สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบระบุตำแหน่งเสียงระเบิด

EXPLOSION LOCATOR

ธีรุตร เริงสมุทร

ภัทร เสน่หา

ภัทร อัตชู

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 117461
วัน,เดือน,ปี 5 ส.ค. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบระบุตำแหน่งเสียงระเบิด

EXPLOSION LOCATOR

ผู้จัดทำ

1. นายธีรุตร เริงสมุทร
2. นายภัทร เสน่หา
3. นายภัทร อัตชู

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ชินภัทร นันทจิวากรชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบระบุตำแหน่งเสียงระเบิด

นายธีรุตร เริงสมุทร 50010722
นายภัทร เสน่หา 50011154
นายภัทร อัตชู 50011155
อาจารย์ชินภัทร นันทจิวากรชัย อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ระบบระบุตำแหน่งเสียงระเบิด คือ ระบบที่นำมาใช้ในการบอกตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน ซึ่งผู้จัดทำได้เน้นในด้านการบอกตำแหน่งของเสียงระเบิดที่ดังขึ้น เพื่อช่วยเจ้าหน้าที่ในการเก็บข้อมูลการก่อการร้าย ในรายงานฉบับนี้ อธิบายหลักการและโครงสร้าง ระบบระบุพิกัดแหล่งกำเนิดเสียง โดยระบบจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนรับสัญญาณเสียง ตัวแปลงสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผล มีหลักการทำงาน คือ เราสามารถคำนวณพิกัดจากความแตกต่างของเวลาจากเสียงระเบิดที่เกิดขึ้น ซึ่งจะใช้เวลาเดินทางมาถึงไมโครโฟนในแต่ละตำแหน่งในเวลาที่แตกต่างกันและระบบจะแสดงผลเป็นพิกัดของแหล่งกำเนิดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Explosion Locator

Mr. Tirut Reangsamut 50010722

Mr. Pattara Sanaeha 50011154

Mr. Pattara Attachoo 50011155

Assoc. Chinnapat Nuntajiwagornchai Advisor

Education Year 2010

ABSTRACT

Explosion locator is a system used for positioning the sound source. Can be applicable in many ways. The provider have focus on the positioning of a explosion sound. To assist staff in data collection of terrorism. This report describes principle and structure of the Explosion locator. The system is divided into 4 main sections, the received signal, the converted digital audio signals, the processing and display. The principle is we can calculate coordinates from the difference in time from the explosion happened and came to the microphone at each location in a different time. The system will display the coordinates of the explosion source.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำรายงานฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้โดยได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาอย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำโครงงานระบบระบุตำแหน่งเสียงระเบิด ใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีในรายงานฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ธีรุตร เริงสมุทร
ภัทร เสน่หา
ภัทร อัตชู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและโครงสร้างระบบระบุตำแหน่งระเบิด	2
2.1 ไมโครโฟน	3
2.1.1 ความสามารถของไมโครโฟน	4
2.1.2 ชนิดของไมโครโฟน	5
2.2 Microphone Preamplifier (AGC)	7
2.3 ส่วนบันทึกสัญญาณ	9
2.4 ส่วนประมวลผลพิกัด (X,Y)	10
2.4.1 ส่วนประมวลผลพิกัด (X,Y)	10
2.4.2 สมการความเร็วเสียง	11
2.4.3 โปรแกรม MATLAB	12
2.5 Cross-Correlation ของสัญญาณพลังงาน	13
2.5.1 Autocorrelation	13
2.5.2 Cross – correlation	13
2.5.3 การออกแบบการ Cross correlation	14
2.6 ส่วนประมวลผลพิกัดละติจูด,ลองจิจูด	15
2.6.1 ละติจูด,ลองจิจูด	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6.2 การแสดงพิกัดบนเครื่อง GPS (Global Positioning System)	15
2.6.3 วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DMS เป็นแบบ DD	16
2.6.4 ส่วนการแปลงระบบพิกัด(X,Y)ให้อยู่ในระบบพิกัดละติจูด,ลองจิจูด(DD)	17
2.6.5 ระยะทางระหว่างจุดกับเส้นตรง	19
บทที่ 3 การทดลอง	20
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อเก็บลักษณะเสียง	20
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง	23
4.1 ตารางผลการทดลอง	24
4.2 ตารางเปรียบเทียบผลต่างเวลาที่บันทึกได้กับผลต่างเวลาที่ได้จากทฤษฎี	24
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	25
5.1 สรุปผลการทดลอง	25
5.2 ปัญหาที่พบจากการทดลอง	25
เอกสารอ้างอิง	26
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 1.1 แนวคิดการออกแบบระบบระบุพิกัดแหล่งกำเนิดเสียง	1
รูปที่ 2.1 แนวคิดการออกแบบระบบระบุพิกัดแหล่งกำเนิดเสียง	2
รูปที่ 2.1.1 การแปลงคลื่นเสียงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าของไมโครโฟน	3
รูปที่ 2.1.2 พิสัยพลวัตและผลตอบสนองทางความถี่ของไมโครโฟน	4
รูปที่ 2.1.3 Omnidirectional ที่สามารถรับเสียงจากทุกทิศทางรอบ	6
รูปที่ 2.1.4 Unidirectional จะรับเสียงจากด้านหน้า	6
รูปที่ 2.1.5 Bidirectional จะรับเสียงได้ดังที่สุดที่ด้านหน้าและด้านหลัง	7
รูปที่ 2.2 วงจร Preamplifier Microphone	8
รูปที่ 2.3.1 สัญญาณโดยโปรแกรม Cool Edit Pro 2.0	9
รูปที่ 2.3.2 โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการทดลองจริง	9
รูปที่ 2.4.1 การหาระยะห่างของจุด	10
รูปที่ 2.4.2 หน้าต่างโปรแกรม MATLAB	12
รูปที่ 2.5.1 Cross-correlation สัญญาณซายน์ที่มีความถี่เท่ากันมีเฟสเท่ากัน	14
รูปที่ 2.6.1 การแปลงระยะทางพิกัด (X,Y) เป็นพิกัดละติจูด,ลองจิจูด	17
รูปที่ 2.6.2 ตำแหน่งของ Microphone ที่จุด (0, 0) และ (5, 0) ในระบบพิกัดละติจูด , ลองจิจูด (A, B), (D, C)	17
รูปที่ 2.6.3 มุมที่เกิดจากการหาความสัมพันธ์เพื่อสร้างแกนอ้างอิงระบบพิกัดละติจูด, ลองจิจูด	18
รูปที่ 2.6.4 การหาระยะที่เปลี่ยนแปลงไปในระบบพิกัดละติจูด, ลองจิจูด	18
รูปที่ 2.6.5 ระยะทางระหว่างจุดกับเส้นตรง	19
รูปที่ 3.2.1 แผนที่การจำลองจุดระเบิด	21
รูปที่ 3.2.2 แผนที่การทดลองจริง	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.2 แสดงคุณสมบัติของ Microphone Preamplifier (AGC)	7
ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลอง	24
ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบผลต่างเวลาที่บันทึกได้กับผลต่างเวลาที่ได้จากทฤษฎี	24

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

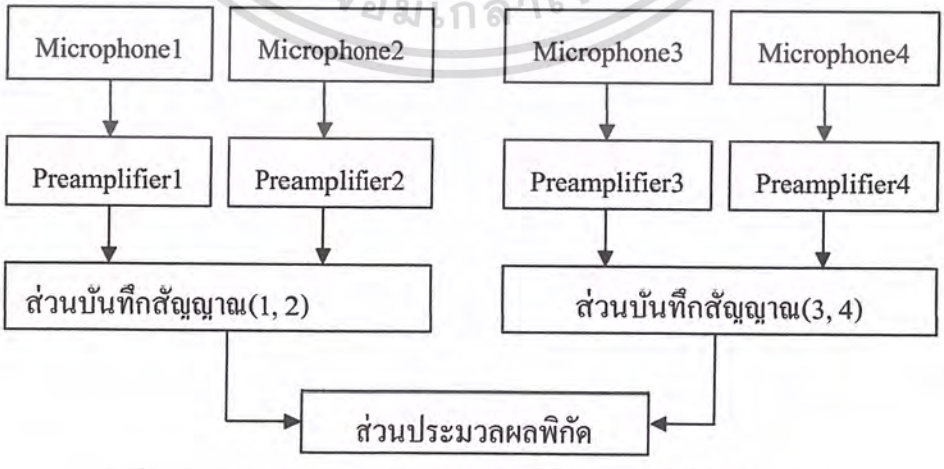
บทที่1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันมีเหตุการณ์ที่เสี่ยงต่อความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินเกิดขึ้นทุกเวลา ทำให้ ระบบการรักษาความปลอดภัยมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต จึงได้มีการคิดค้นและนำมาใช้ประโยชน์มาก ขึ้น ดังเช่น ระบบการเก็บข้อมูลเหตุการณ์จากกล้องวงจรปิด การแจ้งเหตุด่วนเหตุร้ายที่เพิ่มวิธีการเชื่อมต่อให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น เป็นต้น และสังเกตได้ว่าในเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นนั้น ปัญหาอาชญากรรมที่เกิดจากการใช้อาวุธประเภทรุนแรง จะส่งผลให้เกิดความเดือดร้อนและความเสียหายเป็นอย่างมาก การพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัย การเตือนภัย ให้มีประสิทธิภาพทันต่อเหตุการณ์จึงเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าว จึงได้สร้างระบบระบุพิกัดแหล่งกำเนิดเสียงนี้ขึ้นมา ซึ่งสามารถใช้ในการบอกตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงปืนและเสียงระเบิดที่เกิดขึ้นได้ในเวลารวดเร็ว เพื่อช่วยเจ้าหน้าที่ในการเก็บข้อมูลการก่อเหตุซึ่งจะนำไปสู่การวางแผนป้องกันหรือการเตือนภัย ทำให้เข้าช่วยเหลือ ณ จุดเกิดเหตุได้ทันเวลา นอกจากนี้ ยังสามารถนำแนวคิดในการสร้างมาประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเสียงที่เกิดขึ้นได้อีกในหลายด้าน

1.2 วัตถุประสงค์

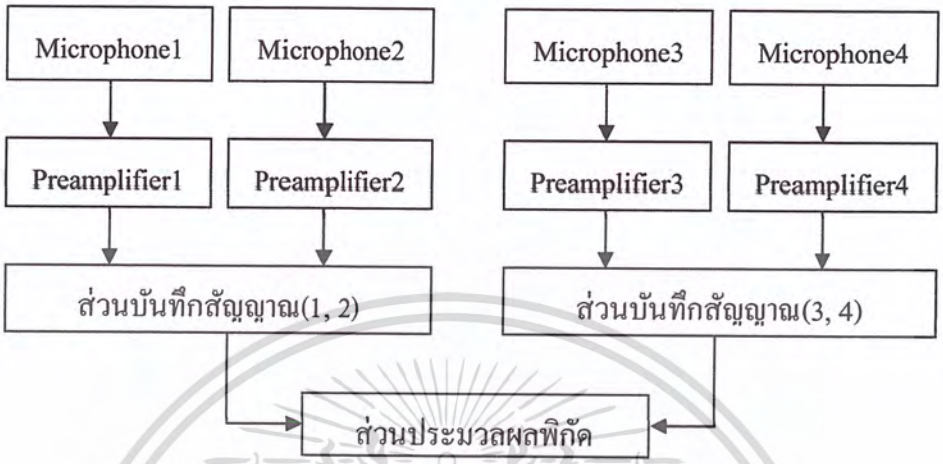
เพื่อนำไปใช้ในการบอกตำแหน่งของแหลงกำเนิดเสียงปืนและเสียงระเบิดที่เกิดขึ้นได้ในเวลาอันรวดเร็วและแสดงผลลงบนแผนที่ในหน้าจอคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1.1 แนวคิดการออกแบบระบบระบุพิกัดแหล่งกำเนิดเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและโครงสร้างระบบระบุตำแหน่งเสียงระเบิด



