรรณยุกต์ และตัวสะกด	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อี (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เออะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอื้อะ (uea)	เอี้ยวะ (ia)
แม่กน	an1	in1	un1	uen1	en1	on1	oan1	ern1	aen1	uan1	uaen1	ian1
	an2	in2	un2	uen2	en2	on2	oan2	ern2	aen2	uan2	uaen2	ian2
	an3	in3	un3	uen3	en3	on3	oan3	ern3	aen3	uan3	uaen3	ian3
	an4	in4	un4	uen4	en4	on4	oan4	ern4	aen4	uan4	uaen4	ian4
	an5	in5	un5	uen5	en5	on5	oan5	ern5	aen5	uan5	uaen5	ian5
แม่กง	ang1	ing1	ung1	ueng1	eng1	ong1	oang1	erng1	aeng1	uang1	uaeng1	iang1
	ang2	ing2	ung2	ueng2	eng2	ong2	oang2	erng2	aeng2	uang2	uaeng2	iang2
	ang3	ing3	ung3	ueng3	eng3	ong3	oang3	erng3	aeng3	uang3	uaeng3	iang3
	ang4	ing4	ung4	ueng4	eng4	ong4	oang4	erng4	aeng4	uang4	uaeng4	iang4
	ang5	ing5	ung5	ueng5	eng5	ong5	oang5	erng5	aeng5	uang5	uaeng5	iang5
แม่กม	am1	im1	um1	uem1	em1	om1	oam1	erm1	aem1	uam1	uaem1	iam1
	am2	im2	um2	uem2	em2	om2	oam2	erm2	aem2	uam2	uaem2	iam2
	am3	im3	um3	uem3	em3	om3	oam3	erm3	aem3	uam3	uaem3	iam3
	am4	im4	um4	uem4	em4	om4	oam4	erm4	aem4	uam4	uaem4	iam4
	am5	im5	um5	uem5	em5	om5	oam5	erm5	aem5	uam5	uaem5	iam5

ตารางที่ 30 แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเสียง สระเสียงสั้น(ตัวสะกดเสียงไม่กัก) ฝันวนวรรณยุกต์ รวม 300 เพิ่มเสียง

ตารางที่ 30(ต่อ)

สระ วรรณยุกต์ และตัว สะกด	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อี (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เออะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอือะ (uea)	เอือะ (ia)
แม่เกย	ay1	iy1	uy1	uey1	ey1	oy1	oay1	ery1	aeY1	uay1	uay1	iy1
	ay2	iy2	uy2	uey2	ey2	oy2	oay2	ery2	aeY2	uay2	uay2	iy2
	ay3	iy3	uy3	uey3	ey3	oy3	oay3	ery3	aeY3	uay3	uay3	iy3
	ay4	iy4	uy4	uey4	ey4	oy4	oay4	ery4	aeY4	uay4	uay4	iy4
	ay5	iy5	uy5	uey5	ey5	oy5	oay5	ery5	aeY5	uay5	uay5	iy5
แม่เกอว	aw1	iw1	uw1	uew1	ew1	ow1	oaw1	erw1	aeW1	uaw1	uaw1	iaW1
	aw2	iw2	uw2	uew2	ew2	ow2	oaw2	erw2	aeW2	uaw2	uaw2	iaW2
	aw3	iw3	uw3	uew3	ew3	ow3	oaw3	erw3	aeW3	uaw3	uaw3	iaW3
	aw4	iw4	uw4	uew4	ew4	ow4	oaw4	erw4	aeW4	uaw4	uaw4	iaW4
	aw5	iw5	uw5	uew5	ew5	ow5	oaw5	erw5	aeW5	uaw5	uaw5	iaW5

ตารางที่ 30 แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเสียง สระเสียงสั้น(ตัวสะกดเสียงไม่กัก) ฝัวรรณยุกต์ รวม 300 เพิ่มเสียง

ตารางที่ 31

สระ วรรณยุกต์ และตัว สะกด	อะ (a_)	อิ (i_)	อุ (u_)	อี (ue_)	เอ (e_)	โอ (o_)	ออ (oa_)	เออ (er_)	แอ (ae_)	อัว (ua_)	เอือ (uea_)	เอีย (ia_)
แม่กน	a_n1	i_n1	u_n1	ue_n1	e_n1	o_n1	oa_n1	er_n1	ae_n1	ua_n1	uea_n1	ia_n1
	a_n2	i_n2	u_n2	ue_n2	e_n2	o_n2	oa_n2	er_n2	ae_n2	ua_n2	uea_n2	ia_n2
	a_n3	i_n3	u_n3	ue_n3	e_n3	o_n3	oa_n3	er_n3	ae_n3	ua_n3	uea_n3	ia_n3
	a_n4	i_n4	u_n4	ue_n4	e_n4	o_n4	oa_n4	er_n4	ae_n4	ua_n4	uea_n4	ia_n4
	a_n5	i_n5	u_n5	ue_n5	e_n5	o_n5	oa_n5	er_n5	ae_n5	ua_n5	uea_n5	ia_n5
แม่กง	a_ng1	i_ng1	u_ng1	ue_ng1	e_ng1	o_ng1	oa_ng1	er_ng1	ae_ng1	ua_ng1	uea_ng1	ia_ng1
	a_ng2	i_ng2	u_ng2	ue_ng2	e_ng2	o_ng2	oa_ng2	er_ng2	ae_ng2	ua_ng2	uea_ng2	ia_ng2
	a_ng3	i_ng3	u_ng3	ue_ng3	e_ng3	o_ng3	oa_ng3	er_ng3	ae_ng3	ua_ng3	uea_ng3	ia_ng3
	a_ng4	i_ng4	u_ng4	ue_ng4	e_ng4	o_ng4	oa_ng4	er_ng4	ae_ng4	ua_ng4	uea_ng4	ia_ng4
	a_ng5	i_ng5	u_ng5	ue_ng5	e_ng5	o_ng5	oa_ng5	er_ng5	ae_ng5	ua_ng5	uea_ng5	ia_ng5
แม่กม	a_m1	i_m1	u_m1	ue_m1	e_m1	o_m1	oa_m1	er_m1	ae_m1	ua_m1	uea_m1	ia_m1
	a_m2	i_m2	u_m2	ue_m2	e_m2	o_m2	oa_m2	er_m2	ae_m2	ua_m2	uea_m2	ia_m2
	a_m3	i_m3	u_m3	ue_m3	e_m3	o_m3	oa_m3	er_m3	ae_m3	ua_m3	uea_m3	ia_m3
	a_m4	i_m4	u_m4	ue_m4	e_m4	o_m4	oa_m4	er_m4	ae_m4	ua_m4	uea_m4	ia_m4
	a_m5	i_m5	u_m5	ue_m5	e_m5	o_m5	oa_m5	er_m5	ae_m5	ua_m5	uea_m5	ia_m5

ตารางที่ 31 แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเติม สระเสียงยาว(ตัวสะกด) แม่วรรณยุกต์ รวม 300 เพิ่มเติม

ตารางที่ 31(ต่อ)

สระ วรรณยุกต์ และตัว สะกด	อา (a_)	อี (i_)	อุ (u_)	อือ (ue_)	เอ (e_)	โอ (o_)	ออ (oa_)	เออ (er_)	แอ (ae_)	อัว (ua_)	เอือ (uea_)	เอือ (ia_)
แม่เกย	a_y1	i_y1	u_y1	ue_y1	e_y1	o_y1	oa_y1	er_y1	ae_y1	ua_y1	uea_y1	ia_y1
	a_y2	i_y2	u_y2	ue_y2	e_y2	o_y2	oa_y2	er_y2	ae_y2	ua_y2	uea_y2	ia_y2
	a_y3	i_y3	u_y3	ue_y3	e_y3	o_y3	oa_y3	er_y3	ae_y3	ua_y3	uea_y3	ia_y3
	a_y4	i_y4	u_y4	ue_y4	e_y4	o_y4	oa_y4	er_y4	ae_y4	ua_y4	uea_y4	ia_y4
	a_y5	i_y5	u_y5	ue_y5	e_y5	o_y5	oa_y5	er_y5	ae_y5	ua_y5	uea_y5	ia_y5
แม่ทอว	a_w1	i_w1	u_w1	ue_w1	e_w1	o_w1	oa_w1	er_w1	ae_w1	ua_w1	uea_w1	ia_w1
	a_w2	i_w2	u_w2	ue_w2	e_w2	o_w2	oa_w2	er_w2	ae_w2	ua_w2	uea_w2	ia_w2
	a_w3	i_w3	u_w3	ue_w3	e_w3	o_w3	oa_w3	er_w3	ae_w3	ua_w3	uea_w3	ia_w3
	a_w4	i_w4	u_w4	ue_w4	e_w4	o_w4	oa_w4	er_w4	ae_w4	ua_w4	uea_w4	ia_w4
	a_w5	i_w5	u_w5	ue_w5	e_w5	o_w5	oa_w5	er_w5	ae_w5	ua_w5	uea_w5	ia_w5

ตารางที่ 31 แสดงการกำหนดชื่อเพิ่มเติม สระเสียงยาว(ตัวสะกด) ฝันวนรณยุกต์ รวม 300 เพิ่มเติมถึง

3 การรวมหน่วยเสียง

จากสัญลักษณ์แทนเสียงที่ได้จากการแปลงหน่วยคำภายในประโยค เมื่อได้กำหนดหน่วยเสียงตามสัญลักษณ์แทนเสียงแต่ละตัว เราสามารถนำแต่ละหน่วยเสียงที่เก็บบันทึกในรูปแบบเสียง (.WAV) มาทำการเชื่อมต่อกันเป็นเสียงของแต่ละพยางค์ในหน่วยคำ ซึ่งท้ายที่สุดเราจะได้เพิ่มเสียงรวมของประโยคทั้งหมด

ขั้นตอนวิธี การรวมหน่วยเสียง

1. ทำการวิเคราะห์สัญลักษณ์แทนเสียงแต่ละพยางค์ แล้วจัดรูปแบบในการรวมเพิ่มเสียงตามวิธีบันทึก/รวมเพิ่มในแบบที่ 3 ซึ่งจะอยู่ในรูปของเสียง

[พยัญชนะต้น+สระสั้น] -- [สระ+สะกด(ถ้ามี)+วรรณยุกต์]

2. เตรียมเพิ่มที่ใช้เป็นตัวต่อเพิ่ม
3. ทำการต่อเพิ่มเสียง โดยเรียกเพิ่มของหน่วยเสียงตามสัญลักษณ์แทนเสียงเข้ามา และนำเพิ่มเสียงของตัวถัดไปมาต่อท้ายเรียงกันตามลำดับจนหมดเพิ่มเสียง

เมื่อทำการต่อเพิ่มเสียงจนครบแล้ว สามารถเล่นเสียงตามวิธีการเล่นเสียงของ Audio wave ทั่วๆไป รายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างไฟล์เสียง^[6] สามารถดูได้ในส่วนของภาคผนวก

4 สรุป

การสังเคราะห์เสียงจากข้อความภาษาไทย เริ่มต้นจากการแยกหน่วยคำออกจากข้อความต่อเนื่อง โดยวิธีการ SL-word mapping แล้วทำการแปลงหน่วยคำ(ในรูปของพยางค์) เป็นสัญลักษณ์แทนเสียง (ในรูปหน่วยอักษพยางค์ ที่ใช้เป็นรูปแบบการเก็บบันทึกหน่วยเสียง) โดยวิธี MTP-networks ท้ายที่สุด ทำการสังเคราะห์เสียงจากการแทนสัญลักษณ์แต่ละตัวด้วยหน่วยเสียงที่เก็บบันทึกไว้ ที่มีจำนวนจำกัดคือ 1452 หน่วยเสียง ที่สามารถนำมารวมกันเป็นเสียง โดยครอบคลุมเสียงพยางค์ไทยทั้งหมด ประมาณ 41,496 เสียง ทำให้นำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง

บทที่ 6

ระบบการแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง สำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย

1 บทนำ

ระบบการแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง เป็นการแปลงข้อความ
ต่อเนื่อง ให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ที่อ้างอิงกับหน่วยเสียง โดยอัลกอริทึมจะกำหนดทิศทางการ
ทำงาน เริ่มตั้งแต่ทำการแยกหน่วยคำออกจากข้อความต่อเนื่อง จากนั้นนำพยางค์มาทำการ
วิเคราะห์โครงสร้างพยางค์ เพื่อหาความสัมพันธ์ของโครงสร้างพยางค์(รูปแบบการเขียน) กับ
โครงสร้างของเสียงพยางค์ กำหนดเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงและใช้สังเคราะห์เสียงในที่สุด

2 การออกแบบระบบ

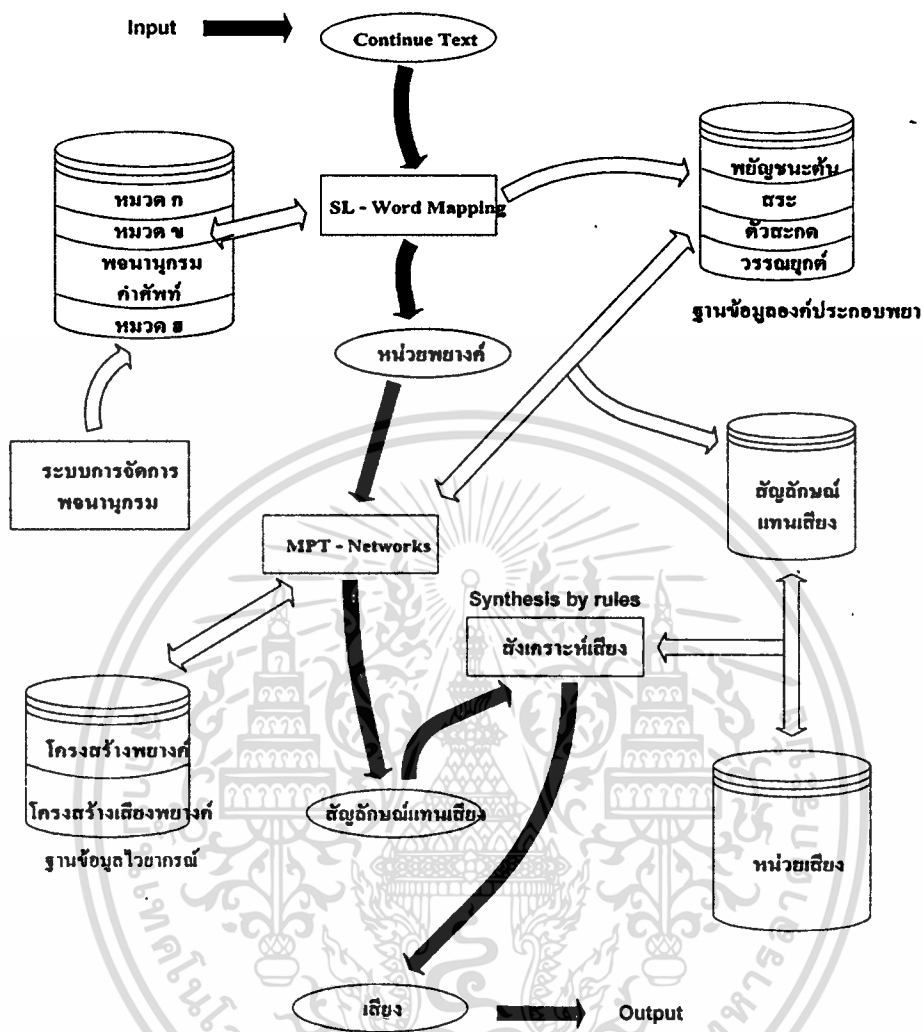
การทำงานของระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง ประกอบด้วยขั้นตอน
หลัก 3 ส่วน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การแยกหน่วยคำจากข้อความต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 2 การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

ขั้นตอนที่ 3 การรวมหน่วยเสียงเป็นเสียงพูด

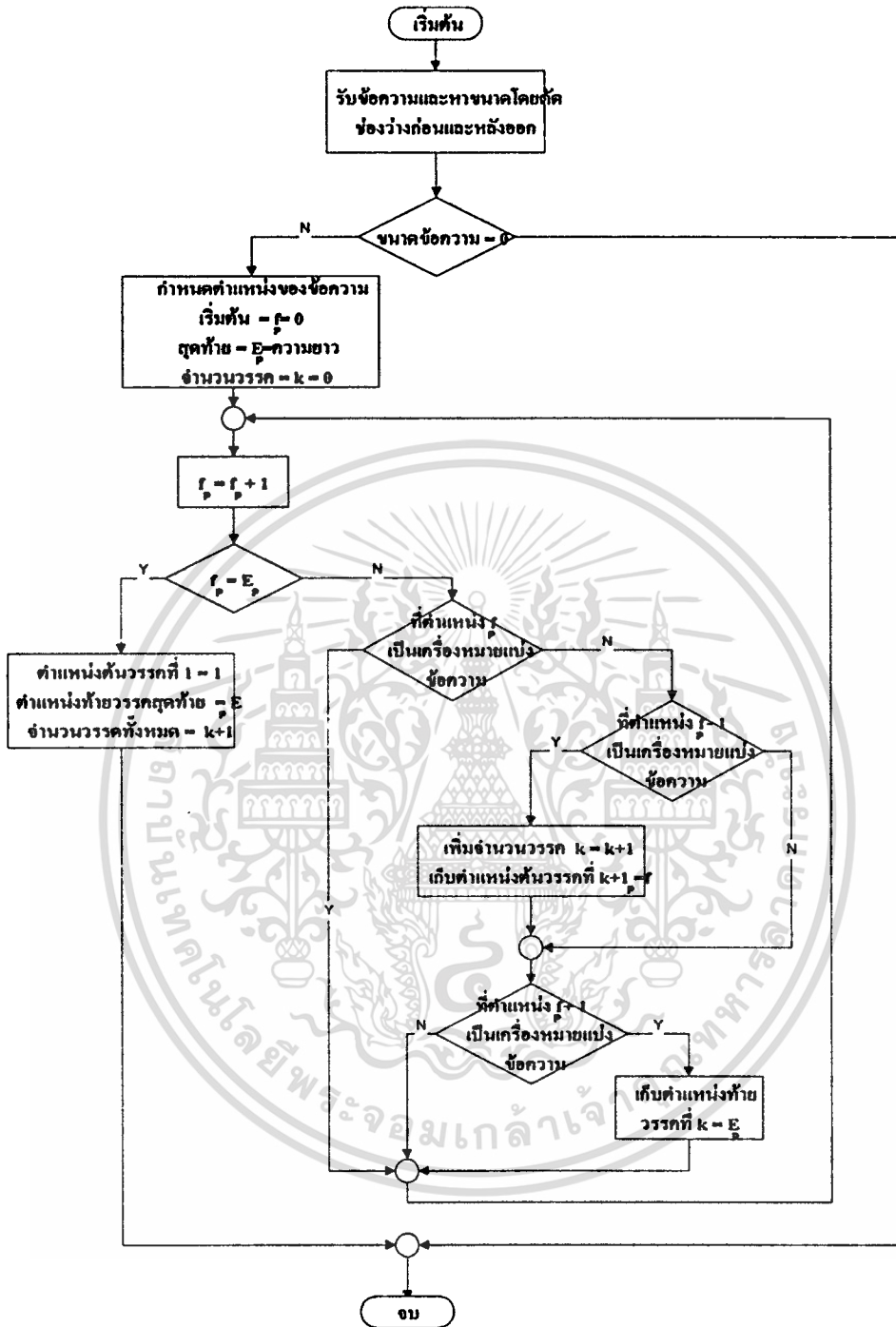
ทั้ง 3 ขั้นตอนจะต้องอาศัยฐานข้อมูลทางไวยากรณ์ภาษาไทยที่ใช้พิจารณารูปแบบการ
เขียน หรือไวยากรณ์โครงสร้างพยางค์ และเรื่องระบบเสียงในภาษาไทย ทั้งในแง่ไวยากรณ์การ
เกิดเสียงและการจัดเก็บหน่วยเสียงพื้นฐาน เพื่อใช้ในการสังเคราะห์เสียง การออกแบบจึงต้องมี
ความสอดคล้องกันทั้งหมด สามารถแสดงโครงสร้างของระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์
แทนเสียงดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 แสดงลำดับการทำงานของระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

2.1 ขั้นตอนการแยกหน่วยคำออกจากข้อความต่อเนื่อง

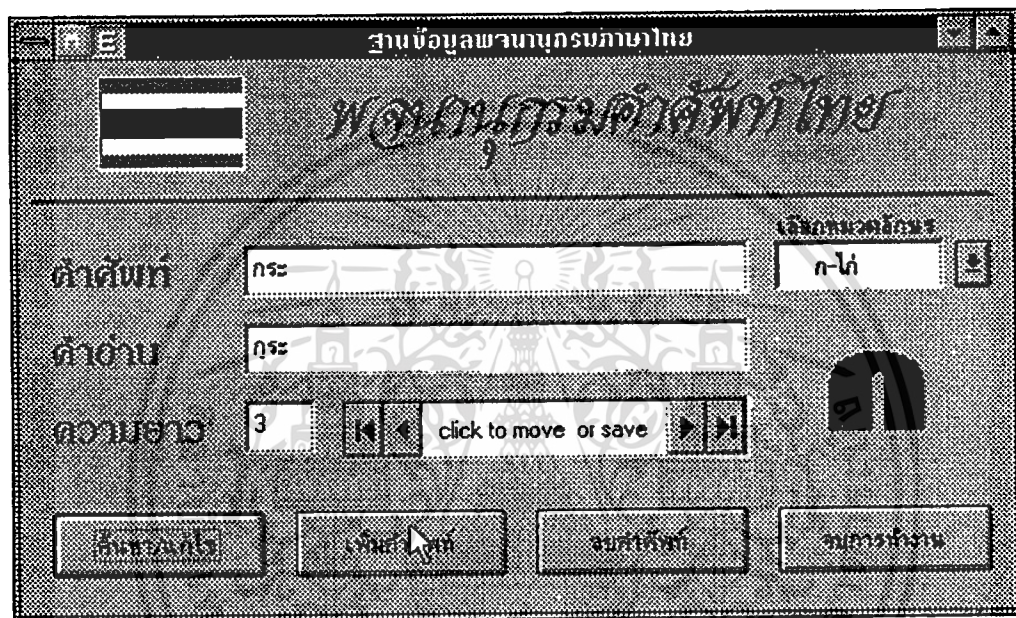
เป็นขั้นตอนแรกสุด ที่รับข้อความต่อเนื่องในรูปของไฟล์ข้อความ มาทำการแยกข้อความออกเป็นวรรค จากนั้นนำแต่ละวรรคมากำหนดความยาวที่เหมาะสม สำหรับเทียบคำในพจนานุกรม เพื่อหาและแยกหน่วยคำออกจากวรรค สำหรับการแยกข้อความต่อเนื่องออกเป็นวรรค สามารถแสดงลำดับการทำงานตามแผนภูมิสายงานการแยกวรรคจากข้อความต่อเนื่องดังนี้



แผนภูมิที่ 17 แสดงแผนภูมิสายงานการแยกวรรคจากข้อความต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

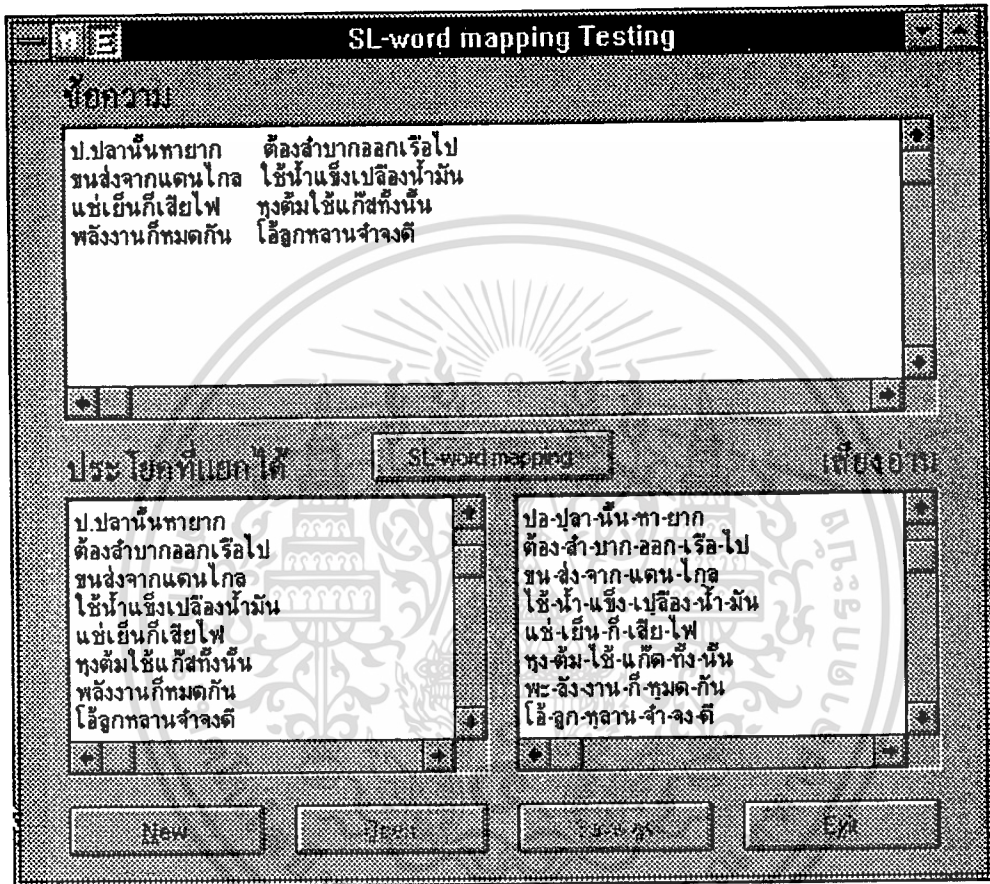
ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการนี้เป็นไฟล์ข้อความที่มีการแบ่งเป็นวรรคๆ ที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้า (Input Data) สำหรับใช้แยกหน่วยคำโดยการเทียบคำในพจนานุกรมตามความยาวที่เหมาะสม หรือวิธี SL-word mapping ซึ่งในขั้นตอนนี้มีการใช้พจนานุกรมคำศัพท์ไทย ที่แบ่งเป็นหมวดอักษรเป็นหมวดต่างๆ และมีระบบการจัดการพจนานุกรมเพื่อให้ทันสมัยตลอดเวลา โดยสามารถทำการค้นหา แก้ไข เพิ่ม หรือลบคำศัพท์ที่ไม่ต้องการได้ ดังแสดงในรูปที่ 18



รูปที่ 18 แสดงระบบการจัดการพจนานุกรมคำศัพท์ไทย

การแยกหน่วยคำโดยวิธี SL-word mapping เป็นการกำหนดส่วนของวรรคก่อนที่จะนำไปเทียบคำในพจนานุกรม โดยหาความยาวที่เหมาะสม (SL) จากคำศัพท์ที่ยาวที่สุดในหมวดที่เป็นตัวแทนของวรรคนั้นๆ เช่น วรรคนั้นขึ้นต้นด้วย "ป" อัลกอริทึมจะไปหาคำศัพท์ที่ยาวที่สุดในหมวด "ป" แล้วนำมากำหนดความยาวของวรรค (เป็นส่วนของวรรค) เพื่อใช้เทียบคำศัพท์ต่อไป สามารถแสดงลำดับการทำงานดังแผนภูมิที่ 19

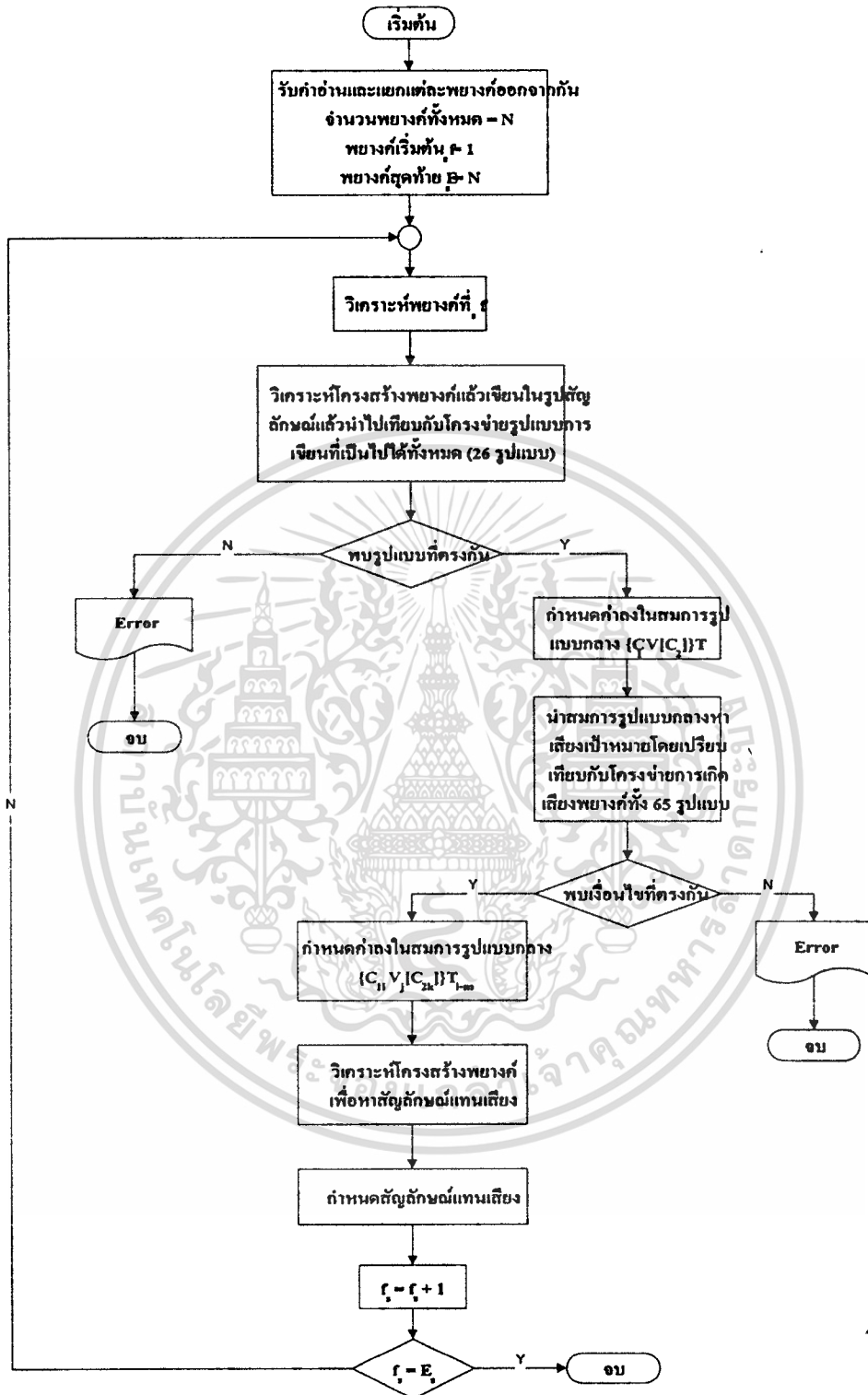
ผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนนี้ จะเป็นไฟล์ข้อความในรูปพยางค์หรือเสียงอ่าน ของข้อความทั้งหมด รูปที่ 20 แสดงการแยกข้อความต่อเนื่องออกเป็นวรรคๆ และแยกหน่วยคำออกมาในรูปพยางค์โดยวิธี SL-word mapping



รูปที่ 20 การแยกหน่วยคำโดยวิธี SL-word mapping

2.2 ขั้นตอนการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

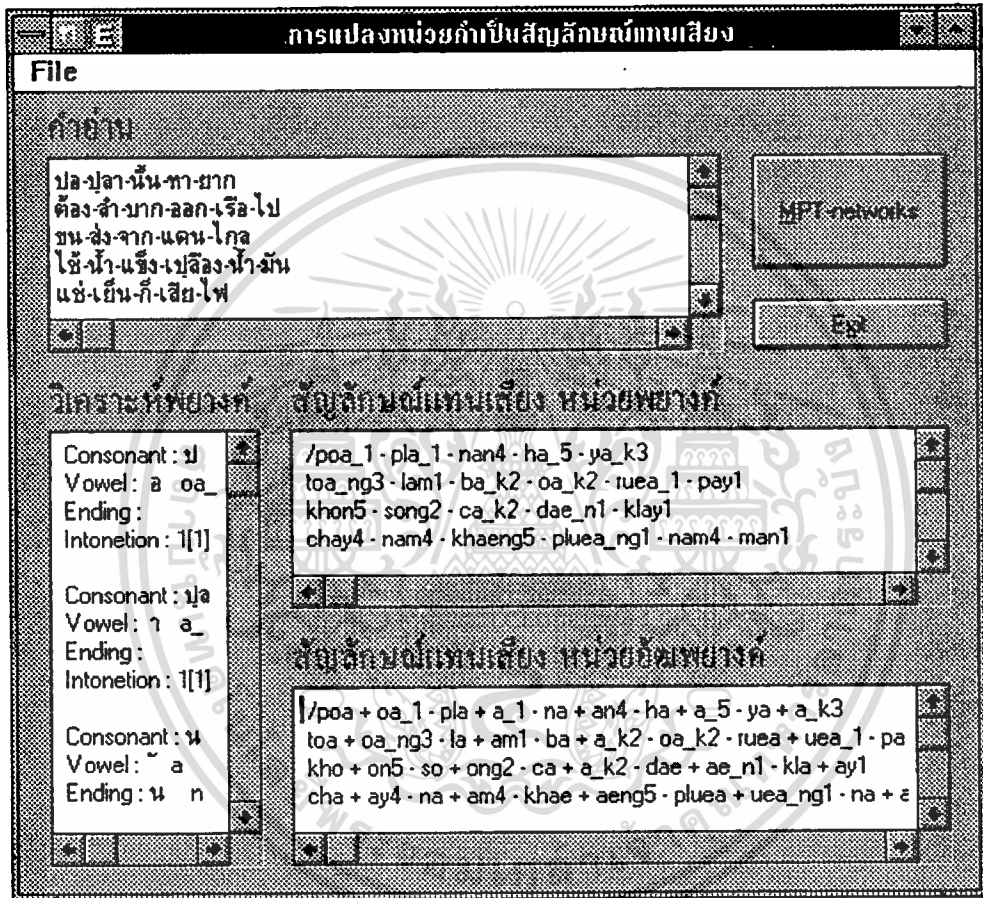
เป็นขั้นตอนที่ 2 ที่นำผลลัพธ์ที่ได้ในขั้นตอนที่ 1 มาใช้แปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยการนำแต่ละพยางค์มาทำการวิเคราะห์โครงสร้างพยางค์(รูปแบบการเขียน) เพื่อหาองค์ประกอบและคุณสมบัติภายในพยางค์ในรูปของพยัญชนะต้น สระ ตัวสะกด และวรรณยุกต์ เพื่อแทนในสมการรูปแบบกลางสำหรับวิเคราะห์หาเสียงวรรณยุกต์ ซึ่งการวิเคราะห์ดังกล่าวอยู่ในรูปโครงข่ายไวยากรณ์ของการเกิดเสียงพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด สามารถแสดงดังแผนภูมิที่ 21



แผนภูมิที่ 21 แผนภูมิสายงานการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง หรือวิธี MPT-networks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ในขั้นตอนนี้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียงในรูปของหน่วยพยางค์และหน่วยอักษพยางค์ ซึ่งเป็นตัวแทนเสียงของข้อความทั้งหมด และเมื่อนำสัญลักษณ์แต่ละหน่วยมาเทียบหาหน่วยเสียง เพื่อรวมหน่วยเสียงเข้าด้วยกัน จะได้เป็นไฟล์เสียง(พูด)ของข้อความนั้นๆ รูปที่ 22 แสดงการแปลงเสียงอ่านแต่ละพยางค์ให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

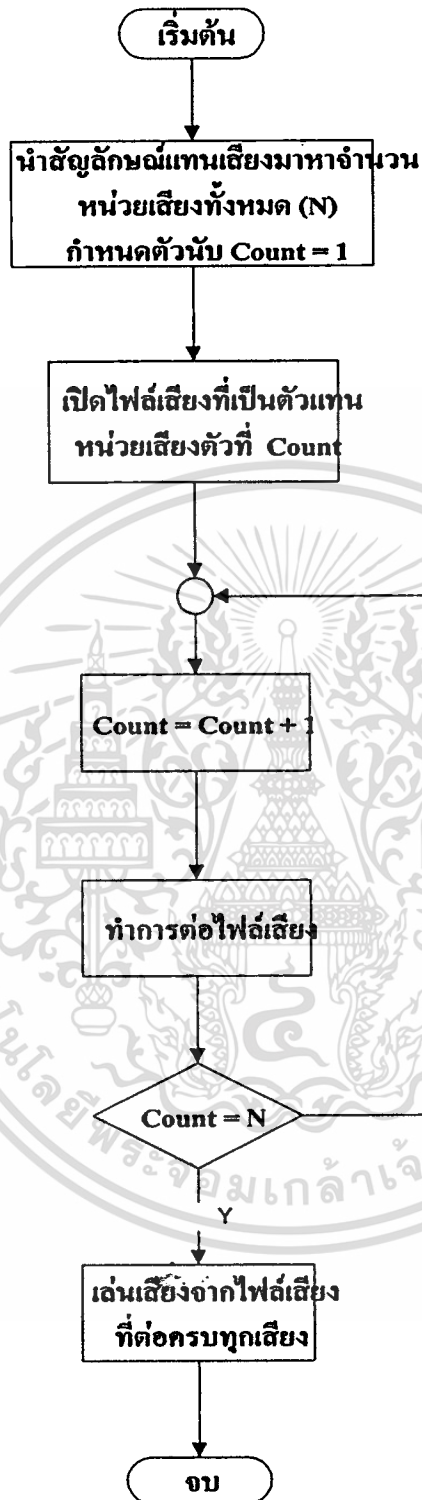


รูปที่ 22 การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-network

2.3 ขั้นตอนการรวมหน่วยเสียงเป็นเสียงพูด

เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นำเอาสัญลักษณ์แต่ละหน่วยที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ไปเทียบหาหน่วยเสียงที่เก็บบันทึกไว้ตามวิธี minimal pair หรือ คำที่เทียบคู่ โดยมีวิธีการดังแผนภูมิที่ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แผนภูมิที่ 23 แสดงลำดับขั้นตอนการรวมหน่วยเสียงตามสัญลักษณ์แทนเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 32

เสียงอ่าน	สัญลักษณ์	หน่วยเสียง(.WAV)		เสียงอ่าน	สัญลักษณ์	หน่วยเสียง(.WAV)	
		ส่วนหน้า	ส่วนหลัง			ส่วนหน้า	ส่วนหลัง
ปอ	poa+oa_1	poa	oa_1	เย็น	ye+en1	ye	en1
ปลา	pla+a_1	pla	a_1	ก็	koa+oa3	koa	oa3
นั่น	na+an4	na	an4	เสียด	sia+ia_5	sia	ia_5
หา	ha+a_5	ha	a_5	ไฟ	fa+ay1	fa	ay1
ยาก	ya+a_k3	ya	a_k3	หุง	hu+ung5	hu	ung5
ต้อง	toa+oa_ng3	toa	oa_ng3	ด้อม	to+om3	to	om3
ตำ	la+am1	la	am1	ไฉ่	cha+ay4	cha	ay4
บาก	ba+a_k2	ba	a_k2	แก๊ต	kae+ae_t4	kae	ae_t4
ออก	oa_k2	-	oa_k2	ทัง	tha+ang4	tha	ang4
เรือ	ruca+uea_1	ruca	uea_1	นั่น	na+an4	na	an4
ไป	pa+ay1	pa	ay1	พะ	pha_a4	pha	a4
ชน	kho+on5	kho	on5	ลั้ง	la+ang1	la	ang1
ส่ง	so+ong2	so	ong2	งาน	nga+a_n1	nga	a_n1
จาก	ca+a_k2	ca	a_k2	ก็	koa+oa3	koa	oa3
แดน	dae+ae_n1	dae	ae_n1	หมด	mo+ot2	mo	ot2
ไกล	kla+ay1	kla	ay1	กั้น	ka+an1	ka	an1
ไฉ่	cha+ay4	cha	ay4	ไฉ่	o_3	-	o_3
น้ำ	na+am4	na	am4	ลูก	lu+u_k3	lu	u_k3
แจ็ง	khac+ae_ng5	khac	ae_ng5	หลาน	la+a_n5	la	a_n5
เปลือง	pluca+uea_ng1	pluca	uea_ng1	จ่า	ca+am1	ca	am1
น้ำ	na+am4	na	am4	จง	co+ong1	co	ong1
มัน	ma+an1	ma	an1	ดี	di+i_1	di	i_1
แซ่	chac+ae_3	chac	ae_3				

ตารางที่ 32 แสดงสัญลักษณ์และหน่วยเสียง

หมายเหตุ

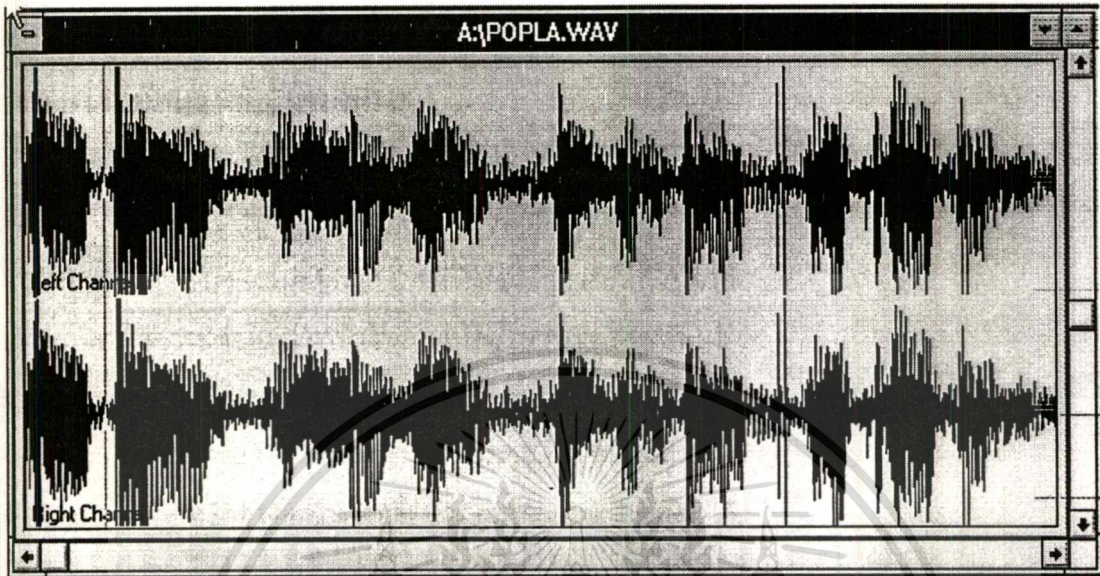
แสดงหน่วยเสียงส่วนหน้าที่ซ้ำกัน



แสดงหน่วยเสียงส่วนหลังที่ซ้ำกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้จะ ได้ไฟล์เสียงที่รวมหน่วยเสียงแต่ละหน่วยเข้าด้วยกัน ดังภาพที่ 24



รูปที่ 24 แสดงไฟล์เสียงที่เกิดจากการรวมแต่ละหน่วยเสียงเข้าด้วยกันของข้อความ
“ป.ปลานันหายาก ต้องลำบากออกเรือไป”

3 สรุป

ระบบการแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง สำหรับงานสังเคราะห์เสียง จากประโยคภาษาไทย ออกแบบสำหรับรับข้อความต่อเนื่องที่เป็นข้อความภาษาไทย แล้วทำการ แยกหน่วยคำออกจากข้อความที่แบ่งเป็นวรรค โดยวิธี SL-word mapping ได้เป็นพยางค์หรือเสียง อ่าน สำหรับใช้วิเคราะห์และกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงตามอัลกอริทึมของ MPT-networks จากนั้นจึงนำสัญลักษณ์ไปเทียบหาหน่วยเสียงเพื่อรวมเป็นเสียงในที่สุด

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง สำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย เป็นกระบวนการแปลงข้อความต่อเนื่องภาษาไทย ให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์แทนเสียงที่สัมพันธ์กับหน่วยเสียงพื้นฐาน และสามารถนำมารวมกันเป็นเสียงของพยางค์หรือข้อความ จากหน่วยเสียงที่มีจำนวนจำกัด แต่สามารถสร้างเสียงจากข้อความอะไรก็ได้ โดยอาศัยสัญลักษณ์แทนเสียงที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างพยางค์ตามวิธีการของ MPT-networks ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

เสียงจากการรวมกันของหน่วยเสียงแต่ละหน่วย ขึ้นอยู่กับสัญลักษณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ และการเก็บบันทึกหน่วยเสียงแต่ละเสียง

1 การทดสอบอัลกอริทึม การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง (MPT-networks)

ทำการทดสอบโดยการสุ่มคำต่างๆ ที่อ่านความไวยากรณ์ภาษาไทย และสัมพันธ์กับรูปแบบการเกิดเป็นพยางค์ ที่เป็นไปได้ทั้งหมด (26 รูปแบบ) มาทำการการแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง แล้วทำการตรวจสอบความถูกต้อง ดังตารางที่ 33

สรุป จากการทดสอบความถูกต้องของหน่วยคำหรือพยางค์ ที่ป้อนผ่านกระบวนการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง (MPT-networks) พบว่าถูกต้องทั้งหมดตามอัลกอริทึมที่วางไว้ในพยางค์รูปแบบที่เป็นไปได้ทั้ง 26 รูปแบบ

ตารางที่ 33

รูปแบบที่	คำ	สัญลักษณ์แทนเสียง		รูปแบบที่	คำ	สัญลักษณ์แทนเสียง	
		อัมพยางค์				อัมพยางค์	
1	สา	sa	a_5	14	เถอะ	ther	er2
2	กาบ	ka	a_p2	15	เงาะ	ngoa	oa4
3	พัวะ	phua	ua4	16	เกิด	ker	ert1
4	กล	ko	on1	17	เสียง	sia	ia_ng5
5	สว	sua	ua_y5	18	เพียะ	phia	ia4
6	พลี	phli	i_1	19	แคว	khae	ae_w1
7	กราบ	kra	a_p1	20	โคลง	khlo	o_ng1
8	พลัวะ	phlua	ua4	21	เพลา	phla	aw1
9	กลบ	klo	op1	22	เขลอะ	khler	er2
10	กลอน	kloa	oa_n1	23	เพราะ	phroa	oa4
11	โต	to	o_1	24	เสริฐ	ser	ert2
12	โสด	so	o_t2	25	เพเลียะ	phia	ia_ng1
13	เขา	kha	aw5	26	เพเลียะ	phia	ia4

ตาราง 33 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงที่ได้จากการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

2 การวิเคราะห์เรื่องหน่วยเสียง

ทำการทดลองเปรียบเทียบโดยการบันทึกเพิ่มเสียงคำไทย จำนวน 10 คำ และหาหน่วยเสียงในรูปอัมพยางค์ของคำทั้ง 10 โดย วิธี minimal pair ทำการรวมหน่วยเสียงและเก็บบันทึกเพื่อเปรียบเทียบขนาดและคุณภาพเสียงที่ได้

- ทำการต่อเสียงและตรวจสอบคุณภาพเสียง (ตารางที่ 35)
- เปรียบเทียบขนาดเพิ่มเสียงต้นแบบและเพิ่มที่รวมหน่วยเสียง (ตารางที่ 36)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 34

เสียงต้นแบบ		หน่วยเสียง (อัมพยางค์)			
พยางค์	ขนาด(kB)	เสียงส่วนหน้า	ขนาด(kB)	เสียงส่วนหลัง	ขนาด(kB)
ปลา	17.4	pla	6.41	a_1	11.1
ต้อง	16.5	toa	3.00	oa_ng3	13.6
แดน	17.8	dae	3.58	ae_n1	13.6
ขน	21.9	kho	6.42	on5	13.2
น้ำ	17.9	na	6.40	am4	11.4
ยาก	17.9	ya	6.53	a_k3	11.4
หมด	7.87	mo	3.48	ot2	4.43
ลูก	11.9	lu	4.43	u_k3	7.64
ก็	10.2	koa	4.33	oa3	5.99
เกิด	11.4	kae	4.27	ae_t4	7.15

ตาราง 34 แสดงขนาดของเสียงพยางค์และเสียงองค์ประกอบพยางค์(อัมพยางค์)

ตารางที่ 35

รวมหน่วยเสียง	ขนาด(kB)	เสียงที่ได้	คุณภาพเสียง
pla+a_1	17.5	ปลา	ใกล้เคียง
toa+oa_ng3	16.6	ต้อง	ใกล้เคียง
dae+ae_n1	17.1	แดน	ใกล้เคียง
kho+on5	19.6	ขน	ใกล้เคียง
na+am4	17.8	น้ำ	ใกล้เคียง
ya+a_k3	17.8	ยาก	ใกล้เคียง
mo+ot2	7.87	หมด	ใกล้เคียง
lu+u_k3	11.9	ลูก	ใกล้เคียง
koa+oa3	10.2	ก็	ใกล้เคียง
kae+ae_t4	11.3	เกิด	ใกล้เคียง

ตารางที่ 35 แสดงการรวมหน่วยเสียงและตรวจสอบคุณภาพเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 36

เสียงต้นแบบ		ขนาดเสียงผสม		ความแตกต่าง
พยางค์	กิโลไบต์	อิมพยางค์	กิโลไบต์	ขนาด(กิโลไบต์)
ปลา	17.4	pla+a_1	17.5	+0.1
ต้อง	16.5	toa+oa_ng3	16.6	+0.1
แดน	17.8	dae+ae_n1	17.1	-0.7
ขน	21.9	kho+on5	19.6	-2.3
น้ำ	17.9	na+am4	17.8	-0.1
ยาก	17.9	ya+a_k3	17.8	-0.1
หมด	7.87	mo+ot2	7.87	-
ลูก	11.9	lu+u_k3	11.9	-
ก็	10.2	koa+oa3	10.2	-
แก็ด	11.4	kac+ae_t4	11.3	-0.1

ตารางที่ 36 แสดงขนาดและความแตกต่างของเสียงต้นแบบและเสียงผสม

สรุป ผลการทดลอง

1. การเก็บข้อมูลเสียงในรูปพยางค์ เป็นวิธีที่ง่ายและมีคุณภาพเสียงตามธรรมชาติ
2. สามารถรวมหน่วยเสียงอิมพยางค์เป็นเสียงของพยางค์ โดยมีคุณภาพเสียงใกล้เคียงกับเสียงต้นแบบ
3. เสียงที่เกิดจากการรวมหน่วยเสียงเข้าด้วยกันจะใช้หน่วยความจำในการจัดเก็บไม่แตกต่างจากการเก็บเป็นเสียงพยางค์โดยตรง (เปรียบเทียบในแง่ของเสียง 1 พยางค์)
4. สามารถสร้างเสียงพยางค์จากหน่วยเสียงอิมพยางค์ที่ซ้ำๆ กันได้ ทำให้ไม่ต้องเก็บเสียงพยางค์ทั้งหมดแต่สร้างจากหน่วยเสียงที่มีอยู่จำกัดได้

3 การประยุกต์ใช้งาน

ระบบการแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง สำหรับการสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย สามารถนำไปประยุกต์ในงานที่ต้องการแสดงผลด้วยเสียงร่วมกับการแสดงผลรูปแบบอื่นๆ ได้แก่

3.1 การแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ (Machine Translation)

การแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ จากภาษาต่างประเทศเป็นภาษาไทย (ภาษาปลายทาง) จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นข้อความภาษาไทย เมื่อผ่านกระบวนการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์ สามารถแสดงผลเป็นเสียงร่วมกับข้อความเดิมได้

3.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Aids Instruction: CAI)

ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ต้องการสื่อสารกับผู้เรียนเป็นเสียงร่วมกับข้อความ

3.3 การนำเสนอข้อมูลด้วยเสียง (Data Voice Representation)

ส่วนการนำเสนอที่เป็นข้อความภาษาไทย สามารถสร้างเสียงโดยใช้ระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงและการรวมหน่วยเสียง เพื่อสร้างงานนำเสนอให้มีความน่าสนใจมากขึ้น และสามารถนำไปประยุกต์ในงานที่ต้องการแสดงเป็นข้อมูลเสียงอื่นๆ รวมทั้งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการสังเคราะห์เสียงต่อไป

4 ข้อเสนอแนะและการพัฒนาต่อ

ระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงนี้ เป็นการนำข้อความต่อเนื่องภาษาไทยมาแยกหน่วยคำ เป็นการเตรียมข้อมูลเบื้องต้น (data input preparing) เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าไปใช้ส่วนการแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง จึงมิได้ทำการวิเคราะห์เรื่องความกำกวมของหน่วยคำที่ได้จากการแยกแยะ ซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้ การลดความกำกวมดังกล่าว

สามารถจัดการโดยการกำหนดคำศัพท์ ที่เป็นปัญหาของความกำกวมซึ่งมีอยู่ไม่มากนัก ในที่นี้คือ เรื่องของการพ้องรูป หรือการที่มีรูป(พยางค์)เหมือนกัน แต่ออกเสียงได้มากกว่า 1 เสียง เช่น คำว่า

เหย	ออกเสียง	/hery5/	หรือ	/ye5/
แหง	ออกเสียง	/haeng5/	หรือ	/ngae5/
แหน	ออกเสียง	/haen5/	หรือ	/nae5/

เมื่อพิจารณาไวยากรณ์การรวมเป็นคำ พบว่าคำเหล่านี้จะต้องเกิดร่วมกับคำอื่น คือ

ระเหย	คำอ่าน	ระ-เหย	/ra4-hery5/
หน้าเหย	คำอ่าน	หน้า-เหย	/na-3-ye5/
ระแหง	คำอ่าน	ระ-แหง	/ra-haeng5/
แหง	คำอ่าน	แหง	/ngae5/
หวงแหน	คำอ่าน	หวง-แหน	/huang5-haen5/
(จอก)แหน	คำอ่าน	แหน	/nae5/

ดังนั้นการเก็บคำศัพท์ในพจนานุกรมควรเก็บเป็นคำดังกล่าว จะลดการเกิดความกำกวมของเสียงได้

5 สรุป

ระบบแปลงหน่วยคำภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย สามารถรับข้อความต่อเนื่องภาษาไทย แล้วผ่านกระบวนการแยกหน่วยคำ โดยวิธี SL-word mapping ได้หน่วยพยางค์สำหรับกรวิเคราะห์โครงสร้างพยางค์เพื่อแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-networks จากนั้นทำการรวมหน่วยเสียงตามลำดับของสัญลักษณ์ที่ได้ ที่เพื่อสร้างเป็นเสียงพูดในที่สุด จากหน่วยเสียงที่จัดเก็บเป็นไฟล์เสียง มีจำนวนจำกัด คือ 1,452 หน่วยเสียง ที่สามารถรวมกันเป็นเสียงของพยางค์ในภาษาไทยได้ทั้งหมด ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ได้อย่างกว้างขวาง

บรรณานุกรม

1. Harris, Dee Mary. Introduction to Natural Language Processing. New Orleans: Reston Publishing company, Inc, 1985.
2. สมศักดิ์ จันวัน. ระบบวิเคราะห์โครงสร้างภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์. ปรินญาณิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 1991.
3. ดร.รัตติกว วรากุลศิริพันธ์ และ สง่า คงสุพานิช. ระบบการสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์. เอกสารประกอบ การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา: 7-8 พฤศจิกายน 2534.
4. กิตติพร วีรสตรีกุล และ ยูพิน วีรสตรีกุล. พจนานุกรมเสียงอ่านคำภาษาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: ยูพินพร, 2538
5. ราตรี ธีนวาชร. การศึกษาภาษาไทยตามแนวภาษาศาสตร์ เล่ม 1 เสียงและระบบเสียงในภาษาไทย. กรุงเทพฯ : สมพลนิเวศน์, 2537
6. Michael Regelski. Multimedia Application with Visual Basic 4. Que Corporation, page 49-81, 1995

ภาคผนวก

โครงสร้างไฟล์เสียง (.wav)

ไฟล์เสียง(wave files) ใช้เก็บข้อมูลในรูปของเสียง ซึ่งปัจจุบันมีใช้กันมากในระบบมัลติมีเดีย (Multimedia) ไฟล์เสียงมีรูปแบบการจัดเก็บได้หลายรูปแบบแล้วแต่โปรแกรมที่ใช้ แต่ไฟล์เสียงที่นิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ ไฟล์ที่มีนามสกุล .WAV การติดต่อกับอุปกรณ์ การ์ดเสียง (Sound Card) ต้องศึกษาโครงสร้างของไฟล์ .WAV มีการติดต่อกับภาษาคอมพิวเตอร์ได้ 2 ระดับ คือ ภาษาระดับต่ำซึ่งจะใช้ฟังก์ชัน API และภาษาระดับสูง ด้วยฟังก์ชัน MCI ซึ่งฟังก์ชันในทั้ง 2 ระดับมีคุณสมบัติและความสามารถที่แตกต่างกันคือ ในภาษาระดับต่ำจะสามารถจัดการกับข้อมูลเสียงภายในได้ดี เช่น การอัดเสียง (Recording) การทำเทคนิคพิเศษ (Sound effect) การควบคุมระดับโทนเสียง (Pitch control) เป็นต้น แต่ภาษาระดับสูงจะสามารถเล่นกลับได้ดี สำหรับการเล่นกลับสามารถใช้ความสามารถของฟังก์ชันทางด้านเสียงในระดับสูงจัดการได้ง่ายและมีความเข้ากันได้ดี (Compatible) กับวิซวลเบสิกมากที่สุด และเป็นจุดสำคัญของการออกแบบฟังก์ชันระดับสูง

โครงสร้างของไฟล์เสียง (WAVE file)

เราจะพิจารณาจากตัวอย่างซึ่งทำการวิเคราะห์ไฟล์ชื่อ TADA.WAV ที่สามารถพบได้ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ทั่วไป ในระดับต่ำสุดของไฟล์เสียงจะบรรจุด้วยกลุ่ม (chunk) 3 กลุ่ม โดยที่กลุ่มของ RIFF จะมีข้อมูลระบุอยู่มากที่สุด ซึ่งในความเป็นจริง กลุ่มของไฟล์เสียงทั้งหมดก็คือ กลุ่ม RIFF นั่นเอง ซึ่งการตรวจสอบขนาด (ค่าตั้ง ckSize) จะพบได้หลังจากปรากฏ "RIFF" อย่างทันที ถัดไปคือตรวจสอบค่าอุปกรณ์ (ค่าตั้ง ckID) จะระบุค่าขนาดของไฟล์หารด้วย 8 ไบต์ ที่ต้องการจะบันทึกลงใน RIFF ไฟล์ในลำดับถัดไป จะเรียกว่า กลุ่มย่อย (subchunk) ซึ่งจะระบุอยู่ในกลุ่ม RIFF ส่วนแรกของกลุ่มนี้คือ "fmt" จะระบุข้อมูลที่สำคัญของโครงสร้างไฟล์เสียงแบบพีซีเอ็ม (PCMWAVEFORMAT) ซึ่งอยู่ในรูปของข้อมูลแบบ ดิจิตอล (digital) ในกลุ่มย่อยที่ 2 จะบรรจุข้อมูล (data) เป็นส่วนที่ใหญ่ส่วนหนึ่งของไฟล์ ตอนจบของ

ข้อมูลเป็นข้อตกลงว่าเป็นการสิ้นสุดของ RIFF ขนาดของ RIFF เท่ากับผลรวมของจำนวนไบต์ที่มีอยู่ของ "fmt" และ "data" ซึ่งตัวอย่างของโครงสร้างไฟล์ .WAV มีในตาราง

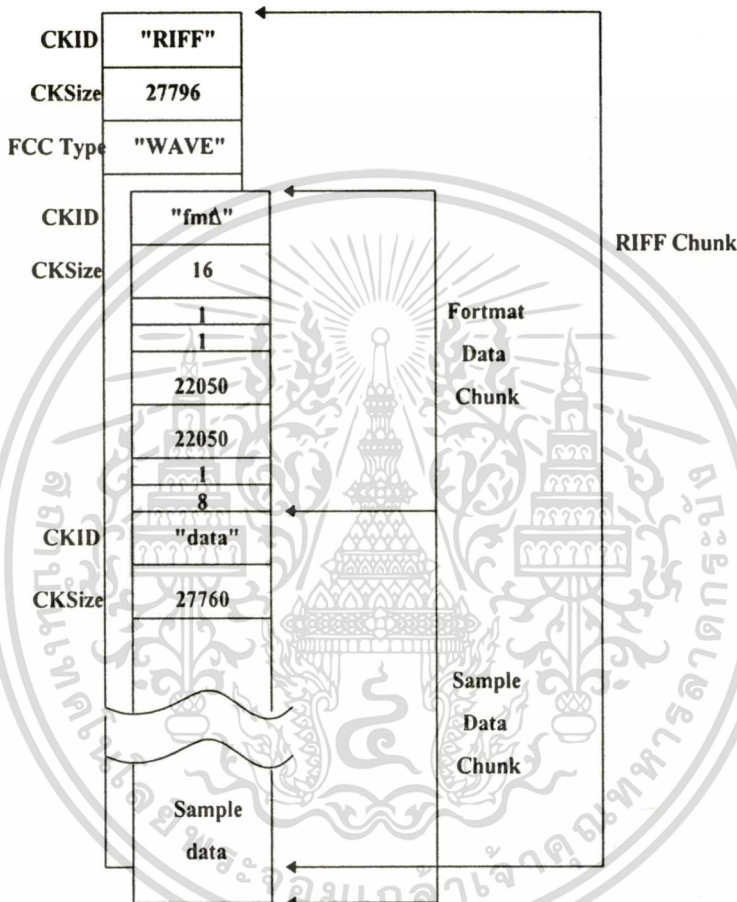
RIFF ไฟล์อาจจะบรรจุไปด้วยชนิดของกลุ่มอื่น เรียกว่า LIST ซึ่งรายการที่ระบุลงไปนี้จะ เป็นข้อมูลที่บอกถึง ลิขสิทธิ์ หรือข้อมูลส่วนตัวของผู้ผลิต

Position		Size in Bytes	Contents	Comments
Hex	Dec			
0000	0	4	"RIFF"	Each byte contains one character, ckId
0004	4	4	27796	Equals the file size minus eight bytes, ckSize
0008	8	4	"WAVE"	fccType
000C	12	4	"fmt"	Next ckID; notice the blank; must be four characters
0010	16	4	16	The WAVE format chunk is 16 bytes, ckSize
0014	20	2	1	1 indicates a PCM Wave format, wFormatTag
0016	22	2	1	Number of channels, nChannels
0018	24	4	22050	Sampling rate, nSamplesPerSec
001C	28	4	22050	nAvgBytesPerSec
0020	32	2	1	Effectively bytes per sample, nBlockAlign
0022	34	2	8	wBitsPerSample
0024	36	4	"data"	Next ckID; this chunk contains the wave data itself
0028	40	4	27760	Next ckID; size of wave data
002C	44	Depends on Data		The digitized audio data

ตารางแสดง โครงสร้างของไฟล์ .WAV และ โครงสร้างของ RIFF ไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟล์ RIFF (ย่อมาจาก Resource Interchange File Format) เป็นไฟล์ที่ได้รับการพัฒนาสำหรับการจัดเก็บข้อมูลทางด้านมัลติมีเดีย (Multimedia) โดยเฉพาะ โดยที่ข้อมูลที่เก็บลงในรูปแบบของไฟล์ RIFF จะจัดเก็บเป็นบล็อกๆ โดยแต่ละบล็อกเราเรียกว่า Chunk สำหรับเก็บไฟล์ที่มาระบบปฏิบัติการวินโดวส์



แสดง โครงสร้างของไฟล์ RIFF

ในระดับสูงสุดของ chunk เป็น RIFF chunk โดยตัวมันเอง จะระบุชื่อซึ่งเป็นตัวระบุของ chunk Ids ถ้าจุดสูงสุดของ ไฟล์เสียง จะพบว่า 4 ไฟต์แรกจะบรรจุตัวอักษร R,I,F และ F การอ่านและเขียน RIFF Files จะใช้มาตรฐานของโครงสร้างข้อมูลซึ่งเรียกว่า MMCKINFO (Multimedia Chunk Information) จะมีโครงสร้างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลโครงสร้าง MMICKIFO

ข้อมูลโครงสร้างสำหรับจัดเก็บข้อมูลของบล็อกข้อมูล RIFF แต่ละฟิลด์มีรายละเอียดดังนี้

ckid เป็นข้อมูลสตริงขนาด 4 ไบต์ ซึ่งฟิลด์ชนิดนี้ได้ถูกประกาศให้เป็นข้อมูลชนิด FOURCC ซึ่งข้อมูลโครงสร้างนี้จะประกอบด้วยสมาชิกเพียงฟิลด์เดียวดังนี้

Type FOURCC

FourBytes As String * 4

End Type

cksize ข้อมูลชนิดเลขจำนวนเต็ม long บอกขนาดของฟิลด์ข้อมูลของ กลุ่ม โดยที่ค่าของ cksize จะเท่ากับขนาดของฟิลด์ข้อมูล และไม่รวม 4 ไบต์สำหรับฟิลด์ ckid และ 4 ไบต์สำหรับฟิลด์ cksize

fccType ข้อมูลชนิดสตริงขนาด 4 ไบต์เช่นเดียวกับฟิลด์ ckid ซึ่งจะจัดเก็บสตริงที่บอกลักษณะของ รูปแบบ (form) สำหรับบล็อก RIFF และบอกลักษณะของ list สำหรับบล็อก LIST

dwFlags ข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม long ซึ่งเราจะใช้กำหนดเงื่อนไขการทำงานของ ฟังก์ชัน ไฟล์

มัลติมีเดีย I/O ซึ่งสามารถกำหนดได้ตามค่าคงที่ ดังนี้

ค่าคงที่	ค่า	รายละเอียด
MMIO_READ	&H0	กำหนดให้เปิดไฟล์สำหรับการอ่านเท่านั้น
MMIO_WRITE	&H1	กำหนดให้เปิดไฟล์สำหรับการเขียนเท่านั้น
MMIO_READWRITE	&H2	กำหนดให้เปิดไฟล์สำหรับทั้งการเขียนทั้งการอ่าน
MMIO_COMPAT	&H0	กำหนดให้เปิดไฟล์ในโหมดของการคอมแพททิเบิล
MMIO_EXCLUSIVE	&H10	กำหนดให้เปิดไฟล์ในโหมด exclusive เพื่อใช้งานส่วนตัว
MMIO_DENYWRITE	&H20	ให้เปิดไฟล์โดยไม่ให้มีการเขียนทับจากแอปพลิเคชันอื่น
MMIO_DENYREAD	&H30	กำหนดให้เปิดไฟล์โดยไม่ให้มีการอ่านจากแอปพลิเคชันอื่น
MMIO_DENYNONE	&H40	กำหนดให้เปิดไฟล์โดยอ่านหรือเขียนได้จากแอปพลิเคชันอื่น

ตารางแสดง ค่าคงที่ของฟังก์ชัน ไฟล์มัลติมีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่สำหรับในส่วนถัดไปของ RIFF ที่เรียกว่า subchunk "fmt" หรือ format chunk นั้น จะมีความแตกต่างจากบล็อกอื่นๆ อยู่บ้างดังนั้นเราจะอ่านข้อมูลในบล็อกนี้โดยใช้ข้อมูลโครงสร้าง PCMWAVEFORMAT ดังมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลโครงสร้าง PCMWAVEFORMAT

โดยที่ข้อมูลต่างๆที่จัดเก็บในบล็อกนี้จะเป็นข้อมูลที่ถูกใช้ในการคำนวณและบอกคุณลักษณะของข้อมูลของสัญญาณเสียง ในรูปแบบ PCM สำหรับข้อมูลแบบโครงสร้าง PCMWAVEFORMAT จะประกอบด้วยสมาชิกเพียง 2 필ด์ดังนี้

Type PCMWAVEFORMAT

wf As WAVEFORMAT

wBitsPerSample As Integer

End Type

wf

เป็นข้อมูลชนิดข้อมูล โครงสร้าง WAVEFORMAT ซึ่งแต่ละสมาชิกมีรายละเอียดดังนี้

Type WAVEFORMAT

wFormatTag As Integer 'Format Type

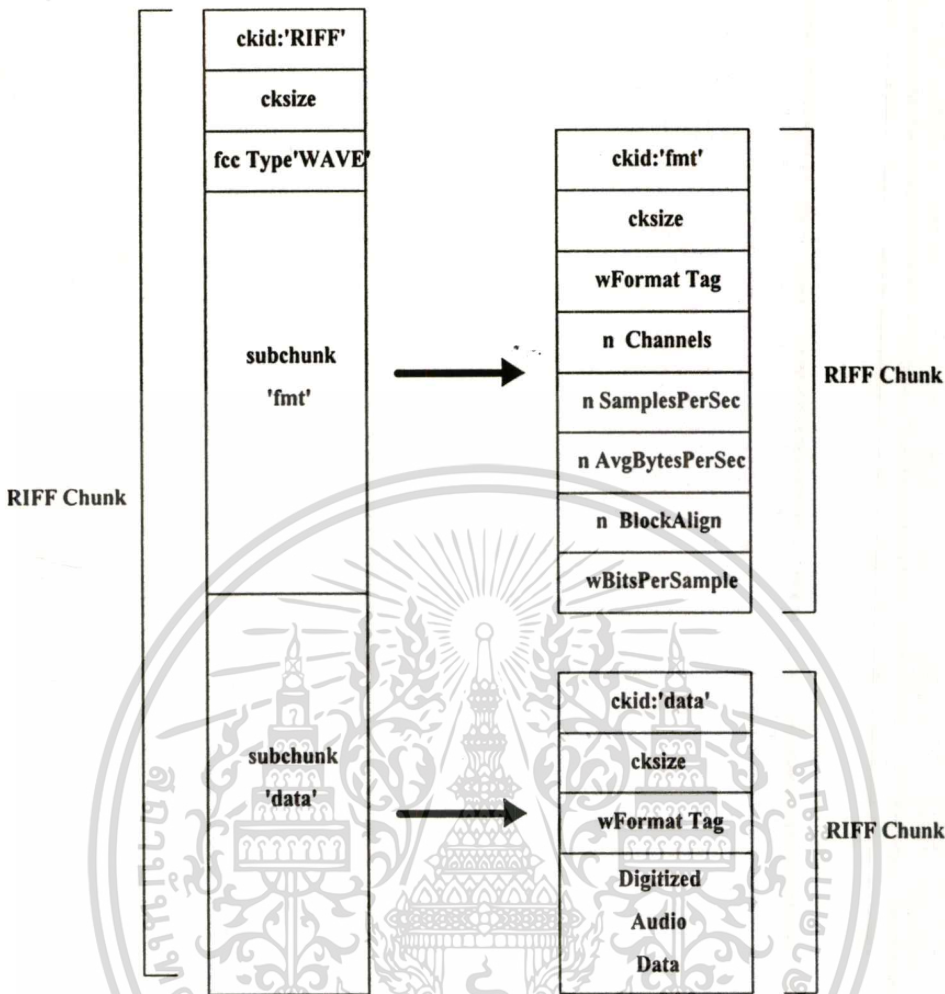
nChannels As Integer 'Number of channels (i.e. mono, stereo, etc)

nSamplesPerSec As Long 'Sample rate

nAvgBytesPerSec As Long 'For buffer estimation

nBlockAlign As Integer 'Block size of data

End Type



แสดงตัวอย่างของ PCM WAVE FORMAT

ข้อมูลชนิดจำนวนเต็มกำหนดชนิดของรูปแบบ ปัจจุบันมีการกำหนดเพียงรูปแบบเดียว
ดังนี้

ค่าคงที่	ค่าตัวเลข	รายละเอียด
WAVE_FORMAT_PCM	1	ข้อมูลในรูปแบบ PCM

ตารางแสดงกำหนดค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

nChannels

ข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม กำหนดจำนวนแชนแนลของข้อมูลโดยที่ข้อมูลโมโน (mono) จะใช้เพียง 1 แชนแนล ในขณะที่ข้อมูลสเตอริโอ (stereo) จะใช้ 2 แชนแนล

nSamplePerSec

ข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม long กำหนดอัตราส่วนการสุ่มข้อมูลในหน่วยของอัตราสุ่มข้อมูลใน 1 วินาที

nAvgBytesPerSec

ข้อมูลชนิดเลขจำนวนเต็ม long กำหนดขนาดของข้อมูลเฉลี่ยในหน่วยของไบต์ สำหรับการถ่ายในช่วงเวลา 1 วินาที

nBlockAlign

ข้อมูลชนิดเลขจำนวนเต็ม กำหนดค่าขอบเขตการจัดเรียง (alignment) บล็อกในหน่วยของไบต์ โดยที่ข้อมูลในรูปแบบ PCM จะเรียงข้อมูลตามจำนวน ไบต์ที่ใช้ในการสุ่มแต่ละครั้ง เช่น ถ้าหากข้อมูล เป็นแบบสเตอริโอ nBlockAlign ก็จะมีค่าเท่ากับ 4 ไบต์ เป็นต้น

wBitsPerSample

ข้อมูลชนิดเลขจำนวนเต็ม กำหนดจำนวนบิตที่ใช้ในการสุ่มข้อมูล 1 ครั้ง เช่น 8 หมายถึงใช้ 8 บิตของการส่งข้อมูลแต่ละครั้ง เป็นต้น

ส่วนในบล็อก subchunk 'data' หรือที่เรียกว่า data chunk นั้น เป็นบล็อกที่จัดเก็บข้อมูลของสัญญาณเสียงในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล ดังนั้นในการเล่นกลับไฟล์เสียง จะต้องทำการอ่านข้อมูลทั้งหมดในบล็อกนี้ (ด้วยฟังก์ชัน mmioRead) เพื่อส่งให้กับอุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียงต่อไป

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายสง่า คงสุพานิช
วันเดือนปีเกิด	17 ธันวาคม 2507
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระ
บัณฑิต	
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2531

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับ	ระบบการสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ (Thai Speech Synthesis System by Computer) การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14
-----------------------------------	--