

ระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า  
SHOPPING MALL NAVIGATION SYSTEM



นางสาว แก้วทิพย์ คุณภัทรสกุล  
นางสาว ทิพวรรณ กวินธนะระกุล

สหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)  
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SHOPPING MALL NAVIGATION SYSTEM






KAEWTHIP KUNPATTARASAKUL  
THIPPAWAN KWINTANATRAGOOL

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	ระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า Shopping Mall Navigation System
ชื่อนักศึกษา	นางสาว แก้วทิพย์ คุณภัทรสกุล รหัสนักศึกษา 62050131 นางสาว ทิพวรรณ กวินธนตระกูล รหัสนักศึกษา 62050165
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ประพจน์ ศรีนวัตติวงศ์

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

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.วิษุฒะ ต่ดวงศ์ไพชยนต์ กรรมการ	
ดร. อัคเดช อุดมชัยพร กรรมการ	
ดร.ประพจน์ ศรีนวัตติวงศ์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	ระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า
ชื่อนักศึกษา	นางสาว แก้วทิพย์ คุณภัทรสกุล รหัสนักศึกษา 62050131 นางสาว ทิพวรรณ กวินธนตระกูล รหัสนักศึกษา 62050165
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.ประพจน์ ศรีนวัตติวงศ์

## บทคัดย่อ

การสหกิจศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการนำทางภายในห้างสรรพสินค้า กลุ่มตัวอย่างเป็นร้านค้าในห้างสรรพสินค้าภายในชั้นเดียวกันประมาณ 10 ร้าน โดยงานวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ Navigation Paths ของแอปพลิเคชัน Visual Search พัฒนา Mobile Application โดยใช้ภาษา React Native และใช้อัลกอริทึม Depth First Search เพื่อค้นหาเส้นทางที่ดีที่สุด และส่วนของการศึกษาการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก โดยใช้แนวคิด 2 แนวคิดในการวิเคราะห์ข้อมูลเซนเซอร์ ได้แก่ แนวคิดการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) และ แนวคิด Feature Map Matching ผลจากการศึกษาการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก พบว่าแนวคิด Feature Map Matching สามารถใช้สำหรับการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารได้จริง แต่ยังมีมีความคลื่อนอยู่ประมาณ 2 - 3 ร้าน นอกจากนี้แอปพลิเคชัน Visual Search ในส่วน Navigation Paths ก็สามารถแสดงเส้นทางที่ดีที่สุด ซึ่งเส้นทางดังกล่าวได้มาจากอัลกอริทึม Depth First Search

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์, React-native, เซนเซอร์ต่างๆของโทรศัพท์, การระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยวิธีการDepth First Search;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Title</b>	SHOPPING MALL NAVIGATION SYSTEM
<b>Students</b>	Miss Kaewthip Kunpattarasakul Student ID 62050131 Miss Thippawan Kwintanatrakool Student ID 62050165
<b>Degree</b>	Bachelor of Science (Computer Science)
<b>Department</b>	Computer Science
<b>School</b>	Science
<b>University</b>	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
<b>Academic Year</b>	2022
<b>Advisor</b>	Dr. Prapoj Srinuwattiwong

## Abstract

The purpose of this cooperative education is to study and develop application for navigation within shopping mall. The sample was about 10 stores on the same floor in shopping mall. This research consists of two parts: First part is Navigation Paths module of Visual Search applications. We develop mobile application using React-Native framework and Depth First Search algorithm to find the best path. The other part is about studying Indoor Position Tracking using earth's magnetic field. We use two concepts to analyze sensor data: Time Series Analysis and Feature Map Matching. The result of Indoor Position Tracking using earth's magnetic field show that Feature Map Matching concept can identify the user's location inside the building but the value has a dislocation approximately 2 – 3 stores. In addition, Visual Search application in the Navigation Paths section can display the best paths which is derived from the Depth First Search algorithm.

**Keywords :** Mobile Application, React-native, Mobile Sensors, Indoor Position Depth First Search Algorithm ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

สหกิจศึกษาเล่มนี้สามารถดำเนินการจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากความกรุณาและความร่วมมือของทุกๆท่านที่มีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือและการสนับสนุนตลอดมา ขอขอบคุณ ดร.ประพจน์ ศรีนวัตติวงศ์ ที่คอยให้คำปรึกษา และคำแนะนำเพื่อปรับปรุงในส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้การดำเนินงานในการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณดร.สมรัักษ์ เพชรชาติรี ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการวิจัย ศูนย์นวัตกรรมดิจิทัล บริษัท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยเหลือ และชี้แนะแนวทางให้การวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ บริษัท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ที่ให้โอกาสนักศึกษาได้เข้ามาทำสหกิจศึกษาในองค์กร



แก้วทิพย์ คุณภัทรสกุล

ทิพวรรณ กวินธนะระกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

บทคัดย่อ .....	ก
Abstract .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญรูป .....	จ
สารบัญตาราง .....	ช
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	1
1.3. ขอบเขตของโครงการ .....	2
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
1.5. อุปกรณ์/เครื่องมือที่ต้องใช้ .....	3
1.6. เงื่อนไข/ข้อจำกัด .....	4
1.7. ระยะเวลาการดำเนินงาน .....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	5
2.1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาเส้นทาง .....	5
2.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก .....	5
2.3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนา Mobile Application .....	7
2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	7
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย .....	10
3.1. ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล .....	10
3.2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ .....	10
3.3. ขั้นตอนการออกแบบระบบและขั้นตอนการดำเนินงาน .....	13
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล .....	32
4.1. ส่วนของ navigation path .....	32
4.2. ศึกษาการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก (Indoor Position Tracking) .....	33
4.3. Test Cases .....	46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอ .....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารทหสวณไวสาหรับการใชงานเพื่การศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใชประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่มีการคืนเงิน หักเงิน ยกหนังสือพิมพ์แบบสงเนือท และตองยั้งองถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำใบใช้

5.1. สรุปผลการดำเนินงาน.....	47
5.2. ปัญหาและอุปสรรค.....	47
5.3. ข้อเสนอแนะ .....	48
เอกสารอ้างอิง .....	49

## สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 Depth First Search (จันทร์มาลี, 2556).....	5
รูปที่ 2.2 ภาพcodeตัวอย่างการเรียกใช้Magnetometer .....	5
รูปที่ 2.3 ภาพcodeตัวอย่างการเรียกใช้Accelerometer.....	6
รูปที่ 2.4 ภาพcodeตัวอย่างการเรียกใช้Gyroscope.....	6
รูปที่ 2.5 Microservice Architecture .....	7
รูปที่ 3.1 สถาปัตยกรรมระบบของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า.....	12
รูปที่ 3.2 สถาปัตยกรรมระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์.....	12
รูปที่ 3.3 Use case diagram ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า.....	13
รูปที่ 3.4 Use case diagram ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์.....	15
รูปที่ 3.5 Activity Diagram ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า.....	18
รูปที่ 3.6 Activity Diagram ของการบันทึกข้อมูลเซนเซอร์.....	19
รูปที่ 3.7 Activity Diagram ของการแสดงผลข้อมูลเซนเซอร์.....	19
รูปที่ 3.8 Activity Diagram ของการลบข้อมูลเซนเซอร์.....	20
รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 0.....	20
รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 1.....	21
รูปที่ 3.11 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 2 ของ(3) แสดงเส้นทางการเดินทาง.....	21
รูปที่ 3.12 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 0.....	22
รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 1.....	22
รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 2.....	23
รูปที่ 3.15 Pseudocode ของหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด.....	24
รูปที่ 3.16 Pseudocode ส่วนของการหาเส้นทางที่ดีที่สุดตามเงื่อนไข.....	24
รูปที่ 3.17 Flowchart กระบวนการทำงานวิจัย.....	25
รูปที่ 3.18 Flowchartขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลของแนวคิด Feature Map Matching.....	26
รูปที่ 3.19 sequence diagram ของกรณีvisual Search ส่งแค่ค่าปลายทางมาให้Navigation Path.....	27
รูปที่ 3.20 sequence diagram ของ กรณีvisual Search ส่งค่าตำแหน่งปัจจุบันและปลายทางมาให้Navigation Path.....	27
รูปที่ 3.21 sequence diagram ของ input store information.....	28

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านกา

ไม่ว่าการรูปที่ 3.21 sequence diagram ของ input store information ของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข

รูปที่ 3.22 sequence diagram ของการเรียกดูข้อมูลที่บันทึกไว้.....	28
รูปที่ 3.23 sequence diagram ของการบันทึกข้อมูลเซนเซอร์.....	29
รูปที่ 3.24 sequence diagram ของการลบไฟล์.txt.....	30
รูปที่ 3.25 UI prototype ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า.....	30
รูปที่ 3.26 UI prototype ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์.....	31
รูปที่ 4.1 (a) Navigation Screen (b)Camera Screen(Visual search) (c) Navigation Screen ตามลำดับ .....	32
รูปที่ 4.2 แผนที่แสดงการเดินทางเก็บข้อมูลเซนเซอร์ .....	33
รูปที่ 4.3 Sensor Screen.....	34
รูปที่ 4.4 หน้าจอที่แสดงหลังจากกดปุ่ม start   รูปที่ 4.5 ตำแหน่งไฟล์ TimeData.txt.....	35
รูปที่ 4.6 รายละเอียดข้อมูลในTimeData.txtหลังจากการบันทึกข้อมูลทั้ง2รูปแบบ.....	36
รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลจากรูปที่ 4.6 .....	37
รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูล DIY ต่อจากรูปที่ 4.6 ด้วยการกด save .....	37
รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลในกรณีที่ไม่พบไฟล์ TimeData.txt.....	38
รูปที่ 4.10 ตัวอย่างข้อมูล TimeData.txt ในรอบที่1(ซ้าย)และรอบที่2(ขวา) .....	39
รูปที่ 4.11 ข้อมูล TimeData.txt หลังจากแก้ไข.....	39
รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการทำ tokenize ข้อมูลเซนเซอร์แต่ละชนิด.....	40
รูปที่ 4.13 แผนภูมิอนุกรมเวลา(Time series chart) แสดงผลข้อมูล magnetometer จำนวน 4 รอบ.....	41
รูปที่ 4.14 Pseudocode ของการแปลงค่าสนามแม่เหล็กเป็นรูปภาพ.....	42
รูปที่ 4.15 แผนภูมิรูปภาพแสดงผลข้อมูล magnetometer ของรอบที่ 1.....	43
รูปที่ 4.16 แผนภูมิรูปภาพแสดงผลข้อมูล magnetometer ของรอบที่ 2.....	43
รูปที่ 4.17 แผนภูมิรูปภาพแสดงผลข้อมูล magnetometer ของรอบที่ 3.....	43
รูปที่ 4.18 แผนภูมิรูปภาพแสดงผลข้อมูล magnetometer ของรอบที่ 4.....	44
รูปที่ 4.19 แผนภูมิเส้นแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลของmagnetometerจำนวน4รอบ.....	45
รูปที่ 4.20 Test cases ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า .....	46
รูปที่ 4.21 Test cases ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	1.1	แผนการดำเนินงานในช่วงสหกิจศึกษา.....	4
ตารางที่	3.1	Use Case Narrative ของ Receive current position and destination.....	14
ตารางที่	3.2	Use Case Narrative ของ Show destination on map.....	14
ตารางที่	3.3	Use Case Narrative ของ Show navigation path.....	14
ตารางที่	3.4	Use Case Narrative ของ Input store information.....	16
ตารางที่	3.5	Use Case Narrative ของ record data sensors(x, y, z value) and store name .....	16
ตารางที่	3.6	Use Case Narrative ของ delete file.....	16
ตารางที่	3.7	Use Case Narrative ของ show data.....	17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) เป็นรัฐวิสาหกิจที่ดูแลการสื่อสารโทรคมนาคมในประเทศไทยในรูปแบบบริษัทมหาชนจำกัด ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม เกิดจากการควบรวมกิจการระหว่าง กสท โทรคมนาคม และทีโอที บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ได้ทำโครงการร่วมกับห้างสรรพสินค้า เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ลูกค้าในการซื้อสินค้าภายในห้างสรรพสินค้ามากขึ้น

เนื่องจากห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่จะมีร้านค้าจำนวนมากและแต่ละร้านมีสินค้าที่วางจำหน่ายใกล้เคียงกันเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้ใช้งานบริการเกิดความสับสนในการค้นหาร้านค้าและสินค้าที่ตนเองต้องการ เช่น ใช้เวลานานในการหาสินค้าที่ต้องการ โดยที่ไม่ทราบว่าสินค้าที่ต้องการอยู่ร้านไหนและส่วนใดในห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ซึ่งการที่ลูกค้าต้องใช้เวลาและระยะทางในการเดินแต่ละจุดของร้านห่างกันมากสามารถส่งผลต่อความต้องการซื้อสินค้าของลูกค้าได้ ห้างสรรพสินค้าจึงต้องการ Mobile Application ที่มาจัดการและแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มที่เข้าถึงลูกค้าที่มาเข้าใช้ห้างสรรพสินค้าได้ดีที่สุด โดยใช้ชื่อว่าโครงการ Visual Search ซึ่งโครงการแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 ส่วน Visual Search เป็นส่วนที่ใช้ค้นหาร้านค้าที่ต้องการผ่านทางรูปสินค้าที่นำเข้ามายังตัวแอปพลิเคชัน ระบบจะแสดงรายการร้านค้าที่มีสินค้าที่ใกล้เคียงกับสินค้าที่ลูกค้าต้องการออกมา ส่วนที่ 2 ส่วน Navigation Paths เป็นส่วนที่เกี่ยวกับการนำทางลูกค้าจากจุดเริ่มต้นที่ลูกค้าอยู่ไปยังร้านค้าที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งกลุ่มข้าพเจ้ารับผิดชอบในส่วน Navigation Paths

ดังนั้นจึงเป็นที่มาของการพัฒนาแอปพลิเคชันในส่วน Navigation Paths เพื่อนำทางลูกค้าไปยังร้านค้าที่ต้องการได้ด้วยภาพถ่าย ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่เป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย แอปพลิเคชันยังช่วยลดเวลาในการหาสินค้าของลูกค้า นอกจากนี้ถือเป็นการดึงดูดลูกค้าให้กับร้านค้าต่างๆทางอ้อม จากการที่ลูกค้าเดินผ่านร้านค้าต่างๆในระหว่างเดินทางตามเส้นทางที่แอปพลิเคชันแนะนำ

### 1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1. เพื่อสร้างระบบต้นแบบสำหรับการนำทางลูกค้าภายในห้างสรรพสินค้า

1.2.2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแผนที่ให้ผู้ใช้งานสามารถ interactive ได้ จากเดิมที่เป็นเพียง

ภาพนิ่งที่แสดงตำแหน่งแต่ละร้านเท่านั้น ให้มีความสามารถในการระบุตำแหน่งของลูกค้าและสามารถนำทางไปยังตำแหน่งร้านค้าที่ลูกค้าต้องการได้ดียิ่งขึ้น

1.2.3. เพื่อให้คณะผู้จัดทำ ศึกษาอัลกอริทึมในการค้นหาเส้นทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง

สำหรับการพัฒนานวัตกรรมใหม่และนำไปต่อยอดโครงการอื่นของบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน)

1.2.4. เพื่อเพิ่มโอกาสให้ลูกค้ารู้จักร้านค้าที่อยู่ในห้างสรรพสินค้ามากขึ้น ผ่านเส้นทางการเดินทางที่เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า แอปพลิเคชันแนะนำซึ่งลูกค้าต้องเดินผ่านร้านค้าต่างๆก่อนจะถึงที่หมาย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตีแบบส่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

- 1.2.5. เพื่อพัฒนาระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์ สำหรับศึกษาการใช้งานร่วมกันกับระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

### 1.3. ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1. พัฒนาระบบต้นแบบในการนำทางภายในห้างสรรพสินค้าด้วย Mobile Application ด้วย React-native
- 1.3.2. สถานที่เก็บข้อมูลคือห้างสรรพสินค้า it square ชั้นที่ 2 เท่านั้น
- 1.3.3. ข้อมูลที่ใช้พัฒนาและทดสอบมาจากการเก็บข้อมูลร้านค้าในห้างสรรพสินค้าจำนวน 10 ร้าน โดยประมาณภายในชั้นเดียวกัน
- 1.3.4. คณะผู้จัดทำช่วยศึกษาและวิจัยการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก
- 1.3.5. คณะผู้จัดทำพัฒนาแอปพลิเคชันในการเก็บข้อมูลเซนเซอร์ 3 ชนิด ได้แก่ accelerometer, magnetometer และ gyroscope
- 1.3.6. คณะผู้จัดทำเก็บข้อมูลเซนเซอร์ภายในห้างสรรพสินค้า จำนวน 10 ร้านโดยประมาณ
- 1.3.7. แอปพลิเคชันในการเก็บข้อมูลเซนเซอร์สามารถบันทึกข้อมูลลงในโทรศัพท์ในรูปแบบไฟล์.txt ได้

### 1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1. คณะผู้จัดทำได้รับความรู้ในการทำ Mobile Application ด้วยภาษา React-native ซึ่งสามารถเอาไปต่อยอดได้ในอนาคต เนื่องจากปัจจุบัน Mobile Application เป็นที่นิยมและเข้าถึงได้ง่าย
- 1.4.2. คณะผู้จัดทำได้รับความรู้ในการทำ animation ในการวาดเส้นทางการเดินทาง
- 1.4.3. คณะผู้จัดทำได้เรียนรู้อัลกอริทึมในการคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุด โดยคำนวณจากจำนวนร้านค้าและระยะทาง, อัลกอริทึมในการติดตามตำแหน่งผู้ใช้ด้วยค่าเซนเซอร์และการประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ที่อยู่ในโทรศัพท์ เพื่อนำมาใช้ร่วมกับกระบวนการจัดการข้อมูลเซนเซอร์ สำหรับนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวคิดที่เหมาะสมกับการติดตามตำแหน่งผู้ใช้งานภายในห้างสรรพสินค้า
- 1.4.4. ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันได้รับความสะดวกในการค้นหาเส้นทางไปยังร้านค้าเพื่อเลือกซื้อสินค้าตามความต้องการของลูกค้า
- 1.4.5. ร้านค้าที่เป็นคู่ค้าทางธุรกิจได้รับการโฆษณาผ่านการใช้ Mobile Application ทำให้มีโอกาสที่ลูกค้าจะเข้ามาใช้บริการมากขึ้นโดยไม่มีค่าใช้จ่าย
- 1.4.6. ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถไปยังร้านค้าที่ลูกค้าต้องการภายในห้างสรรพสินค้าได้ถูกต้องและรวดเร็วเมื่อเทียบกับการเดินทางด้วยตนเองโดยไม่มีการใช้แอปพลิเคชันนำทาง
- 1.4.7. บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) สามารถนำโครงการไปต่อยอดกับโครงการอื่นๆ
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5. อุปกรณ์/เครื่องมือที่ต้องใช้

1.5.1. เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน

1. iMac 24”M1 จำนวน 2 เครื่อง

1.5.2. โทรศัพท์มือถือ จำนวน 2 เครื่อง ใช้สำหรับการลงแอปพลิเคชันเพื่อใช้เก็บข้อมูลเซนเซอร์

2. Samsung Galaxy A33 5G

- OS: Android 12, One UI 4.1

- CPU: Octa-core (2x2.4 GHz Cortex-A78 & 6x2.0 GHz Cortex-A55)

- Storage: 128 GB

- RAM: 8 GB

3. Samsung Galaxy A51

- OS: Android 10.0 + One UI 2

- CPU: Octa-core (4x2.3 GHz Cortex-A73 + 4x1.7 GHz Cortex-A53)

- Storage: 128 GB

- RAM: 6 GB

1.5.3. Software

1. เครื่องมือพัฒนา Mobile Application React Native Framework เวอร์ชัน 0.70.1

2. Library react-native-fs เวอร์ชัน 2.20.0

ใช้สำหรับการสร้างและแก้ไขข้อมูลลงในไฟล์ .txt

3. Library react-native-sensors เวอร์ชัน 7.3.5 ใช้วัดค่าเซนเซอร์

4. Library react-native-image-pan-zoom เวอร์ชัน 2.1.12

รองรับการย่อ-ขยายรูปภาพของผู้ใช้งาน

5. Library react-native-svg เวอร์ชัน 13.2.0

6. Library react-native-svg-transformer เวอร์ชัน 1.0.0

ในข้อ5และ6ใช้สำหรับการนำข้อมูลรูปภาพประเภท .svg เข้ามาใช้งานใน react native

7. Android Studio with Emulator API 31

ใช้สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันในระบบ android

8. Adobe illustrator

ใช้สำหรับการออกแบบiconที่ใช้ในแอปพลิเคชันและจัดการแผนที่ภายในห้างสรรพสินค้า

9. Visual Studio Code

เป็นโปรแกรมสำหรับการทำ Code Editor

10. Matlab

ใช้สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6. เงื่อนไข/ข้อจำกัด

- 1.6.1. โครงการนี้มีระยะเวลาดำเนินงานรวมทั้งหมด 7 เดือน
- 1.6.2. ผู้ดูแลโครงการการผังบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) จะต้องประสานงานขอแผนที่จากทางห้างสรรพสินค้าให้กับทางทีมผู้พัฒนา
- 1.6.3. ผู้ดูแลโครงการการผังบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) จะต้องเป็นผู้ประสานงานในการเก็บข้อมูลจากทางห้างสรรพสินค้าให้กับทีมผู้พัฒนา
- 1.6.4. ผู้ดูแลโครงการการผังบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) จะต้องดำเนินการจัดหาเครื่อง server ให้สามารถใช้กับโครงการได้

## 1.7. ระยะเวลาการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานในช่วงสหกิจศึกษา

	มี.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย.	ธ.ค
วางแผนการทำงาน							
ศึกษาข้อมูลต่างๆ							
ออกแบบระบบการเก็บข้อมูล							
รวบรวมข้อมูล							
วิเคราะห์ข้อมูล							
ออกแบบระบบการนำทาง							
ทดสอบระบบการนำทาง							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

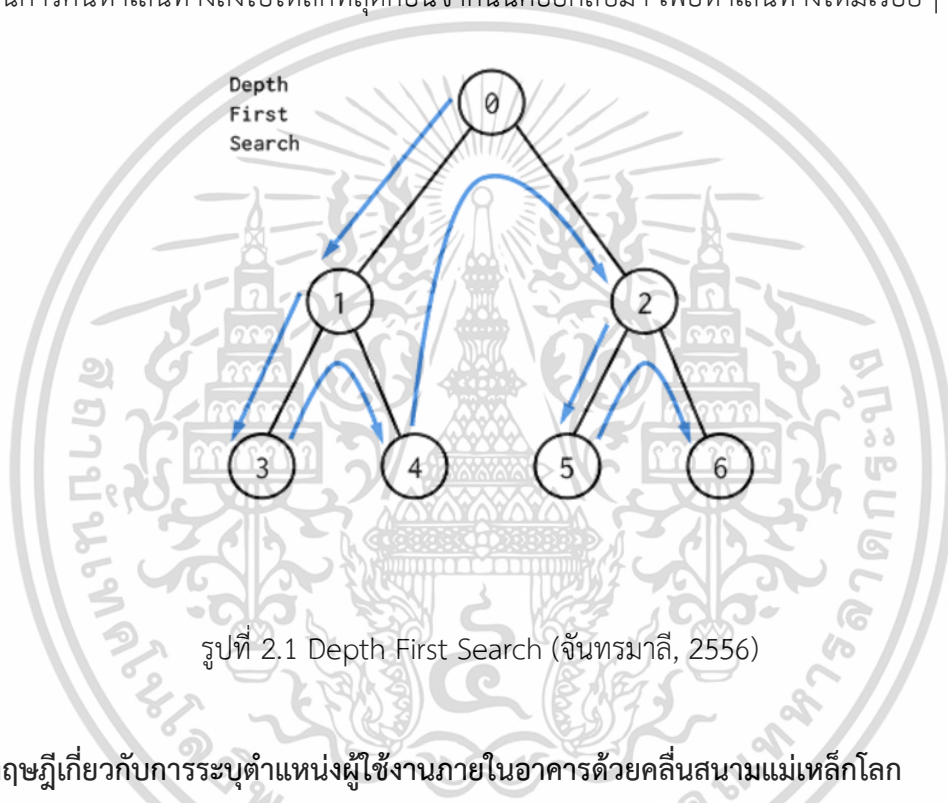
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาระบบนำทางทางสรรพสินค้ามีแนวคิดทฤษฎี ผลงานที่มีผู้ทำมาแล้ว และบทความที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางเข้าสู่กระบวนการวิจัยดังนี้

### 2.1. ทฤษฎีเกี่ยวกับการหาเส้นทาง

#### 2.1.1. การค้นหาแบบลึกก่อน(Depth First Search)

เป็นการค้นหาเส้นทางลงไปให้ลึกที่สุดก่อนจากนั้นค่อยกลับมา เพื่อหาเส้นทางใหม่เรื่อยๆ



### 2.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก

#### 2.2.1. Magnetometer

เป็นเซนเซอร์ API ใน Library react-native-sensors ที่ใช้ในการดึงข้อมูลสนามแม่เหล็กมาใช้ โดยสามารถแสดงค่าสนามแม่เหล็กตามแกน x, y, z ที่ระบุได้ โดยมีตัวอย่างการเรียกใช้ Magnetometer ดังนี้

```
import { magnetometer } from "react-native-sensors";

const subscription = magnetometer.subscribe(({ x, y, z, timestamp }) =>
  console.log({ x, y, z, timestamp }));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และผู้จัดทำเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งผู้จัดทำขอสงวนสิทธิ์ในข้อมูลและเนื้อหาเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2. Accelerometer

เป็นเซนเซอร์ API ใน Library react-native-sensors ที่ใช้ในการระบุการเคลื่อนที่ในแนวราบของตัว sensor โดยสามารถแสดงค่าตามแกน x, y, z ที่ระบุได้ ซึ่งจะมีค่าเริ่มต้นอยู่ที่ (x, y, z)=(0, 0, 0) ในกรณีที่ยังไม่มีการเคลื่อนไหวใดๆ โดยมีตัวอย่างการเรียกใช้ Accelerometer ดังนี้

```
import { accelerometer } from "react-native-sensors";

const subscription = accelerometer.subscribe(({ x, y, z, timestamp }) =>
  console.log({ x, y, z, timestamp })
);
```

รูปที่ 2.3 ภาพcodeตัวอย่างการเรียกใช้Accelerometer

หมายเหตุ. จาก <https://react-native-sensors.github.io>

### 2.2.3. Gyroscope

เป็นเซนเซอร์ API ใน Library react-native-sensors ที่ใช้ในการระบุการหมุนของตัว sensor โดยสามารถแสดงค่าตามแกน x, y, z ที่ระบุได้ ซึ่งจะมีค่าเริ่มต้นอยู่ที่(x, y, z)=(0, 0, 0)ในกรณีที่ยังไม่มีการหมุนเกิดขึ้น โดยมีตัวอย่างการเรียกใช้ Gyroscope ดังนี้

```
import { gyroscope } from "react-native-sensors";

const subscription = gyroscope.subscribe(({ x, y, z, timestamp }) =>
  console.log({ x, y, z, timestamp })
);
```

รูปที่ 2.4 ภาพcodeตัวอย่างการเรียกใช้Gyroscope

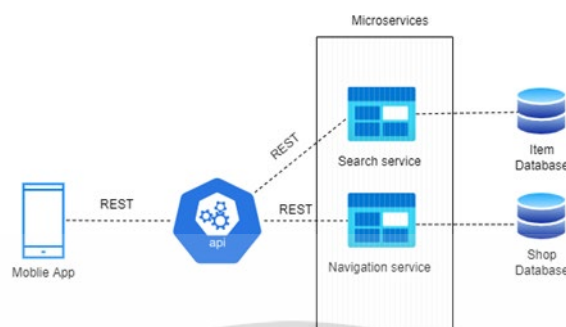
หมายเหตุ. จาก <https://react-native-sensors.github.io>

### 2.2.4. TYPE\_MAGNETIC\_FIELD\_UNCALIBRATED

เป็นฟังก์ชันของ android ใช้สำหรับการอ่านค่าข้อมูลดิบของเซนเซอร์ ซึ่งเป็นการวัดค่าสนามแม่เหล็กรอบๆตัวเซนเซอร์ทั้งหมดโดยที่ไม่มีการปรับค่าความผิดพลาดของสนามแม่เหล็กโดยรอบ (Google Developers, 2023)

## 2.3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการพัฒนา Mobile Application

### 2.3.1. สถาปัตยกรรมการออกแบบ Service (Microservice Architecture)



รูปที่ 2.5 Microservice Architecture

สถาปัตยกรรมการออกแบบ Service โดยออกแบบซอฟต์แวร์ที่ทำให้ Service มีขนาดเล็กเพื่อแก้ไขจุดด้อยของสถาปัตยกรรมการออกแบบอื่นๆ สามารถแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์และความซับซ้อนในระบบขนาดใหญ่ได้ เพราะแบ่งส่วนออกเป็นบริการ (Service) ย่อยๆ หลายๆ ตัว การพัฒนาสามารถทำได้ง่ายด้วยการแยกทำทีละส่วนและค่อยๆ ทำให้เชื่อมต่อกันได้ผ่าน API ส่วนเรื่องฐานข้อมูลก็ไม่ต้องคอยห่วงว่าจะกระทบกับส่วนอื่นเพราะแต่ละบริการจะมีฐานข้อมูลเป็นของตัวเอง การแยกเป็นบริการย่อยๆ แบบนี้ยังทำให้สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ได้ง่ายและเร็วขึ้นด้วยการแบ่งทีมในการพัฒนาแต่ละส่วน โดยแต่ละทีมก็สามารถเลือกภาษาหรือเครื่องมือในการพัฒนาที่ถนัดได้อย่างอิสระ (BorntoDev Co., Ltd., 2563)

## 2.4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.4.1. A Survey of Magnetic-Field-Based Indoor Localization (Ouyang & Abed-Meraim, 2022)

เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงการระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยสนามแม่เหล็กโลกด้วยการทำ localization โดยจะอธิบายตั้งแต่คุณสมบัติและการคำนวณหาทิศทางของสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีข้อดีหลักๆ 3 อย่าง คือ มีความเสถียร, มีความเป็นเอกลักษณ์เนื่องจากการรบกวนของแม่เหล็กไฟฟ้า และความทนทานต่อวัตถุที่เคลื่อนที่ แต่ในการใช้งานค่าสนามแม่เหล็กก็มีความท้าทายในการใช้ระบุตำแหน่งภายในอาคารเนื่องจากมีการรบกวนของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยวิธีการต่างๆ และตัวเซนเซอร์ที่ใช้วัดค่าสนามแม่เหล็กในโทรศัพท์แต่ละชนิดวัดค่าได้ไม่เท่ากัน นอกจากนี้หากได้ข้อมูลมาแล้วเรายังต้องนำค่าสนามแม่เหล็กไปแปลงกับข้อมูล gyroscope และ accelerometer เพื่อให้อยู่ในรูปที่ใช้ในการคำนวณต่อได้ โดยเสนอระบบพิกัดที่ใช้กันทั่วไปสำหรับการแปลสนามแม่เหล็กและอธิบายความสัมพันธ์ของการแปลงสนามแม่เหล็ก จากนั้นเราจะเปรียบเทียบชุดข้อมูลเกณฑ์มาตรฐานสนามแม่เหล็กที่เผยแพร่ต่อสาธารณะ อัลกอริธึมการสอบเทียบเครื่องวัดสนามแม่เหล็กในปัจจุบัน และแสดงให้เห็นวิธีการสร้างแผนที่สนามแม่เหล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรายังสรุปวิธีการระบุตำแหน่งด้วยสนามแม่เหล็กที่ล้ำสมัย (เช่น จุดสังเกตแม่เหล็ก การแปรปรวนเวลาแบบไดนามิก ลายนิ้วมือแม่เหล็ก ตัวไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอง การจำลองแผนที่ และโครงข่ายประสาทเทียม)รวมถึงการตรวจจับก้าว การประมาณความยาวของก้าว และการประมาณทิศทางของก้าวของผู้ใช้งาน

โดยเราสนใจในกระบวนการทำ localization ที่จะแปลงค่าสนามแม่เหล็กที่วัดได้ผ่านสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและกระบวนการหาตำแหน่งภายในอาคารโดยวิธีต่างๆ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กล่าวถึงหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่เรานำมาใช้ก็คือการแปรปรวนเวลาแบบไดนามิก และการทำ Smartphone Coordinate System ในส่วนที่อธิบายองค์ประกอบของเซนเซอร์ในโทรศัพท์และทิศทางของค่า  $x, y, z$  ของเซนเซอร์แต่ละชนิด

#### 2.4.2. Discovering and Characterizing Hidden Variables Using a Novel Neural Network Architecture: LO-Net (Soumi Ray, Tim Oates, 2011)

เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงการหาค่าตัวแปรที่ซ่อนอยู่ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่สามารถสังเกตได้จากวิธีการโดยทั่วไป ต้องอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยในการสังเกตหาความเกี่ยวข้องระหว่างข้อมูล ในงานนี้จะใช้นำเสนอสถาปัตยกรรมเครือข่ายประสาทใหม่ (novel neural network) เข้ามาใช้สังเกตข้อมูลขนาดและระยะทางของข้อมูล 3 มิติที่ได้จากเซนเซอร์กล้องของหุ่นยนต์ โดยแสดงผลในรูปแบบข้อมูลไดนามิกเวลาที่ไม่ต่อเนื่อง (discrete time dynamical systems) โดยตัวแบบจำลองการทำนายสามารถพัฒนาได้จากการสังเกตในปัจจุบันและในอดีตโดยมีตัวแปรซ่อนอยู่ ตัวแปรที่ซ่อนอยู่เกิดขึ้นในบริบทที่หลากหลายซึ่งเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญสำหรับการอธิบายข้อมูลที่สังเกตได้ อย่างไรก็ตาม งานก่อนหน้านี้นั้นส่วนใหญ่ในแบบจำลองตัวแปรแฝง (หรือตัวแปรแฝงหรือ entity ตามทฤษฎี) ได้กำหนดให้ใช้แบบจำลองอย่างง่ายหรือโครงสร้างที่แข็งแกร่งบนการขึ้นต่อกันที่สังเกตได้ ไม่ว่าจะเป็นการขึ้นต่อกันระหว่างตัวแปรหรือการขึ้นต่อกันชั่วคราว ซึ่งได้พัฒนาวิธีการใหม่ที่จะช่วยให้แนวทางที่ซับซ้อนด้วยข้อมูลมากขึ้นในการค้นหาตัวแปรที่ซ่อนอยู่ งานนี้อธิบายถึงวิธีการใหม่ที่ได้รับการพัฒนาสำหรับการค้นหาตัวแปรที่ซ่อนอยู่โดยใช้เครือข่ายประสาทเสริมที่เรียกว่า LO-net (สถาปัตยกรรมเครือข่ายแฝงและดั้งเดิม) ซึ่งเป้าหมายในสร้างแบบจำลองที่สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ในขณะที่มีตัวแปรซ่อนอยู่ไม่ใช้การค้นหาตัวแปรที่ซ่อนอยู่และหาปริมาณ แต่เพื่อรักษาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการทำนาย แม้ว่าอาจมีตัวแปรที่ซ่อนอยู่ก็ตาม โดยจากการทดสอบเปรียบเทียบ LO-net กับโครงข่ายประสาทเทียมทั่วไป และรวมถึง Hidden Markov Models (HMMs) LO-net ทำงานได้ดีกว่าโมเดลโครงข่ายประสาทเทียมทั่วไปเสมอ ประสิทธิภาพการทำนายโดยใช้ HMM เทียบได้กับของ LO-net แต่ LO-net ให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรที่ซ่อนอยู่ใน HMM สถานะที่ซ่อนอยู่จะไม่ให้ข้อมูล ดังนั้นแม้ว่าประสิทธิภาพของการคาดคะเนจะดี แต่ก็ไม่ได้ให้ข้อมูลใดๆ เกี่ยวกับตัวแปรที่ซ่อนอยู่ งานนี้ให้มุมมองใหม่ในการค้นหาตัวแปรที่ซ่อนอยู่ หากตัวแปรที่ซ่อนอยู่สามารถค้นพบและวัดปริมาณได้ เราก็จะสามารถเข้าใจโครงสร้างโดยรวมของระบบได้ดีขึ้นมาก ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถค้นหาคำตอบสำหรับคำถามมากมายที่ไม่สามารถอธิบายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากงานวิจัยที่กล่าวมา เราสนใจในกระบวนการหาค่าตัวแปรที่ซ่อนอยู่ (ข้อมูลที่สามารถระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานระบบนำทางด้วยสนามแม่เหล็กโลก) เนื่องจากค่าเซ็นเซอร์ทั้ง3ชนิดที่เราต้องการใช้เป็นข้อมูลที่อยู่ในรูป3มิติ ซึ่งไม่สามารถนำมาหาความสัมพันธ์ของข้อมูลได้โดยตรง และการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบข้อมูลไดนามิกเวลาที่ไม่ต่อเนื่องสำหรับการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลสนามแม่เหล็กในงานของเรา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการพัฒนาระบบนำทางห้างสรรพสินค้า ผู้จัดทำแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล 2) ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ 3) ขั้นตอนการออกแบบระบบ 4) ขั้นตอนการดำเนินงาน

#### 3.1. ขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของระบบนำทางห้างสรรพสินค้า ผู้จัดทำแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ได้แก่ 1) ข้อกำหนดของระบบนำทางห้างสรรพสินค้า 2) ข้อกำหนดการศึกษาการระบุตำแหน่งด้วยสนามแม่เหล็กโลก

#### 3.2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบ

3.2.1. Functional Requirement ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

FR1: ระบบทำงานบนระบบปฏิบัติการ IOS และ android

FR2: ระบบรับส่งข้อมูลกับส่วน Visual Search ผ่านพารามิเตอร์ ข้อมูลที่ส่งได้แก่ ID ร้านค้า ประเภทตัวเลข

FR3: ระบบเก็บข้อมูลร้านค้าเพื่อใช้ระบุตำแหน่งด้วยไฟล์ JSON ข้อมูลร้านค้าประกอบด้วย ID ร้านค้า ชื่อร้านค้า ชื่อร้านค้าและระยะทางไปร้านค้าที่ใกล้เคียงกัน

FR4: การนำเข้าแผนที่และใช้แผนที่แสดงในระบบเป็นไฟล์ SVG เท่านั้น ผู้ใช้งานสามารถ Zoom แผนที่ขณะใช้งานระบบได้

FR5: เมื่อรับ ID ร้านค้า 1 ค่า ซึ่งเป็นตัวเลข จากส่วนของ Visual Search แล้วจะแสดงผลแผนที่พร้อมระบุตำแหน่งร้านค้าปลายทางด้วย icon รายละเอียดร้านค้า ซึ่งจะรับข้อมูลมาจาก API ได้แก่ ชื่อร้านค้า โลโก้ร้านค้า และมีส่วนที่เชื่อมโยงไปยังหน้าที่ใช้สำหรับระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้ซึ่งเป็นส่วนของ Visual Search

FR6: เมื่อรับ 2 ค่า ซึ่งเป็นตัวเลข ได้แก่ ID ร้านค้าต้นทางและ ID ร้านค้าปลายทางจากส่วนของ Visual Search หน้าจอจะแสดงรายละเอียดประกอบด้วย แผนที่ icon แสดงตำแหน่งร้านค้าต้นทางและปลายทาง ชื่อร้านค้าต้นทางและปลายทาง และแสดงอนิเมชันการเดินทางตั้งแต่ต้นทางไปยังปลายทาง

FR7: การคำนวณเส้นทางการเดินทาง ระบบจะรับค่า ID ร้านค้าต้นทางและปลายทางมาคำนวณหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยมีเงื่อนไขในการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดคือ

1. เลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด จากการคำนวณระยะทางของเส้นทางแต่ละเส้นที่เป็นไปได้ทั้งหมด
2. กรณีเส้นทางมีระยะทางเท่ากัน เลือกเส้นทางที่ผ่านร้านค้ามากที่สุด

และส่งชื่อร้านค้าที่ผ่านตั้งแต่ต้นทางไปยังปลายทางกลับไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2. Non-Functional Requirement ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

- NFR1: สามารถแสดง animation ของเส้นทางได้ต่อเนื่องจนกว่าจะปิดแอปพลิเคชันหรือเปลี่ยนไปหน้าอื่น
- NFR2: รูปแบบแผนที่ง่ายต่อการอ่านของผู้ใช้
- NFR3: ความเร็วในการแสดงเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุดของระบบ ไม่เกิน20วินาที
- NFR4: ระบบสามารถแสดงได้ทุกเส้นทางในชั้นเดียวกันได้เป็นอย่างดี

### 3.2.3. Functional Requirement ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

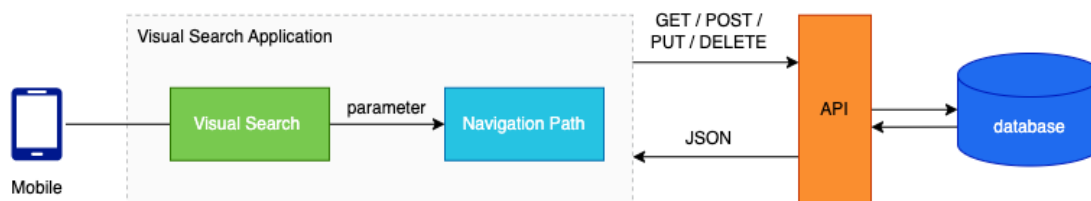
- FR1: ระบบทำงานบนระบบปฏิบัติการ IOS และ android
- FR2: ระบบจะแสดงข้อมูลเซนเซอร์แต่ละชนิดที่วัดได้ในตำแหน่งปัจจุบัน
- FR3: ระบบสามารถให้ผู้ใช้งานกรอกข้อมูลชื่อตำแหน่งได้ในรูปแบบString
- FR4: ระบบจะสามารถรองรับการบันทึกข้อมูลโดยมีผู้ใช้งานควบคุมได้2แบบ คือ บันทึกข้อมูลเพียงค่าเดียว และบันทึกข้อมูลแบบต่อเนื่อง
- FR5: ในการบันทึกข้อมูลเพียงค่าเดียว ระบบบันทึกข้อมูลชื่อตำแหน่งและข้อมูลเซนเซอร์(x, y, z ของ Magnetometer, Accelerometer และ Gyroscope )ที่วัดได้ในตำแหน่งปัจจุบัน 1ครั้งจากโทรศัพท์ของผู้ใช้งานลงในไฟล์ .txt
