สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาประสิทธิภาพการหาเส้นทางสำหรับวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

A STUDY ON PERFORMANCE OF ROUTING FOR VIDEO STREAMING OVER MOBILE AD HOC NETWORKS

T139336

โดย

รงค์ชัย กลิ่นเฟื่อง

RONGCHAI KLINFUANG

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.สุเมธ ประภาวัต

วพ.
ร114ก
2556

b.....
i.....

b.12720859

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....139336
วัน,เดือน,ปี 30 ตค. 2558

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาอิสระ 2
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A STUDY ON PERFORMANCE OF ROUTING FOR VIDEO STREAMING OVER MOBILE AD HOC NETWORKS

RONGCHAI KLINFUANG

A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENTS OF THE COURSE

INDEPENDENT STUDY 2

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT`S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2 / 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2014

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองการศึกษาอิสระ 2 (INDEPENDENT STUDY 2)

เรื่อง

การศึกษาประสิทธิภาพการหาเส้นทางสำหรับวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

A STUDY ON PERFORMANCE OF ROUTING FOR VIDEO STREAMING OVER MOBILE AD HOC NETWORKS

นายรงค์ชัย กลิ่นเฟื่อง

รหัสประจำตัว 55661016

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด
รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาวิชาการศึกษาอิสระ 2 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

.....**อาจารย์ที่ปรึกษา**
(ดร.สุเมธ ประภาวัต)

.....**กรรมการสอบ**
(รศ.ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์)

.....**กรรมการสอบ**
(ดร.สิงหะ ฉวีสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การศึกษาประสิทธิภาพการหาเส้นทางสำหรับวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ
นักศึกษา	นายรงค์ชัย กลิ่นเฟื่อง
รหัสนักศึกษา	55661016
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	เทคโนโลยีเครือข่ายและระบบ
ปีการศึกษา	2556
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สุเมธ ประภาวัต

บทคัดย่อ

การติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สายมีความสำคัญมากในปัจจุบัน เครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจเป็นเครือข่ายที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารรูปแบบหนึ่ง โดยไม่ต้องอาศัยโครงข่ายพื้นฐาน อุปกรณ์หรือโหนดสามารถเชื่อมต่อกันระหว่างโหนด และเชื่อมต่อกันแบบหลายโหนด การติดต่อสื่อสารกันระหว่างโหนดที่ไม่ได้เชื่อมต่อกันโดยตรงจะต้องอาศัยโปรโตคอลค้นหาเส้นทางเพื่อหาเส้นทางที่จะใช้ในการส่งข้อมูล โหนดแต่ละโหนดจะมีหน้าที่เสมือนเราเตอร์ในการส่งต่อแพ็คเก็ตไปจนถึงปลายทาง เครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนี้สามารถนำมาใช้ในสถานที่ที่ไม่มีโครงข่ายพื้นฐานหรือกรณีโครงข่ายพื้นฐานล่ม เช่น กรณีเกิดภัยพิบัติ ให้สามารถติดต่อสื่อสารได้

การสื่อสารในปัจจุบันสื่อวีดิโอเข้ามามีบทบาทในสังคม เพราะสามารถสื่อสารได้ชัดเจนเข้าใจง่าย ได้รับทั้งภาพและเสียง ซึ่งการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นเป็นเรื่องที่มีความ ท้าทายเนื่องจากโหนดมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ทำให้ต้องมีการค้นหาเส้นทางและบำรุงรักษาเส้นทาง เมื่อนำมาใช้ในการส่งวีดิโอซึ่งต้องการความต่อเนื่องในการรับชม ทำให้มีหลายปัจจัยที่เป็นปัญหาในการส่งข้อมูล

ดังนั้นรายงานฉบับนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพการหาเส้นทางสำหรับวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ โดยศึกษาถึงปัจจัยจากการค้นหาเส้นทางและการบำรุงรักษาเส้นทาง ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง โปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางซึ่งมีกลไกการทำงานที่แตกต่างกันบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ และวิเคราะห์ประสิทธิภาพ โดยในการสร้างแบบจำลองการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ โดยใช้โปรโตคอลค้นหาเส้นทางที่แตกต่างกันเพื่อวัดประสิทธิภาพ เช่น ในด้านคุณภาพของวีดิโอ การสูญหายของแพ็คเก็ต เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	A study on performance of routing for video streaming over Mobile Ad hoc Networks
Student	Mr. Rongchai Klinfuang
Student ID.	55661016
Degree	Master of Science
Program	Information Technology
Major	Network and System Technology
Academic Year	2013
Advisor	Dr. Sumet Prabhavat

ABSTRACT

Mobile Ad-hoc Network (MANET) is a self-organizing and self-configuring, mobile wireless communication network without infrastructure support. It relies on wireless networking technologies (e.g., WiFi-IEEE802.11) widely used nowadays. Multi-hop routing algorithm is required for communication among mobile nodes not directly connected to each other. It plays an important role in forwarding packets through MANET from source to destination. Since MANET requires no network infrastructure, it is a possible solution for providing communication services in disaster areas.

Video is a popular media for communication. Video Streaming over Mobile Ad hoc Networks is challenging, because mobile nodes are moving all the time in nature while video must be presented smoothly. There are many factors to be a problem in the transmission.

In this work, we study performance of routing for video streaming over Mobile Ad hoc Networks. By the factors of routing protocols about route discovery and route maintenance each protocol has different route discovery and maintenance algorithm. Then performance evaluations for MANET routing protocols are conducted by simulations, in terms of performance metrics such as packet loss and peak signal-to-noise (PSNR) ratio.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานจากการศึกษาค้นคว้าอิสระ 2 ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งท่านแรกขอกราบขอบคุณคือ ท่านอาจารย์ ดร.สุเมธ ประภาวัต อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ให้คำแนะนำ คำสอน คำแนะนำตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่อง ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้การเขียนรายงานค้นคว้าอย่างอิสระ 2 ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด และขอขอบคุณ นางสาวสมพร เชาวลิต ผู้ที่คอยให้กำลังใจและช่วยตรวจทานงานให้เสมอมา และขอขอบคุณนายสุรพล ไกรจักร ผู้ที่ช่วยให้คำแนะนำปรับปรุงผลงานให้มีความสมบูรณ์พร้อมมากขึ้น

ขอขอบพระคุณคุณพ่อณรงค์ กลิ่นเฟื่อง และคุณแม่รักใจ งามขำ ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

รงค์ชัย กลิ่นเฟื่อง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 3

2.2 ระบบเครือข่ายไร้สาย 3

2.3 ระบบเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ 5

2.4 การค้นหาเส้นทางบนระบบเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ 7

2.4.1 Dynamic Source Routing (DSR) 8

2.4.2 Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) 12

2.4.3 Destination-Sequenced Distance Vector routing (DSDV) 20

2.4.4 Optimized Link State Routing (OLSR) 22

2.5 รูปแบบการเคลื่อนที่ย้ายตำแหน่งของโหนด (Mobility Model) 25

2.5.1 Random waypoint model 25

2.5.2 Gauss-Markov model 25

2.6 วีดิโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming) 25

2.6.1 MPEG-4 27

2.6.2 Real-time Transport Protocol (RTP)/Real-time Control Protocol (RTCP) 27

2.6.3 Real-time Streaming Protocol (RTSP) 27

2.6.4 Session Description Protocol (SDP) 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.6.5 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) 28

2.7 คุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service: QoS) 28

2.7.1 องค์ประกอบพื้นฐานที่ก่อให้เกิด 29

2.7.2 การจำแนกกลุ่มของการจราจรบนเครือข่าย (Traffic clssification) 29

2.8 การจำลองการทำงานของเครือข่าย 30

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 32

3.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 33

3.2 ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง 36

3.2.1 ปัจจัยที่เกิดจากสื่อกลางเป็นสื่อไร้สาย 36

3.2.2 ปัจจัยในด้านของความหนาแน่น ความเร็ว และรูปแบบการเคลื่อนที่ของโหนด 37

3.2.3 ปัจจัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่าย 37

3.3 แนวทางที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง 44

3.3.1 การใช้การค้นหาเส้นทางแบบหลายเส้นทาง (Multipath) 44

3.3.2 การใช้คุณภาพของการให้บริการ (QoS) 44

3.4 ขั้นตอนการทดลอง 45

บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการทดลอง 48

4.1 การสร้างแบบจำลอง 48

4.2 ผลการทดลอง 50

4.2 ผลการทดลองของรูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model 50

4.2 ผลการทดลองของรูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model 59

บทที่ 5 วิเคราะห์ผลการทดลอง 64

5.1 สรุปผลการทดลอง 64

5.2 แนวทางในการนำไปพัฒนาและการนำไปใช้งานจริง 65

บรรณานุกรม 66

ประวัติผู้เขียน 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการจำลองเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน 48

4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์ของการจำลองเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ
ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 ภาพแสดงการสื่อสารบนเครือข่ายไร้สายแบบมีโครงข่ายพื้นฐาน....4
2.2 ภาพแสดงการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ (Ad hoc)....4
2.3 ภาพแสดงความแตกต่างระหว่างเครือข่ายแบบมีโครงข่ายพื้นฐานกับเครือข่าย MANET....6
2.4 ภาพแสดงการแบ่งกลุ่มของโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง....8
2.5 ภาพแสดงการส่ง Route Request ในกลไก Route Discovery ของโปรโตคอล DSR....10
2.6 ภาพแสดงการส่ง Route Reply ในกลไก Route Discovery ของโปรโตคอล DSR....10
2.7 ภาพแสดงการส่ง PACKET ของโปรโตคอล DSR....11
2.8 ภาพแสดงการส่ง Route Error ในกลไก Route Maintenance ของโปรโตคอล DSR....12
2.9 ภาพแสดงองค์ประกอบภายในของแพ็คเก็ต RREQ....13
2.10 ภาพแสดงการส่งแพ็คเก็ต RREQ และ Routing Table ของโปรโตคอล AODV....14
2.11 ภาพแสดงองค์ประกอบภายในของแพ็คเก็ต RREP....15
2.12 ภาพแสดงการส่งแพ็คเก็ต RREP และ Routing Table ของโปรโตคอล AODV....16
2.13 ภาพแสดงการส่ง PACKET ของโปรโตคอล AODV....17
2.14 ภาพแสดงการส่งแพ็คเก็ต RRER ของโปรโตคอล AODV....20
2.15 ภาพแสดงการเปลี่ยนเส้นทางและส่งแพ็คเก็ตปรับปรุงของโปรโตคอล DSDV....21
2.16 ภาพแสดงตารางเส้นทางของโหนด D ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยโหนด C เปลี่ยนตำแหน่ง....22
2.17 ภาพแสดงการส่ง Hello message ไปยังโหนดข้างเคียง....23
2.18 ภาพแสดงการส่ง Hello message ของโหนด MPR (โหนดสีน้ำเงิน)....24
2.19 ภาพแสดงการทำงานของโปรแกรม NS-2....31
3.1 ภาพแสดงกระบวนการทดลองการสตรีมมิ่งวีดิโอผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ....47
4.1 กราฟแสดงลักษณะข้อมูลจราจรของวีดิโอ....49
4.2 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการสูญหายของแพ็คเก็ตที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model....50
4.3 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการสูญหายของแพ็คเก็ตที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model....51
4.4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์ที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model 54
4.6 ภาพแสดงตัวอย่างค่า PSNR ที่จำนวนโหนด 50 โหนด ความเร็วเฉลี่ย 10 m/s 55
4.7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย PSNR ที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model 56
4.8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย PSNR ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model 57
4.9 ภาพแสดงตัวอย่างภาพวีดิโอเฟรม 0, 500, 1000 และ 1500 ที่จำนวนโหนด 50 โหนด
ความเร็วเฉลี่ย 10 m/s 58
4.10 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการสูญหายของแพ็คเก็ตที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model 59
4.11 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยการสูญหายของแพ็คเก็ตที่ความเร็วเฉลี่ยของ โหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model 60
4.12 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์ที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model 60
4.13 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model 61
4.14 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย PSNR ที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model 62
4.15 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย PSNR ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

การติดต่อสื่อสารข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์แรกเริ่มติดต่อสื่อสารกันผ่านสายสัญญาณ จากนั้นจึงเปลี่ยนมาใช้การสื่อสารในลักษณะของการเชื่อมต่อแบบไร้สายผ่านคลื่นสัญญาณวิทยุทำให้ในปัจจุบันการสื่อสารข้อมูลนั้นทำได้สะดวกมากขึ้นการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายนั้นสามารถทำได้โดยไม่ต้องใช้สายสัญญาณ ซึ่งในบางพื้นที่นั้นสถานที่ไม่เอื้ออำนวยแก่การเดินสายจึงทำให้การเชื่อมต่อแบบไร้สายเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน โดยการใช้งานผ่านมาตรฐาน IEEE802.11 ในย่านความถี่ 2.4 GHz และ 5 GHz

รูปแบบการเชื่อมต่อกับโครงข่ายนั้นมีทั้งรูปแบบที่ต้องอาศัยโครงข่ายพื้นฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลต้องผ่านอุปกรณ์เครือข่าย เช่น อุปกรณ์กระจายสัญญาณ สวิตท์ เราท์เตอร์ หรือต้องผ่านเครื่องให้บริการ และรูปแบบที่ไม่ต้องการศัยโครงข่ายพื้นฐาน เรียกว่า การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายเฉพาะกิจ (Wireless Ad hoc Networks) เป็นการเชื่อมต่อระหว่างจุดต่อจุดโดยไม่ผ่านอุปกรณ์เครือข่ายตัวกลางที่เป็นจุดกระจายสัญญาณหรือผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต โดยสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงในปัจจุบันอุปกรณ์คอมพิวเตอร์มีการพัฒนาขึ้นจนมีขนาดเล็กและสามารถพกพาได้ ซึ่งในการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยอาศัยโครงข่ายพื้นฐานอาจทำได้ยากเนื่องจากอุปกรณ์มีการเคลื่อนที่ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดเรื่องเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจขึ้น (Mobile Ad hoc Networks) ซึ่งใช้เทคโนโลยีไร้สายในการติดต่อสื่อสาร และทำงานแบบกระจาย โดยไม่มีจุดศูนย์กลางในการควบคุมการทำงานของระบบ แต่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาเป็นหลัก ซึ่งในอนาคตเทคโนโลยีนี้จะถูกพัฒนาเพื่อมาใช้ในกรณีฉุกเฉินหรือกรณีที่ทำให้ไม่สามารถใช้โครงข่ายพื้นฐานในการติดต่อสื่อสารได้ เช่น กรณีเกิดภัยพิบัติหรือพื้นที่ที่โครงข่ายพื้นฐานไม่สามารถให้บริการได้ถึง มีงานวิจัยที่กล่าวถึงการศึกษาพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการส่งข้อมูล การค้นหาเส้นทางในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ ข้อมูลที่สื่อสารกันบนเครือข่ายในปัจจุบันนั้นไม่มีเพียงข้อมูลที่เป็นข้อความ เสียงหรือรูปภาพเท่านั้น ยังมีทั้งที่เป็นภาพเคลื่อนไหวอีกด้วย โดยในการส่งข้อมูลที่เป็นภาพเคลื่อนไหวนั้นเรื่องเวลาที่ใช้การส่งข้อมูลนั้นเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากภาพต้องมีความต่อเนื่องกัน ดังนั้นเครือข่ายที่จะส่งวีดิโอได้อย่างมีประสิทธิภาพต้องมีดีเลย์น้อย และเมื่อมีการส่งวีดิโอคุณภาพสูงขนาดของแบนด์วิดท์จะส่งผลกระทบต่อการส่งด้วย และในอนาคตข้อมูลที่สื่อสารกันมีแนวโน้มที่จะเป็นภาพเคลื่อนไหวโดยส่วนใหญ่เพราะสามารถสื่อสารกันได้อย่างชัดเจน ดังนั้นทางผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการนำเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจมาใช้กับวีดิโอสตรีมมิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.2.2 ศึกษาคุณภาพของการให้บริการที่ใช้ในการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.2.3 ศึกษาเปรียบเทียบโปรโตคอลที่ใช้ในการหาเส้นทางบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจมาประยุกต์ใช้ในการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.2.4 ศึกษาวิเคราะห์โปรโตคอลที่ใช้ในการหาเส้นทางที่เหมาะสมกับการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบน เครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.2.5 ศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้งานจริงในการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.3.2 ศึกษาโปรโตคอลที่ใช้ในการหาเส้นทางบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ เช่น DSR AODV OLSR DSDV เป็นต้น

1.3.3 ศึกษาประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจเมื่อใช้โปรโตคอลหาเส้นทางที่แตกต่างกันโดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในด้านต่างๆ เช่น แพ็คเก็ตดีเลย์ อัตราการสูญหายของแพ็คเก็ต (Packet loss) คุณภาพของวีดิโอ (PSNR) เป็นต้น

1.3.4 สร้างแบบจำลองการทำงานของเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.3.5 วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปแนวทางการนำไปใช้งานจริง

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.4.1 ผลการวิเคราะห์โปรโตคอลที่ใช้ในการหาเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ ในการนำไปใช้งานจริงในด้านต่างๆ เช่น แพ็คเก็ตดีเลย์ อัตราการสูญหายของแพ็คเก็ต (Packet loss) คุณภาพของวีดิโอ (PSNR) เป็นต้น

1.4.3 ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นที่ใช้ในการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

1.4.4 เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยพัฒนาโปรโตคอลที่เหมาะสมสำหรับการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network)

ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ คือการนำคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป นำมาเชื่อมต่อกันด้วยวิธีใดๆ เพื่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน ซึ่งระบบเครือข่ายนี้มีบทบาทมากในปัจจุบันสังคมต้องการเชื่อมกับเครือข่ายมากขึ้นทั้งในด้านการสื่อสาร การติดต่อทางธุรกิจ การใช้งานซอฟต์แวร์ต่างๆ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การใช้งานในสำนักงานแบ่งปันอุปกรณ์กันใช้ เช่น ปริ้นเตอร์ แสกนเนอร์ หรือแบ่งปันเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ปัจจุบันระบบเครือข่ายถูกนำมาใช้ในการส่งข้อมูลมัลติมีเดียมากขึ้น ทั้งรูปภาพและวีดิโอ โดยระบบเครือข่ายถูกแบ่งออกตามขนาดของเครือข่าย ดังนี้

- เครือข่ายภายใน (Local Area Network: LAN) เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงกันเป็นเครือข่ายในพื้นที่ระยะใกล้ เช่น ภายในสำนักงาน ภายในอาคาร เป็นต้น
- เครือข่ายงานบริเวณเมืองหลวง (Metropolitan area network : MAN) เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ซึ่งเชื่อมโยงกันในบริเวณขนาดใหญ่ เป็นเครือข่ายในเมืองหรือมหาวิทยาลัยซึ่งมีบริเวณกว้าง
- เครือข่ายวงกว้าง (Wide Area Network: WAN) เป็นเชื่อมโยงเครือข่ายระยะไกล เช่น ระหว่างประเทศ หรือระหว่างเมือง
- เครือข่ายของการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (Controller area network : CAN) เป็นเครือข่ายที่ใช้ติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์
- เครือข่ายส่วนบุคคล (Personal area network : PAN) เป็นเครือข่ายที่เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เคลื่อนที่ส่วนบุคคลเข้าด้วยกัน
- เครือข่ายข้อมูล (Storage area network : SAN) เป็นเครือข่ายเฉพาะที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูล

2.2 ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Network)

ระบบเครือข่ายไร้สาย คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกันโดยใช้เทคโนโลยีไร้สาย การเชื่อมต่อของเครือข่ายไร้สายมี 2 ลักษณะดังนี้

- การเชื่อมต่อกับโครงข่ายพื้นฐาน เป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารข้อมูลกับ อุปกรณ์กระจายสัญญาณ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกันโดยมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Access point) เป็นศูนย์กลางในการสื่อสารข้อมูลกันภายในเครือข่ายระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

รูปที่ 2.1 ภาพแสดงการสื่อสารบนเครือข่ายไร้สายแบบมีโครงข่ายพื้นฐาน

- การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ (Ad hoc) เป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ 2 อุปกรณ์ขึ้นไป เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ โดยไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับโครงข่ายพื้นฐานหรือเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายสัญญาณ เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์

รูปที่ 2.2 ภาพแสดงการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ (Ad hoc)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

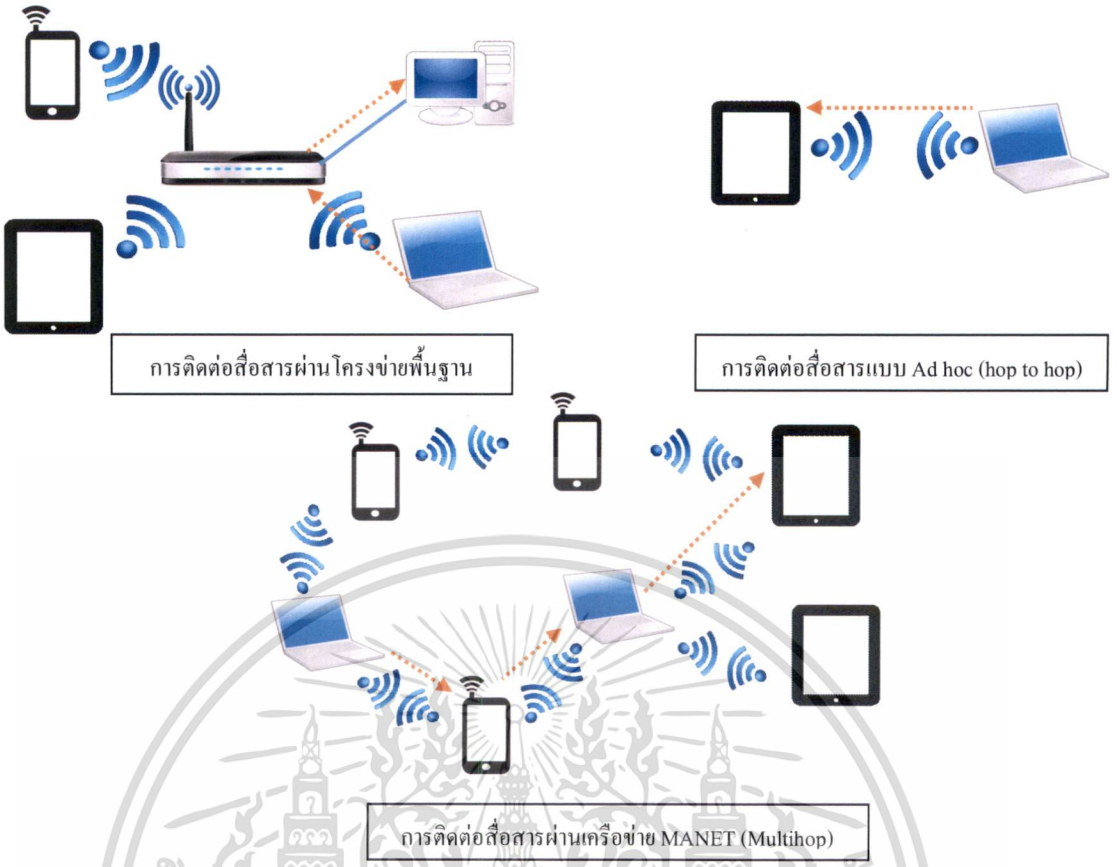
ในปัจจุบันเครือข่ายไร้สายนั้นถูกใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีขนาดเล็กลง ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์พกพาที่สามารถเคลื่อนที่ไปที่ใดก็ได้ การใช้งานเครือข่ายแบบมีสายจึงทำไม่ได้ เทคโนโลยีไร้สายทำให้เกิดความสะดวกสบายในการเชื่อมต่อเข้าใช้งานระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน

มาตรฐาน IEEE 802.11 Wireless LAN สร้างขึ้นใน ปี ค.ศ. 1997 โดยองค์กร The Institute of Electrical and Electronics Engineers ซึ่งระบบมีอัตราความเร็วในการรับ ส่งข้อมูลที่ 2 ล้านบิตต่อวินาที มาตรฐานนี้ตรงกับลำดับชั้นที่ 1 และ 2 ของ Open System Interconnect (OSI) ซึ่งแยก เป็น Physical (PHY) และ Medium Access Control (MAC) ในเวลาถัดมามีการแบ่ง IEEE 802.11 เป็น 2 มาตรฐานคือ IEEE 802.11a และ IEEE 802.11b ซึ่งใช้ Physical Layer เทคโนโลยีที่แตกต่างกัน สำหรับ IEEE802.11b ใช้สัญญาณวิทยุที่ประมาณ 2.4 GHz มีอัตราเร็ว 11 ล้านบิตต่อวินาที มาตรฐาน IEEE 802.11b ประกาศใช้ในปี ค.ศ. 1999 และมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน สำหรับมาตรฐาน IEEE 802.11a ใช้สัญญาณวิทยุที่ประมาณ 5 GHz และมีอัตราเร็วสูงถึง 54 ล้านบิตต่อวินาที และมาตรฐาน 802.11g ใช้ความถี่ 2.4 GHz สามารถรับส่งข้อมูลที่ความเร็ว 36 - 54 Mbps ซึ่งเป็นความเร็วที่สูงกว่ามาตรฐาน 802.11b โดยมาตรฐาน 802.11g สามารถปรับระดับความเร็วในการสื่อสารลงเหลือ 2 Mbps ได้ (ตามสภาพแวดล้อมของเครือข่ายที่ใช้งาน) มาตรฐานนี้เป็นที่นิยมของผู้ใช้เป็นจำนวนมากและเข้ามาแทนที่ 802.11b ที่ความเร็วต่ำกว่า มาตรฐาน IEEE 802.11n เป็นมาตรฐานที่สามารถทำงานบนคลื่นความถี่ 2.4 และ 5 GHz ได้ รองรับความเร็วตั้งแต่ 300-450 Mbps โดยมีเสาสัญญาณตั้งแต่ 2 - 4 เสา บนตัวอุปกรณ์กระจายสัญญาณไร้สาย และหากผู้ใช้ต้องการใช้งานที่ความเร็วสูงสุด เครื่องคอมพิวเตอร์พกพาหรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ต้องรองรับมาตรฐาน 802.11n ด้วยเช่นกัน มาตรฐาน 802.11n สามารถทำงานร่วมกับ 802.11b, g ได้ โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพทั้งระบบลดลงเหมือนมาตรฐาน 802.11g เมื่อมีอุปกรณ์ 802.11b เข้ามาใช้งานร่วมกัน

2.3 ระบบเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ (Mobile Ad hoc Network : MANET)

เป็นระบบเครือข่ายที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ซึ่งสื่อสารข้อมูลกันโดยใช้สัญญาณไร้สาย ซึ่งเชื่อมต่อกันโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์กระจายสัญญาณจากศูนย์กลางระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์เช่น แลปท็อป สมาร์ทโฟนโดยตรงและเชื่อมต่อกันหลายจุด (Multihop) เพื่อสื่อสารข้อมูลโดยรูปแบบของเครือข่ายนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ในการเชื่อมต่อกันจะเป็นลักษณะของเครือข่ายแบบชั่วคราวโดยอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์จะเปรียบเสมือนโหนดซึ่งแต่ละโหนดเชื่อมต่อกันผ่านสัญญาณไร้สาย โหนดแต่ละโหนดจะมีการค้นหากันและกันเพื่อทำให้สามารถสื่อสารระหว่างโหนดที่ไม่ได้เชื่อมต่อกันโดยตรงได้ โดยจะมีโหนดที่เป็นตัวกลางอาจเพียงโหนดเดียวหรือประกอบไปด้วยหลายโหนดซึ่งทำหน้าที่เสมือนเราเตอร์ในการส่งข้อมูลให้ถึงปลายที่กำหนดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงความแตกต่างระหว่างเครือข่ายแบบมีโครงข่ายพื้นฐานกับเครือข่าย MANET

อุปกรณ์ที่ใช้งานบนระบบเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานจากแบตเตอร์รี่และเป็นอุปกรณ์เคลื่อนที่ซึ่งทำให้รูปแบบเครือข่ายนั้นคาดเดาได้ยากและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โหนดแต่ละโหนดจะอยู่ในลักษณะแบบกระจายโดยในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางโหนดแต่ละ โหนดจะต้องมีการจัดระเบียบตัวเองเพื่อลำเลียงข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางได้ซึ่งในการจัดระเบียบของ โหนดแต่ละโหนดจะใช้โปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางเพื่อส่งข้อมูลจากต้นทางผ่านโหนดแต่ละโหนด ไปยังปลายทางซึ่งระบบเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่ไม่มีโครงข่าย พื้นฐานหรือเกิดกรณีโครงข่ายพื้นฐานเกิดความเสียหายไม่สามารถใช้งานได้ เช่น นำไปใช้ทางการทหาร ทางการแพทย์ในที่ห่างไกล กรณีเกิดภัยพิบัติแผ่นดินไหว น้ำท่วม เป็นต้น

โดยในปัจจุบันทางสื่อสารข้อมูลที่เป็นมัลติมีเดียนั้นเริ่มมีบทบาทมากขึ้น ทั้งรูป วีดิโอ เนื่องจากการใช้วีดิโอแทนการส่งข้อความเพื่อการอธิบายบางสิ่งนั้นวีดีโอสามารถสื่อสารออกมาได้ชัดเจนกว่าและเห็นภาพชัดเจนมากกว่า ในส่วนของการศึกษาการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้น เนื่องจากในอนาคตการส่งข้อมูลในรูปแบบวีดิโอจะมีมากขึ้น ซึ่งโดยพื้นฐานในปัจจุบันการส่งข้อมูลบนโครงข่ายพื้นฐานยกตัวอย่างเช่น การส่งผ่านเทคโนโลยี 3G หรือ 4G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องใช้แบนด์วิดท์ขนาดใหญ่ในการส่งภาพวีดิโอผ่านเครือข่ายได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งการที่จะได้แบนด์วิดท์ขนาดใหญ่แลกมากับค่าบริการที่ค่อนข้างสูง และถ้ามองในมุมมองของเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นสามารถนำมาใช้ในทางการกู้ภัย ทางการแพทย์หรือทางการทหารได้ เช่น การกู้ภัยในกรณีที่เครือข่ายพื้นฐานล่ม ซึ่งบางกรณีการช่วยชีวิตคนอาจต้องใช้การส่งวีดิโอในขณะนั้นเพื่อทำการช่วยเหลือได้อย่างถูกวิธี หรือในทางการทหารการนำมาใช้สื่อสารเพื่อบอกสถานการณ์เพื่อให้มองเห็นภาพที่ต้องการสื่อสารได้อย่างชัดเจนโดยสามารถสื่อสารทั้งภาพและเสียงไปได้พร้อมกัน เครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นนำมาใช้ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งนั้นค่อนข้างมีประเด็นหลายสิ่งที่เป็นปัญหาในการส่งข้อมูล โดยเครือข่ายจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่ายได้ตลอดเวลา ซึ่งเมื่อมองในมุมในด้านการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งซึ่งต้องการความต่อเนื่องในการส่งภาพทำให้เป็นประเด็นหนึ่งในเรื่องของการค้นหาเส้นทางในการส่งข้อมูลกรณีมีการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ซึ่งทำให้เส้นทางในการส่งข้อมูลเปลี่ยนแปลง

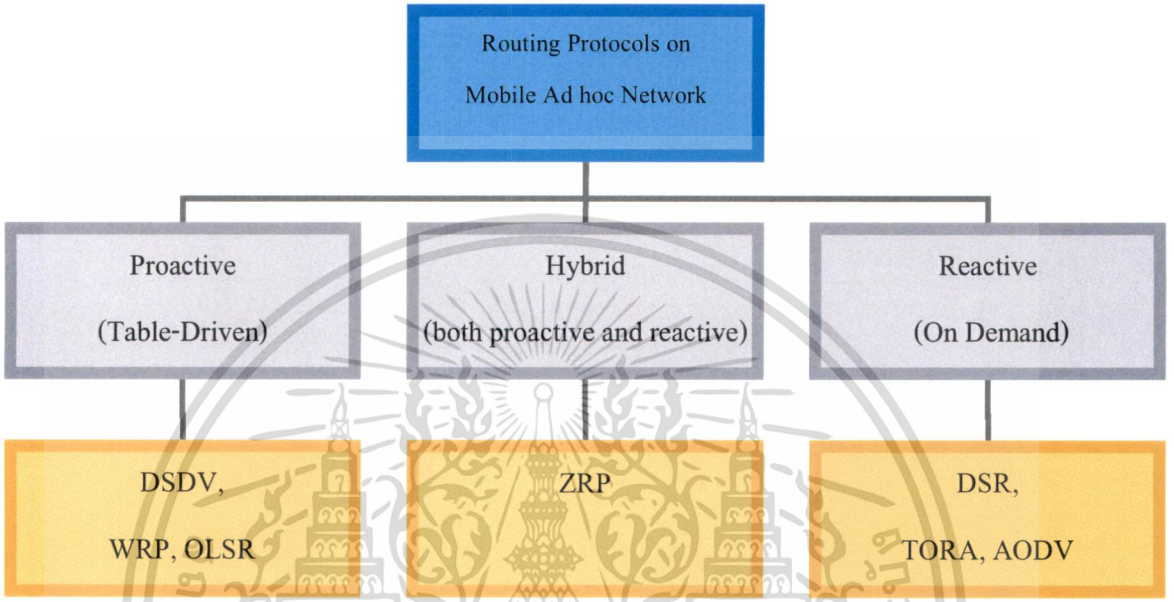
2.4 การค้นหาเส้นทางบนระบบเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ (MANET)

