โพรโทคอลการแพร่กระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่มีความน่าเชื่อถือในระบบการสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ

นายณัฐกานต์ ประมวลญาติ

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.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A LOCATION-AWARE RELIABLE BROADCASTING PROTOCOL IN VANET

Mr. Nattakan Pramuanyat

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Computer Engineering
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โพรโทคอลการแพร่กระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่มีความน่าเชื่อถือในระบบการสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ
โดย	นายณัฐกานต์ ประมวลญาติ
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวุฒิ หนูไพโรจน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกริก ภิรมย์โสภา)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ผลเพิ่ม)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐกานต์ ประมวลญาติ : โพรโทคอลการแพร่กระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่มีความน่าเชื่อถือในระบบการสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ (A LOCATION-AWARE RELIABLE BROADCASTING PROTOCOL IN VANET) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย, 49 หน้า.

ระบบการขนส่งอัจฉริยะได้เพิ่มความหลากหลายให้กับแอปพลิเคชันประเภทความปลอดภัยและเหตุการณ์เร่งด่วนบนท้องถนนที่ใช้หลักการติดต่อแบบแอดฮอกไร้สาย แอปพลิเคชันเหล่านี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อที่จะกระจายข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว มีความน่าเชื่อถือและจำกัดขอบเขตการเข้าถึงข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลที่สำคัญเหล่านั้นเข้าถึงได้ถึงยานพาหนะที่สมควรจะได้รับ ดังนั้นแล้วงานต่างๆก่อนหน้านี้ที่ทำ จึงมีการใช้ระบบจีพีเอสในการระบุตำแหน่งและกำหนดขอบเขต ในทางปฏิบัติแล้วการใช้ระบบจีพีเอสนั้น มักจะมีความคลาดเคลื่อนในตำแหน่งที่เป็นพื้นที่ปิด เช่น ท่ามกลางตึกสูงล้อมรอบ หรือแม้แต่พื้นที่ใต้สะพานต่างๆ เพื่อที่จะเข้าใจและเข้าถึงสถานะการณ์ต่างๆ ในการเลือกที่จะส่งข้อมูล แอปพลิเคชันที่เราทำนั้นจะทำการส่งบีคอนในการรวบรวมข้อมูลของยานพาหนะรอบข้างเพื่อที่จะใช้ในการจำกัดขอบเขตวงกว้างในการส่งข้อมูล แอปพลิเคชันที่ทำขึ้นนั้นจะใช้ข้อมูลความหนาแน่นเพื่อใช้ในการกำหนดจำนวนฮอพสูงสุดที่จะทำการส่งต่อข้อมูลหรือข้อความให้ได้ตามระยะขอบเขตที่กำหนด จากการทดสอบบนระบบการจำลองแสดงให้เห็นว่าโพรโทคอลของเราสามารถที่จะทำงานได้ดีกว่าโพรโทคอลอื่นๆที่ใช้จีพีเอสในแง่ของการครอบคลุมพื้นที่ที่กำหนด โดยแสดงให้เห็นว่าโพรโทคอลของเราสามารถส่งข้อความให้กับยานพาหนะที่อยู่ในขอบเขตที่กำหนดได้ 100%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2560

5770408021 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING

KEYWORDS: VEHICULAR NETWORKS / AD HOC NETWORK / GEOCAST / RELIABLE BROADCASTING / ADAPTIVE HOP CALCULATION

NATTAKAN PRAMUANYAT: A LOCATION-AWARE RELIABLE BROADCASTING PROTOCOL IN VANET. ADVISOR: ASSOC. PROF. KULTIDA ROJVIBOONCHAI, 49 pp.

Intelligent Transportation System empowers diversity of safety and emergency applications which rely on wireless ad-hoc communication. Those applications desire fast dissemination, reliability, and dissemination in restricted area so only significant information will be delivered to the selected vehicles. Therefore, most of previous works use GPS for their location detection as their only solution but GPS has a well-known inaccuracy issue in closed area such as an area in the middle of tall building or an area under express ways or bridges. To address the issue of vehicles scenarios, our protocol performs beaconing to gather the knowledge of neighbor information to control a broadcasting radius. Our protocol uses neighbor density information to calculate the proper maximum number of hops to limit the broadcasting radius dynamically. The simulation results show that our protocol along with hop calculation outperforms any other protocols which using GPS. In a term of coverage, our protocol is able to disseminate message up to 100% of total vehicles in the desired boundary.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Computer Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Computer Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร.กุลธิดา โรจน์วิบูลย์ชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ได้ให้คำปรึกษาและข้อคิดเห็นต่างๆสำหรับพัฒนางานวิจัย อีกทั้งยังให้คำแนะนำเพื่อช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงานวิจัยอีกด้วย

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒ หนูไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกริก ภิรมย์โสภาและรองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ผลเพิ่มที่ได้ให้คำแนะนำซึ่งเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการขับเคลื่อนการวิจัย กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช (Special Task Force for Activation Research (STAR)) ภายใต้กลุ่มวิจัยโครงข่ายไร้สายและอินเทอร์เน็ตอนาคต (Wireless Network and Future Internet Research Group) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขอขอบคุณสมาชิกทุกคนในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ คุณกุลิสร์ ณ นคร คุณเกียรติคุณ กาวิละที่ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะสำหรับการทำงานวิจัยตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.5 วิธีดำเนินการวิจัย 4
1.6 ผลงานตีพิมพ์ 5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
2.1 การสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ 6
2.2 Vehicular Ad-hoc Networks 7
2.3 Reliable Broadcasting Protocols 7
2.3.1) Edge-aware epidemic protocol (EAEP) [13] 7
2.3.2) Acknowledged parameterless broadcasting in static to highly mobile networks (AckPBSM) [5] 8
2.3.3) Density-aware reliable broadcasting protocol (DECA) [14] 8
2.4 Geocast Protocols 10
2.4.1) Directed Flooding 10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.2) Semantic and Self-Decision Geocast Protocol (SAS-GP) [15].....10

2.4.3) Urban Geocast based on Adaptive Delay (UGAD) 10

2.4.4) Improved Dynamic Time Stable Geocast (iDTSG) [7].....11

2.4.5) Localization Prediction-based Routing for VANETs (LPRV) [8].....12

บทที่ 3 โพรโทคอลสำหรับกระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งแบบไม่พึ่งพาระบบจีพีเอส...14

3.1 การทดลองบนอุปกรณ์การสื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11p ด้วยอุปกรณ์จริง.....14

3.2 ภาพรวมของโพรโทคอล.....15

3.2.1) ขั้นตอนการทำงานของโพรโทคอล.....15

3.3 การกำหนดขอบเขตโดยไม่พึ่งพาระบบจีพีเอส.....16

3.3.1) จำนวนฮอพในความหนาแน่นต่างๆ 16

3.3.2) การคำนวณจำนวนฮอพที่ใช้เพื่อกำหนดขอบเขต 20

3.3.3) ส่วนหัวของข้อมูลที่ถูกแนบ 21

บทที่ 4 การวัดประสิทธิภาพการทำงานของโพรโทคอลและผลการทดลอง 22

4.1 การทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของการกระจายข้อมูลโดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของเพื่อนบ้าน.....27

4.1.1) โพรโทคอลที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ 27

4.1.2) มาตรวัดประสิทธิภาพ.....28

4.1.2.1) อัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนด (Delivery Ration Inside Region) 28

4.1.2.2) อัตราการได้รับข้อมูลภายนอกขอบเขตที่กำหนด (Delivery Ration Outside Region) 28

4.1.2.3) ความล่าช้าของการส่งข้อมูล (Delivery Delay).....28

4.1.3) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและวิธีการทดลอง.....29

4.1.4) ผลการทดลอง 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

บทที่ 5 บทสรุปของงานวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย 36
5.1 สรุปผลการวิจัย.....36
5.2 ข้อเสนอแนะ.....36
5.2.1) การเพิ่มประสิทธิภาพการจำกัดขอบเขตของโพรโทคอล LARB.....36
5.2.2) การจัดการความขัดแย้งของจำนวนฮอพที่เหลือของโพรโทคอล LARB.....37
5.2.3) การนำวิธีการจากโพรโทคอล LARB ไปใช้กับโพรโทคอลอื่นๆ.....37
5.2.4) ขนาดของแพ็คเกตที่ถูกส่งผ่านเครือข่าย 37
รายการอ้างอิง 39
ภาคผนวก ก DENSO Wireless Safety Unit (WSU-5001) 42
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 49

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานเครือข่ายไร้สายแบบต่างๆ.....6

ตารางที่ 2.2 สรุปรายละเอียดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขอบเขตการกระจายข้อมูล 13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลองจากอุปกรณ์จริง 3
ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งของจีพีเอส 3
ภาพที่ 2.1 การสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ 7
ภาพที่ 2.2 เหตุการณ์ความไม่ต่อเนื่องของยานพาหนะ 9
ภาพที่ 2.3 แสดงถึงการส่งข้อมูลในส่วนต่างๆของโพรโทคอล UGAD 11
ภาพที่ 2.4 ขอบเขตในโพรโทคอล iDTSG 12
ภาพที่ 2.5 แสดงแผนที่ดิจิทัลและเส้นทางที่จะให้ข้อมูลวิ่งไปของโพรโทคอล LRPV 13
ภาพที่ 3.1 อุปกรณ์การสื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11p DENSO WSU 14
ภาพที่ 3.2 แผนที่รถขนส่งสาธารณะของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 15
ภาพที่ 3.3 ผังงานแสดงขั้นตอนการทำงานของโพรโทคอล 16
ภาพที่ 3.4 จำนวนฮอพต่อระยะทางในความหนาแน่นต่างๆ 18
ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฮอพต่อระยะทางในความหนาแน่นต่างๆ 19
ภาพที่ 3.6 กราฟแสดงจำนวนฮอพต่อความหนาแน่น 19
ภาพที่ 3.7 ส่วนหัวที่ถูกแนบไปกับข้อความ 21
ภาพที่ 4.1 อัตราการเปิดใช้งานของรถโดยสารสาธารณะในแต่ละช่วงเวลา 23
ภาพที่ 4.2 อัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับ 5 คันในเวลา 1 ชั่วโมง 24
ภาพที่ 4.3 อัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับ 4 คันในเวลา 1.30 ชั่วโมง 24
ภาพที่ 4.4 อัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับ 3 คันในเวลา 2 ชั่วโมง 25
ภาพที่ 4.5 ความล่าช้าในการส่งข้อมูลต่อจำนวนฮอพ 26
ภาพที่ 4.6 แผนที่ที่ใช้ในการทดสอบ 27
ภาพที่ 4.7 กราฟอัตการการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนด 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.8 กราฟอัตรการได้รับข้อมูลนอกขอบเขต 31
ภาพที่ 4.9 ความล่าช้าในการส่งข้อมูล 32
ภาพที่ 4.10 จำนวนฮอพต่อระยะทางก่อนปรับปรุงค่าคงที่ 33
ภาพที่ 4.11 จำนวนฮอพต่อระยะทางหลังปรับปรุงค่าคงที่ 33
ภาพที่ 4.12 กราฟอัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนด 34
ภาพที่ 4.13 กราฟอัตราการได้รับข้อมูลนอกขอบเขต 34
ภาพที่ 4.14 ความล่าช้าในการส่งข้อมูล 35
ภาพที่ ก.1 อุปกรณ์ Wireless Safety Unit WSU-5001 43
ภาพที่ ก.2 โครงสร้างซอฟต์แวร์ของตัวอุปกรณ์ DENSO Wireless Safety Unit 44
ภาพที่ ก.3 การทำงานของแอปพลิเคชัน 46
ภาพที่ ก.4 ภาพขณะทำการติดตั้งเสาสัญญาณและจีพีเอส 47
ภาพที่ ก.5 ตำแหน่งที่วางอุปกรณ์ 47
ภาพที่ ก.6 ด้านบนของรถโดยสารสาธารณะของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 48
ภาพที่ ก.7 ติดตั้งสถานีรับส่งสัญญาณบริเวณทรูคอฟฟี่ 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ **1**
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันเครือข่ายไร้สายบนยานพาหนะนั้นเริ่มเป็นที่สนใจและถูกค้นคว้าวิจัยเพื่อที่จะนำมาใช้ในระบบยานพาหนะอัจฉริยะ ในปีค.ศ. 1999 คณะกรรมการกลางกำกับดูแลกิจการสื่อสารของสหรัฐอเมริกา ได้จัดสรรช่วงความถี่ 75MHz DSRC ที่ย่านความถี่ 5.9GHz เพื่อนำมาใช้งานในด้านการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับยานพาหนะและยานพาหนะกับเสาส่งสัญญาณ ซึ่งได้ทำการพัฒนามาตรฐานการสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกสำหรับยานพาหนะ ในปัจจุบันการสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ (VANET: Vehicular Ad-hoc Network) ขึ้นมาโดยให้ชื่อว่า IEEE802.11p โดยข้อมูลนี้อ้างอิงจาก “IEEE 802.11p: Towards an International Standard for wireless Access in Vehicular Environments” [1] ขณะเดียวกันในปีค.ศ. 2008 คณะกรรมาธิการยุโรปได้จัดสรรคลื่นความถี่เดียวกันนั้นเพื่อที่จะใช้ในการในแอปพลิเคชันด้านความปลอดภัยของผู้ใช้ถนน การสื่อสารระหว่างยานพาหนะด้วยกัน และการสื่อสารระหว่างยานพาหนะกับเสาสงสัญญาณอ้างอิงจาก “European Commission. Cars that talk: Commission earmarks single radio frequency for road safety and traffic management” [2]

มาตรฐานการสื่อสารบนเครือข่ายยานพาหนะได้ถูกผลักดันและนำมาใช้งานอย่างจริงจังในปัจจุบัน แต่การสื่อสารนั้นจำเป็นต้องใช้โพรโทคอลที่มีประสิทธิภาพเพื่อที่จะนำมาใช้บนแอปพลิเคชันด้านความปลอดภัยของผู้ใช้ถนนอย่างเช่น แอปพลิเคชันช่วยในการหยุดยานพาหนะกระทันหันเมื่อยานพาหนะคันหน้าเกิดอุบัติเหตุ หรือแอปพลิเคชันในการแจ้งสภาพการจราจรให้กับผู้ใช้งานเพื่อหลีกเลี่ยงเส้นทางที่การจารติดขัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นโพรโทคอลที่ใช้จึงต้องมีความรวดเร็วแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือในการส่งข้อมูล

วิธีการส่งข้อมูลแบบพื้นฐานที่ชื่อว่าการกระจายข้อมูลอย่างง่าย (Simple Flooding) นั้นถูกนำมาใช้งานเนื่องจากในกรณีแบบอุดมคติแล้วนั้น การกระจายข้อมูลอย่างง่ายนี้เป็นวิธีการที่รวมเร็วและมีความน่าเชื่อถือสูงอันเป็นผลมาจากการส่งต่อข้อมูลทันทีที่ได้รับข้อมูลมาภายในเครือข่ายโดยที่ไม่เกิดการชนกันของข้อมูล แต่ในความเป็นจริงแล้ววิธีการกระจายข้อมูลอย่างง่ายนั้นจะทำให้เกิดปัญหาในการกระจายข้อมูลวนอย่างไม่สิ้นสุดโดยอ้างอิงจาก “On the Broadcast Storm Problem in Ad hoc Wireless Networks” [3]

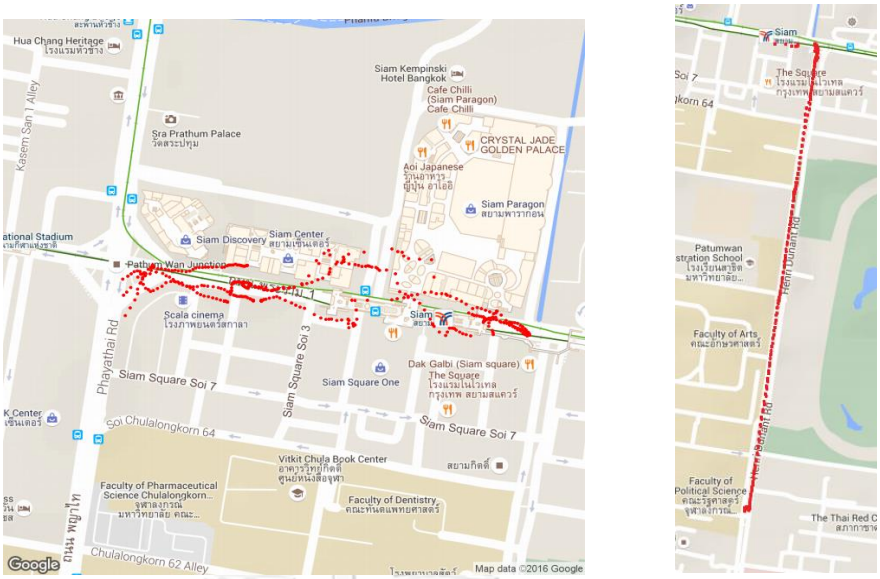
จากปัญหาข้างต้นเป็นสาเหตุให้นักวิจัยจำนวนมากพัฒนาโพรโทคอลที่มีความรวดเร็วและน่าเชื่อถือขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหานี้อ้างอิงจาก “A survey of inter-vehicle communication protocols and their applications” [4] ซึ่งโพรโทคอลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยส่วนใหญ่นั้นมุ่งเน้นไปที่ความน่าเชื่อที่มากที่สุดและใช้ระยะเวลาในการส่งข้อมูลให้ต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามโพรโทคอลที่ถูกพัฒนาขึ้นมาแล้วนั้นไม่ได้คำนึงถึงการกำหนดขอบเขตของข้อมูล กล่าวคือข้อมูลที่ถูกส่งต่อภายในระบบเครือข่ายนั้นเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญเฉพาะในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ดังนั้นแล้วผู้ขับขี่ยานพาหนะที่อยู่นอกพื้นที่ไม่ควรที่จะได้รับข้อมูลหรือส่งต่อข้อมูลให้กับผู้ขับขี่อื่นๆที่อยู่ภายนอก

โพรโทคอลการแพร่กระจายสัญญาณโดยเจาะจงเฉพาะพื้นที่ (Geographical Broadcasting Protocol) ได้ถูกคิดค้นขึ้นเช่น Directed-Flooding, SAS-GP [5], UGAD [6], iDTSG [7] และ LPRV [8] โดยโพรโทคอลที่อ้างถึงนั้นได้ใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกหรือจีพีเอส (GPS: Global Positioning System) มาใช้ในการระบุขอบเขตหรือพื้นที่ที่ข้อมูลควรจะได้รับและส่งต่อ ซึ่งยานพาหนะที่ได้รับข้อมูลจะตัดสินใจส่งต่อหรือละทิ้งข้อมูลนั้นก็ขึ้นอยู่กับตำแหน่งปัจจุบันที่ได้มาจากจีพีเอส

