การศึกษาแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

A STUDY ON PERFORMANCE IMPROVEMENT IN MOBILE AD HOC NETWORKS

พนาธานต์ พันธ์แก้ว

ฐิติรัตน์ ศักดิ์ศิริยมงคล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

A STUDY ON PERFORMANCE IMPROVEMENT IN MOBILE AD HOC NETWORKS

T146205

โดย

ชนากานต์ พันธ์แก้ว

CHANAKAN PHANKAEW

ฐิติรัตน์ ศักดิ์พิชัยมงคล

THITIRAT SAKPICHAIMONGKOL

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ประภาวัต

หมวดหมู่
เลขทะเบียน 146205
วันลงทะเบียน 25 เมย. 2560

b. 10840531
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

โดย

ชนากานต์ พันธ์แก้ว

ฐิติรัตน์ ศักดิ์พิชัยมงคล

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ประภาวัต

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY ON PERFORMANCE IMPROVEMENT IN MOBILE AD HOC NETWORKS

CHANAKAN PHANKAEW

THITIRAT SAKPICHAIMONGKOL

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

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 การศึกษาแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

A STUDY ON PERFORMANCE IMPROVEMENT IN MOBILE AD HOC NETWORKS

ผู้จัดทำ

1. นางสาวชนากานต์ พันธ์แก้ว รหัสนักศึกษา 55070024
2. นางสาวฐิติรัตน์ ศักดิ์พิชัยมงคล รหัสนักศึกษา 55070032

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเมธ ประภาวัต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	การศึกษาแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่		
นักศึกษา	นางสาวชนากานต์	พันธ์แก้ว	รหัสนักศึกษา 55070024
	นางสาวฐิติรัตน์	ศักดิ์พิชัยมงคล	รหัสนักศึกษา 55070032
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ประภาวัต		

บทคัดย่อ

เครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่เป็นเครือข่ายแบบไม่พึ่งพาโครงสร้างพื้นฐาน ไม่มีศูนย์กลางในการควบคุม และอาศัยโมบายล์โหนดเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร แต่เนื่องจากโมบายล์โหนดมีข้อจำกัดทางด้านพลังงาน ถ้ามีโหนดพลังงานหมด อาจทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในการติดต่อสื่อสาร จนต้องทำการค้นหาเส้นทางใหม่ และส่งผลให้เกิดความคับคั่งในเครือข่าย ผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษากลไกการค้นหาเส้นทางรูปแบบต่างๆ และเสนอแนวทางในการปรับปรุงการค้นหาเส้นทาง โดยจะทำการปรับปรุงเรื่องเวลาในการส่งแพ็คเกตค้นหาเส้นทาง และมีแพ็คเกตที่ใช้ในการควบคุมการกระจายของแพ็คเกตค้นหาเส้นทาง เพื่อลดโอเวอร์เฮดในเครือข่าย ส่งผลให้การใช้พลังงานในเครือข่ายน้อยลง ซึ่งจากผลการจำลองเครือข่าย พบว่าแนวทางที่นำเสนอ ทำให้เครือข่ายใช้พลังงานน้อยลง ส่งผลให้อายุขัยของเครือข่ายเพิ่มขึ้น รวมไปถึงประสิทธิภาพด้านอื่นๆด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	A STUDY ON PERFORMANCE IMPROVEMENT IN MOBILE AD HOC NETWORKS
Student	Miss Chanakan Phankaew Student ID 55070024
	Miss Thitirat Sakpichaimongkol Student ID 55070032
Degree	Bachelor of Science
Program	Information Technology
Academic Year	2015
Advisor	Assistant Professor Dr. Sumet Prabhavat

ABSTRACT

Mobile Ad Hoc Network (MANET) is an interesting infrastructure-less self-organizing network. In MANET, mobile nodes have a limited energy resource. If there is no energy left enough, network operation is interrupted and a route discovery process will be invoked. In this project, we study routing protocols and develop a new routing algorithm by delaying the route request packet forwarding and control the dissemination of the routing packet by using a special packet to reduce overhead and energy consumption. The results show that our proposed algorithm can reduce the energy consumption, increase network lifetime and improve other performance criteria.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ประภาวัต ที่คอยให้ความรู้ ให้คำแนะนำในการทำงาน ให้คำปรึกษาเมื่อเกิดปัญหา และให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการทำโครงงาน ขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่คอยให้ความรู้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการทำโครงงานได้

ขอขอบคุณ นายธนานพ ทองถาวร และนายวรวัชร ณรงคะชวนะ ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดระยะเวลาในการทำโครงงาน

ขอขอบคุณครอบครัว และเพื่อนพี่น้องชาวไอทีลาดกระบังทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจเสมอมา

ชนากานต์ พันธ์แก้ว

ฐิติรัตน์ ศักดิ์พิชัยมงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

คำอธิบายศัพท์ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตงานวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนการพัฒนาโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 Mobile Ad Hoc Network 3

2.2 Ad Hoc On-demand Distance Vector Routing (AODV) 3

2.3 Expanding Ring Search 4

2.4 Blocking Expanding Ring Search 6

บทที่ 3 แนวคิด และการดำเนินงาน 9

3.1 งานที่นำเสนอ 9

3.1.1 สร้างเงื่อนไขการกระจายแพ็คเกต stop_instruction 9

3.1.2 สร้างเงื่อนไขเวลารอแพ็คเกต stop_instruction 10

3.2 ตัวชี้วัดที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลอง และการประเมินผล 14
4.1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการจำลองเครือข่าย 14
4.2 โพรโทคอลที่ใช้ในการเปรียบเทียบ 15
4.3 ผลการทดลอง 15

บทที่ 5 สรุปผล 22
บรรณานุกรม 23
ภาคผนวก 24
ประวัติผู้เขียน 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 กลไกการทำงานของโพรโทคอล ERS ที่โหนดต้นทาง 5
2.2 กลไกการทำงานของโพรโทคอล ERS ที่โหนดระหว่างทาง 6
2.3 กลไกการทำงานของโพรโทคอลของ BERS ที่โหนดต้นทาง 7
2.4 กลไกการทำงานของโพรโทคอลของ BERS ที่โหนดระหว่างทาง 8
3.1 เงื่อนไขการกระจายแพ็คเกต stop_instruction 11
4.1 แสดงโอเวอร์เฮดของเครือข่ายของแนวคิดที่ 1 15
4.2 แสดงโอเวอร์เฮดของเครือข่ายของแนวคิดที่ 2 16
4.3 แสดงการใช้พลังงานของเครือข่ายของแนวคิดที่ 1 16
4.4 แสดงการใช้พลังงานของเครือข่ายของแนวคิดที่ 2 17
4.5 แสดงเวลาที่โหนดแรกพลังงานหมดของแนวคิดที่ 1 17
4.6 แสดงเวลาที่โหนดแรกพลังงานหมดของแนวคิดที่ 2 18
4.7 แสดงจำนวนโหนดที่เหลืออยู่ในเครือข่ายของแนวคิดที่ 1 18
4.8 แสดงจำนวนโหนดที่เหลืออยู่ในเครือข่ายของแนวคิดที่ 2 19
4.9 แสดงความหน่วงในการส่งข้อมูลของแนวคิดที่ 1 19
4.10 แสดงความหน่วงในการส่งข้อมูลของแนวคิดที่ 2 20
4.11 แสดงอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จของแนวคิดที่ 1 20
4.12 แสดงอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จของแนวคิดที่ 2 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายศัพท์

1. Mobile Ad Hoc Network (MANET) คือเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายที่ไม่ต้องพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐาน ซึ่งเครือข่ายนี้จะติดต่อสื่อสารผ่านทางโหนดที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ
2. Protocol คือ กฎที่ถูกตั้งขึ้นมาเพื่อให้เข้าใจตรงกันทั้งระบบ
3. Route request (RREQ) คือ แพ็คเกตที่โหนดต้นทางใช้เพื่อค้นหาและร้องขอเส้นทางไปยังโหนดปลายทาง
4. Route reply (RREP) คือ แพ็คเกตที่ตอบกลับจากโหนดปลายทางหรือโหนดระหว่างทางไปยังโหนดต้นทาง
5. Route error (RERR) คือ แพ็คเกตที่จะถูกส่งก็ต่อเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้น เพื่อแจ้งให้อีกโหนดได้รับรู้
6. Route discovery คือ กระบวนการในการค้นหาเส้นทางเพื่อไปยังโหนดปลายทาง
7. Route maintenance คือ กระบวนการบำรุงรักษาเส้นทาง
8. Broadcast คือ การกระจายแพ็คเกตไปยังโหนดเพื่อนบ้านทุกๆโหนด
9. Bandwidth คือ ขนาดของช่องทางการรับส่งข้อมูลภายในเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการดำเนินชีวิต ทั้งการติดต่อสื่อสารแบบมีสาย และไร้สาย ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายมีมากขึ้น ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างสะดวก และรวดเร็ว ผ่านทางอุปกรณ์ที่เรียกว่า สมาร์ทโฟน (Smartphone) ซึ่งสมาร์ทโฟนได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน จึงเกิดการพัฒนาเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งการติดต่อสื่อสารรูปแบบนี้เป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์สมาร์ทโฟนโดยต้องไม่พึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานของระบบสื่อสาร ทำให้สามารถนำเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนี้มาใช้ในกรณีที่โครงสร้างพื้นฐานของระบบสื่อสารเสียหายจนไม่สามารถทำงานได้ เช่น เกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ แผ่นดินไหว สึนามิ ทำให้เกิดการตัดขาดการสื่อสาร หรือในบริเวณคอนเสิร์ต สถานที่ชุมนุม ที่มีผู้ใช้งานพร้อมกันเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความคับคั่งของข้อมูล ซึ่งจะทำให้ช่องสัญญาณเต็ม จนไม่สามารถติดต่อสื่อสารกับภายนอกได้

ในการติดต่อสื่อสารของเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ จำเป็นต้องอาศัยสมาร์ทโฟน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โมบายล์โหนด ในการติดต่อสื่อสาร โมบายล์โหนดหนึ่งๆจะทำหน้าที่ในการรับและส่งข้อมูล การค้นหาเส้นทางจากโหนดต้นทางไปยังโหนดปลายทาง หรือการทำหน้าที่อื่นๆ ทำให้มีการใช้พลังงานอย่างมาก ซึ่งโมบายล์โหนดนั้นมีข้อจำกัดทางด้านพลังงาน หากผู้ใช้เห็นว่าแบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนเหลือน้อย ผู้ใช้ก็จะปิดการทำงานทุกอย่างบนสมาร์ทโฟน เพื่อให้สมาร์ทโฟนใช้งานได้ยาวนานที่สุด แต่ก็จะเกิดปัญหากับเครือข่าย ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในเครือข่าย โหนดในเครือข่ายไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ การสื่อสารล้มเหลว

จากปัญหาข้างต้นทางผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษา ค้นคว้า หาแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงกลไกการค้นหาเส้นทาง การส่งข้อมูลของโมบายล์โหนด เพื่อให้โหนดมีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนา และปรับปรุงเทคโนโลยีเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อศึกษาการทำงานของกลไกต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่
3. เพื่อศึกษาหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานของโมบายล์โหนดบนเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1. พัฒนาเทคโนโลยีเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ในลักษณะ Ad Hoc โดยที่ไม่ต้องพึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานของระบบสื่อสาร
2. ทดสอบ และประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายโดยใช้โปรแกรมจำลองการทำงานเครือข่ายเป็นหลัก

1.4 ขั้นตอนการพัฒนาโครงงาน

1. ศึกษาทฤษฎี และหลักการทำงานของการส่งข้อมูลที่ใช้เทคโนโลยีเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่
2. ศึกษาเทคโนโลยีเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ที่มีการพัฒนามาถึงปัจจุบัน
3. ทดลองจำลองเครือข่ายเดิมที่มีอยู่ เพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย
4. ศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และแนวทางในการพัฒนา ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่
5. ทดลองกับโปรแกรมจำลองการทำงานเครือข่าย และอาจทดสอบกับอุปกรณ์จริง
6. วิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงแนวทางที่จะทำให้เครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่มีประสิทธิภาพดีพอที่จะใช้งานได้จริง
2. ทำให้ได้เครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ที่มีการใช้พลังงานน้อยลง และมีอายุขัยยาวนานขึ้น
3. ได้ความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเทคโนโลยีเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ โพรโทคอลในการค้นหาเส้นทาง และหลักการทำงานในการส่งข้อมูล

2.1 Mobile Ad Hoc Network

เครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่แบบไร้สาย หรือ Mobile Ad Hoc Network (MANET) [1] คือ เครือข่ายที่ประกอบด้วยอุปกรณ์พกพาตั้งแต่สองอุปกรณ์ขึ้นไปที่เชื่อมต่อกันด้วยเทคโนโลยีแบบไร้สาย ซึ่งการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์นั้นจะไม่พึ่งพาโครงสร้างพื้นฐาน (Base Station) ของระบบสื่อสาร โดยการสื่อสารรูปแบบนี้แต่ละโหนดจะสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ทำให้มีรูปแบบการเชื่อมต่อที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โหนดหนึ่งๆทำหน้าที่เหมือนเร้าท์เตอร์ (Router) คือ มีการค้นหาเส้นทางในการติดต่อสื่อสาร และส่งต่อข้อมูลไปยังโหนดปลายทาง โดยจะใช้ Routing Protocol ในการค้นหาและเลือกเส้นทางการส่งต่อข้อมูล ซึ่งการรับ และส่งข้อมูลจะกระทำระหว่างโหนดหนึ่งส่งไปยังอีกโหนดหนึ่ง และทำการส่งไปเรื่อยๆจนถึงโหนดปลายทาง เรียกการส่งข้อมูลแบบนี้ว่า Multi Hopping การติดต่อสื่อสารแบบ MANET นี้จึงมีความยาก และซับซ้อนกว่าเครือข่ายไร้สายแบบอื่นๆ และยังมีข้อจำกัด เช่น ข้อจำกัดทางด้านพลังงานของอุปกรณ์ รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายที่ไม่คงที่ หรือเรื่องของสัญญาณรบกวน เป็นต้น

2.2 Ad Hoc On-demand Distance Vector Routing (AODV)

Ad Hoc On-demand Distance Vector Routing (AODV) [2] คือ โพรโทคอลประเภท Distance Vector และมีการทำงานแบบเชิงรับ (Reactive) มุ่งเน้นที่จะลดการส่งเพ็คเกตในการค้นหาเส้นทาง โดยจะค้นหาเส้นทางเมื่อต้องการส่งข้อมูล โพรโทคอลนี้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 กระบวนการ ได้แก่

1. กระบวนการค้นหาเส้นทาง (Route Discovery) เมื่อโหนดต้นทางต้องการจะส่งข้อมูลไปยังโหนดปลายทางจะตรวจสอบภายในตารางเส้นทางของตัวเอง ว่ามีเส้นทางหรือไม่ ถ้าหากมีเส้นทางอยู่แล้วก็สามารถส่งแพ็คเกตออกไปได้เลย แต่ถ้าหากยังไม่มีเส้นทาง จะต้องทำการค้นหาเส้นทางก่อน โดยโหนดต้นทางจะสร้างแพ็คเกต RREQ ภายในแพ็คเกตประกอบด้วย Source IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Address, Source Sequence Number, Destination IP Address, Destination Sequence Number, Broadcast ID และ Hop Count แพ็คเกต RREQ จะถูกกระจายออกไปจนถึงโหนดปลายทาง โหนดที่ได้รับ RREQ ก็จะบันทึกข้อมูล Reverse Route Entry (เส้นทางย้อนกลับมายังต้นทาง) ไว้ในตารางเส้นทางของตัวเอง และเพิ่มค่า Hop Count ก่อนส่งไปยังโหนดถัดไป หากได้รับแพ็คเกต RREQ ที่มี Broadcast ID และ Source Address เหมือนกับแพ็คเกต RREQ ก่อนหน้าจะละทิ้งแพ็คเกตนั้น เมื่อโหนดปลายทาง หรือโหนดที่มีข้อมูลของโหนดปลายทางได้รับแพ็คเกต RREQ แล้ว โหนดจะสร้างแพ็คเกต RREP และส่งกลับมาหาโหนดต้นทาง โดยจะส่งแพ็คเกตกลับไปในเส้นทางเดียวกับที่ส่งแพ็คเกต RREQ มา ซึ่งดูจากตารางเส้นทางที่บันทึกไว้

2. กระบวนการรักษาเส้นทาง (Route Maintenance) หากโหนดต้นทางเคลื่อนที่ออกห่างจนไม่สามารถส่งข้อมูลได้ โหนดจะทำการค้นหาเส้นทางใหม่ หากโหนดระหว่างทาง หรือโหนดปลายทางเคลื่อนที่ออกจากเส้นทาง โหนดจะส่งแพ็คเกต Route Error (RERR) กลับไปยังโหนดต้นทาง เพื่อแจ้งว่าเส้นทางมีปัญหา ไม่สามารถส่งข้อมูลได้ เมื่อโหนดต้นทางได้รับแพ็คเกต RERR จะทำการค้นหาเส้นทางใหม่

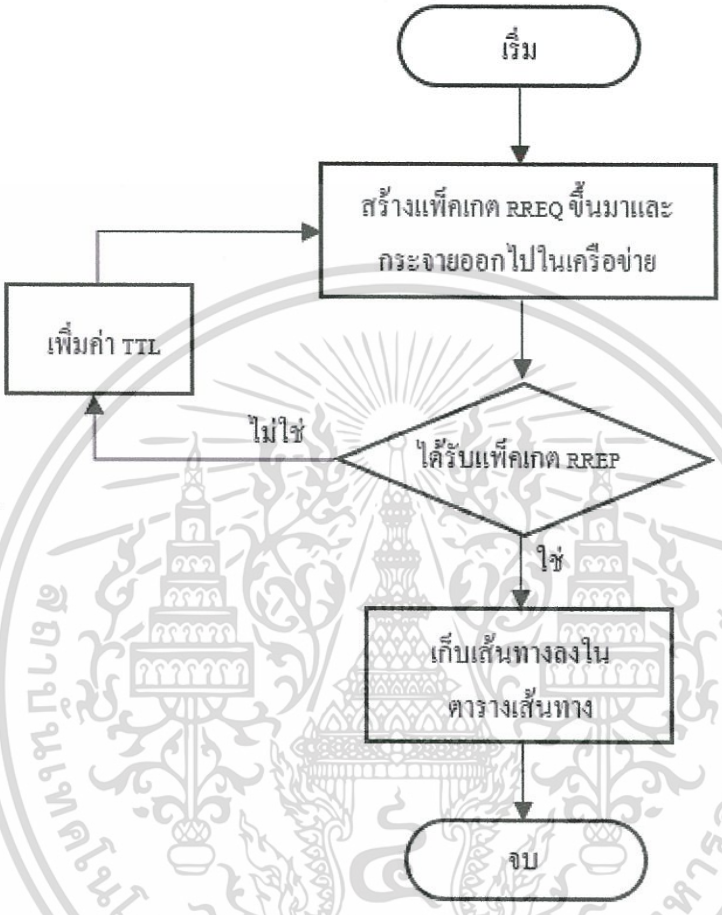
2.3 Expanding Ring Search

Expanding Ring Search (ERS) [3] เป็นกระบวนการหนึ่งที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางจากโหนดต้นทางไปยังปลายทาง โดยใช้ค่า Time to Live (TTL) เป็นเงื่อนไขในการส่งต่อแพ็คเกต RREQ ในการค้นหาเส้นทาง โหนดต้นทางจะทำการสร้างแพ็คเกต RREQ โดยเริ่มจาก TTL ค่าน้อยๆ และกระจายแพ็คเกตไปยังโหนดเพื่อนบ้าน

ในการส่งต่อแพ็คเกตแต่ละครั้งค่า TTL จะลดลงทีละ 1 และโหนดที่ได้รับแพ็คเกต RREQ จะทำการพิจารณาค่า TTL ว่าต้องทำการส่งต่อแพ็คเกตนี้หรือไม่ ถ้าค่า TTL มีค่ามากกว่า 0 โหนดจะกระจายแพ็คเกตต่อ แต่ถ้าค่า TTL มีค่าเท่ากับ 0 จะหยุดการกระจายแพ็คเกต และละทิ้งแพ็คเกตนั้น หลังจากที่โหนดต้นทางทำการกระจายแพ็คเกต RREQ ไปแล้ว ถ้าไม่ได้รับแพ็คเกต RREP ภายในเวลาที่กำหนด โหนดต้นทางจะทำการสร้างแพ็คเกต RREQ ขึ้นมาใหม่ และเพิ่มค่า TTL ขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มระยะทางในการกระจายแพ็คเกต เมื่อโหนดปลายทางได้รับแพ็คเกต RREQ แล้ว จะสร้าง RREP ส่งกลับไปยังโหนดต้นทาง

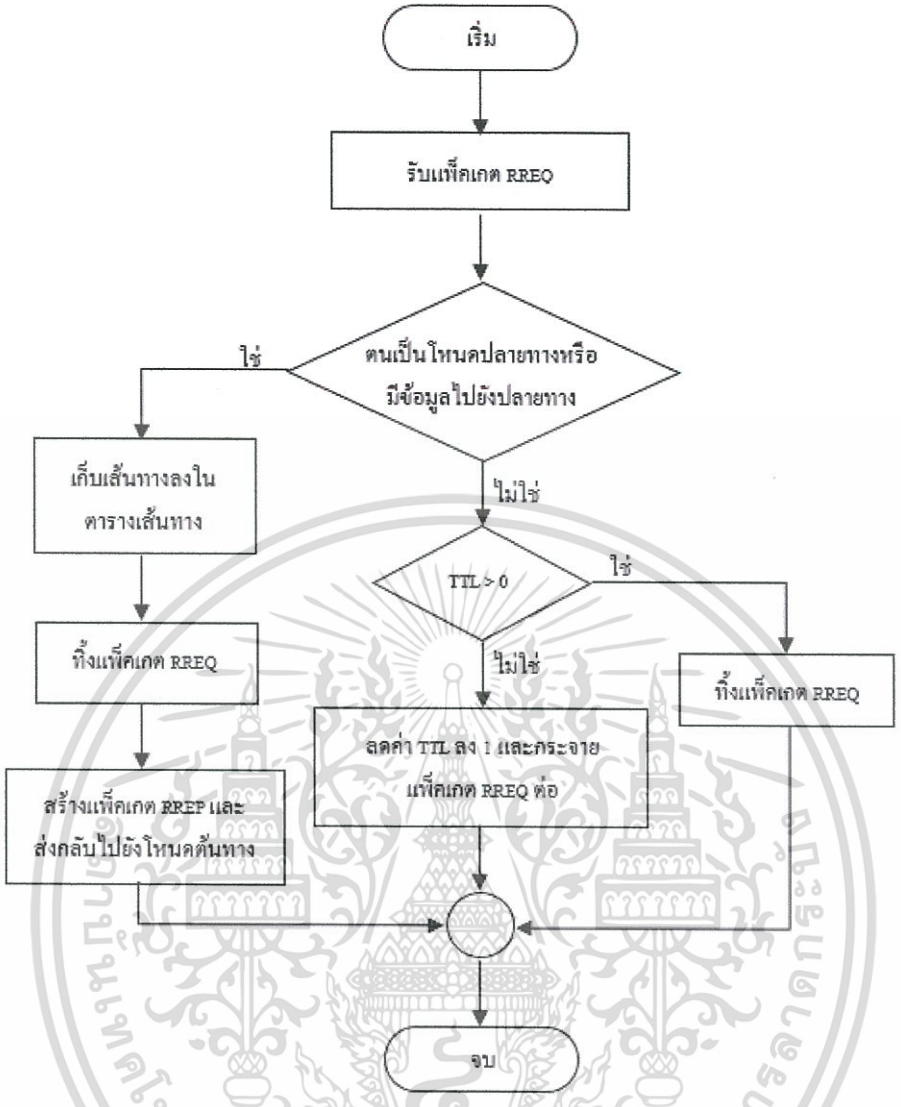
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากกลไก ERS คือทำให้แพ็คเกต RREQ ไม่กระจายแพ็คเกตไปยังทุกโหนดบนเครือข่าย เพื่อค้นหาโหนดปลายทาง แต่จะค่อยๆเพิ่มระยะทาง (จำนวนฮ็อป) ในการค้นหา ทำให้ช่วยลดโอเวอร์เฮดของการค้นหาเส้นทาง และลดการใช้พลังงานในเครือข่ายได้



รูปที่ 2.1 กลไกการทำงานของโพรโทคอล ERS ที่โหนดต้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 กลไกการทำงานของโพรโทคอล ERS ที่โหนดระหว่างทาง

2.4 Blocking Expanding Ring Search

Blocking Expanding Ring Search (BERS) [4] เป็นกระบวนการค้นหาเส้นทางที่พัฒนามาจาก ERS เพื่อปรับปรุงการแพร่กระจายของแพ็คเกต RREQ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการใช้แพ็คเกต stop_instruction ในการควบคุมการกระจายแพ็คเกต RREQ แทนค่า TTL

ในการค้นหาเส้นทางโหนดต้นทางจะสร้างแพ็คเกต RREQ และกระจายแพ็คเกตออกไปเป็นวงแหวน (Ring) โดยเริ่มจากวงแหวนรอบที่ 1 ซึ่งวงแหวนรอบที่ 1 จะมีค่า Hop count เท่ากับ 1 ดังนั้น ทุกโหนดในวงแหวนที่ 1 จะได้รับแพ็คเกต RREQ เมื่อได้รับแพ็คเกตแล้ว โหนดจะมีเวลารอ (Waiting time) ซึ่งหาค่าได้จาก

$$\text{WAITING TIME} = 2 * \text{Hop Count} * \text{TRAVERSAL TIME} \quad (2.1)$$

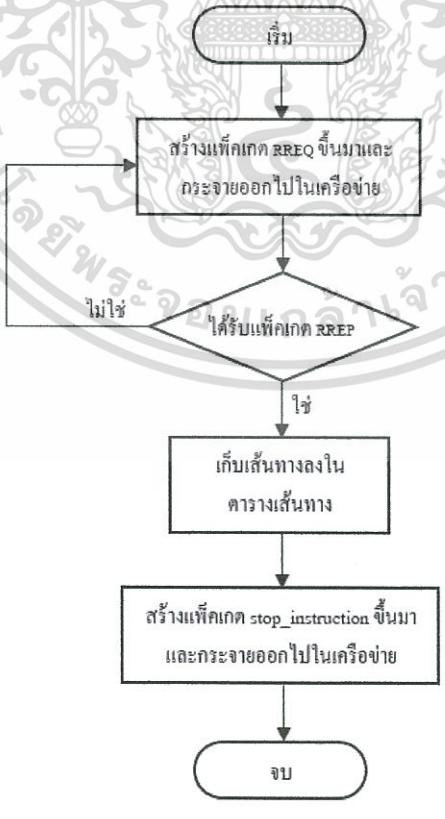
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Waiting time คือ เวลารอ Hop Count คือ จำนวนฮ็อป และ TRAVERSAL TIME คือ เวลาที่ใช้ในการส่งแพ็คเกตในระยะ 1 ฮ็อป

หากโหนดไม่ได้รับแพ็คเกต stop_instruction ภายในเวลารอนั้น หมายความว่า ไม่มีโหนดใดที่มีข้อมูลเส้นทางของโหนดปลายทาง และทุกโหนดในวงแหวนนั้นจะเพิ่มค่า Hop Count ในแพ็คเกต RREQ และกระจายแพ็คเกตไปยังวงแหวนถัดไป แต่ถ้าในเวลารอนั้นโหนดได้รับแพ็คเกต stop_instruction โหนดจะทำการละทิ้งแพ็คเกต RREQ ทันที และเมื่อแพ็คเกต RREQ ไปถึงโหนดปลายทางหรือโหนดที่มีข้อมูลไปยังโหนดปลายทาง โหนดจะทำการสร้างแพ็คเกต RREP และส่งกลับมายังโหนดต้นทาง

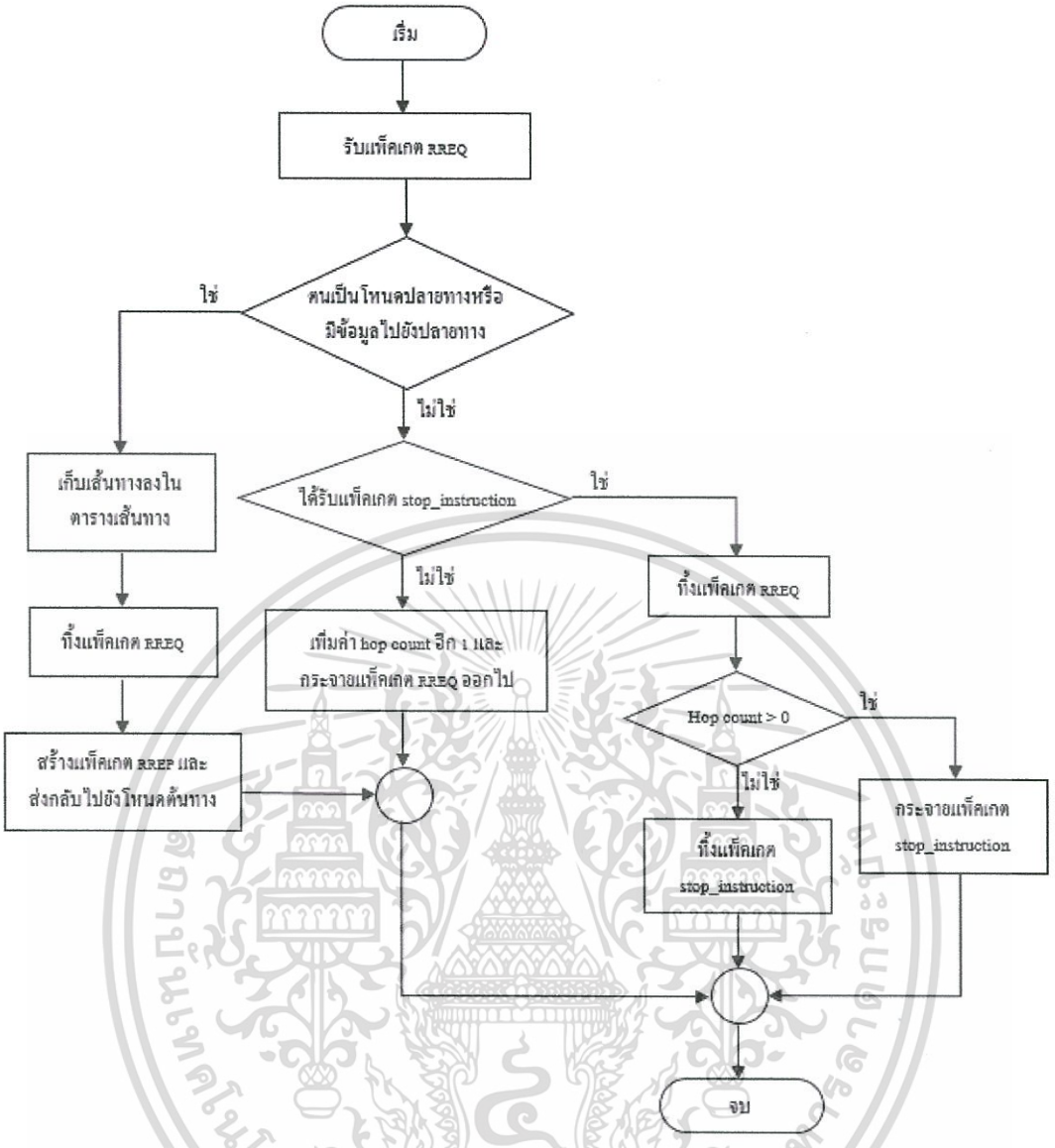
เมื่อโหนดต้นทางได้รับ RREP แล้ว โหนดจะสร้างแพ็คเกต stop_instruction และกระจายออกไปตาม Hop Count ที่ได้รับจากแพ็คเกต RREP เพื่อให้ทุกโหนดหยุดกระจายแพ็คเกต RREQ

BERS จะไม่ทำการกระจายแพ็คเกต RREQ จากโหนดต้นทางทุกครั้งเหมือน ERS แต่โหนดที่ได้รับแพ็คเกต RREQ จะทำการกระจายแพ็ตเกตแทน เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการกระจายแพ็คเกต และใช้แพ็คเกต stop_instruction ในการควบคุมการกระจายของแพ็คเกตค้นหาเส้นทาง ทำให้ช่วยลดการใช้พลังงานในเครือข่ายได้



รูปที่ 2.3 กลไกการทำงานของโพรโทคอลของ BERS ที่โหนดต้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กลไกการทำงานของโพรโทคอลของ BERS ที่โหนดระหว่างทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

แนวคิดและการดำเนินงาน

ในบทนี้จะเป็นการนำเสนองานวิจัยที่ปรับปรุงมาจาก Blocking Expanding Ring Search (BERS) ที่กล่าวไว้เมื่อบทที่แล้ว ทางผู้จัดทำได้ทำการเปลี่ยนแปลงในส่วนของเวลารอแพ็คเกต stop_instruction ของโหนดระหว่างทาง และส่วนของการกระจายแพ็คเกต stop_instruction ออกไปในเครือข่าย ซึ่งกระบวนการทั้งหมดจะพัฒนาอยู่บนโพรโทคอล AODV เนื่องจากโพรโทคอลนี้สามารถใช้กระบวนการค้นหาเส้นทางแบบ Expanding Ring Search ได้ทำให้เหมาะที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

3.1 งานที่นำเสนอ

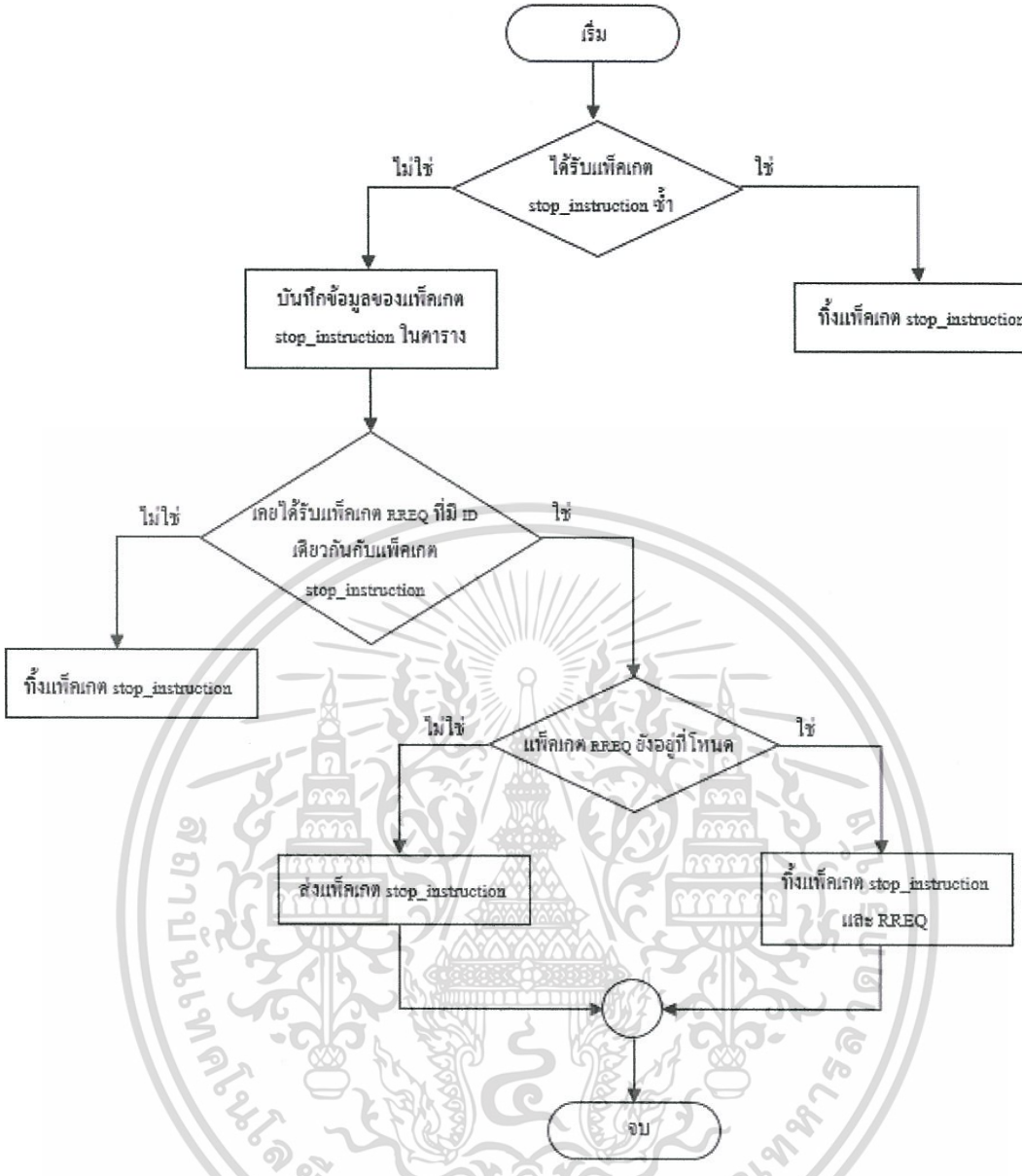
3.1.1 สร้างเงื่อนไขการกระจายแพ็คเกต stop_instruction

ในส่วนของแพ็คเกต stop_instruction ของกระบวนการค้นหาเส้นทางแบบ Blocking Expanding Ring Search (BERS) แพ็คเกตจะถูกสร้างขึ้นจากโหนดต้นทาง เมื่อโหนดต้นทางได้รับแพ็คเกต RREP จากโหนดปลายทางแล้ว และจะกระจายแพ็คเกตออกไปเพื่อใช้ในการหยุดการส่งแพ็คเกต RREQ ที่ยังคงกระจายอยู่ในเครือข่าย ซึ่งแพ็คเกตนี้จะกระจายไปตามจำนวน Hop Count ที่ได้รับมาจากแพ็คเกต RREP และเมื่อกระจายไปจนถึงค่า Hop Count แล้ว แพ็คเกตนี้จะถูกละทิ้งทันที

ทางผู้จัดทำจึงได้นำงานส่วนหนึ่งของ [6] หรือ BERS+ มาใช้ เนื่องจากแพ็คเกต stop_instruction ของ BERS ใช้จำนวน Hop Count ในการกระจาย จึงอาจทำให้ไม่เพียงพอต่อการหยุดแพ็คเกต RREQ ในเครือข่าย เพราะโหนดที่ถือแพ็คเกต RREQ อยู่อาจจะกระจายแพ็คเกตออกไปไกลมากกว่าจำนวน Hop Count ที่แพ็คเกต stop_instruction จะไปถึง

BERS+ จึงได้เปลี่ยนจากการใช้ Hop Count เป็นการใช้เงื่อนไขในการส่งต่อแพ็คเกตนี้แทน ซึ่งเงื่อนไขมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 เงื่อนไขการกระจายแพ็คเกต stop_instruction

3.1.2 สร้างเงื่อนไขเวลารอแพ็คเกต stop_instruction

จากการศึกษากระบวนการค้นหาเส้นทาง Blocking Expanding Ring Search (BERS) พบว่า โหนดระหว่างทางที่ได้รับแพ็คเกต RREQ จะต้องรอรับแพ็คเกต stop_instruction จากโหนดต้นทาง ตามเวลารอ คือ 2 * Hop Count * เวลาที่ใช้ในการส่งแพ็คเกตในระยะ 1 ฮ็อป ยิ่งโหนดอยู่ห่างจากโหนดต้นทางมาก ค่า Hop Count ก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น หมายความว่าเวลารอของโหนดก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง รวมไปถึงเวลาที่ใช้ส่งแพ็คเกตข้อมูลก็จะช้าลงไปด้วย

ทางผู้จัดทำจึงได้คิดแนวทางที่จะลดเวลาในการรอแพ็คเกต stop_instruction เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง ซึ่งได้คิดไว้ 2 แนวคิด ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดที่ 1 กำหนดให้โหนดที่อยู่ห่างจากโหนดต้นทางไม่เกิน k ฮ็อป ใช้เวลารอแบบ BERS คือ

$$\text{WAITING TIME} = 2 \times \text{Hop Count} \times \text{TRAVERSAL TIME} \quad (3.1)$$

โดยที่ Hop Count คือ จำนวนฮ็อป

TRAVERSAL TIME คือ เวลาที่ใช้ในการส่งแพ็คเกตในระยะ 1 ฮ็อป

และสำหรับโหนดที่อยู่ห่างจากโหนดต้นทางเกินระยะ k ฮ็อป จะใช้เวลารอของโหนดที่อยู่ห่างจากโหนดต้นทางเป็นจำนวน k ฮ็อป คือ

$$\text{WAITING TIME} = 2 \times k \times \text{TRAVERSAL TIME} \quad (3.2)$$

แนวคิดที่ 2 จากการศึกษากลไกการทำงานของ BERS+ หลักการในการกระจายแพ็คเกต RREQ ภายใน k ฮ็อป จะกระจายแพ็คเกต RREQ โดยไม่มีเวลารอ กล่าวคือกระจายแพ็คเกตเหมือนกับ AODV ส่วนภายนอก k ฮ็อป จะกระจายแพ็คเกตโดยมีเวลารอเหมือนกับ BERS

และผู้จัดทำได้ทำการประมาณค่า k ที่เหมาะสมจากการใช้สมการ Poisson โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า ในระยะรัศมีของสัญญาณไร้สายของโหนดเพื่อจะมีโอกาสโหนดที่เป็นโหนดปลายทางดังนี้

$$k = \sqrt{\frac{n_k \times A}{N_T \times \pi r^2}} \quad (3.3)$$

โดยที่ k คือ จำนวนฮ็อปที่แบ่งระหว่างบริเวณระยะไม่เกิน k ฮ็อป และเกินระยะ k ฮ็อป

n_k คือ จำนวนโหนดที่อยู่ในพื้นที่รัศมี k ฮ็อปนับจากโหนดต้นทาง

A คือ พื้นที่การจำลอง

N_T คือ จำนวนโหนดทั้งหมดในการจำลอง

πr^2 คือ พื้นที่ภายใต้ระยะสัญญาณของโหนด

ส่วนค่า n_k นั้นหาได้จากสมการ Binomial โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า ในทอพอโลยีที่มีโหนดอยู่ทั้งหมด N_T โหนด จะมีโหนดปลายทางอยู่ m โหนด และจะทำการเลือกมา n_k โหนดจากโหนดทั้งหมด เพื่อให้เจอโหนดปลายทางทั้งหมดที่ความน่าจะเป็น P ซึ่งสามารถสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

$$P = \frac{(N_T - m)! n_k!}{N_T! (n_k - m)!} \quad (3.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถ้าโหนดปลายทางมีอยู่ 1 โหนด (m = 1) จะได้ผลลัพธ์เป็น

$$P = \frac{n_k}{N_T} \tag{3.5}$$

จากสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะต้องเจอโหนดปลายทางด้วยความน่าจะเป็น 50% ค่า n_k ก็จะมีค่าดังนี้

$$n_k = 0.5 \times N_T \text{ หรือ } n_k = \frac{N_T}{2} \tag{3.6}$$

เพราะฉะนั้น สมการที่ใช้ประมาณค่า k ก็มีค่าเป็น

$$k = \sqrt{\frac{A}{2\pi r^2}} \tag{3.7}$$

เมื่อได้ค่า k มาแล้วจึงนำไปใช้กับแนวคิดที่นำเสนอไว้ข้างต้น

3.2 ตัวชี้วัดที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของแต่ละกระบวนการที่นำมาจำลอง จะมีตัวชี้วัดที่ใช้ในการเปรียบเทียบดังต่อไปนี้

1. โอเวอร์เฮด คือ อัตราส่วนของขนาดของแพ็คเกตที่มีการส่งออกมาจากแต่ละโหนดต่อขนาดของแพ็คเกตข้อมูลทั้งหมดที่ส่งถึงปลายทาง เป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกว่าในการส่งข้อมูลสำเร็จ 1 แพ็คเกตนั้น ทั้งเครือข่ายจะต้องมีการส่งแพ็คเกตต่างๆ ทั้งหมดมากน้อยเพียงใด ผู้วิจัยเลือกที่จะวัดโอเวอร์เฮดจากขนาดแพ็คเกตแทนที่จะเป็นจำนวนแพ็คเกต เนื่องจากแต่ละโพรโทคอลนั้นมีขนาดแพ็คเกตค้นหาเส้นทางไม่เท่ากัน การวัดโอเวอร์เฮดจากขนาดแพ็คเกตจะทำให้เกิดความเท่าเทียมมากขึ้น

2. การใช้พลังงานของเครือข่าย คือ ค่าพลังงานที่ถูกใช้ไปในระหว่างการสื่อสารกัน เป็นตัวชี้วัดว่าในระบบมีการใช้พลังงานมากหรือน้อยเพียงใด

3. อายุขัยของเครือข่าย คือ เวลาที่เครือข่ายเริ่มมีโหนดที่พลังงานหมด และจำนวนโหนดที่ยังมีพลังงานเหลืออยู่เมื่อเวลาในการจำลองสิ้นสุดลง

4. จำนวนโหนดที่เหลือ คือ จำนวนโหนดที่เหลืออยู่ในเครือข่ายทั้งหมดเมื่อเวลาในการจำลองสิ้นสุดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ความหน่วงในการส่งข้อมูล คือ เวลาที่ใช้ในการส่งแพ็คเกตข้อมูลจากต้นทางถึงปลายทาง โดยนับตั้งแต่เวลาที่แพ็คเกตถูกส่งออกจากโหนดต้นทางจนไปถึงเวลาที่โหนดปลายทางได้รับ

6. อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ คือ อัตราส่วนของจำนวนแพ็คเกตข้อมูลที่ถึงปลายทางต่อจำนวนแพ็คเกตข้อมูลที่ส่งจากต้นทาง ตัวชี้วัดนี้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการส่งข้อมูล

ตัวชี้วัดเหล่านี้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของเครือข่าย โดยตัวชี้วัดแต่ละตัวจะมีความสอดคล้อง และสัมพันธ์กัน โดยการใช้พลังงานของเครือข่าย จะขึ้นอยู่กับโอเวอร์เฮดของเครือข่าย ส่งผลกระทบต่ออายุขัยของเครือข่าย อายุขัยของเครือข่าย ขึ้นอยู่กับการใช้พลังงานของเครือข่าย และโอเวอร์เฮด ส่งผลต่ออัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ ขึ้นอยู่กับโอเวอร์เฮด และความหน่วงในการส่งข้อมูล ความหน่วงในการส่งข้อมูล ขึ้นอยู่กับโอเวอร์เฮด ส่งผลต่ออัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ และโอเวอร์เฮด ส่งผลต่อความหน่วงในการส่งข้อมูล อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ การใช้พลังงานของเครือข่าย และอายุขัยของเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และการประเมินผล

ในการทดลองนี้เป็นการจำลองการทำงานของโพรโทคอล AODV-BERS และ Proposed (ทั้ง 2 แนวคิด) ที่ได้ศึกษามาบนเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ และนำผลการทดลองที่ได้ในแต่ละโพรโทคอลมาเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดต่างๆที่กล่าวในบทข้างต้น เพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

4.1 การกำหนดตัวแปรที่ใช้ในการจำลองเครือข่าย

มีการจำลองเครือข่ายโดยใช้ซอฟท์แวร์ Network Simulator 2 (ns2) โดยกำหนดให้โหนดในเครือข่ายมีรัศมีการรับส่งสัญญาณเท่ากับ 250 เมตร มีอัตราเร็วในการส่งข้อมูล (Transmission rate) เท่ากับ 2 Mbps และใช้ IEEE802.11 DCF เป็นชั้น MAC (MAC Layer) ในเครือข่ายจะมีโหนดที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลเป็นจำนวนทั้งหมด 20 โหนด

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลสิ่งแวดล้อมของการจำลองเครือข่าย

รูปแบบการเคลื่อนที่	Random waypoint
ความเร็วในการเคลื่อนที่	แบบสุ่มยูนิฟอร์มในช่วง 1-20 เมตร/วินาที
เวลาหยุดการเคลื่อนที่	ไม่มี
จำนวนโหนดในเครือข่าย	50 60 70 80 90 100
เวลาที่ใช้ในการจำลอง	1000 วินาที
พลังงานเริ่มต้น	500 จูล
พลังงานที่ใช้ในการส่งข้อมูล	1.34616 วัตต์
พลังงานที่ใช้ในการรับข้อมูล	0.9006 วัตต์
พลังงานในขณะที่อยู่นิ่ง	0.074 วัตต์
พลังงานในสถานะหลับ	0.0474 วัตต์
ขนาดเครือข่าย	1000 เมตร x 1000 เมตร
ประเภทของข้อมูล	UDP/CBR
ขนาดของข้อมูล	512 ไบต์
อัตราการส่งข้อมูล	4 แพ็คเกต/วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ – ใช้ค่าการใช้พลังงานในสถานะต่างๆ ของโมดูลไร้สายจาก [5]

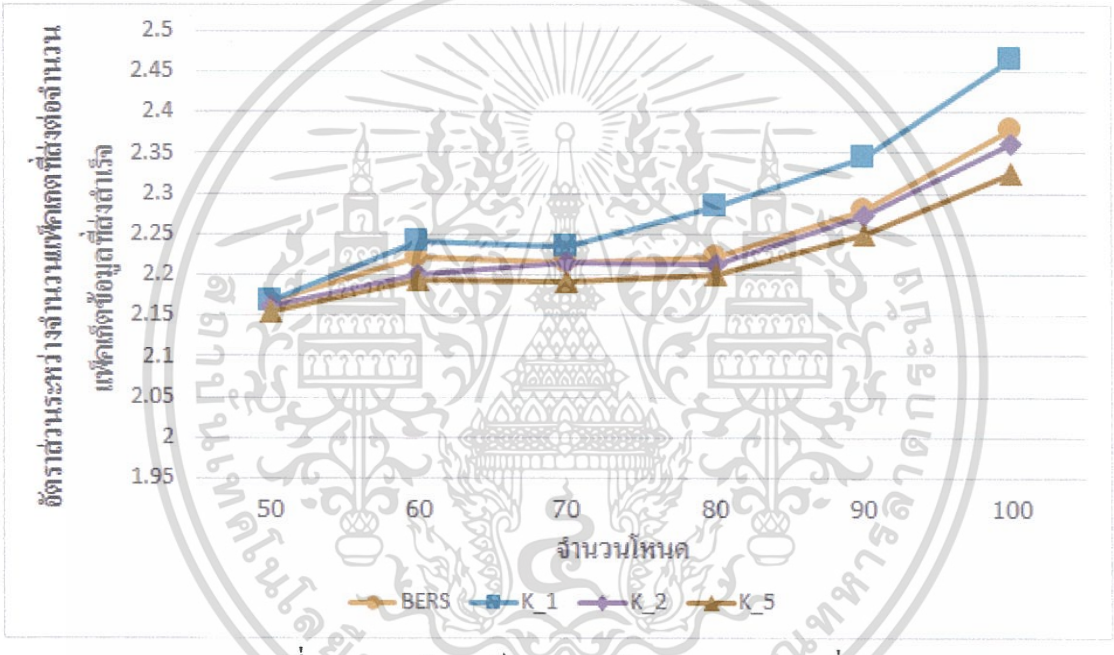
4.2 โพรโทคอลที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

4.2.1 Ad hoc On-demand Distance Vector with Blocking Expanding Ring Search (AODV-BERS)

4.2.2 Proposed (แนวคิดที่ 1)

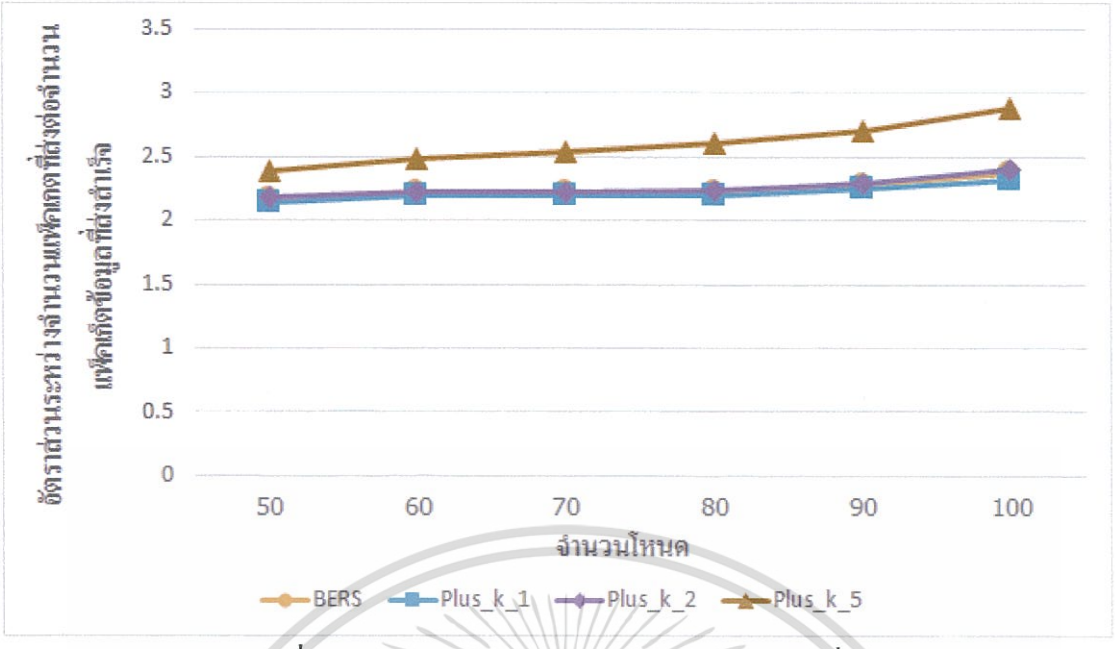
4.2.3 Proposed (แนวคิดที่ 2)

4.3 ผลการทดลอง



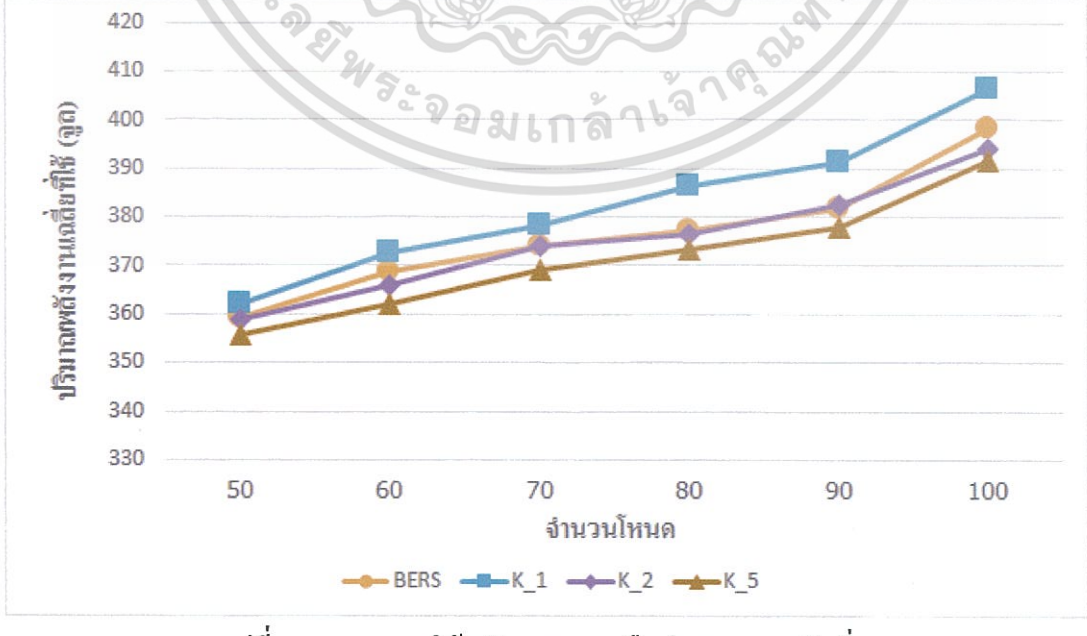
รูปที่ 4.1 แสดงโอเวอร์เฮดของเครือข่ายของแนวคิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงโอเวอร์เฮดของเครือข่ายของแนวคิดที่ 2

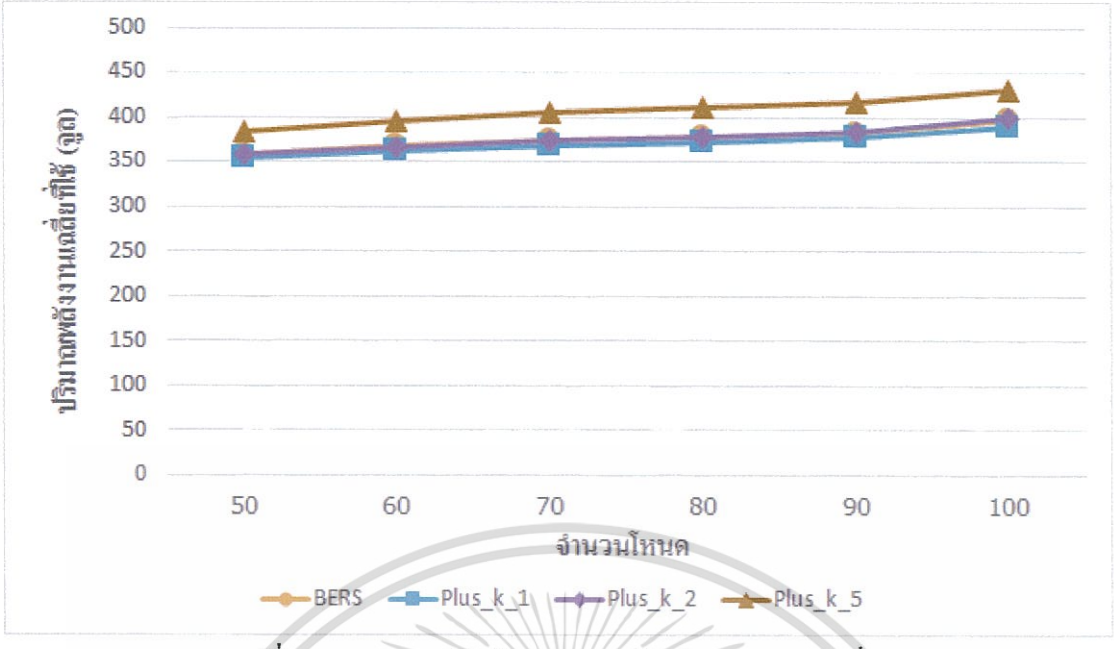
รูปที่ 4.1 และ 4.2 แสดงโอเวอร์เฮดที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่า รูปที่ 4.1 กราฟที่ k = 1 มีโอเวอร์เฮดมากที่สุด เนื่องจากมีเวลารอในการส่งแพ็คเกตค้นหาเส้นทางคงที่หลังจาก k = 1 ทำให้ใช้เวลารอน้อยลงหลังจาก k ฮ็อป นั้น ส่งผลให้มีการกระจายของแพ็คเกตค้นหาเส้นทางที่เร็วและกระจายแพ็คเกตมากขึ้น ส่วนที่ k = 5 มีโอเวอร์เฮดน้อยที่สุด เนื่องจากมีเวลารอมากขึ้นเรื่อยๆตามจำนวนฮ็อป ทำให้มีแพ็คเกตที่ถูกกระจายน้อยลง รูปที่ 4.2 ที่ k = 5 มีโอเวอร์เฮดมากที่สุด เนื่องจากภายในวง k ฮ็อป จะมีการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทางออกไปโดยไม่มีเวลอรอ



รูปที่ 4.3 แสดงการใช้พลังงานของเครือข่ายของแนวคิดที่ 1

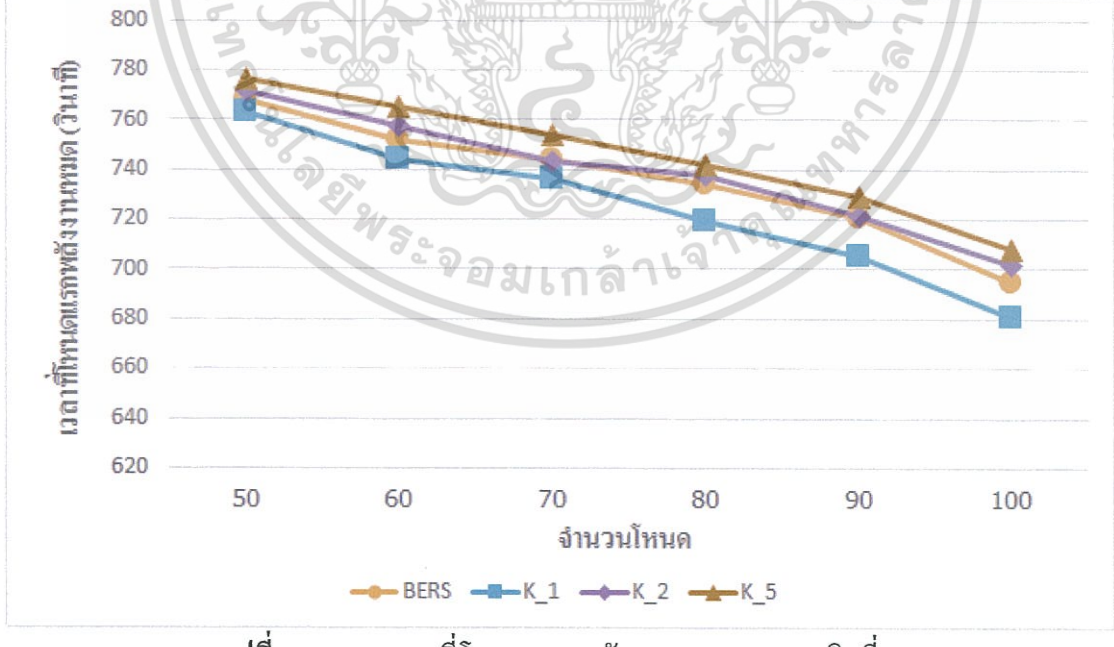
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



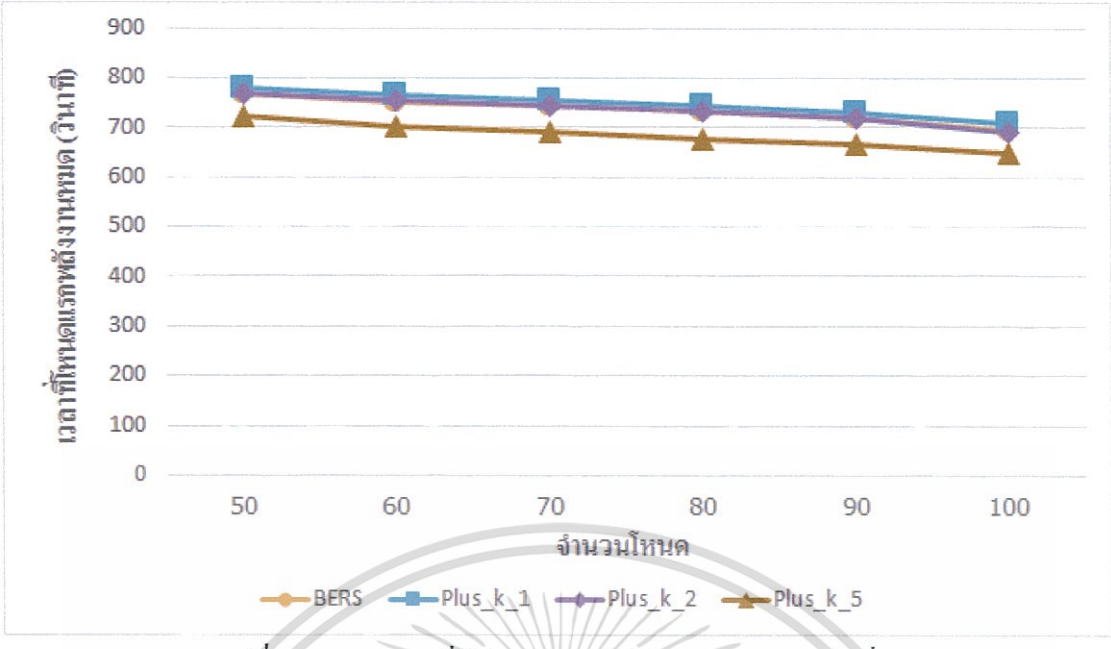
รูปที่ 4.4 แสดงการใช้พลังงานของเครือข่ายของแนวคิดที่ 2

รูปที่ 4.3 และ 4.4 แสดงการใช้พลังงานของเครือข่าย จะเห็นได้ว่า กราฟพลังงานจะแปรผันตามกราฟโอเวอร์เฮด โดยรูปที่ 4.3 ที่ k = 1 มีระดับการใช้พลังงานมากที่สุด เนื่องจากเกิดโอเวอร์เฮดมากที่สุด มีการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทางมากกว่า รูปที่ 4.4 ที่ k = 5 มีระดับการใช้พลังงานมากที่สุด เนื่องจากมีการกระจายแพ็คเกตภายใน k ฮ็อป มากกว่าแบบอื่น



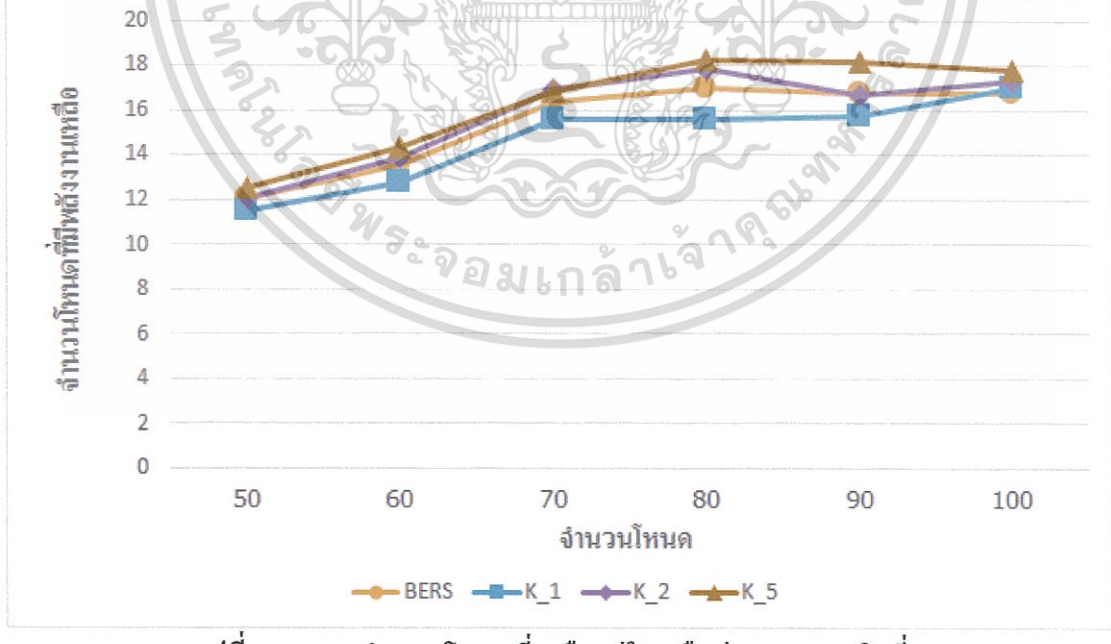
รูปที่ 4.5 แสดงเวลาที่โหนดแรกพลังงานหมดของแนวคิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
146205



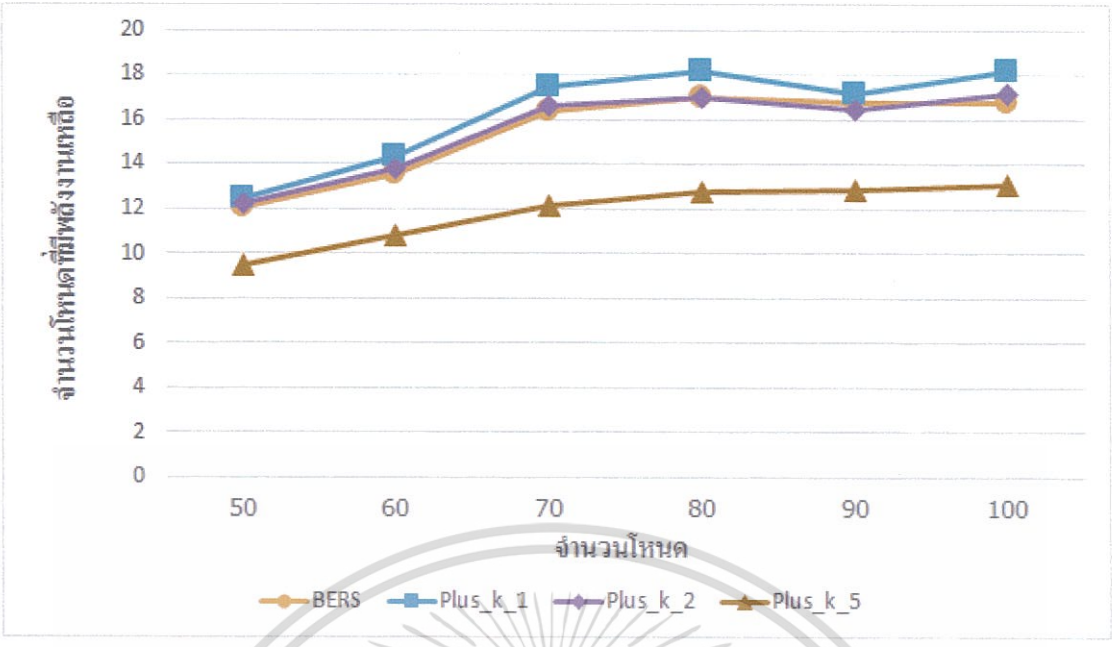
รูปที่ 4.6 แสดงเวลาที่โหนดแรกพลังงานหมดของแนวคิดที่ 2

รูปที่ 4.5 และ 4.6 แสดงเวลาที่โหนดแรกพลังงานหมด จะเห็นได้ว่า กราฟเวลาที่โหนดแรกตายจะแปรผกผันกับกราฟพลังงาน โดยรูปที่ 4.5 เวลาที่โหนดแรกตายของกราฟที่ k = 5 จะช้าที่สุด เนื่องจากมีการใช้พลังงานน้อยที่สุด รูปที่ 4.6 เวลาที่โหนดแรกตายของกราฟที่ k = 5 จะเร็วที่สุด เนื่องจากใช้พลังงานในเครือข่ายมากที่สุด



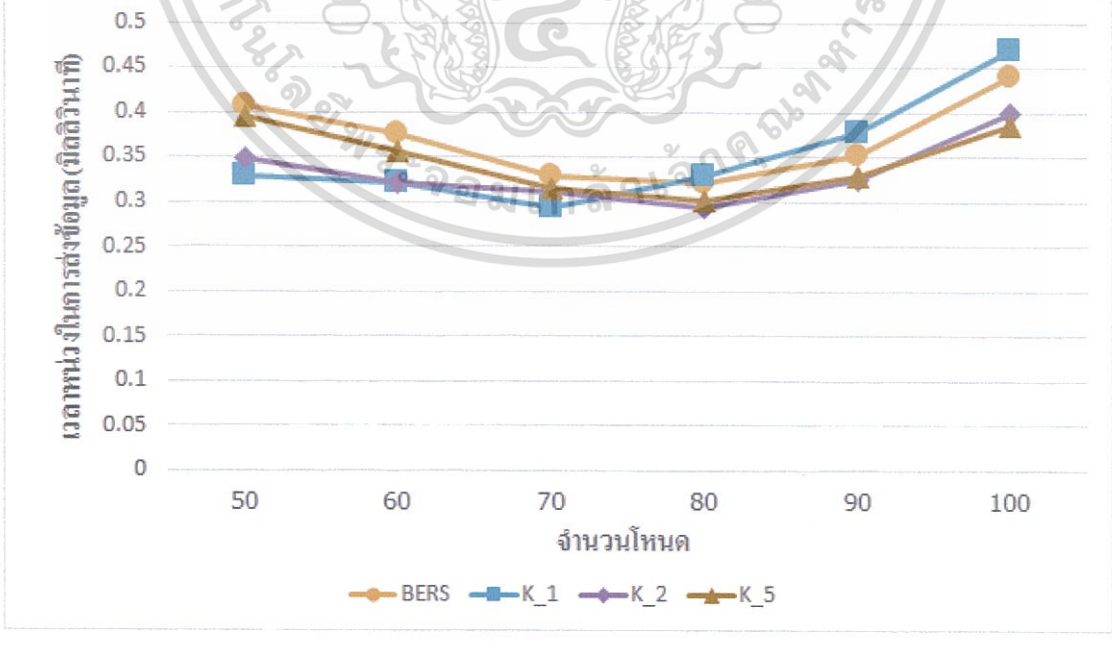
รูปที่ 4.7 แสดงจำนวนโหนดที่เหลืออยู่ในเครือข่ายของแนวคิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



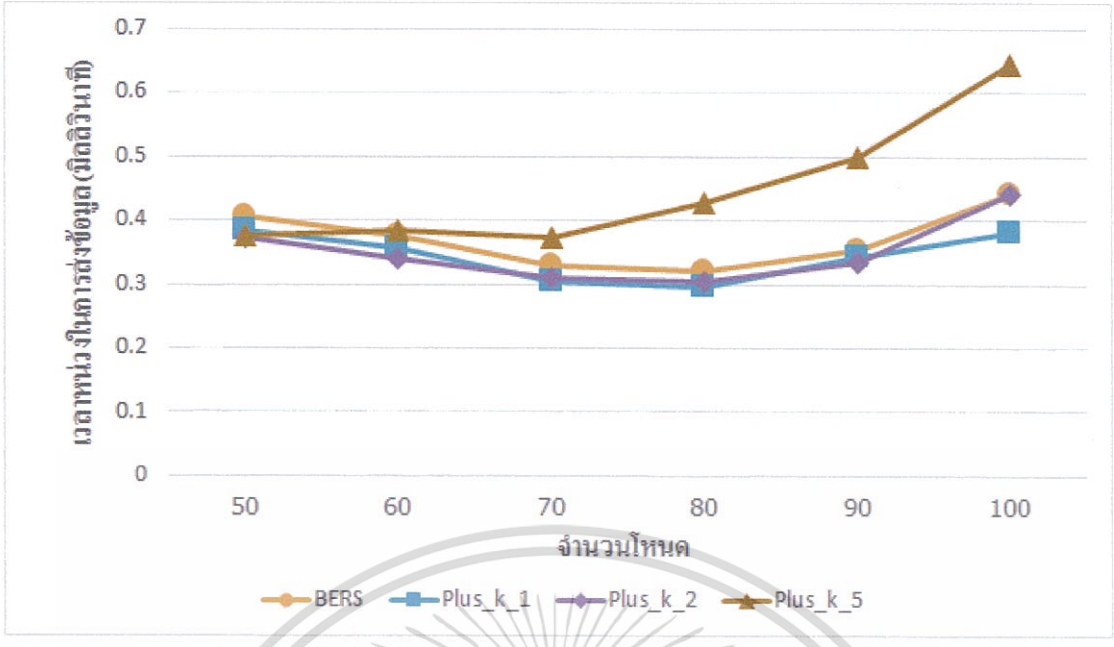
รูปที่ 4.8 แสดงจำนวนโหนดที่เหลืออยู่ในเครือข่ายของแนวคิดที่ 2

รูปที่ 4.7 และ 4.8 แสดงจำนวนโหนดที่เหลืออยู่ในเครือข่าย จะเห็นได้ว่าทุกโพรโทคอลจะมีจำนวนโหนดเหลือในเครือข่ายมากขึ้น เมื่อมีจำนวนโหนดเพิ่มขึ้น และกราฟจะแปรผันตามกับกราฟเวลาที่โหนดแรกตาย โดยรูปที่ 4.7 ที่ k = 5 จะมีโหนดเหลืออยู่ในเครือข่ายมากที่สุด เนื่องจากมีการใช้พลังงานน้อยที่สุด ส่งผลให้สามารถทำการติดต่อสื่อสารในเครือข่ายได้นานขึ้น รูปที่ 4.8 ที่ k = 5 จะเหลือโหนดที่อยู่ในเครือข่ายน้อยที่สุด เนื่องจากมีการใช้พลังงานมากกว่าแบบอื่นๆ



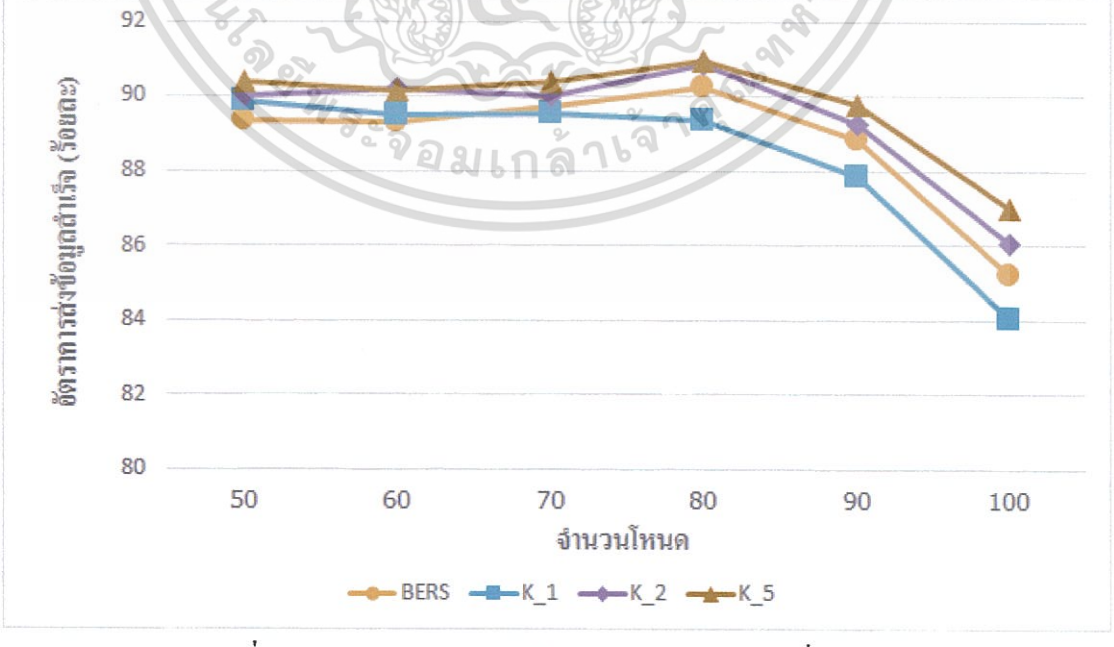
รูปที่ 4.9 แสดงความหน่วงในการส่งข้อมูลของแนวคิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



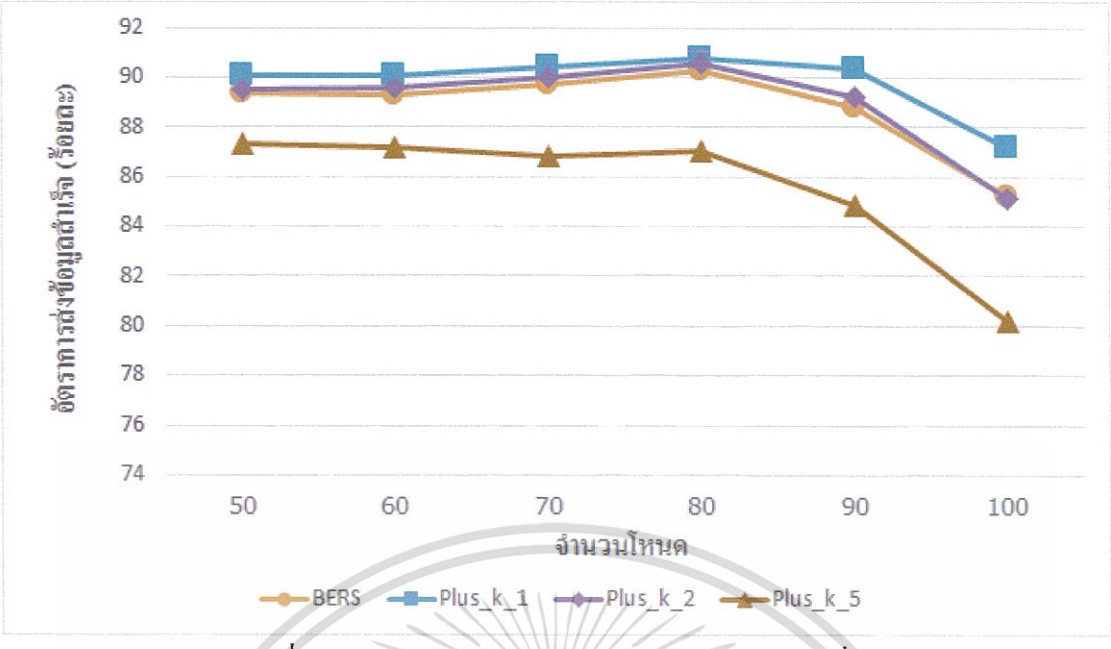
รูปที่ 4.10 แสดงความหน่วงในการส่งข้อมูลของแนวคิดที่ 2

รูปที่ 4.9 และ 4.10 แสดงความหน่วงในการส่งข้อมูล จะเห็นได้ว่า เมื่อความหนาแน่นในเครือข่ายน้อย ในรูป 4.9 ที่ k = 1 จะมีความหน่วงในการส่งข้อมูลน้อย เนื่องจากใช้เวลารอในการส่งแพ็คเกตค้นหาเส้นทางน้อย แต่เมื่อความหนาแน่นของโหนดเพิ่มขึ้น ทำให้มีการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทางมากกว่าแบบอื่น ทำให้เกิดความคับคั่งในเครือข่าย เวลาหน่วงในการส่งข้อมูลจึงเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย รูปที่ 4.10 ที่ k = 5 มีความหน่วงในการส่งข้อมูลมากที่สุด เนื่องจากมีเวลารอในการส่งแพ็คเกตค้นหาเส้นทางที่มากขึ้นเรื่อยๆ



รูปที่ 4.11 แสดงอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จของแนวคิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จของแนวคิดที่ 2

รูปที่ 4.11 และ 4.12 แสดงอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ จะเห็นได้ว่า กราฟแสดงอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จแปรผันตรงกับกราฟแสดงโอเวอร์เฮดของเครือข่าย และแปรผกผันกับกราฟแสดงความหน่วงในการส่งข้อมูล โดยรูปที่ 4.11 ที่ k = 1 มีอัตราการส่งสำเร็จน้อยที่สุด เนื่องจากเกิดความคับคั่งในเครือข่ายมาก อาจส่งผลให้แพ็คเกตชนกัน และสูญหายในที่สุด รูปที่ 4.12 ที่ k = 5 มีอัตราการส่งสำเร็จน้อยที่สุด เนื่องจากการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทางโดยไม่ต้องมีเวลารอภายใน k ฮ็อป ทำให้เกิดความคับคั่งในเครือข่ายมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้ศึกษากลไกการค้นหาเส้นทาง และวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย โดยพัฒนาจากกระบวนการค้นหาเส้นทางแบบ Blocking Expanding Ring Search (BERS) เนื่องจากผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาในการกระจายแพ็คเกต stop_instruction ของ BERS ที่อาจไม่สามารถหยุดการกระจายของแพ็คเกต RREQ ได้ เมื่อแพ็คเกตถูกกระจายเกินจำนวน Hop Count จึงได้เสนอแนวคิดในการปรับปรุง คือ สร้างเงื่อนไขในการกระจายแพ็คเกต stop_instruction แทนการกระจายแพ็คเกตตาม Hop Count และสร้างเงื่อนไขเพื่อใช้เวลารอที่แตกต่างกันซึ่งจะทำให้เครือข่ายทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากผลการจำลองเครือข่ายในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่า แนวคิดที่ 1 ใน k ฮ็อป จะมีการหน่วงเวลาของการกระจายแพ็คเกต RREQ แปรผันตามจำนวนโหนดที่ห่างจากต้นทาง จะทำให้แพ็คเกต STOP มีโอกาสที่จะไล่ตามแพ็คเกต RREQ ได้ทัน จึงทำให้มีการใช้พลังงานน้อยลงตามจำนวน k ที่เพิ่มขึ้น ส่วนแนวคิดที่ 2 ใน k ฮ็อป จะไม่มีการหน่วงเวลาของการกระจายแพ็คเกต RREQ จะทำให้แพ็คเกต stop_instruction มีโอกาสที่จะไล่ตามแพ็คเกต RREQ ได้ไม่ทัน จึงทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นตามจำนวน k ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งสองแนวคิดนี้แสดงให้เห็นว่า การจำกัดขอบเขตในการหน่วงเวลาด้วยค่า k ที่เหมาะสม มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน รวมไปถึงประสิทธิภาพด้านอื่นๆอีกด้วย

เงื่อนไขที่ใช้ในการส่งแพ็คเกต stop_instruction ช่วยให้แพ็คเกตสามารถกระจายออกไปได้เกินจำนวน Hop Count ในขณะที่ AODV-BERS กระจายแพ็คเกต stop_instruction เท่ากับจำนวน Hop Count ทำให้โหนดที่อยู่นอกเหนือจากนั้นยังคงกระจายแพ็คเกต RREQ ต่อไป ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีโอกาสหยุดการกระจายแพ็คเกต RREQ ได้มากกว่า ส่งผลให้เกิดโอเวอร์เฮดในเครือข่ายน้อยกว่า และใช้พลังงานในเครือข่ายน้อยกว่า AODV-BERS

ส่วนเวลารอที่ปรับตาม k ฮ็อป จะช่วยให้โหนดส่งแพ็คเกตข้อมูลได้เร็วขึ้น เนื่องจากการค้นหาเส้นทางทำได้เร็วขึ้น โหนดปลายทางจะทำการตอบกลับด้วยแพ็คเกต RREP ได้เร็วกว่า AODV-BERS ส่งผลให้โหนดต้นทางกระจายแพ็คเกต stop_instruction ได้เร็วขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Saleh Ali K.Al-Omari, Putra Sumari. **"An Overview of Mobile AD Hoc Networks for the Existing Protocols and Applications,"** International journal on application of graph theory in wireless ad hoc networks and sensor networks (Graph-Hoc), Vol.2, No.1, March 2010

[2] C. E. Perkins and E. M. Royer, "**Ad-hoc on-demand distance vector routing,**" Mobile Computing Systems and Applications, 1999. Proceedings. WMCSA '99. Second IEEE Workshop on, New Orleans, LA, 1999, pp. 90-100.

[3] N. D. Pham and H. Choo, **"Energy Efficient Expanding Ring Search for Route Discovery in MANETs,"** Communications, 2008. ICC '08. IEEE International Conference on, Beijing, 2008, pp. 3002-3006.

[4] Incheon Park, Jinguk Kim, Ida Pu. **"Blocking Expanding Ring Search Algorithm for Efficient Energy Consumption in Mobile Ad Hoc Networks,"** WONS 2006 : Third Annual Conference on Wireless On-demand Network Systems and Services, Jan 2006, Les M´enuires (France), pp.191- 195, 2006.

[5] L. M. Feeney and M. Nilsson, **"Investigating the energy consumption of a wireless network interface in an ad hoc networking environment,"** INFOCOM 2001. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE, Anchorage, AK, 2001, pp. 1548-1557 vol.3.

[6] Al-Rodhaan, M., Mackenzie, L., Ould-Khaoua, M. "**Improvement to blocking expanding ring search for manets**" Department of Computing Science. University of Glasgow, Glasgow (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Network Simulator version 2 (NS2)

Network Simulator version 2 (NS2) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองทำงานเครือข่าย เป็นแบบ Open Source สามารถใช้ได้หลายแพลตฟอร์ม เช่น Windows Linux เป็นต้น สามารถจำลองเครือข่ายได้ทั้งเครือข่ายแบบมีสาย และไร้สาย จำลองการทำงานได้หลายโพรโทคอล สามารถแสดงรายละเอียดของเครือข่ายได้ โดยผู้ใช้ออกแบบเครือข่ายผ่านโดยใช้ภาษา C++ หรือ Otcl (Object Tool Command Language) และเรียกใช้งานผ่าน NS2 มีผลลัพธ์ออกมาเป็น nam file แสดงรูปแบบการจำลองเครือข่าย และ trace file แสดงผลการทำงานในเครือข่าย

การติดตั้ง NS2 ใน Linux

- ใช้ NS2 แบบ all in one โดยจะประกอบด้วย NS2 รุ่น 2.35 Tcl/Tk รุ่น 8.5.8 OTcl รุ่น 1.14 TvlVL รุ่น 1.20 NAM รุ่น 1.15 Zlib รุ่น 1.2.3 และ Xgraph รุ่น 12.2
- ในระบบปฏิบัติการ Linux จะต้องมีการติดตั้งแพ็คเกต gcc-c++ libX11-devel libXt-devel libXmu-devel libperl4-corelibs-perl และ csh
- เข้าโฟลเดอร์ ns-allinone-2.35 และพิมพ์คำสั่ง "./install" เพื่อลงโปรแกรม NS2
- หลังจากติดตั้งเสร็จให้เพิ่มข้อมูลลงในไฟล์ ".bashrc"

```
NSHOME=$HOME/ns-allinone-2.35
OTCL_LIB=${NSHOME}/otcl-1.14
NS2_LIB=${NSHOME}/lib
PATH=$PATH:${NSHOME}/ns-2.35:${NSHOME}/nam-1.15
export LD_LIBRARY_PATH=${NSHOME}/otcl-1.14
export LD_LIBRARY_PATH=${NSHOME}/lib
export TCL_LIBRARY_PATH=${NSHOME}/tcl8.5.10/library
```

การติดตั้ง Eclipse CDT IDE ร่วมกับ NS2

- ใช้ Eclipse รุ่นที่รองรับการพัฒนาในภาษา C และ C++
- ติดตั้ง Java Development Kit(JDK) ในระบบปฏิบัติการ โดยใช้คำสั่ง

```
sudo add-apt-repository ppa:webupd8team/java
sudo apt-get update
sudo apt-get install oracle-java8-installer
```

- ดาวน์โหลด Eclipse และสามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AWK Language Programming

Awk เป็นภาษาที่เขียนง่าย ใช้ในการจัดการข้อมูล การดึงค่าข้อมูลในไฟล์ออกมาเพื่อหาผลลัพธ์ และสร้างเป็น report โดยจะดึงผลลัพธ์ที่ได้จาก trace file มา พลอตกราฟ และวิเคราะห์ดูผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองเครือข่าย

โครงสร้างของ AWK

```
BEGIN {
}
END {
}
```

Shell Script

Shell Script มีการทำงานคล้าย Batch file เป็นการเขียนไฟล์เพื่อรวบรวมคำสั่งต่างๆ ใช้ในกรณีที่ต้องการทำงานในหลายรูปแบบ สามารถเขียนสคริปให้เรียกรันไฟล์ได้หลายไฟล์ภายในครั้งเดียว ผู้ใช้ไม่ต้องเรียกรันทีละไฟล์ ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวชนากานต์ พันธ์แก้ว

วัน เดือน ปีเกิด 10 กันยายน 2536

สถานที่เกิด จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 1087 หมู่ 4 ซอยศรีบุญเรือง ถนนเทพารักษ์ ตำบลเทพารักษ์ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ นางสาวฐิติรัตน์ ศักดิ์พิชัยมงคล

วัน เดือน ปีเกิด 8 ธันวาคม 2536

สถานที่เกิด จังหวัดสมุทรปราการ

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 559/324 ซอยวัดพลมานีย์ ถนนประชาพัฒนา แขวงทับยาว เขตลาดกระบัง กรุงเทพ 10520

ประวัติการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่

ชนากานต์ พันธ์แก้ว ฐิติรัตน์ ศักดิ์พิชัยมงคล วรวัชร ณรงคะชวนะ และสุเมธ ประภาวัต

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

Emails: 55070024@kmitl.ac.th, 55070032@kmitl.ac.th, 57606007@kmitl.ac.th, sumet@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

เครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่เป็นเครือข่ายแบบไม่พึ่งพาโครงสร้างพื้นฐาน ไม่มีศูนย์กลางในการควบคุม และอาศัยโมบายล์โหนดเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสาร แต่เนื่องจากโมบายล์โหนดมีข้อจำกัดทางด้านพลังงาน ถ้ามีโหนดพลังงานหมด อาจทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในการติดต่อสื่อสาร จนต้องทำการค้นหาเส้นทางใหม่ และส่งผลให้เกิดความคับคั่งในเครือข่าย ผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษากลไกการค้นหาเส้นทางรูปแบบต่างๆ และเสนอแนวทางในการปรับปรุงการค้นหาเส้นทาง โดยจะทำการปรับปรุงเรื่องเวลาในการส่งแพ็คเกตค้นหาเส้นทาง คิดกลไกควบคุมการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทาง เพื่อลดโอเวอร์เฮดการใช้พลังงานในเครือข่ายในเครือข่าย ซึ่งจากผลการจำลองเครือข่าย พบว่าแนวทางที่นำเสนอ ทำให้เครือข่ายใช้พลังงานน้อยลง ส่งผลให้อายุขัยของเครือข่ายเพิ่มขึ้น รวมไปถึงประสิทธิภาพด้านอื่นๆอีกด้วย

คำสำคัญ – เครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่; กลไกค้นหาเส้นทาง; ประสิทธิภาพด้านพลังงาน

1. บทนำ

เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสารมีบทบาทสำคัญอย่างมากในการดำเนินชีวิต ทั้งการติดต่อสื่อสารแบบมีสาย และไร้สาย ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายมีมากขึ้น ทำให้ผู้ใช้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างสะดวก และรวดเร็วผ่านทางอุปกรณ์ที่เรียกว่า สมาร์ทโฟน (Smartphone) ซึ่งสมาร์ทโฟนได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวัน จึงเกิดการพัฒนาเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่ขึ้น ซึ่งการติดต่อสื่อสารรูปแบบนี้เป็นการติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์สมาร์ทโฟนโดยต้องไม่พึ่งพาโครงสร้างพื้นฐานของระบบสื่อสาร ทำให้สามารถนำเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนี้มาใช้ในกรณีที่โครงสร้างพื้นฐานของระบบสื่อสารเสียหายจนไม่สามารถทำงานได้ เช่น เกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติแผ่นดินไหว สึนามิ ทำให้เกิดการตัดขาดการสื่อสาร หรือในบริเวณคอนเสิร์ต สถานที่ชุมนุม ที่มีผู้ใช้งานพร้อมกันเป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดความคับคั่งของข้อมูล ซึ่งจะทำให้ช่องสัญญาณเต็ม จนไม่สามารถติดต่อสื่อสารกับภายนอกได้

ในการติดต่อสื่อสารของเครือข่ายเฉพาะกิจเคลื่อนที่จำเป็นต้องอาศัยสมาร์ทโฟน หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โมบายล์โหนด ในการติดต่อสื่อสาร โมบายล์โหนดหนึ่งๆจะทำหน้าที่ในการรับ และส่งข้อมูล การค้นหาเส้นทางจากโหนดต้นทางไปยังโหนดปลายทาง หรือการทำหน้าที่อื่นๆ ทำให้มีการใช้พลังงานอย่างมาก ซึ่งโมบายล์โหนดนั้นมีข้อจำกัดทางด้านพลังงาน หากผู้ใช้เห็นว่าแบตเตอรี่ของสมาร์ทโฟนเหลือน้อย ผู้ใช้ก็จะปิดการทำงานทุกอย่างบนสมาร์ทโฟน เพื่อให้สมาร์ทโฟนใช้งานได้ยาวนานที่สุด แต่ก็จะเกิดปัญหากับเครือข่าย ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในเครือข่าย โหนดในเครือข่ายไม่สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ การสื่อสารล้มเหลว

จากปัญหาข้างต้นทางผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษา ค้นคว้าหาแนวทางในการพัฒนา และปรับปรุงกลไกการค้นหาเส้นทาง การส่งข้อมูลของโมบายล์โหนด เพื่อให้โหนดมีการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Ad Hoc On-demand Distance Vector

Ad Hoc On-demand Distance Vector (AODV) [2] เป็นโพรโทคอลประเภท Distance Vector และมีการทำงานแบบเชิงรับ (Reactive) โหนดจะค้นหาเส้นทางเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการส่งข้อมูล โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 กระบวนการ ได้แก่

กระบวนการค้นหาเส้นทาง (Route Discovery) เมื่อโหนดต้นทางต้องการส่งข้อมูลไปยังโหนดปลายทางจะค้นหาเส้นทางก่อน โดยสร้างแพ็คเกต Route Request (RREQ) และกระจายออกไปจนถึงโหนดปลายทาง โหนดที่ได้รับแพ็คเกต RREQ จะบันทึกข้อมูลเส้นทางย้อนกลับไว้ในตารางเส้นทางของตัวเอง และเพิ่มค่า Hop Count ก่อนส่งไปยังโหนดถัดไป หากได้รับแพ็คเกต RREQ ที่มี Broadcast ID และ Source Address เหมือนกับแพ็คเกต RREQ ก่อนหน้าจะละทิ้งแพ็คเกตนั้น เมื่อโหนดปลายทางได้รับแพ็คเกต RREQ แล้ว จะสร้างแพ็คเกต Route Reply (RREP) ส่งกลับไปยังโหนดต้นทางตามเส้นทางที่บันทึกไว้

กระบวนการรักษาเส้นทาง (Route Maintenance) หากโหนดต้นทางเคลื่อนที่ออกห่างจนไม่สามารถส่งข้อมูลได้ โหนดจะทำการค้นหาเส้นทางใหม่ หากโหนดระหว่างทางหรือโหนดปลายทางเคลื่อนที่ออกจากเส้นทาง โหนดจะส่งแพ็คเกต Route Error (RERR) กลับไปยังโหนดต้นทาง เพื่อแจ้งว่าเส้นทางมีปัญหา ไม่สามารถส่งข้อมูลได้ เมื่อโหนดต้นทางได้รับแพ็คเกต RERR จะทำการค้นหาเส้นทางใหม่

2.2 Expanding Ring Search

Expanding Ring Search (ERS) [3] เป็นกระบวนการหนึ่งที่ใช้ค่า Time to Live (TTL) เป็นเงื่อนไขในการส่งต่อแพ็คเกต RREQ ในการค้นหาเส้นทาง โหนดต้นทางจะสร้างแพ็คเกต RREQ โดยเริ่มจาก TTL ค่าน้อยๆ และกระจายแพ็คเกตไปยังโหนดเพื่อนบ้าน

ในการส่งต่อแพ็คเกตแต่ละครั้งค่า TTL จะลดลงทีละ 1 และโหนดที่ได้รับแพ็คเกต RREQ จะพิจารณาค่า TTL ถ้าค่า TTL มีค่ามากกว่า 0 โหนดจะกระจายแพ็คเกตต่อ แต่ถ้าค่า TTL มีค่าเท่ากับ 0 จะหยุดการกระจายแพ็คเกต หลังจากที่โหนดต้นทางทำการกระจายแพ็คเกต RREQ ไปแล้ว ถ้าไม่ได้รับแพ็คเกต RREP ภายในเวลาที่กำหนด โหนดต้นทางจะทำการสร้างแพ็คเกต RREQ ขึ้นมาใหม่ และเพิ่มค่า TTL ขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มระยะทางในการกระจาย

ผลจากกลไก ERS คือทำให้ RREQ ไม่กระจายแพ็คเกตไปยังทุกโหนดบนเครือข่ายเพื่อค้นหาโหนดปลายทาง แต่จะค่อยๆเพิ่มระยะทาง (จำนวนฮ็อป) ในการค้นหา ทำให้ช่วยลดโอเวอร์เฮดของการค้นหาเส้นทาง และลดการใช้พลังงานในเครือข่ายได้

2.3 Blocking Expanding Ring Search

Blocking Expanding Ring Search (BERS) [4] เป็นกลไกที่พัฒนามาจาก ERS เพื่อปรับปรุงการกระจายแพ็คเกต RREQ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้แพ็คเกต stop_instruction ในการควบคุมการกระจายแพ็คเกต RREQ แทนค่า TTL

ในการค้นหาเส้นทางโหนดต้นทางจะสร้างแพ็คเกต RREQ และกระจายแพ็คเกตออกไปเป็นวงแหวน (Ring) โดยเริ่มจากวงแหวนรอบที่ 1 ซึ่งวงแหวนรอบที่ 1 จะมีค่า Hop count เท่ากับ 1 ดังนั้น ทุกโหนดในวงแหวนที่ 1 จะได้รับแพ็คเกต RREQ เมื่อได้รับแพ็คเกตแล้ว โหนดจะมีเวลารอ (Waiting time) ซึ่งหาค่าได้จาก

WAITING TIME = 2 Hop count *TRAVERSAL_TIME*

โดยที่ TRAVERSAL_TIME คือ เวลาที่ใช้ในการส่งแพ็คเกตในระยะ 1 ฮ็อป หากโหนดไม่ได้รับแพ็คเกต stop_instruction ภายในเวลารอนั้น แสดงว่าไม่มีโหนดใดที่มีข้อมูลเส้นทางของโหนดปลายทาง และทุกโหนดในวงแหวนนั้นจะเพิ่มค่า Hop Count ในแพ็คเกต RREQ และกระจายแพ็คเกตไปยังวงแหวนถัดไป แต่ถ้าในเวลารอนั้นโหนดได้รับแพ็คเกต stop_instruction โหนดจะทำการละทิ้งแพ็คเกต RREQ ทันที และเมื่อแพ็คเกต RREQ ไปถึงโหนดปลายทาง โหนดจะสร้างแพ็คเกต RREP และส่งกลับมายังโหนดต้นทาง

เมื่อโหนดต้นทางได้รับ RREP แล้ว โหนดจะสร้างแพ็คเกต stop_instruction และกระจายออกไปเท่ากับ Hop Count ที่ได้รับจากแพ็คเกต RREP เพื่อให้ทุกโหนดหยุดกระจายแพ็คเกต RREQ

BERS จะไม่กระจายแพ็คเกต RREQ จากโหนดต้นทางทุกครั้ง แต่โหนดที่ได้รับ RREQ จะทำการกระจายแพ็คเกตแทน เพื่อลดความซ้ำซ้อนในการกระจายแพ็คเกต และใช้แพ็คเกต stop_instruction ในการควบคุมการกระจายของแพ็คเกตค้นหาเส้นทาง ทำให้ช่วยลดการใช้พลังงานในเครือข่ายได้

3. แนวคิด และการดำเนินงาน

3.1 งานที่นำเสนอ

จากการศึกษากระบวนการค้นหาเส้นทาง Blocking Expanding Ring Search (BERS) พบว่าโหนดระหว่างทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้รับแพ็คเกต RREQ จะต้องรอรับแพ็คเกต stop_instruction จากโหนดต้นทางตามเวลารอ คือ 2 * Hop Count * เวลาที่ใช้ในการส่งแพ็คเกตในระยะ 1 ฮ็อป ยิ่งโหนดอยู่ห่างจากโหนดต้นทางมาก ค่า Hop Count ก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น หมายความว่าเวลารอของโหนดก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่งผลต่อเวลาที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง รวมไปถึงเวลาที่ใช้ส่งแพ็คเกตข้อมูลก็จะช้าลงไปด้วย จึงได้คิดแนวทางที่จะลดเวลาในการรอแพ็คเกต stop_instruction เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง โดยกำหนดให้โหนดที่อยู่ห่างจากโหนดต้นทางไม่เกิน k ฮ็อปใช้เวลารอแบบ BERS

และสำหรับโหนดที่อยู่ห่างจากโหนดต้นทางเกินระยะ k ฮ็อป จะใช้เวลารอของโหนดที่อยู่ห่างจากโหนดต้นทางเป็นจำนวน k ฮ็อป คือ

WAITING TIME = 2 K * TRAVERSAL_TIME*

ผู้จัดทำได้ทำการหาค่า k ที่เหมาะสมจากการใช้สมการความน่าจะเป็น โดยตั้งสมมติฐานไว้ว่า ในระยะรัศมีของสัญญาณไร้สายของโหนดจะสามารถเจอโหนดที่เป็นโหนดปลายทางด้วยความน่าจะเป็น 50% ซึ่งสามารถสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

$$k = \sqrt{\frac{n_k \times A}{N_T \times \pi r^2}}$$

โดยที่

k คือ จำนวนฮ็อปที่จะเจอโหนดปลายทางด้วยความน่าจะเป็น 50%

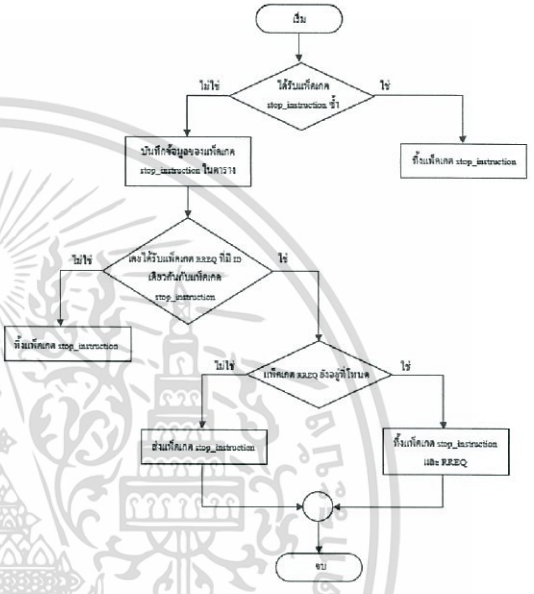
n_k คือ จำนวนโหนดที่อยู่ในพื้นที่ที่สามารถเจอโหนดปลายทางด้วยความน่าจะเป็น 50%

A คือ พื้นที่การจำลอง

N_T คือ จำนวนโหนดทั้งหมดในการจำลอง

πr^2 คือ พื้นที่ภายใต้ระยะสัญญาณของโหนด

ในส่วนของแพ็คเกต stop_instruction ของกระบวนการค้นหาเส้นทางแบบ BERS แพ็คเกตจะถูกสร้างขึ้นจากโหนดต้นทาง เมื่อโหนดต้นทางได้รับแพ็คเกต RREP จากโหนดปลายทางแล้ว และจะกระจายแพ็คเกต ออกไปเพื่อใช้ในการหยุดการส่งแพ็คเกต RREQ ที่ยังคงกระจายอยู่ในเครือข่าย ซึ่งแพ็คเกตนี้จะกระจายไปตามจำนวน Hop count ที่ได้รับมาจากแพ็คเกต RREP และเมื่อกระจายไปจนถึงค่า Hop count แล้ว แพ็คเกตนี้จะถูกละทิ้งทันที จึงอาจทำให้ไม่เพียงพอต่อการหยุดแพ็คเกต RREQ ในเครือข่าย เพราะโหนดที่ถือแพ็คเกต RREQ อยู่อาจจะกระจายแพ็คเกตออกไปไกลมากกว่าจำนวน ค่า Hop count ที่แพ็คเกต stop_instruction จะไปถึง ทางผู้จัดทำจึงได้นำส่วนหนึ่งของ [5] มาใช้แทนการใช้ Hop count ซึ่งจะเป็นการใช้เงื่อนไขในการส่งต่อแพ็คเกตนี้แทน ซึ่งเงื่อนไขมีดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เงื่อนไขการกระจายแพ็คเกต stop_instruction

3.2 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพเครือข่าย

1. การใช้พลังงานของเครือข่าย คือ ค่าพลังงานที่ถูกใช้ไปในระหว่างการสื่อสารกัน เป็นตัวชี้วัดว่าในระบบมีการใช้พลังงานมากหรือน้อยเพียงใด

2. อายุขัยของเครือข่าย คือ เวลาที่เครือข่ายเริ่มมีโหนดที่พลังงานหมด และจำนวนโหนดที่ยังมีพลังงานเหลืออยู่เมื่อเวลาในการจำลองสิ้นสุดลง

3. โอเวอร์เฮด คือ อัตราส่วนของขนาดของแพ็คเกตที่มีการส่งออกมาจากแต่ละโหนดต่อขนาดของแพ็คเกตข้อมูลทั้งหมดที่ส่งถึงปลายทาง ผู้วิจัยเลือกที่จะวัดโอเวอร์เฮดจากขนาดแพ็คเกตแทนที่จะเป็นจำนวนแพ็คเกตเนื่องจากแต่ละโพรโทคอลนั้นมีขนาดแพ็คเกตค้นหาเส้นทางไม่เท่ากัน การวัดโอเวอร์เฮดจากขนาดแพ็คเกตจะทำให้เกิดความเท่าเทียมมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อัตราการส่งข้อมูลสำเร็จ คือ อัตราส่วนของจำนวนแพ็คเกตข้อมูลที่ถึงปลายทางต่อจำนวนแพ็คเกตข้อมูลที่ส่งจากต้นทาง ตัวชี้วัดนี้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการส่งข้อมูล

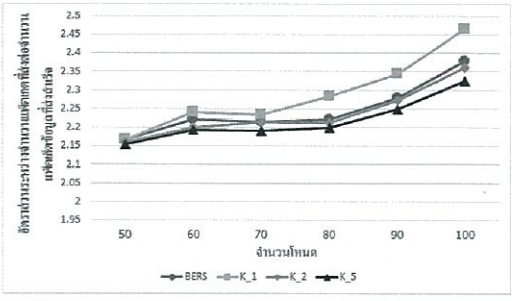
5. ความหน่วงในการส่งข้อมูล คือ เวลาที่ใช้ในการส่งแพ็คเกตข้อมูลจากต้นทางถึงปลายทาง โดยเริ่มนับตั้งแต่เวลาที่แพ็คเกตถูกส่งออกจากโหนดต้นทางจนไปถึงเวลาที่โหนดปลายทางได้รับ

4. การทดลอง และการประเมินผล

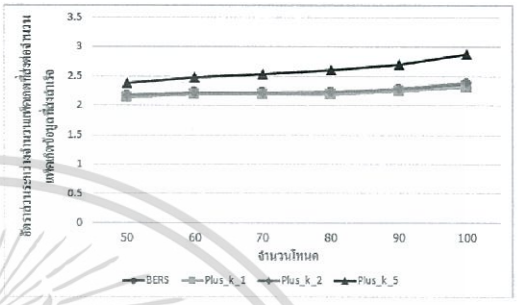
ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองเครือข่ายโดยใช้โปรแกรม Network Simulator 2 เพื่อทดสอบโพรโทคอลประกอบด้วย AODV AODV-ERS AODV-BERS และ Proposed ผู้วิจัยได้กำหนดให้โหนดในเครือข่ายมีรัศมีการรับส่งสัญญาณเท่ากับ 250 เมตร มีอัตราเร็วในการส่งข้อมูล (Transmission rate) 2Mbps และใช้IEEE802.11 DCF เป็นชั้น MAC รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random Waypoint มีความเร็วแบบสุ่มยูนิฟอร์ม (Uniform) ในช่วง 1-20 เมตร/ วินาที ไม่มีเวลาหยุดพักการเคลื่อนที่ (Pause time) ใช้พื้นที่ขนาด 1000 x 1000 ตารางเมตร จำนวนโหนดในเครือข่าย 50 60 70 80 90 และ 100 โหนด ใช้เวลาในการทดลอง 1000 วินาที ในเครือข่ายจะมีโหนดที่ส่งข้อมูลทั้งหมด 20 โหนด โดยส่งข้อมูลเป็นแบบ UDP/CBR ขนาด 512 ไบต์ในอัตรา 4 แพ็คเกต/วินาที

ในส่วนของค่าพลังงาน โหนดมีพลังงานเริ่มต้นที่ 500 จูล และมีค่าการใช้พลังงานของโมดูลไร้สายจาก [6] ประกอบด้วยสถานะส่ง (Transmit) เท่ากับ 1.34616 วัตต์ สถานะรับ (Receive) เท่ากับ 0.9006 วัตต์ สถานะว่าง (Idle) เท่ากับ 0.074 วัตต์ และสถานะหลับ (Sleep) เท่ากับ 0.0474 วัตต์

ผู้วิจัยได้กำหนดให้โพรโทคอล AODV มีการกระจายแพ็คเกต RREQ ทั้งเครือข่ายโดยการกำหนดค่า TTL เท่ากับ 30 ในส่วนของโพรโทคอล AODV-ERS ได้กำหนดให้ในการกระจายแพ็คเกต RREQ ครั้งแรก จะมีค่า TTL เท่ากับ 5 ครั้งที่ 2 เท่ากับ 7 และครั้งถัดไปจะกระจายทั้งเครือข่าย (ค่า TTL เท่ากับ 30)

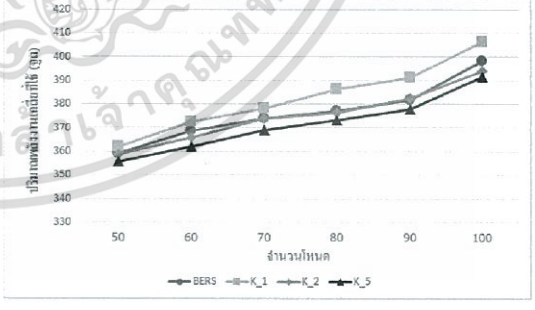


รูปที่ 2 แสดงโอเวอร์เฮดของเครือข่ายของแนวคิดที่ 1



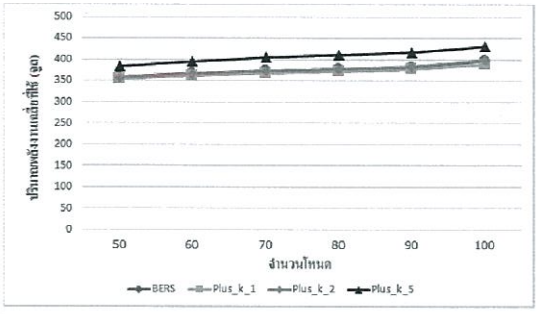
รูปที่ 3 แสดงโอเวอร์เฮดของเครือข่ายของแนวคิดที่ 2

รูปที่ 2 กราฟที่ k=1 มีโอเวอร์เฮดมากที่สุด เนื่องจากมีเวลารอในการส่งแพ็คเกตค้นหาเส้นทางคงที่หลังจาก k =1 ทำให้ใช้เวลารอน้อยลงหลังจาก k ฮ็อป นั้น ส่งผลให้มีการกระจายของแพ็คเกตค้นหาเส้นทางที่เร็วและกระจายแพ็คเกตมากขึ้น รูปที่ 3 ที่ k =5 มีโอเวอร์เฮดมากที่สุด เนื่องจากภายในวง k ฮ็อป จะมีการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทางออกไปโดยไม่มีเวลารอ



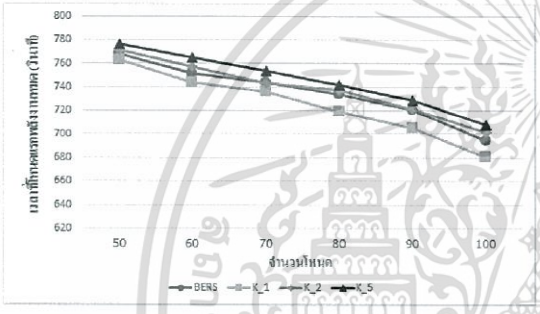
รูปที่ 4 แสดงการใช้พลังงานของเครือข่ายของแนวคิดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

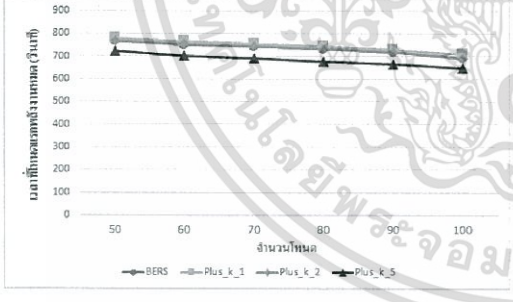


รูปที่ 5 แสดงการใช้พลังงานของเครือข่ายของแนวคิดที่ 2

รูปที่ 4 ที่ k =1 มีระดับการใช้พลังงานมากที่สุด เนื่องจากเกิดโอเวอร์เฮดมากที่สุด มีการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทางมากกว่า รูปที่ 5 ที่ k =5 มีระดับการใช้พลังงานมากที่สุด เนื่องจากมีการกระจายแพ็คเกตภายใน k ฮ็อปมากกว่าแบบอื่น

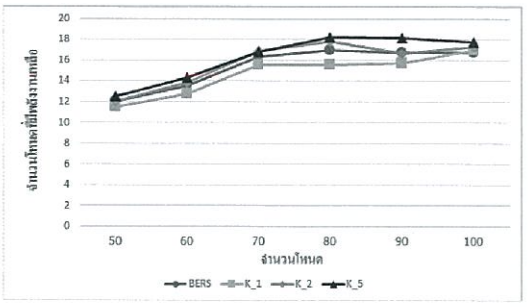


รูปที่ 6 แสดงเวลาที่โหนดแรกพลังงานหมดแนวคิดที่ 1

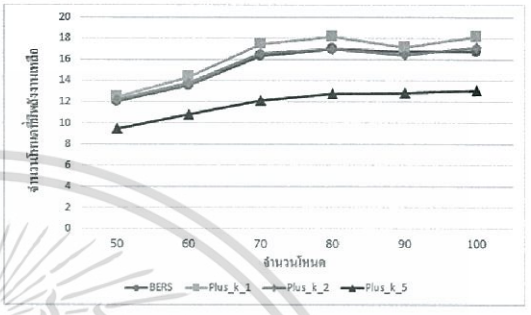


รูปที่ 7 แสดงเวลาที่โหนดแรกพลังงานหมดแนวคิดที่ 2

รูปที่ 6 เวลาที่โหนดแรกตายของกราฟที่ k =5 จะช้าที่สุด เนื่องจากมีการใช้พลังงานน้อยที่สุด รูปที่ 7 เวลาที่โหนดแรกตายของกราฟที่ k =5 จะเร็วที่สุด เนื่องจากใช้พลังงานในเครือข่ายมากที่สุด

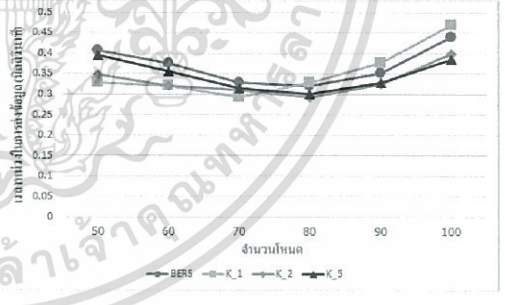


รูปที่ 8 แสดงจำนวนโหนดที่เหลืออยู่ในเครือข่ายแนวคิด 1

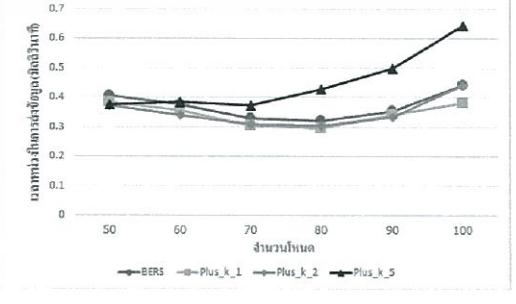


รูปที่ 9 แสดงจำนวนโหนดที่เหลืออยู่ในเครือข่ายแนวคิด 2

รูปที่ 8 ที่ k =5 จะมีโหนดเหลืออยู่ในเครือข่ายมากที่สุด เนื่องจากมีการใช้พลังงานน้อยที่สุด ส่งผลให้สามารถทำการติดต่อสื่อสารในเครือข่ายได้นานขึ้น รูปที่ 9 ที่ k =5 จะเหลือโหนดที่อยู่ในเครือข่ายน้อยที่สุด เนื่องจากมีการใช้พลังงานมากกว่าแบบอื่นๆ



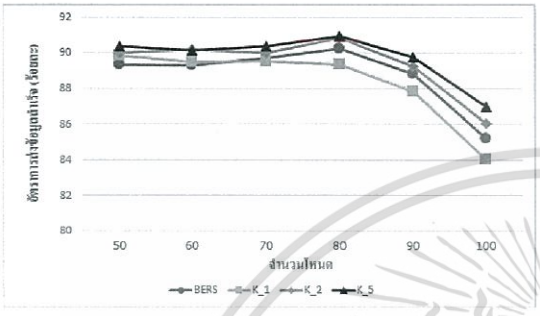
รูปที่ 10 แสดงความหน่วงในการส่งข้อมูลของแนวคิดที่ 1



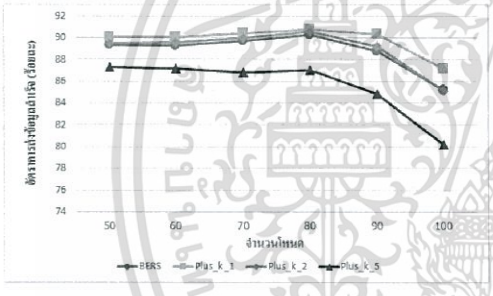
รูปที่ 11 แสดงความหน่วงในการส่งข้อมูลของแนวคิดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 10 ที่ k =1 จะมีความหน่วงในการส่งข้อมูลน้อย เนื่องจากใช้เวลารอในการส่งแพ็คเกตค้นหาเส้นทางน้อย แต่เมื่อความหนาแน่นของโหนดเพิ่มขึ้น ทำให้มีการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทางมากกว่าแบบอื่น ทำให้เกิดความคับคั่งในเครือข่าย เวลาหน่วงในการส่งข้อมูลจึงเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย รูปที่ 11 ที่ k =5 มีความหน่วงในการส่งข้อมูลมากที่สุด เนื่องจากมีเวลอรอในการส่งแพ็คเกตค้นหาเส้นทางที่มากขึ้นเรื่อยๆ



รูปที่ 12 แสดงอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จของแนวคิดที่ 1



รูปที่ 13 แสดงอัตราการส่งข้อมูลสำเร็จของแนวคิดที่ 2

รูปที่ 12 ที่ k =1 มีอัตราการส่งสำเร็จน้อยที่สุด เนื่องจากเกิดความคับคั่งในเครือข่ายมาก อาจส่งผลให้แพ็คเกตชนกันและสูญหายในที่สุด รูปที่ 13 ที่ k =5 มีอัตราการส่งสำเร็จน้อยที่สุด เนื่องจากการกระจายแพ็คเกตค้นหาเส้นทางโดยไม่ต้องมีเวลารอภายใน k ฮ็อป ทำให้เกิดความคับคั่งในเครือข่ายมาก

5. สรุปผล

ในโครงงานนี้ผู้จัดทำได้ศึกษากลไกการค้นหาเส้นทางและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของเครือข่าย โดยพัฒนาจากกระบวนการค้นหาเส้นทางแบบ Blocking Expanding Ring Search (BERS) เนื่องจากผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาในการการกระจายแพ็คเกต stop_instruction ของ BERS อาจจะไม่สามารถหยุดการกระจายของแพ็คเกต RREQ ได้ เมื่อแพ็คเกตถูกกระจายเกินจำนวน Hop Count

จากผลการจำลองเครือข่ายในบทที่ 4 จะเห็นได้ว่า แนวคิดที่ 1 ใน k ฮ็อป จะมีการหน่วงเวลาของการกระจายแพ็คเกต RREQ แปรผันตามจำนวนโหนดที่ห่างจากต้นทาง จะทำให้แพ็คเกต STOP มีโอกาสที่จะไล่ตามแพ็คเกต RREQ ได้ทัน จึงทำให้มีการใช้พลังงานน้อยลงตามจำนวน k ที่เพิ่มขึ้น ส่วนแนวคิดที่ 2 ใน k ฮ็อป จะไม่มีการหน่วงเวลาของการกระจายแพ็คเกต RREQ จะทำให้แพ็คเกต stop_instruction มีโอกาสที่จะไล่ตามแพ็คเกต RREQ ได้ไม่ทัน จึงทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นตามจำนวน k ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งสองแนวคิดนี้แสดงให้เห็นว่า การจำกัดขอบเขตในการหน่วงเวลาด้วยค่า k ที่เหมาะสม มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน รวมไปถึงประสิทธิภาพด้านอื่นๆอีกด้วย

เงื่อนไขที่ใช้ในการส่งแพ็คเกต stop_instruction ช่วยให้แพ็คเกตสามารถกระจายออกไปได้เกินจำนวน Hop Count ในขณะที่ AODV-BERS กระจายแพ็คเกต stop_instruction เท่ากับจำนวน Hop Count ทำให้โหนดที่อยู่นอกเหนือจากนั้นยังคงกระจายแพ็คเกต RREQ ต่อไปด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีโอกาสหยุดการกระจายแพ็คเกต RREQ ได้มากกว่า ส่งผลให้เกิดโอเวอร์เฮดในเครือข่ายน้อยกว่าและใช้พลังงานในเครือข่ายน้อยกว่า AODV-BERS

ส่วนเวลารอที่ปรับตาม k ฮ็อป จะช่วยให้โหนดส่งแพ็คเกตข้อมูลได้เร็วขึ้น เนื่องจากการค้นหาเส้นทางทำได้เร็วขึ้น โหนดปลายทางจะทำการตอบกลับด้วยแพ็คเกต RREP ได้เร็วกว่า AODV-BERS ส่งผลให้โหนดต้นทางกระจายแพ็คเกต stop_instruction ได้เร็วขึ้นตามไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Saleh Ali K.Al-Omari, Putra Sumari.
"An Overview of Mobile AD Hoc Networks for the Existing Protocols and Applications," *International journal on application of graph theory in wireless ad hoc networks and sensor networks (Graph-Hoc)*, Vol.2, No.1, March 2010

[2] C. E. Perkins and E. M. Royer,
"Ad-hoc on-demand distance vector routing," *Mobile Computing Systems and Applications, 1999. Proceedings. WMCSA '99. Second IEEE*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Workshop on, New Orleans, LA, 1999, pp. 90-100.

[3] N. D. Pham and H. Choo,
"Energy Efficient Expanding Ring Search for Route Discovery in MANETs," Communications, 2008. ICC '08. IEEE International Conference on, Beijing, 2008, pp. 3002-3006.

[4] Incheon Park, Jinguk Kim, Ida Pu.
"Blocking Expanding Ring Search Algorithm for Efficient Energy Consumption in Mobile Ad Hoc Networks," WONS 2006 : Third Annual Conference on Wireless On-demand Network Systems and Services, Jan 2006, Les M´enuires (France), pp.191- 195, 2006.

[5] Al-Rodhaan, M., Mackenzie, L., Ould-Khaoua, M. "Improvement to blocking expanding ring search for manets" Department of Computing Science. University of Glasgow, Glasgow (2008)

[6] L. M. Feeney and M. Nilsson,
"Investigating the energy consumption of a wireless network interface in an ad hoc networking environment," INFOCOM 2001. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE, Anchorage, AK, 2001, pp. 1548-1557 vol.3.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้