การกำหนดเส้นทางในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้น ต้องใช้โปรโตคอลที่ใชในการค้นหาเส้นทางซึ่งโปรโตคอลจะค้นหาเส้นทาง กำหนดเส้นทางในการส่งแพ็คเก็ตจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยในเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจโหนดแต่ละโหนดจะทำการส่งสัญญาณออกไปยังโหนดที่อยู่ในบริเวณเดียวกันเพื่อให้รู้ถึงการมีอยู่ของโหนดนั้นๆ และแต่ละโหนดจะเรียนรู้การมีอยู่ของโหนดที่อยู่ในบริเวณเดียวกันเช่นกัน ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจโหนดแต่ละโหนดนั้นอาจมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา จึงอาจทำให้เส้นทางในการส่งข้อมูลนั้นมีการเปลี่ยนแปลงด้วย ดังนั้นโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางจึงมีความจำเป็นอย่างมาก ซึ่งโปรโตคอลจะต้องมีความสามารถในการค้นหาเส้นทางได้อย่างรวดเร็ว กรณีโหนดมีการเคลื่อนที่แล้วทำให้เส้นทางในการส่งข้อมูลเสียหาย ถ้าโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางไม่มีประสิทธิภาพที่มากเพียงพอไม่สามารถหาเส้นทางใหม่ที่จะใช้ส่งข้อมูลนั้นต่อได้อย่างรวดเร็วแล้วจะทำให้เพิ่มโอกาสที่ข้อมูลจะส่งไม่ถึงปลายทางมากขึ้น โปรโตคอลที่ใช้ในการหาเส้นทางบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ สามารถแบ่งโปรโตคอลออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

- Proactive (Table-Driven) โปรโตคอลในกลุ่มนี้จะมีกระจาย Routing Table ไปบนเครือข่าย และจะเก็บรายการเส้นทางที่จะไปถึงปลายทาง ตัวอย่างโปรโตคอลในกลุ่มนี้เช่น DSDV WRP OLSR เป็นต้น
- Reactive (On Demand) โปรโตคอลในกลุ่มนี้จะทำการค้นหาเส้นทางเมื่อมีโหนดที่ต้องการจะส่งข้อมูลเท่านั้นโดยจะมีการกระจายแพ็คเก็ต Route Request ออกไป ยังโหนดที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน เพื่อค้นหาและกำหนดเส้นทางในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง ตัวอย่างโปรโตคอลในกลุ่มนี้เช่น DSR AODV เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Hybrid (both proactive and reactive) โปรโตคอลในกลุ่มนี้ เป็นโปรโตคอลที่รวมข้อดีของโปรโตคอลในกลุ่ม Proactive และ Reactive ไว้ด้วยกัน ซึ่งขั้นต้นจะเป็นการเก็บบางเส้นทางไว้บน Routing Table และจะมีการค้นหาทางแบบ On Demand เมื่อมีโหนดที่ต้องการใช้งาน ตัวอย่างโปรโตคอลในกลุ่มนี้เช่น ZRP เป็นต้น



รูปที่ 2.4 ภาพแสดงการแบ่งกลุ่มของโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง

ในงานวิจัยนี้มีโปรโตคอลที่ต้องทำการศึกษากลไกในการค้นหาเส้นทาง ลักษณะการทำงานในด้านต่างๆ อยู่ 4โปรโตคอล ดังนี้

2.4.1 Dynamic Source Routing (DSR)

DSR เป็นโปรโตคอลที่ทำงานในลักษณะ Reactive (On Demand) คือจะทำงานเมื่อมีการส่งข้อมูลเท่านั้นถูกออกแบบมาให้ใช้กับเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่างโหนดหลายโหนด เครือข่ายมีความสมบูรณ์ในตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องพึ่งโครงข่ายพื้นฐาน โดยสามารถตั้งค่า จัดระเบียบตัวเองได้ โหนดแต่ละโหนดในเครือข่าย เมื่อมีการส่งข้อมูลจะมีการส่งต่อข้อมูลกันจนข้อมูลถึงปลายทางที่กำหนด ในการที่โหนดมีการเคลื่อนที่เข้าหรือออกจากเครือข่ายในขณะที่ส่งข้อมูลอยู่ เส้นทางจะถูกกำหนดใหม่โดยอัตโนมัติและจะถูกบำรุงรักษา โดยโปรโตคอล DSR จำนวนของโหนดตัวกลางที่จำเป็นต่อการส่งข้อมูลให้ถึงปลายทางนั้นสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา มีผลทำให้รูปแบบโครงข่ายเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ในการส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล DSR จะมีการนำเส้นทางที่ใช้ในการส่งแพ็คเก็ตใส่ในเฮดเดอร์ของแพ็คเก็ต ซึ่งจะมีรายการของ

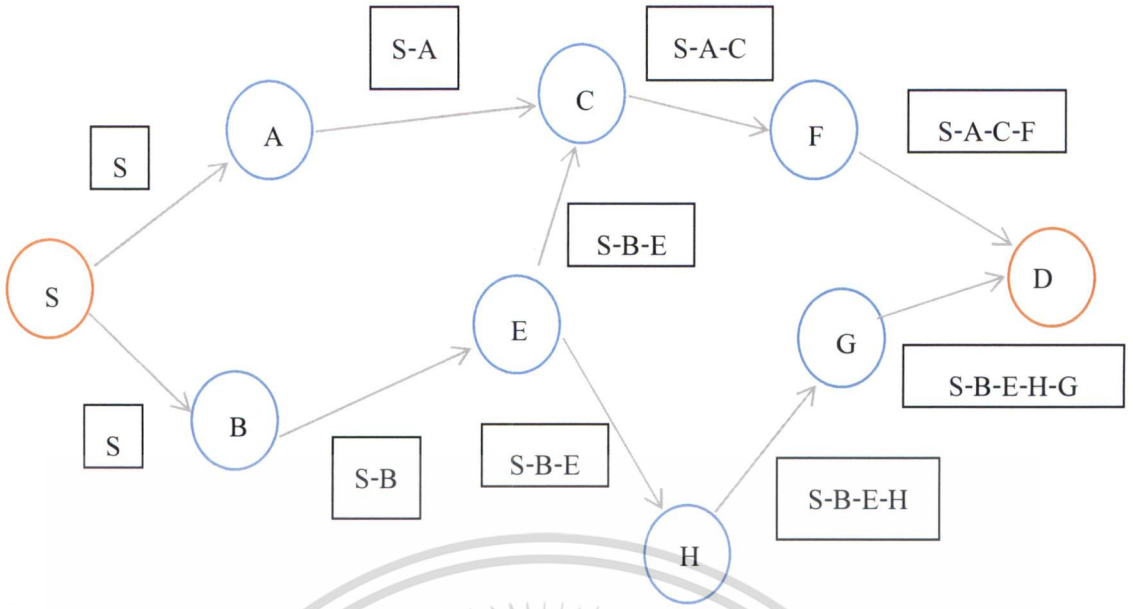
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหนดแต่ละโหนดที่แพ็คเก็ตต้องผ่านจากต้นทางไปยังปลายทาง โปรโตคอล DSR จะใช้ 2 กลไกในการค้นหาเส้นทางและบำรุงรักษาเส้นทาง ดังนี้

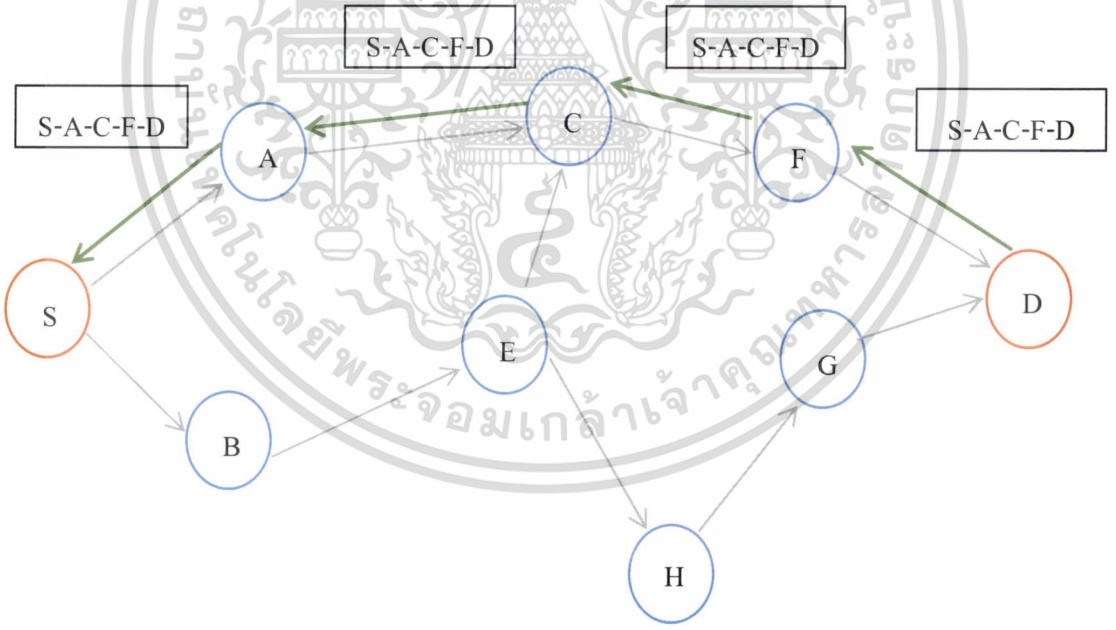
2.4.1.1 Route Discovery

เป็นกลไกผู้ที่จะส่งแพ็คเก็ตไปยังปลายทาง เส้นทางจะถูกดำเนินการค้นหาโดยกลไกนี้ โดยโหนดผู้ส่งจะทำการบรอดคาสต์แพ็คเก็ต ROUTE REQUEST ไปยังโหนดที่อยู่ในบริเวณเดียวกันโดยใน ROUTE REQUEST จะมีที่อยู่ของปลายทางเรียกว่า target และจะมี unique identification number ซึ่งจะไม่ซ้ำกันและจะเพิ่มขึ้นทุกครั้งเมื่อมี ROUTE REQUEST ใหม่เรียกว่า request_id จะถูกบรรจุอยู่ภายในเฮดเดอร์ของแพ็คเก็ต แล้วสุดท้ายเมื่อ ROUTE REQUEST ถึงปลายทางแล้วโหนดปลายทางจะทำการส่งแพ็คเก็ต ROUTE REPLY กลับมายังต้นทาง โดยจะมีการบรรจุรายการลำดับของโหนดที่ต้องผ่านหรือเส้นทางที่จะใช้ในการส่งข้อมูลมาจนถึงยังปลายทางไว้ใน แพ็คเก็ต ROUTE REPLY และส่งกลับไปยังต้นทางตามเส้นทางที่บรรจุไว้ในแพ็คเก็ต กระบวนการ Route Discovery จะจบลงเพียงเท่านี้ ในกระบวนการนี้จะมีการบันทึกลำดับของโหนดที่เป็นเส้นทางที่จะไปถึงยังปลายทางสะสมไปจนถึงปลายทาง ซึ่งเริ่มแรกโหนดที่เป็นผู้ส่งจะบันทึกโหนดตัวเองและกระจาย ROUTE REQUEST ออกไปยังโหนดเพื่อนบ้านและโหนดเพื่อนบ้านเมื่อได้รับจะตรวจสอบแพ็คเก็ตว่าตัวเองเป็นปลายทางหรือไม่ถ้าไม่ใช่โหนดจะทำการบันทึกลำดับตัวเองต่อจากผู้ส่งและกระจายกระจาย ROUTE REQUEST ออกไป โดยลำดับของโหนดแต่ละโหนดที่เป็นทางผ่านของแพ็คเก็ตจะถูกบันทึกสะสมต่อท้ายไปจนถึงปลายทางโดยมีเงื่อนไขที่จะทำไม่ให้เกิด Loop โดยถ้า ROUTE REQUEST มีโหนดผู้ส่งและ request_id อยู่ในรายการที่ได้รับเมื่อไม่นานนี้จะทำการดรอปแพ็คเก็ตทิ้ง หรือถ้าที่อยู่ของโหนดตัวเองมีอยู่ในรายการแล้วก็จะดรอปแพ็คเก็ตทิ้ง หรือถ้าที่อยู่ปลายทางตรงกับที่อยู่ของโหนดตัวเอง โหนดนั้นจะทำการนำเส้นทางที่ถูกบันทึกไว้ บรรจุใส่ แพ็คเก็ต ROUTE REPLY และส่งกับไปยังโหนดผู้ส่ง และถ้าไม่ใช่กรณีข้างต้นที่กล่าวมาทั้งหมดที่อยู่ของโหนดที่ได้รับ ROUTE REQUEST จะเพิ่มที่อยู่ของโหนดตัวเองต่อท้ายและทำการกระจายแพ็คเก็ตต่อไป โดยเมื่อ แพ็คเก็ต ROUTE REPLY ถึงผู้ส่งแล้วผู้ส่งจะทำการเก็บเส้นทางไว้ใน ROUTE CACHE เพื่อใช้ในการส่งข้อมูล ซึ่งโดยปกติกระบวนการนี้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้ส่งต้องการที่จะส่งข้อมูลไปยังปลายทางและเส้นทางที่จะไปถึงยังปลายทางนั้นยังไม่มีใน ROUTE CACHE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

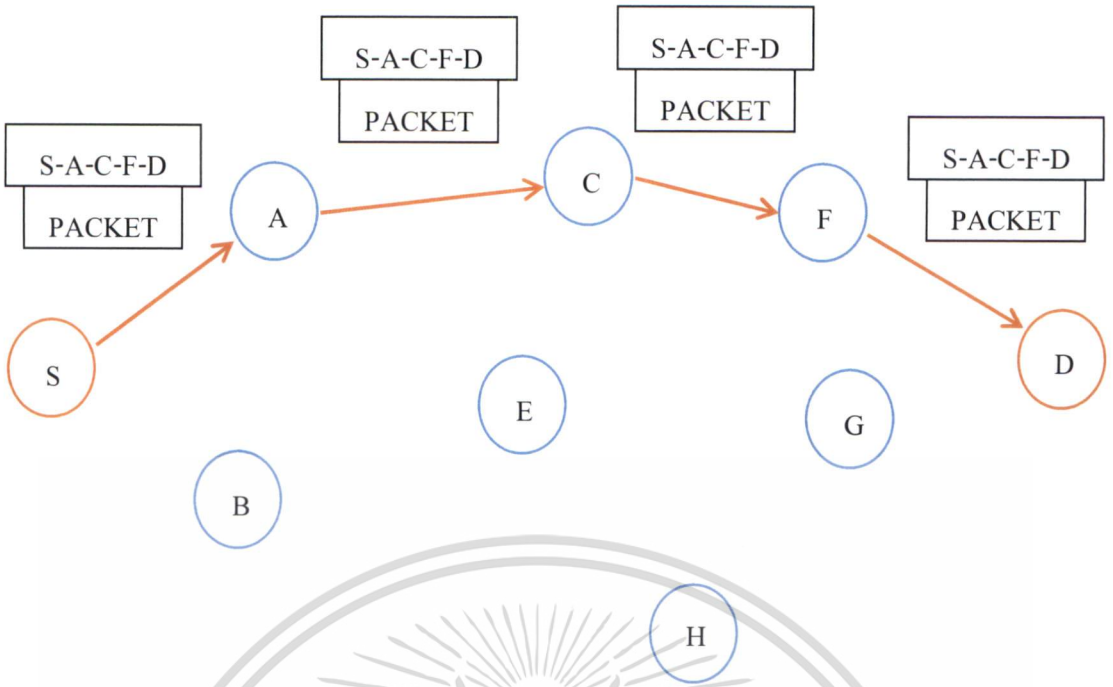


รูปที่ 2.5 ภาพแสดงการส่ง Route Request ในกลไก Route Discovery ของ โปรโตคอล DSR



รูปที่ 2.6 ภาพแสดงการส่ง Route Reply ในกลไก Route Discovery ของโปรโตคอล DSR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

