

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	(3)
Abstract.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
รายการตาราง.....	(8)
รายการภาพประกอบ.....	(9)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย.....	1
1.2 การตรวจเอกสาร.....	2
1.3 วัตถุประสงค์.....	4
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
1.5 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย.....	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2. ทฤษฎีและหลักการ.....	6
2.1 บทนำ.....	6
2.2 เสียงและอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง.....	8
2.3 ทฤษฎีด้านภาษาศาสตร์.....	17
2.4 ทฤษฎีการวิเคราะห์เสียงพูด.....	25
2.5 แบบจำลองที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียง.....	29
3. ขั้นตอนการวิเคราะห์และสังเคราะห์เสียง.....	40
3.1 การบันทึกเสียง.....	40
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้.....	40
3.3 การวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อการสังเคราะห์เสียง.....	41
3.4 ค่าพารามิเตอร์ของวรรณยุกต์เสียงสั้นและเสียงยาว.....	58
3.5 การสังเคราะห์เสียง.....	62
3.6 การประเมินคุณภาพเสียงสังเคราะห์.....	70

4. ผลการสังเคราะห์เสียงและบทวิเคราะห์.....	72
4.1 เปรียบเทียบสัญญาณที่ได้จากการสังเคราะห์กับเสียงบันทึกของสระเดี่ยว.....	72
4.2 เปรียบเทียบการเลื่อนช่องทางเดินเสียงของสระประสม.....	83
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	88
5.1 บทสรุป.....	88
5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการวิจัย.....	89
บรรณานุกรม.....	91
ภาคผนวก ก. ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p.....	94
ภาคผนวก ข. การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของพื้นที่หน้าตัดให้กับแบบจำลอง.....	97
ภาคผนวก ค. การประมาณแบบกำลังสองน้อยที่สุดด้วยฟังก์ชันตั้งฉาก.....	100
ภาคผนวก ง. คลื่นเสียงที่สังเคราะห์ได้และผลตอบสนองความถี่.....	105
ภาคผนวก จ. คู่มือการใช้งาน.....	118
ประวัติผู้เขียน.....	121

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2-1 เปรียบเทียบรูปสระในภาษาไทยกับสัทอักษร.....	20
2-2 เสียงสระตามระดับลิ้น ตำแหน่งลิ้นและลักษณะริมฝีปาก.....	22
3-1 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p.....	45
4-1 เปรียบเทียบฟอร์แมนท์ที่ 1, 2 ของเสียงสังเคราะห์และเสียงบันทึกกับค่ามาตรฐาน.....	81
4-2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างฟอร์แมนท์ที่ 1, 2 ของเสียงสังเคราะห์ และเสียงบันทึกกับค่ามาตรฐาน.....	82
ก-1 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระอ, อี.....	94
ก-2 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระเอะ, เอ.....	94
ก-3 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระแอะ, แอ.....	95
ก-4 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระอี, อือ.....	95
ก-5 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระเออะ, เออ.....	95
ก-6 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระอะ, อา.....	96
ก-7 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระอุ, อู.....	96
ก-8 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระโอะ, โอ.....	96
ก-9 ค่าทางสถิติของสัมประสิทธิ์การสะท้อนตัวที่ p สำหรับสระเอาะ, ออ.....	96

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
2-1 แบบจำลองสำหรับการสังเคราะห์เสียงแบบ Formant Synthesis.....	7
2-2 บริเวณช่องออกและคอ.....	8
2-3 การทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลมเวลาหายใจ.....	9
2-4 ส่วนประกอบของกล่องเสียง.....	10
2-5 บริเวณเส้นเสียงขณะหายใจปกติ.....	11
2-6 ภาพตัดของเส้นเสียงตามแนวตั้งขณะหายใจ.....	11
2-7 อวัยวะที่อยู่เหนือเส้นเสียง.....	12
2-8 บริเวณต่าง ๆ ของอวัยวะในช่องปาก.....	13
2-9 ลึนลักษณะต่าง ๆ.....	15
2-10 ริมฝีปากลักษณะต่าง ๆ.....	15
2-11 การเคลื่อนตัวของลิ้นไก่และเพดานเพื่อควบคุมทิศทางของลม.....	16
2-12 บริเวณการเกิดเสียงสระ.....	20
2-13 สระในภาษาไทยในแบบของแผนภาพสระ.....	21
2-14 ความถี่ของเสียงวรรณยุกต์ที่เปลี่ยนแปลงเทียบกับเวลา.....	24
2-15 ลักษณะของสัญญาณเมื่อผ่านกระบวนการเซนเตอร์คลิปปีง.....	27
2-16 ลักษณะของสัญญาณเสียงขาเข้าและขาออกเมื่อผ่านการเซนเตอร์คลิปปีง.....	28
2-17 แสดงการกำหนดของช่องทางเดินเสียงซึ่งแทนด้วยท่อตรงความยาว L ที่ความยาวคลื่น 4L, 4L/3, 4L/5 ตามลำดับ.....	30
2-18 แสดงแบบจำลองที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียง.....	30
2-19 การทำงานของเส้นเสียง.....	31
2-20 แบบจำลองที่ใช้แทนเส้นเสียง.....	31
2-21 แสดงความเร็วของปริมาตรของอากาศที่ไหลผ่าน ออกมาจากกล่องเสียงกับเวลา.....	32
2-22 ช่องทางเดินเสียงแทนด้วยท่อตรงพื้นที่หน้าตัดต่าง ๆ กัน.....	32
2-23 การแบ่งเซกเมนต์ในช่องทางเดินเสียง.....	33
2-24 ท่อขนาดความยาว L/p พื้นที่หน้าตัด A.....	34
2-25 บริเวณรอยต่อของท่อพื้นที่หน้าตัด A และ B.....	36
2-26 ช่องทางเดินเสียง 2 เซกเมนต์.....	37

3-1	ค่าของพัลส์ที่เหมาะสม.....	41
3-2	พัลส์สร้างขึ้นด้วยค่า β	43
3-3	การพิจารณาสัมประสิทธิ์การสะท้อนของช่องทางเดินเสียง p เซกเมนต์.....	44
3-4	สัญญาณเสียงต้นแบบและสัญญาณที่ผ่านการหาค่ากรอบคลื่นแอมพลิจูดของ สระอาเสียงสามัญซึ่งผ่านการทำให้เป็นบรรทัดฐานแล้ว.....	47
3-5	พื้นที่หน้าตัดของช่องทางเดินเสียงเมื่อออกเสียงสระ อี.....	49
3-6	การลดค่าพารามิเตอร์ของพื้นที่หน้าตัดของสระอีจาก 19 ค่าเหลือ 10 ค่า.....	50
3-7	ช่องทางเดินเสียงของสระอูและสระ อือ.....	51
3-8	ช่องทางเดินเสียงและพื้นที่หน้าตัดของสระหน้า.....	52
3-9	ช่องทางเดินเสียงและพื้นที่หน้าตัดของสระหลัง.....	53
3-10	พื้นที่หน้าตัดของทางเดินเสียงสระ อู และสระ โอที่ได้ทำการประมาณ.....	54
3-11	พื้นที่หน้าตัดของทางเดินเสียงสระ อู และเมื่อสลับซ้ายขวา.....	55
3-12	พื้นที่หน้าตัดช่องทางเดินเสียงของสระโอ.....	55
3-13	พื้นที่หน้าตัดของสระออ โดยการประมาณ.....	56
3-14	พื้นที่หน้าตัดของสระออที่ถูกปรับตามขั้นตอนที่ 2.....	57
3-15	พื้นที่หน้าตัดของสระออที่ถูกปรับตามขั้นตอนที่ 3.....	57
3-16	พื้นที่หน้าตัดของสระออที่ถูกปรับตามขั้นตอนที่ 4.....	57
3-17	การทำงานของโปรแกรมตรวจจับความถี่.....	58
3-18	แสดงผลของการตรวจหาความถี่.....	60
3-19	แสดงผลของการทำให้สัญญาณราบเรียบ.....	61
3-20	พารามิเตอร์ของเสียงวรรณยุกต์.....	62
3-21	ขั้นตอนการสังเคราะห์เสียงสระเดี่ยว.....	63
3-22	การเพิ่มลดขนาดช่องทางเดินเสียงตามแกน x และ แกน y	64
3-23	ขั้นตอนการสังเคราะห์เสียงสระประสม.....	65
3-24	สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการเพิ่มลดพารามิเตอร์ของแต่ละท่อแบบเชิงเส้น.....	66
3-25	สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการเพิ่มลดพารามิเตอร์ของแต่ละท่อแบบลอกการิซึม.....	67
3-26	สัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการเลื่อนพารามิเตอร์ของแต่ละท่อแบบเลขชี้กำลัง.....	68
3-27	เปรียบเทียบพื้นที่หน้าตัดของสระอูและสระอี.....	69
3-28	พื้นที่หน้าตัดของสระอูเพื่อสังเคราะห์เสียงสระอัว.....	69
3-29	แสดงค่าฟอร์แมนท์ที่ 1, 2.....	70

4-1	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอะ วรรณยุกต์สามัญ.....	73
4-2	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอะ วรรณยุกต์เอก.....	73
4-3	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอะ วรรณยุกต์โท.....	74
4-4	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอะ วรรณยุกต์ตรี.....	74
4-5	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอะ วรรณยุกต์จัตวา.....	75
4-6	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอา วรรณยุกต์สามัญ.....	75
4-7	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอา วรรณยุกต์เอก.....	76
4-8	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอา วรรณยุกต์โท.....	76
4-9	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอา วรรณยุกต์ตรี.....	77
4-10	แสดงสัญญาณเปรียบเทียบระหว่างเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ ของสระอา วรรณยุกต์จัตวา.....	77
4-11	สเปกตรัมเสียงบันทึกของสระอะ 5 วรรณยุกต์.....	78
4-12	สเปกตรัมเสียงสังเคราะห์ของสระอะ วรรณยุกต์เอก.....	78
4-13	สเปกตรัมเสียงบันทึกของสระอา 5 วรรณยุกต์.....	79
4-14	สเปกตรัมเสียงสังเคราะห์ของสระอา วรรณยุกต์สามัญ.....	79
4-15	การเปลี่ยนแปลงของฟอร์แมนซ์ของเสียงบันทึกสระเอีย.....	83
4-16	การเปลี่ยนแปลงของฟอร์แมนซ์ของเสียงสังเคราะห์สระเอีย.....	84
4-17	การเปลี่ยนแปลงของฟอร์แมนซ์ของเสียงบันทึกสระเอือ.....	85
4-18	การเปลี่ยนแปลงของฟอร์แมนซ์ของเสียงสังเคราะห์สระเอือ.....	86
4-19	การเปลี่ยนแปลงของฟอร์แมนซ์ของเสียงบันทึกสระอัว.....	86
4-20	การเปลี่ยนแปลงของฟอร์แมนซ์ของเสียงสังเคราะห์สระอัว.....	87

ข-1	พื้นที่หน้าตัดของสระเอ.....	97
ข-2	พื้นที่หน้าตัดของสระเอ.....	97
ข-3	พื้นที่หน้าตัดของสระเออ.....	98
ข-4	พื้นที่หน้าตัดของสระอา.....	98
ข-5	พื้นที่หน้าตัดของสระอุ.....	99
ง-1	คลื่นเสียงจากการบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระอิและสระอี.....	106
ง-2	คลื่นเสียงจากการบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระเอะและสระเอ.....	107
ง-3	คลื่นเสียงจากการบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระเออะและสระเออ.....	108
ง-4	คลื่นเสียงจากการบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระอีและสระอีอ.....	109
ง-5	คลื่นเสียงจากการบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระเออะและสระเออ.....	110
ง-6	คลื่นเสียงจากการบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระอุและสระอุ.....	111
ง-7	คลื่นเสียงจากการบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระโอะและสระโอ.....	112
ง-8	คลื่นเสียงจากการบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระเออะและสระเออ.....	113
ง-9	สเปกตรัมของเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระอิและสระอี.....	114
ง-10	สเปกตรัมของเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระเอะและสระเอ.....	114
ง-11	สเปกตรัมของเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระเออะและสระเออ.....	115
ง-12	สเปกตรัมของเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระอีและสระอีอ.....	115
ง-13	สเปกตรัมของเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระเออะและสระเออ.....	116
ง-14	สเปกตรัมของเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระอุและสระอุ.....	116
ง-15	สเปกตรัมของเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระโอะและสระโอ.....	117
ง-16	สเปกตรัมของเสียงบันทึกและเสียงสังเคราะห์ของสระเออะและสระเออ.....	117
จ-1	เริ่มต้นส่งพารามิเตอร์ให้กับโปรแกรมสังเคราะห์เสียง.....	119
จ-2	การป้อนพารามิเตอร์เพื่อที่จะสังเคราะห์เสียงสระเอ็ยวรรณยุกต์เอก.....	119
จ-3	การหาความถี่หลักมูลและกรอคลื่นเสียงที่เปลี่ยนแปลงไป.....	120