



รายงานการวิจัย

การพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสใน
จังหวัดเพชรบูรณ์

The Development of Sonar Glove for The Visually Impaired
Unreserved in Phetchabun.

สนธยา วันชัย

วิชาเอกเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสใน
จังหวัดเพชรบูรณ์

The Development of Sonar Glove for the Visually Impaired
Unreserved in Phetchabun.

นายสนรยา วันชัย

นายสุชาติ เขียวนอก

วิชาเอกเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยี

อุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนโดย สำนักงานบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัย
แห่งชาติ /มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์/งบประมาณแผ่นดินที่พิจารณาจากโดยผ่าน
ความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ประจำปีงบประมาณ 2561

ชื่องานวิจัย	การพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสใน จังหวัดเพชรบูรณ์ The Development of Sonar Glove for the Visually Impaired Unreserved in Phetchabun.
ผู้วิจัย	สนธยา วันชัย
ผู้วิจัยร่วม	สุชาติ เขียวนอก
สาขาวิชา	สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปี 2561

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ได้นำทฤษฎีปลาโลมามาประยุกต์การรับสัญญาณเสียงสำหรับถุงมือโซนาร์ จากการศึกษาทฤษฎีปลาโลมามีเอกลักษณ์โดยใช้การติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นเสียงใต้น้ำ เพื่อนำทาง ช่วยเหลือเพื่อนๆ และหลักเลียงอุปสรรคต่างๆ ได้ โดยที่คลื่นเสียงปลาโลมาสื่อสารนั้น เป็นคลื่นเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ซึ่งหลักการนี้เรียกว่า โซนาร์ (Sonar : Sound Navigation and Ranging) จุดประสงค์การวิจัยเพื่อออกแบบวงจรการรับสัญญาณถุงมือโซนาร์โดยเลียนแบบการรับคลื่นเสียงของปลาโลมา มีการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีเซ็นเซอร์แม็กโซนาร์รับสัญญาณการทำงาน โดยตรวจจับสิ่งกีดขวางระยะ 7 เมตร และตรวจจับมุมกว้าง 180 องศา เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวางช่วงระยะ 7 เมตรจะแสดงผลในรูปแบบระบบสั้นซึ่งจะติดอยู่ที่ถุงมือโซนาร์ การวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางพัฒนาถุงมือโซนาร์นำเทคโนโลยีสมัยใหม่สำหรับอำนวยความสะดวกผู้ที่พิการทางสายตาเพื่อใช้แทนไม้เท้าแบบดั้งเดิม

คำหลัก คลื่นเสียงโซนาร์, ปลาโลมา, การรับสัญญาณ, เซ็นเซอร์แม็กโซนาร์

Research Title : The Development of Sonar Glove for the Visually Impaired Unreserved in Phetchabun.

Researcher 1 : Sontaya Wanchai.
Suchart Kiewnok.

Program : Program of Industrial Technology.
Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology.
Phetchabun Rajabhat University. **2561**

Abstract

This is a research have been applying theory a dolphin's sound wave for sonar grove. The independent study theory a dolphin's has identity use communicating by sound wave underwater for a dolphin can help its friend and avoid barrier. It's the ability of dolphins. The sonar (sound navigation and ranging) is a sound wave at the human cannot hearing. The purpose of research is for design circuit sound navigation for sonar gloves by imitation of sound waves have from a dolphin. The researcher will have control by microcontroller and use max-sonar sensor be usable a sounding wave. By all circuit will be detecting barriers thing with distance 0 - 7 meter and will be detecting wide angle at 180 degree. When detect barriers thing with distance 0 - 7 meter will have shown quake which at sonar gloves. The developers are research will have been developing sonar gloves is the modern technology for facilitate the blind can compensate traditional walking stick.

Keywords: sonar : sound navigation and ranging, Dolphin, receiving signal, max-sonar sensor

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์และมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ให้ความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม วิชาเอกเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

สนธยา วันชัย

4 ธันวาคม 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ช
รายการรูปประกอบ	ซ

บทที่

1. บทนำ (Introduction)	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการ	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	5
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 บทความปลาโลมา	6
2.2 คลื่นเสียงโซนาร์	9
2.3 เสียง	15
2.4 การรับรู้แหล่งกำเนิดเสียงของคน	30
2.5 คนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน	34
2.6 ฮาร์ดแวร์	36
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	39

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3. วิธีการดำเนินการวิจัย	44
3.1 เซ็นเซอร์แม่เหล็กโซนาร์วงจรมือโซนาร์	44
3.2 การออกแบบวงจรควบคุม	48
3.3 การออกแบบมอดูมโซนาร์	49
3.4 การออกแบบทดสอบวัดความพึงพอใจ	52
4. ผลการทดลองการวิจัย	54
4.1 ผลการวิจัยการพัฒนาโมดูลโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาส ในจังหวัดเพชรบูรณ์	54
4.2 ผลการทดสอบระบบ	54
4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจ	55
5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	57
5.2 อภิปรายผล	58
5.3 ข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม	60
ประวัติผู้วิจัย	63

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ความเร็วเสียงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสของตัวนำต่างๆ	22
2.2 ตัวอย่างช่วงความถี่เสียงที่สิ่งมีชีวิตได้ยิน	27
2.3 ระดับการได้ยินกับลักษณะอาการ	35
3.1 แบบฟอร์มการบันทึกผลการทดสอบ จำนวน 10 ครั้ง	52
4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ	54
4.2 แสดงผลการประเมินของการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตา ด้อยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์	55

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 การทดลองชุดตรวจจับเสียงภาษาอังกฤษโดยใช้ 10 คำศัพท์	56
4.1 ผลการทดสอบการอ่านออกเสียงภาษาอังกฤษจากคำศัพท์ต้นแบบ	58

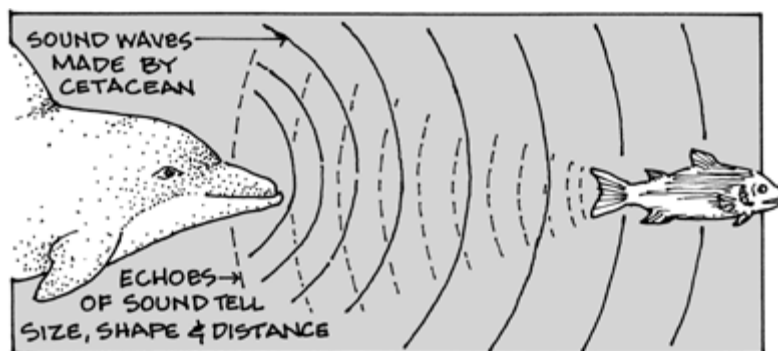
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันจังหวัดเพชรบูรณ์มีประชากรซึ่งเป็นผู้พิการทางสายตาเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ให้ภาครัฐเข้ามา มีบทบาทเพื่อที่จะส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้ที่บกพร่องทางการมองเห็น โดยต้องอาศัยการบังคับใช้กฎหมาย และความร่วมมือระหว่างเครือข่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อขับเคลื่อนดำเนินการสำหรับคนพิการให้ได้สิทธิประโยชน์และได้โอกาสในการใช้สิ่งอำนวยความสะดวกขั้นพื้นฐานอันเป็นสาธารณะ เช่น ห้องน้ำสำหรับผู้พิการ ลิฟต์สำหรับผู้พิการ ที่จอดรถสำหรับผู้พิการ ทางเดินสำหรับผู้พิการ (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข, 2554) เป็นต้น รวมถึงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้พิการ อย่างไรก็ตามการออกกฎหมายบังคับใช้ หรือขอความร่วมมือจากภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องก็เป็นเพียงการผลักดันให้ภาคเอกชน สังคม เข้ามามีส่วนร่วมในการรับผิดชอบมากขึ้นเท่านั้น แต่ปัญหาที่แท้จริงก็คือ ทำอย่างไรที่จะส่งเสริม สนับสนุนให้ผู้พิการสามารถใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างมีอิสระและมีความสุขมากยิ่งขึ้น

ผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นนั้นมีปริมาณมากเกินกว่าที่จะมองข้ามต่อการดำรงชีวิตของเขาที่มีข้อจำกัดในการดำรงชีวิตและการมีตัวตนอยู่ภายใต้สังคมเดียวกันกับคนปกติ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผู้พิการทางสายตาก็มีความต้องการที่จะช่วยเหลือตนเองได้ ไม่ว่าจะเป็นการเดินทาง หรือการหยิบจับสิ่งของด้วยตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีมุ่งเน้นเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้พิการทางสายตา โดยผู้วิจัยได้เลียนแบบทฤษฎีปลาโลมา ซึ่งปลาโลมานั้นเป็นสัตว์ทะเลที่มีหูของโลมาเป็นเพียงแค่รูขนาดเล็กติดอยู่ด้านข้างของหัวเท่านั้น มีประสิทธิภาพสูงมาก สามารถรับคลื่นเสียงใต้น้ำได้อย่างยอดเยี่ยม เพราะโลมาเป็นสัตว์ทะเลที่ติดต่อสื่อสารกันด้วยคลื่นเสียงที่ปล่อยออกมา โดยเฉพาะกับภาษาที่โลมาสื่อสารกันด้วยเสียงที่คลื่นความถี่สูง และมีการมองเห็นวัตถุได้ถึง 50 ฟุต



รูปที่ 1.1 ปลาโลมาติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน

ปลาโลมามีเอกลักษณ์โดยใช้การติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นเสียงใต้น้ำ เพื่อนำทางช่วยเหลือเพื่อนๆ และหลีกเลี่ยงอุปสรรคต่างๆ ได้ โดยที่คลื่นเสียงที่ปลาโลมาสื่อสารนั้น เป็นคลื่นเสียงที่มนุษย์ไม่สามารถรับรู้ได้ ผู้วิจัยจึงศึกษาทฤษฎีการติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นเสียงของปลาโลมา หรือ เรียกอีกอย่างว่าคลื่นเสียง “โซนาร์” นำทฤษฎีนี้มาพัฒนาอุปกรณ์อำนวยความสะดวกผู้พิการทางสายตา โดยออกแบบและสร้างถุงมือโซนาร์นำทางสำหรับผู้พิการทางสายตาเพื่อเป็นตัวช่วยนำทางแก่ผู้พิการทางสายตาให้สามารถดำรงชีวิตประจำวันโดยไม่ต้องพึ่งพาคนอื่นหรืออุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และไม่สะดวกแก่การพกพา ถุงมือโซนาร์จะช่วยนำทางสำหรับผู้พิการทางสายตาที่พัฒนาขึ้นนี้ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็ก น้ำเบา พกพาสะดวก ง่ายต่อการใช้งาน โดยใช้เซ็นเซอร์ 2 ชิ้นมาใช้ในการตรวจวัดระยะทางและไมโครคอนโทรลเลอร์มาช่วยควบคุมการทำงาน เพื่อให้มีสัญญาณเตือนออกมาในรูของเสียงและการสั่นสะเทือน

ถุงมือโซนาร์จะช่วยผู้พิการทางสายตานำทาง ตรวจจวัตถุสิ่งของที่อยู่ด้านหน้าได้ ซึ่งเป็นการแก้ไขข้อบกพร่องในการดำรงชีวิต ซึ่งในปัจจุบันมีอุปกรณ์สำหรับผู้พิการทางสายตามากมาย แต่อุปกรณ์นั้นๆ อาจจะไม่สะดวกต่อการพกพา หรือสามารถใช้สำหรับนำทางได้อย่างเดียว ในขณะที่ถุงมือโซนาร์สามารถนำทางสำหรับผู้พิการทางสายตานิ้สามารถอำนวยความสะดวกได้ทั้งในการนำทางและช่วยในการหยิบจับวัตถุได้ โดยผู้วิจัยพัฒนาถุงมือโซนาร์นี้ขึ้นได้เลียนแบบชีวิตในการติดต่อสื่อสารด้วยคลื่นเสียงของปลาโลมา มาพัฒนาอุปกรณ์อำนวยความสะดวกของผู้พิการทางสายตา และนำไปสู่โครงการวิจัยนำเป็นส่วนหนึ่งของการเข้าร่วมการเสริมสร้างความเข้มแข็งของผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสด้วยภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อการพัฒนาศักยภาพที่ยั่งยืนในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์
- 1.2.2 เพื่อเลียนแบบการติดต่อสื่อสารคลื่นเสียงของปลาโลมานำมาพัฒนาถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์
- 1.2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพในการพัฒนาถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การศึกษาขอบเขตการพัฒนาถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ ศึกษาขอบเขตดังนี้

1.3.1 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1.1 ศึกษาปัญหาการดำเนินชีวิตผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในการจับต้องสิ่งของสิ่งรอบตัว อาทิ เช่น หยิบแก้วจากโต๊ะ หยิบสิ่งของภายในอาคารและภายนอกอาคาร ตรวจเช็คการนำทางเวลาเดินทาง

1.3.1.2 ศึกษาคลื่นเสียงโซনারเพื่อพัฒนาถุงมือสำหรับผู้พิการทางสายตาโดยเลียนแบบชีวิตปลาโลมาประยุกต์ใช้สำหรับช่วยเหลือผู้พิการทางสายตา

1.3.1.3 ศึกษาความพึงพอใจและความต้องการถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.2 ขอบเขตการทำงาน

1.3.2.1 ออกแบบถุงมือโซনারเพื่อให้ได้ความเหมาะสมกับลักษณะมือของกลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มตัวอย่างผู้พิการทางสายตา โดยใช้วัสดุคงทน เช่น รูปแบบถุงมือในลักษณะหนัง

1.3.2.2 ถุงมือโซনারสามารถตรวจจับวัตถุสิ่งของที่อยู่ระดับระแนบกับถุง ช่วงระยะ 0 – 7 เมตร ตามความเหมาะสม

1.3.2.3 ถุงมือโซনারสามารถตรวจจับวัตถุสิ่งของที่อยู่ระดับแนวระนาบ 180 องศา

1.3.2.4 ถุงมือโซনারสามารถแสดงผลด้วยระบบสั่นสะเทือนเป็นจังหวะ 3 ระดับ คือ ในระยะ 1 , ระยะ 3 เมตร , ระยะ 7 เมตร ตามลำดับ

1.3.2.5 ถุงมือโซนาที่ใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยคลื่นเสียงเลียนแบบหลักหาคำคลื่นเสียงแบบชีวิตปลาโลมา

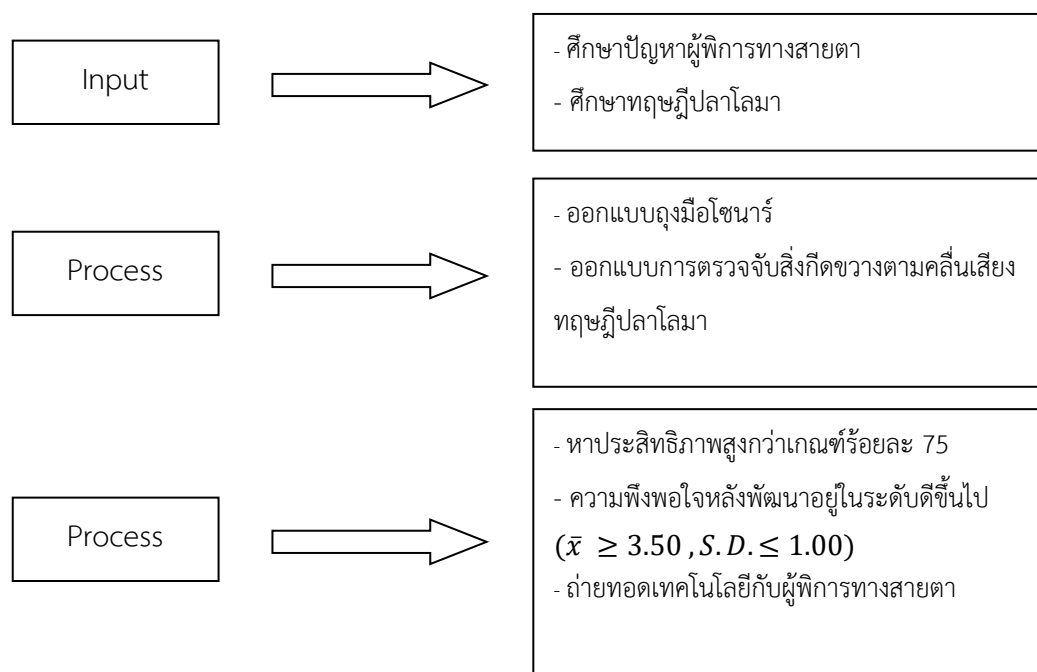
1.3.3 ขอบเขตของการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการใช้งาน

1.3.3.1 ทดสอบประสิทธิภาพการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.3.3.2 ทดสอบประสิทธิภาพการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ ภายนอกอาคารและภายในอาคาร โดยทดสอบช่วงระยะ 0 – 7 เมตร และระยะ 180 องศา เพื่อทดสอบเซ็นเซอร์ตรวจจับสิ่งกีดขวางคล้ายคลื่นเสียงปลาโลมา

1.3.3.3 กลุ่มเป้าหมายถ่ายทอด โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์ และผู้ที่มีความบกพร่องทางสายตาด้วยโอกาส

1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย



รูปที่ 1.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้อุปกรณ์ต้นแบบพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.5.2 ได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการประยุกต์ในงานเทคโนโลยีช่วยเหลือสังคมในปัจจุบัน

1.5.3 สามารถนำองค์ความรู้นี้ไปเผยแพร่โรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์ และผู้พิการสายตาด้วยโอกาสทั่วไป

1.5.4 สามารถพัฒนาด้านเทคโนโลยีต้นทุนต่ำโดยไม่กระทบกับเศรษฐกิจในปัจจุบัน

1.5.5 ผู้วิจัยได้ช่วยเหลือและรับทราบถึงปัญหาของผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาส นำเทคโนโลยีมาเข้าแก้ปัญหาได้ตรงจุด

1.5.6 ได้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวก หรือ ตรวจสอบสิ่งของที่อยู่ด้านหน้าชีวิตประจำวันของผู้พิการทางสายตา

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

1.6.1 นำเสนอบทความในงานประชุมระดับชาติ/นานาชาติ เรื่องการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.6.2 จัดทำเว็บไซต์เพื่อเผยแพร่งานวิจัยพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

1.6.3 เผยแพร่วิธีการใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ให้กับโรงเรียนโสตศึกษาจังหวัดเพชรบูรณ์ และผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินทั่วไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเทคโนโลยีสายรัดข้อมืออิเล็กทรอนิกส์เตือนภัยสำหรับผู้บกพร่องทางการได้ยิน นั้นจำเป็นต้องใช้หลักการและทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของหลักการทำงานของอุปกรณ์ วิธีการวัดระยะทางในการตรวจจับเสียง จึงจำเป็นต้องใช้หลักการและทฤษฎีต่างๆดังต่อไปนี้

- 2.1 บทความปลาโลมา
- 2.2 คลื่นเสียงโซนาร์
- 2.3 เสียง
- 2.4 การรับรู้แหล่งกำเนิดเสียงของคน
- 2.5 คนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน
- 2.6 ฮาร์ดแวร์
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทความปลาโลมา

โลมา เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจำพวกหนึ่ง อาศัยอยู่ทั้งในทะเล, น้ำจืด มีรูปร่างคล้ายปลา คือ มีครีบ มีหาง แต่โลมามีไซปลา เพราะเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีรก จัดอยู่ในอันดับวาฬและโลมา (Cetacea) ซึ่งประกอบไปด้วย วาฬและโลมา ซึ่งโลมาจะมีขนาดเล็กกว่าวาฬมาก และจัดอยู่ในกลุ่มวาฬมีฟัน (Odontoceti) เท่านั้น

โลมา เป็นสัตว์ที่รับรู้กันเป็นอย่างดีว่าเฉลียวฉลาด มีความเป็นมิตรกับมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะช่วยชีวิตมนุษย์เมื่อยามเรือแตก จนกลายเป็นตำนานหรือเรื่องเล่าขานทั่วไป มีอุปนิสัยอยู่รวมกันเป็นฝูง บางฝูงอาจมีจำนวนมากถึงหลักพันถึงหลายพันตัว ว่ายน้ำได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว รวมถึงสามารถกระโดดหมุนตัวขึ้นเหนือน้ำได้ ชอบว่ายน้ำขนาบข้างหรือว่ายแข่งไปกับเรือ

