



ระบบศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจังหวัด

นาย ณัฐชัย	คล้ายพิทักษ์	59130041368
นาย ประกรรชวัต	สายสุวรรณ	59130043025
นาย สิทธิชัย	สายวงศ์	59130045469

รายงานนี้เป็นรายงานโครงงานของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ซึ่งเสนอเป็นส่วนหนึ่ง
ในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



A system for studying the relationship between behavior and sound of
crickets

Mr. Nuttachai	Klaipitak	59130041368
Mr. Prakasawat	Saisuwan	59130043025
Mr. Sittichai	Saiwong	59130045469

This is Report the Fourth - Year Project Assignment Submitted in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Bachelor Degree in Engineering
Department of Electrical and Electronics Engineering
Faculty of Engineering Ubon Ratchathani University

ชื่อเรื่อง ระบบศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด

โดย นายณัฐชัย คล้ายพิทักษ์

นายประกรรชวัต สายสุวรรณ

นายสิทธิชัย สายวงศ์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ชนกร ลีสุวรรณ

อาจารย์ผู้ร่วมประเมินโครงงาน



(อาจารย์ ชนกร ลีสุวรรณ)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(รองศาสตราจารย์ ดร. สุชิน ไตรรงค์จิตเหมาะ)

กรรมการผู้ร่วมประเมินโครงงาน



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรการ วงศ์สายเชื้อ)

กรรมการผู้ร่วมประเมินโครงงาน

Project Title: A system for studying the relationship between behavior and
sound of crickets

By Mr. Nuttachai Klaipitak
 Mr. Prakasawat Saisuwan
 Mr. Sittichai Saiwong

Department of Electrical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering

Project Adviser: Mr. Thanakorn Limsuwan

Project Committee



(Mr. Thanakorn Limsuwan)

Project Adviser



(Associate Professor Dr. Suchin Trirongjitmoah)

Committee



(Assistant Professor Dr. Worakarn Wongsachua)

Committee

ระบบศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด

โดย นายณัฐชัย คล้ายพิทักษ์

นายประกรรชวัต สายสุวรรณ

นายสิทธิชัย สายวงศ์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด การวัดเสียงและบันทึกภาพของจิ้งหรีดโดยใช้ Raspberry pi และการแปลงเสียงที่ได้จากการวัดให้อยู่ในรูปแบบของความถี่ด้วยหลักการ Fast Fourier transform โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมต่าง ๆ ของจิ้งหรีด มีความสัมพันธ์กับเสียงของจิ้งหรีด อีกทั้งข้อมูลจากการวิเคราะห์ยังสามารถพัฒนาคุณภาพในการเลี้ยงจิ้งหรีดของเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถเลี้ยงจิ้งหรีดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพิ่มยอดในการขายจิ้งหรีดให้มากขึ้นด้วย

A system for studying the relationship between behavior and sound of crickets

By Mr. Nuttachai Klaipitak

Mr. Prakasawat Saisuwan

Mr. Sittichai Saiwong

ABSTRACT

This research presents the study of the relationship between the behavior and the sound of crickets. Recording video and sound of the crickets by Raspberry Pi and converting the cricket's sound to the frequency with the fast Fourier transform principle. The result show that the behavior of crickets in the different action. It is associated with the sound of crickets. Moreover, the data from the analysis can improve the quality of the cricket raising of farmers. So that farmers can raise the crickets more efficiently and increase cricket sales as well.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการระบบศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด นี้สำเร็จลุล่วงได้ดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ธนกร ลิ้มสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และ ดร.สุกัญญา คลังสินศิริกุล อาจารย์คณะเกษตรศาสตร์ ภาควิชาพืชสวน ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ข้อเสนอแนวคิด ตลอดจนแก้ไขปัญหาค้นคว้าต่าง ๆ ในระหว่างการทำงาน รวมทั้งอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน ที่อบรมสั่งสอนและให้ความรู้ในทุก ๆ ด้านจนโครงการเล่มนี้สำเร็จจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำโครงการ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่อุปการะเลี้ยงดูอบรมสั่งสอนตลอดจนส่งเสริมการศึกษา และให้กำลังใจเป็นอย่างดีและขอขอบคุณ งานวิจัยของทุกท่านที่เป็นเอกสารในการศึกษาและอ้างอิงในโครงการ และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่เป็นสถานที่ในการสืบค้นข้อมูลเนื้อหาของโครงการและเป็นสถานที่ในการทำโครงการ สุดท้ายนี้ขอกราบขอบคุณมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่เป็นสถานที่ในการศึกษาทำโครงการ จนโครงการระบบศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายณัฐชัย คล้ายพิทักษ์

นายประกรรชวัต สายสุวรรณ

นายสิทธิชัย สายวงศ์

ผู้จัดทำโครงการ

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	1
1.4 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 จิ้งหรีด	3
2.1.1 ลักษณะทั่วไป	3
2.1.2 วงจรชีวิต	4
2.1.2.1 การวางไข่	4
2.1.2.2 ระยะตัวอ่อน	4
2.1.2.3 ระยะตัวเต็มวัย	4
2.1.2.4 การผสมพันธุ์	4
2.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงจิ้งหรีด	5
2.1.3.1 บ่อเลี้ยง	5
2.1.3.2 ฝ้ายเขียวหรือลวดตาข่าย	5
2.1.3.3 วัสดุหลบซ่อน	5
2.1.3.4 ถาดน้ำและถาดอาหาร	6
2.1.3.5 พื้นที่รอบบ่อ	6
2.2 Fourier Transform (FT)	6

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
2.2.1 Discrete – Time Fourier Transform (DTFT) หรือ (DFT)	7
2.2.2 Fast Fourier Transform (FFT)	8
2.2.2.1 Fast Fourier Transform Algorithm	8
2.3 เครื่องมือและ Library ที่ใช้พัฒนา	11
2.3.1 SciPy	11
2.3.1.1 FFTpack	11
2.3.1.2 Signal Processing	12
2.3.1.3 Wavfile	12
2.3.2 Librosa	12
2.3.3 กล้อง Pi Camera	12
2.3.4 ไมโครโฟนสำหรับ Raspberry Pi	12
2.3.5 Raspberry Pi 3 Model B+	13
บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินการ	14
3.1 ภาพรวมของระบบ	14
3.2 การบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีด	15
3.3 การแปลงเสียงของจิ้งหรีดให้อยู่ในเทอมของความถี่	17
บทที่ 4 ผลการทดลอง	21
4.1 การทดลองที่ 1 พื้นที่สำหรับเลี้ยงจิ้งหรีด	21
4.1.1 วิธีการทดลอง	21
4.1.2 ผลการทดลอง	21
4.1.2.1 การทดลองที่ 1.1 พื้นที่ขนาดเล็ก	21
4.1.2.2 การทดลองที่ 1.2 พื้นที่ขนาดใหญ่	23
4.1.3 สรุปผลการทดลอง	24
4.2 การทดลองที่ 2 สัดส่วนระหว่างเพศผู้กับเพศเมีย	25
4.2.1 วิธีการทดลอง	25
4.2.2 ผลการทดลอง	25

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
4.2.2.1 การทดลองที่ 2.1 สัดส่วนเพศผู้ 20 ตัว	25
4.2.2.2 การทดลองที่ 2.2 สัดส่วนเพศผู้ 15 ตัว 5 ตัว	27
4.2.2.3 การทดลองที่ 2.3 สัดส่วนเพศผู้ 10 ตัว 10 ตัว	28
4.2.2.4 การทดลองที่ 2.4 สัดส่วนเพศผู้ 5 ตัว 15 ตัว	30
4.2.3 สรุปผลการทดลอง	31
4.3 การทดลองที่ 3 พื้นที่หลบซ่อนของจิ้งหรีด	34
4.3.1 วิธีการทดลอง	34
4.3.2 ผลการทดลองที่ 3 พื้นที่หลบซ่อนของจิ้งหรีด	33
4.3.2.1 การทดลองที่ 3.1 ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่หลบซ่อนให้จิ้งหรีด	33
4.3.2.2 การทดลองที่ 3.2 ในกรณีที่มีพื้นที่หลบซ่อนให้จิ้งหรีด	35
4.3.3 สรุปผลการทดลอง	36
4.4 การทดลองที่ 4 อายุของจิ้งหรีด	37
4.4.1 วิธีการทดลองที่ 4 อายุของจิ้งหรีด	37
4.4.2 ผลการทดลอง	37
4.4.2.1 การทดลองที่ 4.1 ในกรณีที่จิ้งหรีดกำลังหมดอายุขัย	37
4.4.2.2 การทดลองที่ 4.2 ในกรณีที่จิ้งหรีดโตเต็มวัย	39
4.4.3 สรุปผลการทดลอง	41
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	43
5.1 สรุปผลการทดลอง	43
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	44
บรรณานุกรม	45
ภาคผนวก	46

สารบัญรูปภาพ

เนื้อหา	หน้า
รูปที่ 2.1 จิ้งหรีดทองคำ	3
รูปที่ 2.2 วงจรชีวิตของจิ้งหรีด	4
รูปที่ 2.3 บ่อเลี้ยงจิ้งหรีดโดยใช้ลังพลาสติก	5
รูปที่ 2.4 ผ้ามשיว	5
รูปที่ 2.5 ถาดน้ำและถาดอาหาร	6
รูปที่ 2.6 การแปลงฟูเรียร์แบบโครงข่ายประสาทเทียม	7
รูปที่ 2.7 การเปรียบเทียบสมการการแปลงระหว่าง FFT กับ DFT	8
รูปที่ 2.8 แผนภาพผีเสื้อใช้คำนวณฟูเรียร์แบบ DFT	9
รูปที่ 2.9 การแปลงให้อยู่ในรูป Big O Notation	10
รูปที่ 2.10 การหาค่า N ให้อยู่ในลอการิทึม	10
รูปที่ 2.11 ผลการคำนวณ FFT เมื่อใช้ $N = 8$	11
รูปที่ 2.12 กล้อง Pi Camera แบบ อินฟราเรด	12
รูปที่ 2.13 ไมโครโฟนสำหรับ Raspberry Pi	13
รูปที่ 2.14 Raspberry Pi 3 Model B+	13
รูปที่ 3.1 วิธีดำเนินงานศึกษาพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด	14
รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบวัดเสียงและภาพของจิ้งหรีด	15
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมบันทึกเสียงและภาพ	16
รูปที่ 3.4 แสดงผลที่ได้จากการบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีด	17
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแปลงเสียงเป็นความถี่	18
รูปที่ 3.6 สัญญาณเสียงในโดเมนของเวลา	20
รูปที่ 3.7 สัญญาณในโดเมนความถี่	20
รูปที่ 4.1 พฤติกรรมในการทำเสียงของจิ้งหรีดเพศผู้	21
รูปที่ 4.2 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา ในพื้นที่ขนาดเล็ก	22
รูปที่ 4.3 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ ในพื้นที่ขนาดเล็ก	22
รูปที่ 4.4 พฤติกรรมในการซ่อนตัวของจิ้งหรีด	23

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
รูปที่ 4.5 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา ในพื้นที่ขนาดใหญ่	23
รูปที่ 4.6 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ ในพื้นที่ขนาดใหญ่	23
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของความถี่เสียงกับพื้นที่	25
รูปที่ 4.8 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีเพศผู้ 20 ตัว	26
รูปที่ 4.9 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีเพศผู้ 20 ตัว	26
รูปที่ 4.10 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีเพศผู้ 20 ตัว	27
รูปที่ 4.11 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีเพศผู้ 15 ตัว เพศเมีย 5	27
รูปที่ 4.12 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีเพศผู้ 15 ตัว เพศเมีย 5 ตัว	28
รูปที่ 4.13 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีเพศผู้ 15 ตัว เพศเมีย 5 ตัว	28
รูปที่ 4.14 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10	29
รูปที่ 4.15 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10 ตัว	29
รูปที่ 4.16 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10 ตัว	29
รูปที่ 4.17 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีเพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 15	30
รูปที่ 4.18 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีเพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 15 ตัว	30
รูปที่ 4.19 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีเพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 15 ตัว	31
รูปที่ 4.20 แสดงแอมพลิจูดต่ออัตราส่วนเพศผู้	32
รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ต่ออัตราส่วนเพศผู้	33
รูปที่ 4.22 พฤติกรรมของจิ้งหรีดไม่มีที่ซ่อน	34
รูปที่ 4.23 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีไม่มีที่ซ่อน	34
รูปที่ 4.24 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีไม่มีที่ซ่อน	34
รูปที่ 4.25 พฤติกรรมของจิ้งหรีดมีที่ซ่อน	35
รูปที่ 4.26 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีมีที่ซ่อน	35
รูปที่ 4.27 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีมีที่ซ่อน	36

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ของความถี่เสียงกับพื้นที่ที่มีช่องและไม่มีที่ช่อง	37
รูปที่ 4.29 พฤติกรรมในการทำเสียงของจิ้งหรีดที่กำลังหาคู่	38
รูปที่ 4.30 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีจิ้งหรีดที่กำลังหาคู่	38
รูปที่ 4.31 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีจิ้งหรีดที่กำลังหาคู่	39
รูปที่ 4.32 แสดงถึงพฤติกรรมการต่อสู้กันของจิ้งหรีดเพศผู้ในช่วงที่โตเต็มวัย	39
รูปที่ 4.33 พฤติกรรมการพยายามจะสืบพันธุ์กันของเพศผู้และเพศเมีย	40
รูปที่ 4.34 พฤติกรรมของจิ้งหรีดเพศผู้ที่ร้องหาจิ้งหรีดเพศเมีย	40
รูปที่ 4.35 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีจิ้งหรีดที่กำลังโตเต็มวัย	41
รูปที่ 4.36 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีจิ้งหรีดที่กำลังโตเต็มวัย	41
รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ของความถี่เสียงกับอายุของจิ้งหรีด	42

สารบัญตาราง

เนื้อหา	หน้า
ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน	2
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบการคำนวณระหว่างการแปลง FFT กับ DFT	8
ตารางที่ 3.1 คำสั่งในการแยกไฟล์เสียงให้เป็นอาร์เรย์	19
ตารางที่ 3.2 คำสั่งในการแปลงจากเวลาให้เป็นความถี่	19
ตารางที่ 3.3 คำสั่งในการกรองความถี่ต่ำ	19
ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของพื้นที่ในการเลี้ยงจิ้งหรีดขนาดเล็กกับใหญ่	24
ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนระหว่างจิ้งหรีดเพศผู้และจิ้งหรีดเพศเมีย	31
ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของบ่อจิ้งหรีดที่มีที่ซ่อนและไม่มีที่ซ่อน	36
ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของจิ้งหรีดที่โตเต็มวัยกับจิ้งหรีดกำลังหมดอายุขัย	42

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการบริโภคจิ้งหรีดเป็นอาหาร ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงและปลอดภัยจากสารพิษ ดังนั้นการเลี้ยงจิ้งหรีดถือว่าเป็นที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ได้เป็นจำนวนมากและมีต้นทุนในการเลี้ยงต่ำ ความต้องการของเกษตรกร คือต้องการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างเสียงของจิ้งหรีดกับพฤติกรรมจิ้งหรีด เพื่อปรับปรุงวิธีการเลี้ยง เพื่อเพิ่มจำนวนและคุณภาพของจิ้งหรีด ด้วยเหตุนี้เองจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเสียงกับพฤติกรรมของจิ้งหรีดในบริบทต่าง ๆ ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร เพื่อให้เกษตรกรได้เข้าใจถึงความหมายของเสียงที่จิ้งหรีดร้องออกไป โดยสร้างระบบวัดเสียงและบันทึกภาพจิ้งหรีด

ระบบวัดเสียงและบันทึกภาพของจิ้งหรีด เป็นอุปกรณ์ที่นำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ใช้กับความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ไมโครโฟนในการรับเสียง พร้อมทั้งติดตั้งกล้องขนาดเล็ก ทำการบันทึกภาพและเสียง วิเคราะห์และประมวลผลด้วย Raspberry Pi ทำให้สามารถแยกแยะเสียงของจิ้งหรีดที่ร้องออกมาในบริบทต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้ยังสามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้ในสัตว์เลี้ยง อื่น ๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ออกแบบและสร้างระบบวัดเสียงและบันทึกภาพจิ้งหรีด

1.2.2 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 วัดเสียงและบันทึกภาพของจิ้งหรีดด้วย Raspberry Pi

1.3.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด

1.4 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน

รายการ	ระยะเวลาในการดำเนินงาน									
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ค.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ศึกษาทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง										
2. ออกแบบและสร้างระบบวัดเสียงและบันทึกภาพจิ้งหรีด										
3. จัดซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ										
4. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานการเชื่อมต่อและส่งข้อมูลของอุปกรณ์ในระบบ										
5. ทดสอบการทำงานของระบบ										
6. ทดลองการทำงานของระบบกับจิ้งหรีดที่เลี้ยงไว้ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของเสียงกับพฤติกรรมของจิ้งหรีด										
7. ปรับปรุงข้อบกพร่องของระบบ										
8. จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์										

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถสร้างระบบวัดเสียงและบันทึกภาพของจิ้งหรีดได้

1.5.2 สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีดได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภายในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้นำมาใช้กับโครงงาน ซึ่งโครงงานนี้จะทำการศึกษาพฤติกรรมและเสียงจิ้งหรีด โดยใช้ Raspberry pi ในการวัดเสียงและบันทึกภาพ โดยจะอธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่ใช้การเลี้ยงจิ้งหรีด การวัดเสียงและบันทึกภาพและอื่น ๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 จิ้งหรีด

เป็นแมลงเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่นิยมเลี้ยง และนำมาบริโภคทั่วทุกภาคของประเทศไทย เนื่องจากมีรสชาติอร่อย กรอบ มัน และมีคุณค่าทางอาหารสูง เนื่องจากให้สารอาหารที่มีโปรตีนสูง ปลอดภัย ไร้พิษ รักษาโรคขาดสารอาหารได้ เลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์เร็ว ให้ผลผลิตสูง จนปัจจุบันมีการเพาะจิ้งหรีดจำหน่ายเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการ และความนิยมที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละวัน

2.1.1 ลักษณะทั่วไป

จิ้งหรีด เป็นแมลงที่มีลำตัวขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขาคู่หลังส่วนต้นมีขนาดใหญ่ และแข็งแรง ใช้สำหรับกระโดด ขาคู่หน้ามีขนาดเล็กกว่าขาคู่หลังมาก ใช้สำหรับเดิน และเขี่ยอาหาร มีหนวดยาว 2 เส้น ขนาดเท่าเส้นผมคนเรา ความยาวหนวดประมาณ 3-5 ซม. และมากกว่าลำตัว หนวดมีหน้าที่รับความรู้สึก และรับกลิ่นอาหาร มีปากเป็นแบบกัดกิน ปีกขวาทับปีกซ้าย ปีกคู่หน้าปกคลุมด้วยฟิล์มบาง ๆ โดยจิ้งหรีดที่นิยมเลี้ยงมี 2 ชนิด 1. จิ้งหรีดทองดำ ความถี่เฉลี่ย 1.8 kHz 2. จิ้งหรีดทอง (T. Occipitalis) ความถี่เฉลี่ย 2.98 kHz แต่ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมที่จะเลี้ยงพันธุ์ผสมระหว่างพันธุ์ทองดำและทองแดง เนื่องจากจิ้งหรีดพันธุ์ผสมจะมีแข็งแรงและทนทานสูง ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 จิ้งหรีดทองดำ

2.1.2 วงจรชีวิต

วงจรชีวิตโดยทั่วไปของจิ้งหรีดประเภทต่าง ๆ ส่วนมากจะแบ่งออกได้ เป็น 4 ช่วง

2.1.2.1 การวางไข่

การวางไข่ในจิ้งหรีดมักจะเกิดขึ้นหลังจากผสมพันธุ์ 2-3 วัน ตัวเมียจะเริ่มวางไข่ โดยจะการวางไข่ไว้ใต้ดินที่มีความชื้น ดินมีความร่วนซุย โดยใช้อวัยวะวางไข่ลักษณะเรียวยาวแหลม คล้ายเข็ม ยาวประมาณ 1.5 ซม. แทงลงในดินลึก 1.0-1.5 การวางไข่ 1 ชุด ใช้เวลาประมาณ 1.5 ชม. วางไข่เป็นชุด ๆ ประมาณ 25 ชุด แต่ละชุดใช้เวลาประมาณ 3-4 นาที ตัวเมีย 1 ตัว สามารถวางไข่ได้มากกว่า 1000 ฟอง ไข่จะฟักเป็นตัวหลังจากวางไข่ได้ประมาณ 7 วัน

2.1.2.2 ระยะตัวอ่อน

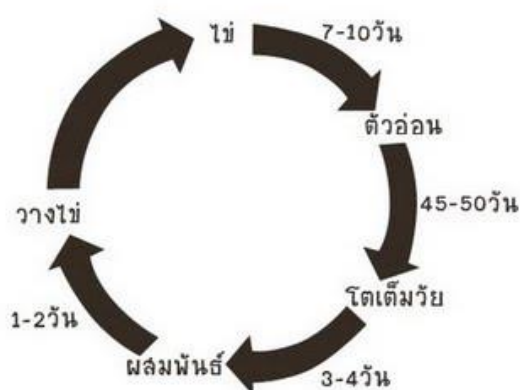
ระยะตัวอ่อน เป็นระยะที่ตัวอ่อนมีขนาดทุกส่วนของลำตัวที่เล็กกว่าตัวเต็มวัยปีกงอกสั้นและมีลำตัว และสีปีกจาง เจริญเติบโต และมีการลอกคราบเฉลี่ยประมาณ 5-14 ครั้ง ก่อนเข้าสู่ตัวเต็มวัย

2.1.2.3 ระยะตัวเต็มวัย

ระยะตัวเต็มวัย เป็นระยะที่มีปีก 2 คู่ เพศผู้ ปีกคู่หน้าย่น มีหนาม ไว้ทำเสียง เพศเมีย มีปีกเรียบ และมีเข็มวางไข่อยู่ส่วนท้ายของลำตัว อายุวัยแก่ประมาณ 38 – 49 วัน

2.1.2.4 การผสมพันธุ์

การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นเมื่อตัวเต็มวัยอายุ 3 – 4 วัน จะเริ่มผสมพันธุ์ตัวผู้จะขยับปีกคู่หน้าถูกันให้เกิดเสียงหลายจังหวะ หลายสำเนียงในการสื่อสารความหมายต่าง ๆ สำหรับการผสมพันธุ์จะเกิดตลอดช่วงอายุตัวเต็มวัย โดยตัวเมียจะขึ้นคร่อมบนหลังตัวผู้



รูปที่ 2.2 วงจรชีวิตของจิ้งหรีด

2.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงจิ้งหรีด

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงจิ้งหรีด ประกอบด้วย

2.1.3.1 บ่อเลี้ยง

บ่อเลี้ยงอาจเป็นวัสดุประเภทต่าง ๆ เช่น กะละมัง ถังน้ำ (เลี้ยงจำนวนน้อย) แต่โดยทั่วไปนิยมใช้บ่อซีเมนต์สำเร็จรูปหรือการก่ออิฐเป็นสี่เหลี่ยม หรือใช้แผ่นพลาสติกติดกับโครงไม้ เพราะจะได้พื้นที่มากพอสำหรับการเลี้ยงจิ้งหรีดจำนวนมาก หากเลี้ยงหลายบ่อควรให้มีระยะห่างของบ่อ ประมาณ 1 เมตร หรือมีระยะที่สามารถเดินเข้าออกได้สะดวก ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 บ่อเลี้ยงจิ้งหรีดโดยใช้ถังพลาสติก

2.1.3.2 ผ้าเขียวหรือลวดตาข่าย

ผ้าเขียวหรือลวดตาข่ายจะใช้สำหรับครอบปิดปากบ่อเพื่อป้องกันจิ้งหรีดไต่หรือกระโดดออกจากบ่อ และป้องกันศัตรูของจิ้งหรีด เช่น จิ้งจก ตุ๊กแก นก เป็นต้น โดยทั่วไปจะใช้ผ้าเขียวจะให้ผลดีที่สุดทั้งป้องกันจิ้งหรีดออก และป้องกันศัตรูจิ้งหรีดได้ดี มีราคาถูก ใช้ และรื้อง่าย โดยควรมีขนาดที่คลุมมิดทั้งปากบ่อที่สามารถใช้เชือกรัดปิดรอบบ่อได้ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ผ้าเขียว

2.1.3.3 วัสดุหลบซ่อน

วัสดุหลบซ่อนจะใช้วางในบ่อเลี้ยงเพื่อให้จิ้งหรีดหลบซ่อนตัว และให้ความอบอุ่น เช่น กาบมะพร้าว อิฐบดก้อนมีรู หล้าแห้ง ถาดกระดาษรองไข่ เป็นต้น

2.1.3.4 ถาดน้ำและถาดอาหาร

ถาดน้ำควรมีลักษณะทรงสี่เหลี่ยมด้านขนาน กว้างประมาณ 5 ซม. สูงประมาณ 3-5 ซม. และยาวตั้งแต่ 10 ซม. ขึ้นไป วางในบ่อ 3-5 อัน ตามจำนวนที่เลี้ยง หรือ ใช้ฟองน้ำแล้วฉีบน้ำให้ฟองน้ำอมน้ำเอาไว้ ส่วนถาดอาหารควรมีลักษณะเป็นวงกลม เช่น ถาดอาหารทั่วไปตามท้องตลาด 1-2 ถาด อาหารที่ใช้เลี้ยงมักเป็นอาหารประเภทยอหดหญ้าอ่อนทุกชนิด เช่น หญ้าขน หญ้าลูซี่ ผักตบชวา ผักกาด เป็นต้น หรือ เป็นอาหารไก่ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ถาดน้ำและถาดอาหาร

2.1.3.5 พื้นที่รอบบ่อ

เพื่อป้องกันสัตว์หรือแมลงชนิดอื่นที่อาจเข้ามาทำลายจิ้งหรีดหรือแย่งอาหารจิ้งหรีด เช่น มดชนิดต่าง ๆ นั้น จะต้องป้องกันด้วยการโรยผงกันแมลงหรือปูนขาวโดยรอบบ่อเลี้ยง และคอยมันตรวจสอบบริเวณโดยรอบเป็นประจำ

2.2 Fourier Transform (FT)

การประยุกต์ใช้งานของการแปลงฟูเรียร์ไม่ได้จำกัดอยู่แค่การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล ในความเป็นจริงการแปลงฟูเรียร์สามารถเพิ่มกระบวนการฝึกฝนของโครงข่ายประสาทเทียมได้ด้วยการ convolution เชื่อมทับกับคาแนล ดังรูปที่ 2.6

2.2.2 Fast Fourier Transform (FFT)

การแปลงฟูเรียร์อย่างรวดเร็ว เป็นอัลกอริทึมที่กำหนดการแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่องของ อินพุตอย่างรวดเร็วกว่าการคำนวณโดยตรง ในภาษาศาสตร์วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ การแปลง FFT จะช่วยลดจำนวนการคำนวณที่จำเป็นสำหรับปัญหาขนาด N จาก $O(N^2)$ ถึง $O(N \log_2 N)$ เมื่อเทียบกับ DFT ดังรูปที่ 2.7

Discrete Fourier transform $O(N^2)$

Fast Fourier transform $O(N \log_2 N)$

รูปที่ 2.7 การเปรียบเทียบสมการการแปลงระหว่าง FFT กับ DFT

สมมติว่าถ้าใช้เวลา 1 นาโนวินาทีในการดำเนินการหนึ่งครั้ง จะใช้อัลกอริทึม FFT ประมาณ 30 วินาที เพื่อคำนวณการแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่องสำหรับปัญหาขนาด $N = 10^9$ ในทางตรงกันข้ามการแปลงแบบ DFT อาจจะต้องใช้เวลาหลายทศวรรษ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบการคำนวณระหว่างการแปลง FFT กับ DFT

	N	ค่าที่คำนวณได้ (ns)	เวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหา
N^2 (DFT)	10^9	10^{18}	31.2 years
$N \log_2 N$ (FFT)	10^9	30×10^9	30 seconds

2.2.2.1 Fast Fourier Transform Algorithm

สมมติให้แยกการแปลงฟูเรียร์เป็นลำดับย่อยคู่และคี่ ดังสมการที่ 2.3

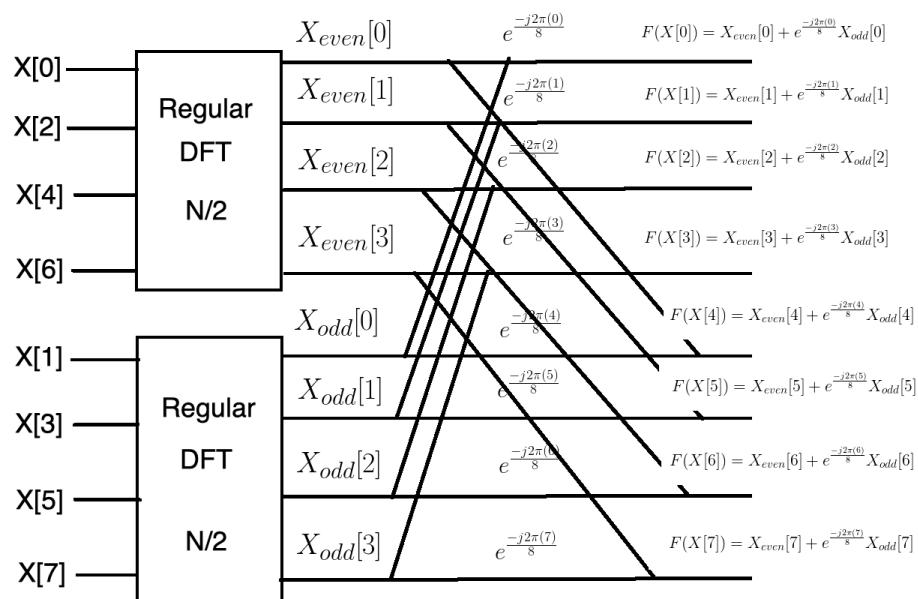
$$\begin{cases} n = 2r & \text{if even} \\ n = 2r+1 & \text{if odd} \end{cases} \quad (2.3)$$

Where $r = 1, 2, \dots, \frac{N}{2}-1$

หลังจากนั้นคำนวณจำนวนคู่และคี่พร้อมกัน จนได้ค่าดังสมการที่ 2.4

$$x[k] = x_{\text{even}}[k] + e^{-j2\pi k} x_{\text{odd}}[k] \quad (2.4)$$

สมมติว่า $N = 8$ เพื่อให้เห็นภาพการไหลของข้อมูลตามเวลาจึงนำแผนภาพผีเสื้อมาใช้
 คำนวณการแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่องสำหรับลำดับย่อยคู่และคี่พร้อมกัน จากนั้นจึงนำ $x[k]$ มา
 คำนวณโดยใช้สูตรจากสมการที่ 2.4 ได้ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แผนภาพผีเสื้อใช้คำนวณฟูเรียร์แบบ DFT

ดังนั้นจึงสามารถแสดงผลในรูปของ Big O Notation ดังรูปที่ 2.9 โดยเทอมแรกนั้นมาจากการคำนวณ Discrete Fourier Transform สองครั้ง หลังจากนั้นคุณหลังด้วยเวลาที่ใช้ในการคำนวณการแปลงฟูเรียร์แบบไม่ต่อเนื่องครั้งหนึ่งของอินพุตข้างต้น ในขั้นตอนสุดท้ายจะใช้ขั้นตอน N เพื่อรวมการแปลงฟูเรียร์สำหรับ k เฉพาะ แล้วจึงเพิ่ม N ลงในขั้นตอนสุดท้าย

DFT on $N/2$ elements

2 DFT \searrow \downarrow \swarrow

$2 \times \left(\frac{N}{2}\right)^2 + N$ $x[k] = x_{\text{even}}[k] + e^{\frac{-j2\pi k}{N}} x_{\text{odd}}[k]$

$$= 2 \times \frac{N^2}{4} + N$$

$$= \frac{N^2}{2} + N$$

$$O\left(\frac{N^2}{2} + N\right) \sim O(N^2)$$

รูปที่ 2.9 การแปลงให้อยู่ในรูป Big O Notation

สังเกตว่าการแปลงให้อยู่ในรูป Big O Notation สามารถแปลงให้เป็นลอการิทึมจากการหารและการทำให้ค่าลดลงครึ่งหนึ่งในแต่ละครั้ง ดังรูปที่ 2.10

What if we keep splitting?

$$\frac{N}{2} \longrightarrow 2 \left(\frac{N}{2}\right)^2 + N = \frac{N^2}{2} + N$$

$$\frac{N}{4} \longrightarrow 2 \left(2 \left(\frac{N}{4}\right)^2 + \frac{N}{2}\right) + N = \frac{N^2}{4} + 2N$$

$$\frac{N}{8} \longrightarrow 2 \left(2 \left(2 \left(\frac{N}{8}\right)^2 + \frac{N}{4}\right) + \frac{N}{2}\right) + N = \frac{N^2}{8} + 3N$$

$$\vdots$$

$$\frac{N}{2^p} \longrightarrow \frac{N^2}{2^p} + pN = \frac{N^2}{N} + (\log_2 N)N = N + (\log_2 N)N$$

$$\sim O(N + N \log_2 N) \sim O(N \log_2 N)$$

รูปที่ 2.10 การทำค่า N ให้อยู่ในลอการิทึม

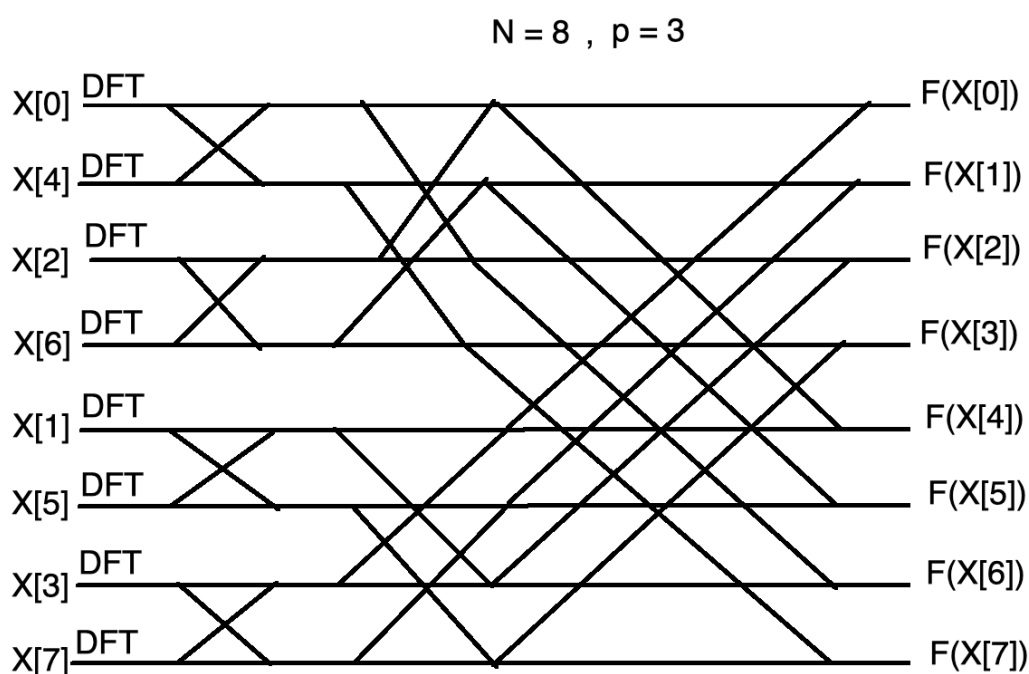
ดังนั้นจากรูปที่ 2.10 สามารถเปลี่ยนเป็นสมการอย่างง่ายได้ดังสมการที่ 2.5

$$P = \log_2 N$$

P คือ จำนวนครั้งสูงสุดที่ทำการแปลงแบบ FFT

(2.5)

เนื่องจากในขั้นเริ่มต้นกำหนดไว้ว่า $N = 8$ นำไปแทนในสมการที่ 2.5 จะได้ $P = 3$ stages ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ผลการคำนวณ FFT เมื่อใช้ $N = 8$

2.3 เครื่องมือและ Library ที่ใช้พัฒนา

2.3.1 SciPy

SciPy เป็นหนึ่ง Library ที่ใช้ช่วยในการเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับความถี่ หรือสัญญาณ ซึ่งปัจจุบันสามารถใช้ได้กับระบบปฏิบัติการ windows, Linux, Mac, iOS และ Android สามารถใช้ร่วมกับภาษา Python โดยมีโมดูล ต่าง ๆ ที่ใช้ดังนี้

2.3.1.1 FFTpack

เป็นโมดูลที่ช่วยในการประมวลผลสัญญาณภาพหรือประมวลผลสัญญาณเสียงให้เป็นความถี่โดยใช้หลักการ Fast Fourier Transform

2.3.1.2 signal processing

เป็นโมดูลที่ใช้ในการประมวลผลสัญญาณภาพหรือประมวลผลสัญญาณเสียงต่าง ๆ อาทิเช่น Convolution , B-splines และ Filter ชนิดต่าง ๆ

2.3.1.3 wavfile

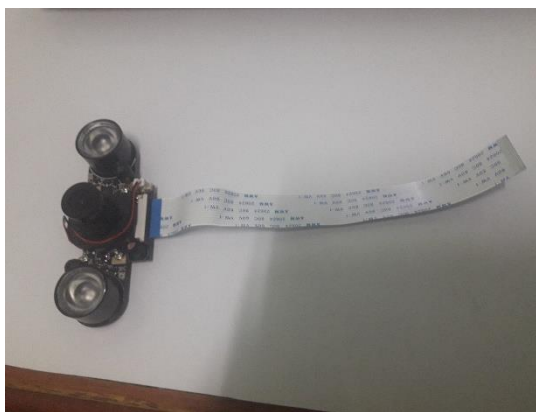
เป็นโมดูลที่ใช้บันทึกเสียงหรืออ่านข้อมูลเสียง เป็นไฟล์นามสกุล .wav

2.3.2 Librosa

Librosa คือ ไลบรารีใน python ที่ใช้วิเคราะห์เสียง หรือสามารถดึงข้อมูลจากเสียงเพื่อนำมาวิเคราะห์ในรูปแบบต่าง ๆ อาทิเช่น การนำข้อมูลเสียงมาสร้างกราฟเสียง เป็นต้น

2.3.3 กล้อง Pi Camera

เป็นกล้องที่ใช้ในการถ่ายภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว เช่น การบันทึกพฤติกรรมของจิ้งหรีด เป็นต้น ส่วนด้านซอฟต์แวร์ก็มีไลบรารีและโมดูลต่าง ๆ รองรับการใช้งานอย่างครบถ้วน โดยมีทั้งแบบถ่ายในแสงปกติและในที่มืด



รูปที่ 2.12 กล้อง Pi Camera แบบ อินฟราเรด

2.3.4 ไมโครโฟนสำหรับ Raspberry Pi

เป็นไมโครโฟนใช้สำหรับบันทึกเสียง โดยมีค่า Sensitivity เท่ากับ $-47 \text{ dB} \pm 4\text{dB}$, Frequency Response ประมาณ 100 – 16 kHz



รูปที่ 2.13 ไมโครโฟนสำหรับ Raspberry Pi

2.3.5 Raspberry Pi 3 Model B+

เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสามารถเชื่อมต่อกับหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือโทรทัศน์ผ่านพอร์ต HDMI เชื่อมต่อกับ USB Mouse/Keyboard



รูปที่ 2.14 Raspberry Pi 3 Model B+

บทที่ 3

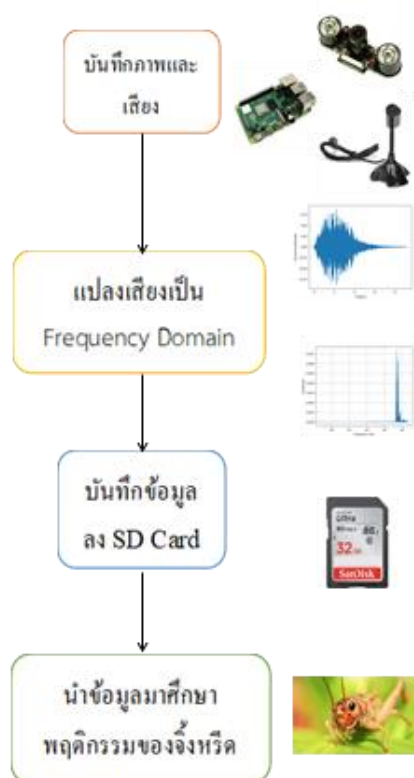
การออกแบบระบบและวิธีการดำเนินการ

ภายในบทนี้จะกล่าวถึงระบบที่ได้ออกแบบเพื่อใช้ในการทำการบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีด ซึ่งจะประกอบไปด้วยฮาร์ดแวร์ อาทิเช่น Camera Pi และ microphone วัดเสียงจิ้งหรีด และซอฟต์แวร์ซึ่งใช้ Python ในการเขียนโปรแกรมเพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลผลใน Raspberry Pi

3.1 ภาพรวมของระบบ

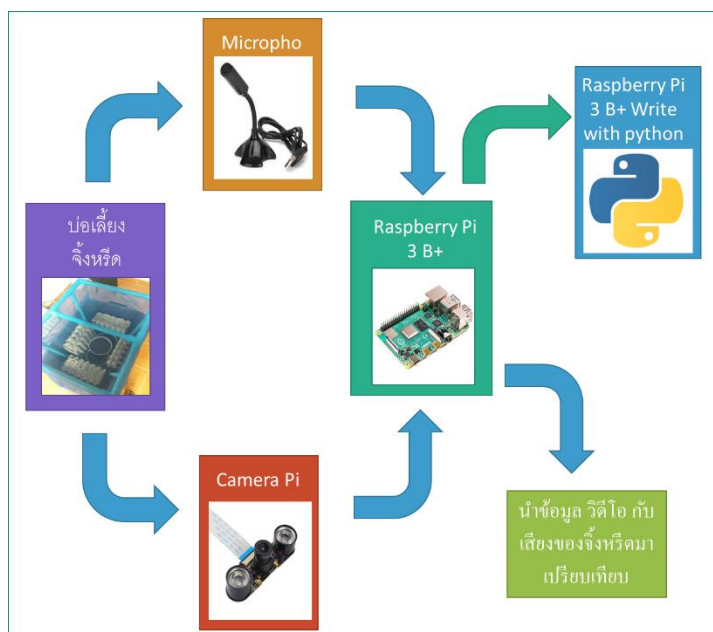
วิธีการดำเนินงานในการพัฒนาระบบบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีด จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

- 1) ส่วนการบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีด
- 2) ส่วนการแปลงเสียงของจิ้งหรีดให้อยู่ในเทอมของความถี่



รูปที่ 3.1 วิธีดำเนินงานศึกษาพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด

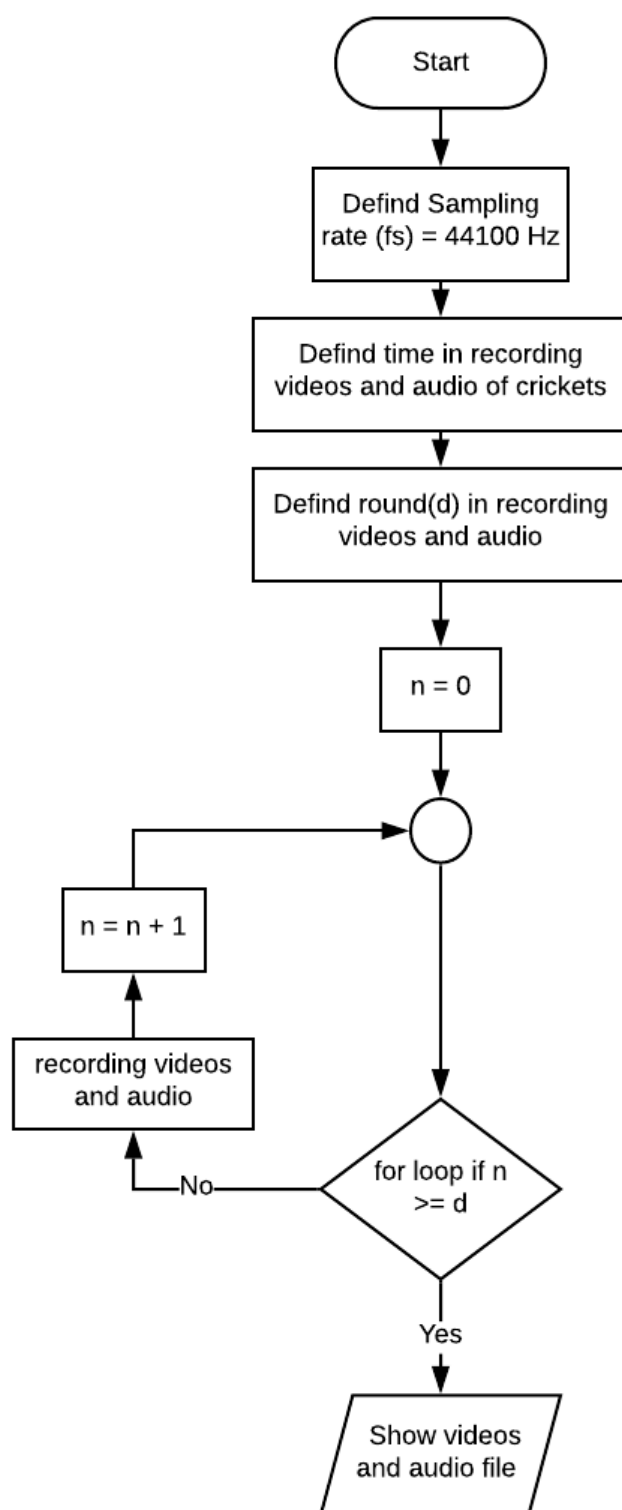
จากรูปที่ 3.2 ด้านล่าง จะแสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของระบบวัดเสียงและภาพของจังหวัด เมื่อนำเสียงที่ได้จากการบันทึกไปแปลงจากกราฟในเทอมของเวลาให้เป็นความถี่เสียก่อนแล้วจึงนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับภาพจังหวัดว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไร



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบวัดเสียงและภาพของจังหวัด

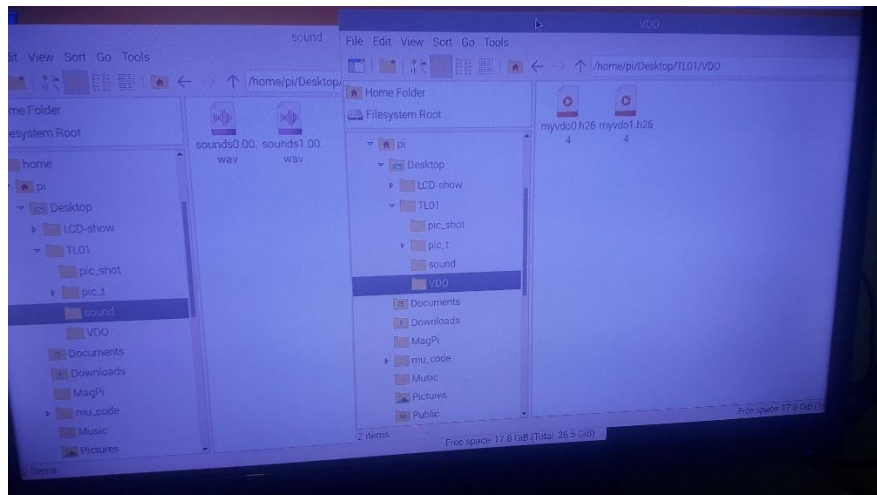
3.2 การบันทึกภาพและเสียงของจังหวัด

การบันทึกภาพและเสียงของจังหวัด นั้นต้องใช้ไมโครโฟนกับไมโครโฟนมาเชื่อมต่อกับ Raspberry Pi เสียก่อนจึงจะทำงานได้ ซึ่งมีหลักการทำงานดังรูปที่ 3.3 โดยเริ่มจากการกำหนดความถี่ Sampling rate ของเสียงที่จะทำการบันทึกก่อนซึ่งโดยส่วนมากแล้วความถี่ Sampling rate ที่ใช้โดยทั่วไปอยู่ที่ 44100 HZ จากนั้นทำการกำหนดเวลาในการการบันทึกภาพและเสียง ส่วนมากเวลาที่ทำการบันทึกจะอยู่ที่ 1 วินาที จนถึง 15 วินาที ถ้าบันทึกนานกว่านั้น โปรแกรมจะค้าง วิธีแก้ปัญหาจึงใช้ for loop ซึ่งสามารถที่จะกำหนดจำนวนรอบที่จะทำการวนได้เป็นจำนวนมากและโปรแกรมไม่ค้างอีกด้วย ดังนั้น for loop จึงมาแก้ปัญหาดังกล่าวได้



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมบันทึกเสียงและภาพ

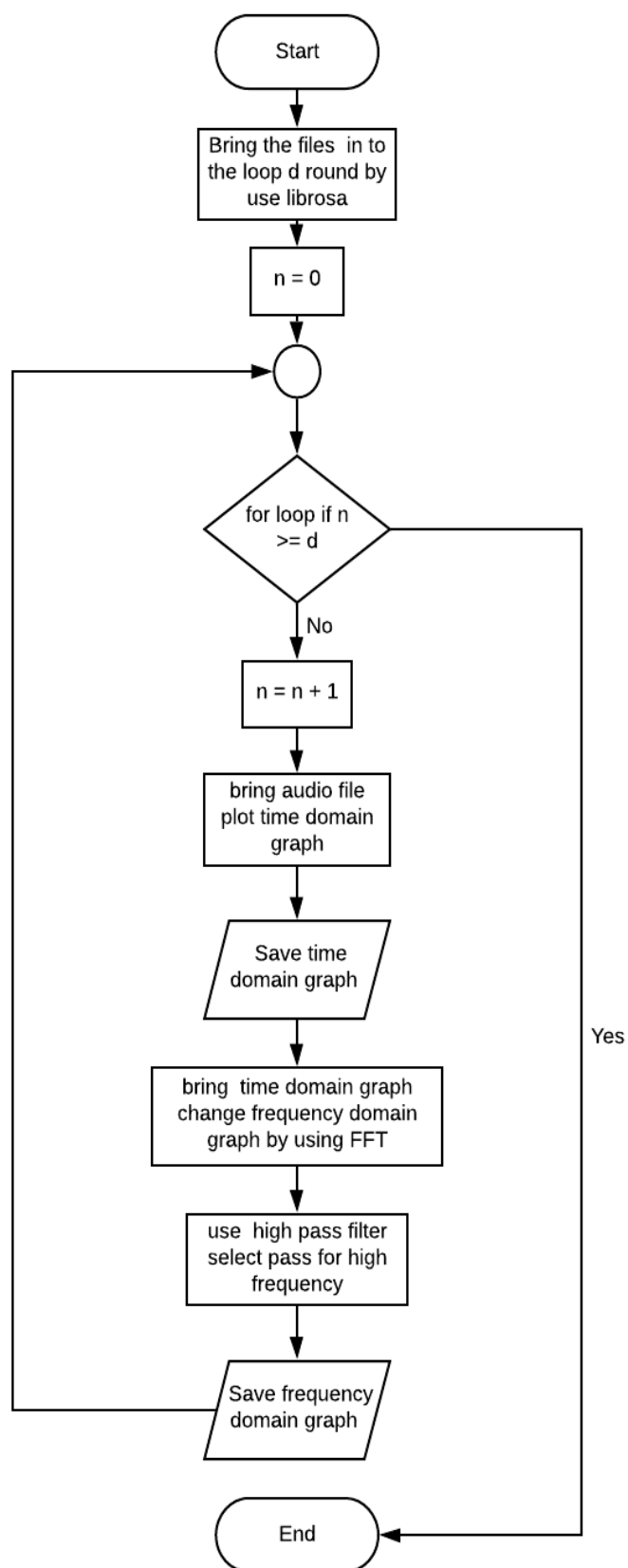
จากรูปที่ 3.4 ด้านล่าง แสดงถึงผลที่ได้จากการบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีด ซึ่งในส่วนต่อไปจะนำเสียงและภาพจากการบันทึกนำไปแปลงเป็นความถี่โดยใช้ FFT ซึ่งเป็นที่นิยมมากกว่า DFT เนื่องจาก FFT ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่า DFT



รูปที่ 3.4 ผลที่ได้จากการบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีด

3.3 การแปลงเสียงในโดเมนความถี่

การแปลงจากเสียงให้เป็นความถี่นั้นสามารถใช้ FFT ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีหลักการการทำงานดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแปลงเสียงเป็นความถี่

โดยเริ่มจากใช้ for loop ในการวนไฟล์เสียงทั้งหมดที่ได้ทำการบันทึกไป ต่อจากนั้นจึงนำเสียงแต่ละไฟล์ที่ได้จากการบันทึกมาแยกเป็นข้อมูลอาร์เรย์ 2 ชุด ประกอบไปด้วย แอมพลิจูด และ ความถี่ที่ใช้ Sampling rate โดยใช้ librosa ในการแก้ปัญหา หลังจากนั้นนำความถี่ที่แยกได้ไปหาเวลาที่ใช้บันทึก ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คำสั่งในการแยกไฟล์เสียงให้เป็นอาร์เรย์

1	<code>audio, sfreq = lr.load(audio_file[file])</code>
2	<code>time = np.arange(0,len(audio))/sfreq</code>

ในขั้นตอนต่อไปนำเอาแอมพลิจูดซึ่งได้มาจากชุดข้อมูลอาร์เรย์ที่แยกออกมาสร้างกราฟให้อยู่ในรูปของความถี่ โดยทำการ sampling จุดทั้งหมด เท่ากับขนาดของตัวแปร audio เพื่อทำให้เห็นความถี่ได้ชัดยิ่งขึ้นหลังจากนั้น ก็ใช้โมดูล FFT ซึ่งอยู่ภายในไลบรารี SciPy ในการสร้างกราฟความถี่ขึ้นมา ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 คำสั่งในการแปลงจากเวลาให้เป็นความถี่

1	<code>x = np.size(audio)</code>
2	<code>fr = (sfreq)*np.linspace(0,1,round(x/2))</code>
3	<code>x_f = fft(audio)</code>
4	<code>x_m = (2/x)*abs(x_f[0:np.size(fr)])</code>

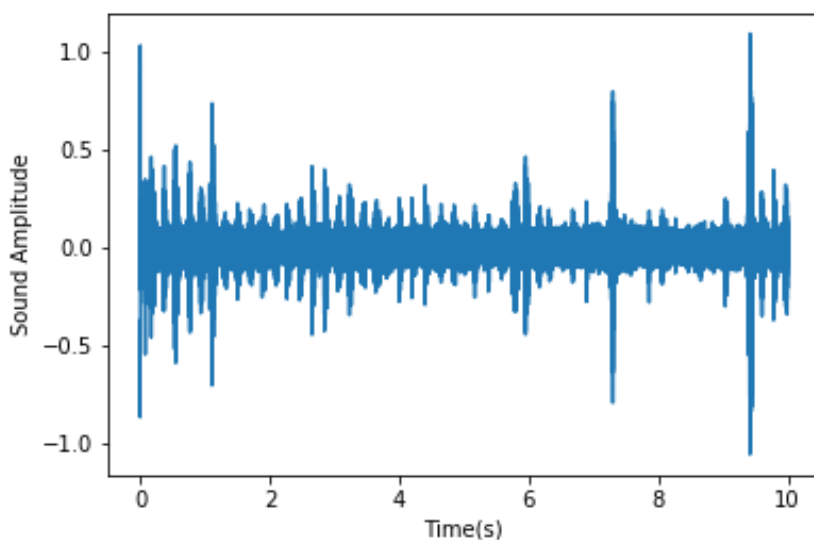
แต่เนื่องจากความถี่ที่ได้นั้นอาจมีความถี่ต่ำที่ไม่ต้องการออกมาด้วย ดังนั้นแล้ววิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหานั้นคือ ใช้ฟิลเตอร์กรองความถี่ต่ำออกไปโดยใช้ โมดูล filter ซึ่งอยู่ภายในไลบรารี SciPy ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 คำสั่งในการกรองความถี่ต่ำ

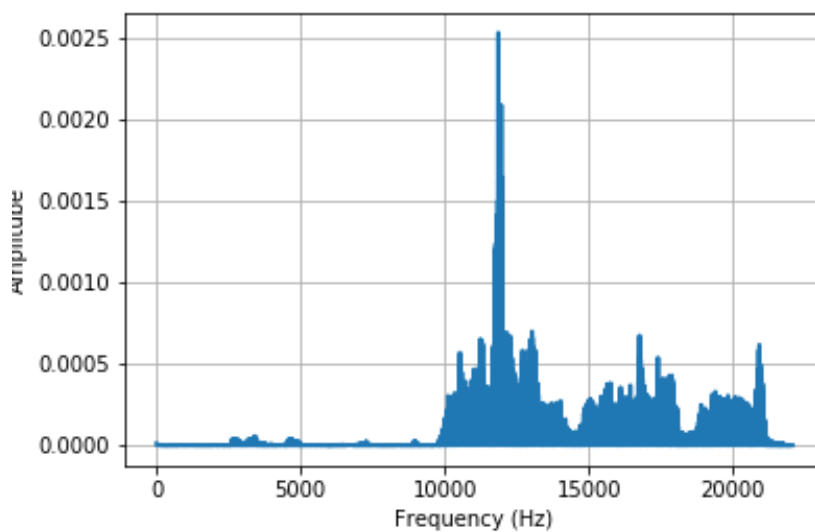
1	<code>nyq = 0.5 * sampling_rate</code>
2	<code>normal_cutoff = cutoff / nyq</code>
3	<code>b, a = butter(order, normal_cutoff, btype='high', analog=False)</code>
4	<code>y = lfilter(b, a, data)</code>

กำหนดให้กรองความถี่ต่ำออกตั้งแต่ 1 kHz ลงมา ใช้ sampling rate ที่ 10 kHz และเป็นตัวกรองแบบ order 2

จากรูปที่ 3.6 และ รูปที่ 3.7 ด้านล่าง แสดงถึงผลการทดสอบที่มาจากขั้นตอนการแปลงเสียงให้เป็นความถี่ตามรูปที่ 3.5 ผลปรากฏว่า สัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ถูกเก็บไว้ภายในโพลเดอร์ โดยกราฟแสดงเวลาในการบันทึกเสียงเป็นไปตามเวลาที่ใช้บันทึก นั่นคือ 5 วินาที ส่วนสัญญาณในโดเมนความถี่ สามารถที่จะกรองความถี่ต่ำในช่วงที่ต่ำกว่า 1 kHz ออกไปได้



รูปที่ 3.6 สัญญาณเสียงในโดเมนของเวลา



รูปที่ 3.7 สัญญาณในโดเมนความถี่

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ภายในบทนี้จะกล่าวถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่ตั้งไว้ก่อนการทดลองจริง อาทิเช่น ขนาดพื้นที่ของบ่อเลี้ยง จิ้งหรีด สัดส่วนของเพศผู้ เพศเมีย การมีพื้นที่ซ่อนตัวและไม่มีพื้นที่ซ่อนตัว มีผลต่อเสียงของจิ้งหรีดหรือไม่ นอกจากนี้ในบทนี้ยังกล่าวถึงสมมติฐานและผลที่ได้จากการทดลองว่ามีความเกี่ยวกันจริงหรือไม่

4.1 การทดลองที่ 1 ขนาดพื้นที่สำหรับเลี้ยงจิ้งหรีด

ในการทดลองแรกนี้จะกล่าวถึงพื้นที่สำหรับใช้เลี้ยงจิ้งหรีดนั้นเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมและเสียงจิ้งหรีดหรือไม่ ซึ่งจะเปรียบเทียบกันระหว่างพื้นที่เลี้ยงขนาดเล็กกับพื้นที่เลี้ยงขนาดใหญ่ นั้นมีความสัมพันธ์อย่างไรกับเสียงและพฤติกรรมของจิ้งหรีด

4.1.1 วิธีการทดลอง

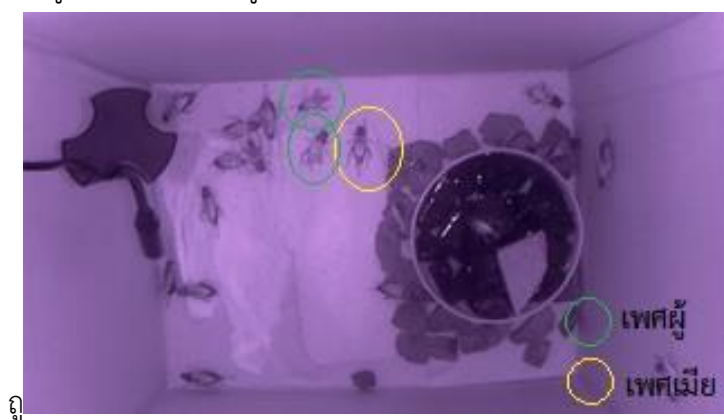
ในการทดลองนี้จะทำการกำหนดเวลาในการทดลอง 30 นาที มีจิ้งหรีดจำนวน 20 ตัว แบ่งให้สัดส่วนเพศผู้และเพศเมียเท่ากัน เป็นจิ้งหรีดที่กำลังหมดอายุขัย และไม่มีที่ซ่อน โดยใช้กล่องขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในการทดลองเพื่อศึกษาพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด

4.1.2 ผลการทดลอง

ซึ่งผลการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ชุด

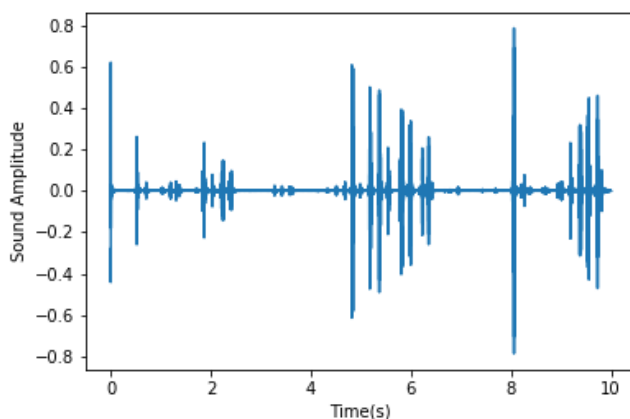
4.1.2.1 การทดลองที่ 1.1 พื้นที่ขนาดเล็ก

จากการทดลองพบว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดเพศผู้ถูกทำให้เสียงเพื่อให้เพศเมียมาสนใจแต่ก็จะมีจิ้งหรีดเพศผู้ตัวอื่นมาขวางดังรูปที่ 4.1

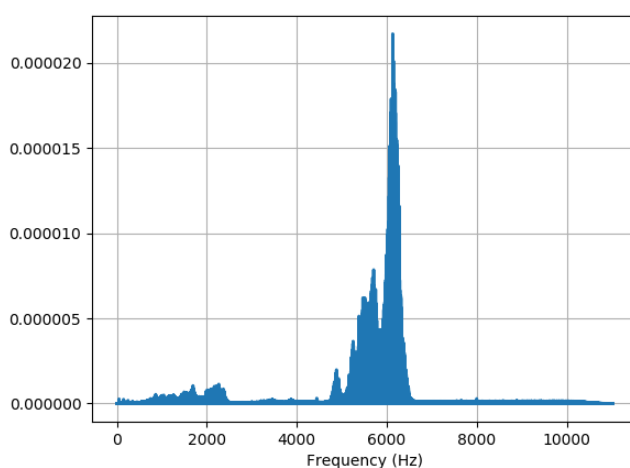


รูปที่ 4.1 พฤติกรรมในการทำเสียงของจิ้งหรีดเพศผู้

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.1 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.2 และ รูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา ในพื้นที่ขนาดเล็ก

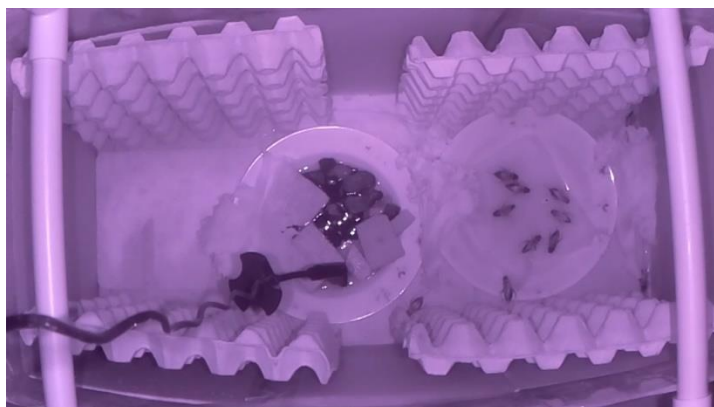


รูปที่ 4.3 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ ในพื้นที่ขนาดเล็ก

จากผลการทดลองที่ 1.1 จะพบว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดในกรณีที่อยู่กันเป็นจำนวนมากเกินไปอาจทำให้เกิดการต่อสู้แย่งชิงพื้นที่ หรือเกิดการต่อสู้แย่งชิงพื้นที่ หรือเกิดความเครียดจนทำเสียงดังผิดปกติในบางครั้ง ระดับเสียงของจิ้งหรีดดังปกติ ส่วนช่วงความถี่อยู่ที่ 6 kHz

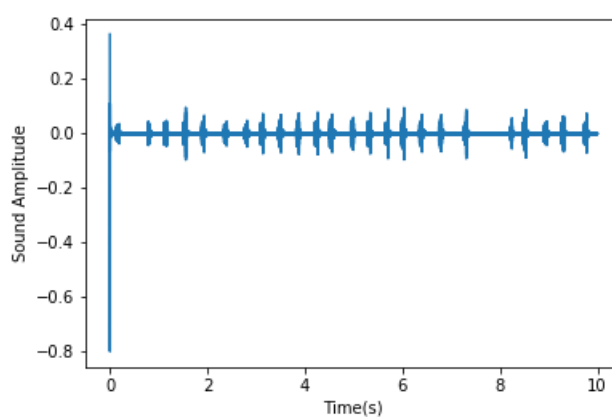
4.1.2.2 การทดลองที่ 1.2 พื้นที่ขนาดใหญ่

จากการทดลองพบว่าจิ้งหรีดส่วนใหญ่นั้นหลบอยู่ในที่ซ่อนแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่ว่าจิ้งหรีดนั้นต้องมีที่ซ่อนตัวจากภัยอันตรายต่าง ๆ ดังรูปที่ 4.4

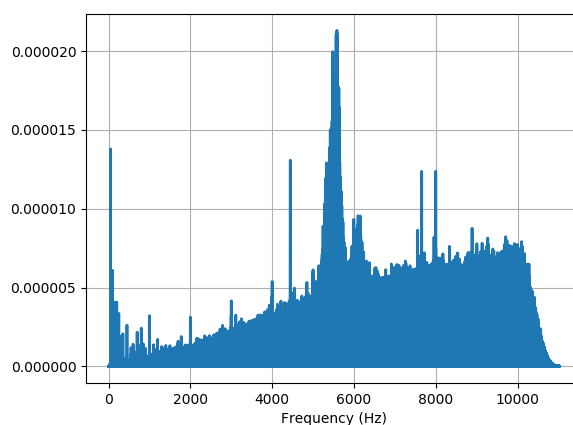


รูปที่ 4.4 พฤติกรรมในการซ่อนตัวของจิ้งหรีด

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.4 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.5 และ รูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา ในพื้นที่ขนาดใหญ่



รูปที่ 4.6 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ ในพื้นที่ขนาดใหญ่

จากผลการทดลองที่ 1.2 จะพบว่าเมื่อมีพื้นที่ค่อนข้างกว้างจึงไม่แสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมา ระดับเสียงของจิ้งหรีดดังปกติ ส่วนช่วงความถี่อยู่ที่ 5.8 kHz

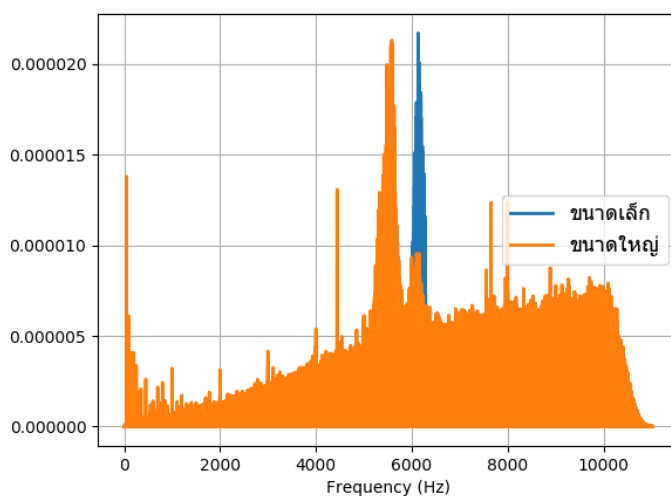
4.1.3 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง จะพบว่าในกรณีที่พื้นที่จิ้งหรีดมีขนาดเล็ก พฤติกรรมของจิ้งหรีดในกรณีที่อยู่กันเป็นจำนวนมากเกินไปอาจทำให้เกิดการต่อสู้แย่งชิงพื้นที่ หรือเกิดการต่อสู้แย่งชิงพื้นที่ หรือเกิดความเครียดจนทำเสียงดังผิดปกติในบางครั้งเนื่องจากพื้นที่อยู่อาศัยมีขนาดเล็ก แต่ในกรณีที่พื้นที่จิ้งหรีดมีขนาดใหญ่ขึ้นจะไม่แสดงพฤติกรรมใด ๆ ออกมา สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของพื้นที่ในการเลี้ยงจิ้งหรีดขนาดเล็กกับใหญ่

	พฤติกรรม	เสียง	ความถี่
พื้นที่ขนาดเล็ก	-ในกรณีที่อยู่กันเป็นจำนวนมากเกินไปอาจทำให้เกิดการต่อสู้แย่งชิงพื้นที่ หรือเกิดความเครียดจนร้องดังผิดปกติในบางครั้ง	-ระดับดังปกติ	อยู่ในช่วง 6 kHz
พื้นที่ขนาดใหญ่	-มีพื้นที่ค่อนข้างกว้าง จึงไม่แสดงพฤติกรรมใด ๆ	-ระดับดังปกติ	อยู่ในช่วง 5.8 kHz

กล่าวโดยสรุปคือพฤติกรรมของจิ้งหรีดในพื้นที่ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ขึ้นมีความสัมพันธ์กับเสียง เนื่องจากช่วงแอมพลิจูดและความถี่ในพื้นที่ขนาดเล็กสูงกว่าแอมพลิจูดในพื้นที่ขนาดใหญ่ และพฤติกรรมของจิ้งหรีดในพื้นที่ขนาดเล็กจะทำเสียงบ่อยกว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดในพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยแสดงได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของความถี่เสียงกับพื้นที่

4.2 การทดลองที่ 2 สัดส่วนระหว่างเพศผู้กับเพศเมีย

ในการทดลองที่ 2 นี้จะกล่าวถึงสัดส่วนระหว่างเพศผู้กับเพศเมียนั้นเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมและเสียงจิ้งหรีดหรือไม่ ซึ่งจะเปรียบเทียบกันจำนวนของเพศผู้และเพศเมียว่ามีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมจิ้งหรีดอย่างไรรวมไปถึงเสียงและความถี่นั้นมีความแตกต่างหรือเหมือนกันกับพฤติกรรมอย่างไร

4.2.1 วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทำการกำหนดเวลาในการทดลอง 30 นาที เป็นจิ้งหรีดที่กำลังหาคู่อยู่ ไม่มีที่ซ่อน และใช้พื้นที่ขนาดเล็ก ในการทดลองประเภทนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุด ดังนี้ ชุดที่ 1 เพศผู้ 20 ตัว ชุดที่ 2 เพศผู้ 15 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว ชุดที่ 3 เพศผู้ 10 ตัว และเพศเมีย 10 ตัว และชุดที่ 4 เพศผู้ 5 ตัว และเพศเมีย 15 ตัว

4.2.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ชุด

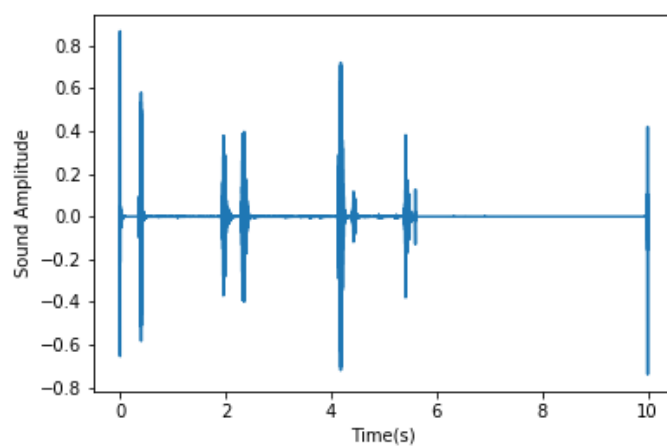
4.2.2.1 การทดลองที่ 2.1 สัดส่วนเพศผู้ 20 ตัว

จากการทดลองพบว่าถ้าเกิดภายในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดมีเพศผู้ 20 ตัว การทำเสียงอาจจะมีบ้างเป็นบางครั้งแต่ไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากภายในบ่อเลี้ยงไม่มีเพศเมียอยู่ซึ่งการทำเสียงส่วนมากของเพศผู้มักจะทำเสียงเพื่อเรียกร้องความสนใจจากเพศเมียให้มาผสมพันธุ์ ดังรูปที่ 4.8

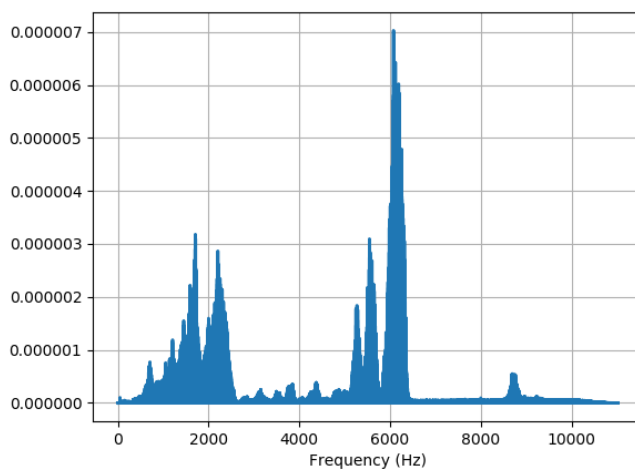


รูปที่ 4.8 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีเพศผู้ 20 ตัว

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.8 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.9 และ รูปที่ 4.10



รูปที่ 4.9 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีเพศผู้ 20 ตัว



รูปที่ 4.10 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีเพศผู้ 20 ตัว

จากผลการทดลองที่ 2.1 จะพบว่าจิ้งหรีดมีการกระจายตัวเป็นจุด ๆ มีการทำเสียงบ้างเป็นบางครั้ง และมีความถี่ประมาณ 6 kHz

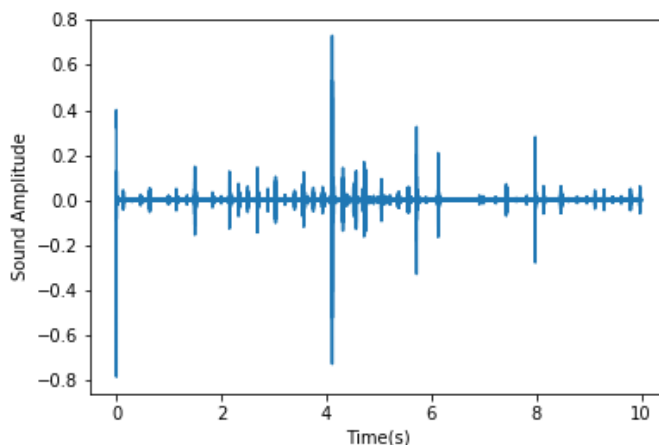
4.2.2.2 การทดลองที่ 2.2 สัตว์ส่วนเพศผู้ 15 ตัว เพศเมีย 5 ตัว

จากการทดลองพบว่าถ้าเกิดภายในบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดมีเพศผู้ 15 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว จะเกิดเสียงจากการถูปีกของจิ้งหรีดมากกว่าการที่มีตัวเมียเพิ่มเข้ามา จิ้งหรีดเพศผู้จึงต้องทำเสียงโดยการถูปีกเพื่อเรียกความสนใจจากจิ้งหรีดเพศเมียนอกจากนี้เมื่อมีจิ้งหรีดเพศผู้ทำเสียงแล้วมีเพศเมียเดินเข้ามาจะพบว่าจะมีจิ้งหรีดเพศผู้ตัวอื่นเข้ามาขัดขวางหรือกั้นไว้ไม่ให้เข้าหาจิ้งหรีดเพศเมีย ดังรูปที่ 4.11

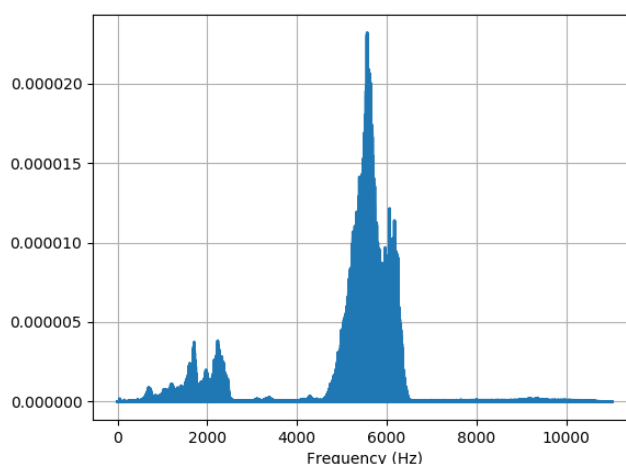


รูปที่ 4.11 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีเพศผู้ 15 ตัว เพศเมีย 5 ตัว

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.11 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.12 และ รูปที่ 4.13



รูปที่ 4.12 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีเพศผู้ 15 ตัว เพศเมีย 5 ตัว

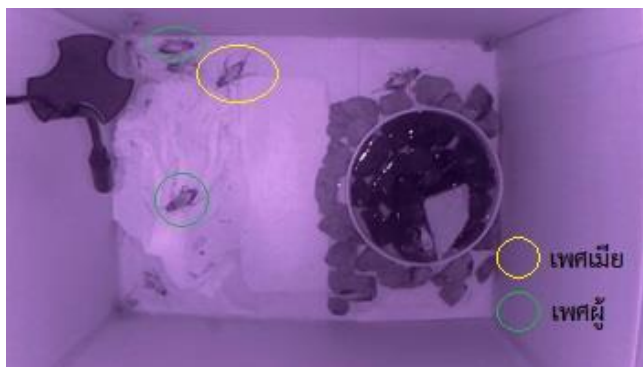


รูปที่ 4.13 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีเพศผู้ 15 ตัว เพศเมีย 5 ตัว

จากผลการทดลองที่ 2.2 จะพบว่าเพศผู้ถูกฝึกเพื่อทำเสียงหาเพศเมียและเพศผู้ตัวอื่นคอยขัดขวางไม่ให้เพศผู้ตัวที่ทำเสียงเข้าใกล้เพศเมียได้ ระดับเสียงของจิ้งหรีดดังและถี่เนื่องจากต้องการให้เพศเมียสนใจ ส่วนช่วงความถี่อยู่ที่ 5.8 kHz

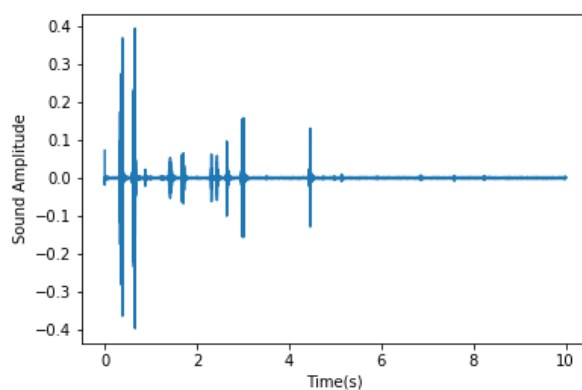
4.2.2.3 การทดลองที่ 2.3 สัตว์ส่วนเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10 ตัว

จากผลการทดลองจะพบว่า มีความคล้ายคลึงกับผลการทดลองที่ 2.2 แต่มีอัตราการทำเสียงของตัวผู้ลดน้อยลงอันเนื่องมาจากจำนวนเพศเมียมีมากขึ้นแล้วจำนวนเพศผู้ลดลงทำให้อัตราการทำเสียงของจิ้งหรีดลดลงไปด้วย ดังรูปที่ 4.19

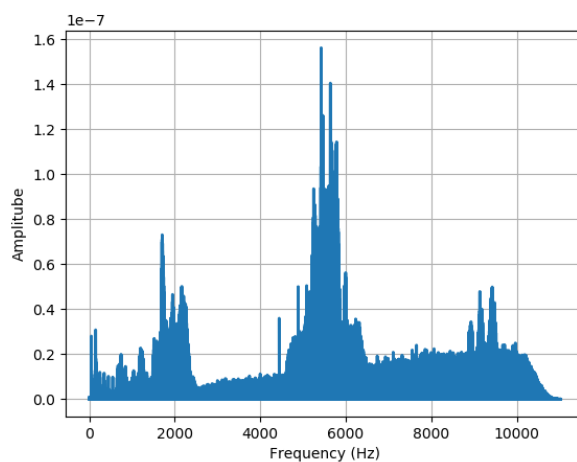


รูปที่ 4.14 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10 ตัว

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.14 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.15 และ รูปที่ 4.16



รูปที่ 4.15 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10 ตัว



รูปที่ 4.16 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีเพศผู้ 10 ตัว เพศเมีย 10 ตัว

จากผลการทดลองที่ 2.3 พบว่ามีลักษณะใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ 2.2 แต่จะมีการถูบทำเสียงที่ค่อนข้างเบา และความถี่จะอยู่ที่ประมาณ 5.8 kHz

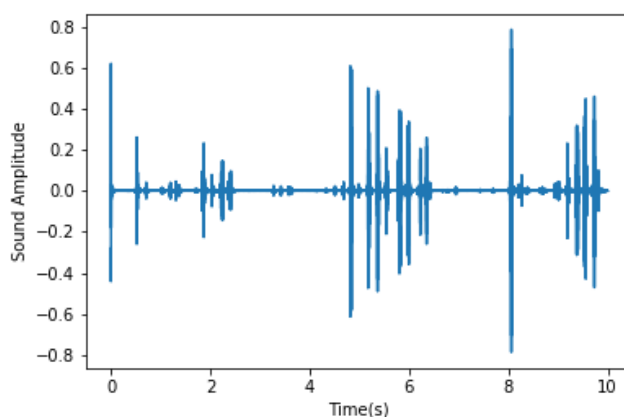
4.2.2.4 การทดลองที่ 2.4 สัตว์ส่วนเพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 15 ตัว

จากการทดลองจะพบว่าเมื่ออัตราการทำเสียงของตัวผู้ที่ตั้งมากขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากจำนวนเพศเมียมีมากขึ้นแล้วจำนวนเพศผู้ลดลงทำให้เพศผู้ต้องถูบทำเสียงที่ก้องกังวานมากกว่าเดิมเพื่อเรียกตัวเมียซึ่งไม่ตรงกับพฤติกรรมของการทดลองที่ 2.1 และ 2.2 ซึ่งมีสัตว์ส่วนเพศผู้มากกว่าในการทดลองที่ 2.4 ดังรูป 4.17

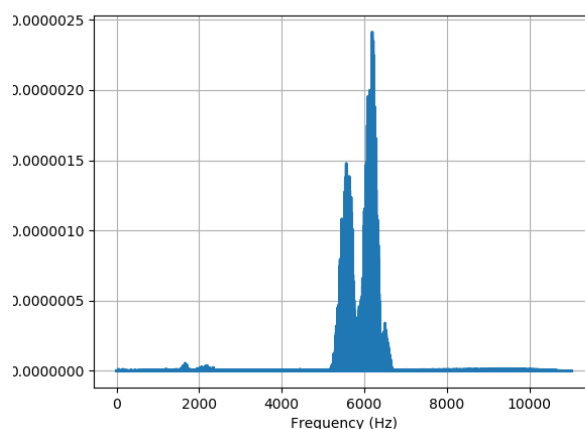


รูปที่ 4.17 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีเพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 15 ตัว

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.17 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.18 และ รูปที่ 4.19



รูปที่ 4.18 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีสัตว์เพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 15 ตัว



รูปที่ 4.19 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีเพศผู้ 5 ตัว เพศเมีย 15 ตัว

จากผลการทดลองที่ 2.4 พบว่าจิ้งหรีดมีพฤติกรรมใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ 2.2 และ 2.3 แต่อัตราการทำเสียงและความถี่ของเพศผู้สูงขึ้น ซึ่งได้ความถี่ประมาณ 6 kHz

4.2.3 สรุปผลการทดลอง

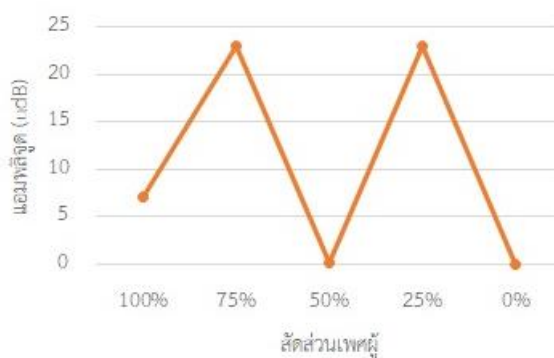
จากผลการทดลองที่ 2.1 จะพบว่าจิ้งหรีดมีการกระจายตัวเป็นจุด ๆ มีการอุปภิกลทำเสียงบ้างเป็นบางครั้ง ส่วนใน ผลการทดลองที่ 2.2 จะพบว่าเพศผู้อุปภิกลทำเสียงหาเพศเมียและเพศผู้ตัวอื่นคอยขัดขวางไม่ให้เพศผู้ตัวที่ทำเสียงเข้าใกล้เพศเมียได้ ระดับเสียงของจิ้งหรีดดังและถี่เนื่องจากต้องการให้เพศเมียสนใจ ส่วนผลในการทดลองที่ 2.3 พบว่ามีพฤติกรรมใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ 2.2 แต่จะมีเสียงที่ค่อนข้างเบาเนื่องจากอัตราเพศเมียมีแนวโน้มสูงขึ้น แต่จากผลการทดลองที่ 2.4 พบว่าจิ้งหรีดมีพฤติกรรมใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ 2.2 และ 2.3 แต่อัตราการทำเสียงและความถี่ของเพศผู้สูงขึ้น ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของสัดส่วนระหว่างจิ้งหรีดเพศผู้และจิ้งหรีดเพศเมีย

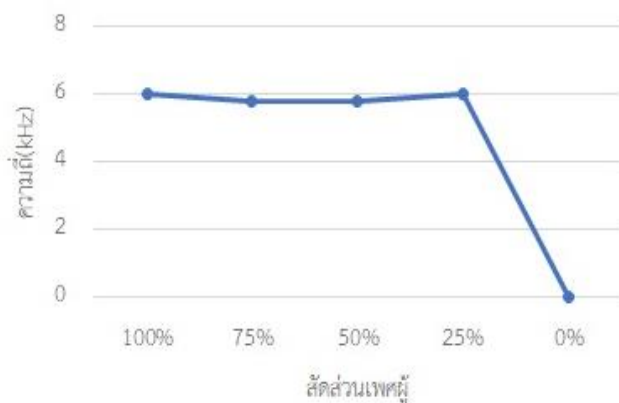
	พฤติกรรม	เสียง	ความถี่
เพศผู้ 20	-กระจายตัวกันอยู่	-มีเสียงบ้างแต่ไม่ถี่	ประมาณ 6 kHz
เพศผู้ 15 เพศ เมีย 5	-เพศผู้อุปภิกลทำเสียงหาเพศ เมีย -เพศผู้ตัวอื่นคอยขัดขวาง ไม่ให้เพศผู้ตัวที่อุปภิกลทำเสียง เข้าใกล้เพศเมียได้	-เสียงดังและถี่ เนื่องจากต้องการให้ เพศเมียสนใจ	ประมาณ 5.8 kHz

เพศผู้ 10 เพศเมีย 10	-เพศผู้ถูกปีกล่าเสียงหาเพศเมีย -เพศผู้ตัวอื่นคอยขัดขวางไม่ให้เพศผู้ตัวที่ถูกปีกล่าเสียงเข้าใกล้เพศเมียได้	-เสียงเบาและไม่มีถี่มากนัก	ประมาณ 5.8 kHz
เพศผู้ 5 เพศเมีย 15	-เพศผู้ถูกปีกล่าเสียงหาเพศเมีย	-เพศผู้ถูกปีกล่าเสียงมากขึ้น	ประมาณ 6 kHz

กล่าวโดยสรุปคือพฤติกรรมของจิ้งหรีดในสัดส่วนเพศผู้และเมียที่ต่างกันั้นนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับเสียง เนื่องจากช่วงแอมพลิจูดไม่แปรผันตามจำนวนสัดส่วนของเพศเมียที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากเพศผู้ต้องถูกปีกล่าเสียงหาเพศเมียในกรณีที่มีสัดส่วนเพศผู้ 75 % จะมีแอมพลิจูดที่สูงกว่า กรณีที่มีสัดส่วนเพศผู้ 50 % แต่กรณีที่มีสัดส่วนเพศผู้ 50 % มีแอมพลิจูดที่ต่ำกว่ากรณีที่มีสัดส่วนเพศผู้ 25 % กรณีที่เพศเมีย 20 ตัวจะไม่ถูกปีกล่าจึงทำให้ไม่เกิดเสียง ดังรูปที่ 4.20 รูป และรูป 4.21



รูปที่ 4.20 แสดงแอมพลิจูดต่ออัตราส่วนเพศผู้



รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่เสียงต่ออัตราส่วนเพศผู้

4.3 การทดลองที่ 3 พื้นที่หลบซ่อนของจิ้งหรีด

ในการทดลองนี้จะกล่าวถึงพื้นที่สำหรับหลบซ่อนตัวของจิ้งหรีดนั้นเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมและเสียงจิ้งหรีดหรือไม่ ซึ่งจะเปรียบเทียบกันระหว่างบ่อเลี้ยงจิ้งหรีดที่ไม่มีที่ซ่อนกับมีที่ซ่อนนั้นมีความแตกต่างกันอย่างไรรวมไปถึงเสียงและความถี่นั้นมีความแตกต่างหรือเหมือนกันกับพฤติกรรมอย่างไร

4.3.1 วิธีการทดลอง

ในการทดลองนี้จะทำการกำหนดเวลาในการทดลอง 30 นาที โดยมีจิ้งหรีดจำนวน 20 ตัว แบ่งให้สัดส่วนเพศผู้และเพศเมียเท่ากัน เป็นจิ้งหรีดที่กำลังหมดอายุขัย จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดใช้พื้นที่ขนาดเล็ก ไม่มีที่ซ่อนและมีที่ซ่อน

4.3.2 ผลการทดลอง

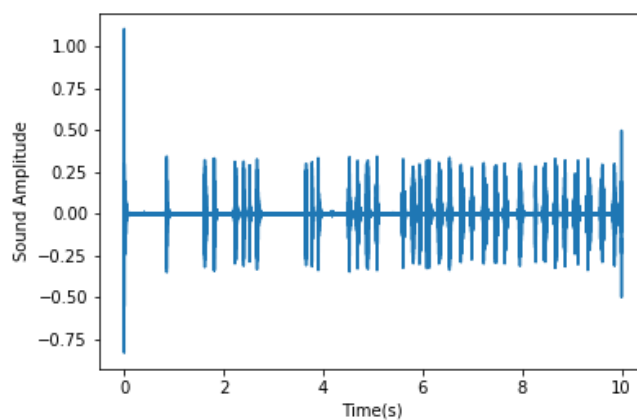
4.3.2.1 การทดลองที่ 3.1 ในกรณีที่ไม่มีพื้นที่หลบซ่อนให้จิ้งหรีด

จากผลการทดลองพบว่า จิ้งหรีดที่ไม่มีพื้นที่หลบซ่อนจะพยายามปีนหรือหาทางหนีออกมาจากบ่อเลี้ยง จึงต้องเผชิญหน้าจิ้งหรีดเพศผู้ตัวอื่น ๆ ทำให้เกิดการต่อสู้กันโดยการต่อสู้ที่เกิดขึ้นมีหลายปัจจัย อาทิเช่น แย่งตัวเมีย รุกล้ำอาณาเขต เป็นต้น ดังรูปที่ 4.22

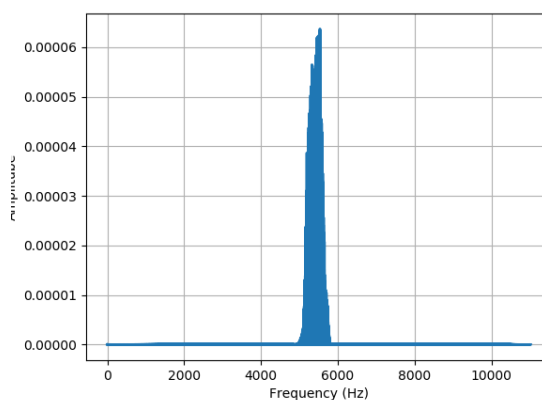


รูปที่ 4.22 พฤติกรรมของจิ้งหรีดไม่มีที่ซ่อน

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.22 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.23 และ รูปที่ 4.24



รูปที่ 4.23 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีไม่มีที่ซ่อน

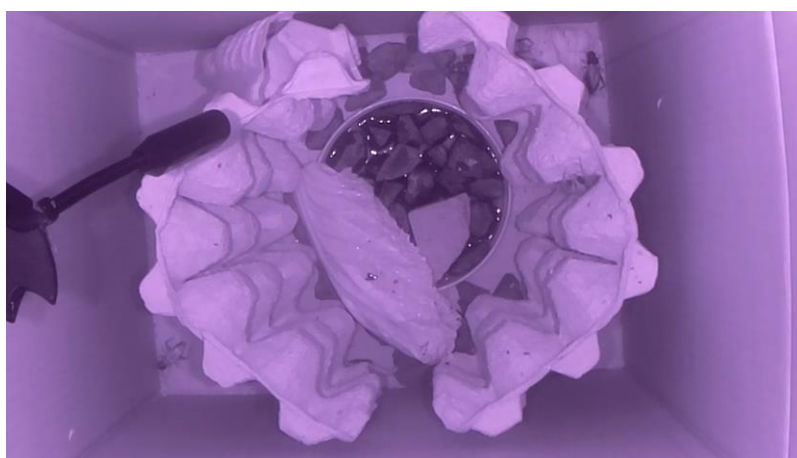


รูปที่ 4.24 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีไม่มีที่ซ่อน

จากผลการทดลองที่ 3.1 จะพบว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดส่วนหนึ่งพยายามปีนขึ้นมาจากบ่อเลี้ยงจิ้งหรีด มีการถูปีกเสียงดังเนื่องจากจะต้องเผชิญหน้ากันโดยไม่มีที่ซ่อน มีช่วงความถี่อยู่ที่ 5.8 kHz

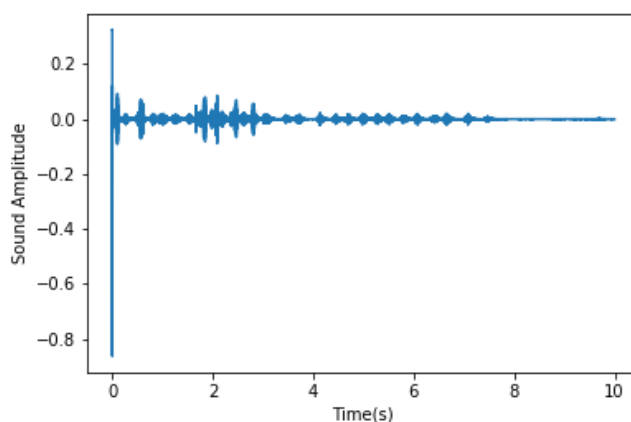
4.3.2.2 การทดลองที่ 3.2 ในกรณีที่มีพื้นที่หลบซ่อนให้จิ้งหรีด

จากผลการทดลองพบว่า บ่อจิ้งหรีดที่มีที่ซ่อนจะไม่ค่อยพบพฤติกรรมของจิ้งหรีดในขณะที่ถูปีกทำเสียงมากนัก เนื่องจากจิ้งหรีดหลายตัวถูปีกทำเสียงแต่หลบซ่อนอยู่ในที่ซ่อนดังรูปที่ 4.25

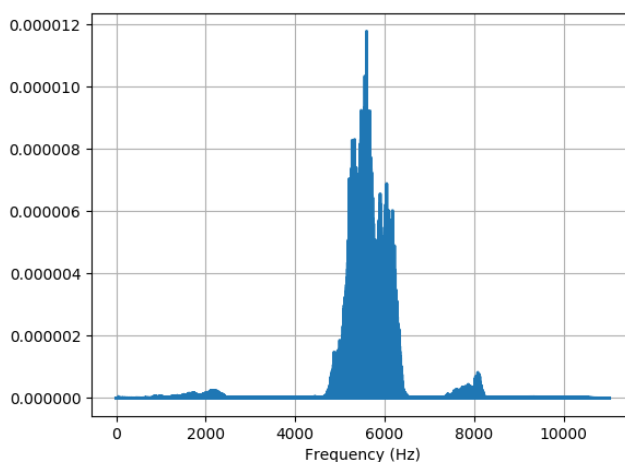


รูปที่ 4.25 พฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีที่ซ่อน

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.25 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.26 และ รูปที่ 4.27



รูปที่ 4.26 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีมีที่ซ่อน



รูปที่ 4.27 สัญญาณเสียงของจังหวัดในโดเมนความถี่ กรณีมีที่ซ่อน

จากผลการทดลองที่ 3.2 จะพบว่าพฤติกรรมของจังหวัดส่วนใหญ่จะหลบซ่อนตัวอยู่ภายในที่ซ่อนและถูกทำเสียงดังพอสมควร มีช่วงความถี่อยู่ที่ 5.8 kHz

4.3.3 สรุปผลการทดลอง

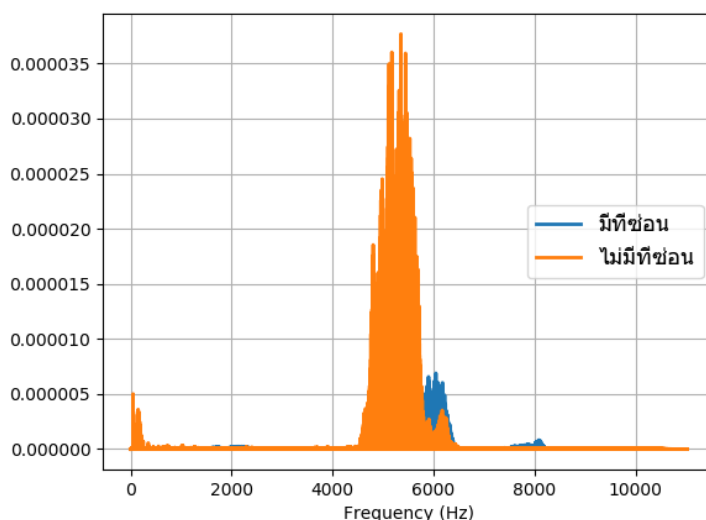
จากผลการทดลองที่ 3.1 จะพบว่าพฤติกรรมของจังหวัดส่วนหนึ่งพยายามป็นขึ้นมาจากบ่อเลี้ยงจังหวัด มีเสียงดังเนื่องจากจะต้องเผชิญหน้ากันโดยไม่มีที่ซ่อน ซึ่งมีพฤติกรรมต่างจากการทดลองที่ 3.2 ซึ่งพบว่าพฤติกรรมของจังหวัดส่วนใหญ่จะหลบซ่อนตัวอยู่ภายในที่ซ่อนและมีการถูกทำเสียงดังพอสมควร ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของบ่อจังหวัดที่มีที่ซ่อนและไม่มีที่ซ่อน

	พฤติกรรม	เสียง	ความถี่
แบบไม่มีที่ซ่อน	-จังหวัดส่วนหนึ่ง พยายามป็นขึ้นมาจาก บ่อเลี้ยงจังหวัด	-มีเสียงดังแบบปกติถ้า มีสัดส่วนตัวผู้ตัวเมียที่ เหมาะสม	5.8 kHz
แบบมีที่ซ่อน	-จังหวัดหลบซ่อนตัว อยู่ภายในที่ซ่อน	-มีเสียงดังแบบปกติถ้า มีสัดส่วนตัวผู้ตัวเมียที่ เหมาะสม	5.8 kHz

กล่าวโดยสรุปคือพฤติกรรมของจังหวัดที่มีที่ซ่อนและไม่มีที่ซ่อนนั้นมีความสัมพันธ์กับเสียงเนื่องจากช่วงแอมพลิจูดในช่วงที่ไม่มีที่ซ่อนจะมีค่าสูงกว่าแอมพลิจูดช่วงมีที่ซ่อนและช่วงไม่มีที่ซ่อนมี

โอกาสที่จิ้งหรีดเพศผู้และเพศเมียเจอกันได้ง่ายกว่า ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จิ้งหรีดจะเห็นและถูंपักทำเสียงหาตัวเมียได้ง่ายกว่าจึงทำให้เสียงจากการถูंपักในช่วงที่ไม่มีที่ซ่อนดังกว่าซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ของความถี่เสียงกับพื้นที่ที่มีซ่อนและไม่มีที่ซ่อน

4.4 การทดลองที่ 4 อายุของจิ้งหรีด

ในปัจจัยสุดท้ายนี้จะกล่าวถึงอายุขัยของจิ้งหรีดเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมและเสียงจิ้งหรีดหรือไม่ ซึ่งจะเปรียบเทียบกันระหว่างจิ้งหรีดโตเต็มวัยกับจิ้งหรีดกำลังจะหมดอายุขัยนั้นความแตกต่างกันอย่างไรรวมถึงเสียงและความถี่นั้นมีความแตกต่างหรือเหมือนกันกับพฤติกรรมอย่างไร

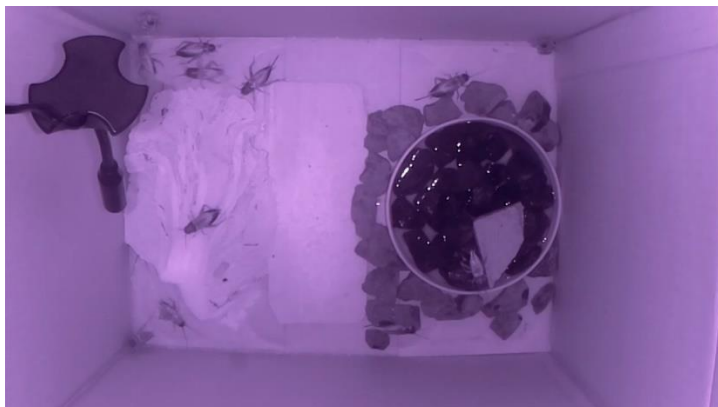
4.4.1 วิธีการทดลองที่ 4 อายุของจิ้งหรีด

ในการทดลองนี้จะทำการกำหนดเวลาในการทดลอง 30 นาที โดยมีจิ้งหรีดจำนวน 20 ตัว แบ่งให้สัดส่วนเพศผู้และเพศเมียเท่ากัน ใช้พื้นที่ขนาดเล็ก ไม่มีที่ซ่อน จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด จิ้งหรีดกำลังโตเต็มวัย และจิ้งหรีดกำลังหมดอายุขัย

4.4.2 ผลการทดลอง

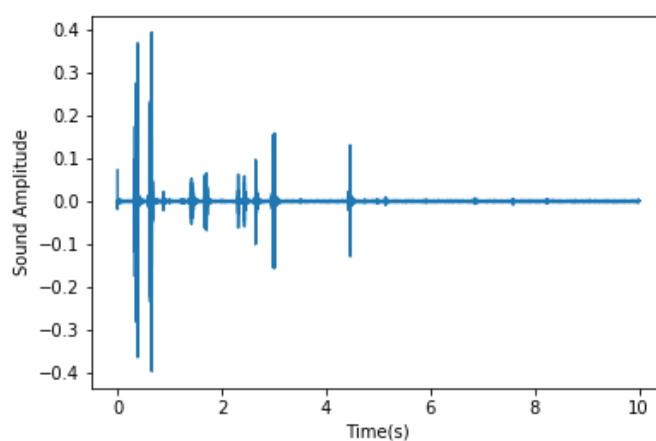
4.4.2.1 การทดลองที่ 4.1 ในกรณีที่จิ้งหรีดกำลังหมดอายุขัย

จากผลการทดลองพบว่าช่วงกำลังหมดอายุขัย จิ้งหรีดเพศผู้จะถูंपักด้วยเสียงที่เบา และพฤติกรรมในการต่อสู้กันจะไม่รุนแรงมากนัก ส่วนเพศเมียมีโอกาสวางไข่แล้วฟักเป็นตัวน้อย ซึ่งจะแสดงดังรูปที่ 4.29

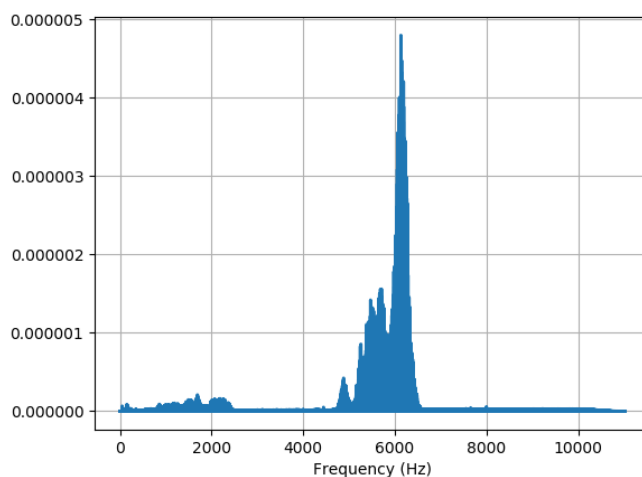


รูปที่ 4.29 พฤติกรรมในการทำเสียงของจิ้งหรีดที่กำลังหมดอายุขัย

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.29 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ได้ดังรูปที่ 4.30 และ รูปที่ 4.31



รูปที่ 4.30 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีจิ้งหรีดที่กำลังหมดอายุขัย

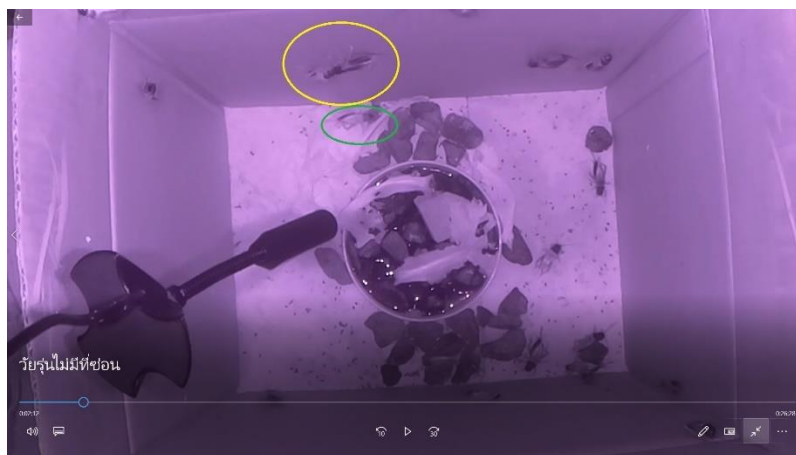


รูปที่ 4.31 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีจิ้งหรีดที่กำลังหมดอายุขัย

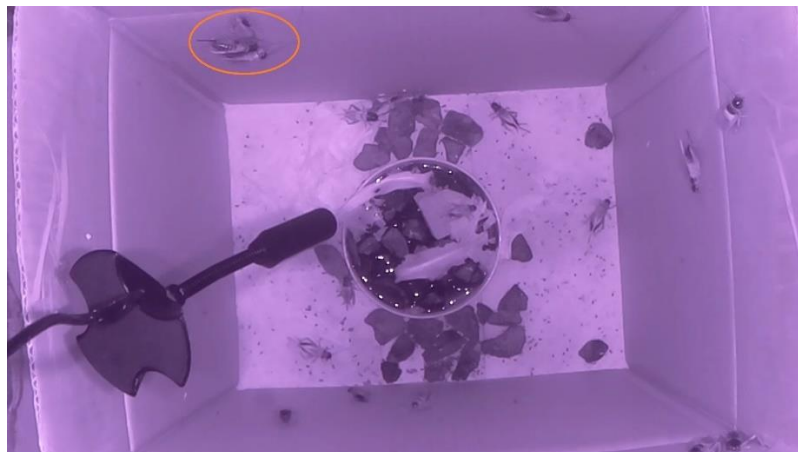
จากผลการทดลองที่ 4.1 พบว่าจิ้งหรีดมีอาการก้าวร้าวน้อยลงมากเสียงเริ่มแผ่วเบา ช่วงความถี่ประมาณ 6 kHz

4.4.2.2 การทดลองที่ 4.2 ในกรณีที่จิ้งหรีดโตเต็มวัย

จากผลการทดลองพบว่า จิ้งหรีดที่อยู่สภาพโตเต็มวัย เพศชายจะถูกลูกเสียงเสียงดัง และมีพฤติกรรมก้าวร้าวกับจิ้งหรีดที่อ่อนแอกว่า ส่วนเพศเมียก็พร้อมที่จะวางไข่ผสมพันธุ์ ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.32 และรูปที่ 4.33

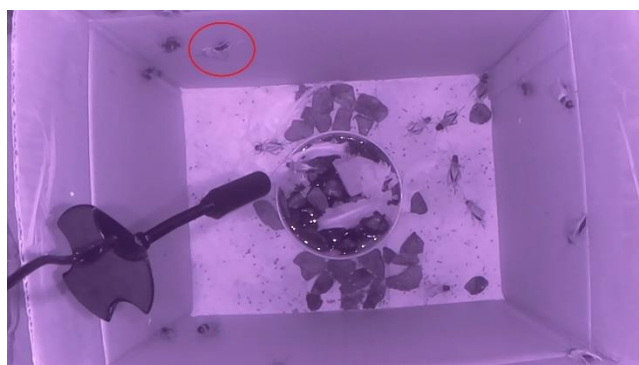


รูปที่ 4.32 แสดงถึงพฤติกรรมการต่อสู้กันของจิ้งหรีดเพศผู้ในช่วงที่โตเต็มวัย



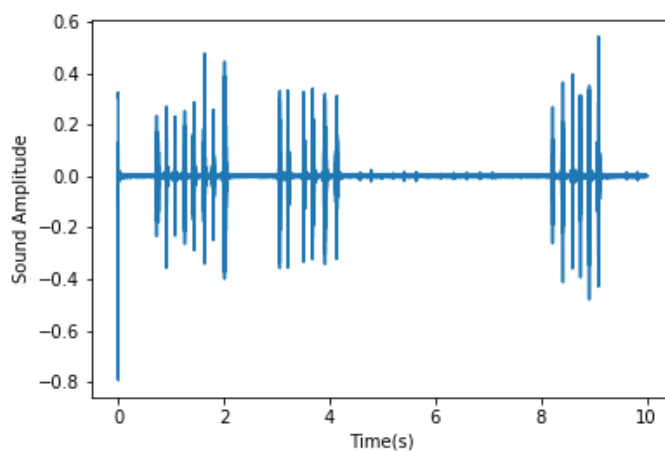
รูปที่ 4.33 พฤติกรรมการพยายามจะสับสนกันของเพศผู้และเพศเมีย

จากรูปที่ 4.33 ในเหตุการณ์ก่อนหน้านั้นจิ้งหรีดเพศผู้ได้ถูกเสียงดังเพื่อให้เพศเมียเข้ามาหา ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.34

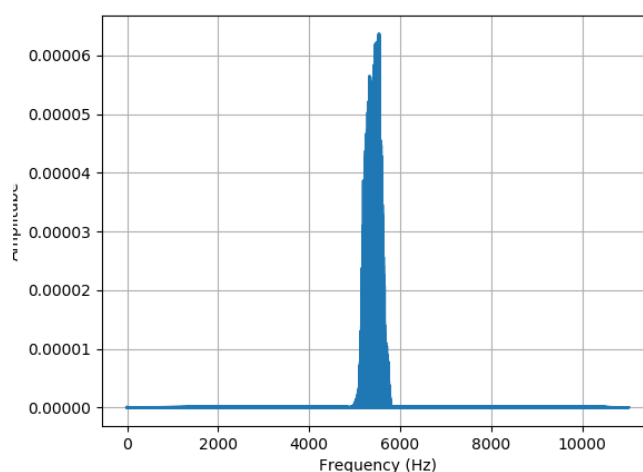


รูปที่ 4.34 พฤติกรรมในการทำเสียงของจิ้งหรีดที่กำลังโตเต็มวัย

จากนั้นนำเสียงที่ได้จากการบันทึกจากรูปที่ 4.34 แสดงให้อยู่ในสัญญาณเสียงในโดเมนเวลา และความถี่ดังรูปที่ 4.35 และ รูปที่ 4.36 จิ้งหรีดที่กำลังโตเต็มวัย



รูปที่ 4.35 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเวลา กรณีจิ้งหรีดที่กำลังโตเต็มวัย



รูปที่ 4.36 สัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนความถี่ กรณีจิ้งหรีดที่กำลังโตเต็มวัย

จากผลการทดลองที่ 4.2 จะพบว่า จิ้งหรีดที่โตเต็มวัยอาการก้าวร้าวอย่างเห็นได้ชัด ทั้งการสู้กันเพื่อแย่งเพศเมีย หรือแย่งอาณาเขต มีการอุปถัมภ์เสียงดัง ความถี่นั้นอยู่ในช่วง 5.8 kHz

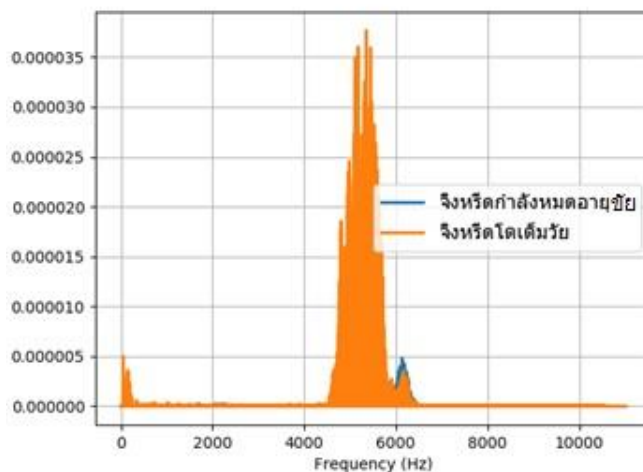
4.4.4 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ 4.1 พบว่าจิ้งหรีดมีอาการก้าวร้าวน้อยลงมากเสียงเริ่มแผ่วเบา ต่างจากผลการทดลองที่ 4.2 จะพบว่า จิ้งหรีดที่โตเต็มวัยอาการก้าวร้าวอย่างเห็นได้ชัด ทั้งการสู้กันเพื่อแย่งเพศเมีย หรือแย่งอาณาเขต และมีเสียงดัง ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของจิ้งหรีดที่โตเต็มวัยกับจิ้งหรีดกำลังหมดอายุขัย

	พฤติกรรม	เสียง	ความถี่
จิ้งหรีดกำลังหมดอายุขัย	-มีอาการก้าวร้าว น้อยลงมาก	-เสียงเริ่มแผ่วเบา	6 kHz
จิ้งหรีดที่โตเต็มวัย	-มีอาการก้าวร้าวอย่าง เห็นได้ชัด ทั้งการสู้กัน เพื่อแย่งเพศเมีย หรือ แย่งอาณาเขต	-มีเสียงดัง	5.8 kHz

กล่าวโดยสรุปคือพฤติกรรมของจิ้งหรีดกำลังหมดอายุขัยและโตเต็มวัยนั้นมีความสัมพันธ์กับเสียง เนื่องจากช่วงแอมพลิจูดของจิ้งหรีดกำลังหมดอายุขัยมีค่าแอมพลิจูดต่ำและมีพฤติกรรมที่มีอาการก้าวร่วมน้อยลงมาก ต่างจากจิ้งหรีดที่โตเต็มวัยที่มีค่าแอมพลิจูดสูง และมีพฤติกรรมที่จะมีอาการก้าวร้าวอย่างเห็นได้ชัด ทั้งการสู้กันเพื่อแย่งเพศเมีย หรือแย่งอาณาเขต ดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ของความถี่เสียงกับอายุของจิ้งหรีด

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำการทดลองระบบบันทึกภาพและเสียงสามารถนำใช้งานในการบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีดได้ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนสัญญาณเสียงของจิ้งหรีดในโดเมนเสียงให้เป็นความถี่ได้

จากการทดลองที่ 1 พบว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดในพื้นที่ขนาดเล็กและขนาดใหญ่มีความสัมพันธ์กับเสียง เนื่องจากช่วงแอมพลิจูดและความถี่ในพื้นที่ขนาดเล็กสูงกว่าแอมพลิจูดในพื้นที่ขนาดใหญ่ และพฤติกรรมของจิ้งหรีดในพื้นที่ขนาดเล็กจะถูกรบกวนน้อยกว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดในพื้นที่ขนาดใหญ่ จากการทดลองที่ 2 พฤติกรรมของจิ้งหรีดในสัดส่วนเพศผู้และเมียที่ต่างกันนั้นไม่มีความสัมพันธ์กับเสียง เนื่องจากช่วงแอมพลิจูดไม่แปรผันตามจำนวนสัดส่วนของเพศเมียที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเพศผู้ต้องถูกรบกวนเพื่อหาเพศเมียในกรณีที่มีสัดส่วนเพศผู้ 75 % จะมีแอมพลิจูดที่สูงกว่ากรณีที่มีสัดส่วนเพศผู้ 50 % แต่กรณีที่มีสัดส่วนเพศผู้ 50 % มีแอมพลิจูดที่ต่ำกว่ากรณีที่มีสัดส่วนเพศผู้ 25 % จากการทดลองที่ 3 พบว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดแบบมีที่ซ่อนและไม่มีที่ซ่อนนั้นมีความสัมพันธ์กับเสียง เนื่องจากช่วงแอมพลิจูดในช่วงที่ไม่มีที่ซ่อนจะมีค่าสูงกว่าแอมพลิจูดในช่วงที่มีที่ซ่อน โดยแบบไม่มีที่ซ่อนมีโอกาสที่จิ้งหรีดเพศผู้และเพศเมียจะเจอกันได้ง่ายกว่า ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จิ้งหรีดจะเห็นและถูกรบกวนหาตัวเมียได้ง่ายกว่าจึงทำให้เสียงในช่วงที่ไม่มีที่ซ่อนดังกว่า จากการทดลองที่ 4 พบว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดในช่วงที่กำลังหาคู่และช่วงโตเต็มวัยนั้นมีความสัมพันธ์กับเสียง เนื่องจากช่วงแอมพลิจูดของจิ้งหรีดที่กำลังหาคู่มีค่าแอมพลิจูดต่ำและมีพฤติกรรมที่มีอาการก้าวร้าวอย่างเห็นได้ชัด ต่างจากจิ้งหรีดที่โตเต็มวัยที่มีค่าแอมพลิจูดสูง และมีพฤติกรรมที่จะมีอาการก้าวร้าวอย่างเห็นได้ชัด ทั้งการสู้กันเพื่อแย่งเพศเมีย หรือแย่งอาณาเขต ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดที่มีความสัมพันธ์กับเสียงนั้นโดยส่วนมากแล้วจะเกี่ยวข้องกับการ ถูกรบกวนหาเพศเมียเพื่อดึงดูดความสนใจในการผสมพันธุ์และการแย่งอาณาเขตกัน แต่พฤติกรรมอย่างอื่น อาทิเช่น การต่อสู้กันของจิ้งหรีด ความหิว หรืออุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง ยังไม่มีความชัดเจนเกี่ยวกับพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและทดลองพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นคือไม่สามารถบันทึกเสียงของจิ้งหรีดเพียงตัวเดียวแล้วศึกษาพฤติกรรมของจิ้งหรีดตัวนั้นตลอด รวมถึงปัจจัยภายนอกต่างๆ อาทิเช่นเสียงจิ้งหรีดที่อยู่ภายในป่าอาจจะไปปนกับเสียงจิ้งหรีดที่ได้ทำการเลี้ยงไว้ในบ่อ ในอนาคตถ้ามีเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับให้จิ้งหรีดอยู่จะช่วยในการศึกษาพฤติกรรมได้ดีขึ้นมากกว่านี้

บรรณานุกรม

- [1] เพิ่มสิทธิ ชาตกุลวัฒน์ และทัศนีย์ แจ่มจรรยา, ” การวิเคราะห์ชนิดจิ้งหรีดโดยใช้ลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์และการทำเสียงในจิ้งหรีดเพศผู้, ” การประชุมทางวิชาการเสนองานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11, ขอนแก่น, วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2553, หน้า 798 - 805
- [2] กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). พัฒนา IOT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตเดีย. หน้า 467 - 482.
- [3] นพ มหิษานนท์. (2560). การติดตั้งและใช้งาน Raspberry Pi. นนทบุรี: คอร์ฟังกซ์. หน้า 27 - 71.
- [4] Langen, D. J. (2019). Playing and Recording Sound in Python. แหล่งข้อมูล: <https://realpython.com/playing-and-recording-sound-python>. ค้นเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2562.
- [5] Luiz, M. (2013). Learning Python. 5th ed.: O'Reilly Media. pp. 387 – 414

ภาคผนวก

ภาคผนวก

1. โปรแกรมบันทึกภาพและเสียงของจิ้งหรีด
2. โปรแกรมแปลงเวลาให้เป็นความถี่
3. ไมโครโฟนสำหรับ Raspberry Pi
4. Camera Pi Night version
5. Raspberry Pi 3B+

```

import numpy as np
import sounddevice as sd
from scipy.io.wavfile import write
from picamera import PiCamera
from time import sleep

def Record_sound(fs,seconds):
    camera.start_preview()
    print("Start Recording VDO and sound")
    myrecording = sd.rec(np.random.randn(int(seconds * fs))/10, samplerate=fs, channels=1,blocking = 'True')
    camera.start_recording('./VDO/myvdo%s.h264'%i)
    sleep(10)
    sd.wait() # Wait until recording is finished
    camera.stop_recording()
    print("End Recording VDO and sound")
    camera.stop_preview()
    write("./sound/sounds%.2f.wav"%i ,fs,myrecording)
    return fs,seconds

fs = 44100 # Sample rate
seconds = 10 # Duration of recording

camera = PiCamera()
camera.rotation = 180
camera.resolution = (640,480)
camera.framerate = 24

for i in range(3):#จำนวนชั่วโมงที่ต้องการบันทึก
    Record_sound(fs,seconds)

```

รูปที่ 1 โปรแกรมบันทึกภาพและเสียงของจิ๋งหรีด

```

import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from scipy.fftpack import fft,rfft
from glob import glob
import librosa as lr
from scipy.signal import butter, lfilter, freqz, filtfilt

def butter_highpass(cutoff, sampling_rate, order):
    nyq = 0.5 * sampling_rate
    normal_cutoff = cutoff / nyq
    b, a = butter(order, normal_cutoff, btype='high', analog=False)
    return b, a

def butter_highpass_filter(data, cutoff, sampling_rate, order):
    b, a = butter_highpass(cutoff, sampling_rate, order)
    y = lfilter(b, a, data)
    return y

#data_dir = 'C:/Users/Lenovo/Desktop/Database-project/25-02-2020/sous'
#data_f = 'C:/Users/Lenovo/Desktop/Database-project/25-02-2020/frequecry'
#data_t = 'C:/Users/Lenovo/Desktop/Database-project/25-02-2020/time'
data_dir = 'C:/Users/Lenovo/Desktop/การทดลอง/ทดสอบตัวผู้ ตัวเมีย แบบ ไม่มีที่ซ่อน/1.ทดสอบจึงหรีดแบบตัวผู้ 20 ตัว/sound reduce'
data_pic = 'C:/Users/Lenovo/Desktop/การทดลอง/ทดสอบตัวผู้ ตัวเมีย แบบ ไม่มีที่ซ่อน/1.ทดสอบจึงหรีดแบบตัวผู้ 20 ตัว/freq and time'

audio_file = glob(data_dir + '/*.wav')

for file in range(0,len(audio_file),1):
    # Time Domain
    # bring Sound have .wav Crate X-Axis Y-Axis
    audio, sfreq = lr.load(audio_file[file])
    time = np.arange(0,len(audio))/(sfreq)
    fss = sfreq * 2
    #print(fss)
    fig, ax = plt.subplots()
    ax.plot(time,audio)
    ax.set(xlabel='Time(s)',ylabel='Sound Amplitude')
    #fig.savefig(data_t + '/TimeDomain%s.png'%file)
    fig.savefig(data_pic + '/TimeDomain%s.png'%file)

    # Frequency Domain
    # Crate X-axis Frequency
    n = np.size(audio)
    fr = (fss/2)*np.linspace(0,1,n/2)
    yf = fft(audio)
    x_m = (2/n)* abs(yf[0:n.size(fr)])
    #Low filter
    cutoff = 1000 # Hz
    sampling_rate = 10000 #Hz # อัตราการสุ่ม 1Hz คือ สุ่ม 1 ใน 1วินาที ในทางเป็นจริงต้องสุ่ม 10 เท่า
    order = 2
    y = butter_highpass_filter(x_m, cutoff, sampling_rate, order)

    fig, ax = plt.subplots()
    ax.plot(fr,abs(y),linewidth=2)
    ax.set(xlabel='Frequency (Hz)',ylabel='Amplitube')
    plt.grid()
    #fig.savefig(data_f + '/FrequencyDomain%s.png'%file)
    fig.savefig(data_pic + '/FrequencyDomain%s.png'%file)

```

รูปที่ 2 โปรแกรมแปลงเวลาให้เป็นความถี่

รายละเอียดสินค้า

USB Desktop Microphone for Raspberry Pi

Raspberry Pi 3 USB drive-free microphone! Raspberry 2/3 are applicable! USB connected to the computer, plug and play, 360 ° rotation, any bending!

* Color black

Product Specifications:

- Sensitivity: -47dB \pm 4dB
- Sensitivity reduction: -3dB at 1.5V
- Working voltage: 4.5V
- Frequency response: 100 ~ 16kHz
- Signal to noise ratio: More than -67dB
- Line length: 0.7-0.9M

ตัวอย่างการใช้ คลิก

รูปที่ 3 คุณสมบัติของไมโครโฟน

Specification:

1. OV5647 sensor
2. Pixel: 5 megapixel
3. Lens : 1/4 5M
4. CCD size: 1 / 4inch
5. Aperture (F): 1.8
6. Focal Length: 3.6mm adjustable
7. Diagonal angle: 60 degree
8. Sensor best resolution: 1080p
9. 4 screw holes : used for attachment and connect power (3.3V output)
10. Dimension: 25mm x 24mm

Can access sensitive lights

Four screw holes can be installed Sensitive infrared light Or other fill light , you can switch freely , no longer worried about the light is too weak, underexposed.

Sensitive infrared light

Transparent lights for 1W high power infrared light photoreceptor 850

Photoresistor : detecting ambient light intensity

Adjustable resistance: open automatically adjust the ambient light intensity of infrared light threshold

Hardware connection:

1. Soft cable, 90 degree vertical connector, HDMI port next to that. Connect the contact side toward the HDMI connector.
2. Remove the protective film before using the lens
3. Bare board, pay attention to ESD damage, beware of static!

Software use:

1. RPi firmware and raspi-config has been updated for the camera, please perform apt-get update; apt-get upgrade;
2. raspi-config select the camera, start the RPi firmware in the camera driver, and then restart
3. Use the command line program raspivid and raspistill operation camera, capture video clips or images
4. capture the video clips need to use mplayer player

How to broadcast the data of the camera through the network broadcast:

through the nc command (ncat - Concatenate and redirect sockets) will be the camera input data, directly redirect to the network port to achieve output .

รูปที่ 4 คุณสมบัติของกล้อง Camera Pi

Specifications

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memory:	1GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE ■ Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps) ■ 4 × USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 × full size HDMI ■ MIPI DSI display port ■ MIPI CSI camera port ■ 4 pole stereo output and composite video port
Multimedia:	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage
Input power:	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5V/2.5A DC via micro USB connector ■ 5V DC via GPIO header ■ Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature, 0–50 °C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b+
Production lifetime:	The Raspberry Pi 3 Model B+ will remain in production until at least January 2023.



raspberrypi.org



รูปที่ 5 คุณสมบัติของ Raspberry Pi 3B+

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงจิ้งหรีด

Study the relationship between behavior and sound of cricket

ณัฐชัย คล้ายพิทักษ์ , ประภรชวัต สายสุวรรณ , สิทธิชัย สายวงศ์ และ ธนกร ลิ้มสุวรรณ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี thanakorn.l@ubu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด การบันทึกเสียงและภาพเคลื่อนไหวของจิ้งหรีดโดยใช้ รัสเบอร์พาย และการแปลงเสียงจิ้งหรีดให้อยู่ในรูปแบบความถี่ด้วยหลักการฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมของจิ้งหรีดในกิริยาบทต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับเสียงของจิ้งหรีด อีกทั้งข้อมูลจากการวิเคราะห์ยังสามารถพัฒนาคุณภาพในการเลี้ยงจิ้งหรีดของเกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถเลี้ยงจิ้งหรีดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพิ่มยอดในการขายจิ้งหรีดให้มากขึ้นด้วย

คำสำคัญ: จิ้งหรีด เสียง ภาพเคลื่อนไหว ความถี่ ฟาสฟูเรียร์ทรานฟอร์ม

Abstract

This research presents the study of the relationship between behavior and the sound of crickets. Recording video and sound of the cricket using Raspberries pies and conversion sounds to the frequency of crickets patterns with the fast Fourier transform principle. The results showed that the behavior of crickets in different actions. It is associated with the sound of crickets Moreover, the data from the analysis can improve the quality of the cricket raising of farmers. So that farmers can raise crickets more efficiently and increase cricket sales as well.

Keywords: Crickets, Sounds, Videos, Frequency, Fast Fourier transform

1. บทนำ

ปัจจุบันการบริโภคจิ้งหรีดเป็นอาหาร ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นอาหารที่มีโปรตีนสูงและปลอดภัยจากสารพิษ ดังนั้นการเลี้ยงจิ้งหรีดถือว่าเป็นที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร ได้เป็นจำนวนมากและมีต้นทุนในการเลี้ยงต่ำ ความ

ต้องการของเกษตรกร คือต้องการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างเสียงของจิ้งหรีดกับพฤติกรรมจิ้งหรีด เพื่อปรับปรุงวิธีการเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนและคุณภาพของจิ้งหรีด ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดที่จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเสียงกับพฤติกรรมของจิ้งหรีดในบริบทต่าง ๆ ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร เพื่อให้เกษตรกรได้เข้าใจถึงความหมายของเสียงที่จิ้งหรีดร้องออกไป โดยสร้างระบบวัดเสียงและบันทึกภาพจิ้งหรีด

ระบบวัดเสียงและบันทึกภาพของจิ้งหรีด เป็นอุปกรณ์ที่นำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มาประยุกต์ใช้กับความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ไมโครโฟนในการรับเสียง พร้อมทั้งติดตั้งกล่องขนาดเล็ก ทำการบันทึกภาพและเสียง วิเคราะห์และประมวลผลด้วย Raspberry Pi ทำให้สามารถแยกแยะเสียงของจิ้งหรีดที่ร้องออกมาในบริบทต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้ยังสามารถนำระบบไปประยุกต์ใช้ในสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ ได้

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 จิ้งหรีด

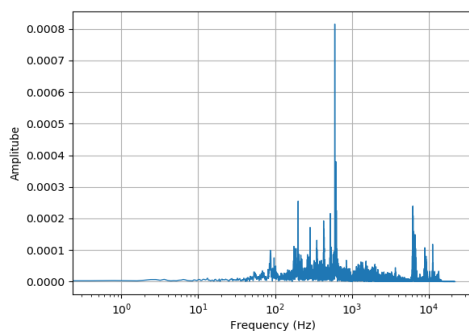
จิ้งหรีดเป็นแมลงเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่นิยมเลี้ยงและนำมาบริโภคทั่วทุกภาคของประเทศไทยเนื่องจากมีรสชาติอร่อยกรอบ มัน และมีคุณค่าทางอาหารสูง เพราะให้สารอาหารที่มีโปรตีนสูง ปลอดภัยจากสารพิษ รักษาโรคขาดสารอาหารได้ เลี้ยงง่าย ขยายพันธุ์เร็ว ให้ผลผลิตสูง จนปัจจุบันมีการเพาะจิ้งหรีดจำหน่ายเพื่อให้เพียงพอับความต้องการ และความนิยมที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละวัน จิ้งหรีดนั้นมีหลายชนิดแต่ละชนิดมีเสียงร้องที่เ็นความถี่ต่างกัน เช่น จิ้งหรีดทองแดง มีความถี่คลื่นเสียง ~ 4.4 kHz , จิ้งหรีดทองดำมีความถี่คลื่นเสียงเฉลี่ย ~1.8 kHz เป็นต้น



รูปที่ 1 จิ้งหรีดทองแดง 1

2.2.2.2 Fast Fourier Transform (FFT)

โดยปกติอัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณ DFT (Discrete Fourier Transform) จะแปลงความถี่ออกมาเป็นค่าความถี่เป็นจำนวนมาก เพราะในช่วง 1 ลูกคลื่นนั้นจะมีองค์ประกอบทางความถี่มากซึ่งการคำนวณแบบ DFT จะใช้เวลานาน ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงตัว FFT ก็คือตัวเลือกหนึ่งที่เหมาะสมเพราะว่าให้ผลลัพธ์เดียวกัน แต่จะเร็วกว่ามาก โดยใน python จะมีฟังก์ชัน fft ใช้สำหรับแปลงความถี่ซึ่งอยู่ในโมดูล Scipy.fftpack



รูปที่ 2 การแปลง FFT ในpython

3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 Raspberry Pi 3 Model B+

บอร์ด Raspberry Pi 3 Model B+ เป็นบอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Single Board Computer: SBC) สามารถเชื่อมต่อกับหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือโทรทัศน์ผ่านพอร์ต HDMI เชื่อมต่อกับ USB Mouse/Keyboard เพื่อใช้งานได้เหมือนเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กใช้ทำงานประเภท Word Processor, Spreadsheet Software ใช้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตด้วย Web Browser สามารถเล่นไฟล์มัลติมีเดียต่าง ๆ ทั้ง Audio และ Video รองรับระบบปฏิบัติการ Linux Raspbian (พื้นฐานมาจาก Debian)



รูปที่ 3 Raspberry Pi 3 Model B+

3.2 ไมโครโฟนสำหรับ Raspberry Pi

เป็นไมโครโฟนใช้สำหรับบันทึกเสียง โดยมีค่า Sensitivity เท่ากับ $-47 \text{ dB} \pm 4 \text{ dB}$, Frequency Response ประมาณ 100 – 16 kHz



รูปที่ 4 ไมโครโฟนสำหรับ Raspberry Pi

3.3 กล้อง Pi camera

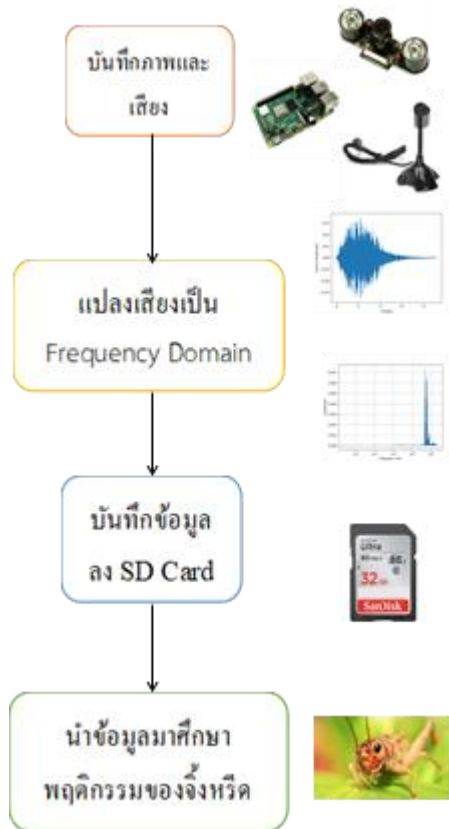


รูปที่ 5 กล้อง Pi Camera แบบ อินฟราเรด

เป็นกล้องที่ใช้ในการถ่ายภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหว เช่น การบันทึกพฤติกรรมของจิ้งหรีด เป็นต้น ส่วนด้านซอฟต์แวร์มีไลบรารีและโมดูลต่าง ๆ รองรับการใช้งานอย่างครบถ้วน โดยมีทั้งแบบถ่ายในแสงปกติและในที่มืดจากนั้นส่งผลข้อมูลที่วัดค่าได้

3.4 วิธีการทดลอง

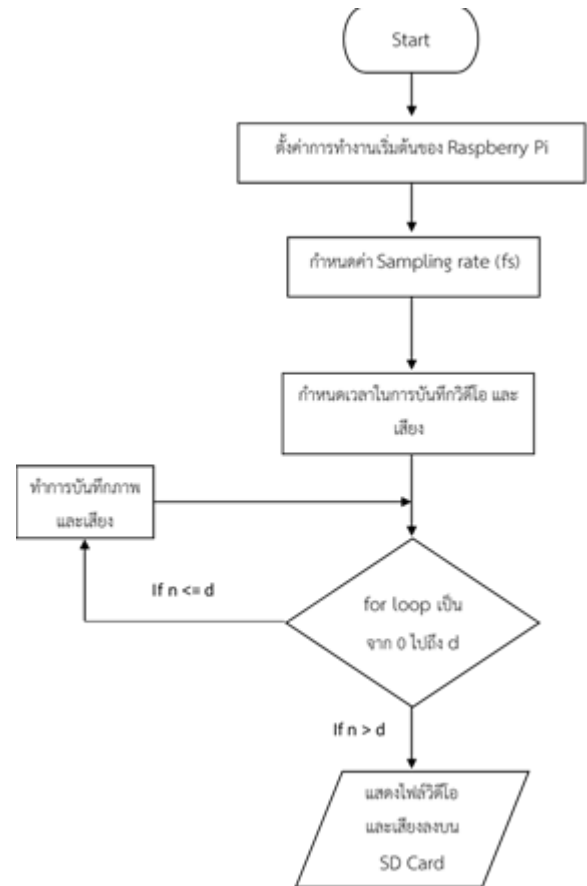
วิธีการดำเนินงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การบันทึกภาพและเสียง การแปลงเสียงเป็น Frequency Domain หลังจากนั้นนำข้อมูลมาศึกษาพฤติกรรมของจิ้งหรีด



รูปที่ 6 วิธีดำเนินงานศึกษาพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด

3.4.1 การบันทึกภาพและเสียง

การบันทึกวิดีโอและเสียงจาก Raspberry Pi นั้นต้องใช้ไมโครกล้องกับไมโครโฟนมาเชื่อมต่อกับ Raspberry Pi ก่อน หลังจากนั้นก็เป็นกรเขียนโปรแกรมซึ่งภายในโปรแกรม python อยู่ใน Raspberry Pi ซึ่งจะอธิบายการทำงานออกมาเป็น Flowchart ดังนี้

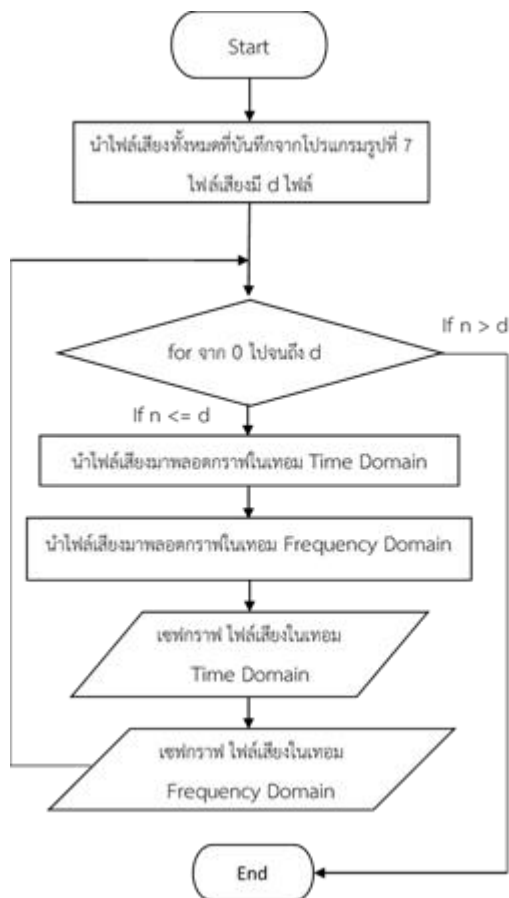


รูปที่ 7 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมบันทึกเสียงและวิดีโอ

จาก Flowchart รูปที่ 7 ที่แสดงข้างต้น Sampling rate ที่ใช้ในการบันทึกเสียงมีค่าเท่ากับ 44100 Hz หรือ 44.1 kHz และใช้เวลาในการบันทึกเสียงและภาพ เท่ากับ 5 วินาที โดยเราจะบันทึกภาพและเสียงวนไปเรื่อย ๆ ด้วยคำสั่ง for loop เพื่อที่จะบันทึกภาพและเสียงได้เป็นเวลานานขึ้น

3.4.2 การแปลงเสียงเป็นความถี่

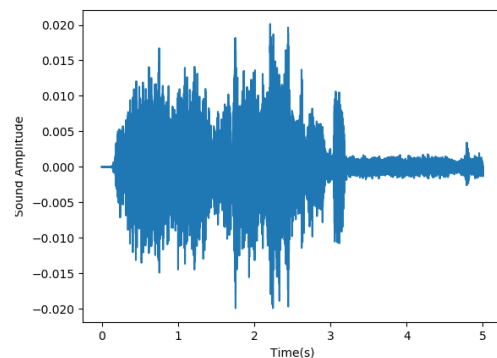
การแปลงเสียงเป็นความถี่นั้นเป็นตัวโปรแกรมที่ต่อมาจากโปรแกรมบันทึกเสียงและภาพ โดยใช้วิธีการ FFT ซึ่งอยู่ในโมดูล scipy.fftpack ซึ่งจะอธิบายการทำงานออกมาเป็น Flowchart ดังนี้



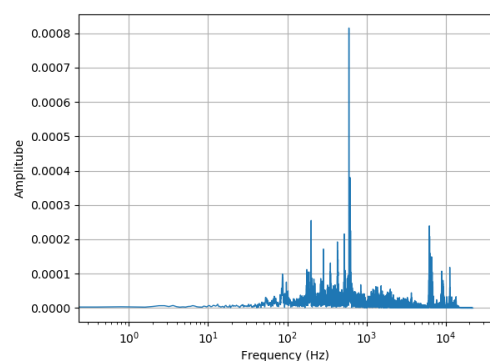
รูปที่ 8 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแปลงเสียงเป็นความถี่ จาก Flowchart รูปที่ 8 ที่แสดงข้างต้น จะใช้ไฟล์เสียงที่ได้มาพลอตเป็นกราฟในเทอมของเวลาและนำไฟล์เสียงมาพลอตกราฟในเทอมของความถี่จากในคำสั่ง for loop ในการวนไฟล์เสียงใน SD card เพื่อนำมาพลอตเป็นกราฟ

4. ผลการทดลอง

จากวิธีการทดลองข้างต้น ไฟล์เสียงที่ได้จากการบันทึกเสียงจิ้งหรีดที่เป็นคลิปเสียงในอินเทอร์เน็ต นำไปพลอตเป็นกราฟในเทอมของเวลากับกราฟในเทอมของความถี่ ได้ผลดังนี้



รูปที่ 9 กราฟในเทอมเวลา



รูปที่ 10 กราฟแสดงความถี่

จากผลการทดลองจะพบว่าช่วงความถี่นั้นมีอยู่หลายช่วง จากทฤษฎีพบว่า จิ้งหรีดแต่ละชนิดจะมีช่วงความถี่ที่สูงกว่า 1 kHz เสมอ จึงมีความเป็นไปได้ว่าจิ้งหรีดตัวนี้เป็นจิ้งหรีดทองแดง ซึ่งมีความถี่คลื่นเสียง ~ 4.4 kHz

5. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมและเสียงของจิ้งหรีด การบันทึกเสียงและภาพเคลื่อนไหวของจิ้งหรีดโดยใช้ รัสเบอร์พาย และการแปลงเสียงจิ้งหรีดให้อยู่ในรูปแบบความถี่ด้วยหลักการฟูริเยร์ทรานฟอร์ม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เสียงของจิ้งหรีดทองแดงที่ได้จากการคลิปเสียงในอินเทอร์เน็ต และทำการแปลงเสียงเป็นความถี่ มีความใกล้เคียงกับความถี่คลื่นเสียงของจิ้งหรีด

เอกสารอ้างอิง

- [1] เพิ่มสิทธิ์ ขาดิกุลวัฒน์ และทัศนีย์ แจ่มจรรยา, "การวิเคราะห์ชนิดจิ้งหรีดโดยใช้ลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์และการทำเสียงในจิ้งหรีดเพศผู้," การประชุมทางวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11, ขอนแก่น, วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2553, หน้า 798 - 805

- [2] กอบเกียรติ สระอุบล. (2561). พัฒนา IOT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: อินเทอร์เน็ตมีเดีย. หน้า 467 - 482.
- [3] นพ มหิษานนท์. (2560). การติดตั้งและใช้งาน Raspberry Pi. นนทบุรี: คอร์ฟังกซ์ชั่น. หน้า 27 - 71.
- [4] Langen, D. J. (2019). Playing and Recording Sound in Python. แหล่งข้อมูล: <https://realpython.com/playing-and-recording-sound-python>. ค้นเมื่อวันที่ 20 สิงหาคม 2562.
- [5] Luiz, M. (2013). Learning Python. 5th ed.: O'Reilly Media. pp. 387 – 414



ณัฐชัย คล้ายพิทักษ์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์



ประกรรชวัต สายสุวรรณ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์



สิทธิชัย สายวงศ์ นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์



ธนกร ลิ้มสุวรรณ ปัจจุบันปฏิบัติงานในตำแหน่งอาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ประวัติผู้จัดทำโครงการ



ชื่อ	นายณัฐชัย คล้ายพิทักษ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556-2558 โรงเรียนสิรินธรราชวิทยาลัย จังหวัดนครปฐม พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประวัติการฝึกงาน ปราจีนบุรี	พ.ศ. 2562 บริษัท อิตาซี คอนซุมเมอร์โปรดักส์ ประเทศไทย จำกัด จังหวัด
ตำแหน่ง	นักศึกษาฝึกงาน
ที่อยู่ปัจจุบัน	930/29 ต.มหาชัย อ.เมืองฯ จ.สมุทรสาคร 74000
โทร	088-8636294
E-mail	nuttachai.kl.59@ubu.ac.th

ประวัติผู้จัดทำโครงการ



ชื่อ	นายประกรรชวัต สายสุวรรณ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556-2558 โรงเรียนนารีนุกูล จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประวัติการฝึกงาน ปราจีนบุรี	พ.ศ. 2562 บริษัท อิตาซี คอนซุมเมอร์โปรดักส์ ประเทศไทย จำกัด จังหวัด
ตำแหน่ง	นักศึกษาฝึกงาน
ที่อยู่ปัจจุบัน	546 หมู่ 2 ตำบลแจระแม อำเภอในเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000
โทร	091-019-8922
E-mail	Prakasawat.sa.59@ubu.ac.th

ประวัติผู้จัดทำโครงการ



ชื่อ	นายสิทธิชัย สายวงศ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2556-2558 โรงเรียนนารีนุกูล จังหวัดอุบลราชธานี พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ประวัติการทำงาน ปราจีนบุรี	พ.ศ. 2562 บริษัท อิตาซี คอนซูมเมอร์โปรดักส์ ประเทศไทย จำกัด จังหวัด
ตำแหน่ง	นักศึกษาฝึกงาน
ที่อยู่ปัจจุบัน	76 หมู่ 9 ตำบลคำไฮใหญ่ อำเภอดอนมดแดง จังหวัดอุบลราชธานี 34000
โทร	084-4962236
E-mail	sittichai.sa.59@ubu.ac.th