

การศึกษาลักษณะเฉพาะเชิงส่วนศาสตร์ของสระ $\bar{e}, -a, \bar{u}$ ในภาษาไทย
และประโยชน์ในการบ่งชี้ผู้พูด



นาย วิสิทธิ์ ลีลาศิริวงศ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-579-914-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018026

117162654

A STUDY OF ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF THE VOWELS /i, a, u/
IN THAI AND ITS USE IN SPEAKER IDENTIFICATION



Mr. Wisit Leelasiriwong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Physics

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาลักษณะเฉพาะเชิงส่วนศาสตร์ของสระ \bar{e} , $-a$, \bar{u} ในภาษาไทย และประโยชน์ในการบ่งชี้ผู้พูด

โดย นาย วิสิทธิ์ ลีลาศิริวงศ์

ภาควิชา ฟิสิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย โพธิ์พิจริต

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สดภาพร ลักษณียนาวิน





บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับเป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

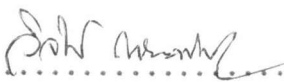

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรภักย์)

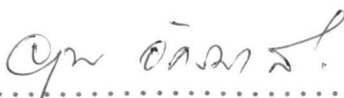
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.รัชไน รักรัตนธรรม)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย โพธิ์พิจริต)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สดภาพร ลักษณียนาวิน)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร เล็งหะพันธ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ยุธ อัครมาส)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยาเขตฉบับนี้ได้รับความกรุณาจาก รศ.ดร.วันชัย โห้พิจิตร อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยาเขต และ ผศ.ดร.สุดาพร ลักษณ์เียวิน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งได้ให้คำ
แนะนำทั้งภาคทฤษฎีและการทดลองตลอดจนคำแนะนำในการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในขณะทำ
การวิจัยจนสามารถดำเนินงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อาจารย์ ฤกษ์ เยี่ยมมณี
ภาควิชาคณิตศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติและข้อเสนอแนะเชิงทฤษฎี
สถิติ Professor Toshio Sone ที่กรุณาส่งเอกสารอ้างอิงและงานวิจัยของท่านที่เป็น
ประโยชน์ต่อวิทยาเขตนี้ อาจารย์ ไชยพงษ์ ฉัตรภรณ์ อาจารย์ ปัจฉา บุญยืน และ
นายไพศาล นาคมหาชลาลัย ที่ช่วยในการพิมพ์วิทยาเขต นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความ
กรุณาจากคณาจารย์ภาควิชาภาษาศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ และภาควิชาฟิสิกส์ที่อำนวยความสะดวก
สะดวกและกำลังใจในการทำงานมาโดยตลอด ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมาไว้ ณ
โอกาสนี้

วิสิทธิ์ สีลาศิริวงศ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิสิทธิ์ ลีลาศิริวงศ์ : การศึกษาลักษณะเฉพาะเชิงส่วนศาสตร์ของสระ -i-, -a-, -u- ในภาษาไทย และประโยชน์ในการบ่งชี้ผู้พูด (A STUDY OF ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF THE VOWELS /i, a, u/ IN THAI AND ITS USE IN SPEAKER IDENTIFICATION)

อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วันชัย โนนิจิตร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.สุคนธ์ ลักขณานาวิน, 118 หน้า. ISBN 974-579-914-9

การวิจัยนี้ได้ศึกษาค่าความถี่หลักมูลและความถี่ฟอร์แมนท์ทั้งหนึ่ง, สอง และสาม ของเสียงสระ สามตัวที่มีตำแหน่งของลิ้นแตกต่างกันมากที่สุด คือ อี, อา, อุ ในช่วงคงที่ของเสียงจากคำพูดต่อเนื่อง โดย ใช้ผู้พูดเพศชายและหญิงกลุ่มเพศละสิบคน และใช้เครื่องประมวลผลสัญญาณเชิงตัวเลขหาสเปกตรัมของ สัญญาณด้วยการแปลงฟูริเยร์ เพื่อวัดค่าความถี่ต่าง ๆ แล้วนำค่าความถี่มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า ความถี่หลักมูลและความถี่ฟอร์แมนท์แปรตามเพศของผู้พูด ความถี่ หลักมูลของผู้พูดเพศหญิงมีค่าสูงกว่าชาย 72% ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่หลักมูลเพศชายและหญิง คือ 17% และ 14% ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างบุคคล พบว่ากรณี ที่ ความถี่หลักมูลมีค่าแตกต่างระหว่างบุคคลมีจำนวนทั้งสิ้น 82% ของจำนวนกรณีการเปรียบเทียบทั้งหมดในแต่ละ กลุ่มเพศของผู้พูด กรณีที่ความถี่ฟอร์แมนท์มีค่าแตกต่างระหว่างบุคคลในกลุ่มผู้พูดชายมีจำนวนทั้งสิ้น 55% ในขณะที่จำนวนความถี่ฟอร์แมนท์มีค่าแตกต่างระหว่างบุคคลในกลุ่มผู้พูดหญิงเท่ากับ 35% เมื่อใช้ความถี่หลักมูล และความถี่ฟอร์แมนท์เป็นพารามิเตอร์ร่วมกันสามารถระบุความแตกต่างของเสียงในกลุ่มผู้พูดชายได้ 100% และ 93% สำหรับกลุ่มผู้พูดหญิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... ฟิลิกส์
สาขาวิชา..... ฟิลิกส์
ปีการศึกษา..... 2534

