ระบบทำนายเวลาเทียบท่าของเรือโดยอาศัยคลาวด์ซอสซิ่งจากกลุ่มของโทรศัพท์เคลื่อนที่

นายพุทธิพงศ์ บวรกีรติโรจน์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BOAT ARRIVAL TIME PREDICTION SYSTEM USING MOBILE PHONE CROWDSOURCING

Mr. Phuthipong Bovornkeeratiroj

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบทำนายเวลาเทียบท่าของเรือโดยอาศัยคลาวด์ซอสซิ่งจากกลุ่มของโทรศัพท์เคลื่อนที่
โดย	นายพุทธิพงศ์ บวรกีรติโรจน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ภิรมย์โสภา)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พุทธิพงศ์ บวรกีรติโรจน์ : ระบบทำนายเวลาเทียบท่าของเรือโดยอาศัยคลาวด์ซอสซิ่งจากกลุ่มของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (BOAT ARRIVAL TIME PREDICTION SYSTEM USING MOBILE PHONE CROWDSOURCING) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย, 40 หน้า.

เรือโดยสาร เป็นหนึ่งในการคมนาคมที่นิยมในกรุงเทพมหานคร เพราะไม่มีปัญหาการจราจรติดขัดเหมือนการจราจรบนท้องถนน เรียกได้ว่าเรือโดยสารถือเป็นเส้นทางคมนาคมที่สำคัญมากทางหนึ่ง แต่เรือโดยสารนั้นก็มีปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่ง ที่ทำให้คนหลีกเลี่ยงการใช้เรือโดยสาร นั่นคือ ระยะเวลาการรอเรือที่ไม่แน่นอน เพราะระบบที่สามารถบอกเวลาเรือได้นั้น มีค่าใช้จ่ายและค่าดูแลที่แพง ดังนั้นเวลารอเรืออาจนานได้สูงสุดถึง 1 ชั่วโมง ในงานวิจัยนี้ได้ เสนอระบบการทำนายเวลาเรือด่วนเจ้าพระยา โดยระบบไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ใดๆที่เรือหรือท่าเรือ แต่จะใช้มือถือของผู้โดยสารในการหาข้อมูลและตำแหน่งของเรือด่วนและแบ่งปัน ข้อมูลให้กับผู้โดยสารที่กำลังรอเรืออยู่ และระบบนั้นสามารถทำงานได้โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องกรอกข้อมูลใดๆ แต่ตัวโปรแกรมบนมือถือนั้นสามารถรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นเองและสามารถบอกได้ ว่าเรืออยู่ที่ไหน กำลังจะไปทางไหน และเป็นเรือธงสีอะไร อีกทั้งมือถือในระบบนั้นจะไม่ใช้ GPS ในการหาที่ตำแหน่ง เพราะ GPS กินพลังงานมาก ซึ่งจะเป็นภาระกับมือถือของผู้โดยสาร ดังนั้นระบบจึงเลือกใช้การหสตำแหน่งแบบประหยัดพลังงานแทน เซ็นเซอร์ต่างๆในมือถือถูกใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อหาข้อมูลและตำแหน่ง ของเรือ ไม่ว่าจะเป็นมาตรความเร่ง, Wi-Fi และไมโครโฟน โดยระบบจะทดลองกับเรือด่วนเจ้าพระยาซึ่งเป็นเรือโดยสารที่มีเส้นทางยาวที่สุดในประเทศ นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังพูดถึงความท้าทายของการใช้คลาวด์ซอสซิ่งกับระบบทำนายเวลาเรือด่วนเจ้าพระยาซึ่งได้แก่ การจัดการคุณภาพ ความเสถียร และความต่อเนื่องของการติดตามตำแหน่งเรือ งานวิจัยนี้ได้การทำการทดลองโดยการเก็บข้อมูลจริงจากการนั่งเรือและนำมา จำลองในโปรแกรมที่สร้างขึ้น

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5670940321 : MAJOR COMPUTER SCIENCE
KEYWORDS: BOAT; TRANSIT TRACKING; ARRIVAL TIME PREDICTION; ENERGY EFFICIENT SENSOR; CROWDSOURCING

PHUTHIPONG BOVORNKEERATIROJ: BOAT ARRIVAL TIME PREDICTION SYSTEM USING MOBILE PHONE CROWDSOURCING. ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. KULTIDA ROJVIBOONCHAI, 40 pp.

Boat is one of the most popular public transportation for local people and tourist to travel in Bangkok because the boat's traffic is good. Although, the traffic is good, the boat does not have any tracking device to tell the location and arrival time of the boat. Without an accurate arrival time, boat becomes an inconvinient transportation because the waiting time can be up to 1 hour in the worst case. In this thesis, we propose the boat arrival time prediction system which does not require any infrastructure to be installed in any boat or pier. The system utlizes passengers' mobile phone on each boat to collect the neccessary data and location of the boat to share with other passegners. The system also can work without any manual input from the passengers but instead their mobile phones will do the task for them. The program in mobile phone can tell information about the boat they are in such as location, direction, or type of the boat. Also our system does not use GPS for collect the location because it drains a lot of battery power. The energy efficient localization is selected as a substitute for the GPS. All the sensors in mobile phone, such as accelerometer, Wi-Fi, and microphone, are utilized efficiently. The system is focused on Chao Phraya River Express Boat because it has the longest route and one of the heavy usage boat transportation in Bangkok. This thesis also states the challenges in implementing crowdsourcing on this boat arrival time prediction system that are tracking performance, tracking consistency, and tracking continuity. The experiments in this thesis is tested on our simulation program with the information from the real boat environment that we have collected.

Department: Computer Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Computer Science Advisor's Signature .....
Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและเมตตาอย่างยิ่งจากรองศาสตราจารย์ ดร.กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งให้โอกาสและแนวคิดในการทำวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำและคำปรึกษาปัญหาต่างๆ เป็นแบบอย่างให้กับชีวิต คอยถ่ายทอดข้อคิดและประสบการณ์ ยอมสละแม้กระทั่งเวลาส่วนตัวเพื่อคอยช่วยเหลือจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้ด้วย

กราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ภิรมย์โสภา และรองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม ที่สละเวลาให้ข้อเสนอแนะ และแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนเสร็จสิ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่คณะทุกท่าน ที่นอกจากจะมอบความรู้ในวิชาเรียนให้แล้ว ยังมอบแนวทางการดำเนินชีวิตและข้อคิดต่างๆให้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ทุกคนในครอบครัว และคุณว่าที่ภรรยา ที่คอยดูแลห่วงใย เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนตลอดมาทั้งก่อนหน้านี้และหลังจากนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.กุลิสร์ ณ นคร ผู้เสนอแนวคิดหัวข้อการวิจัยนี้ ทั้งยังคอยให้คำแนะนำและให้การสนับสนุนมาตลอด

ขอขอบคุณ นางสาวกรกนก ขาวอำไพ ที่คอยช่วยเหลือและประสานงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ไม่ว่าจะเป็นงานเอกสาร หรือนัดอาจารย์

ขอขอบคุณทุกคนในห้องแลป ISEL ที่ร่วมเผชิญความทุกข์และสุข แลกเปลี่ยนความรู้และแง่คิด ช่วยเหลือกันในเรื่องต่างๆ จนถึงทุกวันนี้

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการขับเคลื่อนการวิจัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช (Special Task Force for Activating Research (STAR) ภายใต้กลุ่มวิจัยโครงข่ายไร้สาย และอินเทอร์เน็ตอนาคต (Wireless Network and Future Internet Research Group) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตการวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ 3
1.5 ขั้นตอนของการทำวิจัย 3
1.6 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1.1 Energy Efficient Localization Technique using smart phone 5
2.1.2 คลาวด์ซอสซิ่ง 5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7
บทที่ 3 เรือด่วนเจ้าพระยาและการเก็บข้อมูล 11
3.1 เรือด่วนเจ้าพระยา 11
3.1.1 ประเภทของเรือด่วนเจ้าพระยา 11
3.1.2 ท่าเรือด่วนเจ้าพระยา 12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

3.1.3 พนักงานเรือด่วนเจ้าพระยา 13
3.1.4 การขึ้นเรือ 13
3.1.5 การจอดที่ท่าเรือ 14
3.1.6 การลงเรือ 14
3.2 การเก็บข้อมูลเรือ 14
3.2.1 รูปแบบของข้อมูลที่เก็บมา 14
3.2.1.1 ข้อมูลที่เก็บมาจากมือถือ 14
3.3 บทวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมา 16
3.3.1 ข้อมูล Wi-Fi 16
3.3.2 ข้อมูล Cell Tower 16
3.3.3 ข้อมูลมาตรความเร่ง 16
3.3.4 ข้อมูล Audio 17
บทที่ 4 วิธีดำเนินงานวิจัย 18
4.1 แนวคิดในการออกแบบระบบทำนายเวลาเรือด่วน 18
4.2 โครงสร้างของระบบ 18
4.2.1 ผู้ให้ข้อมูล 19
4.2.1.1 โปรแกรมต้องสามารถบอกได้ว่าผู้ใช้อยู่บนเรือหรือไม่ 19
4.2.1.2 โปรแกรมต้องสามารถบอกได้ว่าเรือกำลังจอด และจอดที่ท่าไหน 20
4.2.1.3 โปรแกรมต้องสามารถบอกทิศทางของเรือได้ 21
4.2.1.4 โปรแกรมต้องสามารถบอกได้ว่าประเภทของเรือเป็นเรือธงสีอะไร 21
4.2.2 ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ 22
4.2.2.1 การทำนายเวลาเรือด่วน 22
4.2.3 ผู้ใช้ระบบ 23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

4.3 การนำคลาวด์ซอสซิ่งมาใช้กับระบบ 23
4.3.1 คุณภาพของการเก็บข้อมูลเรือ 24
4.3.2 ความเสถียรในการเก็บข้อมูลเรือ 24
4.3.3 ความต่อเนื่องในการเก็บข้อมูลเรือ 25
4.3.3.1 บนเรือมีผู้ให้ข้อมูลสำรองอยู่ 25
4.3.3.2 บนเรือไม่มีผู้ให้ข้อมูลสำรอง แต่มีผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือ 25
4.3.3.3 บนเรือไม่มีผู้ให้ข้อมูลสำรอง และผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นท่าถัดๆไป 25
บทที่ 5 ผลการวิจัย 26
5.1 การจำลองด้วยข้อมูลเรือด่วน 26
5.2 ผลการความแม่นยำต่างๆจากผู้ให้ข้อมูลระบบ 26
5.2.1 ความแม่นยำในการบอกได้ว่าผู้ใช้อยู่บนเรือหรือไม่ 26
5.2.2 ความแม่นยำในการบอกได้ว่าเรือกำลังจอด และจอดที่ท่าไหน 27
5.2.3 ความแม่นยำในการบอกทิศทางของเรือได้ 27
5.2.4 ความแม่นยำในการบอกได้ว่าประเภทของเรือเป็นเรือธงสีอะไร 28
5.2.5 ความแม่นยำในการทำนายเวลาเรือด่วน 28
5.3 ผลการแก้ปัญหาคลาวด์ซอสซิ่ง 29
5.3.1 ผลการทดลองการจัดการคุณภาพของการเก็บข้อมูลเรือ 29
5.3.2 ผลการทดลองการจัดการความเสถียรในการเก็บข้อมูลเรือ 30
5.3.3 ผลการทดลองการจัดการความต่อเนื่องในการเก็บข้อมูลเรือ 31
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 34
6.1 สรุปผลการวิจัย 34
6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการวิจัย 35
6.3 ข้อเสนอแนะ 35

หน้า

6.4 การคาดคะเนและการอภิปราย 36
6.4.1 การพิจารณาการนำ GPS มาใช้ในระบบ 36
6.4.2 การพิจารณาการเพิ่มปริมาณและความหลากหลายของข้อมูลในการทดลองระบบ 37
รายการอ้างอิง 39
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 41

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงจำนวนท่าที่มากที่สุดและน้อยสุดในการแยกเรือแต่ละธงสี..... 22

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงจำนวนท่าที่มากที่สุดและน้อยสุดในการแยกเรือแต่ละธงสี..... 28

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงผลจากการเก็บเสียงนกหวีดบนเรือ..... 30

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ระหว่างผู้ให้ข้อมูลหลักกับผู้ให้ข้อมูลสำรอง..... 31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ภาพโปรแกรม Moovit คลาวด์ซอสซิ่งสำหรับคนใช้รถประจำทาง 6
ภาพที่ 2.2 ภาพโปรแกรม Waze คลาวด์ซอสซิ่งสำหรับคนขับรถ 6
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างระบบของ EasyTracker 7
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างระบบ ContriSense:Bus 8
ภาพที่ 2.5 โครงสร้างระบบ Tiramisu 8
ภาพที่ 2.6 โครงสร้างระบบ How Long to Wait? 10
ภาพที่ 3.1 แผนที่เส้นทางที่ให้บริการของเรือด่วนเจ้าพระยา 11
ภาพที่ 3.2 แสดงการจอดที่แตกต่างกันของเรือแต่ธงสี โดยเริ่มจาก ส้ม เหลือง เขียว และเทา 12
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างท่าเรือที่มี 2 โป๊ะ 12
ภาพที่ 3.4 พนักงานเรือด่วนเจ้าพระยา 13
ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บมาในรูปแบบ JSON 15
ภาพที่ 3.6 แสดงจำนวน Wi-Fi ของแต่ละท่าเรือ 16
ภาพที่ 3.7 ผลจากการเก็บมาตรความเร่งตลอดการนั่งเรือด่วนเจ้าพระยา 17
ภาพที่ 3.8 ผลลัพธ์จาก FFT ของเสียงที่มีเสียงนกหวีดและไม่มีเสียงนกหวีด 17
ภาพที่ 4.1 โครงสร้างของระบบทำนายเวลาเรือด่วนเจ้าพระยา 19
ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนของการตรวจจับการขึ้นเรือและลงเรือ 20
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างกรณีที่เรือขับผ่านใกล้ท่าแต่ไม่ได้จอด 21
ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการแยกเรือสีธงเรือด้วยท่าเรือที่จอดที่แตกต่างกัน 21
ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างการคำนวณเวลาที่เรือจะไปถึงท่า P4 23
ภาพที่ 5.1 ความแม่นยำของระบบในการระบุว่าเรือจอดที่แต่ละท่า 27
ภาพที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยเวลาที่ผิดพลาดจากการทำนาย 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ภาพที่ 5.3 โครงสร้างเรือและตำแหน่งที่เก็บข้อมูลเสียงนกหวีด 30

ภาพที่ 5.4 การติดตามข้อมูลเรือในสถานการณ์ที่มีผู้ให้ข้อมูลสำรอง 32

ภาพที่ 5.5 การติดตามข้อมูลเรือในสถานการณ์ที่มีผู้ให้ข้อมูลใหม่ขึ้นที่ท่าเรือพอดี 32

ภาพที่ 5.6 การติดตามข้อมูลในสถานการณ์ที่เรือขาดได้การติดตามข้อมูลไป 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเดินทางเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นทุกวันในชีวิตประจำวันของทุกคน ระบบการคมนาคมจึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อความสะดวกสบาย ไม่ว่าจะเป็น รถโดยสารประจำทาง รถไฟฟ้า รถไฟ หรือเรือโดยสาร แต่ทว่าเมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้การเดินทางนั้นเป็นไปด้วยความลำบากมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากผู้คนต่างแย่งกันเพื่อใช้เส้นทางที่มีอยู่อย่างจำกัด กรุงเทพมหานคร เมืองหลวงของประเทศไทย เป็นหนึ่งในตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน ซึ่งมีผู้คนกว่า 8 ล้านคนอาศัยอยู่ในจังหวัดเดียว เมื่อถึงเวลาเช้าผู้คนซึ่งอาศัยอยู่บริเวณนอกเมือง จำเป็นต้องตื่นเช้ามากเป็นพิเศษ เพื่อออกเดินทาง เบียดเซียดและแออัดอยู่กว่า 2 ชั่วโมงกว่าจึงจะถึงที่หมาย และเช่นเดียวกับตอนเย็นซึ่งเป็นช่วงเวลาเลิกงานหรือเลิกเรียน สรุปได้ว่าปัญหาการเดินทางสร้างความ ลำบากมากมายให้กับชีวิตผู้คนในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครนั้นเป็นเมืองที่มีแม่น้ำใหญ่ตัดผ่านและแตกออกเป็นคลองย่อยมากมาย จึงทำ ให้การคมนาคมทางเรือเป็นการคมนาคมแรกๆ ที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีต เมื่อมีการตัดถนนบทบาทของเรือ ได้หายไปจากสังคม แต่เนื่องจากปัญหาการจราจรบนถนนที่ติดขัดมากขึ้นทุกปี ทำให้การเดินทางทางเรือกลับมาเป็นที่นิยมอีกครั้งใน เนื่องจากแม่น้ำไม่มีสภาพการจราจรที่ติดขัดแบบบนท้องถนน แม้ว่าการคมนาคมทางน้ำอาจดูไม่มีปัญหาเช่นการจราจรบนท้องถนน แต่อย่างไรก็ตามการจราจรทางเรือแล้วกลับมีปัญหาที่เหมือนกัน นั่นคือระยะเวลาการรอเรือโดยสารที่ไม่แน่นอน การรออย่างไม่มีกำหนดนั้น ทำให้ผู้โดยสารไม่สามารถวางแผนการเดินทางได้ และต้องรออย่างไร้จุดหมายโดยที่ไม่รู้ว่าเรือจะมาเมื่อไหร่ควรจะรอหรือควรเลือกการเดินทางทางอื่นแทน ส่งผลให้การเดินทาง ทางเรือสร้างความไม่พอใจให้นักเดินทางบางกลุ่ม

ปัจจุบันหากกล่าวถึงเรือโดยสารที่ระยะทางยาวที่สุดในกรุงเทพมหานครคงไม่พ้น เรือด่วนเจ้าพระยา ที่มีระยะร่วมกว่า 32 กิโลเมตร มีท่าเรือทั้งหมด 38 ท่า และมีเรือโดยสารทั้งสิ้น 65 ลำ โดยมีผู้สาร เฉลี่ยประมาณวันละ 35,000 - 40,000 คน [1] ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่ค่อนข้างมาก แต่ถึงกระนั้นเรือด่วนเจ้าพระยาก็ยังไม่มีระบบที่เพิ่มความสะดวกสบายให้ผู้โดยสารโดยบอกว่าเรือโดยสารถึงท่าไหนแล้ว และจะมาถึงท่าที่ผู้โดยสารรออยู่ในเวลาใด ผู้โดยสารเรือด่วนเจ้าพระยาสามารถทำได้เพียงดูป้ายตารางเวลาเดินเรือที่ตั้งอยู่ในแต่ละท่า หรือ เวลาจาก Google Maps ซึ่งไม่ได้บอกเวลาเรือโดยสารจริงๆ เพียงแต่บอกเวลาคร่าวๆ เช่น เรือโดยสารธงสีส้ม จะมาทุกๆ 30 นาที

วิธีการที่จะทำให้ทราบว่าเรือโดยสารจะถึงท่าเรือเมื่อไหรนั้น สามารถทำได้ด้วยวิธีการง่ายๆ เหมือนกับรถโดยสาร นั่นคือการติด GPS ไว้บนเรือโดยสาร เพื่อบอกตำแหน่งของเรือโดยสาร แต่ทว่า

วิธีการนี้นั้นมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก และยังมีค่าใช้จ่ายต่อเนื่องอีกด้วย จากข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายที่มีราคาสูง และยังมีค่าใช้จ่ายต่อเนื่องในแต่ละเดือนอีกด้วย รวมถึงยังไม่ก่อให้เกิดรายได้ที่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงทำให้ทุกการคมนาคมสาธารณะในประเทศไทยยังไม่มีระบบ GPS ติดตั้ง และผู้โดยสารจึงยังคงต้องรอโดยไม่รู้ว่า เรือโดยสารจะมาถึงเมื่อไหร่ต่อไป

จากปัญญาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นพบว่าปัญหาดังกล่าวไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะกับเรือโดยสารเท่านั้น แต่ยังเกิดขึ้นกับการเดินทางประเภทอื่นๆ และที่สำคัญไม่ได้เกิดขึ้นแต่เพียงในประเทศไทยเช่นกัน ทำให้มีงานวิจัยเกิดขึ้นมากมายจากหลายประเทศทั่วโลกเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยจำนวนหนึ่งได้เสนอทางแก้ไขปัญหาด้วยการใช้ระบบคลาวด์ซอสซิ่ง โดยการให้ผู้โดยสารแบ่งปันตำแหน่งของรถโดยสารที่ผู้โดยสารคนนั้นขึ้นอยู่ให้กับคนอื่นๆที่กำลังรอรถโดยสารอยู่ผ่านทาง Smartphone ของผู้โดยสาร วิธีนี้สามารถทดแทนการติดตั้ง GPS บนรถโดยสารที่มีราคาสูง เพราะปัจจุบันผู้คนส่วนมากมีมือถือเกือบทุกคนแล้ว

ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะแก้ไขปัญหาสำหรับเรือด่วนเจ้าพระยา โดยระบบที่จะสร้างเป็นระบบที่ให้ผู้โดยสารสามารถแบ่งปันข้อมูลเรือโดยสารที่ตนเองใช้บริการอยู่นั้น ให้กับผู้โดยสารคนอื่นๆที่กำลังรอเรืออยู่ที่ท่าเรือ แต่ทว่าการที่ให้ผู้โดยสารคอยกรอกข้อมูลทุกๆครั้งที่ขึ้นเรือโดยสารนั้น อาจสร้างความลำบากให้แก่ผู้โดยสารในระยะยาว และทำให้ผู้โดยสารนั้นไม่อยากที่จะแบ่งปันข้อมูลอีก ดังนั้นระบบที่จะสร้างขึ้นนั้น จะต้องสามารถบอกข้อมูลเกี่ยวกับเรือโดยสารเองได้ โดยไม่จำเป็นต้องให้ผู้โดยสารกรอกข้อมูลใดๆลงไป เพียงแค่ลงโปรแกรมไว้ในมือถือเท่านั้นและโปรแกรมจะคอยทำงานอยู่เบื้องหลัง

การที่จะทำระบบที่สามารถบอกตำแหน่งของเรือเองได้นั้น ยังคงมีปัญหาตามมาเนื่องจากถ้าจะใช้ GPS บนมือถือในการบอกตำแหน่งเพราะโปรแกรมจะใช้พลังงานแบตเตอร์รี่บนมือถือเยอะมาก การทำงานตลอดเวลาเพื่อส่งพิกัดจะทำให้แบตเตอร์รี่หมดไว และทำให้ผู้โดยสารไม่อยากที่จะแบ่งปันข้อมูลอีก ทำให้มีงานวิจัยออกมาช่วยในการแก้ปัญหาการระบุตำแหน่งโดยไม่ใช้ GPS โดยการใช้เซ็นเซอร์อย่างอื่นในมือถือทดแทน GPS ในการหาตำแหน่ง เช่น Low cost positioning by matching altitude readings with crowd-sourced route data [2], Energy- Efficient Positioning for Smartphones using Cell-ID Sequence Matching [3] และงานวิจัยที่ นำการหาพิกัดแบบประหยัดพลังงานไปใช้กับรถประจำทาง เช่น How long to wait ? [4], EasyTracker [5] แต่งานวิจัยทั้งหมดที่ผ่านมายังไม่มีงานวิจัยใดที่มีการเสนอเพื่อแก้ปัญหาสำหรับเรือโดยสาร

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะแก้ไขปัญหาที่ผู้โดยสารต้องรอเรือด่วนเจ้าพระยาโดยที่ไม่ทราบว่าเรือจะมาถึงท่าเรือเมื่อไหร โดยระบบที่จะสร้างเป็นระบบที่ไม่ต้องติด GPS ที่เรือ แต่ใช้มือถือของผู้โดยสารแบ่งปันข้อมูลระหว่างผู้โดยสารด้วยกันเอง โดยผู้โดยสารไม่ต้องกรอกข้อมูลใดๆเพื่อบอกว่าอยู่ที่ท่า ไหนหรือเรือประเภทไหนเพราะระบบสามารถที่จะตรวจจับว่าผู้ใช้อยู่บนเรือเองได้ และไม่ใช้ GPS ในมือถือการบอกตำแหน่ง แต่ระบบจะใช้ข้อมูลจากสภาพแวดล้อมของผู้โดยสารเรือโดยข้อมูลดังกล่าวจะถูกเก็บด้วยมือถือแล้วส่งข้อมูลไปให้กับเซิร์ฟเวอร์เพื่อประมวลผล และทำตารางเวลาที่เรือด่วนจะถึงแต่ละท่าได้เอง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1) งานวิจัยนี้ระบบทำนายเวลาเรือโดยสารพัฒนามาสำหรับเรือด่วนเจ้าพระยาเท่านั้น โดยจำกัดการทดลองกับท่าเรือทั้งหมด 22 ท่าที่ถูกใช้เป็นประจำเท่านั้น
2) ระบบสำหรับตรวจสอบและหาตำแหน่งของเรือสามารถทำงานได้บนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น
3) เครือข่ายสัญญาณมือถือที่ใช้ในการทดลองคือ DTAC
4) ระบบทำงานโดยตั้งสมมติฐานว่าเซ็นเซอร์ของมือถือในระบบ สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ซึ่งได้แก่ Wi-Fi มาตรความเร่งและไมโครโฟน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1) วิธีที่นำเสนอแสดงให้เห็นว่า เราสามารถใช้สภาพแวดล้อมของผู้โดยสารเรือเพื่อหาตำแหน่งประเภท และคาดเดาเวลาที่เรือจะถึงแต่ละท่าเรือได้ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้ง hardware ใดๆ
2) เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดในการใช้คลาวด์ซอสซิ่งที่เก็บข้อมูลได้เอง

1.5 ขั้นตอนของการทำวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาความเป็นไปได้จากงบประมาณและความสามารถ
3. นั่งเรือเพื่อศึกษาลักษณะของเรือและใช้มือถือเก็บข้อมูล
4. ออกแบบระบบ
5. ทดลองระบบกับข้อมูลที่เก็บมา และปรับปรุงแก้ไขระบบ
6. สรุปผลการวิจัย และจัดทำวิทยานิพนธ์

1.6 ผลงานตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

- Phuthipong Bovornkeeratiroj, K. N. N., Kultida Rojviboonchai, "Boat Arrival Time Prediction System using Mobile Phone Sensing," *12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology,* 2015.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Energy Efficient Localization Technique using smart phone

การหาตำแหน่งของมือถือโดยใช้ GPS เป็นวิธีที่ให้ความแม่นยำสูงและเป็นมาตรฐานสากลที่สุด แต่ทว่า GPS ก็มีข้อเสียเช่นกัน ได้แก่ ปัญหาเรื่องใช้พลังงานมาก ปัญหาเรื่องความแม่นยำเมื่ออยู่ภายในอาคาร จึงทำให้เกิดการหาตำแหน่งโดยไม่ใช้ GPS และมีงานวิจัยที่นำเสนอวิธีที่น่าสนใจออกมามากมาย ทั้งยังให้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำมากพอที่จะนำมาใช้แทน GPS ในหลายๆ สถานการณ์

งานวิจัยต่างๆ แสดงให้เห็นว่าการหาตำแหน่งโดยไม่ใช้ GPS สามารถทำได้หลายวิธี เช่น งานวิจัย Did You See Bob?: Human Localization using Mobile Phones [6] ใช้ความแตกต่างของเสียงในแต่ละตำแหน่งในการหาตำแหน่ง งานวิจัย Low cost positioning by matching altitude readings with crowd- sourced route data [2] ใช้แรงกดอากาศในแต่ละสถานที่ในการแยกความแตกต่าง งานวิจัย SurroundSense: Mobile Phone Localization via Ambience Fingerprinting [7] ใช้แสงและสีจากกล้อง รวมกับเสียงจากไมโครโฟนในการบอกตำแหน่ง งานวิจัย Energy-Efficient Positioning for Smartphones using Cell-ID Sequence Matching [3] ใช้การเรียงกันของเสาสัญญาณมือถือเพื่อหาตำแหน่ง งานวิจัย VTrack: Accurate, Energy-aware Road Traffic Delay Estimation Using Mobile Phones [8] ใช้สัญญาณ Wi-Fi และงานวิจัย EnLoc: Energy-Efficient Localization for Mobile Phones [9] เปรียบเทียบระหว่างการหาตำแหน่งด้วย GPS และ WiFi กับ GSM

ในงานวิจัยนี้จำเป็นที่จะต้องระบุตำแหน่งผู้ใช้ตลอดเวลา ดังนั้น GPS จึงไม่เหมาะกับระบบในงานวิจัยนี้ และได้เลือกการหาตำแหน่งแบบประหยัดพลังงานมาใช้แทน

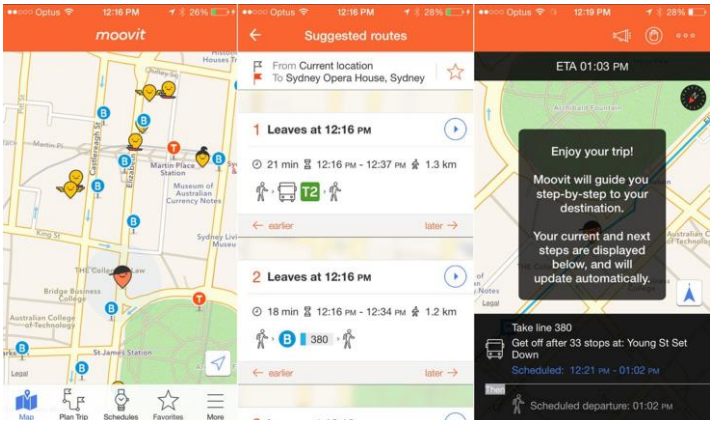
2.1.2 คลาวด์ซอสซิ่ง

คลาวด์ซอสซิ่ง [10] คือแนวคิดที่ให้กลุ่มคนที่ไม่จำเป็นต้องรู้จักกันเลยซึ่งโดยมากจะเป็นสังคมออนไลน์ มาร่วมมือกันเพื่อแก้ไขปัญหาใดปัญหาหนึ่ง เช่น การระดมทุน หรือการระดมความคิด การแก้ปัญหาแบบคลาวด์ซอสซิ่งนั้นเปรียบเสมือนการทำให้งานใหญ่ กลายเป็นงานชิ้น

เล็กๆ จำนวนมาก แล้วให้คนจำนวนมากรับงานไปคนละเล็กคนละน้อย และเมื่อเอาผลลัพธ์มารวมกันจะได้งานใหญ่ที่เสร็จสมบูรณ์ ดังนั้นคลาวด์ซอสซิ่งจึงถูกนำมาใช้ในหลายสายงานอย่างกว้างขวาง

ในงานวิจัยชิ้นนี้จัดอยู่ในประเภทการหาตำแหน่งรถขนส่งมวลชน (real-time public transportation tracking) ซึ่งถือเป็นหนึ่งในหัวข้อที่นิยมนำคลาวด์ซอสซิ่งมาใช้ เพราะสามารถช่วยแก้ไขปัญหาเรื่องการหาตำแหน่งและเวลาที่จะมาถึงของรถโดยสาร โดยไม่ต้องพึ่งพาหรือขออนุญาติเจ้าของขนส่งมวลชล และไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆบนรถโดยสาร

ตัวอย่างโปรแกรมที่นำคลาวด์ซอสซิ่งไปใช้งานจริงและเกี่ยวข้องกับการเดินทาง ได้แก่ Moovit [11] โปรแกรมสำหรับแชร์ข้อมูลรถประจำทาง ที่ให้คนที่ขึ้นรถประจำทางสามารถแชร์ข้อมูลของตนเองกับคนอื่นๆได้ ว่ารถประจำทางที่นั่งนั้นอยู่ที่ไหน เป็นรถสายอะไร และกำลังจะไปทางไหนได้



ภาพที่ 2.1 ภาพโปรแกรม Moovit คลาวด์ซอสซิ่งสำหรับคนใช้รถประจำทาง

Waze [12] อีกหนึ่งโปรแกรมที่นำคลาวด์ซอสซิ่งไปใช้เช่นกัน เป็นโปรแกรมสำหรบแชร์สภาพการจราจรสำหรับคนที่ขับรถอยู่บนท้องถนน และรายงานสภาพท้องถนนที่ได้จากทุกๆคนเพื่อที่จะได้หลีกเลี่ยงสภาพจราจรที่ติดขัดได้

ภาพที่ 2.2 ภาพโปรแกรม Waze คลาวด์ซอสซิ่งสำหรับคนขับรถ

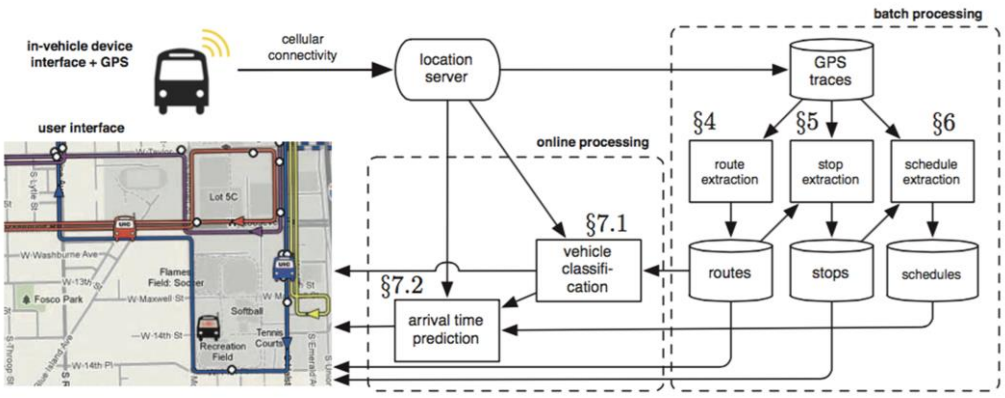
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาตำแหน่งและคาดเดาเวลาของขนส่งมวลชนประเภทอื่นๆ เช่น รถประจำทาง หรือรถไฟ มีส่วนคล้ายกับงานวิจัยนี้ และน่าจะสามารถนำมาประยุกต์หรือนำมาเป็นแบบอย่างได้

1) EasyTracker: Automatic Transit Tracking, Mapping, and Arrival Time Prediction Using Smartphones [5]

งานวิจัยนี้เสนอระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารประจำทาง ด้วยการนำมือถือไว้ไปติดไว้ในรถประจำทางแต่ละคัน โดยไม่จำเป็นต้องใส่ข้อมูลอะไรลงไปทั้งสิ้น ระบบสามารถเรียนรู้เส้นทางของรถ คันนั้นได้เอง รวมถึง ป้ายที่จอด และสร้างตารางเวลาเดินรถได้ และตัวระบบยังสามารถคำนวณเวลา ที่รถประจำทางจะถึงป้ายได้ โดยอาศัยข้อมูลของรถแต่ละคันและช่วงเวลาที่ขอข้อมูล งานวิจัยนี้ ทดลองทั้งหมด 5 เดือน บนทางเดินรถ 7 เส้นทาง

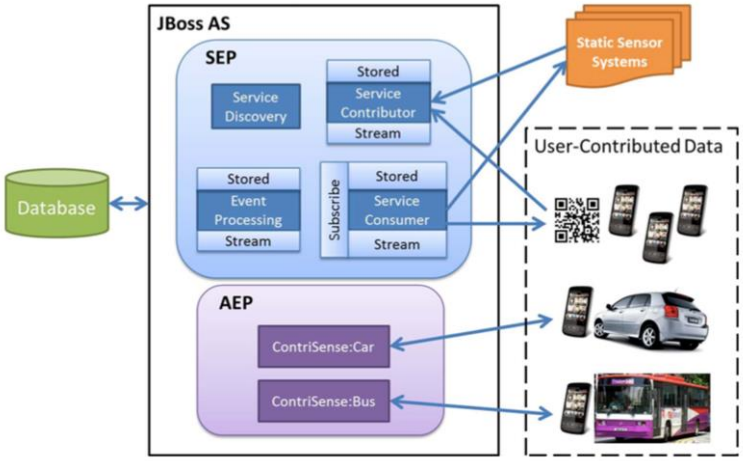
ระบบเรียนรู้เส้นทางจะใช้ด้วยการดูจากเส้นทางที่รถวิ่งซ้ำบ่อยๆ การหาป้ายรถประจำทางทำ ได้โดยดูจากลักษณะการจอดจากข้อมูล GPS ที่ได้ จะสังเกตุได้ว่า รถจะทำใช้เวลาอยู่กับตำแหน่ง ใกล้ๆ กับป้ายนานมากกว่าตำแหน่งอื่นๆที่ไม่ใช่ป้าย ส่วนการสร้างตารางเวลาเดินรถจะทำการเก็บระยะเวลาที่รถประจำทางจอดแต่ละป้ายและระยะเวลาในการเดินทาง แล้วนำมาคำนวณเมื่อรถประจำทางมาถึงป้ายแรก



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างระบบของ EasyTracker

2) Participatory Cyber Physical System in Public Transport Application [13]

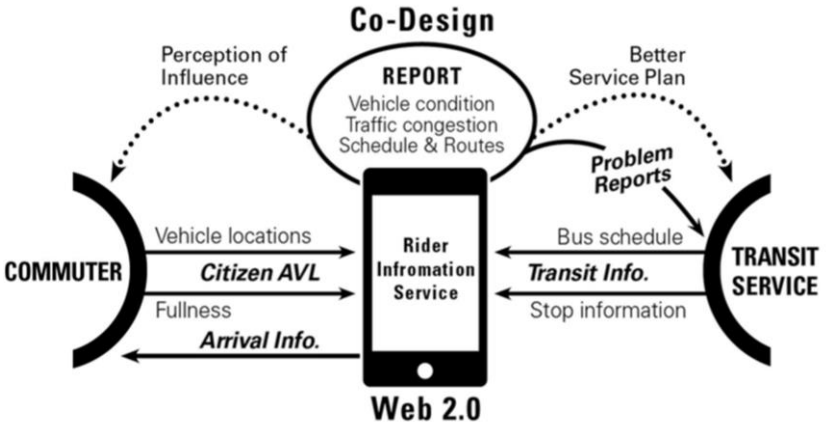
ในงานวิจัยนี้ ได้เสนอ ContriSense:Bus ซึ่งเป็นระบบที่ให้คนสามารถแชร์ข้อมูลรถประจำทางกันได้ โดยใช้มือถือส่วนตัวลงแอปพลิเคชั่น แล้วผู้ใช้สามารถบอกข้อมูลรถประจำทางและเปิด GPS บนมือถือเพื่อแชร์ตำแหน่งของรถประจำทางที่ตนเองนั่งอยู่ได้



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างระบบ ContriSense:Bus

3) Tiramisu: Crowdsourcing Bus Arrival Times [14]

งานวิจัยนี้ทำระบบบอกตำแหน่งรถประจำทางขึ้นมาแล้ว ผู้ใช้งานยังสามารถระบุได้ว่าสภาพบนรถคนแน่นไหม คนขับรถขับดีไหม และรถคันนี้รองรับผู้พิการไหม นอกจากนี้ยังทำการพิสูจน์ด้วยการให้คนลองใช้งานจริง เพื่อที่จะได้ทราบว่า คนทั่วไปจะต้องการระบบแบบนี้ไหม โดยการให้ทดลองใช้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และผลการทดลองออกมาว่า ได้ผลการตอบรับที่ดี ผู้ใช้ที่ทดลองใช้งานระบบต้องการใช้งานต่อ



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างระบบ Tiramisu

4) Cooperative Transit Tracking using Smartphones [15]

งานวิจัยนี้เสนอระบุตำแหน่งรถโดยสารประจำทางและรถไฟใต้ดิน โดยใช้ความร่วมมือจากผู้โดยสาร ความน่าสนใจของงานวิจัยนี้อยู่ที่ ด้วยสภาพแวดล้อมของรถไฟใต้ดินนั้น GPS Wi-Fi รวมถึงสัญญาณโทรศัพท์ ไม่สามารถช่วยหาตำแหน่งได้ ระบบจะทำงานอยู่เบื้องหลังตลอดเวลา

งานวิจัยนี้ใช้มาตรความเร่งในการตรวจสอบว่า ผู้ใช้อยู่บนรถโดยสารแล้วและแยกว่าอยู่บนรถไฟใต้ดินหรือรถประจำทาง การแยกว่าผู้ใช้อยู่บนรถประจำทางไม่ใช่รถยนต์ส่วนบุคคลทำได้โดยเปรียบเทียบระหว่างตำแหน่งปัจจุบันกับตารางเดินรถและรถประจำทางจะมีลักษณะการจอดที่ป้ายรถประจำทาง ส่วนรถยนต์ส่วนบุคคลจะแล่นผ่านไปเลย และสำหรับรถไฟใต้ดินใช้มาตรความเร่งรวมกับ Hidden Markov model โดยใช้ข้อมูลของ 30 วินาทีที่ผ่านมาในการคำนวณ

5) How Long to Wait?: Predicting Bus Arrival Time with Mobile Phone based Participatory Sensing [4]

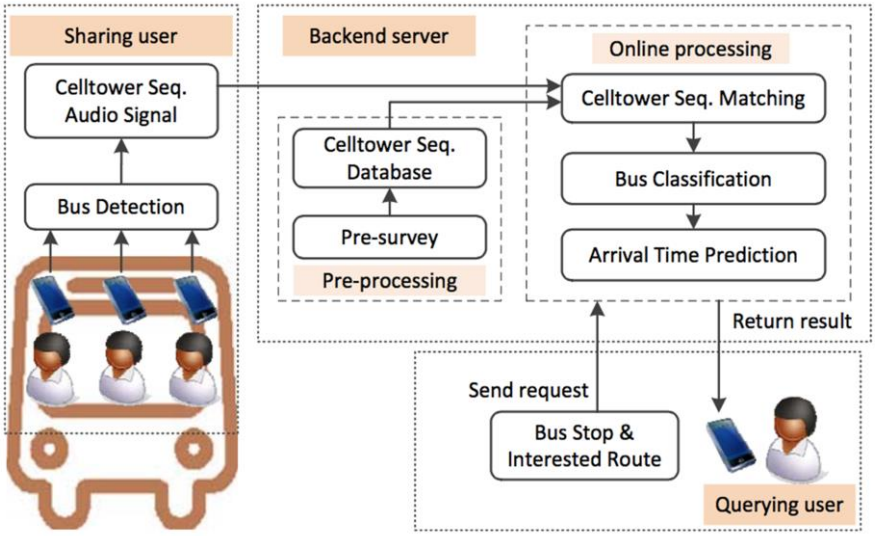
งานวิจัยนี้เสนอระบบระบุตำแหน่งรถโดยสารประจำทางโดยใช้ความร่วมมือจากคนที่ขึ้นรถโดยสารประจำทาง ระบบจะทำงานอยู่เบื้องหลังตลอดเวลาบนมือถือ เพราะว่าสภาพแวดล้อมของคนขึ้นรถโดยสารสามารถนำมาใช้เพื่อบอกได้ว่าผู้โดยสารอยู่บนรถโดยสารแล้ว และเมื่อเก็บข้อมูลต่อไปซักระยะจะสามารถบอกได้ว่า เป็นรถสายไหนและกำลังวิ่งอยู่ที่ไหน

งานวิจัยนี้แบ่งระบบออกเป็น 3 ส่วนคือ Sharing User, Query User และ Backend Server โดยแต่ละส่วนจะมีหน้าที่แตกต่างกันไป ได้แก่

5.1) Sharing User ทำหน้าที่แชร์ข้อมูลให้กับระบบ โดยที่จะส่ง Cell Tower Sequence สำหรับหาตำแหน่งและหาสายของรถประจำทางและ Audio signal สำหรับตรวจจับว่าอยู่บนรถโดยสารแล้วหรือไม่

5.2) Query User ทำหน้าที่ดึงเวลาเดินรถประจำทางที่ต้องการจาก Backend Server

5.3) Backend Server ทำหน้าที่ประมวลผลที่ได้รับจาก Sharing User โดย Cell Tower Sequence จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เตรียมไว้แล้ว เพื่อหาสายของรถประจำทางและตำแหน่งของรถประจำทางส่วน Audio Signal จะถูกเอาไปประมวลผลเพื่อตรวจสอบว่า user อยู่บนรถประจำทางแล้ว ถ้ามีเสียง IR Reader โดยจะถูกนำไปประมวลผลด้วย Fast Fourier Transform (FFT)



ภาพที่ 2.6 โครงสร้างระบบ How Long to Wait?

6) Challenges in Crowdsourcing Real-Time Information for Public Transportation [16]

งานวิจัยนี้ได้รีวิวงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับระบบติดตามรถขนส่งมวลชนที่ใช้คลาวด์ซอสซิ่ง และระบุความท้าทายต่างๆ ทั้งหมด 7 อย่าง ได้แก่

1) พลังงานมือถือ - การแชร์ข้อมูลจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานมือถือในชีวิตประจำวัน เพราะมือถืออาจแบตเตอร์รี่หมดได้

2) ความครอบคลุมของเครือข่าย - ในเมืองใหญ่อาจมีปัญหาจากการใช้สัญญาณที่มาก ส่วนเมืองเล็กก็หาสัญญาณยาก

3) ค่าใช้จ่าย - ระบบที่ดีต้องมีคนใช้เยอะๆ แต่มือถือสมาร์ทโฟนยังมีราคาแพงอยู่

4) คุณภาพของข้อมูล - ข้อมูลต่างๆที่อาจจะไม่มีเช่น ตำแหน่งป้ายรถประจำทาง, ความแม่นยำของ GPS อาจจะมีปัญหาในบางที่, หรือการที่ผู้ให้ข้อมูลให้ข้อมูลปลอม

5) ความน่าเชื่อถือ - ความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้ และความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของข้อมูล

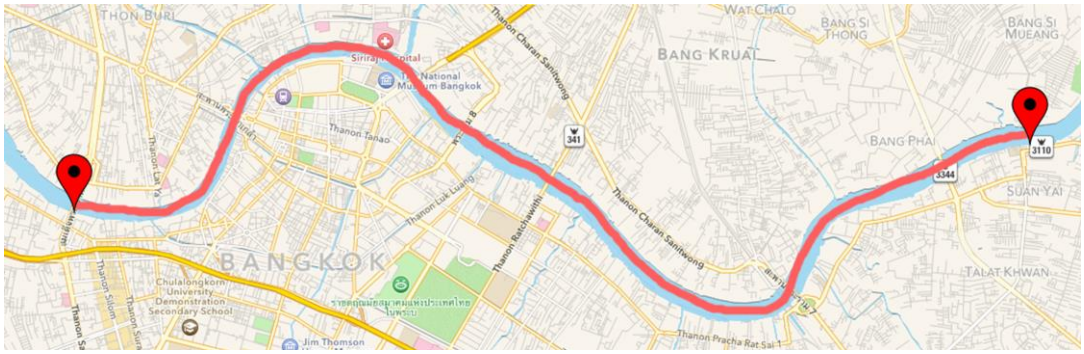
6) แรงจูงใจในการใช้ - ถ้าไม่มีคนใช้เลยระบบก็จะไม่มีข้อมูลใดๆ, คนแชร์จะได้ประโยชน์อะไรบ้าง, และในระยะยาวจะรักษาให้คนใช้ต่อเนื่องได้อย่างไร

7) ความง่ายในการใช้ - ผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลเองหรือระบบสามารถทำงานเองได้ และการพิสูจน์ว่าระบบใช้งานได้ง่ายหรือไม่เป็นไปได้ยากที่จะพิสูจน์จากการทดลองแค่ในห้องทดลอง

บทที่ 3
เรือด่วนเจ้าพระยาและการเก็บข้อมูล

3.1 เรือด่วนเจ้าพระยา

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกท่าของเรือด่วนเจ้าพระยาทั้งหมด 22 ท่ามาใช้ในการทดลอง เพราะท่าที่ไปไกลเกินไปกว่า 22 ท่านี้เป็นท่าที่หาเรือไปยาก และมีผู้โดยสารใช้บริการจำนวนไม่มาก ภาพที่ 3.1 แสดงเส้นทางเดินเรือที่งานวิจัยนี้คลอบคลุมจากท่าสะพานตากสิน ถึงท่าน้ำนนทบุรี



ภาพที่ 3.1 แผนที่เส้นทางที่ให้บริการของเรือด่วนเจ้าพระยา

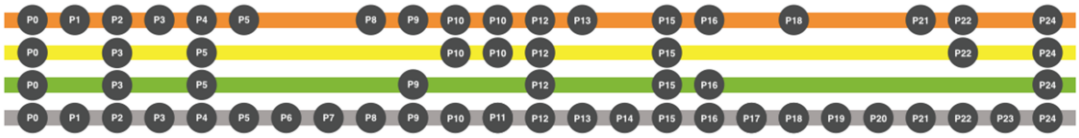
3.1.1 ประเภทของเรือด่วนเจ้าพระยา

เรือด่วนเจ้าพระยาแบ่งออกตามสีของธง มีทั้งหมด 5 สี ได้แก่ ธงเทา, ธงส้ม, ธงเหลือง, ธงเขียว, และธงฟ้า โดยธงบางประเภทจะมีต้นทางและปลายทางที่แตกต่างกัน และท่าเรือที่จอดก็แตกต่างกันเช่นกัน

1) **ธงเทา** เป็นเรือด่วนประจำทาง จอดทุกท่าเรือ ให้บริการตั้งแต่ท่าวัดราชสิงขร ถึง ท่าน้ำนนทบุรี
2) **ธงส้ม** เป็นเรือด่วนพิเศษที่จอดรับส่ง ทั้งหมด 21 ท่า ให้บริการตั้งแต่ท่าวัดราชสิงขร ถึง ท่าน้ำนนทบุรี
3) **ธงเหลือง** เป็นเรือด่วนพิเศษที่จอดรับส่ง ทั้งหมด 10 ท่า ให้บริการตั้งแต่ท่าราษฎร์บูรณะ ถึง ท่าน้ำนนทบุรี
4) **ธงเขียว** เป็นเรือด่วนพิเศษที่จอดรับส่ง ทั้งหมด 14 ท่า ให้บริการตั้งแต่ท่าสาทร ถึง ท่าปากเกร็ด

5) **ธงฟ้า** เป็นเรือสำหรับนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติ ให้บริการรับ-ส่งทั้งหมด 10 ท่า เน้นเฉพาะท่าที่มีสถานที่ท่องเที่ยว ตั้งแต่ท่าเอเชียทิคถึงท่าพระอาทิตย์

โดยงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่เรือทั้งหมด 4 ประเภทได้แก่ ธงเทา ธงส้ม ธงเหลือง และธงเขียว เนื่องจาก ธงฟ้าเป็นเรือนักเที่ยวและมีการให้บริการบางช่วงเวลา ค่าโดยสารแพง และระยะทางสั้น ทางผู้วิจัยจึงตัดสินใจเอาเรือธงฟ้าออกจากงานวิจัยนี้



ภาพที่ 3.2 แสดงการจอดที่แตกต่างกันของเรือแต่ธงสี โดยเริ่มจาก ส้ม เหลือง เขียว และเทา

3.1.2 ท่าเรือด่วนเจ้าพระยา

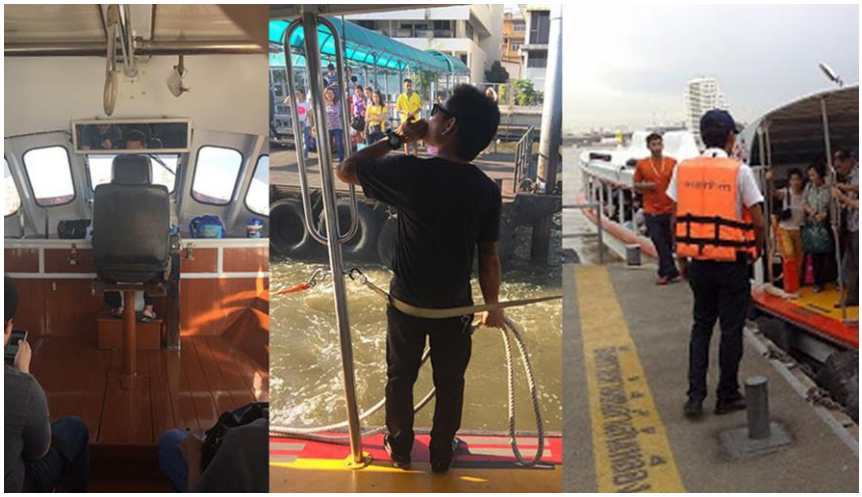
ท่าเรือด่วนเจ้าพระยา ส่วนมากจะมีศาลาให้คนนั่งรอเรือ และมีโป๊ะไว้สำหรับให้เรือเทียบท่าเพื่อให้คนขึ้นหรือลงเรือ ถ้าเป็นท่าเรือหลักๆ ที่มีผู้โดยสารขึ้นลงเป็นจำนวนมาก ท่าเรือจะมี 2 โป๊ะ เพื่อรองรับเรือขาไปและขากลับได้อย่างละลำ ภาพที่ 3.3 แสดงตัวอย่างท่าเรือที่มี 2 โป๊ะ

ในกรณีที่มีเรือจอดรับ-ส่ง คนที่ท่าเรืออยู่ เรือที่มาถึงทีหลัง จำเป็นที่จะต้องรอเรืออีกลำรับ-ส่งเสร็จและออกจากท่าไปก่อน ถึงจะสามารถจอดได้

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างท่าเรือที่มี 2 โป๊ะ

3.1.3 พนักงานเรือด่วนเจ้าพระยา

พนักงานหลักของเรือด่วนเจ้าพระยามี 3 ตำแหน่ง คือ คนขับเรือ ทำหน้าที่ขับเรือ จะนั่งอยู่ที่ตำแหน่งขนขับเสมอ, พนักงานประจำท้ายเรือ ทำหน้าที่คอยให้สัญญาณคนขับเรือเวลาจะจอดเรือหรือออกจากท่าเรือและดูแลผู้โดยสารเวลาขึ้น-ลงเรือ, และ พนักงานดูแลท่าเรือ ทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยบนท่าเรือและขายตั๋วเป็นบางครั้ง ภาพที่ 3.4 แสดงให้เห็นภาพของพนักงานเรือด่วนเจ้าพระยา คนขับ(ซ้าย) พนักงานท้ายเรือ(กลาง) และพนักงานดูแลท่า (ขวา)



ภาพที่ 3.4 พนักงานเรือด่วนเจ้าพระยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.1.4 การขึ้นเรือ

ผู้โดยสารที่ต้องการจะขึ้นเรือด่วนเจ้าพระยา ทุกคนจะต้องมาที่ท่าเรือก่อน เมื่อมาถึงแล้วก็จะทำการต่อคิวเพื่อรอขึ้นเรือด่วน ในกรณีที่ผู้โดยสารมีจำนวนมาก จะยืนต่อคิวเพื่อรอขึ้นเรือ แต่ถ้าผู้โดยสารไม่มาก ส่วนมากผู้โดยสารจะหาที่นั่งรอภายใต้ศาลา และเมื่อเรือมาถึงจะมีขั้นตอนการขึ้นเรือดังต่อไปนี้

1) เมื่อเรือมาถึงที่ท่าเรือ พนักงานจะประกาศให้ทราบว่า เรือธงสีอะไร และปลายทางคือท่าไหน มาถึงแล้ว

2) ผู้โดยสารจะทยอยเดินจากศาลารอเรือลงไปที่โป๊ะ

3) เมื่อเรือจอดสนิทแล้วพนักงานประจำท้ายเรือจะปลดเชือกกั้นที่ท้ายออกให้ผู้โดยสารบนเรือลงก่อน

4) เมื่อผู้โดยสารบนเรือลงหมดแล้ว ผู้โดยสารที่รออยู่บนท่าเรือจะขึ้นเรือ

5) เมื่อผู้โดยสารขึ้นเรือแล้ว ผู้โดยสารจะเดินเข้าไปในเรือเพื่อหาที่นั่ง หรือถ้าที่นั่งเต็ม ผู้โดยสารจะต้องหาที่ยืนแทน

6) หลังจากผู้โดยสารขึ้นเรือหมดแล้ว พนักงานท้ายเรือจะเป่านกหวีดให้สัญญาณคนขับเรือเพื่อให้ออกเรือ

3.1.5 การจอดที่ท่าเรือ

เมื่อเรือถึงท่าเรือใดๆ ก็ตามจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) พนักงานท้ายเรือจะเป่าให้สัญญาณคนขับเรือเพื่อให้สัญญาณในการจอด

2) เมื่อเรือเทียบท่าอย่างปลอดภัยแล้ว พนักงานท้ายเรือจะปลดเชือกกั้นให้คนลง และคนขึ้น

3) เมื่อคนขึ้นเสร็จแล้ว พนักงานจะเป่านกหวีดให้สัญญาณให้คนขับเรือออกเรือได้

3.1.6 การลงเรือ

เมื่อเรือกำลังจะถึงท่าเรือที่เป็นปลายทางของผู้โดยสารแล้ว จะเกิดขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ก่อนถึงท่าผู้โดยสารมักจะเดินไปที่ท้ายเรือเพื่อเตรียมตัวลง

2) เมื่อเรือถึงท่าแล้ว หลังจากพนักงานท้ายเรือปลดเชือกออก ผู้โดยสารสามารถเดินลงจากเรือไปที่โป๊ะได้ทันทีเพื่อเดินขึ้นไปที่ศาลาท่าเรือ และออกจากบริเวณท่าเรือในที่สุด

3.2 การเก็บข้อมูลเรือ

การที่จะออกแบบระบบทำนายเวลาเรือโดยสารได้ตามความต้องการนั้น จำเป็นต้องเข้าใจลักษณะการทำงานและสภาพแวดล้อมของผู้โดยสารและเรือด่วนเจ้าพระยาก่อน

3.2.1 รูปแบบของข้อมูลที่เก็บมา

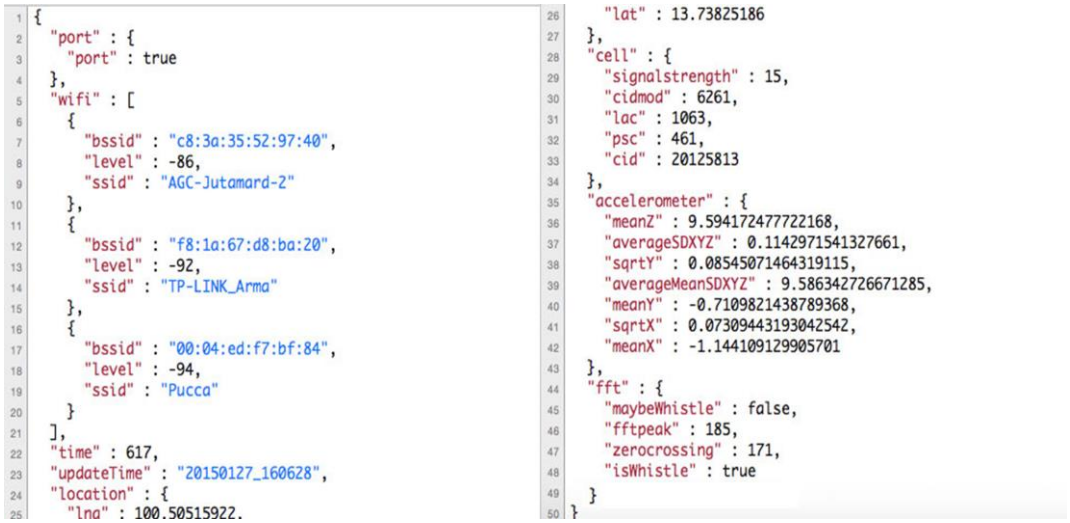
มือถือที่ถูกใช้สำหรับเก็บข้อมูลในงานวิจัยนี้คือ มือถือ HTC รุ่น Nexus One ซึ่งเป็นมือถือระบบปฏิบัติการ Android รุ่น 2.2 และ SIM Card ที่ใช้เป็นของเครือข่าย DTAC

3.2.1.1 *ข้อมูลที่เก็บมาจากมือถือ*

ข้อมูลส่วนนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ไฟล์ ได้แก่

1) ข้อมูลเซ็นเซอร์ต่างๆในมือถือ

เซ็นเซอร์ต่างๆ ในมือถือได้แก่ มาตรความเร่ง Wi-Fi เสาสัญญาณ และ GPS จะถูกเก็บเป็น JSON Format โดยข้อมูลจาก sensor ทั้งหมด จะถูกเก็บทุกๆ 1 วินาที ภาพที่ 3.8 แสดงตัวอย่างรูปแบบข้อมูลที่ถูกเก็บลงไฟล์ JSON



```
{
  "port" : {
    "port" : true
  },
  "wifi" : [
    {
      "bssid" : "c8:3a:35:52:97:40",
      "level" : -86,
      "ssid" : "AGC-Jutamard-2"
    },
    {
      "bssid" : "f8:1a:67:d8:ba:20",
      "level" : -92,
      "ssid" : "TP-LINK_Arma"
    },
    {
      "bssid" : "00:04:ed:f7:bf:84",
      "level" : -94,
      "ssid" : "Pucca"
    }
  ],
  "time" : 617,
  "updateTime" : "20150127_160628",
  "location" : {
    "lng" : 100.50515922,
    "lat" : 13.73825186
  },
  "cell" : {
    "signalstrength" : 15,
    "cidmod" : 6261,
    "lac" : 1063,
    "psc" : 461,
    "cid" : 20125813
  },
  "accelerometer" : {
    "meanZ" : 9.594172477722168,
    "averageSDXYZ" : 0.1142971541327661,
    "sqrtY" : 0.08545071464319115,
    "averageMeanSDXYZ" : 9.586342726671285,
    "meanY" : -0.7109821438789368,
    "sqrtX" : 0.07309443193042542,
    "meanX" : -1.144109129905701
  },
  "fft" : {
    "maybeWhistle" : false,
    "fftpeak" : 185,
    "zerocrossing" : 171,
    "isWhistle" : true
  }
}
```


ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บมาในรูปแบบ JSON

- Port เก็บค่าที่บอกว่าเรือจอดอยู่ที่ท่าเรือหรือไม่
- Wifi เก็บ Array ของข้อมูล Wi-Fi ที่เจอในขณะนั้น
- Time คือวินาทีตั้งแต่เริ่มเก็บข้อมูล
- updateTime คือเวลาจากนาฬิกาในมือถือ
- Location เก็บค่า Latitude และ Longitude ณ ขณะนั้น
- Cell เก็บข้อมูลเสาสัญญาณที่ต่ออยู่
- Accelerometer เก็บค่า mean ของแกน x y และ z ที่เกิดขึ้นในวินาทีนั้น
- FFT เก็บผลจากการใช้ FFT เพื่อหาว่าวินาทีที่ผ่านมามีเสียงนกหวีดเป่าอยู่ไหม

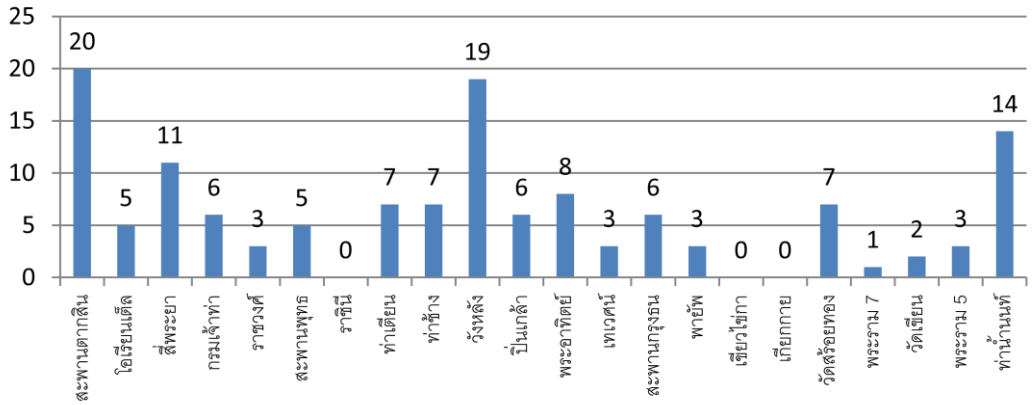
2) ไฟล์เสียง

ไฟล์เสียงจะถูกเก็บเป็นไฟล์ .pcm (Purse Code Modulation) โดยเก็บด้วยระบบเสียง Mono 16-bit และใช้ความถี่ 8,000Hz เพราะเสียงนกหวีดสามารถแยกได้ที่ความถี่ 2,800 – 3,200Hz

3.3 บทวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมา

3.3.1 ข้อมูล Wi-Fi

จากการเก็บข้อมูลพบว่า 90% ของท่าเรือมี Wi-Fi อยู่ และแต่ละท่าเรือไม่มี Wi-Fi ที่ซ้ำกัน



ภาพที่ 3.6 แสดงจำนวน Wi-Fi ของแต่ละท่าเรือ

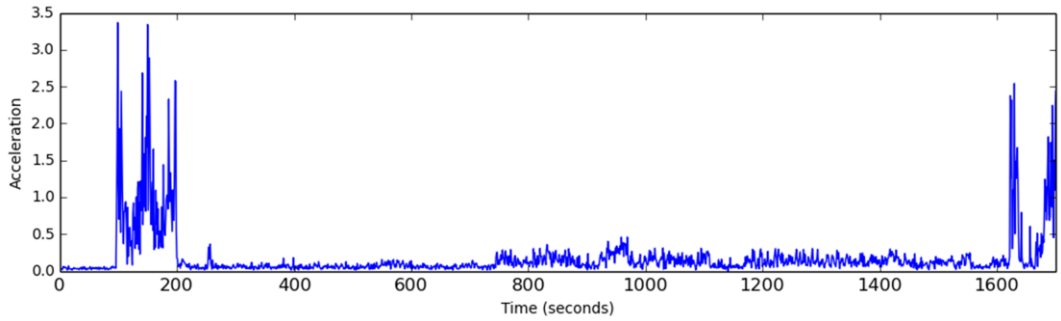
3.3.2 ข้อมูล Cell Tower

จากการเก็บข้อมูลพบว่า ท่าเรือที่อยู่ถัดกัน มีโอกาสที่เลขเสาสัญญาณจะซ้ำกันได้ เนื่องจากระยะสัญญาณของเสาสัญญาณมือถือนั้นมีระยะที่กว้างกว่า Wi-Fi มาก และจากการทดลองเก็บหลายๆครั้ง พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงในเสาสัญญาณที่มือถือที่ต่อได้ในแต่ละท่า เช่น ที่ท่าสาทร ข้อมูลรอบแรกต่อได้เสาสัญญาณเลข 7270 แต่ครั้งที่สองต่อได้เสาสัญญาณเลข 7271 แทน เป็นต้น

3.3.3 ข้อมูลมาตรความเร่ง

จากข้อมูลมาตรความเร่งที่เก็บมาพบว่า ข้อมูลของการนั่งเรือแต่ละรอบมีรูปแบบที่แตกต่างกัน เนื่องจากตำแหน่งที่นั่งบนเรือ ความเร็วเรือ และสภาพคลื่นในแม่น้ำ ทำให้ผลมาตรความเร่งแตกต่างกัน จึงทำให้การที่จะนำค่ามาตรความเร่งมาแยกว่าผู้โดยสารอยู่บนเรือนั้นเป็นไปได้ยาก

แต่จากดูผลของมาตรความเร่งดั่งภาพที่ 3.6 พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในช่วงตอนเริ่มเก็บข้อมูลและในช่วงตอนท้ายของการเก็บข้อมูล เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น จะทราบได้ว่าความเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดจากการเดินตอนที่กำลังขึ้นและลงเรือ เพราะหลังจากขึ้นเรือแล้ว ผู้โดยสารจะนั่งหรือยืนนิ่งๆ ซึ่งทำให้ค่ามาตรความเร่งอยู่ในสภาพที่ไม่แกว่งมากเท่ากับตอนเดิน

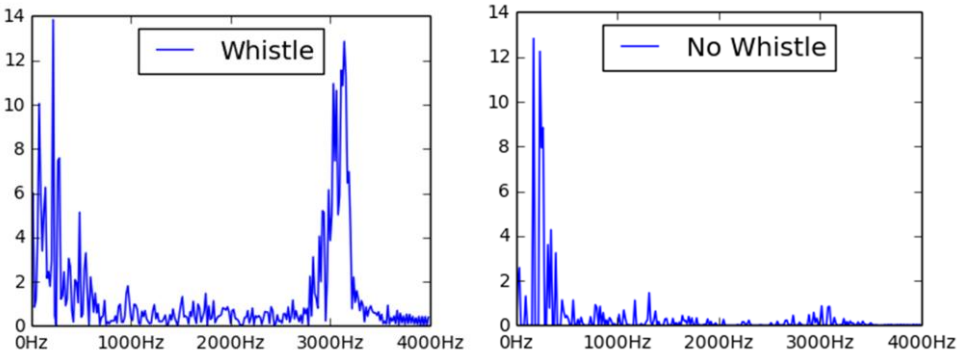


ภาพที่ 3.7 ผลจากการเก็บมาตรความเร่งตลอดการนั่งเรือด่วนเจ้าพระยา

ผู้วิจัยได้ทดลองเก็บค่ามาตรความเร่งที่ความถี่ 20Hz 5Hz และ 1Hz และพบว่าที่ความถี่ 1Hz (1 ครั้ง/วินาที) ก็เพียงพอสำหรับการใช้เพื่อแยกระหว่างการเดินและไม่เดินแล้ว ดังนั้นการเก็บค่ามาตรความเร่งด้วยความถี่ 1Hz จึงถูกใช้สำหรับงานวิจัยนี้ เพราะด้วยความถี่ที่ไม่สูงมากสามารถประหยัดพลังงานมือถือลงได้

3.3.4 ข้อมูล Audio

จากการสำรวจรูปแบบของเรือด่วนเจ้าพระยา พบว่าพนักงานท้ายเรือจะเป่านกหวีดเสมอเพื่อให้สัญญาณคนขับเรือในการจอดเรือ หรือออกเรือ หลังจากนำข้อมูลเสียงมาเข้า Fast Fourier Transform (FFT) ทำให้พบว่า เสียงนกหวีดมีคลื่นเสียงที่แตกต่างจากเสียงอย่างอื่น ภาพที่ 3.7 แสดงผลลัพธ์ของการนำเสียงเข้า FFT เมื่อมีเสียงนกหวีดค่าที่ความถี่ 3kHz จะสูงขึ้นมาทันที



ภาพที่ 3.8 ผลลัพธ์จาก FFT ของเสียงที่มีเสียงนกหวีดและไม่มีเสียงนกหวีด

บทที่ 4
วิธีดำเนินงานวิจัย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่ามีการทำระบบทำนายเวลาหรือติดตามตำแหน่งรถประจำทางเป็นจำนานมาก แต่ยังไม่มีงานใดที่สร้างมาเพื่อรองรับการเดินทางทางเรือ เพื่อแก้ปัญหาให้ผู้โดยสารเรือ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดในการสร้างระบบทำนายเวลาของเรือด่วนโดยจะเน้นไปที่เรือด่วนเจ้าพระยา เพื่อที่จะสามารถบอกเวลาที่เรือโดยสารจะมาถึงท่าต่างๆ ได้

4.1 แนวคิดในการออกแบบระบบทำนายเวลาเรือด่วน

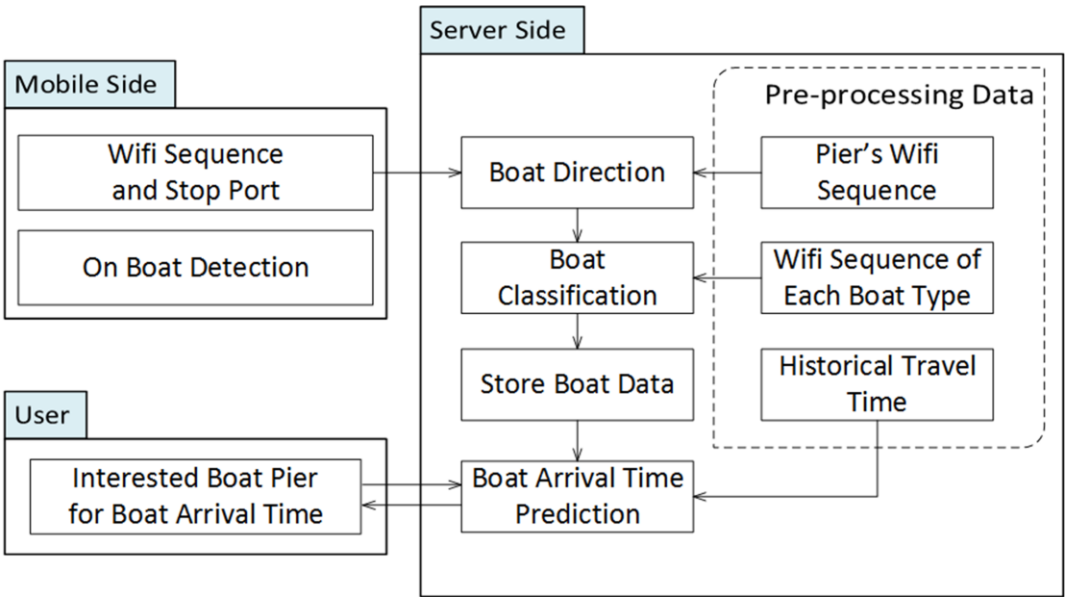
จากความต้องการของระบบสามารถแบ่งออกได้ 4 ส่วน ได้แก่

1) โปรแกรมสามารถหาตำแหน่งของเรือได้
2) โปรแกรมสามารถทำงานเองได้โดยผู้ใช้ระบบไม่จำเป็นต้องทำอะไร นอกจากลงโปรแกรมไว้
3) โปรแกรมไม่ใช้พลังงานมากในการหาตำแหน่ง โดยการใช้เทคนิคการหาตำแหน่งแบบประหยัดพลังงาน
4) โปรแกรมสามารถคำนวณเวลาที่เรือจะถึงแต่ละท่าเรือได้จากข้อมูลตำแหน่งของเรือที่ระบบได้รับจากผู้ใช้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.2 โครงสร้างของระบบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาและรวมกับความต้องการของระบบ เพื่อที่จะสามารถสร้างระบบทำนายเวลาเรือด่วนได้ ในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบระบบโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1. ผู้ให้ข้อมูล คือผู้ใช้ระบบทีอยู่บนเรือแล้ว และทำหน้าที่เป็นผู้ให้ข้อมูลต่างๆ กับระบบ เพื่อบอกว่าเรืออยู่ที่ไหนแล้ว 2. เซิร์ฟเวอร์ ทำหน้าที่ประมวลผลต่างๆที่ได้มาจากผู้ให้ข้อมูล เพื่อที่จะนำไปหาเวลาที่คาดว่าเรือด่วนจะมาถึงแต่ละท่า และ 3. ผู้ใช้ระบบ จะส่งข้อมูลท่าเรือที่ต้องการเวลาที่เรือจะมาถึงให้กับระบบเซิร์ฟเวอร์เบื้องหลัง



ภาพที่ 4.1 โครงสร้างของระบบทำนายเวลาเรือด่วนเจ้าพระยา

หลังจากได้ข้อมูลข้างต้นแล้ว เราจึงเริ่มหาทางที่จะทำนายเวลาเรือด่วนให้ได้ และพบว่า การที่จะทำได้นั้น จำเป็นจะต้องตอบโจทย์ดังต่อไปนี้ก่อน

4.2.1 ผู้ให้ข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูล คือผู้ที่คอยส่งข้อมูลเกี่ยวกับเรือที่ผู้โดยสารขึ้นอยู่กลับไปให้ยัง server ได้ โดยข้อมูลที่จำเป็นต้องบอกเซิร์ฟเวอร์ได้แก่ เรืออยู่ที่ท่าไหนแล้ว, เรือกำลังไปทางไหน, เรือเป็นเรือธงสีอะไร ข้อมูลทั้งหมดนี้จะถูก server นำไปประมวลผลเพื่อหาเวลาที่เรือจะไปถึงท่าต่างๆได้

ถ้าเป็นระบบทั่วไปที่ให้ผู้ใช้เป็นคนกรอกข้อมูลลงไปทั้งหมด สามารถทำได้ง่ายเพราะผู้ใช้สามารถกรอกข้อมูลว่า เรืออยู่ท่าไหน กำลังไปทางไหน และเป็นเรือธงสีอะไรได้ทันที แต่ระบบที่เราเสนอนั้นสามารถบอกข้อมูลเหล่านี้เองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาผู้ใช้ให้กรอกข้อมูลใดๆ ลงไป ดังนั้นโปรแกรมที่ Sharing User ลงไว้ในมือถือจะต้องมีความสามารถทั้งหมด 4 อย่างที่ sharing ดังนี้

4.2.1.1 *โปรแกรมต้องสามารถบอกได้ว่าผู้ใช้อยู่บนเรือหรือไม่*

การที่โปรแกรมจะบอกได้ว่าผู้ใช้อยู่บนเรือแล้วนั้น จากรูปแบบการขึ้นเรือของผู้โดยสาร และข้อมูล Sensor ในมือถือที่เก็บมาพบว่า โปรแกรมสามารถใช้ Wi-Fi, เสียงนกหวีด, และการเดิน เป็นตัวบอกได้ โดยสิ่งที่ต้องดูจากแต่ละ sensor คือ

1) มือถือเจอ Wi-Fi ของท่าเรือก่อน

2) เมื่อได้ยินเสียงนกหวีดแสดงว่ามีเรือมาถึงที่ท่าแล้ว

3) เมื่อผู้ใช้เดินแสดงว่ากำลังขึ้นเรือแล้ว

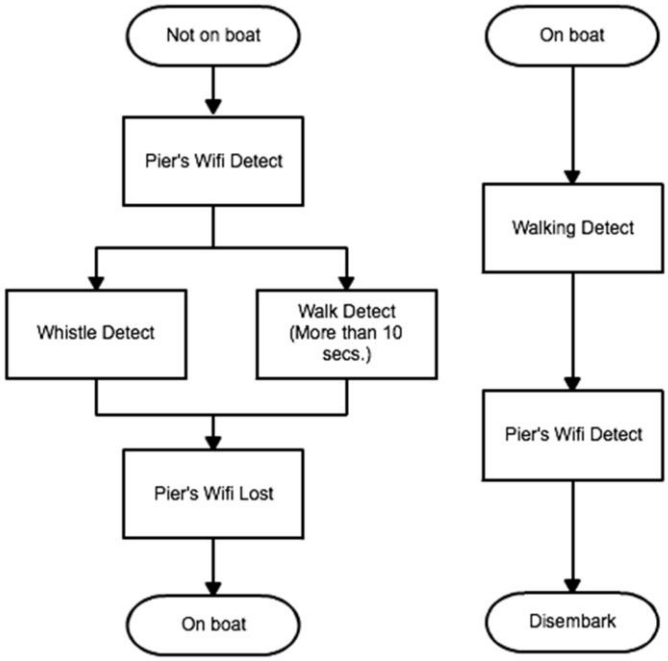
4) เมื่อผู้โดยสารหยุดเดินและ Wi-Fi ของท่านั้นหายไป แสดงว่าผู้โดยสารอยู่บนเรือแล้ว

ในทางกลับกัน การที่จะบอกได้ว่าผู้โดยสารลงจากเรือแล้วนั้น สามารถทำได้คล้ายกัน เพียงแค่สลับกัน และสามารถทำได้ง่ายกว่าเพราะเมื่อผู้โดยสารอยู่บนเรือแล้ว สิ่งที่ผู้โดยสารสามารถทำได้มีอยู่จำกัด ดังนั้นการที่โปรแกรมจะสามารถบอกได้ว่า ผู้โดยสารกำลังจะลงจากเรือแล้ว สามารถบอกได้เมื่อเกิดเหตุการณ์ตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) มีการเดินเกิดขึ้นเกินกว่า 10 วินาที เพราะเมื่อผู้โดยสาร

2) มีเสียงนกหวีดเกิดขึ้น แสดงว่า เรือกำลังจะจอดที่ท่าเรือแล้ว

3) และ พบ Wi-Fi ของท่าเรือ เป็นการบอกว่า เรือโดยสารอยู่ที่ท่าเรือแล้ว



ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนของการตรวจจับการขึ้นเรือและลงเรือ

4.2.1.2 *โปรแกรมต้องสามารถบอกได้ว่าเรือกำลังจอด และจอดที่ท่าไหน*

เมื่อรู้ว่าผู้โดยสารอยู่บนเรือแล้ว สิ่งต่อมาที่โปรแกรมจะทำคือ ตรวจจับว่า เรือจอดที่ท่าไหนบ้าง เพื่อใช้ในการบอกว่า เรืออยู่ที่ไหนแล้ว และใช้ในการแยกแยะทิศทางและประเภทของเรือด้วย การที่โปรแกรมจะสามารถบอกได้ว่า เรือโดยสารกำลังจะจอดที่ท่าไหน สามารถทำได้โดยใช้ Wi-Fi และ เสียงนกหวีด โดย Wi-Fi ใช้บอกว่า อยู่ที่ท่าเรือไหน และนกหวีดไว้บอกว่า เรือได้จอดที่ท่า

นั้น สาเหตุที่เลือก Wi-Fi แต่ไม่ใช้ Cell Tower เพราะว่า Wi-Fi นั้นสามารถแยกท่าเรือได้อย่างชัดเจน และ Cell Tower ยังมีปัญหาความเสถียรที่ Cell Tower ID ไม่เหมือนกันทุกครั้งที่นั่งอีกด้วย

และการใช้ Wi-Fi เพียงอย่างเดียวนั้น ถึงแม้จะสามารถบอกได้ว่าเป็นท่าไหน แต่อาจจะมีปัญหาในกรณีที่เรือขับผ่านใกล้ๆ ท่านั้นแต่ไม่ได้จอดที่ท่านั้นได้ เพราะมีโอกาสที่ Wi-Fi ของท่านั้นอาจจะถูกตรวจเจอได้

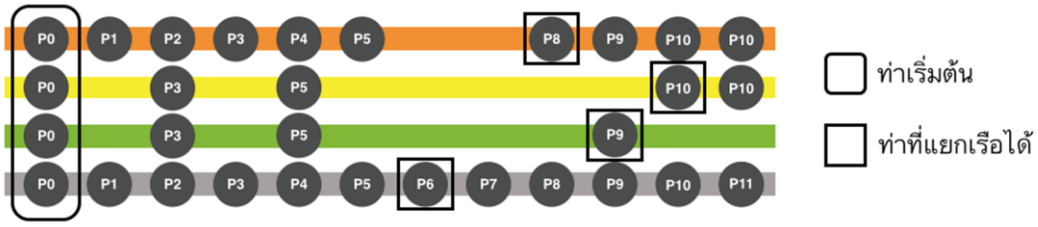
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างกรณีที่เรือขับผ่านใกล้ท่าแต่ไม่ได้จอด

4.2.1.3 *โปรแกรมต้องสามารถบอกทิศทางของเรือได้*

สำหรับเรือด่วนเจ้าพระยามีทิศทางแค่สองทางคือ ขาไปและขากลับ โปรแกรมจะสามารถระบุได้ว่าเรือไปในทิศทางไหนได้ ด้วยการดูท่าเรือที่ผู้โดยสารขึ้น และดูท่าเรือต่อไปที่จอด

4.2.1.4 *โปรแกรมต้องสามารถบอกได้ว่าประเภทของเรือเป็นเรือธงสีอะไร*

ถึงแม้เรือทุกลำจะแล่นบนแม่น้ำสายเดียวกัน แต่ความแตกต่างระหว่างเรือธงแต่ละสี คือท่าเรือที่เรือแต่ละธงสีจอด เพราะฉะนั้นเมื่อระบบรู้ว่าผู้ใช้ขึ้นเรือและเรือจอดที่ท่าไหนบ้างแล้วจะสามารถนำข้อมูลส่วนนี้ไปหาสีธงของเรือนั้นๆได้



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการแยกเรือสีธงเรือด้วยท่าเรือที่จอดที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.1 สรุปคุณลักษณะและเซ็นเซอร์ที่ใช้เพื่อการจับข้อมูลนั้น จากตารางจะเห็นได้ว่าระบบสามารถทำงานได้ โดยใช้เซ็นเซอร์เพียงแค่ 3 ตัวได้แก่มาตรความเร่ง Wi-Fi และไมโครโฟน

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงจำนวนท่าที่มากที่สุดและน้อยสุดในการแยกเรือแต่ละธงสี

คุณลักษณะกับเซ็นเซอร์ที่ใช้			
ขึ้นเรือ		**ลงเรือ**	
คุณลักษณะ	**เซ็นเซอร์**	**คุณลักษณะ**	**เซ็นเซอร์**
- รอเรือที่ท่าเรือ	Wi-Fi	- เดินไปท้ายเรือ เดินลงเรือ เดินออกจากท่า	Accelerometer
- เดินไปขึ้นเรือ	Accelerometer	- เรือจอดที่ท่า	Wi-Fi
- พนักงานท้ายเรือเป่านกหวีด	Audio	**ทิศทางของเรือ**	
- นั่งหรือยืน เมื่ออยู่บนเรือแล้ว	Accelerometer	**คุณลักษณะ**	**เซ็นเซอร์**
- เรือออกจากท่าแล้ว	Wi-Fi	- ท่าแรกและท่าที่สองที่เรือจอด	ท่าเรือที่เคยจอด
เรือจอด		**ประเภทของเรือ**	
คุณลักษณะ	**เซ็นเซอร์**	**คุณลักษณะ**	**เซ็นเซอร์**
- เรือถึงท่าเรือ	Wi-Fi	- เรือแต่ละประเภทจอดท่าไม่เหมือนกัน	ท่าเรือที่เคยจอด
- พนักงานท้ายเรือเป่านกหวีด	Accelerometer		

4.2.2 ฝั่งเซิร์ฟเวอร์

เซิร์ฟเวอร์มีหน้าที่ รวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูล เพื่อมาคำนวณเวลาที่เรือจะไปถึงท่าต่างๆ และบอกข้อมูลให้แก่ผู้ใช้ระบบที่กำลังรอเรือจะมาถึงที่ท่าเรือเมื่อไหร

4.2.2.1 *การทำนายเวลาเรือด่วน*

หลังจากได้ข้อมูลต่างๆ มาจากผู้ให้ข้อมูลแล้ว สิ่งที่เซิร์ฟเวอร์ต้องทำคือการคาดเดาเวลาเรือด่วน โดยเวลาจะสามารถทำนายได้ต่อเมื่อได้ข้อมูล ท่าที่เรือจอดล่าสุดและทิศทางของเรือแล้ว ส่วนข้อมูลธงสีของเรือนั้นสามารถนำมาเพิ่มความแม่นยำได้ แต่ถ้ายังไม่รู้สีธงของเรือระบบยังสามารถที่จะคำนวณเวลาคร่าวๆ ออกมาได้

การคมนาคมทางน้ำนั้น ไม่มีปัญหาเหมือนการคมนาคมบนบก ดังนั้นเวลาเดินเรือจากท่าเรือหนึ่งไปอีกท่าเรือหนึ่ง จึงค่อนข้างนิ่งกว่ารถประจำทาง ดังนั้นสูตรที่ใช้ในการคาดเดาเวลาเรือด่วน จึงไม่จำเป็นต้องซับซ้อนมาก โดยการใช้เวลาเฉลี่ยของการเดินเรือไปแต่ละท่าจากข้อมูลที่เก็บมา ก็สามารถนำมาใช้ในการคาดเดาเวลาเรือด่วนได้แม่นยำในระดับหนึ่ง

$$A(P_d) = T(P_n, P_{n+1}) - \left(t_c - t_{last\ stop}\right) + \sum_{i=n+1}^{d} T(P_i, P_{i+1})$$ สมการที่ 1

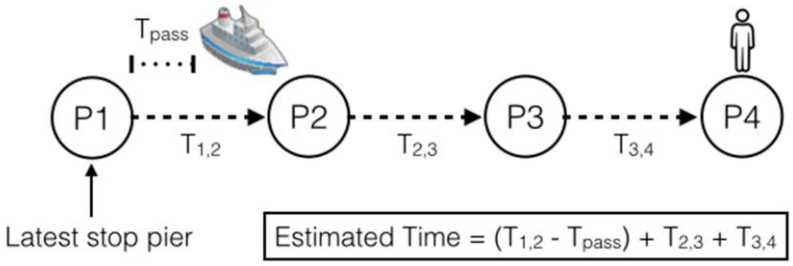
เมื่อ P_d คือ ท่าเรือที่ d^{th}

$A(P_d)$ คือเวลาที่ระบบคาดเดาว่าเรือจะมาถึง ท่าเรือที่ d^{th}

T(n,m) คือเวลาเฉลี่ยที่เรือใช้เดินทางจาก ท่าเรือ n ถึงท่าเรือ m

t_c คือเวลาปัจจุบัน

$t_{last\ stop}$ คือเวลาที่เรือหยุดที่ท่าเรือล่าสุด



ภาพที่ 4.5 ตัวอย่างการคำนวณเวลาที่เรือจะไปถึงท่า P4

4.2.3 ผู้ใช้ระบบ

ผู้ใช้ระบบจะทำการส่งข้อมูลท่าเรือที่ต้องการทราบเวลาที่เรือจะมาถึงให้กับทางเซิร์ฟเวอร์ เพื่อที่เซิร์ฟเวอร์จะหาคำตอบให้แก่ผู้ใช้ระบบ และถ้าผู้ใช้ระบบขึ้นเรือแล้ว ผู้ใช้ระบบจะกลายเป็นผู้ให้ข้อมูลกับระบบแทนในทันที

4.3 การนำคลาวด์ซอสซิ่งมาใช้กับระบบ

เมื่อโปรแกรมในมือถือสามารถบอกข้อมูลที่ระบบต้องการได้แล้ว ตอนนี้ระบบสามารถทำงานได้โดยมีแม้จะมีผู้ใช้เพียงคนเดียว แต่การที่จะได้ข้อมูลของเรือด่วนครบทุกลำนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการใช้คนจำนวนมาก เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การที่นำคลาวด์ซอสซิ่งมาใช้กับระบบนั้น ทำให้เกิดความท้าทายใหม่ๆ ที่น่าสนใจและจำเป็นต้องแก้ไขเพื่อที่ระบบจะได้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่ เพราะการใช้คลาวด์ซอสซิ่งนั้นเท่ากับมีคนมากขึ้นในระบบ นอกจากจะได้ข้อมูลเรือครบทุกลำแล้ว ถ้ามีผู้ใช้อยู่บนเรือลำเดียวกันระบบควรจะให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น เสถียรขึ้น และต่อเนื่องขึ้น

ความท้าทายเหล่านี้เป็นสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับระบบอัตโนมัติที่สามารถเก็บข้อมูลต่างๆเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาผู้ใช้และนำคลาวด์ซอสซิ่งมาใช้ ซึ่งระบบทำนายเวลาเรือด่วนเจ้าพระยานี้ถือเป็นระบบอัตโนมัติ ความท้าทายมีด้วยกันทั้ง 3 อย่างได้แก่

4.3.1 คุณภาพของการเก็บข้อมูลเรือ

การที่ระบบสามารถเก็บข้อมูลเองได้นั้นมีสองเรื่องที่ควรจะให้ความสนใจนั่นคือ ความแม่นยำและพลังงานที่ใช้ ทำอย่างไรระบบจะได้ความแม่นยำสูงสุด เมื่อมีผู้ให้ข้อมูลของระบบมากกว่า 1 คนอยู่บนเรือโดยสารลำเดียวกัน และในขณะเดียวกันทำอย่างไรจะประหยัดพลังงานมือถือของผู้โดยสารบนเรือโดยสารลำเดียวกันให้ได้มากที่สุด ทุกคนจำเป็นจะต้องแชร์ข้อมูล เพื่อจะให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด หรือว่าระบบสามารถให้ผู้ให้ข้อมูลทำงานแค่บางคนก็สามารถให้ความแม่นยำในการติดตามเรือที่ดีที่สุดได้เช่นกัน

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธีการให้คะแนนผู้ให้ข้อมูล เพื่อหาผู้ให้ข้อมูลที่ดีที่สุด โดยเทคนิคการให้คะแนนนั้นจะให้คะแนนของผู้ให้ข้อมูลทุกคน และนำคะแนนของผู้ให้ข้อมูลที่อยู่บนเรือลำเดียวกัน มาเปรียบเทียบกัน และให้ผู้ให้ข้อมูลที่มีคะแนนสูงสุด จะถูกเลือกเป็นผู้ให้ข้อมูลแต่เพียงคนเดียว ส่วนผู้ให้ข้อมูลคนอื่นๆ สามารถพักการให้ข้อมูลเพื่อประหยัดพลังงานได้ ความแม่นยำของระบบเรือด่วนเจ้าพระยานั้นขึ้นอยู่กับ ความแม่นยำในการบอกว่าเรือจอดและจอดท่าไหนแล้ว ซึ่งประกอบไปด้วยการตรวจเจอ Wi-Fi และเสียงนกหวีด ดังนั้นผู้ให้คะแนนที่ดีที่สุด คือผู้ที่สามารถตรวจจับทั้งสองอย่างได้ดีที่สุด

4.3.2 ความเสถียรในการเก็บข้อมูลเรือ

ในสถานการณ์จริง ผู้โดยสารสามารถลงหรือขึ้นเรือที่ท่าเรือไหนก็ได้ ดังนั้นมีโอกาสเป็นไปได้ที่ผู้ให้ข้อมูลที่ถูกเลือกจะลงที่ท่าไหนก็ได้ หรือผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ก็สามารถขึ้นเรือที่ท่าไหนก็ได้ ระบบควรจะสามารถที่จะจัดการสองสถานการณ์นี้ได้ เพื่อรักษาความเสถียรในการติดตามเรือ และความแม่นยำที่มากที่สุด

ในสถานการณ์แรก ถ้าผู้ให้ข้อมูลที่ถูกเลือกลงจากเรือ ข้อมูลการติดตามเรืออาจจะหายไปทั้งหมดได้ ดังนั้นระบบจำเป็นที่จะต้องมีผู้ให้ข้อมูลตัวสำรองเพื่อแก้ปัญหานี้ ผู้ให้ข้อมูลสำรองคือผู้ให้ข้อมูลที่อยู่บนเรือลำเดียวกัน แต่ไม่ได้เป็นผู้ให้ข้อมูลที่ถูกเลือกเพื่อประหยัดพลังงาน ดังนั้นผู้ให้ข้อมูลสำรองจะอยู่ในสถานะเตรียมตัว โดยให้โปรแกรมทำงานแค่เช็คว่า ผู้ให้ข้อมูลสำรองนั้นลงเรือไปแล้วหรือยัง และเมื่อผู้ให้ข้อมูลหลักลงจากเรือไปแล้ว ผู้ให้ข้อมูลสำรองที่มีคะแนนมากที่สุดจะเปลี่ยนมาเป็นผู้ให้ข้อมูลหลักแทน

ในสถานการณ์ที่สอง ถ้ามีผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือมา ระบบควรจับกลุ่มผู้ให้ข้อมูลใหม่เข้ากับผู้ให้ข้อมูลที่อยู่บนเรือ และให้คะแนนผู้ให้ข้อมูลใหม่ เพื่อที่จะเลือกเป็นผู้ให้ข้อมูล หรือผู้ให้ข้อมูลตัวสำรอง

4.3.3 ความต่อเนื่องในการเก็บข้อมูลเรือ

ปัญหาใหญ่ที่สำคัญมากที่สุดของระบบที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องให้ผู้โดยสารกรอกข้อมูลใดๆให้ คือ ข้อมูลบางประเภทไม่สามารถบอกได้ในทันที เช่น ในงาน How Long to Wait? เบอร์ของรถประจำทางนั้นไม่สามารถบอกได้ทันที หรือประเภทธงสีของเรือในระบบที่นำเสนอนี้เช่นกัน จำเป็นที่จะต้องใช้เวลาเก็บข้อมูลซักพักหนึ่งก่อน ถึงจะสามารถบอกได้ว่าเรือเป็นธงสีอะไร

และปัญหานี้จะกลายเป็นปัญหาที่สำคัญมาก ในกรณีที่ผู้ให้ข้อมูลลงจากเรือไป ข้อมูลส่วนนี้อาจจะหายไปด้วย และต้องเริ่มเก็บข้อมูลใหม่ ดังนั้นระบบควรจะสามารถส่งต่อข้อมูลเหล่านี้เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ มีความเป็นไปได้ทั้งหมด 3 สถานการณ์ในกรณีผู้ให้ข้อมูลลงจากเรือ ได้แก่

4.3.3.1 *บนเรือมีผู้ให้ข้อมูลสำรองอยู่*

ในสถานการณ์นี้ ระบบสามารถให้ผู้ให้ข้อมูลสำรองสานต่อการเก็บข้อมูลได้ อย่างไม่มีปัญหา

4.3.3.2 *บนเรือไม่มีผู้ให้ข้อมูลสำรอง แต่มีผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือ*

ในสถานการณ์นี้ ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่สามารถมาสานต่อการรวบรวมข้อมูลได้เช่นเดียวกับสถานการณ์แรก เพียงแต่ระบบต้องมั่นใจว่า ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่นั้นขึ้นบนเรือโดยสารลำเดียวกันเรือที่ผู้ให้ข้อมูลคนเก่าขึ้น เพราะบางท่าเรือสามารถจอดได้สองท่าพร้อมกัน แต่เรือที่จอดพร้อมกันได้นั้นจะเป็นเรือที่ไปคนละทิศทาง ดังนั้นระบบจำเป็นที่จะต้องตรวจสอบว่า เรือโดยสารที่ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นนั้น ไปในทิศทางเดียวกันกับเรือโดยสารที่ผู้ข้อมูลคนเก่าขึ้น

4.3.3.3 *บนเรือไม่มีผู้ให้ข้อมูลสำรอง และผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นท่าถัดๆไป*

ในสถานการณ์นี้ซับซ้อนกว่าสองสถานการณ์ก่อนหน้านี้มาก ถ้ามีผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือ ระบบจะต้องตรวจสองทั้งหมด 3 อย่างด้วยกัน ได้แก่ เรือโดยสารที่ขาดการติดตาม เวลา และทิศทาง สิ่งแรกที่ต้องตรวจสอบคือมีเรือที่ขาดการติดตามอยู่ไหม ถ้ามีให้ตรวจสอบต่อว่า ช่วงระยะเวลาที่เรือขาดการติดตามจนเจอเรือ และเวลาเดินทางจากการประมาณด้วยระบบ ต่างกันมากไหม ถ้าใกล้เคียงจะถือว่ามีความเป็นไปได้ สุดท้ายเมื่อรู้ทิศทางของเรือแล้วตรวจว่าตรงกัน จะถือว่าเป็นเรือลำเดียวกัน และให้ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ เก็บข้อมูลของเรือลำนั้นต่อได้

ปัญหาในสถาณการณ์ 2 และ 3 นั้นจะไม่เกิดขึ้น ถ้าผู้ให้ข้อมูลในระบบมีจำนวนมากเพียงพอ

บทที่ 5
ผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลจากการวิจัยตามแนวคิดและวิธีการดำเนินการในบทที่ 4 โดยจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ความแม่นยำของโปรแกรมในการเก็บข้อมูลต่างๆ และผลการแก้ไขปัญหาของการใช้คลาวด์ซอสซิ่งโดยการทดลองทั้งหมดถูกจำลองโดยการใช้ข้อมูลที่เก็บมาของเรือด่วน

5.1 การจำลองด้วยข้อมูลเรือด่วน

การจำลองทำได้ด้วยการนำข้อมูลเรือด่วนที่เก็บจากการนั่งเรือด่วนจริงๆมาใส่ลงไปในระบบที่ทำขึ้นมา โดยใช้ข้อมูลที่เก็บแทนการออกไปนั่งเรือ โดยข้อมูลที่นำมาใช้ทั้งหมดนั้น เป็นข้อมูลที่เก็บมาจากการนั่งเรือด่วนเจ้าพระยาทั้งหมด 20 รอบ

โปรแกรมจะอ่านข้อมูลที่เก็บมาในรูปแบบ JSON และทำการจำลองเสมือนได้เก็บข้อมูลในสถานที่จริงๆ โดยจะเริ่มจากการตรวจสอบว่าผู้ใช้ขึ้นเรือเมื่อไหร เมื่อผู้ใช้ระบบขึ้นเรือแล้ว

การวัดผลของงานวิจัยนี้ วัดความแม่นยำโดยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากระบบไปเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงจากข้อมูล เช่น เมื่อโปรแกรมบอกว่า เรือได้จอดที่ท่าสี่พระยาแล้ว ต้องสอดคล้องกับข้อมูล GPS ที่ควรจะหยุดอยู่ตรงท่าน้ำสี่พระยาและตรงกับข้อมูลที่ผู้วิจัยบันทึกไว้ว่าเรือกำลังจอดที่ท่าเรืออยู่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

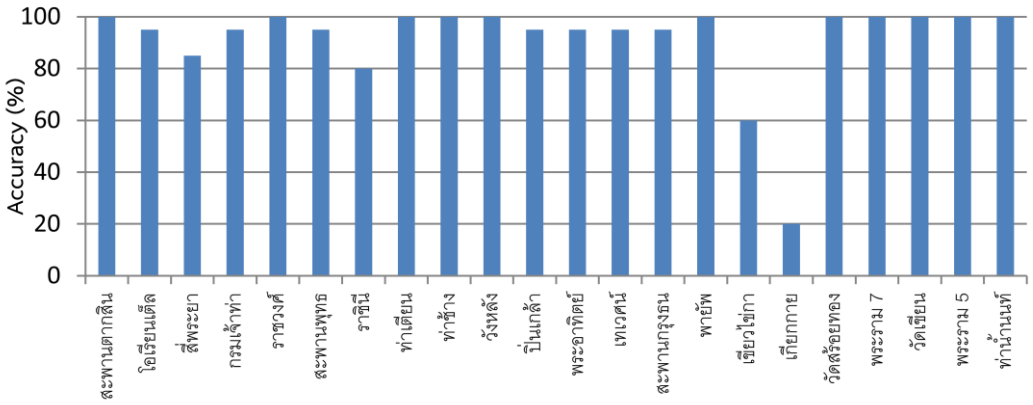
5.2 ผลการความแม่นยำต่างๆจากผู้ให้ข้อมูลระบบ

5.2.1 ความแม่นยำในการบอกได้ว่าผู้ใช้อยู่บนเรือหรือไม่

จากการทดลองกับข้อมูล 20 รอบ พบว่าระบบสามารถบอกได้ว่าผู้ใช้กำลังขึ้นเรือและลงเรือถูกต้อง 100% ซึ่งแสดงให้เห็นว่า รูปแบบของการขึ้นและลงเรือนั้นตรงกับที่ออกแบบระบบไว้ แต่ระบบจะไม่สามารถบอกได้ทันทีเมื่อผู้ใช้อยู่บนเรือแล้ว แต่ต้องรอเรือออกจากท่าเรือก่อนถึงจะบอกได้ ดังนั้นระยะเวลาในการใช้เพื่อบอกว่าผู้ใช้ได้ขึ้นเรือแล้วนั้นอาจจะต้องใช้เวลานานหรือไม่ ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่เรือจะจอดอยู่ทีท่านานแค่ไหน ซึ่งระยะเวลาที่เรือจอดอยู่ที่ท่าเรือนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น จำนวนผู้โดยสาร หรือต้องรอเรืออื่นไปจากท่าก่อน เป็นต้น ซึ่งจากข้อมูลที่มีถึงแม้ผู้ใช้จะขึ้นเรือแล้วเป็นเวลา 4 นาที แต่ระบบจะบอกได้ว่าผู้ใช้อยู่บนเรือแล้ว ต่อเมื่อเรือออกจากท่าเรือนั้นแล้ว

5.2.2 ความแม่นยำในการบอกได้ว่าเรือกำลังจอด และจอดที่ท่าไหน

ผลจากการทดลองพบว่า ความแม่นยำในการบอกว่าเรือกำลังจอด และจอดที่ท่าไหนนั้น สามารถให้ความแม่นยำที่ 90% ดังภาพ 5.1 ปัญหาที่ทำให้ความแม่นยำของระบบลดลงมีสองเหตุผล คือเพราะโปรแกรมไม่สามารถตรวจจับเสียงนกหวีดได้เพราะเสียงนกหวีดเบาเกินไป และเพราะมีท่าเรือ 3 ท่าที่ไม่มี Wi-Fi ได้แก่ ท่าราชินี ท่าเขียวไข่กา และท่าเกียกกาย เนื่องจากท่าที่ไม่มี Wi-Fi นั้น ระบบจะใช้เฉพาะเสียงนกหวีดและเวลาในการบอกว่าเรือจอดที่ท่าไหน ผลจากการทดลองสรุปได้ว่าวิธีนี้ยังไม่ดีเพียงพอที่จะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำได้เพราะบางครั้งพนักงานท้ายเรือส่งสัญญาณบอกให้เรือไม่ต้องจอดที่ท่าบางท่าเพราะไม่มีผู้โดยสารจะลง ทำให้ระบบทำงานผิดพลาด โดยเฉพาะสองท่าหลังที่อยู่ติดกันและเมื่อเรือไม่จอดเพราะไม่มีผู้โดยสารจะขึ้นหรือลง ทำให้เกิดข้อผิดพลาดให้ผลลัพธ์บอกท่าเรือที่จอดผิดได้



ภาพที่ 5.1 ความแม่นยำของระบบในการระบุว่าเรือจอดที่แต่ละท่า

5.2.3 ความแม่นยำในการบอกทิศทางของเรือได้

จากการทดลอง ระบบสามารถบอกทิศทางของเรือได้ถูกต้อง 100% แต่สิ่งที่น่าสนใจคือความเร็วในการบอกทิศทางของเรือได้ เพราะการทำนายเวลาของเรือจะไม่สามารถทำได้ถ้าไม่รู้ทิศทางของเรือ ดังนั้นการรู้ทิศทางของเรือโดยสารเร็ว จะทำให้สามารถทำนายเวลาของเรือด่วนได้เร็วขึ้นเท่านั้น

ความเร็วในการหาทิศทางของเรือเร็วที่สุดคือเมื่อรู้ท่าที่ผู้ใช้ระบบขึ้นเรือจะสามารถบอกได้ทันที แต่จะเกิดขึ้นเฉพาะในกรณีที่ท่านั้นเป็นท่าแรกหรือท่าสุดท้ายเท่านั้น ถ้าไม่ใช่สองท่านี้ระบบจะต้องรอจนกว่าจะรู้ว่าท่าต่อไปที่เรือจะจอดนั้นคือท่าอะไร ดังนั้นความแม่นยำของการหาทิศทางของเรือ

ขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการบอกได้ว่าเรือจอดที่ท่าไหนด้วย ถ้าระบบเกิดความผิดพลาดในการบอกว่าเรือจอดที่ท่า ก็จะทำให้การทิศทางเป็นไปได้ช้าลง

5.2.4 ความแม่นยำในการบอกได้ว่าประเภทของเรือเป็นเรือธงสีอะไร

การจะบอกได้ว่าเรือเป็นธงสีอะไร จำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลการเรียงกันของท่าเรือที่เรือได้จอดไปแล้ว ถ้าความแม่นยำของบอกว่าเรือจอดท่าอะไรไปบ้างแล้วเกิดความผิดพลาด อาจจะทำให้ระบบบอกสีธงของเรือผิดได้ และท่าเรือที่มีปัญหาไม่มี Wi-Fi เป็นท่าที่ไม่ใช่ท่าที่สำคัญในการแบ่งสีธงอยู่แล้ว เพื่อความมั่นใจท่าทั้ง 3 จึงไม่ถูกนำมาใช้ในการแบ่งประเภทของสีธงด้วย

จากการทดลองระบบสามารถแบ่งสีธงของเรือได้อย่างถูกต้องทั้งหมด 100% เพราะผลความแม่นยำของการบอกท่าเรือที่จอด สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ แต่อีกมาตรวัดที่ควรสนใจเช่นเดียวกับการบอกทิศทางนั่นคือ ความเร็ว ในการบอกว่าเรือเป็นธงสีอะไร ผลลัพธ์การทดลองใช้ตารางที่ 5.1 ได้แสดงจำนวนท่าที่ต้องใช้มากที่สุดและน้อยที่สุดในการบอกว่าเรือเป็นเรือธงสีอะไร

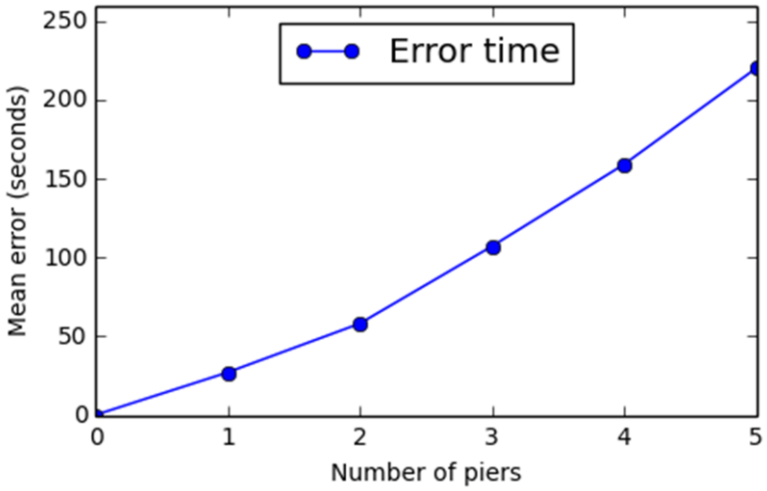
ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงจำนวนท่าที่มากที่สุดและน้อยสุดในการแยกเรือแต่ละธงสี

ประเภทของเรือ	ธงเทา	ธงส้ม	ธงเขียว	ธงเหลือง
จำนวนท่ามากสุดที่ใช้ในการแยกประเภท	5	5	4	4
จำนวนท่าน้อยสุดที่ใช้ในการแยกประเภท	1	2	2	2

จากผลลัพธ์จะเห็นได้ว่า ธงส้มกับธงเทาใช้จำนวนท่า 5 ท่าซึ่งมากกว่าธงอื่นเพราะเรือทั้งสองประเภทมีท่าเรือที่จอดคล้ายกันมากจึงต้องใช้จำนวนท่าเรือที่จอดเยอะในการแยกประเภท

5.2.5 ความแม่นยำในการทำนายเวลาเรือด่วน

ผลลัพธ์จากการทดลอง การทำนายเวลาเรือด่วนพบว่า ระบบสามารถทำนายได้อย่างแม่นยำเพราะการจราจรบนแม่น้ำไม่มีการติดขัดเหมือนบนถนน ภาพที่ 5.2 แสดงค่าเฉลี่ยจากการคาดเดาเวลาที่เรือจะถึงท่าโดยความคาดเคลื่อนอยู่ประมาณ 1 นาทีต่อจำนวนท่าที่ห่างจากท่าเรือที่เรือจอดล่าสุด เช่น ถ้าท่าเรือที่ต้องการคาดเดาเวลาห่างจากท่าเรือที่เรือจอดล่าสุดเป็นระยะ 3 ท่า เวลาเฉลี่ยที่ทำนายผิดพลาดจะอยู่ที่ประมาณ 3 นาที



ภาพที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยเวลาที่ผิดพลาดจากการทำนาย

ในช่วงเวลาเร่งด่วน เรืออาจจะช้ากว่าปกติเพราะมีผู้โดยสารจำนวนมาก ทำให้เรือแล่นช้ากว่าปกติและเสียเวลาจอดเรือรับส่งผู้โดยสารที่ท่านาน ซึ่งปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ เช่น เปลี่ยนวิธีการคำนวณโดยดูจากระยะเวลาการเดินเรือและจอดเรือที่ท่าต่างๆที่ผ่านมา ถ้าใช้เวลานานมากกว่าปกติ ระบบควรจะสามารถรู้ได้ว่า ท่าเรือต่อๆไปในอนาคตก็ควรจะใช้เวลามากกว่าปกติเช่นกัน

5.3 ผลการแก้ปัญหาคลาวด์ซอสซิ่ง

การทดลองกับคลาวด์ซอสซิ่งนั้น ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองสถานการณ์ที่มีปัญหาต่างๆขึ้นมาโดยใช้ข้อมูลที่เก็บมา และทดลองแก้ปัญหานั้นๆ

5.3.1 ผลการทดลองการจัดการคุณภาพของการเก็บข้อมูลเรือ

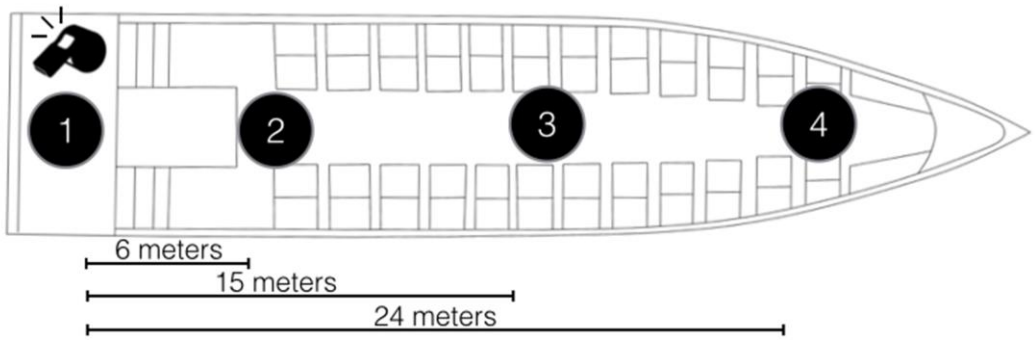
การจะให้คุณภาพของการเก็บข้อมูลออกมาทีและประหยัดพลังงานนั้น งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้วิธีให้คะแนนผู้ให้ข้อมูลระบบทุกคนและเลือกผู้ให้ข้อมูลที่ดีที่สุดบนเรือแต่ละลำ โดยการให้คะแนนนั้นจะให้ตามความแม่นยำในการบอกได้ว่าเรือกำลังจอดที่ท่าไหน เพราะความแม่นยำนี้จะส่งผลต่อความแม่นยำของระบบมากที่สุด ในการที่จะบอกได้ว่าเรือกำลังจะจอดที่ท่าไหนนั้น มีเซ็นเซอร์สองตัวในมือถือที่ถูกนำมาใช้นั่นคือมาตรความเร่งและ Wi-Fi

จากการทดลองพบว่าข้อมูลที่เก็บมา ผู้ให้ข้อมูลระบบสามารถตรวจจับ Wi-Fi ได้อย่างไม่มีปัญหาใดๆ เพราะว่าระยะของ Wi-Fi นอกตึกนั้นโดยปกติสามารถส่งได้ไกลสูงสุดถึง 90 เมตร ปัญหาจึงไปตกอยู่ที่อีกเซ็นเซอร์หนึ่ง นั่นคือความแม่นในการจับเสียงนกหวีด ที่มีโอกาสผิดพลาดได้

จากการทดลองเพิ่มเติม ผู้วิจัยได้ลองเก็บเสียงนกหวีดตามแต่ละจุดบนเรือ ดังภาพที่ 5.3 และทดลองโดยถือมือถือไว้ในมือและเอามือถือใส่กระเป๋ากางเกงไว้ ตารางที่ 5.2 แสดงผลลัพธ์จากการเก็บข้อมูล ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า

- ตำแหน่งที่ 1 และ 2 สามารถตรวจจับเสียงนกหวีดได้อย่างแม่นยำ ไม่ว่าจะถืออยู่ในมือหรืออยู่ในกระเป๋ากางเกงก็ตาม
- ตำแหน่งที่ 3 เมื่ออยู่ในกระเป๋ากางเกง ความแม่นยำเริ่มลดลง
- ตำแหน่งที่ 4 ความแม่นยำตกลงอย่างมากเพราะอยู่ห่างจากพนักงานท้ายเรือมาก

ผลจากการทดลองเพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่า ผู้ให้ข้อมูลที่ดีที่สุดคือผู้ให้ข้อมูลที่อยู่ใกล้พนักงานท้ายเรือมากที่สุด



ภาพที่ 5.3 โครงสร้างเรือและตำแหน่งที่เก็บข้อมูลเสียงนกหวีด

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงผลจากการเก็บเสียงนกหวีดบนเรือ

ตำแหน่ง	ถือในมือ (dBs)	ความแม่น	ในกระเป๋า (dBs)	ความแม่น
No. 1	-2	100%	-11	100%
No. 2	-9	100%	-19	100%
No. 3	-11	100%	-29	80%
No. 4	-25	80%	-60	20%

5.3.2 ผลการทดลองการจัดการความเสถียรในการเก็บข้อมูลเรือ

การทดลองนี้ทำการทดลองโดยการสร้างสถานการณ์จำลองขึ้นโดยให้บนเรือมีผู้ให้ข้อมูลอยู่เมื่อถึงท่าเรือแล้วแต่ละท่าให้มีผู้ให้ข้อมูลขึ้นเรือท่าละหนึ่งคนและสุ่มให้ผู้ให้ข้อมูลหลักลงบางท่าเรือ

สำหรับสถานการณ์ที่หนึ่ง เมื่อผู้ให้ข้อมูลหลักที่ถูกเลือกจากระบบลงจากเรือ ระบบจะเลือกผู้ให้ข้อมูลสำรองที่คะแนนสูงสุดเป็นผู้ให้ข้อมูลหลักแทน ซึ่งผู้ให้ข้อมูลสำรองสามารถทำหน้าที่ให้ข้อมูลเรือได้ทันทีไม่มีปัญหาแต่อย่างใด

สำหรับสถานการณ์ที่สอง เมื่อมีผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือ สิ่งที่ต้องระวังคือระบบต้องมั่นใจว่าผู้ให้ข้อมูลคนใหม่นั้นขึ้นเรือลำเดียวกันกับผู้ให้ข้อมูลหลัก โดยการยืนยันนั้นทำได้โดยการเช็คว่าเรือลำที่ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นนั้นไปในทิศทางเดียวกับเรือของผู้ให้ข้อมูลหลักก็เพียงพอแล้วเพราะท่าเรือสามารถรองรับเรือที่จอดได้ทิศทางละลำเดียวเท่านั้น เมื่อระบบให้คะแนนผู้ให้ข้อมูลคนใหม่แล้วมีความเป็นไปได้สองทางคือ

1) ถ้าผู้ให้คะแนนคนใหม่มีคะแนนมากกว่าผู้ให้ข้อมูลหลัก ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่จะถูกแทนที่ผู้ให้คะแนนหลักแทน และผู้ให้ข้อมูลหลักจะกลายเป็นผู้ให้ข้อมูลสำรองทันที
2) ถ้าผู้ให้คะแนนคนใหม่มีคะแนนน้อยกว่าผู้ให้ข้อมูลหลัก ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่จะกลายเป็นผู้ให้ข้อมูลสำรองทันที

ตารางที่ 5.3 แสดงให้เห็นว่าผู้ให้ข้อมูลสำรองนั้นสามารถประหยัดพลังงานได้มาก ซึ่งตอบจุดประสงค์ของการสร้างผู้ให้ข้อมูลเลือกผู้ให้ข้อมูลหลักนั้นเพื่อให้ระบบสามารถประหยัดพลังงานมือถือของผู้ให้ข้อมูลคนอื่นๆในระบบ

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ระหว่างผู้ให้ข้อมูลหลักกับผู้ให้ข้อมูลสำรอง

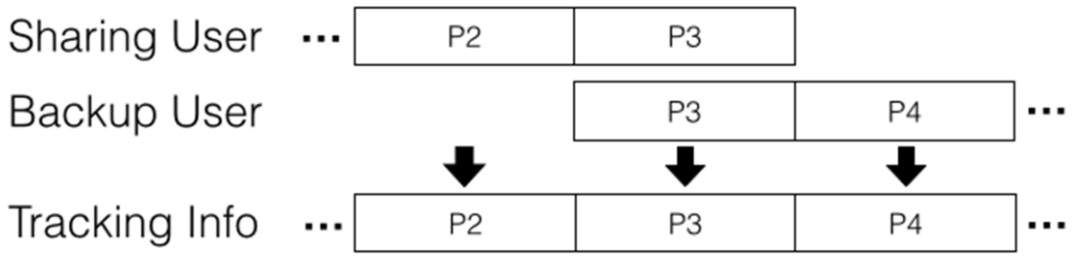
ประเภทผู้ให้ข้อมูล	พลังงานที่ใช้ใน หนึ่งชั่วโมง (%)	อายุแบตเตอร์รี่ (ชั่วโมง)
หลัก	20	5
สำรอง	14	7

5.3.3 ผลการทดลองการจัดการความต่อเนื่องในการเก็บข้อมูลเรือ

ผลของการทดลองนี้แบ่งออกเป็น 3 สถานการณ์ เมื่อผู้ให้ข้อมูลหลักลงจากเรือแล้ว

1) บนเรือมีผู้ให้ข้อมูลสำรองอยู่

ในสถานการณ์นี้ผู้ให้ข้อมูลสำรองสามารถเปลี่ยนมาเป็นผู้ให้ข้อมูลหลักได้ทันทีและเก็บข้อมูลต่อเนื่องได้อย่างไม่มีปัญหาใดๆ

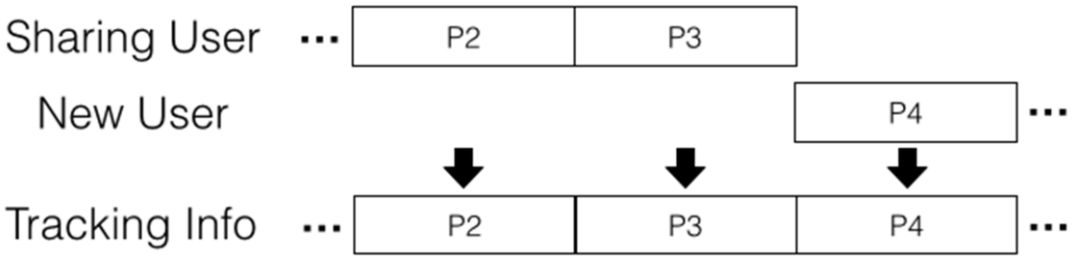


ภาพที่ 5.4 การติดตามข้อมูลเรือในสถานการณ์ที่มีผู้ให้ข้อมูสำรอง

2) บนเรือไม่มีผู้ให้ข้อมูลสำรอง แต่มีผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือที่ท่าเรือพอดี

จากการทดลอง ถ้ามีเรือโดยสารจอดรับส่งคนที่ท่าแค่ลำเดียว ระบบสามารถรู้ได้ทันทีว่าผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือลำเดียวกันกับลำที่ผู้ให้ข้อมูลหลักพึ่งลงไป และให้ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่เป็นคนผู้ให้ข้อมูลหลักเพื่อให้ส่งข้อมูลต่อเนื่องได้ทันที

แต่ในกรณีที่มีเรือจอดที่ท่าสองลำพร้อมกัน ระบบจะต้องรอจนกว่าจะรู้ทิศทางของเรือที่ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นก่อน และเปรียบเทียบกับลำที่ผู้ให้ข้อมูลหลักลงไป เมื่อเปรียบเทียบแล้วตรง สามารถให้ผู้ให้ข้อมูลใหม่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลของเรือลำนั้นต่อได้ทันที



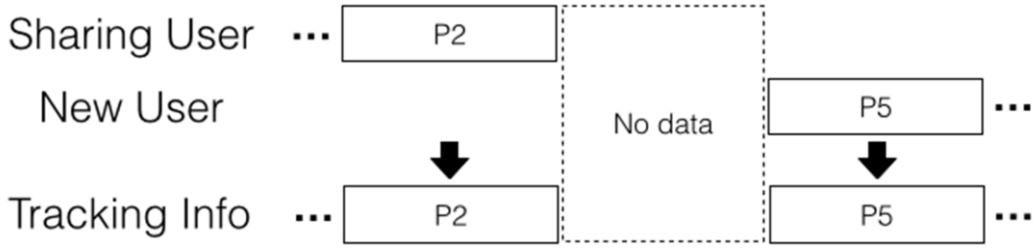
ภาพที่ 5.5 การติดตามข้อมูลเรือในสถานการณ์ที่มีผู้ให้ข้อมูลใหม่ขึ้นที่ท่าเรือพอดี

3) บนเรือไม่มีผู้ให้ข้อมูลสำรอง และไม่มีผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือทันที แต่อาจจะขึ้นไปท่าถัดๆไป

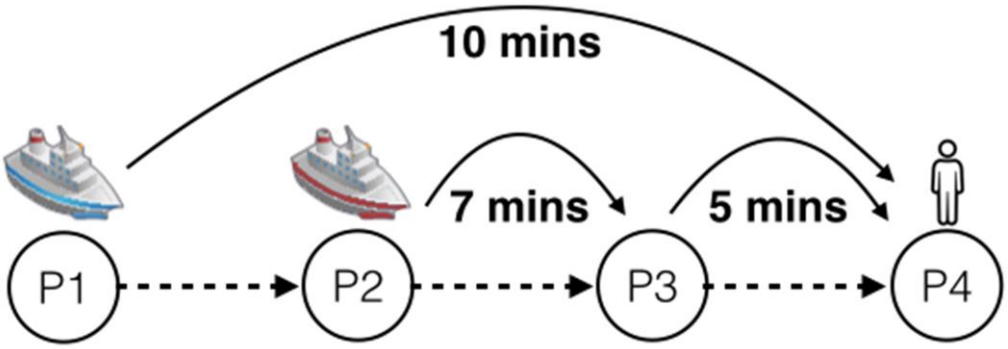
ในระบบทดลองผู้วิจัยได้เพิ่มความสามารถให้เซิร์ฟเวอร์สามารถเก็บข้อมูลเรือที่ขาดการติดตามได้ เมื่อใดก็ตามที่ผู้ให้ข้อมูลคนสุดท้ายบนเรือลงจากเรือไป เรือลำนั้นจะถูกเก็บไว้ในกลุ่มเรือที่ขาดการติดตาม และเมื่อใดที่มีคนใหม่ขึ้นเรือลำนั้น เรือลำนั้นก็จะถูกนำออกจากกลุ่ม

เมื่อมีผู้ให้ข้อมูลขึ้นเรือลำที่ขาดการติดตามไปแล้ว ระบบจะต้องทำการเช็คข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์ว่ามีเรือที่ขาดการติดตามไปไหม เมื่อพบแล้วให้เช็คเวลาว่าระหว่างเวลาทีเรือหายไปจากระบบจนถึงท่าปัจจุบันกับเวลาที่ระบบคาดเดาใกล้เคียงกันไหม และสุดท้ายเช็คทิศทางเรือว่าไปทาง

เดียวกัน ถ้าทุกอย่างตรงระบบสามารถถือว่าเรือลำที่ผู้ให้ข้อมูลขึ้นนั้นเป็นเรือลำเดียวกัน จากการทดลองพบว่า การเก็บเรือที่ขาดการติดและการหาทิศทางของเรือนั้นไม่มีปัญหา แต่ความแม่นยำนั้นขึ้นอยู่กับการคาดเดาเวลาของเรือว่าใกล้เคียงหรือไม่ และจะกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนได้ขนาดไหน จากผลลัพธ์การทำนายเวลาของระบบพบว่ามีความคาดเคลื่อนตามระยะห่างของท่าโดยประมาณท่าละ 1 นาที ดังนั้นท่าที่ผู้ให้ข้อมูลคนใหม่ขึ้นเรือยิ่งห่างจากท่าที่เรือขาดการติดตามมากเท่าไหร ยิ่งมีโอกาสผิดพลาดมากขึ้นเท่านั้น แต่ต้องอยู่ในกรณีดังภาพที่ 5.4 ที่มีเรือขาดการติดตามมากกว่าหนึ่งลำและเกิดการแซงกันของเรือเกิดขึ้น



ภาพที่ 5.6 การติดตามข้อมูลในสถานการณ์ที่เรือขาดได้การติดตามข้อมูลไป



ภาพที่ 5.7 สถานการณ์ที่เรือที่มาทีหลังแซงเรือลำหน้า

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวสรุปผลการวิจัย ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการวิจัยและข้อเสนอแนะ จากการทดลองระบบทำนายเวลาเรือด่วนเจ้าพระยา

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการสร้างระบบทำนายเวลาเรือด่วนเจ้าพระยา เพื่อแก้ไขปัญหาที่เรือด่วนเจ้าพระยานั้นยังไม่มีระบบที่สามารถบอกเวลาหรือบอกตำแหน่งของเรือได้ทำให้ผู้โดยสารเกิดความลำบาก เพราะไม่รู้ว่าเรือจะมาเมื่อไหร วิธีการที่นำเสนอเป็นการใช้เซ็นเซอร์ต่างๆในมือถือของผู้โดยสารเพื่อบอกว่าเรือโดยสารอยู่ที่ไหนแล้ว และมีระบบด้านหลังคอยคำนวณว่าเรือจะถึงท่าไหนเมื่อไหร แทนการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆบนเรือและท่าเรือ และระบบสามารถทำงานได้โดยผู้โดยสารไม่จำเป็นต้องกรอกข้อมูลใดๆให้กับระบบ การหาตำแหน่งที่เลือกใช้ก็เป็นการหาตำแหน่งที่ประหยัดงานแทนการใช้ GPS ที่กินพลังงานสูง เซ็นเซอร์ที่ใช้ในระบบในการหาข้อมูลต่างๆของเรือ ได้แก่ มาตรความเร่ง Wi-Fi และ ไมโครโฟน งานวิจัยนี้ยังเป็นงานวิจัยแรกที่ทำเกี่ยวกับทำระบบสำหรับรองรับเรือโดยสารอีกด้วย นอกจากเรื่องการทำนายเวลาเรือด่วนแล้วงานวิจัยนี้ยังได้กล่าวถึงความท้าทายในการทำคลาวด์ซอสซิ่งบนระบบการทำนายเวลาเรือด่วนเจ้าพระยา ซึ่งสามารถเอาไปใช้ได้กับระบบติดตามรถโดยสารที่ไม่จำเป็นต้องให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลได้อีกด้วย

จากการทดลองพบว่าระบบสามารถทำงานได้ดีในแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลสภาพแวดล้อมของเรือด่วนจริงๆ โดยผลลัพธ์ในทำงานของโปรแกรมในระบบ ไม่ว่าจะเป็นการคอยตรวจสอบว่าผู้ใช้อยู่บนเรือหรือไม่ เรือกำลังจอดที่ท่าไหน เรือไปทิศทางใด ประเภทของเรือเป็นธงสีอะไร และเวลาที่เรือจะถึงแต่ละท่า สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีมีความแม่นยำในระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้

จากการทดลองการแก้ไขปัญหาของการใช้คลาวด์ซอสซิ่งกับระบบพบว่า สามาถแก้ไขได้ในสถานการณ์ธรรมดาที่เกิดขึ้นเกือบทั้งหมดได้ดี ไม่ว่าจะเป็นเรื่องคุณภาพของการเก็บข้อมูล ความเสถียรในการเก็บข้อมูล และความต่อเนื่องของการเก็บข้อมูล

6.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการวิจัย

1. การนั่งเรือเก็บข้อมูลเพื่อทดลองนั้นใช้เวลามาก โดยเฉลี่ยเที่ยวละ 2 ชั่วโมง ทำให้การทดลองเป็นไปได้อย่างยากลำบาก การเก็บข้อมูล 20 รอบเพื่อใช้ในการทดลองนี้ต้องใช้เวลากว่า 40 ชั่วโมงบนเรือด่วน ทั้งนี้ยังไม่นับรอบที่โปรแกรมมีปัญหาทำให้เก็บข้อมูลได้ไม่ถูกต้อง

2. การทำนายเวลาเรือในการวิจัยนี้เป็นการทำนายเรือแบบง่ายๆ และทดลองกับข้อมูลที่เก็บมาซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด แต่ในสถานการณ์จริงนั้น มีความไม่แน่นอนเกิดขึ้นได้เสมอ การที่จะทำให้ระบบทำงานได้แม่นยำยิ่งกว่านี้นั้น การทำนายเวลาเรือที่จะสามารถเรียนรู้และปรับตัวได้

3. การที่จะทำระบบแบบนี้ได้นั้น ระบบสามารถทำงานได้ในมือถือระบบปฏิบัติการ Android เท่านั้น ไม่สามารถทำงานบนมือถือระบบปฏิบัติการอื่นได้

4. การนำระบบคลาวด์ซอสซิ่งไปใช้จริงนั้น นอกจากเรื่องทางเทคนิคที่ทำอย่างไรระบบจะทำงานได้ดีแล้ว ยังมีเรื่องที่การทำอย่างไรให้คนยอมใช้ระบบด้วย ซึ่งถือเป็นความท้าทายที่สำคัญมากในการทำระบบคลาวด์ซอสซิ่งทุกระบบ

5. ข้อมูลที่จำเป็นรู้ล่วงหน้าก่อนที่ระบบจะทำงานได้ เช่น Wi-Fi ถ้าเกิดมีการเปลี่ยนแปลง มีการเพิ่ม หรือลด ระบบควรที่จะสามารถเรียนรู้เองได้ ไม่เช่นนั้นระบบจะไม่สามารถอยู่ได้ด้วยตัวเอง

6.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้สามารถพัฒนาเพิ่มเติมได้หลายด้าน ดังนี้

1) งานวิจัยนี้เพียงทดลองกับข้อมูลที่เก็บมาจากสถานการณ์จริง ไม่ได้นำระบบไปทดลองกับเรือด่วนเจ้าพระยาจริงๆ ดังนี้

2) การทำนายเวลาเรือด่วนยังสามารถพัฒนาให้ดีกว่านี้ได้

3) นำระบบไปทดลองจริงแบบคลาวด์ซอสซิ่งให้มีคนหลายๆ คนใช้ระบบพร้อมๆ กัน

4) ทดลองความท้าทายของการทำคลาวด์ซอสซิ่งกับระบบอัตโนมัติที่ไม่ต้องการข้อมูลจากผู้ใช้ ไปลองกับการขนส่งมวลชนที่ซับซ้อนกว่าเรือด่วนเจ้าพระยา เช่นรถประจำทาง ซึ่งมีลักษณะและสภาพแวดล้อมแตกต่างกับเรืออย่างมาก

5) สามารถนำไปต่อยอดเป็นระบบที่สามารถใช้ได้กับการเดินทางทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็น รถประจำทาง รถไฟฟ้า และเรือ เพราะปัจจุบันคนไม่ได้เดินทางเพียงใช้การขนส่งอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้นเพื่อที่จะไปให้ถึงที่หมาย เช่นคนนั่งเรือที่ลงสะพานตากสินมักจะไปขึ้นรถไฟฟ้าต่อ

6.4 การคาดคะเนและการอภิปราย

6.4.1 การพิจารณาการนำ GPS มาใช้ในระบบ

เนื่องจากปัจจุบันมือถือในตลาดส่วนมากมี GPS ติดตั้งอยู่แล้ว อีกทั้งมีปริมาณแบตเตอรี่ที่มากขึ้น และคนส่วนมากยังพกที่ชาร์ทแบตเตอรี่พกพา ทำให้ปัญหาพลังงานจากการใช้ GPS นั้นไม่เป็นปัญหาใหญ่มากอย่างที่เคยเป็น ดังนั้นความเป็นไปได้ในการนำ GPS มาใช้กับระบบนั้นมีมากขึ้นทุกๆปี และในอนาคตข้างหน้า GPS อาจจะไม่เป็นปัญหาต่อแบตเตอรี่อีกแล้วก็เป็นได้ ทางผู้วิจัยจึงได้ลองคิดประโยชน์และความเป็นไปได้ต่างๆที่จะนำมา GPS เข้ามาช่วยในระบบ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำขึ้นและง่ายขึ้น โดยระบบสามารถนำ GPS ไปใช้ได้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้ดังต่อไป

- จากข้อมูลที่เก็บมาพบว่าทุกท่าเรือไม่ได้มี Wi-Fi ติดอยู่ และการแก้ปัญหาด้วยการใช้เวลาเดินทางและเสียงนกหวีดสำหรับท่าที่ไม่มี Wi-Fi นั้นยังไม่สามารถให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำมากนัก ดังนั้นการที่ระบบสามารถเรียกใช้ GPS มาช่วยหาตำแหน่งของเรือ เมื่อมีเสียงนกหวีดเกิดขึ้นนั้น น่าจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำมากขึ้นได้
- เมื่อระบบพบว่าผู้ใช้ระบบได้ขึ้นเรือแล้ว ถ้าความแม่นยำในการตรวจจับเสียงนกหวีดของผู้ใช้ไม่ดีพอ เช่น นั่งอยู่ไกลจากคนเป่านกหวีด ซึ่งจะทำให้ความแม่นยำในการหาตำแหน่งมีโอกาสผิดพลาดสูง ดังนั้นระบบสามารถเลือกที่จะใช้การเก็บตำแหน่ง GPS เป็นระยะๆ เช่น ทุกๆ 3-5 นาที เพื่อใช้ในการหาตำแหน่งแทนการใช้เสียงนกหวีดและสัญญาณ Wi-Fi ได้
- เพิ่มความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาระบบในมือถือที่เป็นระบบปฏิบัติการ iOS เนื่องจากการเก็บข้อมูล Wi-Fi และเสาสัญญาณนั้น ไม่สามารถทำได้ในระบบปฏิบัติการ iOS แต่ GPS นั้นสามารถทำได้และสามารถทำได้แม้โปรแกรมจะไม่ได้เปิดอยู่ก็ตาม (background process) แต่สุดท้ายถึงแม้ทางเทคนิคจะทำได้ ผู้วิจัยยังไม่สามารถบอกได้ว่าโปรแกรมเช่นนี้จะถูกอนุมัติให้ขึ้น App Store ได้หรือไม่

แต่กระนั้นการนำ GPS มาใช้นอกจากเรื่องพลังงานแล้ว ยังมีเรื่องอื่นที่ต้องระวังดังต่อไปนี้

- สิทธิส่วนบุคคล – การใช้ตำแหน่ง GPS นั้นสามารถบอกพิกัดของคนๆนั้นได้ทุกแห่ง แม้จะไม่ใช่แถวท่าเรือก็ตาม เมื่อมีการเก็บข้อมูล GPS ตลอดทั้งวันจะทำให้สามารถบอกได้ว่าผู้ใช้ระบบนั้นบ้านอยู่ไหน ทำงานที่ไหน แต่ละวันไปไหนบ้าง ซึ่งถือเป็นเรื่องที่ผู้ใช้มือถือทุกคนเกรงกลัวเป็นอย่างมาก ต่างกับการใช้แค่ Wi-Fi ซึ่งสามารถบอกได้แค่ตำแหน่งของท่าเรือเท่านั้น

- แรงจูงในในการใช้ระบบ – เนื่องจากระบบประเภทคลาวด์ซอสซิ่งจำเป็นจะต้องมีผู้ให้ข้อมูลในปริมาณที่มากในระดับหนึ่งระบบจึงจะสามารถให้ข้อมูลที่ครบถ้วนสมบูรณ์และแม่นยำได้ ดังนั้นการใส่ใจในเรื่องทำอย่างไรจะมีผู้ใช้ระบบมากที่สุดจึงเป็นหนึ่งในเรื่องที่สำคัญมาก การออกแบบโปรแกรมให้เป็นมิตรกับผู้ใช้ถือเป็นหัวใจสำคัญของระบบคลาวด์ซอสซิ่งก็ว่าได้ แต่ในปัจจุบันผู้ใช้มือถือส่วนมากยังคงเกรงกลัวการเปิด GPS โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรแกรมประเภทที่ต้องการเปิด GPS ให้ทำงานเบื้องหลังตลอดเวลา เมื่อมีการขออนุญาติการใช้ GPS ตลอดเวลาผู้ใช้ส่วนมากยังคงไม่อนุญาติ หรือในกรณีเลวร้ายที่สุดผู้ใช้อาจเลือกที่จะลบโปรแกรมทิ้งในทันที และเมื่อมีคนในระบบไม่พอระบบก็ไม่สามารถที่จะทำงานได้ดีได้
- วิธีการใช้ GPS ในระบบ – มีงานวิจัยทดลองระหว่างการเปิดใช้ GPS ตลอดเวลากับการเปิด GPS แบบเปิดๆปิดๆเพื่อหาตำแหน่งเป็นระยะๆ พบว่าพลังงานที่ใช้ไม่แตกต่างกันเท่าไหรเพราะว่า GPS ใช้พลังงานสูงในตอนเริ่มค้นหาตำแหน่งในตอนต้น ดังนั้นการที่ระบบจะเพิ่มการใช้ GPS เข้าไป ถึงแม้จะเป็นแบบเปิดๆปิดๆก็ตาม อาจจะไม่ได้ประหยัดพลังงานอย่างที่คาดคิดไว้ ในส่วนนี้ต้องทำการทดลองเพิ่มเติมเพื่อหาความเหมาะสมในการใช้ GPS เพื่อได้ทั้งความแม่นยำที่ดีและไม่กินพลังงานมากเกินไป

6.4.2 การพิจารณาการเพิ่มปริมาณและความหลากหลายของข้อมูลในการทดลองระบบ

ปัจจุบันการทำนายเวลาเรือที่จะถึงท่าแต่ละท่าของระบบนั้นใช้สมการที่ไม่ซับซ้อนในการคำนวณ แต่ในสถานการณ์จริงนั้นมีความเป็นไปได้ที่เวลาเดินเรือแต่ละท่าจะแตกต่างจากเวลาที่ถูกใช้ในการคำนวณ ดังนั้นการทำนายเวลาเรือนั้นสามารถพัฒนาและปรับปรุงให้แม่นยำขึ้นได้ด้วยการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในสถานการณ์ที่ต่างๆ และนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ด้วยวิธีการต่างๆ ได้ ดังต่อไปนี้

- ในช่วงเวลาเร่งด่วนเรือด่วนเจ้าพระยาจะมีผู้โดยสารใช้บริการเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อเวลาเดินทางของเรือด่วนเจ้าพระยา ทั้งระยะเวลาเดินเรือและระยะเวลาที่คนขึ้นลงเรือ ดังนั้นระบบควรจะสามารถทำนายเวลาเดินทางเรือโดยคำนึงถึงวันและเวลาด้วย
- สภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น กระแสน้ำ หรือสภาพลมฝน มีผลต่อเวลาเดินทางของเรือด่วนเจ้าพระยาเช่นกัน การที่จะแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ระบบควรจะสามารถเรียนรู้สภาพการเดินทางได้จากข้อมูลของเรือลำอื่นๆที่กำลังแล่นอยู่ในปัจจุบัน หรือก่อนหน้านี้ เป็นต้น
- การนำข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศมาใช้ในการคำนวณ เช่น วันนี้ฝนตก อาจทำให้เรือแล่นช้าลงและต้องจอดรับผู้โดยสารนานขึ้นได้ หรือข้อมูลเหตุการณ์หรือวันสำคัญต่างๆ เช่น

วันนี้เป็นวันรับปริญญาของมหาลัยดังแห่งหนึ่งซึ่งตั้งอยู่ติดท่าน้ำ อาจทำให้มีผู้โดยสารเรือด่วนเจ้าพระยาแน่นตลอดทั้งวันได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

[1] *Chao Phraya Express Boat*. Available: http://www.chaophrayaexpressboat.com

[2] S. Chatterjee, J. K. Nurminen, and M. Siekkinen, "Low cost positioning by matching altitude readings with crowd-sourced route data," presented at the Proceedings of the 10th International Conference on Advances in Mobile Computing & Multimedia, Bali, Indonesia, 2012.

[3] J. Paek, K.-H. Kim, J. P. Singh, and R. Govindan, "Energy-efficient Positioning for Smartphones using Cell-ID Sequence Matching," presented at the Proceedings of the 9th international conference on Mobile systems, applications, and services, Bethesda, Maryland, USA, 2011.

[4] P. Zhou, Y. Zheng, and M. Li, "How Long to Wait?: Predicting Bus Arrival Time with Mobile Phone based Participatory Sensing," presented at the Proceedings of the 10th international conference on Mobile systems, applications, and services, Low Wood Bay, Lake District, UK, 2012.

[5] J. Biagioni, T. Gerlich, T. Merrifield, and J. Eriksson, "EasyTracker: automatic transit tracking, mapping, and arrival time prediction using smartphones," presented at the Proceedings of the 9th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, Seattle, Washington, 2011.

[6] I. Constandache, X. Bao, M. Azizyan, and R. R. Choudhury, "Did you see Bob?: human localization using mobile phones," presented at the Proceedings of the sixteenth annual international conference on Mobile computing and networking, Chicago, Illinois, USA, 2010.

[7] M. Azizyan, I. Constandache, and R. R. Choudhury, "SurroundSense: mobile phone localization via ambience fingerprinting," presented at the Proceedings of the 15th annual international conference on Mobile computing and networking, Beijing, China, 2009.

[8] A. Thiagarajan, L. Ravindranath, K. LaCurts, S. Madden, H. Balakrishnan, S. Toledo*, et al.*, "VTrack: accurate, energy-aware road traffic delay estimation

using mobile phones," presented at the Proceedings of the 7th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, Berkeley, California, 2009.

[9] S. G. U. Ionut Constandache (Duke), Matt Sayler (Duke), Romit Roy Choudhury (Duke), Landon Cox (Duke), "EnLoc: Energy-Efficient Localization for Mobile Phones," *IEEE INFOCOM 2009,* 2009.

[10] *Crowdsourcing*. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Crowdsourcing

[11] *Moovit App*. Available: http://www.moovitapp.com

[12] *Free Community-based Mapping, Traffic & Navigation App*. Available: http://www.waze.com

[13] C.-K. T. John Kah-Soon Lau, Tie Luo, "Participatory Cyber Physical System in Public Transport Application," *Fourth IEEE International Conference on Utility and Cloud Computing,* 2011.

[14] A. T. John Zimmerman, Charles Garrod, Daisy Yoo, Chaya Hiruncharoenvate, Rafae Aziz, Nikhil Ravi Thiruvengadam, Yun Huang, Aaron Steinfeld, "Field Trial of Tiramisu: Crowd-Sourcing Bus Arrival Times to Spur Co-Design," 2011.

[15] J. B. Arvind Thiagarajan, Tomas Gerlich, Jakob Eriksson, "Cooperative Transit Tracking using Smart-phones," *SenSys'10,* 2010.

[16] A. P. Naveen Nandan*, Xing Zhe†*, "Challenges in Crowdsourcing Real-time Information for Public Transportation," *IEEE 15th International Conference on Mobile Data Management,* 2014.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายพุทธิพงศ์ บวรกีรติโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 16 มกราคม พ.ศ. 2532 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร Bachelor of Science (B.Sc.) in Computer Science จากมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ ในปีการศึกษา 2553 หลังจากเรียนจบแล้วเข้าทำงานที่บริษัท Connected Machines ประเทศไทย ทำงานตำแหน่งโปรแกรมเมอร์ เขียนโปรแกรมลงบนมือถือต่างๆ โดยเน้นไปที่มือถือโนเกียร์ ได้มีโอกาสไปทำงานสิงค์โปร์ครึ่งปี ในปี 2555 บริษัทได้ปิดกิจการเพราะอาณาจักรโนเกียร์ล่มสลายทำให้บริษัทหาลูกค้าไม่ได้ จึงได้ย้ายงานไปทำที่บริษัท IAMConsulting ซึ่งเป็นบริษัททำ SAP อันดับต้นๆของคนไทย โดยยังคงตำแหน่งโปรแกรมเมอร์ แต่เน้นเขียนโปรแกรมสำหรับมือถือ iPhone และ Android เพื่อแสดงข้อมูลจากระบบ SAP ระหว่างที่ทำงานนั้นได้ตัดสินใจเข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ณ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี 2556 หลังจากศึกษาได้ 1 ปี ได้ตัดสินใจออกมาทำงานเป็นโปรแกรมเมอร์รับจ้างอิสระ และครึ่งปีต่อมาได้มีโอกาสทำงานกับบริษัทเนเวอร์ซิทอัพ ซึ่งเป็นบริษัทสตาร์ทอัพ และชนะโครงการประกวดสตาร์ทอัพของดีแทค ปัจจุบันตั้งใจจะไปเรียนต่อปริญญาเอกที่อเมริกา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University