บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

หลังจากที่ได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ แล้ว ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย โดยได้กำหนดวิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย การคัดเลือกผู้บอกภาษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล และการนำเสนอผลการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 การสร้างรายการคำทดสอบ

รายการคำทดสอบที่ใช้ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาจากการปรากฏของเสียงวรรณยุกต์ตามลักษณะพยางค์แยกได้ 2 ประเภท คือ วรรณยุกต์ที่ปรากฏในพยางค์ไม่กักจำนวน 6 หน่วยเสียง และวรรณยุกต์ที่ปรากฏในพยางค์กัก 2 หน่วยเสียง (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) โดยผู้วิจัยได้นำรายการคำทดสอบทั้งหมดมาจากพจนานุกรมภาษาเวียดนาม-อังกฤษ 2 เล่ม นอกจากนั้นยังได้กำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกรายการคำทดสอบดังต่อไปนี้

1) คำทดสอบที่สร้างขึ้นนี้จะไม่คำนึงถึงสัทลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความก้อง (Voicing) และลักษณะของการเปล่งเสียง (Manner of articulation) ของเสียงพยัญชนะต้น คุณสมบัติ (Quality) และความสั้นยาว (Length) ของเสียงสระ ตลอดจนลักษณะของการเปล่งเสียงของพยัญชนะท้าย เนื่องจากการกำหนดปริบททางเสียงดังกล่าวจะทำให้ไม่สามารถคัดเลือกรายการคำทดสอบได้ครบตามจำนวนที่ต้องการ

2) คำทดสอบที่สร้างขึ้นเป็นคำศัพท์ภาษาเวียดนามถิ่นเหนือเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาเฉพาะลักษณะทางกลสัทศาสตร์ของเสียงวรรณยุกต์ในภาษาเวียดนามถิ่นเหนือ ซึ่งในพจนานุกรมดังกล่าวจะรวบรวมคำศัพท์ภาษาเวียดนามไว้ทุกถิ่น แต่จากการศึกษาภาษาเวียดนามผู้วิจัยพบว่ามีการใช้คำศัพท์ที่แตกต่างกันจำนวนหนึ่งในแต่ละถิ่น ระหว่างคำศัพท์ภาษาเวียดนามถิ่นเหนือและภาษาเวียดนามถิ่นใต้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ภาษาเวียดนามถิ่นเหนือ	ภาษาเวียดนามถิ่นใต้	ความหมาย
bát	tô	"ชาม"
bố, mẹ	ba, má	"พ่อ,แม่"
bút chì	viết chì	"ดินสอ"
cốc	ly	"แก้ว"
dưa chuột	dưa leo	"แตงกวา"
lợn	heo	"หมู"
na	mãng cầu	"น้อยหน่า"
ngô	bắp	"ข้าวโพด"
sắn	khoai mì	"มันสำปะหลัง"
thìa	muỗng	"ช้อน"

เมื่อคัดเลือกรายการคำทดสอบได้ทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยได้นำไปตรวจสอบเพื่อความถูกต้องกับผู้บอกภาษาเวียดนามถิ่นเหนืออีกครั้งหนึ่ง ทำให้ได้ชุดคำทดสอบจากเกณฑ์ดังกล่าวจำนวน 240 คำ แบ่งเป็น 3 ชุด ดังนี้

ก. รายการคำทดสอบซึ่งเป็นคำพยางค์เดียวเมื่อได้รับการลงเสียงหนัก จำนวน 80 คำ* (หน่วยวรรณยุกต์ละ 10 คำในกรณีของวรรณยุกต์ที่ 1-4 และหน่วยเสียงย่อยละ 10 คำ ในกรณีของวรรณยุกต์ที่ 5-6) ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างรายการคำสอบของวรรณยุกต์ที่ 1

xe	"รถยนต์"
con	"ลูก"
hoa	"ดอกไม้"
thư	"จดหมาย"
tôm	"กุ้ง"
dân	"ประชาชน"

---

*ดูละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายการคำทดสอบที่ภาคผนวก ก, หน้า 163.

rau	"ผัก"
mưa	"ฝน"
cua	"ปู"
ngô	"ข้าวโพด"

ข. รายการคำทดสอบซึ่งเป็นคำประสม 2 พยางค์จำนวน 80 คำ โดยมีพยางค์ในชุดคำ ก ปรากฏเป็นพยางค์ที่สองและได้รับการลงเสียงหนัก ตัวอย่างเช่น

bánh *xe*	"ล้อรถยนต์"
bà *con*	"ญาติ"
phóa *hoa*	"ดอกไม้ไฟ"
hộp *thư*	"ตู้จดหมาย"
thịt *tôm*	"เนื้อกุ้ง"
nông *dân*	"ชาวนา"
vườn *rua*	"สวนผัก"
mùa *mưa*	"ฤดูฝน"
càng *cua*	"ก้ามปู"
lõi *ngô*	"ซังข้าวโพด"

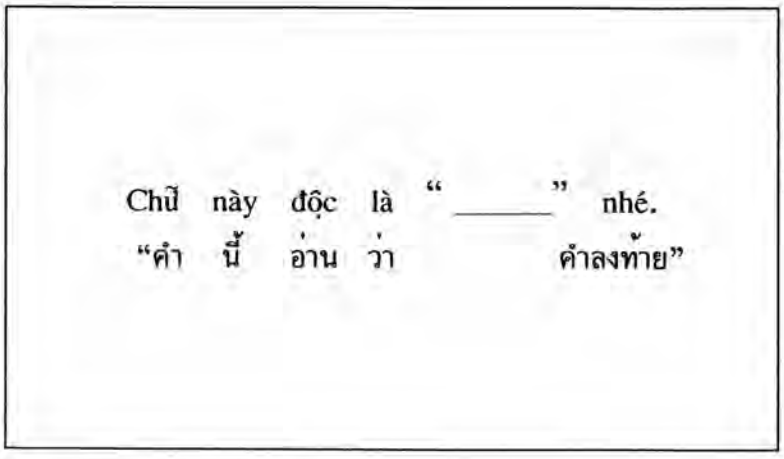
ค. รายการคำทดสอบซึ่งเป็นคำประสม 2 พยางค์จำนวน 80 คำ โดยมีพยางค์ในชุดคำ ก ปรากฏเป็นพยางค์แรกและไม่ได้รับการลงเสียงหนัก ตัวอย่างเช่น

xe đạp	"รถจักรยาน"
con trai	"ลูกชาย"
hoa hồng	"ดอกกุหลาบ"
thư mời	"จดหมายเชิญ"
tôm hùm	"กุ้งมังกร"

dân ca	"เพลงพื้นบ้าน"
rua muống	"ผักบุ้ง"
mửa đá	"ลูกเห็บ"
cua biển	"ปูทะเล"
ngô rang	"ข้าวโพดคั่ว"

จากนั้นผู้วิจัยได้นำรายการคำทดสอบที่ได้คัดเลือกเอาไว้แล้วในชุด ก, ข และ ค มาเขียนคำแต่ละคำลงในบัตรรายการที่มีลักษณะเป็นกระดาษแข็งมีขนาดกว้าง x ยาวเท่ากับ 3 x 5 นิ้ว นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้กำหนดให้รายคำทดสอบดังกล่าวปรากฏอยู่ในกรอบประโยคทดสอบ (Sentence frame) ที่ได้สร้างขึ้น (ดูภาพที่ 10) สาเหตุที่ผู้วิจัยเลือกใช้กรอบประโยคในการเก็บข้อมูลแทนการเก็บข้อมูลแบบคำพูดคำเดียว (Citation form) ก็เนื่องมาจากว่า วิธีการนี้มีข้อดีคือ สามารถควบคุมคำทดสอบที่จะศึกษาให้ปรากฏในตำแหน่งของปริบทการลงเสียงหนักเบาที่ต้องการได้ นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการแปรของเสียงวรรณยุกต์ในคำทดสอบบางปัจจัยได้ ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่คำทดสอบนั้นปรากฏอยู่หน้าการหยุด (Pause) ผู้บอกภาษาบางคนอาจออกเสียงยาวขึ้นทำให้มีผลต่อการศึกษาเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ที่ปรากฏในพยางค์เสียงหนักและพยางค์เสียงเบา

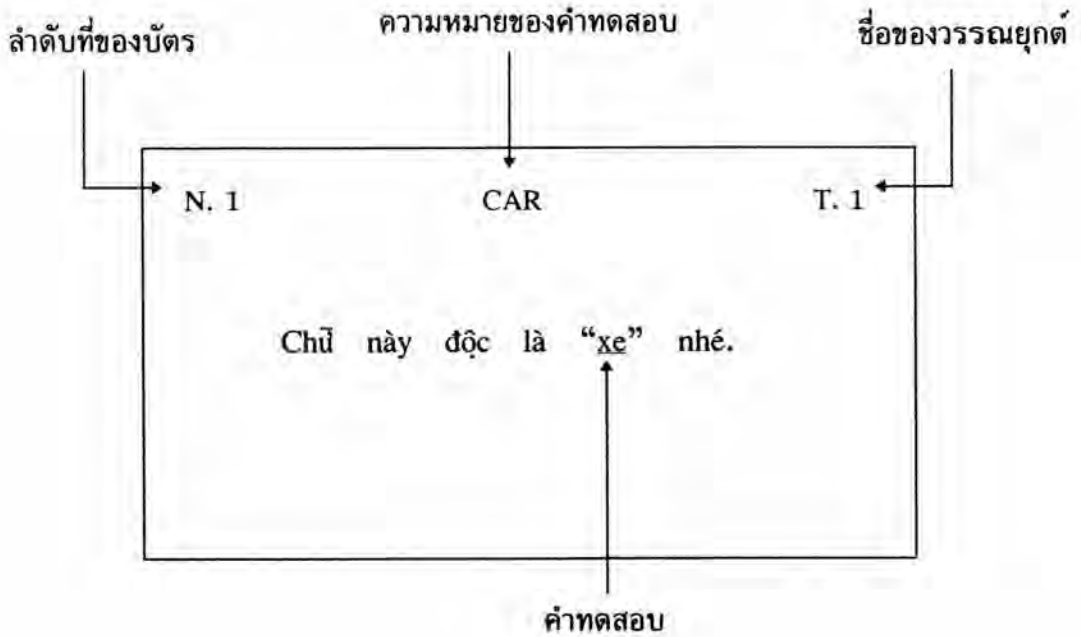
ภาพที่ 10 ตัวอย่างกรอบประโยคที่ใช้ทดสอบซึ่งปรากฏในบัตรคำ



3.1.2 การจัดเก็บบัตรคำทดสอบ

เนื่องจากจะต้องนำบัตรคำทดสอบสำหรับแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์มาสลับคละกัน เพื่อให้ผู้บอกภาษาอ่านโดยจัดลำดับตามที่เลือกแบบสุ่มมาได้ (Random) ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นในการจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบ ทั้งนี้นอกจากจะทำให้ผู้วิจัยทราบว่าคำทดสอบนั้น ๆ เป็นวรรณยุกต์อะไร อยู่ในลำดับที่เท่าไหร่แล้ว ยังอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยในกรณีที่ต้องจัดเก็บข้อมูลใหม่ โดยในบัตรแต่ละใบจะมีส่วนประกอบดังนี้ ลำดับที่ของบัตรคำจะอยู่ทางมุมซ้ายบน ส่วนมุมขวาบนจะเป็นชื่อของวรรณยุกต์ ตัวอย่างเช่น T.1 หมายถึง วรรณยุกต์กลางระดับ เป็นต้น ความหมายของคำทดสอบจะอยู่ด้านบนตรงกลางระหว่างลำดับที่ของบัตรคำกับชื่อของวรรณยุกต์ กรอบประโยคซึ่งมีคำทดสอบ (คำที่ขีดเส้นใต้) ปรากฏจะอยู่กลางบัตร (ดูตัวอย่างในภาพที่ 11)

ภาพที่ 11 ตัวอย่างบัตรคำทดสอบ



3.2 การคัดเลือกผู้บอกภาษา

เนื่องจากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยไม่ได้เดินทางไปเก็บข้อมูล ณ ประเทศเวียดนามดังได้กล่าวมาแล้วในขอบเขตของการวิจัยข้างต้น ดังนั้นเพื่อควบคุมมิให้ปัจจัยต่าง ๆ อันได้แก่ เพศ

อายุ และระดับการศึกษามามีอิทธิพลต่อการแปรของเสียงวรรณยุกต์ ผู้วิจัยจึงได้กำหนดคุณสมบัติบางประการของผู้บอกภาษาไว้ดังนี้

-เป็นผู้พูดภาษาเวียดนามถิ่นเหนือ (ถิ่นฮานอย) ในชีวิตประจำวัน* โดยสามารถผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจสอบว่าพูดภาษาเวียดนามถิ่นเหนือจริงหรือไม่ ผู้วิจัยจะเตรียมภาพสำหรับทดสอบเพื่อคัดเลือกผู้บอกภาษาซึ่งพูดภาษาเวียดนามถิ่นเหนือจำนวน 6 คำ ชี้ภาพแล้วถามผู้บอกภาษาว่า Cái này gọi là gì? "สิ่งนี้เรียกว่าอะไร?" ให้ผู้บอกภาษาตอบคำถามจากภาพทดสอบต่าง ๆ อย่างเป็นธรรมชาติที่สุด ดังนี้

voi	[vɔi^{33}]	"ช้าง"
vàng	[va:ŋ^{21}]	"ทองคำ,สีทอง"
vải	[vai^{312}]	"ผ้า"
võng	[vɔŋ$^{4\sim5}$]	"เปลญวน"
vái	[vai^{45}]	"กระโปรง"
vịt	[vit$^{21\sim}$]	"เป็ด"

เหตุที่ผู้วิจัยต้องกำหนดให้ผู้บอกภาษาตอบคำถามจากภาพสำหรับทดสอบดังกล่าวทั้งนี้เพราะเมืองฮานอยในปัจจุบันจัดว่าเป็นเมืองใหม่ มีชาวเวียดนามถิ่นต่าง ๆ อพยพเข้ามาอยู่อาศัยหรือเข้ามาค้าขายเป็นจำนวนมาก เมื่อผู้วิจัยไปสัมภาษณ์ผู้บอกภาษาเหล่านั้นว่า "มาจากเมืองไหน" ก็อาจจะได้รับคำตอบว่า "มาจากฮานอย" ก็ได้ ดังนั้นจากการที่ผู้วิจัยมีโอกาสได้พูดคุยกับชาวเวียดนามทั้งที่มาจากถิ่นเหนือและถิ่นใต้ ผู้วิจัยพบว่ามีเสียงของคำศัพท์ซึ่งชาวเวียดนามทั้ง 2 ถิ่นออกเสียงต่างกันอย่างชัดเจน จนสามารถใช้เป็นเกณฑ์จำแนกภาษาเวียดนามทั้ง 2 ถิ่นออกจากกันได้ ดังคำอธิบายของ Friberg (1972 : 25) ตัวอย่างเช่น คำว่า /và/ "และ" ชาวเวียดนามถิ่นเหนือจะออกเสียงเป็น [và] ในขณะที่ชาวเวียดนามถิ่นใต้จะออกเสียงเป็น [jà] หรือ [v^{j}à]/[b^{j}à] ซึ่งพยัญชนะจะเป็นเสียงกึ่งสระ/เสียงเปิด [j] หรือเสียงริมฝีปากที่มีการยกลิ้นส่วนหน้าสู่เพดานแข็งเป็นลักษณะเสริม (Palatalized labial)

---

*แม้ว่าผู้บอกภาษาจะมาศึกษาอยู่ที่สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียซึ่งใช้ภาษาอังกฤษในการเรียนการสอน แต่ผู้บอกภาษาก็ยังสามารถใช้ภาษาเวียดนามสื่อสารในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากที่สถาบันแห่งนี้มีชาวเวียดนามมาศึกษาอยู่ประมาณ 200 กว่าคน และมีการจัดตั้งคณะนักศึกษาชาวเวียดนาม ซึ่งจะจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้นักศึกษาได้มาพบปะสังสรรค์กันอยู่เสมอ

-เกิด เติบโต และอาศัยอยู่ในเมืองฮานอยนานกว่า 15 ปี

-เป็นเพศชาย และมีอายุระหว่าง 24-35 ปี

-มีอวัยวะที่ใช้ในการออกเสียงปกติ ไม่มีความบกพร่องในด้านการพูดและการฟัง

-เป็นผู้สำเร็จหรือกำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโทขึ้นไป

สำหรับผู้บอกภาษาที่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น และผู้วิจัยเลือกไว้เป็นผู้บอกภาษามีทั้งหมด 10 คน อายุเฉลี่ย 28 ปี และมีการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.3.1 การเตรียมอุปกรณ์ในการบันทึกเสียง ได้แก่

-เครื่องบันทึกเสียง SONY รุ่น TCM 5000 EV

-ไมโครโฟน SONY รุ่น ECM-220T

-แถบบันทึกเสียง SONY รุ่น HF 61 จำนวน 8 ม้วน

-บัตรรายการคำทดสอบจำนวน 240 ใบ

3.3.2 การดำเนินการก่อนเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) ยื่นหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัยให้แก่ Vice President for Academic Affairs เพื่อขออนุญาตเข้าไปเก็บข้อมูลภาคสนามในสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

2) ติดต่อขอความช่วยเหลือจากประธานนักศึกษาเวียดนาม ซึ่งได้ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี โดยให้รายชื่อของนักศึกษาชาวเวียดนามในแต่ละชั้นปี ตลอดจนแนะนำว่าผู้บอกภาษาคนใดน่าจะมาจากภาคเหนือ

3) ติดต่อผู้บอกภาษาตามที่อยู่ในรายชื่อดังกล่าวเพื่อขอความร่วมมือในการวิจัย รวมทั้งสัมภาษณ์ประวัติเพื่อให้ได้ผู้บอกภาษาตรงตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยจะใช้ภาษาเวียดนามในการสัมภาษณ์เพื่อสร้างความคุ้นเคยเป็นกันเองกับผู้บอกภาษา นอกจากนั้นผู้วิจัยยังสามารถที่จะสังเกตได้ด้วยว่าผู้บอกภาษาคนนั้นเป็นชาวเวียดนามถิ่นใด

3.3.3 การบันทึกข้อมูล มีขั้นตอนดังนี้

1) เตรียมสถานที่ซึ่งปราศจากเสียงรบกวนในการบันทึกเสียง

2) เตรียมบัตรรายการคำทดสอบที่นำมาคละกันแล้วให้ผู้บอกภาษาได้ทดลองอ่านเป็นบางส่วนก่อนการบันทึกเสียงจริง โดยขอให้ผู้บอกภาษาอ่านด้วยอัตราเร็วปานกลางมีความดังสม่ำเสมอ และเว้นระยะห่างระหว่างประโยคพอสมควร

3) ให้ผู้บอกภาษาสุ่มเลือกบัตรรายการคำทดสอบที่ละใบและให้อ่านบัตรละ 1 ครั้ง

4) บันทึกเสียงรายการคำทดสอบทั้งหมด 2,400 คำทดสอบ (3 ปริบท x 10 คำ x 8 เสียงวรรณยุกต์ x 10 คน) โดยในแต่ละวรรณยุกต์จะมีคำทดสอบซึ่งปรากฏภายในปริบททางเสียง 3 ปริบท คือ พยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว, พยางค์เสียงหนัก พยางค์หลังของคำสองพยางค์ และพยางค์เสียงเบา พยางค์หน้าของคำสองพยางค์ จำนวนปริบทละ 10 รายการคำ โดยผู้บอกภาษาแต่ละคนจำนวน 10 คน จะต้องออกเสียงวรรณยุกต์ทั้งหมด 8 เสียง (6 เสียงในพยางค์ไม่กักและพยางค์กัก 2 เสียง) ดังนั้นจะได้รายการคำทดสอบที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวน 2,400 คำทดสอบ (Test tokens) ซึ่งผู้วิจัยใช้เวลาบันทึกเสียงประมาณคนละ 1 ชั่วโมง

5) ตรวจสอบรายการคำทดสอบที่บันทึกไว้ด้วยการฟัง หากพบข้อผิดพลาดในคำใด ผู้วิจัยจะทำการบันทึกเสียงคำนั้นใหม่อีกครั้งโดยใช้วิธีการเดิม

3.4 การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล

การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูป ดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์คลื่นเสียงกระทำบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น Pentium 150 MHz. และการ์ดเสียง (Sound Blaster) รุ่น Sound 95 Mixer Panel 2.0 ของบริษัท Inforsound Systems Corp. สำหรับรับสัญญาณเสียงจากภายนอกเข้าสู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์

2) โปรแกรมวิเคราะห์คลื่นเสียงที่ใช้คือ WinCECIL [Computerized Extraction of Components of Intonation in Language for Windows V.2.1(Beta 1)] ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นโดย Summer Institute of Linguistics, Inc. ในปี ค.ศ. 1994

3) โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนแสดงการประมวลผลข้อมูลในรูปกราฟเส้นและกราฟแท่งที่ใช้คือ Microsoft Excel Version 0.5a และ SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Sciences for Windows)

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางกลสัทศาสตร์ มีขั้นต่าง ๆ ดังนี้

<u>การบันทึกข้อมูลลงบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์</u> ผู้วิจัยได้บันทึกข้อมูลเสียงของผู้บอกภาษาแต่ละคนจากเทปบันทึกเสียงลงบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยมีวิธีการดังนี้

1) กำหนดให้โปรแกรมดังกล่าวแสดงผลการวิเคราะห์คลื่นเสียงเป็น 2 ภาพ (Screen) กล่าวคือ ภาพแสดงคลื่นเสียงและภาพแสดงค่าความถี่มูลฐานของกรอบประโยคทดสอบ (ดูภาพที่ 12 ประกอบ)

2) กำหนดค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของค่าความถี่มูลฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ 80-250 เฮิร์ตซ์ (Hz.)

3) ส่งสัญญาณเสียงจากแถบบันทึกเสียงเข้าโปรแกรมวิเคราะห์คลื่นเสียงเพื่อแปลงเป็นสัญญาณภาพ จากนั้นจึงเลือกคำสั่งบันทึกข้อมูล (Record Utterance) เพื่อเตรียมบันทึกข้อมูล พร้อมกับตรวจสอบและปรับความดังของข้อมูลให้เหมาะสมในการวิเคราะห์

4) บันทึกเสียงทีละประโยค จนครบทุกกรอบประโยคทดสอบของผู้บอกภาษาแต่ละคน

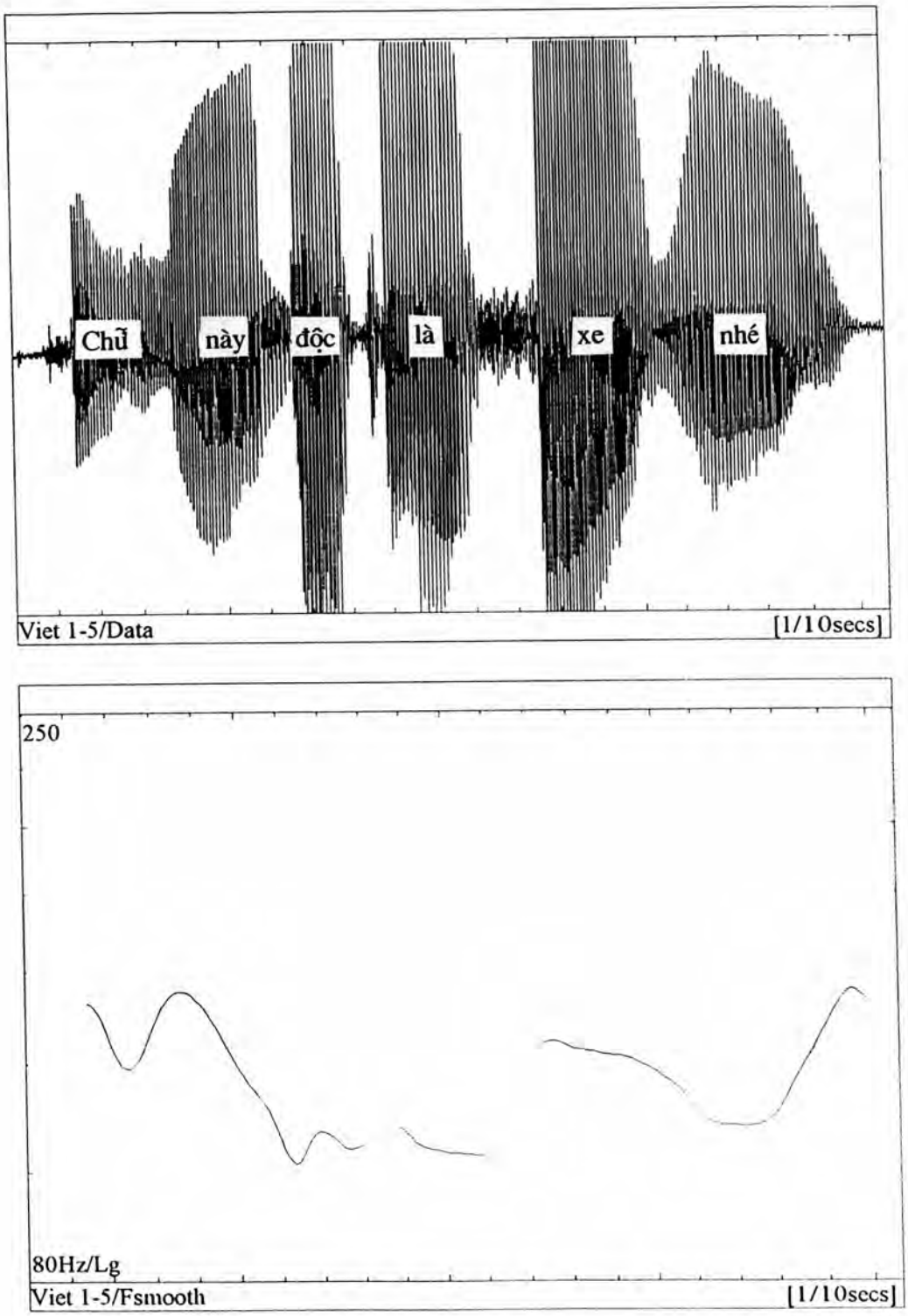
5) ทำการตัดแยก (Segmentation) และขยายภาพคลื่นเสียงของกรอบประโยคทดสอบแต่ละประโยคให้เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นคำทดสอบที่ใช้ในการวิจัย เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการวัดค่าทางกลสัทศาสตร์ต่อไป

<u>การวัดค่าทางกลสัทศาสตร์</u> แบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1) การวัดค่าระยะเวลา วัดจากการกำหนดจุดเริ่มของเสียงก้อง คือเป็นจุดเริ่มต้นของเสียงสระจนถึงจุดสิ้นสุดของเสียงสระหรือพยัญชนะท้ายเสียงก้อง โดยพิจารณาจากภาพแสดงลักษณะของคลื่นเสียง ประกอบกับการวิเคราะห์ทางโสตสัทศาสตร์ช่วยในการตัดสินใจ จากนั้นผู้วิจัยจะทำเครื่องหมาย I และ L ไว้เหนือตำแหน่งดังกล่าว (ดูภาพที่ 13 ประกอบ) เพื่อแสดงตำแหน่งของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของค่าระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ตามลำดับ แล้วจึงอ่านค่าระยะเวลาของพยางค์ที่ปรากฏอยู่บนจอภาพส่วนล่าง พร้อมทั้งจดบันทึกค่าระยะเวลาที่ได้ลงในตารางบันทึกผลการวิเคราะห์ เพื่อนำมาคำนวณทางสถิติและนำมาศึกษาเปรียบเทียบค่าระยะเวลาของพยางค์เสียงหนักและพยางค์เสียงเบาต่อไป ซึ่งค่าระยะเวลาที่วัดได้จะมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที (ms)

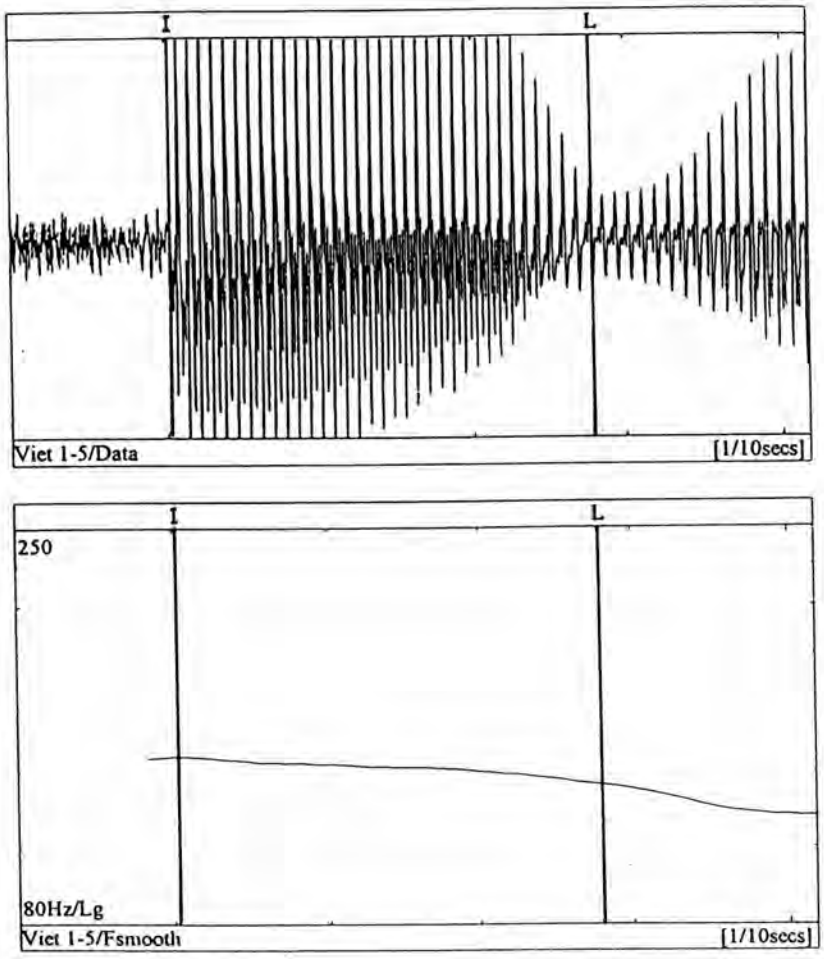
2) การวัดค่าความถี่มูลฐาน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการวัดค่าความถี่มูลฐานจากค่าระยะเวลาจริง (Obsolute time) ประกอบกับการพิจารณาจากรูปของวรรณยุกต์ในแต่ละวรรณยุกต์ ทั้งนี้เนื่องมาจากในช่วงระยะเวลาของการปรากฏลักษณะน้ำเสียงในบางหน่วยเสียงวรรณยุกต์ โปรแกรมวิเคราะห์คลื่นเสียงดังกล่าวมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถประมวลผลเส้นแสดงค่าความถี่มูลฐานได้ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยต้องวัดตามลักษณะการปรากฏของเส้นแสดงค่าความถี่มูลฐานในแต่ละวรรณยุกต์ ซึ่งค่าความถี่มูลฐานที่ได้จะมีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz) ดังรายละเอียดแล้วของการวัดต่อไปนี้

ภาพที่ 12 ภาพคลื่นเสียง (บน) และภาพเส้นแสดงความถี่มูลฐาน (ล่าง)
ของกรอบประโยคทดสอบ “Chữ này đọc là xe nhé.”



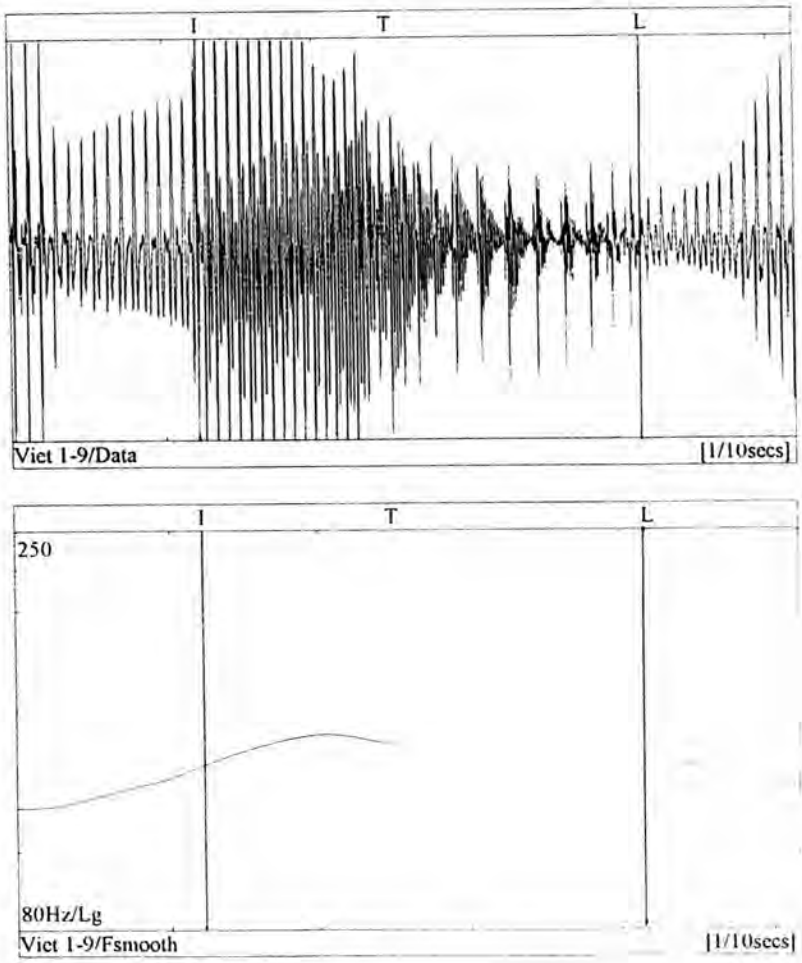
ก. หน่วยเสียงวรรณยุกต์ที่เป็นเสียงก้องธรรมดา วัดโดยหลังจากที่ได้วัดค่าระยะเวลาของพยางค์ทั้งหมดแล้ว ผู้วิจัยจะเลื่อนเส้นแสดงตำแหน่ง (Cursor) จุดสิ้นสุดตรงตำแหน่ง L มาทับตรงเส้นแสดงตำแหน่งจุดเริ่มต้นตรงตำแหน่ง I แล้วทำการวัดค่าความถี่มูลฐาน โดยกำหนดให้ระยะเวลาที่เส้นแสดงตำแหน่งจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดทับกันสนิทตรงตำแหน่ง I เป็นจุดเริ่มต้นของค่าระยะเวลาที่ 0 มิลลิวินาที จากนั้นค่อย ๆ เลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดซึ่งได้เลื่อนมาตรงตำแหน่ง I มาทางด้านขวาเพื่ออ่านค่าความถี่มูลฐานทุก ๆ ค่าระยะเวลาที่ 50 มิลลิวินาที จนถึงค่าระยะเวลาสุดท้ายตรงตำแหน่ง L ในแต่ละพยางค์ (ดูภาพที่ 13 ประกอบ)

ภาพที่ 13 แสดงวิธีการวัดค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่เป็นเสียงก้องธรรมดา ในคำทดสอบ “xe”



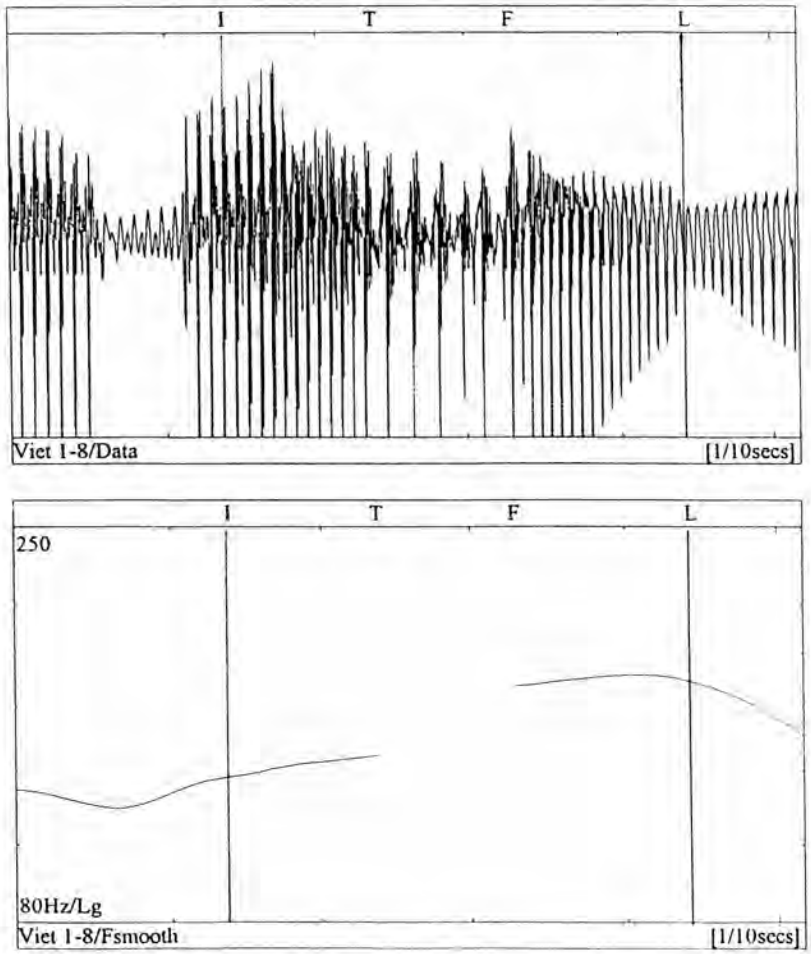
ข. หน่วยเสียงวรรณยุกต์ที่มีลักษณะน้ำเสียงปรากฏในตอนท้าย ผู้วิจัยได้ทำการวัดค่าความถี่มูลฐานเช่นเดียวกับวิธีในข้อ ก. โดยหลังจากที่ได้เลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดตรงตำแหน่ง L มาทับตรงเส้นแสดงตำแหน่งจุดเริ่มต้นตรงตำแหน่ง I แล้ว จากนั้นค่อย ๆ เลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดมาทางขวาเพื่ออ่านค่าความถี่มูลฐานทุก ๆ ค่าระยะเวลาที่ 50 มิลลิวินาที จนถึงค่าระยะเวลาซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของลักษณะน้ำเสียงตรงตำแหน่ง T พร้อมกับเลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดเริ่มต้นมายังตำแหน่ง T และเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดมายังตำแหน่ง L เพื่อวัดค่าระยะเวลาของลักษณะน้ำเสียงซึ่งปรากฏในตอนท้าย (ดูภาพที่ 14 ประกอบ)

ภาพที่ 14 แสดงวิธีการวัดค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่มีลักษณะน้ำเสียงปรากฏในตอนท้ายในคำทดสอบ “lo̤n”



ค. หน่วยเสียงวรรณยุกต์ที่มีลักษณะน้ำเสียงปรากฏในตอนกลาง ผู้วิจัยได้แยกวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานเป็น 2 ช่วง คือ ในช่วงแรกหลังจากที่ได้เลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดตรงตำแหน่ง L มาทับตรงเส้นแสดงตำแหน่งจุดเริ่มต้นตรงตำแหน่ง I แล้วเลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดมาทางขวาเพื่อวัดค่าความถี่มูลฐานทุก ๆ ค่าระยะเวลาที่ 50 มิลลิวินาที จนถึงค่าระยะเวลาซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของลักษณะน้ำเสียงตรงตำแหน่ง T จากนั้นผู้วิจัยจะเลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดมายังค่าระยะเวลาสุดท้ายของลักษณะน้ำเสียงตรงตำแหน่ง F แล้วกำหนดให้ค่าระยะเวลาดังกล่าวเป็นจุดเริ่มต้นในการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานในช่วงที่ 2 โดยเลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดเพื่ออ่านค่าความถี่มูลฐานทุก ๆ ค่าระยะเวลาที่ 50 มิลลิวินาที จนถึงค่าระยะเวลาสุดท้ายของพยางค์ตรงตำแหน่ง L รวมทั้งเลื่อนเส้นแสดงตำแหน่งจุดเริ่มต้นมายังตำแหน่ง T และเส้นแสดงตำแหน่งจุดสิ้นสุดมายังตำแหน่ง F เพื่อวิเคราะห์ค่าระยะเวลาของลักษณะน้ำเสียงในตอนกลาง (ดูภาพที่ 15 ประกอบ)

ภาพที่ 15 แสดงวิธีการวัดค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่มีลักษณะน้ำเสียงปรากฏในตอนกลางในคำทดสอบ “bão”



3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ทางกลสัทศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดิบที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งในการวิจัยนี้ได้ใช้สถิติ 2 ประเภทเพื่อคำนวณ คือ

1) สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ซึ่งได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard diviation) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่ากลาง (Medial) ค่าต่ำสุด (Minimum) และพิสัย(Range) ของค่าความถี่มูลฐานและค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้มาบันทึกลงในโปรแกรม Microsoft Excel Version 0.5a จำแนกตามปริบทของการลงเสียงหนักเบาในแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์ ทำให้ผู้วิจัยจะต้องจัดทำตารางสำหรับการวิเคราะห์ผลทางสถิติแยกออกเป็น 6 ชุดด้วยกัน (ดูตัวอย่างตารางที่ 6 ประกอบ) ดังต่อไปนี้

1. ตารางสำหรับแสดงผลการบันทึกรายการคำทดสอบแต่ละคำของผู้บอกภาษาแต่ละคนในปริบทพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว
2. ตารางสำหรับแสดงผลการบันทึกรายการคำทดสอบแต่ละคำของผู้บอกภาษาแต่ละคนในปริบทพยางค์เสียงหนัก พยางค์หลังของคำสองพยางค์
3. ตารางสำหรับแสดงผลการบันทึกรายการคำทดสอบแต่ละคำของผู้บอกภาษาแต่ละคนในปริบทพยางค์เสียงเบา พยางค์หน้าของคำสองพยางค์
4. ตารางสำหรับแสดงผลการบันทึกรายการคำทดสอบแต่ละคำของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คนในปริบทพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว
5. ตารางสำหรับแสดงผลการบันทึกรายการคำทดสอบแต่ละคำของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คนในปริบทพยางค์เสียงหนัก พยางค์หลังของคำสองพยางค์
6. ตารางสำหรับแสดงผลการบันทึกรายการคำทดสอบแต่ละคำของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คนในปริบทพยางค์เสียงเบา พยางค์หน้าของสองพยางค์

ตารางที่ 6 ตัวอย่างตารางแสดงผลการบันทึกรายการคำทดสอบแต่ละคำของวรรณยุกต์ที่ 1 ในปริบทพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว

คำทดสอบ	ค่าระยะเวลา (ms)									
	0	50	100	150	200	250	300	350	ค่าระยะเวลาสุดท้าย	
	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)									
1) xe	123.7	128.5	127.8	126.8	125.1	123.7			120.4*	273**
2) con	124.0	123.7	124.1	127.0	125.8	121.6	118.9		117.8	332
3) hoa	125.8	128.4	130.2	129.6	127.4	126.6	126.0		126.0	313
4) thư	138.8	137.2	135.2	132.4	129.8	126.7	126.0		126.8	338
5) tôm	128.2	131.9	131.1	128.7	128.6	128.2	126.0		125.4	343
6) dân	130.0	133.6	135.4	134.6	132.6	129.8	128.4		128.2	319
7) rau	130.4	130.0	131.2	131.7	130.0	128.4	128.0	126.0	125.8	354
8) mưa	128.2	129.8	131.2	131.8	130.8	128.1	126.6	126.4	126.4	364
9) cua	134.0	132.1	131.3	132.4	130.6	127.2	125.6		126.1	339
10) ngô	127.4	129.4	130.4	130.0	129.7	128.3	127.0	126.9	126.9	354
mean	129.05	130.48	130.79	130.5	129.08	126.7	125.83	126.43	124.96	332.9
SD	4.37	3.38	3.09	2.39	2.18	2.58	2.61	2.41	3.07	24.9

* หมายถึง ค่าความถี่มูลฐาน

** หมายถึง ค่าระยะเวลาสุดท้าย

2) สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics) ใช้สำหรับการทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing) เพื่อเป็นการหาคำตอบให้กับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ซึ่งได้แก่ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำแนกทางเดียว (One-way analysis of variance) เพื่อหาความแตกต่างระหว่างกลุ่ม และใช้วิธี Fisher's LSD (Least significant difference)* เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่ โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม SPSS for Windows ในการทดสอบทางสถิติเพื่อดูว่าความแตกต่างของค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ซึ่งปรากฏในพยางค์เสียงหนักและพยางค์เสียงเบานั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ดูว่ากลุ่มของค่าระยะเวลาคู่ใดจะมีนัยสำคัญทางสถิติอีกด้วย

---

* ดูรายละเอียดการคำนวณทางสถิติโดยวิธี Fisher's LSD ในภาคผนวก จ, หน้า 200.

3.4.4 การประมวลผลข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะได้กล่าวถึงการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยผู้วิจัยได้นำค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยและค่าระยะเวลาเฉลี่ยมาแสดงผลในรูปกราฟเส้นและกราฟแท่ง ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

ก. <u>กราฟเส้นแสดงภาพรูปลักษณ์เชิงกลของวรรณยุกต์</u>

หลังจากที่ได้คำนวณหาค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยของคำทดสอบแต่ละคำของผู้บอกภาษาแต่ละคนและของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คนเสร็จที่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้มาประมวลผลดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) วิธีบันทึกข้อมูลลงตาราง ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้มาบันทึกลงในตารางของโปรแกรม Micrisoft Excel Version 0.5a โดยผู้วิจัยได้บันทึกแยกออกเป็นตารางแสดงค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยของผู้บอกภาษาแต่ละคนในปริบททางเสียงต่าง ๆ (พยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว, พยางค์เสียงหนัก พยางค์หลังของคำสองพยางค์ และพยางค์เสียงเบา พยางค์หน้าของคำสองพยางค์) จำแนกตามหน่วยเสียงวรรณยุกต์ และตารางแสดงค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยรวมของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คน ในปริบททางเสียง 3 ปริบทรวมอยู่ในตารางเดียวกัน (ดูตารางที่ 7)

2) วิธีแสดงผลในรูปกราฟ ผู้วิจัยได้เลือกแบบกราฟเส้นที่แสดงเป็นแบบ XY (Scatter) และกำหนดให้โปรแกรมดังกล่าวประมวลออกมา โดยกำหนดพิสัยเสียงสูงต่ำของภาพรูปลักษณ์เชิงกลแต่ละรูปจากระดับเสียงสูงสุดและระดับเสียงต่ำสุดของค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยในแต่ละปริบททำให้ได้พิสัยเสียงสูงต่ำของกราฟรูปลักษณ์เชิงกลเป็น 2 ชุด คือ

2.1 ชุดที่เป็นค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยของผู้บอกภาษาแต่ละคนในแต่ละปริบทมี 3 ชุดย่อยดังนี้

-กราฟรูปลักษณ์เชิงกลของวรรณยุกต์ในพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียวของผู้บอกภาษาแต่ละคน 69-229 เฮิรตซ์

-กราฟรูปลักษณ์เชิงกลของวรรณยุกต์ในพยางค์เสียงหนัก พยางค์หลังของคำสองพยางค์ของผู้บอกภาษาแต่ละคน 68-228 เฮิรตซ์

-กราฟรูปลักษณ์เชิงกลของวรรณยุกต์ในพยางค์เสียงเบา พยางค์หน้าของคำสองพยางค์ของผู้บอกภาษาแต่ละคน 64-224 เฮิรตซ์

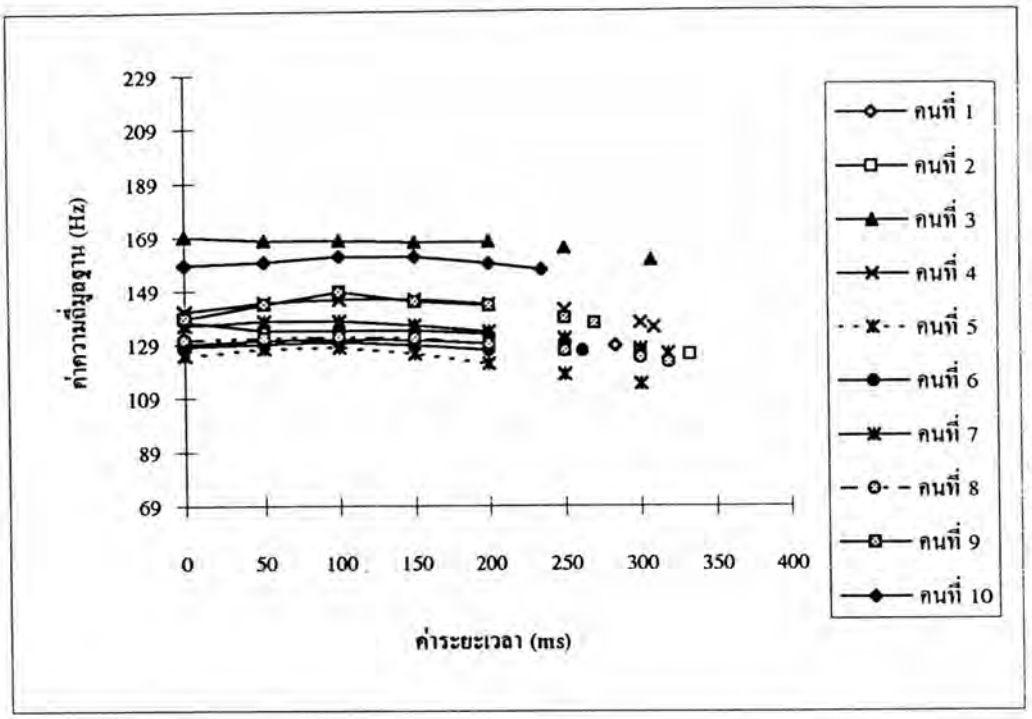
2.2 ชุดที่เป็นค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คนในปริบททางเสียงทั้ง 3 ปริบท 70-190 เฮิรตซ์

จากนั้นผู้วิจัยได้เลือกแบบกราฟเส้นที่แสดงและกำหนดให้โปรแกรมดังกล่าวประมวลผลออกมา แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องมาจากวิธีการวัดค่าความถี่มูลฐานจากค่าระยะเวลา

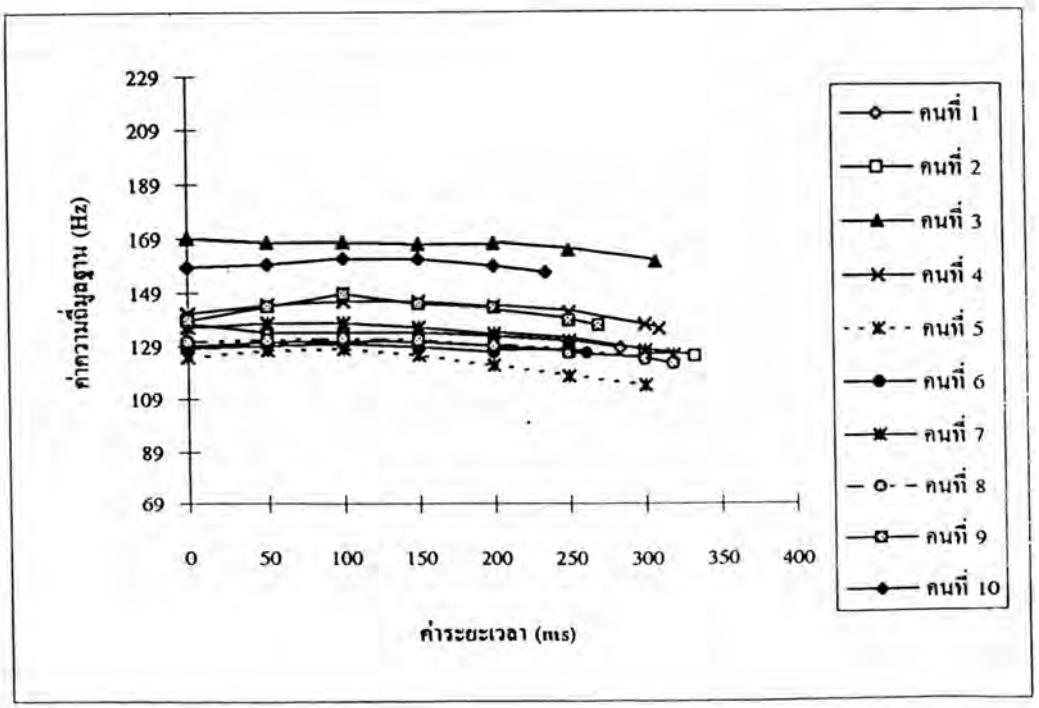
ตารางที่ 7 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยทั้ง 10 คำของวรรณยุกต์ที่ 1 ในปริบทพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว (ผู้บอกภาษา 10 คน)

ค่าระยะเวลา(ms) / ผู้บอกภาษา	0	50	100	150	200	235.2	250	262.1	270.1	284	294.7	300	300.3	307.1	309.1	318.5	318.6	332.9
คนที่ 1	137.3	133.9	133.8	133.8	132.4		130.0			128.1								
คนที่ 2	129.0	130.4	130.7	130.5	129.8		126.7					125.8						124.9
คนที่ 3	169.1	167.7	167.7	166.7	167.0		164.5							159.9				
คนที่ 4	141.0	144.4	145.5	145.6	143.6		141.5					136.8						
คนที่ 5	124.8	127.2	127.7	125.3	121.5		117.6						114.1					
คนที่ 6	127.9	129.0	129.7	128.6	126.6			126.4										
คนที่ 7	135.8	137.5	137.4	135.7	133.5		130.9					126.9				125.5		
คนที่ 8	130.6	131.3	131.9	131.0	129.0		126.2					123.7					122.0	
คนที่ 9	138.5	143.6	148.3	144.5	143.1		138.5		136.4									
คนที่ 10	158.2	159.5	161.7	161.3	158.7	156.4												

ภาพที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยในรูปกราฟเส้นของวรรณยุกต์ที่ 1 : /33/ ในพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียวของผู้บอกภาษาแต่ละคน โดยโปรแกรม Microsoft Excel Version 0.5 a



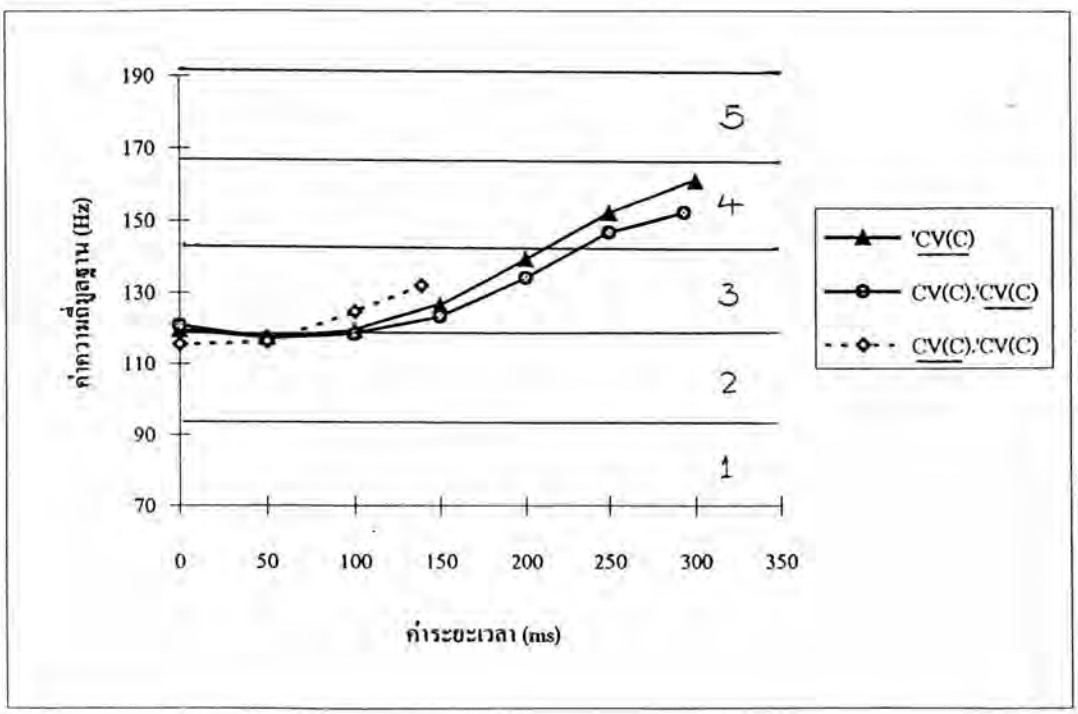
ภาพที่ 17 แสดงการลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดค่าความถี่มูลฐานโดยผู้วิจัย



จริงดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ค่าระยะเวลาในจุดสุดท้ายที่ใช้วัดค่าความถี่มูลฐานแตกต่างกัน เมื่อนำค่าความถี่มูลฐานที่วิเคราะห์ได้มาบันทึกลงในตารางของโปรแกรม Microsoft Excel Version 0.5a ข้อมูลค่าความถี่มูลฐานในช่วงค่าระยะเวลาสุดท้ายจึงไม่สามารถบันทึกลงในแถวเดียวกันได้ (ดูตารางที่ 7 ประกอบ) และเมื่อได้ประมวลผลการวิเคราะห์ค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยในรูปกราฟเส้น ผู้วิจัยพบว่าโปรแกรมดังกล่าวมีข้อจำกัด คือจะแสดงผลเส้นกราฟค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ขาดเป็นช่วง ๆ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้แก้ไขปัญหาโดยใช้โปรแกรมวาดรูปเชื่อมต่อระหว่างจุดเอาเอง (ดูภาพที่ 16 และ 17)

3) วิธีบรรยายสัทลักษณะของวรรณยุกต์ เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ตีความ ผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์เสียงวรรณยุกต์ด้วยการฟังมาปรับใช้ประกอบการวิเคราะห์ทางกลสัทศาสตร์ (กัลยา ติงศภัทิย์, 2533 และดารณี กฤษณะพันธ์, 2536) ทั้งนี้เพราะผู้วิจัยมีความเห็นว่าการนำวิธีการดังกล่าวมาใช้เพื่อบรรยายสัทลักษณะของวรรณยุกต์สามารถทำให้การประมวลและตีความผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวัดถูกต้องและชัดเจนกว่าการบรรยายจากการประมาณด้วยสายตา ในการนี้ผู้วิจัยได้นำกราฟเส้นแสดงค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยในทุกปริบทมาแบ่งพิสัยระดับเสียงออกเป็น 5 ระดับเท่า ๆ กัน ด้วยการใช้ไม้บรรทัดวัดเพื่อกำหนดขนาดในแต่ละส่วนให้เท่ากัน จากนั้นลากเส้นแสดงระดับเสียง 5 เส้น เรียงจากสูงไปถึงต่ำลงในกราฟดังตัวอย่างต่อไปนี้

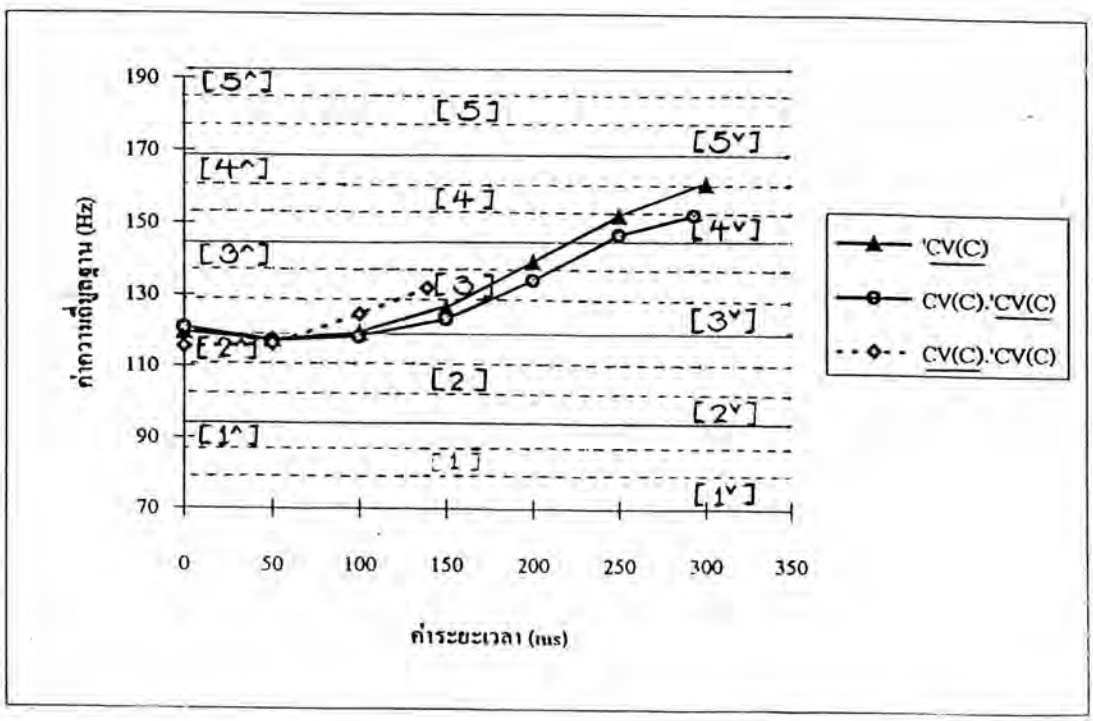
ภาพที่ 18 การแบ่งพิสัยระดับเสียงเป็น 5 ส่วนเท่า ๆ กัน



5	แทน	เสียงสูง
4	แทน	เสียงกลางค่อนข้างสูง
3	แทน	เสียงกลาง
2	แทน	เสียงกลางค่อนข้างต่ำ
1	แทน	เสียงต่ำ

แต่เนื่องจากกราฟเส้นที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ด้วยเหตุนี้การใช้เพียงตัวเลขแสดงค่าระดับเสียง 5 ระดับเพียงอย่างเดียว จะไม่สามารถจำแนกระดับเสียงของรูปลักษณ์เชิงกลออกจากกันได้อย่างละเอียด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งช่วงพิสัยระดับเสียงในแต่ละช่วงออกอีกเป็น 3 ช่วงย่อยเท่า ๆ กัน โดยได้กำหนดสัญลักษณ์แทนในแต่ละช่วง กล่าวคือ ส่วนบนซึ่งเป็นช่วงย่อยระดับสูงกว่าช่วงย่อยระดับกลางแสดงด้วยสัญลักษณ์ [^] ส่วนล่างซึ่งเป็นช่วงย่อยระดับต่ำกว่าช่วงย่อยระดับกลางแสดงด้วยสัญลักษณ์ [ˇ] และส่วนกลางซึ่งเป็นช่วงย่อยระดับกลางแสดงตัวเลขในแต่ละช่วงโดยไม่มีสัญลักษณ์ใด ๆ ประกอบ ทำให้สามารถบรรยายสัทลักษณะของวรรยุกต์ได้อย่างละเอียดเป็น 15 ช่วงย่อย (ดูภาพที่ 19 ประกอบ) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ภาพที่ 19 การแบ่งพิสัยระดับเสียงออกเป็น 3 ช่วงเท่า ๆ กัน



5^	แทน	เสียงสูงระดับสูง	
5	แทน	เสียงสูงระดับกลาง	เสียงสูง
5ˇ	แทน	เสียงสูงระดับต่ำ	
4^	แทน	เสียงกลางค่อนข้างสูงระดับสูง	
4	แทน	เสียงกลางค่อนข้างสูงระดับกลาง	เสียงกลางค่อนข้างสูง
4ˇ	แทน	เสียงกลางค่อนข้างสูงระดับต่ำ	
3^	แทน	เสียงกลางระดับสูง	
3	แทน	เสียงกลางระดับกลาง	เสียงกลาง
3ˇ	แทน	เสียงกลางระดับต่ำ	
2^	แทน	เสียงกลางค่อนข้างต่ำระดับสูง	
2	แทน	เสียงกลางค่อนข้างต่ำระดับกลาง	เสียงกลางค่อนข้างต่ำ
2ˇ	แทน	เสียงกลางค่อนข้างต่ำระดับต่ำ	
1^	แทน	เสียงต่ำระดับสูง	
1	แทน	เสียงต่ำระดับกลาง	เสียงต่ำ
1ˇ	แทน	เสียงต่ำระดับต่ำ	

จากการแบ่งพิสัยระดับเสียงเป็น 15 ช่วงย่อยดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสามารถบรรยายความแตกต่างระหว่างสัทลักษณะของวรรณยุกต์ในปริบทของการลงเสียงหนักเบาระดับต่าง ๆ ได้ชัดเจนและละเอียดยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น หน่วยเสียงวรรณยุกต์ที่ 5(a) ในปริบทพยางค์เสียงหนักทั้ง 2 ปริบท (ดูภาพที่ 19) ซึ่งมีสัทลักษณะเป็นเสียง 34 เหมือนกัน แต่การใช้ตัวเลขและสัญลักษณ์แสดงความแตกต่างระหว่างช่วงย่อยช่วยบรรยายสัทลักษณะของวรรณยุกต์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น

-ในปริบทพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว มีสัทลักษณะเป็น 3ˇ4^ หมายถึง เป็นเสียงกลางระดับต่ำ ขึ้นถึงเสียงกลางค่อนข้างสูงระดับสูง

-ในปริบทพยางค์เสียงหนัก พยางค์หลังของคำสองพยางค์ มีสัทลักษณะเป็น 3ˇ4 หมายถึง เป็นเสียงกลางระดับต่ำ ขึ้นถึงเสียงกลางค่อนข้างสูงระดับกลาง

ข. <u>กราฟเส้นแสดงพิสัยค่าความถี่มูลฐาน</u>

1) วิธีการบันทึกข้อมูลลงตาราง ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับเสียงสูงสุดและระดับเสียงต่ำสุดของแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์มาบันทึกลงในตารางของโปรแกรม SPSS for Windows โดยได้แบ่งแยกตารางบันทึกผลพิสัยค่าความถี่มูลฐานออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ตารางสำหรับบันทึกผลเพื่อประมวลผลกราฟเส้นแสดงพิสัยค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ย

รวมของผู้บอกภาษาแต่ละคน และตารางสำหรับบันทึกผลเพื่อประมวลกราฟเส้นแสดงพิสัยความถี่มูลฐานเฉลี่ยของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คนจำแนกตามหน่วยเสียงวรรณยุกต์ (ดูตารางที่ 8 ประกอบ)

ตารางที่ 8 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลพิสัยค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ 1 ในปริบท $'\underline{CV(C)}$, $CV(C).'\underline{CV(C)}$ และ $\underline{CV(C)}.'CV(C)$ (ผู้บอกภาษา 10 คน)

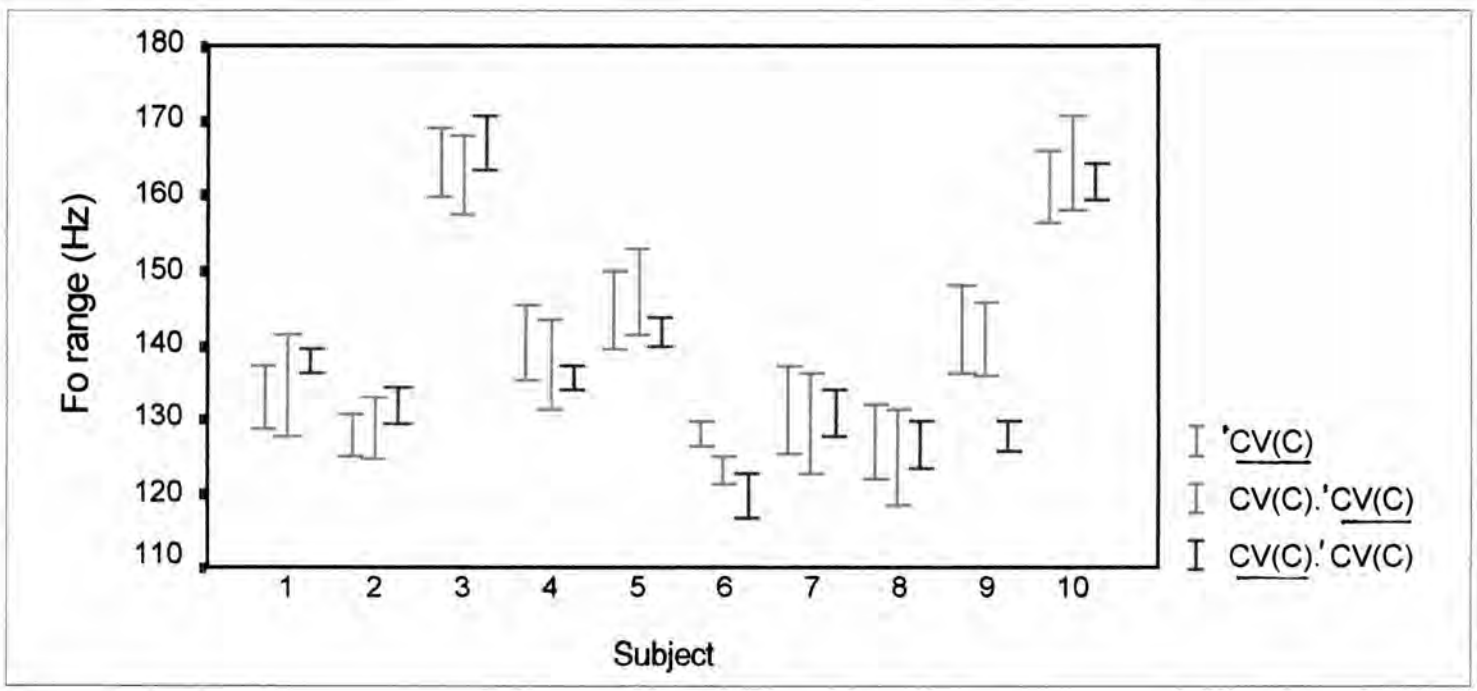
ปริบททางเสียง	ค่าความถี่มูลฐาน (Hz)		ผู้บอกภาษา
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	
1. $'\underline{CV(C)}$	137.37	128.6	คนที่ 1
2. $CV(C).'\underline{CV(C)}$	141.73	127.69	
3. $\underline{CV(C)}.'CV(C)$	139.8	136.5	
1. $'\underline{CV(C)}$	130.79	124.96	คนที่ 2
2. $CV(C).'\underline{CV(C)}$	132.96	124.92	
3. $\underline{CV(C)}.'CV(C)$	134.53	129.37	
1. $'\underline{CV(C)}$	169.13	159.92	คนที่ 3
2. $CV(C).'\underline{CV(C)}$	168.15	157.58	
3. $\underline{CV(C)}.'CV(C)$	170.71	163.7	
1. $'\underline{CV(C)}$	145.66	135.4	คนที่ 4
2. $CV(C).'\underline{CV(C)}$	143.7	131.56	
3. $\underline{CV(C)}.'CV(C)$	137.49	134.21	
1. $'\underline{CV(C)}$	147.79	114.13	คนที่ 5
2. $CV(C).'\underline{CV(C)}$	153.22	141.6	
3. $\underline{CV(C)}.'CV(C)$	143.97	139.88	
1. $'\underline{CV(C)}$	129.7	126.46	คนที่ 6
2. $CV(C).'\underline{CV(C)}$	125.52	121.41	
3. $\underline{CV(C)}.'CV(C)$	122.75	116.79	
1. $'\underline{CV(C)}$	137.52	125.53	คนที่ 7
2. $CV(C).'\underline{CV(C)}$	136.38	122.84	
3. $\underline{CV(C)}.'CV(C)$	133.98	127.74	
1. $'\underline{CV(C)}$	131.92	122.07	คนที่ 8
2. $CV(C).'\underline{CV(C)}$	131.24	118.49	
3. $\underline{CV(C)}.'CV(C)$	129.76	123.5	

ตารางที่ 8 (ต่อ)

1. 'CV(C)	148.3	136.47	
2. CV(C). 'CV(C)	145.94	136.13	คนที่ 9
3. CV(C). 'CV(C)	129.85	125.67	
1. 'CV(C)	166.33	156.49	
2. CV(C). 'CV(C)	170.92	158.3	คนที่ 10
3. CV(C). 'CV(C)	164.47	159.71	

2) วิธีแสดงผลในรูปกราฟ ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยจะนำผลข้อมูลที่ได้บันทึกในตารางของโปรแกรมดังกล่าวในข้อ 1 มาประมวลผลในรูปของกราฟเส้น โดยผู้วิจัยจะเลือกรูปแบบของกราฟที่ใช้เป็น 2 ลักษณะ คือ แบบ High-low charts : Clustered high-low-close สำหรับประมวลผลตารางบันทึกผลพิสัยค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยในแต่ละปริบททางเสียงของผู้บอกภาษาแต่ละคน และแบบ High-low charts : Simple high-low-close สำหรับประมวลผลตารางบันทึกผลพิสัยค่าความถี่มูลฐานเฉลี่ยในแต่ละปริบททางเสียงของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คน ดังตัวอย่างการประมวลผลตารางที่ 8 โดยใช้กราฟเส้นแบบ High-low charts : Clustered high-low-close ในภาพที่ 20 ต่อไปนี้

ภาพที่ 20 ตัวอย่างกราฟแสดงพิสัยค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ที่ 1 : /33/ ในปริบท 'CV(C), CV(C).'CV(C) และ CV(C).'CV(C) ของผู้บอกภาษาแต่ละคน



ค. กราฟแท่งแสดงค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์

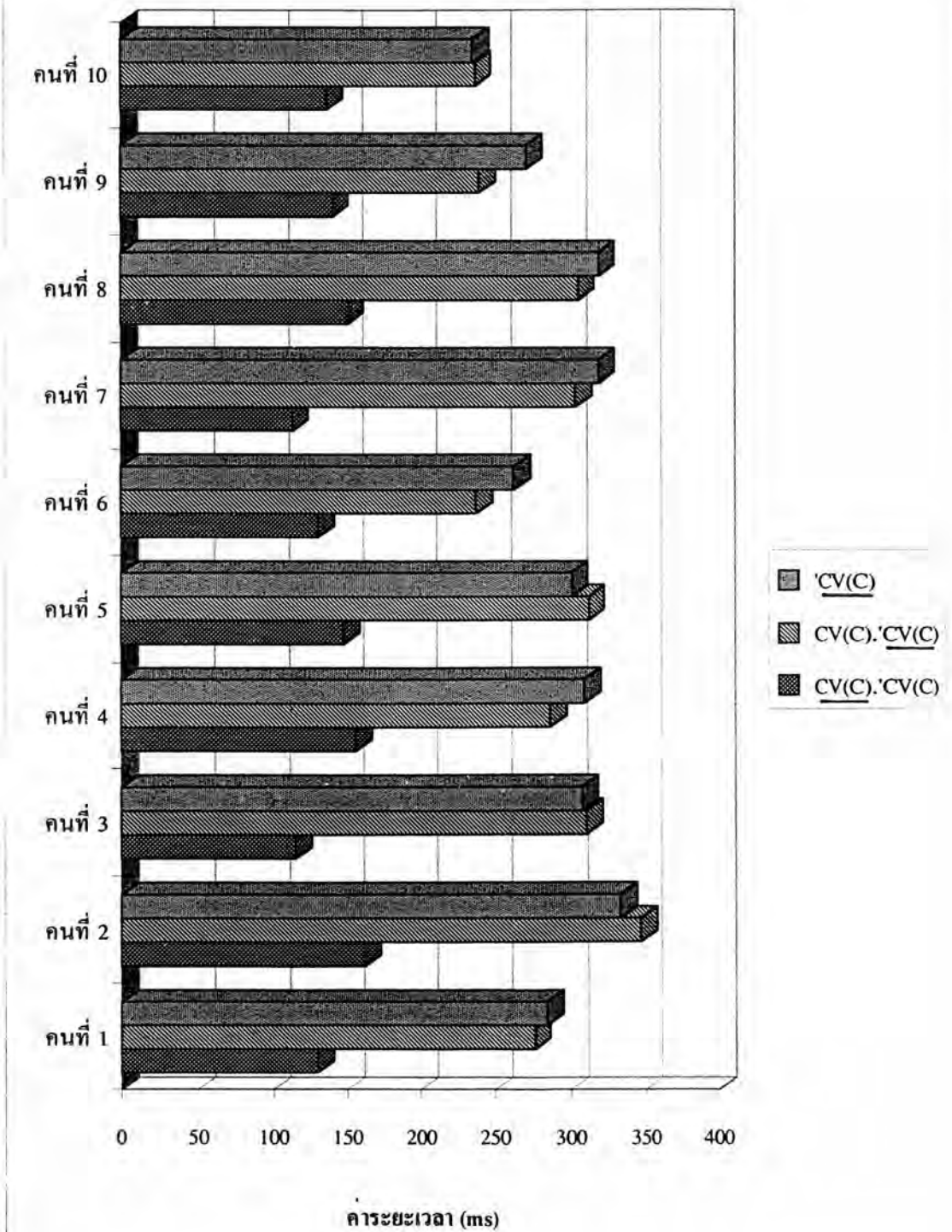
1) วิธีบันทึกข้อมูลลงตาราง ผู้วิจัยได้นำข้อมูลค่าระยะเวลาเฉลี่ยในแต่ละปริบททางเสียงของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คนและจากผู้บอกภาษาแต่ละคนซึ่งได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติมาบันทึกลงในตารางของโปรแกรม Microsoft Excel Version 0.5a โดยแยกบันทึกเป็น 2 ลักษณะ กล่าวคือ ตารางสำหรับบันทึกเพื่อประมวลกราฟแท่งแสดงค่าระยะเวลาเฉลี่ยรวมของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คน และตารางสำหรับบันทึกเพื่อประมวลกราฟแท่งแสดงค่าระยะเวลาเฉลี่ยรวมของผู้บอกภาษาแต่ละคน ดังตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ตัวอย่างการบันทึกข้อมูลค่าระยะเวลาเฉลี่ยของวรรณยุกต์ที่ 1 ในปริบท ' CV(C), CV(C). ' CV(C) และ CV(C). ' CV(C) (ผู้บอกภาษา 10 คน)

ปริบททางเสียง	ค่าระยะเวลาเฉลี่ย (ms)									
	ผู้บอกภาษา									
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	คนที่ 6	คนที่ 7	คนที่ 8	คนที่ 9	คนที่ 10
1. ' CV(C)	284.0	332.9	307.1	309.1	300.3	262.1	318.5	318.6	270.1	235.2
2. CV(C). ' CV(C)	275.3	346.6	310.4	286.5	311.8	237.3	303.5	305.0	240.0	236.8
3. CV(C). ' CV(C)	129.6	161.6	114.9	155.9	147.6	130.9	113.4	150.6	140.5	136.5

2) วิธีแสดงผลในรูปกราฟ หลังจากนั้นผู้วิจัยจะนำตารางที่ได้บันทึกไว้มาประมวลผลในรูปของกราฟแท่ง โดยเลือกรูปแบบของกราฟแท่งเป็นแบบแผนภูมิแถบ 3 มิติ จากการประมวลผลโดยโปรแกรมดังกล่าวทำให้ได้กราฟแท่งแสดงค่าระยะเวลาเฉลี่ย 2 ลักษณะ คือ กราฟแท่งสำหรับแสดงค่าระยะเวลาเฉลี่ยในปริบททางเสียงต่าง ๆ ของผู้บอกภาษาทั้ง 10 คน และกราฟแท่งสำหรับแสดงค่าระยะเวลาเฉลี่ยในปริบททางเสียงต่าง ๆ ของผู้บอกภาษาแต่ละคน ดังตัวอย่างกราฟแท่งที่ได้จากการประมวลผลตารางที่ 9 โดยใช้โปรแกรมดังกล่าวต่อไปนี้

ภาพที่ 21 ตัวอย่างกราฟเส้นแสดงค่าระยะเวลาเฉลี่ยของวรรณยุกต์ที่ 1 : /33/ในปริบท 'CV(C), CV(C).'CV(C) และ CV(C).'CV(C) ของผู้บอกภาษาแต่ละคน



3.5 การนำเสนอผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะทางกลสัทศาสตร์ ได้แก่ ค่าความถี่มูลฐาน และค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ภายในปริบททางเสียง 2 ปริบท คือ พยางค์เสียงหนักและพยางค์เสียงเบา ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า ปริบททางเสียงดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการแปรในแต่ละหน่วยเสียงวรรณยุกต์แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 บทตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.5.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบรูปลักษณ์เชิงกลและพิสัยค่าความถี่มูลฐานของวรรณยุกต์ในพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว, พยางค์เสียงหนัก พยางค์หลังของคำสองพยางค์ และพยางค์เสียงเบา พยางค์หน้าของคำสองพยางค์ (ดูในบทที่ 4)

3.5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าระยะเวลาของวรรณยุกต์ในพยางค์เสียงหนัก คำพยางค์เดียว, พยางค์เสียงหนัก พยางค์หลังของคำสองพยางค์ และพยางค์เสียงเบา พยางค์หน้าของคำสองพยางค์ (ดูในบทที่ 5)

3.5.3 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ (ดูในบทที่ 6)