ลายมือชื่อนิติกร.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

WISIT LEELASIRIWONG : A STUDY OF ACOUSTIC CHARACTERISTICS OF THE VOWELS /i,a,u/ IN THAI AND ITS USE IN SPEAKER IDENTIFICATION. THESIS
ADVISOR : ASSO. PROF. WANCHAI PHOTHIPHICHITR, Ph.D. THESIS
CO-ADVISOR : ASSI. PROF. SUDAPORN LUKSANEYANAWIN, Ph.D. 118 PP.
ISBN 974-579-914-9

This research studies the fundamental frequency and the first three formants of the steady stage of three vowels /i,a,u/ which represent the three extremely different tongue configurations. These vowels occur in the rapid combinative style of narration of ten male and ten female subjects. The frequencies understudied are measured from power spectrum computed by Fast Fourier Transform (FFT), installed in Kay's DSP-Sonograph workstation.

It is found that the fundamental frequency and the formant frequencies are significantly dependent of the sex of speakers. The average fundamental frequency of female speakers is higher than that of male speakers by 72% and the standard deviations of the fundamental frequencies in male and female speaker are 17% and 14% respectively. When comparing each subject with every other subjects in the same sex group there are 82% of cases which are statistically different. When comparing the formant frequencies of each subject with every other subject in the male group there are 55% of cases and 35% in the female group. Using fundamental frequency and the three formant frequencies as correlates for identification, the percentage of identification in male and female groups are 100% and 93% respectively.



ศูนย์วิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา..... ศิลปศาสตร์.....

สาขาวิชา..... ศิลปศาสตร์.....

ปีการศึกษา..... 2534.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1. บทนำ	1
บทที่ 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3. ทฤษฎีส่วนศาสตร์และการวิเคราะห์ความถี่เสียง	9
บทที่ 4. การทดลองและผลการทดลอง	33
บทที่ 5. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	57
เอกสารอ้างอิง	64
ภาคผนวก ก	67
ภาคผนวก ข	68
ภาคผนวก ค	78
ภาคผนวก ง	85
ประวัติผู้เขียน	118

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1.1	ช่วงเวลาสัญญาณและอัตราการซีกตัวอย่างที่สอดคล้องตาม ความถี่สูงสุดของสัญญาณ	36
ตารางที่ 4.1.2	จำนวนข้อมูลที่กำหนด, อัตราการซีกตัวอย่างและความกว้าง แถบในการวิเคราะห์ความถี่	36
ตารางที่ 4.4.1	ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, จำนวนข้อมูล, พิสัย, ค่าต่ำสุด และสูงสุดของความถี่หลักมูลและฟอร์แมนท์ต่างๆของเสียงชาย และหญิง	43
ตารางที่ 4.4.2	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่หลักมูลและ ฟอร์แมนท์ต่างๆของเสียงชายจำแนกตามบุคคล	45
ตารางที่ 4.4.3	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่หลักมูลและ ฟอร์แมนท์ต่างๆของเสียงหญิงจำแนกตามบุคคล	46
ตารางที่ 4.4.4	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่หลักมูล จำแนกตามบุคคล	47
ตารางที่ 4.5.1	สรุปค่าความถี่เฉลี่ยของผู้พูดที่ไม่เท่ากันอย่างมีนัยสำคัญ ในกลุ่มผู้พูดเพศชาย	55
ตารางที่ 4.5.2	สรุปค่าความถี่เฉลี่ยของผู้พูดที่ไม่เท่ากันอย่างมีนัยสำคัญ ในกลุ่มผู้พูดหญิง	56

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 3.1	กล่องเสียงจำลอง ฟังก์ชันหน้าตัด ความเร็วปริมาตร และ สเปกตรัมสัญญาณที่เกิดขึ้น	10
รูปที่ 3.2	ค่า R_1 และ X_1 ของลูกสูบในผนัง	13
รูปที่ 3.3	สัญญาณและสเปกตรัมของแหล่งกำเนิด, ฟิเตอร์ฟังก์ชัน และ คลื่นเสียงลัพธ์	14
รูปที่ 3.4	บริเวณที่เกิดเสียงสระแก่น, ตำแหน่งสูงสุดของคลื่น, ตำแหน่งสระบน แผนภูมิสระและความสัมพันธ์ระหว่างบริเวณแผนภูมิ, กราฟความถี่ $F1$ และ $F2$ ของสระแก่น	16
รูปที่ 3.5	แบบจำลองทางเดินเสียงด้วยทรงกระบอกและความถี่เรโซแนนซ์ ของแบบจำลอง	17
รูปที่ 3.6	แบบจำลองทางเดินเสียงด้วยทรงกระบอก (เสียง [i])	18
รูปที่ 3.7	ความถี่เรโซแนนซ์ของแบบจำลองรูปที่ 3.6	18
รูปที่ 3.8	แบบจำลองทางเดินเสียงด้วยทรงกระบอก (เสียง [u])	19
รูปที่ 3.9	ความถี่เรโซแนนซ์ของแบบจำลองรูปที่ 3.8	19
รูปที่ 3.10	แบบจำลองทางเดินเสียงด้วยทรงกระบอก (เสียง [a])	20
รูปที่ 3.11	ความถี่เรโซแนนซ์ของแบบจำลองรูปที่ 3.10	20
รูปที่ 3.12	สัญญาณต่อเนื่อง $h(t)$, ฟังก์ชันการชักตัวอย่าง $\Delta(t)$ และ ฟังก์ชันสัญญาณที่ถูกชักตัวอย่างไว้ $h(t)$	22
รูปที่ 3.13	การเพี้ยนของผลแปลงฟูเรียร์ของสัญญาณเนื่องจากคาบของการ การชักตัวอย่าง	23
รูปที่ 3.14	การแปลงฟูเรียร์ฟังก์ชันมีแบนด์-ลิมิตที่ความถี่ f_c	25
รูปที่ 3.15	การหาผลแปลงฟูเรียร์ไม่ต่อเนื่อง	27
รูปที่ 3.16	แสดงจำนวนครั้งในการหาผลคูณที่มีข้อมูลขนาดต่างๆ โดยวิธี FFT และ วิธีคำนวณโดยตรง	31

รูปที่ 3.17	ทรงเคชันฟังก์ชันแบบสี่เหลี่ยมและแฮมมิงฟังก์ชันพร้อมทั้ง ผลแปลงฟูเรียร์ของฟังก์ชันทั้งสอง	32
รูปที่ 4.1	เครื่องวิเคราะห์ความถี่ DSP Sona-Graph รุ่น 5500	34
รูปที่ 4.2	แผนภูมิโครงสร้างเครื่อง DSP Sona-Graph	35
รูปที่ 4.3	จอภาพแสดงรูปคลื่น, สเปกตรัมของสัญญาณจอภาพและสเปกโตรแกรม ...	37
รูปที่ 4.4	เพาเวอร์สเปกตรัมและสเปกโตรแกรมของสัญญาณจากการวิเคราะห์	41
รูปที่ 4.5	สเปกโตรแกรมของคำ " มี ทาง ปู " แสดงผลกระทบต่อความถี่ ฟอร์แมนท์ช่วงเริ่มต้นและปลายเสียงสระ	42
รูปที่ 4.6	ค่าเฉลี่ยของความถี่ต่างๆของเสียงสระทั้งสามตัวจำแนกตามกลุ่มเพศ	44
รูปที่ 4.7	ผังงานในการวิเคราะห์ทางสถิติ	51
รูปที่ 4.8	การแจกแจงความถี่ฟอร์แมนท์ที่หนึ่งระหว่างผู้พูดชายและหญิง	52
รูปที่ 4.9	การแจกแจงความถี่ฟอร์แมนท์ที่สองระหว่างผู้พูดชายและหญิง	53
รูปที่ 4.10	การแจกแจงความถี่ฟอร์แมนท์ที่สามระหว่างผู้พูดชายและหญิง	54
รูปที่ 5.1	ความถี่หลักมูลเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจำแนกตามบุคคล โดยเรียงลำดับค่าจากต่ำไปสูง	59
รูปที่ 5.2	ความถี่ฟอร์แมนท์ที่หนึ่งและสองของสระทั้งสามจำแนกเพศชายและหญิง	60