

การออกแบบและพัฒนาการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยแบบเชื่อมต่อโดยใช้ฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดเล็ก

นายต่อศักดิ์ สุนทรพันธุ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN AND DEVELOPMENT OF CONCATENATIVE THAI SPEECH SYNTHESIS
USING A SMALL SPEECH CORPUS

Mr. Torsak Soontornphand

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

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

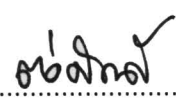


Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

ต่อศักดิ์ สุนทรพันธุ์ : การออกแบบและพัฒนาระบบสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยแบบเชื่อมต่อโดยใช้ฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดเล็ก. (Design and Development of Concatenative Thai Speech Synthesis Using a Small Speech Corpus) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.อดิวงค์ สุชาติ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ผศ.ดร.โปรดปราน บุญพุกกณะ , 152 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยแบบเชื่อมต่อจากฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดเล็ก โดยใช้วิธีการคัดเลือกหน่วยเสียง และการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้หน่วยเสียงอัมพยางค์เป็นหน่วยเสียงพื้นฐาน โดยนำพยางค์ และคำที่มีสถิติการปรากฏอยู่ในข้อความภาษาไทยมากที่สุดที่ตรงกับหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ได้ออกแบบไว้มาสร้างประโยคเพื่อใช้จัดเก็บเสียงพูด ฐานข้อมูลเสียงพูดที่ได้ประกอบด้วยข้อความจำนวน 73 ข้อความ (687 พยางค์ หรือ 1,892 โฟนีม) และมีขนาดของฐานข้อมูลเท่ากับ 4.26 MB ที่อัตราสุ่มตัวอย่าง 8 kHz สำหรับการบันทึกเสียงพูด ในการประเมินผลได้ทำการวัดคุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีเอ็ม โอเอส (MOS) ซึ่งได้คะแนนเท่ากับ 3.33 คะแนน และได้นำเสียงสังเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปเปรียบเทียบกับเสียงสังเคราะห์ของวจา 2 เป็นระบบสังเคราะห์เสียงที่ใช้เทคนิคการสังเคราะห์เสียงแบบอัมพยางค์ ซึ่งผลการเปรียบเทียบคุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีซีซีอาร์ (CCR) ปรากฏว่าเสียงสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้ทำคะแนนได้ดีกว่าอยู่ 0.674 คะแนน

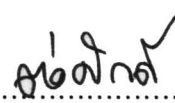
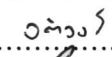

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต..... 
 สาขาวิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก..... 
 ปีการศึกษา.....2551..... ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม..... 

487 03006 21 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING

KEYWORDS: THAI SPEECH SYNTHESIS/ DEMISYLLABLE SOUND UNIT/ SOUND UNIT SELECTION BY RULE

TORSAK SOONTORNPHAND : DESIGN AND DEVELOPMENT OF CONCATENATIVE THAI SPEECH SYNTHESIS USING A SMALL SPEECH CORPUS. ADVISOR : ASST. PROF. ATIWONG SUCHATO, Ph.D., CO-ADVISOR : ASST. PROF. PROADPRAN PUNYABUKKANA, Ph.D., 152 pp.

This thesis presents a design and development of a concatenative speech synthesis from a small Thai speech corpus, using a unit selection technique where the design of the speech corpus is heavily emphasized. Demisyllable units, used as the smallest units of the concatenation, are statistically selected from the most frequently-used syllables and words appearing in Thai articles. Utterance transcriptions for sound recording are designed to efficiently contained these syllables and words. The speech corpus consists of 73 sentences (687 syllables or 1,892 phoneme units) has a 4.26 MB disk size at 8 kHz sampling rate of voice record. A subjective test shows a 3.33 mean opinion score on the synthesized speech quality. The synthetic utterances are also evaluated in comparison with the Vaja2 demisyllable speech synthesis system. Such a subjective direct comparison yields a 0.674 comparison category rating score in favor of the proposed system.

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

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น ข้าพเจ้าต้องขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิวงค์ สุชาโต อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โปรดปราน บุญยพุกกณะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภษา ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ในการอนุเคราะห์ให้ยืมระบบสังเคราะห์เสียงวาจา 2 และวาจา 3 มาใช้ในการทดสอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณ ดร.ชัย วุฒิวิวัฒน์ชัย หัวหน้าหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภษา ที่ให้คำปรึกษา และสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างดี และคุณอโณชา รักษาติเจริญ ที่ช่วยประสานงานทำให้การทำงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนในห้องปฏิบัติการระบบภาษาพูด (SLS Lab) ที่คอยช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ แบ่งปันความรู้ ประสบการณ์ และเรื่องราวต่างๆเป็นอย่างดีตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ และต้องขอขอบคุณ คุณมธุรดา เจริญทวีทรัพย์ ผู้ที่เป็นต้นแบบเสียงพูดของงานวิจัยนี้ ที่เสียสละเวลาในการบันทึกเสียง และอนุญาตให้ใช้เสียงพูดในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมถึงผู้ทดสอบเสียงสังเคราะห์ทั้งหลายที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดสอบ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าต้องขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และป้าของข้าพเจ้า ที่ให้กำเนิดและเลี้ยงดูข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี อีกทั้งยังคอยอบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้ามาโดยตลอด และขอขอบคุณน้องชายของข้าพเจ้าที่คอยห่วงใย และดูแลกันและกันมาโดยตลอด บุคคลเหล่านี้ถือเป็นส่วนหนึ่งในทุกๆความสำเร็จของข้าพเจ้าเสมอมา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ทฤษฎีทางด้านภาษาศาสตร์.....	5
2.1.1 กระบวนการผลิตเสียงพูด.....	5
2.1.2 ระบบเสียงภาษาไทย.....	6
2.1.3 พยางค์.....	12
2.1.4 การผันวรรณยุกต์.....	12
2.2 ทฤษฎีการสังเคราะห์เสียงพูด.....	13
2.2.1 รูปแบบของหน่วยเสียง.....	15
2.2.2 การคัดเลือกหน่วยเสียง.....	15
2.2.3 การวัดคุณภาพเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีเอ็มไอเอส.....	18
2.2.4 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีซีซีอาร์.....	18
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	19
2.3.1 วิวัฒนาการของการสังเคราะห์เสียงพูดด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง.....	19
2.3.2 การสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย.....	21

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างฐานข้อมูลภาษาไทย.....	24
3.1 รูปแบบของหน่วยเสียง.....	24
3.2 การออกแบบหน่วยเสียงต่างๆในฐานข้อมูลเสียงพูด.....	26
3.2.1 หน่วยเสียงอัมพยางค์.....	26
3.2.2 หน่วยเสียงพยางค์.....	30
3.3.3 หน่วยเสียงคำ.....	30
3.2.4 หน่วยเสียงโฟนีมและส่วนนำของอัมพยางค์.....	31
3.3 การออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด.....	31
3.3.1 ขั้นตอนการออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด.....	31
3.3.2 ข้อพิจารณาสำหรับการออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด.....	33
3.4 การบันทึกเสียงพูด.....	34
3.5 การเตรียมฐานข้อมูลเสียงพูด.....	35
3.5.1 ขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม.....	35
3.5.2 การระบุขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม.....	37
3.6 รายละเอียดของฐานข้อมูลเสียงพูด.....	40
บทที่ 4 การสังเคราะห์เสียงพูด.....	42
4.1 รูปแบบของท่อนเสียง.....	42
4.2 การคัดเลือกท่อนเสียง.....	43
4.2.1 กฎการคัดเลือกท่อนเสียง.....	43
4.2.2 การเลือกขอบเขตของท่อนเสียง.....	43
4.3 การสังเคราะห์เสียงพูดแบบเชื่อมต่อ.....	49
บทที่ 5 ผลการประเมินเสียงสังเคราะห์.....	50
5.1 การเลือกความเร็วของเสียงสังเคราะห์.....	50
5.2 การวัดคุณภาพของเสียงสังเคราะห์.....	52
5.2.1 การวัดคุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์.....	52
5.2.2 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้ กับวาจา 2.....	53
5.2.3 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้ กับวาจา 3.....	58
5.2.4 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้ กับเสียงพูดธรรมชาติ.....	61

บทที่ 6 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ.....	63
6.1 ข้อสรุป.....	63
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	65
รายการอ้างอิง.....	67
ภาคผนวก.....	71
ภาคผนวก ก คำที่ถูกตัดออกไปในการออกแบบหน่วยเสียงอัมพยางค์ส่วนตาม.....	72
ภาคผนวก ข คำพิเศษที่ถูกเก็บเพิ่มในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทย.....	74
ภาคผนวก ค สถิติหน่วยเสียงพยางค์.....	75
ภาคผนวก ง ข้อความที่ใช้บันทึกเสียงพูด.....	129
ภาคผนวก จ ข้อความที่ใช้ทดสอบเสียงสังเคราะห์.....	132
ภาคผนวก ฉ จำนวนท่อนเสียงที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียงจากข้อความทดสอบโดยใช้ ระบบสังเคราะห์เสียงจากงานวิจัยนี้.....	133
ภาคผนวก ช แบบประเมินผลเสียงสังเคราะห์.....	134
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	140

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เสียงพยัญชนะ และอักษรแทนเสียงในภาษาไทย.....	8
ตารางที่ 2.2 เสียงพยัญชนะควบ และตัวอักษรแทนเสียงในภาษาไทย.....	9
ตารางที่ 2.3 เสียงพยัญชนะท้าย และตัวอักษรแทนเสียงในภาษาไทย.....	9
ตารางที่ 2.4 เสียงสระเดี่ยว และอักษรแทนเสียงในภาษาไทย.....	10
ตารางที่ 2.5 เสียงสระประสม และอักษรแทนเสียงในภาษาไทย.....	11
ตารางที่ 2.6 การผันเสียงวรรณยุกต์ของอักษรสามหมู่.....	13
ตารางที่ 2.7 ระดับความชอบในการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีซีซีอาร์.....	18
ตารางที่ 3.1 จำนวนของหน่วยเสียงชนิดต่างๆในภาษาไทย.....	25
ตารางที่ 3.2 พยัญชนะต้นที่ไม่สามารถปรากฏร่วมกับสระได้ในภาษาไทย.....	27
ตารางที่ 3.3 การผันวรรณยุกต์ตามพยัญชนะท้าย และสระของหน่วยเสียงส่วนตาม.....	28
ตารางที่ 3.4 สระที่ไม่สามารถปรากฏร่วมกับตัวสะกดได้ สำหรับภาษาไทย.....	29
ตารางที่ 3.5 การครอบคลุมของหน่วยเสียงชนิดต่างๆของฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทย.....	41
ตารางที่ 5.1 ค่าทางสถิติของข้อความที่ใช้ทดสอบเสียงสังเคราะห์.....	50
ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบความเร็วของเสียงสังเคราะห์.....	51
ตารางที่ 5.3 ผลการวัดคุณภาพเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีเอ็ม โอเอส.....	52
ตารางที่ 5.4 รายละเอียดของระบบสังเคราะห์เสียงทั้งสอง.....	54
ตารางที่ 5.5 ผลการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้กับวาจา 2 ด้วยวิธีซีซีอาร์.....	55
ตารางที่ 5.6 รายละเอียดของระบบสังเคราะห์เสียงทั้งสอง.....	59
ตารางที่ 5.7 ผลการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้กับวาจา 3 ด้วยวิธีซีซีอาร์.....	59
ตารางที่ 5.8 ผลการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้กับเสียงพูดธรรมชาติ.....	61

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงพูด.....	6
รูปที่ 2.2 ความถี่มูลฐานโดยเฉลี่ยของผู้หญิงในเสียงวรรณยุกต์ภาษาไทย.....	11
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยเสียงอัมพยางค์.....	15
รูปที่ 2.4 วิธีการหาค่าสมบัติ และค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียงของวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียง.....	16
รูปที่ 2.5 วิวัฒนาการของการสังเคราะห์เสียงพูดด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง.....	21
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด.....	33
รูปที่ 3.2 การระบุขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม.....	36
รูปที่ 3.3 ขอบเขตแท้และขอบเขตเทียมของเสียงพูดคำว่า “ปะ”	37
รูปที่ 3.4 บริเวณที่จะระบุขอบเขตของขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม.....	38
รูปที่ 3.5 การระบุขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม.....	39
รูปที่ 3.6 การหาขอบเขตของสัญญาณเสียงพูดที่จุดตัดศูนย์และขาลงของคลื่นเสียง.....	40
รูปที่ 4.1 (ก) การเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดด้วยขอบเขตเทียม.....	45
รูปที่ 4.1 (ข) ภาพขยายบริเวณจุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดของรูป 4.1 (ก).....	45
รูปที่ 4.2 (ก) การเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดด้วยขอบเขตเทียมในกรณีที่หน่วยเสียงส่วนนำและ ตามมีสระต่างกัน.....	46
รูปที่ 4.2 (ข) ภาพขยายบริเวณจุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดของรูปที่ 4.2 (ก).....	47
รูปที่ 4.3 (ก) การเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดด้วยขอบเขตแท้.....	48
รูปที่ 4.3 (ข) ภาพขยายบริเวณจุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดของรูปที่ 4.3 (ก).....	48
รูปที่ 5.1 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ในการเปรียบเทียบความเร็วของเสียงสังเคราะห์.....	51
รูปที่ 5.2 การกระจายตัวของคะแนนเอ็ม ไอเอส.....	53
รูปที่ 5.3 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ ที่ได้ยิน โดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ (CCR-MOS-Vaja2).....	56
รูปที่ 5.4 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ ที่ได้ยิน โดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา เนคเทค เป็นผู้จัดการทดสอบ (CCR-MOS-Vaja2).....	57
รูปที่ 5.5 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์ความเป็นธรรมชาติของเสียง สังเคราะห์ที่ได้ยิน โดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ.....	57

รูปที่ 5.6 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ โดยใช้เกณฑ์การรับรู้ต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน โดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ.....	58
รูปที่ 5.7 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ โดยใช้เกณฑ์ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ ที่ได้ยิน โดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ (CCR-MOS-Vaja3).....	60
รูปที่ 5.8 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ โดยใช้เกณฑ์ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ ที่ได้ยิน โดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยศาสตร์ เนคเทค เป็นผู้จัดการทดสอบ (CCR-MOS-Vaja3).....	61
รูปที่ 5.9 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์จากการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ของงานวิจัย นี้กับเสียงพูดธรรมชาติ.....	62

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันได้มีความพยายามที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเหมือนกับมนุษย์มากขึ้น เนื่องจากต้องการให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้ เพื่อช่วยลดการใช้แรงงาน และเป็น การอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ การสังเคราะห์เสียงพูดของมนุษย์นั้น ก็เป็นความพยายามอย่าง หนึ่งที่มนุษย์ต้องการทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเหมือนกับมนุษย์ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ใน ด้านต่างๆ ทั้งกับบุคคลทั่วไป และผู้ที่มีความบกพร่องทางร่างกาย เช่น การอ่านข้อความผ่านหน้า จอคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์ ระบบสังเคราะห์เสียงพูดของหุ่นยนต์ และคิกซ์นารีพูดได้ เป็นต้น

การพัฒนากระบวนกรสังเคราะห์เสียงพูดในปัจจุบันมีจุดมุ่งหมายสูงสุดคือ การสร้างเสียง สังเคราะห์ให้เหมือนกับเสียงพูดของมนุษย์มากที่สุด ซึ่งแนวทางที่จะทำให้เกิดผลสำเร็จตามที่ ปรรารถนาไว้ และเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันนี้คือ การสร้างระบบ สังเคราะห์เสียงพูดด้วยวิธีการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูด (Concatenative Speech Synthesis) โดยใช้ เทคนิคการคัดเลือกหน่วยเสียง (Unit Selection) จากฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดใหญ่ ซึ่งต้องเก็บ เสียงพูดของมนุษย์เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความยุ่งยากตามมา เนื่องจากต้องการกระบวนการที่ เหมาะสม เพื่อนำมาจัดการกับเสียงพูดที่เก็บไว้เป็นจำนวนมาก ทำให้ระบบมีความซับซ้อนมากขึ้น นำมาซึ่งการใช้ทรัพยากรที่มากขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น ต้องใช้แรงงาน เวลา และเนื้อที่ในการ เตรียม และจัดเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก (Huang et al., 1996; Bulyko and Ostendorf, 2002) ต้องมี กระบวนการคัดเลือกหน่วยเสียงที่ดีเยี่ยมเพื่อให้ได้หน่วยเสียงที่เหมาะสมและใช้เวลาน้อยที่สุด อีกทั้งยังต้องมีส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลทางสัทสัมพันธ์ (Prosody) ที่ดีอีกด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ ถูกต้อง ทำให้ระบบที่มีทรัพยากรที่ค่อนข้างจำกัดไม่สามารถใช้วิธีการดังกล่าวได้

ก่อนที่เทคนิคการคัดเลือกหน่วยเสียงจากฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดใหญ่จะถูกคิดค้นขึ้นมา นั้น การสังเคราะห์เสียงพูดจะใช้เทคนิคการเก็บหน่วยเสียงย่อยเอาไว้ (ขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูด มีขนาดเล็กขึ้นอยู่กับชนิดของหน่วยเสียงที่ใช้) แล้วนำมาเชื่อมต่อกัน เช่น หน่วยเสียงคู่เสียง (Diphone) อัฒพยางค์ (Demisyllable) หรือพยางค์ (Syllable) เป็นต้น โดยที่จำนวนของเสียงพูดที่จะ จัดเก็บขึ้นอยู่กับหน่วยเสียงที่ใช้ ถ้าเปรียบเทียบเทคนิคนี้กับเทคนิคการคัดเลือกหน่วยเสียงจาก ฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดใหญ่แล้ว จะเห็นว่าทั้ง 2 เทคนิคมีข้อดี และข้อเสียที่ตรงข้ามกัน กล่าวคือ การสังเคราะห์เสียงด้วยเทคนิคการเก็บหน่วยเสียงย่อยนั้น จะใช้แรงงาน เวลา และเนื้อที่ ในการ

เตรียม และจัดเก็บข้อมูลที่น้อยกว่า มีการประมวลผลที่ไม่ซับซ้อน จะมีส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสัมพัทธ์หรือไม่ก็ได้ เสียงที่สังเคราะห์ออกมามีคุณภาพแย่กว่า และมีการใช้เสียงที่เก็บไว้ไม่คุ้มค่า เนื่องจากเทคนิคนี้จะตัดเสียงพูดตามรูปแบบของหน่วยเสียงที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้เกิดการสูญเสียหน่วยเสียงในรูปแบบอื่นๆเป็นจำนวนมาก แสดงถึงการไม่ได้เลือกหน่วยเสียงที่เหมาะสมที่สุดมาใช้งานนั่นเอง

จากสุภาษิตที่ได้กล่าวเอาไว้ว่า “ใช้คนให้เหมาะสมกับงาน” นั้น สามารถนำมาใช้กับระบบสังเคราะห์เสียงพูดได้เช่นกัน กล่าวคือ ใช้ระบบสังเคราะห์เสียงพูดให้เหมาะสมกับงานและทรัพยากร ซึ่งทรัพยากรในที่นี้หมายถึง เวลา หน่วยความจำ ความเร็วของโปรเซสเซอร์ รวมไปถึงส่วนประกอบต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการสร้างระบบสังเคราะห์เสียงขึ้นมา ถึงแม้ปัจจุบันจะมีการพัฒนาอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นก็ตาม แต่ก็มีปัจจัยบางอย่างที่เทคโนโลยีไม่สามารถช่วยเหลือได้ทั้งหมด เช่น การจัดเก็บเสียงพูดของระบบสังเคราะห์เสียงที่ยังต้องพึ่งพาการทำงานของมนุษย์อยู่ ยิ่งถ้าต้องการเสียงพูดจำนวนมากก็ต้องใช้เวลาในการจัดเก็บมาก รวมถึงเวลาในการจัดเตรียมฐานข้อมูลที่มากตามไปด้วย เพราะฉะนั้นในแง่ของที่ต้องการสร้างระบบสังเคราะห์เสียงพูดที่นำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีเวลาของการสร้างระบบที่จำกัด หรือต้องการเปลี่ยนเสียงสังเคราะห์จากอีกคนหนึ่งไปเป็นอีกคนหนึ่ง ขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดจึงเป็นเรื่องสำคัญ สำหรับอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ หรือ พีดีเอ (PDA-Personal Digital Assistant) เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้มีข้อจำกัดในเรื่องของฮาร์ดแวร์ที่มีหน่วยความจำน้อย และมีความเร็วของตัวประมวลผลที่ต่ำ จึงไม่สามารถใช้ได้กับระบบสังเคราะห์เสียงพูดที่มีความซับซ้อนสูง หรือมีขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดที่ใหญ่

ในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดสำหรับระบบสังเคราะห์เสียงพูด ส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงคำ หรือพยางค์ที่นำมาสร้างเป็นประโยคเพื่อใช้เก็บเสียงพูด ว่าคำ หรือพยางค์เหล่านั้นมีความน่าจะเป็นที่จะถูกใช้งานมากน้อยเพียงใด ทำให้ฐานข้อมูลเสียงพูดที่ออกแบบมาไม่มีประสิทธิภาพมากพอ แต่ถ้ามีการใช้หลักทางสถิติเข้ามาช่วยในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดก็จะทำให้ฐานข้อมูลเสียงพูดที่ถูกออกแบบมามีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถลดขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดให้มีขนาดเล็กลงได้ แต่ยังคงคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ที่ดีเหมือนเดิม

จากเหตุผลที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ผู้ทำวิจัยจึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาระบบสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยที่ใช้ฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดเล็ก โดยใช้เทคนิคการเก็บหน่วยเสียงย่อยแบบอัดพยางค์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะนำไปใช้กับระบบที่มีข้อจำกัดในเรื่องของทรัพยากร เนื่องจากเทคนิคนี้มีการเก็บเสียงพูดที่จำกัดที่สุดแล้ว (ขึ้นอยู่กับรูปแบบของหน่วยเสียงที่ใช้) โดยนำวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียงเข้ามาช่วย เพื่อใช้เลือกหน่วยเสียงที่เหมาะสมมาสังเคราะห์เสียง และใช้การออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำหลักทาง

ศาสตร์และสถิติเข้ามาช่วยในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูด เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ให้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำฐานข้อมูลเสียงพูดที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปเป็นฐานข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาไปเป็นฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดใหญ่สำหรับการสังเคราะห์เสียงพูดที่เน้นคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ และใช้แนวคิดของการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดของงานวิจัยนี้เข้าไปช่วยในการออกแบบ ซึ่งจะทำได้ฐานข้อมูลเสียงพูดที่มีขนาดที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยที่ใช้ได้กับระบบที่มีข้อจำกัดในเรื่องของทรัพยากร
2. เพื่อออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูดอย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้หลักทางศาสตร์และสถิติในการออกแบบ
3. เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียงพูดต่อเนื่องภาษาไทยที่ใช้ฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดเล็ก

1.3. ขอบเขตของงานวิจัย

1. สร้างโปรแกรมสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยด้วยวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียงจากกฎ และการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูด
2. ออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูด โดยใช้หน่วยเสียงอัมพยางค์เป็นหน่วยเสียงพื้นฐาน และใช้หลักทางศาสตร์และสถิติเข้ามาช่วยในการออกแบบ
3. สร้างฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยขนาดเล็กที่ประกอบด้วยจำนวนพยางค์ไม่เกิน 738 พยางค์ ซึ่งเป็นจำนวนหน่วยเสียงอัมพยางค์ส่วนตามที่ได้ออกแบบไว้ (ตารางที่ 3.3) ซึ่งยังไม่ได้ถูกลดจำนวนของหน่วยเสียงลง จากการใช้ทฤษฎีทางศาสตร์เพื่อดูการปรากฏร่วมกันได้ของสระและพยัญชนะท้าย โดยคิดว่าการสร้างพยางค์ขึ้นมาจากหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ออกแบบไว้สร้างได้ดีที่สุด ได้จำนวนพยางค์เท่ากับหน่วยเสียงอัมพยางค์ส่วนตาม เพราะมีจำนวนหน่วยเสียงมากกว่าหน่วยเสียงอัมพยางค์ส่วนนำ ซึ่งจะกล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป
4. บันทึกเสียงพูดด้วยอัตราสุ่มสัญญาณ 8 kHz ที่ 16 bits/sample ในสถานะห้องเงียบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูด
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาระบบสังเคราะห์เสียงพูดด้วยวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียง
3. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบสังเคราะห์เสียงพูดที่มีข้อจำกัดในเรื่องของทรัพยากร (แรงงาน เวลา และเนื้อที่ในการเตรียม และจัดเก็บข้อมูล ความเร็วของโปรเซสเซอร์ หรือหน่วยความจำ)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และศึกษาทฤษฎีทางด้านภาษาศาสตร์ และการสังเคราะห์เสียงพูด
2. ออกแบบและสร้างฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูด
 - 2.1. เลือกรูปแบบของหน่วยเสียงที่ใช้เป็นหน่วยเสียงพื้นฐานของการสังเคราะห์เสียงพูด
 - 2.2. ออกแบบประโยคที่ใช้เก็บเสียงพูด
 - 2.3. บันทึกเสียงพูด และเตรียมฐานข้อมูลเสียงพูด
3. ออกแบบกฎที่ใช้เลือกรูปแบบของหน่วยเสียง และพารามิเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกหน่วยเสียง
4. สร้างระบบสังเคราะห์เสียงพูด
5. ทดสอบ ปรับปรุง และประเมินผลเสียงสังเคราะห์
6. สรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์ เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการทำวิทยานิพนธ์นี้ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย ทฤษฎีทางภาษาศาสตร์ และทฤษฎีการสังเคราะห์เสียงพูด

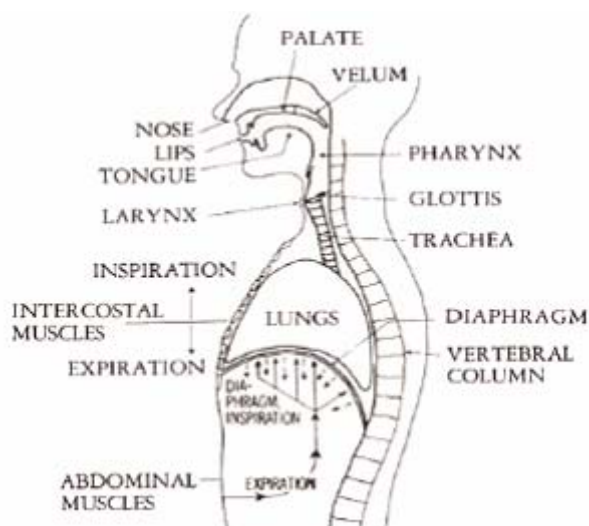
2.1 ทฤษฎีทางภาษาศาสตร์

ในการศึกษาเสียงพูดของมนุษย์นั้น จำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีทางสัทศาสตร์ (Phonetics) ซึ่งเป็นการศึกษา และวิเคราะห์เสียงพูดที่มนุษย์สามารถเปล่งออกมา รวมทั้งวิเคราะห์การได้ยิน และการรับรู้เสียงพูดของมนุษย์ ซึ่งในการศึกษาความรู้ทางด้านสัทศาสตร์ สามารถแบ่งออกเป็น 3 แนวทางดังนี้ (กาญจนา นาคสกุล, 2541)

- 1) สรีรศาสตร์ (Articulatory Phonetics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการออกเสียง อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง ลักษณะของเสียง รวมทั้งสัญลักษณ์ที่ใช้แทนเสียง
- 2) กลศาสตร์ (Acoustic Phonetics) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับคลื่นเสียง พลังงานเสียง การสั่นสะเทือน และความถี่ของเสียง
- 3) โสตศาสตร์ (Auditory Phonetics) เป็นการศึกษาลักษณะของเสียง และเปล่งเสียงตามแนวสรีรศาสตร์

2.1.1 กระบวนการผลิตเสียงพูด

มนุษย์สามารถสร้างเสียงพูดได้โดยเริ่มต้นที่ปอด โดยการใช้ลมจากปอด ซึ่งลมที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นลมหายใจออก (อาจมีบางภาษาที่ใช้ลมที่ปากดูดเข้าไป หรือใช้ลมในคอ) ลมจะถูกบังคับให้ผ่านเส้นเสียง (Vocal Cords) ซึ่งอยู่ในช่องหลอดลม แล้วผ่านต่อออกมาทางช่องปากหรือช่องจมูก จากนั้นอวัยวะในช่องปากก็จะดัดแปลงลมที่ออกมาให้เป็นเสียงต่างๆตามที่ผู้พูดต้องการ โดยอวัยวะต่างๆที่ใช้ในการออกเสียงพูดแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงพูด (Stevens, 1999)

ในการเปล่งเสียงพูดครั้งหนึ่งต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 ชนิด คือการเคลื่อนไหวของลมหรือเรียกว่ากลไกกระแสลม (Airstream Mechanism) การทำงานของเส้นเสียงเพื่อเปล่งเสียงพูดหรือเรียกว่าสภาวะของการเปล่งเสียงพูด (Phonation) และการเปลี่ยนแปลงการจัดอวัยวะในช่องปากหรือเรียกว่าการออกเสียง (Articulation) ถึงแม้ว่าองค์ประกอบทั้งสามจะเป็นอิสระต่อกัน (มีการทำงานแต่ละส่วนที่แยกกัน) แต่องค์ประกอบทั้งสามต้องทำงานประสานกันเพื่อเปล่งเสียงพูดออกมา และในจำนวนองค์ทั้งหมดนี้ กลไกกระแสลมมีบทบาทสำคัญที่สุด เนื่องจากเป็นส่วนที่ทำให้เกิดสัญญาณในลักษณะคลื่นเสียงส่งต่อไปยังหูของผู้ฟังได้ (พิณทิพย์ ทวยเจริญ, 2547)

2.1.2 ระบบเสียงภาษาไทย

ระบบเสียงภาษาไทยแบ่งออกเป็นเสียงต่างๆดังต่อไปนี้

1. เสียงพยัญชนะ

เป็นเสียงที่เกิดจากลมซึ่งผ่านเส้นเสียง แล้วถูกตัดแปลงด้วยอวัยวะสำหรับการออกเสียงในช่องปาก เพื่อทำให้เกิดเสียงพยัญชนะนั้นๆออกมา การอธิบายการออกเสียงพยัญชนะต้องอาศัยลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ

1) ความก้องหรือไม่ก้อง (Voice or Voiceless) อธิบายถึงการทำงานของเส้นเสียงในขณะที่เปล่งเสียงพูดนั้นๆออกมา ถ้าเส้นเสียงสั่นแสดงว่าเสียงที่เปล่งออกมานั้นเป็นเสียงก้อง ในทางกลับกันถ้าเส้นเสียงไม่สั่นแสดงว่าเสียงที่เปล่งออกมานั้นเป็นเสียงไม่ก้อง

2) ลักษณะการออกเสียง (Manner of Articulation) อธิบายถึงการควบคุมกระแสลมในช่องทางเดินเสียง ว่ามีการบังคับกระแสลมในรูปแบบใด ทำให้สามารถจัดลักษณะของการออกเสียงได้หลากหลาย เช่น เสียงนาสิก เสียงเสียดแทรก และเสียงรัว เป็นต้น

3) ตำแหน่งที่เกิดเสียง (Place of Articulation) อธิบายถึงจุดที่อวัยวะในช่องปากกระทำการบางอย่าง เพื่อบังคับกระแสลมทำให้เกิดเสียงพยัญชนะนั้นๆออกมา โดยอวัยวะที่เป็นจุดเกิดเสียงเรียกว่า **ฐาน** และอวัยวะที่เป็นส่วนกระทำการเรียกว่า **กรณ์**

เสียงพยัญชนะในภาษาไทยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มตามตำแหน่งที่ปรากฏในพยางค์ ดังนี้

1) พยัญชนะต้นเดี่ยว เกิดนำหน้าเสียงสระในพยางค์หนึ่งๆ มีหน่วยเสียงทั้งหมด 21 หน่วยเสียง คือ / p t c k ? ph th ch kh b d m n ng l r f s h w j / ดังตารางที่ 2.1

2) พยัญชนะต้นควบมีพยัญชนะ 2 หน่วยเสียงที่ปรากฏร่วมกัน โดยเกิดนำหน้าเสียงสระในพยางค์หนึ่งๆ ในภาษาไทยนี้มีหน่วยเสียงพยัญชนะต้นควบทั้งหมด 12 หน่วยเสียง คือ / pr phr pl phl tr thr kr khr kl khl kw khw / ดังตารางที่ 2.2

3) พยัญชนะท้าย เกิดตามหลังเสียงสระ มีหน่วยเสียงทั้งหมด 8 หน่วยเสียง คือ / p t k m n ng j w / ซึ่งก็คือตัวสะกดใน 8 มาตราของภาษาไทยนั่นเอง ได้แก่ แม่กง กน กม เกย เกอว กก กค และ กบ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 เสียงพยัญชนะ และอักษรแทนเสียงในภาษาไทย (Sudaporn Luksaneeyanawin, 1993)

ลักษณะการออกเสียง (Manner of Articulation)		ตำแหน่งการออกเสียง (Place of Articulation)				
		ริมฝีปาก (Labial)	ปุ่มเหงือก (Alveolar)	เพดานแข็ง (Palatal)	เพดานอ่อน (Velar)	เส้นเสียง (Glottal)
เสียงกัก (Stop)	ไม่ก้อง ไม่พ่นลม (Voiceless Unaspirated)	p ป	t ฏ ต	c จ	k ก	? อ
	ไม่ก้อง พ่นลม (Voiceless Aspirated)	ph พ ภ ฝ	th ฐ ฑ ฒ ถ ท ธ	ch ฉ ช ฌ	kh ข ฃ ฅ ฌ ฎ	
	ก้อง (Voiced)	b บ	d ฎ ด			
เสียงไม่ กัก (Non- Stop)	นาสิก (Nasal)	m ม	n ณ น		ng ง	
	เสียดแทรก (Fricative)	f ฟ ฝ	s ซ ศ ษ ส			h ห ฮ
	ร้ว (Trill)		r ร			
	ข้างลิ้น (Lateral)		l ล พ			
	อัมสวะ (Approximant)	w ว		j ญ ย		

ตารางที่ 2.2 เสียงพยัญชนะควบ และตัวอักษรแทนเสียงในภาษาไทย (Sudaporn Luksaneeyanawin, 1993)

กลุ่มกัก ไม่พ่นลม (Unaspirated Stop Set)	pr ปร	tr ตร	kr กร
	pl ปล		kl กล
			kw กว
กลุ่มกัก พ่นลม (Aspirated Stop Set)	phr พร พร	thr ทร	khr คร ขร
	phl พล พล		khl คล ขล
			khw คว ขว

ตารางที่ 2.3 เสียงพยัญชนะท้าย และตัวอักษรแทนเสียงในภาษาไทย (Sudaporn Luksaneeyanawin, 1993)

ลักษณะการออกเสียง (Manner of Articulation)		ตำแหน่งการออกเสียง (Place of Articulation)			
		ริมฝีปาก (Labial)	ปุ่มเหงือก (Alveolar)	เพดานแข็ง (Palatal)	เพดานอ่อน (Velar)
เสียงกัก (Stop)		p บ ป พ ภ ฟ	t ด ถ ต ฎ ท ฑ ฒ ฑ ถ ฐ จ ช ช ศ ษ ส		k ก ต ฎ ข
เสียงไม่กัก (Non-Stop)	นาสิก (Nasal)	m ม	n น ณ ร ล พ ญ		ng ง
	อัสสระ (Approximant)	w ว		j ย	

2. เสียงสระ

เสียงสระ เป็นเสียงที่เกิดจากลมที่ผ่านเส้นเสียงในตำแหน่งปิดเกือบสนิท โดยที่ลมต้องดันตัวออกมา ทำให้เส้นเสียงสั่นเกิดเป็นเสียงดังขึ้น เรียกว่า เสียงก้อง ประกอบกับการเคลื่อนไหวกว้างของลิ้นในส่วนต่างๆพร้อมกับการจัดรูปปากให้เหยียด หรือห่อในระดับที่ต่างกัน และการบังคับกระแสลมแบบเปิดกว้าง ทำให้เกิดเป็นเสียงสระที่ต่างกันขึ้นมา เสียงสระจะมีเสียงก้องที่ดังกระจายไปได้ไกลกว่าเสียงพยัญชนะ ดังนั้นเสียงสระจึงเป็นแกนของพยางค์ทำให้เสียงอื่นๆในพยางค์นั้นได้ยินเสียงสระในภาษาไทยมีทั้งหมด 24 หน่วยเสียง โดยแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

1) สระเดี่ยว

เสียงสระเดี่ยว เป็นเสียงสระที่เกิดโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงหรือตำแหน่งของลิ้นตลอดช่วงเสียงสระนั้นๆ ซึ่งมีหน่วยเสียงทั้งหมด 18 หน่วยเสียง (แสดงดังตารางที่ 2.4) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1) สระเดี่ยวเสียงสั้น มีหน่วยเสียงทั้งหมด 9 หน่วยเสียง คือ สระ อะ อิ อี อุ เอะ แอะ โอะ เอาะ เออะ

2.2) สระเดี่ยวเสียงยาว มีหน่วยเสียงทั้งหมด 9 หน่วยเสียง คือ สระ อา อี อี้ อุ เอ แอ โอ ออ เออ

2) สระประสม

เสียงสระประสม เป็นเสียงสระที่เกิดโดยมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของลิ้นระหว่างจุดที่เริ่มเกิดเสียงสระกับตอนจบของเสียง ซึ่งมีหน่วยเสียงทั้งหมด 6 หน่วยเสียง (แสดงดังตารางที่ 2.5) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

2.1) สระประสมเสียงสั้น มีหน่วยเสียงทั้งหมด 3 หน่วยเสียง คือ สระ เอียะ เอือะ อัวะ

2.2) สระประสมเสียงยาว มีหน่วยเสียงทั้งหมด 3 หน่วยเสียง คือ สระ เอีย เอือ อัว

ตารางที่ 2.4 เสียงสระเดี่ยว และอักษรแทนเสียงในภาษาไทย (Sudaporn Luksaneeyanawin, 1993)

ความสูงของลิ้น (Tongue Height)	ตำแหน่งของลิ้น (Tongue Advancement)		
	หน้า (Front)	กลาง (Central)	หลัง (Back)
สูง (High)	i ii อิ อี	v vv อี อี้	u uu อุ อุ
กลาง (Mid)	e ee เอะ เอ	q qq เออะ เออ	o oo โอะ โอ
ต่ำ (Low)	x xx แอะ แอ	a aa อะ อา	@ @@@ เอาะ ออ

ตารางที่ 2.5 เสียงสระประสม และอักษรแทนเสียงในภาษาไทย (Sudaporn Luksaneeyanawin, 1993)

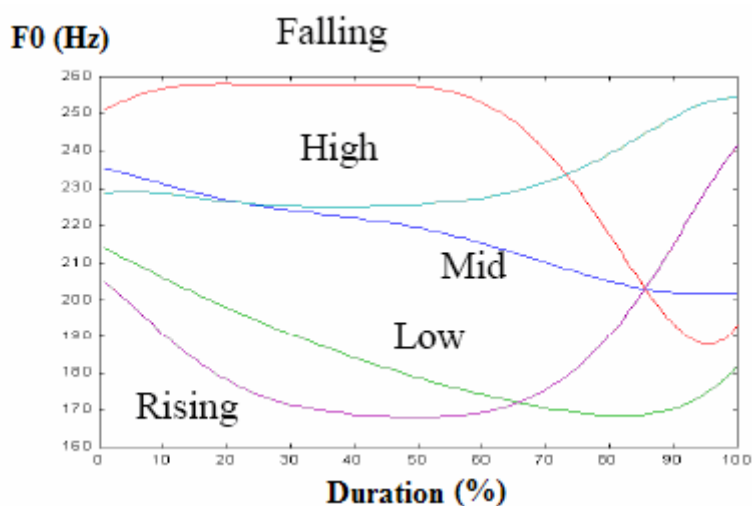
ตำแหน่งลิ้นของสระตัวหน้า		
หน้า	กลาง	หลัง
ia iia	va vva	ua uua
เอียะ เอีย	เอือะ เอือ	อัวะ อัว

3. เสียงวรรณยุกต์

เสียงวรรณยุกต์ เป็นเสียงที่ทำให้เกิดเสียงสูงต่ำของคำ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้คำ 2 คำขึ้นไป ซึ่งมีส่วนประกอบอื่นๆ คือ พยัญชนะต้น สระ และพยัญชนะท้าย เหมือนกัน มีความหมายต่างกันได้ เสียงวรรณยุกต์จัดเป็นหน่วยเสียงซ้อน เพราะไม่เกิดตามลำพัง โดยปกติเสียงวรรณยุกต์จะเกิดพร้อมกับเสียงสระ เสียงวรรณยุกต์ในภาษาไทยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) เสียงวรรณยุกต์ระดับ เป็นเสียงที่มีระดับความถี่ของเสียงค่อนข้างคงที่ตลอดพยางค์ ได้แก่ เสียงวรรณยุกต์สามัญ (เสียงกลาง-Mid) วรรณยุกต์เอก (เสียงต่ำ-Low) และวรรณยุกต์ตรี (เสียงสูง-High)

2) เสียงวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ เป็นเสียงที่มีระดับความถี่ของการออกเสียงเปลี่ยนแปลงมากในช่วงพยางค์หนึ่งๆ ได้แก่ เสียงวรรณยุกต์โท (เสียงตก-Falling) และวรรณยุกต์จัตวา (เสียงขึ้น-Rising)



รูปที่ 2.2 ความถี่มูลฐานโดยเฉลี่ยของผู้หญิงในเสียงวรรณยุกต์ภาษาไทย (Virach Somlertlamvanich and Rachod Thongprasirt, 2001)

2.1.3 พยางค์

พยางค์ คือ เสียงที่เปล่งออกมาครั้งหนึ่งๆ จะมีความหมายหรือไม่มีความหมายก็ได้ พยางค์นั้นอาจจะเป็นคำได้ถ้าพยางค์นั้นมีความหมาย โดยเสียงที่เปล่งออกมานั้นจะมีเสียงที่ดังเด่น 1 เสียง และเสียงที่อยู่ข้างเคียงอย่างน้อย 2 เสียง โดยเสียงที่ดังเด่นกว่าเสียงอื่น ๆ นั้น จะเป็นแกนกลางของพยางค์ ส่วนเสียงอื่น ๆ ที่ไม่ดังเด่นก็ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบ หรือส่วนเสริมของพยางค์นั้นๆ โดยปกติหน่วยเสียงสระจะเป็นแกนกลางของพยางค์ พยางค์ในภาษาไทยมีโครงสร้างดังนี้

$$S = C(C)V^T(V)(C)$$

โดยที่ S = พยางค์

C = พยัญชนะ

CC = พยัญชนะควบกล้ำ

V = สระเสียงสั้น, VV = สระเสียงยาว หรือสระประสม

T = วรรณยุกต์ มีทั้งหมด 5 เสียง คือ เสียงสามัญ, เอก, โท, ตรี และจัตวา

2.1.4 การผันวรรณยุกต์

ในการผันวรรณยุกต์นั้น นอกจากเรื่องของรูปวรรณยุกต์แล้ว ยังมีเรื่องที่เกี่ยวข้องในการผันอีก 2 เรื่องคือ คำเป็น-คำตาย และอักษรสามหมู่ (ไตรยางศ์) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ในภาษาพูดของมนุษย์นั้น พยัญชนะทุกเสียงสามารถผันวรรณยุกต์ได้ครบทั้ง 5 เสียง โดยไม่ต้องพิจารณาถึงหลักการทั้ง 2 ข้อข้างต้น แต่ในภาษาเขียนไม่สามารถทำได้เช่นนั้น (พิศศรี กมลเวชช, 2548) ดังนั้นในภาษาเขียนจะต้องใช้หลักการทั้ง 2 มาพิจารณาการผันวรรณยุกต์

1. คำเป็น-คำตาย

เป็นการจำแนกคำตามลักษณะที่ใช้ระยะเวลาออกเสียงต่างกัน และลักษณะดังกล่าวนี้ทำให้เสียงวรรณยุกต์ของคำต่างกัน ได้ แม้คำนั้นๆจะมีพยัญชนะต้นเป็นหมู่เดียวกันก็ตาม

ในการจำแนกคำเป็นคำตาย ให้ดูว่าคำนั้นมีตัวสะกดหรือไม่ (พิศศรี กมลเวชช, 2548)

1.1) ถ้ามีตัวสะกด

- คำที่ประสมด้วยตัวสะกดในแม่กง กน กม เกย เกอว (พยัญชนะไม่กัก) เป็น คำเป็น เช่น ปาง กาน จม เลย นัว เป็นต้น
- คำที่ประสมด้วยตัวสะกดในแม่กก กบ กค (พยัญชนะกัก) เป็นคำตาย เช่น จาก ลบ นัด เป็นต้น

1.2) ถ้าไม่มีตัวสะกด (คำที่มีตัวสะกดในแม่ ก.กา)

- คำที่ประสมด้วยสระเสียงยาว เป็น คำเป็น เช่น กา ปี ดู แล เป็นต้น
- คำที่ประสมด้วยสระเสียงสั้น เป็น คำตาย เช่น กะ ปี ดู และ เป็นต้น

2. อักษรสามหมู่ (ไตรยางศ์)

อักษรสามหมู่ คือ การแบ่งเสียงของพยัญชนะตามเสียงสูง กลาง และต่ำ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1) อักษรสูง มี 11 ตัว คือ ข ฃ ฅ ฐ ฎ ผ ฝ ศ ษ ส ห
 - 2.2) อักษรกลาง มี 9 ตัว คือ ก จ ฎ ฏ ค ต บ ป อ
 - 2.3) อักษรต่ำ มี 24 ตัว คือ ค ฅ ฌ ง ฌ ฎ ญ ๗ ฐ ฑ ฒ ณ ด ต ถ ท ธ น บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ร
- ในการผันเสียงวรรณยุกต์ของอักษรสามหมู่นั้น แสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การผันเสียงวรรณยุกต์ของอักษรสามหมู่ (พิศศรี กมลเวชช, 2548)

ลักษณะคำ	หมู่อักษร		เสียงวรรณยุกต์					ลักษณะการผัน
			สามัญ	เอก	โท	ตรี	จัตวา	
คำเป็น	กลาง		กา	ก่า	ก้า	ก๊า	ก๋า	ผันได้ครบ 5 เสียง และ เสียงตรงกับรูป
	สูง			ข่า	ข้า		ขา	ผันรวมกันได้ครบ 5 เสียง โดยสับหลักกัน
	ต่ำ		คา		ค่า	ค้ำ		
คำตาย	กลาง			กะ	ก๊ะ	กັะ	ก๋าะ	ผันได้ครบ 4 เสียง และเสียงตรงกับรูป
	สระเสียงสั้น	สูง		จะ	จ๊ะ			ผันรวมกันได้ครบ 4 เสียง โดยสับหลักกัน
		ต่ำ			คะ	ค๊ะ	ค๋า	
	สระเสียงยาว	สูง		จาก	จ่าก			ผันรวมกันได้ครบ 4 เสียง โดยสับหลักกัน
		ต่ำ			คาก	ค้ำก	ค๋า	

2.2 ทฤษฎีการสังเคราะห์เสียงพูด

การสังเคราะห์เสียงพูดสามารถแบ่งตามรูปแบบของเสียงที่ถูกจัดเก็บได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

- 1) การสังเคราะห์เสียงจากคลื่นเสียง (Synthesis based on waveform coding) การสังเคราะห์เสียงด้วยวิธีนี้จะบันทึกเสียงพูดจากมนุษย์ แล้วทำการแปลงเสียงจากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ โดยเสียงที่เก็บอาจอยู่ในรูปแบบของหน่วยเสียงย่อยที่ถูกตัดเก็บเอาไว้ (คู่เสียง อัดพยางค์ หรือพยางค์ เป็นต้น) หรือเสียงพูดต่อเนื่องก็ได้ เมื่อต้องการสังเคราะห์เสียงก็นำเสียงที่เก็บเอาไว้มาเชื่อมต่อกัน (Concatenative Speech Synthesis) เพื่อให้ได้

เสียงตามที่ต้องการ การสังเคราะห์เสียงด้วยวิธีนี้ เสียงที่ได้จากการสังเคราะห์จะมีความเป็นธรรมชาติ เพราะเสียงที่เก็บไว้ เป็นเสียงของมนุษย์จริงๆ แต่จะมีปัญหาที่บริเวณจุดต่อของเสียงที่นำมาต่อกันไม่มีความต่อเนื่อง เนื่องจากเสียงที่นำมาต่อกันนั้นมีสเปกตรัมที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบอีกว่า เสียงที่เก็บไว้ไม่มีสัทสัมพันธ์ตามที่ต้องการ จึงทำให้เสียงที่สังเคราะห์ออกมามีคุณภาพลดลง แต่ปัญหาทั้งหมดสามารถแก้ไขได้ด้วยเทคนิคการทำนายเชิงเส้นแบบคู่เส้นสเปกตรัม (Line Spectrum Pair – LSP) (Pradit Mittrapiyanuruk et al., 2000) และ ทีดี-โซลา (Time Domain Pitch Synchronous Overlap Add - TD-PSOLA) (Charpentier and Moulines, 1989) ตามลำดับ

2) การสังเคราะห์เสียงจากตัวแปร (Synthesis based on parameter representation) วิธีนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีย่อย ตามสิ่งที่นำมาวิเคราะห์เพื่อหาตัวแปรเหล่านั้นออกมา

2.1) การสังเคราะห์แบบวิเคราะห์ (Synthesis by Analysis) เป็นวิธีที่หาค่าตัวแปรจากสัญญาณเสียงพูดของมนุษย์ โดยทำการบันทึกเสียงพูดเอาไว้ แล้วนำเสียงที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าของตัวแปรต่างๆ และเก็บค่าเหล่านั้นเอาไว้ เมื่อต้องการสังเคราะห์เสียงก็นำค่าของตัวแปรที่เก็บไว้ ส่งไปยังระบบที่ทำการแปลงค่าของตัวแปรไปเป็นสัญญาณเสียงพูดตามลำดับของเสียงที่จะสังเคราะห์ และตามกฎที่ได้ตั้งไว้ เช่น การสังเคราะห์เสียงด้วย ฟอร์แมนท์ (Formant Synthesis) คู่เส้นสเปกตรัม (LSP Synthesis) หรือ การทำนายเชิงเส้น (Linear Predictive Coding (LPC) Synthesis) เป็นต้น วิธีการนี้สามารถเปลี่ยนค่าของตัวแปรได้ง่ายตามที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้การเชื่อมต่อระหว่างเสียงมีความต่อเนื่อง และมีสัทสัมพันธ์ตามที่เราต้องการ แต่การที่จะแทนเสียงใดๆ ด้วยตัวแปรนั้นทำได้ยาก เพราะต้องมีกฎในการสังเคราะห์เสียงจำนวนมาก และเสียงที่สังเคราะห์ได้นั้นไม่มีความเป็นธรรมชาติ

2.2) การสังเคราะห์เสียงด้วยการจำลองอวัยวะที่ให้กำเนิดเสียง (Articulatory Synthesis) เป็นวิธีที่หาค่าตัวแปรจากอวัยวะกำเนิดเสียงพูดของมนุษย์ โดยวิเคราะห์จากภาพนิ่ง หรือ ภาพเคลื่อนไหว แล้วเก็บค่าเหล่านั้นเอาไว้ เมื่อต้องการสังเคราะห์เสียงก็นำค่าของตัวแปรที่เก็บไว้ ส่งไปยังระบบที่ทำการแปลงค่าของตัวแปร ไปเป็นสัญญาณเสียงพูด ตามลำดับของเสียงที่จะสังเคราะห์ และตามกฎที่ได้ตั้งไว้ แต่ในการจำลองการเคลื่อนไหวของอวัยวะที่ให้กำเนิดเสียงไปเป็นตัวแปรนั้นเป็นเรื่องที่ยากมาก จึงทำให้วิธีการนี้ไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนัก

2.2.1 รูปแบบของหน่วยเสียง

1. โฟเน็ม* (Phoneme)

โฟเน็ม คือหน่วยที่เล็กที่สุดของเสียงพูดของมนุษย์ โฟเน็มในภาษาไทยได้อธิบายในหัวข้อที่

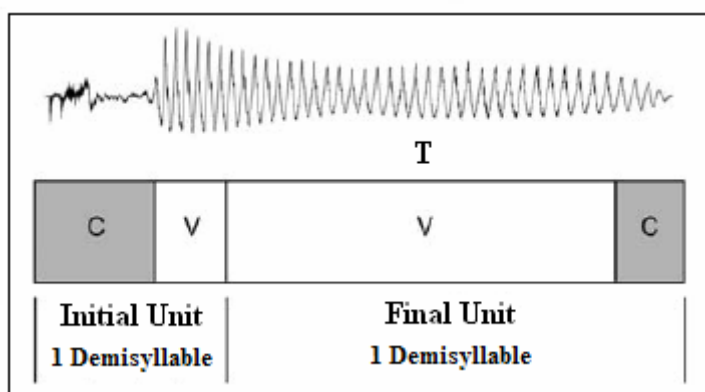
2.1.2 ระบบเสียงในภาษาไทยแล้ว

2. หน่วยเสียงอัมพยางค์ (Demisyllable)

หน่วยเสียงอัมพยางค์ แบ่งสัญญาณเสียงของหนึ่งพยางค์ออกเป็น 2 ส่วนดังรูปที่ 2.3

1) ส่วนนำ (Initial Unit) เป็นส่วนต้นของพยางค์ ประกอบด้วยเสียงพยัญชนะต้น ไปจนถึงจุดที่สัญญาณเสียงสระมีความคงที่

2) ส่วนตาม (Final Unit) เป็นส่วนท้ายของพยางค์ ซึ่งเป็นส่วนที่เหลือจากส่วนนำ ประกอบด้วยเสียงสระที่คงที่ เสียงวรรณยุกต์ และเสียงพยัญชนะท้าย

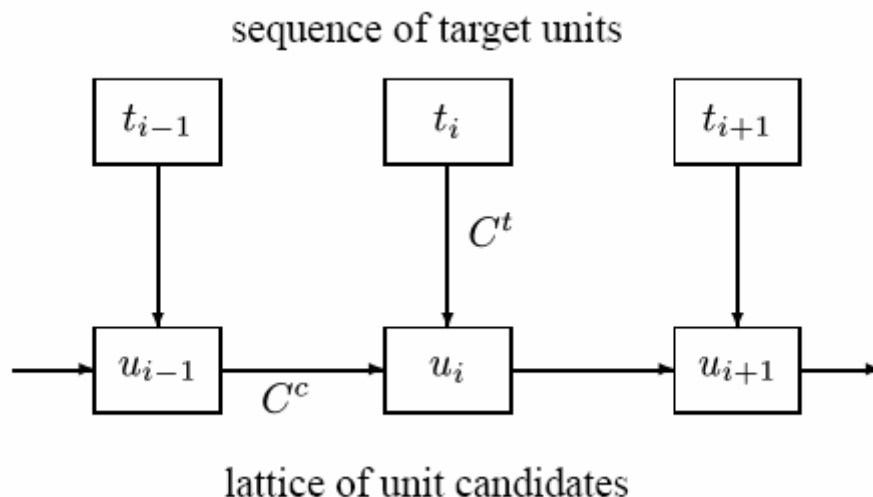


รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยเสียงอัมพยางค์

2.2.2 การคัดเลือกหน่วยเสียง (Unit Selection)

การคัดเลือกหน่วยเสียงเป็นกระบวนการที่ใช้สรรหาหน่วยเสียงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเสียงที่จะสังเคราะห์ จากฐานข้อมูลเสียงพูดที่เก็บไว้ โดยทั่วไปแล้วกระบวนการนี้จะใช้กับฐานข้อมูลเสียงพูดต่อเนื่องที่มีข้อมูลเสียงขนาดใหญ่ (Speech Corpus) โดยพิจารณาจากตัวแปร 2 ตัว (Hunt and Black, 1996) แสดงดังรูปที่ 2.4

* คำว่า Phoneme ราชบัณฑิตยสถานบัญญัติความหมายเอาไว้ว่า “หน่วยเสียง” ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจกับคำว่า หน่วยเสียง ที่มีความหมายว่า “หน่วยของเสียง” ดังนั้นงานวิจัยนี้จะใช้คำทับศัพท์ว่า “โฟเน็ม” แทนคำว่า Phoneme เพื่อป้องกันความสับสนของคำ 2 คำที่กล่าวมาข้างต้น



รูปที่ 2.4 วิธีการหาค่าสมบัติ และค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียงของวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียง

1. ค่าสมบัติของหน่วยเสียง (Unit Cost)

ค่าสมบัติของหน่วยเสียง จะพิจารณาถึงสมบัติต่างๆของหน่วยเสียงให้เลือก (Candidate Unit) ว่ามีหน่วยเสียงใดบ้างที่มีสมบัติใกล้เคียงกับเสียงที่จะสังเคราะห์ (หน่วยเสียงเป้าหมาย-Target Unit) ซึ่งอาจพิจารณาจาก ขนาดของหน่วยเสียง, หน่วยเสียงข้างเคียง, ระยะเวลาของหน่วยเสียง (Duration), ความถี่มูลฐาน (F0), พลังงาน (Energy) และอื่นๆ

ค่าสมบัติของหน่วยเสียง สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$C^t(t_i, u_i) = \sum_{j=1}^p w'_j C'_j(t_i, u_i) \quad (2.1)$$

โดยที่ $C^t(t_i, u_i)$ คือ ค่าสมบัติของหน่วยเสียงให้เลือก u_i เทียบกับหน่วยเสียงเป้าหมาย t_i

w'_j คือ ค่าน้ำหนัก (Weight) ของสมบัติของหน่วยเสียง

$C'_j(t_i, u_i)$ คือ ผลต่างของค่าสมบัติของหน่วยเสียงเป้าหมาย กับหน่วยเสียงให้เลือก

จากสมการที่ 2.1 อธิบายได้ว่า ค่าสมบัติของหน่วยเสียงนั้น สามารถคำนวณได้จาก ผลรวมของส่วนต่างของค่าสมบัติของหน่วยเสียงเป้าหมาย กับหน่วยเสียงให้เลือก ($C'_j(t_i, u_i)$) คูณกับ ค่าน้ำหนักของสมบัติของหน่วยเสียงนั้นๆ (w'_j)

2. ค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียง (Concatenation Cost)

ค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียง จะพิจารณาในส่วนของ การเชื่อมต่อของหน่วยเสียง โดยดูว่า หน่วยเสียงให้เลือก สามารถเชื่อมต่อกับหน่วยเสียงก่อนหน้าได้ดีเพียงใด ซึ่งอาจพิจารณาจาก ความแตกต่างของสเปกตรัม, ความถี่มูลฐาน, พลังงาน และอื่นๆ ณ จุดต่อของหน่วยเสียง

ค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียง สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$C^c(u_{i-1}, u_i) = \sum_{j=1}^q w_j^c C_j^c(u_{i-1}, u_i) \quad (2.2)$$

โดยที่ $C^c(u_{i-1}, u_i)$ คือ ค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียงของหน่วยเสียงให้เลือกก่อนหน้า (u_{i-1}) เทียบกับหน่วยเสียงให้เลือก ณ ตำแหน่งปัจจุบัน (u_i)

w_j^c คือ ค่าน้ำหนัก (Weight) ของสมบัติของการเชื่อมต่อหน่วยเสียง

$C_j^c(u_{i-1}, u_i)$ คือ ผลต่างของค่าสมบัติการเชื่อมต่อของหน่วยเสียงให้เลือกก่อนหน้า และหน่วยเสียงให้เลือก ณ ตำแหน่งปัจจุบัน

จากสมการที่ 2.2 อธิบายได้ว่า ค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียงนั้น สามารถคำนวณได้จาก ผลรวมของส่วนต่างของค่าสมบัติการเชื่อมต่อของหน่วยเสียงให้เลือกก่อนหน้า กับหน่วยเสียงให้เลือก ณ ตำแหน่งปัจจุบัน ($C_j^c(u_{i-1}, u_i)$) คูณกับ ค่าน้ำหนักของสมบัติการเชื่อมต่อนั้นๆ (w_j^c)

เมื่อได้ค่าของ สมบัติของหน่วยเสียง และ การเชื่อมต่อหน่วยเสียง แล้วให้นำค่าทั้ง 2 มารวมกันดังสมการต่อไปนี้

$$C(t_1^n, u_1^n) = \sum_{i=1}^n C^t(t_i, u_i) + \sum_{i=2}^n C^c(u_{i-1}, u_i) + C^c(S, u_1) + C^c(u_n, S) \quad (2.3)$$

โดยที่ $C^c(S, u_1)$ คือ ค่าการเชื่อมต่อระหว่าง เสียงเงียบ (Silence) กับหน่วยเสียงแรกของประโยค และ $C^c(u_n, S)$ คือ ค่าการเชื่อมต่อระหว่างหน่วยเสียงสุดท้ายของประโยค กับเสียงเงียบ

จากสมการที่ 2.3 สามารถอธิบายได้ว่า ระบบจะเลือกชุดของหน่วยเสียงที่ให้ผลลัพธ์ ที่น้อยที่สุดมาสังเคราะห์เสียง (ผลลัพธ์น้อยแสดงว่าชุดของหน่วยเสียงนั้น มีสมบัติใกล้เคียงกับเสียงที่จะสังเคราะห์นั่นเอง) ซึ่งสามารถอธิบายได้จากสมการที่ 2.4

$$\bar{u}_1^n = \min_{u_1, \dots, u_n} C(t_1^n, u_1^n) \quad (2.4)$$

2.2.3 การวัดคุณภาพเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีเอ็มโอเอส (Mean Opinion Score - MOS) (Huang, Acero and Hon, 2001)

เอ็มโอเอส เป็นวิธีที่ใช้วัดคุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์ โดยให้อาสาสมัครฟังเสียงสังเคราะห์ โดยที่อาสาสมัครรู้อยู่แล้วว่าเสียงที่จะสังเคราะห์ออกมานั้นเป็นเสียงอะไร จากนั้นให้อาสาสมัครระบุความประทับใจต่อเสียงที่ได้ยิน โดยมีระดับความประทับใจคือ ดีมาก (Excellent), ดี (Good), ปานกลาง (Fair), แย่ (Poor) และ แย่มาก (Bad) ซึ่งในแต่ละระดับจะมีคะแนนคือ 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยออกมา ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ได้ก็คือค่าเอ็มโอเอส นั่นเอง

2.2.4 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีซีซีอาร์ (Comparison Category Rating - CCR) (Huang, Acero and Hon, 2001)

เป็นวิธีการที่ใช้เปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ของระบบสังเคราะห์เสียง 2 ระบบ โดยให้อาสาสมัครฟังเสียงสังเคราะห์จากทั้ง 2 ระบบ แล้วให้ระบุความประทับใจว่าชอบเสียงสังเคราะห์จากระบบไหนมากกว่ากัน โดยมีระดับชอบดังตารางที่ 2.7 จากนั้นนำคะแนนที่ได้มารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยออกมา

ตารางที่ 2.7 ระดับความชอบในการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีซีซีอาร์

คะแนน	ระดับความชอบ
3	ดีกว่ามาก (Much Better)
2	ดีกว่า (Better)
1	ดีกว่าเล็กน้อย (Slightly Better)
0	เท่ากัน (Same)
-1	แย่กว่าเล็กน้อย (Slightly Worse)
-2	แย่กว่า (Worse)
-3	แย่กว่ามาก (Much Worse)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือวิวัฒนาการของการสังเคราะห์เสียงพูดด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง และการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย เพื่อให้เห็นภาพรวมของการสังเคราะห์เสียงพูดด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จากนั้นจึงศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย

2.3.1 วิวัฒนาการของการสังเคราะห์เสียงพูดด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง

ในการศึกษาและทำวิจัยในการสังเคราะห์เสียงพูดของมนุษย์นั้น เกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1779 ที่เมืองเซนต์ปีเตอร์เบิร์ก โดยศาสตราจารย์ Christian Kratzenstein ชาวรัสเซีย (Huang et al., 2001) ได้อธิบายความแตกต่างของสระเสียงยาว 5 สระ คือ /a/, /e/, /i/, /o/, และ /u/ และได้สร้าง ท่อกำธรเสียง (Acoustic Resonators) ที่คล้ายกับอวัยวะกำเนิดเสียงของมนุษย์ขึ้นมา

ในอดีตการสังเคราะห์เสียงพูดด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง ไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนัก เนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์ไปจนถึงหน่วยเสียงสำคัญในภาษา และไม่สามารถสร้างเสียงพูดได้ครบทั้งหมด จึงใช้เฉพาะกับระบบสังเคราะห์เสียงพูดที่จำกัดจำนวนคำพูดเท่านั้น (สุดาพร ลักษณ์นิยนาวิน และคนอื่นๆ, 2535) และถึงแม้จะมีการวิเคราะห์ไปถึงหน่วยเสียงย่อยของเสียงพูดในรูปแบบต่างๆ ได้แล้วก็ตาม เช่น หน่วยเสียงคู่เสียง ถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1958 โดย Peterson Wang และ Sivertsen (Allen, Hunnicutt and Klatt, 1987) หรือ หน่วยเสียงอัมพยางค์ ถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ. 1976 โดย Fujimura (Dettweiler and Hess, 1985) แต่ก็ยังมีปัญหาที่จุดต่อของหน่วยเสียงที่ไม่สามารถเข้ากันได้ดี และไม่สามารถสังเคราะห์เสียงให้มีสัทสัมพันธ์ตามที่ต้องการได้

ในปี ค.ศ. 1989 การสังเคราะห์เสียงด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียงเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากได้มีการพัฒนาเทคนิค PSOLA (Pitch Synchronous Overlap Add) ขึ้นมา (Charpentier and Moulines, 1989) เพื่อช่วยปรับปรุงสัทสัมพันธ์ของเสียงสังเคราะห์ให้ดีขึ้น และทำให้การสังเคราะห์เสียงครอบคลุมข้อความทั้งหมด

การคิดค้นหาวิธีที่จะพัฒนาระบบสังเคราะห์เสียงพูดยังมีอยู่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้มีแนวคิดที่จะเก็บเสียงพูดในแต่ละชนิดของหน่วยเสียงเป็นจำนวนมากขึ้น เพื่อให้มีความหลากหลายของหน่วยเสียง และสัทสัมพันธ์มากขึ้น (จากที่ในงานวิจัยก่อนๆ จะเก็บหน่วยเสียงในแต่ละชนิดเพียงหน่วยเสียงเดียว) เช่นในงานวิจัยของ Nakajima และ Hamada (1988) เก็บหน่วยเสียงแบบโฟนิม ในแต่ละชนิดเป็นจำนวนมาก และใช้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) มาแบ่งกลุ่มของโฟนิม แต่ละชนิดตามหน่วยเสียงข้างเคียง

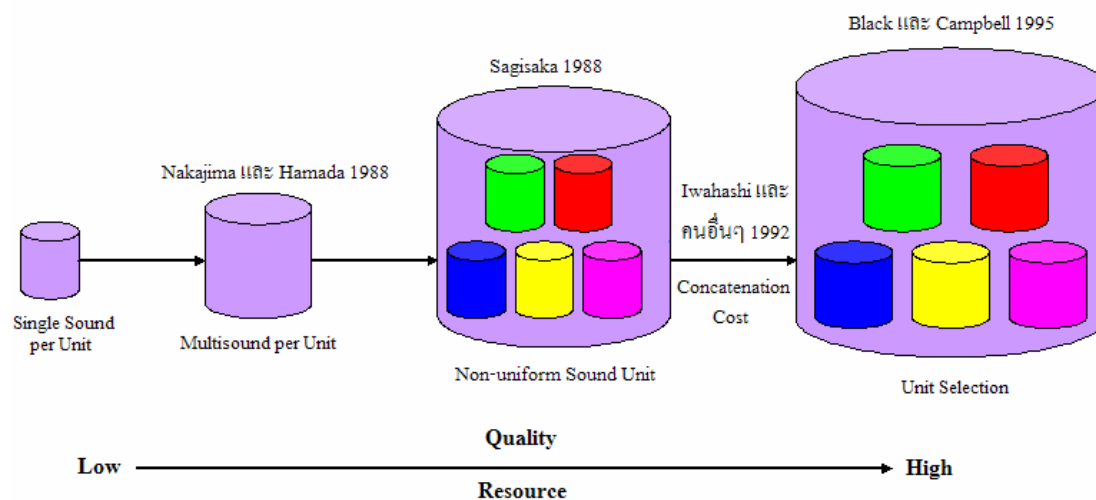
นอกจากการใช้หน่วยเสียงย่อยในรูปแบบที่คงที่แล้ว ยังมีการพัฒนามาใช้หน่วยเสียงไม่เอกรูป (Non-Uniform) คือไม่จำกัดรูปแบบของหน่วยเสียงย่อยที่จะนำมาเชื่อมต่อกัน เพื่อสังเคราะห์

เสียงออกมา แต่จะหารูปแบบของหน่วยเสียงที่เหมาะสมกับเสียงที่จะสังเคราะห์แทน เช่นในงานวิจัยของ Sagisaka (1988) ได้สร้างกฎไว้เพื่อใช้เลือกรูปแบบของหน่วยเสียง และได้สร้างคิกซ์นารีของหน่วยเสียงในรูปแบบต่างๆเอาไว้ เพื่อให้การค้นหาทำได้เร็วขึ้น

สังเกตได้ว่างานวิจัยที่ได้กล่าวมาทั้งหมด ไม่ได้มีการพิจารณาความแตกต่างกันของสัญญาณเสียงที่นำมาเชื่อมต่อกันเลย แต่ไปคำนึงถึงสมบัติของแต่ละสัญญาณเสียงมากกว่า ดังนั้น Iwahashi, Kaiki และ Sagisaka (1992) จึงได้เสนอแนวคิดดังกล่าวขึ้นมาเพื่อนำมาช่วยหาหน่วยเสียงที่มีความเหมาะสมในการเชื่อมต่อ โดยได้นำเสนอวิธีการวัดค่าความไม่ต่อเนื่องของสัญญาณเสียงที่นำมาเชื่อมต่อกัน ซึ่งต่อมาได้ถูกพัฒนาไปเป็นวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียงที่นำเสนอโดย Black และ Campbell (1995) วิธีการดังกล่าวจะเลือกหน่วยเสียงโดยพิจารณาจากคุณสมบัติ 2 ประการ คือ สมบัติของหน่วยเสียง และการเชื่อมต่อหน่วยเสียง ทำให้การเลือกหน่วยเสียงของระบบสังเคราะห์เสียงมีความสามารถเพิ่มขึ้น เลือกหน่วยเสียงได้เหมาะสมยิ่งขึ้น ส่งผลให้เสียงสังเคราะห์มีคุณภาพสูงขึ้น (มีความเป็นธรรมชาติสูง) ต่อมาวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียงได้ถูกนำไปใช้กับฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดใหญ่ดังงานของ Hunt และ Black (1996) เพื่อเพิ่มคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ให้มากขึ้นไปอีก ซึ่งในทางกลับกันนั้นการใช้ฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดใหญ่ก็นำมาซึ่งการใช้ทรัพยากรของระบบมากขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงมีการศึกษาและทำวิจัยที่จะหาชุดของเสียงพูดที่เหมาะสมในการจัดเก็บ เพื่อลดการใช้ทรัพยากรของระบบลง แต่ก็ต้องยอมลดคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ลงไปบ้าง ดังงานวิจัยของ Black และ Lenzo (2001) ในปี ค.ศ. 2001 และ ชัชวาลย์ หาญสกุลบรรเทิง และคนอื่นๆ ในปี ค.ศ. 2005 (Hansakunbuntheung, Rugchatjaroen and Wutiwivatchai, 2005)

จะเห็นว่าวิธีการเก็บเสียงพูดในการสังเคราะห์เสียงพูดมีการเปลี่ยนแปลงไป จากที่แต่ก่อนใช้ฐานข้อมูลเสียงขนาดเล็ก โดยการตัดเป็นหน่วยเสียงย่อยชนิดละ 1 หน่วยเสียงเก็บไว้ในฐานข้อมูล ต่อมาเริ่มเพิ่มจำนวนของหน่วยเสียงย่อยที่จัดเก็บในแต่ละชนิด ให้มีความหลากหลายของหน่วยเสียงข้างเคียง และสัทสัมพันธ์ ทำให้ฐานข้อมูลเสียงมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ก็ต้องมีกระบวนการในการค้นหาหน่วยเสียงที่ซับซ้อนขึ้น ดังงานวิจัยของ Nakajima และ Hamada (1988) ที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่การใช้หน่วยเสียงเพียงรูปแบบเดียวมีอาจนำไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการได้ (เสียงสังเคราะห์ที่มีความเป็นธรรมชาติสูง คล้ายกับเสียงของมนุษย์มากที่สุด) ทำให้มีการคิดวิธีการเลือกหน่วยเสียงที่จะนำมาสังเคราะห์เสียงโดยไม่ยึดติดกับรูปแบบขึ้นมา ดังงานวิจัยของ Sagisaka (1988) ที่ได้กล่าวไปแล้ว ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเสียงพูดที่เก็บในฐานข้อมูล จากที่แต่ก่อนเก็บเป็นหน่วยเสียงย่อยเอาไว้ ก็เปลี่ยนไปเป็นเสียงพูดต่อเนื่องแทน หลังจากนั้นก็เริ่มเก็บเสียงพูดต่อเนื่องเป็นจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้มีความหลากหลายของหน่วยเสียงแต่ละชนิดและสัทสัมพันธ์มากขึ้น ทำให้จำเป็นต้องหากระบวนการที่เหมาะสมมาช่วยในการคัดเลือกหน่วยเสียง เพื่อให้ได้หน่วยเสียงที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากหน่วยเสียงแต่ละชนิดในรูปแบบหนึ่งๆนั้น มี

จำนวนที่ซ้ำกันมาก ยิ่งหน่วยเสียงมีขนาดเล็กลงเท่าใด ก็ยังมีจำนวนหน่วยเสียงที่ซ้ำกันมากขึ้นเท่านั้น ซึ่ง Black และ Campbell (1995) ได้นำเสนอวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียงที่มีความสามารถดังกล่าวขึ้นมา ซึ่งเทคนิคดังกล่าวเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยม และใช้กันอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน



รูปที่ 2.5 วิวัฒนาการของการสังเคราะห์เสียงพูดด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง

2.3.2 การสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย

จากการศึกษางานวิจัยการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทย พบว่างานวิจัยทั้งหมดใช้วิธีการสังเคราะห์เสียง 2 วิธี คือการสังเคราะห์แบบวิเคราะห์ และการสังเคราะห์เสียงด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง

1. การสังเคราะห์แบบวิเคราะห์

งานวิจัยของ กฤษดา เรยส (2530) และ อาทร นันทิกุล (2533) ใช้เทคนิคการทำนายเชิงเส้นมาวิเคราะห์หาค่าตัวแปร โดยใช้หน่วยเสียงแบบ คำ และพยางค์ตามลำดับ ส่วนงานวิจัยของ ชัชวาลย์ หาญสกุลบรรเทิง (2542) ใช้เทคนิคคู่เส้นสเปกตรัม โดยใช้หน่วยเสียงจากโครงสร้างพยางค์ที่มีลักษณะพิเศษ โดยแบ่งประเภทตามลักษณะ และหน้าที่ของเสียง และใช้เทคนิคทีดี-โซลาเข้ามาช่วยเปลี่ยนแปลงความถี่มูลฐาน เพื่อใช้สร้างเสียงวรรณยุกต์ขึ้นมา สำหรับการสังเคราะห์เสียงพูดด้วยฟอร์แมนทั้นัน มีปรากฏในงานวิจัยของ สายัญญ์ สายยศ, ศักดิ์ชัย ทิพย์จักรรัตน์ และ สมศักดิ์ มีตะถา (2548) สำหรับงานวิจัยของ นิพนธ์ ชินะธิมาตรมงคล และคนอื่นๆ (Chinathimatmongkhon et al., 2008) ใช้การสังเคราะห์เสียงจาก MCEP (Mel-Cepstral

Coefficients) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับพีดีเอ (Personal Digital Assistant - PDA) ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของทรัพยากร

2. การสังเคราะห์เสียงด้วยการเชื่อมต่อหน่วยเสียง

งานวิจัยของ สุดาพร ลักษณินาวิน และคนอื่นๆ (2535) และงานวิจัยของ สุทธิรักษ์ ไทเศรษฐวัฒน์กุล และ วันเพ็ญ ฆนวนารี (2538) ได้สร้างระบบสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยจากข้อความที่ไม่มีการปรับปรุงสัญญาณเสียงที่สังเคราะห์ โดยเก็บหน่วยเสียงย่อยในรูปแบบของอรรถพยางค์ที่ครอบคลุมเสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 ระดับ โดยมีหน่วยเสียงจำนวน 1,129 และ 1,128 หน่วยเสียงตามลำดับ ซึ่งมีการคิดหน่วยเสียงส่วนนำและส่วนตามที่แตกต่างกัน ต่อมาในปี พ.ศ. 2538 Rakchai Kiat-arpakul, Jittat Fakcharoenphol และ Somnuk Keretho (1995) ได้ประยุกต์การสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยที่ใช้การเชื่อมต่อหน่วยเสียงย่อยแบบอรรถพยางค์ มาเป็นการใช้หน่วยเสียงย่อยแบบโฟนิม และอรรถพยางค์ร่วมกัน เพื่อลดจำนวนหน่วยเสียงที่จัดเก็บลง โดยจะเก็บหน่วยเสียงส่วนนำในรูปแบบของ โฟนิม จำนวน 21 หน่วยเสียง (เก็บเฉพาะเสียงพยัญชนะต้นเดี่ยว) ส่วนหน่วยเสียงส่วนตาม 96 หน่วยเสียง โดยเก็บรูปแบบที่เป็นไปได้ของการจับคู่กันของสระ 12 หน่วยเสียง (สระเดี่ยวเสียงยาว (9) และสระประสม (3)) พยัญชนะท้าย (ตัวสะกด) 8 หน่วยเสียง และวรรณยุกต์เพียงระดับเสียงเดียว ซึ่งจำนวนของหน่วยเสียงทั้งหมดที่ถูกจัดเก็บเท่ากับ 117 หน่วยเสียง และใช้วิธีการปรับปรุงความถี่มูลฐานเข้ามาช่วยในการสร้างเสียงวรรณยุกต์ที่ไม่ได้จัดเก็บไว้ พร้อมกับใช้วิธีลดเวลาในสัญญาณเสียงของสระเสียงยาว เมื่อต้องการสังเคราะห์เสียงของสระเสียงสั้น

เอกพล อนุสุเรนทร์ (2541) ได้เสนอการสังเคราะห์เสียงพยางค์เปิดภาษาไทยที่เกิดจากสระเดี่ยว และสามารถสังเคราะห์เสียงได้ครบทุกวรรณยุกต์ โดยใช้หน่วยเสียง 2 รูปแบบ โดยที่เสียงของพยัญชนะต้นจะเก็บหน่วยเสียงย่อยแบบ โฟนิม และเก็บเสียงสระในรูปแบบของหน่วยเสียงอนุภาค ซึ่งจะเก็บสัญญาณเสียงเพียงคลื่นลูกเดียว พร้อมกับเก็บกรอบแอมพลิจูด และความถี่มูลฐานเอาไว้

ในปี พ.ศ. 2543 หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา จากเนคเทค ได้สร้างระบบสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยจากข้อความขึ้นมา (วาจา 2) (Pradit Mittrapiyanuruk et al., 2000) โดยใช้หน่วยเสียงย่อยแบบอรรถพยางค์ จำนวน 1,505 หน่วยเสียง ครอบคลุมเสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 ระดับ รวมไปถึงเสียงที่มาจากคำศัพท์ของต่างประเทศที่ถูกนำเข้ามาใช้ในภาษาไทย และมีการปรับปรุงสัทสัมพันธ์ของสัญญาณเสียงสังเคราะห์ ด้วยวิธีทีดี-โซลา อีกทั้งยังใช้เทคนิคการทำนายเชิงเส้นแบบคู่เส้นสเปกตรัม แก๊วจุดเชื่อมต่อของหน่วยเสียงที่มีความแตกต่างกันของสัญญาณ ให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ดีขึ้น ต่อมาได้มีการพัฒนา วาจา 2 ให้เป็น วาจา 3 โดยเปลี่ยนเทคนิคการสังเคราะห์เสียงพูดใหม่ เป็นการคัดเลือกหน่วยเสียงจากฐานข้อมูลเสียงพูดต่อเนื่องขนาดใหญ่ (ชัชวาลย์ หาญสกุลบรรเทิง, 2546) ปัจจุบันได้พัฒนาเป็น วาจา 5

งานวิจัยของ นัฐพล พานสมบัติ (2545) ได้เสนอวิธีการสังเคราะห์พยางค์เสียงหนัก และเบา ในภาษาไทยโดยใช้วิธีการเก็บหน่วยเสียงย่อยแบบอัมพยางค์ จำนวน 1,178 หน่วยเสียง ซึ่งครอบคลุมเสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 ระดับ แล้วใช้วิธีทีดี-โซลา มาปรับช่วงเวลา และความถี่ของ สัญญาณเสียง และใช้วิธีการคูณสัญญาณเสียงด้วยอัตราส่วนแอมพลิจูดระหว่างพยางค์เสียงหนัก และเบา เพื่อปรับขนาดของแอมพลิจูด

บทที่ 3

การออกแบบและสร้างฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทย

ในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูด สิ่งที่ต้องการก็คือ ข้อความ เพื่อใช้ในการบันทึกเสียงพูดจากบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียง เมื่อออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ต้องทำต่อมาก็คือการสร้างฐานข้อมูลเสียงพูดขึ้นมา โดยการจัดเก็บเสียงพูดจากบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียง โดยการอ่านข้อความที่ได้จากการออกแบบในขั้นตอนแรก จากนั้นจึงทำการเตรียมข้อมูลต่างๆ ให้กับเสียงพูดที่จัดเก็บไว้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับระบบสังเคราะห์เสียงต่อไป

3.1 รูปแบบของหน่วยเสียง

การออกแบบการเก็บเสียงพูดสำหรับระบบสังเคราะห์เสียงพูดนั้น ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาว่าจะใช้หน่วยเสียงรูปแบบใด โดยพิจารณาจากจำนวน ขนาด และคุณภาพของหน่วยเสียงนั้นๆ โดยที่หน่วยเสียงที่มีขนาดใหญ่ จะมีจำนวนของหน่วยเสียงมาก ใช้เวลาในการจัดเก็บ และเตรียมข้อมูลมาก แต่ให้คุณภาพของเสียงที่สังเคราะห์ดีกว่าหน่วยเสียงที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้ให้ดี สำหรับข้อมูลของชนิดหน่วยเสียงในภาษาไทย แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนของหน่วยเสียงชนิดต่างๆในภาษาไทย

ขนาดของหน่วยเสียง (Unit length)	ชนิดของหน่วยเสียง (Unit type)	จำนวนของหน่วยเสียง (Unit number)
เล็ก ↓ ใหญ่	โฟนีม (Phoneme)	161 (รวมวรรณยุกต์)
	คู่เสียง (Diphone)	~10,466 (Hansakunbuntheung, Rugchatjaroen and Wutiwivatchai, 2005)
	อัมพยางค์ (Demisyllable)	~1,129 (สุดาพร ลักษณ์ยนาวิน และคนอื่นๆ 2535)
	ไตรโฟน (Triphone)	> 26,928
	พยางค์ (Syllable)	~26,928 (สุดาพร ลักษณ์ยนาวิน และคนอื่นๆ, 2535)

ในการคิดจำนวนหน่วยเสียงของพยางค์ (Syllable) นั้นมีจำนวนพยางค์ที่เป็นไปได้ 26,928 พยางค์ แต่มีปรากฏเป็นคำ หรือส่วนของคำเพียง 5,912 พยางค์ (สุดาพร ลักษณ์ยนาวิน และคนอื่นๆ, 2535)

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าโฟนีม มีจำนวนของหน่วยเสียงที่น้อยที่สุด แต่คุณภาพของเสียงที่สังเคราะห์ไม่ค่อยดีนัก (Rakchai Kiat-arpakul et al., 1995) สำหรับหน่วยเสียงอัมพยางค์ มีจำนวนหน่วยเสียงน้อยรองลงมา เสียงสังเคราะห์ภายในพยางค์ทำได้ แต่จะมีปัญหาที่การสังเคราะห์เสียงระหว่างพยางค์ (Pradit Mittrapiyanuruk et al., 2000) เพราะไม่ได้เก็บเสียงที่เชื่อมต่อระหว่างพยางค์เอาไว้ ซึ่งต่างจากหน่วยเสียงคู่เสียง ที่มีการเก็บเสียงที่เชื่อมต่อระหว่างพยางค์เอาไว้ ทำให้เสียงสังเคราะห์ระหว่างพยางค์มีการเชื่อมต่อที่ดีกว่า แต่มีจำนวนของหน่วยเสียงมากกว่า

เมื่อพิจารณาจากจำนวนของหน่วยเสียง คุณภาพของเสียงสังเคราะห์ และจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้แล้ว หน่วยเสียงอัมพยางค์มีความเหมาะสมมากที่สุดเพราะมีจำนวนของหน่วยเสียงที่ไม่มากเกินไป แต่ให้คุณภาพของเสียงสังเคราะห์ที่ยอมรับได้ และการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดก็ทำได้ง่ายเพราะเป็นการออกแบบเพื่อให้ได้พยางค์ออกมาเท่านั้น แต่ถ้าเป็นหน่วยเสียงคู่เสียง ต้องออกแบบเสียงระหว่างพยางค์ด้วย ทำให้มีการสร้างคำที่จำกัด เนื่องจากถูกกำหนดด้วยเสียงระหว่างพยางค์ที่ออกแบบเอาไว้

3.2 การออกแบบหน่วยเสียงต่างๆในฐานข้อมูลเสียงพูด

การออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูดในงานวิจัยนี้ใช้หน่วยเสียงอัมพยางค์เป็นหน่วยเสียงพื้นฐานของระบบ เนื่องจากเหตุผลที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 3.1 นอกจากนี้ยังมีการออกแบบหน่วยเสียงพยางค์ และคำเพิ่มเติม เพื่อทดแทนหน่วยเสียงอัมพยางค์บางหน่วยเสียงที่ไม่ได้จัดเก็บ เนื่องมาจากมีค่าทางสถิติของการปรากฏในข้อความภาษาไทยน้อย และต้องการเก็บหน่วยเสียงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ที่ดีขึ้น โดยการออกแบบหน่วยเสียงอัมพยางค์ พยางค์ และคำ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 หน่วยเสียงอัมพยางค์ (Demisyllable)

หน่วยเสียงอัมพยางค์มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ หน่วยเสียงส่วนนำ และส่วนตาม ในการออกแบบการเก็บเสียงพูด จะพิจารณาจากส่วนประกอบทั้ง 2 ส่วนดังนี้

1. หน่วยเสียงส่วนนำ (Initial Unit)

หน่วยเสียงส่วนนำ เกิดจากการจับคู่กันระหว่าง พยัญชนะต้น และสระ สามารถคิดจำนวนหน่วยเสียงที่จะจัดเก็บของหน่วยเสียงส่วนนำได้ดังนี้

- 1) พยัญชนะต้น มีทั้งหมด 33 หน่วยเสียง แบ่งเป็น
 - พยัญชนะต้นเดี่ยว มีทั้งหมด 21 หน่วยเสียง
 - พยัญชนะต้นควบ มีทั้งหมด 12 หน่วยเสียง
- 2) สระ ใช้ทั้งหมด 9 หน่วยเสียง โดยเก็บเสียงของสระเดี่ยวเสียงสั้น, ยาว, สระประสมเสียงสั้น หรือยาว ที่เป็นคู่กันอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้นสามารถใช้แทนกันได้หมด (เนื่องจากสระประสมเกิดจากการประสมกันของสระเดี่ยว 2 ตัว) ขึ้นอยู่กับพยางค์ที่นำมาจับคู่ด้วยว่าตรงกับสระชนิดไหน เพราะในส่วนนำจะเก็บส่วนของเสียงสระที่ยังไม่คงที่ (มีเสียงของพยัญชนะต้นเจือปนอยู่ เนื่องจากกำลังจะเปลี่ยนจากเสียงพยัญชนะต้น ไปเป็นสระ) ซึ่งมีเสียงสระเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ทำให้เราสามารถใส่สระเดี่ยวเสียงสั้น, ยาว, สระประสมเสียงสั้น หรือยาว ที่เป็นคู่กันอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น แทนกันได้ เพราะสระทั้ง 4 แบบมีคุณสมบัติในส่วนต้นเสียงที่คล้ายกัน (Pradit Mittrapianuruk et al., 2000)

ดังนั้นจำนวนหน่วยเสียงของส่วนนำจะมีค่าเท่ากับ $33 \times 9 = 297$ หน่วยเสียง แต่เนื่องจากในภาษาไทย พยัญชนะต้นบางตัวไม่สามารถปรากฏร่วมกับสระบางตัวได้ (กาญจนา นาคสกุล, 2541) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 พยัญชนะต้นที่ไม่สามารถปรากฏร่วมกับสระได้ในภาษาไทย

พยัญชนะต้น		สระ					
		v,vv, va,vva	u,uu, ua,uua	e,ee	o,oo	@,@@	q,qq
kw	กว	X	X	X	X	X	X
kr	กร						
khw	คว	X	X			X	X
tr	ตร						X
pl	ปล						X
phr	พร,พร						X
phl	พล,ผล	X					
รวม		14 หน่วยเสียง					

หมายเหตุ : เครื่องหมาย X แสดงว่าพยัญชนะต้นนั้นไม่สามารถปรากฏร่วมกับสระตัวนั้นได้

จากตารางที่ 3.2 เราสามารถคำนวณจำนวนหน่วยเสียงส่วนนำ โดยพิจารณาถึงการไม่สามารถปรากฏร่วมกันได้ระหว่างพยัญชนะต้นกับสระ สำหรับภาษาไทยคือ $297 - 14 = 283$ หน่วยเสียง

2. หน่วยเสียงส่วนตาม (Final Unit)

หน่วยเสียงส่วนตาม ประกอบด้วย เสียงสระ วรรณยุกต์ และพยัญชนะท้าย (ตัวสะกด) ในการออกแบบการเก็บหน่วยเสียงส่วนตามของงานวิจัยนี้จะพิจารณาจากภาษาเขียน โดยตัดวรรณยุกต์บางระดับเสียงออกไป เนื่องจากปรากฏในคำภาษาไทยน้อยมาก (ดูข้อมูลได้ที่ภาคผนวก ก) ดังตารางที่ 3.3 ซึ่งวรรณยุกต์ที่ถูกตัดออกไปนั้น ถ้ามีความต้องการที่จะใช้สังเคราะห์เสียงก็จะใช้หน่วยเสียงแบบโฟเนม มาสังเคราะห์เสียงแทน ซึ่งเราไม่จำเป็นต้องเก็บเสียงพูดเพิ่มแต่อย่างใด เนื่องจากเสียงวรรณยุกต์เหล่านั้นได้ถูกเก็บไปแล้วในหน่วยเสียงส่วนตามของตัวสะกดในกลุ่มอื่นนั่นเอง

ตารางที่ 3.3 การผันวรรณยุกต์ตามพยัญชนะท้าย และสระของหน่วยเสียงส่วนตาม

สระ		พยัญชนะท้ายพยางค์		
		กักลม(3)	ไม่กักลม(5)	ไม่มีตัวสะกด(1)
สระ เดี่ยว	เสียงสั้น(9)	เอก,ตรี(54)	สามัญ,เอก,โท,ตรี, จัตวา(225)	เอก,ตรี(18)
	เสียงยาว(9)	เอก,โท(54)	สามัญ,เอก,โท,ตรี, จัตวา(225)	สามัญ,เอก,โท,ตรี, จัตวา(45)
สระ ประสม	เสียงสั้น(3)	-	-	เอก,โท,ตรี(9)
	เสียงยาว(3)	เอก,โท(18)	สามัญ,เอก,โท,ตรี, จัตวา(75)	สามัญ,เอก,โท,ตรี, จัตวา(15)

จากตารางที่ 3.3 สามารถคำนวณจำนวนหน่วยเสียงทั้งหมด ที่ต้องจัดเก็บได้คือ $54+225+18+54+225+45+9+18+75+15 = 738$ หน่วยเสียง แต่เนื่องจากในภาษาไทย สระบางตัวไม่สามารถปรากฏร่วมกับตัวสะกดบางตัวได้ (กาญจนา นาคสกุล, 2541) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สระที่ไม่สามารถปรากฏร่วมกับตัวสะกดได้ สำหรับภาษาไทย

สระ		พยัญชนะท้ายพยางค์ (ตัวสะกด)							
		กักลม(3)			ไม่กักลม(5)				
		p [^]	t [^]	k [^]	m [^]	n [^]	ng [^]	j [^]	w [^]
i	อิ							X	
ii	อี						X	X	X
v	อึ							X	X
vv	อึ			X			X	X	X
u	อุ								X
uu	อุ							X	X
e	เอะ							X	
ee	เอ							X	
x	แอะ			X				X	
xx	แ							X	
o	โอะ							X	X
oo	โ								X
@	เอะ	X	X	X					X
@@	อ								X
q	เอะ	X	X	X	X			X	X
qq	เ								X
ia	เีย							X	
va	เือ								X
ua	ัว								X
รวม		8*2(วรรณยุกต์) = 16			28*5(วรรณยุกต์) = 140				
		16 + 140 = 156 หน่วยเสียง							

หมายเหตุ : เครื่องหมาย X แสดงว่าสระนั้นไม่สามารถปรากฏร่วมกับตัวสะกดตัวนั้นได้

จากตารางที่ 3.4 สามารถคำนวณจำนวนหน่วยเสียงส่วนตาม โดยพิจารณาถึงการไม่สามารถปรากฏร่วมกันได้ระหว่างสระกับตัวสะกด สำหรับภาษาไทยคือ $738 - 156 = 582$ หน่วยเสียง

ดังนั้นหน่วยเสียงอัมพยางค์ทั้งหมดที่ออกแบบไว้เพื่อจัดเก็บสำหรับงานวิจัยนี้ มีค่าเท่ากับ $283 + 582 = 865$ หน่วยเสียง

หน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ถูกจัดเก็บจริงในงานวิจัยนี้ มีค่าเท่ากับ 650 หน่วยเสียง (488 พยางค์ 1,373 โฟนิม) คิดเป็น 75.14% ของหน่วยเสียงอัมพยางค์ทั้งหมดที่ออกแบบเอาไว้สำหรับงานวิจัยนี้ โดยแบ่งออกเป็น

- หน่วยเสียงส่วนนำ 218 หน่วยเสียง คิดเป็น 77.03% ของหน่วยเสียงส่วนนำทั้งหมด
- หน่วยเสียงส่วนตาม 432 หน่วยเสียง คิดเป็น 74.23% ของหน่วยเสียงส่วนตามทั้งหมด

3.2.2 หน่วยเสียงพยางค์ (Syllable)

หน่วยเสียงพยางค์ในงานวิจัยนี้ ออกแบบมาเพื่อเก็บแทนพยางค์ที่ครอบคลุมหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ไม่ได้ถูกจัดเก็บ เนื่องจากพยางค์ที่ครอบคลุมหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ไม่ได้ถูกจัดเก็บมีค่าสติดิน้อย หรือบางหน่วยเสียงไม่ปรากฏในตารางสติดิ ทำให้ไม่คุ้มค่าที่จะเก็บพยางค์เหล่านั้น เนื่องจากมีความเป็นไปได้น้อยที่จะถูกนำมาใช้สังเคราะห์เสียง ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงเก็บหน่วยเสียงพยางค์ที่มีสติดิมากที่สุดที่ยังไม่ได้ถูกจัดเก็บ แทนพยางค์ที่ครอบคลุมหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ไม่ได้ถูกจัดเก็บจำนวน $582 - 488 = 94$ พยางค์ (คิดในกรณีที่การจัดเก็บหน่วยเสียงอัมพยางค์ทำได้อย่างดีที่สุด คือสามารถใช้พยางค์ 582 พยางค์ซึ่งเท่ากับหน่วยเสียงส่วนตาม ในการจัดเก็บหน่วยเสียงส่วนนำ และตามที่ได้ออกแบบไว้ทั้งหมด)

3.2.3 หน่วยเสียงคำ (Word)

หน่วยเสียงคำที่ออกแบบมาในงานวิจัยนี้ คือคำพิเศษที่เก็บเพิ่มเติมเข้ามาในฐานะข้อมูลเสียงพูด เพื่อให้รองรับกับการสังเคราะห์เสียงพูดที่มีความหลากหลายของข้อความ และเป็นคำที่ใช้ได้กับหลายสถานการณ์ ทำให้คุณภาพของเสียงสังเคราะห์ของคำนั้นดีขึ้น และอาจทำให้คุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์ดีขึ้นด้วย คำพิเศษทั้งหลายเหล่านี้ล้วนแต่เป็นคำที่ถูกใช้ หรือมีโอกาสได้ใช้บ่อยในระบบสังเคราะห์เสียงทั่วไปที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งส่วนใหญ่ก็มีเสียงอ่านของตัวเลขและวันที่ อยู่ในงานหลายๆงาน เช่น ระบบสังเคราะห์เสียงในระบบตอบรับทางโทรศัพท์ หรือระบบเรียกคิว เป็นต้น โดยคำพิเศษที่เพิ่มเข้ามามีทั้งหมด 44 คำ (คู่ได้ที่ภาคผนวก ข) 88 พยางค์

3.2.4 หน่วยเสียงโฟนีมและส่วนนำของอัมพยางค์

เมื่อนำพยางค์ทั้งหมดที่ได้จากการออกแบบหน่วยเสียงอัมพยางค์ พยางค์ และคำ มารวมกันแล้วปรากฏว่ามีหน่วยเสียงพยัญชนะต้น สระ และหน่วยเสียงส่วนนำของอัมพยางค์บางเสียงไม่ได้ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลเสียงพูด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเก็บพยางค์เพิ่มอีก 17 พยางค์เพื่อให้ครอบคลุมเสียงดังกล่าวที่ขาดไป (รายละเอียดของฐานข้อมูลเสียงพูดได้ในหัวข้อที่ 3.6)

3.3 การออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด

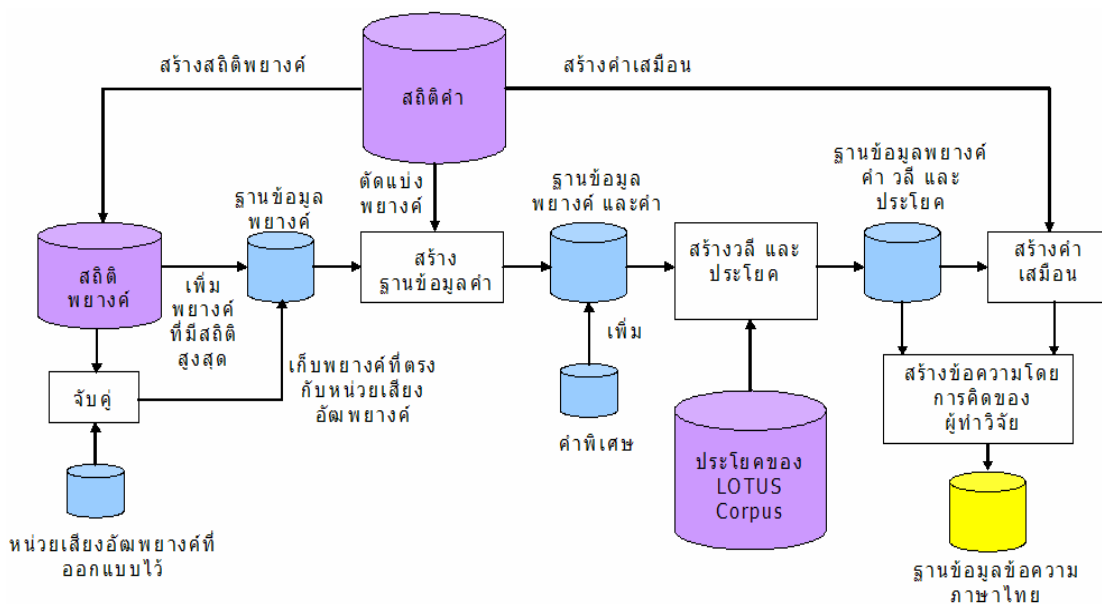
3.3.1 ขั้นตอนการออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด

ในการออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูดจากบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียง ได้นำหลักทางสัทศาสตร์ และสัทศาสตร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลเสียงพูดที่มีขนาดเล็กแต่มีประสิทธิภาพ โดยการนำหลักทางสัทศาสตร์เข้ามาช่วยในการออกแบบหน่วยเสียงอัมพยางค์ ดังหัวข้อที่ 3.2.1 ซึ่งทำให้จำนวนของหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ต้องจัดเก็บลดลง ส่วนหลักทางสัทศาสตร์จะนำมาช่วยในการสร้างพยางค์และคำ โดยจะเลือกพยางค์และคำที่มีสถิติการปรากฏในข้อความภาษาไทยมากที่สุดที่ตรงกับหน่วยเสียงอัมพยางค์และพยางค์ที่ออกแบบไว้ เพื่อหวังว่าจะได้ใช้หน่วยเสียงแบบพยางค์ หรือคำในการสังเคราะห์เสียงจากข้อความหนึ่งๆ แทนการใช้หน่วยเสียงแบบอัมพยางค์ ซึ่งเป็นหน่วยเสียงพื้นฐานของงานวิจัยนี้ ยิ่งถ้ามีหน่วยเสียงแบบพยางค์และคำมากขึ้นเท่าไรในข้อความที่จะสังเคราะห์เสียง คุณภาพของเสียงสังเคราะห์ก็จะยิ่งดีขึ้นเท่านั้น รายละเอียดต่างๆของการออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด มีขั้นตอนดังนี้ (แสดงดังรูปที่ 3.1)

1. เลือกหน่วยเสียงพื้นฐานที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียง (ในงานวิจัยนี้ใช้หน่วยเสียงอัมพยางค์เป็นหน่วยเสียงพื้นฐาน) (ดูได้จากหัวข้อที่ 3.1 รูปแบบของหน่วยเสียง)
2. ออกแบบหน่วยเสียงอัมพยางค์ โดยตัดบางหน่วยเสียงที่ปรากฏในคำภาษาไทยน้อยมากออกไป (การออกแบบหน่วยเสียงอัมพยางค์ดูได้จากหัวข้อที่ 3.2.1 ส่วนจำนวนของหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ถูกตัดออกไป ดูได้ที่ภาคผนวก ก)
3. นำคำ 40,484 คำ เป็นคำที่เรียงลำดับตามสถิติการปรากฏของคำในข้อความภาษาไทย ถูกรวบรวมโดยเนคเทค (NECTEC-RDI, เว็บไซต์) มาแจกออกเป็นพยางค์ ได้พยางค์ทั้งหมด 5,160 พยางค์ (ดูได้ที่ภาคผนวก ค) ซึ่งเป็นพยางค์ที่ออกเสียงไม่ซ้ำกัน (พูดง่ายก็คือหน่วยเสียงพยางค์ 5,160 หน่วยเสียง) แล้วเรียงตามลำดับค่าสถิติจากมากไปน้อย ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า สถิติหน่วยเสียงพยางค์
4. คัดเลือกพยางค์จาก สถิติหน่วยเสียงพยางค์ในขั้นตอนที่ 3 ให้ครอบคลุมหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนที่ 2

5. หน่วยเสียงอัมพยางค์บางหน่วยเสียงที่ไม่พบในสัททิวหน่วยเสียงพยางค์ จะไม่ถูกนำไปหาพยางค์อื่นอีก นอกจากพยางค์ที่อยู่ในสัททิวหน่วยเสียงพยางค์อีก เนื่องจากหน่วยเสียงอัมพยางค์นั้น มีความน่าจะเป็นที่จะปรากฏในคำภาษาไทยน้อย จึงไม่คุ้มค่าพอที่จะเก็บไว้ในฐานข้อมูลเสียงพูด แต่จะเก็บพยางค์ที่มีค่าสัททิวมากที่สุดที่ยังไม่ได้ถูกจัดเก็บในสัททิวหน่วยเสียงพยางค์แทน
6. นำพยางค์ทั้งหมดที่ได้ในขั้นตอนที่ 4 และ 5 ไปสร้างเป็นคำ โดยพิจารณาจากคำ 40,484 คำ ตามลำดับสัททิวจากมากไปหาน้อย
7. เก็บคำที่เป็นคำพิเศษเพิ่มเติมเข้ามา เช่น ชื่อวัน, ชื่อเดือน และตัวเลขเป็นต้น (ดูได้ที่ภาคผนวก ข)
8. นำคำที่ได้ในขั้นตอนที่ 6 และ 7 รวมทั้งพยางค์ที่เหลือ (ไม่สามารถนำไปสร้างเป็นคำได้ในขั้นตอนที่ 6) นำไปสร้างเป็นวลี หรือประโยค จากประโยคของ LOTUS Corpus (Patcharikra Cotsomrong et al., 2005) ทั้งหมด เนื่องจากข้อความใน LOTUS Corpus ได้มีการระบุสัททิวอักษรเอาไว้ ทำให้ง่ายในการจับคู่กันระหว่างคำ และพยางค์ที่มี กับประโยคของ LOTUS Corpus
9. นำประโยค และวลีที่ได้ในขั้นตอนที่ 8 ไปสร้างเป็นประโยค หรือวลี ร่วมกับคำ และพยางค์ที่เหลือมาจากขั้นตอนที่ 8 โดยการคิดของผู้วิจัยเอง
10. นำพยางค์ที่ไม่สามารถนำไปสร้างเป็นประโยค หรือวลีได้ในขั้นตอนที่ 9 มาสร้างเป็นคำเสมือน* โดยพิจารณาจากคำจำนวน 31,097 คำ ซึ่งเป็นคำ 2 พยางค์จากสัททิวคำของเนคเทค ที่ยังไม่ได้ถูกนำไปสร้างเป็นคำจากขั้นตอนที่ 6
11. นำคำเสมือนที่ได้ในขั้นตอนที่ 10 และพยางค์ที่ไม่สามารถนำไปสร้างคำเสมือนได้ มาสร้างเป็นข้อความ โดยการคิดของผู้วิจัยเอง

* คำเสมือนเป็นคำที่ประกอบด้วยพยางค์ 2 พยางค์ โดยต้องมี 1 พยางค์ตรงกับพยางค์ของคำที่นำมาเปรียบเทียบ (คำที่นำมาเปรียบเทียบต้องเป็นคำ 2 พยางค์) ส่วนอีกพยางค์ต้องมีหน่วยเสียงอย่างน้อย 1 หน่วยเสียง ตรงกับพยางค์ที่เหลือของคำที่นำมาเปรียบเทียบ และหน่วยเสียงที่ตรงกันนั้นต้องอยู่ติดกับอีกพยางค์ด้วย เช่น คำที่นำมาเปรียบเทียบคือ ระวัง ซึ่งอาจจะได้คำเสมือนเป็น วะหวัง หรือ ระวัง ก็ได้ขึ้นอยู่กับว่าในฐานข้อมูลของเรามีพยางค์ไหนอยู่



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด

3.3.2 ข้อพิจารณาสำหรับการออกแบบข้อความสำหรับการบันทึกเสียงพูด

1. ต้องไม่ให้พยางค์แรกของข้อความที่ใช้บันทึกเสียงพูดมีพยัญชนะต้นอยู่ในกลุ่มกักลม เนื่องจากพยัญชนะต้นในกลุ่มกักลมจะมีเสียงเงียบช่วงสั้นๆ ในส่วนต้นของสัญญาณเสียง เมื่อมีการพูดข้อความนี้ออกมาแล้วไม่สามารถหาเสียงเงียบช่วงสั้นๆ นั้นออกมาได้เมื่อดูจากสัญญาณเสียงพูด แต่ถ้าไม่สามารถเสียงได้ต้องมีการเพิ่มพยางค์พิเศษเข้าไป 1 พยางค์ โดยให้อยู่ที่ตำแหน่งแรกของข้อความ โดยพยางค์พิเศษที่เพิ่มเข้าไปต้องมีตัวสะกดอยู่ในกลุ่มไม่กักลม หรือไม่มีตัวสะกดก็ได้ เพื่อให้สามารถหาเสียงเงียบช่วงสั้นๆ ในส่วนต้นของสัญญาณเสียงพยัญชนะต้นตัวนั้นได้ โดยพยางค์พิเศษที่เพิ่มเข้ามานั้นไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์เสียงแต่อย่างใด เพียงแต่นำมาช่วยในการหาขอบเขตของหน่วยเสียงเท่านั้น
2. ต้องไม่ให้พยางค์สุดท้ายของข้อความที่ใช้บันทึกเสียงพูดมีตัวสะกดอยู่ในกลุ่มกักลม เนื่องจากตัวสะกดในกลุ่มกักลมจะมีเสียงเงียบช่วงสั้นๆ ในส่วนท้ายของสัญญาณเสียง เมื่อมีการพูดข้อความนี้ออกมาแล้วไม่สามารถหาเสียงเงียบช่วงสั้นๆ นั้นออกมาได้เมื่อดูจากสัญญาณเสียงพูด แต่ถ้าไม่สามารถเสียงได้ต้องมีการเพิ่มพยางค์พิเศษเข้าไป 1 พยางค์ โดยให้อยู่ที่ตำแหน่งสุดท้ายของข้อความ โดยพยางค์พิเศษที่เพิ่มเข้าไปต้องมีพยัญชนะต้นอยู่ในกลุ่มไม่กักลม เพื่อให้สามารถหาเสียงเงียบช่วงสั้นๆ ในส่วนท้ายของสัญญาณเสียงตัวสะกดตัวนั้นได้ โดยพยางค์พิเศษที่เพิ่มเข้ามานั้นไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์เสียงแต่อย่างใด เพียงแต่นำมาช่วยในการหาขอบเขตของหน่วยเสียงเท่านั้น

3. การเพิ่มพยางค์พิเศษเข้าไปเพื่อให้คำหรือพยางค์ที่จะจัดเก็บอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมหรือมีความน่าจะเป็นสูงที่เกิดขึ้นได้กับคำหรือพยางค์นั้น เช่นคำที่ต้องจัดเก็บคือ เสาร์ ส่วนพยางค์พิเศษที่เพิ่มเข้ามาคือ วัน และที่ ทำให้ได้ข้อความที่ใช้จัดเก็บเสียงพูดคือ “วันเสาร์ที่” โดยพยางค์พิเศษที่เพิ่มเข้ามานั้น ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการสังเคราะห์เสียงแต่อย่างใด เพียงแต่นำมาช่วยให้คำหรือพยางค์ที่จะจัดเก็บนั้น อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเท่านั้น

3.4 การบันทึกเสียงพูด

การบันทึกเสียงพูดเพื่อใช้เป็นเสียงสังเคราะห์ของการสังเคราะห์เสียงพูด ถือเป็นกระบวนการที่สำคัญกระบวนการหนึ่งของการสร้างระบบสังเคราะห์เสียงพูด ยิ่งถ้าระบบสังเคราะห์เสียงพูดที่ใช้ฐานข้อมูลเสียงพูดจำนวนน้อย และจำกัดอย่างงานวิจัยนี้ด้วยแล้ว ถือว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากต้องใส่ใจในทุกรายละเอียดของการบันทึกเสียงพูด รวมถึงการระบุขอบเขตของหน่วยเสียง เพื่อให้ได้เสียงสังเคราะห์ที่มีคุณภาพที่ได้ออกมา ในการบันทึกเสียงพูด ความเร็วในการพูดมีผลต่อเสียงสังเคราะห์ดังนี้

- ถ้าพูดช้า เสียงที่สังเคราะห์ออกมาก็จะช้าไปด้วย เหมือนกับฟังเสียงจากครูสอนภาษาไทย เวลาที่สอนเด็กๆ โดยให้เด็กๆพูดตามตนเอง โดยที่ครูจะพูดคำนั้น หรือประโยคนั้นก่อนอย่างช้าๆ เพื่อให้เด็กพูดตาม เมื่อฟังแล้วจะแตกต่างจากความเร็วปกติในการพูดทั่วไปของมนุษย์ แต่ให้เสียงที่ฟังได้ชัดถ้อยชัดคำ และมีเสียงในแต่ละหน่วยเสียงที่ชัดเจน และถูกต้อง ทำให้เวลานำหน่วยเสียงย่อยที่เล็กกว่าพยางค์มาสังเคราะห์เสียง ยังคงความชัดถ้อยชัดคำของพยางค์นั้นๆอยู่

- ถ้าพูดเร็ว เสียงที่สังเคราะห์ออกมาก็จะเร็วไปด้วย เหมือนกับฟังผู้ประกาศข่าว อ่านข่าวให้ฟัง ทำให้บางพยางค์หรือบางหน่วยเสียงฟังแล้วไม่ชัดเจน และบิดเบือนไปจากเสียงที่แท้จริง

ในการบันทึกเสียงพูดของงานวิจัยนี้ จะพูดในสไลด์การอ่านข้อความ ความเร็วในการพูดจะอยู่ในระดับที่ช้าเล็กน้อย แต่ไม่ช้าจนเกินไป เพื่อให้เสียงที่สังเคราะห์ออกมาเกิดความชัดถ้อยชัดคำ และลดการกลมกลืนเสียงลง (การที่เสียงที่อยู่ใกล้กันมีการปรับลักษณะทางเสียงให้กลมกลืนกัน) เนื่องจากฐานข้อมูลเสียงพูดในงานวิจัยนี้มีขนาดเล็ก ดังนั้นจึงมีความน่าจะเป็นที่จะได้ใช้หน่วยเสียงอัมพยางค์ (เป็นหน่วยเสียงพื้นฐานของงานวิจัยนี้) สูงจึงจำเป็นต้องให้เสียงพูดมีความชัดถ้อยชัดคำ และมีการกลมกลืนเสียงน้อยที่สุด อีกทั้งยังต้องพูดอย่างถูกต้องตามอักขระ และมีสำเนียงที่ถูกต้องอีกด้วย ซึ่งองค์ประกอบทั้งหลายเหล่านี้ต้องอาศัยความเชี่ยวชาญ ประสบการณ์ และการทดลองของผู้ที่เป็นต้นแบบเสียง และผู้ควบคุมการบันทึกเสียง

3.5 การเตรียมฐานข้อมูลเสียงพูด

หลังจากที่บันทึกเสียงพูดจากบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียงเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ต้องทำต่อมาก็คือการเตรียมฐานข้อมูลเสียงพูด ได้แก่การทำตารางสำหรับการค้นหาเสียงพูดในฐานข้อมูลเสียงพูด และการหาขอบเขตของสัญญาณเสียงพูด

3.5.1 ขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม

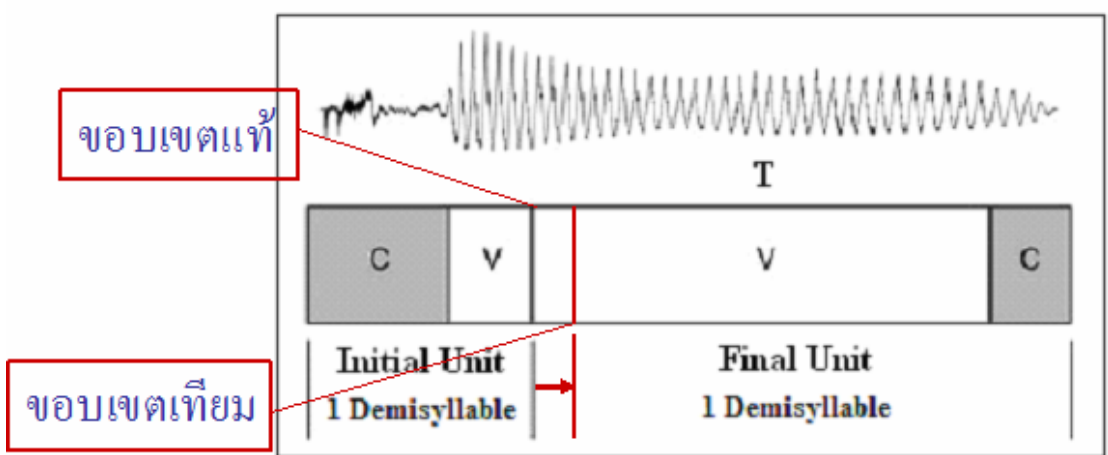
ในการหาขอบเขตของสัญญาณเสียงพูดของงานวิจัยนี้ จุดที่น่าสนใจอยู่ที่การหาขอบเขตสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำของหน่วยเสียงอัมพยางค์ ซึ่งจะเป็นขอบเขตเริ่มต้นของสัญญาณเสียงส่วนตามของอัมพยางค์ด้วย เนื่องจากขอบเขตดังกล่าวตามที่นิยามไว้จะเป็นจุดที่สัญญาณเสียงสระมีความคงที่แล้ว (ไม่มีการเจ็ปนของสัญญาณเสียงพยัญชนะ) ทำให้การพิจารณาหาขอบเขตดังกล่าวทำได้ค่อนข้างยากสำหรับการจับคู่กันของสระ และพยัญชนะต้นบางตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับพยัญชนะในกลุ่มกักแบบพ่นลม (/พ/ /ท/ /ซ/ และ /ค/) ซึ่งลมที่ถูกพ่นออกมา นั้นจะมีอิทธิพลต่อสัญญาณเสียงสระค่อนข้างมาก ทำให้ช่วงของสัญญาณสระที่ได้รับอิทธิพลจากพยัญชนะต้นขยายออกมา ถ้ามีการระบุขอบเขตตามหลักการของหน่วยเสียงอัมพยางค์อาจทำให้เกิดความผิดพลาดของสัญญาณเสียงส่วนนำได้ เนื่องจากได้รับอิทธิพลของวรรณยุกต์เพิ่มขึ้นตามสัญญาณเสียงส่วนนำที่ถูกขยายออกมา เนื่องจากอิทธิพลของลมที่ถูกพ่นออกมาของพยัญชนะต้นในกลุ่มกักแบบพ่นลม ทำให้การระบุจุดสิ้นสุดของหน่วยเสียงส่วนนำบางหน่วยเสียง (ดังกรณีที่ได้กล่าวมา) อาจไม่ได้ระบุขอบเขตตามนิยามของการระบุขอบเขตของหน่วยเสียงส่วนนำ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้กำหนดจุดสิ้นสุดสัญญาณเสียงส่วนนำไว้ 2 จุดด้วยกันดังรูป 3.2 และ 3.3 ส่งผลให้หน่วยเสียงส่วนตามต้องมีจุดเริ่มต้นของสัญญาณเสียง 2 จุดด้วยเช่นกัน (เพราะจุดสิ้นสุดของหน่วยเสียงส่วนนำคือจุดเริ่มต้นของหน่วยเสียงส่วนตามนั่นเอง) จุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำทั้งสองจุดจะเรียกว่าขอบเขตแท้ และขอบเขตเทียม ในการนิยามขอบเขตแท้และเทียมมีการนิยามการระบุขอบเขตดังนี้

1) ขอบเขตแท้ คือขอบเขตที่เป็นจุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำ โดยที่จุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำนี้ก็คือจุดเริ่มต้นของสัญญาณเสียงส่วนตามด้วยเช่นกัน ดังนั้นถ้ามีการกล่าวถึงจุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำในงานวิจัยนี้อีก ให้หมายถึงจุดเริ่มต้นของสัญญาณเสียงส่วนตามด้วย ในการระบุจุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำในกรณีที่เป็นขอบเขตแท่นั้น จะระบุขอบเขตตรงจุดที่สัญญาณเสียงสระมีความคงที่ ตามคำนิยามของหน่วยเสียงส่วนนำตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.2.1 ข้อย่อยข้อที่ 2 หน่วยเสียงอัมพยางค์ แต่จะยกเว้นกับหน่วยเสียงส่วนนำที่มีพยัญชนะต้นอยู่ในกลุ่มกักแบบพ่นลม ที่อาจจะระบุขอบเขตตรงที่สัญญาณเสียงสระเกือบมีความ

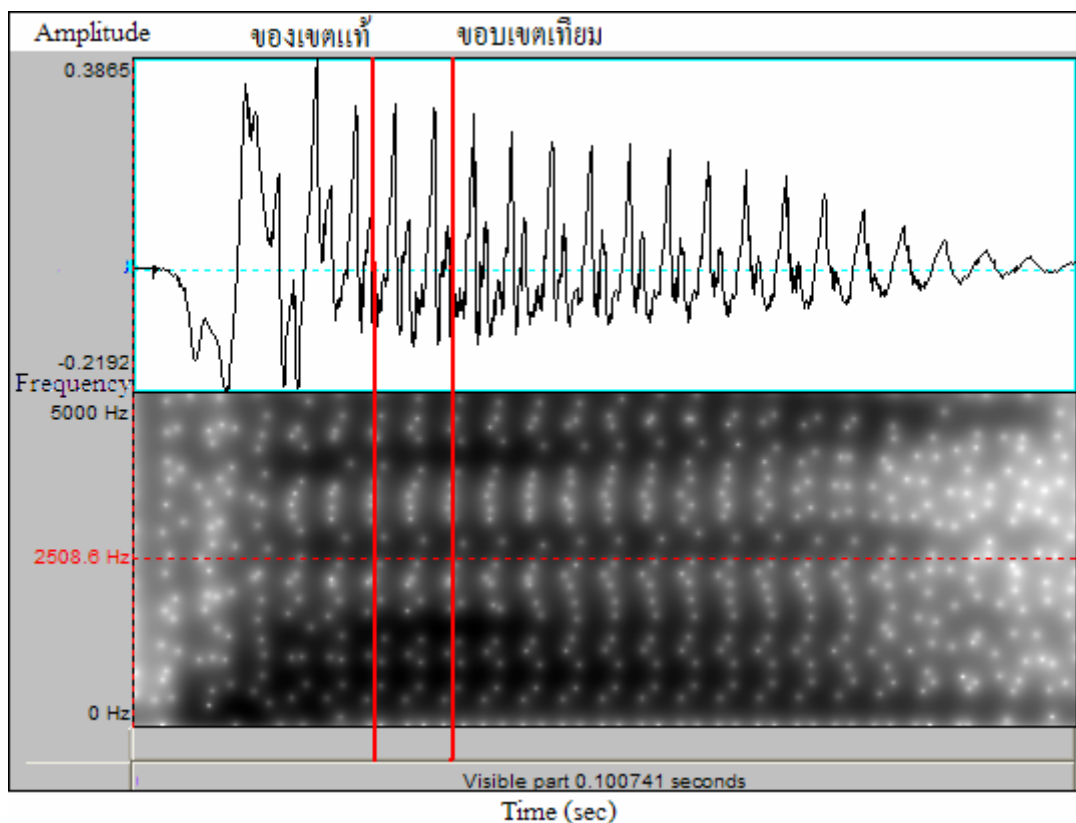
คงที่ ในกรณีที่ช่วงของสัญญาณเสียงสระที่ได้รับอิทธิพลจากพยัญชนะต้นมีช่วงที่ยาวมาก ถ้าระบุนขอบเขตตามนิยามอาจทำให้เกิดความผิดพลาดจากอิทธิพลของวรรณยุกต์ที่เพิ่มขึ้นมา

2) ขอบเขตเทียม คือขอบเขตที่เป็นจุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำเหมือนกับขอบเขตแท้ แต่ในการระบุขอบเขตเทียมนี้จะเลื่อนจุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำจากขอบเขตแท้ ออกไปทางสัญญาณเสียงสระ จากการวิเคราะห์สัญญาณเสียง แล้วทดลองระบุขอบเขตและเชื่อมต่อกับสัญญาณเสียงทำให้ได้เกณฑ์ในการเลื่อนขอบเขตคือ ถ้าเป็นสระเสียงสั้นจะเลื่อนจุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำของขอบเขตแท้ไป 2 ลูกคลื่น แต่ถ้าเป็นสระเสียงยาวจะเลื่อนจุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำของขอบเขตแท้ไป 3 ลูกคลื่น

เหตุผลที่ต้องมีขอบเขตเทียมขึ้นมา เนื่องจากการหาขอบเขตสิ้นสุดสัญญาณเสียงส่วนนำทำได้ค่อนข้างยาก ตามที่ได้กล่าวไว้แล้ว ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดของการหาขอบเขตได้ ดังนั้นในกรณีที่มีการเชื่อมต่อกันของหน่วยเสียงส่วนนำ และส่วนตามที่มีสระและวรรณยุกต์เหมือนกันแล้ว สามารถเลื่อนจุดสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำออกไปทางสัญญาณเสียงสระ เพื่อลดข้อผิดพลาดของการหาขอบเขตลง และทำให้การเชื่อมต่อของสัญญาณเสียงส่วนนำและตามมีความเข้ากันได้มากขึ้น เนื่องจากจุดที่นำมาเชื่อมต่อกันนั้นเป็นจุดที่มีสัญญาณเสียงที่เป็นชนิดเดียวกันมากกว่าการนำขอบเขตแท้มาเชื่อมต่อกัน อีกทั้งการเลื่อนขอบเขตสิ้นสุดของสัญญาณเสียงส่วนนำจากขอบเขตแท้ในงานวิจัยนี้นั้นก็เลื่อนออกไปเพียงเล็กน้อย เนื่องจากไม่ต้องการให้ส่วนที่เป็นสัญญาณเสียงส่วนนำมีสัญญาณเสียงที่ยาวมาก ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาเวลาที่นำสัญญาณเสียงส่วนนำมาเชื่อมต่อกับสัญญาณเสียงส่วนตาม ทำให้เกิดการขัดแย้งกันของเสียงที่นำมาเชื่อมต่อกัน เนื่องจากหน่วยเสียงส่วนนำและส่วนตามมาจากพยางค์ และสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน ปัญหานี้เป็นปัญหาเดียวกับปัญหาที่เกิดขึ้นกับหน่วยเสียงคู่เสียงนั่นเอง (Allen, Hunnicutt and Klatt, 1987)



รูปที่ 3.2 การระบุขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม

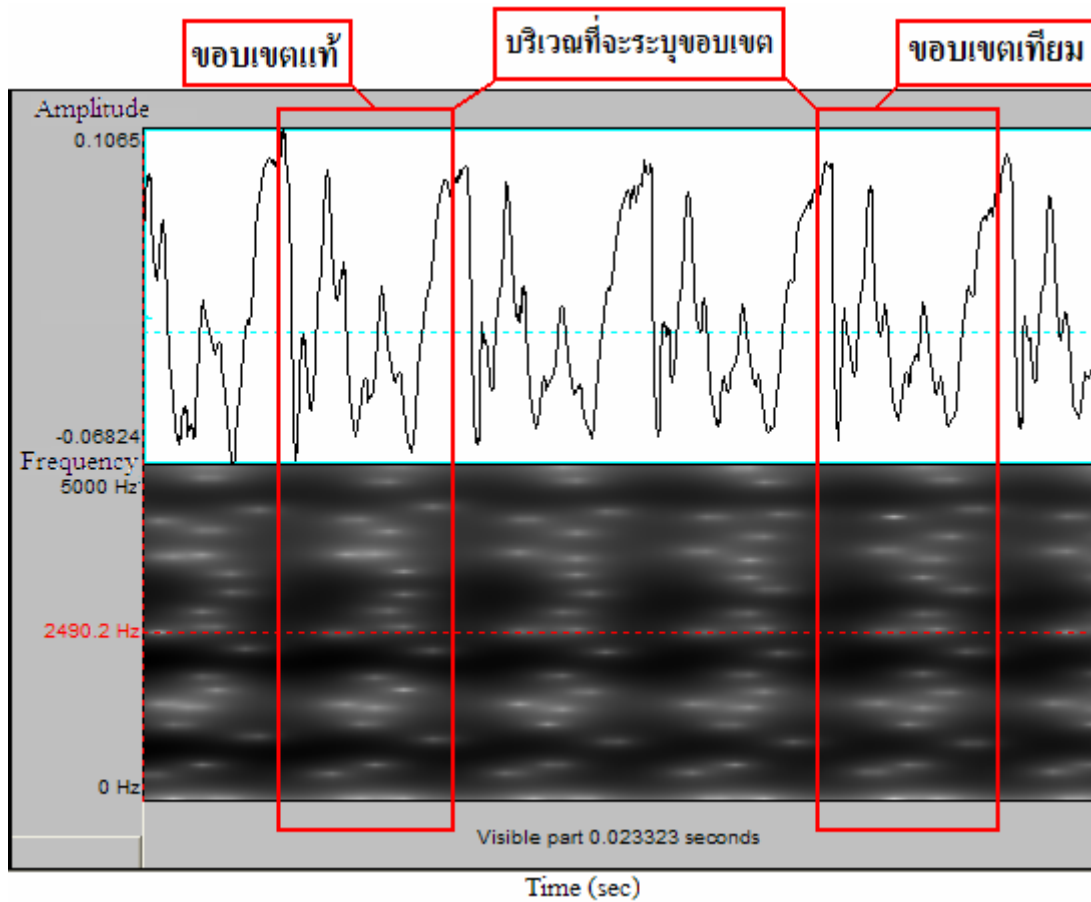


รูปที่ 3.3 ขอบเขตแท้และขอบเขตเทียมของเสียงพูดคำว่า “ปะ”

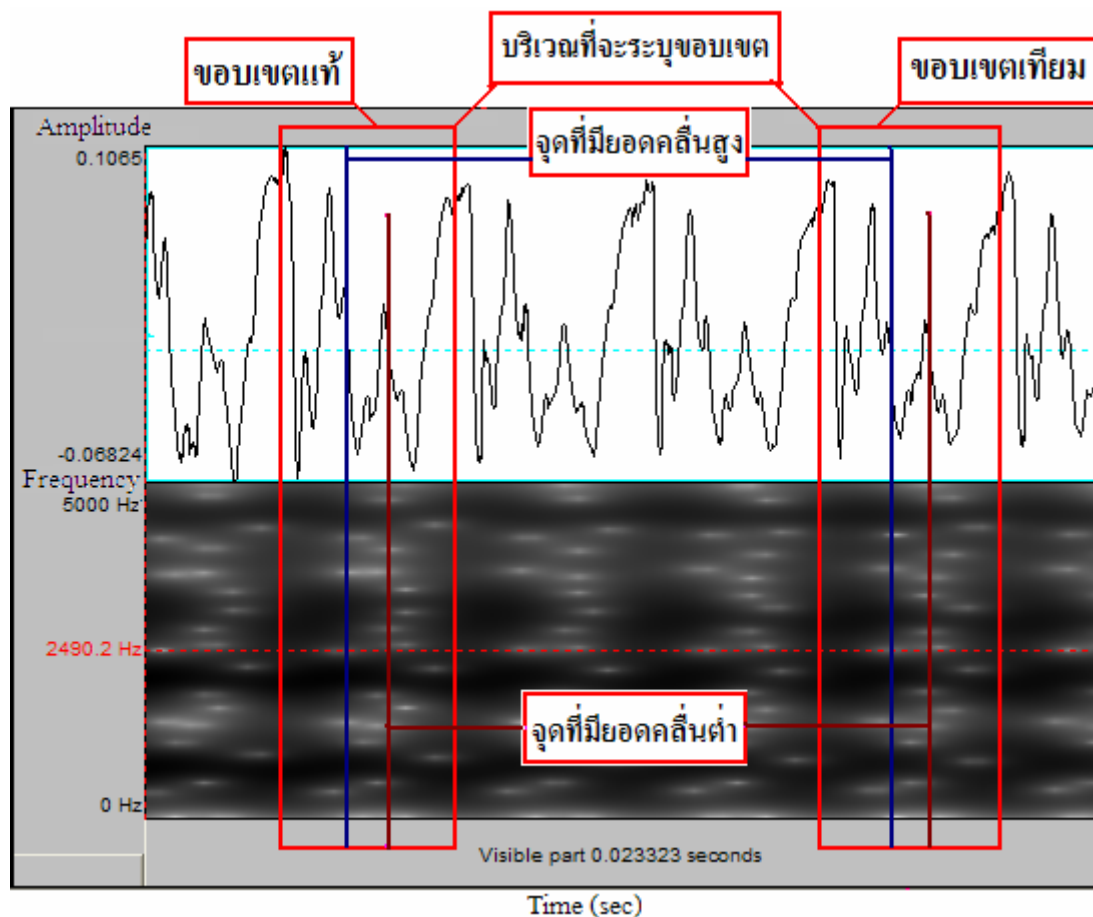
3.5.2 การระบุขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม

เมื่อได้บริเวณที่จะระบุขอบเขตของขอบเขตแท้และขอบเขตเทียมแล้ว (ดังรูปที่ 3.4) โดยการระบุขอบเขตก็คือการหาจุดที่ใช้ตัดแบ่งสัญญาณเสียงพูด เพื่อที่จะนำสัญญาณเสียงท่อนดังกล่าวไปเชื่อมต่อกับสัญญาณเสียงท่อนอื่นๆต่อไป ในงานวิจัยนี้จะทำการระบุขอบเขตของขอบเขตแท้ ออกเป็น 2 จุด และขอบเขตเทียมอีก 2 จุด ดังรูปที่ 3.5 เนื่องจากสัญญาณเสียงบริเวณนั้นเป็นสัญญาณเสียงสระจึงมีลักษณะที่เป็นคาบ ในสัญญาณเสียงสระ 1 คาบจะมียอดคลื่นที่สูงที่สุดอยู่ และค่อยลดลงไปเรื่อยๆ จนครบ 1 รอบแล้วกลับมามียอดคลื่นที่สูงที่สุดอีกต่อไปอย่างนี้จนหมดสัญญาณเสียงสระ เมื่อดูจากสเปกโตรแกรมจุดที่เหมาะสมจะเป็นจุดต่อของสัญญาณเสียงพูดคือจุดที่มียอดคลื่นสูงจากจุดตัดศูนย์ (Zero Crossing Point) น้อยที่สุดเนื่องจากเป็นจุดที่สมบัติต่างๆของสัญญาณเสียงสระลดลง (มีสมบัติเข้าใกล้เสียงเงียบมากขึ้น) แต่ในการระบุขอบเขตต้องการมาตรฐาน และควรที่จะเป็นจุดๆเดียวกัน และเมื่อนำสัญญาณเสียงมาเชื่อมต่อกันแล้วสามารถเชื่อมต่อกันได้ครบตามคาบของสัญญาณเสียงสระนั้นๆ ทำให้การระบุขอบเขตที่มียอดคลื่นสูงจากจุดตัดศูนย์น้อยที่สุดและต้องเป็นจุดเดียวกันกับสระก่อนหน้าที่เคยระบุขอบเขตด้วย ไม่สามารถทำได้ทุกสัญญาณเสียงสระ เนื่องจากปัจจัยการเกิดสัญญาณเสียงสระนั้นๆไม่เหมือนกัน ถึงแม้จะเป็นสระเดียวกันก็ตาม แต่เมื่อพิจารณาสัญญาณเสียงสระจะเห็นว่าสัญญาณเสียงสระทุกสระใน 1 คาบ

จะมีจุดที่มียอดคลื่นสูงสุดเสมอ ดังนั้นในการระบุขอบเขตแท้และขอบเขตเทียมจะทำการระบุขอบเขตละ 2 จุดด้วยกัน คือจุดที่มียอดคลื่นสูง (ส่วนใหญ่จะเป็นยอดคลื่นสูงอันดับ 2 ดังรูปที่ 3.5) และจุดที่มียอดคลื่นต่ำที่สุด ของสัญญาณเสียงสระในคาบนั้นๆ

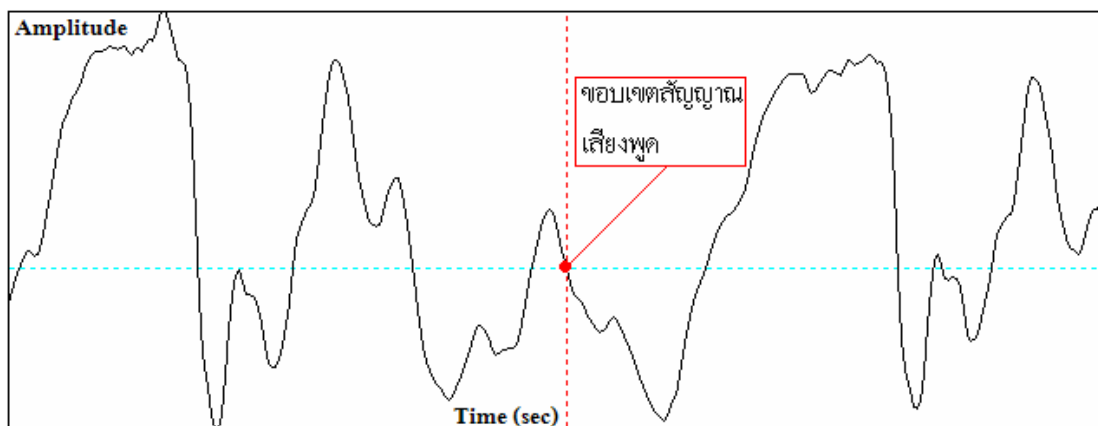


รูปที่ 3.4 บริเวณที่จะระบุขอบเขตของขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม



รูปที่ 3.5 การระบุขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม

รูปที่ 3.5 เป็นการระบุขอบเขตของเสียงพูดคำว่า “จ้าว” โดยขอบเขตแท้มีการระบุขอบเขตอยู่ 2 จุดด้วยกันคือจุดที่มียอดคลื่นสูง และจุดที่มียอดคลื่นต่ำ เช่นเดียวกับขอบเขตเทียมที่มีการระบุขอบเขต 2 จุดเช่นกัน ในการระบุขอบเขตสิ้นสุดของหน่วยเสียงส่วนนำ (เป็นขอบเขตเริ่มต้นของหน่วยเสียงส่วนตาม) ทั้งจุดที่มียอดคลื่นที่สูง และยอดคลื่นที่ต่ำที่สุด ผู้ทำวิจัยจะวาดรูปจุดที่ระบุขอบเขตทั้งสองเพื่อเก็บไว้อ้างอิงสำหรับการระบุขอบเขตของสระนั้นๆต่อไป เพื่อให้การระบุขอบเขตเป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งเมื่อนำมาเชื่อมต่อกันแล้วสามารถเชื่อมต่อกันได้ครบตามคาบของสัญญาณเสียงสระนั้นๆ นอกจากนี้การระบุขอบเขตจะระบุตรงจุดตัดศูนย์กลางของสัญญาณเสียง และเป็นช่วงขาลงของคลื่นเสียงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การหาขอบเขตของสัญญาณเสียงพูดที่จุดตัดศูนย์และขาลงของคลื่นเสียง

3.6 รายละเอียดของฐานข้อมูลเสียงพูด

ฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูดที่สร้างขึ้นมานั้นมีรายละเอียดต่างๆดังต่อไปนี้

1. เสียงผู้หญิง 1 คน
2. บันทึกเสียงด้วยอัตราสุ่มสัญญาณ 8 kHz ที่ 16 bits/sample ในสถานะห้องเงียบ
3. จำนวนข้อความ 73 ข้อความ (687 พยางค์ หรือ 1,892 โฟนิม) (ดูได้ที่ภาคผนวก ง)
4. ระยะเวลา 4 นาที 38.23 วินาที
5. ขนาด 4.26 MB
6. ใช้ไมโครโฟน Philips รุ่น SBC MD650 Dynamic Microphone ในการอัดเสียงพูด

รายละเอียดข้างต้นเป็นรายละเอียดของฐานข้อมูลเสียงพูดที่ใช้ในงานวิจัยนี้ แต่ในกระบวนการที่จะได้มาซึ่งฐานข้อมูลเสียงพูดดังกล่าวนี้ ต้องผ่านกระบวนการในการเตรียมฐานข้อมูลเสียงพูดซึ่งได้แก่การอัดเสียง และการระบุขอบเขตของสัญญาณเสียงพูด ซึ่งในกระบวนการอัดเสียงพูดใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมง 30 นาที (รวมระยะเวลาในการอัดเสียงพูดใหม่สำหรับข้อความบางข้อความที่ต้องแก้ไข) สำหรับการระบุขอบเขตของสัญญาณเสียงพูดในงานวิจัยนี้ใช้ระยะเวลาทั้งหมดประมาณ 30 วัน โดยใช้คน 1 คนในการระบุขอบเขตสัญญาณเสียงพูดที่อัดไว้

สำหรับรายละเอียดการเปรียบเทียบการครอบคลุมหน่วยเสียงต่างๆในภาษาไทยของฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทย แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การครอบคลุมของหน่วยเสียงชนิดต่างๆของฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทย

ชนิดของหน่วยเสียง	จน.หน่วยเสียง ของหน่วยเสียง ชนิดนั้นใน ฐานข้อมูล	จำนวนหน่วย เสียงทั้งหมด ของหน่วยเสียง ชนิดนั้น	% ของหน่วยเสียงใน ฐานข้อมูลเมื่อเทียบกับ จน. หน่วยเสียงทั้งหมดของ หน่วยเสียงชนิดนั้น
โพนีม (ไม่คิดวรรณยุกต์)	65	65	100
โพนีม (คิดวรรณยุกต์)	154	161	95.65
อัมพยางค์	650	1,182	54.99
พยางค์	679	26,928	2.52

จากตารางที่ 3.5 หน่วยเสียงพยางค์มีจำนวนพยางค์ทั้งหมดที่เป็นไปจำนวน 26,928 พยางค์ แต่มีเพียง 5,912 พยางค์เท่านั้นที่ปรากฏเป็นคำ หรือส่วนของคำ (สุคาพร ลักษณะินาวิน และคนอื่นๆ, 2535) ดังนั้นถ้าคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของหน่วยเสียงพยางค์ในฐานข้อมูลเสียงพูด กับหน่วยเสียงพยางค์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นจริงจะมีค่าเท่ากับ 11.49%

สถิติคำซึ่งถูกรวบรวมโดยเนคเทค (NECTEC-RDI, เว็บไซต์) ซึ่งในที่นี้ขอเรียกว่า สถิติคำ โดยสถิติคำนี้จะเก็บคำที่ปรากฏในข้อความจากความถี่ของการปรากฏมากไปน้อย เรียงตามลำดับจำนวน 40,484 คำ โดยนำคำจำนวน 40,484 คำ ไปแจกออกเป็นพยางค์ ซึ่งสามารถแจกออกเป็นพยางค์ได้ทั้งหมด 103,341 พยางค์ คิดเป็นพยางค์ที่มีการออกเสียงไม่ซ้ำกันจำนวน 5,160 พยางค์ (พูดง่าย ๆ ก็คือมีจำนวนหน่วยเสียงพยางค์ 5,160 หน่วยเสียงนั่นเอง คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ 87.28% จากหน่วยเสียงพยางค์ในภาษาไทยที่ถูกใช้งานจริงๆ) และเรียงลำดับของพยางค์จากความถี่ของปรากฏในข้อความจากมากไปน้อย และเรียกสถิตินี้ว่า สถิติหน่วยเสียงพยางค์

- จำนวนหน่วยเสียงพยางค์ในฐานข้อมูลเสียงพูด 679 หน่วยเสียง (687 พยางค์) ปรากฏในสถิติหน่วยเสียงพยางค์จำนวน 669 หน่วยเสียง คิดเป็น 90.53% ของความถี่ทั้งหมดของพยางค์ในสถิติหน่วยเสียงพยางค์

- จำนวนหน่วยเสียงพยางค์ หรือคำในฐานข้อมูลเสียงพูด ปรากฏในสถิติคำ คิดเป็น 67.26% ของความถี่ทั้งหมดของคำในสถิติคำ

บทที่ 4

การสังเคราะห์เสียงพูด

ในบทนี้จะกล่าวถึงกระบวนการต่างๆที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียงพูดสำหรับงานวิจัยนี้ เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการต่างๆของกระบวนการสังเคราะห์เสียงพูด ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 รูปแบบของท่อนเสียง

รูปแบบของท่อนเสียงสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูดในงานวิจัยนี้ มีการกำหนดรูปแบบเอาไว้ 6 รูปแบบดังนี้

- 1) |Syllable| หรือ |Syllable(1) Syllable(2) ... Syllable(n)| ท่อนเสียงที่ประกอบด้วยเสียงพยางค์ตั้งแต่ 1 พยางค์ไปจนถึง n พยางค์
- 2) |Syllable InitialUnit| หรือ |Syllable(1) Syllable(2) ... Syllable(n) InitialUnit| ท่อนเสียงที่ประกอบด้วยเสียงพยางค์ตั้งแต่ 1 พยางค์ไปจนถึง n พยางค์ แล้วต่อท้ายด้วยหน่วยเสียงส่วนนำ
- 3) |FinalUnit Syllable| หรือ |FinalUnit Syllable(1) Syllable(2) ... Syllable(n)| ท่อนเสียงที่ประกอบด้วยหน่วยเสียงส่วนตามแล้วตามด้วยเสียงพยางค์ตั้งแต่ 1 พยางค์ไปจนถึง n พยางค์
- 4) |FinalUnit Syllable InitialUnit| หรือ |FinalUnit Syllable(1) Syllable(2) ... Syllable(n) InitialUnit| ท่อนเสียงที่ประกอบด้วยหน่วยเสียงส่วนตามแล้วตามด้วยเสียงพยางค์ตั้งแต่ 1 พยางค์ไปจนถึง n พยางค์ แล้วต่อท้ายด้วยหน่วยเสียงส่วนนำ
- 5) |InitialUnit| หรือ |FinalUnit| หน่วยเสียงส่วนนำ หรือส่วนตาม
- 6) |Phoneme| หน่วยเสียงโฟเน็ม

รูปแบบของท่อนเสียงที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ส่วนใหญ่จะมีหน่วยเสียงอัมพยางค์เป็นองค์ประกอบ เนื่องจากงานวิจัยนี้ใช้หน่วยเสียงอัมพยางค์เป็นหน่วยเสียงพื้นฐานในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูด ส่วนรูปแบบของท่อนเสียงที่เล็กที่สุดคือ โฟเน็ม เนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่ได้เก็บ

หน่วยเสียงอัมพยางค์ไว้ครอบคลุมเสียงพูดในภาษาไทยทั้งหมด (ดูได้จากหัวข้อที่ 3.2.1 ในบทที่ 3 การออกแบบหน่วยเสียงส่วนตามของอัมพยางค์)

4.2 การคัดเลือกท่อนเสียง

การคัดเลือกท่อนเสียงเป็นกระบวนการที่ใช้สรรหาหน่วยเสียงที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเสียงที่จะสังเคราะห์ จากฐานข้อมูลเสียงพูดที่เก็บไว้ โดยพิจารณาจากตัวแปร 2 ตัว (Hunt and Black, 1996) ได้แก่ ค่าสมบัติของหน่วยเสียง (Unit Cost) และ ค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียง (Concatenation Cost) แต่ในงานวิจัยนี้จะใช้เพียงแค่ค่าสมบัติของหน่วยเสียงเท่านั้น เนื่องจากฐานข้อมูลเสียงพูดมีขนาดเล็กจึงมีจำนวนของหน่วยเสียงให้เลือก (Candidate Unit) น้อย และค่าสมบัติของหน่วยเสียงสามารถพิจารณาการเชื่อมต่อของหน่วยเสียงได้เช่นกัน โดยดูจากหน่วยเสียงข้างเคียง ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียงมาช่วยในการคัดเลือกหน่วยเสียง

4.2.1 กฎการคัดเลือกท่อนเสียง

ค่าสมบัติของหน่วยเสียง พิจารณาจากตัวแปร 2 ตัวคือขนาดของท่อนเสียง และหน่วยเสียงข้างเคียงของท่อนเสียงให้เลือก โดยพิจารณาจากกฎที่ตั้งไว้ตามลำดับดังนี้

- 1) เลือกท่อนเสียงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดจากซ้ายไปขวา
- 2) ถ้ามีท่อนเสียงที่มีขนาดใหญ่ที่สุดมากกว่า 1 ท่อนเสียงจะพิจารณาท่อนเสียงที่มีหน่วยเสียงข้างเคียงที่ตรงกับเสียงที่จะสังเคราะห์มากกว่า โดยให้ความสำคัญกับเสียงข้างเคียงด้านขวามากกว่าด้านซ้ายเนื่องจากการกลมกลืนเสียงส่วนใหญ่ในภาษาไทย เกิดจากอิทธิพลของเสียงหลังมากกว่า (พิณทิพย์ ทวยเจริญ, 2547)
- 3) พิจารณาท่อนเสียงที่มีหน่วยเสียงข้างเคียงที่มีลักษณะการออกเสียง (Manner of Articulation) อยู่กลุ่มเดียว หรือใกล้เคียงกับเสียงที่จะสังเคราะห์มากกว่า โดยให้ความสำคัญกับเสียงข้างเคียงด้านขวามากกว่าเช่นเคย

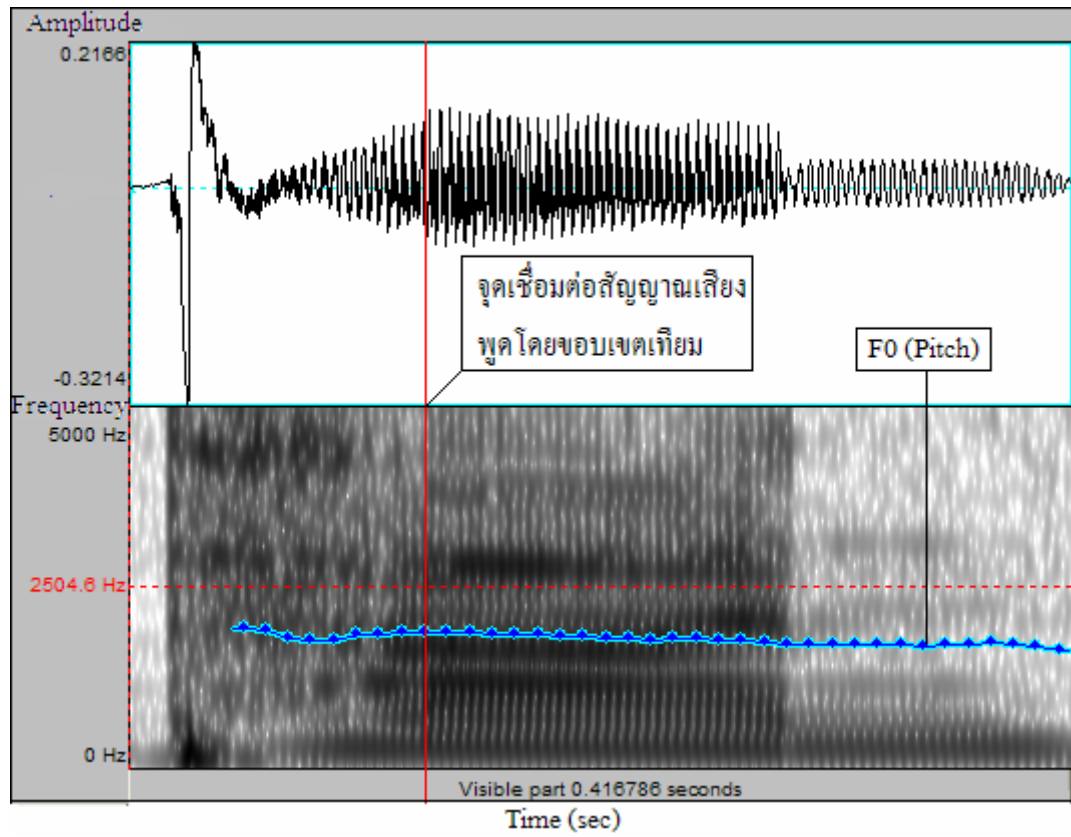
4.2.2 การเลือกขอบเขตของท่อนเสียง

ถ้าท่อนเสียงที่ถูกคัดเลือกเป็นท่อนเสียงที่ประกอบด้วยหน่วยเสียงส่วนนำ หรือส่วนตามของอัมพยางค์ ระบบต้องมีการคัดเลือกขอบเขตสิ้นสุดของหน่วยเสียงส่วนนำ หรือขอบเขตเริ่มต้นของหน่วยเสียงส่วนตามเนื่องจากหน่วยเสียงอัมพยางค์ทั้งส่วนนำและส่วนตาม มีขอบเขตแท้และเทียมอยู่ (อธิบายในหัวข้อที่ 3.5.1 ขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม) ซึ่งแต่ละขอบเขตก็จะมีขอบเขต

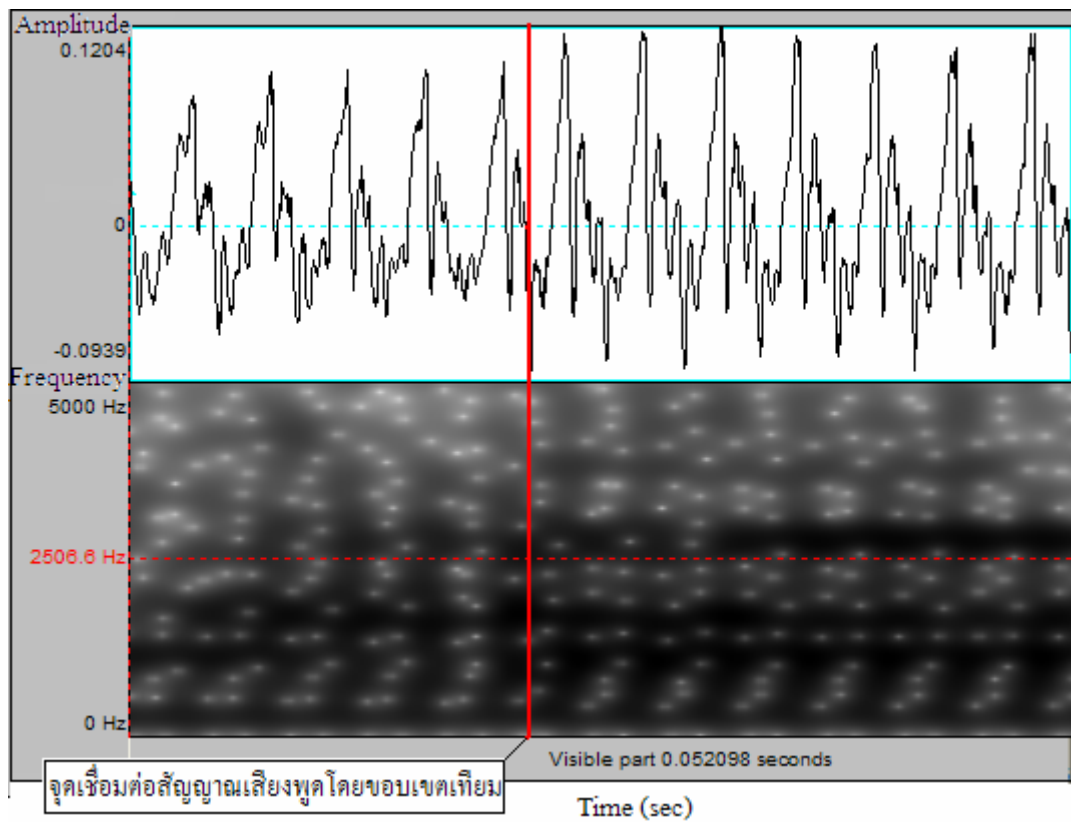
ข้ออื่นอีก 2 ขอบเขตคือ จุดที่มียอดคลื่นที่สูง และยอดคลื่นที่ต่ำที่สุดที่ผ่านจุดตัดศูนย์ (ดูได้จากหัวข้อที่ 3.5 การเตรียมฐานข้อมูลเสียงพูด) ซึ่งมีหลักในการพิจารณาดังนี้

4.2.2.1 การเลือกขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม

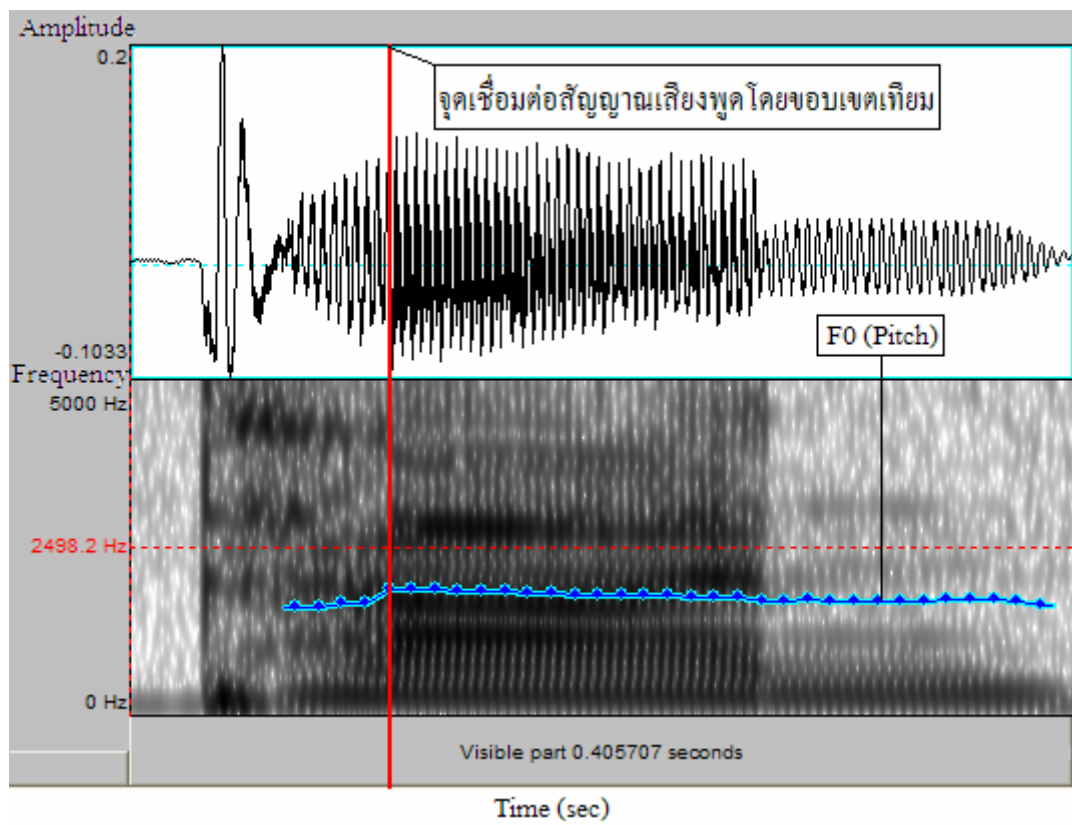
ถ้าหน่วยเสียงส่วนนำ และส่วนตามที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเสียงพูด มีสระและวรรณยุกต์เหมือนกัน จะใช้ขอบเขตเทียมในการเชื่อมต่อ (ใช้หลักการในการเลือกหน่วยเสียงแบบเดียวกับการสังเคราะห์เสียงคู่เสียง) ดังรูปที่ 4.1 (ก) และ (ข) แต่ถ้าหน่วยเสียงส่วนนำ และส่วนตามมีสระ หรือวรรณยุกต์ที่ต่างกันอย่างไรอย่างหนึ่ง จะใช้ขอบเขตแท้ในการเชื่อมต่อ (ใช้หลักการในการเลือกหน่วยเสียงแบบเดียวกับการสังเคราะห์เสียงแบบอัมพยางค์) เหตุผลที่ใช้ขอบเขตเทียมของหน่วยเสียงส่วนนำและตาม ได้เฉพาะในกรณีที่มีการสังเคราะห์เสียงนั้น หน่วยเสียงส่วนนำและตามที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเสียงพูด มีสระและวรรณยุกต์ที่เหมือนกัน เพราะขอบเขตเทียมของหน่วยเสียงส่วนนำเป็นขอบเขตที่ถูกขยายออกมาจากขอบเขตแท้ (อธิบายในหัวข้อที่ 3.5.1 ขอบเขตแท้และขอบเขตเทียม) ดังนั้นถ้าการสังเคราะห์เสียงที่ใช้ขอบเขตเทียมของหน่วยเสียงส่วนนำและตามที่มีสระหรือวรรณยุกต์ที่ต่างกันอย่างไรอย่างหนึ่ง หรือทั้งสองอย่าง จะทำให้สัญญาณเสียงที่นำมาเชื่อมต่อกันของหน่วยเสียงส่วนนำและตาม มีความแตกต่างกันมากขึ้น ดังรูปที่ 4.2 (ก) และ (ข) ซึ่งเกิดมาจากสัญญาณเสียงที่ถูกขยายออกมาของขอบเขตเทียมของหน่วยเสียงส่วนนำนั่นเอง ในกรณีดังกล่าวจึงต้องใช้ขอบเขตแท้ในการสังเคราะห์เสียงแทนเพื่อลดความแตกต่างกันของสัญญาณเสียง และตรงตามหลักการของการสังเคราะห์เสียงแบบอัมพยางค์ ดังรูปที่ 4.3 (ก) และ (ข)



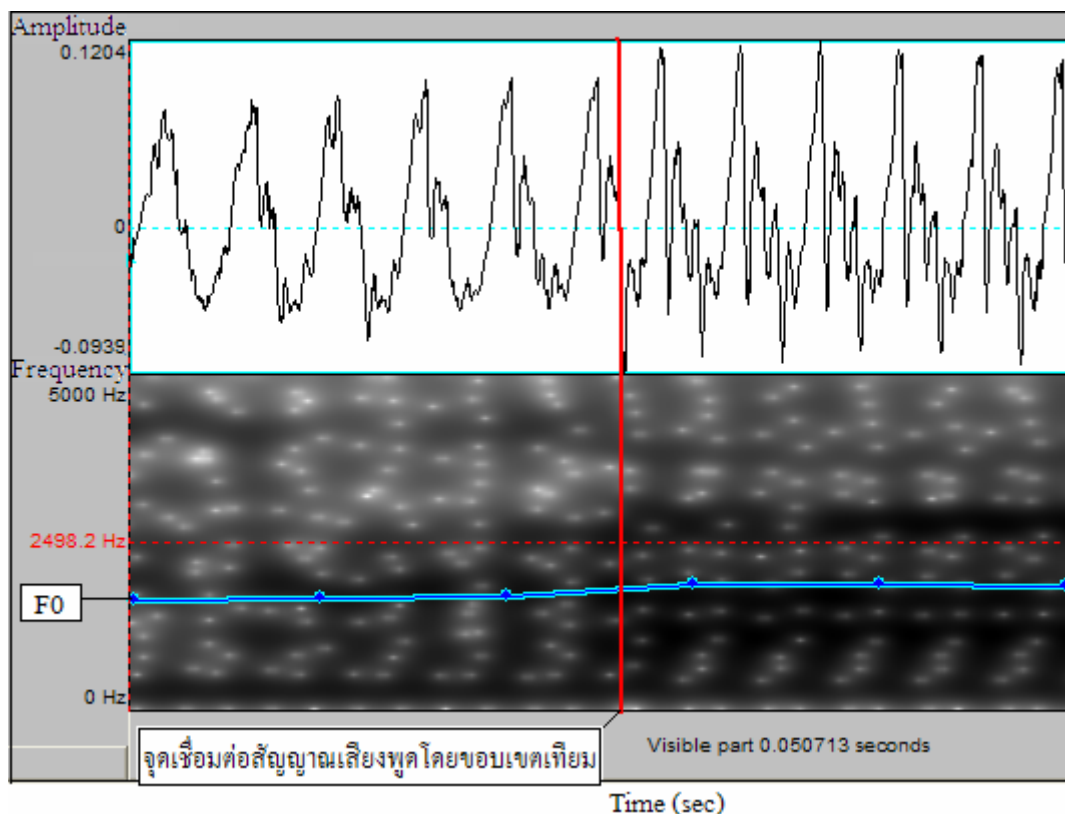
รูปที่ 4.1 (ก) การเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดด้วยขอบเขตเทียมน



รูปที่ 4.1 (ข) ภาพขยายบริเวณจุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดของรูป 4.1 (ก)

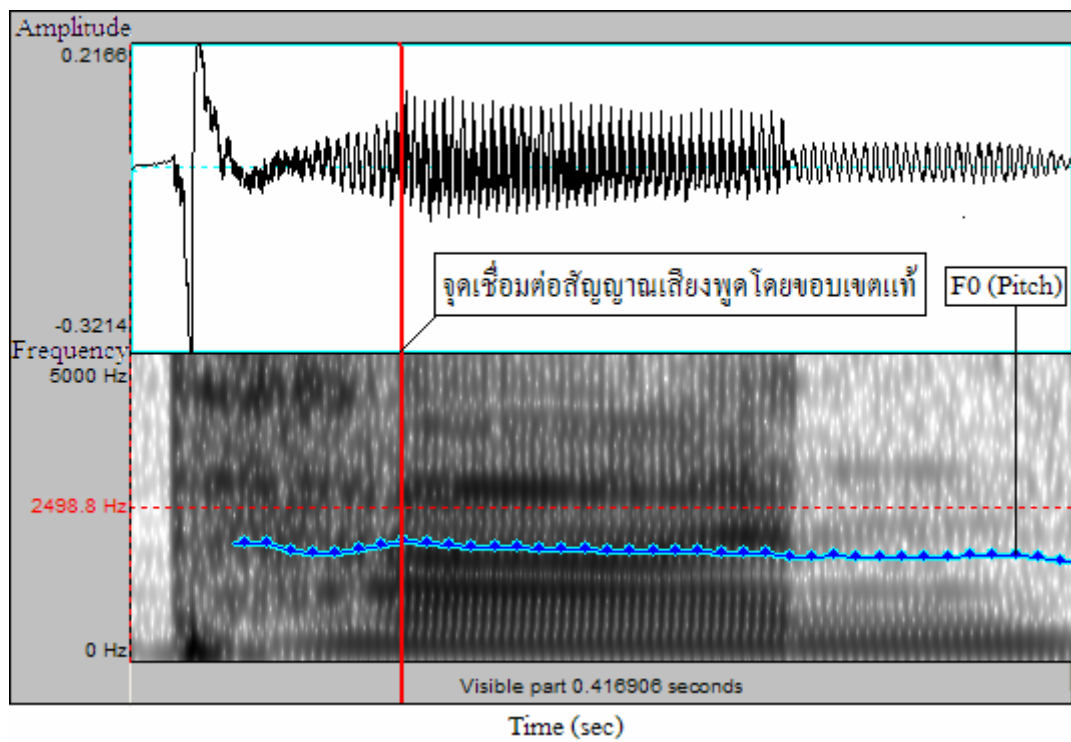


รูปที่ 4.2 (ก) การเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดด้วยขอบเขตเทียบในกรณีที่หน่วยเสียงส่วนนำและตามมีสระต่างกัน

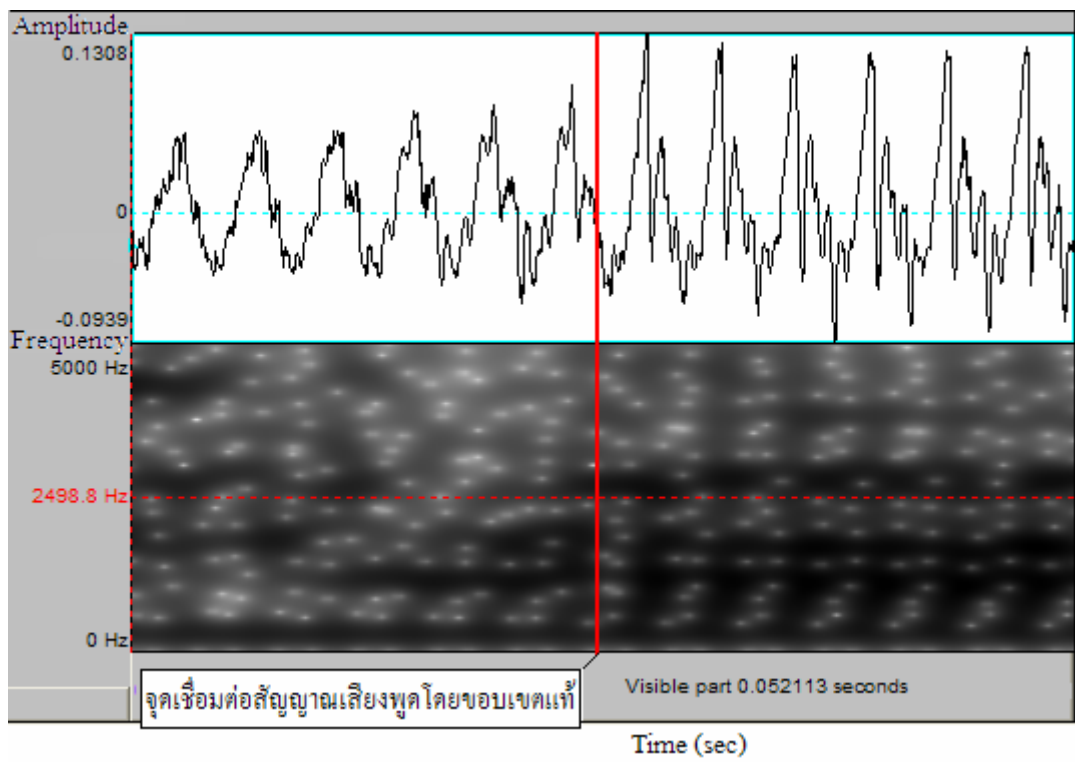


รูปที่ 4.2 (ข) ภาพขยายบริเวณจุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดของรูปที่ 4.2 (ก)

สัญญาณเสียงพูดในรูปที่ 4.1 (ก) และ 4.2 (ก) เป็นสัญญาณเสียงพูดของคำว่า “ทาน” ซึ่งได้จากการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดของหน่วยเสียงส่วนนำและตาม รูปที่ 4.1 (ก) ใช้ขอบเขตเทียมนในการสังเคราะห์เสียง โดยหน่วยเสียงส่วนนำประกอบด้วยเสียงของ /ท/ + /สระอะ/ + /วรรณยุกต์สามัญ/ ส่วนหน่วยเสียงส่วนตามประกอบด้วย /สระอะ/ + /วรรณยุกต์สามัญ/ + /น/ จะเห็นว่าความถี่มูลฐาน (F0) ของสัญญาณเสียงดังกล่าว มีความราบเรียบและต่อเนื่อง สามารถเข้ากันได้ดี และรูปร่างของคลื่นเสียงบริเวณจุดเชื่อมต่อก็คงคล้ายกันดังรูปที่ 4.1 (ข) แต่สัญญาณเสียงในรูป 4.2(ก) เป็นการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดของหน่วยเสียงส่วนนำและตามที่มีสระต่างกัน โดยใช้ขอบเขตแท้ โดยหน่วยเสียงส่วนนำประกอบด้วยเสียงของ /ท/ + /สระอะ/ + /วรรณยุกต์สามัญ/ ส่วนหน่วยเสียงส่วนตามประกอบด้วย /สระอะ/ + /วรรณยุกต์สามัญ/ + /น/ จะเห็นว่าความถี่มูลฐาน (F0) ของสัญญาณเสียงดังกล่าวมีความขัดแย้งกัน และรูปร่างของคลื่นเสียงบริเวณจุดเชื่อมต่อ (รูปที่ 4.2 (ข)) มีความแตกต่างกันมากกว่าสัญญาณเสียงในรูป 4.1 (ข) ในการเชื่อมต่อสัญญาณเสียงที่ถูกต้องคือการใช้ขอบเขตแท้ในการเชื่อมต่อ เพื่อลดความขัดแย้งของสัญญาณเสียงที่นำมาเชื่อมต่อกัน ดังรูปที่ 4.3 (ก) และ (ข)



รูปที่ 4.3 (ก) การเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดด้วยขอบเขตแท้



รูปที่ 4.3 (ข) ภาพขยายบริเวณจุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูดของรูปที่ 4.3 (ก)

4.2.2.2 การเลือกขอบเขตย่อย

เมื่อเลือกที่จะใช้ขอบเขตแท้ หรือเทียมได้แล้วต่อมาก็ต้องเลือกที่จะใช้ขอบเขตย่อยตรงจุดไหน (จุดที่มียอดคลื่นที่สูง และยอดคลื่นที่ต่ำที่สุดที่ผ่านจุดตัดศูนย์) เนื่องจากขอบเขตย่อยตรงจุดที่ยอดคลื่นที่ต่ำที่สุดที่ผ่านจุดตัดศูนย์จะมีบางหน่วยเสียงเท่านั้น ส่วนขอบเขตย่อยตรงจุดที่มียอดคลื่นที่สูงจะมีทุกหน่วยเสียง โดยหลักการที่ใช้พิจารณามีดังต่อไปนี้

- 1) ถ้าหน่วยเสียงส่วนนำ และส่วนตามมีขอบเขตย่อยตรงจุดที่ยอดคลื่นต่ำที่สุดที่ผ่านจุดตัดศูนย์ พร้อมกันทั้ง 2 หน่วยเสียง ระบบจะใช้ขอบเขตย่อยนี้เป็นขอบเขตของหน่วยเสียงส่วนนำและส่วนตาม
- 2) ถ้าหน่วยเสียงส่วนนำ หรือส่วนตามไม่มีขอบเขตย่อยตรงจุดที่ยอดคลื่นต่ำที่สุดที่ผ่านจุดตัดศูนย์ หน่วยเสียงใดหน่วยเสียงหนึ่ง หรือทั้งสองหน่วยเสียง ระบบจะใช้ขอบเขตย่อยตรงจุดที่มียอดคลื่นที่สูงเป็นขอบเขตของหน่วยเสียงส่วนนำและส่วนตาม

4.3 การสังเคราะห์เสียงพูดแบบเชื่อมต่อ (Concatenative Speech Synthesis)

วิธีที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียงพูดของงานวิจัยนี้คือ การเชื่อมต่อสัญญาณเสียงพูด โดยท่อนเสียงที่นำมาเชื่อมต่อกันจะถูกตัดสัญญาณเสียงที่จุดตัดศูนย์เสมอ ซึ่งเป็นจุดที่มีพลังงานน้อยที่สุด เพื่อให้สัญญาณเสียงบริวารรอยต่อเชื่อมต่อกันอย่างราบรื่น โดยท่อนเสียงที่นำมาเชื่อมต่อกันจะถูกปรับปรุงแอมพลิจูดให้อยู่ในช่วงที่กำหนด เพื่อให้เสียงสังเคราะห์มีความราบรื่น และมีความดังที่สม่ำเสมอ

บทที่ 5

ผลการประเมินเสียงสังเคราะห์

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากการประเมินเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีเอ็ม ไอ เอส และซีซีอาร์ โดยมีวิธีการวัดผลหลายวิธีเพื่อศึกษาถึงตัวแปรต่างๆที่ส่งผลต่อคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ และเป็นการพิสูจน์ถึงแนวคิดต่างๆที่ใช้ในงานวิจัยนี้ว่าถูกต้องตามที่สันนิษฐานเอาไว้หรือไม่

การประเมินผลเสียงสังเคราะห์จะให้อาสาสมัคร (ข้อมูลของอาสาสมัครจะกล่าวถึงต่อไปในแต่ละการทดสอบ) ฟังเสียงสังเคราะห์จากข้อความทั้งหมด 15 ข้อความ (ข้อความทั้ง 15 ข้อความแสดงในภาคผนวก จ ส่วนจำนวนท่อนเสียงที่ใช้ในแต่ละประโยคแสดงในภาคผนวก ฉ สำหรับแบบฟอร์มที่ใช้ประเมินผลแสดงในภาคผนวก ช) โดยทั้ง 15 ข้อความนี้เป็นข้อความที่แยกตามหัวข้อข่าวในหนังสือพิมพ์ และโทรทัศน์จำนวน 13 หัวข้อ เพื่อให้มีความหลากหลายของข้อความ ส่วนที่เหลืออีก 2 ข้อความเป็นข้อความวิชาการ และการอ่านค่าตัวเลข ทั้ง 15 ข้อความที่ใช้ทดสอบได้จากการสุ่มมาทั้งหมด ค่าทางสถิติของข้อความที่ใช้ทดสอบแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ค่าทางสถิติของข้อความที่ใช้ทดสอบเสียงสังเคราะห์

จำนวนพยางค์	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด
	27	12	38

การประเมินผลเสียงสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือการเลือกความเร็วของเสียงสังเคราะห์ และการวัดคุณภาพของเสียงสังเคราะห์

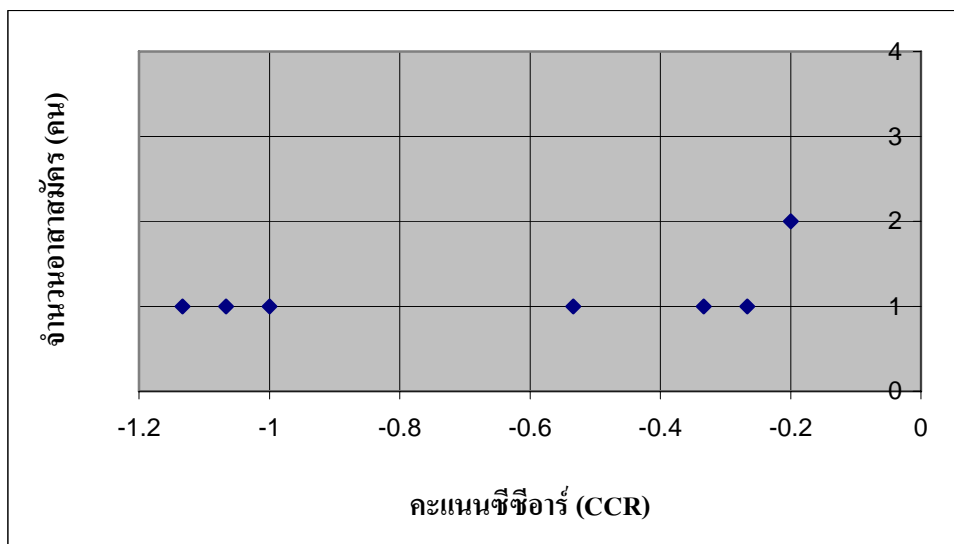
5.1 การเลือกความเร็วของเสียงสังเคราะห์

การประเมินผลในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการบันทึกเสียงพูดของบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียง โดยให้อาสาสมัครซึ่งเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยจำนวน 8 คน อายุ 21- 22 ปี เปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ 2 เสียงโดยใช้วิธีซีซีอาร์ เสียงสังเคราะห์ 2 เสียงที่นำมาเปรียบเทียบกันนั้นเป็นเสียงสังเคราะห์ที่ได้จากระบบสังเคราะห์เสียงของงานวิจัยนี้ ซึ่งมีองค์ประกอบทุกอย่างเหมือนกันหมด ต่างกันที่ความเร็วของเสียงพูดของบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียงเท่านั้น ในการบันทึกเสียงครั้งแรกจะให้บุคคลที่เป็นต้นแบบเสียง พูดด้วยความเร็วปกติสำหรับการ

อ่านข้อความ ส่วนการบันทึกเสียงครั้งที่ 2 จะให้บุคคลที่เป็นต้นแบบเสียง พูดช้ากว่าความเร็วปกติ สำหรับการอ่านข้อความ จากนั้นนำระบบสังเคราะห์เสียงทั้ง 2 ระบบไปสังเคราะห์เสียงจากข้อความ 15 ข้อความแล้วให้อาสาสมัครเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ทั้ง 2 เสียง โดยใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบคือ ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยินว่าประทับใจเสียงไหนมากกว่ากัน (CCR-MOS) ผลการทดสอบที่ได้แสดงดังตารางที่ 5.2 ส่วนการกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ที่ได้จากอาสาสมัครทั้ง 8 คนแสดงดังรูปที่ 5.1

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบความเร็วของเสียงสังเคราะห์

คะแนนซีซีอาร์	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(CCR-MOS)	-0.59	-1.13	-0.2	0.409



รูปที่ 5.1 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ในการเปรียบเทียบความเร็วของเสียงสังเคราะห์

จากตารางที่ 5.2 คะแนนที่มีค่าเป็นบวกหมายความว่า ผลของการเปรียบเทียบเสียงพูดเร็ว ทำคะแนนได้ดีกว่า ในทางกลับกันคะแนนที่มีค่าเป็นลบหมายความว่า ผลของการเปรียบเทียบเสียงพูดช้า ทำคะแนนได้ดีกว่า ทำคะแนนได้ดีกว่า

ผลการทดลองที่ปรากฏออกมาในตารางที่ 5.2 จะเห็นว่าเสียงพูดช้าทำคะแนนได้ดีกว่าเสียงพูดเร็ว แสดงว่าความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการพูดของบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียง คือพูดด้วยความเร็วที่ช้ากว่าการอ่านข้อความเล็กน้อย การที่เสียงพูดช้าทำคะแนนได้ดีกว่าเพราะเสียงสังเคราะห์ที่ได้มีความชัดถ้อยชัดคำ และมีการลงจังหวะของการพูดที่ดีกว่าเสียงพูดเร็ว

5.2 การวัดคุณภาพของเสียงสังเคราะห์

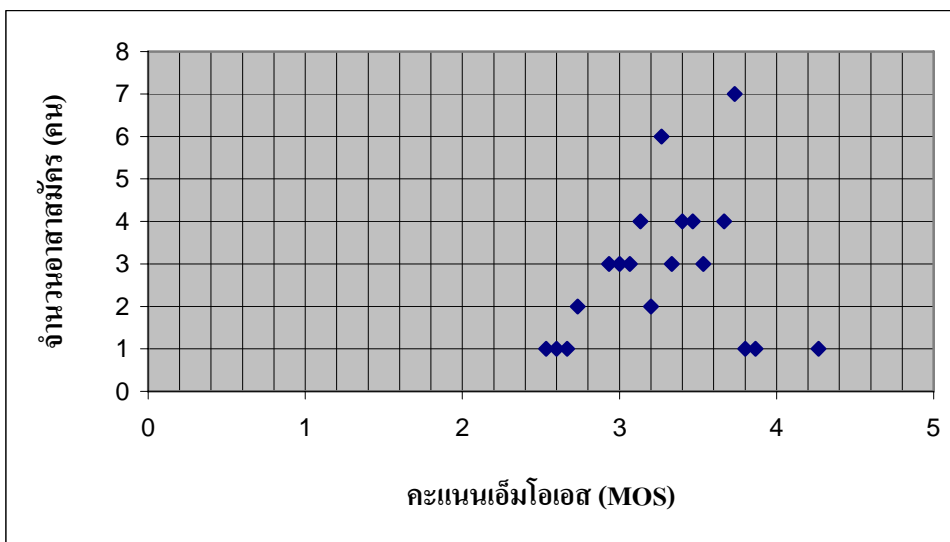
การประเมินผลในส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ตามเงื่อนไขต่างๆ โดยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 4 การทดสอบ ซึ่งทั้ง 4 การทดสอบใช้อาสาสมัครกลุ่มเดียวกัน โดยมีจำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 54 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยอายุ 20- 23 ปี ในการทดสอบจะให้อาสาสมัครทั้ง 54 คนเข้ามานั่งอยู่ในห้องทดสอบ ซึ่งเป็นห้องเรียนที่มีความจุ 100 คน จากนั้นแจกเอกสารที่ใช้ในการทดสอบพร้อมกับชี้แจงรายละเอียดต่างๆ ในการทดสอบ (ในการทดสอบแต่ละครั้งต้องมีการชี้แจงถึงเกณฑ์การทดสอบทุกครั้งก่อนเริ่มทดสอบ) เมื่อชี้แจงเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงเริ่มทดสอบ โดยที่ผู้ทดสอบจะได้ฟังเสียงสังเคราะห์ 2 ครั้งต่อ 1 ข้อความ โดยมีข้อความที่ใช้ทดสอบทั้งหมด 15 ข้อความตามที่ได้กล่าวไปแล้วในตอนต้นของบทที่ 5 เมื่อเปิดเสียงสังเคราะห์ของข้อความที่ 15 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ควบคุมการทดสอบจะเก็บเอกสารที่ใช้ประกอบการทดสอบ จากนั้นจึงเริ่มทำการทดสอบที่เหลือต่อไปจนหมด รายละเอียดของการทดสอบแต่ละการทดสอบและผลที่ได้มีดังนี้

5.2.1 การวัดคุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดคุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีเอ็มโอเอส ซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 5.3 สำหรับการกระจายตัวของคะแนนเอ็มโอเอสที่ได้จากอาสาสมัครทั้ง 54 คนแสดงดังรูปที่ 5.2

ตารางที่ 5.3 ผลการวัดคุณภาพเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีเอ็มโอเอส

คะแนนเอ็มโอเอส (MOS)	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	3.33	2.53	4.27	0.356



รูปที่ 5.2 การกระจายตัวของคะแนนเอ็มโอเอส

จากตารางที่ 5.3 คะแนนเอ็มโอเอสที่ได้บ่งบอกถึงคุณภาพของเสียงสังเคราะห์อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งถือว่าน่าพอใจเมื่อเทียบกับขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียง

5.2.2 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้ กับ วาจา 2

การทดสอบนี้เป็นการเปรียบเทียบระบบสังเคราะห์เสียง 2 ระบบที่มีขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดที่ใกล้เคียงกัน และใช้หน่วยเสียงพื้นฐานในการสังเคราะห์เสียงพูดเหมือนกัน โดยหน่วยเสียงพื้นฐานที่ใช้คือหน่วยเสียงอัมพยางค์ และใช้วิธีซีซีอาร์ในการเปรียบเทียบ โดยระบบสังเคราะห์เสียงที่นำมาเปรียบเทียบกับคือ วาจา 2 ถูกพัฒนาโดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) โดยมีรายละเอียดของระบบสังเคราะห์เสียงทั้ง 2 ระบบแสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดของระบบสังเคราะห์เสียงทั้งสอง

รายละเอียดของระบบสังเคราะห์เสียงพูด	งานวิจัยนี้	วาจา2
เทคนิค	Unit Selection	Demisyllable Synthesis
ขนาดของฐานข้อมูล (จำนวนหน่วยเสียงอัทธพยางค์)	1,374 หน่วยเสียง	1,505 หน่วยเสียง
การปรับปรุงสัญญาณเสียงบริเวณรอยต่อ	ไม่มี	มี
การปรับปรุงสัทสัมพันธ์ (Prosody Modification)	ไม่มี	มี

ในการทดสอบนี้ทำการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ด้วยกัน 3 ด้านคือ

5.2.2.1 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ในด้านความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน (CCR-MOS)

5.2.2.2 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ในด้านความเป็นธรรมชาติของสังเคราะห์ (CCR-Natural)

5.2.2.3 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ในด้านการรับรู้ต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน (CCR-Intelligibility)

ในการทดสอบข้อ 5.2.2.1 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ในด้านความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน (CCR-MOS) ซึ่งถือเป็นการวัดคุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์ ในการทดสอบนี้ได้แบ่งการทดสอบไปทดสอบกับอาสาสมัคร 2 กลุ่ม เพื่อให้ผลที่ได้จากการทดสอบมีความน่าเชื่อถือ มีความหลากหลายของอาสาสมัคร และเกิดการยอมรับจากผู้พัฒนาผลงานทั้ง 2 ที่นำมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ข้อความ และวิธีการทดสอบแบบเดียวกันทั้งหมด ส่วนการทดสอบในข้อ 5.2.2.2 และ 5.2.2.3 ใช้การทดสอบกับอาสาสมัครเพียงแค่กลุ่มเดียว (กลุ่มที่ 1 ผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ และจัดหาอาสาสมัครในการทดสอบ) เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบเฉพาะด้าน เพื่อให้การทดสอบมีความสมบูรณ์มากขึ้น รายละเอียดของอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มมีดังนี้

1) ผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ และจัดหาอาสาสมัครในการทดสอบ โดยมีจำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 54 คน ตามที่ได้กล่าวไปแล้วในตอนต้นของหัวข้อ 5.2 การวัดคุณภาพของเสียง

สังเคราะห์ ผลการทดสอบที่ได้แสดงดังตารางที่ 5.5 สำหรับการกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ที่ได้จากการทดสอบทั้ง 3 ด้านแสดงดังรูปที่ 5.3 5.5 และ 5.6 (ตามลำดับของการทดสอบในแต่ละด้าน)

2) หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ซึ่งเป็นผู้พัฒนา วาจา 2 เป็นผู้จัดการทดสอบ และจัดหาอาสาสมัครในการทดสอบ โดยมีจำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 7 คน ซึ่งเป็นพนักงานภายในหน่วยงาน ผลการทดลองที่ได้แสดงดังตารางที่ 5.5 (CCR-MOS (NECTEC)) สำหรับการกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ที่ได้จากอาสาสมัครทั้ง 7 คนแสดงดังรูปที่ 5.4

ตารางที่ 5.5 ผลการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้กับ วาจา 2 ด้วยวิธีซีซีอาร์

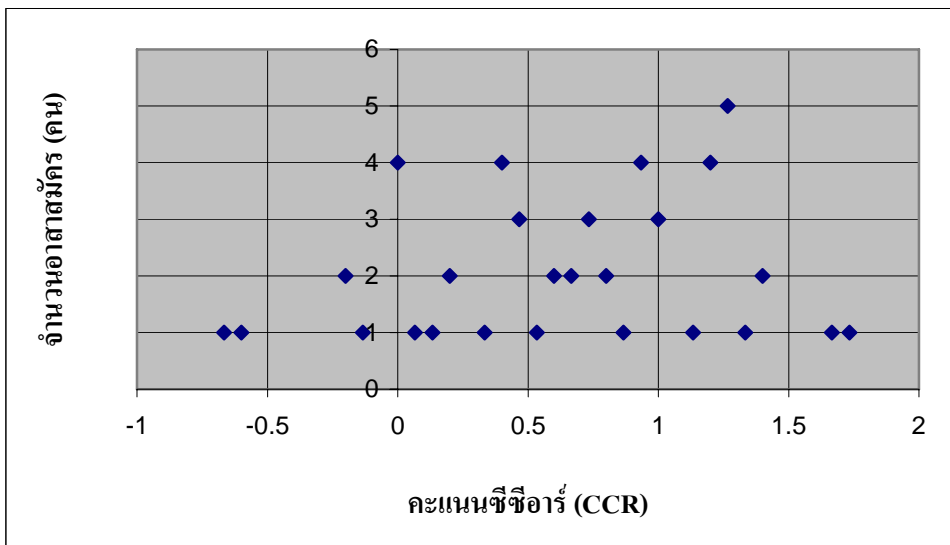
ประเภทของการทดสอบ ซีซีอาร์ (CCR)	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ผู้จัดทดสอบ
CCR-MOS	0.67	-0.67	1.73	0.557	ผู้ทำวิจัย
CCR-MOS (NECTEC)	0.46	0	0.87	0.316	เนคเทค
CCR-Natural	0.44	-0.47	1.60	0.517	ผู้ทำวิจัย
CCR-Intelligibility	0.07	-1.27	1.60	0.479	ผู้ทำวิจัย

จากตารางที่ 5.5 คะแนนที่มีค่าเป็นบวกหมายความว่า ผลการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์เสียงสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้ ทำคะแนนได้ดีกว่า วาจา 2 ตามเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบนั้นๆ ในทางกลับกันคะแนนที่มีค่าเป็นลบหมายความว่าเสียงสังเคราะห์ของ วาจา 2 ทำคะแนนได้ดีกว่างานวิจัยนี้ตามเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบนั้นๆ

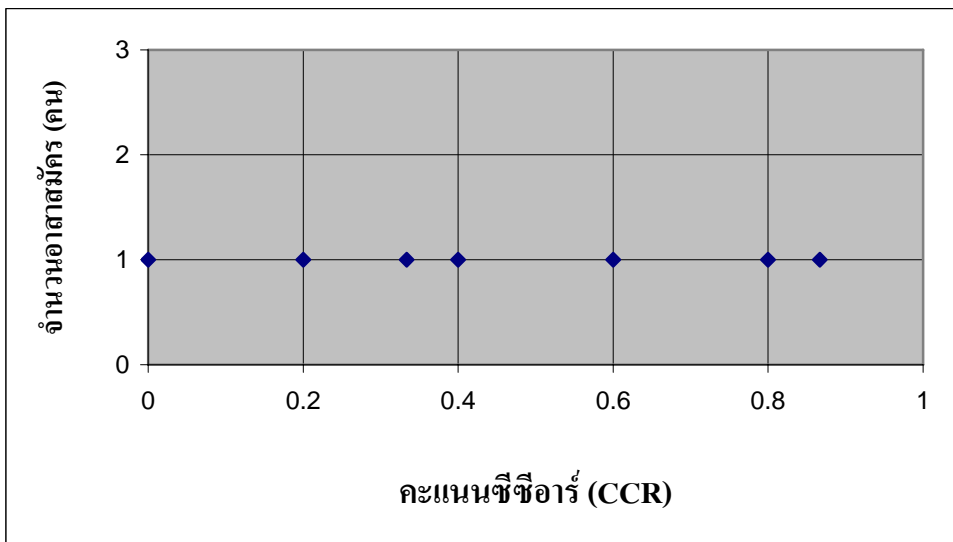
ผลการทดสอบที่ปรากฏออกมาในตารางที่ 5.5 จะเห็นว่าเสียงสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้ ทำคะแนนการเปรียบเทียบได้เหนือกว่า วาจา 2 ของเนคเทคทั้ง 3 ด้าน รวมถึงการทดสอบที่จัดโดยเนคเทคที่มีผลการทดสอบที่สอดคล้องกับการทดสอบที่จัดโดยผู้ทำวิจัย

ในการเปรียบเทียบในด้านการรับรู้ (CCR-Intelligibility) ซึ่งถือว่าการเปรียบเทียบอยู่ในเกณฑ์ “เท่ากัน” ก็ว่าได้ เนื่องจาก วาจา 2 มีส่วนของการปรับปรุงสัญญาณเสียงบริเวณรอยต่อ การปรับปรุงสัทสัมพันธ์ และการปรับแอมพลิจูดของหน่วยเสียงอิมเพยงค์ ทำให้เสียงสังเคราะห์ที่ออกมามีความชัดเจน ส่งผลต่อการรับรู้ของผู้ฟังในทางที่ดีขึ้น แต่การปรับปรุงสัญญาณเสียงพูดใช้

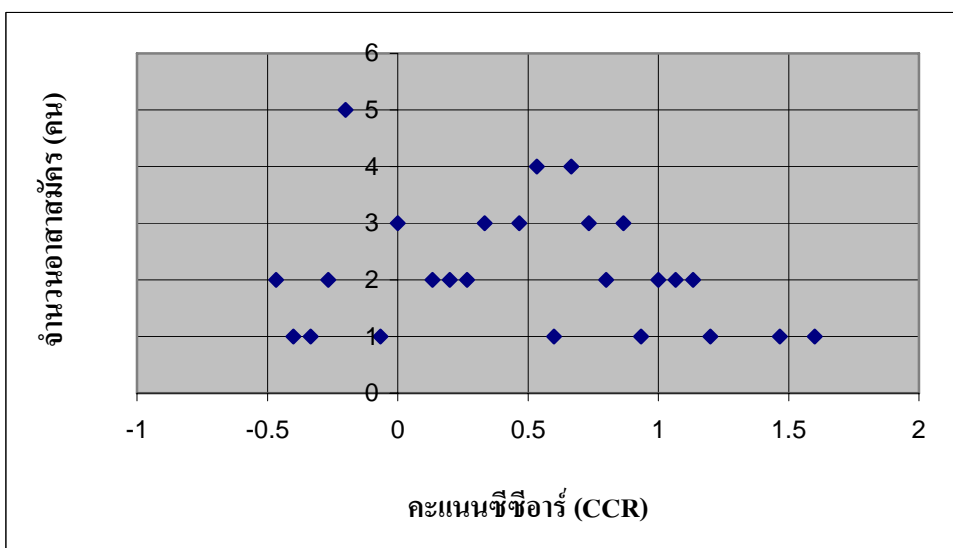
ว่าจะมีข้อดีเพียงอย่างเดียว ยิ่งมีการปรับปรุงสัญญาณเสียงพูดมากเท่าใด ความเป็นธรรมชาติของเสียงพูดย่อมหายไปเท่านั้น นั่นจึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้การเปรียบเทียบอีก 2 ด้าน (CCR-MOS, CCR-Natural) มีคะแนนที่ห่างกันมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาถึงขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดที่ต่างกันเล็กน้อย และการที่ไม่มีส่วนของการปรับปรุงสัญญาณเสียงพูดแล้วละก็ ผลการทดลองที่ปรากฏออกมาถือว่าน่าพอใจในระดับหนึ่ง



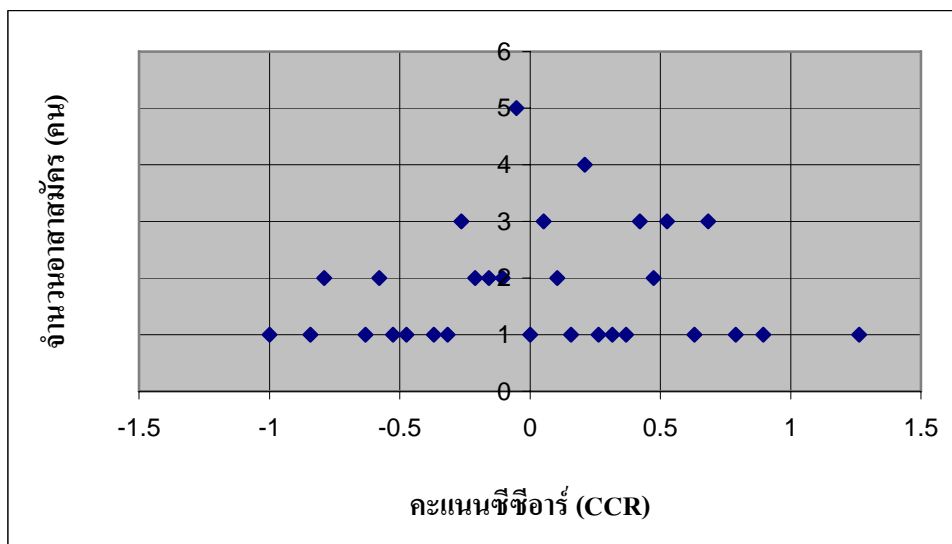
รูปที่ 5.3 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน โดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ (CCR-MOS-Vaja2)



รูปที่ 5.4 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน โดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษย์ภาษา เนคเทค เป็นผู้จัดการทดสอบ (CCR-MOS-Vaja2)



รูปที่ 5.5 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์ความเป็นธรรมชาติของเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน โดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ



รูปที่ 5.6 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์การรับรู้ต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยินโดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ

5.2.3 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้ กับ วาจา 3

การทดสอบนี้เป็นการเปรียบเทียบระบบสังเคราะห์เสียงที่ใช้เทคนิคการสังเคราะห์เสียงพูดแบบเดียวกัน และเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและถูกนำไปใช้งานจริง แต่มีความแตกต่างกันอย่างมากของขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูด เพื่อให้เทียบเคียงในการวัดประสิทธิภาพของการออกแบบและพัฒนาระบบสังเคราะห์เสียง และฐานข้อมูลเสียงพูดของงานวิจัยนี้

ระบบสังเคราะห์เสียงที่นำมาเปรียบเทียบในการทดสอบนี้คือ วาจา 3 ถูกพัฒนาโดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) โดยใช้วิธีซีซีอาร์ และใช้เกณฑ์ในการเปรียบเทียบคือความชอบใจ รายละเอียดของระบบสังเคราะห์เสียงทั้ง 2 ระบบแสดงดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 รายละเอียดของระบบสังเคราะห์เสียงทั้งสอง

รายละเอียดของระบบสังเคราะห์เสียงพูด	งานวิจัยนี้	วาจา3
การคัดเลือกหน่วยเสียง (Unit Selection)	ใช่	ใช่
ขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูด	4.26MB / 8kHz	797 MB / 8kHz
ระยะเวลาของไฟล์เสียงทั้งหมดใน ฐานข้อมูลเสียงพูด	4 นาที 38.23 วินาที	~14 ชม.
การปรับปรุงสัญญาณเสียงบริเวณรอยต่อ	ไม่มี	ไม่มี
การปรับปรุงสัทสัมพันธ์ (Prosody Modification)	ไม่มี	ไม่มี

ในการทดสอบนี้ได้แบ่งการทดสอบไปทดสอบกับอาสาสมัคร 2 กลุ่ม เหมือนกับการทดสอบข้อ 5.2.2.1 คือ ผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ และเนคเทคเป็นผู้จัดการทดสอบ เพื่อให้ผลที่ได้จากการทดสอบมีความน่าเชื่อถือ มีความหลากหลายของอาสาสมัคร และเกิดการยอมรับจากผู้พัฒนาผลงานทั้ง 2 ที่นำมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้ข้อความ และวิธีการทดสอบแบบเดียวกันทั้งหมด ซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5.7 สำหรับการกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ที่ได้จากอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มแสดงดังรูปที่ 5.7 และ 5.8 ตามลำดับ

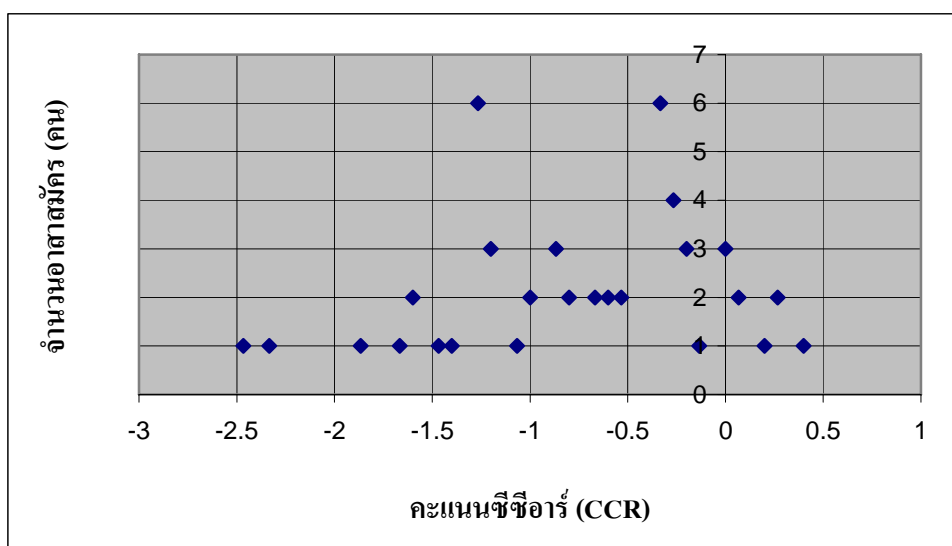
ตารางที่ 5.7 ผลการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้กับวาจา 3 ด้วยวิธีซีซีอาร์

คะแนนซีซีอาร์ (CCR-MOS)	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ผู้จัดการทดสอบ
	-0.72	-2.47	0.4	0.66	ผู้ทำวิจัย
-0.75	-1.7	-0.13	0.631	เนคเทค	

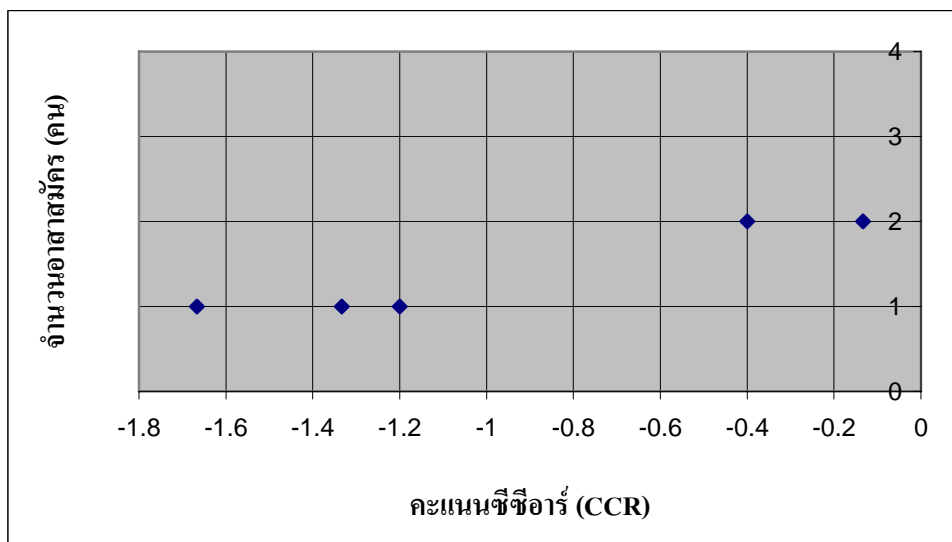
จากตารางที่ 5.7 คะแนนที่มีค่าเป็นลบหมายความว่า ผลของการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ เสียงสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้ มีคุณภาพเสียงโดยรวมดีกว่า วาจา 3 ในทางกลับกัน คะแนนที่มีค่าเป็นลบหมายความว่า เสียงสังเคราะห์ของวาจา 3 มีคุณภาพเสียงโดยรวมดีกว่างานวิจัยนี้

ผลการทดสอบที่ปรากฏออกมาในตารางที่ 5.7 จะเห็นว่าเสียงสังเคราะห์ของวาจา 3 มีคุณภาพเสียงโดยรวมดีกว่างานวิจัยนี้ รวมถึงการทดสอบที่จัดโดยเนคเทคที่มีผลการทดสอบที่สอดคล้องกับการทดสอบที่จัดโดยผู้ทำวิจัย เนื่องจากมีฐานข้อมูลเสียงพูดมีขนาดใหญ่กว่าถึง 187 (797/4.26) เท่า ทำให้มีพจนเสียงให้เลือกจำนวนมาก และมีขนาดใหญ่กว่า ส่งผลให้เสียงสังเคราะห์ที่ออกมาดีกว่า แต่เมื่อพิจารณาความต่างกันของคะแนนในการทดสอบนี้ (-0.72) กับการทดสอบที่ 5.2.2.1 CCR-MOS (0.674) แสดงดังตารางที่ 5.5 จะเห็นว่าคะแนนทั้ง 2 ไม่ห่างกันมากนัก แต่เมื่อพิจารณาความแตกต่างกันของขนาดของฐานข้อมูลของการทดลองนี้ (วาจา 3 มีขนาดใหญ่กว่า 187 เท่า) และการทดลองที่ 5.2.2.1 (วาจา 2 มีขนาดใหญ่กว่า 1.09 เท่า) แล้วจะเห็นว่าทั้งสองการทดลองมีความต่างของขนาดของฐานข้อมูลที่ห่างกันมาก แต่กลับมีความต่างกันของคะแนน CCR-MOS ที่ใกล้เคียงกัน ถือว่าการทดลองนี้ให้ผลที่น่าพอใจ

สาเหตุหนึ่งที่ทำให้คะแนนการเปรียบเทียบของการทดลองนี้ไม่ห่างกันมากนักนั้นเนื่องมาจากเสียงจากระบบสังเคราะห์ของวาจา 3 มีความเร็วของการพูดที่เร็ว เนื่องจากการอัดเสียงในสไตส์การอ่านบทความ ทำให้เสียงที่สังเคราะห์ออกมาเร็วกว่าความเป็นจริง สำหรับการอัดเสียงของงานวิจัยนี้ใช้สไตส์การอ่านบทความเช่นกัน แต่มีการควบคุมความเร็วของการอ่านให้ช้าลงกว่าปกติ เพื่อให้เสียงมีความชัดถ้อยชัดคำ และมีการกลืนเสียงที่น้อยลง ทำให้เสียงสังเคราะห์มีความชัดถ้อยชัดคำ และมีความเร็วในการพูดที่ไม่เร็วไป ซึ่งอาจเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผู้ทดสอบเห็นความแตกต่างของคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ทั้ง 2 ระบบน้อยลง



รูปที่ 5.7 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน โดยผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ (CCR-MOS-Vaja3)



รูปที่ 5.8 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์โดยใช้เกณฑ์ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน โดยหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษย์ภาษา เนคเทค เป็นผู้จัดการทดสอบ (CCR-MOS-Vaja3)

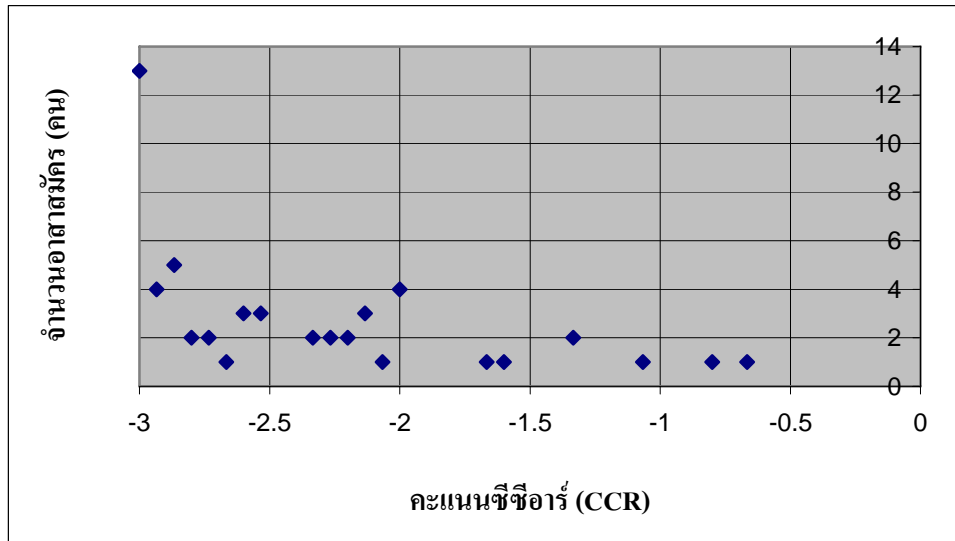
5.2.4 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้ กับเสียงพูดธรรมชาติ

การทดสอบนี้เป็นการเปรียบเทียบระบบสังเคราะห์เสียงที่ได้จากระบบสังเคราะห์เสียงของงานวิจัยนี้ กับเสียงพูดธรรมชาติ (เสียงที่เกิดจากการพูดของมนุษย์ในสไลด์การอ่านข้อความ) โดยใช้วิธีซีซีอาร์ ซึ่งผู้พูดเป็นคนที่แตกต่างกันกับบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียงสังเคราะห์ (เสียงต้นแบบของเสียงสังเคราะห์กับเสียงพูดธรรมชาติมาจากบุคคลคนเดียวกัน)

ในการทดสอบนี้ต้องการวัดคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ว่ามีความแตกต่างจากเสียงพูดที่เกิดจากการพูดของคนจริงๆ มากน้อยแค่ไหน รายละเอียดของผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5.8 สำหรับการกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์ที่ได้จากอาสาสมัครทั้ง 54 คนแสดงดังรูปที่ 5.9

ตารางที่ 5.8 ผลการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้กับเสียงพูดธรรมชาติ

คะแนนซีซีอาร์ (CCR-MOS)	ค่าเฉลี่ย	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
	-2.46	-3	-0.667	0.605



รูปที่ 5.9 การกระจายตัวของคะแนนซีซีอาร์จากการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้กับเสียงพูดธรรมชาติ

จากตารางที่ 5.8 คะแนนที่มีค่าเป็นลบหมายความว่า ผลของการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ เสียงสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้ มีคุณภาพเสียงโดยรวมดีกว่าเสียงพูดธรรมชาติ ในทางกลับกันคะแนนที่มีค่าเป็นลบหมายความว่า เสียงพูดธรรมชาติ มีคุณภาพเสียงโดยรวมดีกว่างานวิจัยนี้

ผลการทดสอบที่ปรากฏออกมาในตารางที่ 5.8 จะเห็นว่าเสียงพูดธรรมชาติมีคุณภาพเสียงโดยรวมดีกว่างานวิจัยนี้มาก จะเห็นได้จากผลของคะแนนซีซีอาร์ที่ได้ (-2.46) ซึ่งอยู่ในช่วงดีกว่าพอควร ถึงดีมาก เนื่องจากเสียงสังเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ใช้ฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดเล็ก ทำให้การสังเคราะห์เสียงพูดในแต่ละข้อความ ต้องใช้ท่อนเสียงหลายๆท่อนมาเชื่อมต่อกัน (ส่วนใหญ่เป็นหน่วยเสียงอัมพยางค์) ทำให้ขาดความต่อเนื่องของสัญญาณเสียง และสัทสัมพันธ์ มีผลทำให้ความเป็นธรรมชาติที่ได้ต่างจากเสียงพูดธรรมชาติมาก ทำให้ผลการทดลองที่ได้ออกมาดังตารางที่ 5.8 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับทดสอบที่ 5.2.3 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้ กับ วาจา 3 ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากด้วยขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดที่ต่างกันมากแต่คะแนนซีซีอาร์ที่ได้ (-0.72 (ผู้ทำวิจัย) , -0.75 (เนคเทค)) ไม่แตกต่างกันมากนัก

บทที่ 6

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อสรุป

งานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาระบบสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยที่ใช้ฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดเล็ก โดยใช้เทคนิคการเก็บหน่วยเสียงย่อยแบบอัมพยางค์ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะนำไปใช้กับระบบที่มีข้อจำกัดในเรื่องของทรัพยากร เนื่องจากเทคนิคนี้มีการเก็บเสียงพูดที่จำกัดที่สุดแล้ว (ขึ้นอยู่กับรูปแบบของหน่วยเสียงที่ใช้) โดยนำวิธีการคัดเลือกหน่วยเสียงเข้ามาช่วย เพื่อใช้เลือกหน่วยเสียงที่เหมาะสมมาสังเคราะห์เสียง และใช้การออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดอย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำหลักสถิติเข้ามาช่วยในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูด เพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ให้ดีขึ้น

ในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยสำหรับการสังเคราะห์เสียงพูดนั้น หน่วยเสียงอัมพยางค์เป็นหน่วยเสียงพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูด โดยใช้หลักทางสถิติและศาสตร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ ซึ่งหลักทางสถิติก็จะเป็นการนำสถิติค่าที่ปรากฏในข้อความภาษาไทย (NECTEC-RDI, เว็บไซค์) เข้ามาช่วยในการสร้างคำ และเลือกพยางค์ที่ครอบคลุมหน่วยเสียงอัมพยางค์ที่ได้ออกแบบไว้ ส่วนหลักทางศาสตร์จะนำเข้ามาช่วยในการออกแบบหน่วยเสียงอัมพยางค์ว่าควรจะมีรูปแบบใดบ้าง โดยพิจารณาการปรากฏร่วมกันได้ของพยัญชนะต้นกับสระ และสระกับพยัญชนะท้าย (ตัวสะกด) (กาญจนา นาคสกุล, 2541) นอกจากนี้ยังมีการออกแบบหน่วยเสียงพยางค์ และคำเพิ่มเติม เพื่อทดแทนหน่วยเสียงอัมพยางค์บางหน่วยเสียงที่ไม่ได้จัดเก็บ เนื่องจากมีค่าทางสถิติของการปรากฏในข้อความภาษาไทยน้อย และต้องการเก็บหน่วยเสียงที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ที่ดีขึ้น สำหรับรายละเอียดของฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทยที่สร้างขึ้นมานั้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เสียงผู้หญิง 1 คน
2. บันทึกเสียงด้วยอัตราสุ่มสัญญาณ 8 kHz ที่ 16 bits/sample ในภาวะห้องเงียบ
3. จำนวนข้อความ 73 ข้อความ 687 พยางค์ และ 1,892 โฟนิม
4. ระยะเวลา 4 นาที 38.23 วินาที
5. ขนาด 4.26 MB
6. ใช้ไมโครโฟน Philips รุ่น SBC MD650 Dynamic Microphone

ในส่วนของการสังเคราะห์เสียงพูดจะใช้วิธีการสังเคราะห์เสียงพูดแบบเชื่อมต่อ (Concatenative Speech Synthesis) และเทคนิคการคัดเลือกหน่วยเสียงจากกฎ โดยมีการกำหนดรูปแบบของท่อนเสียง และวิธีการเลือกท่อนเสียงเอาไว้

สำหรับการประเมินผลเสียงสังเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะให้อาสาสมัครฟังเสียงสังเคราะห์จากข้อความ 15 ข้อความ (ดูข้อมูลได้ที่ภาคผนวก จ) โดยทั้ง 15 ข้อความนี้เป็นข้อความที่แยกตามหัวข้อข่าวในหนังสือพิมพ์ และโทรทัศน์จำนวน 13 หัวข้อ เพื่อให้มีความหลากหลายของข้อความ ส่วนที่เหลืออีก 2 ข้อความเป็นข้อความวิชาการ และการอ่านค่าตัวเลข โดยทั้ง 15 ข้อความที่ใช้ทดสอบได้จากการสุ่มมาทั้งหมด ส่วนจำนวนผู้ทดสอบมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละการประเมินผล ซึ่งได้แบ่งการประเมินผลออกเป็น 2 การประเมินผลหลักๆคือ

1. การเลือกความเร็วของเสียงสังเคราะห์

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการบันทึกเสียงพูดของบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียง โดยให้อาสาสมัครซึ่งเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยจำนวน 8 คน อายุ 21- 22 ปี เปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ 2 เสียงโดยใช้วิธีซีซีอาร์ ผลที่ได้คือเสียงพูดช้าทำคะแนนได้ดีกว่าเสียงพูดเร็ว (-0.59) แสดงว่าความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการพูดของบุคคลที่เป็นต้นแบบเสียงคือเสียงพูดช้า

2. การวัดคุณภาพของเสียงสังเคราะห์

ในการจัดการทดสอบสำหรับการทดลองนี้ได้แบ่งการจัดการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบด้วยกันคือ

- การทดสอบแบบที่ 1 ผู้ทำวิจัยเป็นผู้จัดการทดสอบ และจัดหาอาสาสมัครในการทดสอบ โดยมีจำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 54 คน เป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยจำนวนมีอายุตั้งแต่ 20-23 ปี

- การทดสอบแบบที่ 2 หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค) ซึ่งเป็นผู้พัฒนาวาจา 2 เป็นผู้จัดการทดสอบ และจัดหาอาสาสมัครในการทดสอบ โดยมีจำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 7 คน ซึ่งเป็นพนักงานภายในหน่วยงาน

การวัดคุณภาพโดยรวมของเสียงสังเคราะห์ด้วยวิธีเอ็มโอเอสใช้การทดสอบแบบที่ 1 ได้คะแนนเท่ากับ 3.33 คะแนน ส่วนการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์กับวาจา 2 ด้วยวิธีซีซีอาร์ ใช้การทดสอบแบบที่ 1 และ 2 ผลปรากฏว่าเสียงสังเคราะห์จากงานวิจัยนี้ทำคะแนนได้ดีกว่าทุกๆด้านคือ 0.674 0.44 และ 0.07 (CCR-MOS, Natural และ Intelligibility ตามลำดับ) ซึ่งสัมพันธ์กับผลการทดลองที่จัดโดยเนคเทค (0.46 (CCR-MOS)) ส่วนการ

เปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์กับวาจา 3 ด้วยวิธีซีซีอาร์ ใช้การทดสอบแบบที่ 1 และ 2 ผลการเปรียบเทียบปรากฏว่าเสียงสังเคราะห์ของวาจา 3 ทำคะแนนได้ดีกว่าอยู่ -0.72 คะแนน ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินที่จัดโดยเนคเทค (-0.75 (CCR-MOS)) สาเหตุที่ทำให้วาจา 3 มีทำคะแนนได้ดีกว่า เนื่องจากวาจา 3 มีฐานข้อมูลเสียงพูดที่มีขนาดใหญ่กว่าถึง 187 เทา ซึ่งการทดลองนี้ถือว่าน่าพอใจเมื่อเทียบกับขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดที่ใหญ่กว่ากันมาก สำหรับการทดลองการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ของงานวิจัยนี้กับเสียงพูดธรรมชาติ ใช้การทดสอบแบบที่ 1 เท่านั้น ผลการประเมินที่ได้ปรากฏว่าเสียงพูดธรรมชาติทำคะแนนได้ดีกว่ามาก (-2.46 อยู่ในเกณฑ์ดีกว่าพอควร ถึงดีมาก) เนื่องจากเสียงสังเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ยังขาดความเป็นธรรมชาติอยู่มาก ทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความแตกต่างกันมาก แต่เมื่อเทียบกับผลการทดลองที่ 5.2.3 การเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์ระหว่างงานวิจัยนี้กับวาจา 3 ผลที่ได้จากการทดลองนี้เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากด้วยขนาดของฐานข้อมูลเสียงพูดที่ต่างกันมากแต่คะแนนซีซีอาร์ที่ได้ (-0.72 (ผู้ทำวิจัย) , -0.75 (เนคเทค)) ไม่แตกต่างกันมากนัก

ในการสร้างระบบสังเคราะห์เสียงพูดสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือฐานข้อมูลเสียงพูด ถ้ามีการนำหลักทางสถิติ และศาสตร์มาช่วยในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูด จะทำให้ฐานข้อมูลเสียงพูดมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถช่วยให้เสียงสังเคราะห์มีคุณภาพที่ดีขึ้นได้ ยิ่งถ้าต้องการนำระบบสังเคราะห์เสียงพูดไปใช้กับระบบที่มีทรัพยากรจำกัดด้วยแล้วยังต้องมีความพิถีพิถันในการออกแบบและเตรียมฐานข้อมูลเสียงพูดเป็นอย่างมาก เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลเสียงพูดที่มีขนาดเล็ก แต่ยังคงคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ที่ดีอยู่ ประกอบกับการมีกระบวนการปรับปรุงสัญญาณที่ดีก็จะยิ่งช่วยส่งเสริมให้เสียงสังเคราะห์มีคุณภาพที่ดีขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. เสียงสังเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ยังขาดความเป็นธรรมชาติอยู่ เนื่องจากมีฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดเล็ก ทำให้มีตัวเลือกของเสียงที่จะนำมาสังเคราะห์น้อยตามไปด้วย แต่ถ้ามมีการเพิ่มส่วนของการวิเคราะห์และปรับปรุงสัทสัมพันธ์เข้ามา จะช่วยให้เสียงสังเคราะห์มีความเป็นธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งจะทำให้คุณภาพของเสียงสังเคราะห์ดีขึ้นได้อีก
2. ในกระบวนการคัดเลือกหน่วยเสียงถ้ามีการนำค่าสมบัติของหน่วยเสียง (Unit Cost) และค่าการเชื่อมต่อหน่วยเสียง (Concatenation Cost) มาใช้สรรหาท่อนเสียงที่จะนำไปสังเคราะห์เสียงแทนการคัดเลือกหน่วยเสียงจากกฎ (ในบางกรณีกฎที่ตั้งขึ้นมาไม่

สามารถหาท่อนเสียงที่เหมาะสมที่สุดได้) อาจจะทำให้ได้ท่อนเสียงที่เหมาะสมที่สุดใน การสังเคราะห์เสียง

3. ฐานข้อมูลเสียงพูดที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลพื้นฐานในการ พัฒนาไปเป็นฐานข้อมูลเสียงพูดขนาดใหญ่สำหรับการสังเคราะห์เสียงพูดที่เน้น คุณภาพของเสียงสังเคราะห์
4. ในกรณีที่ต้องการนำระบบสังเคราะห์เสียงพูดจากงานวิจัยนี้ไปใช้กับระบบที่มีข้อจำกัด ในเรื่องของทรัพยากรอย่างมาก ซึ่งมีความจำเป็นต้องลดขนาดของฐานข้อมูลลงอีก สามารถทำได้โดยการเก็บเฉพาะสระเสียงสั้น หรือยาวของหน่วยเสียงส่วนตามของ อัดพยางค์เท่านั้น แล้วใช้วิธีทีดี-โซลา (Time Domain Pitch Synchronous Overlap Add - TD-PSOLA) ทำการเพิ่มหรือลดสัญญาณเสียงแทน แต่ถ้ายังต้องการลดขนาด ของฐานข้อมูลลงอีก ก็ให้เก็บหน่วยเสียงอัดพยางค์เพียงวรรณยุกต์เดียวเท่านั้นแล้วใช้ วิธีทีดี-โซลาทำการเปลี่ยนวรรณยุกต์แทน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กาญจนา นาคสกุล. 2541. ระบบเสียงภาษาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กฤษดา เรยเส. 2530. ต้นแบบเครื่องสังเคราะห์เสียงพูดด้วยวิธีเข้ารหัสแบบลิเนียร์พรีดิกทีฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ��ชวาลค์ หาญสกุลบรรเทง. 2542. การสังเคราะห์พยางค์ภาษาไทยด้วยวิธีการสังเคราะห์แบบวิเคราะห์โดยใช้คู่เส้นสเปกตรัม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ��ชวาลค์ หาญสกุลบรรเทง. 2546. การสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยแบบคัดเลือกหน่วยเสียง (ระยะที่ 1), รายงานทางเทคนิคประจำปีงบประมาณ 2546. ปทุมธานี: งานเทคโนโลยีเสียงพูด ฝ่ายวิจัยและพัฒนาสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- น้ัฐพล พานสมบัติ. 2545. การสังเคราะห์พยางค์เสียงหนักและพยางค์เสียงเบาในภาษาไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ฝ่ายวิจัยและพัฒนาสาขาสารสนเทศ [NECTEC-RDI]. คำศัพท์ที่พบบ่อยในคลังข้อมูล[Online]. แหล่งที่มา: http://203.185.132.59/thailang/thaichar/word_thai.php [17 มกราคม 2550]
- พิณทิพย์ ทวยเจริญ. 2547. ภาพรวมของการศึกษาสัทศาสตร์และภาษาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พิศศรี กมลเวช. 2548. ครบครันเรื่องวรรณยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: หอรัदनชัยการพิมพ์.
- สายชัย สายยศ, ศักดิ์ชัย ทิพย์จักรรัตน์ และ สมศักดิ์ มีตะถา. 2548. กฎการออกเสียงภาษาไทย สำหรับการสังเคราะห์เสียงจากข้อความโดยวิธีสังเคราะห์เสียงแบบฟอร์แมนต์. The 9 th National Computer Science and Engineering Conference (NCSEC). หน้า 521-529.
- สุดาพร ลักษณะนาวิน และคนอื่นๆ. 2535. คอมพิวเตอร์อ่านออกเสียงภาษาไทย. การประชุมวิชาการครั้งที่ 4 (เนคเทค) 1 (ตุลาคม): 65-78.

อาทร นันทิกุล. 2533. การสังเคราะห์เสียงพูดจากข้อความภาษาไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกพล อนุสุเรนทร์. 2541. การสังเคราะห์เสียงวรรณยุกต์และสระในพยางค์เปิดภาษาไทยโดยใช้
หน่วยเสียงอนุภาค. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- Allen, J., Hunnicutt, S. and Klatt D. 1987. From text to speech: The MITalk system. London: Cambridge University Press. Cited in Peterson, G., Wang, W. and Sivertsen, E. 1958. Segmentation techniques in speech synthesis. Journal of the Acoustical Society of America 30: 739-42.
- Black, A. and Campbell, N. 1995. Optimising selection of units from speech databases for concatenative synthesis. Proceedings of EUROSPEECH. pp. 581-584.
- Black, A. and Lenzo, K. 2001. Optimal data selection for unit selection synthesis. Proceedings of the 4th Speech Synthesis Workshop, Scotland.
- Bulyko, I. and Ostendorf, M. 2002. A bootstrapping approach to automating prosodic annotation for limited-domain synthesis. Proceedings of the IEEE Workshop on Speech Synthesis. pp. 115-118.
- Charpentier, F. and Moulines, E. 1989. Pitch synchronous waveform processing techniques for text-to-speech synthesis using diphones. European Conference on Speech Communication and Technology. pp.013-019.
- Chinathimatmongkhon, N., Suchato, A. and Punyabukkana, P. 2008. Implementing Thai text-to-speech synthesis for hand-held devices. Proceedings of the 2008 Electrical Engineering / Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI). Vol.I, pp. 545-548.
- Cotsomrong, P., Sunpetchniyom, T., Kasuriya, S., Thatphithakku, N. and Wutiwiwatchai, C. 2005. LOTUS: Large vOcabulary Thai continUous Speech Recognition Corpus. NSTDA Annual Conference S&T in Thailand: Towards the Molecular Economy (NAC2005).
- Dettweiler, H. and Hess, W. 1985. Concatenation rules for demisyllable speech synthesis. Proceedings of International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing. pp. 752-755. Cited in Fujimura, O. 1976. Syllable as the unit of speech synthesis. Bell memorandum (Bell Labs). New Jersey. (Unpublished Manuscript)
- Hansakunbuntheung, C., Rugchatjaroen, A. and Wutiwiwatchai, C. 2005. Space reduction of speech corpus based on quality perception for unit selection speech synthesis. Proceedings of the 6th Symposium on Natural Language Processing. Vol.1, pp. 127-132.

- Huang, X., Acero, A. and Hon, H. 2001. Spoken language processing : a guide to theory, algorithm, and system development. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Huang, X., et al. 1996. Whistler: A trainable text-to-speech system. Proceedings International Conference on Spoken Language Processing. pp. 2387-2390.
- Hunt, A. and Black, A. 1996. Unit selection in a concatenative speech synthesis system using a large speech database. Proceedings of International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing. pp. 373-376.
- Iwahashi, N., Kaiki, N. and Sagisaka, Y. 1992. Concatenative speech synthesis by minimum distortion criteria. Proceedings of International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing. pp. 65-68.
- Kiat-arpakul, R., Fakcharoenphol, J. and Keretho, S. 1995. A combined phoneme-based and Demisyllable-based approach for Thai speech synthesis. Proceedings of the 2 nd Symposium on Natural Language Processing (SNLP'95). pp. 361-369.
- Luksaneeyanawin, S. 1993. Speech computing and speech technology in Thailand. Proceedings of the Symposium on Natural Language Processing in Thailand. pp. 276-321.
- Mittrapiyanuruk, P., Hansakunbuntheung, C., Tesprasit, V. and Sornlertlamvanich, V. 2000. Issues in Thai text-to-speech synthesis: The NECTEC approach. Proceedings of NECTEC Annual Conference 2000: ECTI Technologies for New Economics. pp. 483-495.
- Nakajima, S. and Hamada, H. 1988. Automatic generation of synthesis units based on context oriented clustering. Proceedings of International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing. pp. 659-662.
- Sagisaka, Y. 1988. Speech synthesis by rule using an optimal selection of non-uniform synthesis units. Proceedings of International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing. pp. 679-682.
- Sornlertlamvanich, V. and Thongprasirt, R. 2001. Speech technology and corpus development in thailand. Proceedings of the Oriental COCOSDA Workshop. pp. 44-47.
- Stevens, K. 1999. Acoustics Phonetics. Massachusetts: MIT Press.
- Thongprasirt, R., Sornlertlamvanich, V., Cotsomrong, P., Subevisai, S. and Kanokphara, S. 2002. Progress report on corpus development and speech technology in Thailand. Proceedings of SNLP-Oriental COCOSDA. pp. 300-306.

ภาคผนวก

3.9 สระโอ + ตัวสะกดแม่กก + วรรณยุกต์ตรี มี 6 คำ คือ โฉก ตัวโจ๊ก ถ่านโด้ก โป๊ก โป๊กเกอร์ และโอี้ก

3.10 สระโอ + ตัวสะกดแม่กค + วรรณยุกต์ตรี มี 6 คำ คือ โค้ด ตัวโน้ด โน้ดดนตรี โน้ดเพลง บารโค้ด และโอี้ด

3.11 สระเออ + ตัวสะกดแม่กค + วรรณยุกต์ตรี มี 3 คำ คือ คอเข้ด เข้ด และเก้อเข้ด

3.12 สระเออ + ตัวสะกดแม่กบ + วรรณยุกต์ตรี มี 1 คำ คือ กะเป็บกะป้าบ

4. สระประสมเสียงยาว + ตัวสะกดกักลม + วรรณยุกต์ตรี มีคำทั้งหมด 10 คำ 5 พยางค์ ดังนี้

4.1 สระเอีย + ตัวสะกดแม่กก + วรรณยุกต์ตรี มี 1 คำ คือ เป็ยก

4.2 สระเอีย + ตัวสะกดแม่กบ + วรรณยุกต์ตรี มี 8 คำ คือ กระเจ็ย เจ็ย เท่ากันเป็ย เน็ย เป็ย เย้นเจ็ย เหมือนกันเป็ย และแหลมเป็ย

4.3 สระเอือ + ตัวสะกดแม่กก + วรรณยุกต์ตรี มี 1 คำ คือ เป็อก

ภาคผนวก ข

คำพิเศษที่ถูกรื้อฟื้นเพิ่มในการออกแบบฐานข้อมูลเสียงพูดภาษาไทย

ลำดับที่	คำพิเศษ	ลำดับที่	คำพิเศษ
1	ศูนย์	23	พฤษภาคม
2	หนึ่ง	24	ศุกร์
3	สอง	25	เสาร์
4	สาม	26	อาทิตย์
5	สี่	27	เดือน
6	ห้า	28	มกราคม
7	หก	29	กุมภาพันธ์
8	เจ็ด	30	มีนาคม
9	แปด	31	เมษายน
10	เก้า	32	พฤษภาคม
11	สิบ	33	มิถุนายน
12	เอ็ด	34	กรกฎาคม
13	ยี่	35	สิงหาคม
14	ร้อย	36	กันยายน
15	พัน	37	ตุลาคม
16	หมื่น	38	พฤศจิกายน
17	แสน	39	ธันวาคม
18	ล้าน	40	ปี
19	วัน	41	บาท
20	จันทร์	42	สตางค์
21	อังคาร	43	สตีกะ
22	พุธ	44	ขอบคุณกะ

ภาคผนวก ค
สถิติหน่วยเสียงพยางค์

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1	กาน	87139
2	ที่	84770
3	เป็น	60686
4	นัย	54003
5	สะ	50253
6	มี	49338
7	จะ	48798
8	ของ	46154
9	ค้าย	42982
10	และ	40893
11	ความ	40609
12	ประ	37604
13	มัย	36426
14	ว่า	36407
15	สัย	32869
16	ก้อ	32546
17	ทัม	30171
18	มา	28845
19	ปัย	27603
20	นี้	24476
21	คน	24050
22	ระ	22977
23	กัน	22063
24	สา	21653
25	หุ่ย่าง	21132

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1721	นั๊บ	83
1722	ขวด	83
1723	หุยะ	83
1724	ถัง	83
1725	พวน	83
1726	ห่อ	83
1727	อวด	83
1728	ชัน	83
1729	จ็อง	82
1730	กั๊รีด	82
1731	ท้อ	82
1732	ร่อน	82
1733	เดอะ	82
1734	หุด	82
1735	น่าน	81
1736	หุนอม	81
1737	แวง	81
1738	เกง	81
1739	บิิด	81
1740	ลึ๊น	81
1741	กู	81
1742	เออ	81
1743	ดง	81
1744	นอม	80
1745	เวื้อ	80

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3441	เอื้อน	8
3442	แฉ่ม	8
3443	เม่น	8
3444	น็อก	8
3445	เคิ่น	8
3446	ปิ่น	8
3447	เหียน	8
3448	เปุ๊ร่า	8
3449	หุนวน	8
3450	กุราม	8
3451	คิม	8
3452	คุ่ม	8
3453	ซัง	8
3454	กุ๊ริง	8
3455	เก็ด	8
3456	ฮวบ	8
3457	ตึ๊ก	8
3458	รุ่ม	8
3459	อุ่ม	8
3460	โตะ	8
3461	หุ่ม่อง	8
3462	หุ๊วิด	8
3463	เซี่ยม	8
3464	ผาด	8
3465	เบง	8

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
26	นั้น	20435
27	แต่	19864
28	พู่	19758
29	จาก	18884
30	กับ	18855
31	ทะ	18208
32	หุ่ย	17829
33	หุ่ย	17297
34	นะ	16885
35	ทาง	16581
36	ต้อง	16152
37	จัย	14629
38	ต่าง	14405
39	แล้ว	13445
40	กัม	13222
41	กิ่น	13207
42	นา	13126
43	หา	13061
44	สั้ม	12932
45	มะ	12878
46	ตัว	12804
47	ยา	12610
48	คัว	12029
49	อะ	11991
50	ซั้ง	11949
51	มาก	11889
52	ดี	11817
53	โดย	11790
54	อา	11706
55	ติ	11512
56	รัต	11378
57	ทัง	11377

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1746	ปึก	80
1747	อูน	80
1748	ฉวย	80
1749	ก๊อ	80
1750	เป่น	80
1751	หุม	80
1752	เดียน	80
1753	หิ	80
1754	ทรา	80
1755	ปลัน	79
1756	เป่ลือก	79
1757	อิน	79
1758	ห่ม	79
1759	เซ็ด	79
1760	คูน	79
1761	แคะ	79
1762	เข้ม	79
1763	เค้า	79
1764	ช้อ	79
1765	คั้ม	79
1766	เลียบ	78
1767	ลิว	78
1768	โคน	78
1769	วก	78
1770	ถ้ว	78
1771	หุ่ลิว	77
1772	งง	77
1773	เซน	77
1774	ฟอ	77
1775	ฮัย	77
1776	ถาบ	76
1777	แตะ	76

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3466	กัว	8
3467	ชุย	8
3468	โกด	8
3469	ป้อก	8
3470	ฮ้า	8
3471	คีน	8
3472	เฮง	8
3473	แพน	8
3474	เพล	8
3475	คิน	8
3476	ผอ	8
3477	กิม	8
3478	โชด	8
3479	เหมือบ	7
3480	เย่น	7
3481	ฟ่าน	7
3482	เต้า	7
3483	ป้อริม	7
3484	คุรอก	7
3485	ผก	7
3486	หุ่ลิ่ง	7
3487	หุมะ	7
3488	เกี้ยน	7
3489	เนี่ย	7
3490	เพ่น	7
3491	เพล	7
3492	โพล	7
3493	ผื่น	7
3494	เหว้า	7
3495	ชุก	7
3496	พูรี	7
3497	แกรุ	7

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
58	ถึง	11340
59	พระ	11335
60	งาน	11230
61	ละ	11230
62	คือ	11048
63	ต่อ	10947
64	เรื่อง	10792
65	เค้า	10566
66	รู้	10471
67	ชัย	10435
68	น้ำ	10308
69	ตะ	10058
70	เรา	10044
71	ละ	9837
72	วิ	9801
73	กระ	9676
74	ปะ	9567
75	พา	9542
76	รับ	9541
77	ตาม	9251
78	เขา	9239
79	หนึ่ง	9135
80	กะ	8998
81	ยัง	8926
82	พาบ	8702
83	ริ	8702
84	เมื่อ	8677
85	ศึก	8622
86	ทัย	8618
87	เห็น	8480
88	เช่น	8477
89	ชา	8445

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1778	โมน	76
1779	ออง	76
1780	ชุม	76
1781	ถาง	76
1782	ต้ม	76
1783	เรด	76
1784	เนียบ	75
1785	เหยียบ	75
1786	เดา	75
1787	เซ็ก	75
1788	กุด	75
1789	หวิด	75
1790	ต้ม	75
1791	พลา	74
1792	หูล่ง	74
1793	ครู	74
1794	โปก	74
1795	เลาะ	74
1796	แย้	74
1797	บวง	74
1798	ของ	74
1799	จวบ	74
1800	กุ่ม	74
1801	แหว	74
1802	ทับ	74
1803	เทิง	74
1804	พรว	74
1805	ชี้	74
1806	เกอ	74
1807	เม็ก	73
1808	คือ	73
1809	โพรง	73

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3498	เถียน	7
3499	เกียง	7
3500	ลวน	7
3501	เพ็ลียง	7
3502	ถั่ว	7
3503	ลุ่ม	7
3504	เหอ	7
3505	แก่น	7
3506	แข่ง	7
3507	ชวด	7
3508	ปรั	7
3509	กุ่ม	7
3510	ปรัม	7
3511	หุง	7
3512	พุด	7
3513	เก็	7
3514	เรียด	7
3515	หุ่ย	7
3516	ขาบ	7
3517	ผุด	7
3518	ชอด	7
3519	แจ้ว	7
3520	ส่าน	7
3521	คุด	7
3522	เหอ	7
3523	หุด	7
3524	แก้ม	7
3525	ตุ๋น	7
3526	เริบ	7
3527	แม้ว	7
3528	ปุบ	7
3529	เคว้ง	7

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
90	เพราะ	8403
91	บัน	8306
92	พะ	8269
93	ออก	8248
94	คม	8233
95	เกิด	8113
96	วิด	8051
97	ส่วน	7952
98	วัน	7922
99	เมือง	7879
100	ตั้ง	7857
101	ผน	7850
102	จัม	7649
103	รัย	7648
104	คัม	7614
105	นัก	7556
106	เอง	7468
107	จึง	7378
108	เทด	7363
109	ชะ	7350
110	จะ	7287
111	เพื่อ	7134
112	ชน	7068
113	วัด	7011
114	กะ	6977
115	ตั้ง	6778
116	ลา	6691
117	สิ่ง	6678
118	ที	6632
119	อื่น	6496
120	ท่า	6479
121	ที่	6439

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1810	อู่	73
1811	หุ	73
1812	เลา	73
1813	ซั	72
1814	ลีน	72
1815	เจ็ด	72
1816	หุ	72
1817	เขิน	72
1818	เลอ	72
1819	เน็	72
1820	เวอ	72
1821	รัน	71
1822	ถ่อง	71
1823	เปล่ง	71
1824	แค้น	71
1825	เคื่อง	71
1826	โสด	71
1827	ซิบ	71
1828	เนา	71
1829	เนี่ยน	71
1830	โฮ	71
1831	เดอ	71
1832	แวะ	70
1833	คู่	70
1834	ต่อม	70
1835	ฮ่าง	70
1836	หุมาก	70
1837	ส่อ	69
1838	หลอม	69
1839	หุ่ย	69
1840	ลาม	69
1841	ป่วน	69

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3530	ปึก	7
3531	นูด	7
3532	ซัด	7
3533	หุด	7
3534	คู่ว่าง	7
3535	รัน	7
3536	พุด	7
3537	เว็	7
3538	เหม่อ	7
3539	โป้	7
3540	กุรีด	7
3541	ปบ	7
3542	ริง	7
3543	แนม	7
3544	เอ็ด	7
3545	ขุวิด	7
3546	ฟาด	7
3547	เน็ยว	7
3548	ฟิม	7
3549	แปง	7
3550	จิม	7
3551	เล็ม	7
3552	เคอะ	7
3553	เม็อก	7
3554	เก็รียม	7
3555	บ็อก	7
3556	ซึ่ม	7
3557	ทีน	7
3558	เอ็ยน	7
3559	หุ่ก	7
3560	หุ่ก	7
3561	ทาก	7

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
122	อาด	6428
123	อีก	6394
124	หุมาย	6265
125	ลง	6251
126	ป็น	6213
127	มาด	6202
128	กุล่าว	6162
129	ราด	6136
130	บอ	6075
131	กิด	6067
132	เสด	6048
133	หาน	5980
134	ละ	5940
135	ปี	5910
136	นัม	5907
137	จ้าว	5899
138	ชาด	5873
139	สม	5873
140	สาด	5866
141	กว่า	5798
142	ดั่ง	5796
143	จิง	5787
144	พัน	5766
145	อัน	5755
146	ทุก	5701
147	หุนะ	5653
148	มัน	5575
149	สิน	5485
150	หลาย	5457
151	จน	5401
152	พัก	5349
153	แบบ	5281

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1842	ลัน	69
1843	เบ็ด	69
1844	หุ่ลั้ย	69
1845	สาบ	69
1846	แชนม	69
1847	ลุง	69
1848	เอิ้น	69
1849	แอด	69
1850	รื้อ	68
1851	ปอด	68
1852	เณ	68
1853	จาง	68
1854	ริก	68
1855	หุ่รอย	67
1856	เปลืออง	67
1857	มิด	67
1858	เลือน	67
1859	ข้ม	67
1860	ฟุด	67
1861	มุ	67
1862	ซุด	66
1863	ฮ่อ	66
1864	เจือ	66
1865	กุลาน	66
1866	นุ่ม	66
1867	ฮู่ม	66
1868	ค่าน	66
1869	ฉาน	66
1870	ลาบ	66
1871	เป	66
1872	ค๊ะ	65
1873	จ๊ก	65

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3562	นึม	7
3563	ชาง	7
3564	พรัม	7
3565	หุ่ย	7
3566	คูป	7
3567	วิบ	7
3568	เต็ด	7
3569	ไค้ด	7
3570	หุ่อก	7
3571	เอีย	7
3572	พริง	7
3573	กุราย	7
3574	แยง	7
3575	บิก	7
3576	กือ	7
3577	ฮิด	7
3578	ตุ้ม	7
3579	เชิน	7
3580	เว็ด	7
3581	ปุด	7
3582	หับ	7
3583	กุ่ริง	7
3584	ซ้ม	7
3585	งอน	7
3586	เฟ็ด	7
3587	โงน	6
3588	แพ็บ	6
3589	กู่่ง	6
3590	ปู้	6
3591	โพ่ล่ง	6
3592	โม่่ง	6
3593	โหมด	6

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
154	บ้าน	5276
155	หุ้ย	5261
156	เด็ยว	5239
157	ถูก	5236
158	ค่า	5226
159	กุ่ม	5224
160	วี้	5197
161	ก่อ	5179
162	บาง	5178
163	พิ	5100
164	คน	5065
165	สุด	5061
166	ชี	5043
167	นาย	5013
168	พอ	4968
169	พน	4823
170	คั้น	4800
171	ยะ	4795
172	นิ	4757
173	คัย	4733
174	กิด	4708
175	ช่าง	4701
176	เด็ก	4689
177	เท่า	4687
178	แก่	4667
179	เว	4660
180	เรียน	4549
181	ผม	4518
182	คู	4420
183	รัก	4398
184	เหด	4343
185	หุ้ม	4334

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1874	ขุลา	65
1875	อิด	65
1876	เค	65
1877	แพง	65
1878	ก้าน	65
1879	เซ่อ	65
1880	แพ้น	64
1881	หุ่ราน	64
1882	กัก	64
1883	ตาง	64
1884	แหน	64
1885	ขึ้น	64
1886	ว้า	64
1887	ดับ	64
1888	เจียง	64
1889	บะ	64
1890	เซด	64
1891	หุ่ลม	63
1892	โอง	63
1893	ฮ้วง	63
1894	ต้อ	63
1895	เตียง	63
1896	เกม	63
1897	เลด	63
1898	โตร์	63
1899	วิก	63
1900	เตี้ย	62
1901	จั้น	62
1902	ตัย	62
1903	เนือง	62
1904	หอบ	62
1905	เห่เนี้ยว	62

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3594	อิ่ง	6
3595	ปาว	6
3596	เพ่รื่อ	6
3597	ยี้ว	6
3598	ต้อบ	6
3599	ซาก	6
3600	ฮับ	6
3601	แฮ	6
3602	ป๋ม	6
3603	ปรี	6
3604	ซ่า	6
3605	เขื่อน	6
3606	หุ่วื่อ	6
3607	เห่ล็ด	6
3608	งวง	6
3609	เซ้า	6
3610	หุงะ	6
3611	ชวด	6
3612	เยี้ย	6
3613	โป๊ะ	6
3614	มี้อบ	6
3615	เขี้ยว	6
3616	เรม	6
3617	กุ่ริง	6
3618	เพื่่อม	6
3619	แลม	6
3620	เงน	6
3621	เฮ้อ	6
3622	เห่รื่อ	6
3623	กุ่รื่อ	6
3624	แจ้ว	6
3625	กุ่ริง	6

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
186	น้ำม	4331
187	ต้น	4315
188	คุณ	4231
189	เอา	4226
190	อัม	4192
191	จัด	4173
192	ตัด	4163
193	ถา	4152
194	ลัก	4148
195	กค	4138
196	คง	4074
197	กอน	4063
198	सान	4039
199	พะ	3998
200	เสี่ย	3980
201	รวม	3967
202	บาน	3960
203	ทัน	3953
204	ตั้ง	3923
205	เพียง	3914
206	ด้าน	3912
207	คุ้ง	3839
208	แดง	3817
209	ตุรี	3802
210	นอก	3787
211	ดัม	3787
212	แห่ง	3784
213	วะ	3784
214	เปลี่ย	3759
215	ร่วม	3759
216	บุก	3756
217	หะ	3738

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1906	หีบ	62
1907	กวาง	62
1908	ม่วง	62
1909	ร่า	62
1910	เมก	62
1911	หุ่่น	61
1912	เพลิด	61
1913	โน่น	61
1914	ฝุ่น	61
1915	ม่าน	61
1916	คอย	61
1917	แท่น	61
1918	ขาม	61
1919	หุ่่น	60
1920	แก้ง	60
1921	หุนวด	60
1922	ตุริง	60
1923	ทัม	60
1924	หุ่่น	60
1925	โหลก	60
1926	โปรุ่ง	60
1927	ผุด	60
1928	พวง	60
1929	กบ	60
1930	ลี้	60
1931	ขบ	60
1932	เซา	60
1933	ตี	60
1934	หุงด	59
1935	หุงด	59
1936	เกียน	59
1937	ฮะ	59

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3626	นุ่น	6
3627	เคื่น	6
3628	ฮื่อ	6
3629	ป้อม	6
3630	เปี้ยก	6
3631	เกุรา	6
3632	นุก	6
3633	ไม้	6
3634	โสน	6
3635	พี	6
3636	ป้อ	6
3637	หูด	6
3638	โจก	6
3639	พวย	6
3640	ฟู้ด	6
3641	กี้ด	6
3642	โอย	6
3643	หุ่ร่า	6
3644	เยิ่น	6
3645	หุ่วก	6
3646	แกง	6
3647	เข็ด	6
3648	ต๊าบ	6
3649	ดำน	6
3650	พู่่ง	6
3651	หุ่อน	6
3652	จ้อย	6
3653	หุ่ลี	6
3654	เท่ง	6
3655	เคิ่น	6
3656	กิ่น	6
3657	ฮื่อ	6

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
218	ดา	3694
219	ดัม	3685
220	ยั้ง	3674
221	เสียง	3673
222	พูด	3656
223	เหมือน	3639
224	มน	3632
225	พัด	3611
226	อง	3604
227	น้อย	3572
228	ตา	3546
229	หลัง	3540
230	ถาน	3536
231	ดับ	3515
232	นี่	3509
233	ขาว	3494
234	ผิด	3489
235	ก่อน	3480
236	สูง	3455
237	ปิด	3446
238	เกี่ยว	3444
239	เขียน	3439
240	ขนาด	3439
241	ช่วย	3399
242	บัด	3366
243	ลูก	3339
244	หลัก	3325
245	รูป	3322
246	บด	3319
247	กาด	3311
248	เพาะ	3273
249	แม่	3264

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1938	คิ้ว	59
1939	ซุ่ม	59
1940	ทูป	59
1941	แทก	59
1942	ซุก	59
1943	เชือก	59
1944	หวย	59
1945	ฟาก	59
1946	หุลา	59
1947	กั้น	59
1948	เหุนก	59
1949	จง	59
1950	เรน	59
1951	นบ	59
1952	พัม	58
1953	แขวน	58
1954	เพื่อ	58
1955	เถิด	58
1956	लग	58
1957	แมง	58
1958	จี	58
1959	น้อม	58
1960	มด	58
1961	กาบ	58
1962	บึก	58
1963	รอน	58
1964	เชียว	57
1965	โชน	57
1966	อื่น	57
1967	ฮือ	57
1968	แป	57
1969	ตุน	57

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3658	แฮบ	6
3659	เหี้ย	6
3660	นาบ	6
3661	โบาย	6
3662	เปะ	6
3663	เดี่ย	6
3664	เนียบ	6
3665	เรอ	6
3666	ผ่าว	6
3667	ผอง	6
3668	ไย	6
3669	ช่ง	6
3670	เข	6
3671	วิน	6
3672	ฟู่	6
3673	ยิด	6
3674	ยี้	6
3675	เพ็ง	6
3676	หาว	6
3677	ตู	6
3678	เพิน	6
3679	กุดย	6
3680	หุลิว	6
3681	บาว	6
3682	เย่า	6
3683	วูด	6
3684	โรน	6
3685	หุNING	6
3686	บอย	6
3687	ซ่า	6
3688	ฮัก	6
3689	โสม	6

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
250	สง	3231
251	จุด	3229
252	เลีย	3202
253	จิต	3188
254	ราย	3168
255	ควน	3161
256	เรี่ยก	3156
257	หุ้มัย	3135
258	รา	3110
259	ถือ	3093
260	มิ	3088
261	เงิน	3077
262	สี	3072
263	เลือก	3058
264	บาด	3006
265	เกีย	2998
266	นิต	2998
267	มาน	2988
268	หั่ว	2979
269	โลก	2957
270	ตก	2955
271	ฝ้าย	2930
272	หุว่าง	2912
273	ชก	2912
274	นุด	2901
275	หุ่ฉง	2889
276	เห่ล่า	2864
277	สั่ง	2864
278	สอง	2827
279	สัน	2825
280	จา	2817
281	พาย	2814

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1970	เห่ฉือ	57
1971	คอง	57
1972	หุ่ฉิน	57
1973	หุนก	57
1974	เสียด	57
1975	ขวน	57
1976	หง	57
1977	โซ	57
1978	เสี่ย	56
1979	ฟอก	56
1980	กั้ม	56
1981	ลือบ	56
1982	จี	56
1983	หุ่ฉุม	56
1984	ซูด	56
1985	เพียน	56
1986	มีน	56
1987	กั้วฉวย	56
1988	ลอน	56
1989	ฮั้ว	55
1990	เกี่ยว	55
1991	เลี่ยว	55
1992	กั้วฉีก	55
1993	เง่า	55
1994	ป้า	55
1995	ฮั้ว	55
1996	ฟีก	55
1997	คอง	55
1998	เถ	55
1999	ป๋น	55
2000	เย	55
2001	เพียน	54

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3690	ตุรอน	6
3691	เนก	6
3692	ตุริ	6
3693	โร	6
3694	โอะ	6
3695	หุ่ฉาง	6
3696	นวม	6
3697	กุก	6
3698	ปุก	6
3699	คั้ง	6
3700	มิง	6
3701	เผิง	5
3702	โป๊ป	5
3703	หุ่ฉุง	5
3704	เรื่อ	5
3705	หุก	5
3706	ฉิน	5
3707	หุ่ฉุก	5
3708	เขื่อ	5
3709	ฮาบ	5
3710	หุ่ฉุง	5
3711	ง่าน	5
3712	ซัง	5
3713	เตื่อะ	5
3714	กั้วฉุด	5
3715	ชู่ย	5
3716	ฝุ่ฉี	5
3717	ชอน	5
3718	เลื่อฉง	5
3719	ปรั	5
3720	แคะระ	5
3721	ฮุ่ฉุน	5

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
282	หุณา	2809
283	หุวัต	2797
284	เครื่อง	2788
285	บบ	2786
286	ชง	2782
287	ยุ	2764
288	แรง	2734
289	ตรง	2725
290	หาก	2721
291	มือ	2717
292	ชัย	2701
293	เชื้อ	2696
294	พ้อ	2684
295	นวน	2681
296	หุรัป	2679
297	ขอบ	2646
298	หุุม	2641
299	พวก	2637
300	ลิด	2635
301	สอ	2629
302	แม่	2605
303	อุ	2600
304	คุรัย	2596
305	ดิด	2581
306	ลัย	2575
307	หุุมด	2569
308	ปก	2551
309	เอก	2520
310	ทัว	2516
311	พบ	2512
312	ก้า	2481
313	รด	2480

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2002	น้ำ	54
2003	เหิน็ด	54
2004	ขอม	54
2005	เหุงา	54
2006	ตบ	54
2007	ตอก	54
2008	ออม	54
2009	ถิด	54
2010	ทม	54
2011	ถิก	53
2012	เบียง	53
2013	ยัว	53
2014	ชาม	53
2015	ลิ่ง	53
2016	คุลี	53
2017	ไค้ง	53
2018	เคี้ยว	53
2019	เก็ด	53
2020	เฟอ	53
2021	ป้อน	52
2022	ฟุ้ม	52
2023	ถด	52
2024	หุ่ล่น	52
2025	งม	52
2026	หุ่ล่น	52
2027	พัย	52
2028	โอม	52
2029	คั้ง	52
2030	ลอด	52
2031	จุก	52
2032	แป้ง	52
2033	ปัด	51

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3722	บัก	5
3723	เป็น	5
3724	เพ็ลี่ย	5
3725	เยี่ยม	5
3726	ปัด	5
3727	เรือก	5
3728	คุลุ่ม	5
3729	โอด	5
3730	เพิ่ม	5
3731	ตั้ง	5
3732	คุลัด	5
3733	แกร์น	5
3734	ตุรู้	5
3735	ทะ	5
3736	แนะ	5
3737	แกรง	5
3738	ขุ่ลัด	5
3739	ฮุ่น	5
3740	เก๋อ	5
3741	จ้อย	5
3742	หุ่มัว	5
3743	แป้ม	5
3744	หุ่นิม	5
3745	งุ่น	5
3746	หุ่หน้า	5
3747	ตุุด	5
3748	ชด	5
3749	เตร์รีด	5
3750	โค่ร่ง	5
3751	หวด	5
3752	โค่รว	5
3753	ตุ่ลาม	5

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
314	จุ	2478
315	สือ	2477
316	จัก	2410
317	คา	2397
318	พีน	2367
319	ขอม	2363
320	ตอน	2362
321	กา	2359
322	บาย	2358
323	สน	2355
324	แทน	2342
325	กัลป์	2340
326	โหฺยด	2332
327	แรก	2323
328	แปลง	2319
329	มัก	2318
330	แก๊	2311
331	พุด	2306
332	สอน	2269
333	พาก	2255
334	เนื่อง	2246
335	ปรับ	2241
336	โรง	2238
337	กอบ	2229
338	หฺุลิต	2227
339	ค่าง	2222
340	เริ่ม	2218
341	รม	2218
342	ดิน	2210
343	มอง	2199
344	สັก	2196
345	หฺุลอด	2189

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2034	โผฺล	51
2035	เพ็ย	51
2036	คั้น	51
2037	ป่วน	51
2038	ปลึก	51
2039	ท้วง	51
2040	โlob	51
2041	ทิว	51
2042	กุดัน	51
2043	เซน	51
2044	เป็ย	51
2045	คว่ม	51
2046	ซิ่น	51
2047	แจ	51
2048	ถ่าน	51
2049	ชะ	51
2050	เซ	51
2051	มิก	51
2052	คะ	51
2053	อ้า	50
2054	แคว่	50
2055	แพะ	50
2056	เฝิน	50
2057	น้าว	50
2058	เป่า	50
2059	ร้ว	50
2060	กุง	50
2061	แห่	50
2062	หุ่มน	50
2063	กุดอง	50
2064	เล็บ	50
2065	เจ็ย	50

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3754	ขลุค	5
3755	โโขล	5
3756	คุดิง	5
3757	นึ่ง	5
3758	จุ่ม	5
3759	โหฺงว	5
3760	จิด	5
3761	ปั๊	5
3762	ห่าย	5
3763	พรัก	5
3764	ฮวง	5
3765	เบือ	5
3766	เซ	5
3767	โหฺยง	5
3768	ลาว	5
3769	คูป	5
3770	หุมบ	5
3771	ตด	5
3772	ออย	5
3773	ตุร่า	5
3774	เคฺรน	5
3775	หุว	5
3776	โสน	5
3777	เหฺลน	5
3778	เว	5
3779	หุจิก	5
3780	แซ็ก	5
3781	ปรับ	5
3782	เฟิน	5
3783	จูด	5
3784	เป๊ะ	5
3785	เหฺลือก	5

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
346	ขาด	2189
347	ปรา	2174
348	ชาย	2164
349	เพด	2162
350	เค็ด	2152
351	เพ่ม	2137
352	แนว	2137
353	กลาง	2132
354	ตุ	2130
355	ยาม	2099
356	ขอ	2075
357	ชั้น	2069
358	โอ	2061
359	รี	2040
360	อ่าน	2034
361	บอก	2032
362	นี่	2025
363	จ้ง	2007
364	ชื้อ	2005
365	งาน	2004
366	เล็ก	2003
367	นับ	1993
368	โครง	1985
369	เนิน	1982
370	ยม	1977
371	ทา	1961
372	ผ่าน	1960
373	ทุน	1953
374	ตู้	1948
375	นุ	1939
376	ครอง	1937
377	ออ	1926

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2066	เอบ	50
2067	เทน	50
2068	หุ่ล่อน	49
2069	มุง	49
2070	คิป	49
2071	ครก	49
2072	กาก	49
2073	ฟาม	49
2074	หุรา	49
2075	อู่	49
2076	บ่า	49
2077	เยาะ	49
2078	เว็ก	49
2079	เต้า	49
2080	เฮื่อ	48
2081	หุลวม	48
2082	เพ็ก	48
2083	หุยด	48
2084	ถ่วง	48
2085	กฐู	48
2086	กลาด	48
2087	หุง	48
2088	เขลา	48
2089	ท่อน	48
2090	เคฺร	48
2091	ฟ่อง	48
2092	เหิน	48
2093	ซอน	48
2094	กึ่ง	48
2095	เจม	48
2096	ทุม	48
2097	เซอ	48

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3786	เล็ย	5
3787	ฟอย	5
3788	ก้อด	5
3789	ป्ली	5
3790	แต่้	5
3791	เมี่ยม	5
3792	หุยม	5
3793	เก็ลือก	5
3794	หึ่ง	5
3795	เห็งยง	5
3796	ค้อก	5
3797	โง	5
3798	แเอ็ก	5
3799	เจ็ก	5
3800	คุม	5
3801	เฮ็ยง	5
3802	จอย	5
3803	คู้	5
3804	คี้ก	5
3805	ทาว	5
3806	วาม	5
3807	เปบ	5
3808	ซิ่ง	5
3809	แเอ็บ	5
3810	เรง	5
3811	หุนี้	5
3812	เซ่	5
3813	เซ็ยง	5
3814	วู	5
3815	หุ๊ก	5
3816	คู้ราม	5
3817	ข่าน	5

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
378	นาน	1913
379	ชี่	1912
380	ทาน	1883
381	ชัย	1877
382	สั่ง	1864
383	หุนด	1860
384	พร้อม	1860
385	แห่	1858
386	ร้อย	1855
387	สุก	1854
388	รี	1848
389	มูน	1841
390	บ้าง	1815
391	เดิน	1808
392	ครู	1802
393	ยาก	1797
394	ม้าย	1790
395	เหว	1789
396	เดิม	1788
397	ปุ่น	1765
398	ล้ม	1762
399	ครอบ	1756
400	ขัด	1756
401	ซับ	1753
402	กิน	1742
403	คอน	1737
404	กอ	1727
405	ซิก	1722
406	วัย	1712
407	ตัด	1710
408	อิด	1697
409	ข้อม	1681

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2098	ถี่	48
2099	เอ้ม	48
2100	ปรวน	47
2101	ล่า	47
2102	แซ่	47
2103	ฟาด	47
2104	เงาะ	47
2105	ชอด	47
2106	เปี่ยก	47
2107	หุลอน	47
2108	คัก	47
2109	เอ็ด	47
2110	ปรั้ง	46
2111	เน้น	46
2112	โจด	46
2113	เกรียง	46
2114	ยุง	46
2115	โหน	46
2116	กัวร์	46
2117	ตอง	46
2118	แมว	46
2119	อ้อน	46
2120	แก่ง	46
2121	กอด	46
2122	พก	46
2123	เฮน	46
2124	พิน	46
2125	เบื่อน	45
2126	โด่ง	45
2127	ตอย	45
2128	เต็ก	45
2129	คูลุก	45

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3818	หูลาง	5
3819	กู่	5
3820	จิ่ว	5
3821	ทุราน	5
3822	จ้วง	5
3823	ฮวน	5
3824	คูด	5
3825	ฮิว	5
3826	พรั้ง	5
3827	หุ่ม	5
3828	ทิก	5
3829	เฟด	5
3830	เกรอะ	4
3831	เหว	4
3832	สวบ	4
3833	แจ้น	4
3834	โหม่ง	4
3835	พุด	4
3836	ซู้ด	4
3837	หุริน	4
3838	ปู้ด	4
3839	โต้ง	4
3840	เต็ก	4
3841	จั้น	4
3842	อิด	4
3843	อ่วม	4
3844	อิด	4
3845	แพะ	4
3846	เงียง	4
3847	เคื้อ	4
3848	ฝัย	4
3849	ปู้	4

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
410	ช่วง	1665
411	โรค	1665
412	วง	1653
413	นั่น	1642
414	ตอบ	1638
415	เม	1617
416	สบ	1613
417	ทัด	1613
418	แต่ง	1610
419	แตก	1608
420	หุยก	1594
421	ป่า	1593
422	เดือน	1584
423	ตุระ	1583
424	ง่าย	1581
425	กาย	1573
426	ซัด	1566
427	ข่าว	1566
428	บน	1565
429	ล้อม	1554
430	กอง	1550
431	เปิด	1545
432	บัง	1533
433	โต	1529
434	สาย	1515
435	ขึ้น	1495
436	หุรวด	1484
437	แวก	1483
438	คุรว	1466
439	ร้าง	1459
440	เขต	1456
441	เพื่อน	1455

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2130	ถีบ	45
2131	เฟื่อง	45
2132	งอ	45
2133	ฝอย	45
2134	อุบ	45
2135	พรัย	45
2136	เตา	45
2137	โคด	45
2138	โพ	45
2139	แป้น	44
2140	แฟน	44
2141	ก่าย	44
2142	แพ่ง	44
2143	ลุย	44
2144	เฟือ	44
2145	แก้ม	44
2146	ห้า	44
2147	พุดัด	44
2148	เงิน	44
2149	พุดัด	44
2150	กอก	44
2151	บวบ	44
2152	นั่ง	44
2153	คอ	44
2154	เขียน	44
2155	ยอย	43
2156	เกาะ	43
2157	ชูด	43
2158	แนว	43
2159	เฟือ	43
2160	งาย	43
2161	เข้า	43

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3850	โว	4
3851	ยัย	4
3852	สึด	4
3853	โหนก	4
3854	เบือ	4
3855	นู้ก	4
3856	ปิก	4
3857	โฆก	4
3858	เอือย	4
3859	โล้น	4
3860	แวม	4
3861	หุนีด	4
3862	โจง	4
3863	เทรน	4
3864	โทรน	4
3865	เจ็ง	4
3866	เบะ	4
3867	เหย	4
3868	เกุเรียน	4
3869	เส็ด	4
3870	แฮ	4
3871	มม	4
3872	หุยม	4
3873	เนบ	4
3874	ลิ่ง	4
3875	คูน	4
3876	หุลุน	4
3877	แกอรน	4
3878	เก็ก	4
3879	เงือ	4
3880	จ็อก	4
3881	กุดัว	4

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
442	หุ้	1452
443	ก้า	1437
444	หุลา	1436
445	ตา	1433
446	ดอน	1428
447	เกิน	1420
448	นอน	1419
449	เหฺนอ	1418
450	แน	1411
451	ฟิง	1411
452	เล	1411
453	ถาม	1409
454	บุ	1405
455	ลั	1400
456	ลค	1395
457	กุราม	1395
458	ร็อง	1393
459	ทุ	1390
460	คััน	1380
461	พิม	1373
462	ตัาย	1370
463	กัค	1365
464	โน	1350
465	แพน	1348
466	รอง	1340
467	ร็าย	1332
468	มัน	1331
469	ลา	1321
470	ลั	1321
471	หา	1318
472	หุยง	1313
473	แพ	1312

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2162	หุ้	43
2163	แหบ	43
2164	โล่ง	43
2165	กุล่อ	43
2166	เยี้ย	43
2167	บั้ง	43
2168	อม	43
2169	ซ่ม	43
2170	แม	43
2171	เบียง	42
2172	บวม	42
2173	เกุ่ลย	42
2174	พุง	42
2175	พอม	42
2176	พุง	42
2177	วูป	42
2178	ทูป	42
2179	โซ	42
2180	คััน	42
2181	วง	42
2182	พอก	42
2183	จิก	42
2184	ค็อง	42
2185	คิง	42
2186	งา	42
2187	เซอ	42
2188	ซ่อย	42
2189	แมก	42
2190	เขบ	41
2191	แรด	41
2192	เก็ง	41
2193	กุ	41

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3882	เร็ด	4
3883	พรีด	4
3884	โง้น	4
3885	เหฺม่น	4
3886	แหฺยง	4
3887	เซียด	4
3888	เป็ง	4
3889	เฮบ	4
3890	โพม	4
3891	เห	4
3892	เนียม	4
3893	ฉ่า	4
3894	เร็ก	4
3895	ปรีอ	4
3896	คิต	4
3897	พุง	4
3898	แพรง	4
3899	เร็ก	4
3900	เหฺลยง	4
3901	เคื่อง	4
3902	หฺวาก	4
3903	ปาย	4
3904	เทียด	4
3905	พรี	4
3906	จี้	4
3907	ริง	4
3908	จี้	4
3909	แซะ	4
3910	คั้ง	4
3911	ฉาง	4
3912	ริว	4
3913	คฺวิ	4

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
474	ก่อ	1311
475	กุดี้ย	1307
476	เห่นื่อ	1302
477	กุม	1299
478	หุ่่นัก	1299
479	ขาย	1296
480	ล้า่น	1294
481	กุดาย	1290
482	เหุ่มอ	1288
483	โล	1282
484	ชน	1281
485	คอ	1281
486	กุดริค	1278
487	คอม	1267
488	วาง	1264
489	ท้อง	1263
490	ชวง	1262
491	เล่า	1256
492	ควบ	1255
493	เส	1255
494	ทัน	1252
495	เริน	1247
496	กุดรม	1243
497	อัด	1229
498	สอบ	1223
499	เสิม	1219
500	หุ่่มุ่	1219
501	ชื้อ	1206
502	รง	1199
503	คั๊บ	1194
504	จึ่น	1189
505	ขา	1189

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2194	ฮัง	41
2195	เสิน	41
2196	เปี้ยม	41
2197	พื้อ	41
2198	ป้ง	41
2199	ปุม	41
2200	เคี้ยว	41
2201	โอบ	41
2202	ก้อง	41
2203	แครค	41
2204	เป่ลื้อย	41
2205	เหฺรค	41
2206	โลง	41
2207	บั้น	41
2208	ชอง	41
2209	หอน	41
2210	หุมก	41
2211	มวย	41
2212	พุดริบ	41
2213	หุ่่น	41
2214	หอย	41
2215	เอี้ยม	41
2216	เวีย	41
2217	เซบ	41
2218	เหฺรอ	40
2219	เยียน	40
2220	ฉาว	40
2221	ถัน	40
2222	เอีย	40
2223	เหลื้อย	40
2224	หุ่่นัก	40
2225	ผาก	40

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3914	พาง	4
3915	คุดราน	4
3916	กุดุด	4
3917	แบ๊ะ	4
3918	ถึค	4
3919	โล้	4
3920	ลูน	4
3921	ฮุม	4
3922	พับ	4
3923	ติว	4
3924	คิก	4
3925	ตุ๊บ	4
3926	คุดวิน	4
3927	เมาะ	4
3928	กู่	4
3929	ชาง	4
3930	ปลอก	4
3931	นุย	4
3932	ตุ๊ค	4
3933	แต	4
3934	เสด	4
3935	เอ็ด	4
3936	เลิง	4
3937	เอ็ด	4
3938	จิบ	4
3939	หุ่่ม	4
3940	ท้อบ	4
3941	ว่าน	4
3942	มัม	4
3943	เจบ	4
3944	นุบ	4
3945	กู่ย	4

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
506	อุด	1178
507	ถู	1177
508	หุ่ยน	1174
509	เนื้อ	1169
510	หุ่ยน	1159
511	เห่รีด	1155
512	แย่ง	1154
513	นีก	1153
514	ตัย	1152
515	หุ่ยน	1151
516	ตอ	1147
517	เต็ม	1145
518	สุน	1140
519	ยีน	1139
520	หุ่วัง	1138
521	สาม	1136
522	ซาบ	1132
523	เล่น	1130
524	แยก	1129
525	หุ่หมัก	1124
526	ทับ	1121
527	อิ	1111
528	ทบ	1104
529	เก็บ	1102
530	ทิบ	1102
531	ชุก	1101
532	บวน	1101
533	กุ่รง	1097
534	นั้ง	1092
535	ค้อย	1082
536	ชีบ	1080
537	สึบ	1080

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2226	แพ้ม	40
2227	หุ่่นม	40
2228	เสาะ	40
2229	บอง	40
2230	ผลอ	40
2231	คัก	40
2232	ท่วย	40
2233	เซ็ด	40
2234	ปลอบ	40
2235	โสด	40
2236	แห่ลค	40
2237	เต็น	40
2238	เมอ	40
2239	ก้อง	39
2240	หุ่่นย	39
2241	แวก	39
2242	มี้อ	39
2243	หุ่มย	39
2244	ปลิว	39
2245	ท่อม	39
2246	เห่นาะ	39
2247	แพก	39
2248	ตฺรอง	39
2249	ชุก	39
2250	แบง	39
2251	โซ่ง	39
2252	โค่รม	39
2253	โหย	39
2254	ขุ่ล้ง	39
2255	เจียน	39
2256	หุ่วา	39
2257	ฝัก	39

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3946	แจ้	4
3947	นัว	4
3948	กุดั่ม	4
3949	แห่่ม	3
3950	เม้ม	3
3951	ผ่ม	3
3952	แรว	3
3953	เค็ด	3
3954	โม่่ง	3
3955	แส่ว	3
3956	เนี่ยว	3
3957	จู้ย	3
3958	หุ่วุด	3
3959	ฟีด	3
3960	แล้	3
3961	อ่น	3
3962	ฉ่าง	3
3963	ฉื่อ	3
3964	กุ่ริม	3
3965	โห่น	3
3966	เซ่ง	3
3967	เห่นอ	3
3968	เร้ม	3
3969	ปึ่น	3
3970	สู้ด	3
3971	เถือก	3
3972	เจ็น	3
3973	อึ้ง	3
3974	เห่ร่อ	3
3975	ปลัก	3
3976	เล็ก	3
3977	อึม	3

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
538	ตี	1078
539	เร็ว	1077
540	พาย	1077
541	ยี่ด	1075
542	เก่า	1074
543	วา	1074
544	จับ	1063
545	ขาน	1062
546	ค่าว	1061
547	งาม	1060
548	กัว้าง	1058
549	คีด	1057
550	ค่อง	1043
551	อ้ง	1043
552	ฮ่อง	1040
553	ถีน	1039
554	เลี้ยง	1031
555	หมาะะ	1030
556	โย	1024
557	กุดัว	1021
558	ถีน	1019
559	ลือก	1017
560	หุยาย	1007
561	เรือ	1006
562	เปรี๊ยบ	1004
563	นาง	1001
564	มุง	992
565	รูน	991
566	คาน	991
567	หุ่บ	989
568	คัม	986
569	รูน	984

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2258	บั้น	39
2259	ดาบ	39
2260	เขา	39
2261	ข้ม	39
2262	บัก	39
2263	แวน	39
2264	คี่	39
2265	หุน่วง	38
2266	พุรอก	38
2267	เข็บ	38
2268	จู่	38
2269	พั่ว	38
2270	เจ็	38
2271	ร้ง	38
2272	คั๊ย	38
2273	มุง	38
2274	บง	38
2275	เสื่อ	38
2276	โจว	38
2277	โชน	38
2278	เทิด	38
2279	ล่อง	38
2280	อั้น	37
2281	เกุริก	37
2282	ท้ง	37
2283	บั๊ย	37
2284	หุมวก	37
2285	ฟุ	37
2286	ส่าย	37
2287	เชียม	37
2288	แอก	37
2289	ป้อม	37

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3978	ตี	3
3979	เร็ว	3
3980	แอก	3
3981	พ็อก	3
3982	เห่ลื่อ	3
3983	เพ่า	3
3984	พุด็อด	3
3985	พอย	3
3986	พริ้ม	3
3987	หุ่ยิม	3
3988	อื้อย	3
3989	อุม	3
3990	คั้ง	3
3991	ปลึ้น	3
3992	แจ้ม	3
3993	ผ่าย	3
3994	อุม	3
3995	ท้วน	3
3996	ล็ก	3
3997	เย็	3
3998	เส็ง	3
3999	พุด็อด	3
4000	พรุ	3
4001	อื้อย	3
4002	เท็ง	3
4003	จิง	3
4004	หั๊ย	3
4005	เยิบ	3
4006	วอก	3
4007	หุน	3
4008	ผาย	3
4009	ปลก	3

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
570	แง	974
571	มัย	966
572	เท็ก	960
573	หุ	955
574	ทด	953
575	ชุด	951
576	รบ	951
577	ปรุง	950
578	หุลวง	949
579	แบ่ง	948
580	เพ	947
581	ฟัย	946
582	ชั่ว	939
583	รือ	937
584	ชี	931
585	เทบ	930
586	พิด	928
587	ราว	927
588	คม	926
589	รอบ	924
590	คู	923
591	เรื้อย	916
592	อิน	915
593	ลอง	914
594	บา	911
595	มิด	907
596	เวน	904
597	อบ	902
598	กิ	899
599	ปลุก	881
600	สาว	880
601	ปาก	880

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2290	อุ	37
2291	จู	37
2292	เคน	37
2293	แบ	37
2294	ฟา	37
2295	เนียง	36
2296	โยม	36
2297	ร้ว	36
2298	ช้อม	36
2299	หี	36
2300	ซาม	36
2301	เบี้ยว	36
2302	แกล้ว	36
2303	คุดอน	36
2304	ถาก	36
2305	เมือย	36
2306	ซุง	36
2307	อ้อย	36
2308	ถิน	36
2309	เลียง	36
2310	เสียว	36
2311	ครูด	36
2312	ครุ่ม	36
2313	เพา	36
2314	อน	36
2315	ทีบ	36
2316	ตั้ง	36
2317	เปลื้อง	35
2318	ม้วน	35
2319	ครีกร	35
2320	ต้อย	35
2321	แหวน	35

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4010	ดูด	3
4011	พิด	3
4012	เหวิด	3
4013	หุนีบ	3
4014	แตร	3
4015	แเส	3
4016	เชื่อน	3
4017	เควน	3
4018	ถ่อ	3
4019	เหวน	3
4020	คูรี	3
4021	คัก	3
4022	เลียบ	3
4023	วู่	3
4024	กิง	3
4025	รือด	3
4026	ค้วง	3
4027	หุรก	3
4028	ลุน	3
4029	นม	3
4030	เลี่ยม	3
4031	ส็อก	3
4032	แง	3
4033	หุนบ	3
4034	เด็ก	3
4035	ผูก	3
4036	แบ็ก	3
4037	เฮก	3
4038	ม่ม	3
4039	พุด้าม	3
4040	ปลัก	3
4041	จ๊ะ	3

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
602	บุน	879
603	เพียบ	878
604	พืด	878
605	เตื้อ	877
606	สวน	871
607	โท	870
608	พืด	864
609	ค้ำม	855
610	ชี	854
611	ตุรวด	853
612	พุม	853
613	ลิก	852
614	กน	852
615	พั้ง	849
616	สื้อ	845
617	ยาย	845
618	มาย	842
619	อ่อน	841
620	บับ	840
621	เกด	837
622	แห่ล่ง	832
623	นาม	832
624	คาด	825
625	ซู่	823
626	ลั๊ย	822
627	ยุด	821
628	หุรูป	817
629	คั้น	815
630	ทน	814
631	มัด	814
632	โทด	812
633	เจน	809

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2322	ซิน	35
2323	เพ็ลย	35
2324	ปอน	35
2325	กว่าง	35
2326	แยบ	35
2327	แย้ม	35
2328	ถั๊ย	35
2329	เก้ลื้อน	35
2330	เค็ม	35
2331	คอก	35
2332	ฮอน	35
2333	ฟัก	35
2334	หุยาด	35
2335	ป้า	34
2336	ขง	34
2337	ซุบ	34
2338	ยวด	34
2339	หุบ	34
2340	ซุ้ม	34
2341	โฮ้	34
2342	คุม	34
2343	ลุ่ม	34
2344	เพียบ	34
2345	รุม	34
2346	ลอม	34
2347	จีด	34
2348	จาบ	34
2349	จ่า	34
2350	ฉัด	34
2351	ซ่า	34
2352	กุราบ	33
2353	มุ่น	33

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4042	ลืบ	3
4043	หุมาย	3
4044	เกลด	3
4045	ชวย	3
4046	ร่วย	3
4047	โก้	3
4048	หุราบ	3
4049	แครง	3
4050	กั๊ว	3
4051	รื้อบ	3
4052	เคียว	3
4053	โนะ	3
4054	เจ็ง	3
4055	ง่า	3
4056	ง่อน	3
4057	ฮง	3
4058	กั้น	3
4059	โดง	3
4060	เติน	3
4061	แหุยะ	3
4062	ยวง	3
4063	เปียง	3
4064	แฝก	3
4065	ลั๊ว	3
4066	ลื้อน	3
4067	คก	3
4068	จื้อ	3
4069	กุ๊วบ	3
4070	กุ๊วรน	3
4071	แรบ	3
4072	มอย	3
4073	แหุหล	3

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
634	ชั้น	809
635	เคราะห์	808
636	อี	808
637	หุ้วย	805
638	ลี	803
639	ฟ้า	801
640	บุณ	801
641	เทอ	795
642	ชัย	795
643	เซี่ย	790
644	เบียบ	789
645	แผ่น	787
646	ป็อง	784
647	เคลื่อน	780
648	ชั้น	778
649	แจ้ง	776
650	เงิน	770
651	เจ	768
652	หุ่ย	767
653	พริต	767
654	เป่า	766
655	ยีน	763
656	ร้อน	759
657	ควาว	757
658	บัย	751
659	เฟีย	749
660	ท้าย	744
661	ทอ	743
662	ปา	743
663	ปล่อย	739
664	ฝีก	739
665	พู	739

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2354	ทาบ	33
2355	วิด	33
2356	ชัย	33
2357	ฉาบ	33
2358	แท้ก	33
2359	ไวย	33
2360	เพือ	33
2361	ล้วง	33
2362	แต้ม	33
2363	ชอก	33
2364	ตุน	33
2365	เป่า	33
2366	โรย	33
2367	เยือก	33
2368	โถม	33
2369	ชัย	33
2370	ปาม	33
2371	พู	33
2372	แบน	33
2373	แตน	33
2374	โมก	33
2375	มุ	33
2376	เซียว	32
2377	ตุน	32
2378	โผ	32
2379	พวน	32
2380	ค่าง	32
2381	แอ็ด	32
2382	เหา	32
2383	ฟุ้ง	32
2384	อ้าว	32
2385	ค่าง	32

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4074	แล็ก	3
4075	ยอน	3
4076	กวั๊ก	3
4077	เม้ง	3
4078	เจียว	3
4079	แงะ	3
4080	กั๊ว	3
4081	คั้ง	3
4082	เมียง	3
4083	แต้ม	3
4084	เหยา	3
4085	ตุรอม	3
4086	จูด	3
4087	จุม	3
4088	พุม	3
4089	บิว	3
4090	หุ่ลึบ	3
4091	แผ่ลิว	3
4092	ฟุ้ง	3
4093	เจียบ	3
4094	หุ่รัก	3
4095	แก็ก	3
4096	เบ๊	3
4097	เอ๊	3
4098	ฟิว	3
4099	บู๊	3
4100	ฮ่า	3
4101	งุ่ม	3
4102	กุง	3
4103	ปัว	3
4104	บ๊อบ	3
4105	ฟูก	3

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
666	หุ้ยัด	735
667	จั้น	733
668	ราน	731
669	คิ่น	730
670	วี	729
671	กุด้าย	724
672	มวน	722
673	พี	717
674	ตุรา	714
675	ทึ่ง	712
676	แปล	710
677	ขาว	710
678	ยี่	708
679	ท้ง	706
680	พั้น	705
681	เซิง	704
682	เกน	700
683	เกียด	700
684	ทอง	698
685	ปลา	693
686	ทอด	690
687	เอียด	687
688	หัน	686
689	จ่าย	684
690	นูน	683
691	ปฺราด	681
692	คั้น	677
693	เน้น	675
694	บิน	675
695	บก	673
696	ขวาง	672
697	เลก	672

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2386	หุ้ย้ง	32
2387	เจีย	32
2388	ป้ง	32
2389	เตะ	32
2390	หุ่วาน	32
2391	หุบ	32
2392	คิ้ว	32
2393	จั้น	32
2394	วี	32
2395	ตีบ	32
2396	ทีบ	32
2397	ทก	32
2398	คู้ง	32
2399	คั้ง	32
2400	เกียง	32
2401	แอม	32
2402	ปอง	32
2403	แกง	32
2404	มาบ	31
2405	เกียบ	31
2406	แฝง	31
2407	เอ๊ะ	31
2408	ฟอม	31
2409	ปฺลอะ	31
2410	เหง	31
2411	เป็ด	31
2412	เกลื่อ	31
2413	เกวียน	31
2414	ว่อง	31
2415	ฮ้อย	31
2416	แหวก	31
2417	แท้ง	31

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4106	โตด	3
4107	ซัว	3
4108	รื้อ	3
4109	แอ๊ก	3
4110	แหนบ	3
4111	ตั้น	3
4112	เคด	3
4113	กุ่ม	3
4114	คฺร้อย	3
4115	กฺว้อย	3
4116	พุก	3
4117	เคียน	3
4118	เป๊ก	3
4119	โพย	3
4120	ที้	3
4121	แล็ก	3
4122	หุย	3
4123	ซ้อง	3
4124	เทม	3
4125	อ้อก	3
4126	แน	3
4127	ตีม	3
4128	ถอ	3
4129	แห่ง	3
4130	รุม	3
4131	บู้ด	3
4132	ตุริก	3
4133	จี้ก	3
4134	ปฺลั้ง	3
4135	ค้อ	3
4136	ฟอง	3
4137	เก้	3

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
698	กค	672
699	แล	671
700	หุนอง	670
701	เอ	669
702	เวด	668
703	โบ	664
704	ล้วน	658
705	พิว	657
706	ศูด	656
707	ลี	655
708	แก่	654
709	คิ	653
710	เดิบ	650
711	เรียบ	650
712	เชื้อ	642
713	ขาด	638
714	โซ	633
715	เวียด	630
716	ทรี	629
717	อ้าง	628
718	แข่ง	628
719	มอ	625
720	ย้าย	624
721	วัง	618
722	ซิด	617
723	เต็น	615
724	เซ่น	613
725	พาด	611
726	แนน	608
727	หุนุ่ม	606
728	แดน	605
729	อ๊ก	601

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2418	บ่าว	31
2419	เหมือง	31
2420	เอี่ยม	31
2421	กุ่ม	31
2422	ช่าน	31
2423	ฟอด	31
2424	ปาด	31
2425	ยิบ	31
2426	ออบ	31
2427	โว	31
2428	ซอน	31
2429	แต่	30
2430	ขุวาย	30
2431	ขวน	30
2432	เข่น	30
2433	ป้อม	30
2434	แกล	30
2435	ก๊ลิบ	30
2436	เหาะ	30
2437	ครั้น	30
2438	ป่น	30
2439	ฉิบ	30
2440	กุดบ	30
2441	ฟือ	30
2442	แข	30
2443	เหฺลืออม	30
2444	เปลว	30
2445	หุงาย	30
2446	เหมียน	30
2447	จ้อ	30
2448	โหล	30
2449	เจ็ก	30

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4138	โรบ	3
4139	ฮ้อด	3
4140	ทอก	3
4141	หัม	3
4142	เคีย	3
4143	หุ่ริง	3
4144	ตุรม	3
4145	กาว	3
4146	เต๊ะ	3
4147	เน็ด	3
4148	แ้ว	3
4149	โป่ง	3
4150	ผุ่ลัย	2
4151	กั๊ย	2
4152	เซื่อง	2
4153	กัก	2
4154	หุ่มิน	2
4155	แป๊บ	2
4156	กั๊รม	2
4157	กั๊น	2
4158	ฉิน	2
4159	หุวอน	2
4160	เงื่อง	2
4161	กุ่ม	2
4162	กั๊น	2
4163	ป๊วน	2
4164	อ้ว	2
4165	เหฺลอะ	2
4166	ว้อก	2
4167	ขอด	2
4168	กั๊ละ	2
4169	อูย	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
730	วุด	600
731	คุรืบ	599
732	เลิก	599
733	เท	597
734	รืย	595
735	ค่อน	593
736	เทียว	593
737	น็อง	592
738	จบ	591
739	โค	591
740	ผูก	590
741	หุรืง	588
742	เวือน	585
743	พ่า	585
744	แพร์	584
745	ชิ	584
746	เตรืยม	583
747	ฝะ	582
748	นong	581
749	ชม	581
750	ถ่าย	577
751	ลืม	576
752	หัด	574
753	คิิด	574
754	ถื	573
755	กุลืย	571
756	ขััน	570
757	จอน	568
758	มิว	565
759	แปล็ก	565
760	เล่่ม	562
761	แพด	561

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2450	ตุ้ก	30
2451	เลียม	30
2452	ด้า	30
2453	เต่า	30
2454	เคียด	29
2455	ฝัง	29
2456	ตุก	29
2457	कुลืง	29
2458	ขุวืย	29
2459	จ๋า	29
2460	อิิด	29
2461	ฟาง	29
2462	เอะ	29
2463	วาบ	29
2464	พุกู	29
2465	ทวย	29
2466	ชอ	29
2467	เล่	29
2468	เนอ	29
2469	แวบ	28
2470	เยียง	28
2471	หุ่ด	28
2472	ส๊ะ	28
2473	โว้ย	28
2474	เยียด	28
2475	มั่ว	28
2476	ป็น	28
2477	กุลอง	28
2478	โห่ว	28
2479	พุรง	28
2480	คาว	28
2481	ศุหลาน	28

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4170	กุกัก	2
4171	เฟือก	2
4172	ปู้ด	2
4173	กั๊ก	2
4174	อูน	2
4175	ข่อน	2
4176	จ็อก	2
4177	ค็อบ	2
4178	รืัน	2
4179	วอม	2
4180	โง้ว	2
4181	กััน	2
4182	ฝาง	2
4183	ทวด	2
4184	หุ่มิว	2
4185	หุ่มิบ	2
4186	อั่ว	2
4187	เอ็ง	2
4188	แจ็ด	2
4189	กุรืาด	2
4190	แจ้ม	2
4191	ตุรวน	2
4192	เอี้	2
4193	น่อ	2
4194	นู้	2
4195	เสง	2
4196	ทืม	2
4197	ชวณ	2
4198	เอี้ก	2
4199	เอี้ยว	2
4200	ทืม	2
4201	พิบ	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
762	เกือบ	559
763	เสบ	559
764	ซั่ม	558
765	คุณ	558
766	แจ้ง	558
767	โก	558
768	นััน	557
769	แนะ	553
770	ราง	549
771	ปุลาย	548
772	เพอ	546
773	โส	546
774	กุด้า	544
775	ตุ	544
776	เจีบ	542
777	ป่อ	540
778	ซ้า	539
779	ควง	539
780	หุมุด	539
781	บั้ม	535
782	ปึน	532
783	ลิด	529
784	หุนน	528
785	รัง	527
786	โปก	526
787	สิบ	526
788	บ่อย	520
789	บอบ	517
790	แก	516
791	คอย	514
792	จอม	514
793	ปึน	513

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2482	พُرัง	28
2483	ปุดี้ม	28
2484	รूंง	28
2485	กฺราด	28
2486	โศฺลน	28
2487	ซึค	28
2488	ซ็อน	28
2489	เกฺลึยง	28
2490	เถา	28
2491	หุ่่นอ	28
2492	พฺลึ	28
2493	ลึอฺก	28
2494	ปึ	28
2495	พอง	28
2496	นอบ	28
2497	ควง	27
2498	เล็ย	27
2499	กฺลอก	27
2500	หฺรุด	27
2501	หฺเว	27
2502	เทือก	27
2503	ฟึน	27
2504	สอก	27
2505	หุ่	27
2506	ซุ่่ม	27
2507	เร่า	27
2508	อ้อ	27
2509	เฟึน	27
2510	ปฺรึย	27
2511	เซม	27
2512	ซึ	27
2513	หฺลุด	27

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4202	ต้า	2
4203	แห่มะ	2
4204	เทาะ	2
4205	ด้าว	2
4206	ดี	2
4207	นุ่	2
4208	จึ่ม	2
4209	จิว	2
4210	กฺริก	2
4211	ไค้ก	2
4212	งวย	2
4213	โยม	2
4214	ขุลิบ	2
4215	กฺริ้ง	2
4216	เกฺริยบ	2
4217	จื่อ	2
4218	ไค้ง	2
4219	อึ้ง	2
4220	จึ่ม	2
4221	จึบ	2
4222	เกฺลึน	2
4223	นุง	2
4224	จิวัด	2
4225	นุ่่น	2
4226	หึน	2
4227	เต่ง	2
4228	เล็	2
4229	ซึ้ง	2
4230	ควน	2
4231	อึก	2
4232	เหฺลึบ	2
4233	ชุง	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
794	แหฺลละ	510
795	หฺลึย	507
796	โปิน	504
797	ตัน	504
798	ขับ	503
799	ปีด	502
800	ซา	501
801	ดอก	500
802	แน่น	499
803	โหฺรบ	496
804	เคฺน	492
805	ฟิง	491
806	รอด	490
807	ตฺ้าน	489
808	หฺระ	489
809	รวด	488
810	แทบ	486
811	ทอน	486
812	พาน	485
813	จ้าง	484
814	ฝึน	484
815	รฺัย	483
816	แส	482
817	หฺนี	481
818	วาน	480
819	บฺู	479
820	ฝึน	478
821	เขิน	478
822	เก	478
823	พฺูลาด	476
824	ตุ	476
825	วน	476

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2514	เกฺลือบ	27
2515	โกย	27
2516	ปฺฺราง	27
2517	ตฺัว	27
2518	รอก	27
2519	วับ	27
2520	ชิน	27
2521	สู	27
2522	หฺมอก	27
2523	ก้า	27
2524	ชฺู	27
2525	แฮ	27
2526	ตฺ้า	27
2527	แคน	27
2528	ตฺฺรึย	26
2529	เอือม	26
2530	ชบ	26
2531	หฺลึน	26
2532	พึน	26
2533	เห็ด	26
2534	เตฺฺร	26
2535	เหย	26
2536	กฺูบ	26
2537	เกฺลึย	26
2538	สุม	26
2539	ตฺฺรุด	26
2540	ขฺลาด	26
2541	เหฺยึยว	26
2542	ชก	26
2543	เห้า	26
2544	เอว	26
2545	รฺ้าย	26

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4234	กฺฺูบ	2
4235	หฺรอบ	2
4236	เคือ	2
4237	แกฺลบ	2
4238	นัวะ	2
4239	เถาะ	2
4240	ตฺูต	2
4241	หฺรุด	2
4242	รฺูบ	2
4243	คฺัว	2
4244	พฺูลวง	2
4245	มวง	2
4246	แกฺกรึก	2
4247	เขก	2
4248	เคือ	2
4249	งู	2
4250	เถอะ	2
4251	คฺุรอน	2
4252	กฺฺูม	2
4253	อึน	2
4254	ฝึก	2
4255	กฺฺูง	2
4256	บึม	2
4257	อึม	2
4258	อึก	2
4259	น้า	2
4260	อ้าก	2
4261	บึอบ	2
4262	รึบ	2
4263	ทู่	2
4264	อึ	2
4265	แหฺรก	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
826	สอด	475
827	ขาว	474
828	ขอบ	473
829	วาด	473
830	หยุด	472
831	แสง	471
832	ยอด	470
833	หุ้มอง	469
834	ซัง	469
835	ป่วย	468
836	ริด	468
837	เปล้า	462
838	ลับ	462
839	มอบ	460
840	แหวง	459
841	โม	459
842	ร้าน	458
843	กัศ	458
844	ลม	455
845	นัด	455
846	หุบ	451
847	ฮุ่น	449
848	เพลิง	449
849	เกาะ	448
850	นก	447
851	มุด	446
852	ขุน	446
853	ค่าน	444
854	เลื่อม	443
855	เลือด	443
856	ท่อน	440
857	ตื้น	440

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2546	แป๊ะ	26
2547	บุค	26
2548	บิด	26
2549	ฟอง	26
2550	จิง	26
2551	ฮี	26
2552	เตรีย	25
2553	ชน	25
2554	เคียง	25
2555	กุร่าน	25
2556	ตวง	25
2557	หุ้มัน	25
2558	ช่วม	25
2559	อั้ง	25
2560	จิว	25
2561	เตรด	25
2562	พุร่า	25
2563	นวด	25
2564	เหว	25
2565	เกรียว	25
2566	อวย	25
2567	ส่วย	25
2568	ก้วย	25
2569	ฮิว	25
2570	เปรีย	25
2571	สวง	25
2572	จวน	25
2573	แคะ	25
2574	มอม	25
2575	แสบ	25
2576	หุ้ลัม	25
2577	หุ้มาน	25

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4266	ฮี้	2
4267	เข็ยม	2
4268	ฟิ่ง	2
4269	ตี	2
4270	หุ้ยม	2
4271	เข็ยม	2
4272	ร่าม	2
4273	หุ้ม	2
4274	พริ้ว	2
4275	เหม่า	2
4276	แฉ้	2
4277	ท้อก	2
4278	เค็ง	2
4279	ม่อม	2
4280	ลั่วะ	2
4281	โฆก	2
4282	บั้ง	2
4283	ฮือ	2
4284	กัวัด	2
4285	เบ้	2
4286	หุ	2
4287	ซ้าด	2
4288	โห่ยง	2
4289	จ๊ับ	2
4290	จ๊ับ	2
4291	ฮัก	2
4292	ซ้อบ	2
4293	เนี้ยบ	2
4294	ก้อก	2
4295	ตีม	2
4296	เปลาะ	2
4297	ชีว	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
858	หุลง	440
859	แก้ง	439
860	พี	439
861	เบื่อง	438
862	กุน	438
863	เส็ด	437
864	ท่อง	437
865	โป้ร	437
866	ดาน	436
867	ย้อย	435
868	ช่อง	435
869	บุด	435
870	สุน	435
871	พง	434
872	กู	433
873	จด	432
874	ที	432
875	นวย	430
876	แก้ว	426
877	ไต้	425
878	สิง	425
879	คัย	424
880	ลิ	422
881	เงื่อน	419
882	ท้าว	419
883	กั	418
884	จิน	418
885	บี	418
886	ซ้อน	417
887	จาย	415
888	ชวน	415
889	หุ่ล็ก	414

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2578	เถน	25
2579	กีก	25
2580	กู	25
2581	ชอก	25
2582	หุ่ยง	25
2583	บี่	25
2584	แพ็ก	25
2585	ซิง	25
2586	เลอะ	24
2587	ข่าม	24
2588	โปด	24
2589	แ่วว	24
2590	เพรียง	24
2591	จั้ง	24
2592	กुरอก	24
2593	ช่วน	24
2594	แก็ด	24
2595	เกราะ	24
2596	หั้น	24
2597	เปิ่น	24
2598	เน็ย	24
2599	ชาก	24
2600	แซ	24
2601	กุ่รว	24
2602	ตุ่รัง	24
2603	หุ่ม็ก	24
2604	คุริ	24
2605	แซม	24
2606	เย้า	24
2607	ปลง	24
2608	เหี้ยว	24
2609	แ่ว	24

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4298	หุ่ง	2
4299	วิม	2
4300	คัก	2
4301	พุนิน	2
4302	หุ่ง่าง	2
4303	เห่นิยม	2
4304	เหวอะ	2
4305	ลุ่น	2
4306	เป่รียว	2
4307	เซ็ง	2
4308	โทบ	2
4309	พุน	2
4310	โฮ่ง	2
4311	ปูลี	2
4312	จ้าง	2
4313	แหวะ	2
4314	อี	2
4315	แอะ	2
4316	จ้าว	2
4317	กิม	2
4318	โน้	2
4319	เจ็ง	2
4320	เฮี้ยน	2
4321	เหวง	2
4322	โทม	2
4323	เจี้ยว	2
4324	เฮ้	2
4325	แหยม	2
4326	หุ่ริง	2
4327	จิม	2
4328	เกี้ย	2
4329	เท้ม	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
890	เติม	414
891	ปรีก	413
892	คุรบ	409
893	หุลับ	409
894	เครียด	407
895	ว่าง	407
896	หน	407
897	ทาด	406
898	โน้ม	404
899	จง	404
900	ควก	403
901	เหุนิด	403
902	ถม	402
903	หาด	401
904	ทัก	399
905	สิน	397
906	ยุ่ง	395
907	ซั้ม	391
908	แอ	391
909	ห่าง	389
910	กุล้อง	388
911	เชีย	387
912	กั๊ง	386
913	ซึ้น	385
914	แปร	385
915	คู้ม	385
916	คน	385
917	คุษ	383
918	เค้ม	383
919	หุนิก	383
920	ดิง	382
921	คู	382

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2610	แฝด	24
2611	เหฺลลา	24
2612	อาน	24
2613	เต็น	23
2614	เกฺร์ด	23
2615	ลือ	23
2616	หุยก	23
2617	ค็อน	23
2618	กะ	23
2619	ฟาย	23
2620	ฟ็อน	23
2621	ปฺราน	23
2622	นุ้ย	23
2623	เยิน	23
2624	หุยอด	23
2625	ลิว	23
2626	เคฺล็ด	23
2627	มูก	23
2628	เกฺรด	23
2629	นึ้ม	23
2630	หุมน	23
2631	ฮัด	23
2632	โอด	23
2633	คุลับ	23
2634	หัย	23
2635	เคียน	23
2636	ฟา	23
2637	เฟ	23
2638	เบด	23
2639	เซด	23
2640	กุลั้ม	22
2641	เม้น	22

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4330	เอ็ก	2
4331	ย็ก	2
4332	เบ็ยม	2
4333	หุย่อง	2
4334	แลด	2
4335	ชอบ	2
4336	โป	2
4337	จ็	2
4338	หุยาน	2
4339	กัวย	2
4340	เพ็ด	2
4341	ซ็ก	2
4342	น็อง	2
4343	กัาก	2
4344	เพฺร	2
4345	แหฺลน	2
4346	ฮัาย	2
4347	ห็อน	2
4348	พุลัก	2
4349	บึ้น	2
4350	กุลาม	2
4351	โหวง	2
4352	กัา	2
4353	เม็ยน	2
4354	กัา	2
4355	ลิว	2
4356	เน็ยด	2
4357	พฺรุด	2
4358	โหว็ด	2
4359	ซ็อด	2
4360	พฺลึย	2
4361	หุวิบ	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
922	หุ่มอ	381
923	สี่	380
924	ราม	380
925	รัม	379
926	วอน	379
927	งบ	377
928	กุม	377
929	ปรัต	377
930	เท็ด	376
931	เร้ง	376
932	สวย	376
933	เคา	376
934	สด	375
935	หุวาย	374
936	อด	374
937	หีน	374
938	ลิม	373
939	ชาน	373
940	วี่ง	372
941	วาย	371
942	จุง	369
943	ตุ๋น	368
944	พิว	368
945	แสน	366
946	เลียง	365
947	หุนิด	364
948	ฝ้ง	363
949	ดาว	363
950	อัย	363
951	ฮ้าม	362
952	เจด	362
953	รอย	362

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2642	แกด	22
2643	เสือก	22
2644	เซ้ง	22
2645	ผิง	22
2646	เต็ง	22
2647	เตี้ยว	22
2648	เม็ย	22
2649	เนะ	22
2650	หูลิ่ง	22
2651	ต้อก	22
2652	ฟุง	22
2653	กูลิ่ง	22
2654	พรววด	22
2655	โพน	22
2656	แผ้ว	22
2657	ป้าน	22
2658	กั้ว	22
2659	เบาะ	22
2660	โคม	22
2661	ร้ว	22
2662	เวง	22
2663	หุมี่	22
2664	ลัม	22
2665	เงิน	22
2666	โท	22
2667	อิ่ง	22
2668	หุ่ม	22
2669	กก	22
2670	เซก	22
2671	แกลง	22
2672	พริก	22
2673	ปฺรอง	21

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4362	หุ่ยง	2
4363	แปลน	2
4364	โป	2
4365	ป้าน	2
4366	ตึ่ง	2
4367	เคิด	2
4368	เคบ	2
4369	จี	2
4370	ฮุม	2
4371	ขวย	2
4372	โคตุ่	2
4373	ชาด	2
4374	ลวย	2
4375	เซ็ด	2
4376	ข่วง	2
4377	ซี้ก	2
4378	คิง	2
4379	ยุ่น	2
4380	โคก	2
4381	จิก	2
4382	กู่ว่าง	2
4383	กั๊ย	2
4384	เว่อ	2
4385	กั๊ริม	2
4386	เอียง	2
4387	นัว	2
4388	ฮู๊ย	2
4389	เป๊ย	2
4390	โหง	2
4391	คิม	2
4392	จิ้น	2
4393	ปี้ะ	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
954	ปวง	361
955	เคี้ย	360
956	เพื่อน	359
957	ปฺราย	357
958	ผี	357
959	ควัว	355
960	ริก	354
961	กุน	354
962	วิน	354
963	หฺริ	354
964	เม็ย	353
965	เว็น	351
966	ลัด	351
967	ราก	351
968	หฺนวม	351
969	ล่วง	349
970	หฺรอก	348
971	รุก	348
972	พ้ง	348
973	ฝึ	347
974	ศุลัก	346
975	เจ็ยบ	343
976	พด	342
977	ปฺราบ	341
978	ผ่อน	341
979	นึ่ง	340
980	เม็น	340
981	โร	340
982	ทีก	339
983	ชิ	339
984	ลาว	338
985	ฝัด	337

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2674	จ้อย	21
2675	ชุก	21
2676	เฮ็ย	21
2677	จอบ	21
2678	โพ้น	21
2679	เส็ยว	21
2680	เร็ยว	21
2681	ศฺราด	21
2682	ฮ็ย	21
2683	เฮ็ยว	21
2684	ทิม	21
2685	เซ็ยง	21
2686	บ่ม	21
2687	แก่ว่ง	21
2688	ย่น	21
2689	เจง	21
2690	กฺว้าน	21
2691	หฺม็ด	21
2692	ปิ่ง	21
2693	โก๊ะ	21
2694	เดาะ	21
2695	หฺลึน	21
2696	โต่ง	21
2697	เผือก	21
2698	ทอม	21
2699	คฺรวน	21
2700	ก้าง	21
2701	ทวง	21
2702	ก๊อบ	21
2703	หฺมออน	21
2704	ทัว	21
2705	หุ	21

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4394	แม็ด	2
4395	โวก	2
4396	แค้น	2
4397	ยุน	2
4398	หฺรุด	2
4399	เจ็ย	2
4400	เฮ็น	2
4401	ฮ็ย	2
4402	โจ๊ก	2
4403	โทะ	2
4404	โหวน	2
4405	บ้อย	2
4406	กฺุ๊วบ	2
4407	ฝัด	2
4408	น้อด	2
4409	หฺยง	2
4410	หฺยึน	2
4411	แจน	2
4412	ชม	2
4413	หฺยึ	2
4414	ถั่ง	2
4415	แจ็ก	2
4416	แซก	2
4417	เป็	2
4418	เปด	2
4419	น่อง	2
4420	ขวม	2
4421	หฺน้น	2
4422	โหุ	2
4423	ขุลับ	2
4424	หฺยึย	2
4425	แก็ง	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
986	นิว	337
987	มง	336
988	เยอ	335
989	เชื่อม	334
990	เซียง	334
991	ชด	333
992	หฺนุก	332
993	ช้ก	332
994	บาก	332
995	ล่า	332
996	จอ	332
997	ลบ	330
998	ลี่ย	330
999	กฺล่าว	329
1000	ชน	328
1001	เฉีย	327
1002	มูม	327
1003	หฺริด	327
1004	ย่า	327
1005	เน	326
1006	อก	325
1007	โยง	324
1008	เซิ่น	324
1009	เคียง	323
1010	นอ	322
1011	เพ็ง	320
1012	แพ้	320
1013	ลอย	320
1014	หฺลว	318
1015	เซ้า	315
1016	แจง	314
1017	ปวด	314

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2706	ช้ก	21
2707	ล้น	21
2708	กฺร่า	20
2709	ฮิง	20
2710	หฺวิก	20
2711	ฟีน	20
2712	หฺวุด	20
2713	ทั้น	20
2714	เหฺย่า	20
2715	ต่าย	20
2716	เทอะ	20
2717	เรื่อ	20
2718	ฮิก	20
2719	เจื้อย	20
2720	รอม	20
2721	ลั้ม	20
2722	เคฺร่า	20
2723	เปฺร่า	20
2724	หฺมิด	20
2725	พฺล่าน	20
2726	ถ่อม	20
2727	นาว	20
2728	บั้ง	20
2729	ตูม	20
2730	พฺร่าน	20
2731	โอ้	20
2732	แซ่	20
2733	คอด	20
2734	มอด	20
2735	เบก	20
2736	โถ	20
2737	กฺรุ่ม	20

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4426	จั่ว	2
4427	แฮะ	2
4428	เซก	2
4429	ชฺม	2
4430	บุม	2
4431	ร่วน	2
4432	เบิ่น	2
4433	เจื้อยะ	2
4434	เลม	2
4435	ฮู่	2
4436	โนม	2
4437	กฺรุษ	2
4438	โหฺลน	2
4439	เป็ง	2
4440	จี	2
4441	เหฺวียน	2
4442	ช้ก	2
4443	คฺลิต	2
4444	โป๊ก	2
4445	แห่ม	2
4446	วีก	2
4447	ย่อน	2
4448	ม่อย	2
4449	ปฺร่า	2
4450	ดาม	2
4451	ฮู่	2
4452	ฮี้ก	2
4453	วีน	2
4454	หฺง้ม	2
4455	เซ็ง	2
4456	ย่าย	2
4457	ฮี้ด	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1018	รวบ	313
1019	แพง	313
1020	เอด	313
1021	เกรง	311
1022	ล้าง	311
1023	โมง	310
1024	ซึ้ง	310
1025	ราบ	310
1026	เลียน	309
1027	ริน	309
1028	ซ่อง	308
1029	แลก	308
1030	เบ็ด	308
1031	เพ็ชรม	308
1032	เยา	307
1033	ยิง	306
1034	คลุม	306
1035	แกรม	305
1036	ถอน	304
1037	เต็น	304
1038	โหยุก	303
1039	ย่อง	303
1040	นม	303
1041	เลว	302
1042	หุ่น่าย	300
1043	ซัย	300
1044	ปลอด	299
1045	โค	299
1046	หุน้อย	296
1047	รูด	294
1048	ขุน	293
1049	โคด	293

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2738	กุดอ	20
2739	เคน	20
2740	จน	19
2741	หุนอ	19
2742	โปรย	19
2743	เหยง	19
2744	เบ็ม	19
2745	กุด้อย	19
2746	ว้าง	19
2747	ตุ้ม	19
2748	คุรัม	19
2749	แตม	19
2750	อิม	19
2751	แกม	19
2752	บี้	19
2753	เล็อย	19
2754	โป๊	19
2755	กอรอน	19
2756	ซ่น	19
2757	ร่น	19
2758	ฉิม	19
2759	เสิบ	19
2760	ขุรัม	19
2761	แห่ด	19
2762	หุมาง	19
2763	ตี	19
2764	จิม	19
2765	แรงแง	19
2766	บุ	19
2767	ริบ	19
2768	พรัม	19
2769	ร้อ	19

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4458	ดอม	2
4459	รีน	2
4460	แซ็ก	2
4461	ดาง	2
4462	เหน	2
4463	ซ้อบ	2
4464	ปลาด	2
4465	ก้อก	2
4466	ห้าม	2
4467	เคเรียน	2
4468	ดูย	2
4469	ตีว	2
4470	เฮม	2
4471	คุรัม	2
4472	รู่ย	2
4473	เด็อย	2
4474	ปอม	2
4475	ตม	2
4476	ตีว	2
4477	แปน	2
4478	ม้วย	2
4479	ซิ่ง	2
4480	ปรง	2
4481	แฮด	2
4482	พริบ	2
4483	แป็ง	2
4484	ชิน	2
4485	แป้ว	2
4486	เฮ้ม	2
4487	พุด่า	2
4488	ฟัด	2
4489	โม้	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1050	รุ่ง	293
1051	เชื้อ	293
1052	แถว	292
1053	เรียง	290
1054	พื้น	289
1055	กลม	289
1056	แซก	288
1057	เก	288
1058	กั	287
1059	ครู	286
1060	ราว	286
1061	ลูก	286
1062	ฉาก	285
1063	รีบ	285
1064	ยาง	285
1065	จิ	284
1066	คุริง	279
1067	ชู	279
1068	อัย	278
1069	ขง	278
1070	เคียด	277
1071	ฮ่า	277
1072	เวียน	277
1073	รุ่ง	277
1074	ทูน	277
1075	โจม	276
1076	โปรด	275
1077	หุราด	275
1078	เยียม	275
1079	คัม	274
1080	โข	274
1081	คุก	270

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2770	ทอย	19
2771	เวิน	19
2772	เลื่อง	19
2773	นอย	19
2774	เคิน	19
2775	กุราด	19
2776	พุราย	19
2777	เต็ง	18
2778	นึ่ง	18
2779	ล้าม	18
2780	ด้าม	18
2781	หุรอด	18
2782	ควัก	18
2783	ผิน	18
2784	หุ่่าน	18
2785	เหตุลิด	18
2786	เกว่น	18
2787	พีม	18
2788	เรก	18
2789	เบ่ง	18
2790	เปียว	18
2791	คัม	18
2792	คู้ย	18
2793	หุ่ียม	18
2794	แท้ง	18
2795	คู้ง	18
2796	สาก	18
2797	อั้น	18
2798	ทุระ	18
2799	เรี่ย	18
2800	แซ่ง	18
2801	โบก	18

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4490	อุม	2
4491	กูก	2
4492	เฟะ	2
4493	เห่นียด	2
4494	ค้อก	2
4495	ป้อบ	2
4496	เถ	2
4497	กวง	2
4498	กิก	2
4499	เปี้ยบ	2
4500	ฟน	2
4501	ชีว	2
4502	ฟก	2
4503	ฮ้าง	2
4504	โป้ด	2
4505	เม้น	2
4506	หุ่ิม	2
4507	ปิป	2
4508	ฟิบ	2
4509	เอื่อง	2
4510	จ้อ	2
4511	โบน	2
4512	ฮั้น	2
4513	ทอบ	2
4514	กิว	2
4515	เกียะ	2
4516	เฟื่อ	2
4517	แปร์น	2
4518	เค็ก	2
4519	เฟื่อน	2
4520	แกกัว	2
4521	หุ่วม	2

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1082	บุรุษ	270
1083	เถียน	270
1084	ตก	269
1085	หุวัน	269
1086	ชิง	268
1087	หุยาม	268
1088	หุลาภ	267
1089	ตั้ง	267
1090	รก	266
1091	คู	266
1092	กุดิน	265
1093	โรค	265
1094	คี	265
1095	หุยิบ	264
1096	เบา	264
1097	โชค	264
1098	รุ	264
1099	ถอ	262
1100	กู่	262
1101	เราะ	262
1102	กฺลาบ	259
1103	ม่า	259
1104	สก	259
1105	งค	258
1106	ฟู	257
1107	กัย	256
1108	พอน	256
1109	เคฺร้ง	255
1110	พิถ	255
1111	ฝุง	254
1112	โจ	254
1113	รณ	253

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2802	ง่วง	18
2803	แอง	18
2804	โป่ง	18
2805	ผุละ	18
2806	ยุง	18
2807	โคม	18
2808	โน้ด	18
2809	เกีย	18
2810	เลียบ	18
2811	เม้า	18
2812	ขค	18
2813	แอง	18
2814	รูน	18
2815	แปรง	18
2816	เต็ง	18
2817	อาง	18
2818	รวง	18
2819	เซ็ก	18
2820	โกฺร	18
2821	ฮ่าว	18
2822	หุม	18
2823	พฺรุ	18
2824	เวิก	18
2825	มุน	18
2826	นค	18
2827	ฟี	18
2828	เอ็ก	18
2829	โคก	18
2830	สุบ	18
2831	หุมม	17
2832	จูบ	17
2833	เปรี๊ยว	17

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4522	ง้อ	2
4523	แบ็บ	2
4524	เซี้ย	2
4525	สอก	2
4526	หุลอ	2
4527	บิบ	2
4528	คฺย	2
4529	โทง	2
4530	บ้ำ	2
4531	เค้	2
4532	คฺก	2
4533	ว้าก	2
4534	ซ้ง	2
4535	โตก	2
4536	หุว้อ	2
4537	โชะ	2
4538	จ้ำ	2
4539	หุหลน	2
4540	แฟก	2
4541	เถิด	2
4542	แบ็ก	2
4543	ควด	2
4544	ช่าว	2
4545	เจ็ง	2
4546	เอั้น	2
4547	ทิม	2
4548	น้ม	1
4549	งะ	1
4550	แบ็ก	1
4551	จ้าน	1
4552	จั้ง	1
4553	ถ้อย	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1114	มิน	252
1115	งอก	251
1116	ย็อน	251
1117	เปอ	251
1118	ทอย	250
1119	เดือน	249
1120	ตุรี่ย	249
1121	เชียว	248
1122	รวย	248
1123	ขุวัน	248
1124	ปฺราม	247
1125	ลิน	247
1126	แ่ง	245
1127	ย้ม	244
1128	จุน	244
1129	หอ	242
1130	หลด	241
1131	กู	240
1132	เคียว	239
1133	แลน	239
1134	ยู	239
1135	หลด	238
1136	งัย	237
1137	ค้อย	237
1138	เบียน	237
1139	คั้ง	235
1140	ปฺลค	234
1141	วู	234
1142	รือ	234
1143	ซ่าย	233
1144	หลัด	233
1145	ห้วง	233

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2834	ไอ้ย	17
2835	เหล็ย	17
2836	เจ็ย	17
2837	เจ็อง	17
2838	แม่ง	17
2839	จ็อด	17
2840	หุนอน	17
2841	เหว็ยง	17
2842	เป็อย	17
2843	จ็ิว	17
2844	ชอม	17
2845	ท้าน	17
2846	ปฺรบ	17
2847	งุน	17
2848	ตอม	17
2849	เม็ยค	17
2850	เล็ยว	17
2851	โหวด	17
2852	เพ็ย	17
2853	เซ็ยค	17
2854	เว็ย	17
2855	หุว่า	17
2856	คੂੰ	17
2857	พฺราด	17
2858	โชน	17
2859	เร็ยว	17
2860	เล้า	17
2861	ควาน	17
2862	หอก	17
2863	จิบ	17
2864	โหมง	17
2865	แหก	17

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4554	บู้ย	1
4555	ฉิ	1
4556	แเอ้	1
4557	ซ้ม	1
4558	ฉ่าย	1
4559	เฉาะ	1
4560	น้ม	1
4561	เบ็ก	1
4562	บ้ำ	1
4563	บู้บ	1
4564	งอด	1
4565	เตง	1
4566	บม	1
4567	บวย	1
4568	เจ็ย	1
4569	บ้ม	1
4570	ซ้า	1
4571	แเอ้ว	1
4572	จ้าว	1
4573	บ้วน	1
4574	อ้อม	1
4575	แเอ้	1
4576	อูย	1
4577	ฉิง	1
4578	หุรู้	1
4579	หุงบ	1
4580	เจ็ยว	1
4581	เจ็ยว	1
4582	หุงอน	1
4583	ซี้ก	1
4584	เจ็ยค	1
4585	จ๊าด	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1146	หุนาน	233
1147	หุนม	233
1148	ฝาก	232
1149	เลื่อน	231
1150	โกจรด	231
1151	ก๊อน	231
1152	ขวา	230
1153	ซัน	230
1154	หุมุก	229
1155	วุ่น	229
1156	ปิ่น	229
1157	คัด	229
1158	ฝั่ง	227
1159	แกลน	226
1160	แหุลง	226
1161	พี	226
1162	เขี้ยว	225
1163	วอ	225
1164	พู่รอง	223
1165	แคบ	223
1166	เสื่อ	223
1167	เม็ด	222
1168	รุ่ม	222
1169	ซัน	221
1170	โหม	220
1171	เมด	220
1172	ปี	220
1173	อุ่น	219
1174	ล่าง	219
1175	เอื้อ	219
1176	หุมน	219
1177	ปัก	219

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2866	หังด	17
2867	เฉก	17
2868	สิ้น	17
2869	แพร	17
2870	หุติก	17
2871	เปรด	17
2872	เคุล	17
2873	ฉก	17
2874	งก	17
2875	เหวด	17
2876	พูลา	17
2877	เผ็ด	17
2878	เลียด	17
2879	มิน	17
2880	แฮม	17
2881	ฮัม	17
2882	ตุรีด	17
2883	เฮอ	17
2884	เปี๊ยะ	16
2885	เฮ้า	16
2886	หุลวย	16
2887	จิก	16
2888	แก	16
2889	เฉือน	16
2890	แปร์ง	16
2891	คุรุ่น	16
2892	เปียบ	16
2893	คุระ	16
2894	กุดัม	16
2895	ทุง	16
2896	ทื่อ	16
2897	เปลี่ยว	16

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4586	บุง	1
4587	เบี่ยน	1
4588	หุนูป	1
4589	ง่อย	1
4590	ง้วน	1
4591	เหุนีย	1
4592	อุง	1
4593	เจ๊ะ	1
4594	เงอะ	1
4595	เนง	1
4596	เซม	1
4597	งีบ	1
4598	โนก	1
4599	บิ่ง	1
4600	โป้	1
4601	เหุนน	1
4602	เงอ	1
4603	ฉวน	1
4604	โอว	1
4605	เฉิบ	1
4606	เซียง	1
4607	โหุน	1
4608	จู้	1
4609	โงะ	1
4610	แบ้ว	1
4611	เบิช	1
4612	ซัว	1
4613	ต๊ับ	1
4614	ปี้ฮั	1
4615	งาบ	1
4616	เน้อ	1
4617	เน้อ	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1178	ถอย	218
1179	ม้าก	218
1180	อื้อ	218
1181	หุลบ	218
1182	เบน	218
1183	มุก	217
1184	ชัย	216
1185	เสียง	215
1186	หุลาน	215
1187	ตุ	215
1188	ยบ	214
1189	นน	214
1190	นิบ	213
1191	บิบ	213
1192	ปน	213
1193	พรม	213
1194	หัก	212
1195	กุดีน	211
1196	ริม	211
1197	ถิ	211
1198	ปรก	210
1199	ยิม	210
1200	มิด	210
1201	ชูป	209
1202	ร้าง	209
1203	ยีน	207
1204	เผา	207
1205	แดด	206
1206	เพ็ด	206
1207	หุ้มด	205
1208	เช่า	204
1209	หุติม	204

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2898	สูบ	16
2899	หุมอบ	16
2900	โอื่ก	16
2901	เหฺร็ยง	16
2902	กั๊ว	16
2903	แรรัน	16
2904	คั๊ว	16
2905	จ้ด	16
2906	หุราม	16
2907	หุยก	16
2908	ริ้ว	16
2909	แดก	16
2910	แห่ย์	16
2911	หุยิก	16
2912	ปุย	16
2913	ดิ่ง	16
2914	เจน	16
2915	โพลง	16
2916	โนด	16
2917	เกี้ยว	16
2918	ถน	16
2919	กาว	16
2920	เกื้อ	16
2921	ทู	16
2922	วาว	16
2923	เฮา	16
2924	เตด	16
2925	ฟิด	16
2926	เอ็ย	15
2927	คิ๊บ	15
2928	โหลว	15
2929	วะ	15

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4618	เจ็ก	1
4619	แระ	1
4620	โอื่ด	1
4621	อู่	1
4622	นีน	1
4623	เชบ	1
4624	ถอง	1
4625	บู้ด	1
4626	หุงอะ	1
4627	ถ่ง	1
4628	แป็ด	1
4629	หุนอะ	1
4630	บ้าย	1
4631	เซง	1
4632	บีด	1
4633	แอ้ง	1
4634	เอ็น	1
4635	จ็ย	1
4636	ถื่อ	1
4637	หุน	1
4638	แหรม	1
4639	อื่บ	1
4640	ถ่ง	1
4641	เอ็ว	1
4642	หุน่ง	1
4643	จ้ง	1
4644	หุจ๊บ	1
4645	จ้อ	1
4646	อื่ด	1
4647	อื่ว	1
4648	แถก	1
4649	ถ็ย	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1210	ฐ	204
1211	ถ้ำ	203
1212	ทาย	203
1213	ทวน	202
1214	กฐิ	202
1215	คูด	202
1216	แรม	201
1217	เอน	201
1218	มิ่ง	200
1219	ทิน	200
1220	เร	200
1221	คูลิ่ง	199
1222	เลีย	199
1223	ม้า	199
1224	โป	199
1225	เก่ง	198
1226	ยัด	198
1227	บวด	198
1228	แกน	197
1229	แก่น	197
1230	เหล็ก	197
1231	สวม	196
1232	คาย	196
1233	เนียม	195
1234	กุลา	195
1235	กุราบ	195
1236	คาด	195
1237	ช้อน	194
1238	หุมา	194
1239	เสา	194
1240	ขัด	194
1241	ถี่	194

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2930	อ้อ	15
2931	โต	15
2932	โปรง	15
2933	โถ	15
2934	หุยบ	15
2935	ซ้อก	15
2936	ครอย	15
2937	หุลัว	15
2938	โปง	15
2939	แขวง	15
2940	บีก	15
2941	โกกลน	15
2942	นูน	15
2943	โฆด	15
2944	เกึ้ง	15
2945	นูด	15
2946	จี้	15
2947	วู้ด	15
2948	โซย	15
2949	ชิม	15
2950	ขวาน	15
2951	ปง	15
2952	เฮด	15
2953	โพน	15
2954	ลิม	15
2955	เชือด	15
2956	และ	15
2957	แขง	15
2958	เพิง	15
2959	แพลง	15
2960	แผลง	15
2961	แปลบ	15

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4650	เต็บ	1
4651	เหุ้ง	1
4652	งอย	1
4653	แอ้ม	1
4654	จ้อม	1
4655	ถ้อน	1
4656	เจ้า	1
4657	หุรม	1
4658	เจ้า	1
4659	อึบ	1
4660	เจ้ม	1
4661	หุ้งก	1
4662	งุม	1
4663	เชิก	1
4664	เอี้ยว	1
4665	ต๊ะ	1
4666	จิด	1
4667	เถี้ยว	1
4668	แอ้ว	1
4669	เต้า	1
4670	จิ้ม	1
4671	แหร์บ	1
4672	แร้ง	1
4673	เบ็ง	1
4674	เต็ก	1
4675	โหุรก	1
4676	ตั่ว	1
4677	ตูก	1
4678	เหล็ก	1
4679	เพียว	1
4680	เจียน	1
4681	เค็บ	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1242	เร้า	192
1243	รี้น	192
1244	เหฺลืออง	192
1245	บบ	191
1246	คู้น	190
1247	ย้อ	190
1248	จก	190
1249	จีด	189
1250	นัย	189
1251	คุดอง	189
1252	กูรอบ	188
1253	เกฺลือยด	188
1254	เริง	188
1255	แย่ง	187
1256	ฉา	187
1257	ติก	187
1258	แจก	186
1259	เอิน	186
1260	หุละ	186
1261	เคฺรืออ	186
1262	หุ่มน	185
1263	เซ้า	184
1264	ว้าย	184
1265	กัย	184
1266	แบก	184
1267	เสม	184
1268	หุ่ม	183
1269	เถียง	183
1270	ง้ม	183
1271	ฝืน	183
1272	หก	183
1273	คุริด	183

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2962	เอม	15
2963	เร็ด	15
2964	ก้อก	15
2965	โนน	15
2966	ร้า	15
2967	หุวิว	15
2968	แดง	15
2969	คิก	15
2970	วิว	15
2971	ฮี้	15
2972	กึ่ง	15
2973	เท่	15
2974	กิ	15
2975	บู่	14
2976	แก้ง	14
2977	เคฺเรียน	14
2978	หุร่าย	14
2979	เง่	14
2980	ลึ่ง	14
2981	แผ่น	14
2982	เตี้ย	14
2983	แก้ง	14
2984	เพก	14
2985	น้ม	14
2986	เหม	14
2987	ต้อย	14
2988	แวง	14
2989	จ๊ีบ	14
2990	โทน	14
2991	ฮิบ	14
2992	หืด	14
2993	ปอก	14

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4682	แก้ง	1
4683	หุละ	1
4684	ตุด	1
4685	ฝือ	1
4686	ต่วย	1
4687	เพ็ง	1
4688	เถียน	1
4689	เลียบ	1
4690	เลียบ	1
4691	เพี้ย	1
4692	เลียว	1
4693	แพ็ด	1
4694	แพก	1
4695	เพ่	1
4696	โฆว	1
4697	ตืด	1
4698	ตีม	1
4699	ตืด	1
4700	โฆด	1
4701	ตือ	1
4702	หุติม	1
4703	ขาง	1
4704	ข้าง	1
4705	เหฺลือยน	1
4706	เหฺลือก	1
4707	เอียบ	1
4708	เซิด	1
4709	เกฺลืออ	1
4710	พูน	1
4711	เพื่อ	1
4712	กุดิ่ง	1
4713	กุดิน	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1274	หุมวด	182
1275	เปื้อ	182
1276	โด้ะ	182
1277	เฟ่า	182
1278	ซื่อ	182
1279	ซ้าง	182
1280	รีด	181
1281	เห่น้อย	179
1282	ลุ่ม	179
1283	ซ๊ก	179
1284	ออก	178
1285	ชั้น	177
1286	ลุง	176
1287	ข้าย	176
1288	คุรา	176
1289	เดน	176
1290	ชุด	175
1291	เมื้อ	175
1292	ท้วน	173
1293	เจาะ	173
1294	ผ่า	173
1295	ฝ้าย	173
1296	ดัก	173
1297	ทิม	172
1298	ปุย	172
1299	ยูน	172
1300	เคุ่ลีย	171
1301	ค้าง	171
1302	นึ่ง	171
1303	ม้ว	171
1304	คิบ	171
1305	เฉียง	170

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
2994	กรุ่น	14
2995	แซน	14
2996	แย	14
2997	ปูลาบ	14
2998	เบิน	14
2999	โถม	14
3000	โถง	14
3001	ย้อย	14
3002	ชง	14
3003	คิว	14
3004	แพด	14
3005	จาด	14
3006	จิ้ม	14
3007	กร๊วบ	14
3008	หุงอย	14
3009	แบด	14
3010	เบิ่น	14
3011	ฟั้น	14
3012	โตน	14
3013	ซุ	14
3014	ฮอบ	14
3015	บือ	14
3016	เซี่ยน	14
3017	หุ่ลย	14
3018	อ็อก	14
3019	เพน	14
3020	แจ๊ก	14
3021	ฟิน	14
3022	ปุ่น	14
3023	โตน	14
3024	เทิน	14
3025	ว่าว	13

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4714	กุ่ลีย	1
4715	กุ่ลีน	1
4716	ฝู	1
4717	เขุ่ล	1
4718	เขุ่ลย	1
4719	เล่ง	1
4720	ทึ่ง	1
4721	แต่น	1
4722	ทิน	1
4723	ซุบ	1
4724	กุ่ล็ก	1
4725	กุ่ล็ก	1
4726	กุ่ลย	1
4727	กุ่ลียอด	1
4728	ฟู้บ	1
4729	ฟู้ด	1
4730	คิบ	1
4731	จिन	1
4732	เผื่อด	1
4733	เลิ่น	1
4734	คีย	1
4735	ชุล	1
4736	เปุ่ล้า	1
4737	ก้าม	1
4738	โละ	1
4739	โละ	1
4740	เลิ่ง	1
4741	หุ่วก	1
4742	หุ่ลย	1
4743	ก้อย	1
4744	กอย	1
4745	ปู้ลี่ย	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1306	หุวะ	170
1307	ยอ	170
1308	เขื่อน	169
1309	กวด	169
1310	ฝ่า	169
1311	ฉาย	169
1312	แลง	169
1313	ปู่	169
1314	นุ	169
1315	รี	169
1316	บวก	168
1317	ฟ่อง	168
1318	หุ่ล่อ	168
1319	บอด	168
1320	พูน	168
1321	เด	168
1322	คุลิ่ง	167
1323	เนน	167
1324	คอบ	167
1325	เฟีย	166
1326	เกา	166
1327	เทียน	166
1328	เจก	165
1329	นิน	165
1330	เจอ	164
1331	โชม	164
1332	ทุด	164
1333	ปุลอม	164
1334	แหุลม	164
1335	มก	163
1336	หุ่ลี	163
1337	หุ่วาด	163

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3026	รีด	13
3027	เอิก	13
3028	มั่ง	13
3029	แป้ง	13
3030	ซิด	13
3031	เย่อ	13
3032	อ้อด	13
3033	เหริก	13
3034	เทก	13
3035	ลือบ	13
3036	ตุรอก	13
3037	โม่	13
3038	เข็ด	13
3039	ลูน	13
3040	หุ่หนีบ	13
3041	เนี่ยน	13
3042	ฟีด	13
3043	คู้ย	13
3044	ลุ่ม	13
3045	หุ่มิ	13
3046	เจอะ	13
3047	หม	13
3048	ตุรัม	13
3049	เปุระอะ	13
3050	หอง	13
3051	หุ่มาน	13
3052	กุ่ม	13
3053	เคุลุ่ม	13
3054	บ่วง	13
3055	เลียด	13
3056	โรม	13
3057	แถบ	13

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4746	แยน	1
4747	หุลูก	1
4748	แยม	1
4749	หุ่ลิบ	1
4750	ปลับ	1
4751	โหลด	1
4752	เยื่อ	1
4753	เขื่อน	1
4754	แซด	1
4755	เห่ฮ็อก	1
4756	ยู	1
4757	แซว	1
4758	หุ่ยูก	1
4759	ขาบ	1
4760	หุ่ชวน	1
4761	ช้วน	1
4762	ช้วย	1
4763	เหวก	1
4764	หุ่ยูน	1
4765	หุ่วัง	1
4766	เก็ด	1
4767	หุ่ลุ่ม	1
4768	ชัน	1
4769	เป็ยง	1
4770	เป็ยด	1
4771	แต้ว	1
4772	แต้ว	1
4773	ค่อม	1
4774	ข่อย	1
4775	เป็ยว	1
4776	วอย	1
4777	ค้อด	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1338	โพบ	163
1339	ปรี	163
1340	ลิป	162
1341	จี	162
1342	หุ่ย	161
1343	แล้ง	161
1344	ท่ม	160
1345	ละ	160
1346	นิ้ว	160
1347	แอบ	160
1348	ควน	160
1349	โยก	160
1350	ลอ	160
1351	ค่าย	159
1352	พัน	159
1353	ฮา	159
1354	ครั้น	158
1355	เยอะ	158
1356	เขย	157
1357	หุญ	157
1358	ลือ	157
1359	ฮ่วย	157
1360	ซัด	157
1361	แถบ	156
1362	เหวียน	156
1363	เบอ	156
1364	แก่น	155
1365	กวน	155
1366	หุมา	155
1367	พริก	154
1368	กึ่ง	154
1369	สูบ	154

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3058	เทิม	13
3059	ปล่อง	13
3060	เง้อม	13
3061	เหuling	13
3062	พรด	13
3063	เล่อ	13
3064	หุ้ม	13
3065	งู	13
3066	คุง	13
3067	วาก	13
3068	ฮุน	13
3069	เขื่อ	13
3070	เปื่อง	13
3071	คาง	13
3072	ครั้น	13
3073	กฤษ	13
3074	ตุน	13
3075	รูด	13
3076	เหุนด	13
3077	ง่าม	13
3078	แซ	13
3079	ลุ่ม	13
3080	พรวา	13
3081	ปลด	13
3082	มิ่ง	13
3083	เฟน	13
3084	แคว	13
3085	โสม	13
3086	เจียม	13
3087	จอก	13
3088	ยิ	13
3089	ขรุ	12

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4778	หุ่ย	1
4779	เปี้ยว	1
4780	โลว	1
4781	ปี้	1
4782	เกดียง	1
4783	หุ้ม	1
4784	พาว	1
4785	โสบ	1
4786	วือด	1
4787	ลี้	1
4788	เกก	1
4789	ปี้บ	1
4790	เกบ	1
4791	วือด	1
4792	เก้น	1
4793	ปี้ด	1
4794	ปี้ด	1
4795	ปี้ง	1
4796	เก้า	1
4797	พุลบ	1
4798	กฤษ	1
4799	ต่ง	1
4800	ผูลน	1
4801	โตง	1
4802	กุด้าย	1
4803	กุด้อ	1
4804	ก๊วย	1
4805	กุด้อน	1
4806	กุด้อม	1
4807	กุดอย	1
4808	กิบ	1
4809	กัว	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1370	คุด	154
1371	แจ่ม	154
1372	โก้	154
1373	ชิน	154
1374	อ่าว	153
1375	ซ่อม	153
1376	ลาน	153
1377	ซัก	153
1378	เหมน	152
1379	ลอบ	152
1380	กั๊น	152
1381	บ่อ	152
1382	คบ	152
1383	สัน	152
1384	เส็ด	152
1385	ท้วง	151
1386	ซอย	151
1387	ฝ่า	151
1388	ขาน	151
1389	ผัก	151
1390	เรี่ย	151
1391	เมา	151
1392	เหฺลี่ย	150
1393	ตึก	150
1394	บอน	150
1395	หุนบ	149
1396	ขั๊ย	149
1397	เบิก	149
1398	ยืม	148
1399	วีบ	148
1400	แผ่	148
1401	มั่ง	148

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3090	ขุระ	12
3091	หุจน	12
3092	เคฺรง	12
3093	แหฺม	12
3094	เขว	12
3095	เขียด	12
3096	เจ็ง	12
3097	ฮ่วน	12
3098	แหฺรน	12
3099	โจ่ง	12
3100	ซุ๊ย	12
3101	คุริ่ม	12
3102	เฮ็ด	12
3103	ทิง	12
3104	คุริน	12
3105	ผุย	12
3106	คุร่า	12
3107	ปลิด	12
3108	ทาม	12
3109	เฮี้ย	12
3110	ฝ่อ	12
3111	แพ้ว	12
3112	พุ่น	12
3113	ผาง	12
3114	บุง	12
3115	โล่	12
3116	มิน	12
3117	หึ่ง	12
3118	เซาะ	12
3119	เหฺนา	12
3120	เทียว	12
3121	แหฺว้ง	12

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4810	สูง	1
4811	กิก	1
4812	ก๊วย	1
4813	กึบ	1
4814	ตี	1
4815	เกียก	1
4816	เกือก	1
4817	กู่วาน	1
4818	โผลก	1
4819	ตีม	1
4820	แเค็ก	1
4821	พุ่ร่น	1
4822	เต้อ	1
4823	พุ่ร็บ	1
4824	แกว่น	1
4825	กู่วัย	1
4826	กิม	1
4827	กุ่รบ	1
4828	กู่ร่น	1
4829	กู่ริ่ม	1
4830	พู่ลิ่ง	1
4831	แผ่ลึบ	1
4832	ตั้น	1
4833	เกุ่ร็บ	1
4834	ผูลู	1
4835	กู่ริ่ม	1
4836	พม	1
4837	โก่รอก	1
4838	โก่ร่น	1
4839	ตีม	1
4840	ตีย	1
4841	กู่ริ่อด	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1402	ดึก	147
1403	หุณี	147
1404	ลิม	147
1405	หุนาว	146
1406	หุด	146
1407	นาก	146
1408	หุ้ม	145
1409	เรื่อง	145
1410	อับ	145
1411	โคว	144
1412	คิก	144
1413	คึ้น	144
1414	หุดอก	144
1415	ตาน	144
1416	ตั้ง	143
1417	ลอก	143
1418	หอม	143
1419	ดู	143
1420	เต	143
1421	โพ	143
1422	แฝง	142
1423	กवाद	142
1424	ถก	142
1425	หุมาด	142
1426	บ้า	142
1427	เตอ	142
1428	มอน	142
1429	คัม	141
1430	แฝล	140
1431	เกลา	140
1432	ยั้ง	140
1433	คุดอง	140

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3122	คึ้น	12
3123	เคุ่ล้า	12
3124	อ่วน	12
3125	ครุอก	12
3126	อั้ง	12
3127	คั้ง	12
3128	เฟ้	12
3129	แพด	12
3130	พ้อ	12
3131	ลีด	12
3132	ซ้อย	12
3133	หิง	12
3134	โมบ	12
3135	เดียด	12
3136	ฮอด	12
3137	อั้ง	12
3138	เหม้ง	12
3139	คูรี	12
3140	จุง	12
3141	ตง	12
3142	มี	12
3143	หัง	12
3144	แสก	12
3145	คีด	12
3146	แกม	12
3147	อิม	12
3148	ฟอน	12
3149	ฮัน	12
3150	โพน	12
3151	ริง	12
3152	เฮือก	11
3153	กุรอด	11

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4842	แก๊บ	1
4843	เก็ด	1
4844	ติบ	1
4845	โผย	1
4846	ตืด	1
4847	กู๊ววม	1
4848	กั้ง	1
4849	กั้ง	1
4850	ก่ง	1
4851	กู๊ว	1
4852	คิ้ว	1
4853	กุดัน	1
4854	กุดัม	1
4855	แก่วว	1
4856	พุดัว	1
4857	โคะ	1
4858	คูริน	1
4859	ขุริก	1
4860	คูริบ	1
4861	คูริน	1
4862	เตรีบ	1
4863	แท	1
4864	พุดา	1
4865	แพุรค	1
4866	ตุริน	1
4867	คูราก	1
4868	คูราย	1
4869	โตรณ	1
4870	เตอะ	1
4871	แพ้วว	1
4872	โคุรณ	1
4873	คุด	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1434	ตุง	140
1435	เชิย	139
1436	ท้ำ	139
1437	อาย	139
1438	หวั่น	139
1439	ลุ่ม	139
1440	คูก	139
1441	ตุราบ	138
1442	กุรอง	138
1443	โจน	138
1444	เขบ	137
1445	ถัด	136
1446	ผัน	136
1447	ลวง	136
1448	เบิย	136
1449	ข่ม	136
1450	นิก	136
1451	ถอด	135
1452	แจน	135
1453	ดิน	135
1454	ดอด	134
1455	ปม	134
1456	บ่อน	134
1457	ปี่	134
1458	เปรม	133
1459	เผ่า	133
1460	อ้าย	133
1461	พุลอย	133
1462	ชิม	133
1463	รัน	133
1464	อ้อม	132
1465	เชียน	132

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3154	กี้ก	11
3155	เหยิบ	11
3156	เก็ลลีย	11
3157	เกม	11
3158	เต็ง	11
3159	จิม	11
3160	เหลือบ	11
3161	เพือ	11
3162	ร่อย	11
3163	เก๋า	11
3164	หูล่า	11
3165	หุรือ	11
3166	เหนียก	11
3167	จวย	11
3168	เกีย	11
3169	แหุย	11
3170	ล่าง	11
3171	เต้อ	11
3172	พุรือย	11
3173	แกร	11
3174	เทีย	11
3175	หุลือก	11
3176	กุ่ม	11
3177	นึ่ง	11
3178	ชุน	11
3179	ฟ่วง	11
3180	หุนาบ	11
3181	เสียม	11
3182	เพลา	11
3183	โพง	11
3184	ป่อง	11
3185	ยิก	11

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4874	หุลาว	1
4875	โค้ว	1
4876	พุย	1
4877	โอบ	1
4878	โคง	1
4879	ผิ	1
4880	แท็บ	1
4881	แตร์ริก	1
4882	ฟ่วน	1
4883	ตุ่ย	1
4884	ลั่ว	1
4885	ทือ	1
4886	เพลาะ	1
4887	ผุละ	1
4888	เวบ	1
4889	เพรา	1
4890	คู่วือก	1
4891	จื่อ	1
4892	แก็ด	1
4893	เพรง	1
4894	เพรียบ	1
4895	จิง	1
4896	จิ้น	1
4897	แกว	1
4898	เตี่ยว	1
4899	คูน	1
4900	กัว	1
4901	คู่วิว	1
4902	ลือด	1
4903	แก็บ	1
4904	หุล่อง	1
4905	คูรุษ	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1466	แก	132
1467	ทุ่ง	132
1468	เตร	131
1469	กุด่อง	131
1470	เถื่อน	131
1471	เสียน	131
1472	หุ่ยบ	130
1473	นุ้ม	130
1474	แกว่ง	130
1475	ทง	130
1476	หุงวน	129
1477	บ่ง	129
1478	กั้ง	129
1479	ชด	129
1480	ยับ	129
1481	เมียด	129
1482	แมน	129
1483	เดด	129
1484	งวด	128
1485	โมย	128
1486	กุราน	128
1487	อิง	128
1488	ปาง	128
1489	ตุ๊รด	127
1490	เดี้ยว	127
1491	เจ้อ	127
1492	ชาย	127
1493	ดิน	127
1494	แกม	126
1495	พุราม	126
1496	หุดอง	126
1497	เพูลิง	126

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3186	อุก	11
3187	โหุ่รง	11
3188	บอม	11
3189	ฮู้ง	11
3190	เละ	11
3191	โหนด	11
3192	ล่อน	11
3193	แหงน	11
3194	โพง	11
3195	แกลด	11
3196	บู้ง	11
3197	ฮู้ง	11
3198	เบ่ลี่ย	11
3199	เห่หนีบ	11
3200	ตือฮี้	11
3201	อวน	11
3202	คือ	11
3203	หุ่รีด	11
3204	ฮก	11
3205	ฮ้อม	11
3206	กั้ม	11
3207	เตย	11
3208	ชิม	11
3209	จี้ฮี้	11
3210	เห่บ	11
3211	เจ็ด	11
3212	ฮู้	11
3213	เว้า	11
3214	แหง	11
3215	ฮอม	11
3216	ฟัด	11
3217	เสน	11

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4906	กุ่ฮู้ย	1
4907	กุ่รุก	1
4908	พูริ	1
4909	กุ่ริ่ม	1
4910	แก๊	1
4911	ตุ่รัน	1
4912	ตุ่ริ่ม	1
4913	ตุ่ริ่ก	1
4914	เพลน	1
4915	เตียม	1
4916	กุ่รม	1
4917	เตรบ	1
4918	เต้อ	1
4919	เข็ด	1
4920	แปบ	1
4921	แป้ว	1
4922	คี้บ	1
4923	ปอย	1
4924	ฮ้อบ	1
4925	มูม	1
4926	เทิ่น	1
4927	เซียง	1
4928	เท่ม	1
4929	มู๋	1
4930	ฮ้อ	1
4931	แป็ด	1
4932	แนด	1
4933	ฟ็อก	1
4934	เด็ด	1
4935	เคิ่น	1
4936	หุ่มี้ง	1
4937	เคย	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1498	เห	126
1499	ป้าย	125
1500	รื่อง	125
1501	เขน	125
1502	พ็อง	124
1503	คาย	124
1504	ก้าด	123
1505	ควาย	123
1506	คาม	122
1507	สื่อง	122
1508	เฮื่อ	122
1509	หุวาน	122
1510	แนก	121
1511	ซาก	121
1512	แหง	121
1513	หิว	121
1514	หุ่ฮอน	121
1515	หุ่รี	121
1516	โมด	121
1517	เอี้ย	120
1518	นะะ	120
1519	จอด	120
1520	โน้่น	120
1521	โดน	120
1522	ซอน	120
1523	เพิ่น	120
1524	กาง	120
1525	ปู้	120
1526	งับ	119
1527	หุนวก	119
1528	โหด	119
1529	มั่ง	119

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3218	เวก	11
3219	ซุน	11
3220	เดี้ยม	11
3221	หุ่รูป	11
3222	ฝัด	11
3223	อ่อง	11
3224	แฮน	11
3225	พุลาย	11
3226	เก้ริ้ว	10
3227	จิ่ง	10
3228	เฮี้ย	10
3229	ซong	10
3230	ทึบ	10
3231	ตั้ง	10
3232	เพื่อน	10
3233	เอื่อ	10
3234	ซั่ม	10
3235	หิม	10
3236	ทู้	10
3237	เก้ริน	10
3238	คู้ม	10
3239	ส่อน	10
3240	ตุ่ริก	10
3241	ก้อย	10
3242	หิม	10
3243	เฉา	10
3244	กุดวง	10
3245	ปวก	10
3246	เนือย	10
3247	กู่ริบ	10
3248	แอ่น	10
3249	หุ่มับ	10

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4938	โด้บ	1
4939	เมือม	1
4940	ตั้ง	1
4941	อ้าย	1
4942	อาม	1
4943	เถด	1
4944	ดึบ	1
4945	อ้าด	1
4946	เทง	1
4947	คู้ย	1
4948	เปื่อง	1
4949	มั่ง	1
4950	โหมก	1
4951	ปูก	1
4952	ฟัด	1
4953	เพี้ยว	1
4954	เพียด	1
4955	ต้อง	1
4956	เพ็ก	1
4957	พะ	1
4958	ฝัด	1
4959	แหว	1
4960	ป้อบ	1
4961	แดม	1
4962	แหว	1
4963	เด็บ	1
4964	แหวะ	1
4965	มู๋ย	1
4966	ฟ้าว	1
4967	ฝาน	1
4968	ฟ่าน	1
4969	ฟ้าม	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1530	สึก	119
1531	จั่ง	119
1532	ปลุก	119
1533	เถอะ	118
1534	แบก	118
1535	เงา	118
1536	ข้าง	118
1537	เที่ยง	118
1538	ชู	118
1539	เขื่อน	117
1540	เกื้อ	117
1541	พุดัน	117
1542	เมน	117
1543	บู่	116
1544	โห	116
1545	แต่น	115
1546	หุวี	115
1547	คุลี	114
1548	จ่าง	114
1549	คัย	114
1550	ตู้	114
1551	ขวบ	113
1552	บ่าย	113
1553	คุลีน	113
1554	ปาน	113
1555	ซอ	113
1556	ออน	113
1557	เหฺยื่อ	112
1558	เสี้ย	112
1559	บัว	112
1560	กาม	112
1561	จิ้น	111

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3250	กุก	10
3251	เป็น	10
3252	โห่	10
3253	พุดับ	10
3254	ปล้ม	10
3255	ลน	10
3256	ฝุลิ	10
3257	คุรง	10
3258	เป้	10
3259	พรวน	10
3260	จาม	10
3261	เหฺร์	10
3262	คิม	10
3263	โอบ	10
3264	อ่า	10
3265	ฮิ่ง	10
3266	ฟ่าง	10
3267	โฌง	10
3268	แซ่ง	10
3269	หุมิง	10
3270	กุ๊ราน	10
3271	ว่อน	10
3272	พุดั้ง	10
3273	ทัง	10
3274	ฮืด	10
3275	คุรูด	10
3276	เป็ยน	10
3277	หนี	10
3278	พี	10
3279	ป่าว	10
3280	เคิน	10
3281	เฮ็อง	10

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
4970	ฝ้าม	1
4971	ปี้ด	1
4972	ปี้ฮ	1
4973	เป๊ก	1
4974	ฝาย	1
4975	ฟาย	1
4976	ฟอน	1
4977	ปู้	1
4978	จุย	1
4979	จั้ง	1
4980	จู้	1
4981	นู้ด	1
4982	จ้ว	1
4983	จ้ว	1
4984	จ้วง	1
4985	จวง	1
4986	จ้วน	1
4987	น้าน	1
4988	จูป	1
4989	จั้ง	1
4990	จุง	1
4991	เค็ยน	1
4992	จุ้น	1
4993	หุนอย	1
4994	เจ็อะ	1
4995	ท้ย	1
4996	เจ็ว	1
4997	เจ็จ	1
4998	เจ็จ	1
4999	เจ็น	1
5000	เอ็บ	1
5001	โจ้	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1562	อาบ	111
1563	ลื้อ	111
1564	ฝืน	110
1565	จี	110
1566	สวด	110
1567	นุ่ง	110
1568	อ่าง	110
1569	ท่วม	110
1570	เปีย	110
1571	โอน	110
1572	เห่ลี่ยม	110
1573	ฮอ	110
1574	กิด	109
1575	คั่ง	109
1576	ฟุ้ง	109
1577	ซิด	109
1578	ลวด	108
1579	ฝัว	108
1580	ถี้	108
1581	เลง	108
1582	สอย	108
1583	ลิ่ง	108
1584	สู	107
1585	หุ้ย้น	107
1586	เสก	107
1587	ค่น	106
1588	หวง	106
1589	หุยาบ	106
1590	แนบ	106
1591	เอียง	105
1592	หุลาม	105
1593	ปึก	105

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3282	ซ้อบ	10
3283	ปริง	10
3284	รวน	10
3285	เจีย	10
3286	เรียม	10
3287	เต้	10
3288	แมด	10
3289	เฮ้า	10
3290	กูด	10
3291	แซน	10
3292	พุดัก	9
3293	ชวย	9
3294	ฟุ่ม	9
3295	หุ่ย้อม	9
3296	เกิ้ลัด	9
3297	โว้ว	9
3298	บีน	9
3299	หุงาด	9
3300	เจี้ยว	9
3301	ลก	9
3302	หุ่ม	9
3303	เส่อ	9
3304	คร่อม	9
3305	จีบ	9
3306	ชุก	9
3307	เปุร้อ	9
3308	หุนอด	9
3309	จ็อน	9
3310	แมม	9
3311	ลื้อ	9
3312	คุด้า	9
3313	เตียม	9

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
5002	ท่าว	1
5003	โจ้ง	1
5004	จั้ง	1
5005	เอียง	1
5006	จิ้น	1
5007	จึ้น	1
5008	ร่าบ	1
5009	ฟุน	1
5010	เต้	1
5011	เซี่ยะ	1
5012	เซะ	1
5013	เดม	1
5014	เดก	1
5015	อ้า	1
5016	ต้า	1
5017	คัม	1
5018	แม็ง	1
5019	คัย	1
5020	เนือย	1
5021	ต้าว	1
5022	เจ็อน	1
5023	น้อ	1
5024	อ้าว	1
5025	จี	1
5026	แจว	1
5027	แจ้ว	1
5028	เซง	1
5029	ต้าว	1
5030	แจะ	1
5031	อ๊ับ	1
5032	ค้อก	1
5033	ค้อด	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1594	โสภ	105
1595	รุ่ม	105
1596	เลน	105
1597	กุ่ม	104
1598	กรีน	104
1599	เป้า	104
1600	ซัง	104
1601	พุ่ม	104
1602	ยัม	104
1603	ลาด	104
1604	พิง	103
1605	เร้น	103
1606	ว้าย	103
1607	แวน	103
1608	กง	103
1609	อิม	103
1610	โคจร	103
1611	ว้าว	103
1612	เมิด	102
1613	ป่อง	102
1614	สาบ	102
1615	เวียง	102
1616	โกน	102
1617	โยน	101
1618	แรน	101
1619	ควัน	101
1620	แพ	101
1621	เฮ	101
1622	เนด	101
1623	เบ	101
1624	พุลิก	100
1625	เนา	100

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3314	โห่ง	9
3315	เงี้ย	9
3316	เซิบ	9
3317	เปุ่ล	9
3318	เทื่อง	9
3319	ถ่าง	9
3320	พุน	9
3321	หุ่งุ่น	9
3322	คั้น	9
3323	ตุ้	9
3324	ถัก	9
3325	อ้าน	9
3326	ฝิ่ง	9
3327	จุน	9
3328	โก่ง	9
3329	จื่อ	9
3330	อวบ	9
3331	กร่าง	9
3332	แตก	9
3333	ปล่อง	9
3334	โอ่ง	9
3335	เฟื่อง	9
3336	เอิบ	9
3337	กวม	9
3338	โยด	9
3339	อ้ม	9
3340	เว้ง	9
3341	ปู้บ	9
3342	หุ่ม่า	9
3343	แห	9
3344	เหฺยาะ	9
3345	ค้อม	9

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
5034	เสว	1
5035	ค้อย	1
5036	ถับ	1
5037	เจื่อง	1
5038	แจ้	1
5039	ฮือ	1
5040	เหฺวิก	1
5041	แถ็ด	1
5042	เท่อ	1
5043	ม้อย	1
5044	แหะ	1
5045	มอก	1
5046	แสว	1
5047	แฮด	1
5048	เป่	1
5049	แสง	1
5050	เทิบ	1
5051	แฮ่น	1
5052	ฮวย	1
5053	หือ	1
5054	โวน	1
5055	ม้อด	1
5056	หิ้น	1
5057	หิ้น	1
5058	เหื่อง	1
5059	อ้อม	1
5060	เท้ม	1
5061	เหฺวิบ	1
5062	ฮู้	1
5063	ฮูก	1
5064	ฮั่ว	1
5065	ฮวด	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1626	นง	100
1627	ปูน	100
1628	เถิด	100
1629	แม็ก	100
1630	เถิง	99
1631	แยะ	99
1632	ฟ่าย	99
1633	ร่วง	99
1634	จม	99
1635	ฝั๊ย	99
1636	หิด	99
1637	กู๊ร็ย	99
1638	ม่อ	99
1639	ข่าน	98
1640	กุดอน	98
1641	หุ่ม่อม	98
1642	อ้วน	97
1643	ต้อน	97
1644	แซง	97
1645	เทา	97
1646	น็ด	97
1647	โกง	97
1648	ล่อ	97
1649	เซ	97
1650	คุ๊ร็ด	96
1651	เข็บ	95
1652	แม่น	95
1653	ผง	95
1654	ชิน	95
1655	ฮ่าย	94
1656	ข้ง	94
1657	ซอบ	94

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3346	ซื่อ	9
3347	หุ๊วิน	9
3348	เหือด	9
3349	กู๊รวด	9
3350	หุงก	9
3351	คู้้น	9
3352	กู๊ร้อ	9
3353	เหิม	9
3354	ซี้	9
3355	เจิม	9
3356	กุดัด	9
3357	แวม	9
3358	รีน	9
3359	ปอบ	9
3360	ชาว	9
3361	เจื่อง	9
3362	กู่	9
3363	ป่าย	9
3364	ป๊ีบ	9
3365	กุดาด	9
3366	แพรว	9
3367	อ๊ก	9
3368	ดาก	9
3369	แด	9
3370	หุ๊	9
3371	ม่าย	9
3372	ฮาว	9
3373	ตาด	9
3374	เปก	9
3375	เพริด	9
3376	ร้อก	9
3377	หาว	9

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
5066	ม่อน	1
5067	ฟด	1
5068	ฮี	1
5069	เขิ่น	1
5070	เอี้ยด	1
5071	ล่วม	1
5072	เว้	1
5073	โอบ	1
5074	เวี้ยะ	1
5075	หุ่ยง	1
5076	หุ้ด	1
5077	หุ่ยม	1
5078	ยิม	1
5079	ฮี้	1
5080	หุ่ย	1
5081	เยย	1
5082	เห่ล้อม	1
5083	เป็ก	1
5084	แล่ง	1
5085	หุด	1
5086	خاب	1
5087	ฮ้าย	1
5088	ฮ้าว	1
5089	แล็ด	1
5090	เยียบ	1
5091	วัก	1
5092	ทุย	1
5093	เป๊ีบ	1
5094	ลื่อ	1
5095	ซ่ก	1
5096	แป้ล	1
5097	เหฺยน	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1658	โง่ง	94
1659	เบียด	94
1660	เสียด	93
1661	ท้อ	93
1662	กัก	93
1663	หุลก	93
1664	ชาน	93
1665	เร้ง	92
1666	แรว	92
1667	เหี่ยยด	92
1668	ซั้ย	92
1669	กุดัน	91
1670	เลื่อม	91
1671	เหุ่น	91
1672	ลัน	91
1673	ซีก	90
1674	ฝิ่น	90
1675	เพ่ง	90
1676	เพลิน	90
1677	หวน	90
1678	เห่นียว	90
1679	ตาก	90
1680	งู	90
1681	คิว	90
1682	หาง	90
1683	โขง	89
1684	หุลาบ	89
1685	วิก	89
1686	แปด	89
1687	บี	89
1688	กัรวาว	88
1689	แคว้น	88

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3378	แคาด	9
3379	หุยา	9
3380	เอี้ยว	8
3381	เขียบ	8
3382	ตัน	8
3383	โงก	8
3384	โถน	8
3385	เคลิบ	8
3386	ด้าม	8
3387	แคง	8
3388	เตื่อง	8
3389	ป๊ีบ	8
3390	หุวู้	8
3391	ตุ้	8
3392	กุราก	8
3393	อูด	8
3394	ปูด	8
3395	พุลุก	8
3396	ป๊วย	8
3397	เลน	8
3398	ลิ่ง	8
3399	แควร์	8
3400	เสียบ	8
3401	แปะ	8
3402	ต๊ีบ	8
3403	ขุวาก	8
3404	เย่	8
3405	เอ้อ	8
3406	ชอก	8
3407	ตุ้รับ	8
3408	เส็ง	8
3409	เจื่อง	8

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
5098	เป้ง	1
5099	โป้ว	1
5100	ป๊าด	1
5101	ป๊ีม	1
5102	ถน	1
5103	เม่า	1
5104	เม้า	1
5105	ป๊ัย	1
5106	เมม	1
5107	ป๊ัย	1
5108	เมบ	1
5109	ป๊าว	1
5110	วู้	1
5111	วีด	1
5112	แวก	1
5113	ห่วย	1
5114	ฮ้อด	1
5115	เฮ้ง	1
5116	เมียน	1
5117	หุ้มิก	1
5118	แประ	1
5119	แพ็ก	1
5120	พิม	1
5121	เพื่อง	1
5122	เพื่อย	1
5123	เพื่อย	1
5124	ฟุ	1
5125	ฟู้	1
5126	ฟู่	1
5127	ฟูด	1
5128	บุลิ่ง	1
5129	เม้ง	1

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
1690	ฉืด	88
1691	บ่น	88
1692	เร่	88
1693	ปู่	88
1694	ยิว	87
1695	โค่น	87
1696	คาบ	87
1697	ปริด	87
1698	พับ	87
1699	กุด	87
1700	คุดอด	86
1701	โคกลง	86
1702	เหวีย	86
1703	กวี	86
1704	แอน	86
1705	เอ็ง	85
1706	แหุนง	85
1707	หุนัด	85
1708	ทุรอ	85
1709	ลาก	85
1710	ขม	85
1711	แพ	85
1712	ดำ	85
1713	หุ่่ง่า	85
1714	หุ่่มิ	85
1715	สุ่ม	85
1716	ผา	85
1717	คื้อ	84
1718	พุ่่ย์	84
1719	ถึย	84
1720	แหุนก	83

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
3410	เพียง	8
3411	คุรอด	8
3412	เตาะ	8
3413	โสบ	8
3414	เกฺรน	8
3415	คุ่ม	8
3416	ม่วน	8
3417	ปลวก	8
3418	ฉิว	8
3419	งอม	8
3420	ขลุ่ย	8
3421	จุ่ม	8
3422	เก้	8
3423	เงือก	8
3424	เงื่อ	8
3425	หาม	8
3426	พุดุ้ม	8
3427	อึ้น	8
3428	ก่อง	8
3429	เห่้งือก	8
3430	แพบ	8
3431	มาง	8
3432	เรื้อน	8
3433	ฉลาด	8
3434	พุดิว	8
3435	หุนง	8
3436	กุดะ	8
3437	วอด	8
3438	เลบ	8
3439	เอือม	8
3440	งวย	8

ลำดับ	พยางค์	ความถี่
5130	โสก	1
5131	สุบ	1
5132	สู้่ง	1
5133	หุ่่ง	1
5134	สูง	1
5135	เทีย	1
5136	ชุก	1
5137	สู่ย	1
5138	หุ่่ย	1
5139	เฮ้อ	1
5140	ต้อย	1
5141	เพิ่น	1
5142	ม้าม	1
5143	เปียน	1
5144	ลีย	1
5145	ปฺริก	1
5146	เพิ่ง	1
5147	เหะ	1
5148	เฮะ	1
5149	เอียง	1
5150	เอื่ียง	1
5151	ม้าม	1
5152	อึม	1
5153	ปุ่ร	1
5154	ป้่ง	1
5155	ปุ่ริ	1
5156	โถว	1
5157	ปฺริต	1
5158	หัง	1
5159	โทก	1
5160	หี่	1

ภาคผนวก ง
ข้อความที่ใช้บันทึกเสียงพูด

- (1) ๑๑ ข้าพเจ้าหอมแก้มลูกสาวสามขวบแล้วปล่อยพ่อแม่เลี้ยงดู ๑๑
- (2) ๑๑ เก็บแทนระบบแผนภูมิเข็มเย็บเหล็ก ๑๑
- (3) ๑๑ อุปกรณ์สื่อสารลัมเพลวจิงควรรใช้เครื่องมือเถอะ ๑๑
- (4) วันจันทร์เดือนมกราคมพ.ศ.สองพันห้าร้อยยี่สิบเอ็ดคัมเหนือ ๑๑
- (5) ๑๑ ตำรวจเตรียมพร้อมคอยช่วยเหลือเด็กหญิงกลับมา ๑๑
- (6) ๑๑ กิ่งสวมบทบาททรูบนเรือนองกรุงเทพแต่ละครั้ง ๑๑
- (7) เร็งฝึเท้ายะโสเที่ยวพักผ่อนเยียดเจอ ๑๑
- (8) เวียนิธิในแง่สิ่งของจาริตเจียบจัวะ ๑๑
- (9) เวรยามก่อนข้างหนาแน่นเค็ดขาดซึ่งเห็ดผลัวะ ๑๑
- (10) ๑๑ กิตติเสชอบคิมเอ๊ะแซ่แจ็งเคลือบมุ้ง ๑๑
- (11) นวลทิพย์ขอแรงเบ็ดขึ้นปราศรัยนวยตาขวาง ๑๑
- (12) ๑๑ ถือศีลไว้อีกเก้าปีกล่องไซ้ใหม่ ๑๑
- (13) ๑๑ ตัวอย่างต่อมเด่นออกโนนเบือเลี้ยง ๑๑
- (14) ๑๑ คำเนินชีวิตมนุษย์ทุกแง่ซีกเลว ๑๑
- (15) ะหว่างร่ำหรับสนจักพายเนื่อง ๑๑
- (16) ยุโรปยอมซื้อเปลือกไม้ถั่วเหลืองล้อรถทำให้ฝ่ายจีนเลี้ยงยิดอำนาจรักสัน ๑๑
- (17) สิทธิท้วงทราชีพเหล่าหนักยื่นเยอะ ๑๑
- (18) เงื่อนโขงปกไครเดิบโต๊ะมานคอน ๑๑
- (19) ๑๑ โพล์แกรีมแถวโน้มจอมภาคเลนบัดเซีย ๑๑
- (20) แวดโล่งอ้วเลขเชื่อมโยชน์เหน่เหลี่ยมโจมตอน ๑๑
- (21) ๑๑ ไค้งแรมก็แหละเสื่อมทรงฮือป็น ๑๑
- (22) หงบถ้วนบายตรงลิวโลกชิมแส ๑๑
- (23) โหยกจิดโน้นเพิ่มงวดนัวหมดห้วงหาก ๑๑
- (24) ๑๑ ป้องเลื้อดุดหนุนควกเปือกบิบเข้ ๑๑
- (25) ๑๑ เชื้อเฟ้นเบี่ยเหลี่ยข่มคืบปรับแฝง ๑๑
- (26) ๑๑ อ้อมกอบเสพติดค้อยนิคฮิดเอ ๑๑
- (27) เม็ดต้นถามอะไร ๑๑
- (28) ๑๑ ทีมชาติไทยโหมเตะโด่งข้ามหลุมเอ๊ะ ๑๑

- (29) เมื่อก่อนแดดสาดแจ่มแจ้งตลอดแนวเขื่อน **ก**
- (30) **อ** กระทบเปิดเผยเหตุผลแก่วัชบึงเพ็ช **ก**
- (31) รัฐบาลตกลงแก้ไขกฎหมายเกี่ยวกับอาหารและด้านอื่นเป็นต้น **ก**
- (32) **อ** พลเอกเปรมทุ่มกำลังปราบหัวหน้าแก๊งท่าเรือ **ก**
- (33) **อ** เธอผิวสวยแถมยิ้มเต็มอิ่มเหมือนเดิม **ก**
- (34) โรงเรียนสอนคอมพิวเตอร์ปัจจุบันล้วนส่งเสริมหลักสูตรพัฒนาชุมชนไม่ว่าไปนเดือรื้อน
เพียงใดก็ตาม **ก**
- (35) **อ** ชาวบ้านเรียกร่องหนังสือเล่มดังกล่าวทั้งนี้เพราะต้องการยกเลิกคำสั่งคณะมนตรีเดียนี **ก**
- (36) **อ** เงินทิ้งถิ่นเยี่ยมเพื่อนฝูงแม่นายบ่นแก้วหูชา **ก**
- (37) **อ** พระองค์เหมาะสมได้รับโอกาสเลือกตั้งราชวงศ์ **ก**
- (38) หนุ่ยเบิกเงินตราหรือยัง **ก**
- (39) **อ** ผู้นำครอบครัวส่วนใหญ่แทบลืมนึกเข้าใจความคิดพวกเขาด้วยซ้ำ **ก**
- (40) นักเขียนรุ่นใหม่มุ่งเน้นสร้างสรรค์ชื่อเสียงมากกว่าผืนแผ่นดิน **ก**
- (41) **อ** จำเลยโต้แย้งแนวทางสืบทอดสงครามโดยเฉพาะรายช่อม **ก**
- (42) **อ** บริษัทบางแห่งผลิตสินค้าเพื่ออ่านข้อมูลแสดงปัญหาราคาน้ำมันซึ่งเปรียบเทียบอันดับเมือง
หลวงสี่ปุ่น **ก**
- (43) **อ** ขณะเดียวกันท่านอาตถูกฟ้องเอาเรื่องสำคัญยิ่งคือประเทศจนถึงช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงสังคม **ก**
- (44) เราสามารถควบคุมหลายชิ้นเช่นสูญเสียบุคคลเก่งที่สุดต่อไปเรื่อย **ก**
- (45) **อ** ชิกเพิ่งฝึกฝน โชนพิมพ์ดีดรวดเร็ว **ก**
- (46) ยุบหน่วยงานทั่วโลกล้างแค้นสิ้นเชิง **ก**
- (47) **อ** ค้นพบเนื่องอกเกิดขึ้นเล็กน้อยมองเห็นรูปแบบผิดเพี้ยนชัดเจน **ก**
- (48) **อ** ถอยหลังเลี้ยวคงจะคุ้นเคยจริงอยู่ **ก**
- (49) **อ** ก้อนหินเพื่อสูงต่ำพิเศษเท่านั้น **ก**
- (50) **อ** พื้นฐานตนเองแตกต่างเกือบทั้งหมด **ก**
- (51) หวือปุยพิชสวนเร่งเร้าถาวร **ก**
- (52) รวมกลุ่มพูดคุยโทษนอกจากร่วมเพศหุงต้ม **ก**
- (53) เริ่มแรกผมเอ่ยเสมอหะสูบแหวง **ก**
- (54) วิธีแปลภาพลักษณ์รัฐสีกนิกเหวย **ก**
- (55) หนึ่งล้านสี่แสนหกหมื่นเจ็ดจุดแปดสตางค์
- (56) วัน อังคาร ที่
- (57) วัน พุธ นี้

- (58) วัน พฤษหส์บตี ที่
- (59) วัน สุกรร์ นี้
- (60) วัน เสาร์ ที่
- (61) วัน อาทิตย์ นี้
- (62) เดือน กุมภาพันธ์
- (63) เดือน มีนาคม
- (64) เดือน เมษายน
- (65) เดือน มิถุนายน
- (66) เดือน กรกฎาคม
- (67) เดือน สิงหาคม
- (68) เดือน กันยายน
- (69) เดือน ตุลาคม
- (70) เดือน พฤศจิกายน
- (71) เดือน ธันวาคม
- (72) สวัสดีคะ
- (73) อา ขอบคุณคะ

หมายเหตุ: - พยางค์ที่เป็นตัวหนาและขีดเส้นใต้เป็นพยางค์ที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ในฐานข้อมูลเสียงพูด แต่เพิ่มเข้าไปเพื่อให้การหาขอบเขตเสียงพูดทำได้ถูกต้อง หรือเพื่อให้พยางค์หรือคำที่ต้องการอยู่ในบริบทที่เหมาะสม

- พยางค์บางพยางค์ที่ซ้ำกันจะไม่ถูกนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลเสียงพูด แต่จะให้ผู้ที่เป็นตัวต้นแบบเสียงอ่านพยางค์เหล่านั้น เนื่องจากต้องการให้พยางค์หรือคำที่ต้องการอยู่ในบริบทที่เหมาะสม ในที่นี้ไม่ได้ทำเครื่องหมายระบุเอาไว้ แต่จะเป็นพยางค์ที่เป็นส่วนประกอบของคำพิเศษ (ภาคผนวก ข)

ภาคผนวก จ
ข้อความที่ใช้ทดสอบเสียงสังเคราะห์

หัวข้อ	ข้อความ
การเมือง	พรรคพลังประชาชนขออย่าว่า ยังไม่ได้มีการประชุมหรือมีมติใดๆว่า จะรับรองร่างรัฐธรรมนูญฉบับดังกล่าวหรือไม่
เศรษฐกิจ	ขณะนี้ โรงสีถูกผู้ส่งออกกดราคารับซื้อ จนราคาข้าวขาว ห้าเปเปอร์เซ็น ปัจจุบันเหลือตันละ สองหมื่นสี่พันบาท
กีฬา	แข่งไทยจัดชุดใหญ่อุ่นอิรักเตรียมบู๊บาร์เรน
บันเทิง	อีกอย่างเรื่องนี้นักแสดงค่อนข้างเยอะ และแต่ละคนก็มากฝีมือทั้งนั้น
วิทยาการ-เทคโนโลยี	เทคโนโลยีรุ่นใหม่ในโทรศัพท์มือถือ จะทำให้สามารถถ่ายภาพใครบางคน ที่สวมเครื่องแต่งกายที่คุณต้องการ
สังคม-สตรี	ผู้หญิงกับความสวยความงาม ไม่ว่าจะเกิดในยุคไหนพอสอใด ต่างก็สรรหามาแต่งเสริมเติมสวยกันทั้งนั้น
การศึกษา	อาจารย์ผู้สอนวิชากฎหมายยังไม่ได้รับการสนับสนุนอย่างจริงจัง แม้ว่าจะมีอัตราว่างและไม่สามารถหาคนมาแทนได้
เกษตร	สภาพที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตคือ บริเวณที่ดอน ที่ดินแห้ง ดินชื้นแฉะหรือที่น้ำขัง
ต่างประเทศ	นายบารัค โอบามา เริ่มเฟ้นหาผู้สมัครเป็นรองประธานาธิบดีสหรัฐฯคู่กับเขา
อาชญากรรม	คนร้ายจ๋อยิงท้ายทอย หนุ่มจีจี้กรยานยนต์รับจ้าง ดับคาซอยโรงปูน
ไวรัส/ไลฟ์สไตล์	ลักษณะนิสัยการบริโภคของผู้คนในยุคปัจจุบัน ที่มีหลายปัจจัยเข้ามาเป็นตัวสนับสนุนก่อให้เกิดภาวะ โรคอ้วน
ศิลปะ-วัฒนธรรม	รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวัฒนธรรมเผย ไทยมีทั้งรักษาและเฟื่องฟูทางวัฒนธรรม
ข่าวในพระราชสำนัก	วันนี้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวเสด็จลง ณ ศาลาดุสิดาลัย สวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต
ตำราวิชาการ	นักวิจัยต้องวางมาตรการในการวิเคราะห์ข้อมูล อย่างมีหลักการในแต่ละงานวิจัย
ตัวเลข	หนึ่งล้านสองแสนสามหมื่นสี่พันห้าร้อยหกสิบเจ็ดจุดแปดเก้า

ภาคผนวก ฉ

จำนวนท่อนเสียงที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียงจากข้อความทดสอบโดยใช้ระบบสังเคราะห์เสียงจากงานวิจัยนี้

ประโยค ที่	จำนวน พยางค์	จำนวนท่อนเสียง					รวม
		อัมพยางค์	พยางค์	พยางค์ + อัมพยางค์	2 พยางค์	3 พยางค์ ขึ้นไป	
1	38	10	26	2	2	-	40
2	33	9	20	1	2	1	33
3	12	12	6	-	-	-	18
4	20	-	14	-	3	-	17
5	31	18	13	2	3	-	36
6	29	11	18	1	2	-	32
7	36	10	25	-	3	-	38
8	27	11	16	1	2	-	30
9	26	14	19	-	-	-	33
10	19	22	8	-	-	-	30
11	37	13	24	1	1	1	40
12	27	9	11	1	5	-	26
13	30	10	22	2	-	-	34
14	24	6	17	-	2	-	25
15	16	-	8	-	1	2	11

ภาคผนวก ข
แบบประเมินผลเสียงสังเคราะห์

1. แบบทดสอบคุณภาพเสียงโดยรวมของเสียงสังเคราะห์โดยใช้วิธีเอ็มไอเอส

เพศ

แบบทดสอบคุณภาพเสียงโดยรวม ให้คะแนนตามความประทับใจของผู้ทดสอบ (MOS)

ประโยชน์ที่	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	แย่	แย่มาก
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
รวม					

2. แบบทดสอบการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์จากระบบสังเคราะห์เสียงพูด 2 ระบบด้วยวิธีซีซีอาร์

ในการทดสอบการเปรียบเทียบเสียงสังเคราะห์จากระบบสังเคราะห์เสียงพูด 2 ระบบ ก่อนที่จะทดสอบผู้ควบคุมการทดสอบจะแจ้งให้ผู้ทดสอบทราบถึงเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ และในแบบทดสอบจะมีรายละเอียดของเกณฑ์ที่ใช้เปรียบเทียบอยู่ด้วย โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบอยู่ 3 เกณฑ์ด้วยกันคือ

- 2.1 ความประทับใจต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน (CCR-MOS)
- 2.2 ความเป็นธรรมชาติของสังเคราะห์ที่ได้ยิน (CCR-Natural)
- 2.3 การรับรู้ต่อเสียงสังเคราะห์ที่ได้ยิน (CCR-Intelligibility)

เพศ

แบบทดสอบการเปรียบเทียบความเป็นธรรมชาติของเสียงสังเคราะห์จากระบบสังเคราะห์เสียง 2
ระบบ ให้คะแนนตามความเป็นธรรมชาติของเสียง จังหวะ และทำนองของเสียงสังเคราะห์
(CCR-Natural)

ประ โยค ที่	เสียงที่ 1 ดีกว่า มาก	เสียงที่ 1 ดีกว่า พอควร	เสียงที่ 1 ดีกว่า เล็กน้อย	เท่ากัน	เสียงที่ 1 แย่กว่า มาก	เสียงที่ 1 แย่กว่า พอควร	เสียงที่ 1 แย่ กว่า เล็กน้อย
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
รวม							

เพศ

แบบทดสอบการเปรียบเทียบความเข้าใจ และการรับรู้ของเสียงสังเคราะห์จากระบบสังเคราะห์เสียง
2 ระบบ ให้คะแนนตามความสามารถในการรับรู้ รวมถึงความชัดเจนของคำ และความชัดเจนของ
เสียงสังเคราะห์ (CCR-Intelligibility)

ประโยค ที่	เสียงที่ 1 ดีกว่า มาก	เสียงที่ 1 ดีกว่า พอควร	เสียงที่ 1 ดีกว่า เล็กน้อย	เท่ากัน	เสียงที่ 1 แย่กว่า มาก	เสียงที่ 1 แย่กว่า พอควร	เสียงที่ 1 แย่ กว่า เล็กน้อย
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
รวม							

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายต่อศักดิ์ สุนทรพันธุ์ เกิดวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2523 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ในปีการศึกษา 2544 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2548 เคยได้รับการตีพิมพ์บทความทางวิชาการในการประชุมวิชาการ วิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ครั้งที่ 12 (NCSEC2008)