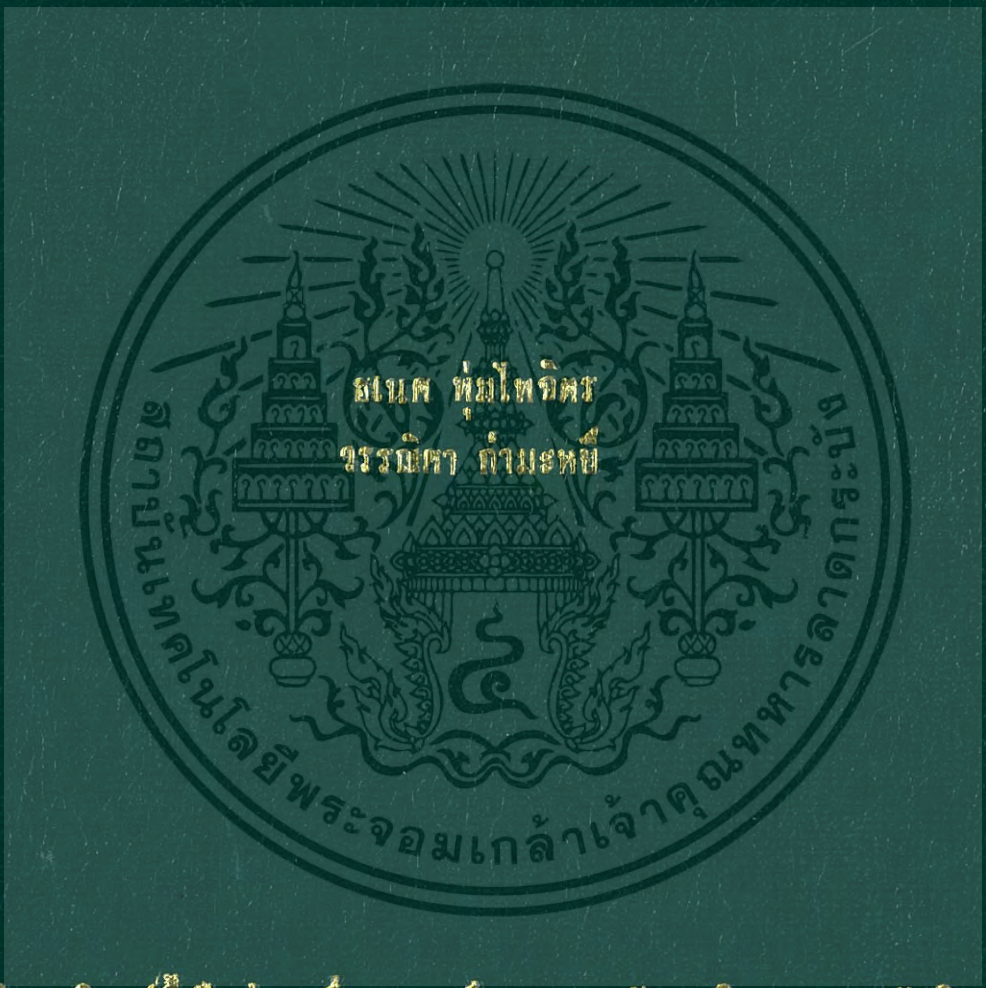
กลไกเกตเวย์สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ต

GATEWAY MECHANISN FOR SMART-PHONE AD-HOC NETWORKS AND INTERNET



ธนพ พุ่มไทวิศร

วรรณิศา ถ้ำมะหมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กลไกเกตเวย์สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ต

GATEWAY MECHANISM FOR SMART-PHONE AD-HOC NETWORKS AND INTERNET

โดย

ธเนศ พุ่มไพจิตร

วรรณิศา กำมะหยี่

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ประภาวัต

T146248

ฉ.หมู่ 146248
สาขาทะเบียน
วัน เดือน ปี 25 ส.ค. 2560

b12841647
i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GATEWAY MECHANISM FOR SMART-PHONE AD-HOC NETWORKS AND INTERNET

THANET PHUMPHAIJIT

WANNISA KAMMAHYEE

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2/ 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2016

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง กลไกเกตเวย์สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ต

GATEWAY MECHANISM FOR SMART-PHONE AD-HOC NETWORKS AND INTERNET

ผู้จัดทำ

1.	นายธเนศ	พุ่มไพจิตร	รหัสนักศึกษา	55070056
2.	นางสาววรรณิศา	กำมะหยี่	รหัสนักศึกษา	55070100

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ประภาวัต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	กลไกเกตเวย์สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ต		
นักศึกษา	นายธเนศ พุ่มไพจิตร	รหัสนักศึกษา	55070056
	นางสาววรรณิศา กำมะหยี่	รหัสนักศึกษา	55070100
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ประภาวัต		

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันระบบการสื่อสารมีบทบาทสำคัญมากในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ หากเมื่อมีเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ไม่คาดฝันเกิดขึ้น ส่งผลให้โครงข่ายพื้นฐาน (Infrastructure) ที่เป็นส่วนสำคัญในการติดต่อสื่อสารผ่านระบบการสื่อสารไร้สายนั้นไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้การติดต่อสื่อสารต่าง ๆ หยุดชะงักลงและไม่สามารถรับส่งข่าวสารได้ทันท่วงที

จากปัญหาดังกล่าวโครงงานนี้จึงได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถสื่อสารได้ในสถานการณ์ที่โครงข่ายพื้นฐานไม่สามารถใช้งานได้ โดยมีการนำเครือข่ายเฉพาะกิจของสมาร์ทโฟน (Smart-Phone Ad-Hoc Networks) มาใช้สร้างเครือข่ายสื่อสารที่ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาโครงข่ายพื้นฐาน และพัฒนาให้สมาร์ทโฟนที่อยู่ในเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถรับส่งข้อมูลออกไปยังเครือข่ายอื่น ๆ ได้เช่น อินเทอร์เน็ต โดยอาศัยกลไกเกตเวย์ที่เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างทั้งสองเครือข่ายเข้าด้วยกัน ทำให้สมาร์ทโฟนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้แม้ภายในสถานการณ์ที่โครงข่ายพื้นฐานไม่สามารถใช้งานได้ ทั้งยังสามารถขยายขอบเขตการสื่อสารให้กว้างขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Gateway Mechanism for Smart-Phone Ad-Hoc Networks and Internet		
Student	Mr. Thanet Phumphaijit	Student ID	55070056
	Ms. Wannisa Kammahyee	Student ID	55070100
Degree	Bachelor of Science		
Program	Information Technology		
Academic Year	2015		
Advisor	Asst. Prof. Dr. Sumet Prabhavat		

ABSTRACT

As we known, the communication network is important for daily life. When an unexpected disaster occurs causing damages to important network infrastructure, it disconnects network users and consequently disrupts their life. To deal with the problem, we develop a smart-phone ad-hoc network with MANET-Internet gateway mechanism to provide communication services and Internet access to mobile nodes in the ad-hoc network. This allows network users to connect to each other and to access the Internet under such the disaster situation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือจากจากหลาย ๆ บุคคลต้องขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ประภาวัต ที่ได้สละเวลาให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทั้งยังช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการ จึงทำให้โครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้สั่งสอนวิชาความรู้และแนวคิดที่เป็นประโยชน์สามารถนำมาใช้แก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่ได้พบเจอ และสามารถนำเอาความรู้ดังกล่าวไปต่อยอดในการทำงานในอนาคตภายภาคหน้า

ขอขอบคุณรุ่นพี่และเพื่อน ๆ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และคอยให้กำลังใจกันตลอดมา

และสุดท้ายนี้ที่ขาดไม่ได้เลย คือ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวของผู้จัดทำ ที่ให้ทั้งกำลังใจ และแรงสนับสนุนให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ธเนศ พุ่มไพจิตร

วรรณิศา กำมะหยี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 Wireless Fidelity (Wi-Fi) 3

2.2 Wi-Fi Direct (Wi-Fi Peer to Peer) 3

2.3 Generic Advertisement Service (GAS) 5

2.4 Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV) 6

2.5 Gateway Discovery Protocol 8

2.5.1 การค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ (Reactive Gateway Discovery) 8

2.5.2 การค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ (Proactive Gateway Discovery) 9

2.5.3 การค้นหาเกตเวย์แบบไฮบริด (Hybrid Gateway Discovery) 10

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบแอปพลิเคชัน 12

3.1 แนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชัน 12

3.2 ความต้องการของระบบ 12

3.2.1 ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลักของระบบ (Functional Requirement) 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.2 ความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลักของระบบ (Non-Functional Requirement).....13
3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 13
3.3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram).....13
3.3.2 แผนภาพคลาส (Class Diagram).....16
3.3.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram).....17
3.4 การออกแบบชุดข้อมูลที่ใช้ในแอปพลิเคชัน.....21
3.4.1 Route Request Message 21
3.4.2 Route Reply Message.....22
3.4.3 Acknowledgement Message.....23
3.4.4 Gateway Request Message.....23
3.4.5 Gateway Reply Message.....24
3.4.6 Data Message 24

บทที่ 4 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน.....26
4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน 26
4.1.1 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ของแอปพลิเคชัน.....26
4.2 ผลการทดลองการใช้งานแอปพลิเคชั่น.....29
4.2.1 ทดลองส่งข้อความภายในเครือข่ายเฉพาะกิจ.....29
4.2.2 ทดลองส่งข้อความผ่านทางเกตเวย์ไปยังเครื่องที่อยู่บนเอินเทอร์เน็ต 34

บทที่ 5 สรุปผลการพัฒนา.....38
5.1 สรุปผลการพัฒนา 38
5.2 ข้อจำกัด.....38

บรรณานุกรม 39

ประวัติผู้เขียน 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 เปรียบเทียบการทำงานของ Wi-Fi กับ Wi-Fi Direct 4
2.2 แสดงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ของ Wi-Fi Direct....4
2.3 แสดงหลักการทำงานของ GAS Service 5
2.4 แสดงรูปแบบการสื่อสารของโพรโทคอล GAS 5
2.5 แสดงรูปแบบการสื่อสารเมื่อข้อมูลเซอร์วิสต์มีขนาดใหญ่เกินไป 6
2.6 แสดงตัวอย่างการสื่อสารในเครือข่าย MANET 6
2.7 แสดงการวิธีการกระจายข้อความ RREQ....7
2.8 แสดงฟิลด์ข้อมูลของชุดข้อความ RREQ 8
2.9 แสดงหลักการทำงานของโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ....9
2.10 แสดงหลักการทำงานของโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ 10
3.1 หลักการทำงานเมื่อ Infrastructure ไม่สามารถใช้งานได้ 12
3.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)....13
3.3 แผนภาพคลาส (Class Diagram)....16
3.4 แผนภาพกิจกรรมการส่งข้อความ 17
3.5 แผนภาพกิจกรรมการรับข้อความ 18
3.6 แผนภาพกิจกรรมการร้องขอเกตเวย์ 18
3.7 แผนภาพกิจกรรมการตอบกลับการร้องขอเกตเวย์....19
3.8 แผนภาพกิจกรรมการร้องขอเส้นทาง 20
3.9 แผนภาพกิจกรรมการตอบกลับการร้องขอเส้นทาง....21
3.10 รูปแบบข้อความของ Route Request Message 22
3.11 รูปแบบข้อความของ Route Reply Message....22
3.12 รูปแบบข้อความของ Acknowledgement Message....23
3.13 รูปแบบข้อความของ Gateway Request Message....23
3.14 รูปแบบข้อความของ Gateway Reply Message 24
3.15 รูปแบบข้อความของ Data Message 24
4.1 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบของแอปพลิเคชัน 26
4.2 แสดงหน้ารับ-ส่งข้อความของแอปพลิเคชัน....27
4.3 แสดงหน้ารับ-ส่งข้อความเมื่อมีข้อความถูกส่งออกและรับเข้า 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.4 แสดงหน้า Debug Mode 29
4.5 แสดงสถานการณ์ในการทดลองแอปพลิเคชั่น 30
4.6 แสดงการส่งข้อความจากเครื่อง c ใน Debug Mode 30
4.7 แสดงการรับและส่งต่อข้อความของเครื่อง b 31
4.8 แสดงหน้าจอเครื่อง a ที่ได้รับข้อความจากเครื่อง c 32
4.9 แสดงหน้า Debug Mode ของเครื่อง a เมื่อได้รับข้อความ 33
4.10 แสดงหน้า Debug Mode ของเครื่อง b เมื่อได้รับ ACK 34
4.11 แสดงสถานการณ์ในการทดลองแอปพลิเคชั่น 35
4.12 แสดงเกตเวย์บนหน้าจอเครื่อง c 35
4.13 แสดงหน้าจอส่องข้อความออกไปยังอินเทอร์เน็ต 36
4.14 แสดงหน้า Debug Mode ที่เกตเวย์ส่งข้อความออกยังอินเทอร์เน็ต 37
4.15 แสดงหน้าจอบนคอมพิวเตอร์ที่รับข้อความจากเกตเวย์ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 คำอธิบายยูสเคส Login 14

3.2 คำอธิบายยูสเคส Send Message 14

3.3 คำอธิบายยูสเคส Receive Message 15

3.4 คำอธิบายยูสเคส Show Debug 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการสื่อสารถือเป็นเรื่องสำคัญและมีบทบาทอย่างมากในการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ และด้วยเทคโนโลยีที่มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้นจึงได้มีการพัฒนาระบบสื่อสารแบบไร้สายเพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสาร เช่น เครือข่ายโทรศัพท์ และการเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านทางเครือข่ายไร้สาย เป็นต้น เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายเหล่านี้ได้รับความนิยมในการใช้งานทั่วโลกและถือเป็นเป็นช่องทางการสื่อสารที่ส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ไปแล้ว แต่ทั้งนี้หากเกิดภัยพิบัติหรือเหตุการณ์ไม่คาดฝันขึ้นส่งผลให้โครงข่ายพื้นฐาน (Infrastructure) ถูกทำลายระบบสื่อสารไร้สายจึงไม่สามารถใช้งานได้ ทำให้ไม่สามารถที่จะกระจายข่าวสารต่าง ๆ ออกไปได้ทันท่วงที จากปัญหาดังกล่าว จึงควรมีระบบสื่อสารสำรองไว้รองรับในสภาวะที่ระบบสื่อสารหลักไม่สามารถใช้งานได้ โดยที่ระบบสื่อสารสำรองดังกล่าวเป็นการติดต่อสื่อสารกันโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาโครงข่ายพื้นฐาน หรือเรียกว่า "เครือข่ายสื่อสารเฉพาะกิจ"

ในการสื่อสารแบบเครือข่ายสื่อสารเฉพาะกิจนั้นมีการเชื่อมต่อแบบโหนดต่อโหนด (Peer-to-Peer) โดยแต่ละโหนดทำการส่งข้อความให้โหนดข้างเคียงไปเรื่อย ๆ จนถึงโหนดปลายทาง แต่ในการเชื่อมต่อสื่อสารกันภายในเครือข่ายเฉพาะกิจดังกล่าวมีข้อจำกัดทางด้านขอบเขตของการสื่อสารซึ่งจะทำให้สามารถสื่อสารกันได้เพียงแค่ในวงแคบ ๆ เท่านั้น

โครงงานนี้จึงเป็นการแก้ไขปัญหาดังที่กล่าวไป โดยมีการนำแอปพลิเคชันเพื่อการติดต่อสื่อสารเฉพาะกิจบนสมาร์ทโฟนมาพัฒนาต่อยอด ซึ่งจะใช้ประโยชน์จากโหนดที่ยังสามารถเข้าถึงโครงข่ายพื้นฐานของเครือข่ายภายนอกเช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ให้โหนดดังกล่าวทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ในการเชื่อมต่อทั้งสองเครือข่ายไว้ด้วยกัน ทำให้อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถที่จะติดต่อกันเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาโครงข่ายพื้นฐานและสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านทางเกตเวย์ ส่งผลให้สามารถติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข่าวสารไปสู่ภายนอกบริเวณที่ไม่โดนภัยพิบัตินั้นได้อย่างทันท่วงที

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาให้เครือข่ายเฉพาะกิจสามารถติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้
2. เพื่อพัฒนากลไกเกตเวย์เชื่อมโยงเครือข่ายเฉพาะกิจกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. เป้าหมายคือการรับส่งข้อความจากสมาร์ทโฟนในเครือข่ายเฉพาะกิจกับโหนดตามหมายเลขไอพีที่ระบุในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
2. โหนดในเครือข่ายสมาร์ทโฟนไม่มีการเคลื่อนที่ หรือมีการเคลื่อนที่ช้ามาก
3. สมาร์ทโฟนในการพัฒนาใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษาเทคโนโลยีเครือข่ายเฉพาะกิจและแนวทางการพัฒนาเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟน
2. ศึกษางานวิจัยก่อนหน้าเกี่ยวกับเกตเวย์ในเครือข่ายเฉพาะกิจและการค้นหาเกตเวย์
3. ศึกษาฟังก์ชันเกตเวย์ในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายเฉพาะกิจกับอินเทอร์เน็ต
4. พัฒนาเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนที่สามารถรับส่งข้อมูลกันได้
5. พัฒนากลไกสำหรับโหนดเกตเวย์ในการรับส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย
6. พัฒนากลไกสำหรับโหนดทั่วไปเพื่อให้รู้จักเกตเวย์
7. พัฒนากลไกสำหรับโหนดทั่วไปในการส่งข้อมูลไปยังอินเทอร์เน็ตผ่านเกตเวย์
8. ทดสอบและประเมินผลการทำงาน
9. วิเคราะห์และสรุปผล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ต้นแบบแนวทางการพัฒนาให้เครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนสามารถติดต่อสื่อสารกับอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งสามารถถูกพัฒนาต่อยอดไปสู่การเข้าถึงบริการต่าง ๆ บนอินเทอร์เน็ต เช่น เว็บ อีเมล ฯลฯ
2. โมบายล์แอปพลิเคชันที่ทำให้สมาร์ทโฟนในเครือข่ายเฉพาะกิจรับส่งข้อความกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ซึ่งอาจเป็นทางเลือกในสถานการณ์ไม่ปกติ ที่เครือข่ายสื่อสารพื้นฐานไม่สามารถใช้การได้ในบางพื้นที่
3. เครื่องมือสำหรับทดสอบงานวิจัยที่เกี่ยวกับการทำงานและการค้นหาเกตเวย์ในเครือข่ายเฉพาะกิจ
4. ความเข้าใจกลไกการทำงานในเครือข่ายเฉพาะกิจ และกลไกที่เกี่ยวกับเกตเวย์ในเครือข่ายเฉพาะกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแอปพลิเคชันการพัฒนากลไกเกตเวย์สำหรับการเชื่อมต่อเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ตดังนี้ Wireless Fidelity (Wi-Fi) , Wi-Fi Direct, Generic Advertisement Service (GAS) , Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV) และ Gateway Discovery Protocol

2.1 Wireless Fidelity (Wi-Fi)

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วอุปกรณ์การสื่อสารสามารถที่จะรองรับการเชื่อมต่อไร้สายได้ ในปี ค.ศ. 1999 ได้มีการจัดตั้งองค์กร Wi-Fi Alliance ที่เป็นองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรขึ้น เพื่อกำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์ Wireless Local Area Network (WLAN)โดยใช้เครื่องหมาย Wi-Fi

WLAN คืออุปกรณ์การเชื่อมต่อแบบไร้สายที่สื่อสารกันด้วยสัญญาณวิทยุ WLAN ถูกพัฒนาขึ้นโดย Institute of Electrical and Electronic Engineer (IEEE) ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 โดยการรับรองของ Wi-Fi อุปกรณ์ใน WLAN ถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ

Stations (STA) คือ อุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11 [1] ที่ถูกเชื่อมต่อแบบ Infrastructure และ Ad hoc mode โดย Stations อาจจะเป็นสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์

Access Point (AP) คือ อุปกรณ์ที่ถูกใช้ในการเชื่อมต่อแบบ Infrastructure โดยทุก STA จะถูกเชื่อมต่อกับ AP ในการเชื่อมต่อรูปแบบดาว โดย AP จะส่งข้อมูลสื่อสารกับ STA ซึ่ง AP สามารถทำงานเป็น Bride mode ซึ่งทำให้อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ AP สามารถที่จะสื่อสารไปยังเครือข่ายอื่นที่อยู่นอกเหนือจากที่เชื่อมต่ออยู่กับ AP

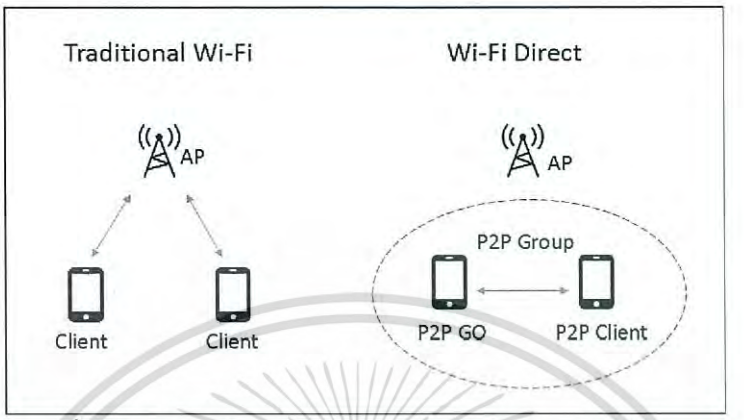
การเชื่อมต่อแบบไร้สายมีรูปแบบการเชื่อมต่อสองแบบ [2] คือ Infrastructure Mode ที่มี AP เป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อ และ Ad hoc mode ที่มีรูปแบบการเชื่อมต่อแบบโหนดต่อโหนด (Peer-to-Peer) โดย STA แต่ละตัวสามารถเชื่อมต่อกันได้โดยตรงไม่ต้องอาศัย AP ดังรูปที่ 2.1

2.2 Wi-Fi Direct (Wi-Fi Peer to Peer)

Wi-Fi Direct หรือ Wi-Fi Peer-to Peer (P2P) มีการทำงานที่เหมือนกับเทคโนโลยี Wi-Fi แบบดั้งเดิม โดยมีส่วนที่แตกต่างคือ Wi-Fi Direct ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อผ่าน AP ทางกายภาพแต่จะใช้ซอฟแวร์ AP ในการเชื่อมต่อแทน โดยการเชื่อมต่อนั้นจะถูกจัดเป็นกลุ่ม ๆ ในแต่ละกลุ่มมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Group Owner (GO) ซึ่งใช้ซอฟต์แวร์มาทำให้ GO มีหน้าที่เหมือน AP ในการเชื่อมต่อแบบ Infrastructure Mode โดยจะมีการเชื่อมต่อเข้ามาจาก P2P Client เพื่อเข้าใช้งานกับ GO

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ GO จะทำหน้าที่เป็น DHCP เพื่อแจกจ่าย IP ให้กับ P2P Client มาใช้ติดต่อกันตามรูปแบบของ OSI Network Layer หน้าที่การทำงานของ P2P Client จะทำงานเหมือนเทคโนโลยีการเชื่อมต่อแบบเก่าที่มีการใช้งาน AP ในการเชื่อมต่อ



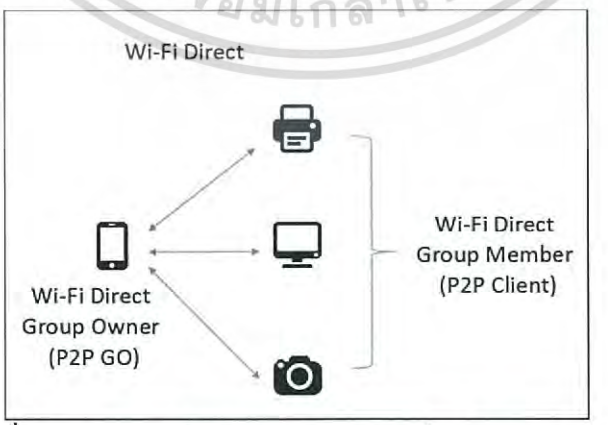
รูปที่ 2.1 เปรียบเทียบการทำงานของ Wi-Fi กับ Wi-Fi Direct

รูปแบบการค้นหาอุปกรณ์ มี 3 รูปแบบดังต่อไปนี้

1. **Standard formation** จะถูกใช้เมื่ออุปกรณ์ที่จะทำการเชื่อมต่อกันไม่ถูกเคยเชื่อมต่อเข้ากับ P2P Group เดียวกันมาก่อน จะต้องมีกระบวนการเพื่อหาว่าอุปกรณ์ใดจะทำหน้าที่เป็น GO โดยจะทำงานใน discovery phase และ find phase [3]

2. **Autonomous formation** จะถูกใช้เมื่อเลือกอุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่เป็น GO ได้แล้วโดยอุปกรณ์อื่นจะเชื่อมเข้ามาเป็น Client จะข้ามกระบวนการเลือก GO ไป

3. **Persistent formation** เมื่ออุปกรณ์มีการเชื่อมต่อกันอยู่ใน Group เดียวกันแล้วมีการขาดการเชื่อมต่อ เมื่อกลับมาเชื่อมต่อกันใหม่จะสามารถที่จะเชื่อมต่อกันได้เร็วขึ้นเนื่องจากมีการเก็บสถานะในการเชื่อมต่อเอาไว้



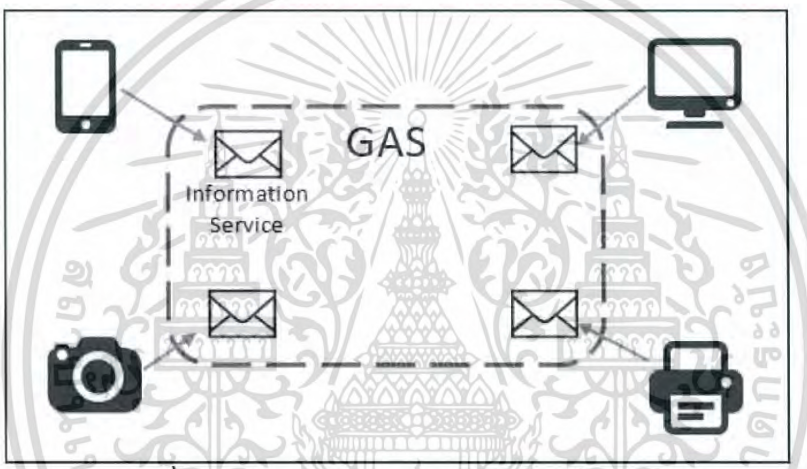
รูปที่ 2.2 แสดงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ของ Wi-Fi Direct

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Generic Advertisement Service (GAS)

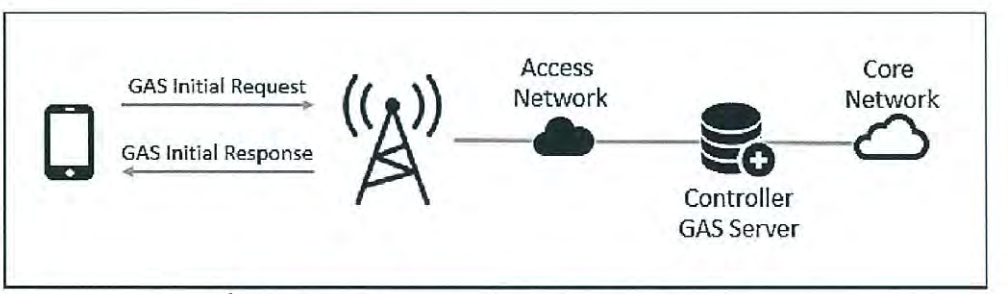
GAS เป็นโปรโตคอลที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับเซอร์วิสต์ที่ถูกประกาศออกมาจากตัวอุปกรณ์ โดย GAS ถูกออกแบบมาให้ใช้งานบรรจุข้อมูลที่ต้องใช้ในการติดต่อสื่อสาร และถูกออกแบบมาให้ใช้ในการส่งข้อมูลได้ในอนาคต

โดยโพรโทคอล GAS นั้น เปรียบเสมือนช่องทางสื่อสารที่แต่ละอุปกรณ์สามารถประกาศเซอร์วิสต์เข้ามาในช่องทางนี้ได้และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในช่องทาง สามารถที่จะนำเซอร์วิสต์ต่าง ๆ ที่ถูกประกาศไว้ไปใช้งานต่อได้ ซึ่งในหลักการทำงานนี้ของ GAS ผู้จัดทำจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนชุดข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสาร (Information Service) ให้เป็นชุดข้อความที่แอปพลิเคชั่นส่งออกไปในเครือข่าย ทำให้อุปกรณ์ที่อยู่ในช่องทางการสื่อสาร GAS สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยตรง



รูปที่ 2.3 แสดงหลักการทำงานของ GAS Service

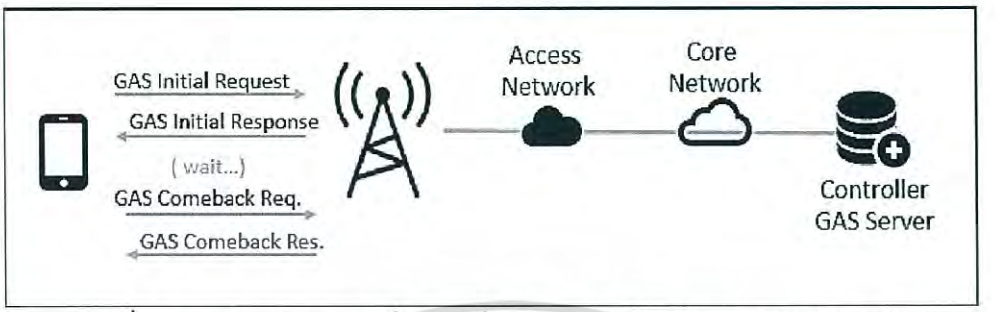
การทำงานของ GAS อยู่ในรูปแบบ Request และ Response ซึ่งรูปแบบการติดต่อแสดงดังรูป 2.4 [4] กระบวนการการทำงานของ GAS ที่เกิดขึ้นระหว่าง 2 อุปกรณ์ โดยที่เครื่องหนึ่งจะทำการส่ง GAS Initial Request เพื่อทำการร้องขอข้อมูลเซอร์วิสต์จากอุปกรณ์อีกเครื่อง และอุปกรณ์ที่ได้รับการร้องขอจะตอบกลับโดยจะทำการส่งข้อมูลเซอร์วิสต์ส่งไปในรูปแบบ GAS Initial Response



รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบการสื่อสารของโพรโทคอล GAS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

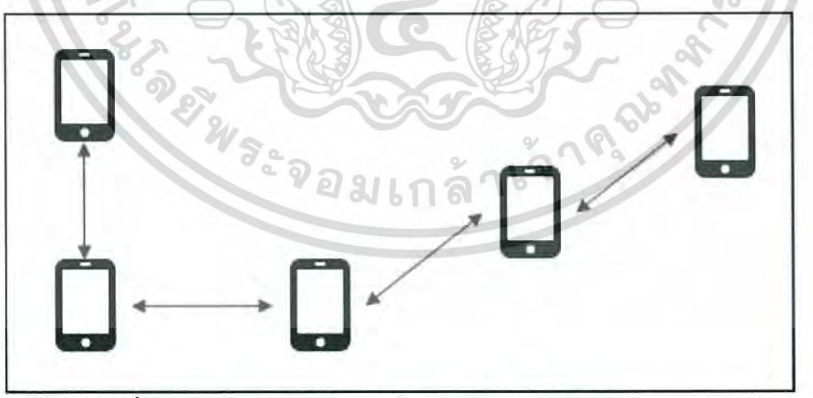
แต่ถ้าหากในกรณีที่ข้อมูลเซอร์วิสต์มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่กำหนดจะทำการแบ่งส่งข้อมูล โดยให้ตัวอุปกรณ์ที่ทำการร้องขอมานั้นส่ง GAS Comeback Request กลับมาอีกครั้งเพื่อนร้องขอข้อมูลที่เหลือดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบการสื่อสารเมื่อข้อมูลเซอร์วิสต์มีขนาดใหญ่เกินไป

2.4 Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV)

การสื่อสารในเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจ (Mobile Ad Hoc Network - MANET) [5] เป็นการสื่อสารแบบโหนดต่อโหนด (Peer-to-Peer) ซึ่งแต่ละโหนดสามารถสื่อสารกันได้โดยตรง ไม่จำเป็นต้องผ่านจุดศูนย์กลางที่เป็นโครงข่ายพื้นฐาน (Infrastructure) โดยแต่ละโหนดจะทำหน้าที่เปรียบเสมือนเราเตอร์ (Router) ที่สามารถส่งข้อความจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดเรื่อย ๆ จนถึงโหนดปลายทาง เป็นการส่งข้อมูลแบบมัลติฮอป (Multi-Hop) แต่การที่จะทำการส่งข้อมูลจากโหนดต้นทางไปยังโหนดปลายทางได้นั้นจำเป็นต้องมีโพรโทคอลในการค้นหาเส้นทางในเครือข่าย ซึ่งทางผู้จัดได้ทำสนใจโพรโทคอลค้นหาเส้นทางดังที่จะอธิบายต่อไปนี้

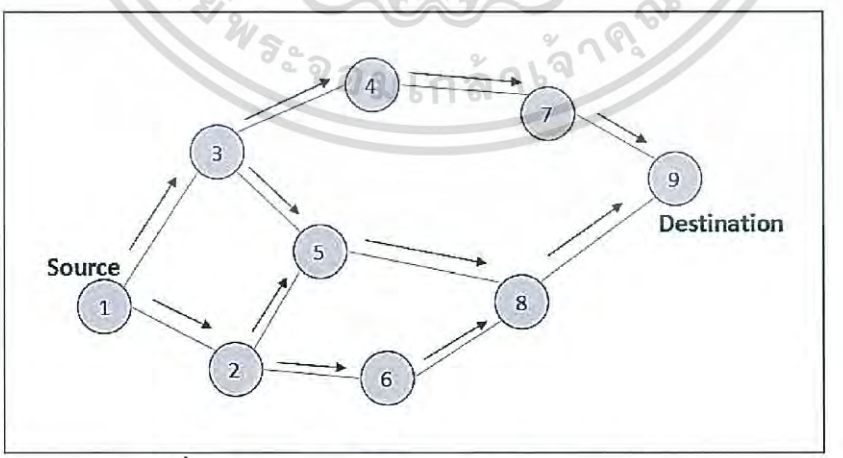


รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการสื่อสารในเครือข่าย MANET

Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV) [6] เป็นโพรโทคอลค้นหาเส้นทางแบบรีแอกทีฟบนเครือข่ายเฉพาะกิจ MANET ซึ่งเป็นโพรโทคอลที่จะทำการค้นหาเส้นทางในการเชื่อมต่อจากต้นทางไปถึงปลายทางก็ต่อเมื่อต้องการที่จะส่งข้อความเท่านั้น ในการทำงานของ AODV เมื่อโหนดต้นทางต้องการที่จะส่งข้อความไปยังโหนดปลายทางจะทำการค้นหาข้อมูลเส้นทาง (Routing Information) จากในตารางเส้นทาง (Routing Table) ก่อน ถ้าหากไม่พบข้อมูล

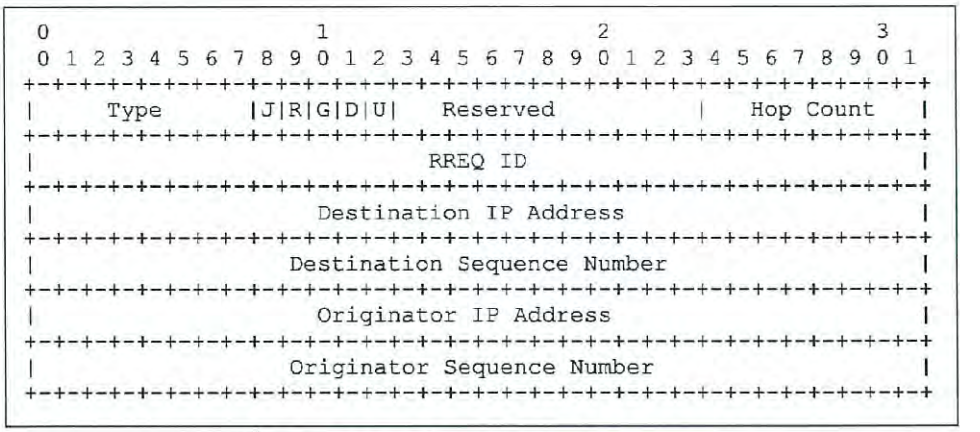
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทาง จะสร้างกระบวนการค้นหาเส้นทางขึ้น โดยโหนดต้นทางทำการกระจายข้อความร้องขอเส้นทาง (Route Request Message: RREQ) ไปให้โหนดข้างเคียงอื่น ๆ ซึ่งในข้อความ RREQ จะประกอบไปด้วย source address, destination address, source sequence number, destination sequence number และ broadcast ID ดังรูปที่ 2.8 โดยในทุก ๆ ครั้งที่โหนดต้นทางสร้างข้อความ RREQ ขึ้น broadcast ID จะเพิ่มขึ้นด้วย และหมายเลขลำดับ (Sequence number) มีความสำคัญมาก เนื่องจากใช้เพื่อกำหนดความใหม่ของข้อมูลเส้นทาง ซึ่งหมายเลขลำดับที่มีค่าสูงกว่าคือข้อมูลเส้นทางล่าสุดนั่นเอง ทำให้ AODV เป็นโพรโทคอลค้นหาเส้นทางที่แน่ใจได้ว่าจะไม่มีการเกิดลูปขึ้นในเครือข่าย (Loop Free) เมื่อโหนดต้นทางทำการกระจายข้อความ RREQ ออกไป โหนดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โหนดปลายทางได้รับข้อความนั้นมาจะทำการส่งต่อออกไปเรื่อย ๆ จนข้อความ RREQ ได้ถูกส่งไปถึงโหนดปลายทาง เมื่อโหนดที่ถูกระบุเป็นโหนดปลายทางได้รับข้อความ RREQ แล้ว จะทำการตรวจสอบ destination sequence number ของข้อความ RREQ ที่ได้รับมากับ RREQ ที่อยู่ในตารางเส้นทางของตน ถ้าข้อความ RREQ ที่ได้รับมามี destination sequence number ที่เท่ากับหรือมากกว่าข้อความ RREQ ที่ถูกเก็บไว้ จะทำการสร้าง RREP ตอบกลับไป เพื่อการันตีว่าเป็นข้อมูลเส้นทางที่ใหม่ที่สุด แต่ถ้าข้อความ RREQ ที่ได้รับมามี destination sequence number ที่น้อยกว่าก็จะทำการละทิ้งข้อความนั้นไป แต่ถ้าโหนดปลายทางไม่มี RREQ อยู่ในตารางเส้นทางก็จะทำการส่ง RREP ตอบกลับไปยังโหนดต้นทางได้ทันที เมื่อโหนดต้นทางได้รับข้อความ RREP ก็จะทราบเส้นทางไปยังโหนดปลายทางและสามารถส่งข้อความติดต่อกันได้ และในกรณีที่โหนดต้นทางไม่ได้รับข้อความ RREP ในเวลาที่จำกัด โหนดต้นทางจะทำการกระจายข้อความ RREQ ออกไปอีกครั้งเพื่อถามหาข้อมูลเส้นทาง และจะเพิ่มค่า TTL (Time-To-Live) ขึ้นด้วยเพื่อที่จะให้ข้อความ RREQ ถูกกระจายออกไปได้ไกลยิ่งขึ้น ทำให้โอกาสที่จะพบโหนดปลายทางมากขึ้น



รูปที่ 2.7 แสดงการวิธีการกระจายข้อความ RREQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงฟิลด์ข้อมูลของชุดข้อความ RREQ

นอกจากกลไกการค้นหาเส้นทางแล้ว AODV ยังมีกลไกการบำรุงรักษาเส้นทาง (Route Maintenance) โดยจะใช้ Hello Message ส่งออกไปยังโหนดข้างเคียงให้รับรู้ถึงการมีตัวตนของโหนด และเมื่อใดก็ตามที่โหนดพบว่าเส้นทางใด ๆ เกิดการสูญหายหรือไม่สามารถใช้งานได้อีก โหนดดังกล่าวจะสร้างข้อความ Route Error Message (RERR) ส่งกระจายออกไปให้โหนดข้างเคียงได้รับรู้ถึงเส้นทางที่ใช้งานไม่ได้นั้น แต่ถ้าหากโหนดต้นทางที่อยู่ภายในเส้นทางนั้นยังคงต้องการที่จะใช้งานเส้นทางอาจจะทำการค้นหาเส้นทางใหม่ต่อไปอีกก็ได้

2.5 Gateway Discovery Protocol

จากงานที่วิจัยก่อนหน้าที่ได้ศึกษา ได้พูดถึงการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายเฉพาะกิจกับเครือข่ายอื่น ๆ เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำการเชื่อมต่อทั้งสองระบบนี้เข้าด้วยกันโดยใช้กลไกการค้นหาโหนดเกตเวย์ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางการเชื่อมต่อของทั้งสองระบบ

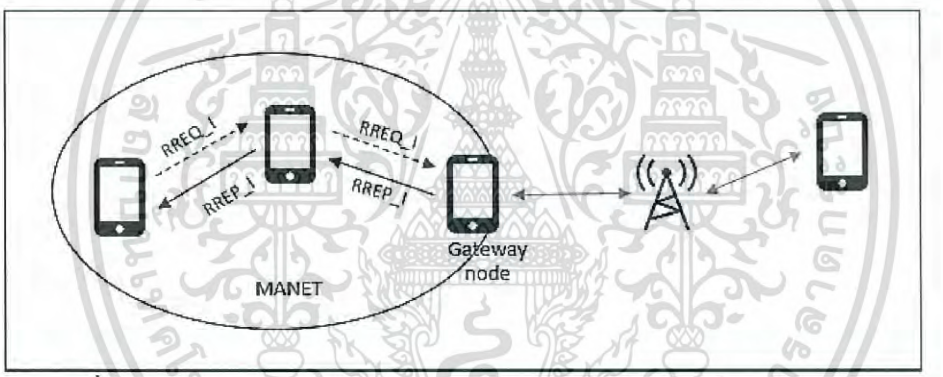
แต่ตามมาตรฐานแล้วโหนดของเครือข่ายเฉพาะกิจจะไม่มีกลไกการค้นหาเกตเวย์ดังกล่าว งานวิจัยก่อนหน้าจึงทำการปรับปรุงโพรโทคอลในเครือข่ายเฉพาะกิจให้มีกลไกค้นหาเกตเวย์ ซึ่งโพรโทคอลการค้นหาเกตเวย์ในเครือข่ายเฉพาะกิจนี้ถูกแบ่งเป็นสามโพรโทคอลย่อย ๆ ดังต่อไปนี้ คือ การค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ, การค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ และ การค้นหาเกตเวย์แบบไฮบริด จะอธิบายโพรโทคอลทั้งสามดังกล่าวในหัวข้อย่อยต่อไปนี้

2.5.1 การค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ (Reactive Gateway Discovery)

การค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ (Reactive Gateway Discovery) [7][9] นั้นจะคล้ายกับการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายเฉพาะกิจในโพรโทคอลแบบรีแอกทีฟที่จะทำการค้นหาเส้นทางเมื่อต้องการส่งข้อความเท่านั้น ดังนั้นการค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟจึงจะทำก็ต่อเมื่อต้องการส่งที่จะข้อความผ่านเกตเวย์ กลไกในการค้นหาโหนดเกตเวย์ก็จะคล้ายกับการค้นหาเส้นทางแบบรีแอกทีฟ โดยกระบวนการค้นหาเกตเวย์จะเริ่มจากโหนดที่ต้องการส่งข้อความผ่านทางเกตเวย์ โดยโหนดดังกล่าวจะสร้างข้อความ RREQ_I ซึ่งเป็นการปรับแก้ข้อความ RREQ ที่ใช้ในการร้องขอเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโพรโทคอลค้นหาเส้นทางแบบรีแอกทีฟ หรือเรียก RREQ_I อีกอย่างว่า solicitation message (SOL) เมื่อสร้างข้อความดังกล่าวแล้วโหนดดังกล่าวจะกระจายข้อความ RREQ_I ไปให้โหนดข้างเคียงทั้งหมด (ALL_MANET_GW_MULTICAST) เมื่อโหนดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เกตเวย์ได้รับข้อความนี้จะไม่ตอบกลับข้อความไปยังโหนดต้นทางแต่จะทำการกระจายข้อความต่อไปเรื่อย ๆ จนเกตเวย์ได้รับข้อความดังกล่าว เมื่อเกตเวย์ได้รับข้อความ RREQ_I จะทำการส่งข้อความ RREP_I ซึ่งปรับแก้มาจากข้อความ RREP ของโพรโทคอลค้นหาเส้นทางแบบรีแอกทีฟ ตอบกลับไปยังต้นทางแบบยูนิแคสต์ โดยในข้อความตอบกลับนั้นจะระบุหมายเลขที่อยู่ของเกตเวย์ไว้ด้วยเพื่อให้โหนดต้นทางสามารถรับรู้ได้ถึงที่อยู่ของเกตเวย์ เมื่อโหนดต้นทางได้รับข้อความตอบกลับก็จะทำการบันทึกเส้นทางลงในตารางเส้นทางและสามารถที่จะส่งข้อความผ่านทางเกตเวย์ได้ต่อไป ข้อดีของโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟคือสามารถที่จะควบคุมข้อความที่สร้างขึ้นมาได้เฉพาะเวลาที่ต้องการจะใช้งานเกตเวย์เท่านั้น ทำให้มีโอเวอร์เฮดน้อยลง ข้อเสียคือไม่สามารถรองรับการสร้างเส้นทางไว้ก่อนได้ ทำให้ถ้าเกิดการสูญเสียการเชื่อมต่อจะไม่สามารถค้นหาเกตเวย์ได้เลย



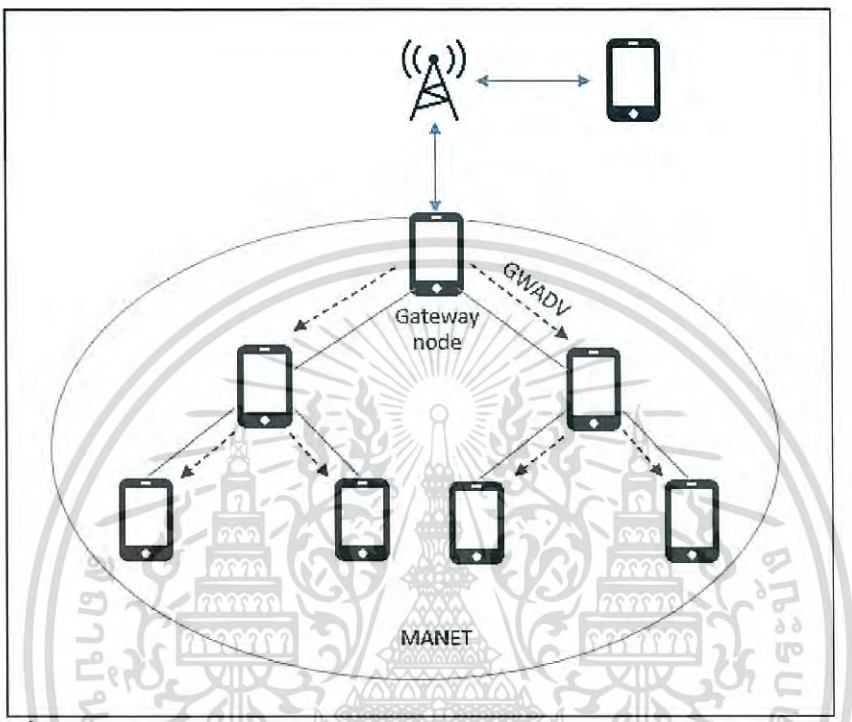
รูปที่ 2.9 แสดงหลักการทำงานของโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ

2.5.2 การค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ (Proactive Gateway Discovery)

การค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ (Proactive Gateway Discovery) [7] นั้นจะคล้ายกับการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายเฉพาะกิจในโพรโทคอลแบบโพรแอกทีฟที่จะทำการค้นหาเส้นทางไว้อยู่ก่อนแล้วเช่นเดียวกับการค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟที่จะมีการค้นหาเกตเวย์ไว้ก่อนที่จะทำการส่งข้อความผ่านทางเกตเวย์ การค้นหาเกตเวย์จะเริ่มจากโหนดเกตเวย์ทำการกระจายข้อความ Gateway advertisement (GWADV) เป็นช่วง ๆ ให้กับโหนดที่อยู่ข้างเคียง และโหนดข้างเคียงที่ได้รับก็จะกระจายข้อความต่อไปเรื่อย ๆ ซึ่ง GWADV นั้นเป็นข้อความที่ระบุข้อมูลเส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์ข้างเคียง โดยโหนดที่ได้รับต้องตัดสินใจว่าจะรับข้อมูลนั้นไว้หรือไม่ ซึ่งถ้าโหนดไม่รู้เส้นทางไปยังเกตเวย์จะทำการรับข้อมูลนั้นไว้แล้วนำไปสร้างข้อมูลเส้นทางเก็บลงในตารางเส้นทางของตนเอง หรือในกรณีที่มีข้อมูลไปยังเกตเวย์แล้วแต่ว่าข้อมูลที่ได้รับมามีเส้นทางที่สั้นกว่าข้อมูลที่ตนมีอยู่ โหนดก็จะปรับปรุงข้อมูลเส้นทางไปยังเกตเวย์ตามข้อมูลที่ได้รับมา ในการกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อความ GWADV มีข้อเสียคืออาจทำให้เครือข่ายเกิดความคับคั่งของข้อความถ้าในเครือข่ายมีโหนดจำนวนมาก โอเวอร์เฮดของเครือข่ายก็จะเยอะ และยังทำให้โหนดใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดในการกระจายข้อความอย่างสิ้นเปลืองด้วย แต่ข้อดีของการค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟคือสามารถที่จะสร้างเส้นทางไว้ก่อนจะเกิดการสูญเสียการเชื่อมต่อได้



รูปที่ 2.10 แสดงหลักการทำงานของโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ

2.5.3 การค้นหาเกตเวย์แบบไฮบริด (Hybrid Gateway Discovery)

การค้นหาเกตเวย์แบบไฮบริด (Hybrid Gateway Discovery) [8] เป็นการผสมผสานระหว่างการค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟกับแบบรีแอกทีฟ เพื่อช่วยลดข้อเสียของโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์ทั้งสองแบบ โดยมีหลักการทำงานเบื้องต้นคือโหนดที่อยู่ในระยะรอบ ๆ เกตเวย์จะใช้โพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ ส่วนโหนดที่ไม่ได้อยู่ในระยะดังกล่าวจะใช้โพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟแทน โหนดเกตเวย์จะทำการกระจาย GWADV ออกมาเป็นระยะ ๆ โหนดที่ได้รับก็จะนำข้อมูลนั้นมาอัพเดทเส้นทางของตนและช่วยกระจายออกไป ซึ่งการทำงานดังกล่าวเป็นกลไกการค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ แต่ที่แตกต่างคือในโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบไฮบริดจะมีการกำหนดจำนวนฮอปที่มากที่สุดในการกระจายข้อความ GWADV เพื่อเป็นการลดโอเวอร์เฮดในการกระจายข้อความ ซึ่งจำนวนฮอปที่จำกัดสามารถกำหนดได้ใน TTL-Field ส่วนโหนดที่อยู่นอกระยะที่กำหนดถ้าต้องการใช้งานเกตเวย์ โหนดดังกล่าวจะสร้างข้อความ RREQ_I กระจายออกไปเพื่อร้องขอเส้นทางไปยังเกตเวย์โหนดที่ได้รับก็จะทำการกระจายต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงโหนดเกตเวย์ ซึ่งเป็นกลไกการค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ และโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบไฮบริดจะมีกลไกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

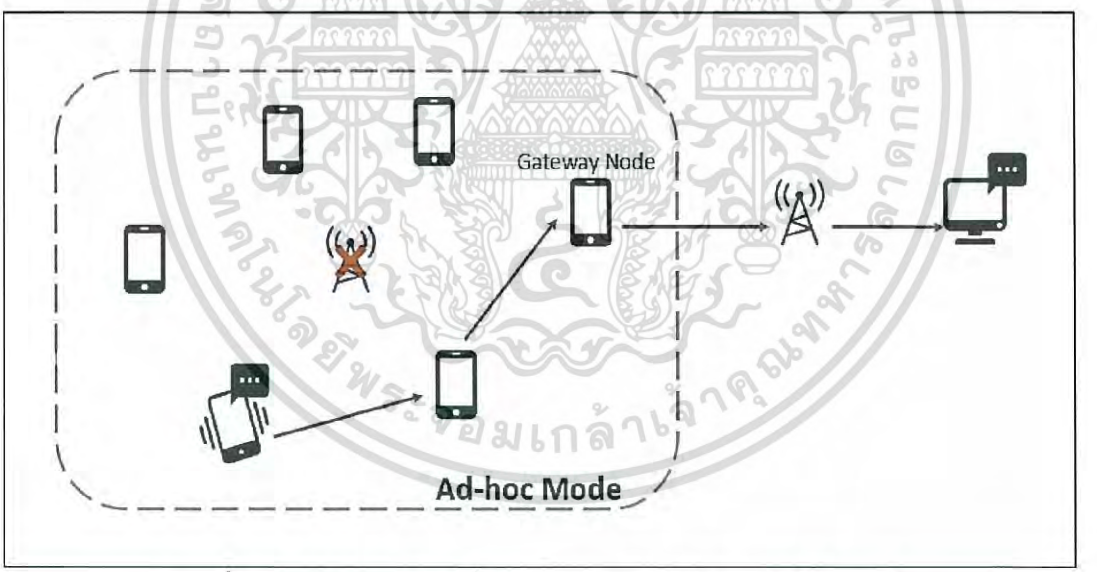
เพิ่มเติมเข้ามาคือกลไก Solicited Node หลักการทำงานของกลไกดังกล่าวคือ เมื่อโหนดได้รับ RREQ_I เพื่อร้องขอหาข้อมูลเส้นทางไปยังเกตเวย์ จะตรวจสอบข้อมูลที่ตัวมันมีอยู่ก่อน ถ้าตัวมันมีข้อมูลเส้นทางไปยังโหนดเกตวย์อยู่ โหนดนั้นจะช่วยตอบกลับข้อความ RREP_I ไปให้โหนดต้นทางที่ร้องขอมาได้ทันที ไม่จำเป็นต้องส่องต่อไปให้โหนดเกตเวย์ช่วยลดระยะเวลาในการค้นหาเกตเวย์ได้ และช่วยให้เพิ่มประระสิทธิภาพในการค้นหาเกตเวย์มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบแอปพลิเคชัน

3.1 แนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชัน

เมื่อโครงข่ายพื้นฐาน (Infrastructure) ไม่สามารถใช้งานได้เครื่องที่ติดตั้งแอปพลิเคชันจะทำงานในโหมดเครือข่ายเฉพาะกิจ เมื่อมีการร้องขอการส่งข้อความจะมีการกระจายข้อความเพื่อตรวจสอบว่า เครื่องปลายทางอยู่ภายในเครือข่ายเดียวกันหรือไม่ ถ้าตรวจพบว่าเครื่องปลายทางไม่ได้อยู่ในเครือข่ายเดียวกัน เครื่องต้นทางจะทำการค้นหาเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ ซึ่งเป็นเครื่องที่จะสามารถติดต่อสื่อสารกับโครงข่ายพื้นฐานข้างเคียงที่สามารถใช้งานได้อยู่ เครื่องเกตเวย์จึงเปรียบเสมือนประตูเชื่อมต่อระหว่างสองเครือข่ายเข้าด้วยกัน โดยเครื่องเกตเวย์จะทำหน้าที่ในการส่งต่อข้อความภายในเครือข่ายเฉพาะกิจออกไปยังเครือข่ายภายนอกที่โครงข่ายพื้นฐานยังสามารถใช้งานได้อยู่ จากกระบวนการการทำงานดังกล่าวทำให้เครื่องที่อยู่ภายในเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถที่จะติดต่อสื่อสารกับเครื่องภายนอกเครือข่ายได้



รูปที่ 3.1 หลักการทำงานเมื่อ Infrastructure ไม่สามารถใช้งานได้

3.2 ความต้องการของระบบ

3.2.1 ความต้องการที่เป็นหน้าที่หลักของระบบ (Functional Requirement)

1. ระบบสามารถที่จะระบุผู้รับได้
2. ระบบสามารถที่จะระบุผู้ส่งได้
4. ระบบสามารถที่จะส่งข้อความจากเครือข่ายเฉพาะกิจไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ความต้องการที่ไม่ใช่หน้าที่หลักของระบบ (Non-Functional Requirement)

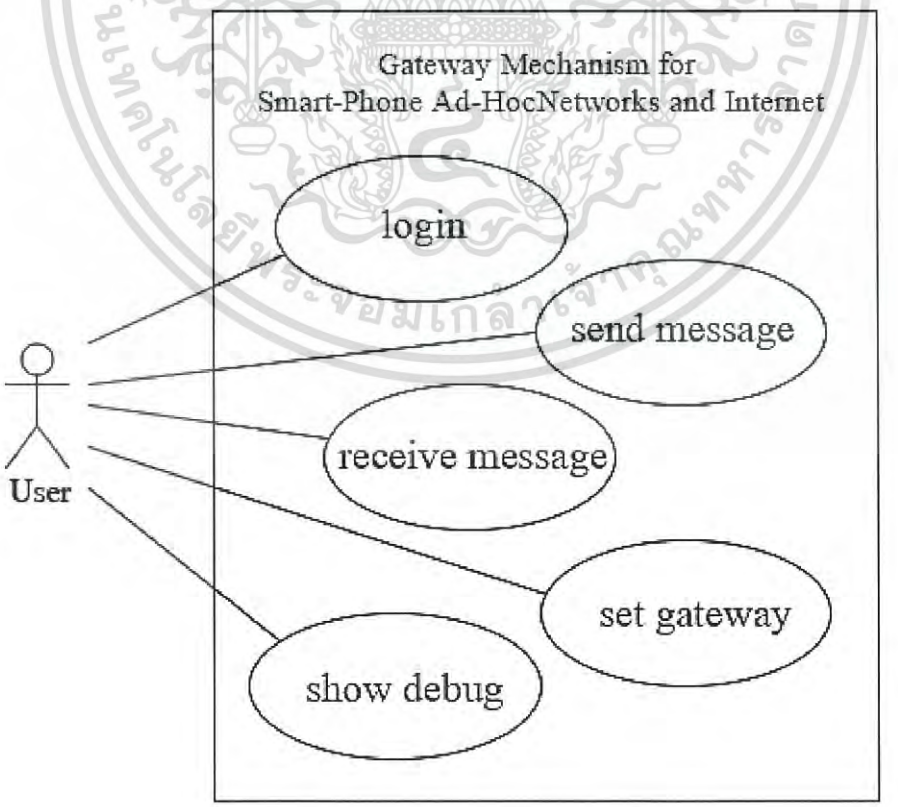
1. ระบบมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ที่ง่ายต่อการใช้งาน

3.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.3.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระว่างผู้ใช้งานกับระบบ ซึ่งจะทราบว่าระบบมีกิจกรรมอะไรบ้าง และมีใครบ้างที่เข้ามาใช้งานระบบ ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผู้ใช้ในระบบ (Actor) ประกอบไปด้วย
    1. ผู้ใช้งานทั่วไป (User)
- Use Case ของระบบ ประกอบด้วย
    1. เข้าสู่ระบบ (Login)
    2. ส่งข้อความ (Send Message)
    3. รับข้อความ (Receive Message)
    4. ตั้งค่าเกตเวย์ (Set Gateway)
    5. แสดงข้อความที่อยู่ในระบบ (Show Debug)



รูปที่ 3.2 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 คำอธิบายยูสเคส Login

Use Case Name:	Login	
Actor:	User	
Description:	เข้าสู่ระบบ	
Preconditions:	กรอกชื่อ Username ที่ผู้ใช้ต้องการ	
Post conditions:	แสดงหน้าส่งข้อความ พร้อมแสดง Username ของผู้ใช้	
Flow of events:	Actor	System
	1. เปิดแอปพลิเคชัน 2. กรอก Username ที่ต้องการ 3. กดปุ่ม Login	4. บันทึก Username ของผู้ใช้ 5. แสดงหน้าส่งข้อความ 6. แสดง Username ของผู้ใช้
Exceptions Conditions:	-	

ตารางที่ 3.2 คำอธิบายยูสเคส Send Message

Use Case Name:	Send Message	
Actor:	User	
Description:	ส่งข้อความ	
Preconditions:	กรอกชื่อผู้รับ	
Post conditions:	ส่งข้อความให้ผู้รับและแสดงข้อความที่ส่ง	
Flow of events:	Actor	System
	1. พิมพ์ข้อความที่ต้องการส่ง 2. กรอกชื่อผู้รับที่ต้องการส่งข้อความให้ 3. กดปุ่ม Send	4. ส่งข้อความไปให้ผู้รับ 5. แสดงข้อความที่ส่งออกไป
Exceptions Conditions:	ไม่กรอกชื่อผู้รับ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 คำอธิบายยูสเคส Receive Message

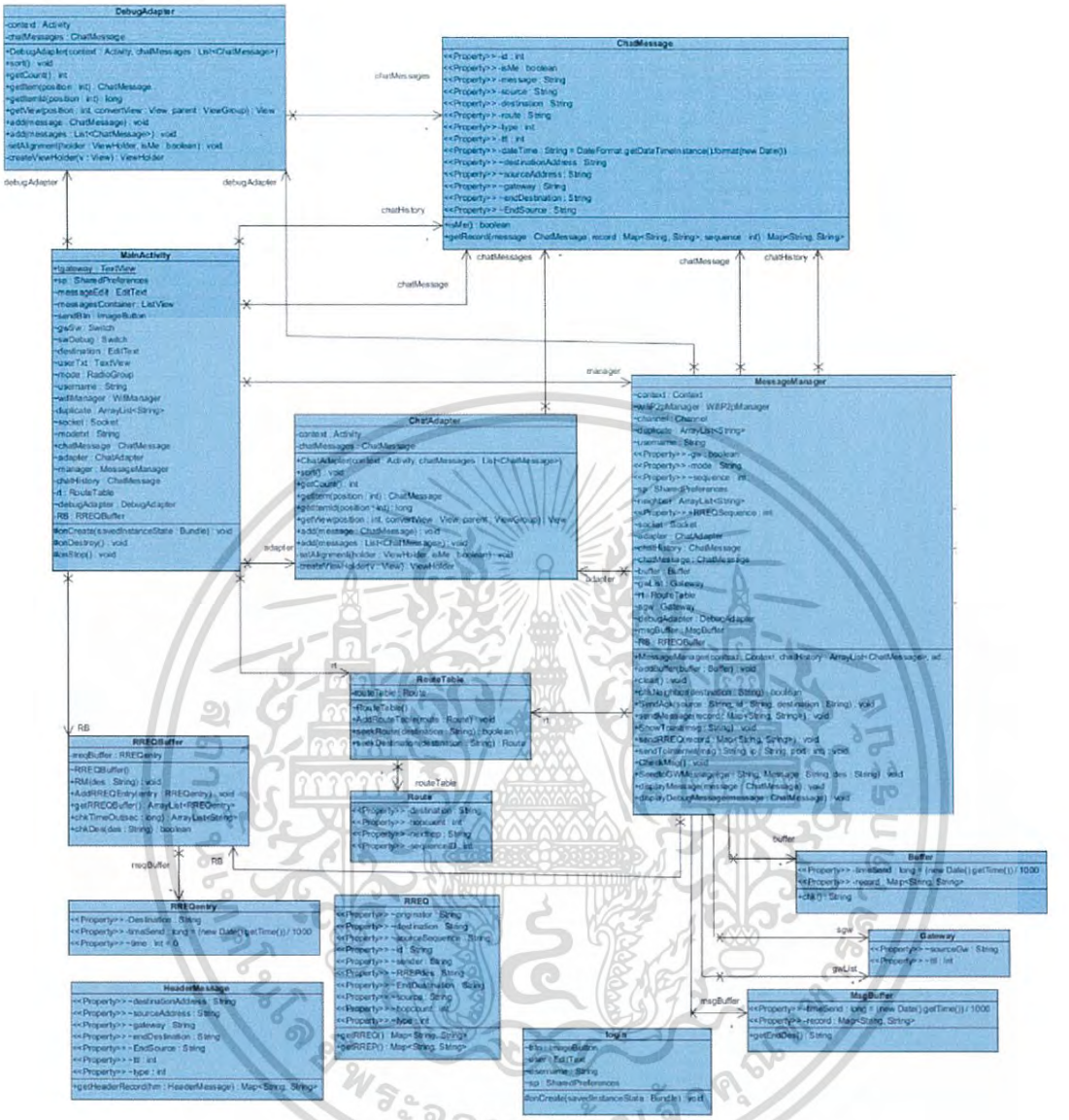
Use Case Name:	Receive Message	
Actor:	User	
Description:	รับข้อความส่งข้อความ	
Preconditions:	-	
Post conditions:	แสดงข้อความที่ได้รับ	
Flow of events:	Actor	System
		1. แสดงข้อความที่ได้รับ พร้อมชื่อผู้ส่ง
Exceptions Conditions:	-	

ตารางที่ 3.4 คำอธิบายยูสเคส Show Debug

Use Case Name:	Show Debug	
Actor:	User	
Description:	แสดงข้อความทั้งหมดของระบบ	
Preconditions:	-	
Post conditions:	แสดงข้อความที่ถูกส่งภายในระบบ	
Flow of events:	Actor	System
	1. กดเปิดปุ่ม Debug	2. แสดงข้อความที่มีอยู่ในระบบ
Exceptions Conditions:	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 แผนภาพคลาส (Class Diagram)



รูปที่ 3.3 แผนภาพคลาส (Class Diagram)

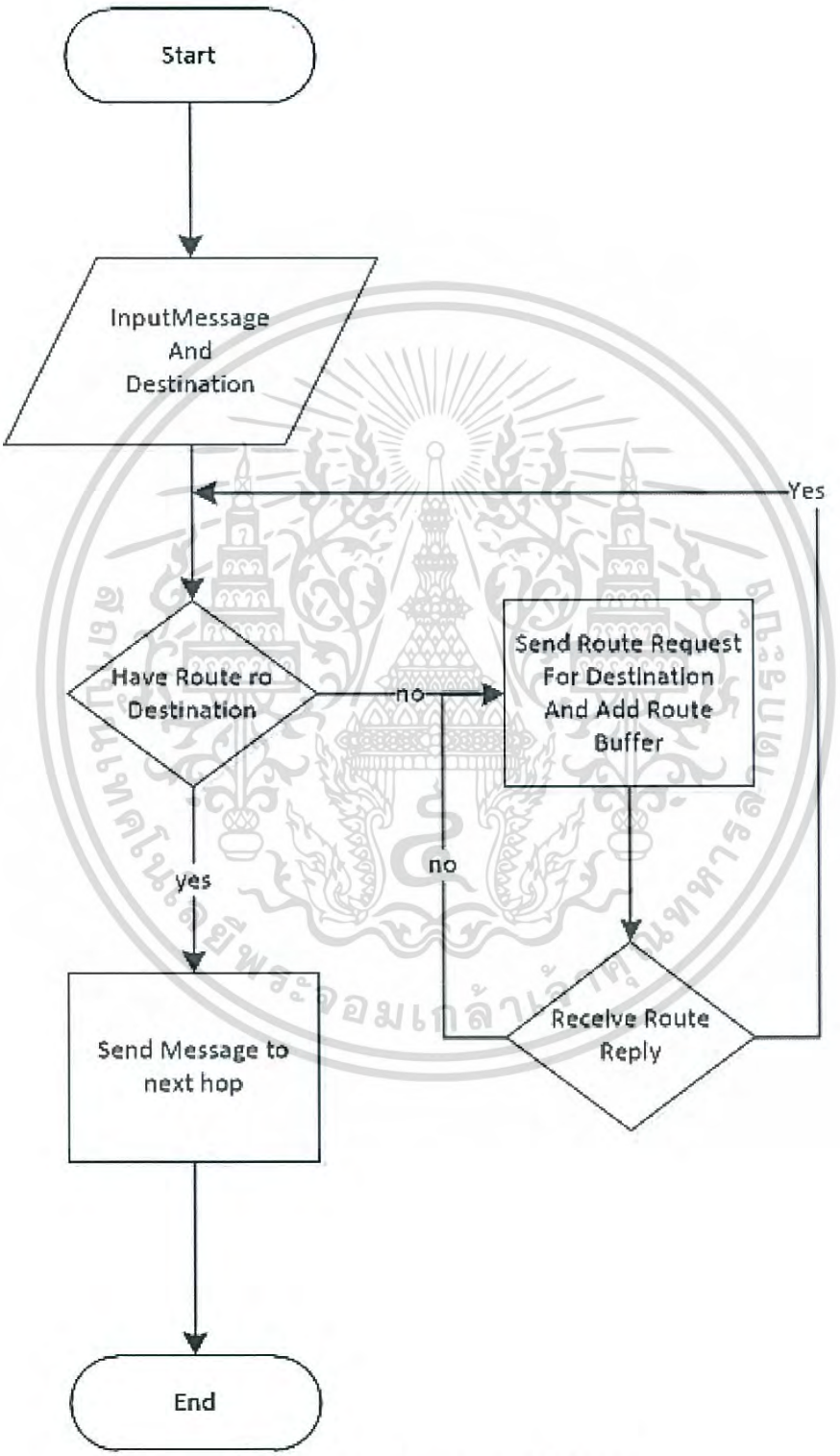
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

เป็นแผนการแสดงลำดับการทำงานของกิจกรรมต่าง ๆ

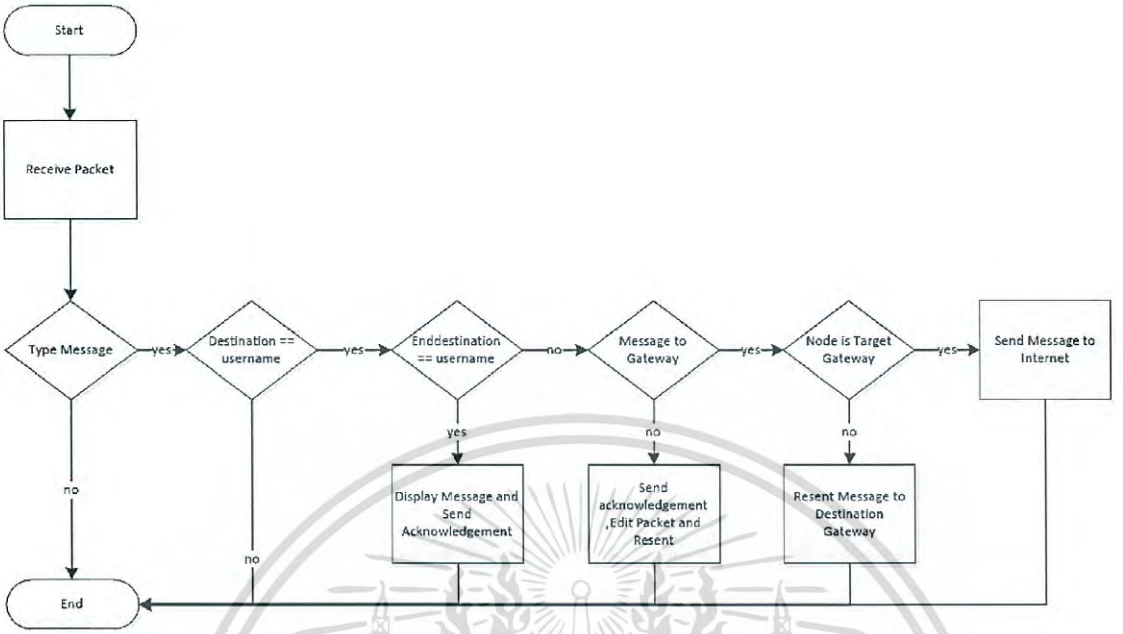
1. การส่งข้อความ



รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรมการส่งข้อความ

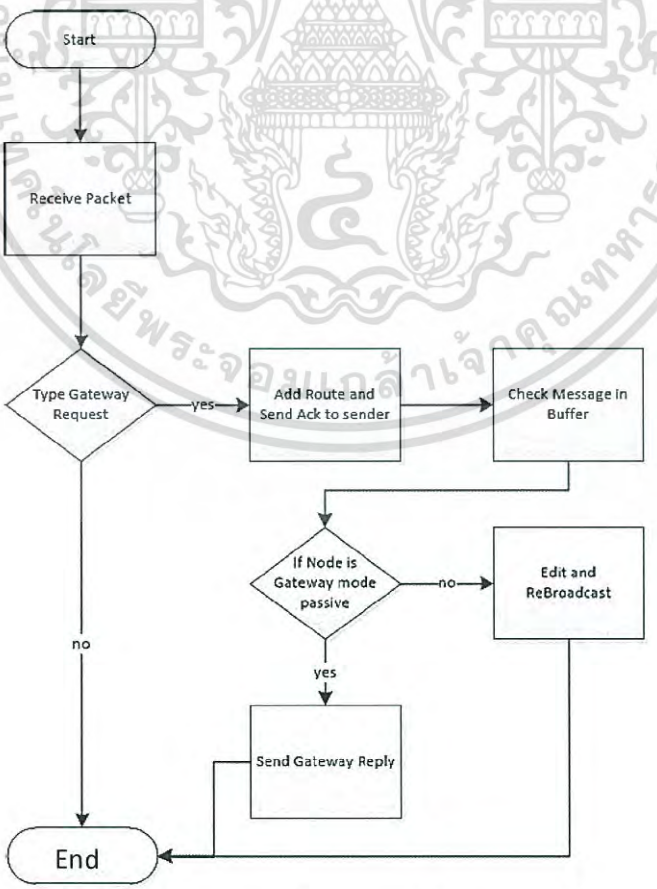
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
146248

2. การรับข้อความ



รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรมการรับข้อความ

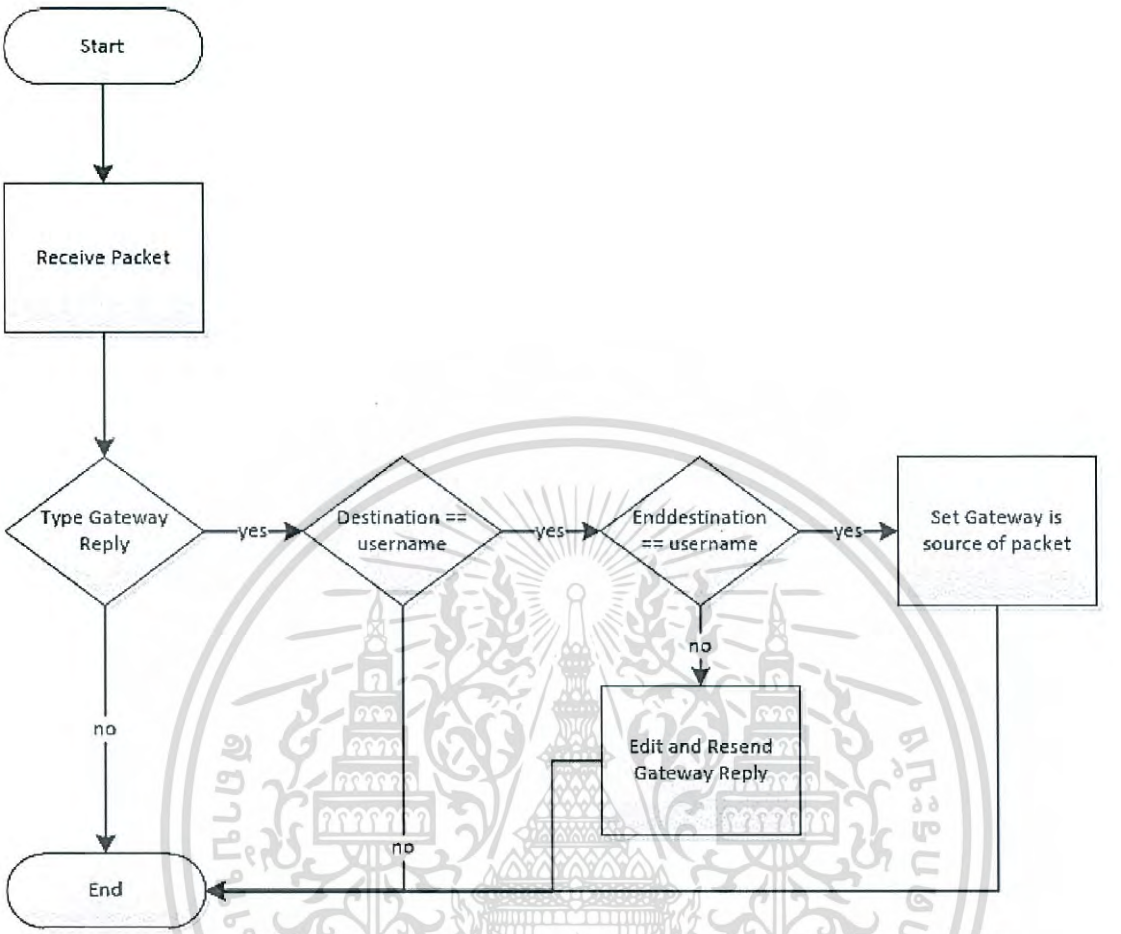
3. การร้องขอเกตเวย์



รูปที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรมการร้องขอเกตเวย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

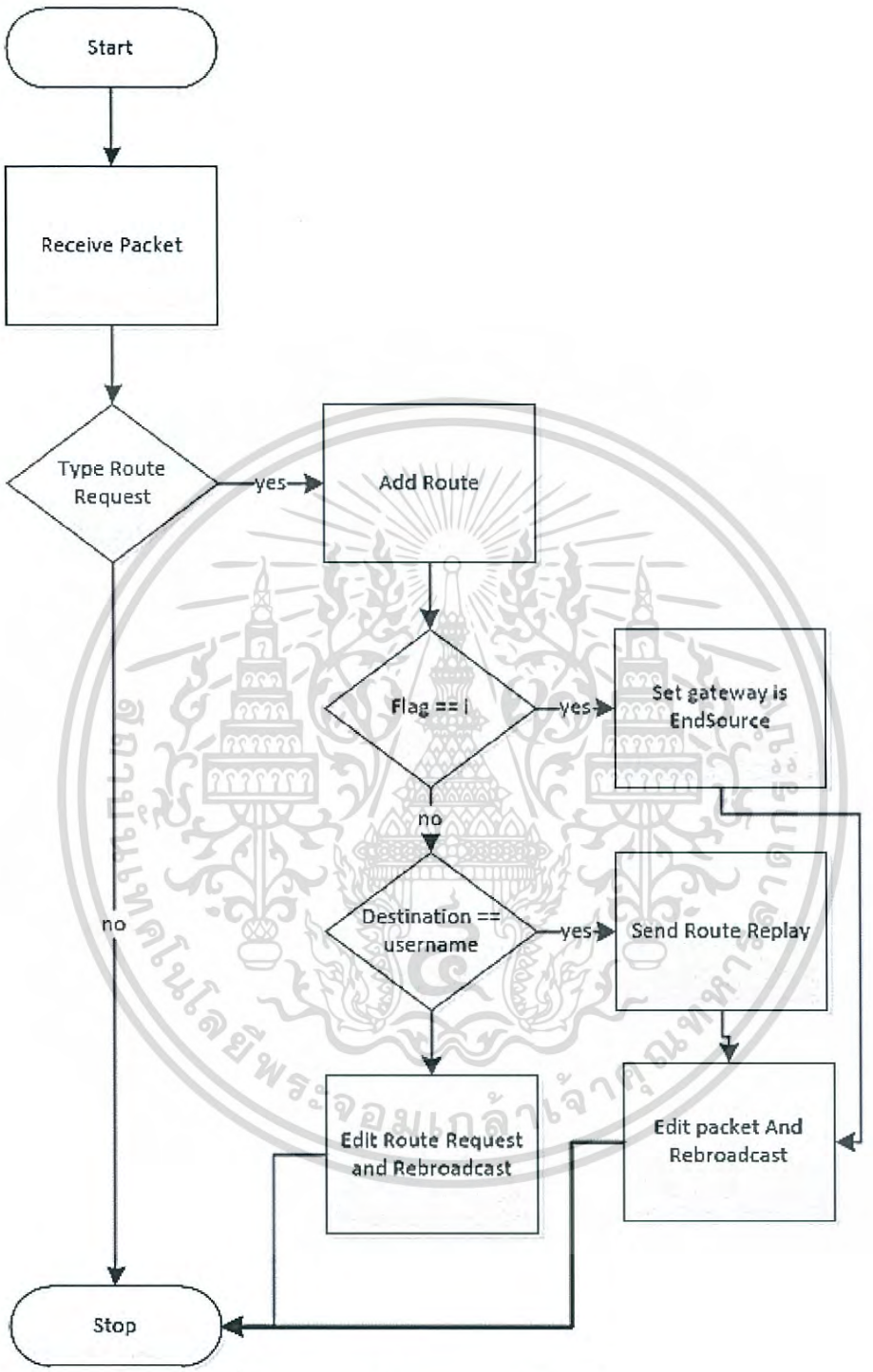
4. การตอบกลับการร้องขอเกตเวย์



รูปที่ 3.7 แผนภาพกิจกรรมการตอบกลับการร้องขอเกตเวย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

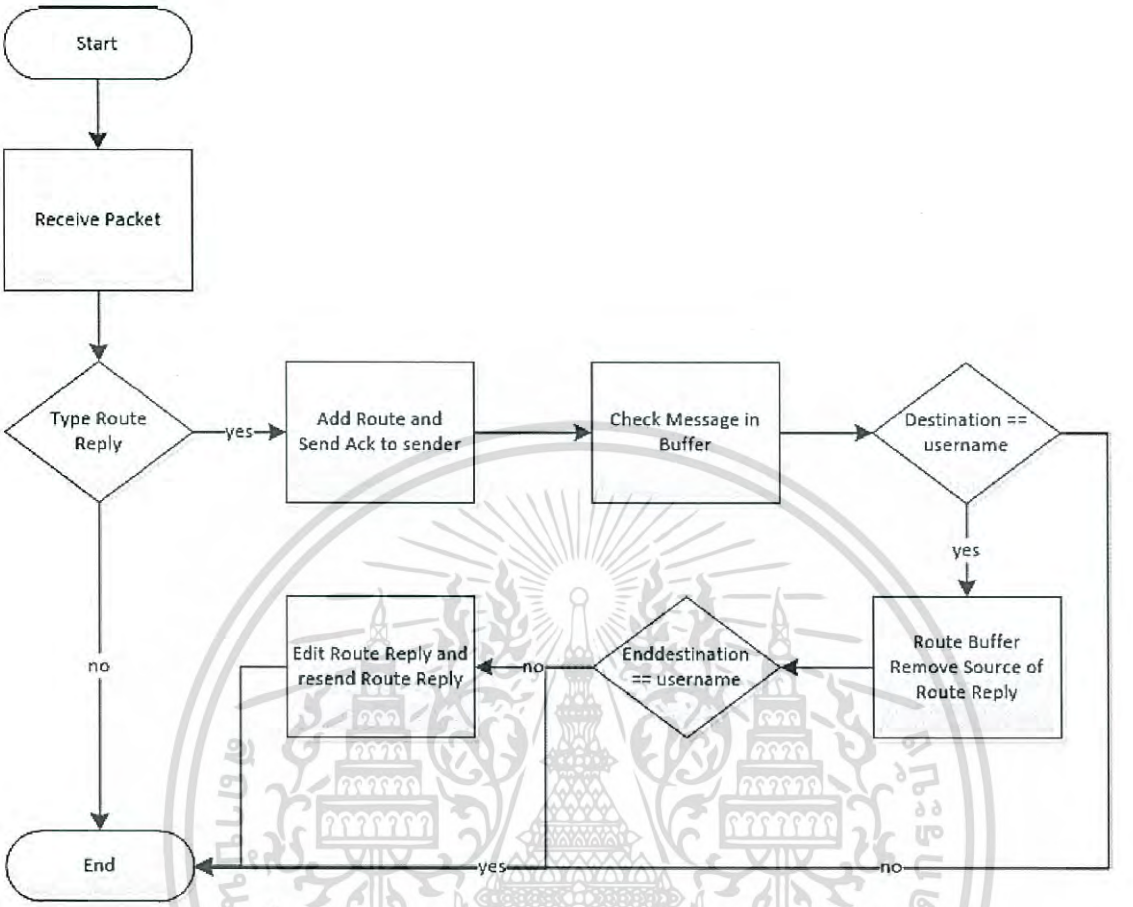
5. การร้องขอเส้นทาง



รูปที่ 3.8 แผนภาพกิจกรรมการร้องขอเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การตอบกลับการร้องขอเส้นทาง



รูปที่ 3.9 แผนภาพกิจกรรมการตอบกลับการร้องขอเส้นทาง

3.4 การออกแบบชุดข้อมูลที่ใช้ในแอปพลิเคชัน

ในแอปพลิเคชันได้มีการใช้ชุดข้อความ 6 ชนิด คือ

1. Route Request Message
2. Route Reply Message
3. Acknowledgement Message
4. Gateway Request Message
5. Gateway Reply Message
6. Data Message

ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดของแต่ละชุดข้อความในหัวข้อถัดไป

3.4.1 Route Request Message

คือ ชุดข้อความที่ถูกใช้ในการร้องขอเส้นทางภายในเครือข่ายเฉพาะกิจ โดยภายในชุดข้อความมีรูปแบบข้อความดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Originator Address	Source Sequence	RREQ. Message ID	Hop-count	Type

รูปที่ 3.10 รูปแบบข้อความของ Route Request Message

- **Hop-to-hop Source Address** คือชื่อผู้ส่งในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Hop-to-hop Destination Address** คือชื่อผู้รับในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Originator Address** คือชื่อโหนดที่ทำการเริ่มส่งข้อความ
- **Source Sequence** คือหมายเลขลำดับของต้นทาง เพื่อใช้ตรวจสอบ Routing Update
- **RREQ. Message ID** คือหมายเลขกำกับข้อความ Route Request Message
- **Hop-count** คือจำนวนฮอป
- **Type** คือชนิดของข้อความ ใน Route Request Message มี Type = 1

3.4.2 Route Reply Message

คือ ชุดข้อความที่ถูกใช้ในการตอบกลับการร้องขอเส้นทางภายในเครือข่ายเฉพาะกิจ โดยภายในชุดข้อความมีรูปแบบข้อความดังต่อไปนี้

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Originator Address	Destination Address	Source Sequence	RREP. Message ID	Hop-count	Type

รูปที่ 3.1111 รูปแบบข้อความของ Route Reply Message

- **Hop-to-hop Source Address** คือชื่อผู้ส่งในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Hop-to-hop Destination Address** คือชื่อผู้รับในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Originator Address** คือชื่อโหนดที่ทำการเริ่มส่งข้อความ
- **Destination Address** คือชื่อโหนดปลายทางที่ต้องการส่งข้อความไปหา
- **Source Sequence** คือหมายเลขลำดับของต้นทาง เพื่อใช้ตรวจสอบ Routing Update
- **RREP. Message ID** คือหมายเลขกำกับข้อความ Route Reply
- **Hop-count** คือจำนวนฮอป
- **Type** คือชนิดของข้อความ ใน Route Reply Message มี Type = 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 Acknowledgement Message

คือ ชุดข้อความที่ถูกส่งเพื่อยืนยันการได้รับข้อความต่าง ๆ โดยภายในชุดข้อความมีรูปแบบข้อความดังต่อไปนี้

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	ACK. Message ID	Type

รูปที่ 3.12 รูปแบบข้อความของ Acknowledgement Message

- **Hop-to-hop Source Address** คือชื่อผู้ส่งในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Hop-to-hop Destination Address** คือชื่อผู้รับในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **ACK. Message ID** คือหมายเลขกำกับข้อความ Acknowledgement
- **Type** คือชนิดของข้อความ ใน Acknowledgement Message มี Type = 4

3.4.4 Gateway Request Message

คือ ชุดข้อความที่ถูกใช้ในการร้องขอเส้นทางไปยังเกตเวย์ โดยภายในชุดข้อความมีรูปแบบข้อความดังต่อไปนี้

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Originator Address	Source Sequence	GWREQ. Message ID	Hop-count	Type

รูปที่ 3.13 รูปแบบข้อความของ Gateway Request Message

- **Hop-to-hop Source Address** คือชื่อผู้ส่งในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Hop-to-hop Destination Address** คือชื่อผู้รับในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Originator Address** คือชื่อโหนดที่ทำการเริ่มส่งข้อความ
- **Source sequence** คือหมายเลขลำดับของต้นทาง เพื่อใช้ตรวจสอบ Routing Update
- **GWREQ. Message ID** คือหมายเลขกำกับข้อความ Gateway Request
- **Hop-count** คือจำนวนฮอป
- **Type** คือชนิดของข้อความ ใน Gateway Request Message มี Type = 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 Gateway Reply Message

คือ ชุดข้อความที่ถูกใช้ในการตอบกลับร้องขอเส้นทางไปยังเกตเวย์ โดยภายในชุดข้อความมีรูปแบบข้อความดังต่อไปนี้

hop-to-hop Source Address	hop-to-hop Destination Address	Originator Address	End destination	ID	Type

รูปที่ 3.14 รูปแบบข้อความของ Gateway Reply Message

- **Hop-to-hop Source Address** คือชื่อผู้ส่งในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Hop-to-hop Destination Address** คือชื่อผู้รับในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Originator Address** คือชื่อโหนดที่ทำการเริ่มส่งข้อความ
- **Destination Address** คือชื่อโหนดปลายทางที่ต้องการส่งข้อความไปหา
- **GWREP. Message ID** คือหมายเลขกำกับข้อความ Gateway Reply
- **Type** คือชนิดของข้อความ ใน Route Reply Message มี Type = 6

3.4.6 Data Message

คือ ชุดข้อความที่บรรจุข้อความที่ต้องการส่ง โดยภายในชุดข้อความมีรูปแบบข้อความดังต่อไปนี้

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Gateway Address	End-to-end Source Address	End-to-end Destination Address	Data Message ID	Type	TTL
Data							

รูปที่ 3.15 รูปแบบข้อความของ Data Message

- **Hop-to-hop Destination Address** คือชื่อผู้รับในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Hop-to-hop Source Address** คือชื่อผู้ส่งในการส่งแบบโหนดต่อโหนด
- **Gateway Address** คือชื่อโหนดที่เป็นเกตเวย์
- **End-to-End Source Address** คือชื่อผู้ส่งต้นทาง
- **End-to-End Destination Address** คือชื่อผู้รับปลายทาง
- **Data Message ID** คือหมายเลขกำกับข้อความ Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Time to Live (TTL)** คือ ค่าที่ใช้กำหนดให้ข้อความสามารถส่งผ่านโหนดได้สูงสุดเท่าไหร่ เพื่อป้องกันการเกิดลูปและเพื่อลด Traffic ในเครือข่าย
- **Type** คือชนิดของข้อความ ใน Data Message มี Type = 10
- **Data** คือส่วนที่บรรจุข้อความที่ต้องการส่ง

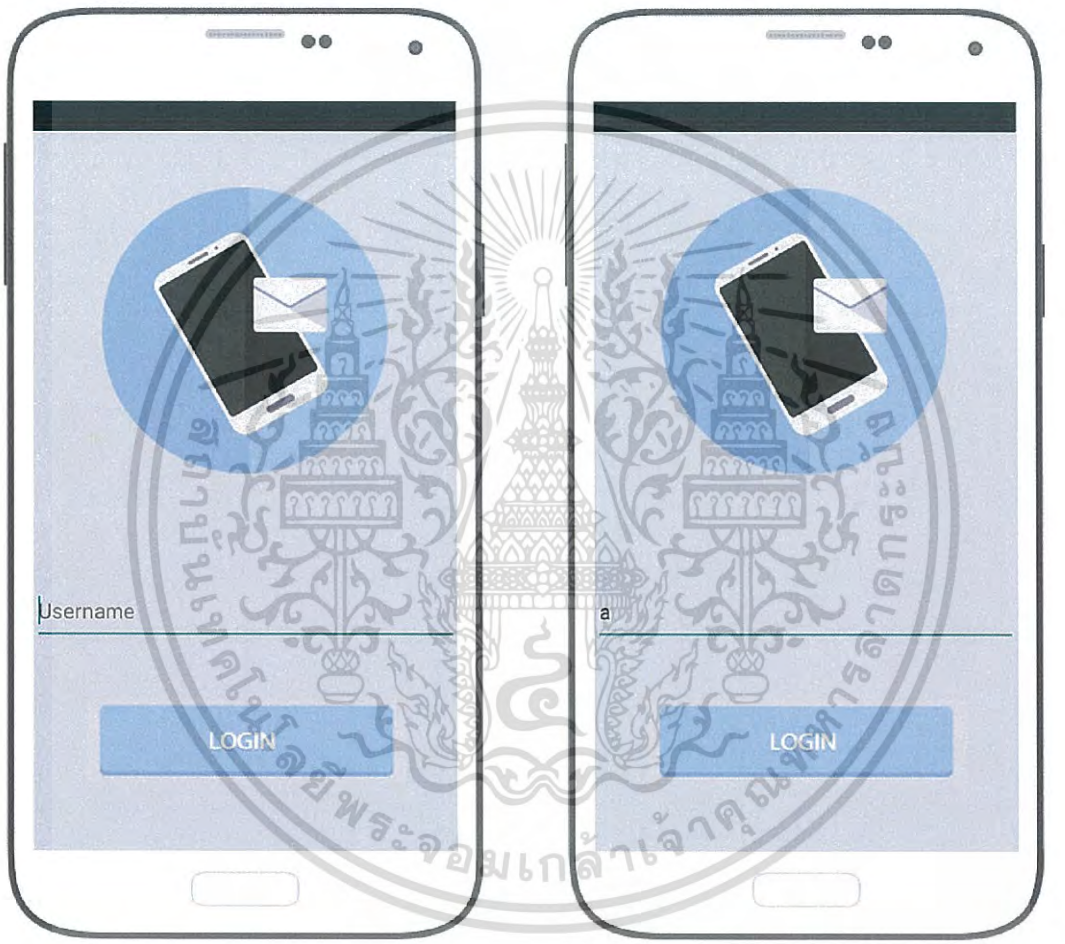
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน

4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน

4.1.1 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ของแอปพลิเคชัน

- หน้าเข้าสู่ระบบ

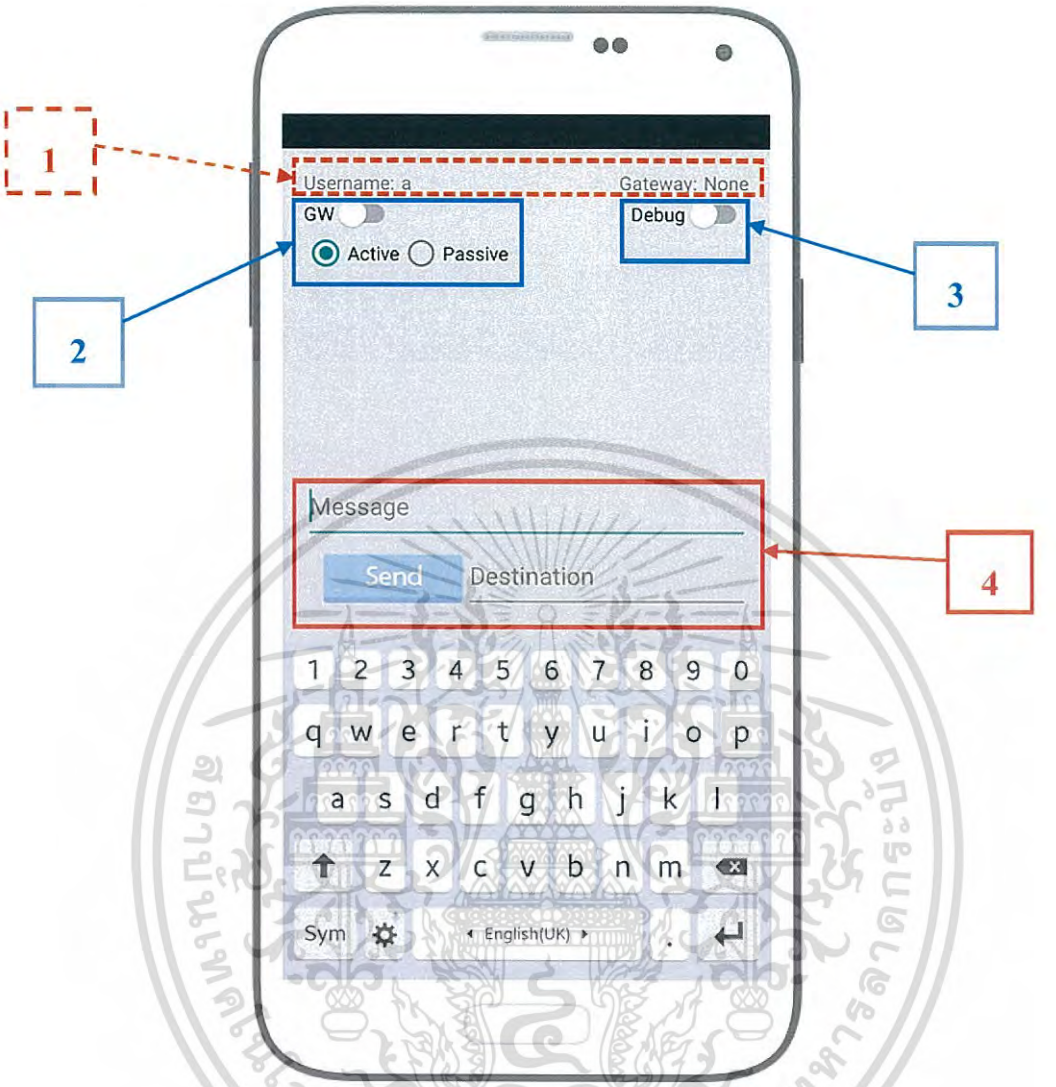


รูปที่ 4.1 แสดงหน้าเข้าสู่ระบบของแอปพลิเคชัน

รูปที่ 4.1 ในหน้าแรกของแอปพลิเคชันจะเป็นหน้าเข้าสู่ระบบ ที่ให้ผู้ใช้ทำการกรอกชื่อ (Username) ที่ต้องการ จากนั้นให้ทำการกดปุ่ม LOGIN เพื่อเข้าสู่ระบบของแอปพลิเคชัน โดยแอปพลิเคชันจะใช้ Username ที่ผู้ใช้ตั้งเพื่อเป็นการระบุตัวตนของแต่ละเครื่อง เมื่อผู้ใช้กรอก หลังจากนั้นแอปพลิเคชั่นจะแสดงหน้ารับและส่งข้อความให้ และจะแสดงชื่อ Username ไว้ด้านบนของจอภาพดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน้าแสดงการส่งและการรับข้อความ



รูปที่ 4.2 แสดงหน้ารับ-ส่งข้อความของแอปพลิเคชัน

รูปที่ 4.2 หน้าแสดงการรับและส่งข้อความ หลังจากที่ผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้วจะเข้ามาสู่หน้านี้ ซึ่งหน้านี้จะแสดงการส่งและรับข้อความทั้งหมด ภายในหน้านี้ประกอบด้วย

- ส่วนที่ 1 คือ ส่วนที่แสดงชื่อ Username ของผู้ใช้ และแสดงชื่อเครื่องที่เป็นเกตเวย์
- ส่วนที่ 2 คือ ปุ่มที่แสดงความเป็นเกตเวย์ของเครื่อง ถ้าหากเครื่องนี้เป็นเกตเวย์ที่สามารถเชื่อมต่อไปยังอินเทอร์เน็ตได้ ผู้ใช้ต้องเปลี่ยนค่าให้เป็น ON โดยในกลไกเกตเวย์นั้นผู้ใช้สามารถเลือกโหมดในการค้นหาเกตเวย์ได้ 2 โหมดดังนี้

Active Mode คือ โหมดที่เครื่องเกตเวย์จะประกาศตนเองให้เครื่องในเครือข่าย

Passive Mode คือโหมดที่เครื่องที่ต้องการค้นหาเกตเวย์จะต้องส่งข้อความออกไปค้นหาเกตเวย์ด้วยตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่วนที่ 3 คือ ปุ่มแสดง debug ของแอปพลิเคชัน เพื่อแสดงข้อความทั้งหมดในระบบทั้งที่แสดงในส่วนรับส่งข้อความและข้อความที่ไม่แสดงในส่วนดังกล่าว
- ส่วนที่ 4 คือ ส่วนที่ผู้ใช้สามารถส่งข้อความ โดยต้องกำหนด Destination เป็นชื่อ (Username) ของเครื่องปลายทาง และ Message คือข้อความที่ผู้ใช้ต้องการส่งไปให้เครื่องปลายทาง จากนั้นกดปุ่ม SEND ข้อความจะถูกส่งออกไปให้เครื่องที่ระบุเป็น Destination

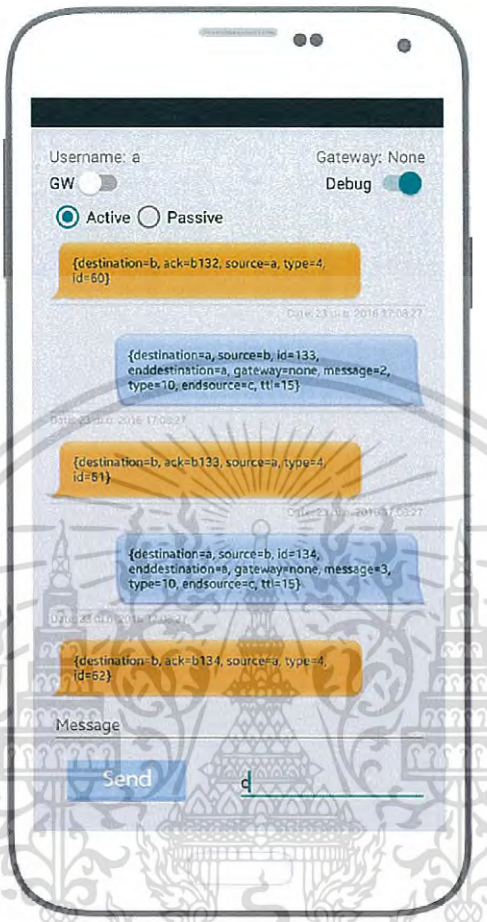
ในรูปที่ 4.3 เป็นการส่งข้อความระหว่างเครื่อง c กับเครื่อง a โดยแอปพลิเคชันจะแสดงให้เห็นว่าข้อความนั้นถูกส่งไปที่เครื่องใด และเมื่อเครื่อง a ได้รับข้อความจะแสดงข้อความบนหน้าจอพร้อมกับแสดงว่าข้อความนั้นถูกส่งมาจากเครื่องใด

รูปที่ 4.3 แสดงหน้ารับ-ส่งข้อความเมื่อมีข้อความถูกส่งออกและรับเข้า

ในส่วนของหน้า Debug จะทำการแสดงข้อความทั้งหมดที่ถูกส่งและรับเข้ามาในเครื่องของผู้ใช้ พร้อมทั้งแสดงข้อมูลทั้งหมดในแพ็กเก็ตของข้อความเหล่านั้น เช่น ข้อความที่เป็น Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Advertisement, ข้อความที่เป็น Acknowledgement หรือข้อความที่เป็น Data Message เป็นต้น ดังรูปที่ 4.4 ซึ่งรูปแบบชุดข้อมูล (Message Format) ของแต่ละข้อความได้อธิบายไว้แล้วในบทที่ 3



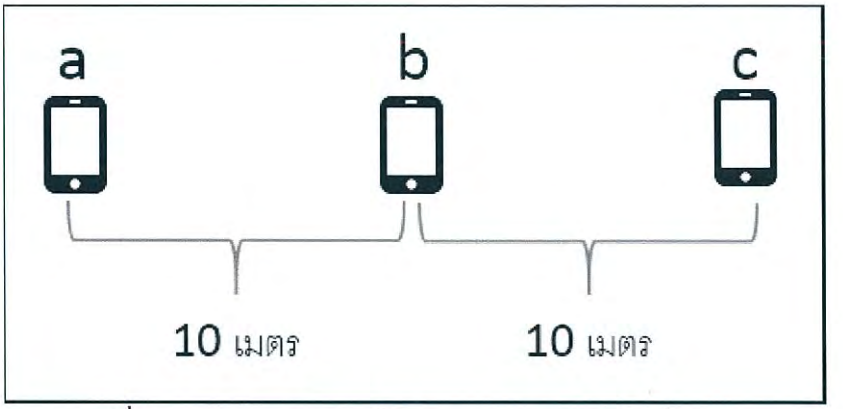
รูปที่ 4.4 แสดงหน้า Debug Mode

4.2 ผลการทดลองการใช้งานแอปพลิเคชั่น

4.2.1 ทดลองส่งข้อความภายในเครือข่ายเฉพาะกิจ

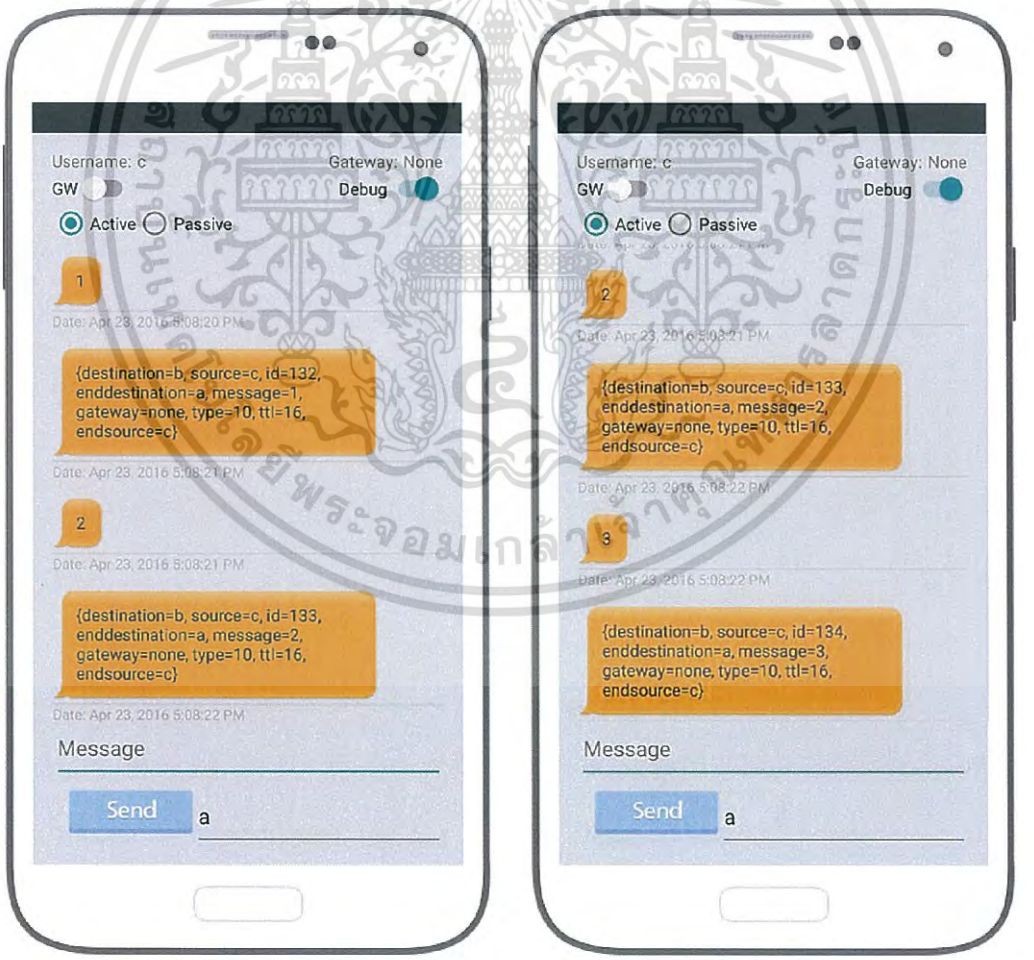
ในการทดลองนี้จะใช้เครื่องทั้งหมด 3 เครื่องด้วยกัน ซึ่งได้ตั้งค่า Username ของทั้งสามเครื่องว่า a, b และ c ตามลำดับ และโดยจะให้แต่ละเครื่องตั้งเรียงกันดังรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงสถานการณ์ในการทดลองแอปพลิเคชั่น

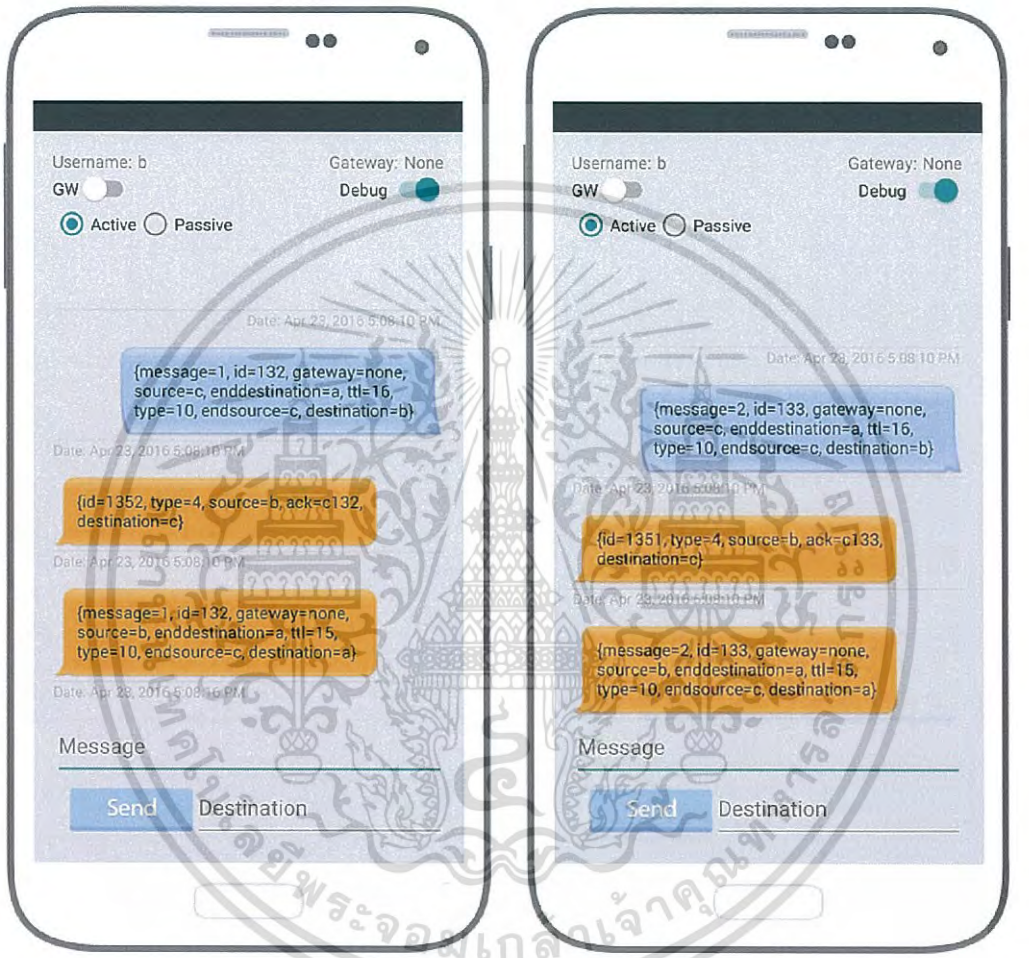
จะทดลองการส่งข้อความในเครือข่ายเฉพาะกิจแบบมัลติฮอป โดยให้เครื่อง c ทำการส่งข้อความหาเครื่อง a และให้เครื่อง b เป็นเครื่องที่ช่วยส่งต่อข้อความระหว่างทั้งสองเครื่อง เครื่อง c ส่งข้อความ 1, 2, 3 ไปให้เครื่อง a เมื่อเปิด Debug Mode ของแอปพลิเคชั่นจะเห็นแพ็กเก็ตที่เครื่อง c ทำการส่งไปหาเครื่อง a ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงการส่งข้อความจากเครื่อง c ใน Debug Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการส่งข้อความแบบมัลติฮอปในเครือข่ายเฉพาะกิจ เครื่อง c จะไม่สามารถส่งหาเครื่อง a ได้โดยตรง แต่จะอาศัยเครื่อง b ในการส่งต่อข้อความ ซึ่งในรูปที่ ... แสดงให้เห็นว่าเครื่อง b ได้รับข้อความจากเครื่อง c และจะตรวจสอบว่าใช่ข้อความที่ส่งถึงของตนเองหรือไม่ ถ้าไม่ใช่เครื่อง b ก็จะส่งต่อข้อความออกไป โดยก่อนส่งข้อความออก เครื่อง b จะส่ง Acknowledgement Message (ACK) กลับไปเครื่อง c ด้วยเพื่อยืนยันการได้รับข้อความ เครื่อง c ก็จะได้รับ ACK ดังในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงการรับและส่งต่อข้อความของเครื่อง b

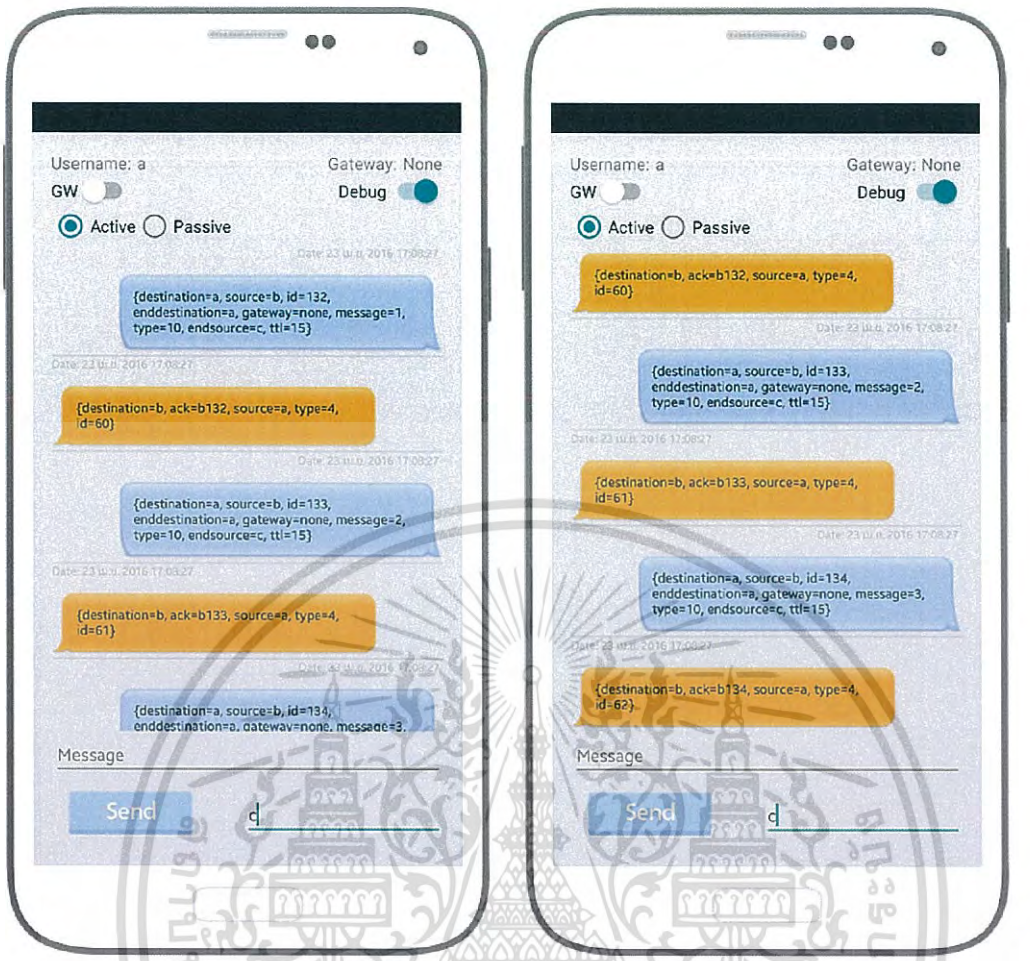
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอเครื่อง a ที่ได้รับข้อความจากเครื่อง c

เมื่อเครื่อง b ทำการส่งต่อข้อความไปให้เครื่อง a แล้ว เครื่อง a เมื่อได้รับข้อความก็จะแสดงผลในหน้ารับส่งข้อความ ถึงแม้ว่าเครื่อง a จะได้รับข้อความที่เครื่อง b ส่งต่อมา แต่แท้จริงแล้วข้อความถูกส่งมาจากต้นทางที่เป็นเครื่อง c ดังนั้นในหน้ารับส่งข้อความจึงแสดงว่าข้อความส่งมาจากเครื่อง c ที่เป็นต้นทางนั่นเอง

แต่เมื่อกดเปิด Debug mode จะเห็นว่า a รับข้อความมาจาก b จริง โดยดูจาก Source=b แต่ endSource คือเครื่อง c ดังนั้นยืนยันได้ว่าข้อความถูกส่งมาจากเครื่อง c แต่เครื่อง b เป็นแค่ตัวกลางในการส่งต่อเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงหน้า Debug Mode ของเครื่อง a เมื่อได้รับข้อความ

เมื่อ a ได้รับข้อความแล้วก็จะส่ง ACK กลับไปให้เครื่อง b โดยอัตโนมัติ ซึ่งเครื่อง b ก็จะได้รับ ACK ที่เครื่อง a ส่งกลับมาดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

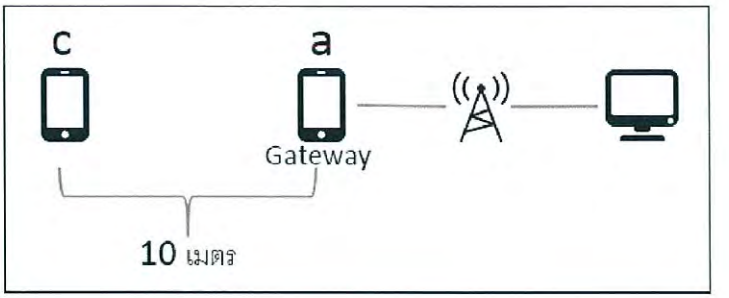
รูปที่ 4.10 แสดงหน้า Debug Mode ของเครื่อง b เมื่อได้รับ ACK

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชั่นสามารถส่งข้อความแบบมัลติฮอปได้จริง โดยสามารถแสดงรายละเอียดทั้งหมดเพื่อยืนยันการส่งแบบมัลติฮอปได้

4.2.2 ทดลองส่งข้อความผ่านทางเกตเวย์ไปยังเครื่องที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ในการทดลองจะกำหนดให้เครื่องในเครือข่ายเฉพาะกิจมีสองเครื่องคือเครื่อง a และ c โดยให้เครื่อง a เป็นเกตเวย์สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ และมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังรูป 4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงสถานการณ์ในการทดลองแอปพลิเคชั่น

เมื่อปุ่มเกตเวย์ของเครื่อง a ถูกกดเปิด จะทำให้หน้าจอในเครื่อง c เปลี่ยนชื่อเกตเวย์เป็นเครื่อง a ดังในรูปที่ 4.12

รูปที่ 4.12 แสดงเกตเวย์บนหน้าจอเครื่อง c

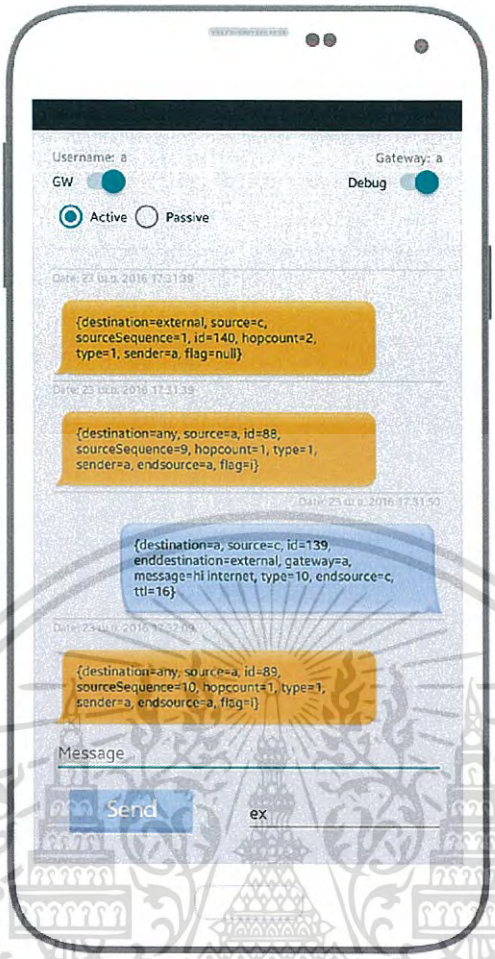
ทดลองให้เครื่อง c ส่งข้อความออกไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านทางเครื่อง a ที่เป็นเกตเวย์ โดยเครื่อง c จะระบุ destination ที่ไม่มีในเครือข่ายเฉพาะกิจ ตัวอย่างในรูปที่ 4.13 คือมี destination เป็น external

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

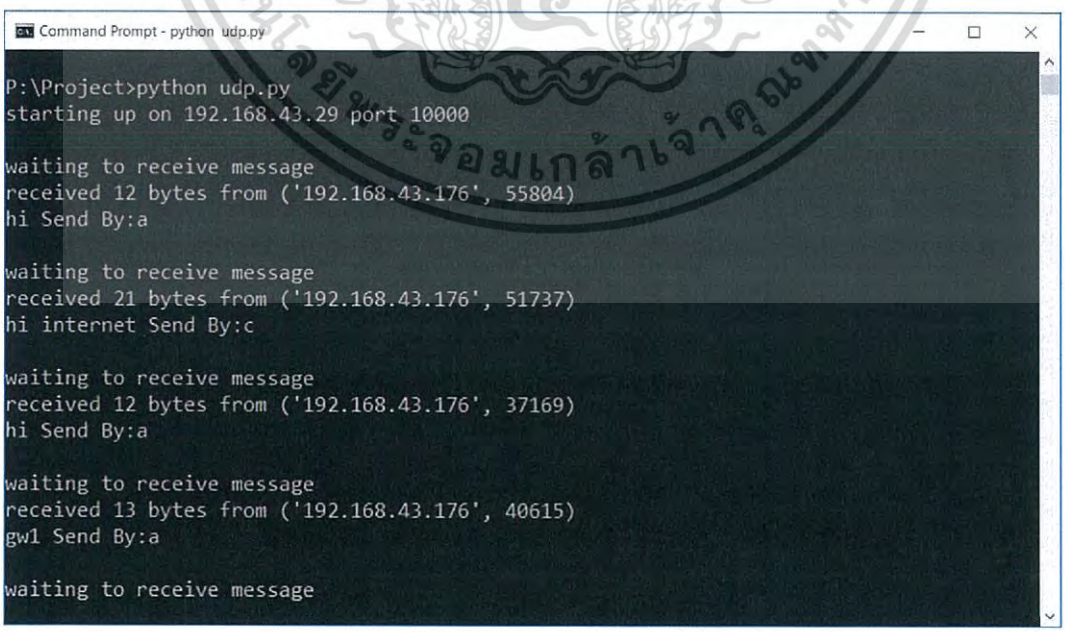
รูปที่ 4.13 แสดงหน้าจอส่งข้อความออกไปยังอินเทอร์เน็ต

ข้อความที่เครื่อง c ส่งออกไปจะถูกส่งไปให้เกตเวย์ เนื่องจากว่าในเครือข่ายเฉพาะกิจไม่มี destination นั้น ๆ เมื่อ a ที่เป็นเกตเวย์ได้รับข้อความมาแล้ว จะส่งต่อออกไปในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ดังรูปที่ 4.14 ให้กับคอมพิวเตอร์ที่ทดลองรันระบบรับข้อความไว้ ดังรูปที่ 4.15 จากทดลองจะเห็นว่าเครื่องในเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถที่ส่งข้อความออกไปยังภายนอกได้ผ่านทางเกตเวย์ แต่เนื่องจากระบบที่ได้ทำการพัฒนาถือเป็นต้นแบบให้นำไปต่อยอดเพื่อใช้ได้ประโยชน์มากขึ้นเช่น สามารถนำไปต่อยอดเป็นอีเมล์ หรือเว็บบราวเซอร์ เป็นต้น ทำให้ระบบในตอนนี้สามารถส่งไปให้แค่คอมพิวเตอร์ที่กำหนด IP Address ไว้แล้วเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 แสดงหน้า Debug Mode ที่เกตเวย์ส่งข้อความออกยังอินเทอร์เน็ต



รูปที่ 4.15 แสดงหน้าจอบนคอมพิวเตอร์ที่รับข้อความจากเกตเวย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการพัฒนา

5.1 สรุปผลการพัฒนา

ในโครงงานนี้ได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันเกี่ยวกับกลไกเกตเวย์เชื่อมต่อเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ต ทำให้สมาร์ทโฟนที่อยู่ภายในเครือข่ายเฉพาะกิจจะสามารถติดต่อกับเครื่องอื่นที่อยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ผ่านทางเครื่องสมาร์ทโฟนที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นเกตเวย์การเชื่อมต่อทั้งสองเครือข่ายเข้าด้วยกัน เหมาะสำหรับสถานการณ์ที่โครงสร้างพื้นฐานไม่สามารถใช้งานได้ในบริเวณหนึ่ง

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้จำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมเข้ามาใช้พัฒนา โดยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโพรโทคอลการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายและได้เลือกประยุกต์ใช้โพรโทคอล Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV) กับแอปพลิเคชันที่พัฒนา นอกจากนี้ยังได้ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการค้นหาเกตเวย์เพื่อมาพัฒนาให้แอปพลิเคชันมีการค้นหาเกตเวย์ทั้งสองรูปแบบคือ แบบ Active ที่อ้างอิงมาจากการค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ และ แบบ Passive ที่อ้างอิงมาจากการค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ และในการพัฒนาใช้เทคโนโลยี Wi-Fi Direct เข้ามาช่วยในการส่งข้อความ ซึ่งได้นำกลไกการประกาศเซอร์วิสต์ที่เรียกว่าโพรโทคอล Generic Advertisement Service (GAS) มาดัดแปลงในการรับส่งข้อความ และมีการพัฒนาให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถที่รับข้อความจากสมาร์ทโฟนที่อยู่ในเครือข่ายเฉพาะกิจได้

5.2 ข้อจำกัด

1. อุปกรณ์ที่สามารถติดตั้งแอปพลิเคชันนี้ต้องใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.0 Jelly Bean ขึ้นไป
2. เวลาในการรับส่งข้อความไม่คงที่ และใช้เวลาค่อนข้างนานในการรับส่งข้อความแต่ละครั้ง เนื่องจากต้องมีการค้นหาข้อความรอบข้างตลอดเวลา ทำให้ไม่สามารถส่งข้อความได้รวดเร็วเท่ากับข้อความที่มีการสร้างการเชื่อมต่อไว้ก่อนแล้ว
3. การส่งข้อความจากเครือข่ายเฉพาะกิจไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถส่งไปได้แค่เครื่องที่กำหนด IP Address ไว้เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Ning Zhang. "**Wi-Fi Direct based Smart Set-up (WDSS) in Lighting Systems**." Master's Thesis Department of Telecommunications, Faculty of Engineering, Mathematics and Computer Science, Delft University of Technology. 2012

[2] Wi-Fi Alliance. "**Mobile Ad-Hoc Networking: Wi-Fi CERTIFIED™ IBSS with Wi-Fi Protected Setup™**" 2012

[3] Jimmy Tieu and Sihan Ye. "**Wi-Fi Direct Services**" Master's Thesis Department of Electrical and Information Technology,Faculty of Engineering, LTH, Lund University. June 2014.

[4] ARUBA network (2011). **Wi-Fi Certified Passpoint Architecture for Public Access Aruba**

[5] T. Lin. "**Mobile Ad-hoc Network Routing Protocols: Methodologies and Applications**." Dissertation submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the Ph.D. in Computer Engineering. 2004.

[6] C. E. Perkins, E. M. Belding-Royer, and S. R. Das, "**Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing.**" Internet Engineering Task Force (IETF) draft, July 2003.

[7] H. El-Moshrify, M. A. Mangoud and M. Rizk, "**Gateway Discovery in Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing for Internet Connectivity**," Radio Science Conference, 2007. NRSC 2007. National, Cairo, 2007, pp. 1-8.

[8] P. Ratanchandani and R. Kravets, "**A hybrid approach to Internet connectivity for mobile Ad hoc networks**," Wireless Communications and Networking, 2003. WCNC 2003. 2003 IEEE, New Orleans, LA, USA, 2003, pp. 1522-1527 vol.3.

[9] Matthias Rosenschon. "**Internet Gateway Discovery for Mobile Ad Hoc Networks**" Submitted for the Degree of Doctor of PhilosophySchool of Engineering and Mathematical Sciences, CITY University London. 2 October 2007

[10] J. Broch, et al. "**Supporting Hierarchy and Heterogeneous Interfaces in Multi-Hop Wireless Ad Hoc Networks**" International Symposium on Parallel Architectures,Algorithms and Networks (ISPAN99), Workshop on Mobile Computing, Perth,Western Australia. June 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายธเนศ พุ่มไพจิตร

วันเดือนปีเกิด 3 มิถุนายน 2536

ที่อยู่ 367 ถนนสุคนธสวัสดิ์ แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพ 10230

อีเมล thanetpod@gmail.com

ประวัติการศึกษา

2558 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล นางสาววรรณิศา กำมะหยี่

วันเดือนปีเกิด 2 มีนาคม 2537

ที่อยู่ 26/7 ถนนประชาสำราญ แขวงหนองจอก เขตหนองจอก กรุงเทพ 10530

อีเมล kim.wannisa@gmail.com

ประวัติการศึกษา

2558 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกเกตเวย์สำหรับการเชื่อมต่อ เครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ต

ธเนศ พุ่มไพจิตร[1] และ วรรณิศา กำมะหยี่[1]

[1]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

Emails: thanetpod@gmail.com, kim.wannisa@gmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันระบบการสื่อสารมีบทบาทสำคัญมากในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ หากเมื่อมีเหตุการณ์ภัยพิบัติที่ไม่คาดฝันเกิดขึ้น ทำให้โครงข่ายพื้นฐานที่เป็นส่วนสำคัญในการติดต่อสื่อสารผ่านระบบการสื่อสารไร้สายนั้นไม่สามารถใช้งานได้ ส่งผลให้การติดต่อสื่อสารต่าง ๆ หยุดชะงักลงและไม่สามารถรับส่งข่าวสารได้ทันท่วงที จากปัญหาดังกล่าวโครงงานนี้จึงได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถสื่อสารได้ในสถานการณ์ที่โครงข่ายพื้นฐานไม่สามารถทำงานได้ โดยมีการนำเครือข่ายเฉพาะกิจของสมาร์ทโฟน (Smart-Phone Ad-Hoc Networks) มาใช้สร้างเครือข่ายสื่อสารที่ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาโครงข่ายพื้นฐาน และพัฒนาให้สมาร์ทโฟนที่อยู่ในเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถรับส่งข้อมูลออกไปยังเครือข่ายอื่น ๆ เช่น อินเทอร์เน็ต โดยอาศัยกลไกเกตเวย์ที่เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างทั้งสองเครือข่ายเข้าด้วยกัน ทำให้สมาร์ทโฟนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้แม้ภายในสถานการณ์ที่โครงข่ายพื้นฐานไม่สามารถใช้งานได้ ทั้งยังสามารถขยายขอบเขตการสื่อสารให้กว้างขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

คำสำคัญ – เกตเวย์; เครือข่ายเฉพาะกิจ; สมาร์ทโฟน; Wi-Fi Direct

1. บทนำ

ในโลกยุคปัจจุบันที่เทคโนโลยีสารสนเทศด้านการสื่อสารแบบไร้สายเข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตของผู้คน ยกตัวอย่างเช่นการใช้งานสมาร์ทโฟนหรือแท็ปเล็ตกันอย่างแพร่หลาย โดยระบบสื่อสารแบบไร้สายจะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้จำเป็นต้องพึ่งพาโครงข่ายพื้นฐาน (Infrastructure) ทั้งนี้ หากมีภัยพิบัติต่างๆเกิดขึ้น ทำให้โครงข่ายพื้นฐานไม่สามารถใช้งานได้ ส่งผลกระทบต่อการสื่อสารของสมาร์ทโฟนและทำให้ไม่สามารถที่จะขอความช่วยเหลือจากบุคคลภายนอก ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องหาระบบสื่อสารสำรองเข้ามารองรับในสภาวะที่ระบบสื่อสารหลักไม่สามารถใช้งานได้ ผู้วิจัยจึงสนใจระบบเครือข่ายเฉพาะกิจ (Mobile Ad-hoc Network : MANET) [5] ซึ่งการสื่อสารในระบบเครือข่ายเฉพาะกิจนั้นจะติดต่อสื่อสารกันแบบโหนดต่อโหนด (Peer-to-Peer) โดยแต่ละโหนดจะส่งข้อความไปให้โหนดข้างเคียงที่อยู่ถัดไปเรื่อยๆจนถึงปลายทาง แต่การสื่อสารในเครือข่ายเฉพาะกิจนั้นมีข้อจำกัดด้านขอบเขตในการสื่อสาร โดยไม่สามารถที่จะติดต่อสื่อสารออกไปยังเครือข่ายอื่นๆเช่นเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ จากปัญหาดังกล่าวจึงสนใจเครือข่ายแบบ Heterogeneous Wireless Network (HWNs) หรือที่เรียกว่าเครือข่ายไร้สายแบบผสม ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายไร้สายสองชนิดเข้าด้วยกัน ซึ่งในที่นี้หมายถึงเครือข่ายเฉพาะกิจกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้โหนดอื่นๆที่อยู่บนเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถส่งข้อความออกไปหาโหนดที่อยู่บนอินเทอร์เน็ตได้ โดยการเชื่อมต่อของทั้งสองเครือข่ายจำเป็นต้องอาศัยกลไกเกตเวย์ที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนประตูเชื่อมต่อระหว่างสองเครือข่าย ทำให้สามารถติดต่อเพื่อรับข่าวสารหรือขอความช่วยเหลือจากภายนอกได้ทันท่วงที

โครงงานนี้จึงนำแอปพลิเคชันเพื่อการติดต่อสื่อสารเฉพาะกิจบนสมาร์ทโฟนมาพัฒนาต่อยอดจัดทำเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถทำให้โหนดในเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถติดต่อกับโหนดในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านทางกลไกโหนดเกตเวย์ โดยให้โหนดที่ยังสามารถเข้าถึงโครงข่ายพื้นฐานทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่เป็นเกตเวย์ในการเชื่อมต่อทั้งสองเครือข่ายไว้ด้วยกัน ทำให้อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถที่จะติดต่อกันเองได้โดยไม่ต้องพึ่งพาโครงข่ายพื้นฐานและสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านทางเกตเวย์ ส่งผลให้สามารถติดต่อสื่อสารเพื่อรับส่งข่าวสารไปสู่ภายนอกบริเวณที่ไม่โดนภัยพิบัตินั้นได้อย่างทันท่วงที

2. เทคโนโลยีและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 Wireless Fidelity (Wi-Fi)

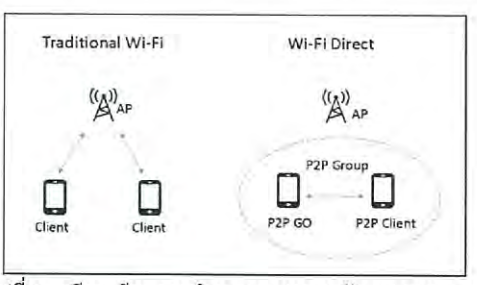
ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วอุปกรณ์การสื่อสารสามารถที่จะรองรับการเชื่อมต่อไร้สายได้ ในปี ค.ศ. 1999 ได้มีการจัดตั้งองค์กร Wi-Fi Alliance ที่เป็นองค์กรไม่แสวงหาผลกำไรขึ้น เพื่อกำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์ Wireless Local Area Network (WLAN)โดยใช้เครื่องหมาย Wi-Fi

WLAN คืออุปกรณ์การเชื่อมต่อแบบไร้สายที่สื่อสารกันด้วยสัญญาณวิทยุ WLAN ถูกพัฒนาขึ้นโดย Institute of Electrical and Electronic Engineer (IEEE) ตาม

Stations (STA) คือ อุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11 [1] ที่ถูกเชื่อมต่อแบบ Infrastructure และ Ad hoc mode โดย Stations

Access Point (AP) คือ อุปกรณ์ที่ถูกใช้ในการเชื่อมต่อแบบ Infrastructure โดยทุก STA จะถูกเชื่อมต่อกับ AP ในการเชื่อมต่อรูปแบบดาว โดย AP จะส่งข้อมูลสื่อสารกับ STA ซึ่ง AP สามารถทำงานเป็น Bride mode ซึ่งทำให้อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ AP สามารถที่จะสื่อสารไปยังเครือข่ายอื่นที่อยู่นอกเหนือจากที่เชื่อมต่ออยู่กับ AP

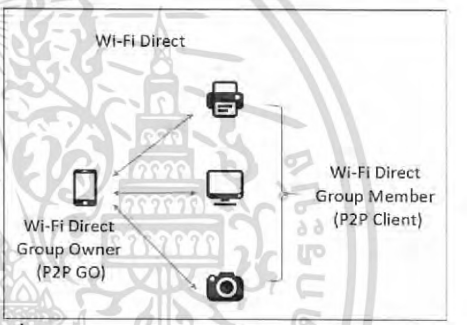
การเชื่อมต่อแบบไร้สายมีรูปแบบการเชื่อมต่อสองแบบ [2] คือ Infrastructure Mode ที่มี AP เป็นศูนย์กลางการเชื่อมต่อ และ Ad hoc mode ที่มีรูปแบบการเชื่อมต่อแบบโหนดต่อโหนด (Peer-to-Peer) โดย STA แต่ละตัวสามารถเชื่อมต่อกันได้โดยตรงไม่ต้องอาศัย AP ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 1 เปรียบเทียบการทำงานของ Wi-Fi กับ Wi-Fi Direct

2.2 Wi-Fi Direct (Wi-Fi Peer to Peer)

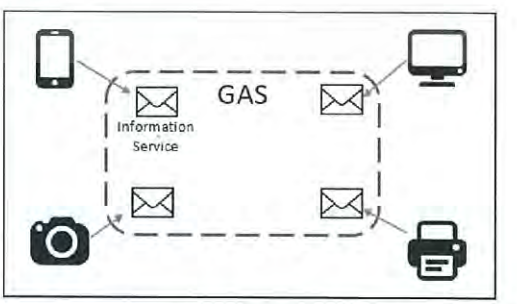
Wi-Fi Direct หรือ Wi-Fi Peer-to Peer (P2P) มีการทำงานที่เหมือนกับเทคโนโลยี Wi-Fi แบบดั้งเดิม โดยมีส่วนที่แตกต่างคือ Wi-Fi Direct ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อผ่าน AP ทางกายภาพแต่จะใช้ซอฟแวร์ AP ในการเชื่อมต่อแทน โดยการเชื่อมต่อนั้นจะถูกจัดเป็นกลุ่ม ๆ ในแต่ละกลุ่มมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็น Group Owner (GO) ซึ่งใช้ซอฟต์แวร์มาทำให้ GO มีหน้าที่เหมือน AP ในการเชื่อมต่อแบบ Infrastructure Mode โดยจะมีการเชื่อมต่อเข้ามาจาก P2P Client เพื่อเข้าใช้งานกับ GO และ GO จะทำหน้าที่เป็น DHCP เพื่อแจกจ่าย IP ให้กับ P2P Client มาใช้ติดต่อกันตามรูปแบบของ OSI Network Layer หน้าที่การทำงานของ P2P Client จะทำงานเหมือนเทคโนโลยีการเชื่อมต่อแบบเก่าที่มีการใช้งาน AP ในการเชื่อมต่อ [3]



รูปที่ 2 แสดงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ Wi-Fi Direct

2.3 Generic Advertisement Service (GAS)

GAS [4] เป็นโปรโตคอลที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับเซอร์วิสต์ที่ถูกประกาศออกมาจากตัวอุปกรณ์ โดย GAS ถูกออกแบบมาให้ใช้งานบรรจุข้อมูลที่ต้องใช้ในการติดต่อสื่อสาร และถูกออกแบบมาให้ใช้ในการส่งข้อมูลได้ในอนาคต



รูปที่ 3 แสดงหลักการทำงานของ GAS Service

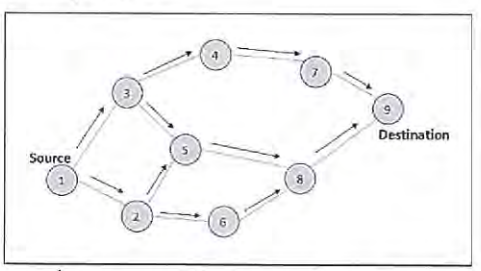
โดยโพรโทคอล GAS นั้น เปรียบเสมือนช่องทางสื่อสารที่แต่ละอุปกรณ์สามารถประกาศเซอร์วิสต์เข้ามาในช่องทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้ได้และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในช่องทาง สามารถที่จะนำเซอร์วิสต์ต่าง ๆ ที่ถูกประกาศไว้ไปใช้งานต่อได้ ซึ่งในหลักการทำงานนี้ของ GAS ผู้จัดทำจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนชุดข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสาร (Information Service) ให้เป็นชุดข้อความที่แอปพลิเคชันส่งออกไปในเครือข่าย ทำให้อุปกรณ์ที่อยู่ในช่องทางการสื่อสาร GAS สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยตรง

2.3 Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV)

AODV [6] เป็นโพรโทคอลค้นหาเส้นทางในเครือข่ายเฉพาะกิจแบบรีแอกทีฟ ที่จะทำการค้นหาเส้นทางจากต้นทางไปถึงปลายทางก็ต่อเมื่อต้องการที่จะทำการส่งข้อมูลเท่านั้น เมื่อโหนดต้นทางต้องการส่งข้อความจะทำการค้นหาเส้นทางโดยจะส่งข้อความร้องขอเส้นทาง (Route Request Message: RREQ) ออกไปและตั้งค่าเวลาเพื่อรอ ข้อความตอบรับการขอเส้นทาง (Route Reply Message: RREP) เมื่อโหนดที่ถูกระบุเป็นโหนดปลายทางได้รับข้อความ RREQ จะส่งข้อความ RREP ตอบกลับไปให้โหนดต้นทาง โหนดต้นทางก็จะสามารถรับรู้เส้นทางไปยังโหนดปลายทางและสามารถส่งข้อความหากันได้ แต่ในกรณีที่ภายในเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้โหนดต้นทางไม่ได้รับข้อความ RREP ตอบกลับมา จะทำการกระจายข้อความ RREQ ออกไปใหม่ นอกจากนี้ยังมีกลไกการบำรุงรักษาเส้นทาง (Route Maintenance) โดยแต่ละโหนดจะทำการตรวจสอบเส้นทางที่จะส่งต่อข้อความเมื่อพบว่าเส้นทางไม่สามารถใช้งานได้ โหนดที่ทราบจะส่งข้อความ Route Error Message (RERR) กลับไปให้โหนดต้นทางเพื่อแจ้งว่าเส้นทางนี้ไม่สามารถใช้งานได้อีก ซึ่งข้อดีของโพรโทคอล AODV คือ เป็นโพรโทคอลค้นหาเส้นทางโดยไม่เกิดลูป (Loop Free) เนื่องจากว่ามีการใช้หมายเลขลำดับ (Sequence Number) เพื่อกำหนดความใหม่ของข้อมูลเส้นทาง ซึ่งหมายเลขลำดับที่มีค่าสูงกว่าคือข้อมูลเส้นทางล่าสุดนั่นเอง



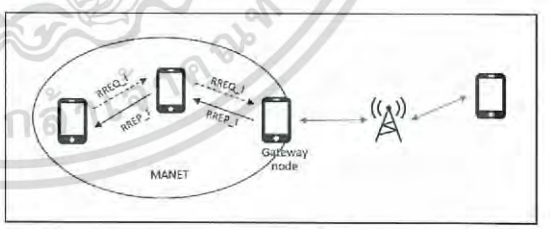
รูปที่ 4 แสดงการวิธีการกระจายข้อความ RREQ

2.3 Gateway Discovery Protocol

ในการที่จะส่งข้อความผ่านทางเกตเวย์นั้น จะมีโหนดที่ต้องการใช้งานเกตเวย์ติดต่อไปหาโหนดเกตเวย์ก่อน โดยโหนดดังกล่าวจะต้องมีข้อมูลเส้นทางไปยังเกตเวย์ถึงจะสามารถติดต่อกับเกตเวย์ได้ ซึ่งกลไกการค้นหาเส้นทางบนเกตเวย์นั้นอยู่หลายโพรโทคอลด้วยกัน โดยโพรโทคอลสนใจมีดังต่อไปนี้

2.3.1. การค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ

การค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ [7][9] เป็นการค้นหาโหนดเกตเวย์โดยเริ่มต้นจากโหนดที่ต้องการใช้งานเกตเวย์ในเครือข่ายเฉพาะกิจ โดยโหนดดังกล่าวจะทำการสร้างข้อความ RREQ_I ซึ่งเป็นการปรับแก้ข้อความ RREQ ที่ใช้ในการร้องขอเส้นทางของโพรโทคอลค้นหาเส้นทางแบบรีแอกทีฟ หรือเรียก RREQ_I อีกอย่างว่า solicitation message (SOL) เป็นข้อความที่สร้างขึ้นเพื่อทำการร้องขอเส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์ กระจายส่งออกไปให้โหนดข้างเคียง โหนดอื่นๆที่ไม่ใช่โหนดเกตเวย์เมื่อได้รับข้อความ RREQ_I มาแล้วจะทำการส่งต่อไปให้โหนดข้างเคียงอีกเรื่อยๆจนข้อความนั้นถึงโหนดเกตเวย์ เมื่อโหนดเกตเวย์ได้รับข้อความ RREQ_I จะทำการตอบกลับไปยังโหนดต้นทางโดยใช้ข้อความ RREP_I โดยในข้อความ RREP_I จะระบุเส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์ไว้ด้วย เมื่อโหนดต้นทางได้รับข้อความ RREP_I ก็จะสามารถทราบเส้นทางไปยังเกตเวย์ได้



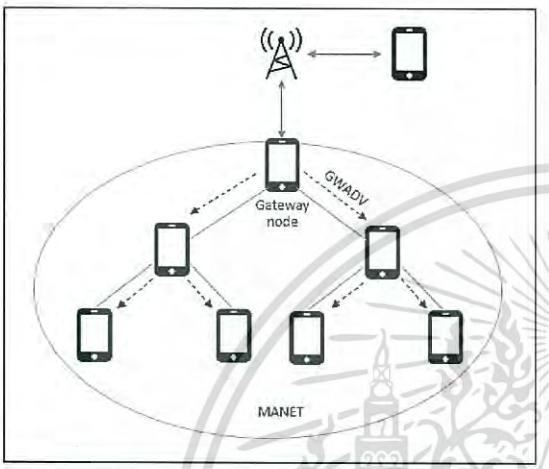
รูปที่ 5 แสดงหลักการทำงานของโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ

2.3.2 การค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ

การค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ [7] จะเริ่มต้นที่โหนดเกตเวย์ทำการกระจายข้อความบอกข้อมูลเส้นทางไปหาตนเองที่เรียกกว่า Gateway advertisement (GWADV) ซึ่งเป็นข้อความที่ระบุเส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์ให้กับโหนดที่อยู่ข้างเคียง เมื่อโหนดได้รับข้อความ GWADV มาแล้วจะทำการส่งต่อ (Forward) ไปให้กับโหนดข้างเคียง และต่อมาจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการตัดสินใจว่าจะรับข้อมูลนั้นไว้หรือไม่ ซึ่งถ้าโหนดยังไม่รู้เส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์จะทำการรับข้อมูลนั้นไว้แล้วนำไปสร้างข้อมูลเส้นทาง (Route entry) เพื่อเก็บลงในตารางเส้นทาง (Route table) หรือกรณีที่โหนดรู้เส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์แล้ว แต่ข้อความที่ได้รับเข้ามามีเส้นทางที่สั้นกว่าข้อมูลที่ตนมีอยู่ โหนดจะทำการรับข้อมูลนั้นมาปรับปรุงข้อมูลในตารางเส้นทาง



รูปที่ 6 แสดงหลักการทำงานของโพรโทคอลค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ

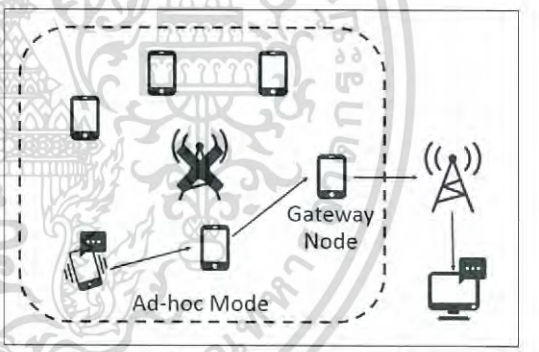
2.3.2 การค้นหาเกตเวย์แบบไฮบริด

การค้นหาเกตเวย์แบบไฮบริด [8] เป็นการผสมผสานระหว่างการค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟกับแบบรีแอกทีฟ โดยโหนดเกตเวย์จะทำการกระจายข้อความ GWADV ให้โหนดอื่นๆที่อยู่ภายในจำนวนฮอปที่จำกัด ซึ่งสามารถตั้งค่าจำนวนฮอปได้ใน TTL-field ของ IP header เพื่อเป็นการลดโอเวอร์เฮดจากการกระจายข้อความร้องขอเส้นทางมายังโหนดเกตเวย์ เมื่อโหนดได้รับข้อความ GWADV มาแล้วจะทำการบันทึกข้อมูลเส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์ ในกรณีที่โหนดอยู่นอกพื้นที่การกระจายข้อความ GWADV ของโหนดเกตเวย์ โหนดดังกล่าวจะทำการกระจายข้อความร้องขอเส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์ออกไปให้โหนดข้างเคียง เมื่อโหนดข้างเคียงได้รับข้อความนั้นจะทำการตรวจสอบข้อมูลของโหนดเกตเวย์ที่ตัวมันมีอยู่ ถ้ามีข้อมูลอยู่แล้วจะทำการตอบกลับไปให้โหนดที่ร้องขอ แต่ถ้าไม่มีข้อมูลอยู่จะส่งต่อไปให้โหนดข้างเคียงเรื่อยๆ เมื่อโหนดที่ร้องขอได้รับข้อมูลเกตเวย์มาแล้วก็จะสามารถทราบเส้นทางไปยังโหนดเกตเวย์และสามารถส่งข้อความไปยังเกตเวย์ได้

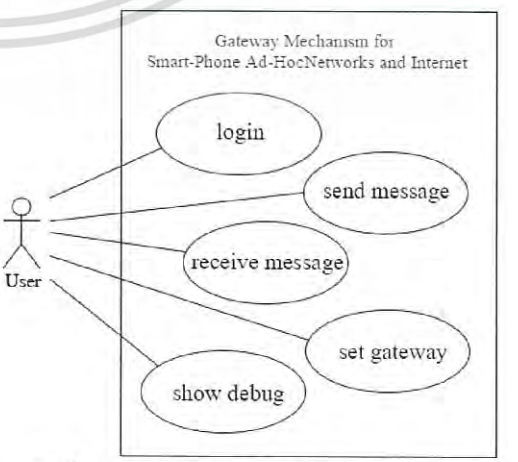
3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 แนวคิดการพัฒนาแอปพลิเคชัน

เมื่อโครงข่ายพื้นฐาน (Infrastructure) ไม่สามารถใช้งานได้ เครื่องที่ติดตั้งแอปพลิเคชันจะทำงานในโหมดเครือข่ายเฉพาะกิจ เมื่อมีการร้องขอการส่งข้อความจะมีการกระจายข้อความเพื่อตรวจสอบว่า เครื่องปลายทางอยู่ภายในเครือข่ายเดียวกันหรือไม่ ถ้าตรวจพบว่าเครื่องปลายทางไม่ได้อยู่ในเครือข่ายเดียวกัน เครื่องต้นทางจะทำการค้นหาเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเกตเวย์ ซึ่งเป็นเครื่องที่จะสามารถติดต่อสื่อสารกับโครงข่ายพื้นฐานข้างเคียงที่สามารถใช้งานได้อยู่ เครื่องเกตเวย์จึงเปรียบเสมือนประตูเชื่อมต่อระหว่างสองเครือข่ายเข้าด้วยกัน โดยเครื่องเกตเวย์จะทำหน้าที่ในการส่งต่อข้อความภายในเครือข่ายเฉพาะกิจออกไปยังเครือข่ายภายนอกที่โครงข่ายพื้นฐานยังสามารถใช้งานได้อยู่ จากกระบวนการการทำงานดังกล่าวทำให้เครื่องที่อยู่ภายในเครือข่ายเฉพาะกิจสามารถที่จะติดต่อสื่อสารกับเครื่องภายนอกเครือข่ายได้



รูปที่ 7 หลักการทำงานเมื่อโครงข่ายพื้นฐานไม่สามารถใช้งานได้



รูปที่ 8 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบชุดข้อมูลที่ใช้ในแอปพลิเคชัน

ในแอปพลิเคชันได้มีการใช้ชุดข้อความ 6 ชนิด คือ Route Request Message คือชุดข้อความที่ถูกใช้ในการร้องขอเส้นทางภายในเครือข่ายเฉพาะกิจ มีรูปแบบข้อความดังรูปที่ 9

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Originator Address	Source Sequence	RREQ. Message ID	Hop-count	Type

รูปที่ 9 รูปแบบข้อความของ Route Request

Route Reply Message คือชุดข้อความที่ถูกใช้ในการตอบกลับการร้องขอเส้นทางภายในเครือข่ายเฉพาะกิจ มีรูปแบบข้อความดังรูปที่ 10

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Originator Address	Destination Address	Source Sequence	RREP. Message ID	Hop-count	Type

รูปที่ 10 รูปแบบข้อความของ Route Reply

Acknowledgement Message คือชุดข้อความที่ถูกส่งเพื่อยืนยันการได้รับข้อความต่าง ๆ มีรูปแบบข้อความดังรูปที่ 11

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	ACK. Message ID	Type

รูปที่ 11 รูปแบบข้อความของ Acknowledgement

Gateway Request Message คือ ชุดข้อความที่ถูกใช้ในการร้องขอเส้นทางไปยังเกตเวย์ มีรูปแบบข้อความดังรูปที่ 12

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Originator Address	Source Sequence	GWREQ. Message ID	Hop-count	Type

รูปที่ 12 รูปแบบข้อความของ Gateway Request

Gateway Reply Message คือ ชุดข้อความที่ถูกใช้ในการตอบกลับร้องขอเส้นทางไปยังเกตเวย์ มีรูปแบบข้อความดังรูปที่ 13

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Originator Address	Destination Address	GWREP. Message ID	Type

รูปที่ 13 รูปแบบข้อความของ Gateway Reply

Data Message คือ ชุดข้อความที่บรรจุข้อความที่ต้องการส่ง มีรูปแบบข้อความดังรูปที่ 14

Hop-to-hop Source Address	Hop-to-hop Destination Address	Gateway Address	End-to-end Source Address	End-to-end Destination Address	Data Message ID	Type	TTL
Data							

รูปที่ 14 รูปแบบข้อความของ Data Message

4. ผลการพัฒนาแอปพลิเคชัน

4.1 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ของแอปพลิเคชัน

ในรูปที่ 15 เป็นหน้าแรกของแอปพลิเคชัน ที่ให้ผู้ใช้ทำการกรอกชื่อที่ต้องการ จากนั้นให้ทำการกดปุ่ม Login เพื่อเข้าสู่ระบบของแอปพลิเคชัน โดยแอปพลิเคชันจะใช้ชื่อที่ผู้ใช้ตั้งเพื่อเป็นการระบุตัวตนของแต่ละเครื่อง เมื่อผู้ใช้กรอกหลังจากนั้นแอปพลิเคชันจะแสดงหน้ารับและส่งข้อความให้และจะแสดงชื่อ Username ไว้ด้านบนของจอภาพดังรูปที่ 16

รูปที่ 15 หน้าเข้าสู่ระบบของแอปพลิเคชัน

รูปที่ 16 หน้าหลักของแอปพลิชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 16 เป็นหน้าแสดงการรับและส่งข้อความ หลังจากที่ผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้วจะเข้ามาสู่หน้านี้ ซึ่งหน้านี้จะแสดงการส่งและรับข้อความทั้งหมด ภายในหน้านี้ประกอบด้วย

ส่วนที่แสดงชื่อ Username ของผู้ใช้ และแสดงชื่อเครื่องที่เป็นเกตเวย์ ที่อยู่ด้านบนสุด

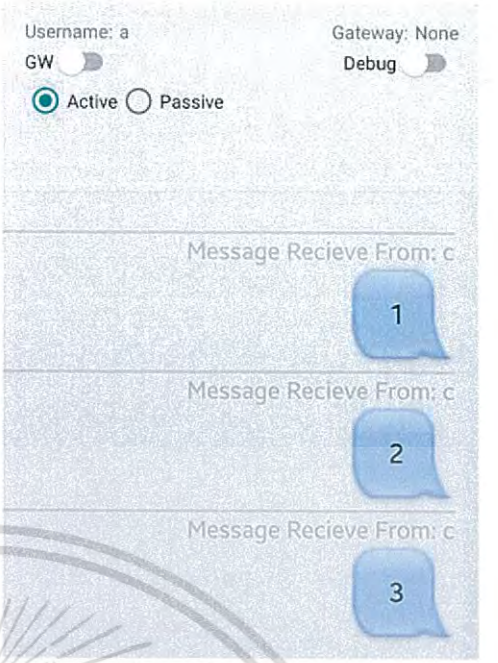
ปุ่มที่แสดงความเป็นเกตเวย์ของเครื่อง ถ้าหากเครื่องนี้เป็นเกตเวย์ที่สามารถเชื่อมต่อไปยังอินเทอร์เน็ตได้ ผู้ใช้ต้องเปลี่ยนค่าให้เป็น ON ซึ่งจะมีให้เลือก 2 โหมดคือ Active mode และ passive mode

ปุ่มแสดง debug ของแอปพลิเคชัน เพื่อแสดงข้อความทั้งหมดในระบบทั้งที่แสดงในส่วนรับส่งข้อความและข้อความที่ไม่แสดงในส่วนดังกล่าว

ส่วนที่ผู้ใช้สามารถส่งข้อความ โดยต้องกำหนด Destination เป็นชื่อ (Username) ของเครื่องปลายทาง และ Message คือข้อความที่ผู้ใช้ต้องการส่งไปให้เครื่องปลายทาง จากนั้นกดปุ่ม SEND ข้อความจะถูกส่งออกไปให้เครื่องที่ระบุเป็น Destination

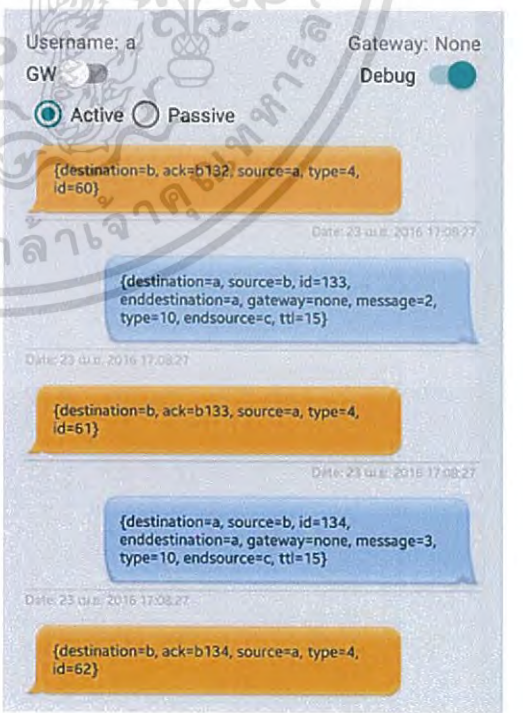
ในรูปที่ 18-19 เป็นการส่งข้อความระหว่างเครื่อง c กับเครื่อง a โดยแอปพลิเคชันจะแสดงให้เห็นว่าข้อความนั้นถูกส่งไปที่เครื่องใด และเมื่อเครื่อง a ได้รับข้อความจะแสดงข้อความบนหน้าจอ พร้อมกับแสดงว่าข้อความนั้นถูกส่งมาจากเครื่องใด

รูปที่ 17 ส่งข้อความหาเครื่อง a



รูปที่ 18 เครื่อง a ได้รับข้อความ

ในส่วนของหน้า Debug จะทำการแสดงข้อความทั้งหมดที่ถูกส่งและรับเข้ามาในเครื่องของผู้ใช้ พร้อมทั้งแสดงข้อมูลทั้งหมดในแพ็กเก็ตของข้อความเหล่านั้น เช่น ข้อความที่เป็น Gateway Advertisement, ข้อความที่เป็น Acknowledgement หรือข้อความที่เป็น Data Message เป็นต้น ดังรูปที่ 20



รูปที่ 19 หน้าแสดงข้อความ Debug

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สรุปผลการพัฒนา

5.1 สรุปผลการพัฒนา

ในโครงงานนี้ได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันเกี่ยวกับกลไกเกตเวย์เชื่อมต่อเครือข่ายเฉพาะกิจสมาร์ทโฟนกับอินเทอร์เน็ต ทำให้สมาร์ทโฟนที่อยู่ภายในเครือข่ายเฉพาะกิจจะสามารถติดต่อกับเครื่องอื่นที่อยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ผ่านทางเครื่องสมาร์ทโฟนที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นเกตเวย์การเชื่อมต่อทั้งสองเครือข่ายเข้าด้วยกัน ในการพัฒนาได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโพรโทคอลการค้นหาเส้นทางในเครือข่ายและได้เลือกประยุกต์ใช้โพรโทคอล Ad hoc On-Demand Distance Vector Routing (AODV) กับแอปพลิเคชันที่พัฒนา นอกจากนี้ยังได้ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการค้นหาเกตเวย์เพื่อมาพัฒนาให้แอปพลิเคชันมีการค้นหาเกตเวย์ทั้งสองรูปแบบคือ แบบ Active ที่อ้างอิงมาจากการค้นหาเกตเวย์แบบโพรแอกทีฟ และ แบบ Passive ที่อ้างอิงมาจากการค้นหาเกตเวย์แบบรีแอกทีฟ ซึ่งได้นำกลไกการประกาศเซอร์วิสต์ที่เรียกว่าโพรโทคอล Generic Advertisement Service (GAS) ของ Wi-Fi Direct มาดัดแปลงในการรับส่งข้อความ และมีการพัฒนาให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถที่รับข้อความจากสมาร์ทโฟนที่อยู่ในเครือข่ายเฉพาะกิจได้

ในการพัฒนามีข้อจำกัดหลายประการคือสามารถใช้ได้กับสมาร์ทโฟนที่มีระบบปฏิบัติการแอนดอรยด์เวอร์ชั่น 4.0 ขึ้นไป ประการต่อมาคือเวลาในการรับส่งข้อความใช้เวลาที่ค่อนข่างนานเนื่องจากต้องคอยแสกนหาข้อความตลอดเวลา และการส่งข้อความจากเครือข่ายเฉพาะกิจไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถส่งไปได้แค่เครื่องที่กำหนด IP Address ไว้เท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

[1] Ning Zhang. “Wi-Fi Direct based Smart Set-up (WDSS) in Lighting Systems.” , Delft University of Technology, 2012.

[2] Wi-Fi Alliance. “Mobile Ad-Hoc Networking: Wi-Fi CERTIFIED™ IBSS with Wi-Fi Protected Setup™” 2012.

[3] Jimmy Tieu and Sihan Ye. “Wi-Fi Direct Services” Information Technology,Faculty of Engineering, LTH, Lund University, June 2014.

[4] ARUBA network (2011). Wi-Fi Certified Passpoint Architecture for Public Access Arubau

[5] T. Lin. “Mobile Ad-hoc Network Routing Protocols: Methodologies and Applications.” Ph.D. in Computer Engineering. 2004.

[6] C. E. Perkins, E. M. Belding-Royer, and S. R. Das, “Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing.” Internet Engineering Task Force (IETF) draft, July 2003.

[7] H. El-Moshrify, M. A. Mangoud and M. Rizk, "Gateway Discovery in Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing for Internet Connectivity," Radio Science Conference, 2007. NRSC 2007. National, Cairo, 2007, pp. 1-8.

[8] P. Ratanchandani and R. Kravets, "A hybrid approach to Internet connectivity for mobile Ad hoc networks," Wireless Communications and Networking, 2003. WCNC 2003. 2003 IEEE, New Orleans, LA, USA, 2003, pp. 1522-1527 vol.3.

[9] Matthias Rosenschon. “Internet Gateway Discovery for Mobile Ad Hoc Networks” CITY University London, 2 October 2007.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้