

ที่ ศธ ๐๕๘๐.๓๐๓(๕)/๐๓๐๑



สถาบันวิจัยและพัฒนา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

๔๓ หมู่ ๖ ต.บางพระ

อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี ๒๐๑๑๐

๒๐ เมษายน ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับการนำเสนอบทความวิจัยในการประชุมสัมมนาทางวิชาการฯ ครั้งที่ ๘

เรียน คุณศิริวรรณ พลเศษ

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. แบบสำรวจห้องพัก
๒. แผนและปฏิบัติการจัดโครงการ
๓. แบบประวัติโดยย่อของผู้นำเสนอ

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเข็มขัดตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับผู้บกพร่องทางการได้ยิน” เพื่อนำเสนอผลงานวิจัยแบบภาคบรรยาย ในการประชุมสัมมนาทางวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ ๘ ระหว่างวันที่ ๓-๕ มิถุนายน ๒๕๕๘ ณ โรงแรมเอวัน เดอะรอยัล ครุส พัทยา จังหวัดชลบุรี

ในการนี้ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ขอตอบรับการนำเสนอบทความวิจัยดังกล่าวของท่าน ซึ่งผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงขอให้ท่านดำเนินการดังต่อไปนี้

๑. ยืนยันเข้าร่วมประชุมการสำรวจห้องพัก (สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑.)
๒. กรอกข้อมูลประวัติของผู้นำเสนออย่างย่อ (สิ่งที่ส่งมาด้วย ๓.)

ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมสัมมนาสามารถเบิกค่าใช้จ่ายในการเดินทางมาร่วมประชุมจากหน่วยงานต้นสังกัดได้ตามระเบียบกระทรวงการคลังที่ กค ๐๔๐๙.๖/ว.๑๒๒ ลงวันที่ ๒๗ ธันวาคม ๒๕๕๕ และตามระเบียบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และขอให้ท่านจัดส่งเอกสารดังกล่าวมายังสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก โทรสาร ๐ ๓๘๓๕ ๘๑๔๒ E-mail: cfr2rmutto@gmail.com ภายในวันและเวลาที่กำหนด (สิ่งที่ส่งมาด้วย ๒.)

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ภทรพร ยุทธาภรณ์พินิจ)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

งานบริการวิชาการและถ่ายทอดเทคโนโลยี

โทร ๐ ๓๖๓๕ ๘๒๐๑ ต่อ ๘๕๐๘-๑๐ โทรสาร ๐ ๓๖๓๕ ๘๑๔๒

<http://ird.rmutto.ac.th>

การพัฒนาเข็มขัดตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับผู้ที่มีบกพร่องทางการได้ยิน

The development of a sound source detection belts for hearing impaired

ศิริวรรณ พลเศษ

Siriwan Polset

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

E-mail: CheezeCoke2529@gmail.com โทร. 083-8055500

บทคัดย่อ

ปกติคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินจะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลของสภาพแวดล้อมทางด้านหลังเขาได้ ทั้งนี้เพราะเขาไม่สามารถได้ยินเสียงนั่นเอง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเข็มขัดเพื่อบอกทิศทางแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินเพื่อใช้สำหรับการเตือนภัยที่มาจากด้านหลัง โดยใช้ไมโครโฟน 2 ตัวติดอยู่ด้านหลังของชุดเข็มขัดที่ทำหน้าที่เสมือนหูด้านซ้ายและด้านขวา การวางไมโครโฟนด้านซ้ายและด้านขวาจะวางให้เอียงกันเล็กน้อยและหูซ้ายจะมีไมโครโฟนที่จะเปิดรับเสียงจากทางด้านล่าง ส่วนหูขวาจะมีไมโครโฟนที่จะเปิดรับเสียงจากด้านบนโดยจำลองมาจากระบบรับเสียงของทั่วไป โดยหมวกบอกทิศทางแหล่งกำเนิดเสียงนี้ถูกออกแบบในการตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียง 2 มิติ เพื่อที่จะให้สามารถรับสัญญาณเสียงจากรอบทิศทางด้านหลังได้ การทดสอบระบบจะใช้แหล่งกำเนิดเสียงความถี่ขนาด 4 กิโลเฮิรท์ ที่ความเข้มเสียง 90 เดซิเบล เพื่อตรวจจับตำแหน่งของเสียง 9 ตำแหน่ง คือ ทางซ้ายด้านบน, ด้านบนตรงกลาง, ทางขวาด้านบน, ทางซ้ายแนวระนาบ, ตรงจุดกึ่งกลาง, ทางขวาแนวระนาบ, ทางซ้ายด้านล่าง, ด้านล่างตรงกลาง และ ทางขวาด้านล่าง โดยจะแสดงผลการตรวจจับทางระบบสัมผัสเตือน ติดอยู่ที่เข็มขัด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจะเป็นคนปกติจำนวน 10 คนเพื่อใช้ในการทดสอบความถูกต้องของการแสดงผลและการตรวจจับทิศทางเมื่อเทียบกับการได้ยินปกติ จากการทดสอบพบว่าระบบสามารถตรวจจับตำแหน่งกำเนิดเสียงได้อย่างถูกต้องประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ และผู้ทดลองมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับ ($\bar{X} = 4.21$)