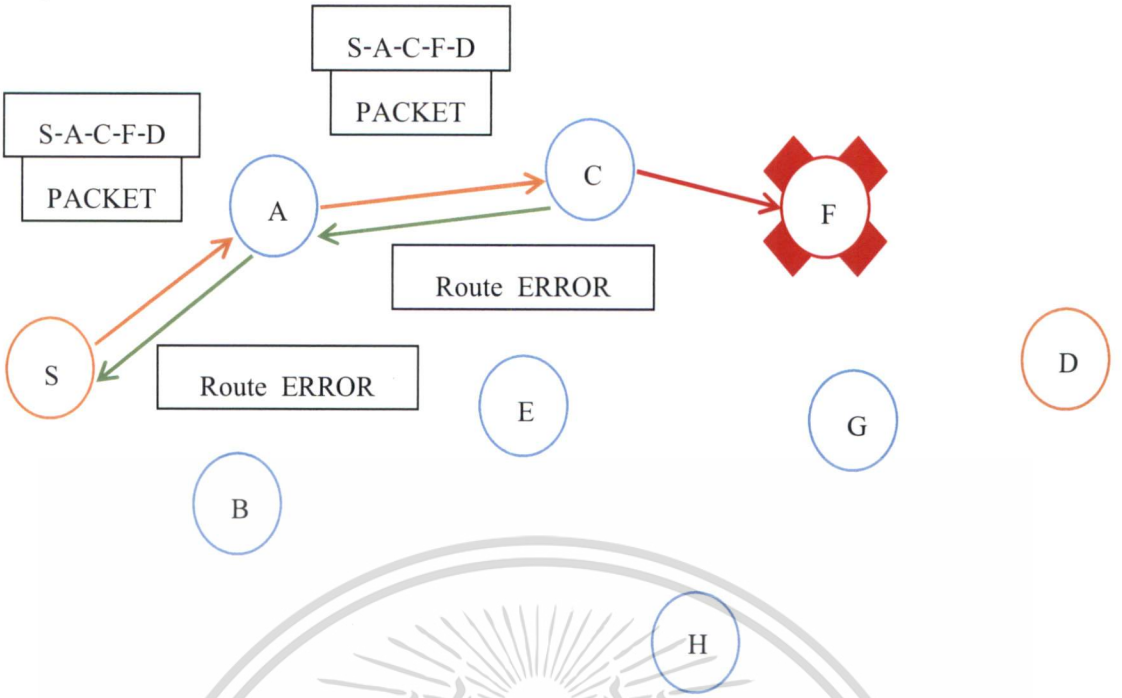


รูปที่ 2.7 ภาพแสดงการส่ง PACKET ของโปรโตคอล DSR

2.4.1.2 Route Maintenance

กลไกในการบำรุงรักษาเส้นทางนั้นจะเป็นในลักษณะ Hop-by-hop acknowledgement ที่ Data link layer การบำรุงรักษาเส้นทางรูปแบบแรกที่เรียกว่า Hop-by-hop acknowledgement ที่ Data link layer เป็นการอาศัยการตรวจสอบและพยายามส่งข้อมูลใหม่กรณีแพ็คเก็ตที่เกิดสูญหายหรือเสียหาย โดยในกรณีถ้าเกิดข้อผิดพลาดในการส่งร้ายแรง เช่น การพยายามข้อมูลใหม่เกินจำนวนที่กำหนดไว้ โหนดที่พยายามส่งข้อมูลอยู่นั้นจะส่งแพ็คเก็ต ROUTE ERROR กลับมายังผู้ส่งซึ่งภายในจะประกอบไปด้วยที่อยู่ของโหนดที่พบข้อผิดพลาดและที่อยู่ของโหนดที่พยายามส่งข้อมูลใหม่เมื่อใดก็ตามที่โหนดผู้ส่งได้รับแพ็คเก็ต ROUTE ERROR โหนดที่ถูกระบุในแพ็คเก็ตทั้งหมดจะถูกลบทิ้งเส้นทางที่ใช้ส่งข้อมูลนั้นจะถูกลบออกจาก ROUTE CACHE และเส้นทางอื่นที่มีโหนดเหล่านั้นอยู่ในจุดนั้นจะถูกตัดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ภาพแสดงการส่ง Route Error ในกลไก Route Maintenance ของโปรโตคอล DSR

2.4.2 Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV)

AODV เป็นโปรโตคอลที่ทำงานในลักษณะ Reactive (On Demand) ซึ่งจะทำการค้นหาเส้นทางเมื่อมีโหนดที่ต้องการส่งข้อมูล AODV เป็นโปรโตคอลที่ทำงานแบบไดนามิก การค้นหาเส้นทางแบบ On Demand ทำให้ไม่เปลืองแบนด์วิดท์แต่จะต้องเสียเวลาในการค้นหาเส้นทางเมื่อต้องการที่จะส่งข้อมูล ในการส่งข้อมูลโหนดที่เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทางไม่ต้องทำการปรับปรุงข้อมูลเส้นทางที่จะไปยังโหนดปลายทางที่ยังไม่ใช้งาน AODV จะมีการค้นหาและเลือกใช้เส้นทางจากต้นทางไปยังปลายทาง

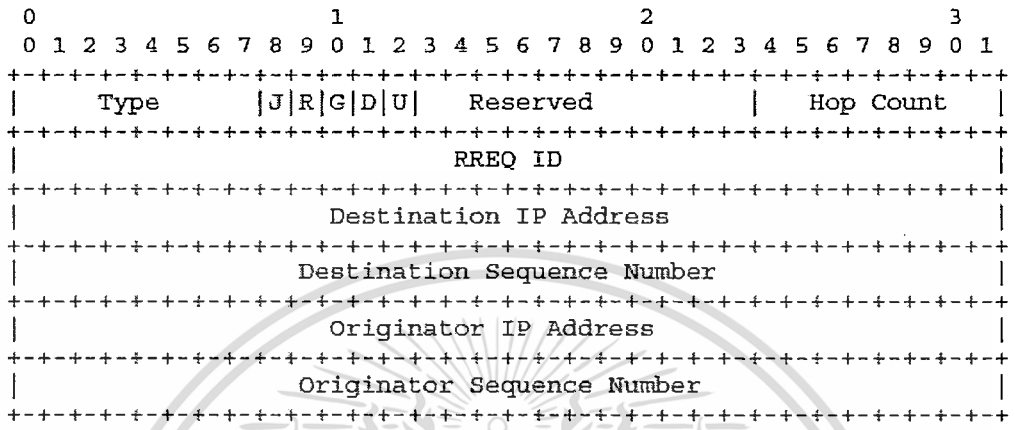
AODV เป็นโปรโตคอลที่ทำงานโดยใช้วิธีการส่ง Message ผ่านไปยังโหนดข้างเคียงที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน เพื่อหาเส้นทางไปยังโหนดปลายทางที่โหนดต้นทางไม่สามารถติดต่อได้โดยตรง ในระหว่างทางที่ message ถูกส่งผ่านไปตามโหนดแต่ละโหนด โปรโตคอล AODV จะทำการค้นหาเส้นทาง โดยมีเงื่อนไขป้องกันการเกิดการวนซ้ำ (loop) และพยายามหาเส้นทางที่สั้นที่สุด และโปรโตคอล AODV ยังสามารถสร้างเส้นทางใหม่หากเกิดข้อผิดพลาดได้

2.4.2.1 หลักการทำงานของ โปรโตคอล AODV

ในการทำงานของโปรโตคอล AODV โหนดที่สามารถติดต่อได้โดยตรงจะเรียกว่า Neighbor โดยโหนดแต่ละโหนดจะทำการบรอดคาสต์ Hello message ออกมาตามช่วงเวลาที่กำหนดซึ่งเมื่อโหนดได้รับ Hello message จากโหนดที่อยู่ในบริเวณเดียวกันก็จะทำการเก็บข้อมูล

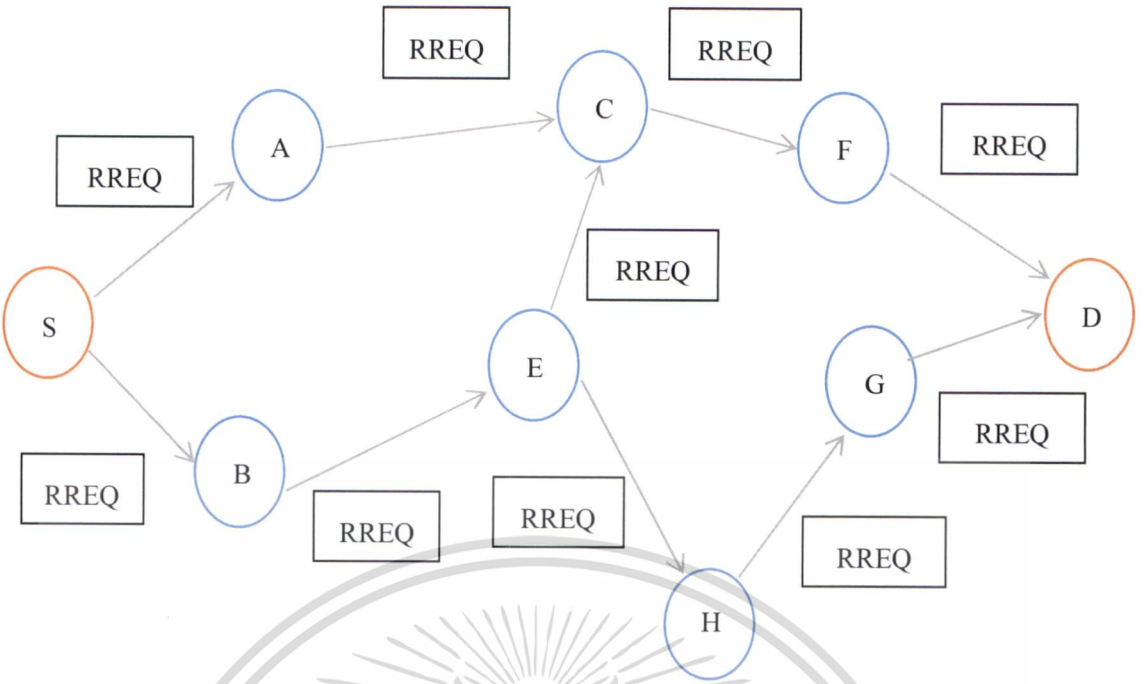
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของโหนดนั้นไว้ และเมื่อมีโหนดที่ต้องการส่งข้อมูลไปยังโหนดที่ไม่ใช่ Neighbor โหนดจะทำการบรอดคาสต์ ROUTE REQUEST MESSAGE (RREQ) ออกไปยังโหนดข้างเคียงซึ่งใน RREQ จะมีข้อมูลบรรจุอยู่โดยข้อมูลหลักที่สำคัญ เช่น Hop Count RREQ ID Destination IP Address Destination Sequence Number Originator IP Address Originator Sequence Number



รูปที่ 2.9 ภาพแสดงองค์ประกอบภายในของแพ็คเก็ต RREQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Routing Table of A

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	S	1

Routing Table of C

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	A	2

Routing Table of F

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	C	3

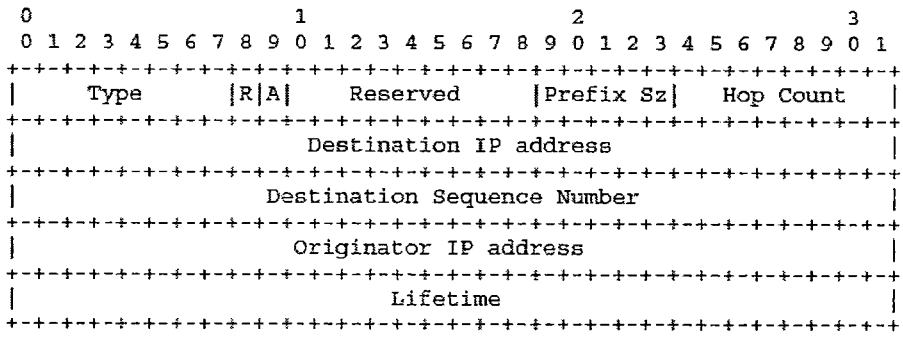
Routing Table of D

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	F	4

รูปที่ 2.10 ภาพแสดงการส่งแพ็คเก็ต RREQ และ Routing Table ของโปรโตคอล AODV

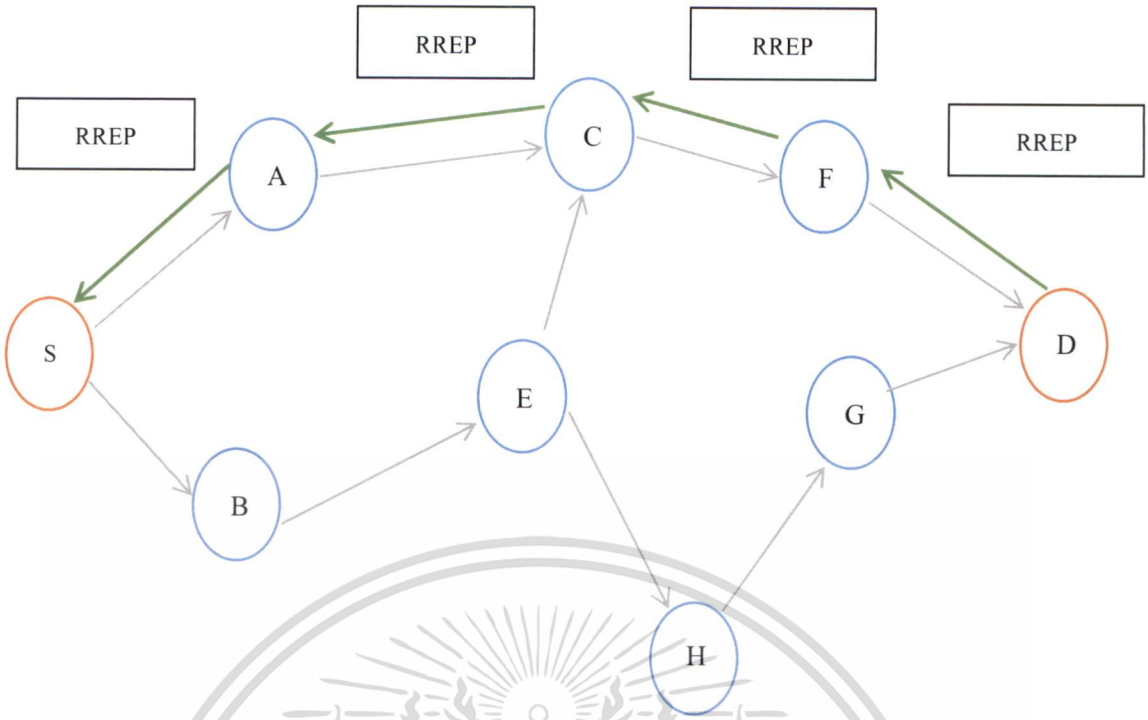
ซึ่งเมื่อโหนดข้างเคียงได้รับ RREQ ก็จะตรวจดูใน Message ว่าโหนดตัวเองเป็นปลายทางหรือไม่ ถ้าไม่จะทำการบรอดคาสต์ RREQ ไปยังโหนดข้างเคียงต่อไปจนถึงโหนดปลายทาง โดยเมื่อ RREQ แรกถึงโหนดปลายทางแล้วโหนดปลายทางนั้นจะทำการส่ง ROUTE REPLY MESSAGE (RREP) กลับไปยังโหนดต้นทาง ซึ่งจะส่งกลับไปตามเส้นทางที่ RREQ แรกมาถึงซึ่งถือว่าเป็นเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งใน RREP จะมีข้อมูลบรรจุอยู่โดยข้อมูลหลักที่สำคัญ เช่น Hop Count Destination IP Address Destination Sequence Number Originator IP Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ภาพแสดงองค์ประกอบภายในของแพ็คเก็ต RREP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Routing Table of S

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	S	1
1	D	A	4

Routing Table of A

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	A	1
1	D	C	3

Routing Table of C

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	C	1
1	D	F	2

Routing Table of F

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	F	3
1	D	D	1

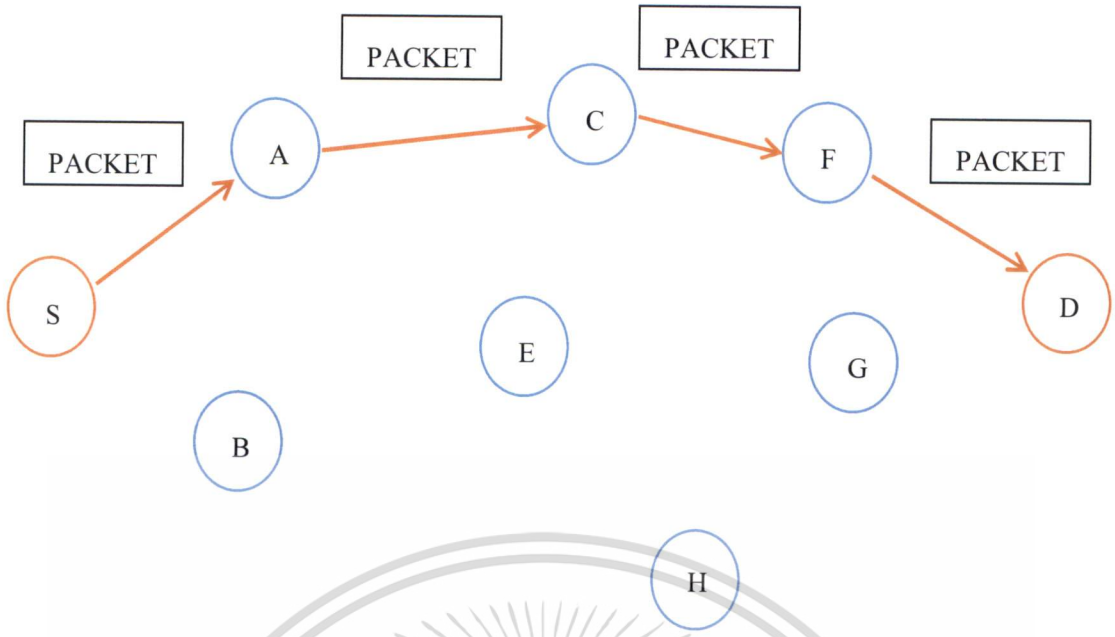
Routing Table of D

Sep	Dest	Next	Hop
1	S	F	4

รูปที่ 2.12 ภาพแสดงการส่งแพ็คเก็ต RREP และ Routing Table ของโปรโตคอล AODV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.13 ภาพแสดงการส่ง PACKET ของโปรโตคอล AODV

2.4.2.2 การใช้หมายเลขลำดับ (Maintaining Sequence Numbers)

