การสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะ

นาง อัจจิมา ตันสกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-030-366-8

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THAI TEXT-TO-SPEECH SYNTHESIS FOR TRANSLITERATED WORDS AND PROPER NOUN

Mrs. Ajjima Tunsakul

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2001
ISBN 974-030-366-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะ
โดย	นาง อัจจิมา ตันสกุล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิต วงศ์ประทีป)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อัจจิมา ตันสกุล : การสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะ (THAI TEXT-TO-SPEECH SYNTHESIS FOR WORDS AND PROPER NOUN) อ.ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล,107 หน้า.ISBN 974-030-366-8

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอวิธีการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะ โดยใช้หลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษในการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทยและนำไปค้นหาหน่วยเสียงย่อยที่มีค่าความใกล้เคียงทางเสียงมากที่สุดกับเสียงจากพยางค์ที่ตัดได้จากวิธีการประมาณค่าความใกล้เคียงทางเสียงในการค้นหาคำ สำหรับหน่วยเสียงย่อยเหล่านี้จะถูกนำมาต่อรวมกันเพื่อสร้างเสียงออกมาด้วยเทคนิคการสังเคราะห์เสียงโดยการต่อหน่วยเสียงย่อย

ในขั้นตอนการประมาณค่าความใกล้เคียงทางเสียงได้นำค่าสมาชิกของเซตวิภัชนัยมาทำค้นหาพยางค์ที่มีค่าความใกล้เคียงทางเสียงมากที่สุดจากพจนานุกรมหน่วยเสียงที่บรรจุคำไว้ 4,446 คำ และทำการเลือกค่าพยางค์ที่มีค่าวิภัชนัยสูงที่สุด ซึ่งรูปแบบของเสียงที่ใช้จะเป็นการตัดหน่วยเสียงย่อยของคำสำหรับผลการทดลองที่ได้ แสดงให้เห็นว่าค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงมีค่าที่สูงเกิน 98.38%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2544 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

4271502721 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: ENGLISH TRANSLITERATED WORD/ THAI TEXT-TO-SPEECH SYNTHESIS /THAI SYLLABLE SEGMENTATION/ SOUNDEX APPROXIMATION MATCHING

AJJIMA TUNSAKUL : THAI TEXT-TO-SPEECH SYNTHESIS FOR TRANSLITERATED WORDS AND PROPER NOUN. THESIS ADVISOR : BOONSERM KIJSIRIKUL, Ph.D., 107 pp. ISBN 974-030-366-8

This thesis presents a method for Thai text-to-speech synthesis for transliterated words and proper nouns. The method uses English transliterated rules to segment Thai syllables, and finds speech segments with the most similar sounds for the syllables by soundex approximation matching. These speech segments are then combined to produce the output speech by using the concatenation synthesis technique.

Our soundex approximation matching employs the fuzzy set to find the most similar syllable from the soundex dictionary that contains 4,446 words, and choose the syllable with the highest fuzzy value whose wave file is used as the speech segment. Experimental results show that the precision of speech synthesis is more than 98.38%.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department	Computer Engineering	Student's signature	
Fields of study	Computer Science	Advisor's signature	
Academic year	2001	Co- Advisor's signature	

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทาง ปรับปรุง แก้ไข และขัดเกลาเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ซึ่งเป็นกำลังใจอย่างดีให้ผู้วิจัยมุ่งมั่นในการทำงานวิจัยนี้จนสำเร็จ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล ที่กรุณาแนะนำ ให้ข้อคิดเห็น และแนวคิดในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ซึ่งท่านทั้งหลายได้ช่วยกรุณาตรวจสอบ รวมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาดของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ต่างๆ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย คุณวลีย์ จันทรสูตร สำหรับความเชื่อมั่นในความสำเร็จ และกำลังใจที่มีให้กับผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งเพื่อน พี่ น้อง ที่ทำงาน ทุกคน ที่คอยกระตุ้นถามความคืบหน้าของการทำวิจัย ขอขอบคุณรุ่นพี่ ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้แนะนำ ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทางวิชาการสำหรับงานวิจัยนี้ และเพื่อนร่วมรุ่นที่คอยให้กำลังใจซึ่งกันและกันตลอดมา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ที่คอยสนับสนุนการทำงานวิจัยในทุกเรื่อง คอยเป็นห่วงดูแลเรื่องสุขภาพ และความเป็นอยู่ ที่สำคัญเป็นแรงใจและผลักดันให้ผู้วิจัยทำงานวิจัยชิ้นนี้เสร็จสมบูรณ์จนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย..... 3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย..... 4
1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์..... 4
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5
2.1 ทฤษฎีทางภาษาศาสตร์.....5
2.2 หลักเกณฑ์การทับศัพท์ 12
2.3 หลักการออกเสียงภาษาไทย..... 17
2.4 เทคโนโลยีการสังเคราะห์เสียง..... 20
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย..... 28
3.1 วิธีการตัดคำภาษาไทย..... 29
3.2 วิธีการจัดเก็บแฟ้มข้อมูลพจนานุกรม..... 31
3.3 วิธีการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ..... 33
3.4 วิธีการระบุคำที่ไม่รู้จักในภาษาไทย..... 44
3.5 วิธีการสร้างพจนานุกรมหน่วยเสียง..... 46
3.6 วิธีการประมาณความใกล้เคียงทางเสียง..... 47

สารบัญ (ต่อ)

4 การทดลองและผลการทดลอง..... 53

4.1 วิธีการทดลอง..... 53

4.2 ผลการทดลอง..... 60

4.3 สรุป..... 62

5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 63

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 63

5.2 ข้อดีและข้อเสียของขั้นตอนวิธี..... 64

5.3 ข้อเสนอแนะ..... 64

รายการอ้างอิง..... 66

ภาคผนวก..... 69

ภาคผนวก ก 70

ภาคผนวก ข 77

ภาคผนวก ค 90

ภาคผนวก ง 105

ภาคผนวก จ 106

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....107

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

3.1 แสดงผลการตัดคำโดยวิธีตัดคำให้ยาวที่สุด……30

3.2 ตารางเทียบเสียงสระภาษาอังกฤษและตัวอย่างคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ……34

3.3 ตารางเทียบพยัญชนะภาษาอังกฤษและตัวอย่างคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ……37

3.4 กลุ่มของอักขระภาษาไทย……41

3.5 สัญลักษณ์แทนอักขระภาษาไทย……41

3.6 กฎเกณฑ์การแบ่งแยกพยางค์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ……42

3.7 การจัดกลุ่มของเสียงพยัญชนะไทยที่สอดคล้องกัน 21 กลุ่ม……49

3.8 การจัดกลุ่มของเสียงสระไทยที่สอดคล้องกัน 11 กลุ่ม……49

3.9 การจัดกลุ่มของเสียงตัวสะกดไทยที่สอดคล้องกัน 8 กลุ่ม……50

4.1 ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด ของการทดลองระดับคำ……60

4.2 ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด ของการทดลองระดับประโยค……61

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

2.1 อวัยวะภายในของระบบการพูดของมนุษย์.....6

2.2 รูปแบบของส่วนประกอบของระดับความถี่เสียงในระดับต่างๆ.....8

2.3 ส่วนประกอบของพยางค์.....9

2.4 วิวัฒนาการของระบบการสังเคราะห์เสียง.....20

2.5 โครงสร้างพื้นฐานของ Resonator.....21

2.6 เครื่อง Speaking Machine ของ Wheatstone.....22

2.7 ส่วนประกอบของ Voder.....23

2.8 โครงสร้างของระบบสังเคราะห์เสียงทั่วไป.....25

3.1 รูปแบบการทำงานของระบบสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะ.....28

3.2 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลทรัย.....31

3.3 ตัวอย่างการสร้างทรัยแบบพ้อยเตอร์.....32

3.4 เซตวิภัชนัย T นิยามบน U = {1,.....19}.....47

3.5 ความสัมพันธ์แบบคริสป์บน { ก, ถ, ภ, ฤ, ฮ}.....48

3.6 ความสัมพันธ์แบบวิภัชนัยบน { ก, ถ, ภ, ฤ, ฮ}.....48

3.7 ความสัมพันธ์แบบวิภัชนัยบน { M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6}.....51

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ตลอดระยะเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน การพัฒนาด้านคอมพิวเตอร์ได้มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ทำให้การติดต่อสื่อสารระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์มีความสำคัญมาก โดยมนุษย์สามารถทำการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้หลายทาง เช่น คีย์บอร์ด (Keyboards) เม้าส์ (Mouse) และเพื่อให้การสื่อสารทำได้ง่ายยิ่งขึ้นจึงได้มีการพัฒนาการใช้ข้อมูลเสียงกับคอมพิวเตอร์ขึ้นมา สำหรับเทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูลด้วยเสียง อาทิเช่น ระบบการสังเคราะห์ข้อความด้วยเสียง (Text to Speech Synthesis) ระบบการระบุผู้พูด (Speaker Identification System) ระบบการรู้จำเสียงพูด (Voice Recognition) [1] สำหรับเทคโนโลยีดังกล่าวในภาษาอังกฤษนั้นได้พัฒนาไปมากแล้ว แต่สำหรับภาษาไทยนั้น เนื่องด้วยความแตกต่างของลักษณะภาษาจึงเป็นการยากที่จะประยุกต์เทคโนโลยีการประมวลผลข้อมูลด้วยเสียงสำหรับภาษาอังกฤษมาใช้กับภาษาไทยได้โดยตรง

งานวิจัยนี้ต้องการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพ ระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทย (Thai Text to Speech Synthesis) ซึ่งระบบการสังเคราะห์เสียงภาษาไทยปัจจุบันสามารถพัฒนาได้ในระดับหนึ่งแล้ว ตัวอย่างเช่น ระบบอ่านคำด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีประโยชน์หลายด้าน ทั้งด้านการสื่อสาร โทรคมนาคม มัลติมีเดีย (Multimedia) การศึกษา สังคม สาธารณสุข ธุรกิจอุตสาหกรรม โดยมีการนำมาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์หลายอย่าง เช่น พจนานุกรมพูดได้ (Talking Dictionary) เครื่องโทรศัพท์ที่มีระบบเครื่องตอบรับ (Answer Machine) ระบบการอ่านข้อมูลภาษาไทยบนสายโทรศัพท์ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic mail) อุปกรณ์ช่วยเหลือคนพิการบางประเภท เช่น ระบบการอ่านหน้าจอสำหรับคนตาบอด ระบบการอ่านข้อความสำหรับคนพิการที่ไม่สามารถพูดได้ สื่อการเรียนการสอนวิชาต่างๆสำหรับนักเรียน สื่องานโฆษณาและประชาสัมพันธ์ ทั้งนี้เพื่ออำนวยความสะดวกแก่มนุษย์

การจะพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ในการอ่านข้อความเป็นประโยคภาษาไทยที่บันทึกอยู่ในคอมพิวเตอร์และอ่านคำอย่างเป็นธรรมชาติ (Acceptable Naturalness) ต้องประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ

---

[1] William I. Hallahan. Text-to-Speech Technology and Implementation. www.digital.com/info/DTJK01, 1996.

1. การวิเคราะห์ข้อความ (Text Analysis) ซึ่งจะทำการตัดคำ (Word Segmentation) และทำการวิเคราะห์ไวยากรณ์ (Surface Syntactic Analysis) ของภาษาไทย
2. ฐานข้อมูลเสียงของพยางค์และคำ (Acoustic Syllable and Word Inventory) ที่ใช้ในการพัฒนา โดยเสียงของแต่ละคำมีการปรับเปลี่ยน ระดับเสียง (Pitch) ช่วงกว้างของคลื่น (Amplitude) ช่วงระยะเวลา (Duration) รวมทั้งผ่านอีควอไลเซอร์ (Equalizer) เพื่อตัดเสียงสูงและต่ำออกจากหน่วยเสียง (Phoneme)
3. การสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesis) โดยใช้โมดูลการต่อหน่วยเสียงย่อย(Concatenation) ซึ่งจะให้ความเป็นธรรมชาติในระดับหนึ่ง เนื่องจากแต่ละคำจะมีการปรับแต่งเสียง คือ ระดับเสียง(Pitch) ช่วงกว้างของคลื่น (Amplitude) ช่วงระยะเวลา(Duration) อยู่แล้ว ซึ่งจะใช้การวิเคราะห์ไวยากรณ์ของประโยคมาสำหรับการกำหนดวรรคตอน (Pause) และการเน้นคำ (Stress) เพื่อให้เกิดความเป็นธรรมชาติในระดับประโยค

สำหรับงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นในการแก้ปัญหาในเรื่องของความถูกต้องในการอ่านคำภาษาไทยที่เป็นคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะในระดับความแม่นยำ (Precision) สูงพอสมควร โดยการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะ (Thai Text-to-Speech Synthesis for English Transliterated Words and Proper Nouns) เนื่องจากในระบบการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ในอดีตที่ผ่านมา มีปัญหามากในการสังเคราะห์เสียงพูดสำหรับคำที่เป็นคำทับศัพท์ภาษาต่างประเทศ (Transliteration) และคำนามเฉพาะ (Proper Noun) แม้แต่ศัพท์เทคนิคใหม่ๆที่เกิดขึ้นมากมายในหลายสาขา คำที่เกิดมาใหม่ ๆ ตามยุคสมัย ยกตัวอย่างเช่น ทีม ฟุตบอลลิเวอร์พูล เซ็นทรัล สไลเดอร์ คอร์ทเทนนิส สไปซ์เกิรล์ อิงค์เจ็ต จ๊าบ เว็บไซต์ เพจเจอร์ ปาล์ม วอลโว่ สปาเก็ตตี้ เหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคที่สำคัญของระบบการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากงานวิจัยอื่นๆ ส่วนใหญ่การประมวลผลภาษาไทยแทบทั้งหมดอาศัยฐานข้อมูลพจนานุกรมคำศัพท์ภาษาไทยเป็นหลักในการแบ่งคำและประมวลผลอื่นๆ ปัญหาดังกล่าวทำให้ระบบนี้มีความผิดพลาดในการอ่านสูง ซึ่งงานวิจัยเหล่านั้นได้ทำการแก้ปัญหาโดยใช้กฎการแปลงเสียงอักขระ (Rules Based Letter to Sound) แต่แนวทางนี้ก็ยังประสบปัญหาเพราะบางกรณีไม่สามารถอ่านคำที่อยู่นอกเหนือกฎได้ ดังนั้นงานวิจัยเรื่องการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะ (Thai Text-to-Speech Synthesis for English Transliterated Words and Proper Nouns) จะใช้แนวทางในการใช้หลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ [2] เป็นหลักในการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทยเพื่อนำไปประมาณความใกล้เคียงทางเสียง

---

[2] ราชบัณฑิตยสถาน. หลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2542.

(Soundex Approximation Matching) ในการอ่านข้อความต่างๆ ในรูปของแฟ้มข้อมูล (Text File) ให้มีความแม่นยำและครอบคลุมมากที่สุด ซึ่งจะเป็นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับระบบอื่นๆต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สถาปัตยกรรมโครงสร้างของระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ใช้คอมพิวเตอร์อ่านข้อความที่เป็นภาษาไทยเท่านั้น ไม่รวมภาษาอื่น
2. ทำการพัฒนาระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยให้สามารถอ่านคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ
3. พจนานุกรมที่ใช้ในการตัดคำอ้างอิงมาจากพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน
4. พจนานุกรมหน่วยเสียงที่ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวันมีขนาดไม่น้อยกว่า 3,000 หน่วยเสียง
5. สามารถอ่านแฟ้มข้อมูล (Text File) ที่เป็นบทความหรือข้อความต่างๆเป็นข้อมูลที่รับเข้า (Input Data) ได้

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาสถาปัตยกรรมโครงสร้างของระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาระบบการตัดคำภาษาไทยและพัฒนาวิธีการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทย
3. ศึกษาและพัฒนาขั้นตอนการระบุคำที่ไม่รู้จักในภาษาไทยโดยใช้การแบ่งพยางค์และการสร้างฐานข้อมูลพจนานุกรมหน่วยเสียงภาษาไทย
4. ศึกษา และพัฒนาขั้นตอนวิธีการประมาณความใกล้เคียงทางเสียง (Soundex Approximation Matching)
5. สร้างระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ
6. ทดสอบ และประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นกับฐานข้อมูลภาษาไทยจำนวนหนึ่ง
7. สรุปผลการวิจัย และจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ได้ระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ
2. ได้แนวทางที่จะปรับปรุงและพัฒนาระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นในอนาคตต่อไป
3. สามารถนำการประมวลผลของระบบนี้ไปปรับปรุงใช้งานกับระบบอื่นเพื่อให้สามารถอ่านออกเสียงภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอื่น และคำนามเฉพาะได้
4. เป็นแนวทางในการพัฒนาขั้นตอนวิธีการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดสำหรับคำทับศัพท์และคำและคำนามเฉพาะ ในภาษาอื่นๆที่มีความใกล้เคียงทางโครงสร้างภาษา โดยเฉพาะภาษาในประเทศแถบเอเชีย เช่น ลาว เขมร จีน ญี่ปุ่น

1.6 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกแบ่งออกเป็น 5 บทดังนี้ คือ บทที่ 1 เป็นบทนำ บทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น หลักเกณฑ์การทับศัพท์ หลักการออกเสียงภาษาไทย เทคโนโลยีการสังเคราะห์เสียง ส่วนบทที่ 3 จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินงานวิจัย เช่น วิธีการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทย วิธีการประมาณความใกล้เคียงทางเสียง ในบทที่ 4 เป็นการทดลองวัดประสิทธิภาพการสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะ และผลการทดลอง และท้ายสุดคือบทที่ 5 จะเป็นการสรุปของการวิจัยรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ ในการพัฒนาวิธีการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ให้ดียิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการทำงานของการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะ ได้แก่ ทฤษฎีทางภาษาศาสตร์ หลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ หลักการออกเสียงภาษาไทย เทคโนโลยีการสังเคราะห์เสียง ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นฐานความรู้ในการออกแบบงานวิจัยนี้ให้ทำงานได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่องานวิจัยนี้ ได้แก่ หลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ การออกเสียงคำไทย เทคโนโลยีการสังเคราะห์เสียง

2.1 ทฤษฎีทางภาษาศาสตร์

เทคโนโลยีการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดและภาษาต่างๆนั้น มีแนวคิดเฉพาะมากมายหลายวิธี เพื่อที่จะให้เกิดความเข้าใจในการวิเคราะห์การสังเคราะห์เสียงนั้นจำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องการกำเนิดเสียงของมนุษย์ กระบวนการทำให้เกิดเสียง และส่วนที่เกี่ยวข้องต่างๆดังต่อไปนี้

<u>การกำเนิดเสียงของมนุษย์</u> [1]

มนุษย์สร้างเสียงพูดขึ้นมาได้โดยมีอวัยวะสำคัญที่ทำให้เกิดเสียง ที่เรียกว่า เส้นเสียง (vocal cords) ซึ่งอยู่ในกล่องเสียง (larynx) และจากการสั่นของเส้นเสียงจะทำให้เกิดคลื่นเสียงความถี่ต่างๆ ผ่านเข้าสู่ลำคอเข้าสู่ช่องปากหรือช่องจมูกออกไปภายนอก ซึ่งขนาดและรูปร่างของอวัยวะภายในช่องปากนี้จะเป็นสิ่งกำหนดว่าคลื่นเสียงความถี่ไหนจะยอมให้ปรากฏออกมาให้ได้ยิน (passed through) หรือคลื่นเสียงความถี่ไหนจะถูกดูดซับไว้ (absorbed)

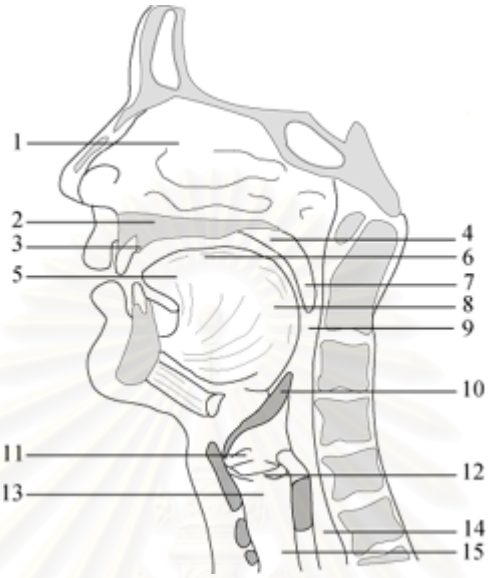
อวัยวะส่วนใหญ่ที่ใช้ในการออกเสียงนั้นส่วนใหญ่จะอยู่ในส่วนที่เรียกว่าทางเดินเสียง (vocal tract) และสามารถที่จะเปลี่ยนขนาดและรูปร่างได้ตามต้องการเพื่อสามารถทำให้อากาศจากปอดถูกขับออกมาเกิดการเปลี่ยนแปลงความดันซึ่งจะถูกกำหนดโดยตำแหน่งและรูปร่างของอวัยวะต่างๆที่อยู่ในทางเดินของเสียง เช่น ลิ้น (tongue) เส้นเสียง (vocal cords) ฟัน (teeth) ซึ่งรูปแบบในการเปลี่ยนแปลงของความดันนี้เอง ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเสียงของ พยัญชนะ สระ ตัวสะกด และ วรรรยุกต์ จนเกิดเป็นเสียงพูด

---

[1] Witten I. <u>Principles of Computer Speech.</u> Academic Press,1982.

<u>กระบวนการทำให้เกิดเสียง</u> [2]

ธรรมชาติได้กำหนดตำแหน่งของอวัยวะที่ทำให้เกิดเสียงของมนุษย์ โดยอวัยวะที่ทำให้เกิดเสียงที่ได้แสดงไว้ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อวัยวะภายในของระบบการพูดของมนุษย์ 1)Nasal cavity, 2)Hard palate, 3)Alveoral ridge, 4)Soft palate, 5)Tip of the toungue, 6) Dorsum, 7)Uvula, 8)Radix, 9)Pharynx, 10)Epiglottis,
11) False vocal cords, 12)Vocal cords, 13)Larynx, 14)Esophagus, 15)Trachea

อวัยวะที่สำคัญของการออกเสียงมีดังต่อไปนี้

โพรงจมูก (nasal cavity) ลักษณะของเสียงพูดที่เกิดขึ้นจะแปรผันไปตามการ ปิด-เปิด ของช่องทางออกของอากาศที่จะออกสู่โพรงจมูก ซึ่งเป็นผลจากการยกขึ้นหรือเลื่อนลงของเพดานอ่อน

เพดานแข็ง (Hard palate) หมายถึงเพดานที่โค้งเป็นกระดูกแข็งเท่านั้น

เพดานอ่อน (Soft palate) คือส่วนของเพดานที่อยู่ต่อเพดานแข็งไปข้างใน มีลักษณะเป็นกระดูกอ่อนที่ขยับขึ้นลงได้ เวลาพูดส่วนใหญ่ปลายเพดานอ่อนและลิ้นไก่ (uvula)จะถูกยกขึ้นไปจรดกับหลังคอ

ลิ้น (tongue) เป็นกล้ามเนื้อที่อ่อนตัวและเคลื่อนไหวมากที่สุดในการออกเสียงต่างๆ จึงแบ่งหน้าที่ของส่วนต่างๆของลิ้นได้ 3 ส่วนคือ 1) ส่วนปลายลิ้น (tip of the toungue) สามารถยกขึ้นไปแตะอวัยวะส่วนต่างๆในปากตอนบนได้ง่าย 2) ส่วนหน้าลิ้น (front of the toungue) ที่อยู่ตรงข้ามกับเพดานแข็ง ขณะที่วางลิ้นราบกับปากตอนที่ไม่ได้พูด 3) ส่วนหลังลิ้น (back of the toungue) ที่อยู่ตรงข้ามกับเพดานอ่อนขณะที่วางลิ้นราบกับปาก

---

[2] Fant G. <u>Acoustic Theory of Speech Production.</u> Mouton, The Hague,1970.

ช่องคอหอย (Pharynx) เป็นช่องระหว่างโคนลิ้นกับผนังหลังคอหอย อยู่ระหว่างกระบอกเสียงและปาก
ลิ้นปิดหลอดลม (Epiglottis) เป็นก้อนเนื้อเล็กๆ คล้ายลิ้นไก่ อยู่ต่อจากโคนลิ้นลงไปในลำคอมีหน้าที่ปิดช่องลมขณะพูดและรับประทานอาหาร
เส้นเสียง (vocal cords) เป็นอวัยวะสำคัญที่กำเนิดของเสียง มีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อเอ็นสองแผ่นอยู่คู่กันและปิดขวางจากปากช่องหลอดลมจากด้านหลังมาด้านหน้า อยู่ในอวัยวะลูกกระเดือก(Adam's apple)
ช่องว่างระหว่างเส้นเสียง (glottis) ระหว่างเส้นเสียงจะมีช่องว่างซึ่งเป็นทางให้ลมผ่านเข้าไปถึงปอดและออกจากปอดมาได้ และช่องว่างระหว่างเส้นเสียงทั้งสองสามารถดึงให้ออกจากกัน หรือดึงเข้ามาประชิดกันได้
กระบอกเสียง (larynx) เป็นอวัยวะส่วนเหนือของหลอดลมตอนที่ขยายกว้างและยื่นออกมาตรงคอหอย มีผนังเป็นกระดูกอ่อนบุด้วยกล้ามเนื้อและพังผืดซึ่งก็คือลูกกระเดือก ที่สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ประมาณครึ่งนิ้ว โดยอาจใช้มือคลำขณะออกเสียงสระต่างๆ
กระบังลม (diaphragm) และกล้ามเนื้อหน้าอก (chest muscles) ซึ่งควบคุมลมหายใจเข้าออกปอด
ฟัน (teeth) เป็นอวัยวะที่เกิดของเสียงหลายชนิด เช่น เมื่อฟันบนกดกับฟันล่าง ลมที่ผ่านออกมาจะทำให้เกิดเสียงที่เรียกว่า เสียงเสียดแทรกที่เกิดที่ฟัน เป็นต้น
ริมฝีปาก (lips) เป็นอวัยวะที่สามารถเคลื่อนไหวได้มาก และทำให้เสียงแตกต่างกันได้มาก โดยจะทำหน้าที่ในการทำเสียงขัดสี (frictional sounds) บางเสียงโดยบางทีใช้กับฟันบน หรือริมฝีปากด้วยกัน

<u>การเกิดทำนองเสียง</u> [3]

ความถี่ของการสั่นของเส้นเสียงในการพูดเมื่อมีการเปลี่ยนระดับเสียงไปทำให้เกิดความแตกต่างของระดับความถี่ของเสียง เรียกว่า "ทำนองเสียง" (Intonation) ซึ่งมีความสำคัญในการวิเคราะห์เพื่อทำการแก้ไขให้เสียงมีความเป็นธรรมชาติและมีความต่อเนื่องยิ่งขึ้น และประยุกต์ในการสร้างกฎสำหรับการสังเคราะห์เสียงต่อไป ทั้งนี้ได้แสดงให้เห็นรูปแบบของส่วนประกอบของระดับความถี่เสียงในระดับต่างๆ ดังรูปที่ 2.2

---

[3] Sagisaga Y. <u>Speech Synthesis from Text.</u> IEEE Communications Magazine, vol.281,1990 : 35-41.

รูปที่ 2.2 รูปแบบของส่วนประกอบของระดับความถี่เสียงในระดับต่างๆ

จากรูปที่ 2.2 ได้แสดงรูปแบบของส่วนประกอบของระดับความถี่เสียงในระดับต่างๆซึ่งมีความหมายดังนี้

ระดับคำพูด (Utterance Level) เป็นกลุ่มคำที่มีความเกี่ยวข้องกันเป็นระเบียบและมีเนื้อความครบบริบูรณ์

ระดับวลี (Phrase Level) เป็นกลุ่มคำที่เรียงติดต่อกันเป็นระเบียบและสื่อความหมายให้รู้ได้แต่ไม่ได้ความครบบริบูรณ์ คำที่จะนำมารวมกันเป็นวลีนั้นอย่างน้อยต้องมี 2 คำ

ระดับคำ (Word Level) เป็นการประสมกันของหน่วยพยางค์ตั้งแต่ 1 พยางค์ขึ้นไป

ระดับหน่วยเสียงย่อย (Phoneme Level) เป็นหน่วยย่อยของเสียงในภาษาพูดซึ่งจะมีความหมายหรือไม่มีก็ได้

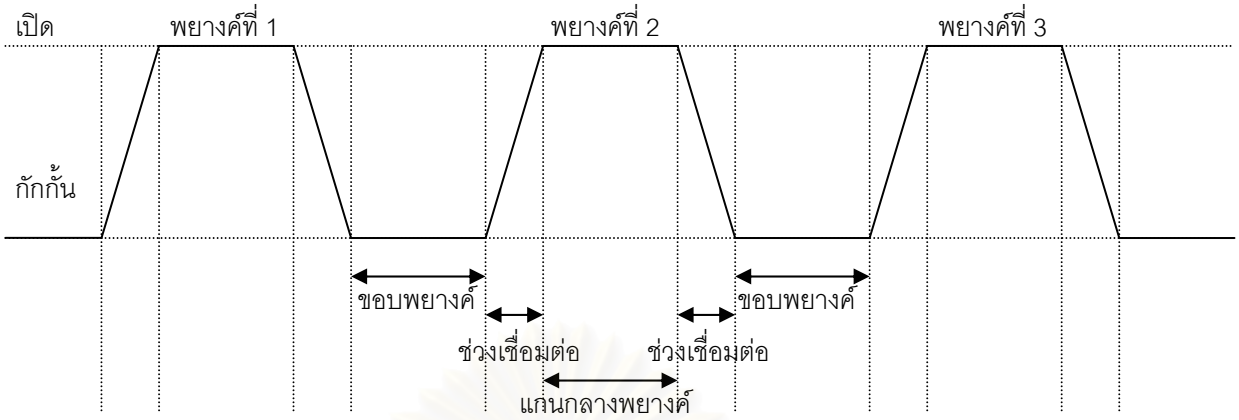
<u>เสียงในภาษาไทย</u>

เสียงในภาษา หมายถึง เสียงที่เปล่งออกมาเพื่อใช้ในการสื่อสาร และสื่อความหมายระหว่างมนุษย์ด้วยกัน ซึ่งอย่างน้อยจะประกอบด้วยหน่วยพยางค์เพื่อนำมาประสมให้เกิดเป็นคำพูด

พยางค์ เป็นหน่วยโครงสร้างทางเสียงที่เล็กที่สุดหน่วยหนึ่ง ที่มีสระเป็นแกนกลางพยางค์ และมีพยัญชนะเดี่ยวหรือควบกล้ำอยู่รอบๆแกนกลางพยางค์ [4] ดังรูปที่ 2.3

---

[4] อุทุมพร ศรีรักษา. <u>ลักษณะทางกลศาสตร์ที่บ่งชี้รอยต่อพยางค์ในคำพูดต่อเนื่องภาษาไทย.</u> วิทยานิพนธ์ปริญญาอักษรศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของพยางค์

รูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่าแต่ละพยางค์ประกอบด้วยส่วนของขอบพยางค์ และแกนกลางพยางค์ ช่วงที่อยู่ระหว่างส่วนขอบพยางค์และแกนกลางพยางค์ เรียกว่า “ช่วงเชื่อมต่อ” นอกจากนี้พยางค์ยังเป็นส่วนหนึ่งของคำหรือหน่วยเสียงที่ประกอบด้วยสระตัวเดียวซึ่งจะมีความหมายหรือไม่มีก็ได้ โดยที่ พยางค์หนึ่งมีส่วนประสมต่างๆกันคือ

1. พยัญชนะ + สระ + วรรณยุกต์ เช่น :- ต้า ชี่ ไม้ ทา พยางค์ชนิดนี้เรียกว่า **ประสม 3 ส่วน**
2. พยัญชนะ + สระ + วรรณยุกต์ + ตัวสะกด เช่น :- ต่าง ชิ่ง ป้าย รุ่ง หรือ
   พยัญชนะ + สระ+วรรณยุกต์+ตัวการันต์ เช่น :- โล่ห์ เล่ย์ พ่าห์ ปิ้ว์ พยางค์ทั้ง 2ชนิดนี้เรียกว่า **ประสม 4 ส่วน**
3. พยัญชนะ + สระ + วรรณยุกต์ + ตัวสะกด + การันต์ เช่น :- แพทย์ ฮาร์ต บลัดส์ รักษ์ พยางค์ชนิดนี้เรียกว่า **ประสม 5 ส่วน**

จะเห็นได้ว่าแต่ละพยางค์อย่างน้อยต้องมีส่วนประสม 3 ส่วน อย่างมากจะต้องมีส่วนประสม 5 ส่วน และคำๆเดียวจะมีพยางค์เดียว หรือหลายพยางค์ก็ได้ เช่น :-

บาร์	คำเดียว	ประกอบด้วย 1 พยางค์
ฟุตบอล	คำเดียว	ประกอบด้วย 2 พยางค์
เลบานอน	คำเดียว	ประกอบด้วย 3 พยางค์
อิเล็กทรอนิกส์	คำเดียว	ประกอบด้วย 4 พยางค์

เพื่อให้มีความเข้าใจในการวิเคราะห์โครงสร้างของไวยากรณ์ภาษาไทย จึงต้องรู้จักความหมายของอักษรไทยที่ใช้ประกอบเป็นพยางค์ดังต่อไปนี้ [5]

1.พยัญชนะ หมายถึงเครื่องหมายหรือตัวอักษรที่สำหรับใช้ประสมกับสระ พยัญชนะจะออกเสียงตามลำพังไม่ได้ต้องมีสระประสมอยู่ด้วยจึงจะออกเสียงได้ การจัดเรียงพยัญชนะตามลำดับตั้งแต่ ก ถึง ฮ นั้น ถือเอาเสียงเป็นสำคัญ คือจัดเรียงลำดับเสียงเบาไปหาเสียงหนัก และจัดเรียงตามเสียงที่เกิดจากอวัยวะข้างในออกมาข้างนอกคือ จัดพยัญชนะที่เกิดจากฐานคอไว้หน้า และต่อมาก็เป็น เพดาน ปุ่มเหงือก ฟัน ริมฝีปาก โดยลำดับดังรายละเอียดนี้

เกิดจากฐานคอ : ก ข ฃ ค ฅ ฆ ง เรียกว่าวรรค ก

เกิดจากฐานเพดาน : จ ฉ ช ซ ฌ ญ เรียกว่าวรรค จ

เกิดจากฐานปุ่มเหงือก : ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ณ เรียกว่าวรรค ฎ

เกิดจากฐานฟัน : ด ต ถ ท ธ น เรียกว่าวรรค ด

เกิดจากฐานริมฝีปาก : บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม เรียกว่าวรรค บ

เกิดจากฐานต่างๆกัน : ย ร ล ว ศ ษ ส ห ฬ อ ฮ เรียกว่า อวรรค หรือ เศษวรรค

พยัญชนะยังทำหน้าที่เป็นหน่วยเสียงพยัญชนะต้น และหน่วยเสียงพยัญชนะท้ายพยางค์หรือตัวสะกดนั่นเอง

หน่วยเสียงพยัญชนะต้น หมายถึงเสียงที่เปล่งออกก่อนเสียงอื่นในพยางค์ อาจเป็นเสียงพยัญชนะเดี่ยว เช่น การ (ก เป็นหน่วยเสียงพยัญชนะต้น) หรืออาจเป็นเสียงพยัญชนะควบกล้ำ เช่น กราบ (กร เป็นหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ซึ่งเป็นเสียงควบกล้ำ)

หน่วยเสียงพยัญชนะท้ายพยางค์ หมายถึงเสียงพยัญชนะที่ปิดท้ายพยางค์ตามเสียงสระ หรือเรียกว่า มาตราตัวสะกด มีทั้งหมด 8 เสียง 8 มาตรา ดังนี้

1) มาตราตัวสะกด แม่กน มี น เป็นตัวสะกด และมีตัวอื่นทำหน้าที่เป็นตัวสะกดแทนได้ ได้แก่ น ญ ณ ร ล ฬ

2) มาตราตัวสะกด แม่กง มี ง เป็นตัวสะกด

3) มาตราตัวสะกด แม่กก มี ก เป็นตัวสะกด และมีตัวอื่นทำหน้าที่เป็นตัวสะกดแทนได้ ได้แก่ ก ข ค ฆ

4) มาตราตัวสะกด แม่กด มี ด เป็นตัวสะกด และมีตัวอื่นทำหน้าที่เป็นตัวสะกดแทนได้ ได้แก่ ด จ ฉ ช ซ ฌ ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ต ถ ท ธ ศ ษ ส

5) มาตราตัวสะกด แม่กบ มี บ เป็นตัวสะกด และมีตัวอื่นทำหน้าที่เป็นตัวสะกดแทนได้ ได้แก่ บ ป พ ฟ ภ

---

[5] กำชัย ทองหล่อ. หลักภาษาไทย ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 10. IEEE รวมสาส์น,2540.

6) มาตราตัวสะกด แม่กม มี ม เป็นตัวสะกด

7) มาตราตัวสะกด แม่เกย มี ย เป็นตัวสะกด

8) มาตราตัวสะกด แม่เกอว มี ว เป็นตัวสะกด

2.สระ หมายถึงเครื่องหมายที่ใช้แทนเสียงที่ออกมาเอง ตามหลักภาษาถือว่าพยัญชนะต้องอาศัยสระจึงจะออกเสียงได้ สระมี 32 ตัวจำแนกได้เป็น เสียงสั้น เสียงยาว เสียงเบา เสียงหนัก ดังนี้

สระเสียงสั้น ได้แก่ สระ อะ อิ อึ อุ เอะ แอะ โอะ เอาะ เออะ เอียะ เอือะ อัวะ ฤ ฦ อำ ใอ ไอ เอา

สระเสียงยาว ได้แก่ สระ อา อี อื อู เอ แอ โอ ออ เออ เอีย เอือ อัว ฤา ฦา

สระเสียงเบา ได้แก่ สระ อะ อิ อึ อุ เอะ แอะ โอะ เอาะ เออะ เอียะ เอือะ อัวะ ฤ ฦ

สระเสียงหนัก ได้แก่ สระ อา อี อื อู เอ แอ โอ ออ เออ เอีย เอือ อัว ฤๅ ฦๅ อำ ใอ ไอ เอา

3.วรรณยุกต์ มี 2 ชนิดคือ

1)วรรณยุกต์มีรูป หมายถึงวรรณยุกต์ที่มีเครื่องหมายบอกระดับของเสียงให้เห็นชัดอยู่เบื้องบนอักษร มี 4 รูปคือ ่ ้ ๊ ๋ เรียกชื่อว่าวรรณยุกต์ เอก โท ตรี จัตวา โดยลำดับและให้เขียนไว้เบื้องบนอักษรตอนสุดท้าย เช่น :- ก่ ก้ ก๊ ก๋ ปั่น ปั้น ลื่น เลี่ยน เป็นต้น ถ้าเป็นอักษรควบหรืออักษรนำให้เขียนไว้เบื้องบนอักษรตัวที่ 2 เช่น :- ครุ่น คลื่น เกลื่อน เกล้า ใกล้ เสน่ห์ หมั่น โกร๋น เป็นต้น

2)วรรรยุกต์ไม่มีรูป ได้แก่เสียงที่มีทำนองสูงต่ำตามหมู่ของอักษร โดยไม่ต้องมีรูปวรรณยุกต์กำกับ เช่น :- นา หนะ นาก นะ หนา

4.การันต์ คือตัวอักษรซึ่งไม่ออกเสียง และมีไม้ทัณฑฆาตกำกับไว้เบื้องบนเพื่อแสดงว่าเสียงนั้นได้ถูกบังคับไว้จนกว่าจะมีพยางค์อื่นมาประสมข้างหลัง เช่น :- แอร์ บลัดส์ เซอร์ คลาร์ก เพิร์ล ลอร์ด

5.ทัณฑฆาต หมายถึงเครื่องหมาย ์ ซึ่งใช้เขียนไว้เบื้องบนตัวการันต์ สำหรับบังคับไม่ให้ออกเสียง

6.อักษรควบ คือพยัญชนะ 2 ตัวควบหรือกล้ำอยู่ในสระตัวเดียวกัน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1.อักษรควบแท้ คืออักษรควบที่เกิดจากพยัญชนะ 2 ตัวควบ หรือกล้ำกับตัว ร ล ว เมื่อควบหรือกล้ำกันแล้วต้องออกเสียงพร้อมกัน เช่น บรอด พล็อต เฟลอร์ คลาร์ก บลัดส์

2.อักษรควบไม่แท้ คืออักษรควบที่เกิดจากพยัญชนะ 2 ตัวควบ หรือกล้ำกับตัว ร และตัว ร นั้นจะอยู่หน้าหรือหลังก็ได้ แต่ออกเสียงเฉพาะพยัญชนะตัวหน้าหรือตัวหลังเพียงตัวเดียว ตัว ร ไม่ออกเสียง เช่น สระ สรวง เสร็จ เสริม จริง ศรี ทราย ทรวด

2.2 หลักเกณฑ์การทับศัพท์

ภาษาต่างๆที่ใช้ในโลกย่อมมีคำภาษาอื่นมาปะปนอยู่ด้วย บางครั้งคำในภาษาหนึ่งอาจไม่มี ก็ยืมคำภาษาอื่นมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาษาอังกฤษซึ่งเป็นภาษาที่แพร่หลายไปทั่วโลก เมื่อไทยได้เห็นความสำคัญในการใช้ภาษาอังกฤษ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการค้าขาย และการถ่ายทอดวิชาความรู้เข้ามาสร้างความรุ่งเรืองให้แก่ประเทศชาติได้ นับเป็นภาษาสำคัญที่สองรองจากภาษาไทย สำคัญยิ่งกว่าบาลีและสันสกฤต ซึ่งเราถือเป็นแม่ภาษาเสียอีก เมื่อนำวิชาความรู้จากภาษาอังกฤษเข้ามาใช้ คำในภาษาอังกฤษที่เราหาคำไทยใช้แทนไม่ได้จึงเข้ามาปนในภาษาไทย [6]

แม้มีผู้พยายามจะแปลคำศัพท์ภาษาอังกฤษเหล่านั้นเป็นคำภาษาไทย แต่ก็ไม่อาจทำได้หมด บางคำแม้จะมีคำบัญญัติขึ้นใช้ในภาษาไทย แต่ก็ไม่เป็นที่นิยมเพราะนอกจากจะอ่านยาก จำยากแล้ว ยังต้องแปลความหมายกันหลายต่อ กล่าวคือแปลศัพท์ภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย แล้ว จะต้องแปลศัพท์ภาษาไทยเป็นภาษาไทยอีก ตัวอย่างเช่น software แปลเป็นภาษาไทยว่า ละมุนภัณฑ์, hardware แปลเป็นภาษาไทยว่า กระด้างภัณฑ์ ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการสื่อความหมายจึงใช้คำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ

เพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกันในการทับศัพท์ทางราชบัณฑิตยสถานจึงได้วางหลักเกณฑ์การทับศัพท์โดยแยกเป็นหลักเกณฑ์แต่ละภาษา ทั้งนี้เพราะเห็นว่า ภาษาแต่ละภาษาต่างมีลักษณะทางด้านเสียงและโครงสร้างแตกต่างกันไป และได้พิจารณาหลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษเป็นลำดับแรกดังต่อไปนี้ [7]

1. การทับศัพท์ให้ถอดอักษรในภาษาเดิมพอควรแก่การแสดงที่มาของรูปศัพท์ และให้เขียนในรูปที่อ่านได้สะดวกในภาษาไทย
2. การวางหลักเกณฑ์ได้แยกกำหนดหลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาต่าง ๆ แต่ละภาษาไป
3. คำทับศัพท์ที่ใช้กันมานานจนถือเป็นภาษาไทย และปรากฏในพจนานุกรม ฉบับราชณฑิตยสถานแล้ว ให้ใช้ต่อไปตามเดิม เช่น ช็อกโกเลต, ช็อกโกแลต, เชิ้ต, ก๊าซ, แก๊ส
4. คำวิสามานยนามที่ใช้กันมานานแล้ว อาจใช้ต่อไปตามเดิม เช่น วิกตอเรีย, หลุยส์, โคโลญ
5. ศัพท์วิชาการซึ่งใช้เฉพาะกลุ่ม ซึ่งไม่ใช่ศัพท์ทั่วไป อาจเพิ่มหลักเกณฑ์ขึ้นตามความจำเป็น

---

[6] บุญสิริ สุวรรณเพ็ชร์.ทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ฉบับสมบูรณ์. เอส แอนด์ เค บุคส์,2540.

[7] ราชบัณฑิตยสถาน. หลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2542.

เพื่อให้ครอบคลุมถึงปัญหาต่าง ๆ ที่จะพึงมีในการทับศัพท์ จึงได้กำหนดหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการใช้เครื่องหมายวรรณยุกต์ เครื่องหมายทัณฑฆาต ไม้ไต่คู้ เครื่องหมายยัติภังค์ ตลอดจนหลักเกณฑ์เกี่ยวกับการทับศัพท์คำคุณศัพท์ คำที่มีพยัญชนะซ้อน คำผสม เป็นต้น ดังหลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษเหล่านี้

1. **สระ** ให้ถอดตามการออกเสียงในพจนานุกรมภาษาอังกฤษ โดยเทียบเสียงสระภาษาไทย
2. **พยัญชนะ** ให้ถอดเป็นพยัญชนะภาษาไทย
3. การใช้เครื่องหมาย **ทัณฑฆาต**
   - 3.1 พยัญชนะตัวที่ไม่ออกเสียงในภาษาไทย ให้ใส่เครื่องหมายทัณฑฆาตกำกับไว้ เช่น ฮอร์น, วินด์เซอร์
   - 3.2 คำ หรือ พยางค์ ที่ตัวสะกดมีพยัญชนะตามมาหลายตัว ให้ใส่เครื่องหมายทัณฑฆาตไว้บนพยัญชนะที่ไม่ออกเสียงตัวสุดท้ายแต่เพียงแห่งเดียว เช่น โอค็อตสก์,แบเร็นตส์
   - 3.3 คำหรือพยางค์ที่มีพยัญชนะไม่ออกเสียงอยู่หน้าตัวสะกดที่ยังมีพยัญชนะตามหลังมาอีก ให้ตัดพยัญชนะที่อยู่หน้าตัวสะกดออกและใส่เครื่องหมายทัณตฆาตไว้บนพยัญชนะตัวสุดท้าย เช่น world = เวิลด์ , quartz = ควอตซ์, Johns = จอนส์, first = เฟิสต์
4. การใช้**ไม้ไต่คู้** ควรใช้ในกรณีต่อไปนี้
   - 4.1 เพื่อให้เห็นแตกต่างจากคำไทย เช่น ล็อก
   - 4.2 เพื่อช่วยให้ผู้อ่านแยกพยางค์ได้ถูกต้อง เช่น โอค็อตสก์
5. การใช้**เครื่องหมายวรรณยุกต์**

การเขียนคำทับศัพท์ไม่ต้องใส่เครื่องหมายวรรณยุกต์ ยกเว้นในกรณีที่คำนั้นมีเสียงซ้ำกับคำไทย จนทำให้เกิดความสับสนอาจใส่วรรณยุกต์ได้ เช่น โค้ก, โคม่า

6. **พยัญชนะซ้อน** (double letter)

คำที่มีพยัญชนะซ้อนเป็นตัวสะกด ถ้าเป็นศัพท์ทั่วไปให้ตัดออกตัวหนึ่ง เช่น football = ฟุตบอล

แต่ถ้าเป็นศัพท์ทางวิชาการหรือวิสามานยนามให้เก็บไว้ทั้ง 2 ตัว โดยใส่เครื่องหมายทัณฑฆาตไว้ที่ตัวท้าย เช่น cell = เซลล์, James Watt = เจมส์ วัตต์

ถ้าพยัญชนะซ้อนอยู่กลางศัพท์ให้ถือว่า พยัญชนะซ้อนตัวแรก เป็นตัวสะกดของพยางค์หน้า และพยัญชนะซ้อนตัวหลัง เป็นพยัญชนะต้นของพยางต์ต่อไป ฉะนั้น การใช้พยัญชนะตัวสะกดและพยัญชนะต้นจะต่างกันตามหลักเกณฑ์การเทียบพยัญชนะภาษาไทย เช่น pattern = แพตเทิร์น, Missouri = มิสซูรี, broccoli = บรอกโคลี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7. **คำที่ตัวสะกดของพยางค์หน้าออกเสียงเป็นพยัญชนะต้นของพยางค์ต่อไปด้วย** ให้ถือหลักเกณฑ์ดังนี้

7.1 ถ้าสระของพยางค์หน้าเป็นเสียงสระอะ ซึ่งเมื่อทับศัพท์ต้องใช้รูปไม้หันอากาศให้ซ้อนพยัญชนะตัวสะกดของพยัญชนะหน้าเข้าอีกตัวหนึ่งเพื่อเป็นพยัญชนะต้นของพยางค์ต่อไป เช่น couple = คับเปิล, double = ดับเบิล

7.2 ถ้าสระของพยางค์หน้าเป็นสระอื่นที่ไม่ใช่สระอะ ให้ทับศัพท์ตามรูปพยัญชนะภาษาอังกฤษโดยไม่ต้องซ้อนพยัญชนะเช่น California=แคลิฟอร์เนีย,general = เจเนอรัล

7.3 ถ้าเป็นคำที่เกิดจากการเติมปัจจัย เช่น –er, -ing, -ie, -y และการทับศัพท์ตามรูปพยัญชนะภาษาอังกฤษ ดังข้อ 7.2 อาจทำให้ออกเสียงผิดไปจากภาษาเดิมมาก ให้ซ้อนพยัญชนะตัวสะกดของพยางค์ต้นอีกตัวหนึ่ง เพื่อให้เห็นเค้าเดิม เช่น sweater = สเวตเตอร์, booking = บุกกิง, Snoopy = สนูปปี

8. **คำประสมที่มีเครื่องหมายยัติภังค์ (hyphen)** ให้ทับศัพท์โดยเขียนติดต่อกันไป เช่น cross-stitch = ครอสสติตช์ ยกเว้นในกรณีที่เป็นศัพท์ทางวิชาการหรือวิสามานยนาม เช่น cobalt-60 = โคบอลต์-60, McGraw-Hill = แมกกรอว์-ฮิลล์

9. **คำประสมซึ่งในภาษาอังกฤษเขียนแยกกัน** เมื่อทับศัพท์ให้เขียนติดกันไป ไม่ต้องแยกคำตามภาษาเดิม เช่น night club = ไนต์คลับ, calcium carbonate = แคลเซียมคาร์บอเนต, New Guinea = นิวกินี

10. **คำคุณศัพท์ที่มาจากคำนาม** ซึ่งมีปัญหาว่าจะทับศัพท์ในรูปคำนามหรือคำคุณศัพท์นั้น ให้ถือหลักเกณฑ์ดังนี้

10.1 ถ้าคำคุณศัพท์นั้นมีความหมายเหมือนคำนาม หรือหมายความว่า “เป็นของ” หรือ “เป็นเรื่องของ” คำนามนั้น ให้ทับศัพท์ในรูปคำนาม เช่น hyperbolic curve = ส่วนโค้งไฮเพอร์โบลา, focal length = ความยาวโฟกัส, electronic charge = ประจุอิเล็กตรอน

10.2 ถ้าคำคุณศัพท์นั้นมีความหมายว่า “เกี่ยวข้องกับ” หรือ “เกี่ยวเนื่องจาก” คำนามนั้นให้ทับศัพท์ในรูปคำนามโดยใช้คำประกอบ เช่น เชิง แบบ อย่าง ทาง ชนิด ระบบ ฯลฯ แล้วแต่ความหมาย เช่น atomic absorption = การดูดกลืนโดยอะตอม, electronic power conversion = การแปลงผันกำลังเชิงอิเล็กทรอนิกส์

10.3 ในกรณีที่การทับศัพท์ในรูปคำนามตามข้อ 10.1 และข้อ 10.2 ทำให้เกิดความหมายกำกวมหรือคลาดเคลื่อน ให้ทับศัพท์ในรูปคำคุณศัพท์ เช่น sulphuric acid = กรดซัลฟิวริก, feudal system = ระบบฟิวดัล, metric system = ระบบเมตริก, hyperbolic function = ฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิก

11. **คำคุณศัพท์ที่มาจากชื่อบุคคล** ให้ทับศัพท์ตามชื่อของบุคคลนั้น ๆ โดยใช้คำประกอบ เช่น ของ แบบ ระบบ ฯลฯ แล้วแต่ความหมาย เช่น Euclidean geometry = เรขาคณิตระบบยุคลิด, Eulerian function = ฟังก์ชันแบบออยเลอร์, Napierian logarithm = ลอการิทึมแบบเนเปียร์

ยกเว้นในกรณีที่คำคุณศัพท์ที่มาจากชื่อบุคคล เป็นชื่อเฉพาะที่เป็นที่รู้จักกันทั่วไปในแต่ละวงการ ซึ่งอาจสังเกตได้จากการที่ในภาษาอังกฤษไม่ได้ใช้อักษรตัวใหญ่ขึ้นต้น ให้ทับศัพท์ในรูปคำคุณศัพท์ เช่น abelian group = กลุ่มอาบีเลียน

12. **คำคุณศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับชนชาติต่าง ๆ** ให้ทับศัพท์ในรูปคำนามที่เป็นชื่อประเทศ เช่น Swedish people = คนสวีเดน , Hungarian dance = ระบำฮังการี

ยกเว้นชื่อที่เคยใช้มานานแล้ว ได้แก่

ประเทศเยอรมนี ใช้ว่า ...เยอรมัน เช่น ภาษาเยอรมัน

ประเทศกรีซ ใช้ว่า...กรีก เช่น เรือกรีก

ประเทศไอร์แลนด์ ใช้ว่า...ไอริช เช่น ชาวไอริช

ประเทศเนเธอร์แลนด์ ใช้ว่า...ฮอลันดา เช่น ชาวฮอลันดา

หรือ...ดัตช์ เช่น ภาษาดัตช์

ประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ใช้ว่า...สวิส เช่น ผ้าสวิส

สหราชอาณาจักรบริเตนใหญ่และไอร์แลนด์เหนือ ใช้ว่า...อังกฤษ เช่น คนอังกฤษ

สหรัฐอเมริกา ใช้ว่า...อเมริกัน เช่น รถอเมริกัน

13. **การวางตำแหน่งคำคุณศัพท์ในคำทับศัพท์** ให้ถือหลักเกณฑ์ดังนี้

13.1 คำคุณศัพท์ที่ประกอบคำนามที่เป็นภาษาไทยหรือเป็นคำทับศัพท์แต่ได้ใช้ในภาษาไทยมาจนถือเป็นคำไทยแล้ว ให้วางคำคุณศัพท์ไว้หลังคำนาม เช่น cosmic ray = รังสีคอสมิก, gross ton = ตันกรอส

13.2 ถ้าทั้งคำคุณศัพท์และคำนาม เป็นคำทับศัพท์ที่ยังไม่ถือเป็นคำไทย ให้ทับศัพท์ตรงตามศัพท์เดิมเช่น Arctic Circle = อาร์กติกเซอร์เคิล, adrenal cortex = อะดรีนัลคอร์เทกซ์

13.3 ถ้าต้องการเน้นว่าคำนามนั้นเป็นสิ่งที่มีหลายชนิดและคำคุณศัพท์ที่ประกอบเป็นชนิดหนึ่งของคำนามนั้น อาจทับศัพท์โดยใช้คำประกอบ เช่น แบบ ชนิด ระบบ ฯลฯ มาแทรกไว้ระหว่างคำนามกับคำคุณศัพท์ เช่น normal matrix = เมตริกซ์แบบนอร์แมล, thermosetting plastic =พลาสติกชนิดเทอร์โมเซตติง

14. **คำย่อ** ให้เขียนชื่อตัวอักษรนั้น ๆ ลงเป็นภาษาไทย ดังนี้

A = เอ B = บี C = ซี D = ดี E = อี F = เอฟ G = จี H = เอช I = ไอ J = เจ

K = เค L = แอล M = เอ็ม N = เอ็น O = โอ P = พี Q = คิว R = อาร์ S = เอส

T = ที U = ยู V = วี W = ดับเบิลยู X = เอกซ์ Y = วาย Z = แซด

และให้เขียนโดยไม่ต้องใส่จุดและไม่เว้นช่องไฟ เช่น

BBC = บีบีซี, F.B.I. = เอฟบีไอ, DDT = ดีดีที

15. **คำทับศัพท์ที่ผูกขึ้นจากตัวย่อ** ซึ่งอ่านออกเสียงได้เสมือนคำคำหนึ่ง มิได้ออกเสียงเรียงตัวอักษร ให้เขียนตามเสียงที่ออกและไม่ต้องใส่จุด เช่น USIS = ยูซิส, UNESCO = ยูเนสโก, ASEAN = อาเซียน

16. **ตัวย่อชื่อบุคคล** ให้เขียนโดยใส่จุด และเว้นช่องไฟระหว่างชื่อกับนามสกุล เช่น D.N.Smith = ดี.เอ็น. สมิท, G.H.D.Cold = จี.เอช.ดี. โคลด์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.3 หลักการออกเสียงภาษาไทย

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525 และ อ่านอย่างไรและเขียนอย่างไร ฉบับราชบัณฑิตยสถาน กำหนดให้คำไทยจำนวนพอสมควรให้ออกเสียงได้ทั้งตามแบบที่เรียกว่า ตามหลัก และตามความนิยมแต่ไม่ได้อธิบาย ให้ชัดเจนว่า ออกเสียงตามหลักหมายความอย่างไร ออกเสียงตามความนิยมหมายความอย่างไร ซึ่งเป็นสาเหตุให้การออกเสียงคำไทยอ่านได้หลายแบบ และกฎการอ่านไม่ตายตัว

รายงานผลการวิจัย เรื่อง “การออกเสียงคำไทย (Correct Pronunciation of Thai Words)" [8] ซึ่งคณะนักวิจัยของสำนักศิลปกรรม ราชบัณฑิตยสถาน ได้วิจัยไว้โดยทำการ สำรวจประชากร ๒,๐๐๐ คน โดยใช้แบบสอบถามที่ประกอบด้วยคำที่คัดเลือกแล้ว ๑๗๓ คำ ส่งให้ผู้ตอบแบบสอบถามทางไปรษณีย์ และได้จัดทำแบบสอบถามให้ตอบทาง Internet สำหรับผู้ที่สนใจจะตอบ พร้อมกับมีแบบบันทึกเสียงจากรายการโทรทัศน์ ให้พนักงานวิจัยบันทึกคำต่าง ๆ ที่ปรากฏในแบบสอบถาม ผลของการวิจัยครั้งนี้พบว่าที่ราชบัณฑิตยสถานเรียกว่า การออกเสียงตามความนิยมนั้น ที่จริงคือการออกเสียงตามหลักภาษาศาสตร์ และการออกเสียงตามหลัก คือ การออกเสียงแบบเรียงพยางค์ตามแบบภาษาบาลี–สันสกฤตบ้าง และการออกเสียงแบบไทยที่เมื่อมีพยัญชนะสองตัวเรียงกัน ถ้าตัวหลังเป็น <ร> ก็ให้ ถือว่าพยางค์นั้นออกเสียงเป็น [ออน] บ้างไม่เป็นบ้าง แต่ถ้าตัวหลังไม่ใช่ <ร> ก็ให้ถือว่าพยางค์นั้นออกเสียงเป็น สระโอะลดรูปมีเสียงสะกดบ้าง แต่กฎดังกล่าวไม่แน่นอนเสมอไป งานวิจัยนี้ได้พบว่า ประชากรที่ตอบแบบสอบถามทั้งทางไปรษณีย์ และทาง Internet รวม ทั้งพิธีกรผู้ประกาศและผู้ร่วมสนทนาในรายการโทรทัศน์ ออกเสียงตามหลัก ๓๙.๓๐% ออกเสียงตามความนิยม ๖๐.๗๐% และมีบางคำที่การออกเสียงตามหลักมีอัตราสูงกว่าการออกเสียงตามความนิยมอย่างมีนัย จากการสัมภาษณ์อาจารย์ และนิสิตนักศึกษาสถาบันอุดมศึกษาเห็นว่า คำไทยควรออกเสียงเพียงอย่างเดียวให้เป็นมาตรฐาน ๓๘.๒๖% (อาจารย์ภาษาไทยเห็นว่าควรออกเสียงเพียงอย่างเดียว ๕๒.๙๔%) และออกเสียงได้หลายอย่าง ๖๑.๗๔% (อาจารย์ภาษาไทยเห็นว่า ควรออกเสียงหลายอย่าง ๔๗.๐๖%) งานวิจัยนี้เสนอให้พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน ระบุการออกเสียงตามหลักภาษาศาสตร์ (ตามความนิยม) ไว้ก่อนการออกเสียงตามหลัก ตามแบบสากลนิยม เสนอวิธีการแยกพยางค์ของคำ และเสนอให้ทำ การวิจัยทำนองเดียวกันนี้ทุก ๆ ๔ ปี

---

[8] ราชบัณฑิตยสถาน.การออกเสียงคำไทย. http://www.royin.go.th ,2543.

ข้อเสนอแนะที่ได้จากผลการวิจัยเรื่องการออกเสียงคำไทย มีดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากการออกเสียงตามความนิยมคือ การออกเสียงตามหลักภาษาศาสตร์ จึงควรเรียกว่า การออกเสียงตามหลักภาษาศาสตร์ และการออกเสียงตามหลักของราชบัณฑิตยสถานน่าจะใช้ว่า การออกเสียงตามหลักเดิม ซึ่งเป็นการออกเสียงแบบเรียงพยางค์ผสมแบบไทย

2. เมื่ออัตราร้อยละของคำที่ออกเสียงตามหลักภาษาศาสตร์สูงกว่าการอ่านออกเสียงตามหลักเดิม จึงสมควรระบุ การออกเสียงตามหลักภาษาศาสตร์ไว้ก่อนการออกเสียงตามหลักเดิม ในลักษณะที่ถือปฏิบัติกันเป็นสากลตามที่ปรากฏในพจนานุกรมภาษาต่าง ๆ ทั่วโลก และอนุวรรตให้เป็นไปตามหลักประชาธิปไตยที่ถือ เสียงส่วนใหญ่เป็นสำคัญ ฉะนั้นจึงไม่ควรบังคับให้พิธีกรและผู้ประกาศต้องออกเสียงตามหลักเดิม

3. คำบางคำสามารถออกเสียงมากกว่าหนึ่งอย่างได้ตามความเหมาะสม คือ ออกเสียงตามหลักภาษาศาสตร์ก็ได้ เช่น ดุลยพินิจ อาจออกเสียงเป็น [ดุนพินิต] หรือ [ดุนยะพินิต] ตามหลักภาษาศาสตร์ และ [ดุนละยะพินิด] ตามหลักเดิม ประวัติศาสตร์ อาจออกเสียงเป็น [ประหวัตสาต] ตามหลักภาษาศาสตร์ หรือ [ประหวัตติสาต] ตามหลักเดิม

4. การออกเสียงคำต่าง ๆ ที่มีโครงรูปเดียวกันควรจะออกเสียงเช่นเดียวกัน เช่น อรหัน กับ อรหันต์ ควรออกเสียงเหมือนกันว่า [ออระหัน]

5. ไม่ควรมีคำยกเว้นในการออกเสียงมากเกินไป จนเป็นภาระของผู้เรียนต้องจดจำ เช่น นครวาสี ควรออกเสียงว่า [นะคอนวาสี] เช่นเดียวกับคำอื่น ๆ ที่เขียนว่า นคร ต่างออกเสียงว่า [นะคอน] ทั้งสิ้น ไม่มีเหตุผล ใดเลยที่จะต้องอ่านว่า [นะคะระวาสี]

6. ตัว <ย> ที่ปรากฏในคำมากพยางค์แต่มิใช่ตัวสะกด อาจไม่ออกเสียงตัว <ย> ก็ได้หากจังหวะ การออกเสียงเข้ากระสวนได้พอดีตามหลักภาษาศาสตร์ เช่น พาณิชยการ ออกเสียงเป็น [พานิตชะกาน] ก็ได้

7. คำที่ประกอบด้วยพยัญชนะต้นตามด้วย <ก ด บ ม น ง> เป็นตัวสะกด ไม่ปรากฏรูปสระ ให้ออกเสียงเหมือนมีสระโอะลดรูป โดยไม่ต้องอ่านแบบเรียงพยางค์เป็นเสียงพยัญชนะตามด้วย [ะ] เช่น ปกติ ก็ควรออกเสียงว่า [ปกกะติ] สมดุล ก็ควรออกเสียงว่า [สมดุน]

8. คำแม่ กก ที่ไม่ได้สะกดด้วย <ก> และมิได้อยู่ท้ายคำ ให้แยกพยางค์หลังสระ <ไม่ประวิสรรชนีย์, –า, –ี > เช่น นครินทร์ [นะคะริน], มาฆบูชา [มาคะบูชา], วิสาขบูชา [วิสาขบูชา], ทีฆสระ [ทีคะสะหระ],ขอให้สังเกตว่าสระ <–ิ, –ุ> เมื่อนำหน้า <ข, ค, ฆ> ที่มิได้อยู่ท้ายคำ จะไม่มีการแยกพยางค์หลัง <–ิ, –ุ > ให้ถือเป็นตัวสะกด เช่น นิคหิต [นิกคะหิต], สุขศึกษา [สุกขะสึกสา], พิฆเณศ [พิกคะเนต]

9. คำแม่ กด ที่ไม่ได้สะกดด้วย<ด>และมิได้อยู่ท้ายคำให้แยกพยางค์หลังสระ <ไม่ประวิสรรชนีย์, –ี, –ู> เช่น กตเวที [กะตะเวที], สีตโลทก [สีตะโลทก], พีชคณิต [พีชะคะนิต], สูทศาสตร์ [สูทะสาด] ขอให้สังเกตว่าตัวสะกด แม่กด ในวรรค จะ ก็ดี วรรค ฏะ ก็ดี วรรค ตะ ยกเว้น <ด> ก็ดี หรือ <ษ, ศ, ส> ก็ดี

เมื่อปรากฏหลังสระ < –ิ, –ุ, เ–, แ–, โ–> ให้ถือเป็นตัวสะกด เช่น อิศรา [อิตสะรา], มุจลินท์ [มุตจะลิน], เวทนา [เวตทะนา], แพศยา [แพตสะหฺยา], โฆษณา [โคดสะนา], โภชนาการ [โพตชะนากาน]

10. คำแม่ กบ ที่ไม่ได้สะกดด้วย <บ> และมิได้อยู่ท้ายคำให้แยกพยางค์หลังสระ <ไม่ประวิสรรชนีย์, –า, –ี, –ู, เ–, โ–> เช่น อปยศ [อะปะยต], องคาพยพ [องคาพะยบ], ขีปนาวุธ [ขีปะนาวุต], สูปพยัญชนะ [สูปะพะยันชะนะ], เลปกร [เลปะกอน], โรปนะ [โรปะนะ], โสภณา [โสพะนา] ขอให้สังเกตว่าตัวสะกดแม่ กบ ยกเว้น <บ> เมื่อปรากฏหลังสระ <–ิ, –ุ> ให้ถือเป็นตัวสะกด เช่น ทิพโสต [ทิปพะโสต] วิปโยค [วิปปะโยก] , ศุภฤกษ์ [สุปพะเริก]

11. คำที่มี <ณ> อันเป็นตัวสะกดตัวหนึ่งในแม่ กน และมิได้อยู่ท้ายคำ ให้แยกพยางค์หลังสระ <ไม่ประวิสรรชนีย์, –า, โ–> เช่น คณบดี [คะนะบอดี], มาณวิกา [มานะวิกา], โสณกุล [โสนะกุน] แต่เมื่อปรากฏหลังสระอื่นให้ถือเป็น ตัวสะกด เช่น ติณชาติ [ตินนะชาต], อุณหภูมิ [อุนหะพูม], กุณฑลี [กุนทะลี]

12. คำที่มี <ร> อันเป็นตัวสะกดตัวหนึ่งในแม่ กน และมิได้อยู่ท้ายคำ ให้แยกพยางค์หน้า <ร> ไม่ว่า <ร> จะตามหลังสระอะไร เช่น กรณี [กอระนี], สารภี [สาระพี], นิรมล [นิระมน], กีรติ [กีระติ], สุรศักดิ์ [สุระสัก], บูรณะ [บูระนะ], เศรณี [เสระนี], โสรดา [โสระดา]

13. คำที่มี <ล> อันเป็นตัวสะกดตัวหนึ่งในแม่ กน และมิได้อยู่ท้ายคำให้แยกพยางค์หลังสระ <ไม่ประวิสรรชนีย์, –า, –ู> เช่น พลศึกษา [พะละสึกสา], กาลกิณี [กาละกินี] แต่เมื่อปรากฏหลังสระ อื่นให้ถือเป็นตัวสะกด เช่น อิลราช [อินละราต], กุลธิดา [กุนละทิดา]

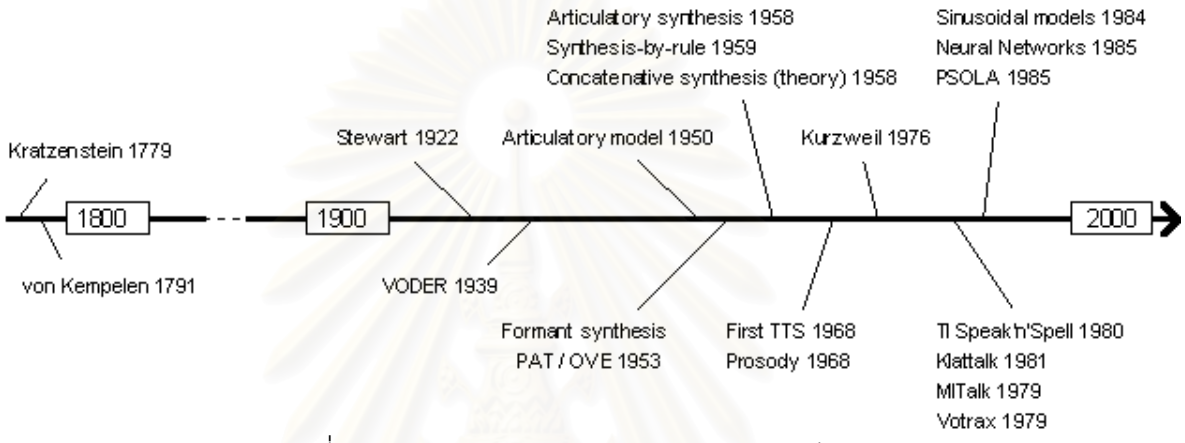
14. คำที่มี <ฬ> อันเป็นตัวสะกดตัวหนึ่งในแม่ กน และมิได้อยู่ท้ายคำ ให้แยกพยางค์หลังสระ <ไม่ประวิสรรชนีย์, –า> เช่น กาฬสินธุ์ [กาละสิน], อาสาฬหะ [อาสาละหะ], แต่เมื่อตามหลังสระอื่น ให้ถือเป็นตัวสะกด เช่น วิรุฬหก [วิรุนหก]

ราชบัณฑิตยสถานควรทำการวิจัยเรื่องการออกเสียงทุก ๆ ๔ ปี เพื่อตรวจสอบว่าแนวโน้มในการออกเสียงของคนไทย เปลี่ยนแปลงไปอย่างใดบ้าง สำหรับงานวิจัยเรื่องการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะจะใช้หลักการออกเสียงภาษาไทยตามรายงานผลการวิจัยข้างต้นนี้ในการอ่านออกเสียงคำภาษาไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 เทคโนโลยีการสังเคราะห์เสียง

การประดิษฐ์เสียงพูดของมนุษย์นั้นเป็นสิ่งที่มนุษย์ได้ให้ความสนใจมานับร้อยปีมาแล้ว โดยมีประวัติความเป็นมาตั้งแต่ยุคแรกที่ใช้ระบบเครื่องกลและพัฒนาจนกระทั่งถึงยุคปัจจุบันที่มีระบบการสังเคราะห์เสียงที่มีคุณภาพสูง ซึ่งได้แสดงวิวัฒนาการของระบบการสังเคราะห์เสียงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วิวัฒนาการของระบบการสังเคราะห์เสียง

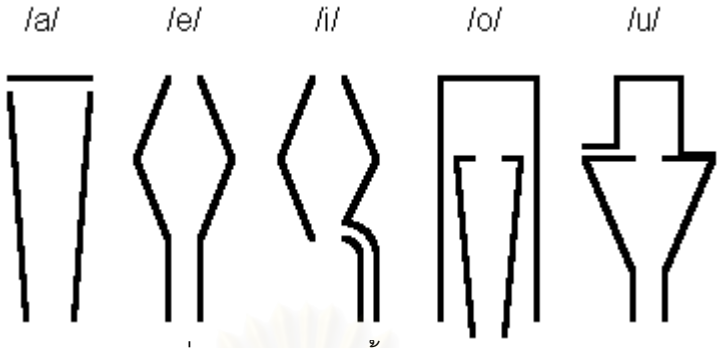
จากรูปที่ 2.4 สามารถแบ่งวิวัฒนาการของระบบการสังเคราะห์เสียงได้เป็น 2 ยุคดังนี้ [9]

1) **ยุคเครื่องกลสู่การสังเคราะห์เสียงกึ่งอิเล็กทรอนิกส์** (Mechanical to Semi-Electrical Synthesis)

ความพยายามในการสร้างการสังเคราะห์เสียงนั้นได้เกิดขึ้นเมื่อสองร้อยกว่าปีที่แล้วที่ St. Petersburg ในปี ค.ศ.1779 โดยศาสตราจารย์ Christian Kratzenstein ชาวรัฐเซีย ได้สร้างเครื่อง Acoustic resonators ที่มีรูปร่างคล้ายกับอวัยวะกำเนิดเสียงของมนุษย์ ซึ่งได้แสดงโครงสร้างพื้นฐานของ resonator ซึ่งทำให้สามารถอธิบายความแตกต่างทางสรีระศาสตร์ของตัวสระทั้ง 5 คือ /a/, /e/, /i/, /o/, /u/ ดังรูปที่ 2.5 นี้

---

[9] Schroeder M.A Brief History of Synthetic Speech. Speech Communication vol.13, 1993 : 231-237.



รูปที่ 2.5 โครงสร้างพื้นฐานของ resonator

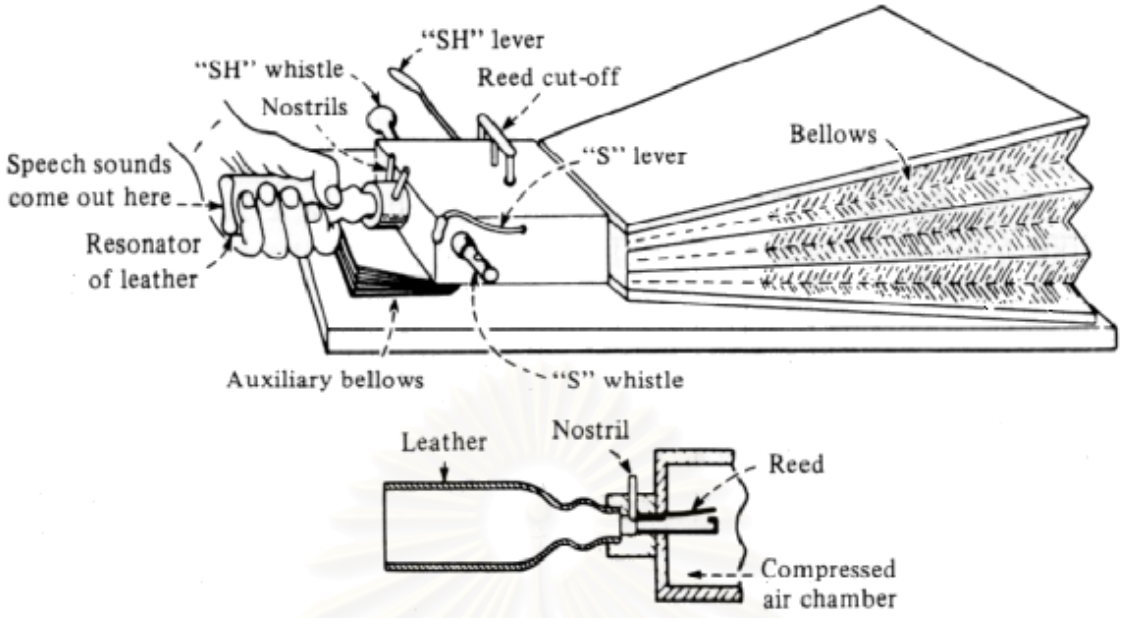
ต่อมาในปี ค.ศ. 1791 ณ กรุงเวียนนา Wolfgang von Kempelen ได้สร้างเครื่อง Acoustic Mechanical Speech Machine ซึ่งสร้างเสียงเดี่ยวและเสียงผสมได้ นอกจากนี้ยังตีพิมพ์หนังสืออธิบายเกี่ยวกับกระบวนการสร้างเสียงของมนุษย์และผลการทดลองที่ได้จากสิ่งประดิษฐ์เครื่อง Speaking Machine ดังกล่าว ซึ่งจากการศึกษาของเขานำไปสู่ทฤษฎีของอวัยวะกำเนิดเสียง (acoustic articulation)

ประมาณกลาง ค.ศ. 1800 Charles Wheatstone ได้สร้างเครื่อง Speaking Machine [10] ที่ทำให้เขามีชื่อเสียง ทั้งนี้ได้ทำการพัฒนาต่อจากรุ่นเครื่อง Speaking Machine ของ Wolfgang von Kempelen เครื่องดังกล่าวจะค่อนข้างมีความซับซ้อน ซึ่งมีความสามารถในการสร้างเสียงสระและส่วนมากจะสร้างเสียงพยัญชนะ นอกจากนี้ยังสามารถประสมบางเสียงให้เป็นคำได้ ดังรูปที่ 2.6 นี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[10] Flanagan J. Speech Analysis,Synthesis, and Perception. Springer - Verlag,Berlin – Heidelberg - New York,1972.



รูปที่ 2.6 เครื่อง Speaking Machine ของ Wheatstone ที่พัฒนาต่อจาก
รุ่นเครื่อง Speaking Machine ของ Wolfgang von Kempelen

ต่อมาในปี ค.ศ. 1838 Willis ได้ค้นพบว่าคุณภาพของเสียงสระมีความสัมพันธ์กับความยาวของท่อทางเดินเสียง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อที่เป็นช่องทางเดินเสียง

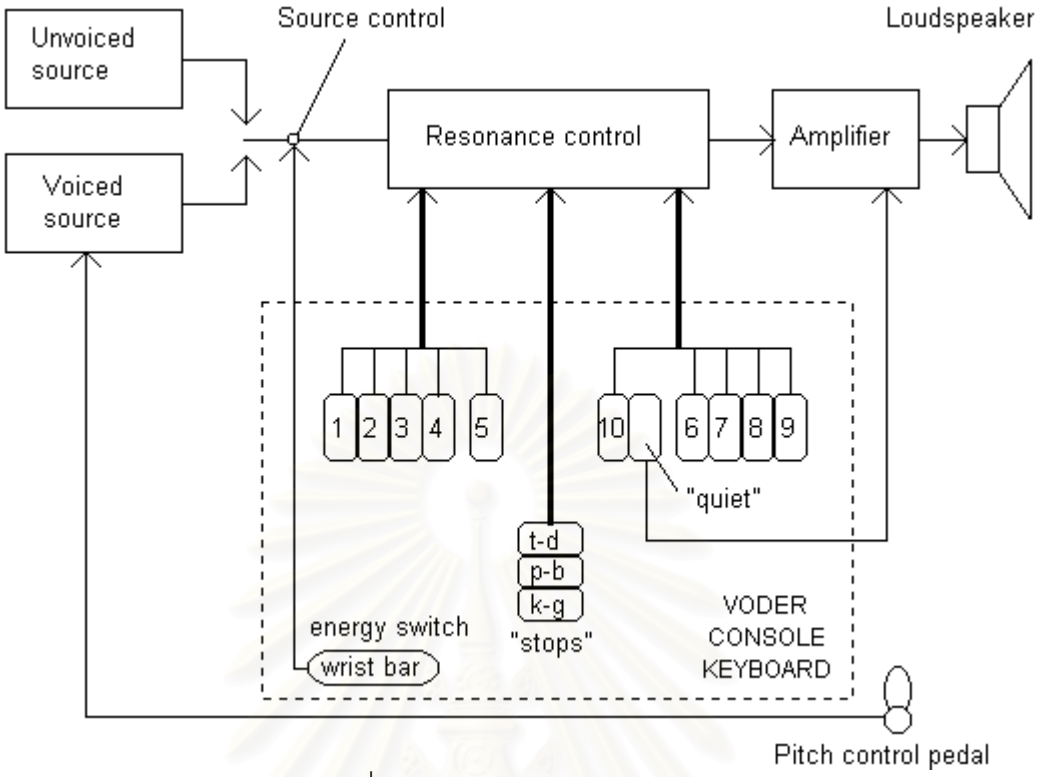
ในปลาย ค.ศ. 1800 Alexander Graham Bell และพ่อของเขา ได้แรงบันดาลใจจากเครื่อง Speaking Machine ของ Wheatstone จึงได้ทำการสร้างเครื่อง Speaking Machine ชนิดเดียวกันขึ้นมา และ Bell ได้ทำการทดลองกับสุนัขเทอเรียของเขา โดยจับสุนัขมาไว้ระหว่างขาของเขาและทำให้มันคำราม ซึ่งทำให้เขาดัดแปลงวิธีการสร้างช่องทางเดินเสียง (vocal tract) เพื่อสร้างเสียงได้ด้วยมือ

2) **ยุคการสังเคราะห์เสียงอิเล็กทรอนิกส์** (Electrical Synthesizers)

เครื่องมือการสังเคราะห์เสียงอิเล็กทรอนิกส์ชิ้นแรกที่ได้รับการยอมรับ ได้นำมาแสดงในงาน New York World's Fair 1939 ที่พัฒนาโดย Homer Dudley ซึ่งเป็นระบบอะนาล็อกที่มีชื่อว่า VODER (Voice Operating Demonstrator) [11] ดังแสดงส่วนประกอบของ VODER ในรูปที่ 2.7 นี้

---

[11] Klatt D.Review of Text-to-Speech Conversion for English.Journal of the Acoustical Society of America,JASA vol.82 (3),1987 : 737-793.



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของ VODER

สำหรับคุณภาพเสียงที่สังเคราะห์ออกมาของ VODER นั้นยังไม่ดี แต่เป็นการสาธิตวิธีการสร้างเสียงเทียมได้เป็นอย่างดี ซึ่งหลังจากการสาธิตการทำงานของ VODER ในงานแสดงดังกล่าว นักวิทยาศาสตร์ทั่วโลกจึงได้เริ่มให้ความสนใจในการสังเคราะห์เสียงพูด (speech synthesis) เป็นอย่างมาก

การสังเคราะห์เสียงด้วยความถี่ฟอร์แมนท์ (Formant Synthesizer) ครั้งแรกนั้นได้ถูกค้นคิดโดย Walter Lawrence ในปี ค.ศ.1953 มีชื่อว่า PAT (Parametric Artificial Talker) ซึ่งประกอบด้วย 3 electronic formant resonators ที่ต่อกันแบบขนาน (parallel) ในขณะเดียวกันที่ Gunnar Fant ได้ค้นคิดการสังเคราะห์เสียงด้วยความถี่ฟอร์แมนท์ ที่ชื่อว่า OVE I (Orator Verbis Electris) ซึ่งต่อกันแบบลำดับขั้น (cascade) และอีก 10 ปีต่อมา ในปี ค.ศ.1962 Fant และ Martony ได้ปรับปรุงการสังเคราะห์เสียงด้วยความถี่ฟอร์แมนท์ มีชื่อว่า OVE II และต่อมาได้มี OVE III เกิดขึ้นที่ Sweden ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับระบบ Infovox ที่นำระบบการสังเคราะห์เสียงพูดดังกล่าวไปใช้ในเชิงพาณิชย์สืบต่อมาถึงปัจจุบัน

การสังเคราะห์เสียงด้วยการจำลองโมเดลอวัยวะกำเนิดเสียง (Articulatory Synthesizer) ครั้งแรกได้ถูกคิดค้นโดย George Rosen ในปี ค.ศ.1958 ณ Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) มีชื่อว่า DAVO (Dynamic Analog of the Vocal tract) ซึ่งใช้เครื่องอัดเสียงในการควบคุมสัญญาณที่สร้างขึ้นด้วยมือ และในกลางปี ค.ศ. 1960 ได้มีการทดลองด้วยวิธีการทำนายแบบเชิงเส้น

(Linear Prediction Coding) มาประยุกต์ใช้โดยตรงในด้านของการวิเคราะห์และการสังเคราะห์เสียงพูด ซึ่งพัฒนาโดยกลุ่มนักวิจัย Saito กับ Itakura (ปี ค.ศ. 1966) และ Atal กับ Schroeder (ปี ค.ศ. 1967) ในการเข้ารหัสสัญญาณเสียงพูดโดยใช้อัตราการเก็บหน่วยความจำน้อย และเป็นที่นิยมแพร่หลายต่อมาถึงปัจจุบัน

สำหรับระบบการสังเคราะห์ข้อความภาษาอังกฤษด้วยเสียง (text-to-speech system for English) ได้รับการพัฒนาครั้งแรกโดย Noriko Umeda และทีมวิจัย ในปี ค.ศ. 1968 ณ Electrotechnical Laboratory ประเทศญี่ปุ่น โดยใช้เทคนิคการจำลองโมเดลอวัยวะกำเนิดเสียง (Articulatory Model) และวิธีการสังเคราะห์เชิงไวยากรณ์ (Syntactic Analysis) ซึ่งคุณภาพเสียงที่ได้สามารถฟังพอเข้าใจได้บ้างเนื่องจากไม่มีเสียงสูงต่ำเป็นเสียงระดับเดียว(monotonous)

สำหรับการพัฒนาระบบการสังเคราะห์เสียงจากเอกสารโดยการใช้เครื่องกวาดตรวจด้วยแสง (Scanner) เพื่อให้คนตาบอดสามารถอ่านสิ่งพิมพ์ต่างๆได้ด้วยตัวเองนั้น ได้ถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดย Kurzweil ในปี ค.ศ. 1976 ซึ่งสามารถอ่านได้กับหลายรูปแบบตัวอักษร (multifont) แต่ระบบดังกล่าวมีราคาแพงมากสำหรับผู้ใช้เมื่อเทียบกับระยะเวลาหลายสิบปีที่แล้วคือประมาณ 30,000 ดอลล่าร์ ขึ้นไป แต่ก็ได้มีการนำไปใช้ตามห้องสมุด และศูนย์บริการต่างๆสำหรับผู้พิการทางสายตา

ในปี ค.ศ. 1979 Allen, Hunnicutt และ Klatt ได้นำแสดงระบบ MITALK laboratory text-to-speech ที่ถูกพัฒนาโดย M.I.T. [12] ซึ่งต่อมาบริษัท Telesensory Systems Inc.(TSI) ได้นำระบบการสังเคราะห์เสียงพูดดังกล่าวไปดัดแปลงเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ และอีก 2 ปีต่อมา Dennis Klatt ได้นำเสนอระบบ Klattalk ที่มีชื่อเสียงในเวลาต่อมา สำหรับเทคนิคต่างๆที่ใช้ในระบบ MITALK และ ระบบ Klattalk ได้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาระบบการสังเคราะห์เสียงพูดมาถึงปัจจุบันนี้ เช่น ระบบ DECtalk, Prose-2000 เป็นต้น

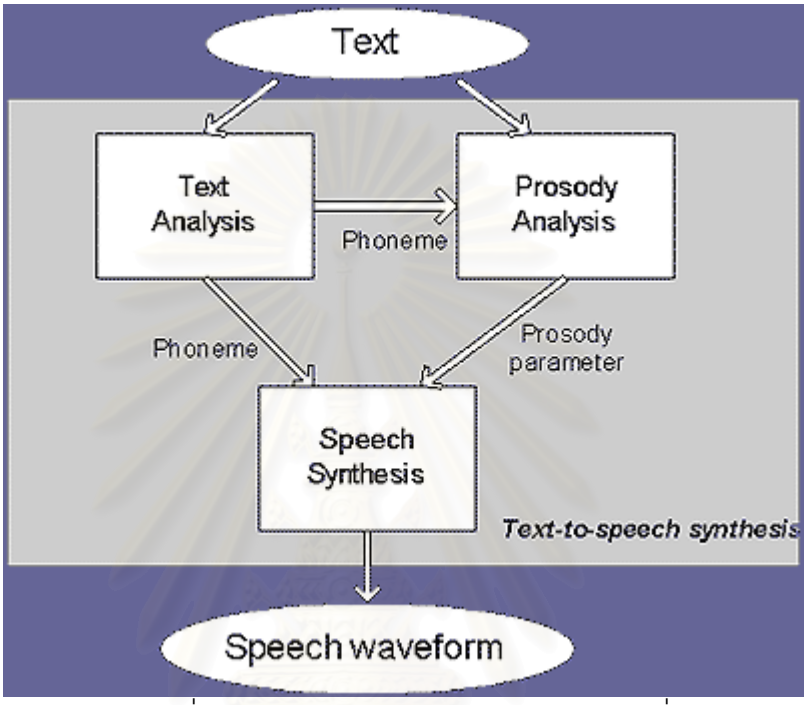
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[12] Allen J., Hunnicutt S. and Klatt D. From Text to Speech: The MITalk System. Cambridge University Press, Inc.,1987.

เทคนิคการสังเคราะห์เสียง

โครงสร้างของระบบสังเคราะห์เสียงโดยทั่วไป สามารถแบ่งการทำงานภายใน ได้เป็น 3 ส่วนดังรูป [13]



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของระบบสังเคราะห์เสียงทั่วไป

1. ส่วนการวิเคราะห์ข้อความ (Text Analysis)

ส่วนนี้จะมีหน้าที่วิเคราะห์ข้อความอินพุทเพื่อแปลงเป็นข้อมูล เสียงอ่าน (phoneme) ของคำนั้น และส่งต่อให้ส่วนของการ สังเคราะห์เสียง (Speech synthesis) ต่อไป นอกจากนี้ส่วนนี้ยังทำหน้าที่อย่างอื่น เช่น การแบ่งประโยคจากข้อความที่ยาว (Sentence breaking) การหาขอบเขตของวลีของการอ่านในประโยค

---

[13]หน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมภาษา และซอฟต์แวร์. Thai Speech Technology. http://www.nectec.or.th/sll

2. ส่วนการวิเคราะห์สัทสัมพันธ์ (Prosody Analysis)

ส่วนนี้ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล สัทสัมพันธ์ (prosody) ของประโยคใดๆ จากข้อมูลเสียงอ่าน และข้อความ ข้อมูลสัทสัมพันธ์ ที่วิเคราะห์ ออกมาได้ในระบบทั่วไป เช่น

Segment Duration หมายถึง ความยาวของเสียงย่อยที่ต้องการสังเคราะห์ ค่านี้จะ มีผลต่อ จังหวะของเสียงที่ทำการสังเคราะห์ เช่น ถ้ากำหนด ให้ค่า ความ ยาว ของเสียงย่อยที่ต้องการสังเคราะห์มี ขนาดสั้น เสียงที่ทำ การสังเคราะห์ก็จะเหมือนกับการพูดเร็ว

Pitch Contour หมายถึง ค่าความสัมพันธ์ของความถี่มูลฐานกับเวลา ค่านี้จะมีผลต่อเสียงสูงต่ำ (intonation) ของประโยคนั้นๆ

3. ส่วนการสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesis)

ส่วนนี้ทำหน้าที่ในการสร้างสัญญาณคลื่นเสียง จากข้อมูลเสียง อ่าน (phonetic transcription) และข้อมูลสัทสัมพันธ์ (Prosody transcription) จากข้อ 1 และ 2 และส่งออกสู่ลำโพง เพื่อให้เราได้ยินเสียงพูดประโยคนั้นๆ โดยทั่วไป ส่วนนี้สามารถแบ่งตามเทคนิควิธีการสังเคราะห์เสียง ได้ 3 ประเภท คือ

3.1 **Formant Synthesis**

เทคนิคการสังเคราะห์วิธีแบบนี้ ข้อมูลเสียงอ่านใดๆ จะถูกกำหนด ไว้อยู่ในรูปของความถี่ฟอร์แมนท์ต่างๆ (F1,F2,F3) ของเสียงนั้นๆ เมื่อต้องการสังเคราะห์เสียงใดๆก็นำข้อมูลเหล่านี้มาทำการสังเคราะห์ให้เป็นสัญญาณเสียง ซึ่งวิธีการนี้จะมีข้อดีที่สามารถควบคุมค่าความเปลี่ยนแปลงของความถี่ฟอร์แมนท์ (Formant transition) ที่บริเวณรอยต่อระหว่างเสียงได้ง่าย แต่มีข้อเสีย คือ การจะแทนเสียงใดๆด้วยค่าฟอร์แมนท์ทำได้ยากจะต้องมีกฎในการสังเคราะห์เสียงจำนวนมาก และเสียงที่สังเคราะห์ออกมาได้จะไม่ค่อยเป็นธรรมชาติ ตัวอย่างของระบบแบบนี้ได้แก่ MITALK และ DECTALK

3.2 **Articulation Synthesis**

สำหรับวิธีนี้ข้อมูลเสียงที่ต้องการสังเคราะห์ จะอยู่ในรูปของค่าพารามิเตอร์ของ โครงสร้างทางกายภาพของการเคลื่อนไหวของ อวัยวะในช่องปากที่ทำให้เกิดเสียงต่างๆ วิธีการนี้ค่อนข้างยากในแง่การโมเดลเสียงต่าง ๆ ซึ่งจะต้องศึกษาจากอวัยวะในการออกเสียงจริง ๆ ตัวอย่าง ของระบบแบบนี้ เช่น

ระบบ Whistler (Windows Highly Intelligent Stochastic Talker) ของ Microsoft Research [14] ซึ่งระบบนี้จะเป็นส่วนหนึ่งในระบบปฏิบัติการ Windows 2000 Releaseใหม่ แต่ถึงอย่างไรยังคงต้องมีการปรับปรุงในส่วนของความเด่นชัดของเสียง

3.3 Concatenation Synthesis

เสียงที่ทำการสังเคราะห์ขึ้น เกิดจากการนำหน่วยเสียงย่อย ที่ทำการเก็บไว้ก่อน แล้วมาต่อกันเป็นเสียงพูดที่ต้องการ โดยทั่วไปหน่วยเสียงย่อยที่ทำเก็บ ไว้จะอยู่ระดับต่ำกว่าคำ เช่น หน่วยของเสียงพยางค์ หน่วยของเสียง ครึ่งพยางค์ (demisyllable) หน่วยของเสียงคู่เสียง (diphone) เป็นต้น

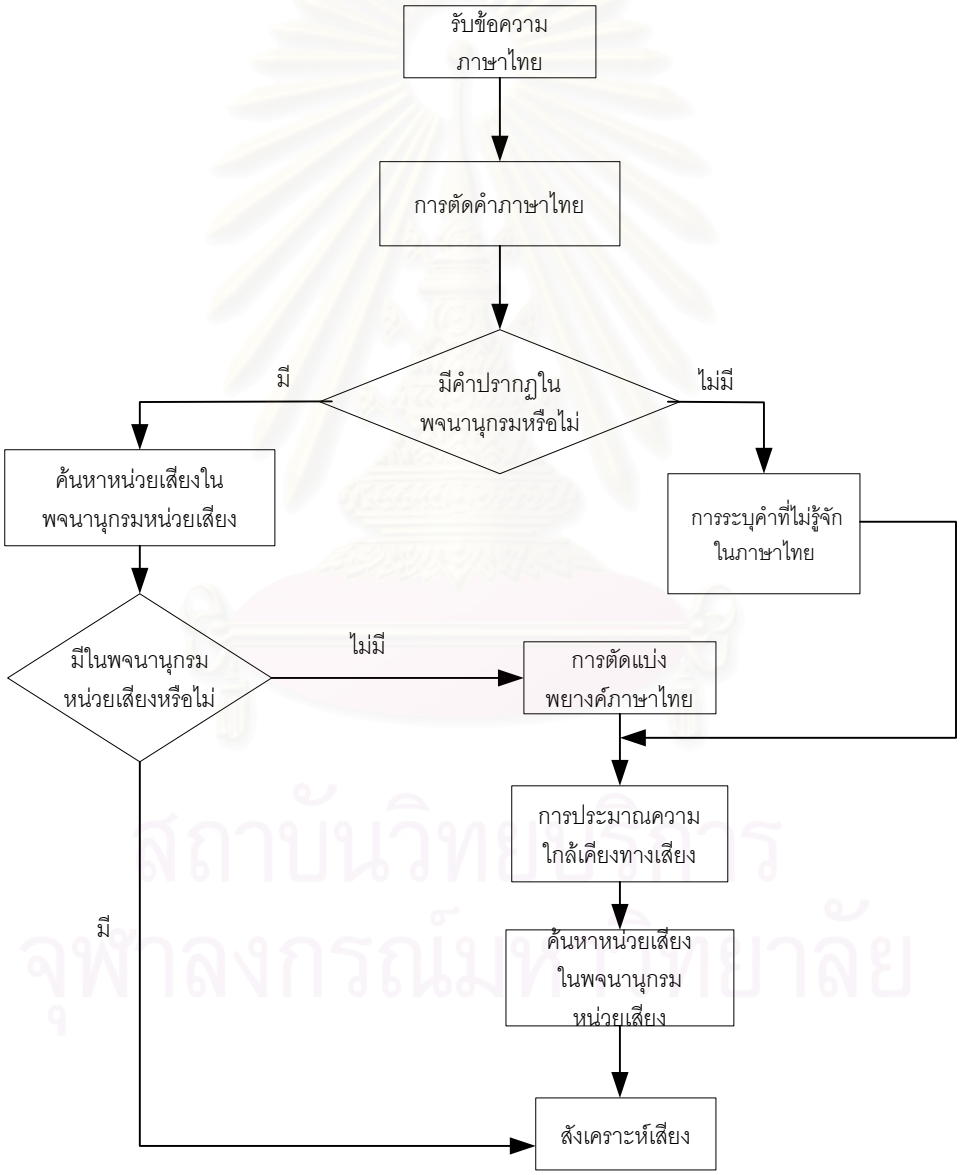
ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ของระบบการสังเคราะห์เสียง พร้อมเทคนิคในการสังเคราะห์เสียง,ความต้องการพื้นฐาน,รูปแบบของเสียง,เวบไซต์หรือที่อยู่ของบริษัทต่างๆในแต่ละผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ไว้ในภาคผนวก ก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[14] Microsoft Research. Speech Technology. http://www.research.microsoft.com/srg/ssproject.asp

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้จะพัฒนาในเรื่องของความถูกต้องในการอ่านคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ และคำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ โดยการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทย ซึ่งรูปแบบการทำงานของระบบจะแสดงดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 รูปแบบการทำงานของระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทย
สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 วิธีการตัดคำภาษาไทย

เนื่องจากลักษณะโครงสร้างภาษาอังกฤษจะมีประโยคซึ่งประกอบด้วยคำหลายๆคำเรียงต่อกันไปโดยมี ช่องว่าง (Space) เป็นตัวคั่นคำ การตัดคำจึงทำค่อนข้างสะดวก แต่สำหรับโครงสร้างทางภาษาไทย และภาษาอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชียซึ่งมีความใกล้เคียงทางโครงสร้างภาษา เช่น ภาษาลาว ภาษาจีน ภาษาญี่ปุ่นจะมีความซับซ้อนมากกว่า โดยการเขียนประโยคภาษาไทยเป็นการเขียนติดต่อกันเป็นส่วนใหญ่ จึงต้องมีวิธีการให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถที่จะเรียนรู้ขอบเขตของคำ

หลักการตัดคำในภาษาไทยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 หลักการใหญ่คือ [1]

1. หลักการตัดคำโดยใช้กฎเกณฑ์ ซึ่งขั้นตอนการตัดคำในยุคแรก ๆ จะใช้วิธีการตรวจสอบกฎเกณฑ์ของคำภาษาไทย เช่น กฎเกณฑ์ของตัวอักษรที่อยู่ติดกัน หรือกฎเกณฑ์ที่กำหนดโดยราชบัณฑิตยสถาน วิธีการนี้มีข้อจำกัดมากนั่นคือผลของการตัดคำอาจได้เป็นกลุ่มของคำ ซึ่งในความเป็นจริง ยังสามารถตัดคำแยกย่อยออกไปได้อีก นั่นคือความถูกต้องของคำหลังการตัดต่ำ
2. หลักการตัดคำโดยใช้พจนานุกรม ในยุคต่อมาขั้นตอนวิธีการตัดคำภาษาไทยโดยส่วนใหญ่ จะใช้พจนานุกรมเข้าช่วย วิธีการนี้ถึงแม้จะใช้เนื้อที่ความจำหลักมาก แต่เป็นวิธีที่ให้ความถูกต้องในการตัดคำสูงวิธีหนึ่ง

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกขั้นตอนการตัดคำโดยใช้พจนานุกรมเนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นว่าการตัดคำโดยใช้พจนานุกรมสามารถตัดคำได้ถูกต้องมากกว่า และได้ใช้วิธีตัดคำให้ยาวที่สุด (Longest Matching) วิธีการนี้ถือเป็นวิธีทาง Heuristic อันหนึ่งซึ่งวิธีนี้จะสแกนประโยคจากซ้ายไปขวาเทียบกับพจนานุกรมเพื่อทำเครื่องหมายกับทุกสายอักขระที่สามารถสร้างเป็นหนึ่งคำให้เป็นจุดย้อนกลับและเลือกสายอักขระที่ยาวที่สุดเป็นตัวเลือกสำหรับคำแรก ถ้าตัวเลือกนี้สามารถทำให้ อัลกอริทึมค้นหาคำที่เหลือได้สมบูรณ์ ตัวเลือกนี้ก็จะเป็นคำแรกจริง ไม่เช่นนั้น อัลกอริทึมก็จะกลับไปยังจุดย้อนกลับที่ทำเครื่องหมายไว้เพื่อใช้เป็นตัวเลือกสำหรับคำแรกใหม่ และทำการค้นหาคำที่เหลือต่อไปเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ [1] ตัวอย่างประโยค เช่น “ รถยนต์มีก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ” ผลของการตัดคำทั้งหมดจะเป็นดังตารางที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

[1] บุญเสริม กิจศิริกุล. การกำกับหมวดคำสำหรับข้อความภาษาไทย. โครงการวิจัยเลขที่51G-COM-2540 สถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2541.

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการตัดคำโดยวิธีตัดคำให้ยาวที่สุด [2]

ส่วนของคำตัดได้	ส่วนที่เหลือ
รถ	ยนต์มีก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์
ยนต์	มีก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์
มี	ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์
ก๊าซ	คาร์บอนมอนนอกไซด์
คาร์บอน	มอนนอกไซด์
มอน	นอกไซด์
นอก	ไซด์
ไซด์	

การตัดคำโดยใช้พจนานุกรมนั้น จะทำการหาขอบเขตของหน่วยคำในข้อความที่ต่อเนื่อง ดังนั้น ถ้าหากเก็บทุกคำที่มีอยู่ในภาษาลงในพจนานุกรมทั้งหมด จากนั้นก็ค้นหาและเปรียบเทียบหาคำศัพท์นั้นๆ ว่ามีอยู่ในพจนานุกรมหรือไม่ เพียงเท่านั้นก็จะสามารถหาขอบเขตของคำแต่ละคำได้แต่ในความเป็นจริงแล้วทำได้ยากมากหรืออาจจะเป็นไปไม่ได้ที่จะบรรจุคำทุกคำลงในพจนานุกรมได้ทั้งหมด โดยเฉพาะส่วนที่เป็นวิสามานยนาม(คำนามที่เป็นชื่อเฉพาะ) หรือคำที่เกิดขึ้นจากการบัญญัติขึ้นมาใหม่ ซึ่งไม่สามารถจะคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ดังนั้นการตัดคำถึงแม้ว่าจะอาศัยการเปรียบเทียบคำจากพจนานุกรมก็ตาม ก็จำเป็นที่จะต้องยอมให้มีคำที่ไม่ได้บรรจุไว้ในพจนานุกรมเกิดขึ้นได้เช่นกัน คำที่บรรจุในพจนานุกรมไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นหน่วยคำที่ย่อยที่สุดที่ความหมายไว้เสมอไป อาจเป็นคำประสม เช่น แม่น้ำ ดูแล ช่างทอง เป็นต้น หรือ วลี เช่น แสงอาทิตย์ หนีเสือปะจระเข้ เป็นต้น[2]

สำหรับอัลกอริธึมการตัดคำด้วยวิธีตัดคำให้ยาวที่สุดที่จะใช้ในวิทยานิพนธ์นี้จะใช้แนวความคิดและต้นแบบโปรแกรมการตัดคำมาจากงานวิจัยของ Nontarat Thongpumpurksar [3] ซึ่งได้เสนอแนวความคิดไว้ว่า ตัดคำให้ได้คำที่ยาวที่สุดที่จะรวมเป็นประโยคได้ โดยใช้โครงสร้างข้อมูลแบบ ดับเบิลอะเรย์ (double array) เพื่อสร้างทรัย (Trie) สำหรับเป็นพจนานุกรม

---

[2] วิรัช ศรเลิศล้ำวาณิช. การตัดคำไทยในระบบแปลภาษา. การแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ ,2536,หน้า 50 - 55

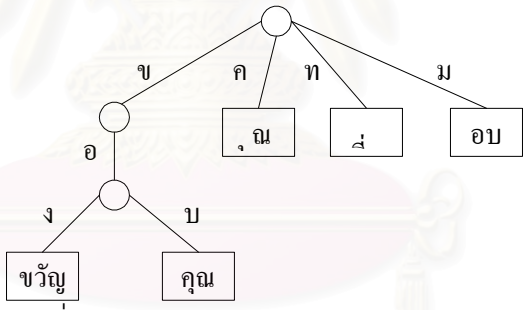
[3] Nontarat Thongpumpurksar. A Thai Text Retrieval System Using Digital Search Trees and SQL. Computer Science Master Thesis Asian Institute of Technology,1993.

3.2 วิธีการจัดเก็บแฟ้มข้อมูลพจนานุกรม

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โครงสร้างข้อมูลแบบทรัย (Trie) โดยมีที่มาจากคำว่า reTRIEval ซึ่งเป็นโครงสร้างข้อมูลที่มีชื่อเสียงในการนำมาใช้ค้นหาข้อมูลพจนานุกรม ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ทรัย (Trie) เป็นโครงสร้างข้อมูลสำหรับเก็บพจนานุกรมคำไทย และพจนานุกรมหน่วยเสียง ทั้งนี้ทรัยมีประสิทธิภาพสูงทั้งในด้านความเร็ว และประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ เนื่องจากทรัย (Trie) เป็นโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ และใช้เวลาทำงานเป็นO(log n) โดยที่ n เป็นความยาวของคำ [4] ซึ่งทรัย(Trie) ยังสนับสนุนการค้นหาแบบข้อมูลร่วม (Prefix) อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสนับสนุนการค้นหาแบบประมาณ (Approximate Matching) ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับการค้นหาที่มีความผิดพลาด [5] ในงานวิจัยนี้ใช้ทรัย (Trie) เป็นโครงสร้างข้อมูลในการเก็บพจนานุกรมคำภาษาไทยดังตัวอย่างรูปนี้ [6]

ประโยค : ขอบคุณคุณที่มอบของขวัญ

ตัดคำภาษาไทย : ขอบคุณ
คุณ
ที่
มอบ
ของขวัญ



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลทรัย (Trie)

หมายเหตุ ทรัย(Trie) ประกอบด้วยโหนดภายใน (Internal Node) เป็นรูปวงกลม และ โหนดภายนอก (External Node) เป็นรูปสี่เหลี่ยม

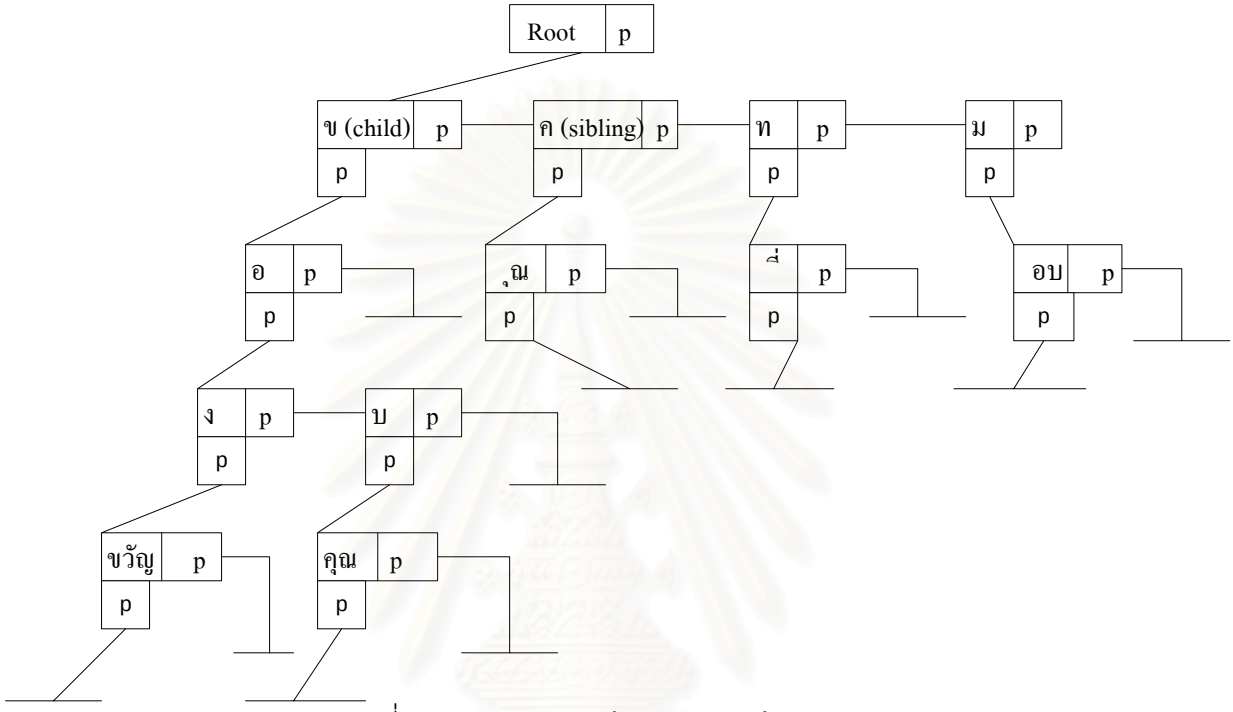
---

[4] Mark Allen Weiss. Data Structure and Algorithm Analysis in C Second Edition. Addison-Wesley,1997

[5] H. Shang and T.H. Merrett. Tries for Approximate String Matching. IEEE Trans. On Knowledge and Data Eng., 1996

[6] W. Kanlayanawat and S. Prasitjutrakul. Automatic Indexing for Thai Text with Unknown Words using Trie Structure. Proceedings of the Natural Languange Processing Pacific Rim Symposium., 1997

การสร้างโครงสร้างข้อมูลแบบทรัยอาจทำได้โดยใช้อะเรย์ (Array) หรือใช้พ้อยเตอร์ (Pointer) สำหรับงานวิจัยนี้จะสร้างด้วยการใช้พ้อยเตอร์ โดยให้โหนดแรกเป็นลูกและโหนดถัดไปเป็นลูกในระดับเดียวกัน ดังตัวอย่างการสร้างทรัยแบบพ้อยเตอร์จากตัวอย่าง รูปที่ 3.2 ดังนี้



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการสร้างทรัยแบบพ้อยเตอร์

จากที่กล่าวมาแล้วว่า ทรัยเป็นโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้ ซึ่งใช้เวลาทำงานเป็น O(log n) หรือความเร็วในการทำงาน มีผลแปรผันน้อยมากกับขนาดของข้อมูลจึงมีความเหมาะสมกับข้อมูลขนาดใหญ่มากกว่าโครงสร้างข้อมูลแบบเดิมที่ใช้ลิงค์ลิสต์ ซึ่งจะมีความแปรผันโดยตรงกับขนาดข้อมูล สำหรับแต่ละโหนดของทรัยที่ใช้พ้อยเตอร์เป็นตัวสร้างจะประกอบไปด้วยสามส่วนคือ ส่วนของข้อมูล ส่วนของพ้อยเตอร์ที่ชี้ไปยังลูกตัวแรก และส่วนของพ้อยเตอร์ที่ชี้ไปยังโหนดลูกข้างเคียง ซึ่งสามารถแสดงโครงสร้างของทรัยในลักษณะของนิยามตามแบบภาษาซีได้ดังแสดงในภาคผนวก ข

3.3 วิธีการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ (Thai Syllable Segmentation for English Transliterated Words)

การตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ (Thai Syllable Segmentation for English Transliterated Words) ในงานวิจัยนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์เพื่อแบ่งแยกพยางค์จากคำใดๆ ที่เกิดขึ้นในกรณีที่การตัดคำถูกต้องแต่ไม่พบคำในพจนานุกรมหน่วยเสียง เพื่อที่จะให้ได้หน่วยเสียงที่ย่อยลงไปในการนำไปคำนวณค่าความใกล้เคียงทางเสียงและนำหน่วยเสียงที่คำนวณได้ไปค้นหาในพจนานุกรมหน่วยเสียงต่อไป

สำหรับอัลกอริทึมในการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษนี้ได้พัฒนาขึ้นจากการวิเคราะห์โครงสร้างของไวยากรณ์ภาษาไทย [7] และสังเกตจากรูปแบบ (pattern) ของแต่ละพยางค์ที่ประกอบเป็นคำ เพื่อแบ่งแยกคำที่ได้จากการตัดคำแต่ไม่พบหน่วยเสียงในพจนานุกรมหน่วยเสียงให้ย่อยเป็นพยางค์ โดยจะทำการพัฒนากฎทางภาษาไทยจากหลักเกณฑ์การทับศัพท์ [8] แนวการออกเสียงภาษาอังกฤษ [9] และรูปแบบของคำทับศัพท์ที่มาประสมกันเป็นพยางค์

<u>วิเคราะห์โครงสร้างของไวยากรณ์ภาษาไทย</u>

ก่อนที่จะทำการสร้างกฎเกณฑ์การแบ่งพยางค์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ต้องทำการสร้างกลุ่มของสระ พยัญชนะ ตัวสะกด และวรรณยุกต์ ของคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษเมื่อเทียบกับหลักภาษาไทย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์กลุ่มของสระ

บางชนิดเป็นทั้งสระและพยัญชนะ เรียกว่า vowel - links เช่น l,m,n,r สำหรับเสียงสระในภาษาอังกฤษใช้ตัวอักษรเพียง 5 ตัว คือ a,e,i,o,u ซึ่งลำพังตัวของมันเองมีเสียงอย่างนั้นเพียง 5 เสียง แต่เมื่อเอาไปสะกดเป็นคำต่างๆเข้าบางทีก็เป็นเสียงเดิม บางทีก็เปลี่ยนเป็นเสียงอื่น ซึ่งสามารถนำเสียงของกลุ่มสระภาษาอังกฤษมาเปรียบเทียบกับเสียงของกลุ่มสระภาษาไทยได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.2 นี้

---

[7] กำชัย ทองหล่อ.<u>หลักภาษาไทย ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 10</u>. รวมสาส์น,2540.

[8] ราชบัณฑิตยสถาน. <u>หลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ</u>. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2532.

[9] ภูมิ หุราพันธ์.<u>แนวการออกเสียงภาษาอังกฤษ ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 4.</u> ทฤษฎี,2543.

ตารางที่ 3.2 ตารางเทียบเสียงระหว่างกลุ่มสระภาษาอังกฤษกับ
กลุ่มสระภาษาไทยและตัวอย่างคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ

No	Thai Vowel patterns	English Sound patterns	Example	No	Thai Vowel patterns	English Sound patterns	Example
1	แอ (แ _ _)	a ar are aa ae air au ayr ear eir	แบดมินตัน แอร์โรว์ แมร์ แอรอน แอโรสเฟียร์ เบลแอร์ แลฟลิน แอร์เชอร์ แบร์ แอร์	2	อะ (_ะ), (ั)	a o oo ou u	อะลูมิเนียม วอชิงตัน บลัดส์เวิร์ท เทอร์โมคัปเปิล ฮังการี
3	อา (_า)	a ar aa au er ear	ชิคาโก บาร์ บาซาร์ ลาฟ คลาร์ก ฮาร์ต	4	เอ (เ _)	a ae ai ay e ea ei eo ey	เอเชีย ซันเด สเปน มาเลย์ เลบานอน เดดซี เบรุต เลมินสเตอร์ ยาร์ดเลย์
5	ออ (_อ)	a ar au aw o or ore oa	ฟุตบอล วอร์ด ออกัสตา ลอร์เรนซ์ ทอม คอร์รัปชัน ทอมัส มอร์ บรอดเวย์	6	เออ (เ_อ)	ar aer er ear eir eur ir ire	เอดเวิร์ด เคอร์ซูไทต์ แคนเบอร์รา เพิร์ลฮาร์เบอร์ เพิร์ซ เฟลอร์เดอลีส์ เซอร์คอน แฮมป์เชอร์

No	Thai Vowel patterns	English Sound patterns	Example	No	Thai Vowel patterns	English Sound patterns	Example
		oar oor ou our	บอร์ด ดอร์ กอฟ บอร์โนไนต์			or oe oer our ur yr ure	วินด์เซอร์ เกอไทต์ เออร์ลิคอน เมลเบิร์น เฮอร์ริเคน เมอร์นา เลกเชอร์
7	อี (ี_)	ae e ea ee ei eo ey i ir ie oe y	อีเจียน สวีเดน กินี กรีนิช นีล พีเพิล คีย์ สกี ปามีร์ รีเบกไกต์ ฟีนิกซ์ ซีเรีย	8	เอีย (เ ี_ ย)	aea ere ea ear eer eir eo eu ire ia ie ier iu	จูเดีย แคชเมียร์ แคริบเบียน เกียร์ เบียร์ เพียร์ส นะโปเลียน โอเลียม แฮมป์เชียร์ อินเดีย โซเวียต เกลเชียร์ อะลูมิเนียม
9	ไอ (ไ_)	ai ei i ire ie ui uy y ye	ไคโร ไอน์สไตเนียม ไลบีเรีย ไอร์แลนด์ เนกไท ไรสลิปนอร์ทวูด สไกเลอร์ ไซโคลน ไรย์	10	เอา (เ_า)	ao au ou ow	มินดาเนา บิสเซา เคาน์เตอร์ เคาว์เพนส์
11	.เอะ (เ_ะ)	e	เม็กซิโก	12	เอียว (เ ียว)	eo ure	บอร์เนียว เพียวร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

No	Thai Vowel patterns	English Sound patterns	Example	No	Thai Vowel patterns	English Sound patterns	Example
13	โอ (โ _)	au eau eou ew o ore oa oe oor ou our ow	โอเจอร์ โบฟอร์ต โซล โซว์ ไคโร เบนโมร์ โอกแลนด์ โจ โดร์น โบลเดอร์ โมร์น โบว์ลิง	14	อู (ู)	eu ew o oe oo ou ow u ue ui	รูเบ็น แอนดรูว์ ทูเดย์ ซูเมกเกอร์ วูด แวนคูเวอร์ คูว์เปอร์ คูเวต วูสไทต์ จูซ
15	อิ (ิ)	e i u y ui	อิเล็กทรอนิกส์ คิง บิซี โอดิสซีย์ เซอร์คิต	16	อิว (ิว)	eau eu ew iew u ue uir	บิวตี ลิวคีเมีย นิวยอร์ก วิว คิวบา ทิวส์เดย์ มิวร์
17	ยุ	eu	ยุโรป	18	ยู	eu u	ยูเฟรทีส ยูเรเนียม
19	อาย (_าย)	ie uy	พาย กาย	20	ออย (_อย)	oi oy	ไทรอยด์ ลอยด์
21	เอียน (เ_ียน)	ion	ยูเนียน	22	อัน (ั น)	ion	โลชั่น
23	อัว (ั ว)	oa oi oo our ure ua	ซามัว ซามัวส์ มัวร์ ทัวร์ ชัวร์ กัวดาลูป	24	อุ (ุ)	oo ou u ui	ฟุต ซุป ลิลลิพุต ฟรุต
25	อาว (_าว)	ou ow	กราวนด์ ทาวน์เฮาส์				

2. **วิเคราะห์กลุ่มของพยัญชนะ**

สำหรับเสียงของกลุ่มพยัญชนะภาษาอังกฤษจะตรงกับพยัญชนะเสียงกลางและเสียงต่ำของไทย ซึ่งสามารถนำมาเทียบเสียงของพยัญชนะและตัวสะกดภาษาอังกฤษกับเสียงของพยัญชนะและตัวสะกดภาษาไทยได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.3 นี้

ตารางที่ 3.3 ตารางเทียบเสียงระหว่างกลุ่มของพยัญชนะและตัวสะกดภาษาอังกฤษ กับกลุ่มพยัญชนะและตัวสะกดภาษาไทย และตัวอย่างคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ

Consonant			Speller and Silence Marker	
English consonant	Thai consonant	Example	Thai speller	Example
b	บ	**b**ase = เบส	บ	gi**bb** = กิบบ์
c+a +o +u +r +l	ค	**ca**t = แคต **co**ne = โคน **cu**ba = คิวบา **cr**own = คราวน์ **cl**eo = คลีโอ	ก	cubi**c** = คิวบิก
c+e +i +y	ซ	**ce**ll = เซลล์ **ci**gar = ซิการ์ **cy**clone = ไซโคลน	ซ	gree**ce** = กรีซ
C (ออกเสียง ซ)	ซ	Gla**c**ier = เกลเซียร์	ซ	Bea**ch** = บีช
C (ออกเสียง ซ)	ซ	**ch**icago = ชิคาโก		
Ch (ออกเสียง ค)	ค	**Ch**ios = คิออส	ก ก	Angio**ch** = แอนติออก Brunswi**ck** = บรันสวิก
D	ด	**D**extrin = เดกซ์ทริน	ด	Dea**d** Sea = เดดซี
f	ฟ	**F**ox = ฟอกซ์	ฟ	Cli**f**ion = คลิฟตัน
g+e +l +y	จ	**Ge**stagen = เจสตาเจน En**g**ineer = เอนจิเนียร์ **Gy**ro = ไจโร	จ	Rou**ge** = รูจ
g+a +e +i +o +u +l +r	ก	**Ga**laxy = กาแล็กซี for**ge**t-me-not= ฟอร์เกตมีนอต **gi**ft = กิฟต์ **go**lf = กอล์ฟ **gu**lf = กัลฟ์ **Gl**adstone = แกลดสโตน	ก	Ma**g**nesium= แมกนีเซียม

		Grand = แกรนด์		
gh	ก	Ghetto = เกตโต	ฟ ก	Gough = กอฟ Pittsburgh = พิตส์เบิร์ก
Gh(ไม่ออกเสียง)	ก	-	-	Hugh = ฮิว
Gu(ออกเสียง กว)	กว	Penguin = เพนกวิน		
Gu (ออกเสียง ก)	ก	Guildford = กิลด์ฟอร์ด	ก	League = ลีก
Gn(gไม่ออกเสียง)	น	Gneiss = ไนส์	น	Design = ดีไซน์
h	ฮ	Haematite = ฮีมาไทต์		
h (ไม่ออกเสียง)	-	Honour = ออเนอร์	ห	John = จอห์น
j	จ	Jim = จิม		
k	ค	Kansas = แคนซัส	ก	York = ยอร์ก
k (เมื่อเป็นพยัญชนะต้นของพยางค์สุดท้าย)	ก	Bunker = บังเกอร์ Market = มาร์เกต Yankee = แยงกี		
kh	ค	Khartoum = คาร์ทูม	ก	Sikh = ซิก
l	ล	Locket = ล็อกเกต	ล	Shell = เชลล์
m	ม	Micro = ไมโคร	ม	Tom = ทอม
n	น	Nucleus = นิวเคลียส	น	Cyclone = ไซโคลน
p	พ	Paraola = พาราโบลา	ป	Capsule = แคปซูล
ph	ฟ	phosphorous=ฟอสฟอรัส	ฟ	graph=กราฟ
q	ก	Qatar = กาตาร์	ก	Iraq = อิรัก
qu (ออกเสียง คว)	คว	Quebec = ควิเบก	-	-
qu (ออกเสียง ค)	ค	Liquor = ลิเคอร์	ก	Mozambique = โมซัมบิก
r	ร	Radium = เรเดียม	ร	Barley= บาร์เลย์
rh	ร	Rhodonite = โรโดไนต์ murrha = เมอร์รา	ห	Myrrh = เมอรห์
s (+ สระ)	ซ	Silicon = ซิลิคอน	ส	Lagos = ลากอส
(+ พยัญชนะ)	ส	Sweden = สวีเดน	-	-
(ออกเสียง ช)	ช	Asia = เอเชีย	-	-
son (อยู่ท้ายชื่อ)	สัน	Johnson = จอห์นสัน	-	-
's	-	-	ส์	King's Cup = คิงส์คัป
sc (ออกเสียง ซ)	ซ	Scene = ซีน	-	-
Sc (ออกเสียง สก)	สก	Screw = สกรูว	สก	Disc = ดิสก์
sch(ออกเสียง ซ)	ซ	Scheelite = ซีไลต์	-	-

Sch(ออกเสียง ช)	ช	**Sch**ism = ซิซึม	-	-
sch(ออกเสียง สก)	สก	**Sch**ool = สกูล	-	-
sh	ช	**Sh**amal = ชามาล	ช	Har**sh** = ฮาร์ช
sk	สก	**Sk**yros = สกิรอส	สก	Ta**sk** = ทาสก์
sm	-	-	ซึม	Protopla**sm** = โพรโทพลาซึม
sp	สป	**Sp**ray = สเปรย์ **Sp**ore = สปอร์	-	-
st	สต	**St**anford = สแตนฟอร์ด **St**rip = สตริป	-	-
t	ท	**T**asmania = แทสเมเนีย **T**rombone = ทรอมโบน	ต	Kuwai**t** = คูเวต
th	ท	**Th**orium = ทอเรียม	ท	Zeni**th** = เซนิท
thm	-	-	ทึม	Biorhy**thm** = ไบโอริทึม Logari**thm** = ลอการิทึม
ti (ออกเสียง ช)	ช	Na**ti**on = เนชัน Stron**ti**um = สตรอนเชียม	-	-
V(เมื่อเป็นตัวสะกดของพยางค์ต้นและเป็นตัวนำของพยางค์ต่อไปด้วย)	ว	**V**olt = โวลต์	ฟ ฟว	Lo**v**e = เลิฟ pero**v**skite = เพอรอฟสไกต์ Li**v**ingstone= ลิฟวิงสโตน
w	ว	**W**ales = เวลส์	ว	Co**w**boy = คาวบอย
wh (ออกเสียง ว)	ว	**Wh**ite = ไวต์	-	-
wh (ออกเสียง ฮ)	ฮ	**Wh**ewell = ฮิวเอลล์	-	-
x	ซ	**X**enon = ซีนอน	กซ	Bo**x**er = บอกเซอร์ O**x**ford = ออกซฟอร์ด Ony**x** = โอนิกซ์
y	ย	**Y**ale = เยล	ย	Ke**y** = คีย์
z	ซ	**Z**one = โซน	ซ	Vadu**z** = วาดุซ

หมายเหตุ

1. คำที่พยางค์สุดท้ายเป็น ca, co และ cer (ที่ออกเสียงเกอร์) ซึ่งไทยเรานิยมใช้เสียง ก ให้ใช้ ก เช่น

Ameri**ca** = อเมริกา

Dis**co** = ดิสโก

Soc**cer** = ซอกเกอร์

2.ck เมื่อเป็นตัวสะกดและพยัญชนะต้นของพยางค์ต่อไปให้ใช้ กก เช่น

Ro**ck**y = รอกกี

Lo**ck**et = ล็อกเกต

3. gn ถ้าเป็นตัวสะกดและพยัญชนะต้นของพยางค์ถัดไป แล้วออกเสียง /ñ/ ใช้ นญ เช่น

Bolo**gn**a = โบโลนญา

Co**gn**ac = คอนญัก

4. n เมื่อเป็นตัวสะกดและมีพยัญชนะ c ch g k qu ฯลฯ ตามแล้วทำให้เสียง n ที่เป็นตัวสะกดออกเสียงเป็น ง ให้ถอด n เป็น ง เช่น

A**n**glo-Saxon = แองโกลแซกซัน

Fu**n**ction = ฟังก์ชัน

Pare**n**chyma = พาเรงคิมา

Fra**n**k = แฟรงก์

5. p เมื่อเป็นพยัญชนะต้นให้ใช้ พ โดยตลอด ยกเว้นกลุ่มพยัญชนะบางกลุ่มที่ไทย นิยมใช้เสียง ป ให้ใช้ ป ดังนี้ super-, -pa, -pean, -per, -pia, -pic, -ping, -pion, -po, -pus และ –py เช่น

superman = ซูเปอร์แมน

Euro**pa** = ยูโรปา

Bum**per** = บัมเปอร์

To**pic** = ทอปปิก

Shop**ping** = ชอปปิง

Hip**py** = ฮิปปี

Hip**po** = ฮิปโป

Olym**pus** = โอลิมปัส

6. t เมื่อเป็นพยัญชนะต้น ใช้ ท โดยตลอด ยกเว้นกลุ่มพยัญชนะบางกลุ่มที่ไทยเรานิยมใช้เสียง ต ให้ใช้ ต ดังนี้ anti-, auto-, inter-, multi-, photo-; ta, -ter, -ti, -tic, -ting, -tis, -to, -ton, - tor, -tre, - tum, -tus และ -ty เช่น

antibody = แอนติบอดี

intercom = อินเตอร์คอม

compu**ter** = คอมพิวเตอร์

quan**tum** = ควอนตัม

zygoma**ta** = ไซโกมาตา

7. คำหรือพยางค์ที่มีพยัญชนะต้นหลายตัว และตัวหน้าไม่ออกเสียง เมื่อเขียนทับศัพท์เป็นภาษาไทย ไม่ต้องใส่พยัญชนะตัวที่ไม่ออกเสียง เช่น

gnat = แนต

knight = ไนต์

psycho = ไซโค

pneumonia= นิวมอเนีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากข้อมูลในตารางที่ 3.2, 3.3 และกฎการใช้อักขระภาษาไทย ทำให้สามารถรวบรวมและกำหนดการสร้างกลุ่มของ อักขระภาษาไทยเพื่อใช้ในกฎเกณฑ์การแบ่งแยกพยางค์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษได้ดังตารางที่ 3.4 นี้

ตารางที่ 3.4 กลุ่มของอักขระภาษาไทย

vowel_1 กลุ่มของสระตาม	-ะ ั -ำ -า ิ ี ึ ื ุ ู
vowel_2กลุ่มของสระนำ	เ- แ- โ- ไ- ใ-
tone กลุ่มของวรรณยุกต์	็ ่ ้ ๊ ๋
Cancellation mark เครื่องหมายทัณฑฆาต	์
Consonant กลุ่มของพยัญชนะต้น	ก / ข / ฃ / ค / ฅ / ฆ / ง / จ / ฉ / ช / ฌ / ญ / ฎ / ฏ / ฐ / ฑ / ฒ / ณ/ ด / ต / ถ / ท / ธ / น / บ / ป / ผ / ฝ / พ / ฟ / ภ / ม / ย / ร / ฤ / ล / ฦ / ว / ศ / ษ / ส / ห / ฬ / อ / ฮ /
speller กลุ่มของตัวสะกด	ก / ค / ง / จ / ช / ซ / ฌ / ญ / ฑ / ฒ / ณ / ด / ต / ท / ธ / น / บ / ป / ผ / ฝ / ฟ / ม /ย / ร / ล / ว / ศ / ส / ห / อ / ฮ /
Double consonant กลุ่มของพยัญชนะควบกล้ำ	กก / กร / กล / กว / ขร / ขล / ขว / คซ / คร / คล / คว / ดร / ดว / ตร / ทร / บร / บล / ปร / ปล / พร / พล / ฟร / ฟล / ฟว / มล / ศร / หม / หร / หล / หว / ฮว /

จากการกำหนดกลุ่มของอักขระภาษาไทยดังตารางที่ 3.4 นี้ สามารถนำมาสร้างสัญลักษณ์เพื่อใช้แทนกลุ่มของอักขระภาษาไทยได้ดังตารางที่ 3.5 ด้านล่างนี้

ตารางที่ 3.5 สัญลักษณ์แทนอักขระภาษาไทย

$C = \{ c_i \mid c_i \text{ is a Thai consonant.} \}$

$C_d = \{ c_i c_j \mid c_i \in C \text{ and } c_j \text{ is a double consonant.} \}$

$S = \{ s_i \mid s_i \text{ is a letter which is considered as a final consonant or a speller.} \}$

$V_1 = \{ v_i \mid v_i \text{ is a vowel which is always placed after consonants.} \}$

$V_2 = \{ v_i \mid v_i \text{ is a vowel which is always placed at the first position of syllables.} \}$

$T = \{ t_i \mid t_i \text{ is } ็, ่, ้, ๊ \text{ or } ๋ . \}$

$M_S = \{ ์ \}$ /* Silence marker */

$I = \{ ิ \}, E = \{ ี \}, R = \{ -า \}, A = \{ -ะ \}, K = \{ ั \},$

$Y = \{ ย \}, W = \{ ว \}, Z = \{ ส \}, O = \{ อ \}$

( ) = optional case

<u>กฎเกณฑ์การแบ่งแยกพยางค์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ</u>

จากการกำหนดค่ากลุ่มของอักขระภาษาไทยและสัญลักษณ์แทนอักขระภาษาไทยตามรายละเอียดในตารางที่ 3.4 และ3.5 นั้น จะนำมาแสดงเป็นสัญลักษณ์ในกฎเกณฑ์การแบ่งแยกพยางค์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ โดยผู้วิจัยได้เสนอหลักการพิจารณาเพื่อแบ่งแยกพยางค์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษโดยมีรายละเอียดพิจารณาแยกตามกฎเกณฑ์ ดังตารางที่ 3.6 นี้

ตารางที่ 3.6 กฎเกณฑ์การแบ่งแยกพยางค์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ

Regular (R_i)	Vowel patterns	Regular Symbol	Example
R_1	◌์	S M_S	ทัว**ร์** , คอนแวน**ต์** , คอลัม**น์** , ไก**ด์** , โก**ล์** , ออน**ซ์** , ปอน**ด์** , เลน**ส์** , คลัตช์ , สปอร์ต
R_2	◌ัว	CK(T)W C_dK(T)W	**กัว**ลาลัมเปอร์ , ลิ**ทัว**เนีย , นิการา**กัว** , ปา**ปัว**นิวกินี , **ยัวร์** , โกตดิ**วัวร์** , **ทัวร์**, ชาร์**มัวส์** ,ฟรัง**ซัวร์**
R_3	เ◌อะ, เ◌อ	V_2(T)O(A)(S) V_2 C_d(T)O(A)(S)	**เออะ**โลน , **เฟลอร์เดอ**ลีส์ , ฮาร์**เบอร์** , แฮมป์**เชอร์** , **เทอม** , เซน**เซอร์** , ยูนิ**เวอร์**ซิตี้
		V_2CI(T)S	เฟาน์**เทิน** , **เพิร์ล** , เมล**เบิร์น** , **เพิร์ซ** , กิโล**เฮิรตซ์** , ยูนิ**เวิร์ส** , **เบิร์ธ**เดย์ ,**เฟิน** , **เฟิร์สท์**เอด
R_4	เ◌า , เ◌าะ	V_2C(T)R V_2C(T)RA	มินดา**เนา** , **เคาน์**เตอร์ , บิส**เซา** , **เฮ้าส์**
R_5	เ◌ีย	V_2CE(T)Y(S) $V_2$$C_d$E(T)Y(S)	นิว**เคลียส** , จู**เดีย** , นะโป**เลียน** , แฮมป์**เชียร์** , โซ**เวียต** , **เพียร์ส** , **เกียร์** , โอ**เลียม**, แคริบ**เบียน** , บอ**เนียว**
R_6	◌ะ , ◌ั , ◌ำ , ◌า , ◌ิ , ◌ี , ◌ึ , ◌ื , ◌ุ , ◌ู	CV_1(T)(S) $C_d$$V_1$ (T)(S)	**อะ**ลูมิเนียม , วอชิง**ตัน** , **บลัดส์**เวิร์ท , บา**ซาร์** , **คลาร์ก** , **กรีนิช** , **ทิวส์**เดย์ , **ซุป** , **ฟรุต** , แอน**ดรูว์** , **วูส**ไทต์
R_7	เ◌ , แ◌ , โ◌ , ไ◌ , ใ◌	V_2C(T)(S) $V_2$$C_d$(T)(S)	มา**เลย์** , **เดดซี** , **แอร์โรว์** , **แลฟ**ลิน , **ไล**บีเรีย , **แฟลต** , **ไรย์** , **โซว์** , ฟรี**โหวต**
R_8	◌อ	C(T)O(S) C_d(T)O(S)	ฟุต**บอล** , **วอร์ด** , **บรอด**เวย์ , **กอฟ** , **ออ**กัสตา , **ทอม** , **ลอร์**เรนซ์ , **บอร์**โนไนต์ , คาร์**บอน** , **คอ**ลัมน์ , **ซอส** , **ตอร์**ปิโด
R_9	Consonants , double consonants	C(T)S C_d(T)S	**ดวล** (มาจากดูอัล) , แมน**นวล**
R_{10}	Semi Consonants	z	**ส**ก็อตเทป , **ส**กรู , **ส**กอร์ , **ส**กี , **ส**เกต , **ส**แควร์ , **ส**ตริกต์ , **ส**ตริกนิน , **ส**ต๊อก ,**ส**ตัฟฟ์ , **ส**ตาฟ ,**ส**ตู , **ส**เตก , **ส**เตเดียม , **ส**แปร์

หมายเหตุ กฎการแบ่งแยกพยางค์สำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ทำการแบ่งตามรูปสระ พยัญชนะ วรรณยุกต์ และตามลำดับในการพิมพ์ (ป้อนข้อความ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 วิธีการระบุคำที่ไม่รู้จักในภาษาไทย (Thai Unknown Word Identification)

ประโยคภาษาไทยมีลักษณะคล้ายกับภาษาจีน ญี่ปุ่น ที่ไม่มีการเว้นช่องว่างระหว่างคำ และไม่มีเครื่องหมายแบ่งคำในประโยคเดียวกัน ซึ่งต่างจากภาษาอังกฤษที่มีช่องว่างคั่นและเครื่องหมายแสดงให้เห็นขอบเขตของคำอย่างชัดเจน อีกทั้งในกรณีของคำเฉพาะ เช่น ชื่อคน ชื่อสถานที่ ภาษาอังกฤษจะขึ้นต้นด้วยตัวอักษรใหญ่ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การระบุคำที่ไม่รู้จักในภาษาไทยจึงเป็นการยาก โดยเฉพาะคำไทยที่เป็นคำทับศัพท์และชื่อเฉพาะ

ปัญหาของคำที่ไม่รู้จักในโครงการวิจัยของ บุญเสริม กิจศิริกุล [8] ได้แบ่งประเภทของคำที่ไม่รู้จักเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ คำที่ไม่รู้จักแบบชัดเจน และคำที่ไม่รู้จักแบบซ่อน

1. คำที่ไม่รู้จักแบบชัดเจน หมายถึงคำที่ไม่รู้จักที่สายอักขระย่อยของมันทุกตัวไม่อยู่ในพจนานุกรมเลย เช่น กทม. โลตัส สุนีย์
2. คำที่ไม่รู้จักแบบซ่อน สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ
   2.1 คำที่ไม่รู้จักแบบซ่อนบางส่วน หมายถึงคำที่ไม่รู้จักซึ่งสายอักขระย่อยของมันบางตัวมีอยู่ในพจนานุกรม เช่น
   สุมานี ประกอบด้วย **สุ มา** นี
   คธาพงศ์ ประกอบด้วย **คธา** พงศ์
   ไมโครซอฟต์ ประกอบด้วย ไม **โค** ร **ซอ** ฟต์
   โดยที่ตัวอักษรเข้มแสดงถึงคำที่มีอยู่ในพจนานุกรม
   2.2 คำที่ไม่รู้จักแบบซ่อนทั้งหมด หมายถึงคำที่ไม่รู้จักซึ่งสายอักขระย่อยของมันทุกตัวมีอยู่ในพจนานุกรม เช่น
   สมชาย ประกอบด้วย สม ชาย
   กนกพร ประกอบด้วย กนก พร

สำหรับงานวิจัยนี้ในการที่จะสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์และคำนามเฉพาะ ซึ่งได้ให้คำจำกัดความของคำที่ไม่รู้จักในที่นี้หมายถึงคำที่ไม่ปรากฏในพจนานุกรม ได้แก่ คำทับศัพท์(Transliterated Word) และคำนามเฉพาะ (Proper Noun) ตัวอย่างเช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มาราธอน มาร์ช พาเหรด โพล์ แมคโดนัลด์ เพนเทียมทรี คาร์ฟูร์ บิล คลินตัน โดยสามารถแบ่งคำไม่รู้จักเหล่านี้ได้ตามประเภทของคำที่ไม่รู้จักตามโครงการวิจัยของ บุญเสริม กิจศิริกุล[10] ทั้งนี้เพื่อหาขอบเขตของคำที่ไม่รู้จักเพื่อแยกออกมาจากคำที่รู้จักใดๆ โดยใช้หลักการฮิวริสติก (Hueristic)

---

[10] บุญเสริม กิจศิริกุล. การกำกับหมวดคำสำหรับข้อความภาษาไทย. โครงการวิจัยเลขที่51G-COM-2540 สถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541

เพื่อแก้ปัญหาการระบุคำที่ไม่รู้จักในภาษาไทยดังกล่าว จะทำการแก้ไขการระบุคำนั้นเพื่อให้มีการรวมคำที่ถูกต้องมากที่สุดก่อนที่จะทำการส่งผ่านคำนั้นไปยังกระบวนการแบ่งแยกพยางค์ภาษาไทย เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องสูงสุด โดยมีวิธีการดังนี้

1. การหาขอบเขตของคำที่ไม่รู้จัก

เป็นการหาสายอักขระย่อยทั้งหมดของประโยคอินพุตที่ตรงพอดีกับคำในพจนานุกรม ส่วนที่เหลือของประโยคหรือคำที่ไม่ถูกคลุมโดยสายอักขระย่อยใดๆ อีกทั้งพยัญชนะโดดที่เหลือไว้ เช่น ช ส ก หรือสายอักขระย่อยใดที่ขัดแย้งกับหลักภาษาไทย เช่นขึ้นต้นด้วยตัวอักขระที่ไม่ใช่ตัวขึ้นต้นคำ เช่นขึ้นต้นด้วย ◌ิน , ◌์ทร, ◌าซึม หรือ การสะกดคำที่ไม่ถูกหลักภาษาไทย เช่น อฟสไก, สคอน, ดสโตน จะถูกพิจารณาให้เป็นคำที่ไม่รู้จัก

2. การแก้ไขคำที่ไม่รู้จัก

เมื่อได้ขอบเขตของคำที่ไม่รู้จักแล้ว คำข้างๆของคำที่ไม่รู้จักเหล่านั้นจะถูกพิจารณาให้เป็นตัวเลือกเพื่อทำการแก้ไข โดยการเชื่อมต่อคำที่ไม่รู้จักเหล่านั้นเข้ากับคำข้างๆที่เป็นคำที่รู้จักที่สามารถตัดคำได้ถูกต้องเพื่อสร้างเป็นสายอักขระใหม่ ทั้งนี้จะทำการพิจารณาเชื่อมต่อคำที่ไม่รู้จักกับตัวเลือกของคำข้างๆได้จากการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 $w_1 (w_2 u_j) w_3$ โดยที่ w_i คือคำที่รู้จัก และ u_j คือคำที่ไม่รู้จัก

นั่นคือถ้าหลังคำที่ไม่รู้จักเป็นคำที่ตัดคำได้ ให้รวมคำที่ไม่รู้จักนั้นกับคำที่ตัดได้ด้านหน้า

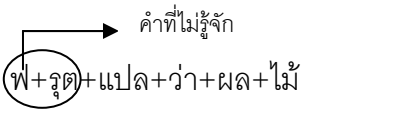
เช่น กรีนิชเป็นชื่อเมือง ตัดคำได้ กรี+นิ+ช +เป็น+ชื่อ+เมือง

รวมคำที่ไม่รู้จักนั้นกับคำที่ตัดได้ด้านหน้าจะได้ กรี+นิช+เป็น+ชื่อ+เมือง

หากการรวมคำที่ได้แล้วไม่ถูกต้องนั่นคือไม่สามารถทำการแบ่งพยางค์ได้ให้ทำตามกรณีที่ 2

กรณีที่ 2 $(u_j w_i) w_2$ โดยที่ w_i คือคำที่รู้จัก และ u_j คือคำที่ไม่รู้จัก

นั่นคือคำที่ไม่รู้จักที่เป็นคำแรกของข้อความโดยถ้าหลังคำนี้ เป็นคำที่ตัดคำได้ให้รวมคำที่ไม่รู้จักที่เป็นคำแรกของข้อความนี้ กับคำที่ตัดได้ด้านหลัง



เช่น ฟรุตแปลว่าผลไม้ ตัดคำได้ ฟ+รุต+แปล+ว่า+ผล+ไม้

รวมคำที่ไม่รู้จักทั้งหมดนั้นกับคำที่ตัดได้ด้านหลังจะได้ ฟรุต+แปล+ว่า+ผล+ไม้

3.5 วิธีการสร้างพจนานุกรมหน่วยเสียง (Dictionary Based Pronunciation)

สำหรับงานวิจัยนี้จะไม่ใช้หน่วยเสียงครึ่งพยางค์ (demisyllable) เพราะมักจะมีปัญหากับเรื่องของสัญญาณเสียงวรรรยุกต์ที่คาบเกี่ยวระหว่างพยัญชนะ สระ และตัวสะกด แต่จะใช้หน่วยเสียงในระดับพยางค์เป็นส่วนใหญ่และระดับคำ เพราะว่าเป็นแนวใหม่ที่มีการนำมาใช้ ซึ่งจำนวนพยางค์ในภาษาไทยมีอยู่ 30,096 พยางค์แบ่งที่ใช้จริงในภาษาไทย 4,104 พยางค์ที่เหลืออีก 25,992 พยางค์เป็นพยางค์ที่เปล่งออกมาเป็นเสียงได้แต่ไม่ค่อยปรากฏในภาษาไทย[11] สำหรับพจนานุกรมคำทับศัพท์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีพยางค์ไม่มากนัก โดยจะมีประมาณ 3,000 พยางค์

คำศัพท์ที่เก็บอยู่ในพจนานุกรมหน่วยเสียงนั้น แตกต่างจากคำศัพท์ในพจนานุกรมทั่วไป โดยจะเก็บคำศัพท์ทั้งระดับคำและพยางค์ ซึ่งบางคำจะเป็นคำศัพท์ที่ไม่มีความหมาย เพราะเก็บเป็นพยางค์ตามการอ่านออกเสียง เช่น คำว่า **ซับเวย์ ซัพพลาย ซับมิท** พจนานุกรมการอ่านออกเสียงจะแยกเก็บเป็นคำว่า **ซับ เวย์ พลาย มิท** ทั้งนี้พยางค์ที่พ้องเสียงกันคือ **ซับ** มี 2 พยางค์ และ **ซัพ** 1 พยางค์ จะทำการเก็บพยางค์ **ซับ** เพียง 1 พยางค์ เนื่องจากออกเสียงเหมือนกันสามารถใช้ข้อมูลเสียงร่วมกันได้ ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลเสียงถึง 3 ชุดและพยางค์ต่างๆนี้ยังสามารถนำไปผสมกับพยางค์อื่นในพจนานุกรมการอ่านออกเสียงเกิดเป็นคำศัพท์ใหม่ได้อีก เช่น **ไฮ** ผสมกับคำว่า **เวย์** ดังนั้นการจัดเก็บคำศัพท์ในพจนานุกรมการอ่านออกเสียงจึงต้องทำการจัดกลุ่มข้อมูล (Normalize) ของคำและพยางค์ที่ได้จากการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทยก่อนทำการเก็บข้อมูลเสียงลงไป เนื่องจากข้อความหรือเอกสารทั่วไปมีลักษณะการใช้คำที่ซ้ำกันมากพอสมควร จึงไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก แต่ต้องเลือกข้อมูลให้ครอบคลุมถึงจุดที่จำนวนคำใหม่ปรากฏน้อยมากเพื่อลดเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลและลดการจัดเก็บคำศัพท์ที่ซ้ำซ้อน จากนั้นจะทำการบันทึกเสียงหน่วยพยางค์และคำโดยการบันทึกเสียงมีรายละเอียดดังนี้

1.เก็บข้อมูลเสียงโดยการบันทึกเสียงจากเสียงของผู้วิจัย โดยทำการบันทึกเสียงพยางค์จากคำทับศัพท์เป็นส่วนใหญ่และพยางค์จากคำไทยทั่วไปบางส่วน รวมทั้งสิ้น 4,446 หน่วยเสียง โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินการบันทึกและแก้ไขข้อมูลเสียงเป็นเวลาทั้งสิ้นประมาณ 240 ชั่วโมง เพื่อให้เสียงที่ได้มีคุณภาพและมีความเป็นธรรมชาติ(Naturalness)มากยิ่งขึ้น สำหรับพจนานุกรมหน่วยเสียง (Dictionary Based Pronunciation) ดังกล่าวได้แสดงอยู่ในภาคผนวก ค

2. บันทึกเสียงลงคอมพิวเตอร์ รุ่น PentiumIII การ์ดเสียงและไมโครโฟนของบริษัท Creative Technologyโดยใช้โปรแกรม Cool Edit 2000 version 1.1 ในการเก็บแฟ้มข้อมูลเสียง (sound file) แบบโมโน 16 บิต ที่อัตราการสุ่มตัวอย่าง(sampling rate) 11,025 เฮิรตซ์

---

[11] Sudaporn Luksaneeyanawin. A Thai text to speech system. Computer Processing of ASIAN Languages (CPAL).Proceedings of the Workshop an Asian Institute of Technology,1989.

3.6 วิธีการประมาณความใกล้เคียงทางเสียง (Soundex Approximation Matching)

จากการที่ได้ผ่านกระบวนการตัดแบ่งพยางค์ภาษาไทยและกระบวนการระบุคำที่ไม่รู้จักในภาษาไทยแล้ว จะนำทฤษฎีเซตวิภัชนัย (Fuzzy Set Theory) มาใช้เพื่อคำนวณหาค่าสัดส่วนของความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัย (Fuzzy Set)[12] เพื่อเปรียบเทียบหาพยางค์หรือคำที่มีค่าความใกล้เคียงทางเสียงสูงที่สุดโดยจะอธิบายเซตวิภัชนัยและความสัมพันธ์แบบวิภัชนัยเพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการประยุกต์ใช้ในการประมาณค่าความใกล้เคียงทางเสียงดังนี้[13]

เซตวิภัชนัย (Fuzzy Set)

เซตวิภัชนัยคือเซตที่มีการสนใจระดับมากน้อยของการเป็นสมาชิกแต่ละตัวต่างกับเซตคริสป์ (crisp set) ที่สนใจเพียงว่าสมาชิกที่สนใจอยู่ในเซตหรือไม่

เซตคริสป์ กำหนดเอกภพ (universal set) U = {a, b, d}

กำหนดเซตคริสป์ A = {a, b} ภายใต้ U ดังนั้น $a \in A$, $b \in A$ และ $d \notin A$

เรานิยามเมมเบอร์ชิปฟังก์ชัน (Membership function) $A : U \rightarrow \{0, 1\}$

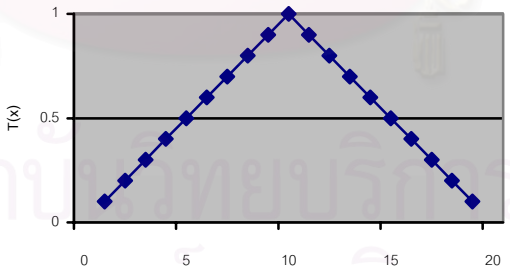
โดยที่ $A(x) = \begin{cases} 1, & x \in A \\ 0, & x \notin A \end{cases}$

ดังนั้น A(a)=1, A(b)=1, A(d)=0 และ A(e)=0

เซตวิภัชนัย การสร้างเซตวิภัชนัย A' บนเซตคริสป์ U ทำโดย

นิยามเมมเบอร์ชิปฟังก์ชัน (Membership function) $A' : U \rightarrow [0, 1]$

ตัวอย่าง เซตวิภัชนัย T นิยามบน U={1,…,19} T(x) คือระดับความที่ x เป็น 10



รูปที่ 3.4 เซตวิภัชนัย T นิยามบน U={1,….19}

---

[12] Hans Bandemer and Siegfried Gottwald.Fuzzy sets Fuzzy logic Fuzzy Methods with applications. Wiley, 1995.

[13] วสันต์ ศรีสุธาพรรณ และ บุญเสริม กิจศิริกุล.การปรับปรุงการประมาณกฎของการความสัมพันธ์แบบวิภัชนัย (Fuzzy Relation, FR).การประชุมวิชาการวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งชาติฯ ครั้งที่ 4, 16-17 พฤศจิกายน 2543.

ความสัมพันธ์ R แบบคริสป์ จาก A ไป B คือเซตย่อยของผลคูณคาร์ทีเซียน A×B (R⊆A×B) R ใช้ระบุว่าสมาชิกแต่ละตัวใน A มีความสัมพันธ์ R กับสมาชิกตัวใดใน B บ้าง ความสัมพันธ์ R แบบวิภัชนัย จาก A ไป B คือเซตวิภัชนัยนิยามบน A×B

ตัวอย่างของความสัมพันธ์แบบคริสป์และแบบวิภัชนัยที่เปรียบเทียบรูปร่างของตัวอักษรภาษาไทย เช่น ความสัมพันธ์ R แบบคริสป์ บน A={ก,ถ,ภ,ฤ,ฮ} ถ้าเราเห็นว่า สมาชิก x และ y ใดๆ ใน A มีรูปร่างของตัวอักษรคล้ายกันจะให้ค่า R(x,y) = 1 และ ทำนองเดียวกันถ้าเห็นว่า x และ y ใดๆ ใน A ไม่มีรูปร่างของตัวอักษรคล้ายกัน จะให้ค่า R(x,y) = 0 ดังแสดงในรูปที่ 3.5

R	ก	ถ	ภ	ฤ	ฮ
ก	1	1	1	1	0
ถ	1	1	1	1	0
ภ	1	1	1	1	0
ฤ	1	1	1	1	0
ฮ	0	0	0	0	1

รูปที่ 3.5 ความสัมพันธ์แบบคริสป์บน {ก,ถ,ภ,ฤ,ฮ}

ความสัมพันธ์ R (แบบวิภัชนัย)นิยามบน A ซึ่งมีความละเอียดกว่าแบบคริสป์ เช่นถ้าสมาชิก x และ y ใดๆ ใน A คล้ายกันมากแต่ก็ไม่ใช่ตัวอักษรเดียวกันเราจะให้ค่า R(x,y) มีค่ามากแต่น้อยกว่า 1 เช่นกำหนดให้ค่า R(ภ,ถ) = 0.9 ดังในรูปที่ 3.6 ซึ่งเหมาะสมกว่าการที่จะกำหนดให้ค่า R(ภ,ถ) = 1 ดังแสดงในรูปที่ 3.5

R	ก	ถ	ภ	ฤ	ฮ
ก	1	.9	.9	.72	0
ถ	.9	1	.8	.8	0
ภ	.9	.8	1	.72	0
ฤ	.72	.8	.72	1	0
ฮ	0	0	0	0	1

รูปที่ 3.6 ความสัมพันธ์แบบวิภัชนัยบน {ก,ถ,ภ,ฤ,ฮ}

การใช้ทฤษฎีเซตวิภัชนัยในการประมาณค่าความใกล้เคียงทางเสียง

การเปรียบเทียบในการประมาณค่าความใกล้เคียงทางเสียงเพื่อคำนวณหาค่าสัดส่วนของความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัย (Fuzzy Set) ทำได้โดยการกำหนดให้มีการจัดกลุ่มอักขระตามการพ้องเสียง หรือ เสียงที่มีความคล้ายกัน ทั้งนี้จะมีสัดส่วนของเซตวิภัชนัยไม่เท่ากัน โดยได้กำหนดกลุ่มของอักขระดังต่อไปนี้

กลุ่มของพยัญชนะไทย

มีหลักเกณฑ์การจัดกลุ่มตามความใกล้เคียงกันของรูปเสียง โดยถ้าพยัญชนะที่นำมาเปรียบเทียบอยู่ในกลุ่มนี้จะได้ค่าคะแนนความใกล้เคียงทางเสียงสูง ดังแสดงในตารางที่ 3.7 นี้

ตารางที่ 3.7 การจัดกลุ่มของเสียงพยัญชนะไทยที่สอดคล้องกัน 21 กลุ่ม [14]

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

กลุ่มของสระไทย

มีหลักเกณฑ์การจัดกลุ่มตามความใกล้เคียงกันของรูปเสียง โดยถ้าสระที่นำมาเปรียบเทียบอยู่ในกลุ่มนี้จะได้ค่าคะแนนความใกล้เคียงทางเสียงสูง ดังแสดงในตารางที่ 3.8 นี้

ตารางที่ 3.8 การจัดกลุ่มของเสียงสระไทยที่สอดคล้องกัน 11 กลุ่ม

◌ะ -า	◌ี ◌ิ ◌ี	◌ึ ◌ื
◌ุ ◌ู	เ-	แ-
โ-	อ	◌ั
◌ำ	ใ- ไ-	

[14] P. Suwanvisat and S. Prasitjutrakul. Transliterated Word Encoding and Retrieval Algorithms for Thai-English Cross-Language Retrieval. The National Computer Science and Engineering Conference., 1999

กลุ่มของตัวสะกดไทย

มีหลักเกณฑ์การจัดกลุ่มตามมาตรา คือแม่บทแจกลูกอักษรตามหมวดคำที่มีตัวสะกด หรือออกเสียงอย่างเดียวกัน แบ่งเป็น 8 มาตรา โดยนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเปรียบเทียบตัวสะกด ถ้าอยู่ในกลุ่มนี้จะได้ค่าคะแนนความใกล้เคียงทางเสียงสูง ดังแสดงในตารางที่ 3.9 นี้

ตารางที่ 3.9 การจัดกลุ่มของเสียงตัวสะกดไทยที่สอดคล้องกัน 8 กลุ่ม

ง	น ญ ณ ร ล ฬ	ก ข ค ฆ
ด จ ช ซ ฌ ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ต ถ ท ธ ศ ษ ส	บ ป พ ฟ ภ	ม
ย	ว	

สำหรับกลุ่มของวรรณยุกต์นั้นไม่ได้จัดกลุ่มแยกเป็นกลุ่มต่างๆ โดยจะให้ค่าความใกล้เคียงทางเสียงเท่ากัน โดยหากค่าคะแนนที่ได้เท่ากัน จะเลือกพยางค์ที่ค้นเจอก่อนเป็นผลลัพธ์

การกำหนดค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียง

ตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงที่ใช้ในงานวิจัยนี้ กำหนดจากหลักไวยากรณ์ภาษาไทยที่ใช้ในการประสมพยางค์หรือคำ ซึ่งพยางค์หนึ่งมีส่วนประสมต่างๆ เรียงตามลำดับดังนี้

1.สระนำ

2.พยัญชนะต้น

3.พยัญชนะควบกล้ำ

4.สระตาม

5.ตัวสะกด

6.วรรณยุกต์

จากความต้องการหาค่าความใกล้เคียงทางเสียงของพยางค์ ผู้วิจัยจึงได้ทำการสุ่มการทดลองในการกำหนดค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงตามความสำคัญและความเหมาะสมในการหาเสียงที่ใกล้เคียงที่สุดได้ดังนี้

ค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงของสระนำ = 3

ค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงของพยัญชนะต้น = 8

ค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงของพยัญชนะควบกล้ำ = 3

ค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงของสระตาม = 8

ค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงของตัวสะกด = 4

ค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงของวรรณยุกต์ = 4

<u>ความสัมพันธ์แบบวิภัชนัยของการประมาณค่าความใกล้เคียงทางเสียง</u>

การคำนวณหาค่าสัดส่วนของความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัย (Fuzzy Set) เพื่อเปรียบเทียบหาพยางค์หรือคำที่มีค่าความใกล้เคียงทางเสียงสูงที่สุด ผู้วิจัยได้กำหนดสมการได้ดังนี้

$$F = (\sum C[i]) \times M_i) \times 100 / (\sum M_i \times n)$$

โดยที่ F = ค่าสัดส่วนของความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัย

C[i]) = สัดส่วนของเซตวิภัชนัยตามกลุ่มของตัวอักขระต่าง ๆ

M_i = ค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงต่าง ๆ

n = จำนวนครั้งของการใช้ค่าตัววัดความใกล้เคียงทางเสียงต่าง ๆ

สัดส่วนของเซตวิภัชนัยที่มีความคล้ายกันของคำที่นำมาเปรียบเทียบ ตามกลุ่มของตัวอักขระต่าง ๆ จะอยู่ในช่วง [0,1] ดังตัวอย่างต่อไปนี้

คำที่ต้องการคือ **ซิส** คำที่ค้นพบคือ **ซุส** แสดงความสัมพันธ์ของเซตวิภัชนัยได้ตาม รูปที่ 3.7 นี้

M_i	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6
M_1	0	0	0	0	0	0
M_2	0	1	0	0	0	0
M_3	0	0	0	0	0	0
M_4	0	0	0	0.8	0	0
M_5	0	0	0	0	1	0
M_6	0	0	0	0	0	1

รูปที่ 3.7 ความสัมพันธ์แบบวิภัชนัยบน { M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6}

ดังนั้นค่าสัดส่วนของเซตวิภัชนัยตามกลุ่มของตัวอักขระต่าง ๆ =[0 1 0 0.8 1 1]

นำมาคำนวณหาค่าสัดส่วนของความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัย (F)

$$= \frac{[(0\times3)+ (1\times8)+ (0\times3)+ (0.8\times8)+ (1\times4)+ (1\times4)] \times 100}{[(3\times0)+ (8\times1)+ (3\times0)+ (8\times1)+ (4\times1)+ (4\times1)]}$$

$$= 2240 / 24 = 94 \text{ (ปัดเศษให้เป็นเลขจำนวนเต็ม)}$$

3.7 สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการทำงานของระบบการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะเพื่อนำไปทดลองกับข้อมูลทั้งที่เป็นระดับคำและระดับประโยคในบทถัดไป สำหรับพารามิเตอร์และส่วนประกอบของระบบที่ใช้ในโปรแกรมการสังเคราะห์เสียงนี้ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก จ และ ฉ ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดลองและผลการทดลองในการนำคำและข้อความที่ประกอบด้วยคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ คำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ และคำไทยทั่วไป มาทำการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยที่มุ่งเน้นสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะภาษาอังกฤษดังที่ได้นำเสนอมาแล้ว

4.1 วิธีการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะ โดยข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีดังต่อไปนี้ ซึ่งได้แสดงตัวอย่างข้อมูลไว้ในภาคผนวก ง

1. ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองระดับคำ โดยใช้คำทับศัพท์ภาษาอังกฤษในการทดลองรวมทั้งสิ้น 5,087 คำ ซึ่งแบ่งได้ตามประเภทดังต่อไปนี้
   - คำทับศัพท์วิทยาศาสตร์ [1] จำนวน 580 คำ
   - คำทับศัพท์คณิตศาสตร์ [2] จำนวน 209 คำ
   - คำทับศัพท์เคมี [3] จำนวน 146 คำ
   - คำทับศัพท์เทคโนโลยีสารสนเทศ [4] จำนวน 446 คำ
   - คำทับศัพท์ที่ใช้บ่อยในชีวิตประจำวัน[5] จำนวน 2499 คำ
   - คำทับศัพท์ที่พบในเว็บไซต์ของไทย จำนวน 140 คำ
   - คำทับศัพท์ชื่อเฉพาะของยี่ห้อสินค้า จำนวน 169 คำ
   - คำทับศัพท์ชื่อเฉพาะของประเทศ [6] จำนวน 214 คำ
   - คำทับศัพท์ชื่อเฉพาะของเมืองหลวง[6] จำนวน 228 คำ
   - คำทับศัพท์ชื่อเฉพาะของชื่อคน จำนวน 456 คำ

---

[1] ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์วิทยาศาสตร์. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2536.

[2] ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์คณิตศาสตร์. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2540.

[3] กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 1 หลักสูตรมัธยมปลาย 2524.2530.

[4] ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์เทคโนโลยีสารสนเทศ. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2542.

[5] ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. พจนานุกรมคำทับศัพท์ ภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน อิตาลี สเปน ญี่ปุ่น รัสเซีย อาหรับและมลายู. ไอคิวบุ๊คเซ็นเตอร์,2543.

[6] พรทิพย์ แฟงสุด. พจนานุกรมคำทับศัพท์ภาษาต่างประเทศ. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์,2542.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองระดับประโยค โดยใช้ข้อความภาษาไทยที่ประกอบด้วยคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ คำนามเฉพาะภาษาอังกฤษและคำไทยทั่วไปซึ่งแบ่งได้ตามประเภทดังต่อไปนี้
   - ข้อความเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ [7]
   - ข้อความเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ [8]
   - ข้อความเกี่ยวกับระบบการรู้จำเสียงพูด [9]
   - ข้อความเกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ [10]
   - ข้อความเกี่ยวกับการเจาะระบบคอมพิวเตอร์ [11]
   - ข้อความเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลคอมพิวเตอร์ [12]
   - ข้อความเกี่ยวกับด้านการแพทย์ [13]
   - ข้อความเกี่ยวกับการเงินและธนาคาร
   - ข้อความเกี่ยวกับภาพยนตร์ [14]
   - ข้อความเกี่ยวกับการร้านอาหาร สวนสนุก
   - ข้อความเกี่ยวกับการโฆษณาผลิตภัณฑ์ต่างๆ

จากนั้นจะนำผลการทดลองที่ได้จากการค้นหาคำที่รู้จักและไม่รู้จัก และผลของการสังเคราะห์เสียงของข้อมูลที่ใช้ในการทดลองที่ได้จากการไปค้นหาคำทั้งหมดที่พบในฐานข้อมูลเสียงเพื่อมาทำการคำนวณในการหาค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงคำทั้งหมด โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก = ($\sum$ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่ไม่รู้จัก + $\sum$ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง) / ($\sum$ คำที่ไม่รู้จักทั้งหมด + $\sum$ คำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง)

---

[7] พิพัฒน์ หิรัณย์วณิชชากร. ระบบการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์. ซีเอ็ดยูเคชั่น,2542.

[8] วิเชษฐ์ ธรรมรุ่งพิทักษ์. เทคนิคเด็ดกับการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์. คอมพิวเตอร์ทูเดย์,เอ.อาร์. อินฟอร์เมชั่น แอนด์ พับลิเคชั่น.กุมภาพันธ์ 2543.หน้า 115-125.

[9] เกษมชัย วัฒนศิริกุลชัย พินิจ เบ็ญจสุพัฒนนันท์ และพรเทพ เจริญวนันท์. การประมวลผลสัญญาณเสียงภาษาไทย. โครงงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2540.

[10] อำไพ พรประเสริฐสกุล. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. ซีเอ็ดยูเคชั่น,2540.

[11] ทศพล กนกนุวัตร์. เจาะระบบถอดรหัส. ซีเอ็ดยูเคชั่น,2542.

[12] ประกาศิต ชาติบุรุษ และอาทิตย์ จิตต์จุฬานนท์. โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม. ซีเอ็ดยูเคชั่น,2540.

[13] ธันย์ โสภาคย์. เมื่อหมอเป็นมะเร็ง. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง,2543.

[14] UBC MAGAZINE.UBC MOVIE WORLD.ไซเบอร์พริ้นท์,กันยายน 2544.หน้า 11-14.

ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด = (∑ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่ไม่รู้จัก + ∑ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง +∑ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง) / (∑ คำที่ไม่รู้จักทั้งหมด +∑ คำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง + ∑ คำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง)

ในการหาค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด จะมีการกำหนดค่าความใกล้เคียงทางเสียงต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ในการสังเคราะห์เสียงต่างกัน โดยจะกำหนดให้ค่าความใกล้เคียงทางเสียง = 50 เป็นค่า default ที่ใช้ในการทดลอง

สำหรับตัวอย่างในการทดลองการสังเคราะห์เสียงของข้อมูลระดับคำ และระดับประโยคมีดังต่อไปนี้

<u>ตัวอย่างการทดลองข้อมูลระดับคำ</u>

โกลบอลไลซ์เซชัน	นิวเคลียร์	ยิมนาสติก
แกโดลิเนียม	บาร์เทนเดอร์	รีโมทคอนโทรล
กรีนิช	เปอร์เซ็นต์	ลองจิจูด
คอเลซอยด์	โปรเตสแต้นท์	ไวร์เลส
คาร์บอนมอนนอกไซด์	พาเหรด	เวสติน
ช็อกโกแลต	พริ้นเตอร์	สนุกเกอร์
ซูเปอร์มาร์เก็ต	ฟาสซิสต์	โหวต
โดมิแนนท์	เมทิลแอลกอฮอล์	อิเล็กทรอนิกส์
ทรานซิสเตอร์	ไมโครเวฟ	อีสต์เทิร์น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของขั้นตอนที่ได้จากการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทย

ผลการตัดคำ: โก_ลบ_อลไลซ์_เซ_ชัน_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : โกลบอล_ไลซ์เซ_ชัน_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : โกล_บอล_ไล_เซ_ชัน_
ผลการสังเคราะห์เสียง : โกล+บอล+ไล+เซ+ชัน+

ผลการตัดคำ: แกโดลิเนียม_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : แกโดลิเนียม_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : แก_โด_ลิ_เนียม_
ผลการสังเคราะห์เสียง : แก+โด+ลิ+เนียม+

ผลการตัดคำ: กรี_นิ_ช_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : กรี_นิช_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : กรี_นิช_
ผลการสังเคราะห์เสียง : กรี+นิช+

ผลการตัดคำ: คอเคซอยด์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : คอเคซอยด์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : คอ_เค_ซอย_
ผลการสังเคราะห์เสียง : คอ+เค+ซอย+

ผลการตัดคำ: คาร์บอน_มอน_นอก_ไซ_ด์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : คาร์บอน_มอน_นอกไซด์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : คา_บอน_มอน_นอก_ไซ_
ผลการสังเคราะห์เสียง : คา+บอน+มอน+นอก+ไซ+

ผลการตัดคำ: ช็อกโกแลต_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : ช็อกโกแลต_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ช็อก_โก_แลต_
ผลการสังเคราะห์เสียง : ช็อก+โก+แลต+

ผลการตัดคำ: ซูเ_ปอ_ร์_มาร์_เก็_ต_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : ซูเปอร์มาร์_เก็ต_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ซู_เปอ_มา_เก็ต_
ผลการสังเคราะห์เสียง : ซู+เปอ+มา+เก็ต+

ผลการตัดคำ: โดมิ_แ_นนท์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : โดมิ_แนนท์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : โด_มิ_แนน_
ผลการสังเคราะห์เสียง : โด+มิ+แนน+

ผลการตัดคำ: ทรานซิสเตอร์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : ทรานซิสเตอร์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ทราน_ซิส_เตอ_
ผลการสังเคราะห์เสียง : ทราน+ซิส+เตอ+

ผลการตัดคำ: นิวเคลียร์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : นิวเคลียร์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : นิว_เคลีย_
ผลการสังเคราะห์เสียง : นิว+เคลีย+

ผลการตัดคำ: บาร์_เท_น_เด_อร์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : บาร์_เทน_เดอร์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : บา_เทน_เดอ_
ผลการสังเคราะห์เสียง : บา+เทน+เดอ+

ผลการตัดคำ: เปอร์เซ็นต์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : เปอร์เซ็นต์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : เปอ_เซ็น_
ผลการสังเคราะห์เสียง : เปอ+เซ็น+

ผลการตัดคำ: โป_ร_เต_ส_แต้_นท์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : โปร_เตส_แต้นท์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : โปร_เตส_แต้น_
ผลการสังเคราะห์เสียง : โปร+เตส+แต้น+

ผลการตัดคำ: พาเหรด_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : พาเหรด_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : พา_เหรด_
ผลการสังเคราะห์เสียง : พา+เหรด+

ผลการตัดคำ: พริ้น_เตอร์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : พริ้น_เตอร์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : พริ้น_เตอ_
ผลการสังเคราะห์เสียง : พริ้น+เตอ+

ผลการตัดคำ: ฟาสซิสต์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : ฟาสซิสต์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ฟาส_ซิส_
ผลการสังเคราะห์เสียง : ฟาส+ซิส+

ผลการตัดคำ: เมทิลแอลกอฮอล์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : เมทิลแอลกอฮอล์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : เม_ทิล_แอล_กอ_ฮอ_
ผลการสังเคราะห์เสียง : เม+ทิล+แอล+กอ+ฮอ+

ผลการตัดคำ: ไมโครเวฟ_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : ไมโครเวฟ_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ไม_โคร_เวฟ_
ผลการสังเคราะห์เสียง : ไม+โคร+เวฟ+

ผลการตัดคำ: ยิมนาสติก_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : ยิมนาสติก_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ยิม_นาส_ติก_
ผลการสังเคราะห์เสียง : ยิม+นาส+ติก+

ผลการตัดคำ: รี_โม_ท_คอน_โทร_ล_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : รี_โมท_คอน_โทรล_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : รี_โมท_คอน_โทรล_
ผลการสังเคราะห์เสียง : รี+โมท+คอน+โทรล+

ผลการตัดคำ: ลองจิจูด_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : ลองจิจูด_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ลอง_จิ_จูด_
ผลการสังเคราะห์เสียง : ลอง+จิ+จูด+

ผลการตัดคำ: ไว_ร์เลส_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : ไวร์เลส_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ไว_เลส_
ผลการสังเคราะห์เสียง : ไว+เลส+

ผลการตัดคำ: เว_สติ_น_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : เวสติน_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : เวส_ติน_
ผลการสังเคราะห์เสียง : เวส+ติน+

ผลการตัดคำ: สนุกเกอร์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : สนุกเกอร์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : ส_นุก_เกอ_
ผลการสังเคราะห์เสียง : สะ+นุก+เกอ+

ผลการตัดคำ: โหวต_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : โหวต_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : โหวต_
ผลการสังเคราะห์เสียง : โหวต+

ผลการตัดคำ: อิเล็กทรอนิกส์_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : อิเล็กทรอนิกส์_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : อิ_เล็ก_ทรอ_นิก_
ผลการสังเคราะห์เสียง : อิ+เล็ก+ทรอ+นิก+

ผลการตัดคำ: อีส_ต์_เท_ร์น_
ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : อีสต์_เทิร์น_
ผลการแบ่งแยกพยางค์ : อีส_เทิน_
ผลการสังเคราะห์เสียง : อีส+เทิน+

จากนั้นจะทำการหาค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด โดยผลที่ได้มีดังต่อไปนี้

ผลรวมของค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่ไม่รู้จัก = 2000
ผลรวมของค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง = 4600
ผลรวมของค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง = 600
จำนวนคำที่ไม่รู้จักทั้งหมด = 20
จำนวนคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง = 46
จำนวนคำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง = 6

ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก = (∑ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่ไม่รู้จัก + ∑ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง) / (∑ คำที่ไม่รู้จักทั้งหมด + ∑ คำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง)

= (2000+4600) / (20+46)
= 100

ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด = (∑ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่ไม่รู้จัก + ∑ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง + ∑ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง) / (∑ คำที่ไม่รู้จักทั้งหมด +∑ คำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง + ∑ คำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง)

= (2000+4600+600) / (20+46+6)
= 100

<u>ตัวอย่างการทดลองข้อมูลระดับประโยค</u>

เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์สื่อสารอย่างเช่น อีเทอร์เน็ตหรือโทเค็นริง ซึ่งจำกัดขนาดของเฟรมที่จะส่งข้อมูลออกไปได้ เมื่อไอพีรับข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบนและเลือกอินเทอร์เฟสที่จะส่งข้อมูลออกก็จะตรวจเอ็มทียูประจำอินเทอร์เฟส

ผลการตัดคำ: เทคโนโลยี_ฮาร์ดแวร์_สื่อ_สาร_อย่าง_เช่น_ _อีเทอร์_เน็ต_หรือ_โท_เค็นริง_ _ซึ่ง_จำกัด_ขนาด_ของ_เฟ_รม_ที่_จะ_ส่ง_ข้อมูล_ออก_ไป_ได้_ _เมื่อ_ไอ_พี_รับ_ข้อมูล_จาก_โป_ร_โต_คอ_ล_ระดับ_บน_และ_เลือก_อิน_เท_อร์_เฟส_ที่_จะ_ส่ง_ข้อมูล_ออก_ก็_จะ_ตรวจ_เอ็ม_ที_ยู_ประจำ_อิน_เท_อร์_เฟส_

ผลการระบุคำที่ไม่รู้จัก : เทคโนโลยี_ฮาร์ดแวร์_สื่อ_สาร_อย่าง_เช่น_ _อีเทอร์_เน็ตหรือ_โทเค็นริง_ _ซึ่ง_จำกัด_ขนาด_ของ_เฟรม_ที่_จะ_ส่ง_ข้อมูล_ออก_ไป_ได้_ _เมื่อ_ไอ_พี_รับ_ข้อมูล_จาก_โปร_โต_คอล_ระดับ_บน_และ_เลือก_อิน_เทอร์_เฟสที่_จะ_ส่ง_ข้อมูล_ออก_ก็_จะ_ตรวจ_เอ็ม_ที_ยู_ประจำ_อิน_เทอร์เฟส_

ผลการแบ่งแยกพยางค์ : เทค_โน_โล_ยี_ฮาด_แว_สื่อ_สาร_อย่าง_เช่น_ _อี_เทอ_เน็ต_หรือ_โท_เค็น_ริง_ _ซึ่ง_จำ_กัด_ขนาด_ของ_เฟรม_ที่_จะ_ส่ง_ข้อ_มูล_ออก_ไป_ได้_ _เมื่อ_ไอ_พี_รับ_ข้อ_มูล_จาก_โปร_โต_คอล_ระ_ดับ_บน_และ_เลือก_อิน_เทอ_เฟส_ที่_จะ_ส่ง_ข้อ_มูล_ออก_ก็_จะ_ตรวจ_เอ็ม_ที_ยู_ประ_จำ_อิน_เทอ_เฟส_

ผลการสังเคราะห์เสียง : เทค+โน+โล+ยี+ฮาด+แว+สื่อ+สาน+อย่าง+เช่น+ +อี+เทอ+เน็ต+หรือ+โท+เค็น+ริง+ +ซึ่ง+จำ+กัด+ขนาด+ของ+เฟรม+ที่+จะ+ส่ง+ข้อ+มูน+ออก+ไป+ได้+ +เมื่อ+ไอ+พี+รับ+ข้อ+มูน+จาก+โปร+โต+คอล+ระ+ดับ+บน+และ+เลือก+อิน+เทอ+เฟส+ที่+จะ+ส่ง+ข้อ+มูน+ออก+ก็+จะ+ตรวจ+เอ็ม+ที+ยู+ประ+จำ+อิน+เทอ+เฟส+

ผลที่ได้มีดังต่อไปนี้

ผลรวมของค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่ไม่รู้จัก = 1000

ผลรวมของค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานกรมหน่วยเสียง = 2088

ผลรวมของค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง = 3200

จำนวนคำที่ไม่รู้จักทั้งหมด = 10

จำนวนคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง = 21

จำนวนคำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง = 32

ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก

$= (\sum$ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่ไม่รู้จัก + $\sum$ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง) / ($\sum$ คำที่ไม่รู้จักทั้งหมด + $\sum$ คำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง)

$= (1000+2088) / (10+21)$

$= 99.61$

ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด

$= (\sum$ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่ไม่รู้จัก + $\sum$ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง + $\sum$ค่าใกล้เคียงทางเสียงของคำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง) / ($\sum$ คำที่ไม่รู้จักทั้งหมด +$\sum$ คำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง + $\sum$ คำที่รู้จักและพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง)

$= (1000+2088+3200) / (10+21+32)$

$= 99.81$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ได้แบ่งข้อมูลในการทดลองเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกเป็นการทดลองระดับคำที่เป็นคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ และคำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ ส่วนกลุ่มที่สองเป็นการทดลองระดับประโยคข้อความภาษาไทยที่ประกอบด้วยคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ คำนามเฉพาะภาษาอังกฤษและคำไทยทั่วไป โดยทำการหาค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด โดยกำหนดให้ใช้ค่าความใกล้เคียงทางเสียงต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ในการสังเคราะห์เสียง= 50 เป็นค่าดีฟอล์ท สำหรับผลของการทดลองได้แสดงในตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2นี้

ตารางที่ 4.1 ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และ
ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด ของการทดลองระดับคำ

คำทับศัพท์	ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก	ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด
คำทับศัพท์วิทยาศาสตร์ 580 คำ	99.49 %	99.65 %
คำทับศัพท์คณิตศาสตร์ 209 คำ	98.27 %	98.81 %
คำทับศัพท์เคมี 146 คำ	99.77 %	99.80 %
คำทับศัพท์เทคโนโลยีสารสนเทศ 446 คำ	97.97 %	98.91 %
คำทับศัพท์ที่ใช้บ่อยในชีวิตประจำวัน 2499 คำ	98.56 %	98.92 %
คำ ทับศัพท์ที่พบในเว็บไซต์ของไทย 140 คำ	97.88 %	98.59 %
คำทับศัพท์ชื่อเฉพาะของยี่ห้อสินค้า 169 คำ	96.05 %	97.83 %
คำทับศัพท์ชื่อเฉพาะของประเทศ 214 คำ	98.71 %	99.09 %
คำทับศัพท์ชื่อเฉพาะของเมืองหลวง 228 คำ	98.19 %	98.92 %
คำทับศัพท์ชื่อเฉพาะของชื่อคน 456 คำ	98.91 %	99.26 %
ค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียง	98.38 %	99.98 %

จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าจำนวนคำที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลต่อค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด และค่าความแม่นยำที่ได้มีค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมดเท่ากับ 98.38% และ 99.98% ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และ
ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด ของการทดลองระดับประโยค

ข้อความที่ประกอบด้วยคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ คำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ และคำไทยทั่วไป	ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก	ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด
ข้อความเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์	99.61%	99.81%
ข้อความเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์	99.84%	99.92%
ข้อความเกี่ยวกับระบบการรู้จำเสียงพูด	98.58%	99.37%
ข้อความเกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบระบบคอมพิวเตอร์	99.88%	99.95%
ข้อความเกี่ยวกับการเจาะระบบคอมพิวเตอร์	99.49%	99.81%
ข้อความเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลคอมพิวเตอร์	99.52%	99.77%
ข้อความเกี่ยวกับด้านการแพทย์	97.87%	99.11%
ข้อความเกี่ยวกับการเงินและธนาคาร	99.23%	99.60%
ข้อความเกี่ยวกับภาพยนตร์	96.16%	98.77%
ข้อความเกี่ยวกับการร้านอาหาร สวนสนุก	97.84%	98.94%
ข้อความเกี่ยวกับการโฆษณาผลิตภัณฑ์ต่างๆ	98.46%	99.32%
ค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียง	98.77 %	99.49 %

จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าการสังเคราะห์เสียงที่ระดับประโยคที่ประกอบด้วยคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ คำนามเฉพาะภาษาอังกฤษ และคำไทยทั่วไป ค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด ยังคงมีค่าความแม่นยำที่สูง โดยที่ค่าความแม่นยำที่ได้มีค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จักและค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมดเท่ากับ 98.77% และ 99.49% ตามลำดับ

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 จะเห็นว่าค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมดจะมีค่าสูงกว่า ค่าความแม่นยำของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก เนื่องจากการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมดนั้นถ้ามีคำที่รู้จักรวมอยู่ด้วยและสามารถค้นพบได้ในพจนานุกรมหน่วยเสียงค่าของความใกล้เคียงทางเสียงที่ได้จะเท่ากับ 100 ส่วนคำที่ไม่รู้จัก หรือคำที่รู้จักแต่ไม่พบในพจนานุกรมหน่วยเสียง ไม่ว่าค่าความใกล้เคียงทางเสียงที่ได้แต่ละคำจะมีค่ามากน้อยเท่าไร ก็สามารถที่จะทำการสังเคราะห์

เสียงได้ถ้าคำใกล้เคียงที่ได้ตรงตามวิธีการประมาณความใกล้เคียงทางเสียงที่ได้กล่าวมาแล้วใน บทที่ 3 และค้นพบในพจนานุกรมหน่วยเสียง

4.3 สรุป

จากผลการทดลองจะเห็นว่าค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จัก และค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 98.38% และ 99.98% ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูงในการที่จะสามารถเข้าใจเสียงที่ได้จากการสังเคราะห์ เนื่องจากค่าของความใกล้เคียงทางเสียงของคำที่นำมาออกเสียงมีค่าใกล้เคียงมากกับคำที่ต้องการจะให้ออกเสียง ถ้าเป็นคำในระดับประโยคก็สามารถเข้าใจและเดาคำที่มีเสียงที่ใกล้เคียงได้จากการฟังข้อความรอบข้างในประโยคนั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การเพิ่มความสามารถให้คอมพิวเตอร์พูดได้ นับเป็นการลดข้อจำกัดในการสื่อสารระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยีทางด้านการประมวลเสียงพูด กล่าวคือ การสังเคราะห์เสียงพูด (Speech Synthesis) จากข้อมูลที่เก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีการสืบค้นข้อมูล (Information Retrieval) การรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition) อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีดังกล่าวยังไม่ใช่เทคโนโลยีที่สมบูรณ์พร้อม ยังต้องมีแก้ไขปัญหาในเรื่องของความถูกต้องในการรู้จำเสียงพูด ความถูกต้องในการวิเคราะห์หลักภาษา ความรวดเร็วในการสืบค้นข้อมูล ความเป็นธรรมชาติของการสังเคราะห์เสียงของเครื่องคอมพิวเตอร์ และปัญหาที่ผู้วิจัยพบว่าเป็นหนึ่งในปัญหาที่น่าสนใจ คือความถูกต้องของการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะ สำหรับแนวทางที่ใช้ในการวิจัยนี้ จะเป็นการระบุคำที่ไม่รู้จัก เพื่อแบ่งแยกพยางค์ และประมาณความใกล้เคียงทางเสียง เพื่อทำการสังเคราะห์เสียงออกมา

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้เสนอขั้นตอนการระบุคำที่ไม่รู้จัก เพื่อแบ่งแยกพยางค์ และประมาณความใกล้เคียงทางเสียง โดยในขั้นตอนการระบุคำที่ไม่รู้จักจะทำการหาขอบเขตของคำที่ไม่รู้จัก โดยใช้พจนานุกรมคำไทยมาใช้ในการพิจารณา และจะทำการแก้ไขคำที่ไม่รู้จักโดยทำการเชื่อมต่อคำที่ไม่รู้จักกับคำที่อยู่ติดกันด้านหน้าหรือด้านหลัง ซึ่งจะใช้การแบ่งพยางค์มาพิจารณาในการตัดสินใจ

ในขั้นตอนวิธีการแบ่งแยกพยางค์ภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษนั้น ใช้หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์โครงสร้างของไวยากรณ์ภาษาไทย และสังเกตจากรูปแบบของแต่ละพยางค์ที่ประกอบเป็นคำทับศัพท์ โดยทำการพัฒนากฎในการแบ่งแยกพยางค์ภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษจากหลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ

ในขั้นตอนการประมาณค่าความใกล้เคียงทางเสียงได้นำทฤษฎีเซตวิภัชนัยมาใช้ในการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนของความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัย โดยการกำหนดให้มีการจัดกลุ่มอักขระตามการพ้องเสียง หรือเสียงที่มีความคล้ายกัน ทั้งนี้จะมีสัดส่วนของเซตวิภัชนัยไม่เท่ากัน โดยจะนำกลุ่มของอักขระ มาทำเปรียบเทียบกับตัววัดความใกล้เคียงทางเสียง เพื่อทำการหาค่าความใกล้เคียงทางเสียงที่สูงที่สุด เพื่อนำไปค้นหาในพจนานุกรมหน่วยเสียงและทำการสังเคราะห์เสียงออกมา

จากผลการทดลองจะเห็นว่าค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำที่ไม่รู้จักและค่าความแม่นยำเฉลี่ยของการสังเคราะห์เสียงของคำทั้งหมด เป็นค่าที่สูงเกิน 98.38% ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูงที่สามารถจะเข้าใจเสียงที่ได้จากการสังเคราะห์ เนื่องจากค่าของความใกล้เคียง

ทางเสียงของคำที่นำมาออกเสียงมีค่าใกล้เคียงทางเสียงมากที่คะแนนเต็ม 100% ถ้าเป็นคำในระดับประโยคก็สามารถเข้าใจและเดาคำที่มีเสียงที่ใกล้เคียงได้จากการฟังข้อความรอบข้างในประโยคนั้น

5.2 ข้อดีและข้อเสียของขั้นตอนวิธี

ขั้นตอนของการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะที่นำเสนอมานี้ มีทั้งข้อดีและข้อเสียดังต่อไปนี้

5.2.1 ข้อดี

- สามารถสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะที่ใช้ตามหลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษของราชบัณฑิตยสถาน ได้ด้วยค่าความถูกต้องสูง
- สามารถสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำไทยทั่วไป ที่มีรูปแบบของพยางค์ที่ประกอบเป็นคำ ตรงตามกฎในการแบ่งแยกพยางค์ภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ได้ด้วยค่าความถูกต้องสูง
- สามารถสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดได้ทุกคำ เพราะใช้หลักการของเซตวิภัชนัยมาคำนวณเพื่อหาค่าสัดส่วนของความเป็นสมาชิกของเซตวิภัชนัยเพื่อเลือกค่าที่สูงที่สุดไปทำการค้นหาในพจนานุกรมหน่วยเสียงและทำการสังเคราะห์เสียงออกมา
- สามารถปรับเปลี่ยนค่าในการยอมรับของค่าความใกล้เคียงทางเสียงได้เพื่อให้ได้ช่วงของค่าความใกล้เคียงทางเสียงตามต้องการ

5.2.2 ข้อเสีย

- ความถูกต้องในการสังเคราะห์เสียงขึ้นอยู่กับพจนานุกรมหน่วยเสียงเป็นหลัก

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยพบว่า มีข้อเสนอแนะบางประการที่น่าจะเป็นประโยชน์ และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาขั้นตอนในการพัฒนาการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูดภาษาไทยสำหรับคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษและคำนามเฉพาะ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์เสียงที่ดีขึ้น ดังนี้

- เรื่องของการทำข้อความให้อยู่ในรูปปกติ (Text Normalization) ได้แก่ การแปลงตัวเลข คำย่อ และเครื่องหมายอื่นๆ ที่ไม่ใช่ข้อความให้กลายเป็นข้อความเพื่อนำไปสังเคราะห์เสียงต่อไป

- เรื่องของความเป็นธรรมชาติในการสังเคราะห์เสียง ยังมีวิธีที่น่าสนใจคือ เทคนิคในการสร้างจังหวะและทำนองในการอ่าน (Prosody Generation) เพื่อให้เสียงที่ได้ที่ความเป็นธรรมชาติใกล้เคียงเสียงพูดของมนุษย์มากที่สุด
- เสียงที่บันทึกต้องเป็นเสียงของคนเดียวกัน และถ้าเน้นเฉพาะในส่วนของพจนานุกรมหน่วยเสียงสำหรับคำทับศัพท์ควรใช้เน้นการออกเสียง (Accent) เพื่อให้มีความใกล้เคียงเสียงของคำที่ใช้จริงในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจจะใช้การวิเคราะห์จากตัวสะกดสุดท้าย หรือตัวการันต์ ที่จะมีตัวอักษรซึ่งไม่ออกเสียงและมีไม้ทัณฑฆาตอยู่เบื้องบน เช่น บลัดส์ ลงท้ายด้วยตัวสะกด ส เมื่อเทียบกับพยัญชนะภาษาอังกฤษเป็นตัว s ก็จะสามารถเน้นการออกเสียงได้
- ลักษณะการพูดของผู้บันทึกเสียงไม่ควรเน้นเสียงหนักและเสียงยาวเพราะเมื่อนำคำมาต่อกันแล้วจะฟังไม่ราบรื่น และต้องควบคุมสภาวะแวดล้อมอื่นๆ เช่น บันทึกเสียงในสภาวะแวดล้อมแบบสำนักงาน (Office Environment) เพื่อลดการเกิดเสียงรบกวน (Noise) และให้ได้เสียงที่มีคุณภาพสูงที่สุด
- เพื่อให้การสังเคราะห์เสียงสำหรับข้อความคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ คำเฉพาะภาษาอังกฤษ คำเฉพาะภาษาไทย และคำไทยทั่วไปสามารถใช้ร่วมกันได้ในระบบการสังเคราะห์เสียงเดียวกันและความถูกต้องและแม่นยำในการสังเคราะห์เสียงที่สูงที่สุด โดยทำการสร้างอินเตอร์เฟสในระบบการสังเคราะห์เสียงสำหรับข้อความคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ คำเฉพาะภาษาอังกฤษนี้ เข้ากับระบบการสังเคราะห์เสียงสำหรับข้อความคำเฉพาะภาษาไทย และคำไทยทั่วไปที่อาจมีผู้ได้คิดค้นขึ้นแล้วเข้าด้วยกันเพื่อให้การสังเคราะห์เสียงภาษาไทยมีประสิทธิภาพและนำไปใช้ประโยชน์ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 1 หลักสูตรมัธยมปลาย 2524.2530.

กำชัย ทองหล่อ. หลักภาษาไทย ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 10. IEEE รวมสาส์น,2540.

เกษมชัย วัฒนศิริกุลชัย พินิจ เบ็ญจสุพัฒนนันท์ และพรเทพ เจริญวนันท์. การประมวลผลสัญญาณเสียงภาษาไทย.โครงงานวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2540.

ชนินทร์ชัย อินทิราภรณ์. พจนานุกรมคำทับศัพท์ ภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส เยอรมัน อิตาลี สเปน ญี่ปุ่น รัสเซีย อาหรับและมลายู. ไอคิวบุ๊คเซ็นเตอร์,2543.

ทศพล กนกนุวัตร์. เจาะระบบถอดรหัส. ซีเอ็ดยูเคชั่น,2542.

ธันย์ โสภาคย์. เมื่อหมอเป็นมะเร็ง. อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง,2543.

บุญสิริ สุวรรณเพ็ชร์.ทับศัพท์ภาษาอังกฤษ ฉบับสมบูรณ์. เอส แอนด์ เค บุคส์,2540.

บุญเสริม กิจศิริกุล. การกำกับหมวดคำสำหรับข้อความภาษาไทย. โครงการวิจัยเลขที่51G-COM-2540 สถาบันวิจัยและพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ,2541.

ประกาศิต ชาติบุรุษ และอาทิตย์ จิตต์จุฬานนท์. โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม.ซีเอ็ดยูเคชัน,2540.

พรทิพย์ แฟงสุด. พจนานุกรมคำทับศัพท์ภาษาต่างประเทศ. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์,2542.

พิพัฒน์ หิรัณย์วณิชชากร. ระบบการสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์. ซีเอ็ดยูเคชั่น,2542.

ภูมิ หุราพันธ์.แนวการออกเสียงภาษาอังกฤษ ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 4. ทฤษฎี,2543.

ราชบัณฑิตยสถาน. หลักเกณฑ์การทับศัพท์ภาษาอังกฤษ. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2532.

ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์วิทยาศาสตร์. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2536.

ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์คณิตศาสตร์. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2540.

ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์เทคโนโลยีสารสนเทศ. ราชบัณฑิตยสถานจัดพิมพ์,2542.

ราชบัณฑิตยสถาน.การออกเสียงคำไทย. http://www.royin.go.th ,2543.

วิเชษฐ์ ธรรมรุ่งพิทักษ์. เทคนิคเด็ดกับการเลือกซื้อคอมพิวเตอร์. คอมพิวเตอร์ทูเดย์,เอ.อาร์. อินฟอร์เมชั่น แอนด์ พับลิเคชั่น.กุมภาพันธ์ 2543.หน้า 115-125.

วิรัช ศรเลิศล้ำวาณิช. การตัดคำไทยในระบบแปลภาษา. การแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์ ,2536,หน้า 50 - 55

วสันต์ ศรีสุธาพรรณ และ บุญเสริม กิจศิริกุล.การปรับปรุงการประมาณกฎของการความสัมพันธ์แบบวิภัชนัย (Fuzzy Relation, FR).การประชุมวิชาการวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิศวกรรมคอมพิวเตอร์แห่งชาติฯ ครั้งที่ 4, 16-17 พฤศจิกายน 2543.

หน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมภาษา และซอฟต์แวร์. Thai Speech Technology. http://www.nectec.or.th/sll

อุทุมพร ศรีรักษา. ลักษณะทางกลศาสตร์ที่บ่งชี้รอยต่อพยางค์ในคำพูดต่อเนื่องภาษาไทย.วิทยานิพนธ์ปริญญาอักษรศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาภาษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

อำไพ พรประเสริฐสกุล. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ. ซีเอ็ดยูเคชั่น,2540.

ภาษาอังกฤษ

Allen J., Hunnicutt S. and Klatt D. From Text to Speech: The MITalk System. Cambridge University Press, Inc.,1987.

Fant G. Acoustic Theory of Speech Production. Mouton, The Hague,1970.

Flanagan J. Speech Analysis,Synthesis, and Perception. Springer - Verlag,Berlin – Heidelberg - New York,1972.

H. Shang and T.H. Merrett. Tries for Approximate String Matching. IEEE Trans. On Knowledge and Data Eng., 1996

Hans Bandemer and Siegfried Gottwald.Fuzzy sets Fuzzy logic Fuzzy Methods with applications.Wiley,1995.

Klatt D.Review of Text-to-Speech Conversion for English.Journal of the Acoustical Society of America,JASA vol.82 (3),1987 : 737-793.

Mark Allen Weiss. Data Structure and Algorithm Analysis in C Second Edition. Addison-Wesley,1997

Microsoft Research.Speech Technology.http://www.research.microsoft.com/srg/ssproject.asp

Nontarat Thongpumpurksar. A Thai Text Retrieval System Using Digital Search Trees and SQL. Computer Science Master Thesis Asian Institute of Technology,1993.

P. Suwanvisat and S. Prasitjutrakul. Transliterated Word Encoding and Retrieval Algorithms for Thai-English Cross-Language Retrieval.The National Computer Science and Engineering Conference., 1999

Sagisaga Y. Speech Synthesis from Text. IEEE Communications Magazine, vol.281,1990 : 35-41.

Schroeder M.A Brief History of Synthetic Speech. Speech Communication vol.13, 1993 : 231-237.

Sudaporn Luksaneeyanawin. A Thai text to speech system. Computer Processing of ASIAN Languages (CPAL).Proceedings of the Workshop an Asian Institute of Technology,1989.

W. Kanlayanawat and S. Prasitjutrakul.Automatic Indexing for Thai Text with Unknown Words using Trie Structure. Proceedings of the Natural Languange Processing Pacific Rim Symposium., 1997

William I.Hallahan.Text-to-Speech Technology and Implementation.www.digital.com/info,1996

Witten I. Principles of Computer Speech. Academic Press,1982.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก : Summary of Speech Synthesis Products

Product	Manufacturer or Developer	Platforms	Languages	Voices	Controls / Support	Requirements	Method
Infovox 230 (v1.0)	Telia Promotor Infovox AB TTS Sales Division PO Box 2069, S-17102 Solna Sweden Kuulolaitekeskus Oy PL8, 02101 Espoo Tel. +358 9 429 3276 http://www.infovox.se	RS232 Desktop PC ISA board OEM board Windows 95/NT Apple Macintosh	Finnish English Swedish Danish Norwegian Italian Spanish French Dutch (v1.1)	Male x 2 Female x 2 Child	Volume Speed up to 400 Aspiration Intonation Reading modes MS-SAPI DTMF-tones	Windows: 486 DX 33 MHz 8 Mb memory 10 Mb disk	Formant
Infovox 330 (Under developmen t)	see above	Windows 95/NT	Br English German Dutch	see above	see above	Windows 95/NT: Pentium 8 Mb memory (16 Mb for NT)	Diphone Concat.
DECtalk	Digital Equipment Corporation 20 Forbes Road Northboro, MA 01532, USA http://www.digital.com	PC ISA/EISA RS232/423 Desktop Windows 95/NT	English German Spanish	Male x 4 Female x 4 Child	Speed 75-650 MS-SAPI DTMF-tones	Windows: 486 DX 50 MHz 8 Mb memory	Formant
Bell Labs	AT&T Bell Laboratories (Lucent)	UNIX	English	Male	Speed	32 Mb memory	Concat.

TTS TrueTalk AT&T Watson FlexTalk Pentium 75	http://www.bell-labs.com/projects/tts Entropic Research Laboratory http://www.entropic.com/products/tts AT&T Advanced Speech Product Group http:/www.att.com/aspg/odemo.html	Windows 95	French Spanish Italian German Russian Romanian Chinese Japanese	Female	Intonation contours Lexical stress Sentence accent Segmental durations Pitch and pitch range Gender Age Vocal track scaling glottal source param.	15 Mb disk Pentium 75 2 Mb memory 10 Mb disk	
Laureate	British Telecom (BT) http://www.labs.bt.com/innovate/speech/laureate	-	English	Male Female	-	-	Concat.
Orator	Bellcore (Bell Communications Research) http://www.bellcore.com/ORATOR	UNIX LINUX	English	Male	-	16 Mb memory	Concat.
SoftVoice	SoftVoice, Inc. people@text2speech.com http://www.text2speech.com	Windows	English Spanish	Male Female Child Robot Alien Colossus Martian ... (> 20)	Speed 20-800 Pitch 10-2000 Hz Breathiness ... (> 30) Mouth shape data Singing	-	Formant

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ProVerbe Speech Engine (CNET PSOLA)	Elan Infromatique Voice Processing 4, rue Jean Rodier 31400 Toulouse France http//www.elan.fr	RS232 or RS458	Am. English Br. English French German Spanish	Male Female	Speed Pitch DTMF-tones	-	Concat. PSOLA
Lernout & Hauspie	L&H TTS Products 20 Mail Road, 4th floor Burlington, MA 01803, USA. sales@lhs.com http://www.lhs.com	Windows 95/NT	English Germany Dutch French Spanish Italian Korean	Male Female	Volume Speed Pitch Prosody tool SAPI	2..3 Mb memory	Concat.
Eurovocs	Technologie & Revalidatie (T&R) Postbus 128 B-9000 Gent, Belgium. http://www.elis.rug.ac.be/t%26i/ eurovocs.htm	RS232 Desktop	Am. English Dutch German French Spanish Italian	Female	Volume Speech rate	-	Concat.
MacinTalk 2	Apple Computers Inc. http://www.apple.com/ptk/voices.html	Macintosh	English	Male Female Child (10 total)	Speed Pitch Emphasis	Any Mac 150 kb memory	Concat.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MacinTalk 3	see above	see above	English	Male Female Child (19 total)	Speed Pitch Emphasis Singing Special effect voices	68030 33MHz 300 kb memory	Formant
MacinTalkPro	see above	see above	English Mex. Spanish	Male Female Child (5 total)	Speed Pitch Emphasis	68040 1.5 Mb memory	Concat.
CyberTalk	Panasonic Technologies, Inc. Speech Technology Laboratory Santa Barbara, California cybertalk@stl.research.panasonic.com http://www.research.panasonic.com/pti/ stl/stl_web_demo/demo.html	Window 3.1/95/NT	English	Male Female	SAPI-support	800 kb memory + 360 kb to 3.5 Mb for speech data	Hybrid Formant / Concat.
AcuVoice	AcuVoice, Inc. 84 W. Santa Clara St. Suite 720, San Jose CA 95113-1810, USA http://www.acuvoice.com	Windows 95/NT UNIX	English	Male	SAPI-support	Pentium 75 MHz 160 Mb Disk 8 Mb mem (UNIX: 32 Mb)	Concat.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MBROLA (Free for non-commercial use)	MBROLA Project Developing Team Faculte Polytech. de Mons, TCTS Lab. 31, bvd dolez, B-7000 Mons, Belgium. mbrola@tcts.fpms.ac.be http://tcts.fpms.ac.be/synthesis/mbrola.html	PC / UNIX	Am. English Br. English French Dutch German Portuguese Romanian Spanish	one voice - one database	-	-	Diphone based concat.
ETI Eloquence	ETI Eloquent, Inc. 2389 N. Triphammer Rd. Ithaca, NY 14850, USA. http://www.eloq.com	Windows 95/NT	Am. English Br. English Mex. Spanish Cast. Spanish French German Italian	Male Female	Gender Head size Pitch baseline Pitch fluctuation Roughness Breathiness Speed Volume SAPI-support	468 66 MHz 8 Mb memory	Formant (Klatt)
MS Whistler	Microsoft Corporation http://research.microsoft.com/research/srg	-	English	-	-	-	-
Festival (Free for	University of Edinburgh http://www.cstr.ed.ac.uk/projects/festi	UNIX	English	Male	-	-	-

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

non-commercial use)	val/						
NeuroTalker	International Neural Machines (INM) 175 Columbia Street West, Suite 203 Waterloo, Ontario, Canada. http://www.ineural.com/products.html	Windows 3.x/95/NT	English	-	Scanner support	486 DX 8 Mb memory	-
ModelTalker	University of Delaware http://www.asel.udel.edu/speech/Dsynterf.html	UNIX	English	Male (Female) (Child) Neutral happy sad frustration assertive suprise contradiction	-	-	Diphone concat.
Listen2 English Listen2 International	JTS Microconsulting Ltd. RR#4, 10931, Lytton Road Ladysmith, B.C., Canada	Windows	English German French Italian Spanish	Male Female (6 total)	Volume Speed Pitch scale	486 8 Mb memory	-

SPRUCE	University of Bristol http://www.cs.bris.ac.uk/ ~eric/research/spruce97.html	PC / UNIX	English	-	-	-	High-level
Hadifix	University of Bonn http://asl1.ikp.uni-bonn.de/~tpo/ Hadifix.en.html	-	German	-	-	-	Concat
SVOX	Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Switzerland. http://www.tik.ee.ethz.ch/cgi-bin/w3svox	-	German	-	-	-	Concat
Synte 3	TTKK / TKK	-	Finnish	Male	-	-	formant
Mikropuhe	Timehouse Corp. Thurmanin puistotie 12 02700 Kauniainen http://www.timehouse.fi	Windows 3.x/95/NT DOS Macintosh	Finnish	Male Robot Donald	Speed Pitch Pitch randomness Peacefullness Word pauses	486DX25 4 MB memory	microph . concat
Sanosse	Sanosse Corp. University of Turku http://www.psy.utu.fi/otk/tuotteet	-	Finnish	Male	-	-	concat.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
พจนานุกรมหน่วยเสียง

ก	กรัง	กลวย	กวาง	กัต	กาศ	กุน	เกรง	เกิล	โก๋
ก็	กรัม	กลวิ	กว้าง	กัน	กาศนีย	กุบ	เกรด	เกีย	โก่ง
กก	กรัล	กลอง	กวาด	กั้น	บัตร	กุม	เกร็ด	เกียน	โกง
กง	กรา	กล่อง	กว่าน	กับ	กาส	กุย	เกรน	เกียรติ	โกณ
กฏ	กราน	กล้อง	กว๊าน	กัม	กำ	กุล	เกรส	เกียว	โกด
กด	กราบ	กลอน	กวิน	กัล	กำเนิด	กุส	เกรอะ	เกี่ยว	โกป
กน	กราฟ	กล่อม	กวี	กัลยา	กิ	กู	เกราะ	เกี้ยว	โกฟ
กบ	กราม	กลั่น	กษ	กัว	กิ่ง	กู้	เกรียง	เกือ	โกร
กม	กราว	กลับ	กห	กั่ว	กิ้ง	กู่	เกรียบ	เกื้อ	โกล
กร	กราส	กลับ	กอ	กัส	กิจ	กูด	เกล	เกือบ	โกศ
กรก	กริ	กลัว	ก่อ	กา	กิณกะ	กู๊ด	เกลอ	แก	โกส
กรกฎา	กริด	กลา	ก้อ	ก่า	กิต	กู๊ป	เกลา	แก่	โก๊ะ
กรง	กรี	กล้า	กอก	ก้า	กิน	กูร	เกล้า	แก้	ใกล้
กรณี	กรีด	กลาง	ก๊อก	กาก	กิ้น	กูล	เกลี่ย	แก่ง	ไก
กรด	กรีน	กล้าม	กอง	กาง	กิบ	เก	เกลือ	แก๊ง	ไก่
กรน	กรีม	กลาย	กอซ	กาซ	กิ๊บ	เก้	เกวียน	แก๊ซ	ไก๊
กรบ	กรุ	กล่าว	ก็อด	ก๊าซ	กิล	เก๋	เกศ	แกต	ไกร
กรม	กรุง	กลาส	กอต	กาญจ	กิว	เกง	เกษตร	แกน	ไกล
กรมหมื่น	กรุณา	กลาโหม	ก็อต	กาด	กิส	เก็ง	เกษตรกร	แก่น	ไกล่
กรร	กรุ่น	กลี	กอน	กาน	กี	เก่ง	เกษม	แก๊ป	ข
กรรม	กรุ๊ป	กลึง	ก่อน	ก้าน	กี่	เก๋ง	เกษียณ	แกม	ขง
กรรมการ	กรุย	กลืน	ก้อน	กาพ	กี้	เกจ	เกส	แก้ม	ขณะ
กรรมา	กรู	กลุ่ม	กอบ	กาม	กีด	เกณ	เกอ	แกร	ขด
กรอ	กรูด	กลุ้ม	ก๊อป	ก้าม	กีบ	เกต	เกะ	แกร่ง	ขน
กร้อ	กรู๊ป	กลู	กอฟ	กาย	กีส	เก็ต	เกา	แกรม	ข้น
กรอง	กฤติ	กวด	กอย	ก่าย	กึง	เกท	เก่า	แกล	ขนบ
กร่อน	กฤษ	ก๊วน	กอส	กายภาพ	กึ่ง	เก็ท	เก้า	แก้ว	ขนม
กรอบ	กฤษฎี	กวม	กะ	การ	กึ๋น	เกน	เก่า	แกส	ขนอน
กรอย	กล	กวย	กัก	การบูร	กุ	เก็น	เกาะ	แก๊ส	ขนาด
กร่อย	กลม	กวัย	กัง	การเล่น	กุ๊ก	เก็บ	เกิด	แกะ	ขนาน
กรอส	กลยุท	กวา	กั้ง	กาว	กุ้ง	เกม	เกิต	โก	ขบ
กระ	กล้วย	กว่า	กัด	ก้าว	กุด	เกร	เกิน	โก้	ขม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข่ม ขาน เขา ครบ ครูก ควอ คะ คิน เค เคา
ขมุ ขาม เข้า ครร คล ควอต คั่ง คิว เค็ก เค้า
ขยะ ข้าม เขิน ครอง คลอ ควอน คัญ คิ้ว เค้ก เคาะ
ขยับ ขาย เขียน ครอน คลอง ควัก คัด คิส เคท เคิฟ
ขยาย ข่าย เขียว ครอบ คล่อง ควัน คัน คี เคน เคิล
ขระ ขาว เขี้ยว ครอฟ คล้อง ควา คั้น คีช เค็น เคียง
ขรุ ข่าว เขือ ครอส คลอด คว้า คับ คีด เค้น เคียน
ขรุขระ ข้าว เขื่อง คระ คลอย ควาก คัม คีต เคป เคียฟ
ขลา ขำ เขื่อน ครั้ง คลัง ควาน คัล คีน เค็ม เคียว
ขวบ ขิง แข ครั่ง คลัต ความ คัว คึก เคย เคี้ยว
ขวัญ ขิต แขก ครัน คลับ ควาย คัส คืน เคร แค
ขวาก ขิม แข็ง ครับ คลา ควิ คา คืบ เคร่ง แค่
ขวาง ขี่ แข่ง ครัม คล้า ควิก ค่า คือ เคร็ท แคก
ขอ ขี้ แขนง ครัว คลาก ควิด ค้า คุ เครน แคช
ข้อ ขีด แขม ครา คลาด ควิท ค่าง คุก เครา แคด
ข็อก ขี้น แขวง คร่า คลาย ควิน ค้าง คุณ เคราะ แค็ต
ของ ขึ้น แขวน คราบ คล้าย ควิป คาด คุณธรรม เครียด แคน
ข้อง ขืน โข คราฟ คลาส ควิส คาน คุณภาพ เครือ แค่น
ขอน ขื่น โขนง คราม คลิ คอ ค้าน คุณวุฒิ เครื่อง แค้น
ข้อน ขื่อ โขลน คราว คลิก คอก คาบ คุณสม เคล แคบ
ขอบ ขุด ไข คร่าว คลิง ค็อก คาพ คุณูป เคล็ด แคป
ขอม ขุน ไข่ คริก คลิด คอง คาม คุต เคลม แคม
ข่อย ขุม ไข้ คริป คลิน คองเกรส คาย คุน เคลา แค้ม
ขะ ขุย ฆ คริส คลิป คอด ค่าย คุ้น เคลิบ แคร็ก
ขัง ขู่ ค ครี คลิม คอต คาร คุม เคลิ้ม แครง
ขัด เข คก ครีบ คลี ค็อต คารวะ คุ้ม เคลีย แคล
ขัน เข้ คง ครีม คลี่ คอท คาล คุย เคลียส แคล็ก
ขั้น เขต คด ครึ คลีก คอน คาว คุ้ย เคลื่อน แคลน
ขับ เขน คน ครึก คลีน ค่อน ค่าว คู เคลือบ แคล้ว
ขัย เข็น ค้น ครึ่ง คลึง คอบ ค้าว คู่ เคว แคว
ขัว เขป คบ ครึ้ม คลื่น คอม คาส คู้ เควน แคว้น
ขา เข็ม คม ครึ้น คลุม คอย คำ คูน เควล แคส
ข่า เข้ม คมนา ครุ ควง ค่อย คิ คูป เควส โค
ข้า เขมร คร ครู ควบ คอล คิง คูล เคส โคก
ขาด เขมือบ ครก ครู่ ควร คอส คิด คูส เคอ โค้ก

โค้ง	โฆษณา	ไง	จั๊ต	จี	เจร	ฉลาก	ชม	ชันษา	ชีพ
โคช	ง	จ	จัตตุรัส	จี้	เจรจา	ฉวย	ชร	ชับ	ชีฟ
โค้ช	งก	จก	จัตวา	จี๋	เจริญ	ฉ้อ	ชรา	ชัย	ชีส
โคด	งง	จง	จัน	จีน	เจล	ฉ่อง	ช่วง	ชัยภูมิ	ชื่น
โคต	งด	จด	จั่น	จีฟ	เจส	ฉะ	ชวน	ชัยมง	ชื้น
โคตร	งบ	จน	จับ	จึง	เจอ	ฉัตร	ช่วย	ชัว	ชื่อ
โคน	งม	จบ	จัม	จืด	เจ๋อ	ฉัน	ชวล	ชั่ว	ชุ
โค่น	ง่วง	จม	จัส	จุ	เจา	ฉับ	ชวัน	ชา	ชุด
โคป	งวด	จร	จา	จุก	เจ้า	ฉัย	ชวา	ช่า	ชุน
โคม	งอ	จรกา	จ้า	จุด	เจาะ	ฉา	ชวา	ช้า	ชุม
โคร	งอย	จรส	จาก	จุน	เจิน	ฉาก	ชอ	ช้าง	ชุ่ม
โครก	งะ	จรัส	จ่าง	จุบ	เจิม	ฉาง	ช่อ	ชาง	ชู
โครง	งัก	จรา	จ้าง	จุ๊บ	เจีย	ฉาน	ชอก	ช่าง	ชู้ด
โครน	งัด	จราย	จาง	จุ่ม	เจี๊ยก	ฉาย	ช็อก	ชาจ	ชูต
โครม	งัน	จริ	จาน	จุ้ย	เจียน	ฉี่	ช็อค	ชาด	เช
โครส	งับ	จริง	จาม	จุลจอม	เจือ	ฉีด	ชอง	ชาต	เชค
โคล	งา	จ้วง	จาย	จู	แจ	ฉุก	ช่อง	ชาน	เช็ค
โคลง	ง่า	จวน	จ่าย	จู๋	แจก	ฉุด	ช้อง	ชาป	เชง
โคลน	งาน	จวบ	จาร	จูง	แจ็ก	เฉ	ชอต	ชาย	เชด
โคลส	งาม	จอ	จำ	จูด	แจ๊ค	เฉก	ชอท	ชาว	เช็ด
โคว	งาย	จอก	จ้ำ	จูน	แจง	เฉพาะ	ช็อท	ชิ	เช่น
โควตา	ง่าย	จ็อก	จิ	จูล	แจ้ง	เฉย	ช้อน	ชิก	เช่น
โคส	งำ	จ๊อก	จิก	เจ	แจ่ม	เฉลิม	ชอบ	ชิ่ง	เชฟ
ใคร	งิ	จอง	จิ๊ก	เจก	แจ๋ว	เฉลี่ย	ชอป	ชิง	เชย
ใคร่	งุ้ม	จอจ	จิค	เจ็ก	โจ	เฉียง	ช็อป	ชิด	เชล
ไค	งู	จอด	จิง	เจ็ก	โจ๊ก	เฉี่ยว	ช็อย	ชิน	เชษ
ไคท	เงย	จอน	จิต	เจค	โจท	โฉด	ช้อย	ชิ้น	เชส
ไคร	เงาะ	จ็อบ	จิน	เจ็ค	โจน	โฉนด	ชะ	ชิป	เชอ
ไคร้	เงิน	จอม	จิ้น	เจ็ด	โจม	โฉม	ชัก	ชิม	เช่า
ไคล	เงือน	จอย	จิฟ	เจต	ใจ	ช	ชัง	ชิล	เช้า
ไคล้	เงื่อน	จะ	จิม	เจตนา	ไจ	ชง	ชัชวาล	ชี	เชิง
ไคว	เงือน	จัก	จิ้ม	เจ็ท	ฉ	ชด	ชัด	ชี้	เชิญ
ฅ	แง	จักรี	จิว	เจน	ฉก	ชน	ชั่น	ชีค	เชิด
ฆ	แง่	จัง	จิ๋ว	เจ็บ	ฉบับ	ชนนี	ชัน	ชีต	เชิ้ต
โฆษ	แงะ	จัด	จิส	เจม	ฉลอง	ชนบท	ชั้น	ชีน	เชีย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เชียง ซอฟ ซิน เซด แซล ฑิต ดวิก ดาน ดึง เดล
เชียน ซอม ซิ่น เซต โซ ฑุ ดอ ด้าน ดื่น เดส
เชียม ซ้อม ซิบ เซ็ต โซ่ ฒ ดอก ด่าน ดื่ม เดอ
เชียร ซ่อม ซิม เซ็น โซ่ง ณ ด็อก ดาบ ดื้อ เดอะ
เชียล ซอย ซิล เซ่น โซน ณรง ดอง ดาม ดุ เดิน
เชี่ยว ซอล ซิส เซ้น โซม ณา ดอต ดาล ดุก เดิม
เชียส ซอส ซี เซน โซล ณี ด็อท ดาว ดุง เดิล
เชื้อ ซะ ซี่ เซป โซส ณีต ดอน ด้าว ดุล เดีย
เชื่อ ซัก ซี้ เซ็พ ไซ ด ดอฟ ดาษ ดุส เดียท
เชื่อม ซัค ซีด เซฟ ไซ้ ดก ดอม ดาส ดู เดียน
แช ซัต ซีน เซม ฌ ดง ดอย ดำ ดูก เดียม
แช่ ซัน ซีพ เซล ญ ดน ด้อย ดำรัส ดูด เดียล
แชง ซับ ซีล เซส ญวน ดม ดอล ดำริ ดูล เดี๋ยว
แช่ง ซัม ซีส เซอ ญอล ดรรช ดอส ดิ เด เดียว
แชน ซั่ม ซึ้ง เซา ญัก ดรรชนี ดะ ดิก เดก เดี่ยว
แชม ซัล ซึ่ง เซาะ ญัต ดรอ ดัก ดิ้ง เด็ก เดื่อ
แช่ม ซัส ซึ่ม เซิน ญัตติ ดรอก ดัค ดิ่ง เดค เดื่อง
แชล ซ่า ซื่อ เซิฟ ญา ดร็อป ดัง ดิช เด็จ เดือด
แชส ซา ซื้อ เซิล ญาต ดรัก ดั้ง ดิน เดช เดือน
โช ซาก ซุ เซีย ญาน ดรัม ดัช ดิ้น เดด แด่
โชก ซาด ซุง เซียท ญี่ ดรา ดัชนี ดิบ เดต แดง
โช้ค ซาต ซุน เซียน ญู ดราฟ ดัด ดิพ เดท แดด
โชค ซาน ซุบ เซียบ ฎ ดริ ดัต ดิว เดน แดน
โชติ ซาบ ซุ้ม เซียม ฎก ดริก ดัน ดิษ เด็น แดป
ใช่ ซ้าย ซุส เซียส ฎา ดริค ดับ ดิษฐาน เด่น แดม
ใช้ ซาล ซู แซ ฎาน ดริง ดัม ดิส เดนมาก แดล
ไช ซาว ซูน แซ่ ฎี ดริด ดัล ดี เดม โด
ช ซ่ำ ซูป แซก ฎ ดรี ดัส ดี้ เด็ม โดด
ซอ ซ้ำ ซูม แซ็ก ฏิ ดรู ดา ดีด เดร โดน
ซ็อก ซิ ซูล แซง ฏิญ ดวก ด้า ดีน เดรต โดป
ซอง ซิก เซ แซด ฐ ด้วง ด่า ดีพ เดรน โดม
ซ่อง ซิง เซก แซท ฐา ดวง ดาก ดีม เดรส โดย
ซอน ซิ่ง เซ็ก แซน ฐาน ด่วน ด่าง ดีล เดรีย โดร
ซ่อน ซิ้ง เซค แซฟ ฐิน ด้วย ดาด ดีส เดรียน โดรม
ซอบ ซิท เซ่ง แซม ฑ ดวล ดาต ดึก เดรียส โดว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดส	ตริง	ตั๊ฟ	ติส	เต็ป	แตร	ถอย	เถา	ทรัล	ทอค
ใด	ตริป	ตัม	ตี้	เตม	แตะ	ถ้อย	เถาะ	ทรัส	ทอง
ได้	ตรี	ตัว	ตี	เต็ม	โต	ถะ	เถิด	ทรา	ท่อง
ไดฟ	ตรีท	ตั๋ว	ตีน	เตย	โต้	ถัก	เถียง	ทราน	ท้อง
ไดร	ตรีม	ตัส	ตึก	เตร	โตก	ถัง	เถือ	ทราบ	ทอช
ไดส	ตรึง	ตา	ตึง	เตรต	โตน	ถัด	เถื่อน	ทราม	ทอด
ต	ตลก	ต้า	ตื่น	เตรท	โตฟ	ถัน	แถบ	ทราย	ทอน
ตก	ตลอด	ตาก	ตื้น	เตรส	โตร	ถัม	แถม	ทราส	ท่อน
ตง	ตลาด	ต่าง	ตุ	เตรีย	โตร	ถั่ว	แถลง	ทริ	ท้อน
ตด	ตลิ่ง	ตาด	ตุก	เตรียม	โตรก	ถา	แถว	ทริก	ทอป
ตน	ตอ	ตาต	ตุ๊กตา	เตล	โตส	ถ้า	โถ	ทริน	ท็อป
ต๋น	ต่อ	ตาท	ตุง	เต็ล	โต๊ะ	ถาก	โถง	ทรี	ทอฟ
ต้น	ต๊อก	ตาน	ตุ้ง	เตส	ใต้	ถาง	ท	ทรีท	ทอม
ตบ	ต๊อก	ต่าน	ตุน	เตอ	ไต	ถ่าง	ทก	ทรีส	ทอย
ต้ม	ตอก	ต้าน	ตุ้น	เต่า	ไต้	ถาน	ทง	ทรุด	ท็อย
ตม	ต็อค	ตาบ	ตุ๋น	เต้า	ไต่	ถ่าน	ทด	ทรู	ทอล
ตร	ตอง	ตาฟ	ตุร	เติก	ไตค	ถาบ	ทน	ทฤษฎี	ทอส
ตรง	ต้อง	ตาม	ตุส	เติบ	ไตย	ถาม	ทบ	ทล	ทะ
ตรวจ	ตอน	ตาย	ตู	เติม	ไตร	ถ่าย	ทม	ทลาย	ทะ
ตรอ	ต้อน	ต่าย	ตู้	เติล	ถ	ถ้ำ	ทร	ท่วง	ทัก
ตรอน	ตอบ	ตาล	ตูน	เติ้ล	ถก	ถิ	ทรง	ท้วง	ทั้ง
ตรอม	ต่อม	ตาว	ตูม	เตีย	ถด	ถิต	ทรรศ	ทวน	ทัง
ตระ	ต่อย	ตำ	เต	เตียง	ถน	ถิ่น	ทรรศการ	ท่วม	ทั่ง
ตรัค	ตอล	ต่ำ	เตก	เตียน	ถนน	ถี	ทรรศนะ	ทว่า	ทัช
ตรัง	ตะ	ตำรวจ	เต็ก	เตือน	ถนอม	ถี่	ทรวง	ทวาร	ทัด
ตรัต	ตั๊ก	ติ	เตจ	แต	ถนัด	ถึก	ทรอ	ทวิ	ทัน
ตรัม	ตั๊กแตน	ติก	เตด	แต่	ถม	ถึง	ทร็อต	ทวิน	ทับ
ตรัย	ตัง	ติง	เต็ด	แต้	ถล่ม	ถือ	ทรอน	ทวี	ทัม
ตรัส	ตั่ง	ติ้ง	เตต	แตก	ถลุง	ถุ	ทรอม	ทวีป	ทัล
ตรา	ตั้ง	ติณ	เต็ต	แต่ง	ถ่วง	ถุง	ทรอย	ทไว	ทัว
ตร้า	ตัด	ติด	เตท	แตง	ถ้วน	ถุน	ทรอส	ทอ	ทั่ว
ตราย	ตั๊น	ติน	เตน	แตน	ถ้วย	ถูก	ทระ	ท่อ	ทัศนะ
ตราส	ตัน	ติม	เต็น	แต้น	ถวาย	ถูป	ทรัป	ท้อ	ทัส
ตริ	ตับ	ติล	เต้น	แตน	ถอด	เถร	ทรัพ	ทอก	ทา
ตริก	ตัฟ	ติว	เตน	แตป	ถอน	เถอะ	ทรัม	ท็อก	ท่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท้า ทุ่ง เทว แทรก ธาร น็อค น่าน นุ เนิน ไน
ทาก ทุจริต เทวดา แทรค ธารณะ น่อง นาบ นุก เนีย ไนท
ทาง ทุน เทศ แทรน ธิ นอง นาฟ นุ่ง เนียง บ
ทาน ทุ่น เทศนา แทล ธิค น้อง นาม นุช เนียน บก
ทาน ทุบ เทส แทส ธิบ นอต นาย นุ่น เนียบ บง
ท่าน ทุ้ม เทอ โท ธิม น็อต น่าย นุ่ม เนียม บ่ง
ทาย ทุม เทอน โทด ธี นอท นาว นุม เนียล บด
ท้าย ทุ่ม เทอม โทน ธุรกิจ นอน น้าว นู เนียว บท
ทาล ทุษ เทา โทป เธ นอฟ นาส นูบ เนียส บน
ทาว ทู เท่า โทร เธค นอม น้ำ นูล เนื้อ บ่น
ท่าว ทูต เท้า โทรม เธอ นอย นำ เน เนื่อง บบ
ท้าว ทูธ เทิง โทรล เธีย น้อย นิ เนก เนือง บม
ทาส ทูน เทิน โทรส น นอล นิก เน็ก แน บ่ม
ทำ ทูม เทีย โทล นก นะ นิค เนค แน่ บรม
ทิ ทูล เทียน โทษ นข นัก นิง เนจ แนก บรร
ทิง เท เทียบ โทส นครบาล นักษัตร นิ่ง เนต แนค บรรพ
ทิ้ง เทก เทียม ไท นคร นัง นิช เน็ต แนช บรอค
ทิจ เท็ก เที่ยว ไทย หลวง นั่ง นิด เนตร แนน บรอด
ทิน เทค เทือก ไทร นครินท นัด นิน เนท แน่น บรอน
ทิป เทง เทือน ธ นง นัน นิป เน็ท แนฟ บรัช
ทิม เทจ แท ธง นด นั่น นิม เนน แนล บรั่น
ทิล เท็จ แท้ ธน นบ นั้น นิล เน้น แนว บรัม
ทิว เทต แทก ธม นม นับ นิว เน้น แน่ว บรัส
ทิส เทน แท็ก ธร นรก นั่ม นิ้ว เนป แนส บรา
ที เท็น แทค ธรณี นรา นัม นิส เนฟ แนะ บราว
ที่ เทป แท็ค ธรรม นรินท นัล นี เนม โน บริ
ทีน เทพ แท็ง ธรรมชาติ นวด นัส นี่ เนย โน่ บริก
ทีป เทม แท้ง ธอ นวน นา นี้ เนล โนด บริง
ทีพ เท็ม แท่ง ธอด น่วน น่า นีด เนส โน้ต บริจ
ทีฟ เทร แทน ธอน นวย น้า นีย เนอ โนน บริด
ทีม เทรด แท่น ธะ นวล นาก นีล เนอส โน่น บริว
ทึก เทรน แทป ธัน นส นาง นีส เนา โน้น บรี
ทึม เทรียม แท็ป ธา นอ นาฏศิล นึก เน่า โน้ม บรุก
ทุ เทรียล แทร ธาน นอก นาด นึ่ง เนาะ โนส บรู
ทุก เทล แทร็ก ธานินทร์ น็อก นาน นึง เนิด ใน บรูม

บล็อก	บัท	บิต	บู้	เบิต	โบ๊ก	ปริ	ปลุก	ป้า	ปุย
บลัง	บัน	บิ้น	บู	เบิธ	โบ๊ต	ปริง	ปวง	ป๋า	ปุ๋ย
บลัฟ	บั่น	บิน	บูซ	เบิน	โบน	ปริเฉท	ปวด	ปาก	ปุส
บลาส	บับ	บิล	บูม	เบิ้ล	โบร	ปริญ	ป่วน	ปาค	ปู
บลิ	บัพ	บิว	บูร	เบิล	โบรก	ปริน	ป่วย	ปาง	ปู่
บลิก	บัฟ	บิส	บูรณา	เบีย	โบล	ปริ้น	ปอ	ปาด	ปูน
บลิว	บัม	บี	บูล	เบี้ย	โบส	ปริ๊น	ปอก	ปาน	ปูม
บลี	บั้ม	บี้	เบ	เบี่ยง	ใบ	ปริบ	ปอง	ป่าน	เป
บลู	บั๊ม	บี่	เบก	เบียด	ไบ	ปริบท	ป้อง	ปาม	เป้
บวก	บัล	บี้	เบ็ก	เบียน	ไบน	ปริมาณ	ป๋อง	ปาย	เป็ก
บวง	บัว	บีต	เบค	เบียบ	ไบร	ปรี	ปอต	ป่าย	เปก
บ่วง	บัส	บีท	เบด	เบียม	ป	ปรึก	ปอท	ป้าย	เปซ
บวช	บา	บีบ	เบ็ด	เบื่อ	ปก	ปรุ	ปอน	ปาล	เปญ
บวน	บ่า	บึก	เบต	เบื้อ	ปด	ปรุง	ป๋อน	ปาว	เป็ด
บวร	บ้า	บึ้ง	เบท	เบื้อง	ปน	ปรู๊ฟ	ป้อน	ปาส	เปต
บอ	บาก	บึง	เบน	เบือน	ป่น	ปลด	ป็อป	ปิ	เป็ต
บ็อก	บาง	บืน	เบร	แบ	ปบ	ปล้น	ปอม	ปิก	เปน
บอก	บ้าง	บือ	เบรก	แบก	ปร	ปลอด	ปอย	ปิง	เป็น
บอง	บาด	บุ	เบรน	แบ็ก	ปรน	ปลอท	ปะ	ปิ้ง	เป็ป
บอด	บ้าน	บุ๊ก	เบรา	แบค	ปรอง	ปลอม	ป๊ะ	ปิด	เปร
บอต	บาน	บุก	เบรียล	แบ็ค	ประ	ปล่อย	ปัก	ปิน	เปรม
บอน	บาบ	บุคลา	เบล	แบง	ปรัก	ปละ	ปัง	ปี	เปรส
บ่อน	บ่าย	บุคลิก	เบล็ม	แบ่ง	ปรัง	ปล็ก	ปัด	ปี่	เปรอะ
บ๊อบ	บาย	บุ้ง	เบลอ	แบด	ปรัชญา	ปลัด	ปัต	ปี้	เปรียญ
บอบ	บาร	บุ่ง	เบลา	แบ็ท	ปรับ	ปลา	ปัน	ปึก	เปรียบ
บอม	บารมี	บุช	เบส	แบน	ปรัส	ปลาก	ปั่น	ปีช	เปรี้ยว
บอย	บาล	บุด	เบอ	แบบ	ปรา	ปลาด	ปั้น	ปีด	เปรียว
บ๋อย	บ่าว	บุตร	เบ้อ	แบ็พ	ปราก	ปลาบ	ปับ	ปีน	เปล
บอล	บาส	บุตรี	เบอก	แบร	ปราง	ปลาย	ปั๊บ	ปืบ	เปล่ง
บอส	บำ	บุน	เบา	แบร็ก	ปราช	ปลาส	ปับ	ปึก	เปล่า
บะ	บิ	บุฟ	เบ้า	แบล	ปราณ	ปลิ	ปั๊ม	ปืน	เปลี่ยน
บัก	บิก	บุร	เบาะ	แบ็ลก	ปราบ	ปลิง	ปัว	ปุ	เปลือก
บัง	บิ๊ก	บุรุษ	เบิก	แบล็ค	ปราม	ปลิต	ปัส	ปุจ	เปลือง
บั้ง	บิง	บุล	เบิค	โบ้	ปราย	ปลีก	ปา	ปุ่น	เปลื้อง
บัด	บิด	บู่	เบิด	โบ	ปราศ	ปลื้ม	ป่า	ปุ๋ย	เปลือย

เปส ไปรษณี ผิง ฝัน พร็อก พลอ พะ พิว เพ้น เพียว
เปอ ผ ผิด ฝา พร่อง พลอด พัก พิษ เพนียง เพื่อ
เปอม ผก ผิน ฝ่า พร่อง พล็อต พัง พี่ เพป เพื่อน
เป้า ผง ผิว ฝ้า พร็อบ พล้อต พัชร พี เพร แพ้
เปิด ผนวก ผี ฝาก พร้อม พลอย พัฒนา พี้ เพรส แพ
เปิท ผนวช ผึ่ง ฝ่าย พร้อม พลัง พัด พีช เพร่า แพก
เปิม ผนัง ผึ้ง ฝ้าย พระ พลัด พัน พึง เพร่า แพ็ก
เปิล ผนึก ผุ ฝ่าย พรัก พลัน พั้น พึ่ง เพราะ แพค
เปิ้ล ผม ผู้ ฝื่น พรา พลับ พัพ พืช เพรียง แพ็ค
เปิส ผล ผูก ฝี พร่า พลัส พัม พื้น เพรียง แพง
เปีย ผลง เผ ฝึก พร้า พลา พัล พุ เพล แพ่ง
เปียง ผลอ เผชิญ ฝุ่น พราก พลาด พัสดุ พุง เพล็ก แพด
เปียน ผลัก เผด็จ ฝูง พราน พลาย พา พุ่ง เพลง แพ็ท
เปี้ยน ผลัด เผย เฝ้า พร้าว พลาส พาก พุช เพลท แพท
เปี่ยม ผลาญ เผลอ เฝือ พราหม พลิ พาด พุด เพลน แพน
แป ผลิต เผ่า เฝือก พริ พลิก พาต พุ่ม เพลส แพม
แป้ง ผลู เผา แฝก พริน พลี พาท พุม เพลา แพร
แปด ผอง เผื่อ แฝง พริ้น พลีส พาธ พุล เพลิง แพร่
แปน ผ่อน แผ่ แฝด พริม พลู พาน พู เพลิด แพรค
แป๊บ ผอม แผน ใฝ่ พริส พวก พาม พู่ เพลิน แพร่ง
แปร ผะ แผ่น พ พรี พ่วง พาย พูด เพลีย แพล
แปล ผัก แผนก พก พรีม พวง พ่าย พูน เพศ แพลง
แปลก ผัง แผล พง พรุ่ง พวน พาส พูล เพส แพลน
แปลง ผัน แผ้ว พด พรู พ่อ พาหนะ เพ เพอ แพ้ว
แปลน ผับ โผน พ่น พรู้ฟ พอ พำ เพก เพา แพส
โป ผัว โผล่ พน พฤ พอก พิ เพ็ก เพิก โพ
โป่ง ผัส ไผ่ พ้น พฤก พ้อง พิก เพจ เพิ่ง โพด
โป๊ป ผ้า ฝ พบ พฤติ พอง พิง เพชร เพิต โพน
โปร ผา ฝน พร พฤษภ พอต พิจารณา เพ็ญ เพิ่ม โพ้น
โปร่ง ผ่า ฝรั่ง พรม พฤหัสบดี พ็อต พิณ เพด เพิล โพย
โปรด ผาง ฝอย พรรค พล พ็อป พิด เพ็ด เพีย โพร
โปล ผาด ฝะ พรรณนา พลบ พอพ พิทยา เพท เพียง โพรง
โปส ผ่าน ฝัก พรรษา พลเมือง พอย พิธ เพ็ท เพี้ยน โพรช
ไป ผาม ฝัง พรหม พลเรือน พอล พิน เพน เพียบ โพล
ไปร ผิ ฝั่ง พรอ พลวัต พอส พิม เพ่น เพียม โพส

ไพ ฟ็อต ฟีช เฟล ไฟ มหรสพ ม้า มี่ เมล แมส
ไพน ฟอท ฟีด เฟว ไฟล มหัศจรร มา มีด เมล็ด โม
ไพร ฟอน ฟีน เฟส ภ มหาตมะ มาก มีท เมส โม่
ไพร่ ฟ้อน ฟีล เฟอ ภรรยา มอ มาค มีน เมอ โมง
ไพร้ ฟอม ฟืน เฟ้อ ภะ มอค มาช มีล เมา โมช
ฟ ฟอย ฟื้น เฟิท ภัทร มอง มาด มืด เม้า โมท
ฟก ฟอล ฟุ เฟิน ภาชนะ มอญ มาต มือ เมาะ โมทนา
ฟรอซ ฟอส ฟุ้ง เฟิม ภาพ มอท มาตรการ มุ เมิซ โมน
ฟรอน ฟะ ฟุต เฟิล ภิก มอน มาตรา มุก เมิด โมย
ฟร้อน ฟัง ฟุ่ม เฟิส ภู ม็อบ มาท มุ่ง เมิน โมล
ฟรัก ฟัน ฟุล เฟีย ภูม มอบ มาน มุง เมีย โมส
ฟรัง ฟัล ฟุส เฟื่อ เภอ มอย ม่าน มุติ เมียน ไม่
ฟรา ฟา ฟู เฟื้อ เภา ม่อย มาบ มุน เมี้ยน ไม
ฟราน ฟ้า ฟูก เฟือย โภค ม้อย มาย มุม เมียม ไม้
ฟราย ฟ่า ฟูด แฟ โภคภัน มอล มารค มุส เมื่อ ย
ฟริ ฟาง ฟู้ด แฟก โภชนา มอส มารยาท มุสลิม เมือ ยก
ฟริช ฟ่าง ฟูม แฟ็ก ม มะ มาล มู เมือง ยง
ฟริส ฟาน ฟูล แฟค มก มะ มาส มู้ด เมื่อย ยน
ฟรี ฟาม เฟ แฟต มกราคม มัก ม่ำ มูน แม ยม
ฟรีด ฟาย เฟ่ แฟน มง มัค มิ มูฟ แม้ ยล
ฟรีส ฟาว เฟก แฟ้น มด มัง มิก เม แม็ก ยว
ฟรุต ฟาส เฟ็ก แฟร มน มั่ง มิค เม็ก แมก ยวง
ฟลอ ฟิ เฟค แฟรก ม่น มัช มิง เมขลา แม็กซ ยวด
ฟลัก ฟิก เฟซ แฟรง มรกต มัด มิ้ง เมค แมค ยวน
ฟลิค ฟิง เฟด แฟรน มรดก มัธยม มิ่ง เมฆ แมง ยศ
ฟลิน ฟิช เฟต แฟรม มรรถ มัน มิจ เม็ง แมช ยอ
ฟลุก ฟิต เฟท แฟล มรสุม มั่น มิช เมจ แมด ยอก
ฟลุ๊ค ฟิน เฟน แฟลช มฤดก มัม มิท เมด แมต ย่อง
ฟลู ฟิบ เฟม แฟลต มลา มัย มิน เม็ด แม่น ยอง
ฟอ ฟิม เฟร โฟ มวก มัล มิป เมต แมน ยอช
ฟอก ฟิล เฟรช โฟค มวก มัว มิร เมตร แม้น ยอด
ฟอง ฟิว เฟร็น โฟน ม่วง มัส มิล เมท แม็ป ย้อน
ฟอช ฟิศ เฟรม โฟม มวย มัสการ มิว เม้น แมล ย่อม
ฟอด ฟี เฟรส โฟร มวล มัสยิด มิส เมน แมลง ย้อม
ฟอต ฟี่ เฟรา โฟล มหกรรม ม่า มี เมม แม้ว ยอม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ย่อย	ยิ้ม	เยี่ยง	รวย	ราง	รี่	เรง	เรียส	โรส	ลอฟ
ยะ	ยี่	เยี่ยม	รอ	ร่าง	รีช	เร็ง	เรื่อ	ไร	ลอม
ยัก	ยี	เยียว	ร่อ	ร้าง	รีด	เร่ง	เรื้อ	ไร่	ล้อม
ยัง	ยีน	เยี้ย	รอค	ราจ	รีน	เรจ	เรือ	ไร้	ลอย
ยั้ง	ยีส	เยื่อ	รอง	ราด	รีบ	เรด	เรือก	ฤ	ลอส
ยั่ง	ยืด	เยือก	ร่อง	ราน	รีฟ	เรต	เรื่อง	ฤก	ลออ
ยัด	ยืน	เยือน	ร้อง	ร้าน	รีม	เรท	เรือง	ฤกษ์	ละ
ยัน	ยื่น	แย่	รอด	ราบ	รีล	เรน	เรื้อน	ฤทธิ์	ล่ะ
ยับ	ยืม	แย	ร็อต	ราฟ	รีส	เร็น	เรือน	ล	ลัก
ยัล	ยุ	แย่ง	รอน	ราม	รึก	เร้น	แร	ลก	ลักษณะ
ยัว	ยุก	แย้ง	ร่อน	ราม	รึ่น	เร็นต	แร่	ลง	ลัง
ยั่ว	ยุค	แย็บ	ร้อน	เกียรต	รื้อ	เรฟ	แร็ก	ลด	ลัด
ยา	ยุคลบาท	แยม	รอบ	ร้าย	รุ	เร็ม	แรก	ลน	ลัท
ย่า	ยุ่ง	โย	รอม	ราย	รุก	เรล	แรค	ล้น	ลัน
ยาก	ยุง	โยก	รอย	ราล	รุง	เร็ว	แรง	ลบ	ลับ
ยาง	ยุด	โยง	ร่อย	ราว	รุ่ง	เรส	แร้ง	ล้ม	ลัม
ย่าง	ยุบ	โยช	ร้อย	ร้าว	รุณกรรม	เรอ	แร็ด	ลม	ลัย
ยาด	ยุ่ย	โยน	รอล	ราษฎ	รุด	เร่อ	แรต	ล่ม	ลัวะ
ยาตรา	ยู	ใย	ระ	ราษฎร	รุ่น	เรา	แรน	ล่วง	ลัส
ยาน	ยู่	ร	รัก	ราส	รุน	เร้า	แรฟ	ลวง	ล่า
ย่าน	ยูร	รก	รัง	รำ	รุ่ม	เราะ	แรม	ล้วน	ลา
ยาม	ยูส	รง	รั้ง	ร่ำ	รุส	เริง	แรล	ลอ	ล้า
ยาย	เย	รด	รัด	ริ	รู้	เริญ	แรส	ล่อ	ลาก
ย้าย	เย้	รน	รัต	ริก	รู	เริน	แระ	ล้อ	ลาง
ยาล	เยน	รบ	รัน	ริง	รูจ	เริบ	โร	ล็อก	ล่าง
ยาว	เย่น	รม	รับ	ริ่ง	รูน	เริ่ม	โร่	ลอก	ล้าง
ย่ำ	เย็น	รวง	รัม	ริช	รูป	เรีย	โร้ค	ล็อค	ลาจ
ย้ำ	เยล	ร่วง	รั่ม	ริน	รูม	เรียก	โรค	ลอง	ลาด
ยำ	เยส	รวจ	รัล	ริบ	รูส	เรียง	โรง	ลอจ	ลาน
ยิ	เยอ	รวด	รั่ว	ริม	เร	เรียด	โรช	ลอด	ล่าน
ยิ่ง	เยอะ	รวน	รั้ว	ริมทรัพย	เร่	เรียน	โรน	ลอต	ล้าน
ยิด	เยา	ร่วน	รัส	ริล	เรก	เรียบ	โรป	ล็อต	ลาบ
ยิน	เย้า	รวบ	รา	ริ้ว	เร็ก	เรียม	โรม	ลอน	ลาฟ
ยิป	เยิ่น	ร่วม	ร่า	ริส	เรค	เรียล	โรย	ล็อบ	ลาม
ยิม	เยีย	รวม	راก	รี	เร็ค	เรียว	โรล	ลอบ	ล่าม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลาย	ลุง	เลม	แล้ง	วอย	วิกฤต	เวท	แวม	ส	สมัคร
ลาว	ลุด	เล่ม	แลต	วอล	วิค	เว็ท	โว	สก	สมัย
ลำ	ลุม	เลย	แลน	วอลต	วิง	เว่น	โว่	สกปรก	สมาน
ล่ำ	ลุ่ม	เลว	แล่น	วะ	วิ่ง	เวน	โวค	สกฤต	สม่ำ
ล้ำ	ลุย	เลส	แลบ	วัก	วิช	เว้น	โวฟ	สกล	สมุด
ลิ	ลุส	เลห	แล็ป	วัง	วิญ	เวบ	โวล	สเคป	สมุน
ลิก	ลู	เลอ	แลม	วัฒนะ	วิด	เว็บ	ไว	สง	สยาม
ลิ่ง	ลู่	เละ	แลล	วัฒนา	วิทยา	เวฟ	ไว้	ส่ง	สรรเสริญ
ลิง	ลูก	เล่า	แล้ว	วัด	วิทยุ	เวร	ศ	สงบ	สรวง
ลิช	ลูด	เลา	และ	วัต	วิน	เวล	ศรัท	สงวน	สรวล
ลิตร	ลูน	เลาะ	โล	วัน	วิป	เวส	ศรี	สงัด	สร้อย
ลิน	ลูน	เลิก	โล่	วัย	วิล	เวอ	ศว	สด	สระ
ลิ้น	ลูป	เลิฟ	โลก	วัล	วิว	เวอค	ศัก	สตรี	สร้าง
ลิบ	เล่	เลิศ	โลง	วัลลภ	วิส	เวอส	ศักราช	สถาปนา	สราญ
ลิม	เล	เลีย	โล่ง	วัว	วิสกี้	เวิค	ศัตรู	สถาปนิก	สรุป
ลิล	เลก	เลี้ยง	โลน	วัสดุ	วี่	เวิด	ศาส	สถาปัตย	สล็อต
ลิล	เล็ก	เลี่ยง	โลป	วา	วี	เวิต	ศาสดา	กรรม	สละ
ลิว	เล็ก	เลียด	โลม	ว่า	วีค	เวิท	ศาสนา	สน	สลัก
ลิส	เลข	เลียน	โลส	ว้า	วีต	เวิบ	ศิ	สนอง	สลัด
ลี่	เลค	เลี่ยน	โละ	วาก	วีน	เวิล	ศิล	สนั่น	สลับ
ลี	เลง	เลียม	ไล	วาง	วุ	เวิส	ศิล	สนับ	สลัม
ลี้	เล็ง	เลี่ยม	ไล่	ว่าง	วุฒิ	เวีย	ศิลป	สนาน	สลาก
ลีก	เลจ	เลียว	ว	วาด	วุด	เวียง	ศิษ	สนาม	สลาม
ลีด	เลซ	เลี้ยว	วก	วาน	วุธ	เวียด	ศีล	สนิก	สลาย
ลีท	เลด	เลียส	วง	ว่าน	วุ่น	เวียน	ศูน	สนิก	สลิง
ลีน	เลต	เลือก	วจ	วาม	วุล	เวียม	เศวต	สนุก	สลิด
ลีบ	เล็ต	เลือด	วน	วาย	วู	แว	เศษ	สนุน	สลิป
ลีส	เลต	เลื่อน	วร	ว่าย	วู้ด	แวก	โศก	สบ	สลิม
ลึก	เล็ท	เลือน	วอ	วาล	วูด	แวค	โศภ	สเปน	สลุต
ลึม	เลท	เลื่อม	วอก	วาว	เว	แว้ง	โศลก	สม	สวด
ลื่อ	เลน	แล	วอด	ว่าว	เวก	แวง	ไศล	ส้ม	สวน
ลื้อ	เล่น	แล็ก	วอต	วาส	เวค	แวด	ษ	สมการ	ส่วน
ลือ	เล็บ	แลก	วอน	วิ	เวช	แวต	ษัตรี	สมร	สวบ
ลุ	เลป	แลค	วอฟ	วิก	เวด	แวน	ษา	สมอ	สวม
ลุก	เลฟ	แลง	วอม	วิกรม	เวต	แว่น	ษิต	สมอง	ส่วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สวย สาง สุก เสวนา ใส หนู หยุด หลำ หาย เหียน
สวรรค สาด สุจริต เสวย ใส่ หมด หยุ่น หลิบ หาร แห
สวัน สาท สุด เสา ไส้ หมวก หร หลี หิ แห่
สวัส สาน สุน เส้า ห หมวด หรอ หลีก หิต แหง
สวา สาบ สุนทรี เสิจ หก หมอ หรับ หลุด หุ แห่ง
สว่าง สาม สุ่ม เสิช หง หม้อ หรา ห่วง หุ่ง แห้ง
สวาย สามเณร สุม เสิด หงิก หมอก หราน ห้วง เหตุ แหน
สวิง สามารถ สุล เสิต หญ้า หมอน หร่าน หวง เห็น แหน่ง
สวิช สาย สุว เสิฟ หญิง หม่อน หริ หวน เหน็จ แหม่ม
สวี สารคดี สู้ เสิรฟ หด หมอบ หรี่ ห้วย เหมา แหล่
สห สารบัญ สู เสี่ย หน หม่อม หรีด หวะ เหมาะ แหล่ง
สหรัฐ สารพัด สูง เสีย หนด หมัก หรือ หวัง เหมือง แหลม
สอ สารภี สูต เสียง หนวก หมัน หล หวัด เหมือน แหละ
สอง สารรูป สูติ เสี่ยง หน่วง หมั้น หลง หวัน เหย แหวน
ส่อง สาว สูท เสียด หน่วย หมา หลบ หว่า เหยิง โห
สอด สำ สูบ เสียม หนอ หมาก หลวง หว้า เหยียด โหน
สอด สำรวจ เส เสียว หนอง หมาย หลวม หว่าง เหร่ โหนด
สอน สำเร็จ เสก เสี่ยว หน่อย หมิ่น หล่อ หวาด เหรด โหม
สอบ สิ เสจ เสี้ยว หนัก หมี หลอก หวาน เหรี่ยง โหลด
สอย สิก เสด เสื่อ หนัง หมี่ หลอน หวาย เหรียญ โหว่
สะ สิค เสด็จ เสื้อ หน้า หมึก หลอม หวีด เหล็ก โหวก
สัก สิ่ง เสถียร เสือ หนา หมื่น หลัก ห่อ เหลว โหวต
สักวา สิง เส็ท เสื่อม หน่า หมุน หลัง หอ เหล่า ให้
สั่ง สิต เสน แส หนาด หมู หลั่ง หอก เหลี่ยม ใหญ่
สัง สิน เส้น แสก หนาม หมู่ หลับ ห้อง เหลียว ใหม่
สัชนา สิ้น เสนอ แสง หน่าย หยด หล้า หอบ เหลือ ใหม
สัด สิบ เสบ แสดง หน่ำ หยวน หล้า หอม เหลือก ไห
สัน สี เสม็ด แสตม หนำ หย่อน หลาก ห้อม เหลือง ไหน
สั้น สี่ เสมอ แสน หนิ หย่อม หลาก หะ เหลือบ ไหม้
สับ สีด เสมียน แสลง หนี้ หยัด หลาด หัก เหลือม ไหม
สัม สึก เสมือน แสวง หนี หยา หลาด หัส เหลื่อม ไหล่
สัมมนา สืบ เสร็จ โส หนึ่ง หยา หลาน หา เหว ไหล
สา สือ เสริม โสด หนุ หย่า หลาน ห้า เหวก ไหว
ส่า สื่อ เสล โสม หนุน หยาม หลาย หาด เหวี่ยง ฟ
สาก สุ เสลา โสมนัส หนุ่ม หยุ หลาย หาน เห่า อ

อก	อ่อน	อ่า	อิจ	อุ้ม	เอ็ม	แอง	ฮ	ฮาท	เฮส
อคติ	อ้อน	อาก	อิน	อุส	เอ่ย	แอ็ง	ฮวน	ฮาน	เฮอ
อง	ออพ	อาค	อิป	อู	เอล	แอด	ฮอ	ฮาพ	เฮา
อด	ออม	อาคเน	อิม	อู่	เอว	แอต	ฮ่อ	ฮิ	เฮ้า
อน	อ้อม	อาง	อิ่ม	อู้	เอส	แอท	ฮอก	ฮิท	เฮิซ
อเนก	ออย	อ่าง	อิล	เอ	เออ	แอน	ฮอค	ฮิน	เฮิร
อบ	อ้อย	อ้าง	อิว	เอ็ก	เอ่อ	แอบ	ฮ็อค	ฮิบ	เฮิรต
อพยพ	ออส	อาช	อิส	เอก	เออะ	แอป	ฮ่อง	ฮิล	เฮีย
อม	อะ	อาชญา	อิสระ	เอกฉัน	เอ๊ะ	แอฟ	ฮอด	ฮิว	เฮือน
อย่า	อัก	อาด	อี้	เอกชน	เอะ	แอม	ฮ็อต	ฮิส	แฮ
อยาก	อัง	อาต	อี	เอกเทศ	เอา	แอล	ฮอท	ฮี	แฮ็ง
อย่าง	อั้ง	อ่าน	อีก	เอกภาพ	เอ้า	แอส	ฮอน	ฮี้	แฮน
อยู่	อัด	อาน	อีน	เอกราช	เอ๊า	แอะ	ฮอฟ	ฮีท	แฮฟ
อร	อัตรา	อาบ	อีส	เอกลัก	เอิก	โอ	ฮอย	ฮีล	แฮม
อรรถ	อัธยา	อาฟ	อึ	เอกสาร	เอิด	โอ้	ฮอยซ	ฮุ	แฮล
อรัญ	อั้น	อาม	อึ้ง	เอกสิทธ	เอิท	โอ๊ก	ฮอล	ฮุก	แฮส
อริ	อัน	อาย	อึด	เอง	เอิน	โอก	ฮะ	ฮุน	โฮ
อรุณ	อันตราย	อ้าย	อึ่น	เอจ	เอีย	โอง	ฮัก	ฮู	โฮม
อวด	อับ	อาร์	อุ	เอช	เอียง	โอ่ง	ฮัง	ฮูด	โฮล
อ้วน	อัพ	อารยะ	อุด	เอด	เอียด	โอด	ฮัท	ฮูพ	โฮลต
อวน	อัม	อาว	อุทยาน	เอ็ด	เอียน	โอ๊ต	ฮัน	เฮ	โฮส
อวย	อัย	อ่าว	อุ่น	เอท	เอียว	โอน	ฮับ	เฮก	ไฮ
ออ	อัล	อ้าว	อุป	เอ็ท	เอื้อ	โอม	ฮัม	เฮด	ไฮส
ออก	อัว	อำ	อุปกร	เอ็น	เอื่อย	โอล	ฮัล	เฮน	
ออง	อัศจรร	อิ	อุปถัม	เอน	แอ	ไอ	ฮ่า	เฮฟ	
ออต	อัส	อิก	อุปโภค	เอป	แอก	ไอซ	ฮา	เฮม	
ออน	อา	อิง	อุปสรรค	เอม	แอค	ไอศ	ฮาด	เฮล	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างข้อมูลการทดสอบ

คำทับศัพท์วิทยาศาสตร์

กรอส	คอนดริโอโซม	แคปซูล	จีน	เซลล์
กรัม	คอนเทนต์	แคมเบียม	จีโนไทป์	เซลลูลอยด์
กลาสส์	คอนแทร็กไทล์	แคลลิเปิร์ส	จีออเดซี	เซลโลเฟน
ก๊อก	คอร์เดต	แคลอริมิเตอร์	จีออเดติก	แซ็กคาริน
กะรัต	คอร์เทกซ์	แคลอรี	เจล	แซโพรซอยด์
กิโล	คอร์ปัส	โคดอน	ไจโรสโกป	แซโพรทรอฟิก
กิโลกรัม	คอรันดัม	โคไทป์	ชันต์	แซโพรไฟต์
เกจ	คอโรนา	โคน	โชกส์	โซนาร์
เกรด	คอลลอยด์	โคม่า	ซอนอมิเตอร์	โซเลนอยด์
เกรตติง	คอลลิเกทีฟ	โครมาทิด	ซอนิก	ไซโกต
เกรน	คอลเลงคิมา	โครมาทิน	ซอล	ไซโคลซิส
เกรย์	คอลัมน์	โครมาโทกราฟี	ซอลเวชัน	ไซโทโครม
แกมีโทไฟต์	คอลิวเมลลา	โครมาโทฟอร์	ซัสเพนซอยด์	ไซโทซอล
แกรนูลส์	คอเลสเทอรอล	โครโมเซนเตอร์	ซิแนปซิส	ไซโทพลาซึม
แกลลอน	คอสติก	โครโมโซม	ซิแนปส์	ไซเลม
แกลแวนอ	คอสมิก	โครโมพลาสต์	ซิสทรอน	ดิพลอยด์
มิเตอร์	คาร์โบไฮเดรต	โครโมเมียร์	ซีเมนต์	ดิฟแฟรกโท-
แก๊ส	คิวทิน	โครโมสเฟียร์	ซีเมนส์	มิเตอร์
คริสแทลลอยด์	คีเลชัน	โครอยด์	ซีเวิร์ต	ดิวตอน
คลอโรซิส	คูรี	โคริออน	เซนติ	ดิวเทอรอน
คลอโรพลาสต์	คูลอมบ์	โคเวเลนต์	เซนติเมตร	ดิวเทอเรียม
คลอโรฟีลล์	คูว์เปอร์	โคออร์ดิเนชัน	เซนทรัล	ดิสพรอพอร์
คลาสซิก	เคเบิล	โคเอนไซม์	เซนทริโอล	ชันเนชัน
ควอนตัม	เครทินิซึม	ไคทิน	เซนโทรโซม	ดีเซล
ควอนตัม	เคลวิน	ไคนีซิส	เซนโทรเมียร์	ดีเปรสชัน
ควอร์ต	แคตไอออน	ไคนีโทคอร์	เซนิท	ดีโพลาไรส์
ควาร์ก	แคแทบอลิซึม	ไคนีโทโซม	เซรามิก	ดีออกซีไรโบ
ค็อกคัส	แคแทบอลิซึม	ไคลเทลลัม	เซรีบรัม	นิวคลิอิก
คอเคลีย	แคโทด	จิกะ	เซรุ่ม	ดูโอดินัม
คอนกรีต	แคนเดลา	จิมโนสเปิร์ม	เซลเซียส	เดคา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เดซิ
เดซิกเคเตอร์
เดซิเบล
เดทิฟ
เดนไดรต์
แดรค์ม
โดซิมิเตอร์
โดสมิเตอร์
ไดแซ็กคาโรส
ไดแซ็กคาไรด์
ไดน์
ไดนาโม
ไดนาโมมิเตอร์
ไดเมอร์
ไดออปเตอร์
ไดอะตอม
ไดอะแฟรม
ไดอะแมกเนติก
ไดอิเล็กทริก
ไดแอด
ไดแอลิซิส
ไดโอด
ตัน
ทรานซิสเตอร์
ทอกซอยด์
ทอร์
ทอร์ก
เททระแซ็กคา
โรส
เททระแซ็กคา
ไรด์
เทรคีด
เทระ
เทโลเฟส
เทสลา

เทอร์มอคัปเปิล
เทอร์มอมิเตอร์
เทอร์มิออนิก
แทกซิส
แทรนซิชัน
โทนอพลาสต์
ไทเทรต
ไทรแซ็กคาโรส
ไทรแซ็กคาไรด์
ไทรโอด
นอต
นอร์แมลิตี
นาโน
นาสติก
นิวคลีออน
นิวคลีโอไทด์
นิวคลีโอพลาซึม
นิวคลีโอไฟล์
นิวคลีโอลัส
นิวเคลียร์
นิวเคลียส
นิวไคลด์
นิวตรอน
เนกตอน
เนกาทิฟ
เนมาโทโลยี
ไนทริก
บรอนซ์
บริกซ์
บริดจ์
บลาสทูลา
บัฟเฟอร์
บาซัล
บาซิลลัส
บาร์

บาร์น
บาร์เรล
บารอมิเตอร์
บิกเกอร์
บิต
บิทูมินัส
บิทูเมน
บิวเรตต์
บีตส์
บีต้า
เบ็กเคอเรล
เบนทอน
เบนทอส
เบนส์
เบส
เบอร์ซา
แบคทีเรีย
แบตเตอรี่
แบร็กต์
แบริออน
แบลลัสต์
โบซอน
โบเทรียม
ไบคัสพิด
ไบรโอไฟตา
ไบรโอโลจี
ไบแอส
ไบโอไทป์
ไบโอพลาซึม
ปอนด์
ปิโตรเลียม
ปิเปตต์
โปรตอน
พลาเซนตา
พลาสมอลิซิส

พลาสมา
พลาสโมซม
พลาสโมเดสมา
พอซิทิฟ
พอลิแซ็กคาโรส
พอลิแซ็กคาไรด์
พอลิพลอยด์
พอลิเมอร์
พัมมิซ
พัลเซแทนซ์
พัลไวนัส
พัลส์
พาร์เซก
พาราไทป์
พาราฟิน
พาราแมกเนติก
พาราฮอร์โมน
พาเรงคิมา
พาสคัล
พิกโนมิเตอร์
พิโก
พิโนไซโทซิส
พิแลจิก
พีต
พีริออดิก
เพกทิน
เพตะ
เพนโทด
เพปซิน
เพปทิเดส
เพริไซเคิล
เพาน์ดัล
แพรัลแลกซ์
แพลงก์ตอน
แพลทิเคอร์ติก

แพลิเซด
โพซิตรอน
โพเทนชิออ
มิเตอร์
โพรเจกทิฟ
โพรทิสตา
โพรโทพลาซึม
โพรเฟส
โพลารอยด์
โพลาริมิเตอร์
โพลาไรเซชัน
ไพนต์
ฟลินต์
ฟลูออเรสเซนซ์
ฟ็อต
ฟอน
ฟอร์แมล
ฟอร์แมลิตี
ฟอลลิเคิล
ฟาโกไซโทซิส
ฟาทอม
ฟารัด
ฟิวส์
ฟิสิกส์
ฟีตัส
ฟีตัส
ฟีโนไทป์
ฟุต
เฟมโต
เฟร์ริแมกเนติก
เฟร์โรแมกเนติก
เฟอร์ลอง
แฟกเตอร์
แฟลเจลลัม
โฟตอน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โฟโตเซลล์
โฟโตลิซิส
โฟโตอิเล็กทริก
โฟนอน
โฟลเอ็ม
ไฟเบอร์
ไฟลัม
มอเตอร์
มอนอเมอร์
มอนิเตอร์
มอโนแซ็กคา
โรส
มอโนแซ็กคา
ไรด์
มอโนพลอยด์
มิล
มิลลิ
มีซอน
เมกะ
เมกะตัน
เมกะสปอร์
เมเซอร์
เมดัลลา
เมตร
เมทาเฟส
เมแทบอลิซึม
เมริเดียน
แมกนิโทมิเตอร์
แมกเนติก
แมโครโมเลกุล
แมนอมิเตอร์
โม
โมเมนตัม
โมล
โมลาร์
โมลาริตี
โมเลกุล
โมเลกุลาริตี
โมแลล
โมแลลิตี
ไมครอน
ไมโคทอกซิน
ไมโคร
ไมโครเทคนิค
ไมโครไพน์
ไมโครโฟน
ไมโครมิเตอร์
ไมโครวิลไล
ไมโครเวฟ
ไมโครสโกป
ไมโครสปอร์
ไมเซลล์
ไมทรัล
ไมโทคอนเดรีย
ไมโทซิส
ไมอีลิน
ไมโอซิส
ยีสต์
ยูดิโอมิเตอร์
ยูเทกติก
รีดอกซ์
รีดักชัน
รีดิวซ์
รีเลย์
รีอัลการ์
รีเอเจนต์
เรซิดิว
เรซิน
เรโซแนนซ์
เรดาร์
แร็ด
ไรซอยด์
ไรโบโซม
ลองจิจูด
ละติจูด
ลักซ์
ลิกไนต์
ลิกิวล์
ลิแกนด์
ลิตร
ลิพิด
ลิวโคพลาสต์
ลีก
ลูเทียม
ลูเมน
เลเซอร์
เลนทิเซล
เลนส์
เลปตอน
แลนทาไนด์
ไลเคน
วัตต์
วัตต์มิเตอร์
วิตามิน
วิลลัส
เวนจูริ
เวเบอร์
เวเลนซ์
เวเลนซ์
เวเลนซี
เวสเซล
แวคิวโอล
โวลต์
โวลทามิเตอร์
ไวรัส
สเกล
สเกลอเรงคิมา
สตรอโบสโกป
สตาร์ตเตอร์
สตีเรเดียน
สโตรมา
สปริง
สปอร์
สปอโรไฟต์
สปิน
สเปกตรัม
สเปกโทรกราฟ
สเปกโทรโฟโต
มิเตอร์
สเปกโทรมิเตอร์
สเปกโทรสโกปี
สเปกโทรสโคป
สเปอร์มาทิด
สเปอร์มาโทไซต์
สเปิร์ม
สลัก
สไลด์
สะพอนิฟิเคชัน
โหลด
ออกซิเดชัน
ออกซิไดส์
ออดอมิเตอร์
ออโตโซม
ออนซ์
ออร์แกเนลล์
ออร์บิทัล
ออโรรา
ออวุล
ออสโมซิส
ออสโมมิเตอร์
อะคลินิก
อะโครโซม
อะตอม
อะโพจี
อัตโต
อัลตราไวโอเลต
อัลทราโซนิกส์
อาร์ก
อาร์ทิแฟกต์
อาร์มาเจอร์
อินดิเคเตอร์
อินเตอร์ฟีรอมิเตอร์
อินเตอร์เฟส
อินทิเกรต
อินฟราเรด
อินวอลูครัม
อิเนอร์เชีย
อิมพัลส์
อิมัลชัน
อิมัลซอยด์
อิเล็กตรอน
อิเล็กทรอนิกส์
อิเล็กโทรฟอรัส
อิเล็กโทรไฟล์
อิเล็กโทรไลต์
อิเล็กโทรสโกป
อีสโทรเจน
เอกซ์โพเนน
เอียล
เอกซะ
เอกโซเดอร์มิส
เอกโซสเฟียร์
เอ็กโทพลาซึม
เอนไซม์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอนโดเดอร์มิส
เอนโดพลาซึม
เอนโดสเปิร์ม
เอนโดสเฟียร์
เอนทัลปี
เอนโทรปี
เอพิแทกซี
เอพิแนสตี
เอ็มบริโอ
เอมพิริคัล
เอออร์ตา
เอิร์ก
แอกซอน
แอกทิน
แอกทิโนฟริส
แอกทิไนด์
แอซิมัท
แอเดียแบติก
แอตมอลิซิส
แอนโดรเจน
แอนติควาร์ก
แอนติโคดอน
แอนติเจน
แอนติทอกซิน
แอนติบอดี
แอนติโพด
แอนติโพแดล
แอนติเฟร์โร
แมกเนติก
แอนติเร
โซแนนซ์
แอนทราไซต์
แอนนีล
แอนเนลิด
แอนไอโซทรอปี
แอนไอออน
แอนาเฟส
แอนิรอยด์
แอแนบอลิซึม
แอโนด
แอบซอร์แบนซ์
แอบพาราตัส
แอโพมิกซิส
แอฟีเลียน
แอมแปร์
แอมฟิโพรติก
แอมฟิมิกซิส
แอมมิเตอร์
แอลกอฮอล์
แอลคาลอยด์
แอลคาไลน์
แอลบิแคนส์
แอลแลนทอยส์
แอลโลไทป์
แอสฟัลด์
โอห์ม
โอห์มมิเตอร์
ไอโซทอนิก
ไอโซเทอร์ม
ไอโซเทอร์มัล
ไอโซโทน
ไอโซโทป
ไอโซโทรปี
ไอโซบาร์
ไอโซเมอร์
ไอโซเมอริซึม
ไอออน
ฮอโดกราฟ
ฮอมอโลกัส
ฮอมิโอมอร์ฟิซึม
ฮอร์โมน
ฮอโลแกรม
ฮอโลไทป์
ฮันเดรดเวต
ฮิวมัส
ฮิสเทอรีซิส
ฮิสโทเจน
เฮกตาร์
เฮกโต
เฮด
เฮิรตซ์
แฮพลอยด์
แฮโลเจน
ไฮโกรมิเตอร์
ไฮดรอมิเตอร์
ไฮดรอลิก
ไฮเดรชัน
ไฮเดรต
ไฮโดรพอนิกส์
ไฮโดรโฟน
ไฮบริด
ไฮเพอร์ทอนิก
ไฮโพคาร์ป
ไฮโพทอนิก
ไฮโพแนสตี
ไฮอะโลพลาซึม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำทับศัพท์คณิตศาสตร์

กราฟ
กริด
เกม
เกรเดียนต์
เกาส์เซียน
แกมมา
แกรเมียน
คราเมอร์
คริสโตฟเฟล
คลีก
ควอเทอร์
เนียน
ควอร์ไทล์
คอนคอยด์
คอนทราแว
เรียนต์
คอนทัวร์
คอมพิวเตอร์
คอมมิวเท
เตอร์
คอร์ด
คันตอร์
คาร์ดิออยด์
คาร์ทีเซียน
คาร์นอฟ
คาร์โล
คุห์น
เคย์เลย์
เคอร์โทซิส
เคิร์ล
แคทีนอยด์
แคทีนารี
แคปปา

แคแรกเทอริ
สติก
แคลคูลัส
โคชี
โคเซแคนต์
โคไซน์
โคแทนเจนต์
โคนอยด์
ไค
ไคลน์
จาโคเบียน
จูเลีย
ไจเรชัน
ชาร์เลียร์
เชฟเฟอร์
เชวา
ซอร์น
ซับแทนเจนต์
ซับนอร์แมล
ซิกนัม
ซิกมา
ซิมป์สัน
ซิมเพล็กซ์
ซีตา
ซูพรีมัม
ซูพีเรียร์
เซกเมนต์
เซแคนต์
เซต
เซนทรอยด์
ไซคลอยด์
ไซโคลกราฟ
ดีเทอร์มิแนนต์
เดไซล์

เดเดคินด์
เดล
เดลต้า
โดเมน
ไดกราฟ
ไดโพล
ไดเวอร์เจนซ์
ไดแอดิก
ไดโอแฟนไทน์
ทอเทียนต์
ทอพอโลยี
ทักเกอร์
ทีตา
เทนเซอร์
เทสเซลเลชัน
แทนเจนต์
โทรคอยด์
ไทรเซกทริกซ์
นอร์ม
นิวตัน
แนนด์
โนโมกราฟ
โนโมแกรม
บราคิสโทโค
รน
บล็อก
บอล
บานาค
บีตา
เบส์
เบสเซล
แบร์
โบเรล
ไบต์

ปริซึม
ปัวส์ซอง
เปอร์เซ็นต์
เปอร์เซ็นไทล์
เปอาโน
พริสมอยด์
พริสมาทอยด์
พาราคอม
แพกต์
พาราโบลา
พารามิเตอร์
พีแดล
พีระมิด
เพลโตนิก
เพลย์แฟร์
เพอร์เทอร์เบ
ชัน
เพิร์ต
แพนโทกราฟ
โพเซต
โพรเจกไทล์
โพรแทรกเตอร์
โพรไฟล์
โพล
โพลิช
ฟลักซ์
ฟังก์ชัน
ฟังก์ชันนัล
ฟูเรียร์
เฟส
แฟกทอเรียล
โฟกัส
มอดุลัส
มอดุลาร์

มอดุโล
มอดูล
มอนติ
มอร์แกน
มาร์คอฟ
เมทรอยด์
เมทริกซ์
แมคลอริน
แมนเดลบรอต
แมนทิสซา
แมนิโฟลด์
โมนอยด์
โมเมนต์
ไมเนอร์
ไมล์
ยูนิเคอร์ซัล
ยูนิแทรี
ยูเนียน
รอนสเกียน
รอมบอยด์
รัสเซลล์
ราฟสัน
รีมันน์
เรกตัม
เรกุลัส
เรเดียน
โรลล์
ลอการิทึม
ละติน
ลากรองจ์
ลิมิต
เลตัส
เลอจองด์
แลตทิซ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แลมบ์ดา
โลคัส
โลบาเชฟสกี
เวกเตอร์
เวนน์
สเกลาร์
สเตอริโอกราฟ
สโตรก
เสิร์ด
ออโตมาตา
ออยเลอร์
ออร์โทเซน
เตอร์
อะพอลโล
เนียส
อะเลฟ
อาบีเลียน
อาเบล
อาร์กองด์
อาร์กิวเมนต์
อารบิก
อินเตอร์เซก
ชัน
อินทิกรัล
อินฟิมัม
อินฟีเรียร์
อิปไซลอน
เอปไซลอน
เอราโตส
เทเนส
แอนติ
ลอการิทึม
แอนฮาร์มอ
นิก
แอมพลิจูด
แอลฟา
แอสทรอยด์
โอกุสตุส
โอเมกา
โอไมครอน
ไอโอตา
ฮอมอเทติก
ฮอมอโทปี
ฮอมอโลยี
ฮาร์มอนิก
ฮิสโทแกรม
ฮีลแบร์ต
ฮีลิกซ์
ไฮเน
ไฮเพอร์จีออ
เมตริกซ์
ไฮเพอร์โบลา
ไฮเพอร์โบลิก
ไฮโพไซ
คลอยด์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำทับศัพท์เคมี

กลีเซอริน
กลูโคส
แกโดลิเนียม
แกลเลียม
คริปทอน
คลอรีน
คลอไรด์
คอปเปอร์
คาร์บอน
คาร์บอเนต
คาร์ไบด์
คาร์มีน
คูเรียม
แคดเมียม
แคลเซียม
แคลิฟอร์เนียม
โคบอลต์
โครเมียม
เจอร์เมเนียม
เซอร์โคเนียม
ซัลฟิวริก
ซัลเฟต
ซัลเฟต
ซาแมเรียม
ซิลเวอร์
ซิลิคอน
ซีเซียม
ซีนอน
ซีเรียม
ซีลีเนียม
โซเดียม
ไซลีน
ดิสโพรเซียม
เดกะไฮเดรต

เดตระออกไซด์
ไดไนโตรเจน
ไดออกไซด์
ตาร์ตราซีน
เตตระคลอไรด์
เตตระโบเรต
ไตรฟลูออไรด์
ทอเรียม
ทังสเตน
ทูเลียม
เทคนีเชียม
เทลลูเรียม
เทอร์เบียม
แทนทาลัม
แทลเลียม
โทลูอีน
ไทเทเนียม
นิกเกิล
นีออน
นีโอดิเมียม
เนปทูเนียม
แนฟทาลีน
โนเบเลียม
ไนตริก
ไนเตรต
ไนโตรเจน
ไนโอเบียม
บิวเทน
บิสมัท
เบริลเลียม
เบอร์คีเลียม
แบเรียม
โบรมีน
โบรไมด์

โบรอน
ไบคาร์บอเนต
เปอร์คลอริก
เปอร์แมงกาเนต
เปอร์ออกไซด์
พลูโทเนียม
พอโลเนียม
เพนตะคลอไรด์
เพรซิโอดีเมียม
แพนทีนอล
แพลทินัม
โพแทสเซียม
โพรแทกทิเนียม
โพรพาโนน
โพรเพน
โพรมีเทียม
ฟลูออรีน
ฟอสฟอรัส
ฟอสเฟต
เฟอร์เมียม
แฟรนเซียม
มอนอกไซด์
มีเทน
เมนเดลีเวียม
แมกนีเซียม
แมงกานีส
แมงกาเนต
โมลิบดีนัม
ยูเรเนียม
ยูโรเพียม
รัทเทอร์ฟอร์เดียม
ราดอน
ราเดียม

รีเนียม
รูทีเนียม
รูบิเดียม
โรเดียม
ลอว์เรนเซียม
ลิเทียม
ลูทีเชียม
แลนทานัม
วาเนเดียม
สแคนเดียม
สทรอนเชียม
ออกซิเจน
ออกไซด์
ออกเทน
ออสเมียม
อะซีเตต
อะเซทิลีน
อะเมริเซียม
อะลูมิเนียม
อาร์กอน
อิตเทรียม
อิตเทอร์เบียม
อินดิโก
อินเดียม
อิริเดียม
อีเทน
เอทานอล
เออร์เบียม
แอกทิเนียม
แอซีติก
แอมโมเนีย
แอสทาทีน
โอลีอิก
ไอน์สไตเนียม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไอร์ออน

ไอโอดีน

ไอโอไดด์

ฮาห์เนียม

ฮีเลียม

เฮกซีน

เฮกเซน

แฮฟเนียม

โฮลเมียม

ไฮดรอกไซด์

ไฮโดรคลอริก

ไฮโดรเจน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำทับศัพท์เทคโนโลยีสารสนเทศ

กรีนิช
กรุ๊ปแวร์
การ์ด
กิกะ
กิโลบอด
กิโลบิต
กิโลไบต์
กุย
เกตเวย์
โกเฟอร์
โกลบอล
ครอสส์บาร์
คลาส
คลิก
ควอนไทซ์
คอนเซนเตรเตอร์
คอนโทรลเลอร์
คอนเวอร์เตอร์
คอสมิก
คาร์น
คิวแอล
คูลอมบ์
เคเบิลอัลเพท
เคยู
แคช
แคด
แคน
โคเดก
โคแอกเชียล
ไคลเอ็นต์
จัมโบ้แกรม
จาคอบสัน
จาวาสคริปต์
จิกะ
จิฟ
จีพีเอส
จีอีโอ
จีเอ็มที
จีเอสเอ็ม
เจเพ็ก
แชนเนล
แชร์แวร์
ช็อกเก็ต
ซับเน็ต
ซับเน็ตมาสค์
ซับรูทีน
ซิงโครนัส
ซิม
ซิมเพล็กซ์
ซิสอ็อป
ซีเควล
ซีแคม
ซีซีทีวี
ซีซีไอทีที
ซีดี
ซีดีเอ็มเอ
ซียู
ซีเอทีวี
ซีเอ็นซี
ซูโดโคด
ซูเปอร์คอมพิวเตอร์
ซูเปอร์เน็ต
ซูเปอร์วีจีเอ
ซูม
เซกเมนต์
เซนเทรกซ์
เซอร์กิตสวิตช์
เซอร์ฟเวอร์
เซิร์น
แซมปิง
โซน
โซเน็ต
ไซเดอร์
ไซเบอร์สเปซ
ดัมป์เทอร์มินอล
ดาต้าแกรม
ดาต้าเนต
ดาร์พา
ดาวน์ลิงก์
ดิจิทัล
ดิสแทนซ์เวกเตอร์
ดีแคปซูเลต
ดีซีทีเอส
ดีทีเอช
ดีบีเอส
ดีพี
ดีฟอลต์เกตเวย์
ดีฟอลต์ซับเน็ต
มาสค์
ดีมอดุเลต
ดีเลย์
ดีเอฟ
ดีไอดี
ดูเพล็กซ์
เดกต์
เดซิเบล
เดซิเบล
เดทาแกรม
เดทาลิงค์
โดเมน
ไดจ์สตรา
ไดนามิก
ไดโพล
ไดโอด
ทรานซิสเตอร์
ทรานซีฟเวอร์
ทริกเกอร์
ทิฟฟ์
ทีซีพีไอพี
ทีดีเอ็ม
ทีดีเอ็มเอ
ทีเอฟทีพี
เทรซเราท์
เทระ
เทลเน็ต
เทเลกซ์
เทเลไทป์
เทเลเมติกส์
เทอร์มิเนเตอร์
แทร็ป
โทเคน
โทเค็น
โทโปโลยี
นาโน
เนเกิล
เน็ตสเคป
โน้ตบุ๊ก
โน๊ตแพด
บรอดแคสท์
บรอดแบนด์
บริดจ์
บล็อก
บอด
บัพ
บัฟเฟอร์
บิต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บีจีพี
บีบีเอส
บูต
เบราเซอร์
เบราว์เซอร์
เบล
เบสแบนด์
เบสิก
แบ็คโบน
แบนด์วิดท์
แบริง
แบล็คโฮล
โบดอต
ไบต์
ไบนด์
ไบนารี
โปรแกรมยูดอรา
โปรซีเดอร์
โปรโตคอล
พร็อกซี
พรามารี
พรีเซ็นเตชั่น
พรีฟิกซ์
พล็อตเตอร์
พ็อตส์
พ็อป
พอยซันรีเวอร์ส
พอร์ต
พัล
พัลส์
พาธเวกเตอร์
พาราโบลา
พารามิเตอร์
พาริตี้
พาริตี้บิต
พาล์มท็อป
พาสซีฟ
พาห์
พิโก
พิน
พินโฟน
พีซี
พีซีที
พีซีเอ็ม
พีซีเอ็มซีไอเอ
พีซีเอส
พีดีเอ
พีดีเอช
พีบีเอกซ์
พีพีพี
พีวีซี
พีเอชเอส
พีเอดี
พีเอบีเอกซ์
พีเอสทีเอ็น
พีเอสเอ็น
พีโอเอส
แพ็กเกจ
แพด
แพทช์พาแนล
แพม
แพลตฟอร์ม
แพสซิฟ
โพรเซส
โพรโทคอล
โพลาไรเซชัน
ไพรเวตแอดเดรส
ฟรอนต์เอ็น
โปรเซสเซอร์
ฟรีแวร์
ฟอตส์
ฟอร์ม
ฟอร์แมต
ฟาสต์อีเทอร์เน็ต
ฟิงเกอร์
ฟิลด์
ฟิสิคัล
เฟมโต
เฟรม
เฟรมรีเลย์
เฟส
เฟิร์มแวร์
แฟกซ์
แฟต
แฟรกเมนต์
โฟลเดอร์
โฟลว์เลเบล
ไฟเบอร์โฟน
ไฟเบอร์ออปติก
ไฟร์วอลล์
ไฟล์เซิร์ฟเวอร์
มอดูล
มอดูเลตแอมพลิจูด
มักซ์
มัลติคาสต์
มัลติเพล็กซ์
มัลติเพล็กซ์เซอร์
มัลติโพรเซสเซอร์
มัลติโฮม
มาสค์
มาสเตอร์
มิดิ
มินิคอมพิวเตอร์
มิปส์
มิลลิ
มิว
เมกะ
เมตริก
เมนเฟรม
เมลรีเลย์
เมาส์
แมโคร
แมน
แม็ปเปอร์
แมสเสด
โมเด็ม
โมเสก
ไมโคร
ไมโครโพรเซสเซอร์
ไมโครฟิลม์
ไมโครเวฟ
ไมม์
ยูดีพี
ยูนิกซ์
ยูนิคาสต์
ยูพีซี
ยูพีเอส
ยูสเน็ต
ยูอาร์แอล
ยูเอชเอฟ
รหัสบอโดต์
รอม
รีเคอร์ซีฟ
รีโซลเวอร์
รีพีตเตอร์
รีแอสเซมบลี
เร็กซ์
เรคอร์ด
เรจิสเตอร์
เรโซลูชัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เราเตอร์
แรสเตอร์
ล็อก
ลิตเติ้ลเอ็นเดียน
ลีโอ
ลูปแบ็ค
เลเซอร์
เลเยอร์
แลตซ์
แลน
แล็ปท็อป
โลคอลโฮสต์
ไลโฟ
วอร์ม
วาร์
วาส
วินช็อก
วินโดว์
วีแซต
วีแซต
วีแซท
วีดียู
วีแรม
วีแลน
วีอาร์เอ็มแอล
วีแอลเอสไอ
วีโอดี
เว็บ
เว็บไซต์
เว็บเพจ
เวส์
เวิลด์ไวด์เว็บ
แวน
ไวรัส
สกัสซี

สเกล
สเตติก
สปลิตฮอไรซัน
สเปกตรัม
สมาร์ต
สลิป
สเลฟ
สวิตช์
สวิตชิ่ง
โหลด
อนาล็อก
ออกเต็ต
ออโตโนมัส
ออพชัน
ออฟเซต
ออสซิลเลเตอร์
อะคูสติกคัพเพอร์
อะซิงโครนัส
อัปลิงก์
อัพเดต
อาร์กิวเมนต์
อาร์ตเวิร์ก
อาร์พา
อาร์ไอพี
อินเตอร์เฟซ
อินทราเน็ต
อินเทอร์เน็ต
อินเทอร์พรีเตอร์
อินรูต
อิมิตเตอร์
อิเล็กตรอน
อีซีพี
อีดีพี
อีดีเอช
อีดีเอ็ม

อีดีไอ
อีเทอร์
อีเทอร์เน็ต
อีมูเลเตอร์
อีแลน
อีเอชเอฟ
อีเอฟที
อีเอ็มไอ
อีเอรอม
อีเอสแซด
อีแอลเอฟ
เอ็กโคเพล็กซ์
เอกซ์ทราเน็ต
เอ็กซ์แบนด์
เอกซ์วินโดว์
เอกโซสเฟียร์
เอเจนต์
เอชดีทีวี
เอชทีทีพี
เอชทีพี
เอชทีเอ็มแอล
เอซี
เอซียู
เอดีซี
เอทีซี
เอทีเอ็ม
เอ็นแคปซูเลต
เอ็นซีเอสเอ
เอ็นทีเอสซี
เอ็นเอ็นทีพี
เอ็นเอ็นทีพี
เอ็นเอฟเอส
เอ็นแอลคิว
เอฟซีซี
เอฟทีพี

เอฟโอ
เอ็มทียู
เอ็มโบน
เอ็มเพ็ก
เอ็มเอที
เอ็มเอ็มดีเอส
เอ็มเอสเอส
เอ็มไอซีอาร์
เอ็มไอเอส
เอวีซี
เอสคิวแอล
เอสจีเอ็มแอล
เอสซีเอสไอ
เอสดีเอช
เอสดีแอลซี
เอสทีเอ็ม
เอสปรี
เอสพีซี
เอสแรม
เอสวีซี
เอสเอ็มทีพี
เอสเอ็มเอทีวี
เออร์แลง
เออาร์พี
เอเอฟทีที
เอแอลยู
เอไอ
เอาต์รูต
แอกทีฟ
แอซิมัท
แอนซี
แอนด์
แอนะล็อก
แอบซีดิก
แอปเพล็ต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แอพพลิเคชัน
แอมปลิจูด
แอมเพอร์แซนด์
แอร์บรัช
แอลซีดี
แอลอีดี
แอลเอฟ
แอสกี
แอสเซมบลี
แอสเซมเบลอร์
โอซีอาร์
โออีเอ็ม
โอเอ
โอเอ็มซี
โอเอ็มซี
โอเอ็มอาร์
โอเอส
โอเอสพีเอฟ
โอเอสไอ
โอแอนด์เอ็ม
ไอจีเอ็มพี
ไอซี
ไอซีที
ไอซีเอ็มพี
ไอโซ
ไอที
ไอแม็ป
ไออาร์ซี
ไอเอพี
ไอเอสดีเอ็น
ไอเอสพี
ฮ็อตจาวา
ฮอป
ฮอโลแกรม
อับ
ฮาร์ดแวร์
ฮูอิส
เฮดเดอร์
เฮิรตซ์
โฮมเพจ
โฮลดาวน์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อความเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์

เทคโนโลยีฮาร์ดแวร์สื่อสารอย่างเช่น อีเทอร์เน็ตหรือโทเค็นริง ซึ่งจำกัดขนาดของเฟรมที่จะส่งข้อมูลออกไปได้ เมื่อไอพีรับข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบน และเลือกอินเทอร์เฟสที่จะส่งข้อมูลออกก็จะตรวจเอ็มทียูประจำอินเทอร์เฟส

ข้อความเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

โปรดักส์ในตระกูลเพนเทียมทรี โปรเซสเซอร์ ได้พัฒนาจากสถาปัตยกรรมอินเทลรุ่นก่อน ที่เพิ่มประสิทธิภาพด้านมีเดีย และอินเทลโปรเซสเซอร์ซีเรียลนัมเบอร์ ผลที่ได้คือประสิทธิภาพของซอฟต์แวร์ที่สูงกว่าเดิมและเพื่อรองรับแอพพลิเคชั่นที่ใช้ประโยชน์จากเพนเทียมทรี

ตัวอย่างของเทคโนโลยีที่ได้รับประโยชน์จากอินเตอร์เน็ตสตรีมมิ่ง ได้แก่การสร้างภาพสามมิติ สตรีมมิ่งออดิโอและวิดีโอ ภาพและเสียงมีความคมชัด และลดการใช้ซีพียูในการจดจำคำพูด

สำหรับโปรเซสเซอร์ซีเรียล นัมเบอร์ เป็นเทคโนโลยีที่อินเทล ออกแบบมาเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในสำหรับการทำธุรกิจอีคอมเมิร์ซโดยโปรเซสเซอร์จะทำการระบุหมายเลขอิเล็กทรอนิกส์ประจำตัว นอกจากนี้ยังมีแอพพลิเคชั่นในการโหลดและคอนฟิกูเรชั่นจากระบบระยะไกล

ข้อความเกี่ยวกับระบบการรู้จำเสียงพูด

เลิร์นนิงเวกเตอร์ควอนไตเซชั่น เป็นนิวรอลเน็ตเวิร์ค ที่ใช้ในการจำแนกรูปแบบอินพุตโดยใช้หลักการของ เวกเตอร์ควอนไตซ์เซชั่น ซึ่งจะหาโค้ดเวิร์ดในโค้ดบุ๊กที่คล้ายกับอินพุตเวกเตอร์ เพื่อใช้โค้ดเวิร์ดที่ได้เป็นตัวแทนอินพุตเวกเตอร์นั้น

ข้อความเกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบระบบคอมพิวเตอร์

แบบฟิสิคัลของระบบปัจจุบันจะประกอบด้วย ดาต้าโฟลว์ไดอะแกรม คำอธิบายโพรเซส และดาต้าดิกชันนารี ขั้นตอนแรกของการเปลี่ยนแบบฟิสิคัลปัจจุบันเป็นแบบลอจิคัลของระบบเดียวกันนั้นได้มาจากการนำเอาดาต้าโฟลว์ไดอะแกรม ระดับต่ำของภาพรวมหนึ่งถึงสองระดับมาเชื่อมโยงกัน

ข้อความเกี่ยวกับการเจาะระบบคอมพิวเตอร์

ปัญหาที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ตเซิร์ฟเวอร์ทุกวันนี้คือมีการจัดตั้งระบบซิคิวริตี้ที่แย่ หากเซิร์ฟเวอร์ใดไม่มีการป้องกันไฟล์รหัสผ่านด้วยการชาโดว์ หรือการห้ามดาวน์โหลดเซิร์ฟเวอร์นั้นจะโดนครอบครองโดยง่าย

โดยปกติยูนิกซ์จะทำการแปลงพาสเวิร์ดที่ยูสเซอร์ตั้งไว้แล้วเก็บในไดเรกทอรี อีทีซี ผู้ดูแลระบบจะป้องกันไม่ให้ใครมาแอบดาวน์โหลดไปถอดพาสเวิร์ดด้วยโปรแกรมถอดรหัส เช่นแคร็กเกอร์แจ็ค

ข้อความเกี่ยวกับโครงสร้างข้อมูลคอมพิวเตอร์

การลบลิงค์ลิสต์นั้นจะทำให้เราได้เนื้อที่ว่างในเมมโมรี ซึ่งได้มาจากฟังก์ชั่นฟรี สำหรับดับเบิลลิงลิสต์เป็นโครงสร้างข้อมูลชนิดหนึ่งที่คล้ายกับลิงค์ลิสต์ แต่ต่างที่แต่ละโหนดจะมีพอยน์เตอร์ที่ชี้ไปโหนดก่อนหน้าและหลังตัวมันเอง

ข้อความเกี่ยวกับด้านการแพทย์

ฮอร์โมนเอ็นดอร์ฟิน และโกร๊ธฮอร์โมนที่สมองหลั่งออกมาจากต่อมพิทูอิทารี ซึ่งเอ็นดอร์ฟินเป็นสารเคมีที่มีสูตรคล้ายมอร์ฟีน ต่างกันที่เอ็นดอร์ฟินเป็นสารธรรมชาติ ไม่มีพิษภัย ทำให้จิตใจโปร่งใส ร่างกายมีพลัง ยาไวอากร้านั้นชิดซ้ายได้เลย

สำหรับโกร๊ธฮอร์โมนนั้นหลั่งมาจากที่เดียวกันทำให้เราหลับสนิทตอนกลางคืนผลของมันทำให้เด็กเจริญวัยผู้ใหญ่เจริญกาย ต่อต้านมะเร็งได้แน่นอน

ข้อความเกี่ยวกับการเงินและธนาคาร

ขอต้อนรับลูกค้าบัตรเครดิตซิตี้แบงก์ และซิตี้แบงค์เวดี้เครดิต เราขอมอบสิทธประโยชน์มากมาย อาทิ

-บริการสอบถามข้อมูลบัญชีบัตรเครดิตผ่านระบบซิตี้โฟนแบงก์กิ้ง

-รายการสะสมคะแนนซิตี้แบงก์รีวอร์ดแลกของกำนัลหรือแลกเป็นไมล์สะสม กัย รอยัลออคิดพลัส หรือ เอเชียไมล์

-สะดวกด้วยบริการซิตี้การ์ด แบงก์กิ้งเซ็นเตอร์หรือเครื่อง เอทีเอ็ม ที่ให้ท่านารายการเบิก ถอน ชำระด้วยเช็คหรือเงิน สดรวมไปถึงการเปลี่ยนรหัสบัตรซิตี้การ์ดด้วยตัวท่านเอง

สำหรับการชำระคืนค่าใช้จ่ายผ่านบัตรมีหลายวิธี เช่น

-บริการหักเงินผ่านธนาคารซิตี้แบงก์

-ชำระที่เคาน์เตอร์ธนาคารทั่วไป โดยใช้แบบฟอร์มการชำระเงินพร้อมใบแจ้งยอดบัญชี

ข้อความเกี่ยวกับภาพยนตร์

เจมส์ บอนด์ กลับมาอีกครั้งพร้อมกับภาระกิจใหม่ที่เร้าใจกว่าเดิมเมื่อต้องรับมือกับ ผู้ก่อการร้ายผู้มีจุดมุ่งหมายที่จะเข้ายึดและบอมบ์คลังน้ำมันขนาดยักษ์ในตุรกีด้วยอาวุธนิวเคลียร์อานุภาพร้ายแรง

บอนด์ต้องพัวพันกับสองสาวเสน่ห์ร้อน หนึ่งคือสาวสวยทายามเจ้าของกิจการน้ำมันที่เขาคอยอารักขา อีกหนึ่งคือนักวิทยาศาสตร์สุดเซ็กซี่ผู้เชี่ยวชาญด้านนิวเคลียร์

ข้อความเกี่ยวกับการร้านอาหาร สวนสนุก

ร้านอาหารแนะนำ เช่นที่ ชิงฟูไชนีสเรสทัวรองท์ โรงแรมโนโวเทลโลตัส มีเมนูจานเด็ด หอยเชลล์ผัดซอสเอ็กซ์โอ ทีร้านคาเฟ่ลอเรล โรงแรมเอเวอร์กรีน มีเมนูแนะนำคือ ซีฟู้ด กริลล์ ส่วนที่ร้านบลูมารีน มีเมนูดังเป็นแซลมอนซอสไวน์แดงกับซีซ่าร์สลัด ถ้าเป็นที่ เดอะริเวอร์ไซด์ เทอเรส มีเมนูขึ้นชื่อเป็นเนื้อวัวราดซอสเห็ดโมเรลและบุฟเฟ่ต์บาร์บีคิวซีฟู้ด ถ้าเป็นของว่างต้องที่ โรงแรมอิมพีเรียลควีนส์ปาร์ค ที่ห้องซันดาวน์เนอร์ส จะมีแมงโก้พาย และแมงโก้มูส พร้อมเสิร์ฟ

สำหรับซัมเมอร์นี้ขอต้อนรับทุกท่านเข้าสู่ ดรีมเวิลด์กับความสนุกกับเครื่องเล่นแปลกใหม่เช่นเคเบิ้ลคาร์ที่จะพาคุณลอยขึ้นฟ้า หรือรถโมโนเรลที่วิ่งผ่านรอบทะเลสาบที่ล้อมด้วยดรีมมี่การ์เด้น แล้วไปสนุกกับเรือซูเปอร์สแปลช แล้วไปเล่นรถแข่งแรลลี่ กับรถแบตเตอรี่

ต่อด้วยพาเหรดดาราการ์ตูนพาไปเมืองนิยาย อาทิ รถฟักทองของซินเดอเรลล่า บ่อเจ้าชายกบ แล้วไปพักชมละครที่ดรีมเวิลด์เธียเตอร์ที่ติดแอร์ขนาดใหญ่ ต่อด้วยมุมอาหารที่ฟู้ดพาวิลเลี่ยน ก่อนกลับอย่าลืมแวะซื้อซูเวอเนียเป็นที่ระลึก

ข้อความเกี่ยวกับการโฆษณาผลิตภัณฑ์ต่างๆ

ศูนย์สายตา ทีอาร์เอสซี ให้บริการแก้ไขภาวะสายตาผิดปกติด้วยการผ่าตัดด้วยวิธีเลสิค ด้วยเครื่องเอ็กไซเมอร์เลเซอร์ที่ใช้เทคโนโลยีเจเนอเรชั่นที่สาม ที่มีเครื่องเดียวของประเทศไทยในขณะนี้ สำหรับผู้เข้ารับการบริการที่ใส่คอนแทคเลนส์ชนิดซอฟท์ต้องถอดก่อนสามวัน

เทคโนโลยีที่ล้ำสมัยของคริสเตียน ดิออร์ได้ประสบความสำเร็จในการสร้าง เพียวไมโครโปรตีนที่บรรจุอยู่ในลิโพโซมซึ่งเพียวไมโครโปรตีนนี้จะกระตุ้นผิวหนังให้เกิดการแบ่งเซลล์ใหม่ ช่วยปรับปรุงคุณภาพขบวนการผลัดเซลล์ผิว

สำหรับผลิตภัณฑ์แคปเจอร์เอสเซนเชี่ยลนั้นจะทำให้ผิวกระชับ ยืดหยุ่น เพราะมีสารอีลาสตินจะทำหน้าที่ปกป้องผิวจากอนุมูลอิสระ หรือ ฟรีเรดิเคิล สุดท้ายกับเซรุ่มสูตรใหม่ในการปกป้องรอบดวงตาเพื่อเพิ่มชีวิตชีวาสร้างความสดใสตราบนานเท่านาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
พารามิเตอร์ที่ใช้ในโปรแกรม CUtts

test.bat ประกอบไปด้วย Script ดังนี้

cutts -n <data> -0

พารามิเตอร์ที่ใช้มีรูปแบบดังนี้

-n เป็นค่าความใกล้เคียงทางเสียงต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้ในการออกเสียงซึ่งจะระบุเป็นค่าจำนวนเต็ม โดยกำหนดให้ 50 เป็นค่า default

<data> เป็น Input ของข้อมูลที่ใช้ในการสังเคราะห์ข้อความเสียงพูด โดยลักษณะของ <data> จะเป็นไฟล์นามสกุล txt เช่น math.txt

- 0 เป็น Mode ในการทำงาน ค่า default คือ 0

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ
ส่วนประกอบที่ใช้ในระบบ CUtts

มีดังต่อไปนี้

1. ไฟล์ CUtts.exe เป็น execute file ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ
2. ไฟล์ tc.txt เป็น พจนานุกรมภาษาไทย [1] ที่ใช้ในการตัดคำภาษาไทยมีทั้งหมด 19,252 คำ
3. ไฟล์ wavelist.txt เป็นพจนานุกรมหน่วยเสียง ที่เก็บรายชื่อของคำต่างๆเพื่อใช้ในการออกเสียง มีจำนวนทั้งหมด 4,446 คำ
4. ไฟล์เสียง เป็นไฟล์ที่ใช้ในการออกเสียงซึ่งรูปแบบของไฟล์เสียงที่ใช้จะเป็น wav file (wav) โดยจะมีจำนวนของไฟล์เสียงเท่ากับจำนวนคำของ ไฟล์ wavelist.txt
5. ไฟล์ข้อมูล เป็นไฟล์ที่ต้องการประมวลผลออกมาทางเสียง โดยลักษณะของไฟล์จะเป็น text file (txt)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[1] Doug Cooper. Dictionaries and Word Lists. http://seasrc.th.net/dict/dict.htm.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางอัจจิมา ตันสกุล เกิดวันที่ 21 ตุลาคม พ.ศ.2514 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2542 ปัจจุบันทำงานที่ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย