สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

THAI SPEECH SYNTHESIS

นายก่อเกียรติ โสวนางกูร รหัสนักศึกษา 41014049
นายติยะ เจียรวณิชชา รหัสนักศึกษา 41014151

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์

ส.ท.
ว.643ก
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 46125
วัน, เดือน, ปี 20 มี.ค. 2546

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

THAI VOICE SYNTHESIS

ผู้จัดทำ

1. นาย ก่อเกียรติ โสวนางกูร รหัสประจำตัว 41014049
2. นาย ติยะ เจียมวณิชชา รหัสประจำตัว 41014151

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

นาย ก่อเกียรติ โสวนางกูร
นาย ติยะ เจียรวณิชชา
อาจารย์สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2544

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอหัวข้อสำคัญในการพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียงพูดจากข้อความภาษาไทยจากเดิมที่มีอยู่ เพื่อให้สังเคราะห์เสียงพูดได้ดีขึ้น ประกอบด้วย กรรมวิธีการจัดเก็บข้อมูลเสียง, การปรับแต่งข้อมูลเสียงที่แบ่งออกจากพยางค์ เพื่อสังเคราะห์เสียงพูดในระดับหน่วยพยางค์ และการปรับแต่งข้อมูลเสียง เพื่อสังเคราะห์เสียงพูดในระดับประโยค

ในหัวข้อกรรมวิธีการจัดเก็บข้อมูลเสียง กล่าวถึงข้อดี-ข้อด้อยและรายละเอียดของวิธีการจัดเก็บข้อมูลเสียงแบบต่างๆ ซึ่งเชื่อมโยงไปถึงการปรับแต่งข้อมูลเสียงที่แบ่งออกจากพยางค์ เพื่อสังเคราะห์เสียงพูดในระดับหน่วยพยางค์ และการปรับแต่งข้อมูลเสียง เพื่อสังเคราะห์เสียงพูดในระดับประโยคด้วย

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งเน้นพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียงพูดรุ่นก่อนๆ ให้มีความสามารถในการสังเคราะห์เสียงพูดได้ใกล้เคียงกับธรรมชาติที่สุด โดยการศึกษาเสียงพูดโดยมนุษย์แล้วนำมาปรับปรุงพัฒนาข้อมูลเสียงเหล่านั้น ส่วนอัลกอริทึมและรายละเอียดของการสังเคราะห์เสียงพูดและการวิเคราะห์ข้อความนั้นจะกล่าวถึงโดยให้เห็นภาพรวมของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงพูดจากข้อความภาษาไทยเท่านั้น โดยอ้างอิงจากอัลกอริทึมเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thai Voice Synthesis

Korkiat Sovanangkul
Tiya Jeanwanicha
Somkiat Wangsiripitak adviser

Abstract

This paper presents all the essential issues in developing the old version of text-to-speech synthesis for Thai-text analysis program. Including voice data storing method, voice data developing for syllable level synthesis and voice data developing for sentence level.

In the issue voice data storing method this paper describes all method of voice data storing , an adventage-disadventage and detail of these method that refer to voice data developing for syllable level synthesis and voice developing for sentence level synthesis too.

The main of this paper is how to develop sound, generate from old version of Thai text-to-speech synthesis program, similar to human speech. This paper is not describes how an algorithm of the program working and how it can generate speech specially, all of algorithm refer to the old version program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลายฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ที่ได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอตลอดมาในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผู้จัดทำ

นายก่อเกียรติ โสวนางกูร

นายติยะ เจียรวณิชชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1.ความสำคัญและที่มา	1
1.2.วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3.ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4.วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 โครงสร้างของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย	3
2.1 บทนำ	3
2.2 ส่วนประกอบของโปรแกรมสังเคราะห์เสียง	3
2.3 การทำงานของส่วนต่างๆ ของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย	4
2.4 ข้อด้อยของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย	5
2.5 ขอบเขตการปรับปรุงโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย	5
บทที่ 3 การกำหนดหน่วยเสียง	6
3.1 บทนำ	6
3.2 คลื่นเสียง	6
3.3 คอมพิวเตอร์และเสียง	8
3.4 การสุ่มข้อมูล	8
3.5 หน่วยเสียงพื้นฐาน	10
3.6 การเลือกพิจารณาวิธีการจัดเก็บหน่วยเสียง	14
3.7 การจัดเก็บหน่วยเสียงแบบที่ 3	14
3.8 สัญลักษณ์แทนเสียง	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การบันทึกเสียงและการแบ่งเสียงเป็นอัฒพยางค์ 20
4.1 บทนำ 20
4.2 การบันทึกเสียง 20
4.3 สรุปหลักการในการบันทึกเสียง 21
4.4 เสียงในภาษาไทย 22
4.5 สรุปการศึกษาเสียงในภาษาไทย 24
4.6 การแบ่งพยางค์เป็นอัฒพยางค์ 25
บทที่ 5 การพัฒนาในส่วนสังเคราะห์เสียง 32
5.1 บทนำ 32
5.2 การปรับปรุงเสียงพยางค์ในประโยค 32
5.3 อัฒพยางค์หน้าของพยางค์ที่มีสระเป็นสระประสม 34
บบที่ 6 การพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียง 38
6.1 บทนำ 38
6.2 โปรแกรมสังเคราะห์เสียง 38
6.3 โปรแกรมย่อยของการตัดคำ 39
6.4 สรุป 39
ภาคผนวก ก 41
ภาคผนวก ข 46
บรรณานุกรม 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์พัฒนาไปอย่างรวดเร็วชนิดก้าวกระโดด มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในทุกวงการ ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา เศรษฐกิจ หรือแม้แต่การพัฒนาสังคม ในด้านการพัฒนาสังคมนั้นคอมพิวเตอร์ถูกนำมาพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้มีความสะดวกสบายยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพชีวิตของผู้พิการนั้นไม่ได้ถูกมองข้ามไปแต่อย่างใด ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยเหลือผู้พิการไม่ว่าจะบกพร่องทางการรับฟัง หรือการมองเห็น ปัจจุบันมีการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมชนิดหนึ่งที่เรียกว่า "โปรแกรมสังเคราะห์เสียง (Speech Synthesis Program)" เพื่อช่วยให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางสายตามีโอกาสรับรู้เทคโนโลยีที่ก้าวไปข้างหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง และช่วยให้ผู้ที่บกพร่องทางการพูดสามารถสื่อสารกับผู้อื่นได้เท่าเทียมเช่นคนปกติ

ในประเทศไทยไทยก็เช่นเดียวกัน ได้มีการพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียงให้สามารถสังเคราะห์เสียงเป็นภาษาไทย โดยเรียกว่า "โปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย (Thai Speech Synthesis Program)" เพื่อให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางสายตาและการพูดที่เป็นชาวไทยมีโอกาสทัดเทียมคนปกติเช่นเดียวกัน แต่มีเหตุผลที่โปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยนั้นไม่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย คือ การไม่สามารถสังเคราะห์เสียงภาษาไทยให้เหมือนเสียงการพูดตามธรรมชาติของคนไทยได้ เพราะว่าโครงสร้างของการเขียนและการออกเสียงของภาษาไทยนั้นต่างจากภาษาต่างประเทศ จึงจำเป็นต้องทำการพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยขึ้นมาเองโดยศึกษาจากการพูดธรรมชาติของคนไทย เพื่อเปิดโอกาสให้แก่คนที่บกพร่องทางการมองเห็นและการพูดในประเทศไทย

จากเหตุผลดังกล่าว จึงมีแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยที่มีอยู่ให้มีความสามารถในการสังเคราะห์เสียงพูดให้เป็นธรรมชาติมากที่สุด เพื่อช่วยให้ผู้ที่มีความพิการทางการมองเห็นชาวไทยสามารถรับรู้ข่าวสารจากผู้อื่นผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ และสามารถช่วยให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการพูดภาษาไทยสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยให้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ออกเสียงแทน ซึ่งนอกจากจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้พิการแล้ว ยังช่วยอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ของคนไทยให้ง่ายขึ้น เพราะว่าในอนาคตคอมพิวเตอร์จะมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น หากยังไม่สามารถพัฒนาความสามารถของคอมพิวเตอร์ให้ตอบสนองความต้องการของคนไทยเองได้ ก็คงต้องอาศัยเทคโนโลยีจากต่างชาติตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

พัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยที่มีอยู่ในปัจจุบันให้มีความสามารถในการสังเคราะห์เสียงภาษาไทยให้ใกล้เคียงกับการพูดธรรมชาติของคนไทยมากที่สุด

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

ศึกษาเสียงพูดโดยธรรมชาติของคนไทย แล้วนำมาพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย โดยเน้นให้สามารถสังเคราะห์เสียงพูดภาษาไทยอย่างเป็นธรรมชาติ และต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพการทำงานเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งจะทำให้

การออกแบบและสร้างโปรแกรมสังเคราะห์เสียงจะสนในการทำงานในภาครวมคือ สามารถตัดคำและสังเคราะห์เสียงให้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ สามารถนำไปใช้งานได้จริง ซึ่งจะทำให้การทำงานในส่วนต่างๆ เช่น การตัดคำหรือการสังเคราะห์เสียง อาจจะไม่ได้ใช้วิธีที่ดีที่สุด แต่เป็นวิธีที่คิดว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เพราะว่าการศึกษาการทำงานในแต่ละส่วนให้ได้การทำงานที่ดีที่สุดจำเป็นต้องใช้เวลามากรวมทั้งทรัพยากรที่มีคุณภาพสูง จากเดิมการตัดคำภาษาไทยจะตัดได้เฉพาะคำที่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์เท่านั้น แต่ได้มีการปรับปรุงเพิ่มโปรแกรมย่อยที่สามารถตัดคำที่ไม่มีความหมายนอกเหนือจากในพจนานุกรมคำศัพท์ได้ การสร้างเสียงภาษาไทยโดยวิธีการสังเคราะห์เสียงจากหน่วยเสียงที่เล็กกว่าพยางค์เพราะเป็นวิธีที่ช่วยประหยัดพื้นที่จัดเก็บฐานข้อมูล และช่วยลดให้จำนวนแฟ้มเสียงในฐานข้อมูลน้อยลง แต่ส่งผลให้เสียงที่ได้มีคุณภาพด้อยกว่าเสียงธรรมชาติของการออกเสียงภาษาไทย

1.4 วิธีการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะเน้นพัฒนาและปรับปรุง โดยได้มีการเพิ่มโปรแกรมย่อยที่สามารถตัดคำที่ไม่มีความหมายนอกเหนือจากในพจนานุกรมคำศัพท์ และเพื่อให้ได้เสียงสังเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับเสียงพูดธรรมชาติมากที่สุด ได้มีการแก้ไขข้อมูลเสียงที่มีอยู่ และพัฒนาการสังเคราะห์เสียงในส่วนสังเคราะห์เสียงให้สามารถสร้างเสียงที่มีคุณภาพและใกล้เคียงกับเสียงพูดธรรมชาติมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

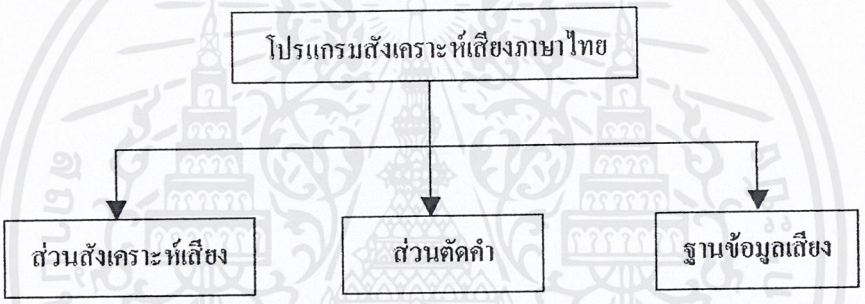
บทที่ 2
โครงสร้างของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

2.1 บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยระดับบนแบบคร่าวๆ เนื่องจากเราโครงงานของเรามุ่งเน้นเนื้อหาการสังเคราะห์เสียงให้เป็นธรรมชาติ ซึ่งเป็นส่วนที่กล่าวมาแล้วในบทข้างต้น ดังนั้นในส่วนของการออกแบบโปรแกรมสังเคราะห์เสียงนี้ส่วนใหญ่จะอ้างอิงกับโครงงานที่แล้วมาของนักศึกษารุ่นก่อนๆ ที่ได้ทำไว้*

2.2 ส่วนประกอบของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

โปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย ประกอบด้วยโครงสร้างการทำงาน ดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

2.2.1 ส่วนตัดคำและสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง ทำหน้าที่แยกประโยคให้ออกเป็นอัฒพยางค์และแทนเป็นสัญลักษณ์แทนเสียง

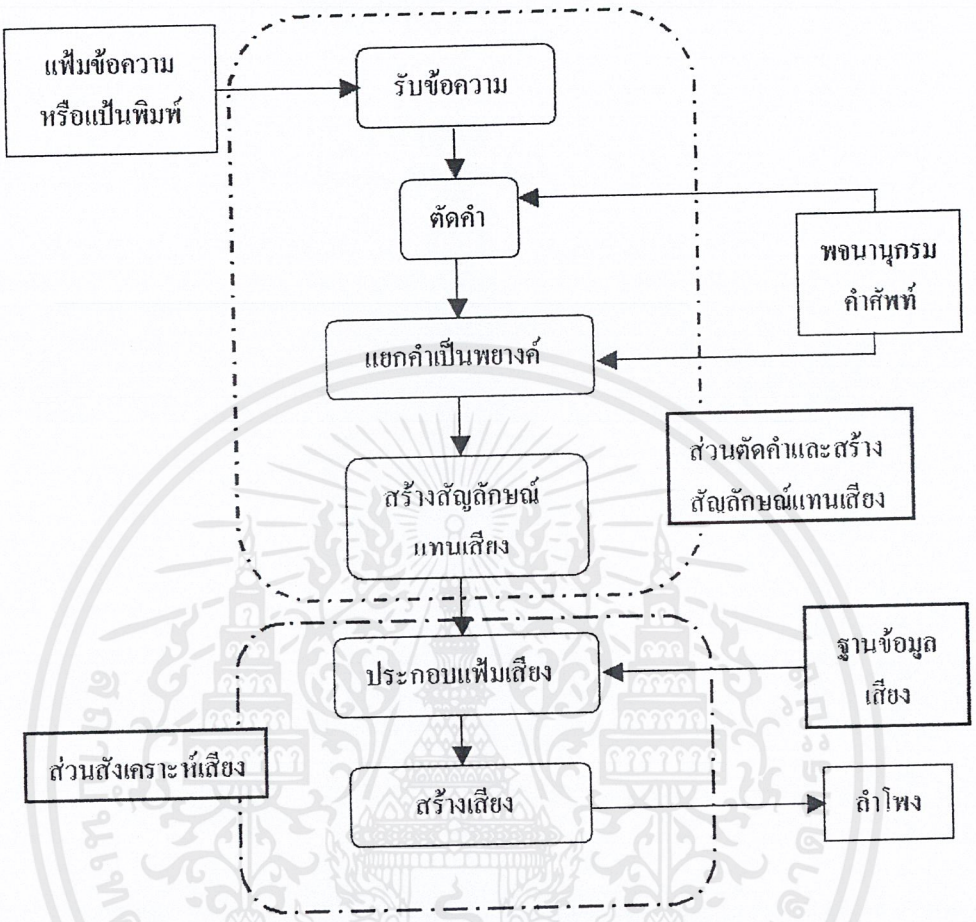
2.2.2 ส่วนสังเคราะห์เสียง ทำหน้าที่สร้างเสียงสังเคราะห์จากฐานข้อมูลเสียงที่มีอยู่

2.2.3 ส่วนฐานข้อมูลเสียง เป็นฐานข้อมูลหน่วยเสียงสำหรับนำไปสังเคราะห์เสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การทำงานของส่วนต่างๆ ของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

การทำงานของแต่ละส่วน สามารถอธิบายเป็นแผนผังการทำงานได้ ดังนี้



รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานของส่วนต่างๆ ในโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

ตามแผนผังที่แสดงในรูปที่ 2.2 สามารถอธิบายการทำงานของส่วนต่างๆ ได้ ดังนี้

1 ส่วนรับข้อความ มีหน้าที่รับข้อความภาษาไทยจากแฟ้มข้อมูลหรือแป้นพิมพ์

2 ส่วนตัดคำ ทำการแยกประโยคออกเป็นคำย่อยๆ

3 ส่วนแยกคำออกเป็นพยางค์ เมื่อได้คำจากส่วนตัดคำแล้ว นำคำที่ได้มาแบ่งออกเป็นพยางค์ที่ประกอบเป็นคำคำนั้น

4 ส่วนสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง ทำหน้าที่แยกพยางค์ออกเป็นสัญลักษณ์แทนเสียงที่แทนหน่วยพยางค์ ที่เรียกว่า อัฒพยางค์ โดย 1 พยางค์ประกอบด้วย 2 อัฒพยางค์ด้วยกัน ซึ่งได้แก่ อัฒพยางค์หน้าและอัฒพยางค์ท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 ส่วนประกอบแฟ้มเสียง นำสัญลักษณ์แทนเสียงที่ได้จากส่วนสร้างสัญลักษณ์แทนเสียง ไปค้นหาเสียงเป้าหมายในฐานข้อมูลเสียงแล้วนำข้อมูลเสียงเหล่านั้นมาประกอบเป็นเสียงพยางค์แต่ละพยางค์

6 ส่วนสร้างเสียง นำพยางค์ที่ได้จากส่วนประกอบแฟ้มเสียงรวมกันเป็นประโยคแล้วแสดงผลออกมาทางลำโพง

2.4 ข้อด้อยของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยที่มีอยู่

เสียงที่สังเคราะห์ได้จากโปรแกรมสามารถสื่อความหมายได้แต่ขาดความเป็นธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบกับเสียงพูดจริง เนื่องจากฐานข้อมูลเสียงที่เก็บหน่วยเสียงมีการบันทึกเสียง และการแบ่งแฟ้มเสียงเป็นอัตพยางค์ที่ไม่ดีพอ เมื่อนำข้อมูลเสียงมาสังเคราะห์เสียงแล้วเสียงสังเคราะห์ที่ได้จึงไม่ดีตามที่โปรแกรมสังเคราะห์เสียงควรจะทำได้

2.5 ขอบเขตการปรับปรุงโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทย

จากส่วนประกอบของโปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยทั้ง 3 ส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.1