ตารางเส้นทางจะต้องมีค่าหมายเลขลำดับของปลายทาง (Destination Sequence Number) กำกับ เพื่อปรับปรุงเส้นทางให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยค่าจะเปลี่ยนต่อเมื่อโหนดได้รับ RREQ หรือ RREP ใหม่ ที่เกี่ยวข้องกับปลายทางนั้น ซึ่งค่านี้ยังช่วยทำให้ไม่เกิดการวนซ้ำ (Loop) ของการค้นหาเส้นทางด้วย โหนดแต่ละโหนดจะมีค่าหมายเลขลำดับเป็นของตัวเอง และจะเพิ่มค่าดังกล่าวดังกรณีต่อไปนี้

- ค่าเลขลำดับจะเปลี่ยนทันทีก่อนที่โหนดนั้นจะทำการส่ง RREQ โหนดจะต้องเพิ่มหมายเลขลำดับของตัวเอง
- ค่าเลขลำดับจะเปลี่ยนทันทีก่อนที่ปลายทางที่ได้รับ RREQ จะทำการส่ง RREP กลับ โหนดนั้นต้องเพิ่มหมายเลขลำดับของตัวเองเป็นค่าที่สูงที่สุดระหว่างค่าหมายเลขลำดับของตัวเอง และค่าหมายเลขลำดับปลายทางใน RREQ แพ็คเก็ตและเพิ่มค่าไปอีก 1 โดยเมื่อค่านี้เพิ่มขึ้นจนถึงขีดจำกัดของตัวแปลที่เก็บไว้แล้วจะวนไปที่ค่า 0 ใหม่ ในกรณีที่ได้รับRREP มาแล้วการที่จะเปลี่ยนค่าหมายเลขลำดับปลายทางของโหนดปลายทางนั้นได้ ก็ต่อเมื่อมีค่าลำดับปลายทางสูงค่าเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
139336

2.4.2.3 ตารางเส้นทาง (Route Table Entries)

ตารางเส้นทางของโปรโตคอล AODV จะประกอบด้วยโหนดปลายทาง โหนดถัดไป (Next Hop) ค่าลำดับของโหนดปลายทางซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกปรับปรุงในกรณีดังนี้

- เมื่อค่าหมายเลขลำดับปลายทาง มีค่าสูงกว่าค่าในตารางเส้นทาง
- หากค่า หมายเลขลำดับปลายทาง มีค่าเท่ากัน ต้องพิจารณาที่ค่าฮอบเค้าท์ (Hop Count) หากมีค่าน้อยกว่าก็จะทำการปรับปรุงข้อมูลนั้น
- ในแต่ละบรรทัดของตารางเส้นทางจะมีอายุของตัวเองซึ่งในระยะที่เวลายังไม่หมด ก็จะสามารถส่งข้อมูลผ่านเส้นทางนี้ได้ตลอด แต่ถ้าหมดอายุจะไม่สามารถใช้งานได้และต้องหาเส้นทางที่จะใช้ในการส่งข้อมูลอีกครั้ง

2.4.2.4 การส่งแพ็กเก็ต RREQ

การส่ง RREQ จะทำการส่งเมื่อโหนดต้นทางต้องการจะส่งข้อมูลโดยเริ่มต้นจะไปตรวจสอบในตารางเส้นทางก่อนว่ามีเส้นทางไปยังโหนดปลายทางหรือไม่ ถ้ามีจะทำการส่งข้อมูลเลย แต่ถ้าไม่มีจำทำการเริ่มกระบวนการค้นหาเส้นทาง โดยจะทำการสร้าง RREQ โดยจะประกอบไปด้วยหมายเลขของ RREQ, ที่อยู่ปลายทาง, หมายเลขลำดับปลายทาง, ที่อยู่ต้นทาง และหมายเลขลำดับต้นทาง จากนั้นโหนดต้นทางจะทำการบรอดคาสต์ RREQ ออกไปโดยจะมีการตั้งค่าเวลาไว้สำหรับรอการตอบกลับ โดยเมื่อโหนดข้างเคียงได้รับ RREQ จะตรวจสอบว่าเคยเห็นตำแหน่งต้นทาง หมายเลขบรอดคาสต์นี้หรือไม่ ถ้าไม่จะเก็บข้อมูลไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด แต่ถ้าเคยเห็นแล้วจะไม่สนใจ

เมื่อ RREQ ถึงโหนดปลายทาง โหนดนั้นจะทำการสร้างเส้นทางกลับของ RREP ซึ่งประกอบด้วย ตำแหน่งโหนดต้นทาง, หมายเลขลำดับที่ได้รับจาก RREQ กรณี RREQ เกิดสูญหายโหนดต้นทางจะทำการบรอดคาสต์ RREQ ใหม่โดยเพิ่มค่าหมายเลขร้องขอเส้นทาง

2.4.2.5 การตอบกลับแพ็กเก็ต RREP

โหนดจะตอบกลับ RREP ในกรณี โหนดนั้นเป็นโหนดปลายทางหรือโหนดนั้นมีปลายทางอยู่ในตารางเส้นทางของตัวเอง และหมายเลขลำดับปลายทาง มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าใน RREQ โดยเมื่อสร้าง RREP แล้วโหนดจะคัดลอกค่าหมายเลขลำดับของตัวเองที่ได้ทำการเพิ่มค่าแล้วลงไปใน RREP แล้วส่งกลับไปให้กับโหนดต้นทางในลักษณะยูนิคาสต์ ในระหว่างทางเมื่อผ่านโหนดที่เป็นทางผ่านโหนดนั้น ต้องเพิ่มค่าฮอบเค้าท์ใน RREP ขึ้น 1 เพื่อบอกระยะทางให้กับต้นทางทราบและจะได้นำไปเปรียบเทียบกับค่าในตารางเส้นทางของตัวเองเพื่อตัดสินใจว่าจะทำการปรับปรุงตารางเส้นทางหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในกรณีปลายทางเป็นผู้ตอบ RREP สิ่งที่ปลายทางต้องทำคือเพิ่มค่าหมายเลขลำดับของตัวเองขึ้น 1 ค่าฮอบเค้าท์เป็น 0 แต่ถ้าในกรณีโหนดกลางที่มีเส้นทางไปยังโหนดปลายทางอยู่เป็นผู้ตอบ โหนดนั้นจะทำการคัดลอกค่าหมายเลขลำดับของปลายทาง ของโหนดปลายทางนั้นในตารางเส้นทางและค่าฮอบเค้าท์ไปใส่ใน RREP

เมื่อโหนดใดๆ ได้รับ RREP แล้วหากโหนดนั้นไม่ได้มีที่อยู่ตรงกับค่าที่อยู่ของต้นทางแล้ว โหนดจะทำการเพิ่มค่าฮอบเค้าท์ขึ้น 1 และส่งต่อไปตามเส้นทาง และแต่ละโหนดจะสร้างเส้นทางเพื่อสร้างข้อมูลในตารางเส้นทางหากยังไม่มีปลายทางดังกล่าว หรือมีแต่หมายเลขลำดับปลายทางน้อยกว่า

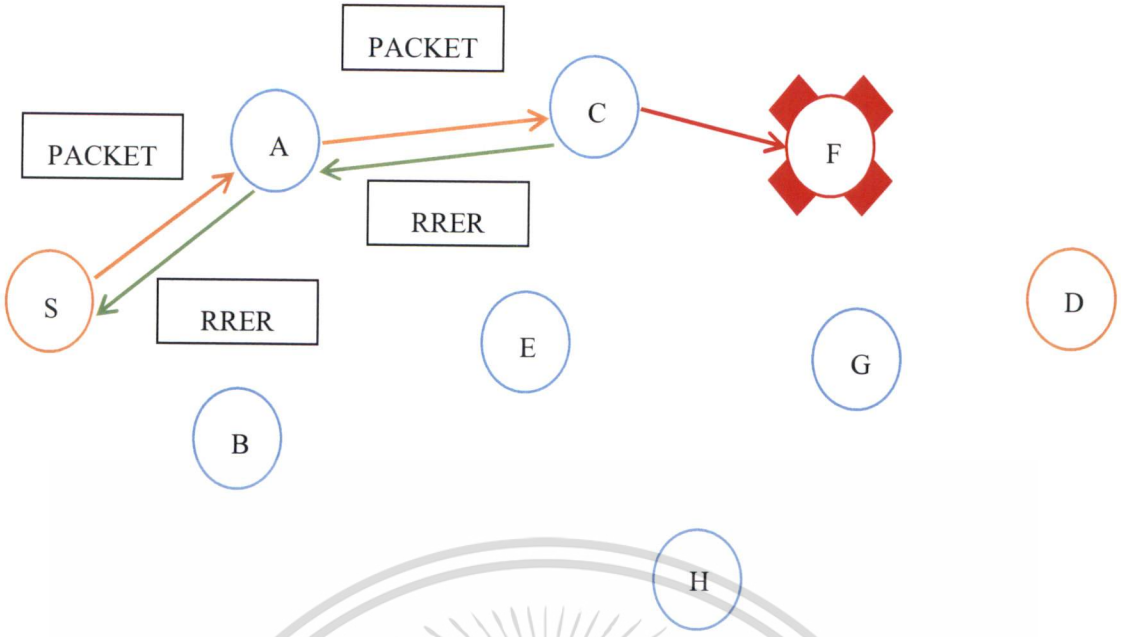
2.4.2.6 Hello Message

โหนดแต่ละโหนดจะทำการส่ง Hello Message ในทุกๆช่วงเวลาหนึ่งหากได้รับ Hello Message กลับโหนดทั้งคู่จะเป็น Neighbor ซึ่งกันและกัน Hello Message ใช้เพื่อปรับปรุงเส้นทาง ในตารางเส้นทางให้ทันสมัยอยู่เสมอ หากโหนดเพื่อนบ้านโหนดใดหายไป และเป็นค่าที่อยู่ในตารางเส้นทางก็จะทำการลบค่าในตารางเส้นทางในข้อมูลนั้นด้วย

2.4.2.7 การส่ง RRER

เมื่อโหนดใดโหนดหนึ่งไม่ได้รับ Hello Message จากเพื่อนบ้าน ตามช่วงเวลาที่กำหนดแล้ว โหนดนั้นจะส่ง RRER กระจายออกไปให้ทุกโหนดที่อยู่ในบริเวณเดียวกันทราบว่าโหนดนี้ได้ออกจากบริเวณนี้ไปแล้ว และหากในตารางเส้นทางมีโหนดนี้อยู่โหนดที่รับ RRER จะทำให้ข้อมูลนั้นหมดอายุไปเพื่อรอการหาเส้นทางใหม่ โดยประโยชน์ของ RRER คือเพื่อไม่ต้องการให้โหนดแต่ละโหนดนับเวลาถอยหลังเอง หากมีโหนดใดโหนดหนึ่งเสีย หรือออกจากบริเวณนั้นก็จะสามารถรู้ได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ภาพแสดงการส่งแพ็คเก็ต RRER ของโปรโตคอล AODV

2.4.3 Destination-Sequenced Distance Vector routing (DSDV)

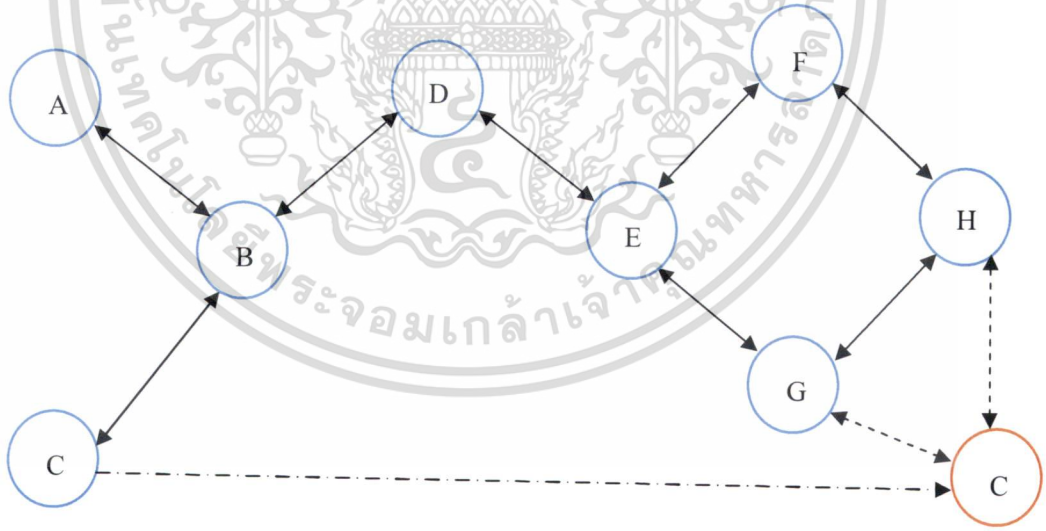
โปรโตคอล DSDV เป็นโปรโตคอลที่ได้รับการพัฒนาปรับปรุงบนพื้นฐานอัลกอริทึม Bellman-Ford เป็นโปรโตคอลที่อยู่ในกลุ่ม Proactive โดยโปรโตคอลกลุ่มนี้จะมีการสร้าง Routing table เพื่อเก็บเส้นทาง ทั้งหมดก่อนที่จะใช้ในการส่งข้อมูล โดยพยายามที่จะรักษาและอัพเดตข้อมูลเส้นทางในทุกโหนด ทำให้สามารถส่งข้อมูลไปยังโหนดปลายทางได้ทันทีเมื่อต้องการ พัฒนาโดย C. Perkins and P.Bhagwat ในปี 1994 โดยในการสนับสนุนหลักของอัลกอริทึมคือจะช่วยแก้ไขปัญหาการเกิดลูปของเส้นทาง ซึ่งแต่ละรายการในตารางเส้นทางจะมีหมายเลขลำดับกำกับอยู่ (Sequence number) เพื่อให้แยกแยะข้อมูลเส้นทางเก่ากับข้อมูลเส้นทางที่อัพเดทใหม่ได้เพื่อป้องกันการเกิดลูปโปรโตคอล DSDV จะมีการส่งตารางเส้นทางแบบแพร่กระจายทุกๆ ช่วงเวลา เพื่อเป็นการปรับปรุงข้อมูลภายในตารางเส้นทาง ทำให้เกิดแพ็คเก็ตของการจัดการเส้นทางในเครือข่ายขึ้นเป็นจำนวนมาก

2.4.3.1 การค้นหาเส้นทางและการจัดการตารางเส้นทาง

ในแต่ละโหนดจะทำการบำรุงรักษาเส้นทางในรายการปลายทางที่พร้อมใช้งานทั้งหมด โดยในตารางเส้นทางจะมี โหนดปลายทาง ระยะทาง โหนดถัดไป และหมายเลขลำดับซึ่งถูกสร้างโดยโหนดปลายทาง โดยในการเก็บเส้นทางจะถูกเก็บไว้ในแต่ละโหนดในโหนดที่อยู่ในบริเวณนั้น และแต่ละโหนดจะมีการปรับปรุงตารางเส้นทางโดยมีการกระจายออกไปทุกๆ ช่วงเวลา หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในตาราง คือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโทโพโลยีของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายทำให้เส้นทางมีการเปลี่ยนแปลง โดยจะส่งเป็นระยะๆ หรือทันทีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโทโพโลยีเมื่อมีการตรวจพบโดยแต่ละโหนดจะมีบรอดคาสแพ็คเก็ตปรับปรุงตารางเส้นทางออกไป ในแพ็คเก็ตปรับปรุงตารางเส้นทางจะเริ่มส่งออกไปที่โหนดที่เชื่อมต่อกันโดยตรงก่อน สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าโหนดเพื่อนบ้านแต่ละโหนดจะได้รับการปรับปรุงจากโหนดนั้นๆ ที่ 1 ฮอปเสมอ ซึ่งหลังจากโหนดเพื่อนบ้านได้รับแพ็คเก็ตปรับปรุงมาแล้ว โหนดเพื่อนบ้านจะปรับปรุงตารางเส้นทางของตัวเองและเพิ่มระยะทางอีก 1 ฮอปและจะทำการส่งต่อแพ็คเก็ตปรับปรุงออกไปยังโหนดเพื่อนบ้านต่อไป โดยในกระบวนการนี้จะมีการทำวนซ้ำไปเรื่อยๆ จนกระทั่งทุกโหนดในเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจได้รับสำเนาของแพ็คเก็ตปรับปรุง โดยข้อมูลปรับปรุงจะถูกเก็บไว้เพื่อรอการมาถึงของเส้นทางที่ดีที่สุดของแต่ละโหนดปลายทางในแต่ละโหนดก่อนปรับปรุงตารางเส้นทางและส่งแพ็คเก็ตปรับปรุงออกไป ถ้าโหนดได้รับแพ็คเก็ตปรับปรุงหลายแพ็คเก็ตที่มีเส้นทางไปยังปลายทางเดียวกันระหว่างช่วงเวลาการรอ เส้นทางจะถูกเพิ่มหมายเลขลำดับให้มากกว่าลำดับก่อนหน้าเสมอ ซึ่งเป็นเงื่อนไขเริ่มต้นในการส่งต่อแพ็คเก็ตออกไป แต่ข้อมูลเส้นทางนั้นไม่จำเป็นต้องประกาศออกไปทันที ถ้าหมายเลขลำดับเท่านั้นที่ถูกเปลี่ยน ถ้าแพ็คเก็ตปรับปรุงนั้นมีหมายเลขลำดับที่เหมือนกัน ปลายทางโหนดเดียวกัน แพ็คเก็ตปรับปรุงเส้นทางที่มีระยะทางน้อยกว่าจะถูกใช้และเส้นทางที่มีอยู่จะถูกลบทิ้งหรือเก็บไว้แค่เส้นทางที่สั้นกว่านั่นเอง ในการประกาศเส้นทางเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงนั้น อาจเกิดดีเลย์จนกว่าจะพบเส้นทางที่ดีที่สุดซึ่งดีเลย์นี้มีค่าที่ไม่แน่นอน



รูปที่ 2.15 ภาพแสดงการเปลี่ยนเส้นทางและส่งแพ็คเก็ตปรับปรุงของโปรโตคอล DSDV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Destination	NextHop	Distance
A	B	2
B	B	1
C	B	2
D	D	0
E	E	1
F	E	2
G	E	2
H	E	3

→

Destination	NextHop	Distance
A	B	2
B	B	1
C	E	3
D	D	0
E	E	1
F	E	2
G	E	2
H	E	3

รูปที่ 2.16 ภาพแสดงตารางเส้นทางของโหนด D ที่เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยโหนด C เปลี่ยนตำแหน่ง

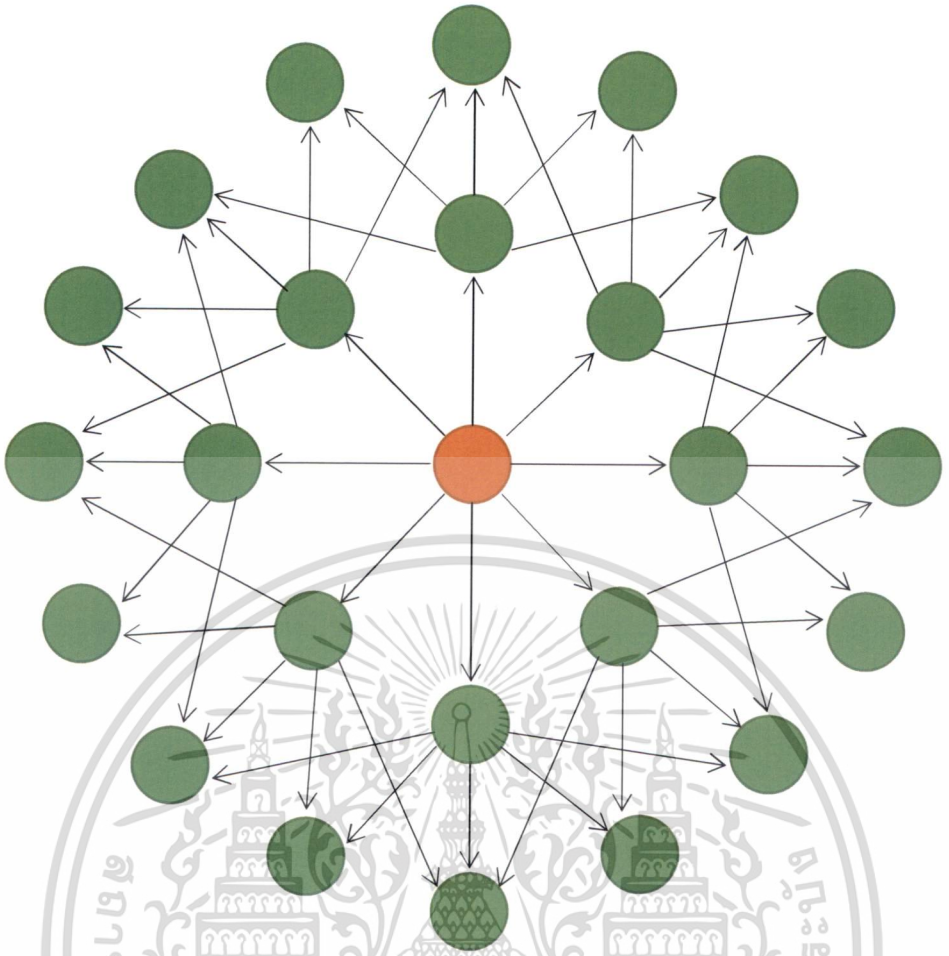
2.4.4 Optimized Link State Routing (OLSR)

โปรโตคอล OLSR เป็นโปรโตคอลที่ทำงานในลักษณะ Proactive ซึ่งจะมีการสร้าง Routing table เพื่อเก็บเส้นทาง ทั้งหมดก่อนที่จะใช้ในการส่งข้อมูล ซึ่งถูกพัฒนาโดย INRIA (France) โดยโปรโตคอลนั้นถูกพัฒนามาจากโปรโตคอลแบบ Link-State โดยโปรโตคอล OLSR จะมีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 ส่วน ประกอบไปด้วย

2.4.4.1 Neighbor/link sensing

เป็นส่วนที่ใช้เพื่อค้นหาโหนดที่อยู่ใกล้เคียง โดยจะทำการส่ง Hello message ไปยังโหนดค้างเคียง ซึ่งทุกโหนดจะทำการส่ง Hello message เมื่อถึงเวลาที่กำหนด ซึ่งเมื่อโหนดเพื่อนบ้านได้รับ Hello message ก็จะจัดกลุ่มโหนดแต่ละโหนดตามสถานะของโหนดนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

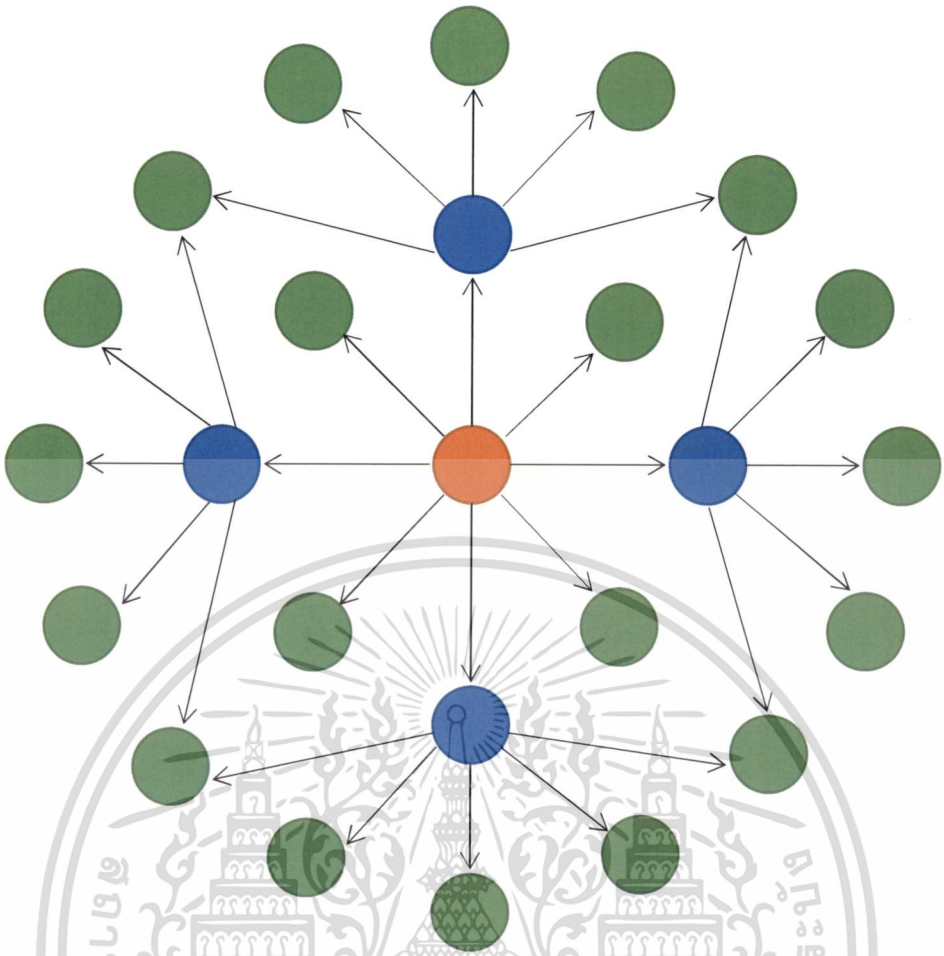


รูปที่ 2.17 ภาพแสดงการส่ง Hello message ไปยังโหนดข้างเคียง

2.4.4.2 Optimized flooding/forwarding (MultiPoint Relaying)

เป็นกลไกที่ช่วยลดจำนวนการส่งซ้ำในขณะที่กำลังบรอดคาสต์แพ็คเก็ตออกไป โดยจะจำกัดชุดของโหนดที่ต้องทำการส่งซ้ำแพ็คเก็ตจากเดิมที่ต้องส่งออกไปทั้งหมดแต่จะเป็นส่งออกไปเป็นกลุ่มย่อยแทน โดยขนาดของกลุ่มย่อยนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบของเครือข่าย ทุกโหนดจะมีการเลือก MPR โหนดขึ้นมาและจะทำการบำรุงรักษาโดยจะส่งแพ็คเก็ตไปยัง MPR ของตนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 ภาพแสดงการส่ง Hello message ของโหนด MPR (โหนดสีน้ำเงิน)

2.4.4.3 Link-State messaging and route calculation

โปรโตคอลที่ทำงานแบบ Link-State โดยพื้นฐานโหนดทุกโหนดจะทำการส่ง Hello message ออกไปซึ่งจะมีการส่งตามช่วงเวลาที่กำหนด โดยโหนดทั้งหมดจะเชื่อมโยงกันโดยใช้ข้อมูล Link-State ซึ่งโปรโตคอล OLSR ถูกพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยโหนดที่ MRP เลือกเท่านั้นที่จะถูกประกาศลงไปใน Link-state message สิ่งนี้จะช่วยทำให้ลดขนาดของ Link-state message ลงทำให้ใช้งานแบนด์วิดท์ ในการส่ง Link-state message น้อยลง และเฉพาะโหนดที่ถูกเลือกเป็น MRP จะเป็นผู้สร้าง Link-state message ซึ่งจะช่วยลดกลุ่มของโหนดที่จะประกาศ Link-state message โดย message ที่ใช้ประกาศ Link-state เรียกว่า Topology Control message (TC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 รูปแบบการเคลื่อนที่ย้ายตำแหน่งของโหนด (Mobility Model)

ในงานวิจัยนี้ใช้รูปแบบการเคลื่อนที่ย้ายตำแหน่งของโหนด 2 แบบคือ Random waypoint model และ Gauss-Markov model

2.5.1 Random waypoint model

เป็นการสุ่มการเคลื่อนที่ย้ายตำแหน่งของโหนดที่ความเร็วใดๆ โดยรูปแบบการเคลื่อนที่นี้ถูกนำเสนอขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการจำลองเครือข่าย ซึ่งค่อนข้างเป็นที่นิยมมากโดยนิยมนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจซึ่งมีการเคลื่อนที่ของโหนดโดยจะมีการกำหนดการเคลื่อนไหวของโหนดแบบสุ่ม โหนดจะมีการเคลื่อนย้ายอิสระโดยไม่มีข้อจำกัด ซึ่งทั้งความเร็วและทิศทางจะถูกเลือกสุ่มแล้วเป็นอิสระจากโหนดอื่นๆ ด้วย

โดยในการเคลื่อนไหวของโหนดแต่ละโหนดจะเริ่มด้วยการหยุด (pause time) เป็นจำนวนคงที่เป็นวินาที จากนั้นจะเลือกปลายทางที่จะเคลื่อนย้ายไปยังตำแหน่งสุ่มในพื้นที่จำลองและความเร็วจะสุ่มในช่วง 0 ถึง ความเร็วสูงสุดที่กำหนด โดยโหนดจะย้ายไปยังปลายทางนี้และหยุด ณ ช่วงเวลาหนึ่งๆ ก่อนเลือกสถานที่แบบสุ่มอีกครั้ง ซึ่งจะใช้ความเร็วกับพฤติกรรมนี้ซ้ำจนสิ้นสุดเวลาในการจำลอง

2.5.2 Gauss-Markov model

เป็นการเคลื่อนที่ย้ายตำแหน่งของโหนดโดยเริ่มต้นจะใช้การสุ่มตำแหน่งที่อยู่ของโหนด ในแต่ละช่วงเวลาหนึ่งโหนดจะคำนวณความเร็วและทิศทางของการเคลื่อนที่จากความเร็วและทิศทางในช่วงเวลาก่อนหน้า โดยสามารถกำหนดระดับของการสุ่ม (degree of randomness) ได้ ซึ่งแตกต่างจาก Random waypoint model คือในรูปแบบการเคลื่อนที่แบบสุ่มนั้น ในสภาพความเป็นจริงนั้นเป็นไปได้ยาก ซึ่งข้อดีของ Gauss-Markov model คือจะมีการนำค่าความเร็วและทิศทางก่อนหน้าของโหนดมาใช้ในการคำนวณเพื่อกำหนดความเร็วและทิศทางของโหนดต่อไป ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเร็วและทิศทางก่อนหน้ากับความเร็วและทิศทางปัจจุบันนั้นมีความสัมพันธ์กัน รูปแบบการเคลื่อนที่นี้เหมาะสำหรับการจำลองโหนดที่เป็นรถซึ่งเคลื่อนที่อยู่บนถนน

2.6 วีดิโอสตรีมมิ่ง (Video Streaming)

ในปัจจุบันสื่อมัลติมีเดีย รูปภาพ วีดิโอเข้ามามีบทบาทในสังคมมากขึ้นเพราะการใช้ภาพหรือวีดิโอนั้นสามารถสื่อสารได้ชัดเจนมากกว่าแค่การได้ยินเสียง จึงทำให้เทคโนโลยีในการแพร่ภาพเคลื่องไหวเป็นที่นิยมมากโดยมีการส่งผ่าน Social Network ต่างๆ เช่น Facebook, Social Cam เป็นต้น หรือ การโพสบนเว็บไซต์ Youtube ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการแชร์วีดิโอผ่านระบบเครือข่ายอย่างแพร่หลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วีดิโอสตรีมมิ่ง เป็นรูปแบบการส่งวีดิโอผ่านระบบเครือข่ายรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมมากในถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลวีดิโอเพื่อแสดงผลผ่านระบบเครือข่ายแบบต่อเนื่อง โดยพื้นฐานถ้ากรณีไม่ใช้เทคโนโลยีการสตรีมมิ่ง ในการรับชมวีดิโอหรือฟังเพลงต่างๆ ผู้ชมต้องทำการดาวน์โหลดไฟล์จนเสร็จก่อนจึงจะสามารถรับชมได้ แต่เมื่อมีเทคโนโลยีการสตรีมมิ่งทำให้ผู้ชมสามารถรับชมวีดิโอได้ทั้งที่ยังโหลดวีดิโอไม่เสร็จ ซึ่งทำให้ผู้ชมได้รับความรวดเร็วในการรับชมสื่อมัลติมีเดีย โดยการแพร่ภาพสามารถทำได้หลายวิธีทั้งแบบ Unicast เป็นการส่งไฟล์วีดิโอสตรีมมิ่งไปยังเครื่องของผู้ชมในลักษณะจุดต่อจุด แบบ Multicast เป็นการส่งไฟล์วีดิโอสตรีมมิ่งไปยังเครื่องของผู้ชมที่ได้เชื่อมต่อกับสตรีมมิ่งเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และแบบ Broadcast เป็นการส่งไฟล์วีดิโอสตรีมมิ่งไปยังเครื่องของผู้ชมหลายจุดพร้อมกัน

ลักษณะการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งผ่านเครือข่าย ในการส่งข้อมูลไปยังผู้ชมปลายทางผู้ชมจะมีพื้นที่บัฟเฟอร์ในการใช้พักข้อมูลซึ่ง เมื่อเริ่มเล่นวีดิโอไฟล์จะถูกดาวน์โหลดมาเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ส่วนหนึ่งก่อนแล้ววีดิโอจึงเริ่มเล่นไปพร้อมกับการดาวน์โหลดวีดิโอ โดย 3rd Generation Partnership Project (3GPP) และ the Internet Streaming Media Alliance (ISMA) for streaming over the Internet ได้กำหนดมาตรฐานของระบบการสตรีมมิ่งมัลติมีเดีย บนเทคโนโลยี 3G และอินเทอร์เน็ตไว้ดังนี้

- Media encoding

  MPEG-4 video and audio (AMR for 3GPP), H.263

- Media transport

  RTP for data, usually over UDP/IP

  RTCP for control messages, usually over UDP/IP

- Media session control

  RTSP

- Media description and announcement

  SDP

ในมาตรฐานของการสตรีมมิ่งไม่ได้กำหนดรูปแบบของไฟล์มัลติมีเดียที่จะเก็บอยู่บนเซิร์ฟเวอร์แต่รูปแบบไฟล์ที่มีความนิยมคือ .mp4 การส่งวีดิโอสตรีมมิ่งมีข้อเสียคือผู้ชมที่มีแบนด์วิดท์ของระบบเครือข่ายต่ำ จะทำให้การส่งนั้นต้องทำการดาวน์โหลดข้อมูลมาเก็บไว้บัฟเฟอร์บ่อยครั้งซึ่งมีผลทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้การรับชมวีดิโอสะดุด ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง และปัญหาพื้นฐานในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งบนอินเทอร์เน็ตคือในเรื่องของ ขนาดแบนด์วิดท์ การเปลี่ยนแปลงของดีเลย์ และอัตราสูญหายของข้อมูล

2.6.1 MPEG-4

เป็นมาตรฐานการเข้ารหัสของวีดิโอซึ่งถูกกำหนดโดย ISO/IEC โดยเป็นมาตรฐานการเข้ารหัสวีดิโอที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยมีลักษณะการทำงานคือในการเข้ารหัสวีดิโอจะมีการสร้างเฟรมขึ้นมา 3 รูปแบบประกอบไปด้วย Intra-frames (I-frames) ซึ่งจะเก็บข้อมูลที่ได้จากการเข้ารหัสในลักษณะภาพนิ่ง Predictive frames (P-frames) ได้จากการเข้ารหัส I-frames หรือ P-frames ตัวก่อนหน้า และ Bi-directional frames (B-frames) ได้จากการเข้ารหัส I-frames และ P-frames ของทั้งตัวก่อนหน้าและตัวถัดไป ทั้งนี้ B-frames จะมีอัตราการบีบอัดสูงที่สุด ทำให้ใช้แบนด์วิดท์ในการส่งข้อมูลน้อยที่สุด แต่ก็เวลาในการเข้ารหัสนานที่สุดในเฟรมทั้ง 3 ชนิด ซึ่งตรงข้ามกับ I-frames ที่มีอัตราการบีบอัดต่ำที่สุด ทำให้ใช้เวลาน้อยกว่าเฟรมชนิดอื่น ซึ่ง MPEG-4 ยังแบ่งออกเป็นอีกหลาย Part ซึ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้จะเป็น H.264/MPEG-4 Part 10 AVC ซึ่งเกี่ยวกับ Video coding เป็นการจัดการกับการเข้ารหัสวีดิโอระดับสูง (Advance Video Coding)

2.6.2 Real-time Transport Protocol (RTP)/Real-time Control Protocol (RTCP)

RTP เป็นโปรโตคอลที่ทำงานด้านของการสื่อสารแบบเรียลไทม์ ซึ่งในการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งจะใช้บนโปรโตคอล UDP มีหน้าที่จัดการเรื่องข้อมูลประเภทเวลาไปยังผู้รับ โดยสามารถแก้ไขค่าดีเลย์ของสัญญาณได้ยอมให้ผู้รับสามารถค้นหาแพ็กเก็ตที่สูญหาย และประเมินเส้นทางในการส่งข้อมูลอีกด้วย นอกจากนี้แล้ว RTP จะมีหน้าที่จัดการในเรื่องของการส่งข้อมูลไปยังผู้รับ ซึ่งสามารถกู้คืนได้ในกรณีที่แพ็กเก็ตสูญหายได้ หน้าที่หลักคือการให้บริการฟังก์ชันต่าง ๆ เช่น การจัดลำดับ การกำหนด Payload เป็นต้น และ Real-time Transport Control Protocol (RTCP) เป็นโปรโตคอลที่ทำงานร่วมกับ RTP เพื่อควบคุมเซสชั่นของการส่งข้อมูล การกำหนดเกี่ยวกับผู้ใช้

2.6.3 Real-time Streaming Protocol (RTSP)

เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการสร้างเซสชั่น ซึ่งสนับสนุนฟังก์ชันวีดิโอขั้นพื้นฐาน เช่น การเล่น หยุด บันทึก เป็นต้น ซึ่งใช้รับ ส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่งผ่านพอร์ต 554 โดยโปรโตคอลจะทำหน้าที่เป็นส่วนในการควบคุมระยะไกล สำหรับเซิร์ฟเวอร์มัลติมีเดีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 Session Description Protocol (SDP)

เป็นโปรโตคอลที่ให้ข้อมูลที่ใช้อธิบายเซสชั่นในการสตรีมมิ่งมีเดีย เช่น ข้อมูลเป็นวีดิโอหรือเสียง บิตเรท เป็นต้น โดยจะอธิบายเซสชั่นที่ใช้ในการสื่อสารที่ใช้มัลติมีเดีย

2.6.5 Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

เป็นค่าที่มาตรฐานที่นำมาใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพของภาพโดยเปรียบเทียบกับต้นฉบับ ซึ่งถ้าค่า PSNR สูงจะชี้ให้เห็นถึงคุณภาพของภาพที่ใกล้เคียงกับต้นฉบับในการแสดงผลวีดีโอที่ที่ถูกบีบอัดแบบ lossy โดยเป็นอัตราส่วนสัญญาณสูงสุดต่อสัญญาณรบกวน โดยในการส่งวีดิโอผ่านเครือข่ายจะมีการบีบอัดโดยการเข้ารหัสวีดิโอ ซึ่งค่านี้จะให้วัดการสร้างภาพกลับคืนมาของภาพในแต่ละเฟรมของวีดิโอ โดยในการบีบอัดวีดิโอแบบ lossy ค่า PSNR จะอยู่ระหว่าง 30 ถึง 50 dB แต่กรณีถ้าส่งผ่านเครือข่ายไร้สายจะทำให้คุณภาพลดลงจากต้นฉบับมากโดยค่า PSNR จะอยู่ระหว่าง 20 ถึง 25 dB โดยยิ่งค่า PSNR สูงนั้นหมายถึงวีดิโอที่ถูกบีบอัดและถูกส่งผ่านเครือข่ายมานั้นมีคุณภาพใกล้เคียงกับคุณภาพของวีดิโอก่อนถูกบีบอัดมาก

2.7 คุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service: QoS)

ปัจจุบันการส่งข้อมูลบนเครือข่ายนั้นต้องการประสิทธิภาพของเครือข่ายที่มากขึ้นในหลายด้าน ทั้งด้านดีเลย์ ด้านแบนด์วิดท์ เนื่องจากข้อมูลที่ส่งผ่านเครือข่ายในปัจจุบันนี้มีขนาดใหญ่มากขึ้นต้องการคุณภาพมากขึ้น วีดิโอสตรีมมิ่งเป็นการส่งข้อมูลรูปแบบหนึ่งที่ต้องการเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพสูง ดีเลย์น้อย เนื่องจากการส่งข้อมูลประเภทนี้ผู้รับต้องได้รับการแสดงผลของวีดิโอที่ต่อเนื่องและมีคุณภาพที่ดี ดังนั้นจึงมีการนำคุณภาพของการให้บริการ (Quality of Service: QoS) มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับเครือข่ายเพื่อใช้ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้ง QoS ถูกนำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในส่งข้อมูลในรูปแบบอื่นด้วย ซึ่งการส่งนั้นต้องการคุณภาพของเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพโดย กลไกของ QoS นั้นจะประกอบไปด้วยส่วนที่จัดการกับคิว การจำแนกกลุ่มของ และการจัดลำดับในการส่งข้อมูล

สำหรับ QoS ที่ใช้บนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นถูกคิดค้นและถูกนำเสนอเป็นจำนวนมาก ในส่วนของงานวิจัยนี้ โดยเทคนิคที่เป็นที่นิยมในการทำ QoS สำหรับส่งวีดิโอสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ เรียกว่า Cross-layer โดยสถาปัตยกรรม OSI Model นั้นประกอบไปด้วย 7 ชั้น ซึ่งแต่ละชั้นจะเรียงลำดับของการติดต่อสื่อสารจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยห้ามสื่อสารกันระหว่างชั้นที่ไม่ได้อยู่ติดกันซึ่งทำให้การสื่อสารในแต่ละชั้นถูกจำกัดให้ติดต่อสื่อสารตามลำดับชั้นที่ติดกันเท่านั้น ในการใช้เทคนิคที่เรียกว่า Cross-layer นั้นทำให้สามารถติดต่อสื่อสารกันระหว่างชั้นที่ไม่อยู่ติดกันได้โดยตรง หรือสามารถใช้ตัวแปรร่วมกันระหว่างชั้นที่ไม่ได้อยู่ติดกันได้ ซึ่งการออกแบบให้โปรโตคอลทำงานในลักษณะนี้จะเพิ่มประสิทธิภาพในการติดต่อสื่อสาร โดยในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบ QoS โดยใช้เทคนิค Cross-layer นี้ถูกนำมาพัฒนาเพื่อใช้สำหรับในการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่ง ซึ่งทำการใช้การส่งวีดิโอผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.7.1 องค์ประกอบพื้นฐานที่ก่อให้เกิด QoS

ในการส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายนั้น สิ่งที่จะก่อให้เกิดการทำ QoS ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึง 4 ปัจจัยที่ต้องมีการทำ QoS เพื่อให้การส่งข้อมูลบนเครือข่ายมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ช่องสัญญาณที่ส่งได้ (Throughput) เป็นความสำเร็จในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายจากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งในช่วงเวลาที่กำหนด โดยค่านี้ไม่ใช่ค่าความกว้างของช่องสัญญาณที่สูงสุดที่สามารถรับส่งได้ โดยในการที่ต้องรับประกัน เนื่องจากการให้บริการบางอย่างต้องมีแบนด์วิดท์ที่มากพอเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย เช่น การส่งวีดิโอคุณภาพสูง เป็นต้น

เวลาลาเทนซี่ (Latency) เป็นค่าเวลาของการเดินทางของแพ็คเก็ตจากต้นทางไปยังปลายทางโดยค่าเวลานี้อาจเกิดจาก เวลาหน่วงจากของสื่อนำสัญญาณ เวลาที่แพ็คเก็ตต้องรออยู่ในคิว เป็นต้น ซึ่งการส่งข้อมูลที่ต้องการความต่อเนื่อง เช่น วีดิโอสตรีมมิ่ง เป็นต้น นั้นต้องการเครือข่ายที่มีดีเลย์น้อยที่สุด เพื่อให้ภาพมีความต่อเนื่องและทำให้การแสดงผลวีดิโอทางฝั่งผู้รับให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

เวลาจิตเตอร์ (Jitter) เป็นค่าความแตกต่างของเวลาลาเทนซี่ที่เกิดขึ้นกับแพ็คเก็ต เช่น ถ้าส่งแพ็คเก็ตออกไปมีเวลาห่างกัน 20ms หากเวลาที่แพ็คเก็ตเดินทางไปถึงผู้รับเท่ากันตลอดนั่นหมายถึง เวลาจิตเตอร์เป็นศูนย์ แต่ถ้าเวลาระหว่างสองแพ็คเก็ตที่ไปถึงผู้รับมีค่ามากกว่า 20ms แสดงว่าแพ็คเก็ตที่ส่งออกครั้งหลัง ใช้เวลาไปถึงผู้รับมากกว่าก่อนหน้า สำหรับการส่งข้อมูลในเครือข่ายที่แพ็คเก็ตนั้นถ้ามีระยะเวลาห่างของแพ็คเก็ตมากส่งผลให้ข้อมูลไปถึงปลายทางผิดลำดับซึ่ง ถ้าเป็นการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งที่ต้องการความต่อเนื่องแล้วนั้นจะได้รับผลกระทบอย่างมาก

การสูญหาย (Loss) หมายถึงการที่แพ็คเก็ตนั้นสูญหาย หรือถูกทิ้งเมื่อเกิดความคับคั่งขึ้นในระบบเครือข่าย ในขั้นตอนของการนำส่งข้อมูล

ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการส่งข้อมูลซึ่งทำให้ในการส่งข้อมูลบางชนิดที่ต้องการประสิทธิภาพจึงต้องมีการทำ QoS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่าย

2.7.2 การจำแนกกลุ่มของการจราจรบนเครือข่าย (Traffic clssification)

ในการจำแนกกลุ่มของการจราจรบนเครือข่ายนั้น จะถูกจัดตามพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ขึ้นอยู่กับพอร์ต หรือโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารกัน ซึ่งการจำแนกกลุ่มนี้ทำให้สามารถรักษาคุณภาพในการให้บริการของเครือข่ายกับบริการที่ต้องการคุณภาพที่แตกต่างกันได้โดยในที่นี้แบ่งเป็น 3 กลุ่มดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sensitive traffic เป็นการจราจรที่มีความสำคัญโดยผู้ส่งข้อมูลนั้นมีความคาดหวังในการส่งข้อมูลให้ได้ตรงเวลามากที่สุดซึ่งตัวอย่างการจราจรประเภทนี้เช่น การเล่นเกมส์ออนไลน์ VOIP วีดิโอสตรีมมิ่ง การประชุมผ่านทางวีดิโอ โดยในการจัดการการจราจรนี้จะถูกปรับโดยใช้การกำหนด QoS ในการใช้งานบริการต่างๆเหล่านี้โดยมีการประกันการใช้งานบริการต่างๆหรือมีการจัดลำดับความสำคัญของการใช้งานบริการต่างๆ

Best-effort traffic เป็นการจราจรที่พยายามทำให้ดีที่สุดโดยส่วนใหญ่เป็นการจราจรที่ไม่มีระดับความสำคัญมาก ซึ่งไม่ได้มีผลต่อตัวชี้วัดคุณภาพการให้บริการ ซึ่งการจราจรที่เป็นลักษณะนี้จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มนี้ เช่น การสื่อสารที่เป็น Peer to Peer เป็นต้น ซึ่งจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของการจราจรที่จะพยายามทำให้ดีที่สุดเท่านั้น ซึ่งเป็นความพยายามที่มีความสำคัญหลังจากการจราจรที่มีความสำคัญ

Undesired traffic เป็นการจราจรบนระบบเครือข่ายที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การส่งสแปม หรือเป็นการจราจรที่ถูกสร้างโดยเวิร์ม และการโจมตีที่เป็นอันตรายอื่นๆ โดยในกรณีการจราจรในกลุ่มนี้จะถูกสกัดกั้นการใช้งานระบบเครือข่าย

2.8 การจำลองการทำงานของเครือข่าย

NS-2 เป็นโปรแกรม Open-source ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้งบนหลายแพลตฟอร์ม เช่น Linux Solaris Window ถูกพัฒนาขึ้นโดย ISI (Information Sciences Institute) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองการทำงานของระบบเครือข่าย ซึ่งสนับสนุนการจำลองการเลือกเส้นทางในการขนส่งแพ็คเก็ต จำลองการทำงานของโปรโตคอล เช่น UDP TCP RTP เป็นต้น ซึ่งจำลองได้ทั้งเครือข่ายประเภทแบบใช้สายและแบบไร้สาย รวมถึงดาวเทียม เครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ ด้วย โดย NS2 เป็นเครื่องมือที่มีความสามารถในการแสดงรายละเอียดของการจราจรบนเครือข่ายออกมาในรูปแบบของกราฟฟิกได้ รวมทั้งยังสนับสนุนอัลกอริทึมในการค้นหาเส้นทาง และ การคำนวณคิวแพ็คเก็ต ด้วย ในการตรวจสอบหรืองานวิจัยบางอย่างไม่สามารถตรวจสอบการทำงานในบางอย่างได้ในสภาพแวดล้อมจริง จึงมีความจำเป็นต้องใช้โปรแกรม NS-2 ในการออกแบบโมเดลจำลองระบบเครือข่ายที่เทียบมาจากความเป็นจริงซึ่งโปรแกรมนี้เป็นที่นิยมในการนำมาใช้ในการจำลองงานด้านการวิจัยที่เกี่ยวกับระบบเครือข่ายผู้ใช้จะสามารถสร้าง OTCL Script C++ Network elements และ Perl Script เพื่อที่จะนำมาใช้ในการออกแบบเพื่อจำลองการทำงานของ Network ซึ่ง User สร้าง C++ network ขึ้นมาเพื่อให้เป็น Object ที่อยู่ใน Library ที่สามารถจะเรียกใช้ได้โดยเรียกใช้ผ่าน Command ของ OTCL Script ซึ่งจะมี OTCL linkage เป็นตัวที่จะเรียก Object ใน Library ขึ้นมาใช้งาน เมื่อ OTCL Script ถูกประมวลผล OTCL Script จะสร้าง NAM trace file และ NS trace file ซึ่งตัว NAM trace file ที่ได้นั้นจะถูกเรียกใช้โดย NAM เพื่อที่จะนำไปประมวลผลแล้วแสดงผลออกมาในรูปกราฟิก ในส่วนของ Perl Script นั้นจะเรียกใช้ NS trace file เพื่อนำ NS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

trace file มาฟิลเตอร์ให้ได้ผลลัพธ์ออกมาที่จะถูกเรียกใช้โดย Visualization tool เช่น Xgraph เพื่อที่จะนำมาใช้สร้างกราฟที่แสดงผลการทำงานของการจำลอง Network

ภาษาที่ใช้ใน NS-2 มีอยู่ 2 ภาษา เนื่องจาก โปรแกรมจำลองมีลักษณะการทำงาน 2 อย่างที่แตกต่างกัน ซึ่งงานส่วนแรกจะเป็นการจำลองรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับโปรโตคอลจึงจำเป็นต้องใช้ System Programming Language ซึ่งมีประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลที่มีหน่วยของขนาดข้อมูลเป็นไบต์ แพ็คเก็ตเฮดเดอร์ และสร้างอัลกอริทึมที่สามารถประมวลผลข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ได้ เพราะฉะนั้น NS-2 จะใช้ 2 ภาษา คือ

