เดตาโอเวอร์ซาวนด์

DATA OVER SOUND

ชญาดา แพทยารักษ์

สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA OVER SOUND

CHAYADA PHAETTHAYARAK

A COOPERATIVE EDUCATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (COMPUTER SCIENCE)
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, SCHOOL OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	เดตาโอเวอร์ซาวนด์
	Data Over Sound
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชญาดา แพทยารักษ์ 62050138
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อัคเดช อุดมชัยพร

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์) ประจำปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.วรางคณา กิ้มปาน ประธานกรรมการ	
ดร.อัคเดช อุดมชัยพร กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	เดตาโอเวอร์ซาวนด์
ชื่อนักศึกษา	นางสาวชญาดา แพทยารักษ์ 62050138
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อัคเดช อุดมชัยพร

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญในการศึกษาเทคโนโลยีในการสื่อสารระยะใกล้จากการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันผ่านคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นอัลตราซาวนด์ และเพื่อสร้างเทคโนโลยีในการสื่อสารระยะใกล้จากการส่งต่อข้อมูลระหว่างกัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ให้กับองค์กรในรูปแบบกรณีศึกษาในการแก้ไขปัญหาเชิงธุรกิจผ่านการทำการตลาดแบบใกล้ชิด โดยการจัดทำจะแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง และระบบการรับข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง ซึ่งเริ่มดำเนินการตั้งแต่การศึกษา ค้นคว้า ไปยังขั้นตอนการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำระบบดังกล่าว ตลอดจนขั้นตอนการออกแบบการทดสอบระบบที่ได้พัฒนาขึ้น และทำการสรุปผลการใช้งานเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ให้กับองค์กร

คำสำคัญ : เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์, คลื่นอัลตราซาวนด์, การตลาดแบบใกล้ชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Data Over Sound
Students	Miss Chayada Phaetthayarak 62050138
Degree	Bachelor of Science (Computer Science)
Department	Computer Science
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2022
Advisor	Dr. Akadej Udomchaiporn

Abstract

This cooperative education project has the important objective of studying technology in near distance communication by transmitting information between each other via high-frequency or ultrasound waves. And to create technology for near distance communication by transmitting information between each other. To test data over sound technology for the Innovation Lab team under Ayutthaya Capital Services Co., Ltd. Which is a new technology for the organization in the form of case studies for solving business problems through intimate marketing. As a result, it is divided into two systems: one for transmitting messages via high-frequency waves, and another for receiving messages via high-frequency waves. Which started from the study and research to the application process in the preparation of such a system as well as the design process of system testing that has been developed. And summarized the results of the use of data over sound technology for the organization.

Keywords : Data over sound, Ultrasound wave, Proximity Marketing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณาและความร่วมมือของทุก ๆ ท่านที่คอยให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนตลอดมา ขอขอบพระคุณ ดร.อัคเดช อุดมชัยพร และ ผศ.ดร.วรางคณา กิ้มปาน อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้คำปรึกษา และคอยช่วยเหลือให้การดำเนินของโครงการสหกิจศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณทีม Innovation Lab บริษัทอยุธยา แคปปิตอล เซอร์วิสเซส จำกัด ที่ได้มอบโอกาสในการเข้าร่วมทำสหกิจศึกษาในครั้งนี้ รวมไปถึงการได้รับการศึกษา การเรียนรู้จากทำงานในบริษัท การทำงานเป็นร่วมกันเป็นทีม วัฒนธรรมองค์กร และการสนับสนุนอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ต่าง ๆ สำหรับการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้

และท้ายสุด ขอขอบพระคุณ คุณวิโรจน์ ปลื้มวงศ์โรจน์ (พี่ไช้) ตลอดจนพี่ ๆ ในทีม Innovation Lab ทุก ๆ ท่าน สำหรับการดูแลในระหว่างการปฏิบัติงาน อีกทั้งยังคอยให้คำแนะนำในการใช้เทคโนโลยี และซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ตลอดจนแนวคิดในการศึกษา ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในการดำเนินชีวิต และคอยแนะแนวการทำงานตลอดระยะเวลาการสหกิจศึกษา รวมไปถึงการถ่ายทอดประสบการณ์ที่มีประโยชน์ในการทำงานจากการสหกิจศึกษาครั้งนี้ ซึ่งเป็นสิ่งที่มีค่ามากและไม่สามารถหาที่ไหนได้สำหรับผู้จัดทำ

ชญาดา แพทยารักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1) ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2) วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3) ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5) เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย	3
1.6) ขั้นตอนการดำเนินงาน	4
1.7) ที่ปรึกษาโครงการ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1) แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1.1) ทฤษฎีเกี่ยวกับเดตาโอเวอร์ซาวนด์	5
2.1.2) ทฤษฎีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน	12
2.1.3) ทฤษฎีความรู้เกี่ยวกับกรณีที่นำไปประยุกต์ใช้	17
2.2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	23
3.1) การเลือกใช้เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) จากกลุ่มผู้พัฒนา	23
3.2) Requirement	25
3.2.1) Function Requirement	25
3.2.2) Non - Function Requirement	26
3.3) Use Case Diagram	26
3.3.1) Use Case Diagram ระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง	26
3.3.2) Use Case Diagram ระบบการรับข้อความที่มีคลื่นความถี่สูง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4) Use Case Description 28
3.4.1) Request speaker permission 28
3.4.2) Send Message by DOS 28
3.4.3) Request microphone permission 28
3.4.4) Capture Message by DOS 29
3.4.5) Check message 29
3.4.6) Show offer 29
3.5) Activity Diagram 30
3.5.1) Activity Diagram ของการเข้าใช้แอปพลิเคชัน 30
3.5.2) Activity Diagram ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง 31
3.5.3) Activity Diagram ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง 32
3.6) Sequence Diagram 33
3.6.1) Sequence Diagram ของการขออนุญาตเข้าถึง 33
3.6.2) Sequence Diagram ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง 34
3.6.3) Sequence Diagram ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง 35
3.6.4) Sequence Diagram ของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า 36
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 37
4.1 ผลการดำเนินโครงการ 37
4.1.1 ผลการดำงานระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง 37
4.1.2 ผลการดำงานระบบการรับข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง 39
4.2 ผลการศึกษาขั้นตอนการออกแบบกรณีทดสอบ (Test Case) 42
4.2.1 ผลการทดสอบของการขออนุญาติการเข้าถึง 42
4.2.2 ผลการทดสอบของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง 43
4.2.3 ผลการทดสอบของการรับข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง 45
4.2.4 ผลการทดสอบของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า 47
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 48
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 48
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	50
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก	53
ภาคผนวก ข	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางแสดงรูปแบบการมอดูเลตความถี่ของไลบรารี่ ggwave 9
3.1 ตารางแสดงการทดสอบตามเกณฑ์ของ ggwave 23
3.2 ตารางแสดงการทดสอบตามเกณฑ์ของ SonicShare 24
3.3 ตารางแสดงการทดสอบตามเกณฑ์ของ TrillBit 24
3.1 Use Case Description ของ Request speaker permission 28
3.2 Use Case Description ของ Send Message by DOS 28
3.3 Use Case Description ของ Request microphone permission 28
3.4 Use Case Description ของ Capture Message by DOS 29
3.5 Use Case Description ของ Check message 29
3.6 Use Case Description ของ Show offer 29
4.1 ตารางผลการทดสอบของการขออนุญาตการเข้าถึง 42
4.2 ตารางผลการทดสอบของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง 43
4.3 ตารางผลการทดสอบของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง 45
4.4 ตารางผลการทดสอบของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพแสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound)	6
2.2 ภาพแสดงการทำงานของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound)	7
2.3 การทำงานของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ภายใต้ SonicShare	10
2.4 การส่งข้อความเสียงของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ภายใต้ TrillBit	11
2.5 การดักจับข้อความเสียงของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ภายใต้ TrillBit	11
2.6 สัญลักษณ์ภาษา Dart	12
2.7 สัญลักษณ์ภาษา HTML	13
2.8 สัญลักษณ์ภาษา JavaScript	13
2.9 สัญลักษณ์เฟรมเวิร์ก Flutter	14
2.10 สัญลักษณ์เครื่องมือที่ใช้ Visual Studio Code	15
2.11 สัญลักษณ์เครื่องมือที่ใช้ Android Studio	16
2.12 สัญลักษณ์เครื่องมือที่ใช้ XCode	17
2.13 การมอดดูเลตจากฝั่งผู้ส่ง	21
2.14 การดีมอดดูเลตจากฝั่งผู้รับ	21
2.15 กราฟเปรียบเทียบแสดงระยะเวลาในการทำธุรกรรม	22
3.1 Use Case Diagram ระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง	26
3.2 Use Case Diagram ระบบการรับข้อความที่มีคลื่นความถี่สูง	27
3.3 Activity Diagram ของการเข้าใช้แอปพลิเคชัน	30
3.4 Activity Diagram ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง	31
3.5 Activity Diagram ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง	32
3.6 Sequence Diagram ของการขออนุญาตเข้าถึง	33
3.7 Sequence Diagram ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง	34
3.8 Sequence Diagram ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง	35
3.9 Sequence Diagram ของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า	36
4.1 ภาพแสดงหน้าหลักของระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง	37
4.2 ภาพแสดงหน้าประวัติการส่งข้อเสนอทางการค้าหลังจากที่มีการส่งข้อเสนอทางการค้าสำเร็จ	38
4.3 ภาพแสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งานไม่สำเร็จ ต้องทำการอนุญาติการเข้าถึงลำโพง	38
4.4 ภาพแสดงหน้าหลักของระบบการรับข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.5 ภาพแสดงหน้าหลักของระบบที่แสดงการแจ้งเตือนหลังจากที่ได้รับข้อเสนอทางการค้าจากการดักจับข้อความเสียงผ่านคลื่นความถี่สูง 39
4.6 ภาพแสดงหน้า Product location แสดงรายละเอียดที่ตั้งสินค้า 40
4.7 ภาพแสดงหน้า Product detail แสดงรายละเอียดสินค้า 40
4.8 ภาพแสดงหน้าตะกร้าสินค้า 41
4.9 ภาพแสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งานไม่สำเร็จ ต้องทำการอนุญาติการเข้าถึงไมโครโฟน 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในโลกปัจจุบันที่มีเทคโนโลยีเป็นสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ โดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) ไม่ว่าจะเป็นในด้านการศึกษา การแพทย์ รวมไปถึงในแง่ของการดำเนินธุรกิจ ต่างก็มีการสื่อสารหรือการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันอย่างรวดเร็วและมีปริมาณที่มากพออย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการพัฒนาเทคโนโลยีเหล่านี้ เป็นผลทำให้ผู้คนมีความคิดริเริ่มในการทำสิ่งใหม่ ๆ รวมไปถึงการศึกษาค้นคว้า ทำให้การส่งต่อข้อมูลระหว่างกันในปัจจุบันถือเป็นเรื่องง่าย

เทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้จากอุปกรณ์หนึ่งไปยังอุปกรณ์หนึ่งที่ต้องมีการจับคู่ (Pairing) อย่างบลูทูธ (Bluetooth) มีการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้นแบบไร้สาย และไม่จำเป็นต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงและสนามสื่อสารระยะใกล้ หรือ Near Field Communication (NFC) ที่ใช้การเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อทำการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันอย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตามในการส่งต่อข้อมูลนั้น อุปกรณ์ทั้งสองเครื่องจะต้องมีการสัมผัสกันจึงจะทำให้มีการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันได้ และที่สำคัญแล้วนั้นเทคโนโลยีการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันอย่าง NFC นั้นไม่ได้ถูกบรรจุไว้ที่สมาร์ทโฟน (Smart Phone) ทุกรุ่น และเทคโนโลยีการสื่อสารอย่างคิวอาร์โคด หรือ QR code (Quick Response Code) มีลักษณะสี่เหลี่ยมที่ใช้เป็นสัญลักษณ์แทนข้อมูลต่าง ๆ ในปัจจุบันนั้นได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยเพียงนำกล้องโทรศัพท์มือถือมาถ่าย QR code ก็จะสามารถไปยังหน้าข้อมูลที่ต้องการได้ทันที แต่อย่างไรก็ตามแล้วนั้นการใช้ QR code ก็ยังมีข้อจำกัดที่อุปกรณ์ต้องมีความใกล้ชิดกัน หรืออาจไม่ปลอดภัยในการส่งต่อข้อมูลจากการที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายเกินไป

จากข้อจำกัดที่กล่าวมาในข้างต้นนั้น จึงมีเทคโนโลยีที่การถ่ายโอนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองเครื่องจากการใช้คลื่นอัลตราซาวนด์ (Ultrasound wave) ซึ่งเป็นคลื่นความถี่สูงเกินกว่าระดับที่กลุ่มคนทั่วไปจะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วคนทั่วไปจะได้ยินเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงถึงเพียงประมาณ 15000 Hz ซึ่งคลื่นอัลตราซาวนด์มีความถี่สูงกว่า 20000 Hz มีความเข้มต่ำจึงสามารถทะลุผ่านเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตโดยไม่ทำอันตรายเนื้อเยื่อเหล่านั้น ในการทำงานของเทคโนโลยีนี้จะเริ่มต้นจากผู้ส่งไปยังผู้รับผ่านอุปกรณ์ที่จะมีการเข้ารหัส (Encoder) ที่รักษาความปลอดภัยของข้อมูลที่ออกผ่านลำโพง ซึ่งอุปกรณ์ที่รับสัญญาณผ่านไมโครโฟนจะทำการถอดรหัส (Decoder) และแปลงกับมาเป็นข้อมูลที่ผู้ส่งต้องการจะสื่อสารได้อย่างครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นทีม Innovation Lab บริษัทอยุธยา แคปปิตอล เซอร์วิสเซส จำกัด จึงมีความคิดที่ต้องการจะศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีในการส่งต่อข้อมูลระหว่างกัน โดยใช้คลื่นความถี่สูงหรือคลื่นอัลตราซาวนด์ในการส่งข้อมูล และสามารถส่งต่อข้อมูลระหว่างกัน โดยที่ไม่จำเป็นต้องมีการจับคู่ของอุปกรณ์ เพื่อที่จะสามารถนำไปพัฒนาต่อในการแก้ปัญหาเชิงธุรกิจผ่านเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound)

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.) เพื่อศึกษาเทคโนโลยีในการสื่อสารระยะใกล้จากการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันผ่านคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นอัลตราซาวนด์ (Ultrasound wave)

2.) เพื่อสร้างเทคโนโลยีในการสื่อสารระยะใกล้จากการส่งต่อข้อมูลระหว่างกัน ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ให้กับองค์กร

3.) เพื่อเรียนรู้การพัฒนาในการจัดทำแอปพลิเคชันมือถือผ่านทั้งระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ iOS

4.) เพื่อเรียนรู้การทำงานในลักษณะการทำงานร่วมกันเป็นทีม ทั้งการเรียนรู้จากประสบการณ์ทำงาน และการฝึกฝนจากการใช้ทักษะแก้ปัญหาต่าง ๆ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.) ผู้จัดทำร่วมจัดทำแอปพลิเคชันในการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันผ่านคลื่นความถี่สูงเพื่อใช้ในการประยุกต์การส่งต่อสื่อโฆษณาที่ช่วยส่งเสริมการขายให้กับผู้รับสารผ่านคลื่นเสียงที่มีความถี่สูง

2.) ผู้จัดทำร่วมพัฒนาแอปพลิเคชันให้รองรับในระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ iOS ทั้งฝั่งผู้ส่งในการเข้ารหัสเพื่อแปลงเป็นคลื่นความถี่สูงไปยังผู้รับ และฝั่งผู้รับในการถอดรหัสจากคลื่นความถี่สูงที่ส่งมาจากผู้ส่ง

3.) ผู้จัดทำร่วมพัฒนาแอปพลิเคชันทั้งในส่วนของหน้าบ้าน (Front End) และหลังบ้าน (Back End)

4.) เวลาดำเนินโครงการวิจัยรวมทั้งสิ้น 6 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.) ทำให้สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดจากเทคโนโลยีการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันผ่านคลื่นความถี่สูงที่ได้ประยุกต์ให้เข้ากับการพัฒนาและแก้ไขเชิงธุรกิจภายในองค์กร

2.) ได้เรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ iOS จากการใช้เฟรมเวิร์ก (Framework) อาทิเช่น Flutter

3.) ได้ประสบการณ์การทำงานร่วมกันเป็นทีม การฝึกฝนทักษะในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนทักษะการสื่อสารกับผู้อื่น

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

1.) ฮาร์ดแวร์

1.1) MacBook Pro 13 นิ้ว 2020

- CPU : 1.4 GHz Quad-Core Intel Core i5
- Memory : 8 GB 2133 MHz LPDDR3
- HDD : Intel Iris Plus Graphics 645 1536 MB
- OS : macOS 13.0.1 (22A400)

1.2) Dell Latitude 5420

- CPU : 11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1145G7 @2.6GHz 1.50GHz
- Memory : 16GB , DDR4 Non-ECC
- HDD : M.2 512GB PCIe NVMe Solid State Drive
- OS : Windows 10 Pro

2.) โปรแกรม

2.1) Visual Studio Code

2.2) Android Studio

2.3) XCode

3.) ภาษาโปรแกรมที่ใช้

3.1) ภาษา Dart

3.2) ภาษา HTML

3.3) ภาษา JavaScript

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.) ศึกษา ตลอดจนค้นคว้าเกี่ยวกับศึกษาเทคโนโลยีในการสื่อสารระยะใกล้ เพื่อรับรู้ลักษณะการทำงาน ข้อได้เปรียบ เสียเปรียบของแต่ละรูปแบบของการสื่อสารระยะใกล้

2.) ศึกษาวิธีการใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ ในการพัฒนาอาทิเช่น เฟรมเวิร์ก Flutter, การเขียนภาษา Dart และรวมไปถึงไลบรารี่ต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนา

3.) ศึกษา ตลอดจนค้นคว้าการส่งต่อข้อมูลระหว่างกันแบบระยะใกล้ โดยใช้คลื่นความถี่สูงหรือคลื่นอัลตราซาวนด์ในการส่งข้อมูล

4.) ออกแบบการนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) ไปใช้ในการแก้ปัญหาเชิงธุรกิจว่าเหมาะสมกับการนำไปใช้อย่างไร

5.) พัฒนาระบบในการรับ – ส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง หรือเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound)

6.) ปรับปรุงและแก้ไขระบบในการรับ – ส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง หรือเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound)

7.) สรุปผลการนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) ไปใช้ในการแก้ปัญหาเชิงธุรกิจ

1.7 ที่ปรึกษาโครงการ

ชื่อ : คุณวิโรจน์ ปลื้มวงศ์โรจน์
ตำแหน่ง : First Assistant Vice President
อีเมล : wiroj.pluemwongroj@krungsri.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) ผู้จัดทำได้ทำการเก็บรวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1) แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1) ทฤษฎีเกี่ยวกับเดตาโอเวอร์ซาวนด์

2.1.1.1) เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound)

ในปัจจุบันธุรกิจต่างพึ่งพาอุปกรณ์และเทคโนโลยีอย่างเช่น ไวไฟ (Wi-Fi) และคลาวด์ (Cloud) เพื่อเชื่อมต่อกับข้อมูลและลูกค้า อย่างไรก็ตามหากธุรกิจไม่สามารถเชื่อมต่อเพื่อเข้าถึงข้อมูลเหล่านั้นได้ อาจทำให้ประสิทธิภาพในการดำเนินการทางธุรกิจหยุดชะงักลงได้ จึงมีการพัฒนาเพื่อช่วยสร้างการเชื่อมต่อถาวรในการส่งข้อมูลผ่านเสียงหรือเทคโนโลยี Data Over Sound ที่มีการใช้ตัวกลางในการส่งข้อความหรือชุดข้อมูลผ่านอากาศ โดยคลื่นเสียงนี้จะช่วยให้อุปกรณ์เชื่อมต่อกันได้โดยไม่ต้องใช้ Wi-Fi หรือ Bluetooth

ซึ่งเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลดิจิทัลระหว่างอุปกรณ์ ด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงใกล้เคียงกับอัลตราโซนิก หรือในบางครั้งอาจเป็นคลื่นเสียงความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยินได ทั้งนี้ความสามารถในการได้ยินเสียงขึ้นอยู่กับกำลังหรือแอมพลิจูด และความถี่ของเสียง โดยหูของมนุษย์มีความไวสูงสุดระหว่าง 1kHz ถึง 5KHz สำหรับมนุษย์ส่วนใหญ่ เสียงพลังงานต่ำที่ต่ำกว่า 100Hz หรือสูงกว่า 17kHz จะไม่ได้ยิน นอกจากเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์นี้ไม่จำเป็นต้องใชฮาร์ดแวร์ และอุปกรณ์พิเศษใด ๆ อย่าง WiFi, Bluetooth หรือ NFC แต่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยให้อุปกรณ์สามารถสื่อสารกันผ่านคลื่นเสียงโดยอาศัยโพรโทคอล (Protocol) ที่ช่วยเป็นสื่อกลางในการสื่อสาร และทำงานบนอุปกรณ์ที่มีเพียงแค่ลำโพงและไมโครโฟนในตัวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

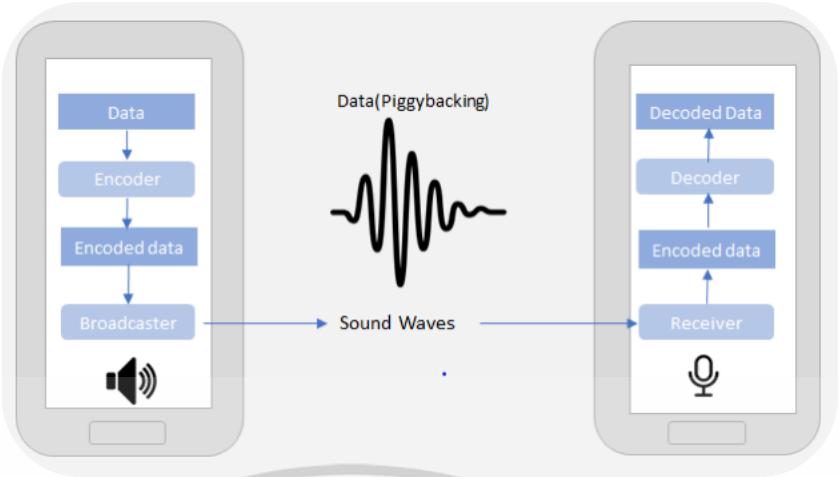
	Chirp	QR	NFC	Bluetooth	Wi-Fi	Li-Fi	ZigBee 802.15.4	LoRa	Sigfox
Two-way communication	•			•	•	•	•	•	•
One-to-many broadcast	•					•	•		
Non-line-of-sight transmission	•			•	•		•	•	•
Works in RF-restricted environments	•	•	•			•			
Zero setup/pairing/configuragtion	•	•	•						
Available to applications by default	•	•							
Low-power operation	•	•	•	•			•	•	•
Can transmit with sub-$2 electronics	•	•	•	•			•		
Can receive with sub-$2 electronics	•			•			•		
Wireless broadcasts confined to room boundaries	•	•	•						
Transmit over ranges > 10 m	•	•		•	•	•	•	•	•
Can limit the transmission range to < 1 m	•	•	•	•					
Supported by typical mobile devices	•	•	•	•	•				
Supported by low-end mobile devices	•	•		•	•				
Typical usable maximum data rate	1 kb/s	3 kb	424 kb/s	25 mb/s	70 mb/s	1 gb/s	250 kb/s	50 kb/s	100 b/s
Typical maximum range	100 m	10:1	20 cm	100 m	50 m	10 m	100 m	10 km	40 km

รูปที่ 2.1 ภาพแสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound)

จากภาพแสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) แล้วนั้น จะชี้ให้เห็นคุณลักษณะเด่นของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ที่เหนือกว่าเทคโนโลยีการสื่อสารระยะใกล้แบบไร้สายอื่น ๆ อาทิเช่น การบรอดคาสต์ที่สามารถส่งข้อความไปหาสมาชิกจำนวนมากได้หลาย ๆ คนในเวลาเดียวกัน รวมไปถึงการไม่ต้องจับคู่กับอุปกรณ์ หรือตั้งค่าใดก่อนทำการส่งข้อความ และที่สำคัญอีกคุณลักษณะคือสามารถใช้ในรูปแบบการสื่อสารระบบสองทาง (Two-way Communication) ได้

อย่างไรก็ตามเดตาโอเวอร์ซาวนด์มีความปลอดภัยเหมือนกับโพรโทคอลการสื่อสารอื่น แต่ก็ขึ้นอยู่กับโพรโทคอลนั้นด้วยคือ อัลกอริทึมการมอดูเลตของข้อมูลผ่านโพรโทคอลเสียงส่วนใหญ่เป็นกรรมสิทธิ์ (เช่น Trillbit, Lisnr เป็นต้น) อัลกอริทึมไม่ได้เปิดเหมือนกับที่ดูแลโดยโพรโทคอลมาตรฐานแบบเปิด เช่น บลูทูธ หรือไวไฟ ซึ่งหมายความว่าเฉพาะผู้ที่สามารถเข้าถึงอัลกอริทึม/โพรโทคอลการสาธิตเท่านั้นที่สามารถถอดรหัสได้ ไม่ใช่ใครอื่น อย่างไรก็ตาม การรักษาความปลอดภัยทางไซเบอร์ที่ล้ำสมัยนั้นต้องการการขัดขวางไม่ใช่มาตรการรักษาความปลอดภัยที่แข็งแกร่ง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการเข้ารหัสมาตรฐานที่รัดกุมอยู่ นอกจากนี้การเข้ารหัสเป็นส่วนสำคัญของการสื่อสารที่ปลอดภัย ซึ่งสามารถทำได้ด้วยโพรโทคอลการสื่อสารเอง TLS (การรักษาความปลอดภัยเลเยอร์การขนส่ง) หรือที่ชั้นข้อมูลซึ่งชั้นแอปพลิเคชันสามารถจัดการได้ การสื่อสารที่ปลอดภัยจำเป็นต้องรวมการรักษาความปลอดภัยเลเยอร์การขนส่ง และโพรโทคอลการเล่นซ้ำ ซึ่งเป็นการป้องกันการโจมตีแบบป้องกันการตอบกลับหรือเล่นซ้ำ เป็นลักษณะสำคัญอีกประการของการสื่อสารดังกล่าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับกรณีการใช้งานการรับรองความถูกต้องและ MFA มีหลายวิธีในการบรรลุสิ่งนี้ในระดับโพรโทคอลโดยอิงจากการแลกเปลี่ยนคีย์แบบสองทาง, รหัสตามเวลา, NONCE เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ภาพแสดงการทำงานของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound)

โดยหลักการพื้นฐานของการทำงานของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) ดังรูปด้านบน เริ่มต้นจากฝั่งผู้ส่งข้อมูลและลงท้ายด้วยฝั่งผู้รับข้อมูล อุปกรณ์ที่ส่งข้อมูลจะต้องมีการเข้ารหัสข้อมูล (Encoded Data) และรักษาความปลอดภัยข้อมูลที่ออกอากาศผ่านลำโพงของอุปกรณ์ผ่านเสียงที่มีคลื่นความถี่อัลตร้าซาวน์ไปยังไมโครโฟนของอุปกรณ์รับสัญญาณ และทำการถอดรหัสข้อมูล (Decoded Data) ออกมาเป็นข้อความที่ผู้ส่งได้ทำการส่งออกมา

2.1.1.2) การนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ไปประยุกต์ใช้ในทางธุรกิจ

1. การจองตั๋วอิเล็กทรอนิกส์ หรือที่เรียกว่า “Audio QR” เป็นตัวเปลี่ยนวิธีการสแกนรหัส QR แบบเดิมที่อาจไม่ปลอดภัยในการเข้าถึงการใช้งาน โดย Audio QR ช่วยให้สามารถรับรองความถูกต้องของตั๋วหลายใบได้พร้อม ๆ กัน และยังสามารถช่วยลดปัญหาความยุ่งยากในการจัดการคิว สามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัยโดยใช้ฮาร์ดแวร์ที่มีอยู่อย่างเช่น ลำโพง ณ สถานที่จัดงาน และโทรศัพท์มือถือของผู้เข้าร่วม

2. ด้านการตลาดอย่างห้างสรรพสินค้าสามารถใช้เทคโนโลยี Data Over Sound ในการส่งข้อมูลส่งเสริมการขาย ข้อมูลผลิตภัณฑ์ หรือเพื่อปรับปรุงประสบการณ์ของผู้ใช้โดยทั่วไป โดยใช้ลำโพงของห้างสรรพสินค้าในการส่งเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์ ซึ่งเป็นข้อมูลเสียงซึ่งผู้คนส่วนใหญ่ไม่สามารถได้ยิน

3. ด้านการเงิน ในการทำธุรกรรมการชำระเงินที่ปลอดภัยสามารถทำได้ผ่านความถี่เสียงเพื่อถ่ายโอนข้อมูลและสร้างการเชื่อมต่อที่ปลอดภัยระหว่างโทรศัพท์กับโทรศัพท์ โทรศัพท์กับ PoS หรือเก็บลำโพงกับโทรศัพท์ ซึ่ง Google Pay เป็นหนึ่งในแอปพลิเคชันที่ใช้การชำระเงินอย่างปลอดภัยด้วยเทคโนโลยีนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การสื่อสารอุปกรณ์ IoT (Internet of things) โดยพัฒนาให้อุปกรณ์ IoT สามารถจับคู่ได้ง่ายขึ้นและสามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้อย่างราบรื่น

นอกจากนี้เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์สามารถเปลี่ยนลำโพง หรือระบบเสียงให้กลายเป็นสิ่งที่ช่วยนำพาสำหรับการสื่อสารแบบไร้สาย การตรวจจับ การตรวจสอบสิทธิ์ และตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ และยังสามารถระบุด้วยว่าเทคโนโลยีนี้ สามารถใช้ในสภาพแวดล้อมที่เข้ากันไม่ได้กับคลื่นวิทยุ เช่น สภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงในการระเบิดได้ หรือที่มีปัญหาการรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.1.3) เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จากกลุ่มผู้พัฒนา

1. ggwave library (open source)

ไลบรารีนี้ช่วยให้สามารถสื่อสารข้อมูลจำนวนเล็กน้อยระหว่างอุปกรณ์ที่มีช่องว่างอากาศโดยใช้เสียง ซึ่งใช้โพรโทคอลในการส่งสัญญาณที่ใช้ Frequency Shift Keying (FSK) อย่างง่าย ซึ่งคือการปรับความถี่ของข้อมูลดิจิทัลที่จะถูกส่งผ่านการเปลี่ยนแปลงความถี่ที่ไม่ต่อเนื่อง โดยสามารถนำไลบรารีนี้รวมเข้ากับโปรเจกต์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งอัตราแบนด์วิดท์ในการส่งข้อความอยู่ระหว่าง 8 - 16 ไบต์/วินาที อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ของโพรโทคอลในการส่งข้อความ

ไลบรารีนี้ประกอบด้วยโพรโทคอลทั้งหมด 4 โพรโทคอลซึ่งมีการใช้ช่วงความถี่ที่ต่างกันดังนี้ 1) audible มีช่วงความถี่ระหว่าง 1875.00 Hz – 6375.00 Hz 2) ultrasound มีช่วงความถี่ระหว่าง 15000.00 Hz – 19500.00 Hz 3) dual-tone มีช่วงความถี่ระหว่าง 1125.00 Hz – 2625.00 Hz และ 4) mono-tone มีช่วงความถี่ระหว่าง 1125.00 Hz – 1875.00 Hz

ในการทำงานของไลบรารีนี้ ใช้เพื่อสร้างและวิเคราะห์คลื่นในรูปแบบไฟล์ RAW (Raw File Format) ซึ่งเป็นสัญญาณเสียงที่มีการรับสัญญาณเข้ารหัสมาแบบใดก็จะทำการส่งออกไปเช่นเดียวกันโดยไม่มีการถอดรหัสใดก่อนส่งสัญญาณ โดยใช้เพียงเสียงที่เล่นและบันทึกจากอุปกรณ์เสียงเท่านั้น ซึ่งก็มาจากลำโพงและไมโครโฟนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

<u>การมอดูเลต (Tx)</u>

วิธีการปัจจุบันใช้รูปแบบการมอดูเลตความถี่หลายความถี่หรือ Frequency Shift Keying (FSK) โดยข้อมูลที่จะส่งถูกแบ่งออกเป็น 4 บิตก่อนในแต่ละช่วงเวลา จากนั้นข้อมูล 3 ไบต์จะถูกส่งโดยใช้ 6 รูปแบบเสียง ซึ่งหนึ่งเสียงถูกแทนสำหรับ 4 บิต และแต่ละ 6 โทนเสียงที่ปล่อยออกมานั้นจะอยู่ในช่วง 4.5 kHz ซึ่งจะสามารถแบ่งได้เป็น 96 ความถี่ ที่เว้นระยะห่างเท่า ๆ กัน ดังตารางดังนี้ :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงรูปแบบการมอดูเลตความถี่ของไลบรารี่ ggwave

Freq, [Hz]	Value, [bits]	Freq, [Hz]	Value, [bits]	...	Freq, [Hz]	Value, [bits]
F0 + 00*dF	Chunk 0: 0000	F0 + 16*dF	Chunk 1: 0000	...	F0 + 80*dF	Chunk 5: 0000
F0 + 01*dF	Chunk 0: 0001	F0 + 17*dF	Chunk 1: 0001	...	F0 + 81*dF	Chunk 5: 0001
F0 + 02*dF	Chunk 0: 0010	F0 + 18*dF	Chunk 1: 0010	...	F0 + 82*dF	Chunk 5: 0010
...	...	...	...	...	...	...
F0 + 14*dF	Chunk 0: 1110	F0 + 30*dF	Chunk 1: 1110	...	F0 + 94*dF	Chunk 5: 1110
F0 + 15*dF	Chunk 0: 1111	F0 + 31*dF	Chunk 1: 1111	...	F0 + 95*dF	Chunk 5:

สำหรับโพรโทคอลทั้งหมด dF มีค่าคือ 46.875 Hz และสำหรับโพรโทคอลที่ไม่ใช่อัลตราซาวนด์ F0 จะมีค่า 1875.000 Hz สำหรับโพรโทคอลอัลตราซาวนด์ F0 จะมีค่า 15000.000 Hz

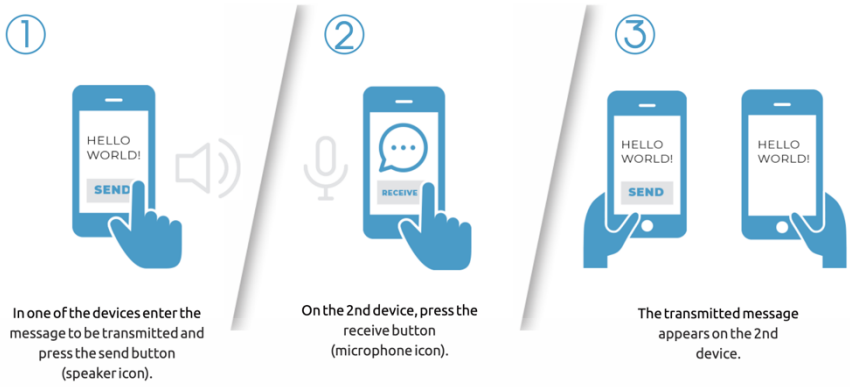
ดีมอดูเลชัน (Rx)

จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของการส่งสัญญาณทั้งหมดจะถูกทำเครื่องหมายด้วยเครื่องหมายเสียงพิเศษด้วยสัญลักษณ์ #13 โดยเครื่องของผู้รับจะฟังเครื่องหมายเหล่านี้และบันทึกข้อมูลเสียง ซึ่งในระหว่างนี้ข้อมูลที่บันทึกไว้จะถูกแปลงเป็นฟูริเยร์ (Fourier) เพื่อให้ได้สเปกตรัมความถี่ โดยความถี่ที่ตรวจพบจะถูกถอดรหัสกลับไปเป็นข้อมูลไบนารีในลักษณะเดียวกับที่เข้ารหัส ท้ายที่สุดการถอดรหัส Reed-Solomon ก็จะดำเนินการเพื่อให้ได้ข้อมูลดั้งเดิม

2. SonicShare (CopSonic)

เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จาก CopSonic ช่วยให้แบ่งปันข้อมูลในโหมดออฟไลน์ (offline) ในระหว่างอุปกรณ์ 2 เครื่องขึ้นไป โดยใช้ลำโพงและไมโครโฟนที่มีอยู่ในอุปกรณ์ และเรียกใช้ผ่าน SonicShare ซึ่งใช้คลื่นอัลตราซาวนด์ในการส่งข้อมูลได้อย่างปลอดภัยผ่านคลื่นเสียงที่มีความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การทำงานของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ภายใต้ SonicShare

เทคโนโลยีจาก CopSonic ที่เป็นนวัตกรรมใหม่ช่วยให้สามารถส่งข้อมูลหรือการโต้ตอบระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้คลื่นเสียงเป็นช่องทางการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีลำโพงและไมโครโฟน ซึ่งการทำงานของ SonicShare ใช้ความถี่เสียงระหว่าง 17000 Hz ถึง 20500 Hz โดยทาง SonicShare มีการคิดค้นว่าช่วงความถี่คลื่นที่มนุษย์จะเริ่มไม่ได้ยินจะเริ่มต้นที่ประมาณ 15000 Hz จึงทำการเลือกใช้การรับส่งข้อความผ่านเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ในช่วง 17000 Hz - 20500 Hz ซึ่งจะถือว่ามนุษย์ส่วนใหญ่ไม่ได้ยินเพราะหูของมนุษย์จะไม่รับรู้การทำงานของคลื่นเสียงนี้ได้

เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ภายใต้การทำงานของ SonicShare จะขึ้นอยู่กับเสียง ระยะทางเป็นหลักที่จะส่งผลต่อคุณภาพในการรับส่งข้อความ ซึ่งมีองค์ประกอบอื่น ๆ ร่วมด้วยอาทิเช่น คุณภาพของลำโพงในเครื่องที่กระจายสัญญาณ, ระดับเสียงบนอุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณและคุณภาพของไมโครโฟนในอุปกรณ์ที่รับสัญญาณ นอกจากนี้เพย์โหลด (pay load) ของ SonicShare สูงถึง 10,000 บิตต่อวินาที ซึ่งความสามารถนี้จะช่วยให้ครอบคลุมกรณีการใช้งานได้เกือบทุกกรณี

ข้อได้เปรียบหลักของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จาก CopSonic ที่เหนือกว่าเทคโนโลยีไร้สายเช่น Bluetooth, NFC และ RFID ได้แก่ การควบคุมระยะการรับส่งข้อความได้ และไม่มีข้อเสียที่ส่งผลต่อสุขภาพ และที่สำคัญทำงานผ่านอุปกรณ์ที่เข้าถึงได้ง่ายเพียงแค่มีลำโพงและไมโครโฟนเท่านั้น และท้ายที่สุดยังมีความปลอดภัยในการใช้การรับส่งข้อความโดยไม่มีผลกระทบทางแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. TrillBit

เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ภายใต้การทำงานของ TrillBit ไม่ได้แตกต่างไปจากการสื่อสารไร้สายอื่นๆ มากนัก นอกเหนือจากข้อเท็จจริงที่ว่าคลื่นพาหะคือคลื่นเสียงที่เป็นคลื่นเชิงกล/แรงดัน ในทางตรงกันข้าม ซึ่งในการสื่อสารส่วนใหญ่อาทิเช่น ไวไฟ บลูทูธ ผู้ให้บริการจะใช้สัญญาณที่เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EM) โดยในอีกแง่มุมหนึ่งหลักการพื้นฐานของการเข้ารหัสข้อมูลไบนารีในเฟส ความถี่ แอมพลิจูด หรือการรวมกันนั้นสามารถใช้กับเสียงได้เช่นกัน

โดยการส่งข้อความเสียงนั้นจะเริ่มจากที่ข้อมูลจากแอปพลิเคชันจะถูกเข้ารหัสก่อนโดยใช้เทคนิคการเข้ารหัสมาตรฐาน จากนั้นข้อมูลที่เข้ารหัสจะถูกเข้ารหัสและมอดูเลตเพื่อแปลงเป็นเสียงโดยใช้อัลกอริทึมของ TrillBit แบบเรียลไทม์ซึ่งจะเล่นผ่านลำโพง

รูปที่ 2.4 การส่งข้อความเสียงของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ภายใต้ TrillBit

ในขณะเดียวกันการดักจับข้อความเสียงที่เครื่องรับทำได้โดยเสียงนี้จะถูกตรวจพบโดยไมโครโฟนทั่วไป และส่งผ่านไปยังอัลกอริทึมของ TrillBit จากนั้นจะทำการถอดรหัสข้อมูลจากเสียงแบบเรียลไทม์ก่อนที่จะส่งต่อผลลัพธ์ไปยังแอปพลิเคชัน

รูปที่ 2.5 การดักจับข้อความเสียงของเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ภายใต้ TrillBit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2) ทฤษฎีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน

2.1.2.1) ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1. ภาษา Dart

รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์ภาษา Dart

ปี 2011 ทาง Google Inc. ได้เปิดตัวภาษาโปรแกรมตัวใหม่ชื่อว่าภาษา Dart โดยโครงสร้างของภาษา Dart นั้นมีความคล้ายคลึงกับภาษา C, ภาษา C++ และภาษา Java ซึ่งเป็นภาษาที่นักพัฒนาคุ้นเคยกันอย่างดี สามารถเรียนรู้ได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีความเป็นภาษาเชิงโครงสร้างแบบ Structure Programming แต่ยังมีความเป็นภาษาประเภท OOP (Object Oriented Programming) นั่นคือมี class และ inheritance ให้สามารถใช้งานได้ โดยเป้าหมายของการสร้างภาษา Dart ขึ้นมานั้น คือต้องการสร้างภาษาเชิงโครงสร้างที่ยืดหยุ่นมากพอ (structured yet flexible language) และเป็นการออกแบบตัวภาษาไปพร้อมกับตัวเครื่องมือ (Engine) สำหรับการรันหรือประมวลผลของภาษาเลย เพื่อแก้ปัญหาโปรแกรมทำงานช้าและกินพื้นที่เก็บข้อมูลมากเกินไป นอกจากนี้ภาษา Dart เป็นภาษาที่เรียนรู้ง่าย และทำงานได้บนอุปกรณ์พกพาขนาดเล็กตั้งแต่มือถือไปจนถึงเซิร์ฟเวอร์ (server) ที่มีประสิทธิภาพสูงบนเบราว์เซอร์สมัยใหม่ทุกตัว และสิ่งที่เด่นที่สุดสำหรับภาษา Dart ในตอนนี้คือเป็นภาษาที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชัน (Application) ด้วยเฟรมเวิร์ก (Framework) อย่าง Flutter ที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้าง User Interface (UI) ซึ่งใช้ได้ทั้งกับระบบปฏิบัติการ Android และ iOS หรือจะเป็นใน Desktop กับ Web ก็ได้ โดย Dart นั้นเป็นภาษาโปรแกรมที่เอาไว้สำหรับสร้างแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์มที่หลากหลาย ได้ทั้งบนโทรศัพท์มือถือ (mobile), เดสก์ท็อป (desktop), เซิร์ฟเวอร์ (server) และเว็บเพจ (Webpage) สำหรับการใช้งานภาษา Dart ซึ่งเป็นรูปแบบ open source ทำให้ทุกคนสามารถเข้าถึงการใช้งานได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ภาษา HTML

รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์ภาษา HTML

HTML ย่อมาจากคำว่า Hypertext Markup Language เป็นภาษาหลักที่ใช้ในการสร้างไฟล์เว็บเพจ โดยมีแนวคิดจากการสร้างเอกสารไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext Document) ซึ่งพัฒนาขึ้นมาจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) โดย Tim Berners - Lee เป็นภาษามาตรฐานที่ใช้พัฒนาเอกสารในรูปแบบของเว็บเพจเผยแพร่บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีโครงสร้างการเขียนที่อาศัยตัวกำกับเรียกว่า “แท็ก (Tag)” ในการควบคุมการแสดงผลของข้อความ, รูปภาพ หรือวัตถุอื่น ๆ เรียกใช้เอกสารเหล่านี้โดยการใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เช่น Mozilla Firefox, Opera , Internet Explorer เป็นต้น

ในปัจจุบัน HTML เป็นมาตรฐานหนึ่งของ ISO ซึ่งจัดการโดย World Wide Web Consortium (W3C) ในปัจจุบัน ทาง W3C ผลักดัน รูปแบบของ HTML แบบใหม่ ที่เรียกว่า XHTML ซึ่งเป็นลักษณะของโครงสร้าง XML แบบหนึ่งที่มีหลักเกณฑ์ในการกำหนดโครงสร้างของโปรแกรมที่มีรูปแบบที่มาตรฐานกว่ามาทดแทนใช้ HTML รุ่น 4.01 ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันขณะที่ HTML รุ่น 5 ยังคงยังอยู่ในระหว่างการพิจารณาในการใช้งาน

3. ภาษา JavaScript

รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ภาษา JavaScript

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JavaScript หรือ JS เป็นภาษาเขียนโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นตามข้อกำหนดของ ES (ECMAScript) ซึ่งเป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป ซึ่งถูกกำหนดมาตฐานโดย Ecma International ภาษา JavaScript เป็นภาษาระดับสูงถูกคอมไพล์ในขณะที่โปรแกรมรัน และเป็นภาษาที่มีรูปแบบการเขียนแบบหลายกระบวนทัศน์ เช่น การเขียนแบบเชิงขั้นตอน การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ หรือแบบ Functional เป็นต้น

จุดเริ่มต้นของภาษา JavaScript นั้นเริ่มมาจากการที่มันถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นภาษาสคริปต์ ที่รันบนเว็บเบราวน์เซอร์สำหรับจัดการกับ DOM และทำให้หน้าเว็บเป็นแบบไดนามิกส์ (Dynamic) จากความยืดหยุ่นและคุณสมบัติที่โดดเด่นของภาษา ทำให้ JavaScript ได้ถูกนำมาเขียนโปรแกรม Command Line หรือโปรแกรมที่รันอยู่บนเว็บเซิร์ฟเวอร์บน Node.js ได้

JavaScript เริ่มพัฒนาโดย Brendan Eich พนักงานบริษัทเน็ตสเคป โดยขณะนั้นจาวาสคริปต์ใช้ชื่อว่า โมคา (Mocha) และภายหลังได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น ไลฟ์สคริปต์ และเป็นจาวาสคริปต์ (JavaScript) ในปัจจุบัน รูปแบบการเขียนภาษาที่ใช้คล้ายคลึงกับภาษา C อีกด้วย โดยภาษาจาวาสคริปต์ไม่มีความสัมพันธ์กับภาษาจาวา (Java) แต่อย่างใด ยกเว้นแต่โครงสร้างภาษาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน เนื่องมาจากได้รับการพัฒนาต่อมาจากภาษา C และมีชื่อที่คล้ายคลึงกันเท่านั้น

2.1.2.2) เฟรมเวิร์กหรือเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์เฟรมเวิร์ก Flutter

เฟรมเวิร์ก Flutter คือ เฟรมเวิร์ก (Framework) ที่ใช้สร้าง User Interface (UI) สำหรับ mobile application ที่สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ทั้ง iOS และ Android ในเวลาเดียวกัน โดยภาษาที่ใช้ใน Flutter นั้นจะเป็นภาษา dart ซึ่งถูกพัฒนาโดย Google Inc. และที่สำคัญคือสามารถใช้งานได้ในรูปแบบ open source ซึ่งก็คือนักพัฒนาสามารถแก้ไขงานในเฟรมเวิร์กที่ GitHub ได้แบบเรียลไทม์ (real-time) นักพัฒนาจึงมีส่วนช่วยพัฒนาให้ Flutter นั้นดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดเด่นของ Flutter คือ ระบบ Hot Reload โดยเมื่อมีการทดสอบ, การสร้าง, การ add features หรือการกระทำต่าง ๆ กับ UI จะต้องมีการ reload เพื่อให้หน้า UI มีการอัปเดต ซึ่งระบบ Hot Reload จะเข้ามาช่วยในส่วนของการ reload โดยจุดเด่นของระบบนี้คือการย่นระยะเวลาที่ใช้ในการ reload ให้เร็วขึ้นในหน่วยวินาทีเท่านั้น ทำให้การพัฒนา UI ของ application มีความรวดเร็วขึ้นอย่างมาก และยังมีจุดเด่นอื่น ๆ ที่ช่วยให้การพัฒนาเป็นไปได้ง่ายขึ้นไม่ว่าจะเป็น Build-In ที่ช่วยในการออกแบบ UI ให้มีความสวยงามยิ่งขึ้นอย่าง Material Design และ Cupertino (iOS-flavor), มีเฟรมเวิร์กที่ช่วยให้การทำ animation ต่าง ๆ หรือ gesture ของ UI เป็นเรื่องง่ายยิ่งขึ้น และยังสามารถใช้งานร่วมกับ IDE ที่กำลังเป็นที่นิยมอยู่ในปัจจุบันอย่าง VS Code และ Android Studio ได้

ตัวอย่างปลั๊กอินสำหรับใช้ในการทำงาน

1. permission_handler 10.2.0

ในระบบปฏิบัติการส่วนใหญ่ไม่ได้ให้สิทธิ์แก่แอปพลิเคชันในขณะติดตั้ง นักพัฒนาจึงต้องมีการขออนุญาตเข้าถึงจากผู้ใช้ในขณะที่แอปกำลังทำงานอยู่ ดังนั้นปลั๊กอินนี้จึงได้มี API แบบ cross platform ทั้งในระบบปฏิบัติการ iOS และระบบปฏิบัติการ Android เพื่อขอสิทธิ์หรือขออนุญาตเข้าถึงและตรวจสอบสถานะของแอปพลิเคชัน

2. flutter_inappwebview

เป็นปลั๊กอิน Flutter ที่รวมวิดเจ็ต (Widget) WebView เข้ากับแอปพลิเคชันใน Flutter เพื่อใช้ WebView แบบไม่มีส่วนหัวหรือใช้เบราว์เซอร์ในแอปพลิเคชันได้

2.1.2.3) เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1. Visual Studio Code

รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์เครื่องมือที่ใช้ Visual Studio Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Visual Studio Code หรือ VS Code เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโคด จากค่ายไมโครซอฟท์ (Microsoft) โดยมีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ Open Source จึงสามารถนำมาใช้งานได้แบบไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่ง Visual Studio Code นั้นเหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม โดยรองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาก ไม่ว่าจะเป็น การเปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้ง ภาษา C++, ภาษา C#, ภาษา Java, ภาษา Python, ภาษา PHP หรือ ภาษา Go หรือการเลือก Themes การ Debugger และ Commands เป็นต้น

2. Android Studio

รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์เครื่องมือที่ใช้ Android Studio

Android Studio เป็น IDE Tool จาก Google Inc. ไว้พัฒนา Android โดยเฉพาะ ซึ่งพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้ายกับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนาแอปบน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI (graphical user interface) ที่ช่วยให้สามารถ Preview แอปพลิเคชันในมุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ล่ะรุ่น และสามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดนไม่ต้องทำการรันแอปบน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหากันอยู่ในปัจจุบัน

การเขียนแอปพลิเคชันของระบบปฏิบัติการ Android บน Android Studio จะมีขั้นตอนอยู่ 2 ขั้นตอน คือ ติดตั้ง Java SDK และดาวน์โหลด Android Studio มาติดตั้งก็จะสามารถใช้งานได้ทันที ละยังรวมไปถึงตัว Emulator เช่น Genymotion ที่เราต้องการ ซึ่ง Emulator คือ โปรแกรมจำลองเครื่องจักรเสมือนเป็นโปรแกรมที่จะจำลองการทำงานบนอุปกรณ์ต่าง ๆ ส่วน Genymotion คือ โปรแกรมจำลองในเครื่องโทรศัพท์ เพื่อใช้สำหรับรันโคด จากโปรแกรม Android Studio ที่เราได้เขียนโคดไว้ เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. XCode

รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์เครื่องมือที่ใช้ Xcode

Xcode เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม และแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์ม OS X และ iOS บนสมาร์ทโฟนอย่างเช่นแอปพลิเคชันบน iPhone โดยสำหรับนักพัฒนาที่ต้องการจะพัฒนาแอปพลิเคชันบน iOS นั้นจำเป็นต้องมี XCode IDE ติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อน นอกจากนั้นแล้วต้องติดตั้ง iOS SDK อีกด้วย

โดย Xcode ได้ถูกเปิดตัวโดยบริษัท Apple ครั้งแรกในปี 2003 ในตัวโปรแกรมนั้นมีเครื่องมือบรรทัดคำสั่ง (CLT) ซึ่งเปิดใช้งานในรูปแบบ UNIX ผ่านแอป Terminal ใน macOS สามารถเขียนแอปพลิเคชัน โดยใช้ภาษา Swift และ ภาษา Objective - C ด้านการทำงานของโปรแกรมมี Application Template ที่หลากหลายให้ได้เลือกใช้กัน เช่น Games Template (แอปพลิเคชันประเภทเกม), Tab-based navigation template (แอปพลิเคชันประเภท Tab) และ Master Detail Application Template ที่ทำให้สามารถสร้างแอปพลิเคชันได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรม โดยโปรแกรมจะใช้ Template ในการพัฒนามีค่าเริ่มต้นเป็น Single View Application Template ที่ใช้งานง่ายสำหรับผู้ใช้มือใหม่ และมีระบบแสดงผล Simulator ที่สามารถทดลองใช้งานโปรแกรมโดยผ่านการจำลองเป็นเครื่อง iPhone, iPad ได้

2.1.3) ทฤษฎีความรู้เกี่ยวกับกรณีที่นำไปประยุกต์ใช้

Proximity Marketing

Proximity Marketing คือการตลาดแบบใกล้ชิด หรือระบบใด ๆ ที่ใช้เทคโนโลยีระบุตำแหน่งเพื่อสื่อสารกับลูกค้าโดยตรงผ่านอุปกรณ์พกพา โดยการตลาดแบบใกล้ชิดสามารถรวมข้อเสนอการโฆษณาข้อความทางการตลาดการสนับสนุนลูกค้าและการตั้งเวลาหรือโฮสต์ของกลยุทธ์การมีส่วนร่วมอื่น ๆ ระหว่างผู้ใช้โทรศัพท์มือถือและสถานที่ที่พวกเขาอยู่ในระยะใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proximity Marketing คือการตลาดแบบใกล้ชิดเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับการทำการตลาดให้กับผู้บริโภค ในเวลาที่เหมาะสม และในสถานที่ที่เหมาะสมด้วย ซึ่งการแจ้งเตือนที่เกี่ยวข้องและเป็นส่วนตัวให้ผลลัพธ์ที่ดีสำหรับธุรกิจร่วมกับกลยุทธ์ และเครื่องมือการโฆษณาที่เหมาะสม

Proximity Marketing หรือการตลาดแบบใกล้ชิด หรือการตลาดแบบใกล้มือถือ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดเป้าหมายผู้บริโภคที่มีศักยภาพด้วยการโฆษณา โดยการปรับให้เหมาะกับแต่ละบุคคล โดยพิจารณาว่าผู้บริโภค (หรืออุปกรณ์) อยู่ใกล้สถานที่ใดสถานที่หนึ่ง และสามารถดึงดูดให้พวกเขาตัดสินใจซื้อในทันที หรือสามารถตัดสินใจซื้อได้ในอนาคต

ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการเลือกที่จะยกระดับประสบการณ์ของลูกค้า โดยใช้เทคโนโลยีอย่างการตลาดแบบใกล้ชิด ผู้จัดการฝ่ายการตลาดในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เริ่มตระหนักแล้วว่า การตลาดแบบใกล้ชิดให้ประโยชน์มหาศาล ซึ่งจัดเป็นเครื่องมือที่ทำงานได้ดีที่สุดเมื่อใช้เป็นเครื่องสำหรับทำความเข้าใจความต้องการของลูกค้า รวมทั้งยังสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อที่โดดเด่น

ตัวอย่างการใช้ Proximity Marketing

การตลาดแบบใกล้ชิดจะเกี่ยวข้องกับการตั้งค่าอุปกรณ์มือถือที่เปิดใช้งานบลูทูธ ณ จุดใดจุดหนึ่งภายในช่วงสัญญาณ และส่งข้อมูลในรูปแบบของข้อความรูปภาพ หรือวิดีโอ ผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่เกี่ยวข้อง โดยมีหลายสิ่งที่ต้องมีเพื่อใช้กลยุทธ์การตลาดนี้ เช่น ผู้บริโภคควรใช้อุปกรณ์มือถือที่ใช้บลูทูธในสถานที่ที่ใช้เทคโนโลยีการตลาดแบบใกล้ชิด, ต้องติดตั้งบีคอนในพื้นที่ที่ผู้บริโภคอยู่ในปัจจุบันเพื่อส่งและรับข้อความทางการตลาดหรือข้อมูลอื่น, ผู้บริโภคเป้าหมายควรดาวน์โหลดแอปพลิเคชันมือถือที่เกี่ยวข้องและติดตั้งลงในโทรศัพท์ของตนที่สามารถรับการแจ้งเตือนแบบพุช (Push) ซึ่งอาจเป็นแอปพลิเคชันของแบรนด์ หรือแอปพลิเคชันสำหรับอาคารขนาดใหญ่

เมื่อพูดถึงการปรับใช้บีคอนสำหรับการตลาดแบบใกล้ชิด มีหลายปัจจัยที่ต้องพิจารณาเริ่มตั้งแต่การเตรียมพลังงานที่มีอยู่ไปจนถึงการเลือกประเภทของสัญญาณที่เหมาะสม เมื่อแบรนด์นำบีคอนไปใช้ในจุดที่เลือกสำหรับการโปรโมต (Promote) การสื่อสารจะเกิดขึ้นใน 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การตรวจจับอุปกรณ์ สัญญาณเตือนจะสแกนหาอุปกรณ์มือถือที่เปิดใช้งานบลูทูธในช่วงใกล้เคียง ขณะที่ออกอากาศหมายเลข ID (ซึ่งไม่ซ้ำกับสัญญาณเตือนเฉพาะในตำแหน่งนั้น ๆ) ในช่วงเวลาปกติ แอปพลิเคชันมือถือที่อยู่ใกล้ชิดจะมีรายการหมายเลขประจำตัวของบีคอนทั้งหมดที่เปิดใช้งาน และจะเชื่อมโยงกับตำแหน่งของพวกเขา เมื่ออุปกรณ์จับคู่รหัสของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บีคอนกับรหัสที่ถืออยู่ในแอปพลิเคชันมือถือ ที่รับรู้ระยะใกล้แล้ว แอปพลิเคชันจะแจ้งให้ทราบว่าสัญญาณดังกล่าวอยู่ใกล้ ๆ

ขั้นตอนที่ 2 คำขออนุญาต สำหรับอุปกรณ์มือถือที่เปิดใช้งานบลูทูธแต่ละเครื่องที่ตรวจพบภายในระยะใกล้เคียงของบีคอน จะส่งคำขอไปยังผู้บริโภคที่ขออนุญาตสื่อสารกับอุปกรณ์เคลื่อนที่

ขั้นตอนที่ 3 อัปโหลดเนื้อหา เมื่อผู้บริโภคให้สิทธิ์ขึ้นอยู่กับว่าแอปพลิเคชันจะได้รับการกำหนดค่าอย่างไร โดยแอปพลิเคชันจะแจ้งเตือนผู้บริโภคด้วยการแจ้งเตือนบนหน้าจอล็อก โดยแสดงข้อความที่เกี่ยวข้อง ซึ่งการแตะที่ข้อความจะเป็นการเปิดแอปบนหน้าจอที่แสดงข้อความทางการตลาดที่ปรับให้เหมาะกับแต่ละบุคคล ซึ่งรวมถึงข้อความรูปภาพเสียง และวิดีโอที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่พบ หรือเลือกสำหรับการส่งเสริมการขาย หรือผลิตภัณฑ์เสริมที่พบอยู่ห่างออกไป

2.2) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Soohyun Kim, Hyunsu Mun and Youngseok Lee (2019) ทำการศึกษาเรื่อง A Data-Over-Sound Application ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสัญญาณเสียงที่มีความถี่สูงเพื่อใช้สำหรับวัตถุประสงค์อาทิเช่น การโฆษณา การตรวจจับตำแหน่ง และอุปกรณ์ติดตาม เนื่องจากสมาร์ตโฟนที่มีลำโพงและไมโครโฟนสามารถรองรับเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงได้ และการสื่อสารด้วยเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงมีประโยชน์สำหรับการถ่ายทอดข้อมูลโดยไม่ต้องมีการจับคู่ของอุปกรณ์

โดยในการศึกษาครั้งนี้ทำการหาอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ใช้มากมายเช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ตโฟน และโทรทัศน์ ซึ่งกำหนดให้วิธีการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลที่ช่วยให้การสื่อสารมีความเสถียรระหว่างอุปกรณ์ในระยะ 2 เมตร โดยใช้เสียงใกล้เคียงกับความถี่ที่ได้ยินในสมาร์ทโฟน (ในช่วง 18.5 kHz ถึง 20 kHz) ระบบที่สามารถสื่อสารด้วยอัตรา 10 bps ถึง 166 bps ระหว่างคอมพิวเตอร์ในห้องเดียวกันซึ่งอยู่ห่างออกไป 8 เมตร และระบบที่ส่งอัลตราซาวนด์บนทีวีสำหรับแอปพลิเคชันบนหน้าจอที่สอง นอกจากนี้วิธีการเผยแพร่ข้อมูล สามารถทำได้โดยใช้การควบคุมลำดับข้อมูลและอัลกอริทึมการแก้ไขข้อผิดพลาดสำหรับการสื่อสารข้อมูลเสียงความถี่สูง และการประยุกต์ใช้สำหรับสมุดเข้าร่วมประชุม ซึ่งวิธีนี้มีประโยชน์สำหรับการเผยแพร่ข้อมูลโดยไม่ต้องสร้างการเชื่อมต่อ จึงได้ทำการกำหนดโครงสร้างแพคเกจซึ่งประกอบด้วยจำนวนแพคเกจ ขนาดข้อมูล และข้อมูลสำหรับการส่งข้อมูล นอกจากนี้การส่งข้อมูลผ่านเสียงโดยใช้อัลกอริทึมการแก้ไขข้อผิดพลาด Reed-Solomon เพื่อป้องกันไม่ให้ไมโครโฟนรับข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเนื่องจากการรบกวนหรือการสูญเสีย และยังใช้วิธีการส่งสัญญาณซ้ำในกรณีที่บิตแก้ไขข้อผิดพลาดสูญหาย ซึ่งจะสามารถรับรู้ข้อมูลที่ส่งซ้ำอย่างถูกต้องผ่านหมายเลขลำดับแพคเกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

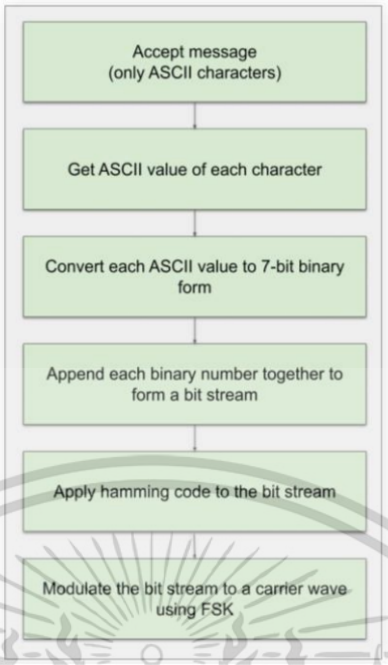
ไคลเอนต์ได้รับข้อมูลบีคอนตำแหน่งที่ออกอากาศซึ่งเข้ารหัสใน UTF-8 JSON ประมวลผลข้อมูล และรายงานไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อระบุตำแหน่งของผู้เข้าร่วม ข้อมูลบีคอนตำแหน่งประกอบด้วยเวลา ตัวระบุบีคอน และรูปแบบคำตอบ เนื่องจากข้อมูลถูกเข้ารหัสใน UTF-8 จึงสามารถรองรับรูปแบบการเข้ารหัสข้อมูลต่างๆ รวมถึงอิโมจิ ไคลเอนต์ประมวลผลข้อมูลที่ได้รับและสร้างข้อมูลที่จะส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์รายงาน เนื่องจากเซิร์ฟเวอร์รายงานตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลการตอบสนองของไคลเอ็นต์ด้วยตัวระบุที่ส่งผ่านบีคอน จึงสามารถป้องกันการโจมตีที่เป็นอันตรายได้

จากการการทดลองแสดงให้เห็นว่าสมาร์ทโฟนอย่างน้อย 10 เครื่องสามารถประมวลผลได้ในเวลาเดียวกัน และรับประกันการทำงานในระยะ 3 เมตร ซึ่งใช้ความถี่ในช่วง 18 kHz ถึง 20 kHz เพื่อใช้ประโยชน์จากไมโครโฟนและลำโพงที่หาได้ง่าย การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการสื่อสารข้อมูลโดยใช้เสียงความถี่สูงสามารถนำไปใช้กับแอพพลิเคชั่นได้หลากหลาย เมื่อดำเนินการควบคุมลำดับและแก้ไขข้อผิดพลาดอย่าง

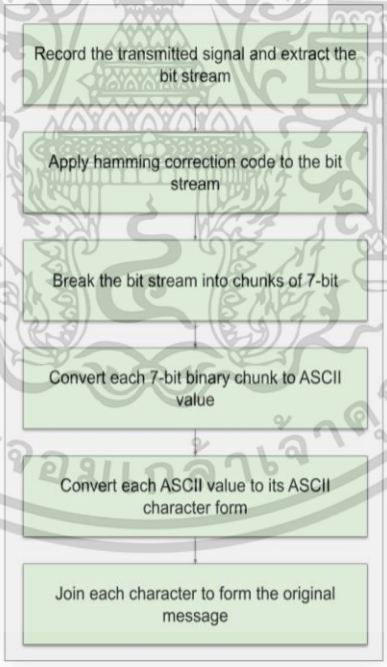
Anshul Maske and Lalit Chauragade (2021) ทำการศึกษาเรื่อง Dvhan – Data Over Sound ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการแบ่งปันข้อมูลด้วยเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง และศึกษาแนวคิดของการมอดูเลตแบบดิจิทัล ซึ่งสิ่งสำคัญคือต้องตรวจสอบคุณสมบัติของสัญญาณเสียงและที่มาของการสร้างสัญญาณ โดยสัญญาณเสียงถูกสร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ในการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล ซึ่งสัญญาณเสียงที่สร้างขึ้นจะถูกส่งไปในอากาศผ่านคลื่นเสียง เมื่อได้รับคลื่นเหล่านั้นบนอุปกรณ์รับ คลื่นเหล่านั้นจะถูกส่งต่อไปยังหน่วยดีโมดูเลชันสัญญาณอะคูสติกจะผ่านการเปลี่ยนแปลงของเวลาในเทคนิคการบันทึกและแยกส่วน ดังนั้นรหัสไบนารีจึงควรเผชิญกับองค์ประกอบที่ขัดจังหวะดังกล่าวในขณะที่ยังคงรักษาลักษณะเฉพาะของมันไว้เพื่อให้สามารถกู้คืนได้อย่างน่าเชื่อถือผ่านตัวถอดรหัส

ในการแบ่งปันข้อมูลผ่านเสียง ข้อมูลจะถูกตรวจสอบก่อนสำหรับค่า ASCII (American Standard Code for Information Interchange) หากข้อมูลมีอักขระในรูปแบบอื่น ซึ่งไม่ใช่อักขระ ASCII ที่ระบบแจ้งผู้ใช้เพื่อป้อนข้อมูล ASCII เท่านั้น ต่อมาอักขระ ASCII แต่ละตัวจะถูกแปลงเป็นรหัสอักขระ ASCII และจะทำการแปลงเป็นไบนารีเทียบเท่าในรูปแบบ 7 บิต Hamming code ซึ่งเป็นโค้ดแก้ไขข้อผิดพลาดเชิงเส้นอย่างง่าย นำไปใช้กับบิตสตรีม กระแสบิตที่สร้างขึ้นนั้นปรับความถี่เป็นคลื่นเสียงมอดูเลตนี้ คลื่นจะถูกส่งผ่านลำโพงของอุปกรณ์ของผู้ส่ง เครื่องรับในโหมดรับจะบันทึกเสียงที่เป็นอยู่ออกอากาศแล้ววิเคราะห์เสียงเพื่อแยกเสียง ข้อความกลับคืนสู่รูปแบบเดิมและทำการดีมอดูเลต จากนั้นข้อความจะถูกตรวจสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดและแก้ไข จากนั้นสตรีมบิตจะถูกแบ่งออกเป็นก้อน ก้อนละ 7 บิตซึ่งจะถูกแปลงกลับเป็นรูปแบบฐาน 10 จากนั้นจึงแปลงเป็นตัวเลขกลับไปเป็นอักขระ ASCII ทำซ้ำขั้นตอนนี้สำหรับแต่ละก้อน ซึ่งท้ายสุดจะให้ข้อความต้นฉบับที่ส่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



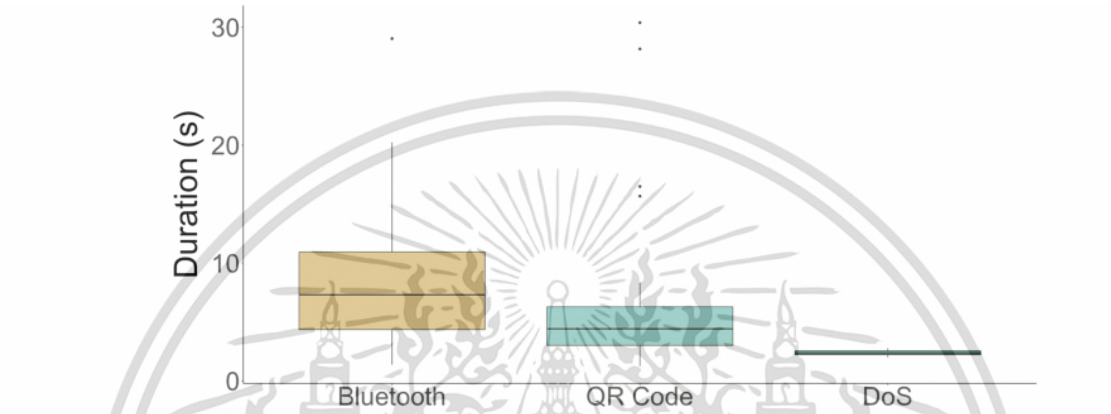
รูปที่ 2.13 การมอดดูเลตจากฝั่งผู้ส่ง



รูปที่ 2.14 การดีมอดดูเลตจากฝั่งผู้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Adib Mehrabi et al. (2020) ทำการศึกษาเรื่อง Evaluating the user experience of acoustic data transmission ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติเฉพาะของเสียงที่เป็นสื่อกลางในฐานะกลไกการแลกเปลี่ยนข้อมูล และตั้งคำถามว่าสิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อประสบการณ์ของผู้ใช้ในการแบ่งปันข้อมูลอย่างไร จากการศึกษาผู้ใช้โดยเปรียบเทียบเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายสามแบบ (การรับส่งข้อมูลแบบอะคูสติก รหัส QR และบลูทูธ) เมื่อใช้สำหรับสถานการณ์ทั่วไปและคุ้นเคย หรือการแบ่งปันข้อมูลการติดต่อแบบ peer-to-peer



รูปที่ 2.15 กราฟเปรียบเทียบแสดงระยะเวลาในการทำธุรกรรม

จากผลการทดลองโดยรวมแล้ว ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการส่งข้อมูลแบบอะคูสติกเป็นวิธีการถ่ายโอนข้อมูลที่รวดเร็ว (เวลาเฉลี่ยในการทำธุรกรรม 2.4 วินาที) ตรงกันข้ามกับ Bluetooth (8.3 วินาที) และ QR (6.3 วินาที) ในขณะที่ต้องใช้ความพยายามเพียงเล็กน้อยและการประสานงานของผู้ใช้ธุรกรรมรหัส QR ทั้งหมดสำเร็จในครั้งแรก อย่างไรก็ตามธุรกรรมบางอย่างเกี่ยวกับอะคูสติก (5.6%) และบลูทูธ (16.7%) ต้องใช้ความพยายามหลายครั้งในการแบ่งปันรายชื่อผู้ติดต่อให้สำเร็จ ผู้เข้าร่วมยังได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประสบการณ์ของผู้ใช้ผ่านแบบสำรวจและการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง เวลาในการทำธุรกรรมที่รับรู้ ความพยายามทางกายภาพ และปัญหาการเชื่อมต่อโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ใช้แสดงความไม่พอใจกับบลูทูธเนื่องจากปัญหาการเลือกอุปกรณ์ และกับ QR สำหรับการประสานงานทางกายภาพที่จำเป็นในการสแกนรหัส ผลการวิจัยระบุว่าการส่งข้อมูลแบบอะคูสติกมีข้อดีเฉพาะในการอำนวยความสะดวกในการแบ่งปันข้อมูลและการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้ที่อยู่ร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินโครงการในการศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีในการส่งต่อข้อมูลระหว่างกัน โดยใช้คลื่นความถี่สูงหรือคลื่นอัลตราซาวนด์ในการส่งข้อมูล หรือเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) เพื่อใช้แก้ปัญหาเชิงธุรกิจ ผ่านการทำ Proximity Marketing หรือการตลาดแบบใกล้ชิด

3.1) การเลือกใช้เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) จากกลุ่มผู้พัฒนา

จากการสืบค้นเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) จากหลายกลุ่มนักพัฒนา ซึ่งแต่ละทีมนักพัฒนาจะมีการใช้การเข้ารหัส และถอดรหัสที่แตกต่างกัน ทำให้ผลการใช้งานเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์มีความแตกต่างกันในแง่ของประสิทธิภาพ ซึ่งในกรณีนี้จะมีเกณฑ์ในการทดสอบเพื่อใช้เลือกเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จากกลุ่มนักพัฒนาหนึ่ง โดยมีเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาได้แก่ ความถี่, โพรโทคอล, ระยะทาง, ความยาวของจำนวนตัวอักษร, เสียงรบกวน และความถูกต้องของการรับข้อความ ซึ่งได้ผลจากการทดสอบตามเกณฑ์ดังกล่าว ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงการทดสอบตามเกณฑ์ของ ggwave

	ggwave
ความถี่	15000 Hz - 19500 Hz
โพรโทคอล	มีทั้งหมด 4 โพรโทคอล (audible, ultrasound, dual-tone, mono-tone)
ระยะทาง	ไม่เกิน 2.5 เมตร (จากที่ทำการทดลอง)
ความยาวของจำนวนตัวอักษร	ไม่เกิน 140 ตัวอักษร
ถ้าหากมีเสียงรบกวน	จะไม่สามารถทำงานได้ดี แต่ยังมีความถูกต้องจากการรับข้อความอยู่ในบางครั้ง
ความถูกต้องของการรับข้อความ	ถ้าหากมีเสียงรบกวนจะไม่สามารถรับข้อความได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงการทดสอบตามเกณฑ์ของ SonicShare

	SonicShare
ความถี่	17000 Hz - 20500 Hz
โพรโทคอล	มี 1 โพรโทคอล (ultrasound)
ระยะทาง	ไม่เกิน 0.5 เมตร (ข้อมูลที่ส่งเป็นตัวอักษร) มากกว่า 10 เมตร (ข้อมูลที่ส่งเป็นตัวเลข)
ความยาวของจำนวนตัวอักษร	ไม่เกิน 24 ตัวอักษร หรือ ตัวเลขไม่เกิน 8 ตัว
ถ้าหากมีเสียงรบกวน	ทนกับสภาวะที่มีเสียงรบกวนได้ดี
ความถูกต้องของการรับข้อความ	มีความถูกต้องทุกครั้งที่สามารถดักจับข้อความได้สำเร็จ แต่ในบางครั้งจะต้องหันอุปกรณ์เข้าหากัน

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงการทดสอบตามเกณฑ์ของ TrillBit

	TrillBit
ความถี่	-
โพรโทคอล	มี 1 โพรโทคอล (ultrasound)
ระยะทาง	ไม่เกิน 0.5 เมตร (จากที่ทำการทดลอง)
ความยาวของจำนวนตัวอักษร	ไม่เกิน 100 ตัวอักษร
ถ้าหากมีเสียงรบกวน	ไม่สามารถทำงานได้
ความถูกต้องของการรับข้อความ	มีความถูกต้องทุกครั้งที่สามารถดักจับข้อความได้สำเร็จ แต่ในการใช้งานค่อนข้างไม่เสถียร

โดยจากผลการทดสอบเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จากทั้ง 3 ทีมนักพัฒนา ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จากทีมที่พัฒนา ggwave เนื่องมาจากที่แม้เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จะไม่ได้มีความถูกต้องครบถ้วนอันเนื่องมาจากเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อม แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็มีความคงทนอยู่ในระดับที่ดี ซึ่งแตกต่างจากทีมพัฒนาของ SonicShare ที่ถ้าหากจะทำการใช้งานในการรับส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นความถี่สูง อุปกรณ์จะต้องมีการหันทิศทางเข้าหากัน ซึ่งทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นว่าการใช้งานเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ไม่ควรที่จะให้ผู้ใช้งานต้องกังวลถึงอุปกรณ์ที่เมื่อผู้ใช้ทำการใช้งาน ไม่ควรที่จะต้องหันอุปกรณ์เข้าหากันและจากทีมพัฒนาของ TrillBit ซึ่งในการใช้งานค่อนข้างที่จะไม่เสถียร จึงมีข้อสรุปว่าจะทำการเลือกใช้เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จากทีมพัฒนาของ ggwave

โดยเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จากทีมพัฒนาของ ggwave มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะทางการส่งที่ไม่เกิน 2.5 เมตร และเสียงรบกวนจะต้องไม่ดังมากเกินไป ซึ่งถ้าหากใช้โพรโทคอล ultrasound จะดีกว่า audible ในแง่ของความคงทนต่อเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อม และที่สำคัญการส่งข้อความเสียงด้วยคลื่นความถี่สูงตัวอักษรในข้อความจะต้องไม่เกิน 140 ตัวอักษร

3.2) Requirement

3.2.1) Function Requirement

- การขออนุญาตเข้าถึงไมโครโฟนและลำโพงบนอุปกรณ์

  ขอสิทธิ์ของแอปพลิเคชันในการเข้าถึงไมโครโฟนและลำโพง เพื่อใช้สำหรับการส่งและรับข้อความ

- การส่งข้อความ

  ส่งข้อความเสียงที่ผ่านการเข้ารหัสและมีคลื่นความถี่สูงจากร้านค้า โดยเป็นโคดของข้อเสนอทางการค้าไปให้กับผู้รับซึ่งคือลูกค้า

- การรับข้อความ

  เป็นการจับข้อความเสียง โดยเป็นเสียงที่มาจากคลื่นความถี่สูงและทำการถอดรหัสออกมาเป็นข้อความซึ่งเป็นข้อเสนอทางการค้า

- ตรวจสอบข้อเสนอทางการค้า

  ทำการนำข้อเสนอทางการค้าที่ได้จากการจับข้อความเสียงมาทำการตรวจสอบว่ามีข้อเสนอทางการค้านี้อยู่หรือไม่

- การแจ้งเตือน

  จะทำการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่รับได้จากการจับข้อความเสียงให้กับลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2) Non - Function Requirement

- ระบบจะต้องมีการรับส่งข้อความเสียงได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยข้อความเสียงที่ส่งมายังฝั่งผู้รับนั้น ควรจะประกอบไปด้วยข้อมูลตามที่ผู้ส่งได้ทำการส่งมาผ่านข้อความเสียงอย่างครบถ้วน

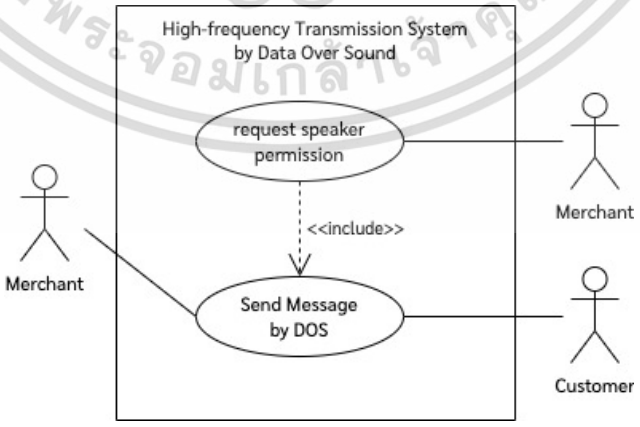
- การทำงานของระบบจะต้องมีความน่าเชื่อถือไม่ควรมีข้อผิดพลาดเกินกว่าร้อยละ 1 เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการรับส่งข้อความได้อย่างแม่ยำ

- ระบบจะต้องทำงานอย่างไม่มีการละเมิดสิทธิ์การเข้าถึงภายในแอปพลิเคชันซึ่งต้องมีการขออนุญาตเข้าถึงทุกครั้ง และเคารพการตัดสินใจในการเข้าถึงของผู้ใช้ไม่ละเมิดสิทธิส่วนบุคคล

3.3) Use Case Diagram

เดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) เป็นระบบที่ใช้สำหรับการรับส่งข้อความผ่านเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นเสียงแบบอัลตราซาวนด์โดยผ่านการเข้ารหัสในฝั่งการส่งข้อความ และถอดรหัสในฝั่งการรับข้อความออกมา ซึ่งในระบบนี้จะเป็นการนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวมาใช้ร่วมกับกรณีในการส่งข้อความเชิงการตลาดให้กับร้านค้า และลูกค้าใน วัน เวลา และสถานที่ที่ต้องการผ่านการใช้อุปกรณ์อาทิเช่น โทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต ที่มีการใช้เพียงแค่ลำโพงและไมโครโฟนเพียงเท่านั้น ซึ่งจะช่วยให้เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์สามารถเป็นเครื่องมือในการโฆษณาที่เหมาะสมได้ โดยสามารถใช้เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์แบ่งระบบการทำงานได้เป็น 2 ระบบ ดังนี้

3.3.1) Use Case Diagram ระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง

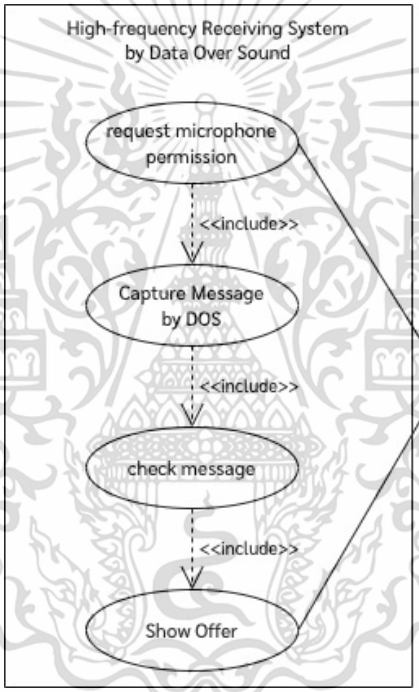


รูปที่ 3.1 Use Case Diagram ระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูงเป็นระบบสำหรับร้านค้าที่ใช้ในการส่งคลื่นอัลตราซาวนด์ผ่านข้อความเสียง ซึ่งเป็นคลื่นที่มีความถี่สูงที่คนกลุ่มน้อยจะสามารถได้ยิน โดยมีการทำงานของระบบเริ่มจาก เมื่อร้านค้าทำการเปิดแอปพลิเคชันของร้านค้าขึ้นมา ระบบจะทำการขออนุญาตเข้าถึงลำโพงเพื่อใช้ในการส่งข้อความเสียงออกมาภายในร้านค้า ซึ่งร้านค้าจะต้องอนุญาตในการเข้าถึงลำโพงจึงจะสามารถใช้ในการส่งข้อความซึ่งเป็นข้อเสนอทางการค้าไปให้กับลูกค้าได้ นอกจากนี้ร้านค้าสามารถเลือกกดข้อเสนอทางการค้าได้อย่างหลากหลายตามที่ร้านค้าต้องการเสนอไปให้กับลูกค้า

3.3.2) Use Case Diagram ระบบการรับข้อความที่มีคลื่นความถี่สูง



รูปที่ 3.2 Use Case Diagram ระบบการรับข้อความที่มีคลื่นความถี่สูง

ระบบการรับข้อความที่มีคลื่นความถี่สูงเป็นระบบสำหรับลูกค้าที่ใช้ในการรับคลื่นอัลตราซาวนด์ซึ่งรับมาในรูปแบบข้อความเสียง โดยมีการทำงานของระบบเริ่มจากที่ลูกค้าเปิดแอปพลิเคชันของลูกค้าขึ้น ระบบจะทำการขออนุญาตเข้าถึงไมโครโฟนเพื่อใช้ในการรับข้อความเสียงจากร้านค้า ซึ่งลูกค้าจะต้องทำการอนุญาตให้เข้าถึงไมโครโฟนและอยู่ในบริเวณร้านค้าจึงจะสามารถรับข้อความเสียงซึ่งเป็นข้อเสนอทางการค้าที่ทางร้านค้าส่งมาได้ หลังจากได้ข้อความเสียงที่รับมาจากร้านค้าแล้วนั้น ระบบจะทำการเช็คข้อความดังกล่าวว่าตรงกับที่มีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้าหากตรงกับที่มีอยู่ในรายชื่อข้อเสนอทางการค้านั้นก็จะทำการแจ้งเตือนไปที่ลูกค้า เพื่อเป็นการโฆษณาหรือเป็นการแสดงข้อเสนอทางการค้าให้กับลูกค้าที่อยู่ในพื้นที่ที่กำหนดหรือภายในร้านค้า

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณี ... ที่มีการนำไปใช้

3.4) Use Case Description

3.4.1) Request speaker permission

ตารางที่ 3.1 Use Case Description ของ Request speaker permission

Name	Request speaker permission
Description	ก่อนเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะต้องทำการอนุญาตการเข้าถึงลำโพงเพื่อใช้ในการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นเสียงอัลตราซาวนด์
Input	-
Output	-
Condition	เมื่อมีการกดเข้าสู่แอปพลิเคชันของฝั่งร้านค้า

3.4.2) Send Message by DOS

ตารางที่ 3.2 Use Case Description ของ Send Message by DOS

Name	Send Message by DOS
Description	เป็นการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นเสียงอัลตราซาวนด์จากร้านค้าไปยังลูกค้า
Input	รหัสข้อเสนอทางการค้า
Output	ข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นเสียงอัลตราซาวนด์ของรหัสข้อเสนอทางการค้า
Condition	ผู้ใช้งานจะต้องทำการอนุญาตการเข้าถึงลำโพงก่อนหน้าที่จะทำการกดส่งข้อความเสียง

3.4.3) Request microphone permission

ตารางที่ 3.3 Use Case Description ของ Request microphone permission

Name	Request microphone permission
Description	ก่อนเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน ผู้ใช้งานจะต้องทำการอนุญาตการเข้าถึงไมโครโฟนเพื่อใช้ในการรับข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นเสียงอัลตราซาวนด์
Input	-
Output	-
Condition	เมื่อมีการกดเข้าสู่แอปพลิเคชันของฝั่งลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4) Capture Message by DOS

ตารางที่ 3.4 Use Case Description ของ Capture Message by DOS

Name	Capture Message by DOS
Description	เป็นการดักจับข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นเสียงอัลตราซาวนด์จากร้านค้าไปยังลูกค้า
Input	ข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นเสียงอัลตราซาวนด์ของรหัสข้อเสนอทางการค้า
Output	รหัสข้อเสนอทางการค้า
Condition	ผู้ใช้งานจะต้องทำการอนุญาตการเข้าถึงไมโครโฟนก่อนหน้าที่จะทำการดักจับข้อความเสียง

3.4.5) Check message

ตารางที่ 3.5 Use Case Description ของ Check message

Name	Check message
Description	เป็นการตรวจสอบรหัสข้อเสนอทางการค้าที่ได้จากการดักจับข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงว่าตรงตามฐานข้อมูลที่จัดเก็บหรือไม่
Input	ข้อความที่ได้จากการดักจับข้อความเสียงหรือรหัสข้อเสนอทางการค้า
Output	รายละเอียดข้อเสนอทางการค้า
Condition	จะต้องมีการดักจับข้อความสำเร็จแล้ว

3.4.6) Show offer

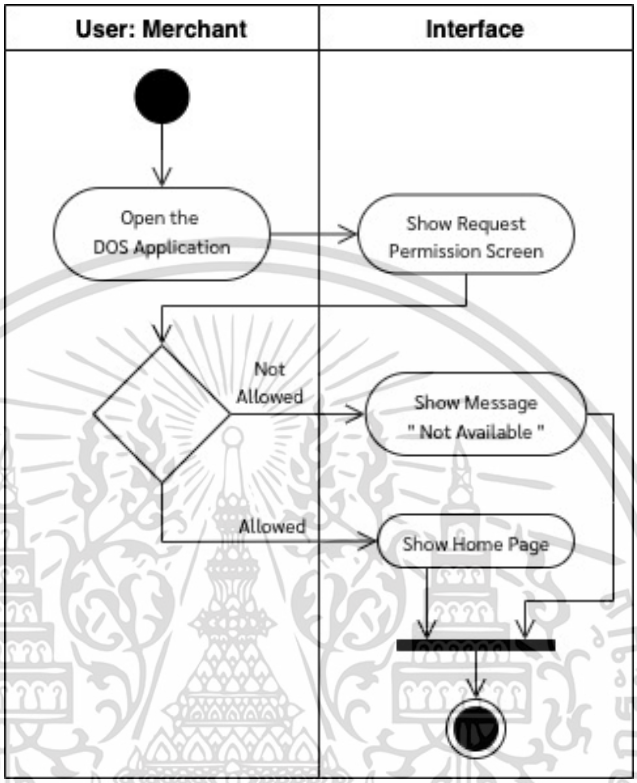
ตารางที่ 3.6 Use Case Description ของ Show offer

Name	Show offer
Description	เป็นการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าให้กับลูกค้า
Input	รายละเอียดข้อเสนอทางการค้า
Output	แจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า
Condition	จะต้องมีการตรวจสอบข้อเสนอทางการค้าสำเร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5) Activity Diagram

3.5.1) Activity Diagram ของการเข้าใช้แอปพลิเคชัน

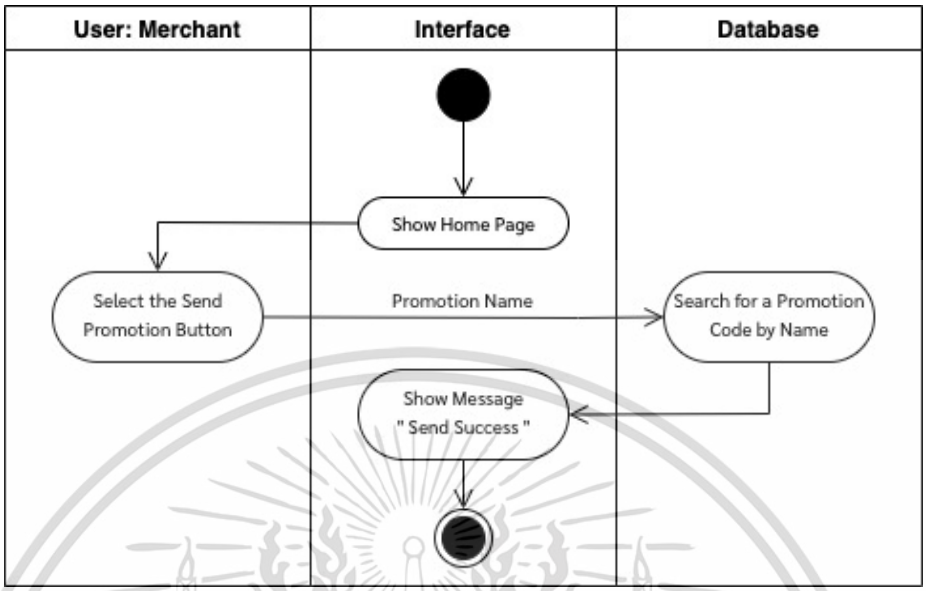


รูปที่ 3.3 Activity Diagram ของการเข้าใช้แอปพลิเคชัน

กระบวนการในการเข้าใช้แอปพลิเคชันทั้งแอปพลิเคชันสำหรับร้านค้าและลูกค้าจะต้องมีการขออนุญาตเข้าถึงลำโพงสำหรับร้านค้าเพื่อใช้ในการส่งข้อความเสียง และไมโครโฟนสำหรับลูกค้าเพื่อใช้ในการจับข้อความเสียง ซึ่งระบบจะแสดงหน้าต่างขึ้นมาในการขออนุญาตเข้าถึงซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะอนุญาตให้มีการเข้าถึงหรือไม่ หากไม่อนุญาตระบบจะแสดงข้อความว่าไม่สามารถเข้าใช้งานได้ เนื่องจากเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จะต้องมีการใช้ลำโพงและไมโครโฟนในการรับส่งข้อความเท่านั้น และถ้าหากผู้ใช้งานอนุญาตให้สามารถเข้าถึงได้ ระบบจะสามารถทำงานในขั้นต่อไปและแสดงหน้าจอหลักของการทำงานขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2) Activity Diagram ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง

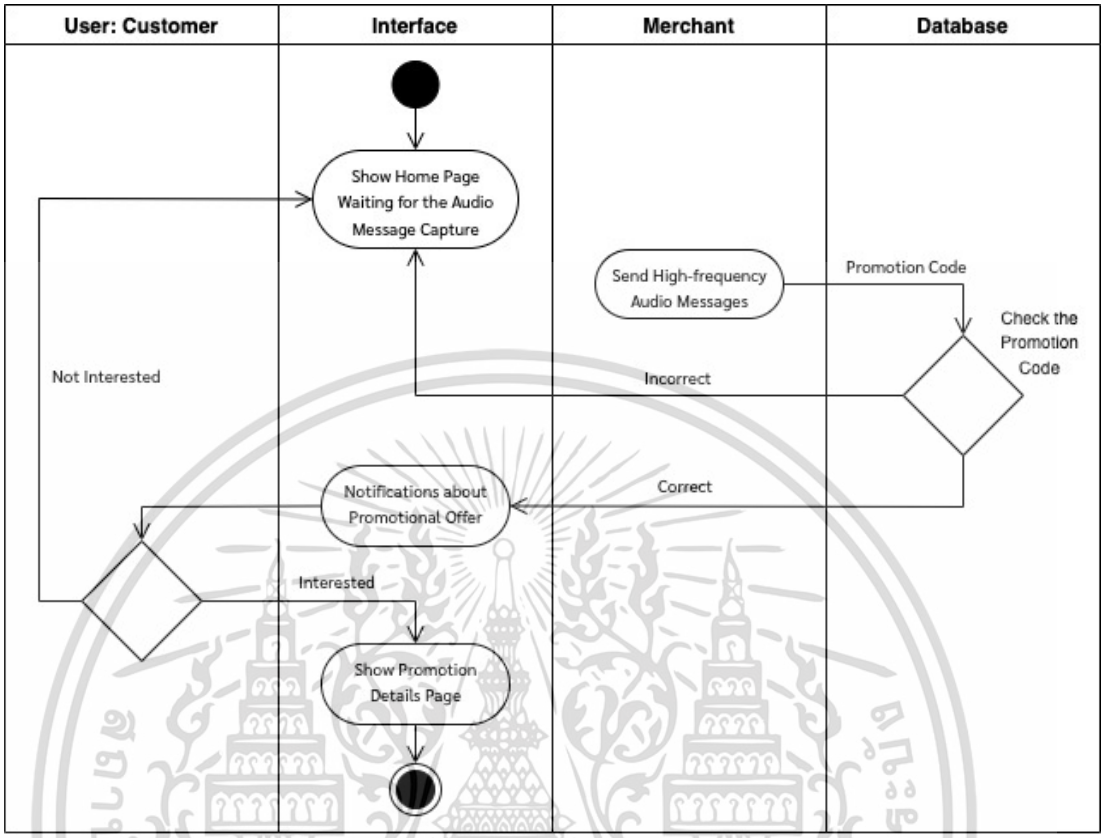


รูปที่ 3.4 Activity Diagram ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง

กระบวนการในการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงจะเริ่มหลังจากที่มีผู้ใช้งานซึ่งเป็นฝั่งร้านค้ามีการอนุญาตให้เข้าถึงลำโพงได้และแสดงหน้าหลักของแอปพลิเคชัน ซึ่งหลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะให้มีการส่งข้อความเสียงจากข้อเสนอทางการค้าใด โดยเมื่อทำการกดปุ่มข้อเสนอทางการค้านั้นจะไปทำการส่งชื่อข้อเสนอทางการค้าไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการเลือกใช้ข้อความเสียงที่ส่งซึ่งเป็นข้อความจากรหัสของข้อเสนอทางการค้า และทำการส่งข้อความเสียงที่เป็นคลื่นอัลตราซาวนด์ไปให้กับลูกค้า โดยเมื่อทำการส่งข้อความเสียงเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้น ระบบจะแสดงข้อความว่าทำการส่งข้อความสำเร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3) Activity Diagram ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง



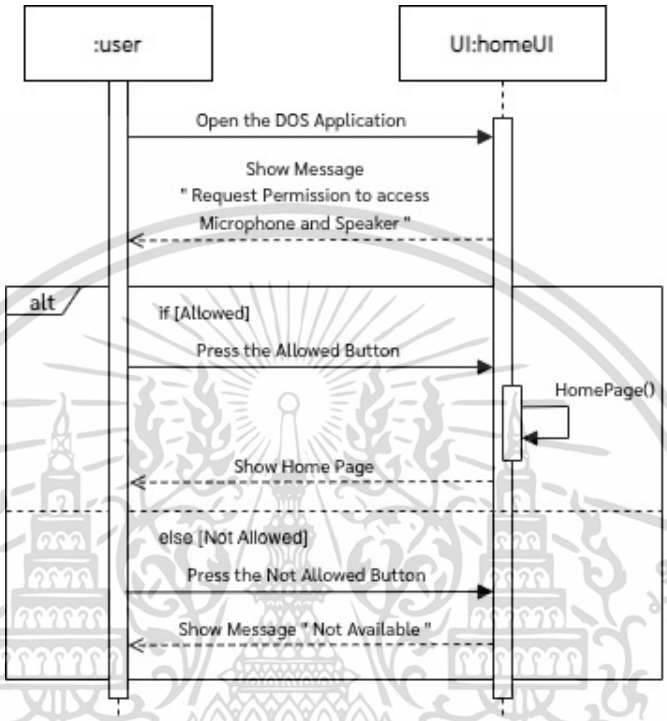
รูปที่ 3.5 Activity Diagram ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง

กระบวนการในการรับข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงจะเริ่มหลังจากที่มีผู้ใช้งานซึ่งเป็นฝั่งลูกค้ามีการอนุญาตให้เข้าถึงไมโครโฟนได้และแสดงหน้าหลักของแอปพลิเคชันซึ่งจะเริ่มทำการจับข้อความเสียงทันที และเมื่อร้านค้าทำการส่งข้อความเสียงที่เป็นคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นอัลตราซาวนด์มาแล้วนั้น จะนำข้อความเสียงที่ดักจับได้มาทำการเช็คกับฐานข้อมูลว่ามีรหัสข้อเสนอทางการค้านี้หรือไม่ ถ้าหากไม่มีรหัสข้อเสนอทางการค้านี้แล้วนั้น ก็จะกลับไปยังหน้าหลักของแอปพลิเคชันและเริ่มทำการจับข้อความเสียงใหม่อีกรอบ แต่ถ้าหากรหัสข้อเสนอทางการค้านี้ตรงกับที่มีในฐานข้อมูลระบบจะทำการแจ้งเตือนไปที่หน้าจอแอปพลิเคชันเพื่อทำการเสนอข้อเสนอทางการค้านี้ให้กับลูกค้า โดยถ้าหากลูกค้าไม่สนใจข้อเสนอทางการค้าดังกล่าว จะกลับไปยังหน้าหลักและมีการทำงานเช่นเดิม แต่ถ้าหากลูกค้าสนใจในข้อเสนอทางการนี้ ระบบจะทำการแสดงรายละเอียดทั้งหมดของข้อเสนอทางการค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6) Sequence Diagram

3.6.1) Sequence Diagram ของการขออนุญาตเข้าถึง

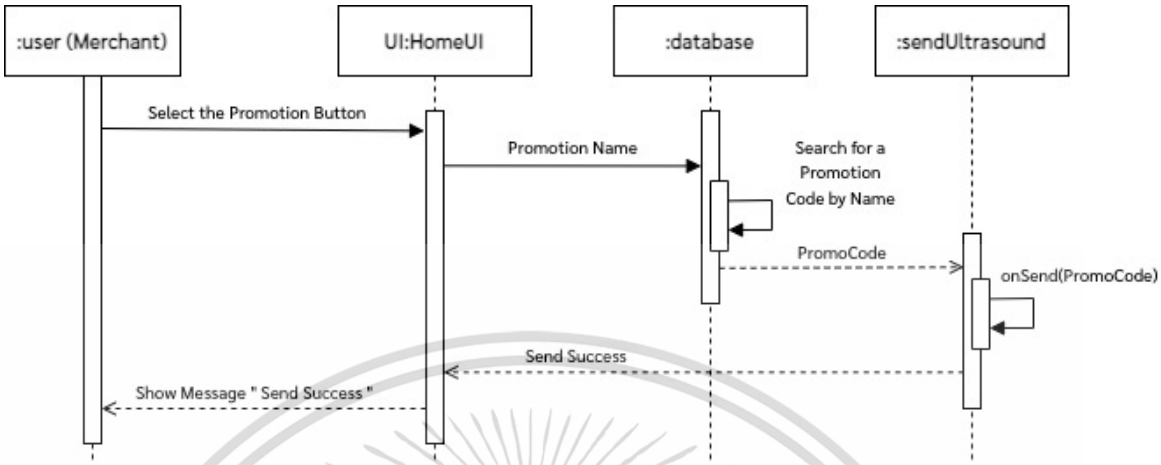


รูปที่ 3.6 Sequence Diagram ของการขออนุญาตเข้าถึง

จากรูปด้านบนเป็น Sequence Diagram ของการขออนุญาตเข้าถึง โดยเริ่มต้นจากออบเจ็กต์ของผู้ใช้งานระบบจากคลาสผู้ใช้งาน ทำการเปิดแอปพลิเคชัน จากนั้นหน้า user interface จะทำการแสดงหน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงลำโพงสำหรับแอปพลิเคชันในฝั่งร้านค้าซึ่งเป็นการส่งข้อความเสียงจากคลื่นอัลตราซาวนด์ และแสดงหน้าต่างขออนุญาตเข้าถึงไมโครโฟนในฝั่งลูกค้าซึ่งเป็นการดักจับข้อความเสียงจากคลื่นอัลตราซาวนด์ โดยถ้าหากผู้ใช้งานกดปุ่ม Allowed จะทำการเรียกฟังก์ชัน HomePage() เพื่อแสดงหน้าจอของแอปพลิเคชันในการเข้าสู่หน้าหลัก แต่ถ้าหากผู้ใช้งานกดปุ่ม Not Allowed จะทำการแสดงข้อความ ไม่สามารถเข้าใช้งานได้บนหน้าจอของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2) Sequence Diagram ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง

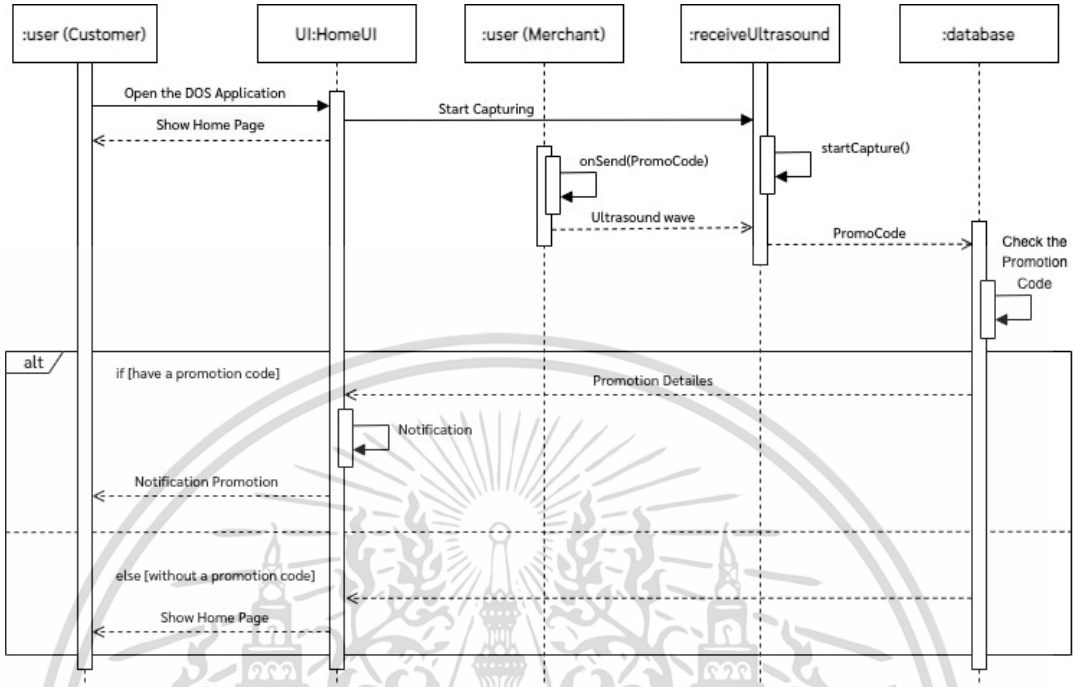


รูปที่ 3.7 Sequence Diagram ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง

จากรูปด้านบนเป็น Sequence ของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง โดยเริ่มต้นจากออบเจ็กต์ของผู้ใช้งานระบบจากคลาสผู้ใช้งานในฝั่งของร้านค้า (Merchant) ทำการเลือกปุ่มข้อเสนอทางการค้านั้นแล้วจะทำการส่งชื่อข้อเสนอทางการค้า หรือ Promotion Name ไปยังออบเจ็กต์ฐานข้อมูลเพื่อทำการนำชื่อข้อเสนอทางการค้าที่ร้านค้าเลือกไปทำการค้นหารหัสของข้อเสนอทางการค้าหรือ PromoCode นั้นส่งไปยังออบเจ็กต์ sendUltrasound เพื่อนำรหัสของข้อเสนอทางการค้าที่ได้จากฐานข้อมูลส่งไปให้กับลูกค้า โดยผ่านฟังก์ชัน onSend(PromoCode) ที่จะทำการนำรหัสของข้อเสนอทางการค้าที่ได้ไปทำการเข้ารหัสและส่งออกมาเป็นข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือการส่งผ่านคลื่นเสียงอัลตราซาวนด์ โดยฟังก์ชันดังกล่าวมีค่าพารามิเตอร์เป็นรหัสของข้อเสนอทางการค้าหรือ PromoCode และเมื่อทำการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงเรียบร้อยแล้วนั้น ที่หน้าจอแสดงผลจะแสดงข้อความบนหน้าจอว่าได้ทำการส่งสำเร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3) Sequence Diagram ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง

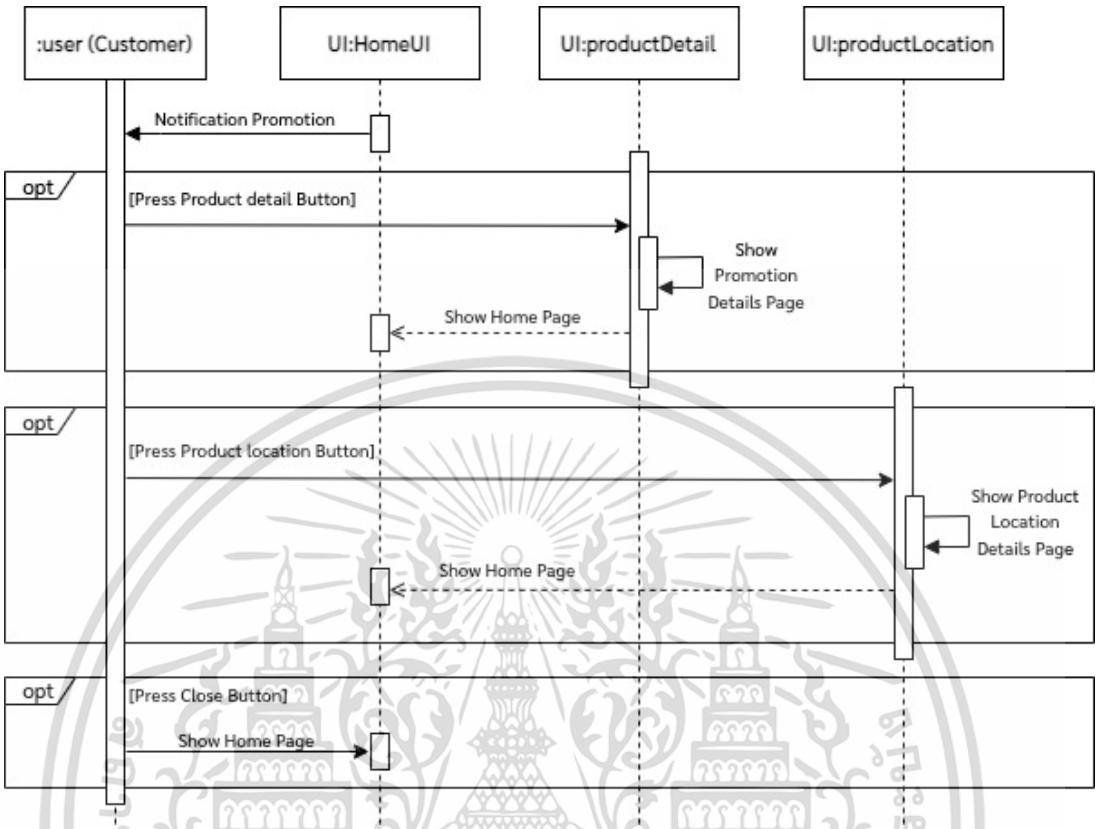


รูปที่ 3.8 Sequence Diagram ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง

จากรูปด้านบนเป็น Sequence ของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง โดยเริ่มต้นจากออบเจ็กต์ของผู้ใช้งานระบบจากคลาสผู้ใช้งานในฝั่งของลูกค้า (Customer) ทำการเข้าสู่แอปพลิเคชัน ระบบจะเริ่มทำการเริ่มต้นดักจับข้อความเสียง ซึ่งเรียกใช้งานผ่านออบเจ็กต์ reciveUltrasound ผ่านฟังก์ชัน startCapture() ซึ่งจะรอข้อความเสียงที่มีความถี่สูงส่งมาจากร้านค้า ในระหว่างนี้ก็จะแสดงหน้าจอหน้าหลักของแอปพลิเคชัน โดยเป็นการทำงานแบบ Background apps หรือ ทำงานในการดักจับข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงหรือคลื่นเสียงอัลตราวด์อยู่เบื้องหลัง เพื่อรอร้านค้าส่งข้อความเสียงดังกล่าวมา และเมื่อร้านค้าส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงมาแล้วนั้น ฟังก์ชัน startCapture() จะทำการดักจับข้อความเสียง และทำการถอดรหัสออกมาเป็นรหัสข้อเสนอทางการค้าหรือ PromoCode และทำการส่งค่าที่ได้ไปยังออบเจ็กต์ฐานข้อมูล เพื่อทำการตรวจสอบว่ามีรหัสข้อเสนอทางการค้านี้หรือไม่ โดยถ้าหากมีรหัสข้อเสนอทางการค้านี้ในฐานข้อมูลจะทำการดึงข้อมูลรายละเอียดส่งกลับมายัง user interface เพื่อแสดงหน้าต่างการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้านี้ให้กับลูกค้า แต่ถ้าหากไม่มีข้อเสนอทางการค้านี้ในฐานข้อมูลก็จะไม่ขึ้นอะไรที่ user interface จะเป็นเพียงการแสดงหน้าหลักของแอปพลิเคชัน และทำการดักจับข้อความเสียงแบบ Background apps เช่นเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4) Sequence Diagram ของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า



รูปที่ 3.9 Sequence Diagram ของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า

จากรูปด้านบนเป็น Sequence ของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า โดยเริ่มต้นจากออบเจ็กต์หน้าจอหลักในฝั่งลูกค้าซึ่งทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งาน ซึ่งในหน้าต่างแสดงการแจ้งเตือนของผู้ใช้งานนั้นจะปรากฏปุ่มทั้งหมด 3 ปุ่มคือ ปุ่ม Product detail ปุ่ม Product location และปุ่มปิด โดยหากผู้ใช้งานเลือกปุ่ม ปุ่ม Product detail จะทำเรียกใช้ยังออบเจ็กต์ของหน้าจอ productDetail เพื่อทำการแสดงรายละเอียดสินค้าจากข้อเสนอทางการค้าและกลับไปยังหน้าหลักของแอปพลิเคชัน แต่ถ้าหากผู้ใช้งานเลือกปุ่ม Product location จะทำการเรียกใช้งออบเจ็กต์ productLocation เพื่อทำการแสดงรายละเอียดที่ตั้งของสินค้าดังกล่าวตามข้อเสนอทางการค้าว่ามีการตั้งอยู่ในสถานที่ใด และกลับไปยังหน้าหลักของแอปพลิเคชันเช่นเดียวกัน และหากผู้ใช้งานไม่สนใจข้อเสนอทางการค้าดังกล่าว ซึ่งผู้ใช้งานจะทำการกดปุ่มปิดการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้านี้ ซึ่งก็จะทำการคืนค่าไปยังหน้าหลักของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

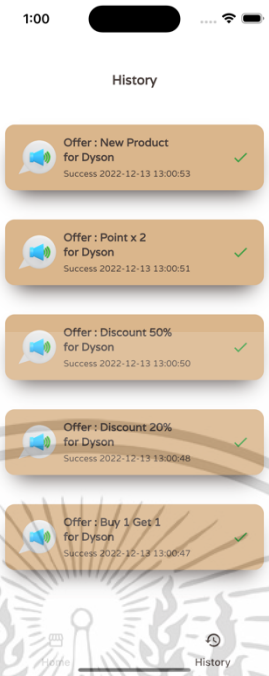
จากการออกแบบระบบที่ใช้สำหรับการรับและส่งข้อความเสียงซึ่งใช้คลื่นความถี่สูง หรือคลื่นอัลตราซาวนด์ในการส่งข้อมูล ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) มาใช้ในการแก้ปัญหาเชิงธุรกิจ ผ่านการทำ Proximity Marketing หรือการตลาดแบบใกล้ชิด โดยมีผลการดำเนินงานดังนี้

4.1) ผลการดำเนินโครงงาน

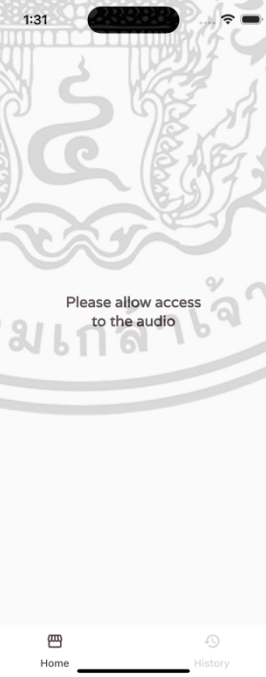
4.1.1) ผลการดำเนินงานระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง

รูปที่ 4.1 ภาพแสดงหน้าหลักของระบบการส่งข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



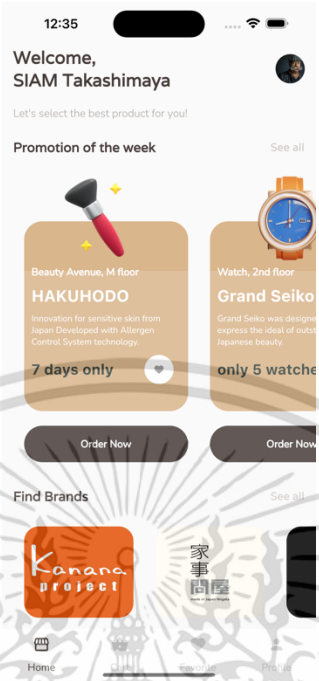
รูปที่ 4.2 ภาพแสดงหน้าประวัติการส่งข้อเสนอทางการค้าหลังจากที่มีการส่งข้อเสนอทางการค้าสำเร็จ



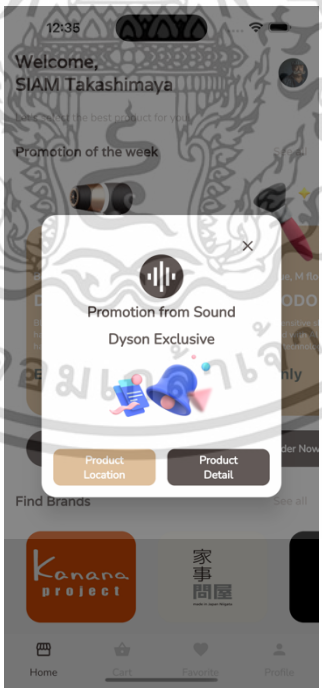
รูปที่ 4.3 ภาพแสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งานไม่สำเร็จ ต้องทำการอนุญาติการเข้าถึงลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2) ผลการดำเนินงานระบบการรับข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง



รูปที่ 4.4 ภาพแสดงหน้าหลักของระบบการรับข้อความผ่านคลื่นความถี่สูง



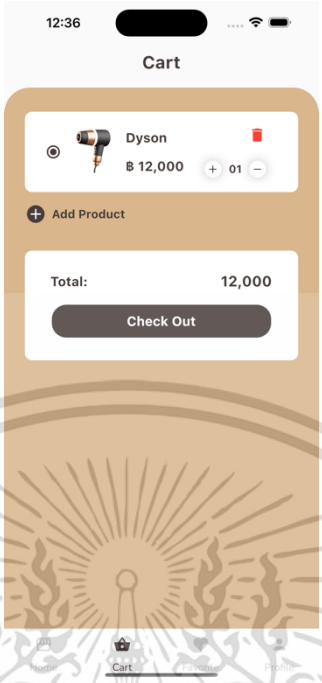
รูปที่ 4.5 ภาพแสดงหน้าหลักของระบบที่แสดงการแจ้งเตือนหลังจากที่ได้รับข้อเสนอทางการค้าจากการดักจับข้อความเสียงผ่านคลื่นความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 ภาพแสดงหน้า Product location แสดงรายละเอียดที่ตั้งสินค้า

รูปที่ 4.7 ภาพแสดงหน้า Product detail แสดงรายละเอียดสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ภาพแสดงหน้าตะกร้าสินค้า

รูปที่ 4.9 ภาพแสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งานไม่สำเร็จ ต้องทำการอนุญาติการเข้าถึงไมโครโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2) ผลการศึกษาขั้นตอนการออกแบบกรณีทดสอบ (Test Case)

ผลการศึกษาขั้นตอนการออกแบบกรณีทดสอบเป็นขั้นตอนการทดสอบระบบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบไม่ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ (Manual Testing) ในส่วนของผลการทดสอบจะมีการประเมินผลการทดสอบคือ ผ่าน (Pass) และไม่ผ่าน (FAIL) ซึ่งถ้าหากมีกรณีที่ผลการทดสอบไม่ผ่านแล้วนั้น จะต้องถูกนำมาพัฒนาแก้ไขข้อบกพร่องที่ไม่สามารถผ่านการทดสอบได้ และเมื่อพัฒนาแก้ไขเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการทดสอบอีกครั้งจนกว่าผลทดสอบ จะมีการประเมินผลการทดสอบเป็นผ่าน โดยแสดงรายละเอียด ดังนี้

4.2.1) ผลการทดสอบของการขออนุญาตการเข้าถึง

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดสอบของการขออนุญาตการเข้าถึง

Test Case ID	Test Case Objective	Test Case Steps	Expected Result	Actual Result	Status
TC_01	ตรวจสอบการขออนุญาตการเข้าถึงลำโพงในกรณีผู้ใช้อนุญาตให้เข้าถึง	1. เปิดเข้าใช้งานแอปพลิเคชันฝั่งร้านค้า 2. กดปุ่ม อนุญาตให้เข้าถึงลำโพง	แสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน	แสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน	PASS
TC_02	ตรวจสอบการขออนุญาตการเข้าถึงลำโพงในกรณีผู้ใช้ไม่อนุญาตให้เข้าถึง	1. เปิดเข้าใช้งานแอปพลิเคชันฝั่งร้านค้า 2. กดปุ่ม ไม่อนุญาตให้เข้าถึงลำโพง	แสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งานไม่สำเร็จ	แสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งานไม่สำเร็จ	PASS
TC_03	ตรวจสอบการขออนุญาตการเข้าถึงไมโครโฟนในกรณีผู้ใช้อนุญาตให้เข้าถึง	1. เปิดเข้าใช้งานแอปพลิเคชันฝั่งลูกค้า 2. กดปุ่ม อนุญาตให้เข้าถึงไมโครโฟน	แสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชันและเริ่มการดักจับข้อความเสียง	แสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชันและเริ่มการดักจับข้อความเสียง	PASS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดสอบของการขออนุญาตการเข้าถึง (ต่อ)

Test Case ID	Test Case Objective	Test Case Steps	Expected Result	Actual Result	Status
TC_04	ตรวจสอบการขออนุญาตการเข้าถึงไมโครโฟนในกรณีผู้ใช้ไม่อนุญาตให้เข้าถึง	1. เปิดเข้าใช้งานแอปพลิเคชันฝั่งลูกค้า 2. กดปุ่ม ไม่อนุญาตให้เข้าถึงไมโครโฟน	แสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งานไม่สำเร็จ	แสดงหน้าจอเข้าสู่การใช้งานไม่สำเร็จ	PASS

4.2.2) ผลการทดสอบของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง

ตารางที่ 4.2 ตารางผลการทดสอบของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง

Test Case ID	Test Case Objective	Test Case Steps	Expected Result	Actual Result	Status
TC_01	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 1	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้า 1 ที่ร้านค้า	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	PASS
TC_02	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 2	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้า 2 ที่ร้านค้า	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	PASS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางผลการทดสอบของการส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูง (ต่อ)

Test Case ID	Test Case Objective	Test Case Steps	Expected Result	Actual Result	Status
TC_03	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 3	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้า 3 ที่ร้านค้า	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	PASS
TC_04	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 4	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้า 4 ที่ร้านค้า	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	PASS
TC_05	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 5	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้า 5 ที่ร้านค้า	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	PASS
TC_06	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 6	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้า 6 ที่ร้านค้า	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	แสดงข้อความส่งสำเร็จ	PASS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3) ผลการทดสอบของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดสอบของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง

Test Case ID	Test Case Objective	Test Case Steps	Expected Result	Actual Result	Status
TC_01	ตรวจสอบการรับข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 1	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 1 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 1 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 1 ให้กับผู้ใช้	PASS
TC_02	ตรวจสอบการรับข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 2	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 2 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 2 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 2 ให้กับผู้ใช้	PASS
TC_03	ตรวจสอบการรับข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 3	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 3 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 3 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 3 ให้กับผู้ใช้	PASS
TC_04	ตรวจสอบการรับข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 4	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 4 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 4 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 4 ให้กับผู้ใช้	PASS
TC_05	ตรวจสอบการรับข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 5	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 5 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 5 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 5 ให้กับผู้ใช้	PASS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางผลการทดสอบของการรับข้อความเสียงจากคลื่นความถี่สูง (ต่อ)

Test Case ID	Test Case Objective	Test Case Steps	Expected Result	Actual Result	Status
TC_06	ตรวจสอบการรับข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์สำหรับข้อเสนอทางการค้า 6	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 6 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 6 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 6 ให้กับผู้ใช้	PASS
TC_07	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์ที่ระยะทาง 1 เมตร	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 1 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า โดยห่างจากอุปกรณ์ของลูกค้าระยะทาง 1 เมตร	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 1 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 1 ให้กับผู้ใช้	PASS
TC_08	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์ที่ระยะทาง 2 เมตร	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 1 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า โดยห่างจากอุปกรณ์ของลูกค้าระยะทาง 2 เมตร	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 1 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 1 ให้กับผู้ใช้	PASS
TC_09	ตรวจสอบการส่งข้อความเสียงผ่านคลื่นอัลตราซาวนด์ที่ระยะทาง 2.5 เมตร	1. กดปุ่ม ข้อเสนอทางการค้าที่ 1 บนแอปพลิเคชันของร้านค้า โดยห่างจากอุปกรณ์ของลูกค้าระยะทาง 2.5 เมตร	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 1 ให้กับผู้ใช้	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าที่ 1 ให้กับผู้ใช้	PASS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4) ผลการทดสอบของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า

ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดสอบของการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า

Test Case ID	Test Case Objective	Test Case Steps	Expected Result	Actual Result	Status
TC_01	ตรวจสอบการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า ในกรณีผู้ใช้งานกดปุ่ม Product Detail	1. กดปุ่ม Product Detail	แสดงหน้าจอ Product Detail	แสดงหน้าจอ Product Detail	PASS
TC_02	ตรวจสอบการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า ในกรณีผู้ใช้งานกดปุ่ม Product Location	1. กดปุ่ม Product Location	แสดงหน้าจอ Product Location	แสดงหน้าจอ Product Location	PASS
TC_03	ตรวจสอบการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า ในกรณีผู้ใช้งานกดปุ่มปิด	1. กดปุ่มปิด	แสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน	แสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน	PASS
TC_04	ตรวจสอบการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้า ในกรณีผู้ใช้งานไม่กดปุ่มอะไรเลย	-	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าเช่นเดิม	แสดงการแจ้งเตือนข้อเสนอทางการค้าเช่นเดิม	PASS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1) สรุปผลการดำเนินงาน

จากการได้รับโอกาสเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษากับทีม Innovation Lab บริษัท อยุธยา แคปปิตอล เซอร์วิสเซส จำกัด ผู้จัดทำได้รับมอบหมายให้ทำการศึกษา ค้นคว้าหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการสื่อสารระยะใกล้ ตลอดจนพัฒนาเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) ซึ่งเป็นการพัฒนาเทคโนโลยีในการส่งต่อข้อมูลระหว่างกัน โดยใช้คลื่นความถี่สูงหรือคลื่นอัลตราซาวนด์ในการส่งข้อมูล และสามารถส่งต่อข้อมูลระหว่างกันโดยที่ไม่จำเป็นต้องมีการจับคู่ของอุปกรณ์

โดยมีการจัดทำผ่าน Mobile Application หรือแอปพลิเคชันมือถือ ซึ่งรองรับในระบบปฏิบัติการ Android และระบบปฏิบัติการ iOS ทั้งฝั่งผู้ส่งในการเข้ารหัสเพื่อแปลงเป็นคลื่นความถี่สูงไปยังผู้รับ และฝั่งผู้รับในการถอดรหัสจากคลื่นความถี่สูงที่ส่งมาจากผู้ส่ง โดยผู้จัดทำได้ทำการพัฒนาเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ในส่วนของการนำไปทดลองใช้เพื่อใช้แก้ปัญหาเชิงธุรกิจผ่านการทำ Proximity Marketing หรือการตลาดแบบใกล้ชิด ในกรณีศึกษาของการนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ไปใช้เพื่อทดสอบคุณสมบัติ และความเหมาะสมของการนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาเชิงธุรกิจขององค์กรในอนาคต

ซึ่งผู้จัดทำได้ทำการพัฒนาเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ไปใช้ในการแก้ปัญหาเชิงธุรกิจผ่านการทำ Proximity Marketing หรือการตลาดแบบใกล้ชิดได้สำเร็จ และมีการทดสอบว่าเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์สามารถใช้งานได้จริง ในกรณีการทำ Proximity Marketing ตลอดจนเรียนรู้ประสบการณ์การทำงาน และลักษณะการทำงานเป็นทีม รวมไปถึงฝึกฝนทักษะในการแก้ไขปัญหาและการสื่อสารกับผู้อื่น

5.2) ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์มีข้อจำกัดในด้านการใช้งาน ซึ่งค่อนข้างเหมาะกับการทำงานในรูปแบบ one – one หรือ one – many หรือกาบรอดคาสต์มากกว่า เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานแบบไม่ต้องมีการจับคู่กับอุปกรณ์ ทำให้ในการส่งข้อความ หากมีโพรโทคอลเดียวกับผู้ส่งนั้นอาจเกิดผลเสียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แม้ในการใช้งานเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ในการรับส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นความถี่สูง แต่ยังมีจำนวนคนอีกกลุ่มหนึ่งที่ยังสามารถได้ยินเสียงในการรับส่งข้อความนี้อยู่ ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าเป็นผลมาจากที่อุปกรณ์สื่อสารในปัจจุบันมีการรองรับลำโพงที่มีความถี่ไม่สูงระดับเกินกว่าที่มนุษย์จะสามารถได้ยิน ทำให้เป็นข้อจำกัดในการพัฒนาเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ให้เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้ทุกกลุ่ม

3. ในการนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ไปใช้มีข้อจำกัดในด้านระยะทางการรับส่งข้อความเสียงทำให้อาจไม่ได้มีความเหมาะสมกับทุกกรณีการใช้งาน

4. หากมีการนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ไปใช้ในสถานที่โล่งแจ้ง หรือสถานที่ที่มีมลภาวะทางเสียง เทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์อาจไม่เหมาะสม หรือไม่สามารถตอบโจทย์การใช้งานกรณีนี้

5. ในการนำเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์ไปใช้ให้ปลอดภัยนั้น จะต้องสร้างโพรโทคอลในการรับส่งข้อความหรือมีการเข้ารหัส ถอดรหัสที่ปลอดภัย อันเนื่องมาจากคุณสมบัติการ Broadcasting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

Anonymous, (2019). **Data over sound would most likely be the next revolutionary mode of communication**. Retrieved July 15, 2022, from https://www.capgemini.com/no-no/2019/08/did-you-know-about-data-transmission-over-ultrasonic-frequencies/

Arm. Ltd. (2019). **Why data-over-sound is an integral part of any IoT engineer's toolbox: Chirp + Arm = frictionless low power connectivity**. Retrieved Aug 7, 2022, from https://armkeil.blob.core.windows.net/developer/Files/pdf/white-paper/chirp-arm-data-over-sound.pdf

Bhaskar Deo. (2021). **Why Data over sound is the future**. Retrieved Aug 21, 2022, from https://www.cxooutlook.com/why-data-over-sound-is-the-future/

Daniel Jones. (n.d.). **Chirping Communication Sending Data Over Sound**. Retrieved July 8, 2022, from https://www.scientia.global/wp-content/uploads/2017/10/Chirp.pdf

Djalma L. S. Silva. (n.d.). ***Data over Sound Technology Device-to-device communications & pairing without wireless radio networks.*** (n.d.). http://www.inf.puc-rio.br/~noemi/sd-19/seminarios/Djalma-Lucio-Data-over-Sound-Technology.pdf

From. **"Dvhan – Data Over Sound," (2021)**. By Anshul Maske and Lalit Chauragade, *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 8(6), p.972 (https://www.irjet.net/archives/V8/i6/IRJET-V8I6178.pdf).

H. Gupta, B. Nayak, A. Ashok and R. Pratap, **"Data-Over-Sound With PMUTs," in IEEE Open Journal of Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control**, vol. 2, pp. 152-161, 2022, doi: 10.1109/OJUFFC.2022.3197126.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

James Nesfield, (2019). **Sending Data Over Sound: How and Why?**. Retrieved July 11, 2022, from https://www.electronicdesign.com/industrial-automation/article/21808186/sending-data-over-sound-how-and-why

LISNR, (2021). **The State of Mobility in 2021**. Retrieved July 15, 2022, from https://lisnr.com/

Mehrabi, A., Mazzoni, A., **Jones, D. et al. Evaluating the user experience of acoustic data transmission**. *Pers Ubiquit Comput 24*, 655–668 (2020). https://doi.org/10.1007/s00779-019-01345-7

Simon Chandler, (2019). **How Data-Over-Sound Will Ensure A Permanently Connected IoT World**. Retrieved Aug 5, 2022, from https://www.forbes.com/sites/simonchandler/2019/10/18/how-data-over-sound-will-ensure-a-permanently-connected-iot-world/?sh=709f5f0d6343

S. Kim, H. Mun and Y. Lee, **"A Data-Over-Sound Application: Attendance Book," 2019 20th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS),** 2019, pp. 1-4, doi: 10.23919/APNOMS.2019.8892996.

TrillBit, (2022**). Data Over Sound for IoT**. Retrieved Aug 3, 2022, from https://www.trillbit.com/trillbit/blog

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์

1. ทำการติดตั้ง ggwave libraly ภายใต้แอปพลิเคชัน Waver: Data Over Sound

รูปที่ ก.1 หน้าผลการค้นหา “waver”

2. ทำการทดสอบตามเกณฑ์ในการทดสอบเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จาก ggwave

ตารางที่ ก.1 ตารางเกณฑ์ในการทดสอบเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จาก ggwave

Criteria	Choice			
Distance	1 m	1.5 m	2 m	2.5 m
Two-way communication (if any)	iOS - android	android - android		
Max practical data transmission rate	Message 1	Message 2		
Correctness	10 times/ test			
Protocol (based on frequency)	audible	ultrasound		
Direction	vertical	horizontal		

หมายเหตุ Message 1 คือข้อความขนาดสั้นไม่เกิน 20 ตัวอักษร, Message 1 คือข้อความขนาดยาวมากกว่า 150 ตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบจากเกณฑ์ในการทดสอบเทคโนโลยีเดตาโอเวอร์ซาวนด์จาก ggwave

ผลการทดสอบในด้านระยะทาง หากช่วงระยะเกินกว่า 2 เมตรขึ้นไป การรับส่งข้อความเสียงที่มีคลื่นความถี่สูงจะสามารถทำได้ยากขึ้น (ส่ง 10 ครั้ง สามารถรับได้ประมาณ 7 ครั้ง ในกรณี 2.5 เมตร) หรืออาจกล่าวได้ว่าเหมาะสมกับการส่งข้อความในระยะใกล้ ช่วงระหว่างอุปกรณ์ของฝั่งผู้รับและผู้ส่งอยู่ห่างจากกันในระยะไม่เกิน 2 เมตร ในด้านการใช้งานของทั้ง 2 แพลตฟอร์ม สามารถใช้ได้ด้วยกันทั้งหมด ทั้ง iOS และ Android และในด้านข้อจำกัดของตัวอักษร มีข้อจำกัดข้อความที่ใช้ในการส่งไม่เกิน 140 ตัวอักษร หากเกินกว่านี้ข้อความที่เกินจะไม่สามารถดักจับได้อย่างถูกต้อง

และในส่วนของโพรโทคอลที่ใช้ในการส่ง หากใช้การส่งโพรโทคอลแบบ audible จะไม่สามารถทนต่อเสียงรบกวนจากสภาพแวดล้อมภายนอกอาทิเช่น เสียงเพลง เสียงการก่อสร้างได้เท่าโพรโทคอลแบบ ultrasound ซึ่งมีความถี่สูงกว่า แต่หากมีเสียงรบกวนในช่วงที่มีความถี่สูงเท่ากับโพรโทคอลแบบ ultrasound ก็จะไม่สามารถทำงานได้เช่นกัน และท้ายสุดในเรื่องของทิศทางการวางอุปกรณ์นั้น จากการวางทิศทางในการวาง ให้ลำโพงของฝั่งส่งหันเข้าหากับไมโครโฟนของฝั่งผู้รับจะสามารถเกิดความถูกต้องของข้อความที่ทำการดักจับได้มากที่สุด

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอเพิ่มเติมหลังจากทำการทดสอบว่า เมื่อฝั่งผู้ส่งจะทำการส่งชุดข้อความจะต้องมีการปรับระดับเสียงของอุปกรณ์ในช่วง 80% ถึง 100% จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น ซึ่งหมายถึงฝั่งผู้รับข้อความสามารถดักจับข้อความได้ครบถ้วน

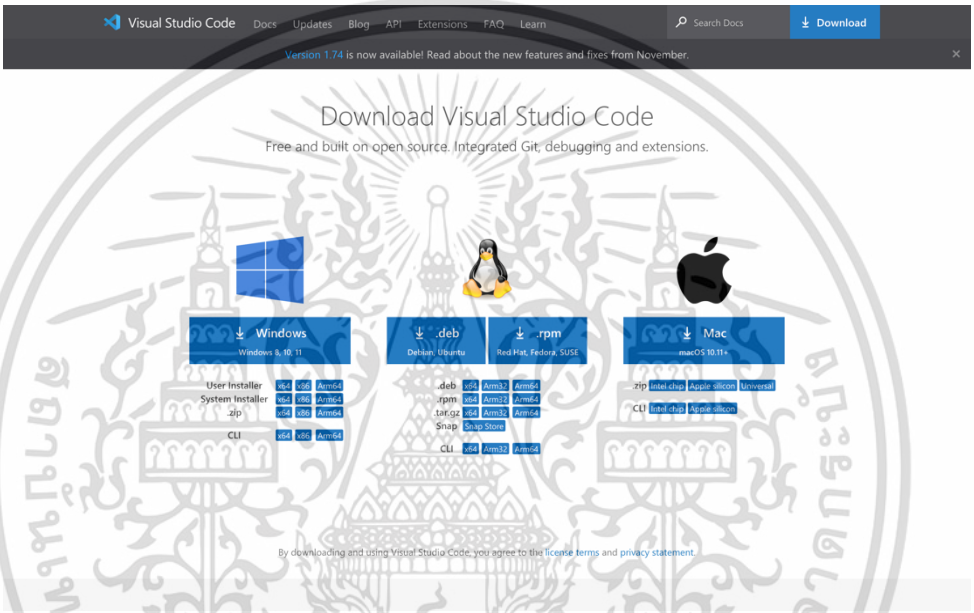
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการติดตั้งเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ข.1 การติดตั้ง Visual Studio Code

1. ดาวน์โหลด Visual Studio Code ได้ที่ https://code.visualstudio.com/Download



รูปที่ ข.1 หน้าเว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลด Visual Studio Code

2. หลังจากที่ดาวน์โหลดเสร็จสิ้น ให้ทำการแตกไฟล์ในข้างต้น

รูปที่ ข.2 ไฟล์ Visual Studio Code หลังจากทำการดาวน์โหลดเสร็จสิ้น

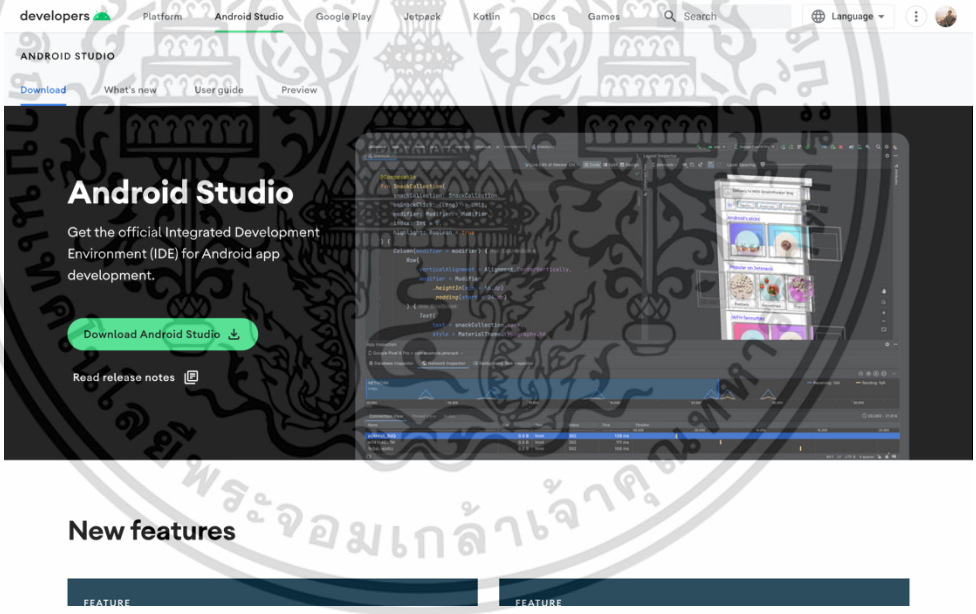
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หลังจากทำการแตกไฟล์ zip จะปรากฏไอคอนของ Visual Studio Code บนหน้าจอ

รูปที่ ข.3 ไฟล์ Visual Studio Code หลังจากทำการแตกไฟล์ zip

ข.2 การติดตั้ง Android Studio

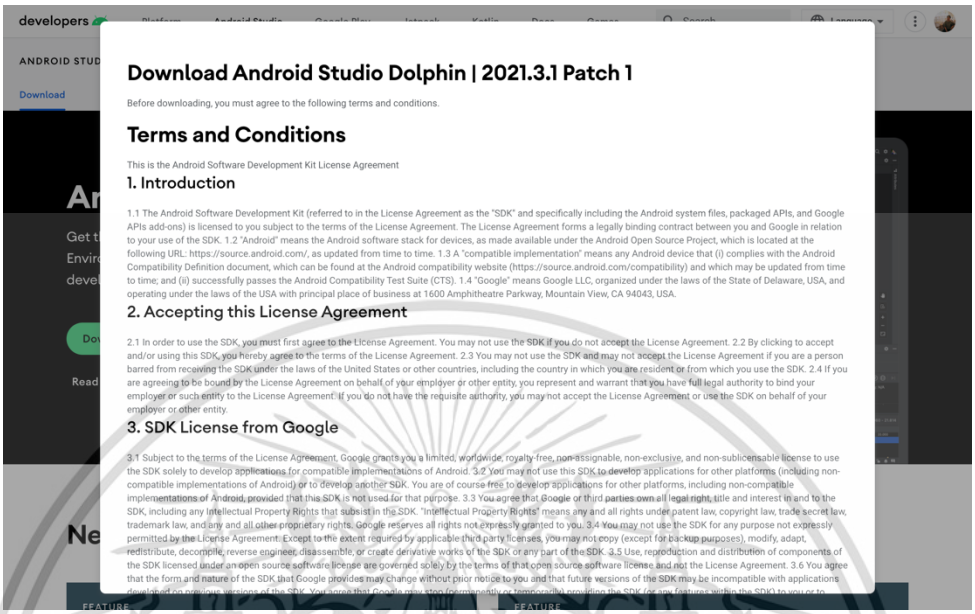
1. ดาวน์โหลด Visual Studio Code ได้ที่ https://developer.android.com/studio



รูปที่ ข.4 หน้าเว็บไซต์สำหรับดาวน์โหลด Android Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อกดดาวน์โหลดจะมี Term & Condition ให้อ่านให้เรียบร้อย



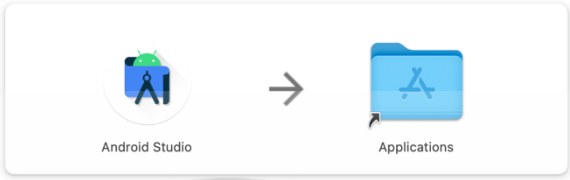
รูปที่ ข.5 หน้าเว็บไซต์ Android Studio ในส่วนของ Term & Condition

3. หลังจากที่ดาวน์โหลดเสร็จสิ้นจะได้ไฟล์นามสกุล .dmg ให้ทำการกดเข้าไป

รูปที่ ข.6 ไฟล์ของ Android Studio หลังจากทำการดาวน์โหลดเสร็จสิ้นนามสกุล .dmg

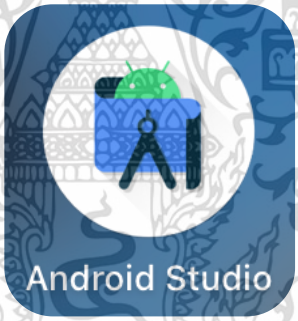
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ให้ทำการลากไอคอน Android Studio ไปยังโฟลเดอร์ Application



รูปที่ ข.7 ภาพแสดงหลังจากที่กดเข้าไปใน Android Studio ที่มีนามสกุล .dmg

5. ปรากฏไอคอน Android Studio ที่ Launchpad



รูปที่ ข.8 ภาพแสดงไอคอน Android Studio ที่ Launchpad

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.3 การติดตั้ง Xcode

1. ไปยัง App Store

รูปที่ ข.9 ภาพแสดงหน้าจอ App Store

2. ไปยังช่องค้นหา และพิมพ์คำว่า Xcode หลังจากนั้นให้ทำการดาวน์โหลด

รูปที่ ข.10 ภาพแสดงหน้าจอ App Store หลังจากทำการดาวน์โหลดเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ปรากฏไอคอน XCode ที่ Launchpad

รูปที่ ข.11 ภาพแสดงไอคอน XCode ที่ Launchpad

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คำรับรองเล่มโครงงานพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 10 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า นางสาวชญาดา แพทยารักษ์ รหัสประจำตัว 62050138 นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ขอรับรองว่าสหกิจศึกษาเรื่อง ชื่อภาษาไทย เดตาโอเวอร์ซาวนด์ ชื่อภาษาอังกฤษ Data Over Sound ปีการศึกษา 2565 เป็นผลงานวิจัยที่มิได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว โปรแกรมอักขราวิสุทธิ์ 1.34%

ลงชื่อ.....ชญาดา แพทยารักษ์.....
(นางสาวชญาดา แพทยารักษ์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้า ดร. อัคเดช อุดมชัยพร อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงงานสหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้นแล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ.....อัคเดช.....
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำรับรองเล่มสหกิจศึกษาโดยสถานประกอบการ

วันที่ 20 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้านายวิโรจน์ ปลื้มวงศ์โรจน์ ตำแหน่ง First Assistant Vice President เป็นตัวแทนของสถานประกอบการ บริษัทอยุธยา แคปปิตอล เซอร์วิสเซส จำกัด ขอรับรองว่าทางสถานประกอบการได้ตรวจสอบเล่มสหกิจศึกษาเรื่อง เดตาโอเวอร์ซาวนด์ (Data Over Sound) ของนักศึกษาชื่อ นางสาวชญาดา แพทยารักษ์ ซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เรียบร้อยแล้วและไม่มีส่วนหนึ่ง ส่วนใด ในเล่มสหกิจศึกษานี้ที่มีข้อมูลอ่อนไหว และ/หรือ ข้อมูลอันเป็นความลับอันจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อสถานประกอบการ รวมทั้งอนุญาตให้สามารถเผยแพร่ต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ วิโรจน์

(นายวิโรจน์ ปลื้มวงศ์โรจน์)

ตัวแทนสถานประกอบการ

ข้าพเจ้า ดร.อัคเดช อุดมชัยพร อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบเล่มสหกิจศึกษาแล้วและรับทราบว่าสถานประกอบการดำเนินการตรวจสอบเล่มสหกิจศึกษาแล้ว จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ อัคเดช

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้