

การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจหาและแจ้งเตือนการบุกรุกจากข้อมูลเสียงใต้น้ำ Developing a Device for Detecting and Warning Invasion from Underwater Sound Data

ปริพรรห์ วิวัฒน์นิธิกร*

Paripan Wiwatnithikorn*

สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ คณะวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Department of Geoinformatics Faculty of Computer Science and Information Technology

Rambhai Barni Rajabhat University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจหาและแจ้งเตือนการบุกรุกจากข้อมูลเสียงใต้น้ำ โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาอุปกรณ์สำหรับการตรวจหาการบุกรุกเข้ามาในพื้นที่ด้วยข้อมูลเสียงใต้น้ำ 2) เพื่อพัฒนาอุปกรณ์การบันทึกภาพวิดีโอและแจ้งเตือนการบุกรุกจากข้อมูลเสียงใต้น้ำใช้สำหรับงานด้านอนุรักษ์และ 3) เพื่อวิเคราะห์หาระดับเสียงสำหรับสร้างอุปกรณ์ตรวจหาการบุกรุก โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยมีทั้งหมด 5 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนที่ 1) เริ่มจากวางไฮโดรโฟนไว้ใต้น้ำ ขั้นตอนที่ 2) ทำการรับข้อมูลเสียงจากไฮโดรโฟน ขั้นตอนที่ 3) นำข้อมูลเสียงที่ได้เข้ากระบวนการกรองเสียงรบกวน ขั้นตอนที่ 4) เมื่อได้เสียงที่ผู้ใช้ต้องการมาแล้วนำเสียงที่ได้มากำหนดระดับเสียง และ ขั้นตอนที่ 5) เมื่อเสียงดังเกินที่กำหนดให้เข้ากระบวนการบันทึกภาพวิดีโอและแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ จากการศึกษาพบว่า อุปกรณ์สามารถกรองความถี่ของเสียงแบบตัวกรองผ่านต่ำ โดยทำให้เสียงย่านความถี่กลาง ย่านความถี่ต่ำและย่านความถี่สูงออกได้ มี เสียงรบกวนน้อย และมีการบันทึกวิดีโอ เมื่อมีเสียงเกินที่กำหนด พร้อมการแจ้งเตือนผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ไลน์ นอกจากนี้ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาอุปกรณ์ตรวจหาและแจ้งเตือนการบุกรุกพบว่า ช่วงความถี่ 0 ถึง 1,000 เฮิร์ตซ์เหมาะสำหรับการทำงานของอุปกรณ์มากกว่าช่วงความถี่อื่น ๆ

คำสำคัญ: ไฮโดรโฟน การแจ้งเตือน เสียงใต้น้ำ

Abstract

This research aims to develop an intrusion detection and warning device based on underwater sound data. with a purpose 1) to develop a device for detecting intrusion into the area by underwater audio data 2) to develop a video recording and intrusion warning device using underwater audio data for conservation work and 3) to analyze Volume for building intrusion

* Corresponding author : 6214931005@rbru.ac.th

detection devices There are 5 steps in researching as follows: 1) installing a hydrophone underwater 2) getting sound data from a hydrophone 3) importing data into the noise filtering process 4) specifying the volume and 5) video recording and warning when the volume exceeds the specified level. This research demonstrated that the device can filter out the frequencies of the sound as a low pass filter. by making the mid-frequency, low-frequency and high-frequency bands can be output with less noise. while recording video when the sound exceeds the limit with notification via the LINE application. In addition, research on the development of intrusion detection and alarm devices showed that the frequency range of 0 to 1,000 Hz is more suitable for the device's performance than other frequency ranges.

Keywords: hydrophone, warning, underwater sound

1.บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันประเทศไทยมีการบุกรุกพื้นที่ทรัพยากรทางน้ำและพื้นที่ข้างเคียง จากการรายงานทางสถิติของกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ในช่วงปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2554 พบจำนวนการบุกรุก 6,271 ครั้งและ คดีทำไม้ 191 คดี พบว่าจังหวัดที่มีการบุกรุกมากที่สุดคือจังหวัดกระบี่จำนวน 1,924 ครั้ง และจังหวัดที่มีคดีทำไม้มากที่สุด คือจังหวัดสตูลจำนวน 107 คดี จากสถิติเปรียบเทียบจำนวนคดีบุกรุกและ คดีที่มีผู้ต้องหา แยกรายจังหวัด ปีพ.ศ. 2553 ถึง ปีพ.ศ.2554 และสรุปรวมปี พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2554 พบว่าปีพ.ศ. 2553 จังหวัดที่มีคดีบุกรุกมากที่สุด คือจังหวัดกระบี่ มีคดี 20 คดี ผู้ต้องหา 7 คน จังหวัดที่มีคดีทำไม้มากที่สุด คือ จังหวัดสตูล มีคดี 18 คดี ผู้ต้องหา 3 คน ปี พ.ศ. 2554 จังหวัดที่มีคดีบุกรุกมากที่สุด คือ จังหวัดกระบี่ มีคดี 13 คดี ผู้ต้องหา 7 คน จังหวัดที่มีคดีทำไม้มากที่สุด คือ จังหวัดสตูล มีคดี 17 คดี ผู้ต้องหา 4 คน คาดการณ์ว่าการบุกรุกพื้นที่จะเพิ่มขึ้น (จिरพันธ์, 2555)

โดยสาเหตุเกิดจากการเข้าบุกรุกทำลายสิ่งต่าง ๆ มีลักษณะทางกายภาพและชีวภาพ อยู่รอบตัวมนุษย์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มีมนุษย์ได้ทำขึ้น เพื่อการบุกรุกเพื่อขยายพื้นที่ทางการเกษตร การบุกรุกจับจองของนายทุนหรือผู้มีอิทธิพล การออกโฉนดที่ดินหรือ เอกสารสิทธิ์ที่ไม่ถูกต้อง การขาดจิตสาธารณะ และการบริหารจัดการต่าง ๆ ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องขาดประสิทธิภาพ ข้อปัญหาดังกล่าว ได้ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสังคม สิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิต ทั้งทางตรงและทางอ้อมมากมาย ด้วยการทำลายสิ่งแวดล้อมในรูปแบบนี้มองได้ชัดเจน จากการจัดที่ดินทำกินของนิคมต่าง ๆ และยังพบการบุกรุกไปยังพื้นที่ข้างเคียงเจ้าหน้าที่ไม่สามารถดูแลได้ทั่วถึง เนื่องจากมีช่วงเวลาไม่มีคนดูแลพื้นที่หรือมีการเฝ้าติดตามพื้นที่ของมนุษย์มีขีดจำกัด ด้วยการบุกรุกส่วนใหญ่จะใช้ทางน้ำเป็นเส้นทางในบุกรุกหรือ บริเวณที่บุกรุกนั้น ล้อมรอบด้วยน้ำ จึงเป็นเหตุต้องทำวิจัยด้านระบบป้องกันทางน้ำ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำความรู้ ทักษะ และนำทรัพยากรมาสร้างสิ่งของเครื่องใช้เข้ามาช่วยในการตรวจจับการบุกรุกเข้ามาในพื้นที่ทำการ และได้พัฒนาเครื่องมือ ที่นำมาช่วยในการใช้วัสดุให้เกิดประสิทธิภาพในการตรวจจับและแจ้งเตือนการบุกรุกไปยังผู้ใช้ด้วยข้อมูลเสียง โดยงานวิจัยนี้ผู้ประกอบการทำงานในพื้นที่บริเวณน้ำหรือพื้นที่ ที่มีน้ำล้อมรอบ จึงนำอุปกรณ์ตรวจจับไปติดตั้งตำแหน่งใต้น้ำ นำอุปกรณ์มาเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องขยายเสียงแล้วนำมาเชื่อมเข้ากับอุปกรณ์ควบคุมการทำงานหรืออุปกรณ์ที่ประกอบด้วยวงจรถออสซิลเลเตอร์และไอซีต่าง ๆ มากมายสามารถจดจำและมีการทำงานประมวลผลข้อมูลให้กลายเป็นสารสนเทศ เปรียบเทียบและตัดสินใจทางตรรกศาสตร์ นำมาทำการเข้ากระบวนการในการกรองเสียงรบกวน เช่น สัตว์น้ำ, การกระทบกันของหิน และกระแสน้ำ เป็นต้น ต่อไปทำการวัดระดับเสียง เมื่อมีเสียงดังเกินกำหนดอุปกรณ์จะทำการบันทึกภาพที่และแจ้งเตือนการบุกรุกไปยังผู้ใช้ ผู้ใช้จะทราบจุดที่เกิดการบุกรุกและได้รับวิดีโอหลักฐานการบุกรุกในพื้นที่ของอุปกรณ์

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

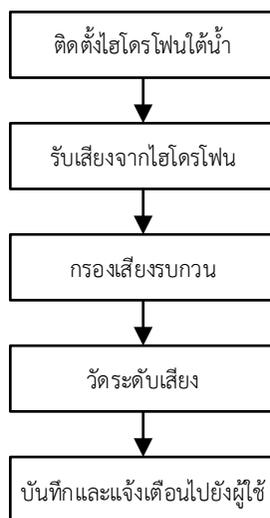
1.2.1 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์สำหรับการตรวจหาการบุกรุกเข้ามาในพื้นที่ด้วยข้อมูลเสียงใต้น้ำ

1.2.2 เพื่อพัฒนาอุปกรณ์การบันทึกภาพวิดีโอและแจ้งเตือนการบุกรุกจากข้อมูลเสียงใต้น้ำใช้สำหรับงานด้านอนุรักษ์

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์หาระดับเสียงสำหรับสร้างอุปกรณ์ตรวจการหาบุกรุก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาบริเวณพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำ ในขั้นตอนแรกวางไฮโดรโฟนใต้น้ำแล้วรับเสียงจากไฮโดรโฟนเมื่อรับเสียงแล้วนำเข้ากระบวนการกรองเสียงรบกวนออก แล้ววัดความดังของเสียงเมื่อเสียงดังเกินที่กำหนดให้ทำการบันทึกภาพวิดีโอ และแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ ดังผังแสดงขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผังแสดงขั้นตอนการทำงาน

พื้นที่ทดลอง

ทางผู้วิจัยทำการทดลอง ในพื้นที่เก็บน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีเป็นพื้นที่ตัวอย่างการทดลอง ดังตัวอย่างในภาพที่ 2 หากต้องการทดลองในพื้นที่น้ำสถานที่อื่นสามารถทำได้ เช่น พื้นที่ป่าชายเลน, พื้นที่ลุ่มแม่น้ำ และพื้นที่กักเก็บน้ำ เป็นต้น



ภาพที่ 2 ตัวอย่างพื้นที่ทดลองมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับเสียง

งานวิจัยนี้ใช้ ไฮโดรโฟนรุ่น H2A เป็นไมโครโฟนที่ถูกออกแบบเพื่อใช้สำหรับรับเสียงสะท้อนจากใต้น้ำโดยมีคุณสมบัติดังนี้ 1) ไฮโดรโฟนมีขนาดความกว้าง 25 x 46 มิลลิเมตร 2) ไฮโดรโฟนน้ำหนัก 105 กรัม 3) ไฮโดรโฟนมีความไวต่อการรับเสียง -180 เดซิเบลที่ 1 โวลต์ต่อไมโครปาสกาล 4) ช่วงความถี่ที่ไฮโดรโฟนรับได้ที่ 10 เฮิร์ตซ์ ถึง 100,000 เฮิร์ตซ์ 5) ความลึกที่ไฮโดรโฟนใช้งานประมาณ 80 เมตร 6) อิมพีแดนซ์เอาต์พุต 2,000 โอห์ม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่าง ไฮโดรโฟนรุ่น H2A

ที่มา : Aquarian Audio & Scientific (2022)

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องขยายเสียงรุ่น HONEYTONE N-10 ใช้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการขยายสัญญาณของเสียงที่รับเข้ามา โดยมีคุณสมบัติสำคัญ ดังนี้ 1) แอมป์ไฟเออร์ขยายสัญญาณ 1 วัตต์ 2) ตัวอุปกรณ์มีลำโพงขนาด 4 นิ้ว 3) ตัวอุปกรณ์ มีความหนาเพียง 5 นิ้ว 4) ลึกของตัวลำโพงประมาณ 2-1 / 2 นิ้ว 5) มีน้ำหนัก 1 ปอนด์ 6) ใช้แบตเตอรี่ขนาด 9 โวลต์ จำนวน 1 ก้อน ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ตัวอย่างเครื่องขยายเสียงรุ่น HONEYTONE N-10
ที่มา : Aquarian Audio & Scientific (2022)

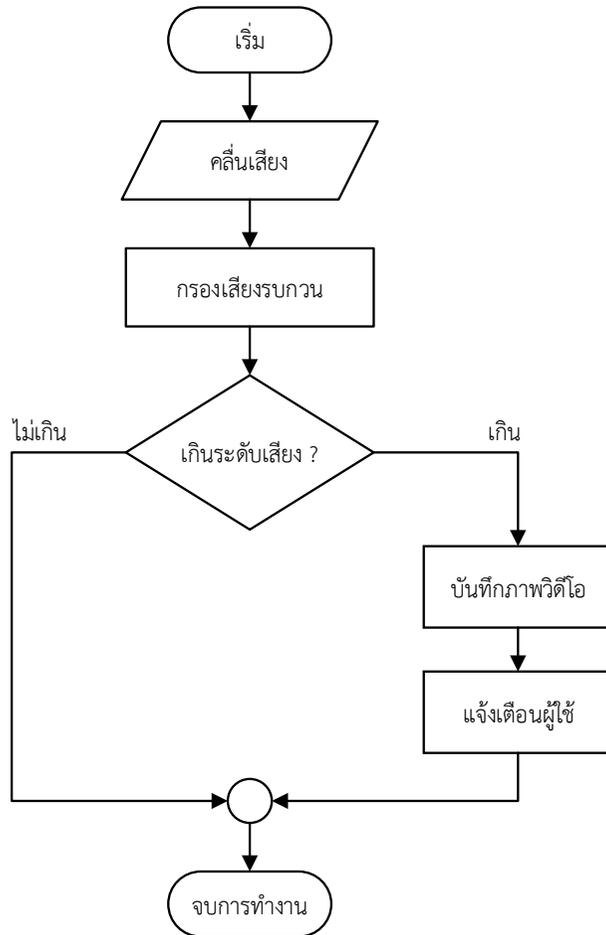
งานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ประมวลผลและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยตัวอุปกรณ์ใช้หน่วยประมวลผลกลาง AMD Ryzen 7 4800H มีหน่วยประมวลผลกราฟิกส์ NVIDIA GeForce GTX 1650 ti หน่วยความจำหลัก ขนาด 16 กิกะไบต์ อุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชนิด SSD ขนาด 512 กิกะไบต์ แบบ PCIe M.2 ดังภาพที่ 5 โดยในอนาคตสามารถเปลี่ยนตัวควบคุมเป็นอย่างอื่นได้ เช่น อาดูโน่, ราสเบอร์รี่พาย และเอ็มซียู-อีเอสพีเทอร์ดีทู เป็นต้น ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 คอมพิวเตอร์พกพารุ่น Acer Nitro 5

ขั้นตอนการทำงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนแรก เริ่มจากนำข้อมูลเสียงที่ได้จากไฮโดรโฟนเข้าในตู้ครุ่น Acer Nitro 5 จากบริเวณพื้นที่ศึกษา จากนั้นนำเข้ากระบวนการกรองเสียงรบกวนออกเพื่อหาเสียงที่ผู้วิจัยต้องการ เมื่อได้เสียงที่ต้องการแล้วนำเสียงที่ได้ไปกำหนดระดับความดังของเสียง เมื่อเสียงเกินระดับที่กำหนดให้นำเข้ากระบวนการบันทึกภาพวิดีโอและ ทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ เมื่อเสียงไม่เกินระดับที่กำหนดให้ทำการรอเสียงที่เกินระดับดังแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจหา ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผังแสดงขั้นตอนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับ

ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์

นำไฮโดรโฟนไปวางใต้น้ำ นำไปเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องขยายเสียงและโน้ตบุ๊ก เพื่อรับเสียงจากใต้น้ำมา นำเข้ากระบวนการกรองเสียงรบกวนและกระบวนการวัดความดังของเสียงดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8



ภาพที่ 7 ตัวอย่างการติดตั้งอุปกรณ์ในการทดลอง

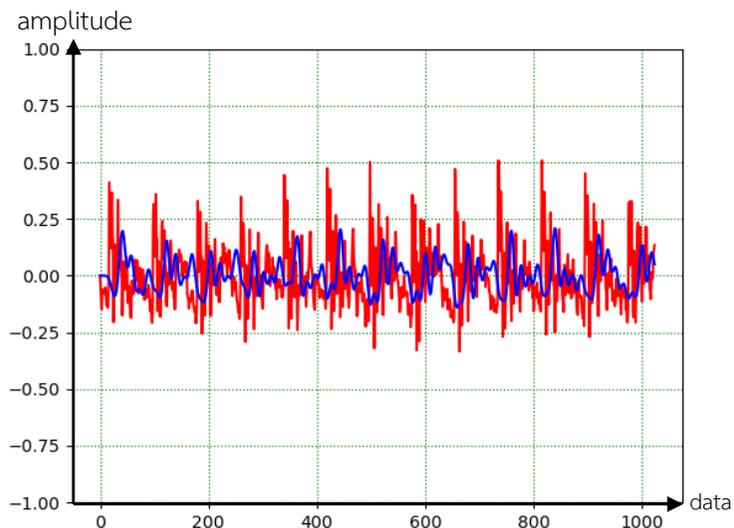


ภาพที่ 8 การนำไฮโดรโฟนติดตั้งใต้น้ำ

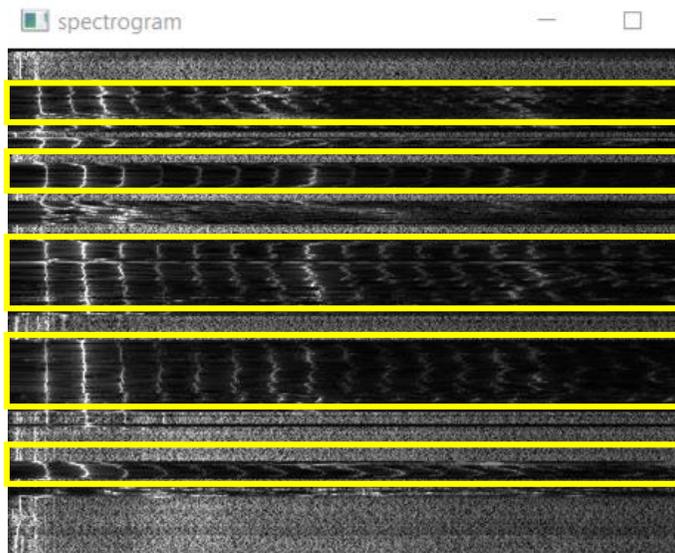
ขั้นตอนการกรองเสียงรบกวน

ขั้นตอนการกรองเสียงรบกวน ผู้วิจัยได้รับข้อมูลเสียงที่ได้จากไฮโดรโฟน นำมาเข้ากระบวนการเพื่อที่จะกรองเสียงรบกวน เช่น สัตว์น้ำ การกระทบกันของหิน และกระแสน้ำ เป็นต้น เพื่อให้ได้เสียงที่ผู้ใช้ต้องการ

ผู้วิจัยได้ทำการรับเสียงมนุษย์เป็นตัวอย่างเสียงก่อนนำไปทำการทดลองกับเสียงเรือ ภาพที่ 9 แสดงตัวอย่างเสียงมนุษย์เป็นเสียงของผู้วิจัย จากตัวรับเสียงใต้น้ำไฮโดรโฟน เส้นสีแดงแสดงถึงเสียงที่ยังไม่ผ่านการกรองเสียงรบกวนออก กับ เส้นสีน้ำเงินแสดงถึงเสียงที่ผ่านการกรองเสียงรบกวนออกแล้ว โดยเส้นประสีเขียวนวตั้งเป็นเส้นที่บอกถึงค่าแอมพลิจูด (amplitude) ในช่วงเวลานั้น ๆ และเส้นประสีเขียวนอนเป็นเส้นที่บอกถึงข้อมูล (data) ช่วงนั้น ๆ เห็นได้ชัดว่าเสียงสีแดงมีระดับความดังของเสียงที่สูงกว่าเสียงสีน้ำเงิน และเสียงสีน้ำเงินที่ผ่านการกรองเสียงรบกวนมีระดับเสียงที่เบากว่าเสียงสีแดง และ ภาพที่ 10 แสดงตัวอย่างสเปกโตรแกรม ของเสียงที่ยังไม่ผ่านการกรองเสียงรบกวน โดยในกรอบสี่เหลี่ยมสีเหลือง คือ ตอนที่เสียงของมนุษย์เข้าใกล้ไฮโดรโฟน



ภาพที่ 9 ภาพที่คลื่นเสียงที่ไม่ผ่านการกรองเสียงรบกวน



ภาพที่ 10 ภาพที่เสียงที่แปลงเป็นสเปกโตรแกรม

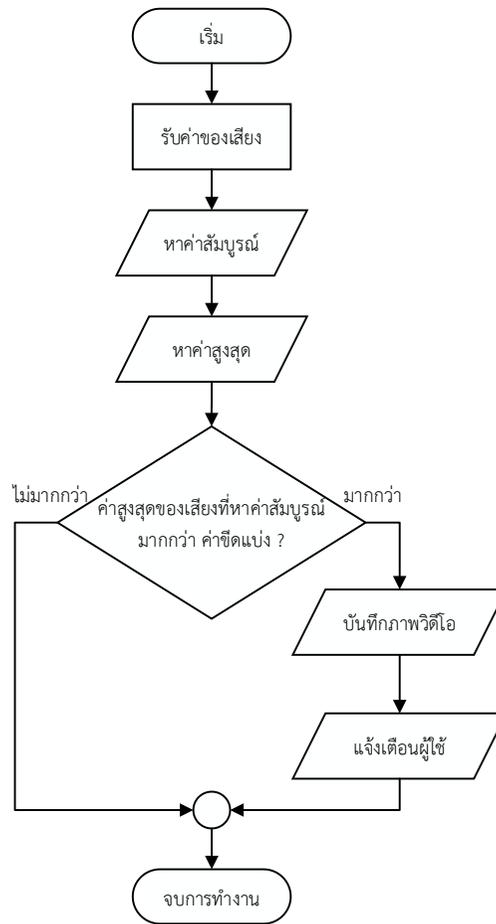
โดยปกติตัวกรองมีอยู่สามแบบ แบบแรกตัวกรองผ่านสูง (high pass filter) คือ ให้น่านความถี่กลางหรือสูงผ่านได้ตัดย่านความถี่ต่ำออกตามที่กำหนด แบบที่สองตัวกรองผ่านต่ำ (low pass filter) คือ ให้น่านความถี่กลางหรือต่ำผ่านได้ตัดย่านความถี่สูงออกตามที่กำหนด และแบบที่สามตัวกรองผ่านแถบ (band pass filter) คือ การใช้ กรองความถี่สูงผ่านและกรองความถี่ต่ำผ่านรวมกัน เป็นการยอมให้ความถี่เสียงย่านใดย่านหนึ่งผ่านไปได้.

ผู้วิจัยเลือกแบบที่สองตัวกรองผ่านต่ำ เพราะเสียงได้น้ำส่วนมากมีความถี่ต่ำ เพื่อให้ได้เสียงรบกวนที่น้อย จึงเลือกตัวกรองความถี่ต่ำ จากนั้นนำเสียงที่ได้ไปผ่านสมการหาค่าสูงสุดแล้ว นำไปเข้ากระบวนการตรวจสอบความดัง โดยการตรวจสอบความดังสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$a = \max(\text{abs}(V)) \quad (1)$$

- a แทน ค่าสูงสุดของเสียงที่ผ่านกระบวนการหาค่าสัมบูรณ์
- max แทน กระบวนการหาค่าสูงสุด
- abs แทน กระบวนการหาค่าสัมบูรณ์
- V แทน ค่าของเสียงที่ได้รับ
- t แทน ค่าขีดแบ่ง

วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์ a ผ่านสมการหาค่าสูงสุดและสมการหาค่าสัมบูรณ์ กำหนดค่าเสียง เมื่อได้ค่าสูงสุดของเสียงที่ผ่านกระบวนการหาค่าสัมบูรณ์มากกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนดหรือไม่ ถ้ามากกว่าค่าขีดแบ่งให้ทำการบันทึกวิดีโอและแจ้งเตือนดังภาพที่ 11

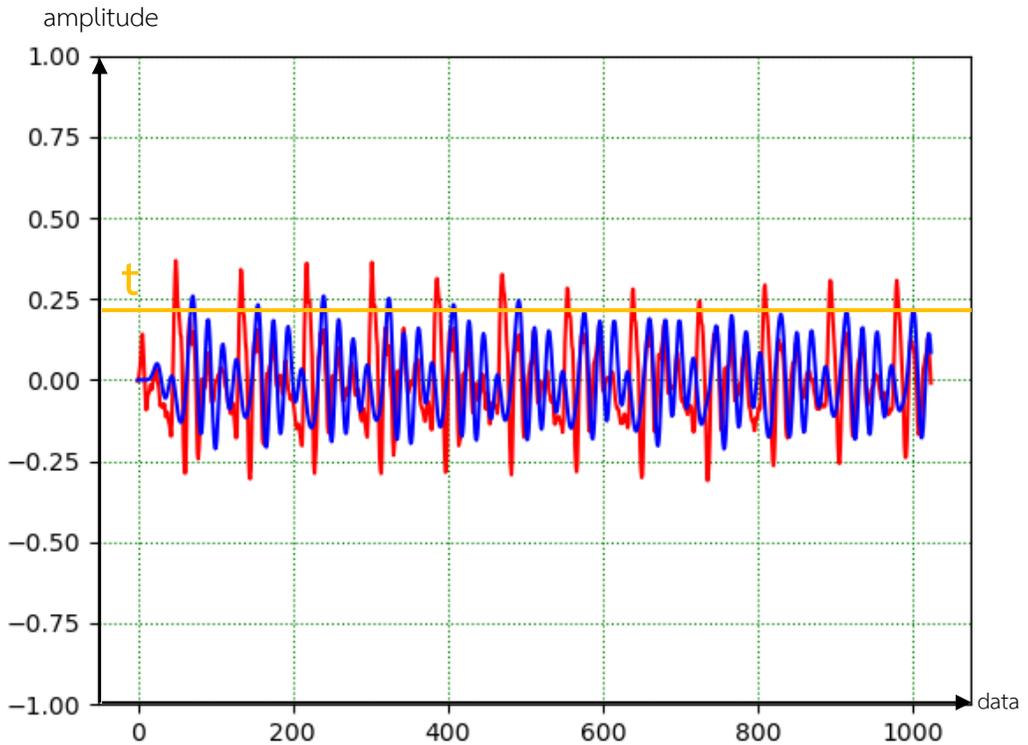


ภาพที่ 11 ผังกระบวนการทำงานของอุปกรณ์ตรวจหาและแจ้งเตือน

ต่อไปจะนำเสียงสีน้ำเงินที่ผ่านการกรองเสียงรบกวนแล้วนำไปทำการกำหนดค่าของความดังของเสียงเพื่อนำไปบันทึกวิดีโอและแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้

ขั้นตอนการบันทึกภาพวิดีโอ

จากขั้นตอนการกรองเสียงรบกวนขั้นตอนต่อไปทำการบันทึกภาพวิดีโอนี้จะทำการนำเสียงที่ผ่านการกรองเสียงรบกวนแล้ว มาเข้ากระบวนการกำหนดค่าเสียง เมื่อเสียงสูงเกินค่าที่กำหนด หรือเสียงดังเกินเส้นแนวนอนสีเหลือง ซึ่งเส้นแนวนอนสีเหลือง คือ ค่าขีดแบ่ง ทางผู้วิจัยได้จากสังเกตจากข้อมูลเสียง ในสมการค่าสูงสุดของเสียงที่ผ่านกระบวนการหาค่าสัมบูรณ์มากกว่าค่าขีดแบ่งให้เข้ากระบวนการบันทึกวิดีโอจากกล้อง ดังตัวอย่างในภาพที่ 12



ภาพที่ 12 การกำหนดค่าขีดแบ่ง

ภาพที่ 13 แสดงตัวอย่างไฟล์ที่บันทึกจากกล้อง เมื่อเสียงดังเกินในระดับค่าขีดแบ่งที่กำหนดแล้ว เข้ากระบวนการบันทึกวิดีโอ โดยวิดีโอที่บันทึกชื่อจะเป็นไปตามที่ผู้วิจัยหรือผู้ใช้กำหนด ถ้าหากผู้วิจัยมีอุปกรณ์มากกว่า 1 ตัว อุปกรณ์สามารถเขียนการทำงานของระบบ ให้บันทึกวิดีโอในแต่ละจุด โดยแต่ละจุดจะแยกวิดีโอเป็นของตัวเอง เช่น บันทึกในจุดที่ 1, บันทึกในจุดที่ 2, บันทึกในจุดที่ 3, บันทึกในจุดที่ 4.... ตามที่ผู้ใช้ต้องการ และในแต่ละจุดจะมีตำแหน่งพิกัดการบันทึกวิดีโอและแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้



CameraRecord1.
mp4



CameraRecord2.
mp4



CameraRecord3.
mp4



CameraRecord4.
mp4

ภาพที่ 13 ตัวอย่างไฟล์ที่ถูกบันทึกเป็นวิดีโอ

ขั้นตอนการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้

จากขั้นตอนการกรองเสียงรบกวนขั้นตอนต่อไปทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้จะทำการนำเสียงที่ผ่านการกรองเสียงรบกวนแล้ว มาเข้ากระบวนการเพื่อกำหนดค่าเสียง เมื่อเสียงสูงเกินค่าที่กำหนดให้ เช่น เมื่อเสียงดังเกินค่าขีดแบ่งที่กำหนด ให้เข้ากระบวนการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ผ่านทางไลน์ โดยต้องทำการตั้งค่าที่เว็บไซต์โปรแกรมประยุกต์ไลน์ ทำการสร้างโทเคนเพื่อเชื่อมต่อไปยังโปรแกรมประยุกต์ไลน์ มีการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการ ไลน์แจ้งเตือนต่อไปทำการเขียนโปรแกรมเพื่อแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน ดังภาพที่ตัวอย่างที่ 14

```
import requests

url = 'https://notify-api.line.me/api/notify'

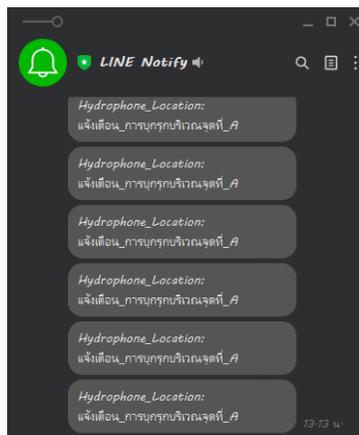
token = 'MY_TOKEN'

headers = {'content-type': 'application/x-www-form-urlencoded', 'Authorization': 'Bearer '+token}

msg = 'แจ้งเตือน_การบุกรุกบริเวณที่จุด_A'
```

ภาพที่ 14 ตัวอย่างโปรแกรมแจ้งเตือนผ่านโปรแกรมประยุกต์ไลน์

โดยส่งการแจ้งเตือนเป็นข้อความ เป็นตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านโปรแกรมประยุกต์ไลน์ ดังตัวอย่างในภาพที่ 15

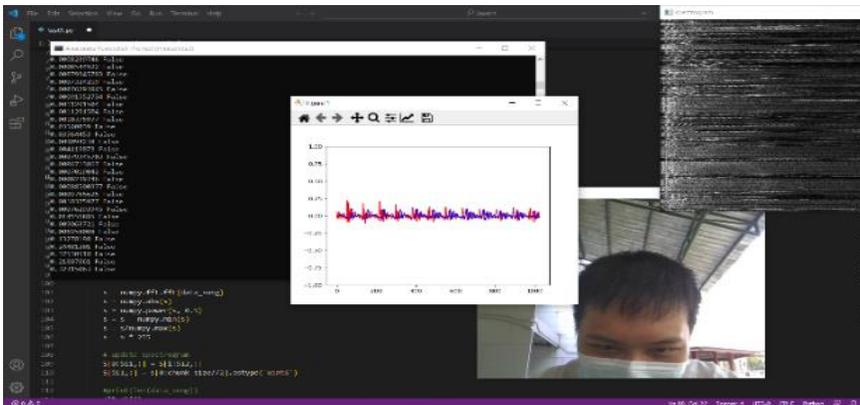


ภาพที่ 15 ตัวอย่างการแจ้งเตือนผ่านโปรแกรมประยุกต์ไลน์

4. ขั้นตอนและผลการทดลอง

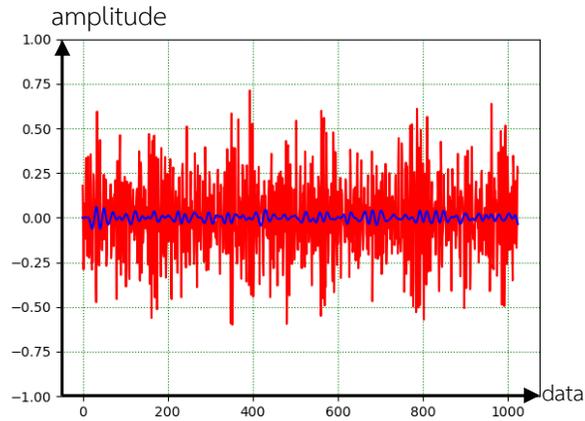
ผลการทดลองมีการใช้ภาษาไพทอน รุ่น 3.8.12 ในการทำงานขั้นตอนทั้งหมด เช่น ขั้นตอนในการบันทึกเสียง ขั้นตอนการกรองเสียงรบกวน มีอัตราการซักร้อย่าง 8,192 เฮิรตซ์ ขั้นตอนการแปลงเสียงที่ได้รับเป็นสเปกโตรแกรม ขั้นตอนการกำหนดค่าความดังของเสียงทำการตั้งค่าขีดแบ่ง ขั้นตอนการบันทึกวิดีโอ และขั้นตอนแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานโปรแกรมประยุกต์ไลน์ แสดงการทดลองดังภาพที่ 16 หน้าต่างด้านบนซ้ายแสดงหน้าต่างแสดงที่บอกสถานการณ์ของเสียงว่าในช่วงเวลาของเสียงนั้น ๆ เสียงช่วงไหนดังที่สุดผ่านสมการหาค่าสูงสุด หน้าต่างตรงกลางแสดงหน้าต่างแสดงค่าเสียงผ่านหน้าต่างจับเสียงจากเครื่องรับ หน้าต่างบนด้านขวาหน้าต่างสเปกโตรแกรมที่ใช้ในการดูระยะของเสียงที่เข้ามาในระยะรับเสียงหรือออกจากระยะรับเสียง และหน้าต่างล่างขวาแสดงการบันทึกภาพวิดีโอจากกล้อง การทดลองขั้นแรก ผู้วิจัยทำการทดลองกับเสียงมนุษย์และเสียงเรือมีความแตกต่างกันอย่างไร

4.1) การทดลองขั้นแรก ผู้วิจัยทำการทดลองกับเสียงมนุษย์และเสียงเรือมีความแตกต่างกันอย่างไร ดังภาพที่ 16 โดยใช้รูปแบบการทดสอบจากการเขียนโปรแกรมไพทอน

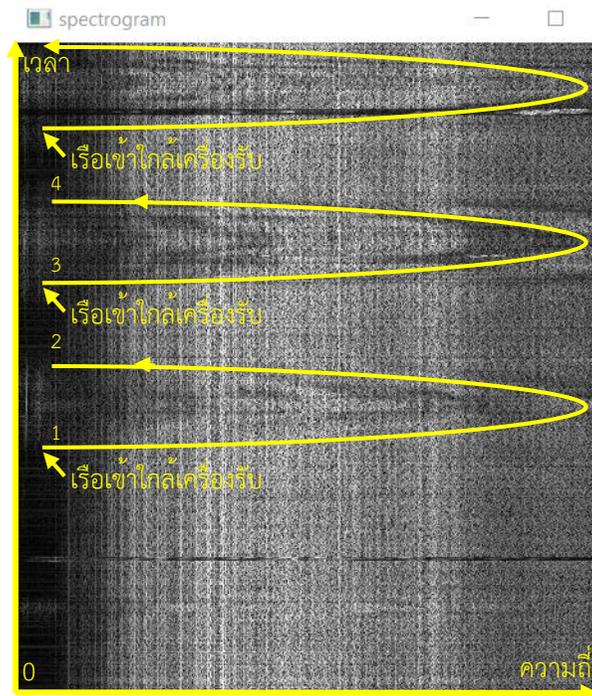


ภาพที่ 16 ภาพที่การทดสอบโปรแกรมไพทอน

จากภาพที่ 16 โดยได้ทำการทดลองรับเสียงเรือจากการเขียนโปรแกรมไพทอน พบว่าเสียงที่ได้รับจากเรือมีความถี่ของเสียงที่สูงและมีความถี่ที่หลากหลาย เมื่อทำเป็นสเปกโตรแกรม แล้วจะสามารถเห็นระยะของเรือที่เข้าใกล้ไฮโดรโฟน และ ออกจากไฮโดรโฟน ดังภาพที่ 17 เป็นช่วงหนึ่งในสเปกโตรแกรม เมื่อเรือออกจากตัวเครื่องรับเสียง จะเห็นระยะห่างออกจากเครื่องรับเส้นโค้งสีเหลืองดังภาพที่ 18 เมื่อมีเสียงเรือเข้าใกล้ไฮโดรโฟน สเปกโตรแกรมมีการขยับของความถี่เป็นรูปคลื่น จากจุดที่ 1 คือ เสียงเรือเข้าใกล้ไฮโดรโฟน และ เรือกำลังออกจากไฮโดรโฟนไปยังจุดที่ 2 กับ จากจุดที่ 3 คือ เสียงเรือเข้าใกล้ไฮโดรโฟน และ เรือกำลังออกจากไฮโดรโฟน ไปยังจุดที่ 4



ภาพที่ 17 คลื่นความถี่ช่วงหนึ่งในสเปกโทรแกรม

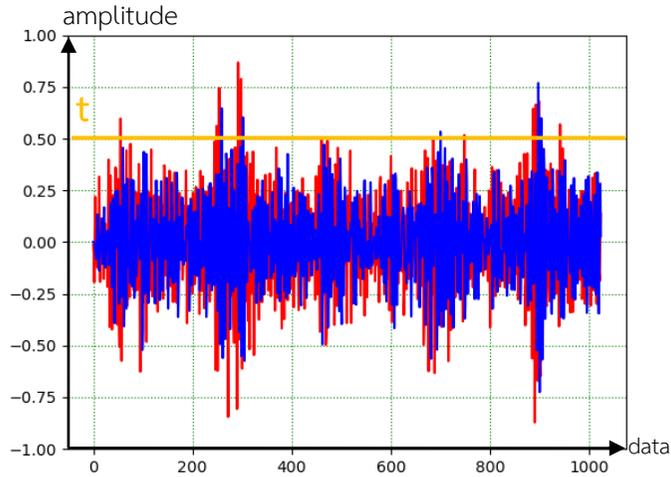


ภาพที่ 18 ทดสอบกับเสียงเรือที่แปลงเป็นสเปกโทรแกรม

4.2) ขั้นตอนการทดลองกรองเสียง ผู้วิจัยได้ทำการกรองเสียงรบกวนในช่วงความถี่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ 0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์ และ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์ เพื่อให้รู้ช่วงความถี่ไหนเหมาะสมมากที่สุดโดยมีลำดับการทดลองดังนี้

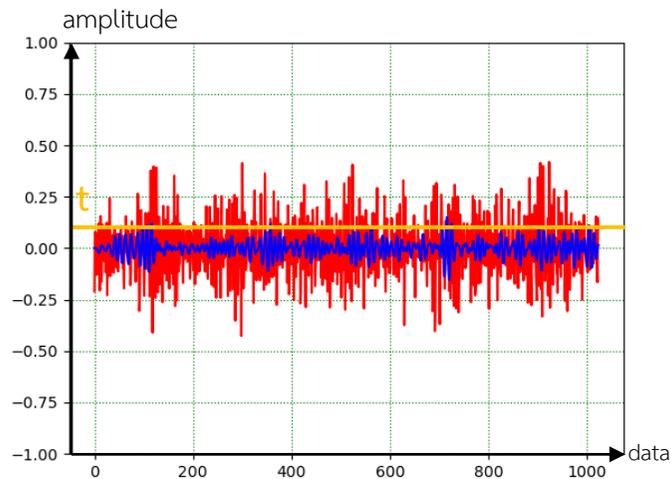
1.ผู้วิจัยได้ทำการทดลองตั้งค่าขีดแบ่ง โดยการกรองมีหลาย ๆ ความถี่มีการทดลองกรองเสียงที่ความถี่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ เพื่อกรองเสียงรบกวนออก ผลที่ได้คือ ระดับความดังของเสียงทั้งเส้นสีแดงและเส้นสีน้ำเงินมี

ความดังใกล้เคียงกันทำให้การกรองในระดับความถี่ 2,000 เฮิร์ตซ์ ปรับค่าขีดแบ่งได้ยากเนื่องจากมีความใกล้เคียงกันของช่วงความถี่ ได้ดังภาพที่ 19



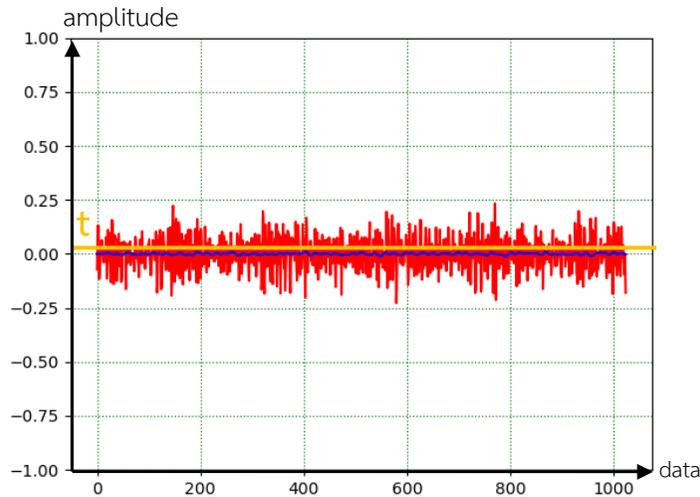
ภาพที่ 19 การกรองเสียงที่ระดับ 2000 เฮิร์ตซ์

2.การทดลองกรองเสียงที่ความถี่ 0 ถึง 1,000 เฮิร์ตซ์ ผลที่ได้คือ ระดับความดังของเสียงที่เส้นสีแดงมีความสูงมากกว่าเส้นสีน้ำเงิน ทำให้การตั้งค่าขีดแบ่งได้ง่าย และเห็นความแตกต่างชัดเจน ตรงตามที่ผู้วิจัยต้องการ ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 การกรองเสียงที่ระดับ 1,000 เฮิร์ตซ์

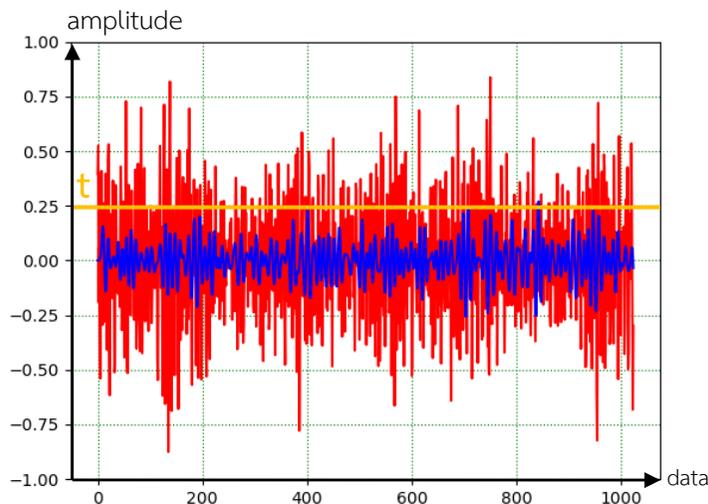
3.การทดลองกรองเสียงที่ความถี่ 0 ถึง 500 เฮิร์ตซ์ ผลที่ได้คือระดับความดังของเสียงที่เส้นสีน้ำเงินมีสูงที่ต่ำกว่าเส้นสีแดง ทำให้การตั้งค่า ขีดแบ่งได้ยากกว่าปกติ แต่มีเสียงรบกวนที่น้อย ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 การกรองเสียงที่ระดับ 500 เฮิรตซ์

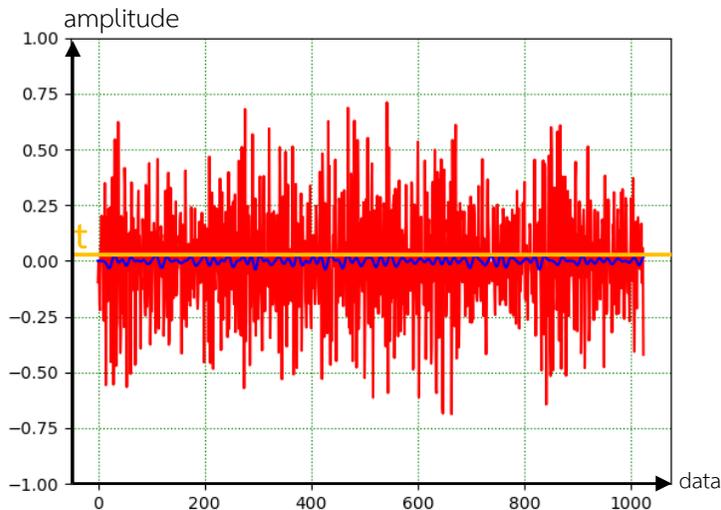
4.3) ขั้นตอนการทดสอบความถูกต้อง ผู้วิจัยได้ทำการเลือกช่วงความถี่ที่เหมาะสมที่สุดมาทำการทดลอง หาค่าความถูกต้องเพื่อหาช่วงความถี่ไหนมีค่ามีความถูกต้องมากที่สุด มีลำดับการทดลองดังนี้

1. ผู้วิจัยนำการทดลองก่อนหน้า มาทำการกรองความถี่มาทดลองความถูกต้อง โดยมีการตั้งค่าการกรองเสียงอยู่ที่ช่วงความถี่ที่ 0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์ ทำการกำหนดค่าขีดแบ่งที่ 0.25 เมื่อเรือเข้าใกล้ตัวรับเสียงเสียงจำนวน 10 ครั้ง โปรแกรมทำการแจ้งเตือนจำนวน 8 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 80 เหมาะสำหรับนำมาใช้งานการแจ้งเตือน ดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 การกรองความถี่เสียงที่ระดับ 1,000 เฮิรตซ์ ค่าขีดแบ่งที่ 0.25

2. ผู้วิจัยทำการทดลองโดยทำการตั้งค่าการกรองเสียงอยู่ที่ช่วงความถี่ที่ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์ ทำการกำหนดค่าขีดแบ่งที่ 0.06 เมื่อเรือเข้าใกล้ตัวรับเสียงเสียงจำนวน 10 ครั้ง โปรแกรมทำการแจ้งเตือนจำนวน 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 40 ทำให้ไม่เหมาะสำหรับการแจ้งเตือน ดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 การกรองความถี่เสียงที่ระดับ 500 เฮิรตซ์ ค่าขีดแบ่งที่ 0.06

จากการทดลองผู้วิจัยได้สรุปเป็นรูปแบบตารางได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงสรุปผลการทดลองการกรองความถี่เสียงย่านต่าง ๆ

ระดับความถี่	ค่าขีดแบ่ง	ความถูกต้อง (ร้อยละ)
0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์	0.25	80
0 ถึง 500 เฮิรตซ์	0.06	40

5. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ใช้เครื่องรับเสียงจากได้นำหรือไฮโดรโฟนรุ่นเฮกซูเอ ในการรับเสียงจากได้นำ ใช้เครื่องขยายเสียงรุ่นฮันนี่โทนเอ็นเท็น ใช้อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน คอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้เขียนคำสั่งโปรแกรมภาษาไพทอน รุ่น 3.8.12 ในการทำงานขั้นตอนทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการแปลงเสียงที่ได้รับเป็นสเปกโทรแกรม, ขั้นตอนการกำหนดค่าความดังของเสียงแล้วทำการตั้งค่าขีดแบ่ง, ขั้นตอนการบันทึกวิดีโอ และขั้นตอนแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ผ่านโปรแกรมประยุกต์ไลน์ ได้รู้วิธีการแยกช่วงเสียงช่วงหนึ่งของเสียงออกมาแล้ว ทำการแปลงเสียงที่ได้แปลงเป็นสเปกโทรแกรม เพื่อหาช่วงความถี่ที่ไม่ต้องการ นำไปกรองเสียงรบกวนออกและยังทำให้เห็นระยะการเข้าและออกของเสียงเรือหรือเสียงอื่น ๆ ผ่านทางสเปกโทรแกรม งานวิจัยนี้ใช้ตัวกรองหลากหลายแบบ แต่แบบหลัก ๆ ที่ผู้วิจัยเลือกทดลองมีทั้งหมด สามแบบ คือ แบบที่หนึ่งตัวกรองผ่านสูง, แบบที่สองตัวกรองผ่านต่ำ และแบบที่สามตัวกรองผ่านแถบ ผู้วิจัยเลือกใช้หนึ่งในการกรอง คือ ตัวกรองผ่านต่ำ ใช้ในการ

กรองเสียงรบกวนในกระบวนการทั้งหมด เพราะ เสียงใต้น้ำส่วนมากมีความถี่ที่ต่ำ เพื่อให้ได้เสียงรบกวนที่น้อยกว่าการกรองเสียงรบกวนในแบบอื่น ๆ นำค่าที่ได้จากการกรองเสียงรบกวนแบบตัวกรองผ่านต่ำมาทำการทดลองต่อโดยการกำหนดค่าขีดแบ่ง ผู้วิจัยกำหนดค่าขีดแบ่งใช้ในการทดสอบเสียงในช่วงเวลาที่มีเสียงเข้าใกล้เครื่องรับเสียงจากใต้น้ำ ผู้วิจัยทำการจดค่าที่มากที่สุดและค่าที่น้อยที่สุด มาหาค่าเฉลี่ยจากนั้นทำการกำหนดค่าเฉลี่ยที่ได้รับมาทำการตั้งค่าขีดแบ่ง เมื่อเสียงเกินค่าขีดแบ่งที่กำหนด ให้โปรแกรมทำการบันทึกวีดิโอจากกล้องวงจรปิดหรือกล้องจากคอมพิวเตอร์ และแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ จากนั้นทำการทดลองการกรองเสียงทั้งสามช่วงความถี่ คือ ช่วงความถี่ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์, ช่วงความถี่ 0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์ และช่วงความถี่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ ผลการทดลองพบว่า การกรองในช่วงความถี่ 0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์ เหมาะกับการทำงานของอุปกรณ์มากกว่า ช่วงความถี่ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์ และ ช่วงความถี่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ เพราะช่วงความถี่ 0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์ มีการกรองเสียงรบกวนที่พอดี ไม่มากเกินไปในช่วงความถี่ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์ และไม่น้อยเกินไปในช่วงความถี่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ และมีการทำงานที่เหมาะสมกว่าในช่วงความถี่ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์ และช่วงความถี่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ โดยในช่วงความถี่ 0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์ มีการแจ้งเตือนอยู่ที่ร้อยละ 80 มีความถูกต้องมากกว่าช่วงความถี่ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์ และ ช่วงความถี่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ ถึงแม้การกรองในช่วงความถี่ที่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ มีการแจ้งเตือนอยู่ที่ร้อยละ 100 แต่ไม่มีความถูกต้องจึงทำให้ไม่ได้ใช้ในการแจ้งเตือน จากผลการวิจัยการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจหาและแจ้งเตือนการบุกรุกจากข้อมูลเสียงใต้น้ำพบว่าช่วงความถี่ 0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์เหมาะสำหรับการทำงานของอุปกรณ์มากกว่าช่วงความถี่อื่น ๆ ดังเหตุผลต่อไปนี้

1) ช่วงความถี่ 0 ถึง 500 เฮิรตซ์ ระดับความดังของเสียงที่กรองเสียงรบกวนแล้ว มีระดับความดังของเสียงที่ต่ำมากเกินไป เพราะทำการกรองในช่วงความถี่ที่น้อยทำให้การกรองมีระดับเสียงที่ต่ำ ทำให้ทำการตั้งค่าขีดแบ่งได้ยากมากกว่าช่วงความถี่อื่น ๆ

2) ช่วงความถี่ 0 ถึง 1,000 เฮิรตซ์ ระดับความดังของเสียงที่ยังไม่ได้กรองเสียงรบกวนเปรียบเทียบกับระดับความดังของเสียงที่กรองเสียงรบกวนแล้วมีระดับการกรองเสียงที่พอดี ไม่มีการกรองเสียงที่มากเกินไปหรือน้อยจนเกินไป เพราะใช้ช่วงความถี่ที่พอดีกับเสียงที่นำมากรองเสียงรบกวนทำให้ได้เสียงที่มีเสียงรบกวนที่น้อยและทำการตั้งค่าขีดแบ่งได้ง่าย

3) ช่วงความถี่ 0 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ ระดับความดังของเสียงที่ยังไม่ได้กรองเสียงรบกวนเปรียบเทียบกับระดับความดังของเสียงที่กรองเสียงรบกวนแล้ว ระดับความดังของเสียงมีความใกล้เคียงกันหรือมีความเหมือนกันมากเกินไป ทำให้เสียงรบกวนมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งทำให้ตั้งค่าขีดแบ่งไม่มีผล เพราะการกรองช่วงความถี่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับช่วงความถี่ที่ได้รับมาจากตัวไฮโดรโฟนทำระดับความดังของเสียงมีความใกล้เคียงกันมากเกินไป

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการทดลองซึ่งในขณะที่ได้ทำการทดลองพบปัญหาอยู่หลายปัจจัยที่ยังไม่สามารถทำการแก้ไขได้อยู่นอกเหนือวัตถุประสงค์ที่โครงการได้กำหนดขึ้นในเรื่องของการหาค่าขีดแบ่งที่แน่นอน เนื่องจากเสียงในแต่ละพื้นที่มีสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน เช่น บริเวณนั้นมีปลาจำนวนมากทำให้ต้องทำการกรองเสียงปลาที่อยู่ในบริเวณนั้นทำการกรองเสียงออก, จุดที่ติดตั้งมีคลื่นหรือกระแสน้ำไหลเข้าและไหลออกจำนวนมาก,

บริเวณนั้นมีพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ที่ต่ำทำให้รับเสียงน้อยลง จึงจำเป็นต้องหาค่าขีดแบ่งที่แน่นอน จากงานวิจัยเห็นได้ว่าถึงแม้ผู้วิจัยทำการกรองเสียงรบกวนออกแล้วยังมีเสียงที่มากกว่าค่าขีดแบ่ง ไม่ว่าจะตั้งค่าขีดแบ่งที่มากหรือตั้งค่าขีดแบ่งที่น้อยทำให้ต้องหาวิธีการกรองดีกว่านี้หรือหาวิธีการตรวจหาในแบบอื่น ๆ และ การวิจัยนี้ยังสามารถเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานอื่น ๆ ได้เช่น ฮาตุโน้, รัสเบอร์รี่พาย และเอ็มซียู-อีเอสพีเทอร์ดีทู

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์คัมภีร์ ธีระเวช ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิระ ศรีมาลา และอาจารย์ขนิษฐา ยารักษ์ ซึ่งคอยช่วยเหลือชี้แนะและให้คำปรึกษาในการทำโครงการครั้งนี้ทางด้านวิชาการและด้านปฏิบัติเป็นอย่างดีทำนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งคอยการสนับสนุนในด้านการใช้จ่ายและคอยให้กำลังใจแก่ผู้ทำโครงการเสมอมา

7. เอกสารอ้างอิง

- จิรพันธ์ หมวดจันทร์. (2555, ธันวาคม). สถานการณ์การบุกรุกป่าชายเลนของประเทศไทย. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. <https://www.dmcg.go.th/detailLib/154>
- Kumpee Teeravech. (2020, May). Classification of Vessel Sound using DEMON and LOFAR Techniques on STM32 Microcontroller. Rambhai Barni Rajabhat University
- OpenDevelopmentThailand.(2560, 19 ธันวาคม). ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. <https://thailand.opendevlopmentmekong.net/th/topics/environment-and-natural-resources/>
- ไทยรัฐออนไลน์. (2565, 29 พฤษภาคม). แจ้งบุกรุกป่า “2 รีสอร์ท” กาญจนบุรี ผิดชัดเจน. <https://www.thairath.co.th/news/local/central/2404722>
- aquarian hydrophones. (n.d.). Datasheet hydrophone H2A.<https://www.aquarianaudio.com/h2d-hydrophone.html>
- aquarian hydrophones. (n.d.). DANELECTRO N-10 Honeytone Mini Amp Aqua.<https://www.aquarianaudio.com/honeytone-amplified-speaker.html>
- MathWorks. (n.d.). Highpass-filter signals. <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/highpass.html>
- MathWorks. (n.d.). Lowpass-filter signals. <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/lowpass.html>
- MathWorks. (n.d.). Bandpass-filter signals. <https://www.mathworks.com/help/signal/ref/bandpass.html>