1) ฐานข้อมูลเสียง ทำการบันทึกเสียงและจัดการสร้างฐานข้อมูลหน่วยเสียงใหม่ ดังจะกล่าวต่อไปในบทที่ 3 และวิธีปรับปรุงคุณภาพเสียงของหน่วยเสียง จะกล่าวในบทที่ 4 ถัดไป

2) ส่วนสังเคราะห์เสียง ทำการปรับปรุงในส่วนสังเคราะห์เสียงนี้ เพื่อให้สามารถสังเคราะห์เสียงได้ใกล้เคียงกับการพูดธรรมชาติมากที่สุด ดังจะกล่าวต่อไปในบทที่ 5

สรุป

โปรแกรมสังเคราะห์เสียงภาษาไทยนั้นประกอบด้วยส่วนประกอบหลายส่วนที่ทำงานสอดคล้องกันแต่สิ่งที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เสียงที่สังเคราะห์ออกมานั้นมีความชัดเจนเป็นธรรมชาติ คือ ส่วนสังเคราะห์เสียงและส่วนของฐานข้อมูลเสียง หากฐานข้อมูลเสียงไม่มีคุณภาพดีพอก็จะส่งผลให้เสียงที่สังเคราะห์ออกมาไม่สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนหรือมีความคลุมเครือได้ หากส่วนสังเคราะห์เสียงสังเคราะห์เสียงได้ไม่ดีแม้ว่าจะมีฐานข้อมูลเสียงที่ดีเพียงใดก็ไม่สามารถสังเคราะห์เสียงที่ดีได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การกำหนดหน่วยเสียง

3.1 บทนำ

บทนี้จะอธิบายลักษณะของคลื่นเสียง หน่วยเสียงพื้นฐาน รวมถึงวิธีการจัดเก็บหน่วยเสียงเหล่านี้เพื่อนำไปใช้ในการสังเคราะห์เสียงต่อไป ซึ่งวิธีการแบ่งหน่วยเสียงเพื่อเก็บเป็นข้อมูลเสียงนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อดีและข้อด้อยของตัวเอง และสุดท้ายจะกล่าวถึงวิธีการจัดเก็บข้อมูลเสียงของโครงงานนี้ว่าเป็นวิธีใดและเหตุผลใดจึงเลือกจัดเก็บด้วยวิธีนี้

3.2 คลื่นเสียง

3.2.1 ลักษณะพิเศษของคลื่นเสียง

คลื่นที่เกิดจากส้อมเสียงจะอยู่ในรูปแบบคลื่นที่ง่ายที่สุดเรียกว่า คลื่นรูปซายน์ (Sine-wave) เราอาจพบเห็นรูปแบบคลื่นเช่นนี้จากหน้าจอของเครื่องวัดทางอิเล็กทรอนิก ที่เรียกว่า*ออสซิโลสโคป* โดยจะเห็นได้ว่าลักษณะที่สำคัญของคลื่น คือ ความถี่ (Frequency) และแอมปลิจูด (Amplitude) ค่าที่สูงสุดของการกระทบดูได้จากสูงสุดของคลื่น

แต่ในความจริงเราสามารถแยกแยะเสียงหนึ่งว่าแตกต่างจากเสียงอื่นได้โดย คุณสมบัติ 3 ข้อ คือ ความถี่หรือพิทช์, แอมปลิจูดหรือความดัง และคุณภาพ ดังที่จะอธิบายต่อไป

3.2.2 พิทช์

เราบอกว่าคลื่นเสียงถูกสร้างได้ง่ายที่สุดจากการสั่นของบางอย่างในอากาศ เช่น การดีดกีตาร์ เขย่าทัมโบริน หรือพูด แต่อัตราการสั่นของวัตถุได้กำหนดคุณสมบัติอย่างหนึ่งนั่นคือ พิทช์ การที่สายกีตาร์สั่นได้เร็วกว่านั่นคือเราได้ยินเสียงที่มีพิทช์ที่สูงกว่า

พิทช์จะขึ้นอยู่กับความถี่ ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของสิ่งอย่างเดียวกัน ความถี่ของเสียงคือ จำนวนของลูกคลื่นที่สมบูรณ์ที่เกิดขึ้นใน 1 วินาที

ความถี่ของเสียงจะถูกวัดในหน่วยที่เรียกว่า เฮริตซ์ (Hz) เสียงที่เกิดการสั่น 1 ครั้งต่อ 1 วินาที เราจะเรียกว่า 1 เฮริตซ์ ความถี่มักจะถูกเขียนในรูปกิโลเฮริตซ์ (kHz) หน่วยนี้จะแทน 1,000 เฮริตซ์ คนเราโดยปกติสามารถรับฟังเสียงได้ในช่วง 20 เฮริตซ์ ถึง 20,000 เฮริตซ์ (20 กิโลเฮริตซ์)

และความแตกต่างระหว่างความถี่กับพิทช์คือ ความถี่จะมีความหมายแทนการวัดจำนวนการสั่นสะเทือนต่อวินาที แต่พิทช์จะแทนทัศนะของเราที่จะเปรียบเทียบว่าการสั่นโดยรวมสั่นอย่างไร เช่น เราสามารถพูดได้ว่าพิทช์นี้ต่ำกว่าหรือสูง เช่น กระดิ่งมีพิทช์ที่สูง เบสมีพิทช์ที่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 แอมปลิจูด

การวัดแอมปลิจูดของคลื่นมีความสำคัญเพราะว่ามันจะบอกเราได้ว่าปริมาณของพลังงานในคลื่น ซึ่งจะมาอยู่ในรูปแบบของความดังที่เราได้ยิน แอมปลิจูดก็คือส่วนที่วัดได้ของความสูงของเสียง มันเป็นการวัดความแรงของแหล่งกำเนิดเสียง เสียงที่ให้แอมปลิจูดที่สูงกว่าก็คือจะมีความดังมากกว่าเสียงที่มีแอมปลิจูดต่ำกว่า

การที่เราใช้ลักษณะที่กล่าวมาทั้ง 2 ลักษณะของเสียงคือ พิทช์และแอมปลิจูด เราก็สามารถวาดรูปแบบเสียงอย่างคร่าวๆ ได้แล้ว เมื่อเราเขียนกราฟเสียงได้เราก็สามารถที่จะเปรียบเทียบมันได้เราเห็นได้ว่าจะเปรียบเทียบกราฟเสียงได้อย่างไร ถ้าเราเห็นว่าเสียงเสียงหนึ่งมีพิทช์ที่สูงกว่า หรือมีความดังมากกว่า การที่มีคาบเวลาของ 1 ลูกคลื่นที่แคบ ๆ จะหมายถึงความถี่ที่สูงกว่าและมีพิทช์ที่สูงกว่าด้วย และการที่มียอดคลื่นที่สูงกว่า ก็หมายความถึงแอมปลิจูดที่มากกว่า และความดังที่มากกว่า

เดซิเบล คือหน่วยวัดความแรงของสัญญาณ โดยจะถูกใช้เมื่อเปรียบเทียบความดังของ 2 เสียง

แม้ว่าแอมปลิจูดและพิทช์จะทำให้เราสามารถแยกแยะเสียงส่วนใหญ่ได้แต่คุณภาพของเสียงจะมีส่วนช่วยในการตัดสินที่ดีกว่า

คลื่นเสียงส่วนมากจะไม่ได้อยู่ในรูปแบบง่าย ๆ บางส่วนของเสียงอาจจะมีความดังหรือมีความถี่สูงมากกว่าส่วนอื่นในเสียงเดียวกัน ซึ่งเสียงส่วนมากก็จะเป็นเช่นนี้ แต่ถ้าเสียงที่ไม่ได้มีพิทช์ที่หลากหลายแต่มีพิทช์เดียว เราเรียกเสียงนั้นว่าโทน และ โทนเดี่ยว (pure tone) จะมีความถี่และแอมปลิจูดคงที่

3.2.4 คุณภาพของเสียง

คุณภาพของเสียงหรือเรียกว่า "สันของเสียง" เป็นคุณสมบัติของเสียงทางดนตรี มันแยกว่าเสียงดนตรีว่ามีโทนจากเครื่องดนตรีชนิดหนึ่งออกจากโทนเครื่องดนตรีชนิดอื่น ที่มีพิทช์และความถี่เดียวกัน เช่นคุณภาพเสียงจะให้เราสามารถแยกเสียงโทนเดียวกันที่เล่นโดย เปียโน กับแซกโซโฟนได้

คุณภาพของโทนเสียงดนตรี คือผลจากการรวมกันของหลากหลายความถี่ เช่น สายเปียโนอาจถูกสั่นทั้งหมด 200 ครั้ง สิ่งนี้เรียกว่า ฟาวดาเมนทอลโทน (Fundamental tone) อย่างไรก็ตามฟาวดาเมนทอลโทนนี้จะถูกประกอบไปด้วยโทนอื่นของความถี่ที่สูงกว่า โทนเหล่านี้เกิดจากสายเปียโนสั่นเป็นช่วง แต่ละครึ่งของสาย แต่ละหนึ่งในสามของสาย และไปเรื่อย ๆ และ โทนความถี่ที่สูงกว่าจะเรียกว่า ฮาโมนิกส์ (Harmonics) หรือโอเวอร์โทน (Overtone)

ตลอดช่วงระยะเวลาฮาโมนิกส์จะมีแอมปลิจูดที่ต่ำกว่าฟาวดาเมนทอลโทน แต่ไม่จริงเสมอไป แต่อย่างไรก็ตามฮาโมนิกส์ ยังคงเป็นค่าที่คูณของความถี่ฟาวดาเมนทอล จำนวนของพลังงานของฮาโมนิกส์เดี่ยว ๆ จะกำหนดคุณภาพของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คอมพิวเตอร์และเสียง

เราจะสังเกตเห็นว่าสามารถกำหนดลักษณะของเสียงจาก 3 สิ่ง คือ พิทช์ (ความถี่) แอมปลิจูด (ความดัง) และคุณภาพของเสียง และเพราะว่าคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลข้อมูล (ให้เสียงเป็นชนิดของข้อมูลประเภทหนึ่ง)

ก่อนที่คอมพิวเตอร์จะทำการบันทึก ถ่ายเท และเล่นข้อมูลเสียง ต้องทำให้เสียงอยู่ในรูปที่คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้ คือแปลงเสียงที่เป็นข้อมูลอนาล็อกมาเป็นข้อมูลดิจิตอลโดยการกระทำที่เรียกว่า การแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล (Analog-To-Digitol Conversion : ADC) โดยทำให้เสียงๆ หนึ่งมาอยู่ในรูปแบบข้อมูลเป็นไบต์ทำให้เราสามารถใช้พลังงานจากคอมพิวเตอร์มาประมวลผลแต่ละไบต์ของข้อมูลเสียงได้ เช่น เราสามารถใส่เสียงก้องลงไปได้ คอมพิวเตอร์สามารถรับรู้เสียงได้ว่าเป็นคำ "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" สามารถรวมเสียงจากหลายไฟล์รวมกัน หรือแม้แต่ปรับเปลี่ยนพิทช์ของเสียงได้

และการแปลงดิจิตอลเป็นอนาล็อก (Digitol-To-Analog Conversion , ADC) ซึ่งเป็นกระบวนการย้อนกลับของการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล จะกระทำการเปลี่ยนข้อมูลเสียงที่เป็นไบต์กลับไปเป็นสัญญาณอิเลกทรอนิกส์ที่เป็นอนาล็อกและส่งออกไปยังลำโพงเพื่อให้ได้เสียงออกมา

3.4 การสุ่มข้อมูล (Sampling)

เริ่มจากที่เราพูดลงไปในไมโครโฟน เมื่อคลื่นเสียงกระทบกับไมโครโฟนจะมีกลไกจับความเคลื่อนไหวคลื่นเสียงให้มาอยู่ในรูปสัญญาณไฟฟ้า สัญญาณนี้จะถูกเรียกว่า "สัญญาณอนาล็อก" เพราะว่าเป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เมื่อนำสัญญาณดังกล่าวมาแปลงจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล การแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลจะทำการเปลี่ยนสัญญาณที่ต่อเนื่องมาเป็นรูปของลำดับค่าที่ต่อเนื่องทางดิจิตอลโดยการสุ่มข้อมูล ทำได้โดยการวัดค่าที่คงที่ของแอมปลิจูดของสัญญาณทุกช่วงเวลาโดยใช้อัตราในการสุ่มข้อมูลคงที่ ถ้าการวัดได้กระทำไปอย่างมีประสิทธิภาพคือใช้อัตราการสุ่มข้อมูลที่สูง ทำให้รูปแบบของสัญญาณเสียงไม่เปลี่ยนแปลงไปมากในระหว่างแต่ละข้อมูล (Sample) กลับกันการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลก็จะทำการประมาณค่าจากอนาล็อกไปเป็นดิจิตอลได้อย่างเดียวกัน

การทำการแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอลทำงานอย่างไร สังเกตว่าคลื่นเสียงที่ต่อเนื่องจะถูกประมาณค่าโดยค่าทางดิจิตอลที่ใช้ 8 บิต ค่าที่ได้จะเปลี่ยนจาก +128ถึง -127 ซึ่งจะถูกบรรจุลงในไฟล์เป็นไบต์และโดยการให้ข้อมูลที่มากกว่า โดยใช้ข้อมูลขนาด 16 บิต เราจะสามารถสร้างเสียงที่มีคุณภาพได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 การสุ่มข้อมูลและขนาดของข้อมูล

การที่จะให้ได้เสียงที่ผ่านการเปลี่ยนเป็นดิจิตอลโดยการแปลงดิจิตอลเป็นอนาล็อก และเปลี่ยนกลับเป็นอนาล็อก โดยการแปลงดิจิตอลเป็นอนาล็อกอีกครั้งหนึ่งให้มีความเสมือนจริงกับแหล่งต้นกำเนิดมากที่สุด (เราจะเรียกว่า ไฮไฟ) จะขึ้นอยู่กับการเลือกใช้อัตราการสุ่มข้อมูล และขนาดของข้อมูลที่ถูกต้อง

3.4.2 อัตราการสุ่มข้อมูล

อัตราการสุ่มข้อมูลจะต้องมากเพียงพอสำหรับเสียงที่มีความถี่สูง เช่น เสียงกระทบของแก้วคริสตัล หรือเสียงสีไวโอลิน เสียงความถี่สูงนี้จะต้องโดยการจับมาอย่างแม่นยำ ตามทฤษฎีของไนควิสท์ ว่า "เราสามารถจำลองรูปแบบคลื่นให้ได้ความน่าเชื่อถือได้ ถ้าอัตราการสุ่มข้อมูลจะต้องเป็นอย่างน้อย 2 เท่าของ ความถี่ที่สูงที่สุด" ความถี่ที่สูงที่สุดนั้นมนุษย์เราสามารถรับรู้ได้ที่เกินกว่า 20 กิโลเฮริตซ์เล็กน้อย ดังนั้นการ์ดเสียง 16 บิต โดยทั่วไปจะมีอัตราการสุ่มข้อมูลสูงสุดอยู่ที่ 44.1 กิโลเฮริตซ์ และด้วยอัตราเดียวกันนี้ในปัจจุบันก็ถูกใช้กับเครื่องเล่นซีดีด้วย

เราสามารถเลือกอัตราการสุ่มข้อมูลในการบันทึกไฟล์เสียง โดยอัตราการสุ่มข้อมูลที่สูงกว่าจะให้คุณภาพที่ดีกว่า เช่นการใช้อัตราการสุ่มข้อมูล 6,000 เฮริตซ์ (คือมี 6,000 ข้อมูล ต่อ 1 วินาที) จะดีเพียงพอกับเสียงของผู้ชาย แต่ถ้าเป็นเสียงของผู้หญิง ที่จะมีส่วนของความถี่ที่สูงกว่า เราควรจะใช้อัตราการสุ่มข้อมูล 8,000 เฮริตซ์ จะดีกว่าและ ให้คุณภาพที่ดีกว่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 หน่วยเสียงพื้นฐาน (Basic Phoneme)

หน่วยเสียง (phoneme) เป็นลักษณะเฉพาะแทนเสียงที่ไม่ซ้ำกัน หน่วยเสียงพื้นฐานในภาษาไทย ได้แก่ หน่วยเสียงพยัญชนะ หน่วยเสียงสระ และหน่วยเสียงวรรณยุกต์ ซึ่งเป็นเสียงของพยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ที่ประกอบเป็นโครงสร้างพยางค์ไทย การเก็บบันทึกนั้นมารถทำได้หลายวิธี แต่ประเด็นสำคัญจะต้องนำหน่วยเสียงเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดความยืดหยุ่น และเมื่อรวมกันแล้วต้องสามารถให้เสียงที่ถูกต้องเสมือนเสียงพูดตามธรรมชาติ รูปแบบการเก็บบันทึกหน่วยเสียงพอสรุปได้ดังต่อไปนี้

<u>แบบที่ 1</u>

1. บันทึกพยัญชนะต้นเดี่ยว 21 หน่วยเสียง และพยัญชนะควบกล้ำ 17 หน่วยเสียง รวมเป็น 38 หน่วยเสียง

2. บันทึกเสียงสระเสียงเดี่ยว 9 หน่วยเสียง และสระสั้นผสม 3 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง ได้ 60 หน่วยเสียง

3. บันทึกเสียงสระเสียงยาวเดี่ยว 9 หน่วยเสียง และสระยาวผสม 3 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 เสียง ได้ 60 หน่วยเสียง

หน่วยเสียงรวมทั้งสิ้น 38+60+60 = 158 หน่วยเสียง

ตัวอย่างการผสมเสียง

รัก	จะได้	ร+อั+ก
เหนียว	จะได้	น+อิ+อ๋ำ+ว
ปลอด	จะได้	ปล+อ่อ+ด

เป็นต้น

<u>ข้อดี</u>

การบันทึกเสียงในแบบที่ 1 นี้ประหยัดเนื้อที่ที่ใช้ในการจัดเก็บได้มากที่สุดจากวิธีการบันทึกทั้งหมด

<u>ข้อด้อย</u>

เสียงจากการสังเคราะห์โดยใช้การจัดเก็บหน่วยเสียงแบบนี้จะไม่เป็นธรรมชาติ และบางคำจะฟังไม่รู้เรื่อง เนื่องจากมีจุดเชื่อมต่อของหน่วยเสียงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แบบที่ 2</u>

1. บันทึกพยัญชนะต้น (เดี่ยว+ควบกล้ำ) 38 หน่วยเสียง ผสมเสียงสระ อะ ได้ทั้งหมด 38 หน่วยเสียง

2. บันทึกสระเสียงสั้น 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง คือ เสียงเอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งหมด 36 แฟ้มเสียง

3. บันทึกสระเสียงสั้นที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก , แม่กด และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งสิ้น 108 หน่วยเสียง

4. บันทึกเสียงสระสั้นผสมตัวสะกด แม่กง แม่กน แม่กบ แม่เกย แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง รวมทั้งสิ้น 300 แฟ้มเสียง

5. บันทึกสระเสียงยาว 12 หน่วยเสียง ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง คือเสียงสามัญ เสียงเอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา รวมทั้งหมด 60 แฟ้มเสียง

6. บันทึกสระเสียงยาวที่มีตัวสะกดที่เป็นเสียงกัก ได้แก่ แม่กก แม่กด และแม่กบ ผันเสียงวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง หน่วยเสียงวรรณยุกต์เอก เสียงโท และเสียงตรี รวมทั้งสิ้น 108 หน่วยเสียง

7. บันทึกเสียงสระเสียงยาวผสมตัวสะกด แม่กง แม่กน แม่กบ แม่เกย แม่เกอว ผันเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง รวมทั้งสิ้น 300 แฟ้มเสียง

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

ตัวอย่างการผสมเสียง

บ้าน	จะ ได้	บะ+อ้าน
เชือด	จะ ได้	ชะ+เอื้อด
เหนียว	จะ ได้	นะ+เอี๋ยว

เป็นต้น

ข้อดี

การเก็บข้อมูลเสียงโดยแบบที่ 2 นี้ใช้เนื้อที่จัดเก็บข้อมูลมากกว่าแบบที่ 1 แต่น้อยกว่าวิธีอื่นๆ ที่เหลือ

<u>ข้อด้อย</u>

แม้เสียงสังเคราะห์ที่ได้จากการจัดเก็บโดยวิธีนี้จะมีคุณภาพที่ดีกว่าวิธีแรก แต่ก็มีคุณภาพเสียงที่ด้อยกว่าการเก็บแบบอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 3

1. เสียงพยัญชนะต้นเดี่ยวและพยัญชนะควบกล้ำ ผสมสระเสียงสั้น ได้ 456 แฟ้มเสียง
2. สระเสียงสั้น 12 หน่วย ผันวรรณยุกต์ 4 หน่วยเสียง คือ เอก โท ตรี และจัตวา รวม 48 แฟ้มเสียง
3. สระเสียงสั้นที่มีตัวสะกดเสียงกัก ได้แก่ แม่กก แม่กด แม่กบ ผันวรรณยุกต์ 2 หน่วยเสียง คือ เอก และตรี รวม 72 แฟ้มเสียง
4. สระเสียงสั้นที่มีตัวสะกดเสียงไม่กัก ได้แก่ แม่กน แม่กง แม่กม แม่เกย แม่เกอว ผันวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง คือ สามัญ เอก โท ตรี และจัตวา รวม 300 แฟ้มเสียง
5. สระเสียงยาว 12 หน่วย ผันวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง คือ สามัญ เอก โท ตรี และจัตวา รวม 60 แฟ้มเสียง
6. สระเสียงยาวที่มีตัวสะกดเสียงกัก ได้แก่ แม่กก แม่กด แม่กบ ผันวรรณยุกต์ 3 หน่วยเสียง คือ เอก โท และตรี รวม 108 แฟ้มเสียง
7. สระเสียงยาวที่มีตัวสะกดเสียงไม่กัก ได้แก่ แม่กน แม่กง แม่กม แม่เกย แม่เกอว ผันวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง คือ สามัญ เอก โท ตรี และจัตวา รวม 300 แฟ้มเสียง

รวมต้องมีแฟ้มเสียงทั้งหมด 456 + 48 + 72 + 300 + 60 + 108 + 300 = 1344 แฟ้มเสียง

ตัวอย่างการผสมเสียง

บ้าน	จะได้	บะ+อ้าน
รัก	จะได้	ระ+อั๊ก
เหนียว	จะได้	เนียะ+เอี๋ยว

เป็นต้น

การจัดเก็บโดยวิธีนี้นั้นใช้พื้นที่ในการจัดเก็บปานกลาง ซึ่งมากกว่าแบบแรกและแบบที่ 2 แต่ก็น้อยกว่าแบบที่ 4 และแบบที่ 5 ส่งผลให้คุณภาพของเสียงสังเคราะห์ที่ได้จากวิธีการนี้อยู่ในระดับกลางๆ ไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แบบที่ 4</u>

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

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

รวมหน่วยเสียงทั้งสิ้น 4560+36000 = 40560 หน่วยเสียง

แบบนี้คล้ายเป็นการอ่าน และเป็นคำที่ครอบคลุมทุกเสียงในภาษาไทยทั้งหมด

ตัวอย่างการออกเสียง

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

เป็นต้น

เมื่อพิจารณาจำนวนหน่วยเสียงที่จะต้องจัดเก็บแล้วถือว่าการจัดเก็บแบบที่ 4 นี้ต้องใช้พื้นที่จัดเก็บจำนวนมากแม้จะได้คุณภาพเสียงที่ดีกว่าแบบที่กล่าวมาแล้วก็ตาม

<u>แบบที่ 5</u>

เป็นการบันทึกเสียงเป็นคำ ๆ ไปเลย ซึ่งแน่นอนวิธีนี้จะได้เสียงที่เป็นธรรมชาติที่สุด แต่ก็จำเป็นต้องใช้พื้นที่จัดเก็บหน่วยเสียงมากที่สุดตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การเลือกพิจารณาวิธีการจัดเก็บหน่วยเสียง

เมื่อได้ทำความเข้าใจการจัดเก็บหน่วยเสียงตั้งแต่แบบแรกจนถึงแบบที่ 5 ไปแล้ว จะสังเกตเห็นว่าหากต้องการเสียงสังเคราะห์ที่มีคุณภาพสูง ก็ต้องทำการจัดเก็บข้อมูลเสียงจำนวนมากตามไปด้วย แต่หากประหยัดพื้นที่จัดเก็บ ก็ต้องแลกกับการที่เสียงสังเคราะห์มีคุณภาพต่ำ

ดังนั้น ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้เลือกการจัดเก็บหน่วยเสียงแบบที่ 3 เนื่องจากแม้ว่าการจัดเก็บแบบนี้จะไม่ใช่วิธีที่ดีที่สุด แต่ก็สามารถสรุปได้ว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ที่ได้จากการจัดเก็บวิธีนี้ถือได้ว่าอยู่ในคุณภาพที่ดี อีกทั้งยังใช้พื้นที่ในการจัดเก็บในขนาดที่เหมาะสมสำหรับความจุของอุปกรณ์จัดเก็บในปัจจุบันอีกด้วย

3.7 การจัดเก็บหน่วยเสียงแบบที่ 3

เมื่อทำการเลือกวิธีการจัดเก็บตามแบบที่ 3 แล้ว ต่อไปก็จะมาทำความเข้าใจกับวิธีการจัดเก็บหน่วยเสียงแบบนี้กันอย่างละเอียด

วิธีการจัดเก็บหน่วยเสียงแบบที่ 3 นี้สามารถเรียกหน่วยเสียงที่ทำการจัดเก็บแต่ละหน่วยเสียงได้ว่า หน่วยเสียงคู่ (diphone) หรืออัฒพยางค์ โดยมีการจัดเก็บหน่วยเสียงเป็นจำนวนแฟ้มเสียงทั้งหมด 1344 แฟ้มเสียง

แต่ในการออกเสียงในภาษาไทยจริงๆแล้วไม่สามารถออกเสียงได้ครบทุกรูปแบบที่กล่าวมาในข้างต้น ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 สัญลักษณ์แทนเสียง

ในกระบวนการสังเคราะห์เสียงจะต้องกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับเสียงพยัญชนะ, สระ และวรรณยุกต์ เพื่อใช้ในการค้นหาฐานข้อมูลเสียง โดยกำหนดให้สัญลักษณ์แทนเสียงเป็น ดังนี้

3.8.1 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับพยัญชนะ หรือหน่วยเสียงพยัญชนะ

พยัญชนะไทยมีทั้งหมด 44 รูป 21 เสียง โดยสามารถแบ่งออกเป็น พยัญชนะต้น และพยัญชนะตัวสะกด มีทั้งพยัญชนะเดี่ยวและพยัญชนะควบกล้ำ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

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

ตารางที่ 3.1 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น เดี่ยว 21 หน่วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ตารางที่ 3.2 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ 12 หน่วยเสียง

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปพยัญชนะ
/br/	บร
/bl/	บล
/fr/	ฟร
/fl/	ฟล
/dr/	ดร

ตารางที่ 3.3 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะต้น ควบกล้ำ
ที่มาจากภาษาต่างประเทศ 5 หน่วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปพยัญชนะ
/p/	/p/
/t/	/t/
/k/	/k/
/n/	/n/
/m/	/m/
/ng/	/ng/
/j/	/j/
/w/	/w/

ตารางที่ 3.4 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของพยัญชนะ ตัวสะกด 8 หน่วยเสียง

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปพยัญชนะ
/f/	ฟ
/l/	ล
/s/	ส ษ ศ
/ch/	ช

ตารางที่ 3.5 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะ ตัวสะกด ที่มาจากต่างประเทศ 4 หน่วยเสียง

หมายเหตุ สำหรับคำที่มาจากต่างประเทศเราจะยึดการออกเสียงแบบภาษาไทยโดยตัวสะกดภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

46125

3.8.2 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับสระ หรือหน่วยเสียงสระ

ภาษาไทยมีสระทั้งหมด 24 เสียง โดยแบ่งออกเป็นสระเดี่ยว 18 หน่วยเสียง และสระผสม 6 หน่วยเสียง รวมทั้งหมด 24 หน่วยเสียง ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปสระ
a	อะ
a:	อา
i	อิ
i:	อี
v	อึ
v:	อือ
u	อุ
u:	อู
e	เอะ
e:	เอ
x	แอะ
x:	แอ
o	โอะ
o:	โอ
@	เอาะ
@:	ออ
#	เออะ
#:	เออ

ตารางที่ 3.6 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระเดี่ยวเสียงสั้น-ยาว 18 หน่วยเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์แทนเสียง	รูปสระ
Ia	เอียะ
i:a	เอีย
va	เอือะ
v:a	เอือ
a	อัวะ
u:a	อัว

ตารางที่ 3.7 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงสระผสม 6 หน่วยเสียง

3.8.3 การกำหนดสัญลักษณ์แทนเสียงสำหรับวรรณยุกต์ หรือหน่วยเสียงวรรณยุกต์

เสียงวรรณยุกต์ไทยมีทั้งหมด 4 รูป 5 เสียง เราใช้ตัวเลข 0-4 แทนด้วยเสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 หน่วยเสียง ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

สัญลักษณ์แทนเสียง	วรรณยุกต์
0	สามัญ
1	เอก
2	โท
3	ตรี
4	จัตวา

ตารางที่ 3.8 แสดงสัญลักษณ์แทนเสียงของหน่วยเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยเสียง

<u>สรุป</u>

ในการเลือกวิธีการจัดเก็บหน่วยเสียงนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับอุปกรณ์และความต้องการคุณภาพเสียงว่าต้องการคุณภาพเสียงในระดับใด ดังนั้นหากเลือกรูปแบบการจัดเก็บหน่วยเสียงที่ไม่เหมาะสมกับความต้องการแล้ว ย่อมส่งผลให้คุณภาพของเสียงที่สังเคราะห์ขึ้นมานั้นมีคุณภาพที่ไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การบันทึกเสียงและการแบ่งเสียงเป็นอัฒพยางค์

4.1 บทนำ

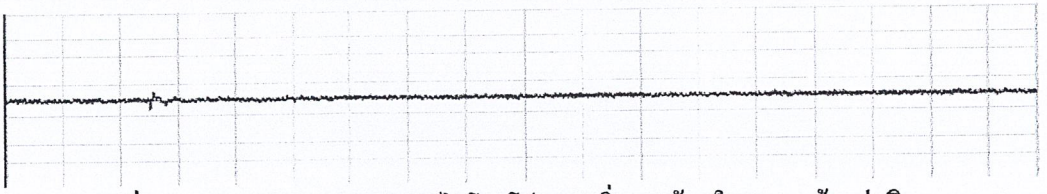
ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการทำงาน การบันทึกเสียง และการแบ่งเสียงเป็นอัฒพยางค์เพื่อจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลเสียง ซึ่งจะมีการนำไปใช้งานในการสังเคราะห์เสียงโดยโปรแกรมต่อไป อย่างไรก็ตามการแบ่งเสียงเป็นอัฒพยางค์ไม่มีหลักการแบ่งตายตัว ในบทนี้จึงมีการเปรียบเทียบและทดลองหาจุดตัดแบ่งของเสียงออกเป็นอัฒพยางค์ด้วย

4.2 การบันทึกเสียง

การบันทึกเสียงเป็นแฟ้มเสียงนั้นสามารถใช้โปรแกรม Creative Sound Recorder, Cool Edit 2000 หรือโปรแกรมสำหรับบันทึกเสียงอื่นๆ ได้โดยเราทำการบันทึกเสียงในแบบ 16 bit mono ที่อัตราการสุ่ม (Sampling Rate) เท่ากับ 44 kHz เสียงที่เราจะทำการบันทึกอาจอยู่ในลักษณะเป็นพยางค์หรือประโยคก็ได้ แต่จากการทดลองได้พบว่าการบันทึกเป็นพยางค์นั้นมีความชัดเจนมากกว่าการบันทึกเสียงเป็นประโยค เพราะการเสียงพูดเป็นประโยคนั้นจะมีการออกเสียงที่ต่อเนื่องกันทำให้พยางค์แต่ละพยางค์ขาดความชัดเจน เมื่อนำเอาอัฒพยางค์ที่ได้จากการแบ่งพยางค์ดังกล่าวมาใช้สังเคราะห์พยางค์จะทำให้พยางค์สังเคราะห์ที่ได้ไม่ชัดเจน

อย่างไรก็ตามหากเน้นเสียงพยางค์ขณะบันทึกมากเกินไป จะทำให้เมื่อนำเอาพยางค์สังเคราะห์ที่ได้จากการรวมเอาอัฒพยางค์ดังกล่าวมารวมเป็นประโยคสังเคราะห์แล้ว อาจทำให้ประโยคสังเคราะห์นั้นมีเสียงกระแทกในแต่ละพยางค์ทำให้ไม่น่าฟังได้ เพราะฉะนั้นต้องระมัดระวังให้ดี

ส่วนไมโครโฟนที่ใช้ในการบันทึกเสียงต้องมีคุณสมบัติพิเศษ กล่าวคือ เป็นไมโครโฟนที่สามารถบันทึกเสียงเฉพาะเสียงพยางค์ที่ต้องการบันทึกไม่มีเสียงแทรกจากสิ่งแวดล้อมอื่นๆ หรือสัญญาณรบกวนจากไมโครโฟนเองมารบกวน ซึ่งสามารถสังเกตได้จากคลื่นเสียงที่ได้จากการบันทึกเสียงเงียบในสภาวะห้องปกติ ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงสัญญาณรบกวนจากไมโครโฟนและสิ่งแวดล้อมในสภาวะห้องปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม สัญญาณรบกวนดังกล่าวสามารถกำจัดออกไปได้บางส่วนโดยใช้โปรแกรม Cool Edit 2000 ดังที่จะแสดงในหัวข้อถัดไป

4.3 สรุปหลักในการบันทึกเสียง

1. เลือกอุปกรณ์บันทึกเสียง (ไมโครโฟน) ที่มีคุณภาพดี เพราะไมโครโฟนทุกตัวจะให้เสียงที่มีคุณภาพไม่เท่ากัน เมื่อต่อและพร้อมที่จะทำงานแล้ว จะมีสัญญาณรบกวนจากภายในไมโครโฟนเอง รวมถึงการดูดซับเสียงของไมโครโฟนแต่ละตัวนั้นไม่เท่ากัน การเลือกไมโครโฟนสำหรับบันทึกเสียงนั้นถือเป็นสิ่งสำคัญอันดับแรกในการบันทึกเสียงทีเดียว
2. การบันทึกเสียงแต่ละครั้งพยายามออกเสียงให้ชัดถ้อยชัดคำมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นพยัญชนะต้น (โดยเฉพาะ ร, ล และพยัญชนะควบกล้ำ), เสียงสระ, ตัวสะกด และวรรณยุกต์โดยเฉพาะเสียงพยัญชนะสะกดที่ผันวรรณยุกต์มักจะมีการเพี้ยนได้ง่าย เนื่องจากภาษาไทยนั้นหากเสียงวรรณยุกต์เปลี่ยนไปก็ทำให้ความหมายของคำนั้นเปลี่ยนไปด้วย แม้ว่าเสียงที่บันทึกเอาไว้จะฟังแล้วชัดเจน แต่เมื่อนำเอามาแบ่งเป็นอัฒพยางค์ แล้วนำเอาอัฒพยางค์นั้นมาสร้างเป็นพยางค์หรือประโยคแล้วอาจได้พยางค์หรือประโยคที่ไม่ชัดเจนได้
3. การบันทึกเสียงแต่ละครั้งต้องพยายามให้ความดังของเสียงให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด เพราะถ้าต่างกันมากเกินไปอาจทำให้เพี้ยนได้ ซึ่งตรงจุดนี้สามารถแก้ได้โดยการใช้โปรแกรมที่ใช้บันทึกเสียงในการลดหรือเพิ่มแอมปลิจูดให้อยู่ในระดับที่ต้องการ
4. สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งเมื่อทำการบันทึกเป็นพยางค์ คือ การรักษาความยาวของพยางค์ที่บันทึกให้ใกล้เคียงกัน โดยอาจกำหนดความยาวของพยางค์ชนิดต่างๆ เอาไว้ก่อน แล้วจึงทำการบันทึก แม้ว่าโปรแกรมสามารถยืดหรือหดความยาวของพยางค์ได้ แต่จะมีผลให้คุณภาพเสียงนั้นลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 เสียงในภาษาไทย

เสียงในภาษาไทยจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิด คือ เสียงแท้ เสียงแปร และเสียงดนตรี หรือเสียงผัน

1.เสียงแท้ คือ เสียงที่เปล่งออกมาจากลำคอโดยตรง โดยไม่ถูกอวัยวะต่างๆ ในปากปิดหรือกั้นลมไว้ เป็นเสียงที่เปล่งออกมาได้โดยสะดวก เช่น เสียง อา อี เอ โอ ออ เป็นต้น สัญลักษณ์หรืออักษรที่ใช้แทนเสียงแท้ เรียกว่า "สระ"

2. เสียงแปร คือ เสียงที่เปล่งออกมาจากลำคอแล้วถูกอวัยวะต่างๆ ในปากปิดกักหรือกั้นลมไว้ ไม่ปล่อยให้ลมแล่นออกมาได้สะดวก ทำให้เสียงแปรไป เช่น เสียง /ป/ เกิดจากริมฝีปากทั้งสองข้างปิดกักลม เป็นต้น สัญลักษณ์หรือตัวอักษรที่ใช้แทนเสียงแปร เรียกว่า "พยัญชนะ"

3. เสียงดนตรี หรือเสียงผัน คือ เสียงแท้หรือเสียงแปรที่เปล่งออกมาแล้วมีระดับเสียงสูงๆ ต่ำๆ คล้ายเสียงดนตรี เช่น ประโยคว่า "เธอไปไหนมา" ถ้าเขียนเป็นเส้นตรงตามระดับความสูง-ต่ำของเสียงจะได้ดังนี้

รูปที่ 4.2 แสดงสัญลักษณ์หรือตัวอักษรที่ใช้แทนเสียงดนตรีเรียกว่า "วรรณยุกต์"

การศึกษาเรื่องเสียงอักษรไทยปัจจุบันได้เจริญก้าวหน้าไปมาก โดยใช้วิธีการทางสัทศาสตร์เข้ามาศึกษาเพื่อหาความจริง จนได้ทราบว่า เสียงและรูปอักษรมีความสัมพันธ์กันบางส่วน แต่บางส่วนก็ไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยแบ่งการศึกษาลักษณะเสียงภาษาไทยเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.4.1 เสียงพยัญชนะ

เสียงพยัญชนะเป็นเสียงสำคัญในภาษาพวกหนึ่ง ซึ่งเกิดจากลมที่ผ่านเส้นเสียงแล้วถูกดัดแปลงด้วยอวัยวะออกเสียงส่วนต่างๆ ในปากทำให้เกิดเสียงขึ้น พยัญชนะมีอยู่หลายประเภท มีลักษณะการออกเสียงแตกต่างกันหลายแบบ จะเห็นได้จากพยัญชนะของไทยเรามีถึง 44 รูป แต่มีหน่วยเสียงเพียง 21 หน่วยเสียง ซึ่งความจริงมีเพียง 21 รูปเท่ากับจำนวนหน่วยเสียงก็น่าจะพอ ความข้อนี้ก็คงต้องโยงความคิดไปถึงประวัติอักษรไทย ซึ่งมีที่มาและโอกาสให้ใช้ต่างกันออกไป คำที่มีเสียงเหมือนกันแต่มีรูปต่างกันความหมายก็ต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของหน่วยเสียงพยัญชนะในภาษาไทย

เสียงพยัญชนะในภาษาไทยแบ่งออกเป็น 6 ประเภทคือ เสียงกักหรือเสียงระเบิด เสียงเสียดแทรก เสียงนาสิก เสียงข้างลิ้น เสียงกระทบ และเสียงกึ่งสระหรือเสียงอรรถสระ รายละเอียดของเรื่องนี้กล่าวถึงในภาคผนวก ก

4.4.2 เสียงสระ

เสียงสระเป็นเสียงแท้ หมายถึง เสียงที่เกิดจากลมพุ่งออกมาได้อย่างสะดวกไม่มีอวัยวะส่วนหนึ่งส่วนใดปิดกั้นทางลมไว้ เป็นเสียงที่เกิดจากลมที่ผ่านเส้นเสียงในตำแหน่งที่ปิดเกือบสนิทในขณะที่อวัยวะในปากจะอยู่ในท่าและตำแหน่งต่างๆ ที่ทำให้โพรงปากมีลักษณะต่างกันได้หลายแบบ ลมที่ผ่านออกจึงเกิดเป็นเสียงได้ต่างๆ กัน "ประยุทธ จุยสาคร" ได้สรุปลักษณะสำคัญของหน่วยเสียงไว้เป็นข้อๆ ดังนี้

1) เป็นเสียงที่ลมแล่นออกมาได้โดยสะดวก เพราะไม่ถูกอวัยวะในปากปิดกัก
2) เป็นเสียงก้องทุกเสียง
3) สามารถออกเสียงได้ยาวนานและชัดเจน
4) มีทั้งเสียงสั้นและเสียงยาว
5) ลักษณะของเสียงขึ้นอยู่กับลิ้น ริมฝีปาก ปริมาณของลมที่พุ่งออกมา และระยะเวลาที่ใช้ออกเสียง

4.4.3 เสียงวรรณยุกต์

ภาษาไทยเราเรียกระดับสูง-ต่ำของคำว่า "วรรณยุกต์" ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้คำซึ่งมีส่วนประกอบอื่นๆ คือ พยัญชนะ สระ และตัวสะกดเดียวกัน มีความหมายต่างกันได้ ดังนั้น วรรณยุกต์ในภาษาไทยจึงจัดเป็นหน่วยเสียงหน่วยหนึ่ง เรียกว่า "หน่วยเสียงวรรณยุกต์"

ในภาษาไทยที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ รูปวรรณยุกต์มีอยู่ 4 รูป แต่มี 5 เสียง เรียกตามอักขระวิธีเดิมว่า เสียงสามัญ เสียงเอก เสียงโท เสียงตรี และเสียงจัตวา และใช้รูปวรรณยุกต์ 4 รูปดังกล่าวมาแล้ว ส่วนเสียงสามัญไม่มีรูปวรรณยุกต์ ลักษณะเสียงวรรณยุกต์ 5 หน่วยนี้ เราสามารถจัดได้เป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ วรรณยุกต์ระดับและวรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ

1) วรรณยุกต์ระดับ (LEVEL TONE) หมายถึง เสียงวรรณยุกต์ที่มีเสียงคงที่ หรือค่อนข้างคงที่ ตั้งแต่ต้นพยางค์ตลอดไปจนท้ายพยางค์ มี 3 หน่วย คือ

- หน่วยเสียงวรรณยุกต์ระดับต่ำ (LOW TONE) วรรณยุกต์นี้มีต้นเสียงกลางๆ ประมาณ 120 HZ แล้วจะต่ำลงมาถึงประมาณ 110 HZ อย่างรวดเร็ว วรรณยุกต์แบบนี้คือวรรณยุกต์เอก
- หน่วยเสียงวรรณยุกต์ระดับกลาง (MID TONE) วรรณยุกต์นี้มีต้นเสียงกลางๆ ประมาณ 120 HZ แล้วจะลดความถี่ลงมาที่ 110 HZ ที่ท้ายพยางค์ วรรณยุกต์แบบนี้คือวรรณยุกต์สามัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยเสียงวรรณยุกต์ระดับสูง (HIGH TONE) วรรณยุกต์นี้มีต้นเสียงสูง และสูงขึ้นเรื่อยๆ จากต้นเสียงประมาณ 125 HZ จนถึงประมาณ 135-140 HZ เมื่อสิ้นพยางค์ หรืออาจลดต่ำลงอีกที่ตรงท้ายพยางค์ ประมาณ 130 HZ วรรณยุกต์แบบนี้คือวรรณยุกต์ตรี

2) วรรณยุกต์เปลี่ยนระดับ (CONTOUR TONE) มีระดับความถี่ของการออกเสียงเปลี่ยนแปลงไม่คงที่ในช่วงพยางค์หนึ่งๆ เช่น ต้นเสียงมีระดับเสียงสูงแล้วลดต่ำลงอย่างรวดเร็วที่ท้ายพยางค์ หรือต้นพยางค์มีระดับเสียงต่ำแล้วเพิ่มสูงขึ้นที่ท้ายพยางค์ มีอยู่ 2 หน่วยเสียง คือ

- หน่วยเสียงวรรณยุกต์เปลี่ยนตก (FALLING TONE) ระดับเสียงเริ่มต้นจะมีความถี่ประมาณ 140 HZ และลดต่ำลงอย่างรวดเร็วที่ท้ายพยางค์ ประมาณ 100 HZ วรรณยุกต์แบบนี้คือวรรณยุกต์โท

- หน่วยเสียงวรรณยุกต์เปลี่ยนขึ้น (RISING TONE) ระดับเสียงจะเริ่มที่ความถี่ประมาณ 110 HZ แล้วจะลดลงอีกเล็กน้อย ก่อนจะเปลี่ยนเสียงขึ้นอย่างรวดเร็วไปสู่ความถี่ที่สูงขึ้นกว่าตอนเริ่มต้นที่ประมาณ 140 HZ ตอนท้ายพยางค์ วรรณยุกต์แบบนี้คือวรรณยุกต์จัตวา

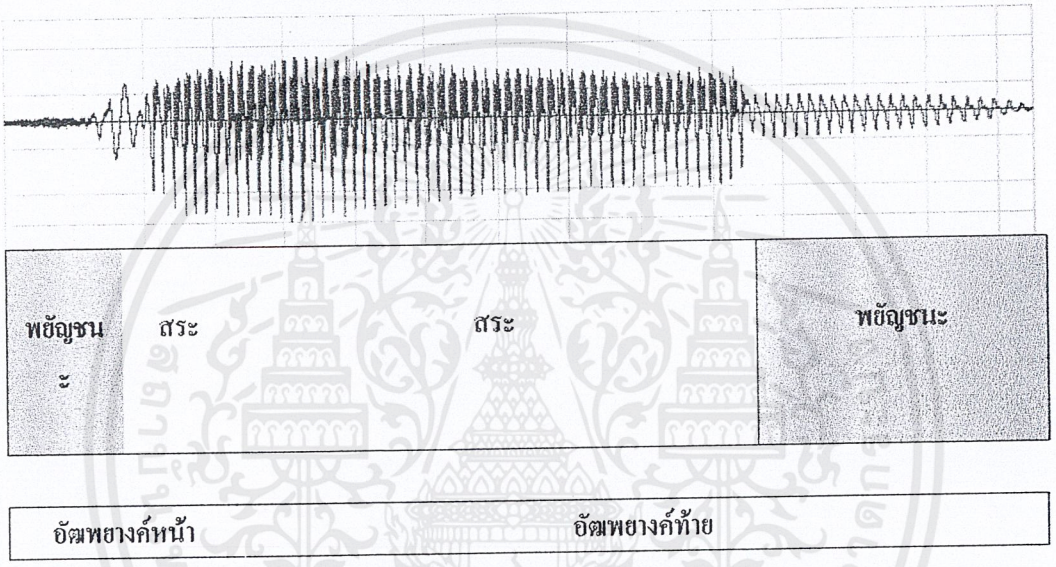
4.5 สรุปการศึกษาเสียงในภาษาไทย

การศึกษาระบบเสียงภาษาไทยนั้นทำให้เราเข้าใจโครงสร้างของแต่ละพยางค์ของภาษาไทยได้ดีขึ้น ช่วยให้เราสามารถแบ่งพยางค์เป็นอัฒพยางค์ได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น ทำให้เรามีข้อมูลเสียงที่ดีสำหรับนำไปใช้สังเคราะห์พยางค์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การแบ่งพยางค์เป็นอัฒพยางค์

หลังจากการบันทึกเสียงคำต่างๆ ที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว สามารถใช้โปรแกรม Cool Edit 2000 เลือกจุดตัดและตำแหน่งที่แบ่งเสียงออกเป็นอัฒพยางค์ได้โดยง่าย เนื่องจากโปรแกรมแสดงแฟ้มเสียงในรูปความดังเสียงเป็นเดซิเบล (dB) ในเชิงหน่วยเวลาเป็นมิลลิวินาที (ms) สิ่งสำคัญในการเลือกจุดแบ่งคือการทำความเข้าใจว่าในพยางค์ภาษาไทยนั้นมีการเรียงลำดับของเสียงตั้งแต่ เสียงพยัญชนะต้น สระ และตัวสะกดอย่างไร ต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นถึงการเรียงลำดับของเสียงในพยางค์ และแสดงถึงขนาดของอัฒพยางค์หน้าและอัฒพยางค์ท้ายในพยางค์



รูปที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบของเสียงในพยางค์และขนาดของอัฒพยางค์หน้าและท้าย

เปรียบเทียบคุณสมบัติเสียงพยัญชนะ และสระ

จากรูปที่ 4.2 จุดแบ่งอัฒพยางค์หน้าและอัฒพยางค์หลังออกจากกันเป็นบริเวณเสียงสระซึ่งอยู่ติดกับเสียงพยัญชนะต้น จำเป็นที่ต้องศึกษาความแตกต่างระหว่างเสียงพยัญชนะและเสียงสระเพื่อช่วยพิจารณาการแบ่งพยางค์ให้เป็นอัฒพยางค์ จากการศึกษาลักษณะการออกเสียงพยัญชนะ และสระจะเห็นว่ามีความแตกต่างกันดังต่อไปนี้

1.การปรากฏของเสียง เสียงพยัญชนะปรากฏลำพังได้ แต่บางเสียงก็ปรากฏชัดเจน บางเสียงปรากฏไม่ชัดเจนต้องอาศัยเกาะเสียงสระจึงปรากฏได้ชัดเจน ส่วนเสียงสระปรากฏลำพังได้ชัดเจนทุกเสียง และบางเสียงปรากฏได้ยาวนานมาก

2.เสียงพยัญชนะมีทั้งเสียงก้อง และไม่ก้อง ส่วนเสียงสระ เป็นเสียงก้องทุกเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เวลาออกเสียงพยัญชนะ มีการกักลมให้เสียงแปรเปลี่ยนไปเป็นลักษณะต่างๆ และใช้อวัยวะกักลมหลายส่วนเป็นฐานที่เกิดเสียงต่างๆ กัน แต่เมื่อออกเสียงสระไม่มีการกักดันลมอวัยวะในการออกเสียงจะอยู่ห่างกันทำให้ลมเคลื่อนออกทางปากได้อย่างสะดวก

4.การออกเสียงพยัญชนะลมออกทางช่องปาก และบางเสียงลมก็ออกทางช่องจมูก แต่เมื่อออกเสียงสระ ลมจะออกทางช่องปากเสมอ (บางภาษามีสระบางเสียงที่ลมออกพร้อมกันทั้งทางปากและทางจมูกเป็นเสียงขึ้นจมูก)

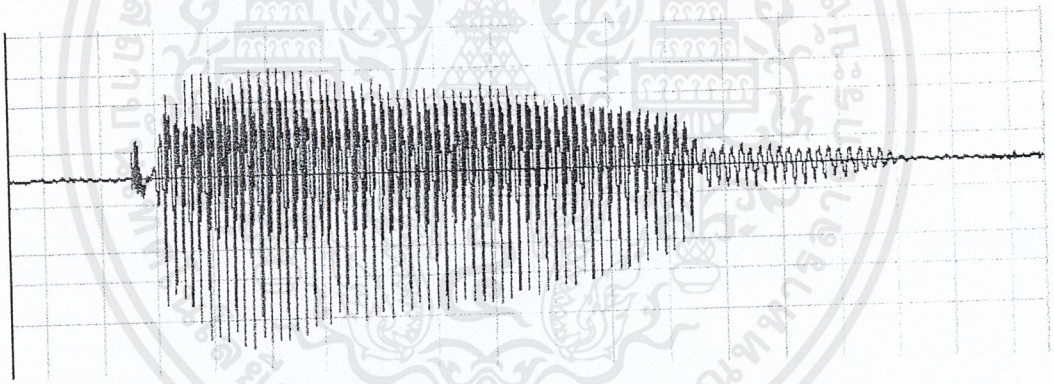
เมื่อศึกษาข้อมูลต่างๆ ของเสียงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ต่อไปเป็นกระบวนการแบ่งพยางค์ออกเป็นอัฒพยางค์รวมถึงการปรับหน่วยเสียงที่ได้ให้มีคุณภาพพร้อมสำหรับการนำไปสังเคราะห์เสียง

การแบ่งพยางค์ออกเป็นอัฒพยางค์นั้นมีกระบวนการดังต่อไปนี้

4.6.1 กำจัดสัญญาณรบกวน

ก่อนที่จะทำการแบ่งพยางค์ออกเป็นอัฒพยางค์ต้องทำการลดสัญญาณรบกวนออกจากเสียงที่ต้องการ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เราสามารถลดสัญญาณรบกวนออกจากเสียงได้ โดยมีวิธีการ ดังนี้

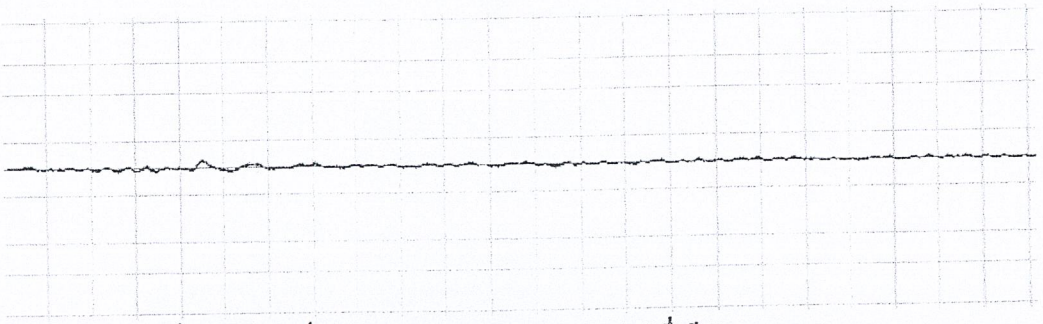
1. เปิดแฟ้มเสียงที่บันทึกไว้



รูปที่ 4.3 แสดงคลื่นเสียงของคำว่า “กาน /ka:n0/” ที่บันทึกไว้

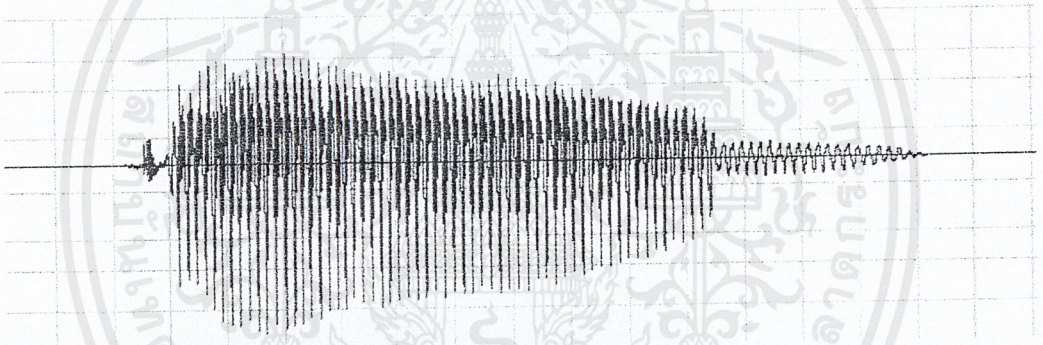
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เลือกสัญญาณรบกวนเพื่อเก็บข้อมูลของสัญญาณรบกวน (ควรเลือกสัญญาณรบกวนจากการบันทึกเสียงเงียบในสภาวะปกติ)



รูปที่ 4.4 แสดงคลื่นเสียงของเสียงเงียบในสภาวะปกติซึ่งมีสัญญาณรบกวน

3. ทำการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากเสียงที่บันทึก โดยใช้ข้อมูลของสัญญาณรบกวนที่เก็บเอาไว้ ทำให้ได้คลื่นเสียงที่กำจัดสัญญาณรบกวน ดังนี้



รูปที่ 4.5 แสดงคลื่นเสียงของคำว่า "กาน /ka:n0/" ที่กำจัดสัญญาณรบกวนแล้ว

4.6.2 แบ่งพยางค์เป็นอัฒพยางค์หน้าและอัฒพยางค์ท้าย

เมื่อทำการกำจัดสัญญาณรบกวนแล้วเราก็จะแบ่งพยางค์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

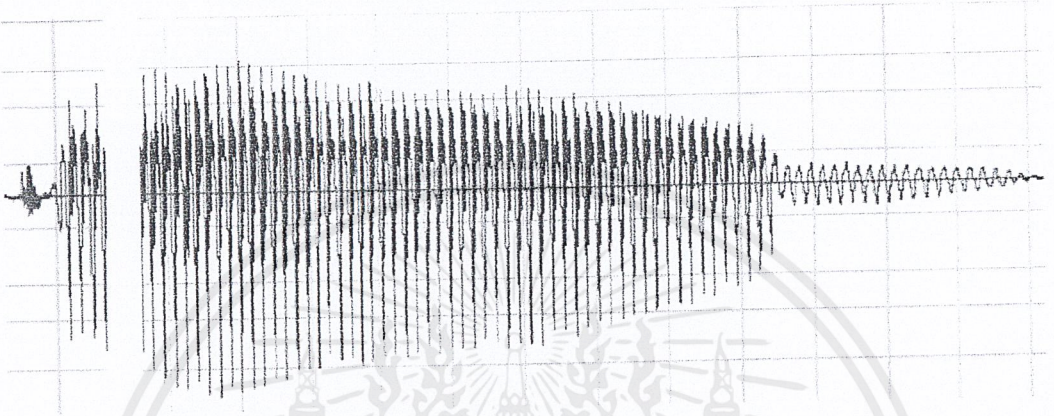
1. <u>อัฒพยางค์หน้า</u> เป็นหน่วยเสียงที่ประกอบด้วย เสียงพยัญชนะต้น + เสียงสระ (เล็กน้อย) การแบ่งอัฒพยางค์หน้าออกจากพยางค์นั้นควรให้อัฒพยางค์หน้ามีความยาวน้อยที่สุดที่ยังรักษาเสียงพยัญชนะต้นและเสียงสระ (เล็กน้อย) เอาไว้ได้

2. <u>อัฒพยางค์ท้าย</u> เป็นหน่วยเสียงที่ประกอบด้วย เสียงสระ + เสียงตัวสะกด + เสียงวรรณยุกต์ การแบ่งอัฒพยางค์ท้ายออกจากพยางค์นั้นควรให้เสียงสระนั้นชัดเจนแต่ไม่ยาวมากจนเกินไป เสียงวรรณยุกต์ที่อยู่ด้านท้ายสุดของคลื่นเสียงนั้นก็ไม่ควรให้ยาวจนเกินไปเช่นเดียวกัน

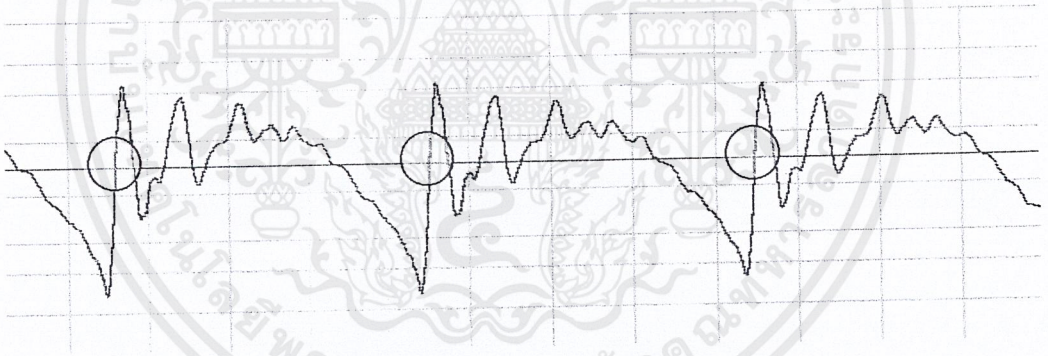
วิธีการแบ่งพยางค์ออกเป็นอัฒพยางค์หน้าและอัฒพยางค์ท้ายนั้นมีวิธีการ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) กำหนดจุดที่จะทำการแบ่ง โดยการสังเกตฟังเสียง ข้อสำคัญในการแบ่งพยางค์ออกเป็นอัฒพยางค์นั้น คือ จุดที่ทำการแบ่งนั้นต้องเป็นจุดที่คลื่นเสียงตัดแกนเวลาหรือมีความดังเป็นศูนย์เดซิเบล ซึ่งเราเรียกจุดนี้ว่า "Zero Crossing" เนื่องจากที่จุดตัดแกนเวลานี้เสียงมีความดังเป็นศูนย์เดซิเบล เมื่อเรานำเอาอัฒพยางค์มาสังเคราะห์เป็นพยางค์หรือประโยคจะทำให้เสียงสังเคราะห์มีความกลมกลืนเป็นเสียงเดียวกันไม่มีเสียงเพี้ยนหรือเสียงไม่สม่ำเสมอภายในพยางค์



รูปที่ 4.6 แสดงการแบ่งพยางค์ออกเป็นอัฒพยางค์หน้าและอัฒพยางค์ท้ายของเสียง "กาน /ka:n0/"



รูปที่ 4.7 แสดงจุดตัดแกนเวลา (Zero Crossing) ที่เป็นจุดแบ่ง

นอกจากจะเลือกจุดแบ่งที่เป็นจุดตัดแกนเวลาแล้ว จุดแบ่งนั้นต้องเป็นจุดที่ครบลูกคลื่น (Cycle) ด้วย เพื่อให้เสียงของอัฒพยางค์ที่แบ่งออกมานั้นมีเสียงที่ครบสมบูรณ์

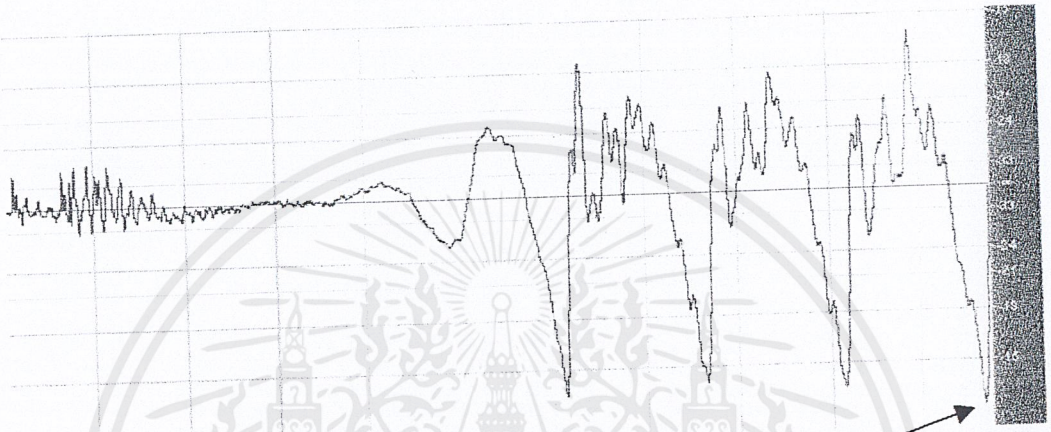
2) ปรับความดังของอัฒพยางค์หน้าและท้าย (Amplitude Normalization) เมื่อเราได้อัฒพยางค์ตามที่ต้องการแล้วความสำคัญอีกประการหนึ่งที่มีผลให้เสียงสังเคราะห์นั้นเป็นธรรมชาติ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

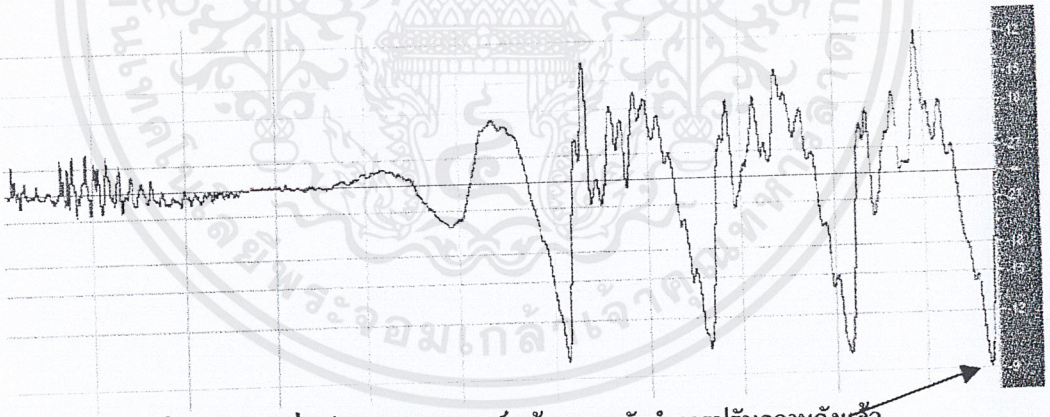
ความดังภายในพยางค์ที่สังเคราะห์ได้ต้องเท่ากัน ถึงจะทำให้เสียงพยางค์นั้นราบรื่นเหมือนพยางค์ที่ได้จากการออกเสียงธรรมชาติ

บริเวณที่เราทำการปรับความดังของอัฒพยางค์นั้น คือ บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างอัฒพยางค์หน้า (ส่วนท้าย) กับอัฒพยางค์ท้าย (ส่วนหน้า) โดยกำหนดให้ความดังของอัฒพยางค์เป็น —9 เดซิเบล การปรับความดังนั้นมีวิธีการ ดังนี้

2.1) <u>การปรับความดังของอัฒพยางค์หน้า</u> ทำการปรับด้านท้ายของคลื่นเสียง



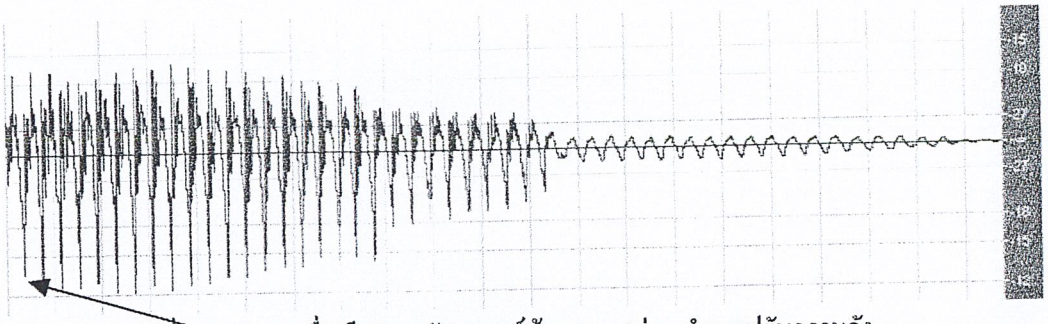
รูปที่ 4.8 แสดงคลื่นเสียงของอัฒพยางค์หน้า /ka/ ก่อนทำการปรับความดัง โดยบริเวณจุดเชื่อมต่อ (ด้านท้ายของคลื่นเสียง) มีความดังเป็น —13 เดซิเบล



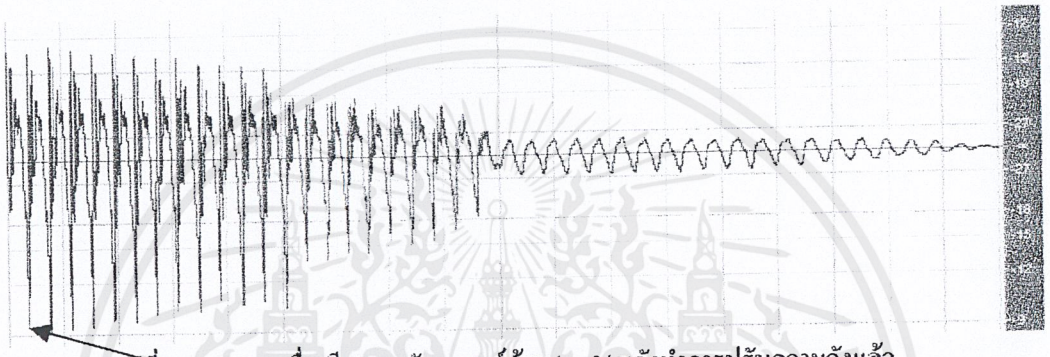
รูปที่ 4.9 แสดงคลื่นเสียงของอัฒพยางค์หน้า /ka/ หลังทำการปรับความดังแล้ว โดยบริเวณจุดเชื่อมต่อ (ด้านท้ายของคลื่นเสียง) มีความดังเป็น —9 เดซิเบล

2.2) <u>การปรับความดังของอัฒพยางค์ท้าย</u> ทำการปรับด้านหน้าของคลื่นเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงคลื่นเสียงของอัฒพยางค์ท้าย /a;n0/ ก่อนทำการปรับความดัง
โดยบริเวณจุดเชื่อมต่อ (ด้านท้ายของคลื่นเสียง) มีความดังเป็น −17 เดซิเบล



รูปที่ 4.11 แสดงคลื่นเสียงของอัฒพยางค์ท้าย /a;n0/ หลังทำการปรับความดังแล้ว
โดยบริเวณจุดเชื่อมต่อ (ด้านท้ายของคลื่นเสียง) มีความดังเป็น −9 เดซิเบล

3. การปรับความยาวของอัฒพยางค์ อันที่จริงแล้วความยาวของพยางค์แต่ละพยางค์ในประโยคพูดธรรมชาตินั้นแม้ว่าจะเป็นคำเดียวกันก็มีความยาวไม่เท่ากัน แต่ทำไมเราต้องทำการปรับความยาวอัฒพยางค์ เพราะว่าเราทำการบันทึกเสียงเป็นพยางค์ทำให้ความยาวของพยางค์ที่บันทึกยาวเกินกว่าพยางค์พูดธรรมชาติดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 จึงมีความจำเป็นในการปรับความยาวของอัฒพยางค์ ซึ่งอัฒพยางค์ที่เราทำการปรับความยาวนั้นเป็นอัฒพยางค์ท้าย เนื่องจากอัฒพยางค์หน้าที่ดีนั้นควรมีความยาวน้อยที่สุดเท่าที่ยังคงเสียงพยัญชนะต้นและเสียงสระ (น้อยมาก) เอาไว้ซึ่งเป็นความยาวที่น้อยมาก เราจึงทำการปรับความยาวกับเฉพาะอัฒพยางค์ท้ายเท่านั้น เพื่อให้ได้ความยาวที่เหมาะสมเราจึงทำการสังเกตประโยคพูดธรรมชาติ โดยได้ความยาวโดยประมาณแสดงในตารางต่อไปนี้

องค์ประกอบพยางค์	ความยาว (ms)
พยัญชนะต้นเดี่ยว + สระเสียงสั้น	195
พยัญชนะต้นเดี่ยว + สระเสียงสั้น + ตัวสะกดเสียงกัก	112
พยัญชนะต้นเดี่ยว + สระเสียงสั้น + ตัวสะกดเสียงไม่กัก	155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยัญชนะต้นควบกล้ำ + สระเสียงสั้น	222
พยัญชนะต้นควบกล้ำ + สระเสียงสั้น + ตัวสะกดเสียงกัก	123
พยัญชนะต้นควบกล้ำ + สระเสียงสั้น + ตัวสะกดเสียงไม่กัก	335
พยัญชนะต้นเดี่ยว + สระเสียงยาว	235
พยัญชนะต้นเดี่ยว + สระเสียงยาว + ตัวสะกดเสียงกัก	183
พยัญชนะต้นเดี่ยว + สระเสียงยาว + ตัวสะกดเสียงไม่กัก	244
พยัญชนะต้นควบกล้ำ + สระเสียงยาว	173
พยัญชนะต้นควบกล้ำ + สระเสียงยาว + ตัวสะกดเสียงกัก	191
พยัญชนะต้นควบกล้ำ + สระเสียงยาว + ตัวสะกดเสียงไม่กัก	252

ตารางที่ 4.1 แสดงความยาวของพยางค์ที่มีองค์ประกอบต่างๆ กัน

จากตารางที่ 4.1 จะสังเกตเห็นว่าความยาวโดยประมาณของพยางค์ในประโยคพูดธรรมชาตินั้นขึ้นอยู่กับว่าพยางค์นั้นๆ สร้างจากสระเสียงสั้นหรือยาว เราจึงทำการแบ่งพยางค์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) พยางค์ที่สร้างจากสระเสียงสั้น มีความยาวประมาณ 150-175 มิลลิวินาที
2) พยางค์ที่สร้างจากสระเสียงยาว มีความยาวประมาณ 200-250 มิลลิวินาที

<u>สรุปการแบ่งพยางค์เป็นอัฒพยางค์</u>

เมื่อเราทำการบันทึกและแบ่งอัฒพยางค์ออกมาจากพยางค์และนำอัฒพยางค์ที่ได้มาปรับปรุงให้ดีขึ้นโดยกระบวนการที่กล่าวมาแล้ว พบว่าเมื่อนำมาสังเคราะห์เสียงเป็นคำหรือประโยคแล้ว เสียงที่ได้จากการสังเคราะห์นั้นมีความใกล้เคียงกับเสียงพูดธรรมชาติมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การพัฒนาในส่วนสังเคราะห์เสียง

5.1 บทนำ

จากที่เรากล่าวมาแล้วในบทที่ 2 ว่าส่วนสังเคราะห์เสียงนั้นทำหน้าที่รวมแฟ้มเสียงอัฒพยางค์ที่ได้แบ่งเอาไว้มาสร้างเป็นคำหรือประโยคสังเคราะห์ ดังนั้นหากส่วนสังเคราะห์เสียงทำหน้าที่ได้ไม่ดีจะส่งผลให้เสียงสังเคราะห์ที่ได้ไม่ดีตามไปด้วย ต่อไปเราจะกล่าวถึงการพัฒนาส่วนสังเคราะห์เสียงให้สามารถสังเคราะห์เสียงที่ใกล้เคียงกับเสียงพูดธรรมชาติ โดยการสังเกตเสียงพูดธรรมชาติแล้วนำข้อมูลนั้นมาพัฒนาต่อไป

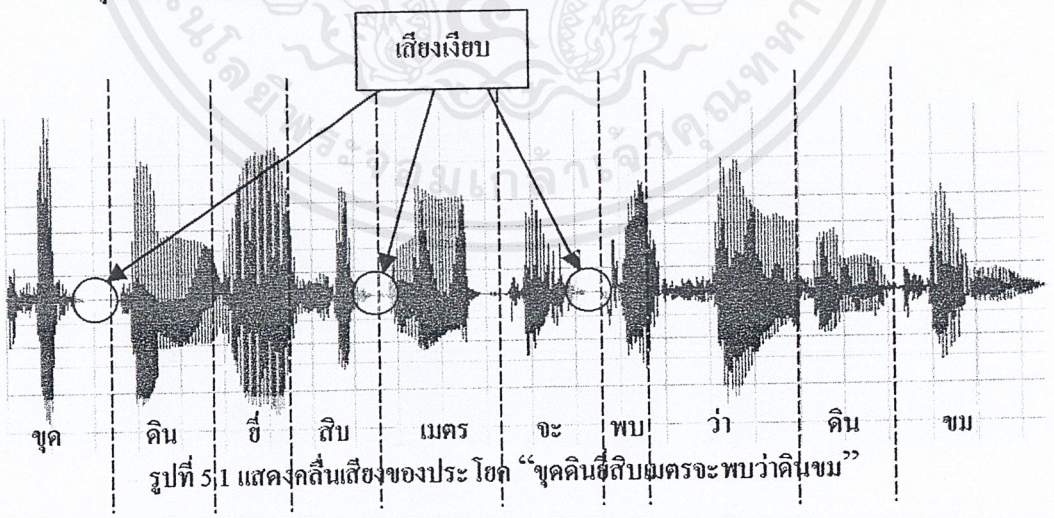
5.2 การปรับปรุงเสียงพยางค์ในประโยค

เมื่อเสียงอัฒพยางค์ที่จะนำมาสังเคราะห์เป็นพยางค์นั้นได้ทำการปรับปรุงจนได้พยางค์ที่ดีแล้ว เรามาพิจารณาการนำเอาพยางค์มาสร้างเป็นประโยคบ้าง ในประโยคพูดหนึ่งประกอบขึ้นจากคำหลายคำ ในแต่ละคำประกอบด้วยเสียงพยางค์ของตัวเองในที่นี้เราแบ่งพิจารณาพยางค์ 2 ชนิดด้วยกันได้แก่

1. พยางค์ที่เป็นคำตาย คือคำที่ไม่สามารถลากเสียงยาวต่อไปจากเสียงท้ายพยางค์ได้
2. พยางค์ที่เป็นคำเป็น คือคำที่สามารถลากเสียงยาวต่อไปจากเสียงท้ายพยางค์ได้

ในการทดลองนั้นเราทำการบันทึกเสียงประโยคพูดธรรมชาติแล้วทำการสังเกตลักษณะของพยางค์ภายในประโยคพูด โดยได้ผลการสังเกต ดังนี้

ขุดดินยี่สิบเมตรจะพบว่าดินขม ได้ผลการสังเกตเป็น



รูปที่ 5.1 แสดงคลื่นเสียงของประโยค “ขุดดินยี่สิบเมตรจะพบว่าดินขม”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากประโยค “ขุดดินยี่สิบเมตรจะพบว่าดินขม” มีเสียงอ่านว่า “ขุด – ดิน – ยี่ – สิบ – เมด – จะ – พบ – ว่า – ดิน – ขม” ซึ่งประกอบด้วยคำเป็นและคำตาย ดังต่อไปนี้

เสียงพยางค์	คำเป็น	คำตาย
ขุด		✓
ดิน	✓	
ยี่	✓	
สิบ		✓
เมด		✓
จะ		✓
พบ		✓
ว่า	✓	
ขม	✓	

ตารางที่ 5.1 แสดงชนิดของพยางค์ในประโยค “ขุดดินยี่สิบเมตรจะพบว่าดินขม”

ในรูปคลื่นเสียงของประโยค “ขุดดินยี่สิบเมตรจะพบว่าดินขม” พบว่าหลังจากเสียงคำตายจะตามมาด้วยเสียงเงียบเสมอ เราจึงทำการแทรกเสียงเงียบต่อจากอัฒพยางค์ที่เป็นคำตาย ต่อไปนี้

1. อัฒพยางค์ท้ายที่ประกอบด้วยสระเสียงสั้น และไม่มีตัวสะกด
2. อัฒพยางค์ท้ายที่ประกอบด้วยสระเสียงสั้น และมีตัวสะกด แม่กก แม่กด แม่กบ

เมื่อแทรกเสียงเงียบเข้าไปในประโยคสังเคราะห์ที่ประกอบด้วยคำตาย เราพบว่าประโยคสังเคราะห์ที่ได้นั้นมีความเป็นธรรมชาติมากกว่าประโยคที่ไม่ได้แทรกเสียงเงียบต่อท้ายพยางค์ที่เป็นคำตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การใช้อัฒพยางค์หน้าของพยางค์ที่มีสระเป็นสระประสม

5.3.1 ประเภทของเสียงสระ

รูปสระในภาษาไทยมี 21 รูป แต่มีถึง 32 เสียง ในจำนวนทั้งหมด 32 เสียงนั้น สามารถแบ่งประเภทได้ตามแนวการศึกษาทางภาษาศาสตร์ คือ สระเดี่ยว 18 เสียง สระประสม 6 เสียง และสระเกิน 8 เสียง ซึ่งสระเกินเป็นสระที่มีเสียงพยัญชนะรวมอยู่ด้วยจึงไม่ได้นับเป็นเสียงสระที่เรากำลังศึกษากันอยู่

1) สระเดี่ยว (Monophthong) หมายถึง เสียงสระที่มีที่เกิดเพียงฐานเดียว คือ เสียงสระที่เกิดจากการบังคับลิ้นให้อยู่ในระดับที่ต้องการเพียงจุดหนึ่งจุดใด แล้วจึงเปล่งเสียงออกมาเกิดเป็นเสียง มี 18 เสียงแบ่งเป็นเสียงสั้น 9 เสียงและเสียงยาวอีก 9 เสียง โดยแบ่งออกเป็นชนิดย่อยได้ 3 ชนิด โดยเรียกตามส่วนของลิ้นที่ยกขึ้นใกล้เพดาน ดังนี้

- <u>สระหน้า</u> เกิดจากการที่ออกเสียงสระ โดยปล่อยออกจากปอดให้ผ่านขึ้นมาในช่องปาก ในขณะที่ยกลิ้นส่วนหน้าขึ้นใกล้เพดานแข็ง สระหน้าในภาษาไทยมี 3 คู่ คือ อิ [i], อี [i:] ; เอะ [e], เอ [e:] และ แอะ [x], แอ [x:] โดยแต่ละคู่คือสระเสียงสั้นและเสียงยาวที่เป็นคู่กัน

- <u>สระกลาง</u> เกิดจากการที่ออกเสียงสระ โดยปล่อยลมออกจากปอดให้ผ่านขึ้นมาในช่องปาก ในขณะที่ยกลิ้นระหว่างลิ้นส่วนหน้ากับลิ้นส่วนหลังขึ้นใกล้บริเวณเพดานแข็งต่อกับบริเวณเพดานอ่อน สระกลางในภาษาไทยมี 3 คู่ คือ อะ [a], อา [a:] ; อึ [v], อือ [v:] และ เออะ [#], เออ [#:] โดยแต่ละคู่คือเสียงสระเสียงสั้นและสระเสียงยาวที่เป็นคู่กัน

- <u>สระหลัง</u> เกิดจากการที่ออกเสียงสระ โดยปล่อยลมออกจากปอดให้ผ่านขึ้นมาในช่องปาก ในขณะที่ยกลิ้นส่วนหลังขึ้นใกล้เพดานอ่อน สระหลังในภาษาไทยมี 3 คู่ คือ อุ [u], อู [u:] ; โอะ [o], โอ [o:] และ เอาะ [@], ออ [@:] โดยแต่ละคู่คือเสียงสระเสียงสั้นและสระเสียงยาวที่เป็นคู่กัน

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

เอียะ	เกิดจากการออกเสียงสระ	อิ+อะ
เอีย	เกิดจากการออกเสียงสระ	อี+อา
เอือะ	เกิดจากการออกเสียงสระ	อึ+อะ
เอือ	เกิดจากการออกเสียงสระ	อือ+อา
อัวะ	เกิดจากการออกเสียงสระ	อุ+อะ
อัว	เกิดจากการออกเสียงสระ	อู+อา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสังเกตการออกเสียงของสระประสมข้างต้นแล้ว เราสามารถแสดงความเกี่ยวเนื่องของเสียงแต่ละเสียงได้ดังนี้

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

ตารางที่ 5.2 แสดงความเกี่ยวเนื่องของเสียงแต่ละเสียงในการออกเสียงสระประสม

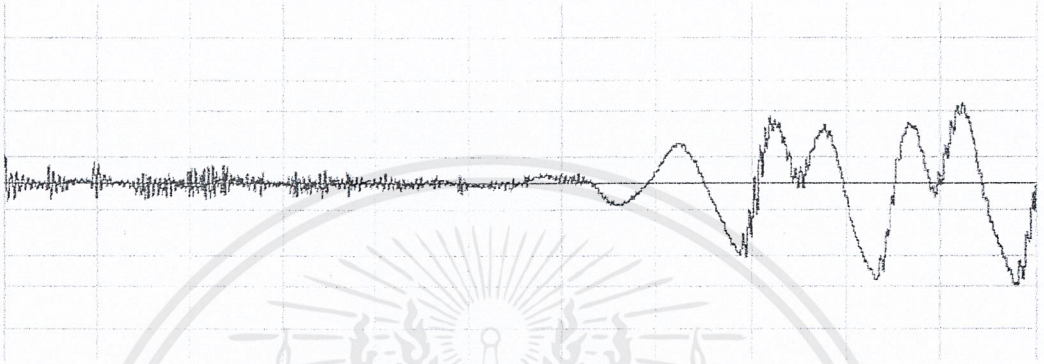
3) สระเกิน หมายถึง เสียงสระที่มีเสียงซ้ำกับเสียงสระเดี่ยวและมีเสียงพยัญชนะประสมอยู่ สระเกินมีอยู่ 8 เสียง คือ

ฤ	เกิดจากการออกเสียง	ร+อึ
ฤา	เกิดจากการออกเสียง	ร+รือ
ฦ	เกิดจากการออกเสียง	ล+อึ
ฦา	เกิดจากการออกเสียง	ล+อือ
อำ	เกิดจากการออกเสียง	อะ+ม
ไอ,ใอ	เกิดจากการออกเสียง	อะ+ย
เอา	เกิดจากการออกเสียง	อะ+ว

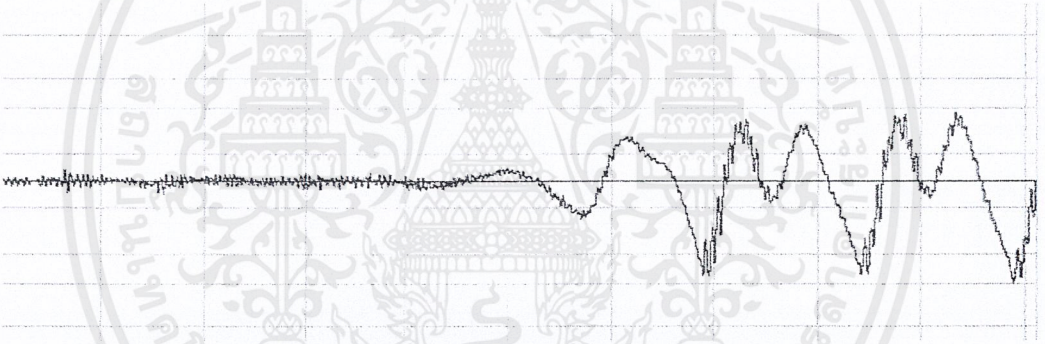
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 การใช้อัฒพยางค์ส่วนหน้าของสระแท้ฐานเดี่ยวเป็นอัฒพยางค์หน้าของอัฒพยางค์สระประสม

จากหัวข้อที่ 5.4.1 สระประสมนั้นเป็นสระที่เกิดจากการออกเสียงสระแท้ฐานเดี่ยวต่อกันจนกลายเป็นอีกเสียงหนึ่ง ดังนั้นสามารถใช้อัฒพยางค์หน้าของสระแท้ฐานเดี่ยวแทนอัฒพยางค์หน้าของสระประสมได้ ดังจะแสดง ต่อไปนี้



รูปที่ 5.2 แสดงคลื่นเสียงของอัฒพยางค์หน้า /ki/ ที่ตัดออกมาจากพยางค์ /ki;an0/



รูปที่ 5.2 แสดงคลื่นเสียงของอัฒพยางค์หน้า /ki/ ที่ตัดออกมาจากพยางค์ /ki;n0/

จากคลื่นเสียงที่แสดงในรูปที่ 5.1 และ 5.1 จะเห็นว่าลักษณะของคลื่นเสียงทั้งสองนั้นมีลักษณะที่เหมือนกัน จึงสามารถนำอัฒพยางค์หน้าที่ตัดมาจาก “กิน /ki;n0/” มาใช้เป็นอัฒพยางค์หน้าเพื่อสร้างเสียงสังเคราะห์ของสระเอีย /i;a/ ที่เป็นสระประสมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>สรุป</u>

จากการปรับปรุงที่กล่าวมาแล้วนั้นช่วยให้เสียงที่สังเคราะห์ที่ได้นั้นออกมาใกล้เคียงกับเสียงพูดธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ซึ่งอันที่จริงแล้วหากสังเกตการพูดโดยธรรมชาติแล้ว การพูดธรรมชาติจะไม่มีหลักการอะไรตายตัวเพราะเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละบุคคล ส่งผลให้การปรับปรุงคุณภาพเสียงที่สามารถสังเคราะห์ได้นั้นมีวิธีการที่หลากหลาย พร้อมทั้งยังไม่มีรูปแบบและวิธีการที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับผู้ที่ทำการปรับปรุงว่าสังเกตพบอะไรและสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้แก้ไขได้มากเพียงไร

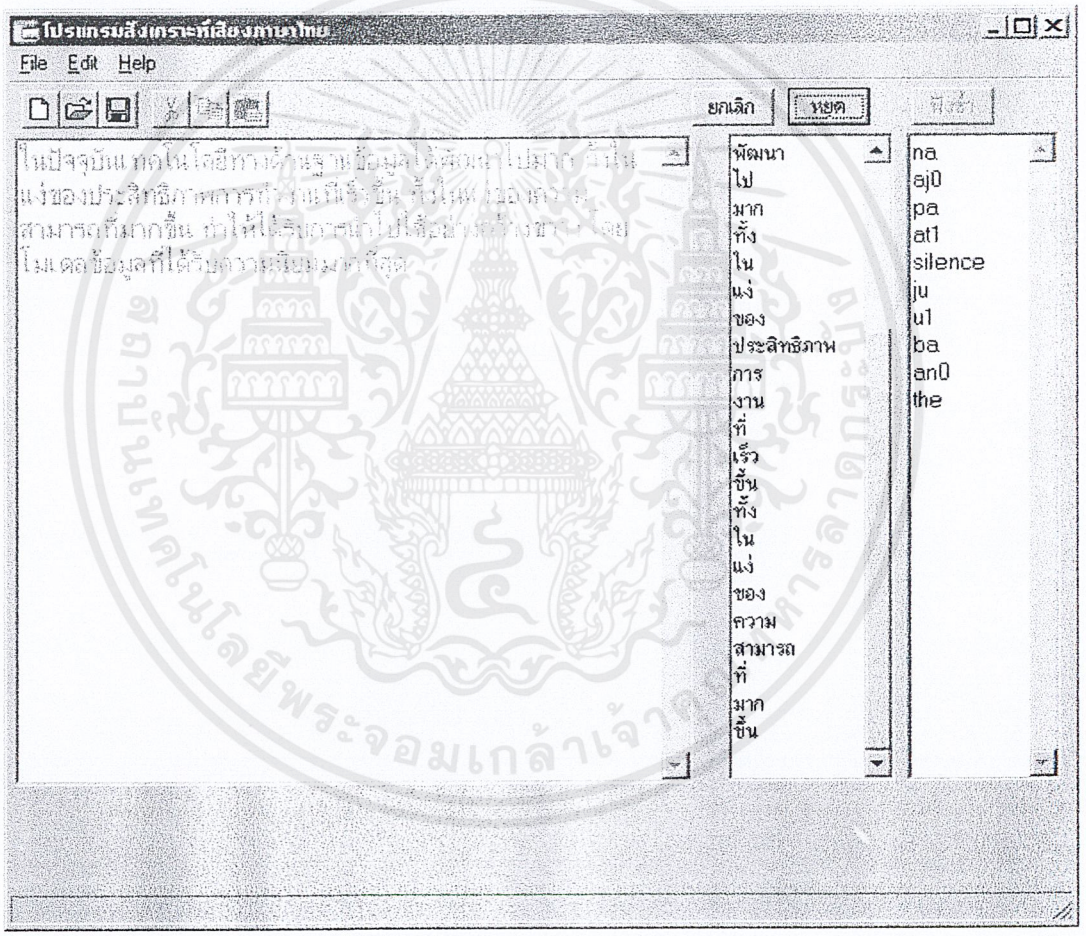
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การพัฒนาโปรแกรมสังเคราะห์เสียง

6.1 บทนำ

จากเดิมโปรแกรมสังเคราะห์เสียงสามารถตัดคำภาษาไทยจะตัดได้เฉพาะคำที่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์เท่านั้น ในบทนี้จึงเป็นการปรับปรุงเพิ่มโปรแกรมย่อยที่สามารถตัดคำที่ไม่มีความหมายนอกเหนือจากในพจนานุกรมคำศัพท์ได้

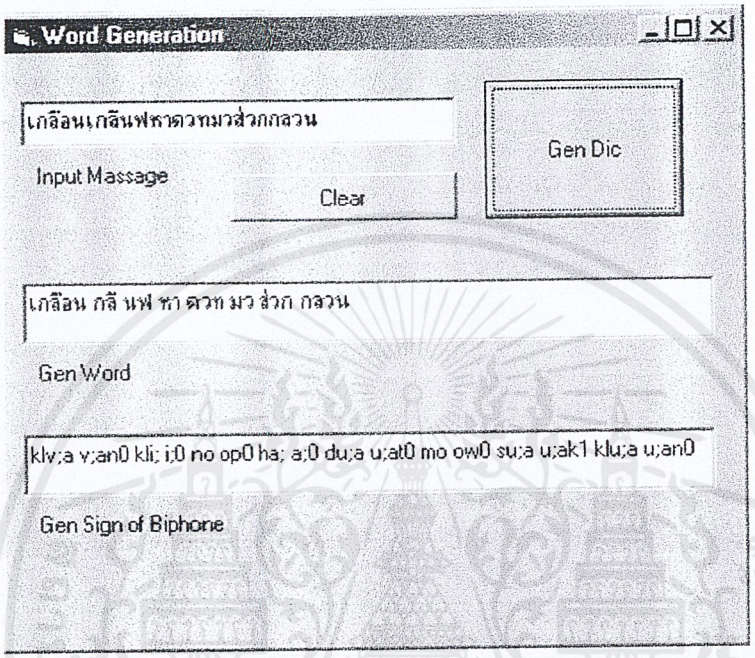
6.2 โปรแกรมสังเคราะห์เสียง



เนื่องจากโปรแกรมที่มีอยู่เดิมนั้นยังมีปัญหาในการติดตั้งและเรียกใช้งาน จึงมีการเขียนโปรแกรมขึ้นใหม่ทั้งหมด หากแต่ยังอ้างอิงถึงหลักการและลักษณะแนวความคิดในโปรแกรมเดิมอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 โปรแกรมย่อยของการตัดคำ



จากเดิมโปรแกรมสังเคราะห์เสียงสามารถตัดคำภาษาไทยจะตัดได้เฉพาะคำที่มีอยู่ในพจนานุกรมคำศัพท์เท่านั้น งานวิจัยนี้จึงได้เพิ่มโปรแกรมย่อยช่วยในส่วนของการตัดคำที่อยู่นอกเหนือจากพจนานุกรมคำศัพท์ที่มีอยู่แล้ว

<u>สรุป</u>

ในโปรแกรมหลักที่เขียนขึ้นใหม่นั้นสามารถใช้งานและติดตั้งได้ง่ายกว่าแต่เดิมมาก และในส่วนของโปรแกรมย่อยที่ช่วยในส่วนของการตัดคำที่อยู่นอกเหนือจากพจนานุกรมคำศัพท์ที่มีอยู่แล้วนั้น ยังไม่สามารถตัดคำในบางกรณีได้ เช่น

อมร ตัดได้ อะ มน แต่จริงแล้วต้องตัดเป็น อะ มอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ลักษณะของหน่วยเสียงพยัญชนะในภาษาไทย

1) พยัญชนะระเบิด และพยัญชนะกัก (Plosive & Stop)

"เสียงพยัญชนะระเบิด (Plosive)" คือ เสียงพยัญชนะที่เกิดจากลมที่เปล่งออกมาถูกกัก ณ ที่หนึ่งที่ใดในช่องปาก แล้วเปิดช่องที่กั้นนั้นให้ลมพุ่งออกมาโดยแรง ในภาษาไทยมีพยัญชนะเสียงกัก 11 เสียง คือ

- เสียงพยัญชนะระเบิด ไม่ก้อง ไม่มีลม ได้แก่

เกิดที่ริมฝีปาก คือ /p/

เกิดที่บริเวณปุ่มเหงือกหรือฟัน คือ /t/

เกิดที่เพดานแข็ง คือ /c/

เกิดที่เพดานอ่อน คือ /k/

เกิดที่ช่องระหว่างเส้นเสียง คือ /?/

การเปล่งเสียง ริมฝีปากอยู่ชิดกันสนิท ลมจึงถูกกักที่ริมฝีปาก เมื่อจะเปล่งเสียงต้องเปิดริมฝีปากปล่อยให้ลมระเบิดออกมาทันที เส้นเสียงเปิดปริมาณลมเป็นไปตามปกติหรืออาจกล่าวได้ว่าไม่มีกลุ่มลมตามออกมา คำที่มีเสียงนี้เช่น ปา /pa:/ ปู /pu:/ ปรากฏเป็นเสียงเฉพาะต้นพยางค์เท่านั้น เมื่อเสียงนี้ปรากฏที่ท้ายพยางค์จะถูกเรียกว่าพยัญชนะกัก (Stops) จะไม่มีการเปิดริมฝีปากให้ลมระเบิดออกมาโดยถือว่าพยัญชนะทั้งคู่นี้เป็นเสียงย่อยของหน่วยเสียงเดียวกันปรากฏสับหลีกกัน

- เสียงพยัญชนะระเบิด ไม่ก้อง มีลม ได้แก่

เกิดที่ริมฝีปาก คือ /ph/

เกิดที่ฟัน คือ /th/

เกิดที่เพดานแข็งส่วนหน้าใกล้ปุ่มเหงือก คือ /ch/

เกิดที่เพดานอ่อน คือ /kh/

การเปล่งเสียง ริมฝีปากอยู่ชิดกันสนิท ลมถูกกักที่ริมฝีปาก เมื่อจะเปล่งเสียงต้องเปิดริมฝีปากปล่อยให้ลมระเบิดออกมาทันที เส้นเสียงเปิด ปริมาณลมออกมามากกว่าปกติ คำที่มีเสียงนี้ เช่น ผ้า /pha;2/ ภาพ /pha;p2/ พวก /phuak2/ ปรากฏเป็นเสียงต้นพยางค์เท่านั้น เมื่ออยู่ท้ายพยางค์จะเรียกว่าพยัญชนะกัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เสียงพยัญชนะระเบิด ก้อง ไม่มีลม

เกิดที่ริมฝีปาก คือ /b/

เกิดที่ปุ่มเหงือก คือ /d/

การเปล่งเสียง ริมฝีปากอยู่ชิดกันสนิท ลมถูกกักที่ริมฝีปาก เส้นเสียงอยู่ชิดกันแต่ไม่ชิดกันสนิท ขณะเปล่งเสียงลมจะผ่านเส้นเสียงออกมาทำให้เส้นเสียงสั้นสะเทือน ขณะเดียวกันก็เปิดริมฝีปาก ปล่อยลมระเบิดออกไปทันที ปริมาณลมเป็นไปตามปกติ คำที่มีเสียงนี้ เช่น บ้าน /ba;n2/ ปรากฏเป็นเสียงต้นพยางค์เท่านั้น

เสียงระเบิดจะเกิดเฉพาะกับพยัญชนะต้นเท่านั้นถ้าพยัญชนะพวกนี้ไปอยู่ที่ส่วนท้ายคำหรือตัวสะกดจะทำให้เกิดเสียงอีกอย่างหนึ่ง คือ “เสียงกัก (Stop)” เสียงกักในภาษาไทยมี 4 เสียง คือ

/p˺/ เสียงพยัญชนะกัก ไม่ก้อง เกิดที่ริมฝีปาก

/t˺/ เสียงพยัญชนะกัก ไม่ก้อง เกิดที่ฟัน

/k˺/ เสียงพยัญชนะกัก ไม่ก้อง เกิดที่เพดานแข็ง

/ʔ˺/ เสียงพยัญชนะกัก ไม่ก้อง เกิดที่ช่องระหว่างเส้นเสียง

2) พยัญชนะนาสิก (Nasals)

ในการเปล่งเสียงนาสิก ลมจากปอดขึ้นไปที่จมูกได้ แต่ผ่านออกทางช่องปากไม่ได้เพราะทางเดินของลมในช่องปากถูกปิดกั้นสนิท ณ ที่ใดที่หนึ่ง เสียงนาสิกในภาษาไทย ปรากฏมี 3 หน่วย มีลักษณะเป็นเสียงก้องทั้งหมด และหน่วยเสียงทั้ง 3 นี้ปรากฏได้ทั้งตำแหน่งพยัญชนะต้นและตัวสะกด คือ

/m/ พยัญชนะนาสิก ก้อง เกิดที่ริมฝีปาก

/n/ พยัญชนะนาสิก ก้อง เกิดที่ฟัน

/ng/ พยัญชนะนาสิก ก้อง เกิดที่เพดานอ่อน

3) พยัญชนะข้างลิ้น (Lateral)

เสียงพยัญชนะข้างลิ้นเป็นเสียงพยัญชนะก้องซึ่งเปล่งโดยใช้ลิ้นปิดบริเวณปุ่มเหงือกและเพดานตรงส่วนกลางๆ ไว้ ปล่อยให้ลมออกมาข้างๆ ลิ้น มีเพียงหน่วยเสียงเดียวคือ /l/

4) พยัญชนะรัว (Rolled)

เสียงพยัญชนะรัวเป็นเสียงพยัญชนะก้อง ในขณะที่เปล่งเสียง ต้องทำปลายลิ้นให้มีลักษณะอ่อนตัวที่สุด จนสามารถกระดกขึ้นไปแตะหลังฟันได้หลายๆ ครั้ง ในภาษาไทยมีเสียงเดียว คือ /r/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) พยัญชนะเสียงแทรก (Fricatives)

เสียงพยัญชนะเสียงแทรก คือ เสียงพยัญชนะซึ่งเกิดขึ้นเมื่อลมที่ทำให้เกิดเสียงต้องบีบตัวผ่านช่องแคบ ณ ที่ใดที่หนึ่งในช่องปาก และทำให้เกิดเสียงซู่ซ่าขึ้น อวัยวะที่ทำให้เกิดช่องแคบได้ คือ ริมฝีปาก ฟันกับริมฝีปาก ลิ้นกับส่วนต่างๆ ของเพดานปาก และที่ช่องระหว่างเส้นเสียง ในภาษาไทยเสียงเสียดแทรกเป็นเสียงไม่ก้องและปรากฏในตำแหน่งพยัญชนะต้น มี 3 หน่วยเสียง คือ

/t/ เกิดขึ้นโดยการกดฟันลงบนริมฝีปากล่างเบาๆ แล้วเปล่งเสียงโดยปล่อยลมให้ผ่านฟันออกมา

/s/ เกิดขึ้นโดยอวัยวะ คือ ฟันทั้งบนและล่างกับลิ้นส่วนปลายทำงานประสานสัมพันธ์กัน

/h/ เกิดขึ้นตรงช่องระหว่างเส้นเสียง ช่องนี้จะอยู่ในลักษณะที่แคบกว่าในตำแหน่งหายใจยาวๆ แต่ไม่แคบจนทำให้เส้นเสียงสั่น กำลังลมที่ถูกบีบผ่านออกมาค่อนข้างแรง

6) เสียงอรรธสระหรือเสียงกึ่งสระ (Semi-vowels)

เสียงพยัญชนะอรรธสระ เป็นเสียงที่เกิดขึ้นระหว่างเสียงสระ 2 เสียง ในการเปล่งเสียงพยัญชนะอรรธสระ อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงจะอยู่ในตำแหน่งของสระใดสระหนึ่งก่อนแล้วเปล่งเสียงออกมา ในขณะที่เปลี่ยนอวัยวะนั้นๆ ไปสู่ตำแหน่งของสระอีกตำแหน่งหนึ่ง หน่วยเสียงพยัญชนะอรรธสระในภาษาไทยมี 2 หน่วย คือ /j/ และ /w/ หน่วยเสียงพยัญชนะอรรธสระในภาษาไทยปรากฏทั้งพยัญชนะต้น และพยัญชนะตัวสะกด

ลักษณะเสียงพยัญชนะไทย

นอกจากลักษณะหน่วยเสียงต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว พยัญชนะไทยยังมีลักษณะเสียงที่ควรทราบ คือ

1) พยัญชนะโฆษะหรือพยัญชนะเสียงก้อง(Voiced Sounds) คือ เสียงพยัญชนะที่เกิดจากลมผ่านเส้นเสียงขณะที่เส้นเสียงปิดลมจึงดันเส้นเสียงทำให้เส้นเสียงเกิดอาการสั่นสะบัด มี 8 เสียง คือ /b/, /d/, /m/, /n/, /ng/, /l/, /w/, /j/

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

3) พยัญชนะสิถิลหรือพยัญชนะเสียงเบา (Unaspirated Sounds) คือ เสียงพยัญชนะที่เปล่งออกมาแล้วไม่มีลมพุ่งตามออกมาด้วย สามารถทดสอบได้โดยการใช้กระดาษบางๆ หรือหลังมือจ่อที่ริมฝีปาก จะไม่มีลมพุ่งตามออกมากระทบกระดาษหรือหลังมือ มี 5 เสียง คือ /p/, /t/, /k/, /?/, /c/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) พยัญชนะธนิตหรือพยัญชนะเสียงหนัก (Aspirated Sounds) คือ เสียงพยัญชนะที่เปล่งออกมาแล้วมีลมพุ่งตามออกมาด้วย สามารถทดสอบได้โดยการใช้กระดาษบางๆ หรือหลังมือจ่อที่ริมฝีปาก จะมีลมพุ่งตามออกมากระทบกระดาษหรือหลังมือ มี 4 เสียง คือ /ph/, /th/, /kh/, /ch/ โดยสัญลักษณ์แทนเสียงจะใช้ตัว “h” แทนการที่มีลมพุ่งออกมา

หน่วยเสียงพยัญชนะไทยดังกล่าว มีลักษณะของเสียงและที่เกิดของเสียงดังตารางต่อไปนี้ คือ

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

ตารางที่ 1แสดงลักษณะของเสียงและที่เกิดเสียงของหน่วยเสียงพยัญชนะในภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งและคุณสมบัติของเสียงพยัญชนะไทย

เสียงพยัญชนะ ไทยทั้ง 21 เสียงนั้น มีตำแหน่งและคุณสมบัติที่อธิบายได้ดังนี้

1) ตำแหน่งต้นคำ พยัญชนะทุกเสียงในภาษาไทย ตกอยู่ในตำแหน่งต้นคำได้ทั้งหมด เช่น ลา /la/, มี /mi;/, ม้า /ma;/, นะ /na/ เป็นต้น

2) ตำแหน่งท้ายคำ พยัญชนะทุกเสียงในภาษาไทย ตกอยู่ในตำแหน่งท้ายคำได้ มีอยู่ 9 เสียง เท่านั้น คือ ป /p/, ต /t/, ก /k/, ม /m/, ว /w/, น /n/, ย /j/, ง /ng/ และ อ /?/ (ไม่มีตัวสะกด) ตัวอย่างเช่น

ฉาบ	/cha;p/	มีเสียง	ป /p/	ท้ายคำ	แม่กบ
ตาด	/ta;t/	มีเสียง	ต /t/	ท้ายคำ	แม่กด
กัก	/kak/	มีเสียง	ก /k/	ท้ายคำ	แม่กก
โคม	/kho;m/	มีเสียง	ม /m/	ท้ายคำ	แม่กม
นาง	/na;ng/	มีเสียง	ง /ng/	ท้ายคำ	แม่กง
นาย	/na;j/	มีเสียง	ย /y/	ท้ายคำ	แม่เกอย
นาว	/na;w/	มีเสียง	ว /w/	ท้ายคำ	แม่เกอว
เอ๊ะ	/?e?/	มีเสียง	อ /?/	ท้ายคำ	ไม่มีตัวสะกด

จากตัวอย่างจะพบว่าในแม่กบ กับแม่กด ไม่ได้เสียง บ /b/ กับเสียง ด /d/ สะกด เพราะว่าทั้งสองคือ บ และ ด เวลาออกเสียงระเบิด(released) คล้ายๆ เสียง b และ d ในภาษาอังกฤษ ดังนั้น คำว่า “ฉาบ” ควรจะออกเสียงเป็น ฉาบ-เบอะ (เบอะ คือ เสียงที่เกิดจากลมออกมาจากริมฝีปาก) และคำว่า “ตาด” ก็จะเป็นตาด-เดอะ ดังนั้นหน่วยเสียง บ และ ด จะปรากฏท้ายคำในภาษาไทยไม่ได้ ควรเป็นเสียง ป /p/ และ ต /t/ มากกว่าเพราะสองเสียงนี้เวลาอยู่ท้ายคำเสียงไม่ระเบิด

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

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

ตารางที่ 2 แสดงเสียงพยัญชนะไทยที่สามารถควบกับเสียงอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของคำที่มีพยัญชนะต้นควบกล้ำ ได้แก่

กร	เช่น	กราม	กรุ	เกรียม
กล	เช่น	กลิ่น	กลืน	กลับ
กว	เช่น	ไกว	กวาง	แกว่ง
คร	เช่น	ครบ	ครีบ	คราด
คล	เช่น	คลาน	ไคล	คลุก
คว	เช่น	ความ	ควาย	ควัน
ตร	เช่น	ตรวน	ตรวจ	ตรัง
ทร	เช่น	จันทรา	นิทรา	
ปร	เช่น	ปรับ	ปรุ	ปรี่
ปล	เช่น	ปลง	ปลูก	ปลิง
พร	เช่น	พระ	ไพร	พราน
พล	เช่น	พลัน	พลาย	พลิก
บร*	เช่น	บริดจ์	บรอนซ์	
บล*	เช่น	บล็อก	บลู	
ดร*	เช่น	ดรัม	ดรอว์	ดราฟต์
ฟร*	เช่น	ฟรี		
ฟล*	เช่น	ฟลาย	แฟลต	

คำภาษาไทยจะ ไม่ปรากฏเสียงควบกล้ำในตำแหน่งตัวสะกด และคำที่มีเครื่องหมายดอกจัน (*) เป็นคำภาษาต่างประเทศที่ถือเป็นภาษาไทยแล้ว เช่น คำที่ยืมมาจากภาษาบาลีและสันสกฤต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (v)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (@)	เออะ (#)	แอะ (x)	อัวะ (ua)	เอือะ (va)	เอียะ (ia)
ก (k)	ka	ki	ku	kv	ke	ko	k@	k#	kx	kua	kva	kia
ค,ข,ฆ (kh)	kha	khi	khu	khv	khe	kho	kh@	kh#	khx	khua	khva	khia
ง (ng)	nga	ng i	ngu	ngv	nge	ngo	ng@	ng#	ngx	ngua	ngva	ngia
ฉ,ช,ฌ (ch)	cha	chi	chu	chv	che	cho	ch@	ch#	chx	chua	chva	chia
จ (c)	ca	ci	cu	cv	ce	co	c@	c#	cx	cua	cva	cia
ซ,ส,ษ,ศ (s)	sa	si	su	sv	se	so	s@	s#	sx	sua	sva	sia
ญ,ย (j)	ja	ji	ju	jv	je	jo	j@	j#	jx	jua	jva	jia
ฎ,ด (d)	da	di	du	dv	de	do	d@	d#	dx	dua	dva	dia
ฏ,ต (t)	ta	ti	tu	tv	te	to	t@	t#	tx	tua	tva	tia
ฐ,ถ,ท,ธ,ฑ (th)	tha	thi	thu	thv	the	tho	th@	th#	thx	thua	thva	thia
น,ณ (n)	na	ni	nu	nv	ne	no	n@	n#	nx	nua	nva	nia
บ (b)	ba	bi	bu	bv	be	bo	b@	b#	bx	bua	bva	bia
ป (p)	pa	pi	pu	pv	pe	po	p@	p#	px	pua	pva	pia
พ,ผ (ph)	pha	phi	phu	phv	phe	pho	ph@	ph#	phx	phua	phva	phia
ฝ,ฟ (f)	fa	fi	fu	fv	fe	fo	f@	f#	fx	fua	fva	fia
ม (m)	ma	mi	mu	mv	me	mo	m@	m#	mx	mua	mva	mia
ร (r)	ra	ri	ru	rv	re	ro	r@	r#	rx	rua	rva	ria
ล (l)	la	li	lu	lv	le	lo	l@	l#	lx	lua	lva	lia
ว (w)	wa	wi	wu	wv	we	wo	w@	w#	wx	wua	wva	wia
อ (?)	?a	?i	?u	?v	?e	?o	?@	?#	?x	?ua	?va	?ia
ฮ,ห (h)	ha	hi	hu	hv	he	ho	h@	h#	hx	hua	hva	hia
กว (kw)	kwa	kwi	kwu	kwv	kwe	kwo	kw@	kw#	kwx	kwua	kwva	kwia
กร (kr)	kra	kri	kru	krv	kre	kro	kr@	kr#	krx	krua	krva	kria
กล (kl)	kla	kli	klu	klv	kle	klo	kl@	kl#	klx	klua	klva	klia
คร,ขร (khr)	khra	khri	khru	khrv	khre	khro	khr@	khr#	khrx	khrua	khrva	khria

ตารางที่ 1 เสียงพยัญชนะต้นเดี่ยวและพยัญชนะควบกล้ำผสมสระเสียงสั้น รวม 456 แฟ้มเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (v)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (@)	เออะ (#)	แอะ (x)	อัวะ (ua)	เอือะ (va)	เอียะ (ia)
คว,ขว (khl)	khla	khli	khlu	khlv	khle	khlo	khl@	khl#	khlx	khlua	khlva	khlia
คล,ขล (khl)	khla	khli	khlu	khlv	khle	khlo	khl@	khl#	khlx	khlua	khlva	khlia
พร (phr)	phra	phri	phru	phrv	phre	phro	phr@	phr#	phrx	phrua	phrva	phria
พล (phl)	phla	phli	phlu	phlv	phle	phlo	phl@	phl#	phlx	phlua	phlva	phlia
ปร (pr)	pra	pri	pru	prv	pre	pro	pr@	pr#	prx	prua	prva	pria
ปล (pl)	pla	pli	plu	plv	ple	plo	pl@	pl#	plx	plua	plva	plia
ตร (tr)	tra	tri	tru	trv	tre	tro	tr@	tr#	trx	trua	trva	tria
ทร (thr)	thra	thri	thru	thrv	thre	thro	thr@	thr#	thrx	thrua	thrva	thria
ดร (dr)	dra	dri	dru	drv	dre	dro	dr@	dr#	drx	drua	drva	dria
ฟร (fr)	fra	fri	fru	frv	fre	fro	fr@	fr#	frx	frua	frva	fria
ฟล (fl)	fla	fli	flu	flv	fle	flo	fl@	fl#	flx	flua	flva	flia
บร (br)	bra	bri	bru	brv	bre	bro	br@	br#	brx	brua	brva	bria
บล (bl)	bla	bli	blu	blv	ble	blo	bl@	bl#	blx	blua	blva	blia

ตารางที่ 1 (ต่อ) เสียงพยัญชนะต้นเดี่ยวและพยัญชนะควบกล้ำผสมสระเสียงสั้น รวม 456 แฟ้มเสียง

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (v)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (@)	เออะ (#)	แอะ (x)	อัวะ (ua)	เอือะ (va)	เอียะ (ia)
เอก	a1	i1	u1	v1	e1	o1	@1	#1	x1	ua1	va1	ia1
โท	a2	i2	u2	v2	e2	o2	@2	#2	x2	ua2	va2	ia2
ตรี	a3	i3	u3	v3	e3	o3	@3	#3	x3	ua3	va3	ia3

ตารางที่ 2 สระเสียงสั้น (ไม่มีตัวสะกด) รวม 48 แฟ้มเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (v)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (@)	เออะ (#)	แอะ (x)	อัวะ (ua)	เอือะ (va)	เอียะ (ia)
แม่กก เอก	ak1	Ik1	uk1	vk1	ek1	ok1	@k1	#k1	xk1	uak1	vak1	iak1
แม่กก ตรี	ak3	Ik3	uk3	vk3	ek3	ok3	@k3	#k3	xk3	uak3	vak3	iak3
แม่กด เอก	at1	It1	ut1	vt1	et1	ot1	@t1	#t1	xt1	uat1	vat1	iat1
แม่กด ตรี	at3	It3	ut3	vt3	et3	ot3	@t3	#t3	xt3	uat3	vat3	iat3
แม่กบ เอก	Ap1	Ip1	up1	vp1	ep1	op1	@p1	#p1	xp1	uap1	vap1	iap1
แม่กบ ตรี	Ap3	Ip3	up3	vp3	ep3	op3	@p3	#p3	xp3	uap3	vap3	iap3

ตารางที่ 3 สระเสียงสั้น (ตัวสะกดเสียงกัก) รวม 72 แฟ้มเสียง

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (v)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (@)	เออะ (#)	แอะ (x)	อัวะ (ua)	เอือะ (va)	เอียะ (ia)
แม่กน สามัญ	An1	In1	un1	vn1	en1	on1	@n1	#n1	xn1	uan1	van1	ian1
เอก	An1	In1	un1	vn1	en1	on1	@n1	#n1	xn1	uan1	van1	ian1
โท	an2	In2	un2	vn2	en2	on2	@n2	#n2	xn2	uan2	van2	ian2
ตรี	an3	In3	un3	vn3	en3	on3	@n3	#n3	xn3	uan3	van3	ian3
จัตวา	an4	In4	un4	vn4	en4	on4	@n4	#n4	xn4	uan4	van4	ian4
แม่กง สามัญ	ang1	Ing1	ung1	vng1	eng1	eng1	@ng1	#ng1	xng1	uang1	vang1	iang1
เอก	ang1	Ing1	ung1	vng1	eng1	eng1	@ng1	#ng1	xng1	uang1	vang1	iang1
โท	ang2	Ing2	ung2	vng2	eng2	eng2	@ng2	#ng2	xng2	uang2	vang2	iang2
ตรี	ang3	Ing3	ung3	vng3	eng3	eng3	@ng3	#ng3	xng3	uang3	vang3	iang3
จัตวา	ang4	Ing4	ung4	vng4	eng4	eng4	@ng4	#ng4	xng4	uang4	vang4	iang4
แม่กม สามัญ	am1	Im1	um1	vm1	em1	om1	@m1	#m1	xm1	uam1	vam1	iam1
เอก	am1	Im1	um1	vm1	em1	om1	@m1	#m1	xm1	uam1	vam1	iam1
โท	am2	Im2	um2	vm2	em2	om2	@m2	#m2	xm2	uam2	vam2	iam2
ตรี	am3	Im3	um3	vm3	em3	om3	@m3	#m3	xm3	uam3	vam3	iam3
จัตวา	am4	Im4	um4	vm4	em4	om4	@m4	#m4	xm4	uam4	vam4	iam4

ตารางที่ 4 สระเสียงสั้น (ตัวสะกดเสียงไม่กัก) รวม 300 แฟ้มเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อะ (a)	อิ (i)	อุ (u)	อึ (v)	เอะ (e)	โอะ (o)	เอาะ (@)	เออะ (#)	แอะ (x)	อัวะ (ua)	เอือะ (va)	เอียะ (ia)
แม่เกย สามัญ	aj0	ij0	uj0	vj0	ej0	oj0	@j0	#j0	xj0	uaj0	vaj0	iaj0
เอก	aj1	ij1	uj1	vj1	ej1	oj1	@j1	#j1	xj1	uaj1	vaj1	iaj1
โท	aj2	ij2	uj2	vj2	ej2	oj2	@j2	#j2	xj2	uaj2	vaj2	iaj2
ตรี	aj3	ij3	uj3	vj3	ej3	oj3	@j3	#j3	xj3	uaj3	vaj3	iaj3
จัตวา	aj4	ij4	uj4	vj4	ej4	oj4	@j4	#j4	xj4	uaj4	vaj4	iaj4
แม่เกอว สามัญ	aw0	iw0	uw0	vw0	ew0	ow0	@w0	#w0	xw0	uaw0	vaw0	iaw0
เอก	aw1	iw1	uw1	vw1	ew1	ow1	@w1	#w1	xw1	uaw1	vaw1	iaw1
โท	aw2	iw2	uw2	vw2	ew2	ow2	@w2	#w2	xw2	uaw2	vaw2	iaw2
ตรี	aw3	iw3	uw3	vw3	ew3	ow3	@w3	#w3	xw3	uaw3	vaw3	iaw3
จัตวา	aw4	iw4	uw4	vw4	ew4	ow4	@w4	#w4	xw4	uaw4	vaw4	iaw4

ตารางที่ 4 (ต่อ) สระเสียงสั้น (ตัวสะกดเสียงไม่กัก) รวม 300 แฟ้มเสียง

	อา (a;)	อี (i;)	อู (u;)	อือ (v;)	เอ (e;)	โอ (o;)	ออ (@;)	เออ (#;)	แอ (x;)	อัว (u;a)	เอือ (v;a)	เอีย (i;a)
สามัญ	a;0	i;0	u;0	v;0	e;0	o;0	@;0	#;0	x;0	u;a0	v;a0	i;a0
เอก	a;1	i;1	u;1	v;1	e;1	o;1	@;1	#;1	x;1	u;a1	v;a1	i;a1
โท	a;2	i;2	u;2	v;2	e;2	o;2	@;2	#;2	x;2	u;a2	v;a2	i;a2
ตรี	a;3	i;3	u;3	v;3	e;3	o;3	@;3	#;3	x;3	u;a3	v;a3	i;a3
จัตวา	a;4	i;4	u;4	v;4	e;4	o;4	@;4	#;4	x;4	u;a4	v;a4	i;a4

ตารางที่ 5 สระเสียงยาว (ไม่มีตัวสะกด) รวม 60 แฟ้มเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	อา (a;)	อี (i;)	อู (u;)	อือ (v;)	เอ (e;)	โอ (o;)	ออ (@;)	เออ (#;)	แอ (x;)	อัว (u;a)	เอือ (v;a)	เอีย (i;a)
แม่กก เอก	a;k1	i;k1	u;k1	v;k1	e;k1	o;k1	@;k1	#;k1	x;k1	u;ak1	v;ak1	i;ak1
แม่กก โท	a;k2	i;k2	u;k2	v;k2	e;k2	o;k2	@;k2	#;k2	x;k2	u;ak2	v;ak2	i;ak2
แม่กก ตรี	a;k3	i;k3	u;k3	v;k3	e;k3	o;k3	@;k3	#;k3	x;k3	u;ak3	v;ak3	i;ak3
แม่กด เอก	a;t1	i;t1	u;t1	v;t1	e;t1	o;t1	@;t1	#;t1	x;t1	u;at1	v;at1	i;at1
แม่กด โท	a;t2	i;t2	u;t2	v;t2	e;t2	o;t2	@;t2	#;t2	x;t2	u;at2	v;at2	i;at2
แม่กด ตรี	a;t3	i;t3	u;t3	v;t3	e;t3	o;t3	@;t3	#;t3	x;t3	u;at3	v;at3	i;at3
แม่กบ เอก	a;p1	i;p1	u;p1	v;p1	e;p1	o;p1	@;p1	#;p1	x;p1	u;ap1	v;ap1	i;ap1
แม่กบ โท	a;p2	i;p2	u;p2	v;p2	e;p2	o;p2	@;p2	#;p2	x;p2	u;ap2	v;ap2	i;ap2
แม่กบ ตรี	a;p3	i;p3	u;p3	v;p3	e;p3	o;p3	@;p3	#;p3	x;p3	u;ap3	v;ap3	i;ap3

ตารางที่ 6 สระเสียงยาว (ตัวสะกดเสียงกัก) รวม 108 แฟ้มเสียง

	อา (a;)	อี (i;)	อู (u;)	อือ (v;)	เอ (e;)	โอ (o;)	ออ (@;)	เออ (#;)	แอ (x;)	อัว (u;a)	เอือ (v;a)	เอีย (i;a)
แม่กน สามัญ	a;n1	i;n1	u;n1	v;p1	e;n1	O;n1	@;n1	#;n1	x;n1	u;an1	v;an1	i;an1
เอก	a;n1	i;n1	u;n1	v;p1	e;n1	O;n1	@;n1	#;n1	x;n1	u;an1	v;an1	i;an1
โท	a;n2	i;n2	u;n2	v;n2	e;n2	O;n2	@;n2	#;n2	x;n2	u;an2	v;an2	i;an2
ตรี	a;n3	i;n3	u;n3	v;n3	e;n3	O;n3	@;n3	#;n3	x;n3	u;an3	v;an3	i;an3
จัตวา	a;n4	i;n4	u;n4	v;n4	e;n4	O;n4	@;n4	#;n4	x;n4	u;an4	v;an4	i;an4
แม่กง สามัญ	a;ng1	i;ng1	u;ng1	v;ng1	e;ng1	E;ng 1	@;ng1	#;ng1	x;ng1	u;ang1	v;ang1	i;ang1
เอก	a;ng1	i;ng1	u;ng1	v;ng1	e;ng1	E;ng 1	@;ng1	#;ng1	x;ng1	u;ang1	v;ang1	i;ang1
โท	a;ng2	i;ng2	u;ng2	v;ng2	e;ng2	E;ng 2	@;ng2	#;ng2	x;ng2	u;ang2	v;ang2	i;ang2
ตรี	a;ng3	i;ng3	u;ng3	v;ng3	e;ng3	E;ng 3	@;ng3	#;ng3	x;ng3	u;ang3	v;ang3	i;ang3
จัตวา	a;ng4	i;ng4	u;ng4	v;ng4	e;ng4	E;ng	@;ng4	#;ng4	x;ng4	u;ang4	v;ang4	i;ang4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

						4					
แม่กม สามัญ	a;m1	i;m1	u;m1	v;m1	e;m1	O;m1	@;m1	#;m1	x;m1	u;am1	v;am1	i;am1
เอก	a;m1	i;m1	u;m1	v;m1	e;m1	O;m1	@;m1	#;m1	x;m1	u;am1	v;am1	i;am1
โท	a;m2	i;m2	u;m2	v;m2	e;m2	O;m2	@;m2	#;m2	x;m2	u;am2	v;am2	i;am2
ตรี	a;m3	i;m3	u;m3	v;m3	e;m3	O;m3	@;m3	#;m3	x;m3	u;am3	v;am3	i;am3
จัตวา	a;m4	i;m4	u;m4	v;m4	e;m4	O;m4	@;m4	#;m4	x;m4	u;am4	v;am4	i;am4
แม่เกย สามัญ	a;j1	i;j1	u;j1	v;j1	e;j1	O;j1	@;j1	#;j1	x;j1	u;aj1	v;aj1	i;aj1
เอก	a;j1	i;j1	u;j1	v;j1	e;j1	O;j1	@;j1	#;j1	x;j1	u;aj1	v;aj1	i;aj1
โท	a;j2	i;j2	u;j2	v;j2	e;j2	O;j2	@;j2	#;j2	x;j2	u;aj2	v;aj2	i;aj2
ตรี	a;j3	i;j3	u;j3	v;j3	e;j3	O;j3	@;j3	#;j3	x;j3	u;aj3	v;aj3	i;aj3
จัตวา	a;j4	i;j4	u;j4	v;j4	e;j4	O;j4	@;j4	#;j4	x;j4	u;aj4	v;aj4	i;aj4
แม่เกอว สามัญ	a;w1	i;w1	u;w1	v;w1	e;w1	O;w1	@;w1	#;w1	x;w1	u;aw1	v;aw1	i;aw1
เอก	a;w1	i;w1	u;w1	v;w1	e;w1	O;w1	@;w1	#;w1	x;w1	u;aw1	v;aw1	i;aw1
โท	a;w2	i;w2	u;w2	v;w2	e;w2	O;w2	@;w2	#;w2	x;w2	u;aw2	v;aw2	i;aw2
ตรี	a;w3	i;w3	u;w3	v;w3	e;w3	O;w3	@;w3	#;w3	x;w3	u;aw3	v;aw3	i;aw3
จัตวา	a;w4	i;w4	u;w4	v;w4	e;w4	O;w4	@;w4	#;w4	x;w4	u;aw4	v;aw4	i;aw4

ตารางที่ 7 สระเสียงยาว (ตัวสะกดเสียงไม่กัก) รวม 300 แฟ้มเสียง

หมายเหตุ ในตารางที่แรเงา หมายถึง คำที่ไม่สามารถออกเสียงหรือเขียนรูปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ผศ. จินดา เฮงสมบูรณ์, ภาษาศาสตร์เบื้องต้น, ภาควิชาภาษาไทย คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ สถาบันราชภัฏธนบุรี, พิมพ์ครั้งแรก 2542, กรุงเทพฯ สุวีริยาสาส์น
2. ศ.ดร. อุดม วโรตม์สิกขดิตถ์, ภาษาศาสตร์เบื้องต้น (Introduction to languistics), พิมพ์ครั้งที่ 13, ภาควิชาภาษาอังกฤษและภาษาศาสตร์, คณะมนุษย์ศาสตร์, มหาวิทยาลัยรามคำแหง
3. ภู่วรวรรณ, ชัยยงศ์ วงศ์ชัยสุวัฒน์, การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing), พิมพ์ครั้งที่ 1, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
4. นายรัฐติ์พงษ์ พุทธเจริญ, นายอัศวิน อุดมศิริ, การสังเคราะห์เสียงภาษาไทยด้วยคอมพิวเตอร์ (Computerized Voice Synthesis), ปริญญานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2542.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้