โลมา อาศัยอยู่กระจัดกระจายทั่วไปในมหาสมุทรโดยทั่วไป ลักษณะของโลมาที่เป็นที่รู้จักกันดี คือ มีรูปร่างเพรียวาวคล้ายตอร์ปิโดหรือกระสวย ส่วนใหญ่มีปลายปากยื่นแหลม แต่ก็มีบางชนิดที่มีส่วนหัวกลมมนคล้ายเต่าหรือบาดูรพระ มีหางแบนในแนวนอน ไม่ใช่แนวตั้งเหมือนปลา เพื่อช่วยในการพุน้ำในแนวขึ้น-ลง ไม่มีขนปกคลุมลำตัว ไม่มีเกล็ด รวมทั้งไม่มีเมือกด้วย



ภาพที่ 2.1 ปลาโลมา

ด้านลักษณะ

นอกจากนี้แล้วยังมี มีอวัยวะต่าง ๆ ทุกส่วนเหมือนกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป หากแต่ละส่วนของอวัยวะจะปรับเปลี่ยนต่างไปจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป ดังนี้ จมูกของโลมามีไว้เพื่อหายใจ แต่จมูกนั้นต่างไปจากจมูกของสัตว์อื่น ๆ เพราะตั้งอยู่กลางกระหม่อมเป็นรูกลม เพื่อให้สะดวกต่อการเชิดหัวขึ้นหายใจเหนือน้ำ จากจมูกมีท่อหายใจต่อลงมาถึงปอดในตัว จึงไม่จำเป็นต้องให้น้ำผ่านเหงือกเข้าไปในปอดเพื่อช่วยหายใจเหมือนปลาหรือสัตว์น้ำอย่างอื่น และจมูกของโลมาตรงส่วนนี้ไม่สามารถใช้ในการรับกลิ่นได้เหมือนกับสัตว์อื่นทั่วไป ซึ่งในบรรดาวาฬมีฟันทุกชนิดต่างก็เป็นเช่นนี้เหมือนกันหมด[4] หูของโลมานั้นเป็นเพียงแตรขนาดเล็กติดอยู่ด้านข้างของหัวเท่านั้น มีประสิทธิภาพสูงมาก สามารถรับคลื่นเสียงใต้น้ำได้อย่างยอดเยี่ยม เพราะโลมาเหมือนวาฬตรงที่เป็นสัตว์ที่ติดต่อสื่อสารกันด้วยคลื่นเสียงที่ปล่อยออกมา โดยเฉพาะกับภาษาที่โลมาสื่อสารกันด้วยเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง โลมามีดวงตาไม่เล็กเหมือนอย่างวาฬ แวตตาแจ่มใส เหมือนตาสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประเภทอื่น มีเปลือกตาปิดได้ และในเวลากลางคืนตาก็จะเป็นประกาย คล้ายตาแมว ตาของโลมาไม่มีเมือกหุ้มเหมือนตาปลา และมองเห็นได้ไกลถึง 50 ฟุต เมื่ออยู่ในอากาศ สีผิวของโลมาแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ส่วนมากจะออกไปในโทนสีเทา ตั้งแต่เข้มเกือบดำจนกระทั่งถึงเกือบขาว แต่โดยทั่วไปโลมาจะมีสีผิวแบบ 2 สีติดกัน ด้านบน เป็นสีเทาเข้ม ด้านล่างเป็นสี

เกือบขาว เพื่อพรางตัวในทะเล ไม่ให้ศัตรูเห็น เพราะเมื่อมองจากด้านบน สีเข้มจะกลืนกับสีน้ำทะเล และ ถ้ามองจากด้านล่างขึ้นไป สีขาวก็จะกลืนเข้ากับแสงแดดเหนือผิวน้ำ

โลมาถือเป็นสัตว์ที่ว่ายน้ำได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว มีอัตราความเร็วในการว่ายน้ำประมาณ 55-58 กิโลเมตร/ชั่วโมง

ด้านสติปัญญา

โลมานั้นเป็นสัตว์ที่มีความเฉลียวฉลาดมาก เชื่อว่า ความฉลาดของโลมานั้นเทียบเท่าเด็กตัวเล็ก ๆ เลยกี่เดียว หรือเป็นไปได้ว่าอาจจะฉลาดกว่าชิมแปนซี ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีความใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด ด้วยซ้ำ ที่เป็นเช่นนี้เพราะโลมามีขนาดของสมองเมื่อเทียบกับลำตัวแล้วนั้นว่าใหญ่มาก แถมภายในสมองยังซับซ้อนอีกด้วย โดยเฉพาะโลมาปากขวดนั้นถึงกับมีขนาดของสมอง เมื่อเทียบกับลำตัวใหญ่แล้ว ถือเป็นสัตว์ที่มีขนาดสมองใหญ่เป็นที่สองรองจากมนุษย์[6] และสมองส่วนซีรีบรัม อันเป็นส่วนของความจำและการเรียนรู้ ก็มีขนาดใหญ่มาก เป็นศูนย์รวมของประสาทการรับกลิ่น, การมองเห็น และการได้ยิน จนอาจเชื่อได้ว่าแท้จริงแล้ว โลมาอาจมีความฉลาดเทียบเท่ากับมนุษย์ก็เป็นได้ ซึ่งจากความฉลาดแสนรู้ของโลมา จึงทำให้เป็นที่นิยมนำมาฝึกแสดงโชว์ต่าง ๆ ตามสวนสัตว์และสถานแสดงพันธุ์สัตว์น้ำต่าง ๆ

นอกจากนี้แล้ว โลมายังเป็นสัตว์ที่มีพฤติกรรมชอบช่วยเหลือมนุษย์ยามเมื่อเรือแตกหรือใกล้จะจมน้ำ ทั้งนี้เพราะโลมาเป็นสัตว์ที่รักสนุกและขี้เล่น ที่โลมาช่วยชีวิตมนุษย์อาจเป็นเพราะต้องการเข้ามาเล่นสนุกเท่านั้น หรือไม่เช่นนั้นก็อาจเป็นสัญชาตญาณความเป็นแม่ที่มักจะคุนลูกขึ้นไปหายใจบนผิวน้ำอยู่เสมอ โดยเฉพาะถ้าลูกโลมาเสียชีวิตระหว่างคลอด จะพบว่าแม่โลมาจะพยายามคุนศพลูกเอาไว้ให้ใกล้ผิวน้ำมากที่สุด[8] โดยปกติแล้ว เนื้อโลมาไม่ใช่อาหารหลักเหมือนสัตว์เศรษฐกิจทั่วไป แต่ก็มีบางประเทศ อาทิ ญี่ปุ่นนิยมบริโภคเนื้อโลมาและวาฬ เดิมญี่ปุ่นนั้นล่าวาฬเป็นหลัก แต่ต่อมาได้มีการอนุรักษ์และกฎหมายที่เข้มงวดขึ้น จึงหันมาล่าโลมาแทน โดยเพิ่มปริมาณการล่าโลมาขึ้นเป็นสี่เท่า ทำให้โลมาในทะเลญี่ปุ่นลดน้อยลงเป็นอันมาก

2.2 คลื่นเสียงโซนาร์



ภาพที่ 2.2 sound navigation and ranging

เครื่องโซนาร์ (sonar) ย่อมาจาก sound navigation and ranging เป็นเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจหาวัตถุใต้น้ำ มีหลักการทำงานทำนองเดียวกับเครื่องเรดาร์ แต่โซนาร์ใช้คลื่นเสียง และต้องใช้น้ำ แทนที่จะใช้ในอากาศดังเช่นเรดาร์ เครื่องโซนาร์อาจใช้ค้นหาเรือดำน้ำ หาดำแหน่งของเรือที่จมในทะเล หาฝูงปลา และหยั่งความลึกของท้องทะเลได้อย่างดี

การใช้เครื่องโซนาร์ค้นหาฝูงปลาหรือเรือดำน้ำ

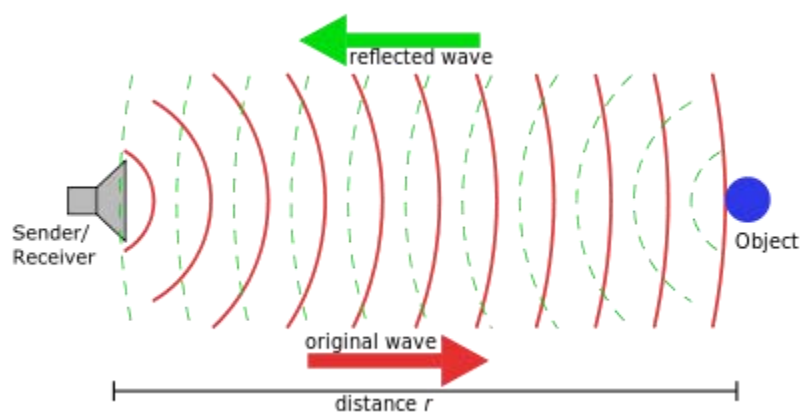


ภาพที่ 2.3 การหาความลึกของน้ำทะเลด้วยเครื่องโซนาร์ 1



ภาพที่ 2.4 การหาความลึกของน้ำทะเลด้วยเครื่องโซนาร์ 2

หลักการทำงานของเครื่องโซนาร์ เริ่มต้นจากเครื่องโซนาร์ส่งเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่ามนุษย์จะได้ยิน (คลื่นเหนือเสียง) ผ่านไปในน้ำ เสียงนั้นมีความถี่ประมาณ 50,000 รอบต่อวินาที เมื่อเสียงนั้นเดินทางไปถึงวัตถุ เช่น เรือดำน้ำ หรือพื้นทะเล ก็จะสะท้อนกลับมาเข้าเครื่องรับ โดยการวัดช่วงเวลา que เสียงเดินทางไปและกลับ ก็สามารถคำนวณหาระยะทางของวัตถุจากความเร็วของคลื่นเสียงได้น้ำได้



ภาพที่ 2.5 หลักการทำงานของโซนาร์

สมการ $v = \frac{S}{T}$ โดยที่

v คือ อัตราเร็วของคลื่นเสียงในน้ำทะเลมีค่าประมาณ 1,531 เมตรต่อวินาที

s คือ ระยะทางที่คลื่นเสียงเดินทางไป - กลับ หน่วยเมตร

t คือ เวลาที่คลื่นเสียงใช้เดินทาง ไป - กลับ หน่วยวินาที

โซนาร์อาจแบ่งออกไปได้เป็น 2 แบบตามลักษณะของการส่งคลื่นเสียง คือ

โซนาร์แบบส่อง (search-light type sonar) โซนาร์แบบนี้ส่งคลื่นเสียงออกไปเป็นมุมจำกัด มีลักษณะการส่งคลื่นเสียงออกไปเป็นมุมจำกัด นิยมใช้กันในเรือดำน้ำเพื่อค้นหาตำแหน่งของเรือผิวน้ำ และเรือดำน้ำของข้าศึก โดยใช้การตรวจจับเสียงเครื่องจักร ใบพัดเรือ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โซนาร์ประเภทนี้ต้องติดตั้งบริเวณหัวเรือ เพื่อให้ห่างจากเสียงใบจักรของตนเอง ซึ่งอาจเข้ามารบกวนได้

โซนาร์แบบกราด (scanning type sonar) โซนาร์แบบนี้ส่งคลื่นเสียงกระจายออกไปรอบตัวเป็นรูปวงแหวนด้วยกำลังเท่ากันทุกทิศ มีลักษณะการส่งคลื่นเสียงกระจายออกไปรอบตัวเป็นรูปวงแหวนด้วยกำลังเท่ากันทุกทิศ นิยมใช้กับเรือผิวน้ำ ส่วนมากจะใช้ในการประมง เช่น การหาฝูงปลาใต้ทะเล หรือสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำนั้น เครื่องโซนาร์ชนิดนี้จะต้องติดตั้งไว้ที่ท้ายเรือ โดยการหย่อนตัวเครื่องส่งสัญญาณลงไป

คลื่นเสียงที่เครื่องโซนาร์ส่งออก เป็นคลื่นเสียงที่เปลี่ยนมาจากสัญญาณไฟฟ้า การเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ากลับเป็นคลื่นเสียง ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีชื่อเรียกว่าทรานสดิวเซอร์ (transducer) มี 2 แบบ คือ

โซนาร์ ตัวการปลาวาฬเกยตื้น



ภาพที่ 2.6 ปลาวาฬเกยตื้น

ทรานสดิวเซอร์ที่ใช้สมบัติในการเกิดอำนาจแม่เหล็กของโลหะบางชนิด (transducer magnetostriction) ใช้หลอดนิกลีกรูปทรงกระบอกจำนวนมากยึดติดไว้กับแผ่นไดอะแฟรมบางๆ หลอดนิกลีกรูปร่างหลอดมีขดลวดพันอยู่โดยรอบ เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก หลอดนิกลีกรจะหดตัว ทำให้ยืดๆ หดๆ ตามจังหวะสัญญาณไฟฟ้าการยืดและหดตัวสลับกันไปนี้จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนไหวและจะทำให้เกิดเสียง แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้ามีเสียงสะท้อนเข้ามา ก็จะทำให้สัญญาณไฟฟ้าขึ้นที่ขดลวด ทรานสดิวเซอร์แบบนี้เหมาะสำหรับใช้ในงานวัดระยะ

ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยสมบัติของผลึกแร่บางชนิด ซึ่งสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อได้รับแรงดัน (transducer piezoelectric) ใช้ผลึกของแร่ควอตซ์หรือโรเชลล์ซอลต์ (rochelle salt เป็นเกลือทาเทรตของโซเดียมและโพแทสเซียม) จำนวนมากติดกับแผ่นไดอะแฟรม เมื่อมีไฟฟ้าผ่านเข้าผลึก จะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนเป็นเสียงขึ้น ในทางตรงข้ามถ้ามีเสียงเดินทางมาถูกแผ่นไดอะแฟรม จะทำให้เกิดไฟฟ้าขึ้นที่ผิวของผลึก ทรานสดิวเซอร์แบบนี้เหมาะสำหรับใช้ในการเฝ้าฟังเสียง แต่มีข้อเสียตรงที่ส่งคลื่นได้ไม่แรง และผลึกอาจแตกได้ง่าย ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านผลึกแรงเกินไป

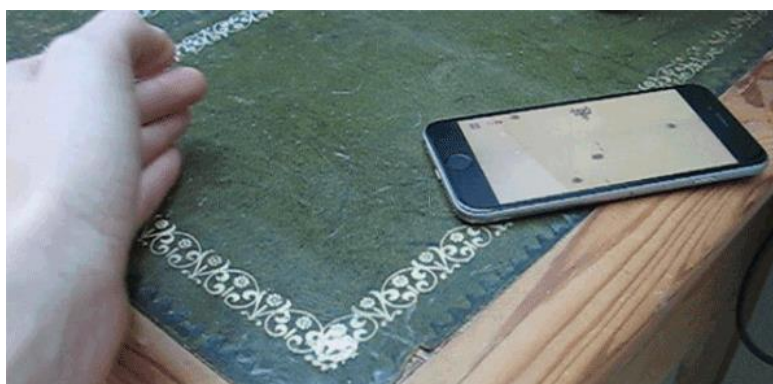
ผลกระทบของคลื่นโซนาร์ต่อสัตว์ทะเล

ปัจจุบันกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ได้สร้างคลื่นเสียงรบกวนใต้ทะเล ซึ่งเพิ่มระดับความดังขึ้นทุกที ไม่ว่าจะเป็นเสียงคำรามของเครื่องยนต์เรือเดินสมุทร การสำรวจแรงสั่นสะเทือนโดยบริษัทขุดเจาะน้ำมัน หรือคลื่นโซนาร์จากกองทัพเรือ กำลังคุกคามวิถีชีวิตสัตว์ทะเลอย่างรุนแรง โดยเฉพาะวาฬ โลมา และเต่าทะเล ซึ่งใช้คลื่นเสียงในการสื่อสาร หาอาหาร และจับคู่ผสมพันธุ์

สัตว์ทะเลที่ตื่นตกใจจากเสียงรบกวนอาจได้รับความทรมานจากอาการแบบที่เกิดกับนักดำน้ำเมื่อดำน้ำลึกแล้วรีบขึ้นสู่ผิวน้ำอย่างรวดเร็วโดยไม่ทันพักปรับระดับความดันตามกำหนด อีกทั้งผลกระทบที่เกิดจากเรือที่มีจำนวนมากขึ้น และมีความเร็วสูงขึ้น ทำให้มีสัตว์ทะเลถูกเรือชนเพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากได้นำเต็มไปด้วยเสียงรบกวน สัตว์ทะเลจึงไม่ได้ยินเสียงเรือที่กำลังแล่นมา

ควบคุมมือถือของคุณรากับใช้พลังจิต ด้วยเทคโนโลยีคลื่นโซนาร์

สมาร์ทโฟนในปัจจุบันได้รับการพัฒนาให้ใช้งานได้ง่ายขึ้นอยู่เสมอ จากการสั่งการด้วยจิ้มหน้าจอเฉยๆ ก็เริ่มมีเทคโนโลยีแยกแยะแรงกด (เช่น 3D Touch) และสั่งการด้วยเสียงผ่าน AI Assistant เข้ามา แต่ล่าสุดเทคโนโลยีบนสมาร์ทโฟนกำลังจะล้ำหน้าไปอีกขั้นหนึ่งแล้ว นั่นคือสามารถสั่งการด้วยการขยับมือจากระยะไกลโดยที่ไม่จำเป็นต้องแตะต้องตัวเครื่องรากับใช้ "พลัง" ในหนังเรื่อง Star Wars ด้วยเทคโนโลยีคลื่นเสียงโซนาร์ ที่อาศัยเพียงแค่แอปพลิเคชัน และลำโพงกับไมค์ของสมาร์ทโฟนเท่านั้น

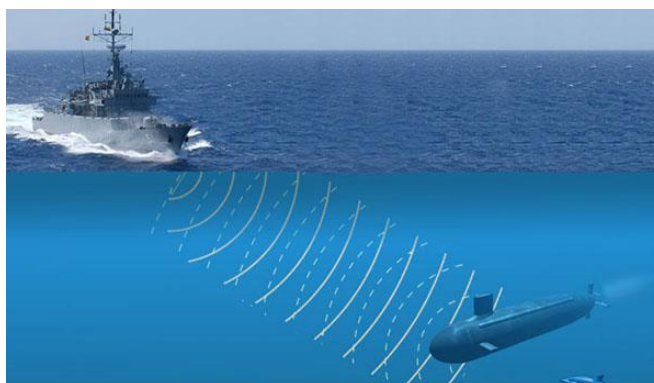


ภาพที่ 2.7 ใช้มือควบคุมยาวอวกาศในเกมโดยไม่ต้องแตะหน้าจอ

แอปพลิเคชันชุดลำนี้นี้พัฒนาโดย Wei Wang และ Alex X. Liu จากคณะวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยหนานจิง ประเทศจีน ตัวแอปใช้ลำโพงพื้นฐานของสมาร์ทโฟนในการปล่อย

คลื่นเสียงช่วงความถี่ระหว่าง 17 ถึง 23 กิโลเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นความถี่ที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยินได้ จากนั้นไมโครโฟนในตัวเครื่องจะวิเคราะห์คลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมาเพื่อคำนวณระยะทางและการเคลื่อนไหวของวัตถุ หรือในที่นี้ก็คือมือของเรานั้นเอง ทำให้เราสามารถขยับมือควบคุมอุปกรณ์ได้โดยไม่ต้องแตะมันเลย

การควบคุมอุปกรณ์โดยไม่ต้องสัมผัสนั้นไม่ใช่แค่ลูกเล่นที่ทำออกมาเพๆ แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายสถานการณ์ที่จำเป็นต้องใช้การควบคุมอุปกรณ์ในระยะไกลเพื่อความปลอดภัย ตั้งแตงานในครัวไปจนถึงการผ่าตัด หรือการกู้ภัย อย่างไรก็ตาม นี่ไม่ใช่ครั้งแรกที่สมาร์ตโฟนสามารถระบุตำแหน่งวัตถุจากคลื่นสะท้อน (echolocation) ได้ Shyam Gollakota จากมหาวิทยาลัยวอชิงตัน เคยริเริ่มโครงการ Finger IO เพื่อทดลองในสิ่งเดียวกันนี้ไปก่อนแล้ว แต่เมื่อผลงานของ Wang และ Liu ออกมาเขาก็ประทับใจมาก เพราะมันสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้โดยตรงแบบ real-time จนอาจเรียกได้ว่าสมบูรณ์แบบเลยทีเดียว (แต่ Wang ยอมรับว่า การใช้งานมีความหน่วงอยู่ 15 มิลลิวินาที)



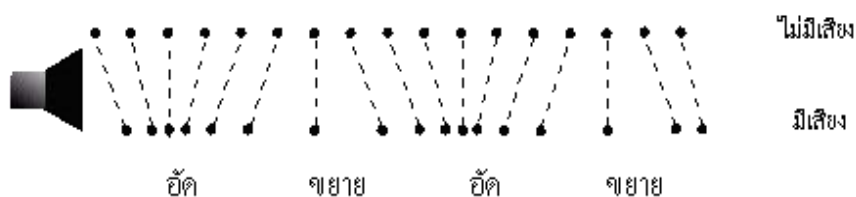
ภาพที่ 2.8 การใช้คลื่นเสียงตรวจจับวัตถุ (echolocation)

สำหรับผู้ที่สนใจอยากลองใช้แอปพลิเคชันนี้ คงต้องอดใจรอกันไปก่อนเพราะมันยังเป็นแค่โครงการวิจัยเท่านั้น ยังไม่ได้นำมาลง Store ของแพลตฟอร์มใดๆ ทั้งสิ้น แต่ Wang และ Liu มีแผนที่จะทำ API และเปิดให้นักพัฒนาจากภายนอกเข้ามาร่วมปรับปรุงตัวแอปพลิเคชันและพอร์ตลง iOS และ Android ต่อไปได้ ซึ่งทั้งสองกล่าวว่า อย่างน้อยๆ มันอาจนำไปใช้เพื่อเลื่อนหน้าเว็บ หรือพลิกหน้าหนังสือ e-book ได้

Wang กล่าวว่า หากผู้ผลิตสมาร์ทโฟนสนใจจะให้อุปกรณ์ของตนรองรับเทคโนโลยีนี้อย่างเต็มที่ ก็เพียงแค่ปรับปรุงไมโครโฟนและลำโพงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ไม่ต้องลงทุนลงแรงมหาศาลเพื่อนำเรดาร์มาติดตั้งลงในสมาร์ทโฟนแต่อย่างใด

Wang และ Liu ยังคงเดินหน้าพัฒนาซอฟต์แวร์ของตนต่อไป และมีเป้าหมายจะพัฒนาความสามารถวอท์ซ์และอุปกรณ์ VR ด้วย รวมไปถึงสร้างอัลกอริธึมที่สามารถตรวจจับปลายนิ้วได้อย่างแม่นยำในอนาคต ซึ่งในตอนนี้ก็มาถึงขั้นที่สามารถตรวจจับการเขียนด้วยมือจากระยะไกลได้แม่นยำถึง 90% แล้ว หากแอปพลิเคชันของทั้งสองคนเป็นที่แพร่หลายในอนาคต เราคงจะได้เห็นคนโบกไม้โบกมือควบคุมสิ่งของรอบตัวใช้พลังจิตกันเป็นเรื่องปกติ

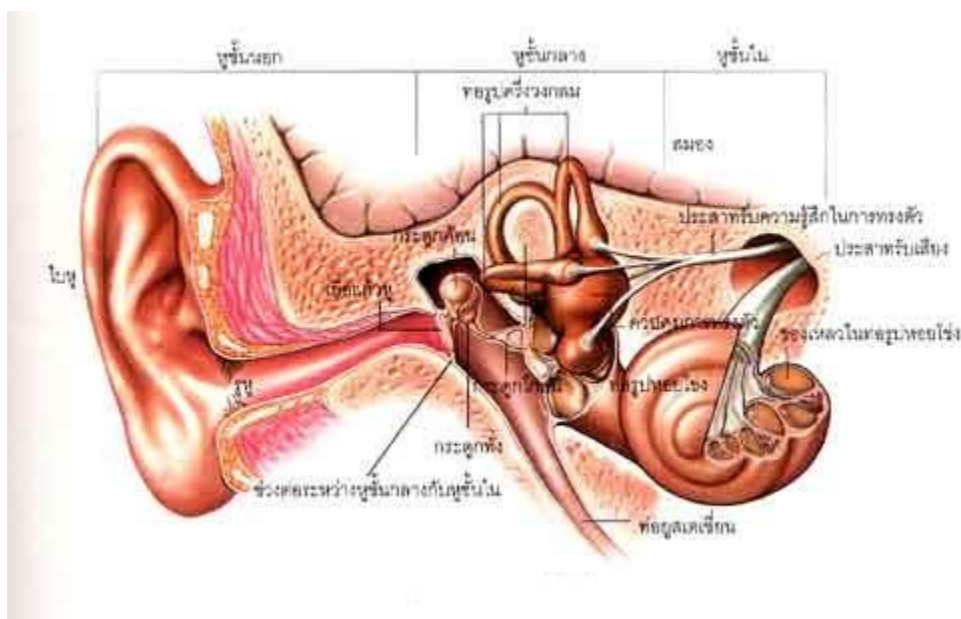
2.3 เสียง



รูปที่ 2.9 การเคลื่อนที่ของเสียง

มนุษย์สามารถได้ยินเสียงต่างๆที่อยู่รอบตัวโดยอาศัยหูเป็นอวัยวะ [9] ในการรับฟังเสียงซึ่งเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง และพลังงานจากการสั่นนั้นเคลื่อนที่ผ่านอากาศมาถึงหู หูจะทำหน้าที่เปรียบเสมือนตัวเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียงที่เข้ามา แล้วส่งต่อไปยังสมอง เพื่อพิจารณาเสียงที่ได้ยินว่าเป็นเสียงอะไร มีความดังมากหรือน้อยอย่างไร ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการเกิดของเสียง แหล่งกำเนิดเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยิน ซึ่งจะกล่าวถึงแต่เพียงเสียงพูดของมนุษย์ (voice) และเสียงจากเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเป่า อธิบายส่วนประกอบของหู และการได้ยินเสียง ทำให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเสียงที่เกิดขึ้นจริงกับความรับรู้ของการได้ยิน นอกจากนี้เราได้ใช้ไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณเสียง ไมโครโฟนให้การแปลงเสียงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า

การสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงทำให้ตัวกลาง (สื่อนำเสียง) เกิดการสั่นแล้วถ่ายโอนพลังงานให้แก่อนุภาคของตัวกลางถัดไป โดยที่อนุภาคของตัวกลางมีการสั่นกลับไปกลับมา ทำให้เกิดคลื่นเสียงขึ้นวัตถุที่มีมวลมากจะสั่นช้ากว่าวัตถุที่มีมวลน้อยทำให้ความถี่ของเสียงต่ำกว่าวัตถุที่มีมวลน้อยกว่า

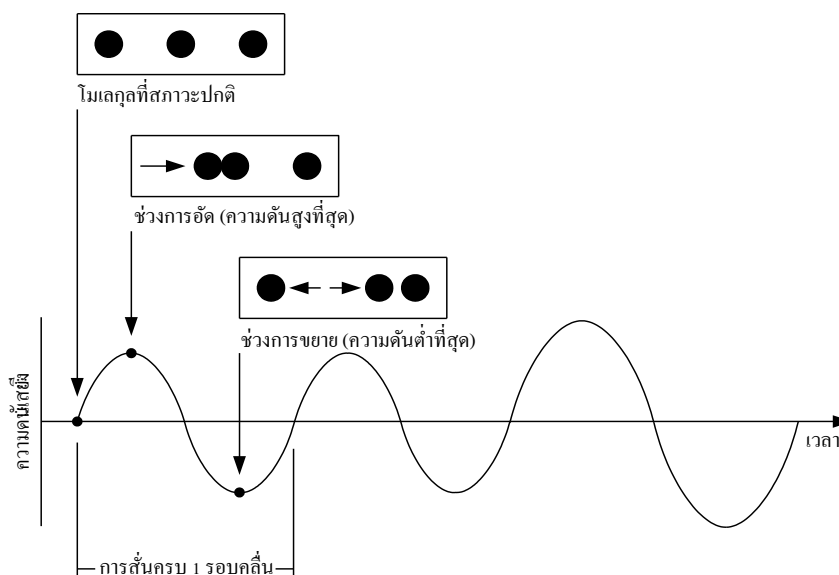


รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของหูคน

2.1.1 การเกิดเสียง

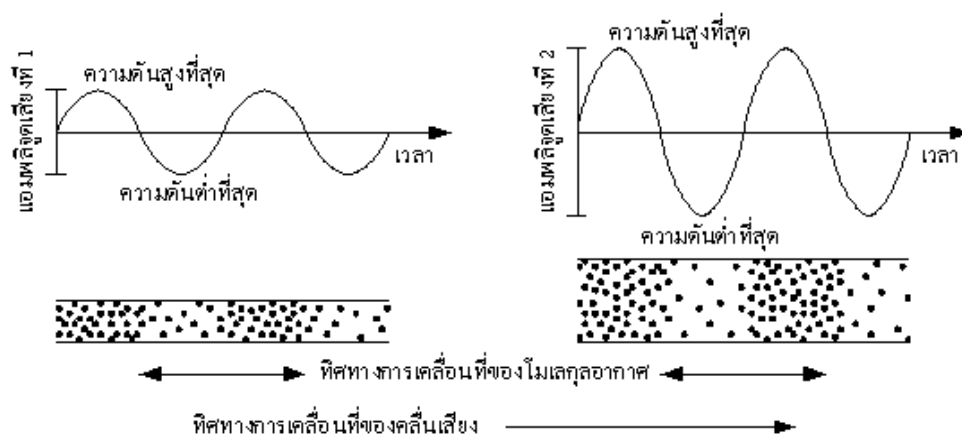
เสียงเริ่มเกิดขึ้นเมื่อวัตถุหรือแหล่งกำเนิดเสียงมีการสั่นสะเทือน [1] ส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลของอากาศที่อยู่โดยรอบ กล่าวคือโมเลกุลของอากาศเหล่านี้จะเคลื่อนที่จากตำแหน่งเดิม ไปชนกับโมเลกุลที่อยู่ถัดไป ก่อให้เกิดการถ่ายโอนโมเมนตัม จากโมเลกุลที่มีการเคลื่อนที่ให้กับโมเลกุลที่อยู่ในสภาวะปกติ จากนั้นโมเลกุลที่ชนกันนี้จะแยกออกจากกัน โดยโมเลกุลที่เคลื่อนที่มาจะถูกดึงกลับไปยังตำแหน่งเดิมด้วยแรงปฏิกิริยา และโมเลกุลที่ได้รับการถ่ายโอนพลังงานจะเคลื่อนที่ไปชนกับโมเลกุลที่อยู่ถัดไป ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นสลับกันไปมาได้เมื่อสื่อกลาง (ในที่นี้คืออากาศ) ที่มีคุณสมบัติของความยืดหยุ่น การเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศนี้จึงเกิดเป็นคลื่นเสียง รูปที่ 2.8 แสดงการเคลื่อนที่ของโมเลกุลอากาศ เทียบกับลักษณะของคลื่น เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงมีการสั่นสะเทือน สังเกตได้จากภาพว่า ขณะที่

แหล่งกำเนิดเสียงไม่มีการสั่นสะเทือน หรือโมเลกุลของอากาศอยู่ในสภาวะปกติ ความดันเสียง (sound pressure) ในขณะนี้จะคงที่ที่ค่าหนึ่ง เมื่อโมเลกุลของอากาศมีการชนกัน ความดันอากาศจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากปกติ ส่งผลให้ความดันเสียง ณ ช่วงเวลานี้เพิ่มมากขึ้นด้วยเสมือนเป็นช่วงการอัด (compression) เกิดเป็นยอดคลื่นที่มีความดันเสียงสูงที่สุดในคลื่นเสียง และเมื่อโมเลกุลของอากาศแยกออกจากกัน ความดันอากาศจะมีค่าลดลงจากปกติ ส่งผลให้ความดันเสียง ณ ช่วงเวลานี้ลดลงด้วย เสมือนเป็นช่วงการขยาย (rarefaction) เกิดเป็นจุดที่มีความดันเสียงต่ำที่สุดในคลื่นเสียง

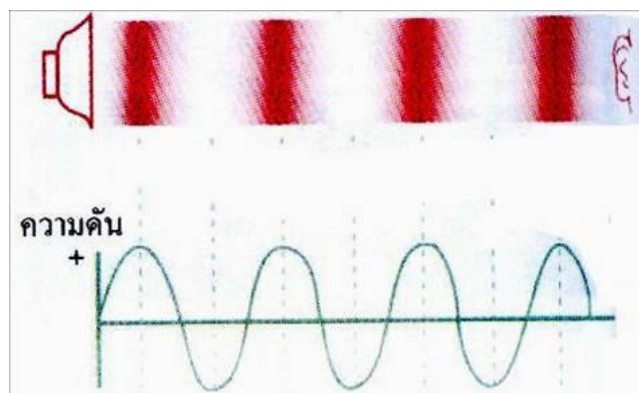


รูปที่ 2.11 การเคลื่อนที่ของโมเลกุลของอากาศเทียบกับลักษณะของคลื่น

ดังนั้น การสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดเสียงจากช่วงการอัดถึงช่วงการขยาย จึงเปรียบได้กับการเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ (cycle) ของคลื่น ซึ่งจำนวนรอบในเวลาหนึ่งวินาทีนี้หมายถึงความถี่ (frequency) ของคลื่นเสียง มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz) หรือรอบต่อวินาที (cps) และนอกจากนี้จำนวนโมเลกุลของอากาศที่เคลื่อนที่ทั้งในช่วงการอัดและช่วงการขยายของโมเลกุลของอากาศ ยังหมายถึงแอมพลิจูด (amplitude) ของคลื่นเสียงด้วย เช่นถ้าจำนวนโมเลกุลของคลื่นเสียงที่หนึ่ง น้อยกว่าของคลื่นเสียงที่สอง ยอดคลื่นของเสียงที่หนึ่ง ย่อมจะต่ำกว่ายอดคลื่นของเสียงที่สอง ซึ่งทำให้แอมพลิจูดของเสียงที่หนึ่ง ต่ำกว่าแอมพลิจูดของเสียงที่สอง



รูปที่ 2.12 จำนวนโมเลกุลของอากาศกับแอมพลิจูดของคลื่นเสียง



รูปที่ 2.13 การเคลื่อนที่ของเสียงในอากาศ

เมื่อพิจารณาจากภาพดังกล่าวจะเห็นได้ว่าเสียงเป็นคลื่นตามยาว (longitudinal wave) เนื่องจากโมเลกุลของอากาศเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง คลื่นเสียงจะเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียงมีลักษณะคล้ายกับคลื่นที่เกิดขึ้นเมื่อโยนก้อนหินลงในน้ำ รูปคลื่นที่ใช้แทนคลื่นเสียงจากรูปที่ 2.8 ,2.9 และ 2.10 นั้นเป็นรูปคลื่นไซน์ ประกอบด้วยพลังงานที่มีเพียงความถี่เดียว จึงเรียกว่าเสียงบริสุทธิ์ (pure tones) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว เสียงที่มนุษย์ได้ยินมิใช่ในรูปของเสียงบริสุทธิ์ แต่อยู่

ในรูปของคลื่นความถี่ต่างๆผสมกัน เพราะเสียงที่มนุษย์สามารถได้ยิน เกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีการสั่น ในหลายลักษณะหรือมีหลายความถี่รวมกัน ทำให้รูปคลื่นที่เกิดขึ้นมีความซับซ้อนมากกว่าคลื่นรูปไซน์

2.1.2 แหล่งกำเนิดเสียง

เสียงที่มนุษย์ได้ยินนั้นมีอยู่มากมาย อาจเกิดจากมนุษย์เองหรือเกิดจากสิ่งแวดล้อม [1] เสียงที่เกิดจากมนุษย์มีทั้งที่เป็นเสียงพูด ไม่เป็นเสียงพูด บ้างก็เป็นเสียงที่สื่อความหมายได้ บ้างก็ไม่ได้สื่อความหมายใดๆ เสียงพูดของมนุษย์เริ่มต้นจากการหดตัวของกล้ามเนื้อหน้าอก ซึ่งเป็นผลของอากาศจากปอดที่ดันขึ้นมา ผ่านไปยังคู่สายเสียง (vocal cords) ที่อยู่ภายในกล่องเสียง (larynx) ทำให้มีการสั่นสะเทือนที่บริเวณดังกล่าว เกิดเป็นเสียงที่ออกมาจากลำคอ แล้วใช้อวัยวะในช่องปากปรับให้กลายเป็นเสียงพูด ได้แก่ เสียงพูดทั้งพยัญชนะและสระรวมทั้งเสียงร้องเพลง ส่วนเสียงที่ไม่ใช่เสียงพูดอาจยกตัวอย่างได้ เช่น เสียงถอนหายใจ เสียงผิวปาก เป็นต้น และถ้าพิจารณาถึงรูปคลื่นที่เกิดขึ้นเมื่อแหล่งกำเนิดเสียงมีการสั่นสะเทือน แหล่งกำเนิดเสียงที่ทำให้รูปคลื่นที่มีความซับซ้อนมากและมีลักษณะไม่เป็นระเบียบ (random) เสียงที่เกิดขึ้นนี้จะถูกเรียกว่าเสียงรบกวน (noise) ซึ่งให้ความรู้สึกไม่น่าฟังและไม่มี ความหมาย เสียงดนตรีเป็นเสียงอีกชนิดหนึ่งที่มนุษย์ให้ความสนใจศึกษารายละเอียด เสียงที่ถูกสร้างขึ้นโดยเครื่องดนตรีส่วนมากเกิดจากการสั่นเชิงกลของตัวสั่น (oscillator) ที่ได้รับการกระตุ้นในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เช่น ตีดีด สี ตี เป่า เป็นต้น ส่งผลให้ส่วนต่างๆของเครื่องดนตรีสั่น เสียงดนตรีจึงเกิดขึ้นจากการสั่นของส่วนประกอบทั้งหมดที่รวมกันเป็นเครื่องดนตรี สำหรับเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเป่า เช่น ขลุ่ยทั้งของฝรั่งและของไทย การสั่นของลำอากาศในการเกิดเสียงเป็นการสั่นตามยาว กล่าวคือ เมื่อเป่าลมเข้าไปในช่องว่างที่อยู่ภายในกระบอก โมเลกุลของอากาศที่อยู่ภายในจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตามความยาวของกระบอกเกิดเป็นเสียงขึ้น เสียงดังกล่าวหากราวัดรูปคลื่นได้ พบว่ามีลักษณะของรูปคลื่นใกล้เคียงกับรูปคลื่นไซน์ และการเปลี่ยนระดับเสียงของเครื่องดนตรีชนิดนี้ยังสามารถทำได้โดย การเปลี่ยนแปลงความยาวของลำอากาศ ด้วยวิธีปิดเปิดนิ้วมือของผู้เล่นเครื่องดนตรีนั้นเนื่องจากเสียงที่มนุษย์ได้ยินมาจากแหล่งกำเนิดเสียงที่มีหลายความถี่รวมกัน คุณภาพของเสียงจึงขึ้นอยู่กับความเข้มของความถี่เหล่านี้ ในทางฟิสิกส์คุณภาพของเสียงจะขึ้นอยู่กับสเปกตรัมที่เกิดขึ้น แต่สำหรับในทางดนตรีนั้น คุณภาพของเสียงจะเรียกว่าทิมเบร (timbre) หรือน้ำเสียง (tone color) ซึ่งหมายถึงคุณลักษณะเฉพาะของเสียง ตัวอย่างเช่น นำเครื่องดนตรี

ชนิดต่างๆมาเล่นโน้ตตัวเดียวกันด้วยความดังเท่ากัน จะพบว่าเสียงที่ได้ยินจากเครื่องดนตรีแต่ละชนิดไม่เหมือนกันเป็นต้น



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างแหล่งกำเนิดเสียง

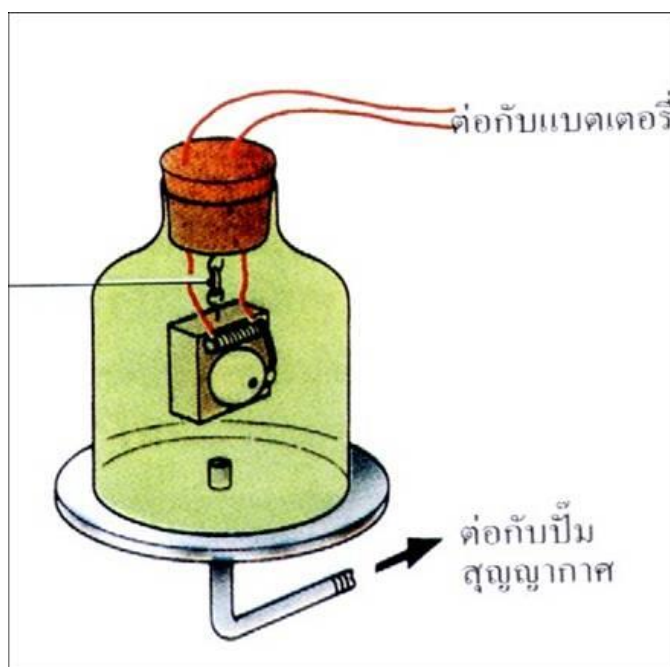
2.1.3 ตัวกลางของเสียง

คลื่นเสียงจะเดินทางถึงผู้ฟังได้ ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่เช่นขณะที่นักเรียนพูดกับเพื่อน เสียงเดินทางผ่านอากาศมาถึงหูเพื่อนจึงจะได้ยินเสียงหรือเมื่อคนงานซ่อมรางรถไฟเอาหูแนบกับรางรถไฟ ฟังเสียงว่ามีรถไฟมาหรือไม่ นั่นแสดงว่าเสียงต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่คือเหล็กรางรถไฟตัวกลางของเสียงมี

1. ของแข็ง เช่น โลหะต่าง ๆ
2. ของเหลว เช่น น้ำ
3. ก๊าซ

เสียงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่าง ๆ ได้ดีไม่เท่ากันตัวกลางต่างชนิดกันซึ่งมีอุณหภูมิเท่ากันจะมีอัตราเร็วต่างกัน และในตัวกลางชนิดเดียวกันเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไปจะทำให้ความเร็วของเสียงเปลี่ยนไปด้วย

การทดลองของโรเบิร์ตบอยล์



รูปที่ 2.15 การทดลองของโรเบิร์ตบอยล์

นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ทดลองนำกระดิ่งไฟฟ้า (Electric bell) ใส่ในภาชนะแก้วปิด (Bell Jar) แล้วต่อสายกระดิ่งไฟฟ้ากับแบตเตอรี่ ให้กระดิ่งไฟฟ้าทำงาน ขณะเดียวกันก็สูบอากาศออกโดยใช้มอเตอร์ (Motor) จะได้ยินเสียงกระดิ่งไฟฟ้าเบาลงเรื่อยๆ จนกระทั่งสูบอากาศออกหมดทำให้ภายในครอบแก้วเป็นสุญญากาศจะไม่ได้ยินเสียงกระดิ่งไฟฟ้าเลยการทดลองนี้บอกได้ว่าเสียงไม่สามารถเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศได้ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่อัตราเร็วของเสียงในตัวกลางต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าแตกต่างกันดังนี้

ตารางที่ 2.1 ความเร็วเสียงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสของตัวนำต่างๆ

ตัวกลาง	อัตราเร็ว (m/s)
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	272
อากาศ	346
ก๊าซไฮโดรเจน	1,339
น้ำ	1,498
น้ำทะเล	1,531
แก้ว	4,540
อะลูมิเนียม	5,000
เหล็ก	5,200

จากตารางบอกได้ว่าเสียงจากแหล่งกำเนิดเดียวกันเดินทางในตัวกลางที่เป็นของแข็งจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าตัวกลางที่เป็นของเหลว และตัวกลางที่เป็นของเหลวเสียงจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าตัวกลางที่เป็นก๊าซซึ่งในชีวิตประจำวันเราได้ยินเสียงต่างๆโดยเสียงเดินทางผ่านอากาศเป็นส่วนใหญ่

2.1.4 อัตราเร็วของเสียง

อัตราเร็วของคลื่นเสียง คือระยะทางที่เสียงเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 วินาที

อัตราเร็วของเสียงขึ้นอยู่กับ

1. ความหนาแน่นความหนาแน่นมาก อัตราเร็วมาก
2. ความยืดหยุ่น ความยืดหยุ่นมาก อัตราเร็วมาก
3. อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงอัตราเร็วมาก

$$V = S / t \quad V = \text{อัตราเร็ว (m/s)} \quad S = \text{ระยะทาง (m)} \quad t = \text{เวลา (s)}$$

2.1.4.1 อัตราเร็วของเสียงในอากาศ

สิ่งใดที่ทำให้ความหนาแน่นของอากาศเปลี่ยนแปลง โดยไม่ทำให้ความดันเปลี่ยนสิ่งนั้นย่อมเป็นเหตุให้อัตราเร็วของเสียงเปลี่ยน"อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงสามารถมีผลกระทบต่ออัตราเร็วของเสียงได้ถ้าอุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้น ณ ความดันคงที่อากาศย่อมขยายตัวออกตามกฎของชาร์ลและจะมีความหนาแน่นลดลงทำให้อัตราเร็วของเสียงเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิอัตราเร็วของเสียงในอากาศจะแปรผันโดยตรงกับอุณหภูมิ(อุณหภูมิเคลวิน)สามารถสรุปความสัมพันธ์ได้เป็น

$$V \propto \sqrt{T}$$

$$V = k \sqrt{T}$$

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่าง T_1 และ T_2 จะได้

$$V_1 / V_2 = \sqrt{T_1 / T_2} \quad T \text{ คืออุณหภูมิหน่วยเป็นเคลวิน}$$

เสียงมีคุณสมบัติเป็นคลื่นดังนั้นอัตราเร็วของเสียงสามารถหาจากสูตร

$$V = f \lambda \quad V = \text{อัตราเร็วของเสียง (m / s)}$$

$$f = \text{ความถี่ (Hz, 1 / s)}$$

$$\lambda = \text{ความยาวคลื่น (m)}$$

ตัวอย่าง

1. อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสจะเร็วเท่าไร

คิดวิเคราะห์ : อัตราเร็วของเสียงในอากาศขึ้นอยู่กัอุณหภูมิ

วิธีทำ จาก $v = 331 + 0.6 t$: t มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

$$V = 331 + 0.6 \times 25$$

$$= 331 + 15$$

$$= 346 \text{ m/s}$$

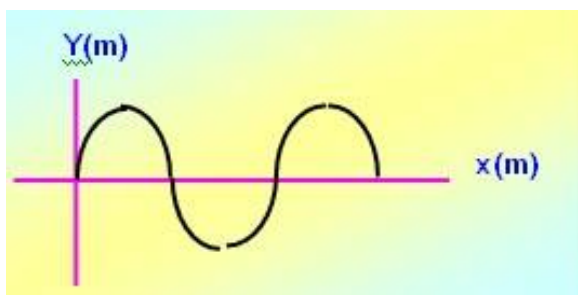
ตอบความเร็ว 346 m/s

หมายเหตุ ความถี่เสียงที่มนุษย์ได้ยินจะมีความถี่ในช่วง 20-20000 Hz (เฮิรตซ์) เสียงที่มนุษย์ไม่ได้ยินมีความถี่เสียงที่สูงกว่ามนุษย์รับฟังได้เป็นเสียงที่มีความถี่ มากกว่า 20000 Hz ซึ่งหูของสัตว์บางชนิดได้ยิน เช่น ค้างคาว สุนัข ฯ ส่วนเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่ามนุษย์ได้ยินมีความถี่ต่ำกว่า 20 Hz

2.1.5 ลักษณะของคลื่นเสียง

คลื่นเสียง [5] สามารถเขียนได้ 2 ลักษณะคือ

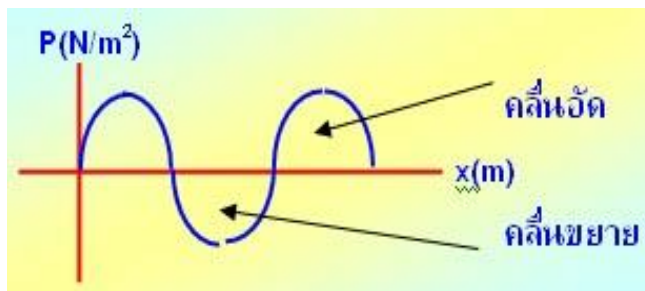
1. คลื่นการกระจัดพิจารณาจากการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลาง (คลื่นการกระจัดจะพิจารณาเรื่องการสะท้อน การหักเห)



รูปที่ 2.16 การพิจารณาคลื่นการกระจัด

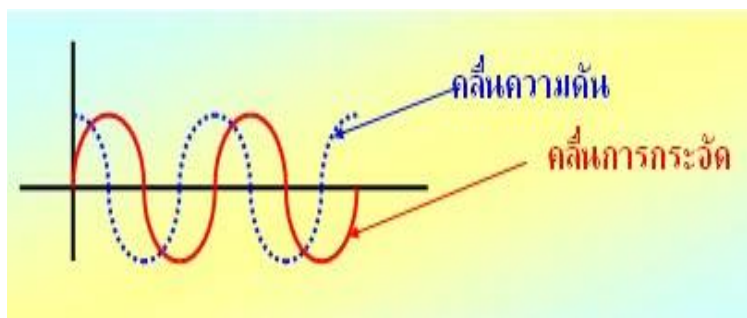
2. คลื่นความดันพิจารณาจากความดันของตัวกลาง ซึ่งประกอบด้วย

- 2.1. คลื่นอัดคือส่วนที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ในทิศเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงจะมีความดันสูงกว่าความดันปกติ
- 2.2. คลื่นขยายคือส่วนที่อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ในทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียงและมีความดันต่ำ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.17 การพิจารณารูปคลื่นความดัน

คลื่นความดันจะพิจารณาเรื่องพลังงานของเสียงและบริเวณที่ความดันต่างไปจากความดันปกติเราเรียกความดันนั้นว่าความดันเกจ (Pressure Gauge) ความดังของเสียงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัมพลิจูดคลื่นเสียงที่มีอัมพลิจูดสูงจะมีความดังมากกว่าคลื่นเสียงที่มีอัมพลิจูดต่ำคลื่นความดันและคลื่นการกระจัดจะมีเฟสต่างกัน 90 องศา



รูปที่ 2.18 การเปรียบเทียบระหว่างคลื่นการกระจัดกับคลื่นความดัน

2.1.6 ความเข้มเสียง

ความเข้มเสียง [12] คือ พลังงานของเสียงที่ตกกระทบตั้งฉากกับพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ในระบบ S.I. จะมีหน่วยเป็น วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ได้ดังนี้ $I = P/A$ แต่ในความเป็นจริงการปล่อยพลังงานเสียงออกจากแหล่งกำเนิดเสียงจะมีลักษณะกระจายเสียงออกเป็นทรงกลม ดังนั้นพื้นที่จึงมีค่าเท่ากับ $4\pi R^2$ จะได้

$$I = P/(4\pi R^2)$$

I = ความเข้มของเสียง (W/m^2)

P = กำลังของเสียง (W)

R = ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง (m)

ความเข้มเสียงที่มนุษย์ทนฟังได้โดยไม่เกิดอันตรายต่อหูคือ 1 W/m^2

ความเข้มเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ยังคงได้ยินคือ 10^{-12} W/m^2

ระดับความเข้มเสียงคือการบอกค่าอัตราส่วนของความเข้มเสียงขณะนั้นต่อความเข้มเสียงที่เบาที่สุด

การบอกค่าอัตราส่วนของความเข้มเสียงขณะนั้นต่อความเข้มเสียงที่เบาที่สุดใช้สัญลักษณ์เป็น β

กำหนดให้เสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์ได้ยิน คือ 0 เบล

ดังนั้น ถ้าความเข้มเพิ่มเป็น 10 เท่า (10^1) ระดับความเข้มเสียงจะเป็น 1 เบล

ถ้าความเข้มเพิ่มเป็น 100 เท่า (10^2) ระดับความเข้มเสียงจะเป็น 2 เบล

ถ้าความเข้มเพิ่มเป็น 10 เท่า (10^x) ระดับความเข้มเสียงจะเป็น x เบล

และ 1 เบลมีค่าเท่ากับ 10 เดซิเบล

2.1.7 ระดับเสียง

การได้ยินเสียงนอกจากขึ้นอยู่กับความเข้มเสียงแล้วยังขึ้นอยู่กับความถี่ของเสียงปกติเราจะได้ยินเสียงในช่วงความถี่ตั้งแต่ 20 - 20000 Hz เรียกว่า Audible Frequency และถ้าความถี่ต่ำกว่า 20 Hz เรียกว่า Infrasonic Frequency (ไม่สามารถได้ยินได้) แต่ถ้าความถี่มากกว่า 20000 Hz เรียกว่า Ultrasonic Frequency เป็นความถี่เหนือเสียง (ไม่สามารถได้ยิน) และการได้ยินเสียงของสิ่งมีชีวิตในช่วงความถี่ต่างๆ ไม่เท่ากันดังตัวอย่างใน

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างช่วงความถี่เสียงที่สิ่งมีชีวิตได้ยิน

สิ่งมีชีวิต	ช่วงความถี่ที่ได้ยินเสียง(Hz)
มนุษย์	20-20000
สุนัข	15-50000
ค้างคาว	1000-120000
ปลาโลมา	150-150000

หมายเหตุ ระดับเสียงสูงต่ำขึ้นอยู่กับความถี่ ความถี่ต่ำ เสียงจะทุ้มความถี่สูงเสียงจะแหลมคุณภาพเสียงเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของแหล่งกำเนิดเสียง คุณภาพของเสียงทำให้เราแยกประเภทของแหล่งกำเนิดเสียง ได้ว่าเป็นเสียงกีตาร์เสียงขลุ่ย เสียงกลอง

2.1.8 คุณสมบัติของเสียง

เสียง เป็นคลื่นตามยาวชนิดหนึ่ง เกิดจากการสั่นสะเทือนของแหล่งกำเนิดแล้วส่งพลังงานการสะเทือนให้อนุภาคของตัวกลาง เช่น อากาศ แสดงให้เห็นว่าคลื่นเสียง อาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ความสูงต่ำของเสียงความสูงต่ำของเสียง เป็นตัวบ่งบอกเสียงสูงหรือต่ำได้โดยขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นเสียงที่ส่งออกมา

ความเข้มของเสียงความเข้มเสียง เป็นพลังงานของเสียงที่ถูกส่งผ่าน พื้นที่หนึ่งๆ ในทิศตั้งฉาก ใน 1 หน่วยวินาที โดยจะสามารถวัดระดับความเข้มเสียงได้ในหน่วย เดซิเบล(dB) ซึ่งมนุษย์เราจะได้ยิน เสียงที่ระดับความเข้มเสียงระหว่าง 0 - 120 เดซิเบล

การสะท้อนของคลื่นเสียงการสะท้อนของคลื่นเสียง เกิดได้โดยมีลักษณะการเกิดเหมือนคลื่นทั่วไปแต่สิ่งที่เป็นตัวกลางของการสะท้อนจะต้องมีขนาดเท่ากับความคลื่นเสียงและการสะท้อนของเสียงเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ตัวอย่างเช่นการเกิดเสียงก้องเมื่อตะโกนในพื้นที่ที่กว้างขวาง เช่น ตะโกนบนยอดเขา

การหักเหของคลื่นเสียงการหักเหของคลื่นเสียง เกิดจากคลื่นเสียงเดินทางในตัวกลางที่ต่างสภาวะกัน เช่นเห็นฟ้าแลบแต่ไม่ได้ยินฟ้าร้อง เพราะในบริเวณที่เกิดฟ้าแลบจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าบริเวณอื่น คลื่นเสียงจึงเดินทางจากบริเวณที่อุณหภูมิต่ำเมื่อเดินทางมาถึงบริเวณที่อุณหภูมิสูงแล้วจะเกิดการหักเหในมุมที่สามารถเกิดการสะท้อนกลับหมดคลื่นเสียงจึงไม่เดินทางมาถึงหูเรา

การแทรกสอดของคลื่นเสียงการแทรกสอดของคลื่นเสียง เกิดจากคลื่นเสียง 2 ลูก ที่เหมือนกันทุกประการเดินทางมาชนกัน ทำให้เกิดเสียงที่ดัง เมื่อสันคลื่นของคลื่นทั้ง 2 ลูกชนกันทำให้สันคลื่นสูงขึ้นและเกิดเสียงค่อย เมื่อสันคลื่นของคลื่นลูกหนึ่งและท้องคลื่นของคลื่นอีกลูกหนึ่งพบกัน ทำให้สันคลื่นและท้องคลื่นหายไปจึงเกิดเสียงดังและค่อยสลับกันไปมา

การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียงการเลี้ยวเบนของคลื่นเสียงเกิดจากคลื่นเสียงเดินทางอ้อมสิ่งกีดขวางทำให้คลื่นเสียง สามารถเข้าถึงได้ทุกที่เช่น เราอยู่หลังกำแพงแต่ยังได้ยินเสียงเพลงที่ดังมาจากห้องข้าง

2.1.9 การนำเสียงไปใช้ประโยชน์

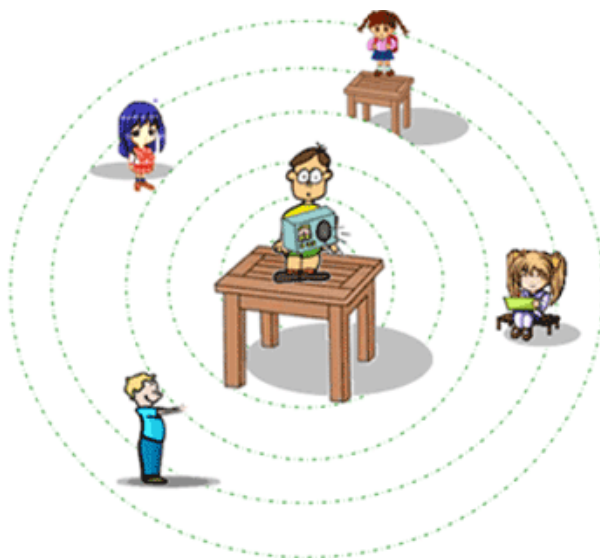
นอกจากใช้ในการสื่อสารระหว่างมนุษย์ด้วยกันและสัตว์อื่น ๆแล้วยังนำไปใช้ประโยชน์อีกหลายอย่าง เช่นการบำบัดหรือรักษาโรคด้วยเสียงดนตรี การใช้เสียงดนตรีที่นุ่มนวลน่าฟังเปิดเสียงร่ำไห้พิชเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพการใช้เสียงเจียบยานความถี่อัลตราโซนิกในการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์เช่น การตรวจหาเนื้องอกในร่างกาย , ตรวจลักษณะความสมบูรณ์และเพศของทารกในครรภ์ , ใช้ในการทำมาสะอาดชิ้นส่วนวัสดุขนาดจิ๋ว ๆด้วยคลื่นอัลตราโซนิกรวมไปถึงการใช้คลื่นชนิดนี้ในการตรวจหาฝูงปลาและสิ่งแปลกปลอมกีดขวางภายใต้ทะเลลึกและการวัดความลึกของท้องทะเลโดยใช้หลักการของการสะท้อนเสียง ซึ่งเรียกกันว่า "ระบบโซนาร์"

เสียงด้านวิศวกรรมและอุตสาหกรรมวิศวกรรมใช้คลื่นเหนือเสียงในการตรวจสอบรอยร้าวหรือรอยตำหนิในโลหะ แก้วหรือเซรามิก โดยการส่งคลื่นเสียงที่มีความถี่ในช่วง 500 กิโลเฮิร์ตซ์ ถึง 15 เมกะเฮิร์ตซ์ผ่านเข้ามา ในชิ้นงาน ที่ต้องการตรวจสอบ แล้ววิเคราะห์ลักษณะของคลื่นสะท้อนหรือวิเคราะห์ลักษณะ คลื่นที่รบกวนในคลื่นที่ผ่านออกไป วิธีนี้นอกจากจะใช้ตรวจสอบชิ้นงานประเภทโลหะหล่อ หรือเซรามิกแล้วยังถูกนำไปใช้ตรวจสอบยางรถยนต์ที่ผลิตใหม่ด้วย เครื่องมือวัดความหนาของแผ่นโลหะหรือวัสดุที่มีความแข็งอื่นๆ สามารถทำได้โดย ใช้คลื่นเหนือเสียงแม้คลื่นจะไม่สามารถทะลุถึงอีกด้านหนึ่งของผิวหน้าแผ่นโลหะนั้นได้ก็ตาม เช่นการตรวจสอบความหนาของหม้อต้มน้ำความดันสูงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

คลื่นเหนือเสียงพลังงานสูงยังถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางในการทำมาสะอาดผิวของเครื่องใช้ขนาดเล็กเช่น ชิ้นส่วนในนาฬิกาข้อมือและแว่นตา เป็นต้นเพื่อให้อนุภาคสกปรกที่จับเกาะผิวชิ้นด้วยพลังงานของคลื่นเหนือเสียงเพราะความถี่ธรรมชาติของอนุภาคสกปรกตามปกติไม่เท่ากันกับความถี่ธรรมชาติชิ้นส่วนโลหะคลื่นจึงทำให้อนุภาคสกปรกเหล่านั้นหลุดจากผิวโลหะไปลอยปะปนไปในของเหลวที่โลหะแช่อยู่ในการทหารก็มีการใช้คลื่นเหนือเสียงติดต่อสื่อสาร และตรวจจับความเคลื่อนไหวของเรือใต้น้ำและตอร์ปิโดและใช้เสียงจับตำแหน่งของเป้าหมายเป็นต้นการศึกษาการสะท้อนของคลื่นนักวิทยาศาสตร์จึงได้นำความรู้นี้มาประยุกต์กับการเดินเรือเพื่อค้นหา หินโสโครก ผงปลาหรือเรือใต้น้ำที่ขวางอยู่ ถ้าสิ่งกีดขวางนั้นมีขนาดใหญ่กว่าหรือเท่ากับความยาวคลื่นเสียง จะเกิดการสะท้อนกลับมายังเครื่องรับบนเรือที่ส่งคลื่นออกไปการจับช่วงเวลาที่ยิงคลื่นออกไปและรับคลื่นสะท้อนกลับมาช่วยให้เราคำนวณหาระยะทางระหว่างตำแหน่งของเรือกับสิ่งกีดขวางได้

2.4 การรับรู้แหล่งกำเนิดเสียงของคน

ธรรมชาติสร้างหูคนเรา มี 2 หู เพื่อประโยชน์ในการฟังเสียงทำให้เราทราบทิศทาง [12] ของต้นกำเนิดเสียงได้ว่ามาจากไหน ปกติแล้วถ้าเราหันหน้าไปทางต้นกำเนิดเสียง เสียงก็จะเข้าหูทั้งสองพร้อมๆ กันเพราะคลื่นเสียงเคลื่อนที่มาในระยะที่เท่ากัน แต่ถ้าเปลี่ยนไปยืนทิศทางที่ต่างกัน คลื่นเสียงก็จะกระทบหูไม่พร้อมกัน เหตุที่เป็นเช่นนั้นเพราะว่า ระยะทางจากต้นกำเนิดเสียงมาถึงหูไม่เท่ากัน แต่อาศัยประสบการณ์การทำงานของสมอง ทำให้สามารถบอกได้ว่ามาจากไหน สังเกตได้จากกรณีที่มีคนเรียกเรา เรามักหันขวับไปทางเสียงเรียกนั้นทันที ถ้ามาจากทางขวาก็แสดงว่าหูขวาเราได้ยินก่อน

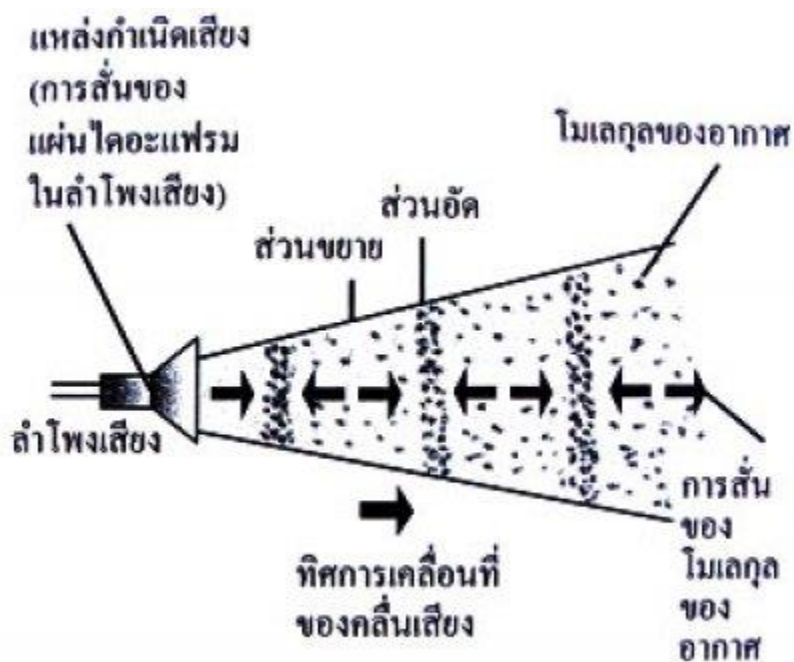


รูปที่ 2.19 ทิศทางแหล่งกำเนิดเสียงด้านต่างๆ

2.2.1 สาเหตุที่มนุษย์รู้ทิศทางเสียง

เรามีการรับรู้ทางของเสียงในแบบ 3 มิติเหมือนกับการมองเห็น ซึ่งต้องอาศัยอวัยวะเหมือนกัน 1 คู่ เพื่อจะทำให้เกิดการวัดเปรียบเทียบกับ ตา 2 ตาจะรับภาพไม่เหมือนกัน ยิ่งมีความแตกต่างกันมาก สมองก็จะยิ่งแปลความแตกต่างให้มากด้วย ส่วนในทางเสียงนั้นยิ่งเวลาในการรับฟังระหว่างหูทั้งสองต่างกันเท่าใด ก็แสดงว่าแหล่งเสียง [4] นั้นจะอยู่ห่างไปทางประสาทสมองด้านนั้นมากขึ้น และแม้ช่วงเวลาดังกล่าวจะมีค่าเพียง 0.00003 วินาที ประสาทมนุษย์ก็ยังรู้ได้ว่าวัตถุนั้นเปลี่ยนที่ไปจากหน้าของเรา 3 องศาที่ความถี่สูง เครื่องรับรู้เสียงของคนจะทำการประเมินความแตกต่างไม่เฉพาะแค่เวลา แต่จะรวมถึงความหนาแน่น(ความดัง-

ค่อยๆ)ของเสียงด้วย ส่วนที่ความถี่ต่ำกว่า 1,000 Hzเสียงจะเริ่มไม่มีทิศทาง ยิ่งถ้าเป็นเสียงที่ความถี่ต่ำกว่านี้มากๆเราก็ไม่สามารถรับรู้ตำแหน่งของมันได้คลื่นเสียงนั้นเป็นคลื่นของความดัน ดังนั้นมันจึงทำให้ระบบเสียงเกิดการ “แกว่งไปมา” (Oscillate) ขึ้น ทำให้เกิดการก้องสะท้อนที่ตัวตู้ ผนังของแผงลำโพงหลัง ค่าการแกว่งไปมานี้จะแรงเป็นพิเศษเมื่อความถี่เสียงนั้นมีความถี่เดียวกันกับความถี่ที่ก้องสะท้อน อาทิเช่น ลำโพงที่แผงลำโพงหลังจะมีการกระแทกกระทั้นที่ปิดเบือนได้ หากว่ามีเสียงแกว่งไปมาอยู่ที่ความถี่ 60 Hz ในขณะที่เดียวกันกับที่ท่านได้เพิ่มเสียงเบสจากกราฟฟิค-อีคิว หรือปุ่มทุ่มแหลม ที่ความถี่ 60 Hz ด้วย ซึ่งก็เท่ากับเป็นการกระตุ้นค่าการก้องสะท้อนของระบบ มีผลทำให้เกิดการ “แกว่งไปมา” อย่างรุนแรง



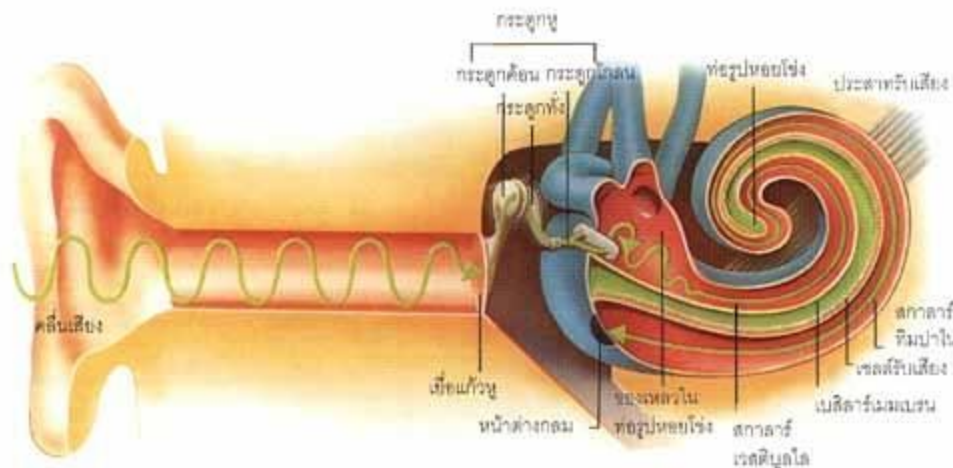
รูปที่ 2.20 การเกิดเสียง

อย่างไรก็ดี เราก็ยังอาศัยการแกว่งไปมานี้เพื่อทำให้เครื่องดนตรีหลายๆชนิดเกิดเสียงขึ้นมา ตัวโครงของไวโอลินจะทำหน้าที่ช่วยขยายโทนเสียงที่อ่อนมาจากการใช้คันชักสีผ่านสายไวโอลิน ทำให้เสียงนั้นดังกังวานขึ้น แต่การแกว่งไปมาของระบบเสียงนั้นกลับไม่เป็นที่ปรารถนา เพราะทำให้เกิดการเปลี่ยนไปจากเสียงต้นกำเนิดเดิม จึงไม่เหมือนกับเครื่องดนตรี เพราะชุดเครื่องเสียงโดยเฉพาะ “ลำโพง”

ไม่ควรจะมีลักษณะเสียงที่เป็นเอกภาพเฉพาะตัว แต่ควรจะให้เสียงทุกๆ เสียงที่เป็นรูปเป็นร่างตามความเป็นจริง การแกว่งไปมานี้จะสามารถทำให้ลดลงหรือควบคุมได้ด้วยการ “ยับยั้ง” ที่มีอยู่ในระบบลำโพง จำนวนระดับความดังจาก 1 ถึง 1,000,000 ความถี่จาก 16 Hz – 20,000 Hz เราสามารถจัดการกับมันได้อย่างไร ถ้าคุณจำเรื่องของ “ลอการิทึม”(logarithm)ได้ นั่นคือเสียงนั้นต้องการค่าคงที่ที่เพิ่มขึ้น มากขึ้นเป็น 2 เท่า เพื่อให้ได้ค่าเพิ่มขึ้นอีกเท่าๆ กัน ในเรื่องของเสียงสูง-ต่ำนั้นเป็นเรื่องของการแบ่งย่านความถี่เสียงเป็นออกเต็ปๆ ความดัง เราวัดเป็นเดซิเบล หรือเขียนง่ายๆ เป็น dB ซึ่งทุกๆ ครั้งถ้าเราจะให้เสียงมีความเข้มเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า จะต้องเพิ่มความดังของเสียงอีก 3 dB ที่ความถี่ 1,000 Hz เป็นอาณาบริเวณของความไวในการรับเสียงสูงสุด จะมีสเกลของฟอนทำหน้าที่แทน ซึ่งเหมือนกับ สเกลของเดซิเบลเพิ่มขึ้นเท่านั้น ฟอนนั้นเป็นหน่วยของการวัดการรับรู้ความดัง โดยมีค่าศูนย์ฟอนเมื่อถึงความดังที่เริ่มได้ยิน และ 120 ฟอน เมื่อถึงความดังที่เริ่มทนไม่ไหว

2.2.2 กลไกการได้ยินเสียงของมนุษย์

คลื่นเสียง [1] เกิดจากการอัดและขยายของตัวกลาง การอัดขยายนี้จะส่งต่อ ๆ กันไป จนถึงหูของผู้ฟังแล้วส่งต่อไปยังสมองในทอม ของระดับเสียง ความดัง และคุณภาพของเสียง โดยปกติหูคนเราไวต่อการรับรู้เสียงที่มีความถี่สูงมากกว่าเสียงที่มีความถี่ต่ำ เมื่อ เสียงนั้นมีระดับความเข้มเสียงเท่ากัน นอกจากนี้ความไวต่อการรับรู้เสียงของคนเรายังขึ้นอยู่กับอายุ โดยพบว่าเด็กมีความรู้สึกไว ต่อช่วงความถี่สูงมากกว่าผู้ใหญ่ ความไวต่อการได้ยินเสียงของคนจะลดลงเมื่ออายุมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าความไวต่อการได้ยินเสียงจะลดลงด้วยสาเหตุอื่น ๆ อีกเช่น การได้รับฟังเสียงดังมากเกินไปเป็นระยะเวลานาน ๆ หรือจากการใช้ยาบางชนิด



รูปที่ 2.21 ภาพการได้ยินเสียง

หูของคนเราเป็นอวัยวะของร่างกายที่ใช้รับเสียง แบ่งออกได้ 3 ส่วน ได้แก่ หูส่วนนอก หูส่วนกลางและหูส่วนใน

1. หูส่วนนอก ประกอบด้วยใบหู ช่องหูหรือรูหู (Auditory canal) และเยื่อแก้วหู (tympanic membrane) โดยใบหูจะทำหน้าที่ ในการรับเสียง สำหรับในสัตว์บางชนิด หูส่วนนี้จะมีขนาดใหญ่เพื่อใช้หาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง ส่วนช่องหูมีลักษณะเป็นท่อยาว ดังนั้นความดันของเสียงตอนปลายท่อ ด้านในที่ปิดอยู่จึงมีมากกว่าปากท่อด้านนอก ความดันที่เพิ่มนั้นจะเกิดเมื่อความยาวของ คลื่นเสียงยาวกว่าความยาวท่อ 4 เท่า คือความดันเมื่อผ่านช่องหูจะเพิ่มขึ้น 12 เดซิเบล

ในช่วงความถี่ 2,400 - 4,000 Hz แต่ถ้าความยาวคลื่นต่ำกว่าหรือสูงกว่านี้ ความดันเมื่อผ่านช่องหูจะเพิ่มเพียง 5 เดซิเบล ในช่วงความถี่ 2,000 - 6,000 Hz ช่องหูทำหน้าที่ในการก้ำก๋อเสียง (resonance) ซึ่งส่งด้วยความถี่ประมาณ 3000 เฮิรตซ์ แล้วส่งไปยังเยื่อแก้วหู นอกจากนี้แล้ว ช่องหูยังช่วย ในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้มีค่าคงที่ และยังเป็นเครื่องป้องกันอันตรายให้แก่หูอีกด้วย เยื่อแก้วหูเป็นส่วนกั้นระหว่างหูชั้นนอกกับหูชั้นกลาง โดยแยกอากาศในช่องหูชั้นนอกไม่ให้ติดต่อกับหูชั้นกลาง เยื่อแก้วหูทำหน้าที่เป็นเครื่องรับความดันเสียง

2. หูส่วนกลาง ทำหน้าที่ปรับคลื่นเสียงเพื่อให้เข้าไปกระตุ้นหูชั้นใน โดยการเปลี่ยนพลังงานเสียงจากอากาศให้ผ่าน ช่องหูชั้นกลาง เข้าไป เป็นการสั่นสะเทือนของของเหลว ภายในหูชั้นกลางประกอบด้วยกระดูกสามชิ้น (Ossicles) คือกระดูกหูผ่น กระดูกรูปทั่ง และกระดูกรูปโกลนซึ่งยึดกันอย่างสมดุลด้วยระบบคานติดคานงัด (lever system) ตรงบริเวณปลายกระดูกรูป โกลนจะติดต่อกับ หน้าต่างรูปไข่ กระดูกทั้งสามทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงที่มากระทบแก้วหูให้เป็นคลื่นของเหลวขึ้นในหูส่วนใน หูส่วนกลางนี้ติดต่อกับ โพรงอากาศผ่านหลอดยูสเตเชียน (eustachian) ปกติช่องนี้จะปิด แต่ในขณะเคี้ยวหรือกลืนอาหารช่องนี้จะเปิด อากาศภายในหู ส่วนกลาง จึงสามารถติดต่อกับภายนอกได้ เป็นการปรับความดัน 2 ด้านของเยื่อแก้วหูให้เท่ากัน ทำให้การได้ยินดีขึ้น

3. หูส่วนใน ประกอบด้วยหลอดครึ่งวงกลม 3หลอด (semicircular canals) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการสมดุลของร่างกาย และกระดูก รูปหอย (cochlea) ซึ่งเป็นช่องมีลักษณะคล้ายหอยโข่ง ภายในบรรจุของเหลวมีเยื่อบาซิลาร์ (basilar) ซึ่งอยู่เกือบตลอดความยาว ยกเว้นปลายสุด ตรงปากทางเข้าเป็นช่องเปิดรูปไข่และวงกลม ตลอดความยาวของเยื่อบาซิลาร์มีปลายประสาทที่ไวต่อเสียงที่มีความถี่ต่ำ ๆ กันเรียงรายอยู่ ปลายประสาทที่อยู่กันก่อนไปทางช่องเปิดรูปไข่จะไวต่อเสียงที่มีความถี่สูง ส่วนปลายประสาทที่อยู่ลึก เข้าไปข้างในจะไวต่อเสียงที่มีความถี่ต่ำ

2.5 คนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน

บุคคลที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน [13] หมายถึงบุคคลที่มีความสามารถในการรับฟังเสียงต่าง ๆ บกพร่องหรือสูญเสียไป เป็นเหตุให้ได้ยินเสียงต่าง ๆ ไม่ชัดเจน ในกรณีที่สูญเสียการได้ยินเพียงเล็กน้อย เรียกว่า หูตึง และไม่ได้ยินเสียงพูด ในกรณีที่สูญเสียการได้ยินมาก เรียกว่า หูหนวก

2.3.1 ประเภทของบุคคลที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน

เด็กหูหนวก [13] หมายถึง เด็กที่สูญเสียการได้ยิน 90 เดซิเบลขึ้นไป วัดด้วยเสียงบริสุทธิ์ ณ ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 เฮิรตซ์ ในหูข้างที่ต่ำกว่าเด็กไม่สามารถใช้การได้ยินให้เป็นประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพอาจ เป็นผู้ที่สูญเสียการได้ยินมาแต่กำเนิดหรือสูญเสียการได้ยินภายหลังก็ตามเด็กหูตึง หมายถึง เด็กที่สูญเสียการได้ยินระหว่าง 26-89 เดซิเบล วัดด้วยเสียงบริสุทธิ์ ณ ความถี่ 500, 1,000 และ 2,000 เป็นเด็กที่สูญเสียการได้ยินเล็กน้อยไปจนถึงการ สูญเสียการได้ยินขั้นรุนแรงระดับอาการของหูมนุษย์

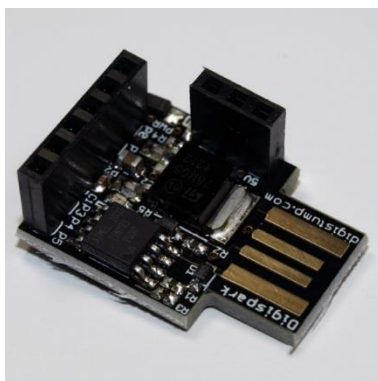
ตารางที่ 2.3 ระดับการได้ยินกับลักษณะอาการ

ระดับการได้ยิน	วัดการได้ยิน	ลักษณะอาการ
ระดับที่ 1 หูปกติ	0 – 25 เดซิเบล	ได้ยินเสียงพูดกระซิบเบาๆ
ระดับที่ 2 หูตึงเล็กน้อย	26– 40 เดซิเบล	ไม่ได้ยินเสียงพูดเบาๆ แต่ได้ยินเสียงพูดปกติ อาจใช้ เครื่องช่วยฟังบางโอกาส เช่น เรียนหนังสือ
ระดับที่ 3 หูตึงปานกลาง	41 – 55 เดซิเบล	ไม่ได้ยินเสียงปกติ ต้องพูดดังกว่าปกติจึงจะได้ยิน จำเป็นต้องใช้เครื่องช่วยฟังขณะพูดคุย
ระดับที่ 4 หูตึงมาก	56– 70 เดซิเบล	พูดเสียงดังแล้วยังไม่ได้ยิน จำเป็นต้องใช้เครื่องช่วย ฟังตลอดเวลา
ระดับที่ 5 หูตึงรุนแรง	71– 90 เดซิเบล	ต้องตะโกนหรือใช้เครื่องขยายเสียงจึงจะได้ยิน แต่ได้ยินไม่ชัด
ระดับที่ 6 หูหนวก	91 เดซิเบลขึ้นไป	ตะโกนหรือใช้เครื่องขยายเสียงแล้วยังไม่ได้ยิน และ ไม่เข้าใจความหมาย

2.6 ฮาร์ดแวร์

2.6.1 บอร์ด ATtiny85

บอร์ดนี้สร้างขึ้นเพื่อใช้งาน Arduino ที่มีขนาดเล็กที่สุดและมีราคาถูก ขนาดเพียง 17.5mm x 19mm. ได้เลือกใช้ Arduino ATtiny85 เป็นไอซีขับเคลื่อน ใช้การเขียนโปรแกรมแบบ USB ในลักษณะ Software จำลองให้เป็น USB ดังนั้นการต่อใช้งานจึงต้องลงโปรแกรมเสริม ตามที่ผู้พัฒนาได้จัดเตรียมไว้ให้ ดาวน์โหลดได้จากที่นี่ <http://handshake.co.za/2014/digispark-the-micro-sized-affordable-arduino-enabled-usb-development-board>



รูปที่ 2.22 บอร์ด ATtiny85

คุณสมบัติเฉพาะ :

- การสนับสนุน Arduino IDE 1.0+ (OSX / Win / Linux)
- พลังงานผ่านทาง USB หรือแหล่งภายนอก - 5v หรือ 7-35v (แนะนำ 12v หรือน้อยกว่าโดยอัตโนมัติ)
- ตัวควบคุมบนตัวเครื่อง 500 mA 5V
- USB ในตัว
- 6 I / O Pins (2 ใช้สำหรับ USB เท่านั้นหากโปรแกรมของคุณสื่อสารกับ USB อย่างมากมิมิเช่นนั้นคุณ • สามารถใช้ทั้ง 6 ได้แม้ว่าคุณจะเขียนโปรแกรมผ่าน USB)
- หน่วยความจำแฟลช 8k (ประมาณ 6 กิโลไบต์หลังจากที่บูตโหลด)
- I2C และ SPI (ต่อ USI)
- PWM บนหมด 3 ตัว (สามารถใช้งานได้กับซอฟต์แวร์ PWM)

- ADC 4 ขา
- LED เพาเวอร์และ LED ทดสอบ / สถานะ

2.6.2 เซ็นเซอร์แม็กโซนาร์



รูปที่ 2.23 เซ็นเซอร์แม็กโซนาร์

LV-MaxSonar-EZ4 คือ Ultrasonic เซ็นเซอร์ ขนาดเล็กที่มีความแม่นยำสูง และใช้งานง่าย โดยจะวัดได้อย่างแม่นยำในช่วง 0 - 6.45 เมตร ความละเอียดระดับ 2.5 ซม. และแทบจะไม่มี dead zone เลย เซ็นเซอร์มีอัตราการรายงานค่าที่ 20Hz โดยใช้กระแส 2mA

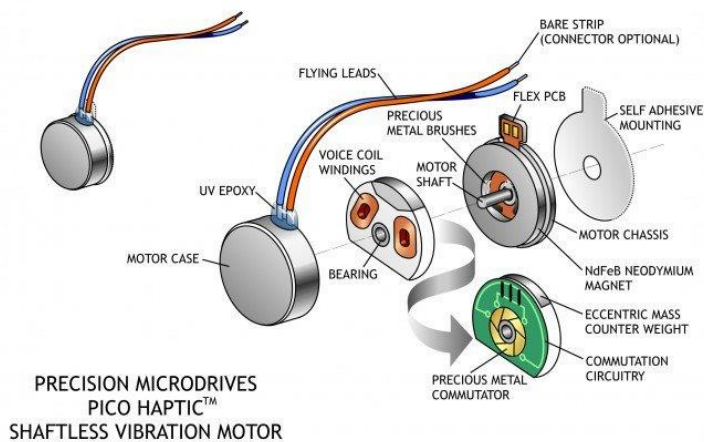
เปรียบเทียบ EZ0 - EZ4

- LV-MaxSonar-EZ0 - มุมตรวจจับ "กว้างมาก" เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับคน
- LV-MaxSonar-EZ1 - มุมตรวจจับ "กว้าง" เหมาะสำหรับใช้ตรวจจับคน
- LV-MaxSonar-EZ2 - มุมตรวจจับ "กว้างปานกลาง" เป็นรุ่นที่ประนีประนอม sensitivity กับความสามารถในการตรวจจับวัตถุด้านข้าง
- LV-MaxSonar-EZ3 - มุมตรวจจับ "แคบ" และทนต่อสัญญาณรบกวนได้ "สูง"
- LV-MaxSonar-EZ4 - มุมตรวจจับ "แคบมาก" และทนต่อสัญญาณรบกวนได้ "สูงมาก"

คุณสมบัติ :

- 42kHz อัลตราโซนิกเซนเซอร์
- ใช้งานได้ตั้งแต่ 2.5-5.5V
- กระแสไฟต่ำ 2mA
- อัตราการอ่าน 20Hz
- พอร์ตอนุกรม RS232 - 9600bps
- เอาต์พุตอนาล็อก - 10mV / นิ้ว
- เอาท์พุท PWM - 147uS / นิ้ว
- โมดูลขนาดเล็กน้ำหนักเบา

2.6.3 มอเตอร์สั่น (Vibration motor)



รูปที่ 2.24 มอเตอร์สั่น

มอเตอร์สั่น ขนาดเล็ก จากโทรศัพท์มือถือ สั่นเบาๆ สำหรับต้องการออกแบบวงจรต่างๆ และแจ้งเตือนด้วยการสั่น มอเตอร์ตัวนี้ตอบโจทย์ ได้ดี มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา กินไฟน้อย ใช้แรงดันเพียง 3V เหมาะสำหรับท่านที่ต้องการนำไปประยุกต์ใช้งานในการแจ้งเตือนด้วยวิธีการสั่น เช่นไม้เท้าหลบสิ่งกีดขวางแจ้งเตือนด้วยการสั่นเบาๆ เป็นต้น

ข้อมูลเพิ่มเติม

- มอเตอร์รุ่น 408
- ขนาด 4*8 mm
- รองรับแรงดัน 1.5V - 3V (แนะนำ 1.5V-2.5V)
- แรงดัน 1.5V กระแสอยู่ที่ 0.09A
- แรงดัน 3V กระแสอยู่ที่ 0.17A

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข่าว กรุงเทพธุรกิจออนไลน์ (2557) นักวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีอินเดีย ในกรุงนิวเดลี สร้างไม้เท้าอัจฉริยะ "สมาร์ทเคน" ที่สามารถสั่นเพื่อเตือนผู้บกพร่องทางการมองเห็นที่ใช้งานไม้เท้านี้ หากมีสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้า ด้วยระยะทางถึง 3 เมตร ทั้งยังตรวจจับวัตถุที่อยู่เหนือระดับเข้าขึ้นไป อย่างเช่น แผลงกัน หรือป้ายที่ยื่นออกมา ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้พิการกลุ่มนี้มักพบเมื่อใช้ไม้เท้านำทางแบบธรรมดา สมาร์ทเคนตรวจจับสิ่งกีดขวางจากการใช้คลื่นเสียงอัลตราซาวด์ ส่งไปยังวัตถุรอบตัวผู้ใช้ และเมื่อมีคลื่นเสียงสะท้อนกลับมา ไม้เท้าอัจฉริยะนี้จะสั่นเตือนเพื่อให้ผู้ใช้เปลี่ยนทิศทางการเดิน ราหุล คัมภีร์ ผู้พิการอาสาสมัครทดลองใช้สมาร์ทเคน บอกว่า สิ่งประดิษฐ์นี้ช่วยให้มั่นใจและเพิ่มความมั่นใจเมื่อเดินไปบนท้องถนน ไม่ว่าจะไปทำงาน กลับบ้าน หรือเดินในห้างสรรพสินค้า ซึ่งช่วยลดเวลาเดินทางลงถึง 25% จากเดิมที่เคยเดินทาง 10 นาที ตอนนี้ใช้เวลาเพียง 7 นาทีครึ่งเท่านั้น ศาสตราจารย์ มินคชี พลกฤษณ์ หนึ่งในทีมสร้างไม้เท้าอัจฉริยะ ยกตัวอย่างความสำเร็จของไม้เท้านี้กับเด็กหญิงคนหนึ่งที่บกพร่องด้านการมองเห็น ในนครมุมไบ ว่า แต่ก่อนพ่อแม่ของเธอจะต้องเดินทางไปทุกที่ที่เธออยากไป แต่ตอนนี้เธอสามารถไปไหนมาไหนเองได้แล้วทีมวิจัยยังหวังว่า สมาร์ทเคน เพิ่มความปลอดภัยให้คนตาบอด 39 ล้านคนทั่วโลก ในราคาที่สัมผัสได้ ซึ่งตั้งไว้ที่ 3,000 รูปี หรือราว 1,600 บาท

ทิมมะขามหวาน (2552) ไม่ทำพูดได้สำหรับคนพิการทางสายตา (A Talking Cane For the Blind) เป็นไม้เท้านำทางคนพิการทางสายตาที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ที่นำเทคโนโลยีตัวตรวจจับชนิดจำแนกความถี่วิทยุ(Radio Frequency Identification Device : RFID)มาใช้เพื่อบอกตำแหน่งพิกัดของสถานที่ให้ทราบ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แปลความหมายของสัญญาณที่มาจากตัวตรวจจับแบบ RFID ที่ตรวจพบว่ามีป้ายอิเล็กทรอนิกส์ RFID ผ่งไว้ได้พื้นที่ที่กำหนดให้เป็นตัวเลขรหัสของบัตรแล้วนำค่าไปเปรียบเทียบกับตัวเลขรหัสของบัตรที่มีในฐานข้อมูล หากพบว่ารหัสตรงกันก็จะส่งสัญญาณไปเปิดเครื่องเล่นเสียงที่มีการบันทึกเสียงพูดบอกชื่อสถานที่ไว้แล้ว โดยไม้เท้าพูดได้ต้นแบบนี้สามารถบอกชื่อสถานที่ได้ 5 จุดและแจ้งการตรวจพบป้าย RFID ที่ไม่มีในฐานข้อมูลได้

เทียนชัย ศิริโสตา [19] ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาหุ่นยนต์มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจจับหาแหล่งกำเนิดเสียงในระบบ 2 มิติ โดยบอกตำแหน่ง ทิศทาง และมิติตามพิกัดของแหล่งกำเนิดเสียง การออกแบบหุ่นยนต์และสร้างชุดต้นแบบหุ่นยนต์ ให้สามารถเลียนแบบการได้ยินเสียงของนกเค้าแมว ชุดต้นแบบที่สร้างขึ้นมาในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนของการออกแบบวงจรตรวจจับเสียงที่รับเข้ามา เพื่อบอกตำแหน่ง ส่วนที่สองเป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการหันซ้าย หันขวา การก้ม การเงย ออกแบบโดยใช้โปรแกรมภาษา Basic โดยใช้ไมโครโทรลเลอร์ เบอร์ PIC 16F877 ทำหน้าที่ควบคุม Servo Motor ในการหมุนหาตำแหน่ง และทำหน้าที่ในการบังคับทิศทางเพื่อบอกตำแหน่งของต้นกำเนิดของเสียง ผลการวิจัยพบว่าชุดต้นแบบหุ่นยนต์ที่ออกแบบและสร้างขึ้นมานี้สามารถบอกตำแหน่งของต้นกำเนิดของเสียงในระบบ 2 มิติ ได้อย่างอัตโนมัติ

ปิยะวัฒน์ สุธา [20] ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบชุดทดสอบความบกพร่องทางการได้ยินและการชดเชย เพื่อให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยินสามารถทดสอบและใช้งานเครื่องช่วยฟังที่มีความเหมาะสมกับสภาพความบกพร่องทางการได้ยินได้ด้วยตัวเอง ซึ่งในการทดสอบได้ทำการทดสอบตลอดย่านความถี่มาตรฐาน (250Hz – 8kHz) โดยชุดทดสอบจะทำการสร้างสัญญาณไซน์แบบดิจิทัลในแต่ละความถี่ตามช่วงของความถี่มาตรฐาน ให้ผู้บกพร่องทางการได้ยินฟังและวัดหาระดับความดังที่ผู้บกพร่องทางการได้ยินสามารถรับรู้ได้ ซึ่งค่าระดับความดังในแต่ละความถี่ที่ได้จากการทดสอบจะถูกนำไปเก็บบันทึกเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบและสร้างตัวกรองสำหรับการชดเชยให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน สามารถได้ยินเสียงในแต่ละความถี่ที่มีระดับของความดังที่ใกล้เคียงกัน

เดชทัต บุรณะอัครกุล (2556) โครงการไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับคนตาบอดโดยการนำโฟโต้อิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ในโครงการนี้ ซึ่งจัดทำขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 มาใช้ควบคุมการทำงานของไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับคนตาบอดที่สามารถนำไปใช้งานเพื่ออำนวยความสะดวกและสร้างความปลอดภัยในการใช้ชีวิตประจำวันได้ ในการจัดทำไม้เท้าอัจฉริยะสำหรับคนตาบอดนี้ถูกออกแบบขึ้นมาโดยใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจเช็คสิ่งกีดขวาง ตรวจเช็คบันได ซึ่งสามารถตรวจเช็คได้จากการที่ภาคส่งทำการส่งแสงอินฟราเรดไปกระทบสิ่งกีดขวางในระยะ 64 เซนติเมตรและส่งกลับมาที่ภาครับซึ่งก็จะส่งต่อไปที่ตัวประมวลผลซึ่งอยู่ในภาคถัดไป แล้วจึงทำการประมวลผลออกมา ส่วนการตรวจเช็คบันไดภาคส่งทำการส่งแสงอินฟราเรดไปกระทบกับขอบบันไดข้างขึ้นในระยะ 15 เซนติเมตร และขอบบันไดข้างลงในระยะ 11 เซนติเมตร แล้วจึงทำการประมวลผลออกมา หลังจากนั้นแล้วก็จะแสดงผลออกมาในรูปการส่งเสียงเตือนและการสั่นเตือนเมื่อตรวจเช็คเจอบันได ในส่วนของสิ่งกีดขวางจะแสดงผลออกมาในรูปการส่งเสียงเตือน และสามารถสร้างเสียงอัลตราโซนิกที่มีความถี่สูงที่ 45 kHz ออกมาเพื่อขับไล่สุนัขไม่ให้มาทำร้ายได้

ศิพาณี นุชิตประสิทธิ์ชัย [21] ได้ออกแบบโปรแกรมแปลงเสียงพูดเป็นภาษามือเพื่อการติดต่อสื่อสารกับผู้บกพร่องทางการได้ยิน เนื่องจากปัญหาและอุปสรรคในการติดต่อสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของผู้บกพร่องทางการได้ยินพบว่า การพัฒนาทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อช่วยเหลือผู้บกพร่องทางการได้ยินนั้นยังมีข้อจำกัด จึงได้ทำการพัฒนาโปรแกรมแปลงเสียงพูดเป็นภาษามือเพื่อการติดต่อสื่อสารกับผู้บกพร่องทางการได้ยิน เป็นการช่วยเหลือในการติดต่อสื่อสารเบื้องต้นหรือใช้ในการศึกษา เรียนรู้ภาษามือด้วยตนเอง โดยทำการคัดเลือกคำศัพท์มาจากหนังสือสมาคมคนหูหนวกที่ใช้บ่อยในชีวิตประจำวันพื้นฐานจำนวน 100 คำ สามารถแบ่งออกได้เป็น 8 หมวดด้วยกัน ซึ่งโปรแกรมจะต้องมีระบบรู้จำเสียงเพื่อทำการแปลงเสียงพูดให้กลายเป็นข้อมูลดิจิทัลไปตรวจสอบว่าเป็นคำศัพท์คำใดและทำการแสดงภาพภาษามือ 3 มิติโดยเริ่มจากการนำสัญญาณเสียงทั้งต้นแบบและแบบทดสอบมาหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด เพื่อนำไปหาค่าพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์เซปตรัลตามความถี่เมล (MFCC) และคาบเวลาพิทช์ หลังจากนั้นนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าความแตกต่างน้อยที่สุดจากการทดสอบระบบรู้จำเสียงที่มีต้นแบบและแบบทดสอบอย่างละ 1 ชุด พบว่าอัตราส่วนที่ส่งผลให้อัตราความถูกต้องในการรู้จำเฉลี่ยสูงสุดจากการสุ่มเก็บบันทึกเสียงจำนวน 10 คน เป็นชาย 5 คน หญิง 5 คน ๆ ละ 3 ชุด ๆ ละ 100 คำ คือ MFCC:0.3 Pitch Period ของเพศชาย 90% และหญิง 89% และเมื่อเพิ่มจำนวนต้นแบบ

เป็น 2 ชุดพบว่าอัตราความถูกต้องในการรู้จำที่ MFCC:0.3 Pitch Period ของเพศชายเป็น 95.2% และ หญิง 91.8% เพิ่มขึ้นจากเดิม 2.4% และ 2.8% ตามลำดับ

สมคิด แยกคำ [21] ได้กล่าวไว้ว่า การพัฒนาระบบการรับรู้ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงแบบสองมิติคือ แนวระดับ (Elevation) และแนวระนาบ (Azimuth) โดยใช้ตัวรับสัญญาณเสียงหรือไมโครโฟน (ไมค์) เพียง 2 ตัว สำหรับการตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงในแนวระดับ (Elevation) จะใช้การตรวจจับความแตกต่างของระดับเสียง (IID) ซึ่งมีหลักการสำคัญคือการจัดวางไมค์ทั้งสองข้างให้มีระดับที่แตกต่างกันโดยให้ไมค์ด้านขวาอยู่สูงกว่าด้านซ้ายเล็กน้อยและให้ไมค์ด้านขวาหันไปทางด้านบนเพื่อให้การรับเสียงที่มาจากด้านบนนั้นดังกว่าที่มาจากด้านล่าง ส่วนไมค์ด้านซ้ายจะติดตั้งในทิศทางที่ตรงกันข้ามกับด้านขวา การจัดวางในลักษณะนี้ได้เลียนแบบโครงสร้างตำแหน่งหูของนกเค้าแมว (หูขวาจะอยู่สูงกว่าหูซ้าย) เพื่อทำให้เกิดความแตกต่างของระดับเสียงมีมากขึ้น ส่วนการตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงในแนวระนาบ (Azimuth) จะใช้การตรวจจับการมาถึงก่อนหลังของสัญญาณเสียง (ITD) โดยสัญญาณเสียงที่มาจากทางด้านซ้ายจะมาถึงไมค์ด้านซ้ายก่อน ในทำนองเดียวกันเสียงที่มาจากด้านขวาจะมาถึงไมค์ด้านขวาก่อน ระบบนี้ได้ถูกทดสอบโดยการใช้แหล่งกำเนิดเสียงที่ผลิตความถี่เสียงขนาด 4 กิโลเฮิรท์ซ ที่ความเข้มเสียง 90 เดซิเบล เมื่อวัดห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 1 เมตร โดยแบ่งทิศทางการทดสอบของแหล่งกำเนิดเสียงออกเป็น 9 เขตคือ ด้านบนซ้าย, ด้านบนตรงกลาง, ด้านบนขวา, ตรงกลางซ้าย, ตรงจุดกึ่งกลาง, ตรงกลางขวา, ด้านล่างซ้าย, ด้านล่างตรงกลาง และด้านล่างขวา โดยแหล่งกำเนิดเสียงจะถูกวางไว้ห่างจากระบบประมาณ 1 เมตร ผลของการทดสอบระบบพบว่าระบบสามารถตรวจจับตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงได้อย่างถูกต้องประมาณ 93.33 เปอร์เซนต์

เอก ศิริลาภพานิช [22] ได้กล่าวไว้ว่า เทคนิคไมโครโฟนคู่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการวัดความเข้มเสียงซึ่งสามารถให้ค่าได้ทั้งค่าขนาดและทิศทางของพลังงานเสียง งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการควบคุมเพื่อติดตาม (tracking control) การเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดเสียง และใช้ผลลัพธ์เป็นสัญญาณป้อนกลับสำหรับการควบคุม ค่ามุมบอกตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงหาได้จากการทำ cross – power spectrum ของสัญญาณที่วัดมาจากไมโครโฟนทั้งคู่ โดยที่การคำนวณ cross – power spectrum ดำเนินการแบบเวลาจริง (real – time) ด้วย DSP (digital signal processor) ส่วนตัวควบคุมนั้นเป็นแบบดิจิตอลโดยใช้กฎการควบคุมแบบ PI (Proportional plus Integral) ผลลัพธ์จากการศึกษาพบว่า

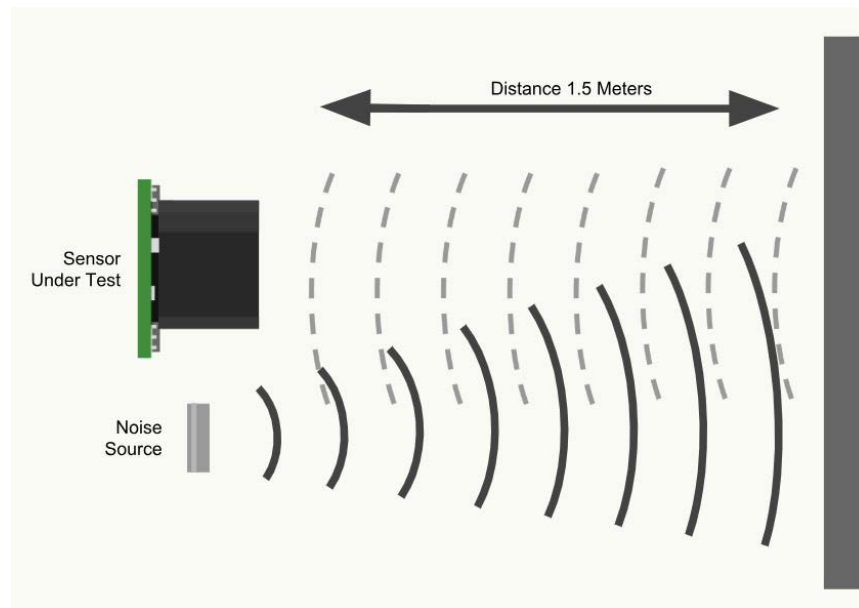
ในการคำนวณหาค่ามุนั้น ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ cross – power spectrum มีความสัมพันธ์อย่างเป็นเชิงเส้นกับค่ามุนของแหล่งกำเนิดเสียง ยกเว้นในกรณีที่แหล่งกำเนิดเสียงอยู่ใกล้ผนังห้องซึ่งมีผลกระทบจากการสะท้อนของเสียง ในส่วนการควบคุมนั้น ตัวควบคุมสามารถติดตามการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดได้ แต่ยังคงมีความผิดพลาดของขนาดเนื่องจากผลของ directivity ของแหล่งกำเนิดเสียง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึงขั้นการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตา ด้อยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ แล้วทำการทดสอบการใช้งานจริงของอุปกรณ์ ซึ่งได้จัดทำ ต้นแบบเลียนแบบหลักการได้ยินเสียงของปลาโลมา โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

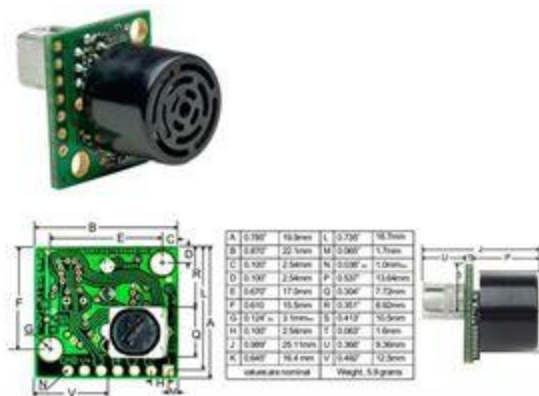
3.1 เซ็นเซอร์แม็กโซนาร์วงจรงูมือโซนาร์ (max-sonar sensor)



รูปที่ 3.1 แสดงหลักการตรวจจับวัตถุโดยใช้สัญญาณความถี่เหนือเสียง

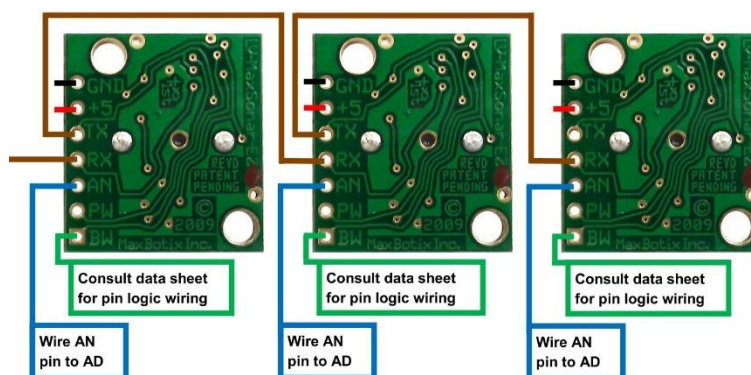
เซ็นเซอร์โซนาร์เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับโดยตรง และระบุรูปทรงของวัตถุและด้านล่างของน้ำ เซ็นเซอร์โซนาร์ปล่อยสัญญาณเสียงที่จะสะท้อนกลับเมื่อพบวัตถุ และคำนวณระยะทางและตำแหน่งที่อิงรูปแบบเวลาและคลื่นสะท้อนของ อัลตราโซนิก เซ็นเซอร์ใช้คลื่นอัลตราโซนิกลักษณะของเซ็นเซอร์ที่พัฒนาขึ้น อัลตราโซนิกมีการสันนิษฐานถึงความถี่สูงกว่าคลื่นเสียงคลื่นกล โดยพิกัดในกระดุนแรงดันภายใต้การกระดุน มันมีความถี่สูง ความยาวคลื่นสั้น ปรากฏการณ์การเลี้ยวเบนของแสงที่มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งทิศทางที่ดี ได้มีแสง และทิศทางการสื่อสาร และลักษณะอื่น ๆ ส่วนใหญ่จะใช้เซ็นเซอร์โซนาร์ตรวจจับสิ่งมีชีวิต เช่นสำหรับตรวจหาสิ่งมีชีวิตที่ด้านล่างของน้ำ การตรวจจับและวัดระยะทางด้วย เซ็นเซอร์แมกโซนาร์เซ็นเซอร์นั้น เป็นแผงวงจรวัดตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตราโซนิกที่มีแม่นยำและเที่ยงตรงสูงโดยสามารถ วัดระยะทางได้ตั้งแต่ 1 เซนติเมตรไปจนถึง 4 เมตร โดยเซ็นเซอร์ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่ายโดยใช้ขาเชื่อมต่อเพียง 1 หรือ 2 ขา โดยจะทำการส่งสัญญาณคลื่นอัลตราโซนิกออกไปแล้ววัดระยะเวลาที่มีสัญญาณสะท้อนตอบกลับมา โดยความถี่อัลตราโซนิกที่ถูกส่งออกไปในอากาศด้วยความเร็ว 1.125 ฟุตต่อมิลลิวินาที (ประมาณ 346 เมตรต่อวินาที) ดังนั้นเมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น เวลา เริ่มส่งคลื่น และเวลาที่รับเสียงสะท้อนกลับมาจึงสามารถคำนวณหาค่าของระยะทางได้ ดังแสดงหลักการตามรูปที่ 3.1

ระยะทางที่ได้นั้นจะต้องมีการคำนวณค่ากลับทางคณิตศาสตร์เมื่อใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วถือว่าเป็นเรื่องที่ยุ่งยากพอสมควร ดังนั้นเครื่องตรวจจับและวัดระยะทางด้วยอัลตราโซนิก (Max-sonar sensor) จึงประมวลผลค่าทางคณิตศาสตร์ต่างๆไว้เรียบร้อยแล้ว จากนั้นส่งผลลัพธ์ที่วัดได้ออกมาเป็นพัลส์ที่มีความกว้างสัมพันธ์กับระยะทางที่วัดได้ จะใช้ สายสัญญาณเพียงเส้นเดียว จึงทำให้สะดวกมากในการนำมาเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์

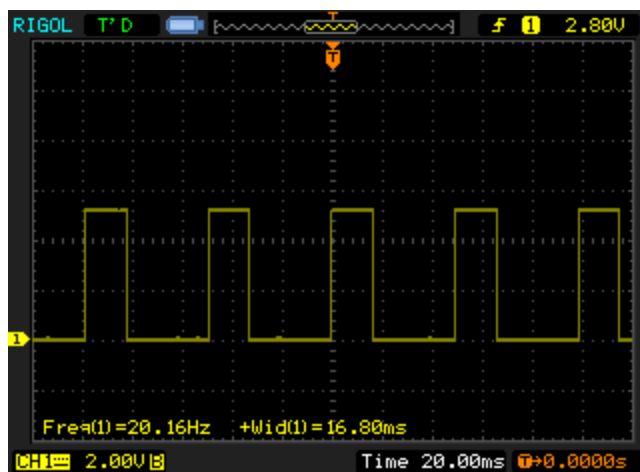


รูปที่ 3.2 เซ็นเซอร์แม็กโซนาร์ (max-sonar sensor)

จุดเด่นของโมดูลเซ็นเซอร์ของบริษัท Max-Sonar ได้แก่ มีรูปแบบเอาต์พุตให้เลือกใช้ได้มากกว่าหนึ่งแบบ สำหรับอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ ในการอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ ไม่จำเป็นต้องส่งสัญญาณ TRIG (trigger) หรือสัญญาณกระตุ้น นอกจากนั้นยังมีโมดูลให้เลือกใช้ได้หลายรุ่น เช่น ช่วงระยะห่างในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง ความกว้างของคลื่นเสียงหรือ Beam Width เลือกใช้แรงดันไฟเลี้ยงได้ทั้ง +3.3V และ +5V เป็นต้น แต่โมดูลมีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับโมดูลจากบริษัทอื่น ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากไฟล์เอกสาร Datasheet ของผู้ผลิต

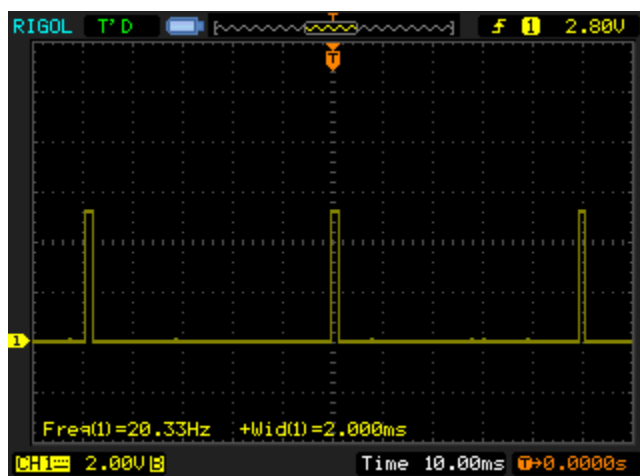


รูปที่ 3.3 ขาพินเซ็นเซอร์แม็กโซนาร์



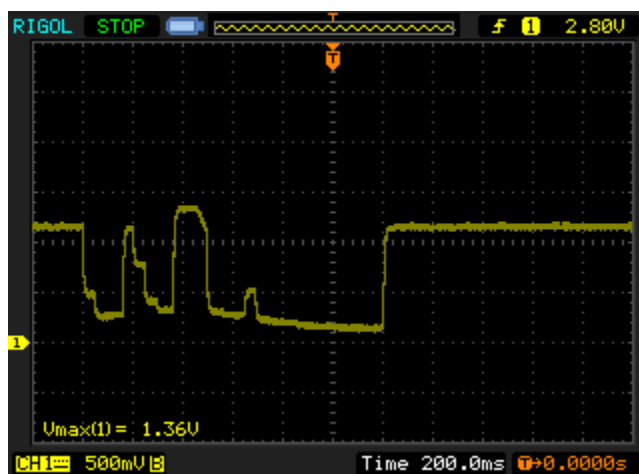
รูปที่ 3.4 สัญญาณการทำงานของเซ็นเซอร์แม็กโซนาร์ 1

รูปแสดงการวัดสัญญาณเอาต์พุตที่ขา PW จากโมดูล LV-Max-Sonar-EZ4 เมื่อวัดสัญญาณด้วยออสซิลโลสโคป ได้ความกว้างประมาณ 16.80 msec ความถี่หรืออัตราในการอัปเดตค่าจากเซ็นเซอร์ประมาณ 20 Hz



รูปที่ 3.5 สัญญาณการทำงานของเซ็นเซอร์แม็กโซนาร์ 2

รูปแสดงการวัดสัญญาณเอาต์พุตที่ขา PW จากโมดูล LV-Max-Sonar-EZ4 วัดได้ความกว้างประมาณ 2.0 msec (เมื่อเลื่อนวัตถุกีดขวางเข้ามาใกล้)

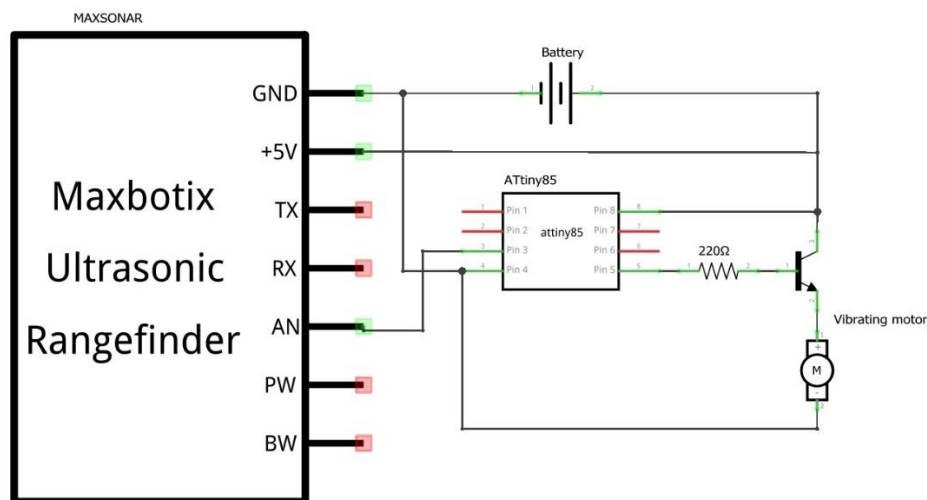


รูปที่ 3.5 สัญญาณการทำงานของเซ็นเซอร์แม็กโซนาร์ 3

รูปแสดงการวัดสัญญาณเอาต์พุตที่ขา AN จากโมดูล LV-Max-Sonar-EZ4 แสดงค่าแรงดันเอาต์พุตเมื่อมีสิ่งกีดขวางอยู่ด้านหน้ามีการเปลี่ยนตำแหน่งหรือระยะห่าง เมื่อวัตถุอยู่ใกล้ จะได้แรงดันที่ต่ำกว่าเมื่อวัตถุอยู่ไกลออกไป

3.2 การออกแบบวงจรควบคุม

การออกแบบวงจรมีความสำคัญมากในการทำงานเนื่องจากวงจรเป็นเส้นทางให้สัญญาณต่างๆ ผ่านจากอุปกรณ์ตัวหนึ่งไปไปยังอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องออกแบบให้เหมาะสมและถูกต้อง ครบถ้วนจึงจะทำให้วงจรทำงานได้อย่างถูกต้อง จากโครงสร้างการทำงานของระบบทำให้สามารถออกแบบวงจรได้ดังในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรของระบบควบคุมการทำงาน

จากภาพที่ 3.6 การทำงานวงจรของระบบควบคุมเมื่อมีสิ่งกีดขวางเข้าใกล้เซ็นเซอร์อัลตราโซนิกส์(Ultrasonic) ระยะ 1 เมตร , ระยะ 2 เมตร และ 3 เมตร จะส่งสัญญาณออกมาไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์(ATtiny85) เพื่อประมวลผลสัญญาณส่งไปยังมอเตอร์(Vibrate) เพื่อแสดงผลด้วยรูปแบบสั่นสะเทือน

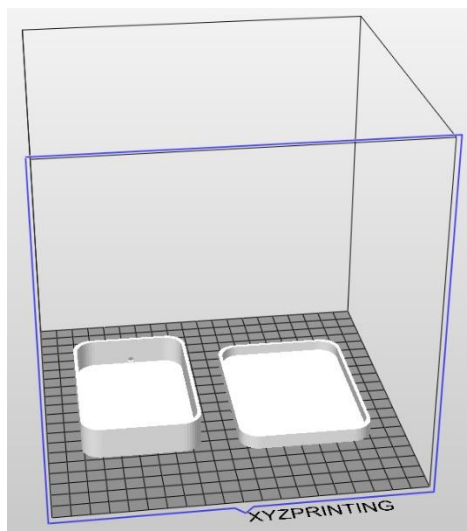
3.3 การออกแบบถุงมือโซนาร์

การออกแบบถุงมือโซนาร์ ได้นำถุงมือแบบผ้ามาประกอบกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยภายในวงจรประกอบไปเซ็นเซอร์แม็กโซนาร์ซึ่งเป็นหัวใจในการตรวจจับสิ่งกีดขวางด้านหน้า ดังรูปที่ 3.7

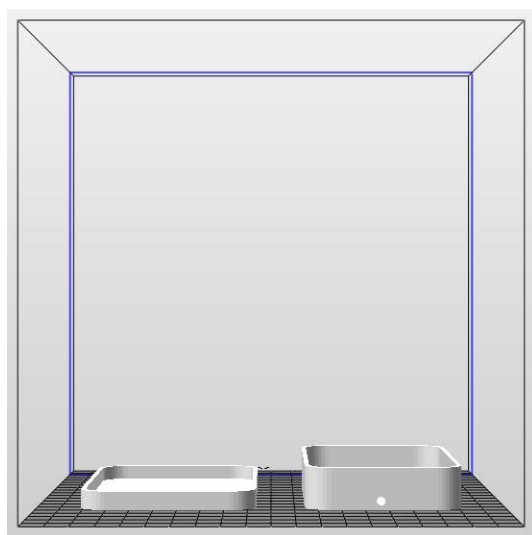


รูปที่ 3.7 ถุงโชนาร์ด้านหน้าและด้านหลัง

จากรูปที่ 3.7 การจัดวางตำแหน่งเซ็นเซอร์แม็กโชนาร์จะวางไว้บนข้อมือเพื่อให้เซ็นเซอร์สามารถส่งสัญญาณในการกระจายมุมกว้าง 180 องศา ส่วนมอเตอร์สำหรับแสดงผลวางไว้ด้านหลังของถุงมือสามารถรับรู้และสัมผัสการสั่นของมอเตอร์ การจัดวางตำแหน่งจะไม่มีผลอันตรายใดๆกับผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.9 แบบขึ้นงานกล่องเก็บวงจรมุมด้านบน



รูปที่ 3.9 แบบขึ้นงานกล่องเก็บวงจรมุมด้านข้าง

การออกแบบขึ้นงานสำหรับเก็บวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ได้ออกแบบด้วยโปรแกรมสามมิติ และปริ้นด้วยเครื่องปริ้นสามมิติ ทำเฉพาะเก็บวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของถูงมือโซนาร์เท่านั้น ซึ่งภายในวงจรการค่อนข้างเล็กเป็นอุปกรณ์เฉพาะด้าน

3.4 การออกแบบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ

การทดลองการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ ข้างต้นนี้โดยมีแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่เป็นเครื่องมือในการประเมินภาพรวม โดยมีการออกแบบ ดังนี้

3.4.1 ศึกษาแนวคิด เนื้อหาสาระ ระบบงานที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางใน

การสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ

3.4.3 สร้างขอบเขตข้อมูลทั่วไปของผู้มาทดลองการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

3.4.4 สร้างแบบทดสอบประสิทธิภาพการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

ทางการได้ยืมมีคำถามทั้งหมด 3 ระดับ โดยทำการทดสอบระดับละจำนวน 40 ครั้ง ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แบบฟอร์มการบันทึกผลการทดสอบ จำนวน 10 ครั้ง

ระดับวัด ระยะทาง	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด	สรุปผล(%)
1 เมตร			
2 เมตร			
3 เมตร			
4 เมตร			
5 เมตร			
6 เมตร			
7 เมตร			
ผลรวม			

3.4.5 สร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่มีต่อภาพรวมชุดสายรัดข้อมือ อิเล็กทรอนิกส์เตือน

ภัยสำหรับผู้บกพร่องทางการได้ยินมีคำถามทั้งหมด 5 ข้อ

โดยกำหนดแบบสอบถามออกเป็น 5 ระดับตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ดังนี้

ให้คะแนนระดับ 5	หมายถึง	พอใจในระดับมากที่สุด
ให้คะแนนระดับ 4	หมายถึง	พอใจในระดับมาก
ให้คะแนนระดับ 3	หมายถึง	พอใจในระดับปานกลาง
ให้คะแนนระดับ 2	หมายถึง	พอใจในระดับน้อย
ให้คะแนนระดับ 1	หมายถึง	พอใจในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยการพัฒนาภูมิโชนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

การพัฒนาภูมิโชนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นการศึกษาการเลียนแบบเสียงปลาโลมาเพื่อประยุกต์ใช้การทำนวัตกรรม โดยมีการแสดงผลด้วยระบบสัมผัสเตือนด้วย ระยะ 1 เมตร , ระยะ 2 เมตร, ระยะ 3 เมตร, ระยะ 4 เมตร, ระยะ 5 เมตร, ระยะ 6 เมตร, ระยะ 7 เมตร โดยการทดสอบจะเป็นการทดสอบการสะท้อนของวัตถุเท่านั้น ซึ่งปฏิบัติตามวัตถุประสงค์ข้างต้น

4.2 ผลการทดลองระบบ

ในหัวข้อนี้จะแสดงผลการทดสอบระบบเพื่อหาประสิทธิภาพพัฒนาภูมิโชนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อทดสอบการตรวจจับสิ่งกีดขวางทั้ง 7 ระยะ จากเซ็นเซอร์แม็กโชนาร์ โดยมีการทดสอบดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพ

ระดับวัดระยะทาง	ความถูกต้อง	ความผิดพลาด	สรุปผล(%)
1 เมตร	9	1	90.00%
2 เมตร	9	1	90.00%
3 เมตร	8	2	80.00%
4 เมตร	10	0	100.00%
5 เมตร	7	3	70.00%
6 เมตร	9	1	90.00%
7 เมตร	6	4	60.00%
ผลรวม	58	12	82.85%

จากตารางที่ 4.1 ผลที่ได้คือพัฒนาถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวาง 180 องศา การทดสอบประสิทธิภาพได้ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้งต่อการวัดระยะทาง คือ ระยะ 1 เมตร มีความแม่นยำ 90% ระยะ 2 เมตร มีความแม่นยำ 90% ระยะ 3 เมตร มีความแม่นยำ 80% ระยะ 4 เมตร มีความแม่นยำ 100% ระยะ 5 เมตร มีความแม่นยำ 70% ระยะ 6 เมตร มีความแม่นยำ 90% และ ระยะ 7 เมตร มีความแม่นยำ 60% โดยผลรวมมีความถูกต้อง 58 ครั้ง ความผิดพลาด 12 ครั้ง สรุปผลรวม 82.85%

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจ

ผลการทดลองสวมใส่พัฒนาถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์โดยประเมินวัดความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างบุคคลทั่วไปแบบปกติ จำนวน 10 คน ได้ประเมินส่วนต่างๆ แสดงดัง

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินของพัฒนาถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
		$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1	ความเหมาะสมในการแสดงผลระบบสั้นของพัฒนาถุงมือโซনারสำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์	4.3	1.39	ดี
2	ท่านสามารถรับรู้การแสดงผลการสั้นสะท้อน	3.9	0.73	ดี
3	มีความเสถียรภาพในการตรวจจับสิ่งกีดขวางอย่างต่อเนื่อง	4.1	0.87	ดี
4	นำเทคโนโลยีมาช่วยเหลือคนที่มีความบกพร่องการได้ยิน	4.4	0.69	ดี
5	ความง่ายของการใช้งาน	4.1	0.56	ดี
ผลการประเมินรวม		4.16	0.85	ดี

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดลองมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ที่มีต่อพัฒนาถูงมือโซนาร์
สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ ได้รับรู้ทิศทางจากสิ่งกีดขวางทางด้านหน้า และระบบจะแจ้งเตือนด้วยการสั่นสะเทือนด้วยกัน 7 รูปแบบ จึงได้รวบรวมและสามารถสรุปผลของการดำเนินงานและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้แมกโซนาร์เซ็นเซอร์ (max-sonar sensor) วางบนถุงมือแบบผ้าจะอยู่ตรงจุดข้อมือพอดี เพื่อให้เซ็นเซอร์สามารถรับและส่งสัญญาณได้ในระยะไกล สามารถรับความกว้างของสัญญาณได้ถึง 180 องศา การนำแมกโซนาร์เซ็นเซอร์มาใช้เพื่อเลียนแบบการรับรู้เสียงของปลาโลมา จึงได้พัฒนามาเป็นถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ ความสามารถของถุงมือโซนาร์ สามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางด้วยคลื่นเสียงโซนาร์ โดยสามารถกำหนดตรวจจับได้ 7 ระยะ และติดตั้งมอเตอร์ขนาดเล็กหรือมอเตอร์สั่น ติดด้านหน้าของถุงมือผ้าทำให้มอเตอร์ไม่ได้สัมผัสกับผิวหนังของผู้ทดสอบ เมื่อมีการแสดงผลสั่นสะเทือนจะทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกตัว การแสดงผลการใช้งาน ซึ่งคล้ายกับหลักการเดินเรือในท้องทะเล มีการสรุปได้ดังนี้

- เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง ระยะ 1 เมตร จะแสดงผลระบบสั่นสะเทือน 1 ครั้ง
- เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง ระยะ 2 เมตร จะแสดงผลระบบสั่นสะเทือน 2 ครั้ง ติดกัน
- เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง ระยะ 3 เมตร จะแสดงผลระบบสั่นสะเทือน 3 ครั้ง ติดกัน
- เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง ระยะ 4 เมตร จะแสดงผลระบบสั่นสะเทือน 7 ครั้ง ติดกัน
- เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง ระยะ 5 เมตร จะแสดงผลระบบสั่นสะเทือน 5 ครั้ง ติดกัน
- เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง ระยะ 6 เมตร จะแสดงผลระบบสั่นสะเทือน 6 ครั้ง ติดกัน
- เมื่อตรวจพบสิ่งกีดขวาง ระยะ 7 เมตร จะแสดงผลระบบสั่นสะเทือน 7 ครั้ง ติดกัน

การพัฒนาเทคโนโลยีการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ ครั้งนี้ ได้ใช้ไฟเลี้ยงภายในวงจร 5 โวลต์ ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อผู้สวมใส่ โดยหลักการของแม่โซนาร์เซ็นเซอร์ ซึ่งใช้ตรวจจับสิ่งกีดขวางด้านข้างครั้งนี้ทำหน้าที่เปรียบเสมือนหูของปลาโลมาซึ่งมีความสามารถพิเศษรับรู้เสียงที่มนุษย์ไม่สามารถได้ยิน

5.2 การอภิปรายผล

การวิจัยเพื่อการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ ครั้งนี้เป็นการหาประสิทธิภาพของผลการทดลอง และประเมินความพึงพอใจจากการทดลอง โดยมีขอบเขตการทดลองการพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อเลียนแบบการรับรู้เสียงของปลาโลมาและนำมาประยุกต์ใช้กับการดำเนินในชีวิตแทนไม้เท้า

ผลการหาประสิทธิภาพการทดสอบการวิจัยในครั้งนี้คือให้บุคคลปกติสวมใส่ถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยทำการทดสอบกับวัตถุที่กีดขวางด้านหน้า โดยการทดสอบวัดความแม่นยำได้ 3 ระดับ ดังนี้

1) ระดับระยะห่าง 1 เมตร	ความแม่นยำ	90%
2) ระดับระยะห่าง 2 เมตร	ความแม่นยำ	90%
3) ระดับระยะห่าง 3 เมตร	ความแม่นยำ	80%
4) ระดับระยะห่าง 4 เมตร	ความแม่นยำ	100%
5) ระดับระยะห่าง 5 เมตร	ความแม่นยำ	70%
6) ระดับระยะห่าง 6 เมตร	ความแม่นยำ	90%
7) ระดับระยะห่าง 7 เมตร	ความแม่นยำ	60%

การพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์มีความแม่นยำที่สุดในการตรวจจับสิ่งกีดขวางช่วงระยะ 4 เมตร โดยทดสอบระยะละ 10 ครั้ง วัดระดับประสิทธิภาพแสดงผลโดยสันสะท้อนอยู่ที่ 100% เปอร์เซ็น และภาพรวมความแม่นยำทั้งหมดคือ 82.85%

ผลการทดลองวัดความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามการทดลองสวมใส่ชุดสายรัดข้อมืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่าผู้ทดลองมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.16$) และ (S.D. = 0.85)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้งาน

เพื่อการนำไปใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจึงควรดำเนินการดังต่อไปนี้

- ควรมีพัฒนาถุงมือโซนาร์สำหรับกลุ่มผู้พิการทางสายตาด้วยโอกาสในจังหวัดเพชรบูรณ์รูปแบบตำแหน่ง GPS เพื่อความสะดวกสบายของผู้ใช้งานและคนในครอบครัวของผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน
- ควรพัฒนาเพิ่มเพื่อให้ระบบสามารถค้นหาตำแหน่งสิ่งกีดขวางได้แบบสามมิติโดยสามารถบอกได้ทั้งทิศทางและระยะห่างของสิ่งกีดขวาง

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป

- การใช้อุปกรณ์สื่อสารเช่นโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android เป็นอุปกรณ์แสดงผลโดยการสั่น
- สามารถนำหลักการนี้ไปพัฒนาเป็นชุดตรวจจับสัญญาณคลื่นเสียงความถี่สูงที่มีระยะในการตรวจจับที่ไกลมากยิ่งขึ้น ความละเอียดในการตรวจจับสัญญาณมากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปตรวจจับผู้บุกรุกในเขตหวงห้ามได้
- สามารถพัฒนาเป็นระบบค้นหาตำแหน่งของสิ่งกีดขวางพร้อมติดกล้องบันทึกสัญญาณภาพ เพื่อดูว่ามีอะไรเกิดขึ้นในตำแหน่งที่เกิดเสียง
- ควรพัฒนาให้เป็นรูปแบบที่เล็กและกระทัดรัดให้สามารถใช้งานได้ทุกวัย

บรรณานุกรม

1. A. Zamora, 2012, "Anatomy and Structure of Human Sense Organs", [On-Line] Available: <http://www.scientificpsychic.com/workbook/chapter2.htm>.
2. A. Moiseff, 1989, Bi-Coordinate Sound Localization By the Barn Owl, *Journal of Comparative Physiology A*, 164:637-644.
3. B. Adams, C. Breazeal, R.A. Brooks, B. Scassellati, 2000, Humanoid robots: A new kind of tool, *IEEE Intelligent Systems* 15 (4), 25-31.
4. B. G. Ferguson, L. G. Criswick and K. W. Lo, 2002, Locating far-field impulsive sound sources in air by triangulation, *Journal of the Acoustical Society of America*, no. 1, pp. 104-116.
5. B. Hartman, 1999, How We Localize Sound, *Physics Today on the Web*.
6. C. I. Cheng, G. H. Wakefield, 2001, Introduction to Head related Transfer Functions (HRTFs): Representations of HRTFs in Time, Frequency, and Space, *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 49, No. 4.
7. E. I. Knudsen and M. Konishi, 1979, Mechanisms of sound localization in the barn owl (*Tyto alba*), *Journal of Comparative Physiology A* 133:13-21.
8. E. I. Knudsen, G. G. Blasdel and M. Konishi, 1979, Sound Localization by the Barn Owl (*Tyto alba*) Measured with the Search Coil Technique, *Journal of Comparative Physiology A*, 133:1-11.
9. H. Buchner and W. Kellermann, 2001, An acoustic human-machine interface with multi-channel sound reproduction, in *Proceedings of IEEE Fourth Workshop on Multimedia Signal Processing*, (Cannes, France), pp. 359 -364, October 3-5.
10. J. Desloge, W. Rahinowitz and P. Zurek, 1997, Microphone-may hearing aids with binaural output - part I : Fixed-processing systems, *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing*, no. 6, pp. 529 -542.
11. J. Huang, T. Supaongprapa, I. Terakura, N. Ohnishi and N. Sugie, 1997, Mobile robot and sound localization, in *Proceedings of the IEEURSI International Conference on Intelligent Robots and Systems*, (Grenoble, France), pp. 683-689.
12. J. W. L. Stmmt, 1907, On our perception of sound direction, *Philos. Mag*, pp. 214-232.

13. Johnson, Ann-Christin, 2009, Occupational exposure to chemicals and hearing impairment – the need for a noise notation, *Karolinska Institutet*, pp.1–48.
14. S. S. Ge, A.P. Loh and E Guan, 2003, Sound Localization Based on Mask Diffraction, Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Robotics & Automation, Taipei, Taiwan, September 14-19.
15. S.Suksakulchai,2008, “Sound Localization Based on a Barn Owl’s Auditory System”, International Conference on Control, Automation and Systems 2008, Seoul, Korea, Oct. 14-17.
16. Y. Weng and K. Y. Guentchev, 2001, Three-dimensional sound localization from a compact noncoplanar array of microphones using tree-based learning, *Journal of the Acoustical Society of America*, no. 1, pp. 31 & 323.
17. กาญจนา สุขพงษ์(2539)“การศึกษาการรับรู้ระยะทางในภาพ 2 มิติ ของเด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน”การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, สำนักห้องสมุดมหาวิทยาลัยบูรพา,
18. กรุงเทพธุรกิจออนไลน์. (2557). ไม่เท่าอัจฉริยะ "สมาร์ทเคน".
<http://www.bangkokbiznews.com/news/detail/615453>. วันที่ 5 พฤศจิกายน 2557. เวลา 11:25 น.
19. ทิมมะขามหวาน. (2552). รายงานวิจัยไม่เท่าพูดได้สำหรับผู้พิการทางสายตา. สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา. จังหวัดเพชรบูรณ์
20. ปิยะวัฒน์สุธา(2551)“การออกแบบชุดทดสอบความบกพร่องทางการได้ยินและการชดเชย”มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ
21. ภควัฒน์ดัดโชค(2553) “การพัฒนาต้นแบบระบบสื่อสารไร้สายดิจิทัลในห้องเรียนสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน”วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต(วิศวกรรมคอมพิวเตอร์), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
22. เตชทัต บุระอัสกุล และคณะ. (2556). โครงการไม่เท่าอัจฉริยะสำหรับคนตาบอด. มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี. บทความสมมติไอเทค ผลงานนักศึกษา. หน้า 27-28.
23. ศิริวรรณ พลเศษ(2554)“การพัฒนาหมวกบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน”วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,
24. สมคิด แยกคำ(2552) “การพัฒนาระบบรับรู้ตำแหน่งกำเนิดเสียงแบบ 2 มิติ” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ

25. เอก ศิริลาภพานิช(2554) “การควบคุมติดตามแหล่งกำเนิดสัญญาณเสียงโดยใช้เทคนิค ไมโครโฟนคู่” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 16, 14-15 ตุลาคม 2554, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นายสนธยา วันชัย
Mr. Sontaya Wanchai
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 3670300657853
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทร. 0-5671-7100 ต่อ 1488
E-mail : pansirawat@hotmail.com
6. ประวัติการศึกษา
ค.อ.ม. วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ค.อ.บ. อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
7. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
ดิจิทัล, ไมโครโปรเซสเซอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์และพลังงานทดแทน
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 - 8.1 การประเมินความคุ้มค่าของการใช้งานอินเทอร์เน็ตในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ปีที่ได้รับทุน 2550 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 - 8.2 การพัฒนาชุดฝึกทักษะการเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแผงวงจรสำหรับนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม
ปีที่ได้รับทุน 2551 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 - 8.3 ชุดฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับควบคุมอุปกรณ์ภายนอก
ปีที่ได้รับทุน 2552 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

- 8.4 การพัฒนาโปรแกรมระบบฐานข้อมูลเพื่อการบริหาร การเรียนการสอนและการวิจัย
ปีที่ได้รับทุน 2553 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- 8.5 การพัฒนาผู้เรียนในรายวิชาไมโครโปรเซสเซอร์ด้วยโปรแกรมจำลองการทำงาน
ปีที่ได้รับทุน 2555 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- 8.6 การใช้เทคนิคการฝึกปฏิบัติเพื่อการพัฒนาผู้เรียนเรื่องการเขียนโปรแกรม
ไมโครคอนโทรลเลอร์
ปีที่ได้รับทุน 2557 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- 8.7 การออกแบบวงจรซีเควนเชียลลอจิกด้วยวิธีขั้นตอนเชิงวิวัฒนาการ
ปีที่ได้รับทุน 2558 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- 8.8 การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดควบคุมการรับพลังงานแสงอาทิตย์ด้วย
ไมโครคอนโทรลเลอร์
ปีที่ได้รับทุน 2559 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- 8.9 การวิจัยเรื่องการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยระบบน้ำแบบสุบกลับขนาดเล็ก
ปีที่ได้รับทุน 2560 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- 8.10 การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านไม้ไผ่
ปีที่ได้รับทุน 2561 แหล่งทุน : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นายสุชาติ เขียวนอก
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำพิเศษ
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
 คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 76000
 โทรศัพท์ 056-717137 ต่อ 1702 E-mail:
 cheezecake2529@gmail.com
6. ประวัติการศึกษา
 อสบ. (วิศวกรรมไฟฟ้า)
 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
 คอม. (วิศวกรรมไฟฟ้า)
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
 ด้านไฟฟ้ากำลัง
 ด้านเครื่องเย็น
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย