



Ford+ Innovator Scholarship 2023
การแข่งขันออกแบบนวัตกรรมเสริมแกร่งนวัตกรรมรุ่นใหม่
โครงการนวัตกรรมทางสังคมพลังบวกเพื่อยกระดับโลกให้น่าอยู่
(Social Innovation+ for a Better World Challenge)

หัวข้อโครงการ

ระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับความเสียหายเพื่อวิเคราะห์และแจ้งเตือน
สถานะความปลอดภัยของส่วนประกอบรถยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน ด้วย
ไมโครโฟนความแม่นยำสูง
(Artificial Intelligence Automotive Software System using High
Accuracy Microphone Detection to Analyze Damaged and
Security Warning of Driving Component)

โดย

นายฉันทิช ออรุ่งโรจน์ หัวหน้าโครงการ
นางสาววรกานต์ ลาสุติ รองหัวหน้าโครงการ
นายณพสัณญ์ จีระวัฒนะนนท์
นายกิตติภณ หลำพงษ์
นายรัชชานนท์ บุญมี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เอกชัย เป็งวัง

โครงการนวัตกรรมนี้ เพื่อการแข่งขันออกแบบนวัตกรรมเสริมแกร่งนวัตกรรมรุ่นใหม่
หัวข้อนวัตกรรมทางสังคมพลังบวกเพื่อยกระดับโลกให้น่าอยู่
คณะสถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

1. ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ปัญหาการชำรุดและเสื่อมสภาพของรถยนต์เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดความเสียงภัยอันเกิดจากการใช้งานรถยนต์ที่ไม่ถูกต้อง การเสื่อมสภาพตามกาลเวลาหรือ อาจเกิดข้อบกพร่องจากปัจจัยภายนอก ซึ่งระยะเวลาการคงสภาพดีที่สุดของรถยนต์อยู่ในช่วง 5-10 ปีแรก หรือภายในระยะเลขไมล์ 100,000 กิโลเมตร และสำหรับรถยนต์ที่มีอายุใช้งานเกิน 20 ปีขึ้นไป จะพบปัญหาและข้อบกพร่องในเครื่องยนต์จำนวนมาก [1] หากไม่มีการทำนุบำรุงที่ดี ปัญหาการชำรุดสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในกรณีที่รถยนต์หนึ่ง และกรณีที่รถยนต์เกิดความเสียหายขณะขับเคลื่อน อาจส่งผลให้เกิดความเสียงภัยต่อการสูญเสียทรัพย์สิน และอาจได้รับการบาดเจ็บหรือเสียชีวิต ซึ่งความเสียหายนั้นเกิดแก่ผู้ขับขี่ บุคคลที่โดยสารอยู่ในรถยนต์นั้น หรือรวมถึงบุคคลภายนอก กล่าวได้ว่า การชำรุดและการเสื่อมสภาพของรถยนต์ ในขณะหยุดนิ่ง หรือขับเคลื่อนล้วนเพิ่มความเสียงภัยให้แก่ผู้ขับขี่ และผู้เกี่ยวข้องโดยตรง ปัจจุบันอัตราการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสำหรับรถยนต์ก็มีจำนวนมากขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดความเสียงภัยทางชีวิตและทรัพย์สิน โดยการเสียชีวิตของผู้ขับขี่รถยนต์จากสาเหตุยานพาหนะบกพร่องมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุประมาณร้อยละ 3.75 [2] จากสถิติแสดงให้เห็นว่า ความเสียงภัยของส่วนประกอบรถยนต์ที่เกิดขึ้นขณะขับเคลื่อนสามารถสร้างความเสียงภัยต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก และหากทราบถึงความบกพร่องของรถยนต์ ควรระบุปัญหาให้ชัดเจน หากไม่มีการซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด หรือแก้ไขไม่ตรงตามวัตถุประสงค์ อาจเพิ่มความเสียงของการเกิดอุบัติเหตุ หรือเสียชีวิตโดยมิใช่เหตุได้ เสียงเป็นอีกหนึ่งสัญญาณที่สามารถบ่งชี้ถึงความบกพร่องของส่วนประกอบรถยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กล่าวคือ เมื่อใดที่รถยนต์เกิดข้อบกพร่อง เสียงจะเป็นสัญญาณระบุความเสียงภัยตามลักษณะเฉพาะของแหล่งกำเนิดเสียงหรือสภาพชิ้นส่วน อาทิ กรณีเกิดเสียงจากระบบเบรก เสียงจะมีลักษณะความถี่สูง หรืออาจคล้ายกับเสียงชุดอาการเหล่านี้เกิดขึ้นทั้งขณะเบรกแรงหรือเบรกตาม หรือในกรณีเสียงดังขณะขับรถยนต์ มักจะเกิดเสียงหอนขณะขับรถยนต์ ยิ่งเร่งความเร็ว ยิ่งเสียงดังมากขึ้น อาจเกิดได้จากยางรถยนต์ ลูกปืนล้อแตก และเพลาชักพัง ง

จากการศึกษาและสำรวจสภาพปัญหาการตรวจสอบความเสียหายและความผิดปกติของรถยนต์ มีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะการวินิจฉัยปัญหาที่ถูกต้อง และแม่นยำ ช่วยให้แก้ไขความบกพร่องตรงตามวัตถุประสงค์ เพื่อลดความเสี่ยงภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคต อีกทั้งความแม่นยำในการวินิจฉัยความเสียหายของรถยนต์สอดคล้องไปยังปัญหาการทุจริตของช่างที่อาจส่งผลต่อปัญหาเรื้อรัง และทรัพย์สินของเจ้าของรถยนต์

ปัญหาการไม่ทราบสาเหตุข้อบกพร่องนี้ ส่วนใหญ่เกิดจากการที่ผู้ใช้งานจะเช็คสภาพรถยนต์เฉพาะตอนเช็คฟรี ทำให้ผู้ใช้งานส่วนใหญ่ที่ไม่ทราบว่าส่วนประกอบรถยนต์เสียหายหรือเกิดการชำรุดตอนไหนและส่วนไหนของรถยนต์จะรู้ก็ต่อเมื่อพังไปแล้วและก่อให้เกิดความเสี่ยงภัย เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้จัดทำ ระบบปัญญาประดิษฐ์ตรวจจับความเสียหายเพื่อวิเคราะห์และแจ้งเตือนสถานะความปลอดภัยของส่วนประกอบรถยนต์ที่ใช้ในการขับเคลื่อน ด้วยไมโครโฟนความแม่นยำสูง โดยออกแบบมาให้ติดตั้งได้ง่าย ไว้ที่ตามจุดสำคัญต่างๆของรถยนต์ หลักการทำงาน คือ การรับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง เช่น เครื่องยนต์ เบรค เป็นต้น ส่งข้อมูลไปให้ AI วิเคราะห์ว่าเกิดการชำรุดหรือไม่ ถ้าเกิดการชำรุดจะแจ้งเตือนให้แก่ผู้ใช้งานผ่านซอฟต์แวร์รถยนต์

ทางคณะผู้จัดทำมีความสนใจที่จะประดิษฐ์นวัตกรรมที่สามารถตอบโจทย์ในด้านความปลอดภัย และเสริมสร้างสังคมพลังบวกให้แก่ฟอรัค สังคม และชุมชน เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ภายในรถยนต์ที่จะช่วยตรวจจับความเสียหายจากเสียงเพื่อวิเคราะห์และแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานรถยนต์ให้สามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพิ่มความปลอดภัยของรถยนต์มากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์โครงการนวัตกรรม

2.1. เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการวิเคราะห์ข้อมูลเสียงที่แน่ชัดว่าเกิดเสียงผิดปกติบริเวณใด พร้อมคาดการณ์ถึงชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำให้เกิดเสียงผิดปกตินั้นขึ้นมา

2.2. เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องและความเสียหายของรถยนต์

2.3. เพื่อลดความเสี่ยงภัยของผู้ใช้งานและรถยนต์

2.4. เพื่อสร้างความมั่นใจให้แก่ผู้ใช้งานและเพิ่มประสิทธิภาพระบบความปลอดภัยของรถยนต์

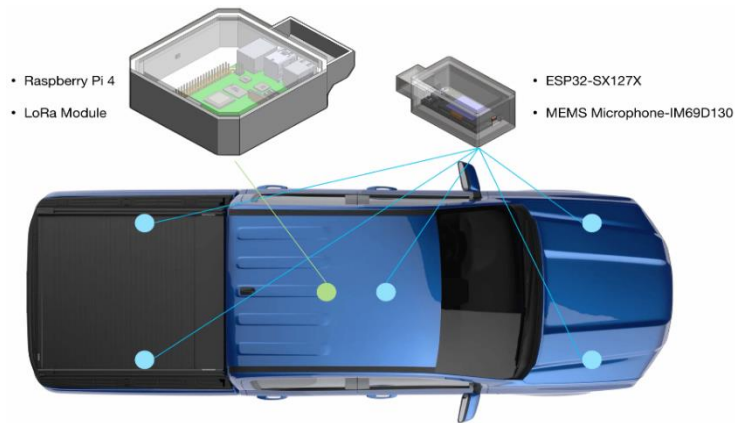
3. เป้าหมาย

สามารถบอกบ่งชี้และคาดการณ์ถึงระดับความปลอดภัยของรถยนต์ว่ามีส่วนประกอบใดเกิดความบกพร่อง และเกิดขึ้นในบริเวณใด และประเมินพร้อมแจ้งเตือนระดับความปลอดภัยเพื่อให้ผู้ขับขี่ตัดสินใจได้ทันเวลาและมีความถูกต้อง

4. หลักการและเหตุผล

4.1. การออกแบบและการจัดวางตำแหน่งระบบรับเสียง

นวัตกรรมมีการรับเสียงใต้ท้องรถยนต์อยู่ทั้งหมด 5 ตำแหน่ง โดยมีอุปกรณ์รับเสียงด้านหน้า 2 ตัว แบ่งเป็น 2 ตำแหน่ง ได้แก่ บริเวณทางซ้าย และบริเวณทางขวา โดยเน้นเป็นสำคัญเพราะเป็นส่วนหลักของเครื่องยนต์ที่ใช้ขับเคลื่อน มีอุปกรณ์รับเสียงและ Raspberry Pi 4 ตรงกลางรถยนต์อย่างละ 1 ตัว เพื่อวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับช่วงล่างของรถ และมีอุปกรณ์รับเสียงด้านหลัง 2 ตัว แบ่งเป็น 2 ตำแหน่งระนาบเดียวกันกับตำแหน่งอุปกรณ์รับเสียงด้านหน้า เพื่อตรวจระบบโชกหลัง และล้อขับเคลื่อนตัวรถยนต์ โดยแต่ละตัวทำหน้าที่รับเสียงในตำแหน่งที่แตกต่างกัน เพื่อนำมาวิเคราะห์และประมวลผลด้วยปัญญาประดิษฐ์ โดยอุปกรณ์ทุกชิ้นจะมีกล่องป้องกันที่ออกแบบมาสำหรับให้รับเสียงได้มีประสิทธิภาพและป้องกันอุปกรณ์และ Raspberry Pi 4 จากความร้อน ฝุ่นและสารเคมีต่างๆ และมีระบบจ่ายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่รถยนต์ FoMoCo LBN3 และ LN4 โดยแบตเตอรี่รถยนต์ 12V ต้องนำไปต่อกับ Step down converter เพื่อลดแรงดัน ทำให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าไปเลี้ยง Raspberry Pi 4 และ esp32-SX1278 series และทำงานได้ตามต้องการ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การจัดวางระบบฮาร์ดแวร์

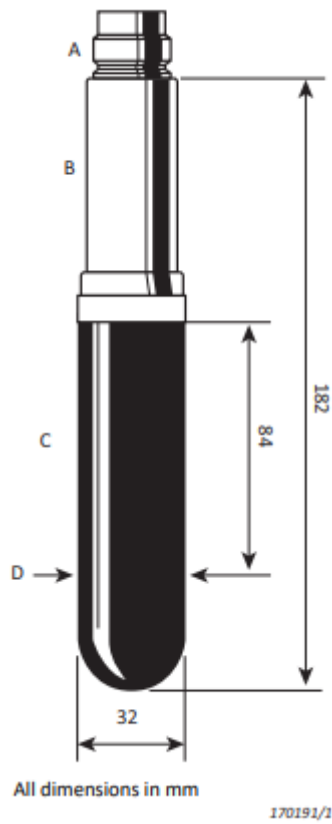
4.2. อุปกรณ์รับเสียง

อุปกรณ์รับเสียงนั้นมีหลายชนิด มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน

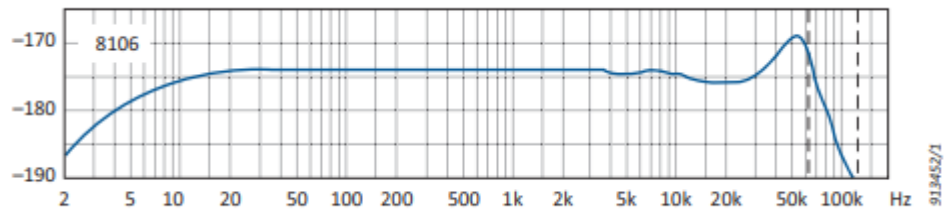
คณะผู้จัดทำได้ทำการเปรียบเทียบชนิดอุปกรณ์รับเสียง 3 ชนิดดังนี้

4.2.1. Bruel & Kjaer Type 8106 Contact Microphone

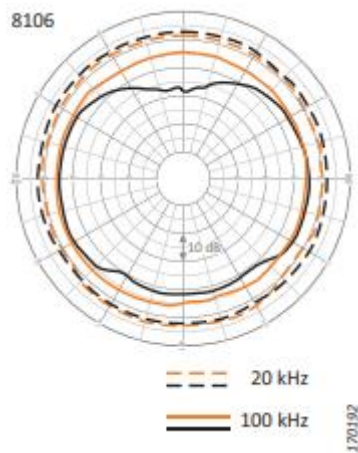
ไมโครโฟนตรวจจับการสั่นสะเทือนจากวัตถุ และเปลี่ยนเป็นพลังงาน
ศักย์ไฟฟ้า สามารถตรวจจับได้ทุกทิศทางรอบตัวไมโครโฟน และได้เอาที่พูดออกมาเป็น
สัญญาณเสียงแบบ Low-level
ดังรูปที่ 2 3 และ 4



รูปที่ 2 Dimensions [3]



รูปที่ 3 Typical receiving frequency characteristics (dB re 1 V/ μ Pa) [4]



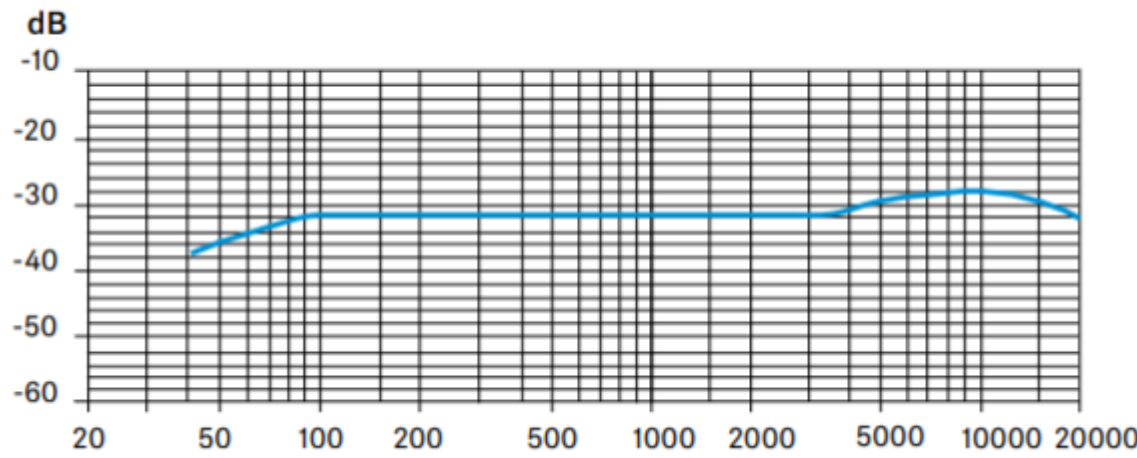
รูปที่ 4 Typical directivity patterns [5]

4.2.2. Sennheiser MKH 416 Shotgun Microphone

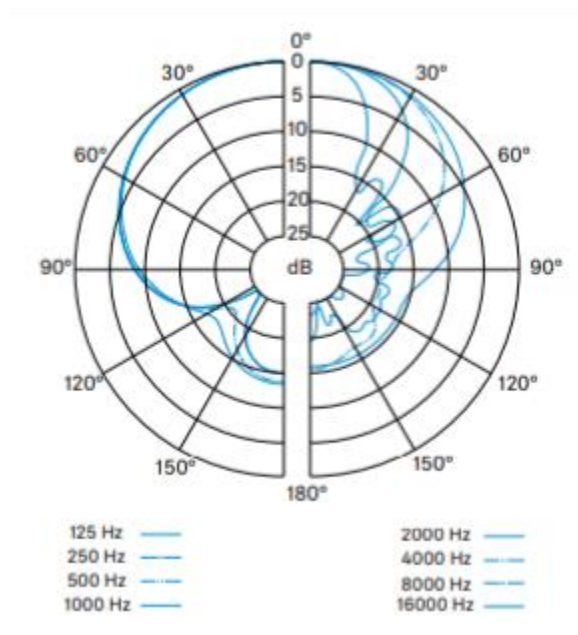
ไมโครโฟนที่สามารถรับเสียงได้จากทิศทางใดทิศทางหนึ่ง มีความละเอียดสูง และป้องกันเสียงรบกวนได้ดี เอ้าท์พุทที่ออกมาจะอยู่ในรูปแบบการบันทึกเสียง ลักษณะการใช้งานคล้ายไมโครโฟนทั่วไป ดังรูปที่ 5 6 และ 7



รูปที่ 5 Sennheiser MKH 416 Shotgun Microphone [6]



รูปที่ 6 Frequency Response (dB / Hz) [7]



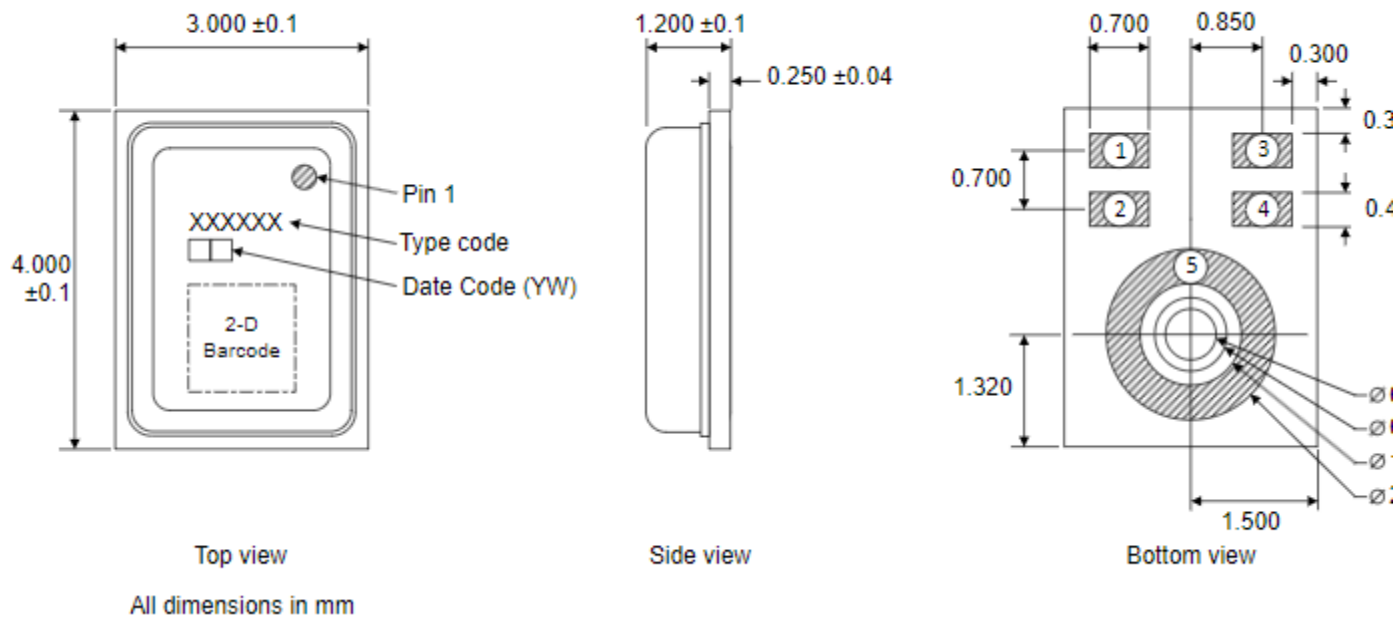
รูปที่ 7 Polar Pattern [8]

4.2.3. IM69D130 High performance digital XENSIVE MEMS microphone

IM69D130 ได้รับการออกแบบมาเพื่อการใช้งานที่ต้องการเสียงรบกวนในตัวเองต่ำ (SNR สูง) ช่วงไดนามิกกว้าง การบิดเบือนต่ำ และจุดโอเวอร์โหลตเสียงสูง เทคโนโลยี MEMS แผ่นรองหลังคู่ของ Infineon มีพื้นฐานมาจากการออกแบบไมโครโฟนแบบสมมาตรขนาดจิ๋ว ซึ่งคล้ายกับที่ใช้ในไมโครโฟนคอนเดนเซอร์ในสตูดิโอ และส่งผลให้สัญญาณเอาต์พุตเป็นเส้นตรงสูงภายในช่วงไดนามิก 105dB ความเพี้ยนของไมโครโฟนไม่เกิน 1% แม้ที่ระดับความดันเสียง 128dBSPL การตอบสนองความถี่คงที่ (การม้วนออกความถี่ต่ำ 28Hz) และความทนทานต่อการผลิตที่จำกัดส่งผลให้มีการจับคู่เฟสอย่างใกล้ชิดของไมโครโฟน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการใช้งานหลายไมโครโฟน (อาร์เรย์) ด้วยค่าเสียงรบกวนขั้นต่ำที่เทียบเท่ากันที่ 25dBSPL (SNR 69dB(A)) ช่วยให้อัลกอริธึมการจดจำเสียงมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังรูปที่ 8 และ 9

Parameter		Symbol	Values			Unit	Note / Test Condition
			Min.	Typ.	Max.		
Supply Voltage		V_{DD}	1.62		3.6	V	A 100nF capacitor should be connected between the microcontroller and the microphone to ensure proper performance.
Clock Frequency Range	Operating Modes	f_{clock}	2.9	3.072	3.3	MHz	
			2.1	2.4	2.65		
			1.05	1.536	1.9		
			400	768	950	kHz	
	Standby Mode				250		DATA = high
V_{DD} Ramp-up Time					50	ms	Time until the microphone is ready to operate.
PDM Clock Frequency		f_{clock}	0.4		3.3	MHz	
Clock Duty Cycle			40		60	%	$f_{clock} < 2.6$ MHz
			48		52	%	$f_{clock} \geq 2.9$ MHz
Clock Rise/Fall Time					13	ns	
Input Logic Low Level		V_{IL}	-0.3		$0.35 \times V_{DD}$	V	
Input Logic High Level		V_{IH}	$0.65 \times V_{DD}$		$V_{DD} + 0.3$	V	
Output Load Capacitance on DATA		C_{load}			200	pF	

รูปที่ 8 Datasheet High performance digital XENSIVE MEMS microphone [9]



รูปที่ 9 Dimension [10]

4.2.4. ตารางเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย

เพื่อให้เห็นถึงข้อดี ข้อเสียแต่ละชนิดอุปกรณ์ และเหตุผลในการเลือก ข้อมูลดังตาราง
รูปที่ 10

Microphone	Voltage	Size	Temperature	Noise cancellation	sound directional	Sound frequency
Ideal	Maximum 24 Volts	Maximum 100 x 100 mm	Over 90-100 °C	High	Omnidirectional	20-10,000 Hz
MEMS Microphone (IM69D130)	1.62-3.6 V	3 x 4 mm	125 °C	Medium	Omnidirectional	25-15,000 Hz
Shotgun microphone (MKE 600)	48 V	20 x 256 mm	60 °C	High	Directional	40-20,000 Hz
Contact microphone (CM-01B)	4-30 V	18 x 18 mm	60 °C	High	Contact	8-22,000 Hz

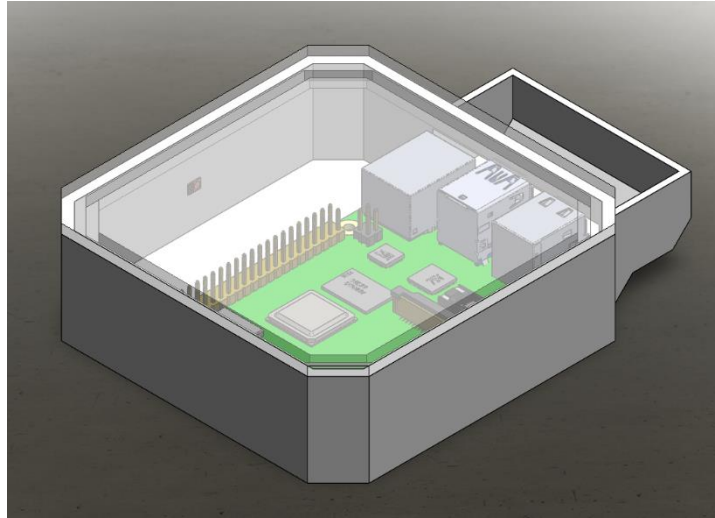
รูปที่ 10 กล่องป้องกัน Raspberry Pi 4

4.3. กล่องป้องกัน (Shield)

กล่องป้องกันทั้ง 2 มีลักษณะเป็นกล่องซีลด์รูปแบบกรอบทึบ ฝาใส กันน้ำ ใช้วัสดุพลาสติก ABS เกรดสูง ทนต่อความร้อน สารเคมี และไม่เกิดปฏิกิริยากับไฟ ดังรูปที่ 11 และ 12

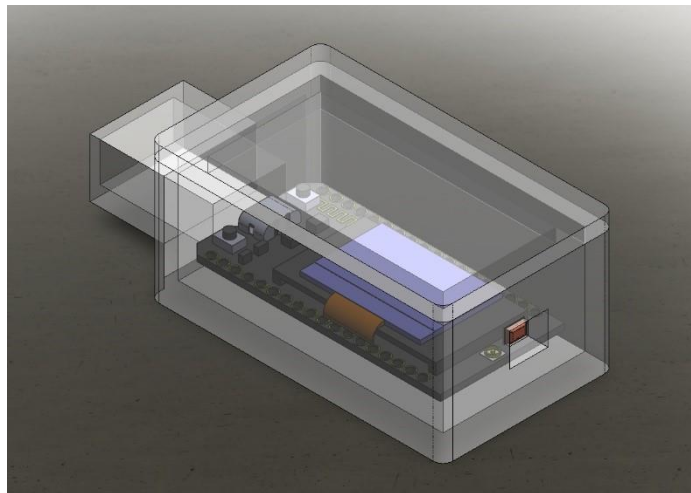
4.3.1. กล่อง Raspberry Pi 4 ขนาดความกว้าง 100mm ความ

ยาว 125mm ความสูง 33mm และความหนาขอบ 3mm



รูปที่ 11 กล่องป้องกัน Raspberry Pi 4

4.3.2. กล่อง esp32-SX127x series โมดูล ขนาดความกว้าง 81mm ความยาว 35mm ความสูง 28mm และความหนาขอบ 3mm



รูปที่ 12 กล่องป้องกัน esp32-SX127x series

4.4. Raspberry Pi 4 Model B

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก มีประสิทธิภาพการทำงานของมัลติมีเดียที่ยอดเยี่ยม พร้อมหน่วยความจำที่มากขึ้น รวมถึงการเชื่อมต่อที่พัฒนาให้ดีขึ้น ดังรูป 13 และ 14

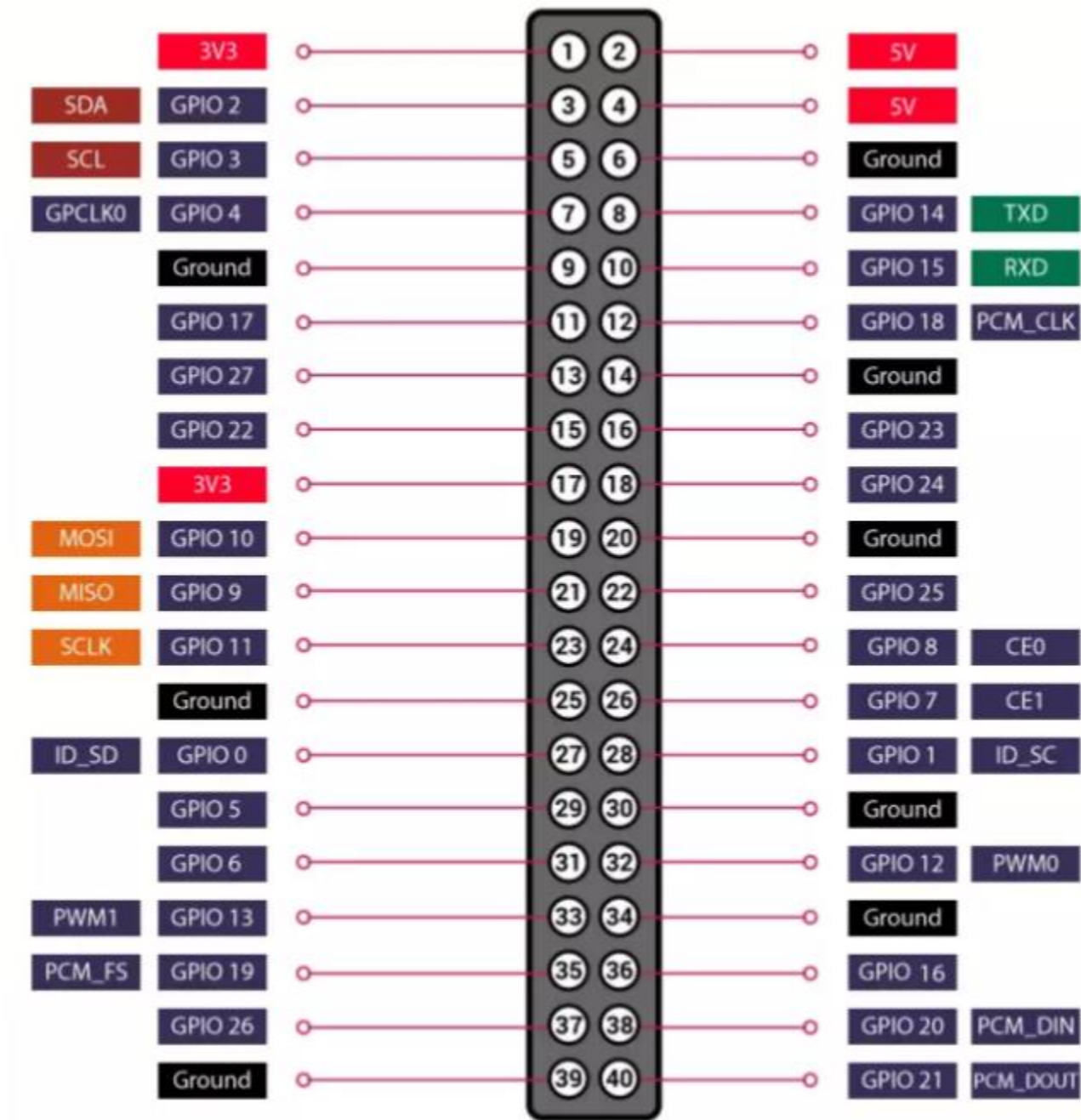
คุณสมบัติทางเทคนิค : โพรเซสเซอร์เบอร์ BCM2711 เป็นซีพียู 64 บิต Cortex-A72
แบบ 4 แกน \quad LPDDR4 RAM ความจุ 8GB