คำสำคัญ : คนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน / การรับรู้ตำแหน่งแบบสอง 2 มิติ / แนวระนาบซ้ายขวา / ระดับบนล่าง

Abstract

Usually, people who are hearing impaired can not get to know the environment behind him. Because he could not hear them. This research aims to develop a belt to the sound source direction for people with hearing impairments to use for alarm from behind. Using the microphone and 2 at the back of the belt that serves as the left and right ears. Placing the microphone on the left and on the right to place a small indentation on the left ear and the ear to exposure to noise from below. The right ear to ear exposure to noise from above by the sound of a general model of the system. The surgical navigation audio source is designed to detect the audio

source 2D in order to be able to receive sound from the surround back to the test system uses an audio source frequency of 4 kHz at. Dark noise 90dB to detect the position of the 9th position is the top left, top center, right, top, left the plane, at the center, right in the horizontal plane, left, top, bottom. lower-middle and lower right. It shows the results of detection of vibration. Attached to the belt The samples used in the experiment would be the normal of 10 in order to test the accuracy of the display and detection of direction compared with normal hearing. It was found that the system can detect the sound correctly, approximately 60 percent of the subjects were satisfied with the system in the ($\bar{X} = 4.21$)

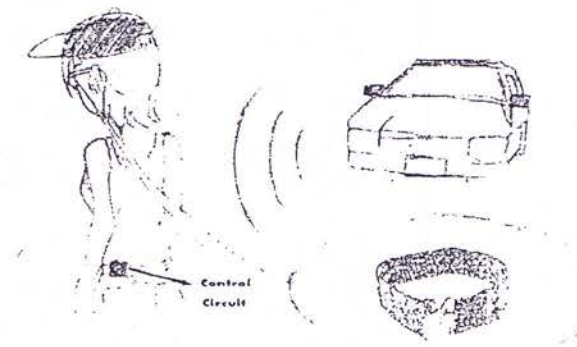
Keywords: People who are deaf / recognition for two 2D / plane left / right on the lower level.

1. บทนำ

การสื่อสารด้วยเสียงเป็นพื้นฐานที่มนุษย์ใช้ในการติดต่อสื่อสารในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ใช้สำหรับสื่อสารความหมายต่างๆ เช่น ใช้เสียงในการพูดคุยสื่อสาร ใช้เสียงทางด้านดนตรี เป็นต้น นอกจากนั้นเรายังใช้เสียงเพื่อเตือนภัย เช่น เมื่อมีเสียงไซเรนก็มีความหมายว่ากำลังมีอันตรายเกิดขึ้น หรือมีเสียงของตกลมจากข้างบนเราก็จะเงยหัวมองและหลบเพื่อป้องกันของนั้นตกมาที่ศีรษะ ลักษณะของการใช้เสียงเพื่อป้องกันในลักษณะนี้เราต้องอาศัยหูทั้งสองข้างในการแยกแยะทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงการแยกแยะทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง โดยใช้หูมนุษย์จะสามารถทำได้เพียงซ้ายหรือขวา ส่วนการหาทิศทางด้านบนและด้านล่าง เราจะใช้การเงยหน้าขึ้นและลงเพื่อหาแหล่งกำเนิดเสียง

ปัญหาในการรับรู้ของแหล่งกำเนิดของเสียง ความบกพร่องในการรับรู้ด้วยเสียงของคนพิการทางการได้ยินนั้น อาจจะนำไปสู่อุบัติเหตุต่างๆได้ เช่น ถ้ายืนหันหลังให้กับรถยนต์ที่เคลื่อนที่เข้ามาอย่างรวดเร็ว และคนขับรถให้สัญญาณโดยการกดแตรเตือนแล้ว แต่ในเมื่อเขาไม่ได้ยินเสียงจึงไม่มีการระวังตัว คนขับรถก็คิดว่าเขาจะหลบไปจึงไม่ทันระวังเช่นกัน จึงอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ได้ ตัวอย่างเช่นนี้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการรับรู้ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงซึ่งผู้พิการจะไม่สามารถรู้ถึงตำแหน่งเสียงที่มาใกล้กับตัวหรือไม่สามารถรับรู้เสียงอันตรายที่มาใกล้ได้ จึงได้คิดค้นงานชุดควบคุมทางด้าน Hardware เพื่อช่วยเตือนภัยอันตรายต่อผู้พิการทางหู

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาเข็มขัดตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับผู้พิการทางการได้ยิน คือรับรู้ตำแหน่งกำเนิดเสียงแบบ 2 มิติที่เลียนแบบการค้นหาตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงของนกเค้าแมว โดยรับสัญญาณเสียงได้โดยใช้ไมล์เพียง 2 ตัว วางไมล์ติดไว้ที่ด้านหลังของเข็มขัด ทำการเปรียบเทียบความดังของเสียงที่มาจากทั้งสองด้าน ที่ใช้การเปิดช่อง โดยด้านซ้ายจะทำการเปิดรับเสียงจากด้านล่างเพื่อรับเสียงจากด้านล่าง ส่วนด้านขวาจะเปิดรับเสียงด้านบนเพื่อรับเสียงจากด้านบน และเมื่อได้รับสัญญาณเสียงระบบประมวลผลหาทิศทางได้แล้วระบบก็จะแสดงผลโดยระบบสั่นสะเทือนมาที่ระดับช่วงเอวตามทิศทางของเสียง



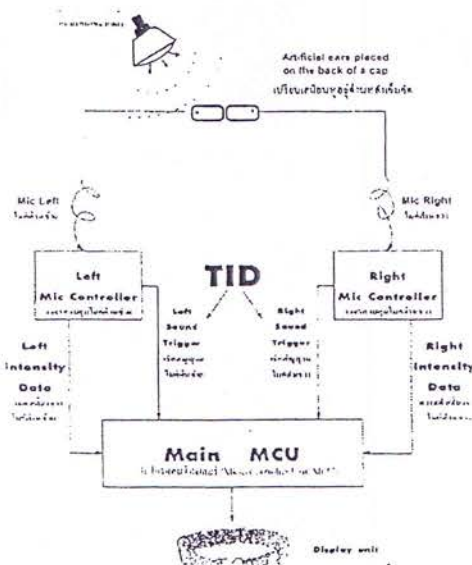
รูปที่ 1 ผู้ที่บกพร่องทางการได้ยินสวมใส่เข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง

เมื่อคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินสวมใส่เข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงเดินตามท้องถนนและถ้ามีรถยนต์มาทางด้านหลังของคนๆนั้น คนๆนั้นจะเตือนโดยการกดแป้น เพื่อให้คนๆนั้นเดินหลบออกจากทางของรถ ชุดเข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงก็จะสามารถตรวจจับสัญญาณเสียงและทำการประมวลผลว่าเสียงนั้นมาจากทางด้านไหนของข้างหลังเขา หลังจากทีระบบประมวลผลหาทิศทางได้แล้วระบบก็จะแสดงผลผ่านทางระบบสั่นสะเทือนที่ติดอยู่ส่วนของเข็มขัดซึ่งคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินสวมใส่อยู่เพื่อบอกว่ามีวัตถุมาทางด้านหลังของเขา แล้วเขาอาจจะหันหลังไปบอกและหลบเพื่อให้รถขับผ่านไป

2. วิธีการทดลอง

2.1 หลักการทำงานของวงจรหาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง

เพื่อให้ระบบสามารถทำได้ตามแนวคิดที่กล่าวไว้ในข้างต้นระบบที่แสดงไว้ในรูปที่ 2 จึงถูกออกแบบเพื่อใช้สำหรับตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียง โดยมีหลักการทำงานดังนี้

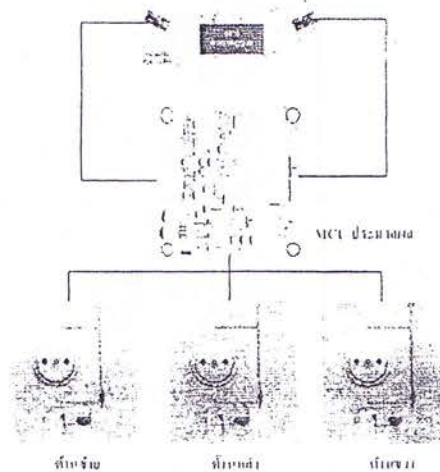


รูปที่ 2 โครงสร้างพื้นฐานของวงจรหาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง

แสดงหลักการทำงานพื้นฐานของเข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง โดยมีไมโครโฟน 2 อันทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณเสียงที่มาจากทางด้านหลังโดยมีใบหูที่ถูกออกแบบโดยอาศัยหลักการของหู โดยใบหูซ้ายจะเปิดรับสัญญาณเสียงทางด้านล่างและใบหูขวาจะรับสัญญาณเสียงทางด้านบน เมื่อมีสัญญาณเสียงมาจากทางด้านหลังไมโครโฟนทั้งสองก็จะได้รับสัญญาณเสียงดังกล่าวและถูกส่งต่อไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์(Micro Controller Unit, MCU)ซ้ายและขวา(Left MCU และ Right MCU)เพื่อประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น โดยข้อมูลที่ประมวลได้จะเป็นขนาดของเสียง(Left and Right Intensity Data)และเวลาที่ไมโครโฟนสามารถตรวจจับสัญญาณเสียงได้ (Left and Right Sound Triggers) และจะถูกส่งไปให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก (Main MCU) ตัว Main MCU จะทำการตรวจสอบและเปรียบเทียบขนาดของเสียงและเวลาที่ไมโครโฟนตัวหนึ่งตัวใดสามารถตรวจจับสัญญาณเสียงได้ก่อน โคนถ้าขนาดของเสียงที่มากกว่ามาจากไมโครโฟนด้านขีวมีใบหูเปิดรับสัญญาณเสียงมาจากด้านบนก็จะแสดงว่าแหล่งกำเนิดเสียงมาจากด้านบนและในทางตรงกันข้ามถ้าไมโครโฟนด้านซ้ายก็กล่าวก็แสดงว่าสัญญาณเสียงมาจากทางด้านล่าง ดังนั้นด้วยวิธีนี้ระบบจึงสามารถแยกแยะทิศทางของสัญญาณเสียงที่มาจากด้านบนหรือล่างได้

2.2 ชุดเข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับคนที่มีความบกพร่องการได้ยิน

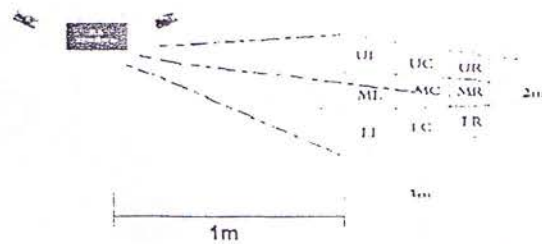
ชุดเข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับคนที่มีความบกพร่องการได้ยินแบบสมบูรณ์ ตามที่ได้ออกแบบชุดเข็มขัดบอกทิศทางแหล่งกำเนิดเสียงและชุดการแสดงผล(ระบบสัมผัสเตือน) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดเข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับคนที่มีความบกพร่องการได้ยิน

2.3 การทดลองระบบ

หลังจากที่เข็มขัดได้รับการพัฒนาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบระบบดังแสดงใน รูปที่ 4 โดยใช้ผู้ทดสอบสวมใส่เข็มขัดและเว้นตาจากนั้นใช้เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่เสียง(Function Generator) วางไว้หลังผู้ทดสอบ โดยจะทำการทดสอบทั้งหมด 9 ตำแหน่ง คือ ขีวด้านบน(UL) ตรงกลางด้านบน(UC) ขีวด้านบน(UR) ตรงกลางด้านขีว(ML) ตรงกลาง(MC) ตรงกลางดานขีว(MR) ขีวด้านล่าง(LL) ตรงกลางด้านล่าง(LC) และ ขีวด้านล่าง(LR) ดังรูปที่ 4 โดยการทดสอบตำแหน่งละ 10 ครั้ง



รูปที่ 4 การทดสอบระบบเพื่อตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงทั้ง 9 ตำแหน่ง

โดยเครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่เสียงจะถูกตั้งค่าไว้ที่ 4 กิโลเฮิร์ตซ์ ที่ความเข้มเสียง 90 เดซิเบล เมื่อวัดห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 1 เมตร เมื่อระบบสามารถตรวจจับสัญญาณเสียงได้ที่ติดตั้งที่เชื่อมต่อ และผู้ทดสอบจะได้รับแบบสอบถามความพึงพอใจของการใช้งานระบบ

3. ผลการทดลอง

การทดสอบระบบเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดเชื่อมต่อ ทำการทดลองโดยใช้แหล่งกำเนิดเสียงที่ผลิตความถี่เสียงขนาด 4 กิโลเฮิร์ตซ์ ที่ความเข้มเสียง 90 เดซิเบล เมื่อวัดห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 1 โดยแหล่งเสียงจะถูกวางไว้ห่างจากระบบ 1 เมตร และ ทดสอบทั้ง 9 เขต เขตละ 10 รอบรวมเป็น 90 รอบ ให้ผลการทดสอบดังตารางที่ 1 ดังนี้

จากตารางที่ 1 ผลที่ได้คือสามารถบอกตำแหน่งได้ถูกต้องจำนวน 80 ครั้ง จากทั้งหมด 90 ครั้งผิดพลาดหรือไปบอกตำแหน่งข้างเคียง เป็นจำนวน 10 ครั้ง ดังผลการทดสอบในตารางที่ 1 สามารถคิดค่าประสิทธิภาพในการตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงได้ 66.66 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางที่ผิดพลาดมากที่สุดคือทางขวาแนวระนาบ (MR) ผิดพลาดไป 3 ครั้งจาก 10 ครั้ง และทางซ้ายแนวระนาบ (ML) ผิดพลาดไป 2 ครั้งจาก 10 ครั้ง ส่วนด้านที่สามารถบอกทิศทางได้ถูกต้องมากที่สุดคือตำแหน่งตรงกลาง (MC) และตำแหน่งทางด้านล่าง (LC) คือ ไม่ผิดพลาด จาก 10 ครั้ง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการค้นหาตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียง

ทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง	จำนวนครั้งในการทดลอง	จำนวนครั้งที่ถูกต้อง	จำนวนครั้งที่ผิด	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง
ทางซ้ายด้านบน (UL)	10	6	4	60.00%
ทางด้านบน (UC)	10	5	5	50.00%
ทางขวาด้านบน (UR)	10	6	4	60.00%
ทางซ้ายแนวระนาบ (ML)	10	8	2	80.00%
ตรงกลาง (MC)	10	6	4	60.00%
ทางขวาแนวระนาบ (MR)	10	8	2	70.00%
ทางซ้ายด้านล่าง (LL)	10	7	3	70.00%
ทางด้านล่าง (LC)	10	8	2	80.00%
ทางขวาด้านล่าง (LR)	10	7	3	70.00%
ผลรวมทั้งหมด	90	61	29	60%

หลังจากการทดสอบและได้ผลการทดสอบการค้นหาคำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงทุกกระบวนการแล้ว และได้ผลตามข้างต้น จะได้การแสดงผล(สั้นสะท้อน) ทั้ง 9 ทิศทาง

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดลองมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ที่มีต่อชุดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง สำหรับคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน

ข้อ	รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
		$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1	ความเหมาะสมในการแสดงผลการตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียง	4.3	1.39	ดี
2	ความเร็วในการแสดงผลของชุดเข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง	4.4	0.69	ดี
3	ท่านสามารถหันไปตามทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงได้	3.9	0.73	ดี
4	ท่านสามารถที่จะใส่เข็มขัดได้ด้วยตัวเอง	4.4	0.69	ดี
5	มีความเสถียรภาพในการตรวจจับสัญญาณเสียงอย่างต่อเนื่อง	4.1	0.87	ดี
6	นำเทคโนโลยีมาช่วยเหลือคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน	4.4	0.69	ดี
7	ความง่ายของการใช้งาน	4.1	0.56	ดี
8	โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับใด	3.8	0.78	ดี
ผลรวมการประเมินรวม		4.21	0.78	ดี

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผู้ทดลองมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ที่มีต่อชุดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน

4. สรุป

ผลการหาประสิทธิภาพการทดลองโดยใช้แหล่งกำเนิดเสียงที่ผลิตความถี่เสียงขนาด 4 กิโลเฮิรท์ ที่ความเข้มเสียง 90 เดซิเบล โดยวางชุดอุปกรณ์ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 1 เมตร และทดสอบทั้ง 9 เขต เขตละ 10 รอบ รวมเป็น 90 รอบ ซึ่งให้ผลการทดลองในภาพรวม คือ ความถูกต้องจำนวน 80 ครั้ง ผิดจำนวน 10 ครั้ง โดยคิดค่าประสิทธิภาพในการตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงได้ 60 เปอร์เซนต์

ผลการทดลองวัดความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามการทดลองสวมใส่เข็มขัดบอกทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับคนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน พบว่าผู้ทดลองมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.21$) และ (S.D. = 0.78)

4.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

4.3.1 การใช้อุปกรณ์สื่อสาร เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ในระบบปฏิบัติการ Android เป็นอุปกรณ์แสดงผลการสั้น

4.3.2 สามารถนำหลักการนี้ไปพัฒนาเป็นชุดตรวจจับสัญญาณเสียงที่มีระยะในการตรวจจับที่ไกลมากยิ่งขึ้น ความละเอียดในการตรวจจับสัญญาณมากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปตรวจจับผู้บุกรุกในเขตหวงห้ามได้

4.3.3 สามารถพัฒนาเป็นระบบค้นหาตำแหน่งของแหล่งกำเนิดเสียงพร้อมติดกล้องบันทึกสัญญาณภาพ เพื่อดูว่ามีอะไรเกิดขึ้นในตำแหน่งที่เกิดเสียง

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้คำปรึกษาและสนับสนุนการพัฒนาเข็มขัดตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับผู้พิการทางการได้ยินให้คำแนะนำในการจัดงานวิจัยฉบับนี้เป็นอย่างยิ่ง อาจารย์ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาเข็มขัดตรวจจับแหล่งกำเนิดเสียงสำหรับผู้พิการทางการได้ยิน จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่สนับสนุนทุนในงานวิจัย และความช่วยเหลือให้คำปรึกษาจนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

หิมงานสมารถเลิร์นนิ่ง, 2550, PIC Microcontroller Learning-By-Doing ด้วยภาษาฉบับรวมเครื่องโปรแกรมและอุปกรณ์ครบชุด, Smart Learning, กรุงเทพฯ.

เทียนชัย ศิริไลตา, 2551, การพัฒนาหุ่นยนต์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

สมคิด แยกคำ, 2552, การพัฒนาระบบรับรู้ตำแหน่งกำเนิดเสียงแบบ 2 มิติ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

เอก ศิริลาภพานิช, 2554, "การควบคุมติดตามแหล่งกำเนิดสัญญาณเสียงโดยใช้เทคนิคไมโครโฟนคู่" , การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย, ครั้งที่ 16, 14-16 ตุลาคม 2554, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