รูปที่ 2.1 แนวคิดการออกแบบระบบระบุพิกัดแหล่งกำเนิดเสียง

ส่วนประกอบของโครงงาน

ในโครงงานนี้จะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ไมโครโฟน Preamplifier ส่วนประมวลผลเวลา ส่วนประมวลผลพิกัด

1) ไมโครโฟน ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งผ่าน Preamplifier

2) Preamplifier สัญญาณจากไมโครโฟน จะถูกขยายโดย Preamplifier ก่อนที่จะส่งเข้า Computer เพื่อประมวลหาความต่างเวลาของสัญญาณ

3) ส่วนบันทึกสัญญาณ สัญญาณ Output จาก Preamplifier จะถูกบันทึกลงComputer ด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro 2.0

4) ส่วนประมวลผลพิกัด เมื่อวัดความต่างเวลาจากโปรแกรม Cool Edit Pro 2.0 ดังกล่าวแล้วนำ

ค่าเวลานั้นไปประมวลผลโดยโปรแกรม MATLAB เพื่อหาพิกัดตำแหน่ง (X, Y)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของโครงงาน

1) ศึกษาการหาพิกัดของเสียงโดยทดลองในสภาวะที่ไม่มีเสียงรบกวน

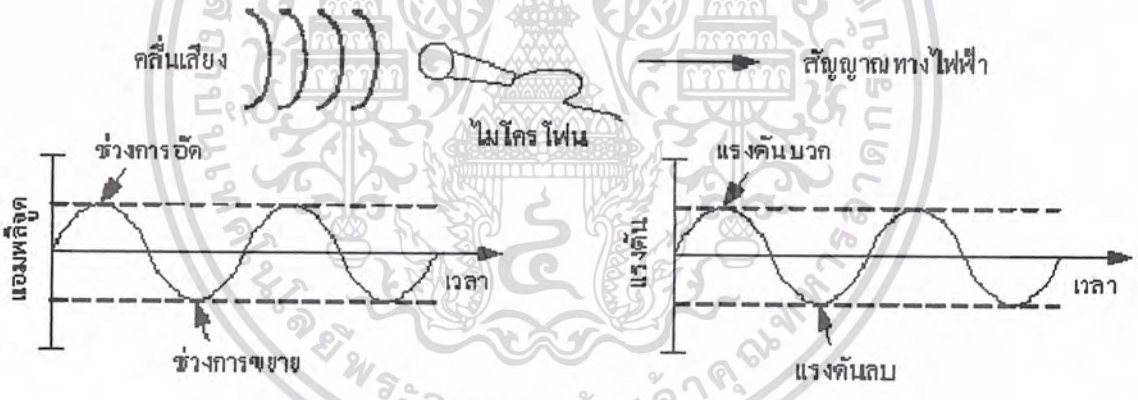
2) ศึกษารัศมีที่สามารถระบุตำแหน่งได้

3) ศึกษาการวางตำแหน่งของไมโครโฟน

4) ศึกษาหาค่าความผิดพลาดของระบบ

2.1 ไมโครโฟน

เมื่อต้องการนำเสียงที่ได้ยินมาทำการวิเคราะห์หรือขยายความดัง อุปกรณ์สำคัญซึ่งทำหน้าที่ในการรับพลังงานเสียง และแปลงเสียงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าคือไมโครโฟน แอมพลิจูดของสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้จากไมโครโฟนเป็นสัดส่วนกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียงที่ผ่านเข้ามา และยังขึ้นอยู่กับความสามารถของไมโครโฟนอีกด้วย ในกรณีที่ไมโครโฟนสามารถแปลงคลื่นเสียง ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้ทั้งหมด แอมพลิจูดของสัญญาณทางไฟฟ้าจะมีความสูงเท่ากันกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการแปลงสัญญาณของไมโครโฟนในกรณีนี้



รูปที่ 2.1.1 การแปลงคลื่นเสียงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าของไมโครโฟน

ซึ่งจะเห็นว่าแอมพลิจูดของคลื่นเสียงได้รับการแปลงไปเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า กล่าวคือ ในช่วงการอัดของโมเลกุลของอากาศ ซึ่งมีแอมพลิจูดสูงสุดนั้น จะเกิดแรงดันบวกของสัญญาณทางไฟฟ้าขึ้น และในช่วงการขยายของโมเลกุลของอากาศ ซึ่งมีแอมพลิจูดต่ำสุด จะเกิดแรงดันลบของสัญญาณทางไฟฟ้า (Rumsey and McCormick, 1994)

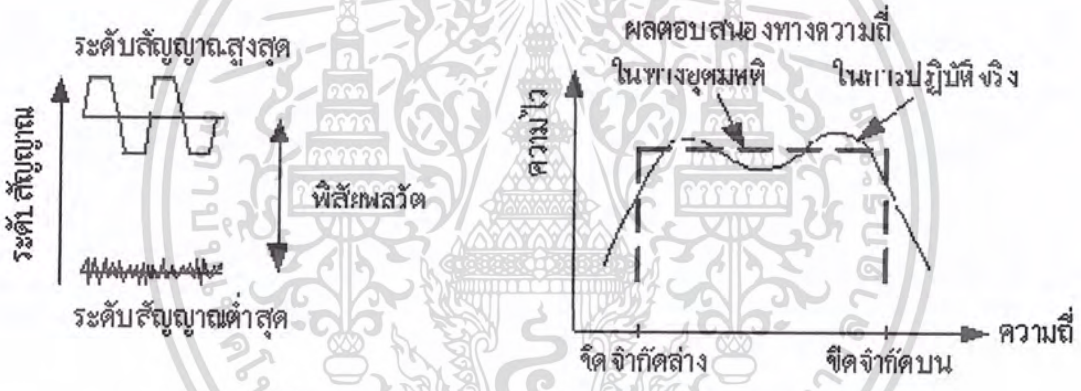
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ความสามารถของไมโครโฟน

ความสามารถของไมโครโฟนอาจพิจารณาได้จากลักษณะสมบัติที่สำคัญดังต่อไปนี้

1) ความไว (sensitivity) คือ ค่าอัตราส่วนของแรงดันเอาต์พุตที่เกิดจากไมโครโฟนเทียบกับความดันเสียงที่เข้ามา มีหน่วยเป็นโวลต์ต่อปาสคาล (V/Pa) และอาจแสดงในหน่วยเดซิเบล (dB) ก็ได้ ซึ่งไมโครโฟนที่ดีควรมีค่าความไวสูง

2) พิสัยพลวัต (dynamic range) คือ พิสัยการวัดของไมโครโฟนซึ่งถูกจำกัดการวัดที่ระดับต่ำสุด ด้วยสัญญาณรบกวนทางอิเล็กทรอนิกส์ (electronic noise) ของไมโครโฟน (สัญญาณรบกวนทางอิเล็กทรอนิกส์ คือ เอาต์พุตที่เกิดขึ้นแม้ไม่มีความดันเสียงเข้ามายังไมโครโฟนเลย) และถูกจำกัดการวัดที่ระดับสูงสุดด้วยความไม่เป็นเชิงเส้นของไมโครโฟน และการเพี้ยนของรูปคลื่น (Smith and Peters, 1996) พิสัยพลวัตอาจแสดงได้ดังรูปที่ 2.1.2



รูปที่ 2.1.2 พิสัยพลวัตและผลตอบสนองทางความถี่ของไมโครโฟน

3) ผลตอบสนองทางความถี่ (frequency response) ของไมโครโฟน คือค่าความไวเทียบกับความถี่ ในทางอุดมคติ ไมโครโฟนควรจะมีค่าความไวเท่ากันตลอดทุกความถี่ หรือมีผลตอบสนองทางความถี่ที่แบนราบ (flat) แต่ในทางปฏิบัติจริงนั้นพบว่า ผลตอบสนองทางความถี่ เพียงแต่ค่อนข้างแบนราบเท่านั้น ในช่วงระหว่างขีดจำกัดความถี่บนและล่าง และผลตอบสนองจะลดลงอย่างรวดเร็วที่ขีดจำกัดความถี่บนและล่าง (Smith and Peters, 1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ชนิดของไมโครโฟน

1) Dynamic Microphone ใช้ตัวนำไฟฟ้าเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็กเพื่อสร้างสัญญาณไฟฟ้าดังนั้นใน Microphone ชนิดนี้จะมีส่วนประกอบหลักเป็นตัวนำไฟฟ้าและแม่เหล็ก Dynamic Microphone แบ่งออกเป็นอีกสองประเภทคือ Moving Coil Microphone และ Ribbon Microphone

1.1) Moving Coil Microphone เป็น Microphone ที่นิยมใช้กันมากที่สุด อาจเนื่องมาจากเป็น Microphone ที่มีความทนทานและมีราคาไม่สูงมาก Microphone ชนิดนี้จะมีขดลวดติดอยู่กับ Diaphragm โดยที่ขดลวดนี้จะลอยอยู่บนสนามแม่เหล็ก เมื่อคลื่นเสียงมากระทบ Diaphragm จะทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็กทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวด

1.2) Ribbon Microphone จะมีหลักการทำงานเหมือนกับ Moving Coil Microphone แต่จะใช้แผ่นโลหะบางๆวางอยู่ในสนามแม่เหล็กเมื่อคลื่นเสียงมากระทบแผ่นโลหะจะทำให้แผ่นโลหะเคลื่อนที่ตัดสนามแม่เหล็กทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าบนแผ่นโลหะ

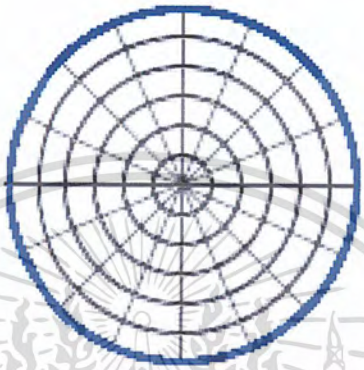
2) Condenser Microphone หรือเรียกว่า Capacitor Microphone ด้วยการใช้แผ่นโลหะวงกลมสองแผ่นวางขนานกันโดยยึดแผ่นหนึ่งไว้กับที่ส่วนอีกแผ่นเคลื่อนที่ได้ทำหน้าที่เป็น Diaphragm แล้วป้อนประจุไฟฟ้าให้กับแผ่นโลหะทั้งสองแผ่น แผ่นหนึ่งเป็นประจุบวกอีกแผ่นเป็นประจุลบทำให้แผ่นโลหะทั้งสองมีคุณสมบัติเป็นตัวเก็บประจุเมื่อคลื่นเสียงมากระทบแผ่นโลหะที่ทำหน้าที่เป็น Diaphragm ทำให้แผ่นDiaphragm เคลื่อนที่ เมื่อแผ่น Diaphragm เคลื่อนที่ทำให้ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะสองแผ่นเปลี่ยนไป ความสามารถในการเก็บประจุของแผ่นโลหะก็จะเปลี่ยนไปด้วย แล้วจึงนำอัตราการเปลี่ยนแปลงของ
จำนวนประจุบนแผ่นโลหะไปแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า Microphone ชนิดนี้ต้องการไฟฟ้าเพื่อมาจ่ายประจุให้กับแผ่นโลหะจึงต้องใช้ไฟฟ้าจาก Mixer โดยทั่วไปจะมีแรงดัน 48 V

Condenser Microphone จะให้เสียงที่มีรายละเอียดสูง ตอบสนองความถี่ได้กว้างเหมาะกับเครื่องดนตรีที่ต้องการรายละเอียดเช่น เครื่องโลหะ เครื่องสายต่างๆ เปียโน เป็นต้น Moving Coil Microphone สามารถทำงานได้โดยที่ไม่ต้องการไฟเลี้ยง มีความทนทานรับเสียงที่ดังมากๆได้โดยที่ไม่เกิด Distortion ซึ่งเหมาะกับแอมป์กีตาร์และกลอง แต่ว่า Moving Coil Microphone จะตอบสนองได้ช้ากว่า Condenser Microphone ทำให้เสียงที่ได้จะนุ่มนวลกว่า ส่วน Ribbon Microphone นั้นจะไม่นิยมใช้กันแล้วเนื่องจากไม่ค่อยมีใครผลิตและมีราคาแพง อีกทั้งยังเสียได้ง่าย Microphone ไม่ว่าจะเป็น Dynamic หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

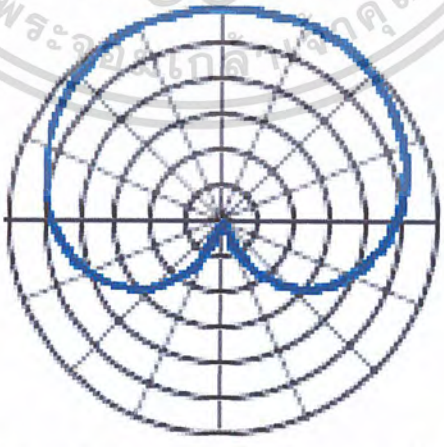
Condenser จะมีทิศทางการรับเสียงอยู่หลายๆแบบขึ้นอยู่กับการออกแบบตามความต้องการในการใช้งาน ทิศทางการรับเสียงหรือ Directional Pattern หรือเรียกว่า Polar Pattern จะมีอยู่หลักๆ 3 แบบคือ

1. Omnidirectional ที่สามารถรับเสียงจากทุกทิศทางรอบ Microphone ได้ดังเท่ากันหมด



รูปที่ 2.1.3 Omnidirectional ที่สามารถรับเสียงจากทุกทิศทางรอบ

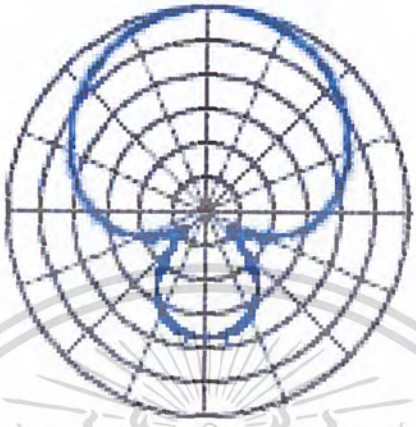
2. Unidirectional จะรับเสียงจากด้านหน้าของ Microphone ได้ดังที่สุดส่วนเสียงที่อยู่ด้านข้างMicrophone จะเบาลง



รูปที่ 2.1.4 Unidirectional จะรับเสียงจากด้านหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Bidirectional จะรับเสียงได้ดังที่สุดที่ด้านหน้าและด้านหลังของ Microphone และUnidirectional ยังแบ่งได้อีกเป็น Cardioid Supercardioid และ Hypercardioid



รูปที่ 2.1.5 Bidirectional จะรับเสียงได้ดังที่สุดที่ด้านหน้าและด้านหลัง

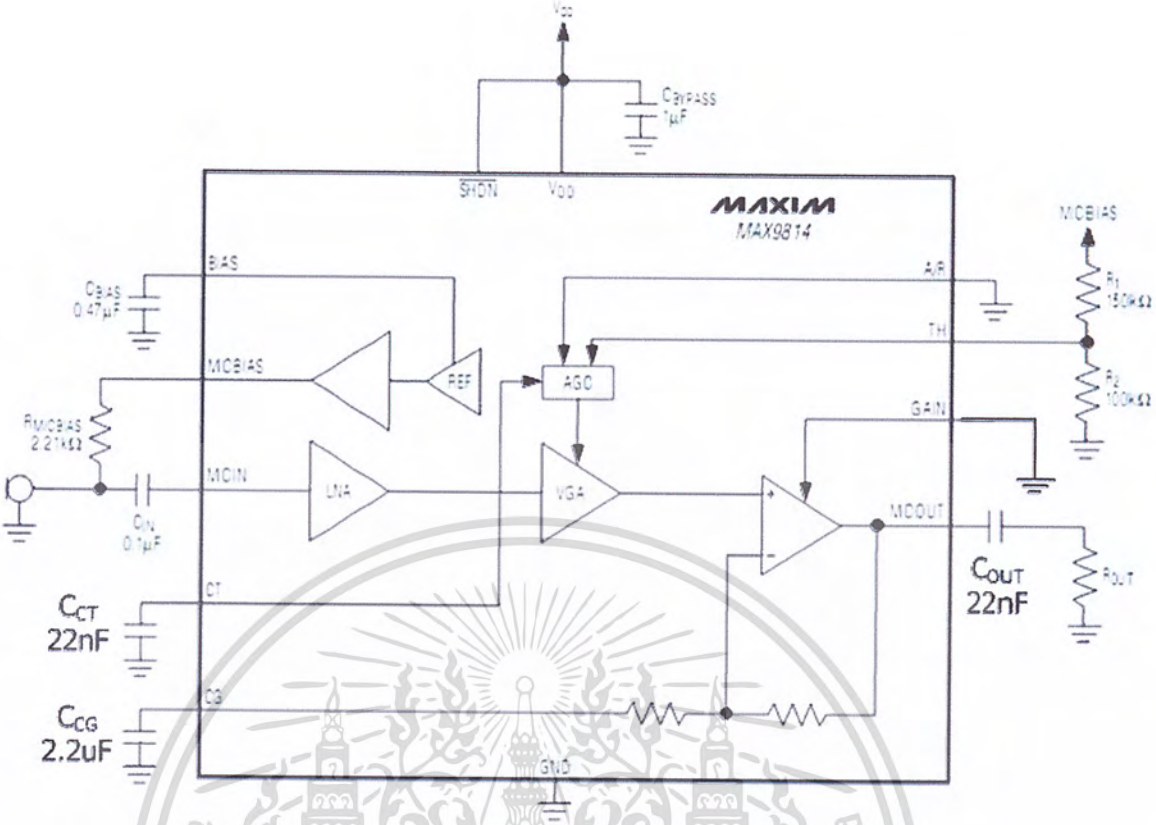
2.2 Microphone Preamplifier (AGC)

สัญญาณจากไมโครโฟน จะถูกขยายสัญญาณด้วย Microphone Preamplifier แบบ Automatic Gain Control โดยใช้ IC MAX9814 ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของ Microphone Preamplifier (AGC)

Grain	50dB
Attack Time	0.05 ms
Release Time	25 ms
Frequency Response	100Hz – 20kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

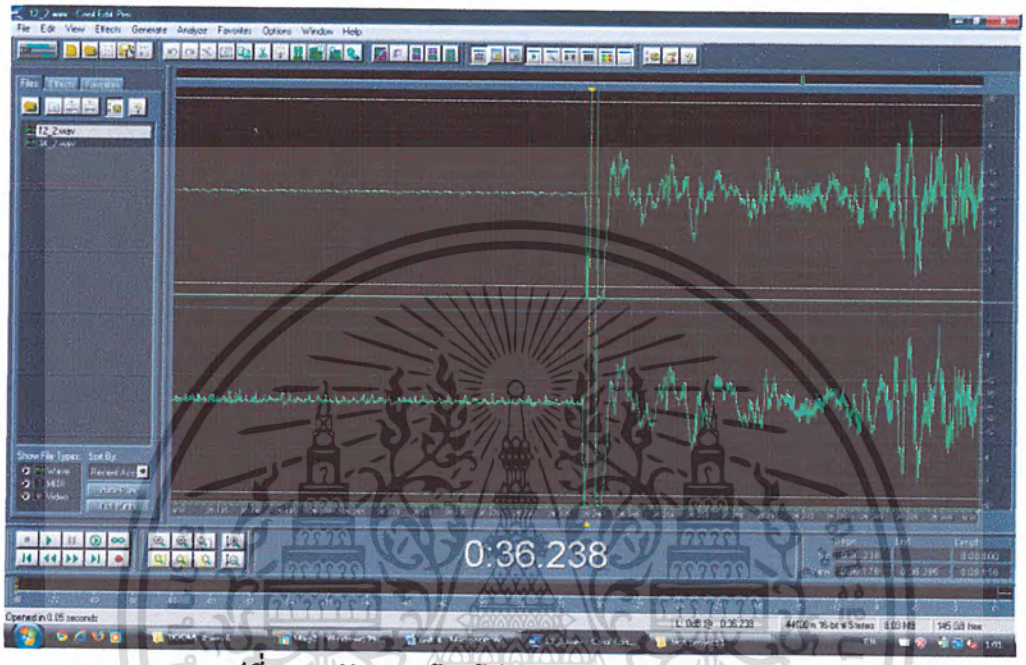


รูปที่ 2.2 วงจร Preamplifier Microphone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

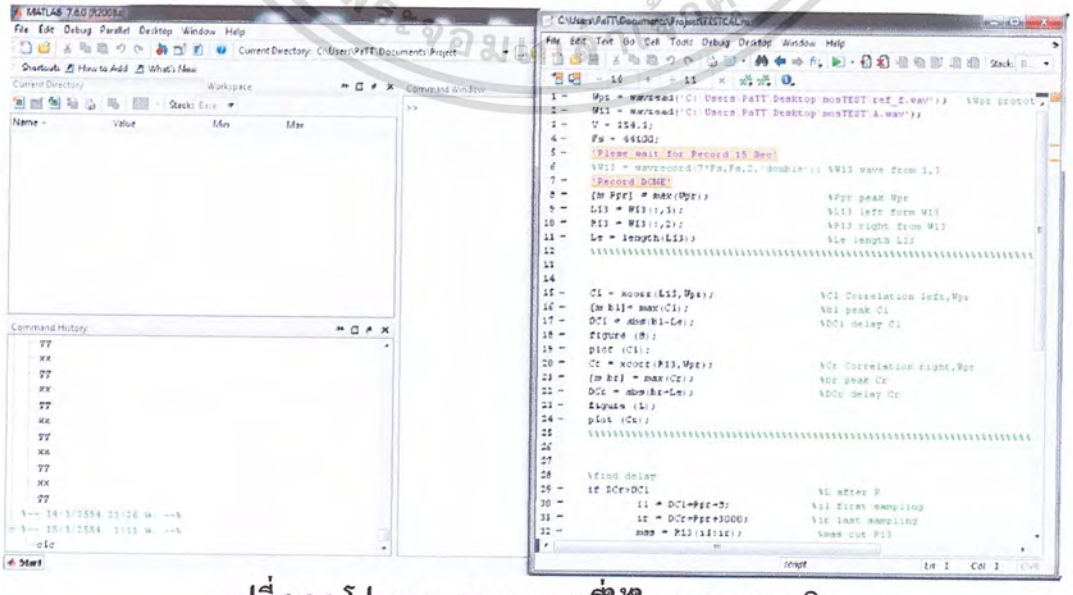
2.3 ส่วนบันทึกสัญญาณ

สัญญาณ Output จาก Preamplifier จะถูกบันทึกลง Computer ด้วยโปรแกรม Cool Edit Pro 2.0 เพื่อนำไปวิเคราะห์ในการเขียน code ด้วยโปรแกรม MATLAB ดังรูปที่ 2.3.1 แสดงสัญญาณโดยโปรแกรมCool Edit Pro 2.0



รูปที่ 2.3.1 สัญญาณโดยโปรแกรม Cool Edit Pro 2.0

และในการทดลองจริงใช้โปรแกรม MATLAB ในการบันทึกสัญญาณ



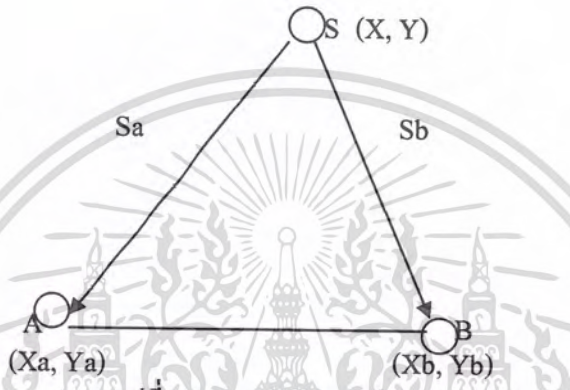
รูปที่ 2.3.2 โปรแกรม MATLAB ที่ใช้ในการทดลองจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ส่วนประมวลผลพิกัด (X,Y)

2.4.1 การคำนวณหาพิกัด (X,Y)

เมื่อวัดความต่างเวลาจากโปรแกรม Cool Edit Pro 2.0 ดังกล่าวแล้วนำค่าเวลานั้นไปประมวลผลโดยโปรแกรม MATLAB เพื่อหาพิกัดตำแหน่ง (X, Y) โดย กำหนดตำแหน่ง ไมโครโฟน X1, Y1, X2, Y2 กำหนดความเร็วเสียง แล้วใช้ฟังค์ชัน Solve ในการหาคำตอบของสมการ หลังจากนั้นโปรแกรมจะแสดงตำแหน่ง (X, Y)



รูปที่ 2.4.1 การหาระยะห่างของจุด

จากรูปที่ 2.4.1 กำหนดให้ระยะห่างระหว่างจุด S กับจุด A คือ Sa และระยะห่างจากจุด S กับจุด B คือ Sb สามารถเขียนสมการหาระยะห่าง S1 และ S2 ได้ดังนี้

$$Sa = \sqrt{(X - Xa)^2 + (Y - Ya)^2} \quad (2.1)$$

$$Sb = \sqrt{(X - Xb)^2 + (Y - Yb)^2} \quad (2.2)$$

กำหนดให้จุด C เป็นแหล่งกำเนิดเสียง สามารถเขียนสมการความเร็วของเสียงได้ดังนี้

$$V = \frac{S}{T} \quad (2.3)$$

โดยที่ S คือระยะทาง

t คือเวลาที่เสียงเดินทางมาถึงจุด A หรือ จุด B

V คือ ความเร็วของเสียง

เราสามารถหาค่าเวลาที่เสียงเดินทางมาถึงจุด A และ B ดังสมการที่ 2.4, 2.5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Ta = \frac{\sqrt{(X-Xa)^2+(Y-Ya)^2}}{V} \quad (2.4)$$

$$Tb = \frac{\sqrt{(X-Xb)^2+(Y-Yb)^2}}{V} \quad (2.5)$$

ค่าความต่างเวลาที่เสียงเดินทางมาถึงจุด A และ B คือ $\Delta t12$ โดยที่

$$\Delta t12 = t1 - t2 \quad (2.6)$$

เมื่อนำค่าของสมการที่ 2.4 และ 2.5 แทนลงใน สมการ 2.6 จะได้

$$\Delta Tab = \frac{\left(\sqrt{(X-Xa)^2+(Y-Ya)^2} - \sqrt{(X-Xb)^2+(Y-Yb)^2}\right)}{V} \quad (2.7)$$

2.4.2 สมการความเร็วเสียง

ความเร็วของเสียงในอากาศโดยประมาณหาได้จาก:

$$C_{air} \approx \left(331.5 + (0.6 \times \theta)\right) m/s \quad (2.8)$$

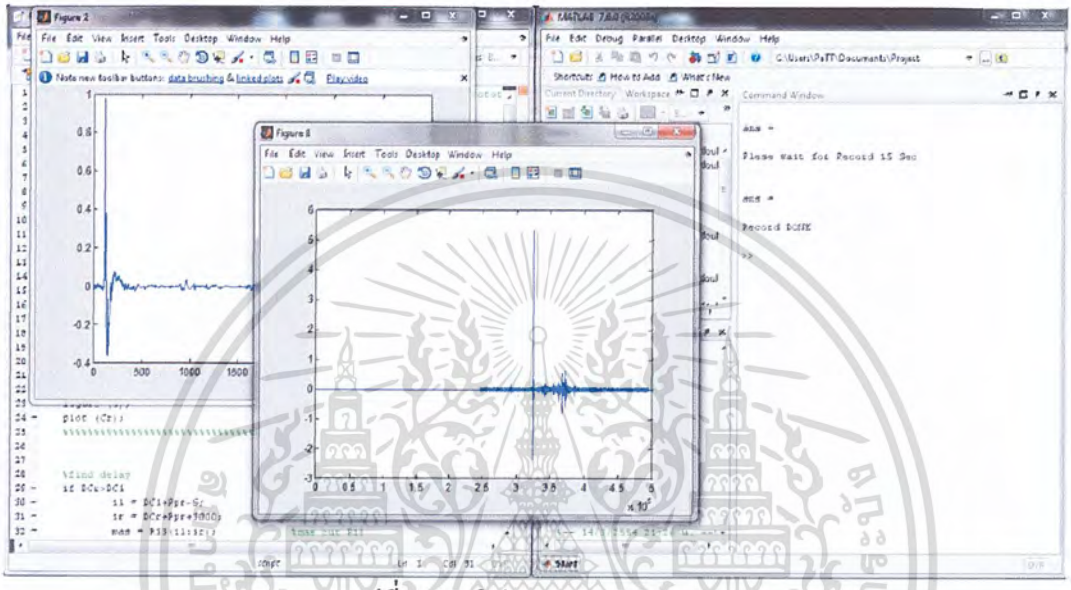
โดยที่ θคือ อุณหภูมิ ในหน่วย องศาเซลเซียส ความแม่นยำในการประมาณในช่วงของอุณหภูมิในช่วง -20°C ถึง 40°C จะมีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 0.2% ในช่วงอุณหภูมิสูงกว่า หรือ ต่ำกว่านั้นความเร็วของเสียงจะประมาณโดย

$$C_{air} \approx 331.5\sqrt{1 + \frac{\theta}{273}}\ m/s \quad (2.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 โปรแกรม MATLAB

เราใช้โปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลสัญญาณ ซึ่งโปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงเพื่อใช้ในการคำนวณทางเทคนิค MATLAB ได้รวมการคำนวณ การเขียนโปรแกรมและการแสดงผลรวมกันอยู่ในตัวโปรแกรมเดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2.4.2 โปรแกรม MATLAB

ในปัจจุบันนี้ MATLAB ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้ภาษา C โดยบริษัท MathWorks ภายใต้โครงการ LAPACK และ ถูกพัฒนาขึ้นจนเป็น โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในด้านการคำนวณทั้งด้าน matrix และ vector สำหรับงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมโปรแกรมหนึ่ง

- MATLAB เป็นโปรแกรมเพื่อการคำนวณและแสดงผลได้ทั้งตัวเลขและรูปภาพ
- ลักษณะการเขียนโปรแกรมใน MATLAB จะใกล้เคียงการเขียนสมการทางคณิตศาสตร์
ที่เราคุ้นเคยจึงง่ายกว่าการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาชั้นสูงเช่น C, FORTRAN หรืออื่นๆ
- MATLAB มีความสามารถในการเขียนกราฟและรูปภาพทั้ง 2 มิติและ 3 มิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- MATLAB มี toolbox หรือชุด function พิเศษสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการใช้งานเฉพาะทางหรืองานด้านวิศวกรรมขั้นสูงอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่เขียนโดย MATLAB จะ Save โดยใช้ extension เป็น " m " ซึ่งเรานิยมเรียกโปรแกรมที่เขียนโดยใช้ MATLAB ว่า M-file โดย M-file นี้จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือเขียนในลักษณะของการบอกขั้นตอนหรือบอกบทการทำงานหรือที่นิยมเรียกว่า script file และอีกประเภทหนึ่งจะเขียนขึ้นในลักษณะของ function ซึ่งผู้ใช้สามารถรวบรวมเอา function ต่าง ๆ ของ MATLAB มารวมเข้าด้วยกันแล้วเขียนขึ้นเป็น function ใหม่ M-file ในลักษณะนี้เรียก function file M-file ใน MATLAB จะเขียนเป็น plain text format ธรรมดา ดังนั้นเราอาจใช้ program เล็ก ๆ เขียนเช่น Notepad เขียนก็ได้ และการ save file จะ save เป็นชื่อ file ที่ต้องการโดยมี extension เป็น m สำหรับ MATLAB แล้ว จะมี MATLAB Editor/Debugger เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมและแก้ไขโปรแกรม ส่วนการเรียกใช้ M-file นั้นก็เพียง พิมพ์ชื่อ file ที่ต้องการ

2.5 Cross- Correlation ของสัญญาณพลังงาน

2.5.1 Autocorrelation คือตัววัดความเหมือนกันของสัญญาณ และตัวมันเองที่หน่วงไป

2.5.2 Cross – correlation คือ ตัวจัดความเหมือนกันของสัญญาณและสัญญาณที่ 2 ที่หน่วงไป

$$R_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} g_1(t) g_2(t-\tau) dt \qquad (2.10)$$

1) ถ้า $g_1(t)$ และ $g_2(t)$ มีบางส่วนของสัญญาณที่เหมือนกันค่า Cross-correlation R12 (τ) จะมีค่าๆ

(τ) หนึ่งสำหรับที่กำหนด ดังนั้นมันจึงเป็นตัววัดความเหมือนหรือ ความร่วมนับของสัญญาณ 2 สัญญาณ

2) ถ้า $g_1(t)$ และ $g_2(t)$ เป็นสัญญาณที่เป็น “orthogonal” ต่อกันตลอดเวลา

นั่นคือ $R_{12}(0) = 0$ โดย $\int_{-\infty}^{\infty} g_1(t) g_2(t) = 0$

3) จาก $R_{12}(\tau)$ ข้างต้นเขียนใหม่

$$R_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} g_1(t) g_2(t-\tau) dt$$

ได้ว่า $R_{12}(\tau) = R_{21}(-\tau)$ นั่นคือ $R_{12}(\tau) \neq R_{21}(-\tau)$

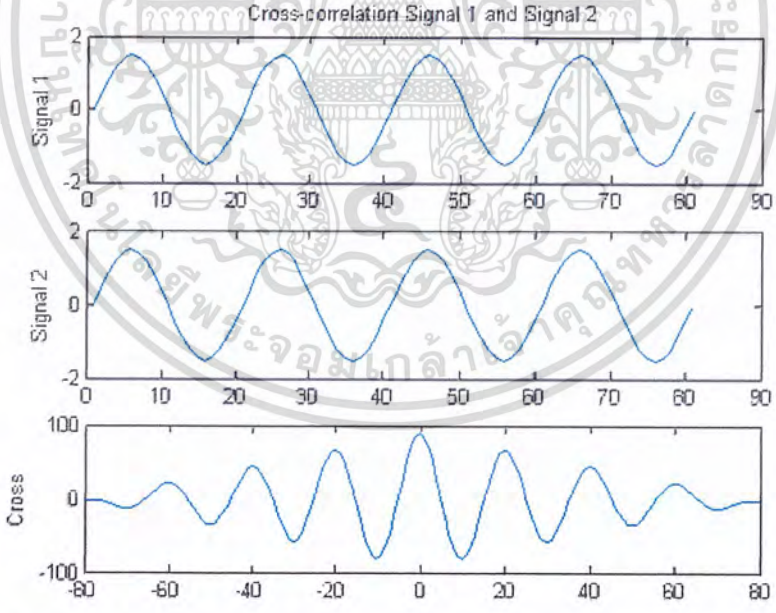
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การออกแบบการ Cross correlation

การออกแบบการ Cross correlation ได้ใช้ฟังก์ชันในโปรแกรม MATLAB โดยจะประมวลผลข้อมูลความแตกต่างทางเวลาของแต่ละสัญญาณเสียง ซึ่งมีชุดคำสั่งของโปรแกรมดังนี้

```
k=xcorr(y2,y3);      % Cross-correlation y2:y3
```

จากการทดสอบการ Cross correlation ได้เขียนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณซายน์ที่มีความถี่เท่ากัน แต่สัญญาณทั้งสองมีเฟสเกิดขึ้นที่เวลาเดียวกัน ดังภาพประกอบ 3-23 จะเห็นได้ว่าการ Cross correlation ของสัญญาณทั้งสองจะมีค่าสูงสุดที่ 0 (แกน Y) นั่นคือสัญญาณทั้งสองมีความแตกต่างทางเวลาเป็นศูนย์ แต่ถ้าสัญญาณทั้ง 2 มีเฟสที่นำหน้าหรือล้าหลังกัน การ Cross correlation ของสัญญาณทั้งสองจะได้ค่าสูงสุดที่ไม่อยู่ที่ค่าศูนย์ และกราฟ Cross correlation มีค่าสูงสุดที่แกน Y เท่าใดนั้นคือค่าของความแตกต่างทางเวลาระหว่างสัญญาณทั้งสองสัญญาณ



รูปที่ 2.5.1 Cross-correlation สัญญาณซายน์ที่มีความถี่เท่ากันมีเฟสเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ส่วนประมวลผลพิกัดละติจูด,ลองจิจูด

2.6.1 ละติจูด,ลองจิจูด

การใช้ระยะทางตามมุมในการบอกตำแหน่งบนผิวโลก จะมีเส้นศูนย์สูตรกับไพรม์เมริเดียนเป็นวงกลมหลัก และเมริเดียนอื่น ๆ กับละติจูดขนานเป็นวงกลมรอง ค่าของระยะทางตามมุมที่ใช้ เพื่อบอกว่าตำแหน่งต่าง ๆ บนโลกอยู่ห่างจากเมริเดียนของกรีนิชไปทางตะวันออกหรือตะวันตกเท่าใด และอยู่ทางเหนือหรืออยู่ทางใต้ของเส้นศูนย์สูตรมากน้อยเพียงใดโดยคิดเป็นมุม ณ จุดศูนย์กลางของโลกที่รองรับด้วยส่วนโค้งบนผิวโลก ณ ที่หนึ่ง ๆ ค่าที่ใช้บอกแต่ละตำแหน่งที่กล่าวถึงนี้ คือ ลองจิจูด (longitude "Θ") และละติจูด (latitude "Φ") ของตำแหน่งนั้น

ลองจิจูดของตำแหน่งใด ก็คือ ค่าของระยะทางตามมุมที่วัดจากเมริเดียนของกรีนิชไปทางตะวันออกหรือตะวันตก ตามเส้นศูนย์สูตรจนถึงเมริเดียนที่ผ่านตำแหน่งนั้น คิดเป็นองศาลิปดาและฟิลิปดา มีค่าตั้งแต่ 0-180 องศาตะวันออกหรือตะวันตก หรือใช้เครื่องหมาย + แทนตำแหน่งที่อยู่ทางตะวันออกของกรีนิช และเครื่องหมาย - แทนตำแหน่งที่อยู่ทางตะวันตกของกรีนิช

ละติจูดของตำแหน่งใด ก็คือ ค่าของระยะทางตามมุมที่วัดจากเส้นศูนย์สูตรไปทางเหนือ หรือทางใต้ตามเมริเดียนซึ่งผ่านตำแหน่งนั้น คิดเป็นองศาลิปดา หรือฟิลิปดา มีค่าตั้งแต่ 0-90 องศาเหนือหรือใต้ หรือใช้เครื่องหมาย + แทนตำแหน่งที่อยู่ทางเหนือ และเครื่องหมาย - แทนตำแหน่งที่อยู่ทางใต้ของเส้นศูนย์สูตร

2.6.2 การแสดงพิกัดบนเครื่อง GPS (Global Positioning System)

แบบที่เราใช้แสดงค่าพิกัดภูมิศาสตร์ในหน่วยแบบที่เรียกว่า องศา ลิปดา ฟิลิปดา (DMS : Degree Minute Second) หรือแสดงเป็นหน่วยในระบบพิกัดแบบค่าตัวเลขทศนิยม (DD : Decimal Degree) เพื่อนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ พิกัดภูมิศาสตร์แบบที่เรียกว่า องศา ลิปดา ฟิลิปดา เป็นหน่วยแบบ DMS (Degree Minute Second) เหมือนกับหน่วยของเวลา บอกเวลาเป็น ชั่วโมง นาที และวินาที

ค่าองศา (Degree) 1 องศา มี 60 ลิปดา

ค่าลิปดา (Minute) 1 ลิปดา มี 60 ฟิลิปดา

ฟิลิปดา (Second) 1 ฟิลิปดา มีค่าระยะทางประมาณ 30.48 ม. หรือ 100 ฟุต บริเวณศูนย์สูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น อำเภอหาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่ค่าพิกัดภูมิศาสตร์

ละติจูด 100 องศา 27 ลิปดา 15 ฟิลิปดา เหนือ, ลองจิจูด 7 องศา 2 ลิปดา 25 ฟิลิปดา ตะวันออก

ส่วนหน่วยแบบที่เราใช้ในการทดลองเป็นหน่วยแบบ DD (Decimal Degree) หมายถึง ค่าตัวเลขทศนิยม ที่เป็นเลขฐานสิบในหน่วยแบบ DD

ตัวอย่างเช่น อำเภอหาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่ค่าพิกัดภูมิศาสตร์

ละติจูด 100.45416 เหนือ, ลองกิจูด 7. 040277 ตะวันออก

2.6.3 วิธีการแปลงหน่วยในระบบพิกัดแบบ DMS เป็นแบบ DD

เราจะนำค่า DMS มาแปลงเป็นหน่วยในระบบพิกัดแบบค่าตัวเลขทศนิยม DD (Decimal Degree) เพื่อนำไปใช้ในคอมพิวเตอร์ได้โดยผ่านสมการนี้

DD = Degree+(Minute*60+Second)/3600

หรือ

DD = (Seconds/3600) + (Minutes/60)+ Degrees

ตัวอย่าง แปลงค่าพิกัดในหน่วย DMS ให้เป็น DD

เช่น อำเภอหาดใหญ่ ตั้งอยู่ที่ ละติจูด 100 องศา 27 ลิปดา 15 ฟิลิปดา เหนือ

ลองจิจูด 7 องศา 2 ลิปดา 25 ฟิลิปดา ตะวันออก

จาก สมการ DD = Degree+(Minute*60+Second)/3600

จะได้ ละติจูด = 100+(27*60+15)/3600

= 100.45416

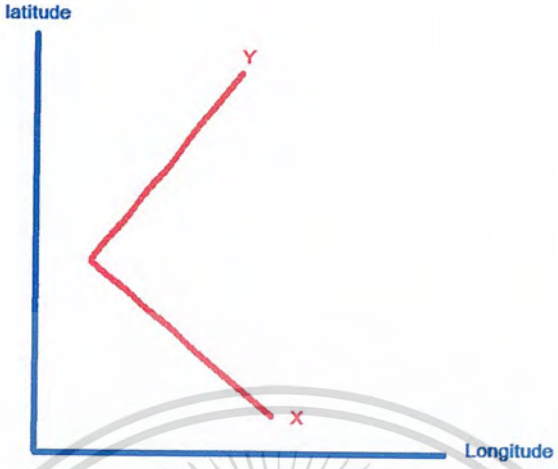
ลองจิจูด = 7+(2*60+25)/3600

= 7.040277

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

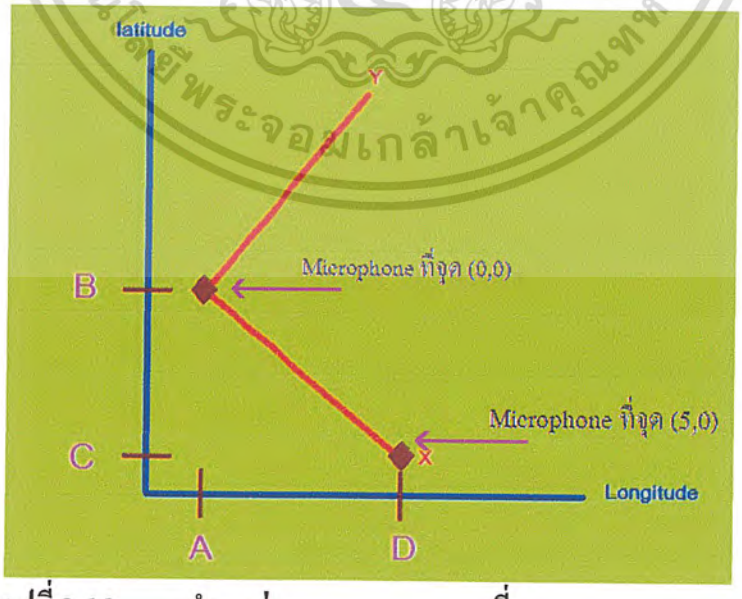
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6.4 ส่วนการแปลงระบบพิกัด(X,Y)ให้อยู่ในระบบพิกัดละติจูด ,ลองจิจูด (DD)



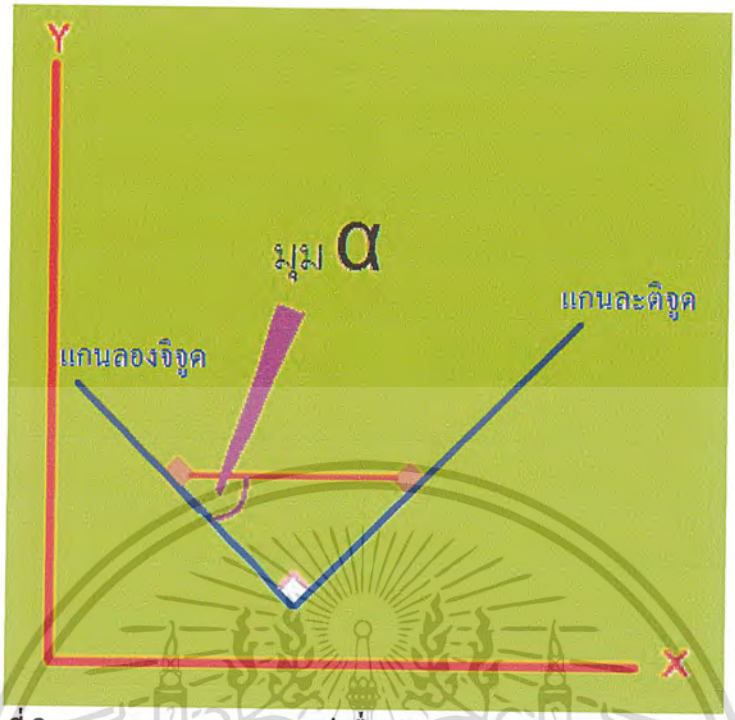
รูปที่ 2.6.1 การซ้อนทับของระบบพิกัด(X,Y)และระบบพิกัดละติจูด ,ลองจิจูด

ในส่วนสุดท้ายของส่วนประมวลผลพิกัด ตำแหน่งของจุดที่เกิดระเบิดที่ในระบบพิกัด (X,Y)จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในระบบพิกัดแบบละติจูด ,ลองจิจูด โดยใช้ตำแหน่งพิกัดแบบละติจูด ,ลองจิจูดของ Microphone ที่จุด (0,0)และ(5,0)ในระบบ (X,Y)เพื่อใช้อ้างอิงคำนวณหาความสัมพันธ์เพื่อสร้างแกนอ้างอิงของระบบพิกัดละติจูด ,ลองจิจูดขึ้นมาในระบบ(X,Y)

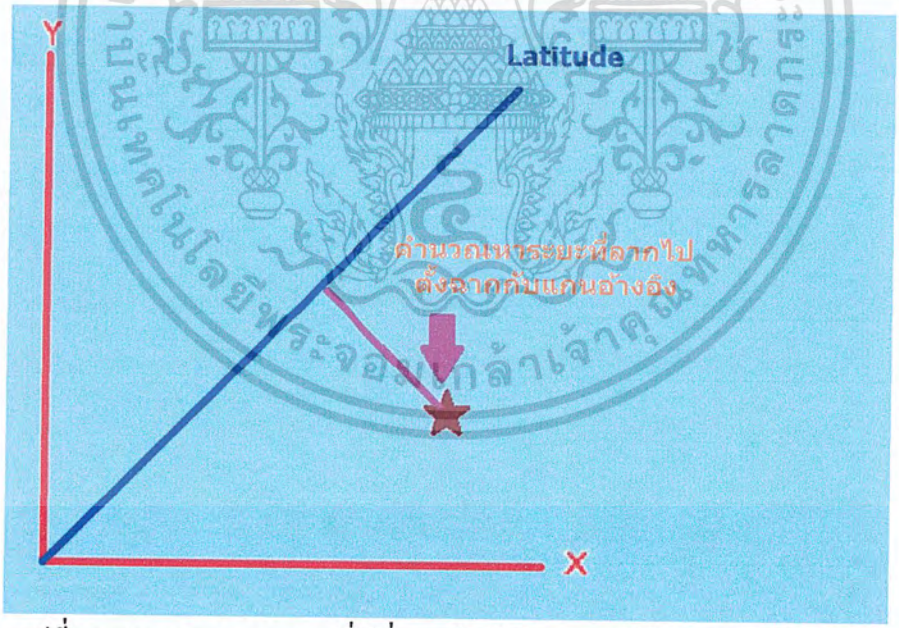


รูปที่ 2.6.2 แสดงตำแหน่งของ Microphone ที่จุด (0, 0) และ (5, 0) ในระบบพิกัดละติจูด , ลองจิจูด (A, B), (D, C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
117461



รูปที่ 2.6.3 มุมที่เกิดจากการหาความสัมพันธ์เพื่อสร้างแกนอ้างอิงระบบพิกัดละติจูด, ลองจิจูด โดยมีมุมอัลฟาคือมุมที่ใช้สร้างแกนอ้างอิง

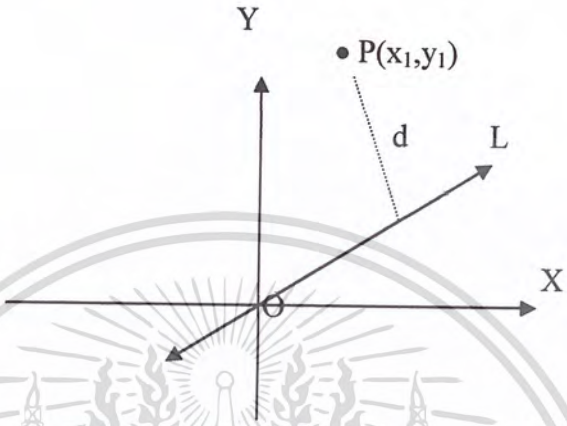


รูปที่ 2.6.4 แสดงการหาระยะที่เปลี่ยนแปลงไปในระบบพิกัดละติจูด, ลองจิจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 ระยะทางระหว่างจุดกับเส้นตรง

ถ้าจุด $P(x_1, y_1)$ เป็นจุดที่ไม่ได้อยู่บนเส้นตรง L แล้วระยะทางระหว่างจุด $P(x_1, y_1)$ กับเส้นตรง L ก็คือความยาวของส่วนของเส้นตรงที่ลากจากจุด $P(x_1, y_1)$ ไปตั้งฉากกับเส้นตรง L



รูปที่ 2.6.5 ระยะจากจุดไปยังเส้นตรง

ถ้าเส้นตรง L มีสมการเป็น $Ax + By + C = 0$ แล้ว ระยะระหว่างจุด P กับเส้นตรง L

คือ $d = \frac{|Ax_1+By_1+C|}{\sqrt{A^2+B^2}}$

ดังนั้นพิกัดของจุดที่เกิดระเบิดในระบบพิกัดละติจูด, ลองจิจูด
จะคำนวณได้จาก

พิกัดละติจูดของจุดที่เกิดระเบิด = พิกัดละติจูดของ Microphone ที่จุด (0, 0) + ระยะห่างระหว่าง จุดที่โปรแกรมคำนวณได้กับแกนอ้างอิงลองจิจูด

พิกัดลองจิจูดของจุดที่เกิดระเบิด = พิกัดลองจิจูดของ Microphone ที่จุด (0, 0)+ ระยะห่างระหว่าง จุดที่โปรแกรมคำนวณได้กับแกนอ้างอิงละติจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การทดลอง

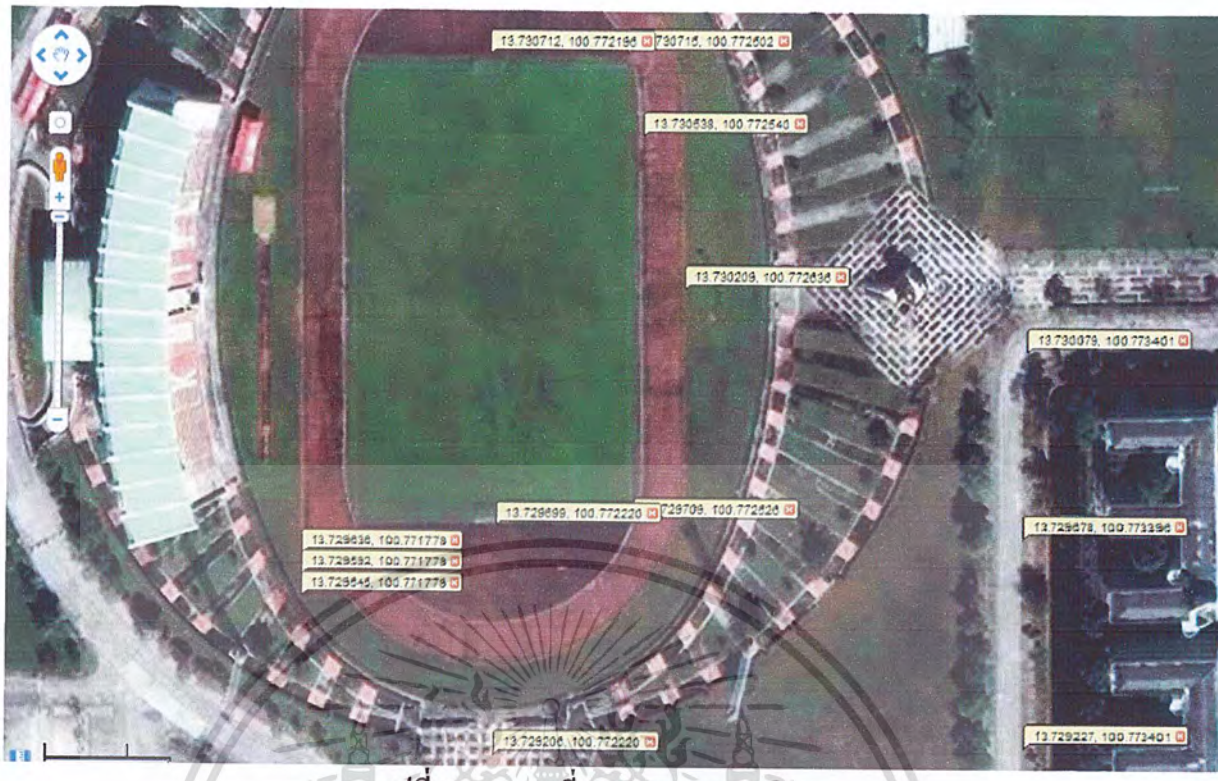
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพื่อเก็บลักษณะเสียงระเบิด

1. ไมโครโฟน
2. Preamplifier
3. สายไมโครโฟน
4. ตลับเมตร เส้นเอ็นในการวัดระยะ
5. พุ เป็นแหล่งเสียงที่เราเก็บตัวอย่าง
6. สายAV และ Port เชื่อมต่อ
7. คอมพิวเตอร์ที่สามารถรับสัญญาณเสียงแบบ Dual-Chanel

3.2 ขั้นตอนการทดลอง

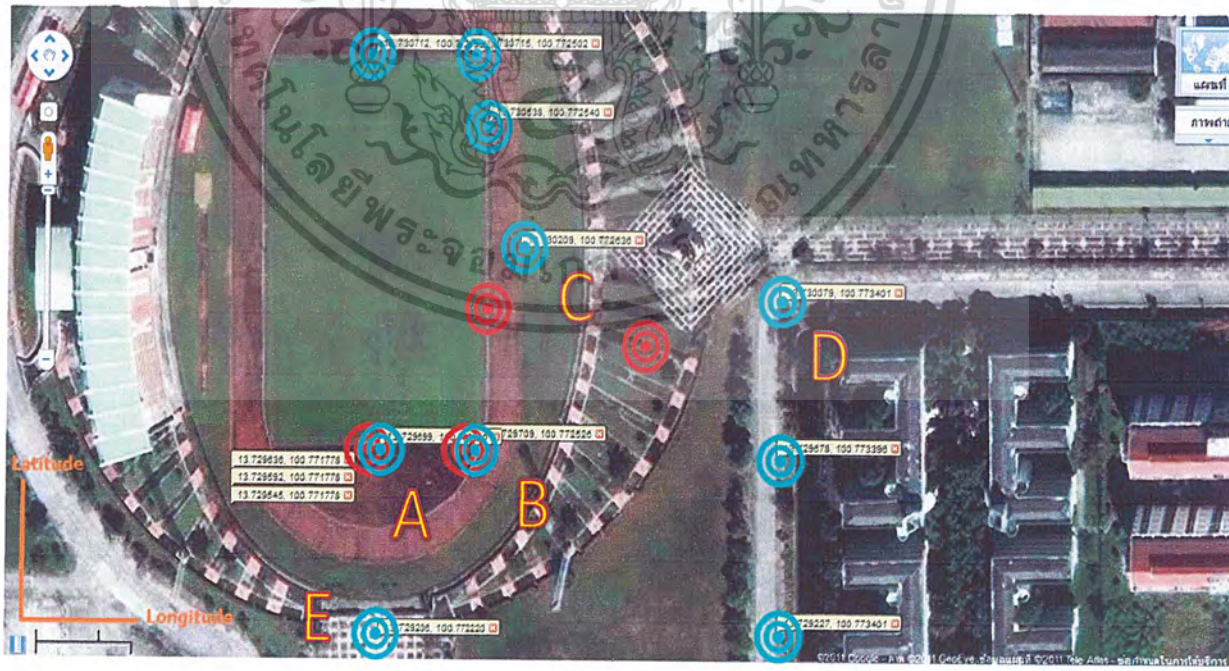
1. ทำการทดสอบไมโครโฟนโดยวางไมโครโฟนไว้ในจุดเดียวกัน แล้วทำการจุดระเบิด ทำการวิเคราะห์เฟสของคลื่นที่ไมโครโฟนทั้ง 4 ตัวบันทึกเสียงได้
2. ทำการวางแผนการจุดระเบิด โดยการกำหนดจุดตั้งระบบเป็นพิกัดละติจูด,ลองจิจูดจาก Google Map
3. เลือกจุดทำการจุดระเบิดให้ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด โดยเลือกจุดที่สังเกตได้ง่ายและกำหนดพิกัดเป็นละติจูด,ลองจิจูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2.1 แผนที่การจำลองจุดระเบิด

3.ทำการเซ็ตระบบตามแผนที่ได้กำหนดไว้ เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องให้สามารถรับค่าเวลาจากคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งได้



รูปที่ 3.2.2 แผนที่การทดลองจริง

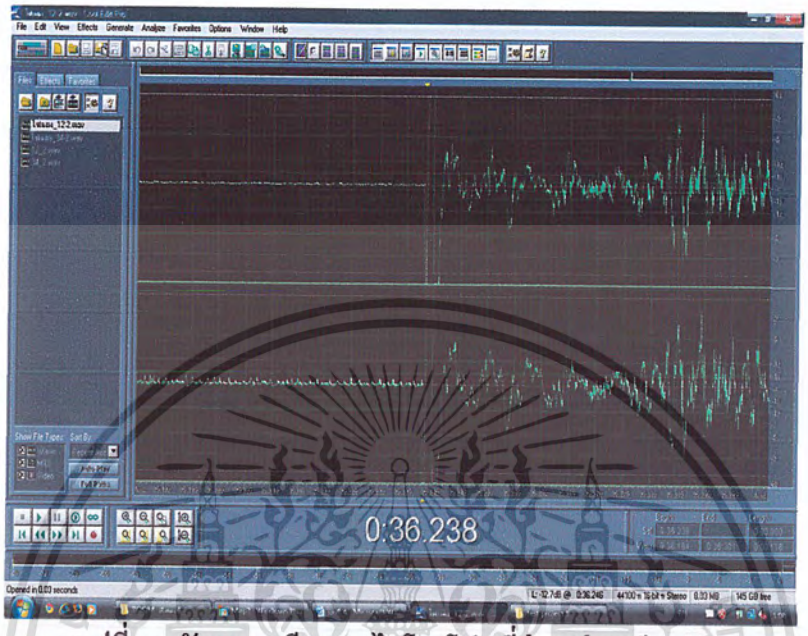
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการจุดระเบิดตามพิกัดต่างๆที่ได้ออกแบบไว้
5. นำค่าละติจูด,ลองจิจูดที่ MATLAB ประมวลผลได้ plot ลงใน Google Map
6. นำค่าที่ประมวลผลได้ไปวิเคราะห์ หาค่าความผิดพลาดต่อไป

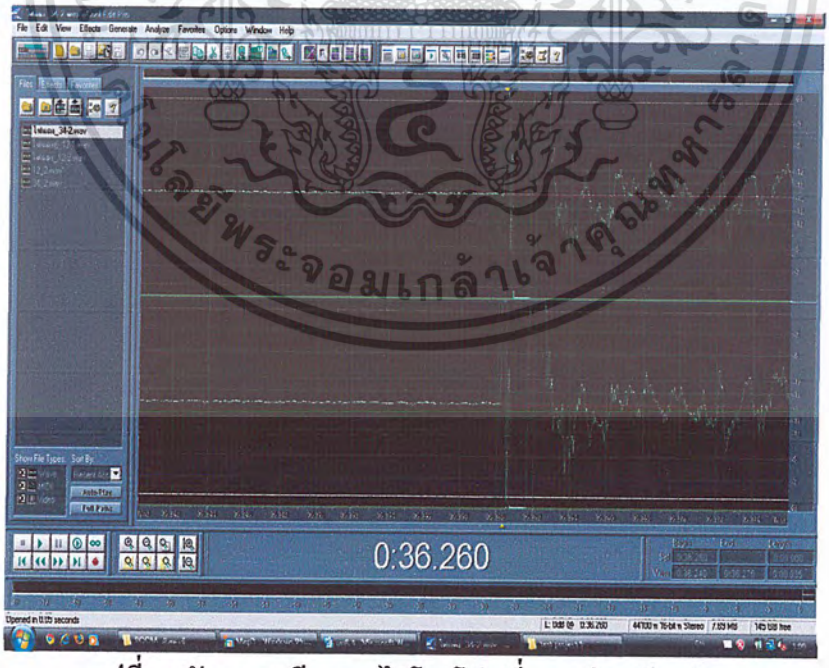
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.1 สัญญาณเสียงจากไมโครโฟนที่ว่างอยู่จุดเดียวกัน



รูปที่4.2 สัญญาณเสียงจากไมโครโฟนที่วางอยู่จุดเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองค่าความผิดพลาดของไมโครโฟนแต่ละตัว

จากผลการทดลองค่าความผิดพลาดของไมโครโฟนแต่ละตัว พบว่าการตอบสนองของไมโครโฟนแต่ละคู่ที่ตำแหน่งเดียวกันนั้นไม่มีค่าความผิดพลาดทางเวลาและขนาดของสัญญาณในระยะ 500 เมตรมีขนาดเล็กลงแต่ไมโครโฟนก็ยังคงมีการตอบสนองอยู่

4.1 ตางรางผลการทดลอง

จุด	พิกัดจุดระเบิด		พิกัดที่ระบุได้จากโปรแกรม		ค่าความผิดพลาด	
	latitude	longitude	latitude	longitude		
A	13.72969	100.77222	13.72968	100.77214	0.00001	0.00008
B	13.72971	100.77253	13.72968	100.77242	0.00003	0.00011
C	13.73021	100.77263	13.73010	100.77254	0.00011	0.00009
D	13.73008	100.77340	13.72997	100.77299	0.00011	0.00041
E	13.72920	100.77222	-	-	-	-

4.2 ตารางเปรียบเทียบผลต่างเวลาที่บันทึกได้กับผลต่างเวลาที่ได้จากทฤษฎี

จุด	ผลต่างเวลาที่ได้จากเสียงที่บันทึก Microphone 1-3	ผลต่างเวลาที่ได้จากเสียงที่บันทึก Microphone 2-4	ผลต่างเวลาที่ได้จากทฤษฎีของ Microphone 1-3	ผลต่างเวลาที่ได้จากทฤษฎีของ Microphone 2-4
A	-0.0025	0.0043	-0.0025	0.0041
B	-0.0015	0.0026	-0.0017	0.0027
C	-0.0077	0.0088	-0.0081	0.0086
D	-0.0031	0.0040	-0.0039	0.0043
E	0.0106	-0.0103	0.0098	-0.0090

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า โปรแกรม MATLAB สามารถทำการ Correlation สัญญาณเสียงที่ได้รับมาเมื่อหาค่าเวลาที่แตกต่างกัน ได้อย่างถูกต้องและจากค่าความต่างเวลาที่ได้ เราสามารถหาค่าระยะจากในระบบพิกัด(X,Y) ได้ จากระยะพิกัด (X,Y) ที่ได้ เมื่อเราระบุพิกัดของ Microphone รับเสียงลงไปในโปรแกรม เราจะสามารถระบุพิกัดตำแหน่งเสียงระเบิดเป็น Latitude,Longitude ได้ เมื่อนำค่าที่ได้ใส่ลงใน Google Map ก็จะได้ตำแหน่งที่เกิดเสียงบนแผนที่

สาเหตุที่ตำแหน่งที่พล็อตได้คลาดเคลื่อนไปหรือไม่สามารถพล็อตได้ เนื่องจากเกิดปัญหากับเสียงที่ได้มาไม่ตรงตามทฤษฎี เช่นมีสิ่งกีดขวางการเดินทางของเสียงเข้าสู่ Microphone และความผิดพลาดที่อุปกรณ์ได้รับเสียงคลาดเคลื่อน หรือในการเซ็ตระบบของผู้ทดลอง

5.2 ปัญหาที่พบจากการทดลอง

-คอมพิวเตอร์ที่ใช้รับเสียงต้องสามารถบันทึกเสียงได้เป็นอิสระต่อกัน (ซ้าย,ขวา) ซึ่งมีบางรุ่นเท่านั้น

-อุปกรณ์ที่สามารถต่อเพื่อแยกรับเสียงมีราคาแพงและหายาก

-การเซ็ตระบบในพื้นที่จริง มีความคลาดเคลื่อน

-การบันทึกผ่านระบบปฏิบัติการ Window 7 มี Function Beam forming ซึ่งทำให้เสียงที่บันทึกได้เปลี่ยนแปลงจากความเป็นจริง ทำให้ phase ของสัญญาณเสียงที่บันทึกได้คลาดเคลื่อน เมื่อนำมาหาค่า delay จึงคลาดเคลื่อน ส่งผลให้พิกัดสุดท้ายคลาดเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] โศรฎา แข็งการ และกนต์ธร ชำนิประศาสน์. 2545 . การใช้ MATLAB สำหรับงานทางวิศวกรรม. พิมพ์ ครั้งที่ 2 : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[2] จารุทัศน์ วงษ์สันต์ . MATLAB สำหรับแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม . กรุงเทพฯ : ฟิสิกเซ็นเตอร์, 2544.

[3] Y. Kirani Singh, B. B. Chaudhuri , MATLAB programming , New Delhi : Prentice-Hall of India, c2007 .

[4] http://en.wikipedia.org/wiki/Convolution

[5] http://mathworld.wolfram.com/Convolution.html

[6] http://elearning.spu.ac.th/homepage/een341/project/4%20Spectral%20%20Density.htm

[7] http://www.toggle.com/lv/group/view/kl36218/Cool_Edit_Pro.htm

[8] http://www.scribd.com/doc/6281298/-COOL-EDIT-PRO21

[9] http://www.google.com/earth/index.html

[10] http://dit.dru.ac.th/home/023/universe/p2.html

[11] http://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-ratio-d_608.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

Source Code

บนโปรแกรม MATLAB

ก. ส่วนของ Master

```
clc
save('C:\Users\PaTT\Desktop\START.mat')
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
long1 = 77177;
lat1  = 72959;
long2 = 77177;
lat2  = 72954;
V = 349;
Fs = 44100;
'Plese wait for Record 10 Sec'
Wpr = wavread('D:\Sound\ref0.wav');   %Wpr prototype
W13 = wavrecord(10*Fs,Fs,2,'double'); %W13 wave from 1,3
'Record DONE'
[m Ppr] = max(Wpr);              %Ppr peak Wpr
L13 = W13(:,1);                  %L13 left form W13
R13 = W13(:,2);                  %R13 right from W13
Le = length(L13);                %Le length L13
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Cl = xcorr(L13,Wpr);             %Cl Correlation left,Wpr
[m bl]= max(Cl);                 %bl peak Cl
DCl = abs(bl-Le);                %DCl delay Cl
figure(1);
plot(Cl);
Cr = xcorr(R13,Wpr);             %Cr Correlation right,Wpr
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
[m br] = max(Cr);              %br peak Cr
DCr = abs(br-Le);              %DCr delay Cr
figure(2);
plot(Cr);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%find delay
if DCr>DCl                     %L after R
      il = DCl+Ppr-5;          %il first sampling
      ir = DCr+Ppr+3000;       %ir last sampling
      mas = R13(il:ir);        %mas cut R13
      sal = L13(il:ir);        %sal cut L13
      xd = xcorr(sal, mas);
      [m ill] = max(xd);
      D31 = ill - (ir-il) -1;
else                           %R after L
      ir = DCr+Ppr-5;
      il = DCl+Ppr+3000;
      mas = L13(ir:il);
      sal = R13(ir:il);
      xd = xcorr(sal, mas);
      [m irr] = max(xd);
      D31 = irr - (il-ir) +1;
end
figure (3);
plot (xd);
if bl>br
t31 = -(abs(D31/Fs));
else
t31 = abs(D31/Fs);
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
fid_B=-1;
while (fid_B==-1)
   [fid_B,message] = fopen('\\CINDERELLA-
NB\Users\cinderella\Desktop\SLAVE_FIN.mat','r');
end
fclose(fid_B);
Slave = load('\\CINDERELLA-NB\Users\cinderella\Desktop\SLAVE_info.mat');
t21 = Slave.t21 ;
delete('\\CINDERELLA-NB\Users\cinderella\Desktop\SLAVE_FIN.mat');
delete('\\CINDERELLA-NB\Users\cinderella\Desktop\SLAVE_info.mat');
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
a3 = -5;
b3 = 0 ;
a2 = 5 ;
b2 = 0 ;
a1 = 0 ;
b1 = 0 ;
syms x y;
a = solve( sqrt( (x-a2)^2 + (y-b2)^2)-sqrt( (x-a1)^2 + (y-b1)^2)-t21*V, sqrt( (x-a3)^2 + (y-b3)^2)-
sqrt( (x-a1)^2 + (y-b1)^2)-t31*V);
xx = eval(a.x);
yy = eval(a.y);
Zx = xx(1);                %Zx location in X axis
Zy = yy(1);                %Zy location in Y axis
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%find different lenght of microphone in lat&long (Dbd,Dac)
A = long1      ;
B = lat1       ;
C = long2      ;
D = lat2       ;
Dac = abs(A-C)    ;
Dbd = abs(B-D)    ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%find Alpha(Ap) and Slope(Mi,Mj)
if ((A<C)&&(B>D))
   Ap = (180/pi)*acos(Dbd/5) ;
   x = cos(Ap*pi/180)*Dbd   ;
   y = sin(Ap*pi/180)*Dbd   ;
   Mj = -y/x   ;
   Mi = x/y   ;
elseif ((A<C)&&(B<D))
   Ap = (180/pi)*acos(Dbd/5) ;
   x = cos(Ap*pi/180)*Dbd   ;
   y = sin(Ap*pi/180)*Dbd   ;
   Mj = y/x   ;
   Mi = -x/y   ;
elseif ((A>C)&&(B>D))
   Ap = (180/pi)*acos(Dac/5) ;
   x = cos(Ap*pi/180)*Dac   ;
   y = sin(Ap*pi/180)*Dac   ;
   Mj = x/y   ;
   Mi = -y/x   ;
elseif ((A>C)&&(B<D))
   Ap = (180/pi)*acos(Dac/5) ;
   x = cos(Ap*pi/180)*Dac   ;
   y = sin(Ap*pi/180)*Dac   ;
   Mj = -x/y   ;
   Mi = y/x   ;
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
if (B~=D)&&(A~=C);
Di = abs((Mj*Zx)-Zy)/(((Mj^2)+1)^(1/2)) ;
Dj = abs((Mi*Zx)-Zy)/(((Mi^2)+1)^(1/2)) ;
else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%find Final longitude (Fi)
Mz = Zy/Zx ;               %Zy,Zx is bomb point in X,Y
if ((A<C)&&(B~=D))
   if Mj>0
      if ((Mz<Mj)&&(Mz>0))
         Fi = A+Di ;
      elseif ((Mz>Mj)||(Mz<0))
         Fi = A-Di ;
      end
   elseif Mj<0
      if Mz<Mj
         Fi = A-Di ;
      elseif Mz>Mj
         Fi = A+Di ;
      end
   end
elseif ((A<C)&&(B==D))
   if Mz>0
      Fi = A+Zx ;
   elseif Mz<0
      Fi = A-Zx ;
   end
elseif ((A>C)&&(B~=D))
   if Mj>0
      if ((Mz<Mj)&&(Mz>0))
         Fi = A-Di ;
      elseif ((Mz>Mj)||(Mz<0))
         Fi = A+Di ;
      end
   elseif Mj<0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if Mz<Mj
            Fi = A+Di ;
        elseif Mz>Mj
            Fi = A-Di ;
        end
    end
elseif ((A>C)&&(B==D))
    if Mz>0
        Fi = A-Zx ;
    elseif Mz<0
        Fi = A+Zx ;
    end
elseif (A==C)
    if B>D
        Fi = A+Zy;
    elseif B<D
        Fi = A-Zy;
    end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%find final latitude (Fj)
if ((A<C)&&(B~=D))
  if Mi>0
     if ((Mz<Mi)&&(Mz>0))
        Fj = B-Dj ;
     elseif ((Mz>Mi)||(Mz<0))
        Fj = B+Dj ;
     end
  elseif Mi<0
     if Mz<Mi
        Fj = B-Dj ;
     elseif Mz>Mi
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Fj = B+Dj ;
          end
        end
    elseif ((A<C)&&(B==D))
        Fj = B+Zy ;
    elseif ((A>C)&&(B~=D))
        if Mi>0
          if ((Mz<Mi)&&(Mz>0))
            Fj = B+Dj ;
          elseif ((Mz>Mi)||(Mz<0))
            Fj = B-Dj ;
          end
        elseif Mi<0
          if Mz<Mi
            Fj = B+Dj ;
          elseif Mz>Mj
            Fj = B-Dj ;
          end
        end
    elseif ((A>C)&&(B==D))
        Fj = B-Zy ;
    elseif (A==C)
        if B>D
          Fj = B-Zx;
        elseif B<D
          Fj = B+Zx;
        end
    end
    'Finish'
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. ส่วนของ Slave

```
i = 1;
while (i==1)
% wait start from master
   fid_MASTER = -1;
   while ( fid_MASTER == -1)
      [fid_MASTER, message] = fopen('\\PATT-PC\Users\PaTT\Desktop\START.mat','r');
   end
   fclose( fid_MASTER);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
'Plese wait for Record 10 Sec'
Wpr = wavread('D:\Sound\ref0.wav')  ; %Wpr prototype
W13 = wavrecord(10*Fs,Fs,2,'double'); %W13 wave from 1,3
'Record DONE'
[m Ppr] = max(Wpr);              %Ppr peak Wpr
L13 = W13(:,1);                  %L13 left form W13
R13 = W13(:,2);                  %R13 right from W13
Le = length(L13);                %Le length L13
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Cl = xcorr(L13,Wpr);              %Cl Correlation left,Wpr
[m bl]= max(Cl);                 %bl peak Cl
DCl = abs(bl-Le);                %DCl delay Cl
figure(1);
plot(Cl);
Cr = xcorr(R13,Wpr);              %Cr Correlation right,Wpr
[m br] = max(Cr);                %br peak Cr
DCr = abs(br-Le);                %DCr delay Cr
figure(2);
plot(Cr);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%find delay
if DCr>DCl                  %L after R
    il = DCl+Ppr-5;         %il first sampling
    ir = DCr+Ppr+3000;      %ir last sampling
    mas = R13(il:ir);       %mas cut R13
    sal = L13(il:ir);       %sal cut L13
    xd = xcorr(sal, mas);
    [m ill] = max(xd);
    D31 = ill - (ir-il) -1;
else                        %R after L
    ir = DCr+Ppr-5;
    il = DCl+Ppr+3000;
    mas = L13(ir:il);
    sal = R13(ir:il);
    xd = xcorr(sal, mas);
    [m irr] = max(xd);
    D31 = irr - (il-ir) +1;
end
figure (3);
plot (xd);
if bl>br
t31 = -(abs(D31/Fs));
else
t31 = abs(D31/Fs);
end
t21 = t31;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
save('C:\Users\Users\cinderella\Desktop\SLAVE_info.mat', 't21');
save('C:\Users\Users\cinderella\Desktop\SLAVE_FIN.mat');
delete('\\PATT-PC\Users\PaTT\Desktop\START.matt');
'Finish'
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้