WiFi 802.11b/g/n/ac

บลูทูธ 5.0 ใช้กับอะแดปเตอร์ 5V 3A ขั้วต่อแบบ USB-C



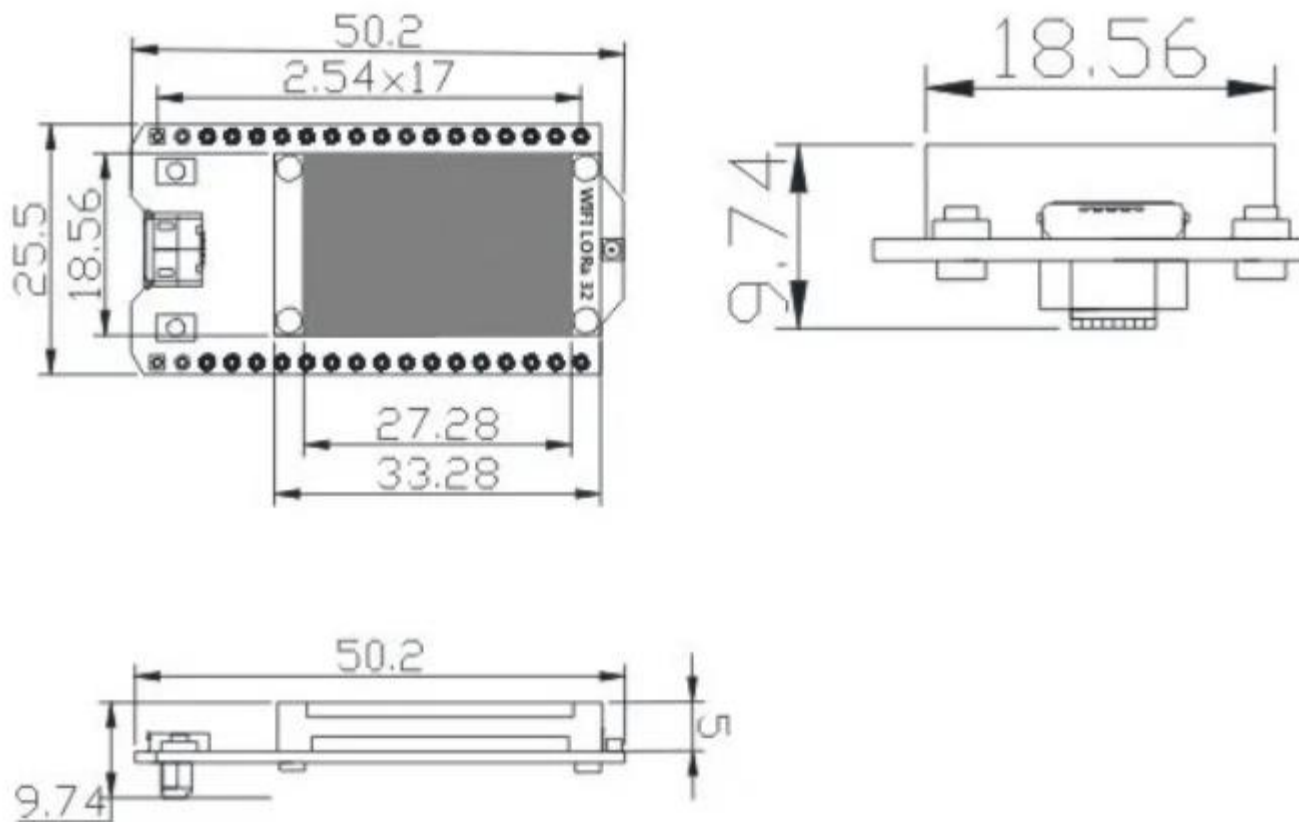
รูปที่ 13 Raspberry Pi 4 Model B [11]



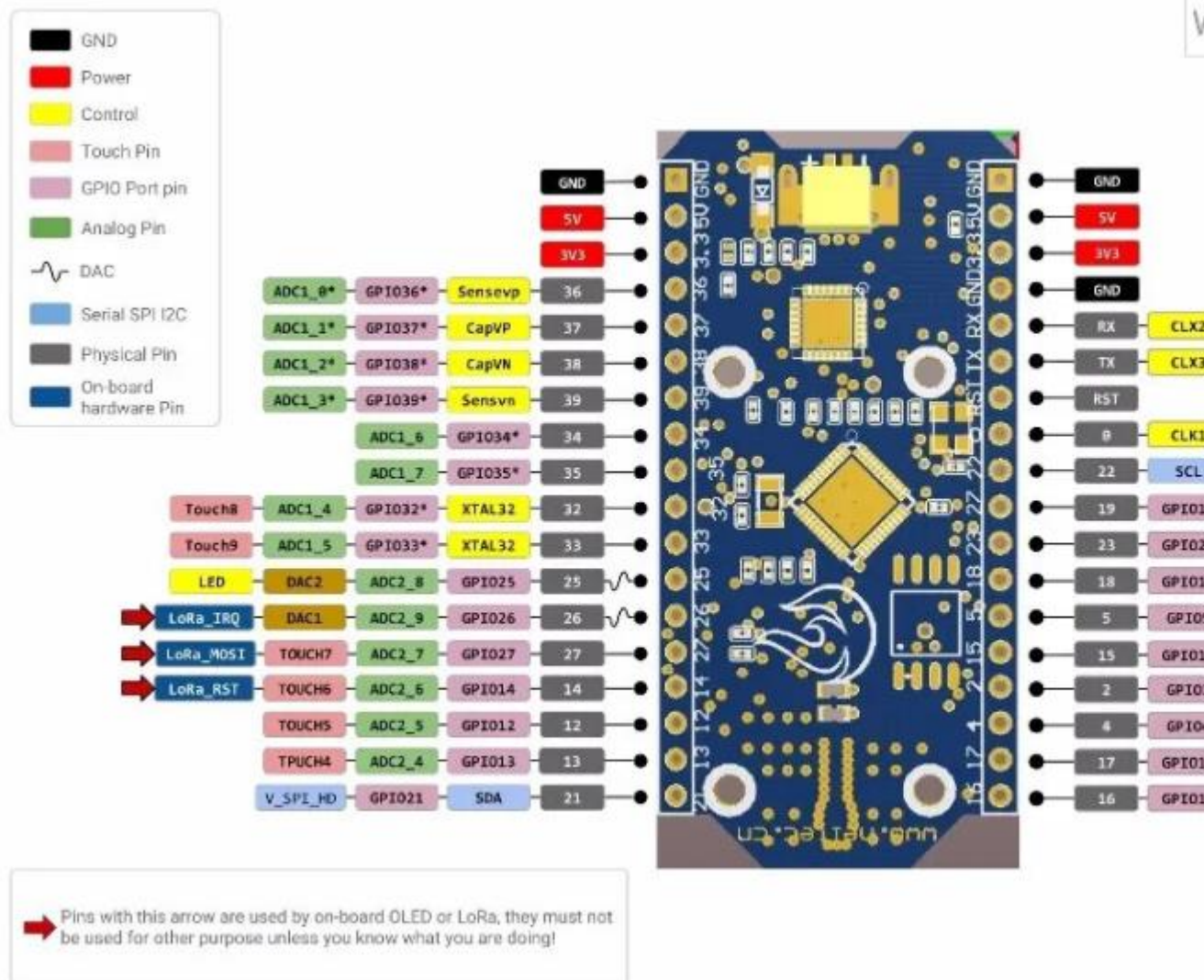
รูปที่ 14 Raspberry Pi 4 Model B Pin Description [12]

4.5. esp32-SX127x series

ชุด WIFI Kit เป็นการพัฒนาโปรแกรมเครือข่ายใหม่ที่คุ้มค่า ชิปหลักใช้ Lexin ESP32 โปรเซสเซอร์ดูอัลคอร์ Tensilica LX6 โอเวอร์คล็อกที่ 240MHz พลังการประมวลผลสูงถึง 600DMIPS ชิพในตัว 520 KB SRAM 802.11 b / g / N HT40 ตัวรับส่งสัญญาณ Wi-Fi เบสแบนด์ สเต็คโปรโตคอลและ LWIP บลูทูธสองโหมดในตัว (บลูทูธแบบดั้งเดิมและบลูทูธพลังงานต่ำ BLE) ดังรูปที่ 15 และ 16



รูปที่ 15 esp32-SX127x series Dimension [13]



รูปที่ 16 esp32-SX127x series Pin Description [14]

4.5. LoRa (Long Range Radio)

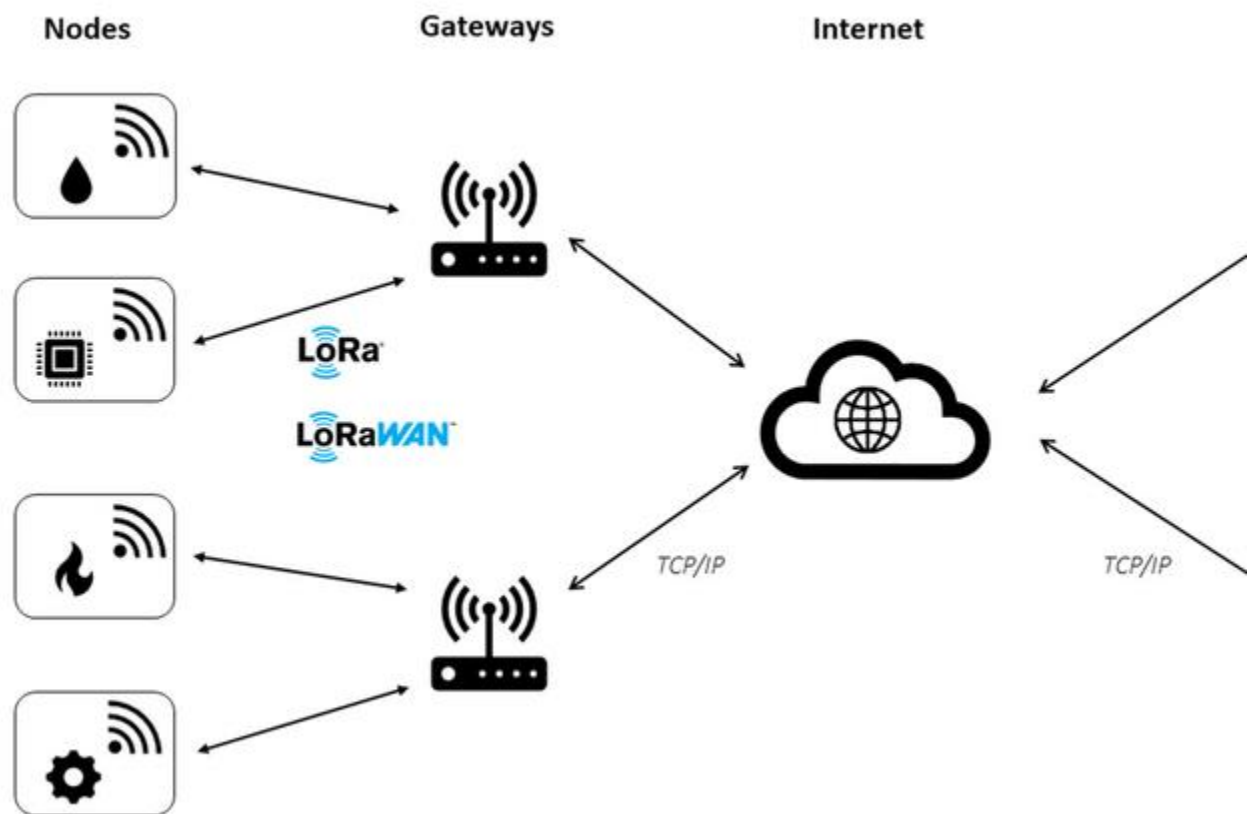
เป็นเทคโนโลยีการเชื่อมต่อไร้สายเหมาะสำหรับงาน IoT ที่ข้อมูลส่วนมาก มาจากเซ็นเซอร์รับข้อมูลต่างๆ มีความปลอดภัยของข้อมูล และมาตรฐานการเชื่อมต่อ โดยมีจุดเด่นคือ กินกำลังไฟต่ำ สามารถทำงานโดยใช้แบตเตอรี่ได้หลายปี และยังสามารถส่งข้อมูลได้ไกลหลายกิโลเมตร นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับเกตเวย์ เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เรียกว่า LoRaWAN มีความสามารถในการซ้อนทับกับสัญญาณในระบบ LoRa และสามารถทำงานในสภาวะแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวนได้ดี

4.5.1. การนำมาประยุกต์ใช้

นำ LoRa มาใช้ในการส่งสัญญาณที่รับจากโดย esp32-SX127x series โมดูล

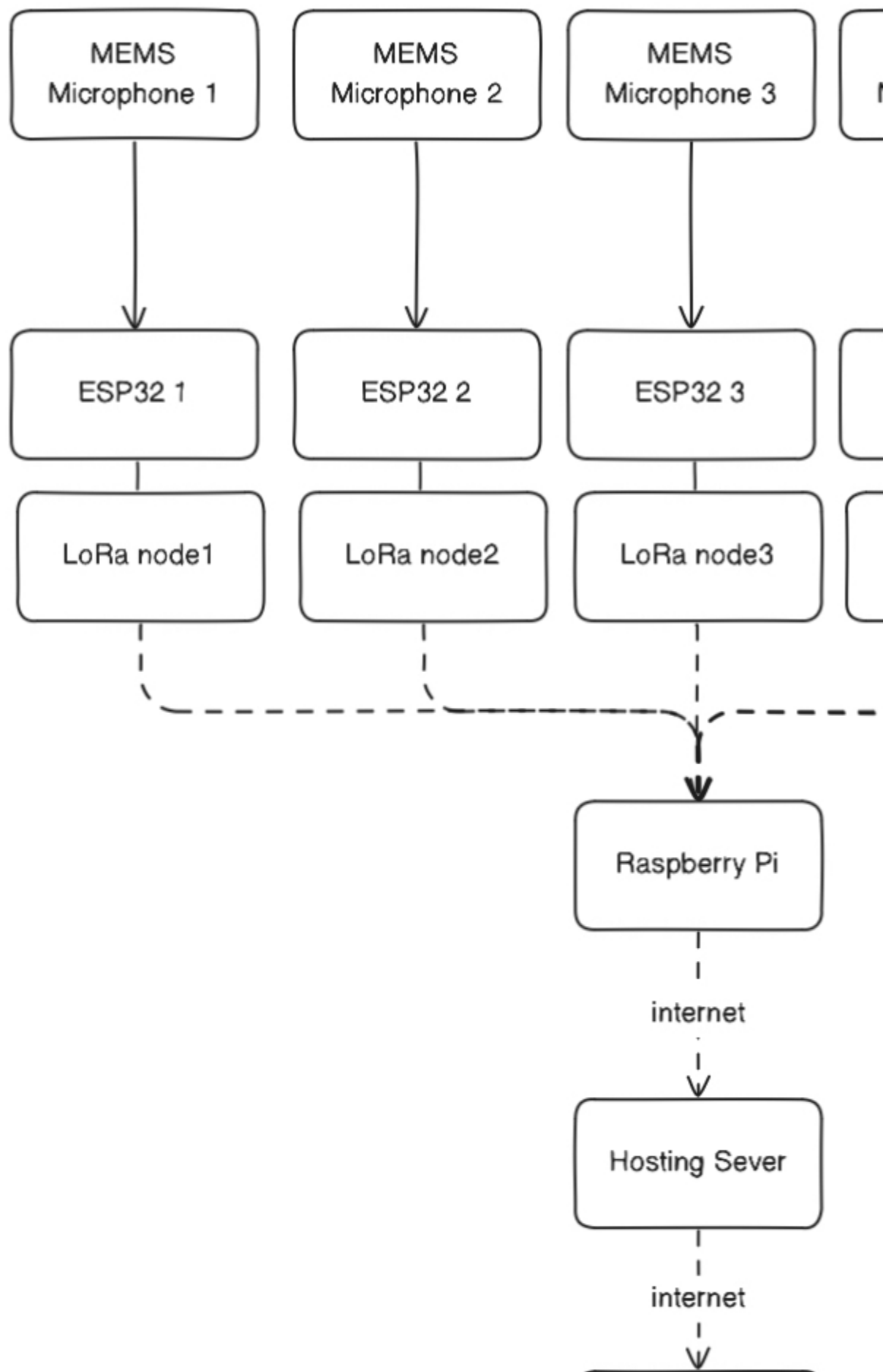
รวมไว้ที่ Raspberry Pi 4 และเก็บไว้บน Hosting Server เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล จากนั้นจะนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ส่งไปยัง Raspberry Pi 4 และแจ้งเตือนบนระบบซอฟต์แวร์รถยนต์ ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 LoRa Network [15]

4.6. ระบบการทำงานภาพรวมเบื้องต้น

เมื่อ IM69D130 รับเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียง และ esp32-SX127x series จะเป็นโมดูล ในการส่งสัญญาณ LoRa กำลังส่งที่ความถี่ 500 MHz ทั้งหมด 5 สัญญาณไปยัง Raspberry Pi 4 Model B และใช้ระบบ IoT ในการจัดเก็บข้อมูลไว้ที่โฮสติ้งเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากนั้นก็นำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยปัญญาประดิษฐ์บนเซิร์ฟเวอร์ และส่งไปยัง Raspberry Pi 4 Model B และเข้าสู่ระบบแจ้งเตือนให้แก่ผู้ใช้งานผ่านซอฟต์แวร์รถยนต์ ดังรูปที่ 18



4.7. หลักการดำเนินงานของระบบปัญญาประดิษฐ์

เนื่องจากแนวคิดเป็นการติดอุปกรณ์ทั้งหมด 5 บริเวณใต้ท้องเครื่องของรถเพื่อระบุตำแหน่งที่เกิดเสียงก่อนในขั้นตอนแรก ในขั้นตอนนี้จะทำให้ขั้นตอนในการระบุว่าจะไล่รถยนต์ขึ้นใดที่ผิดปกติเป็นไปได้ง่ายขึ้นและเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกของปัญญาประดิษฐ์อีกด้วย

4.7.1. Car Noise Detection

ระบุว่าคลื่นเสียงประเภทที่ตรวจจับได้เกิดมาจากอะไหล่ชิ้นส่วนของบริเวณนั้น โดยมีขั้นตอนในกระบวนการในการสร้างซอฟต์แวร์ 4 ขั้นตอนดังนี้

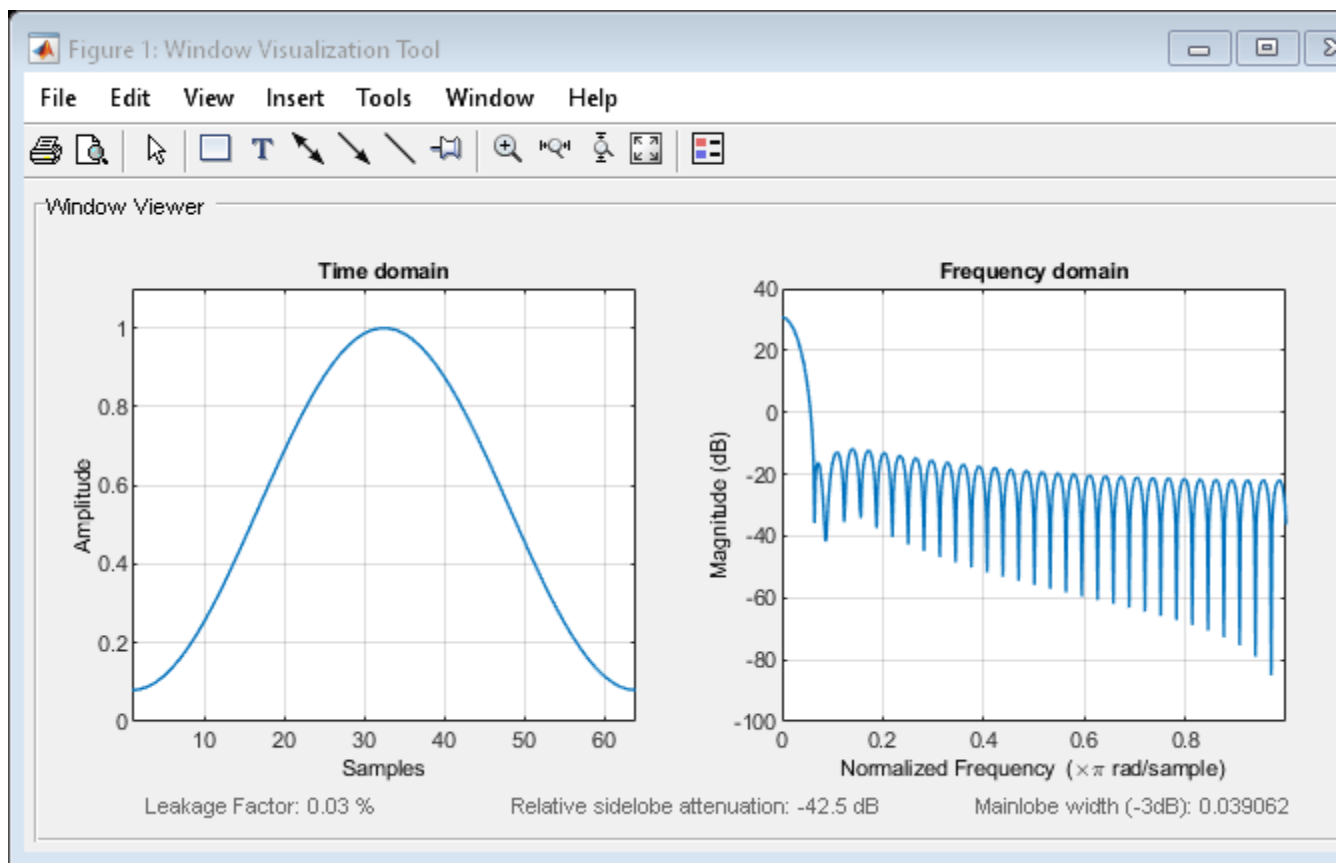
4.7.1.1 ขั้นตอนที่ 1 Audio Database

ฐานข้อมูลของไฟล์เสียงที่รวบรวมได้จาก Product – Microphone กล่าวคือ นำข้อมูลที่ได้จาก IM69D130 High performance digital XENSIVE MEMS microphone มาใช้มารวบรวม และรอกระบวนการต่อไป

4.7.1.2 ขั้นตอนที่ 2 Preprocessing

4.7.1.2.1. Hamming window

เป็นหนึ่งใน Window Function ฟังก์ชันหน้าต่างใน FFT ใช้กับข้อมูลที่กำลังวิเคราะห์เป็นระยะๆ ในความเป็นจริง สัญญาณส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นระยะอย่างสมบูรณ์ และจะมีความไม่ต่อเนื่องที่ขอบของกรอบเวลาที่กำลังวิเคราะห์ ซึ่งอาจทำให้เกิดสิ่งผิดปกติในโดเมนความถี่ที่บดบังสัญญาณจริงได้ Window Function เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่คูณด้วยสัญญาณที่กำลังวิเคราะห์ก่อนที่จะดำเนินการ FFT ดังรูปที่ 19



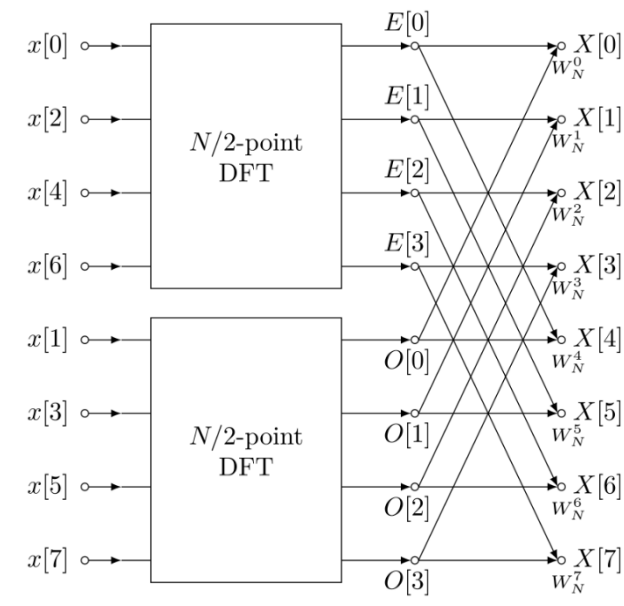
รูปที่ 19 Hamming window MATLAB [16]

4.7.1.3 ขั้นตอนที่ 3 Feature Extraction

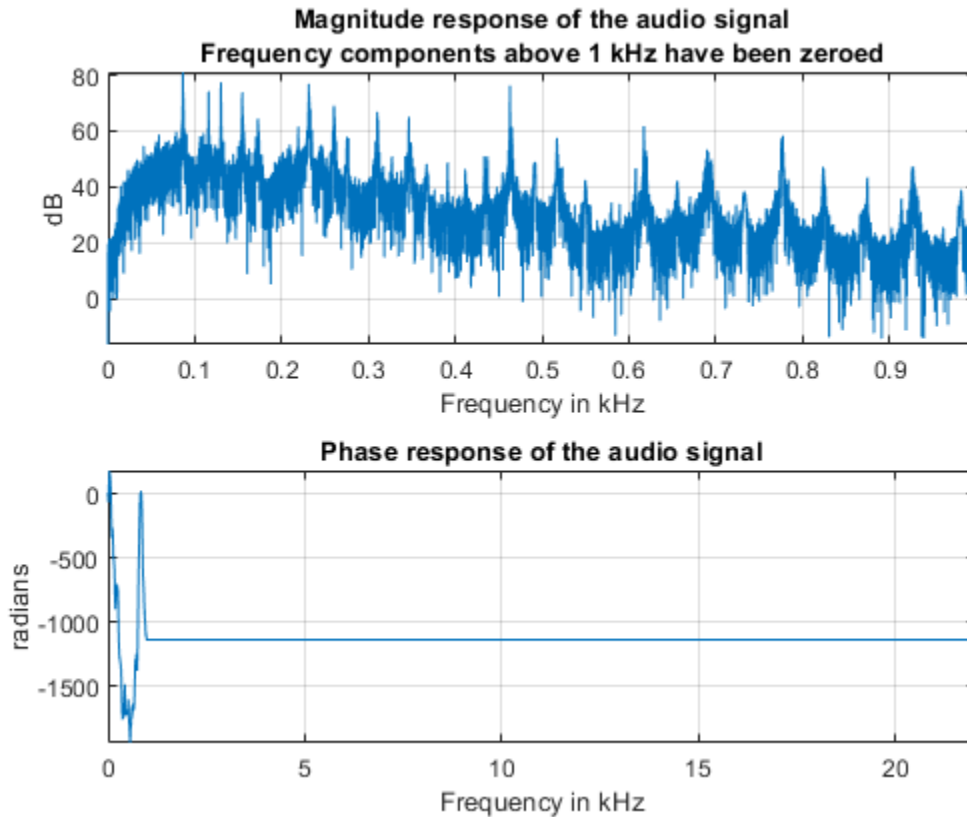
4.7.1.3.1. Fast Fourier Transform

ฟังก์ชัน Fast Fourier Transform หรือที่เรียกโดยย่อว่า FFT เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับแยก Frequency ออกจาก Waveform ใน Smaartlive หรือโปรแกรมสำหรับวัดเสียงต่างๆ มักจะมีการตั้งค่าการเลือกใช้ FFT จึงเป็นสิ่งที่ต้องทำความเข้าใจโดยที่การทำงานของ FFT จะเป็นการสุ่มตัวอย่าง, FFT block size จะมีค่าเท่ากับ Number of sample โดยมี Typical อยู่ที่ 512, 1024, 2048 ,4096 ,8192 เป็นต้น [17]

ดังรูปที่ 20 และ 21



รูปที่ 20 Fast Fourier Transform [18]



รูปที่ 21 Fast Fourier Transform MATLAB [19]

4.7.1.3.2. FFT Computation

การแปลง Fourier ทำงานโดยการแยกสัญญาณออกเป็นความถี่ส่วนประกอบ โดยแสดงสัญญาณเป็นผลรวมของคลื่นไซน์และโคไซน์ที่มีความถี่และแอมพลิจูดต่างกัน สมการสำหรับการแปลง Fourier ของสัญญาณ $f(t)$ คือ

$$\hat{f}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$$

โดยที่ ω คือความถี่ และ (ω) คือการแปลง Fourier ของ $f(t)$ การแปลง Fourier ผกผันใช้ในการแปลงการแปลง Fourier กลับเป็นโดเมนเวลา

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{f}(\omega)e^{i\omega t} d\omega$$

4.7.2. Deep learning model

หมายถึง เทคนิคในการสร้างปัญญาประดิษฐ์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมหรือข่ายงานประสาทเทียมหลายๆ ชั้นเหมือนแบบจำลองอันเรียบง่ายของสมองมนุษย์ มันเหมาะกับเทคนิค Machine learning ที่มีจุดมุ่งหมายในการสอนเครื่องจักรกลให้วิเคราะห์ข้อมูลตามการตัดสินใจของตัวมันเองแทนการใช้เทคนิคอัลกอริทึมที่ถูกกำหนดโดยมนุษย์ ซึ่งจะกำหนดล่วงหน้าสำหรับงานเฉพาะด้านไว้ [21]

Deep learning นั้นมีความแม่นยำในระดับสูง บางครั้งก็มีประสิทธิภาพการทำงานที่มากกว่าการทำงานมนุษย์ เพราะมักได้รับการสอนด้วยชุดข้อมูลขนาดใหญ่และสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมที่มีหลายเลเยอร์ ทางคณะผู้จัดทำได้นำมาประยุกต์ใช้และเขียนผังภาพได้ ดังรูปที่ 22

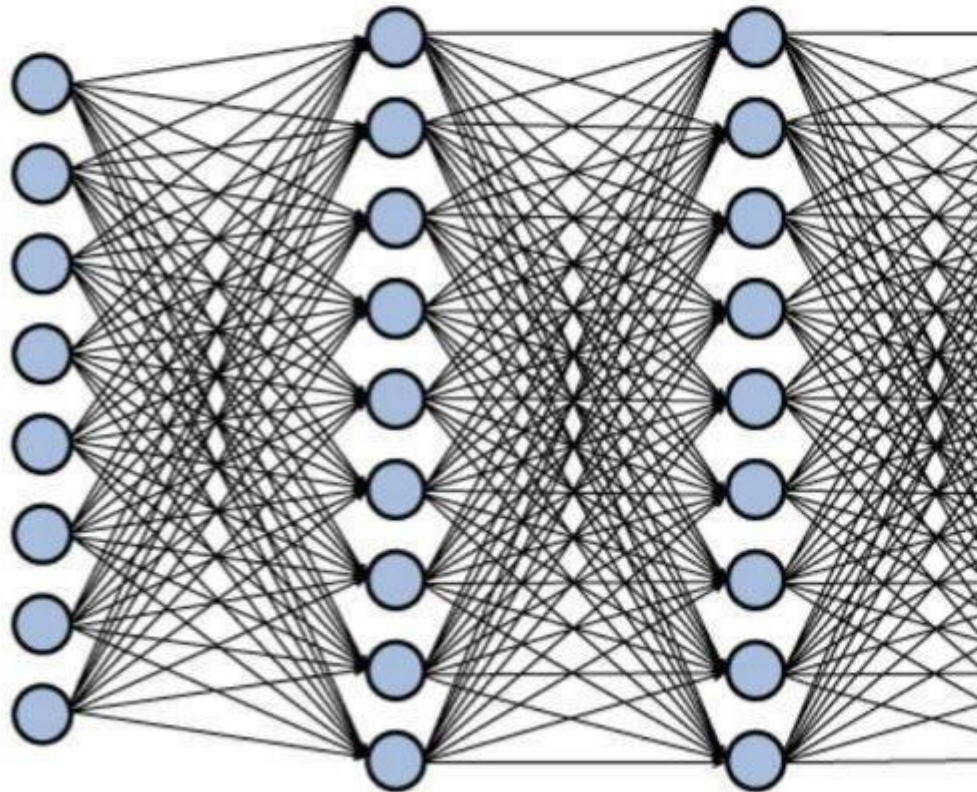
ในส่วนของแผนผังการดำเนินการของระบบปัญญาประดิษฐ์ มีขั้นตอนที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การวางตำแหน่งเป็นดังรูปที่ 23

Deep Neural Network

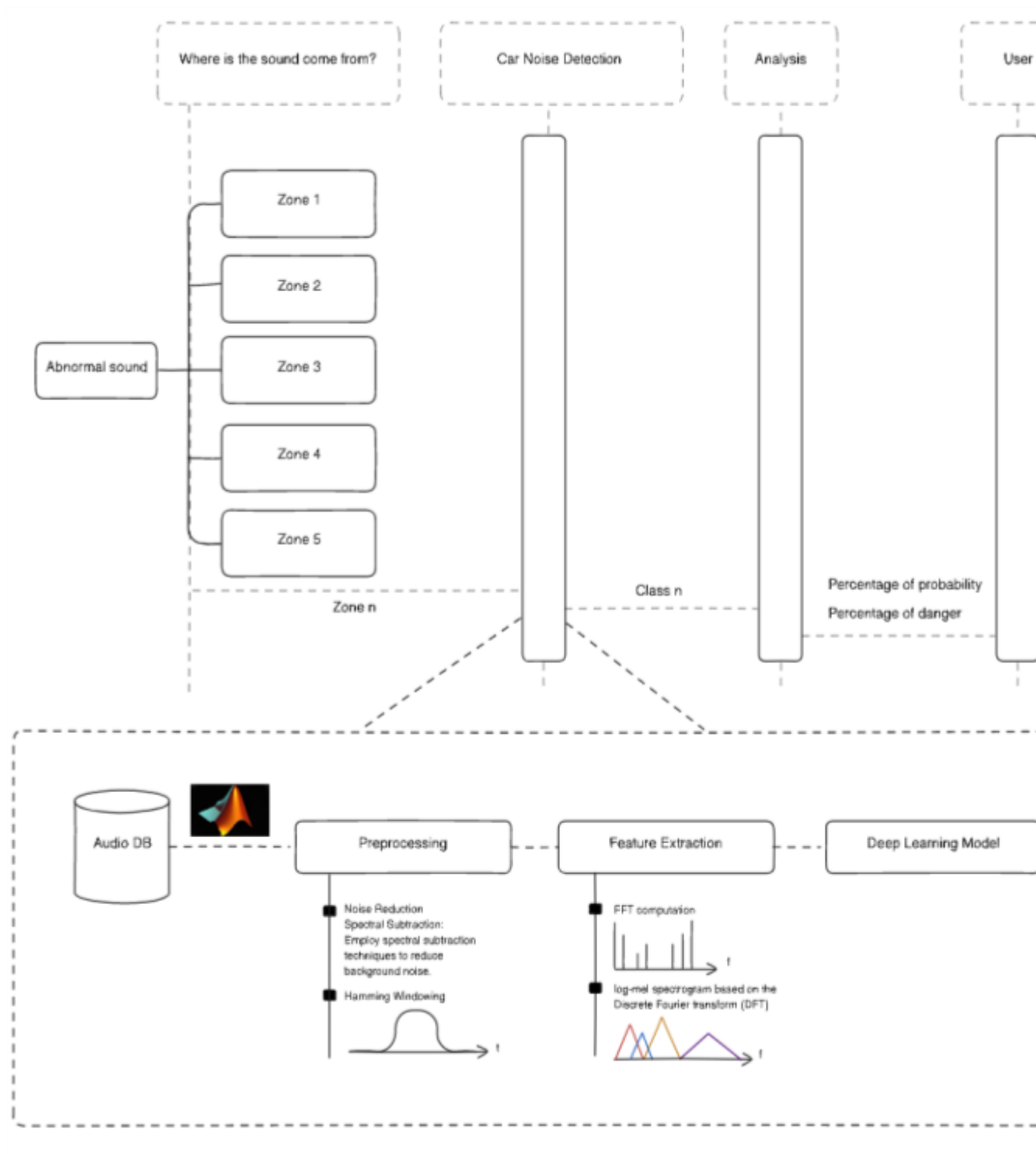
input layer

hidden layer 1

hidden layer 2



รูปที่ 22 Deep Network architect with multiple layers [20]



รูปที่ 23 ผังการดำเนินการปัญญาประดิษฐ์

4.8. ระบบจ่ายไฟ

แบตเตอรี่ของ Ford Ranger จะต้องใช้แบตเตอรี่ขั้วยุโรป (ขั้วจม) ชนิด DIN เท่านั้น โดยหลัก Ford Ranger จะใช้แบตเตอรี่อยู่ 2 รุ่น ได้แก่ LBN3 และ LN4 แบตเตอรี่สำหรับ Ford Ranger ที่มาพร้อมกับรถจะเป็น FoMoCo LBN3 และ LN4 แบตเตอรี่รถยนต์ 12 V ต้องนำไปต่อกับ Step down converter เพื่อลดแรงดันได้

4.8.1. แบตเตอรี่ GS LBN3-MF

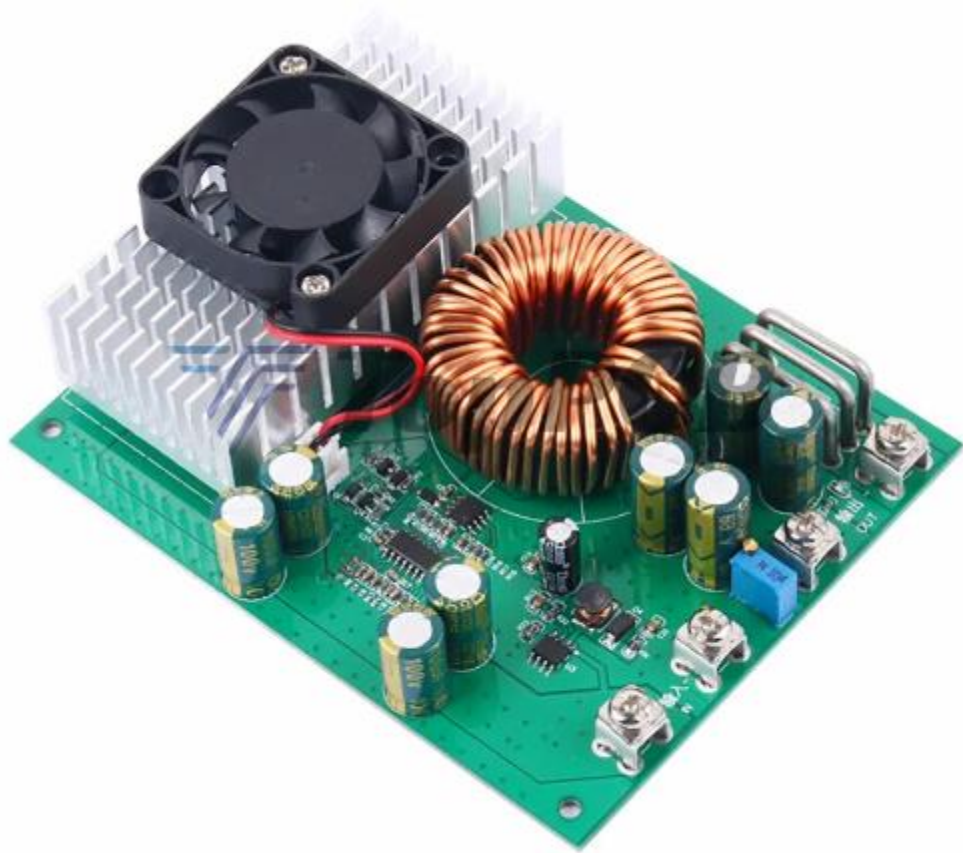
แบตเตอรี่ประเภทกึ่งแห้ง ขั้วจม เหมาะสำหรับยุโรป 1600-2500cc
แบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้งาน คือ LBN3-MF (DIN60L) ให้กำลังไฟ 60Ah และกำลังสตาร์ท CCA 590A รถยนต์ที่รองรับ ดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 แบตเตอรี่ GS LBN3-MF [21]

4.8.2. 1000W ultra high power step down board

ตัวแปลงบัค1000W แบบ50A โมดูล DC 25V-90V เป็น DC 2.5V-50V ตัวแปลงแรงดันไฟฟ้ากว้างแหล่งจ่ายไฟโคลง ดังรูปที่ 25



รูปที่ 25 1000W ultra high power step down board [22]

4.9. จุดเด่นสำคัญของนวัตกรรม

นวัตกรรมมีการใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์เข้ามาเป็นส่วนในการวิเคราะห์และประมวลผล และรับเสียงโดยตรงจากตำแหน่งเกิดเสียง ซึ่งส่งผลให้มีความแม่นยำสูงกว่าการใช้อุปกรณ์อื่นๆ ประกอบกับระบบซอฟต์แวร์แจ้งเตือนผู้ขับขี่ที่มีการแจ้งเตือนขณะเกิดเหตุทันทีเนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์จะถูกรวมเข้ากับ Operating System ของรถยนต์ โดยมีการจำแนกเสียงทั้งหมดตามลักษณะดังนี้

4.9.1. การจำแนกลักษณะเสียง

เสียงที่เกิดขึ้นเมื่อระบบรถยนต์ขัดข้องจำแนกได้ทั้งหมด 10 ประเภท

[23] ได้แก่

1. เสียงเมื่อเบรกรถยนต์ (เกิดขึ้นไม่ว่าจะเบรกแรงหรือเบา)
 - 1.2. ระบบเบรกอาจมีปัญหา อาทิ ผ้าเบรกหมด
 - 1.3. ชิ้นส่วนเสียหาย อาทิ จานเบรกเป็นลอย
2. เกิดเสียงจากระบบช่วงล่าง (เกิดขึ้นขณะเลี้ยว) ระบบช่วงล่าง, แร็กพวงมาลัย, ลูกหมาก, ปีกนก, คันส่งคันชัก, บูชาและข้อต่อต่าง ๆ อาจมีปัญหา
 - 2.1. ชิ้นส่วนอาจหมดอายุการใช้งาน
 - 2.2. ชิ้นส่วนเสียหาย
3. เสียงมาจากชุดล้อ (ขณะขับผ่านลูกระนาดหรือตกหลุม) โช้คอัพอาจมีปัญหา
 - 3.1. โช้คเสื่อมสภาพ
 - 3.2. โช้คอัพพังจากการใช้งาน
4. เสียงดังขณะขับ (ขณะเร่งความเร็ว) ยางรถยนต์, ลูกปืนล้อ และเพลาลูกเบี้ยวอาจมีปัญหา
 - 4.1. ยางรถยนต์มีปัญหา
 - 4.2. ลูกปืนล้อแตก
 - 4.3. เพลาลูกเบี้ยว
5. มีเสียงขูดหรือเสียดสีไต่รถ ท่อไอเสีย หรือเพลากลางอาจมีปัญหา
 - 5.1. หลุดจากจุดยึดตอนติดตั้ง
 - 5.2. เพลาลูกเบี้ยวหรือท่อไอเสียหักหรือขาดออกจากกัน
6. เกิดเสียงที่พวงมาลัย (คล้ายกับอะไรหลุด) ลูกปืนบริเวณคอพวงมาลัยอาจมีปัญหา
 - 6.1. ลูกปืนอาจแตก
7. เสียงจากเกียร์ (ขณะเปลี่ยนเกียร์) ระบบเกียร์อาจมีปัญหา

- 7.1. น้ำมันเกียร์หมด, เก่า หรือรั่ว
- 7.2. เกียร์มีปัญหา
- 8. เกิดเสียงขณะสตาร์ทรถ (ขณะบิดกุญแจ) แบตเตอรี่หรือไดสตาร์ทอาจมีปัญหา
 - 8.1. แบตของแบตเตอรี่หรือไดสตาร์ทหมด
 - 8.2. ไดสตาร์ทหมดอายุการใช้งาน
- 9. เสียงจากหน้าห้องเครื่อง
 - 9.1. เสียงจากหน้าห้องเครื่อง (เสียงเหมือนไอน้ำหรือน้ำเดือด) หม้อน้ำหรือฝาหม้อน้ำมีปัญหา
 - 9.1.1. หม้อน้ำรั่ว
 - 9.1.2. ฝาหม้อน้ำเสื่อมสภาพ
 - 9.2. เสียงจากหน้าห้องเครื่อง (ขณะติดเครื่องอยู่แต่ไม่ใช่เสียงน้ำ) เครื่องยนต์มีปัญหา ควรตรวจเช็คโดยด่วน
- 10. เสียงเสียดสีจากห้องเครื่อง สายพานหรือลูกรอกอาจมีปัญหา
 - 10.1. เสื่อมสภาพ
 - 10.2. เสียหาย

4.10. แอปพลิเคชันวิเคราะห์เสียง

ต่างประเทศมีการพัฒนาแอปพลิเคชัน SKODA คือ แอปพลิเคชันวิเคราะห์เสียงด้วยการวัดความถี่เสียงเดิมกับความถี่เสียงปัจจุบันและสามารถบอกตำแหน่งของจุดที่เกิดความเสียหายได้ [24] อย่างไรก็ตาม แอปพลิเคชันไม่ได้มีการวิเคราะห์ปัญหาออกมาและช่วยผู้ขับขี่ในการตัดสินใจ อีกทั้งยังไม่สามารถระบุได้ถึงความแม่นยำในการรับเสียง เนื่องจากใช้โทรศัพท์มือถือเป็นตัวรับเสียงแตกต่างจากการใช้ IM69D130 High performance digital XENSIVE MEMS microphone ที่มีความแม่นยำในการรับเสียงสูงกว่า

5. ระยะเวลาการดำเนินการ

โครงการนวัตกรรมนี้ มีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานตามกระบวนการและความสำคัญของข้อมูล ช่วงเวลาในการพัฒนาและดำเนินการ เริ่มตั้งแต่วันที่ 12 ตุลาคม จนถึงวันที่ 24 พฤศจิกายน ปีพุทธศักราช 2566 หรือระยะเวลาในการออกแบบแนวความคิดและเตรียมการนำเสนอทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ และการนำไปสร้างสรรค์นวัตกรรมจริงเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 6 เดือน ทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงความสำคัญของนวัตกรรมนี้ การพัฒนาต่อยอดในอนาคตจึงเป็นเรื่องสำคัญ โดยแผนงานเพิ่มเติมจะมีการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ให้เหมาะสมกับรถยนต์ทุกรุ่นด้วยการเทรนดีปัญญาประดิษฐ์ที่มีข้อมูลที่แม่นยำและครอบคลุมรุ่นรถยนต์มากขึ้น ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 12 เดือน ทั้งนี้ฟอร์ด เรนเจอร์ เป็นรุ่นที่สามารถทำยอดขายในตลอดช่วงเวลา 5 เดือนแรกของปี 2023 ไปได้ทั้งสิ้น 11,749 คัน และสามารถชิงส่วนแบ่งการตลาดในกลุ่มรถกระบะไปได้ถึง 9% [25] จึงเป็นสาเหตุที่ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกที่จะใช้ข้อมูลของฟอร์ด เรนเจอร์ในการเริ่มต้นแนวคิดนวัตกรรม และยังมีฟอร์ตรุ่นอื่นๆอีกที่นวัตกรรมสามารถเข้าไปช่วยเพิ่มความปลอดภัย และมูลค่าทางการตลาดได้ ตัวอย่างรถยนต์ฟอร์ดที่มีการจองสูงสุด 3 อันดับแรก ดังรูปที่ 26



รูปที่ 26 ยอดจอง Ford Next-Gen [26]

6. ขอบเขตโครงการ

6.1. ฮาร์ดแวร์

6.1.1. IM69D130 High performance digital XENSIVE MEMS microphone จำนวน 5 ชิ้น

6.1.2. Raspberry Pi 4 Model B จำนวน 1 ชิ้น

- 6.1.3. กล่องป้องกัน โมดูล esp32-SX127x series จำนวน 5 กล่อง
- 6.1.4. กล่องป้องกัน Raspberry Pi 4 Model b จำนวน 1 กล่อง
- 6.1.5. 1000W ultra high power step down board 1 ชิ้น
- 6.1.6. แบตเตอรี่ GS LBN3-MF 1 ก้อน

6.2 ซอฟต์แวร์และปัญญาประดิษฐ์

- 6.2.1. ระบบซอฟต์แวร์แจ้งเตือนผู้ขับขี่ผ่านการตรวจสอบ 1 ระบบ
- 6.2.2. ระบบปัญญาประดิษฐ์วิเคราะห์เสียงและประเมินสถานการณ์ 1 ระบบ

7. งบประมาณในการทำโครงการ

ต้นทุนขั้นต่ำจากค่าอุปกรณ์ 14,700 บาท ดังตารางที่ 27 นี้

Name	Pieces	Price per piece
IM69D130 High performance digital XENSIVE MEMS microphone with PCB board	5	400 บาท
LoRa SX1278 Esp32	5	700 บาท
Raspberry Pi 4 Model B	1	4,000 บาท
1000W ultra high power step down	1	1,000 บาท
แบตเตอรี่ GS LBN3-MF	1	3,000 บาท
Custom parts		
กล่องป้องกัน โมดูล esp32-SX1278 series และ Microphone	5	200 บาท
กล่องป้องกัน Raspberry Pi 4 Model B	1	200 บาท
รวม		14,700 บาท

รูปที่ 27 ค่าอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

ค่าพัฒนาระบบซอฟต์แวร์และปัญญาประดิษฐ์ 10,000 บาท
รวมงบประมาณทั้งสิ้น 24,700 บาทถ้วน

8. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 8.1. เกิดการพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือระหว่างบริษัท และบุคลากร นักศึกษา ในการพัฒนาต่อยอด และส่งเสริมความเป็นเลิศในการประดิษฐ์นวัตกรรม
- 8.2. ระบบสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความปลอดภัย ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตัดสินใจได้แม่นยำ มากขึ้น และสร้างยอดขายเพิ่มขึ้นให้กับบริษัท
- 8.3. ช่วยเพิ่มความมั่นใจในการใช้งานรถยนต์ และสร้างสรรค์สังคมพล้งบวกลให้โลกน่าอยู่

9. เอกสารอ้างอิง

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ/สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2023 / จาก <https://rabbitcare.com/blog/auto-care/when-should-a-new-car-be-replaced> [1]

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ/สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2023 / จาก สรุปรายงานการวิเคราะห์สถิติการเกิดอุบัติเหตุการจราจรปีงบประมาณ ๒๕๖๑ (ตุลาคม 2560 - กันยายน 2561) [2]

อุปกรณ์รับเสียง/สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2023 / จาก https://www.tori.narl.org.tw/TORI_WEB/ETORI/Rental/Phy/Hydrophone/8104_spec.pdf [3,4,5]

อุปกรณ์รับเสียง/สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2023 / จาก <https://manuals.plus/#axzz8EhclHKFh> [6,7,8]

อุปกรณ์รับเสียง/สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2023 / จาก <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1031032/INFINEON/IM69D130.html> [9,10]

Raspberry Pi 4 Model B/สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก <https://shorturl.at/etvKV> [11]

Raspberry Pi 4 Model B/สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
<https://www.theengineeringprojects.com/2021/03/what-is-raspberry-pi-4-pinout-specs-projects-datasheet.html> [12]

esp32-SX127x series /สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
<https://www.arduino4pro.com/product/3129/sx1278-lora-esp32-module-with-0-96-oled-display> [13,14]

LoRa (Long Range Radio)/สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
https://www.researchgate.net/figure/LoRaWAN-network-architecture_fig1_341298152
[15]

Hamming Window /สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
<https://www.mathworks.com/help/signal/ref/hamming.html> [16]

Fast Fourier Transform /สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
<https://www.atprosound.com/fast-fourier-transform/> [17]

Fast Fourier Transform /สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
https://youtu.be/EsJGuI7e_ZQ?si=mAWYJUAWt4b_ihcU [18]

Fast Fourier Transform /สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
<https://www.mathworks.com/discovery/fft.html> [19]

Deep learning model /สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
<https://towardsdatascience.com/training-deep-neural-networks-9fdb1964b964> [20]

แบตเตอรี่ GS LBN3-MF /สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
<https://www.lazada.co.th/products/gs-lbn3-mf-din-60ah-i2682287524.html> [21]

1000W ultra high power step down board /สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2023 / จาก
<https://shorturl.at/AIO15> [22]

การจำแนกลักษณะเสียง/สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2023 /จาก

<https://www.krungsriauto.com/auto/content/JAN-20-WARNING-SIGN.html> [23]

แอปพลิเคชันวิเคราะห์เสียง/สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2023 /จาก

<https://www.tnnthailand.com/news/tech/58402/> [24]

ระยะเวลาการดำเนินการ /สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2023 /จาก

<https://autostation.com/cars/pick-up-sale-report-january-2023/> [25]

ระยะเวลาการดำเนินการ /สืบค้นเมื่อ 26 กันยายน 2023 /จาก

<https://autolifethailand.tv/booking-all-new-ford-ranger-everest-14days/> [26]