จากการศึกษาเบื้องต้นบนอุปกรณ์ในสภาพแวดล้อมจริงอ้างอิงจาก “Preliminary study of reliable broadcast protocol on 802.11p public transport testbed” [9] พบว่าจีพีเอสนั้นอาจจะให้ผลตำแหน่งที่คลาดเคลื่อนได้แม้ว่าเราจะขับขี่ในพื้นที่โล่งก็ตาม ซึ่งจากงานวิจัยที่ได้อ้างถึงนั้นจะเห็นว่าเมื่อรถโดยสารสาธารณะได้ขับภายใต้รางรถไฟฟ้าลอยฟ้าสาธารณะหรือพื้นที่ที่มีอาคารสูงรอบด้านจะทำให้ผลจากจีพีเอสคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมาก ดังนั้นแล้วโพรโทคอลที่ใช้ระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกจึงอาจจะทำงานได้ไม่ดีนักในสภาพพื้นที่อย่างที่กล่าวข้างต้น ดังที่แสดงในภาพที่ 1.1 ซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยดังกล่าว ซึ่งจะเห็นว่าภาพที่ 1.1 (a) คือถนนพระราม 1 ที่ที่มีตึกสูงกำบังและมีรางรถไฟฟ้าอยู่ด้านบน ทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของจีพีเอสค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับถนนอังรีดูนังค์ในภาพที่ 1.1 (b) ที่เป็นพื้นที่โล่งไม่มีตึกกำบัง

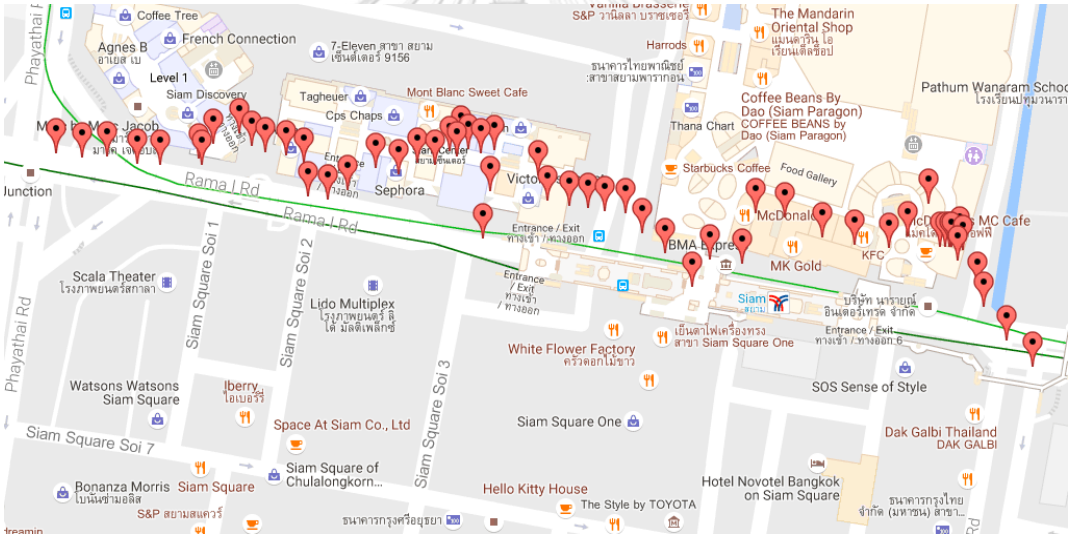
ภาพที่ 1.2 แสดงถึงความคลาดเคลื่อนของระบบจีพีเอสที่ถูกใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ ซึ่งได้มาจากการทำการเก็บข้อมูลจีพีเอสในพื้นที่ที่มีตึกสูงกำบังและมีรางรถไฟฟ้า (BTS) อยู่ด้านบน พบว่าตำแหน่งที่ได้จากการเก็บข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก ถ้าหากมีการนำข้อมูลจีพีเอสที่คลาดเคลื่อนไปใช้กับแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยบนท้องถนน ก็อาจจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดที่ร้ายแรงขึ้นได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



(a) ถนนพระราม 1 (b) ถนนอังรีดูนังค์

ภาพที่ 1.1 ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลองจากอุปกรณ์จริง



ภาพที่ 1.2 ตัวอย่างความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งของจีพีเอส

เพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอโพรโทคอลการแพร่กระจายสัญญาณโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่มีความน่าเชื่อถือในระบบการสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ โพรโทคอลจะใช้ข้อมูลความหนาแน่นของยานพาหนะเพื่อนบ้าน (Neighbor's density) เพื่อเลือกยานพาหนะคันต่อไปที่มีหน้าที่ในการกระจายข้อมูลต่อเพื่อลดจำนวนการทำการกระจายข้อมูลซ้ำและลดความล่าช้าในการกระจายข้อมูล (Delay) โพรโทคอลของเรายังนำข้อมูลความหนาแน่นเพื่อนบ้าน

รอบตัวมาใช้คำนวณกำหนดจำนวนฮอพ (Number of hops) เพื่อกำหนดขอบเขตโดยใช้ฟังก์ชันตรรกยะที่ได้มาจากการการทดลองจำลองมาคิดแทนโดยไม่ใช้จีพีเอส

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนาโพรโทคอลในการกระจายข้อมูลบนยานพาหนะโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งโดยไม่พึ่งพาระบบจีพีเอส
2) เพื่อพัฒนาโพรโทคอลในการกระจายข้อมูลบนยานพาหนะโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งที่ใช้ข้อมูลของจำนวนเพื่อนบ้านเป็นฐานข้อมูลในการตัดสินใจ
3) เพื่อพัฒนาวิธีการตัดสินใจในการส่งต่อข้อมูลด้วยจำนวนเพื่อนบ้าน วิธีการดังกล่าวสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับโพรโทคอลอื่นๆในการกำหนดขอบเขตได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) พัฒนาโพรโทคอลลในการกระจายข้อมูลบนยานพาหนะโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งบนโปรแกรมจำลองเครือข่าย NS 3.24.1 [10]
2) ทำการทดสอบในสถานการณ์จำลองบนพื้นที่กริดแบบเมือง
3) ทำการทดสอบในสถานการณ์จำลองบนแผนที่จริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้วิธีการในการกระจายข้อมูลแบบกำหนดขอบเขตโดยไม่พึ่งพาระบบจีพีเอส ช่วยเพิ่มความสามารถในการกำหนดขอบเขตในพื้นที่ที่มีความคลาดเคลื่อนของการระบุตำแหน่ง เช่น อาคารสูง หรือพื้นที่ที่อยู่ภายใต้สะพาน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโพรโทคอลอื่นๆได้
2) ได้วิธีการในการระบุขอบเขตโดยใช้เพียงข้อมูลความหนาแน่นของยานพาหนะเพื่อนบ้าน

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้ง
2) ทำการทดลองเบื้องต้นกับโพรโทคอลการส่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือและกำหนดขอบเขตได้
3) พัฒนาวิธีการกระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งโดยไม่พึ่งพาระบบจีพีเอส
   3.1) พัฒนาอัลกอริทึมในการใช้จำนวนยานพาหนะเพื่อนบ้านมากำหนดขอบเขตการส่งข้อมูล
   3.2) ทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของอัลกอริทึม
   3.3) สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.4) ปรับปรุงอัลกอริทึม

3.5) ทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของอัลกอริทึมที่ถูกปรับปรุง

3.6) สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

4) ทำการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของโพรโทคอล

5) สรุปและอภิปรายประสิทธิภาพการทำงานของโพรโทคอล

1.6 ผลงานตีพิมพ์

ส่วนหนึ่งของงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ตีพิมพ์และนำเสนอในการประชุมวิชาการดังนี้

1) บทความชื่อ “Preliminary study of reliable broadcasting protocol on 802.11p public transport testbed” [9] โดย Nattakan Pramuanyat, Kulit Na Nakorn, Kiattikun Kawila และ Kultida Rojviboonchai ตีพิมพ์และนำเสนอในงานประชุมวิชาการชื่อ “2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2015)”

2) บทความชื่อ “*LARB: Location-Aware Reliable Broadcasting protocol in VANET*” [11] โดย Nattakan Pramuanyat, Kulit Na Nakorn, Kiattikun Kawila และ Kultida Rojviboonchai ตีพิมพ์และนำเสนอในงานประชุมวิชาการชื่อ “2016 13th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE 2016)”

3) วารสารชื่อ “*LARB-alpha: A Quantitative Study of Location-Aware Reliable Broadcasting Protocol in VANET*” [12] โดย Nattakan Pramuanyat, Kulit Na Nakorn, Kiattikun Kawila และ Kultida Rojviboonchai ตีพิมพ์ในวารสารที่ชื่อ “*Journal of Internet Technology*, vol. 18, no. 7 , pp. 1669-1679, Dec. 2017”

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ

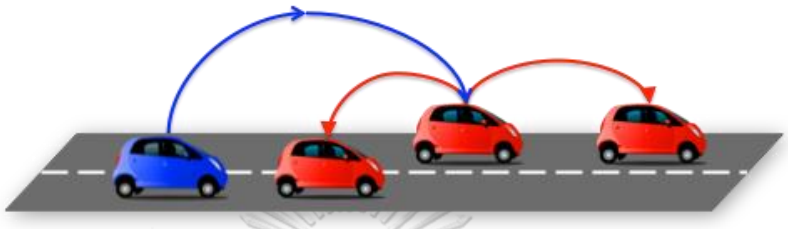
มาตรฐานของเครือข่ายไร้สาย IEEE 802.11p นั้นเป็นมาตรฐานกลางที่ถูกกำหนดขึ้นมาสำหรับการสื่อสารไร้สายบนยานพาหนะ (WAVE: wireless access in vehicular environments) เพื่อตอบสนองการสื่อสารระหว่าง ยานพาหนะกับยานพาหนะ ซึ่งทำให้เกิดแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับความปลอดภัย เช่น ระบบแจ้งเตือนผู้ขับขี่เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ระบบช่วยขับ การจราจรอัจฉริยะ เป็นต้น และแอปพลิเคชันที่ไม่เกี่ยวกับความปลอดภัย เช่น ด้านความบันเทิง การเข้าข้อมูล การโฆษณา สนับสนุนการท่องเที่ยว เป็นต้น มาตรฐานของการ สื่อสารนี้จะใช้ย่านความถี่ที่ 5.9 GHz (5.85-5.925 GHz) โดยมีระยะขอบเขตของการสื่อสารไกลถึง 1,000 เมตร คุณสมบัติของเทคโนโลยี IEEE 802.11p เมื่อเทียบกับมาตรฐานอื่นถูกแสดงอยู่ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานเครือข่ายไร้สายแบบต่างๆ

เทคโนโลยี IEEE	วิธีการโมดูเลต (Modulation)	อัตราเร็ว (Mbps)	ระยะทางสูงสุด (เมตร)	ความถี่ (GHz)
802.11a	OFDM	54	30	5
802.11b	DSSS	11	100	2.4
802.11g	OFDM	54	100	2.4
802.11n	MIMO-OFDM	600	100	2.4/5
802.11p	OFDM (Doubling 802.11a parameter)	6-27	1000	5.9

2.2 Vehicular Ad-hoc Networks

การสื่อสารไร้สายบนยานพาหนะแบบแอดฮอกเป็นการสื่อสารที่ไม่พึ่งพาโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructureless) ซึ่งแต่ละยานพาหนะในเครือข่ายสามารถสื่อสารกันได้โดยตรงภายในขอบเขตของการสื่อสารของกันและกัน รูปแบบการสื่อสารสามารถเป็นได้ทั้ง แบบหนึ่งฮอพ (Single-hop) และแบบหลายฮอพ (Multi-hop)



ภาพที่ 2.1 การสื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ

ซึ่งเครือข่ายแบบนี้มีลักษณะเฉพาะดังนี้

- ยานพาหนะแต่ละคันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง
- มีจำนวนยานพาหนะเป็นจำนวนมาก
- โทโพโลจีเปลี่ยนแปลงบ่อย
- การเคลื่อนที่ของยานหนะเป็นไปตามเส้นถนน

2.3 Reliable Broadcasting Protocols

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การทำโพรโทคอลการกระจายข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายข้อมูลให้กับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายแบบแอดฮอกบนยานพาหนะ โดยมีความรวดเร็วและมีค่าใช้จ่ายที่ต่ำ สามารถที่จะกระจายข้อมูลไปถึงยานพาหนะที่สนใจได้ครบถ้วนและไม่เกิดการซ้ำกันของข้อมูล ซึ่งงานวิจัยที่พัฒนาเกี่ยวกับโพรโทคอลการกระจายข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมีดังนี้

2.3.1) Edge-aware epidemic protocol (EAEP) [13]

งานวิจัยนี้เสนอโพรโทคอลในการแพร่กระจายข้อมูลสำหรับพื้นที่ที่มีการเชื่อต่อที่ไม่ต่อเนื่อง โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้ยานพาหนะทุกคันสามารถเข้าถึงจีพีเอสได้ งานวิจัยนี้สามารถทำงานได้โดยไม่พึ่งพาการบีคอน แต่ใช้หลักการส่งข้อมูลจีพีเอสแนบไปด้วยกับข้อความที่ทำการส่งไปให้ยานพาหนะเป้าหมาย หลังจากยานพาหนะได้รับข้อมูล โพรโทคอลจะทำการสุ่มระยะเวลาในการรอ (Waiting Timeout) เพื่อส่งข้อมูลต่อขึ้นมาทุกครั้ง ระหว่างที่อยู่ในช่วงรอการส่งต่อ ตัวโพรโทคอลจะทำการนับ

จำนวนการส่งต่อจากยานพาหนะคันอื่นจากตำแหน่งที่อยู่ด้านหน้าและจำแหน่งที่อยู่ด้านหลัง หลังจากสิ้นสุดระยะเวลาโพรโทคอลจะตัดสินใจว่าจะส่งต่อหรือไม่ส่งขึ้นอยู่กับฟังก์ชันความน่าจะเป็น โดยความน่าจะเป็นจะมากขึ้นก็ขึ้นอยู่กับจำนวนการส่งต่อจากยานพาหนะคันอื่นที่แตกต่างกันมาก ระหว่างคันคันที่อยู่ด้านหน้าและอยู่ด้านหลัง โพรโทคอลนี้สามารถทำงานได้ดีในด้านความน่าเชื่อถือ และความรวดเร็วในการส่งข้อมูลเมื่อเทียบกับโพรโทคอลการกระจายข้อมูลอย่างง่าย อย่างไรก็ตาม โพรโทคอลนี้ไม่สามารถที่จะจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อระยะห่างระหว่างยานพาหนะขาดการติดต่อกันนานเกินไป เนื่องจากโพรโทคอลนี้ไม่มีการใช้บีคอนเพื่อทำการตรวจสอบข้อมูลที่ยังไม่ได้รับของยานพาหนะคันอื่น ดังนั้นโพรโทคอลนี้จึงไม่เหมาะกับแอปพลิเคชันด้านความปลอดภัย

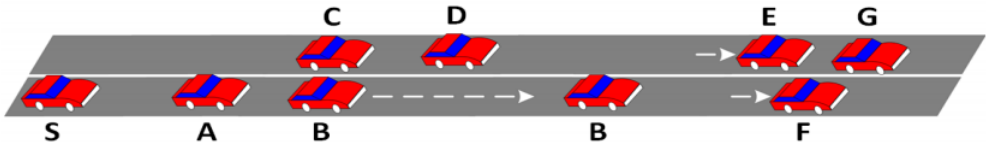
2.3.2) Acknowledged parameterless broadcasting in static to highly mobile networks (AckPBSM) [5]

นำเสนอโพรโทคอลที่ไม่พึ่งพารามิเตอร์ในการกระจายข้อมูลบนเครือข่ายแบบแอดฮอก โดยงานวิจัยนี้ใช้จีพีเอสเพื่อเข้าถึงตำแหน่งของยานพาหนะ ซึ่งโพรโทคอลยังใช้ข้อมูลตำแหน่งของยานพาหนะรอบตัวเพื่อสร้างกลุ่มของซีดีเอส (CDS: Connected Dominating Sets) ซึ่งหลังจากยานพาหนะได้รับข้อมูลจะทำการสุ่มระยะเวลาในการรอเพื่อส่งข้อมูล โดยยานพาหนะที่อยู่ในกลุ่มซีดีเอสจะมีระยะเวลาการรอที่น้อยกว่า และยานพาหนะที่มีระยะเวลาน้อยที่สุดจะเป็นยานพาหนะที่ทำการส่งต่อเท่านั้น โพรโทคอลนี้ทำการแนบการรับรู้ของข้อมูลที่ได้รับในบีคอนเพื่อจัดการกับปัญหาการขาดการเชื่อมต่อ

2.3.3) Density-aware reliable broadcasting protocol (DECA) [14]

งานวิจัยนี้เสนอโพรโทคอลการแพร่กระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงความหนาแน่นที่มีความน่าเชื่อถือ โดยงานวิจัยนี้ออกแบบมาเพื่อทำการกระจายข้อมูลโดยไม่ใช้ระบบระบุตำแหน่งบนโลกมาช่วยในการตัดสินใจ งานวิจัยนี้พบว่ายานพาหนะมักเกาะกลุ่มกันในระหว่างสี่แยก ทำให้บางช่วงถนนจะมีความหนาแน่นของยานพาหนะที่มากกว่า ดังนั้นแล้วถ้าทำการส่งข้อมูลไปให้ยานพาหนะภายในกลุ่มที่มีความสามารถในการกระจายต่อให้เพื่อนบ้านได้มากที่สุด ก็จะเป็นการส่งข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงสุดด้วย ซึ่งโพรโทคอลนี้ใช้ข้อมูลความหนาแน่นของยานพาหนะเพื่อนบ้านมาเพื่อเลือกยานพาหนะหลักในการส่งข้อมูลต่อ โดยยานพาหนะที่ถูกเลือก เมื่อได้รับข้อมูลจะทำการส่งข้อมูลต่อทันที ยานพาหนะที่ไม่ถูกเลือกจะทำการตั้งระยะเวลารอแบบสุ่มขึ้นมาเพื่อทำการส่งต่อหรือถ้าเกิดยานพาหนะที่ไม่ถูกเลือกได้รับข้อมูลซ้ำก็จะทำการยกเลิกเวลารอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 2.2 เหตุการณ์ความไม่ต่อเนื่องของยานพาหนะ

จากภาพที่ 2.2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงปัญหาของยานพาหนะ ซึ่งถ้าโพรโทคอลการส่งข้อมูลไม่ได้มีความน่าเชื่อถือจะทำให้เกิดการส่งข้อมูลไปไม่ครอบคลุมงานวิจัยนี้จึงใช้การส่งบีคอนเพื่อที่จะทราบถึงยานพาหนะที่ยังไม่ได้รับข้อมูลชุดนั้นๆ และทำการส่งไปให้ ซึ่งสามารถอธิบายภาพข้างต้นได้ดังนี้

ยานพาหนะ S จะรู้ว่า A, B, C และ D เป็นยานพาหนะเพื่อนบ้านของตนเองโดยจะรู้ว่า D เป็นยานพาหนะที่มีจำนวนเพื่อนบ้านอื่นในละแวกมากที่สุดจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันด้วยข้อมูลการทำ Beaconing โดย S นั้นก็จะเลือกให้ D เป็นผู้ถูกเลือกและให้ D เป็นผู้ทำการกระจายข้อมูลต่อ ส่วน A, B และ C ก็รับข้อมูลไปแต่จะไม่ทำการกระจายข้อมูลต่อ และจะเริ่มนับเวลาถอยหลัง ซึ่งหากว่า D ไม่ได้กระจายข้อมูลออกมาภายในระยะเวลาหนึ่งแล้ว B ซึ่งเป็นยานพาหนะที่มีเวลาในการนับถอยหลังสั้นกว่า A และ C ทำให้ B ทำการส่งข้อมูลต่อออกมาแทน D และเมื่อ A กับ C ได้ยินการส่งข้อมูลออกมาจาก B ก็จะทำการยกเลิกการนับเวลาถอยหลัง และไม่มีการกระจายข้อมูลออกมา

หลังจากนั้น B ก็จะเคลื่อนที่ต่อจนเจอกับ E, F และ G โดยที่ทั้งสามนั้นไม่ได้เป็นเพื่อนบ้านของ D มาก่อน และไม่อยู่ในรัศมีของ D ทำให้ไม่ได้รับข้อมูลจาก D เลย เมื่อ B ผ่านมาใกล้ๆ ก็จะทำการ แลกเปลี่ยนข้อมูลกันด้วยข้อมูลโดยการทำ Beaconing ที่แลกเปลี่ยนออกมาเป็นระยะๆ แล้ว B พบว่า E, F และ G ยังไม่มีข้อมูล ทำให้ B ทำการส่งข้อมูลออกมาให้กับยานพาหนะเหล่านั้น โดยอาจจะกำหนดผู้ส่งต่อเอาไว้เป็นยานพาหนะคันใดนั้น ก็ขึ้นอยู่กับว่า ยานพาหนะคันไหนมีเพื่อนบ้านมากที่สุด ต่อจากนั้น ยานพาหนะที่ได้รับข้อมูลแต่ไม่ได้ถูกเลือก ก็จะเริ่มทำการนับเวลาถอยหลังแบบสุ่ม ซึ่งผู้ที่นับเวลาสั้นที่สุดก็จะเป็นผู้กระจายข้อมูลต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 Geocast Protocols

2.4.1) Directed Flooding

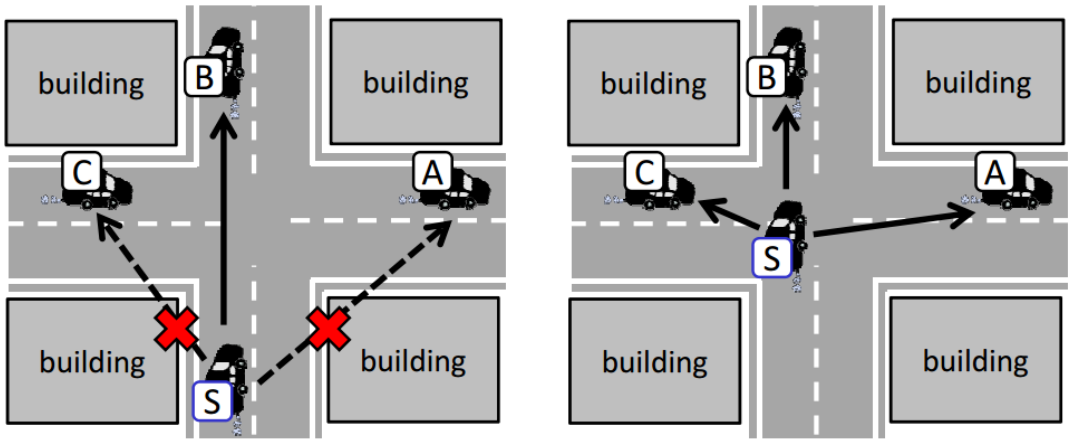
โพรโทคอลการแพร่กระจายแบบกำหนดทิศทาง ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้วิธีการแพร่กระจายข้อมูลอย่างง่ายมาผสมกับระบบระบุตำแหน่งเพื่อให้ทำการแพร่กระจายข้อมูลในขอบเขตที่ตัวโพรโทคอลกำหนด (Forwarding zone) หรือก็คือจะทำการกระจายข้อมูลต่อ ก็ต่อเมื่อยานพาหนะที่จะทำการส่งต่ออยู่ใกล้กับพื้นที่ที่กำหนดมากกว่ายานพานหนะที่ทำการส่งข้อมูลมา โพรโทคอลนี้มีข้อจำกัดที่ ถ้าในพื้นที่มียานพาหนะเป็นจำนวนมาก จะทำให้เกิดปัญหาการกระจายข้อมูลวนอย่างไม่สิ้นสุดขึ้น

2.4.2) Semantic and Self-Decision Geocast Protocol (SAS-GP) [15]

งานวิจัยนี้ได้เสนอ โพรโทคอลการแพร่กระจายข้อมูลกำหนดขอบเขตแบบตัดสินใจด้วยตนเอง ซึ่งงานวิจัยนี้มีการทำงานโดยใช้ระบบระบุตำแหน่งบนโลกเพื่อคำนวณหาระยะเวลาในการรอที่เหมาะสม โพรโทคอลจากงานวิจัยนี้ถูกออกแบบมาเพื่อส่งต่อข้อมูลความหนาแน่นของยานพาหนะหรืออุบัติเหตุในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง โดยเมื่อเกิดอุบัติเหตุ ยานพาหนะที่เสียหายจะทำการส่งข้อมูลที่แนบตำแหน่งและระยะเวลาของข้อมูลชุดนั้นออกไป เพื่อที่จะส่งต่อข้อมูล ยานพาหนะที่ได้รับข้อมูลที่อยู่ไกลจากผู้ส่งมากที่สุดมักจะเป็นผู้ถูกเลือกให้เป็นผู้ส่งต่อ โดยจะมีระยะเวลาในการรอเพื่อส่งที่น้อย ซึ่งยานพาหนะคันที่ได้รับข้อมูลซ้ำจะทำการเริ่มนับเวลาใหม่ ยานพาหนะที่ได้รับข้อมูลนอกขอบเขตจะเก็บข้อมูลชุดนั้นไว้จนกว่าจะเข้าไปในขอบเขต หลังจากนั้นจะทำการตั้งระยะเวลารอในการส่งต่อโดยมีผลเหมือนกับยานพาหนะที่พึ่งจะได้ข้อมูลครั้งแรก โพรโทคอลนี้สามารถทำได้ดีกว่าหลายๆโพรโทคอลในมุมของความรวดเร็วในการกระจายข้อมูลและความน่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตามโพรโทคอลนี้เกิดการแจ้งเตือนที่ผิดพลาดขึ้นได้ ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในแอปพลิเคชันด้านความปลอดภัย

2.4.3) Urban Geocast based on Adaptive Delay (UGAD) [6]

นำเสนอโพรโทคอลการกระจายข้อมูลกำหนดขอบเขตภายในเมืองแบบปรับระยะเวลาในการรอเองได้ ซึ่งงานวิจัยนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในพื้นที่ที่เป็นเขตเมืองหรือมีจำนวนยานพาหนะมาก โดยโพรโทคอลนี้มุ่งเน้นไปที่การกระจายข้อมูลตรงสี่แยกไฟแดง ซึ่งทางผู้วิจัยให้เหตุผลว่าเป็นเขตที่เหมาะแก่การส่งต่อข้อมูลเนื่องจากไม่มีตึกกำบัง ยานพาหนะผู้ส่งจะส่งตำแหน่งที่จะให้ทำการส่งข้อมูลต่อพร้อมตำแหน่งของผู้ส่ง โดยผู้รับจะทำการตั้งระยะเวลารอซึ่งถ้ายานพาหนะใดๆอยู่ใกล้สี่แยกไฟแดง ก็จะมีระยะเวลาที่น้อยลงด้วย



(a) *การส่งข้อมูลบนท้องถนน* (b) *การส่งข้อมูลกลางสี่แยก*

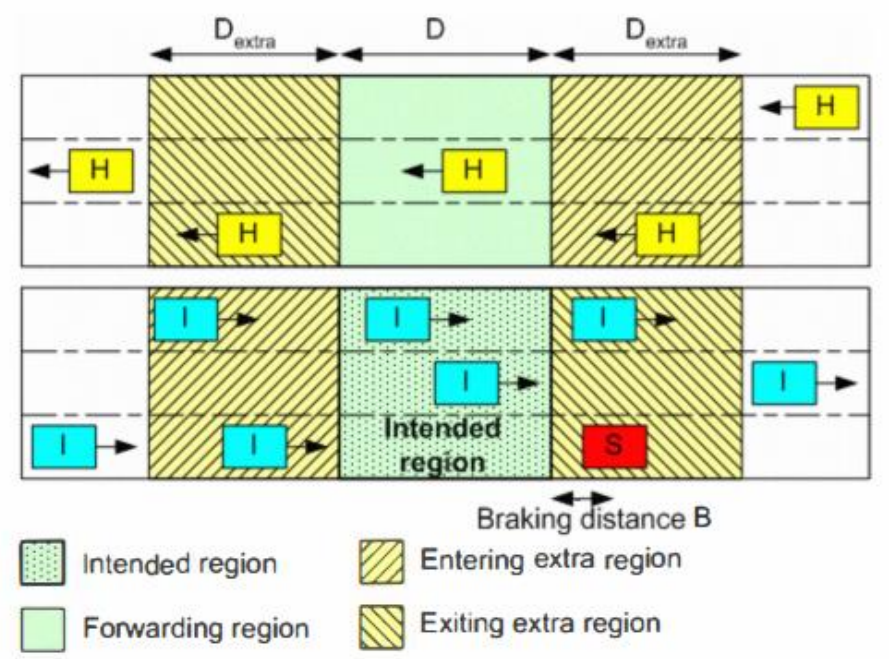
ภาพที่ 2.3 แสดงถึงการส่งข้อมูลในส่วนต่างๆของโพรโทคอล UGAD

จากภาพ 2.3 จะเห็นว่าการส่งข้อมูลในส่วนที่มีตึกบังอาจทำให้การส่งข้อมูลไปได้ไม่ทั่วถึง โดยเมื่อทำการส่งตรงกลางสี่แยก จะสามารถทำการกระจายข้อมูลได้ไกลและครอบคลุมมากกว่า

2.4.4) Improved Dynamic Time Stable Geocast (iDTSG) [7]

งานวิจัยนี้เสนอโพรโทคอลการแจ้งเตือนอุบัติเหตุหลังจากเกิดการชนกันขึ้นโดยออกแบบมาในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นและเบาบางของยานพาหนะ โพรโทคอลทำการจำกัดขอบเขตด้วยระบบจีพีเอสเพื่อให้มีการส่งข้อมูลได้ภายในขอบเขตเท่านั้น และยังทำการกำหนดจำนวนครั้งในการส่งต่อข้อมูลอีกด้วย โดยโพรโทคอลนี้แบ่งเป็นยานพาหนะทั่วไปซึ่งทำการตั้งระยะเวลารอในการส่งต่อข้อมูลขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของยานพาหนะ และยานพาหนะช่วยเหลือซึ่งมีหน้าที่ในการเก็บข้อมูลในระบบให้นานกว่ายานพาหนะทั่วไป เพื่อที่จะส่งต่อให้กับยานพาหนะคันอื่นที่เข้ามาในเขตในภายหลัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

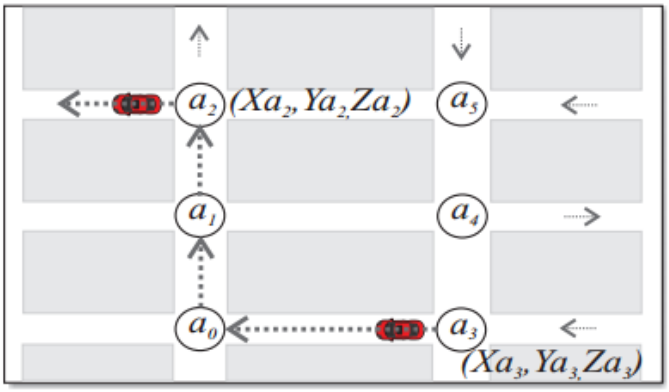


ภาพที่ 2.4 ขอบเขตในโพรโทคอล iDTSG

ภาพที่ 2.4 แสดงถึงขอบเขตต่างๆของโพรโทคอล iDTSG ซึ่งจะทำการแบ่งยานพาหนะเป็นสองกลุ่มคือ ยานพาหนะที่ควรจะได้รับข้อมูล (I) ซึ่งหมายถึงยานพาหนะที่อยู่ถนนเส้นเดียวกับยานพาหนะที่เกิดอุบัติเหตุ และยานพาหนะช่วยเหลือ (H) ซึ่งวิ่งอยู่คนละฝั่งกับยานพาหนะที่เกิดอุบติเหตุ มีหน้าที่ในการส่งต่อข้อมูลให้กับยานพาหนะที่ควรจะได้รับข้อมูล

2.4.5) Localization Prediction-based Routing for VANETs (LPRV) [8]

งานวิจัยนี้เสนอโพรโทคอลการกระจายข้อมูลโดยใช้หลักการคาดเดาการเคลื่อนที่ของยานพาหนะและเลือกยานพาหนะที่จะส่งต่อข้อมูล ซึ่งยานพาหนะทุกคันจะมีแผนที่ดิจิทัล (Digital Map) และระบบระบุตำแหน่งบนโลก โดยยานพาหนะผู้ส่งจะส่งข้อมูลพร้อมเส้นทางที่จะให้ข้อมูลวิ่งไป ซึ่งมีเมื่อยานพาหนะได้รับข้อมูล ยานพาหนะคันนั้นจะทำการคาดเดาว่าเส้นทางที่กำลังจะไปเป็นเส้นทางที่อยู่ในเส้นทางที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยถ้าอยู่ในเส้นทางก็จะทำการเก็บข้อมูลนั้นไว้จนกว่าจะออกนอกเส้นทางถึงจะทำการส่งต่อให้ยานพาหนะคันอื่น



ภาพที่ 2.5 แสดงแผนที่ดิจิทัลและเส้นทางที่จะให้ข้อมูลวิ่งไปของโพรโทคอล LRPV

จากภาพที่ 2.5 จะเห็นว่าโพรโทคอลมีการเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดเพื่อส่งต่อข้อมูลจนถึงปลายทาง ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกส่งต่อไปให้ยานพาหนะคันต่อๆไปเพื่อทำการเลือกว่าจะทิ้งข้อมูลไปหรือเก็บไว้เพื่อส่งต่อ

จากงานวิจัยข้างต้นสามารถสรุปคุณลักษณะของแต่ละโพรโทคอลได้ดังตารางที่ 2.2

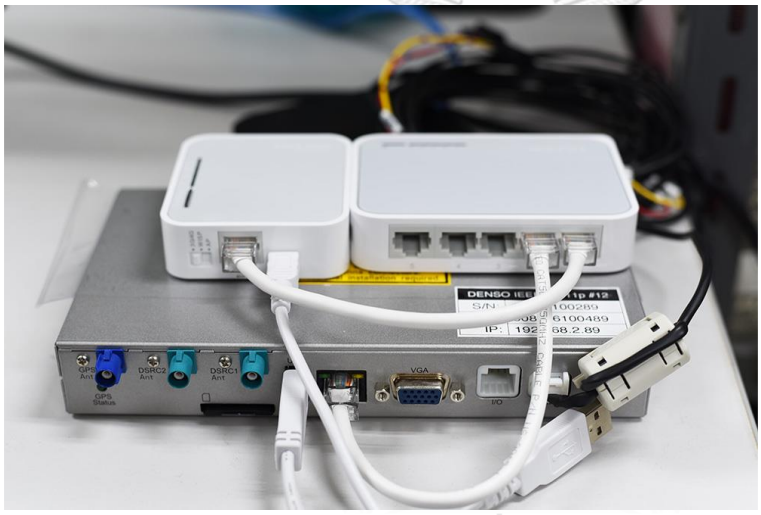
ตารางที่ 2.2 สรุปรายละเอียดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดขอบเขตการกระจายข้อมูล

	Directed Flooding	SAS-GP	UGAD	iDTSG	LPRV	LARB
วิธีการทำงาน	แบ่งโซน	หน่วงเวลา	หน่วงเวลา	หน่วงเวลาและนับจำนวนครั้ง	คาดเดาการเคลื่อนที่	หน่วงเวลาและนับจำนวนครั้ง
สถานการณ์	เขตเมือง	ทางหลวง	เขตเมือง	เขตเมืองและทางหลวง	เขตเมือง	เขตเมือง
บีคอน	ไม่ใช้	ไม่ใช้	ใช้	ไม่ใช้	ไม่ใช้	ใช้
ระบบจีพีเอส	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ใช้	ไม่ใช้

บทที่ 3
โพรโทคอลสำหรับกระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งแบบไม่พึ่งพาระบบจีพีเอส

3.1 การทดลองบนอุปกรณ์การสื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11p ด้วยอุปกรณ์จริง

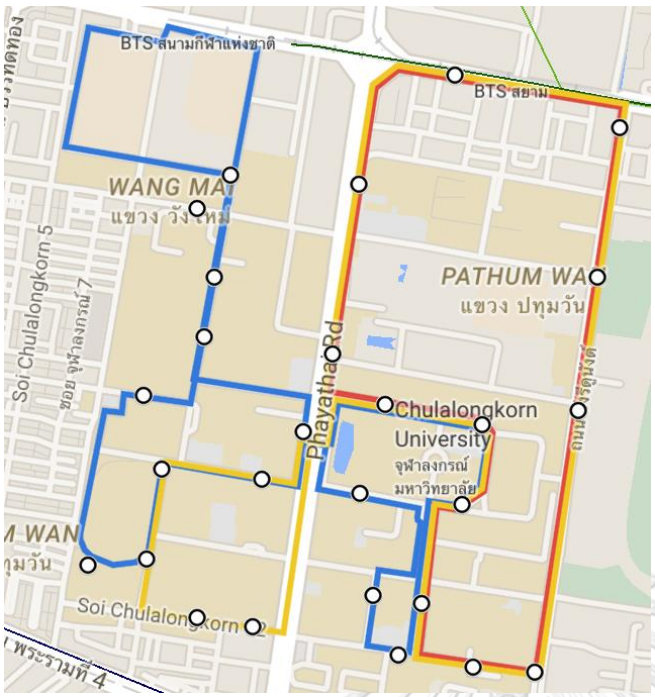
ในการทดลองโพรโทคอลการกระจายข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือบนอุปกรณ์จริงนั้น เราได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งก็คืออุปการณ์สื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11p ไว้บนรถโดยสารสาธารณะของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และทำการทดสอบโพรโทคอล DECA เพื่อวัดความสามารถของโพรโทคอลในการทดสอบจริง และเพื่อวัดความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์



ภาพที่ 3.1 อุปกรณ์การสื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11p DENSO WSU

Chulalongkorn University

ภาพที่ 3.2 แสดงแผนที่การเดินรถโดยสารสาธารณะของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่จะถูกนำมาใช้ในการวัดผลของโพรโทคอล DECA โดยจะแบ่งออกด้วยกัน 3 เส้นทาง ซึ่งเราจะทำการติดตั้งเป็นจำนวน 17 ชุด 3 สายด้วยกัน



ภาพที่ 3.2 แผนที่รถขนส่งสาธารณะของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ภาพรวมของโพรโทคอล

3.2.1) ขั้นตอนการทำงานของโพรโทคอล

การทำงานของโพรโทคอล LARB มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เมื่อโพรโทคอลเริ่มทำงาน จะทำการ beaconing เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลความหนาแน่นของยานพาหนะเพื่อนบ้านรอบตัวเพื่อใช้ในข้อมูลความหนาแน่นเพื่อนบ้านในการเลือกยานพาหนะคันต่อไป โดยมีหลักการที่ว่า จะเลือกยานพาหนะเป้าหมายที่มีจำนวนความหนาแน่นของเพื่อนบ้านมากที่สุดเป็นยานพาหนะที่จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลต่อ

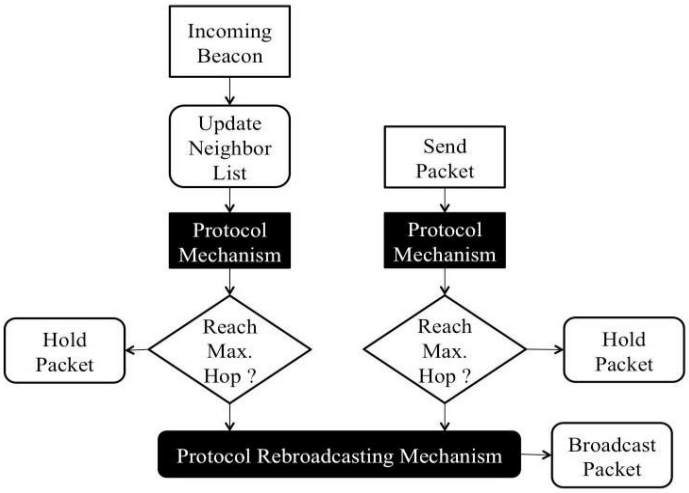
2. โพรโทคอลบนยานพาหนะแต่ละคันจะทำการเก็บข้อมูลจำนวนเพื่อนบ้านของตัวเองไว้เป็นเวลาจำนวนหนึ่ง

3. เมื่อมีการส่งข้อมูลเกิดขึ้น โพรโทคอลจะทำการคำนวณจำนวนฮอพที่ต้องใช้ในการส่งต่อในระยะทางที่กำหนดโดยใช้จำนวนเพื่อนบ้านมาเป็นตัวแปร ถ้าจำนวนเพื่อนบ้านมีจำนวนน้อย การคำนวณจะให้ผลจำนวนฮอพที่มาก ในทางกลับกันถ้าความหนาแน่นของเพื่อนบ้านมีมาก ก็จะได้ผลจำนวนฮอพที่น้อยลง ซึ่งเป็นเหตุผลมาจากที่ว่า เมื่อจำนวนเพื่อนบ้านมีจำนวนที่มากขึ้น นั่นหมายความว่า โพรโทคอลจะสามารถเลือกยานพาหนะเป้าหมายในการส่งต่อได้ โดยจะเลือกยานพาหนะที่มีจำนวนเพื่อนบ้านจำนวนมากและไม่ซ้ำกับเพื่อนบ้านของตน เพื่อการกระจายข้อมูลได้

ครอบคลุมและใช้จำนวนครั้งในการส่งที่น้อยที่สุด และการส่งข้อมูลออกไปนั้น จะทำการแนบ จำนวนฮอพในการส่งต่อเสริมเข้าไปด้วย

4. เมื่อยานพาหนะคันอื่นได้รับข้อมูลมา จะทำการดึงเอาข้อมูลจำนวนฮอพที่ติดมากับข้อความมาดูว่าจำนวนฮอพที่กำหนดไว้หมดไปหรือยังคงเหลืออยู่ ถ้าจำนวนฮอพยังคงเหลืออยู่ก็จะทำการคำนวณว่าจะทำการส่งต่อด้วยจำนวนฮอพที่กำหนดมา หรือควรจะหยุดส่งต่อ ถ้าจะทำการส่งต่อจะทำการแนบจำนวนฮอพใหม่ที่ผ่านการคำนวณแปะเข้าไปเพื่อทำการส่งต่อ โดนจำนวนฮอพที่คำนวณใหม่นั้น จะไม่มีทางเกินจำนวนฮอพที่เหลืออยู่ก่อนหน้านั้นได้ เพื่อไม่ให้เกิดการส่งเกินระยะขอบเขตที่กำหนดนั่นเอง

ขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของโพรโทคอล LARB ตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 สามารถสรุปได้ดังผังงานในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ผังงานแสดงขั้นตอนการทำงานของโพรโทคอล

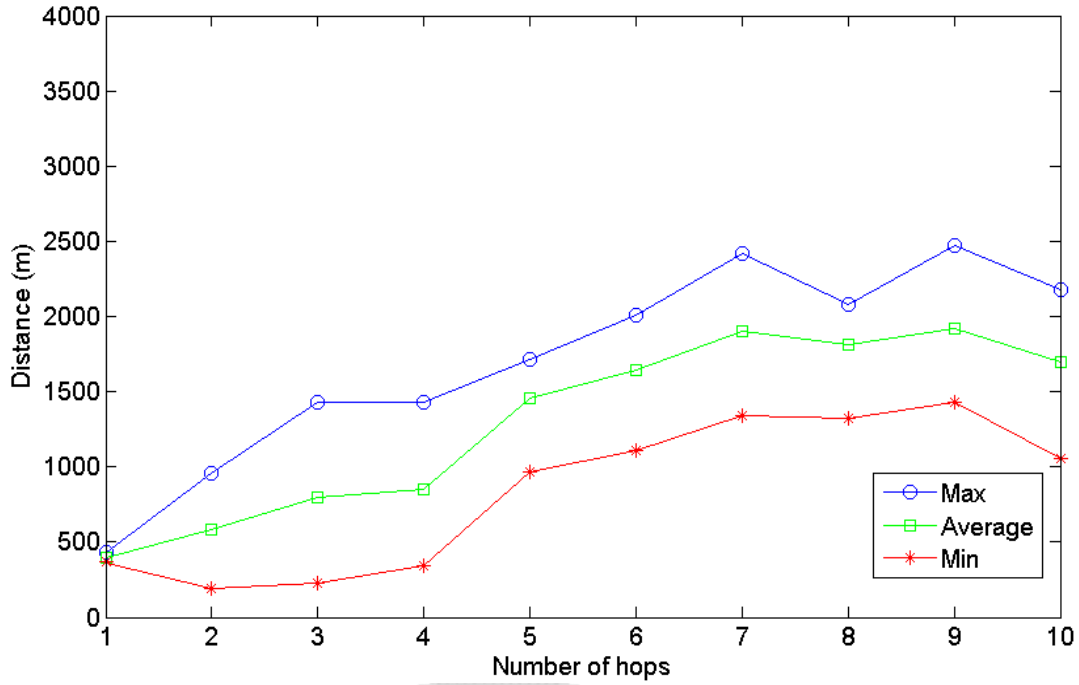
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3.3 การกำหนดขอบเขตโดยไม่พึ่งพาระบบจีพีเอส

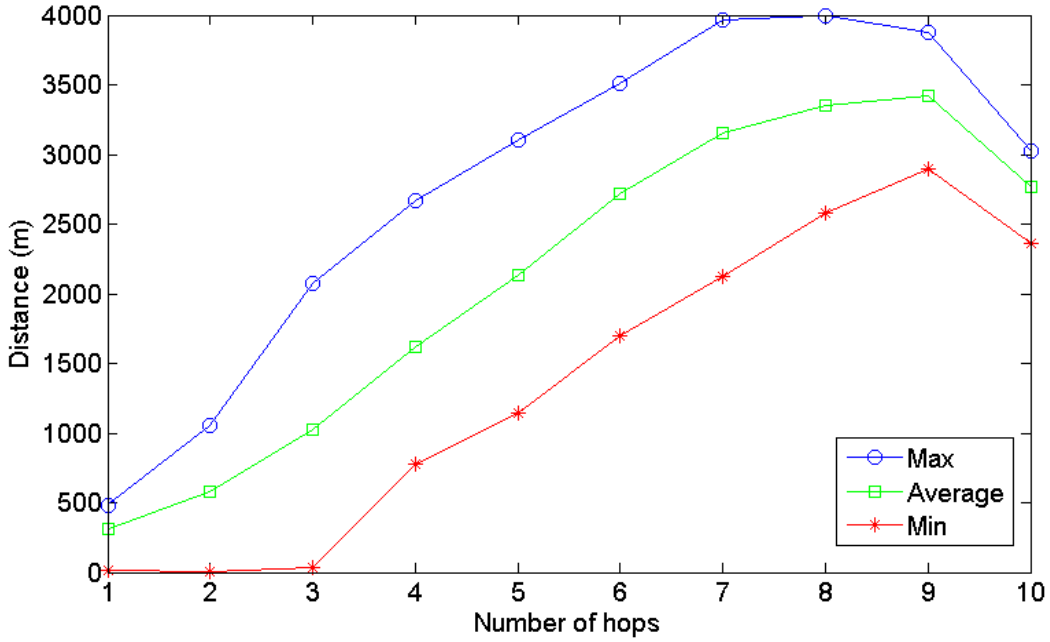
3.3.1) จำนวนฮอพในความหนาแน่นต่างๆ

การกำหนดขอบเขตการกระจายข้อมูลจะใช้ข้อมูลความหนาแน่นของยานพาหนะเพื่อนบ้าน (จำนวนยานพาหนะที่อยู่ในระยะสัญญาณ) ซึ่งได้มาจากการทำการส่งบีคอนหากัน เพื่อคำนวณหาค่าของฮอพที่มากที่สุดที่ควรจะส่งต่อ ซึ่งการทำด้วยวิธีนี้จะสามารถกำหนดขอบเขตของระยะที่จะทำการกระจายข้อมูลได้โดยไม่จำเป็นต้องเข้าถึงจีพีเอส โดยขั้นตอนสำคัญในการใช้จำนวนฮอพเพื่อกำหนดขอบเขต เราจำเป็นต้องรู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฮอพต่อระยะทาง

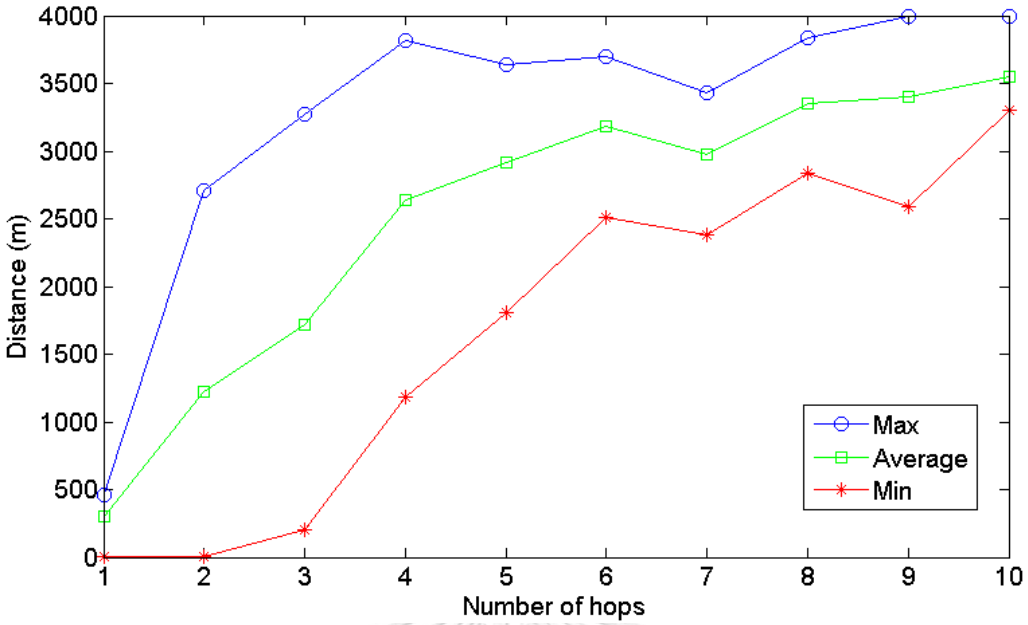
เพื่อให้เข้าใจถึงความสัมพันธ์ข้างต้น จึงเป็นที่มาของการทดลองโดยในการทดลองนี้ได้ใช้โพรโทคอล DECA มาเป็นตัวทดสอบเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฮอพต่อระยะทางในความหนาแน่นต่างๆดังที่แสดงอยู่ในภาพที่ 3.4 (a) - (c) โดยในแนวแกน x หมายถึงจำนวนฮอพที่ใช้ และในแกน y หมายถึงระยะทางที่ข้อมูลหรือข้อความส่งออกไปในระยะคำนวณจากจุดกำเนิด



(a) ความหนาแน่น 2 คันต่อตารางกิโลเมตร



(b) ความหนาแน่น 30 คันต่อตารางกิโลเมตร

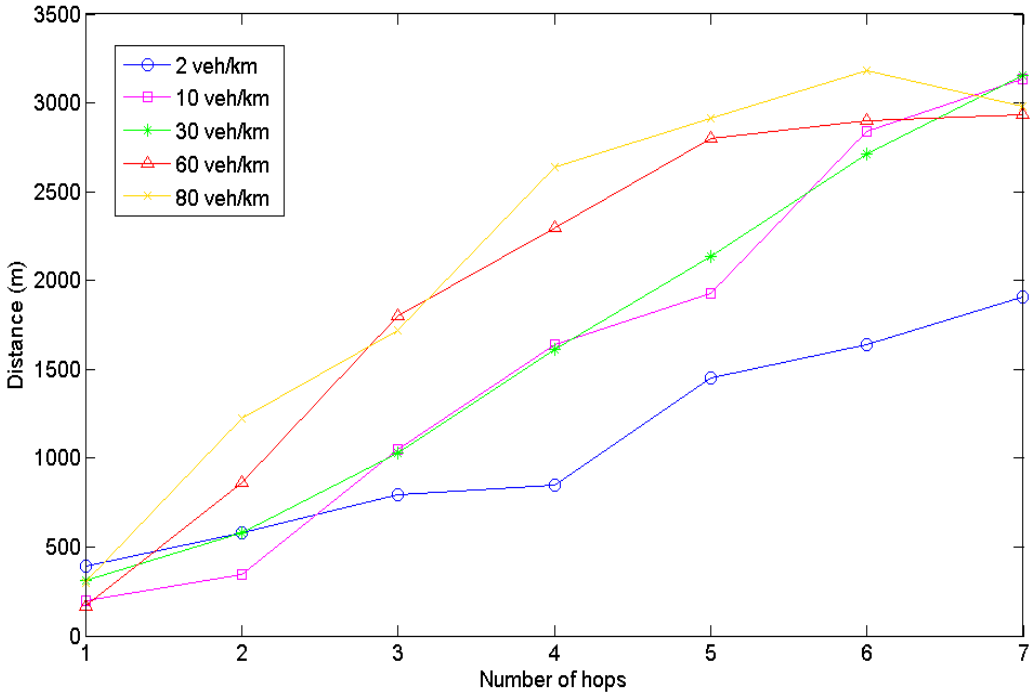


(c) ความหนาแน่น 60 คันต่อตารางกิโลเมตร

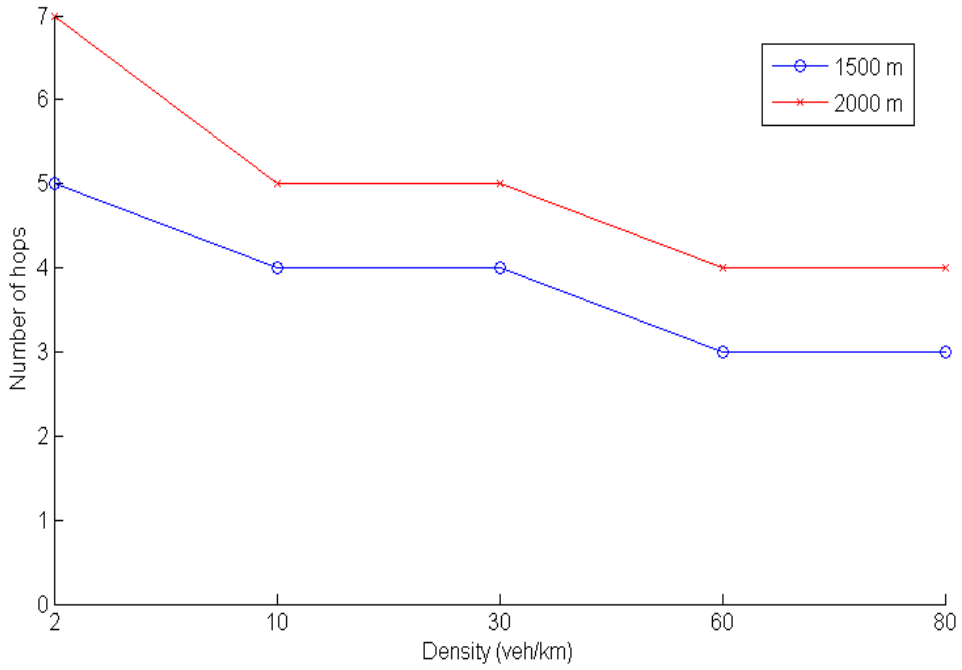
ภาพที่ 3.4 จำนวนฮอพต่อระยะทางในความหนาแน่นต่างๆ

เมื่อนำผลจากการทดลองในความหนาแน่นต่างๆมารวมกันจะได้ผลดังที่แสดงในภาพที่ 3.5 ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของจำนวนฮอพกับระยะทางที่ใช้ในการส่งข้อมูล สามารถสรุปได้ว่า เมื่อมีความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น ในการใช้จำนวนฮอพที่เท่าเดิม จะสามารถส่งข้อมูลออกไปได้ระยะที่กว้างกว่า

ภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างของจำนวนฮอพที่ต้องใช้ในระยะทางและความหนาแน่นต่างๆ โดยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ตามที่ได้แสดงละอธิบายในภาพที่ 3.5 ซึ่งเน้นให้เห็นว่า ความหนาแน่นที่มากขึ้น มีผลให้ใช้จำนวนฮอพในการส่งลดลงเมื่อกำหนดให้ระยะทางเท่ากัน



ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฮอพต่อระยะทางในความหนาแน่นต่างๆ



ภาพที่ 3.6 กราฟแสดงจำนวนฮอพต่อความหนาแน่น

จากข้อมูลข้างต้นจะพบว่า เมื่อความหนาแน่นของยานพาหนะเพิ่มขึ้น การส่งข้อมูลในระยะทางที่กำหนดที่เท่ากันนั้น จะใช้จำนวนฮอพในการส่งที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับพื้นที่ที่มีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลจากการทดลองมาเทียบดูพบว่า เราสามารถที่จะคำนวณได้ว่าในความหนาแน่นต่างๆต่อระยะทางหนึ่ง จำเป็นต้องใช้จำนวนฮอพเท่าไรเพื่อให้ถึงระยะทางที่กำหนด หรือพูดในอีกนัยหนึ่งได้ว่า สามารถกำหนดขอบเขตของการส่งข้อมูลไม่ให้เกินระยะทางที่กำหนดโดยใช้จำนวนฮอพได้นั่นเอง

3.3.2) การคำนวณจำนวนฮอพที่ใช้เพื่อกำหนดขอบเขต

จากข้อมูลจำนวนฮอพที่ใช้ในระยะทางต่างๆที่ได้ในหัวข้อที่ 3.3.1 จะสามารถสร้างสมการตรรกยะขึ้นมาเพื่อคำนวณหาจำนวนฮอพที่ใช้เพื่อให้ครอบคลุมระยะทางที่กำหนด โดยสำหรับยานพาหนะที่เป็นผู้เริ่มต้นส่งข้อมูล จะสามารถคำนวนจำนวณฮอพ H_s โดยใช้สมการที่ 3.1 กำหนดให้ R คือระยะทางที่กำหนด, T คือระยะสัญญาณ

สำหรับยานพาหนะคันต่อๆไปจะคำนวณจำนวนฮอพที่เหมาะสม H_1 ด้วยสมการที่ 3.2 กำหนดให้ β และ α คือค่าคงที่ที่คำนวณได้จากการทดลอง เพื่อให้ได้ค่าจำนวนฮอพที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด ซึ่งค่าคงที่นี้นั้นจะถูกอภิปรายในบทที่ 4

$$H_s = 2R / T$$ สมการที่ 3.1

$$H_1 = R / T + Min\ [\beta, \alpha / n]$$ *สมการที่ 3.2*

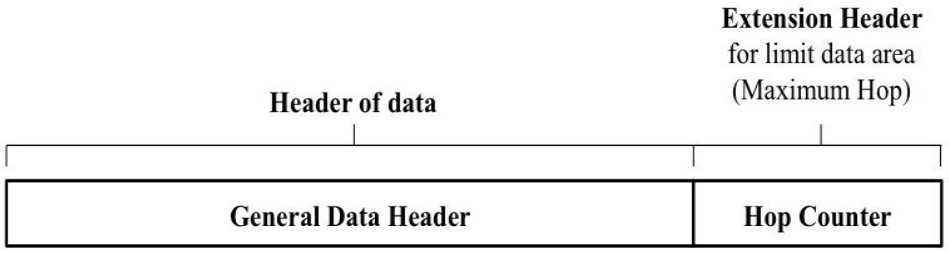
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามถ้ายานพานหนะนั้นเป็นคันที่ต้องส่งต่อ หรือก็คือไม่ใช่ยานพาหนะเจ้าของข้อมูล เมื่อทำการคำนวณจำนวนฮอพแล้วได้จำนวนมากกว่าจำนวนฮอพที่เหลืออยู่ที่จะสามารถส่งต่อได้ โดยได้รับมาจากยานพาหนะคันก่อนหน้า H_0 จะไม่ใช้จำนวนฮอพที่คำนวณได้มาใหม่ แต่จะใช้จำนวนฮอพเดิม ที่ติดมากับส่วนหัวของข้อมูลชุดนั้นซึ่งถูกแสดงอยู่ในสมการที่ 3.3

$$H_2 = Min\ [H_0, H_1]$$ *สมการที่ 3.3*

3.3.3) ส่วนหัวของข้อมูลที่ถูกแนบ

ในขณะที่ยานพาหนะผู้ส่งต้องการส่งข้อมูล ผู้ส่งจะทำการนำข้อมูลความหนาแน่นของยานพาหนะเพื่อนบ้านมาช่วยในการตัดสินใจถึงจำนวนฮอพที่จะสามารถส่งต่อได้ ซึ่งจำนวนฮอพดังกล่าวจะถูกแนบไปกับการส่งข้อมูลด้วย ข้อมูลต่างๆที่ถูกแนบมีรายละเอียดดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ส่วนหัวที่ถูกแนบไปกับข้อความ

ซึ่งส่วนหัวจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน นั่นก็คือ

- ส่วนหัวของข้อมูลตามปกติที่ใช้ในการส่งข้อมูลหรือข้อความผ่านโพรโทคอลต่างๆ
- ส่วนเสริมที่เพิ่มเข้ามา มีขนาด 8-บิท ซึ่งเพียงพอในการเก็บจำนวนค่าของจำนวนฮอพที่มากที่สุดที่จะใช้ในการส่งข้อมูล

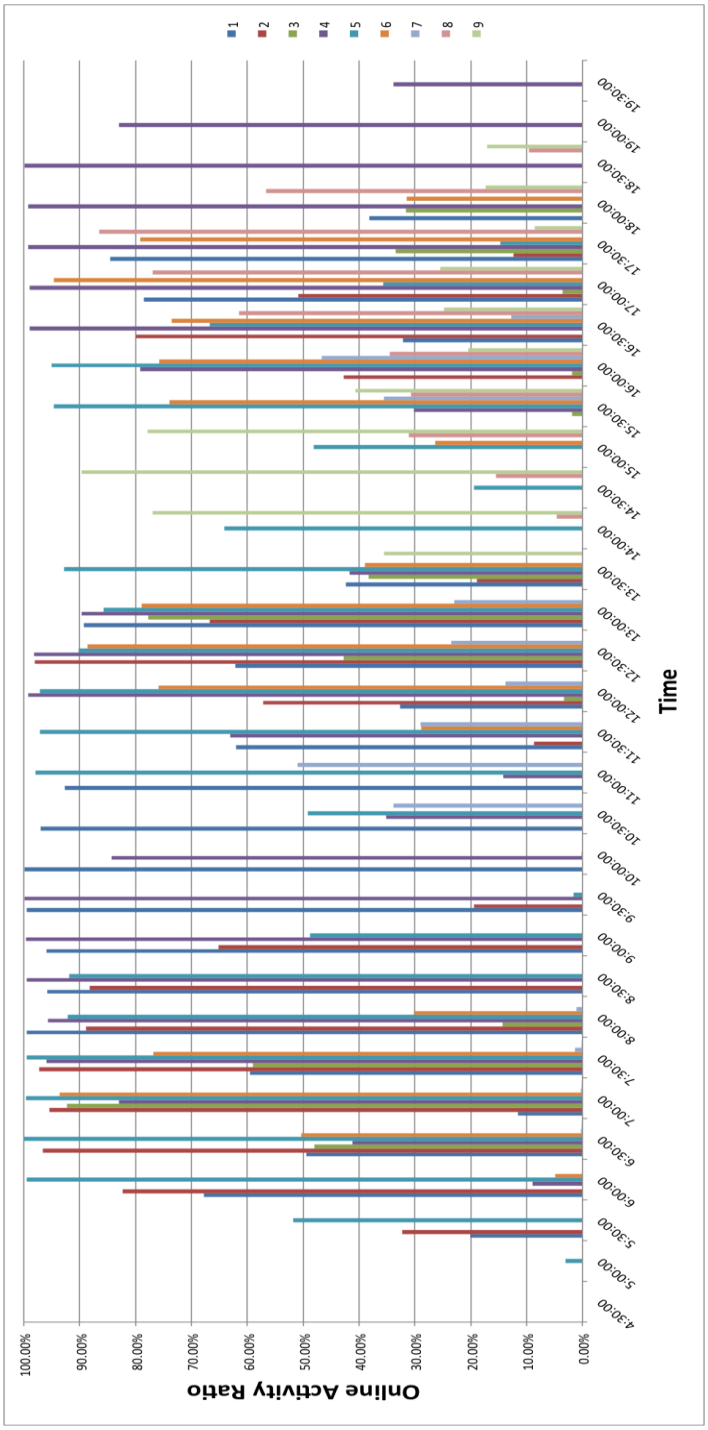
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
การวัดประสิทธิภาพการทำงานของโพรโทคอลและผลการทดลอง

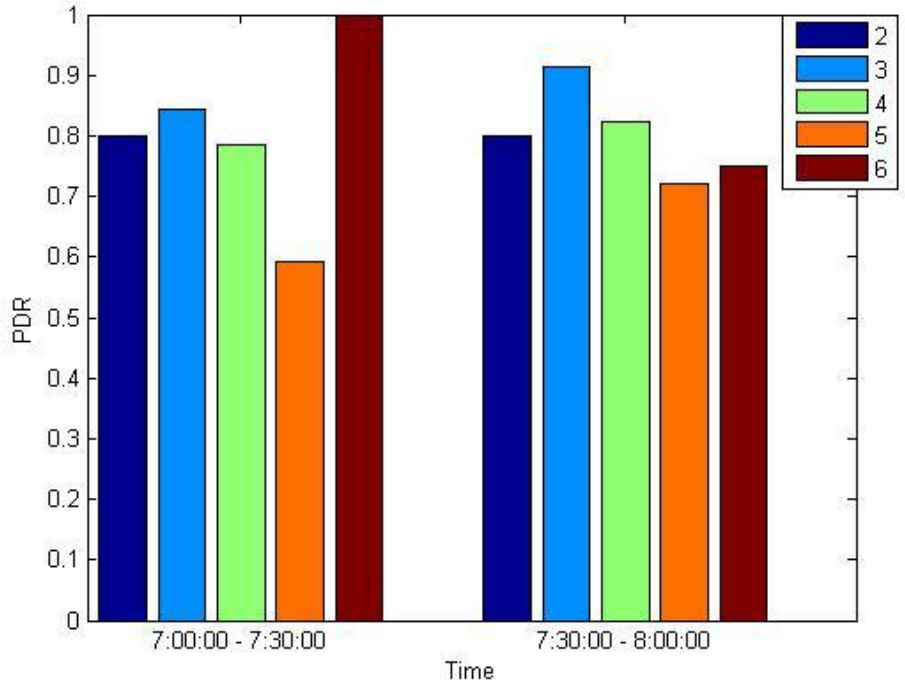
การที่จะวัดประสิทธิภาพการทำงานของโพรโทคอล เราจำเป็นที่จะต้องวัดประสิทธิภาพของอุปกรณ์การสื่อสาร เพื่อที่จะทราบถึงข้อจำกัดต่างๆของตัวอุปกรณ์ได้ โดยการทดสอบจะใช้รถโดยสารสาธารณะของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารไร้สายมาตรฐาน IEEE802.11p เพื่อทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นนสภาพแวดล้อมจริง โดยข้อมูลเบื้องต้นจะสามารถทราบถึงพฤติกรรมของรถโดยสารสาธารณะได้ว่า แต่ละคันจะทำการใช้งานในช่วงเวลาไหนบ้าง ดังที่แสดงอยู่ในภาพที่ 4.1 ซึ่งเมื่อเราทราบถึงพฤติกรรมในส่วนนี้แล้วนั้น ก็จะสามารถเลือกช่วงเวลาที่มีการใช้งานของรถโดยสารสาธารณะที่สูงในการทดลองโพรโทคอลเบื้องต้นของเราได้ ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงเวลา 07:00 – 09:00 น. นั้นจะมีการเปิดใช้งานอุปกรณ์เป็นจำนวนมาก จึงได้นำผลในช่วงเวลาดังกล่าวมาวัดประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยใช้โพรโทคอลที่มีความน่าเชื่อถือที่ชื่อว่า DECA เป็นโพรโทคอลในการสื่อสารระหว่างรถโดยสาร ซึ่งจากการทดลองจะได้ผลประสิทธิภาพอัตราการสำเร็จในการส่งข้อมูลดังภาพที่ 4.2 – 4.4

ภาพที่ 4.2 แสดงถึงอัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับ 5 คันในเวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งจะเห็นว่าอัตราการส่งข้อมูลเฉลี่ย สามารถส่งได้ที่ 80% ซึ่งเมื่อทำการตรวจสอบถึงข้อผิดพลาดว่าเหตุใดการส่งข้อมูลจึงทำได้ไม่สำเร็จถึง 100% ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า รถโดยสารสาธารณะที่ทำการติดตั้งอุปกรณ์ จะทำการปิดระบบไฟฟ้า ณ จุดจอดรถศาลาพระเกี้ยว ทำให้อุปกรณ์หยุดทำงานและไม่ทำการส่งข้อมูล จึงทำให้เกิดการสูญเสียข้อมูลไปบางส่วนนั่นเอง

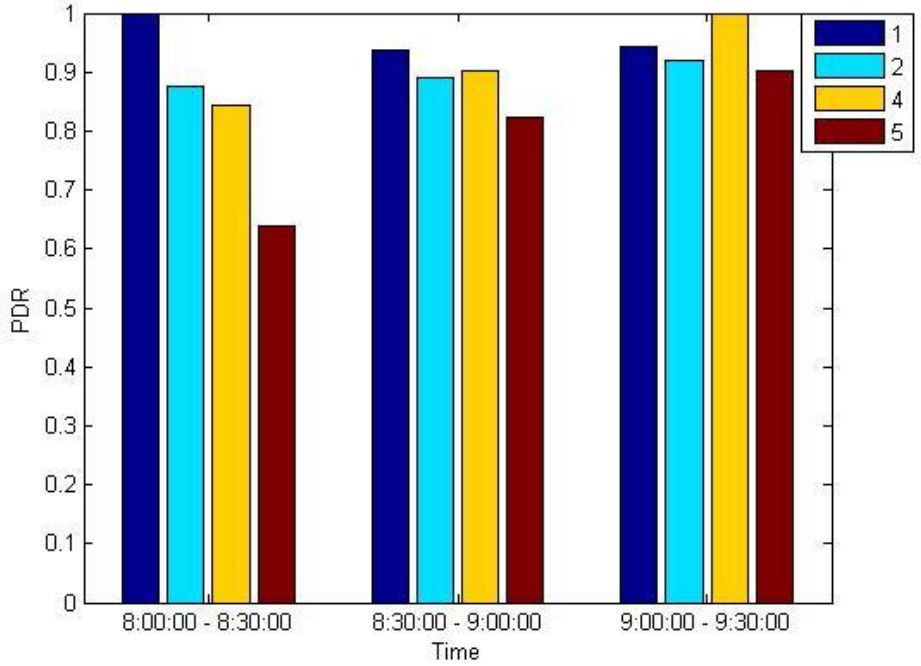
ภาพที่ 4.3 และ 4.4 แสดงอัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับ 4 คันในเวลา 1.30 ชั่วโมง และ อัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับยานพาหนะ 3 คันในเวลา 2 ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลอง ก็สามารถสรุปได้ดังเช่นภาพที่ 4.2 ถึงแม้ว่าจำนวนของรถโดยสารจะมีจำนวนลดน้อยลง แต่อัตราการส่งสำเร็จโดยเฉลี่ยนั้น มีอัตราที่คงที่



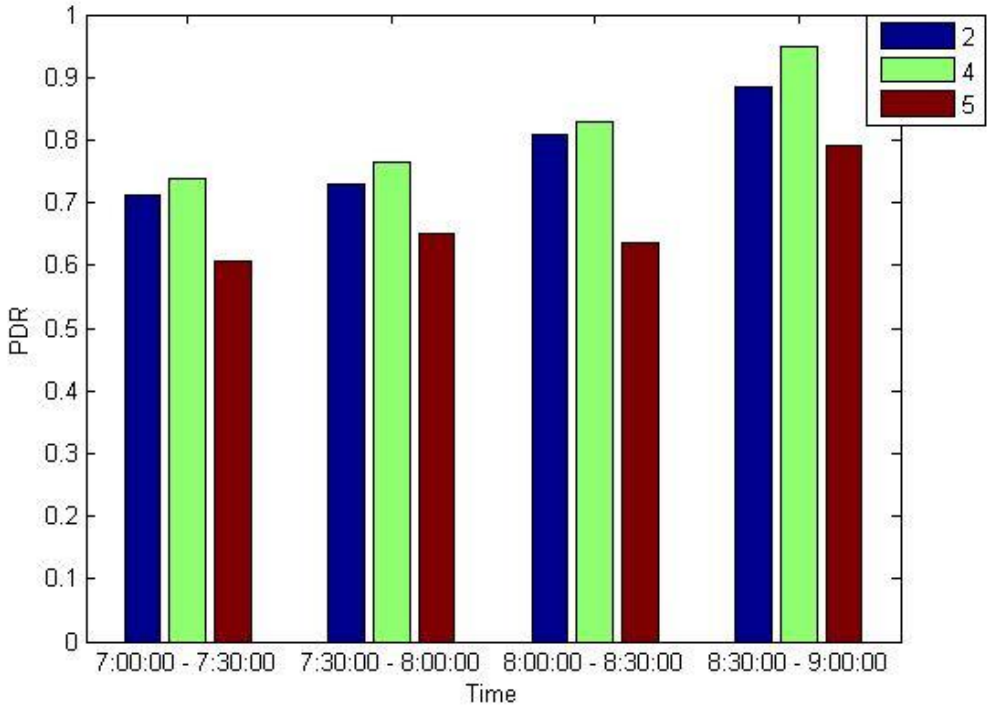
ภาพที่ 4.1 อัตราการเปิดใช้งานของรถโดยสารสาธารณะในแต่ละช่วงเวลา



ภาพที่ 4.2 อัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับ 5 คันในเวลา 1 ชั่วโมง

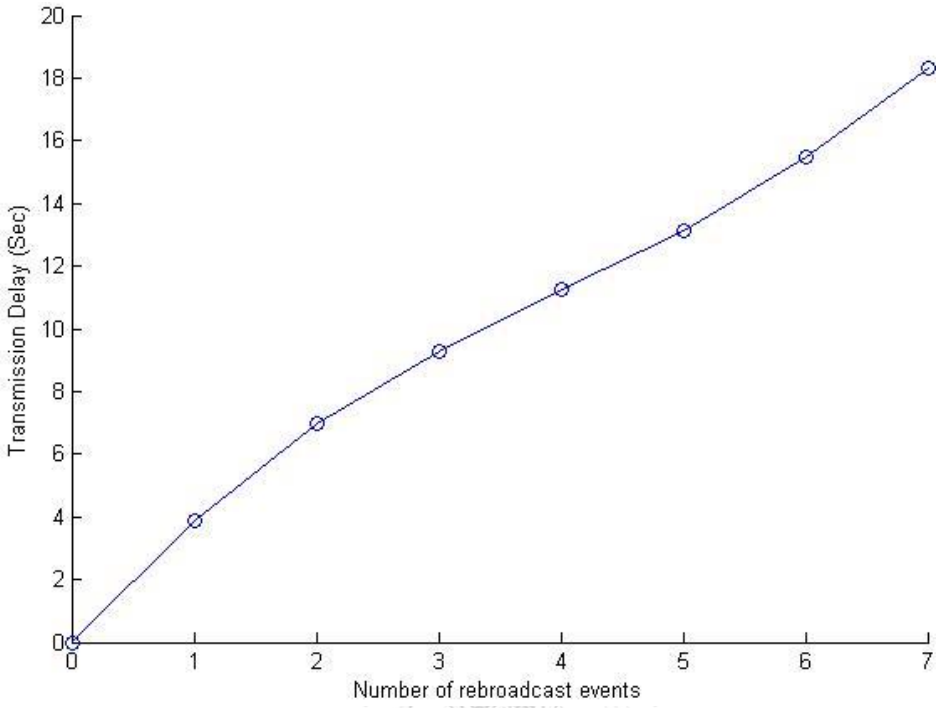


ภาพที่ 4.3 อัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับ 4 คันในเวลา 1.30 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.4 อัตราความสำเร็จในการส่งข้อมูลสำหรับ 3 คันในเวลา 2 ชั่วโมง

ภาพที่ 4.5 แสดงถึงความล่าช้านการส่งข้อมูลต่อจำนวนฮอพที่ใช้ โดยในแกน x หมายถึงจำนวนครั้งที่เกิดการส่งข้อมูลหรือส่งข้อมูลซ้ำ แกน y หมายถึงระยะเวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มส่งจนถึงเวลาที่ยานพาหนะได้รับข้อมูลครบ ซึ่งจากภาพจะเห็นว่าความล่าช้าในแต่ละจำนวนฮอพจะมีอัตรการเพิ่มที่ที่คงที่ นั่นหมายถึงว่า แม้จะทำการส่งต่อข้อมูลชิ้นเดียวกันออกไปหายานพาหนะหรือรถโดยสารคันอื่นๆ ที่ต้องใช้การส่งต่อเป็นจำนวนหลายๆครั้ง ก็ยังสามารถรักษาอัตราเร็วในการส่งให้คงที่ได้



ภาพที่ 4.5 ความล่าช้าในการส่งข้อมูลต่อจำนวนฮอพ

การทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของโพรโทคอล LARB จะใช้โปรแกรมจำลองระบบเครือข่าย NS 3.24.1 เป็นตัวทดลอง โดยใช่แผนที่แบบกริดเมืองและแผนที่ถนนจากถนนจริง ดังที่แสดงในภาพที่ 4.6 เป็นตัวทดสอบ โดยในการทดสอบนั้นจะทำการตั้งค่าการจำลองดังที่แสดงในตารางที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1

Simulation Setup	Number of Source	1
	Beaconing	1 sec
	Packet Size	512 bytes
	Simulation Time	120 seconds
	Specification	802.11p
	Vehicle Density (veh/km)	2, 10, 30, 60, 80
	Maximum Coverage Range (km^2)	2
	Transmission Range (meters)	500
	Packet Lifetime	60 seconds

(a) แผนที่แบบกริดเมือง (b) แผนที่จากถนนจริง

ภาพที่ 4.6 แผนที่ที่ใช้ในการทดสอบ

4.1 การทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของการกระจายข้อมูลโดยใช้ข้อมูลความหนาแน่นของเพื่อนบ้าน

4.1.1) โพรโทคอลที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

จุดประสงค์ในการทดลองนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโพรโทคอลที่คิดค้นขึ้นมา เทียบกับกับประสิทธิภาพที่ได้จากโพรโทคอลอื่นๆ ซึ่งประกอบไปด้วย

โพรโทคอลการกระจายข้อมูลอย่างง่าย Simple Flooding ที่ถูกปรับปรุงขึ้นเพื่อใช้เทคนิคการกำหนดจำนวนฮอพในการส่งข้อมูล โดยมีหลักการทำงานคือ จะทำการส่งข้อมูลจากยานพาหนะต้นทาง และส่งต่อไปเรื่อยๆโดยไม่กำหนดว่าใครจะเป็นผู้ส่งต่อ ผู้ที่ได้รับข้อมูลทุกคน จะต้องทำการส่งต่อข้อมูลจนกว่าจะถึงจำนวนฮอพที่กำหนด ตัวโปรโทรคอลมีความสามารถในการเข้าถึงระบบจีพีเอสเพื่อกำหนดขอบเขตการส่งข้อมูล ซึ่งจะคำนึงว่าจะทำการส่งข้อมูลต่อก็ต่อเมื่อ ยังไม่ถึงขีดจำกัดของจำนวนฮอพที่กำหนดไว้และอยู่ในรัศมีของขอบเขตที่กำหนดอ้างอิงจากระบบจีพีเอส

โพรโทคอลการกระจายข้อมูลที่คำนึงถึงความหนาแน่นที่มีความน่าเชื่อถือ DECA: Density-Aware Reliable Broadcasting Protocol ซึ่งได้เพิ่มความสามารถในการเข้าถึงระบบจีพีเอสเพื่อใช้ในการกำหนดขอบเขตในการส่งข้อมูลเข้าไปด้วย โดยตัวโพรโทคอลนั้น มีหลักการทำงานแบบเดียวกับ DECA เดิมทุกประการโดยมีความสามารถเพิ่มเติมคือ ถ้ายานพาหนะที่กำลังจะส่งข้อมูลต่ออยู่นอกระยะขอบเขตที่กำหนด จะทำการหยุดและไม่ทำการส่งข้อมูลต่อออกไปนั่นเอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.1.2) มาตรวัดประสิทธิภาพ

ในการทดลองนี้มีมาตรวัดประสิทธิภาพทั้งหมด 3 มาตรวัด สำหรับแสดงประสิทธิภาพในการกำหนดขอบของโพรโทคอล ได้แก่ อัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนด, อัตราการได้รับข้อมูลภายนอกขอบเขตที่กำหนดและความล่าช้าในการส่งข้อมูล

4.1.2.1) อัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนด (Delivery Ration Inside Region)

อัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนดคืออัตราส่วนของจำนวนยานพาหนะที่ได้รับข้อมูลที่เคยเข้ามาอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดต่อจำนวนยานพาหนะที่เข้ามาภายในขอบเขตทั้งหมดในช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อวัดประสิทธิภาพและความสามารถในการกระจายข้อมูลสู่ยานพาหนะ โดยใช้สมการที่ 4.1

$$DRIR = \frac{Number\ of\ node\ that\ come\ inside\ region\ and\ received\ message}{Number\ of\ node\ that\ come\ inside\ region}$$

สมการที่ 4.1

4.1.2.2) อัตราการได้รับข้อมูลภายนอกขอบเขตที่กำหนด (Delivery Ration Outside Region)

อัตราการได้รับข้อมูลภายนอกขอบเขตที่กำหนดคืออัตราส่วนของจำนวนยานพาหนะที่ได้รับข้อมูลภายนอกขอบเขตที่ไม่เคยเข้ามาในขอบเขตทั้งหมดต่อจำนวนยานพาหนะที่ไม่เคยเข้ามาภายในขอบเขตทั้งหมดในช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อวัดความสิ้นเปลืองในการกระจายข้อมูลสู่ยานพาหนะ โดยใช้สมการที่ 4.2

$$DROR = \frac{Number\ of\ node\ that\ neve\ come\ inside\ region\ and\ received\ message}{Number\ of\ node\ that\ never\ come\ within\ region}$$

สมการที่ 4.2

4.1.2.3) ความล่าช้าของการส่งข้อมูล (Delivery Delay)

ความล่าช่าของการส่งข้อมูลคือระยะเวลาที่ยานพาหนะเข้ามาในขอบเขตจนถึงเวลาที่ยานพาหนะนั้นได้รับข้อมูลดังที่แสดงในสมการที่ 4.3

$$Delivery\ Delay = t_{recv} - t_{inside}$$

สมการที่ 4.3

4.1.3) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและวิธีการทดลอง

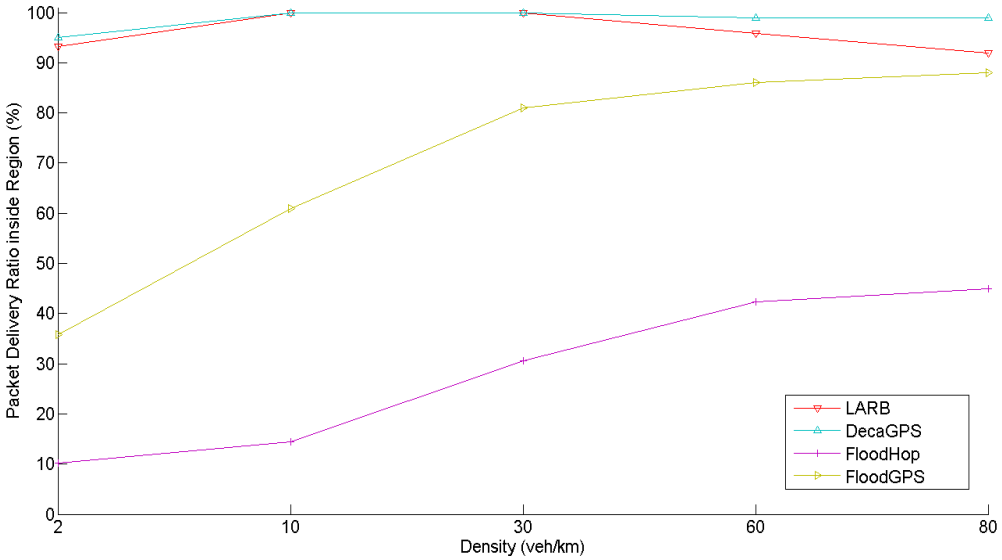
1. โปรแกรมจำลองเครือข่าย NS 3.24.1 [10] ใช้สำหรับจำลองการทำงานของโพรโทคอล
2. โปรแกรมจำลอง SUMO (Simulation of Urban Mobility) [16] ใช้สำหรับสร้างพฤติกรรมของยานพาหนะที่วิ่งบนถนน
3. โปรแกรม TraNS [17] ใช้สำหรับแปลงบันทึกการวิ่งของยานพาหนะจากรูปแบบ XML ที่ได้จากโปรแกรมSUMO เป็น TCL เพื่อนำไปใช้บนโปรแกรมจำลองเครือข่าย NS 3.24.1
4. ทดลองบนถนนแบบเมือง ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน
5. ทดลองบนถนนจากถนนจริง ที่มีความหนาแน่นแตกต่างกัน

4.1.4) ผลการทดลอง

กำหนดให้ค่าคงที่ α = 125, β = 4

กราฟในภาพที่ 4.7 เป็นกราฟที่แสดงถึงอัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนด ซึ่งในการทดลองได้ให้ขอบเขตอยู่ที่ระยะ 2 กิโลเมตรจากจุดที่ยานพานหนะผู้ส่งอยู่ แกนแนวนอนของกราฟคือความหนาแน่นของยานพาหนะ แกนแนวตั้งคืออัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขต (%) จากกราฟพบว่าโพรโทคอลที่นำเสนอมีความสามารถในการส่งข้อมูลให้ครอบคลุมพื้นที่ภายในขอบเขตที่กำหนดและสามารถทำงานได้ค่อนข้างใกล้เคียงกับโพรโทคอลที่ใช้การกำหนดขอบเขตด้วยระบบจีเอส โดยสามารถส่งถึงยานพาหนะภายในขอบเขตได้มากกว่า 90% ซึ่งแสดงถึงว่า ถึงแม้เราจะไม่ได้พึ่งพาระบบจีพีเอส เราก็สามารถที่จะส่งข้อมูลให้ครอบคลุมขอบเขตที่กำหนดได้โดยใช้จำนวนฮอพในการควบคุม

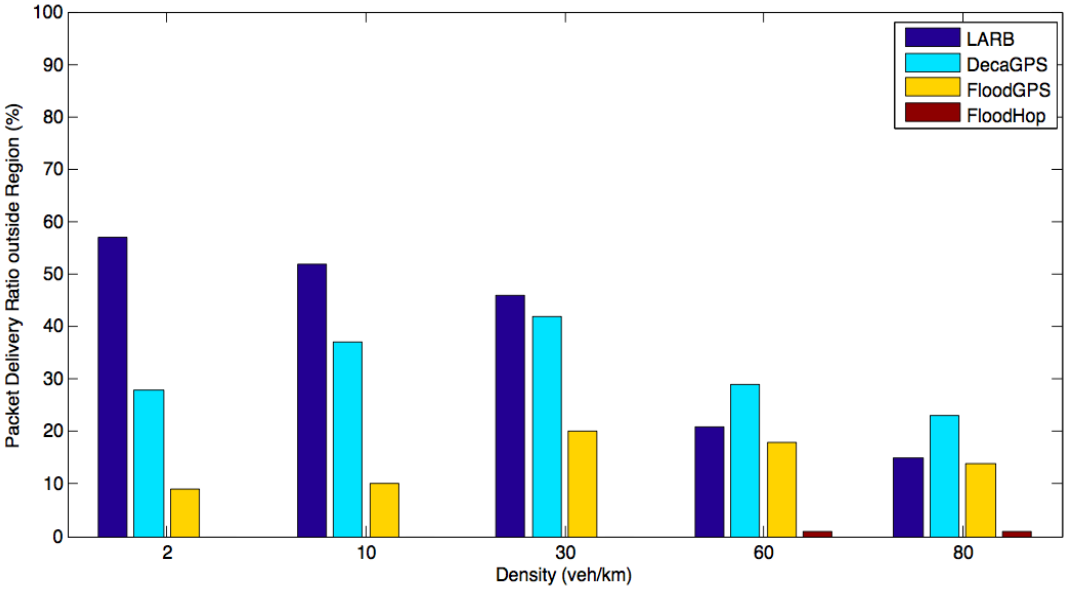
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ 4.7 กราฟอัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนด

กราฟในภาพที่ 4.8 เป็นกราฟที่แสดงถึงอัตราการได้รับข้อมูลภายนอกขอบเขตที่กำหนด ซึ่งแกนแนวนอนของกราฟคือความหนาแน่นของยานพาหนะ แกนแนวตั้งคืออัตราการได้รับข้อมูลนอกขอบเขต (%) จากกราฟจะเห็นว่าในความหนาแน่นที่ต่ำ โพรโทคอลที่นำเสนอจะมีการส่งข้อมูลมาภายนอกขอบเขตมากกว่าการใช้ระบบจีพีเอสเป็นตัวกำหนด เนื่องมาจากยานพาหนะในความหนาแน่นต่ำจะมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูง อีกทั้งจำนวนยานพาหนะที่เป็นตัวเลือกมีต่ำ และโพรโทคอลมีการกำหนดใช้จำนวนฮอพที่สูงกว่า จึงทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนในการกำหนดขอบเขต แต่ในขณะที่มีความหนาแน่นของยานพาหนะที่สูงขึ้น ก็จะมีการส่งออกมานอกขอบเขตที่น้อยลง เนื่องจากยานพาหนะผู้ส่งมีตัวเลือกยานพาหนะที่มากขึ้นและโพรโทคอลมีการใช้จำนวนฮอพที่กำหนดน้อยลง จึงทำให้มีการส่งออกมานอกขอบเขตที่น้อยลง ซึ่งจะเห็นว่า เมื่อยานพาหนะมีความหนาแน่นถึง 80 คันต่อตารางกิโลเมตร มีการส่งออกนอกระยะขอบเขตเพียง 18% ในขณะที่โพรโทคอล DECA ที่มีความสามารถในการเข้าถึงระบบจีพีเอส มีการส่งออกนอกขอบเขตมากถึง 25%

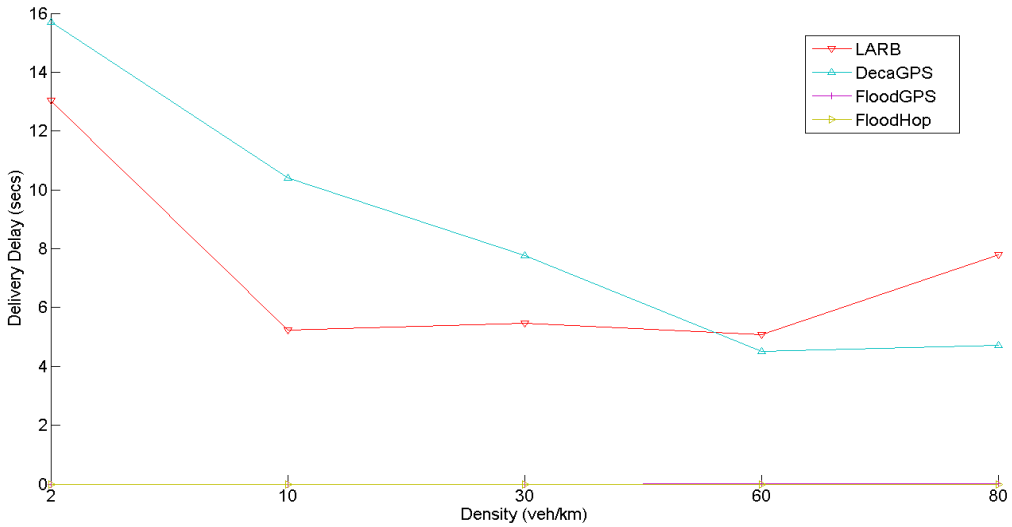
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.8 กราฟอัตรการได้รับข้อมูลนอกขอบเขต

กราฟในภาพที่ 4.9 เป็นกราฟที่แสดงถึงความล่าช้าในการส่งข้อมูล แกนแนวนอนของกราฟคือความหนาแน่นของยานพาหนะ แกนแนวตั้งของกราฟคือความล่าช้าในการส่งข้อมูลเป็นวินาที จากกราฟจะเห็นว่าโพรโทคอลการกระจายข้อมูลอย่างง่ายนั้นแทบไม่มีความล่าช้าเนื่องจากว่า โพรโทคอลเหล่านี้ไม่ได้ใส่ความสามารถในการลดจำนวนข้อมูลที่ส่งเพื่อลดการชนกันของข้อมูล ส่วนโพรโทคอลที่นำเสนอและโพรโทคอลการกระจายข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือที่ใช้จีพีเอสนั้นได้ใส่ความสามารถที่กล่าวไปข้างต้นลงไปด้วย จึงทำให้เกิดดีเลย์ในการส่งข้อมูลเพิ่มเติมเข้าไป ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงที่ยานพาหนะมีความหนาแน่นสูง ดีเลย์ของโพรโทคอลที่นำเสนอจะมีมากขึ้น อันเป็นผลมาจาก เมื่อความหนาแน่นยานพาหนะมีสูง โพรโทคอลจะกำหนดจำนวนฮอพที่ใช้ได้ในการส่งต่อที่ต่ำลง ทำให้ยานพาหนะบางคันที่เข้ามาในระยะ แต่ไม่สามารถรับข้อมูลจากยานพาหนะที่ทำการส่งต่อข้อมูลจนครบจำนวนฮอพที่กำหนดแล้วได้ จึงต้องทำการรอจนกว่าจะได้ข้อมูลจากยานพาหนะคันอื่นที่มีจำนวนฮอพในการส่งต่อเหลืออยู่นั่นเอง

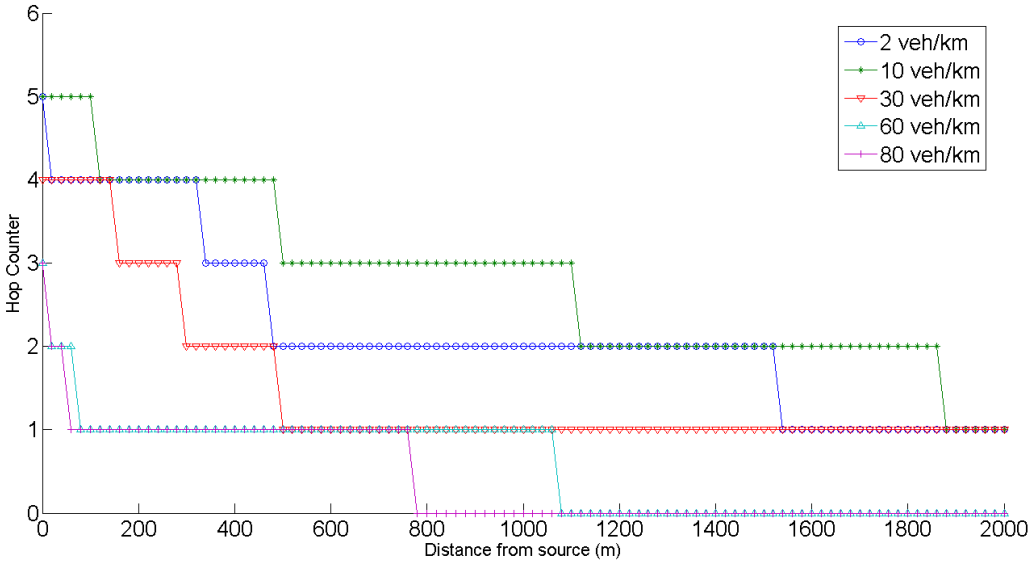
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



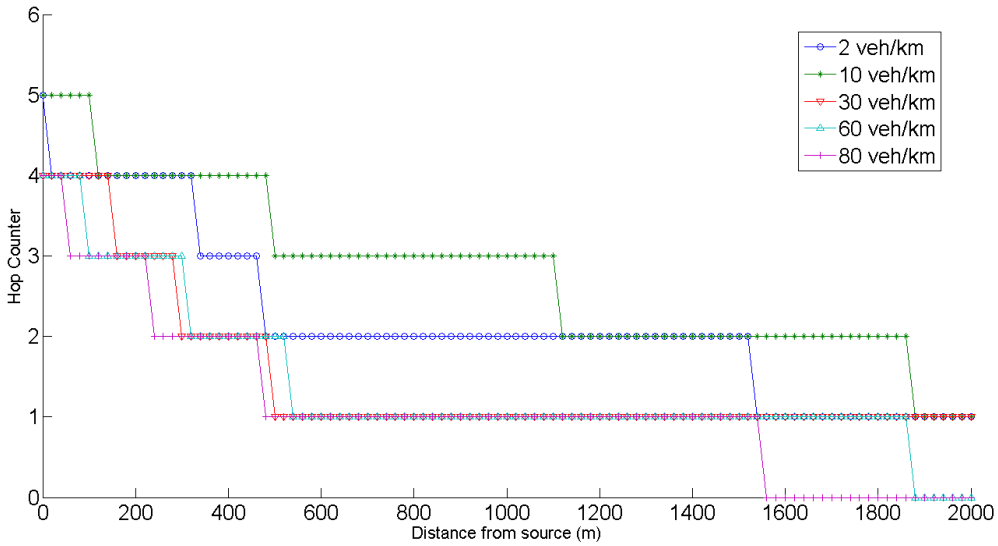
ภาพที่ 4.9 ความล่าช้าในการส่งข้อมูล

กำหนดให้ค่าคงที่ α = 125, β = 4 เมื่อความหนาแน่นน้อยกว่า 40 คันต่อตารางกิลโลเมตร และ α = 180, β = 4 เมื่อความหนาแน่นมากกว่า 40 คันต่อตารางกิลโลเมตร

จากการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ดังกล่าวนั้นทำให้จำนวนฮอพต่อระยะทางในช่วงที่มีความหนาแน่นสูงได้ถูกปรับปรุง โดยภาพที่ 4.10 แสดงถึงระยะทางที่ได้ต่อจำนวนฮอพก่อนปรับปรุง และภาพที่ 4.11 แสดงระยะทางที่ได้ต่อจำนวนฮอพหลังปรับปรุง

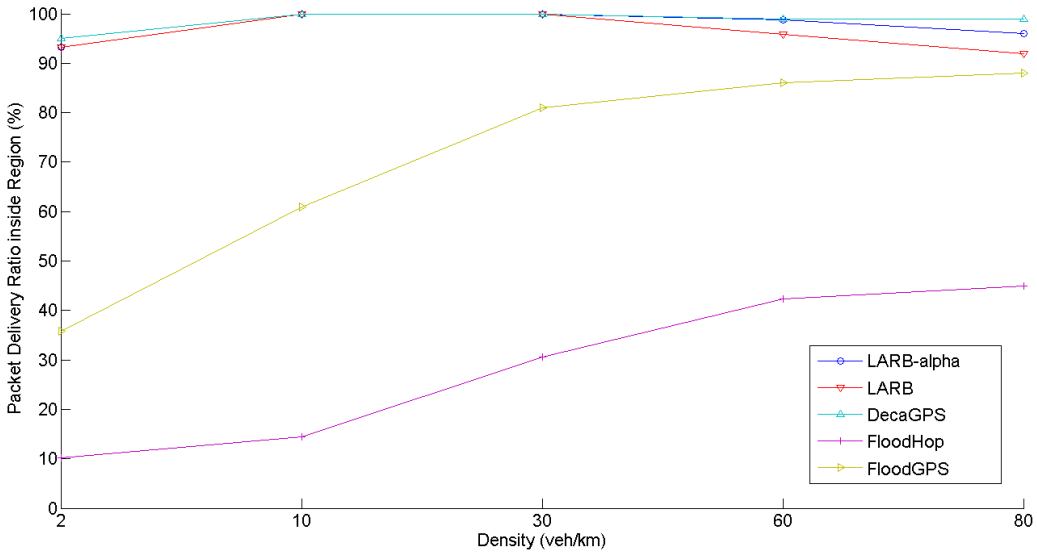


ภาพที่ 4.10 จำนวนฮอพต่อระยะทางก่อนปรับปรุงค่าคงที่

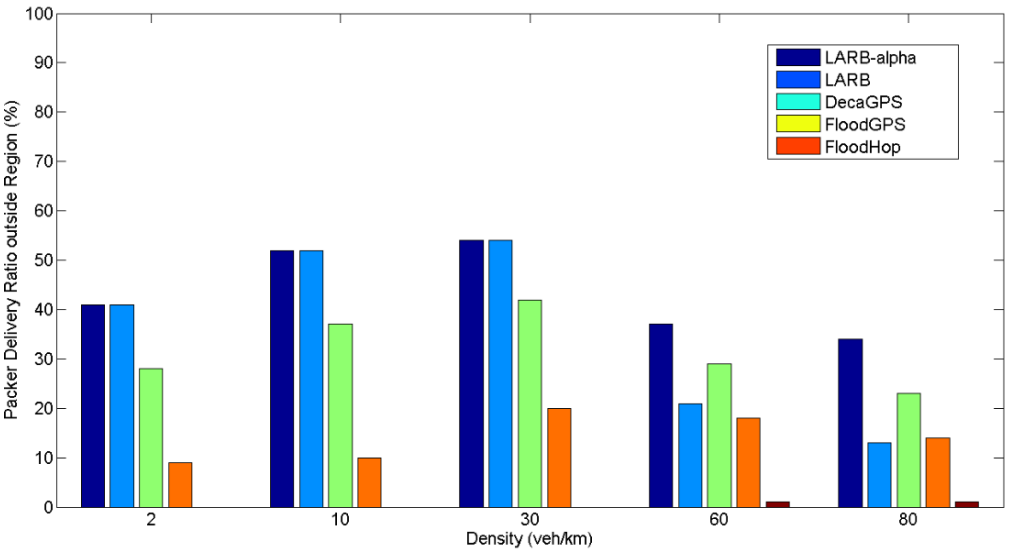


ภาพที่ 4.11 จำนวนฮอพต่อระยะทางหลังปรับปรุงค่าคงที่

จากภาพที่ 4.12 จะเห็นว่าในช่วงที่ความหนาแน่นสูงขึ้น อัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนดนั้นทำได้ไม่ค่อยดีนักอันเนื่องมาจากสมการตรรกยะที่คิดขึ้นมามีความคลาดเคลื่อน จึงได้ทำการทดลองเพื่อหาค่าที่เหมาะสมในช่วงที่มีความหนาแน่นของพานหนะมาก โดยทำการทดลองบนการจำลองและทำการเปลี่ยนค่าคงที่จนสามารถหาค่าที่ดีที่สุดออกมา และทำการแยกเป็นสองกรณีดังกล่าว ทำให้ผลการทดลองสามารถทำได้ดีขึ้นดังที่แสดงอยู่ในภาพที่ 4.10 ซึ่งในที่นี้ขอให้โพรโทคอลที่ได้ใช้ค่าคงที่ใหม่นี้ว่า LARB-alpha ซึ่งความสามารถในการส่งข้อมูลภายในขอบเขตทำได้ดีกว่าแบบเดิมถึง 5%



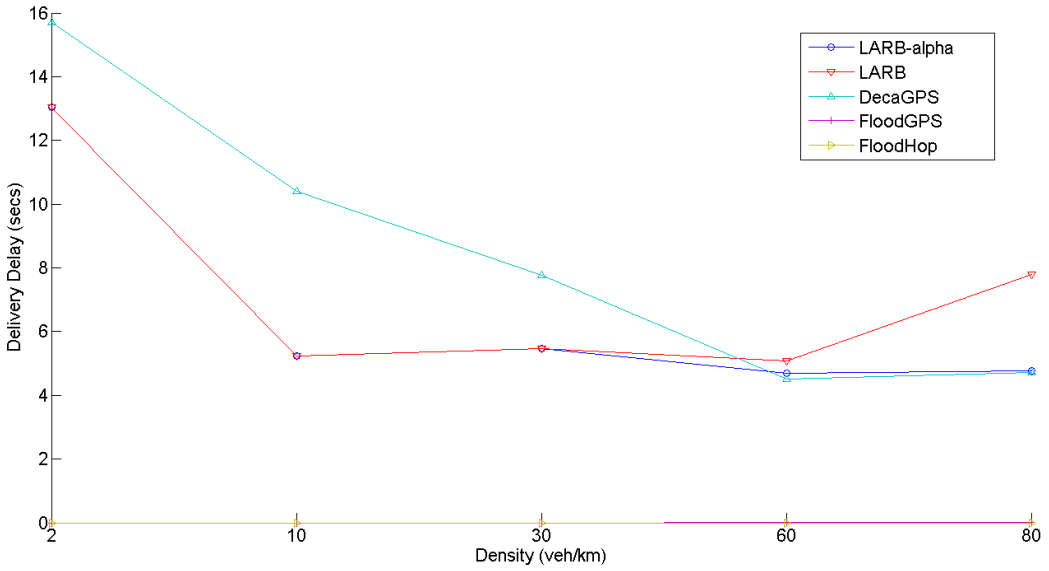
ภาพที่ 4.12 กราฟอัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตที่กำหนด



ภาพที่ 4.13 กราฟอัตราการได้รับข้อมูลนอกขอบเขต

ภาพที่ 4.13 แสดงกราฟอัตราการได้รับข้อมูลนอกขอบเขตที่กำหนดของโพรโทคอลที่ปรับปรุงสมการ ซึ่งจะเห็นว่า LARB-alpha จะมีอัตราการส่งออกนอกขอบเขตเพิ่มมากขึ้น เป็นผลเนื่องมาจากที่ต้องการให้การส่งข้อมูล ให้คลอบคลุมถึงจำนวนยานพาหนะภายในขอบเขตให้มากที่สุด เพื่อให้เหมาะสมกับแอปพลิเคชันที่มุ่งหมาย นั่นคือโพรโทคอลที่ออกแบบมาเพื่อการส่งข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยบนยานพาหนะ จึงเป็นผลให้เกิดการส่งออกนอกระยะเพิ่มขึ้น ดังที่ได้ผลตามภาพที่แสดง

ภาพที่ 4.14 แสดงกราฟความล่าช้าในการส่งข้อมูลของโพรโทคอลที่ถูกปรับปรุงขึ้นมาเปรียบเทียบกับโพลโทคอลอื่นๆ ซึ่งความล่าช้านี้คือระยะเวลารอเฉลี่ยของยานพาหนะที่เข้ามาภายในขอบเขตจนถึงเวลาที่ยานพาหนะได้รับข้อมูล จากกราฟที่แสดงจะเห็นว่า ยิ่งจำนวนความหนาแน่นของยานพาหนะเพิ่มมากขึ้น ก็จะมีระยะเวลาลดน้อยลง โดยเมื่อความหนาแน่นของยานพนะมีมากขึ้นจะทำให้ยานพาหนะใหม่ที่เข้ามาภายในขอบเขต มีโอกาสแลกเปลี่ยนข้อมูลจากยานพาหนะภายในขอบเขตที่มีจำนวนมากได้มากขึ้น



ภาพที่ 4.14 ความล่าช้าในการส่งข้อมูล

บทที่ 5
บทสรุปของงานวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้เสนอโพรโทคอล LARB ซึ่งเป็นโพรโทคอลสำหรับการกระจายข้อมูลโดยคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งที่ไม่พึ่งพาระบบระบุตำแหน่งบนพื้นโลกหรือจีพีเอส การทำงานของโพรโทคอล LARB นั้น ใช้ข้อมูลจากค่าความหนาแน่นของเพื่อนบ้านเป็นตัวตัดสินใจในการกำหนดจำนวนฮอพเพื่อส่งต่อข้อมูลโดยถ้ามีความหนาแน่นของจำนวนเพื่อนบ้านรอบตัวที่น้อย จะใช้จำนวนฮอพที่มากกว่าในกรณีที่มีจำนวนเพื่อนบ้านที่มาก จุดมุ่งหมายเพื่อให้สามารถครอบคลุมพื้นที่จำกัดตามที่กำหนด และเพื่อลดปริมาณข้อมูลไม่ให้มีมากเกินไป ซึ่งจำนวนเพื่อนบ้านนั้น ได้มาจากการทำการส่งบีคอน

การที่ LARB สามารถคำนวณจำนวนฮอพที่ใช้ออกมาได้นั้น เกิดขึ้นจากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฮอพต่อระยะทางในความหนาแน่นต่างๆ ซึ่งการทดลองนั้นสามารถที่จะสร้างสมการตรรกยะขึ้นมาเพื่อคำนวณจำนวนฮอพที่แม่นยำได้ โดยโพรโทคอลสามารถส่งข้อมูลให้ครอบคลุมในขอบเขต และมีอัตราการได้รับข้อมูลภายในขอบเขตในทุกความหนาแน่นมากกว่า 90% ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับโพรโทคอลในการกระจายข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือที่ถูกเสริมความสามารถในการจำกัดขอบเขตด้วยระบบจีพีเอสนั้น จะพบว่าโพรโทคอลที่นำเสนอสามารถทำได้ใกล้เคียงกัน โดยที่ไม่จำเป็นที่จะต้องพึ่งพาระบบจีพีเอส

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1) การเพิ่มประสิทธิภาพการจำกัดขอบเขตของโพรโทคอล LARB

แม้ว่าโพรโทคอล LARB จะมีประสิทธภาพที่ดีในการส่งข้อมูลภายในขอบเขต แต่ผลการกระจายข้อมูลก็เกิดการออกนอกขอบเขตอยู่จำนวนหนึ่ง ซึ่งเกิดการการที่โพรโทคอลพยายามให้ครอบคลุมยานพาหนะทุกคันที่อยู่ในขอบเขตอันเป็นผลมาจากรูปแบบของโพรโทคอลเพื่อความปลอดภัย ข้อความที่ส่งควรจะส่งให้ครอบคลุมจำนวนยานพาหนะให้มากที่สุดนั่นเอง

จากการพิจารณาโพรโทคอลดังกล่าว มีแนวโน้มที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการจำกัดขอบเขตให้ดีขึ้นได้โดยพิจารณาค่าคงที่ที่เหมาะสมขึ้น หรือพิจารณาระยะเวลาที่ถือข้อมูลชุดนั้นเพื่อตัดสินใจส่งต่อข้อมูล โดยมุ่งเน้นเพื่อลดการส่งข้อมูลออกนอกขอบเขต แต่ยังคงประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลภายในขอบเขตให้อยู่คงเดินหรือใกล้เคียง

การพิจารณาดังกล่าวจะช่วยลดจำนวนข้อมูลที่ถูกส่งต่อภายนอกขอบเขตที่กำหนดได้ อย่างไรก็ตามวิธีดังกล่าวอาจจะเพิ่มประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลภายในขอบเขตได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

5.2.2) การจัดการความขัดแย้งของจำนวนฮอพที่เหลือของโพรโทคอล LARB

ในการส่งต่อข้อมูลของโพรโทคอลที่นำเสนอนั้น จะใช้จำนวนฮอพเพื่อกำหนดขอบเขต จากการทดลองจะพบว่าเมื่อมีการส่งต่อข้อมูลกันเป็นจำนวนมาก ยานพาหนะบางคันที่เคยส่งต่อข้อมูลจนจำนวนฮอพของข้อมูลชุดนั้นหมดไปแล้ว กลับได้ข้อความเดิมที่มีจำนวนฮอพเหลืออยู่และนำข้อความนั้นมาส่งต่อ เป็นผลให้เกิดการส่งออกนอกขอบเขตเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลต่อการทำงานโดยตรงของโพรโทคอล

ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ด้วยการตรวจสอบว่าข้อความชุดนั้นๆ เคยได้รับแล้วหรือยัง ถ้าหากเคยได้รับแล้ว จะทำการแก้ไขจำนวนฮอพได้ จะต้องเป็นค่าจำนวนฮอพที่ต่ำกว่าเท่านั้น วิธีการดังกล่าวจะสามารถลดปัญหาที่เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี

อีกวิธีหนึ่งก็คือการเพิกเฉยต่อข้อความที่เคยได้รับไปแล้ว โดยจะไม่ทำการแก้ไขจำนวนฮอพคงเหลือ เมื่อได้รับข้อความเดิม

5.2.3) การนำวิธีการจากโพรโทคอล LARB ไปใช้กับโพรโทคอลอื่นๆ

การที่จะระบุขอบเขตด้วยโพรโทคอล LARB ได้นั้น จำเป็นที่จะต้องรู้ถึงจำนวนความหนาแน่นของเพื่อนบ้าน ซึ่งต้องอาศัยการส่งบีคอนเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลรอบๆ ดังนั้นโพรโทคอลอื่นๆที่จะนำไปใช้จำเป็นที่จะต้องมีการทำบีคอน ซึ่งโพรโทคอลส่วนใหญ่จะใช้การทำบีคอนในการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันอยู่แล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แม้ว่าจะสามารถจำกัดจำนวนฮอพที่เกิดขึ้นได้ แต่สิ่งที่จำเป็นอีกสิ่งหนึ่งก็คือวิธีการในการจัดการเพื่อส่งต่อข้อมูล ถ้าหากไม่มีการจัดการที่ดีแล้ว อย่างเช่นโพรโทคอลการกระจายข้อมูลอย่างง่าย ถ้าหากนำวิธีการกำหนดจำนวนฮอพไปใช้ ก็จะเป็นการส่งต่อข้อมูลที่จำนวนฮอพหมดไปอย่างรวดเร็วและไม่ถึงขอบเขตที่กำหนด

5.2.4) ขนาดของแพ็คเกตที่ถูกส่งผ่านเครือข่าย

ในกระบวนการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อนบ้าน หรือการส่งข้อมูลนั้นจะมีการส่งข้อความผ่านระบบเครือข่ายมาตรฐาน IEEE802.11P ทั้งนี้ขนาดแพ็คเกตที่ถูกส่งนั้นจะขึ้นอยู่กับโพรโทคอลที่ใช้มา

เป็นพื้นฐาน ซึ่งในที่นี้ได้ใช้ DECA นั่นเอง แพ็คเกตจะมีขนาดไม่เกิน 1,500 ไบต์ ข้อความแต่ละประเภทจะมีขนาดของแพ็คเกตดังนี้

- ข้อความประเภท beacon จะถูกส่งที่ขนาด 5 ไบต์ บวกด้วย 5 ไบต์ต่อจำนวนข้อความทั้งหมดที่มีในระบบ ซึ่งก็คือจำนวนข้อมูลที่เคยได้รับทั้งหมดจะมีผลต่อขนาดของบีคอน
- ข้อความประเภท data จะถูกส่งด้วยขนาด 512 ไบต์ ซึ่งรวมกับจำนวนฮอพที่คำนวนได้อีก 1 ไบต์ เป็นทั้งหมด 513 ไบต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

[1] D. Jiang and L. Delgrossi, "IEEE 802.11p: Towards an International Standard for Wireless Access in Vehicular Environments," in *VTC Spring 2008 - IEEE Vehicular Technology Conference*, 2008, pp. 2036-2040.

[2] *E. Commission. (2008). Cars that talk: Commission earmarks single radio frequency for road safety and traffic management.* Available: http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/08/1240&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en

[3] O. K. Tonguz, N. Wisitpongphan, J. S. Parikh, F. Bai, P. Mudalige, and V. K. Sadekar, "On the Broadcast Storm Problem in Ad hoc Wireless Networks," in *2006 3rd International Conference on Broadband Communications, Networks and Systems*, 2006, pp. 1-11.

[4] T. L. Willke, P. Tientrakool, and N. F. Maxemchuk, "A survey of inter-vehicle communication protocols and their applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials,* vol. 11, pp. 3-20, 2009.

[5] F. J. Ros, P. M. Ruiz, and I. Stojmenovic, "Reliable and Efficient Broadcasting in Vehicular Ad Hoc Networks," in *VTC Spring 2009 - IEEE 69th Vehicular Technology Conference*, 2009, pp. 1-5.

[6] R. Akamatsu, M. Suzuki, T. Okamoto, K. Hara, and H. Shigeno, "Adaptive delay-based geocast protocol for data dissemination in urban VANET," in *2014 Seventh International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU)*, 2014, pp. 141-146.

[7] P. Kheawchaoom, S. Kittipiyakul, and A. Kannikar Siriwong Na, "iDTSG time-stable geocast for post crash notification in vehicular highway networks," in *2012 9th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*, 2012, pp. 1-4.

[8] L. N. Balico, H. A. B. F. Oliveira, R. S. Barreto, A. A. F. Loureiro, and R. W. Pazzi, "A prediction-based routing algorithm for Vehicular Ad Hoc Networks," in *2015 IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC)*, 2015, pp. 365-370.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

[9] N. Pramuanyat, K. N. Nakorn, and K. Rojviboonchai, "Preliminary study of reliable broadcast protocol on 802.11p public transport testbed," in *2015 12th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, 2015, pp. 1-6.

[10] P. g. N. S. Foundation, and I. S. Antipolis. *The network simulator NS-3*. Available: https://www.nsnam.org/

[11] N. Pramuanyat, K. N. Nakorn, K. Kawila, and K. Rojviboonchai, "LARB: Location-aware reliable broadcasting protocol in VANET," in *2016 13th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, 2016, pp. 1-6.

[12] N. Pramuanyat, K. N. Nakorn, K. Kawila, and K. Rojviboonchai, "LARB-Alpha: A Quantitative Study of Location-Aware Reliable Broadcasting Protocol in VANET," *Journal of Internet Technology,* vol. 18, pp. 1669-1679, 2017.

[13] M. Nekovee, "Epidemic algorithms for reliable and efficient information dissemination in vehicular," *IET Intelligent Transport Systems,* vol. 3, pp. 104-110, 2009.

[14] N. Nawut Na and R. Kultida, "DECA: Density-aware reliable broadcasting in vehicular ad hoc networks," in *ECTI-CON2010: The 2010 ECTI International Confernce on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology*, 2010, pp. 598-602.

[15] B. Alsubaihi and A. Boukerche, "Semantic and self-decision geocast protocol for data dissemination over VANET (SAS-GP)," in *2015 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 2015, pp. 1948-1953.

[16] G. A. C. D. (2010). *Simulation of urban mobility (SUMO)*. Available: http://sumo.sourceforge.net/

[17] J.-Y. L. B. J.-P. Hubaux, P. Thiran, and M. Grossglauser. (2011). *Traffic and Network Simulation Environment (TraNS)*. Available: http://lca.epfl.ch/projects/trans/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

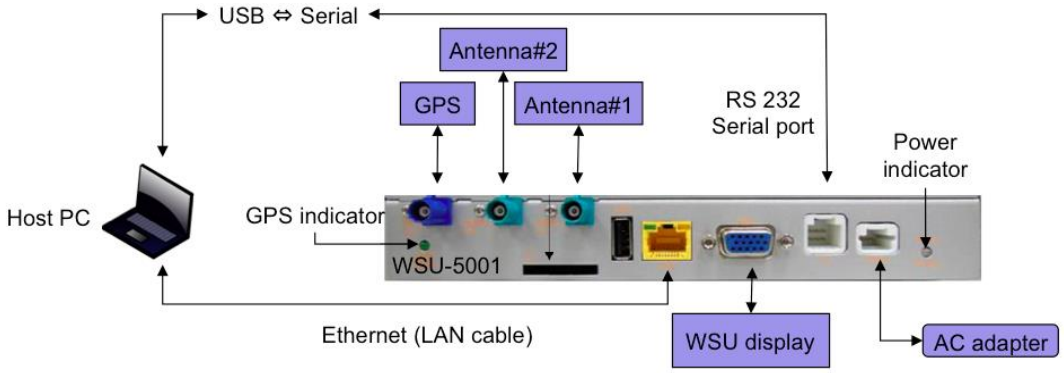
ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

DENSO Wireless Safety Unit (WSU-5001)

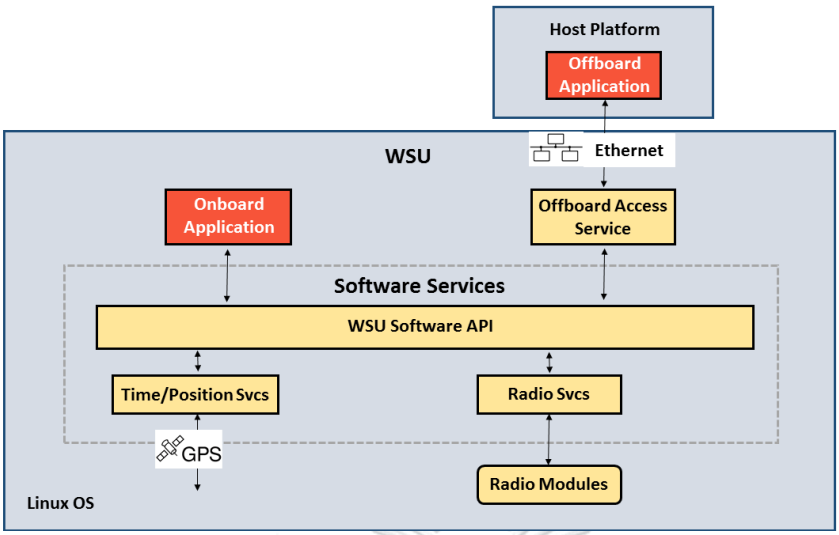
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาพที่ ก.1 อุปกรณ์ Wireless Safety Unit WSU-5001

Port ต่างๆ ประกอบไปด้วย

- GPS port: ช่องเสียบสายอุปกรณ์เพื่อใช้งาน GPS Module ภายนอกเพื่อให้สามารถนำไปติดตั้งไว้ภายนอกยานพาหนะ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งสูงสุด
- Antenna #1-2: ช่องเสียบสายอุปกรณ์สำหรับเสาสัญญาณ เพื่อนำไปติดตั้งไว้บนหลังคายานพาหนะ ซึ่งเสาทั้งสองแบ่งหน้าที่การทำงานในการรับและส่งข้อมูล โดยตัวเสาสัญญาณออกแบบมาเพื่อรับส่งในย่านความถี่ 5.8-5.9GHz
- SD-Card port: ช่องเสียบเมมโมรี่ ใช้สำหรับใส่เมมโมรี่การ์ดเพื่อใช้แอปพลิเคชันที่เขียนขึ้นมาและเป็นพื้นที่สำหรับเก็บข้อมูลต่างๆ
- Ethernet: ช่องสำหรับเสียบสายแลนใช้สำหรับการส่งข้อมูลหรือการคุยกันของอุปกรณ์ต่างๆ ในที่นี้คืออุปกรณ์ Raspberry Pi ที่ถูกติดตั้งไว้เพื่อเก็บข้อมูล Sensor ต่างๆ อีกทั้งเรายังใช้พอร์ทนี้เพื่อเข้าไปปรับแต่ง แก้ไข ค่าเริ่มต้นของตัวอุปกรณ์ WSU-5001 โดยการเชื่อมต่อผ่าน PC ด้วยโพรโทคอล SSH
- RS 232 Serial Port: ช่องสำหรับเชื่อมต่อเข้า WSU-5001 เพื่อทำการตั้งค่าต่างๆ โดยไม่จำเป็นต้องมี IP address



ภาพที่ ก.2 โครงสร้างซอฟต์แวร์ของตัวอุปกรณ์ DENSO Wireless Safety Unit

ภายในตัวอุปกรณ์ได้มีการจัดเตรียมในส่วนของการบริการของซอฟต์แวร์เอาไว้ให้ และถูกครอบอีกทีด้วยระบบปฏิบัติการณ์ลินุกซ์ที่ใช้เฉพาะบนอุปกรณ์ฝังตัว ซึ่งในส่วนของบริการต่างๆจะประกอบด้วย

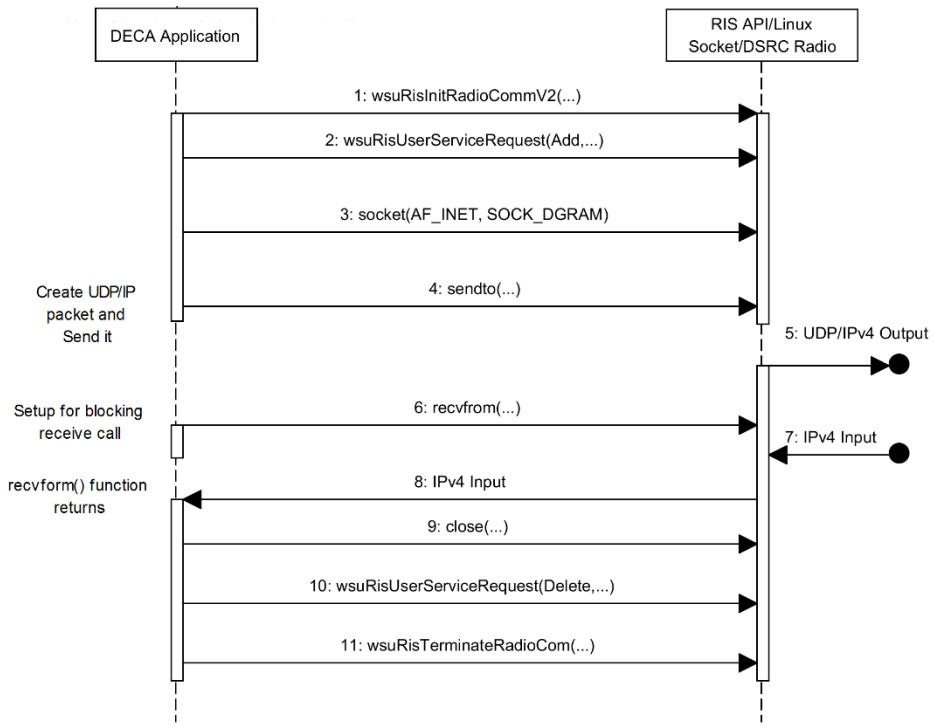
- บริการทางด้านการระบุตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS): ในบริการส่วนนี้นั้น มีเอาไว้เพื่อให้ทำการเรียกใช้คำสั่งสำเร็จรูปที่จะทำการขอข้อมูลตำแหน่ง ณ ปัจจุบันของตัวอุปกรณ์หรือข้อมูลทางด้านเวลา เพื่อใช้งานข้อมูลนั้นๆต่อไป
- บริการทางด้านสัญญาณวิทยุ: การใช้งานในส่วนบริการนี้นั้น เพื่อที่จะส่งข้อมูลหรือข้อความผ่านช่องทางอุปกรณ์ WAVE radio ซึ่งการที่จะติดต่อกับอุปกรณ์ดังกล่าว จะต้องใช้บริการที่ตัวอุปกรณ์ WSU จัดเตรียมมาไว้ให้เท่านั้น

แอปพลิเคชันต่างๆที่จะใช้งานผ่านอุปกรณ์ WSU นั้น สามารถทำการใช้งานได้ 2 รูปแบบ แบ่งเป็น แอปพลิเคชันที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ WSU โดยตรง และแอปพลิเคชันที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ WSU ผ่านช่องทาง Ethernet ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- แอปพลิเคชันที่ติดตั้งอยู่บนอุปกรณ์ WSU: แอปพลิเคชันประเภทนี้ เป็นแอปพลิเคชันที่ถูกเขียนขึ้น และถูกคอมไพล์ข้ามแพลทฟอร์ม (Cross Compile) และนำมาติดตั้งเอาไว้บนอุปกรณ์ WSU ซึ่งข้อดีของการใช้งานแอปพลิเคชันประเภทนี้คือ สามารถเข้าถึงบริการต่างๆที่ตัวอุปกรณ์จัดเตรียมเอาไว้ให้ได้โดยตรง ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่เราเลือกใช้ เพราะง่ายสำหรับการนำอุปกรณ์ไปติดตั้งบนยานพาหนะสาธารณะ ด้วยจำนวนอุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อนนั่นเอง

- แอปพลิเคชันที่ใช้งานและติดตั้งภายนอกอุปกรณ์ WSU: แอปพลิเคชันประเภทนี้ จำเป็นต้องต่อสาย Ethernet เพื่อที่จะสามารถสื่อสารกับบริการต่างๆที่ตัวอุปกรณ์ได้จัดเตรียมไว้ให้ได้ ซึ่งข้อดีของการใช้งานแอปพลิเคชันประเภทนี้คือ ไม่จำเป็นต้องทำการคอมไฟล์แบบข้ามแพลทฟอร์มในการใช้งาน ความรวดเร็วในการทำงานของตัวแอปพลิเคชันที่มีมากกว่า เนื่องจากสามารถทำงานบนอุปกรณ์อื่น ที่มีความเร็ว มีสมรรถณะที่มากกว่าตัว WSU ได้นั่นเอง ข้อเสียของแอปพลิเคชันประเภทนี้คือ มีความยุ่งยากในการใช้งาน บริการที่จัดเตรียมมาให้มีจำนวนน้อนกว่า

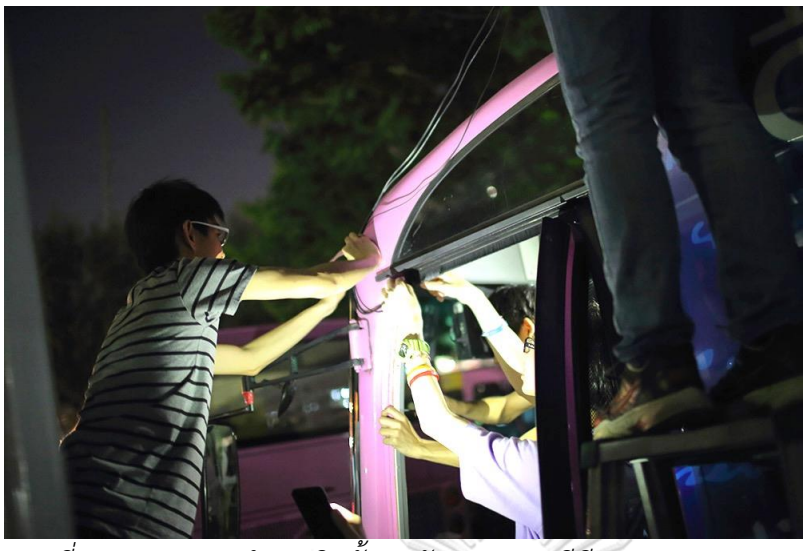
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ ก.3 การทำงานของแอปพลิเคชัน

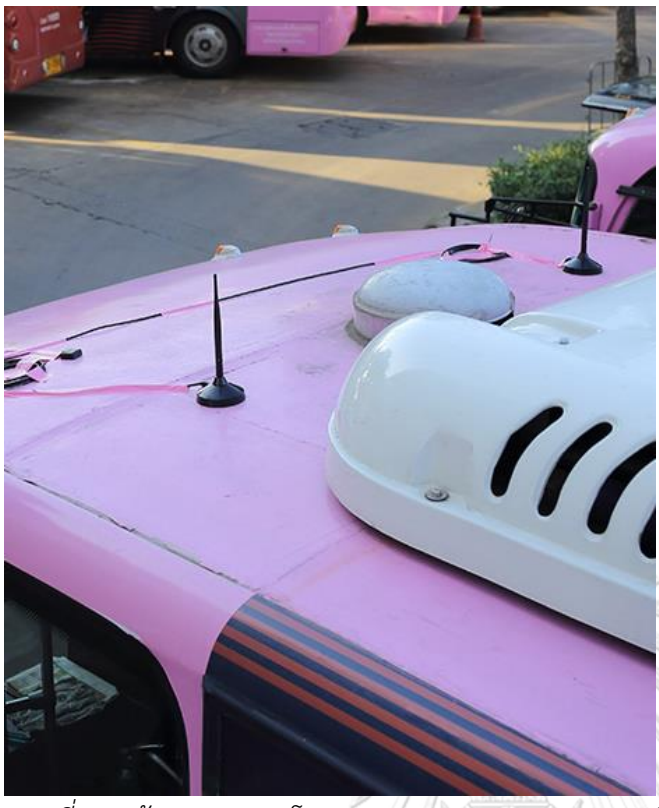
การทำงานของแอปพลิเคชันมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ทำการลงทะเบียนเพื่อใช้งานบริการที่ตัวอุปกรณ์จัดเตรียมไว้ให้ในส่วนของการส่งข้อมูล โดยจะต้องขอการเข้าใช้งานในส่วนการสื่อสารผ่านทางสัญญาณวิทยุด้วยคำสั่ง wsuRisInitRadioCommV2() และทำการเปิดใช้งานบริการที่มีบนอุปกรณ์ด้วยคำสั่ง wsuRisUserServiceRequest(Add)
- หลังจากนั้นจะทำการเปิดใช้งานซ็อกเก็ตโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการส่งข้อมูล มีหน้าที่ในการกระจายข้อมูลหรือข้อความไปสู่ยานพาหนะคันอื่นๆที่อยู่รอบๆ และส่วนที่สองคือ ส่วนในการรับข้อมูล ในส่วนนี้นั้น จะมีหน้าที่ในการคอยฟังข้อมูลจากยานพาหนะคันอื่นๆ และนำข้อมูลหรือข้อความนั้นมาใช้งานหรือทำการส่งต่อให้ยานพาหนะรอบข้าง
- ขั้นตอนสุดท้ายเมื่อทำการหยุดหรือปิดตัวโปรแกรม จะมีการหยุดการใช้งานบริการต่างๆที่ได้ทำการเชื่อมต่อกับตัวอุปกรณ์เอาไว้ก่อน



ภาพที่ ก.4 ภาพขณะทำการติดตั้งเสาสัญญาณและจีพีเอส

ภาพที่ ก.5 ตำแหน่งที่วางอุปกรณ์



ภาพที่ ก.6 ด้านบนของรถโดยสารสาธารณะของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ ก.7 ติดตั้งสถานีรับส่งสัญาณบริเวณทรูคอฟฟี่

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายณัฐกานต์ ประมวลญาติ ผู้เขียนวิทยานิพนธ์ เกิดเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2534 ณ จังหวัดตราด สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีเมื่อ พ.ศ. 2556 ปัจจุบันกำลังศึกษาในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย งานสนใจที่สนใจได้แก่ ระบบการสื่อสารไร้สายบนยานพาหนะ การกระจายข้อมูลบนยานพาหนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY