สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์

COMPUTERIZED VOICE SYNTHESIS

โดย
นายรัฐิติ์พงษ์ พุทธเจริญ
นายอัศวิน อุดมศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่
เลขทะเบียน 37058
วัน, เดือน, ปี 30 ต.ค. 2543

เอกสารนี้มีไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2542

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์

COMPUTERIZED VOICE SYNTHESIS

ผู้จัดทำ

1. นายรัฐิติ์พงษ์ พุทธเจริญ รหัสประจำตัว 40013265
2. นายอัศวิน อุดมศิริ รหัสประจำตัว 40013281

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์

นายรัฐิติ์พงษ์ พุทธเจริญ 40013265
นายอัศวิน อุดมศิริ 40013281
อาจารย์สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการศึกษาวิจัยทางด้านเสียง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบคอมพิวเตอร์กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในวงวิชาการ การสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ก็เป็นหัวข้อหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ ซึ่งการสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ คือ การตัดคำออกจากประโยคภาษาไทย,การสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง และการสร้างเสียง

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ตัดคำโดยใช้วิธี Wordbucket ซึ่งเป็นการตัดคำที่จะตัดคำที่ยาวที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ (Longest word) โดยใช้การเปรียบเทียบกับพจนานุกรมคำศัพท์ การสร้างสัญลักษณ์แทนเสียงใช้การสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-networks ซึ่งจะได้สัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพื้นฐานในระดับที่ 3 แล้วจึงนำเฟ้มเสียงที่แทนด้วยสัญลักษณ์แทนเสียงที่ได้จากวิธี MPT-networks มารวมเป็นเสียงภาษาไทย 1 พยางค์เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Computerized Voice Synthesis

Rattipong Putthacharoen

Atsrawin Udomsiri

Somkiat Wangsiripitak Adviser

ABSTRACT

At present, the computer system application of speech research is the most interesting topic in technology sphere. Also Thai Computerized Voice Synthesis is one of the interesting subjects. Thai Computerized Voice Synthesis consists of three major parts: Word Segmentation in Thai Sentence, Phonetic symbols generator and Voice generator.

This research presents the method of Word Segmentation. "Wordbucket Algorithm" will be implemented in order to segment the longest word compared with dictionary. Phonetics symbols generators is generated by MPT-networks which produces basic phoneme. And then phonetics symbols generated by MPT-network will be integrated into one Thai syllable.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลายๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างมากครับ

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุกๆด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

รัฐิติ์พงษ์ พุทธเจริญ

อัศวิน อุดมศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ระบบเสียงภาษาไทย	3
2.1 บทนำ	3
2.2 ความหมายของเสียง	3
2.3 การศึกษาเกี่ยวกับเสียง	3
2.4 อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงพูด	5
2.5 เสียงในภาษาไทย	7
2.6 เสียงของอักษรไทย	7
2.7 สัทอักษรสำหรับภาษาไทย	24
บทที่ 3 การตัดคำ	30
3.1 บทนำ	30
3.2 โครงสร้างของพจนานุกรมศัพท์	30
3.3 วิธีการตัดคำโดยใช้ Wordbucket	31
บทที่ 4 การกำหนดหน่วยเสียงและการสังเคราะห์เสียง	35
4.1 บทนำ	35
4.2 หน่วยเสียงพื้นฐาน	35
4.3 เทคนิคที่ใช้ในการสร้างเสียงพูด	38
4.4 การรวมหน่วยเสียง	39
บทที่ 5 การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-Networks	40
5.1 บทนำ	40
5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างพยางค์ เพื่อหารูปแบบกลาง	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 การวิเคราะห์รูปแบบกลางเพื่อหาเสียงเป้าหมาย	47
5.4 การวิเคราะห์สมการเสียงเพื่อกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง	57
5.5 ตัวอย่างการทำงานของระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT – networks	59
บทที่ 6 การออกแบบและการสร้าง	64
6.1 บทนำ	64
6.2 การออกแบบโปรแกรม	64
6.3 การสร้างโปรแกรม	70
บทที่ 7 ผลการทดลอง/การทดสอบ	80
7.1 บทนำ	80
7.2 การทดสอบการตัดคำ	80
7.3 การเปรียบเทียบขนาดที่เก็บข้อมูล	83
7.4 การเปรียบเทียบความต่อเนื่องของเสียง	83
7.5 การเปรียบเทียบคุณภาพของเสียง	83
บทที่ 8 บทวิจารณ์และสรุป	85
8.1 บทวิจารณ์	85
8.2 สรุป	86
8.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาในอนาคต	87
ภาคผนวก	88
บรรณานุกรม	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงพยัญชนะในภาษาไทยแบ่งออกเป็นวรรคตามฐานที่เกิดของอักษร	9
2.2	แสดงฐานที่เกิดของเสียงพยัญชนะในเศษวรรค	9
2.3	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้นเดี่ยว	12
2.4	ลักษณะของเสียงและที่เกิดเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะไทย	16
2.5	แสดงเสียงพยัญชนะไทยที่สามารถควบกับเสียงอื่นได้	17
2.6	แสดงเสียงสระที่มีที่เกิดฐานเดียว	19
2.7	แสดงความเกี่ยวเนื่องของเสียงแต่ละเสียงในการออกเสียงสระประสม	20
2.8	แสดงรูปวรรณยุกต์ในภาษาถิ่นตระกูลไต	21
2.9	แสดงอักษรแทนเสียงภาษาไทย	24
2.10	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น เดี่ยว	25
2.11	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียวพยัญชนะต้น ควบกล้ำ	26
2.12	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ (สำหรับคำที่มาจากภาษาต่างประเทศ)	26
2.13	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย (ตัวสะกด)	27
2.14	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระเดี่ยว	28
2.15	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงสระผสม	29
2.16	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงวรรณยุกต์	29
3.1	แสดง field ต่าง ๆ ในพจนานุกรมคำศัพท์	30
3.2	แสดงตัวอย่างคำที่เก็บในพจนานุกรมคำศัพท์	31
5.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ ที่ปรากฏในรูปแบบกลาง	48
5.2	แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น	50
5.3	แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย	51
5.4	แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงสระ	51
5.5	แสดงการจุดกลุ่มของหน่วยเสียงวรรณยุกต์	51
5.6	แสดงความสัมพันธ์ของระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ แบ่งตามกลุ่มเสียงพยัญชนะต้น	52
5.7	แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับพยัญชนะต้น	57
5.8	แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับพยัญชนะท้าย	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

5.9 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับสระ 58
5.10 แสดงผลกระบวนการแยกหน่วยคำโดยวิธี WordBucket 60
5.11 แสดงการแปลงพยางค์ตามสมการแทนเสียงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง 62
7.1 แสดงการเปรียบเทียบของขนาดที่เก็บข้อมูล 83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยทั้งสามของวิชาสัทศาสตร์	4
2.2	แสดงอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงพูด	5
2.3	ภาพแสดงระดับเสียงวรรณยุกต์ในพยางค์ที่มีสระเสียงสั้น	22
3.1	โครงสร้างของประโยคภาษาไทย	30
3.2	แสดงวิธีการตัดคำโดยใช้ WordBucket	32
5.1	แสดงโครงข่ายการเกิดพยางค์ตามลำดับการเขียนพยัญชนะและสระ	42
5.2	แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 1	52
5.3	แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 2	53
5.4	แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 3	53
5.5	แสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม MPT – networks	60
5.6	แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของคำว่า "วิศวกรรมศาสตร์"	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบัน มีการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างก้าวหน้าและกว้างขวาง มีผลิตภัณฑ์ทางคอมพิวเตอร์ใหม่ ๆ ออกมาสู่ตลาดมากมายในแต่ละวัน มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันอย่างกว้างขวางทั้งในด้านการอำนวยความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต เช่น การสั่งซื้อสินค้าทางด้านอินเทอร์เน็ต, การเบิกเงินจากธนาคารผ่านเครื่อง ATM การอำนวยความสะดวกสบายในการปฏิบัติงาน เช่น มีซอฟต์แวร์มาช่วยในการทำงานในแต่ละระดับตั้งแต่ระดับล่างที่เป็นผู้ปฏิบัติงานประจำไปจนถึงซอฟต์แวร์สำหรับผู้บริหารระดับบนสำหรับช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในด้านความบันเทิงอีกด้วย

แต่สิ่งที่หลายคนมองข้ามไปคือการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับผู้พิการ อาจจะเนื่องมาจากเหตุผลทางด้านกำไรหรือด้วยเหตุผลใดก็ตาม แต่ผู้พิการก็ยังเป็นส่วนหนึ่งในสังคมของเรา กระผมจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมสำหรับผู้พิการทางสายตาและทางเสียงขึ้นมาเพื่อให้พวกเขาได้มีโอกาสใช้ชีวิตอยู่ในสังคมได้ดียิ่งขึ้นและจะเป็นโอกาสให้คนพิการเหล่านั้นได้รับความรู้และเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อนำสิ่งเหล่านี้ไปพัฒนาตัวเองให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพของสังคมต่อไป

โปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ จะเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้างเสียงภาษาไทยจากแฟ้มข้อความภาษาไทย ซึ่งเพียงแต่ผู้พิการทางสายตาหรือบุคคลทั่วไปมีแฟ้มข้อมูลภาษาไทยก็สามารถรับทราบข้อความที่มีอยู่ภายในแฟ้มโดยการฟังข้อความ จากการสังเคราะห์เสียงของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงนี้ได้ และประโยชน์อีกทางหนึ่งของโปรแกรมนี้ก็คือ ความสามารถในการช่วยผู้พิการทางการพูดให้สามารถสื่อสารกับบุคคลทั่วไปได้ โดยการพิมพ์ข้อความที่ต้องการพูดผ่านโปรแกรมเพื่อทำการสังเคราะห์เสียงแล้วให้คอมพิวเตอร์ทำการพูดเพื่อสื่อสารแทนตนเองต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

สร้างโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการแปลงข้อความจากแฟ้มข้อความภาษาไทยให้เป็นเสียงพูดภาษาไทย โดยให้มีความสามารถในการรับข้อความได้ทั้งจากแฟ้มข้อความและแป้นพิมพ์ มีความสามารถในการตัดคำได้ถูกต้องตามหลักภาษาไทย และสามารถสังเคราะห์เสียงภาษาไทยให้ใกล้เคียงกับเสียงธรรมชาติมากที่สุด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การออกแบบและสร้างโปรแกรมสังเคราะห์เสียงจะสนใจการทำงานในภาครวมคือ สามารถตัดคำและสร้างเสียงให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ สามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งจะทำให้การทำงานในส่วนต่าง ๆ เช่น การตัดคำหรือการสร้างเสียง อาจจะไม่ใช้วิธีที่ดีที่สุด แต่เป็นวิธีที่กระผมคิดว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมกับสภาวะการณ์ในปัจจุบันมากที่สุด เพราะว่าการศึกษาการทำงานในแต่ละส่วนให้ได้การทำงานที่ดีสุดต้องใช้เวลาและทรัพยากรเป็นจำนวนมาก การตัดคำภาษาไทยเราจะตัดได้เฉพาะคำที่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่านั้น แต่เราสามารถแก้ไขให้ตัดคำที่ไม่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ เช่น คำทับศัพท์ภาษาอังกฤษหรือชื่อเฉพาะ ได้โดยการเพิ่มคำเหล่านี้ลงในพจนานุกรมคำศัพท์ การสร้างเสียงภาษาไทยเราจะใช้วิธีการสังเคราะห์เสียงจากหน่วยเสียงที่เล็กกว่าหน่วยพยางค์เพราะเป็นวิธีที่ประหยัดพื้นที่จัดเก็บข้อมูล แต่อาจจะทำให้ไม่ได้เสียงที่เหมือนจริงตามธรรมชาติเหมือนกับวิธีการบันทึกเสียงพยางค์จริง

1.4 วิธีการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีพื้นฐานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์ ซึ่งมีเรื่องหลัก ๆ ด้วยกันอยู่ 4 เรื่อง คือ การศึกษาระบบเสียงภาษาไทย,การศึกษาวิธีการตัดคำ,การศึกษาการกำหนดหน่วยเสียงและการสังเคราะห์เสียง และสุดท้ายคือการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์ทางเสียงโดยวิธี MPT-network (Morpheme to Phonetic symbols Transformation networks) ซึ่งมีรายละเอียดดังในบทที่ 2,3,4 และ 5 ตามลำดับ จากนั้นก็จะนำเอาความรู้ที่ได้จากการศึกษาทั้งหมดมาออกแบบและสร้างเป็นโปรแกรมสังเคราะห์เสียงดังในบทที่ 6 และนำมาหาผลการทดลองดังในบทที่ 7 ส่วนบทที่ 8 ซึ่งเป็นบทสุดท้ายคือนำเอาผลการทดลองมาทำการวิจารณ์และสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ระบบเสียงภาษาไทย

2.1 บทนำ

ระบบเสียงในภาษาไทยเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเสียงภาษไทย จะเริ่มจากการศึกษาอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงพูด การศึกษาเสียงในภาษาไทยและการศึกษาเสียงของอักษรไทย ซึ่งเสียงของอักษรไทยจะประกอบไปด้วยเสียงพยัญชนะ เสียงสระ และเสียงวรรณยุกต์ และสุดท้ายจะกล่าวถึงการกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละเสียงอักษรไทย

2.2 ความหมายของเสียง

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานให้ความหมายของเสียงไว้ว่า "สิ่งที่ได้ยินด้วยหู คำที่เปล่งออกมา เช่น เสียงลือ ว่า คำเล่าลือ ความเห็น ความนิยม คะแนนเสียง" และให้ความหมายของคำว่าเสียง เมื่อนำไปประสมกับคำอื่นบางคำไว้ว่า "เสียงเขียว น. แสดงอาการโกรธจัด เสียงแข็ง น. คำพูดที่กล่าวออกมาโดยไม่ยำเกรง เสียงแตก น. เสียงพูดในตอนแตกเนื้อหนุ่ม เสียงทอง น. เสียงเพราะ ทำให้ค่าตัวในการร้องเพลงสูงขึ้น เสียงหลง น. เสียงที่แผดดังผิดปกติ หรือผิดระดับเสียงดนตรี เสียงอ่อน น. คำพูดที่เพลาความแข็งแรงลง" จากความหมายดังกล่าวแล้วจะเห็นว่าความหมายของเสียงมีอยู่ 2 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนแรกหมายถึงสิ่งที่หูอาจหรือสามารถได้ยิน จะเป็นเสียงอะไรก็ได้ เช่น เสียงฝนตก ฟ้าร้อง เสียงวัตถุกระทบกัน เป็นต้น ส่วนที่สอง หมายถึงเสียงพูดของมนุษย์ ส่วนหลังนี้มีความสำคัญที่เราจำเป็นต้องศึกษา เพราะเป็นเสียงในภาษาที่ใช้สื่อสารในชีวิตประจำวันทุกด้าน การศึกษาเสียงพูดคือการศึกษาภาษาที่แท้จริงของมนุษย์

2.3 การศึกษาเกี่ยวกับเสียง

กาญจนา นาคสกุล[1] ให้ความเห็นว่า "เสียงพูดนี้มีลักษณะที่จะอธิบายได้ด้วยหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นสากล แม้ว่าภาษาหนึ่ง ๆ จะมีเสียงแตกต่างกันออกไปมากบ้างน้อยบ้าง แต่ละเสียงก็สามารถที่จะนำมาพิจารณาและอธิบายให้รู้ลักษณะการออกเสียง และตำแหน่งที่เกิดของเสียงได้ คำอธิบายจะทำให้รู้และเข้าใจลักษณะของเสียงทุกเสียง ทำให้เห็นความแตกต่างและคล้ายคลึงกันของเสียงทุกเสียงได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการเรียนรู้"

เรื่องการศึกษาเกี่ยวกับเสียงนี้ ประสิทธิ์ กาพย์กลอน[2] ได้สรุปว่ามีวิชาที่ศึกษาเฉพาะอยู่ 2 แขนงใหญ่ ๆ คือ

ก. สัทศาสตร์ (Phonetics) คือ การศึกษาเสียงที่เราได้ยินว่าเกิดอย่างไร เป็นเสียงชนิดใด และมีธรรมชาติเป็นอย่างไร ในแขนงนี้จะศึกษาลักษณะของเสียงอย่างละเอียดทุกเสียงที่ได้ยิน แบ่งย่อยออกได้ 3 ส่วน คือ

---

[1] กาญจนา นาคสกุล. **ระบบเสียงภาษาไทย** (กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2520),หน้า 6-7

[2] ประสิทธิ์ กาพย์กลอน. **การศึกษาภาษาไทยแนวภาษาศาสตร์.** (กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช,2516)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) สรีรสัทศาสตร์ (Articulatory Phonetics) จะศึกษาอวัยวะต่าง ๆ ที่ใช้ในการออกเสียง เช่น ใช้อวัยวะส่วนใดทำเสียง เส้นเสียงสั่นสะเทือนหรือไม่ ลมที่พุ่งออกมาแรงหรือไม่ ลมออกมาทางปากหรือทางจมูก เป็นต้น

(2) กลสัทศาสตร์ (Acoustic Phonetics) ศึกษาว่าเสียงเปล่งออกไปในอากาศได้อย่างไร การศึกษาส่วนนี้ต้องอาศัยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

(3) โสตสัทศาสตร์ (Auditory Phonetics) ศึกษาเรื่องการรับฟังเสียงที่เปล่งออกไปว่าผู้รับฟังได้ยินเสียงได้อย่างไร

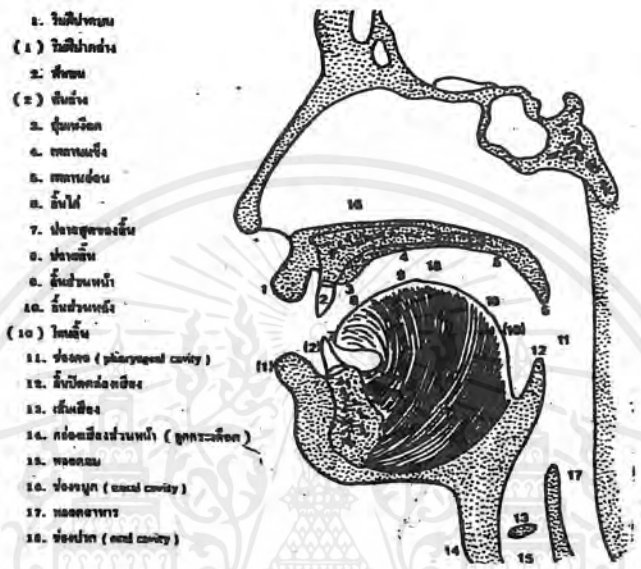
รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนย่อยทั้งสามของวิชาสัทศาสตร์

ข. วิชาว่าด้วยหน่วยเสียง (Phonemics) คือการศึกษาเรื่องหน่วยเสียงหรือเสียงสำคัญในภาษา เป็นการนำเอาเสียงที่วิเคราะห์แล้วตามวิชาสัทศาสตร์มาจัดเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยหลักการเฉพาะหน่วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงพูด

อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงพูด ก็คืออวัยวะต่าง ๆ ที่มีไว้ทำหน้าที่อื่น ๆ นั่นเองแต่มนุษย์ใช้อวัยวะเหล่านั้นมาใช้ในการออกเสียงต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้ แม้ว่าจะมีความสลับซับซ้อนอย่างไรก็ตาม อวัยวะต่าง ๆ มีดังในภาพ



รูปที่ 2.2 แสดงอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงพูด

จากแผนภูมิ เราสามารถแบ่งอวัยวะที่ใช้ออกเสียงได้เป็น 3 พวก คือ

ก. พวกเริ่มต้น คือ พวกที่ก่อให้เกิดกระแสลม กำหนดลม และทำให้ลมเคลื่อนที่ ได้แก่ ปอด กระบังลม และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (ส่วนนี้จะไม่ปรากฏในแผนภูมินี้ เพราะอยู่ส่วนลำตัว)

ข. พวกที่ใช้ในการออกเสียง ได้แก่ หลอดลม กล่องเสียง และเส้นเสียง

ค. พวกที่ทำให้เสียงเปลี่ยนแปลงไปต่าง ๆ ได้แก่ อวัยวะต่าง ๆ ภายในปาก เริ่มต้นด้วย ช่องปาก ฟัน ปุ่มเหงือก เพดานอ่อน เพดานแข็ง ลิ้น ริมฝีปาก รวมทั้งช่องจมูกด้วย

อวัยวะต่าง ๆ เหล่านี้ถ้าจะแบ่งตามหน้าที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ **พวกที่หนึ่ง** เรียกว่า "อวัยวะกำลังส่ง" หมายถึงอวัยวะที่ทำให้เกิดกระแสลม กำหนดลม ทำให้ลมวิ่งไปตามหลอดลม ผ่านเส้นเสียงแล้วทำให้เกิดเสียง ได้แก่ ปอด กระบังลม กล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง เส้นเสียงและหลอดลม **พวกที่สอง** เรียกว่า "อวัยวะกล่อมเกลาเสียง" หมายถึงอวัยวะที่ทำให้เสียงเปลี่ยนแปลงไป ได้แก่ อวัยวะต่าง ๆ ภายในปากทั้งหมด ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ชุด คือ ชุดที่หนึ่ง เรียกว่า "ชุดล่าง" เป็นพวกที่เคลื่อนไหวได้ ได้แก่ ลิ้น ริมฝีปากล่าง ฟันล่าง ชุดที่สอง เรียกว่า "ชุดบน" เคลื่อนไหวได้ยาก ได้แก่ ริมฝีปากบน ฟันบน ปุ่มเหงือก เพดานอ่อน เพดานแข็ง เป็นต้น อวัยวะกล่อมเกลาเสียงทั้ง 2 ชุดนี้ จะทำงานประสานสัมพันธ์อย่างดีและเป็นอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"กาญจนา นาคสกุล" ได้อธิบายหน้าที่ของอวัยวะที่มีหน้าที่ โดยตรงในการออกเสียงพูดไว้โดยสรุป ดังต่อไปนี้

2.4.1 ริมฝีปาก เป็นอวัยวะส่วนที่เคลื่อนไหวได้มาก และทำให้เสียงแตกต่างกันได้มาก การบังคับริมฝีปากต่าง ๆ นี้ ล้วนมีอิทธิพลต่อการออกเสียง และการทำให้เสียงแตกต่างกันไปทั้งสิ้น

2.4.2 ฟัน เป็นอวัยวะที่เกิดของเสียงหลายชนิด เช่น เมื่อฟันบนกดลงบนริมฝีปากล่าง หรือกดกับฟันล่าง ลมที่ผ่านออกมาโดยแรง จะลอดช่องที่พอจะผ่านได้ออกมาทำให้เกิดเป็นเสียง ชนิดที่เรียกว่าเสียงเสียดแทรกที่เกิดที่ฟันบ้าง เกิดที่ระหว่างฟันบ้าง นอกจากนี้เนื่องจากปลายลิ้นอยู่ใกล้กับฟัน ปลายลิ้นจึงมักจะทำอาการต่าง ๆ บริเวณหลังฟันบ่อย ๆ ทำให้เกิดเสียงที่เรียกว่า "เสียงเกิดที่ฟัน (Dental Sound)"

2.4.3 ปุ่มเหงือก เป็นส่วนนูนออกมาอยู่หลังฟันด้านบน ถ้าเอาลิ้นแตะดูจะรู้สึกว่ามีลักษณะเป็นคลื่น ปุ่มเหงือกเป็นบริเวณที่เกิด "เสียงปุ่มเหงือก (alveolar sound)" ปุ่มเหงือกเป็นตำแหน่งสำคัญในการอธิบายเรื่องเสียงตำแหน่งหนึ่ง

2.4.4 เพดานแข็ง หรือ เพดานปาก หมายเอาเฉพาะเพดานที่โค้งเป็นกระดูกแข็ง

2.4.5 เพดานอ่อน คือส่วนของเพดานที่อยู่ต่อเพดานแข็งไปข้างใน มีลักษณะเป็นกระดูกอ่อนที่ขยับขึ้นลงได้ เวลาหายใจเพดานอ่อนและลิ้นไก่ซึ่งอยู่ปลายเพดานอ่อนจะลดระดับลงมา เปิดช่องให้ลมออกไปทางจมูก ฉะนั้นเวลาที่เราไม่พูดปลายเพดานอ่อนและลิ้นจะลดระดับลงมา เวลาพูดส่วนใหญ่ปลายเพดานอ่อนและลิ้นไก่จะถูกยกขึ้นไปจรดกับหลังคอ นอกจากเวลาพูดออกเสียงนาสิกเท่านั้นที่เพดานอ่อนจะลดระดับลงมา

2.4.6 ลิ้นไก่ (ในปากคน) เป็นก้อนเนื้อเล็ก ๆ อยู่ต่อปลายเพดานอ่อนตรงกลางปาก สั่นรัวได้

2.4.7 ลิ้น เป็นส่วนหนึ่งที่เคลื่อนไหวมากที่สุดในการออกเสียง จึงแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ตามหน้าที่ที่มีในการออกเสียง คือ

ก. ปลายลิ้น (Blade of the tongue) หมายเอาส่วนปลายที่สามารถจะยกขึ้นไปแตะอวัยวะส่วนต่าง ๆ ในปากตอนบนได้โดยง่าย

ข. หน้าลิ้น (Front of the tongue) หมายเอาลิ้นส่วนที่อยู่ตรงข้ามกับเพดานแข็ง ถ้าวางลิ้นราบกับปากอย่างในขณะที่ไม่ได้พูด

ค. หลังลิ้น (Back of the tongue) หมายเอาส่วนของลิ้นที่อยู่ตรงข้ามกับเพดานอ่อน ในขณะที่วางลิ้นราบกับปากปกติ

2.4.8 แผ่นเนื้อปากหลอดลม หรือลิ้นปิดหลอดลม (Epiglottis) เป็นชิ้นเนื้อเล็กๆ คล้ายลิ้นไก่ อยู่ต่อโคนลิ้นลงไปในคอ มีหน้าที่ปิดช่องลมเมื่อรับประทานอาหาร และเปิดช่องลมเมื่อพูด

2.4.9 เส้นเสียง (Vocol cords) เป็นอวัยวะสำคัญที่เกิดของเสียง มีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อ 2 แผ่น ปิดขวางอยู่ปากช่องหลอดลมจากด้านหลังมาด้านหน้า ระหว่างเส้นเสียงจะมีช่องว่าง ซึ่งเป็นทางให้ลมผ่านเข้าไปถึงปอดและมาจากปอดได้ ช่องว่างนี้เรียกว่า "ช่องว่างระหว่างเส้นเสียง (glottis)" เส้นเสียงทั้งสองสามารถดึงออกให้ห่างจากกัน หรือดึงเข้ามาชิดกันก็ได้ เส้นเสียงเป็นส่วนทำให้เกิดเสียงพูดขึ้น

2.4.10 โพรงจมูก (Nasal Cavity) เมื่อลิ้นไก่ลดระดับลงมาจะเปิดช่องให้ลมจากปอดออกไปทางโพรงจมูก เสียงพูดที่เกิดขึ้นเมื่อลมออกไปทางโพรงจมูก จึงเรียกว่า "เสียงนาสิก"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.11 กรวยคอ (Pharynx) หมายถึง โพรงคอ ซึ่งอยู่ถัดจากปากลงไปถึงเส้นเสียง

2.4.12 เส้นเสียงปลอม (False vocal cords) เป็นอวัยวะซึ่งมีลักษณะเหมือนเส้นเสียง แต่อยู่เหนือเส้นเสียงขึ้นไป เข้าใจว่าเส้นเสียงนี้จะเข้าหากันเมื่อเรากระซิบ

2.5 เสียงในภาษาไทย

เสียงในภาษาไทยจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด คือ เสียงแท้ เสียงแปร เสียงดนตรี หรือเสียงผัน

2.5.1 เสียงแท้ คือ เสียงที่เปล่งออกมาจากลำคอโดยตรง โดยไม่ถูกอวัยวะต่าง ๆ ในปากปิดหรือกั้นลมไว้ เป็นเสียงที่เปล่งออกมาได้โดยสะดวก เช่น เสียง อา อี เอ โอ ออ เป็นต้น สัญลักษณ์หรืออักษรที่ใช้แทนเสียงแท้ เรียกว่า "สระ"

2.5.2 เสียงแปร คือ เสียงที่เปล่งออกมาจากลำคอแล้วถูกอวัยวะต่าง ๆ ในปากปิดกักหรือกั้นลมไว้ ไม่ปล่อยให้ลมแล่นออกมาได้สะดวก ทำให้เสียงแปรไป เช่น เสียง /ป/ ริมฝีปากทั้งสองข้างปิดกักลม เป็นต้น สัญลักษณ์หรือตัวอักษรที่ใช้แทนเสียงแปร เรียกว่า "พยัญชนะ"

2.5.3 เสียงดนตรี หรือเสียงผัน คือ เสียงแท้หรือเสียงแปรนั่นเองที่เปล่งออกมาแล้วมีระดับเสียงสูง ๆ ต่ำ ๆ คล้ายเสียงดนตรี เช่น ประโยคว่า "เธอไปไหนมา" ถ้าเขียนเป็นเส้นตรงตามระดับความสูงต่ำของเสียงจะได้ดังนี้

สัญลักษณ์หรือตัวอักษรที่ใช้แทนเสียงดนตรีหรือเสียงผันนี้ เรียกว่า "วรรณยุกต์"

2.6 เสียงของอักษรไทย

เสียงกับตัวอักษรมีความแตกต่างกัน เพราะเสียงในภาษาก็คือเสียงพูดของมนุษย์ ส่วนตัวอักษรคือสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเสียงพูดของมนุษย์ ไม่มีภาษาใดในโลกที่มีตัวอักษรถ่ายทอดเสียงพูดได้หมดทุกเสียง ตัวอักษรไทยได้ชื่อว่ามีลักษณะพิเศษ เพราะสามารถถ่ายทอดเสียงพูดในภาษาไทยได้ตรงเกือบหมดทุกเสียง นอกจากนี้ยังสามารถใช้ถ่ายทอดเสียงพูดในภาษาอื่น ๆ ได้มากด้วย แม้ว่าภาษานั้น ๆ จะออกเสียงยากเพียงใดก็ตาม ดังที่เราถ่ายทอดเสียงภาษาอังกฤษเป็นอักษรไทย เป็นต้น

"ชาคริต อนันทราวัน"[1] ได้ตั้งข้อสังเกตว่า ทำไมรูปและเสียงของอักษรไทยจึงมีจำนวนไม่เท่ากัน รวมไปถึงว่า การกลายเสียงสระ เสียงพยัญชนะ และเสียงวรรณยุกต์ ในบางท้องถิ่นของไทยเกิดขึ้นได้อย่างไร ปรากฏการณ์ดังกล่าวมีอิทธิพลต่อกฎเกณฑ์ของภาษาหรือการใช้ภาษาหรือไม่ จากข้อสังเกตนี้ "ชาคริต อนันทราวัน" จึงอธิบายเปรียบเทียบเสียงอักษรไทยตามตำราอักษรวิธีเดิม จากการศึกษาวิเคราะห์เชิงสัทศาสตร์พบว่าการ

1ชาคริต อนันทราวัน. เอกสารคำสอน ท. 111 หลักภาษาไทย (เลย:ภาควิชาภาษาไทยวิทยาลัยครูเลย,2530),หน้า 19-25.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาตามอักษรวิธีเดิมนั้น ส่วนมากถูกต้องและเป็นจริงเชิงภาษาศาสตร์ ดังจะจำแนกการศึกษาทั้งสองแบบมาสรุปไว้ดังนี้

2.6.1 เสียงอักษรไทยแบบเดิม

2.6.1.1 เสียงพยัญชนะ

พยัญชนะไทย มี 44 รูป แต่มี 21 เสียง ดังนี้

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

พยัญชนะในภาษาไทยเหล่านี้แบ่งออกเป็นวรรค ๆ ตามฐานที่เกิดของอักษรเหมือนภาษาบาลีและภาษาสันสกฤต คือ จัดพยัญชนะที่เกิดจากฐานคอไว้ในวรรคที่ 1, เกิดจากฐานเพดานไว้ในวรรคที่ 2, เกิดจากฐานปุ่มเหงือกเป็นวรรคที่ 3, เกิดจากฐานฟันเป็นวรรคที่ 4, เกิดจากฐานริมฝีปากเป็นวรรคที่ 5, พยัญชนะที่เกิดจากฐานต่าง ๆ กัน ซึ่งจะรวมเข้ากับพากวรรคทั้ง 5 ข้างต้นไม่ได้ จัดไว้เป็นวรรคที่ 6 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อโฆษะ		โฆษะ		
	สิถิล	ธนิต	สิถิล	ธนิต	สิถิล
วรรค ก เกิดจากฐานคอ	ก	ข ฃ	ค ฅ	ฆ	ง
วรรค จ เกิดจากฐานเพดาน	จ	ฉ	ช ซ	ฌ	ญ
วรรค ฏ เกิดจากปุ่มเหงือก	ฏ ฏ	ฐ	ฑ	ฒ	ณ
วรรค ต เกิดจากฐานฟัน	ด ต	ถ	ท	ธ	น
วรรค ป เกิดจากฐานริมฝีปาก	บ ป	ผ ฝ	พ ฟ	ภ	ม
อ วรรค หรือเศษวรรค เกิดจากฐานต่าง ๆ กัน ย ร ล ว ศ ษ ส ห ฬ อ ฮ					

ตารางที่ 2.1 แสดงพยัญชนะในภาษาไทยแบ่งออกเป็นวรรคตามฐานที่เกิดของอักษร

เมื่อจะแสดงให้เห็นว่าเสียงพยัญชนะในเศษวรรคมีฐานที่เกิดอย่างไรก็จะได้ทราบดังตาราง

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

ตารางที่ 2.2 แสดงฐานที่เกิดของเสียงพยัญชนะในเศษวรรค

จากตาราง 2 ตารางข้างต้นมีข้อควรทราบเพิ่มเติมเกี่ยวกับเสียงพยัญชนะตามอักษรวิธีเดิมดังนี้

1) ฐาน คือ ที่เกิดของอักษร

2) พยัญชนะ 5 วรรคข้างต้น คือ ตั้งแต่ตัว ก ถึงตัว ม มี 33 ตัว รวมเรียกว่า "พยัญชนะวรรค" เพราะจัดเข้าเป็นหมวดหมู่ได้ตามฐานที่เกิด และเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "พยัญชนะมูคะ" หรือ"พยัญชนะใบ้" พยัญชนะพวกนี้จะให้ควบหรือกล้ำในพวกเดียวกันไม่ได้

3) พยัญชนะกลุ่มสุดท้าย ตั้งแต่ตัว ย ถึงตัว ฮ เรียกว่า "พยัญชนะเศษวรรค" หรือ "อ วรรค" เพราะมีเสียงและฐานที่เกิดแตกต่างกัน จึงจัดแยกเป็นวรรคพิเศษ

4) การจัดเรียงพยัญชนะตามลำดับต้น ตั้งแต่ ก ถึง ฮ นั้น ถือเอาเสียงเป็นสำคัญคือ จัดเรียงลำดับเสียงเบาไปหาเสียงหนัก และเรียงตามเสียงที่เกิดจากข้างในออกมาข้างนอก คือ จัดเสียงที่เกิดจากฐานคอไว้หน้า ต่อมาก็เป็นเพดาน ปุ่มเหงือก ฟัน และริมฝีปากตามลำดับ

5) อโฆษะ คือ พยัญชนะที่มีเสียงไม่ก้อง

6) โฆษะ คือ พยัญชนะที่มีเสียงก้อง

7) สิถิล คือ พยัญชนะที่มีเสียงกระทบฐานเบา ๆ

8) ธนิต คือ พยัญชนะที่มีเสียงกระทบฐานเน้นหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) อรรธสระ คือ พยัญชนะที่ทำหน้าที่กึ่งสระ ทำให้พยัญชนะตัวอื่นที่มาควบด้วยออกเสียงได้ ทั้งที่ไม่มีสระ ได้แก่ ย ร ล ว ตัวอย่าง เช่น กัลยา ครู คลา ฯลฯ

2.6.1.2 เสียงสระ

รูปสระในภาษาไทย มีเพียง 21 รูป แต่มี 32 เสียง ซึ่งแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ได้ดังนี้

1) สระแท้ฐานเดียว มี 8 เสียง คือ อะ, อา, อิ, อี, อึ, อื, อุ, อู สระพวกนี้กล่าวกันว่าเป็นเสียงที่เปล่งออกมากระทบฐานใดฐานหนึ่งเพียงฐานเดียว

2) สระแท้ 2 ฐาน มี 10 เสียง คือ เอะ,เอ,แอะ,แอ,โอะ,โอ,เออะ,เออ,เอาะ,ออ สระพวกนี้กล่าวกันว่าเป็นสระที่เปล่งออกมากระทบสองฐานพร้อมกัน

3) สระผสม มี 6 เสียง คือ เอียะ,เอีย,เอือะ,เอือ,อัวะ,อัว

4) สระเกิน 8 เสียง คือ ฤ, ฤา, ฦ, ฦา, อำ, ไอ, ใอ, เอา

เราจะสังเกตเห็นว่า เสียงสระบางเสียงต้องใช้รูปสระหลาย ๆ รูป มาผสมกันให้เป็นเสียงหนึ่ง เช่น เอะ มีรูปไม้หน้า (เ -) กับ วิสรรชนีย์ (ะ) ผสมกัน เป็นต้น เพื่อประโยชน์ในการศึกษารูปสระที่ใช้กับเสียงสระ ควรที่จะได้ทราบรูปของสระต่าง ๆ ทั้ง 21 รูป ไว้ดังนี้

1) ะ วิสรรชนีย์ หรือนมนางทั้งคู่
2) ั หันอากาศ,ไม้ผัด หรือ หางกังหัน
3) ็ ไม้ไต่คู้ หรือ ไม้ตายคู้
4) า ลากข้าง
5) ิ พินทุ หรือ พินทุอิ
6) ี ฝนทอง หรือ ฟันหนู หรือ มูสิกทันต์
5) ึ หยาดน้ำค้าง หรือตามบาลีว่า นิคหิต สันสกฤต ว่า นฤคหิต
8) ื ตีนเหยียด
9) ุ ตีนคู้ หรือ ลากตีน
10) เ ไม้หน้า
11) ใ ไม้ม้วน
12) ไ ไม้มลาย
13) โ ไม้โอ
14) ฤ ตัวรึ
15) ฤา ตัวรือ
16) ฦ ตัวลึ
17) ฦา ตัวลือ
18) ย ตัวยอ
19) รร ร หัน
20) ว ตัวเอว
21) อ ตัวออ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.3 เสียงวรรณยุกต์

วรรณยุกต์ มี 4 รูป แต่มี 5 หน่วยเสียง ซึ่งเราอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1) วรรณยุกต์มีรูป หมายถึง วรรณยุกต์ที่มีเครื่องหมายบอกระดับของเสียงให้เห็นชัดเจนอยู่เบื้องบนของอักษร มี 4 รูป ่ ้ ๊ ๋ เรียกชื่อว่า วรรณยุกต์ เอก โท ตรี จัตวา ตามลำดับ และให้เขียนไว้เบื้องบนพยัญชนะต้น เช่น ก่, ก้, ก๊, ก๋ ถ้าเป็นอักษรควบหรืออักษรนำให้เขียนไว้เบื้องบนอักษรตัวที่ 2 เช่น ครุ่น, เกล้า, สนั่น เป็นต้น

2) วรรณยุกต์ไม่มีรูป ได้แก่ เสียงที่มีทำนองสูงต่ำตามหมู่ของอักษร โดยไม่ต้องมีรูปวรรณยุกต์กำกับก็อ่านออกเสียงได้ เหมือนมีรูปวรรณยุกต์กำกับ อยู่ด้วย เช่น คุณ จะ พูด นัก หนา จะมีเสียงวรรณยุกต์สามัญ เอก โท ตรี จัตวา ตามลำดับ

เสียงวรรณยุกต์ทั้ง 4 เสียง จัดเรียงลำดับจากต่ำไปหาสูงได้ดังนี้

เสียง เอก ใส่รูปวรรณยุกต์ ่

เสียง โท ใส่รูปวรรณยุกต์ ้

เสียง สามัญ ไม่มีรูปวรรณยุกต์

เสียง ตรี ใส่รูปวรรณยุกต์ ๊

เสียง จัตวา ใส่รูปวรรณยุกต์ ๋

2.6.2 เสียงอักษรไทยแบบปัจจุบัน

การศึกษาเรื่องเสียงอักษรไทยปัจจุบันได้เจริญก้าวหน้าไปมาก โดยใช้วิธีการทางสัทศาสตร์เข้ามาศึกษาเพื่อหาความจริง จนได้ทราบว่า เสียงและรูปอักษรมีความสัมพันธ์กันบางส่วน แต่บางส่วนก็มิได้สัมพันธ์กัน

2.6.2.1 เสียงพยัญชนะ

เสียงพยัญชนะเป็นเสียงสำคัญในภาษาพวกหนึ่ง ซึ่งเกิดจากลมที่ผ่านเส้นเสียงแล้วถูกดัดแปลงด้วยอวัยวะออกเสียงส่วนต่าง ๆ ในปากทำให้เกิดเสียงขึ้น พยัญชนะมีอยู่หลายประ ภทมี ลักษณะการออกเสียงแตกต่างกันหลายแบบ จะเห็นได้จากพยัญชนะของไทยเรามีรูป 44 รูป แต่มีหน่วยเสียงเพียง 21 หน่วยเสียง ซึ่งถ้าจะว่าไปแล้ว พยัญชนะน่าจะมี 21 รูป เท่ากับจำนวนหน่วยเสียงก็พอ ความข้อนี้ก็คงต้องโยงความคิดไปถึงประวัติอักษรไทย ซึ่งมีที่มาและโอกาสให้ต่าง ๆ กันออกไป คำที่มีเสียงเหมือนกันแต่มีรูปต่างกันความหมายก็ต่างไปด้วย ซึ่งเป็นเรื่องที่ควรศึกษาและติดตามต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. หน่วยเสียงหรือพยัญชนะและรูปอักษรพยัญชนะไทย

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

ตารางที่ 2.3 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น เดี่ยว

จากตารางข้างบนจะพบว่า เสียงบางเสียงมีรูปอักษรหลายตัว แต่มีวิธีการใช้และผันเสียงวรรณยุกต์ออกไปต่าง ๆ แบบกัน ดังรายละเอียดในบทต่อไป จากเหตุผลดังกล่าว ในการอธิบายเรื่องของหน่วยเสียงพยัญชนะจะใช้ "สัญลักษณ์แทนหน่วยเสียง" แทน "รูปอักษร" เช่น เมื่อพูดถึงรูปอักษรชุด ฑ ท ธ ฒ ฐ ถ จะใช้สัญลักษณ์ /th/ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ลักษณะของหน่วยเสียงพยัญชนะในภาษาไทย

ลักษณะของหน่วยเสียงพยัญชนะในภาษาไทย มีลักษณะแตกต่างกันดังที่ "กาญจนา นาคสกุล" ได้ให้รายละเอียดไว้ดังนี้

1) พยัญชนะระเบิด และพยัญชนะกัก (Plosives&Stop)

"เสียงพยัญชนะระเบิด (Plosives)" คือ เสียงพยัญชนะที่เกิดจากลมที่เปล่งออกมาถูกกัก ณ ที่หนึ่งที่ใดในช่องปาก แล้วเปิดช่องที่กักนั้นให้ลมพุ่งออกมาโดยแรง ตำแหน่งที่ลมจะถูกกักนี้มีหลายตำแหน่ง เช่น ริมฝีปาก เพดานแข็ง เพดานอ่อน ฯลฯ เสียงระเบิดนี้ถ้ามีลมหายใจด้วยเรียกว่า "เสียงระเบิดที่มีลม (Aspirated Plosives)" ส่วนเสียงระเบิดที่ไม่มีลมหายใจเพิ่มมาอีก เรียก "เสียงระเบิดไม่มีลม (Unaspirated Plosives)" ซึ่งเสียงระเบิดในภาษาไทยมีหลายพวก คือ

- เสียงพยัญชนะระเบิดไม่ก้อง ไม่มีลม
  - เกิดที่ริมฝีปาก คือ /p/
  - เกิดที่บริเวณปุ่มเหงือกหรือฟัน คือ /t/
  - เกิดที่เพดานแข็ง คือ /c/
  - เกิดที่เพดานอ่อน คือ /k/
  - เกิดที่ช่องระหว่างเส้นเสียง คือ /?/
- เสียงพยัญชนะระเบิด ไม่ก้อง มีลม
  - เกิดที่ริมฝีปาก คือ /ph/
  - เกิดที่ฟัน คือ /th/
  - เกิดที่เพดานแข็งส่วนหน้าใกล้ปุ่มเหงือก คือ /ch/
  - เกิดที่เพดานอ่อน คือ /kh/
- เสียงพยัญชนะระเบิด ก้อง ไม่มีลม
  - เกิดที่ริมฝีปาก คือ /b/
  - เกิดที่ปุ่มเหงือก คือ /d/

เสียงพยัญชนะในภาษาไทยพวกหนึ่ง มีลักษณะการเกิดในระยะต้นเหมือนกับพยัญชนะระเบิด แต่แทนที่ลมที่ถูกกักนั้นจะระเบิดออกมากลับถูกกลืนกลับลงไปใหม่ หรืออาจจะกลายเป็นลมหายใจธรรมดาออกไปทางจมูก เพราะช่วงที่กักลมไว้นั้นไม่เปิดออกเสียง อย่างนี้เรียกว่า "เสียงพยัญชนะกัก" หรือ "เสียงกัก (Stop)" เสียงนี้ในภาษาไทย จะเกิดตามสระอย่างนี้เรียกว่า "เสียงพยัญชนะสะกด" เท่านั้น เสียงกักกับเสียงระเบิดจึงเป็นเสียงที่เกิดหลีกล้อกัน คือ เสียงระเบิดเกิดแต่ตำแหน่งพยัญชนะต้น เสียงกักเกิดแต่ตำแหน่งตัวสะกด เสียงพยัญชนะกักนับเป็นหน่วยเสียงเดียวกันกับเสียงระเบิดที่เกิดที่เดียวกันในภาษาไทย มี 4 เสียง คือ

/p'/ เสียงพยัญชนะกัก ไม่ก้อง เกิดที่ริมฝีปาก
จัดเป็นหน่วยเสียงเดียวกับหน่วยเสียงระเบิด /p/

/t'/ เสียงพยัญชนะกัก ไม่ก้อง เกิดที่ฟัน
จัดเป็นหน่วยเสียงเดียวกับหน่วยเสียงระเบิด /t/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

/k'/ เสียงพยัญชนะกัก ไม่ก้อง เกิดที่เพดานแข็ง
จัดเป็นหน่วยเสียงเดียวกับหน่วยเสียงระเบิด /k/

/ʔ'/ เสียงพยัญชนะกัก ไม่ก้อง เกิดที่ช่องระหว่างเส้นเสียง
จัดเป็นหน่วยเสียงเดียวกับหน่วยเสียงระเบิด /ʔ/

2) พยัญชนะนาสิก (Nasals)

ในการเปล่งเสียงนาสิก ลมจากปอดขึ้นไปที่จมูกได้ แต่ผ่านออกทางช่องปากไม่ได้เพราะทางเดินของลมในช่องปากถูกปิดกั้นสนิท ณ ที่ใดที่หนึ่ง เสียงนาสิกในภาษาไทย ปรากฏมี 3 หน่วย มีลักษณะเป็นเสียงก้องทั้งหมด และหน่วยเสียงทั้งสามนี้ปรากฏได้ทั้งเป็นพยัญชนะต้นและเป็นเสียงพยัญชนะตัวสะกด คือ

/m/ พยัญชนะนาสิก ก้อง เกิดที่ริมฝีปาก

/n/ พยัญชนะนาสิก ก้อง เกิดที่ฟัน

/ŋ/ พยัญชนะนาสิก ก้อง เกิดที่เพดานอ่อน

3) พยัญชนะข้างลิ้น (Lateral)

เสียงพยัญชนะข้างลิ้น (Lateral) เป็นเสียงพยัญชนะก้องซึ่งเปล่งโดยใช้ลิ้นปิดบริเวณปุ่มเหงือกและเพดานตรงส่วนกลาง ๆ ไว้ ปล่อยให้ลมออกมาข้าง ๆ ลิ้น มีเพียงหน่วยเสียงเดียวคือ /l/

4) พยัญชนะรัว (Rolled)

เสียงพยัญชนะรัว (Rolled) เป็นเสียงพยัญชนะก้อง ในขณะที่เปล่งเสียง ต้องทำปลายลิ้นให้มีลักษณะอ่อนตัวที่สุด จนสามารถกระดกขึ้นไปแตะหลังฟันได้หลาย ๆ ครั้ง ในภาษาไทยมีเสียงเดียว คือ /r/

5) พยัญชนะเสียงแทรก (Fricatives)

เสียงพยัญชนะเสียงแทรก (Fricatives) คือ เสียงพยัญชนะซึ่งเกิดขึ้นเมื่อลมที่ทำให้เกิดเสียงต้องบีบตัวผ่านช่องแคบ ณ ที่ใดที่หนึ่งในช่องปาก และทำให้เกิดเสียงซู่ซ่าขึ้น อวัยวะที่ทำให้เกิดช่องแคบได้ คือ ริมฝีปาก ฟันกับริมฝีปาก ลิ้นกับส่วนต่าง ๆ ของเพดานปาก และที่ช่องระหว่างเส้นเสียง ในภาษาไทยเสียงเสียดแทรกเป็นเสียงไม่ก้องและปรากฏในตำแหน่งพยัญชนะต้นคำ มี 3 หน่วยเสียง คือ

/t/ เกิดขึ้นโดยการกดฟันลงบนริมฝีปากล่างเบา ๆ แล้วเปล่งเสียงโดยปล่อยลมให้ผ่านฟันออกมา

/s/ เกิดขึ้นโดยอวัยวะ คือ ฟันทั้งบนและล่างกับลิ้นส่วนปลายทำงานประสานสัมพันธ์กัน

/h/ เกิดขึ้นตรงช่องระหว่างเส้นเสียง ช่องนี้จะอยู่ในลักษณะที่แคบกว่าในตำแหน่งหายใจยาว ๆ แต่ไม่แคบจนทำให้เส้นเสียงสั่น กำลังลมที่ถูกบีบผ่านออกมาค่อนข้างแรง

6) เสียงอรรธสระ (Semi - vowels)

เสียงพยัญชนะอรรธสระ (Semi-vowels) เป็นเสียงเลื่อนที่เกิดขึ้นระหว่างเสียงสระ 2 เสียง ในการเปล่งเสียงพยัญชนะอรรธสระ อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงจะอยู่ในตำแหน่งของสระใดสระหนึ่งก่อนแล้วเปล่งเสียงออกมา ในขณะที่เปลี่ยนอวัยวะนั้น ๆ ไปสู่ตำแหน่งของสระอีกตำแหน่งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเสียงพยัญชนะอรรธสระในภาษาไทยมี 2 หน่วย คือ /y/ และ /w/ ตำแหน่งที่เกิดของหน่วยเสียงพยัญชนะทั้งสองให้ถือตามตำแหน่งของสระต้นเสียง หน่วยเสียง /y/ จึงเป็นพยัญชนะอรรธสระที่เกิดที่เพดานแข็ง ส่วนหน่วยเสียง /w/ เป็นพยัญชนะอรรธสระซึ่งเกิดที่เพดานอ่อน เพราะลิ้นยกขึ้นสูงสุดตรงตำแหน่งนั้นและหน่วยเสียง /w/ นี้มีลักษณะการห่อริมฝีปากด้วย จึงเรียกว่าเป็นพยัญชนะที่เกิดที่ริมฝีปากได้อีกด้วย

หน่วยเสียงพยัญชนะอรรธสระในภาษาไทยปรากฏทั้งเป็นพยัญชนะต้น และพยัญชนะตัวสะกด

ค. ลักษณะเสียงพยัญชนะไทย

นอกจากลักษณะหน่วยเสียงต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว พยัญชนะไทยยังมีลักษณะเสียงที่ควรทราบ คือ

1) พยัญชนะโฆษะหรือพยัญชนะเสียงก้อง (Voiced Sounds) คือ เสียงพยัญชนะที่เกิดจากลมผ่านเส้นเสียงขณะที่เส้นเสียงปิดลม จึงดันเส้นเสียงทำให้เส้นเสียงเกิดอาการสั่นสะบัด มี 8 เสียง คือ /b/, /d/, /m/, /n/ , /ŋ/, /l/ , /r/ , /w/ , /y/

2) พยัญชนะอโฆษะหรือพยัญชนะเสียงไม่ก้อง (Voiceless Sounds) คือ เสียงพยัญชนะที่เกิดจากลมผ่านเส้นเสียงขณะที่เส้นเสียงเปิด คือเส้นเสียงห่างจากกันทำให้เกิดช่องระหว่างเส้นเสียง (Glottis) ขึ้น ลมจึงผ่านเส้นเสียงออกมาได้ เส้นเสียงจึงไม่เกิดการสั่นสะบัด มี 12 เสียง คือ /p/ , /t/ , /k/ , /?/ , /ph/ , /th/ , /kh/ , /c/ , /ch/ , /f/ , /s/ , /h/ .

3) พยัญชนะสิถิลหรือพยัญชนะเสียงเบา (Unaspirated Sounds) คือเสียงที่เปล่งออกมาแล้วไม่มีลมพุ่งตามออกมาด้วย สามารถทดสอบได้โดยการใช้กระดาษบาง ๆ หรือหลังมือจ่อที่ริมฝีปาก จะไม่มีลมพุ่งตามออกมากระทบกระดาษหรือหลังมือ มี 5 เสียง คือ /p/ , /t/ , /k/ , /?/ , /c/

4) พยัญชนะธนิตหรือพยัญชนะเสียงหนัก (Aspirated Sounds) คือเสียงที่เปล่งออกมาแล้วมีลมพุ่งตามออกมาด้วย สามารถทดสอบได้โดยใช้กระดาษบาง ๆ หรือหลังมือจ่อที่ริมฝีปาก จะมีลมพุ่งตามออกมากระทบกระดาษหรือหลังมือ มี 4 เสียง คือ /ph/ , /th/ , /kh/ , /ch/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเสียงพยัญชนะไทยดังกล่าว มีลักษณะของเสียงและที่เกิดของเสียงดังตารางต่อไปนี้ คือ

ที่เกิดเสียง / ลักษณะเสียง			ริมฝีปากทั้งสองข้าง	ริมฝีปากล่างและฟันบน	ปุ่มเหงือก	ปุ่มหงือกกับเพดานแข็ง	เพดานแข็ง	เพดานอ่อน	เส้นเสียง
ระเบิด	โฆษะ		/b/		/d/				
	อโฆษะ	สิถิล	/p/		/t/			/k/	/ʔ/
		ธนิต	/ph/		/th/			/kh/	
กึ่งเสียดแทรก	อโฆษะ	สิถิล				/c/			
		ธนิต				/ch/			
เสียดแทรก	อโฆษะ			/f/	/s/				/h/
นาสิก	โฆษะ		/m/		/n/			/ŋ/	
ข้างลิ้น	โฆษะ				/l/				
รัว	โฆษะ				/r/				
อรรธสระ	โฆษะ		/w/				/y/		

ตารางที่ 2.4 ลักษณะของเสียงและที่เกิดเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะไทย

ง. ตำแหน่งและคุณสมบัติของเสียงพยัญชนะไทย

เสียงพยัญชนะไทยทั้ง 21 เสียงนั้น มีตำแหน่งและคุณสมบัติที่อธิบายได้ดังนี้

1) ตำแหน่งต้นคำ พยัญชนะทุกเสียงในภาษาไทย ตกอยู่ในตำแหน่งต้นคำได้ทั้งหมด เช่น ลา /la/ ,ปี้ /pi:/,มุ /mu/ , มา /ma:/ ,นะ /na/ เป็นต้น

2) ตำแหน่งท้าย คำพยัญชนะตกอยู่ในตำแหน่งท้ายคำได้ มีอยู่ 9 เสียงเท่านั้น คือ ป /p/ , ต /t/ , ก /k/ , ม /m/ , ว /w/ , น /n/ , ย /y/ , ง /ŋ/ , และ อ /ʔ/ ตัวอย่าง เช่น

ฉาบ	/chaˈ:p/	มีเสียง ป	/p/	ท้ายคำ
ตาด	/ta:t/	มีเสียง ต	/t/	ท้ายคำ
กัก	/kaˈk/	มีเสียง ก	/k/	ท้ายคำ
โคม	/kho:m/	มีเสียง ม	/m/	ท้ายคำ
นาว	/na:w/	มีเสียง า	/w/	ท้ายคำ
วาน	/wa:n/	มีเสียง น	/n/	ท้ายคำ
นาง	/na: ŋ/	มีเสียง ง	/ŋ/	ท้ายคำ
เอ๊ะ	/ʔeˈ:ʔ/	มีเสียง อ	/ʔ/	ท้ายคำ
นาย	/na:y/	มีเสียง ย	/y/	ท้ายคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากตัวอย่างจะพบว่าในแม่ กบ กับแม่ กด ไม่ได้เสียง บ /b/ กับเสียง /d/ สะกด เพราะว่าทั้งสองคือ บ และ ด เวลาออกเสียงระเบิด (released) คล้าย ๆ เสียง b และ d ในภาษาอังกฤษ ดังนั้น คำ "ฉาบ" ควรจะออกเสียงเป็น ฉาบ-เบอะ คำ "ฉาด" ก็จะเป็น ฉาด-เดอะ ดังนั้นหน่วยเสียง บ และ ด จะปรากฏท้ายคำในภาษาไทยไม่ได้ ควรเป็นเสียง ป /p/ และเสียง ต /t/ มากกว่า เพราะสองเสียงนี้เวลาอยู่ท้ายคำเสียงไม่เปิด

3) เสียงพยัญชนะที่ควบกับเสียงอื่นได้ เสียงพยัญชนะไทยที่สามารถควบกับเสียงอื่นได้ คือ เสียง ร /r/ , ล /l/ และ ว /w/ ตัวอย่างเช่น

เสียงต้น / เสียงควบ	ก	ค	ต	ท	ป	พ	บ	ด	ฟ
ร	กร	คร	ตร	ทร	ปร	พร	บร	ดร	ฟร
ล	กล	คล			ปล	พล	บล		ฟล
ว	กว	คว							

ตารางที่ 2.5 แสดงเสียงพยัญชนะไทยที่สามารถควบกับเสียงอื่นได้

กร เช่น กราม กรอบ โกรย ฯลฯ
กล เช่น แกลบ แกล้ม กล้าม ฯลฯ
กว เช่น แกว่ง กวาง กวาด ฯลฯ
คร เช่น คราง คราด คราม ฯลฯ
คล เช่น คลอง คลอด คล้อย ฯลฯ
คว เช่น ควัน ควาย ความ ฯลฯ
ตร เช่น ตรอก ตรวจ ตรัง ฯลฯ
ทร เช่น ทรวง ทรง ฯลฯ
ปร เช่น ปรก ปรอด ปรน ฯลฯ
ปล เช่น ปลิง ปลา ปลูก ฯลฯ
พร เช่น พรม พริก พราก ฯลฯ
พล เช่น พลิก พลาย พลอด ฯลฯ
บร* เช่น บริดจ์ บรอนซ์
บล* เช่น บล็อก บลูยีนส์
ดร* เช่น ดราฟต์ ดรัมเมเยอร์
ฟร* เช่น ฟรี ฟรักโทส
ฟล* เช่น แฟลต ฟลูออรีน

จากตัวอย่างเราจะเห็นว่าคำภาษาไทยจะไม่ปรากฏเสียงควบกล้ำในตำแหน่งท้ายพยางค์ และคำที่มีเครื่องหมายดอกจัน (*) เป็นคำยืมภาษาต่างประเทศที่ถือเป็นภาษาไทยแล้ว เช่น กับคำที่ยืมมาจากภาษาบาลีและภาษาสันสกฤตโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
37058

4) สรุปลักษณะที่เกิดและเสียงในพยัญชนะ

เพื่อจะได้เห็นว่าพยัญชนะเสียงนั้น เป็นเสียงประเภทใด มีลักษณะเสียงเช่นใด และเกิดในตำแหน่งใดของปาก จะได้สรุปให้เห็นดังต่อไปนี้

/k/ ระเบิด-อโฆษะ-สิถิล-เพดานอ่อน

/kh/ ระเบิด-อโฆษะ-ธนิต-เพดานอ่อน

/ŋ/ นาสิก-โฆษะ-เพดานอ่อน

/c/ กึ่งเสียดแทรก-อโฆษะ-สิถิล-ปุ่มเหงือกต่อเพดานแข็ง

/ch/ กึ่งเสียดแทรก-อโฆษะ-ธนิต-ปุ่มเหงือกต่อเพดานแข็ง

/y/ อรรธสระ-โฆษะ-เพดานแข็ง

/s/ เสียดแทรก-อโฆษะ-ปุ่มเหงือก

/th/ ระเบิด-อโฆษะ-ธนิต-ปุ่มเหงือก

/b/ ระเบิด-โฆษะ-ริมฝีปาก

/d/ ระเบิด-โฆษะ-ปุ่มเหงือก

/t/ ระเบิด-อโฆษะ-สิถิล-ปุ่มเหงือก

/p/ ระเบิด-อโฆษะ-สิถิล-ริมฝีปาก

/ph/ ระเบิด-อโฆษะ-ธนิต-ริมฝีปาก

/f/ เสียดแทรก-อโฆษะ-ริมฝีปากล่างกับฟันบน

/m/ นาสิก-โฆษะ-ริมฝีปาก

/n/ นาสิก-โฆษะ-ปุ่มเหงือก

/r/ รัว-โฆษะ-ปุ่มเหงือก

/l/ ข้างลิ้น-โฆษะ-ปุ่มเหงือก

/w/ อรรธสระ-โฆษะ-ริมฝีปาก

/ʔ/ ระเบิด-อโฆษะ-เส้นเสียง

/h/ เสียดแทรก-อโฆษะ-เส้นเสียง

2.6.2.2 เสียงสระ

คำ "สระ" เป็นคำบาลี ภาษาสันสกฤตใช้ "สวระ" แปลว่าเสียงดังก็กก้องของธรรมชาติ เสียงสูงต่ำระดับเสียงในด้านดนตรี เสียงสระเป็นเสียงแท้ หมายถึงเสียงที่เกิดจากลมพุ่งออกมาได้อย่างสะดวกไม่มีอวัยวะส่วนหนึ่งส่วนใดปิดกั้นทางลมไว้ เป็นเสียงที่เกิดจากลมที่ผ่านเส้นเสียงในตำแหน่งที่ปิดเกือบสนิท ในขณะที่อวัยวะในปากจะอยู่ในท่าและตำแหน่งต่าง ๆ ที่ทำให้โพรงปากมีลักษณะต่างกันได้หลายแบบ ลมที่ผ่านออกจึงเกิดเป็นเสียงได้ต่าง ๆ กัน "ประยุทธ จุยสาคร[1]" ได้สรุปลักษณะสำคัญของหน่วยเสียงสระไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1) เป็นเสียงที่ลมแล่นออกมาได้โดยสะดวก เพราะไม่ถูกอวัยวะในปากปิดกัก

2) เป็นเสียงก้องทุกเสียง

[1]ประยุทธ กุยสาคร. <u>ภาษาไทยเชิงภาษาศาสตร์</u> (กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา, 2527),หน้า 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สามารถออกเสียงได้ยาวนานและชัดเจน

4) มีทั้งเสียงสั้นและเสียงยาว

5) ลักษณะของเสียงขึ้นอยู่กับลิ้น ริมฝีปาก ปริมาณของลมที่พุ่งออกมา และระยะเวลาที่ใช้ออกเสียง

ก. ประเภทของเสียงสระ

รูปสระในภาษาไทยมี 21 รูปเท่านั้น แต่มีถึง 32 เสียง ในจำนวนทั้งหมด 32 เสียงนั้น สามารถแบ่งประเภทได้ตามแนวการศึกษาทางภาษาศาสตร์ คือ เสียงสระเดี่ยว 18 หน่วยเสียง เสียงสระประสม 6 หน่วยเสียง และสระเกิน 8 เสียง ซึ่งประเภทหลังนี้มีเสียงพยัญชนะสะกดอยู่ด้วย จึงไม่ได้นับเสียงสะกดเหล่านี้เป็นเสียงสระ

1) สระเดี่ยว (Monophthong) หมายถึง เสียงสระที่มีที่เกิดเพียงฐานเดียว คือ เสียงสระที่เกิดจากการบังคับลิ้นให้อยู่ในระดับที่ต้องการเพียงจุดหนึ่งจุดใด แล้วจึงเปล่งเสียงออกมาเกิดเป็นเสียง มี 18 เสียง แบ่งเป็นเสียงสั้น 9 เสียง และเสียงยาว 9 เสียง และแบ่งออกเป็นชนิดย่อยได้อีก 3 ชนิด คือ

- สระหน้า คือ เสียงสระที่เกิดจากการใช้ลิ้นส่วนหน้าทำให้เกิดเสียง มี 6 เสียง คือ อิ, อี ; เอะ , เอ ; แอะ , แอ
- สระกลาง คือ เสียงสระที่เกิดจากการใช้ลิ้นส่วนกลางทำให้เกิดเสียง มี 6 เสียงคือ อึ, อือ ; เออะ , เออ ; อะ , อา
- สระหลัง คือ เสียงสระที่เกิดจากการใช้ลิ้นส่วนหลังทำให้เกิดเสียง มี 6 เสียง คือ อุ, อู ; โอะ , โอ ; เอาะ , ออ

ลักษณะริมฝีปาก	ริมฝีปากรี		ริมฝีปากห่อ
ส่วนของลิ้น / ระดับลิ้น	หน้า	กลางค่อนไปหลัง	หลัง
สูง	อิ อี	อึ อือ	อุ อู
กลาง	เอะ เอ	เออะ เออ	โอะ โอ
ต่ำ	แอะ แอ	อะ อา	เอาะ ออ

ตารางที่ 2.6 แสดงเสียงสระที่มีที่เกิดฐานเดียว

2) สระประสม (Diphthong) หมายถึง เสียงสระที่มีที่เกิดตั้งแต่ 2 ฐานขึ้นไป กล่าวคือ เสียงสระที่เกิดจากการใช้ลิ้นออกเสียงสระหนึ่งแล้วลิ้นยังไม่กลับเข้าที่เดิม และลิ้นได้ออกเสียงอีกสระหนึ่ง เป็นลักษณะการเปลี่ยนระดับของลิ้นจากระดับหนึ่งไปอีกระดับหนึ่ง โดยลงเสียงหนักที่สระตัวแรก สระประสมในภาษาไทยมี 6 เสียง คือ

เอียะ เกิดจากการออกเสียงสระ อิ+อะ

เอีย เกิดจากการออกเสียงสระ อี+อา

เอือะ เกิดจากการออกเสียงสระ อึ+อะ

เอือ เกิดจากการออกเสียงสระ อือ+อา

อัวะ เกิดจากการออกเสียงสระ อุ+อะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัว เกิดจากการออกเสียงสระ อู+อา

เมื่อสังเกตจากการออกเสียงประสมข้างต้นนี้ เราสามารถแสดงความเกี่ยวเนื่องของเสียงแต่ละเสียงได้ดังนี้

ส่วนของลิ้น / ระดับของลิ้น	หน้า	กลาง	สูง
สูง	อิ อี	อึ อือ	อุ อู
กลาง	เอะ เอ	เออะ เออ	โอะ โอ
ต่ำ	แอะ แอ	อะ อา	เอาะ ออ

ตารางที่ 2.7 แสดงความเกี่ยวเนื่องของเสียงแต่ละเสียงในการออกเสียงสระประสม

3) สระเกิน หมายถึง เสียงสระที่มีเสียงซ้ำกับเสียงสระเดียวและมีเสียงพยัญชนะประสมอยู่ สระเกินมีอยู่ 8 เสียง คือ

ฤ เกิดจากการออกเสียง ร+อึ

ฤา เกิดจากการออกเสียง ร+อื

ฦ เกิดจากการออกเสียง ล+อึ

ฦา เกิดจากการออกเสียง ล+อื

อำ เกิดจากการออกเสียง อะ+ม

ไอ เกิดจากการออกเสียง อะ+ย

ใอ เกิดจากการออกเสียง อะ+ย

เอา เกิดจากการออกเสียง อะ+ว

ข. จำนวนหน่วยเสียงสระในภาษาไทย

ได้มีความเห็นแตกต่างกันหลายความเห็นเกี่ยวกับการนับจำนวนหน่วยเสียงสระในภาษาไทย ซึ่งแต่ละความเห็นก็มีเหตุผล เช่น

- ความเห็นแรก เห็นว่าหน่วยเสียงสระในภาษาไทยมีเพียง 18 หน่วยเสียงเท่านั้น โดยนับเอาเฉพาะหน่วยเสียงสระเดี่ยว 18 เสียง เนื่องจากเป็นเสียงที่มีที่เกิดเพียงฐานเดียว สามารถหาคู่เทียบเสียงได้ชัดเจนแน่นอน
- ความเห็นที่สองเห็นว่า มี 21 หน่วยเสียง โดยนับหน่วยเสียงสระเดี่ยว 18 เสียง บวกกับหน่วยเสียงสระประสมอีก 3 เสียง คือ เอีย อือ และ อัว
- ความเห็นที่สาม เห็นว่ามี 24 หน่วยเสียง โดยนับหน่วยเสียงสระเดี่ยว 18 เสียง และสระประสมอีก 6 เสียง

นักภาษาศาสตร์ในปัจจุบันส่วนใหญ่ยอมรับตามความคิดเห็นที่ 2 ว่า หน่วยเสียงสระไทย มี 21 เสียง เพราะเสียงเหล่านี้สามารถหาคู่เทียบเสียงได้ ดังความเห็นของ "กาญจนา นาคสกุล" ว่า หน่วยเสียงสระในภาษาไทยมีทั้งหมด 21 หน่วย เป็นหน่วยเสียงสระเดี่ยวสั้น 9 หน่วย หน่วยเสียงสระเดี่ยวยาว 9 หน่วย และเป็นหน่วยสระประสม 3 หน่วย"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.3 เสียงวรรณยุกต์

การพูดของคนในแต่ละภาษาย่อมมีเสียงสูงเสียงต่ำเป็นธรรมดา ระดับสูงต่ำของเสียงในภาษาพูดจะถูกจัดเป็นหน่วยเสียงหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับว่าระดับเสียงต่าง ๆ นั้นสามารถเกิดในที่แวดล้อมเดียวกัน แล้วทำให้เกิดคำที่มีความหมายต่างกันหรือไม่ ในภาษาไทยเราเรียกระดับเสียงสูงต่ำของคำว่า "วรรณยุกต์" ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้คำซึ่งมีส่วนประกอบอื่น ๆ คือ พยัญชนะ สระ และตัวสะกดอย่างเดียวกัน มีความหมายต่างกันได้ ดังนั้น วรรณยุกต์ในภาษาไทยจึงจัดเป็นหน่วยเสียง เรียกว่า "หน่วยเสียงวรรณยุกต์"

ก. รูปและเสียงวรรณยุกต์ในภาษาไทย

ในภาษาไทยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ รูปวรรณยุกต์มีอยู่ 4 รูป แต่มี 5 เสียง เรียกตามอักขระวิธีเดิมว่า เสียงสามัญ เสียงเอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา และใช้รูปวรรณยุกต์ 4 รูปดังกล่าวมาแล้ว ส่วนเสียงสามัญไม่มีรูป เมื่อใช้รูปวรรณยุกต์เอกกับอักษรสูงและอักษรกลางจะเป็นเสียงเอก แต่ถ้าใช้กับอักษรต่ำจะเป็นเสียงโท เมื่อใช้รูปวรรณยุกต์โทกับอักษรสูงและอักษรกลางจะเป็นเสียงโท แต่ถ้าใช้กับอักษรต่ำจะเป็นเสียงตรี รูปวรรณยุกต์ตรีและจัตวาไม่ใช้กับอักษรต่ำและอักษรสูง ในเรื่องนี้ "ชาคริต อนันทราวัน" ได้นำตารางรูปวรรณยุกต์ในภาษาถิ่นตระกูลไต ของศาสตราจารย์ วิลเลียม เจ เกดนี่ มาถ่ายทอดไว้ดังนี้

แถวที่	สัญลักษณ์และตัวอย่าง				
	A	B	C	D.L.	D.S.
1	ขา	ข่า	ข้า	ขาด	ขัด
2	กา	ก่า	กล้า	กาด	กัด
3	บา	บ่า	บ้า	บาด	บัด
4	นา	น่า	น้า	นาก	นัก

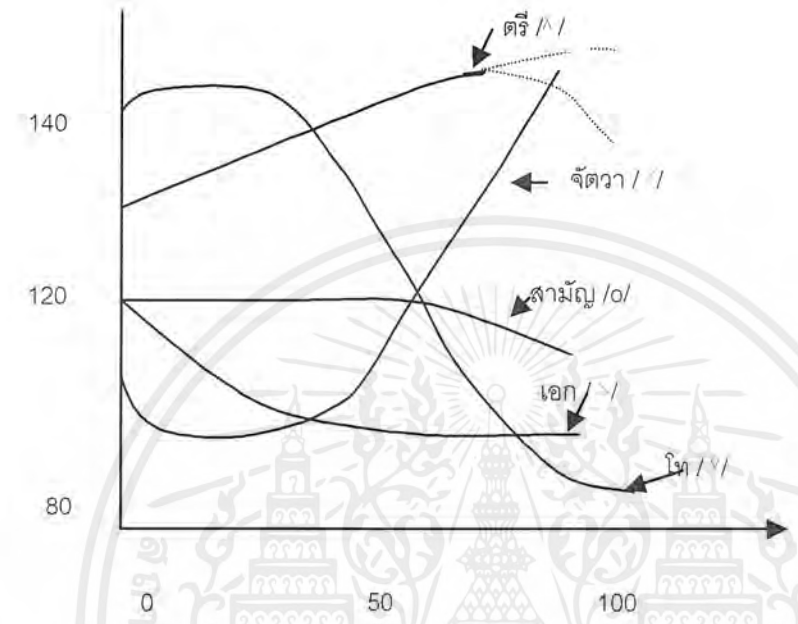
ตารางที่ 2.8 แสดงรูปวรรณยุกต์ในภาษาถิ่นตระกูลไต

จากตาราง แถวที่ 1 ใช้อักษรสูง
แถวที่ 2 ใช้อักษรกลางเสียงไม่ก้อง
แถวที่ 3 ใช้อักษรกลางเสียงก้อง
แถวที่ 4 ใช้อักษรต่ำ
ช่อง A คำเป็นไม่มีรูปวรรณยุกต์
ช่อง B คำเป็นมีรูปวรรณยุกต์เอก
ช่อง C คำเป็นมีรูปวรรณยุกต์โท
ช่อง D.L คำตายเสียงยาว
ช่อง D.S คำตายเสียงสั้น

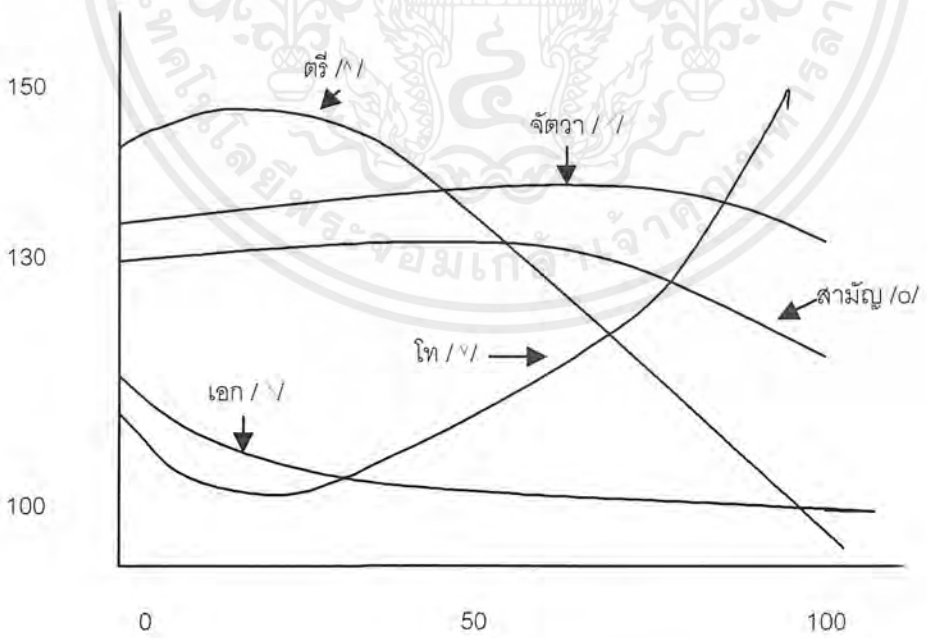
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ลักษณะของหน่วยเสียงวรรณยุกต์ในภาษาไทย

จากตารางดังกล่าวข้างต้นเราสามารถรู้ได้ว่าคำในภาษาไทยมีกี่หน่วยเสียงโดยใช้วิธีการฟังจากหู และจากการใช้เครื่องตรวจสอบวรรณยุกต์ที่เรียกชื่อว่า ซาวด์สเปคโตรแกรม (Sound Spectogram) ผลการตรวจสอบเสียงวรรณยุกต์ภาษาไทยมาตรฐานด้วยเครื่องมือดังกล่าว กาญจนา นาคสกุล ได้ให้คำอธิบายถึงลักษณะเค้าโครงและความถี่โดยประมาณของเสียงวรรณยุกต์ในภาษาไทย ด้วยแผนภูมิไว้ดังนี้



ก) ภาพแสดงระดับเสียงวรรณยุกต์ในพยางค์ที่มีสระเสียงสั้น



(ข) ภาพแสดงระดับวรรณยุกต์ในพยางค์ที่มีสระเสียงยาว

รูปที่ 2.3 ภาพแสดงระดับเสียงวรรณยุกต์ในพยางค์ที่มีสระเสียงสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยนี้ เราสามารถจัดได้เป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ วรรณยุกต์ระดับ และวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ

1) วรรณยุกต์ระดับ (Level tone) หมายถึง เสียงวรรณยุกต์ที่มีเสียงคงที่ หรือค่อนข้างคงที่ ตั้งแต่ต้นพยางค์ตลอดท้ายพยางค์ มี 3 หน่วย คือ

- หน่วยเสียงวรรณยุกต์ระดับต่ำ (Low tone) / ˩ / วรรณยุกต์นี้อาจมีต้นเสียงกลาง ๆ ประมาณ 120 Hz แล้วจะต่ำลงมาถึงประมาณ 110 Hz อย่างรวดเร็ว คือ เสียงวรรณยุกต์เอกนั่นเอง
- หน่วยเสียงวรรณยุกต์ระดับกลาง (Mid tone) มีระดับเสียงกลาง ๆ ประมาณ 120 Hz และจะคงระดับนั้นจนกระทั่งปลาย ๆ พยางค์จึงจะลดต่ำลงมาเกือบถึงประมาณ 110 Hz คือ เสียงวรรณยุกต์สามัญ และวรรณยุกต์นี้ไม่ต้องแสดงรูปสัทอักษร
- หน่วยเสียงวรรณยุกต์ระดับสูง (High tone) / ˥ / มีระดับเสียงสูง และค่อย ๆ สูงขึ้นทีละน้อย จากต้นเสียงประมาณ 125 Hz จนถึงประมาณ 135-140 Hz เมื่อสิ้นพยางค์ หรืออาจลดต่ำลงตอนปลาย ๆ พยางค์ ลงมาถึงประมาณ 130 Hz คือ เสียงวรรณยุกต์ตรีนั่นเอง

2) วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ (Contour tone) มีระดับความถี่ของการออกเสียงเปลี่ยนแปลงมากในช่วงพยางค์หนึ่ง ๆ เช่น ต้นพยางค์มีเสียงระดับสูงแล้วลดระดับเสียงลงสู่ระดับต่ำอย่างรวดเร็วที่ปลายพยางค์ หรือต้นพยางค์เสียงมีระดับต่ำแล้วสูงขึ้นที่ปลายพยางค์ มีอยู่ 2 หน่วยเสียง คือ

- หน่วยเสียงวรรณยุกต์เปลี่ยนตก (Falling tone) / ˥˩ / ระดับเสียงจะเริ่มที่ความถี่ประมาณ 140 Hz และลดต่ำลงอย่างรวดเร็วที่ปลายพยางค์ ประมาณ 100 Hz คือ เสียงวรรณยุกต์โท
- หน่วยเสียงวรรณยุกต์เปลี่ยนขึ้น (Rising tone) / ˩˥ / ระดับเสียงจะเริ่มที่ความถี่ประมาณ 110 Hz แล้วจะลดลงอีกเล็กน้อย ก่อนจะเปลี่ยนเสียงขึ้นอย่างรวดเร็วไปสู่ความถี่ที่สูงขึ้นประมาณ 140 Hz ที่ปลายพยางค์ คือ เสียงวรรณยุกต์จัตวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 สัทอักษรสำหรับภาษาไทย

สัทอักษรที่ใช้ในการบันทึกเสียงภาษาไทยเพื่ออธิบายโครงสร้างของระบบเสียงภาษาไทย มีดังตารางต่อไปนี้

พยัญชนะ		ริมฝีปาก	ริมฝีปากกับฟัน	ฟันและปุ่มเหงือก	เพดานแข็ง	เพดานอ่อน	ช่องระหว่างเส้นเสียง
ระเบิด	ไม่ก้อง ไม่มีลม	p		t		c	k
	ไม่ก้อง มีลม	ph		th		ch	kh
	ก้อง ไม่มีลม	b		d			
นาสิก		m		n		ŋ	
ข้าง				l			
รัว				r			
เสียดแทรก			f	s			
ครึ่งสระ		w			j	(w)	
สระ					หน้า กลาง สั้น		
สูง					i i: w w: u u:		
กลางสูง					e e: r r: o o:		
กลางต่ำ					ɛɛ: ɔɔ:		
ต่ำ					a a:		
วรรณยุกต์	สามัญ (ไม่มีรูป) เอก \ โท ^ ตรี / จัตวา ˇ						

ตารางที่ 2.9 แสดงอักษรแทนเสียงภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับพยัญชนะ หรือหน่วยเสียงพยัญชนะ

จากพยัญชนะไทยทั้ง 44 ตัว ทำหน้าที่เป็นพยัญชนะต้น และพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด เกิดเป็นหน่วยเสียงพยัญชนะได้ 21 หน่วยเสียง สามารถใช้เป็นพยัญชนะต้นเดี่ยวหรือควบกล้ำ และพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด ดังแสดงในตารางที่ 2.10 – 2.13

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

ตารางที่ 2.10 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น เดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 2.11 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ

นอกจากนี้ยังมีอักขระควบกล้ำ สำหรับคำเสียงที่มาจากภาษาต่างประเทศ อีก 5 หน่วยเสียง

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

ตาราง 2.12 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ
(สำหรับคำที่มาจากภาษาต่างประเทศ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของพยัญชนะ
/p/	บ ป พ ฟ ภ
/t/	ด ฎ ต ฏ ส ศ ษ จ ท ช ฐ ฒ ถ ธ
/k/	ก ข ค
/ʔ/	-ะ
/m/	ม
/n/	น ณ ร ล
/ŋ/	ง
/w/	ว
/y/	ย ญ

ตารางที่ 2.13 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย (ตัวสะกด)

<u>หมายเหตุ</u> พยัญชนะท้ายหรือตัวสะกดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะการให้เสียงในพยางค์ คือ

กลุ่มที่ 1 พยัญชนะที่เป็นเสียงหยุด (Stop) ทำให้พยางค์นั้นเกิดเสียงหยุดตอนท้าย หรือเรียกว่าพยางค์ที่มีเสียงกักตอนท้าย มี 4 เสียงได้แก่ เสียง /p t k ʔ/

กลุ่มที่ 2 พยัญชนะที่ไม่เป็นเสียงหยุด ทำให้พยางค์นั้นเกิดเสียงก้องตอนท้าย หรือเรียกว่าพยางค์ที่มีเสียงก้องตอนท้าย มี 5 เสียงได้แก่ เสียง / m n ŋ w y/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับสระ หรือหน่วยเสียงสระ

สระที่มีในภาษาไทย มีทั้งสิ้น 24 เสียง โดยแบ่งเป็น สระเดี่ยวสั้น-ยาว 18 เสียง และสระผสมอีก 6 เสียง รวมมีเสียงสระทั้งหมด 24 หน่วยเสียง ดังแสดงในตารางที่ 2.14 – 2.15

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของสระ
/a/	-ะ
/aa/	-า
/i/	ิ
/ii/	ี
/ɯ/	ึ
/ɯɯ/	ื
/u/	ุ
/uu/	ู
/e/	เ-ะ
/ee/	เ-
/ə/	เ-อะ
/əə/	เ-อ
/o/	โ-ะ
/oo/	โ-
/æ/	แ-ะ
/ææ/	แ-
/ɔ/	เ-าะ
/ɔɔ/	-อ

ตารางที่ 2.14 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระเดี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของวรรณยุกต์
/ia/	เ–ีียะ
/iia/	เ–ีีย
/Ψa/	เ–ืือะ
/ΨΨa/	เ–ืือ
/ua/	-ัวะ
/uua/	-ัว

ตารางที่ 2.15 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระผสม

2.7.3 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับวรรณยุกต์ หรือหน่วยเสียงวรรณยุกต์

เสียงวรรณยุกต์หรือระดับเสียงในภาษาไทย มีทั้งสิ้น 5 ระดับเสียง ดังนี้

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปของวรรณยุกต์
ไม่มี	สามัญ
/^/	เอก
/^/	โท
/^/	ตรี
/^/	จัตวา

ตารางที่ 2.16 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงวรรณยุกต์

สรุป

จากการศึกษาระบบเสียงภาษาไทย ทำให้เราทราบถึงโครงสร้างและความสำคัญของหน่วยประกอบพื้นฐานของพยางค์ พร้อมทั้งทราบถึงสัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละอักษรภาษาไทย ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการนำไปใช้ในการกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงโดยวิธี MPT- networks (Morpheme to Phonetic symbols Transformation networks) ที่จะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 5

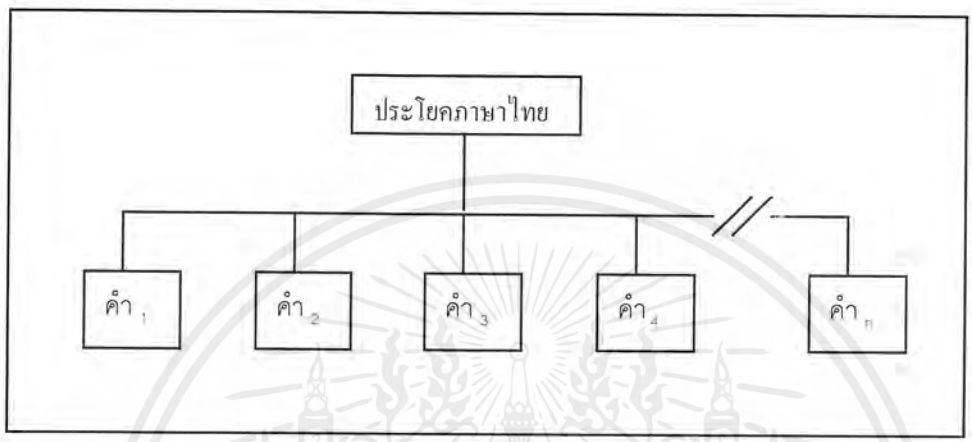
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การตัดคำ

3.1 บทนำ

การตัดคำเป็นการแยกคำภาษาไทยออกจากประโยคภาษาไทย เพื่อจะนำคำที่ได้ไปใช้ในการสร้างเสียง วิธีที่ใช้ในการตัดคำในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คือ การตัดคำโดยใช้วิธี WordBucket



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของประโยคภาษาไทย

3.2 โครงสร้างของพจนานุกรมคำศัพท์

พจนานุกรมคำศัพท์ประกอบด้วย field ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

No	Field Name	Type	Size	Description
1	คำ	Text	25	เก็บคำศัพท์ในพจนานุกรม
2	จำนวนพยางค์	Number (Interger)	4	จำนวนพยางค์ของคำนี้
3	พยางค์ที่ 1	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 1
4	พยางค์ที่ 2	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 2
5	พยางค์ที่ 3	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 3
6	พยางค์ที่ 4	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 4
7	พยางค์ที่ 5	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 5
8	พยางค์ที่ 6	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 6
9	พยางค์ที่ 7	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 7
10	พยางค์ที่ 8	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 8
11	พยางค์ที่ 9	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 9
12	พยางค์ที่ 10	Text	10	คำอ่านของพยางค์ที่ 10

ตารางที่ 3.1 แสดง field ต่าง ๆ ในพจนานุกรมคำศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างคำที่เก็บในพจนานุกรมคำศัพท์

คำ	จำนวนพยางค์	พยางค์ที่ 1	พยางค์ที่ 2	พยางค์ที่ 3	พยางค์ที่ 4	พยางค์ที่ 5	พยางค์ที่ 6	พยางค์ที่ 7	พยางค์ที่ 8	พยางค์ที่ 9	พยางค์ที่ 10
กรุง	1	กรุง									
กรุงเทพ	2	กรุง	เทพ								
กรุงเทพมหานคร	6	กรุง	เทพ	มะ	หา	นะ	คอน				
ของ	1	ของ									
คน	1	คน									
ช้าง	1	ช้าง									
เทพ	1	เทพ									
นคร	2	นะ	คอน								
ประ	1	ประ									
ประเด็น	2	ประ	เด็น								
เป็น	1	เป็น									
มหา	2	มะ	หา								
เรื่อง	1	เรื่อง									
ใหญ่	1	ใหญ่									
อพยพ	3	อพ	พะ	ยพ							

ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างคำที่เก็บในพจนานุกรมคำศัพท์

3.3 วิธีการตัดคำโดยใช้ WordBucket

คือ การตัดคำโดยวิธีเก็บ "คำที่เป็นไปได้ในการตัดคำ" แต่ละครั้งไว้ใน WordBucket แล้วเลือกคำที่ยาวที่สุดใน WordBucket เป็นคำที่ตัดได้ "คำที่เป็นไปได้ในการตัดคำ" หมายถึง เป็นคำที่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์

ตัวอย่างเช่น

ข้อมูลใน WordBucket ในการตัดคำว่า "กรุงเทพมหานคร" คือ

WordBucket (1) กรุง

WordBucket (2) กรุงเทพ

WordBucket (3) กรุงเทพมหานคร

คำที่เป็นไปได้ในการตัด คือ กรุง, กรุงเทพ, กรุงเทพมหานคร

คำที่เป็นไปได้ในการตัดที่ยาวที่สุด คือ กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการตัดคำออกจากประโยค

ประโยคที่จะตัด คือ "เรื่องของช้างอพยพเป็นประเด็นใหญ่ของคนกรุงเทพมหานคร"

หลังการตัดคำโดยใช้ WordBucket จะได้ดังต่อไปนี้ เรื่อง-ของ-ช้าง-อพยพ-เป็น-ประเด็น-ใหญ่-ของ-คน-กรุงเทพมหานคร

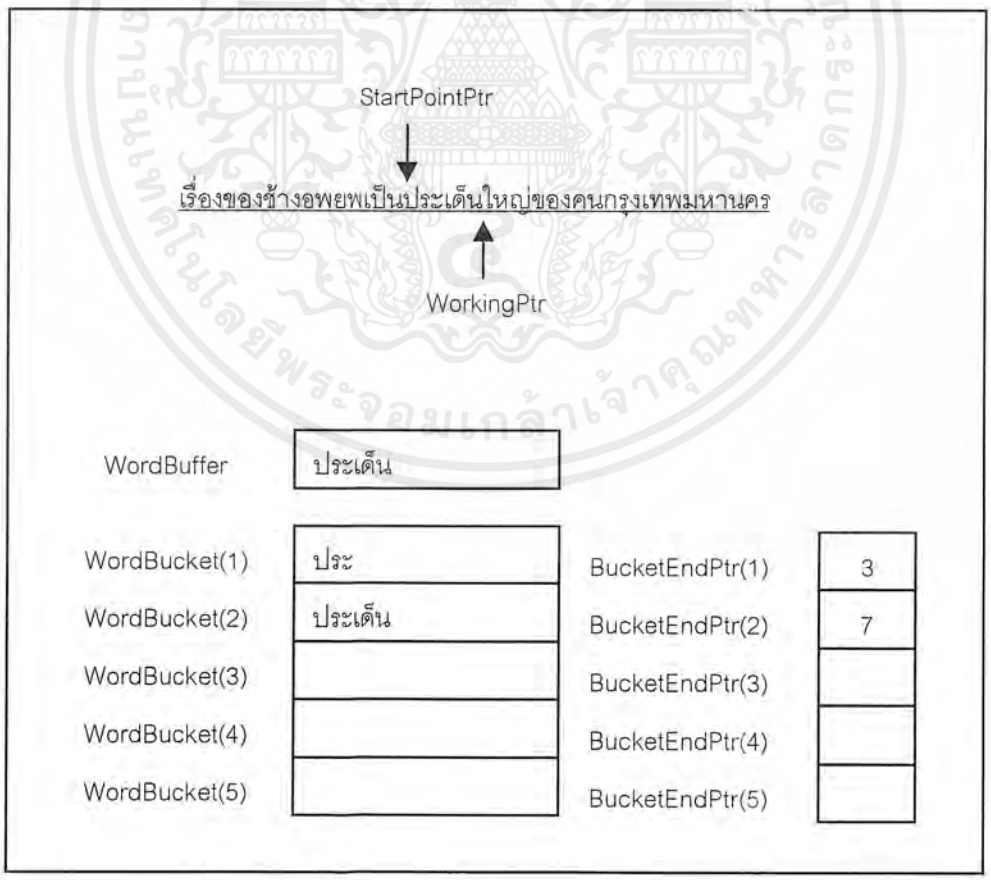
ตัวแปรที่ใช้ในการตัดคำ

ตัวแปรที่ใช้ชี้ข้อมูล

1. StartPointPtr เป็นตัวแปรที่ใช้ชี้ตำแหน่งตัวอักษรเริ่มต้นของคำที่กำลังตัด
2. WorkingPtr เป็นตัวแปรที่ใช้ชี้ไปยังตัวอักษรตัวต่อไปที่จะอ่านเข้ามายัง WordBuffer

ตัวแปรที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. WordBuffer เป็นตัวแปรที่ใช้เก็บกลุ่มของตัวอักษรที่จะนำไปเปรียบเทียบกับพจนานุกรมคำศัพท์
2. WordBucket เป็นตัวแปรที่เก็บคำที่เป็นไปได้ในการตัดคำทั้งหมด เพื่อทำการเลือกคำที่ยาวที่สุดต่อไป
3. BucketEndPtr เป็นตัวแปรที่ใช้เก็บจำนวนตัวอักษรของคำที่อยู่ใน WordBucket เพื่อใช้สำหรับเลื่อน StartPointPtr ไปตำแหน่งเริ่มต้นของคำต่อไป



รูปที่ 3.2 แสดงวิธีการตัดคำโดยใช้ WordBucket

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายการทำงานของการตัดคำ

1. กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับStartPointPtr และ WorkingPtr ให้เท่ากับ 1 เพื่อชี้ไปยังตัวอักษรตัวแรกของข้อความที่ต้องการตัดคำ
2. นำตัวอักษรที่ชี้โดย WorkingPtr มาเก็บไว้ใน WordBuffer ซึ่งเป็น buffer ที่ใช้เปรียบเทียบกับพจนานุกรมคำศัพท์ และเพิ่มค่า WorkingPtr อีกหนึ่ง เพื่อชี้ไปยังตัวอักษรตัวต่อไป
3. เปรียบเทียบกลุ่มของตัวอักษรที่อยู่ใน WordBuffer กับพจนานุกรมคำศัพท์ ว่ามีคำที่อยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วยกลุ่มของตัวอักษรที่อยู่ใน WordBuffer หรือไม่ ถ้ามีแสดงว่ายังคงมีคำที่เป็นไปได้ในการตัดที่ยาวกว่านี้อยู่ให้ไปขั้นตอนต่อไป ถ้าไม่มีแสดงว่าไม่มีคำที่เป็นไปได้ที่ยาวกว่านี้แล้วให้ไปขั้นตอนที่ 7
4. เปรียบเทียบกลุ่มของตัวอักษรที่อยู่ใน WordBuffer กับพจนานุกรมคำศัพท์ ว่ามีคำที่อยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ที่ตรงกับคำที่อยู่ใน Wordbuffer นี้หรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าพบคำที่สามารถตัดได้ในพจนานุกรมคำศัพท์ให้ไปขั้นตอนต่อไป ถ้าไม่มีกลับไปขั้นตอนที่ 2 เพื่อหาคำที่สามารถตัดได้ต่อไป
5. นำคำที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 เก็บลง WordBucket ซึ่งเป็น Buffer ขนาด 5 ช่อง สำหรับเก็บคำทั้งหมดที่สามารถตัดได้
6. ตรวจสอบว่า WordBucket เต็มหรือไม่ ถ้าเต็มไปขั้นตอนต่อไป ถ้าไม่เต็มกลับไปขั้นตอนที่ 2 เพื่อหาคำที่สามารถตัดได้ที่ยาวที่สุดต่อไป
7. เลือกคำใน WordBucket ที่ยาวที่สุด โดยปกติจะเป็นคำสุดท้ายที่ตัดได้ แต่บางครั้งคำที่ยาวที่สุดที่ตัดได้ อาจทำให้คำต่อไปอ่านไม่ได้ ดังนั้นเราจึงต้องกลับมาเลือกคำที่ยาวที่สุดอันดับก่อนหน้าที่ยาวที่สุดที่ไม่ทำให้คำต่อไปอ่านไม่ได้

   ตัวอย่างเช่น คำว่า "หายาก"

   WordBucket (1) = หา BucketEndPtr (1) = 2

   WordBucket (2) = หาย BucketEndPtr(2) = 3

   ถ้าเราเลือกคำที่ยาวที่สุด คือ คำว่า "หาย" จะทำให้คำต่อไปเป็น "าก" ซึ่งเป็นคำที่อ่านไม่ได้ เราจึงต้อง Back กลับมาเลือกคำว่า "หา" แทน ซึ่งวิธีการตรวจสอบของเราจะใช้การตรวจสอบว่าอักษรตัวแรกของคำต่อไปขึ้นต้นด้วยสระหรือไม่ ถ้าขึ้นต้นด้วยสระให้ Back กลับไปเลือกคำที่ยาวที่สุดคำก่อนหน้า โดยเขียนโปรแกรมในลักษณะของ recursive
8. ตรวจสอบว่าคำที่เลือกเป็นคำที่เข้ามาใน WordBucket เป็นคำสุดท้ายหรือไม่ ถ้าใช่ก็ไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงค่าใน WorkingPtr เพราะจะชี้ไปยังตัวอักษรตัวแรกของคำต่อไปอยู่แล้วให้ไปขั้นตอนที่ 10 ได้เลย แต่ถ้าไม่ใช่ไปขั้นตอนต่อไป
9. ถ้าคำที่เลือกไม่ได้เป็นคำที่เข้ามาใน WordBucket เป็นคำสุดท้าย แสดงว่าหลังจากเลือกคำนี้ WorkingPtr ไม่ได้ชี้ไปยังตัวอักษรตัวแรกของคำต่อไป ต้องทำการย้าย WorkingPtr ไปยังตำแหน่งที่ถูกต้อง ดังนี้

   WorkingPtr = StartPointPtr + BucketEndPtr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย StartPointPtr เป็นตัวแปร Pointer ที่ชี้ตำแหน่งเริ่มต้นของคำปัจจุบัน

BucketEndPtr เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวนตัวอักษรของคำ

10. ให้ StartPointPtr = WorkingPtr เพื่อให้ StartPointPtr ชี้ไปยังตัวอักษรตัวแรกของคำต่อไป ซึ่งก่อนที่เราจะไปทำการตัดคำ ๆ ต่อไป ต้องนำคำที่ตัดได้ไปสร้างเสียงเสียก่อน

สรุป

การตัดคำโดยวิธี WordBucket เป็นการตัดคำที่เลือกคำที่ยาวที่สุดใน WordBucket เป็นคำที่ตัดได้ เมื่อตัดคำได้แล้วก็จะส่งคำที่ได้ไปสร้างเป็นเสียงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การกำหนดหน่วยเสียงและการสังเคราะห์เสียง

4.1. บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรูปแบบการเก็บบันทึกหน่วยเสียงเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเสียงพูด เทคนิคที่นำมาใช้ในการสร้างเสียงพูด และในส่วนสุดท้ายของบทจะกล่าวถึงการรวมหน่วยเสียงเพื่อสร้างเป็นเสียงในระบบเสียงภาษาไทย

4.2. หน่วยเสียงพื้นฐาน (Basic Phoneme)

หน่วยเสียง (phoneme) เป็นลักษณะเฉพาะแทนเสียงแต่ละเสียงที่ไม่ซ้ำกัน หน่วยเสียงพื้นฐานในภาษาไทย ได้แก่ หน่วยเสียงพยัญชนะ หน่วยเสียงสระ และหน่วยเสียงวรรณยุกต์ ซึ่งเป็นเสียงของพยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ที่ประกอบเป็นโครงสร้างพยางค์ไทย การเก็บบันทึกสามารถทำได้หลายวิธี แต่ประเด็นสำคัญจะต้องนำหน่วยเสียงเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดความยืดหยุ่น และเมื่อรวมกันแล้วต้องสามารถให้เสียงที่ถูกต้องเหมือนเสียงพูดตามธรรมชาติ 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 และสระยาวผสม 3 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง ได้ 60 หน่วยเสียง

หน่วยเสียงรวมทั้งสิ้น 38+60+60 = 158 หน่วยเสียง

ตัวอย่างการผสมเสียง

บ้าน จะได้ บ+อ้า+น
รัก จะได้ ร+อั๊ะ+ก
เหนียว จะได้ น+อิ+อ๋ำ+ว
เชือด จะได้ ช+อึ+เอื๊อ+ด
กรง จะได้ กร+โอะ+ง
ปลอด จะได้ ปล+อ่อ+ด
ตราด จะได้ ตร+อ่า+ด
สวย จะได้ ส+อุ+อ๋ำ+ย

เป็นต้น

การบันทึกเสียงในแบบที่ 1 จะประหยัดเนื้อที่ในหน่วยความจำมากที่สุด แต่เสียงที่ผสมจะไม่เป็นธรรมชาติ และบางคำจะฟังไม่รู้เรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2

1. บันทึกเสียงพยัญชนะต้น (เดี่ยว+ควบกล้ำ) 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,แม่กด,และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งสิ้น 108 หน่วยเสียง
4. บันทึกเสียงสระสั้นผสมตัวสะกด แม่กง,แม่กน,แม่กบ,แม่เกย,แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง รวมทั้งสิ้น 300 แฟ้มเสียง
5. บันทึกสระเสียงยาว 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง คือ เสียงสามัญ เสียงเอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา รวมทั้งหมด 60 แฟ้มเสียง
6. บันทึกสระเสียงยาวที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก,แม่กด,และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งสิ้น 108 หน่วยเสียง
7. บันทึกเสียงสระเสียงยาวผสมตัวสะกด แม่กง,แม่กน,แม่กบ,แม่เกย,แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง รวมทั้งสิ้น 300 แฟ้มเสียง

หน่วยเสียงรวมทั้งสิ้น 38+36+108+300+60+108+300 = 950 หน่วยเสียง

ตัวอย่างการผสมเสียง

บ้าน จะได้ บะ+อ้าน
รัก จะได้ ระ+อั๊ก
เหนียว จะได้ นะ+เอี๋ยว
เชือด จะได้ ชะ+เอื๊อด
กรง จะได้ กระ+อง
ปลอด จะได้ ปละ+อ่อด
ตราด จะได้ ตระ+อ่าด
สวย จะได้ สะ+อ๋วย

เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 3

1. บันทึกเสียงพยัญชนะต้น (เดี่ยว+ควบกล้ำ) ผสมเสียงสระเสียงสั้น ได้ทั้งหมด 456 หน่วยเสียง
2. บันทึกสระเสียงสั้น 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 4 หน่วยเสียง คือ เสียงเอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา รวมทั้งหมด 48 แฟ้มเสียง
3. บันทึกสระเสียงสั้นที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก,แม่กด,และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 4 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา รวมทั้งสิ้น 144 หน่วยเสียง
4. บันทึกเสียงสระเสียงสั้นผสมตัวสะกด แม่กง, แม่กน, แม่กบ, แม่เกย, แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง รวมทั้งสิ้น 300 แฟ้มเสียง
5. บันทึกสระเสียงยาว 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง คือ เสียงสามัญ เสียงเอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา รวมทั้งหมด 60 แฟ้มเสียง
6. บันทึกสระเสียงยาวที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก, แม่กด, และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 4 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา รวมทั้งสิ้น 144 หน่วยเสียง
7. บันทึกเสียงสระเสียงยาวผสมตัวสะกด แม่กง, แม่กน, แม่กบ, แม่เกย, แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง รวมทั้งสิ้น 300 แฟ้มเสียง

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

ตัวอย่างการผสมเสียง

บ้าน จะได้ บะ+อ้าน
รัก จะได้ ระ+อั๊ก
เหนียว จะได้ เนียะ+เอี๋ยว
เชือด จะได้ เชือะ+เอื้อด
กรง จะได้ โกระ+อง
ปลอด จะได้ ปละ+อ่อด
ตราด จะได้ ตระ+อ่าด
สวย จะได้ สัวะ+อ๋วย

เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 4

1 บันทึกพยัญชนะต้น (เดี่ยว+ควบกล้ำ) 38 หน่วยเสียง ผสมสระ(สั้น+ยาว) ทั้งหมด 24 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง รวม 4560 หน่วยเสียง

2 บันทึกเสียงพยัญชนะต้น (เดี่ยว+ควบกล้ำ) ผสมสระ และตัวสะกด ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง ร่วม 36,000 หน่วยเสียง

รวมหน่วยเสียงทั้งสิ้น 4560+36000 = 40560 หน่วยเสียง

แบบนี้คล้ายเป็นคำอ่าน และเป็นคำที่ครอบคลุมทุกเสียงในภาษาไทยทั้งหมด

ตัวอย่างการออกเสียง

ประชากร	จะได้	ประ+ชา+กร
สลอน	จะได้	สะ+หลอน
บุรุษ	จะได้	บุ+หรุด
ชำเลือง	จะได้	ชำ+เลือง
ไปรษณีย์	จะได้	ไปร+สะ+นี

เป็นต้น

แบบที่ 5

เป็นการบันทึกเสียงเป็นคำ ๆ ซึ่งวิธีนี้จะได้เสียงที่เป็นธรรมชาติที่สุด แต่ก็จะเปลืองหน่วยความจำที่สุด

4.3 เทคนิคที่ใช้ในการสร้างเสียงพูดมีเทคนิคที่สำคัญๆ อยู่ 2 วิธี

1. การสร้างเสียงโดยการเก็บบันทึกเสียงพูด (speech storage)

เป็นวิธีของการเก็บบันทึกเสียงจริง ๆ ของมนุษย์เอาไว้อย่างตรงไปตรงมา โดยอาจจะแบ่งเก็บเป็นข้อมูลของหน่วยย่อย ๆ ของคำหรือพยางค์ ซึ่งเมื่อมีการสร้างเสียงพูดขึ้นมาก็จะมีการอ้างถึงข้อมูลของเสียงหน่วยย่อย ๆ นี้นำมาเรียงต่อ ๆ กันเกิดเป็นคำหรือประโยคขึ้นมา

ข้อดี ก็คือ สามารถจะสร้างเสียงพูดที่มีคุณภาพสูงมาก ๆ หรือใกล้เคียงกับสำเนียงของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี

ข้อเสีย ก็คือ ใช้หน่วยเก็บข้อมูลมากตามคุณภาพของเสียงที่ได้และคำศัพท์ที่มีอยู่ในพจนานุกรมเสียง

การสร้างเสียงโดยการบันทึกเสียงพูด จะใช้การเก็บหน่วยเสียงตามแบบที่ 4 และที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **การสร้างเสียงโดยการสังเคราะห์เสียงพูด (speech Synthesis)**

การสร้างเสียงจากการสังเคราะห์ จะสร้างเสียงโดยการนำค่าพารามิเตอร์ของแต่ละเสียงมาใช้ในการหาเสียงจริง ดังนั้นการเก็บข้อมูลเสียงจะเก็บเฉพาะค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแต่ละเสียงเท่านั้น

ข้อดี ก็คือ ใช้หน่วยความจำน้อยกว่าวิธีแรกมาก ทำให้สามารถมุ่งไปสู่การสร้างระบบสังเคราะห์เสียงที่ไม่จำกัดจำนวนคำศัพท์ และที่สำคัญที่สุดก็คือสามารถทำได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย

ข้อเสีย ก็คือ โปรแกรมในการสังเคราะห์เสียงพูดมีความยุ่งยากและเสียงที่ได้ออกมามีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

การเก็บหน่วยเสียงตามแบบที่ 1,2 และ 3 เป็นการเก็บหน่วยเสียงสำหรับการสังเคราะห์เสียงโดยเก็บเฉพาะหน่วยเสียงย่อยที่ใช้ในการประกอบเป็นเสียง 1 พยางค์เสียง เมื่อต้องการสร้างเสียงก็นำเสียงย่อยๆ เหล่านั้นมารวมกันจนเกิดเป็นเสียงขึ้นมา

4.4 การรวมหน่วยเสียง

จากสัญลักษณ์แทนเสียงที่ได้จากการแปลงหน่วยคำภายในประโยค เมื่อได้กำหนดหน่วยเสียงตามสัญลักษณ์แทนเสียงแต่ละตัว เราสามารถนำแต่ละหน่วยเสียงที่เก็บบันทึกในรูปแฟ้มเสียง (.WAV) มาทำการเชื่อมต่อกันเป็นเสียงของแต่ละพยางค์ในหน่วยคำ ซึ่งท้ายที่สุดเราจะได้แฟ้มเสียงรวมของประโยคทั้งหมด

ขั้นตอน การรวมหน่วยเสียง

1 ทำการวิเคราะห์สัญลักษณ์แทนเสียงแต่ละพยางค์ แล้วจัดรูปแบบในการรวมแฟ้มเสียงตามวิธีบันทึก/รวมแฟ้มในแบบที่ 3 ซึ่งจะอยู่ในรูปของเสียง

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

2 เตรียมแฟ้มที่ใช้บันทึกผลลัพธ์ของการต่อแฟ้มเสียง

3 ทำการต่อแฟ้มเสียง โดยเรียกแฟ้มของหน่วยเสียงตามสัญลักษณ์แทนเสียงเข้ามา และนำแฟ้มเสียงของตัวถัดไปมาต่อท้ายเรียงกันตามลำดับจนหมดแฟ้มเสียง

เมื่อทำการต่อแฟ้มเสียงจนครบแล้ว สามารถเล่นเสียงตามวิธีการเล่นเสียงของ Audio wave ทั่ว ๆ ไป

สรุป

จากการศึกษาการกำหนดหน่วยเสียงและการสังเคราะห์เสียง ทำให้เราทราบถึงวิธีที่จะนำไปใช้ในการเก็บบันทึกหน่วยเสียงและรวมหน่วยเสียงเพื่อสร้างเป็นแฟ้มเสียง ซึ่งวิธีที่ใช้ในการเก็บหน่วยเสียงในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะใช้วิธีการเก็บหน่วยเสียงตามแบบที่ 3 ของวิธีการบันทึกหน่วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-networks

5.1 บทนำ

วิธีการแปลงหน่วยคำในประโยคภาษาไทยให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียงโดยวิธี MPT-networks เป็นกระบวนการแปลงหน่วยคำที่อาศัยเงื่อนไขทางโครงสร้างองค์ประกอบพยางค์ตามไวยากรณ์ภาษาไทยเป็นหลักในการพิจารณา เริ่มต้นจากการวิเคราะห์โครงสร้างพยางค์ของเสียงอ่าน เพื่อเปลี่ยนรูปพยางค์ที่เขียนได้หลากหลายรูปแบบให้อยู่ในรูปแบบกลางสำหรับใช้หาเสียงวรรณยุกต์เป้าหมาย โดยการสร้างกฎในรูปของโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการเขียนและการออกเสียง จากนั้นจึงเปลี่ยนรูปแบบการเขียนเป็นสมการเสียงพยางค์ และแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงต่อไป

การแปลงหน่วยคำในภาษาไทยให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยวิธี MPT-networks ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างพยางค์ เพื่อหารูปแบบกลาง
2. การวิเคราะห์รูปแบบกลางเพื่อหาเสียงเป้าหมาย
3. การแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างพยางค์ เพื่อหารูปแบบกลาง

จากฐานความรู้ในเรื่องของระบบเสียงในภาษาไทยและลักษณะโครงสร้างของพยางค์ไทยพบว่า พยางค์ประกอบด้วย พยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ ซึ่งสามารถเขียนได้หลายรูปแบบ รวมทั้งเสียงของพยางค์ไม่ขึ้นอยู่กับรูปวรรณยุกต์ที่ปรากฏ การที่จะแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงจะต้องทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเสียงกับรูปแบบการเขียนของคำอ่านที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพราะพยางค์สามารถเขียนได้หลายรูปแบบ เนื่องมาจากสาเหตุใหญ่ ๆ 6 ประการคือ

ประการที่ 1 รูปแบบของไวยากรณ์ที่ยอมให้อักขระตัวแรกของพยางค์ เป็นได้ทั้งสระหรือพยัญชนะก็ได้

ประการที่ 2 ในกลุ่มพยัญชนะควบกล้ำ อักขระตัวที่ต่อจากพยัญชนะตัวแรกไม่จำเป็นต้องเป็นสระเสมอไป

ประการที่ 3 แต่ละพยางค์อาจจะมีหรือไม่มีตัวสะกด (ซึ่งอยู่ในรูปของพยัญชนะ)

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

ประการที่ 5 สระบางรูป มีการใช้รูปของพยัญชนะเป็นส่วนหนึ่งของสระ เช่น สระ เ-อะ (มีพยัญชนะ "อ" รวมอยู่ในสระ)

ประการที่ 6 มีการเปลี่ยนรูปพยางค์ใหม่จากการเปลี่ยนหรือลดรูปสระ เช่น คำว่า "คน" มีการลดรูปสระ โ-ะ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการที่จะสร้างรูปแบบกลาง เพื่อใช้แทนรูปแบบการเขียนและใช้หาเสียงเป้าหมายของพยางค์ ต้องทำการวิเคราะห์องค์ประกอบโครงสร้างพยางค์จากรูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมด จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ถ้าพิจารณาการเกิดของรูปแบบตามลำดับการเขียนเฉพาะพยัญชนะและสระ จะได้อักขระเรียงตามกันดังนี้

รูปแบบการเขียน **กรณีที่ 1 พยางค์ที่อักขระแรกเป็นพยัญชนะ**

รูปแบบที่		ตัวอย่าง
1	พยัญชนะ+สระ	สา
2	พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ	กาบ
3	พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+สระ	พัวะ
4	พยัญชนะ+พยัญชนะ	กล
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

<u>หมายเหตุ</u> รูปแบบ 6*-10* เป็นรูปของพยัญชนะควบกล้ำ

รูปแบบการเขียน **กรณีที่ 2 พยางค์ที่อักขระแรกเป็นสระ**

รูปแบบที่		ตัวอย่าง
1	สระ+พยัญชนะ	โต
2	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ	โสด
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	โครง
11*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ	เพลา
12*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ	เขลอะ
13*	สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+สระ	เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

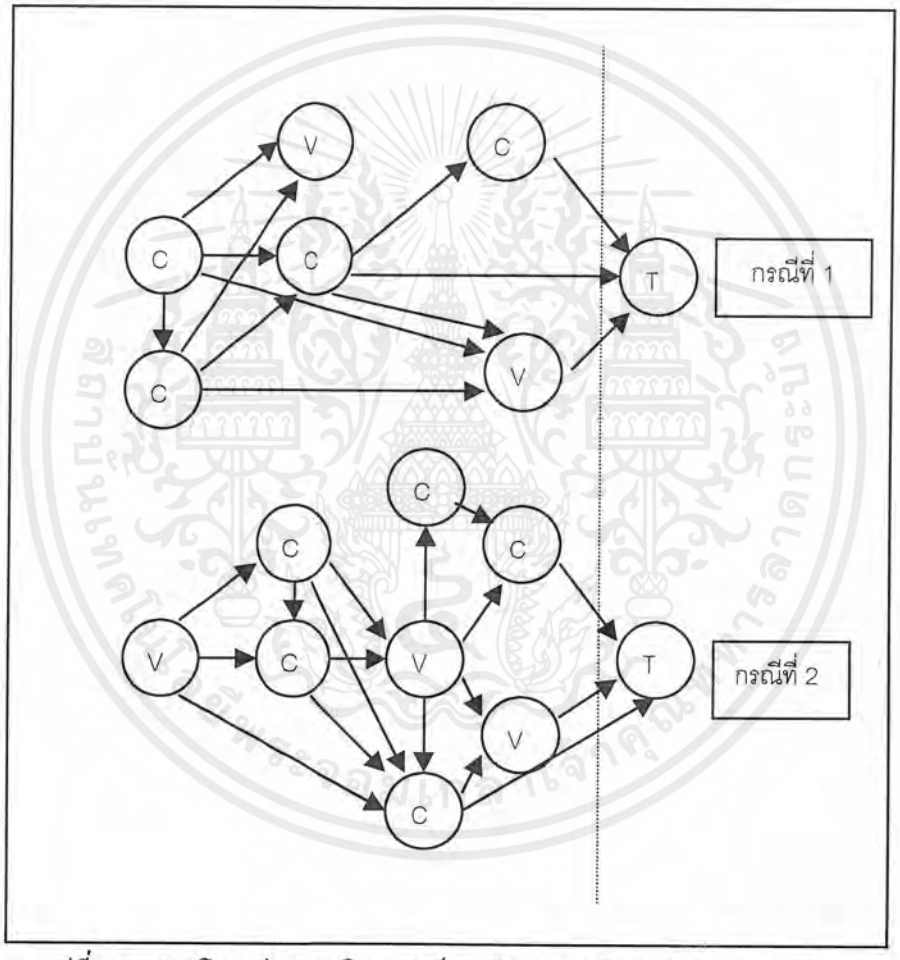
14* สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ เสริฐ

15* สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ เพลียง

16* สระ+พยัญชนะ+พยัญชนะ+สระ+พยัญชนะ+สระ เพลียะ

หมายเหตุ รูปแบบ 9*-16* เป็นรูปของพยัญชนะควบกล้ำ

จากรูปแบบการเขียนของพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ถ้าแทนพยัญชนะด้วยสัญลักษณ์ C (consonant) แทนสระด้วยสัญลักษณ์ V (vowel) และกำหนดให้วรรณยุกต์เป็นส่วนที่พิจารณาลำดับท้ายสุด โดยแทนด้วยสัญลักษณ์ T (tonality) สามารถเขียนโครงข่ายแสดงการเกิดรูปแบบพยางค์ตามลำดับการเขียนพยัญชนะและสระ ได้ดังรูป



รูปที่ 5.1 แสดงโครงข่ายการเกิดพยางค์ตามลำดับการเขียนพยัญชนะและสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงข่ายการเกิดพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด ใช้วิเคราะห์หาองค์ประกอบของโครงสร้างพยางค์ในรูปของพยัญชนะต้น สระ ตัวสะกด และวรรณยุกต์ เพื่อกำหนดรูปแบบกลางที่จะใช้หาเสียงของวรรณยุกต์ โดยกำหนดให้

$$S = \{ C_1 V [C_2] \} T \quad \text{..... (5.1)}$$

โดยที่ S เป็นพยางค์ใด ๆ

C_1 เป็นพยัญชนะต้น

V เป็นสระ

C_2 เป็นตัวสะกด (อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้)

T เป็นวรรณยุกต์

สร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ของลำดับองค์ประกอบพยางค์กับรูปแบบกลาง ดังต่อไปนี้

กฎที่	รูปแบบพยางค์ตามโครงข่าย			
1	S = {CV}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 1
	V	->	V	ในอักขระตัวที่ 2
2	S = {CVC}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 1
	V	->	V	ในอักขระตัวที่ 2
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 3
3	S = {CVCV}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 1
	V	->	V	ในอักขระตัวที่ 2,4
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 3
4	S = {CC}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 1
	V	->	V	แทนด้วยสระ โ-ะ
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 2
5	S = {CCC}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 1
	V	->	C	ในอักขระตัวที่ 2 (-า, -อ)
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 3
6	S = {CCV}T			เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]
	C_1	->	C+C	ในอักขระตัวที่ 1,2
	V	->	V	ในอักขระตัวที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	C_2	->	ไม่มี	
7	S = {CCVC}T			เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]
	C_1	->	C+C	ในอักขระตัวที่ 1,2
	V	->	V	ในอักขระตัวที่ 3
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 4
8	S = {CCVCV}T			เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]
	C_1	->	C+C	ในอักขระตัวที่ 1,2
	V	->	V+V	ในอักขระตัวที่ 3,5
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 4
9	S = {CCC}T			เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร,ล]
	C_1	->	C+C	ในอักขระตัวที่ 1,2
	V	->	V	แทนด้วยสระ โ-ะ
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 3
10	S = {CCCC}T			เมื่ออักขระตัวที่ 2 เป็น [ร, ล, ว]
	C_1	->	C+C	ในอักขระตัวที่ 1,2
	V	->	C	ในอักขระตัวที่ 3 (-ว, -อ)
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 4
11	S = {VC}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 2
	V	->	V	ในอักขระตัวที่ 1
	C_2	->	ไม่มี	
12	S = {VCC}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 2
	V	->	V	ในอักขระตัวที่ 1
	C_2	->	C	ในอักขระตัวที่ 3
13	S = {VCV}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 2
	V	->	V+V	ในอักขระตัวที่ 1,3
	C_2	->	ไม่มี	
14	S = {VCCV}T			
	C_1	->	C	ในอักขระตัวที่ 2
	V	->	V+C+V	ในอักขระตัวที่ 1,3,4
	C_2	->	ไม่มี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 S = {VCVV}T

C_1 -> C ในอักขระตัวที่ 2

V -> V+V+V ในอักขระตัวที่ 1,3,4

C_2 -> ไม่มี

16 S = {VCVC}T

C_1 -> C ในอักขระตัวที่ 2

V -> V+V ในอักขระตัวที่ 1,3 (สระ เ-)

C_2 -> C ในอักขระตัวที่ 4

17 S = {VCVCC}T

C_1 -> C ในอักขระตัวที่ 2

V -> V+V+C ในอักขระตัวที่ 1,3,4

C_2 -> C ในอักขระตัวที่ 5

18 S = {VCVCV}T

C_1 -> C ในอักขระตัวที่ 2

V -> V+V+C+V ในอักขระตัวที่ 1,3,4,5

C_2 -> ไม่มี

19 S = {VCC}T เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]

C_1 -> C+C ในอักขระตัวที่ 2,3

V -> V ในอักขระตัวที่ 1

C_2 -> ไม่มี

20 S = {VCCC}T เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]

C_1 -> C+C ในอักขระตัวที่ 2,3

V -> V ในอักขระตัวที่ 1

C_2 -> C ในอักขระตัวที่ 4

21 S = {VCCV}T เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]

C_1 -> C+C ในอักขระตัวที่ 2,3

V -> V+V ในอักขระตัวที่ 1,4

C_2 -> ไม่มี

22 S = {VCCCV}T เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]

C_1 -> C+C ในอักขระตัวที่ 2,3

V -> V+C+V ในอักขระตัวที่ 1,4,5

C_2 -> ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

23 S = {VCCVV}T เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]

C_1 -> C+C ในอักขระตัวที่ 2,3

V -> V+V+V ในอักขระตัวที่ 1,4,5

C_2 -> ไม่มี

24 S = {VCCVC}T เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]

C_1 -> C+C ในอักขระตัวที่ 2,3

V -> V+V ในอักขระตัวที่ 1,4

C_2 -> C ในอักขระตัวที่ 5

25 S = {VCCVCC}T เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]

C_1 -> C+C ในอักขระตัวที่ 2,3

V -> V+V+C ในอักขระตัวที่ 1,4,5

C_2 -> C ในอักขระตัวที่ 6

26 S = {VCCVCV}T เมื่ออักขระตัวที่ 3 เป็น [ร, ล, ว]

C_1 -> C+C ในอักขระตัวที่ 2,3

V -> V+V+C+V ในอักขระตัวที่ 1,4,5,6

C_2 -> ไม่มี

กฎความสัมพันธ์ของลำดับองค์ประกอบพยางค์กับรูปแบบกลางทั้งหมด 26 กฎ เราใช้หารูปแบบกลางที่ใช้อธิบายโครงสร้างของพยางค์ตามหน้าที่ แต่ยังไม่สามารถอธิบายเสียง เนื่องจากรูปวรรณยุกต์ (T) ในสมการดังกล่าวจะถูกกำหนดเสียงได้หลายเสียง แปรผันตามหน่วยพื้นฐานที่นำมาประกอบเป็นพยางค์ ดังนั้นการที่จะหาเสียงพยางค์ จะต้องทำการวิเคราะห์หาเสียงวรรณยุกต์ที่ปรากฏรูปในรูปแบบกลาง ภายใต้ข้อกำหนดของไวยากรณ์ทางโครงสร้างพยางค์กับระบบเสียงหรือความสัมพันธ์ของหน่วยเสียง (Phoneme) ประเภทต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นเสียงของพยางค์นั้น ซึ่งจะได้อธิบายในรายละเอียดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การวิเคราะห์รูปแบบกลางเพื่อหาเสียงเป้าหมาย

จากฐานความรู้ในเรื่องระบบเสียงภาษาไทย พบว่าเสียงพยางค์เกิดจากการรวมกันของหน่วยเสียง อย่างน้อยที่สุดจะต้องมี 3 หน่วยเสียงพื้นฐาน คือ เสียงพยัญชนะต้น เสียงสระ และเสียงวรรณยุกต์ โดยมีเสียงสระเป็นแกนของเสียงพยางค์ การสร้างเสียงพยางค์ใด ๆ ได้จากการนำหน่วยเสียงพื้นฐานที่มีอยู่ทั้งหมดมารวมกันเป็นโครงสร้างพยางค์ตามหลักไวยากรณ์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

การหาสมการเพื่ออธิบายเสียงพยางค์ ต้องมีความสอดคล้องกับสมการรูปแบบกลาง คือ สามารถแทนหน่วยเสียงในตำแหน่งของพยัญชนะต้น สระ และตัวสะกด เข้าไปในรูปแบบกลางได้เลย แต่สำหรับระดับเสียงหรือเสียงวรรณยุกต์ จะต้องทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามรูปวรรณยุกต์ที่ปรากฏในรูปแบบกลาง เราไม่สามารถใช้รูปแบบกลางแทนสมการของเสียงพยางค์โดยตรง เนื่องจากรูปของวรรณยุกต์กับเสียงวรรณยุกต์ไม่จำเป็นต้องตรงกันเสมอไป ซึ่งต่างจากหน่วยเสียงพยัญชนะหรือหน่วยเสียงสระที่แสดงหรืออธิบายเสียงตามรูปที่ปรากฏ แต่เสียงของวรรณยุกต์ขึ้นอยู่กับโครงสร้างพยางค์กับการออกเสียงตามหลักไวยากรณ์ภาษาไทย ระบบเสียงในภาษาไทยประกอบด้วยหน่วยเสียงพื้นฐานที่สำคัญ ๆ คือ หน่วยเสียงพยัญชนะ (ทำหน้าที่เป็นเสียงพยัญชนะต้นและพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด) หน่วยเสียงสระ (ทำหน้าที่เป็นแกนของเสียงพยางค์) และหน่วยเสียงวรรณยุกต์ (ทำหน้าที่กำหนดระดับเสียง) โดยกำหนดสัญลักษณ์ให้เสียงของวรรณยุกต์เป็น 1,2, 3, 4, 5 แทนระดับเสียง สามัญ, เอก, โท, ตรี, จัตวา ตามลำดับ จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ที่ปรากฏในสมการกลางได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งตามสระและตัวสะกด →	- สระสั้น - สระสั้น + ตัวสะกดกลุ่มที่ 2 (/k/, /t/, /p/, /?/)					- สระยาว + ตัวสะกดกลุ่มที่ 1 (/k/, /t/, /p/, /?/)					- สระยาว - สระสั้นหรือยาว + ตัวสะกดกลุ่มที่ 2 (/ng/, /n/, /m/, /y/, /w/)				
รูปวรรณยุกต์ / พยัญชนะต้น	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา
/k/ ก	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
/kh/ ข ฃ	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
ค ฆ 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
ซ	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 ธ ฒ ฑ	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/ ฝ	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
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 ฬ	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-

ตารางที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ ที่ปรากฏในรูปแบบกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งตามสระและตัวสะกด →	- สระสั้น - สระสั้น + ตัวสะกดกลุ่มที่ 1 (/k/, /t/, /p/, /?/)					- สระยาว + ตัวสะกดกลุ่มที่ 1 (/k/, /t/, /p/, /?/)					- สระยาว - สระสั้นหรือยาว + ตัวสะกดกลุ่มที่ 2 (/ng/, /n/, /m/, /y/, /w/)				
รูปวรรณยุกต์ / พยัญชนะต้น	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา
/w/ ว	4	3	4	-	-	3	-	4	4	-	1	3	4	4	5
/?/ 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	-

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ ที่ปรากฏในรูปแบบกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งตามสระและตัวสะกด →	- สระสั้น - สระสั้น + ตัวสะกดกลุ่มที่ 1 (/k/, /t/, /p/, /?/)					- สระยาว + ตัวสะกดกลุ่มที่ 1 (/k/, /t/, /p/, /?/)					- สระยาว - สระสั้นหรือยาว + ตัวสะกดกลุ่มที่ 2 (/ng/, /n/, /m/, /y/, /w/)				
รูปวรรณยุกต์ / พยัญชนะต้น	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา
/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 5.1(ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ ที่ปรากฏในรูปแบบกลาง

ความสัมพันธ์ในตารางข้างต้น พบว่าระดับเสียงสัมพันธ์กับรูปวรรณยุกต์ในทิศทางเดียวกัน แบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามเสียงของพยัญชนะต้น และจัดกลุ่มหน่วยเสียงพื้นฐานได้ ดังตารางที่ 5.2 – 5.5

หน่วยเสียงพยัญชนะต้น แทนด้วยสัญลักษณ์ C_{1i} เมื่อ i = 1, 2, 3

กลุ่มที่ (i)	เดี่ยว	ควบกล้ำ	ต่างประเทศ
1 อักษรกลาง (บางส่วน)	/k/-ก, /c/-จ, /d/-ดฎ, /t/-ตฏ, /b/-บ, /p/-ป, /?/-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/-ถฐ, /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/-คฆ, /ng/-ง, /ch/-ชฌ, /s/-ซ, /y/-ยญ, /th/-ทธฒฑ, /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 5.2 แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเสียงพยัญชนะท้าย (ตัวสะกด) แทนด้วยสัญลักษณ์ C_{2k} เมื่อ k = 1, 2

กลุ่มที่ (k)	เสียงสะกด
1 (ทำให้พยางค์มีเสียงกักตอนท้าย)	/-k/-ก-ข-ค, /-t/-ด-ต-จ-ส-ษ-ศ-ฎ-ฏ-ท-ช-ฐ-ฒ-ถ-ธ, /-?/-ะ, /-p/-บ-ป-พ-ฟ-ภ
2 (ทำให้พยางค์มีเสียงก้องตอนท้าย)	/-ng/-ง, /-n/-น-ณ-ร-ล, /-m/-ม, /-y/-ย-ญ, /-w/-ว

ตารางที่ 5.3 แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงพยัญชนะท้าย

หน่วยเสียงสระ แทนด้วยสัญลักษณ์ Vj เมื่อ j=1,2

กลุ่มที่ (j)	สระเดี่ยว	สระผสม
1 (สระเสียงสั้น)	/a/-ะ, /i/ ิ, /u/ ุ, /ue/ ึ ,/e/ เ-ะ, /o/ โ-ะ,/oa/ เ-าะ,/er/ เ-อะ,/ae/ แ-ะ	/ua/-ัวะ,/uea/ เ-ือะ,/ia/ เ-ียะ
2 (สระเสียงยาว)	/a_/ -า, /I_/ ี, /u_/ -ู , /ue_/ ื, /e_/ เ- ,/o_/ โ-, /oa_/ -อ,/er_/ เ-อ, /ae_/ แ-	/ua_/ -ัว,/uea_/ เ–ือ,/ia_/เ-ีย

ตารางที่ 5.4 แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงสระ

หน่วยเสียงวรรณยุกต์ แทนด้วยสัญลักษณ์ Ti เมื่อ i=1,2,3,4,5

กลุ่มที่ (i)	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 5.5 แสดงการจัดกลุ่มของหน่วยเสียงวรรณยุกต์

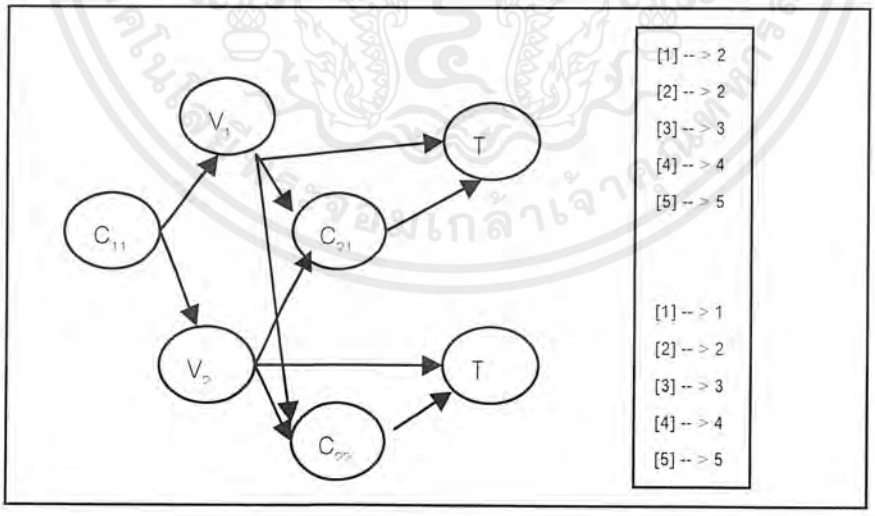
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์ ที่ปรากฏในรูปแบบกลางตามกลุ่มของเสียงพยัญชนะได้ใหม่ ดังนี้

แบ่งตามสระและตัวสะกด →	- สระสั้น - สระสั้น + ตัวสะกด กลุ่มที่ 1 V_1/V_1+C_{21}					- สระยาว + ตัวสะกด กลุ่มที่ 1 V_2+C_{21}					- สระยาว - สระสั้นหรือยาว + ตัวสะกดกลุ่มที่ 2 $V_2/[V_1/V_2]+C_{22}$				
รูปวรรณยุกต์ → แบ่งตามกลุ่มพยัญชนะต้น ↓	สามัญ *1*	เอก *2*	โท *3*	ตรี *4*	จัตวา *5*	สามัญ *1*	เอก *2*	โท *3*	ตรี *4*	จัตวา *5*	สามัญ *1*	เอก *2*	โท *3*	ตรี *4*	จัตวา *5*
C11	2	2	3	4	5	2	2	3	4	5	1	2	3	4	5
C12	2	2	3	-	-	2	2	3	-	-	5	2	3	-	5
C13	4	3	4	4	5	3	-	4	4	5	1	3	4	4	-

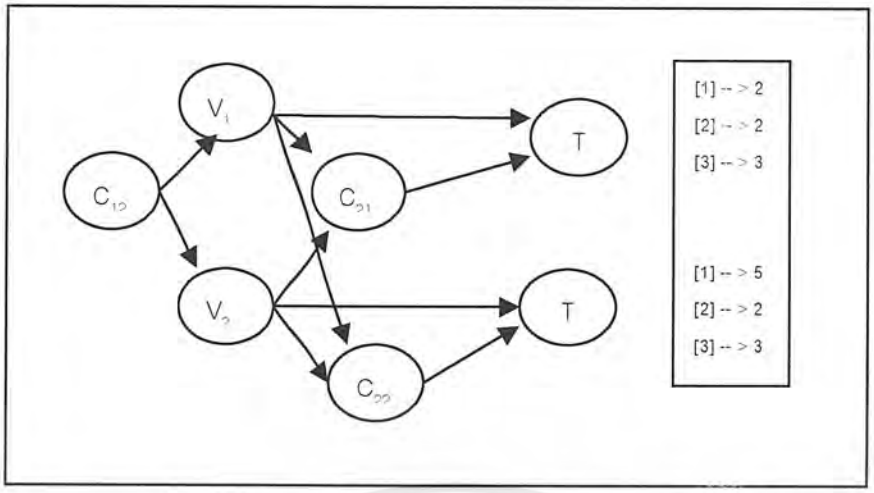
ตารางที่ 5.6 แสดงความสัมพันธ์ของระดับเสียงกับรูปวรรณยุกต์แบ่งตามกลุ่มเสียงพยัญชนะต้น

เขียนเป็นโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับการกำหนดเสียงวรรณยุกต์ โดยแบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้น ทั้ง 3 กลุ่ม ได้ดังรูปที่ 5.2 – 5.4

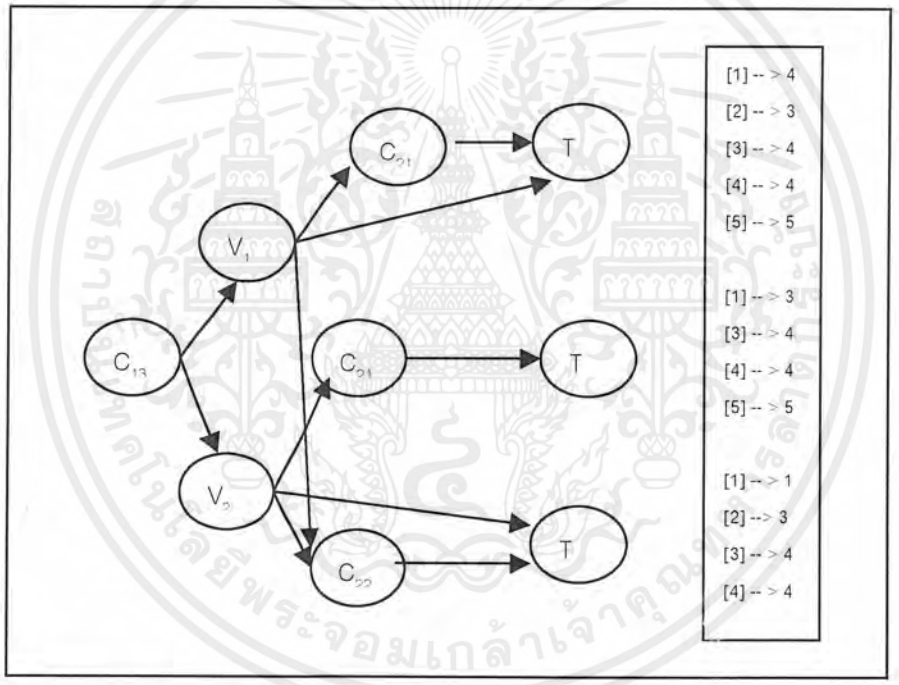


รูปที่ 5.2 แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 2



รูปที่ 5.4 แสดงโครงข่ายฯ แบ่งกลุ่มตามพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างเสียงวรรณยุกต์กับรูปวรรณยุกต์ในโครงสร้างพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เราสามารถหาเสียงเป้าหมายของพยางค์ และสร้างสมการแทนเสียงพยางค์ ดังนี้

$$\mathbf{S - - - - - > \{C_{1i}\ V_j\ [C_{2k}]\}\ T_{1->m}} \quad \text{..... (5.2)}$$

โดยที่ S เป็นเสียงพยางค์

C_{1i} เป็นเสียงพยัญชนะต้นในกลุ่มที่ i = 1, 2 , 3

V_j เป็นเสียงสระในกลุ่มที่ j = 1, 2

C_{2k} เป็นเสียงพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด ในกลุ่มที่ k = 1, 2

$T_{1->m}$ เป็นเสียงวรรณยุกต์เสียงที่ m ตามรูปวรรณยุกต์ที่ 1 = 1, 2, 3, 4, 5

สร้างเป็นกฎความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับเสียงพยางค์ ดังต่อไปนี้

กฎที่	โครงสร้างพยางค์ในโครงข่ายฯ
1	$S = \{C_{11}\ V_1\}\ T_{1->2}$
2	$S = \{C_{11}\ V_1\}\ T_{2->2}$
3	$S = \{C_{11}\ V_1\}\ T_{3->3}$
4	$S = \{C_{11}\ V_1\}\ T_{4->4}$
5	$S = \{C_{11}\ V_1\}\ T_{5->5}$
6	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{1->2}$
7	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{2->2}$
8	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{3->3}$
9	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{4->4}$
10	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{5->5}$
11	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{1->1}$
12	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{2->2}$
13	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{3->3}$
14	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{4->4}$
15	$S = \{C_{11}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{5->5}$
16	$S = \{C_{11}\ V_2\ C_{21}\}\ T_{1->2}$
17	$S = \{C_{11}\ V_2\ C_{21}\}\ T_{2->2}$
18	$S = \{C_{11}\ V_2\ C_{21}\}\ T_{3->3}$
19	$S = \{C_{11}\ V_2\ C_{21}\}\ T_{4->4}$
20	$S = \{C_{11}\ V_2\ C_{21}\}\ T_{5->5}$
21	$S = \{C_{11}\ V_2\}\ T_{1->1}$
22	$S = \{C_{11}\ V_2\}\ T_{2->2}$
23	$S = \{C_{11}\ V_2\}\ T_{3->3}$
24	$S = \{C_{11}\ V_2\}\ T_{4->4}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25 $S = \{C_{11}\ V_2\}\ T_{5->5}$

26 $S = \{C_{11}\ V_2\ C_{22}\}\ T_{1->1}$

27 $S = \{C_{11}\ V_2\ C_{22}\}\ T_{2->2}$

28 $S = \{C_{11}\ V_2\ C_{22}\}\ T_{3->3}$

29 $S = \{C_{11}\ V_2\ C_{22}\}\ T_{4->4}$

30 $S = \{C_{11}\ V_2\ C_{22}\}\ T_{5->5}$

31 $S = \{C_{12}\ V_1\}\ T_{1->2}$

32 $S = \{C_{12}\ V_1\}\ T_{2->2}$

33 $S = \{C_{12}\ V_1\}\ T_{3->3}$

34 $S = \{C_{12}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{1->2}$

35 $S = \{C_{12}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{2->2}$

36 $S = \{C_{12}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{3->3}$

37 $S = \{C_{12}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{1->5}$

38 $S = \{C_{12}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{2->2}$

39 $S = \{C_{12}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{3->3}$

40 $S = \{C_{12}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{5->5}$

41 $S = \{C_{12}\ V_2\ C_{21}\}\ T_{1->2}$

42 $S = \{C_{12}\ V_2\ C_{21}\}\ T_{2->2}$

43 $S = \{C_{12}\ V_2\ C_{21}\}\ T_{3->3}$

44 $S = \{C_{12}\ V_2\}\ T_{1->5}$

45 $S = \{C_{12}\ V_2\}\ T_{2->2}$

46 $S = \{C_{12}\ V_2\}\ T_{3->3}$

47 $S = \{C_{12}\ V_1\}\ T_{5->5}$

48 $S = \{C_{12}\ V_2\ C_{22}\}\ T_{1->5}$

49 $S = \{C_{12}\ V_2\ C_{22}\}\ T_{2->2}$

50 $S = \{C_{12}\ V_2\ C_{22}\}\ T_{3->3}$

51 $S = \{C_{12}\ V_1\ C_{22}\}\ T_{5->5}$

52 $S = \{C_{13}\ V_1\}\ T_{1->4}$

53 $S = \{C_{13}\ V_1\}\ T_{2->3}$

54 $S = \{C_{13}\ V_1\}\ T_{3->4}$

55 $S = \{C_{13}\ V_1\}\ T_{4->4}$

56 $S = \{C_{13}\ V_1\}\ T_{5->5}$

57 $S = \{C_{13}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{1->4}$

58 $S = \{C_{13}\ V_1\ C_{21}\}\ T_{2->3}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

59 $S = \{C_{13} V_1 C_{21}\} T_{3->4}$

60 $S = \{C_{13} V_1 C_{21}\} T_{4->4}$

61 $S = \{C_{13} V_1 C_{21}\} T_{5->5}$

62 $S = \{C_{13} V_1 C_{22}\} T_{1->1}$

63 $S = \{C_{13} V_1 C_{22}\} T_{2->3}$

64 $S = \{C_{13} V_1 C_{22}\} T_{3->4}$

65 $S = \{C_{13} V_1 C_{22}\} T_{4->4}$

66 $S = \{C_{13} V_2 C_{21}\} T_{1->3}$

67 $S = \{C_{13} V_2 C_{21}\} T_{3->4}$

68 $S = \{C_{13} V_2 C_{21}\} T_{4->4}$

69 $S = \{C_{13} V_2 C_{21}\} T_{5->5}$

70 $S = \{C_{13} V_2\} T_{1->1}$

71 $S = \{C_{13} V_2\} T_{2->3}$

72 $S = \{C_{13} V_2\} T_{3->4}$

73 $S = \{C_{13} V_2\} T_{4->4}$

74 $S = \{C_{13} V_2 C_{22}\} T_{1->1}$

75 $S = \{C_{13} V_2 C_{22}\} T_{2->3}$

76 $S = \{C_{13} V_2 C_{22}\} T_{3->4}$

77 $S = \{C_{13} V_2 C_{22}\} T_{4->4}$

กฎความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับเสียงพยางค์ ใช้หาสมการเสียงของพยางค์เพื่อแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยการวิเคราะห์แต่ละองค์ประกอบภายในสมการดังกล่าวแล้วนำไปเปรียบเทียบหาสัญลักษณ์แทนเสียงที่เก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูล

จากความสัมพันธ์ตามรูปสมการเสียง $\{ C_{1i} V_j [C_{2k}] \} T_{1->m}$ ทำให้เราทราบจำนวนเสียงพยางค์ที่มีในภาษาไทย 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หาเสียงของพยางค์ ตามเงื่อนไขทางไวยากรณ์ จะได้

C_1V_1	ผันวรรณยุกต์ได้ 4 เสียง = 38 x 12 x 4	1824	เสียง
C_1V_2	ผันวรรณยุกต์ได้ 5 เสียง = 38 x 12 x 5	2280	เสียง
$C_1V_1C_{21}$	ผันวรรณยุกต์ได้ 4 เสียง = 38 x 12 x 4 x 4	7296	เสียง
$C_1V_2C_{21}$	ผันวรรณยุกต์ได้ 4 เสียง = 38 x 12 x 4 x 4	7296	เสียง
$C_1V_1C_{22}$	ผันวรรณยุกต์ได้ 5 เสียง = 38 x 12 x 5 x 5	11400	เสียง
$C_1V_2C_{22}$	ผันวรรณยุกต์ได้ 5 เสียง = 38 x 12 x 5 x 5	11400	เสียง

รวมเสียงของพยางค์ที่มีในภาษาทั้งสิ้น 41,496 เสียง

5.4 การวิเคราะห์สมการเสียงเพื่อกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียง

สมการเสียงพยางค์ ใช้อธิบายเสียงของพยางค์แต่ละพยางค์ สามารถแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง ซึ่งประกอบด้วยวิธีการ 2 ขั้นตอน คือ

การค้นหาสัญลักษณ์แทนเสียงในฐานข้อมูล

จากสมการรูปแบบกลางและสมการเสียงพยางค์ เราทราบว่าโครงสร้างพยางค์ที่ประกอบด้วย พยัญชนะต้น สระ ตัวสะกด อยู่ในกลุ่มใดบ้าง ซึ่งการจัดเก็บในฐานข้อมูล จะมีการแยกเป็นกลุ่มตามประเภทของอักขระ ดังนี้

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

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

ตารางที่ 5.7 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับพยัญชนะต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยัญชนะท้ายหรือตัวสะกด เก็บบันทึกอักขระที่สามารถเกิดเป็นตัวสะกดได้ ฐานข้อมูลจะมีโครงสร้างและการจัดเก็บ ดังนี้

อักขระ	กลุ่มที่	สัญลักษณ์แทนเสียง
ก	1	/k/
ด	1	/t/
บ	1	/b/
:	:	:
:	:	:
:	:	:
ว	2	/w/

ตารางที่ 5.8 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับพยัญชนะท้าย

สระ เก็บบันทึกอักขระที่สามารถเกิดเป็นสระได้ทั้งหมด ทั้งประเภทสระเดี่ยวและสระผสม ฐานข้อมูลจะมีโครงสร้างและการจัดเก็บ ดังนี้

อักขระ	กลุ่มที่	สัญลักษณ์แทนเสียง	กึ่งหนึ่งของเสียงสระ	สัญลักษณ์แทนเสียงกึ่งหนึ่ง
-ะ	1	/a/	-ะ	/a/
-า	2	/a_/	-ะ	/a/
เ-	2	/e_/	เ-ะ	/e/
:	:	:	:	:
:	:	:	:	:
-อ	2	/oa_/	เ-าะ	/oa/

ตารางที่ 5.9 แสดงโครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับสระ

สำหรับเสียงและสัญลักษณ์แทนเสียงวรรณยุกต์ เราแทนด้วยตัวเลขที่บอกระดับเสียงตามสมการเสียง เช่น

$S ---> \{ C_{11} V_1 C_{21} \} T_{1->2}$ สัญลักษณ์แทนเสียงวรรณยุกต์ = 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงให้กับพยางค์

เมื่อเราได้สมการแทนเสียงวรรณยุกต์ของพยางค์เสียงแล้ว ก็นำสมการเสียงนั้นมาแทนด้วยสัญลักษณ์แทนเสียง ตามกฎการแปลงเสียง โดยกฎนี้จะขึ้นอยู่กับการจัดเก็บบันทึกหน่วยเสียงในหน่วยจัดเก็บข้อมูล ดังนั้นการสังเคราะห์เสียงโดยวิธีนี้เป็นวิธีการสังเคราะห์เสียงโดยใช้กฎการแปลงเสียง (Synthesis by Rules) นั่นเอง ซึ่งกฎการแปลงเสียงจะขึ้นอยู่กับการเก็บบันทึกหน่วยทางเสียง ที่มีอยู่หลายวิธี ดังที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 4 ในที่นี้จะยกตัวอย่างให้ดู 2 วิธี คือ

วิธีแรก เป็นวิธีการแปลงสมการเสียงให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงตามแบบที่ 4 ของหน่วยเสียงพื้นฐานในบทที่ 4 ซึ่งเป็นการกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงให้อยู่ในรูปพยางค์เสียง โดยการแทนสัญลักษณ์ให้กับสมการเสียงโดยตรงไม่มีการเปลี่ยนรูป

วิธีที่สอง เป็นวิธีการแปลงสมการเสียงให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงตามแบบที่ 3 ของหน่วยเสียงพื้นฐานในบทที่ 4 ซึ่งเป็นการกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงให้อยู่ในรูปหน่วยอัฒพยางค์ มีการเก็บบันทึกเสียงพยางค์เป็น 2 ส่วน คือจะเก็บเสียงส่วนของพยางค์ไว้ครึ่งพยางค์ คือ ตั้งแต่หน่วยเสียงพยัญชนะต้นมาถึงกึ่งหนึ่งของเสียงสระ เราจะแทนด้วย เสียงพยัญชนะต้น + สระส้นของสระในพยางค์นั้น และจะเก็บเสียงอีกกึ่งหนึ่งที่เหลือไว้เป็น เสียงสระ + เสียงตัวสะกด (ถ้ามี) + เสียงวรรณยุกต์ ดังนั้นการกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงในวิธีนี้ จะต้องแบ่งสมการเสียงเป็นสองส่วน แล้วจึงกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงให้กับแต่ละส่วน

5.5 ตัวอย่างการทำงานของระบบการแปลงหน่วยคำเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงโดยวิธี MPT – networks

วิธี MPT-networks เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการแปลงพยางค์ของคำ ที่ได้จากการแยกคำออกจากข้อความ ตามวิธีการ Wordbucket ให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพื้นฐานโดยมีลำดับขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำแต่ละพยางค์มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบภายในพยางค์ เพื่อหารูปแบบการเขียนของพยางค์นั้นโดยแยกรูปวรรณยุกต์ไว้ในตำแหน่งท้ายสุด

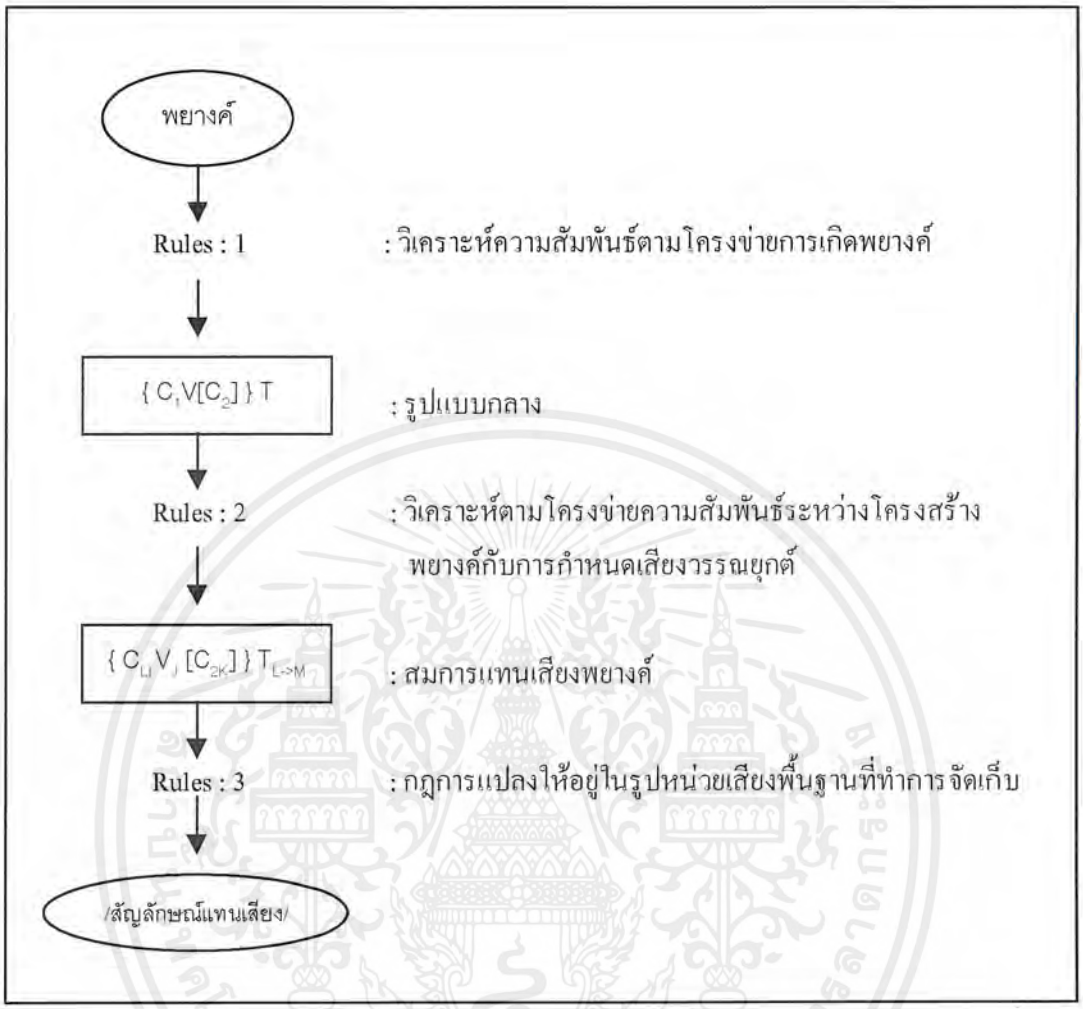
ขั้นตอนที่ 2 นำรูปแบบการจัดเรียงที่ได้ มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามโครงข่ายการเกิดพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อกำหนดรูปแบบกลาง

ขั้นตอนที่ 3 นำรูปแบบกลางมาวิเคราะห์หาเสียงของวรรณยุกต์ตามโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับการกำหนดเสียงวรรณยุกต์ เพื่อกำหนดเป็นสมการแทนเสียงพยางค์

ขั้นตอนที่ 4 ทำการแปลงสมการแทนเสียงพยางค์ให้เป็นสัญลักษณ์แทนเสียง ที่ตรงกับลักษณะของหน่วยเสียงพื้นฐานที่ทำการจัดเก็บ ซึ่งในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ใช้การจัดเก็บหน่วยเสียงตามแบบที่ 3 ของหน่วยเสียงพื้นฐานในบทที่ 4 แล้วทำขั้นตอนตั้งแต่ 1-4 กับพยางค์ที่เหลือทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากขั้นตอนการทำงาน เราสามารถแสดงดังรูป



รูปที่ 5.5 แสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม MPT – networks

จากข้อความ "คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง" เมื่อผ่านกระบวนการตัดคำ โดยวิธี Wordbucket จะได้หน่วยคำและเสียงอ่านดังนี้

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

ตารางที่ 5.10 แสดงผลกระบวนการตัดคำโดยวิธี WordBucket

ในที่นี้จะใช้ตัวอย่างจากหน่วยคำ "วิศวกรรมศาสตร์" ที่ประกอบด้วยพยางค์ 6 พยางค์ คือ "วิด-สะ-วะ-กำ-มะ-สาด" มาทำการวิเคราะห์เพื่อแปลงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง โดยแสดงเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการแยกแต่ละพยางค์ออกจากกัน จะได้

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

นำแต่ละพยางค์มาวิเคราะห์หาองค์ประกอบภายในพยางค์ เพื่อหารูปแบบการเขียนของพยางค์นั้น โดยแยกรูปวรรณยุกต์ไว้ในตำแหน่งท้ายสุด โดยที่พยางค์แรกได้แก่พยางค์ "วิด" ทำการแยกอักขระแต่ละตัว แล้วนำไปเทียบหาในฐานข้อมูลเพื่อตรวจสอบชนิดของอักขระ ได้ดังนี้

อักขระ	"ว"	เป็นพยัญชนะ	แทนด้วย	สัญลักษณ์ "C"
	"ิ"	เป็นสระ	แทนด้วย	สัญลักษณ์ "V"
	"ด"	เป็นพยัญชนะ	แทนด้วย	สัญลักษณ์ "C"
	ไม่มีรูปวรรณยุกต์สามัญ		แทนด้วย	สัญลักษณ์ "T"

ดังนั้นพยางค์ "วิด" จัดเรียงลำดับใหม่ ได้ คือ **S = {CVC}T**

ขั้นตอนที่ 2 นำรูปแบบการจัดเรียงที่ได้ คือ **S = {CVC}T** มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามโครงข่ายการเกิดพยางค์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด เพื่อใช้กำหนดรูปแบบกลาง พบว่าตรงกับกฎข้อที่ 2 (ดูเพิ่มเติมได้ที่หน้า 42-45) ดังนั้น
เราได้สมการรูปแบบกลาง

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

โดยที่

C_1 -> C	ในอักขระตัวที่ 1	หรือ	C_1 -> "ว"
V -> V	ในอักขระตัวที่ 2	หรือ	V -> "-"
C_2 -> C	ในอักขระตัวที่ 3	หรือ	C_2 -> "ด"

ขั้นตอนที่ 3 นำสมการรูปแบบกลาง $S = \{C_1 VC_2\}T$ มาวิเคราะห์หาเสียงของวรรณยุกต์ (ดูเพิ่มเติมได้ที่หน้า 53-55) โดยการพิจารณาหากลุ่มของแต่ละองค์ประกอบที่อยู่ในสมการรูปแบบกลาง ดังนี้

"ว"	เป็นพยัญชนะต้น	ในกลุ่มที่ 3	แทนด้วย C_{13}
"ิ"	เป็นสระ	ในกลุ่มที่ 1	แทนด้วย V_1
"ด"	เป็นพยัญชนะท้าย/สะกด	ในกลุ่มที่ 1	แทนด้วย C_{21}
และ	รูปวรรณยุกต์สามัญ		แทนด้วย T = 1

จากโครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับการกำหนดเสียงวรรณยุกต์ เราจะได้เสียงวรรณยุกต์ คือ เสียงตรี (4) หรือ $T_{1->4}$ และได้สมการเสียงเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ขั้นตอนที่ 4 ทำการแปลงพยางค์ตามสมการแทนเสียงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

ในรูปหน่วยพยางค์ วิด = /wit4/

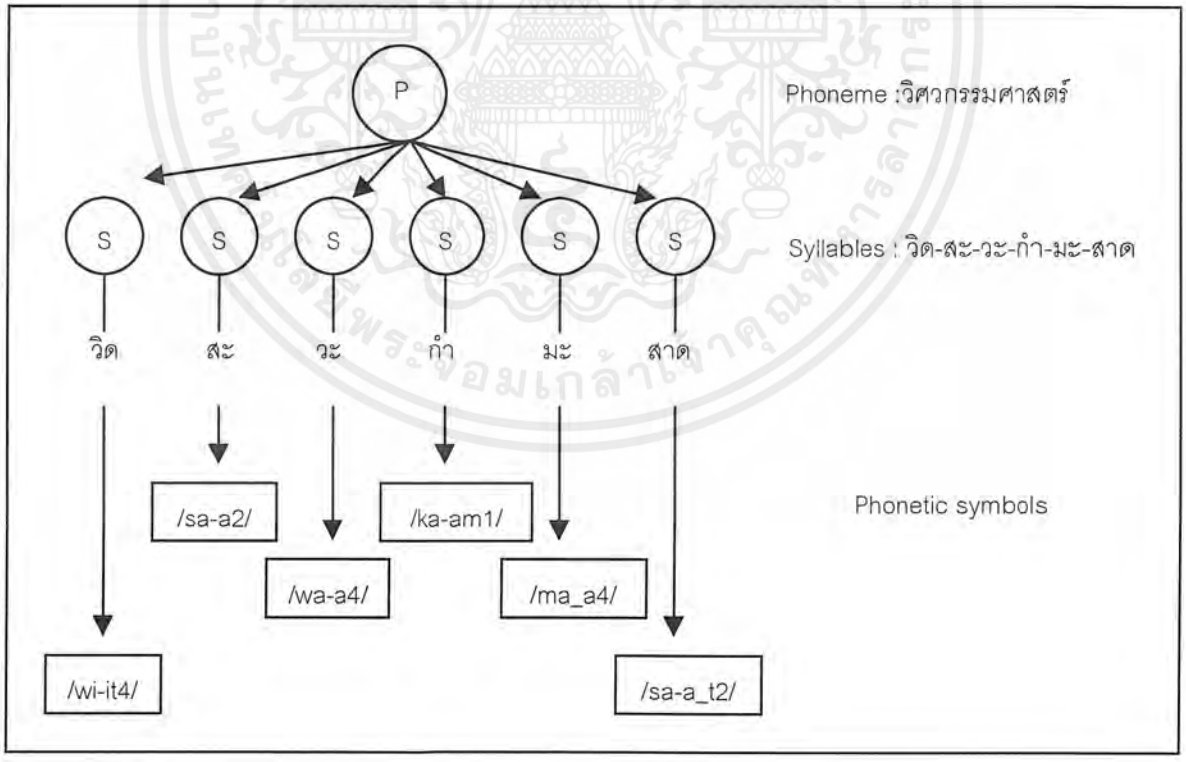
ในรูปหน่วยอัตพยางค์ วิด = /wi-it4/ (รูปแบบนี้เป็นรูปแบบที่ใช้ใน ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้)

แล้วทำขั้นตอนตั้งแต่ 1-4 กับพยางค์ที่เหลือทั้งหมด จะได้สัญลักษณ์แทนเสียงแต่ละพยางค์ ดังนี้

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

ตารางที่ 5.11 แสดงการแปลงพยางค์ตามสมการแทนเสียงเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

ท้ายที่สุด เมื่อนำสัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละพยางค์มารวมเข้าด้วยกัน เราจะได้สัญลักษณ์แทนเสียง /wi-it4,sa-a2,wa-a4,ka-am1,ma-a4,sa-a_t2/ เป็นตัวแทนเสียงในแต่ละพยางค์ของคำว่า "วิศวกรรมศาสตร์"



รูปที่ 5.6 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของคำว่า "วิศวกรรมศาสตร์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

โดยวิธีการของ MPT – networks เป็นอัลกอริทึมที่ใช้แปลงรูปแบบการเขียนให้อยู่ในรูปแบบกลาง ที่อธิบายหน้าที่ของแต่ละองค์ประกอบภายในพยางค์ จากนั้นแบ่งกลุ่มหรือประเภทของแต่ละองค์ประกอบเพื่อหาเสียงเป้าหมายตามกฎความสัมพันธ์โครงสร้างพยางค์กับเสียงวรรณยุกต์ได้เป็นสมการเสียงพยางค์ แล้วจึงนำไปกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละหน่วยอัฒพยางค์ตามกฎการแปลงพยางค์เป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

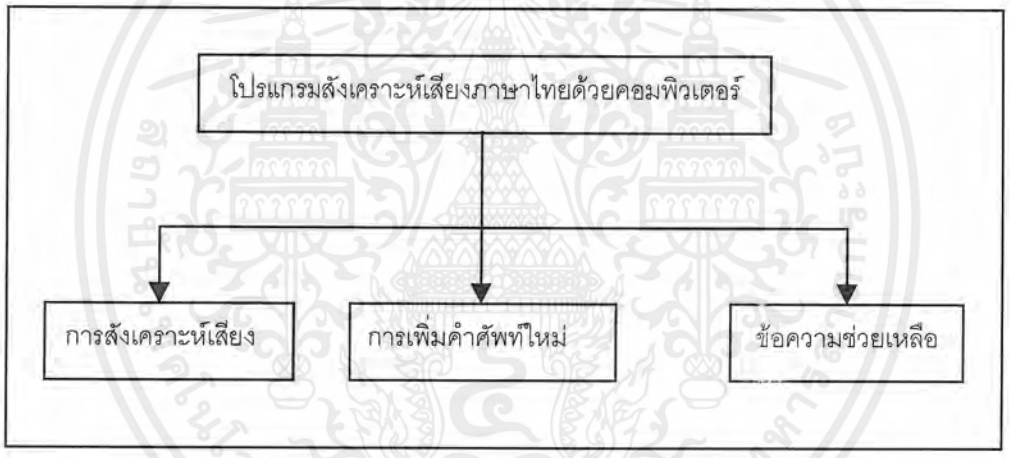
บทที่ 6
การออกแบบและการสร้าง

6.1 บทนำ

ในบทนี้ จะกล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมสังเคราะห์เสียงตั้งแต่ระดับล่างจนถึงระดับบน และกล่าวถึงการสร้างโปรแกรมสังเคราะห์เสียงซึ่งได้จากการออกแบบในระดับสุดท้ายของการออกแบบโปรแกรม

6.2 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ จะออกแบบตามโครงสร้างการทำงานดังต่อไปนี้



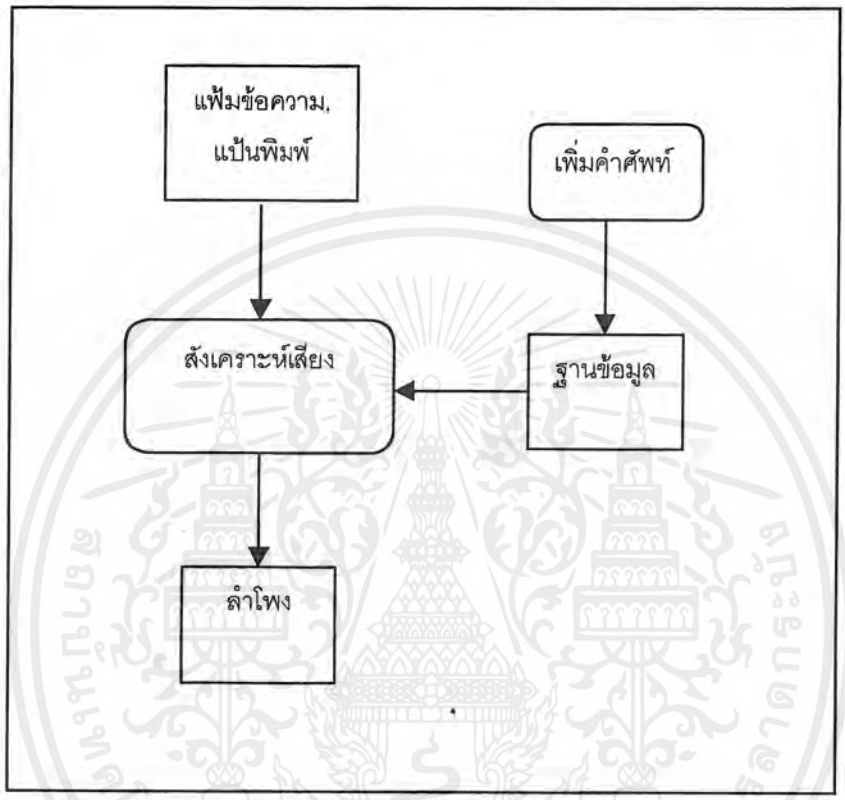
รูปที่ 6.1 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diagram การออกแบบ

Diagram การออกแบบ จะแสดงการออกแบบโปรแกรมในแต่ละระดับตั้งแต่ระดับล่างที่มีรายละเอียดน้อยไปจนถึงระดับบนที่มีรายละเอียดมาก

Diagram การออกแบบระดับที่ 1



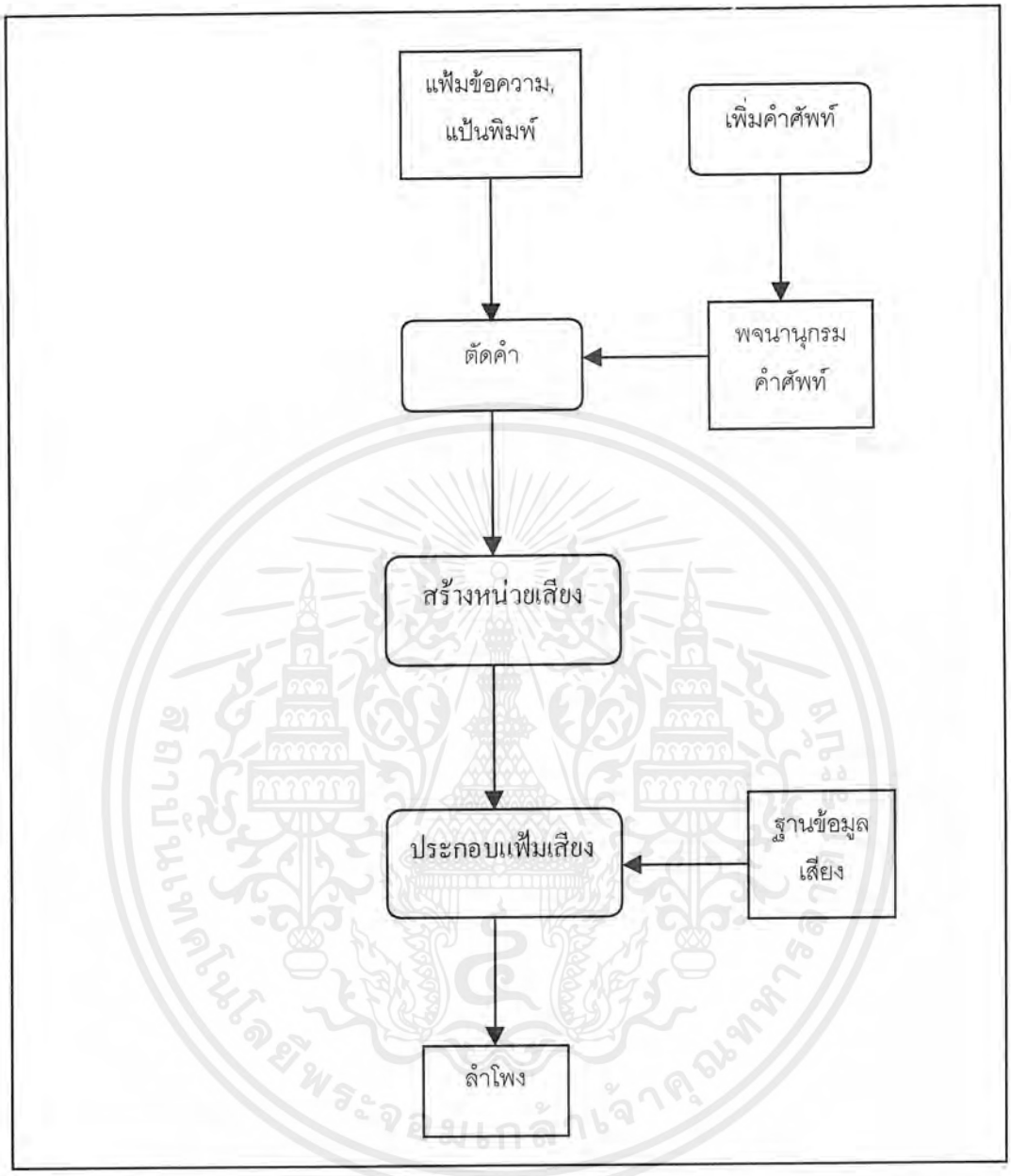
รูปที่ 6.2 Diagram การออกแบบระดับที่ 1

อธิบายการทำงานของ Diagram การออกแบบระดับที่ 1

Diagram การออกแบบระดับที่ 1 แสดงการทำงานของโปรแกรมสังเคราะห์เสียง ซึ่งทำการรับข้อมูลได้จาก 2 ทางคือ จากแฟ้มข้อความ หรือแป้นพิมพ์ เมื่อรับข้อความมาแล้วจะแปลงข้อความให้เป็นแฟ้มเสียงในกระบวนการสังเคราะห์เสียง และส่งแฟ้มเสียงไปสร้างเป็นเสียงแล้วส่งเสียงออกผ่านทางลำโพงต่อไป ส่วนของการเพิ่มคำศัพท์ใหม่จะเป็นการเพิ่มคำศัพท์ที่ยังไม่มีในฐานข้อมูลลงไปในฐานข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diagram การออกแบบระดับที่ 2



รูปที่ 6.3 Diagram การออกแบบระดับที่ 2

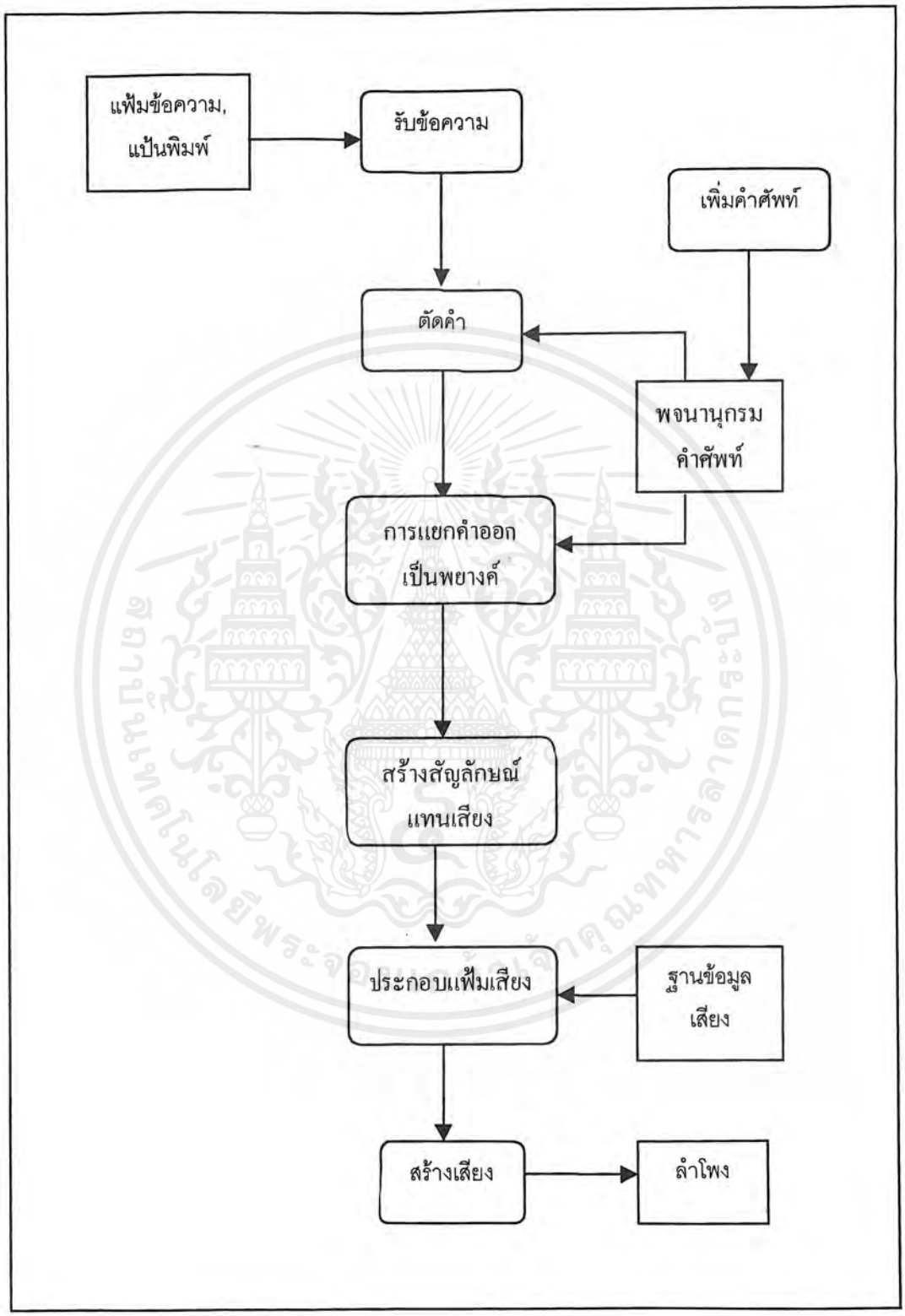
อธิบายการทำงานของ Diagram การออกแบบระดับที่ 2

Diagram การออกแบบระดับที่ 2 จะแบ่งส่วนของการสังเคราะห์เสียงใน Diagram ระดับที่ 1 ออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. "ส่วนของการสร้างหน่วยเสียง" เป็นการหาหน่วยเสียงย่อย ๆ ที่จะมาประกอบเป็นเสียง 1 เสียง
2. "ส่วนของการประกอบแฟ้มเสียง" เป็นการรวมแฟ้มเสียงของแต่ละหน่วยเสียงเข้าด้วยกัน เพื่อสำหรับการออกเสียง 1 เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Diagram การออกแบบระดับที่ 3



รูปที่ 6.4 Diagram การออกแบบระดับที่ 3

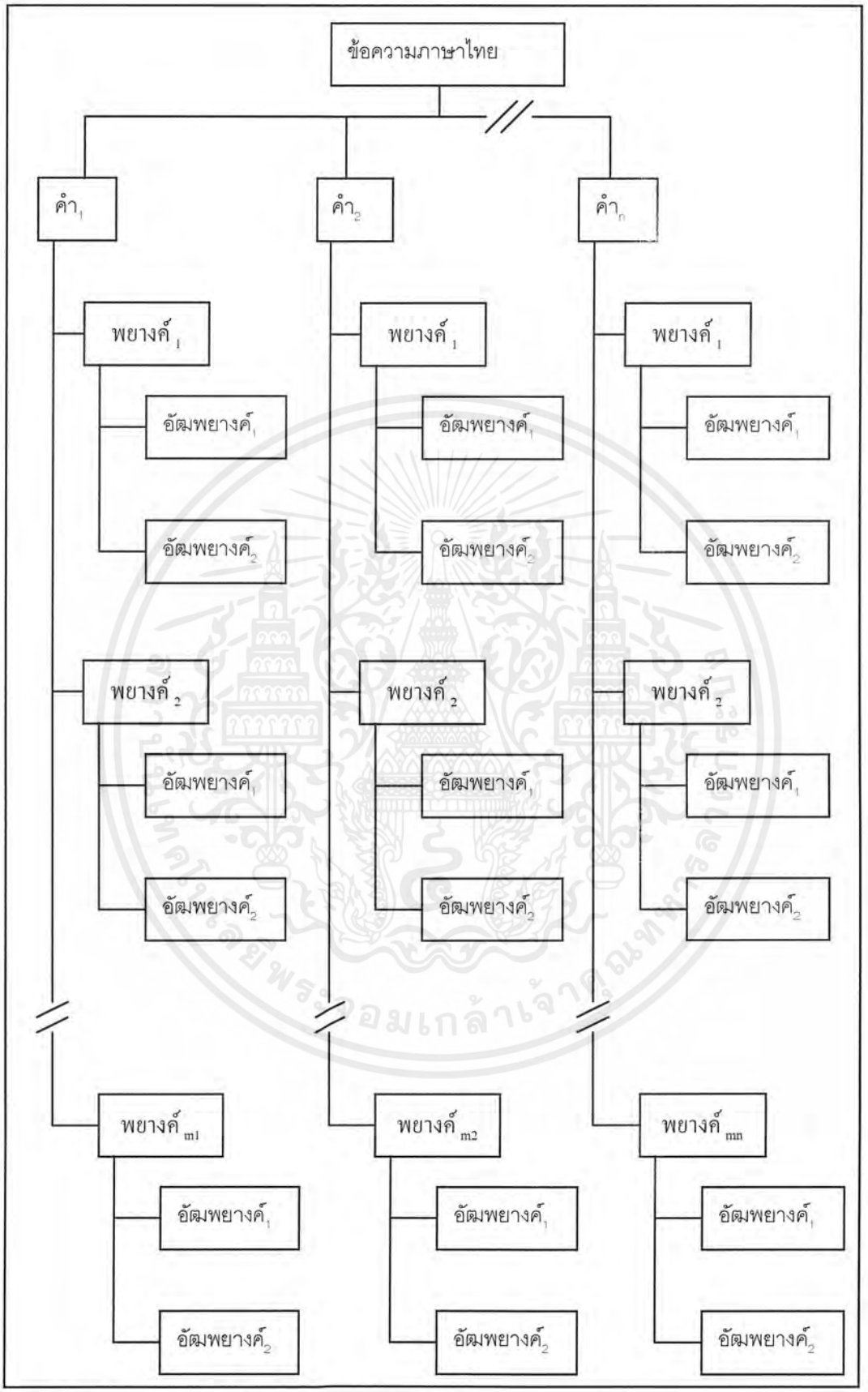
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายการทำงานของ Diagram การออกแบบระดับที่ 3

Diagram ระดับที่ 3 เป็น Diagram ที่แสดงองค์ประกอบทั้งหมดของโปรแกรม ซึ่ง Diagram ระดับนี้ จะเป็น Diagram ที่จะนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมสำหรับใช้งานจริง Diagram ระดับที่ 3 ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. "ส่วนรับข้อความ" เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อความจากแฟ้มข้อความหรือจากแป้นพิมพ์ที่ได้จากผู้ใช้
2. "ส่วนตัดคำ" เป็นส่วนที่แยกข้อความออกเป็นคำภาษาไทย
3. "ส่วนแยกคำออกเป็นพยางค์" เป็นการเปลี่ยนคำภาษาไทยออกเป็นพยางค์ย่อยในคำภาษาไทยนั้น ๆ
4. "ส่วนสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง" เป็นการแยกพยางค์ออกเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงที่แทนหน่วยพยางค์ย่อยที่เรียกว่า อัฒพยางค์ ตามวิธี MPT Network โดย 1 พยางค์จะประกอบไปด้วยสัญลักษณ์แทนเสียงที่แทนอัฒพยางค์ 2 อัฒพยางค์
5. "ส่วนของการประกอบแฟ้มเสียง" คือ ส่วนที่รวมแฟ้มเสียงของแต่ละอัฒพยางค์ให้เป็นแฟ้มเสียงสำหรับการออกเสียง 1 พยางค์ ซึ่ง 1 พยางค์คือ 1 เสียง สำหรับการสร้างเสียง 1 เสียง จะประกอบด้วยการรวมอัฒพยางค์ 2 อัฒพยางค์นั่นเอง
6. "ส่วนของการสร้างเสียง" เป็นส่วนที่นำแฟ้มเสียงไปแปลงเป็นเสียงส่งออกมาทางลำโพงให้เราได้ยิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.5 แสดงโครงสร้างของหน่วยเสียงระดับต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

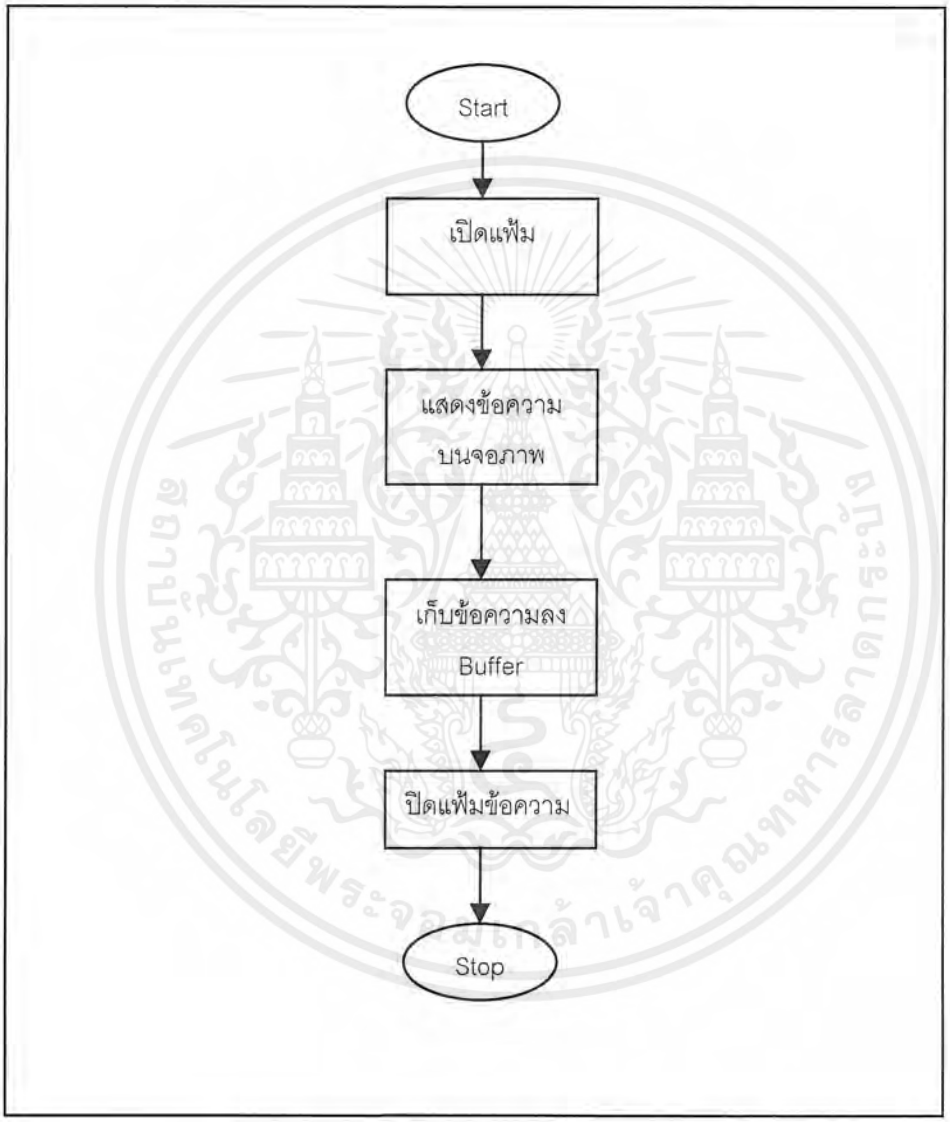
6.3 การสร้างโปรแกรม

การสร้างโปรแกรมเป็นการนำเอา Diagram การออกแบบมาทำการพัฒนาเป็นโปรแกรม ซึ่งจะแสดงการทำงานของแต่ละโปรแกรมที่ทำการพัฒนาได้ดังต่อไปนี้

1. ส่วนรับข้อความ

ส่วนรับข้อความจะสามารถรับข้อความได้จาก 2 ทางคือ

1.1 ส่วนรับข้อความจากแฟ้มข้อความ



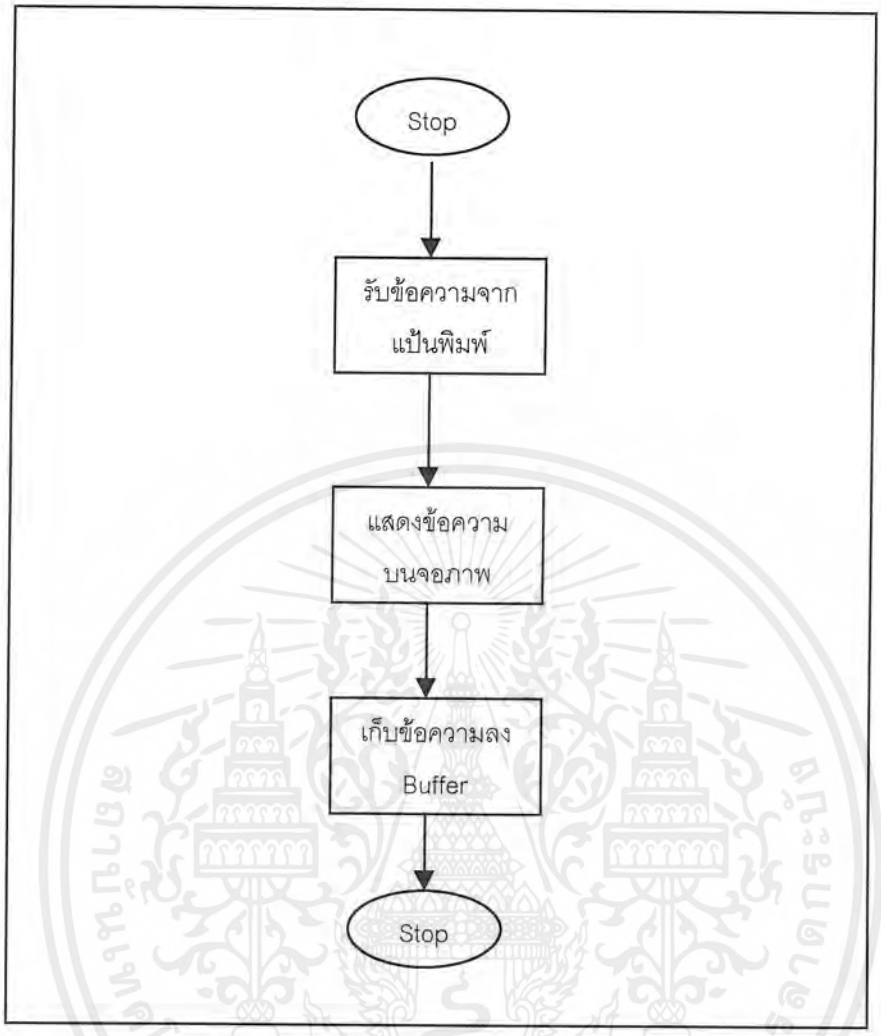
รูปที่ 6.6 แสดง flowchart ของส่วนรับข้อความจากแฟ้มข้อความภาษาไทย

อธิบายการทำงานของส่วนรับข้อความจากแฟ้มข้อความ

1. ทำการเปิดแฟ้มข้อความ เพื่อทำการอ่านข้อความมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์เสียง
2. อ่านข้อความจากแฟ้มข้อความมาแสดงผลยังส่วนแสดงผลของโปรแกรม
3. เก็บข้อความทั้งหมดลง Buffer เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป
4. ปิดแฟ้มข้อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ส่วนรับข้อความจากแป้นพิมพ์



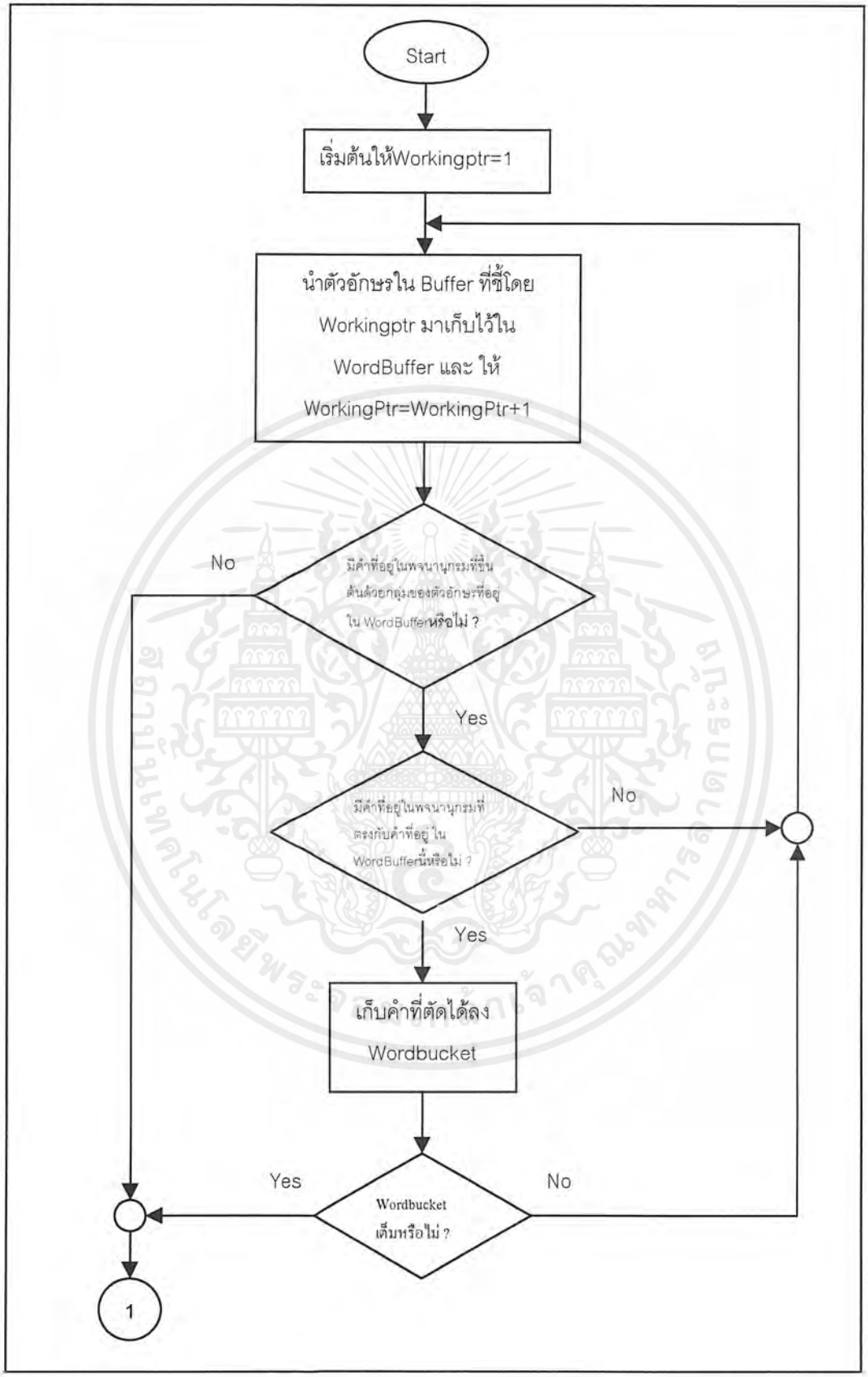
รูปที่ 6.7แสดง flowchart ของส่วนรับข้อความจากแป้นพิมพ์

อธิบายการทำงานของส่วนรับข้อความจากแป้นพิมพ์

1. ทำการรับข้อความจากแป้นพิมพ์ เพื่อนำมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์เสียง
2. แสดงข้อความที่ได้จากแป้นพิมพ์ยังส่วนแสดงผลของโปรแกรม
3. เก็บข้อความที่ได้จากแป้นพิมพ์ลง Buffer เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

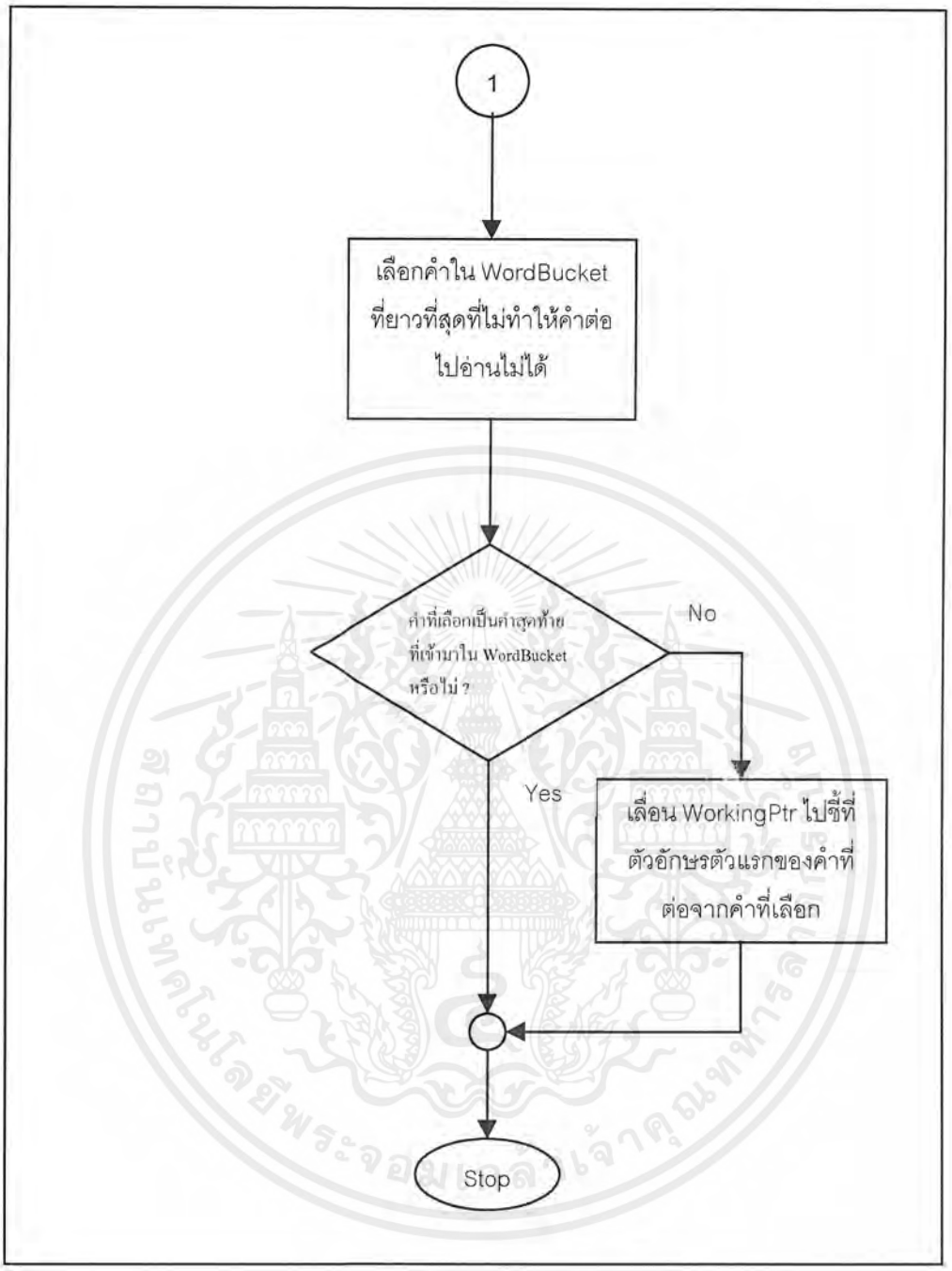
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนตัดคำ



รูปที่ 6.8 แสดง flowchart ของส่วนตัดคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.8 (ต่อ) แสดง flowchart ของส่วนตัดคำ

อธิบายการทำงานของการตัดคำ

1. กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับStartPointPtr และ WorkingPtr ให้เท่ากับ 1 เพื่อชี้ไปยังตัวอักษรตัวแรกของข้อความที่ต้องการตัดคำ
2. นำตัวอักษรที่ชี้โดย WorkingPtr มาเก็บไว้ใน WordBuffer ซึ่งเป็น buffer ที่ใช้เปรียบเทียบกับพจนานุกรมคำศัพท์ และเพิ่มค่า WorkingPtr อีกหนึ่ง เพื่อชี้ไปยังตัวอักษรตัวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เปรียบเทียบกลุ่มของตัวอักษรที่อยู่ใน WordBuffer กับพจนานุกรมคำศัพท์ ว่ามีคำที่อยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ที่ขึ้นต้นด้วยกลุ่มของตัวอักษรที่อยู่ใน WordBuffer หรือไม่ ถ้ามีแสดงว่ายังคงมีคำที่เป็นไปได้ในการตัดที่ยาวกว่านี้อยู่ให้ไปขั้นตอนต่อไป ถ้าไม่มีแสดงว่าไม่มีคำที่เป็นไปได้ที่ยาวกว่านี้แล้วให้ไปขั้นตอนที่ 7
4. เปรียบเทียบกลุ่มของตัวอักษรที่อยู่ใน WordBuffer กับพจนานุกรมคำศัพท์ ว่ามีคำที่อยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ที่ตรงกับคำที่อยู่ใน Wordbuffer นี้หรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าพบคำที่สามารถตัดได้ในพจนานุกรมคำศัพท์ให้ไปขั้นตอนต่อไป ถ้าไม่มีกลับไปขั้นตอนที่ 2 เพื่อหาคำที่สามารถตัดได้ต่อไป
5. นำคำที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 เก็บลง WordBucket ซึ่งเป็น Buffer ขนาด 5 ช่อง สำหรับเก็บคำทั้งหมดที่สามารถตัดได้
6. ตรวจสอบว่า WordBucket เต็มหรือไม่ ถ้าเต็มไปขั้นตอนต่อไป ถ้าไม่เต็มกลับไปขั้นตอนที่ 2 เพื่อหาคำที่สามารถตัดได้ที่ยาวที่สุดต่อไป
7. เลือกคำใน WordBucket ที่ยาวที่สุด โดยปกติจะเป็นคำสุดท้ายที่ตัดได้ แต่บางครั้งคำที่ยาวที่สุดที่ตัดได้ อาจทำให้คำต่อไปอ่านไม่ได้ ดังนั้นเราจึงต้องกลับมาเลือกคำที่ยาวที่สุดอันดับก่อนหน้าที่ยาวที่สุดที่ไม่ทำให้คำต่อไปอ่านไม่ได้

   ตัวอย่างเช่น คำว่า "หายาก"

   WordBucket (1) = หา BucketEndPtr (1) = 2

   WordBucket (2) = หาย BucketEndPtr(2) = 3

   ถ้าเราเลือกคำที่ยาวที่สุด คือ คำว่า "หาย" จะทำให้คำต่อไปเป็น "าก" ซึ่งเป็นคำที่อ่านไม่ได้ เราจึงต้อง Back กลับมาเลือกคำว่า "หา" แทน ซึ่งวิธีการตรวจสอบของเราจะใช้การตรวจสอบว่าอักษรตัวแรกของคำต่อไปขึ้นต้นด้วยสระหรือไม่ ถ้าขึ้นต้นด้วยสระให้ Back กลับไปเลือกคำที่ยาวที่สุดคำก่อนหน้า โดยเขียนโปรแกรมในลักษณะของ recursive
8. ตรวจสอบว่าคำที่เลือกเป็นคำที่เข้ามาใน WordBucket เป็นคำสุดท้ายหรือไม่ ถ้าใช่ก็ไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงค่าใน WorkingPtr เพราะจะชี้ไปยังตัวอักษรตัวแรกของคำต่อไปอยู่แล้วให้ไปขั้นตอนที่ 10 ได้เลย แต่ถ้าไม่ใช่ไปขั้นตอนต่อไป
9. ถ้าคำที่เลือกไม่ได้เป็นคำที่เข้ามาใน WordBucket เป็นคำสุดท้าย แสดงว่าหลังจากเลือกคำนี้ WorkingPtr ไม่ได้ชี้ไปยังตัวอักษรตัวแรกของคำต่อไป ต้องทำการย้าย WorkingPtr ไปยังตำแหน่งที่ถูกต้อง ดังนี้

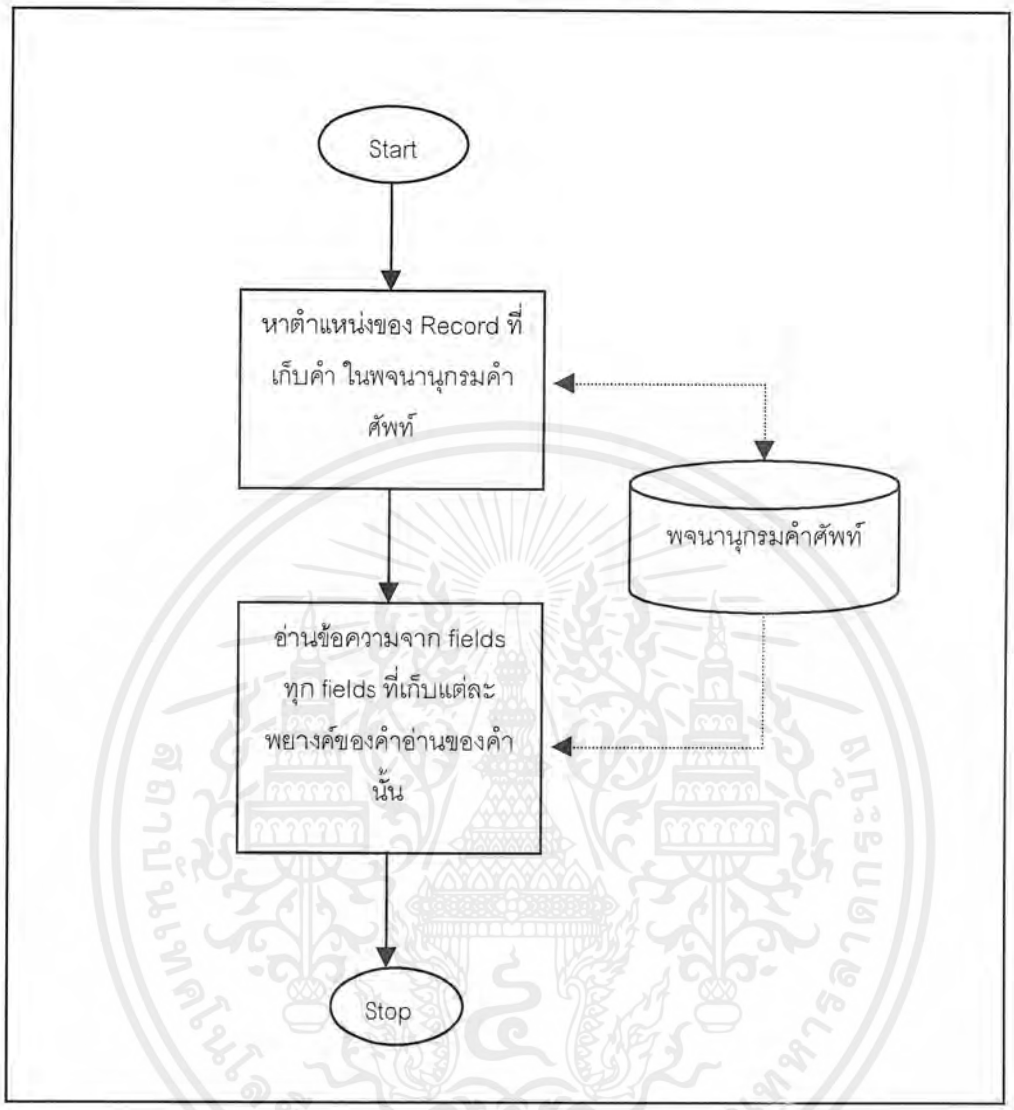
   WorkingPtr = StartPointPtr + BucketEndPtr

   โดย StartPointPtr เป็นตัวแปร Pointer ที่ชี้ตำแหน่งเริ่มต้นของคำปัจจุบัน

   BucketEndPtr เป็นตัวแปรที่เก็บจำนวนตัวอักษรของคำ
10. ให้ StartPointPtr = WorkingPtr เพื่อให้ StartPointPtr ชี้ไปยังตัวอักษรตัวแรกของคำต่อไป ซึ่งก่อนที่เราจะไปทำการตัดคำ ๆ ต่อไป ต้องนำคำที่ตัดได้ไปสร้างเสียงเสียก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ส่วนการแยกคำออกเป็นพยางค์



รูปที่ 6.9 แสดง flowchart ของส่วนแยกคำออกเป็นพยางค์

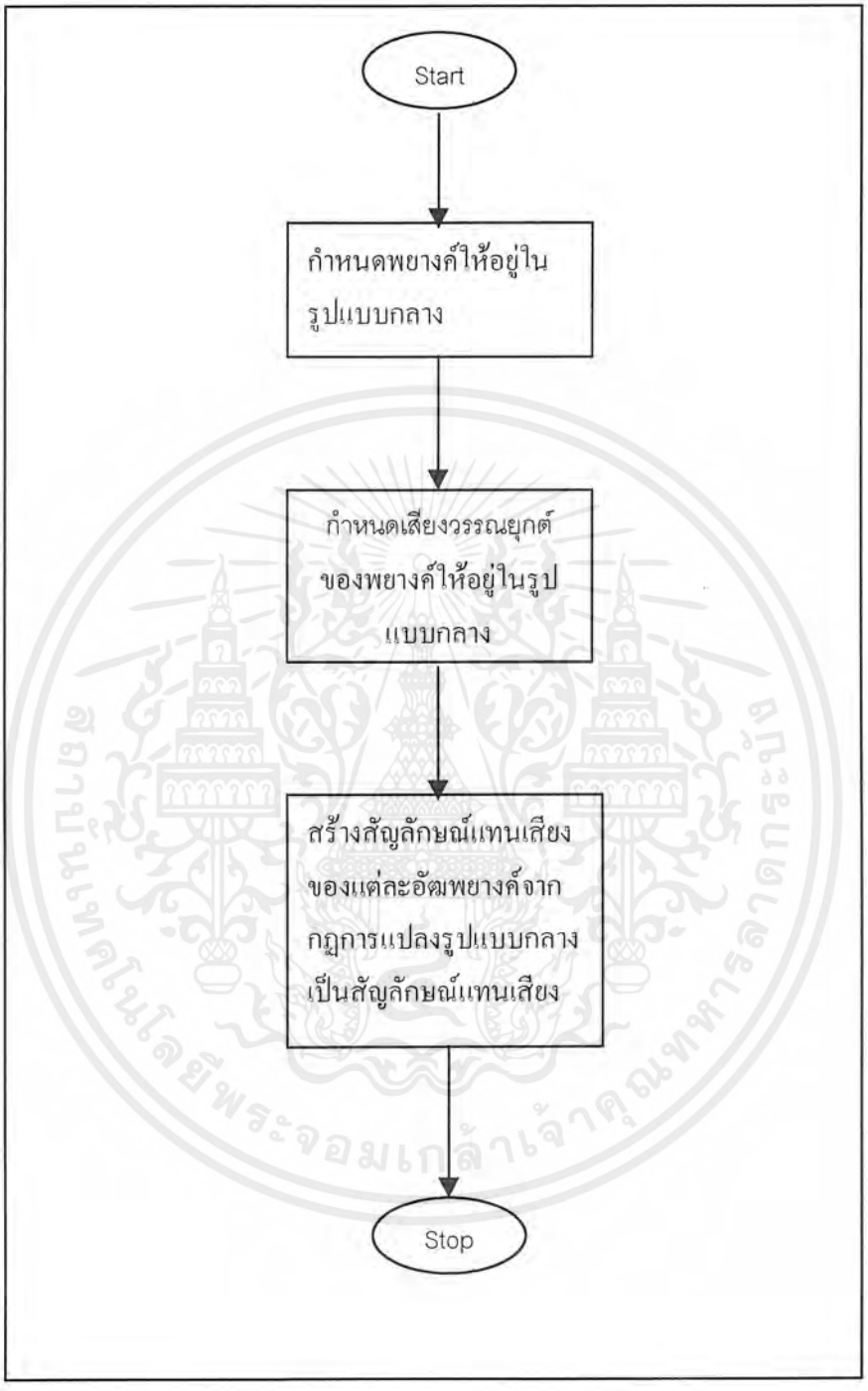
อธิบายการทำงานของส่วนแยกคำออกเป็นพยางค์

1. ขั้นตอนแรกในการแยกคำออกเป็นพยางค์ต้องทำการค้นหา Record ที่เก็บคำนั้นในพจนานุกรมคำศัพท์ก่อน ซึ่งแต่ละ Record ที่เก็บคำจะประกอบด้วย field ที่เก็บคำอ่านแต่ละพยางค์ของคำ
2. ขั้นตอนที่สองคืออ่านคำอ่านทุกพยางค์ที่เก็บใน Record ของคำนั้นมาเพื่อทำงานในขั้นตอนต่อไป

หมายเหตุ ตัวอย่างคำอ่านแต่ละพยางค์ของคำ คือ วิศวกรรมศาสตร์ อ่านว่า วิด-สะ-วะ-กำ-มะ-สาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง



รูปที่ 6.10 แสดง flowchart ของส่วนสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง

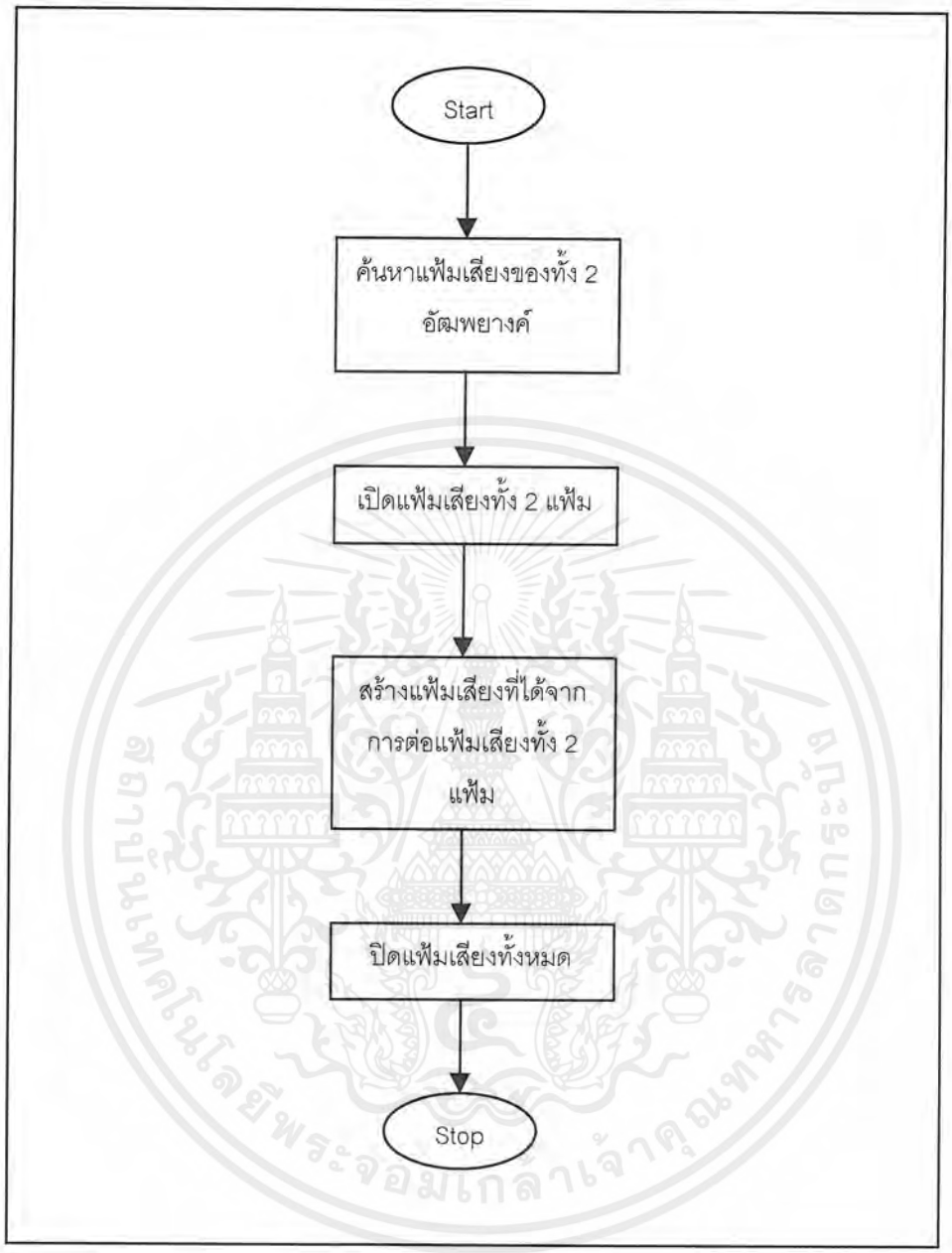
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายการทำงานของส่วนสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง

1. ขั้นตอนแรกในการสร้างสัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละอัฒพยางค์ต้องทำการกำหนดรูปแบบกลางของพยางค์ก่อน โดยการใช้โครงข่ายการเกิดพยางค์ ของวิธี MPT Network จะได้พยางค์ที่อยู่ในรูปแบบกลางดังนี้ $\{C_1V[C_2]\}T$
2. เมื่อได้รูปแบบกลางของพยางค์แล้วจะทำการกำหนดเสียงวรรณยุกต์ของพยางค์ให้อยู่ในรูปแบบกลาง โดยใช้โครงข่ายความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างพยางค์กับการกำหนดเสียงวรรณยุกต์ ซึ่งจะได้รูปแบบกลางอยู่ในรูปแบบดังนี้ $\{C_iV_j[C_{2k}]\}T_{i->m}$
3. หลังจากได้รูปแบบกลางที่กำหนดวรรณยุกต์เรียบร้อยแล้ว จะทำการแปลงรูปแบบกลางนี้ให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละอัฒพยางค์โดยใช้กฎดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ส่วนประกอบแฟ้มเสียง



รูปที่ 6.11 แสดง flowchart ของส่วนประกอบแฟ้มเสียง

อธิบายการทำงานของส่วนประกอบแฟ้มข้อมูล

1. ขั้นตอนแรกคือทำการค้นหาแฟ้มข้อมูลเสียงของทั้ง 2 อัฒพยางค์จากฐานข้อมูลเสียง
2. ทำการเปิดแฟ้มข้อมูลเสียงเพื่อทำการต่อเสียง
3. สร้างแฟ้มข้อมูลเสียงที่ได้จากการนำข้อมูลเสียงของทั้ง 2 อัฒพยางค์มาต่อกัน
4. ปิดแฟ้มข้อมูลเสียงที่ทำการเปิดมาใช้งานทุกแฟ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ส่วนสร้างเสียง

ส่วนของการสร้างเสียง จะเป็นการ Run ไฟล์เสียง เพื่อให้เกิดเป็นเสียงส่งผ่านออกทางลำโพง ไปยังผู้ฟัง หลังจากทำการสร้างเสียงของพยางค์จนครบ 1 คำแล้ว ก็จะกลับไปยังส่วนของการตัดคำ เพื่อทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่ขั้นตอนการตัดคำจนถึงขั้นตอนสร้างเสียงใหม่ เพื่อทำการสร้างเสียงของคำต่อไป ซึ่งจะทำตามขั้นตอนเหล่านี้จนกระทั่งอ่านคำจนหมดแฟ้มข้อความหรือจนกระทั่งอ่านคำที่รับเข้ามาจากแป้นพิมพ์จนหมด

สรุป

จากการออกแบบและการสร้างโปรแกรมสังเคราะห์เสียง ทำให้เราได้โปรแกรมที่จะนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

ผลการทดลอง/การทดสอบ

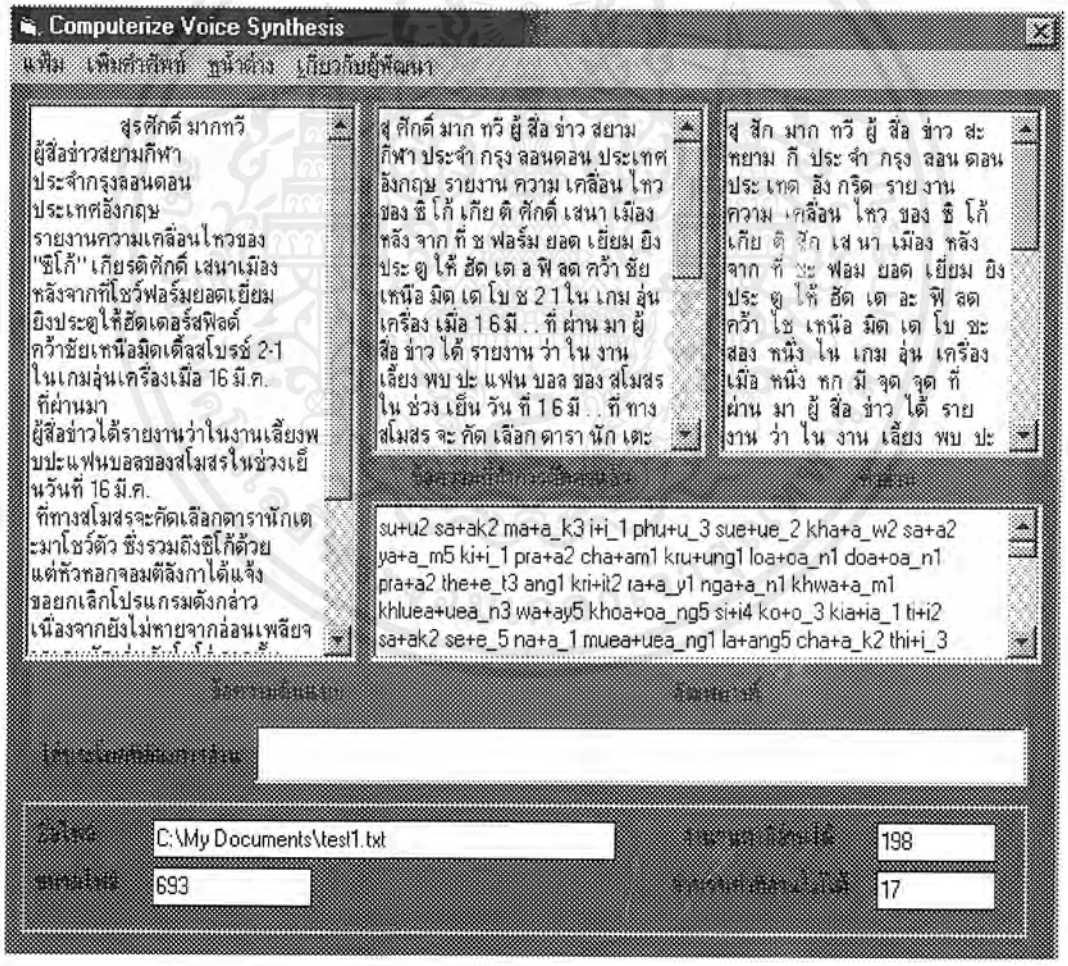
7.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการแสดงการทดลองและผลการทดลองของความถูกต้องในการตัดคำ การเปรียบเทียบพื้นที่เก็บข้อมูลที่ต้องใช้ในการบันทึกเสียง ความต่อเนื่องของเสียง และคุณภาพของเสียง ระหว่างวิธีสร้างเสียงจากการบันทึกเสียงจริงตามแบบที่ 4 ซึ่งเป็นการบันทึกเสียงเป็นพยางค์กับการสร้างเสียงจากการสังเคราะห์เสียงตามวิธีในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

7.2 การทดสอบการตัดคำ

เป็นการทดสอบการตัดคำจากเอกสารตัวอย่างดังต่อไปนี้

7.2.1 ตัวอย่างเอกสารจากหนังสือสยามกีฬา

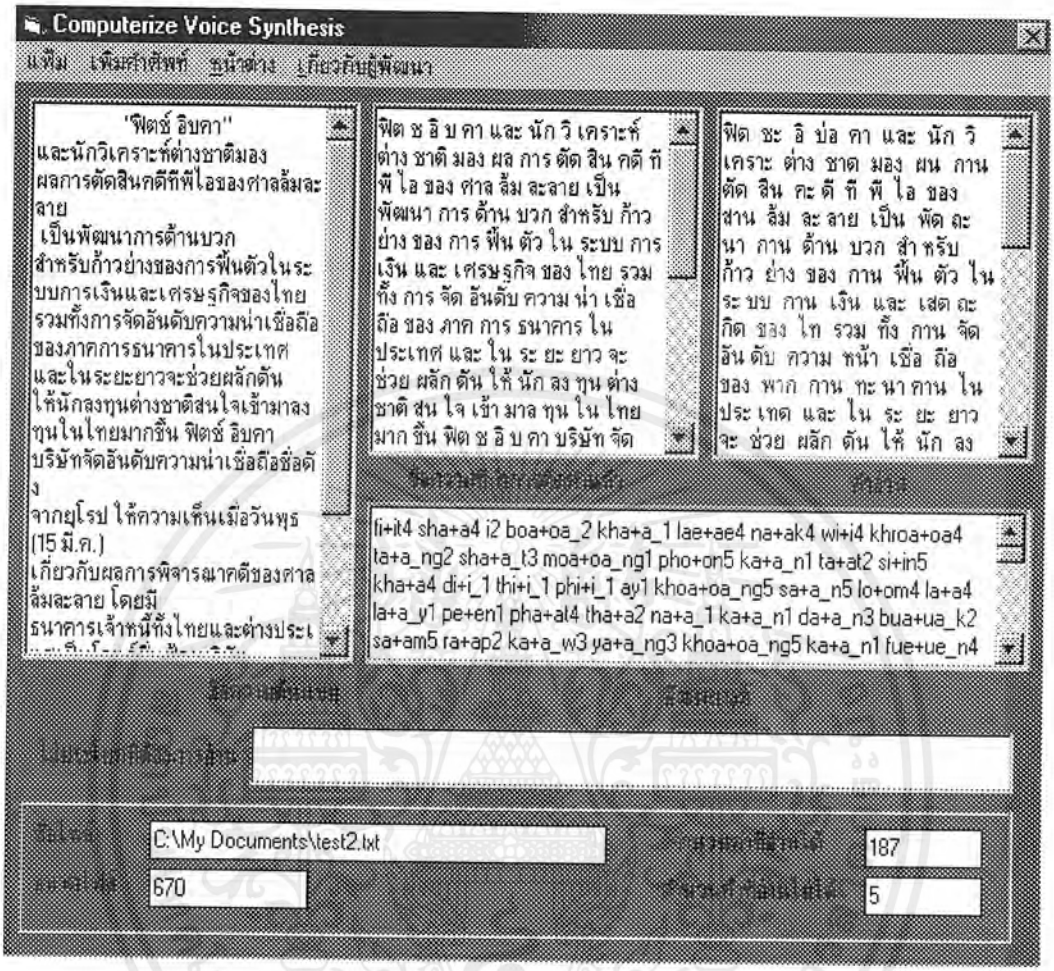


ผลการทดสอบการตัดคำของตัวอย่างเอกสารจากหนังสือสยามกีฬา

จำนวนคำที่อ่านได้ 198 คำ และจำนวนคำที่อ่านไม่ได้ 17 คำ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของคำที่อ่านได้เท่ากับ 91.41 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.2 ตัวอย่างเอกสารจากหนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ

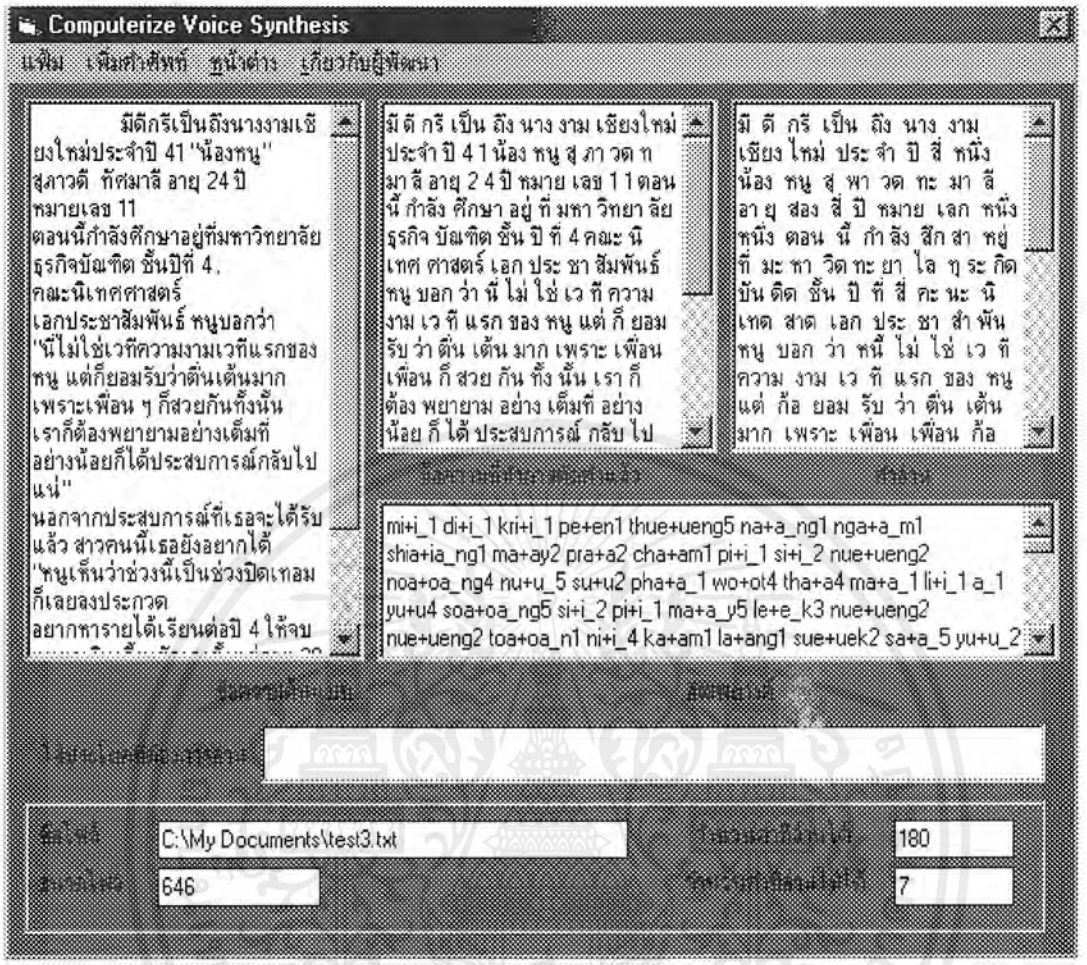


ผลการทดสอบการตัดคำของตัวอย่างเอกสารจากหนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ

จำนวนคำที่อ่านได้ 187 คำ และจำนวนคำที่อ่านไม่ได้ 5 คำ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของคำที่อ่านได้เท่ากับ 97.32 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.3 ตัวอย่างเอกสารจากหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ



ผลการทดสอบการตัดคำของตัวอย่างเอกสารจากหนังสือพิมพ์ไทยรัฐ

จำนวนคำที่อ่านได้ 180 คำ และจำนวนคำที่อ่านไม่ได้ 7 คำ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของคำที่อ่านได้เท่ากับ 96.11 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 การเปรียบเทียบขนาดพื้นที่เก็บข้อมูล

แฟ้มพยางค์		แฟ้มอัฒพยางค์			
พยางค์	ขนาด	อัฒพยางค์ 1	ขนาด	อัฒพยางค์ 2	ขนาด
วิด	18.02 Kb	Wi	8.33 Kb	it4	9.95 Kb
สะ	20.14 Kb	Sa	12.5 Kb	a2	7.73 Kb
วะ	19.54 Kb	Wa	6.61 Kb	a4	12.9 Kb
กำ	27.21 Kb	Ka	5.92 Kb	am1	21.7 Kb
มะ	20.07 Kb	Ma	7.58 Kb	a4	12.9 Kb
สาด	30.34 Kb	Sa	12.5 Kb	a_t2	17.9 Kb

ตารางที่ 7.1 แสดงการเปรียบเทียบของขนาดที่เก็บข้อมูล

ผลรวมขนาดของประโยคจากการต่อพยางค์=(18.02)+(20.14)+(19.54)+(27.21)+(20.07)+(30.34) =135.32

ค่าเฉลี่ยของพยางค์ 1 พยางค์ = 135.32/6 = 22.55 Kb

จำนวนพยางค์เสียงทั้งหมด = 40,560 พยางค์เสียง

ดังนั้นจำนวนขนาดหน่วยเก็บข้อมูลที่ใช้ทั้งหมดคือ 40,560*22.55 Kb = 914,628,000 Byte

ผลรวมขนาดของประโยคจากการต่ออัฒพยางค์ = (8.33+9.95)+(12.5+7.73)+(6.61+12.9)+(5.92+21.7)+(7.58+12.9)+(12.5+17.9) = 136.52 Kb

ค่าเฉลี่ยของอัฒพยางค์ 1 อัฒพยางค์ = 136.52/12 = 11.38Kb

จำนวนหน่วยอัฒพยางค์ทั้งหมด = 1,452 อัฒพยางค์เสียง

ดังนั้นจำนวนขนาดหน่วยเก็บข้อมูลที่ใช้ทั้งหมดคือ 1,452*4.91= 16,523,760 Byte

ขนาดหน่วยเก็บข้อมูลที่ต้องใช้สำหรับการบันทึกเสียงเป็นพยางค์ ซึ่งเป็นการบันทึกเสียงตามแบบที่ 4 ของการบันทึกหน่วยเสียงพื้นฐานในบทที่ 4 เท่ากับ 914,628,000 byte คิดเป็น 55.35 เท่า ของการสังเคราะห์เสียงในปริญญานิพนธ์ที่ใช้การบันทึกเสียงเป็นอัฒพยางค์ ซึ่งเป็นการบันทึกเสียงตามแบบที่ 3 ของการบันทึกหน่วยเสียงพื้นฐานในบทที่ 4

7.4 การเปรียบเทียบความต่อเนื่องของการอ่านข้อความ

ความต่อเนื่องของการอ่านข้อความ โดยการอ่านข้อความทีละพยางค์ตามวิธีการบันทึกเสียงจริงตามแบบที่ 4 ซึ่งเป็นการบันทึกเสียงเป็นพยางค์ คือ พอใช้ - ดี

ความต่อเนื่องของการอ่านข้อความ โดยการอ่านข้อความทีละพยางค์ที่ได้จากการสังเคราะห์เสียงตามวิธีในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คือ พอใช้ – ดี

7.5 การเปรียบเทียบคุณภาพของเสียง

คุณภาพของพยางค์เสียงที่ได้จากการบันทึกเสียงจริงตามแบบที่ 4 ซึ่งเป็นการบันทึกเสียงเป็นพยางค์ คือ ดีมาก

คุณภาพของพยางค์เสียงที่ได้จากการสังเคราะห์เสียงตามวิธีในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คือ ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการทดสอบการตัดคำและเปรียบเทียบขนาดพื้นที่จัดเก็บข้อมูลที่ต้องใช้ ความต่อเนื่องในการอ่านข้อความ และคุณภาพของเสียงของการสร้างเสียงด้วยวิธีการบันทึกเสียงจริงตามแบบที่ 4 ซึ่งเป็นการบันทึกเสียงเป็นพยางค์กับการสร้างเสียงโดยการสังเคราะห์ ทำให้เห็นข้อดีข้อเสียของทั้ง 2 วิธี ซึ่งจะนำไปสู่การวิจารณ์และสรุปในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
บทวิจารณ์และสรุป

8.1 บทวิจารณ์

จากการทดลองทำให้เราได้พบข้อจำกัดต่าง ๆ ของโปรแกรมดังต่อไปนี้

1. การตัดคำไม่สามารถตัดคำที่ทับศัพท์ภาษาอังกฤษที่ไม่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ได้ เช่น คำว่า มิดเดิ้ลสโบรซ์,เวสต์บรอมวิช เป็นต้น เพราะการตัดคำของเราต้องทำการเปรียบเทียบกับพจนานุกรมคำศัพท์ ดังนั้นถ้าคำไหนไม่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์โปรแกรมก็ไม่รู้จัก แต่สามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มคำศัพท์นั้นลงไปในพจนานุกรมคำศัพท์
2. การตัดคำไม่สามารถตัดคำที่เป็นชื่อเฉพาะได้ เพราะส่วนใหญ่คำที่เป็นชื่อเฉพาะมักไม่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ เช่น สุรศักดิ์,กัลไทย เป็นต้น แก้ไขได้ด้วยการเพิ่มคำศัพท์ลงไปในพจนานุกรมคำศัพท์เช่นเดียวกัน
3. ไม่สามารถอ่านคำกำกวมให้ถูกต้องตามสถานะการณ์ เช่น "ตากลม" อ่านได้ 2 วิธีคือ "ตา-กลม" หรือ "ตาก-ลม" ในปริญญานิพนธ์ของเราอ่านได้วิธีเดียวคือ "ตาก-ลม" เพราะว่าการตัดคำของเราใช้การตัดคำโดยวิธี WordBucket ซึ่งเป็นการตัดคำที่จะเลือกคำที่ยาวที่สุดที่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ คำว่า "ตา" และ "ตาก" เป็นคำที่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์แต่คำว่า "ตาก" เป็นคำที่ยาวที่สุด แต่สามารถแก้ไขได้โดยการใส่เครื่องหมายเว้นวรรคเข้าไประหว่างคำเพื่อแยกออกเป็น 2 คำ เช่น ถ้าต้องการให้อ่านว่า "ตา-กลม" ให้เขียนดังนี้ "ตา กลม" แทนที่จะเขียนว่า "ตากลม" หรือใช้วิธีการวิเคราะห์ประโยคเข้ามาช่วย เพื่อดูว่าควรจะเลือกตัดคำที่ตำแหน่งใด (ซึ่งเป็นวิธีทางด้าน AI)
4. ความต่อเนื่องในการอ่านข้อความของโปรแกรมยังไม่ดีเท่าที่ควร สาเหตุมาจากโปรแกรมต้องมีการติดต่อกับหน่วยจัดเก็บข้อมูลบ่อยครั้ง โดยการออกเสียง 1 พยางค์ต้องมีการติดต่อกับหน่วยจัดเก็บข้อมูลที่เก็บไฟล์เสียง 2 ครั้ง (ไฟล์เสียงของแต่ละอัฒพยางค์) ซึ่งเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลในหน่วยจัดเก็บข้อมูลจะช้า เนื่องจากข้อมูลถูกเก็บอยู่ในหน่วยความจำสำรอง (secondary storage) จึงทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในการเล่นเสียง
5. คุณภาพของเสียงที่ได้จากการสังเคราะห์เสียงพยางค์จากอัฒพยางค์ มีคุณภาพด้อยกว่าการสร้างเสียงจากการบันทึกเสียงพยางค์จริง เพราะการบันทึกเสียงโดยใช้เสียงพยางค์จริงจะเป็นการบันทึกเสียงพูดของมนุษย์เอง ดังนั้นคุณภาพที่ได้จากเสียงพยางค์จริงย่อมมีคุณภาพที่ดีกว่าเสียงที่ได้จากการสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 สรุป

โปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์เป็นโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยสำหรับผู้พิการทางสายตา ให้สามารถรับฟังเสียงภาษาไทยที่ได้จากการสังเคราะห์เสียงจากข้อความภาษาไทยหรือสำหรับผู้พิการทางการพูดให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์พูดแทนตนเอง ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

1. รับข้อความที่ต้องการสังเคราะห์เสียงจากแฟ้มข้อความภาษาไทย (Text file) เพื่อนำข้อความเหล่านั้นมาสังเคราะห์เสียงออกทางลำโพง นอกจากสามารถรับข้อความจากแฟ้มข้อความแล้วยังสามารถรับข้อความจากทางแป้นพิมพ์ได้อีกด้วย
2. เมื่อได้ข้อความมาแล้วเราก็นำข้อความนั้นมาทำการแยกออกเป็นคำๆ โดยการตัดคำตามวิธี WordBucket ซึ่งเป็นการตัดคำที่จะเลือกคำที่ยาวที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยการเปรียบเทียบกับพจนานุกรมคำศัพท์
3. เมื่อตัดคำเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะนำคำนั้นมาทำการหาคำอ่านโดยการค้นหาคำอ่านของแต่ละคำได้จากพจนานุกรมคำศัพท์ ซึ่งขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการแยกคำออกเป็นพยางค์นั่นเอง
4. เมื่อได้พยางค์แล้วก็จะนำพยางค์นั้นมาหาสัญลักษณ์แทนเสียง ซึ่งการหาสัญลักษณ์แทนเสียงจะใช้วิธี MPT Networks ซึ่งหลังจากใช้ MPT Networks แล้วจะได้สัญลักษณ์แทนเสียง 2 ชุด แต่ละชุดแทนเสียง 1 อัฒพยางค์เสียง เมื่อนำเสียงที่แทนด้วยสัญลักษณ์แทนเสียงของอัฒพยางค์เสียงทั้ง 2 ชุดมารวมกันจะได้เสียง 1 พยางค์เสียง
5. หลังจากได้สัญลักษณ์แทนเสียงของแต่ละอัฒพยางค์เสียงแล้ว ก็นำแฟ้มเสียงของแต่ละอัฒพยางค์เสียงที่แทนด้วยสัญลักษณ์แทนเสียงนั้นมารวมกันเป็นแฟ้มเสียงสำหรับเสียง 1 พยางค์เสียง
6. ขั้นตอนสุดท้ายคือการนำแฟ้มเสียงไปแปลงเป็นเสียงส่งออกทางลำโพงให้เราได้ยินต่อไป

จากการนำโปรแกรมไปทดลองใช้งาน (ตามบทที่ 7) และเปรียบเทียบการทำงานระหว่างการสร้างเสียงโดยการบันทึกเสียงจริงตามแบบที่ 4 ซึ่งเป็นการบันทึกเสียงเป็นพยางค์กับการสร้างเสียงโดยการสังเคราะห์เสียงตามวิธีในปริญญานิพนธ์ จะเห็นว่าการทำงานของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงในด้านความต่อเนื่องของการอ่านข้อความและคุณภาพของเสียงไม่แตกต่างกับการบันทึกเสียงจริงตามแบบที่ 4 มากนัก โดยความต่อเนื่องของการอ่านข้อความไม่แตกต่างกันเลย แต่คุณภาพของเสียงที่ได้จากการสังเคราะห์เสียงตามวิธีในปริญญานิพนธ์ จะด้อยกว่าคุณภาพของเสียงที่ได้จากการบันทึกเสียงจริงตามแบบที่ 4 อยู่บ้าง คือ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ส่วนคุณภาพของเสียงที่ได้จากการบันทึกเสียงจริงตามแบบที่ 4 อยู่ในระดับดีมาก แต่จุดเด่นของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงนี้ คือ จะสิ้นเปลืองพื้นที่ของหน่วยจัดเก็บข้อมูลน้อยมากเมื่อเทียบกับการสร้างเสียงโดยการบันทึกเสียงตามแบบที่ 4 ทำให้ง่ายต่อการนำโปรแกรมไปติดตั้งเพื่อใช้งาน การตัดคำของโปรแกรมจะอ่านคำไม่ได้เฉพาะคำที่ไม่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำที่เป็นชื่อเฉพาะ ซึ่งสามารถแก้ไขได้ด้วยการเพิ่มคำเข้าไปในพจนานุกรมคำศัพท์ ส่วนคำกำกวมสามารถแก้ไขได้ด้วยการใส่เครื่องหมายเว้นวรรคเข้าไประหว่างคำเพื่อแยกคำออกเป็น 2 คำ เช่น "ตา กลม" เป็นต้น หรือใช้วิธีการวิเคราะห์ประโยคเข้ามาช่วย เพื่อดูว่าควรจะเลือกตัดคำที่ตำแหน่งใด จากการทดลองจะเห็นว่าความสามารถของโปรแกรมอยู่ในระดับที่น่าพอใจเลยทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาในอนาคต

1. เพิ่มเติมความสามารถในการตัดคำให้ดียิ่งขึ้น โดยการเพิ่มเติมข้อมูลในพจนานุกรมคำศัพท์ให้มากขึ้น หรือเปลี่ยนการตัดคำโดยวิธีใช้พจนานุกรมคำศัพท์มาใช้วิธีการใช้ไวยากรณ์เข้าช่วย เช่น จบคำเมื่อพบตัวสะกดตามด้วยตัวการันต์ หรือจบคำเมื่อพบสระตามด้วยตัวสะกด เป็นต้น แต่ต้องคำนึงถึงความถูกต้องและการนำไปใช้งานของทั้งสองวิธีด้วยว่าแบบไหนดีหรือเหมาะสมกว่ากัน โดยอาจนำทั้ง 2 วิธี มาผสมผสานกันเพื่อใช้ในการตัดคำก็ได้
2. เพิ่มเติมความสามารถในการอ่านและการตัดคำให้สามารถอ่านและตัดคำภาษาอังกฤษได้ด้วย ยกตัวอย่างเช่น การเพิ่มคำภาษาอังกฤษซึ่งมีคำอ่านเป็นภาษาไทยไว้ในพจนานุกรมคำศัพท์ และเพิ่มความสามารถของการตัดคำของโปรแกรมให้ตัดคำภาษาอังกฤษได้ หรือจะสังเคราะห์เสียงภาษาอังกฤษขึ้นมาเองเลยก็ได้
3. ทำให้โปรแกรมสามารถอ่านคำกำกวมให้ถูกต้องตามสถานะการณ์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งต้องวิจัยและหาเทคนิคที่เหมาะสมและถูกต้องที่สุดต่อไป
4. เพิ่มคุณภาพของเสียงให้เหมือนกับเสียงธรรมชาติมากที่สุด ยกตัวอย่างเช่น อาจจะใช้วิธีการบันทึกเสียงจริงของพยางค์ที่ใช้บ่อย ๆ ไว้ เมื่อจะอ่านพยางค์ที่มีเสียงจริงบันทึกไว้แล้วก็นำออกมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องทำการสังเคราะห์เสียง
5. เพิ่มความต่อเนื่องของการอ่านข้อความให้ต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การโหลดแฟ้มเสียงมาเก็บไว้ในหน่วยความจำหลัก (memory) แล้วอ่านเสียงจากหน่วยความจำหลักโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อะ (a)	อิ (I)	อุ (u)	อึ (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เออะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอือะ (uea)	เอียะ (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	ngoa	nger	ngae	ngua	nguea	ngia
ฉ,ช,ฌ (sh)	sha	shi	shu	shue	she	sho	shoa	sher	shae	shua	shuea	shia
จ (ch)	cha	chi	chu	chue	che	cho	choa	cher	chae	chua	chuea	chia
ซ,ส,ษ,ศ (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,ด (d)	da	di	du	due	de	do	doa	der	dae	dua	duea	dia
ฏ,ต (t)	ta	ti	tu	tue	te	to	toa	ter	tae	tua	tuea	tia
ฐ,ถ,ท,ธ,ฑ (th)	tha	thi	thu	thue	the	tho	thoa	ther	thae	thua	thuea	thia
น,ณ (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
พ,ผ (ph)	pha	phi	phu	phue	phe	pho	phoa	pher	phae	phua	phuea	phia
ฝ,ฟ (f)	fa	fi	fu	fue	fe	fo	foa	fer	fae	fua	fuea	fia
ม (m)	ma	mi	mu	mue	me	mo	moa	mer	mae	mua	muea	mia
ร (r)	ra	ri	ru	rue	re	ro	roa	rer	rae	rua	ruea	ria
ล (l)	la	li	lu	lue	le	lo	loa	ler	lae	lua	luea	lia
ว (w)	wa	wi	wu	wue	we	wo	woa	wer	wae	wua	wuea	wia
อ (?)	?a	?i	?u	?ue	?e	?o	?oa	?er	?ae	?ua	?uea	?ia
ฮ,ห (h)	ha	hi	hu	hue	he	ho	hoa	her	hae	hua	huea	hia
กว (kw)	kwa	kwi	kwu	kwue	kwe	kwo	kwoa	kwer	kwae	kwua	kwuea	kwia
กร (kr)	kra	kri	kru	krue	kre	kro	kroa	krer	krae	krua	kruea	kria
กล (kl)	kla	kli	klu	klue	kle	klo	kloa	kler	klae	klua	kluea	klia
คร (khr)	khra	khri	khru	khrue	khre	khro	khroa	khrer	khrae	khrua	khruea	khria
คว (khw)	khwa	khwi	khwu	khwue	khwe	khwo	khwoa	khwer	khwae	khwua	khwuea	khwia
คล (khl)	khla	khli	khlu	khlue	khle	khlo	khloa	khler	khlae	khlua	khluea	khlia
พล (phl)	phla	phli	phlu	phlue	phle	phlo	phloa	phler	phlae	phlua	phluea	phlia
พร (phr)	phra	phri	phru	phrue	phre	phro	phroa	phrer	phrae	phrua	phruea	phria
ปล(pl)	pla	pli	plu	plue	ple	plo	ploa	pler	plae	plua	pluea	plia
ปร (pr)	pra	pri	pru	prue	pre	pro	proa	prer	prae	prua	pruea	pria
ตร (tr)	tra	tri	tru	true	tre	tro	troa	trer	trae	trua	truea	tria

ตารางภาคผนวกที่ 1 เสียงพยัญชนะต้นเดี่ยวและพยัญชนะควบกล้ำผสมสระเสียงสั้น รวม 456 แฟ้มเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เออะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอือะ (uea)	เอียะ (ia)
ทร (thr)	thra	thri	thru	thrue	thre	thro	throa	threr	thrae	thrua	thruea	thria
ดร (dr)	dra	dri	dru	drue	dre	dro	droa	drer	drae	drua	druea	dria
ฟร (fr)	fra	fri	fru	frue	fre	fro	froa	frer	frae	frua	fruea	fria
ฟล (fl)	fla	fli	flu	flue	fle	flo	floa	fler	flae	flua	fluea	flia
บร (br)	bra	bri	bru	brue	bre	bro	broa	brer	brae	brua	bruea	bria
บล (bl)	bla	bli	blu	blue	ble	blo	bloa	bler	blae	blua	bluea	blia

ตารางภาคผนวกที่1(ต่อ)เสียงพยัญชนะต้นเดี่ยวและพยัญชนะควบกล้ำ
ผสมสระเสียงสั้น รวม 456เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เออะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอือะ (uea)	เอียะ (ia)
เอก	a2	i2	u2	ue2	e2	o2	oa2	er2	ae2	ua2	uea2	ia2
โท	a3	i3	u3	ue2	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
แม่กก	ak2	ik2	uk2	uek2	ek2	ok2	oak2	erk2	aek2	uak2	ueak2	iak2
	ak3	ik3	uk3	uek2	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
แม่กด	at2	it2	ut2	uet2	et2	ot2	oat2	ert2	aet2	uat2	ueat2	iat2
	at3	it3	ut3	uet2	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
แม่กบ	ap2	ip2	up2	uep2	ep2	op2	oap2	erp2	aep2	uap2	ueap2	iap2
	ap3	ip3	up3	uep2	ep3	op3	oap3	erp3	aep3	uap3	ueap3	iap3
	ap4	ip4	up4	uep4	ep4	op4	oap4	erp4	aep4	uap4	ueap4	iap4
	ap5	ip5	up5	uep5	ep5	op5	oap5	erp5	aep5	uap5	ueap5	iap5
แม่กน	an1	in1	un1	uen1	en1	on1	oan1	ern1	aen1	uan1	uean1	ian1
	an2	in2	un2	uen2	en2	on2	oan2	ern2	aen2	uan2	uean2	ian2
	an3	in3	un3	uen2	en3	on3	oan3	ern3	aen3	uan3	uean3	ian3
	an4	in4	un4	uen4	en4	on4	oan4	ern4	aen4	uan4	uean4	ian4
	an5	in5	un5	uen5	en5	on5	oan5	ern5	aen5	uan5	uean5	ian5
แม่กง	ang1	ing1	ung1	ueng1	eng1	ong1	oang1	erng1	ang1	uang1	ueang1	iang1
	ang2	ing2	ung2	ueng2	eng2	ong2	oang2	erng2	aeng2	uang2	ueang2	iang2
	ang3	ing3	ung3	ueng2	eng3	ong3	oang3	erng3	aeng3	uang3	ueang3	iang3
	ang4	ing4	ung4	ueng4	eng4	ong4	oang4	erng4	aeng4	uang4	ueang4	iang4
	ang5	ing5	ung5	ueng5	eng5	ong5	oang5	erng5	aeng5	uang5	ueang5	iang5
แม่กม	am1	im1	um1	uem1	em1	om1	oam1	erm1	aem1	uam1	ueam1	iam1
	am2	im2	um2	uem2	em2	om2	oam2	erm2	aem2	uam2	ueam2	iam2
	am3	im3	um3	uem2	em3	om3	oam3	erm3	aem3	uam3	ueam3	iam3
	am4	im4	um4	uem4	em4	om4	oam4	erm4	aem4	uam4	ueam4	iam4
	am5	im5	um5	uem5	em5	om5	oam5	erm5	aem5	uam5	ueam5	iam5

ตารางภาคผนวกที่ 2 สระเสียงสั้น (ตัวสะกดเสียงไม่กัก) รวม 492 แฟ้มเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (ue)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (oa)	เออะ (er)	แอะ (ae)	อัวะ (ua)	เอือะ (uea)	เอียะ (ia)
แม่เกย	ay1	iy1	uy1	uey1	ey1	oy1	oay1	ery1	aey1	uay1	ueay1	iay1
	ay2	iy2	uy2	uey2	ey2	oy2	oay2	ery2	aey2	uay2	ueay2	iay2
	ay3	iy3	uy3	uey2	ey3	oy3	oay3	ery3	aey3	uay3	ueay3	iay3
	ay4	iy4	uy4	uey4	ey4	oy4	oay4	ery4	aey4	uay4	ueay4	iay4
	ay5	iy5	uy5	uey5	ey5	oy5	oay5	ery5	aey5	uay5	ueay5	iay5
แม่เกอว	aw1	iw1	uw1	uew1	ew1	ow1	oaw1	erw1	aew1	uaw1	ueaw1	iaw1
	aw2	iw2	uw2	uew2	ew2	ow2	oaw2	erw2	aew2	uaw2	ueaw2	iaw2
	aw3	iw3	uw3	uew2	ew3	ow3	oaw3	erw3	aew3	uaw3	ueaw3	iaw3
	aw4	iw4	uw4	uew4	ew4	ow4	oaw4	erw4	aew4	uaw4	ueaw4	iaw4
	aw5	iw5	uw5	uew5	ew5	ow5	oaw5	erw5	aew5	uaw5	ueaw5	iaw5

ตารางภาคผนวกที่ 2 (ต่อ) สระเสียงสั้น (ตัวสะกดเสียงไม่กัก) รวม 492 แฟ้มเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อา (a_)	อี (i_)	อู (u_)	อือ (ue_)	เอ (e_)	โอ (o_)	ออ (oa_)	เออ (er_)	แอ (ae_)	อัว (ua_)	เอือ (uea_)	เอีย (ia_)
สามัญ	a_1	i_1	u_1	ue_1	e_1	o_1	oa_1	er_1	ae_1	ua_1	uea_1	ia_1
เอก	a_2	i_2	u_2	u_2	e_2	o_2	oa_2	er_2	ae_2	ua_2	uea_2	ia_2
โท	a_3	i_3	u_3	ue_2	e_3	o_3	oa_3	er_3	ae_3	ua_3	uea_3	ia_3
ตรี	a_4	i_4	u_4	ue_4	e_4	o_4	oa_4	er_4	ae_4	ua_4	uea_4	ia_4
จัตวา	a_5	i_5	u_5	ue_5	e_5	o_5	oa_5	er_5	ae_5	ua_5	uea_5	ia_5
แม่กก	a_k2	i_k2	u_k2	ue_k2	e_k2	o_k2	oa_k2	er_k2	ae_k2	ua_k2	uea_k2	ia_k2
	a_k3	i_k3	u_k3	ue_k2	e_k3	o_k3	oa_k3	er_k3	ae_k3	ua_k3	uea_k3	ia_k3
	a_k4	i_k4	u_k4	ue_k4	e_k4	o_k4	oa_k4	er_k4	ae_k4	ua_k4	uea_k4	ia_k4
	a_k5	i_k5	u_k5	ue_k5	e_k5	o_k5	oa_k5	er_k5	ae_k5	ua_k5	uea_k5	ia_k5
แม่กด	a_t2	i_t2	u_t2	ue_t2	e_t2	o_t2	oa_t2	er_t2	ae_t2	ua_t2	uea_t2	ia_t2
	a_t3	i_t3	u_t3	ue_t2	e_t3	o_t3	oa_t3	er_t3	ae_t3	ua_t3	uea_t3	ia_t3
	a_t4	i_t4	u_t4	ue_t4	e_t4	o_t4	oa_t4	er_t4	ae_t4	ua_t4	uea_t4	ia_t4
	a_t5	i_t5	u_t5	ue_t5	e_t5	o_t5	oa_t5	er_t5	ae_t5	ua_t5	uea_t5	ia_t5
แม่กบ	a_p2	i_p2	u_p2	ue_p2	e_p2	o_p2	oa_p2	er_p2	ae_p2	ua_p2	uea_p2	ia_p2
	a_p3	i_p3	u_p3	ue_p2	e_p3	o_p3	oa_p3	er_p3	ae_p3	ua_p3	uea_p3	ia_p3
	a_p4	i_p4	u_p4	ue_p4	e_p4	o_p4	oa_p4	er_p4	ae_p4	ua_p4	uea_p4	ia_p4
	a_p5	i_p5	u_p5	ue_p5	e_p5	o_p5	oa_p5	er_p5	ae_p5	ua_p5	uea_p5	ia_p5
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_n2	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_ng2	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_m2	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

ตารางภาคผนวกที่ 3 สระเสียงยาว (ตัวสะกด) รวม 504 แฟ้มเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อา (a_)	อี (i_)	อู (u_)	อือ (ue_)	เอ (e_)	โอ (o_)	ออ (oa_)	เออ (er_)	แอ (ae_)	อัว (ua_)	เอือ (uea_)	เอีย (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_n3	i_n3	u_n3	ue_n2	e_n3	o_n3	oa_n3	er_n3	ae_n3	ua_n3	uea_n3	ia_n3
	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
แม่เกอว	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_w2	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

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ) สระเสียงยาว (ตัวสะกด) รวม 504 แฟ้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกฉัท จารุเมธีชน,ภาษาไทยสำหรับครู,พิมพ์ครั้งที่ 3,กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์
2. สง่า คงสุพานิช,การแปลงหน่วยคำในภาษาไทยเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับงานสังเคราะห์เสียงจากประโยคภาษาไทย,วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ,กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,2540.
3. อาทร นันทิยกุล,การสังเคราะห์เสียงพูดจากข้อความภาษาไทย,วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต , กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2533.
4. กมลชัย โชคชัยชุติกุล,ระบบคอมพิวเตอร์อ่านออกเสียงภาษาไทยจากเอกสาร, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต ,กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2533.
5. กฤษดา เรเยส,ต้นแบบเครื่องสังเคราะห์เสียงพูดด้วยวิธีเข้ารหัสแบบลิเนียร์พรีดิกทีฟ, วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ,กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2533.
6. Virach Somlertlamvanich,Papers on Natural Language Processing:Multi-lingual Machine Translation and Related Topics (1987-1994), National Electronics and Computer Technology Center,1995

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้