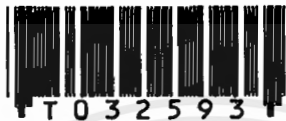


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การจดจำเสียงพูด

SPEECH RECOGNITION



โดย

นายอภิชัย เอกผำชัยสวัสดิ์

นายอานนท์ ดารามาลัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

-สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 32593

วัน เดือน ปี 18 พ.ค. 2542

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจดจำเสียงพูด
SPEECH RECOGNITION

โดย

นายอภิชัย เอกพาณิชย์สวัสดิ์ 38014620

นายอานนท์ คารามาลย์ 38014650

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร. สุทธิชัย นพนาถพิงษ์

อ. กฤษณ์ วงจริระ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทบริหารการศึกษา 2541

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจดจำเสียงพูด

SPEECH RECOGNITION

ผู้จัดทำ

1. นายอภิรักษ์ เอกผำชัยสวัสดิ์ 38014620

2. นายอานนท์ คารามาลย์ 38014650



(ดร.อภิรักษ์ นพนาธิพงษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(อ.กฤษณ์ วงวรจิระ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



การจดจำเสียงพูด

SPEECH RECOGNITION

โดย นายอภิชัย เอกผาชัยสวัสดิ์ 38014620

นายอานนท์ คารามาลย์ 38014650

อาจารย์ที่ปรึกษา คร. สุทธิชัย นพนาธิพงษ์

อ. กฤษณ์ วรจุริระ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการจดจำเสียงพูด โดยทำการวิเคราะห์สัญญาณเสียง ซึ่งขั้นตอนแรกต้องทำการหาขอบเขตของคำและเลือกมาเฉพาะส่วนที่จะพิจารณา หลังจากนั้นจะทำการหาค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณ นำไปเปรียบเทียบกับความคล้ายคลึงกับแบบอ้างอิงที่ทำการหาพารามิเตอร์เก็บไว้ก่อนแล้ว และผ่านขั้นตอนการตัดสินใจ เพื่อแสดงผลการจดจำเป็นขั้นตอนสุดท้าย

ABSTRACT

This thesis presents the "SPEECH RECOGNITION" by analyze speech signal. First, we find a bound of words, and select section that we consider. After that, find parameters of speech signal. Test pattern and reference pattern are compared at pattern similarity, and then distance scores will pass decision rule. Finally, selecting word is shown.

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	2
2.1 ลักษณะของเสียงพูด	2
2.2 การวิเคราะห์สัญญาณเสียงในช่วงเวลาสั้นๆ	4
2.3 การหาค่าพลังงานของสัญญาณเสียง	5
2.4 การหาค่าอัตราการตัดศูนย์ (Zero Crossing)	6
2.5 การประมาณเชิงเส้น (Linear Predictive Coding)	6
2.6 ไดนามิกไทม์วอร์ปิง (Dynamic Time Warping)	10
2.7 กฎการตัดสินใจ	13
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	14
3.1 ภาคการหาขอบเขตของคำ	14
3.2 ภาคการนอร์มอลไลซ์ (Normalization)	24
3.3 ภาคการหาค่าพารามิเตอร์	28
3.4 ภาคแบบอ้างอิง	40
3.5 ภาคไดนามิกไทม์วอร์ปิง	40
3.6 ภาคการตัดสินใจ	48
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	49
บทที่ 5 บทวิจารณ์ และ บทสรุป	112
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	2
รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมโมเดลการสร้างสัญญาณเสียงพูดอย่างง่าย	7
รูปที่ 2.2 แสดงไดนามิกโหม่วาร์ปปีงระหว่าง A และ B	11
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	14
รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการจดจำเสียงพูดโดยทั่วไป	14
รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการจดจำเสียงพูด	15
รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการหาจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสัญญาณเสียงโดยวิธีการหา พลังงานของสัญญาณ	16
รูปที่ 3.4 แสดงผังงานการหาจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสัญญาณโดยการเปรียบเทียบ ค่าพลังงาน	18
รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการหาจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสัญญาณเสียงโดยวิธีการ เปรียบเทียบอัตราการตัดศูนย์	20
รูปที่ 3.6 แสดงผังงานการหาจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสัญญาณเสียงด้วยวิธีการหา อัตราการตัดศูนย์	23
รูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการนอร์มอลไลซ์สัญญาณ	24
รูปที่ 3.8 แสดงผังงานการนอร์มอลไลซ์ของสัญญาณ	25
รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างของการนอร์มอลไลซ์เสียงพูด	27
รูปที่ 3.10 แสดงการแบ่งช่วงที่ใช้ในการวิเคราะห์	29
รูปที่ 3.11 แสดงส่วนของสัญญาณที่ตัดมาวิเคราะห์	30
รูปที่ 3.12 แสดงขั้นตอนการเตรียมสัญญาณในการวิเคราะห์	33
รูปที่ 3.13 แสดงผังงานการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี	36
รูปที่ 3.14 แสดงผังงานการหาค่าสัมประสิทธิ์เชปสตรัม	38
รูปที่ 3.15 แสดงผังงานการหาค่าสัมประสิทธิ์เชปสตรัมถ่วงน้ำหนัก	39
รูปที่ 3.16 แสดงเส้นทางเดิน	40
รูปที่ 3.17 แสดงเงื่อนไขด้านความชัน	42
รูปที่ 3.18 แสดงตัวอย่างสัญญาณ A และ B ตามลำดับ	43

รูปที่ 3.19 แสดงขั้นตอนไดนามิกไทม์วาร์ปิง	46
รูปที่ 3.20 แสดงผังงานการทำไดนามิกไทม์วาร์ปิง	47
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	49
รูปที่ 4.1 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหนึ่ง เมื่อ $a = 0.1$	50
รูปที่ 4.2 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหนึ่ง เมื่อ $a = 0.2$	51
รูปที่ 4.3 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหนึ่ง เมื่อ $a = 0.3$	52
รูปที่ 4.4 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเก้า เมื่อ $a = 0.1$	53
รูปที่ 4.5 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเก้า เมื่อ $a = 0.2$	54
รูปที่ 4.6 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเก้า เมื่อ $a = 0.3$	55
รูปที่ 4.7 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขศูนย์ เมื่อ $a = 0.2$	56
รูปที่ 4.8 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหนึ่ง เมื่อ $a = 0.2$	57
รูปที่ 4.9 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขสอง เมื่อ $a = 0.2$	58
รูปที่ 4.10 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขสาม เมื่อ $a = 0.2$	59
รูปที่ 4.11 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขสี่ เมื่อ $a = 0.2$	60
รูปที่ 4.12 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขห้า เมื่อ $a = 0.2$	61
รูปที่ 4.13 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหก เมื่อ $a = 0.2$	62
รูปที่ 4.14 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเจ็ด เมื่อ $a = 0.2$	63
รูปที่ 4.15 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขแปด เมื่อ $a = 0.2$	64
รูปที่ 4.16 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเก้า เมื่อ $a = 0.2$	65
รูปที่ 4.17 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงศูนย์	66
รูปที่ 4.18 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงหนึ่ง	67
รูปที่ 4.19 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงสอง	68
รูปที่ 4.20 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงสาม	69
รูปที่ 4.21 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงสี่	70
รูปที่ 4.22 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงห้า	71
รูปที่ 4.23 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงหก	72
รูปที่ 4.24 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงเจ็ด	73
รูปที่ 4.25 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงแปด	74
รูปที่ 4.26 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงเก้า	75

สารบัญตาราง

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีหรือหลักการ	2
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	
ตารางที่ 3.1 แสดงค่า $d(i,j)$ ของสัญญาณ A และ B	44
ตารางที่ 3.2 แสดงค่า $g(i,j)$ ของสัญญาณ A และ B	45
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
ตารางที่ 4.1 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี ออเดอร์ทเท่ากับ 8 เชปสตรัมออเดอร์ทเท่ากับ 8 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้ คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) ตามลำดับ มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 5 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ	77
ตารางที่ 4.2 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เชปสตรัมเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี ออเดอร์ทเท่ากับ 8 เชปสตรัมออเดอร์ทเท่ากับ 8 เช่นกัน และใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 5 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ	78
ตารางที่ 4.3 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เชปสตรัมถ่วงน้ำหนัก เปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเดอร์ทเท่ากับ 8 เชปสตรัมออเดอร์ทเท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 5 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ	79
ตารางที่ 4.4 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี ออเดอร์ทเท่ากับ 8 เชปสตรัมออเดอร์ทเท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ	80

- ตารางที่ 4.5 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คน
โดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ
และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4 ,A5) มาเป็นแบบทดสอบ 81
- ตารางที่ 4.6 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ
เมื่อแอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง
10 คนโดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง
ตามลำดับ และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4 ,A5)
มาเป็นแบบทดสอบ 82
- ตารางที่ 4.7 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน
โดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) ตามลำดับ มาทำเป็นแบบอ้างอิง
และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 83
- ตารางที่ 4.8 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน และใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน
โดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ
และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 84
- ตารางที่ 4.9 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ
เมื่อแอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง
5 คน โดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง
ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 85
- ตารางที่ 4.10 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คน
โดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ
และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 86
- ตารางที่ 4.11 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คน
โดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ
และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 87
- ตารางที่ 4.12 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ
เมื่อแอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง
10 คนโดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง
ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 88

- ตารางที่ 4.13 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 10 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน
โดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) ตามลำดับ มาทำเป็นแบบอ้างอิง
และนำเสียงของผู้อื่น(กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 89
- ตารางที่ 4.14 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมเปรียบเทียบ เมื่อ แอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์ เท่ากับ 10 เช่นกัน และใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน
โดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ
และนำเสียงของผู้อื่น(กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 90
- ตารางที่ 4.15 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ
เมื่อแอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 10 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง
5 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง
ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น(กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 91
- ตารางที่ 4.16 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 10 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง
10 คนโดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ
และนำเสียงของผู้อื่น(กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 92
- ตารางที่ 4.17 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 10 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง
10 คนโดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ
และนำเสียงของผู้อื่น(กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 93
- ตารางที่ 4.18 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ
เมื่อแอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 10 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง
10 คนโดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ
และนำเสียงของผู้อื่น(กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 94
- ตารางที่ 4.19 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 8 และ
เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ
2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 5 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ทำ
แบบอ้างอิงเสียงอื่นๆ (A3,A4 และ A5) มาเป็นแบบทดสอบ 95
- ตารางที่ 4.20 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 8 และ
เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1)
และ 2 เสียง(A1 และ A2) จำนวน 10 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียง
ของผู้ทำแบบอ้างอิงเสียงอื่นๆ (A3,A4 และ A5) มาเป็นแบบทดสอบ 95

- ตารางที่ 4.21 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 และเซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 8 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 5 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิง (กลุ่มB) มาเป็นแบบทดสอบ 96
- ตารางที่ 4.22 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 และเซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 8 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 10 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิง (กลุ่มB) มาเป็นแบบทดสอบ 96
- ตารางที่ 4.23 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 และเซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 10 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 5 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิง (กลุ่มB) มาเป็นแบบทดสอบ 97
- ตารางที่ 4.24 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 และเซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 10 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 10 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิง (กลุ่มB) มาเป็นแบบทดสอบ 97
- ตารางที่ 4.25 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง และใช้เสียงของผู้พูดอ้างอิง 5 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4 ,A5) มาเป็นแบบทดสอบ 98
- ตารางที่ 4.26 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3, A4 ,A5) มาเป็นแบบทดสอบ 99
- ตารางที่ 4.27 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 15 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 15 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3, A4 ,A5) มาเป็นแบบทดสอบ 100
- ตารางที่ 4.28 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่มB) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ 101

ตารางที่ 4.29 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เช่นกัน ใช้จำนวน ผู้พูดอ้างอิง 10 คน โดยใช้คนละเสียง (A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่มB) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ	102
ตารางที่ 4.30 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เช่นกัน ใช้จำนวน ผู้พูดอ้างอิง 15 คน โดยใช้คนละเสียง (A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่มB) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ	103
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	112



บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันได้มีความพยายามในการพัฒนาวิธีการใช้คอมพิวเตอร์ให้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น ไม่จำเป็นที่ผู้ใช้งานจะต้องจดจำคำสั่งมากมายเหมือนเมื่อก่อน โดยมีระบบติดต่อกับผู้ใช้แบบรูปภาพ (Graphic User Interface) เข้ามาแทนระบบการสั่งงานแบบบรรทัด (Command Line) ผู้ใช้เพียงแค่ใช้ตัวชี้ชี้ไปยังสัญลักษณ์หรือรูปภาพ แทนการสั่งงานของคำสั่งต่าง ๆ ทำให้ลดความสลับซับซ้อนและความยุ่งยากในการทำงานลง

นอกจากระบบการติดต่อกับผู้ใช้แบบรูปภาพแล้ว การสั่งงานด้วยเสียงคงจะเป็นระบบมาตรฐานของการสั่งงานบนระบบคอมพิวเตอร์ในระยะเวลาอันใกล้นี้ เนื่องจากการคิดเสียงซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถติดตั้งเพิ่มเติมบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ พีซี มีราคาถูกลงอย่างมาก จนเกือบจะกลายเป็นอุปกรณ์มาตรฐานของเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพีซีไปแล้ว ดังนั้นจึงเป็นการเหมาะสำหรับการพัฒนาระบบการจำแนกเสียงพูดบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ พีซี เพื่อเป็นพื้นฐานของการศึกษาและพัฒนาระบบสั่งงานด้วยเสียงพูดต่อไป

สำหรับปริญญาโทปีนี้ ทำการศึกษาและเขียนโปรแกรมการจำแนกเสียงตัวเลข 0-9 โดยในปัจจุบันนั้นเสียงที่มนุษย์ใช้ในการพูดติดต่อกันสื่อสารจะมีความถี่อยู่ในช่วง 300 – 3400 เฮิร์ตซ์ ในการวิเคราะห์เสียงในแบบสัญญาณอนาล็อกทำได้ยากจึงเปลี่ยนสัญญาณพูด ไปเป็นสัญญาณดิจิทัลแทน โดยจะใช้การ์ดเสียง (Sound Card) เข้าช่วย สัญญาณเสียงพูดที่เป็นอนาล็อกนี้จะถูกบันทึกผ่านไมโครโฟน จากนั้นการ์ดเสียงจะเป็นตัวจัดการกับสัญญาณเสียงพูดให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม (ในที่นี้จะอยู่ในรูป ชื่อไฟล์.wav) ซึ่งรูปแบบนี้จะถูกกำหนดโดยโปรแกรมการบันทึกเสียงที่ให้มาพร้อมกับการ์ดเสียง ที่เป็นข้อมูลเสียงแบบ 8 บิต จะใช้ความถี่ในการสุ่ม 8 กิโลเฮิร์ตซ์ ซึ่งเป็นไปตามกฎของไนควิสต์ที่ระบุว่าความถี่ในการสุ่มจะต้องมากกว่าความถี่สัญญาณอย่างน้อย 2 เท่า เพื่อป้องกันการเกิดการพัวพันของสัญญาณ

บทที่ 2

ทฤษฎีหรือหลักการ

2.1 ลักษณะของเสียงพูด

คนเราเปล่งเสียงพูดด้วยอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง (organs of speech) ทำเสียงตามที่มีในระบบภาษาของตน แม้ว่าคนที่อยู่ในสังคมเดียวกันจะใช้ภาษาเดียวกันแต่ถ้าพิจารณาเสียงที่เปล่งออกมาจริง ๆ แล้ว แต่ละครั้งก็อาจจะสังเกตลักษณะที่แตกต่างกันได้ เราจึงสามารถจำเสียง จำวิธีพูดของคนที่เราคุ้นเคยได้ เสียงพูดที่จะอธิบายด้วยหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์แม้ว่าในภาษาหนึ่ง ๆ จะมีเสียงต่างกันมากบ้างน้อยบ้าง แต่ละเสียงก็สามารถนำมาพิจารณาและอธิบายให้รู้ลักษณะการออกเสียงและตำแหน่งที่เกิดเสียงได้คำอธิบายนี้จะทำให้เข้าใจลักษณะเสียงทุกเสียง วิชาที่ว่าด้วยเสียงพูดเรียกว่า วิชาสัทศาสตร์ (Phonetics)

ในการศึกษาเสียงพูดแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

ก. สรีรศาสตร์ (Articulatory) เป็นการศึกษาเสียงพูดจากอวัยวะและการเคลื่อนไหวอวัยวะทำให้เกิดเสียงพูด การอธิบายนี้จะอธิบายโดยอาศัยลักษณะและอาการเคลื่อนไหวของอวัยวะที่เกี่ยวข้องในการเปล่งเสียงพูดนั้น

ข. กลศาสตร์ (Acoustic Phonetics) เป็นการศึกษาเสียงพูดจากลักษณะคลื่นเสียงที่ผู้พูดเปล่งออกมาแล้ว และผู้ฟังได้ยินว่ามีลักษณะทางกลศาสตร์อย่างไร การศึกษาตามแนวนี้ต้องอาศัยความรู้ทางฟิสิกส์และคณิตศาสตร์ช่วยอธิบายลักษณะของคลื่นเสียง

2.1.1 อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียง

อวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงมีอยู่หลายส่วน แต่ละส่วนสามารถทำให้เสียงพูดแตกต่างกันไปได้ อวัยวะเหล่านี้มีปากและส่วนต่าง ๆ ในปาก ช่องคอ กล่องเสียง ช่องว่างในปากและช่องว่างในจมูก อวัยวะที่ใช้ในการเปล่งเสียงพูดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. อวัยวะที่ใช้ในการทำอาการ (Articulator) คืออวัยวะที่เคลื่อนไหวเพื่อผลักดันไปยังส่วนต่าง ๆ อวัยวะที่สำคัญ คือ ลิ้น ซึ่งเป็นส่วนที่เคลื่อนไหวได้มากที่สุด

ข. อวัยวะซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดเสียงต่าง ๆ (Point Of Articulator) คือตำแหน่งที่เกิดเสียงต่าง ๆ เช่น ริมฝีปาก ฟัน เพดาน ส่วนต่าง ๆ เป็นต้น

อวัยวะส่วนที่มีหน้าที่ในการออกเสียงโดยตรงมีดังนี้

2.1.1.1 ริมฝีปาก เป็นอวัยวะส่วนที่เคลื่อนไหวได้มากและทำให้เสียงแตกต่างกันได้มากเราอาจบังคับให้ริมฝีปากอยู่ชิดกัน ห่างกัน ขึ้นออกมา เป็นต้น ก็ได้ ลักษณะริมฝีปากแบบต่าง ๆ นี้ล้วนมีอิทธิพลต่อการออกเสียงและทำให้เสียงแตกต่างกันไปทั้งสิ้น

2.1.1.2 ฟัน เป็นอวัยวะที่ทำให้เกิดเสียงหลายชนิด เช่นเมื่อฟันกดลงบนริมฝีปากล่างลมที่ผ่านออกมาโดยแรงจะลอดช่องออกมาซึ่งทำให้เกิดเสียงได้

2.1.1.3 ปุ่มเหงือก เป็นส่วนนูนออกมาอยู่หลังฟันด้านบน ถ้าเอาลิ้นแตะดูจะรู้สึกว่าเป็นคลื่น ปุ่มเหงือกเป็นบริเวณที่ทำให้เกิดเสียงปุ่มเหงือก

2.1.1.4 เพดานแข็งหรือเพดานอ่อน คือส่วนที่เป็นกระดูกแข็ง

2.1.1.5 เพดานอ่อน คือส่วนเพดานที่ต่อเพดานแข็งไปข้างใน มีลักษณะเป็นกระดูกอ่อนที่ยับขึ้นลงได้เวลาหายใจ เพดานอ่อนและลิ้นไก่ซึ่งอยู่ปลายเพดานอ่อนลดระดับลงมา เปิดช่องว่างให้ลมออกทางจมูกเวลาพูดส่วนใหญ่ปลายเพดานอ่อนและลิ้นไก่อจะถูกยกขึ้นไปจรดหลังคอก้นอกจากเวลาออกเสียงนาสิกเท่านั้น

2.1.1.6 ลิ้นไก่ เป็นก้อนเนื้อเล็ก ๆ อยู่ปลายเพดานอ่อนตรงกลางปาก ลิ้นร่วได้

2.1.1.7 ลิ้น ลิ้นเป็นส่วนที่เคลื่อนไหวมากที่สุดในการออกเสียง ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน

ปลายลิ้น คือส่วนของปลายลิ้นซึ่งสามารถยกขึ้นไปแตะกับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ได้

หน้าลิ้น คือส่วนที่อยู่ตรงข้ามกับเพดานแข็งถ้าวางลิ้นราบกับปากเช่นเดียวกับเวลาที่ไม

ได้พูด

หลังลิ้น ถ้าวางลิ้นราบกับปาก ลิ้นส่วนนี้จะอยู่ตรงข้ามกับเพดานอ่อน

2.1.1.8 แผ่นเนื้อปากห่อคลุม เป็นก้อนเนื้อเล็ก ๆ คล้ายลิ้นไก่ อยู่ตรงโคนลิ้นลงไปในคอ มีหน้าที่ปิดช่องลมในขณะรับประทานอาหารและเปิดช่องลมเมื่อพูด

2.1.1.9 ช่องคอ อยู่ถัดจากช่องปากไปจนถึงเส้นเสียง

2.1.1.10 เส้นเสียง เป็นอวัยวะสำคัญที่ทำให้เกิดเสียง เส้นเสียงมีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อ แผ่นภายในกล่องเสียง ปิดขวางอยู่ปากช่องห่อคลุมจากด้านหลังมาด้านหน้า ระหว่างเส้นเสียงจะมีช่องว่างซึ่งเป็นช่องผ่านให้ลมไปถึงปอดและออกมาจากปอดได้ ช่องนี้เรียกว่าช่องว่างระหว่างเส้นเสียง

2.1.1.11 ช่องจมูก หมายถึงโพรงในช่องจมูกซึ่งอยู่เหนือลิ้นไก่ขึ้นไป เป็นช่องที่ลมซึ่งผ่านเส้นเสียงขึ้นมาจะป้อนออกไปทางจมูกได้เมื่อเวลาหายใจและเวลาออกเสียงนาสิก

เสียงที่เกิดขึ้นนั้นไม่ว่าจะเป็นเสียงประเภทใด จะผ่านไปตามทางเดินของเสียง โดยจะเริ่มต้นที่ช่องว่างระหว่างเส้นเสียงถึงริมฝีปาก ในทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่าทางเดินของเสียงคือ ท่อนำเสียงที่มีรูปร่างไม่แน่นอน

2.1.2 การเกิดของเสียง (Speech Production)

การเกิดของเสียงแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 จุดเริ่มต้น เป็นขั้นตอนที่ลมเริ่มถูกขับออกจากปอดผ่านเข้าไปสู่ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 การดัดแปลงลมที่เส้นเสียง อวัยวะที่ใช้ในขั้นตอนนี้คือส่วนที่ต่อจากปอดขึ้นมาถึงกล่องเสียงและที่กล่องเสียงเส้นเสียงจะทำหน้าที่เป็นลิ้นปิดเปิดทำให้เกิดเสียง 2 ชนิดคือ

1. เสียงก้อง (Voiced)เกิดจากลมที่เส้นเสียงปิดกั้นลมไว้ ลมที่ผ่านออกมาจะเพิ่มแรงดันมากขึ้นจนเส้นเสียงปิดเปิดสลับกันไป ทำให้เกิดเสียงก้องขึ้นมา ซึ่งสามารถเรียกความถี่ในการปิดเปิดของเส้นเสียงว่า ความถี่มูลฐาน

2. เสียงไม่ก้อง (Unvoiced) เสียงชนิดนี้เส้นเสียงจะเปิดตลอดเวลาที่ลมผ่าน ลมจึงผ่านออกมาได้สะดวกทำให้เกิดเสียงไม่ก้องขึ้น

ขั้นตอนที่ 3 การเปลี่ยนแปลงลักษณะเส้นเสียง อวัยวะที่ใช้คือส่วนที่ต่อจากกล่องเสียงจนถึงริมฝีปาก โดยลมที่ผ่านออกจากกล่องเสียงจะทำให้เกิดเสียงในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่แล้ว

2.2 การวิเคราะห์สัญญาณเสียงในช่วงเวลาสั้น ๆ

เนื่องจากว่าสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณที่แปรตามเวลา มีการแปรเปลี่ยนที่ไม่แน่นอน เช่น ในขณะพูดซ้ำ ๆ รูปร่างของโพรงเสียงรวมทั้งลักษณะรูปแบบของการกระตุ้นอาจจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่นานที่สุดประมาณ 200 มิลลิวินาที แต่ในขณะที่พูดอย่างรวดเร็ว อาจจะมีช่วงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสั้นมากคือประมาณ 80 มิลลิวินาที ก็ได้

ดังนั้นเทคนิคในการวิเคราะห์เสียงพูดส่วนใหญ่แล้ว จะสมมติให้สัญญาณเสียงมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับเวลาอย่างเชิงซ้ำ นั่นก็คือเราจะต้องแบ่งทำการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ของสัญญาณเสียงพูดในช่วงเวลาสั้น ๆ เหมือนมองผ่านช่องแคบ ๆ ที่เรียกว่า ช็อตไทม์วินโดว์ (shot-time window) เมื่อเทียบตามเวลาที่เสียงจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อจะได้มองเห็นเหมือนกับว่า เราหาพารามิเตอร์นั้น ๆ ได้มาจากสัญญาณเสียงที่อยู่ภายในช่องแคบ ๆ และมีความเสถียรภายในช่วงเวลาสั้น ๆ

เทคนิคส่วนใหญ่จะกำหนดให้พารามิเตอร์ได้มาจากค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ภายในช่องแคบ ๆ นั้น สำหรับกรณีที่ต้องพิจารณาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลง ก็จะมีการแบ่งสัญญาณเสียงออกเป็นช่องหลาย ๆ ช่องหรืออาจจะเรียก กรอบการวิเคราะห์ (analysis frame) ดังนั้นพารามิเตอร์ต่าง ๆ จะสามารถหาได้ทันเพียงพอที่จะติดตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ สำหรับในช่วงที่สัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงช้า อาจจะกำหนดให้ช่องแคบมีขนาดใหญ่ประมาณ 100 มิลลิวินาที แต่ในทางตรงข้าม ถ้าสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงเร็ว ก็ต้องใช้ช่องแคบที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ประมาณ 5-10 มิลลิวินาที เพื่อป้องกันการสูญหายของรายละเอียดของสัญญาณถัดไป

2.2.1 รูปแบบของช่องแคบ (Windows)

การกำหนดขนาดของช่องแคบที่ใช้ขึ้นอยู่กับ

2.2.1.1 ช่องจะต้องสั้นพอ ที่จะทำให้คุณสมบัติของเสียงที่กำลังพิจารณาไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในช่องแคบนั้น

2.2.1.2 ช่องแคบจะต้องยาวพอที่จะทำให้การจัดเตรียมตัวอย่างของเสียงเพื่อจะนำไปคำนวณหาพารามิเตอร์ให้ได้ตามต้องการอย่างเช่น ในกรณีที่สัญญาณรบกวนเข้ามาแทรกอยู่บางช่วงในสัญญาณเสียงด้วย ถ้าเราเลือกใช้ช่องแคบที่มีขนาดใหญ่กว่า เมื่อทำการหาพารามิเตอร์โดยเฉลี่ย ก็จะทำให้ส่วนประกอบของสัญญาณรบกวนถูกตัดทิ้งหรือมองข้ามไป

2.2.1.3 ช่องแคบที่เหมาะสม ไม่ควรสั้นเกินกว่าช่วงหนึ่งคาบของสัญญาณเสียงในช่วงที่กำลังวิเคราะห์ เงื่อนไขนี้จะมีผลต่อค่าเฟรมเรต (frame rate) ซึ่งก็คือจำนวนครั้งต่อวินาทีที่ทำการวิเคราะห์

สัญญาณเสียง โดยการจับช่องแคบไปเป็นคาบ ๆ ตามแกนเวลา) ตามปกติเฟรมเรทจะมีค่าประมาณ 2 เท่าของส่วนกลับของขนาดช่องแคบ นั่นก็คือช่องแคบถี่ ๆ กันไปจะมีการซ้อนทับกัน 50 เปอร์เซ็นต์

การนำฟังก์ชันของช่องแคบที่มีช่วงขนาดจำกัด $w(n)$ มาคูณเข้ากับสัญญาณ $s(n)$ จะทำให้ได้กลุ่มตัวอย่างของเสียงพูดที่ถูกกำหนดน้ำหนักให้แปรไปตามรูปร่างของช่องแคบ รูปแบบของช่องแคบที่ง่ายที่สุดก็คือ กรอบแบบสี่เหลี่ยม (rectangular window) ซึ่งมีนิยามดังนี้

$$w(n) = \begin{cases} 1, & n=0,1,\dots,N-1 \\ 0, & n \text{ อื่นๆ} \end{cases} \quad (2.2.1)$$

ในสมการนี้ คือการกำหนดช่องของการวิเคราะห์ให้มีจำนวนตัวอย่าง N ตัวอย่าง

รูปแบบของช่องแคบในลักษณะนี้ ก็มีฟังก์ชันของช่องแคบหลายลักษณะด้วยกันตัวอย่างเช่น Blackman ,Barlett ,Hamming ,Hanning เป็นต้น โดยฟังก์ชันของช่องแคบที่นิยมใช้กันมากในการวิเคราะห์สัญญาณเสียงก็คือ ฟังก์ชัน Hamming ซึ่งมีรูปร่างตามลักษณะของ (cosine pulse) มีนิยามดังนี้

$$w(n) = \begin{cases} 0.54-0.46\cos(2\pi n)/(N-1), & n=0,1,\dots,N-1 \\ 0, & n \text{ อื่นๆ} \end{cases} \quad (2.2.2)$$

2.3 การหาค่าพลังงานของสัญญาณเสียง

พลังงานของสัญญาณเป็นตัวแทนอันหนึ่งที่เรามักจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ลักษณะต่างๆของสัญญาณทั่ว ๆ ไป โดยพลังงานของสัญญาณ $s(n)$ ใด ๆ ที่แปรตามเวลาสามารถนิยามได้ว่า

$$Energy = \sum_{n=-\infty}^{\infty} s^2 \quad (2.3.1)$$

แต่สำหรับสัญญาณเสียงซึ่งเป็นสัญญาณที่แปรเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา ไม่มีเสถียรภาพตามเวลา เราจะต้องแบ่งสัญญาณออกมาพิจารณาเป็นช่วงเล็ก ๆ ตามแกนเวลา เรียกว่าแบ่งออกเป็นเฟรม เช่น เฟรมละประมาณ 10 –30 วินาที หรือเฟรมละ 100 ตัวอย่าง เป็นต้น ดังนั้นก็จะสามารถหาพลังงานของเสียงในแต่ละเฟรมได้เป็น

$$Energy_l(m) = \sum_{n=0}^{N-1} s^2(n) \quad (2.3.2)$$

โดยที่ l แทนลำดับของเฟรมข้อมูลเสียง , $l=0,1,2,3,\dots,L$

N จำนวนข้อมูลเสียงในแต่ละเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดค่าพลังงานดังในสมการที่ 2.3.2 นั้นมีข้อจำกัดตรงที่ว่ามันจะมีความไวต่อสัญญาณที่มีขนาดใหญ่ ๆ เนื่องจากเราใช้วิธียกกำลังสองค่าของสัญญาณอินพุต ดังนั้นการแก้ปัญหอย่างหนึ่งก็คือวัดพลังงานของเสียงโดยใช้สมการดังนี้

$$Energy_i(m) = \sum_{n=0}^{N-1} |s(n)| \quad (2.3.3)$$

2.4 การหาค่าอัตราการตัดศูนย์ (Zero Crossing)

การเกิดอัตราการตัดศูนย์จะเกิดขึ้นจากการที่รูปคลื่นของสัญญาณมีการตัดกับแกนเวลานั้นคือค่าของสัญญาณจะมีการเปลี่ยนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ นั่นเอง อัตราการเกิดอัตราการตัดศูนย์เป็นเครื่องมืออย่างง่ายที่ใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของสัญญาณค่าอัตราการตัดศูนย์นั้นสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจว่าสัญญาณเสียงนั้นเป็นเสียงก้อง (voiced) หรือเสียงไม่ก้อง (unvoiced) เนื่องจากเสียงก้องส่วนใหญ่จะมีค่าพลังงานอยู่ในช่วงความถี่ต่ำ ส่วนเสียงไม่ก้องจะมีพลังงานอยู่ในช่วงความถี่สูง และค่าอัตราการตัดศูนย์ก็มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความถี่ของสัญญาณ ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าสัญญาณเสียงที่มีค่าอัตราการตัดศูนย์สูงจะเป็นเสียงไม่ก้องและสัญญาณที่มีค่าอัตราการตัดศูนย์ต่ำจะเป็นเสียงก้อง แต่อย่างไรก็ตามการกำหนดขนาดของค่าอัตราการตัดศูนย์ที่แน่นอนเพื่อจำแนกชนิดของเสียงนั้น จะต้องอาศัยผลจากการทดลองเป็นหลัก

ในการหาค่าอัตราการตัดศูนย์สามารถทำได้โดยสมการดังนี้

$$z = \frac{1}{2N} * \sum_{n=1}^N |Sign(s(n)) - Sign(s(n-1))| \quad (2.4.1)$$

$$Sign(s(n)) = \begin{cases} 1, & \text{เมื่อ } s(n) > 0 \\ 0, & \text{ที่อื่นๆ} \end{cases}$$

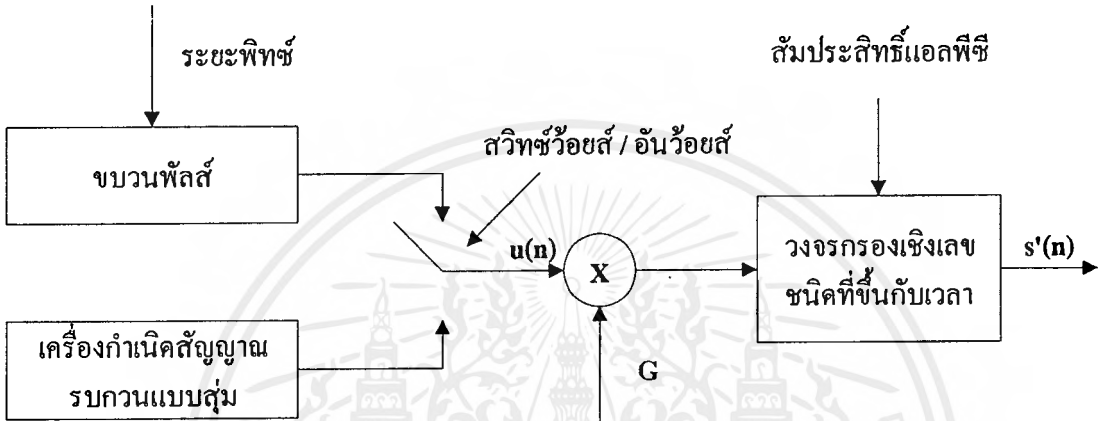
2.5 คาร์ประมาณเชิงเส้น (Linear Predictive Coding)

จากหลักการพื้นฐานของการประมาณเชิงเส้นคือ การประมาณค่าสัญญาณจากผลรวมเชิงเส้นของสัญญาณก่อนหน้านี้ สมมติว่าสัญญาณเดิม $s(n)$ การประมาณค่าสัญญาณเป็น $s'(n)$ ดังนั้นสามารถอธิบายการประมาณเชิงเส้นได้ด้วยสมการต่อไปนี้

$$s'(n) = \sum_{k=1}^p \alpha_k s(n-k) \quad (2.5.1)$$

เมื่อ α_k เป็นค่าคงที่ เรียกวิธีการนี้ว่าการประมาณเชิงเส้นอันดับ p โดยมีเงื่อนไขว่า ค่า α_k ที่ใช้ในการประมาณจะต้องทำให้ ผลรวมของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน $\{s(n)-s'(n)\}^2$ มีค่าน้อยที่สุดนั่นคือ $\sum e^2(n) = \sum \{s(n)-s'(n)\}^2$ มีค่าต่ำสุด ซึ่งจะใช้การประมาณเชิงเส้นวิธีออโตคอร์เรเลชัน (Autocorrelation Method) หรือ วิธีอัตรัดสัมพันธ์

จากหลักการพื้นฐานของการประมาณเชิงเส้นและแบบจำลองระบบสร้างสัญญาณเสียงเราสามารถเขียน บล็อกไดอะแกรมการทำการประมาณเชิงเส้น มาสร้างสัญญาณเสียงพูดได้ดังรูปที่ 2.1 (Rebiner and Levinson, 1981)



รูปที่ 2.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมโมเดลการสร้างสัญญาณเสียงพูดอย่างง่าย

จากรูป 2.1 สามารถเขียนสมการได้เป็น

$$s(n) = G * u(n) + \sum_{k=1}^p \alpha_k s(n-k) \quad (2.5.2)$$

การประมาณเชิงเส้นโดยใช้สัมประสิทธิ์ $\{\alpha_k\}$ คือ

$$s'(n) = \sum_{k=1}^p \alpha_k s(n-k) \quad (2.5.3)$$

ดังนั้น ความคลาดเคลื่อน คือ

$$e(n) = s(n) - s'(n) = s(n) - \sum_{k=1}^p \alpha_k s(n-k) \quad (2.5.4)$$

$$A(z) = E(z)/S(z) = 1 - \sum_{k=1}^p \alpha_k s(n-k) \quad (2.5.5)$$

จากสมการ (2.5.2)-(2.5.4) จะเห็นได้ว่าถ้า $\{\alpha_k\} = \{a_k\}$ แล้ว

$$e(n) = G * u(n) \quad (2.5.6)$$

ดังนั้น ค่าผลรวมของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน

$$E_n = \sum_m e_n^2(m)$$

$$E_n = \sum_m [s(m) - s'(m)]^2 \quad (2.5.7)$$

โดยที่ n คือ ช่วงที่ n ของสัญญาณที่ใช้คำนวณ เพราะฉะนั้นเพื่อให้ได้ค่า E_n ค่าที่สุดจะต้องมีเงื่อนไขว่า

$$\frac{\partial E_n}{\partial \alpha_i} = 0 \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, p$$

จากสมการ 2.5.7

$$\begin{aligned} \frac{\partial E_n}{\partial \alpha_i} &= -2s_n(m-i) \sum_m [s_n(m) - \sum_{k=1}^p \alpha_k s_n(m-k)] \quad \text{เมื่อ } i = 1, 2, 3, \dots, p \\ &= -2 \left[\sum_m s(m)s(m-i) - \sum_{k=1}^p \sum_m \alpha_k s(m-k)s(m-i) \right] \quad (2.5.8) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial E_n}{\partial \alpha_i} = 0 \quad \text{ก็ต่อเมื่อ}$$

$$\sum_{k=1}^p \alpha_k \sum_m s_n(m-k)s_n(m-i) = \sum_m s_n(m)s_n(m-i) \quad (2.5.9)$$

เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, p$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเรากำหนดให้ $\phi_n(i, j) = \sum s_n(m-k)s_n(m-i)$ เพราะฉะนั้น

$$\sum_{k=1}^p \alpha_k \phi_n(i, j) = \phi_n(i, 0) \quad (2.5.10)$$

โดยสมการ (2.5.8)-(2.5.9) จะเห็นได้ว่า

$$E_n = \sum_m s_n^2(m) - \sum_{k=1}^p \alpha_k \sum_m s_n(m)s_n(m-k)$$

และจาก $\phi_n(i, j) = \sum s_n(m-k)s_n(m-i)$

$$E_n = \phi_n(0, 0) - \sum_{k=1}^p \alpha_k \phi_n(0, k) \quad (2.5.11)$$

สมมุติว่าใน 1 เฟรม ของสัญญาณ ที่ตัดมาจำนวนมี N ตัวอย่าง คือ $s_n(0), s_n(1), s_n(2), \dots, s_n(N-1)$ ในที่นี้เราให้ $s_n(m) = 0$ เมื่อ $m < 0$ หรือ $m > N-1$ เพราะฉะนั้น

$$\begin{aligned} \phi_n(i, j) &= \sum_m s_n(m-k)s_n(m-i) \\ &= \sum_{m=0}^{N-1-(i-k)} s_n(m)s_n(m+i-k) \quad 0 \leq k \leq p, 1 \leq i \leq p \end{aligned}$$

$$\text{ให้} \quad R_n(k) = \sum_m^{N-1-k} s_n(m)s_n(m+k) \quad \text{เมื่อ } k = 0, 1, 2, \dots, p \quad (2.5.12)$$

ดังนั้น จากสมการ (2.5.11) และ (2.5.12) จะได้ว่า

$$R_n(k) = \sum_{m=0}^{N-1-k} x'(m)x'(m+k) \quad (2.5.13)$$

จากสมการที่ 2.5.12 จะได้ว่า

$$\sum_{k=1}^p \alpha_k R_n(|i-k|) = R_n(i) \quad \text{เมื่อ } i=1,2,3,..,p \quad (2.5.14)$$

จากสมการ 2.5.14 เขียนให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ได้เป็น

$$\begin{bmatrix} R_n(0) & R_n(1) & \dots & R_n(p-1) \\ R_n(1) & R_n(0) & \dots & R_n(p-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_n(p-1) & R_n(p-2) & \dots & R_n(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_n(1) \\ R_n(2) \\ \dots \\ R_n(p) \end{bmatrix} \quad (2.5.15)$$

หรือ $R_n \cdot \alpha = r_n$

$$\text{เมื่อ } R_n = \begin{bmatrix} R_n(0) & R_n(1) & \dots & R_n(p-1) \\ R_n(1) & R_n(0) & \dots & R_n(p-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_n(p-1) & R_n(p-2) & \dots & R_n(0) \end{bmatrix}, \alpha = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \dots \\ \alpha_p \end{bmatrix} \quad (2.5.16)$$

$$\text{และ } r_n = \begin{bmatrix} R_n(1) \\ R_n(2) \\ \dots \\ R_n(p) \end{bmatrix}$$

2.6 ไดนามิคไทม์วาร์ปิง (Dynamic Time Wrapping)

เป็นวิธีที่จะกำจัดความแตกต่างทางด้านเวลาของรูปแบบ (pattern) 2 ชุด โดยพยายามหาความคล้ายคลึงของรูปแบบทั้งสองให้มากที่สุด ซึ่งก็คือพยายามเปรียบเทียบรูปแบบโดยพิจารณาถึงความแตกต่างที่น้อยที่สุด (Minimize Residual Distance)

หลักการของไดนามิคไทม์วาร์ปิง

2.6.1 การนอร์มอลไลซ์ระยะทาง (Time-Normalize Distance)

เสียงพูดของคนเราสามารถแทนได้ด้วยชุดพารามิเตอร์ ซึ่งพารามิเตอร์นี้จะมีลักษณะเป็นเวกเตอร์ สมมุติให้มีค่าพารามิเตอร์ของเสียงอยู่ 2 ชุด คือ

$$A = a_1, a_2, \dots, a_p, \dots, a_l$$

$$B = b_1, b_2, \dots, b_p, \dots, b_l$$

ซึ่งพารามิเตอร์แต่ละตัวจะเป็นเวกเตอร์ โดยในปริญญานิพนธ์นี้จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากวิธีการทำนายเชิงเส้น (Linear Predictive Coefficient)

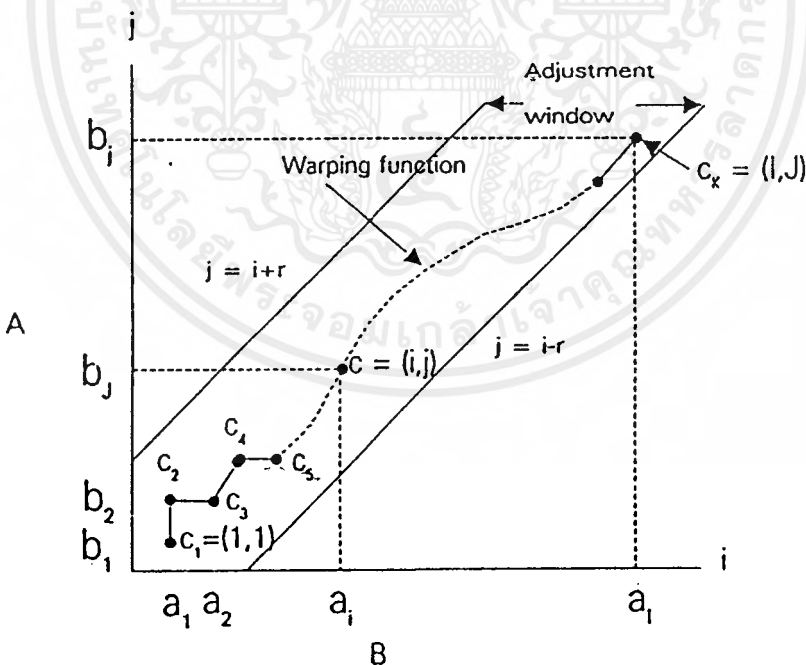
การที่เราจะหาความแตกต่างน้อยที่สุดของเสียงสองชุดนี้ เพื่อที่จะอธิบายความแตกต่างทางด้านเวลา จากรูปที่ 2.6.1 เมื่อรูปแบบ A และรูปแบบ B ได้กลายเป็นแกน i และ j ตามลำดับ ตามรูปที่ 2.2 สามารถกำหนดเป็นฟังก์ชันความแตกต่างด้านเวลา (Timing Difference) ระหว่างเสียงสองชุดได้โดยกำหนดให้ $c(i,j)$ ซึ่งความแตกต่างของพารามิเตอร์ทั้งสองชุดจะเป็นชุดของ c โดย

$$F = c(1), c(2), c(3), \dots, c(k), \dots, c(K) \quad (2.6.1)$$

$$\text{โดย } c(k) = (i(k), j(k))$$

ชุดของ c ใน F ก็จะเป็นฟังก์ชัน ซึ่งเป็นการแปลงรูปแบบ (pattern) A ไปสู่รูปแบบ B หรือในทำนองเดียวกัน ก็อาจกล่าวได้ว่าเป็น Wrapping function

ถ้าไม่มีความแตกต่างด้านเวลา (Time-Difference) ของเสียงทั้งสองชุดแล้ว Wrapping function ที่ได้จะเป็นเส้นทแยงมุมตามเส้น $i = j$ แต่ถ้ามีความแตกต่างทางด้านเวลา Wrapping function ที่ได้ก็จะเบี่ยงเบนไปจากแนวทแยงมุมมากขึ้น



รูปที่ 2.2 แสดงไดนามิคไทม์วาร์ปิงระหว่าง A และ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ความแตกต่างระหว่างพารามิเตอร์สองชุดเป็น $d(c)$ โดย

$$d(c) = d(i,j) = |a_i - b_j| \quad (2.6.2)$$

เราจะได้ว่าค่าความแตกต่างที่น้อยที่สุดระหว่างเสียงชุด A และเสียงชุด B คือ

$$D(A,B) = \min \frac{\sum_{k=1}^K d(c(k))w(k)}{\sum_{k=1}^K w(k)} \quad (2.6.3)$$

สำหรับค่าถ่วงน้ำหนัก $w(k)$ นี้ไม่ขึ้นอยู่กับ wrapping function สามารถนำออกมาอยู่นอกวงเล็บได้เป็น

$$D(A,B) = \frac{1}{N} \min \sum_{k=1}^K d(c(k))w(k) \quad (2.6.4)$$

ซึ่ง N หรือสัมประสิทธิ์การนอร์มอลไลซ์ (Normalize coefficient) สามารถแยกพิจารณาได้ 2 แบบ คือ แบบสมมาตร (Symmetric form) และแบบไม่สมมาตร (Asymmetric form)

แบบสมมาตรจะได้ว่า

$$N = w(k) = (i(k)-i(k-1)) + (j(k)-j(k-1)) \quad (2.6.5)$$

ซึ่งจะได้ว่า $N = I + J$ เป็นการให้ความสำคัญทั้งชุด A และชุด B โดยเสมือนกับว่าทั้ง A และ B ได้ถูกแปลงไปอยู่ในแกนชั่วคราว

แบบไม่สมมาตรจะได้ว่า

$$N = w(k) = (i(k)-i(k-1)) \quad (2.6.6)$$

ซึ่งจะได้ว่า $N = I$ เป็นการให้ความสำคัญกับรูปแบบของชุด A โดยเสมือนกับว่ารูปแบบ B ถูกแปลงไปสู่รูปแบบ A หรือ $N = w(k) = (j(k)-j(k-1))$ ซึ่งจะได้ว่า $N = J$ และเป็นการให้ความสำคัญกับรูปแบบ B โดยเสมือนกับรูปแบบ A ถูกแปลงไปเป็นรูปแบบ B

แต่จากการทดลองโดย Sakoe และ Chiba ได้ผลว่าการนอร์มอลไลซ์ โดยกำหนดให้เป็นแบบสมมาตรจะได้ผลถูกต้องมากกว่า

2.6.2 เงื่อนไขของวาร์ปฟังก์ชัน

เพื่อให้การแปลงเสียงของรูปแบบ A และรูปแบบ B เป็นไปตามลักษณะของเสียงที่แท้จริง จึงจำ

เป็นที่จะต้องกำหนดเงื่อนไขดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่เพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เงื่อนไขการเพิ่มขึ้น (Monotonic) ในแง่ฟิสิกส์แล้ว เสียงสองชุดที่จะเหมือนกันได้นั้น $i(k)$ และ $j(k)$ จะต้องมียค่าเพิ่มขึ้นเสมอ

$$i(k-1) \leq i(k) \text{ และ } j(k-1) \leq j(k)$$

เงื่อนไขของการต่อเนื่อง (Continuity) เงื่อนไขนี้เพื่อกำหนดให้ $c(k)$ มีค่าต่อเนื่องโดย

$$i(k)-i(k-1) \leq 1 \text{ และ } j(k)-j(k-1) \leq 1$$

เงื่อนไขของขอบเขต (Boundary Condition) คือขอบเขตเริ่มต้นและขอบเขตสุดท้ายของเสียงทั้งสองชุด ที่มาเปรียบเทียบกับกันนั่นเอง คือ

$$i(1) = 1, j(1) = 1$$

$$i(K) = I, j(K) = J$$

เงื่อนไขหน้าต่างการปรับตัว (Adjustment window condition)

$$|i(k) - j(k)| \leq r, r = \text{ค่าคงที่}$$

2.7 กฎการตัดสินใจ

เนื่องจากผลที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบไดนามิกไทม์วาร์ปิง จะได้ระยะทางระหว่างแบบทดสอบและแบบอ้างอิง ดังนั้นจำเป็นจะต้องนำไปผ่านขั้นตอนการตัดสินใจ ที่จะเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด สำหรับแบบทดสอบที่นำมาทดสอบ

nearest neighbor rule (NN rule) กำหนดที่รูปแบบอ้างอิงอยู่ V รูปแบบ $R^i, i = 1, 2, \dots, V$ โดยที่แต่ละแบบจะให้ค่าระยะทางเฉลี่ยเป็น D^i ซึ่งได้จากไดนามิกไทม์วาร์ปิง ผลการรับจากการตัดสินใจนี้จะนำไปทำการเลือกแบบอ้างอิงที่มีระยะทางจากแบบทดสอบน้อยที่สุด

$$i^* = \operatorname{argmin} [D^i] \quad (2.7.1)$$

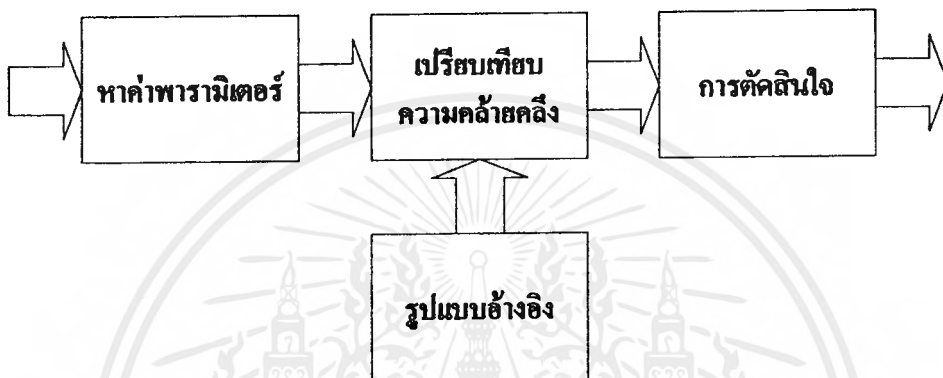
บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

ระบบการจดจำเสียงพูดโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นภาคต่างๆดังนี้คือ ภาคการหาค่าพารามิเตอร์ ภาคแบบอ้างอิง ภาคการเปรียบเทียบความคล้ายคลึง และภาคการตัดสินใจ ซึ่งแสดงได้ตามบล็อกไดอะแกรมจากรูปที่ 3.1

สัญญาณเสียง

ผลการจดจำ



รูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการจดจำเสียงพูดโดยทั่วไป

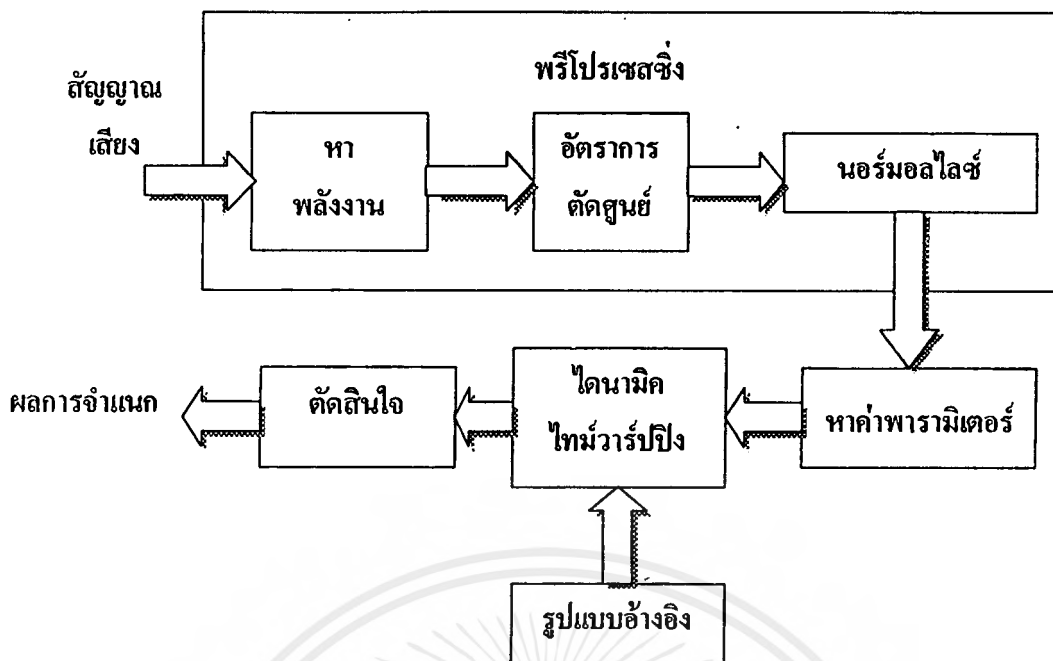
สำหรับปฏิยานุพันธ์นี้ จะมีการเพิ่มขึ้นคอนจากเดิม คือส่วนของฟรีโปรเซสซึ่ง ซึ่งจะเป็นการหาขอบเขตของคำ และการนอร์มอลไลซ์สัญญาณ เพื่อเตรียมนำสัญญาณไปผ่านขั้นตอนในรูปที่ 3.1 ต่อไป โดยสามารถแสดงได้ดังบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 3.2 อธิบายเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

3.1 การหาขอบเขตของคำ คือ ขั้นตอนในภาคฟรีโปรเซสซึ่ง โดยจะใช้หลักการหาค่าพลังงานของสัญญาณเสียง และการหาค่าอัตราการตัดสินใจในโดเมนเวลา ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ใช้การวิเคราะห์หาค่าพลังงานของสัญญาณ ในการหาขอบเขตของคำ ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. คำนวณหาค่าพลังงานของสัญญาณในช่วงเวลาที่ถูกบันทึกทั้งหมด โดยการคำนวณหาค่าพลังงานของสัญญาณซึ่งจะทำการคำนวณเป็นเฟรม กำหนดให้เฟรมหนึ่งมีจำนวนแซมเปิล 100 แซมเปิล โดยจะทำการคำนวณเป็นเฟรมต่อไปเรื่อย ๆ จนครบทุกแซมเปิลของสัญญาณ

2. พิจารณาค่าพลังงานสูงสุดของสัญญาณ(E_{max}) และดูว่าค่าพลังงานสูงสุดนี้อยู่ที่เฟรมใด แล้วกำหนดให้เป็นเฟรมที่ m



รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการจดจำเสียงพูด

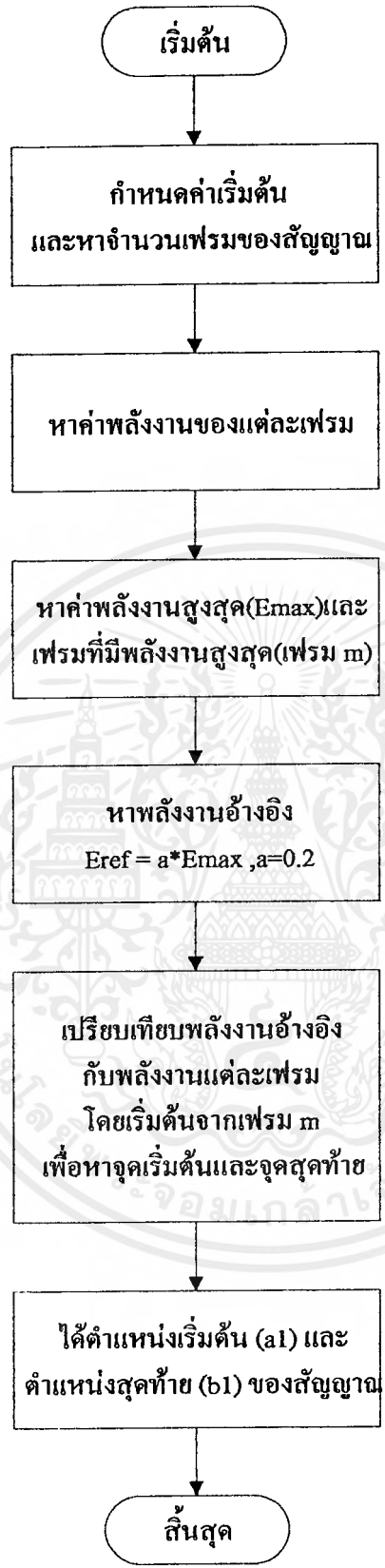
3. ทำการกำหนดพลังงานอ้างอิง (E_{ref}) ซึ่งพลังงานอ้างอิงสามารถคำนวณได้จาก a เท่าของพลังงานสูงสุด ($a * E_{max}$) ซึ่งในที่นี้ค่า a จะมีค่าเท่ากับ 0.2

พลังงานอ้างอิงนี้จะเป็นตัวบอกว่า จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของคำจะอยู่นอกช่วงนี้-

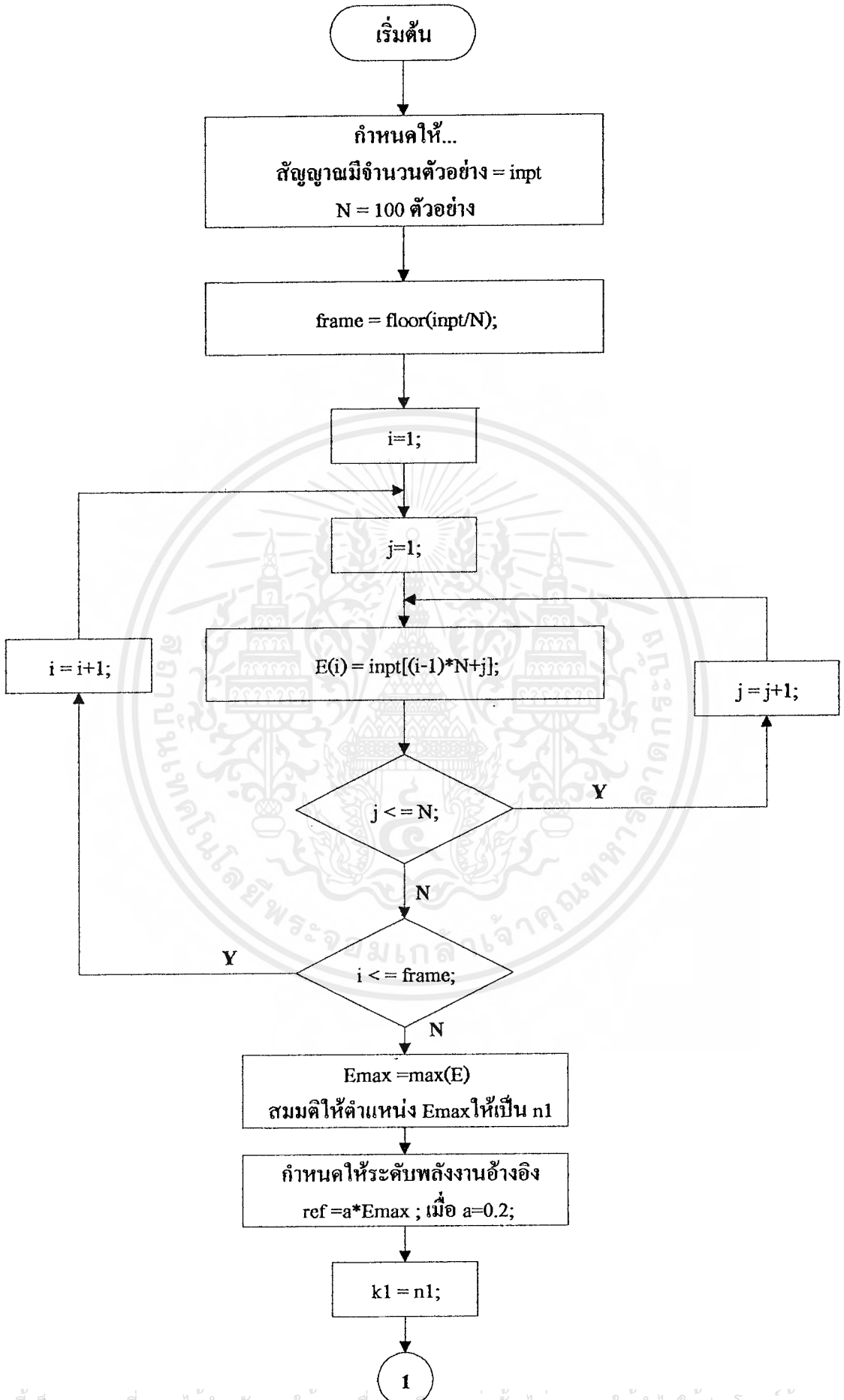
4. เมื่อกำหนดพลังงานอ้างอิง เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ทำการหาจุดเริ่มต้นของคำ โดยเฟรมที่มีค่าพลังงานสูงสุด จะถูกพิจารณาเป็นเฟรมแรก (เฟรมที่ m) ซึ่งนำค่าพลังงานของสัญญาณเฟรมที่ m ไปเปรียบเทียบกับพลังงานอ้างอิง แล้วเลื่อนเฟรมที่จะเปรียบเทียบกับพลังงานกับพลังงานอ้างอิงไปด้านหลังเรื่อยๆ (เฟรมที่ $m-1, m-2, \dots, 2, 1$) จนกว่าจะพบเฟรมที่มีค่าพลังงานน้อยกว่าค่าพลังงานอ้างอิงเป็นเฟรมแรก ก็จะได้จุดเริ่มต้นของสัญญาณ ($a1$) โดยถือว่าค่าพลังงานของสัญญาณค่าแรกที่มีค่าน้อยกว่าพลังงานอ้างอิง (E_{ref}) เป็นจุดเริ่มต้นของคำ

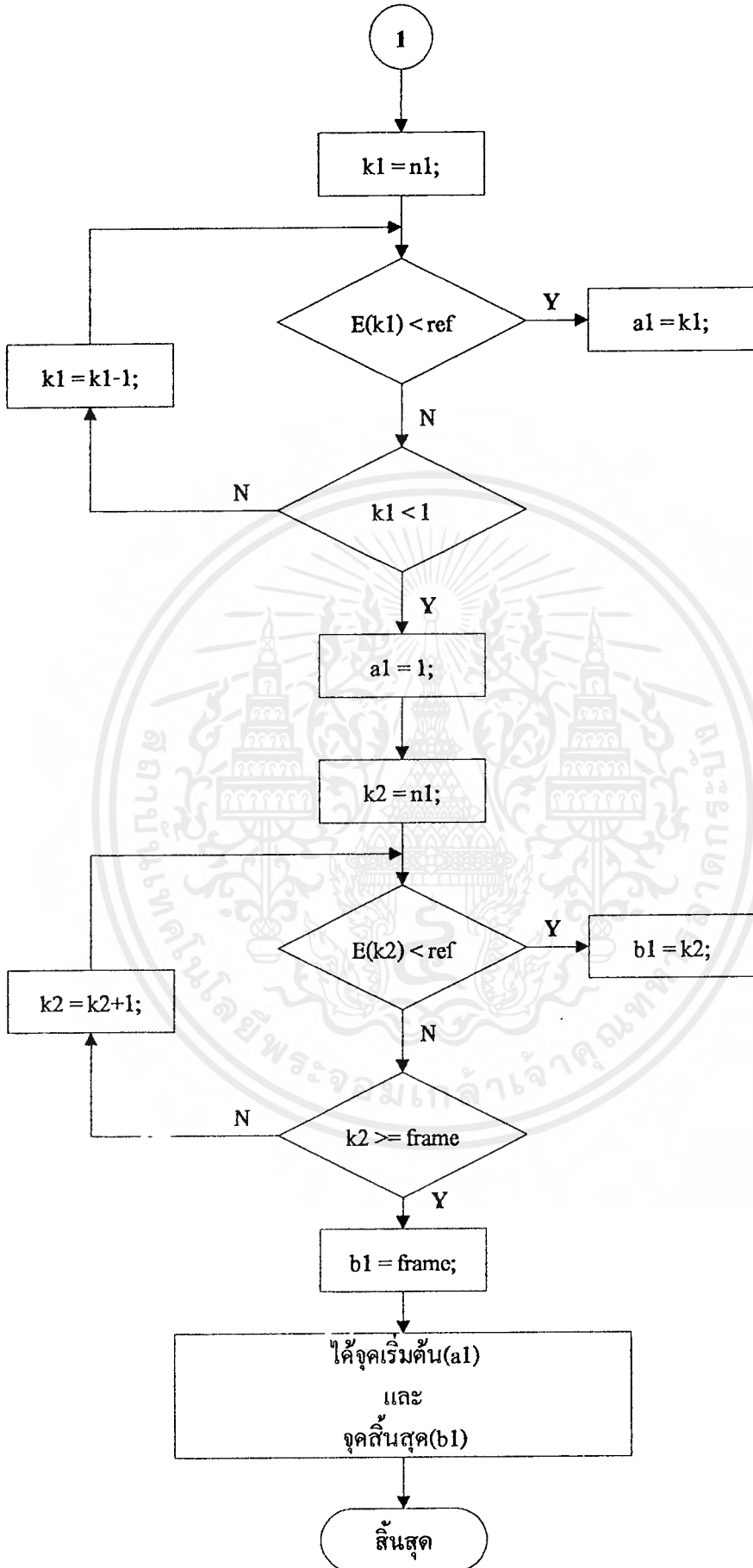
5. การหาจุดสุดท้ายของคำ จะทำการพิจารณาเช่นเดียวกับการจุดเริ่มต้นของคำ คือเริ่มเปรียบเทียบจากเฟรมที่มีพลังงานสูงสุด (เฟรมที่ m) เช่นกัน แต่การเลื่อนเฟรมจะเลื่อนไปทางด้านหน้าแทน (เฟรมที่ $m+1, m+2, \dots$) จนกว่าจะพบเฟรมแรกที่มีค่าพลังงานน้อยกว่าค่าพลังงานอ้างอิง ก็จะได้จุดสุดท้ายของสัญญาณ ($b1$) โดยถือว่าค่าพลังงานของสัญญาณค่าแรกที่มีค่าน้อยกว่าพลังงานอ้างอิง เป็นจุดสุดท้ายของคำ

จากขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมานี้สามารถแสดงดังรูป 3.3 และรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการหาจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสัญญาณ
เสียงโดยวิธีการหาพลังงานของสัญญาณ





รูปที่ 3.4 แสดงผังงานการหาจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสัญญาณ โดยการเปรียบเทียบค่าพลังงาน
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่ภายนอกการ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 2 ใช้การวิเคราะห์หาค่าอัตราการตัดศูนย์ สาเหตุที่ใช้วิธีนี้ช่วยเนื่องจากการหาขอบเขตของค่าโดยการเปรียบเทียบค่าพลังงานอาจมีข้อผิดพลาดได้ จึงต้องใช้วิธีหาค่าอัตราการตัดศูนย์ (Zero crossing) เข้าช่วยพิจารณา ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. คำนวณหาค่าอัตราการตัดศูนย์ในช่วงเวลาที่ถูกบันทึกทั้งหมด โดยการคำนวณหาค่าอัตราการตัดศูนย์จะคำนวณเป็นเฟรม กำหนดให้แต่ละเฟรมมีตัวอย่าง 100 ตัวอย่าง และทำการคำนวณจนครบช่วงเวลาของเสียงที่ถูกบันทึกทั้งหมด

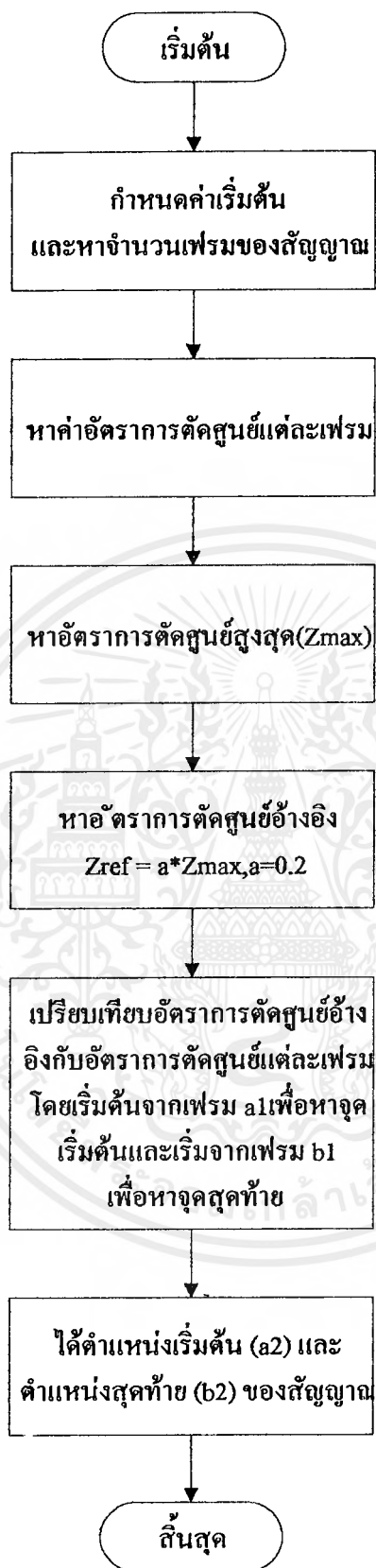
2. พิจารณาค่าอัตราการตัดศูนย์สูงสุด($Z_{\max}$) กำหนดให้เป็นเฟรมที่ p

3. กำหนดค่าอัตราการตัดศูนย์อ้างอิง(Z_{ref}) ซึ่งจะมีค่าเป็น a เท่าของค่าอัตราการตัดศูนย์สูงสุด ($a * Z_{\max}$) โดยค่า a จะเท่ากับ 0.2 เช่นกัน

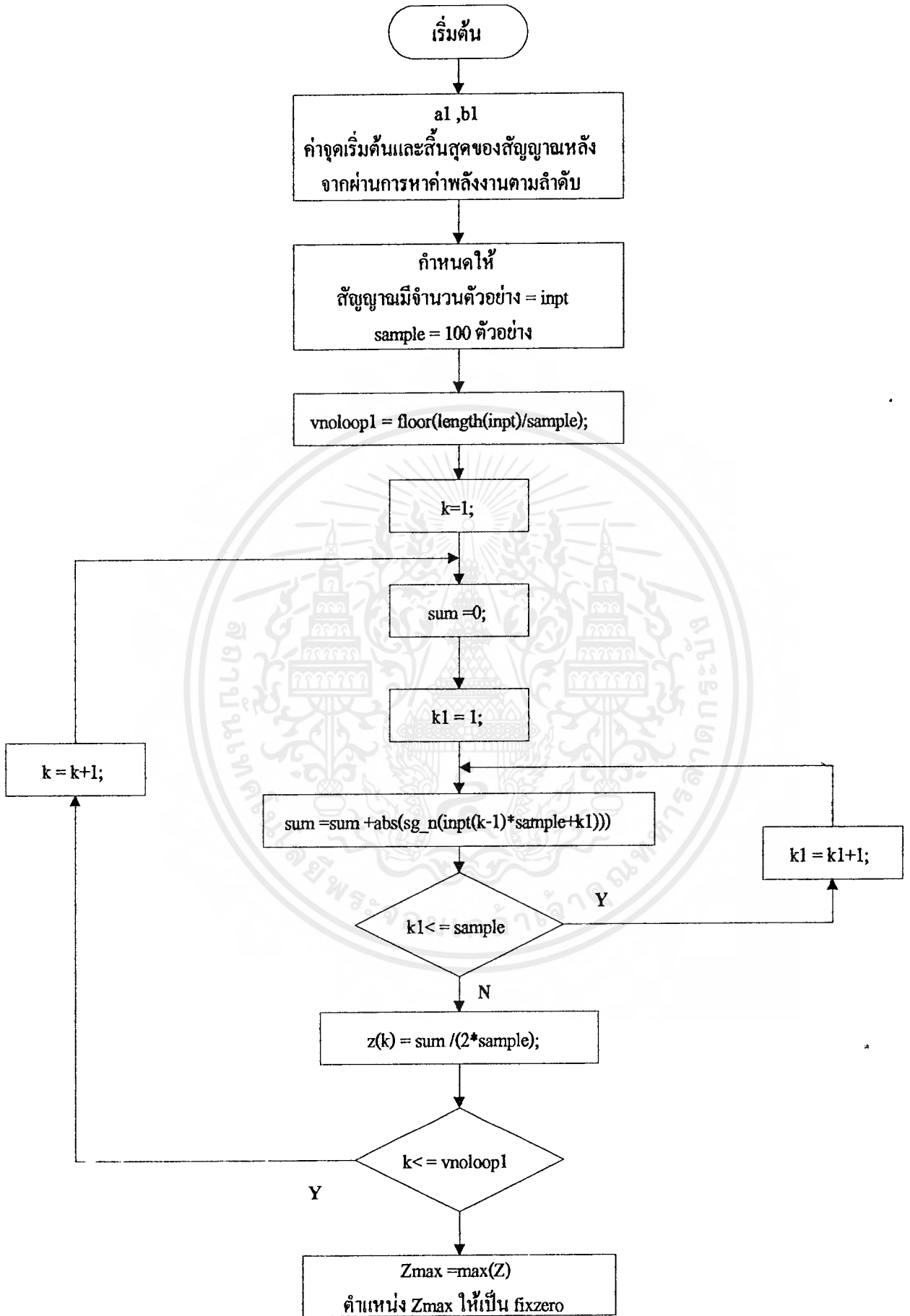
4. จากจุดเริ่มต้น (a_1) ที่หาได้จากขั้นตอนที่ 1 จะเป็นเฟรมแรกที่จะพิจารณา โดยจะทำการเปรียบเทียบอัตราการตัดศูนย์ของเฟรมดังกล่าวกับอัตราการตัดศูนย์อ้างอิง ถ้ามีค่ามากกว่า จุดเริ่มต้นจะถูกเปลี่ยนตำแหน่ง โดยจะเลื่อนไปยังจุดแรกที่มีค่าน้อยกว่าอัตราการตัดศูนย์อ้างอิง(a_2) และจะถือว่าจุดนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่แท้จริง ซึ่งการเลื่อนเฟรมจะเลื่อนไปด้านหลัง(เฟรมที่ $a_1-1, a_1-2, \dots, 2, 1$) แต่ในกรณีที่ a_1 น้อยกว่าอัตราการตัดศูนย์อ้างอิง จะถือว่า a_1 ที่หาได้จากขั้นตอนที่ 1 เป็นจุดเริ่มต้นที่ถูกต้องอยู่แล้ว

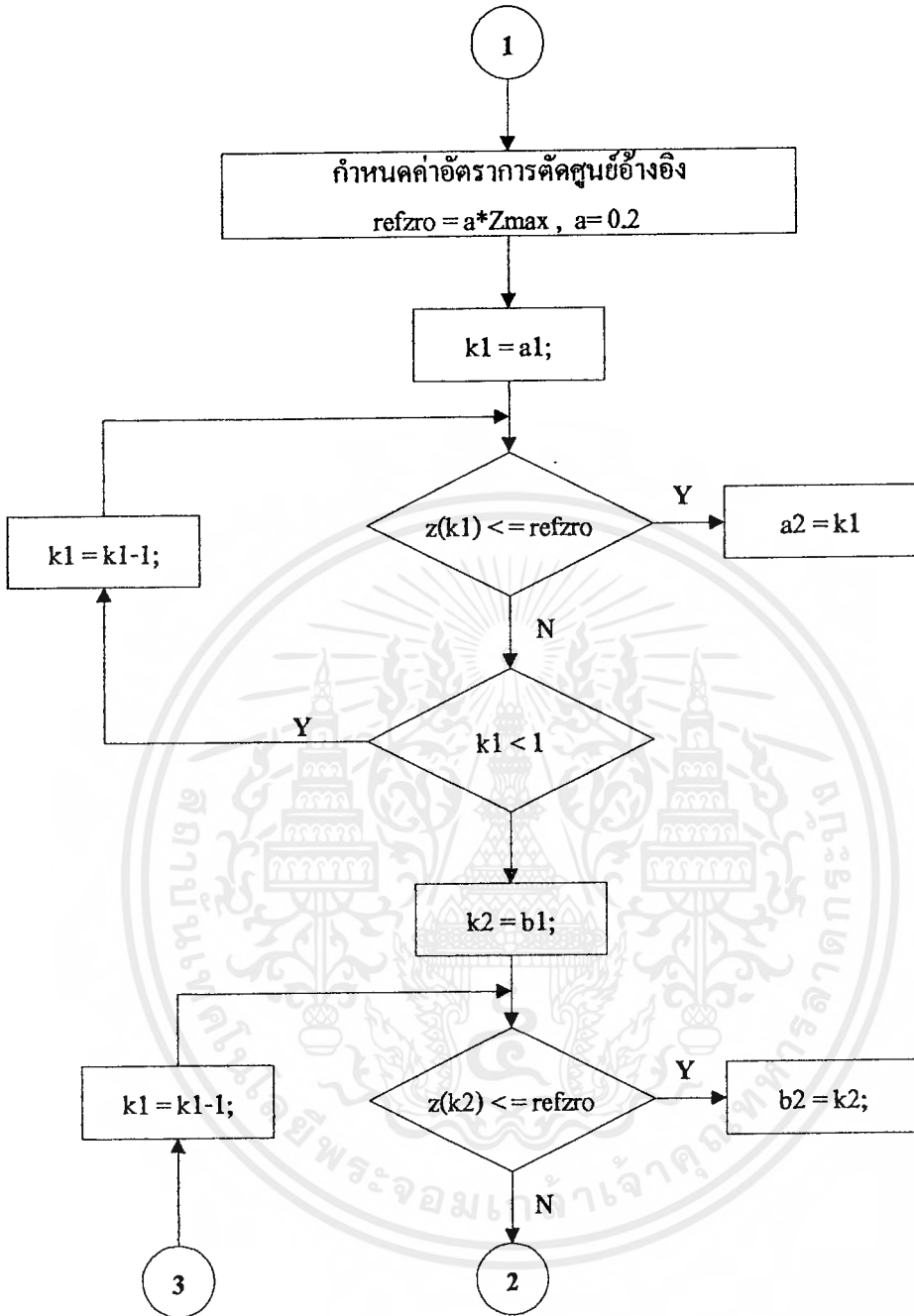
5. การหาจุดสุดท้าย จะหาจากจุดสุดท้าย (b_1) ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 พิจารณาเหมือนข้อ 3 คือจะเป็นเฟรมแรกที่จะเปรียบเทียบอัตราการตัดศูนย์กับอัตราการตัดศูนย์อ้างอิง ถ้ามากกว่า จุดสุดท้ายจะถูกเปลี่ยนตำแหน่ง โดยจะเลื่อนเฟรมไปทางด้านหน้า(เฟรมที่ $b_1+1, b_1+2, \dots$) จนกว่าจะเจอจุดแรกที่มีค่าน้อยกว่าอัตราการตัดศูนย์อ้างอิง(b_2) และจะถือว่าจุดนี้เป็นจุดสุดท้ายที่แท้จริง แต่ถ้าอัตราการตัดศูนย์ที่ b_1 น้อยกว่าอัตราการตัดศูนย์อ้างอิง ก็กล่าวได้ว่า b_1 เป็นจุดสุดท้ายที่ถูกต้องอยู่แล้วเช่นกัน

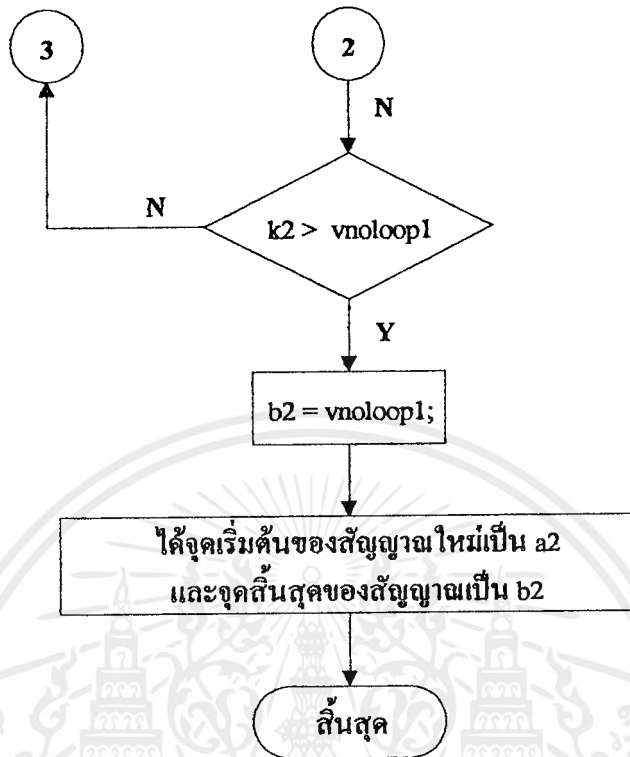
จากขั้นตอนทั้งหมดที่กล่าวมาแสดงได้ดังรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการหาจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสัญญาณเสียง
โดยวิธีการเปรียบเทียบอัตราการตัดศูนย์

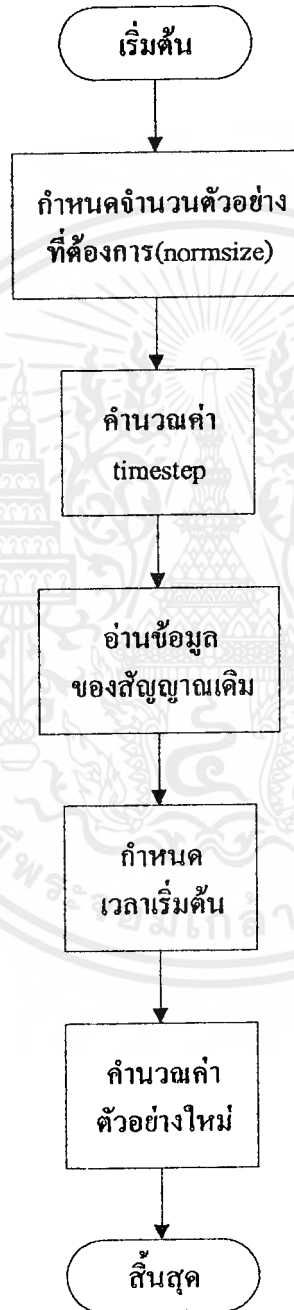




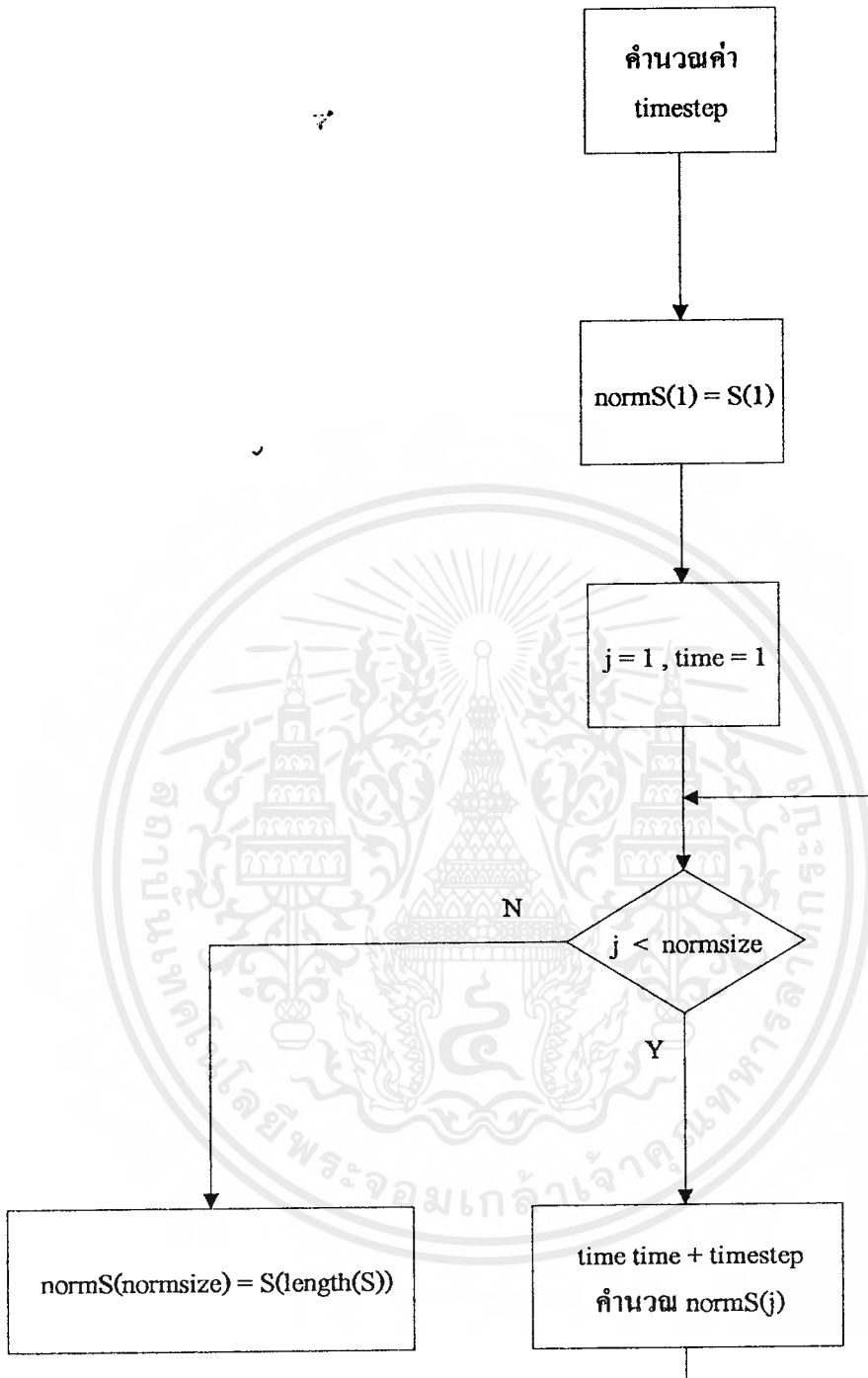


รูปที่ 3.6 แสดงผังงานการหาจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของสัญญาณเสียง
ด้วยวิธีการหาอัตราการตัดศูนย์

3.2 การนอร์มอลไลซ์ (Normalization) เนื่องจากสัญญาณเสียงพูดแต่ละคำมีความยาวไม่เท่ากัน จึงต้องมีการนอร์มอลไลซ์สัญญาณเสียงพูดให้ยาวเท่ากัน ขั้นตอนของการนอร์มอลไลซ์สัญญาณเสียงพูด แสดงดังรูป 3.7 และ รูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการนอร์มอลไลซ์สัญญาณ



รูปที่ 3.8 แสดงผังงานการนอร์มอลไลซ์ของสัญญาณ

เมื่อ $\text{length}(S)$ คือ จำนวนตัวอย่างทั้งหมดของสัญญาณก่อนนอร์มอลไลซ์
 normsize คือ จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ
 S คือ ข้อมูลเสียงพูดเดิม
 normS คือ ข้อมูลของเสียงพูดที่ผ่านการนอร์มอลไลซ์แล้ว

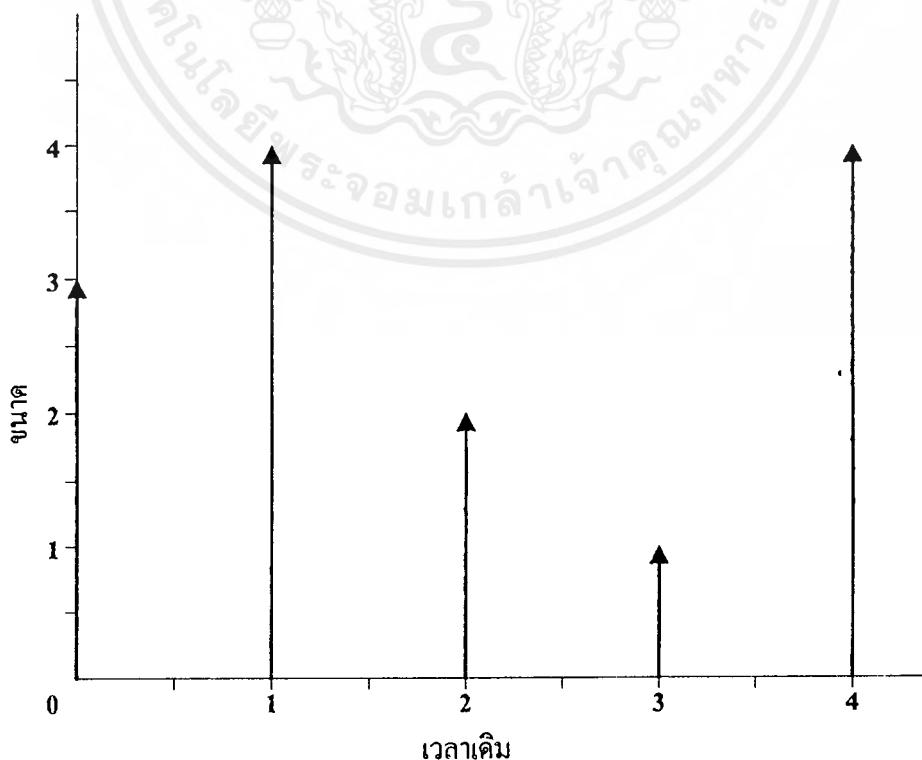
ค่าต่างๆในรูปที่ 3.8 คำนวณได้ดังนี้ (วุฒิพงษ์, 2538)

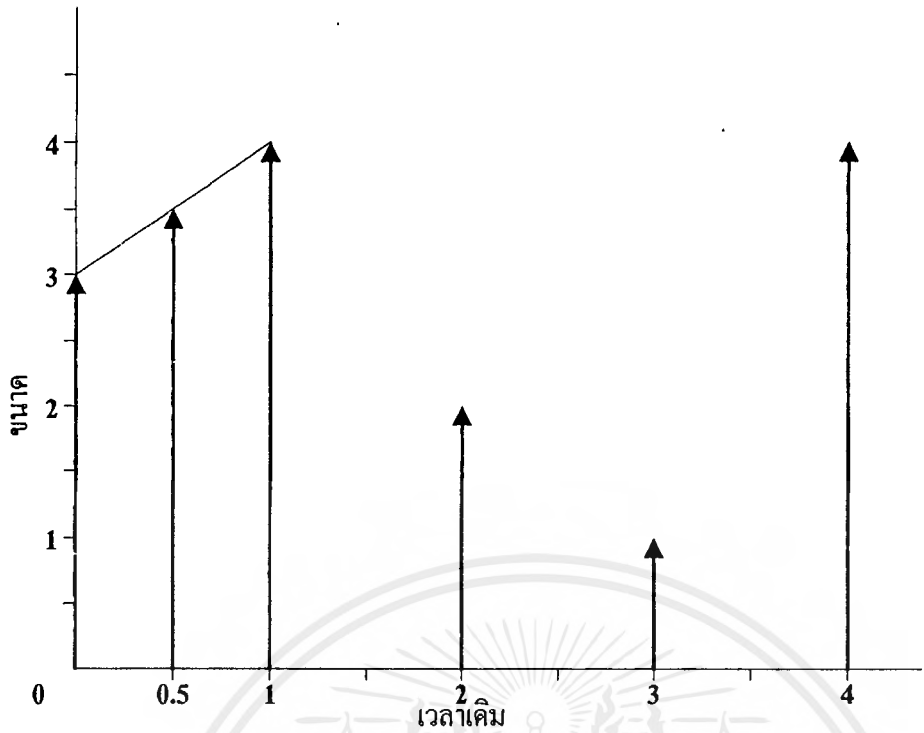
$$\text{timestep} = (\text{จำนวนตัวอย่างเดิม}) / (\text{จำนวนตัวอย่างที่ต้องการ})$$

$$\text{normS}(j) = S(\text{lowtime}) + \text{residue} * (S(\text{lowtime}+1) - S(\text{lowtime}))$$

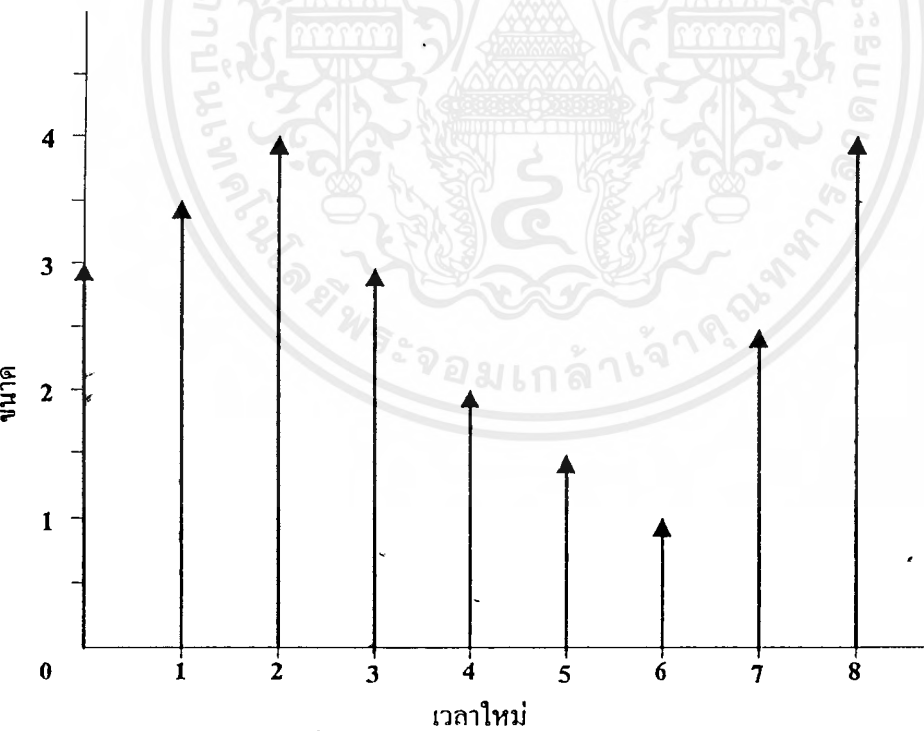
เมื่อ lowtime , residue คือจำนวนเต็มและเศษเหลือของค่า time ในแต่ละรอบของ j

ตัวอย่างของการนอร์มอลไลซ์สัญญาณเสียงพูด แสดงดังรูป 3.9 ซึ่งแสดงการนอร์มอลไลซ์สัญญาณขนาด 5 จุดข้อมูลในรูปที่ 3.9.1 เป็นสัญญาณขนาด 9 จุดข้อมูลในรูปที่ 3.9.3 ในขั้นแรกคำนวณค่า timestep ได้เท่ากับ 0.5 สัญญาณนอร์มอลไลซ์จุดแรกมีค่าเท่ากับสัญญาณเสียงพูดเดิมจุดแรก สัญญาณนอร์มอลไลซ์จุดที่สองซึ่งปรากฏบนแกนเวลาใหม่ที่เวลาที่ 1 มีค่าเท่ากับสัญญาณเสียงพูดเดิมบนแกนเวลาเดิมที่เวลาเท่ากับ timestep เนื่องจากสัญญาณเสียงพูดเดิมเป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่อง ทำให้ไม่ทราบค่าสัญญาณที่แท้จริงที่เวลาไม่เท่ากับจำนวนเต็ม จึงทำการประมาณค่าในช่วงเชิงเส้น (linear interpolation) จากสัญญาณเสียงพูดเดิม 2 จุด ที่อยู่ใกล้ที่สุดที่เวลาเป็นจำนวนเต็ม คือสัญญาณเสียงพูดที่เวลา 0 และที่เวลา 1 ดังแสดงในรูปที่ 3.9.2. สัญญาณนอร์มอลไลซ์ที่เวลาอื่นคำนวณจากวิธีเดียวกันนี้





รูปที่ 3.9.2 แสดงการประมาณค่าในช่วงเชิงเส้นสัญญาณออร์มอลไลซ์จุดที่สอง



รูปที่ 3.9.3 แสดงสัญญาณออร์มอลไลซ์
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างของการออร์มอลไลซ์เชิงพหุคูณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การหาค่าพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนการหาค่าพารามิเตอร์ สำหรับปริยญาณิพนธ์นี้จะทำการหาค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของสัญญาณเสียง โดยจะใช้วิธีลิเนียร์พรีดิกทีฟ (Linear Predictive Coding - LPC) และหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม ก่อนที่จะหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักต่อไป

การวิเคราะห์แบบลิเนียร์พรีดิกทีฟเป็นการวิเคราะห์เสียงพูดที่วิธีหนึ่ง โดยการวิเคราะห์นี้ใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์พื้นฐานของเสียง ซึ่งพารามิเตอร์ที่หาได้จากวิธีนี้มีความถูกต้องและใช้เวลาในการคำนวณไม่มากนัก

การหาค่าพารามิเตอร์ของเสียงนี้ สำหรับลิเนียร์พรีดิกทีฟจะทำการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี - (a) โดยที่เราจะต้องเตรียมสัญญาณในการวิเคราะห์ก่อน ซึ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์แสดงดังรูปที่ 3.12 การวิเคราะห์สามารถแบ่งเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.3.1 การพรีเอมฟาสีส (Preemphasis)

3.3.2 การแบ่งช่วงสัญญาณ (Frame Blocking)

3.3.3 การวินโดว์ (Windowing)

3.3.4 การหาออโตคอร์รีเลชัน (Autocorrelation Analysis)

3.3.5 การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี a (LPC Analysis)

3.3.6 การหาอัตราขยาย G

3.3.7 การเปลี่ยนพารามิเตอร์แอลพีซี เป็นสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

3.3.8 การเวทค่าพารามิเตอร์ (Parameter Weighting)

3.3.1 การพรีเอมฟาสีส

เนื่องจากสัญญาณเสียงพูด จะมีองค์ประกอบส่วนใหญ่อยู่บริเวณความถี่ต่ำ ดังนั้นเพื่อให้อัตราส่วนสัญญาณเสียงต่อสัญญาณรบกวน มีค่าค่อนข้างคงที่ เราจึงต้องมีการพรีเอมฟาสีส โดยเน้นความถี่สูงให้มีขนาดสูงขึ้น นั่นคือ การพรีเอมฟาสีสเป็นการกรองสัญญาณด้วยวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High pass filter) ซึ่งมักนิยมใช้วงจรกรองอันดับหนึ่ง มีฟังก์ชันถ่ายโอนดังนี้

$$H(z) = 1 - az^{-1} \quad 0.9 \leq a \leq 1.0 \quad (3.3.1)$$

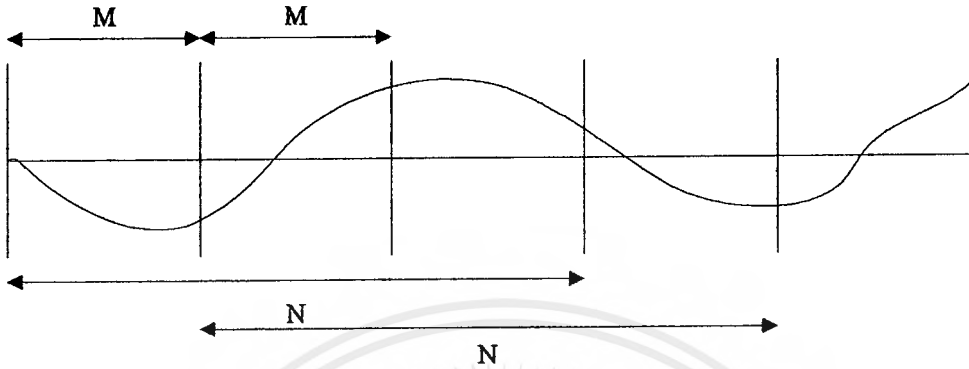
สำหรับสัญญาณที่ผ่านการพรีเอมฟาสีสนี้ จะมีเอาต์พุตของสัญญาณ $s'(n)$ ซึ่งมีความสัมพันธ์กับสัญญาณอินพุต $s(n)$ โดยสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$s'(n) = s(n) - as(n-1) \quad (3.3.2)$$

ยิ่งค่า a มีค่าใกล้ 1 เท่าใด ความถี่สูงก็จะถูกขยายมากขึ้นเท่านั้น ค่า a ที่นิยมใช้ในการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี คือ $a = 15/16 = 0.9375$

3.3.2 การแบ่งช่วงสัญญาณ

สัญญาณที่ผ่านการพรีเอมฟาสีสแล้ว $s'(n)$ จะถูกแบ่งออกเป็นช่วง ๆ หรือเฟรมโดยมีช่วงละ N ตัวอย่างสัญญาณ การวิเคราะห์จะวิเคราะห์ทีละช่วงของแต่ละ N ตัวอย่างของสัญญาณ ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงการแบ่งช่วงที่ใช้ในการวิเคราะห์

โดยช่วงในการวิเคราะห์แต่ละช่วงจะถูกเลื่อนไปเป็นระยะ M ช่วงสัญญาณ จะเห็นได้ว่า ถ้าค่า M ใหญ่กว่า N ในการเลื่อนของช่วงในการวิเคราะห์จะทำให้บางสัญญาณไม่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ ก็จะเป็นการสูญเสียส่วนหนึ่งทำให้ผลที่ได้ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร ถ้าค่า M เล็กกว่า N จำทำให้ตัวอย่างของสัญญาณทุกตัวถูกนำมาวิเคราะห์ ยิ่งค่า M เล็กเท่าใด ความแม่นยำในการวิเคราะห์ก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น แต่จะทำให้การคำนวณช้าลง

ในการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี ถ้าทำการกำหนดให้สัญญาณเสียงที่นำมาวิเคราะห์เมื่อผ่านการพรีเอมฟาสีสแล้ว มีการแบ่งช่วงเป็นช่วง ๆ โดยมีอันดับของช่วงเป็น l^{th} โดยสัญญาณในแต่ละเฟรมเป็น $x_l(n)$ และมีจำนวนช่วงทั้งหมดเป็น L เฟรม ดังนั้น

$$x_l(n) = s'(Ml + n) \quad n=0,1,\dots,N-1 \quad l=0,1,\dots,L-1 \quad (3.3.3)$$

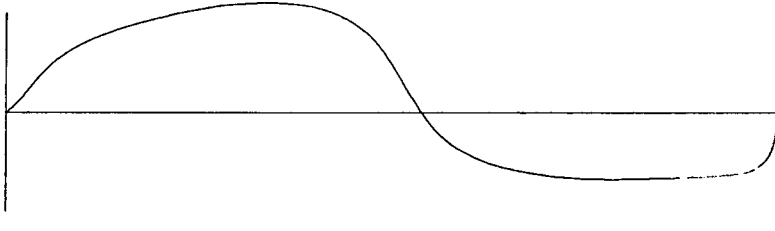
และทำการกำหนดให้ค่า $N = 240$ ตัวอย่าง และ $M = 80$ ตัวอย่าง ตามลำดับ เมื่อมีการสุ่มตัวอย่างของสัญญาณที่ 8 กิโลเฮิร์ตซ์

3.3.3 การวินโดว์

พิจารณาช่วงสัญญาณ N ตัวอย่างสัญญาณของช่วงใด ๆ ที่ตัดมาวิเคราะห์ (รูปที่ 3.11) จะเห็นว่าที่ขอบของเฟรมนี้มีความไม่ต่อเนื่องของสัญญาณ ถ้าพิจารณาในโดเมนความถี่สูง ก็จะมีความถี่สูงเกิดขึ้น ดังนั้นเพื่อที่จะลดองค์ประกอบทางความถี่สูงเหล่านี้ เราจะคูณด้วยฟังก์ชันวินโดว์เพื่อลดความไม่ต่อเนื่องของสัญญาณที่ขอบ และไม่ทำให้สเปกตรัมของสัญญาณในช่วงความถี่ต่ำเปลี่ยนแปลงไปมากนัก ถ้ากำหนดให้วินโดว์เป็น $w(n)$, $0 \leq n \leq N-1$ แล้วสัญญาณที่ผ่านการวินโดว์แล้วจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x_1'(n) = x_1(n)w(n), \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad (3.3.4)$$



รูปที่ 3.11 แสดงส่วนของสัญญาณที่ตัดมาวิเคราะห์

คือ

ในที่นี้จะใช้ฟังก์ชันวินโดว์แฮมมิง (Hamming window function) ซึ่งนิยามโดยสมการดังนี้

$$w(n) = 0.54 - 0.46\cos(2\pi n/N-1), \quad 0 \leq n \leq N-1 \quad (3.3.5)$$

3.3.4 การหาออโตคอร์รีเลชัน

สัญญาณในแต่ละเฟรมที่ผ่านวินโดว์แล้ว จะถูกนำมาผ่านการหาค่าออโตคอร์รีเลชัน

$$R(m) = \sum_{n=0}^{N-1-m} x'(n)x'(n+m) \quad m=0,1,\dots,p \quad (3.3.6)$$

เรียกวิธีการนี้ว่าการประมาณเชิงเส้นอันดับ p โดยเรียกอันดับ p ว่า อันดับของการวิเคราะห์ แอลพีซี โดยทั่วไปค่า p จะมีค่าระหว่าง 8 ถึง 16

3.3.5 การหาสัมประสิทธิ์แอลพีซี a

ในการวิเคราะห์หาค่า LPC parameters ที่นิยมใช้กันได้รับการพัฒนาโดย Levinson และ Durbin ซึ่งเรียกว่า Levinson-Durbin recursive method มีขั้นตอนดังนี้

$$E_0 = R(0)$$

เมื่อ $m = 1, 2, \dots, p$

$$K_m = -[R(m) + \sum_{k=1}^{m-1} a_{m-1}(k)R(m-k)] / E_{m-1} \quad (3.3.7)$$

$$a_m(m) = K_m$$

$$a_m(k) = a_{m-1}(k) + K_m a_{m-1}(m-k), 1 \leq k \leq m-1$$

$$E_m = (1 - K_m^2) E_{m-1}$$

สัมประสิทธิ์ $\{a_m(k), 1 \leq k \leq m\}$ ก็คือค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี (LPC parameters) ที่อันดับ m ซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายคือ $\{a_m(k), 1 \leq k \leq p\}$ โดยที่ p คืออันดับของสัมประสิทธิ์ที่ต้องการ

3.3.6 การหาอัตราขยาย G

จากสมการ 2.5.6 จะได้ว่า

$$e(n) = G * u(n)$$

$$E_n = \sum_{m=0}^{N-1} e^2(m) = G \sum_{m=0}^{N-1} u^2(m)$$

จากสมการ 2.5.11 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} E_n &= \phi_n(0,0) - \sum_{k=1}^p \alpha_k \phi_n(0,k) \\ &= R_n(0) - \sum_{k=1}^p \alpha_k R_n(k) \end{aligned} \quad (3.3.8)$$

และจากสมการ 3.3.8 เราสามารถหาค่า G โดยตรงจาก

$$G^2 = \frac{R_n(0) - \sum_{k=1}^p \alpha_k R_n(k)}{\sum_{m=0}^{N-1} u^2(m)} \quad (3.3.9)$$

3.3.7 การเปลี่ยนพารามิเตอร์แอลพีซี เป็นสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

ในการรู้จำเสียงพูดนั้น สัมประสิทธิ์เซปสตรัมนี้เป็นพารามิเตอร์ที่มีลักษณะน่าเชื่อถือได้ดีกว่าสัมประสิทธิ์ LPC ทั้งยังมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการรับรู้เสียง ตามความรู้สึกลึกของมนุษย์โดยแท้จริง สัมประสิทธิ์เซปสตรัมสามารถหาได้โดยตรงจากสัมประสิทธิ์แอลพีซี ดังนี้

$$C_0 = \ln G$$

$$C_m = a_m + \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{k}{m} \right) C_k a_{m-k}, 1 \leq m \leq p$$

$$C_m = \sum_{k=1}^{m-1} \left(\frac{k}{m} \right) C_k a_{m-k}, m > p \quad (3.3.10)$$

$$Q \approx \frac{3}{2} p$$

3.3.8 การเวทค่าพารามิเตอร์ (Parameter Weighting)

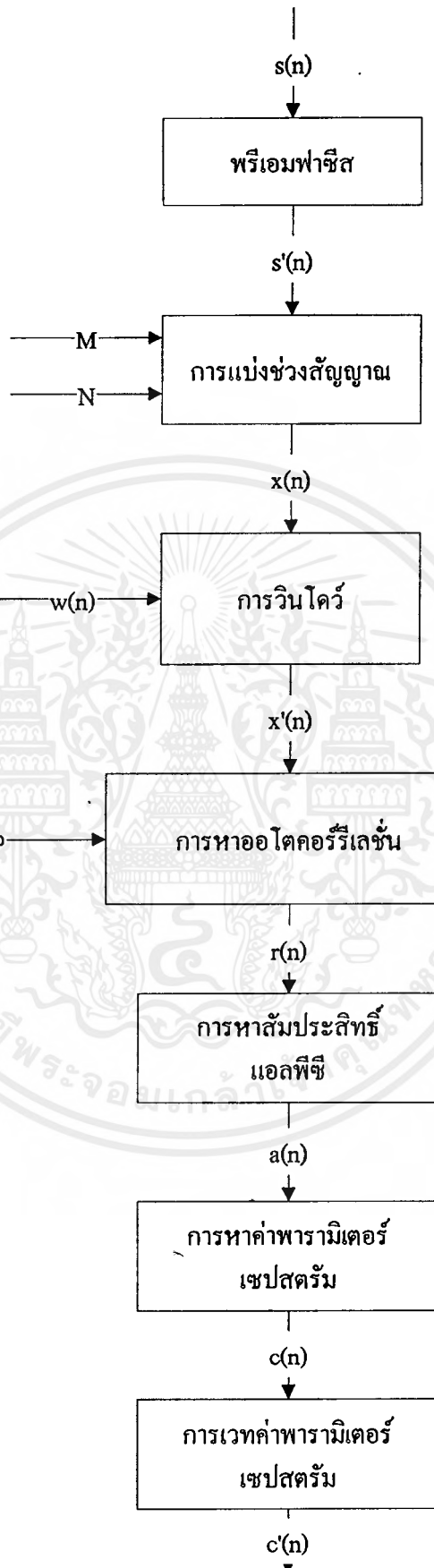
เนื่องจากสัมประสิทธิ์เซปสตรีมที่ได้นั้น ช่วงลำดับต้น ๆ และลำดับท้าย ๆ ของเฟรมที่นำมาวิเคราะห์จะเกิดความคลาดเคลื่อนมากกว่าบริเวณส่วนอื่น เพราะฉะนั้น จึงทำการถ่วงน้ำหนักเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวนี้ ด้วยฟังก์ชันเวทดัง ดังนี้คือ

$$W_m = \left[1 + \frac{Q}{2} \sin \left(\frac{\pi m}{Q} \right) \right], 1 \leq m \leq Q \quad (3.3.11)$$

จะได้

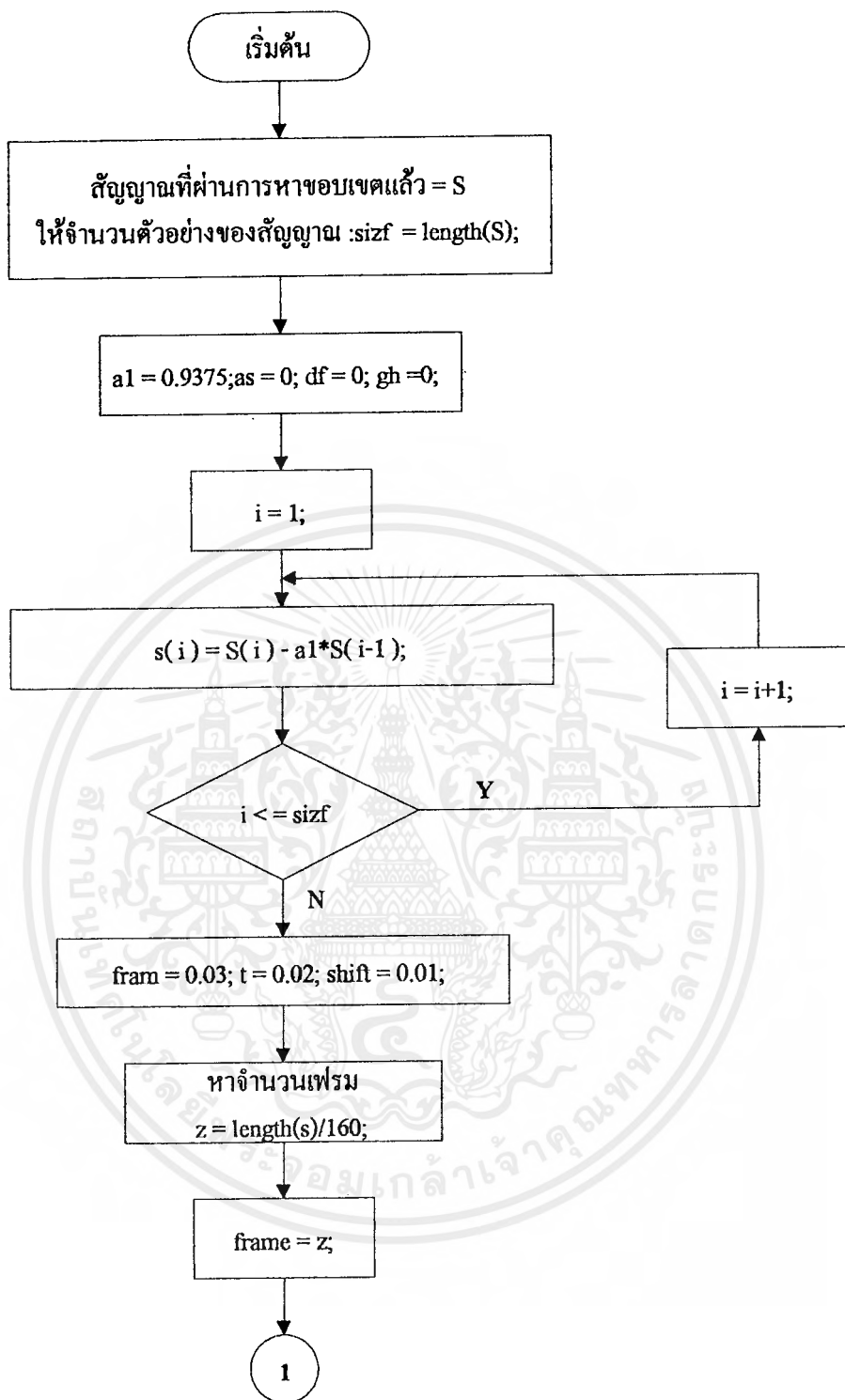
$$C'_m = C_m * W_m$$

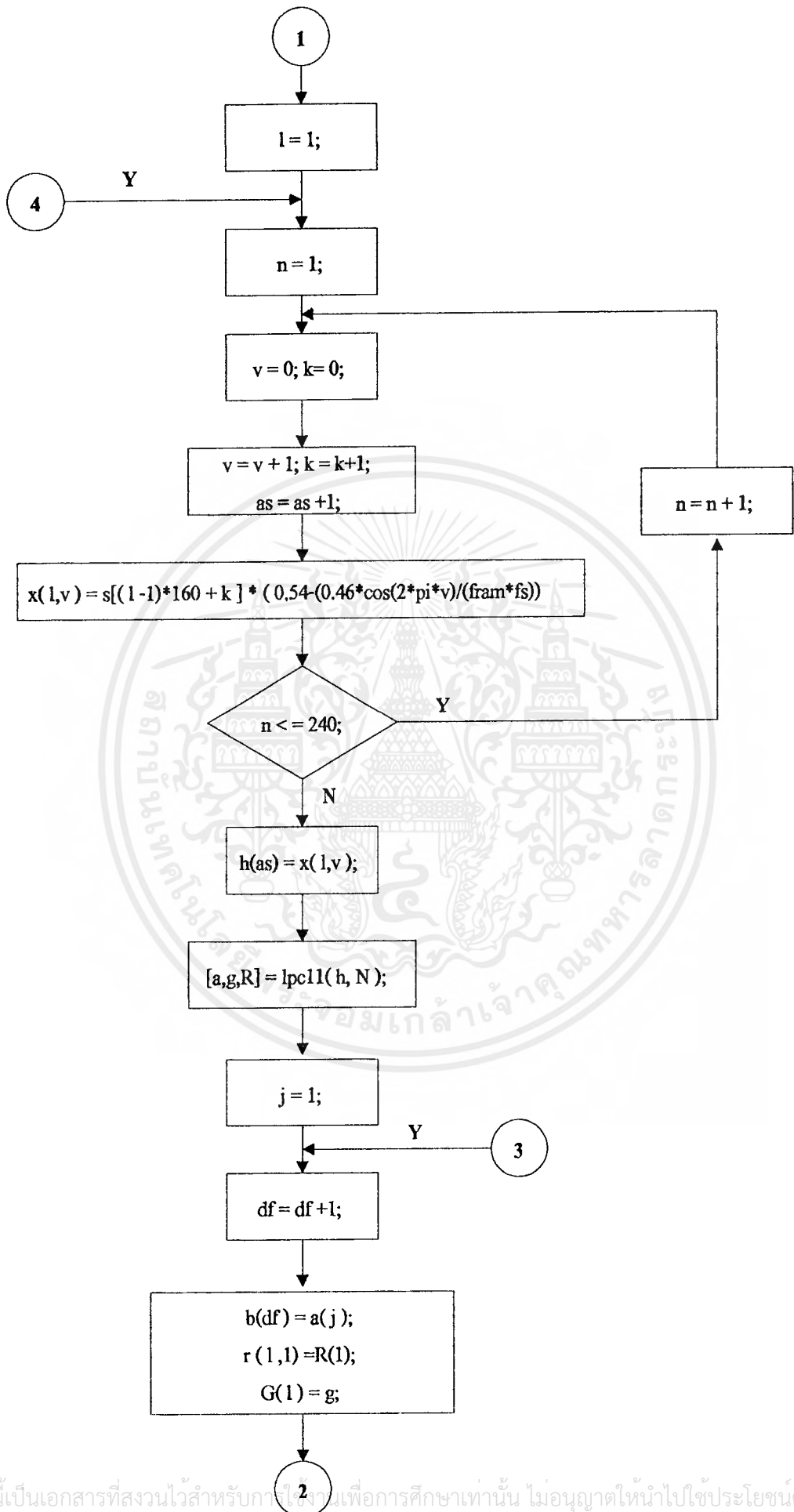
จากที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด สามารถแสดงขั้นตอนการเตรียมสัญญาณได้ดังรูปที่ 3.12

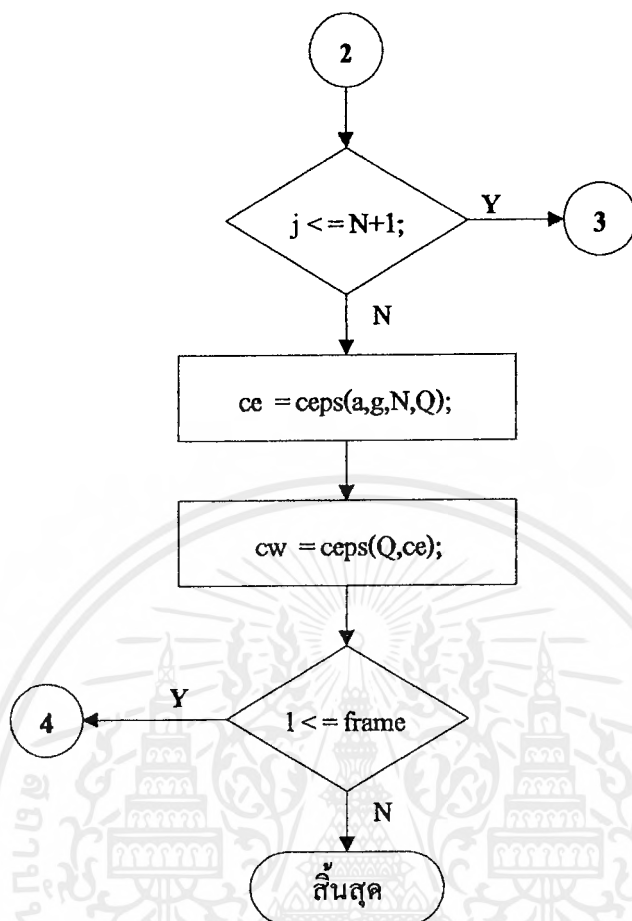


รูปที่ 3.12 แสดงขั้นตอนการเตรียมสัญญาณในการวิเคราะห์

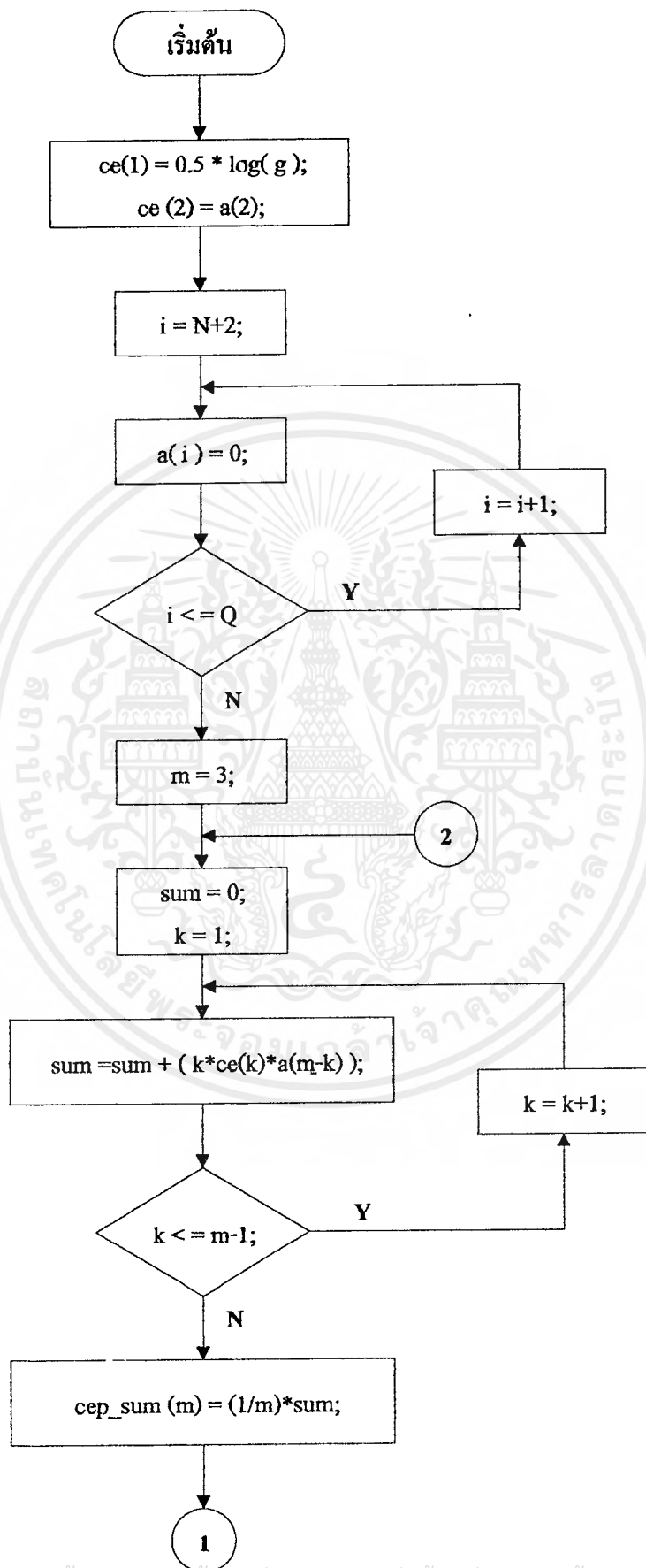
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



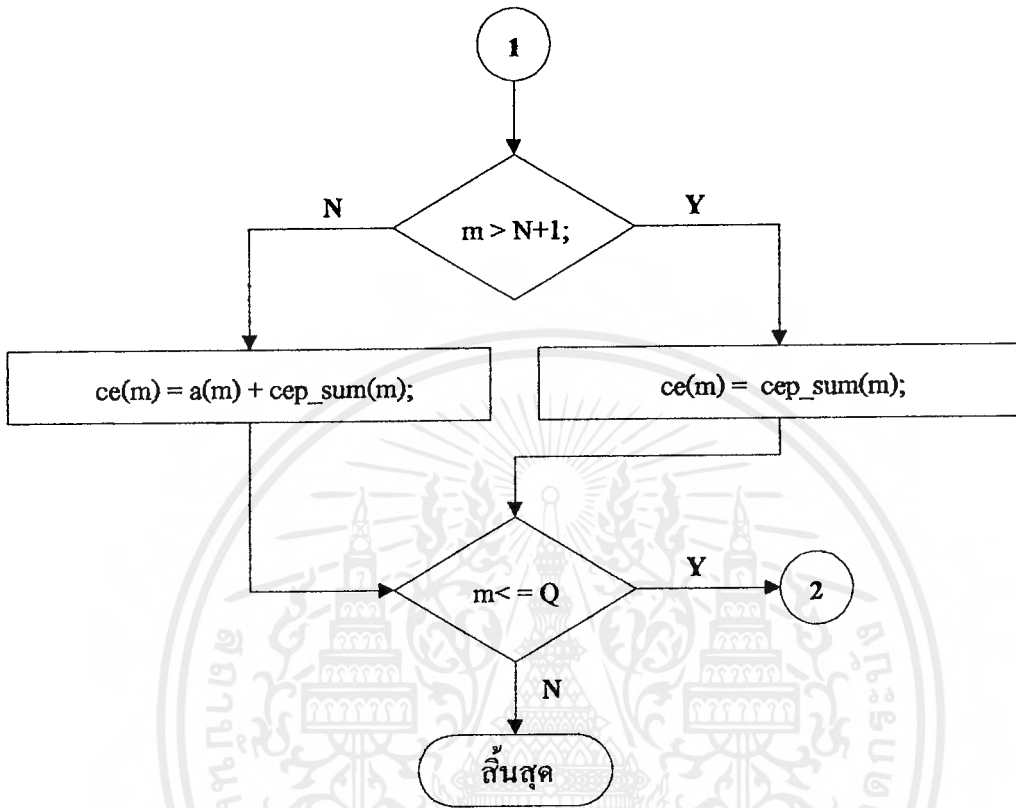




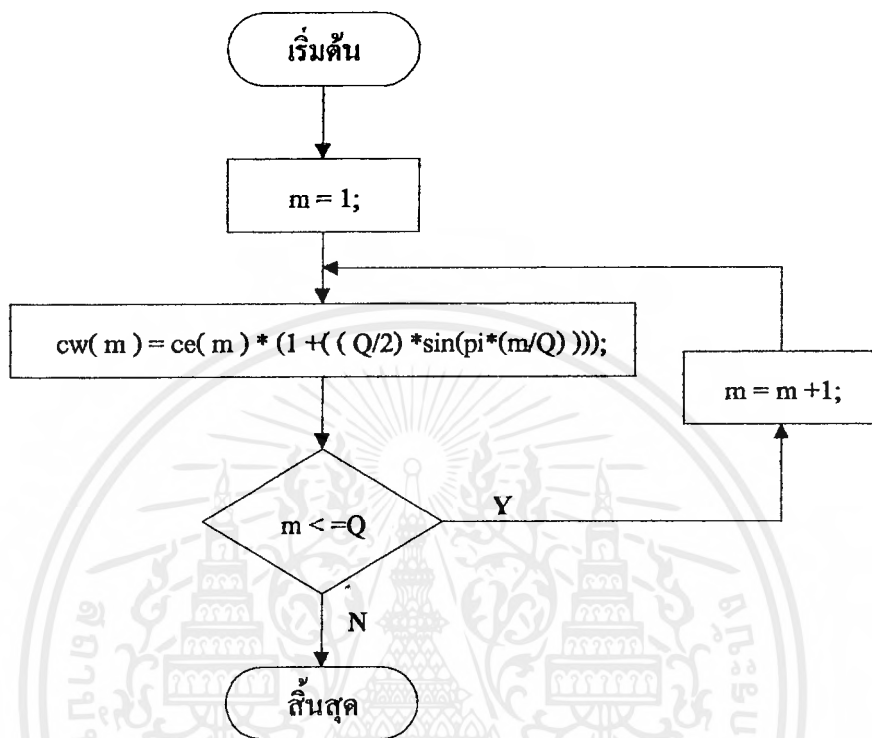
รูปที่ 3.13 แสดงผังงานการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงผังงานการหาค่าตัวประติบัติเซปสตรีม



รูปที่ 3.15 แสดงผังงานการหาสัมประสิทธิ์เซปสตรีมถ่วงน้ำหนัก

3.4 ภาคแบบอ้างอิง คือส่วนที่เก็บค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณ (สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ) ที่ใช้เป็นสัญญาณแบบอ้างอิง ในที่นี้คือสัญญาณเลข 0-9 มาทำการหาค่าเฉลี่ยของแบบอ้างอิงแต่ละแบบคังสมการ

$$R^i = \frac{\sum_{j=0}^{J-1} R_j^i}{J} \quad (3.4.1)$$

โดยที่ j จะแทนจำนวนบุคคลที่จะนำมาสร้างแบบอ้างอิง

i แทนหมายเลขแบบอ้างอิง

R_j^i แทนรูปแบบของเสียงที่ i ของคนที่ j

R^i เป็นแบบอ้างอิงที่ i

กล่าวคือเมื่อมีสัญญาณเสียงทดสอบเข้ามาและผ่านภาคการหาขอบเขตของคำ และหาค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณแล้ว ก็นำมาเปรียบเทียบกับความคล้ายคลึงโดยวิธีไดนามิกไทม์วาร์ปिंगกับสัญญาณอ้างอิง 0-9 ในภาคไดนามิกไทม์วาร์ปึงต่อไป

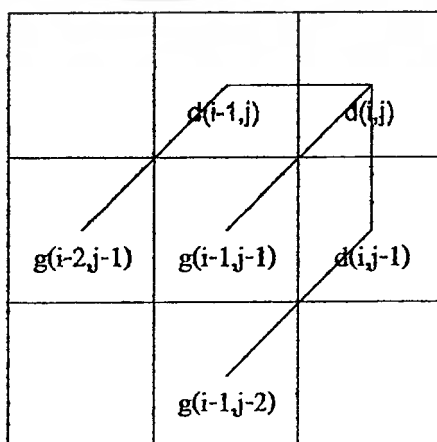
3.5 ไดนามิกไทม์วาร์ปึง (Dynamic Time Wrapping) เป็นวิธีที่ใช้ในการเปรียบเทียบความคล้ายคลึง โดยการเปรียบเทียบระหว่างพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบทดสอบกับพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอ้างอิง 0-9 ที่เก็บไว้ในภาคแบบอ้างอิงนั่นเอง

สมมุติให้มีค่าพารามิเตอร์ของเสียงอยู่ 2 ชุด

$A = a_1, a_2, \dots, a_p, \dots, a_l$ เป็นพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบอ้างอิง

$B = b_1, b_2, \dots, b_p, \dots, b_l$ เป็นพารามิเตอร์ของสัญญาณแบบทดสอบ

ในสมการหาค่านอร์มอลไลซ์ระยะทางเวลา $D(A,B)$ ที่แสดงในสมการ 2.6.4 สามารถดัดแปลงให้ง่ายขึ้นเป็นสมการไดนามิกโปรแกรมมิ่งดังนี้ (Patrick Mills and John Bowles, 1996)



$$g(i,j) = \min \begin{bmatrix} g(i-1,j-2) + 2d(i,j-1) + d(i,j) \\ g(i-1,j-1) + 2d(i,j) \\ g(i-2,j-1) + 2d(i-1,j) + d(i,j) \end{bmatrix} \quad (3.5.1)$$

ค่า $d(i,j) = |a_i - b_j|$

โดยเงื่อนไขเริ่มต้นกำหนดเป็น

$$g(1,1) = 2d(1,1)$$

การหาระยะทางของการวัดจะกำหนดให้ $j=1$ จากนั้นทำการคำนวณค่าของ i และทำการคำนวณโดยการเปลี่ยนค่าของ j ไปกระทั่ง j มีค่าเท่ากับ J ซึ่งจะให้ค่าของการวัดเป็น

$$D(A,B) = g(I, J) / (I+J)$$

วิธีการไดนามิกโทมัวร์บึงมีความซับซ้อน ซึ่งจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ทำการ แต่สามารถพิจารณาทำตามเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อลดความซับซ้อนลงได้บ้าง โดยใช้เงื่อนไขด้านความชัน (slope constraint) เพื่อพิจารณาเฉพาะพื้นที่ที่มีผลต่อการหาค่า $g(i,j)$ เท่านั้น ซึ่งแสดงได้ดังรูป 3.17 โดยสัญญาณ A และ B ที่มีความยาว I ตัวอย่าง และ J ตัวอย่าง ตามลำดับ โดยจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดจะถูกกำหนดตามเงื่อนไขด้านความชันดังนี้

1.ขอบเขตทางด้านบนและซ้าย แสดงสมการเป็น

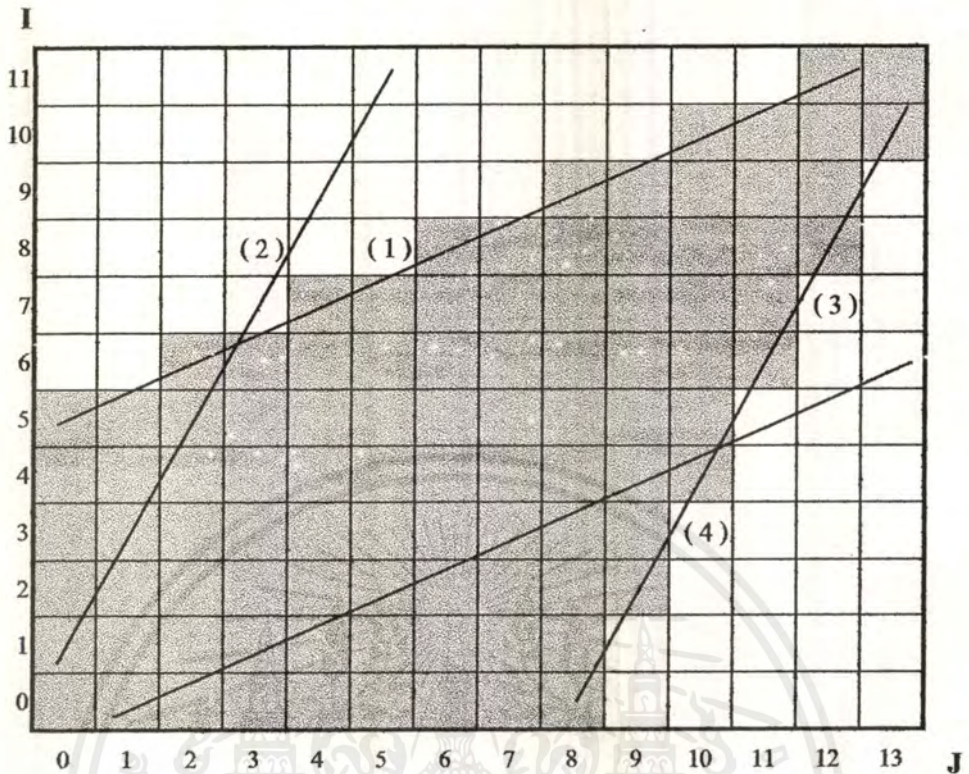
$$y = (x/2) + (J-1) - ((I-2)/2) \quad (1)$$

$$y = 2x+1 \quad (2)$$

2.ขอบเขตทางด้านล่างและขวา แสดงสมการเป็น

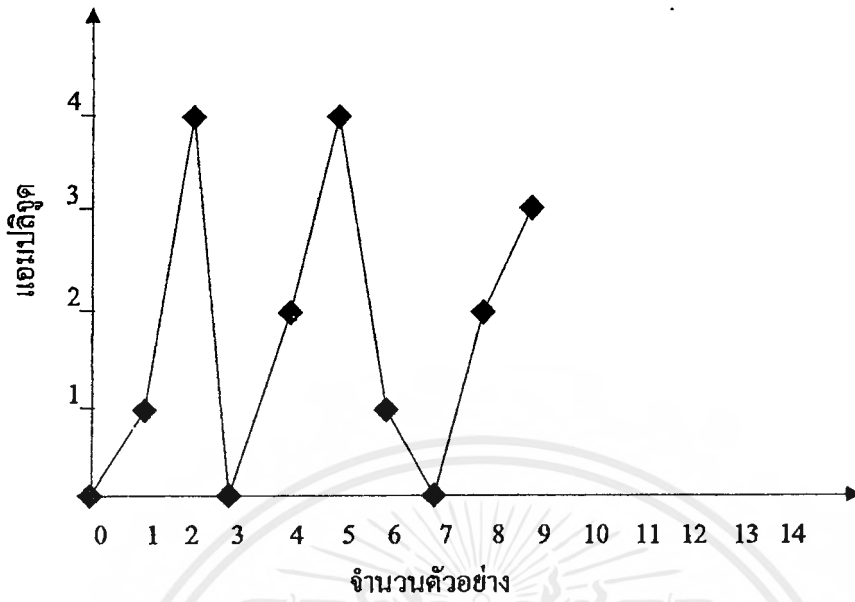
$$y = 2x + (J-2) - 2*(I-1) \quad (3)$$

$$y = ((x-1)/2) \quad (4)$$

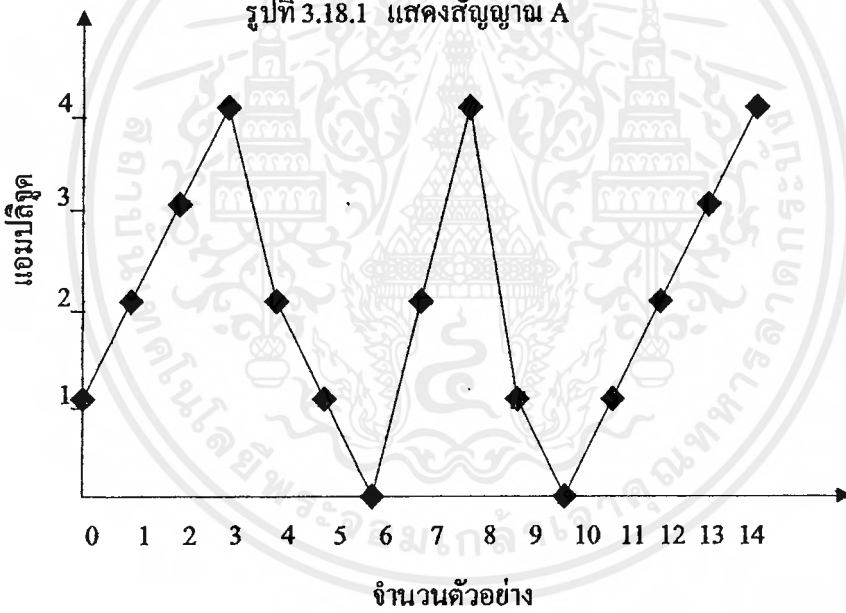


รูปที่ 3.17 แสดงเงื่อนไขด้านความชัน

ต่อไปนี้จะแสดงการทำไดนามิกไทมวาร์ปิง เมื่อมีสัญญาณ A และ B ดังรูป 3.18 โดย A ประกอบด้วย 10 ตัวอย่าง และ B มี 15 ตัวอย่าง ขั้นแรกจะคำนวณผลต่างแต่ละตัวอย่างของสัญญาณ A กับ สัญญาณ B เช่น ที่ศูนย์ A มีค่าเป็น 0 และ B มีค่าเป็น 1 ดังนั้น $d(0,0) = 0$ ที่หนึ่ง A เป็น 1 จะได้ $d(1,1) = 0$ ซึ่งค่า $d(i,j)$ แสดงดังตารางที่ 3.1 ต่อไปขั้นที่สองจะหาค่าตามสมการ $g(i,j)$ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 3.2 ส่วนขั้นสุดท้ายก็คือการนอร์มอลไลซ์ค่า $g(I-1, J-1)$ นั่นคือ $g(9,14)$ โดยหาร ด้วย $I+J=25$ ผลลัพธ์จะเป็น 0.36 ก็จะเป็นผลจากไดนามิกไทมวาร์ปิงระหว่างสัญญาณ A และ B



รูปที่ 3.18.1 แสดงสัญญาณ A



รูปที่ 3.18.2 แสดงสัญญาณ B

รูปที่ 3.18 แสดงตัวอย่างสัญญาณ A และ B ตามลำดับ

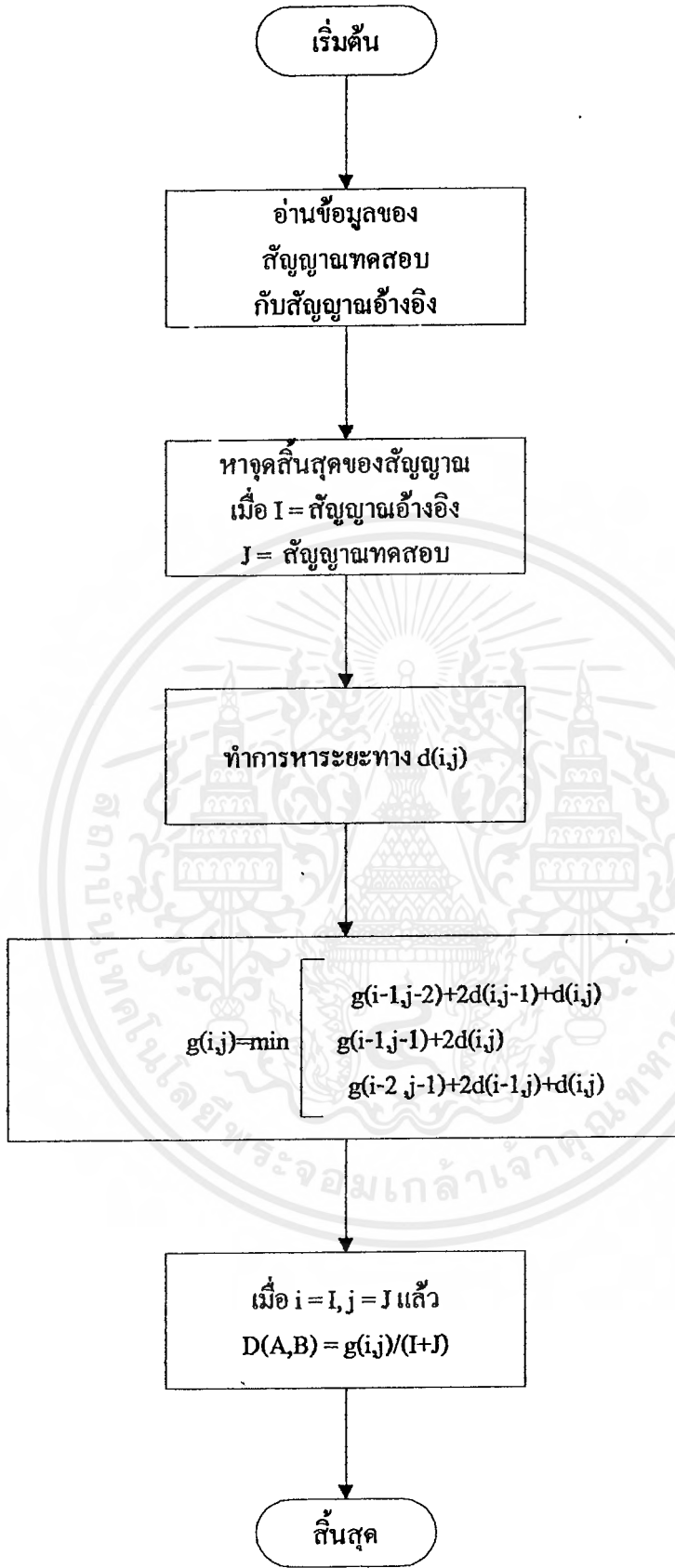
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

B\A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14								4	2	1
13						1	2	3	1	0
12				2	0	2	1	2	0	1
11		0	3	1	1	3	0	1	1	
10	0	1	4	0	2	4	1	0	2	
9	1	0	3	1	1	3	0	1		
8	4	3	0	4	2	0	3	4		
7	2	1	2	2	0	2	1			
6	0	1	4	0	2	4	1			
5	1	0	3	1	1	3				
4	2	1	2	2	0	2				
3	4	3	0	4	2					
2	3	2	1	3	1					
1	2	1	2	2						
0	1	0	3							

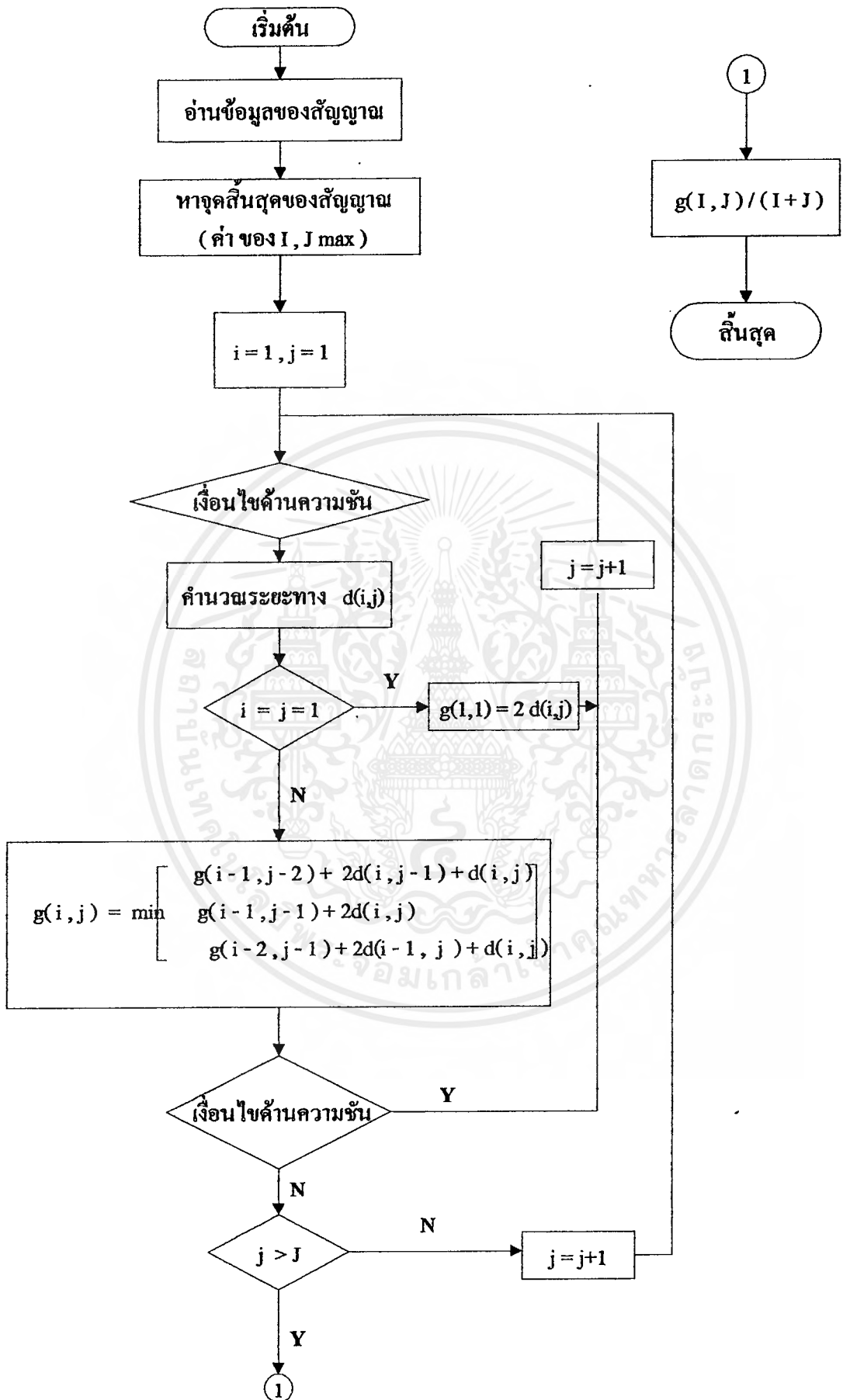
ตารางที่ 3.1 แสดงค่า $d(i,j)$ ของสัญญาณ A กับ B

B\A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
14									16	9
13							10	15	9	8
12					6	8	11	12	8	
11			3	6	6	9	12	8	9	
10	0	4	8	4	7	12	8	9		
9	2	8	5	4	5	10	9	8		
8	8	5	2	6	9	7	10			
7	4	2	4	9	7	9	14			
6	0	4	8	7	9	18				
5	2	4	7	10	11	15				
4	4	10	8	10	10					
3	8	11	6	10	10					
2	6	5	5	9						
1	4	4	4	6						
0	2	0	6							

ตารางที่ 3.2 แสดงค่า $g(i,j)$ ของสัญญาณ A และ B



รูปที่ 3.19 แสดงขั้นตอนไดนามิกไทม์วาร์ปิง



รูปที่ 3.20 แสดงผังงานการทำไดนามิกไทเมอร์บีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ภาคการตัดสินใจ เมื่อทำการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงระหว่างสัญญาณแบบทดสอบกับสัญญาณแบบอ้างอิง 0-9 แล้ว หลังจากนั้นก็ทำการเลือกผลที่ได้จากการเปรียบเทียบในภาคที่แล้วที่น้อยที่สุด ตามกฎการตัดสินใจ นั่นคือการตัดสินใจในการจำแนกเสียงพูดว่าเสียงที่นำมาทดสอบเป็นเลขอะไรนั่นเอง



บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองจะแบ่งเป็น 4 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เป็นการหาค่าสัมประสิทธิ์ (a) ที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการหาขอบเขตของค่า

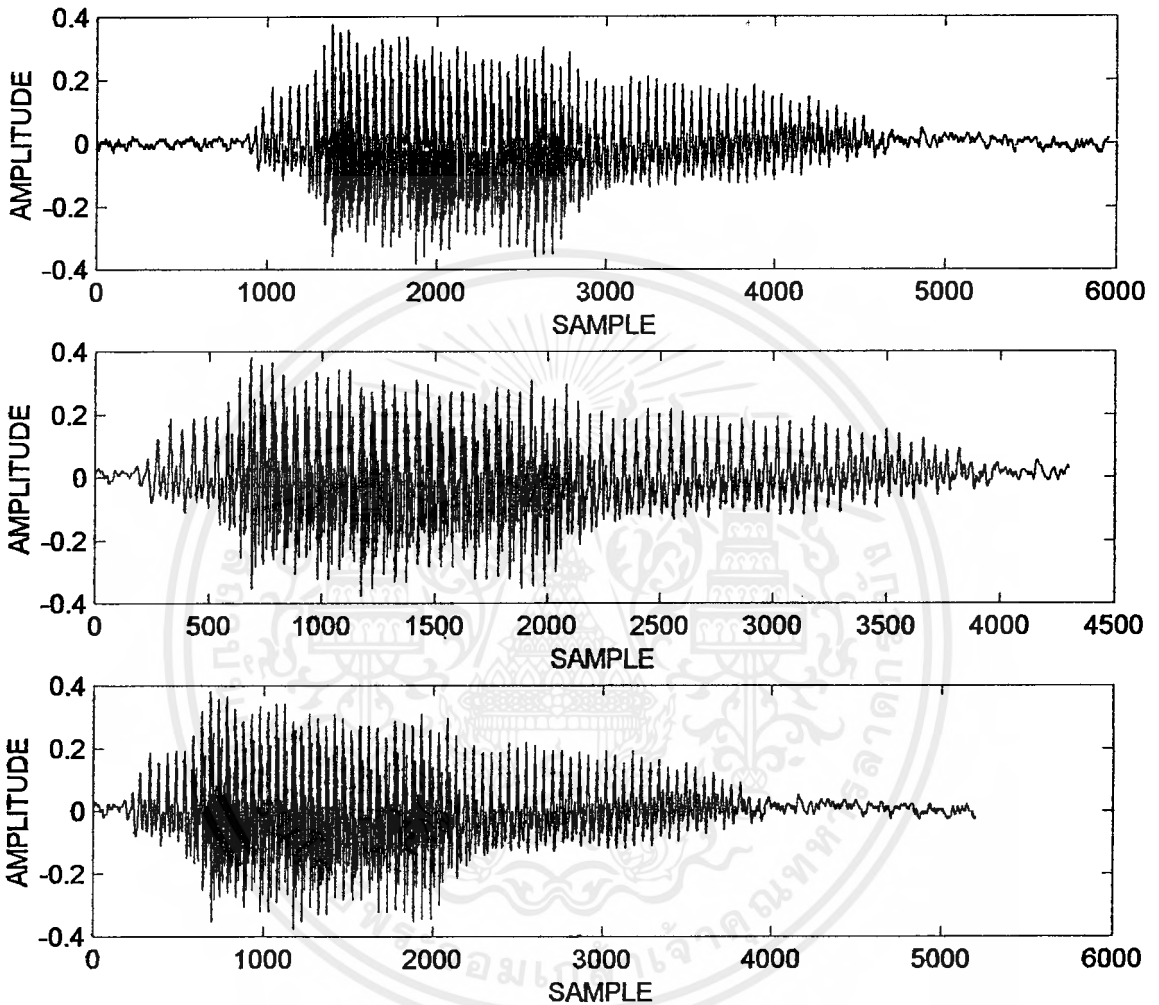
ตอนที่ 2 เป็นการหาค่าพารามิเตอร์ ซึ่งได้แก่ สัมประสิทธิ์แอลฟาซี สัมประสิทธิ์เซปสตรีม และ สัมประสิทธิ์เซปสตรีมถ่วงน้ำหนัก และค่าความผิดพลาด

ตอนที่ 3 เป็นการทดสอบการจดจำเชิงพูด โดยแยกไปตามเงื่อนไขต่างๆ

ตอนที่ 4 เป็นการแสดงหน้าจอและวิธีการใช้งานโปรแกรมการจดจำเชิงพูด



ตอนที่ 1 ทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ (a) ที่เหมาะสม โดยจะใช้ $a = 0.1, 0.2$ และ 0.3 เป็นสัมประสิทธิ์เพื่อใช้ในการหาค่าพลังงานอ้างอิง ($E_{ref} = a * E_{max}$) และอัตราการตัดศูนย์อ้างอิง ($Z_{ref} = a * Z_{ref}$) ในขั้นตอนของการหาขอบเขตของค่า โดยจะแสดงสัญญาณก่อนและหลังการหาขอบเขตของค่าเมื่อใช้ค่า a ต่างๆกันดังนี้

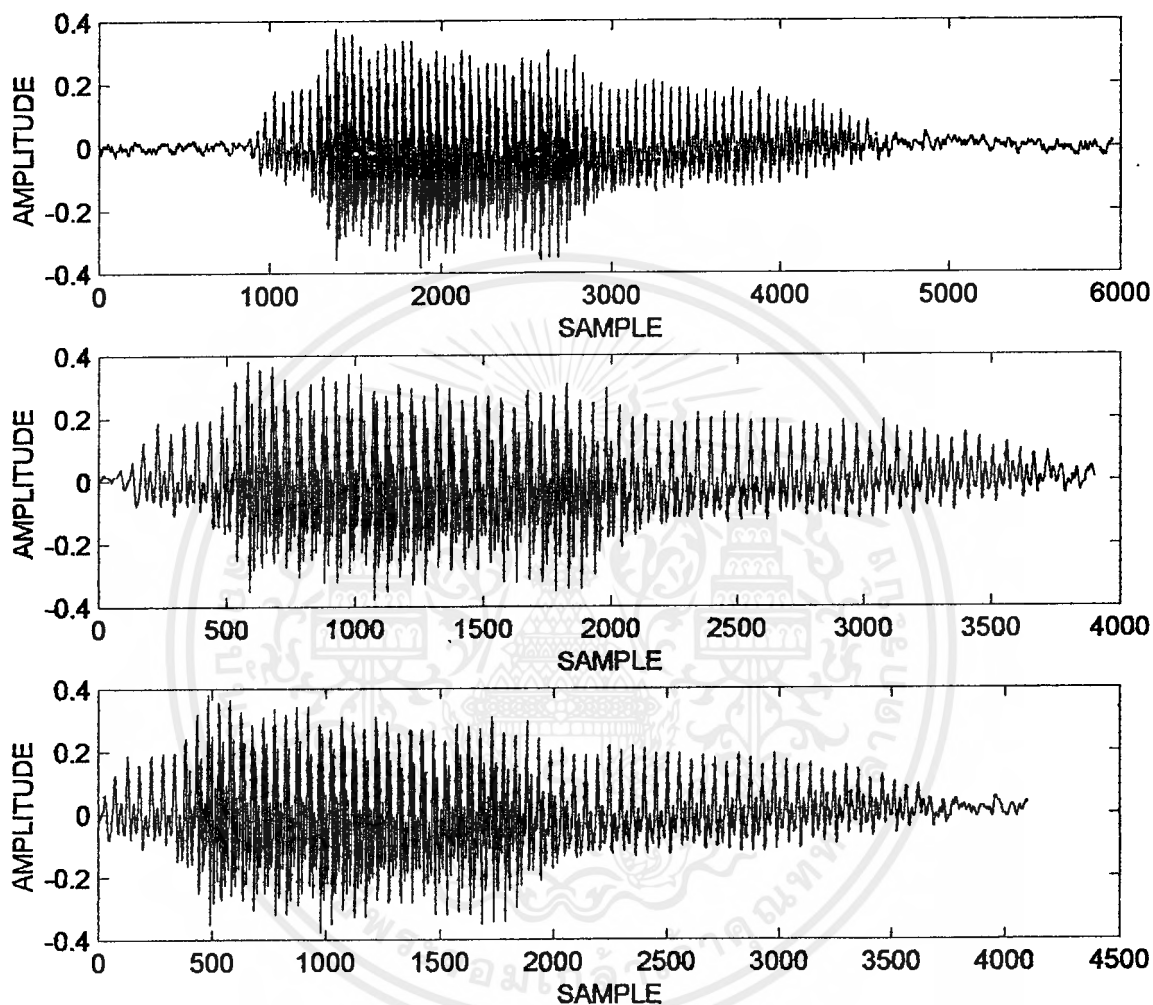


รูปที่ 4.1 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหนึ่ง เมื่อ $a = 0.1$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดศูนย์

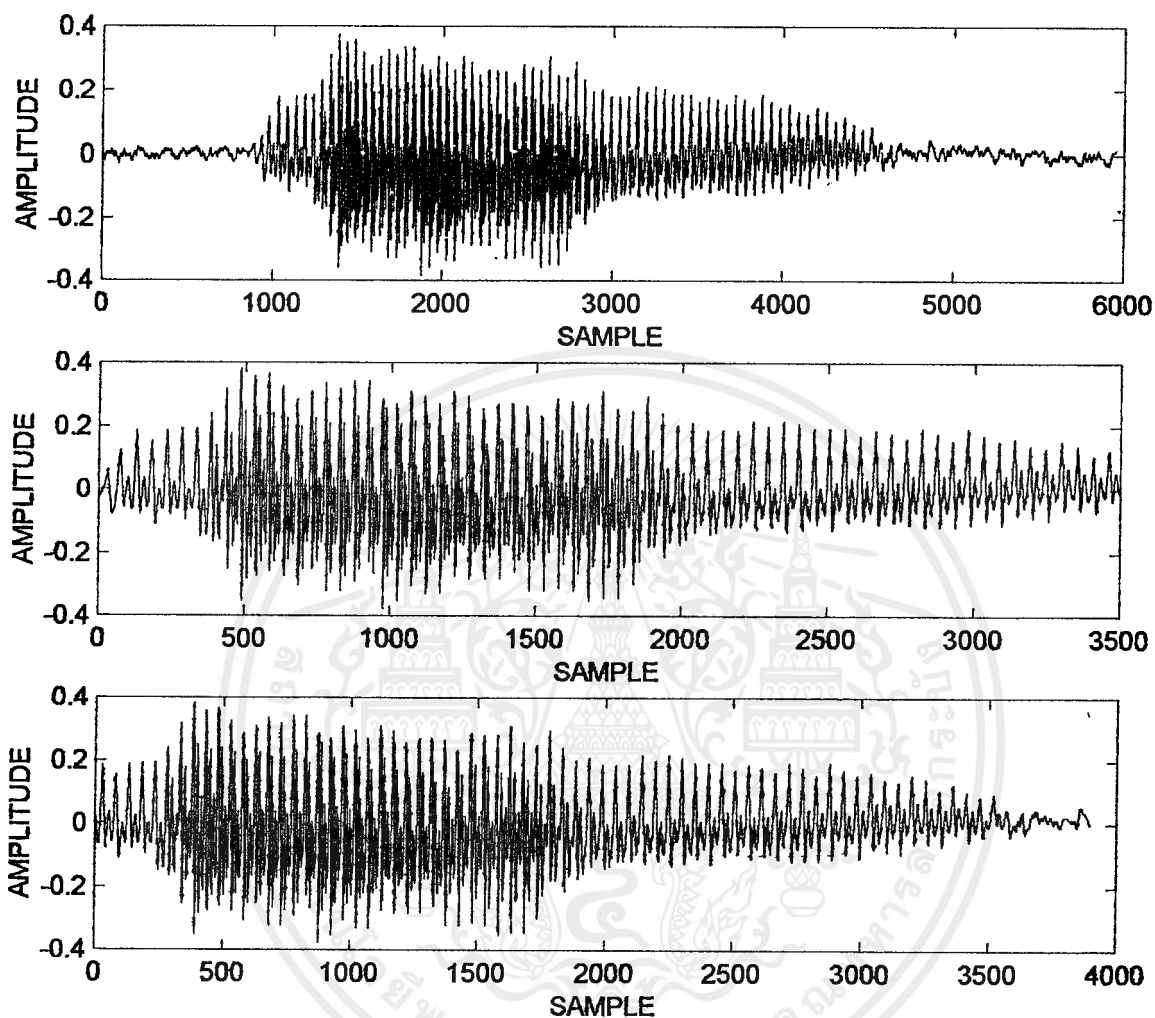


รูปที่ 4.2 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหนึ่ง เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดศูนย์

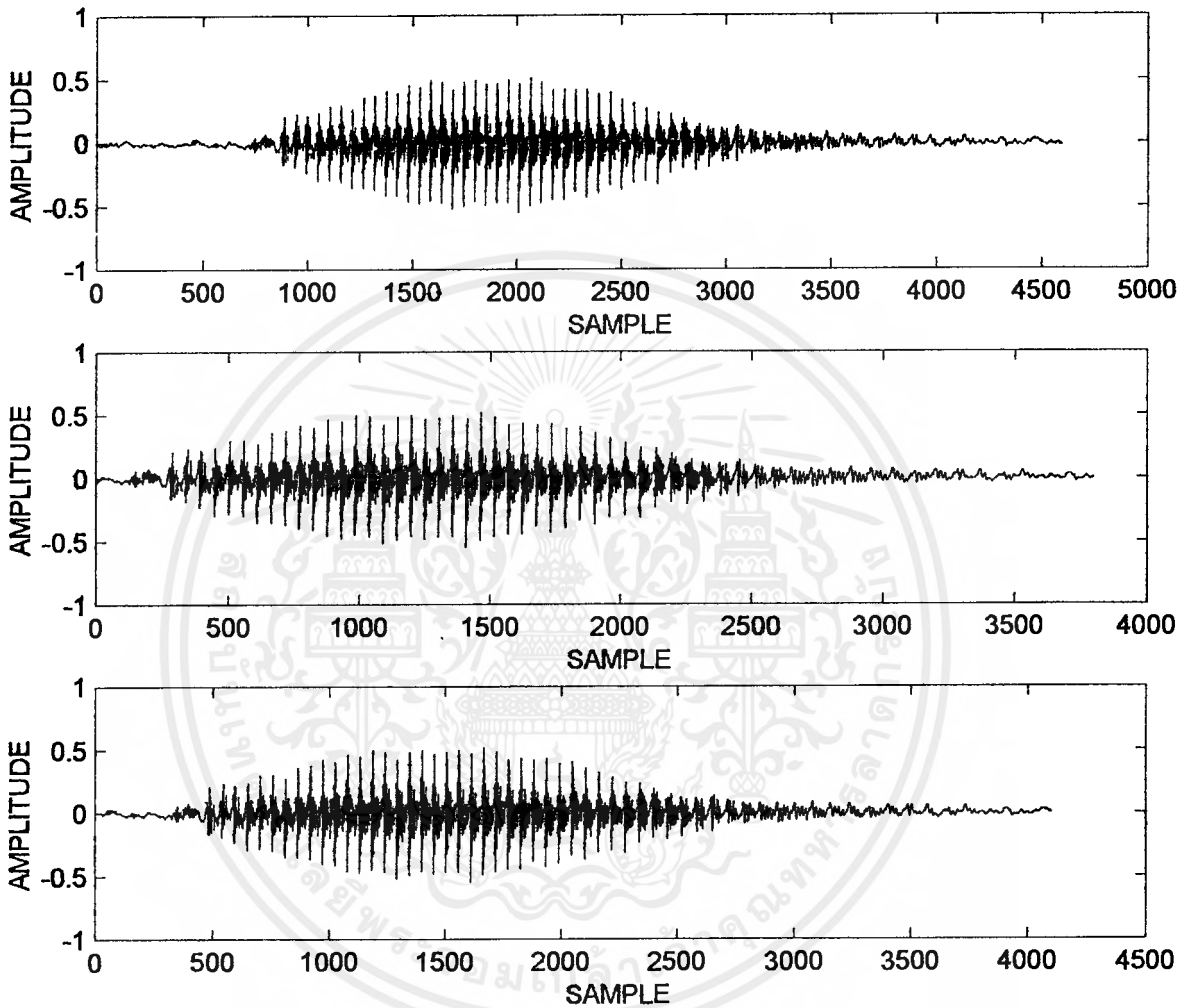


รูปที่ 4.3. แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหนึ่ง เมื่อ $a = 0.3$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดสินใจ

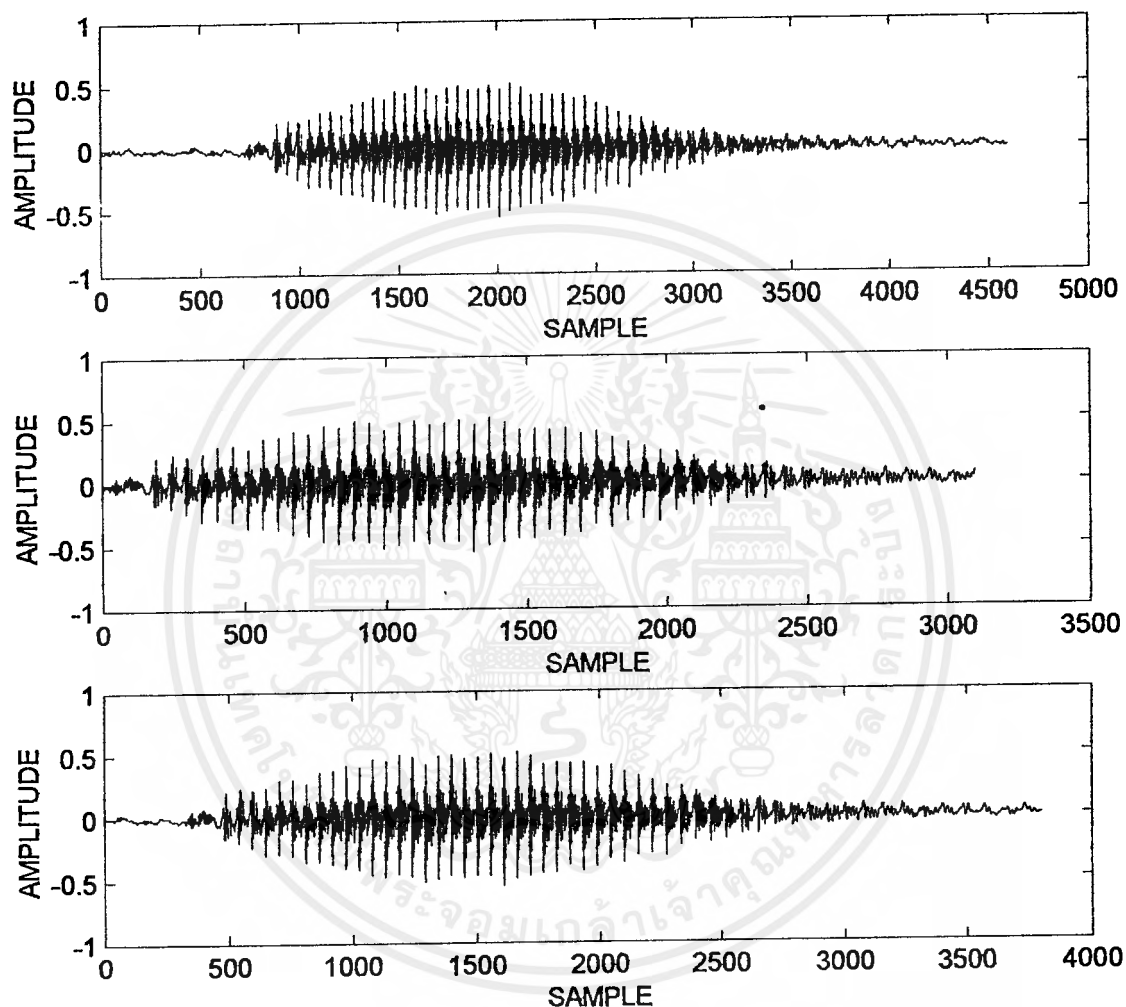


รูปที่ 4.4 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเก้า เมื่อ $a = 0.1$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการลดลง

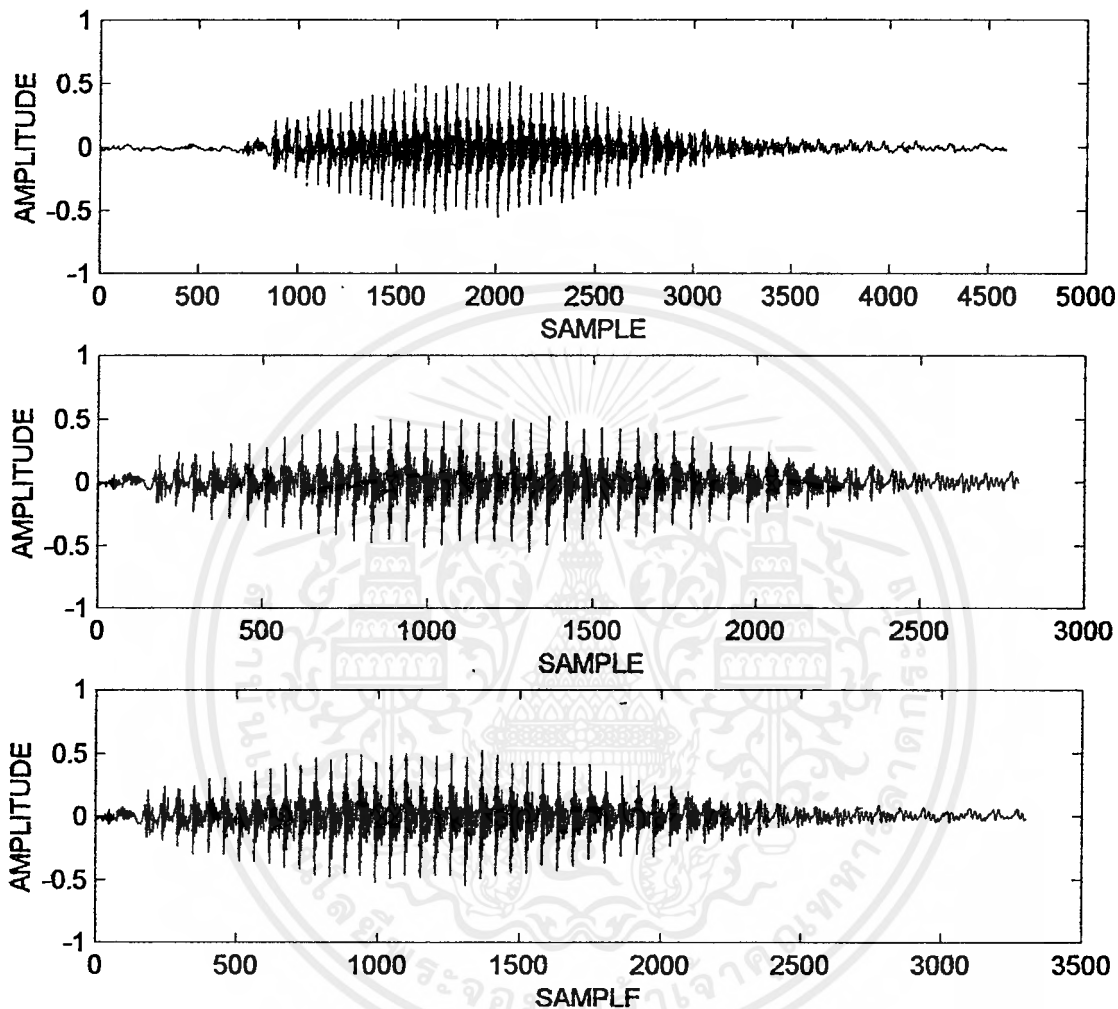


รูปที่ 4.5 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเก้า เมื่อ $a=0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

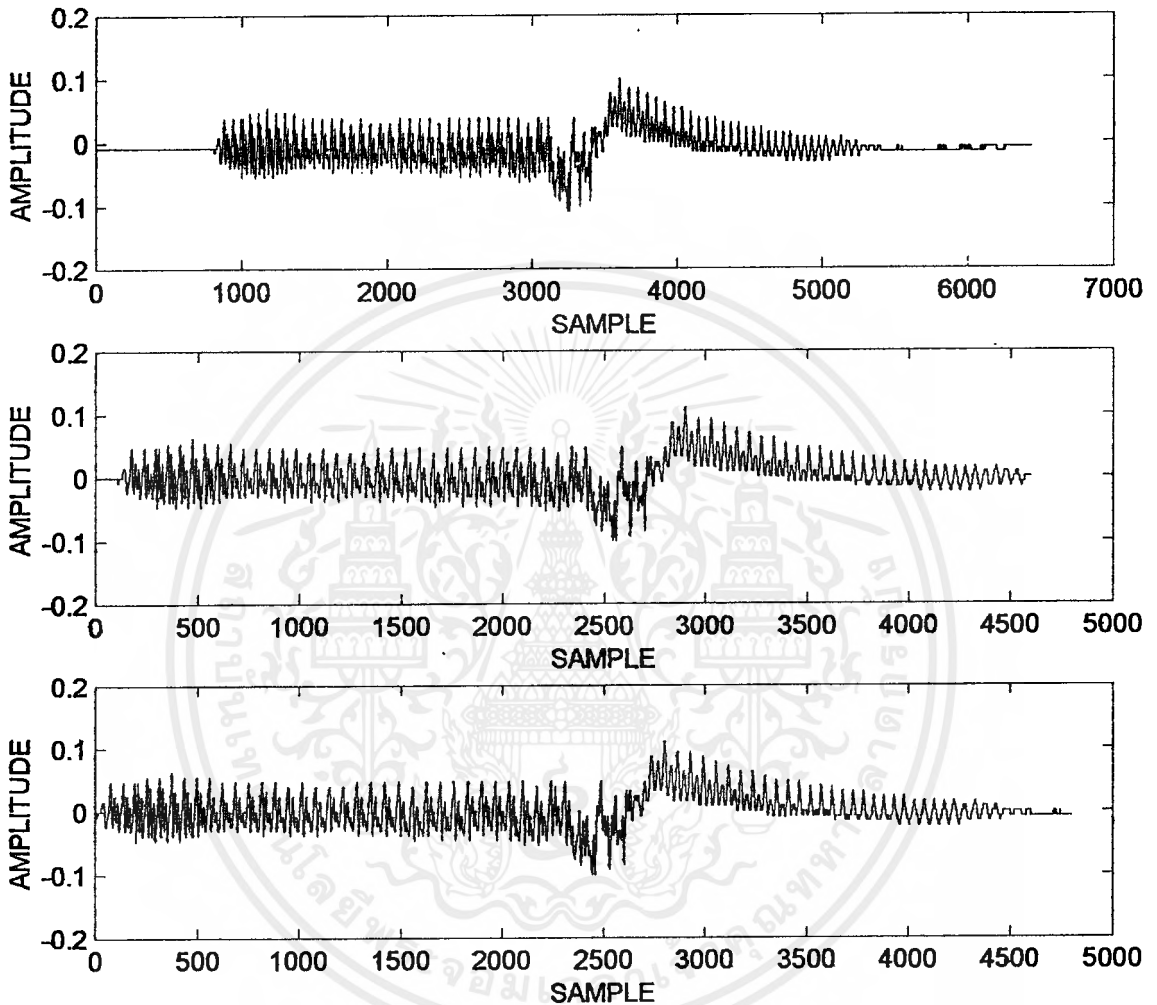
รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดศูนย์



รูปที่ 4.6 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขแกว เมื่อ $a = 0.3$ โดยที่
 รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า
 รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน
 รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการจัดศูนย์

ผลการทดลองต่อไปจะแสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขศูนย์ถึงเลขเก้า โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์

$$a = 0.2$$

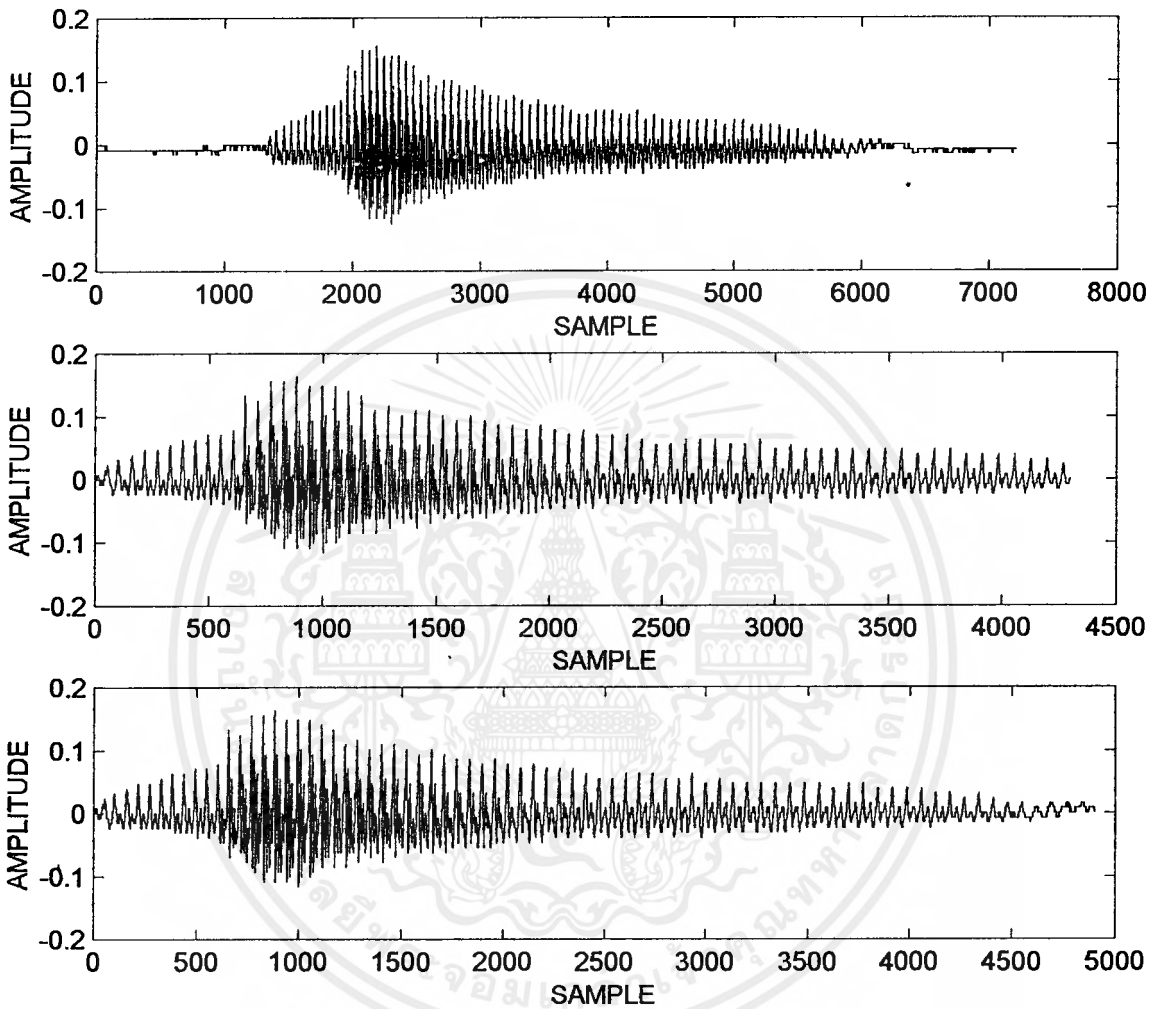


รูปที่ 4.7 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขศูนย์ เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการจัดศูนย์

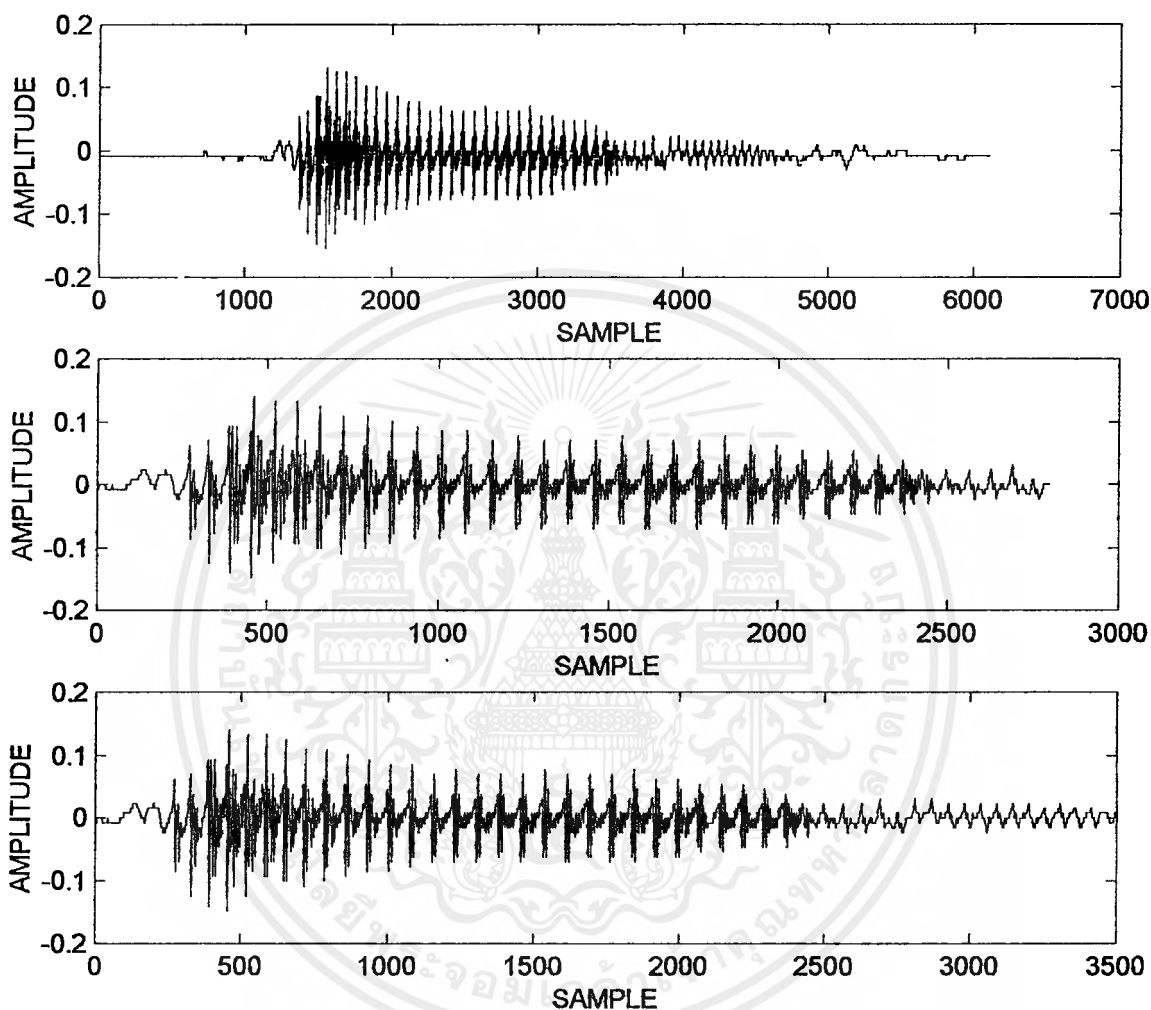


รูปที่ 4.8 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหนึ่ง เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดสินใจ

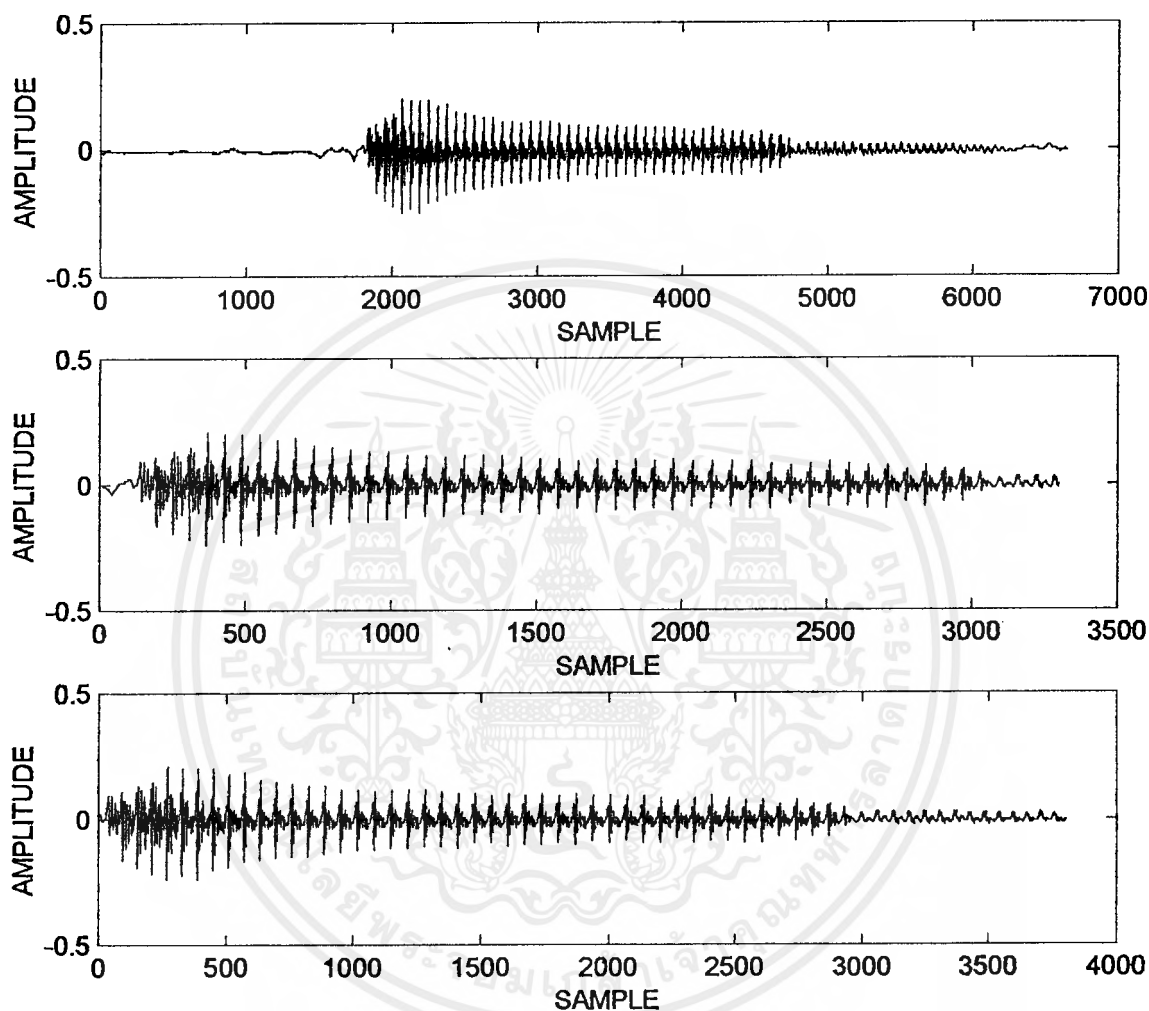


รูปที่ 4.9 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขสอง เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดสินใจ

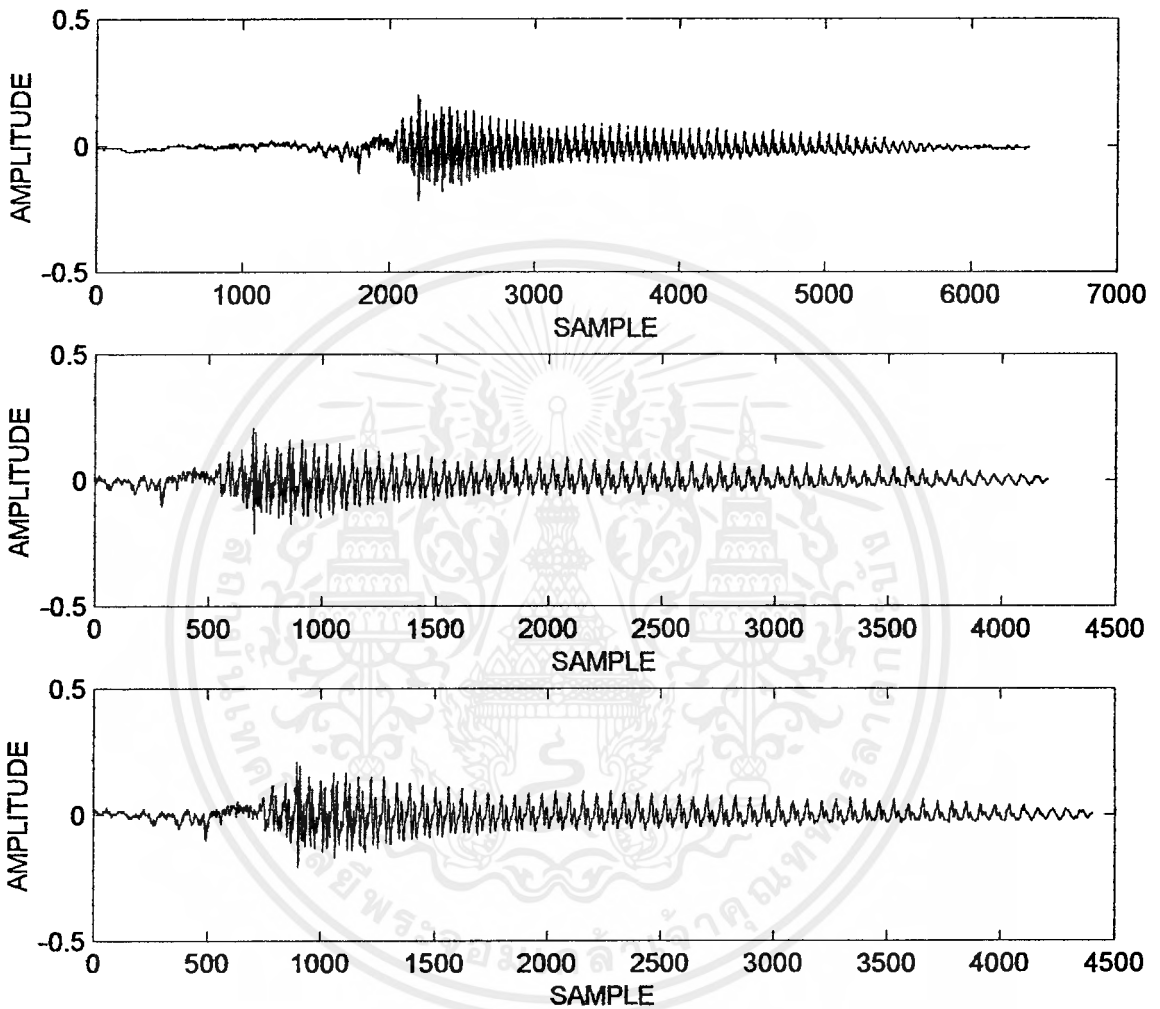


รูปที่ 4.10 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขสาม เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดศูนย์

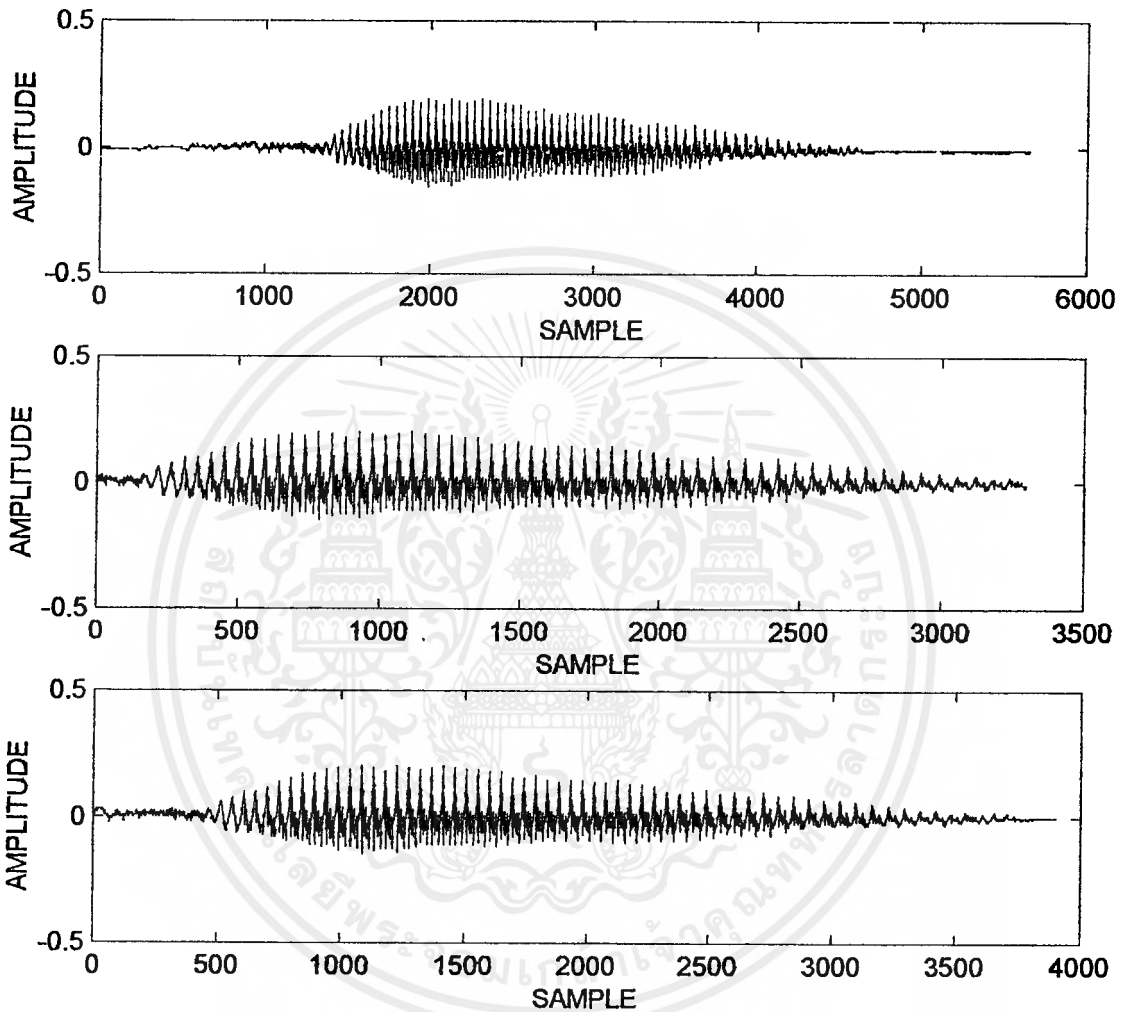


รูปที่ 4.11 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขสี่ เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดศูนย์

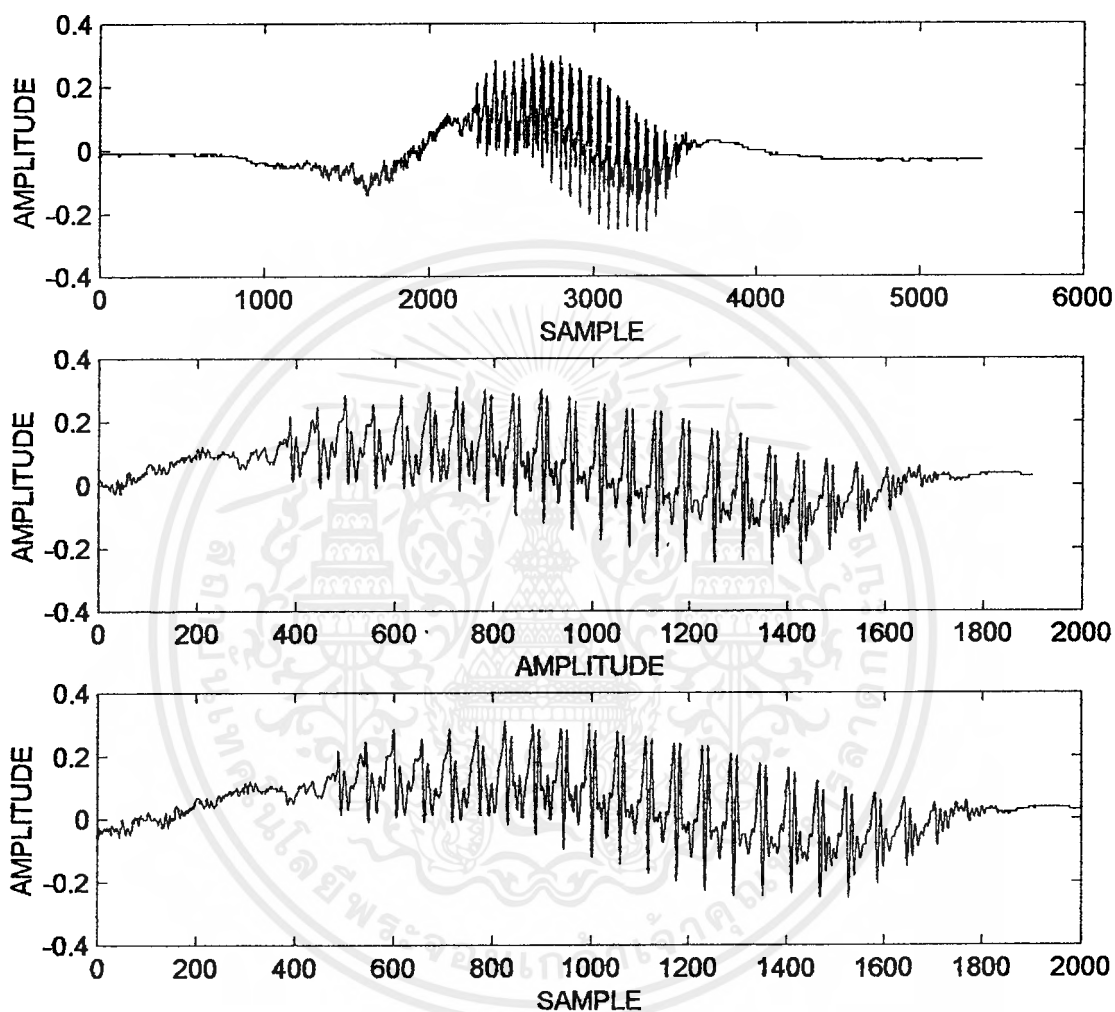


รูปที่ 4.12 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขห้า เมื่อ $a=0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดสินใจ

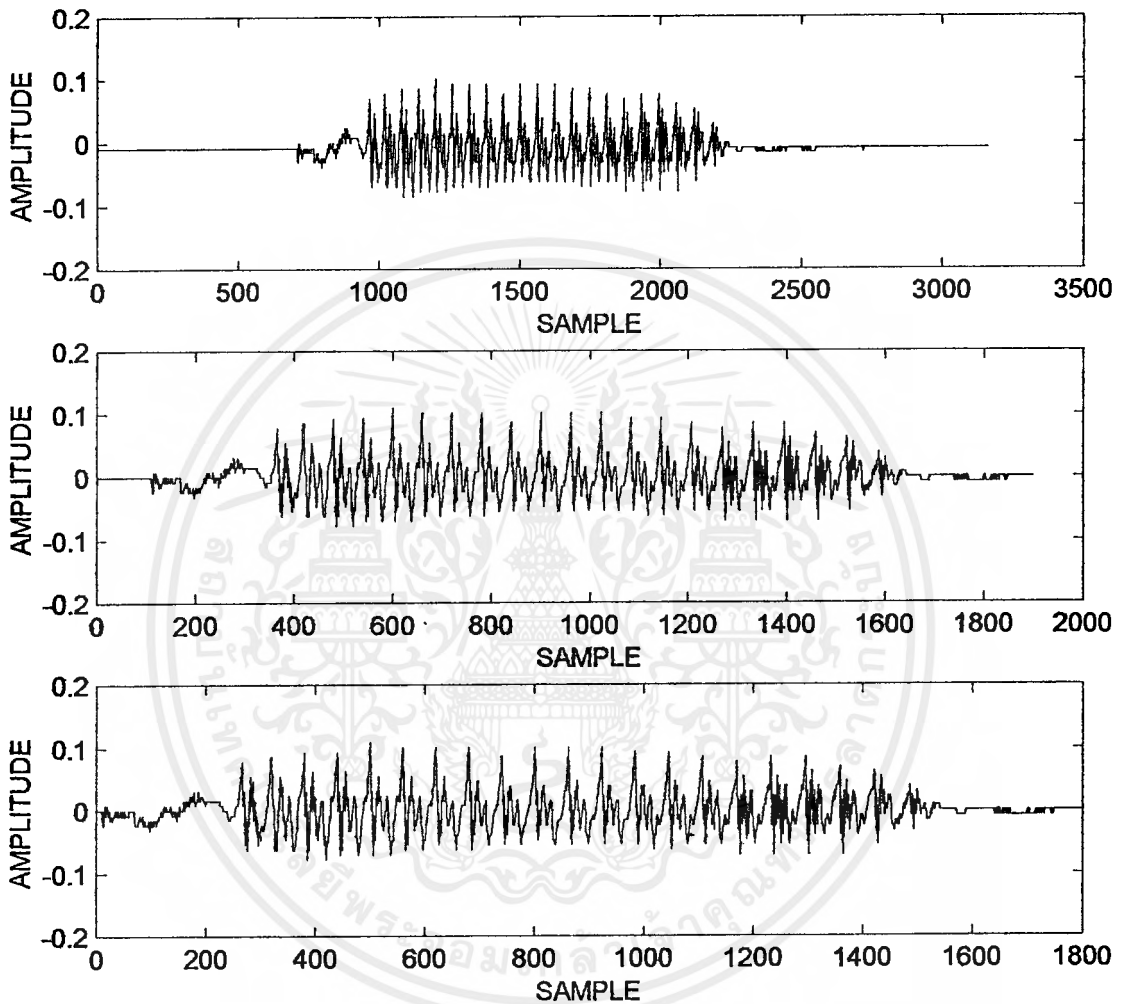


รูปที่ 4.13 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขหกเมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดศูนย์

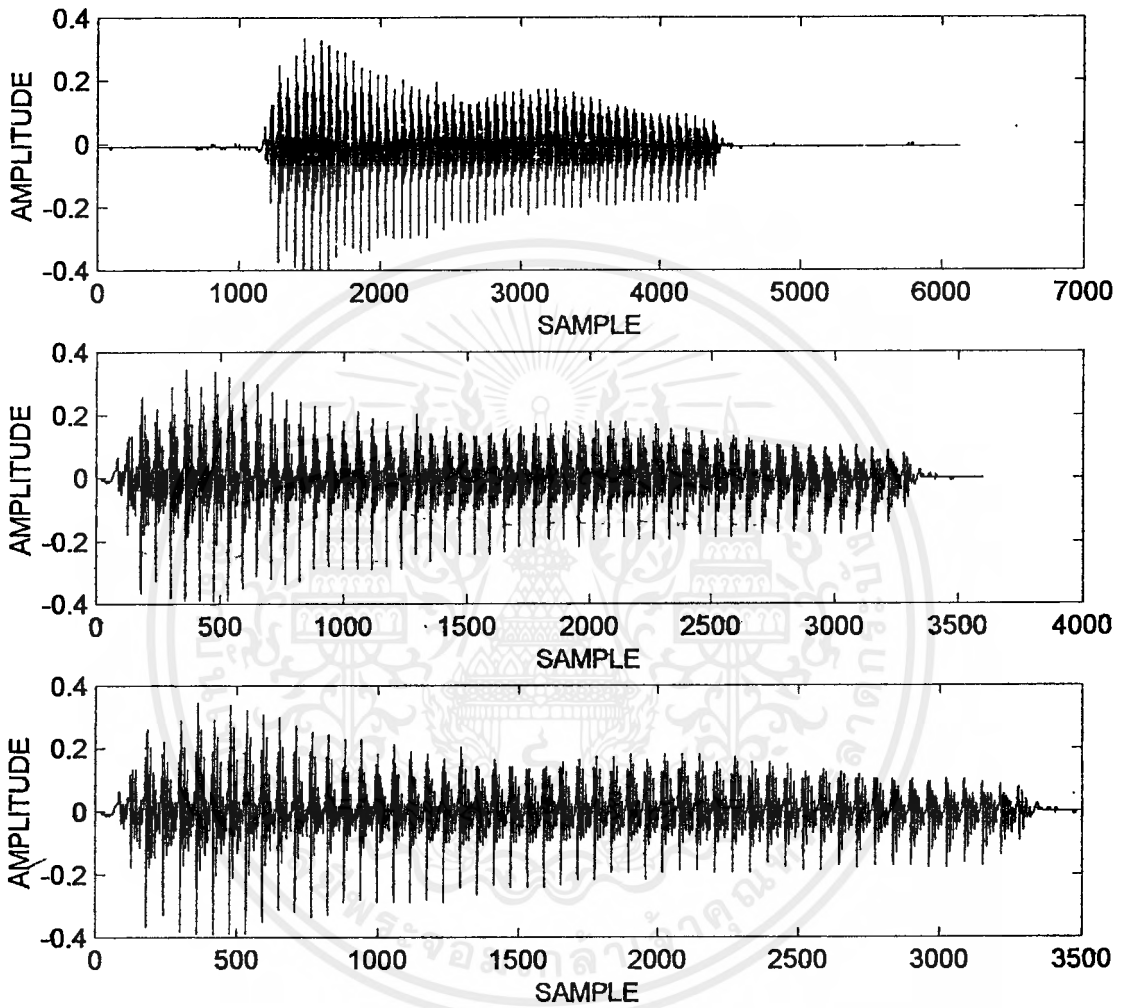


รูปที่ 4.14 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเจ็ด เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดสินใจ

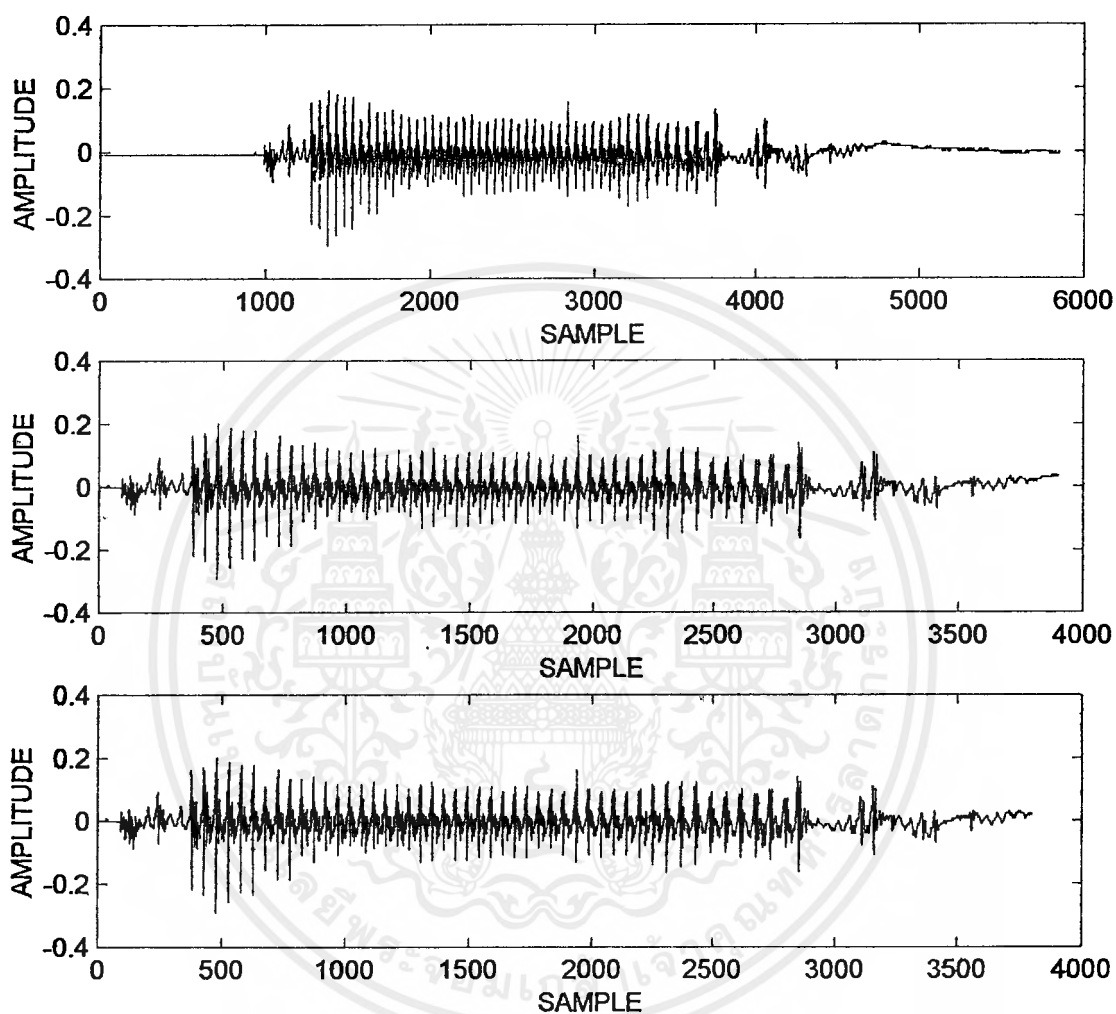


รูปที่ 4.15 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขแปด เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการจัดศูนย์



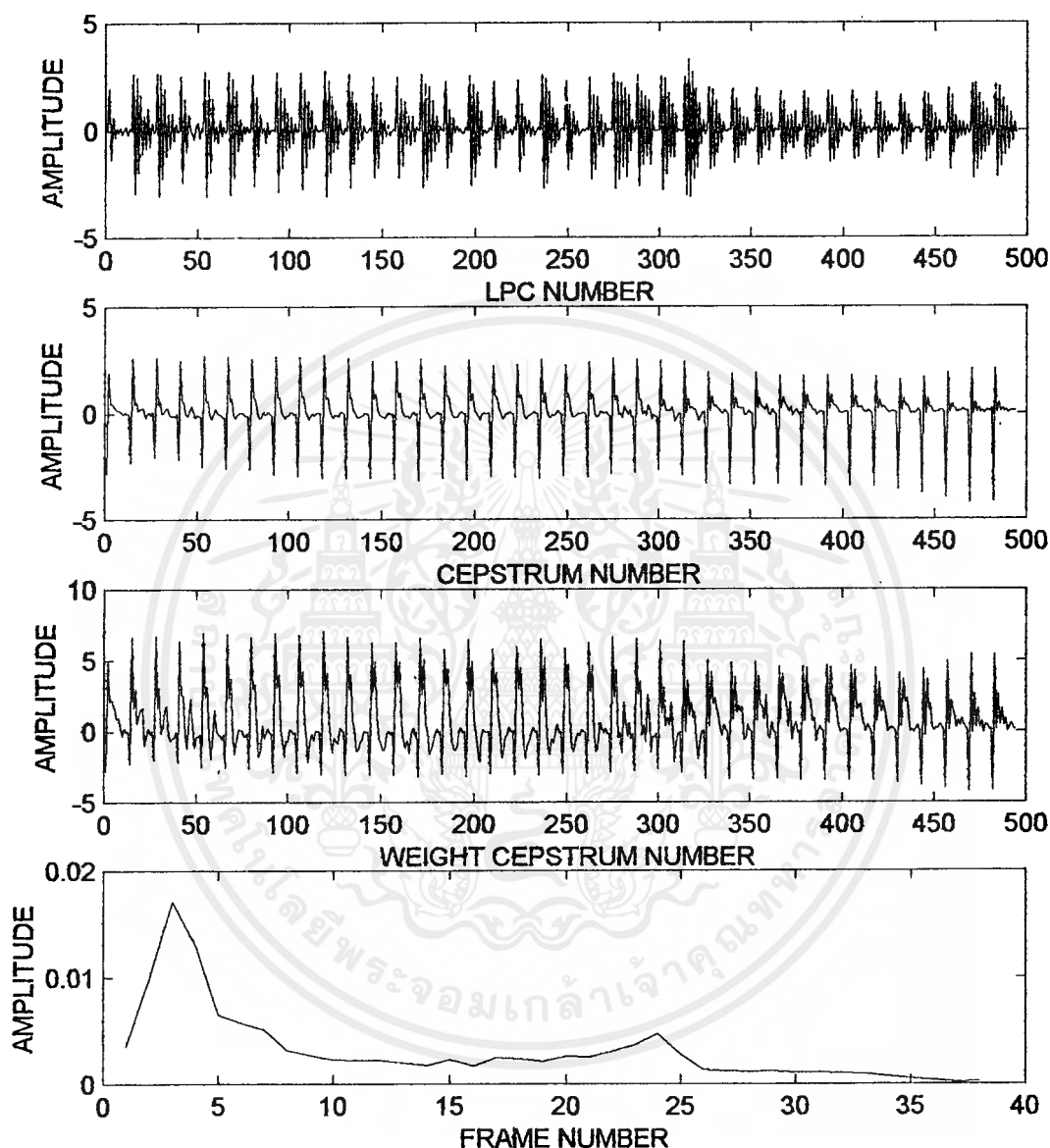
รูปที่ 4.16 แสดงการหาขอบเขตของค่าของเลขเก้า เมื่อ $a = 0.2$ โดยที่

รูปที่หนึ่งแสดงสัญญาณก่อนการหาขอบเขตของค่า

รูปที่สองแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยการหาค่าพลังงาน

รูปที่สามแสดงการหาขอบเขตของค่าโดยหาอัตราการตัดสินใจ

ตอนที่ 2 ทำการหาค่าพารามิเตอร์ อันได้แก่ สัมประสิทธิ์แอลพีซี สัมประสิทธิ์เซปสตรัม และ สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก และค่าความผิดพลาด ดังวิธีที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่งแสดงกราฟ สัมประสิทธิ์ ทั้ง 3 รูปแบบ และค่าความผิดพลาดของเลข 0 ถึง 9 ได้ดังนี้



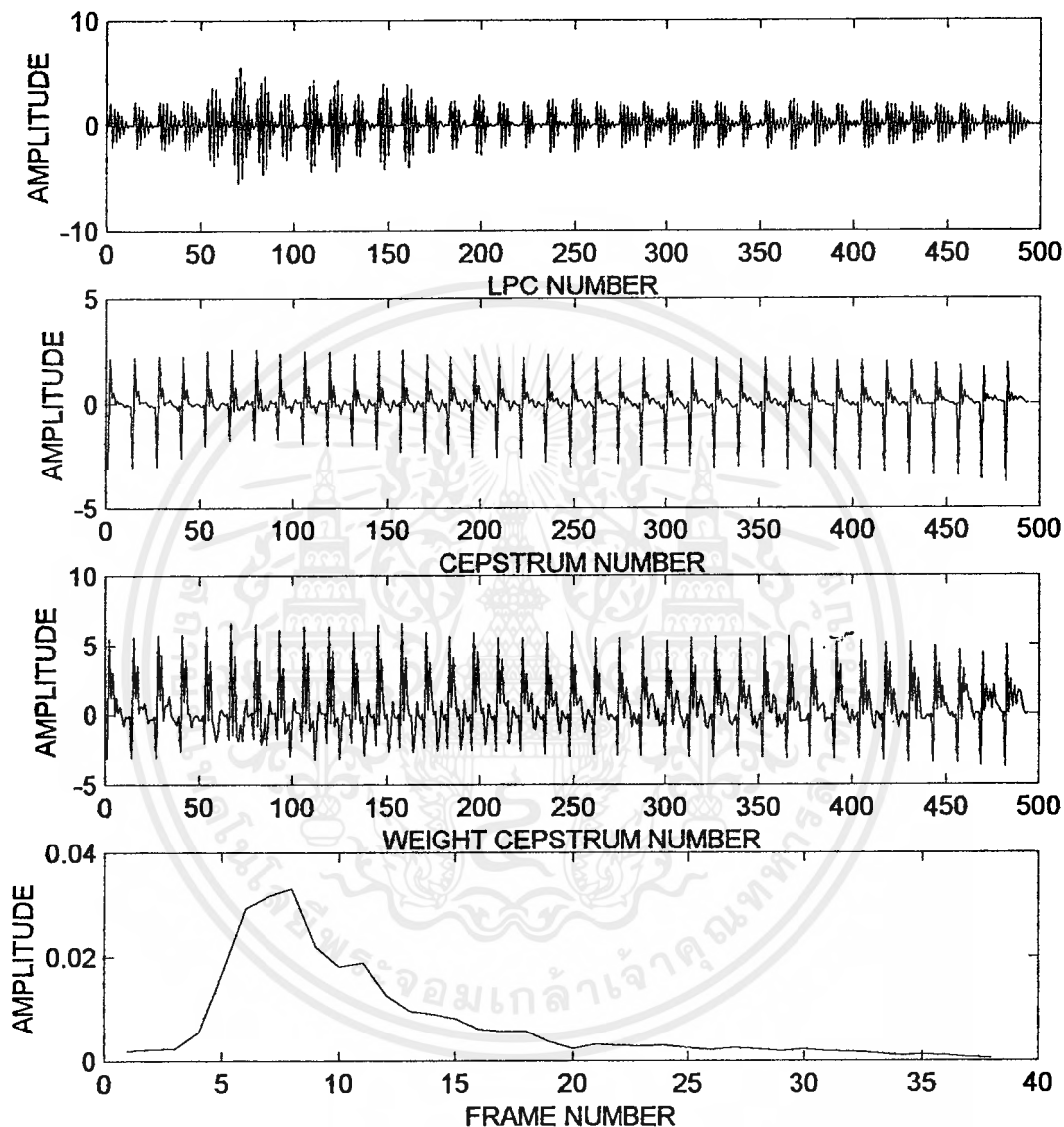
รูปที่ 4.17 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงศูนย์โดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



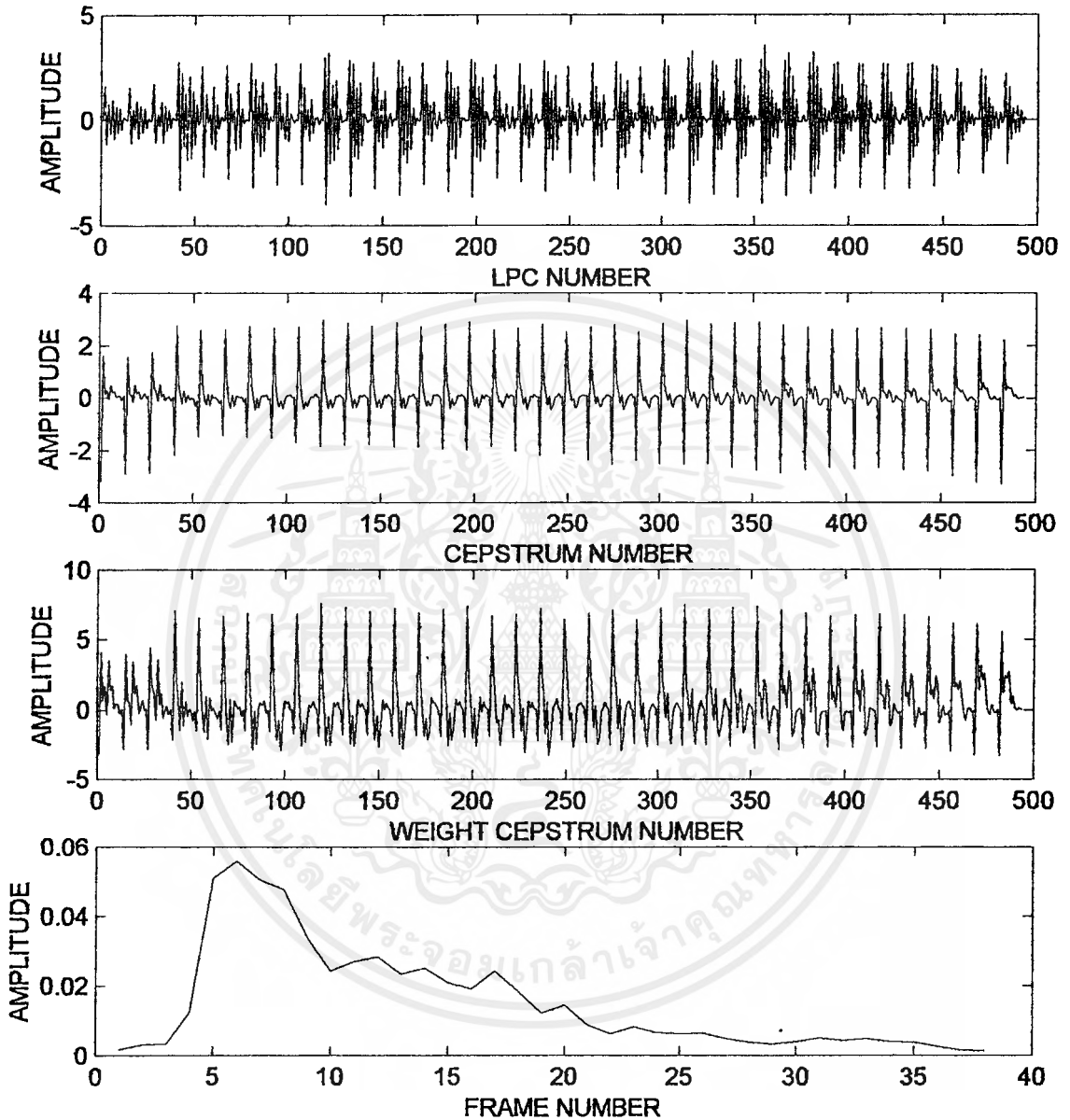
รูปที่ 4.18 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงหนึ่งโดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



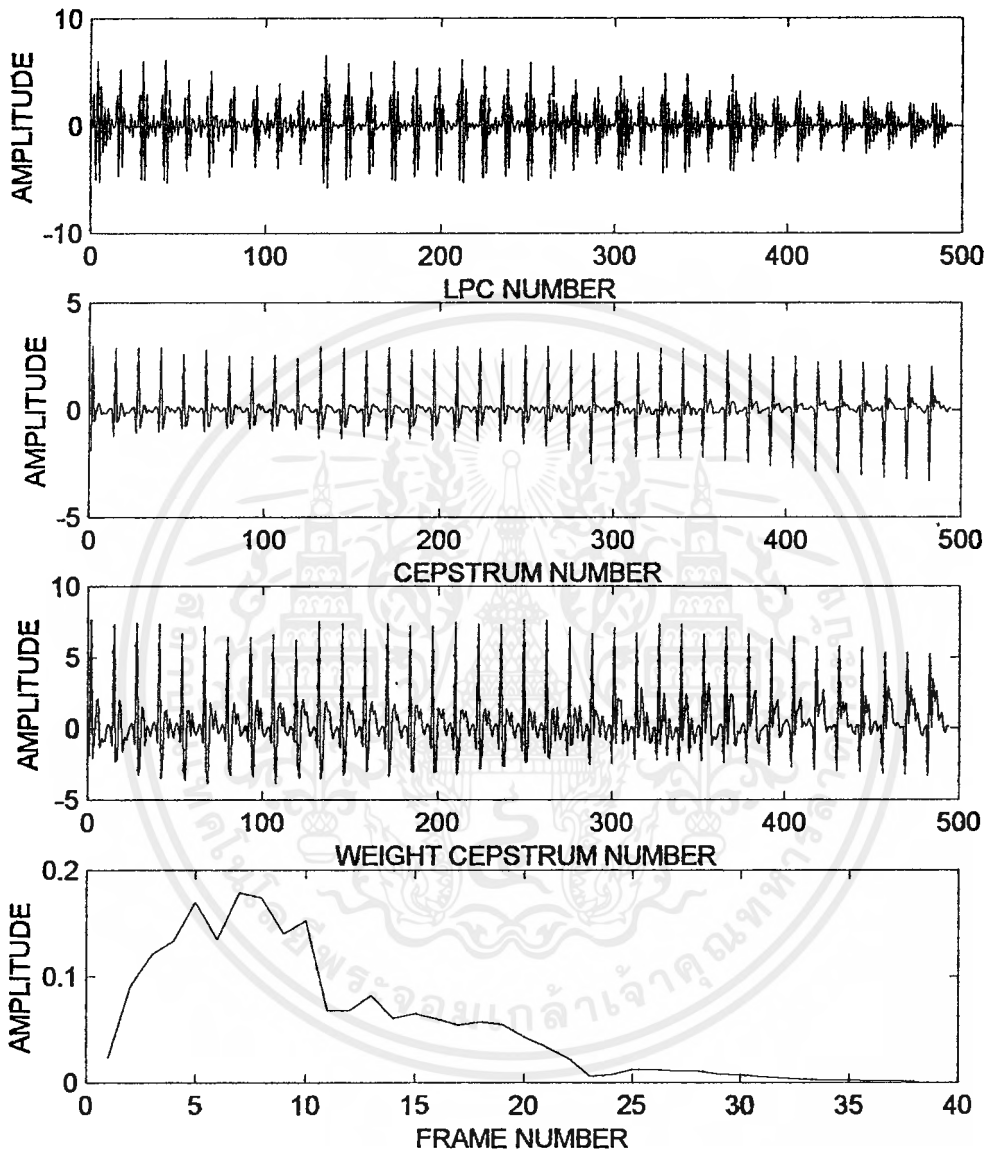
รูปที่ 4.19 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงสองโดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



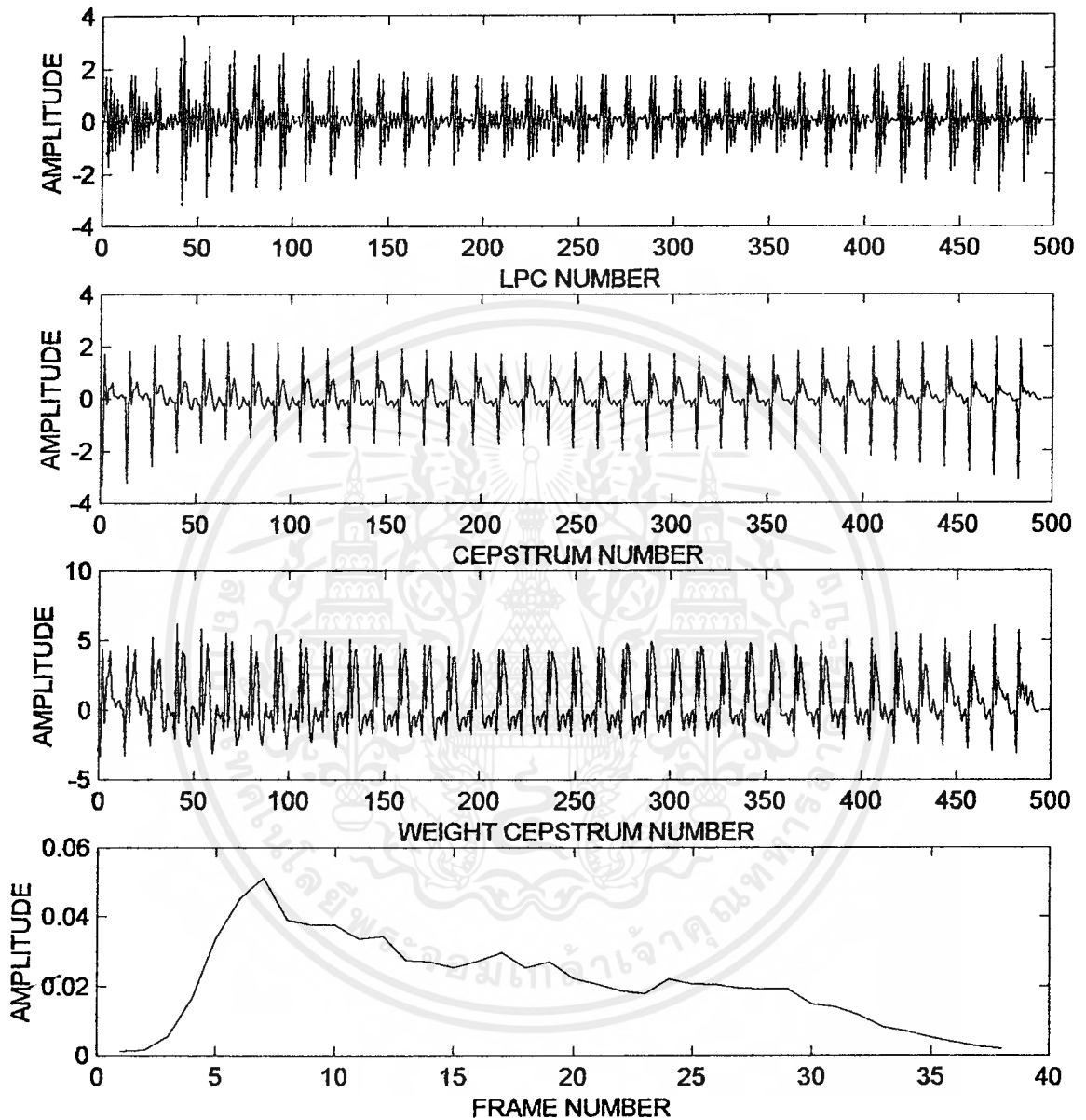
รูปที่ 4.20 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงสามโดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



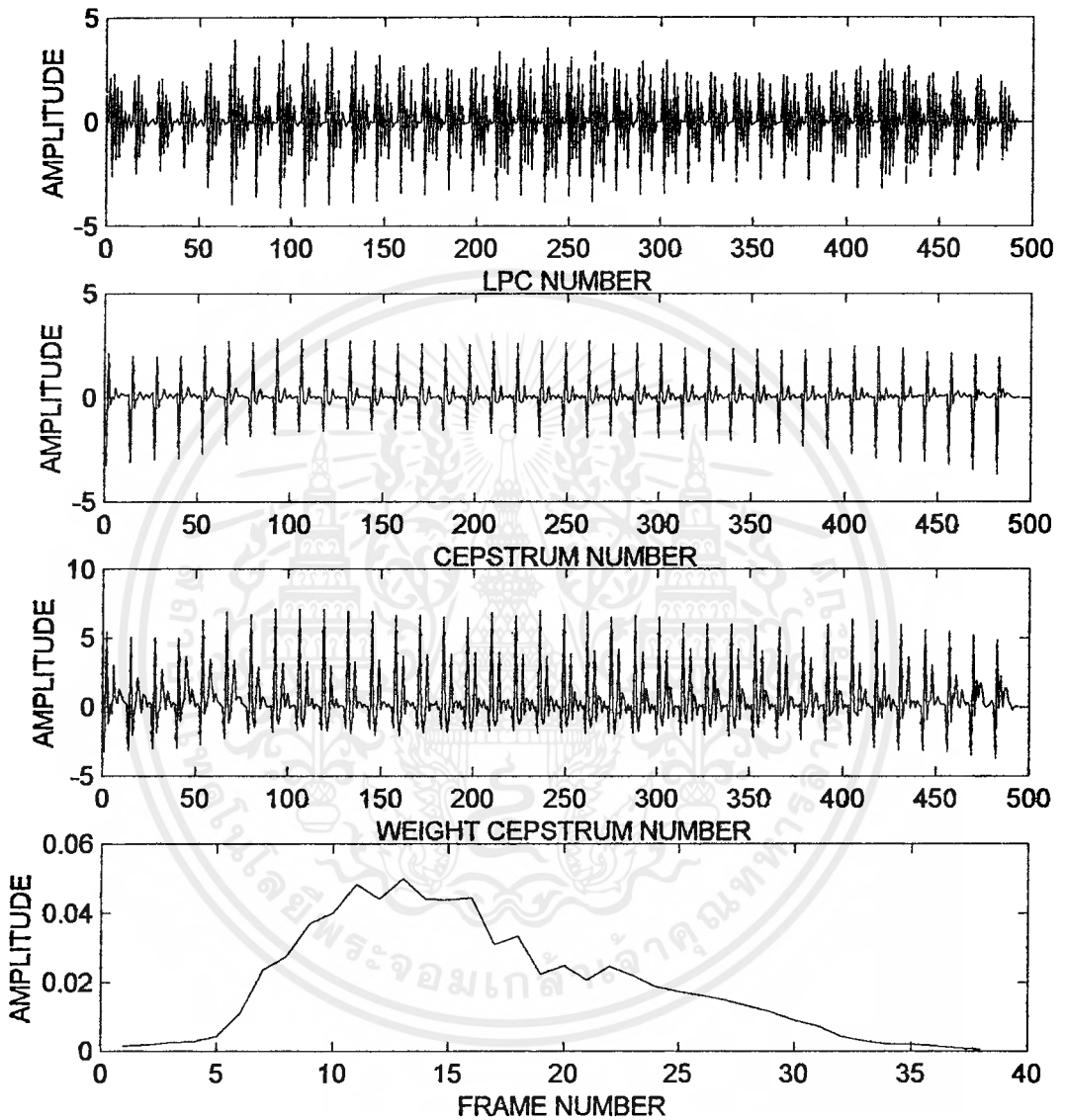
รูปที่ 4.21 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงสี่ โดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



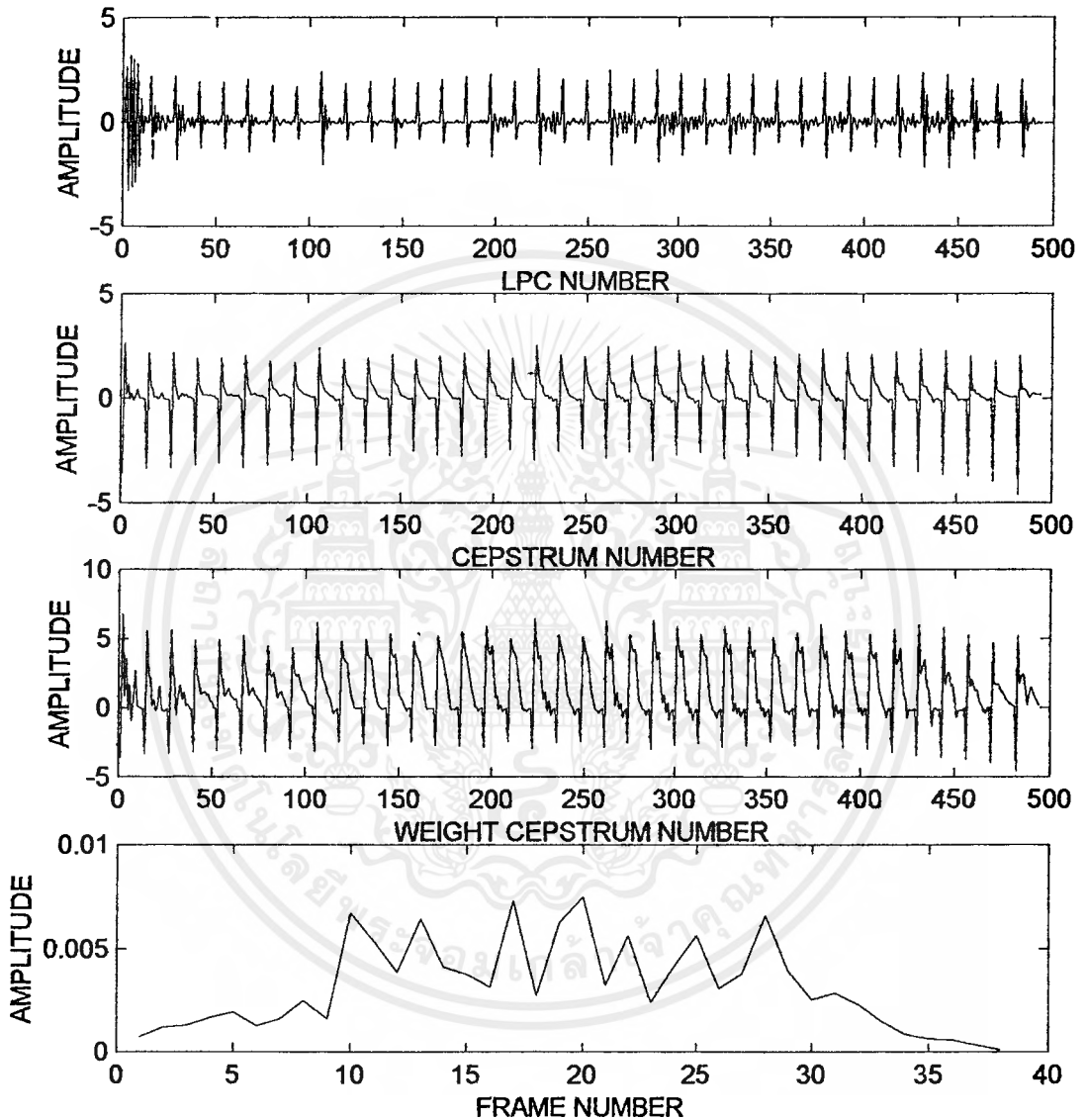
รูปที่ 4.22 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงห้าโดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



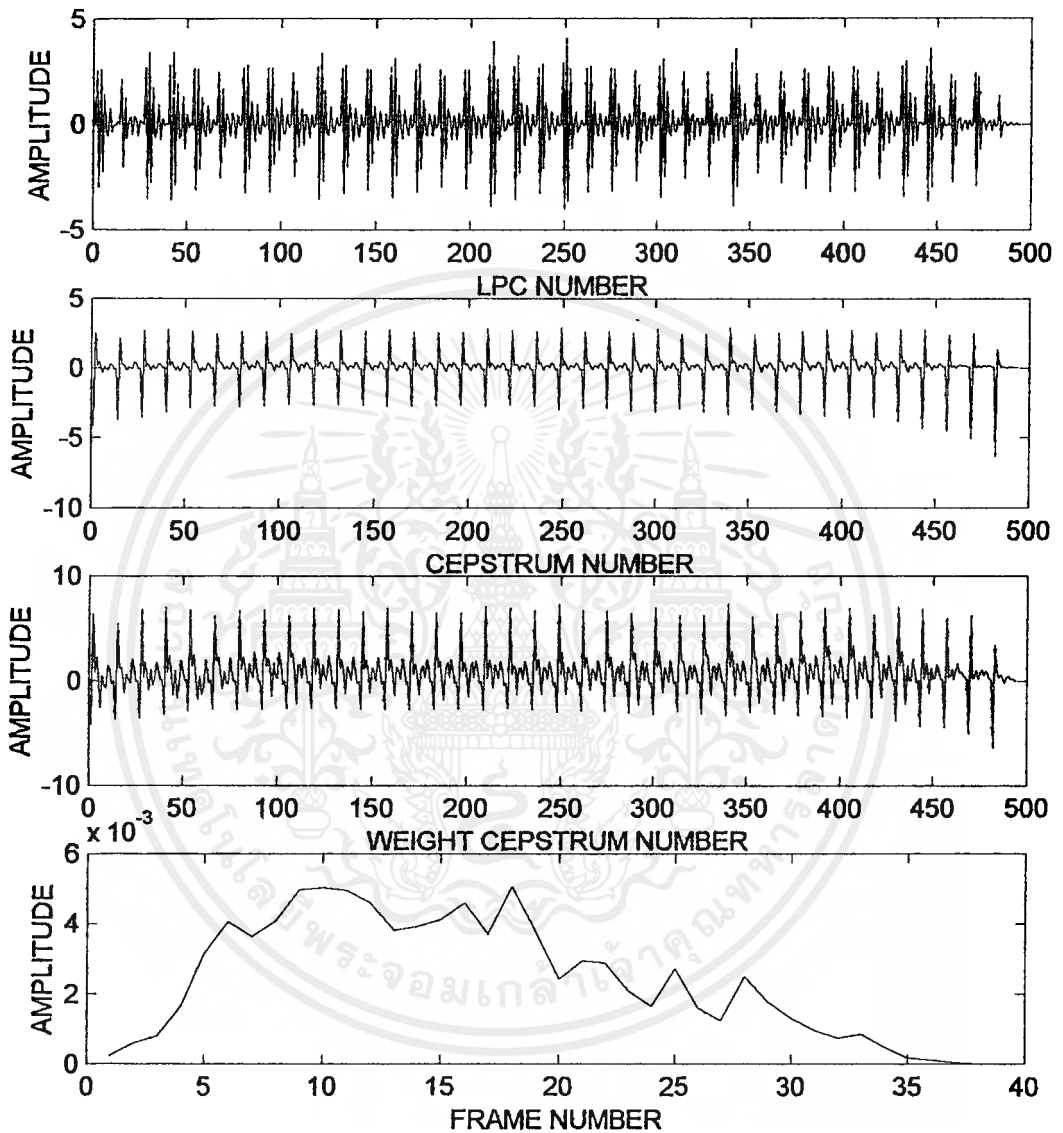
รูปที่ 4.23 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงพูดโดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



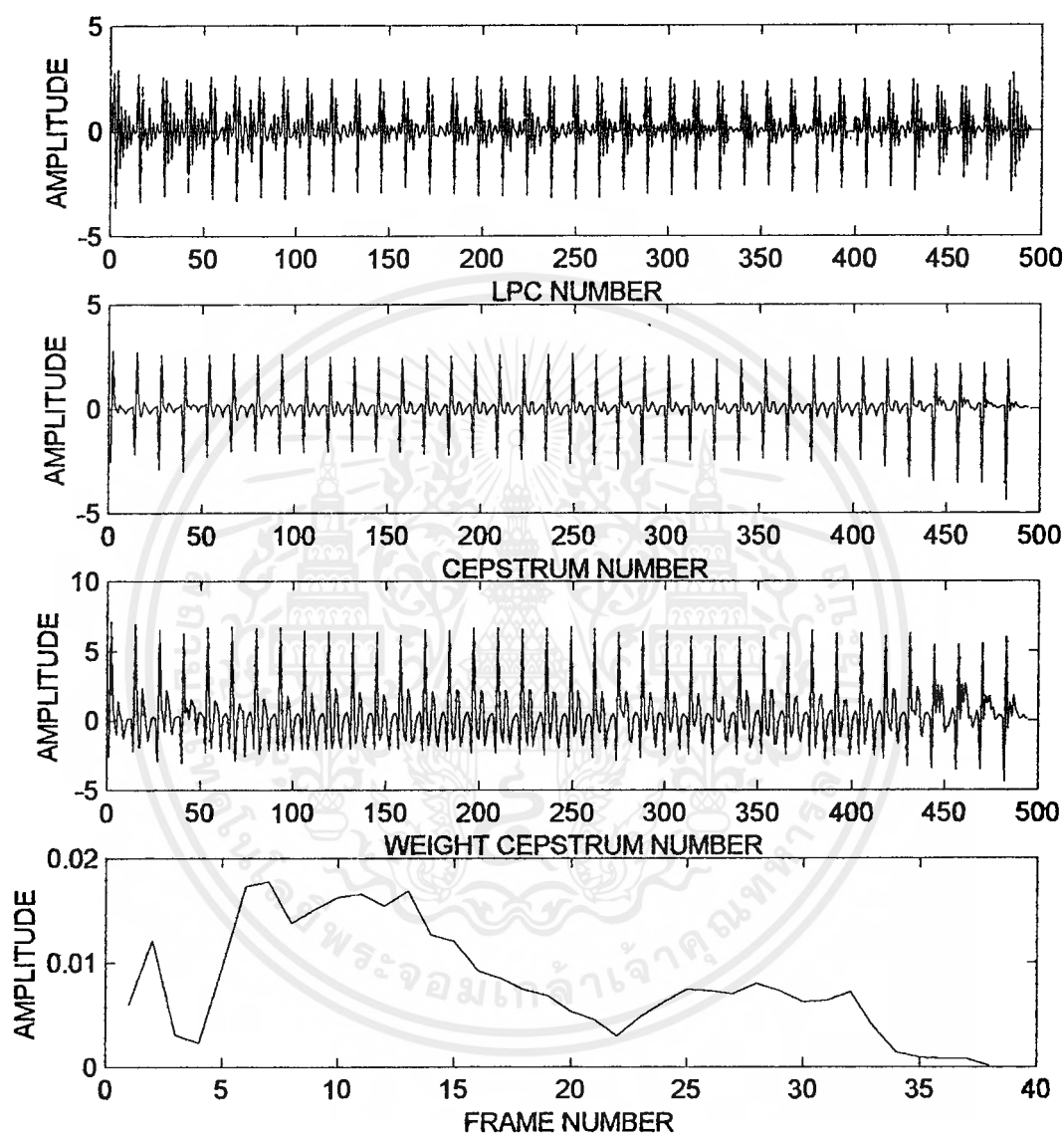
รูปที่ 4.24 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงเจ็ด โดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



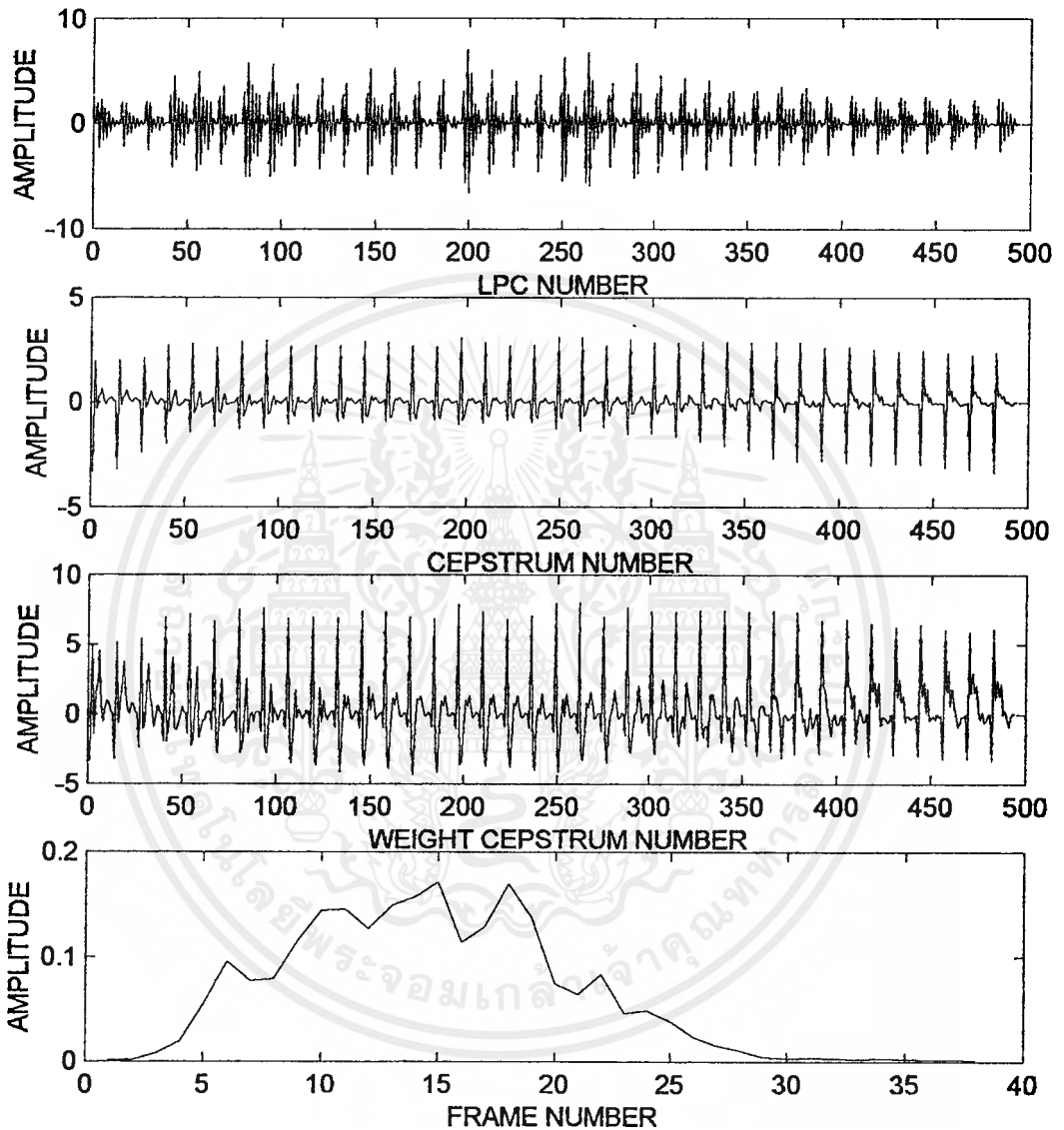
รูปที่ 4.25 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงแปดโดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

รูปที่สามแสดงสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด



รูปที่ 4.26 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แบบต่างๆและค่าความผิดพลาดของสัญญาณเสียงเก้าโดยที่

รูปแรกแสดงค่าสัมประสิทธิ์แอลพีซี

รูปที่สองแสดงค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม

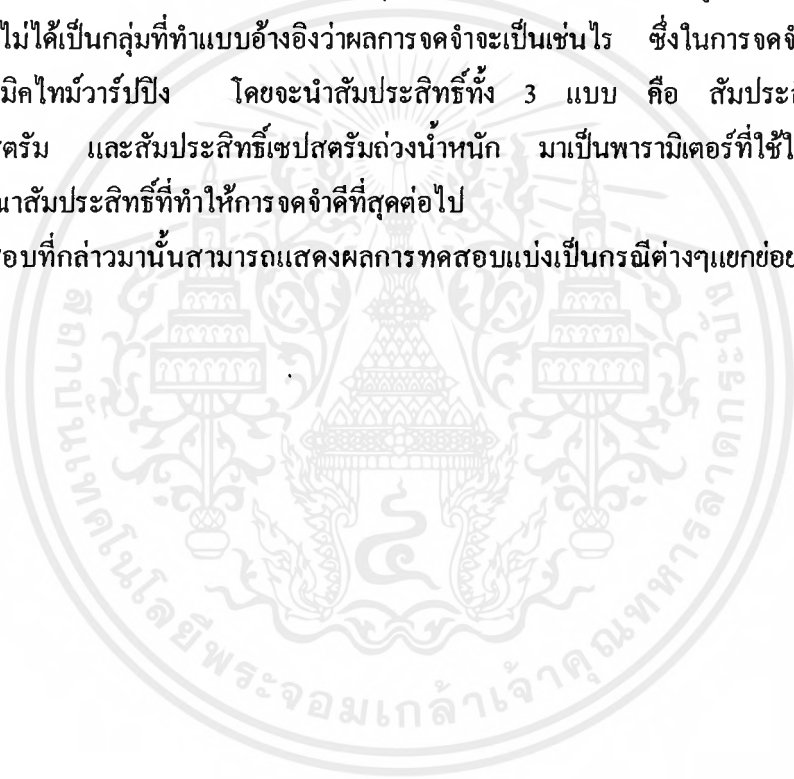
รูปที่สามแสดงสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

รูปที่สี่แสดงค่าความผิดพลาด

ตอนที่ 3 เป็นการทดสอบการจดจำเสียงพูด ซึ่งจะทำการเก็บเสียงพูดเพื่อนำมาใช้ในการทดสอบ โดยจะทำการบันทึกจากนักศึกษาชายจำนวน 30 คน ซึ่งในจำนวนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ คือ กลุ่ม A จะทำการบันทึกเสียง 0 ถึง 9 รวม 10 คำ โดยจะทำการบันทึกคำละ 5 ครั้ง จำนวนคนที่มาบันทึกจำนวน 15 คน โดยในกลุ่ม A จะแบ่งเป็นกลุ่มย่อย ๆ 5 กลุ่ม กำหนดให้เป็น A1,A2,A3,A4 และ A5 ซึ่งแทนการบันทึกเสียงครั้งที่1 ครั้งที่2 ครั้งที่3 ครั้งที่4 และครั้งที่ 5 ตามลำดับ ส่วนคนที่เหลืออีก 15 คน จะให้เป็นกลุ่ม B โดยกลุ่มนี้จะทำการบันทึกเสียงเลข 0 ถึง 9 รวม 10 คำ เช่นกัน แต่จะบันทึกเพียงคำละครั้งเดียว

การทดสอบจะแยกกลุ่มพิจารณาเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม A และกลุ่ม B โดยในกลุ่ม A จะนำ A1 และ A2 มาทำเป็นรูปแบบอ้างอิง และใช้ A3,A4 และ A5 เป็นแบบทดสอบเพื่อดูว่าในกลุ่มคนที่นำเสียงมาทำเป็นแบบอ้างอิงเมื่อไปทดสอบการจดจำเสียงแล้วจะจดจำเสียงได้เป็นอย่างไร หลังจากนั้นจะทดสอบโดยใช้ A1 และ A2 มาทำแบบอ้างอิง เช่นเดิม แต่จะนำกลุ่ม B มาเป็นแบบทดสอบ เพื่อดูว่าการจดจำเสียงเมื่อทดสอบกับกลุ่มที่ไม่ได้เป็นกลุ่มที่ทำแบบอ้างอิงว่าผลการจดจำจะเป็นเช่นไร ซึ่งในการจดจำนี้จะเปรียบเทียบโดยวิธีไคนามิคไทม์วาร์ปิง โดยจะนำสัมประสิทธิ์ทั้ง 3 แบบ คือ สัมประสิทธิ์แอลพีซี สัมประสิทธิ์เซปสตรัม และสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก มาเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ และพิจารณาสัมประสิทธิ์ที่ทำให้การจดจำดีที่สุดต่อไป

การทดสอบที่กล่าวมานั้นสามารถแสดงผลการทดสอบแบ่งเป็นกรณีต่างๆแยกย่อยได้ดังตารางต่อไปนี้



ตารางที่ 4.1 แสดงการแจกแจง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีจีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีจี
 ออกเตอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเตอร์เท่ากับ 8 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง (A1)
 และคนละ 2 เสียง (A1,A2) ตามลำดับ มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 5 คนเดิมเสียง
 อื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0-9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	7	5	1			2					46.66
1	1		8	1	2	1				3		53.33
2	1			11						4		73.33
3	1	2			8				2		3	53.33
4	1					11		4				73.33
5	1	2	3	1			7			2		46.66
6	1		3					12				80
7	1				3		2		8		2	53.33
8	1		4		1		2	1		7		46.66
9	1				1		2	3			9	60
0	2	6			2		2		5			40
1	2		8			2		3	2			53.33
2	2			12			3					80
3	2	3		3	5		2		2			33.33
4	2		2			10					3	66.66
5	2			4			6	3		2		40
6	2		1					9	3		2	60
7	2	2		3		2			4		4	26.66
8	2		3			4			1	7		46.66
9	2			3	2		2				8	53.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมเปรียบเทียบ เมื่อ แอลพีซี
ออเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออเคอร์ เท่ากับ 8 เช่นกัน และใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง
(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 5 คน
เดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	10					3		2			66.66
1	1		12					3				80
2	1			9		2		2	2			60
3	1		1		7		3	4				46.66
4	1	1		2		9					3	60
5	1				5		8			2		53.33
6	1							15				100
7	1	2			3				10			66.66
8	1	2	2			3				8		53.33
9	1									4	11	73.33
0	2	11				2		2				73.33
1	2		9			5		1				60
2	2			13						2		86.66
3	2				10		2		3			66.66
4	2					14		1				93.33
5	2	5		2			8					53.33
6	2				1			14				93.33
7	2								12	3		80
8	2		1			2				12		80
9	2			2			4		1		8	53.33

ตารางที่ 4.3 แสดงการจัดจำเลียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เชปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 เชปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเลียง(A1) และคนละ 2 เลียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเลียงของผู้พูดอ้างอิง 5 คนเดิมเลียงอื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	9		1			3	2				60
1	1		10					2	3			66.66
2	1			12							3	80
3	1	4			11							73.33
4	1					15						100
5	1			2			10		3			66.66
6	1							15				100
7	1			1		3			9	2		60
8	1		2							13		86.66
9	1				3					2	10	66.66
0	2	13						2				86.66
1	2		11			2			2			73.33
2	2	1		12				2				80
3	2		3		10		2					66.66
4	2					14					1	93.33
5	2			3			9			3		60
6	2							15				100
7	2				1				9	5		60
8	2	2	1							12		80
9	2				2				2		11	73.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงการจดจำเลข 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คน โดยใช้คนละเลข (A1)
และคนละ 2 เลข (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเลขของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิม
เลขอื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	9			1			3		2		60
1	1		7			3	2		3			46.66
2	1	3		9							3	60
3	1		1		10					4		66.66
4	1					11	2	2				73.33
5	1			5			8		2			53.33
6	1					3		9			3	60
7	1	3			4				7		1	46.66
8	1		2			3		2		8		53.33
9	1	2		2							11	73.33
0	2	10				3		2				66.66
1	2		8			2			2	3		53.33
2	2	3		9			3					60
3	2				10			3			2	66.66
4	2					9			3	3		60
5	2	2	2		2		9					60
6	2				4			11				73.33
7	2		1	2		1			8		3	53.33
8	2						2	2		11		73.33
9	2				3	2		1			9	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงการจัดจำเลียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้คนละเลียง(A1)
และคนละ 2 เลียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเลียงของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิม
เลียงอื่นๆ (A3,A4 ,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	9			1			3		2		60
1	1		7			3	2		3			46.66
2	1	3		9							3	60
3	1		1		10					4		66.66
4	1					11	2	2				73.33
5	1			5			8		2			53.33
6	1					3		9			3	60
7	1	3			4				7		1	46.66
8	1		2			3		2		8		53.33
9	1	2		2							11	73.33
0	2	10				3		2				66.66
1	2		8			2			2	3		53.33
2	2	3		9			3					60
3	2				10			3			2	66.66
4	2					9			3	3		60
5	2	2	2		2		9					60
6	2				4			11				73.33
7	2		1	2		1			8		3	53.33
8	2						2	2		11		73.33
9	2				3	2		1			9	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรีมเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี ออกเตอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเตอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิม เสียงอื่นๆ (A3,A4 ,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	10				3		2				66.66
1	1	1	10				2		2			66.66
2	1			12		3						80
3	1				9					3	3	60
4	1			2		11			2			73.33
5	1				3		10			2		66.66
6	1		3					12				80
7	1					3			11		1	73.33
8	1	3		2						9	1	60
9	1				2		3	2			8	53.33
0	2	11						2			2	73.33
1	2		11		1		3					73.33
2	2			10				4			1	66.66
3	2	1			9				4		1	60
4	2		3			12						80
5	2				3		10		2			66.66
6	2							13		2		86.66
7	2				1		5		9			60
8	2	3			4					8		53.33
9	2				3		2				10	66.66

ตารางที่ 4.6 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเดอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออเดอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0-9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	11			2		2					73.33
1	1		10				3				2	66.66
2	1			11					2	2		73.33
3	1		3	2	9					1		60
4	1					13		2				86.66
5	1			5			8	2				53.33
6	1					3		12				80
7	1	3	2						9		1	60
8	1				2	3				10		66.66
9	1						2	2			11	73.33
0	2	11		1						3		73.33
1	2		12				2	1				80
2	2			9					3	3		60
3	2	2	2		11							73.33
4	2					12			3			80
5	2			3			10		2			66.66
6	2							13		2		86.66
7	2		2		3				10			66.66
8	2				3		3			9		60
9	2	3					2				10	66.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงการจัดจำเลียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเคอร์เท่ากับ 8 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเลียง(A1)
และคนละ 2 เลียง (A1,A2) ตามลำดับ มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเลียงของผู้อื่น(กลุ่ม B) 15 เลียงมา
เป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 - 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	3				1		3		8		20
1	1		3	2	2	3			2	3		20
2	1	2	3	2	2					6		13.33
3	1		2	3	1	2	3		4			6.66
4	1					12			3			80
5	1	3	2	5	2		1		2			6.66
6	1							12	3			80
7	1	2	1	3		3			2	1	3	13.33
8	1	3		2			3			7		46.66
9	1	2			3		3	4		2	1	6.66
0	2	2		3		3		2		4	1	13.33
1	2	1	3			2		5	4			20
2	2		1	2		3		4		2	3	13.33
3	2	3	5		2		2		3			13.33
4	2					11		3	2			73.33
5	2	3		2	4		1		2	2	1	6.66
6	2					2		11			2	73.33
7	2		2	3		3		4	2	1		13.33
8	2	1			2	2		4		6		40
9	2	5	3	2			2		2		1	6.66

ตารางที่ 4.8 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมเปรียบเทียบ เมื่อ แอลพีซี ออกเตอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเตอร์ เท่ากับ 8 เช่นกัน และใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	8				2		2		3		53.33
1	1		12				3					80
2	1	1		3		2	2	2		4	1	20
3	1	4		1	5				3	2		33.33
4	1					13					2	86.66
5	1	3		1		2	4		3	2		26.66
6	1					3		12				80
7	1	2	3		1		2		4	2	1	26.66
8	1	3		2			2	3		4	1	26.66
9	1			2	2			2	3		6	40
0	2	5			3	2			4	1		33.33
1	2		12						3			80
2	2	2		6			3		2	2		40
3	2	2		3	4			1		3	2	26.66
4	2			3		12						80
5	2		2		2		5			3	3	33.33
6	2					2		12		1		80
7	2	2				3	2		6		2	40
8	2		2		2			4		6	1	40
9	2	2	3		2		2				6	40

ตารางที่ 4.9 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอฟฟิซื่อเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่มB) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็นร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	8			2			2		3		53.33
1	1		11			2	2					73.33
2	1			10				3			2	66.66
3	1	2	2		7		1		3			46.66
4	1					14		1				93.33
5	1			3	2		8		2			53.33
6	1	3						12				80
7	1	1	2			4			7		1	46.66
8	1			2	3		2			6	2	40
9	1	1		4			3		2		5	33.33
0	2	7				1	2		2		3	46.66
1	2		11				3	1				73.33
2	2			8				2		2	3	53.33
3	2	3	2		6		2		2			40
4	2					15						100
5	2			2	1		9		3			60
6	2	2		1				12				80
7	2	2	1			2	1		7		2	46.66
8	2				3			2		8	2	53.33
9	2			2		1	2		2		8	53.33

ตารางที่ 4.10 แสดงการจัดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้คนละเสียง(A1)
และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น(กลุ่ม B) 15 เสียงมา
เป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	3			1	3	2	2		2	2	20
1	1	2	5		3		3		2			33.33
2	1	3		7			2	2	1			46.66
3	1		2		7				3		3	46.66
4	1					13		2				86.66
5	1			2	2		6			3	2	40
6	1		1		1			13				86.66
7	1			2		2			8		3	53.33
8	1	3		2	2			2		6		40
9	1			4	1		2	3			5	33.33
0	2	5				2		3	3	2		33.33
1	2		7					5			3	46.66
2	2	2		5			4	1			3	33.33
3	2	2	2		6				3		2	40
4	2					13		1	1			86.66
5	2			3	2		5			2	3	33.33
6	2					2		12				80
7	2				3	2			7		3	46.66
8	2			4		2			3	6		40
9	2			3	2			3			7	46.66

ตารางที่ 4.11 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปตริ่มเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปตริ่มออกเคอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมา เป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน	แบบทดสอบ 0-9										คิดเป็นร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	6			4		3	2				40
1	1		12						3			80
2	1	2		7				3		3		46.66
3	1	2			8						5	53.33
4	1					11			4			73.33
5	1		3		4		6			2		40
6	1							13		2		86.66
7	1			3	2		3		7			46.66
8	1	3		4		3				6		40
9	1		3			4			2		6	40
0	2	7			3		2	2	1			46.66
1	2		12						3			80
2	2	3		8				2		2		53.33
3	2	3			7				2		3	46.66
4	2			2		11			2			73.33
5	2		4		2		6				3	40
6	2					2		11		2		73.33
7	2				2	3	3		7			46.66
8	2	3		2		2		1		7		46.66
9	2		4			3			2		6	40

ตารางที่ 4.12 แสดงการแจกแจง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เชปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ
เมื่อแอลพีซีออเดอร์เท่ากับ 8 เชปสตรัมออเดอร์เท่ากับ 8 เช่นกัน ให้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้
คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น
(กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	7				5		3				46.66
1	1		12				3					80
2	1			7				3		4	1	46.66
3	1	2			8		3		2			53.33
4	1					15						100
5	1		2	3			6		4			40
6	1				2			13				86.66
7	1				2	4	2		6	1		46.66
8	1	2	3	1						9		60
9	1	1		3			1	1			9	60
0	2	7	2			4		2				46.66
1	2		8	1	2					4		53.33
2	2		3	9					2	1		60
3	2		2		9		1		3			60
4	2					13		1		1		86.66
5	2			5			6		2	1	1	40
6	2							13		2		86.66
7	2	1		2	2				9	1		60
8	2	1		2	3				1	8		53.33
9	2		2	4						2	7	46.66

ตารางที่ 4.13 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเตอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเตอร์เท่ากับ 10 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง (A1)
และคนละ 2 เสียง (A1,A2) ตามลำดับ มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมา
เป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 - 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	5				3		3		4		33.33
1	1		6	2		3			1	3		40
2	1	1	2	5	1				2	4		33.33
3	1			4	4		2		3	2		26.66
4	1	3				9		1		2		60
5	1		2	4	1		6			2		40
6	1			2		1		12				80
7	1			2	1		1	4	7			46.66
8	1	1	1	4					3	6		40
9	1	2	1	2						4	6	40
0	2	4		1	5	1	3		3			26.66
1	2		7	1	2	1			1	3		46.66
2	2		3	4	1			1	3	2	1	26.66
3	2			3	3	1				5	5	20
4	2					11				1		73.33
5	2			3	3		6			2	1	40
6	2					1		12		2		80
7	2			1	2		3	4	4	1		26.66
8	2	1	3	3	1				1	5		33.33
9	2		2	5	1					2	5	33.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรีมเบรียนเทียบ เมื่อ แอล ฟิซี ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเคอร์ เท่ากับ 10 เช่นกัน และใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้ คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 - 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	8	2	1				4				53.33
1	1		12			3						80
2	1	2	2	7				2	1	1		46.66
3	1	1	1	4	7					2		46.66
4	1		3			9				3		60
5	1		4	3	3		3				2	20
6	1		1	2				12				80
7	1		3	4					6	2		40
8	1		3	4					2	6		40
9	1		3	4	1		1				6	40
0	2	5	3	2				4		1		53.33
1	2		12				2			1		80
2	2	1		8				1		3		53.33
3	2	1	3	3	4					2	2	26.66
4	2		4			12						80
5	2		3	3			5			4		33.33
6	2		2	1				12				80
7	2		4	1				4	4	2		26.66
8	2	1	3	4						6		40
9	2		3	5	1						6	40

ตารางที่ 4.15 แสดงการจัดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปตริ่มถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปตริ่มออกเคอร์เท่ากับ 10 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็นร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	8	1	1				5				53.33
1	1		12			3						80
2	1			11	2				2			73.33
3	1	1		2	7		2		1	1		46.66
4	1		3			12						80
5	1		3	1	3		5			4		33.33
6	1	1	1	1				12				80
7	1		2	2				3	7	1		46.66
8	1		3	3					1	7	1	46.66
9	1	1		4	3		1				6	40
0	2	9	1					5				60
1	2		12			3						80
2	2	2	1	10					2			66.66
3	2	1		5	5		1			2	1	33.33
4	2		4			11						73.33
5	2		3	1	3		6				2	40
6	2	1	1					12	1			80
7	2	1	4					2	5	3		33.33
8	2	1	3	3						8		53.33
9	2	1	1	4	1		1				7	46.66

ตารางที่ 4.16 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซีเปรียบเทียบกับ เมื่อแอลพีซี
ออกเคอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเคอร์เท่ากับ 10 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้คนละเสียง
(A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B)
15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0-9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	4				1		3		7		26.66
1	1		7	3		2			3			46.66
2	1			4				1	3	4	2	46.66
3	1			3	6		1		1	3	1	40
4	1					13		1		1		86.66
5	1		4	2	3		3	1	2			20
6	1		1				2	12				80
7	1		2	2				4	3	2	2	20
8	1	2		5	3					5		33.33
9	1	1	4		1				1	4	4	26.66
0	2	6						4		5		40
1	2		6	3		1			3	1	1	40
2	2			2					3	3	2	13.33
3	2	2			4		1			4	5	26.66
4	2		1			12		1		1		80
5	2		1	5			3		1	4	1	20
6	2							11		4		73.33
7	2						3	4	4	2	2	26.66
8	2	2	4	3						6		40
9	2	3	2	3	1					4	5	53.33

ตารางที่ 4.17 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรีมเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซี
ออกเตอร์เท่ากับ 8 เซปสตรีมออกเตอร์เท่ากับ 10 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้คนละเสียง
(A1) และคนละ 2 เสียง(A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น(กลุ่ม B)
15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0-9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	7	2					6				46.66
1	1		12								3	80
2	1			4				4	5	2		26.66
3	1		5	2	3	1	1			1	2	20
4	1		4	1		10						66.66
5	1		4	2	2	1	4		2			26.66
6	1						2	13				86.66
7	1		2	2					7	2	2	46.66
8	1		3	3						9		60
9	1		2	6				1			6	40
0	2	13	1		1							86.66
1	2		12			1				1	1	80
2	2	1		8	1			3	2			53.33
3	2	1	2	4	3		1				4	20
4	2		6			9						60
5	2		4	3	1	1	3		1	2		20
6	2	1	1					13		1		86.66
7	2		1					4	8	2		53.33
8	2	2	6							7		46.66
9	2	1	5								9	60

ตารางที่ 4.18 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอสซิมิเลเตอร์เท่ากับ 8 เซปสตรัมออดิเตอร์เท่ากับ 10 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คนโดยใช้คนละเสียง (A1) และคนละ 2 เสียง (A1,A2) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0-9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	9	1					5				60
1	1		10	1		3			1			80
2	1		2	9	1			1	2			60
3	1	1	1	4	6		2				1	40
4	1		3			12						80
5	1		3	2	3		6			1		40
6	1	1	1					13				86.66
7	1		5					3	7			46.66
8	1		3	3						9		60
9	1	1	1	4							9	60
0	2	13						2				86.66
1	2		12			1				1	1	80
2	2	1	4	11								73.33
3	2			2	6		1	3			3	40
4	2	1				12			2			80
5	2			5			7			3		46.66
6	2	1	1					13				86.66
7	2	2						2	10	1		66.66
8	2	1		2		3				9		60
9	2			3	3						9	60

ตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.18 แสดงการจดจำเสียงตามเงื่อนไขต่างๆที่กำหนดขึ้น ซึ่งสามารถสรุปความถูกต้อง ได้ดังตารางที่ 4.19 ถึง ตารางที่ 4.24 ดังนี้

ตารางที่ 4.19 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 และ เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 8 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 5 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิงเสียงอื่นๆ (A3,A4 และ A5) มาเป็นแบบทดสอบ

ร้อยละ	สัมประสิทธิ์ แอลพีซี		สัมประสิทธิ์ เซปสตรัม		สัมประสิทธิ์ เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก	
	1 เสียง	2 เสียง	1 เสียง	2 เสียง	1เสียง	2 เสียง
ความถูกต้อง						
สูงสุด	80	80	100	93.33	100	100
ต่ำสุด	46.66	26.66	46.66	53.33	60	60
เฉลี่ย	58.33	49.99	77.99	79.33	80.66	80.33

ตารางที่ 4.20 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 และ เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 8 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง(A1 และ A2) จำนวน 10 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิงเสียงอื่นๆ (A3,A4 และ A5) มาเป็นแบบทดสอบ

ร้อยละ	สัมประสิทธิ์ แอลพีซี		สัมประสิทธิ์ เซปสตรัม		สัมประสิทธิ์ เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก	
	1 เสียง	2 เสียง	1 เสียง	2 เสียง	1เสียง	2 เสียง
ความถูกต้อง						
สูงสุด	73.33	73.33	80	80	86.66	86.66
ต่ำสุด	46.66	53.33	53.33	53.33	53.33	60
เฉลี่ย	59.33	62.66	67.99	68.66	69.33	71.33

ตารางที่ 4.21 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 และ เซปสตรีมออเคอร์เท่ากับ 8 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 5 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิง (กลุ่มB) มาเป็นแบบทดสอบ

ร้อยละ	สัมประสิทธิ์ แอลพีซี		สัมประสิทธิ์ เซปสตรีม		สัมประสิทธิ์ เซปสตรีมถ่วงน้ำหนัก	
	1 เสียง	2 เสียง	1 เสียง	2 เสียง	1เสียง	2 เสียง
ความถูกต้อง						
สูงสุด	73.33	73.33	86.66	80	93.33	100
ต่ำสุด	6.66	6.66	20	26.66	33.33	40
เฉลี่ย	29.33	25.33	47.33	49.33	55.99	55.46

ตารางที่ 4.22 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 8 และ เซปสตรีมออเคอร์เท่ากับ 8 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 10 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิง (กลุ่มB) มาเป็นแบบทดสอบ

ร้อยละ	สัมประสิทธิ์ แอลพีซี		สัมประสิทธิ์ เซปสตรีม		สัมประสิทธิ์ เซปสตรีมถ่วงน้ำหนัก	
	1 เสียง	2 เสียง	1 เสียง	2 เสียง	1เสียง	2 เสียง
ความถูกต้อง						
สูงสุด	86.66	86.66	86.66	73.33	100	86.66
ต่ำสุด	20	33.33	40	40	40	40
เฉลี่ย	45.33	48.66	54.66	54.66	61.99	59.33

ตารางที่ 4.23 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเดอร์เท่ากับ 8 และ เซปสตรีมออเดอร์เท่ากับ 10 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 5 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิง (กลุ่มB) มาเป็นแบบทดสอบ

ร้อยละ ความถูกต้อง	สัมประสิทธิ์ แอลพีซี		สัมประสิทธิ์ เซปสตรีม		สัมประสิทธิ์ เซปสตรีมถ่วงน้ำหนัก	
	1 เสียง	2 เสียง	1 เสียง	2 เสียง	1เสียง	2 เสียง
สูงสุด	80	80	80	80	80	86.66
ต่ำสุด	26.66	26.66	20	26.66	33.33	26.66
เฉลี่ย	43.99	40.66	50.66	51.66	57.99	56.64

ตารางที่ 4.24 แสดงความถูกต้องเมื่อใช้สัมประสิทธิ์แบบต่างๆ แอลพีซีออเดอร์เท่ากับ 8 และ เซปสตรีมออเดอร์เท่ากับ 10 โดยใช้เสียงของผู้ทำแบบอ้างอิง 1 เสียง (A1) และ 2 เสียง (A1 และ A2) จำนวน 10 คน มาทำแบบอ้างอิง ตามลำดับ และใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิง (กลุ่มB) มาเป็นแบบทดสอบ

ร้อยละ ความถูกต้อง	สัมประสิทธิ์ แอลพีซี		สัมประสิทธิ์ เซปสตรีม		สัมประสิทธิ์ เซปสตรีมถ่วงน้ำหนัก	
	1 เสียง	2 เสียง	1 เสียง	2 เสียง	1เสียง	2 เสียง
สูงสุด	80	86.66	86.66	86.66	86.66	86.66
ต่ำสุด	13.33	20	20	20	40	40
เฉลี่ย	41.33	42.66	49.99	56.66	61.33	67.09

จากตารางที่ 4.19 ถึง ตารางที่ 4.24 พบว่าความถูกต้อง เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เชปสตรัมถ่วงน้ำหนัก เป็นพารามิเตอร์นำมาเปรียบเทียบให้ผลความถูกต้องมากที่สุด และการใช้เสียงของผู้ใช้ทำเป็นแบบอ้างอิง 1 เสียง และ 2 เสียง มาทำแบบอ้างอิง ให้ผลความถูกต้อง ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการทดสอบต่อไปจะ ทดสอบโดยนำเอาสัมประสิทธิ์เชปสตรัมถ่วงน้ำหนักมาเปรียบเทียบ และใช้เสียงของผู้ใช้ทำแบบอ้างอิง เพียง 1 เสียง เท่านั้น ดังนี้

ตารางที่ 4.25 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เชปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบ เมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เชปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้ คนละเสียง(A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 5 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3,A4 ,A5) มา เป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็น ร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	12	2					1				80
1	1		12			2		1				80
2	1			13	2							83.33
3	1			2	10		2			1		66.66
4	1					14	1					93.33
5	1				2		11			2		73.33
6	1							15				100
7	1		1					1	13			86.66
8	1				2		1	1		11		73.33
9	1										15	100

ร้อยละความถูกต้อง	
สูงสุด	100
ต่ำสุด	66.66
เฉลี่ย	83.66

ตารางที่ 4.26 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 10 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3, A4 ,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็นร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	12	2					1				80
1	1		10			2		1	2			66.66
2	1			10	2			1		2		66.66
3	1				1	10	2				2	66.66
4	1		1			13	1					86.66
5	1				1		12			2		80
6	1	1						14				93.33
7	1							1	14			93.33
8	1	2					1	1		11		73.33
9	1			1							14	93.33

ร้อยละความถูกต้อง	
สูงสุด	93.33
ต่ำสุด	66.66
เฉลี่ย	80

ตารางที่ 4.27 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรีมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลทีซีออกเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรีมออกเคอร์เท่ากับ 12 เมื่อใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 15 คน โดยใช้คนละเสียง(A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง และนำเสียงของผู้พูดอ้างอิง 15 คนเดิมเสียงอื่นๆ (A3, A4 ,A5) มาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็นร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	12	2					1				80
1	1		8			4			3			53.33
2	1			9	2			1		3		60
3	1			3	9		2				1	60
4	1					14	1					93.33
5	1				1		13			1		86.66
6	1							15				100
7	1					3			12			80
8	1	1					2	1		11		73.33
9	1			1		2		2			10	66.66

ร้อยละความถูกต้อง	
สูงสุด	100
ต่ำสุด	53.33
เฉลี่ย	73.33

ตารางที่ 4.28 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรัมออเคอร์เท่ากับ 12 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 5 คน โดยใช้คนละเสียง (A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่ม B) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0-9										คิดเป็นร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	11	1					3				73.33
1	1		12			3						80
2	1	2		8	2			1	2			53.33
3	1				11		2			2		73.33
4	1		1			14						93.33
5	1			1	3		7			4		46.66
6	1	1						14				93.33
7	1				1		2		8	4		53.33
8	1		3	2						10		66.66
9	1		1	1	1						12	80

ร้อยละความถูกต้อง	
สูงสุด	93.33
ต่ำสุด	46.66
เฉลี่ย	71.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 แสดงการแจกแจง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรีมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออกเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรีมออกเคอร์เท่ากับ 12 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 10 คน โดยใช้คนละเสียง (A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่มB) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็นร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	10						5				66.66
1	1		14			1						93.33
2	1	1	2	12								80
3	1		2		11		1			1		73.33
4	1		1			14						93.33
5	1		1	2			8		1	3		53.33
6	1	1	2					12				80
7	1		2						12	1		80
8	1	1	3							11		73.33
9	1		1	1							13	86.66

ร้อยละความถูกต้อง	
สูงสุด	93.33
ต่ำสุด	66.66
เฉลี่ย	77.99

ตารางที่ 4.30 แสดงการจดจำเสียง 0 ถึง 9 โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรีมถ่วงน้ำหนักเปรียบเทียบเมื่อแอลพีซีออเคอร์เท่ากับ 12 เซปสตรีมออเคอร์เท่ากับ 12 เช่นกัน ใช้จำนวนผู้พูดอ้างอิง 15 คน โดยใช้คนละเสียง (A1) มาทำเป็นแบบอ้างอิง ตามลำดับ และนำเสียงของผู้อื่น (กลุ่มB) 15 เสียงมาเป็นแบบทดสอบ

แบบอ้างอิง	จำนวน แบบอ้างอิง : คน	แบบทดสอบ 0 – 9										คิดเป็นร้อยละ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	1	12						3				80
1	1		12			3						80
2	1			11	2			2				73.33
3	1				12		1			2		80
4	1					15						100
5	1			1			8			6		53.33
6	1	1						14				93.33
7	1		4						11			73.33
8	1		2	2			1			10		66.66
9	1			2							13	86.66

ร้อยละความถูกต้อง	
สูงสุด	100
ต่ำสุด	53.33
เฉลี่ย	78.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

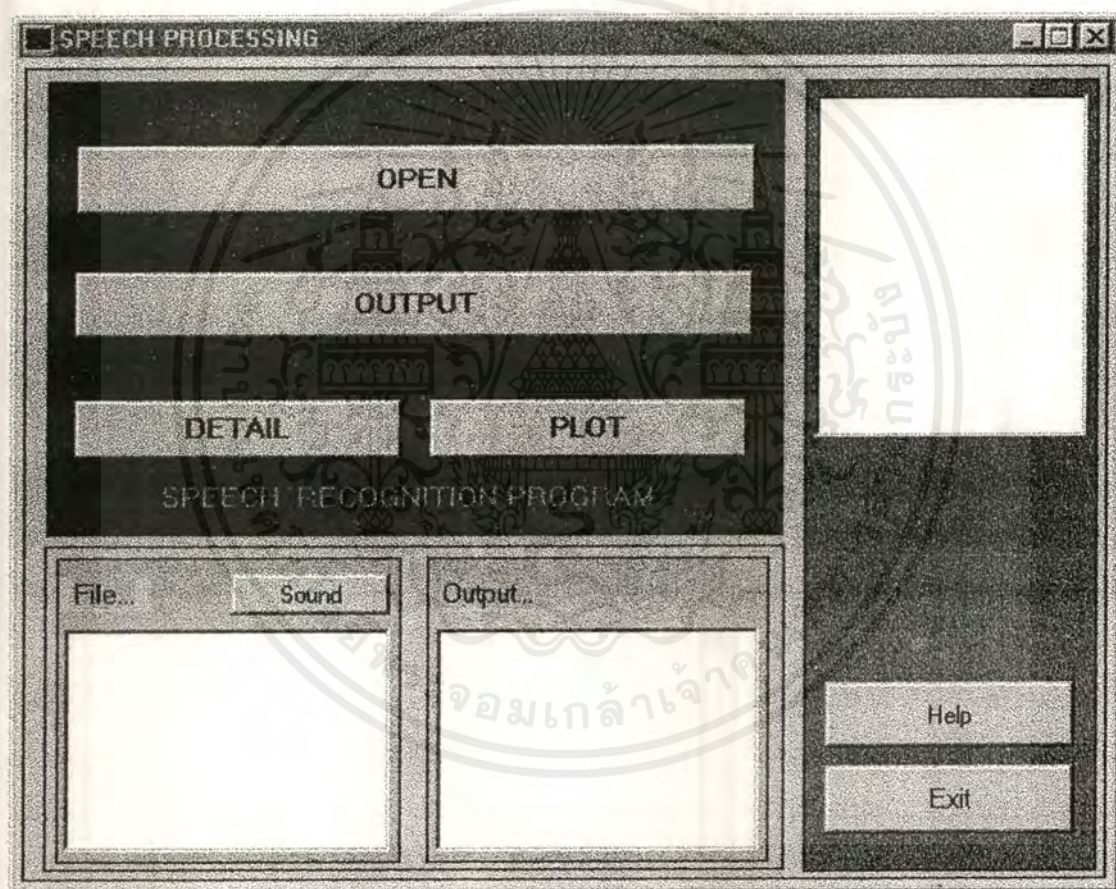
ตอนที่ 4 การแสดงหน้าจอและวิธีการใช้งานโปรแกรมจดจำเสียงพูด

โปรแกรมการจดจำเสียงพูด เป็นโปรแกรมที่มีการใช้งาน โดยการนำเสียงพูดที่ต้องการทดสอบคือ เสียงพูด 0-9 เสียงใดเสียงหนึ่ง มาทำการบันทึกผ่านโปรแกรมบันทึกเสียง สำหรับการทดลองนี้ทำการบันทึกเสียงลงบนโปรแกรม Cool Edit 96 โดยทำการบันทึกที่อัตราการสุ่มตัวอย่าง 8000 เฮิร์ต 8 บิต แบบโมโน หลังจากนั้นจะนำเสียงพูดที่ได้มาเข้าสู่โปรแกรมการจดจำเสียงพูดต่อไป

รูปแบบทั่วไปและการใช้งานของโปรแกรมการจดจำเสียงพูด

4.1 อธิบายการใช้งานของโปรแกรมการจดจำเสียง

จากรูปที่ 4.1 แสดงหน้าต่างหลักของโปรแกรมการจดจำเสียงพูด ซึ่งมีปุ่มต่าง ๆ ทำหน้าที่ดังนี้



รูปที่ 4.1 หน้าต่างหลักของโปรแกรมการจดจำเสียง

อธิบายการใช้งาน

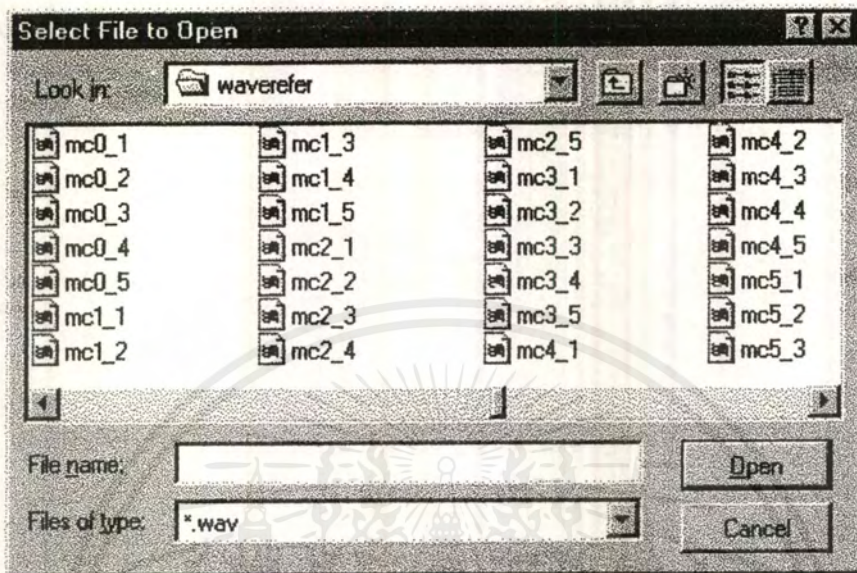
- ปุ่ม OPEN : เป็นปุ่มที่ใช้ในการเปิดไฟล์เสียงที่มีสกุล (. wav) เมื่อทำการเปิดไฟล์ได้สำเร็จ จะมีข้อความแสดงว่า ' Open wavefile complete '
- ปุ่ม OUTPUT : เป็นปุ่มที่ใช้ในการประมวลผลการจดจำเสียง โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. นำเสียงพูด มาหาขอบเขตของคำโดยวิธีการหาค่าพลังงาน และวิธีการหาค่าอัตราการตัดศูนย์
 2. หลังจากนั้นจะมาทำการหาค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของเสียงพูด ก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์ที่เก็บไว้เป็นรูปแบบอ้างอิงของเสียง 0 - 9
 3. นำค่าพารามิเตอร์มาหาความคล้ายคลึงกัน โดยวิธีที่ใช้ในการทดสอบ คือ วิธีโคแนมิก ไทเมอร์ปิง โดยจะพิจารณาว่า มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ของเสียงใดมากที่สุด จึงสรุปได้ว่า เสียงนั้นเป็นเสียงที่ได้จากการจดจำ
- ปุ่ม **DETAIL** : เป็นปุ่มที่ใช้แสดงผลข้อมูลของสัญญาณเสียงพูดที่นำเข้าไปทดสอบ โดยจะมีข้อมูลที่แสดง ดังนี้
 1. แสดงชื่อไฟล์ที่ทำการเปิดเข้ามาทดสอบ
 2. แสดงค่าอัตราการสุ่มตัวอย่าง
 3. แสดงค่าการบันทึกที่ใช้รูปแบบการบันทึกบีบอัด
 4. แสดงจำนวนตัวอย่างของสัญญาณที่ทำการทดสอบ
 5. แสดงจำนวนตัวอย่างของสัญญาณที่ผ่านการหาขอบเขตของคำ
 6. แสดงจำนวนออเคอร์ของสัมประสิทธิ์แอลพีซี
 7. แสดงจำนวนออเคอร์ของสัมประสิทธิ์เซปสตรีม
 8. แสดงจำนวนพารามิเตอร์ที่สำคัญที่นำมาใช้แทนสัญญาณเสียงพูดจริง ที่ใช้ในการทดสอบความใกล้เคียงกับรูปแบบอ้างอิง
 - ปุ่ม **PLOT** : เป็นปุ่มที่ใช้แสดงสัญญาณที่ผ่านการหาขอบเขตของคำโดยวิธีการเปรียบเทียบการหาค่าพลังงานและวิธีการหาขอบเขตของคำโดยวิธีการหาอัตราการตัดศูนย์
 - ปุ่ม **sound** : เป็นปุ่มที่ใช้ในการแสดงผลว่าเสียงที่เราทำการทดสอบเป็นสัญญาณของเสียงพูดใด
 - หน้าต่าง **File...** : เป็นหน้าต่างที่ใช้แสดงชื่อไฟล์ที่เปิดสำเร็จ
 - หน้าต่าง **Output...** : เป็นหน้าต่างที่แสดงผลที่ได้จากการจดจำเสียง
 - ปุ่ม **Help** : เป็นปุ่มที่ใช้แสดงความช่วยเหลือในการใช้โปรแกรม
 - ปุ่ม **Exit** : เป็นปุ่มที่ใช้เมื่อต้องการเลิกใช้โปรแกรมการจดจำเสียง

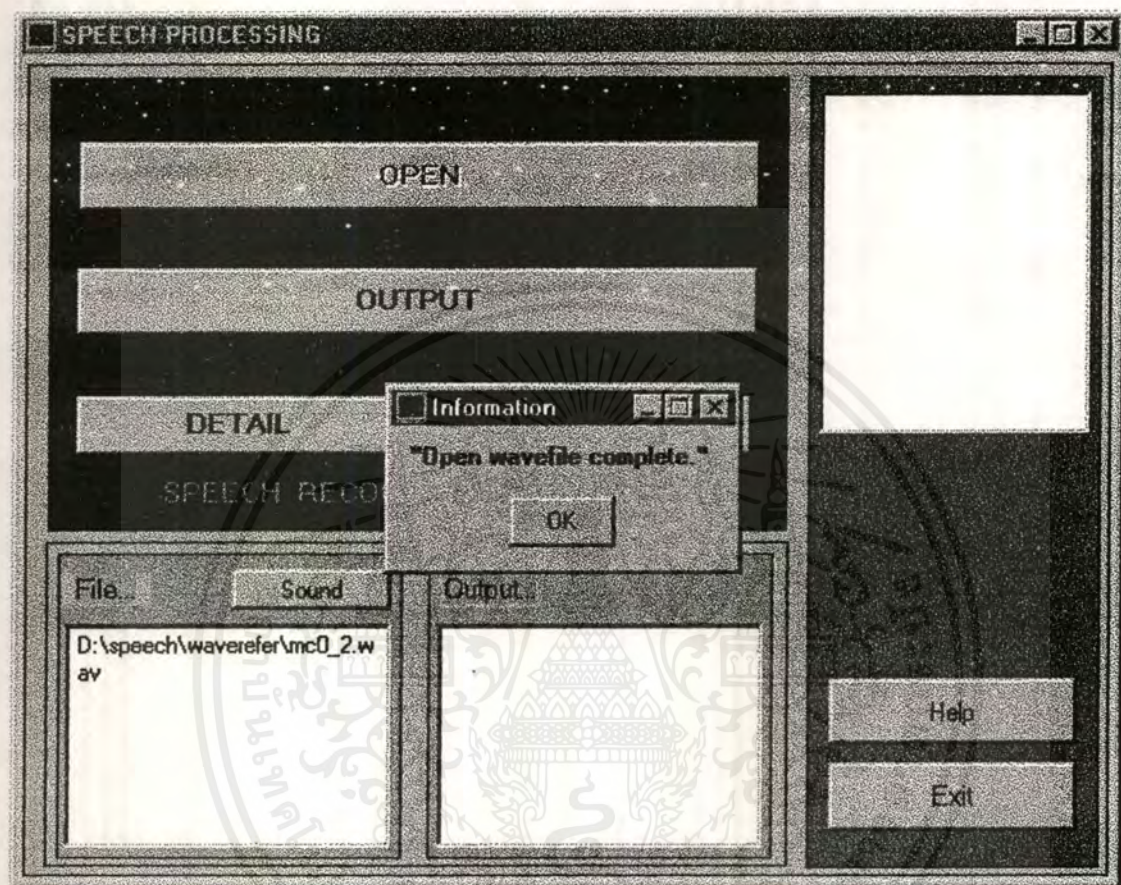
4.2 การใช้งานจริง

4.2.1 เมื่อทำการเปิดไฟล์เสียง สกุล (.wav) แล้วจะมีหน้าต่างเกิดขึ้นดังแสดงในรูปที่ 4.2



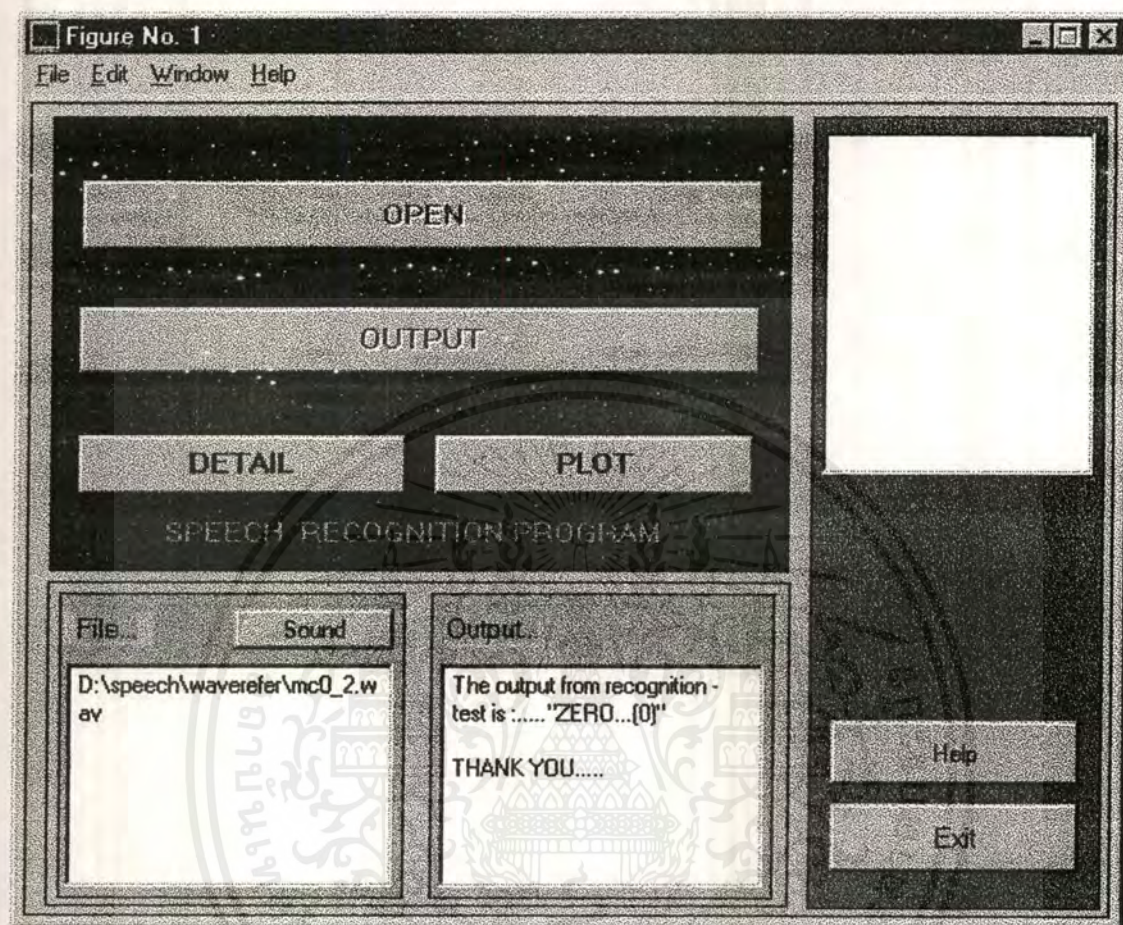
รูปที่ 4.2 แสดงโปรแกรมเมื่อมีการเปิดใช้งาน

4.2.2 เมื่อทำการเปิดไฟล์ที่มีสกุล (.wav) สำเร็จ จะมีลักษณะหน้าต่างดังแสดงในรูปที่ 4.2



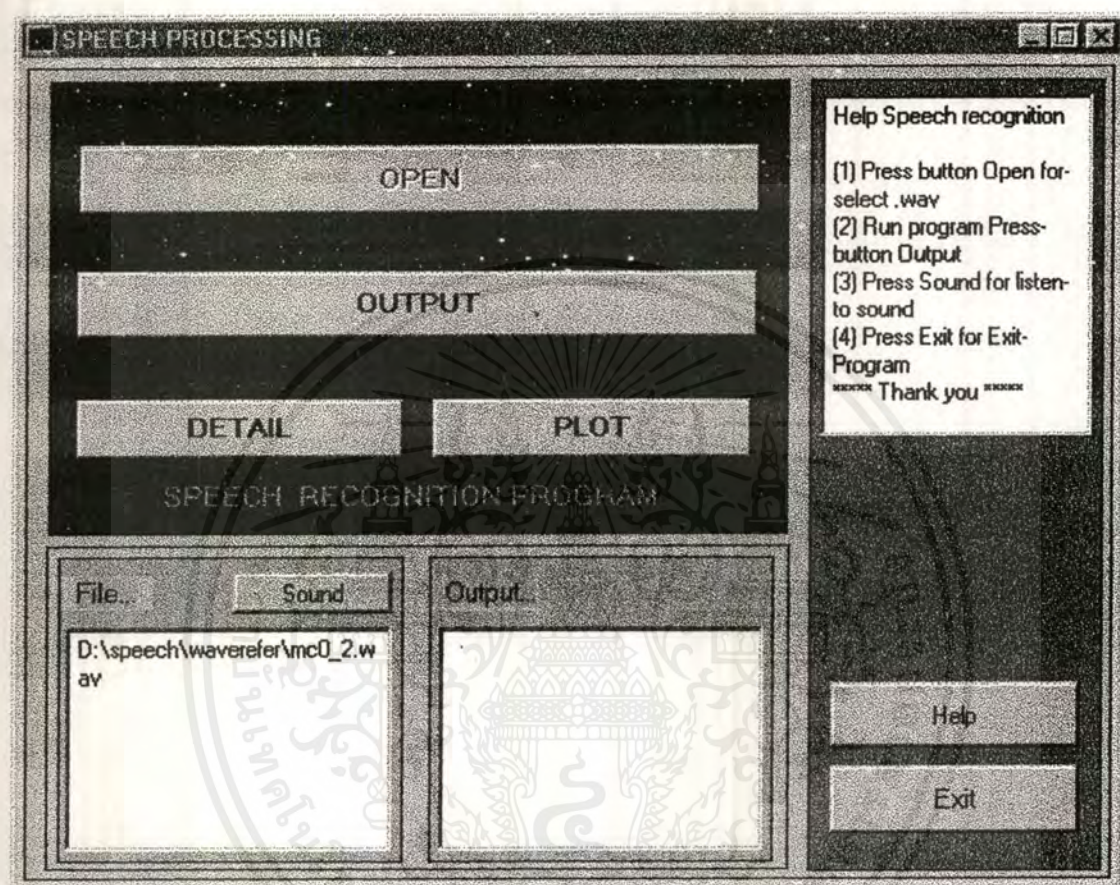
รูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างเมื่อทำการเปิดไฟล์สำเร็จ เมื่อทำการกดปุ่ม OPEN

4.2.3 เมื่อทำการกดปุ่ม OUTPUT จะมีผลการจดจำดังรูปที่ 4.4 ดังนี้



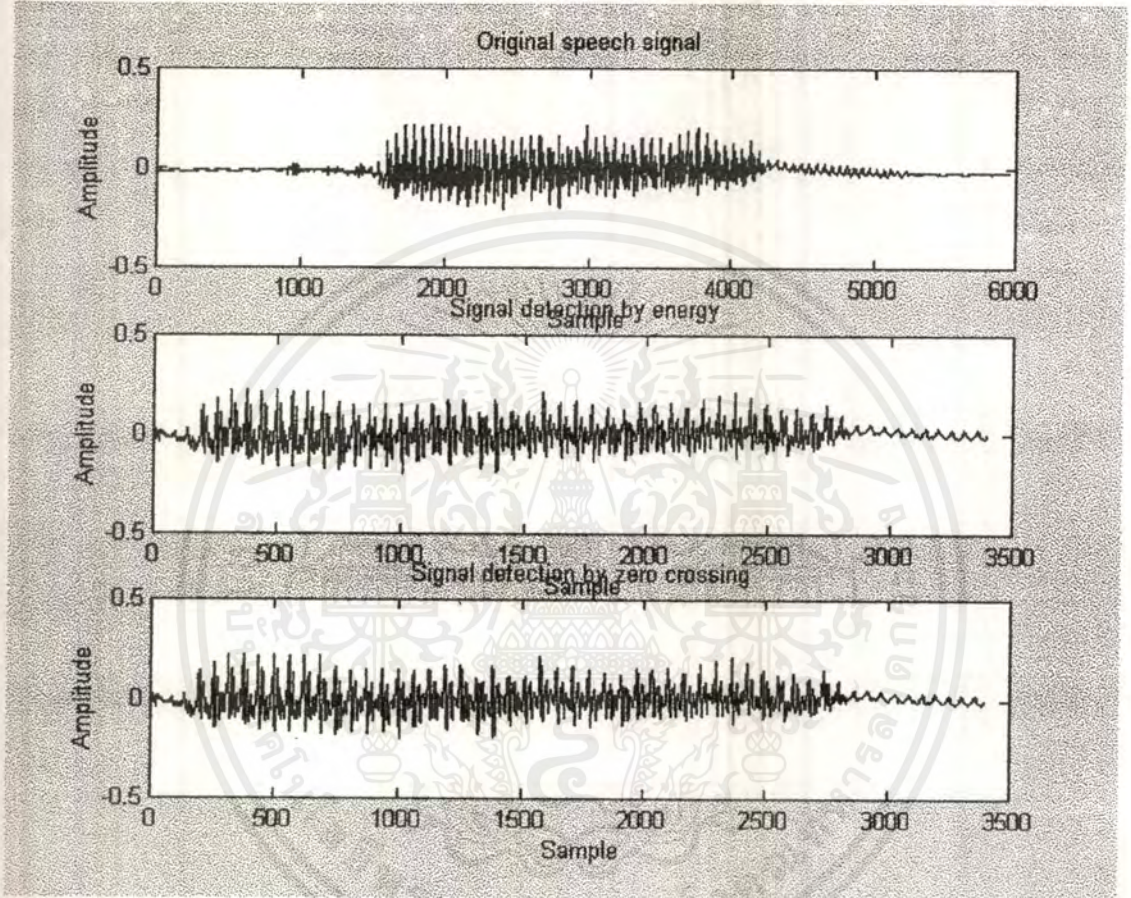
รูปที่ 4.4 แสดงผลการจดจำเสียงพูดที่แสดงออกทางหน้าจอ เมื่อกดปุ่ม OUTPUT

4.2.4 หน้าต่างเมื่อทำการกดปุ่ม Help แสดงการอธิบายการใช้งาน โปรแกรมการจดจำเสียงพูด มีหน้าต่างดังรูปที่ 4.4 ดังนี้



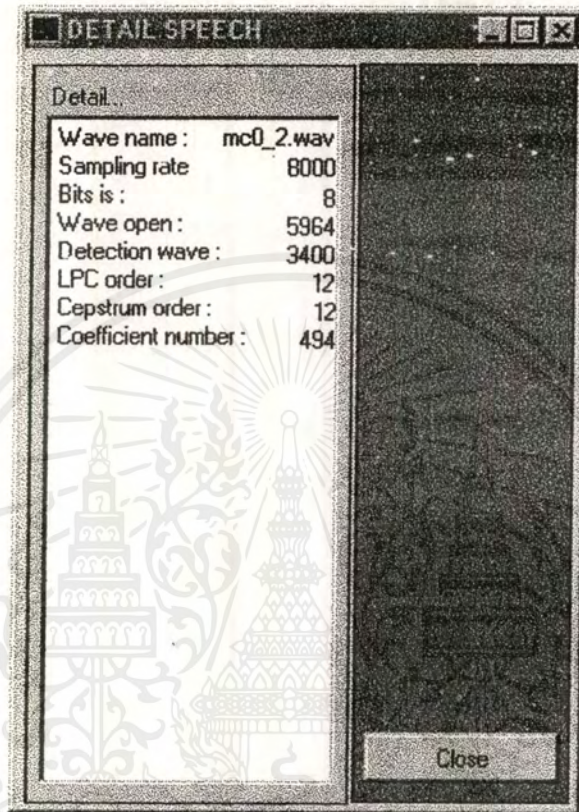
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างเมื่อทำการกดปุ่ม Help

4.2.5 แสดงหน้าต่างเมื่อทำการกดปุ่ม PLOT จะแสดงรูปสัญญาณที่เกิดขึ้นจากสัญญาณเดิม สัญญาณที่ผ่านการเปรียบเทียบโดยใช้การหาค่าพลังงาน และสัญญาณที่ผ่านการเปรียบเทียบโดยใช้การหาค่าอัตราการตัดศูนย์



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่างรูปสัญญาณเมื่อมีการตัดขอบเขตค่าโดยวิธีการหาค่าพลังงาน และการหาค่าอัตราการตัดศูนย์

4.2.6 แสดงหน้าต่าง DETAIL ซึ่งเป็นหน้าต่างที่ใช้แสดงรายละเอียดของการจดจำต่าง ๆ เช่น บอกชื่อไฟล์ข้อมูล อัตราการสุ่มตัวอย่าง จำนวนบิตที่ใช้ จำนวนตัวอย่างสัญญาณก่อนการตัดขอบเขตของคำ จำนวนตัวอย่างสัญญาณเมื่อผ่านการหาขอบเขตของคำแล้ว ฯลฯ ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าต่างรายละเอียดของการจดจำ

บทที่ 5

บทวิจารณ์และบทสรุป

บทสรุป

จากผลการทดลองระบบการจดจำของเสียง 0 – 9 โดยการใช้สัญญาณเสียงที่สุ่มด้วยความถี่ 8 กิโลเฮิร์ต ซึ่งใช้แบบอ้างอิงแบบต่าง ๆ โดยใช้ผู้พูดจำนวน 5 คน , 10 คน และ 15 คน คนละ 1 เสียง และคนละ 2 เสียง ตามลำดับ ในการสร้างแบบอ้างอิง

ผลการทดสอบการจดจำโดยทำการทดสอบกับกลุ่มคนที่ใช้เป็นกลุ่มที่นำมาสร้างแบบอ้างอิง และกลุ่มที่ไม่ใช้เป็นกลุ่มที่นำมาสร้างแบบอ้างอิง

จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1. เสียงพูดของคน ๆ เดียวกัน เมื่อให้พูดแต่ละครั้ง จะพบว่าเสียงที่พูดจะไม่เหมือนกัน
2. การหาขอบเขตของคำ มีผลต่อความถูกต้องของการจดจำเสียง การหาขอบเขตของคำที่ถูกต้องแน่นอน จะเพิ่มอัตราการจดจำเสียงให้สูงขึ้น

3. เนื่องจากสัญญาณที่ผ่านการหาขอบเขตของคำ มีความยาวของเสียงที่แตกต่างกัน ทำให้การหาค่าเฉลี่ยของสัญญาณที่นำมาสร้างแบบอ้างอิงทำได้ไม่แน่นอน เพื่อความถูกต้องของการสร้างแบบอ้างอิง จึงทำการปรับสัญญาณก่อนที่จะมาทำการหาค่าพารามิเตอร์ (นอร์มอลไลซ์) ให้มีความยาวเท่ากันเสียก่อน

4. การหาค่าพารามิเตอร์แบบต่าง ๆ คือ หาค่าพารามิเตอร์แอลพีซี , เชปสตรัม , การถ่วงน้ำหนักของพารามิเตอร์เชปสตรัม มีผลต่อการจดจำเสียง โดยการใช้ค่าพารามิเตอร์จากการถ่วงน้ำหนักให้ผลการจดจำที่ดีกว่า ซึ่งสรุปผลการจดจำได้ดังนี้

: สัมประสิทธิ์ LPC / DTW < สัมประสิทธิ์ CEPSTRUM / DTW < สัมประสิทธิ์ WEIGHTH CEPSTRUM / DTW

5. เนื่องจากการหาค่าพารามิเตอร์จำเป็นต้องมีการเลือกใช้ค่าออดิเตอร์ในการหาค่าพารามิเตอร์ในแต่ละเฟรมของสัญญาณ ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่าการใช้ค่าออดิเตอร์ที่ต่างกันจะให้ค่าการจดจำที่แตกต่างกัน

6. การเลือกใช้จำนวนออดิเตอร์ในการหาค่าพารามิเตอร์ มีผลทำให้เวลาในการทดสอบมีมากขึ้น ดังนั้นจึงควรเลือกจำนวนออดิเตอร์ให้เหมาะสม

7. จำนวนคนที่ใช้เสียงมาทำแบบอ้างอิงมีผลต่อการจดจำ โดยจำนวนคนยิ่งมาก จะให้ผลการจดจำดีขึ้น เมื่อใช้เสียงของผู้ที่ไม่ได้ใช้ทำแบบอ้างอิงมาทดสอบ แต่ความถูกต้องของการจดจำจะลดลงถ้าเพิ่มจำนวนผู้ที่นำเสียงมาทำแบบอ้างอิง เมื่อใช้เสียงของผู้ที่นำเสียงมาทำแบบอ้างอิงมาทดสอบ

8. การทดสอบการจดจำโดยใช้วิธีไดนามิกไทม์วอร์ปปีง ต้องทำการเปรียบเทียบกับค่าตัวอย่างทุกตัว และในการเปรียบเทียบต้องเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ของเสียง 0-9 ทำให้เวลาที่ใช้ในการคำนวณนานขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ค่าความผิดพลาด มีผลต่อการจดจำเสียง ดังนั้นต้องทำให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุด

บทวิจารณ์ และ แนวทางพัฒนา

1. การทดสอบนี้ได้ทดสอบเฉพาะเสียงผู้ชายเท่านั้น เนื่องจากช่วงความถี่ของเสียงผู้ชายและเสียงผู้หญิงจะเหลื่อมกันช่วงหนึ่ง จึงควรพัฒนาต่อไปให้สามารถจดจำได้ทั้งเสียงผู้ชายและผู้หญิง

2. เนื่องจากการทดสอบที่ใช้เป็น การทดสอบที่ทราบว่าวิธีการที่ทดสอบนี้สามารถที่จะนำมาใช้ในการจดจำเสียงได้ระดับหนึ่ง ซึ่งได้ทำการเขียนโปรแกรมบน MATLAB version 5.1 และพบว่าเวลาที่ใช้ในการคำนวณมาก จึงควรใช้โปรแกรมอื่น ๆ ช่วยในการคำนวณจะดีกว่า

3. การหาค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณเสียงนั้น ได้ทำการหาในโดเมนเวลา เนื่องจากวิธีการไม่ยุ่งยาก แต่เมื่อเทียบกับการหาค่าพารามิเตอร์ในโดเมนความถี่ ซึ่งมีวิธีการที่ซับซ้อนกว่า ความถูกต้องของการจดจำจะน้อยกว่า ดังนั้นจึงควรพัฒนาโดยหาค่าพารามิเตอร์ในโดเมนความถี่ เพื่อการจดจำที่ดีขึ้น

4. ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของสัญญาณ เช่น ฮิดเดนมาร์คอฟ และ นิวรอลเน็ตเวิร์ก เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีจะเหมาะสมกับวิธีการในการหาค่าพารามิเตอร์ในแต่ละแบบต่างกัน ไป เช่น นิวรอลเน็ตเวิร์ก จะเหมาะสมกับการหาพารามิเตอร์ในโดเมนความถี่ ดังนั้นในการพัฒนาควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกัน เพื่อการจดจำที่ดีขึ้น



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โปรแกรมการหาขอบเขตของค่า

- ฟังก์ชัน **detect1** : การเปรียบเทียบโดยการหาค่าพลังงาน
- ฟังก์ชัน **zrocrs1** : การเปรียบเทียบโดยการหาอัตราการตัดศูนย์

```

function [E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
% [E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
% This function for find endpoint detection by ENERGY
%when filename : file .wav
% E : energy each frame
% s : signal when pass detection by energy

[inpt1,fs]=wavread(filename);
inpt=inpt1-mean(inpt1);
%number of frame
sample = 100;
vnoloop = floor(length(inpt)/sample);
%find energy each of frame
for k=1:vnoloop
    sum=0;
    for k1=1:sample
        sum = sum + abs (inpt( (k-1)*sample+k1 ) );
    end
    E(k)=sum;
end
% find maximum energy
Emax=max(E);
%set value
a=1/5;
%begin process
ref=a*Emax;
for k=1:vnoloop
    if E(k)==Emax
        fixenergy=k;
        break;
    end
end

for k=fixenergy:-1:1
    if E(k) <=ref
        a1=k;
        break;
    end
end

for k1=fixenergy:vnoloop
    if E(k1) <= ref
        b1=k1;
        break;
    end
end
num=0;
if isempty(a1)==1|b1==vnoloop
    b1=vnoloop-1;
    for i=(a1-1):b1
        for il=1:sample
            num=num+1;
            s(num)=inpt(i*sample+il);
        end
    end
elseif (b1~=vnoloop-1)
    for i=(a1-1):(b1+1)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        for il = 1:sample
            num=num+1;
            s(num)=inpt(i*sample+il);
        end
    end
else b1==vnoloop-1;
    for i=(a1-1):b1
        for il = 1:sample
            num=num+1;
            s(num)=inpt(i*sample+il);
        end
    end
end
end

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function [S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
%[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
% when filename : file .wav
% a1 , b1 :initial and finish point at detect by energy
% S : signal when pass detection by zero_crossing

[inpt1,fs]=wavread(filename);
inpt=inpt1-mean(inpt1);
%find number of frame
sample=100;
vnoloop1=floor(length(inpt)/sample);
%find zero_crossing each of frame
for k=1:vnoloop1
    sum=0;
    for k1=1:sample
        if k1==1
            sum = sum+abs( sg_n( inpt((k-1)*sample+k1) ) );
        else
            sum = sum+abs( sg_n( inpt((k-1)*sample+k1) ) -...
                sg_n( inpt((k-1)*sample+(k1-1) ) ) );
        end
    end
    z(k)= sum/(2*sample);
end
% find maximum zero_crossing
Zmax=max(z);
a=1/5;
%find position of maximum zero_crossing
for k=1:vnoloop1
    if z(k)==Zmax
        fixzero=k;
        break;
    end
end
refzro=a*Zmax;
%process find bound signal
for k1= a1:-1:1
    if z(k1)<=refzro
        a2= k1;
        break;
    end
end

for k2=b1:vnoloop1
    if z(k2) <= refzro
        b2=k2;
        break;
    end
end

%plot signal
n=0;
if isempty(b2)==1|b2==vnoloop1|isempty(a2)==1;
    if isempty(a2)==1;
        a2=a1-1;
        b2=vnoloop1-1;
        for k3=a2:b2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        for k4=1:sample
            n=n+1;
            S(n)=inpt( (k3*sample)+k4 );
        end
    end
    else
        b2=vnoloop1-1;
        for k3=a2:b2
            for k4=1:sample
                n=n+1;
                S(n)=inpt( (k3*sample)+k4 );
            end
        end
    end
end
else
    for k5= a2:b2
        for k6=1:sample
            n=n+1;
            S(n)= inpt( (k5*sample)+k6 );
        end
    end
end
end

```

```

function zerc=sg_n(s);
% This function for sign
% zerc=sg_n(s);
% s : is signal when pass detection by energy
for i=1:length(s)
    if s(i) >0
        zerc=1;
    elseif s(i)==0
        zerc=0;
    else zerc=-1;
    end
end
end

```





โปรแกรมการนอร์มอลไลซ์สัญญาณ

- ฟังก์ชัน **normalize** : การนอร์มอลไลซ์สัญญาณ ให้ได้จำนวนตัวอย่าง 4000 ค่า

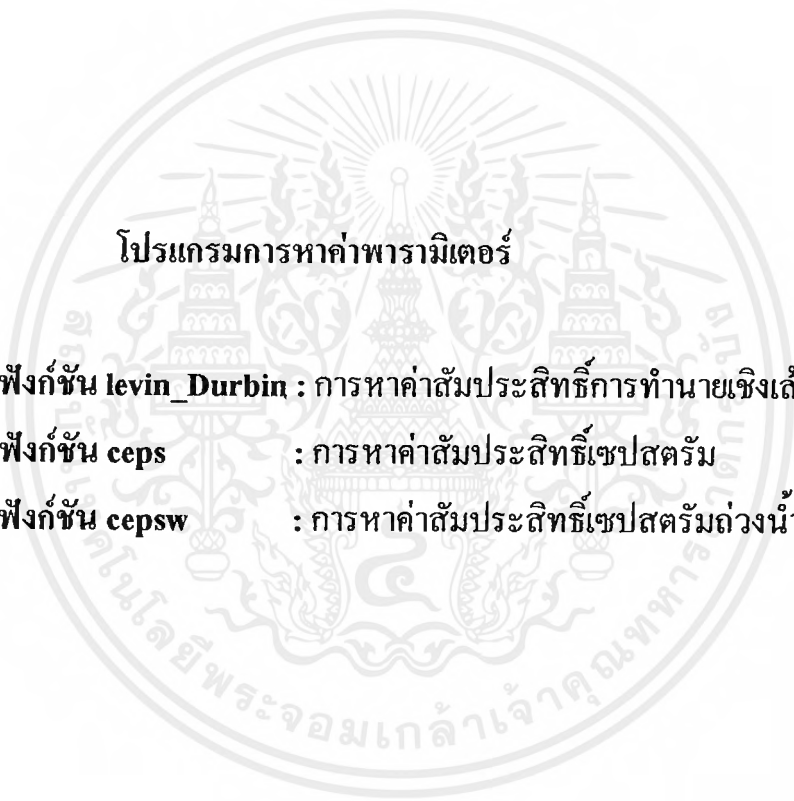
```

function normS = normalize(S,normsize);
%normS = normalize(S,normsize);
%
%***** input *****
%normsize = 4000;
%when S =signal when zerocrossing;
%normsize = number of normalize;
%***** output *****
%    normS = signal when pass normalize;
%*****

normS(1) =S(1);
timestep = (length(S))/(normsize);
time = 1;
j=2;
while j < normsize
    time = time + timestep;
    lowtime = floor(time);
    residue = time-lowtime;
    if (lowtime+1) > length(S)
        S(lowtime+1)=0;
    end

    normS(j) = S(lowtime)+residue*(S(lowtime+1)-S(lowtime));
    j=j+1;
end;
normS(j)=S(length(S).);

```



โปรแกรมการหาค่าพารามิเตอร์

- ฟังก์ชัน **levin_Durbin** : การหาค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเชิงเส้น
- ฟังก์ชัน **ceps** : การหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัม
- ฟังก์ชัน **cepsw** : การหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

```

function [b,c,w,G]=levin_Durbin(S,N,Q);
%[b,c,w,G]=levin_Durbin(S,N,Q);

%***** Input *****
% when S = speech waveform
%      N = Order of lpc11
%      Q = Order of CEPSTRUM
%***** Output *****
% when b = lpc11 Parameter
%      C = Cepstrum Parameter
%      w = Weight cepstrum Parameter
%      G = Gain
%*****

fs=8000;
sizf=length(S);
% initial Pre emphasis *****
format long;
a1=0.9375;as=0; df=0;gh=0;
    for i=1:sizf
        if i==1
            s(i)=S(i);
        else s(i)=S(i)-a1*S(i-1);
        end
    end

% end pre-emphasis *****

% initial divide frame *****

fram=(240/fs); %0.03
t=(160/fs);    %0.02
shift=(80/fs); %0.01
z=length(s)/160;
le=length(s)-((floor(z)-1)*160);
if le==fram*fs %(fram*fs=240)
    frame=floor(z);
else
    frame=floor(z)-1;
end

% end divide frame *****

% initial windowing *****

for l=1:frame
    v=0;
    for n=((l-1)*160+1):((l-1)*160+240)
        v=v+1;
        s=as+1;
        x(l,v)=s(n)*(0.54-(0.46*cos(2*pi*v/(fram*fs))));
        h(as)=x(l,v);
    end
end

% end windowing *****

```

```

% initial Auto correlation & lpc11 analysis
[a,g,R]=lpc11(h,N); % N : Order of lpc11
    for j=1:N+1
        df=df+1;
        b(df)=a(j);
        r(1,1)=R(1);
        G(1)=g;
    end

    [ce,cw]=ceps(a,g,N,Q);
    for il=1:Q
        gh=gh+1;
        c(gh)=ce(il);
        w(gh)=cw(il);
    end
end

% end Auto correlation & lpc11 analysis
%when final frame not 240 *****
% initial Auto correlation & lpc11 analysis
if le < 240
    v=0;
    for n=(frame*160)+1:(frame*160)+le
        v=v+1;as=as+1;
        x(frame+1,v)=s(n)*(0.54-(0.46*cos(2*pi*v/le)));
        h(as)=x(frame+1,v);
    end
    frame=frame+1;
    l=l+1;

% end windowing *****

% initial Auto correlation & lpc11 analysis
[a,g,R]=lpc11(h,N);
    for j=1:N+1
        df=df+1;
        b(df)=a(j);
        r(1,1)=R(1);
        G(1)=g;
    end
    [ce,cw]=ceps(a,g,N,Q);
    for i=1:Q
        gh=gh+1;
        c(gh)=ce(i);
        w(gh)=cw(i);
    end
end
end

```

```

function [a,g,R]=lpc11(h,N);
    error(nargchk(1,2,nargin))
    h =h;
    [r,c] = size(h);
    if (c>1)&(r==1)
        h = h(:);
    end
    numsigs = size(h,2);
    if nargin<2, N = size(h,1)-1; end
    if (N>size(h,1)-1),
        h(N+1,:)=zeros(1,numsigs);
    end
    R = flipud(fftfilt(h,conj(flipud(h))))/length(h);
    % R is the autocorrelation vector.
    % Equivalent code (for the single signal case):
    % R = xcorr(h,'biased');
    % M = length(h);
    % R(1:M-1) = [];

    a = levinson(R,N);
    g = real(sqrt( sum({a.'}.*R(1:N+1,:)) ));

```



```

function [ce,cw]=ceps(a,g,N,Q);

ce(1) = 0.5*log(g);
ce(2) = a(2);
for i = N+2:Q;
    a(i) = 0;
end
    for m = 3 :Q
        sum =0;
        for k = 1:m-1
            sum =sum+(k*ce(k)*a(m-k));
        end
        cep_sum(m) = (1/m)*sum;

        if m <=N+1
            ce(m) = a(m)+cep_sum(m);
        else ce(m) = cep_sum(m);
        end
    end
    cw = cepsw(Q,ce);

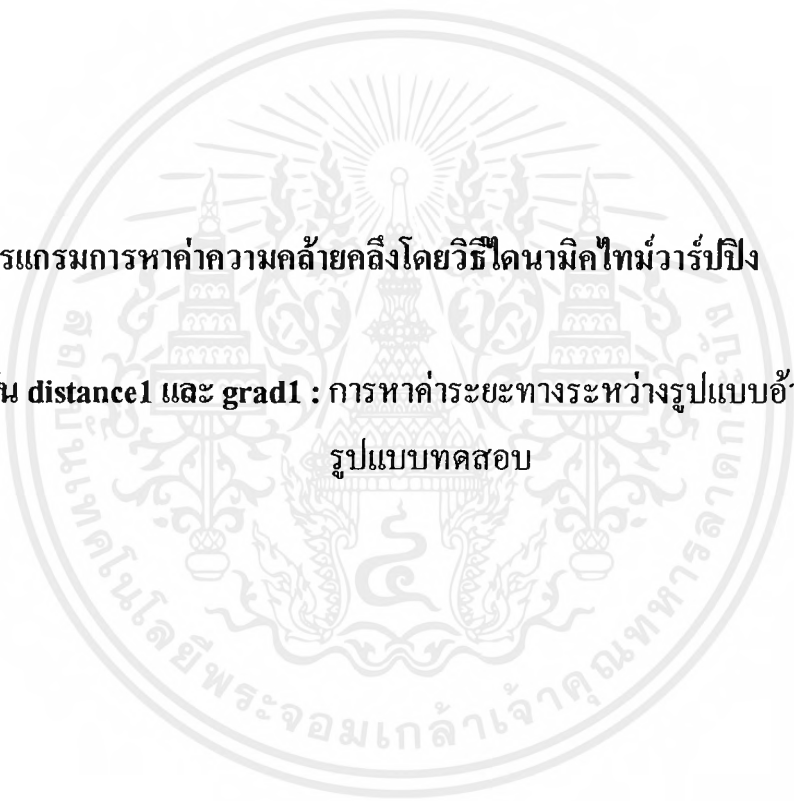
```

% *****Weihgt Cepstrum Function*****

```

function cw = cepsw(Q,ce);
for m = 1:Q
    cw(m) = ce(m)*(1+( Q/2) * sin (pi* (m/Q) ) ));
end

```



โปรแกรมการหาค่าความคล้ายคลึงโดยวิธีไดนามิกไทม์วาร์ปิง

- ฟังก์ชัน **distance1** และ **grad1** : การหาค่าระยะทางระหว่างรูปแบบอ้างอิงกับ
รูปแบบทดสอบ

```

function [d,A,B]=distance1(s,s1);
%[d,A,B]=distance1(s,s1);
%when s : signal for test recognition
%      S1: reference coefficient when pass weight cepstrum

format long;
A=length(s);
B=length(s1);

for i=1:A
    top = ceil( ( (i+1)/2 )+(B-1)-(A-2)/2 );
    bottom = ceil( (2*i)+(B-2)-2*(A-1) )-2;
    if bottom <= 0
        for j = 1:top
            d(i,j) = abs(s(i)-s1(j));
        end
    else
        if top <= max(A,B)
            for j = bottom : top
                d(i,j) =abs(s(i)-s1(j));
            end
        else
            for j = bottom:max(A,B)
                d(i,j)=abs(s(i)-s1(j));
            end
        end
    end
end
end

```

```

function [D,g]=grad1(d,A,B)
% [D,g]=grad1(d,A,B);
format long;
for i=1:A
    top = round( ( (i+1)/2 )+(B-1)-(A-2)/2 );
    bottom = round( (2*i)+(B-2)-2*(A-1) )-2;
    if bottom <= 0
        bottom = 1;
    end
    if top > max(A,B);
        top = max(A,B);
    end

    for j=bottom:top
        if i==1||j==1
            g(i,j)= 2*d(i,j);
        elseif (i==2) & (j==2)
            g(i,j)=g(i-1,j-1)+2*d(i,j);
        elseif (j>2)&(i==2)
            g(i,j)=min( g(i-1,j-1)+2*d(i,j),...
                g(i-1,j-2)+2*d(i,j-1)+d(i,j) );
        elseif (i>2)&(j==2)
            g(i,j)=min( g(i-1,j-1)+2*d(i,j),...
                g(i-2,j-1)+2*d(i-1,j)+d(i,j) );
        elseif (j>2)&(i>2)
            gradian = [g(i-2,j-1)+2*d(i-1,j)+. . .
                d(i,j),g(i-1,j-1)+2*d(i,j),...
                g(i-1,j-2)+2*d(i,j-1)+d(i,j)];
            g(i,j)=min(gradian);
        end
    end
end
D = g(A,B)/(A+B);

```

โครงการการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของรูปแบบอ้างอิง 0 – 9 กับรูปแบบทดสอบ
เมื่อใช้รูปแบบอ้างอิง 5 คน

- ฟังก์ชัน testlpcprj51p12q12 : การเปรียบเทียบโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซี
- ฟังก์ชัน testcepsprj51p12q12 : การเปรียบเทียบโดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรีม
- ฟังก์ชัน testwcepsprj51p12q12 : การเปรียบเทียบโดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรีม
ถ่วงน้ำหนัก

```

function D=testlpcprj5lpl2ql2(filename,normsize,p,q);
%D=testlpcprj5lpl2ql2(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load lpc12_12ma0_1;load lpc12_12mb0_1;load lpc12_12mc0_1;
load lpc12_12md0_1;load lpc12_12me0_1;
%*****
load lpc12_12ma1_1;load lpc12_12mb1_1;load lpc12_12mc1_1;
load lpc12_12md1_1;load lpc12_12me1_1;
%*****
load lpc12_12ma2_1;load lpc12_12mb2_1;load lpc12_12mc2_1;
load lpc12_12md2_1;load lpc12_12me2_1;
%*****
load lpc12_12ma3_1;load lpc12_12mb3_1;load lpc12_12mc3_1;
load lpc12_12md3_1;load lpc12_12me3_1;
%*****
load lpc12_12ma4_1;load lpc12_12mb4_1;load lpc12_12mc4_1;
load lpc12_12md4_1;load lpc12_12me4_1;
%*****
load lpc12_12ma5_1;load lpc12_12mb5_1;load lpc12_12mc5_1;
load lpc12_12md5_1;load lpc12_12me5_1;
%*****
load lpc12_12ma6_1;load lpc12_12mb6_1;load lpc12_12mc6_1;
load lpc12_12md6_1;load lpc12_12me6_1;
%*****
load lpc12_12ma7_1;load lpc12_12mb7_1;load lpc12_12mc7_1;
load lpc12_12md7_1;load lpc12_12me7_1;
%*****
load lpc12_12ma8_1;load lpc12_12mb8_1;load lpc12_12mc8_1;
load lpc12_12md8_1;load lpc12_12me8_1;
%*****
load lpc12_12ma9_1;load lpc12_12mb9_1;load lpc12_12mc9_1;
load lpc12_12md9_1;load lpc12_12me9_1;
%*****
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detectl1(filename);
[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=lp; % lp := lpc coefficient

```

```

%*****

```

```

% file average

```

```

s0_1=[lpc12_12ma0_1;lpc12_12mb0_1;lpc12_12mc0_1;...
      lpc12_12md0_1;lpc12_12me0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[lpc12_12ma1_1;lpc12_12mb1_1;lpc12_12mc1_1;...
      lpc12_12md1_1;lpc12_12me1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[lpc12_12ma2_1;lpc12_12mb2_1;lpc12_12mc2_1;...
      lpc12_12md2_1;lpc12_12me2_1];
s21=mean(s2_1);%two1
s3_1=[lpc12_12ma3_1;lpc12_12mb3_1;lpc12_12mc3_1;...
      lpc12_12md3_1;lpc12_12me3_1];
s31=mean(s3_1);%three
s4_1=[lpc12_12ma4_1;lpc12_12mb4_1;lpc12_12mc4_1;...
      lpc12_12md4_1;lpc12_12me4_1];
s41=mean(s4_1);%four

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

s5_1=[lpc12_12ma5_1;lpc12_12mb5_1;lpc12_12mc5_1;...
      lpc12_12md5_1;lpc12_12me5_1];
s51=mean(s5_1);%five
s6_1=[lpc12_12ma6_1;lpc12_12mb6_1;lpc12_12mc6_1;...
      lpc12_12md6_1;lpc12_12me6_1];
s61=mean(s6_1);%six
s7_1=[lpc12_12ma7_1;lpc12_12mb7_1;lpc12_12mc7_1;...
      lpc12_12md7_1;lpc12_12me7_1];
s71=mean(s7_1);%seven
s8_1=[lpc12_12ma8_1;lpc12_12mb8_1;lpc12_12mc8_1;...
      lpc12_12md8_1;lpc12_12me8_1];
s81=mean(s8_1);%eight
s9_1=[lpc12_12ma9_1;lpc12_12mb9_1;lpc12_12mc9_1;...
      lpc12_12md9_1;lpc12_12me9_1];
s91=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s01);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s11);
[D1,g]=grad1(d,A,B);
%two
[d,A,B]=distance1(s0,s21);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s31);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s41);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s51);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s61);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s71);
[D7,g]=grad1(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=grad1(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=grad1(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
    else ('Bye')
end

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function D=testcepsprj51p12q12(filename,normsize,p,q);
%D=testcepsprj51p12q12(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load ceps12_12ma0_1;load ceps12_12mb0_1;load ceps12_12mc0_1;
load ceps12_12md0_1;load ceps12_12me0_1;
%*****
load ceps12_12ma1_1;load ceps12_12mb1_1;load ceps12_12mc1_1;
load ceps12_12md1_1;load ceps12_12me1_1;
%*****
load ceps12_12ma2_1;load ceps12_12mb2_1;load ceps12_12mc2_1;
load ceps12_12md2_1;load ceps12_12me2_1;
%*****
load ceps12_12ma3_1;load ceps12_12mb3_1;load ceps12_12mc3_1;
load ceps12_12md3_1;load ceps12_12me3_1;
%*****
load ceps12_12ma4_1;load ceps12_12mb4_1;load ceps12_12mc4_1;
load ceps12_12md4_1;load ceps12_12me4_1;
%*****
load ceps12_12ma5_1;load ceps12_12mb5_1;load ceps12_12mc5_1;
load ceps12_12md5_1;load ceps12_12me5_1;
%*****
load ceps12_12ma6_1;load ceps12_12mb6_1;load ceps12_12mc6_1;
load ceps12_12md6_1;load ceps12_12me6_1;
%*****
load ceps12_12ma7_1;load ceps12_12mb7_1;load ceps12_12mc7_1;
load ceps12_12md7_1;load ceps12_12me7_1;
%*****
load ceps12_12ma8_1;load ceps12_12mb8_1;load ceps12_12mc8_1;
load ceps12_12md8_1;load ceps12_12me8_1;
%*****
load ceps12_12ma9_1;load ceps12_12mb9_1;load ceps12_12mc9_1;
load ceps12_12md9_1;load ceps12_12me9_1;
%*****
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=ce; % ce := cepstrum

%*****
% file average

s0_1=[ceps12_12ma0_1;ceps12_12mb0_1;ceps12_12mc0_1;...
      ceps12_12md0_1;ceps12_12me0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[ceps12_12ma1_1;ceps12_12mb1_1;ceps12_12mc1_1;...
      ceps12_12md1_1;ceps12_12me1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[ceps12_12ma2_1;ceps12_12mb2_1;ceps12_12mc2_1;...
      ceps12_12md2_1;ceps12_12me2_1];
s21=mean(s2_1);%two
s3_1=[ceps12_12ma3_1;ceps12_12mb3_1;ceps12_12mc3_1;...
      ceps12_12md3_1;ceps12_12me3_1];
s31=mean(s3_1);%three
s4_1=[ceps12_12ma4_1;ceps12_12mb4_1;ceps12_12mc4_1;...
      ceps12_12md4_1;ceps12_12me4_1];
s41=mean(s4_1);%four

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

s5_1=[ceps12_12ma5_1;ceps12_12mb5_1;ceps12_12mc5_1;...
      ceps12_12md5_1;ceps12_12me5_1];
s51=mean(s5_1);%five
s6_1=[ceps12_12ma6_1;ceps12_12mb6_1;ceps12_12mc6_1;...
      ceps12_12md6_1;ceps12_12me6_1];
s61=mean(s6_1);%six
s7_1=[ceps12_12ma7_1;ceps12_12mb7_1;ceps12_12mc7_1;...
      ceps12_12md7_1;ceps12_12me7_1];
s71=mean(s7_1);%seven
s8_1=[ceps12_12ma8_1;ceps12_12mb8_1;ceps12_12mc8_1;...
      ceps12_12md8_1;ceps12_12me8_1];
s81=mean(s8_1);%eight
s9_1=[ceps12_12ma9_1;ceps12_12mb9_1;ceps12_12mc9_1;...
      ceps12_12md9_1;ceps12_12me9_1];
s91=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s01);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s11);
[D1,g]=grad1(d,A,B);
%two
[d,A,B]=distance1(s0,s21);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s31);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s41);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s51);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s61);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s71);
[D7,g]=grad1(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=grad1(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=grad1(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')

```

```

elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
    else ('Bye')
end

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function D=testwcepsprj51p12q12(filename,normsize,p,q);
%D=testwcepsprj51p12q12(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load wceps12_12ma0_1;load wceps12_12mb0_1;load wceps12_12mc0_1;
load wceps12_12md0_1;load wceps12_12me0_1;
%*****
load wceps12_12ma1_1;load wceps12_12mb1_1;load wceps12_12mc1_1;
load wceps12_12md1_1;load wceps12_12me1_1;
%*****
load wceps12_12ma2_1;load wceps12_12mb2_1;load wceps12_12mc2_1;
load wceps12_12md2_1;load wceps12_12me2_1;
%*****
load wceps12_12ma3_1;load wceps12_12mb3_1;load wceps12_12mc3_1;
load wceps12_12md3_1;load wceps12_12me3_1;
%*****
load wceps12_12ma4_1;load wceps12_12mb4_1;load wceps12_12mc4_1;
load wceps12_12md4_1;load wceps12_12me4_1;
%*****
load wceps12_12ma5_1;load wceps12_12mb5_1;load wceps12_12mc5_1;
load wceps12_12md5_1;load wceps12_12me5_1;
%*****
load wceps12_12ma6_1;load wceps12_12mb6_1;load wceps12_12mc6_1;
load wceps12_12md6_1;load wceps12_12me6_1;
%*****
load wceps12_12ma7_1;load wceps12_12mb7_1;load wceps12_12mc7_1;
load wceps12_12md7_1;load wceps12_12me7_1;
%*****
load wceps12_12ma8_1;load wceps12_12mb8_1;load wceps12_12mc8_1;
load wceps12_12md8_1;load wceps12_12me8_1;
%*****
load wceps12_12ma9_1;load wceps12_12mb9_1;load wceps12_12mc9_1;
load wceps12_12md9_1;load wceps12_12me9_1;
%*****
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=w2; % w2 := weight cepstrum

%*****
% file average

s0_1=[wceps12_12ma0_1;wceps12_12mb0_1;wceps12_12mc0_1;...
      wceps12_12md0_1;wceps12_12me0_1;wceps12_12mj0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[wceps12_12ma1_1;wceps12_12mb1_1;wceps12_12mc1_1;...
      wceps12_12md1_1;wceps12_12me1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[wceps12_12ma2_1;wceps12_12mb2_1;wceps12_12mc2_1;...
      wceps12_12md2_1;wceps12_12me2_1];
s21=mean(s2_1);%two1
s3_1=[wceps12_12ma3_1;wceps12_12mb3_1;wceps12_12mc3_1;...
      wceps12_12md3_1;wceps12_12me3_1];
s31=mean(s3_1);%three
s4_1=[wceps12_12ma4_1;wceps12_12mb4_1;wceps12_12mc4_1;...
      wceps12_12md4_1;wceps12_12me4_1];
s41=mean(s4_1);%four

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

s5_1=[wceps12_12ma5_1;wceps12_12mb5_1;wceps12_12mc5_1;...
      wceps12_12md5_1;wceps12_12me5_1];
s51=mean(s5_1);%five
s6_1=[wceps12_12ma6_1;wceps12_12mb6_1;wceps12_12mc6_1;...
      wceps12_12md6_1;wceps12_12me6_1];
s61=mean(s6_1);%six
s7_1=[wceps12_12ma7_1;wceps12_12mb7_1;wceps12_12mc7_1;...
      wceps12_12md7_1;wceps12_12me7_1];
s71=mean(s7_1);%seven
s8_1=[wceps12_12ma8_1;wceps12_12mb8_1;wceps12_12mc8_1;...
      wceps12_12md8_1;wceps12_12me8_1];
s81=mean(s8_1);%eight
s9_1=[wceps12_12ma9_1;wceps12_12mb9_1;wceps12_12mc9_1;...
      wceps12_12md9_1;wceps12_12me9_1];
s91=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s01);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s11);
[D1,g]=grad1(d,A,B);
%two
[d,A,B]=distance1(s0,s21);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s31);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s41);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s51);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s61);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s71);
[D7,g]=grad1(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=grad1(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=grad1(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')

```

```

elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
    else ('Bye')
end

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของรูปแบบอ้างอิง 0 – 9 กับรูปแบบทดสอบ
เมื่อใช้รูปแบบอ้างอิง 10 คน

- ฟังก์ชัน testlpcprj101p12q12 : การเปรียบเทียบ โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซี
- ฟังก์ชัน testcepsprj101p12q12 : การเปรียบเทียบ โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัม
- ฟังก์ชัน testwcepsprj101p12q12 : การเปรียบเทียบ โดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัม
ถ่วงน้ำหนัก

```

function D=testlpcprj101p12q12(filename,normsize,p,q);
%D=testlpcprj101p12q12(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load lpc12_12ma0_1;load lpc12_12mb0_1;load lpc12_12mc0_1;
load lpc12_12md0_1;load lpc12_12me0_1;
load lpc12_12mf0_1;load lpc12_12mg0_1;load lpc12_12mh0_1;
load lpc12_12mi0_1;load lpc12_12mj0_1;
%*****
load lpc12_12ma1_1;load lpc12_12mb1_1;load lpc12_12mc1_1;
load lpc12_12md1_1;load lpc12_12me1_1;
load lpc12_12mf1_1;load lpc12_12mg1_1;load lpc12_12mh1_1;
load lpc12_12mi1_1;load lpc12_12mj1_1;
%*****
load lpc12_12ma2_1;load lpc12_12mb2_1;load lpc12_12mc2_1;
load lpc12_12md2_1;load lpc12_12me2_1;
load lpc12_12mf2_1;load lpc12_12mg2_1;load lpc12_12mh2_1;
load lpc12_12mi2_1;load lpc12_12mj2_1;
%*****
load lpc12_12ma3_1;load lpc12_12mb3_1;load lpc12_12mc3_1;
load lpc12_12md3_1;load lpc12_12me3_1;
load lpc12_12mf3_1;load lpc12_12mg3_1;load lpc12_12mh3_1;
load lpc12_12mi3_1;load lpc12_12mj3_1;
%*****
load lpc12_12ma4_1;load lpc12_12mb4_1;load lpc12_12mc4_1;
load lpc12_12md4_1;load lpc12_12me4_1;
load lpc12_12mf4_1;load lpc12_12mg4_1;load lpc12_12mh4_1;
load lpc12_12mi4_1;load lpc12_12mj4_1;
%*****
load lpc12_12ma5_1;load lpc12_12mb5_1;load lpc12_12mc5_1;
load lpc12_12md5_1;load lpc12_12me5_1;
load lpc12_12mf5_1;load lpc12_12mg5_1;load lpc12_12mh5_1;
load lpc12_12mi5_1;load lpc12_12mj5_1;
%*****
load lpc12_12ma6_1;load lpc12_12mb6_1;load lpc12_12mc6_1;
load lpc12_12md6_1;load lpc12_12me6_1;
load lpc12_12mf6_1;load lpc12_12mg6_1;load lpc12_12mh6_1;
load lpc12_12mi6_1;load lpc12_12mj6_1;
%*****
load lpc12_12ma7_1;load lpc12_12mb7_1;load lpc12_12mc7_1;
load lpc12_12md7_1;load lpc12_12me7_1;
load lpc12_12mf7_1;load lpc12_12mg7_1;load lpc12_12mh7_1;
load lpc12_12mi7_1;load lpc12_12mj7_1;
%*****
load lpc12_12ma8_1;load lpc12_12mb8_1;load lpc12_12mc8_1;
load lpc12_12md8_1;load lpc12_12me8_1;
load lpc12_12mf8_1;load lpc12_12mg8_1;load lpc12_12mh8_1;
load lpc12_12mi8_1;load lpc12_12mj8_1;
%*****
load lpc12_12ma9_1;load lpc12_12mb9_1;load lpc12_12mc9_1;
load lpc12_12md9_1;load lpc12_12me9_1;
load lpc12_12mf9_1;load lpc12_12mg9_1;load lpc12_12mh9_1;
load lpc12_12mi9_1;load lpc12_12mj9_1;
%*****
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=lp;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%*****
% file average

s0_1=[lpc12_12ma0_1;lpc12_12mb0_1;lpc12_12mc0_1;...
      lpc12_12md0_1;lpc12_12me0_1;lpc12_12mf0_1;...
      lpc12_12mg0_1;lpc12_12mh0_1;lpc12_12mi0_1;...
      lpc12_12mj0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[lpc12_12ma1_1;lpc12_12mb1_1;lpc12_12mc1_1;...
      lpc12_12md1_1;lpc12_12me1_1;lpc12_12mf1_1;...
      lpc12_12mg1_1;lpc12_12mh1_1;lpc12_12mi1_1;...
      lpc12_12mj1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[lpc12_12ma2_1;lpc12_12mb2_1;lpc12_12mc2_1;...
      lpc12_12md2_1;lpc12_12me2_1;lpc12_12mf2_1;...
      lpc12_12mg2_1;lpc12_12mh2_1;lpc12_12mi2_1;...
      lpc12_12mj2_1];
s21=mean(s2_1);%two1
s3_1=[lpc12_12ma3_1;lpc12_12mb3_1;lpc12_12mc3_1;...
      lpc12_12md3_1;lpc12_12me3_1;lpc12_12mf3_1;...
      lpc12_12mg3_1;lpc12_12mh3_1;lpc12_12mi3_1;...
      lpc12_12mj3_1];
s31=mean(s3_1);%three
s4_1=[lpc12_12ma4_1;lpc12_12mb4_1;lpc12_12mc4_1;...
      lpc12_12md4_1;lpc12_12me4_1;lpc12_12mf4_1;...
      lpc12_12mg4_1;lpc12_12mh4_1;lpc12_12mi4_1;...
      lpc12_12mj4_1];
s41=mean(s4_1);%four
s5_1=[lpc12_12ma5_1;lpc12_12mb5_1;lpc12_12mc5_1;...
      lpc12_12md5_1;lpc12_12me5_1;lpc12_12mf5_1;...
      lpc12_12mg5_1;lpc12_12mh5_1;lpc12_12mi5_1;...
      lpc12_12mj5_1];
s51=mean(s5_1);%five
s6_1=[lpc12_12ma6_1;lpc12_12mb6_1;lpc12_12mc6_1;...
      lpc12_12md6_1;lpc12_12me6_1;lpc12_12mf6_1;...
      lpc12_12mg6_1;lpc12_12mh6_1;lpc12_12mi6_1;...
      lpc12_12mj6_1];
s61=mean(s6_1);%six
s7_1=[lpc12_12ma7_1;lpc12_12mb7_1;lpc12_12mc7_1;...
      lpc12_12md7_1;lpc12_12me7_1;lpc12_12mf7_1;...
      lpc12_12mg7_1;lpc12_12mh7_1;lpc12_12mi7_1;...
      lpc12_12mj7_1];
s71=mean(s7_1);%seven
s8_1=[lpc12_12ma8_1;lpc12_12mb8_1;lpc12_12mc8_1;...
      lpc12_12md8_1;lpc12_12me8_1;lpc12_12mf8_1;...
      lpc12_12mg8_1;lpc12_12mh8_1;lpc12_12mi8_1;...
      lpc12_12mj8_1];
s81=mean(s8_1);%eight
s9_1=[lpc12_12ma9_1;lpc12_12mb9_1;lpc12_12mc9_1;...
      lpc12_12md9_1;lpc12_12me9_1;lpc12_12mf9_1;...
      lpc12_12mg9_1;lpc12_12mh9_1;lpc12_12mi9_1;...
      lpc12_12mj9_1];
s91=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s01);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s11);
[D1,g]=grad1(d,A,B);

```

เอกสารนี้เป็นงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%two
[d,A,B]=distance1(s0,s21);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s31);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s41);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s51);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s61);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s71);
[D7,g]=grad1(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=grad1(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=grad1(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')
elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
else {'Bye'}
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function D=testcepsprj101p12q12(filename,normsize,p,q);
%D=testcepsprj101p12q12(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load ceps12_12ma0_1;load ceps12_12mb0_1;load ceps12_12mc0_1;
load ceps12_12md0_1;load ceps12_12me0_1;
load ceps12_12mf0_1;load ceps12_12mg0_1;load ceps12_12mh0_1;
load ceps12_12mi0_1;load ceps12_12mj0_1;
%*****
load ceps12_12ma1_1;load ceps12_12mb1_1;load ceps12_12mc1_1;
load ceps12_12md1_1;load ceps12_12me1_1;
load ceps12_12mf1_1;load ceps12_12mg1_1;load ceps12_12mh1_1;
load ceps12_12mi1_1;load ceps12_12mj1_1;
%*****
load ceps12_12ma2_1;load ceps12_12mb2_1;load ceps12_12mc2_1;
load ceps12_12md2_1;load ceps12_12me2_1;
load ceps12_12mf2_1;load ceps12_12mg2_1;load ceps12_12mh2_1;
load ceps12_12mi2_1;load ceps12_12mj2_1;
%*****
load ceps12_12ma3_1;load ceps12_12mb3_1;load ceps12_12mc3_1;
load ceps12_12md3_1;load ceps12_12me3_1;
load ceps12_12mf3_1;load ceps12_12mg3_1;load ceps12_12mh3_1;
load ceps12_12mi3_1;load ceps12_12mj3_1;
%*****
load ceps12_12ma4_1;load ceps12_12mb4_1;load ceps12_12mc4_1;
load ceps12_12md4_1;load ceps12_12me4_1;
load ceps12_12mf4_1;load ceps12_12mg4_1;load ceps12_12mh4_1;
load ceps12_12mi4_1;load ceps12_12mj4_1;
%*****
load ceps12_12ma5_1;load ceps12_12mb5_1;load ceps12_12mc5_1;
load ceps12_12md5_1;load ceps12_12me5_1;
load ceps12_12mf5_1;load ceps12_12mg5_1;load ceps12_12mh5_1;
load ceps12_12mi5_1;load ceps12_12mj5_1;
%*****
load ceps12_12ma6_1;load ceps12_12mb6_1;load ceps12_12mc6_1;
load ceps12_12md6_1;load ceps12_12me6_1;
load ceps12_12mf6_1;load ceps12_12mg6_1;load ceps12_12mh6_1;
load ceps12_12mi6_1;load ceps12_12mj6_1;
%*****
load ceps12_12ma7_1;load ceps12_12mb7_1;load ceps12_12mc7_1;
load ceps12_12md7_1;load ceps12_12me7_1;
load ceps12_12mf7_1;load ceps12_12mg7_1;load ceps12_12mh7_1;
load ceps12_12mi7_1;load ceps12_12mj7_1;
%*****
load ceps12_12ma8_1;load ceps12_12mb8_1;load ceps12_12mc8_1;
load ceps12_12md8_1;load ceps12_12me8_1;
load ceps12_12mf8_1;load ceps12_12mg8_1;load ceps12_12mh8_1;
load ceps12_12mi8_1;load ceps12_12mj8_1;
%*****
load ceps12_12ma9_1;load ceps12_12mb9_1;load ceps12_12mc9_1;
load ceps12_12md9_1;load ceps12_12me9_1;
load ceps12_12mf9_1;load ceps12_12mg9_1;load ceps12_12mh9_1;
load ceps12_12mi9_1;load ceps12_12mj9_1;
%*****
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=ce;%ce:= cepstrum

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%*****
% file average

s0_1=[ceps12_12ma0_1;ceps12_12mb0_1;ceps12_12mc0_1;...
      ceps12_12md0_1;ceps12_12me0_1;ceps12_12mf0_1;...
      ceps12_12mg0_1;ceps12_12mh0_1;ceps12_12mi0_1;...
      ceps12_12mj0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[ceps12_12ma1_1;ceps12_12mb1_1;ceps12_12mc1_1;...
      ceps12_12md1_1;ceps12_12me1_1;ceps12_12mf1_1;...
      ceps12_12mg1_1;ceps12_12mh1_1;ceps12_12mi1_1;...
      ceps12_12mj1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[ceps12_12ma2_1;ceps12_12mb2_1;ceps12_12mc2_1;...
      ceps12_12md2_1;ceps12_12me2_1;ceps12_12mf2_1;...
      ceps12_12mg2_1;ceps12_12mh2_1;ceps12_12mi2_1;...
      ceps12_12mj2_1];
s21=mean(s2_1);%two1
s3_1=[ceps12_12ma3_1;ceps12_12mb3_1;ceps12_12mc3_1;...
      ceps12_12md3_1;ceps12_12me3_1;ceps12_12mf3_1;...
      ceps12_12mg3_1;ceps12_12mh3_1;ceps12_12mi3_1;...
      ceps12_12mj3_1];
s31=mean(s3_1);%three
s4_1=[ceps12_12ma4_1;ceps12_12mb4_1;ceps12_12mc4_1;...
      ceps12_12md4_1;ceps12_12me4_1;ceps12_12mf4_1;...
      ceps12_12mg4_1;ceps12_12mh4_1;ceps12_12mi4_1;...
      ceps12_12mj4_1];
s41=mean(s4_1);%four
s5_1=[ceps12_12ma5_1;ceps12_12mb5_1;ceps12_12mc5_1;...
      ceps12_12md5_1;ceps12_12me5_1;ceps12_12mf5_1;...
      ceps12_12mg5_1;ceps12_12mh5_1;ceps12_12mi5_1;...
      ceps12_12mj5_1];
s51=mean(s5_1);%five
s6_1=[ceps12_12ma6_1;ceps12_12mb6_1;ceps12_12mc6_1;...
      ceps12_12md6_1;ceps12_12me6_1;ceps12_12mf6_1;...
      ceps12_12mg6_1;ceps12_12mh6_1;ceps12_12mi6_1;...
      ceps12_12mj6_1];
s61=mean(s6_1);%six
s7_1=[ceps12_12ma7_1;ceps12_12mb7_1;ceps12_12mc7_1;...
      ceps12_12md7_1;ceps12_12me7_1;ceps12_12mf7_1;...
      ceps12_12mg7_1;ceps12_12mh7_1;ceps12_12mi7_1;...
      ceps12_12mj7_1];
s71=mean(s7_1);%seven
s8_1=[ceps12_12ma8_1;ceps12_12mb8_1;ceps12_12mc8_1;...
      ceps12_12md8_1;ceps12_12me8_1;ceps12_12mf8_1;...
      ceps12_12mg8_1;ceps12_12mh8_1;ceps12_12mi8_1;...
      ceps12_12mj8_1];
s81=mean(s8_1);%eight
s9_1=[ceps12_12ma9_1;ceps12_12mb9_1;ceps12_12mc9_1;...
      ceps12_12md9_1;ceps12_12me9_1;ceps12_12mf9_1;...
      ceps12_12mg9_1;ceps12_12mh9_1;ceps12_12mi9_1;...
      ceps12_12mj9_1];
s91=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s01);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s11);
[D1,g]=grad1(d,A,B);

```

```

%two
[d,A,B]=distance1(s0,s21);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s31);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s41);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s51);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s61);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s71);
[D7,g]=grad1(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=grad1(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=grad1(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')
elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
    else ('Bye')
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function D=testwcepsprj5lp12q12(filename,normsize,p,q);
%D=testwcepsprj5lp12q12(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load wceps12_12ma0_1;load wceps12_12mb0_1;load wceps12_12mc0_1;
load wceps12_12md0_1;load wceps12_12me0_1;
load wceps12_12mf0_1;load wceps12_12mg0_1;load wceps12_12mh0_1;
load wceps12_12mi0_1;load wceps12_12mj0_1;
%*****
load wceps12_12ma1_1;load wceps12_12mb1_1;load wceps12_12mc1_1;
load wceps12_12md1_1;load wceps12_12me1_1;
load wceps12_12mf1_1;load wceps12_12mg1_1;load wceps12_12mh1_1;
load wceps12_12mi1_1;load wceps12_12mj1_1;
%*****
load wceps12_12ma2_1;load wceps12_12mb2_1;load wceps12_12mc2_1;
load wceps12_12md2_1;load wceps12_12me2_1;
load wceps12_12mf2_1;load wceps12_12mg2_1;load wceps12_12mh2_1;
load wceps12_12mi2_1;load wceps12_12mj2_1;
%*****
load wceps12_12ma3_1;load wceps12_12mb3_1;load wceps12_12mc3_1;
load wceps12_12md3_1;load wceps12_12me3_1;
load wceps12_12mf3_1;load wceps12_12mg3_1;load wceps12_12mh3_1;
load wceps12_12mi3_1;load wceps12_12mj3_1;
%*****
load wceps12_12ma4_1;load wceps12_12mb4_1;load wceps12_12mc4_1;
load wceps12_12md4_1;load wceps12_12me4_1;
load wceps12_12mf4_1;load wceps12_12mg4_1;load wceps12_12mh4_1;
load wceps12_12mi4_1;load wceps12_12mj4_1;
%*****
load wceps12_12ma5_1;load wceps12_12mb5_1;load wceps12_12mc5_1;
load wceps12_12md5_1;load wceps12_12me5_1;
load wceps12_12mf5_1;load wceps12_12mg5_1;load wceps12_12mh5_1;
load wceps12_12mi5_1;load wceps12_12mj5_1;
%*****
load wceps12_12ma6_1;load wceps12_12mb6_1;load wceps12_12mc6_1;
load wceps12_12md6_1;load wceps12_12me6_1;
load wceps12_12mf6_1;load wceps12_12mg6_1;load wceps12_12mh6_1;
load wceps12_12mi6_1;load wceps12_12mj6_1;
%*****
load wceps12_12ma7_1;load wceps12_12mb7_1;load wceps12_12mc7_1;
load wceps12_12md7_1;load wceps12_12me7_1;
load wceps12_12mf7_1;load wceps12_12mg7_1;load wceps12_12mh7_1;
load wceps12_12mi7_1;load wceps12_12mj7_1;
%*****
load wceps12_12ma8_1;load wceps12_12mb8_1;load wceps12_12mc8_1;
load wceps12_12md8_1;load wceps12_12me8_1;
load wceps12_12mf8_1;load wceps12_12mg8_1;load wceps12_12mh8_1;
load wceps12_12mi8_1;load wceps12_12mj8_1;
%*****
load wceps12_12ma9_1;load wceps12_12mb9_1;load wceps12_12mc9_1;
load wceps12_12md9_1;load wceps12_12me9_1;
load wceps12_12mf9_1;load wceps12_12mg9_1;load wceps12_12mh9_1;
load wceps12_12mi9_1;load wceps12_12mj9_1;
%*****
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=w2; % w2:= weight cepstrum

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ภายในสถานศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

%*****
% file average

s0_1=[wceps12_12ma0_1;wceps12_12mb0_1;wceps12_12mc0_1;...
      wceps12_12md0_1;wceps12_12me0_1;wceps12_12mf0_1;...
      wceps12_12mg0_1;wceps12_12mh0_1;wceps12_12mi0_1;...
      wceps12_12mj0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[wceps12_12ma1_1;wceps12_12mb1_1;wceps12_12mc1_1;...
      wceps12_12md1_1;wceps12_12me1_1;wceps12_12mf1_1;...
      wceps12_12mg1_1;wceps12_12mh1_1;wceps12_12mi1_1;...
      wceps12_12mj1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[wceps12_12ma2_1;wceps12_12mb2_1;wceps12_12mc2_1;...
      wceps12_12md2_1;wceps12_12me2_1;wceps12_12mf2_1;...
      wceps12_12mg2_1;wceps12_12mh2_1;wceps12_12mi2_1;...
      wceps12_12mj2_1];
s21=mean(s2_1);%two
s3_1=[wceps12_12ma3_1;wceps12_12mb3_1;wceps12_12mc3_1;...
      wceps12_12md3_1;wceps12_12me3_1;wceps12_12mf3_1;...
      wceps12_12mg3_1;wceps12_12mh3_1;wceps12_12mi3_1;...
      wceps12_12mj3_1];
s31=mean(s3_1);%three
s4_1=[wceps12_12ma4_1;wceps12_12mb4_1;wceps12_12mc4_1;...
      wceps12_12md4_1;wceps12_12me4_1;wceps12_12mf4_1;...
      wceps12_12mg4_1;wceps12_12mh4_1;wceps12_12mi4_1;...
      wceps12_12mj4_1];
s41=mean(s4_1);%four
s5_1=[wceps12_12ma5_1;wceps12_12mb5_1;wceps12_12mc5_1;...
      wceps12_12md5_1;wceps12_12me5_1;wceps12_12mf5_1;...
      wceps12_12mg5_1;wceps12_12mh5_1;wceps12_12mi5_1;...
      wceps12_12mj5_1];
s51=mean(s5_1);%five
s6_1=[wceps12_12ma6_1;wceps12_12mb6_1;wceps12_12mc6_1;...
      wceps12_12md6_1;wceps12_12me6_1;wceps12_12mf6_1;...
      wceps12_12mg6_1;wceps12_12mh6_1;wceps12_12mi6_1;...
      wceps12_12mj6_1];
s61=mean(s6_1);%six
s7_1=[wceps12_12ma7_1;wceps12_12mb7_1;wceps12_12mc7_1;...
      wceps12_12md7_1;wceps12_12me7_1;wceps12_12mf7_1;...
      wceps12_12mg7_1;wceps12_12mh7_1;wceps12_12mi7_1;...
      wceps12_12mj7_1];
s71=mean(s7_1);%seven
s8_1=[wceps12_12ma8_1;wceps12_12mb8_1;wceps12_12mc8_1;...
      wceps12_12md8_1;wceps12_12me8_1;wceps12_12mf8_1;...
      wceps12_12mg8_1;wceps12_12mh8_1;wceps12_12mi8_1;...
      wceps12_12mj8_1];
s81=mean(s8_1);%eight
s9_1=[wceps12_12ma9_1;wceps12_12mb9_1;wceps12_12mc9_1;...
      wceps12_12md9_1;wceps12_12me9_1;wceps12_12mf9_1;...
      wceps12_12mg9_1;wceps12_12mh9_1;wceps12_12mi9_1;...
      wceps12_12mj9_1];
s91=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s01);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s11);
[D1,g]=grad1(d,A,B);

```

```

%two
[d,A,B]=distance1(s0,s21);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s31);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s41);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s51);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s61);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s71);
[D7,g]=grad1(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=grad1(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=grad1(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')
elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
else ('Bye')
end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function D=testlpcprj15lp12q12(filename,normsize,p,q);
%D=testlpcprj15lp12q12(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load lpc12_12ma0_1;load lpc12_12mb0_1;load lpc12_12mc0_1;
load lpc12_12md0_1;load lpc12_12me0_1;
load lpc12_12mf0_1;load lpc12_12mg0_1;load lpc12_12mh0_1;
load lpc12_12mi0_1;load lpc12_12mj0_1;
load lpc12_12mk0_1;load lpc12_12ml0_1;load lpc12_12mm0_1;
load lpc12_12mn0_1;load lpc12_12mo0_1;

%*****
load lpc12_12ma1_1;load lpc12_12mb1_1;load lpc12_12mc1_1;
load lpc12_12md1_1;load lpc12_12me1_1;
load lpc12_12mf1_1;load lpc12_12mg1_1;load lpc12_12mh1_1;
load lpc12_12mi1_1;load lpc12_12mj1_1;
load lpc12_12mk1_1;load lpc12_12ml1_1;load lpc12_12mm1_1;
load lpc12_12mn1_1;load lpc12_12mo1_1;

%*****
load lpc12_12ma2_1;load lpc12_12mb2_1;load lpc12_12mc2_1;
load lpc12_12md2_1;load lpc12_12me2_1;
load lpc12_12mf2_1;load lpc12_12mg2_1;load lpc12_12mh2_1;
load lpc12_12mi2_1;load lpc12_12mj2_1;
load lpc12_12mk2_1;load lpc12_12ml2_1;load lpc12_12mm2_1;
load lpc12_12mn2_1;load lpc12_12mo2_1;

%*****
load lpc12_12ma3_1;load lpc12_12mb3_1;load lpc12_12mc3_1;
load lpc12_12md3_1;load lpc12_12me3_1;
load lpc12_12mf3_1;load lpc12_12mg3_1;load lpc12_12mh3_1;
load lpc12_12mi3_1;load lpc12_12mj3_1;
load lpc12_12mk3_1;load lpc12_12ml3_1;load lpc12_12mm3_1;
load lpc12_12mn3_1;load lpc12_12mo3_1;

%*****
load lpc12_12ma4_1;load lpc12_12mb4_1;load lpc12_12mc4_1;
load lpc12_12md4_1;load lpc12_12me4_1;
load lpc12_12mf4_1;load lpc12_12mg4_1;load lpc12_12mh4_1;
load lpc12_12mi4_1;load lpc12_12mj4_1;
load lpc12_12mk4_1;load lpc12_12ml4_1;load lpc12_12mm4_1;
load lpc12_12mn4_1;load lpc12_12mo4_1;

%*****
load lpc12_12ma5_1;load lpc12_12mb5_1;load lpc12_12mc5_1;
load lpc12_12md5_1;load lpc12_12me5_1;
load lpc12_12mf5_1;load lpc12_12mg5_1;load lpc12_12mh5_1;
load lpc12_12mi5_1;load lpc12_12mj5_1;
load lpc12_12mk5_1;load lpc12_12ml5_1;load lpc12_12mm5_1;
load lpc12_12mn5_1;load lpc12_12mo5_1;

%*****
load lpc12_12ma6_1;load lpc12_12mb6_1;load lpc12_12mc6_1;
load lpc12_12md6_1;load lpc12_12me6_1;
load lpc12_12mf6_1;load lpc12_12mg6_1;load lpc12_12mh6_1;
load lpc12_12mi6_1;load lpc12_12mj6_1;
load lpc12_12mk6_1;load lpc12_12ml6_1;load lpc12_12mm6_1;
load lpc12_12mn6_1;load lpc12_12mo6_1;

%*****

```

```
load lpc12_12ma7_1;load lpc12_12mb7_1;load lpc12_12mc7_1;
load lpc12_12md7_1;load lpc12_12me7_1;
load lpc12_12mf7_1;load lpc12_12mg7_1;load lpc12_12mh7_1;
load lpc12_12mi7_1;load lpc12_12mj7_1;
load lpc12_12mk7_1;load lpc12_12ml7_1;load lpc12_12mm7_1;
load lpc12_12mn7_1;load lpc12_12mo7_1;
```

```
%*****
```

```
load lpc12_12ma8_1;load lpc12_12mb8_1;load lpc12_12mc8_1;
load lpc12_12md8_1;load lpc12_12me8_1;
load lpc12_12mf8_1;load lpc12_12mg8_1;load lpc12_12mh8_1;
load lpc12_12mi8_1;load lpc12_12mj8_1;
load lpc12_12mk8_1;load lpc12_12ml8_1;load lpc12_12mm8_1;
load lpc12_12mn8_1;load lpc12_12mo8_1;
```

```
%*****
```

```
load lpc12_12ma9_1;load lpc12_12mb9_1;load lpc12_12mc9_1;
load lpc12_12md9_1;load lpc12_12me9_1;
load lpc12_12mf9_1;load lpc12_12mg9_1;load lpc12_12mh9_1;
load lpc12_12mi9_1;load lpc12_12mj9_1;
load lpc12_12mk9_1;load lpc12_12ml9_1;load lpc12_12mm9_1;
load lpc12_12mn9_1;load lpc12_12mo9_1;
```

```
%*****
```

```
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
[S,z,a2,b2,zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=lp; % lp := lpc coefficient
%*****
% file average
```

```
s0_1=[lpc12_12ma0_1;lpc12_12mb0_1;lpc12_12mc0_1;...
      lpc12_12md0_1;lpc12_12me0_1;lpc12_12mf0_1;...
      lpc12_12mg0_1;lpc12_12mh0_1;lpc12_12mi0_1;...
      lpc12_12mj0_1;lpc12_12mk0_1;lpc12_12ml0_1;...
      lpc12_12mm0_1;lpc12_12mn0_1;lpc12_12mo0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[lpc12_12ma1_1;lpc12_12mb1_1;lpc12_12mc1_1;...
      lpc12_12md1_1;lpc12_12me1_1;lpc12_12mf1_1;...
      lpc12_12mg1_1;lpc12_12mh1_1;lpc12_12mi1_1;...
      lpc12_12mj1_1;lpc12_12mk1_1;lpc12_12ml1_1;...
      lpc12_12mm1_1;lpc12_12mn1_1;lpc12_12mo1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[lpc12_12ma2_1;lpc12_12mb2_1;lpc12_12mc2_1;...
      lpc12_12md2_1;lpc12_12me2_1;lpc12_12mf2_1;...
      lpc12_12mg2_1;lpc12_12mh2_1;lpc12_12mi2_1;...
      lpc12_12mj2_1;lpc12_12mk2_1;lpc12_12ml2_1;...
      lpc12_12mm2_1;lpc12_12mn2_1;lpc12_12mo2_1];
s21=mean(s2_1);%two1
s3_1=[lpc12_12ma3_1;lpc12_12mb3_1;lpc12_12mc3_1;...
      lpc12_12md3_1;lpc12_12me3_1;lpc12_12mf3_1;...
      lpc12_12mg3_1;lpc12_12mh3_1;lpc12_12mi3_1;...
      lpc12_12mj3_1;lpc12_12mk3_1;lpc12_12ml3_1;...
      lpc12_12mm3_1;lpc12_12mn3_1;lpc12_12mo3_1];
s31=mean(s3_1);%three
```

```

s4_1=[lpc12_12ma4_1;lpc12_12mb4_1;lpc12_12mc4_1;...
      lpc12_12md4_1;lpc12_12me4_1;lpc12_12mf4_1;...
      lpc12_12mg4_1;lpc12_12mh4_1;lpc12_12mi4_1;...
      lpc12_12mj4_1;lpc12_12mk4_1;lpc12_12ml4_1;...
      lpc12_12mm4_1;lpc12_12mn4_1;lpc12_12mo4_1];
s41=mean(s4_1);%four
s5_1=[lpc12_12ma5_1;lpc12_12mb5_1;lpc12_12mc5_1;...
      lpc12_12md5_1;lpc12_12me5_1;lpc12_12mf5_1;...
      lpc12_12mg5_1;lpc12_12mh5_1;lpc12_12mi5_1;...
      lpc12_12mj5_1;lpc12_12mk5_1;lpc12_12ml5_1;...
      lpc12_12mm5_1;lpc12_12mn5_1;lpc12_12mo5_1];
s51=mean(s5_1);%five
s6_1=[lpc12_12ma6_1;lpc12_12mb6_1;lpc12_12mc6_1;...
      lpc12_12md6_1;lpc12_12me6_1;lpc12_12mf6_1;...
      lpc12_12mg6_1;lpc12_12mh6_1;lpc12_12mi6_1;...
      lpc12_12mj6_1;lpc12_12mk6_1;lpc12_12ml6_1;...
      lpc12_12mm6_1;lpc12_12mn6_1;lpc12_12mo6_1];
s61=mean(s6_1);%six
s7_1=[lpc12_12ma7_1;lpc12_12mb7_1;lpc12_12mc7_1;...
      lpc12_12md7_1;lpc12_12me7_1;lpc12_12mf7_1;...
      lpc12_12mg7_1;lpc12_12mh7_1;lpc12_12mi7_1;...
      lpc12_12mj7_1;lpc12_12mk7_1;lpc12_12ml7_1;...
      lpc12_12mm7_1;lpc12_12mn7_1;lpc12_12mo7_1];
s71=mean(s7_1);%seven
s8_1=[lpc12_12ma8_1;lpc12_12mb8_1;lpc12_12mc8_1;...
      lpc12_12md8_1;lpc12_12me8_1;lpc12_12mf8_1;...
      lpc12_12mg8_1;lpc12_12mh8_1;lpc12_12mi8_1;...
      lpc12_12mj8_1;lpc12_12mk8_1;lpc12_12ml8_1;...
      lpc12_12mm8_1;lpc12_12mn8_1;lpc12_12mo8_1];
s81=mean(s8_1);%eight
s9_1=[lpc12_12ma9_1;lpc12_12mb9_1;lpc12_12mc9_1;...
      lpc12_12md9_1;lpc12_12me9_1;lpc12_12mf9_1;...
      lpc12_12mg9_1;lpc12_12mh9_1;lpc12_12mi9_1;...
      lpc12_12mj9_1;lpc12_12mk9_1;lpc12_12ml9_1;...
      lpc12_12mm9_1;lpc12_12mn9_1;lpc12_12mo9_1];
s91=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s01);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s11);
[D1,g]=grad1(d,A,B);
%two
[d,A,B]=distance1(s0,s21);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s31);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s41);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s51);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s61);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s71);

```

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

[D7,g]=gradl(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=gradl(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=gradl(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')
elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
    else ('Bye')
end

```

```

function D=testcepsprj15lp12q12(filename,normsize,p,q);
%D=testcepsprj15lp12q12(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load ceps12_12ma0_1;load ceps12_12mb0_1;load ceps12_12mc0_1;
load ceps12_12md0_1;load ceps12_12me0_1;
load ceps12_12mf0_1;load ceps12_12mg0_1;load ceps12_12mh0_1;
load ceps12_12mi0_1;load ceps12_12mj0_1;
load ceps12_12mk0_1;load ceps12_12ml0_1;load ceps12_12mm0_1;
load ceps12_12mn0_1;load ceps12_12mo0_1;

%*****
load ceps12_12ma1_1;load ceps12_12mb1_1;load ceps12_12mc1_1;
load ceps12_12md1_1;load ceps12_12me1_1;
load ceps12_12mf1_1;load ceps12_12mg1_1;load ceps12_12mh1_1;
load ceps12_12mi1_1;load ceps12_12mj1_1;
load ceps12_12mk1_1;load ceps12_12ml1_1;load ceps12_12mm1_1;
load ceps12_12mn1_1;load ceps12_12mo1_1;

%*****
load ceps12_12ma2_1;load ceps12_12mb2_1;load ceps12_12mc2_1;
load ceps12_12md2_1;load ceps12_12me2_1;
load ceps12_12mf2_1;load ceps12_12mg2_1;load ceps12_12mh2_1;
load ceps12_12mi2_1;load ceps12_12mj2_1;
load ceps12_12mk2_1;load ceps12_12ml2_1;load ceps12_12mm2_1;
load ceps12_12mn2_1;load ceps12_12mo2_1;

%*****
load ceps12_12ma3_1;load ceps12_12mb3_1;load ceps12_12mc3_1;
load ceps12_12md3_1;load ceps12_12me3_1;
load ceps12_12mf3_1;load ceps12_12mg3_1;load ceps12_12mh3_1;
load ceps12_12mi3_1;load ceps12_12mj3_1;
load ceps12_12mk3_1;load ceps12_12ml3_1;load ceps12_12mm3_1;
load ceps12_12mn3_1;load ceps12_12mo3_1;

%*****
load ceps12_12ma4_1;load ceps12_12mb4_1;load ceps12_12mc4_1;
load ceps12_12md4_1;load ceps12_12me4_1;
load ceps12_12mf4_1;load ceps12_12mg4_1;load ceps12_12mh4_1;
load ceps12_12mi4_1;load ceps12_12mj4_1;
load ceps12_12mk4_1;load ceps12_12ml4_1;load ceps12_12mm4_1;
load ceps12_12mn4_1;load ceps12_12mo4_1;

%*****
load ceps12_12ma5_1;load ceps12_12mb5_1;load ceps12_12mc5_1;
load ceps12_12md5_1;load ceps12_12me5_1;
load ceps12_12mf5_1;load ceps12_12mg5_1;load ceps12_12mh5_1;
load ceps12_12mi5_1;load ceps12_12mj5_1;
load ceps12_12mk5_1;load ceps12_12ml5_1;load ceps12_12mm5_1;
load ceps12_12mn5_1;load ceps12_12mo5_1;

%*****
load ceps12_12ma6_1;load ceps12_12mb6_1;load ceps12_12mc6_1;
load ceps12_12md6_1;load ceps12_12me6_1;
load ceps12_12mf6_1;load ceps12_12mg6_1;load ceps12_12mh6_1;
load ceps12_12mi6_1;load ceps12_12mj6_1;
load ceps12_12mk6_1;load ceps12_12ml6_1;load ceps12_12mm6_1;
load ceps12_12mn6_1;load ceps12_12mo6_1;

%*****

```

```
load cep12_12ma7_1;load cep12_12mb7_1;load cep12_12mc7_1;
load cep12_12md7_1;load cep12_12me7_1;
load cep12_12mf7_1;load cep12_12mg7_1;load cep12_12mh7_1;
load cep12_12mi7_1;load cep12_12mj7_1;
load cep12_12mk7_1;load cep12_12ml7_1;load cep12_12mm7_1;
load cep12_12mn7_1;load cep12_12mo7_1;
```

```
%*****
```

```
load cep12_12ma8_1;load cep12_12mb8_1;load cep12_12mc8_1;
load cep12_12md8_1;load cep12_12me8_1;
load cep12_12mf8_1;load cep12_12mg8_1;load cep12_12mh8_1;
load cep12_12mi8_1;load cep12_12mj8_1;
load cep12_12mk8_1;load cep12_12ml8_1;load cep12_12mm8_1;
load cep12_12mn8_1;load cep12_12mo8_1;
```

```
%*****
```

```
load cep12_12ma9_1;load cep12_12mb9_1;load cep12_12mc9_1;
load cep12_12md9_1;load cep12_12me9_1;
load cep12_12mf9_1;load cep12_12mg9_1;load cep12_12mh9_1;
load cep12_12mi9_1;load cep12_12mj9_1;
load cep12_12mk9_1;load cep12_12ml9_1;load cep12_12mm9_1;
load cep12_12mn9_1;load cep12_12mo9_1;
```

```
%*****
```

```
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=ce; % ce := cepstrum coefficient
%*****
% file average
```

```
s0_1=[cep12_12ma0_1;cep12_12mb0_1;cep12_12mc0_1;...
      cep12_12md0_1;cep12_12me0_1;cep12_12mf0_1;...
      cep12_12mg0_1;cep12_12mh0_1;cep12_12mi0_1;...
      cep12_12mj0_1;cep12_12mk0_1;cep12_12ml0_1;...
      cep12_12mm0_1;cep12_12mn0_1;cep12_12mo0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[cep12_12ma1_1;cep12_12mb1_1;cep12_12mc1_1;...
      cep12_12md1_1;cep12_12me1_1;cep12_12mf1_1;...
      cep12_12mg1_1;cep12_12mh1_1;cep12_12mi1_1;...
      cep12_12mj1_1;cep12_12mk1_1;cep12_12ml1_1;...
      cep12_12mm1_1;cep12_12mn1_1;cep12_12mo1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[cep12_12ma2_1;cep12_12mb2_1;cep12_12mc2_1;...
      cep12_12md2_1;cep12_12me2_1;cep12_12mf2_1;...
      cep12_12mg2_1;cep12_12mh2_1;cep12_12mi2_1;...
      cep12_12mj2_1;cep12_12mk2_1;cep12_12ml2_1;...
      cep12_12mm2_1;cep12_12mn2_1;cep12_12mo2_1];
s21=mean(s2_1);%two1
s3_1=[cep12_12ma3_1;cep12_12mb3_1;cep12_12mc3_1;...
      cep12_12md3_1;cep12_12me3_1;cep12_12mf3_1;...
      cep12_12mg3_1;cep12_12mh3_1;cep12_12mi3_1;...
      cep12_12mj3_1;cep12_12mk3_1;cep12_12ml3_1;...
      cep12_12mm3_1;cep12_12mn3_1;cep12_12mo3_1];
s31=mean(s3_1);%three
```

```

s4_1=[ceps12_12ma4_1;ceps12_12mb4_1;ceps12_12mc4_1;...
      ceps12_12md4_1;ceps12_12me4_1;ceps12_12mf4_1;...
      ceps12_12mg4_1;ceps12_12mh4_1;ceps12_12mi4_1;...
      ceps12_12mj4_1;ceps12_12mk4_1;ceps12_12ml4_1;...
      ceps12_12mn4_1;ceps12_12mo4_1];
s4l=mean(s4_1);%four
s5_1=[ceps12_12ma5_1;ceps12_12mb5_1;ceps12_12mc5_1;...
      ceps12_12md5_1;ceps12_12me5_1;ceps12_12mf5_1;...
      ceps12_12mg5_1;ceps12_12mh5_1;ceps12_12mi5_1;...
      ceps12_12mj5_1;ceps12_12mk5_1;ceps12_12ml5_1;...
      ceps12_12mn5_1;ceps12_12mo5_1];
s5l=mean(s5_1);%five
s6_1=[ceps12_12ma6_1;ceps12_12mb6_1;ceps12_12mc6_1;...
      ceps12_12md6_1;ceps12_12me6_1;ceps12_12mf6_1;...
      ceps12_12mg6_1;ceps12_12mh6_1;ceps12_12mi6_1;...
      ceps12_12mj6_1;ceps12_12mk6_1;ceps12_12ml6_1;...
      ceps12_12mn6_1;ceps12_12mo6_1];
s6l=mean(s6_1);%six
s7_1=[ceps12_12ma7_1;ceps12_12mb7_1;ceps12_12mc7_1;...
      ceps12_12md7_1;ceps12_12me7_1;ceps12_12mf7_1;...
      ceps12_12mg7_1;ceps12_12mh7_1;ceps12_12mi7_1;...
      ceps12_12mj7_1;ceps12_12mk7_1;ceps12_12ml7_1;...
      ceps12_12mn7_1;ceps12_12mo7_1];
s7l=mean(s7_1);%seven
s8_1=[ceps12_12ma8_1;ceps12_12mb8_1;ceps12_12mc8_1;...
      ceps12_12md8_1;ceps12_12me8_1;ceps12_12mf8_1;...
      ceps12_12mg8_1;ceps12_12mh8_1;ceps12_12mi8_1;...
      ceps12_12mj8_1;ceps12_12mk8_1;ceps12_12ml8_1;...
      ceps12_12mn8_1;ceps12_12mo8_1];
s8l=mean(s8_1);%eight
s9_1=[ceps12_12ma9_1;ceps12_12mb9_1;ceps12_12mc9_1;...
      ceps12_12md9_1;ceps12_12me9_1;ceps12_12mf9_1;...
      ceps12_12mg9_1;ceps12_12mh9_1;ceps12_12mi9_1;...
      ceps12_12mj9_1;ceps12_12mk9_1;ceps12_12ml9_1;...
      ceps12_12mn9_1;ceps12_12mo9_1];
s9l=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s0l);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s1l);
[D1,g]=grad1(d,A,B);
%two
[d,A,B]=distance1(s0,s2l);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s3l);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s4l);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s5l);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s6l);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s7l);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

[D7,g]=grad1(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=grad1(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=grad1(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')
elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
    else ('Bye')
end

```

โครงการการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของรูปแบบอ้างอิง 0 – 9 กับรูปแบบทดสอบ
เมื่อใช้รูปแบบอ้างอิง 15 คน

- ฟังก์ชัน testlpcprj151p12q12 : การเปรียบเทียบโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลพีซี
- ฟังก์ชัน testcepsprj151p12q12 : การเปรียบเทียบโดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัม
- ฟังก์ชัน testwcepsprj151p12q12 : การเปรียบเทียบโดยใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัมถ่วงน้ำหนัก

```

function D=testwcepsprj15lp12ql2(filename,normsize,p,q);
%D=testwcepsprj15lp12ql2(filename,normsize,p,q);
%
%*****
load wceps12_12ma0_1;load wceps12_12mb0_1;load wceps12_12mc0_1;
load wceps12_12md0_1;load wceps12_12me0_1;
load wceps12_12mf0_1;load wceps12_12mg0_1;load wceps12_12mh0_1;
load wceps12_12mi0_1;load wceps12_12mj0_1;
load wceps12_12mk0_1;load wceps12_12ml0_1;load wceps12_12mm0_1;
load wceps12_12mn0_1;load wceps12_12mo0_1;

%*****
load wceps12_12ma1_1;load wceps12_12mb1_1;load wceps12_12mc1_1;
load wceps12_12md1_1;load wceps12_12me1_1;
load wceps12_12mf1_1;load wceps12_12mg1_1;load wceps12_12mh1_1;
load wceps12_12mi1_1;load wceps12_12mj1_1;
load wceps12_12mk1_1;load wceps12_12ml1_1;load wceps12_12mm1_1;
load wceps12_12mn1_1;load wceps12_12mo1_1;

%*****
load wceps12_12ma2_1;load wceps12_12mb2_1;load wceps12_12mc2_1;
load wceps12_12md2_1;load wceps12_12me2_1;
load wceps12_12mf2_1;load wceps12_12mg2_1;load wceps12_12mh2_1;
load wceps12_12mi2_1;load wceps12_12mj2_1;
load wceps12_12mk2_1;load wceps12_12ml2_1;load wceps12_12mm2_1;
load wceps12_12mn2_1;load wceps12_12mo2_1;

%*****
load wceps12_12ma3_1;load wceps12_12mb3_1;load wceps12_12mc3_1;
load wceps12_12md3_1;load wceps12_12me3_1;
load wceps12_12mf3_1;load wceps12_12mg3_1;load wceps12_12mh3_1;
load wceps12_12mi3_1;load wceps12_12mj3_1;
load wceps12_12mk3_1;load wceps12_12ml3_1;load wceps12_12mm3_1;
load wceps12_12mn3_1;load wceps12_12mo3_1;

%*****
load wceps12_12ma4_1;load wceps12_12mb4_1;load wceps12_12mc4_1;
load wceps12_12md4_1;load wceps12_12me4_1;
load wceps12_12mf4_1;load wceps12_12mg4_1;load wceps12_12mh4_1;
load wceps12_12mi4_1;load wceps12_12mj4_1;
load wceps12_12mk4_1;load wceps12_12ml4_1;load wceps12_12mm4_1;
load wceps12_12mn4_1;load wceps12_12mo4_1;

%*****
load wceps12_12ma5_1;load wceps12_12mb5_1;load wceps12_12mc5_1;
load wceps12_12md5_1;load wceps12_12me5_1;
load wceps12_12mf5_1;load wceps12_12mg5_1;load wceps12_12mh5_1;
load wceps12_12mi5_1;load wceps12_12mj5_1;
load wceps12_12mk5_1;load wceps12_12ml5_1;load wceps12_12mm5_1;
load wceps12_12mn5_1;load wceps12_12mo5_1;

%*****
load wceps12_12ma6_1;load wceps12_12mb6_1;load wceps12_12mc6_1;
load wceps12_12md6_1;load wceps12_12me6_1;
load wceps12_12mf6_1;load wceps12_12mg6_1;load wceps12_12mh6_1;
load wceps12_12mi6_1;load wceps12_12mj6_1;
load wceps12_12mk6_1;load wceps12_12ml6_1;load wceps12_12mm6_1;
load wceps12_12mn6_1;load wceps12_12mo6_1;

%*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
load wceps12_12ma7_1;load wceps12_12mb7_1;load wceps12_12mc7_1;
load wceps12_12md7_1;load wceps12_12me7_1;
load wceps12_12mf7_1;load wceps12_12mg7_1;load wceps12_12mh7_1;
load wceps12_12mi7_1;load wceps12_12mj7_1;
load wceps12_12mk7_1;load wceps12_12ml7_1;load wceps12_12mm7_1;
load wceps12_12mn7_1;load wceps12_12mo7_1;
```

```
%*****
```

```
load wceps12_12ma8_1;load wceps12_12mb8_1;load wceps12_12mc8_1;
load wceps12_12md8_1;load wceps12_12me8_1;
load wceps12_12mf8_1;load wceps12_12mg8_1;load wceps12_12mh8_1;
load wceps12_12mi8_1;load wceps12_12mj8_1;
load wceps12_12mk8_1;load wceps12_12ml8_1;load wceps12_12mm8_1;
load wceps12_12mn8_1;load wceps12_12mo8_1;
```

```
%*****
```

```
load wceps12_12ma9_1;load wceps12_12mb9_1;load wceps12_12mc9_1;
load wceps12_12md9_1;load wceps12_12me9_1;
load wceps12_12mf9_1;load wceps12_12mg9_1;load wceps12_12mh9_1;
load wceps12_12mi9_1;load wceps12_12mj9_1;
load wceps12_12mk9_1;load wceps12_12ml9_1;load wceps12_12mm9_1;
load wceps12_12mn9_1;load wceps12_12mo9_1;
```

```
%*****
```

```
%normsize=4000;p=12;q=12;
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename);
[S,z,a2,b2,Zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);
normS = normalize(S,normsize);
S1=normS;
[lp,ce,w2,g,e]=compair1(S1,p,q);
s0=w2; % w2 := weight cepstrum
%*****
% file average
```

```
s0_1=[wceps12_12ma0_1;wceps12_12mb0_1;wceps12_12mc0_1;...
wceps12_12md0_1;wceps12_12me0_1;wceps12_12mf0_1;...
wceps12_12mg0_1;wceps12_12mh0_1;wceps12_12mi0_1;...
wceps12_12mj0_1;wceps12_12mk0_1;wceps12_12ml0_1;...
wceps12_12mm0_1;wceps12_12mn0_1;wceps12_12mo0_1];
s01=mean(s0_1);%zero
s1_1=[wceps12_12ma1_1;wceps12_12mb1_1;wceps12_12mc1_1;...
wceps12_12md1_1;wceps12_12me1_1;wceps12_12mf1_1;...
wceps12_12mg1_1;wceps12_12mh1_1;wceps12_12mi1_1;...
wceps12_12mj1_1;wceps12_12mk1_1;wceps12_12ml1_1;...
wceps12_12mm1_1;wceps12_12mn1_1;wceps12_12mo1_1];
s11=mean(s1_1);%one
s2_1=[wceps12_12ma2_1;wceps12_12mb2_1;wceps12_12mc2_1;...
wceps12_12md2_1;wceps12_12me2_1;wceps12_12mf2_1;...
wceps12_12mg2_1;wceps12_12mh2_1;wceps12_12mi2_1;...
wceps12_12mj2_1;wceps12_12mk2_1;wceps12_12ml2_1;...
wceps12_12mm2_1;wceps12_12mn2_1;wceps12_12mo2_1];
s21=mean(s2_1);%two1
s3_1=[wceps12_12ma3_1;wceps12_12mb3_1;wceps12_12mc3_1;...
wceps12_12md3_1;wceps12_12me3_1;wceps12_12mf3_1;...
wceps12_12mg3_1;wceps12_12mh3_1;wceps12_12mi3_1;...
wceps12_12mj3_1;wceps12_12mk3_1;wceps12_12ml3_1;...
wceps12_12mm3_1;wceps12_12mn3_1;wceps12_12mo3_1];
s31=mean(s3_1);%three
```

```

s4_1=[wceps12_12ma4_1;wceps12_12mb4_1;wceps12_12mc4_1;...
      wceps12_12md4_1;wceps12_12me4_1;wceps12_12mf4_1;...
      wceps12_12mg4_1;wceps12_12mh4_1;wceps12_12mi4_1;...
      wceps12_12mj4_1;wceps12_12mk4_1;wceps12_12ml4_1;...
      wceps12_12mn4_1;wceps12_12mo4_1];
s41=mean(s4_1);%four
s5_1=[wceps12_12ma5_1;wceps12_12mb5_1;wceps12_12mc5_1;...
      wceps12_12md5_1;wceps12_12me5_1;wceps12_12mf5_1;...
      wceps12_12mg5_1;wceps12_12mh5_1;wceps12_12mi5_1;...
      wceps12_12mj5_1;wceps12_12mk5_1;wceps12_12ml5_1;...
      wceps12_12mn5_1;wceps12_12mo5_1];
s51=mean(s5_1);%five
s6_1=[wceps12_12ma6_1;wceps12_12mb6_1;wceps12_12mc6_1;...
      wceps12_12md6_1;wceps12_12me6_1;wceps12_12mf6_1;...
      wceps12_12mg6_1;wceps12_12mh6_1;wceps12_12mi6_1;...
      wceps12_12mj6_1;wceps12_12mk6_1;wceps12_12ml6_1;...
      wceps12_12mn6_1;wceps12_12mo6_1];
s61=mean(s6_1);%six
s7_1=[wceps12_12ma7_1;wceps12_12mb7_1;wceps12_12mc7_1;...
      wceps12_12md7_1;wceps12_12me7_1;wceps12_12mf7_1;...
      wceps12_12mg7_1;wceps12_12mh7_1;wceps12_12mi7_1;...
      wceps12_12mj7_1;wceps12_12mk7_1;wceps12_12ml7_1;...
      wceps12_12mn7_1;wceps12_12mo7_1];
s71=mean(s7_1);%seven
s8_1=[wceps12_12ma8_1;wceps12_12mb8_1;wceps12_12mc8_1;...
      wceps12_12md8_1;wceps12_12me8_1;wceps12_12mf8_1;...
      wceps12_12mg8_1;wceps12_12mh8_1;wceps12_12mi8_1;...
      wceps12_12mj8_1;wceps12_12mk8_1;wceps12_12ml8_1;...
      wceps12_12mn8_1;wceps12_12mo8_1];
s81=mean(s8_1);%eight
s9_1=[wceps12_12ma9_1;wceps12_12mb9_1;wceps12_12mc9_1;...
      wceps12_12md9_1;wceps12_12me9_1;wceps12_12mf9_1;...
      wceps12_12mg9_1;wceps12_12mh9_1;wceps12_12mi9_1;...
      wceps12_12mj9_1;wceps12_12mk9_1;wceps12_12ml9_1;...
      wceps12_12mn9_1;wceps12_12mo9_1];
s91=mean(s9_1);%nine
%*****
% Dynamic Time Wrapping
%zero
[d,A,B]=distance1(s0,s01);
[D0,g]=grad1(d,A,B);
%one
[d,A,B]=distance1(s0,s11);
[D1,g]=grad1(d,A,B);
%two
[d,A,B]=distance1(s0,s21);
[D2,g]=grad1(d,A,B);
%three
[d,A,B]=distance1(s0,s31);
[D3,g]=grad1(d,A,B);
%four
[d,A,B]=distance1(s0,s41);
[D4,g]=grad1(d,A,B);
%five
[d,A,B]=distance1(s0,s51);
[D5,g]=grad1(d,A,B);
%six
[d,A,B]=distance1(s0,s61);
[D6,g]=grad1(d,A,B);
%seven
[d,A,B]=distance1(s0,s71);

```

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

```

[D7,g]=gradl(d,A,B);
%eight
[d,A,B]=distance1(s0,s81);
[D8,g]=gradl(d,A,B);
%nine
[d,A,B]=distance1(s0,s91);
[D9,g]=gradl(d,A,B);
%*****
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
%*****

if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')
elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
    else ('Bye')
end

```


โปรแกรมการสร้างเมนู
Graphic User Interface : GUI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function Recogdemol(action)
% *****
% This function display menu Speech Recognition by
% Graphic User Interface on Matlab v.5.1
% SPEECH RECOGNITION BY STUDENT 4A
% TELECOMMUNICATION ENGINEERING
% FACULTY ENGINEERING
% KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
% *****

global recog filename readwave fs bits ce w2
global numberlength numberwav numberweight p q
global minute second s S

if nargin==0
    action='initialize';
end

if strcmp(action,'initialize')
    a = figure('Color',[0.8 0.8 0.8], ...
        'MenuBar','none', ...
        'Name','SPEECH PROCESSING', ...
        'NumberTitle','off', ...
        'Position',[145 122 560 420], ...
        'Resize','off', ...
        'Tag','Fig1');
    recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
        'Units','points', ...
        'Position',[2.25 2.25 415.5 309.75], ...
        'Style','frame', ...
        'Tag','Frame1');
    recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
        'Units','points', ...
        'BackgroundColor',[0.5 0.5 0.5], ...
        'Position',[302.25 5.25 111.75 301.5], ...
        'Style','frame', ...
        'Tag','Frame2');
    recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
        'Units','points', ...
        'BackgroundColor',[0.752941 0.752941 0.752941],...
        'Position',[10.5 6 284.25 123.75], ...
        'Style','frame', ...
        'Tag','Frame3');
    recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
        'Units','points', ...
        'BackgroundColor',[0.7 0.7 0.7], ...
        'Position',[15 9 132 116.25], ...
        'Style','frame', ...
        'Tag','Frame4');
    recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
        'Units','points', ...
        'BackgroundColor',[0.7 0.7 0.7], ...
        'Position',[156.75 9 132 116.25], ...
        'Style','frame', ...
        'Tag','Frame4');

```

```

recog(1) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Max',5,...
    'Position',[18 13.5 124.5 84.75], ...
    'Style','edit', ...
    'Tag','EditText1'); %edit OPEN

recog(2) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Max',10,...
    'Position',[160.5 13.5 124.5 84.75], ...
    'Style','edit', ...
    'Tag','EditText2'); %edit OUTPUT

recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0.7 0.7 0.7], ...
    'FontSize',10, ...
    'Position',[16.5 105 34.5 12.75], ...
    'String','File...', ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText1');

recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0.7 0.7 0.7], ...
    'FontSize',10, ...
    'Position',[162 104.25 36.75 13.5], ...
    'String','Output...', ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText2');

recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0 0 0], ...
    'Position',[11.25 133.5 282.75 173.25], ...
    'Style','frame', ...
    'Tag','Frame5');

recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0 0 0], ...
    'FontWeight','bold', ...
    'ForegroundColor',[1 0 0], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Position',[17.25 290.25 46.5 10.5], ...
    'String','Open_wave', ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText3');

% The OPEN button
labelstr='OPEN';
recog(3) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Callback','Recogdemol(''OPEN'')',...
    'Units','points', ...
    'FontSize',10, ...
    'FontWeight','bold', ...
    'Position',[22.5 255.75 261 26.25], ...
    'String','OPEN', ...
    'userdata',1,...
    'Tag','Pushbutton1'); %button OPEN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0 0 0], ...
    'FontWeight','bold', ...
    'ForegroundColor',[1 0 0], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Position',[15.75 237.75 46.5 12.75], ...
    'String','Output', ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText4');

% The OUTPUT button
recog(4) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Callback','Recogdemol(''OUTPUT'')',...
    'Units','points', ...
    'FontSize',10, ...
    'FontWeight','bold', ...
    'Position',[21.75 208.5 261 25.5], ...
    'String','OUTPUT', ...
    'userdata',1,...
    'Tag','Pushbutton2'); %button OUTPUT

recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0 0 0], ...
    'FontWeight','bold', ...
    'ForegroundColor',[1 0 0], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Position',[15.75 187.5 41.25 13.5], ...
    'String','Detail', ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText5');

% The DETAIL button
recog(5) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Callback','Recogdemol(''DETAIL'')',...
    'Units','points', ...
    'FontSize',10, ...
    'FontWeight','bold', ...
    'Position',[21.75 162.75 125.25 22.5], ...
    'String','DETAIL', ...
    'Tag','Pushbutton3'); %button DETAIL

recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0 0 0], ...
    'FontWeight','bold', ...
    'ForegroundColor',[1 0 0], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Position',[157.5 188.25 39 11.25], ...
    'String','Plotwave', ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText6');

%The CLEAR button
recog(6) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Callback','Recogdemol(''PLOT'')',...
    'Units','points', ...
    'FontSize',10, ...
    'FontWeight','bold', ...
    'Position',[157.5 162.75 123 22.5], ...
    'String','PLOT', ...
    'Tag','Pushbutton4'); %button PLOT

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

recog1 = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0 0 0], ...
    'FontSize',10, ...
    'FontWeight','bold', ...
    'ForegroundColor',[0 1 0], ...
    'Position',[22.5 138.75 255.75 15.75], ...
    'String','SPEECH RECOGNITION PROGRAM', ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText7');
%The Exit button
recog(7) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Callback','close(gcf)',...
    'Units','points', ...
    'FontSize',10, ...
    'Position',[310.5 19.5 95.25 26.25], ...
    'String','Exit', ...
    'Tag','Pushbutton5'); %button Exit
recog(8) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Callback','Recogdemol(''Sound'')',...
    'Units','points', ...
    'Position',[81.75 103.5 60.75 15.75], ...
    'String','Sound', ...
    'Tag','Pushbutton6'); %button Sound
recog(9) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Max',10, ...
    'Position',[306 171 103.5 129.75], ...
    'Style','edit', ...
    'Tag','EditText3'); %edit Help
recog(10) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Callback','Recogdemol(''Help'')',...
    'Units','points', ...
    'FontSize',8, ...
    'Position',[310.5 52.5 95.25 24.75], ...
    'String','Help', ...
    'Tag','Pushbutton7'); %button Help
recog(11) = uicontrol('Parent',a, ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Units','points', ...
    'Position',[162.75 15.75 118.5 12], ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText8');

set(a,'vis','on')
drawnow
elseif strcmp(action,'OPEN'),
    filename=[];
    [filename pathname]= uigetfile('*.wav');
    if filename ~=0
        filename1=[pathname filename];
        [readwave,fs,bits]=wavread(filename);
        numberwav = length(readwave);
        text=filename1;
        set(recog(1),'string',text );
        set(recog(3),'userdata',1,'enable','off');
        msgbox('"Open wavefile complete."', 'Information');

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else
    msgbox('"Not a invalid input"', 'error');
end
elseif strcmp(action, 'OUTPUT'),

    [D,S,s,w2,numberlength,numberweight,...
     g,e,p,q]=recognize(filename);

    set(recog(4), 'enable', 'off');

    if D==0;
        text= str2mat('The output from recognition -',...
            'test is :....."ZERO...(0)"',...
            '',...
            'THANK YOU..... ');

        set(recog(2), 'string', text);
    elseif D==1;
        text= str2mat('The output from recognition -',...
            'test is :....."ONE...(1)"',...
            '',...
            'THANK YOU..... ');

        set(recog(2), 'string', text);
    elseif D==2;
        text= str2mat('The output from recognition -',...
            'test is :....."TWO...(2)"',...
            '',...
            'THANK YOU..... ');

        set(recog(2), 'string', text);
    elseif D==3;
        text= str2mat('The output from recognition -',...
            'test is :....."THREE...(3)"',...
            '',...
            'THANK YOU..... ');

        set(recog(2), 'string', text);
    elseif D==4;
        text= str2mat('The output from recognition -',...
            'test is :....."FOUR...(4)"',...
            '',...
            'THANK YOU..... ');

        set(recog(2), 'string', text);

    elseif D==5;
        text= str2mat('The output from recognition -',...
            'test is :....."FIVE...(5)"',...
            '',...
            'THANK YOU..... ');

        set(recog(2), 'string', text);

    elseif D==6;
        text= str2mat('The output from recognition -',...
            'test is :....."SIX...(6)"',...
            '',...
            'THANK YOU..... ');

        set(recog(2), 'string', text);
    end
end

```

```

elseif D==7;
    text= str2mat('The output from recognition -',...
        'test is :....."SEVEN... (7)"',...
        ' ',...
        'THANK YOU..... ');
    set(recog(2),'string',text);

elseif D==8;
    text= str2mat('The output from recognition -',...
        'test is :....."EIGHT... (8)"',...
        ' ',...
        'THANK YOU..... ');

    set(recog(2),'string',text);

elseif D==9;
    text= str2mat('The output from recognition -',...
        'test is :....."NINE... (9)"',...
        ' ',...
        'THANK YOU..... ');

    set(recog(2),'string',text);
end
msgbox('"Process Complete"', 'information');

elseif strcmp(action, 'PLOT'),

    figure;
    subplot(311), plot(readwave);
    title('Original signal');
    xlabel('sample');
    ylabel('Amplitude');
    subplot(312), plot(s);
    title('Detection by energy');
    xlabel('sample');
    ylabel('Amplitude');
    subplot(313), plot(S);
    title('Detection by zero-crossing');
    xlabel('sample');
    ylabel('Amplitude');

elseif strcmp(action, 'Sound'),

    if filename ~=0
        if (fs==8000)&(bits==8)
            sound(readwave, fs);
        else
            msgbox('"Not sampling 8K or not 8 bits"', 'error');
        end
    else
        msgbox('"Please Open file .wav"', 'error');
    end

elseif strcmp(action, 'Help'),
    text=str2mat('Help Speech recognition',...
        '(1) Press button Open for- select .wav',...
        '(2) Run program Press- button Output',...
        '(3) Press Sound for listen- to sound',...
        '(4) Press Exit for Exit- Program',...
        '***** Thank you *****');

```

```
set(recog(9),'string',text);

elseif strcmp(action,'DETAIL'),
    detail(filename,fs,bits,numberlength,numberweight,...
        numberwav,p,q);

end
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function detail(filename,fs,bits,numberlength,...
               numberweight,numberwav,p,q)

% *****
% This function for discuss format wavefile( .wav )
% report data about Recognition
% *****

global recog2 filename fs bits w2 numberlength
global numberweight numberwav p q

a = figure('Color',[0.8 0.8 0.8], ...
           'MenuBar','none', ...
           'Name','DETAIL SPEECH', ...
           'NumberTitle','off', ...
           'Position',[96 148 277 373], ...
           'Resize','off', ...
           'Tag','Fig1');
b = uicontrol('Parent',a, ...
             'Units','points', ...
             'BackgroundColor',[0.5 0.5 0.5], ...
             'Position',[124.5 1.5 81.75 273.75], ...
             'Style','frame', ...
             'Tag','Frame1');
b = uicontrol('Parent',a, ...
             'Units','points', ...
             'Callback','close(gcbf)', ...
             'Position',[129 9 73.5 18.75], ...
             'String','Close', ...
             'Tag','Pushbutton1');
b = uicontrol('Parent',a, ...
             'Units','points', ...
             'BackgroundColor',[0.752941 0.752941 0.752941]...
             'Position',[3 0.75 120 273.75], ...
             'Style','frame', ...
             'Tag','Frame2');
recog2(1) = uicontrol('Parent',a, ...
                    'Units','points', ...
                    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
                    'HorizontalAlignment','left', ...
                    'Max',15, ...
                    'Position',[8.25 8.25 109.5 247.5], ...
                    'Style','edit', ...
                    'Tag','EditText1');
recog2(2) = uicontrol('Parent',a, ...
                    'Units','points', ...
                    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
                    'HorizontalAlignment','right', ...
                    'Position',[62.25 243 52.5 10.5], ...
                    'Style','text', ...
                    'Tag','StaticText3');
recog2(3) = uicontrol('Parent',a, ...
                    'Units','points', ...
                    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
                    'HorizontalAlignment','right', ...
                    'Position',[63 231.75 52.5 10.5], ...
                    'Style','text', ...
                    'Tag','StaticText3');

```

```

recog2(4) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','right', ...
    'Position',[63 220.5 52.5 10.5], ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText3');
recog2(5) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','right', ...
    'Position',[62.25 210 53.25 10.5], ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText2'); %wave open
recog2(6) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','right', ...
    'Position',[75.0 199.5 40.5 10.5], ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText2'); %Detect wave
recog2(7) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','right', ...
    'Position',[62.25 189 53.25 10.5], ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText2'); %LPC order
recog2(8) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','right', ...
    'Position',[75.75 178.5 40.5 10.5], ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText2'); %cepstrum order
recog2(9) = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[1 1 1], ...
    'HorizontalAlignment','right', ...
    'Position',[82.5 168.75 33.75 9.75], ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText4'); %coefficient

b = uicontrol('Parent',a, ...
    'Units','points', ...
    'BackgroundColor',[0.752941 0.752941 0.752941],...
    'ForegroundColor',[0.7 0 1], ...
    'HorizontalAlignment','left', ...
    'Position',[9.75 257.25 42.75 11.25], ...
    'String','Detail...', ...
    'Style','text', ...
    'Tag','StaticText1');

text= str2mat('Wave name :',...
    'Sampling rate :',...
    'Bits is :',...
    'Wave open :',...
    'Detection wave :',...
    'LPC order :',...
    'Cepstrum order :',...
    'Coefficient number :');

```

```
set(recog2(1),'string',text);  
set(recog2(2),'string',filename);  
set(recog2(3),'string',fs);  
set(recog2(4),'string',bits);  
set(recog2(5),'string',numberwav);  
set(recog2(6),'string',numberlength);  
set(recog2(7),'string',p);  
set(recog2(8),'string',q);  
set(recog2(9),'string',numberweight);
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function [D,S,s,w2,numberlength,numberweight,g,...
        q,e]=recognize(filename);

%
%when D = dynamic time wraping value
%      S = signal when pass zero_crossing
%      s = signal when pass energy detect
%      w2 = coefficient weight cepstrum
%      g = Gain of signal
%      e = error of signal
%
%set data normsize=4000,p=? q=?
%global S s D w2 g e numberlength numberweight p q

normsize=4000;p=12;q=12;
% *****
[E,a1,b1,ref,s]=detect1(filename); %find energy
[S,z,a2,b2,zmax]=zrocrs1(filename,a1,b1);%find zero crossing
numberlength = length(S);
normS = normalize(S,normsize); %find normalize by interpolation
[lp,ce,w2,g,e]=levin_durbin(normS,p,q); %find coefficient
numberweight = length(w2);
sig=w2;

[s01 s11 s21 s31 s41 s51 s61 s71 s81 s91] = reference;

D = DTW(sig,s01,s11,s21,s31,s41,s51,s61,s71,s81,s91);

```

```

function [s01,s11,s21,s31,s41,s51,s61,s71,...
                                                s81,s91] = reference
%
% This function is reference pattern from zero to nine
% This speech recognition use reference 5 people : 1 word
%

global s01 s11 s21 s31 s41 s51 s61 s71 s81 s91
%*****
load wceps12_12ma0_1;load wceps12_12mb0_1;load wceps12_12mc0_1;
load wceps12_12md0_1;load wceps12_12me0_1;
load wceps12_12ma1_1;load wceps12_12mb1_1;load wceps12_12mc1_1;
load wceps12_12md1_1;load wceps12_12me1_1;
load wceps12_12ma2_1;load wceps12_12mb2_1;load wceps12_12mc2_1;
load wceps12_12md2_1;load wceps12_12me2_1;
load wceps12_12ma3_1;load wceps12_12mb3_1;load wceps12_12mc3_1;
load wceps12_12md3_1;load wceps12_12me3_1;
load wceps12_12ma4_1;load wceps12_12mb4_1;load wceps12_12mc4_1;
load wceps12_12md4_1;load wceps12_12me4_1;
load wceps12_12ma5_1;load wceps12_12mb5_1;load wceps12_12mc5_1;
load wceps12_12md5_1;load wceps12_12me5_1;
load wceps12_12ma6_1;load wceps12_12mb6_1;load wceps12_12mc6_1;
load wceps12_12md6_1;load wceps12_12me6_1;
load wceps12_12ma7_1;load wceps12_12mb7_1;load wceps12_12mc7_1;
load wceps12_12md7_1;load wceps12_12me7_1;
load wceps12_12ma8_1;load wceps12_12mb8_1;load wceps12_12mc8_1;
load wceps12_12md8_1;load wceps12_12me8_1;
load wceps12_12ma9_1;load wceps12_12mb9_1;load wceps12_12mc9_1;
load wceps12_12md9_1;load wceps12_12me9_1;
*****
s0_1=[wceps12_12ma0_1;wceps12_12mb0_1;wceps12_12mc0_1;...
wceps12_12md0_1;wceps12_12me0_1];
s01 = mean(s0_1);
s1_1=[wceps12_12ma1_1;wceps12_12mb1_1;wceps12_12mc1_1;
wceps12_12md1_1;wceps12_12me1_1];
s11 = mean(s1_1);
s2_1=[wceps12_12ma2_1;wceps12_12mb2_1;wceps12_12mc2_1;
wceps12_12md2_1;wceps12_12me2_1];
s21 = mean(s2_1);
s3_1=[wceps12_12ma3_1;wceps12_12mb3_1;wceps12_12mc3_1;
wceps12_12md3_1;wceps12_12me3_1];
s31 = mean(s3_1);
s4_1=[wceps12_12ma4_1;wceps12_12mb4_1;wceps12_12mc4_1;
wceps12_12md4_1;wceps12_12me4_1];
s41 = mean(s4_1);
s5_1=[wceps12_12ma5_1;wceps12_12mb5_1;wceps12_12mc5_1;
wceps12_12md5_1;wceps12_12me5_1];
s51 = mean(s5_1);
s6_1=[wceps12_12ma6_1;wceps12_12mb6_1;wceps12_12mc6_1;
wceps12_12md6_1;wceps12_12me6_1];
s61 = mean(s6_1);
s7_1=[wceps12_12ma7_1;wceps12_12mb7_1;wceps12_12mc7_1;
wceps12_12md7_1;wceps12_12me7_1];
s71 = mean(s7_1);
s8_1=[wceps12_12ma8_1;wceps12_12mb8_1;wceps12_12mc8_1;
wceps12_12md8_1;wceps12_12me8_1];
s81 = mean(s8_1);
s9_1=[wceps12_12ma9_1;wceps12_12mb9_1;wceps12_12mc9_1;
wceps12_12md9_1;wceps12_12me9_1];
s91 = mean(s9_1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function D = DTW(sig,s01,s11,s21,s31,s41,s51,s61,...
                s71,s81,s91);
```

```
%*****
% This function for compare two pattern
% before find distance
% and select least distance for recognition
% detail for input
% sig := test pattern
% s01 - s91 := reference pattern
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s01);           %find distance
[D0,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
```

```
%*****
[d,A,B]=distance1(sig,s11);           %find distance
[D1,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s21);           %find distance
[D2,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s31);           %find distance
[D3,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s41);           %find distance
[D4,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s51);           %find distance
[D5,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s61);           %find distance
[D6,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s71);           %find distance
[D7,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s81);           %find distance
[D8,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
[d,A,B]=distance1(sig,s91);           %find distance
[D9,g1]=grad1(d,A,B);                %find gardian
%*****
```

```
% find minnimum value from dynamic time wrping process
%*****
```

```
value=[D0 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9];
minimum=min(value);
```

```
%*****
%find digit recognition for output display GUI monitor
if (D1==minimum)
    D=D1;D=1;
    disp('one')
elseif (D2==minimum)
    D=D2;D=2;
    disp('Two')
elseif (D3==minimum)
    D=D3;D=3;
    disp('Three')
```

```

elseif (D4==minimum)
    D=D4;D=4;
    disp('Four')
elseif (D5==minimum)
    D=D5;D=5;
    disp('Five')
elseif (D6==minimum)
    D=D6;D=6;
    disp('Six')
elseif (D7==minimum)
    D=D7;D=7;
    disp('Seven')
elseif (D8==minimum)
    D=D8;D=8;
    disp('Eight')
elseif (D9==minimum)
    D=D9;D=9;
    disp('Nine')
elseif (D0==minimum)
    D=D0;D=0;
    disp('Zero')
else ('Bye')
end

```



กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จล่วงได้ด้วยดี ก็ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ที่คอยช่วยทั้งในด้านความรู้ เครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนการให้คำแนะนำ อีกทั้งยังคอยเป็นกำลังใจในการทำโครงการนี้ ซึ่งคงต้องขอกล่าวถึงบุคคลเหล่านี้ คือ

บิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจในการทำโครงการนี้สำเร็จ

ดร. สุทธิชัย นพนาธิพงษ์ และ อาจารย์กฤษณ์ วงรุจิระ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่คอยให้ทั้งคำแนะนำ ให้คำปรึกษา และช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และ คุณสมพงษ์ คล้ายบัณฑิต ที่ให้ยืมคอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานนี้ได้สำเร็จ

และขอขอบคุณบุคคลอื่น ๆ อีกหลาย ๆ ท่าน ที่ไม่สามารถกล่าว ณ. ที่นี้ได้หมด และรวมถึงเพื่อน ๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือในด้านอื่น ๆ

คณะผู้จัดทำ

2 เมษายน 2542

หนังสืออ้างอิง

- [1]. Lawrence Rabiner and Bing-Hwang Juang , “Fundamental of Speech Recognition” , New Jersey : Prentice Hall , 1993.
- [2].John R. Deller , John G. Proakis and John H.L. Hansen , “Discrete Time Processing of Speech Signals” , New York : Macmillan , 1993.
- [3].Thomas W. Parsons , “Voice and Speech Processing” , McGraw-Hill Book Company , 1987.
- [4].Patrick Mills and John Bowles , “Fuzzy Logic Enhanced Symmetric Dynamic Programming for Speech Recognition” , IEEE International Conference on Fuzzy Systems , New Orleans , LA , September 1996.
- [5]. Cory Myers , L.R. Rabiner , Aaron E. Rosenberg , “Performance Tradeoffs in DTW Algorithms for Isolated Word Recognition” ,IEEE Transaction on Acoustics Speech and Signal Processing , Vol.ASSP-28,No.6,December 1980,P 623-635.
- [6].Lori F. Lamel, “ An Improved Endpoint Detection for Isolated Word Recognition “ , IEEE Transaction on Acoustics Speech and Signal Processing, Vol.ASSP-29,No.4,August 1981, P 777-785.
- [7].Yiu-Kei Lua and Chok-ki Chan , “Speech Recognition Based on Zero Crossing Rate and Energy” , IEEE Transaction on Acoustics Speech and Signal Processing,Vol.ASSP-33,No.1,February 1985, P 320-323.