- FR6: ในการบันทึกข้อมูลแบบต่อเนื่อง ระบบบันทึกข้อมูลชื่อตำแหน่งและข้อมูลเซนเซอร์ที่วัดได้ในตำแหน่งปัจจุบัน ทุกๆ1วินาที
- FR7: หลังจากการทำ FR6 ผู้ใช้งานสามารถสั่งให้ระบบหยุดบันทึกข้อมูลได้
- FR8: การบันทึกข้อมูลทั้งแบบ FR5 หรือ FR6 หากยังไม่เคยบันทึกข้อมูลมาก่อน ระบบจะสร้างไฟล์.txt บันทึกลงในโทรศัพท์ของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน
- FR9: หากเคยมีข้อมูลบันทึกอยู่ในไฟล์ .txt ระบบสามารถรองรับการบันทึกข้อมูลต่อจากข้อมูลเก่าได้ หากผู้ใช้งานทำการบันทึกข้อมูลในรูปแบบ FR5 หรือ FR6 ภายหลัง
- FR10: ผู้ใช้งานสามารถลบไฟล์ข้อมูลที่บันทึกในโทรศัพท์ได้
- FR11: ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลที่บันทึกไว้ในโทรศัพท์ได้ โดยดึงข้อมูลจากไฟล์ .txt ที่เคยบันทึกไว้
- FR12: หากผู้ใช้งานทำFR11แล้วระบบพบว่าไม่มีข้อมูลที่เคยบันทึกไว้จะแสดงข้อความแจ้งว่าไม่พบไฟล์

### 3.2.4. Non-Functional Requirement ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

- NFR5: ระบบสามารถรองรับการบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดอาการค้าง
- NFR6: ในการเรียกใช้งานฟังก์ชันต่างๆของผู้ใช้งานไม่เกิน10วินาที
- NFR7: ระบบสามารถดึงข้อมูลเซนเซอร์มาใช้ในฟังก์ชันต่างๆภายใน1วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

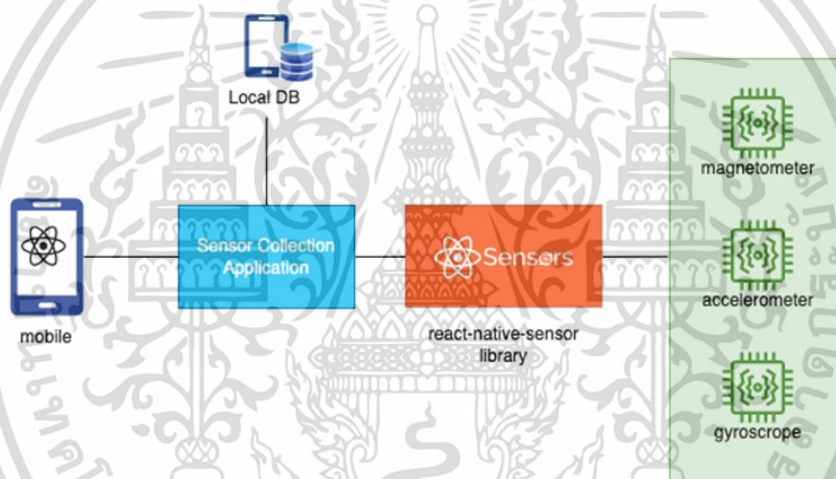
### 3.2.5. สถาปัตยกรรมระบบนำทางห้างสรรพสินค้า



รูปที่ 3.1 สถาปัตยกรรมระบบของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

จากภาพข้างต้น เป็นแอปพลิเคชันเกี่ยวกับการแสดงเส้นทางที่ผู้ใช้งานต้องการไปจากจุดเริ่มต้นถึง จุดปลายทาง ซึ่งเป็นส่วนที่คณะผู้จัดทำรับผิดชอบ โดยมีการรับข้อมูลIDร้านค้าจาก Visual Search ผ่าน parameter

### 3.2.6. สถาปัตยกรรมระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์



รูปที่ 3.2 สถาปัตยกรรมระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

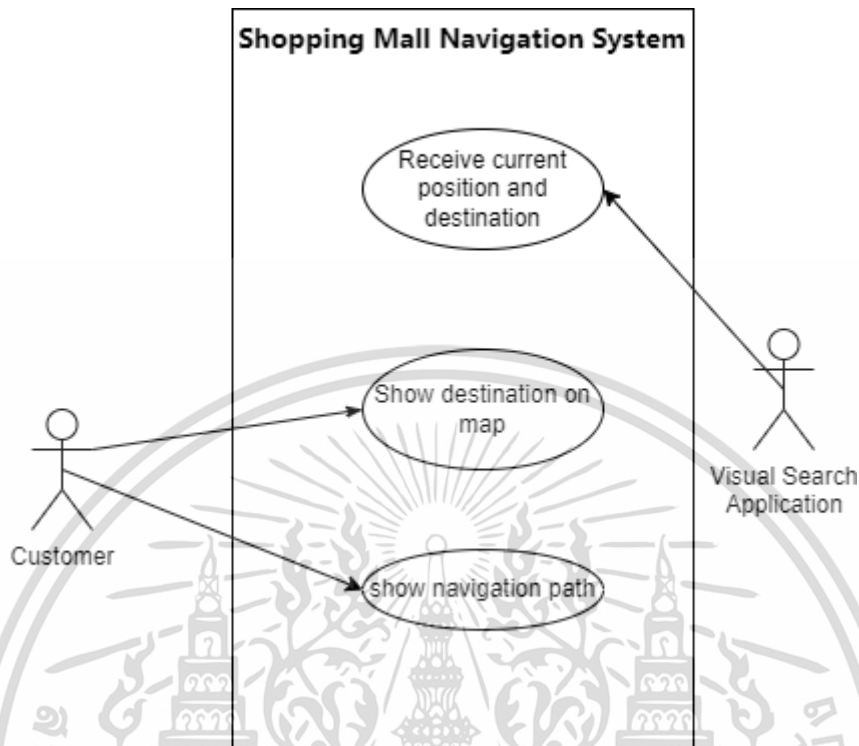
จากภาพข้างต้น ผู้จัดทำออกแบบแอปพลิเคชันที่เรียกใช้libraryชื่อ react-native-sensor ซึ่งเป็นตัว API ที่ไว้ส่งค่าเซนเซอร์จากโทรศัพท์ของผู้ใช้งานมาใช้ในแอปพลิเคชันและจัดเก็บข้อมูลเซนเซอร์ที่อ่านค่าได้ในขณะนั้น ด้วยรูปแบบไฟล์ .txt ไว้ภายในโทรศัพท์ โดย parameter ที่เรียกใช้จาก library ประกอบด้วย

1. magnetometer ใช้สำหรับการดึงค่าสนามแม่เหล็กโลกในรูปแบบแกนx, y, z
2. accelerometer ใช้สำหรับการดึงค่าการเคลื่อนที่ในแนวราบในรูปแบบแกนx, y, z
3. gyroscope ใช้สำหรับการดึงค่าการหมุนของตัวเซนเซอร์ในรูปแบบแกนx, y, z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3. ขั้นตอนการออกแบบระบบและขั้นตอนการดำเนินงาน

#### 3.3.1. Use case diagram ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า



รูปที่ 3.3 Use case diagram ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

จากแผนภาพข้างต้น ระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้ามีกลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้อง 2 กลุ่ม ได้แก่ ผู้ใช้งานทั่วไป(User) และ แอปพลิเคชัน Visual Search ประกอบด้วย use case 3 อัน ได้แก่

1. Receive current position and destination: รับค่า ID ร้านค้าต้นทางและร้านค้าปลายทางจากแอปพลิเคชัน Visual Search
2. Show destination on map แสดงตำแหน่งร้านค้าปลายทางด้วย icon ที่ผู้ใช้งานเลือกในส่วนของแอปพลิเคชัน Visual Search
3. Show navigation path: ระบบจะแสดงเส้นทางที่ดีที่สุดจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานไปยังตำแหน่งร้านค้าปลายทางที่ผู้ใช้งานต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Use Case Narrative ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า.

จาก Use case diagram ดังแสดงในรูปที่ 3.2 สามารถสร้างเป็นกลุ่มตารางแสดงรายละเอียดของแต่ละ Use case ดังนี้

ตารางที่ 3.1 Use Case Narrative ของ Receive current position and destination

Use Case ID	UC-01
Use Case Name	Receive current position and destination
Primary Actor	Visual search application
Pre-Condition	
Post-Condition	
Description	รับข้อมูล ID ร้านค้าต้นทาง หรือปลายทาง จาก Visual search application

ตารางที่ 3.2 Use Case Narrative ของ Show destination on map

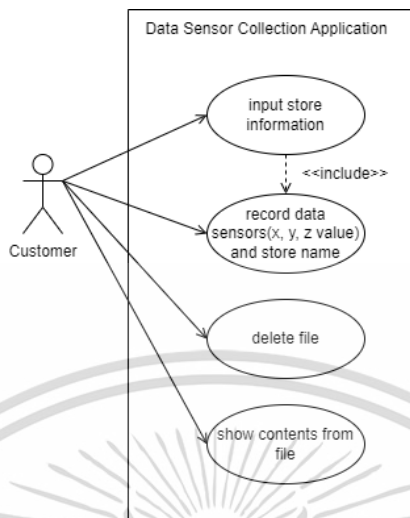
Use Case ID	UC-02
Use Case Name	Show destination on map
Primary Actor	User
Pre-Condition	UC-01เสร็จสิ้น
Post-Condition	
Description	เมื่อ UC-01เสร็จสิ้น ระบบจะนำ ID ไปเทียบกับไฟล์ตำแหน่งร้านค้า จะได้ตำแหน่งร้านค้าบนแผนที่ จากนั้นนำตำแหน่งไประบุตำแหน่งไอคอนบนแผนที่ เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นตำแหน่งร้านค้าปลายทาง

ตารางที่ 3.3 Use Case Narrative ของ Show navigation path

Use Case ID	UC-03
Use Case Name	Show navigation path
Primary Actor	User
Pre-Condition	UC-01 เสร็จสิ้น
Post-Condition	
Description	เมื่อระบบรับค่า ID ร้านค้าต้นทาง และปลายทาง ระบบจะระบุตำแหน่งร้านค้าต้นทางและร้านค้าปลายทาง และแสดงเส้นทางในการเดินทางให้แก่ผู้ใช้งาน พร้อมแสดงอนิเมชันการเดินทางจากต้นทางไปยังปลายทางให้ผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2. Use case diagram ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์



รูปที่ 3.4 Use case diagram ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

จากแผนภาพข้างต้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งาน (Customer) กับระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์ ประกอบด้วย use case 4 อัน ประกอบด้วย

1. Input Store Information: Customer สามารถกรอกข้อมูลชื่อตำแหน่งปัจจุบันลงในช่อง text input เพื่อระบุตำแหน่งร้านค้าให้กับข้อมูลเซนเซอร์ก่อนบันทึกข้อมูล
2. Record Data Sensors(x, y, z value) and Store Name: Customer สามารถสั่งระบบให้ทำการบันทึกข้อมูลที่เก็บได้จากเซนเซอร์แต่ละตัวในขณะนั้น (x, y, z ของ Magnetometer, Accelerometer และ Gyroscope) รวมไปถึงชื่อตำแหน่งปัจจุบัน (Store name) ที่ Customer กรอกไว้ก่อนหน้านี้ลงในไฟล์ .txt
3. Delete File: Customer สามารถสั่งระบบให้ทำการลบไฟล์ข้อมูลที่เคยบันทึกข้อมูลเซนเซอร์ได้
4. Show Data: Customer สามารถเรียกดูข้อมูล จากไฟล์ที่เคยบันทึกข้อมูลเซนเซอร์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Use Case Narrative ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์  
จาก Use case diagram ดังแสดงในรูปที่ 3.3 สามารถสร้างเป็นกลุ่มตารางแสดงรายละเอียด  
ของแต่ละ Use case ดังนี้

ตารางที่ 3.4 Use Case Narrative ของ Input store information

Use Case ID	UC-04
Use Case Name	Input Store Information
Primary Actor	Customer
Pre-Condition	Customer เปิดใช้งานแอปพลิเคชัน
Post-Condition	ได้ค่า place ไว้ใช้ในการทำUC-05
Description	Customer ทำการกรอกชื่อร้านค้าลง text input ในรูปแบบString

ตารางที่ 3.5 Use Case Narrative ของ record data sensors(x, y, z value) and store name

Use Case ID	UC-05
Use Case Name	Record Data Sensors(x, y, z value) and Store Name
Primary Actor	Customer
Pre-Condition	UC-04
Post-Condition	ข้อมูลต่างๆจะถูกเพิ่มเข้าไปในไฟล์ .txt
Description	<p>- เมื่อ Customer ต้องการบันทึกข้อมูลระบบจะทำการดึงค่าplaceซึ่งเป็นค่าที่ Customer ได้กรอกไว้ก่อนหน้านี้จาก UC-04 จากนั้นระบบทำการบันทึกข้อมูลต่างๆ ลงในไฟล์text ได้แก่ ค่า place, x, y, z ของ magnetometer, accelerometer และ gyroscope ที่วัดได้จาก Mobile Sensors ของ Customer ทุกๆวินาทีจนกว่า Customer จะสั่งให้หยุดบันทึกข้อมูล</p> <p>- ในกรณีที่ไม่มีพบไฟล์จะทำการสร้างไฟล์ .txt ก่อนเพิ่มข้อมูลเข้าไป</p>

ตารางที่ 3.6 Use Case Narrative ของ delete file

Use Case ID	UC-06
Use Case Name	Delete File
Primary Actor	Customer
Pre-Condition	UC-05
Post-Condition	ในตำแหน่งที่เคยบันทึกไฟล์ไว้จะต้องไม่พบไฟล์ .txt ที่ทำการส่งลบ
Description	เมื่อ Customer ต้องการลบข้อมูลระบบจะทำการค้นหาไฟล์.txt ที่เคยบันทึกไว้ว่ามีหรือไม่ ถ้ามีจะทำการลบไฟล์นั้นทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

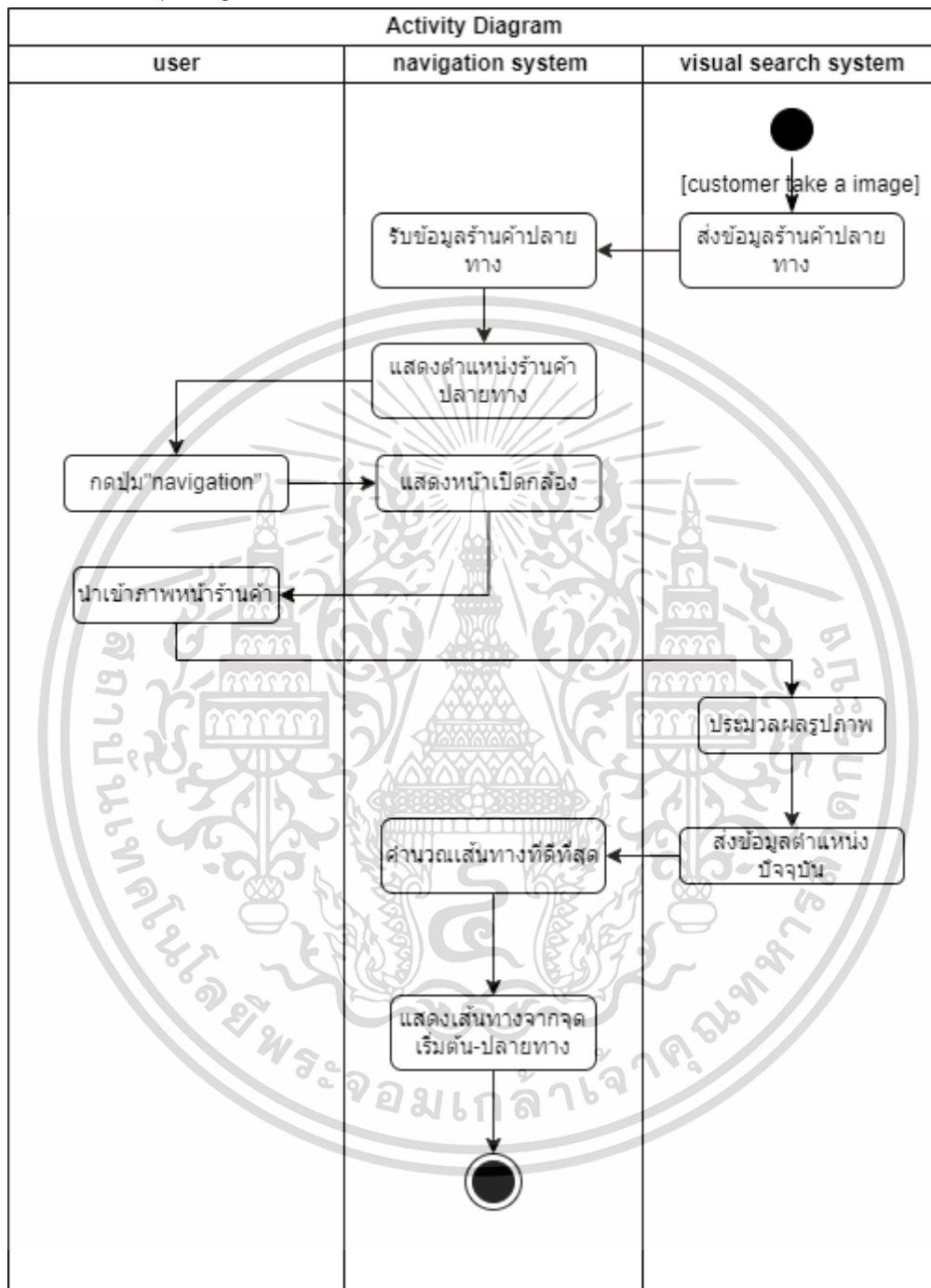
ตารางที่ 3.7 Use Case Narrative ของ show data

Use Case ID	UC-07
Use Case Name	Show data
Primary Actor	Customer
Pre-Condition	UC-05
Post-Condition	- แสดงข้อความ no file ในกรณีที่ไม่มีพบไฟล์จาก UC-05 - ส่วนกรณีที่พบไฟล์จะแสดงข้อความเป็นเนื้อหาในไฟล์
Description	เมื่อ Customer ต้องการแสดงข้อมูลที่เคยบันทึกไว้ระบบจะทำการค้นหาไฟล์ .txt ที่เคยบันทึกไว้ว่ามีหรือไม่ - ถ้ามีจะทำการอ่านเนื้อหาในไฟล์แล้วแสดงผลบนหน้าจอ - แต่ถ้าไม่มีระบบจะแสดงข้อความบนหน้าจอแจ้งเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.3.3. Activity Diagram

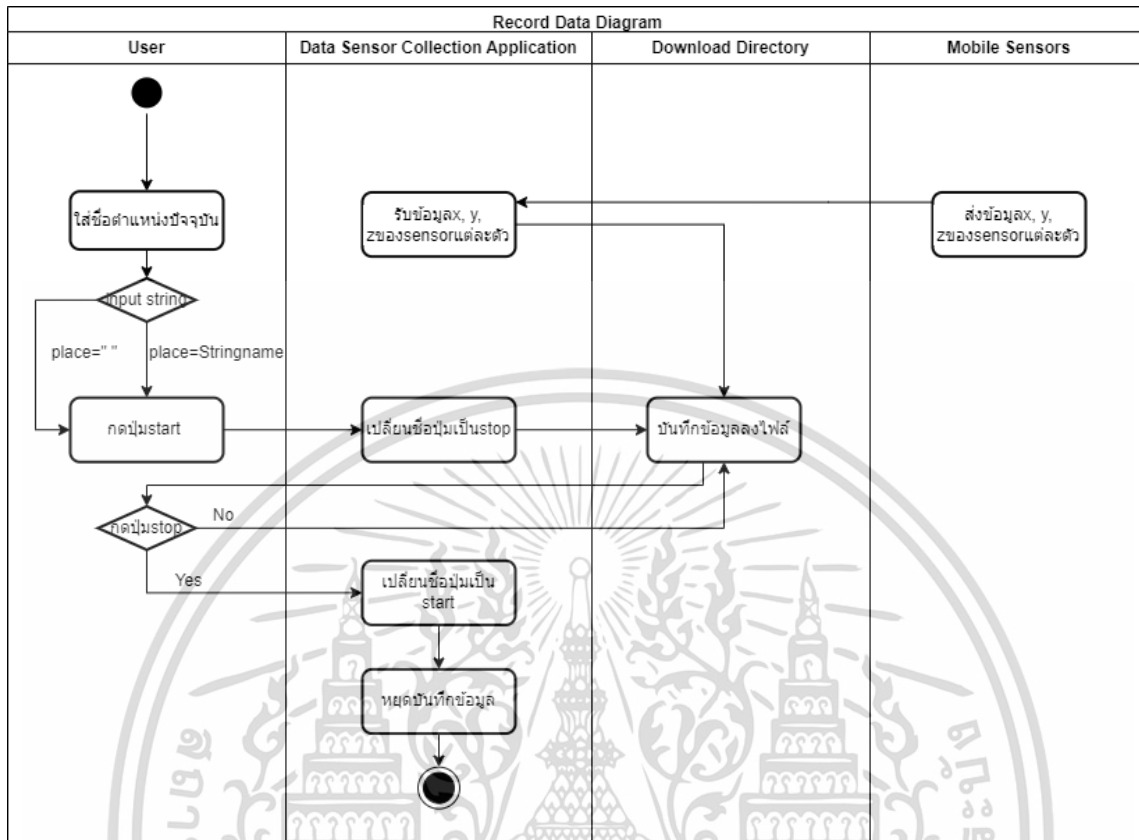
## 1. Activity Diagram ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า



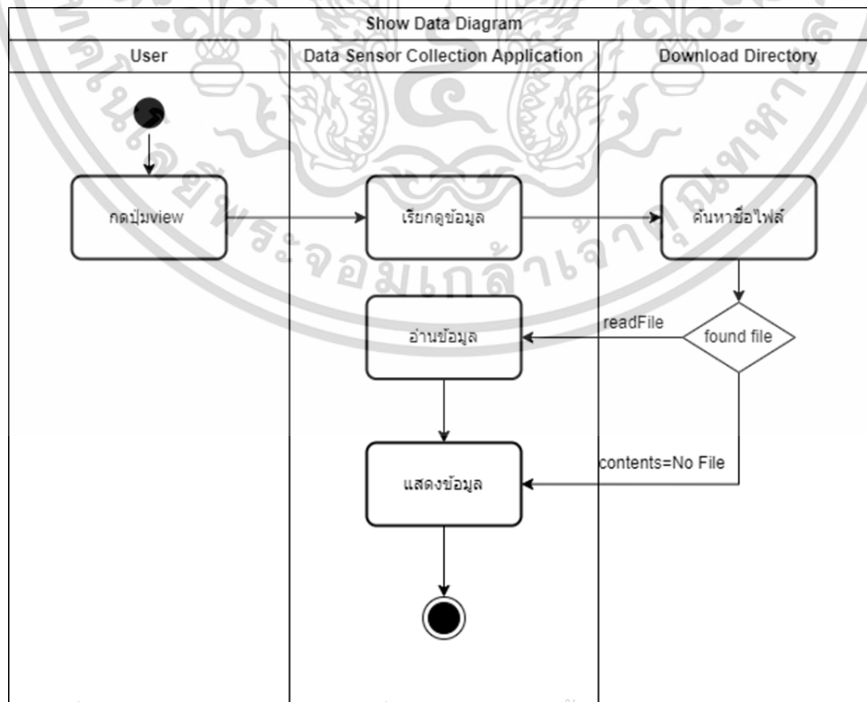
รูปที่ 3.5 Activity Diagram ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Activity Diagram ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

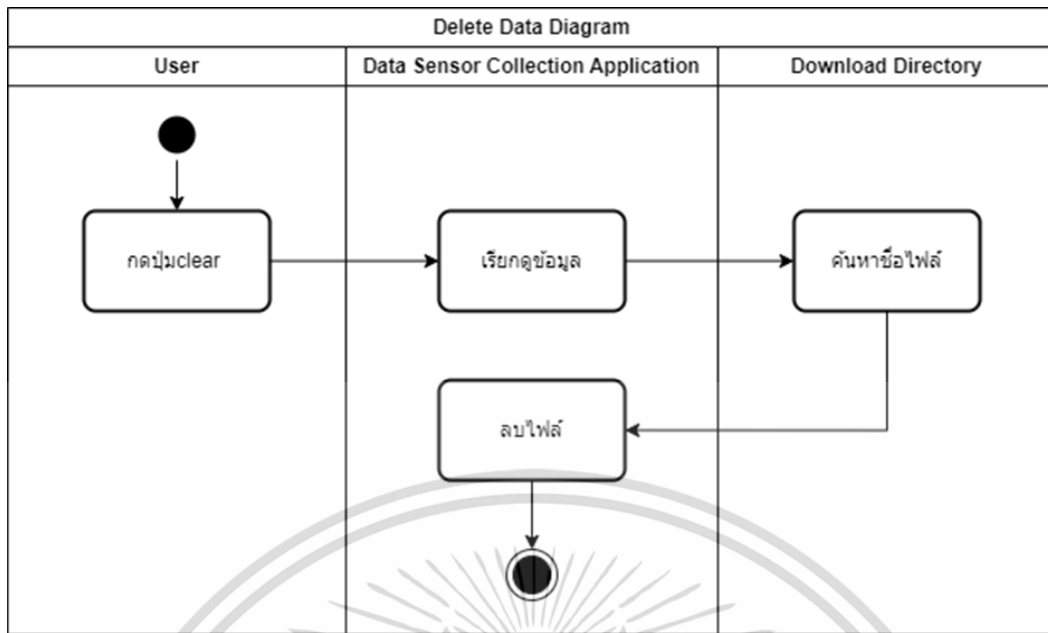


รูปที่ 3.6 Activity Diagram ของการบันทึกข้อมูลเซนเซอร์



รูปที่ 3.7 Activity Diagram ของการแสดงผลข้อมูลเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุขัดแย้งและต้องอยู่ข้างเคียงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 Activity Diagram ของการลบข้อมูลเซนเซอร์

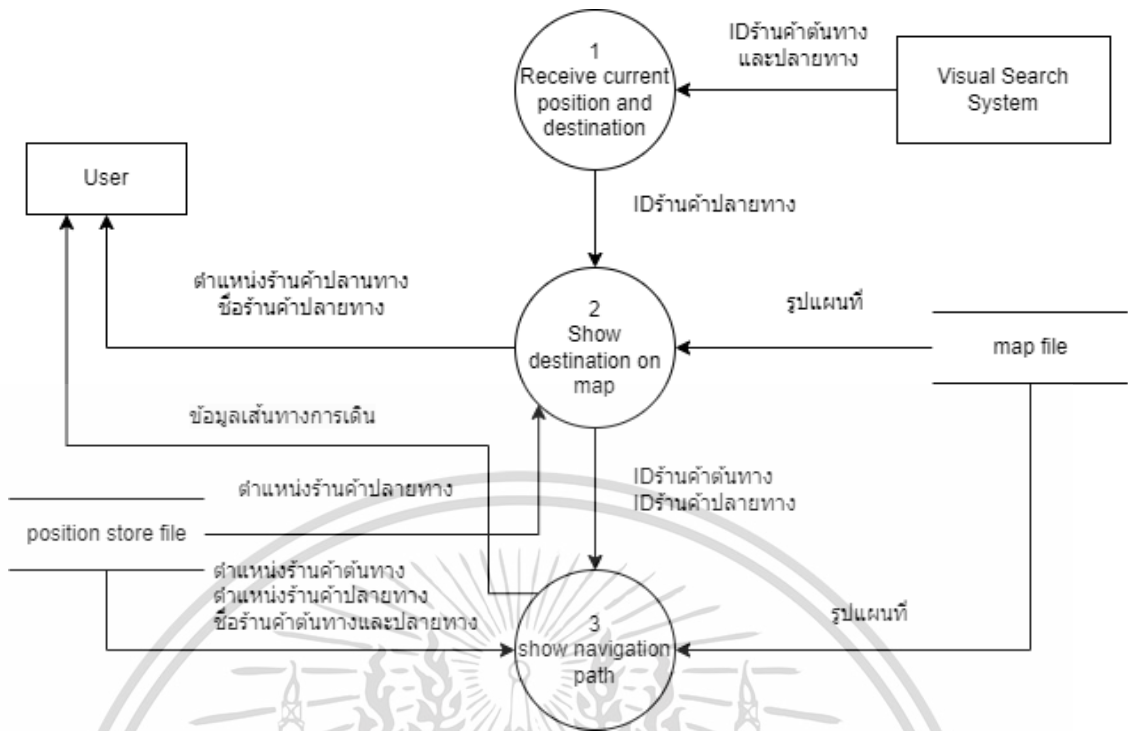
3.3.4. Data Flow Diagram

1. Data Flow Diagram ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

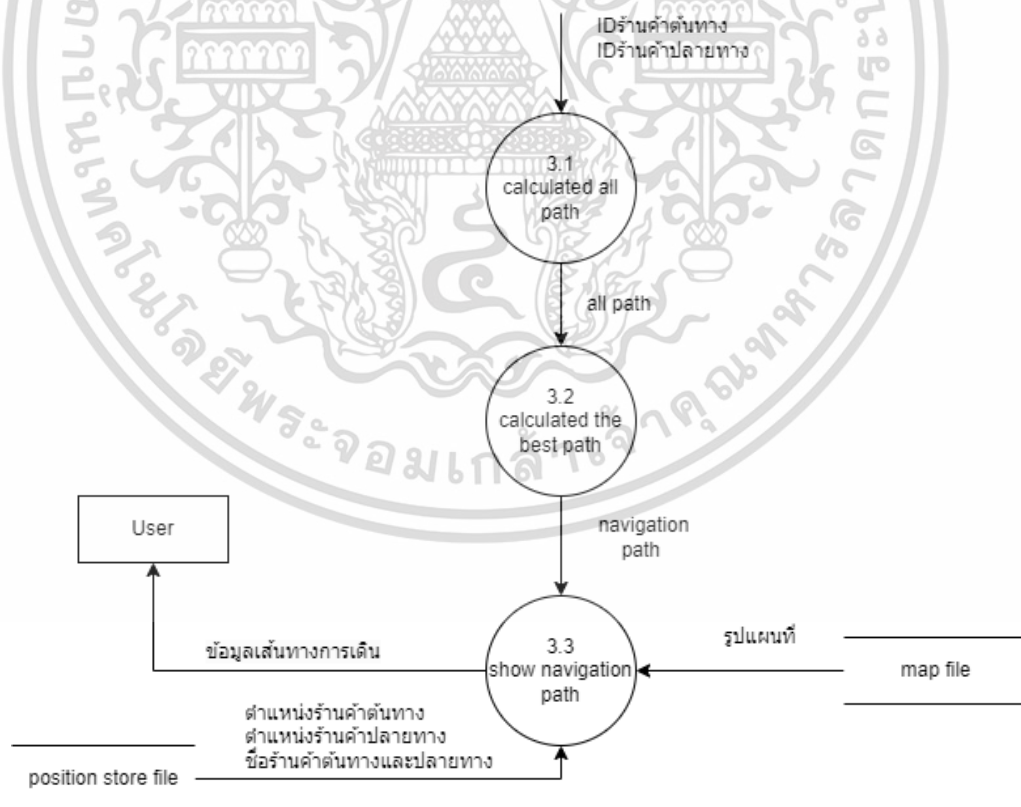


รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

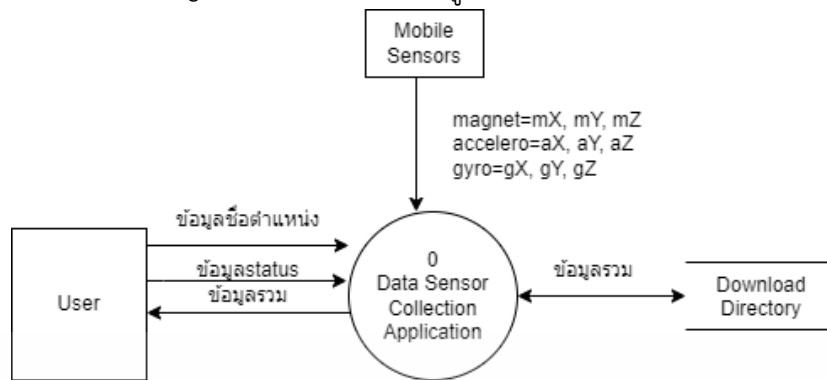


รูปที่ 3.10 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 1

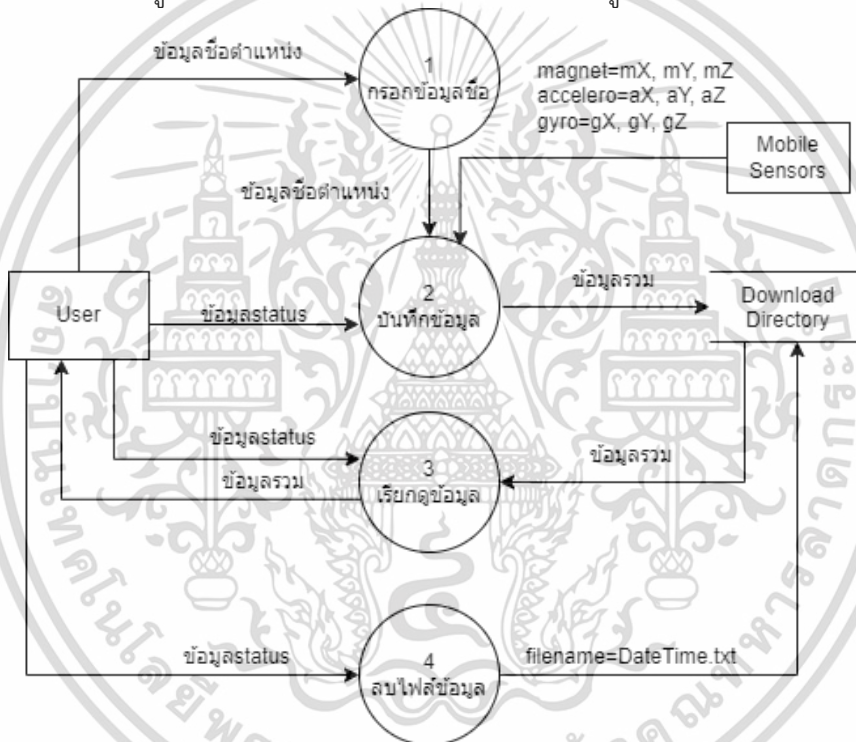


รูปที่ 3.11 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 2 ของ(3) แสดงเส้นทางการเดินทาง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Data Flow Diagram ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

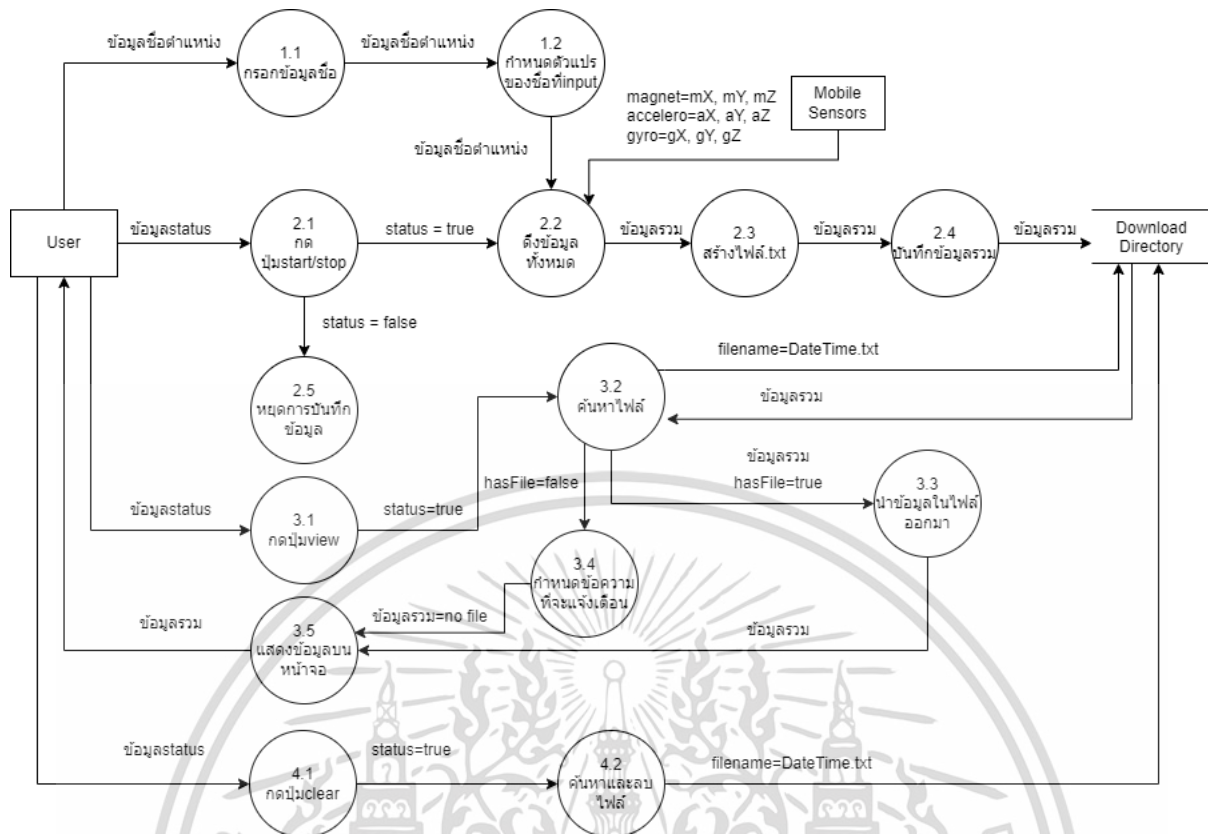


รูปที่ 3.12 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 0



รูปที่ 3.13 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลระดับ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.5. Pseudocode ของการคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุด

```

function findAllPath(s, d)
  isVisited =[all vertices]
  for i < all vertices
    add source to path[]
    findAllPathUtil(s, d, isVisited, pathList, valueList)

function findAllPathUtil(u, d, isVisited, localPath, localValue)
  let adjList be array
  adjList =[adjacency of u]
  if( u == d)
    let distance = 0
    for i < valueList.length
      distance += valueList[i]
    allPath.push(localPath, distance)
  isVisited[u] = true
  //recursive for all node
  for i < adjList.length
    if(!isVisited[adjList[i]])
      store adjList[i] in localPath
      store value[i] in localValue
      findAllPathUtil(adjList[i], d, isVisited, localPath, localValue )
      remove current node in localPath and localValue
  isVisited[u] = false //mark current node
  return allPath

```

รูปที่ 3.15 Pseudocode ของหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด

```

function findBestPath(allPath)
  for i < allPath.length
    if shortest = null
      shortest = allPath[i][1]
      path.push(...allPath[i][0])
    temp = allPath[i][1]
    if temp < shortest
      shortest = temp
      path.push(...allPath[i][0])
    if temp = shortest //same distance
      temp = allPath[i][1]
    if allPath[i][0].length > path.length
      path.push(...allPath[i][0])
  return path

```

รูปที่ 3.16 Pseudocode ส่วนของการหาเส้นทางที่ดีที่สุดตามเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6. Flowchart ของการทำงานวิจัยการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก (Indoor Position Tracking using earth's magnetic field)

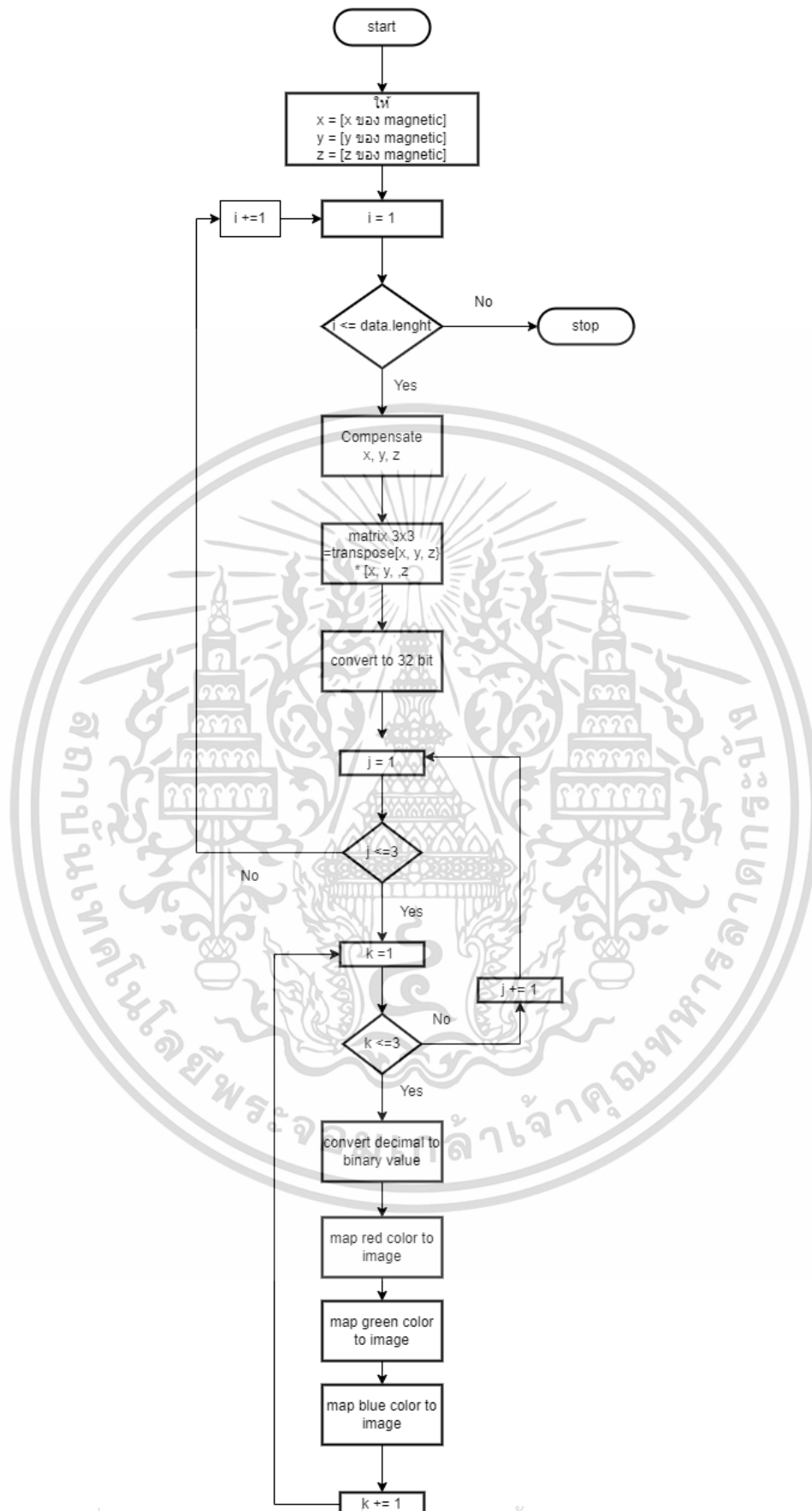


รูปที่ 3.17 Flowchart กระบวนการทำงานวิจัย

กระบวนการทำงานวิจัยประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแอปพลิเคชันสำหรับการเก็บข้อมูลเซนเซอร์บนมือถือ
2. ทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) แก้ไขข้อผิดพลาดจากไฟล์ข้อมูลเซนเซอร์ให้ตรงกันทุกไฟล์
3. วิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยทฤษฎีที่ค้นคว้ามา
4. สรุปผลการทดลอง (Experiment Result) สรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองตามทฤษฎีที่ค้นคว้า

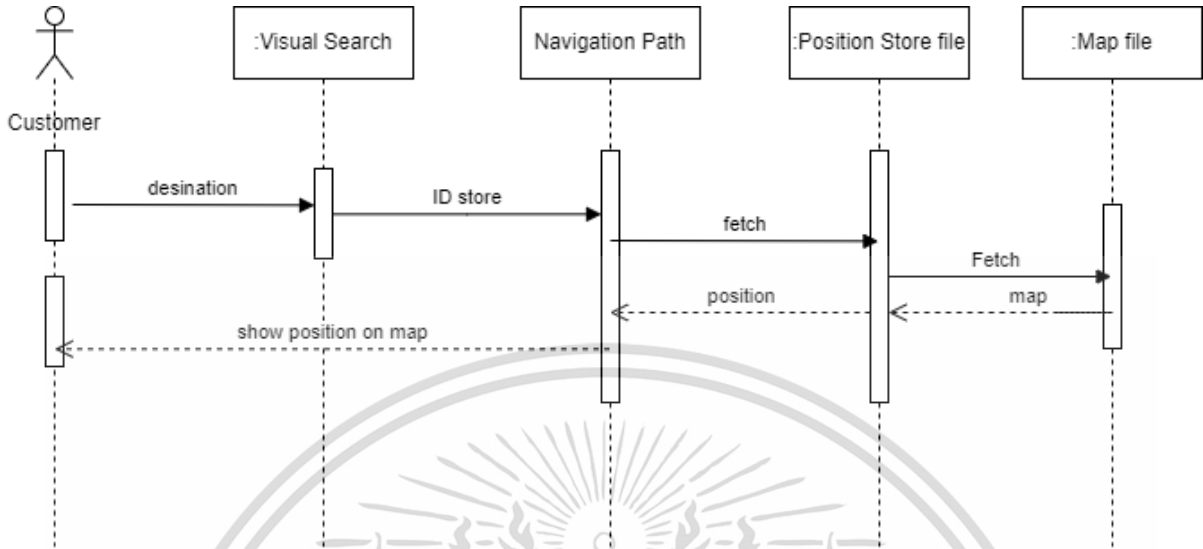
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



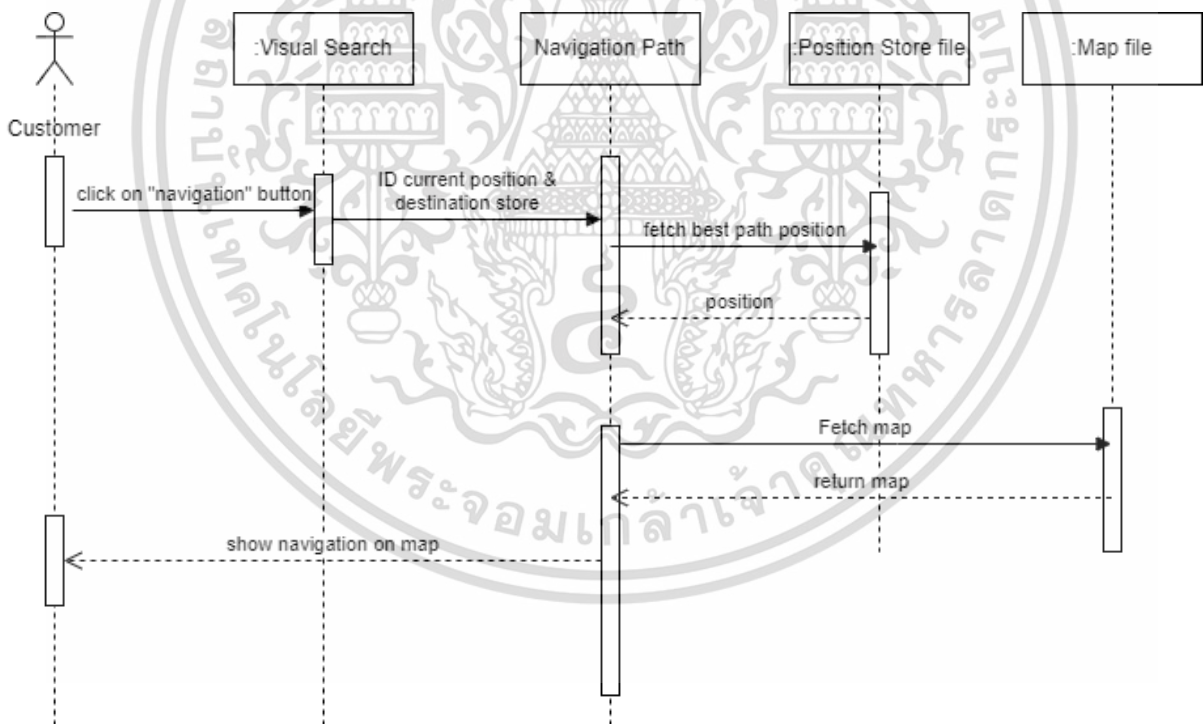
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 3.18 Flowchart ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลของแนวคิด Feature Map Matching

3.3.7. Sequence Diagram

1. Sequence Diagram ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า



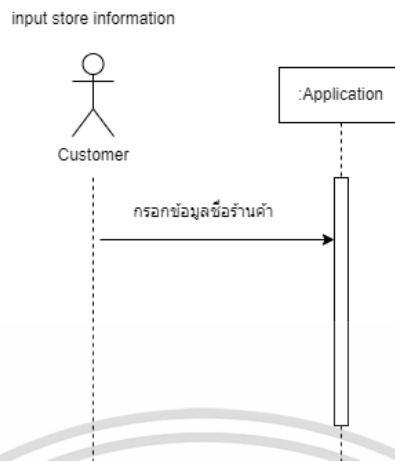
รูปที่ 3.19 sequence diagram ของกรณี visual Search ส่งแค่ค่าปลายทางมาให้ Navigation Path



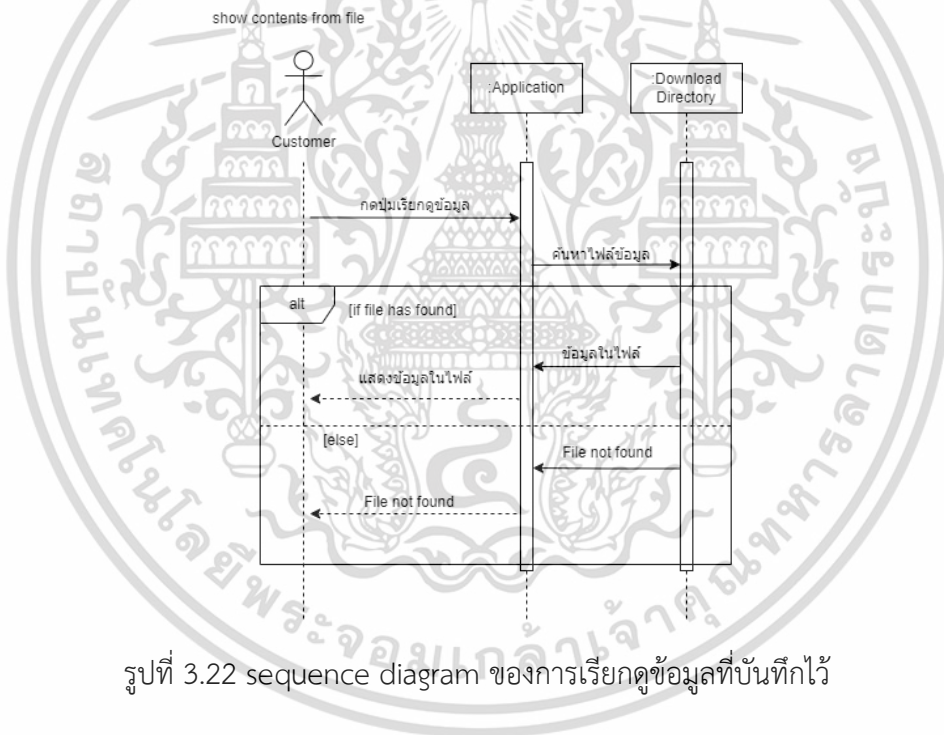
รูปที่ 3.20 sequence diagram ของ กรณี visual Search ส่งค่าตำแหน่งปัจจุบันและปลายทางมาให้ Navigation Path

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. Sequence Diagram ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

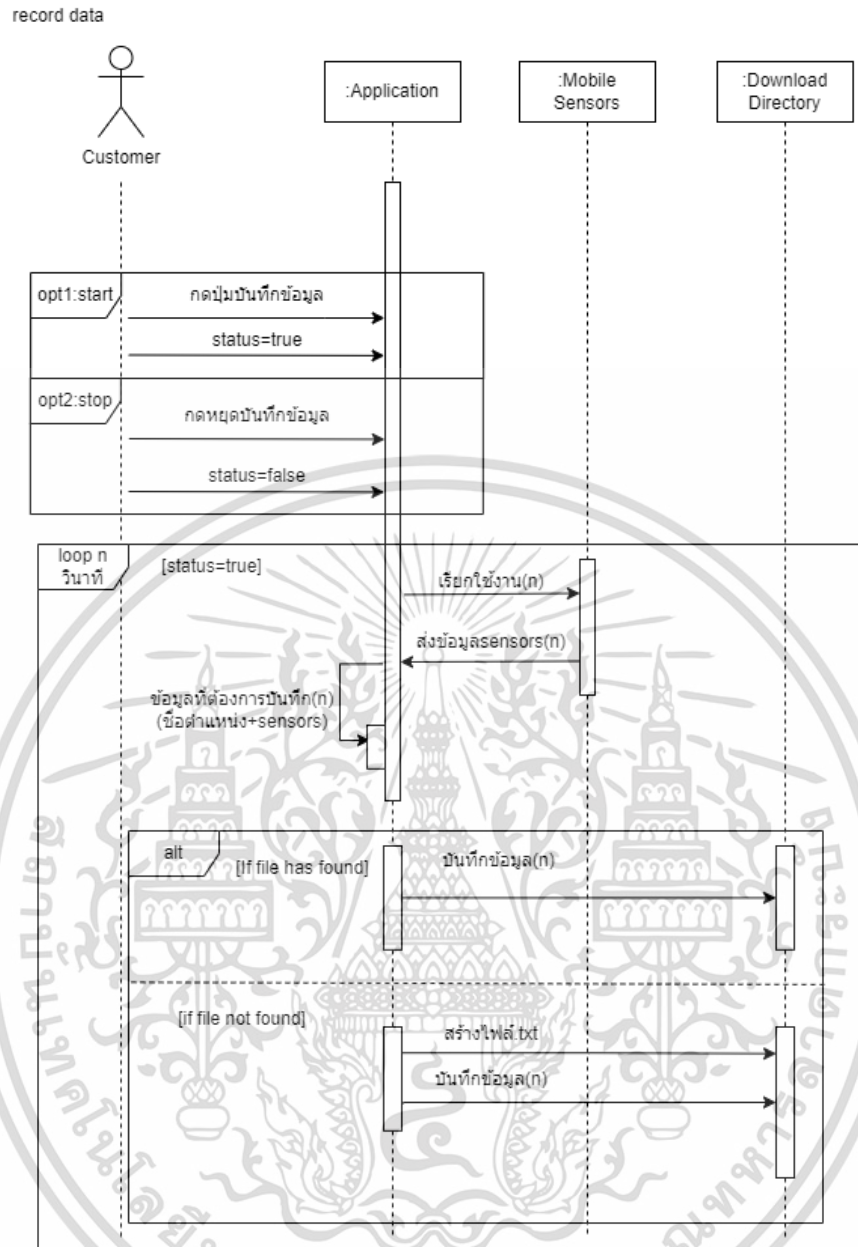


รูปที่ 3.21 sequence diagram ของ input store information



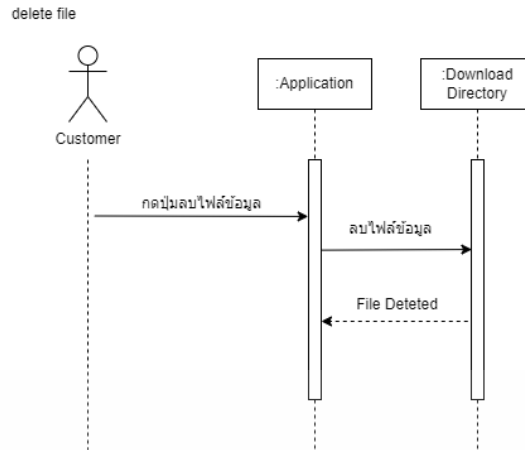
รูปที่ 3.22 sequence diagram ของการเรียกดูข้อมูลที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



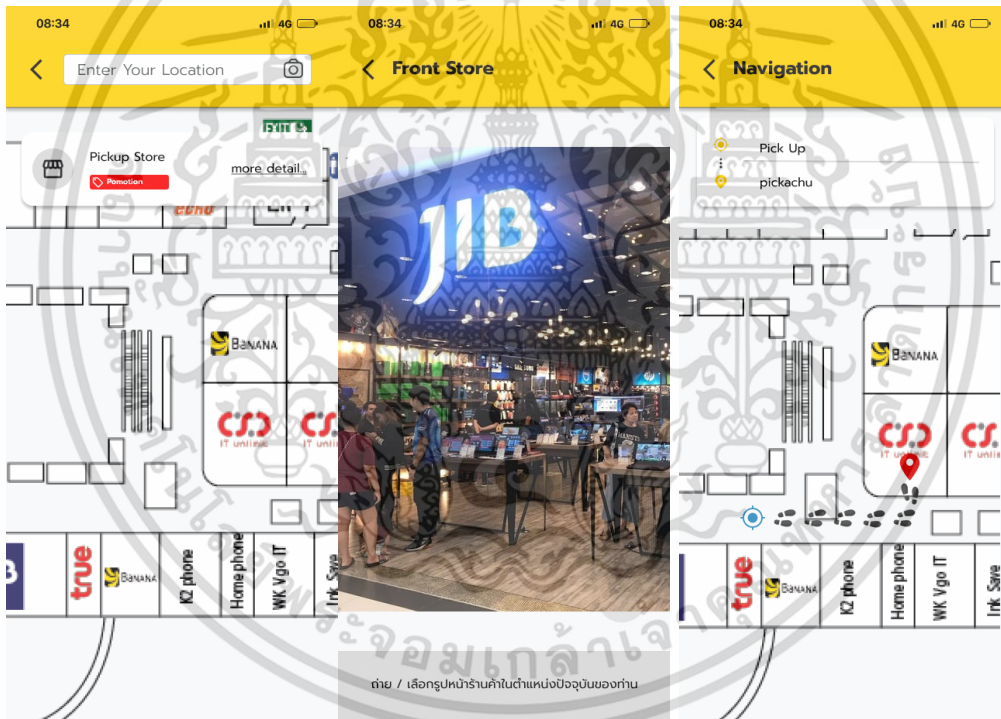
รูปที่ 3.23 sequence diagram ของการบันทึกข้อมูลเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 sequence diagram ของการลบไฟล์.txt

3.3.8. UI prototype



รูปที่ 3.25 UI prototype ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<p><b>gyroscope values</b></p> <p>x: 0.552 y: -2.5698 z: -24.0199</p>	<p><b>gyroscope values</b></p> <p>x: 0.552 y: -2.5698 z: -24.0199</p>	<p>x: 0.552 y: -2.5698 z: -24.0199</p>
<p><b>magnetomer values</b></p> <p>x: 0.552 y: -2.5698 z: -24.0199</p>	<p><b>magnetomer values</b></p> <p>x: 0.552 y: -2.5698 z: -24.0199</p>	<p><b>magnetomer values</b></p> <p>x: 0.552 y: -2.5698 z: -24.0199</p>
<p><b>Name of place</b></p> <p>Place</p> <p>START</p> <p>SAVE</p> <p>VIEW</p> <p>CLEAR</p> <p><b>Records</b></p>	<p><b>Name of place</b></p> <p>Echo</p> <p>STOP</p> <p>SAVE</p> <p>VIEW</p> <p>CLEAR</p> <p><b>Records</b></p>	<p><b>Name of place</b></p> <p>Place</p> <p>START</p> <p>SAVE</p> <p>VIEW</p> <p>CLEAR</p> <p><b>Records</b></p> <p>Point = Echo mX: 0.552 mY: -2.5698 mZ: -24.0199 aX: 120.552 aY: -2.5698 aZ: -14.0199 gX: 0.5 gY: -0.5 gZ: -0.0199</p>

รูปที่ 3.26 UI prototype ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

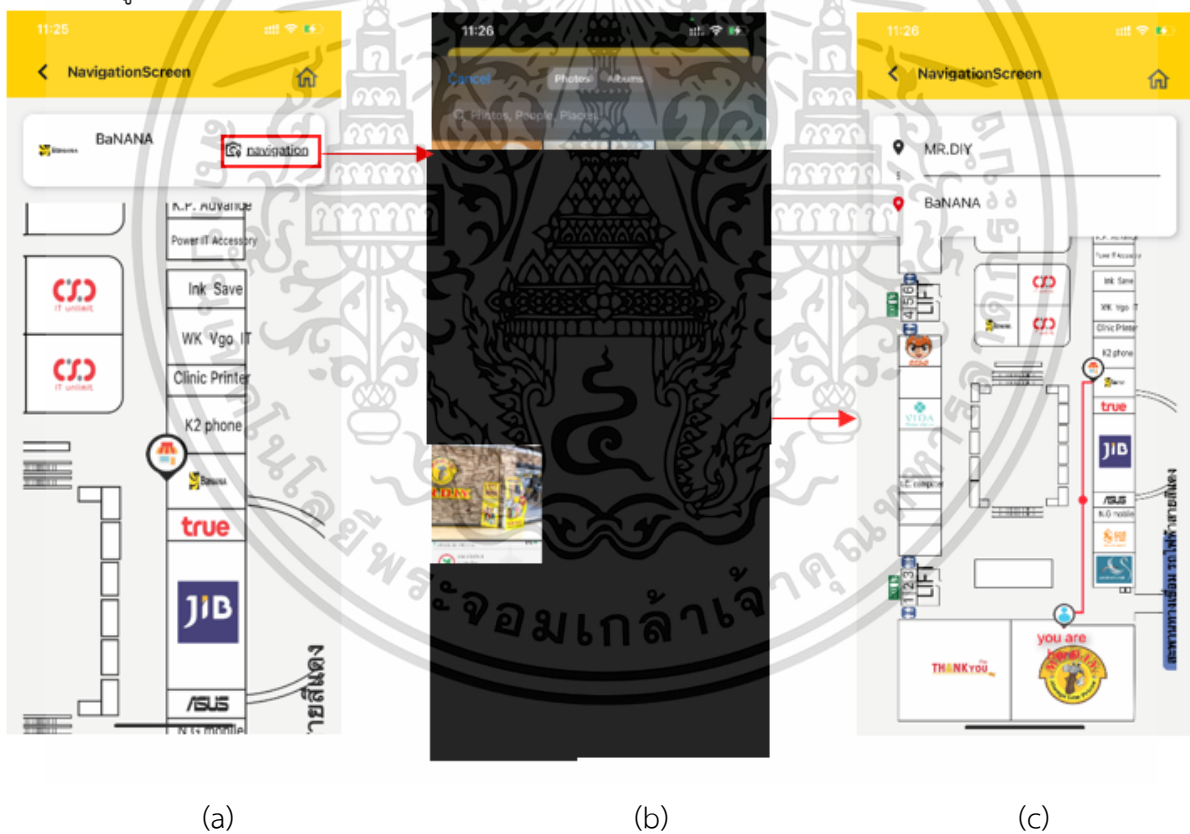
### ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการที่คณะผู้จัดทำได้เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) เป็นระยะเวลาทั้งหมด 7 เดือน โดยได้รับผิดชอบ 2 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนของ Navigation Paths ซึ่งมีหน้าที่รับค่าร้านค้าจุดเริ่มต้นที่ผู้ใช้งานอยู่ไปยังจุดปลายทางที่ผู้ใช้งานต้องการมาประมวลผลและแสดงเส้นทางเพื่อนำทางผู้ใช้งาน 2) งานวิจัยการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก (indoor position tracking) โดยมีผลการวิจัยดังต่อไปนี้

#### 4.1. ส่วนของ navigation path

##### 4.1.1. วิธีการใช้งานแอปพลิเคชัน


เนื่องจากระบบนำทางห้างสรรพสินค้าเป็นส่วนที่ดำเนินการต่อจากของระบบ Visual Search จึงมีการนำภาพขั้นตอนการดำเนินงานในส่วนของ Visual Search มาร่วมด้วย เพื่อการใช้งานแอปพลิเคชันที่สมบูรณ์



รูปที่ 4.1 (a) Navigation Screen (b) Camera Screen (Visual search) (c) Navigation Screen ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

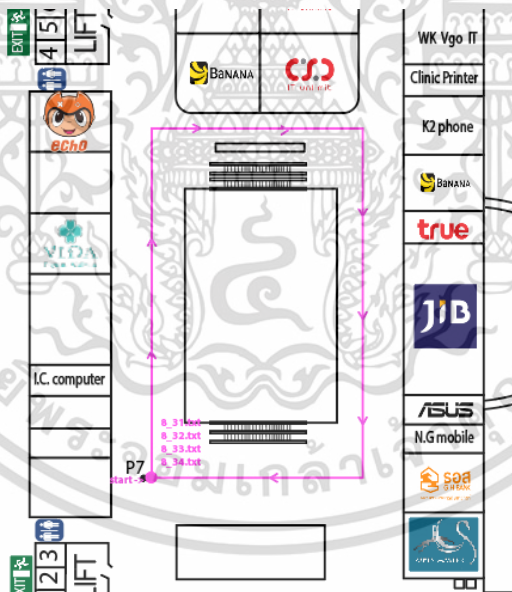
การแสดงผลเส้นทางการเดินทางมีดังนี้

- 1) เมื่อผู้ใช้งานเลือกร้านค้าปลายทางจากฝั่ง Visual Search เสร็จ ระบบจะระบุตำแหน่งร้านค้าปลายทางให้ผู้ใช้งานทราบด้วยicon แสดงในรูป(a) Navigation Screen
- 2) เมื่อผู้ใช้งานต้องการการนำทาง กด  navigation ระบบจะเปิดหน้า (b)Camera Screen(Visual search) ให้นำภาพหน้าร้านค้าตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้เข้าระบบ
- 3) เมื่อ 2) เสร็จสิ้น ระบบจะทำการแสดงผลเส้นทางการเดินทางของผู้ใช้งานตั้งแต่ตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งร้านค้าปลายทางพร้อมทั้งแสดงอนิเมชันการเดินทางดังรูป(c) Navigation Screen

#### 4.2. ศึกษาการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก (Indoor Position Tracking)

ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

##### 4.2.1. ขั้นตอนการเก็บข้อมูลเซนเซอร์



รูปที่ 4.2 แผนที่แสดงการเดินทางเก็บข้อมูลเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

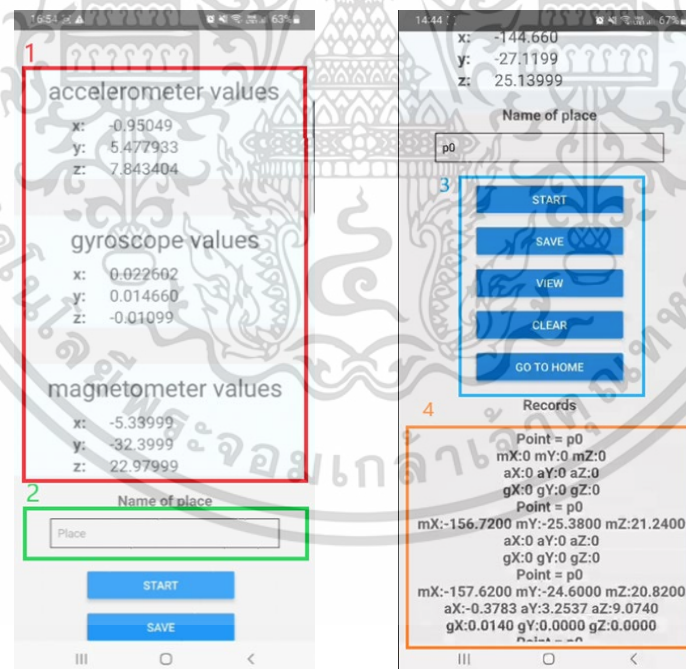
### รายละเอียดและเงื่อนไขในการเก็บข้อมูลเซนเซอร์

ในการเก็บข้อมูลเซนเซอร์ 3 ตัว ประกอบด้วย accelerometer, magnetometer, gyroscope คณะผู้จัดทำใช้ผู้เก็บรวบรวมข้อมูลจำนวน 2 คน โดยใช้แอปพลิเคชันที่คณะผู้จัดทำพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดและเงื่อนไขในการเก็บข้อมูลดังนี้

1. ผู้เก็บข้อมูลถือโทรศัพท์บริเวณนอกของตมตลอดระยะเวลาการเดินทาง
2. ผู้เก็บข้อมูลเดินตามเข็มนาฬิกาตามรูปที่ 4.2 โดยมีจุดเริ่มต้นที่จุด p7 และสิ้นสุดเมื่อเดินกลับมาถึงจุดp7
3. ผู้เก็บข้อมูลทำการบันทึกข้อมูลเซนเซอร์ตลอดการเดินทาง โดยระบุชื่อร้านค้า ณ ขณะที่เดินผ่านร้านค้า
4. ผู้เก็บข้อมูลแต่ละคนเก็บข้อมูลคนละ 2 รอบ รวมทั้งหมด 4 รอบ
5. จุดที่เก็บทั้งหมดจำนวน 13 จุด ประกอบด้วย p7, I.C computer, VIDA, echo, banana IT1, IT city, k2 phone, banana IT 2, true, JIB, ASUS, N.G mobile, ghbank, p7

รายละเอียดผู้จัดเก็บข้อมูลคนที่ 1 มีความสูง 152 เซนติเมตร ผู้จัดเก็บข้อมูลคนที่ 2 มีความสูง 171 เซนติเมตร เก็บข้อมูลด้วยมือถือรุ่น Samsung Galaxy A51

แอปพลิเคชันเก็บข้อมูล โดยมีรายละเอียดแต่ละหน้าจอดังนี้



รูปที่ 4.3 Sensor Screen

จากรูปที่ 4.3 บริเวณหมายเลข 1 เป็นส่วนที่แสดงค่าเซนเซอร์แต่ละชนิดในปัจจุบัน บริเวณหมายเลข 2 เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานสามารถกรอกชื่อตำแหน่งที่เราต้องการบันทึก บริเวณหมายเลข 3 เป็นส่วนปุ่มที่ใช้ทำฟังก์ชันต่างๆ ได้แก่ การบันทึกข้อมูลเซนเซอร์ เรียกดูข้อมูลเซนเซอร์ที่เคยบันทึกไว้ และ

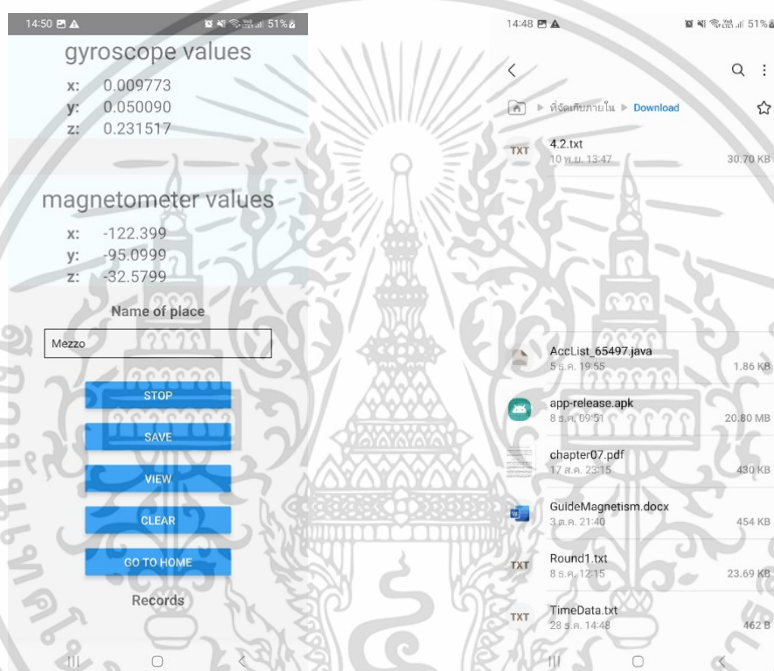
ลบข้อมูลเซนเซอร์ที่เคยบันทึกไว้ บริเวณหมายเลข4เป็นส่วนที่แสดงค่าเซนเซอร์ที่เคยบันทึกไว้จากการกดปุ่มview

### วิธีการใช้งานแอปพลิเคชัน

ในระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์ของเรามีการใช้งานทั้งหมด3ส่วนหลัก ได้แก่ การบันทึกข้อมูลเซนเซอร์ เรียกดูข้อมูลเซนเซอร์ที่เคยบันทึกไว้ และลบข้อมูลเซนเซอร์ที่เคยบันทึกไว้ ซึ่งมีวิธีการใช้งานดังต่อไปนี้

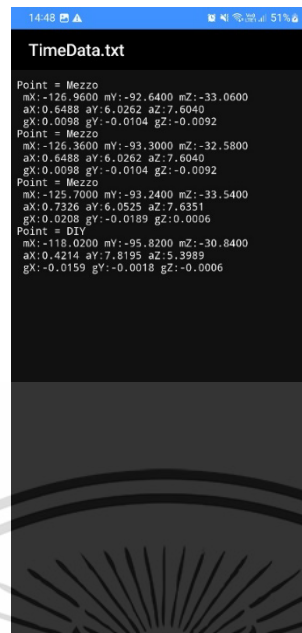
#### 1. การบันทึกข้อมูลเซนเซอร์

ในระบบของเราสามารถบันทึกได้ 2 รูปแบบ คือ การกดบันทึกข้อมูลเพียงค่าเดียว และการกดบันทึกข้อมูลทุกๆ1วินาทีจนกว่าจะกดหยุดการบันทึกข้อมูล



รูปที่ 4.4 หน้าจอที่แสดงหลังจากกดปุ่ม start รูปที่ 4.5 ตำแหน่งไฟล์ TimeData.txt



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 4.6 รายละเอียดข้อมูลในTimeData.txtหลังจากการบันทึกข้อมูลทั้ง2รูปแบบ



วิธีการกดบันทึกข้อมูลมีดังนี้

- 1) กรอกข้อมูลชื่อตำแหน่งที่เราต้องการบันทึก(ไม่บังคับ)

- 2) กดปุ่ม  เพื่อเริ่มบันทึกข้อมูล โดยปุ่ม start จะเปลี่ยนชื่อเป็นปุ่ม  เพื่อใช้ในการหยุดบันทึกข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่บันทึกจะประกอบด้วย Point คือ ชื่อตำแหน่งที่กรอกไว้ในข้อ1 หากไม่กรอกจะเป็นคำว่า และ ค่า x, y, z ของ magnetometer(mX, mY, mZ), accelerometer(aX, aY, aZ) และ gyroscope(gX, gY, gZ)

- 3) หากเรายังไม่กดปุ่ม  จะทำการบันทึกข้อมูลต่อไปเรื่อยๆลงในไฟล์TimeData.txt ซึ่งสร้างไว้ใน Download Directory ในโทรศัพท์ของระบบ android(ถ้าเป็น IOS จะอยู่ใน Library Directory)ในทุกๆ1วินาที

- 4) เมื่อกดปุ่ม  ปุ่มจะกลับไปเป็น  และจะทำการหยุดบันทึกข้อมูล

- 5) ในกรณีของการกดปุ่ม  ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลตามข้อ2 เพียงครั้งเดียว โดยการบันทึกข้อมูลสามารถบันทึกข้อมูลต่อกันได้ตามตัวอย่างในรูปที่ 4.18 ที่ Mezzo เป็นการกด  เพื่อบันทึกทุกๆ1วินาที ส่วนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ค่า DIY เป็นกรกดปุ่ม  ที่กดซ้ำเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่เพียงครั้งเดียว ระเบียบด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. การเรียกดูข้อมูลเซนเซอร์ที่เคยบันทึกไว้

14:48 ▲ 50%

y: -93.4199  
z: -26.2199

Name of place  
Mezzo

START  
SAVE  
VIEW  
CLEAR  
GO TO HOME

Records

Point = Mezzo  
mX:-126.9600 mY:-92.6400 mZ:-33.0600  
aX:0.6488 aY:6.0262 aZ:7.6040  
gX:0.0098 gY:-0.0104 gZ:-0.0092

Point = Mezzo  
mX:-126.3600 mY:-93.3000 mZ:-32.5800  
aX:0.6488 aY:6.0262 aZ:7.6040  
gX:0.0098 gY:-0.0104 gZ:-0.0092

Point = Mezzo  
mX:-125.7000 mY:-93.2400 mZ:-33.5400  
aX:0.7326 aY:6.0525 aZ:7.6351  
gX:0.0208 gY:-0.0189 gZ:0.0006

14:48 ▲ 50%

Name of place  
DIY

START  
SAVE  
VIEW  
CLEAR  
GO TO HOME

Records

Point = Mezzo  
mX:-126.9600 mY:-92.6400 mZ:-33.0600  
aX:0.6488 aY:6.0262 aZ:7.6040  
gX:0.0098 gY:-0.0104 gZ:-0.0092

Point = Mezzo  
mX:-126.3600 mY:-93.3000 mZ:-32.5800  
aX:0.6488 aY:6.0262 aZ:7.6040  
gX:0.0098 gY:-0.0104 gZ:-0.0092

Point = Mezzo  
mX:-125.7000 mY:-93.2400 mZ:-33.5400  
aX:0.7326 aY:6.0525 aZ:7.6351  
gX:0.0208 gY:-0.0189 gZ:0.0006

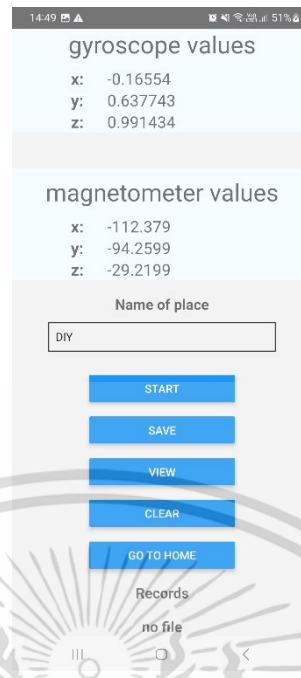
Point = DIY  
mX:-118.0200 mY:-95.8200 mZ:-30.8400  
aX:0.4214 aY:7.8195 aZ:5.3989  
gX:-0.0159 gY:-0.0018 gZ:-0.0006

14:48 ▲ 50%

รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูลจากรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.8 หน้าจอแสดงข้อมูลที่ได้จากการบันทึกข้อมูล DIY ต่อจากรูปที่ 4.6 ด้วยการกด save

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



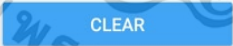
รูปที่ 4.9 หน้าจอแสดงผลในกรณีที่ไม่มีไฟล์ TimeData.txt

การกดแสดงผลข้อมูลมีวิธีการดังนี้

1) กดปุ่ม  เพื่อเรียกดูข้อมูลในไฟล์ TimeData.txt

2) แสดงเนื้อหาข้อมูลทั้งหมดในไฟล์ TimeData.txt หากไม่มีไฟล์ดังกล่าว หน้าจอจะแสดงผลลัพธ์ no file ตาม รูปที่ 4.9

3. การลบข้อมูลเซนเซอร์ที่เคยบันทึกไว้  
การลบข้อมูลมีวิธีการดังนี้

1) กดปุ่ม  เพื่อทำการลบไฟล์ TimeData.txt

2) หลังจากทำการลบข้อมูลแล้วหากกด view เพื่อเรียกดูข้อมูล จะแสดงผลลัพธ์ตาม รูปที่ 4.9

#### 4.2.2. ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล

จากขั้นตอนการเก็บข้อมูลเราจะได้ไฟล์ TimeData.txt ที่ประกอบไปด้วยชื่อหน้าร้านและ ค่าเซนเซอร์ทั้ง 3 ชนิดในตำแหน่งดังกล่าว โดยเมื่อคณะผู้จัดทำจะทำการเก็บข้อมูลในแต่ละรอบเสร็จสิ้น จากนั้นทำการเปลี่ยนชื่อไฟล์ เพื่อทำการเก็บข้อมูล TimeData.txt ในรอบถัดไป เนื่องจากผู้จัดเก็บข้อมูลมีมากกว่า 1 คน และในการกรอกชื่อร้านค้าอาจเกิดข้อผิดพลาดต่างๆ เช่น กรอกชื่อร้านค้าไม่ตรงกันในแต่ละรอบ หรือสะกดชื่อร้านค้าผิด จึงต้องมีการเตรียมข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์ ซึ่งมีทั้งหมด 2 กระบวนการ

ดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1. แก้ไขชื่อร้านให้ตรงกันในทุกรอบ

ตรวจสอบชื่อร้านค้าที่บันทึกในบริเวณค่าPointที่เก็บไว้ในแต่ละรอบทุกตัว หากชื่อไม่ตรงกันจะทำการแก้ไขข้อมูลในไฟล์ทันที

```

4.1 - Notepad
File Edit Format View Help
gX:-0.0391 gY:-0.3757 gZ:-0.9291
Point = echo
mX:-17.1000 mY:-19.2000 mZ:20.8200
aX:0.5100 aY:5.0733 aZ:8.0038
gX:-0.3995 gY:-0.3073 gZ:-0.1863
Point = echo
mX:-2.3400 mY:-29.3400 mZ:19.7400
aX:1.3455 aY:3.6368 aZ:8.9088
gX:0.0788 gY:0.4136 gZ:-0.2804
Point = banana1
mX:-17.5200 mY:-13.4400 mZ:14.8200
aX:0.0096 aY:3.2801 aZ:8.6886
gX:0.2242 gY:-0.2651 gZ:-0.1069
Point = banana1
mX:-15.9000 mY:-18.9000 mZ:19.0200
aX:1.3072 aY:3.5913 aZ:8.6670
gX:0.0629 gY:-0.0226 gZ:-0.4355

4.2 - Notepad
File Edit Format View Help
gX:-0.5400 gY:-0.2779 gZ:-0.8430
Point = Echo
mX:-32.1000 mY:-24.8400 mZ:-7.0800
aX:-0.7901 aY:4.4149 aZ:9.4332
gX:0.2779 gY:-0.2883 gZ:-0.9108
Point = Echo
mX:-33.1800 mY:-23.2200 mZ:-8.1600
aX:-0.5602 aY:3.4644 aZ:10.5249
gX:0.4832 gY:-0.0855 gZ:0.0483
Point = banana_1
mX:-29.7000 mY:-24.4200 mZ:-13.0800
aX:-0.5435 aY:2.7318 aZ:8.5377
gX:0.5400 gY:0.0641 gZ:0.1924
Point = banana_1
mX:-31.9800 mY:-23.8800 mZ:-7.3200
aX:0.2131 aY:4.2641 aZ:8.5305
gX:-0.3714 gY:-0.1735 gZ:0.0391

```

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างข้อมูล TimeData.txt ในรอบที่1(ซ้าย)และรอบที่2(ขวา)

```

4.1 - Notepad
File Edit Format View Help
gX:-0.0391 gY:-0.3757 gZ:-0.9291
Point = echo
mX:-17.1000 mY:-19.2000 mZ:20.8200
aX:0.5100 aY:5.0733 aZ:8.0038
gX:-0.3995 gY:-0.3073 gZ:-0.1863
Point = echo
mX:-2.3400 mY:-29.3400 mZ:19.7400
aX:1.3455 aY:3.6368 aZ:8.9088
gX:0.0788 gY:0.4136 gZ:-0.2804
Point = banana1
mX:-17.5200 mY:-13.4400 mZ:14.8200
aX:0.0096 aY:3.2801 aZ:8.6886
gX:0.2242 gY:-0.2651 gZ:-0.1069
Point = banana1
mX:-15.9000 mY:-18.9000 mZ:19.0200
aX:1.3072 aY:3.5913 aZ:8.6670
gX:0.0629 gY:-0.0226 gZ:-0.4355

4.2 - Notepad
File Edit Format View Help
gX:-0.5400 gY:-0.2779 gZ:-0.8430
Point = echo
mX:-32.1000 mY:-24.8400 mZ:-7.0800
aX:-0.7901 aY:4.4149 aZ:9.4332
gX:0.2779 gY:-0.2883 gZ:-0.9108
Point = echo
mX:-33.1800 mY:-23.2200 mZ:-8.1600
aX:-0.5602 aY:3.4644 aZ:10.5249
gX:0.4832 gY:-0.0855 gZ:0.0483
Point = banana_1
mX:-29.7000 mY:-24.4200 mZ:-13.0800
aX:-0.5435 aY:2.7318 aZ:8.5377
gX:0.5400 gY:0.0641 gZ:0.1924
Point = banana_1
mX:-31.9800 mY:-23.8800 mZ:-7.3200
aX:0.2131 aY:4.2641 aZ:8.5305
gX:-0.3714 gY:-0.1735 gZ:0.0391

```

รูปที่ 4.11 ข้อมูล TimeData.txt หลังจากแก้ไข

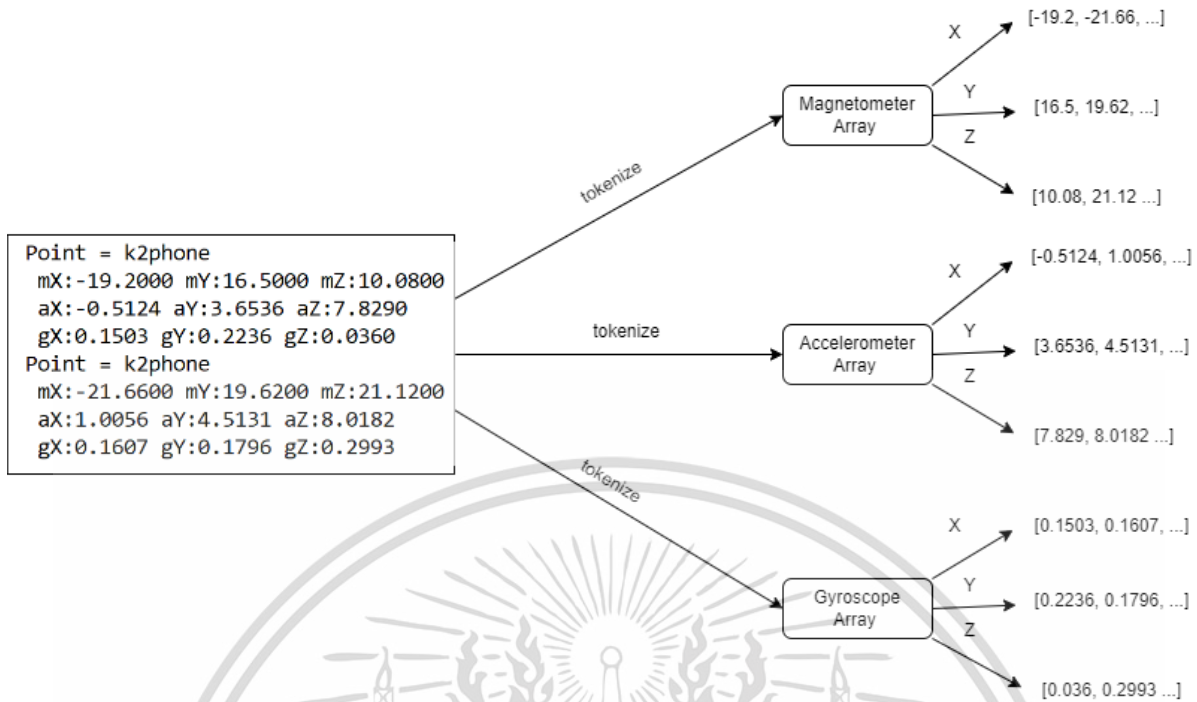
## 2. เลือกข้อมูล

ร้านค้าที่เก็บทั้งหมดจำนวน 13 ร้าน โดยจะสุ่มค่าข้อมูลเซนเซอร์มาเพียง 200 จุดจากทั้งหมด โดย 1 ร้านจะมีค่าข้อมูลเซนเซอร์ประมาณ 15 จุดต่อ 1 ร้าน เพื่อใช้ในการระบุตำแหน่งผู้ใช้งาน

## 3. Tokenization

เป็นกระบวนการในการตัดข้อมูล text ในไฟล์ออกมาแค่ค่าที่เราต้องการนำไปใช้วิเคราะห์ข้อมูลเท่านั้น โดยในที่นี้เราจะเขียนโปรแกรมเพื่อตัดเอาเฉพาะค่าตัวเลขของเซนเซอร์แต่ละรอบแยกเก็บไว้ใน Array แต่ละค่า เพื่อใช้ในการคำนวณต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการทำ tokenize ข้อมูลเซนเซอร์แต่ละชนิด

#### 4.2.3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

เนื่องจากคณะผู้จัดทำสนใจ magnetometer เพื่อนำมาวิเคราะห์สำหรับระบุตำแหน่งผู้ใช้งาน ภายในอาคาร จึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์และสรุปผลได้ดังนี้

##### 1. แนวคิดการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Analysis)

ค่าสนามแม่เหล็กโลกที่ได้จากเซนเซอร์ประกอบด้วย 3 ค่า ซึ่งแทนค่าของแกน x แกน y แกน z ตามลำดับ จากนั้นนำทั้ง 3 ค่าเข้าสมการ

$$E_A = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

เมื่อ  $E_x, E_y, E_z$  แทนค่าสนามแม่เหล็กโลกใน 3 แกน x, y, z ตามลำดับ

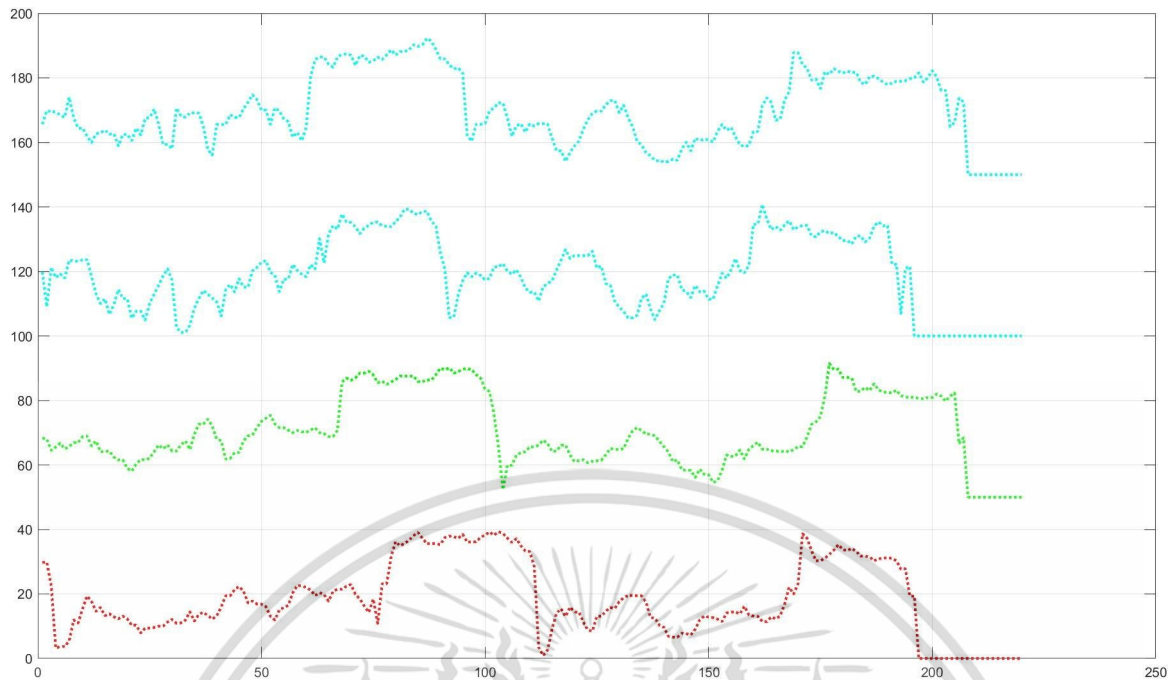
$E_A$  แทนผลรวมค่าสนามแม่เหล็กโลก ทั้ง 3 แกน

คณะผู้จัดทำใช้แผนภูมิอนุกรมเวลาเปรียบเทียบระหว่าง  $E_A$  กับเวลา จำนวน 4 รอบ ซึ่งอธิบายรายละเอียดข้อมูลไว้แล้วใน 4.2.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลเซนเซอร์ บทที่ 1 โดยแผนภูมิรูปที่ 4.13 แผนภูมิอนุกรมเวลา (Time series chart) แสดงผลข้อมูล magnetometer จำนวน 4 รอบคณะผู้จัดทำได้เพิ่มค่า offset กับข้อมูลในแต่ละรอบเพื่อให้ผู้อ่านสามารถเปรียบเทียบความเหมือนกันด้วยสายตา

**สมมติฐาน** ข้อมูลค่าสนามแม่เหล็กทั้ง 4 รอบมีลักษณะข้อมูลที่คล้ายคลึงกัน ณ ช่วงเวลาเดียวกัน เมื่อ plot ลงแผนภูมิอนุกรมเวลาทำให้สามารถระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แผนภูมิอนุกรมเวลา(Time series chart) แสดงผลข้อมูล magnetometer จำนวน 4 รอบ จากผลการทดลองข้างต้น รูปที่ 4.13 แผนภูมิอนุกรมเวลา(Time series chart) แสดงผลข้อมูล magnetometer จำนวน 4 รอบ ไม่สามารถเทียบค่าของแต่ละรอบ ณ เวลาเดียวกันได้ เนื่องจากผู้ทดสอบ อาจจะมีการหยุดเดิน หลบคน องศาที่จับโทรศัพท์ต่างกัน ความเร็วในการเดิน หรือสิ่งที่เดินผ่านต่างกันเช่น คน เยอะ หรือมีเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ผ่านผู้ทดสอบ ซึ่งเงื่อนไขที่กล่าวมาข้างต้นนั้นส่งผลกระทบต่อค่า สนามแม่เหล็กที่เก็บได้เคลื่อนจากความเป็นจริง ดังนั้นการใช้แผนภูมิอนุกรมเวลา ไม่สามารถระบุตำแหน่งผู้ใช้งานในเงื่อนไขสภาพแวดล้อมที่ต่างกันได้จากภาพการทดลองจะสังเกตได้ว่าลักษณะของเส้นทั้ง 4 เส้นนั้น มีรูปร่าง หรือความโค้งของเส้นบางช่วงที่ คล้ายคลึงกัน แสดงว่าค่าสนามแม่เหล็กโลกนั้นยังสามารถระบุตำแหน่งผู้ใช้งานได้ แต่ต้องชดเชยค่า สภาพแวดล้อมที่ต่างกันของข้อมูล จึงเกิดเป็นแนวคิดถัดไป

## 2. แนวคิด Feature Map Matching

เป็นการใช้ DNN (Deep Neural Network) ในการหาตัวแปรที่ซ่อนอยู่ภายในกระบวนการ จัดเก็บค่าสนามแม่เหล็กโลก โดยเทคนิคนี้จะมีการชดเชยค่าสนามแม่เหล็กโลกที่มีสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน คือค่าที่เกิดจากองศาที่จับโทรศัพท์ต่างกันของผู้เก็บข้อมูล เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากแนวคิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Pseudocode

```

for i = 1 to array data size
  compensateMagneticValue(x,y,z) — 1
  Bt = transpose([x,y,z])
  At = [x,y,z] — 2
  BoxPointM = Bt*At
  MC=uint32(BoxPointM) — 3
  for j = 1 to 3
    for k = 1 to 3
      temp = dec2bin(MC(i,j),24) — 4
      IMG(i,j,1) = bin2dec(fliplr(temp(1:8)))
      IMG(i,j,2) = bin2dec(fliplr(temp(9:16)))
      IMG(i,j,3) = bin2dec(fliplr(temp(17:24)))
    end
  end
  end
  end
  convert IMG to 50*50 size — 5
  write image(BoxPointMBig) to JPED file
end

```

รูปที่ 4.14 Pseudocode ของการแปลงค่าสนามแม่เหล็กเป็นรูปภาพ

ขั้นตอนการดำเนินงานตาม pseudocode รูปที่ 4.14 สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

## 1. การชดเชยค่าสนามแม่เหล็กโลก

นำ  $x, y, z$  ที่ได้จากการเตรียมข้อมูลนำมาผ่านกระบวนการ `compensateMagneticValue` ซึ่งเป็นการชดเชยค่า  $x, y, z$  ที่ได้จากเซนเซอร์เพื่อลดค่า noise ที่เกิดขึ้นจากองศาในการจับที่ต่างกันของผู้ทดสอบ หากไม่มีการชดเชยข้อมูล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะเกิดข้อผิดพลาดและคาดเคลื่อน

## 2. การแปลงค่า vector เป็น matrix เพื่อใช้สำหรับการแปลงเป็นรูปภาพในลำดับถัดไป

ค่า  $x, y, z$  ที่ได้จากเซนเซอร์จะอยู่ในรูปแบบ vector คือ  $A = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_{3 \times 1}$  คูณด้วยเมท

ริกซ์สลับเปลี่ยน(transpose of a matrix)  $A^T = [x \ y \ z]_{1 \times 3}$  เพราะว่ามีคุณสมบัติเดียวกันกับค่า  $x, y, z$  และไม่ทำให้ค่ามีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

$$R = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_{3 \times 1} \times \begin{bmatrix} x & y & z \end{bmatrix}_{1 \times 3}$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

ดังนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จะมีขนาด  $3 \times 3$

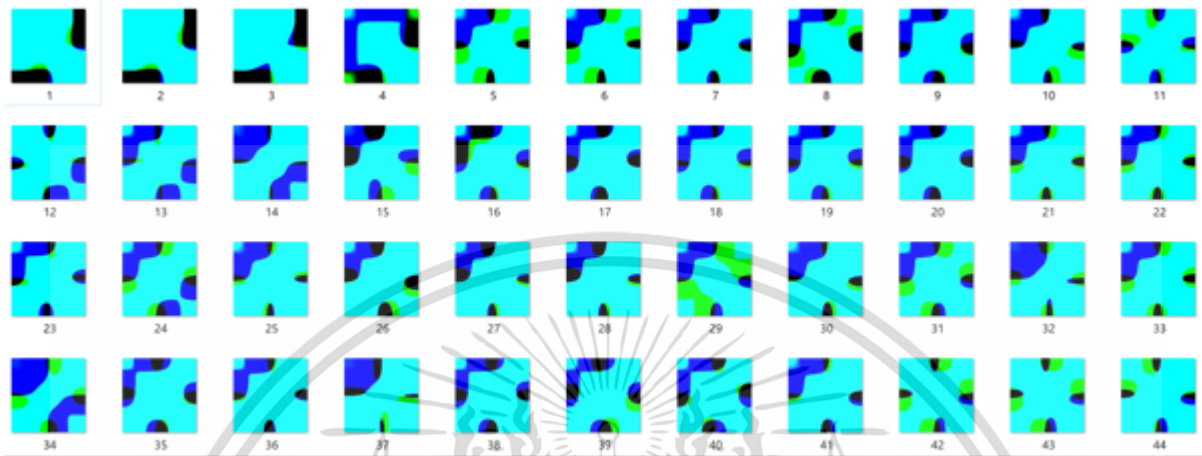
เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

## 3. แปลงข้อมูลในเมทริกซ์ที่ได้เป็น 32 บิต โดยใช้ uint32 ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 4,294,967,295

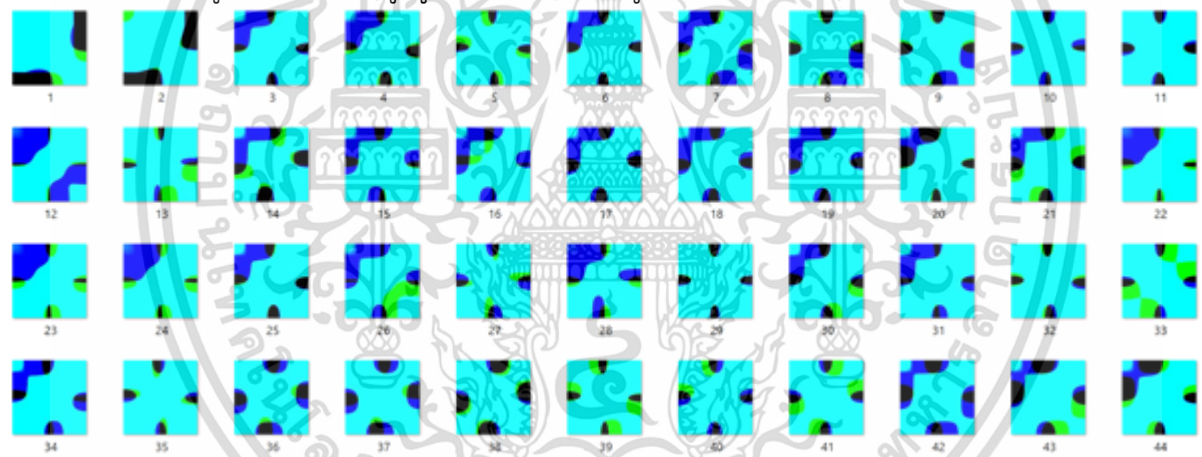
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากนั้นแปลงข้อมูลในเมทริกซ์จากข้อ 3 ให้เป็นเลขฐานสอง ที่มีขนาด 24 บิต เพื่อใช้ในการทำเป็นภาพ 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว สี น้ำเงิน ที่ซ้อนทับกัน
5. ขยายขนาดภาพที่ได้เป็น 50x50 พร้อมทั้ง export ภาพออกมาเป็น JPEG

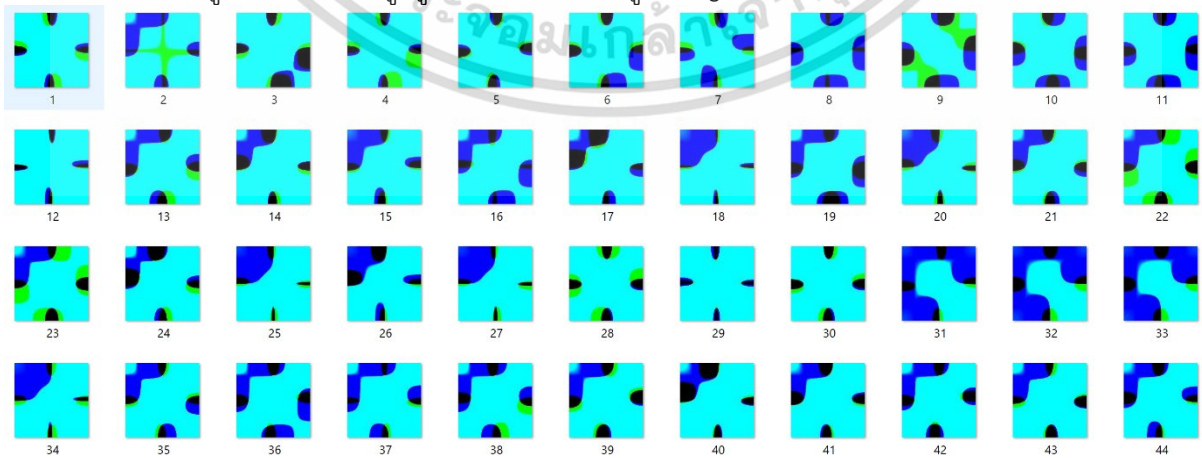
Pseudocode บริเวณ ★ จะได้ภาพขนาด 50 x 50 พิกเซล ปรากฏดังต่อไปนี้



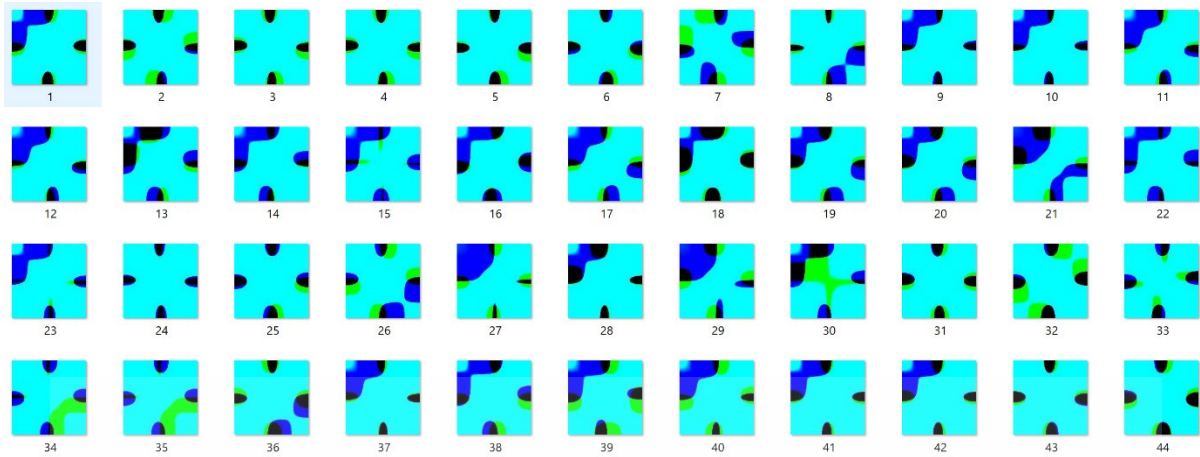
รูปที่ 4.15 แผนภูมิรูปภาพแสดงผลข้อมูล magnetometer ของรอบที่ 1



รูปที่ 4.16 แผนภูมิรูปภาพแสดงผลข้อมูล magnetometer ของรอบที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ้รูปที่ 4.17 แผนภูมิรูปภาพแสดงผลข้อมูล magnetometer ของรอบที่ 3  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



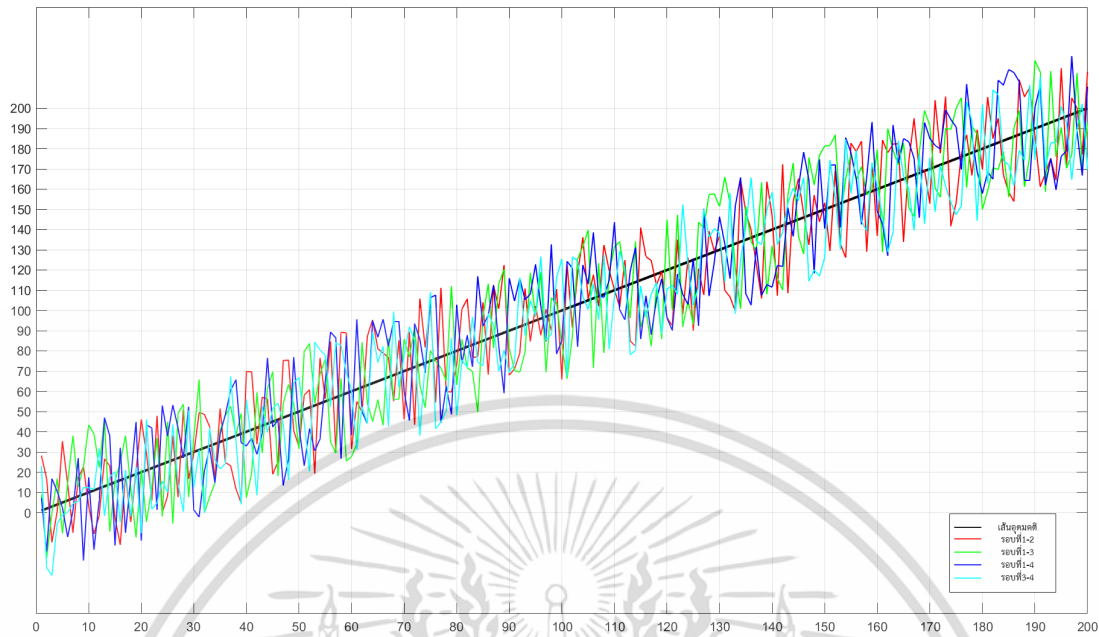
รูปที่ 4.18 แผนภูมิรูปภาพแสดงผลข้อมูล magnetometer ของรอบที่ 4

จากแผนภูมิรูปที่ 4.15 - รูปที่ 4.18 แสดงผลข้อมูล magnetometer จำนวน 4 รอบ แต่ละภาพจะแทนค่าสนามแม่เหล็ก ณ ตำแหน่งนั้น จะมีการระบุเลขใต้รูปภาพ ถ้าเป็นเลขเดียวกันแสดงว่าภาพดังกล่าวอยู่ในตำแหน่งเดียวกัน จะสังเกตเห็นว่าลักษณะภาพบางช่วงของแต่ละรอบนั้นคล้ายคลึงกัน ตามทฤษฎีแล้วภาพที่คล้ายคลึงกันควรเป็นตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงใช้ deep learning ในการหาความคล้ายคลึงกันของรูปภาพ และใช้ “เทคนิค warping path” ในการเปรียบเทียบรูปภาพในแต่ละรอบ

“เทคนิค warping path” คือเทคนิคในการเปรียบเทียบค่าของข้อมูลต้นแบบกับข้อมูลทดสอบแต่ละตัวเพื่อหาความคล้ายกันของข้อมูล ในงานวิจัยของคณะผู้จัดทำ ข้อมูล คือ รูปภาพที่ได้จากการแปลงค่าสนามแม่เหล็กโลกเป็นรูปภาพจำนวน 4 รอบ และใช้ deep learning ในการหาความคล้ายคลึงกันของรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลของอัลกอริทึม



รูปที่ 4.19 แผนภูมิเส้นแสดงการเปรียบเทียบข้อมูลของmagnetometerจำนวน4รอบ

เมื่อ แกน x แทน แม่แบบ(template) โดยกำหนดให้รอบที่ 1 กับ 3 เป็นแม่แบบ แกน y แทน ตัวข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ(observer) โดยกำหนดให้รอบที่ 2, 3, 4 เป็นตัวทดสอบ เส้นในอุดมคติ(เส้นกราฟสีดำ) คือ กรณีที่เปรียบเทียบแม่แบบกับข้อมูลทดสอบแล้วรูปภาพเหมือนกันทุกจุด

ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนห่างกันอยู่ในช่วง  $-50$  จนถึง  $+50$  ซึ่งเมื่อนำไปเทียบกับตำแหน่งของร้านค้าแล้ว จะสรุปได้ว่า magnetometer ที่วัดได้จะสามารถทำนายตำแหน่งร้านค้าที่ติดกันโดยมีการคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง 2-3 ร้านที่อยู่ใกล้กับร้านที่ถูกต้อง

กระบวนการของแนวคิด Feature Map Matching สำหรับการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารนี้ คณะผู้จัดทำและบริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) ตั้งชื่อว่า “DNN reveals hidden variables underlying the earth magnetic”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3. Test Cases

จากการพัฒนาแอปพลิเคชันต้นแบบทั้งในส่วนของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้าและระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์ เราได้นำแอปพลิเคชันทั้งสองระบบมาทดสอบการใช้งาน โดยสรุปผลการทดสอบในรูปแบบตาราง Test Cases ดังต่อไปนี้

#### 4.3.1. Test cases ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

Test Case	Class	Input Condition	Expected Result	Actual Result	Test Result	Comment
1	ชื่อstartpointที่รับมาจากvisual searchจะต้องเป็นค่าstringที่ตรงกับข้อมูลในระบบ	Thankyou	Thankyou	Thankyou	Pass	
2	ชื่อdestinationpointที่รับมาจากvisual search จะต้องเป็นค่าstringที่ตรงกับข้อมูลในระบบ	Mezzo	Mezzo	Mezzo	Pass	
3	แสดงiconระบุตำแหน่งร้านค้าจากstartpoint	Thankyou	ระบบจะแสดงรูปicon ในตำแหน่งร้านค้าตามstartpoint	ระบบจะแสดงรูปicon ในตำแหน่งร้านค้าตามstartpoint	Pass	
4	แสดงiconระบุตำแหน่งร้านค้าจากdestinationpoint	Mezzo	ระบบจะแสดงรูปicon ในตำแหน่งร้านค้าตามdestinationpoint	ระบบจะแสดงรูปicon ในตำแหน่งร้านค้าตามdestinationpoint	Pass	
5	คำนวณเส้นทางที่ดีที่สุดจากstartpointและdestinationpoint	sPoint=Thankyou dPoint=Mezzo	bestpath= Thankyou.point1.point2.....Mezzo	bestpath= Thankyou.point1.point2.....Mezzo	Pass	
6	แสดงเส้นทางจากCaseที่5	array[] bestpath	ระบบแสดงเส้นทางที่ลากตามแต่ละจุดในarray	ระบบแสดงเส้นทางที่ลากตามแต่ละจุดในarray	Pass	
7	แสดงanimationบนเส้นทางในCaseที่5	array[] bestpath	ระบบแสดงจุดanimationโดยเริ่มขยับจากstartpointไปยังdestinationpoint	ระบบแสดงจุดanimationโดยเริ่มขยับจากstartpointไปยังdestinationpoint	Pass	

รูปที่ 4.20 Test cases ของระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า

#### 4.3.2. Test cases ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

Test Case	Class	Input Condition	Expected Result	Actual Result	Test Result	Comment
1	Userกรอกข้อมูลชื่อตำแหน่ง	Place=string: name	string: name	string: name	Pass	
2	กดปุ่มsaveเพื่อบันทึกข้อมูล1ครั้ง	Place =string: name mX: int mY: int mZ: int aX: int aY: int aZ: int gX: int gY: int gZ: int	สร้างไฟล์TimeData.txtในDownload Directoryโดยเนื้อหาข้างในมาจากinput	สร้างไฟล์TimeData.txtในDownload Directoryโดยเนื้อหาข้างในมาจากinput	Pass	
3	กดปุ่มstartเพื่อบันทึกข้อมูลทุกๆ 1 วินาที	status=TRUE	ข้อมูลเปลี่ยนเป็นstop	ข้อมูลเปลี่ยนเป็นstop	Pass	
4	กดปุ่มstopเพื่อหยุดบันทึกข้อมูล	status=FALSE	ข้อมูลเปลี่ยนเป็นstart	ข้อมูลเปลี่ยนเป็นstart	Fail	กรณีที่บันทึกข้อมูลนานหลายนาที แอปจะเกิดอาการค้างหน้าจอไม่ตอบสนอง
5	รวมข้อมูลจากcaseที่1และdata sensors	Place =string: name mX: int mY: int mZ: int aX: int aY: int aZ: int gX: int gY: int gZ: int	Place =string: name mX: int mY: int mZ: int aX: int aY: int aZ: int gX: int gY: int gZ: int	Place =string: name mX: int mY: int mZ: int aX: int aY: int aZ: int gX: int gY: int gZ: int	Pass	ตอนเปิดใช้งานครั้งแรก ทุกค่าเริ่มต้นที่0
6	บันทึกข้อมูลจากCaseที่5ลงในDownload Directory	contents="Place =string: name mX: int mY: int mZ: int aX: int aY: int aZ: int gX: int gY: int gZ: int"	สร้างไฟล์TimeData.txtในDownload Directoryโดยเนื้อหาข้างในมาจากCaseที่5	สร้างไฟล์TimeData.txtในDownload Directoryโดยเนื้อหาข้างในมาจากCaseที่5	Pass	
7	ลบไฟล์TimeData.txtในDownload Directory	Filename=TimeData.txt	ลบไฟล์TimeData.txtในDownload Directory	ลบไฟล์TimeData.txtในDownload Directory	Pass	
8	เรียกดูข้อมูลจากไฟล์TimeData.txt ในกรณีที่ยังไม่เคยบันทึกข้อมูลในCaseที่5	Filename=null	แสดงข้อความNo Fileเพื่อบอกว่าไม่มีไฟล์ชื่อTimeData	แสดงข้อความNo Fileเพื่อบอกว่าไม่มีไฟล์ชื่อTimeData	Pass	
9	เรียกดูข้อมูลจากไฟล์TimeData.txt ในกรณีที่เคยบันทึกข้อมูลในCaseที่5	Filename=TimeData.txt	แสดงข้อมูลทั้งหมดในไฟล์TimeData.txt	แสดงข้อมูลทั้งหมดในไฟล์TimeData.txt	Pass	

รูปที่ 4.21 Test cases ของระบบเก็บข้อมูลเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอ

### 5.1. สรุปผลการดำเนินงาน

คณะผู้จัดทำได้เข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท โทรคมนาคมแห่งชาติ จำกัด (มหาชน) เป็นระยะเวลาทั้งหมด 7 เดือน โดยได้รับผิดชอบ 2 ส่วน

#### 5.1.1. ส่วนของ Navigation Paths ในแอปพลิเคชัน Visual Search

คณะผู้จัดทำพัฒนาโดยใช้ react-native ซึ่งแอปพลิเคชันสามารถรับค่าร้านค้าจุดเริ่มต้นที่ผู้ใช้งานอยู่ไปยังจุดปลายทางที่ผู้ใช้งานต้องการจากส่วน Visual Search มาประมวลผลและแสดงแผนที่พร้อมเส้นทางที่ดีที่สุดเป็นอนิเมชัน เพื่อนำทางผู้ใช้งานไปยังร้านค้าภายในห้างสรรพสินค้าชั้นเดียวกันได้ ซึ่งแอปพลิเคชันสามารถรองรับทั้งระบบ IOS และ Android โดยการเก็บตำแหน่งของร้านค้าแต่ละร้าน คณะผู้จัดทำออกแบบให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ JSON เพื่อความรวดเร็วและสะดวกต่อการใช้งาน

เนื่องจากปัญหาที่พบจากการวิจัยการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลกและข้อจำกัดทางด้านเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ทำให้ยังไม่สามารถนำในส่วนของการใช้ข้อมูลเซนเซอร์เข้ามาใช้งานกับการแสดงข้อมูลนำทางให้กับผู้ใช้งานระบบนำทางได้

#### 5.1.2. งานวิจัยการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก(Indoor Position Tracking) มี 2 แนวคิด ได้แก่

1. แนวคิดการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series Analysis) ไม่สามารถนำมาระบุตำแหน่งผู้ใช้งานได้ เนื่องจากแนวคิดนี้ไม่สามารถรองรับเงื่อนไขสภาพแวดล้อมที่ต่างกันของผู้ทดสอบในแต่ละรอบได้ เช่น องศาที่ถือโทรศัพท์ต่างกัน การหยุดเดินของผู้ทดสอบ หรือการหลบคนเป็นต้น ทำให้ค่าที่ได้ในแต่ละรอบ ณ ที่เดียวกันไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันโดยตรงเพื่อระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานได้
2. แนวคิด DNN reveals hidden variables underlying the earth magnetic สามารถนำแนวคิดนี้มาใช้ในการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานได้ แต่แนวคิดนี้ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนจากจุดที่แท้จริงของผู้ใช้งานอยู่ประมาณ 2 - 3 ร้าน

### 5.2. ปัญหาและอุปสรรค

#### 5.2.1. ส่วนของ Navigation Paths ในแอปพลิเคชัน Visual Search

1. การใช้งานแอปพลิเคชันจำเป็นต้องทำการเปิด server จึงจะสามารถใช้งานได้ เนื่องจากแอปพลิเคชันเราเป็นส่วนหนึ่งของ Visual Search ซึ่งต้องมีการเปิด server ไว้ตลอดเวลา เอกสารนี้เป็นเอกสารทบทวนเนื้อหาสำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติหากนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แอปพลิเคชันแสดงได้เฉพาะเส้นทางจากร้านเริ่มต้นไปยังร้านค้าปลายทางเท่านั้น ยังไม่ได้นำการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานในระหว่างการเดินทาง(Real Time Position) เข้ามาประกอบการใช้งาน

#### 5.2.2. ส่วนของงานวิจัยการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานภายในอาคารด้วยคลื่นสนามแม่เหล็กโลก(Indoor Position Tracking)

1. ผลจากการวิจัยพบว่าตำแหน่งมีความคลาดเคลื่อนจากจุดที่แท้จริงของผู้ใช้งาน
2. ค่าสนามแม่เหล็กโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ส่งผลให้ค่าที่นำมาใช้ต้องมีการอัปเดตบ่อยเพื่อให้เหมาะสมกับค่าสนามแม่เหล็กโลกแต่ละช่วง
3. ค่าสนามแม่เหล็กโลกสามารถถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์, จำนวนคนรอบๆ เป็นต้น ส่งผลให้ค่าสนามแม่เหล็กโลกที่ได้ต่างกัน
4. เนื่องจากวิธีการเก็บข้อมูลเราทำการเดินวนทิศทางเดียวแบบด้วยความเร็วคงที่ ซึ่งจะเกิดbias ทำให้ข้อมูลที่เรานำมาใช้อาจนำไปใช้กับสถานการณ์จริงยาก เช่น กรณีผู้ใช้งานหยุดเดินในระหว่างทาง หรือ การเดินสลับซ้าย-ขวา และส่วนสูงของผู้ใช้งานแต่ละคนก็มีผลต่อค่าเซนเซอร์ที่วัดได้
5. ค่าสนามแม่เหล็กโลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ส่งผลให้เมื่อต้องนำไปใช้จริงต้องมีการอัปเดตตลอดเวลาเช่นกัน

#### 5.3. ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1. หากต้องการนำการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานเข้ามาประกอบการใช้งาน ควรใช้เวลาในการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มขึ้น เพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งผู้ใช้งานให้ได้มากที่สุด
- 5.3.2. ในงานนี้ออกแบบให้สามารถนำทางได้ภายในชั้นเดียวกันเท่านั้น สามารถรับเพิ่มกรณีที่น่าทางไปยังชั้นอื่นๆต่อไปได้
- 5.3.3. หากมีวิธีการระบุตำแหน่งด้วยสนามแม่เหล็กที่แม่นยำแล้ว สามารถนำมาใช้งานร่วมกับระบบนำทางเพื่อทำการติดตามตำแหน่งของผู้ใช้งานในปัจจุบันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

BorntoDev Co., Ltd. (22 พฤษภาคม 2563). *Microservices คืออะไร ใช้ยังไง ?* เข้าถึงได้จาก borntodev: <https://www.borntodev.com/2020/05/22/microservices-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/>

Daniel Schmidt. (2020). *React Native Sensors*. เข้าถึงได้จาก React Native Sensors: <https://react-native-sensors.github.io/>

Estefania Cassingena Navone. (28 September 2020). *Dijkstra's Shortest Path Algorithm - A Detailed and Visual Introduction*. เข้าถึงได้จาก freeCodeCamp.org: <https://www.freecodecamp.org/news/dijkstras-shortest-path-algorithm-visual-introduction/#:~:text=Dijkstra%27s%20Algorithm%20finds%20the%20shortest,node%20and%20all%20other%20nodes>

Google Developers. (8 February 2023). *Sensor*. เข้าถึงได้จาก developer.android: [https://developer.android.com/reference/android/hardware/Sensor#STRING\\_TYPE\\_MAGNETIC\\_FIELD\\_UNCALIBRATED](https://developer.android.com/reference/android/hardware/Sensor#STRING_TYPE_MAGNETIC_FIELD_UNCALIBRATED)

Guanglie Ouyang, และ Karim Abed-Meraim. (9 March 2022). *A Survey of Magnetic-Field-Based Indoor Localization*. เข้าถึงได้จาก MDPI: <https://doi.org/10.3390/electronics11060864>

Mozilla Corporation. (1998-2023). *MDN Web Docs*. เข้าถึงได้จาก Sensor APIs: [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Sensor\\_APIs](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Sensor_APIs)

Soumi Ray, Tim Oates. (2011). 2.4.2. Discovering and Characterizing Hidden Variables Using a Novel Neural Network Architecture: LO-Net. *Journal of Robotics*.

Tuemaster Admin. (22 พฤษภาคม 2563). *ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น(Introduction to graph theory)*. เข้าถึงได้จาก tuemaster.com: <https://tuemaster.com/blog/%E0%B8%97%E0%B8%A4%E0%B8%A9%E0%B8%8E%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%9F%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99introduction-to-graph-theory/>

จตุหาวุฒิ จันทรมาลี. (1 เมษายน 2556). *รูปแบบของปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้ภายในเกม*. เข้าถึงได้จาก SUAN DUSIT UNIVERSITY: chrome-

<extension://efaidnbmnfnkcehdnnci%20bpcjpcglcfindmkaj/http://dusithost.dusit.ac.th/~juthawutcha/download/Lesson%20%203%20%20Type%20of%20AI%20in%20game.pdf>  
เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีเหตุตบแต่งเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

นิรุชา อาภามงครรัตน์, และ เปรมรัตน์ พูลสวัสดิ์. (2560). ระบบวางแผนการเดินทางท่องเที่ยวในจังหวัดสมุทรปราการโดยใช้Dijkstra's algorithm.

สมเกียรติ สุนทรสวัสดิ์. (17 มิถุนายน 2560). ทัศนวิสัยเบื้องต้น. เข้าถึงได้จาก คลังความรู้ SciMath: <https://www.scimath.org/lesson-mathematics/item/7334-2017-06-17-14-37-32>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำรับรองเล่มสหกิจศึกษาโดยสถานประกอบการ

วันที่ ...31... เดือน .....มีนาคม..... พ.ศ. ...2566.....

ข้าพเจ้า .....ดร.สมรัักษ์ เพชรชาติรี.....ตำแหน่ง .....ผู้จัดการส่วนปฏิบัติการวิจัย ฝ่ายวิจัยและพัฒนา.....

เป็นตัวแทนของสถานประกอบการ .....บริษัท โทรคมนาแคมแห่งชาติ จำกัด.....

ขอรับรองว่า ทางสถานประกอบการได้ตรวจสอบเล่มสหกิจศึกษา

เรื่อง .....ระบบนำทางภายในห้างสรรพสินค้า (SHOPPING MALL NAVIGATION SYSTEM).....

ของนักศึกษาชื่อ .....นางสาว แก้วทิพย์ คุณภักทรสกุล รหัสนักศึกษา 62050131 และ.....

.....นางสาว ทิพวรรณ กวินธนครกุล รหัสนักศึกษา 62050165..... ซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เรียบร้อยแล้ว และไม่มีส่วนหนึ่งส่วน

ใดในเล่มสหกิจศึกษานี้ที่มีข้อมูลอ่อนไหว และ/หรือ ข้อมูลอันเป็นความลับอันจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อสถาน

ประกอบการ รวมทั้งอนุญาตให้สามารถเผยแพร่ต่อสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้ จึง

ลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ .....  
(.....ดร.สมรัักษ์ เพชรชาติรี.....)

ตัวแทนสถานประกอบการ

ข้าพเจ้า .....ดร.ประพจน์ ศรีนวัตติวงศ์..... อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบเล่มสหกิจศึกษาแล้วและรับทราบวาสถานประกอบการดำเนินการตรวจสอบเล่มสหกิจศึกษาแล้ว จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ลงชื่อ .....  
(.....ดร.ประพจน์ ศรีนวัตติวงศ์.....)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้