

รายงานการวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาการสื่อสารด้วยเสียงนก

Development of Computer Program for Study
Bird Vocal Communication

โดย

นริทธิ์ สีตะสุวรรณ

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

กิตติ ลิขิตอนุรักษ์ จารุศักดิ์ วิลาสเดชานันท์

กสิณ ประกอบไวยภักดิ์ นิพนธ์ ชีรอำนวย

เสริมศักดิ์ เอื้อตรงจิตต์

ภาควิชาศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ประเทศไทยกรุณาร่วมมือกันต่างประเทศ (ไทย – ออสเตรีย)

พ.ศ. 2538

สารบัญ

บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่ 1 บทนำ	
คำนำ	1
ทบทวนเอกสาร	2
บทที่ 2 วิธีการวิจัย	7
บทที่ 3 ผลและอภิปรายผลการวิจัย	
การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์	20
การศึกษาเสียงนกและความหมายของเสียงนก	27
บทที่ 4 สรุปผล	65
เอกสารอ้างอิง	66
ภาคผนวก	
คู่มือการใช้งานโปรแกรม SAP 1.0	
คู่มือการใช้งานโปรแกรม AVI-CM 1.0	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright[©] by Chiang Mai University
All rights reserved

บทคัดย่อ

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาการสื่อสารด้วยเสียงนก

นริทธิ์ สีตะสุวรรณ¹

กิติ ลิขิตอนุรักษ์ จิรศักดิ์ วิสาสเดชานนท์ กสิณ ประกอบไวยากรณ์ นิพนธ์ ธีรอำนวย เสริมศักดิ์ เอื้อทรงจิตต์²
 'ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่'

¹'ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่'

พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาเสียงนก โดยสร้างโปรแกรม SAP เกี่ยวกับภาษา Borland C⁺⁺ 5.02 สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ 98 และ วินโดว์ ME โปรแกรมนี้ บันทึกเสียงได้ทั้งแบบโน้ตและสเตอริโอคู่ความยาวไม่จำกัดและบันทึกเป็น wave file สามารถสร้างเป็น sonogram ตามค่าที่กำหนด รวมทั้งปรับแต่งความคมชัด ตัดลอก ตัดและวาง เพิ่มความดังของเสียง ลดความดังของเสียงอื่น และพิมพ์ sonogram ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ นอกจากนี้ได้พัฒนาโปรแกรม AVI-CM ด้วยโปรแกรม MATLAB 5.3 ขึ้นด้วย ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการวินโดว์ 95 วินโดว์ 98 วินโดว์ ME วินโดว์ 2000 Professional และระบบปฏิบัติการลินุกซ์ โปรแกรม AVI-CM ยังไม่สามารถบันทึกเสียงเองได้ แต่สามารถสร้าง sonogram ของเสียงที่บันทึกทั้งหมด ปรับแต่งเสียงให้คมชัด รวมทั้งพิมพ์ผลออกทางเครื่องพิมพ์ได้ แต่ยังต้องต่อเสียงและปรับแต่งเสียงผ่าน sonogram ไม่ได้ ได้ศึกษาเสียงนกโดยใช้โปรแกรม SAP สร้าง sonogram ในกบกุ่ม non-passerine 28 ชนิด พบ calls หลายแบบ และ นกกุ่ม passerine 47 ชนิด พบทั้ง calls และ songs

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright[©] by Chiang Mai University
 All rights reserved

Abstract

Development of Computer Program for Study Bird Vocal Communication

Narit Sitasawan¹

Kiti Likit-Anurucks, Jirasuk Vilasdechanon, Kasin Prakobwaitayakit, Nipon Theera-Umporn, Sermsak Uatrongjit²

¹*Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University*

²*Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University*

The development of computer program for study bird sounds was to produce SAP – program which was written by Borland C⁺⁺ 5.02. This program was able to run on Window 98 and Window ME. This program can record sounds in either mono or stereo with unlimited length. It can also record into wave file and produce sonograms from given value, adjust image, copy, cut and paste, increase volume, decrease disturbed sound and print out sonograms through the printer. In addition, the AVI-CM program was also developed, but it was written in MATLAB 5.3. It was able to run on Window 95, Window 98, Window ME, Window 2000 Professional and Linux. This program can not record sounds by itself. It can produce sonogram, adjust sounds, print out through printer, but can not cut and adjust image. The bird sounds were studied from the sonograms producing by SAP-program. It was from 28 non-passerine birds which were many types of calls and from 47 passerine birds which were either calls or songs.

ค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนวิจัยประเทศ โครงการความร่วมมือกับต่างประเทศ ทำให้การวิจัยนี้เกิดขึ้นและสำเร็จด้วยความเรียบร้อย

ขอขอบคุณ Prof. Dr. Michael Probst แห่งมหาวิทยาลัย Innsbruck แห่งประเทศออสเตรีย ที่ร่วม มือพัฒนาโปรแกรม AVI-CM เพื่อศึกษาสี眼中

ขอขอบคุณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่อนุญาตให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณรัศมีพร จิระเดชประไพ ผู้จัดทำต้นฉบับของรายงานฉบับสมบูรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright[©] by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 1

บทนำ

คำนำ

เสียงของนกเป็นภาษาอย่างหนึ่งที่นกใช้สื่อสารระหว่างกัน เพื่อการดำรงชีวิตโดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมสังคมของนก มีความพยายามศึกษาความหมายของเสียงนก เพื่อความเข้าใจ การสื่อสารของสัตว์ซึ่งมีความแตกต่างไปจากภาษาสื่อสารของมนุษย์ การศึกษาที่ผ่านมาชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของการสื่อสารของนกชนิดต่าง ๆ บริบูรณ์สมือนการเรียนรู้ภาษาต่าง ๆ เพิ่มขึ้นอีกนักมายและเป็นที่คาดหวังว่าจะสามารถเข้าใจໂลกรอบ ๆ ตัวมนุษย์มากยิ่งขึ้น

การศึกษาเสียงของนกในอดีตใช้การบันทึกเสียงแล้วนำไปแปลผลด้วยเครื่อง spectrograph ซึ่งเปลี่ยนคลื่นเสียงให้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และสามารถบันทึกผลลัพธ์บนกระดาษ sonagram ทำให้เห็นความถี่และความหนักเบาของเสียงได้ถูกต้อง แม่นยำกว่าการฟังด้วยหูของมนุษย์ แต่เครื่องมือ spectrograph มีราคาสูงมาก ปราศจากว่ามีสถาบันวิจัยเพียงบางแห่งเท่านั้นที่สามารถเป็นเจ้าของ spectrograph ได้ ทำให้การศึกษาการสื่อสารด้วยเสียงของนกมิได้ขยายออกไปเท่าที่ควร

ปัจจุบันเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาทั้งทางด้านประสิทธิภาพและความเร็วในการทำงาน ประกอบกับความก้าวหน้าทางวิชาการด้านการประมวลสัญญาณดิจิตอล (digital signal processing) มีการพัฒนาอัลกอริธึมที่มีความเร็วสูงในการวิเคราะห์ความถี่ของสัญญาณ เช่น Fast Fourier Transform (FFT) ทำให้สามารถนำเข้าไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับอัลกอริธึมดังกล่าว ในการวิเคราะห์สัญญาณได้ ในต่างประเทศมีการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาแล้ว เช่น โปรแกรม Avisoft ในประเทศไทยนี้ โปรแกรม Canary และ Spectrogram ในประเทศสหรัฐอเมริกา แต่การนำโปรแกรมเหล่านี้ไปใช้ให้ถูกต้องจะต้องซื้อค่าวิเคราะห์เพงเนื้่องจากเป็นโปรแกรมที่เฉพาะเจาะจง ไม่ได้ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการอื่น ๆ นอกไปจากการ Bioacoustic การพัฒนาโปรแกรมขึ้นใช้เองสำหรับประเทศไทยจะเกิดประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับนักศึกษาและนักวิจัยไทยที่สนใจศึกษาทางด้านนี้ โดยไม่จำเป็นจะต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์โปรแกรมของต่างประเทศที่มีราคาสูงมาก และในปัจจุบันเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มีใช้กันอย่างแพร่หลายโดยทั่วไป โปรแกรมศึกษาเสียงนกที่พัฒนาขึ้นสำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถกระจายให้ได้สำหรับนักศึกษาและนักวิจัยไทยในทุกระดับ

วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ให้ใช้ศึกษาเสียงนกเช่นเดียวกับการใช้ spectrograph
- เพื่อศึกษาการสื่อสารด้วยเสียงของนกบางชนิดโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น
- เพื่อหาความหมายของเสียงนกบางชนิด จากข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

บททวนเอกสาร

การสื่อสาร คือ พฤติกรรมของสัตว์ตัวหนึ่งที่สามารถปลดปล่อยพฤติกรรมของสัตว์อีกตัวหนึ่งได้ เป็นการส่งผ่านข้อมูลโดยสัญญาณ (signal) ซึ่งมีความหมายที่จะทำให้เกิดความเข้าใจกันระหว่างสัตว์ชนิดเดียวกัน ความหมายของสัญญาณอาจเปลี่ยนแปลงไปตามสถานการณ์ที่ประกอบกัน โดยที่ลักษณะของสัญญาณเองไม่ได้เปลี่ยนแปลงไป (Catchpole,1979) นกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่ม passerine จะใช้การสื่อสารด้วยเสียงเพื่อส่งผ่านข้อมูลให้แก่กัน เป็นความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อพฤติกรรมทางสังคมของนกกลุ่มนี้

นก สามารถสร้างเสียงได้หลายวิธี เช่น การดีปิก การขับปาก การเคาะกับวัตถุอื่นให้เกิดเสียง และการผลิตเสียงจากอวัยวะพิเศษ คือ syrinx ซึ่งอยู่ตอนท้ายของห้องโถอมต่อกับข้อปอด syrinx ประกอบด้วยเยื่อพิเศษที่เรียกว่า tympaniform membrane กันทางลม เมื่อมีลมผ่านจากปอดของนกออกมานา จะทำให้เยื่อนี้สั่นเกิดเป็นเสียงขึ้นได้ ประกอบกับมีกล้ามเนื้อหลายมัดมาควบคุมการสั่นของเยื่อ และลมที่ผ่านจากปอดสองข้างเป็นอิสระต่อกัน ทำให้นกสามารถผลิตเสียงได้มาก และมีความถี่ของเสียงที่กว้างกว่าสัตว์อื่น ๆ (Catchpole,1979)

ในอดีตมีความพยายามศึกษาเสียงของนก โดยเฉพาะอย่างยิ่งบทเพลงที่นกร้อง มนุษย์พยายามบันทึกหรือเดินเสียงนกร้องออกมามainรูปของโน๊ตดนตรี และคำบรรยายในบทกวี (Bergmann und Heib,1982) แต่ถึงหลังนั้นไม่สามารถถ่ายทอดเสียงนกอย่างแท้จริง รวมทั้งนำไปใช้ในการศึกษาเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จนกระทั่งทศวรรษที่ 1950 เมื่อความเจริญทางเทคโนโลยีเพิ่มขึ้น จึงมีการสร้างเครื่องมือเพื่อวิเคราะห์เสียงขึ้น ทำให้การศึกษาเสียงนักก้าวหน้าไปโดยลำดับ Thorpe เป็นผู้ที่นำเครื่องมือ Spectrograph ซึ่งเป็น frequency spectrum analyzer มาใช้กับการศึกษาเสียงนก passerine (Catchpole,1979) หลักการทำงานของ Spectrograph คือ บันทึกเสียงลงบน magnetic drum ช่วงสั้น ๆ ประมาณ 2.5 วินาที แล้วเปลี่ยนเป็นกราฟที่เขียนระหว่างความถี่กับเวลา โดย amplitude จะปรากฏเป็นความค่า-ขาวบนกระดาษกราฟ สิ่งที่ได้ออกมาเรียกว่า sonagram ซึ่งสามารถนำไปศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ได้ดีกว่ารูปแบบที่ใช้ oscillograph เมื่อความรู้เรื่อง spectrograph แพร่หลายไปมากขึ้น ก็มีผู้ศึกษาเสียงนกโดยเฉพาะบทเพลงมากขึ้น

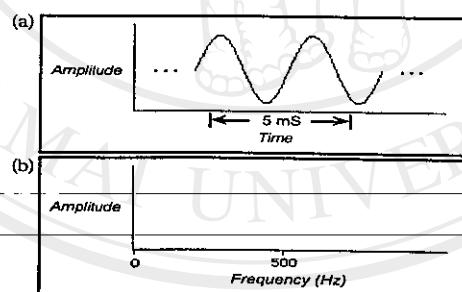
Sound spectrograph เป็นการแสดงผลของเสียงให้เป็นภาพ โดยวนรอบของภาพแสดงเวลา แนวตั้งเป็นความถี่ของเสียงวัดค่าออกมารูปเป็น Hertz (Hz) หรือรอบต่อวินาที และเป็น Kilohertz (kHz) หรือพันรอบต่อวินาที ความเข้มของเสียงแสดงโดยความเข้มของสีของ spectrogram ข้อมูลที่ได้จาก spectrogram จะละเอียดกว่าโน๊ตดนตรี เนื่องจากมีฐานจากการวัดค่าจริงของการเปลี่ยนแปลงความถี่ของเสียงในช่วงเวลา ซึ่งปัจจุบันมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้

วิเคราะห์ได้ เช่น โปรแกรม Canary (Cornell,1993) และ Avisoft (Specht,1993) เป็นต้น ซึ่งการใช้งานสะดวกและรวดเร็กว่าการใช้เครื่อง Spectrograph แบบดั้งเดิม เช่น ของบริษัท Kay สหรัฐอเมริกา

โปรแกรม Canary พัฒนาโดย Cornell Laboratory of Ornithology โดยใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่เรียก Short-time Fourier Transform (STFT) ทำให้เกิด spectrograms สัญญาณเสียงจะถูกเปลี่ยนโดยกลไกทางคณิตศาสตร์ แสดงได้เป็น 2 รูปแบบ คือ Time-domain และ Frequency-domain

Time-domain - amplitude ของสัญญาณแทนด้วย function ของเวลา (รูปที่ 1) ซึ่งแสดงสัญญาณเสียงแบบง่ายที่สุด ใน Time-domain เป็น pure tone สัญญาณดังกล่าวเรียกว่า sinusoid เนื่องจาก amplitude เป็น sine function ของเวลา และวัดของมันเป็น รอบต่อวินาที (Hertz : Hz)

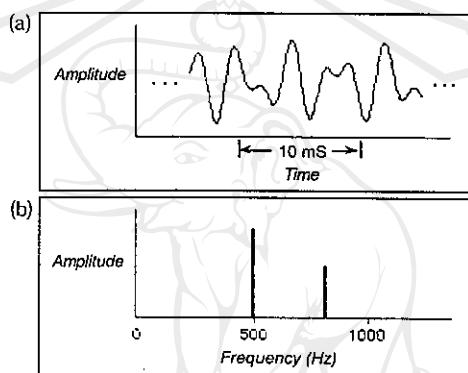
Frequency-domain - amplitude ของสัญญาณแทนด้วย function ของความถี่แสดงในรูปที่ 1 ด้านแนวตั้ง



รูปที่ 1 Time-domain (a) และ frequency-domain (b) ของสัญญาณ pure sinusoid ที่ความถี่ 500 Hz

เสียงต่าง ๆ จะเป็นผลรวมของ pure tone แต่ละ tone จะมี amplitude ที่เฉพาะของมัน การวิเคราะห์ spectrum เป็นกระบวนการที่เปลี่ยน Time-domain ของสัญญาณไปเป็น Frequency-domain ซึ่งแสดงความแตกต่างของความถี่เสียง Frequency-domain ของสัญญาณประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. Magnitude spectrum ประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวกับ magnitude ของความถี่แต่ละอัน (รูปที่ 2)
2. Phase spectrum ประกอบด้วยข้อมูลของ phase หรือความสัมพันธ์ของเวลาระหว่างความถี่ต่าง ๆ แต่กรณีจะยากในการแปลผล ดังนั้นนัก Bioacoustic จึงมักไม่ใช้ในงานโปรแกรม Canary จึงไม่ได้จัดทำและให้รายละเอียด คำว่า spectrum จึงหมายถึง magnitude spectrum เท่านั้น



รูปที่ 2 Time-domain(a) และ frequency-domain (b) ของเสียงที่ประกอบด้วย 2 tones ที่ความถี่ 490 Hz และ 800 Hz

The Fourier Transform เป็น function ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เปลี่ยน Time-domain form

ของสัญญาณซึ่งเป็นตัวแทนโดยตรงจากการวัดค่าและการบันทึก ไปเป็น Frequency-domain หรือ spectrum โปรแกรม Canary ใช้ Discrete Fourier Transform (DFT) และ Fast Fourier Transform (FFT). Spectrogram ของ Canary จะ plot ความถี่บนแกนตั้งกับเวลาบนแกนนอน amplitude ของแต่ละความถี่แสดงโดยค่าสเกลสีเท่าระหว่างขาว-ดำ. Spectrogram นี้ทำได้โดยวิธี Short-time Fourier Transform (STFT).

มีโปรแกรมวิเคราะห์เสียงที่ใช้ได้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์อีกโปรแกรมหนึ่งพัฒนาขึ้นในประเทศเยอรมนี ซึ่งเป็นคินเดนท์มีการศึกษาเรื่องการสื้อสารด้วยเสียงของกวางเป็นเวลานาน โปรแกรมนั้นคือ Avisoft – sonagraph โดย Raimund Specht โปรแกรมนี้ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ ส่วนบุคคลนั้นโปรแกรม Window 3.1 ขึ้นไป (Specht, 1993) Sonagram ที่ได้จากการแปลผลของโปรแกรมนี้แสดงได้ทั้งภาพขาว-ดำและภาพสี ปัจจุบันโปรแกรมนี้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและ

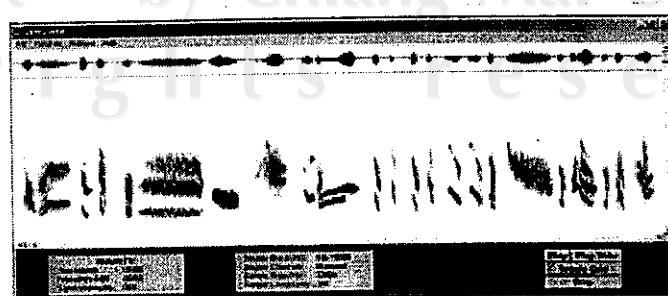
สามารถ down load โปรแกรมทดลองอย่างง่ายได้จาก web site ของบริษัท Sonagram ที่ได้จากการแปลผลด้วยโปรแกรม Avisoft แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 Sonogram ที่ได้จากโปรแกรม Avisoft

โปรแกรม Avisoft สร้างขึ้นในปี ก.ศ. 1991 เป็นซอฟแวร์ DOS-based spectrogram เรียกว่า Sonagraph ซึ่งเป็นผลรวมกันของชาร์ดแวร์และซอฟแวร์ชานุการ์ดที่ไม่สามารถทำได้ในระบบเดิม หลังจากนั้นได้ถูกแทนที่ด้วยโปรแกรม Window ที่เพิ่งเกิดขึ้นใหม่เป็น Windows-based Avisoft-SASLab Pro ในปี ก.ศ. 1994 และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนปัจจุบันใช้ได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพดี (Specht, 2001)

นิอิกโปรแกรมหนึ่งที่ใช้ศึกษาเสียงคือ โปรแกรม Spectrogram Ver 6.0 ของ Richard Horne เป็นผลิตภัณฑ์ของ Visualization Software LLC ใช้ได้กับ Windows 95/98ME/NT/2000 ซึ่งแสดง spectrogram ได้จากเสียงที่บันทึกจากอุปกรณ์ที่หลากหลาย Version 6.0 เป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจากโปรแกรมรุ่นก่อนหน้านี้ ทำให้สามารถใช้วิเคราะห์เสียงได้ดียิ่งขึ้นทั้งเสียงของสัตว์คน อุปกรณ์ดนตรี ตลอดจนเครื่องเสียงต่าง ๆ โปรแกรม Spectrogram ใช้ function ทางคณิตศาสตร์คือ Fast Fourier Transform (FFT) ในการวิเคราะห์ความถี่เสียง (Horne, 2001) ตัวอย่างของ spectrogram ที่ได้จากโปรแกรมนี้แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 Sonogram จากโปรแกรม Spectrogram

Bioacoustic เป็นศาสตร์ที่ศึกษาเรื่องเสียงของสัตว์ใน habitats ประเด็น สำหรับนกนั้นมีผู้สนใจศึกษาเสียงอย่างหนึ่ง ส่วนมากมุ่งศึกษาที่บทเพลง (songs) โดยหากความหมาย ด้านภานิค ตลอดจนวิถีของการของบทเพลงในนกแต่ละชนิด เช่น นก finch, warbler, sparrow และนกอีกหลายชนิดในกลุ่ม passerine ทำให้กำหนดลักษณะของเสียงร้องที่ปรากฏ sonagram เป็น element, phrase, strophe และ motive (Thielke, 1970 ; Bergman und Helb, 1982) การศึกษาเสียงนกตั้งแต่ ก.ศ. 1990 เป็นต้นมา มีการศึกษาในหลายรูปแบบและในนกหลายชนิด เช่น ใน shelduck (Engländer und Bergman, 1990 ; Timcke und Bergman, 1993) บทเพลงของ woodlark (Singer und Nicolai, 1990) ความแตกต่างของการสื่อสารด้วยเสียงของ azure tit และ blue tit (Marten und Schottler, 1991) การพัฒนาเสียงนก magpie (Redondo, 1991) เสียงการเกี้ยวของ black grouse (Bergman et al, 1991) dialect ของ treecreeper (Thielcke, 1992) วงศ์ประกอบของเพลงของ thrush nightingale และ blue throat (Naguib und Kolb, 1992) บทเพลงของ european starling (Bohner und Veit, 1993) พฤติกรรมการส่งเสียงของ snow finches และ mountain-steppe sparrow (Gebauer und Kaiser, 1994)

ใน ก.ศ. 1995 Pegoraro und Föger ศึกษาเสียงของนก Bald ibis ที่ใช้ในระบบสังคมของมัน ส่วนการวิจัยในนกกลุ่ม passerine มีการศึกษา territorial song ของเหล่านกตืด (Martens et al, 1995 ; Martens und Steil, 1997) การเรียนรู้ในการเลียนเสียงของนกค้างเขนดง (Tretzel, 1997) บทเพลงของ corn crake เพศเมีย (Ottvall, 1999) งานวิจัยด้านเสียงของนกโดยการทำ sonogram แล้วนำไว้เคราะห์หอย่างละเอียดถึงลักษณะ รูปแบบ และความถี่ของ element ต่าง ๆ ได้ข้อมูลที่ละเอียดยิ่งขึ้น เช่น Laiolo et al (2000) ศึกษาในนก chough ของสก็อตแลนด์ Skiba (2000) ศึกษางบทเพลงท้องถิ่นของนกพินช์ และ Päckert et al (2001) ศึกษาเสียงของนก Kinglets บนเกาะ Madeira และเกาะ Mallorca

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ศึกษาเสียงนก

1. พัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์สัญญาณเสียงนกอุกมาในรูปของ Spectrogram โดยใช้วิธีการประมวลสัญญาณทางดิจิตอลที่เรียกว่า Short-time Fourier Transform ซึ่งโปรแกรมสามารถแสดงผล Spectrogram ที่ได้ออกทางซอฟต์แวร์ที่มีความละเอียดสูง และพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ที่มีความละเอียดสูง
2. ปรับปรุงผลลัพธ์ที่ได้ให้มีความละเอียดสูงขึ้นและเพิ่มโปรแกรมในส่วนเลือกแสดงผลเฉพาะความถี่ที่ต้องการเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์เสียงนก
3. พัฒนาการปรับแต่ง Spectrogram ให้สามารถเลียงในช่วงความถี่และช่วงเวลาที่ไม่ต้องการซึ่งสามารถแปลงเสียงที่ปรับแต่งแล้วกลับเป็น wave file ได้
4. ทดสอบการวิเคราะห์เสียงนกกับรูปแบบการแสดงผลแบบ 3 มิติ ซึ่งแกน X คือ เวลาแกน Y คือ ความถี่และความเข้มของสี Spectrogram คือความดัง

การสร้างสเปกตรограм

2.1 การสร้างสเปกตรограм

สเปกตรограм คือการหาองค์ประกอบของความถี่ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของสัญญาณ โดยจะแบ่งสัญญาณออกเป็นช่วงย่อย ๆ แล้วนำมาหาองค์ประกอบของความถี่โดยการหารูปแปลง ฟูรีเยร์(Fourier Transform) ซึ่งอัลกอริธึมชนิดนี้เรียกว่า Short-Time Fourier Transform (STFT)

2.2 Short-Time Fourier Transform (STFT)

ในการทำ STFT จะใช้พื้นฐานเรื่องการหารูปแปลงฟูรีเยร์ของสัญญาณดังสมการ

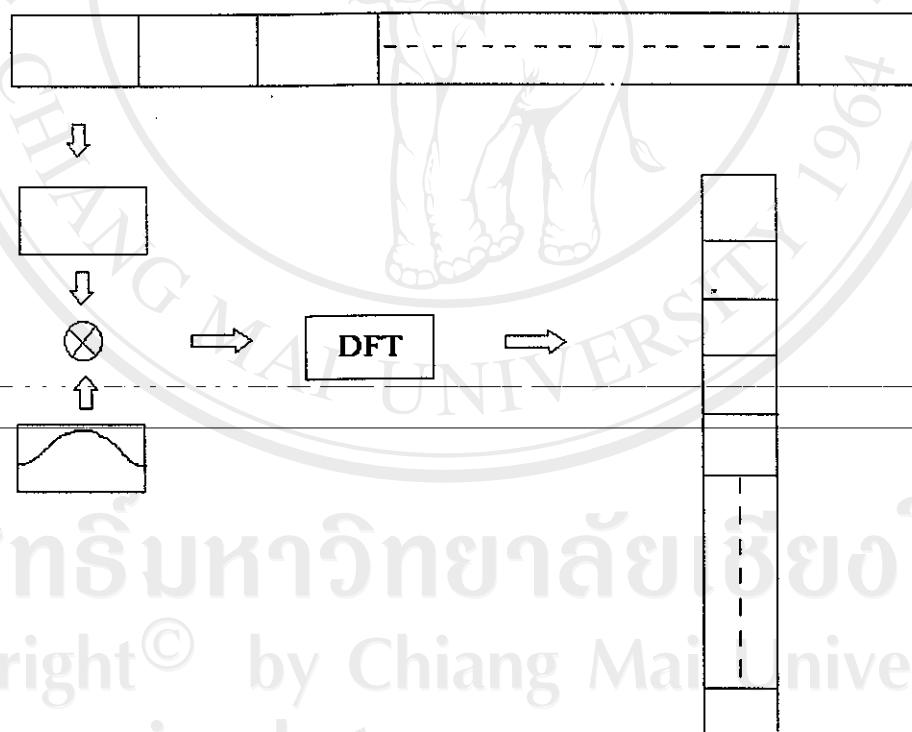
$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi ft} dt \quad (1)$$

สมการที่ (1) เป็นการหารูปเปลงฟูเรียร์ของสัญญาณที่มีความต่อเนื่องในเทอมของเวลา (continuous time) แต่สัญญาณที่พิจารณาไม่ถูกขณะที่ไม่ต่อเนื่องในเทอมของเวลา (discrete-time) ดังนั้นจะหารูปเปลงฟูเรียร์โดยใช้ Discrete-Time Fourier Transform ดังสมการที่ (2)

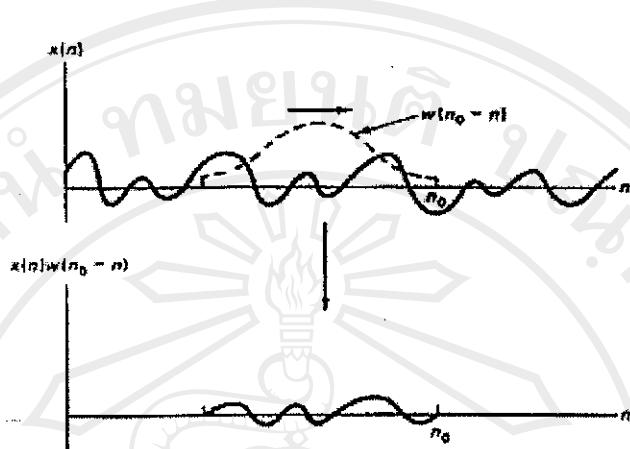
$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) e^{-j\omega n} \quad (2)$$

เมื่อ ω คือ ความถี่ในหน่วย [rad/s]

n คือ Sample Index



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการทำ STFT



รูปที่ 2.2 การคำนวณ short time section ที่ได้มาจากการคำนวณ $x(n)w(n_0 - n)$

Discrete-time STFT ของข้อมูลก็คือการทำ DTFT ของข้อมูลในช่วงเวลาสั้น ๆ ที่ต่อเนื่องไป โดยข้อมูลของช่วงเวลาสั้น ๆ ที่เวลา n_0 ได้มาจากการฟังก์ชันการทำ DTFT ดังสมการที่ (3)

$$X(n_0, e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)w(n_0 - n)e^{-j\omega(n_0 - n)} \quad (3)$$

เมื่อ $w(n)$ คือหน้าต่างวิเคราะห์

โดยทั่วไปพจน์ $x(n)w(n_0 - n)$ นิยมเรียกว่า short-time section ของ $x(n)$ ที่เวลา n_0 ซึ่งพจน์นี้ได้มาจากการหน้าต่างวิเคราะห์ที่เลื่อนไปด้วยเวลา n_0 นำผลที่ได้มาคูณกับสัญญาณ $x(n)$ ดังแสดงในรูปที่ 2 เมื่อนำ short-time section ที่ได้มาทำ DTFT ก็จะได้อย่างค์ประกอบความถี่ของสัญญาณ จากนั้น ณ เวลา $n_0 + 1$ ก็จะทำการเลื่อนหน้าต่างวิเคราะห์ไปอีก 1 ตำแหน่งแล้วคูณกับสัญญาณ $x(n)$ อีก จากนั้นนำมาทำ DTFT ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จะได้ชุดขององค์ประกอบความถี่ เมื่อนำรวมกันจะสร้างเป็น Discrete-time STFT ของสัญญาณ $x(n)$ ดังนั้น STFT สามารถอธิบายในรูปของสมการคณิตศาสตร์ได้โดยเปลี่ยนค่าคงที่ n_0 เป็นตัวแปร n และให้ตัวแปรของการรวมเปลี่ยนเป็นตัว m แทนดังสมการที่ 4

$$X(n, e^{j\omega}) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x(m)w(n-m)e^{-j\omega m} \quad (4)$$

หน้าต่างวิเคราะห์ถูกพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของ STFT เนื่องจาก short-time section ของ $x(m)$ คือผลคูณของ $x(m)$ และ $w(n-m)$ ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนหน้าต่างวิเคราะห์ทำให้ค่าของ short-time section เป็นไป และจะทำให้ STFT เป็นไปด้วย ส่วนใหญ่หน้าต่างวิเคราะห์ที่ใช้ในการคำนวณหา STFT นั้นมักจะมีขนาดสั้นกว่าสัญญาณที่ทำการวิเคราะห์มาก ๆ ดังรูปที่ 2.3 คือหน้าต่างวิเคราะห์ที่เรียกว่า Hamming ที่มีจำนวนจุด 256 จุด

ในการประมาณผลสัญญาณดิจิตอล จะใช้ Discrete STFT ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ Discrete-time STFT เมื่อondังเช่นกรณีของ DFT ที่สัมพันธ์กับ DTFT

จากการสูญ DTFT ใน 1 คาบ นั้นจะได้ DFT แทนด้วย $X(k)$ ของลำดับ $x(m)$ ที่มีความยาวจำกัดนั้นคือ

$$X(k) = X(e^{j\omega})|_{\omega=2\pi k/N} R_N(k) \quad (5)$$

$$R_N(k) = u(k) - u(k-N) \quad (6)$$

โดยที่

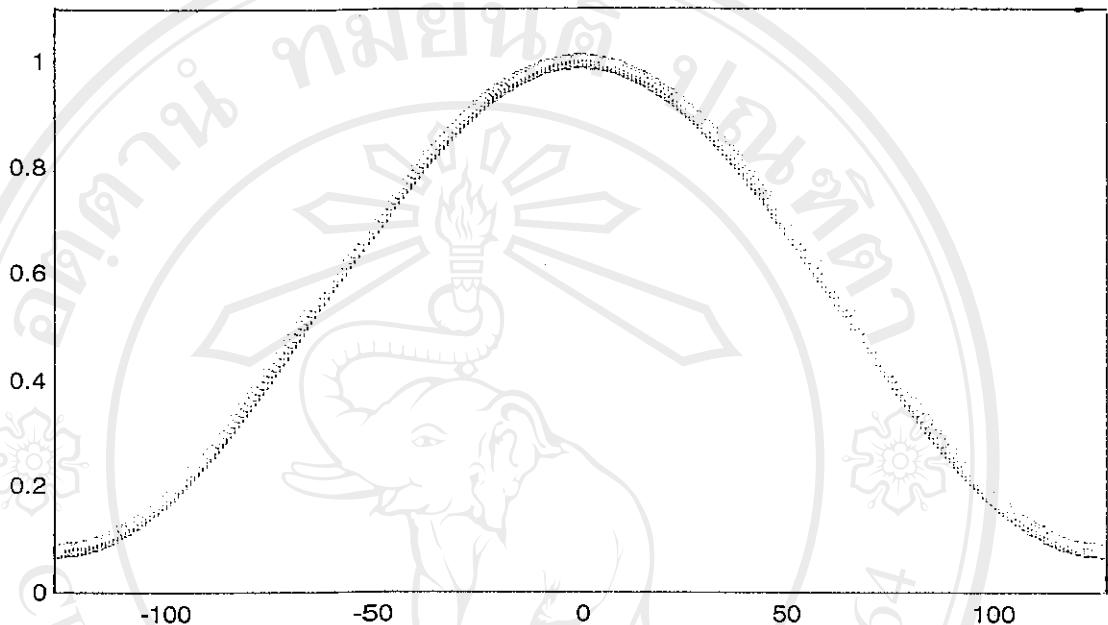
N คือ จำนวนจุดที่ต้องการใน 1 คาบ

$R_N(k)$ คือ rectangular sequence ที่มี N จุด

$u(k)$ คือ Unit step

เช่นเดียวกัน Discrete STFT จะได้จากการสูญ Discrete-time STFT ดังนี้

$$X(n, k) = X(n, \omega)|_{\omega=2\pi k/N} R_N(k) \quad (7)$$

$w(n)$ 

รูปที่ 2.3 หน้าต่าง Hamming ที่มี 256 จุด

นั่นคือจะทำการสุ่ม Discrete-time STFT ทุก ๆ $2\pi/N$ จะได้ Discrete STFT เมื่อแทนค่าสมการที่ (4) ลงในสมการที่ (7) จะได้ดังนี้

$$X(n, k) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x(m)w(n-m) e^{-j2\pi m/N} R_N(k) \quad (8)$$

2.3 Fast Fourier Transform (FFT)

เพื่อเพิ่มความเร็วในการคำนวณ จึงเปลี่ยนการใช้ DFT มาเป็น FFT พิจารณาตัวอย่าง $h(n)$ เมื่อ $N = 2^{\log_2 N}$ โดยที่ $\log_2 N$ เป็นจำนวนเต็ม เราจะแยกผลบวกออกเป็น n เลขคู่กับ n เลขคี่ ดังสมการที่ (9)

$$\begin{aligned}
 H(k) &= \sum_{n=0}^{N-1} h(n) e^{-j2\pi nk/N} && \text{เมื่อ } 0 \leq k \leq N-1 \\
 H(k) &= \sum_{n(\text{even})} h(n) e^{-j2\pi nk/N} + \sum_{n(\text{odd})} h(n) e^{-j2\pi nk/N} && (9)
 \end{aligned}$$

กำหนดให้ $n = 2r$ ของผลรวมแรก และ $n = 2r+1$ สำหรับผลรวมที่สอง จะได้

$$H(k) = \sum_{r=0}^{(N/2)-1} h(2r) e^{-j4\pi rk/N} + \sum_{r=0}^{(N/2)-1} h(2r+1) e^{-j2\pi(2r+1)k/N} \quad (10)$$

จะเห็นว่าผลรวมทั้งสองชุดมีลักษณะเหมือนการทำ DFT ของข้อมูล $N/2$ จุดต่อไปจะแทน $h_E(n)$ สำหรับข้อมูลชุดคู่ และ $h_o(n)$ สำหรับข้อมูลชุดคี่ และ $H_E(k)$ กับ $H_o(k)$ แทน DFT ของข้อมูลทั้ง 2 ชุดตามลำดับ เมื่อจาก $H_E(k)$ และ $H_o(k)$ เป็นการทำ DFT ของข้อมูล $N/2$ จุด ดังนั้นมันจึงจะมีค่าซ้ำเกิดขึ้นเป็นค่า ๆ ทุก ๆ $N/2$ จุด ดังนั้น DFT ของข้อมูล N จุด จึงจะได้

$$H(k) = \begin{cases} H_E(k) + e^{-j2\pi k/N} H_o(k) & ; 0 \leq k \leq (N/4-1) \\ H_E(k-N/2) + e^{-j2\pi k/N} H_o(k-N/4) & ; N/2 \leq k \leq N-1 \end{cases} \quad (11)$$

(11)

โดยที่ $\begin{cases} h_E(n) = h(2n) \\ h_o(n) = h(2n+1) \end{cases}$

เมื่อทำเช่นนี้ต่อไปโดยพิจารณาบนสัญญาณ n เลขคู่ และ n เลขคี่เป็นเหมือนสัญญาณตัวต้นใหม่แล้วแยกแต่ละช่วงสัญญาณออกเป็น n เลขคู่กับ n เลขคี่ อีกจะสามารถทำได้ดังสมการ 12

$$H_E(k) = \begin{cases} H_{E,E}(k) + e^{-j2\pi k/(N/2)} H_{E,O}(k) & ; \quad 0 \leq k \leq (N/4)-1 \\ H_{E,O}(k-N/4) + e^{-j2\pi k/(N/2)} H_{E,O}(k-N/4) & ; \quad N/4 \leq k \leq (N/2)-1 \end{cases} \quad (12)$$

เมื่อ $H_{E,E}(k)$ คือ DFT ของข้อมูลที่มี n เลขคู่ของข้อมูล $h_E(n)$
 $H_{E,O}(k)$ คือ DFT ของข้อมูลที่มี n เลขคี่ของข้อมูล $h_E(n)$ ซึ่งสามารถ
 แยก $H_O(k)$ ออกได้ในกรณีเดียวเท่านั้น

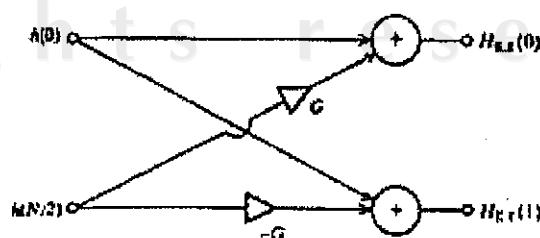
เนื่องจาก $N = 2^{\log_2 N}$ ดังนั้นจึงสามารถทำการแบ่งข้อมูลเป็นเลขคู่และคี่ได้ทั้งหมด $(\log_2 N) - 1$ ครั้ง จนกระทั่งเหลือเพียง 2 จุดทำการแบ่งข้อมูล 2 จุดแรก ประกอบไปด้วย $h(0)$ และ $h(N/2)$ ทั้ง 2 จุดนี้จะทำให้ได้ DFT ของ 2 จุดข้อมูลดังนี้

$$H_{E,E}(k) = h(0) + h(N/2)e^{-j\pi k} \quad \text{for } k = 0, 1 \quad (13)$$

ดังนั้นจะพบว่า

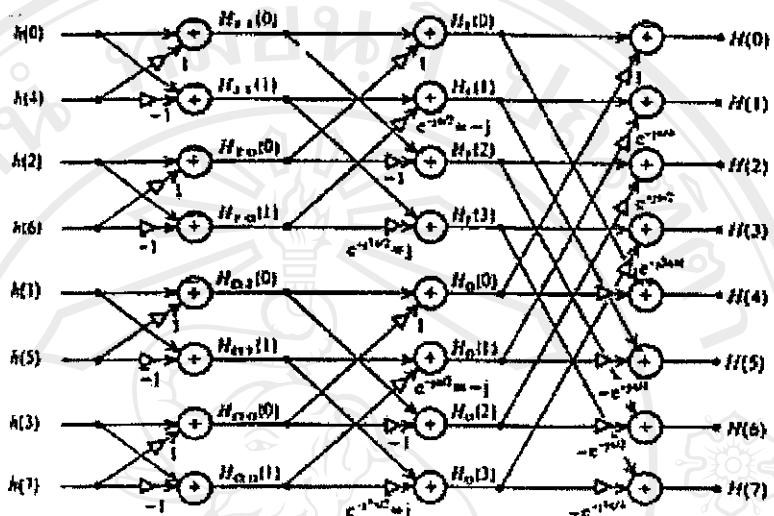
$$H_{E,E}(0) = h(0) + h(N/2) \quad \text{and} \quad H_{E,E}(1) = h(0) - h(N/2) \quad (14)$$

การกระทำที่ผ่านมานี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งเรียกว่า Butterfly pattern ในการรวมผลการทำ DFT ของข้อมูลย่อยเข้าด้วยกัน และเป็นตัวอย่างดังรูปที่ 2.5 เป็นการทำ DFT ของข้อมูล 8 จุด



รูปที่ 2.4 Butterfly 2 จุด

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.5 การหา DFT ของข้อมูล 8 จุด

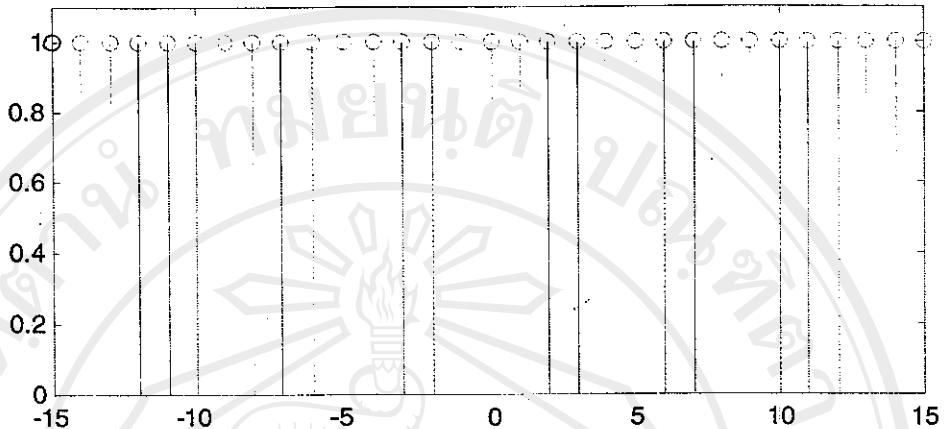
2.4 หน้าต่างวิเคราะห์

ในการทำ STFT สัญญาณจะถูกแบ่งออกเป็นช่วงย่อย ๆ และคุณด้วยหน้าต่างวิเคราะห์ หน้าต่างวิเคราะห์ที่ใช้กันทั่วไปมีดังนี้ ก้าหนดให้ N คือจำนวนจุดของหน้าต่างวิเคราะห์

Rectangular window

$$W_R(n) = \begin{cases} 1 & ; -(N-1)/2 \leq n \leq (N-1)/2 \\ 0 & ; \text{OTHERWISE} \end{cases}$$

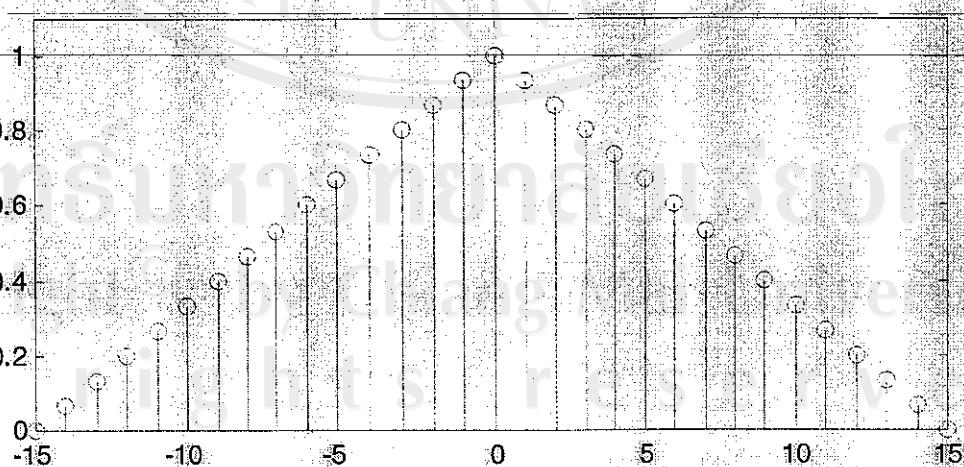
(15)



รูปที่ 2.6 หน้าต่างวิเคราะห์แบบ Rectangular 31 จุด

Triangular window

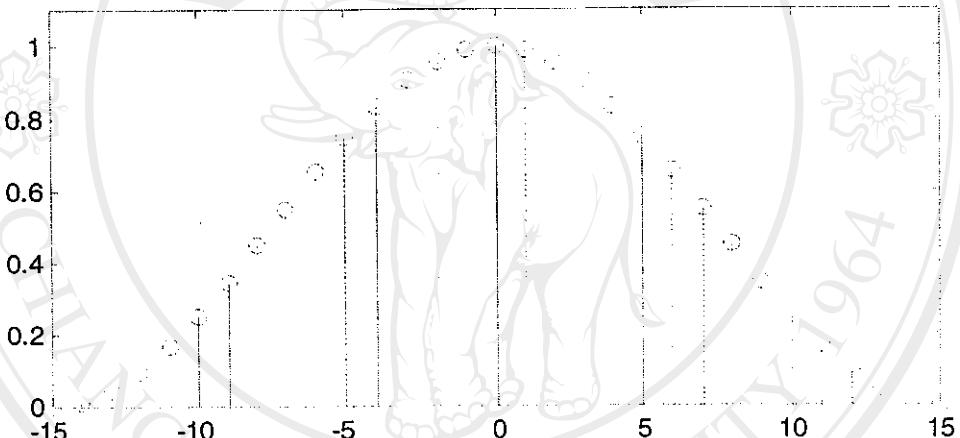
$$W_R(n) = \begin{cases} 1 - \frac{2|n|}{N-1} & ; \quad -(N-1)/2 \leq n \leq (N-1)/2 \\ 0 & ; \quad \text{OTHERWISE} \end{cases} \quad (16)$$



รูปที่ 2.7 หน้าต่างวิเคราะห์แบบ Triangular 31 จุด

- Hanning window

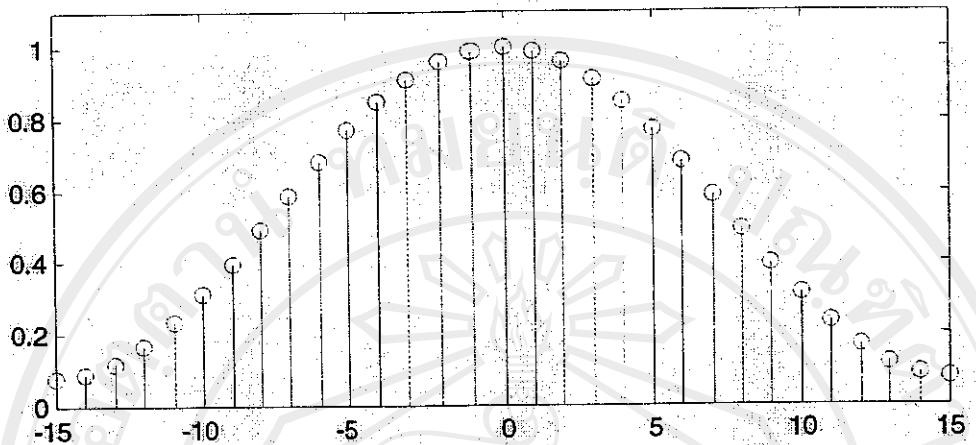
$$W_R(n) = \begin{cases} 0.5 + 0.5 \cos(2\pi n/(N-1)) & ; - (N-1)/2 \leq n \leq (N-1)/2 \\ 0 & ; OTHERWISE \end{cases} \quad (17)$$



รูปที่ 2.8 หน้าต่างวิเคราะห์แบบ Hanning 31 จุด

- Hamming window

$$W_R(n) = \begin{cases} 0.54 + 0.46 \cos(2\pi n/(N-1)) & ; - (N-1)/2 \leq n \leq (N-1)/2 \\ 0 & ; OTHERWISE \end{cases} \quad (18)$$

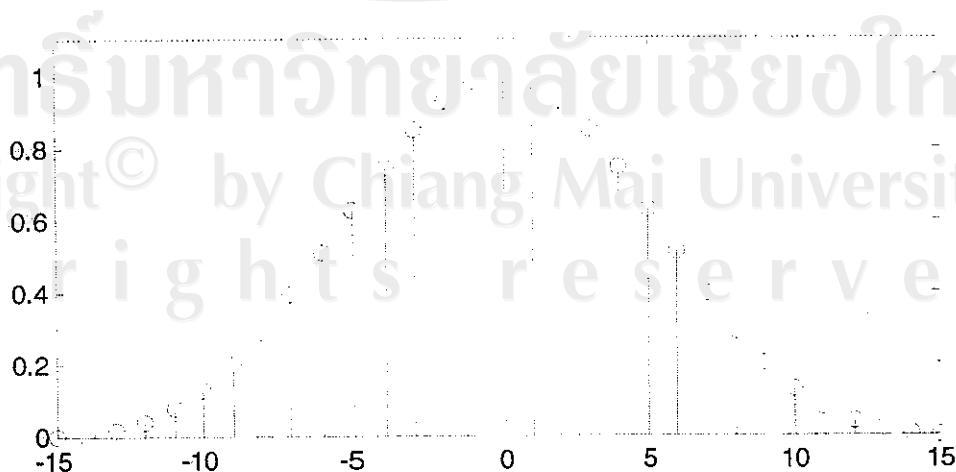


รูปที่ 2.9 หน้าต่างวิเคราะห์แบบ Hamming 31 จุด

Blackman window

$$W_R(n) = \begin{cases} 0.42 + 0.5 \cos(2\pi n/(N-1)) \\ \quad + 0.08 \cos(4\pi n/(N-1)) & -(N-1)/2 \leq n \leq (N-1)/2 \\ 0 & \text{OTHERWISE} \end{cases}$$

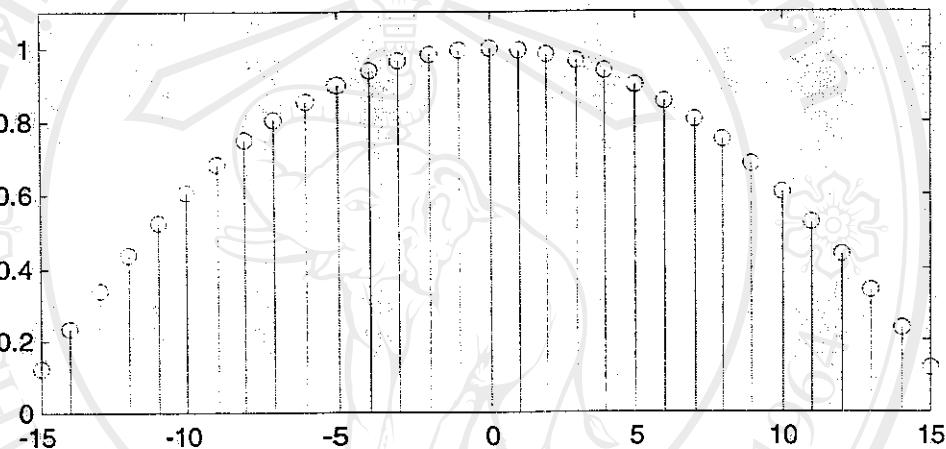
(19)



รูปที่ 2.10 หน้าต่างวิเคราะห์แบบ Blackman 31 จุด

- Welch window

$$W_R(n) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{2n}{N+1} \right)^2 & ; -(N-1)/2 \leq n \leq (N-1)/2 \\ 0 & ; \text{OTHERWISE} \end{cases} \quad (20)$$



รูปที่ 2.11 หน้าต่างวิเคราะห์แบบ Welch 31 จุด

สถานที่ทำการวิจัย ภาควิชาศึกกรรมไฟฟ้า คณะศึกกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย Innsbruck
ประเทศออสเตรีย

ตอนที่ 2 การศึกษาเสียงนกและความหมายของเสียงนก

- บันทึกเสียงนกด้วยเครื่องบันทึกเสียง ประกอบในโครงไฟฟ้าและ parabolic reflector เสียงที่บันทึกได้แก่ calls และ songs โดยบันทึกทั้งเสียงนกในธรรมชาติและเสียงนกในสภาพกรงเลี้ยง
- บันทึกและทำ ethogram แบบแผนพุตติกรรมขณะที่ร้องเพื่อแปลความหมายของเสียงร้อง
- เปิดเทปตรวจสอบกับนักชนิดเดียกันตัวอื่น เพื่อดูการตอบสนองและยืนยันความหมายของเสียง

4. นำเสียงที่บันทึกมาแปลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับผลที่ได้จาก sonagram ของเสียงเดียวกันที่แปลโดยใช้โปรแกรมอื่น ๆ
ชนิดของนกที่เป็นตัวแทนการศึกษา
1. นกกลุ่ม non-passerine
 2. นกกลุ่ม passerine
- สถานที่ทำการวิจัย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
พื้นที่บางท้องที่ของจังหวัดเชียงใหม่และใกล้เคียง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ 3

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

คณะผู้วิจัยจากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้พัฒนาโปรแกรม SAP ขึ้นเพื่อแปลผลเสียงนกให้เป็น sonogram ขณะเดียวกัน Dr. M. Probst พัฒนาโปรแกรม AVI-CM ขึ้นโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ต่างกันในการเขียนโปรแกรม ดังนี้

1. โปรแกรม SAP

โปรแกรม SAP เป็นโปรแกรมวิเคราะห์เสียงที่เขียนโดยภาษา Borland C++ 5.02 มีความสามารถในการบันทึกเสียง วิเคราะห์เสียงเป็น spectrogram การตัดต่อ การแต่ง spectrogram และการพิมพ์ สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ window 98 window ME และ window 2000 Professional

วิธีการติดตั้งโปรแกรม

- สร้างไฟล์เดอร์(folder) สำหรับโปรแกรม
- คัดลอกไฟล์ของโปรแกรมและไฟล์ help ไปเก็บไว้ในไฟล์เดอร์ที่สร้างขึ้น
- สร้าง shortcut ไว้บนdesktop

2. โปรแกรม AVI-CM 1.0

โปรแกรม AVI-CM 1.0 เป็นโปรแกรมที่เขียนด้วย โปรแกรม MATLAB 5.3 ซึ่งยังไม่ได้ compile เป็นนามสกุล .exe การทำงานจึงจะต้องเรียกผ่าน โปรแกรม MATLAB เวอร์ชันที่สูงกว่า 5.0 ซึ่งโปรแกรม MATLAB ตั้งแต่ version 5.0 ขึ้นไป สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ วินโดว์ 95 วินโดว์ 98 วินโดว์ 2000 Professional รวมทั้งระบบปฏิบัติการ Linux

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

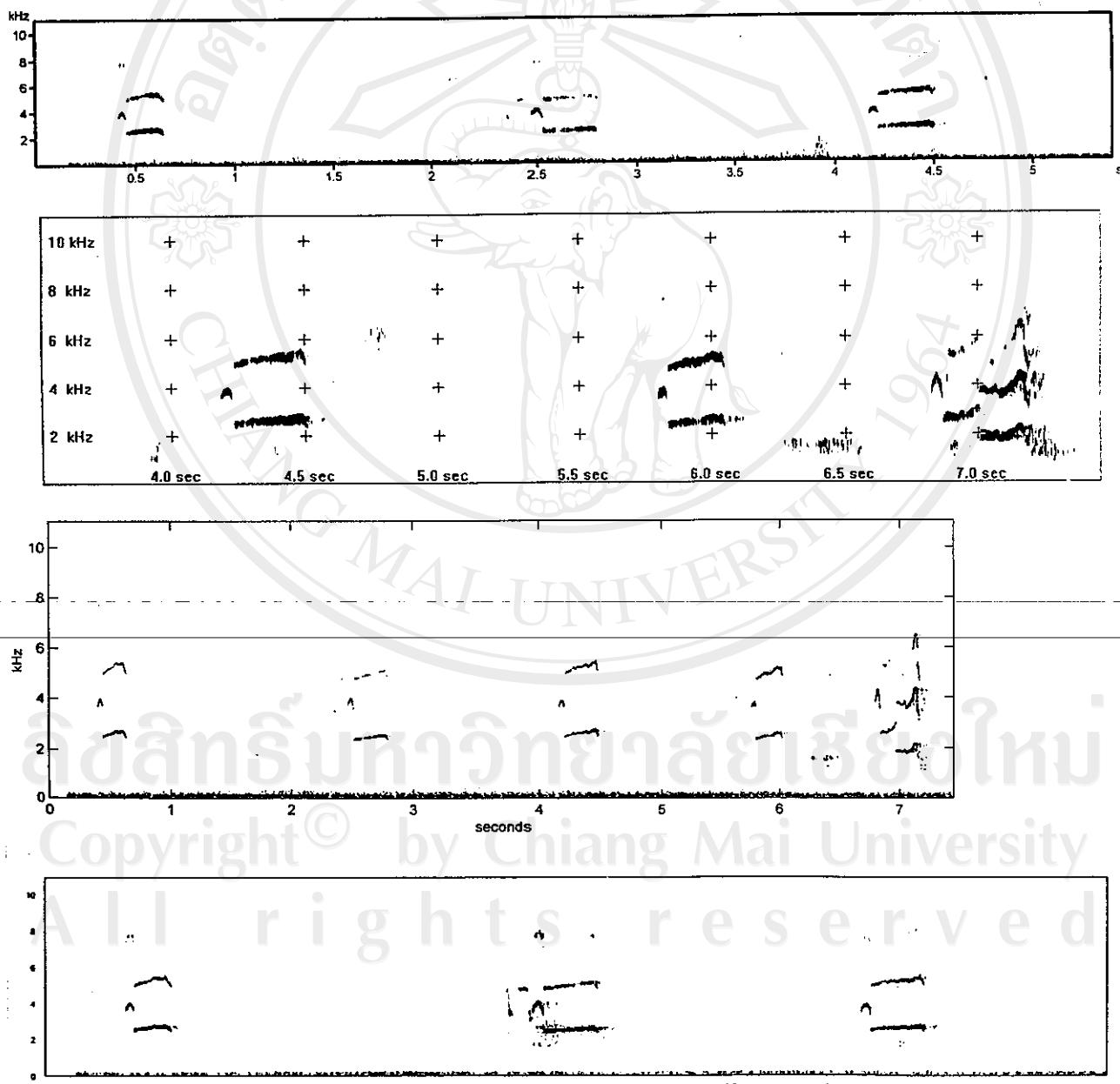
- ติดตั้งโปรแกรม MATLAB
- คัดลอกไฟล์เดอร์ AVI-CM10 ไปเก็บไว้ใน directory Work ของโปรแกรม MATLAB

ตารางเปรียบเทียบการทำงานของห้องสีโปรแกรม

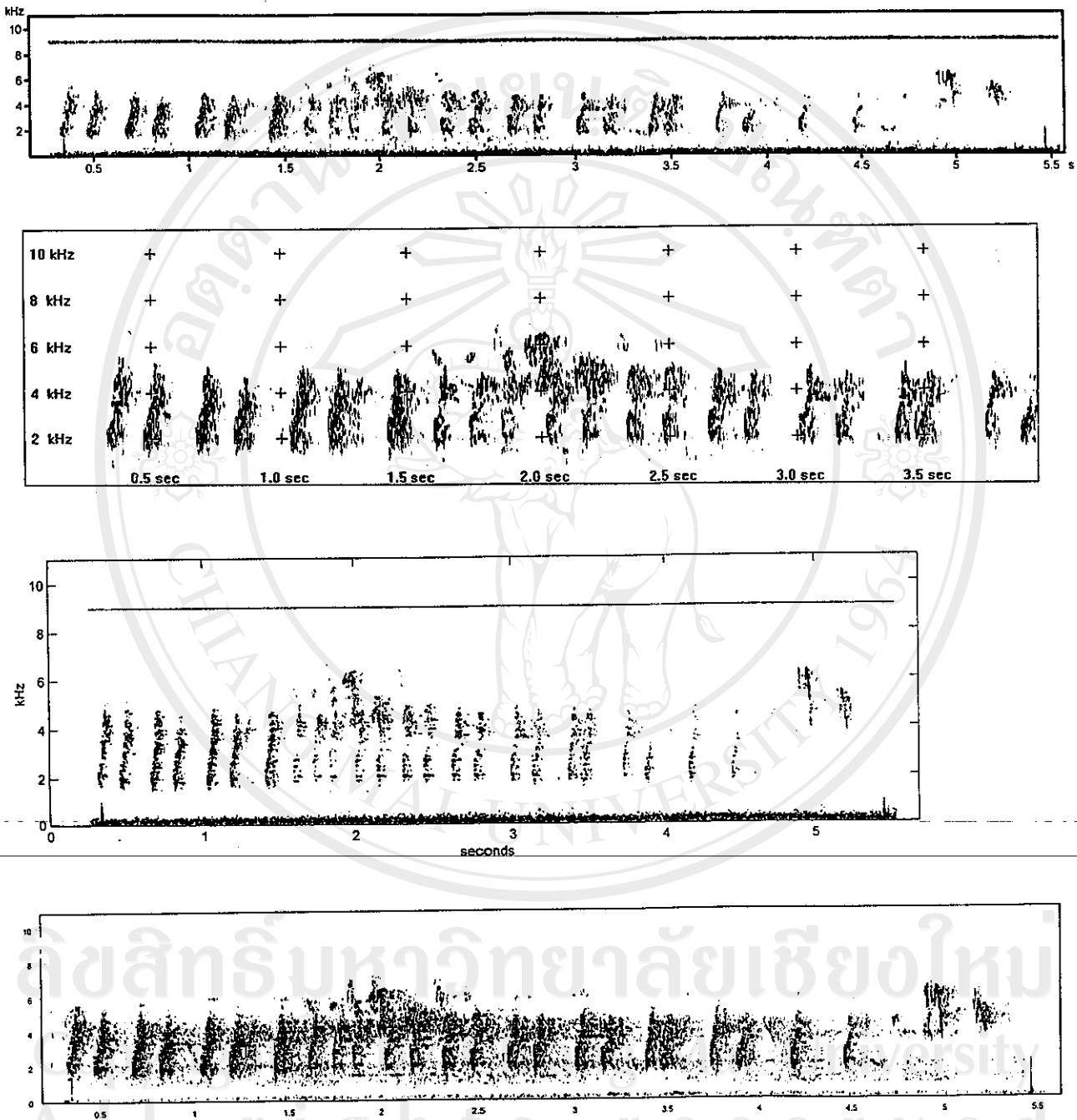
	SAP	AVI-CM	Avisoft	Spectrogram
1. การบันทึกเสียง	มี	ไม่มี	มี	มี
- ความยาวของเสียง	ไม่จำกัด	-	ตามค่าที่ตั้ง	ไม่จำกัด
- สามารถบันทึกได้ทั้ง mono และ stereo	ได้	-	ได้	ได้
- เชฟเสียงที่บันทึกเป็น wave file	ได้	-	ได้	ไม่ได้
2. การสร้าง sonogram	มี	มี	มี	มี
- ความยาวของ sonogram ที่แสดง	ตาม ค่าที่ตั้ง	ทำทั้งหมด	ตาม ค่าที่ตั้ง	ตาม ค่าที่ตั้ง
- สร้าง sonogram ที่มีขนาดเท่ากัน ได้ทุกเสียง	ตาม ค่าที่ตั้ง	ทำทั้งหมด	ตาม ค่าที่ตั้ง	ตาม ค่าที่ตั้ง
- เลือกทำ sonogram ในบางช่วง	ตาม ค่าที่ตั้ง	ทำทั้งหมด	ตาม ค่าที่ตั้ง	ตาม ค่าที่ตั้ง
3. การปรับแต่งความชัดของ sonogram	ทำเฉพาะจุด	ทำทั้งหมด	ทำทั้งหมด	ทำทั้งหมด
- เพิ่มความชัดของ sonogram	ได้	ได้	ได้	ได้
- ลดความเข้มของเสียงที่ไม่ต้องการใน sonogram	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
4. การตัดต่อเสียง	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี
- การคัดลอก	ได้	-	ได้	-
- การตัด	ได้	-	ได้	-
- การวาง	ได้	-	ได้	-
5. การปรับแต่งเสียงผ่าน sonogram	มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
- เพิ่มความดังของเสียงที่ต้องการ	ได้	-	-	-
- ลดความดังของเสียงอื่น	ได้	-	-	-
- แปลง จาก sonogram มาเป็น wave file	ได้	-	-	-
6. การพิมพ์ sonogram ออกร่างเครื่องพิมพ์	มี	มี	มี	มี
- พิมพ์คลื่นเสียง(oscillogram)	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้	พร้อมกับ
- พิมพ์ sonogram	ได้	ได้	ได้	sonogram
- คูณภาพก่อนพิมพ์	ได้	ได้	ไม่ได้	ไม่ได้
- ผลการสั่งพิมพ์ ครั้ง	ได้หลายหน้า โดย sonogram ที่ได้จะต่อเนื่อง กัน	ที่ละหน้า ตามหน้าจอ	ทีละ 1 หน้า ตามหน้าจอ	ทีละ 1 หน้า ตามหน้าจอ

การเปรียบเทียบ sonogram จากการใช้โปรแกรมต่างๆ

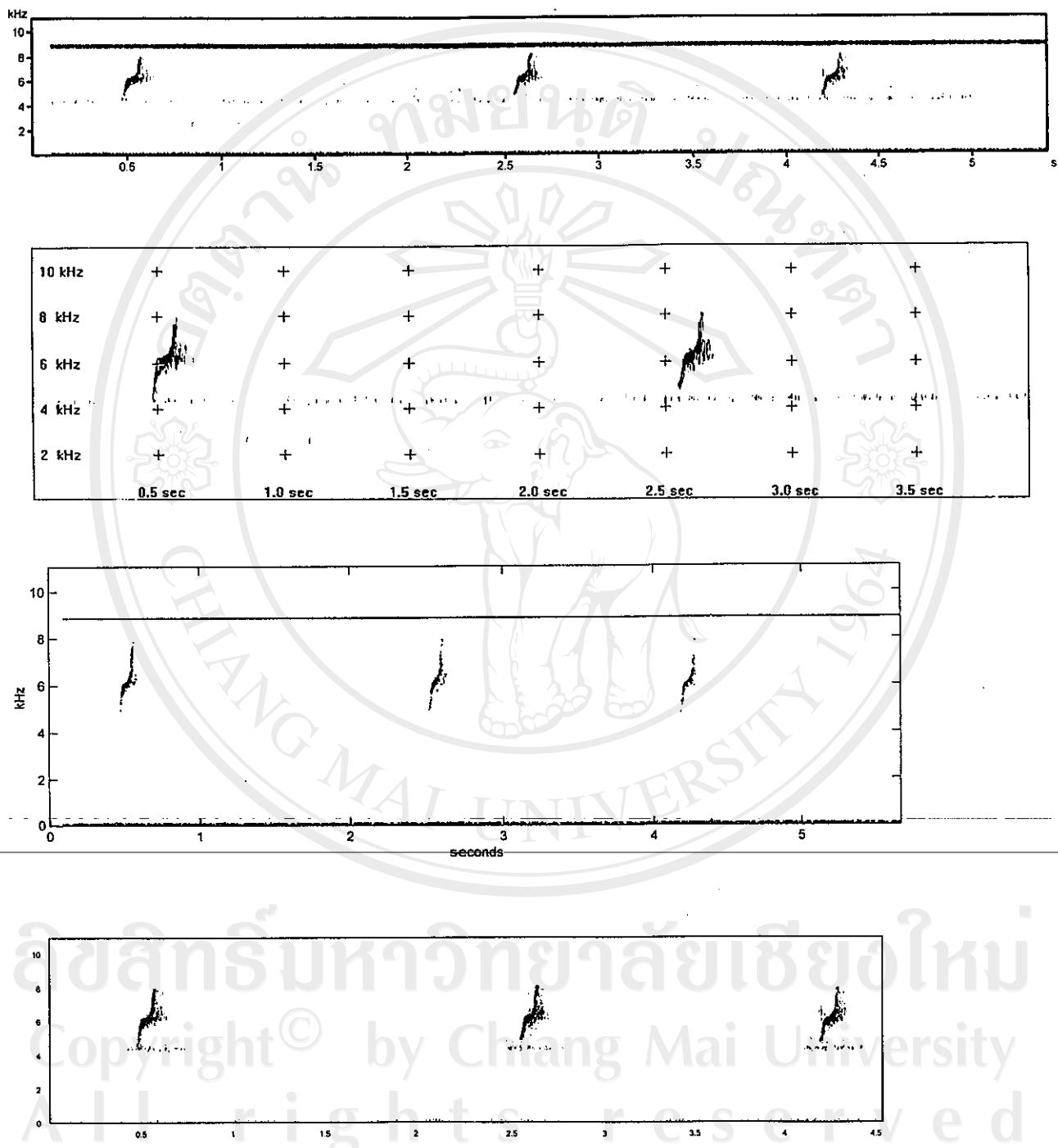
จากการแปลงเสียงร่องของนกหอยชนิดและหลายประเภทเสียง ด้วยโปรแกรมทั้ง 4 โปรแกรมคือ โปรแกรม Avisoft (A) โปรแกรม Spectrogram (B) โปรแกรม Avi-CM 1.0 (C) โปรแกรม SAP (D) พนิช ว่า sonogram ที่ได้แสดงผลไม่แตกต่างกันในการวิเคราะห์และตีความหมายของเสียง ซึ่งยืนยันได้จาก sonogram เสียงร่องของนกต่อไปนี้คือ เสียง alert call ของลูกเหยี่ยว (รูปที่ 3.1) เสียง alert call ของนกปรอดสวน (รูปที่ 3.2) เสียง exciting call ของนกสีชมพูสวน (รูปที่ 3.3) เสียง contact call ของนกปรอดหัวโขน (รูปที่ 3.4) และ subsong ของนกเอียงหงอน (รูปที่ 3.5)



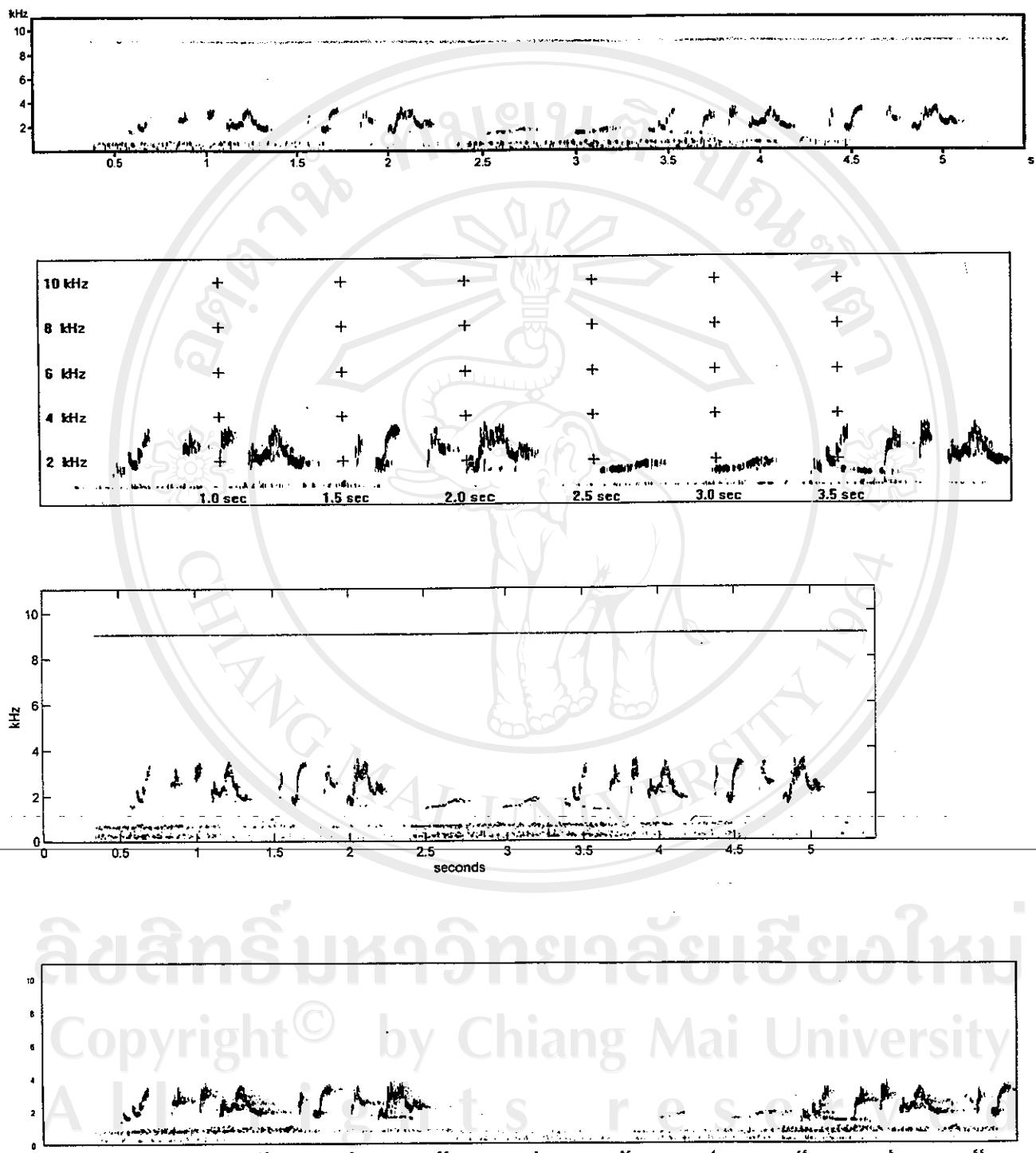
รูปที่ 3.1 เสียง alert call ของลูกเหยี่ยว



รูปที่ 3.2 เสียง alert call ของนกปีกสวน

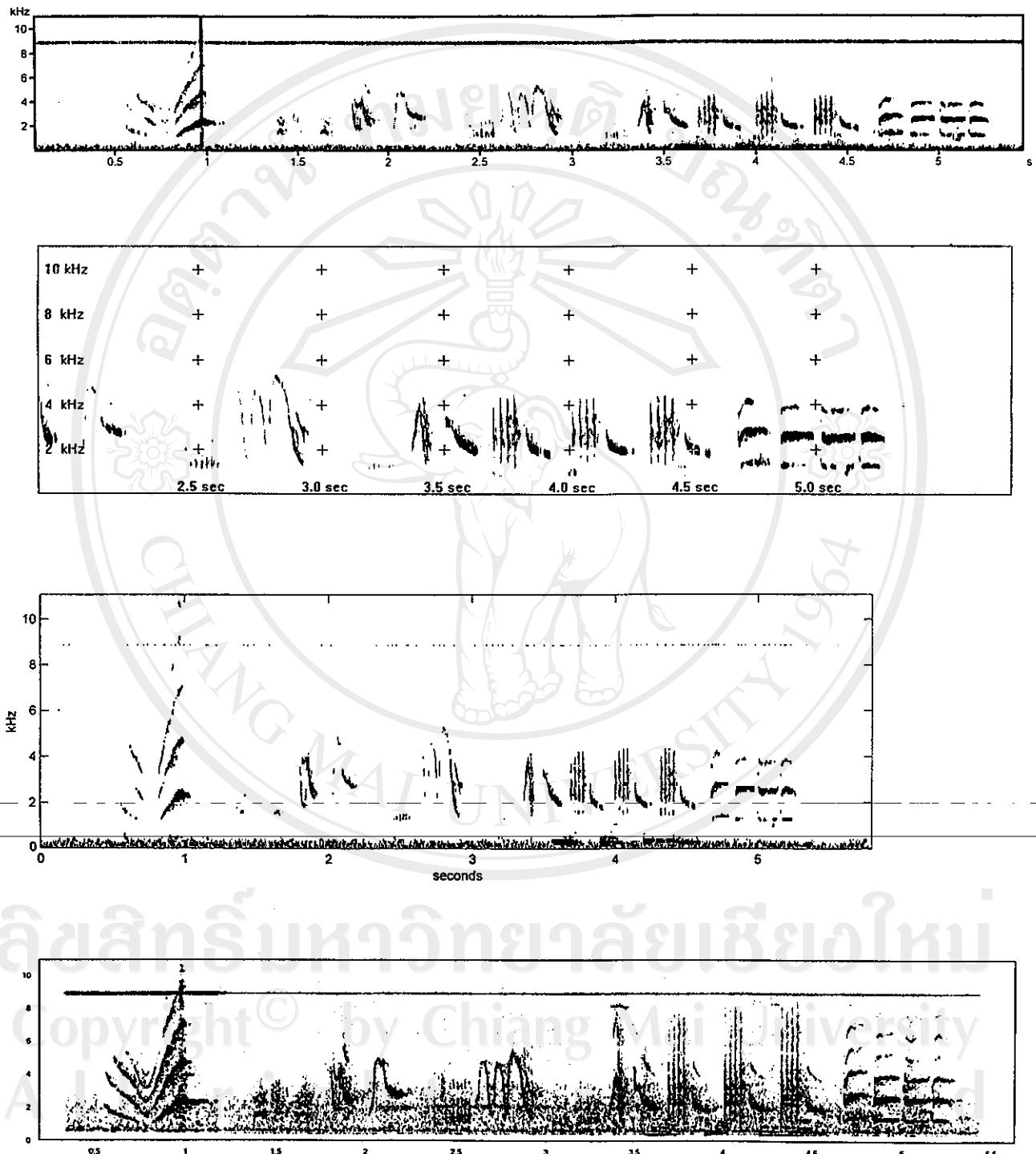


รูปที่ 3.3 เสียง exciting call ของนกสีชมพูส่วน



รูปที่ 3.4 เสียง contact call ของนกปรอดหัวโขน

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



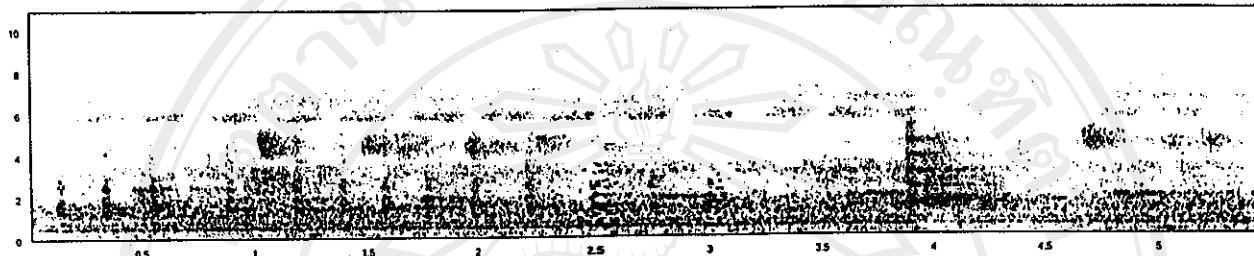
รูปที่ 3.5 เสียง subsong ของนกอียองหงอน

ตอนที่ 2 การศึกษาเสียงนก

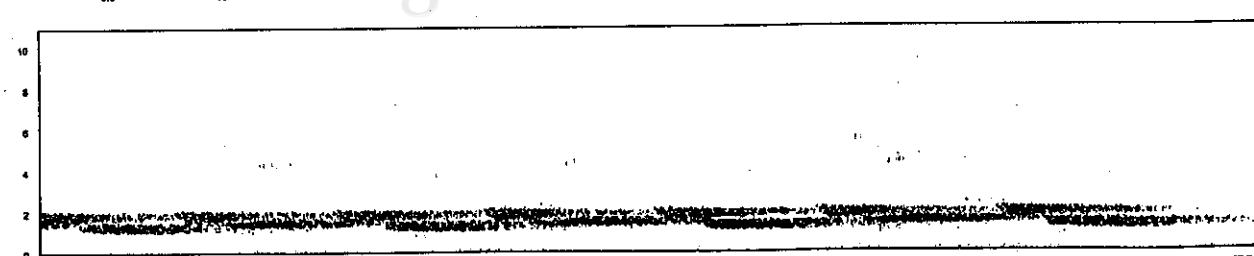
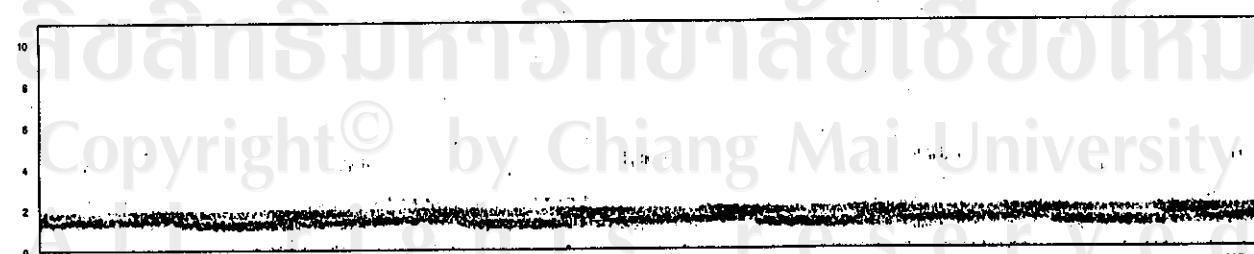
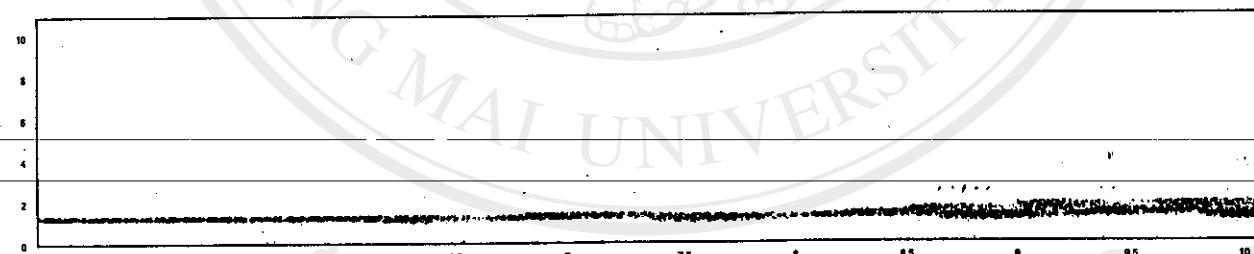
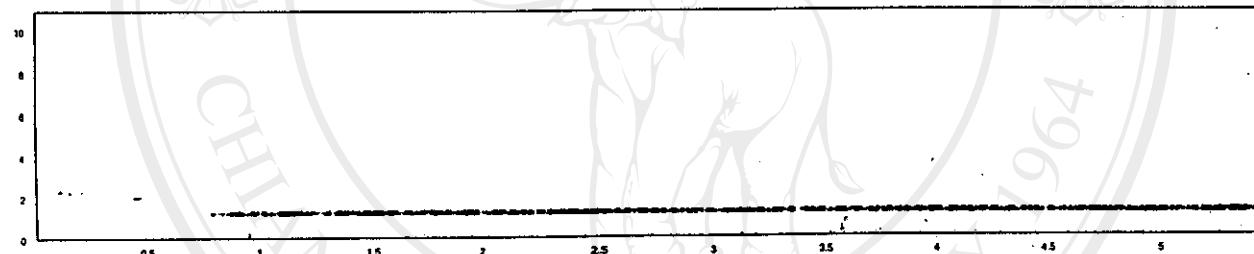
จากเสียงนกชนิดต่างๆ นำมาแปลงเป็น sonogram โดยใช้โปรแกรม SAP ได้ผลดังต่อไปนี้

กลุ่มนก non – passerine

1. ไก่ป่า (*Gallus gallus*) เสียง alert call

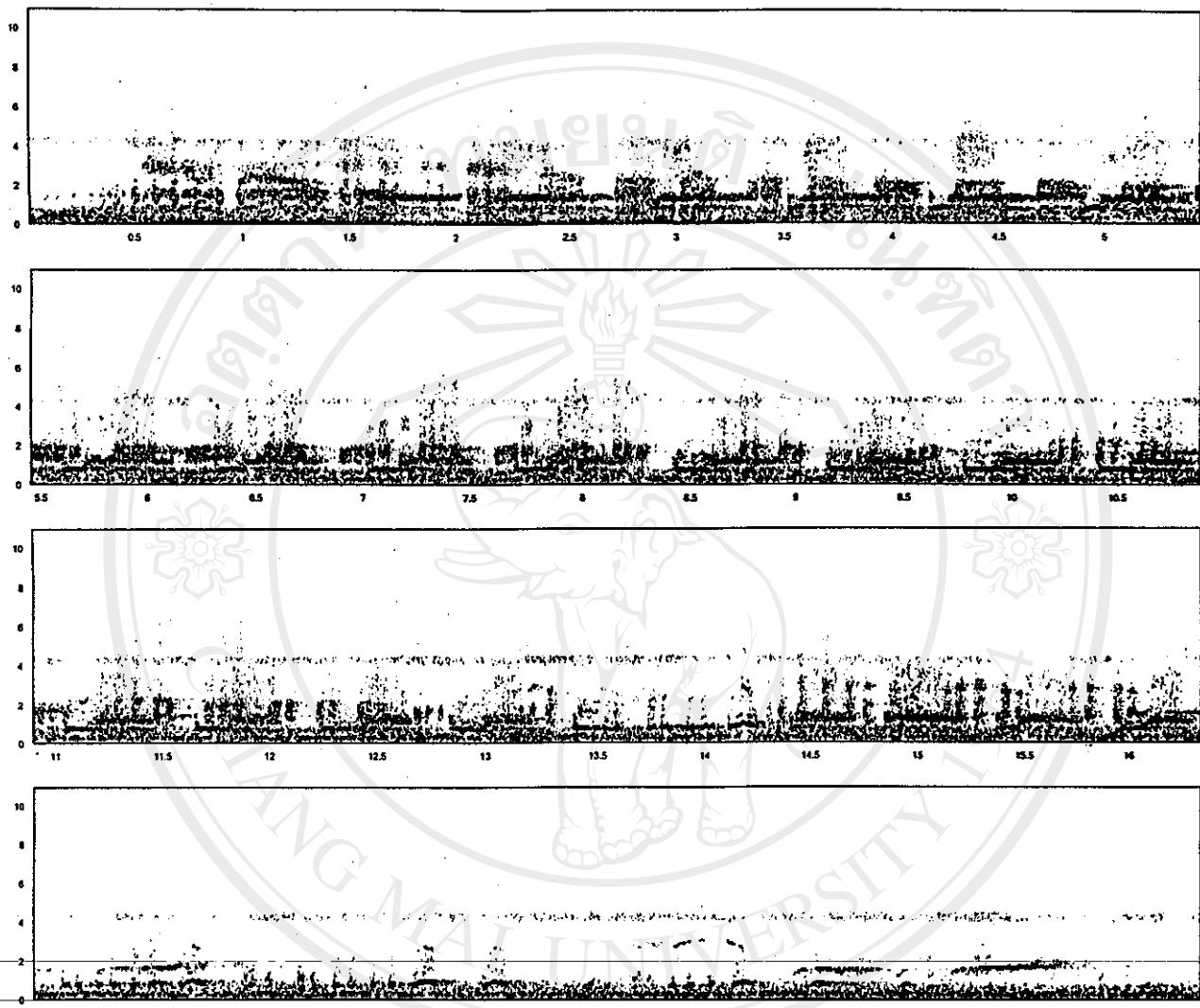


2. นกกระสาดงเข็มเยียว (*Arborophila chloropus*) display

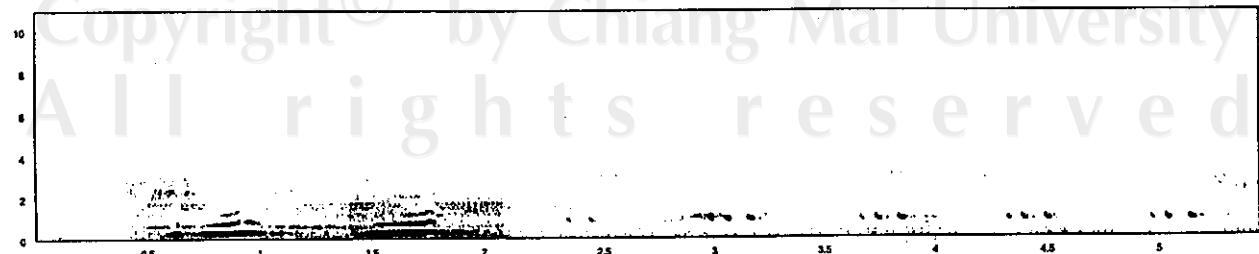


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University

3. นกกวัก (*Amaurornis phoenicurus*) exciting call



4. นกนูน (*Ducula badia*) contact call

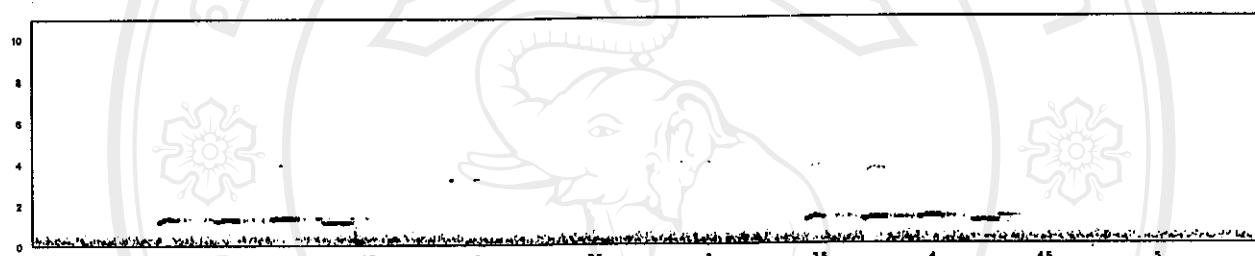


Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

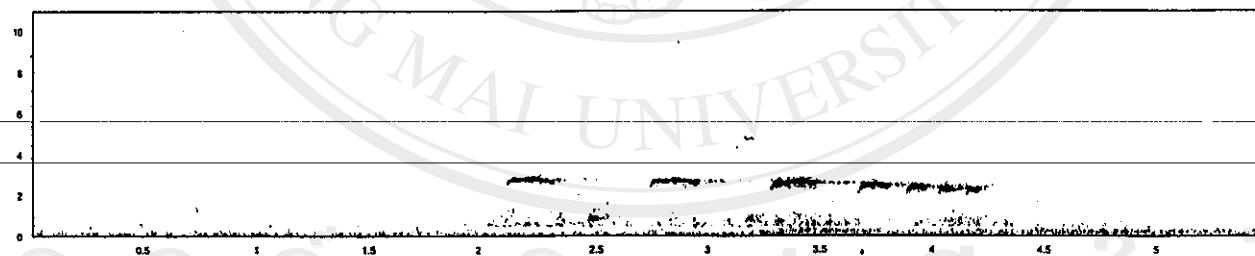
5. นกกระดิง (*Psittacula finschii*) contact call



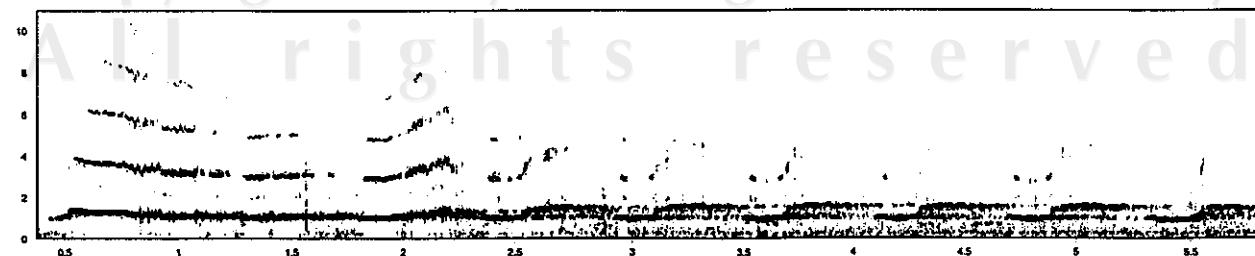
6. นกคัคคูพันธุ์อินเดีย (*Cuculus micropterus*) contact call



7. นกอีวานต์คตเคน (*Cacomantis merulinus*) contact call /display



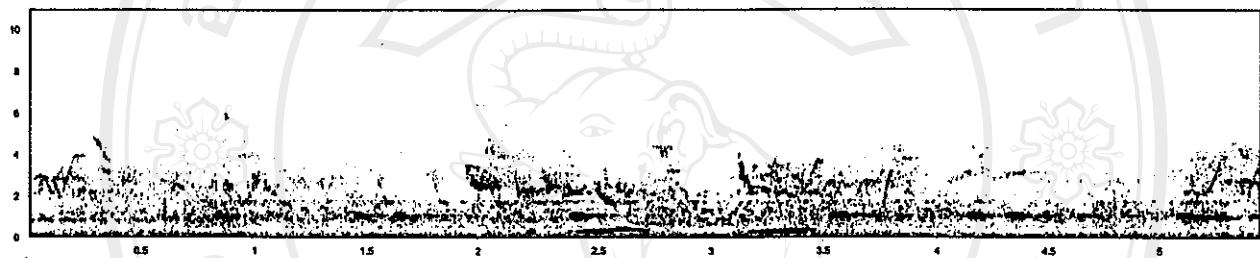
8. นกแสกแดง (*Phodilus badius*) contact call



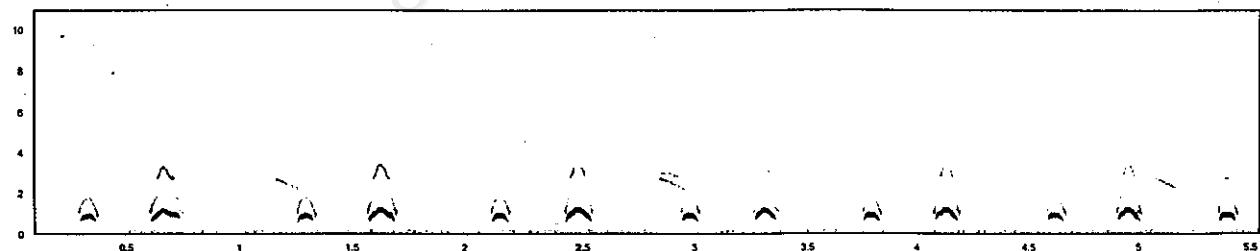
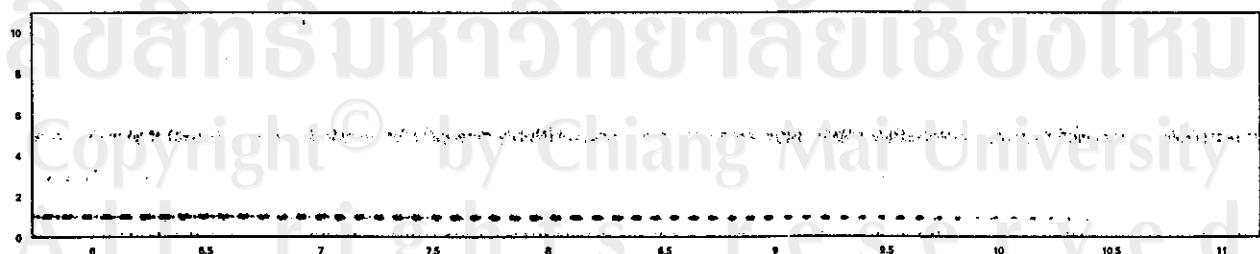
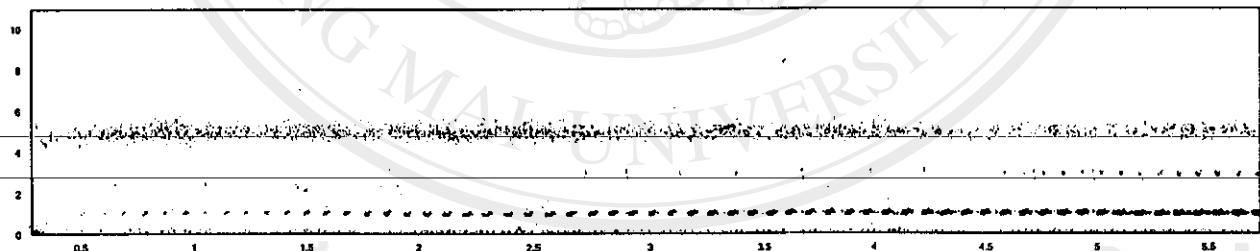
9. นกสูก (*Otus lempiji*) alert call/contact call

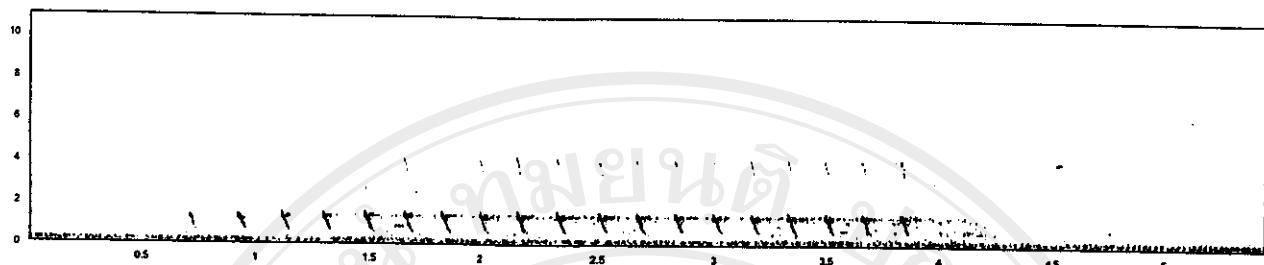
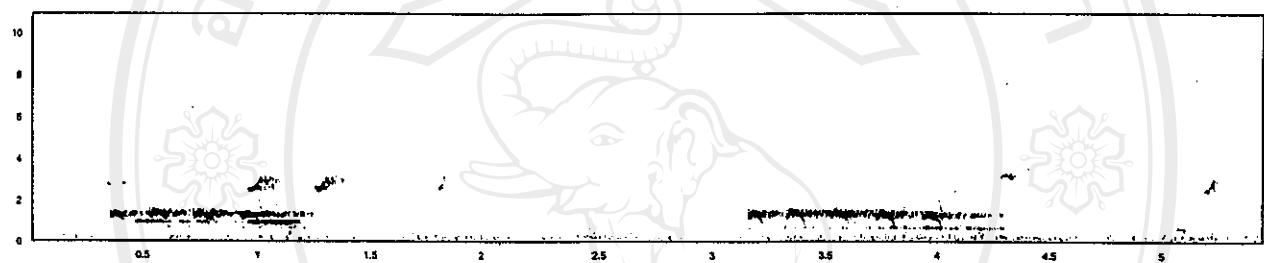
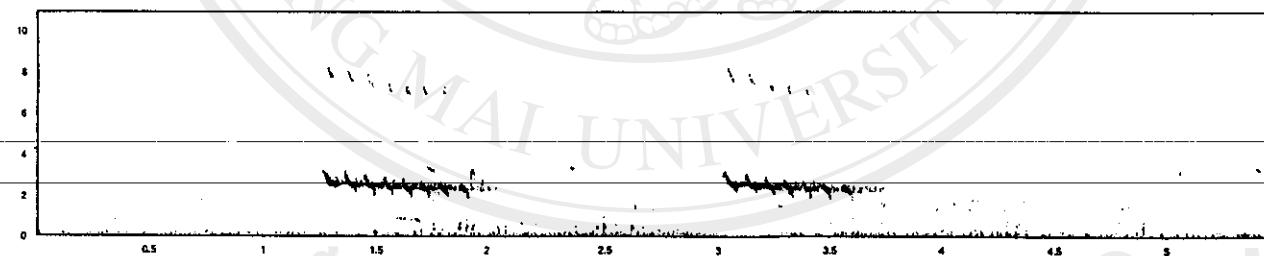


10. นกเค้าเคราะ (*Glaucidium brodiei*) contact



11. นกเค้าโอมง (*Glaucidium cuculoides*) contact call

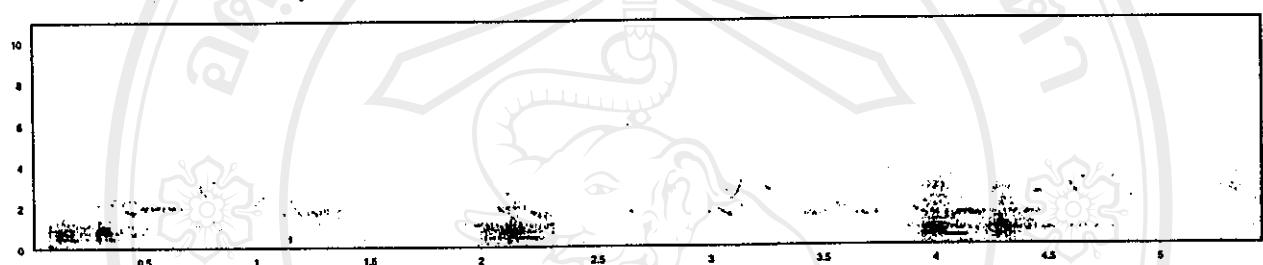


12. นกตับบูงภูเขา (*Caprimulgus indicus*) contact call13. นกบุนแผนอกสีส้ม (*Harpactes oreskios*) contact call14. นกระเด็นอกขาว (*Halcyon smyrnensis*) alert-exciting call15. นกจับคานเล็ก (*Merops orientalis*) exciting call

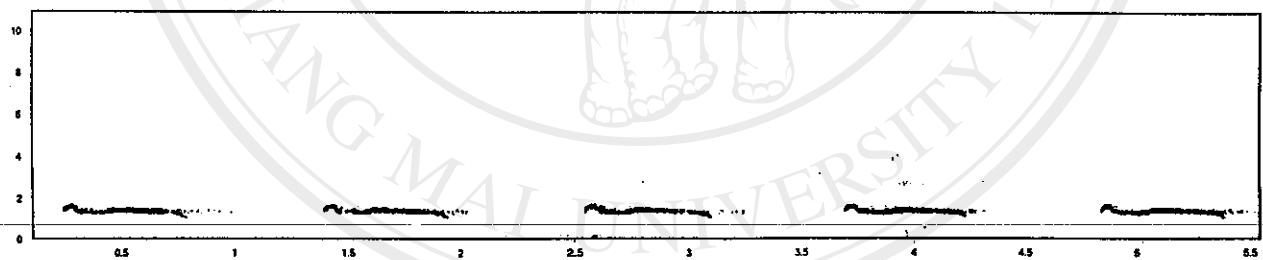
16. นกงานค่าเคร่าน้ำเงิน (*Nyctyornis althertoni*) exciting call



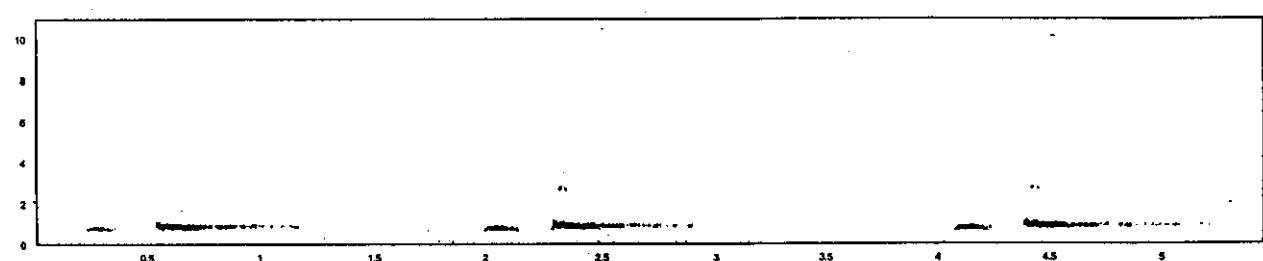
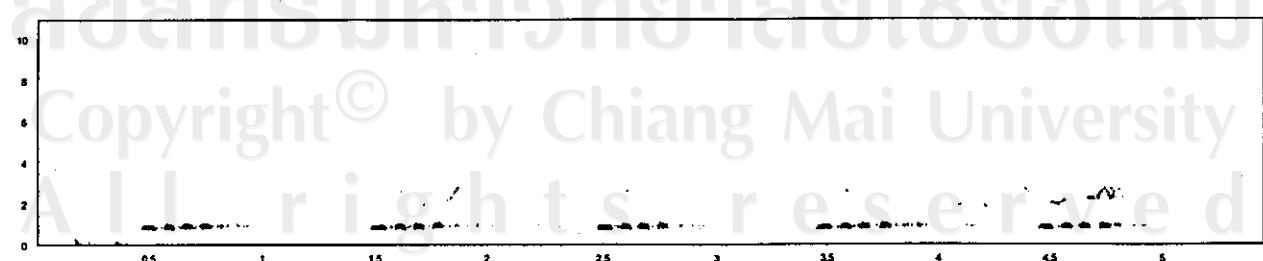
17. นก叩 (*Buceros bicornis*) contact call



18. นกตึ๊งตือ (*Megalaima virens*) territorial call



19. นกโพรงค์ธรรมา (*Megalaima lineata*) territorial call

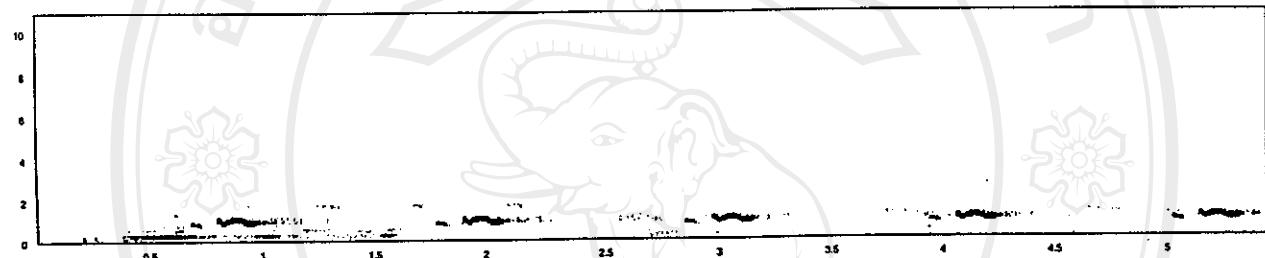


Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

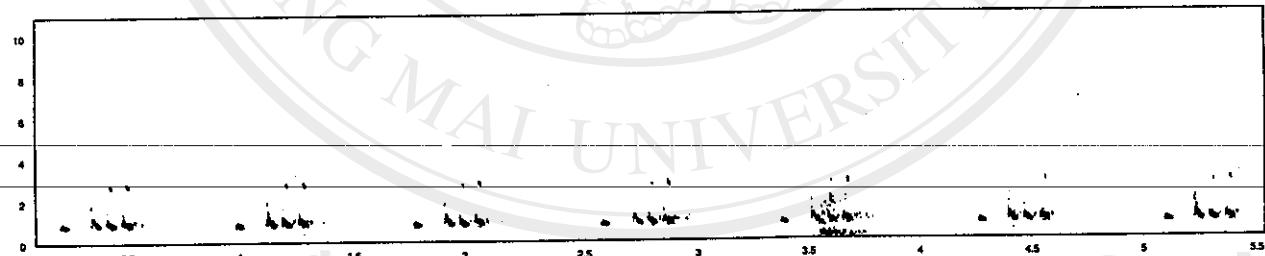
20. นกโพรงดกหูเขียว (*Megalaima faiostricta*) territorial call



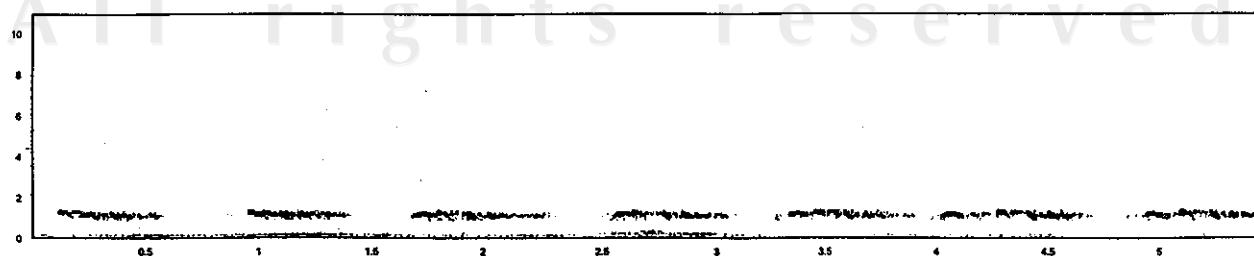
21. นกโพรงดกคงเหลือง (*Megalaima franklinii*) territorial call



22. นกโพรงดกคอสีฟ้า (*Megalaima asiatica*) territorial call



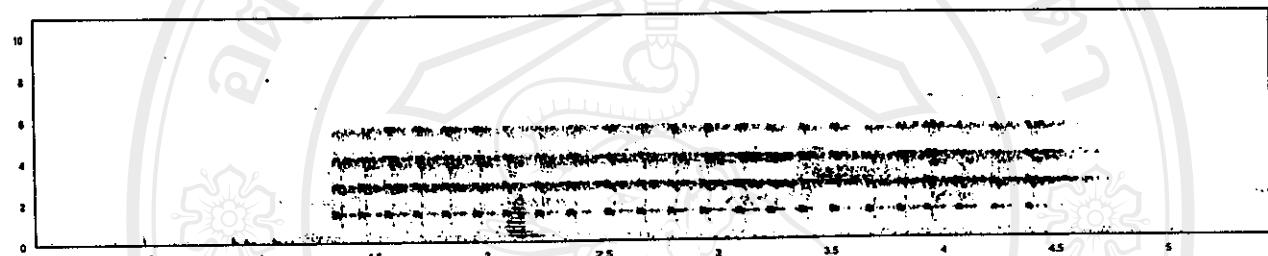
23. นกโพรงดกคอสีฟ้าเคราดำ (*Megalaima incognita*) territorial call



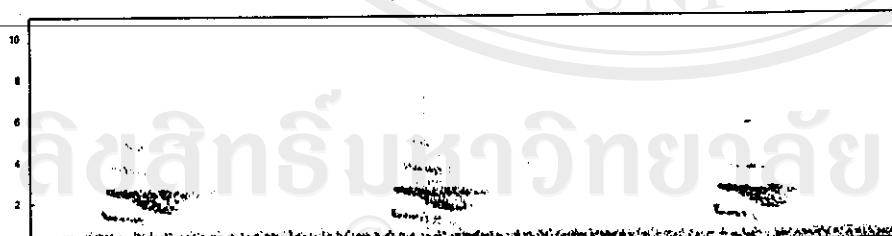
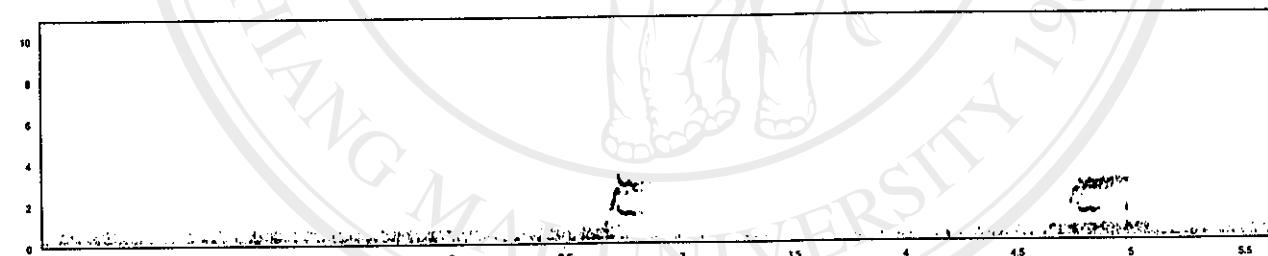
24. นกโพรงค์หน้าปากดำ (*Megalaima australis*) territorial call



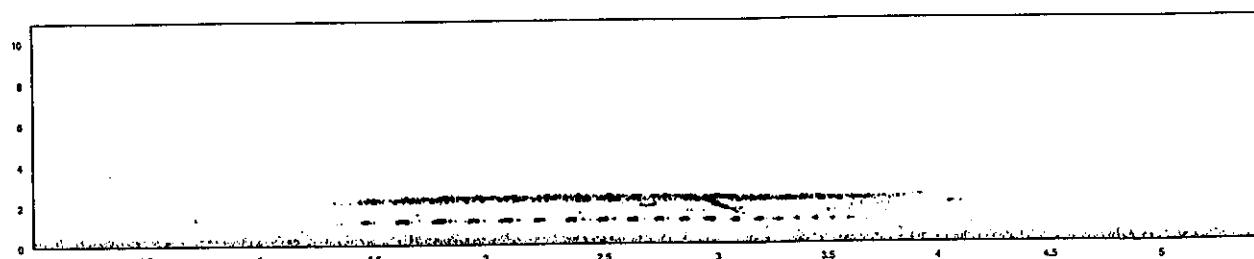
25. นกหัวขวานสีน้ำเงินทอง (*Chrysocolaptes lucidus*) alarm call



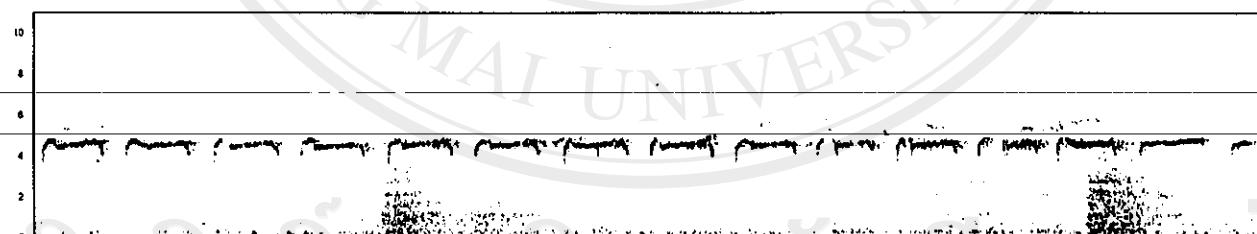
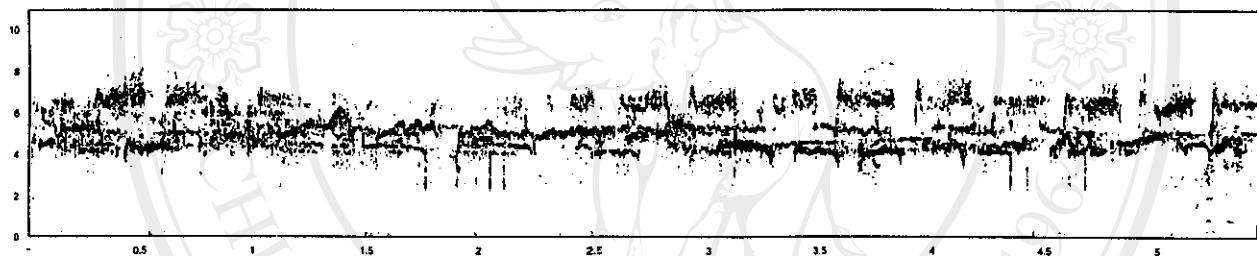
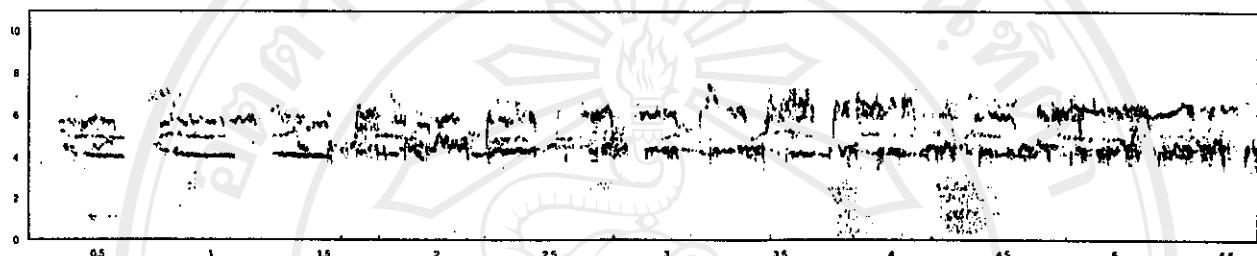
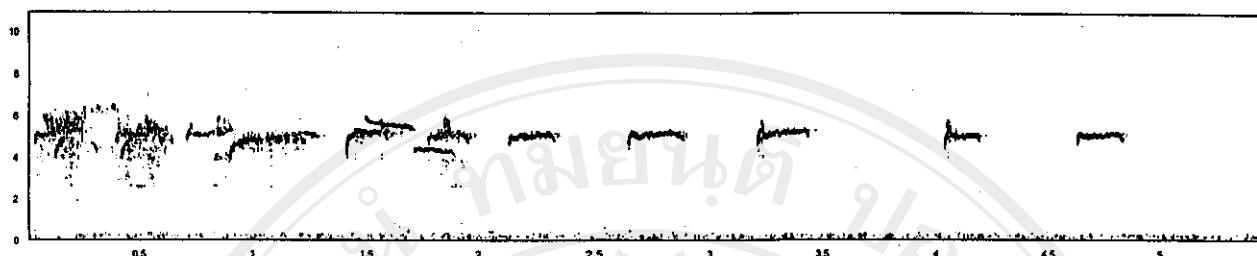
26. นกหัวขวานใหญ่แหงเหลือง (*Picus flavinucha*) exciting call



27. นกหัวขวานสีตาด (*Celeus brachyurus*) exciting call, territorial call

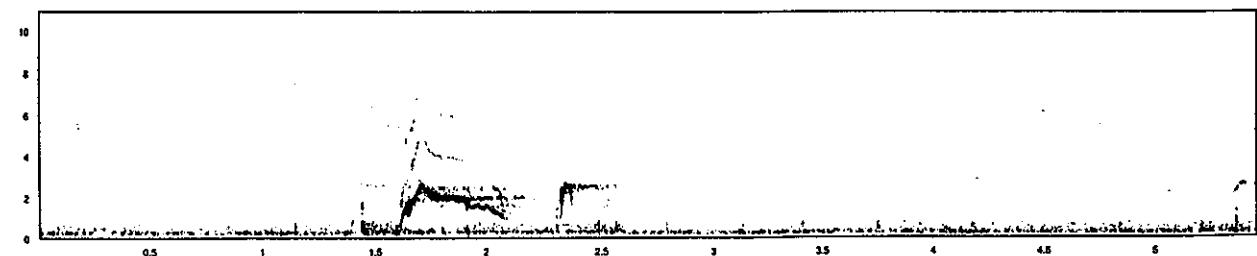


28. นกแอ่นบ้าน (*Apus affinis*) begging call

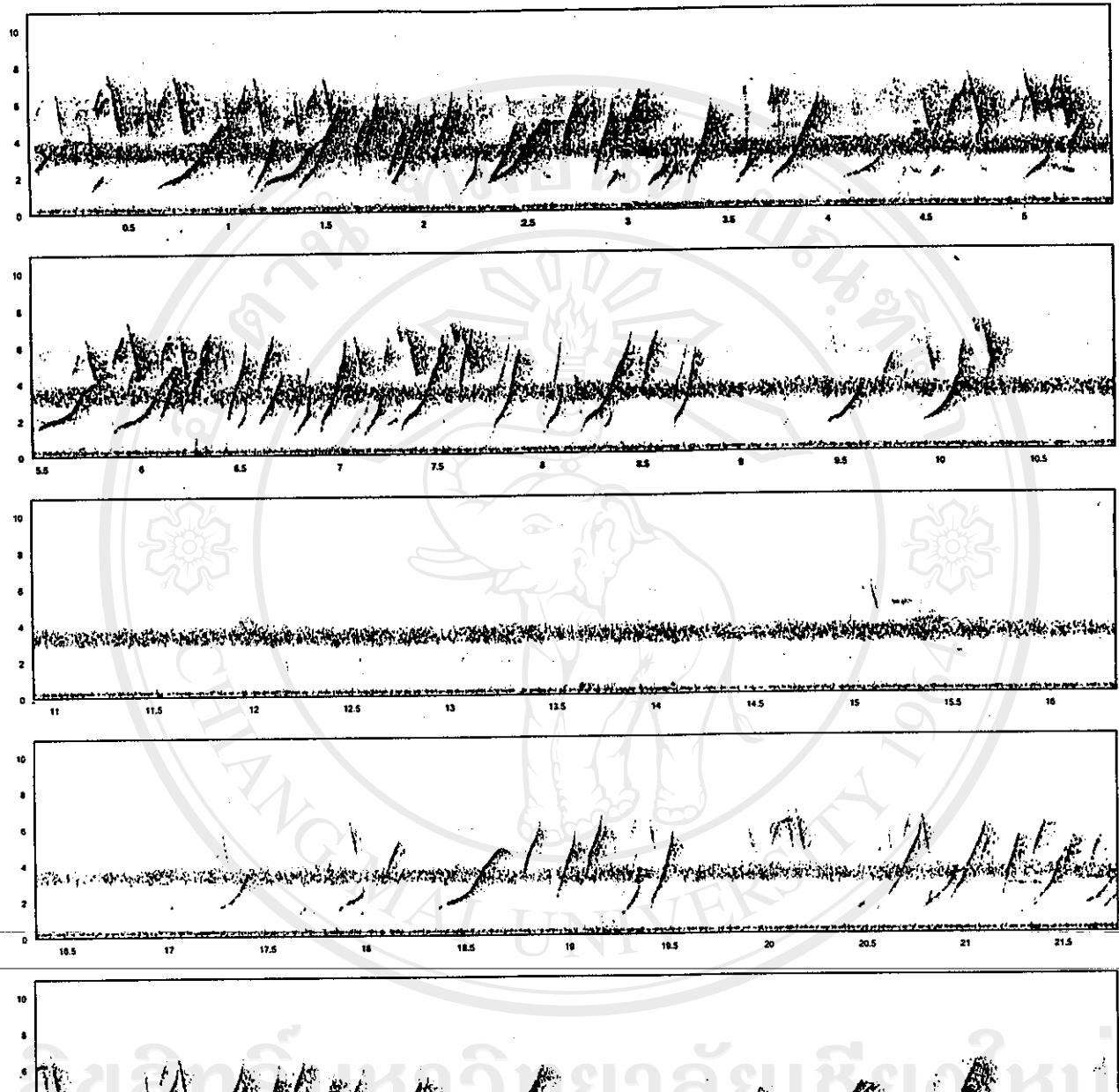


กลุ่มนก Passerine

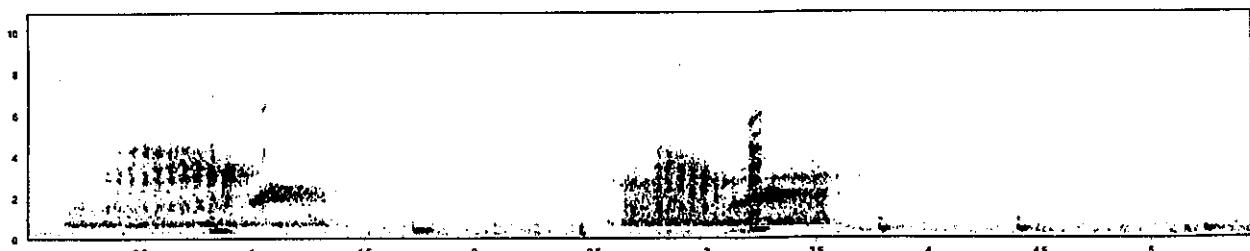
29. นกเต๊วแล้วสีน้ำเงิน (*Pitta cyanea*) exciting call



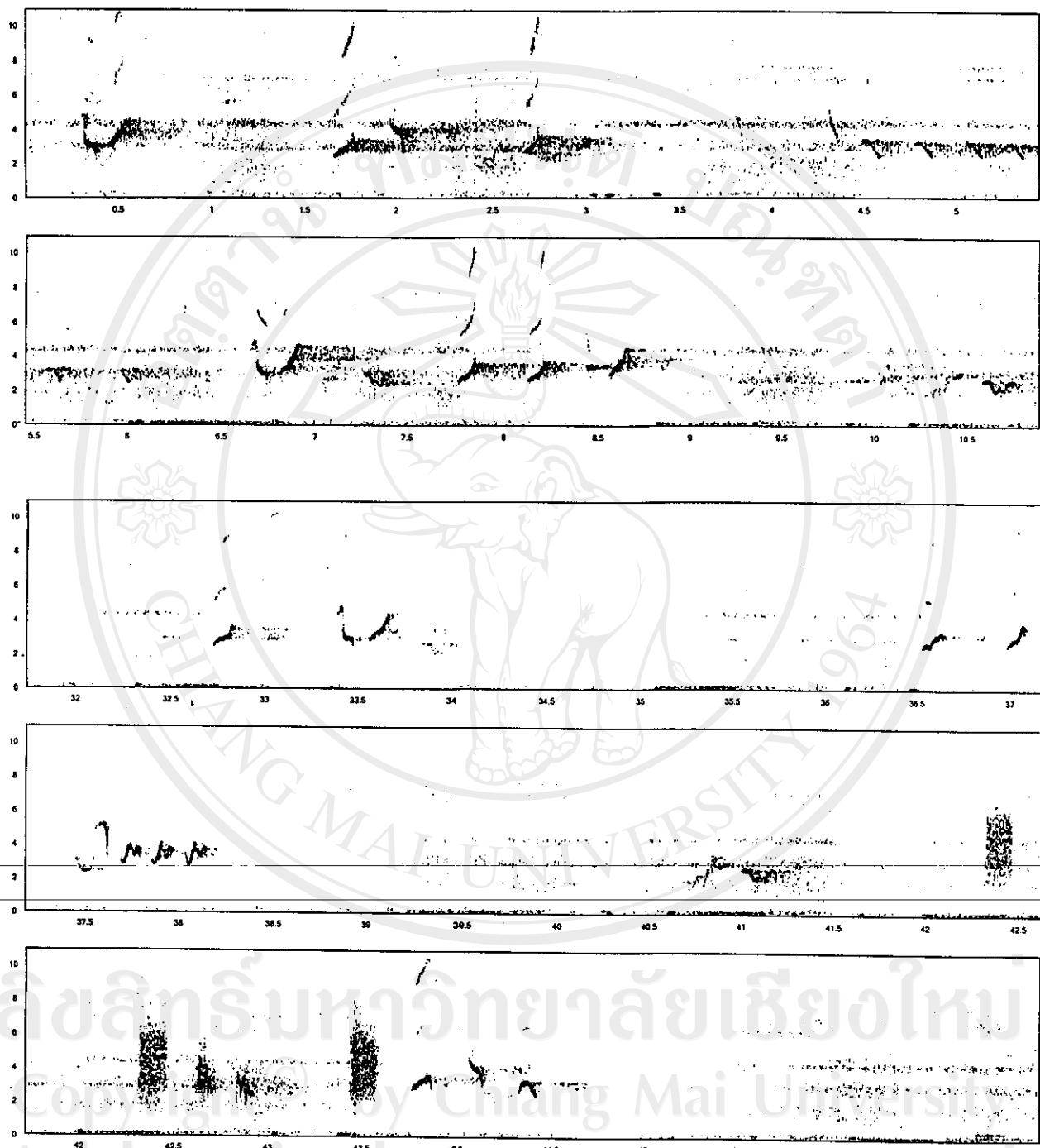
30. นกพญาไฟใหญ่ (*Pericrocotus flammeus*) contact ระหว่างบิน



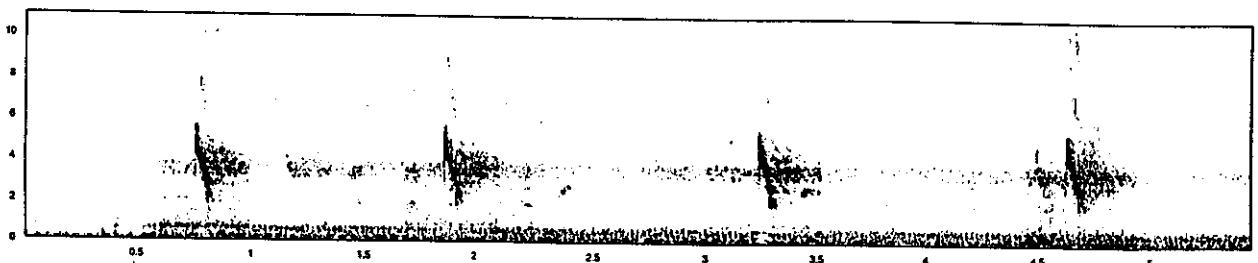
31. นกเขม่นน้อยธรรมชาติ (*Aegithina tiphia*) exciting call



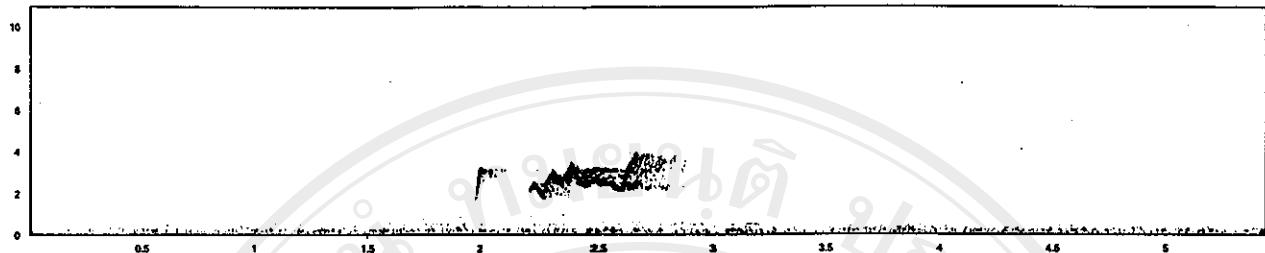
32. นกเขียวท้องทองหน้าปากสีทอง (*Chloropsis aurifrons*) บทเพลง



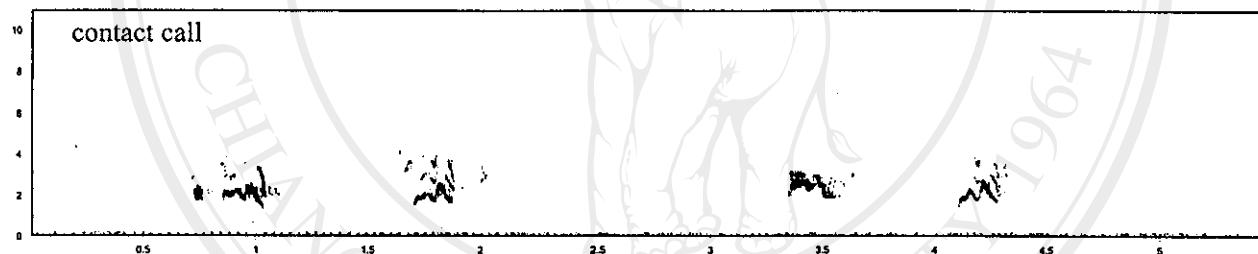
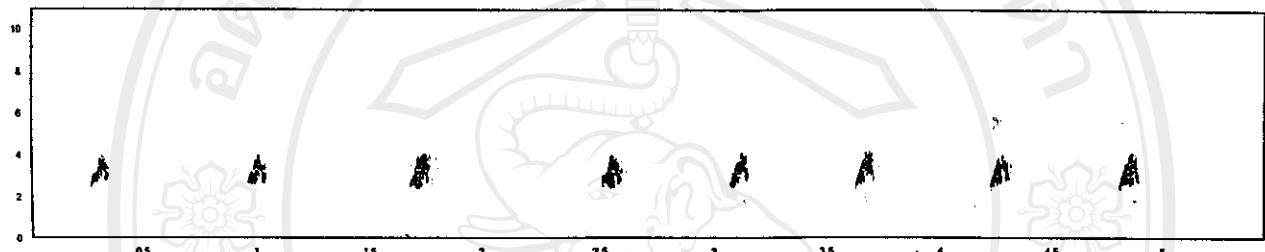
33. นกปีก Roth (Pycnonotus atriceps) exciting- alarm call



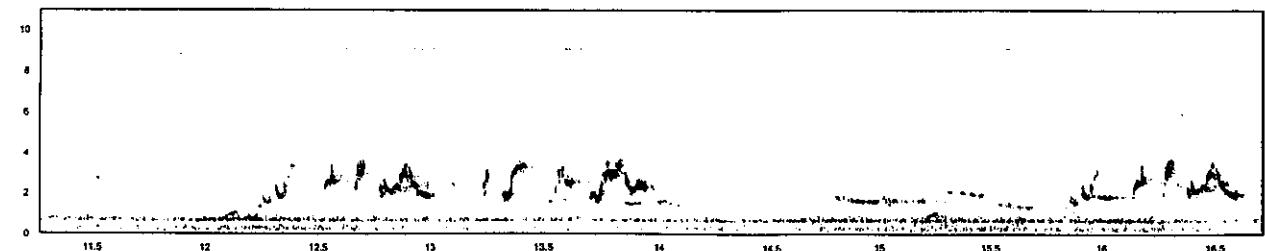
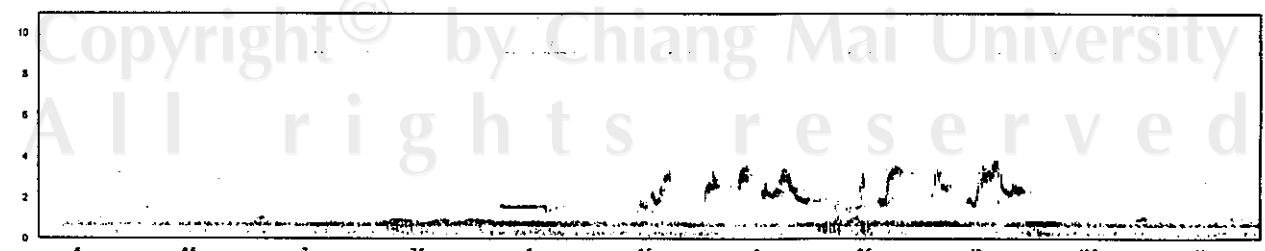
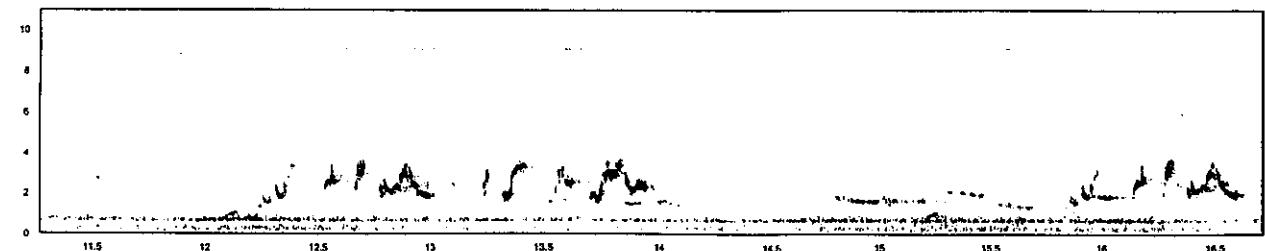
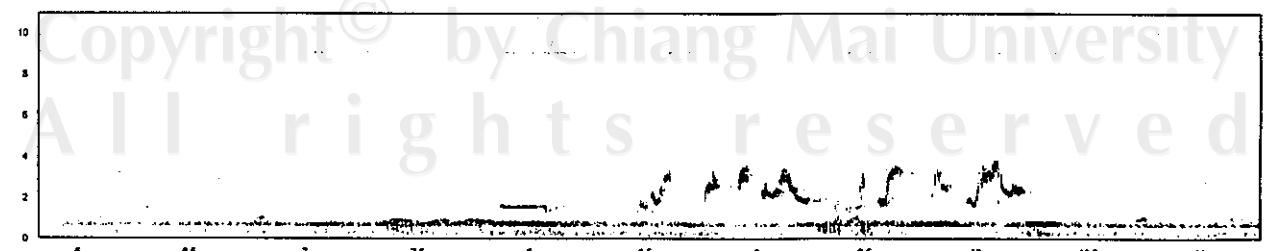
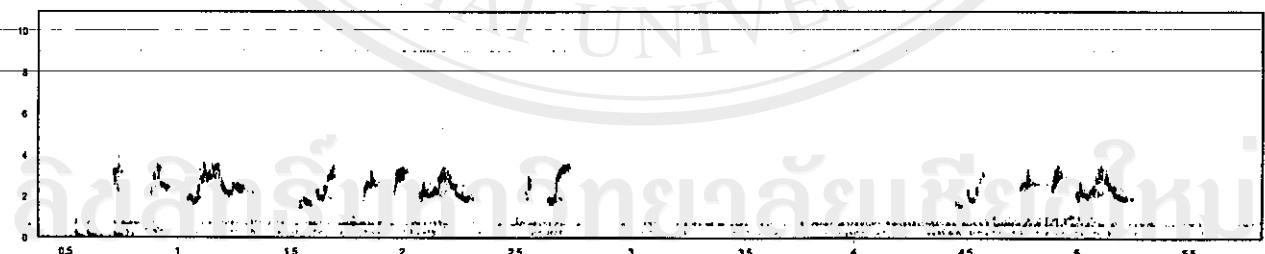
34. นกปรอดเหลืองหัวจุก (*Pycnonotus melanicterus*) contact call



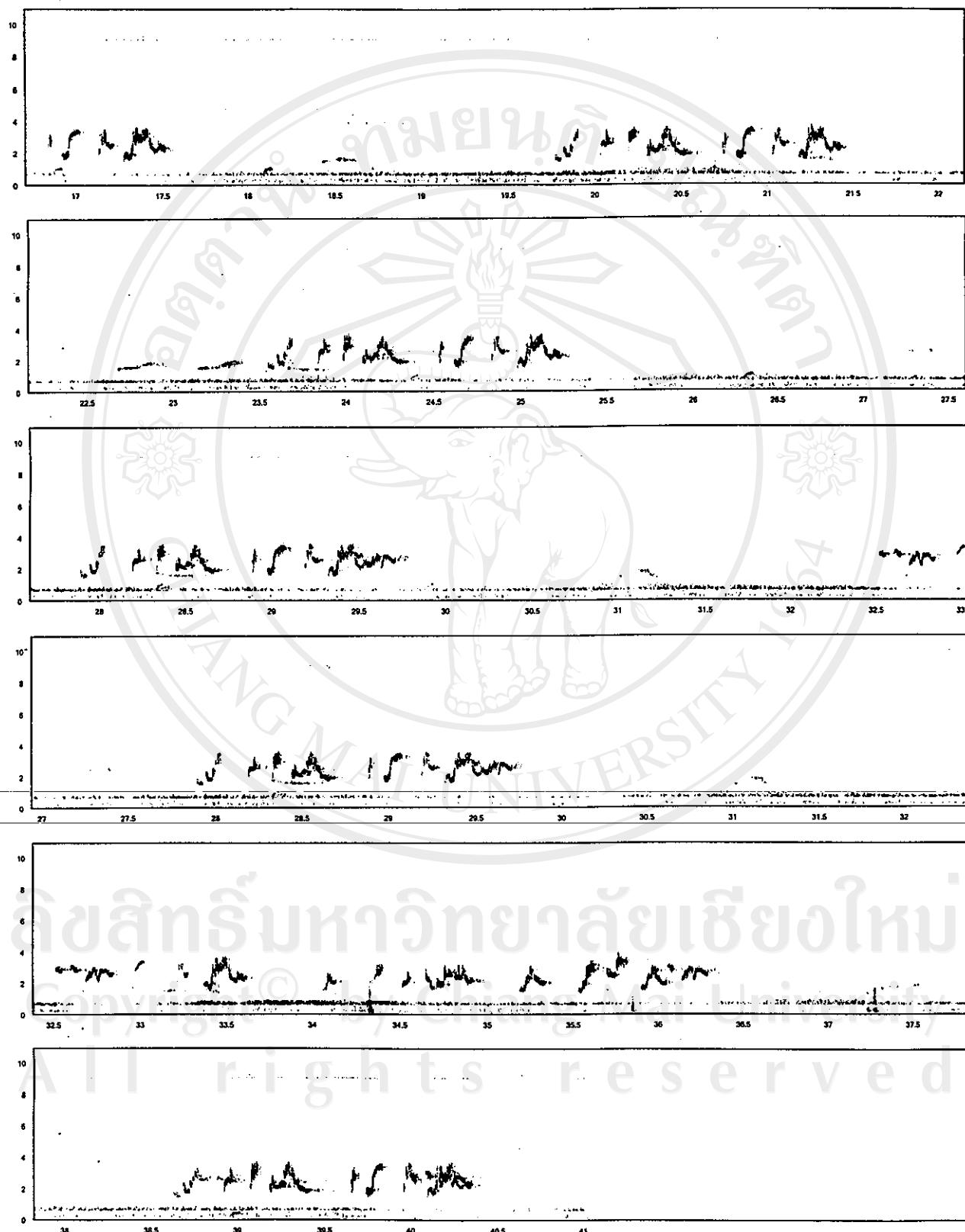
35. นกปรอดหัวโน่น (*Pycnonotus jocosus*) begging call ของลูกนก



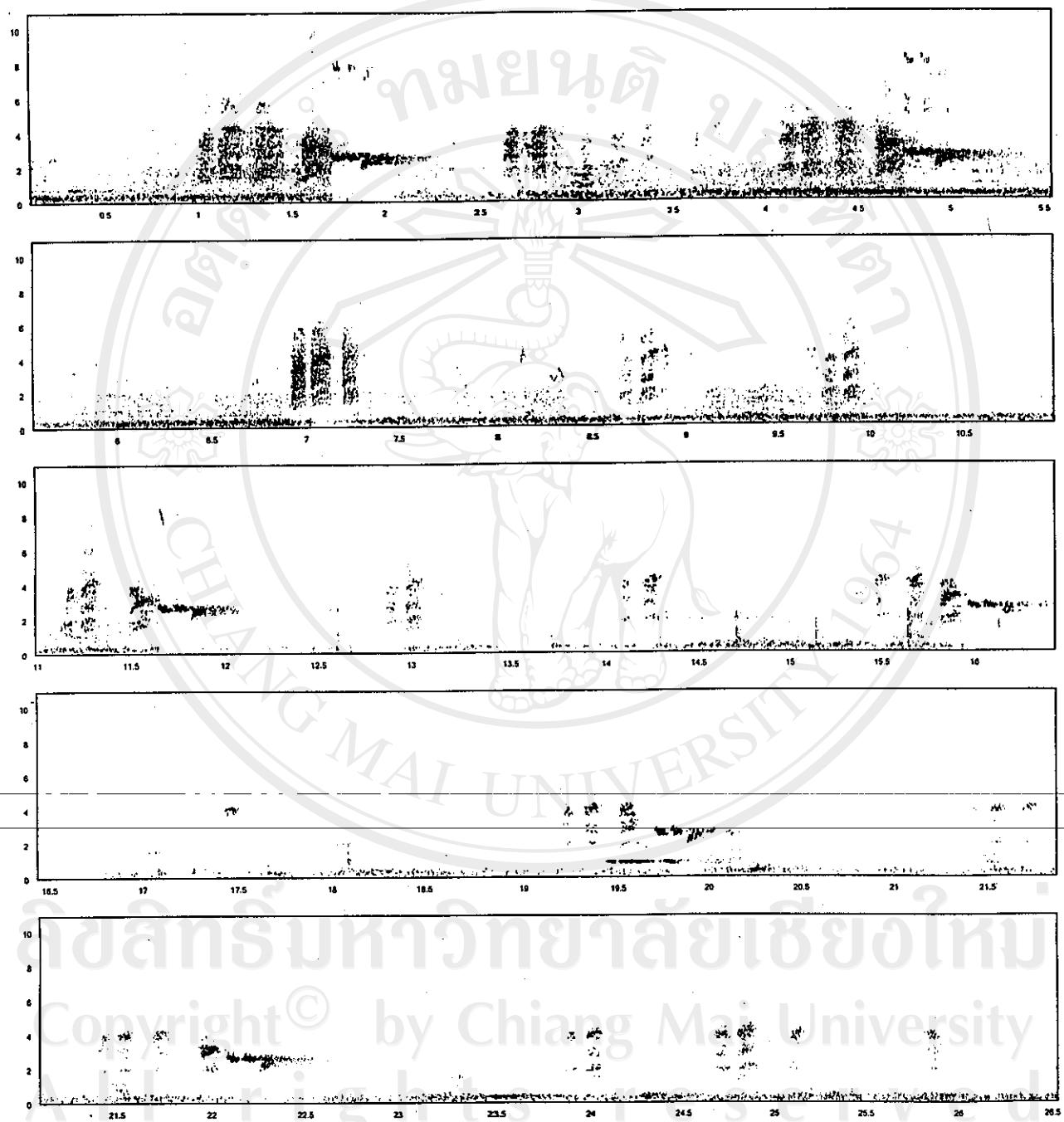
subsong



นกป্রอดหัวโขน (*Pycnonotus jocosus*) subsong (ต่อ)

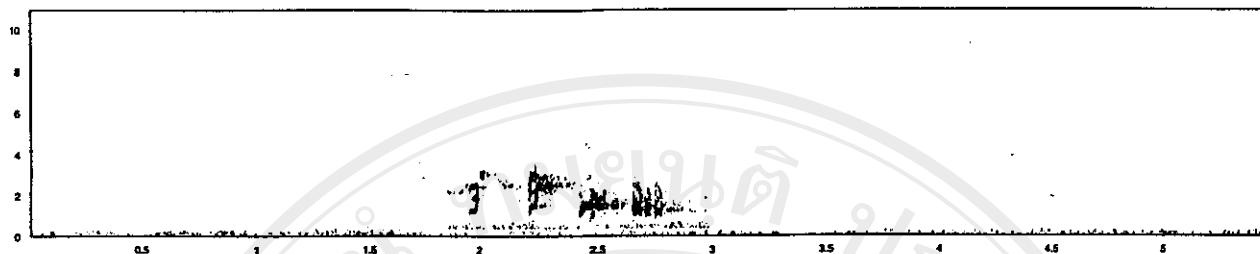


36. นกปรอดหัวสีเขียว (*Pycnonotus aurigaster*) exciting – alarm call

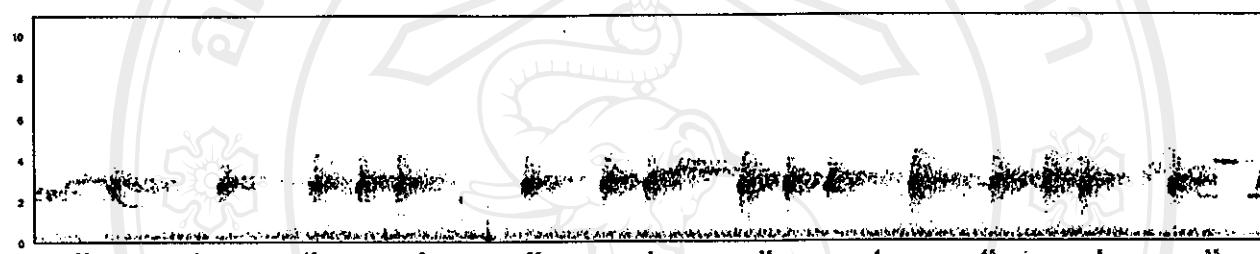


จัดทำโดย สาขาวิชาเชื้อเพลิง
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

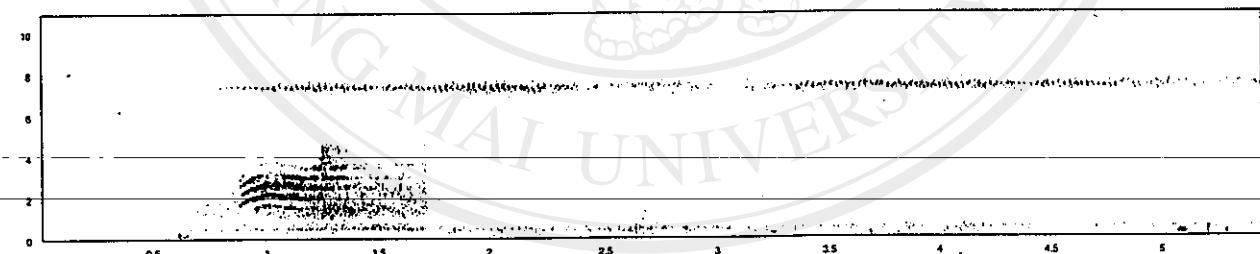
37. นกป্রอดคอลาย (*Pycnonotus finlaysoni*) contact call



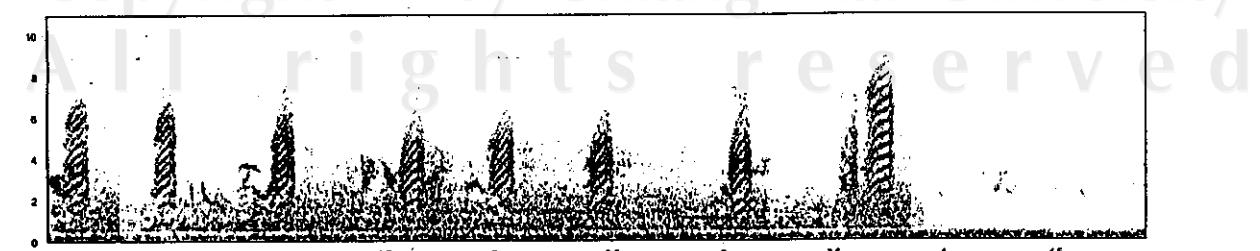
38. นกป্রอดโอ่เมืองหน่อ (*Criniger pallidus*) exciting – alarm call

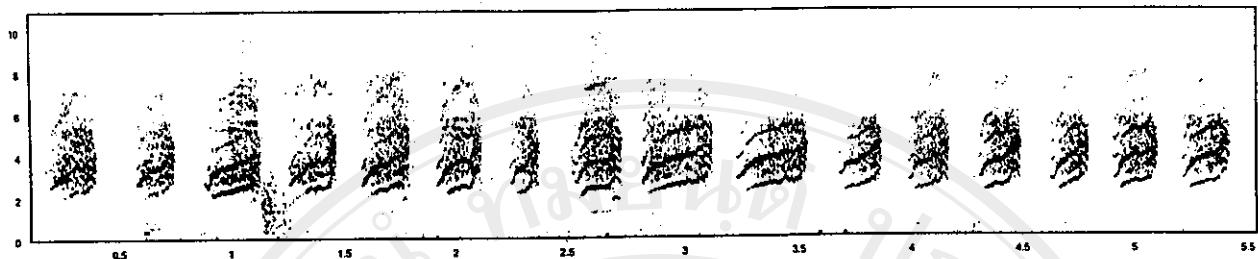
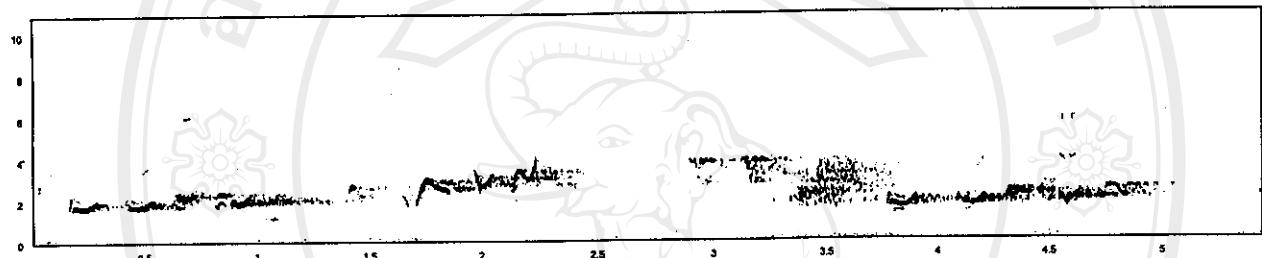


39. นกป্রอดเล็กตาขาว (*Hypsipetes propinquus*) contact call

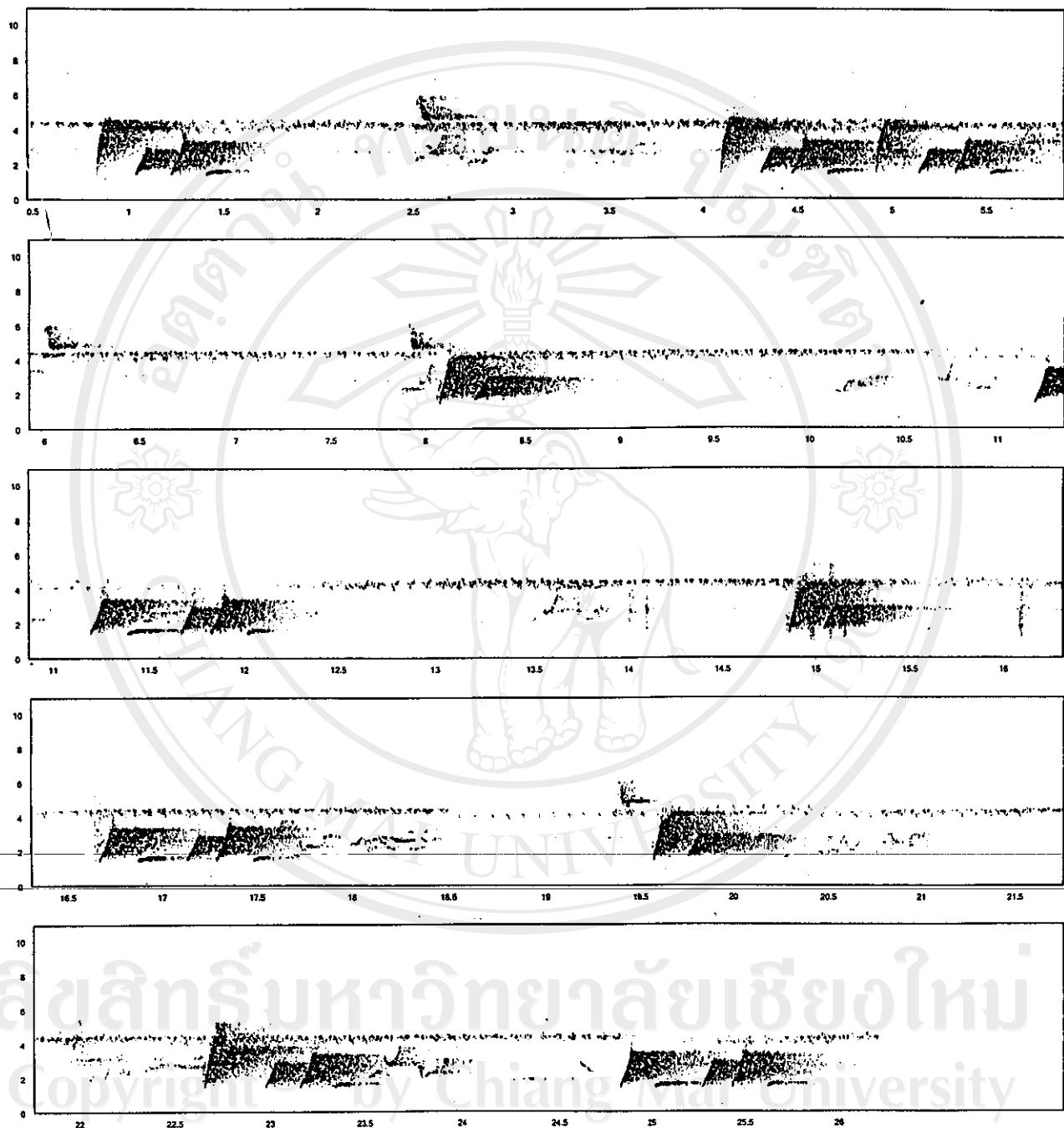


40. นกเช่งเขวหางปลา (*Dicrurus macrocercus*) alarm call



41. นกแข้งแขวนสีเทา (*Dicrurus leucophaeus*) distress call42. นกแข้งแขวนทางนรung ใหญ่ (*Dicrurus paradiseus*) exciting call

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

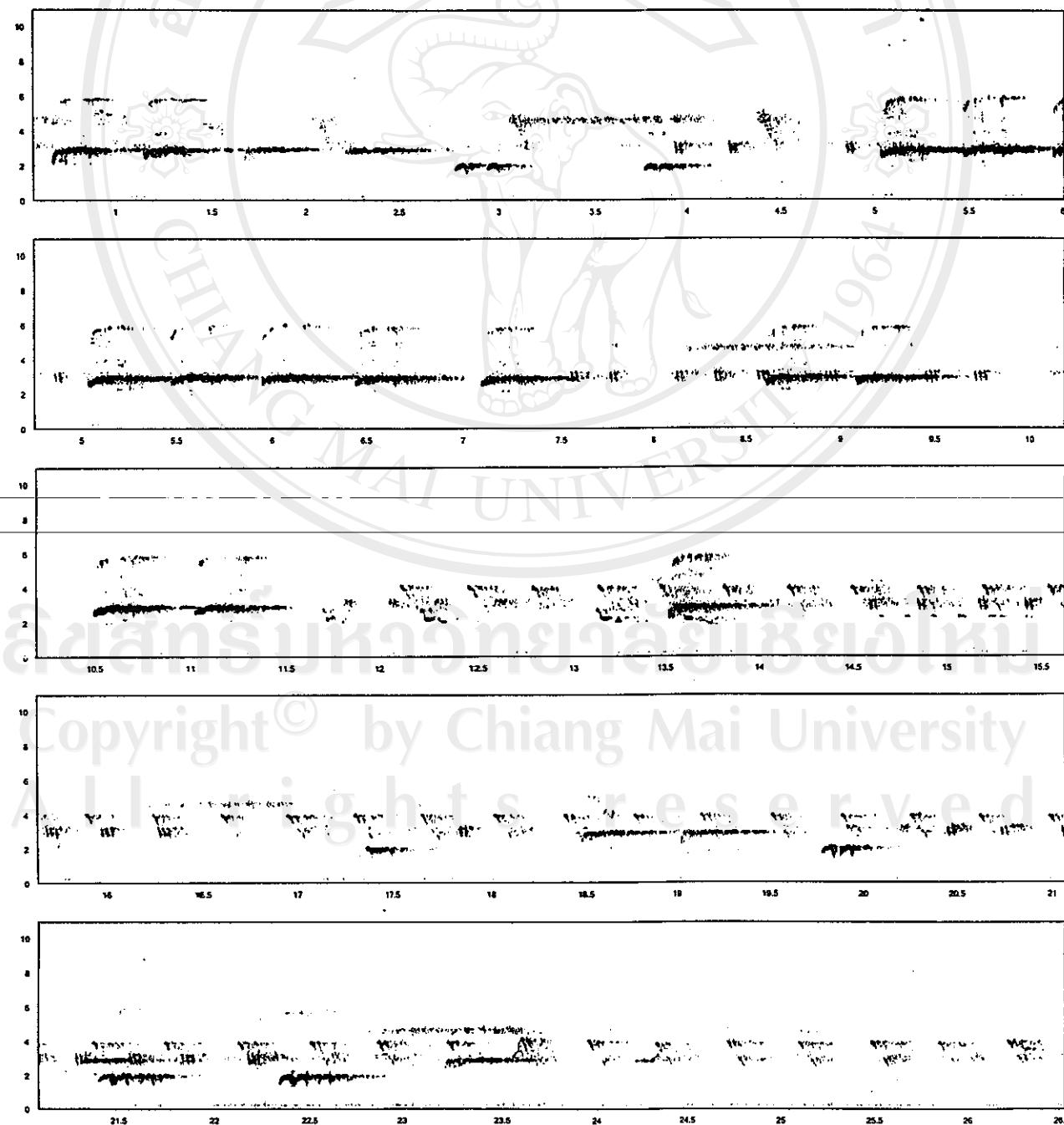
43. นกเขียวคราม (*Irena puella*) contact call

สิ่งที่ปรากฏในรูป^๑ คือ การเรียกตัวของนกเขียวคราม (*Irena puella*) ซึ่งเป็นเสียงติดต่อที่มักจะใช้เมื่อต้องการติดต่อเพื่อนบ้าน หรือเมื่อต้องการให้เพื่อนบ้านทราบว่ามีนกเขียวครามอยู่ในบริเวณนั้น เสียงนี้มี特徵ที่สำคัญคือ มีความถี่สูงและมีพลังงานที่ต่ำ ทำให้เสียงดูแหลมและคมชัด ตัวเสียงมีลักษณะเป็นเส้นตรงๆ ที่มีจุดเด่นที่ชัดเจน ไม่เหมือนเสียงของนกอื่นๆ ที่มักจะมีเส้นเสียงที่โค้งมนและซับซ้อนกว่า

44. นกปีกลายสก๊อท (*Garrulus glandarius*) exciting - alarm call

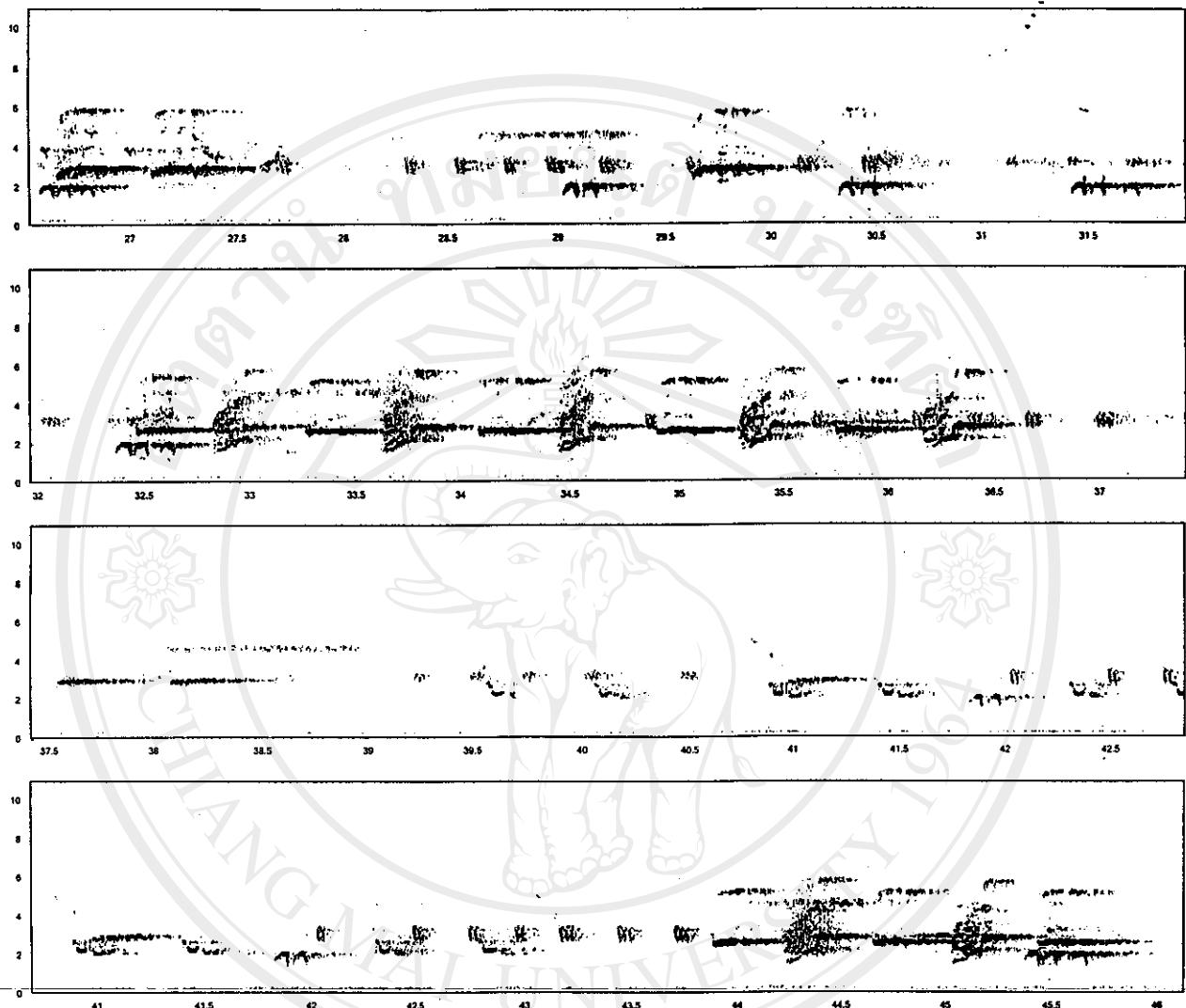


45. นกสาลิกาเปี้ยว (*Cissa chinensis*) exciting call



Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

นกสาลิกาเปี๊ยะ (*Cissa chinensis*) exciting call (ต่อ)

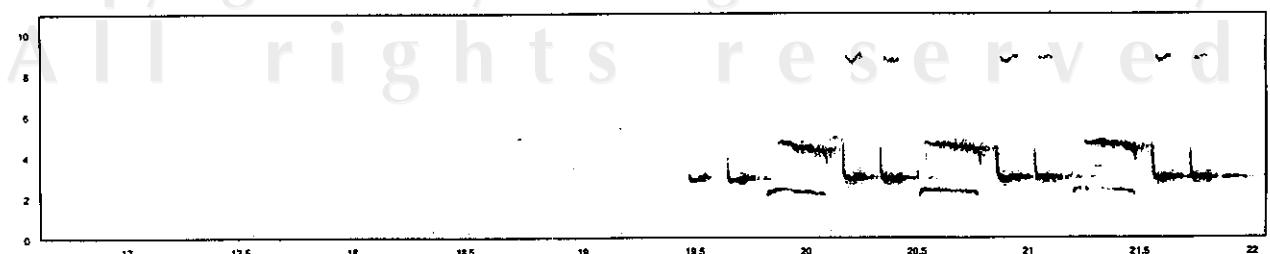


â€¢ ขลิบสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright© by Chiang Mai University
 All rights reserved

46. นกกะลิงเขียว (Dendrocitta vagabunda) exciting call



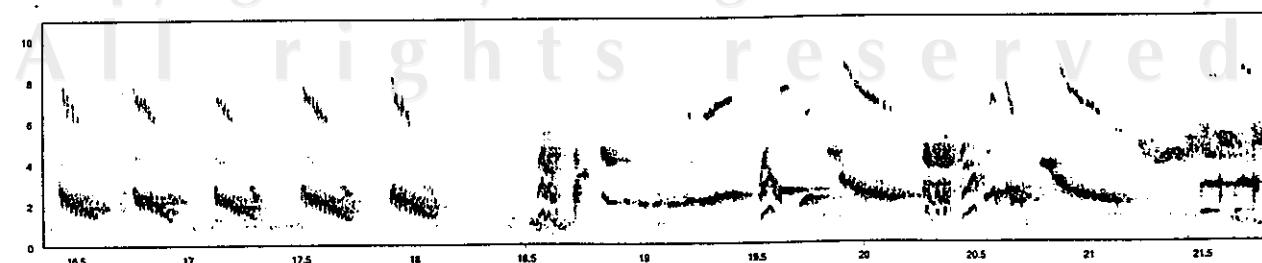
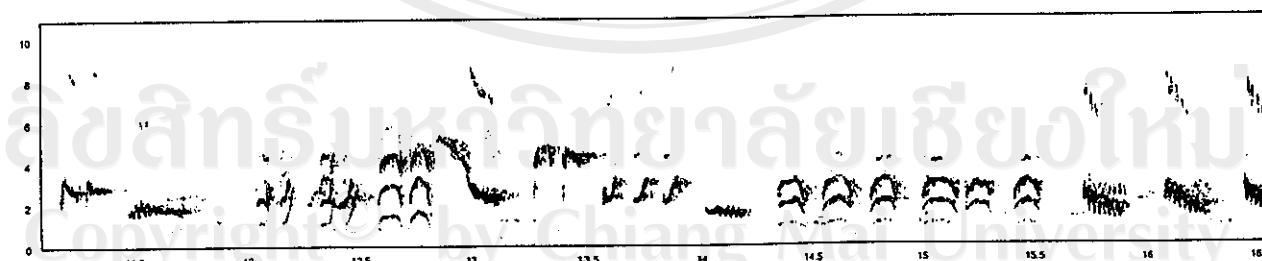
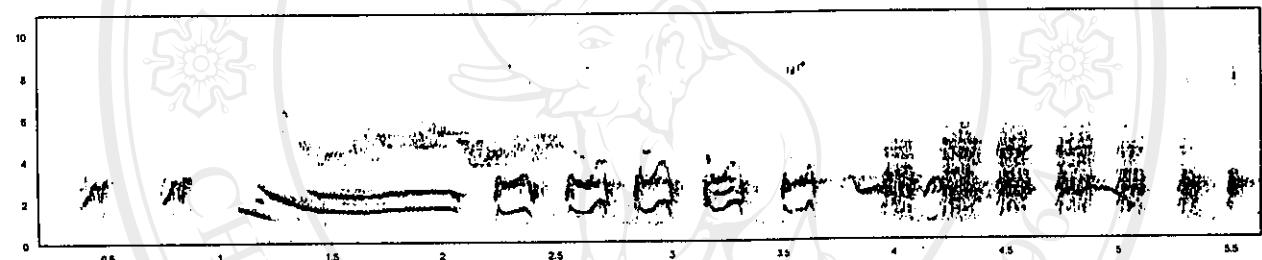
47. นกตัดแก้มเหลือง (Parus spilonotus) บทเพลง



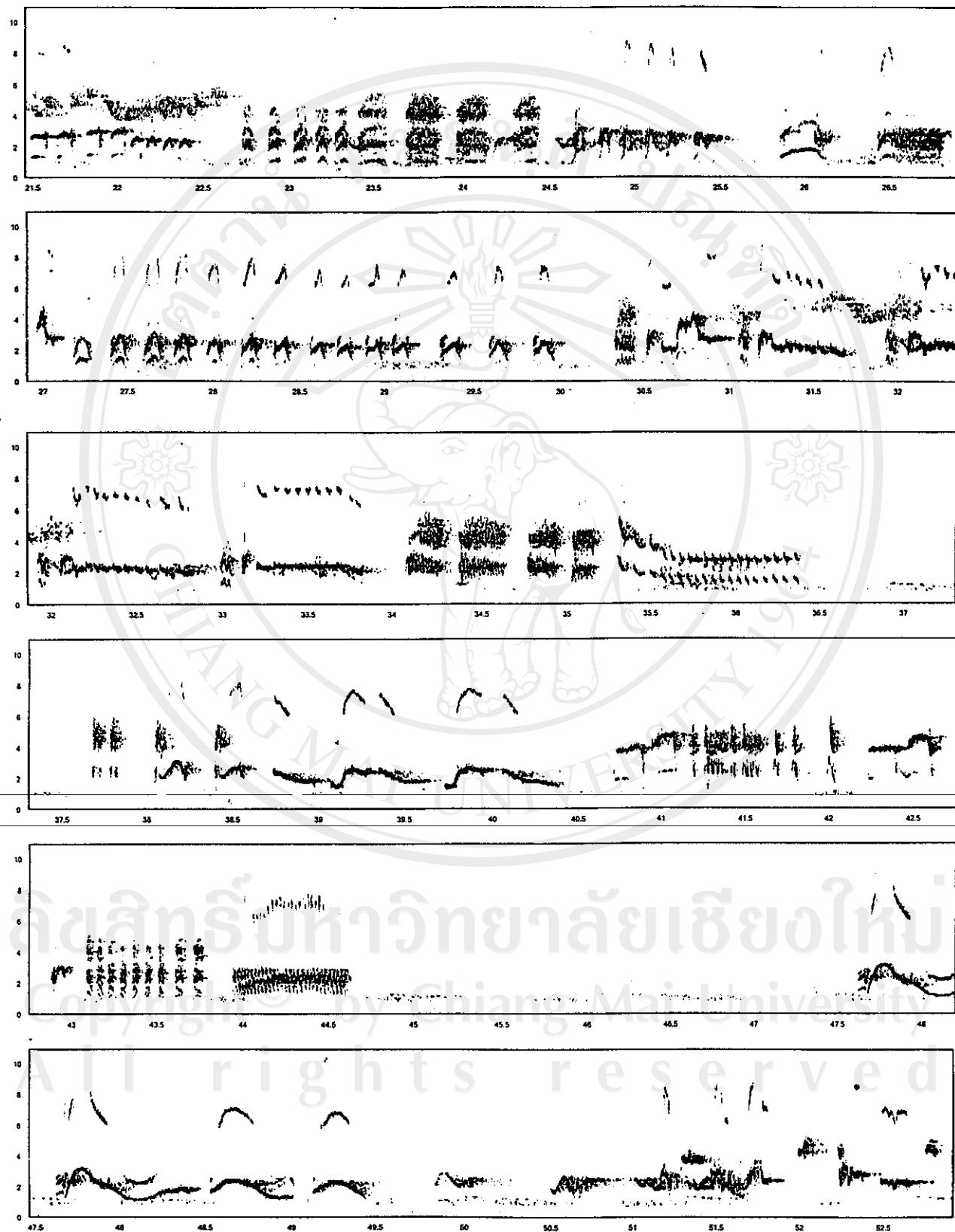
48. นกจับคินอกลาย (*Pellorneum ruficeps*) บทเพลิง



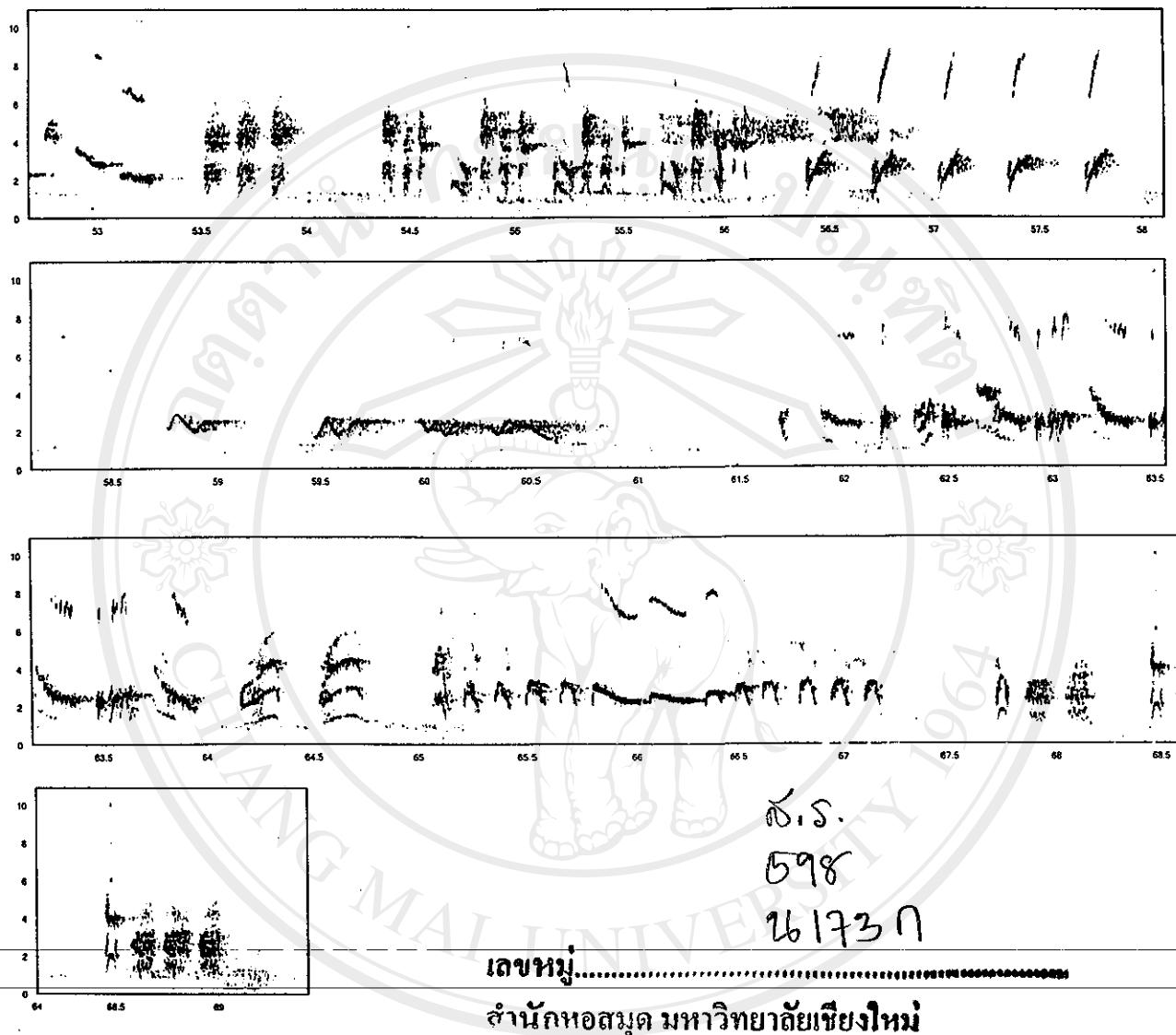
49. นกจับคินสีน้ำตาลอ่อน (*Pellorneum albiventre*) บทเพลิง



นกจาบดินสีน้ำตาลอ่อน (*Pellorneum albiventre*) บทเพลง (ต่อ)



นกจับดินสีน้ำตาลคอลาย (*Pellorneum albiventre*) บทเพลง(ต่อ)



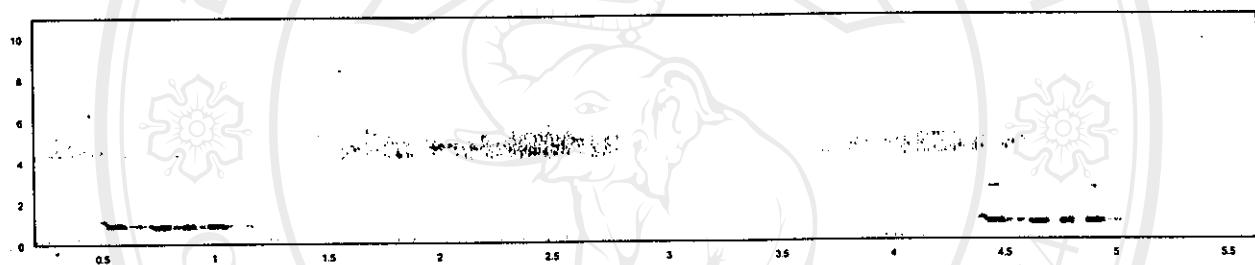
50. นกกินแมลงป่าอกน้ำตาล (*Trichastoma tickelli*) บทเพลง



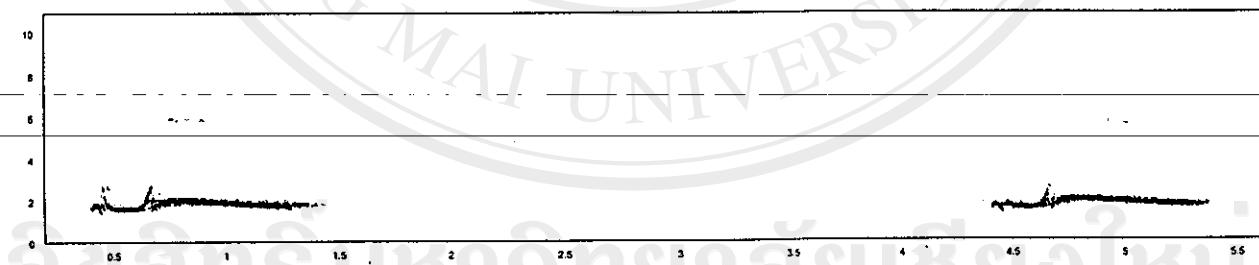
51. นกรวงไฟรปากขาว (*Pomatorhinus hypoleucus*) exciting call



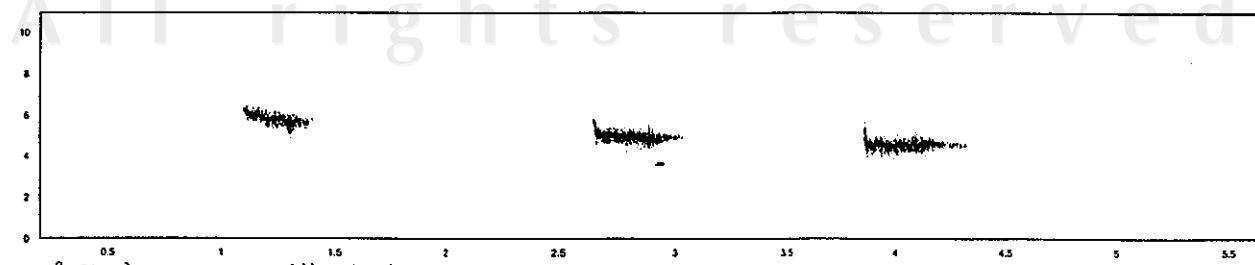
52. นกรวงไฟรปากเหลือง (*Pomatorhinus schisticeps*) exciting call



53. นกจู่เต็นลาย (*Kenopia striata*) territorial song



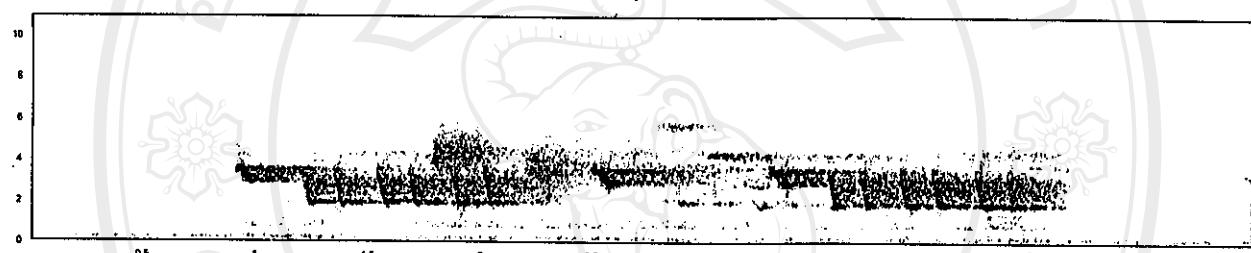
54. นกจู่เต็นจิ้ว (*Pnoepyga pusilla*) exciting call



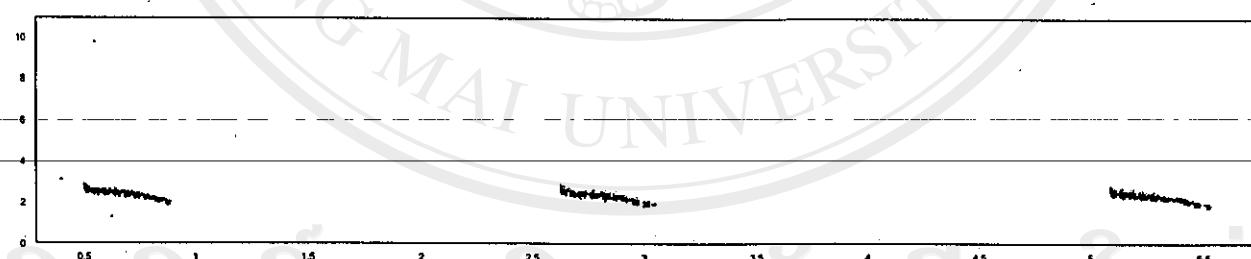
55. นกกินแมลงหน้าพากน้ำตาล (*Stachyris rufifrons*) territorial song



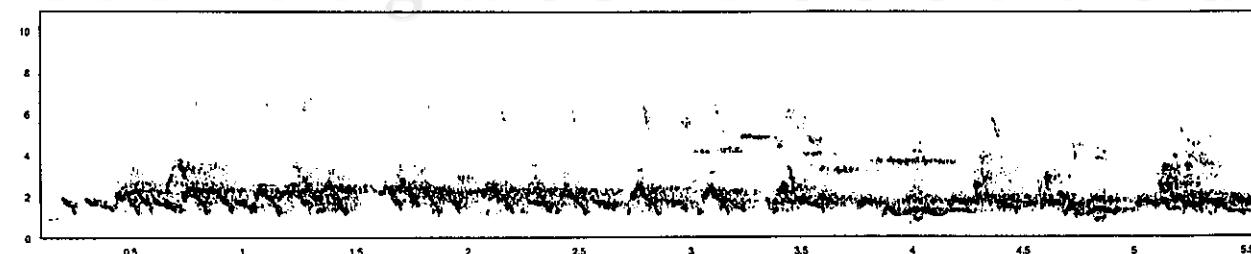
56. นกกินแมลงอกเหลือง (*Macronous gularis*) territorial song

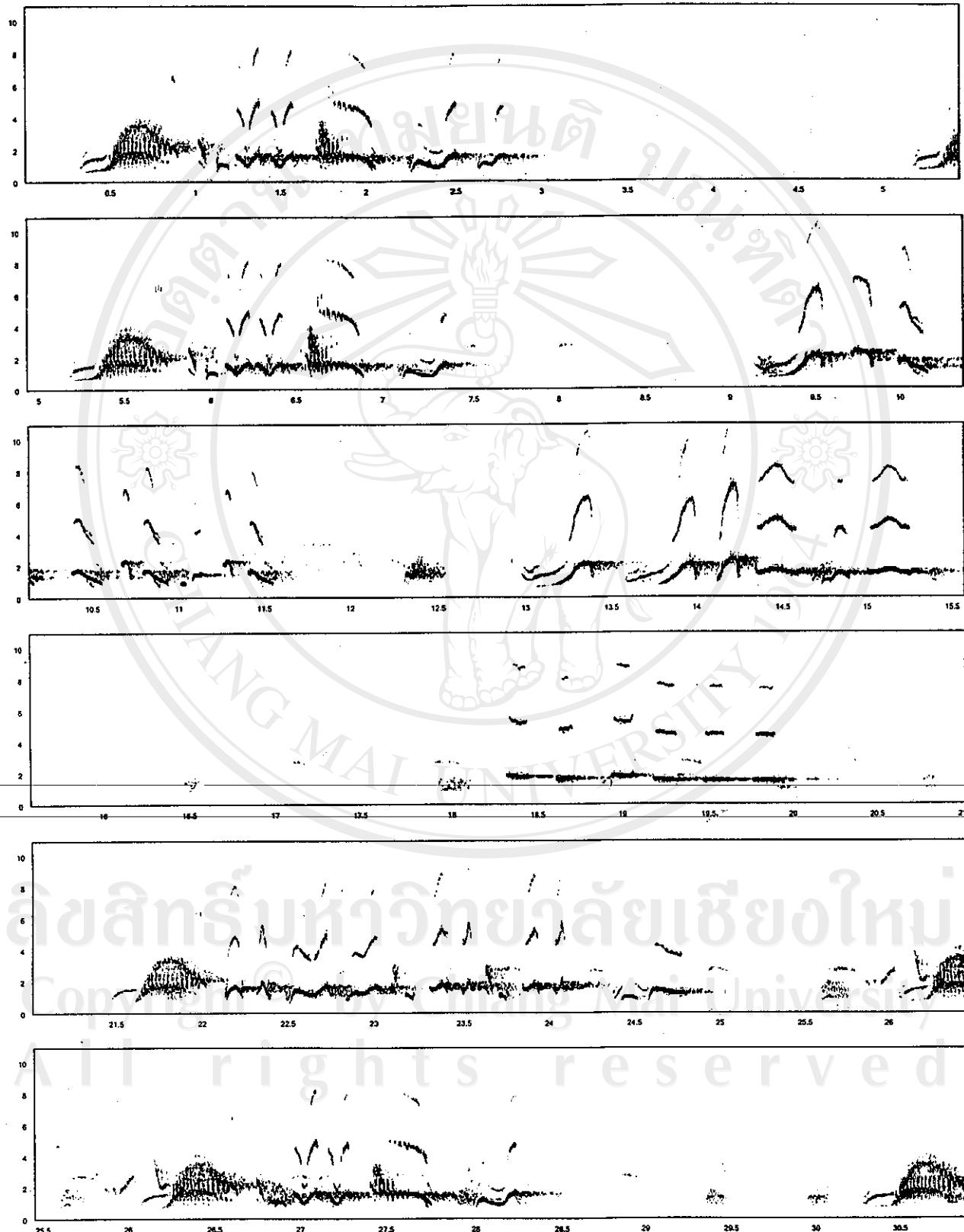


57. นกกินแมลงกระหม่อมเดง (*Timala pileata*) territorial song

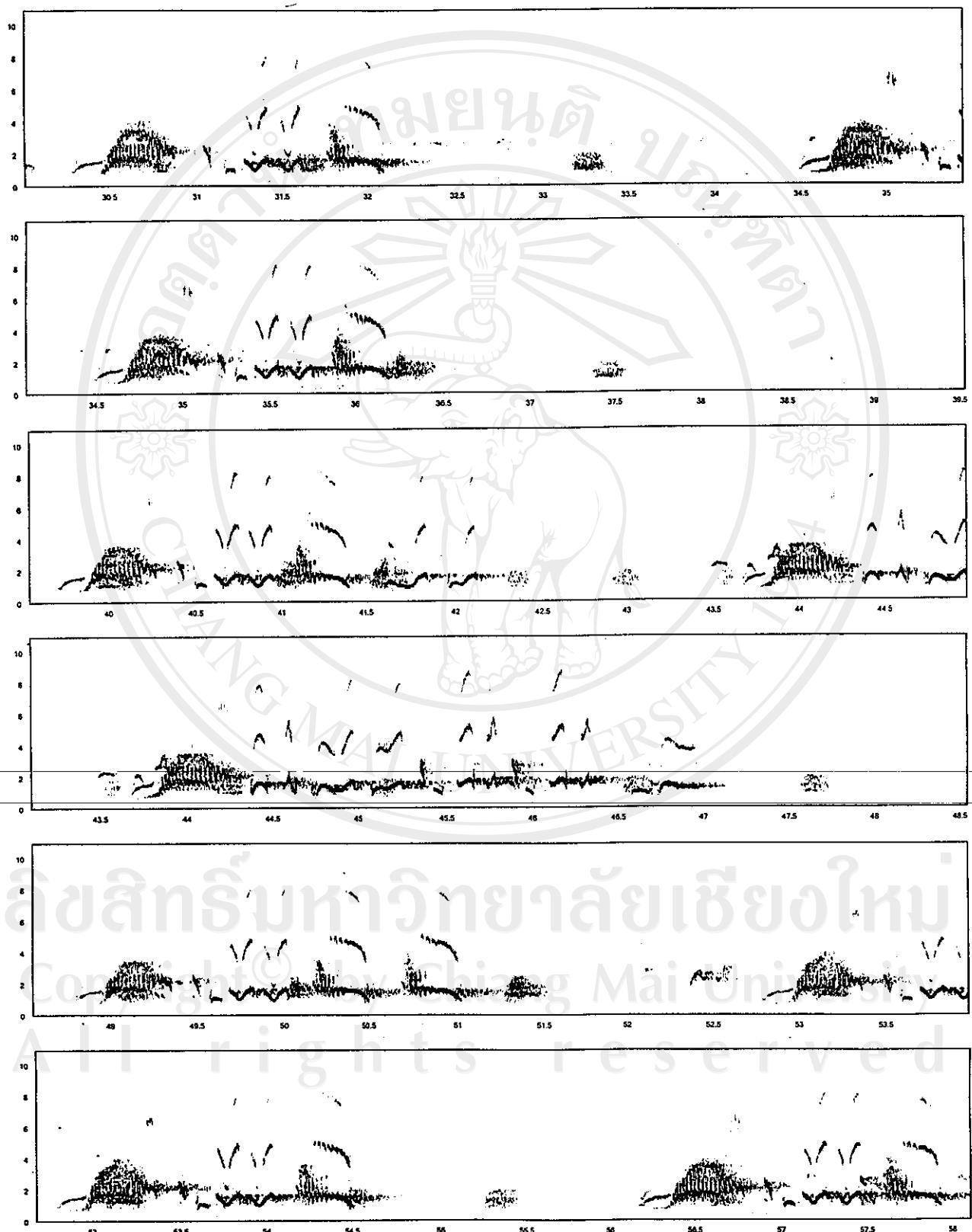


58. นกกระหงหัววงศอก (*Garrulax leucolophus*) song/exciting



59. นกกระงองคอตื้า (*Garrulax chinensis*) song

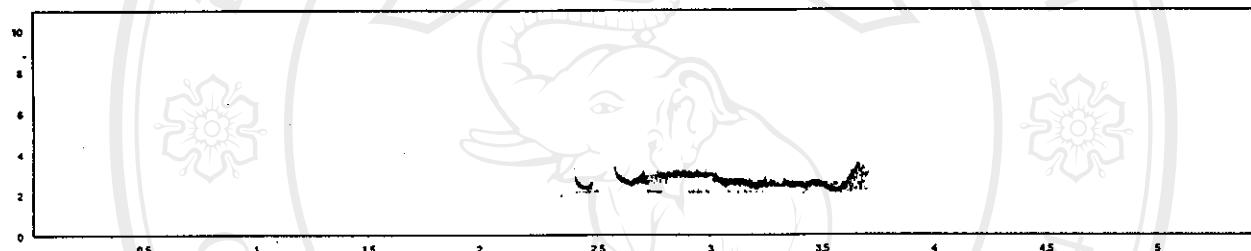
นกกระงองคอดำ (*Garrulax chinensis*) song (ต่อ)



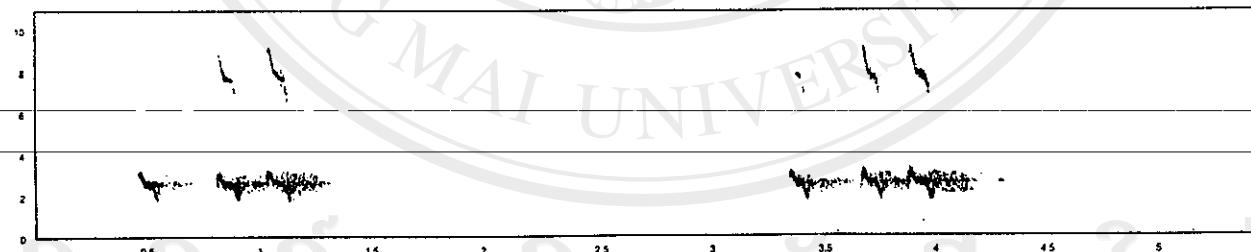
60. นกกระหงหัวแดง (*Garrulax erythrocephalus*) song



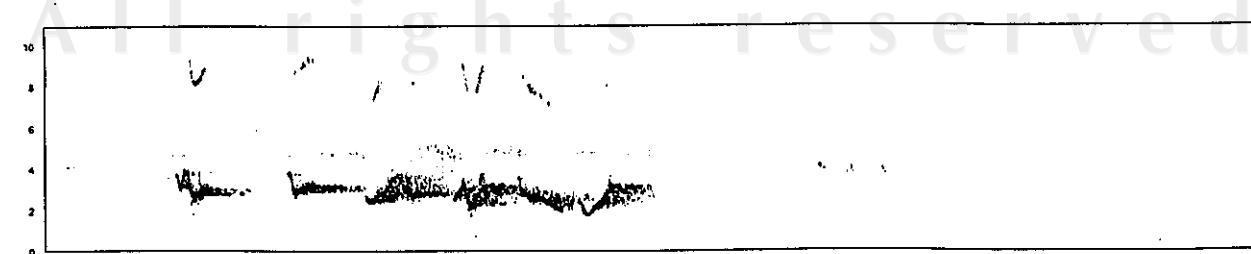
61. นกมุ่นรकตาขาว (*Alcippe poioicephala*) territorial song



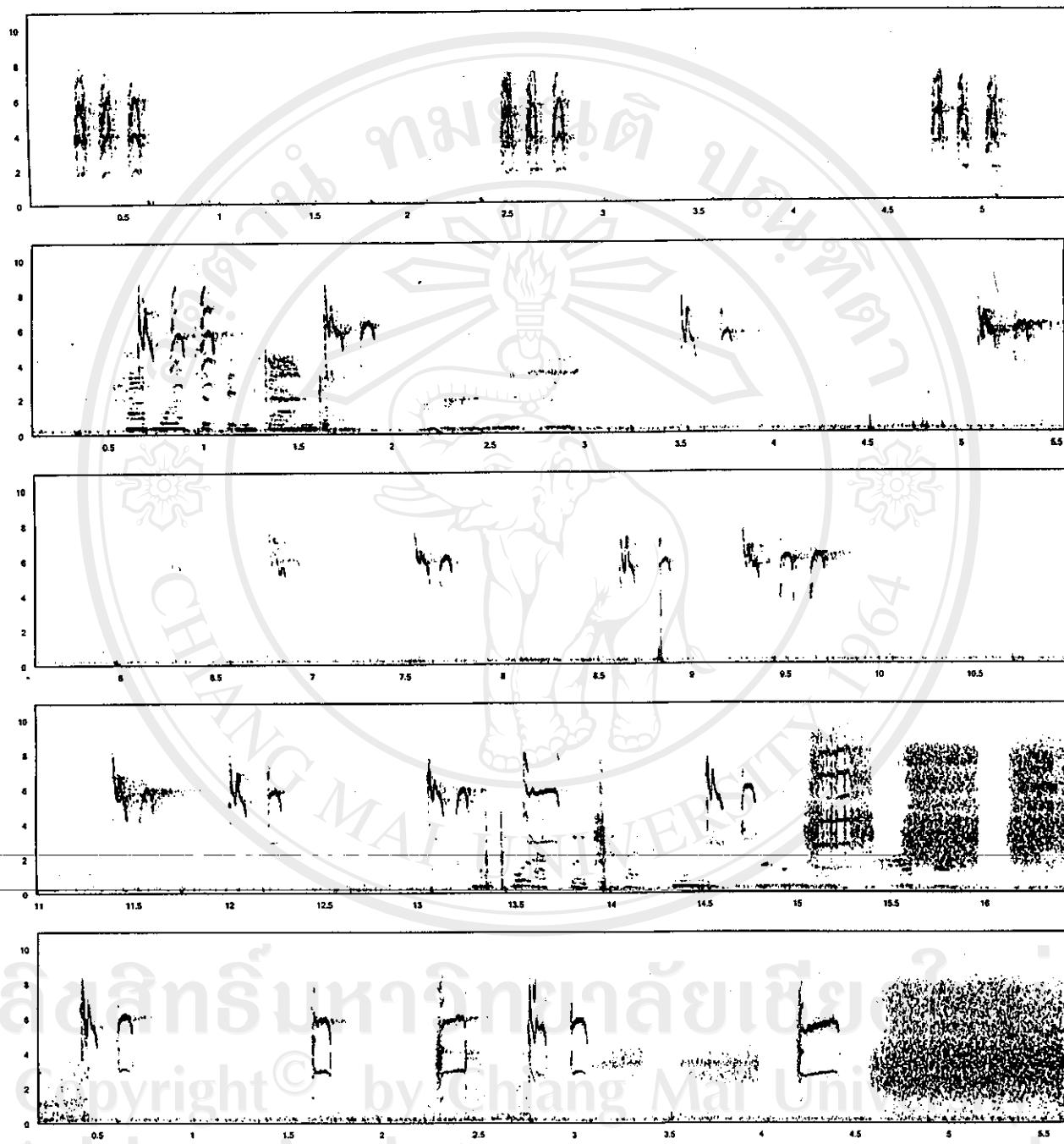
62. นกเสือแมลงปีกแดง (*Pteruthius flaviscapis*) territorial song



63. นกกระองทองเก้มขาว (*Leiothrix argentauris*) song

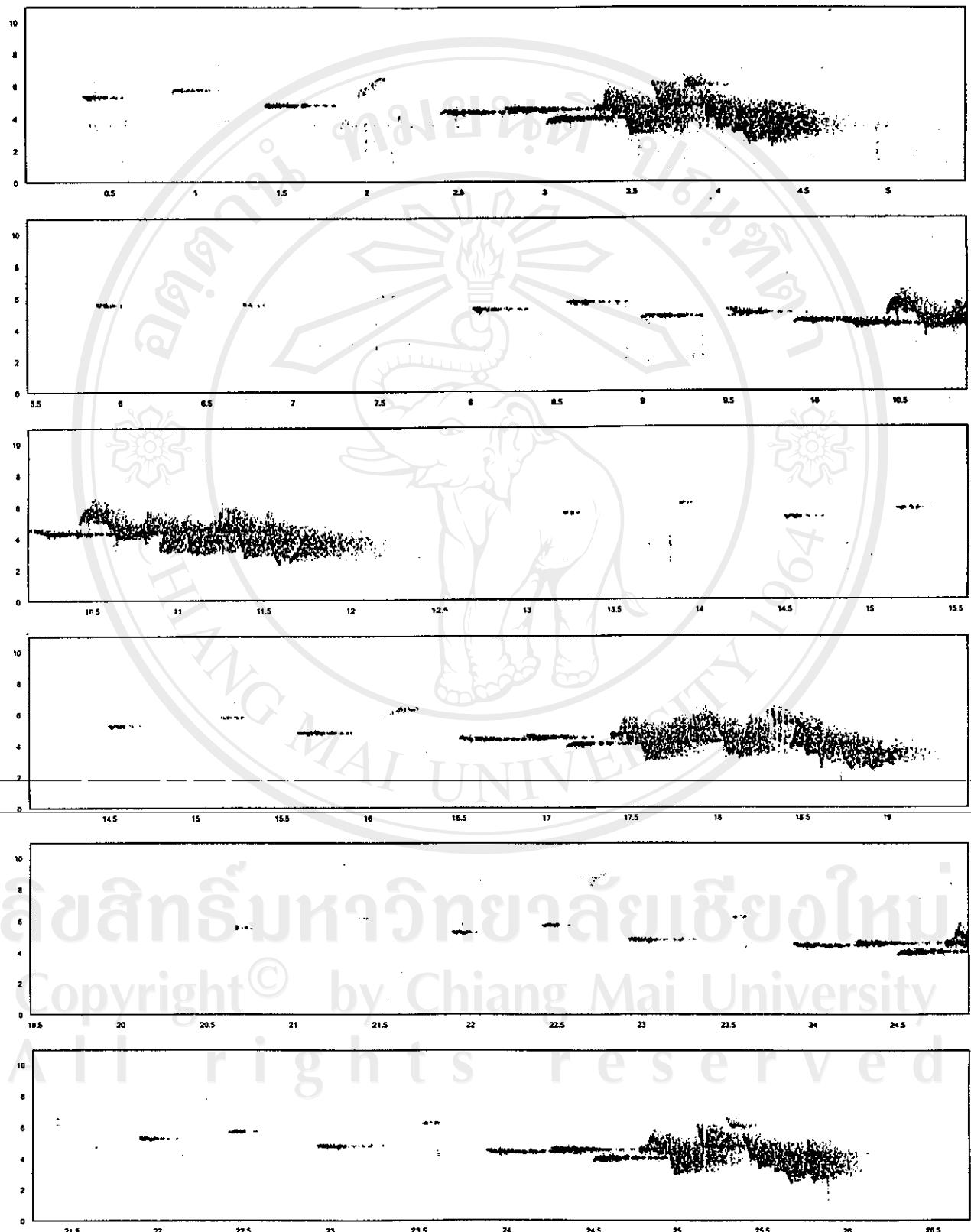


64. นกกระจิบหัญญากเทา (*Prinia hodgsonii*) begging call ของลูกนก



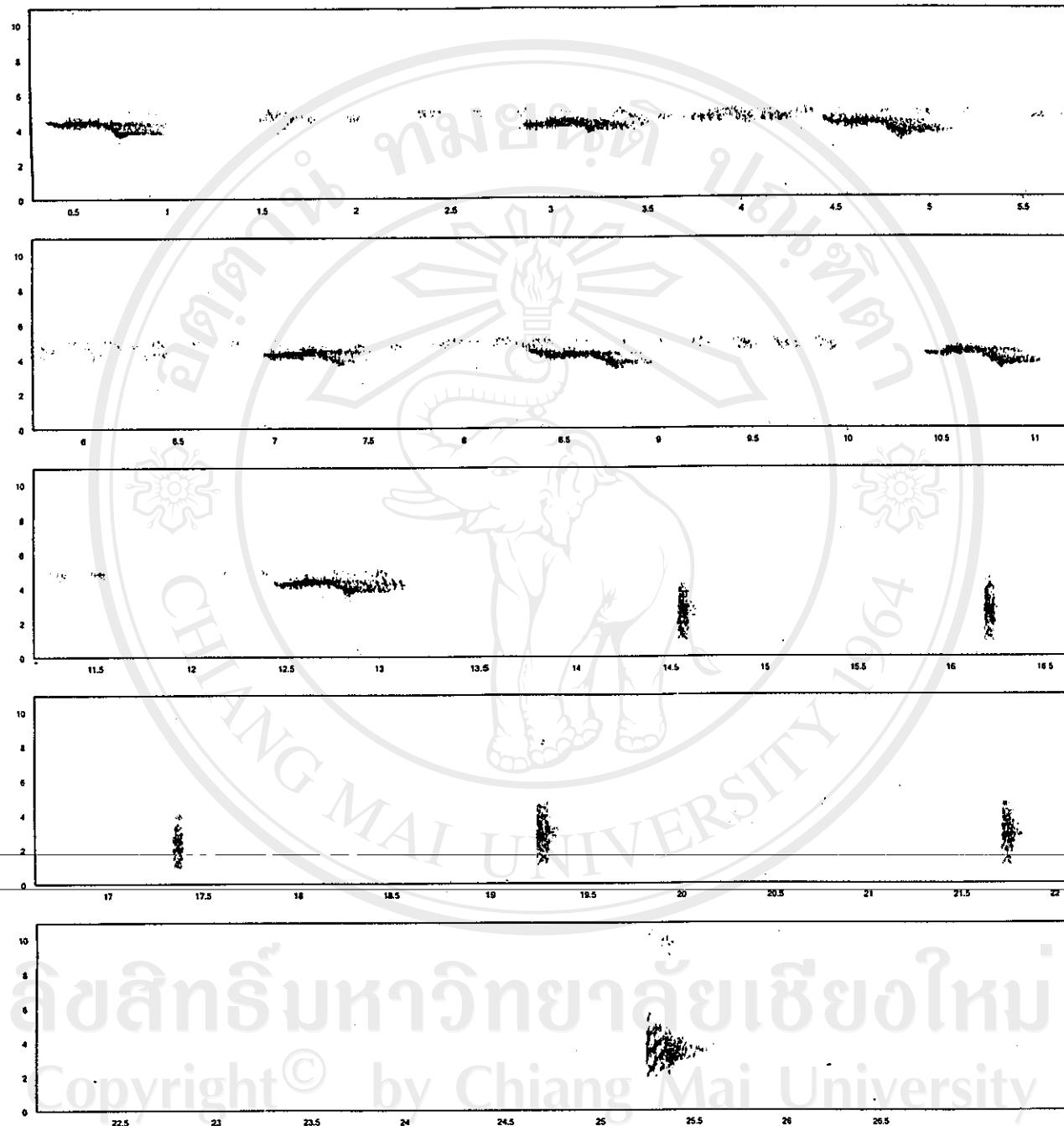
สิ่งที่ปรากฏในรูปภาพนี้
Copyright © by Chang Mai University
All rights reserved

65. นกจูนจิ (*Tesia olivea*) territorial song



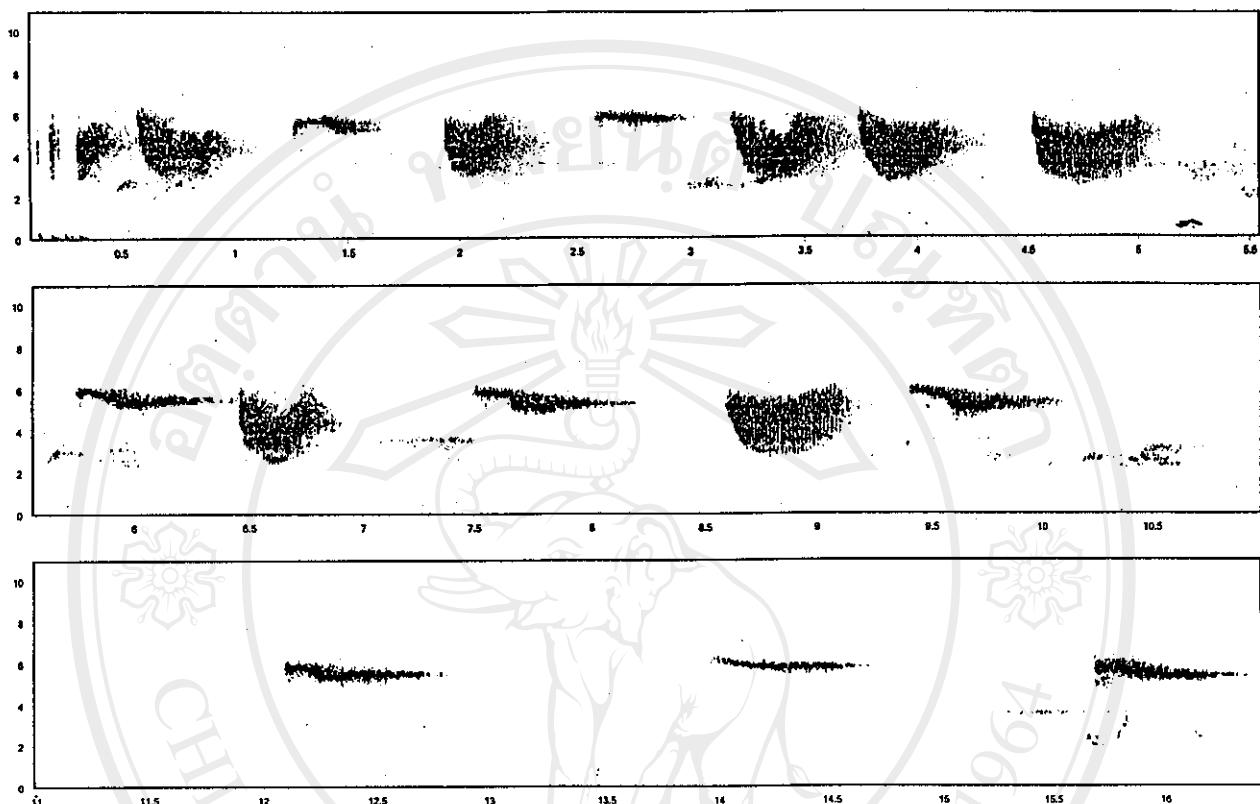
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

66. นกคอหิม (*Luscinia calliope*) territorial song



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

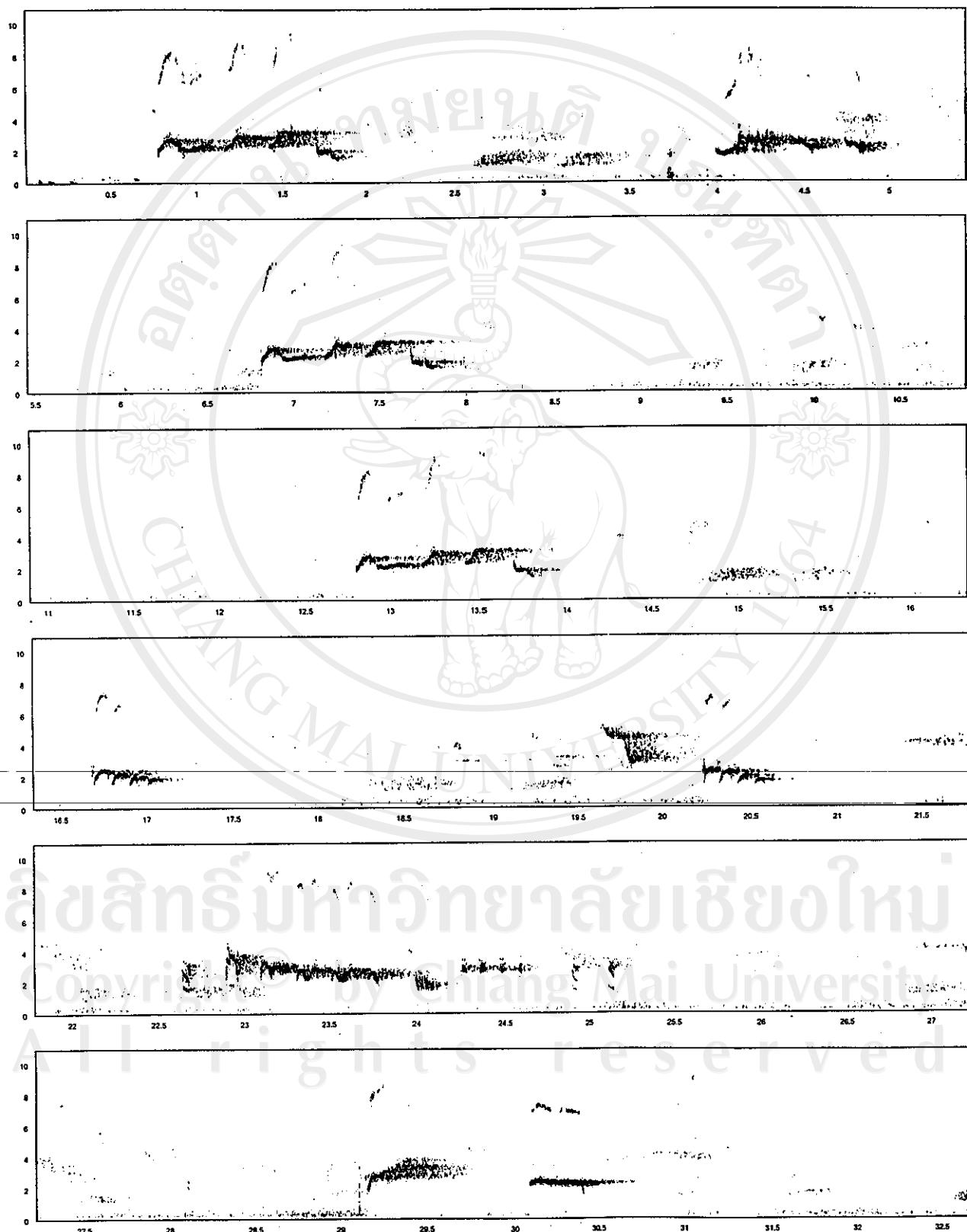
67. นกกระเรียนนำหัวขาว (*Enicurus leschenaulti*) territorial song



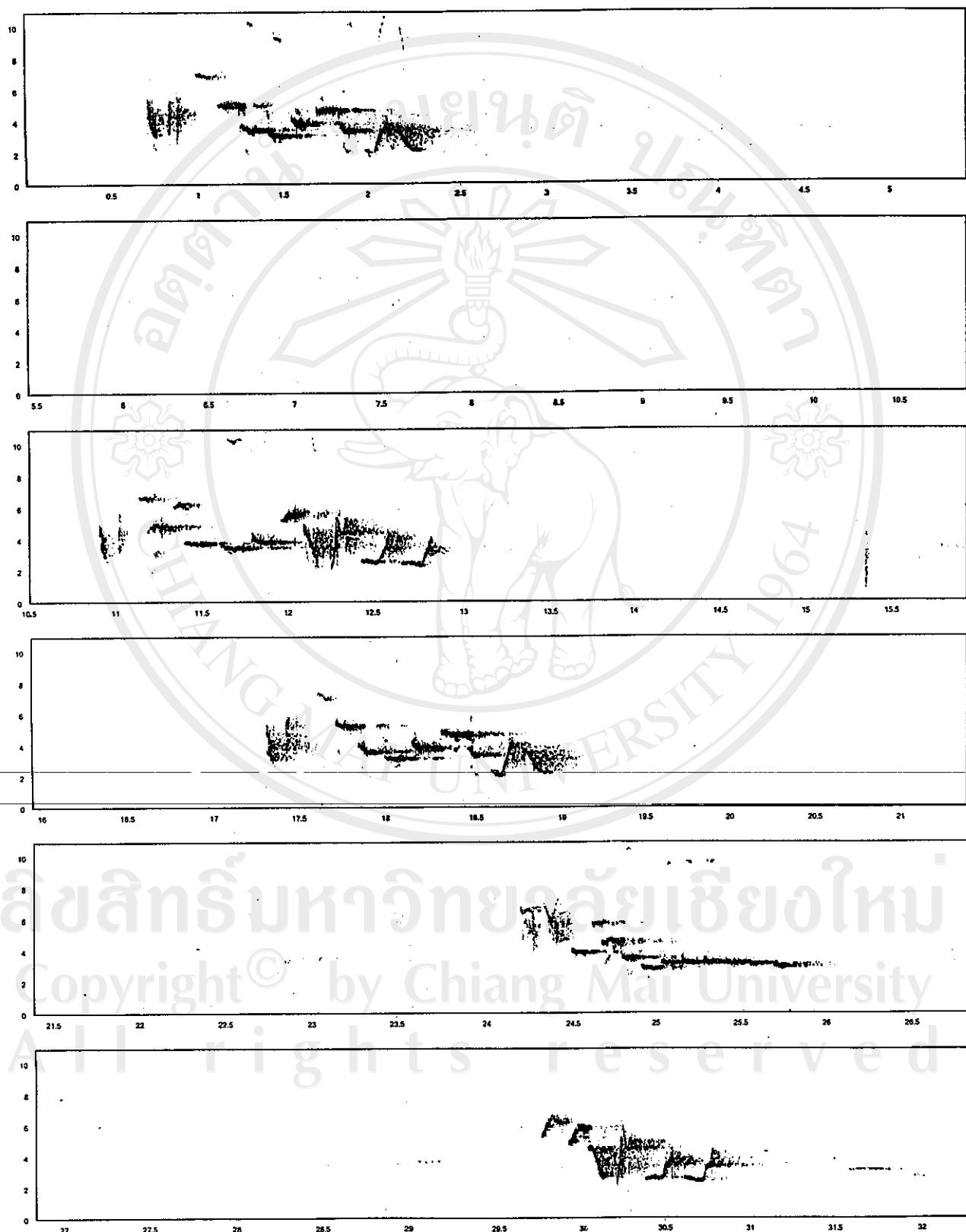
68. นกกระเบื้องพานา (*Monticola solitarius*) song



69. นกเดินดงหัวสีส้ม (*Zoothera citrina*) song

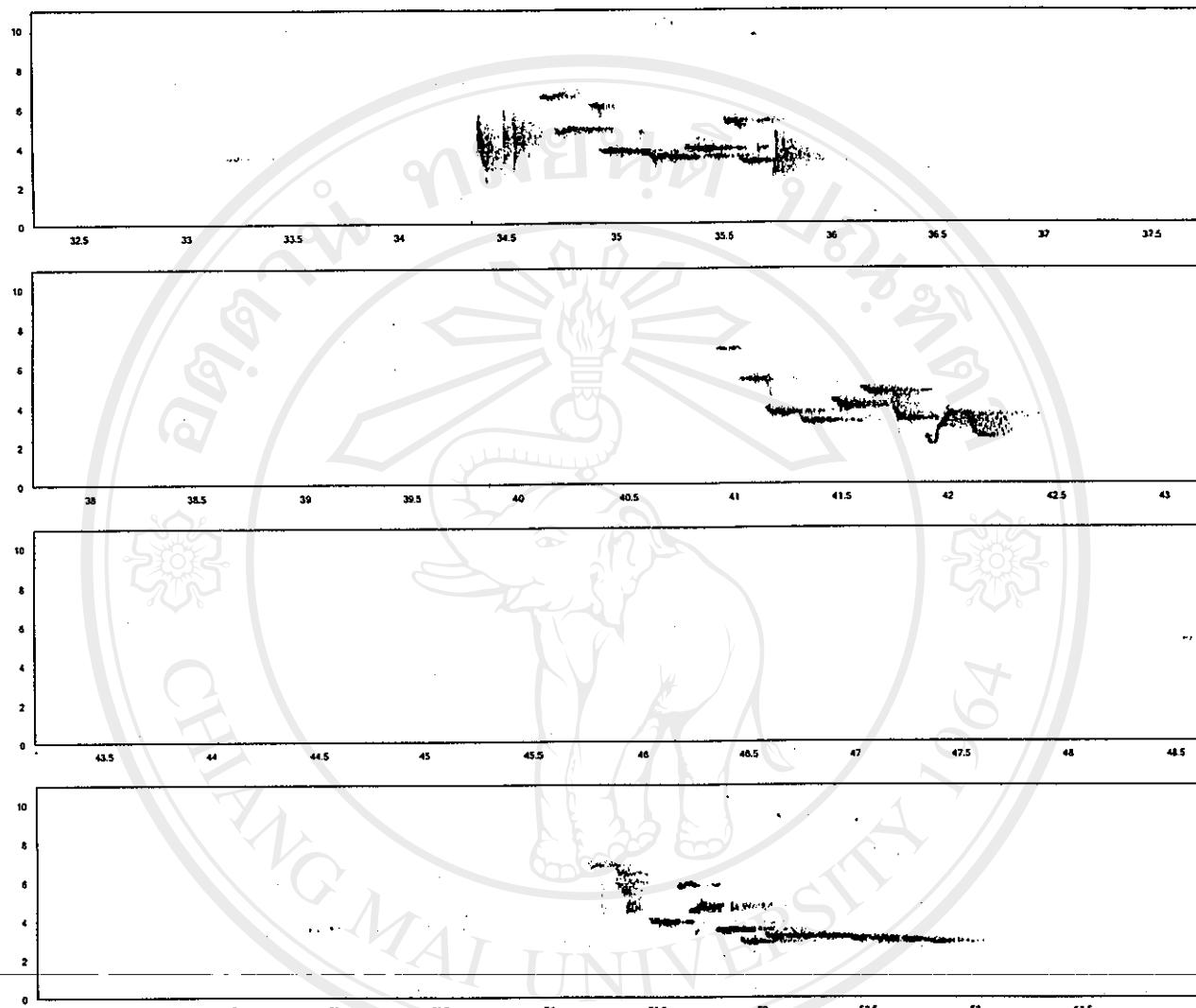


70. นกจีบแมลงคอน้ำตาลแดง (*Cyornis banyumas*) song



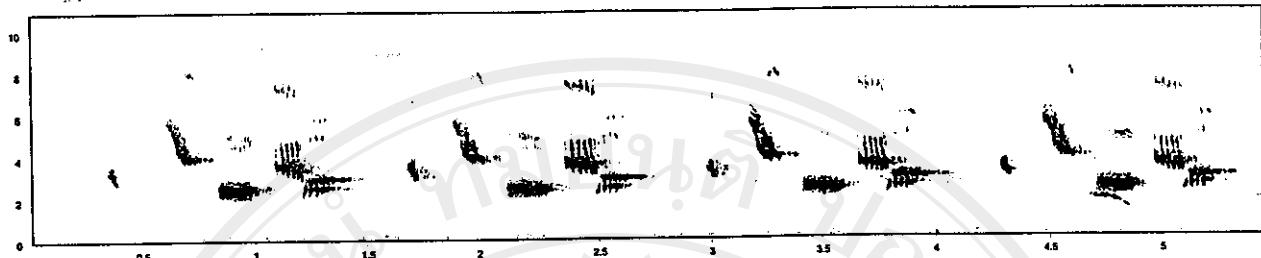
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University

All Rights Reserved

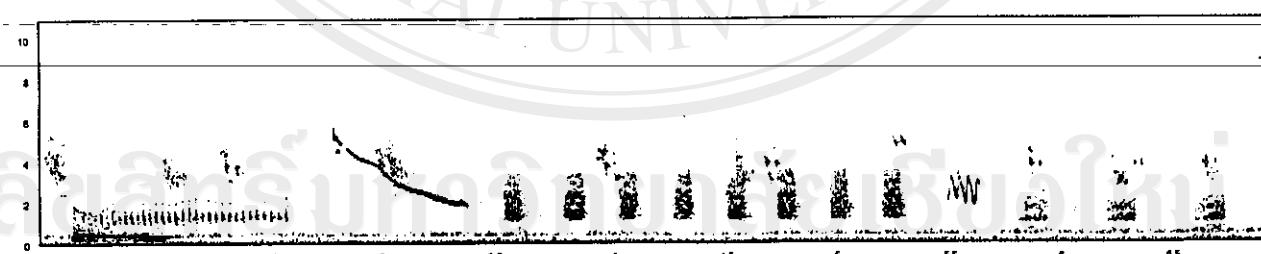
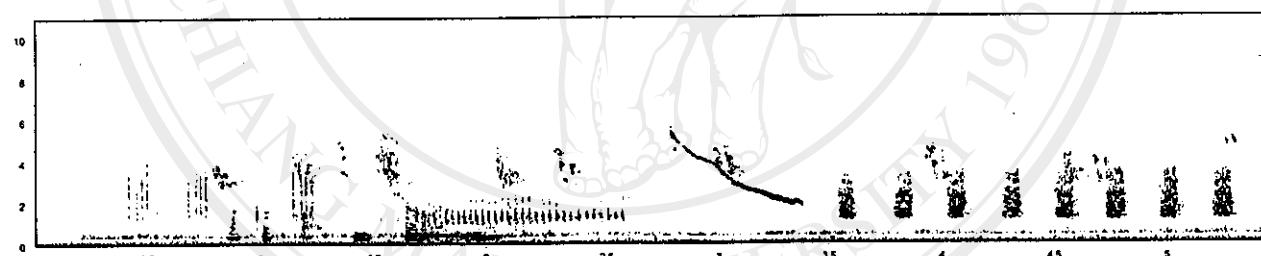
นกขับแมลงคอน้ำตาลแดง (*Cyornis banyumas*) song (ต่อ)

จัดสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

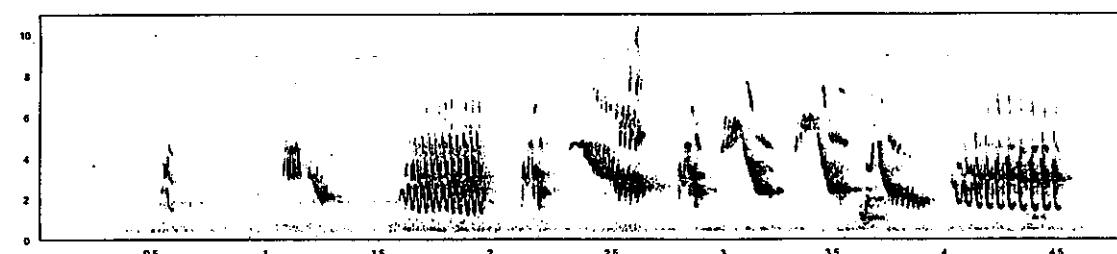
71. นกกิงโครงคอดำ (*Sturnus nigricollis*) subsong



72. นกเอียงสาริกา (*Acridotheres tristis*) subsong

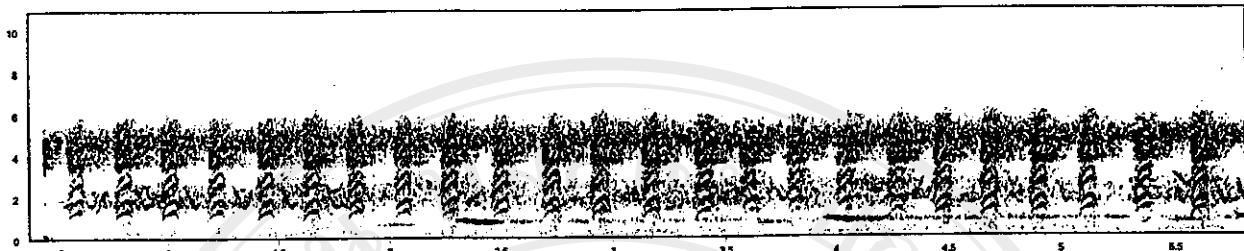


73. นกเอียงหงอน (*Acridotheres javanicus*) subsong

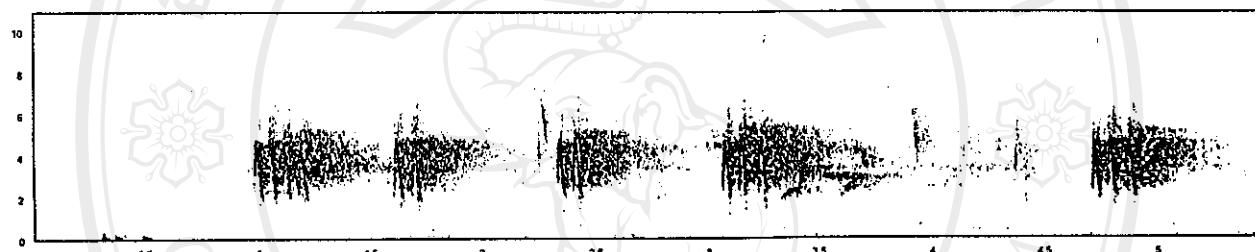


Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

74. นกปลีกหลวยเล็ก (*Arachnothera longirostra*) exciting call



75. นกปลีกหลวยลาย (*Arachnothera magna*) exciting call



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มนก non-passerine พบแต่ calls แบบต่าง ๆ ได้แก่ alert call, contact call, exciting call, alarm call, begging call, territorial call และ display ซึ่งอาจหมายถึง courtship และ territorial call ประจำบัน เพื่อจุดประสงค์ในการขยายพื้นที่ นกแต่ละชนิดสามารถร้องได้หลายเสียง แต่เสียงที่บันทึกได้เป็นเสียงที่พบบ่อยในสภาพธรรมชาติ

กลุ่มนก passerine พบทั้ง calls ซึ่งแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ เช่นเดียวกับนกกลุ่ม non-passerine ได้แก่ alert call, contact call, exciting call, alarm call, begging call ฯลฯ และยังพบ songs ซึ่งได้แก่ territorial songs, courtship song และ subsongs ซึ่งนกแต่ละชนิดจะมีบทเพลงที่เฉพาะชั้นนิคและอาจเฉพาะตัว แตกต่างไปจาก call ที่นกทุกตัวในชนิดเดียวกันจะร้องเหมือนกันเนื่องจากเป็นเรื่องของการถ่ายทอดทางพันธุกรรม

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสร้างโปรแกรม SAP และ AVI-CM ขึ้นเพื่อวิเคราะห์เสียงนกโดยจัดทำออกมาเป็น sonogram ซึ่งเป็นหลักฐานที่เห็นได้ด้วยภาพ สามารถวิเคราะห์ จัดแยกและทำความเข้าใจได้ง่ายแม่นยำกว่าการฟังเสียง (Bergmann und Helb. 1982) โปรแกรม SAP สามารถสร้าง sonogram ได้อย่างง่าย วิธีการไม่ซับซ้อน รูปที่ปรากฏออกแบบเหมือนกับ sonogram ที่สร้างโดยโปรแกรมที่ผลิตโดยบริษัทด้วยภาษา C++ โปรแกรม AVISOFT ส่วนโปรแกรม AVI-CM ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งในการเขียนโปรแกรมโดยใช้ MATLAB 5.3 เป็นพื้นฐานแต่ผลที่ได้ไม่ต่างกัน คือ สามารถผลิต sonogram ได้เช่นกัน จากการที่มีโปรแกรมเพื่อสร้าง sonogram ได้เองจะทำให้ง่ายวิจัยด้าน Bioacoustic ในประเทศไทยก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและมีความหลากหลายยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามทั้งสองโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเนี้ยังขาดดองมีการพัฒนาไปได้อีกอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากความก้าวหน้าทางวิทยาการคอมพิวเตอร์มิได้หยุดอยู่กับที่

เมื่อใช้โปรแกรม SAP สร้าง sonogram ของเสียงจากเทปบันทึกเสียงจำนวน 75 ชนิดเสียงที่บันทึกส่วนมากเป็นเสียงที่นกใช้ร้องมาก คือ contact calls ซึ่งเป็นเสียงที่นกใช้ร้องติดต่อกันนกในชนิดเดียวกัน (Catchpole, 1979) นอกจากนี้ยังมีเสียง territorial songs ซึ่งเป็นบทเพลงประจำอาณาเขตของนกกลุ่ม passerine ที่พบค่อนข้างมาก เสียงร้องอื่น ๆ ที่บันทึกได้ ได้แก่ alert calls – เสียงเตือนตัวเอง exciting calls – เสียงตื่นเต้น alarm calls – เสียงเตือนภัย รวมทั้ง distress calls – เสียงร้องเมื่ออันตรายถึงตัว sonogram ของนกแต่ละชนิดที่ได้จากโปรแกรม SAP ชัดเจน สามารถแยกความแตกต่างและใช้วิเคราะห์ได้

บทที่ 4

สรุปผล

ตอนที่ 1 การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ศึกษาเสียงนก

ได้พัฒนาโปรแกรม SAP เขียนด้วยภาษา Borland C⁺⁺ 5.02 และ AVI-CM เขียนบน MATLAB 5.3 เพื่อศึกษาเสียงนก ซึ่งทั้งสอง โปรแกรมสามารถให้ sonogram ที่มีคุณภาพเหมือนกับ sonogram ที่ได้จากโปรแกรมที่มีขายจากบริษัทหรือห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ

ตอนที่ 2 การศึกษาเสียงนกและแปลความหมายของเสียงนก

ได้แปลเสียงนกเป็น sonogram โดยโปรแกรม SAP ซึ่งได้ sonogram ที่มีลักษณะมาตรฐานเหมือนกับ sonogram ที่ได้จากโปรแกรมวิเคราะห์ของต่างประเทศ ได้วิเคราะห์และระบุความหมายของเสียงนกร่วมทั้งสิ้น 75 ชนิด เป็นนกกลุ่ม non-passserine 28 ชนิด และนกกลุ่ม passerine 47 ชนิด พนว่าנקแต่ละชนิดร้องได้หลายเสียง กลุ่มนก non-passserine พบแต่ calls ส่วนกลุ่มนก passerine พบทั้ง calls และ song ซึ่งมีทั้ง territory songs, courtship song และ subsongs เสียงส่วนมากเป็น contact call และ territorial song

จัดทำโดย ภาควิชาชีววิทยา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright[©] by Chiang Mai University
All rights reserved

เอกสารอ้างอิง

1. Bergmann, H.H. und H.W. Helb (1982) Stimmen der Vögel Europas. BLV Verlags-gesellschaft, München.
2. Bergmann, H.H., S. Klaus, J. Wiesner und O.A. Vitovic (1991) Die "stumme" Balz : Lautäußerungen männlicher Kaukasusbirkhühner (*Tetrao mlokosiewiczi*) auf dem Balzplatz. J.Orn. 132:267-278.
3. Böhner J. und F. Veit (1993) Gesangstruktur und Formen der Flügelbewegung beim Star (*Sturnus vulgaris*). J.Orn. 134:309-315.
4. Catchpole, C.K. (1979) Vocal Communication in Birds. Edward Arnold, London.
5. Cornell Laboratory of Ornithology (2001) Canary 1.2 User's Manual.
<http://birds.cornell.edu/brc/spgdef.html>
6. Engländer, W. und H.H. Bergmann (1990) Geschlechtsspezifische Stimmentwicklung bei der Brandente (*Tadorna tadorna*). J.Orn. 131:174-176.
7. Gebauer, A. und M. Kaiser (1994) Biologie und Verhalten zentralasiatischer Schneefinken (*Montifringilla*) und Erdsperlinge (*Pyrgilauda*). J.Orn. 135:55-71
8. Horne, R. (2001) Audio Spectrum Analysis. <http://www.monumental.com/rshorne/gram.html>
9. Laiolo, P., C. Palestini and A. Rolando (2000) A study of choughs' vocal repertoire : variability related to individuals, sexes and ages. J.Orn. 141:168-179.
10. Martens, J. und B. Schottler (1991) Akustische Barrieren zwischen Blaumeise (*Parus caeruleus*) und Lasurmeise (*Parus cyanus*). J.Orn. 132:61-80.
11. Martens, J., S. Ernst und B. Petri (1995) Reviergesänge ostasiatischer Weidenmeisen *Parus mantanus* und ihre mikroevolutive Ableitung. J.Orn. 135:367-388.
12. Marten, J. und B. Steil (1997) Reviergesänge und Speziesdifferenzierung in der Klappergrasmücken-Gruppe *Sylvia curruca*. J.Orn. 138:1-23.
13. Naguib, H. und H. Kolb (1992) Vergleich des Strophenaufbau und der Strophenabfolge an Gesängen von Sprosser (*Luscinia luscinia*) und Blaukehlchen (*Lucinia svecica*). J.Orn. 133:133-145.
14. Ottvall, R. (1999) Female corncrake (*Crex crex*) singing in the wild. J.Orn. 140:453-456.
15. Päckert, M., J. Martens und T. Hofmeister (2001) Lautäußerungen der Sommergold-hähnchen von den Inseln Madeira und Mallorca (*Regulus ignicapillus madeirensis*, *R.i.balearicus*) J.Orn. 142:16-29.

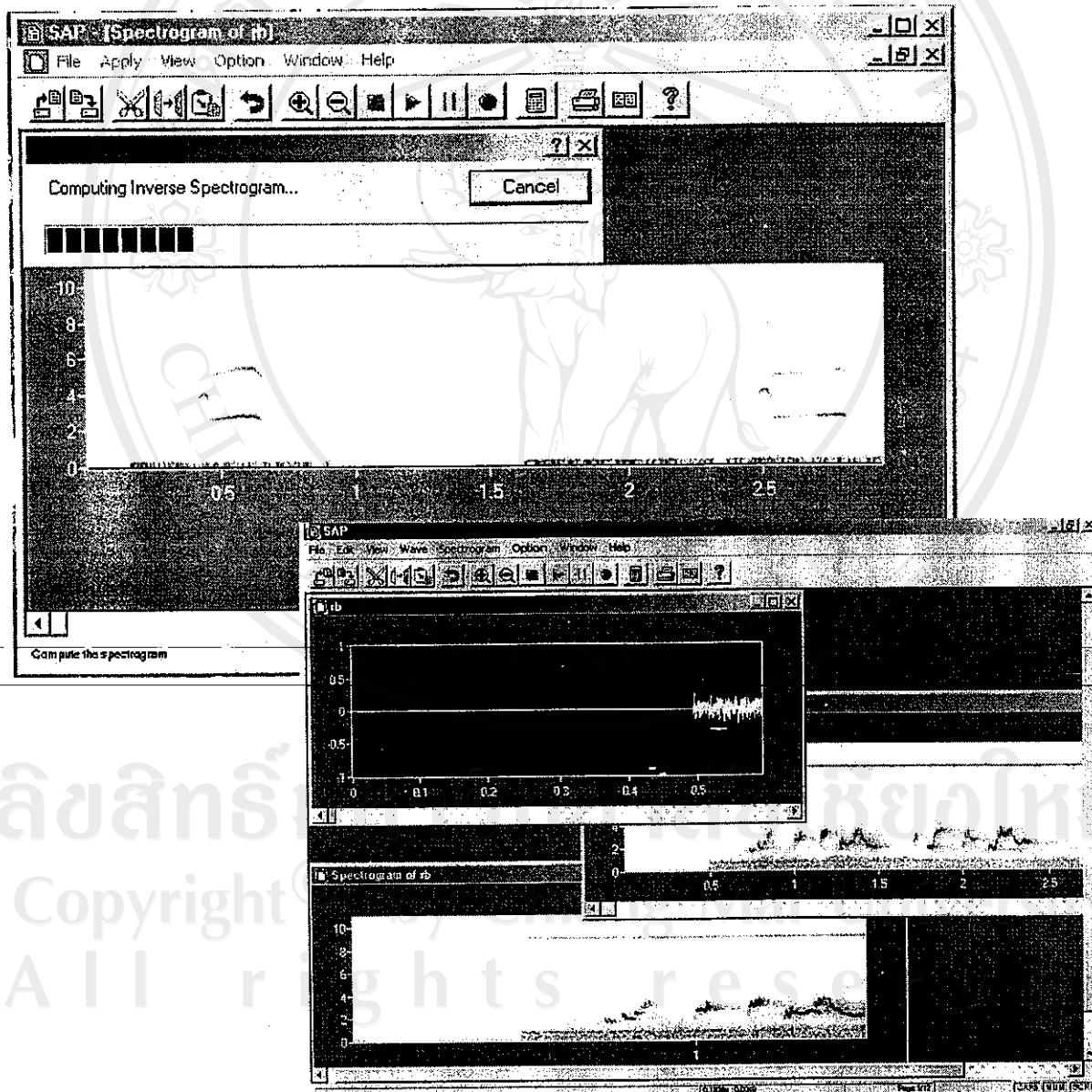
16. Pegoraro, K. und M. Föger (1995) Die “Chrup”- Rufe des Waldrapps *Geronticus eremita* : Ihre verschiedenen Funktionen in einem komplexen Sozialsystem. J.Orn. 136:243-252.
17. Redondo, T. (1991) Early stages of vocal ontogeny in the magpie (*Pica pica*). J.Orn. 132:145-163.
18. Singer, D. und J. Nicolai (1990) Organisationsprinzipien im Gesang der Heidelerche (*Lullula arborea*). J.Orn. 131:279-290.
19. Skiba, R. (2000) Mögliche Dialektselektion des Regenrufes beim Buchfink (*Fringilla coelebs*) durch Lärmbelastung-Prüfung einer Hypothese. J.Orn. 141:160-167.
20. Specht, R. (1993) Avisoft-Sonagraph Pro für MS-Windows 3.1 Der professionelle Sonagraph für WINDOWS. Dipl.-Ing Raimund Specht, Berlin.
21. Specht R. (2001) Avisoft Profile. <http://www.avisoft-saslab.com/services.htm>
22. Thielcke, G. (1970) Vogelstimmen. Springer-Verlag, Berlin.
23. Thielcke, G. (1992) Stabilität und Änderungen von Dialekten und Dialekgrenzen beim Gartenbaumläufer (*Certhia brachydactyla*). J.Orn. 133:43-59.
24. Timcke, A. und H.H. Bergmann (1994) Ein Vogelruf, dessen Form sich im Jahresablauf ändert: der Verbeugungstriller bei ber Brandente (*Tadorna tadorna*). J.Orn. 135:95-100.
25. Tretzel, E. (1997) Lernen artfremder Laute und “Musikalität” von Vögeln : Imitation und Variation einer Tonleiter durch Schamadrosseln *Copsychus malabaricus*. J.Orn. 138:505-530.



อิชิสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright[©] by Chiang Mai University
All rights reserved

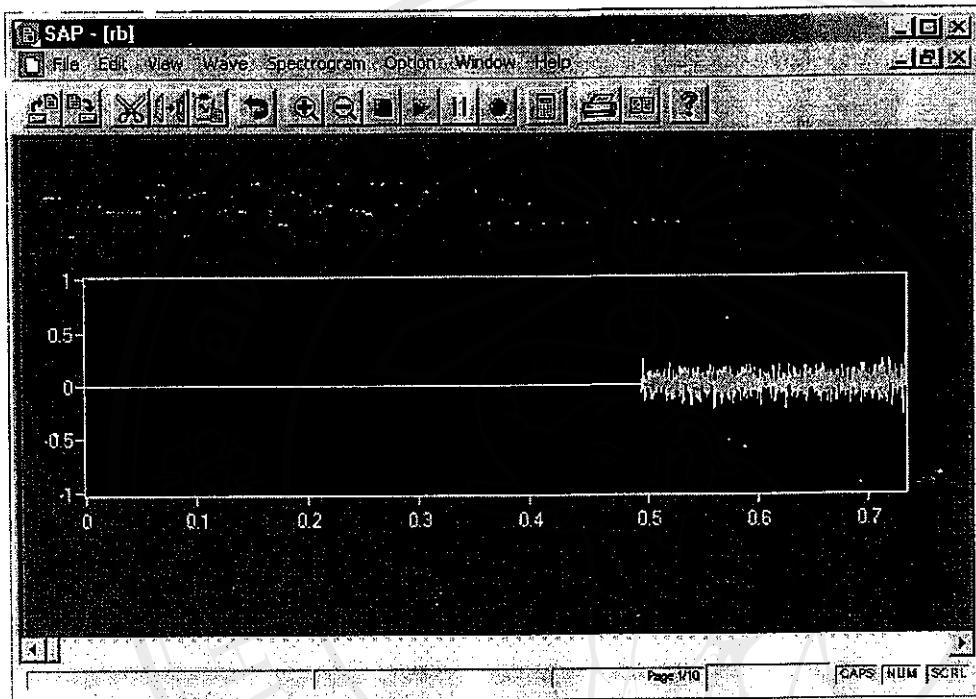
โปรแกรม SAP 1.0

คู่มือการใช้งาน

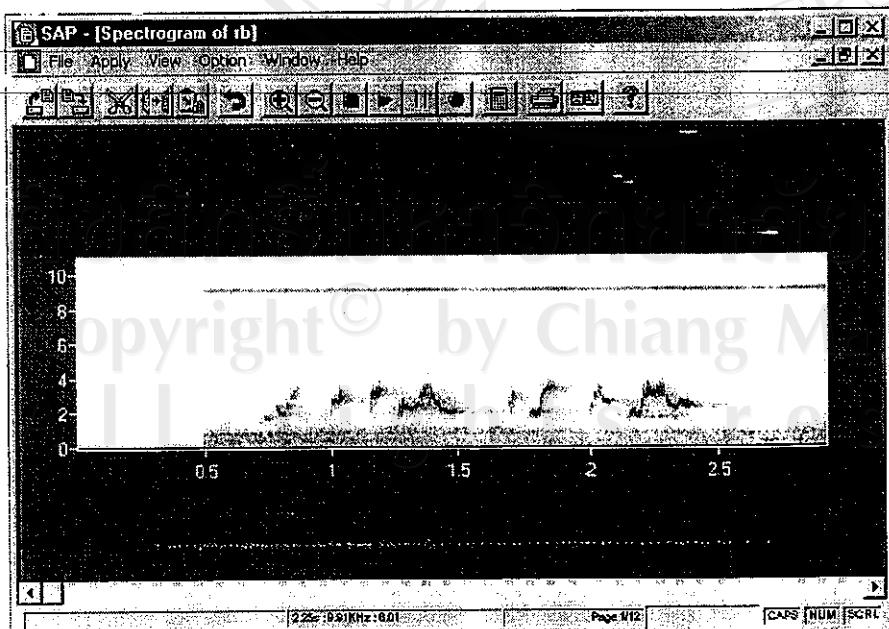


บทนำ

โปรแกรมจะประกอบด้วยหน้าต่างการทำงานที่สำคัญ 2 หน้าต่างคือ หน้าต่างของเสียงในรูป wave form (รูปที่ 1) และหน้าต่างของเสียงในรูป spectrogram หรือ sonagram (รูปที่ 2)



รูปที่ 1 หน้าต่างของเสียงในรูป wave form



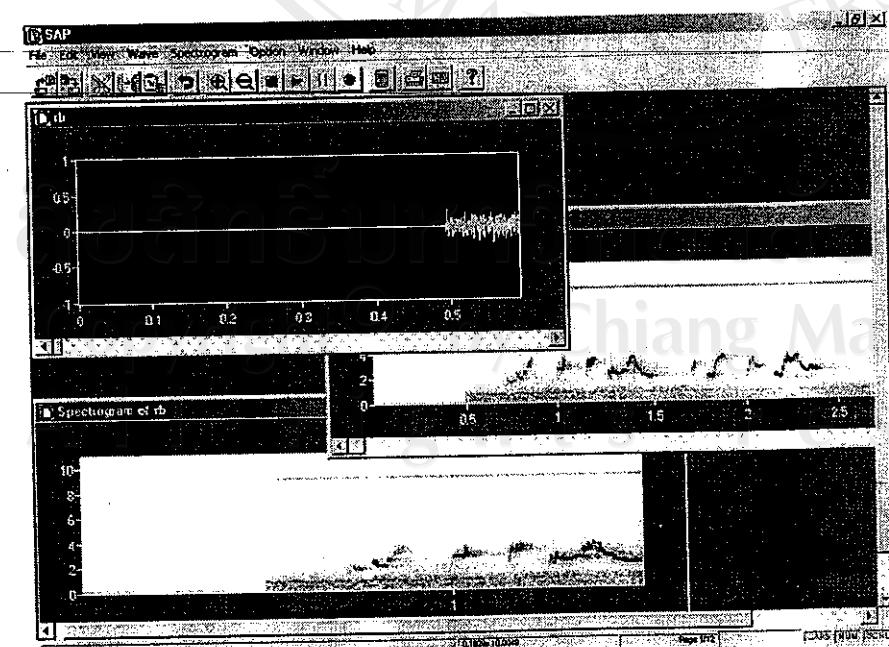
รูปที่ 2 หน้าต่าง spectrogram

ศักยภาพของโปรแกรม

โปรแกรม SAP เป็นโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์เสียง โดยแปลงเสียงในรูป wave เป็น spectrogram ซึ่งมีความสามารถในการบันทึกเสียงจาก สัญญาณเสียงเข้ามาเก็บเป็นwave file การ play back การตัด คัด ลอก เสียง การสร้าง spectrogram และ การพิมพ์ โปรแกรม SAP สามารถเปิดหน้าต่างหลายหน้าต่างพร้อมกันได้ ดังตัวอย่าง ซึ่งคำสั่ง ใน menu bar และ การทำงานจะเปลี่ยนไปตาม active window



รูปที่ 3 หน้าต่างของโปรแกรมที่เปิด หลายหน้าต่าง โดยที่หน้าต่างของspectrogram เป็นหน้าต่าง active



รูปที่ 4 หน้าต่างของโปรแกรมที่เปิด หลายหน้าต่าง โดยที่หน้าต่างของwave เป็นหน้าต่าง active

คำสั่งและปุ่มที่ลับาร์ของหน้าต่าง wave

ทุก	คำสั่งบนmenu bar	การทำงาน
	File - Open	เปิดไฟล์เสียงที่อยู่ในรูป wave
	File - Save	บันทึกไฟล์เสียง
	Edit - Cut	ตัด
	Edit - Copy	คัดลอก
	Edit – Past	วาง
	Edit – Undo	ยกเลิกการทำ
	View – Zoom in	ขยาย
	View – Zoom out	ย่อ
	Wave – Stop	ปิดการเล่นเสียง
	Wave – Play	เปิดเล่นเสียง
	Wave – Pause	Pause
	Wave – Stop	บันทึกเสียง
	Spectrogram – Compute	สร้าง spectrogram
	File – Print	พิมพ์
	File – Print Preview	ดูภาพก่อนพิมพ์
	Help – Content	Help

จัดทำโดย ศ.ดร. นพดล ธรรมรงค์สกุล
 ภาควิชาภาษาอังกฤษ คณะมนุษยศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

คำสั่งบน menu bar

File	
- Open	เปิดไฟล์เสียงที่อยู่ในรูป wave
- Close	ปิด
- Save	บันทึกไฟล์เสียง
- Save copy as	บันทึกไฟล์เสียง
- Print Preview	ดูภาพก่อนพิมพ์
- Print	พิมพ์
- Print Setup	ตั้งค่าเครื่องพิมพ์
- Exit	ออกจา�프로그램
Edit	
- Undo	ยกเลิกการทำ
- Cut	ตัด
- Copy	คัดลอก
- Past	วาง
- Delete	ลบ
- Select All	เลือกทั้งหมด
View	
- Zoom Out	ย่อ
- Zoom In	ขยาย
- Fix X Scale	เซ็ตความยาวแกน x คงที่
- Fix Y Scale	เซ็ตความยาวแกน y คงที่
- Fit on Screen	เซ็ตให้หน้าต่างเวฟทั้งหมดดีไซน์ต่างโปรแกรม
- Option	เพื่อเซ็ตความยาวและแคบของคลิปเสียงที่เขียนใน 1 หน้าจอ
Wave	
- Play	เปิดเสียง
- Stop	หยุดการเล่นเสียง
- Pause	หยุดการเล่นเสียงชั่วคราว
- Record	บันทึกเสียง

Spectrogram	
- compute	สร้าง sonogram
Option	
- Spectrogram	ตั้งค่า spectrogram ที่ต้องการให้แสดง
- Wave Parameter	แสดงคุณสมบัติของคลื่นเสียงที่กำลัง active
- Font	ตั้งค่าตัวอักษรที่แสดงในหน้าจอ คลื่นเสียง
Window	
- Cascade	เขตหน้าต่างแบบเรียงชั้อนกัน
- Title	เขตหน้าต่างแบบเรียงต่อๆ กันให้เต็มหน้าต่าง
- Arange Icon	เขตหน้าต่างตามตำแหน่งของหน้าต่าง ต่างๆ ที่เห็น
-Close All	ปิดหน้าต่างทั้งหมด
Help	

คำสั่งและปุ่มที่บูลบาร์ของหน้าต่าง spectrogram

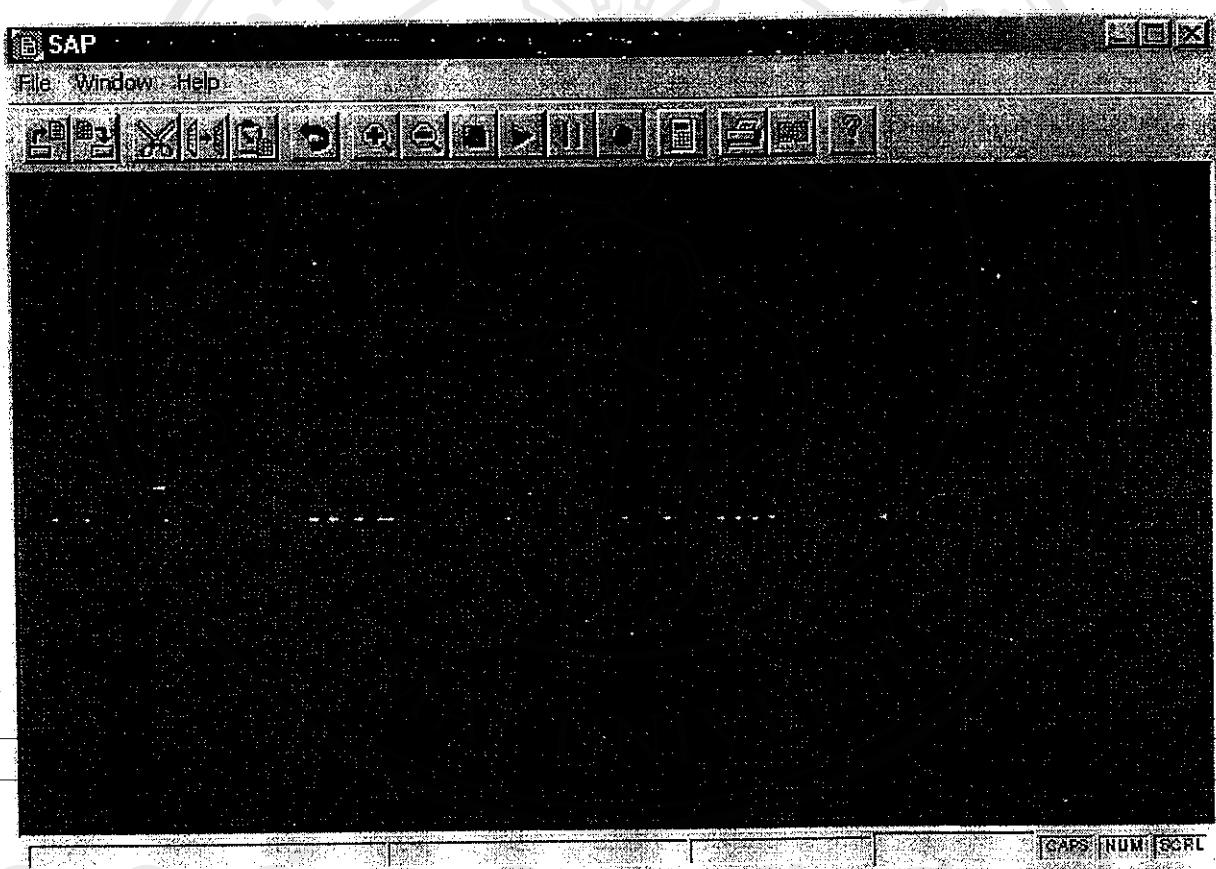
ปุ่ม	menu	คำสั่ง
	File - Open	เปิด wave file
	File - Save	ปิด
	View - Zoom in	ขยายหน้าต่าง
	View - Zoom out	ย่อหน้าต่าง
	Apply - Inv Transform	สร้างเสียงในรูป wave จาก spectrogram
	File - Print	สั่งพิมพ์ spectrogram
	File - Print Preview	ดูภาพ spectrogram ก่อนพิมพ์
	Help - Content	

คำสั่งบน menu bar

File	
- Open	เปิดไฟล์เสียงที่อยู่ในรูป wave
- Close	ปิดหน้าต่าง spectrogram
- Save	บันทึกไฟล์เสียง
- Save copy as	บันทึกไฟล์เสียง
- Print Preview	ดูภาพก่อนพิมพ์
- Print	พิมพ์
- Print Setup	ตั้งค่าเครื่องพิมพ์
- Exit	ออกจากรายการ
Apply	
- Edit Spectrogram	ปรับแต่งเสียงผ่าน spectrogram
- Inv Transform	แปลงเสียงที่ปรับจาก sonagram กลับไปเป็น wave
View	
- Zoom Out	ย่อขนาด spectrogram
- Zoom In	ขยายขนาด spectrogram
- Fix X Scale	ตั้งให้แกน x คงที่
- Fix Y Scale	ตั้งให้แกน y คงที่
- Fit on Screen	แสดง spectrogram ทั้งหมดของไฟล์เสียงให้พอดีกับหน้าต่าง
- Option	ปรับแต่งขนาดของ spectrogram
Option	
- Spectrogram	แสดงคุณสมบัติของ spectrogram
- Font	จัดรูปแบบตัวอักษรที่แสดงใน spectrogram
Window	
- Cascade	เช็ตหน้าต่างแบบเรียงชั้อนกัน
- Title	เช็ตหน้าต่างแบบเรียงต่อๆกันให้เดิมหน้าต่าง
- Arange Icon	เช็ตหน้าต่างตามตำแหน่งของหน้าต่าง ต่างๆที่เห็น
- Close All	ปิดหน้าต่างทั้งหมด
Help	

วิธีใช้โปรแกรม

การเปิดโปรแกรม ดับเบลคลิก ที่ short cut ของโปรแกรม SAP หน้าต่างของ โปรแกรมที่เปิดจะมี คำสั่งที่พร้อมทำงาน 3 คำสั่งคือ เปิดแฟ้ม ปิดโปรแกรม บันทึกเสียง และ help (รูปที่ 5) ถ้าต้องการ วิเคราะห์เสียงที่มีอยู่แล้ว สามารถทำได้โดยการเปิดไฟล์ ขึ้นมาทำงานได้เลย หรือสำหรับเสียงที่ต้องนำเข้า จากภายนอก สามารถทำได้โดยการ บันทึกเสียงด้วย โปรแกรม จากนั้น จึงเซฟไฟล์ ในรูปของ wave ก่อน แล้วจึงเปิดขึ้นมาทำงานได้อีกที



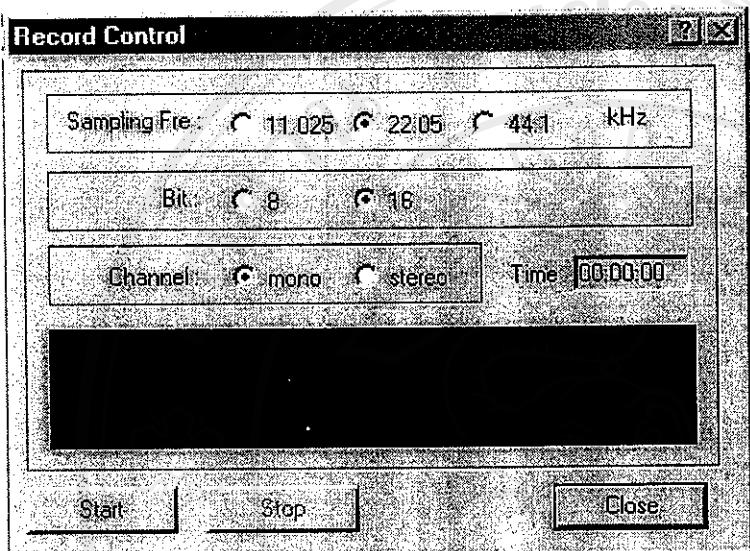
รูปที่ 5 หน้าต่างโปรแกรม spectrogram

1. การบันทึกเสียง

การบันทึกเสียงเป็นส่วนที่สำคัญมากส่วนหนึ่งเนื่องจากโปรแกรมวิเคราะห์เสียงไม่สามารถสร้าง spectrogram จากเสียงที่บันทึกในสื่อบันทึกต่างๆ ได้โดยตรง (เทปคาสเซต ซีดี) โปรแกรมจะต้องรับ สัญญาณเสียงจากภายนอกมาเก็บในรูปแบบของคลิปก่อน แล้วจึงจะสร้าง spectrogram จากคลิปเสียงได้ เสียงที่บันทึกเป็นไฟล์ จะมีคุณสมบัติตามที่ตั้งไว้ในขณะที่บันทึก ซึ่งคุณสมบัติของไฟล์เสียงจะมีผลต่อ ขนาดของ spectrogram ที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนในการบันทึกเสียง

1. คลิกที่ปุ่ม  บนทูลบาร์ ตั้งค่าสมบัติของไฟล์เสียงที่ต้องการจากหน้าต่าง record control (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 หน้าต่าง ควบคุมการบันทึกเสียง

Sampling Fre

เลือก sampling rate ที่ต้องการ ตามความต้องการเสียงสูงสุดที่เราต้องการ โดยความถี่สูงสุดของเสียงที่ได้ จะเท่ากับครึ่งหนึ่งของ sampling frequency ที่เลือกและเสียงที่สูงเกินกว่านี้ จะไม่ถูกบันทึก

11.025 kHz เสียงที่บันทึกได้มีความถี่สูงสุดประมาณ 5 kHz

22.05 kHz เสียงที่บันทึกได้มีความถี่สูงสุดประมาณ 11 kHz

44.1 kHz เสียงที่บันทึกได้มีความถี่สูงสุดประมาณ 22 kHz

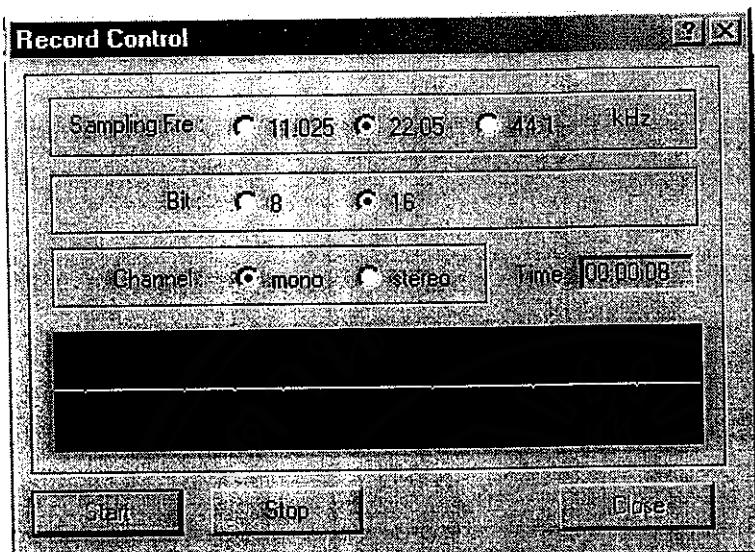
Bit

จำนวนความละเอียดของข้อมูลที่ต้องการ แนะนำให้ใช้ที่ 16 บิต

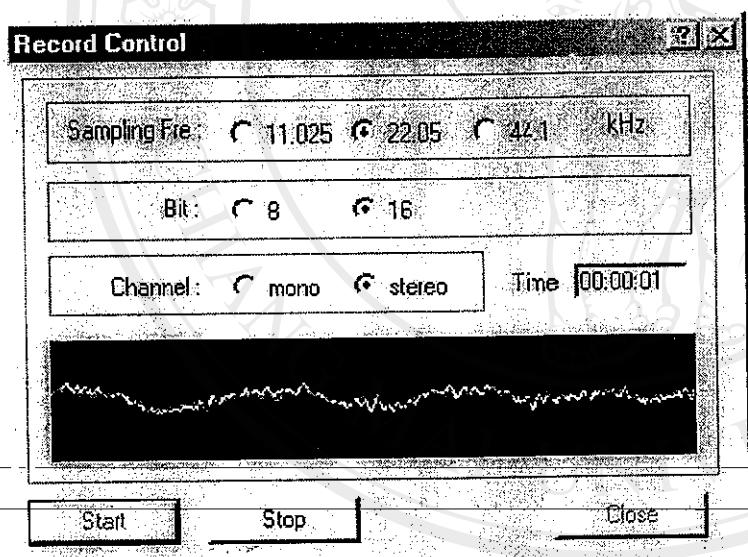
Channel

เลือกที่จะบันทึกสัญญาณ แบบ mono (ช่องเดียว) หรือ stereo (สองช่องซ้าย และขวา)

2. คลิกปุ่ม start ในหน้าต่างควบคุมการบันทึกเสียงเพื่อเริ่มบันทึกเสียง บริเวณช่องสัญญาณจะมีสัญญาณเดียวแสดงด้วยเส้นสีเหลืองเกิดขึ้น หากเป็นการบันทึกแบบ mono (รูปที่ 7) และ มีสัญญาณ 2 สัญญาณ แสดงด้วยเส้นสีเหลือง และสีแดงหากบันทึกแบบ stereo (รูปที่ 8)

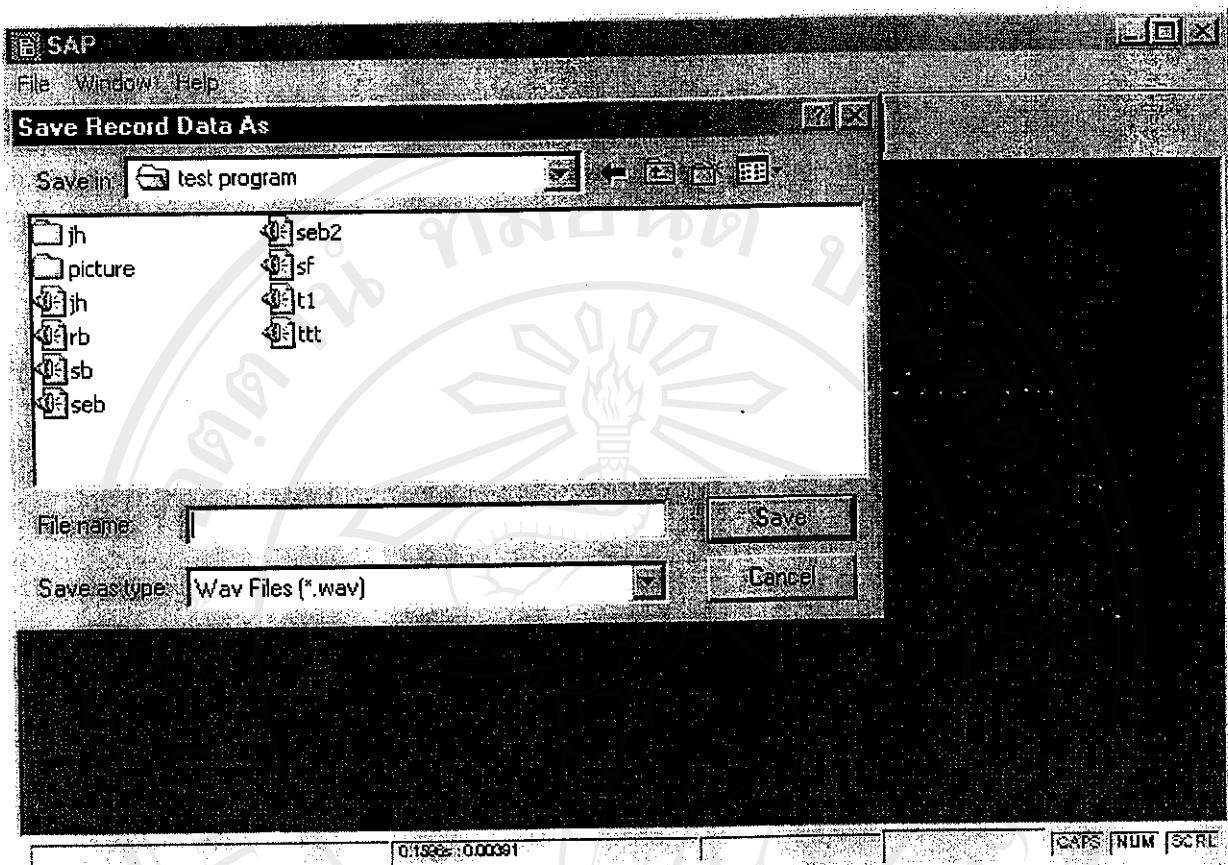


รูปที่ 7 การบันทึกเสียงแบบ mono



รูปที่ 8 การบันทึกเสียงแบบ stereo

3. เมื่อได้ความยาวเสียงตามต้องการคลิกที่ Stop ของหน้าต่างควบคุมการบันทึก
 4. เชฟไฟล์ โดยคลิกที่ Close เลือกไฟล์เดอร์ที่ต้องการเก็บไฟล์ และตั้งชื่อไฟล์ในหน้าต่างเชฟชื่อ拿出
- (รูปที่ 9) ไฟล์เสียงที่เชฟอยู่ในรูป .wav ในขั้นตอนนี้หากว่าไม่ต้องการเสียงที่ได้บันทึกเข้าไปสามารถคลิกที่ปุ่ม start เพื่อเริ่มบันทึกเสียงใหม่ได้ โดยเสียงที่ได้บันทึกเข้าไปก่อนหน้านั้นจะถูกลบไปโดยอัตโนมัติ



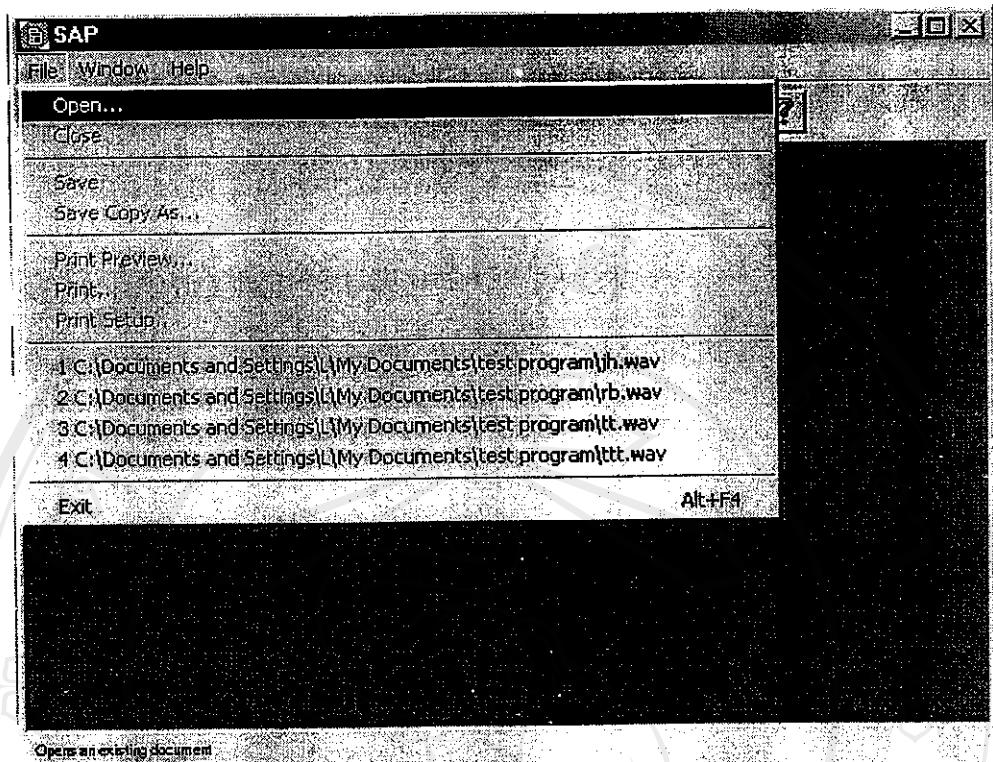
รูปที่ 9 หน้าต่างเซฟไฟล์

2. การเปิดไฟล์เสียง และปรับแต่งหน้าต่างเสียงในรูปคลิ่น

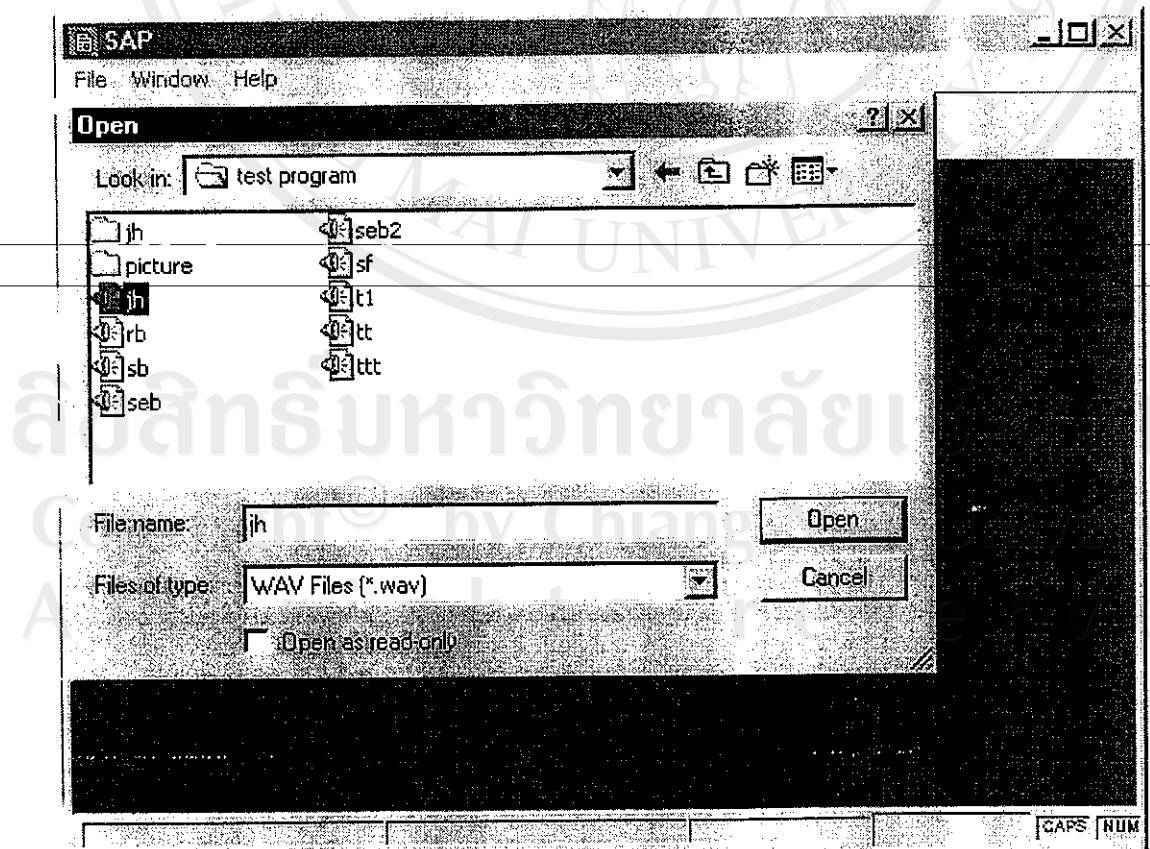
เนื่องจากการวิเคราะห์เสียงของโปรแกรมจะต้องนำเสียงที่อยู่ในรูปของ wave file เข้ามาทำงานดังนั้นในการเริ่มต้นทำงาน จึงต้องเปิดไฟล์เสียงที่ต้องการก่อนคำสั่งต่างๆของโปรแกรม จึงจะ active พร้อมที่จะทำงาน

2.1 การเปิดไฟล์เสียง

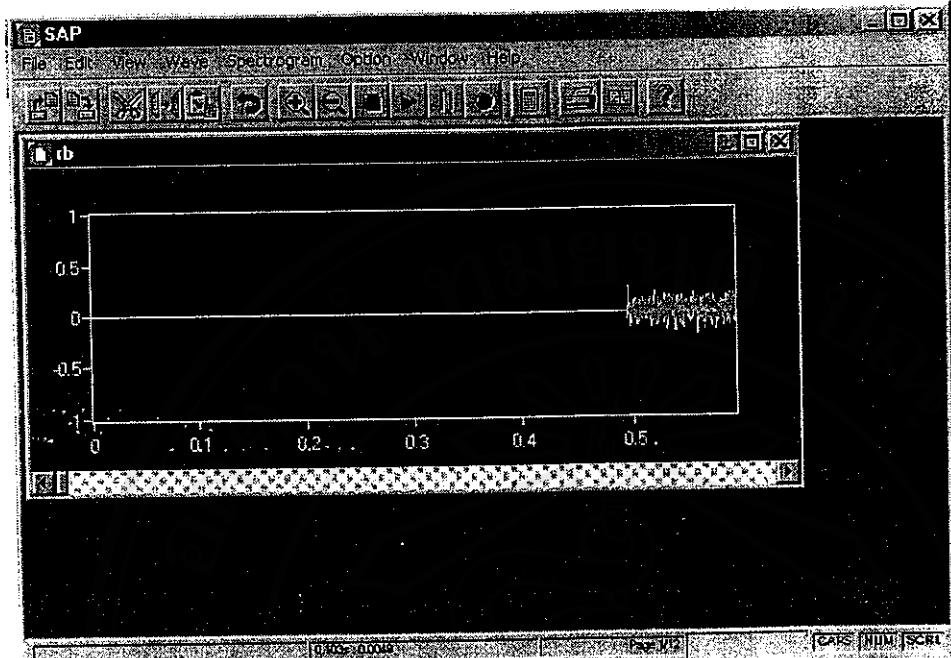
1. เลือก File- open จากเมนูบาร์(รูปที่ 10) หรือคลิก แล้วเลือกไฟล์ที่ต้องการเปิดจากหน้าต่างเปิดไฟล์ซึ่งไฟล์ที่เปิดจะต้องเป็น wave file (รูปที่ 11) หน้าต่างของคลิ่นเสียงที่เลือกจะปรากฏขึ้น(รูปที่ 12)



รูปที่ 10 เปิดไฟล์เสียงด้วยคำสั่งจากเมนูบาร์



รูปที่ 11 หน้าต่างเปิดไฟล์

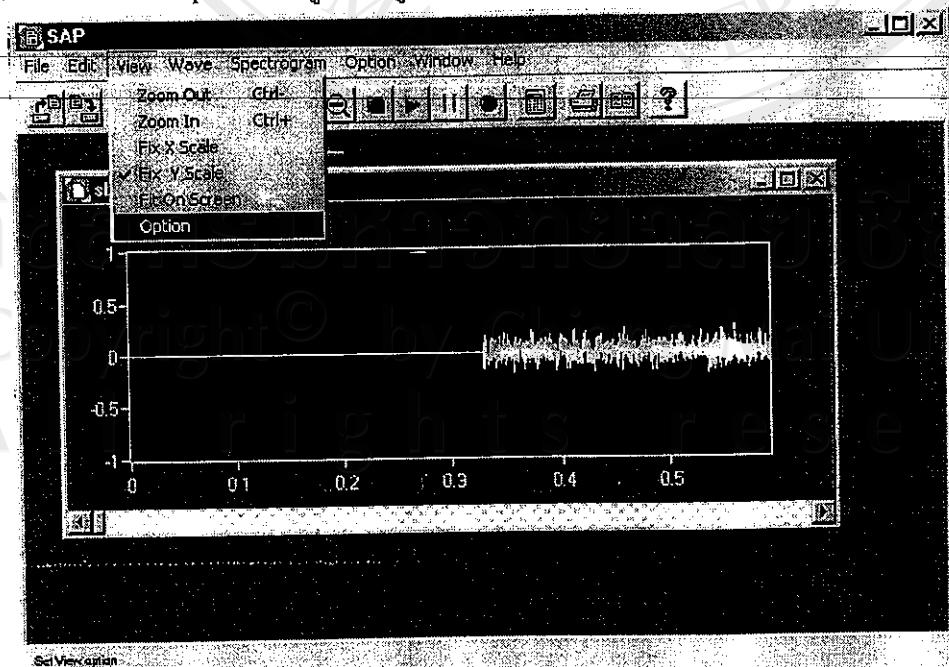


รูปที่ 12 หน้าต่างwave ของเสียงที่เลือกเปิด

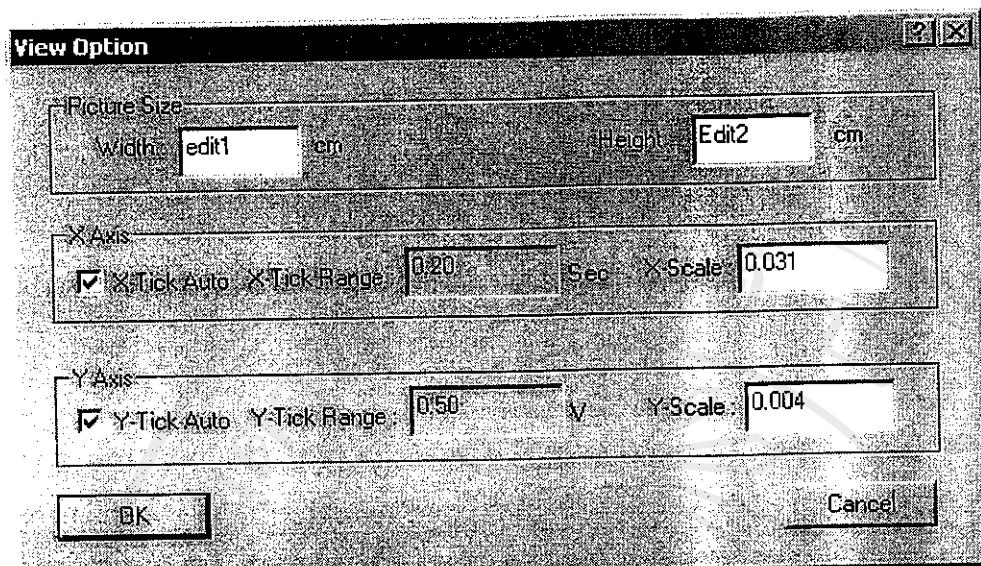
2.2 ปรับแต่งขนาดของหน้าต่าง wave

ในการ ตัดแต่งเสียงหรือเลือกช่วงเสียงเพื่อ ทำงานต่างๆ หน้าต่างของ wave ที่ปรากฏอยู่อาจ ไม่เอื้อ อำนวยในการ ทำงานต่างๆ เราจึงสามารถปรับขนาดของหน้าต่าง wave บนภาพให้ ขยายหรือย่อ หรือมี ขนาดต่างๆตามที่ต้องการซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือก view – option ที่เมนูบาร์ (รูปที่ 13) เพื่อขนาดของคลื่นเสียง จากหน้าต่าง view option (รูปที่ 14)



รูปที่ 13 คำสั่งเพื่อเพิ่มขนาดของคลื่นเสียงจากเมนูบาร์



รูปที่ 14 หน้าต่าง view option

Picture size ตั้งไว้เป็นมาตรฐาน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

X Axis กรอบสำหรับ ตั้งค่า ของแกน X (แนวอน)

X- Tick แสดง ค่าเวลาทุกๆ กิวินาที

X- Tick Auto

X- Tick Range เช็คเครื่องหมายถูกหน้ากล่อง X- Tick Auto ออก
แล้วใส่ค่าที่ต้องการในช่องด้านหลัง

X- scale เป็นค่าอัตราขยายของข้อมูลต่อ pixel ในแนวแกน x ยิ่งค่ามาก
window จะยวามาก (ขยายมาก)

Y Axis กรอบสำหรับ ตั้งค่า ของแกน Y (แนวตั้ง)

Y- Tick แสดง ค่าความถี่ทุกๆ กิวิต*

X- Tick Auto

X- Tick Range เช็คเครื่องหมายถูกหน้ากล่อง Y- Tick Auto ออก
แล้วใส่ค่าที่ต้องการในช่องด้านหลัง

Y- scale เป็นค่าอัตราขยายของข้อมูลต่อ pixel ในแนวแกน y ยิ่งค่ามาก
window จะสูงมาก (ขยายมาก)

*volt ขนาดสัมพัธ์ซึ่งกิดจากค่าแรงดันไฟฟ้า เนื่องจากสัญญาณเสียงที่นำเข้าเป็นสัญญาณไฟฟ้า

3. การสร้าง sonogram และปรับแต่งหน้าต่าง spectrogram

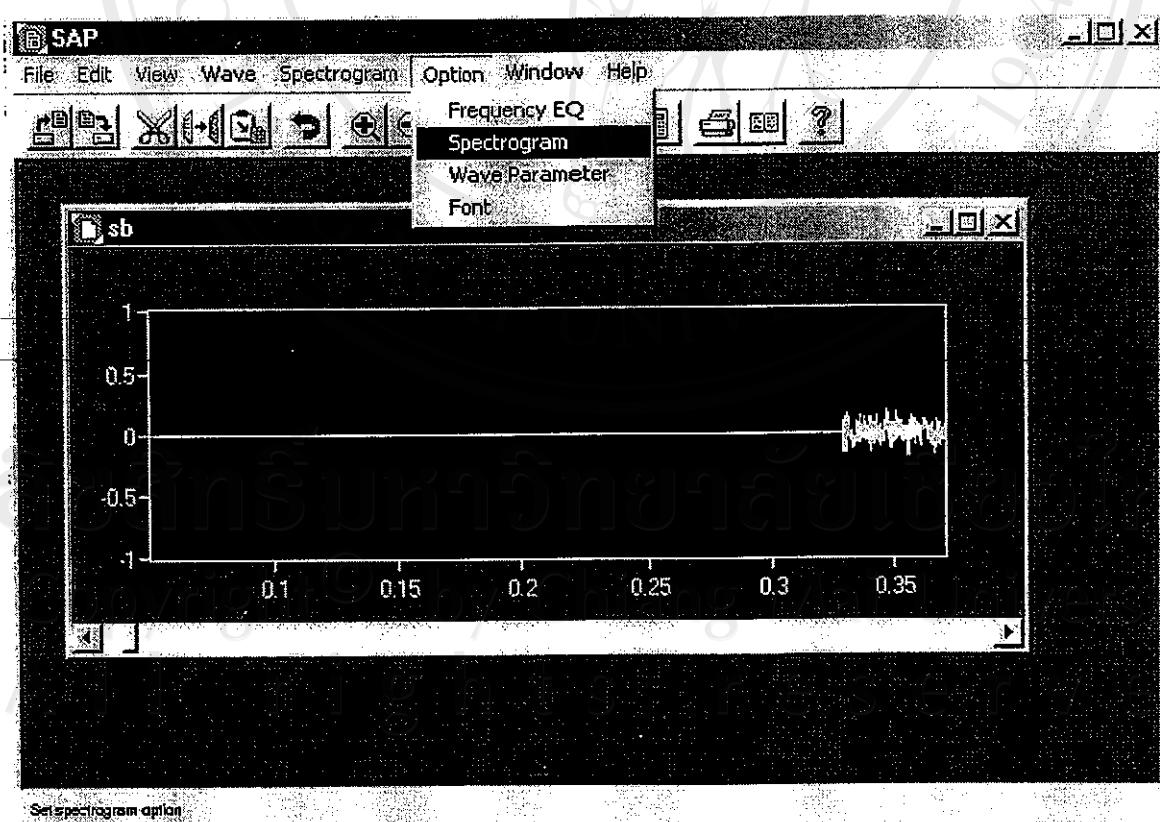
ในการวิเคราะห์เสียง การสร้าง spectrogram ให้ได้ตามที่ต้องการ ต้องกำหนดคุณสมบัติของ spectrogram ที่จะสร้างและจาก spectrogram ที่สร้างขึ้นสามารถปรับแต่งเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการได้ ซึ่ง spectrogram ที่กำหนดคุณสมบัติ และปรับแต่งหน้าต่างเหมือนกัน จะให้ spectrogram ที่มีขนาดเท่ากัน ทุกประการ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ

3.1 การสร้าง sonogram

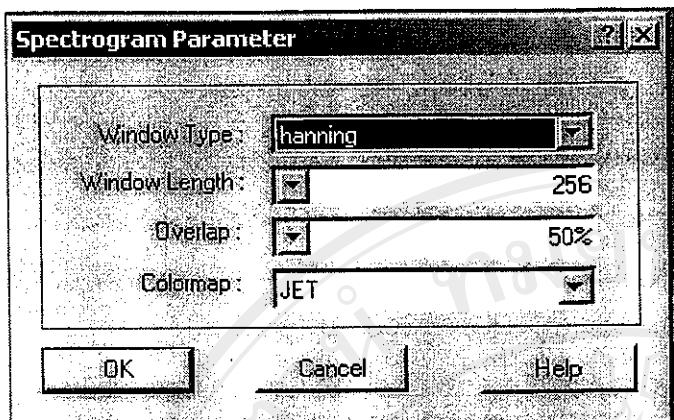
การสร้าง spectrogram เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ขั้นตอนหนึ่ง เพราะ การกำหนดคุณสมบัติของ spectrogram ที่จะสร้างขึ้นจะทำให้ได้ spectrogram ที่มีคุณลักษณะเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของงาน

ขั้นตอนการสร้าง spectrogram

- กำหนดคุณสมบัติของ spectrogram โดย เลือก option – spectrogram จาก เมนูบาร์ (รูปที่ 15) กำหนดค่า parameter ของ spectrogram ที่ต้องการจากหน้าต่าง spectrogram parameter (รูปที่ 16)



รูปที่ 15 เลือกค่าสั่งจากเมนูบาร์เพื่อตั้งคุณสมบัติของ spectrogram ที่จะสร้างขึ้น



รูปที่ 16 หน้าต่าง spectrogram parameter

Window Type : เป็นการเลือกหน้าต่างของ spectrogram ว่าต้องการแบบใด ซึ่งจะมีผลคือการสร้าง spectrogram

-เลือก hanning หรือ hamming สำหรับ spectrogram ที่ต้องการ พิมพ์เพราะ window 2 แบบนี้จะให้ spectrogram ที่มีขอบรวมเรียบกว่า

-เลือก rectangle เพื่อแต่งลบเสียงที่ไม่ต้องการ เพราะขอบภาพจะมีลักษณะเป็นเหลี่ยม

Window Length: มีให้เลือกได้หลายขนาด ควรใช้ 256 และ 512 เท่านั้น

Overlap : การทับซ้อนของข้อมูล ถ้ามากความละเอียดของ spectrogram จะมาก คั่งน้ำน้ำ spectrogram ที่ได้จะมีความต่อเนื่องมากกว่า

Colormap : เลือกสีของ spectrogram ที่ต้องการ

GREY : ได้ spectrogram สีขาว พื้นสีเทา-ดำ

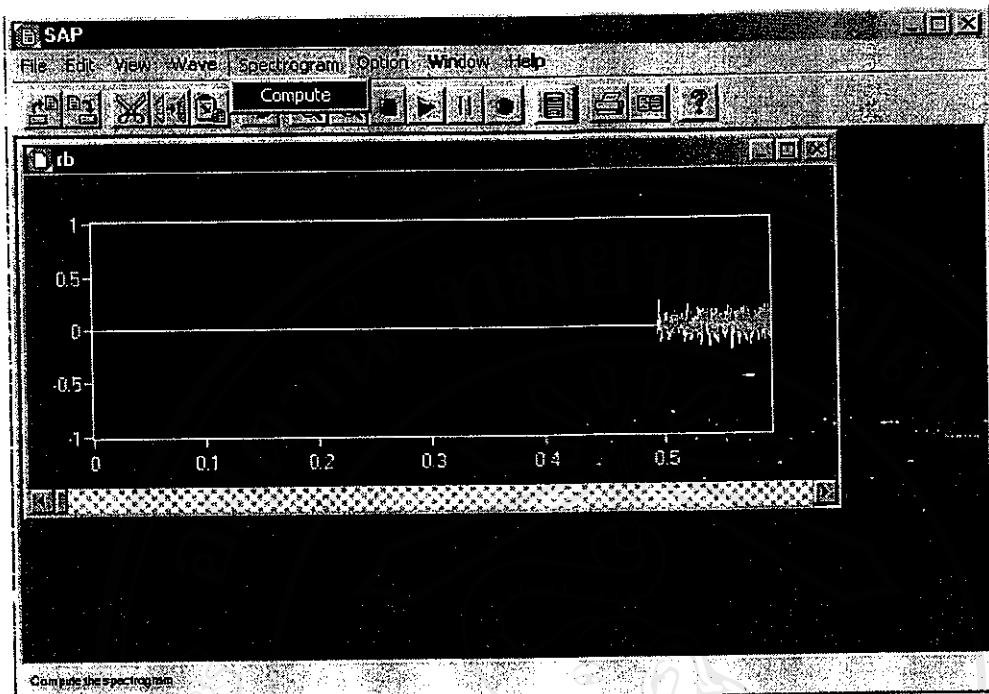
HOT : ได้ spectrogram สีเหลืองพื้น สีแดง

INVGREY : ได้ spectrogram สีดำ พื้น เทาขาว

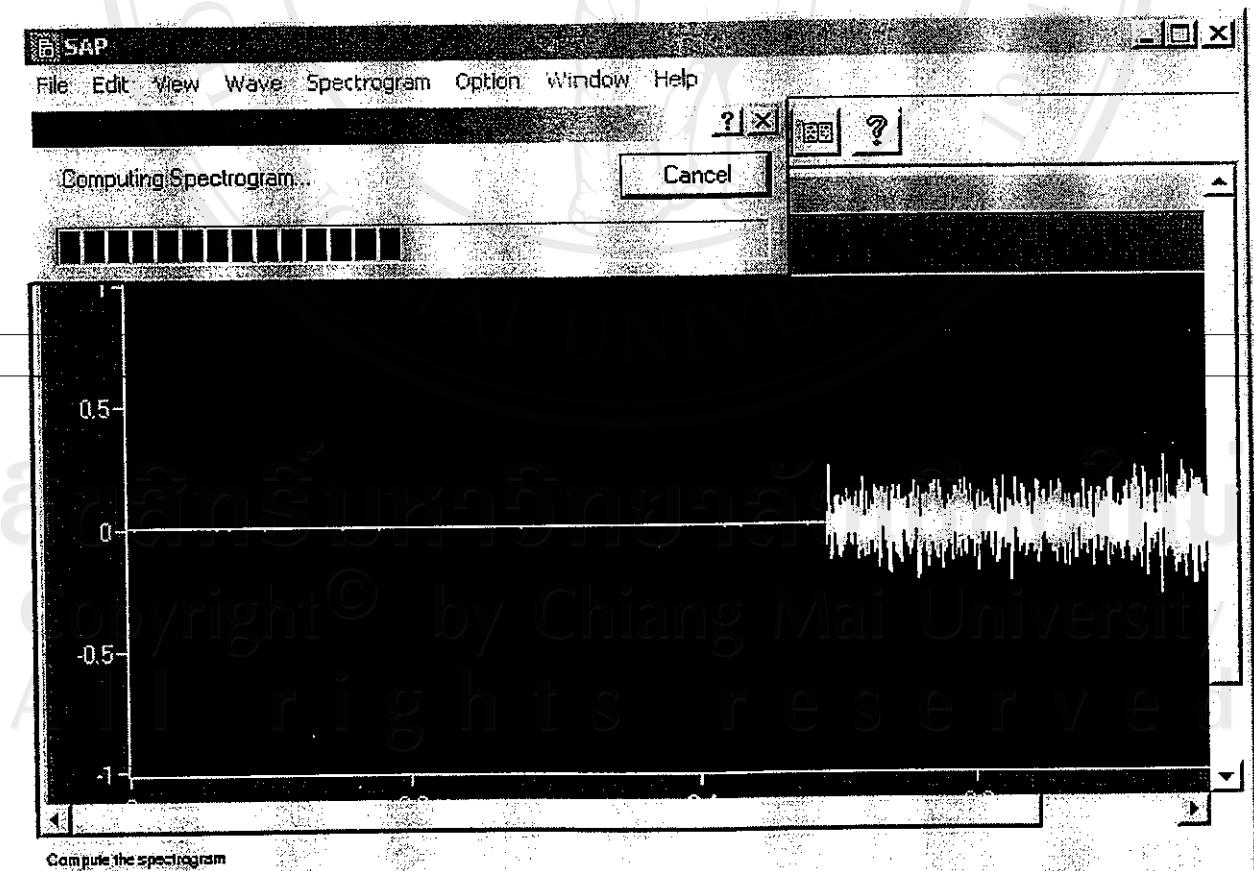
JET : ได้ spectrogram สีแดง เหลือง พื้นสีน้ำเงิน

PINK : ได้ spectrogram สีขาว พื้น เหลือง-ชมพู

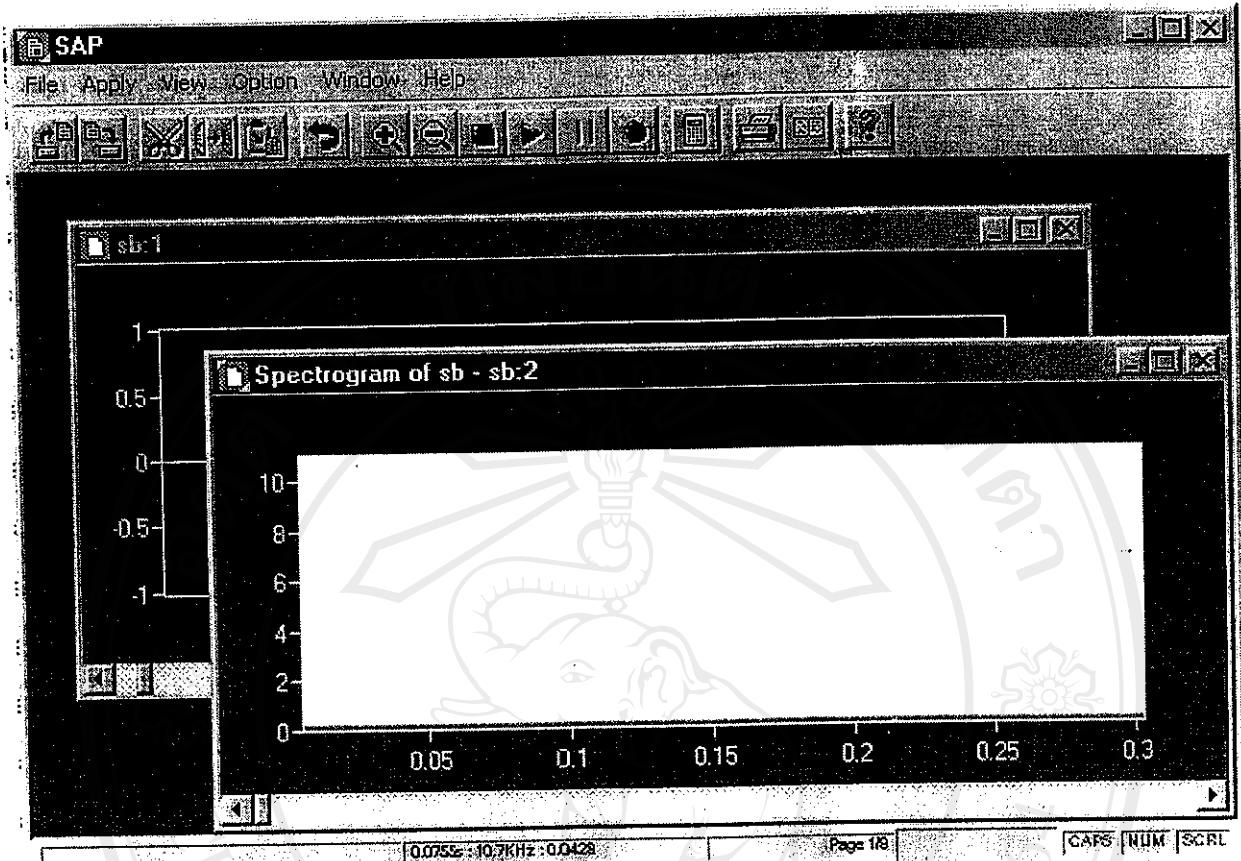
- สร้าง spectrogram ด้วยคำสั่ง spectrogram - compute จากเมนูบาร์ (รูปที่ 17) หรือเลือกไอคอน บนทุกบาร์โปรแกรมจะสร้าง spectrogram ซึ่งในขณะสร้าง สามารถหยุดได้โดยการคลิกที่ cancel (รูปที่ 18) เมื่อสิ้นสุดการสร้าง spectrogram หน้าต่างของ spectrogram จะถูกสร้างขึ้นอีกหนึ่งหน้าต่าง (รูปที่ 19)



รูปที่ 17 เลือกคำสั่ง สร้าง spectrogram จากเมนูบาร์



รูปที่ 18 ขณะที่โปรแกรมสร้าง spectrogram



รูปที่ 19 หน้าต่าง spectrogram ที่ถูกสร้างขึ้น

3.2 ปรับแต่งหน้าต่าง spectrogram

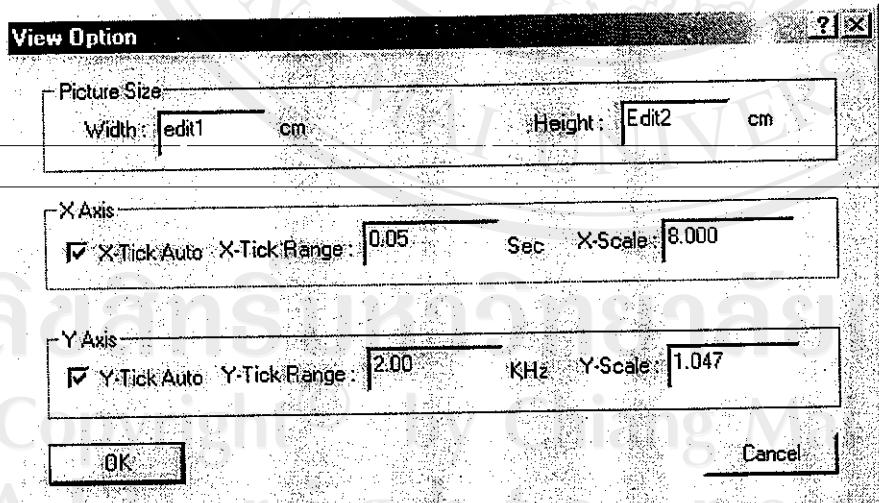
นอกจาก คุณลักษณะของ spectrogram แล้วขนาดและสัดส่วนของ spectrogram เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญเช่นกัน เสียงแต่ละเสียง และ spectrogram ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน รวมทั้งวัตถุประสงค์ในการทำงานกับหน้าต่าง spectrogram จะต้องการการปรับสัดส่วนและขนาดที่แตกต่างกัน ไปด้วย

ขั้นตอนการปรับแต่งหน้าต่าง spectrogram

1. เลือกคำสั่ง view – option บนเมนูบาร์ (รูปที่ 20) กำหนดขนาดของ spectrogram ที่ต้องการให้แสดงจากหน้าต่าง view option ของ spectrogram (รูปที่ 21) spectrogram จะเปลี่ยนขนาดตามที่ได้เซ็ต (รูปที่ 22)

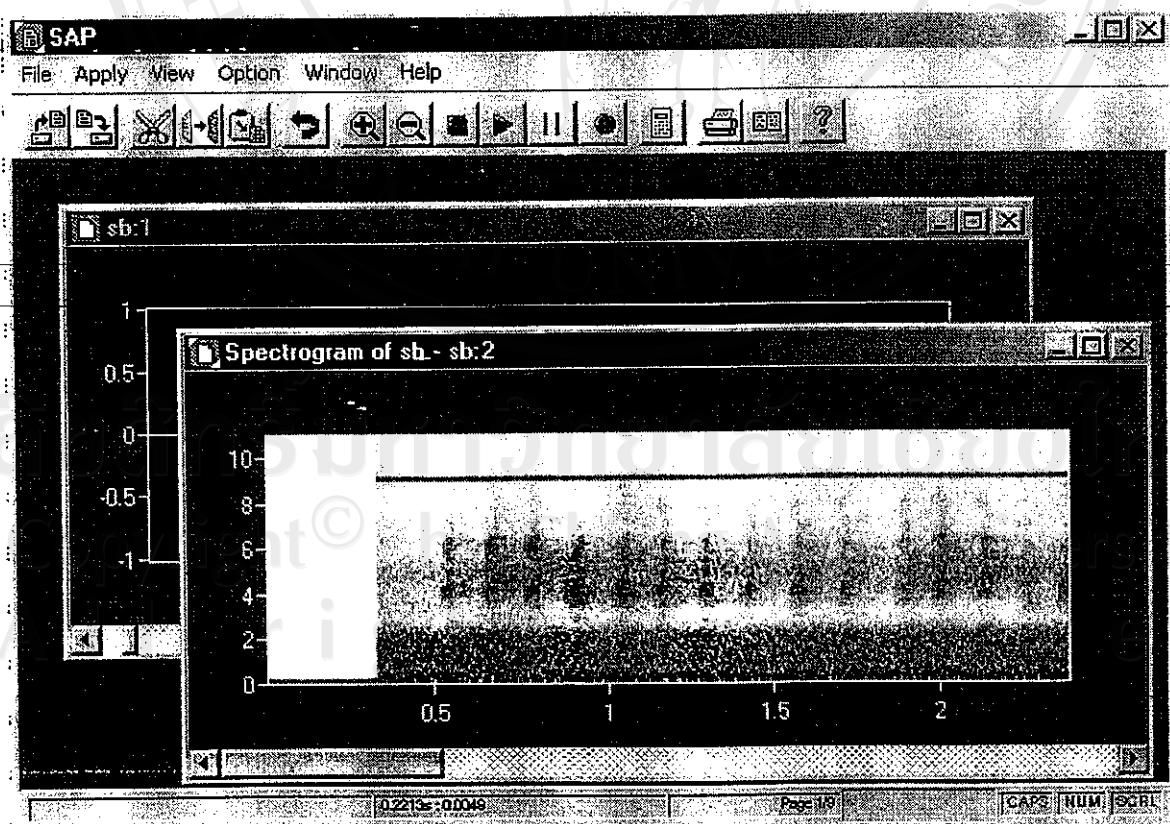


รูปที่ 20 เลือกคำสั่งเพื่อเซตขนาดของ spectrogram จาก เมนูบาร์



รูปที่ 21 หน้าต่าง view option ของ spectrogram

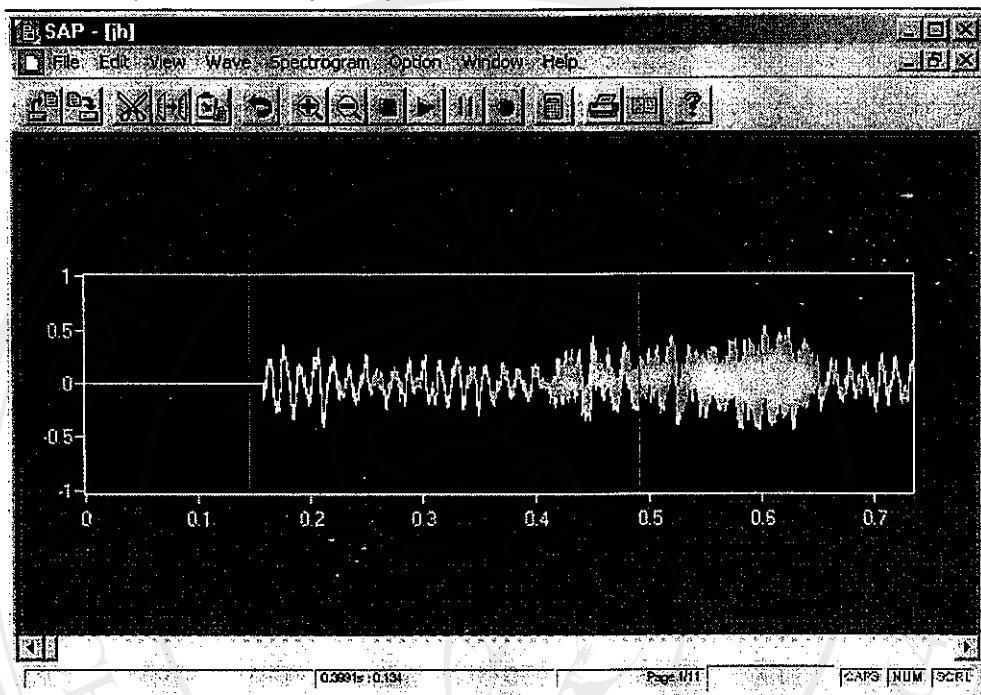
Picture size	ตั้งไว้เป็นมาตรฐาน ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้
X Axis	กรอบสำหรับ ตั้งค่า ของแกน X (แนวอน)
X- Tick	แสดง ค่าเวลาทุกๆกิรินาที
	X- Tick Auto
	X- Tick Range เช็คเครื่องหมายถูกหน้ากล่อง X- Tick Auto ออก แล้วใส่ค่าที่ต้องการในช่องด้านหลัง
	X- scale ยิ่งค่ามาก window จะยาวมาก (ขยายมาก)
Y Axis	กรอบสำหรับ ตั้งค่า ของแกน Y (แนวตั้ง)
Y- Tick	แสดงค่าความถี่ทุกๆกิริ Hz
	X- Tick Auto
	X- Tick Range เช็คเครื่องหมายถูกหน้ากล่อง Y- Tick Auto ออก แล้วใส่ค่าที่ต้องการในช่องด้านหลัง
	Y- scale ยิ่งค่ามาก window จะสูงมาก (ขยายมาก)



รูป 22 spectrogram ที่ได้หลังจากการเซตขนาด

3.3 การเลือกสร้าง spectrogram เอกพาะชุดที่ต้องการ

1. กำหนดคุณสมบัติของ spectrogram
2. ลากเม้าส์ให้ครอบชุดเริ่มต้นจนถึงชุดสุดที่ต้องการ

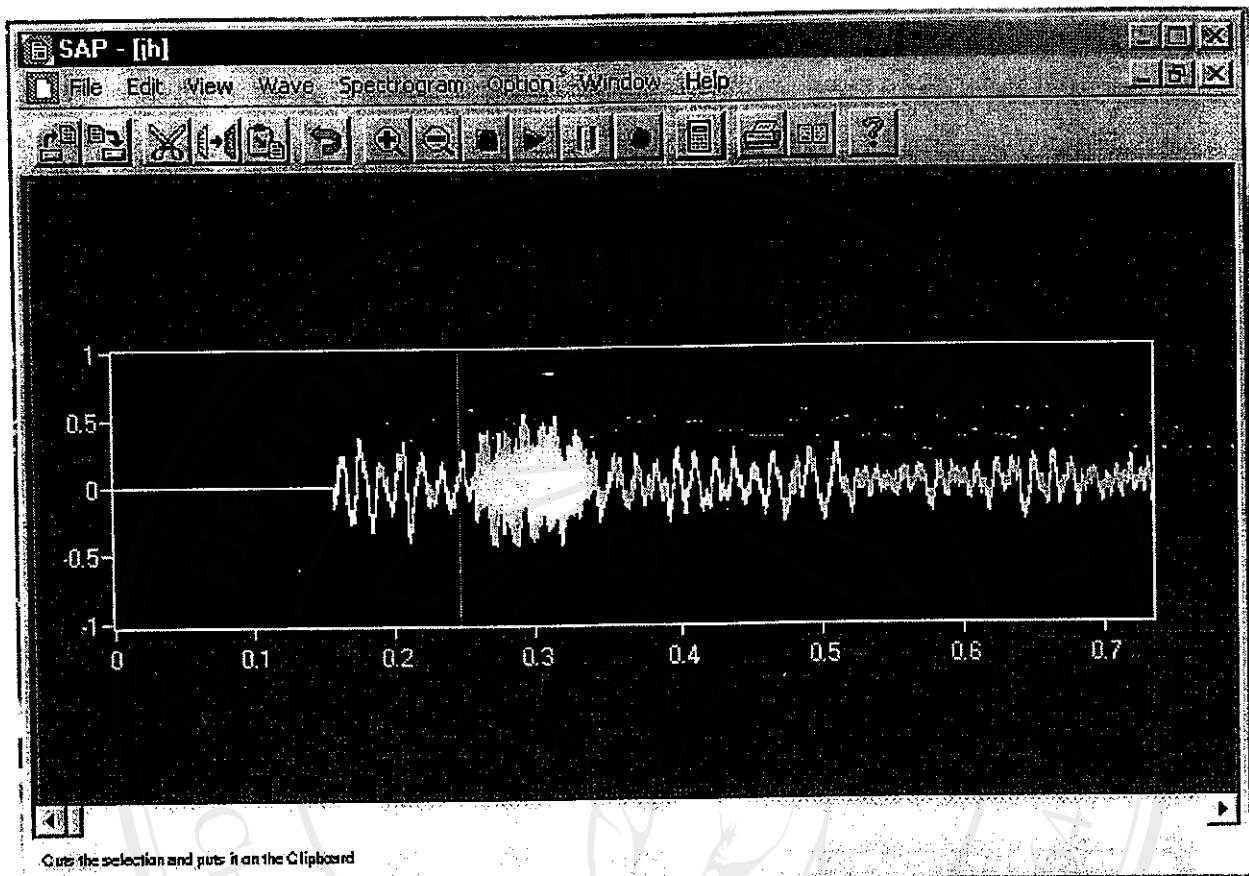


รูปที่ 23 เลือก เสียงช่วงที่ต้องการ

3. สั่งให้สร้าง spectrogram

4. การตัดต่อเสียง

1. เลือกไฟล์เสียงที่ต้องการและ ให้เสียงที่ต้องการเป็น active window
2. เลือกเสียงช่วงที่ต้องการ โดยลากเม้าส์จากชุดเริ่มต้นแล้วปล่อยที่ชุดสุดท้ายที่ต้องการจะเกิด เส้นที่ชุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของช่วงเสียงที่ต้องการ(รูปที่ 23)
3. เลือก Edit – copy บนเมนูบาร์ หรือ คลิกที่ เพื่อคัดลอกเสียงช่วงที่เลือกไว้ เลือก Edit- cut บนเมนูบาร์ หรือคลิกที่ เพื่อ ตัดเสียงช่วงที่ต้องการ(ไอคอนของคำสั่งตัดและคัดลอกจะ active เมื่อมีการเลือกช่วงเสียงก่อน) การคัดลอกเสียงช่วงที่เลือกจะยังอยู่เหมือนเดิม แต่สำหรับการตัด เสียงจะถูกตัดออกไป และเสียงช่วงหลังจากที่เลือกจะเดือนมาแทน
4. คลิกเม้าส์บนคลื่นเสียง ในตำแหน่งที่ต้องการวางเสียงที่ตัดหรือคัดลอกมา(รูปที่ 24) เลือก Edit – past หรือ คลิกที่ เพื่อวางเสียงที่คัดลอกหรือได้ตัดมา (ไอคอนของคำสั่งวางจะ active เมื่อมีการตัดหรือคัดลอกแล้วมีการคลิกเม้าส์วางตำแหน่งที่ต้องการจะวางแล้ว)



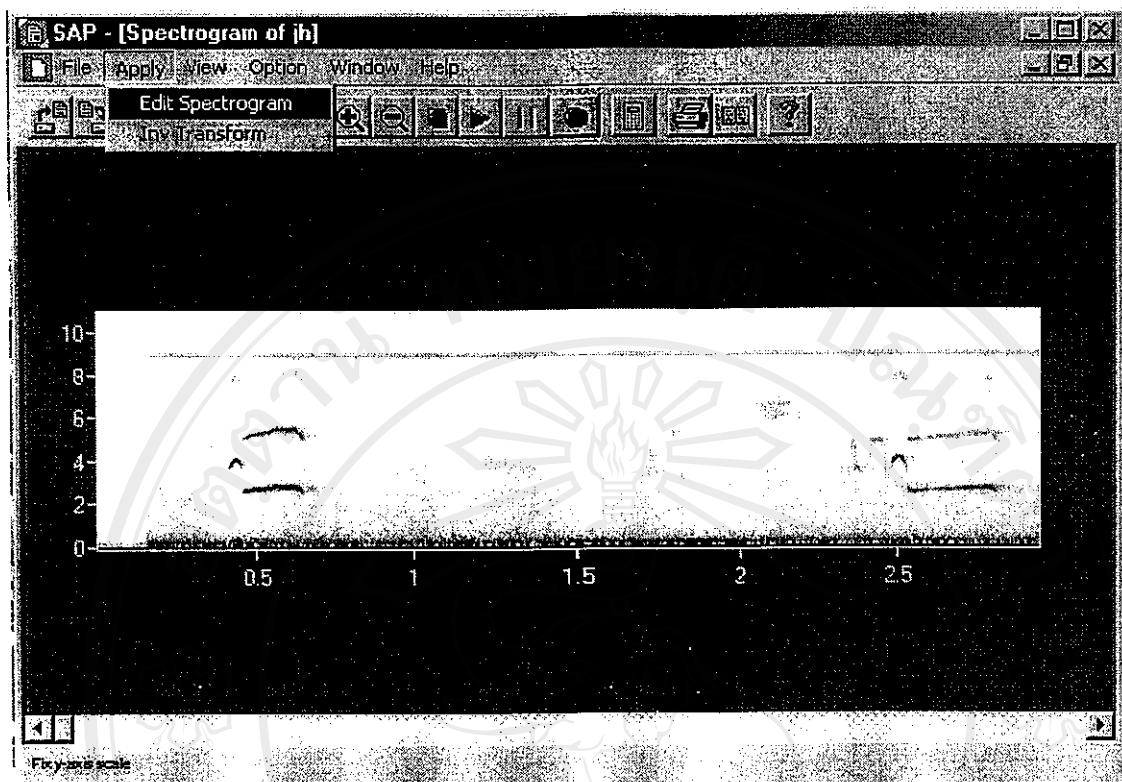
รูปที่ 24 เมื่อคลิกเม้าส์ที่คิลล์เสียงจะมีเส้นสีแดงเกิดขึ้นซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะวางเสียงที่ตัดหรือคัดลอกมา

5. การปรับแต่งเสียงผ่าน spectrogram

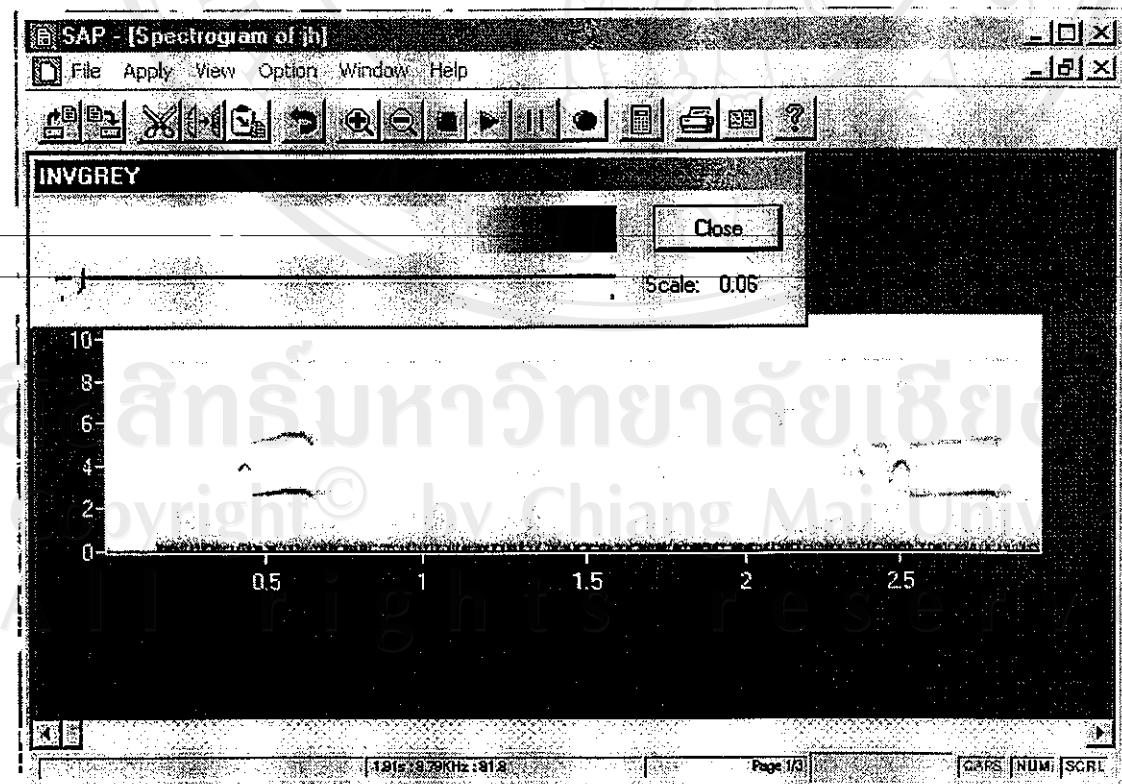
ในบางครั้งเราจะพบว่า spectrogram ของเสียงที่เราต้องการ มีเสียงรบกวนอยู่มากหรือ เสียงเบามาก ไม่ค่อยชัดเจน การปรับแต่งเสียงโดยการปรับแต่งผ่าน spectrogram และวิธีแบ่งกลับเป็นเสียงจึงสามารถช่วยให้ ลบเสียงที่ไม่ต้องการออกไปได้ทำให้ได้ spectrogram ที่ ชัดเจน โดยปกติการ ปรับแต่งเสียงจะทำผ่านการทำงานของ equalizer ซึ่งมีการลดเสียงรบกวนโดยเลือกกลุ่มเสียงในย่านความถี่ที่ไม่ต้องการ หรือเพิ่มเสียงในย่านความถี่ที่ต้องการ แต่การปรับเสียงโดยใช้ equalizer อาจทำให้เกิดเสียงที่เป็นเสียงดังเกินได้ ซึ่ง เมื่อนำมาสร้าง spectrogram จะทำให้รูป่าง spectrogram ของเสียงที่ต้องการผิดเพี้ยนไป อีกทั้ง equalizer ยังไม่สามารถลบเสียงที่อยู่ในความถี่เดียวกันเสียงที่ต้องการ ได้ เพราะจะเป็นการลดเสียงที่ต้องการไปด้วย แต่สำหรับการปรับแต่งเสียงผ่าน spectrogram จะทำให้สามารถลบเสียงที่ไม่ต้องการออกไปได้แม้ว่าเสียงนั้นจะมีความถี่เดียวกัน เสียงที่ต้องการก็ตาม

ขั้นตอนการปรับแต่งเสียง

1. สร้าง spectrogram ที่กำหนด window type เป็นแบบ rectangle
2. เลือกคำสั่งจากเมนูบาร์ Apply - Edit Spectrogram (รูปที่ 25) หน้าต่างสำหรับปรับค่าความดังจะปรากฏขึ้น ซึ่งແບບสีความดังจะ ขึ้นอยู่กับ colormap ของ spectrogram ว่าเป็นแบบใด (รูปที่ 26)



รูปที่ 25 เลือกคำสั่ง เพื่อปรับแต่งเสียง spectrogram จากเมนูบาร์



รูปที่ 26 หน้าต่างควบคุมการปรับแต่งเสียงของ spectrogram ที่มี colormap แบบ invert grey

3. เลือกค่าที่ต้องการปรับ โดยการเลื่อนปุ่มมาทางซ้ายเพื่อลดความดัง (รูปที่ 27) หรือเพิ่มความดังโดยการเลื่อนไปทางขวา(รูปที่ 28)

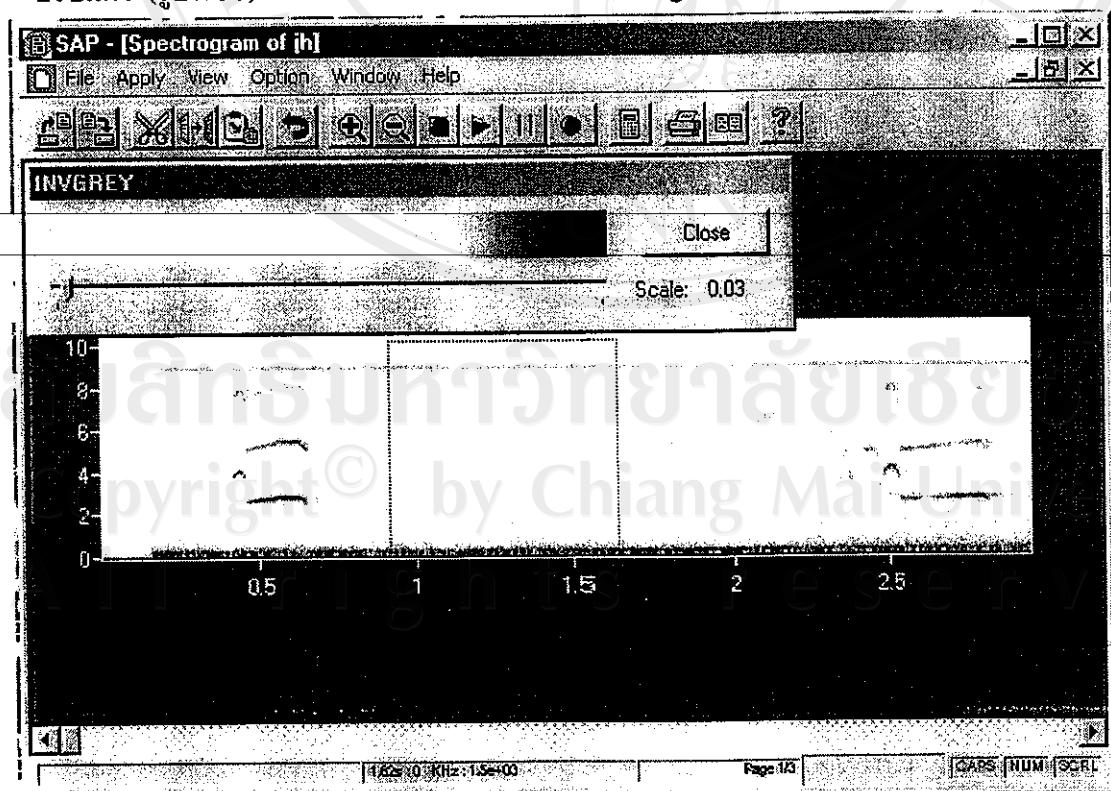


รูปที่ 27 ลดความดัง

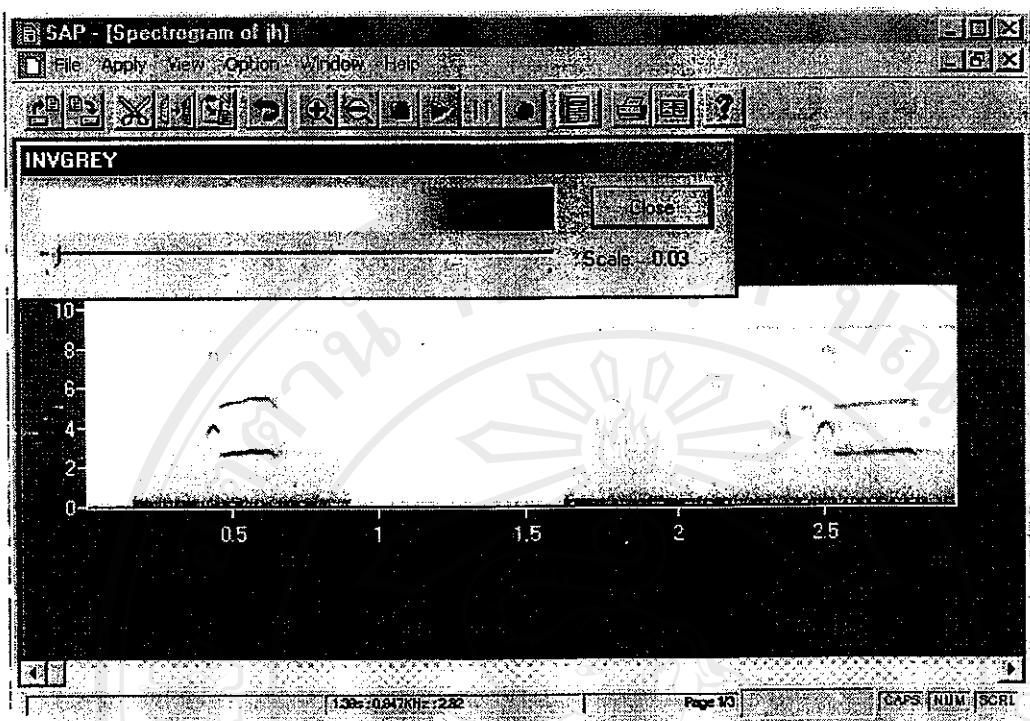


รูปที่ 28 เพิ่มความดัง

4. ลากกรอบในจุดที่ต้องการปรับลดหรือเพิ่มเสียง(รูปที่ 29) เมื่อปล่อย จุดที่ลากกรอบ จะเพิ่มหรือลด ตามที่ปรับแต่ง (รูปที่ 30) ทำขั้นตอนที่ 2-4 จนได้ snagram ที่พอใจ

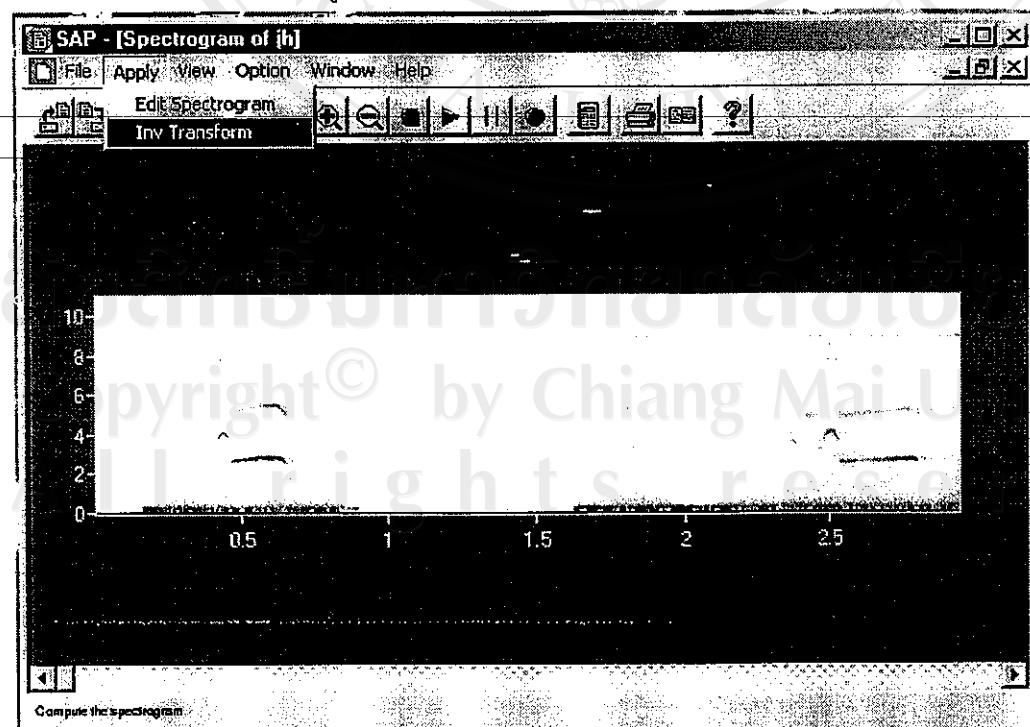


รูปที่ 29 ลากกรอบครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการปรับแต่งเสียง

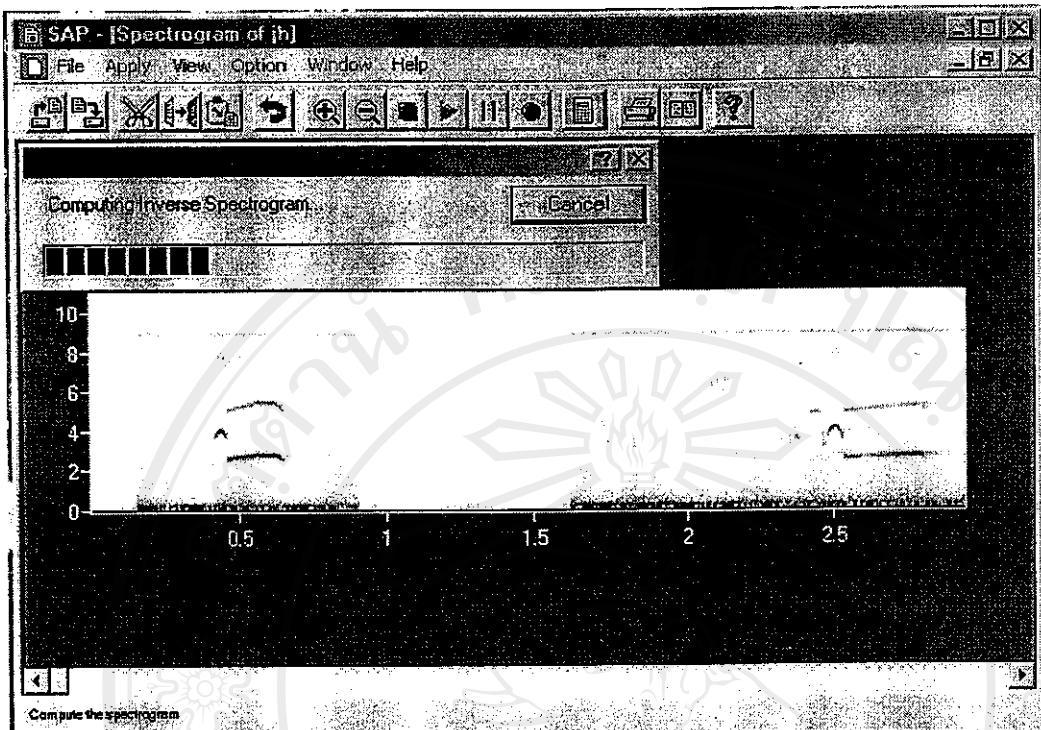


รูปที่ 30 ผลที่ได้หลังจากปล่อยม้าส์

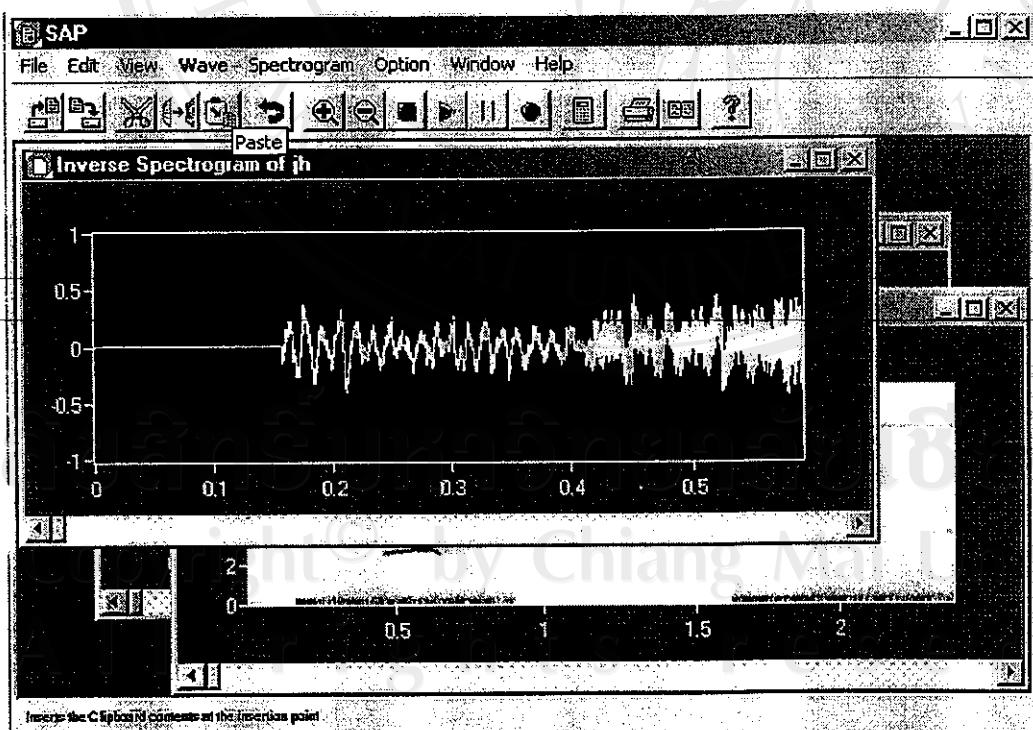
5. สร้างไฟล์เสียงจาก spectrogram ที่ได้ปรับแต่งแล้ว โดยเลือก Apply – Inv Transform ที่เมนูบาร์ (รูปที่ 31) ซึ่งในขณะสร้าง สามารถยก去ได้โดยการคลิกที่ cancel(รูปที่ 32) เมื่อสิ้นสุดการสร้าง จะปรากฏหน้าต่างของเสียงที่สร้างขึ้นใหม่ (รูปที่ 33)



รูปที่ 31 เลือกคำสั่ง เพื่อสร้าง wave file จาก spectrogram ที่ปรับปรุง



รูปที่ 32 ขณะโปรแกรมสร้าง wave file จาก spectrogram

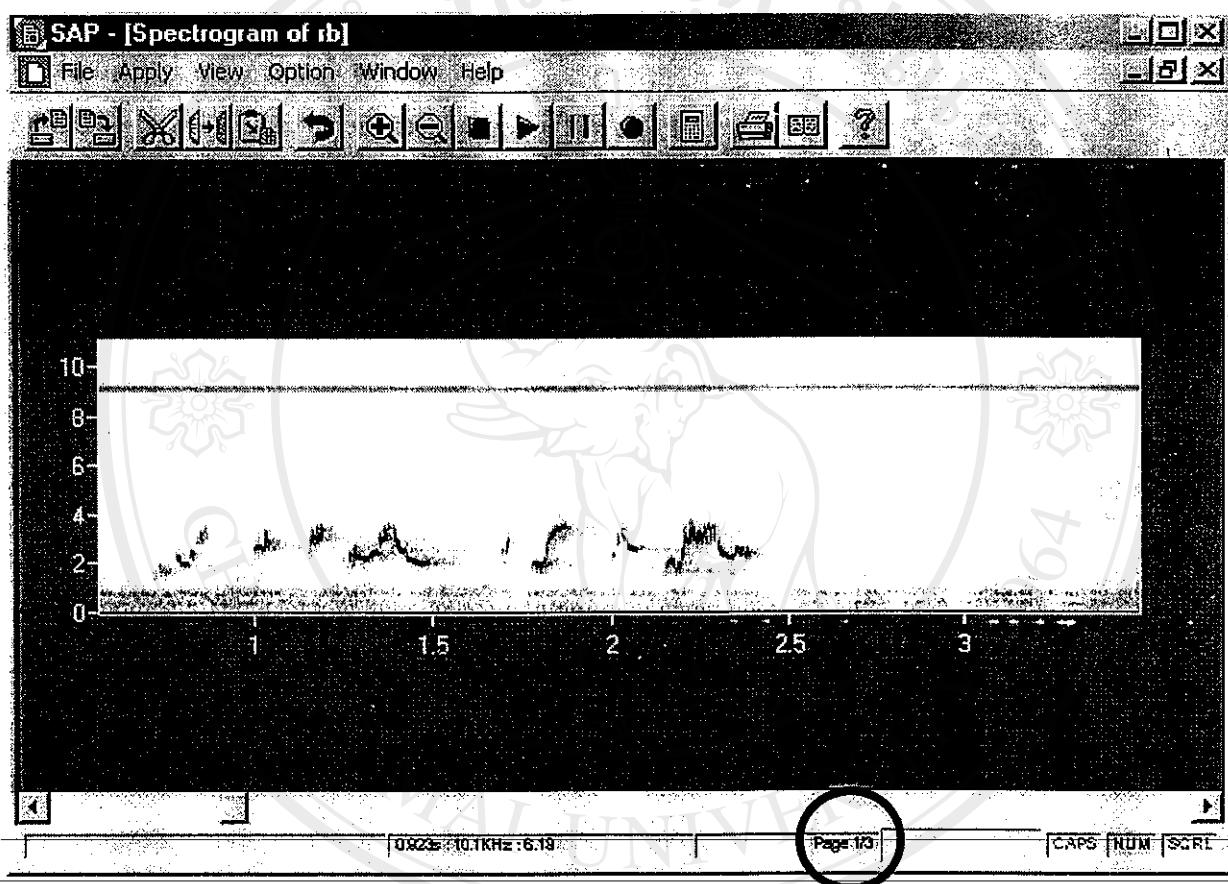


รูปที่ 33 หน้าต่างไฟล์เสียง ที่สร้างจาก spectrogram

6. เซฟไฟล์เสียง

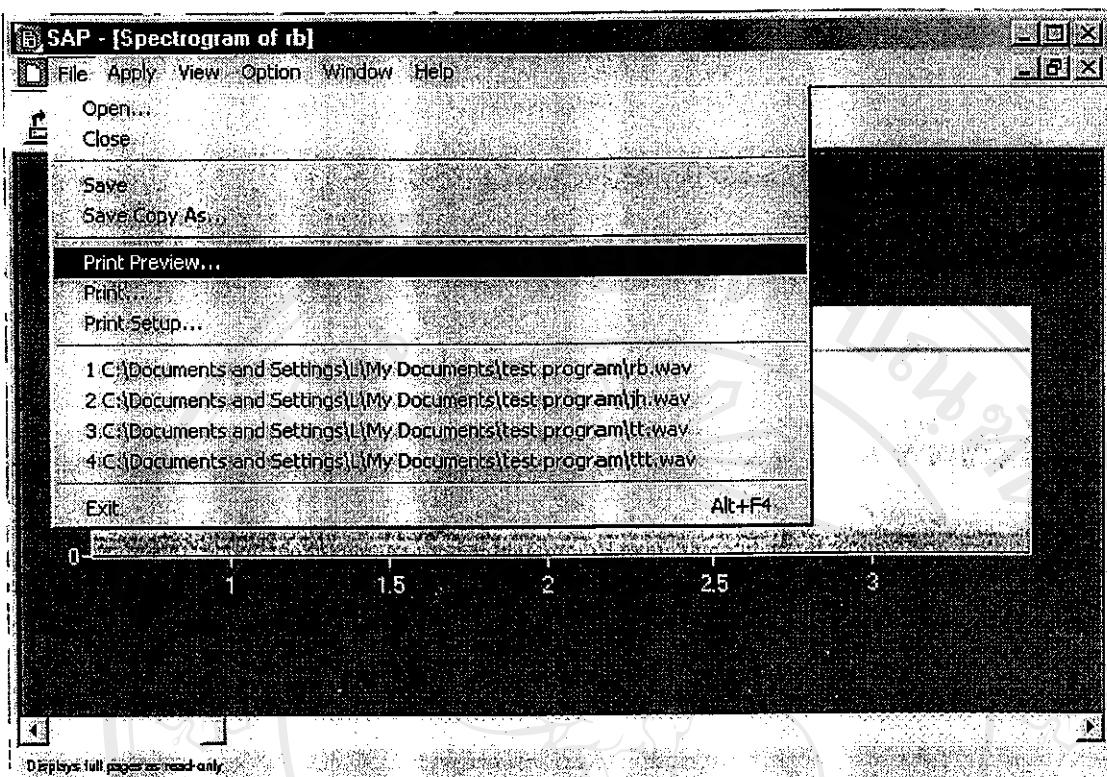
6. การพิมพ์ ออกแบบเครื่องพิมพ์

1. หลังจากปรับแต่งขนาด spectrogram ได้ตามที่ต้องการแล้ว เลือน spectrogram ไปตำแหน่งที่ต้องการพิมพ์ (รูปที่ 34) ตำแหน่งหน้าของ sonagram ที่เลือกจะแสดงในกล่องเลขหน้า (ในวงกลม)

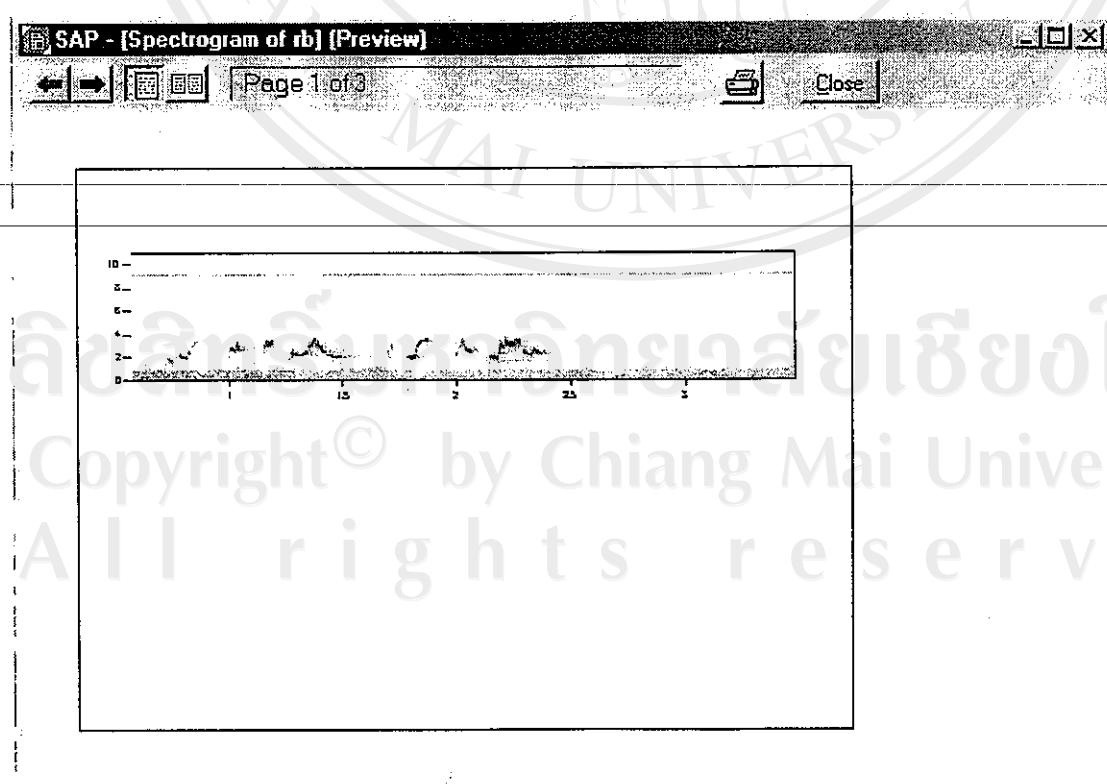


รูปที่ 34 หน้าต่าง spectrogram ที่ต้องการพิมพ์ ซึ่งมีตำแหน่งอยู่ที่หน้าที่ 1 จากจำนวนหน้าทั้งสิ้น 3 หน้า

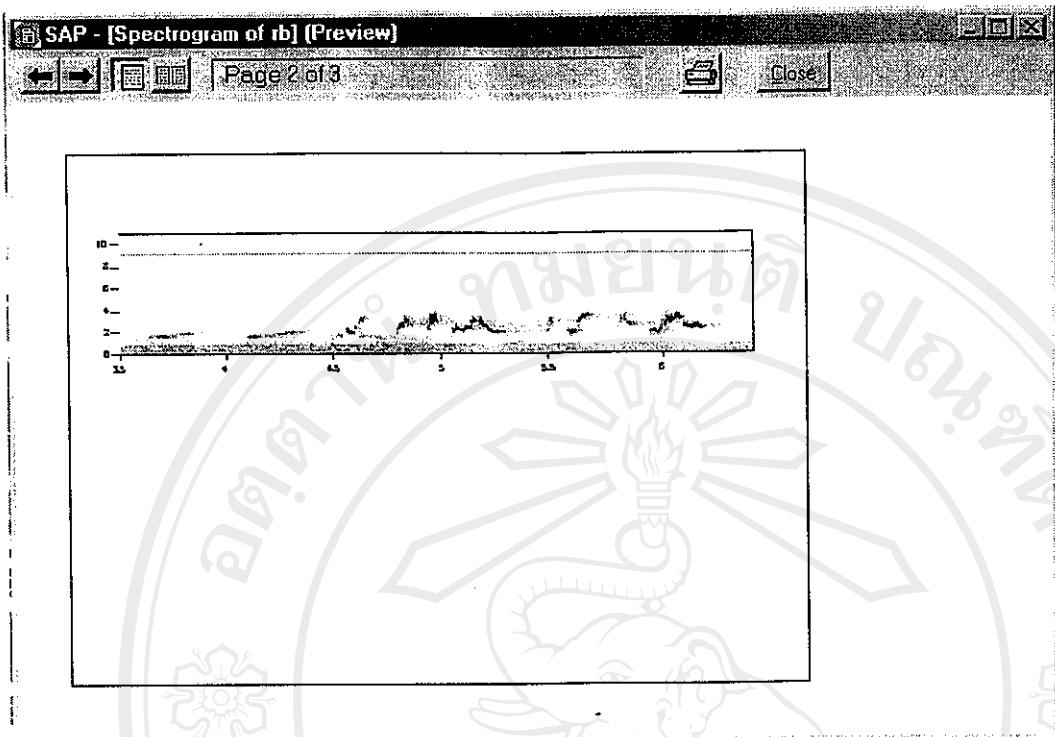
2. หากต้องการคุยกับผู้พิมพ์เลือก File – Print preview จากเมนูบาร์ (รูปที่ 35) หรือ คลิกไอคอน ภาพที่ได้จะแสดงดังตัวอย่างหน้าที่ 1 เลื่อนตำแหน่งหน้าต่อไปโดยการคลิกที่ลูกศร ไปยังหน้าที่ต้องการพิมพ์ซึ่งจะเป็นหน้าตามหมายเลขในกล่องแสดงเลขหน้า(รูปที่ 36) เสียงนกที่ตำแหน่งก่อนหน้าซึ่ง sonagram ที่เลือกไว้ จะถูกตัด ให้เป็นหน้าเดียว และเสียงที่มีตำแหน่งหลังจากช่วง sonagram ที่เลือกจะถูกตัดไปเป็นหน้าต่อๆ ไป(รูปที่ 37)



รูปที่ 35 เลือกคำสั่ง คูภาพก่อนพิมพ์จาก เมนูบาร์

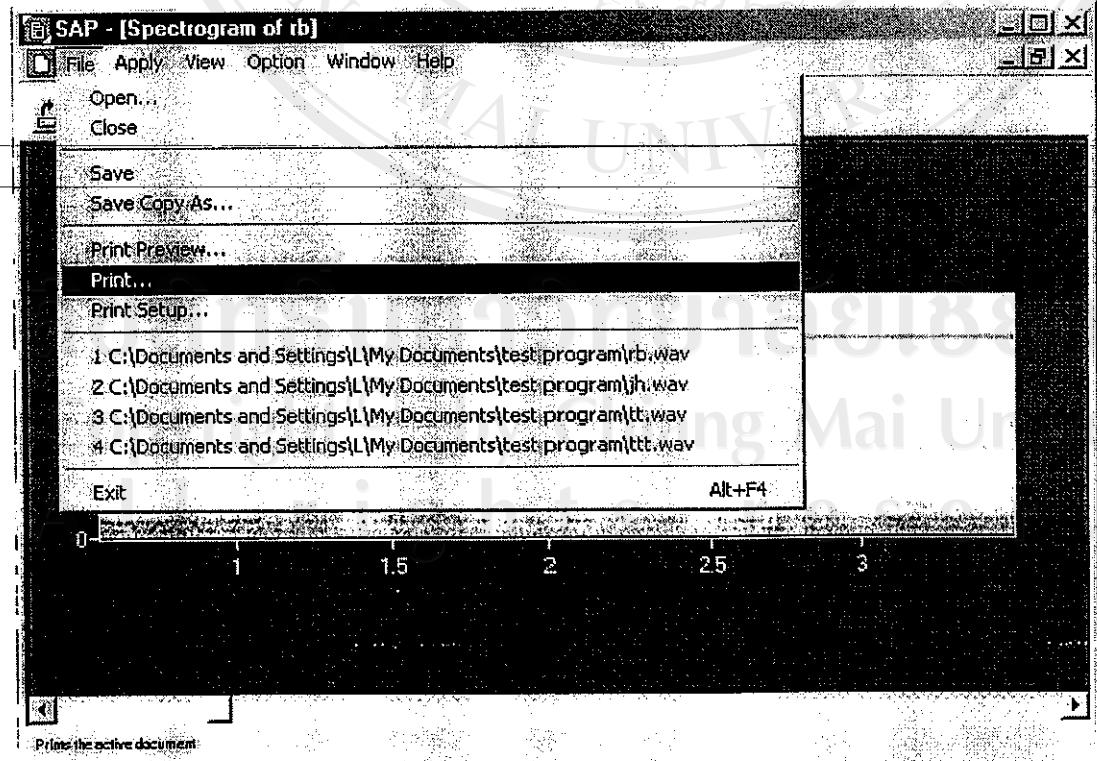


รูปที่ 36 ภาพก่อนพิมพ์ที่ได้ หน้าที่ 1 ซึ่งจะเหมือนกับที่หน้าต่อไป spectrogram ตั้งๆ ก็



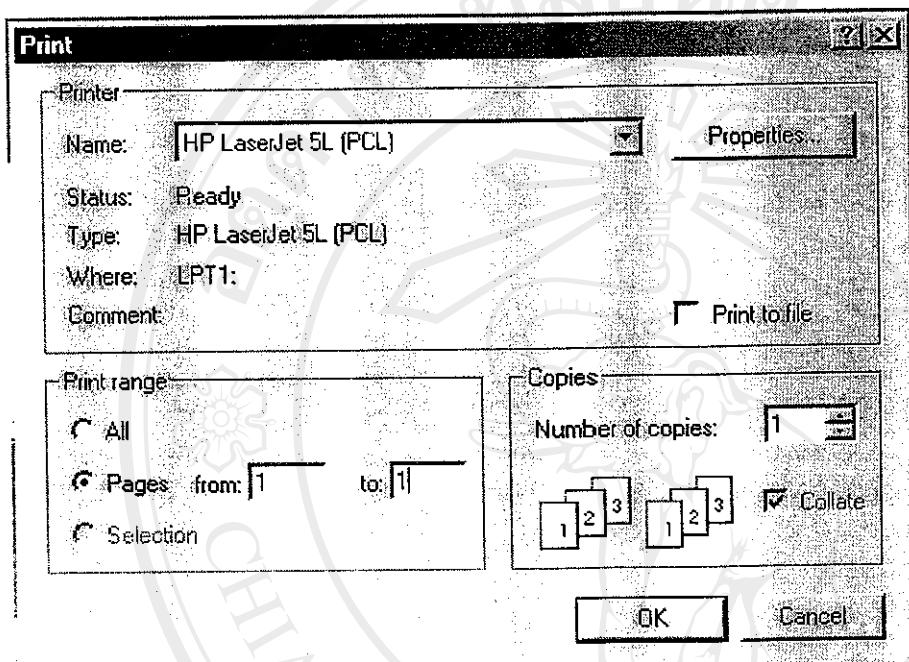
รูปที่ 37 ภาพก่อนพิมพ์ที่ได้ หน้าที่ 2 ซึ่งจะตอกับหน้าที่ 1 โดยอัตโนมัติ

3. เมื่อได้ spectrogram ที่จะพิมพ์ดังที่ต้องการแล้ว เลือก File - print จากเมนูนี้(รูปที่ 38) หรือคลิกที่



รูปที่ 38 เลือกคำสั่งพิมพ์จาก เมนูนี้

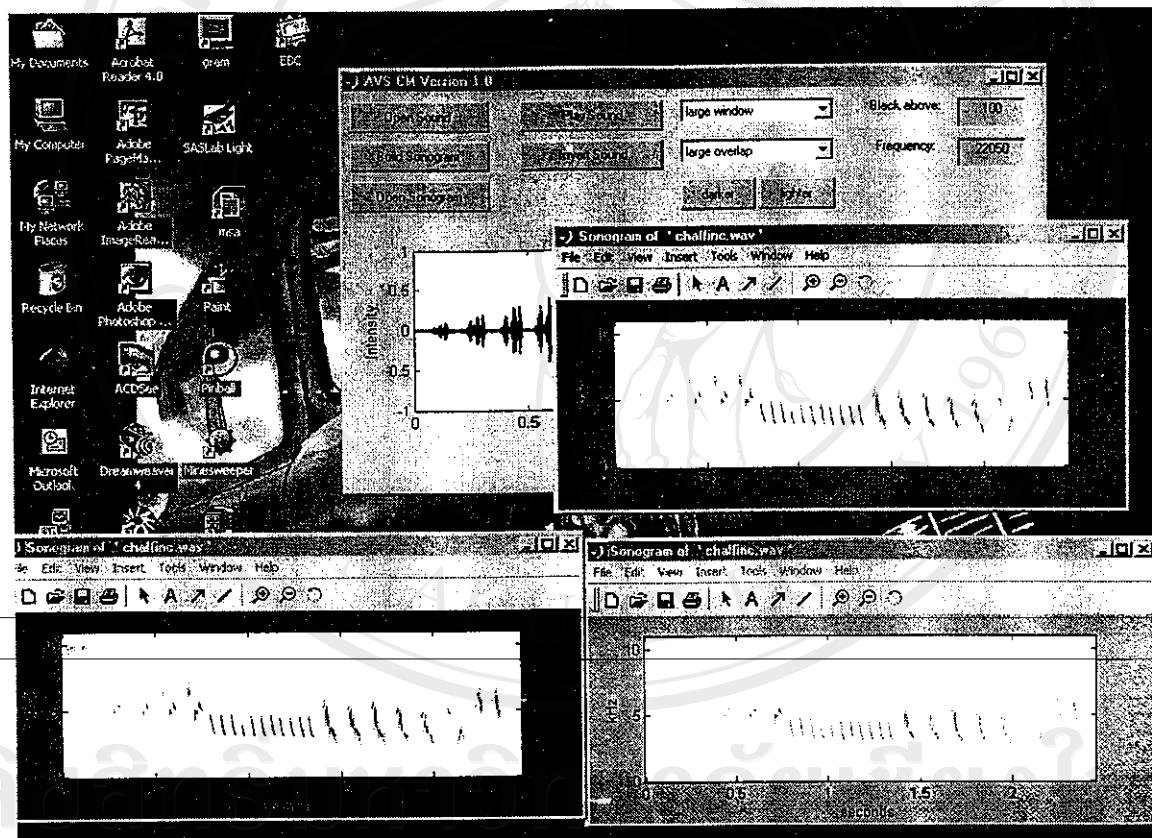
4. เลือก printer ที่ถูกต้องในกรณีที่มี printer มากกว่า 1 เครื่อง เลือกพิมพ์ทีละหน้า และเลือกหน้าที่เป็น ตำแหน่งของ sonogram ที่เลือก (รูปที่ 39) เนื่องจากในบางครั้งโปรแกรมได้จัดหน้าให้อัตโนมัติ ซึ่งบางครั้งจะตัดที่เสียงที่ต้องการพอดี ดังนั้น ควรเดือน ให้ spectrogram ส่วนที่ต้องการอยู่ในหน้าจอ (รูปที่ 34) แล้วจึงสั่งพิมพ์ตามเลขหน้าของ sonogram ที่เลือก



รูปที่ 39 หน้าต่างความคุณการพิมพ์

โปรแกรม AVI-CM 1.0

คู่มือการใช้งาน



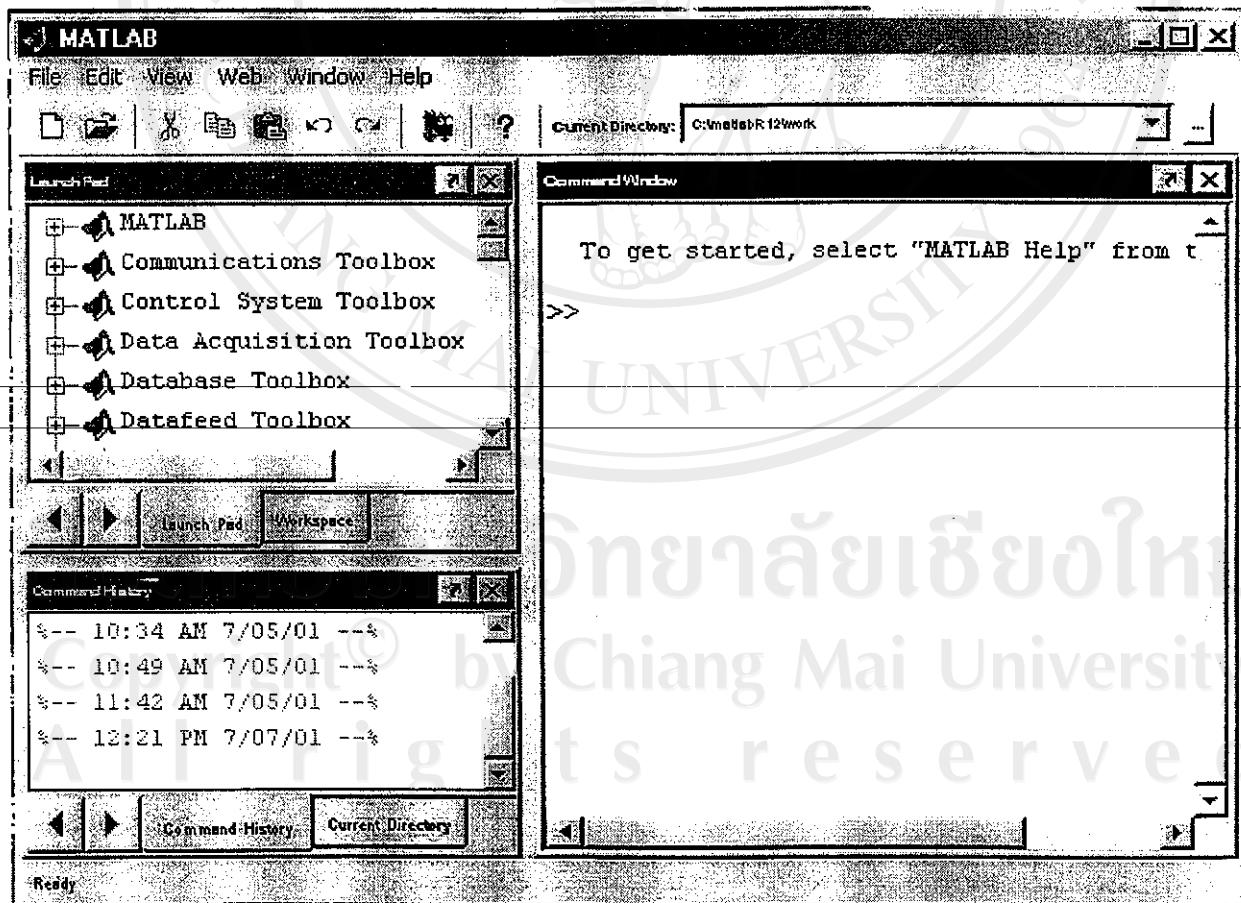
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีใช้โปรแกรม

เนื่องจากโปรแกรม AVI-CM 1.0 เป็นโปรแกรมที่ยังไม่ได้ compile เป็นนามสกุล .exe ดังนั้นการทำงานจึงต้องทำผ่านโปรแกรม MATLAB ซึ่งในการทดสอบครั้งนี้ได้รันโปรแกรม AVI-CM 1.0 บนโปรแกรม MATLAB 6.0 ดังนั้นหากผู้ใช้รันโปรแกรม AVI-CM 1.0 บนโปรแกรม MATLAB เวอร์ชันอื่น หน้าต่างของโปรแกรม AVI-CM 1.0 และความสามารถในการทำงานอาจจะแตกต่างไปเล็กน้อย เพื่อความหมายสมในการทำงานของโปรแกรม AVI-CM 1.0 ควรตั้งความละเอียดของภาพให้สูงกว่า 800*600 pixel

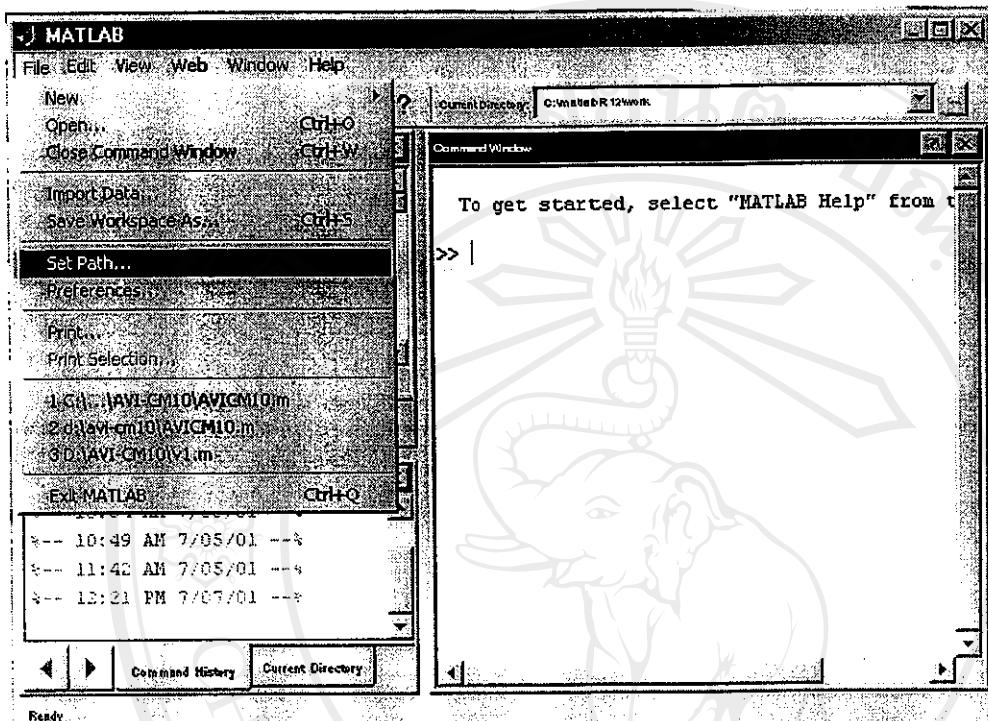
การเปิดโปรแกรม MATLAB 6.0 และการ set path สำหรับเรียกโปรแกรม AVI-CM 1.0

1. เปิดโปรแกรม MATLAB โดยดับเบิลคลิกที่ short cut ของโปรแกรม MATLAB จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรมที่พร้อมจะทำงาน (รูปที่ 1)



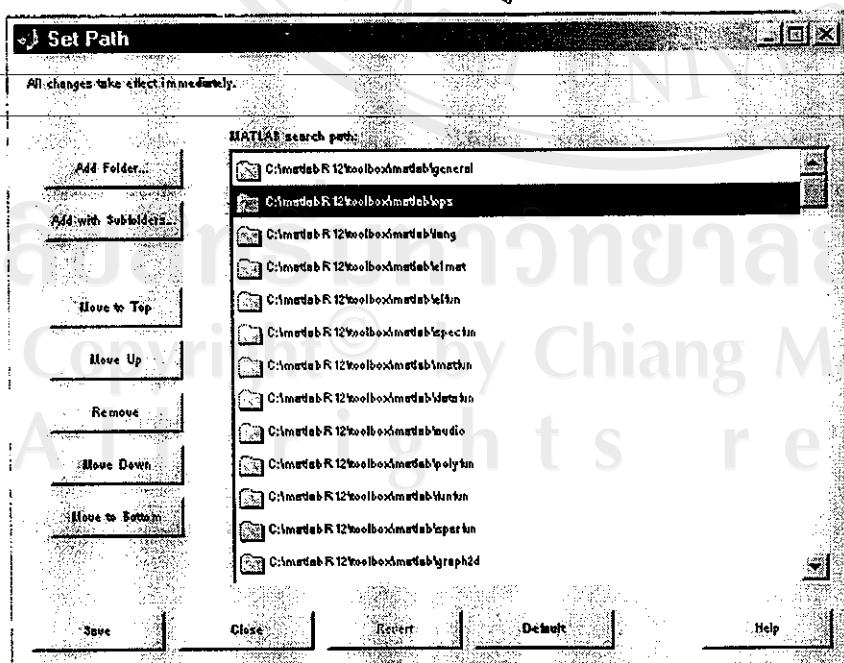
รูปที่ 1 หน้าต่างโปรแกรม MATLAB 6.0

2. เลือกคำสั่ง File - set path จากเมนูบาร์ (รูปที่ 2) เพื่อความสะดวกในการรันโปรแกรม AVI-CM 1.0 จึงต้องนีการ set path เพื่อบอกตำแหน่งของโปรแกรม AVI-CM 1.0

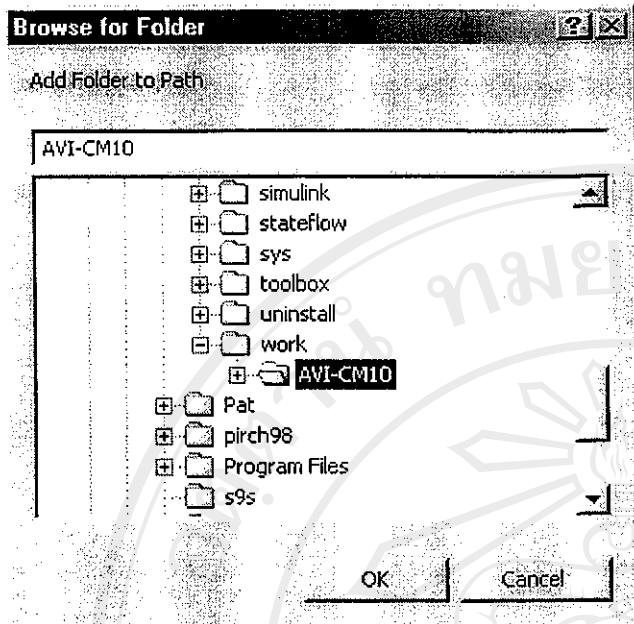


รูปที่ 2 เลือกคำสั่ง Set Path จากเมนูบาร์

3. คลิกที่ Add Folder ในหน้าต่าง Set Path (รูปที่ 3) หาตำแหน่งของโปรแกรม AVI-CM 1.0 (รูปที่ 4)

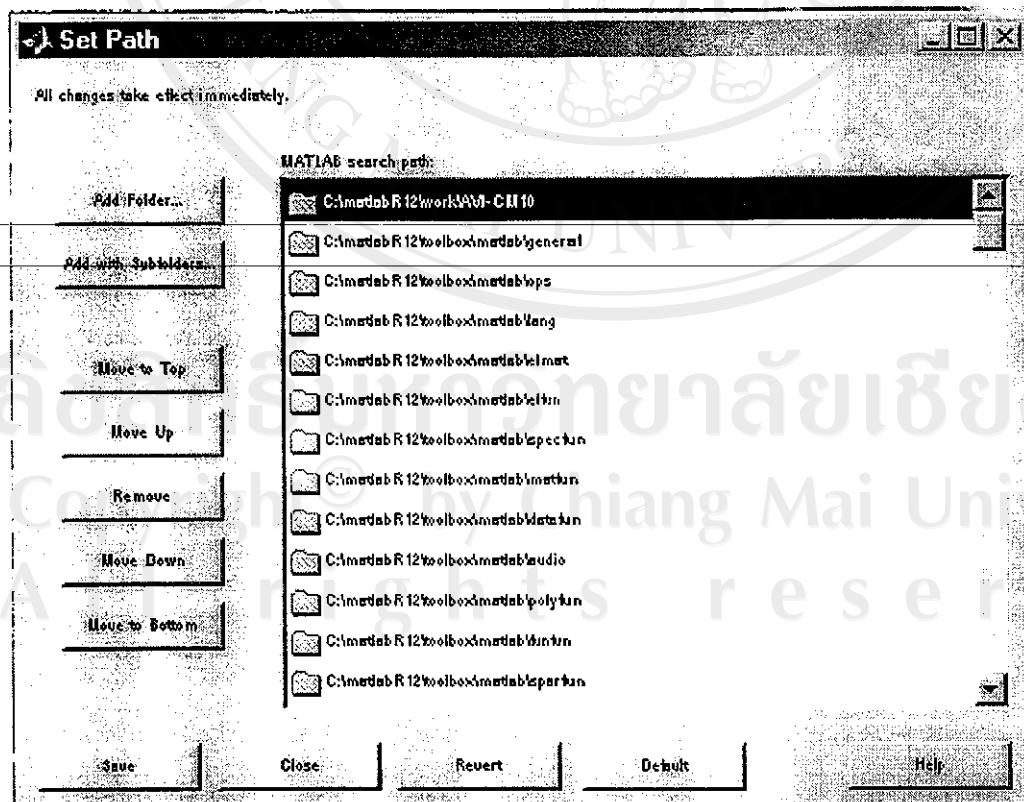


รูปที่ 3 หน้าต่าง ควบคุมการ Set Path



รูปที่ 4 เลือก โฟลเดอร์ AVI-CM 1.0 ซึ่งเป็นที่อยู่ของโปรแกรม

4. เซฟ การเพิ่มไฟล์เดอร์ โดยคลิกที่ save ในหน้าต่างควบคุมการ Set Path ที่ได้เพิ่มไฟล์เดอร์ของโปรแกรม AVI-CM 1.0 (รูปที่ 5)

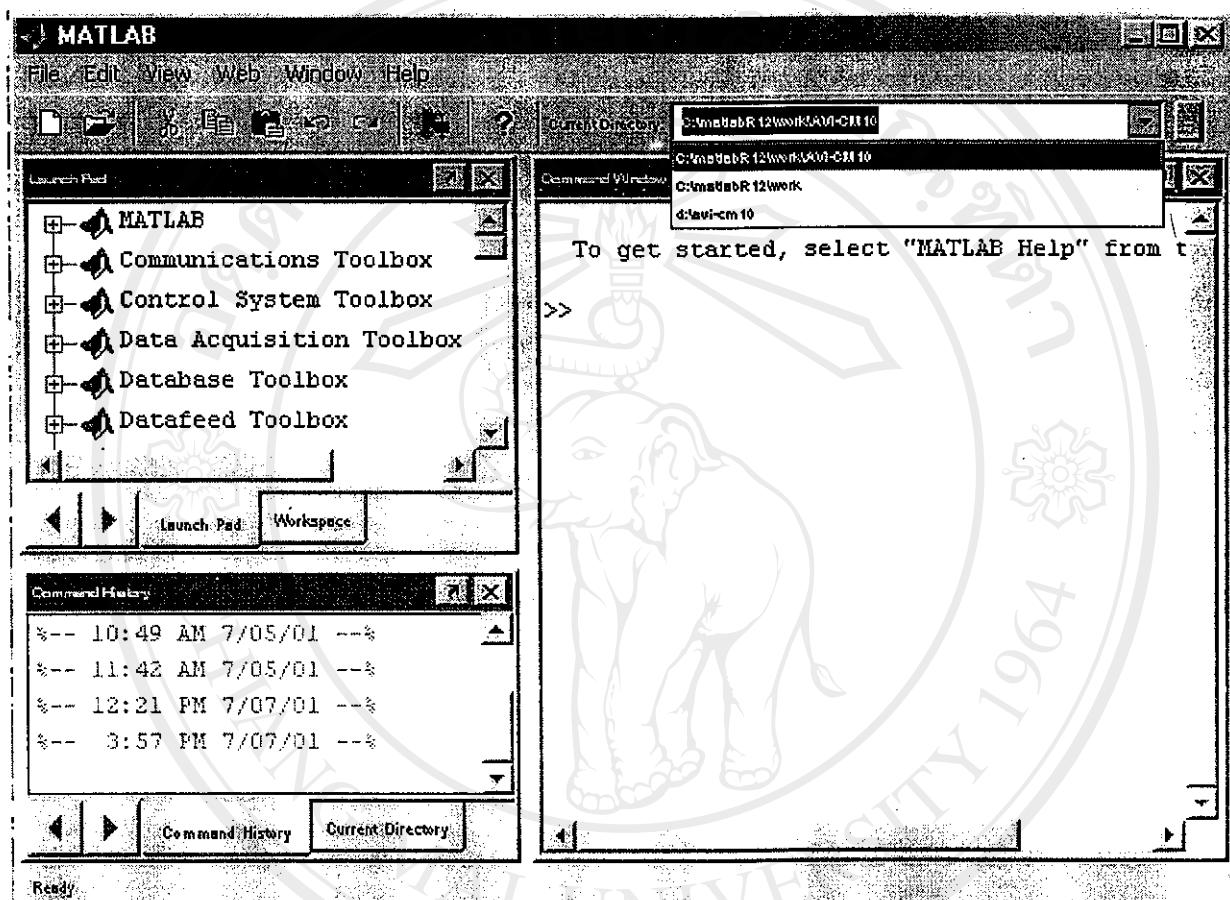


รูปที่ 5 หน้าต่างความคุณ การ Set Path ซึ่งเพิ่ม path ของโปรแกรม AVI-CM 1.0

เริ่มต้นใช้งาน โปรแกรม AVI-CM 1.0

1. การเปิดโปรแกรม AVI-CM 1.0

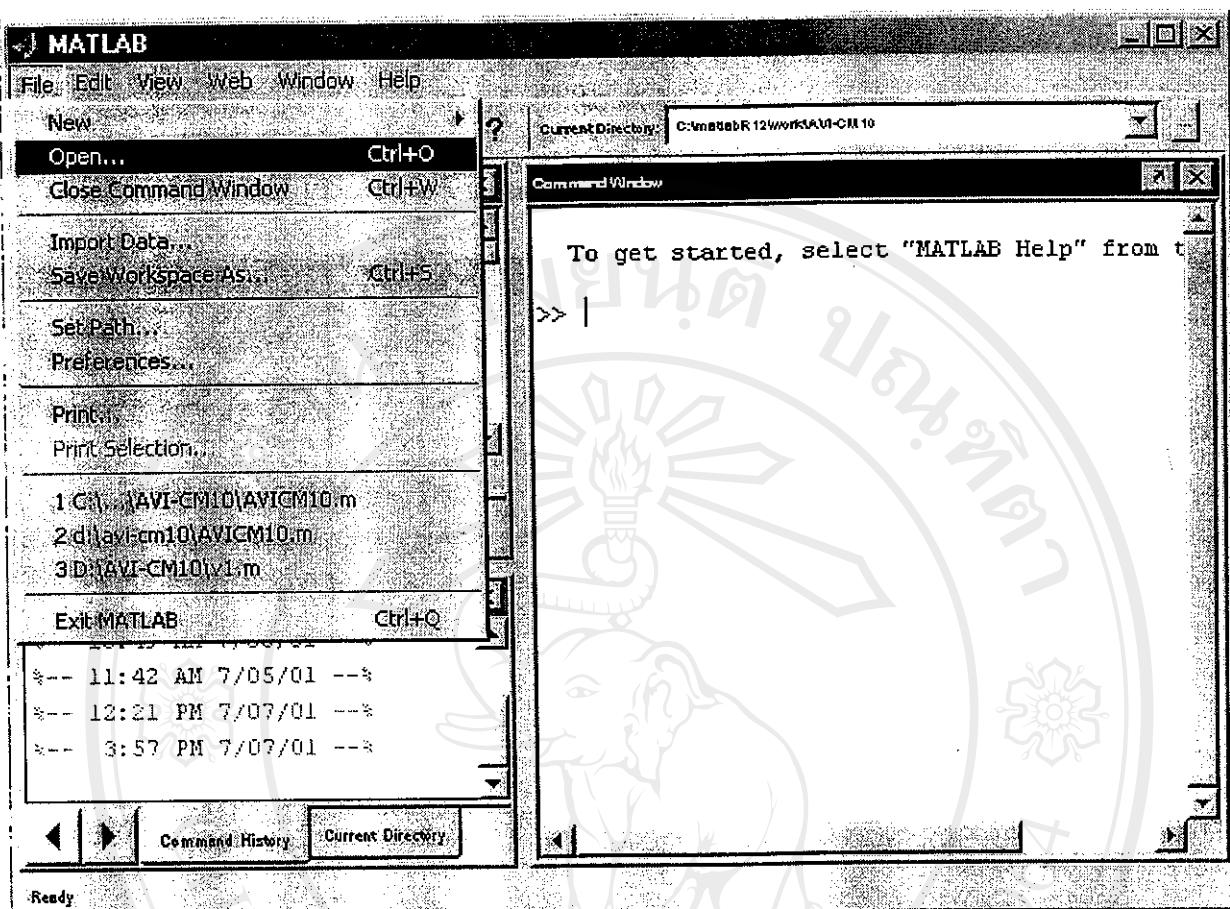
1. เช็ค path โดยเลือกในกล่อง current directory ให้อยู่ที่ c:\matlab R12\work\AVICM10 (รูปที่ 6)



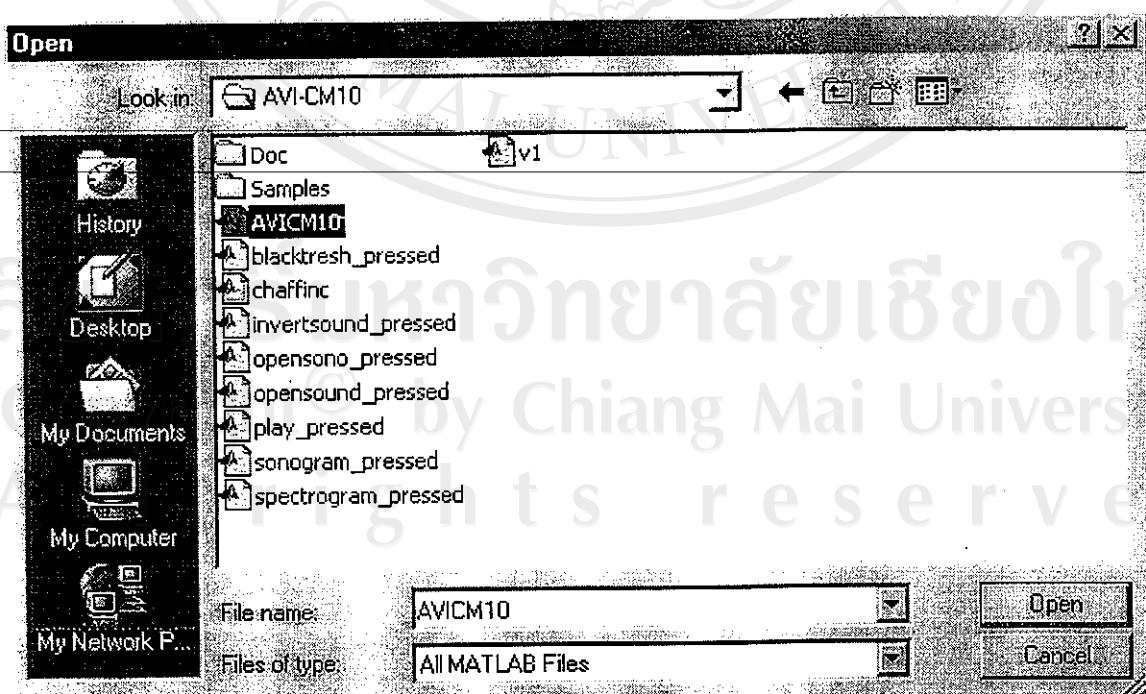
รูปที่ 6 เลือก Current Directory ให้อยู่ที่ c:\matlab R12\work\AVICM10

2. เปิดไฟล์ โปรแกรม AVI-CM 1.0 โดยเลือกที่ File – Open จากเมนูบาร์ หรือคลิกที่ (รูปที่ 7) เลือก AVICM10 จากหน้าต่างความคุ้มการเปิดไฟล์ (รูปที่ 8) จะปรากฏหน้าต่าง code โปรแกรม AVICM10 (รูปที่ 9)

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 7 เลือกเปิดไฟล์จากเมนูบาร์



รูปที่ 8 เลือก AVICM10 จากหน้าต่างเปิดไฟล์

S:\ C:\matlabR12\work\AVI-CM10\AVICM10.m [Read Only]

File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help

```
1 main
2 % the main routine of AVI-CM 1.0
3 global w s freq t % w are the wav-files, s(t,freq) is the spectrogram
4 global control_window open_sound play_sound sonogram sound_axis sound_axis_x sound_
5 global black_thresh black_threshold sample_freq
6 global sample_frequency sound_file win_size win_overlap black_threshold sel_colormap
7 sample_frequency=22050; % sample frequency for
8 black_threshold=100;
9 towork=['Logarithmic Color|Linear Color' ...
10 'Logarithmic Gray|Linear Gray' ...
11 'Logarithmic Black&White|Linear Black&White'];
12 v1; % v1 is the main window
```

รูปที่ 9 หน้าต่าง code ของโปรแกรม AVI-CM 1.0

3. เลือก คำสั่ง Debug – Run เพื่อรันโปรแกรม (รูปที่ 10) จะปรากฏหน้าต่างของโปรแกรม (รูปที่ 11)

C:\matlabR12\work\AVI-CM10\AVICM10.m [Read Only]

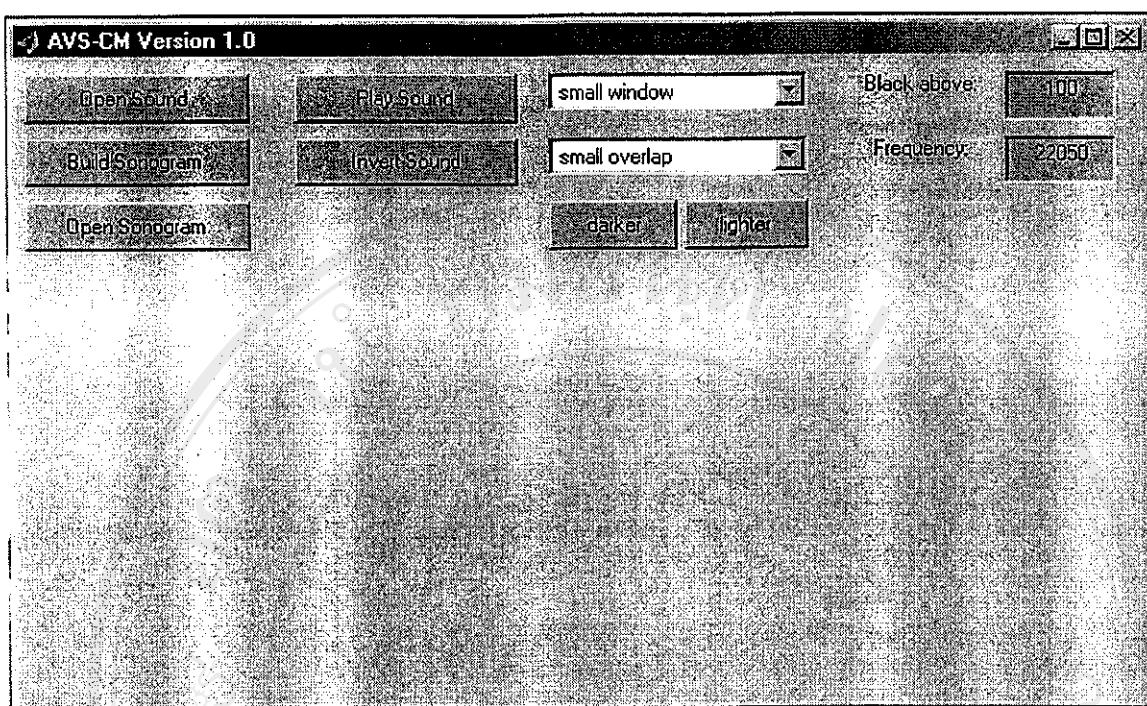
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help

Step F10 Step In F11 Step Out Shift+F11 Run F5

global w s global cont global bloc global samp sample_frequency=22050; black_threshold=100; towork=['Logarithmic Color|Linear Color|...' 'Logarithmic Gray|Linear Gray|...' 'Logarithmic Black&White|Linear Black&White']; vl; % vl is the main window

file, sit,freq) is the spectrogram
y_sound sonogram sound_saxis sound_axis_x sou
mple_freq
in_size win_overlap black_threshold sel_color
+ sample frequency f

รูปที่ 10 เลือกคำสั่ง รัน โปรแกรมจากเมนูบาร์

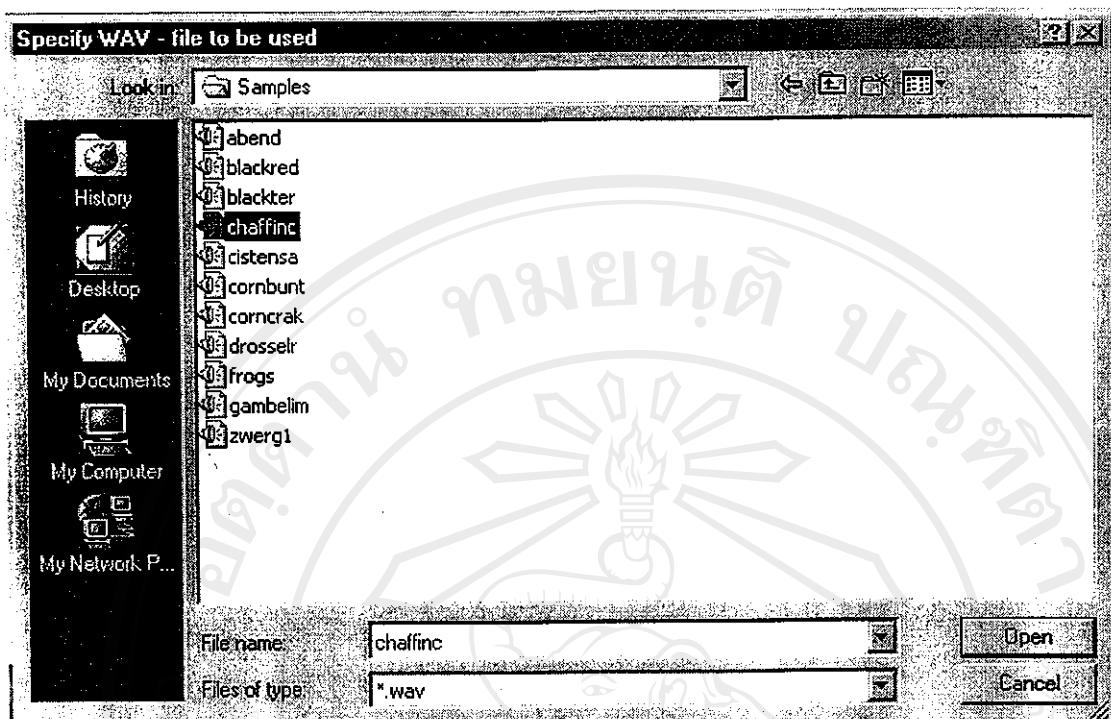


รูปที่ 11 หน้าต่างโปรแกรม AVI-CM 1.0

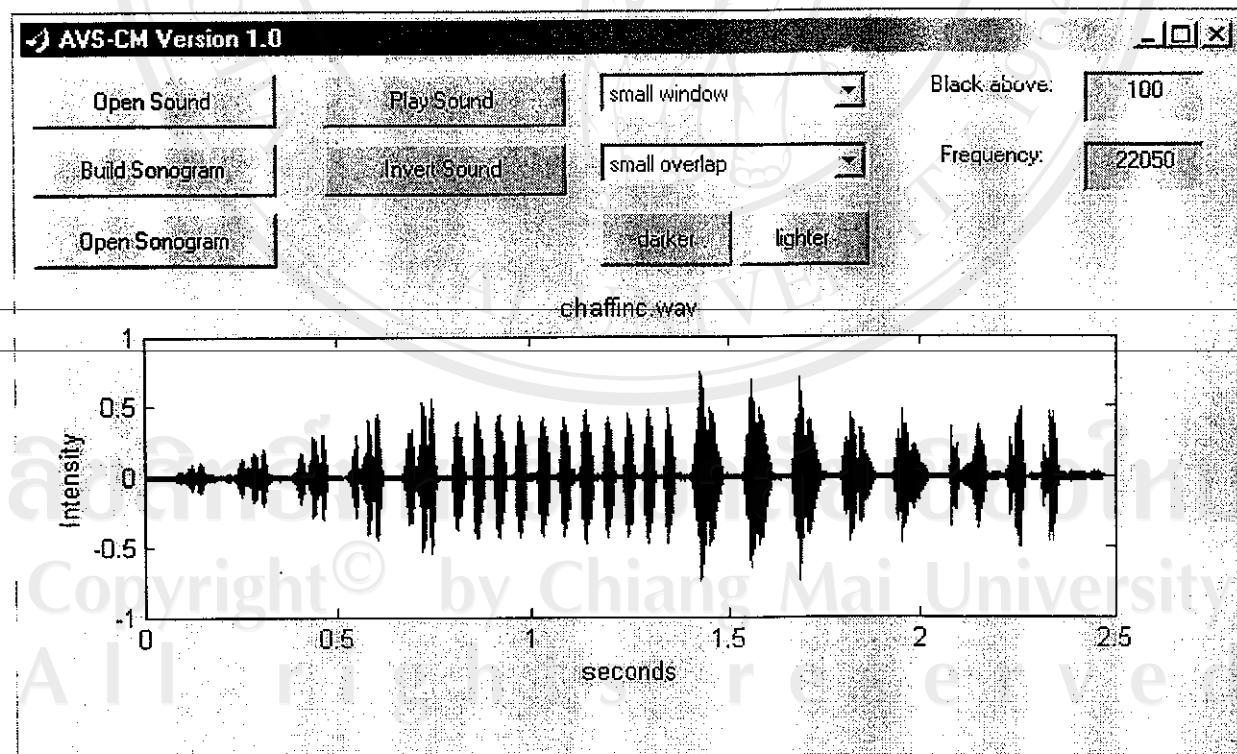
2. การใช้โปรแกรม AVI-CM 1.0

2.1 การสร้าง sonogram

1. คลิกที่ **Open Sound** ในหน้าต่าง โปรแกรม(รูปที่ 11) เพื่อเปิดไฟล์เสียง เลือกไฟล์เสียงที่ต้องการจากหน้าต่างควบคุมการเปิดไฟล์ (รูปที่ 12) หน้าต่างคลื่นเสียงจะปรากฏขึ้น (รูปที่ 13)

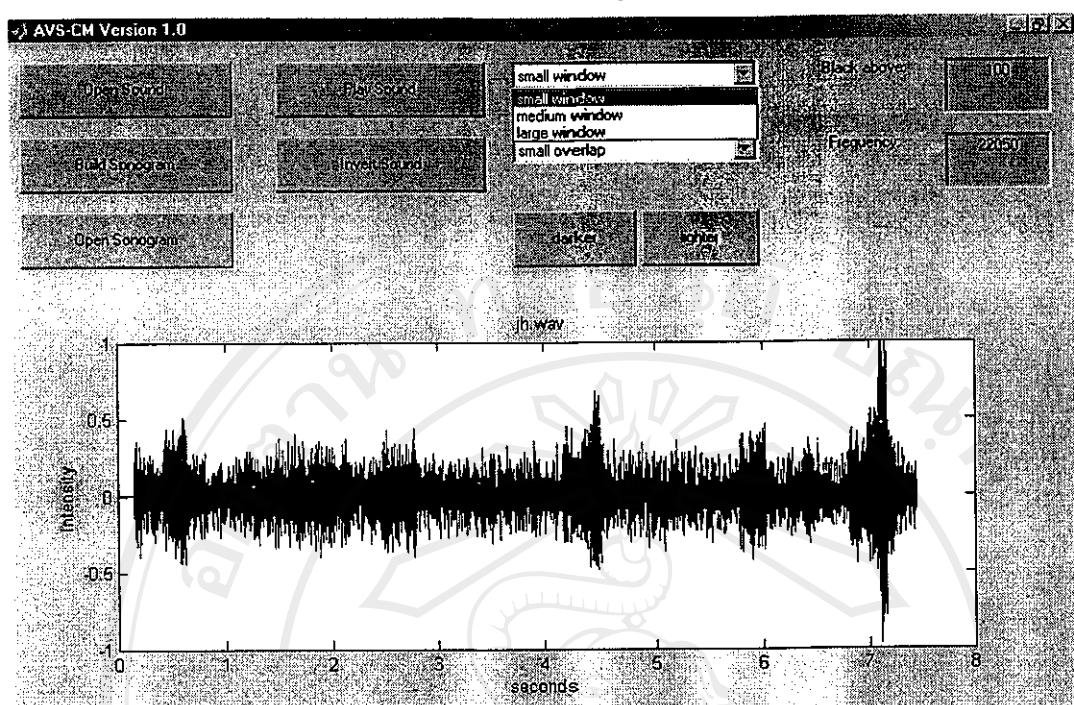


รูปที่ 12 หน้าต่างควบคุมการเปิดไฟล์

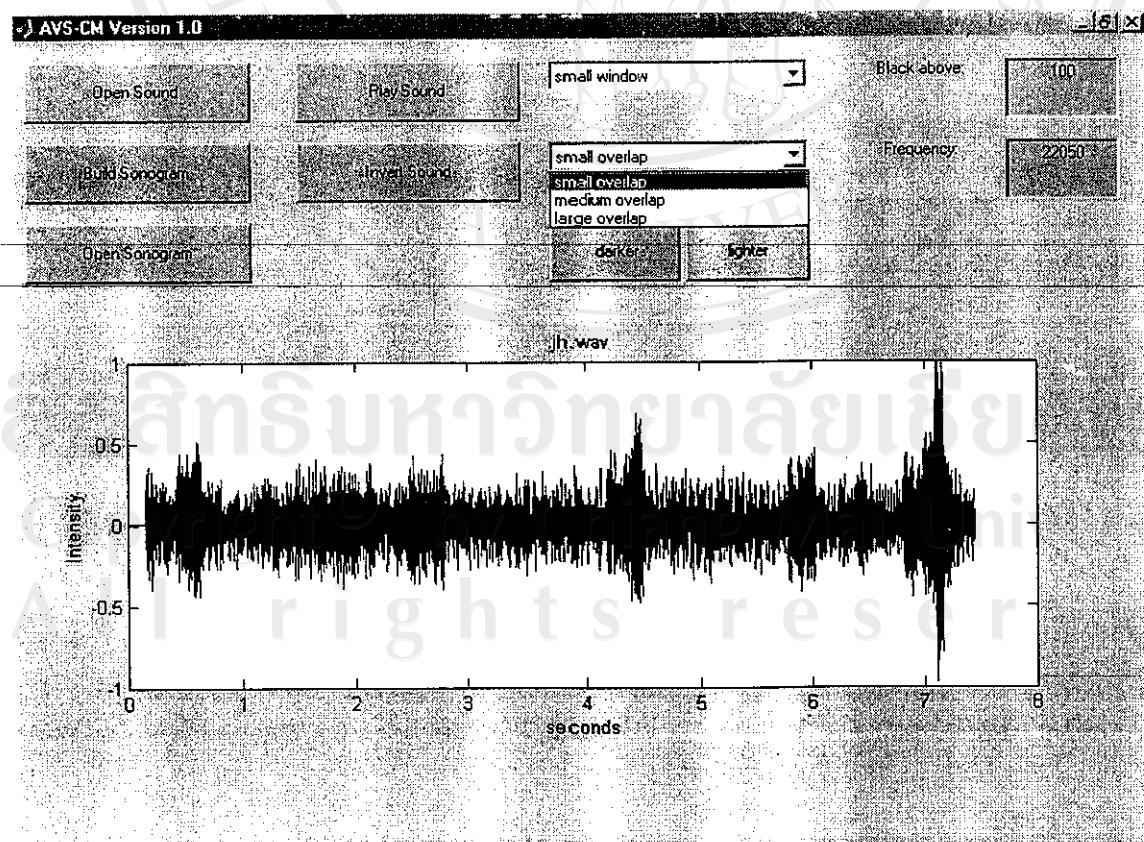


รูปที่ 13 หน้าต่างโปรแกรมที่เปิดไฟล์เสียง

5. เลือกค่า ขนาดวินโකว์ (รูปที่ 14) และ over lab (รูปที่ 15) ก่อนสร้าง sonogram

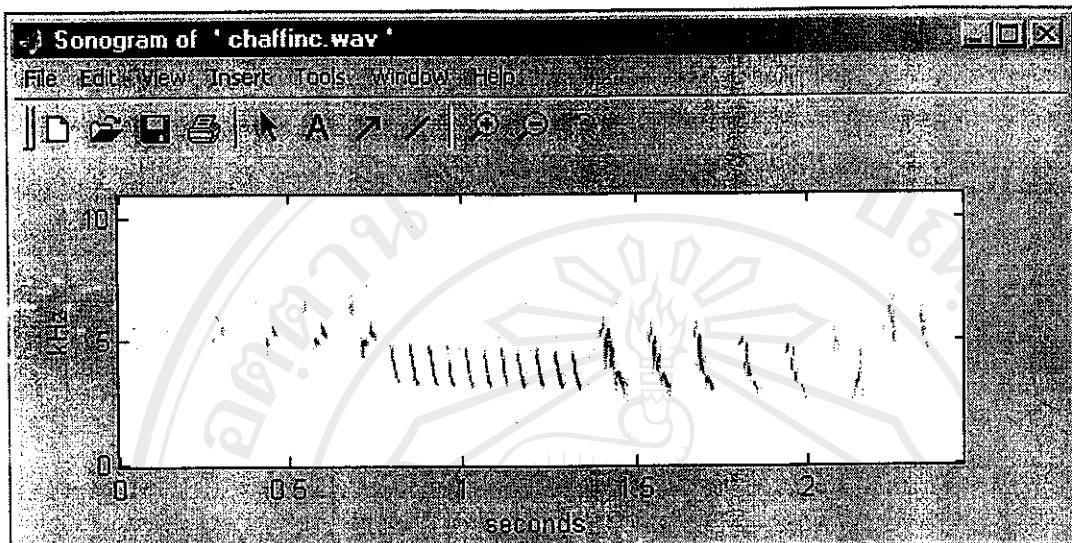


รูปที่ 14 เลือกขนาดหน้าต่าง



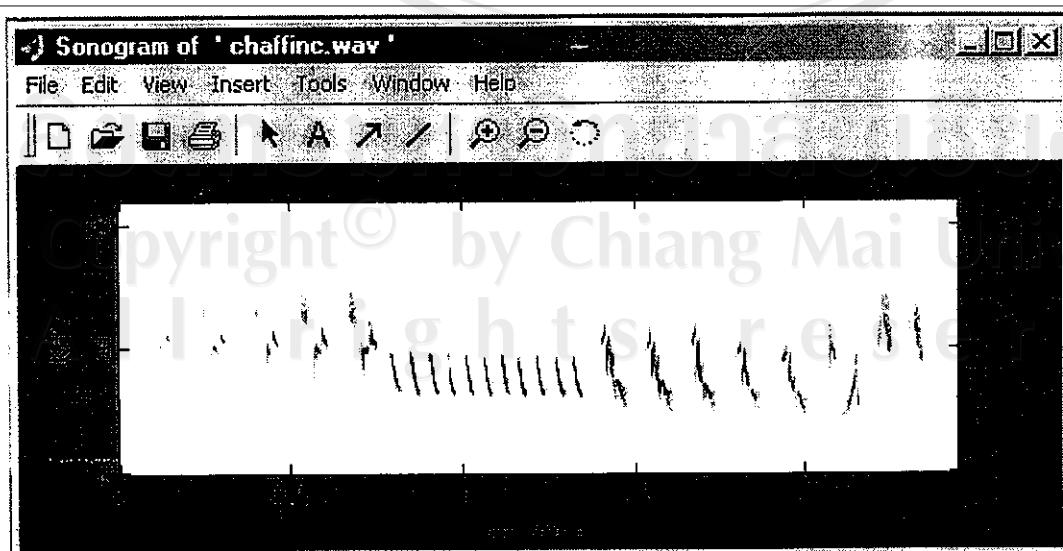
รูปที่ 15 เลือกขนาด overlap

6. คลิกที่ โปรแกรมจะสร้างหน้าต่างของ sonogram (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 หน้าต่าง sonogram

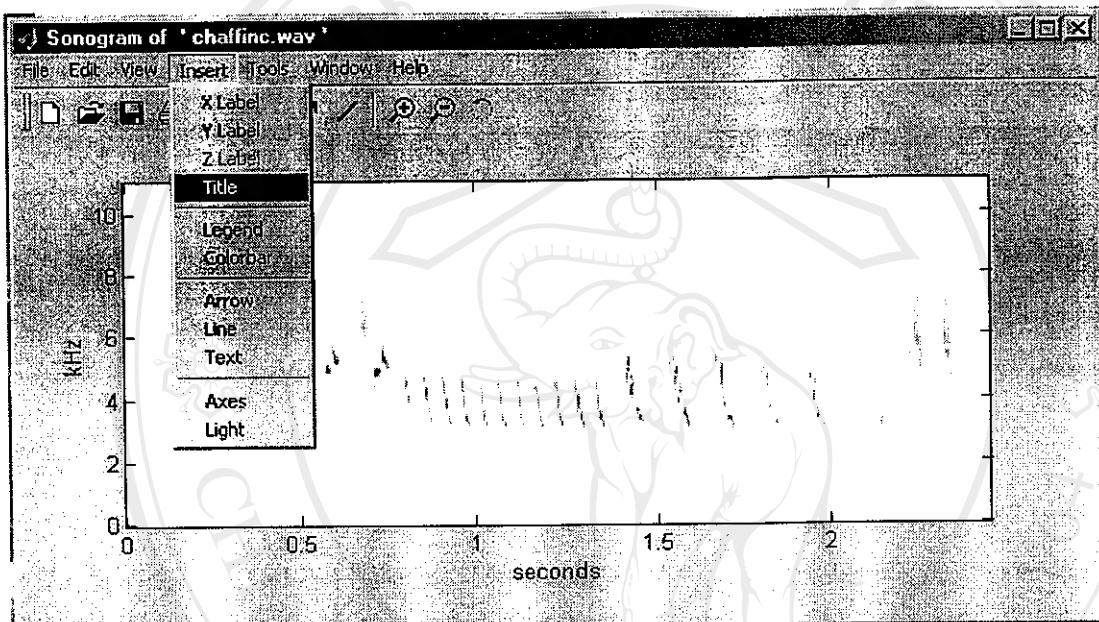
7. สามารถปรับความเข้มของ sonogram ที่สร้างขึ้น (รูปที่ 16) โดยการ คลิกที่ เพื่อเพิ่มความเข้มของ sonogram (รูปที่ 17) และคลิกที่ เพื่อลดความเข้มของ sonogram ความเข้มขึ้นหรือความจางลง ขึ้นกับจำนวนครั้งที่คลิก ดังนั้นสามารถทดลองกิจกรรมกว่า sonogram จะได้ความเข้มที่พอใจ



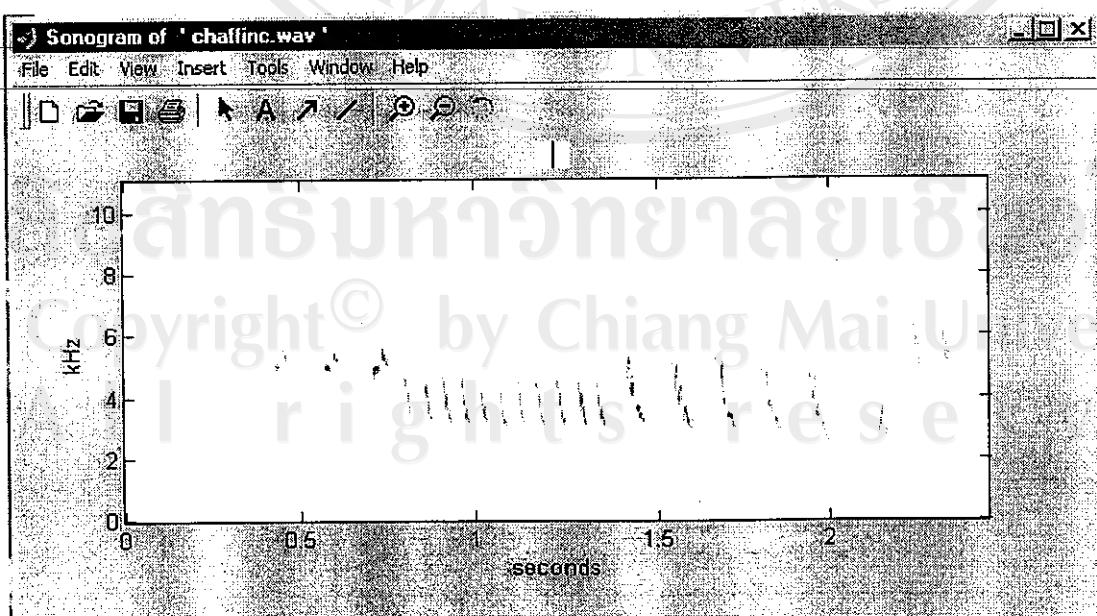
รูปที่ 17 หน้าต่าง sonogram ที่ปรับความเข้มเพิ่มขึ้น

2.2 การแทรกข้อความใน sonagram

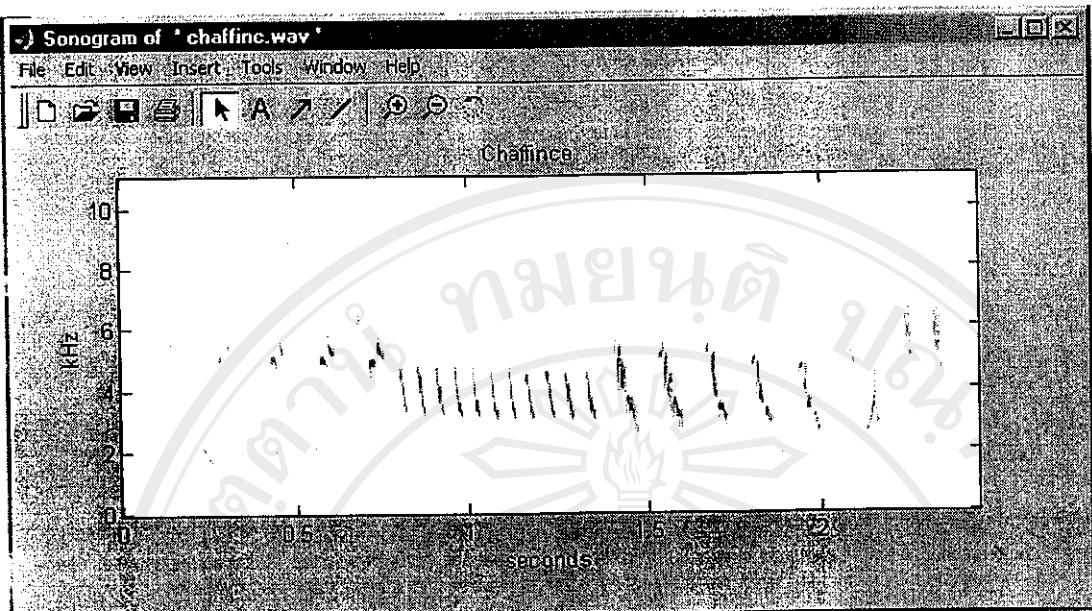
- การใส่หัวเรื่องโดยเลือก Insert-Title จากเมนูบาร์ (รูปที่ 18) จะปรากฏกรอบข้อความที่ด้านบนของ sonagram สำหรับเติมหัวเรื่อง (รูปที่ 19) เมื่อเติมเสร็จแล้วคลิกที่ไดก์ได้ใน sonagram เพื่อเสร็จสิ้นการพิมพ์ ข้อความที่พิมพ์จะเป็นหัวเรื่อง (รูปที่ 20)



รูปที่ 18 เลือกคำสั่ง เพื่อใส่หัวเรื่องจากเมนูบาร์

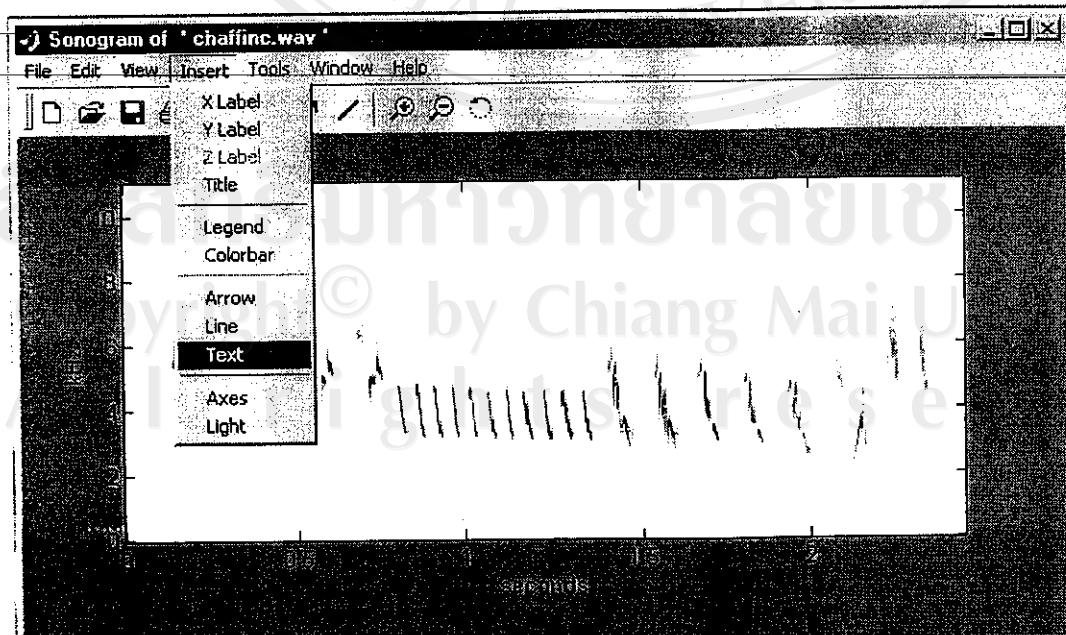


รูปที่ 19 กรอบข้อความสำหรับพิมพ์หัวเรื่องซึ่งจะปรากฏอยู่เหนือ sonagram

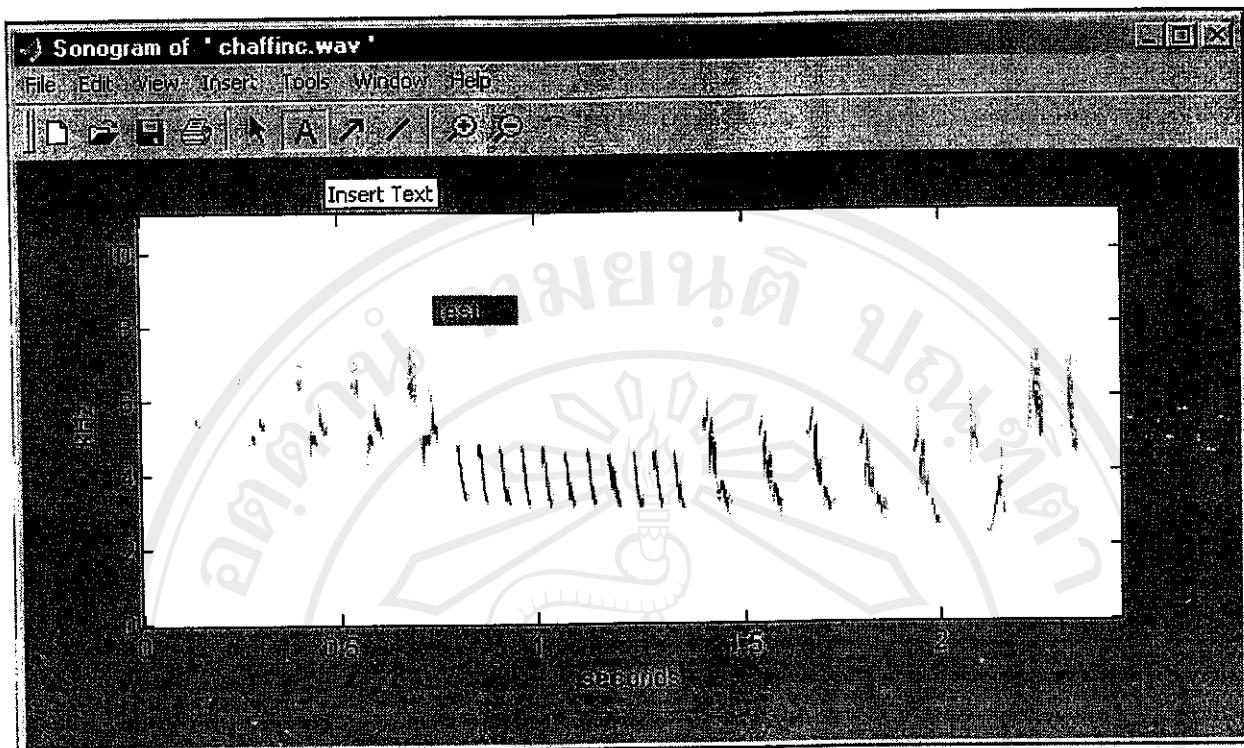


รูปที่ 20 หน้าต่าง sonagram ที่มีหัวเรื่อง

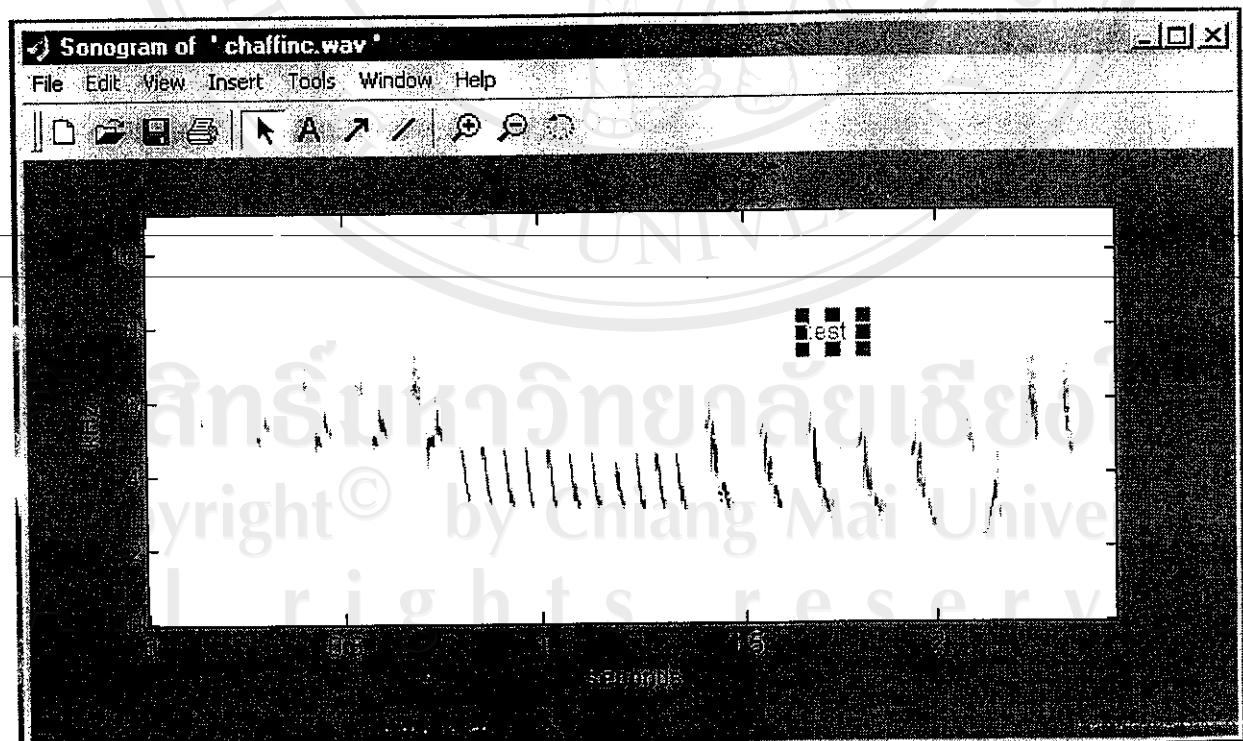
๒.. การแทรกข้อความ ทำได้โดยการ เลือก Insert – Text หรือคลิกที่ **A** (รูปที่ 21) นำเม้าส์คลิกที่พื้นที่ sonogram ที่ต้องการแทรกข้อความ จะเกิดกล่องข้อความขึ้น พิมพ์ข้อความที่ต้องการ (รูปที่ 22) ในการแก้ไขข้อความที่ได้พิมป์ไปแล้ว ทำได้ด้วยการคลิกที่ข้อความจะเกิดกรอบสีเหลืองล้อมข้อความ (รูปที่ 23) ซึ่งสามารถพิมพ์แก้ไขข้อความหรือ บ้ายคำแทนนั่งข้อความໄได เมื่อต้องการเสร็จสิ้นการแก้ไขให้นำเม้าส์ไปคลิกพื้นที่ของ sonogram กรอบข้อความจะหายไป (รูปที่ 24)



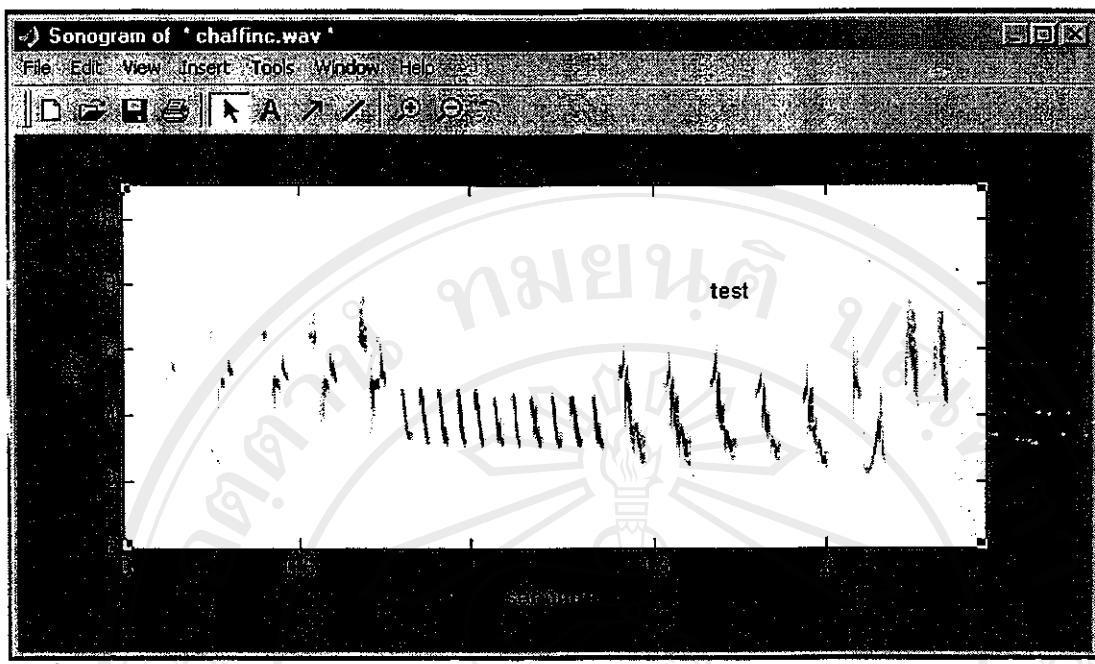
รูปที่ 21 เลือกคำสั่งแทรกข้อความจาก เมนูบาร์



รูปที่ 22 กรอบข้อความที่พิมพ์ในพื้นที่ sonogram

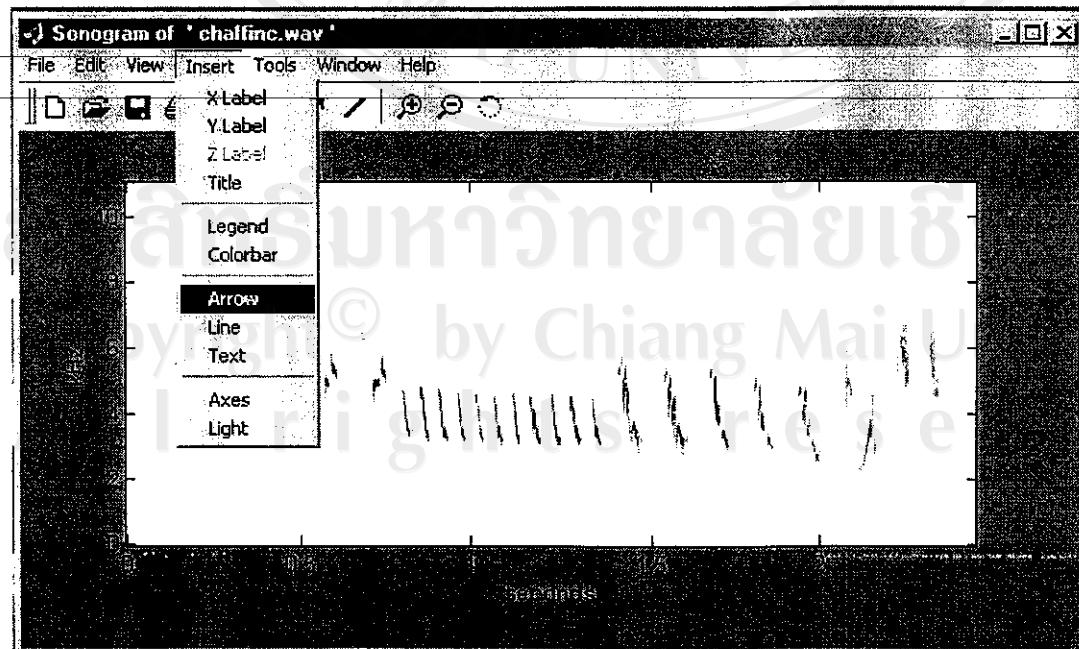


รูปที่ 23 กรอบข้อความที่พร้อมจะแก้ไขเลื่อนตำแหน่ง

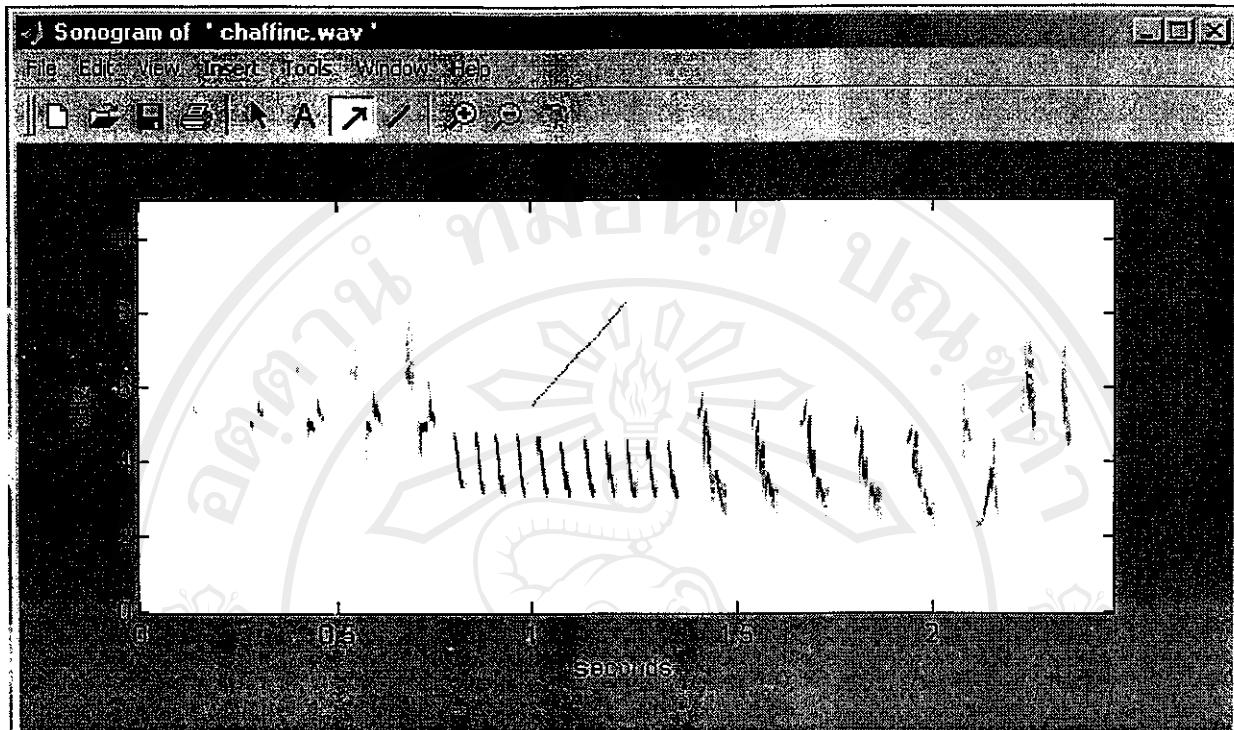


รูปที่ 24 ข้อความที่แก้ไขแล้ว

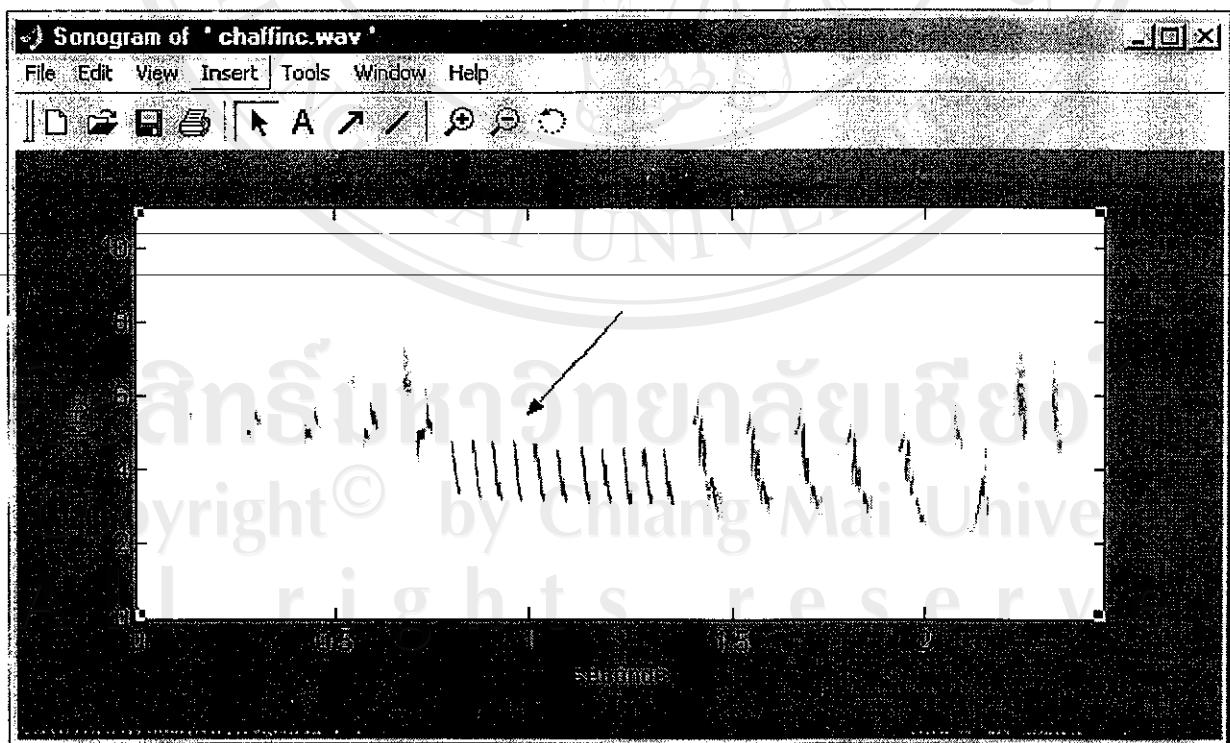
3. การแทรกลูกศร และเส้น เลือก Insert – Arrow บนเมนูบาร์ (รูปที่ 25) หรือคลิกที่ ↗ เพื่อแทรกลูกศร และเลือก Insert – Line หรือคลิกที่ ↛ เพื่อแทรกเส้น การแทรกเส้นและลูกศรจะทำเหมือนกัน คือ นำเม้าส์ลากเส้นที่ต้องการที่ต้องการ (รูปที่ 26) สำหรับลูกศร ปลายลูกศรจะปรากฏที่จุดที่ปล่อยเม้าส์ (รูปที่ 27) ลูกศรและเส้นที่ได้สามารถปรับรับขนาดหรือเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง หรือเปลี่ยนหมุนได้ (รูปที่ 28 และ 29)



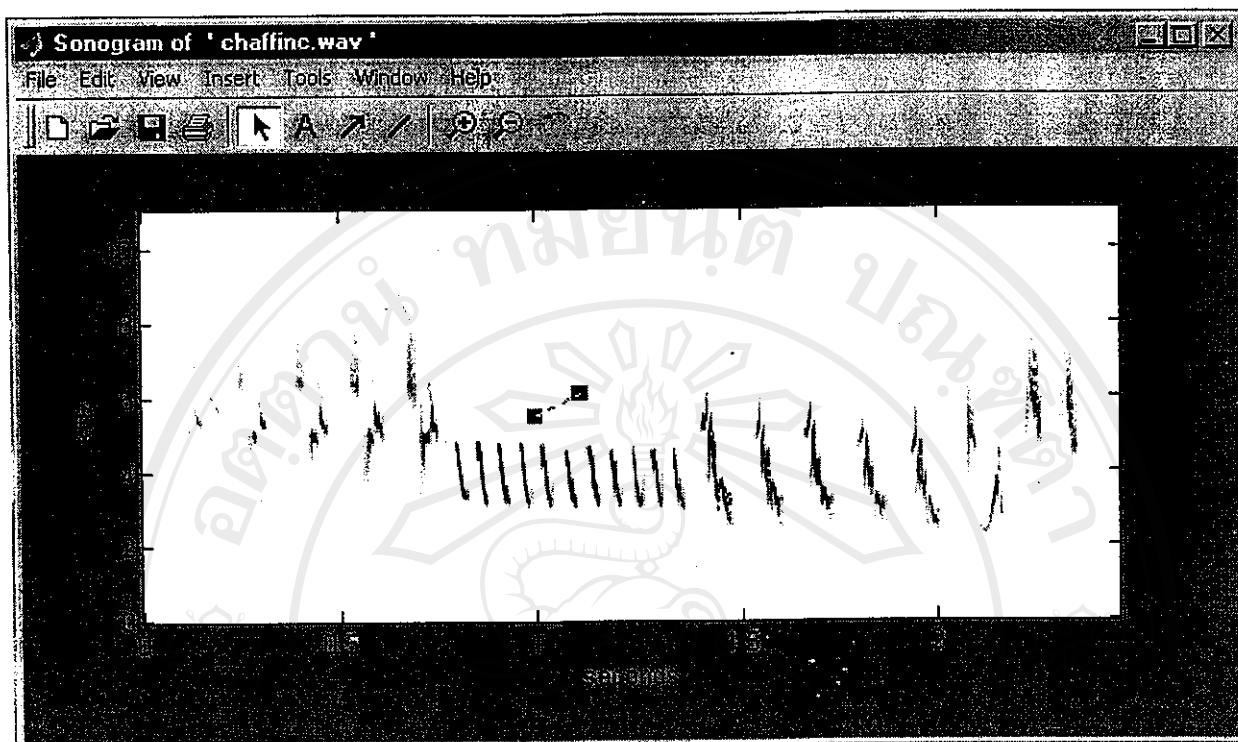
รูปที่ 25 คำสั่งแทรกลูกศรบนเมนูบาร์



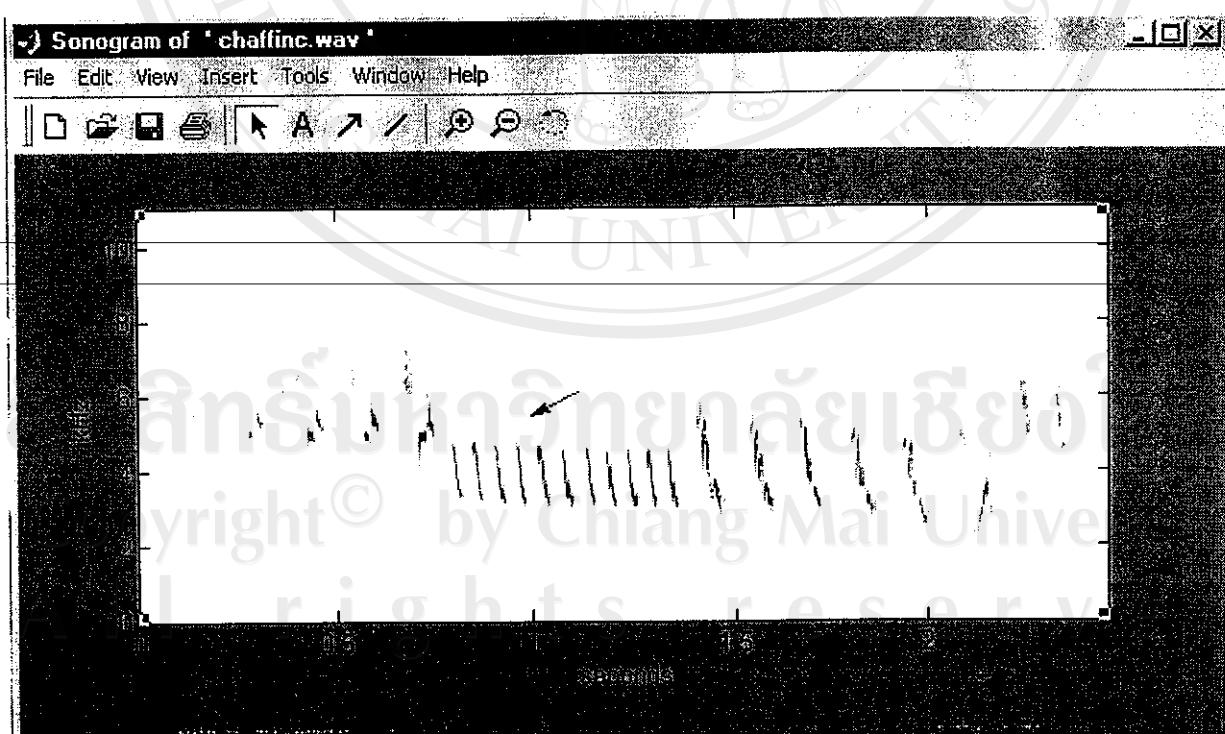
รูปที่ 26 ลักษณะจากจุดเริ่มต้นแล้วไปล่ออยู่จุดที่ต้องการ



รูปที่ 27 ลักษณะที่ได้เมื่อปล่อยเม้าส์



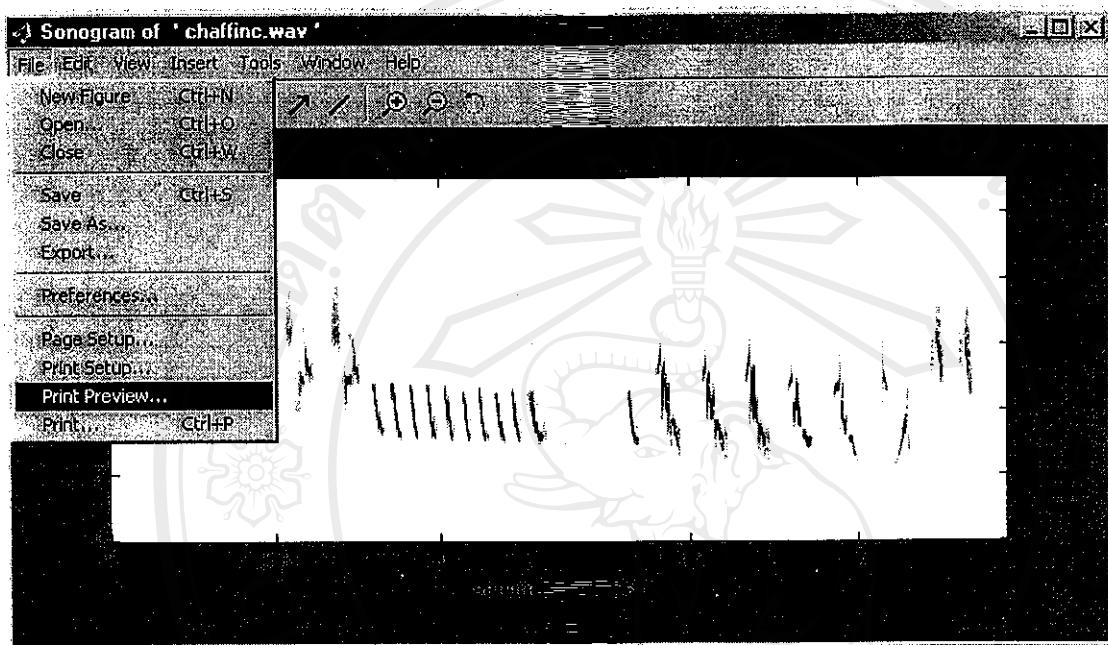
รูปที่ 28 ย่อขนาดและเปลี่ยนنمูของลูกศร



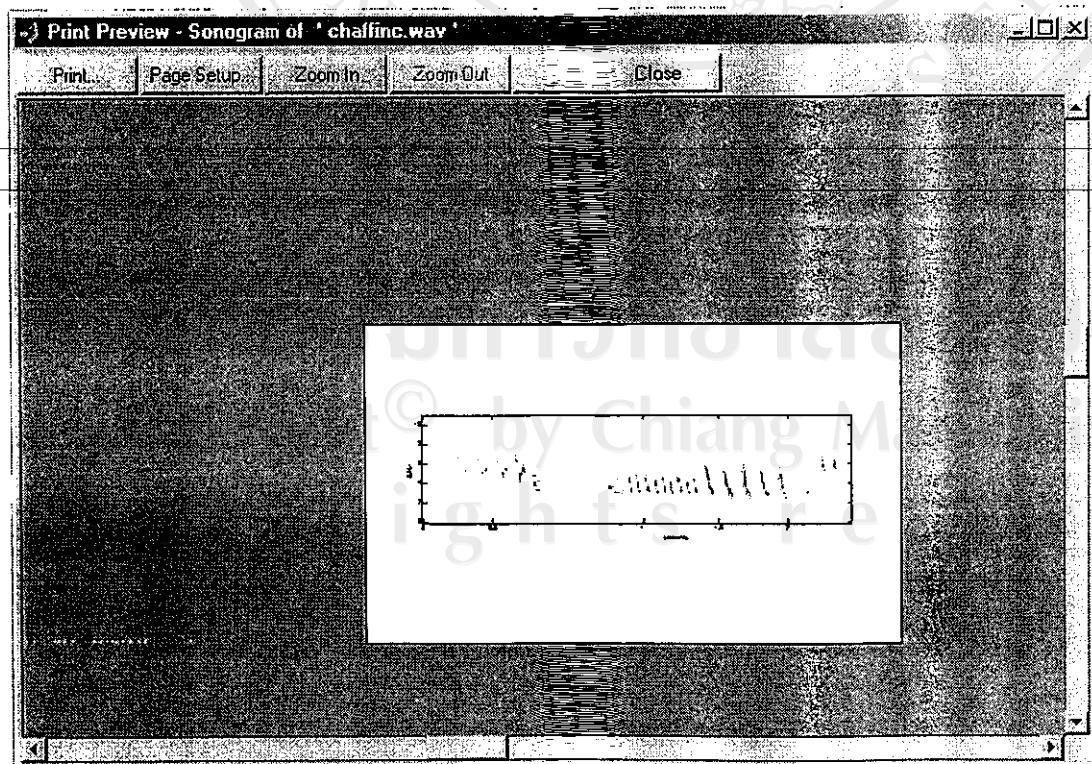
รูปที่ 29 ลูกศรที่ได้จากการปรับ

2.3 การพิมพ์

- การดูภาพก่อนพิมพ์ โดยเลือกคำสั่ง File – Print preview จากเมนูบาร์ (รูปที่ 30) หน้าต่าง print preview จะแสดงตำแหน่ง sonogram เมื่อัน กับที่ print ออกจากเครื่องพิมพ์ (รูปที่ 31) สามารถขยายดูขนาดได้

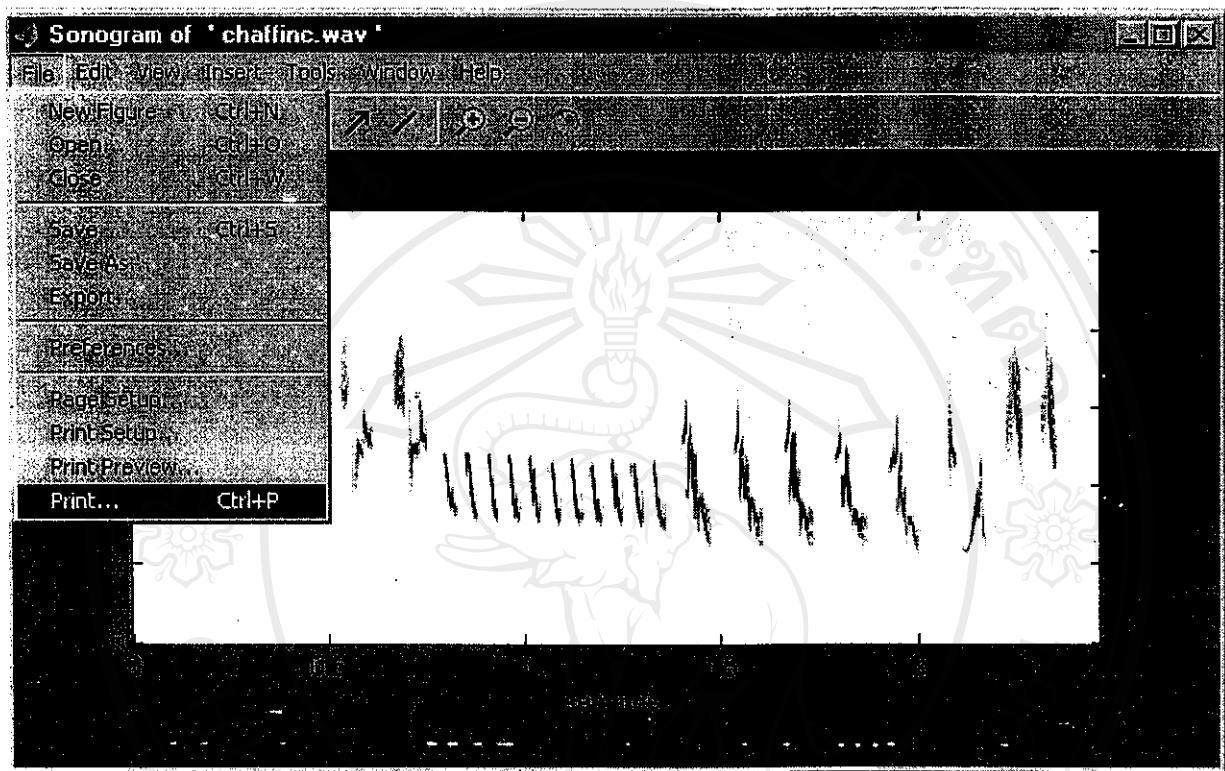


รูปที่ 30 คำสั่งดูภาพเมื่อก่อนพิมพ์

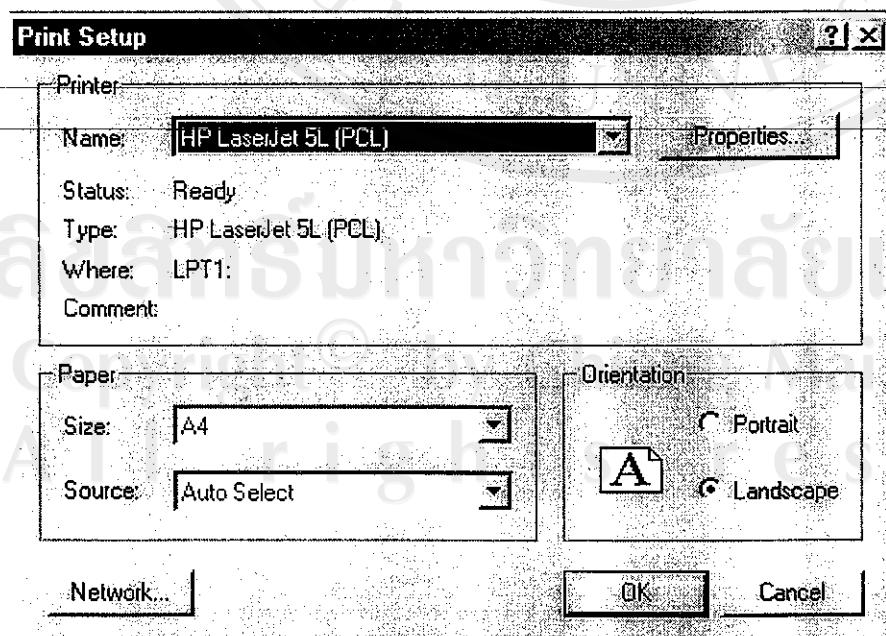


รูปที่ 31 ภาพเมื่อก่อนพิมพ์

2. การพิมพ์ sonogram ออกเครื่องพิมพ์ เลือก File – Print จากเมนูบาร์ (รูปที่ 32) ตั้งค่าการพิมพ์ในหน้าต่างควบคุมการพิมพ์ (รูปที่ 33)



รูปที่ 32 คำสั่งพิมพ์ sonogram ออกจากเครื่องพิมพ์



รูปที่ 33 หน้าต่างควบคุมการพิมพ์