- C++

  -ใช้ในการสร้างโปรโตคอลและ Application Agents

  -ใช้กำหนดคุณสมบัติของกระบวนการทำงานของแต่ละแพ็คเก็ตตามที่ผู้ใช้ต้องการ

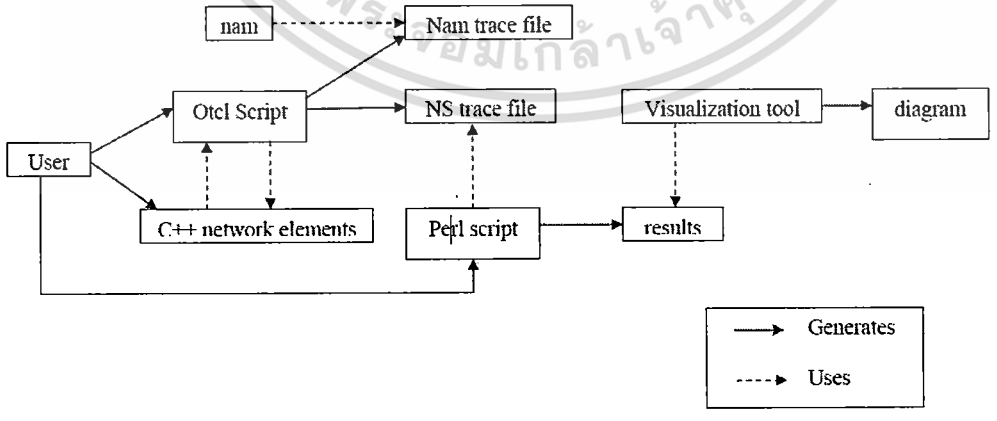
  -ใช้เปลี่ยนการทำงานของ Object ใน C++ เพื่อเอาไว้ปรับใช้กับ Non-standard policies

- OTCL (Object Tool Command Language)

  -เอาไว้ใช้ในการเขียน Simulation Script Configuration และตั้งค่า

  -ทดสอบผลของพารามิเตอร์ของเครือข่ายโดยทำการเปลี่ยนแปลงค่าใน Object ของ C++

  -วิเคราะห์ผลของการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์โดยใช้การ Trace และแสดงผลทางหน้าจอ



รูปที่ 2.19 ภาพแสดงการทำงานของโปรแกรม NS-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การสื่อสารข้อมูลบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นมีสิ่งที่เป็นปัญหาหลายอย่างในการส่งข้อมูลเนื่องด้วย เครือข่ายนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้โปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางนั้นมีความสำคัญมากในการส่งข้อมูล โดยโปรโตคอลต้องมีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ทั้งต้องหาเส้นทางได้อย่างรวดเร็ว มีกลไกในการบำรุงรักษาเส้นทางได้อย่างรวดเร็วการส่งข้อมูลไม่ติดขัด ไม่เกิดการสูญเสียข้อมูล ซึ่งการสื่อสารแบบหลายโหนดนี้โปรโตคอลค้นหาเส้นทางมีความจำเป็นอย่างมาก โดยในปัจจุบันมีหลานงานวิจัยที่พัฒนาโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางให้มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น และพร้อมทั้งมีการพัฒนา QoS ที่ใช้บนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจทำให้สามารถส่งข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางและ QoS ยังมีการพัฒนาอยู่เรื่อยๆ แม้ปัจจุบันเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจยังไม่ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากอยู่ในขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนา แต่ในอนาคตเครือข่ายชนิดนี้จะถูกทำมาใช้มากขึ้น

การส่งวีดิโอสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายนั้นโดยปกติแล้วการส่งนั้นต้องใช้เครือข่ายที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพสูง มีดีเลย์น้อย มีแบนด์วิดท์มาก เนื่องด้วยการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งนั้นต้องมีความต่อเนื่องเพื่อให้ภาพที่แสดงผลนั้น สามารถแสดงผลออกมาได้ดีที่สุด ซึ่งมีหลายปัจจัยประกอบทั้งความเร็วในการเข้ารหัสวีดิโอ การถอดรหัสวีดิโอ การเกิด Lossy ทำให้คุณภาพวีดิโอลดลงเนื่องจากเกิดการบีบอัดเพื่อส่งผ่านเครือข่าย ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งโดยส่วนใหญ่จะส่งโดยใช้การส่งแบบ UDP ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลแบบไม่น่าเชื่อถือ ต่างจาก TCP ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมีกลไกในการตรวจสอบแพ็คเก็ตต่างๆ มีกลไกในการส่งซ้ำ ซึ่งทำให้การส่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ แต่กับข้อมูลวีดิโอซึ่งต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลเพื่อให้ภาพออกมาต่อเนื่องกันและคุณภาพของภาพให้มากที่สุด ดังนั้นโดยส่วนใหญ่การส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งจึงใช้การส่งแบบ UDP ซึ่งไม่มีกลไกในการตรวจสอบข้อมูลทำให้สามารถส่งข้อมูลได้รวดเร็วกว่า ถึงแม้จะเกิดการสูญเสียรายละเอียดของวีดิโอไปบ้างแต่ก็ทำให้การส่งวีดิโอเป็นไปได้อย่างราบรื่นและต่อเนื่อง

ในเครือข่ายปกติที่มีโครงข่ายพื้นฐานอยู่นั้นยังต้องใช้แบนด์วิดท์มากซึ่งการนำวีดิโอมาส่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้น เป็นเรื่องที่มีความท้าทายในการแก้ปัญหาสูง ด้วยรูปแบบของเครือข่ายมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้เส้นทางในการส่งข้อมูลมีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งส่งผลกระทบต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งอย่างมาก ดังนั้นในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนี้ โปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง และ QoS ที่ใช้ในการส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วีดิโอสตรีมมิ่งให้มีประสิทธิภาพได้โดยสูญเสียคุณภาพของวีดิโอให้น้อยที่สุด ซึ่งคุณภาพของวีดิโอนั้นปัจจุบันความคมชัดความละเอียดของวีดิโอนั้นสูงขึ้นทำให้ต้องใช้แบนด์วิดท์ในการส่งที่มากขึ้น

3.1 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

Kavita Tandel Rachana Shelat นำเสนอปัญหาและเทคนิคที่ใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ ซึ่งได้กล่าวถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยมีหลายปัจจัยทั้งการที่โหนดมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นทางที่ใช้ในการส่งข้อมูล สัญญาณ ไร้สายที่อาจเกิดการถูกรบกวนทำให้มีปัญหาในการส่งจากการถูกคลื่นแทรก ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการเชื่อมต่อเป็นระยะทำให้เกิดการสูญเสียแพ็คเก็ต เกิดการหน่วงเวลาของเครือข่าย โดยส่งผลกระทบต่อการส่งข้อมูลเนื่องจากวีดิโอสตรีมมิ่งนั้นเป็นการส่งภาพเคลื่อนไหวที่มีความต่อเนื่องกัน ในการส่งข้อมูลในลักษณะนี้ต้องใช้เทคนิคในการส่งข้อมูลที่สามารถลดการสูญเสียของแพ็คเก็ตได้น้อยที่สุด โดยต้องทำให้การส่งข้อมูลมีความน่าเชื่อถือพร้อมกับการส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่องโดยได้กล่าวถึงปัจจัยที่เป็นปัญหาในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งไว้ 5 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่เกิดจากสื่อกลางเป็นสื่อไร้สาย (Wireless medium) ในการสื่อสารแบบไร้สายนั้นอาจถูกรบกวนจากคลื่นหรืออุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ได้ ซึ่งอาจมีผลทำให้ความเข้มของสัญญาณลดลง และอาจทำให้เกิดการชนกันของสัญญาณ ทำให้เกิดการสูญเสียแพ็คเก็ต ซึ่งในกรณีเกิดเหตุการณ์นี้ขึ้นโหนดอาจต้องมีกลไกในการส่งซ้ำข้อมูลอีกครั้ง ซึ่งสิ่งนี้จะทำให้การส่งข้อมูลนั้นเป็นไปอย่างล่าช้า เพราะมีดีเลย์มากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าส่งผลกระทบต่อคุณภาพในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งโดยตรง พร้อมทั้งการสื่อสารแบบไร้สายแต่ละโหนดจะมีระยะที่จำกัดในการส่งข้อมูล ซึ่งระยะนี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น โปรโตคอลที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบไร้สาย ขนาดของเสาสัญญาณ พลังงานที่ใช้ สภาพอากาศขณะนั้น ประกอบกับในการส่งผ่านโหนดแต่ละโหนดจะมีโปรเซสซิ่งดีเลย์ของแต่ละโหนดอีก ในกรณีถ้าโหนดที่อยู่ในเส้นทางนั้นที่เราจะส่งข้อมูลไม่มีประสิทธิภาพในด้านสัญญาณหรือการประมวลผลที่มากพอ อาจทำให้เกิดคอขวดได้ และนอกจากนี้ยังมีโอกาสในการเกิดความผิดพลาดในการส่งข้อมูลอีก ซึ่งมีผลทำได้เพิ่มดีเลย์มากขึ้น

ปัจจัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่าย (Topology changes) ในการสื่อสารโดยผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจโหนดมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลา ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของรูปแบบของเครือข่าย โดยเมื่อเส้นทางถูกสร้างขึ้น มีโอกาสที่เส้นทางจะเสียหายค่อนข้างสูง ซึ่งเมื่อเส้นทางเสียหายนั้นจะต้องทำการค้นหาเส้นทางใหม่ โดยทำให้เกิดความล่าช้าขึ้นอีก ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของวีดิโอในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง และในการเปลี่ยนเส้นทางนี้อาจนำไปสู่การเกิดคอขวดซึ่งเส้นทางที่ถูกสร้างขึ้นมาแทนที่อาจมีแบนด์วิดท์น้อยลงอีก ในกรณีที่เส้นทางเสียหายมากอาจทำให้การส่งข้อมูลหยุดชะงักได้ จะเห็นได้ว่าเส้นทางที่ใช้ส่งข้อมูลบนเครือข่ายเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉพาะกิจนี้มีความไม่แน่นอนซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่ายอยู่ตลอดเวลาซึ่งส่งผลกระทบต่อการเกิดดีเลย์ของเครือข่าย และการถูกดรอปแพ็คเก็ต

ปัจจัยที่เกิดจากความหนาแน่นของโหนด (Multihop-induced challenges) ในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปถึงปลายทางโดยต้องผ่านโหนดหลายโหนด โดยจะเกิดดีเลย์เพิ่มขึ้นตามจำนวนโหนดที่เพิ่มขึ้น แต่ในการส่งแบบสตรีมมิ่งการสื่อสารนั้นต้องมีดีเลย์ต่ำ จึงทำให้เกิดข้อจำกัดในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง ทั้งนี้อาจเกิดจากการถูกรบกวนสัญญาณที่มากขึ้น เกิดการสูญเสียแพ็คเก็ตมากขึ้นจากการส่งข้ามโหนดหลายโหนด ในการส่งข้อมูลผ่านโหนดหลายโหนดนั้นในการส่งผ่านโหนดแต่ละโหนดนั้นจะเพิ่มโอกาสในการสูญเสียแพ็คเก็ตมากขึ้น ซึ่งอาจมาจากการที่สัญญาณถูกรบกวนมากขึ้น นอกจากนี้ยิ่งจำนวนโหนดมากขึ้น อาจทำให้เกิดการชนกันของสัญญาณที่มากขึ้นอีกด้วย ซึ่งทำให้เห็นได้ว่ายิ่งจำนวนโหนดมาก จะทำให้เกิดดีเลย์มากขึ้น การสูญเสียแพ็คเก็ตที่มากขึ้น มีผลทำให้คุณภาพวีดิโอลดลงเมื่อถึงปลายทาง ในการส่งข้อมูลโดยผ่านโหนดหลายโหนดนี้โดยทั่วไปในการเลือกเส้นทางสำหรับส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง โดยใช้ตัวชี้วัดทั่วไปอาจไม่เพียงพอ ซึ่งอาจต้องมีการทำ QoS เพื่อให้ได้เครือข่ายที่มีคุณภาพมากพอที่จะใช้ส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง

ปัจจัยที่เกิดจากข้อจำกัดด้านทรัพยากรของอุปกรณ์ (Resource constraints) อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูลส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ขนาดเล็ก ซึ่งมีข้อจำกัดในด้านประสิทธิภาพในการประมวลผล หน่วยความจำ แบตเตอร์รี่ พร้อมทั้งในการสื่อสารแบบไร้สายมักมีแบนด์วิดท์ที่จำกัด และจะมีการใช้งานร่วมกันกับอุปกรณ์ที่อยู่ภายในบริเวณเดียวกัน

ปัจจัยที่เกิดจากการสื่อสารแบบไม่มีโครงข่ายพื้นฐาน (Lack of fixed infrastructure) ในการสื่อสารบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนี้ เป็นการสื่อสารที่ไม่ใช้โครงข่ายพื้นฐาน ซึ่งทำให้อุปกรณ์ เช่น โทรศัพท์มือถือ พีดีเอ เป็นต้น ต้องทำหน้าที่คล้ายกับเราท์เตอร์ในการค้นหาเส้นทาง ซึ่งอุปกรณ์เหล่าที่มีข้อจำกัดหลายอย่างเช่น ความจุของแบตเตอร์รี่ ความสามารถในการประมวลผล เป็นต้น

ปัจจัยเหล่านี้ที่ถูกนำเสนอเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ ซึ่งในปัจจุบันมีหลายงานวิจัยที่พัฒนาทั้งโปรโตคอลที่ใช้ในการหาเส้นทาง หรือ QoS ต่างๆ ขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่าย ทำให้สามารถส่งวีดิโอสตรีมมิ่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการปรับปรุงในด้านการเข้ารหัสวีดิโอ การปรับปรุงโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางให้สามารถใช้เส้นทางในการส่งข้อมูลได้หลายเส้นทาง ซึ่งทำให้การบำรุงรักษาเส้นทางทำได้เร็วขึ้น และการใช้เทคนิค Cross-layer ซึ่งอาจถูกนำมาใช้ในการทำ QoS

Muhammad Shaffatul Islam Md. Adnan Riaz Mohammed Tarique ได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของโปรโตคอล DSR AODV OLSR GRP TORA ซึ่งใช้ในการหาเส้นบนเครือข่ายเครือข่ายที่เฉพาะกิจ โดยใช้ส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง ทำการจำลองเครือข่ายโดยใช้โปรแกรม OPNET โดยแบ่งการจำลองตามจำนวนโหนดและขนาดพื้นที่ คือขนาดพื้นที่ 800m x 800m จำนวนโหนด 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหนด และ ขนาดพื้นที่ 1600m x 1600m จำนวนโหนด 85 โหนด และทดสอบส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง โดยใช้วีดิโอความละเอียดต่ำและความละเอียดสูง ซึ่งวัดในด้านของ ทรูพุธ (Throughput) ดีเลย์ในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง(end to end delay) ดีเลย์ของเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Delay) ความแตกต่างของความล่าช้าในการส่งแต่ละแพ็คเก็ต (Packet delay variation)

ขนาดพื้นที่ 800m x 800m จำนวนโหนด 25 โหนด ส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง โดยใช้วีดิโอความละเอียดต่ำ ในด้านของ ทรูพุธ (Throughput) โปรโตคอล AODV นั้นมีทรูพุธสูงที่สุดและจะเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูล ส่วนดีเลย์ในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง (end to end delay) โปรโตคอล TORA มีดีเลย์น้อยที่สุด ในส่วนของดีเลย์ของเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Delay) นั้น โปรโตคอล TORA มีดีเลย์น้อยที่สุด และความแตกต่างของความล่าช้าในการส่งแต่ละแพ็คเก็ต (Packet delay variation) นั้น โปรโตคอล TORA OLSR และ GRP นั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่ AODV และ DSR นั้นมีความแตกต่างของความล่าช้าในการส่งแต่ละแพ็คเก็ตสูงมาก

ขนาดพื้นที่ 1600m x 1600m จำนวนโหนด 85 โหนด ส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง โดยใช้วีดิโอความละเอียดต่ำ ในด้านของ ทรูพุธโปรโตคอล TORA มีทรูพุธมากกว่าโปรโตคอลอื่น ส่วนดีเลย์ในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง (end to end delay) โปรโตคอล TORA มีดีเลย์น้อยที่สุดเหมือนกับการจำลองเครือข่ายในพื้นที่ขนาดเล็ก ในส่วนของดีเลย์ของเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Delay) ก็เช่นกันคือโปรโตคอล TORA มีดีเลย์น้อยที่สุด และความแตกต่างของความล่าช้าในการส่งแต่ละแพ็คเก็ต (Packet delay variation) นั้น โปรโตคอล TORA OLSR และ GRP นั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน แต่ AODV และ DSR นั้นมีความแตกต่างของความล่าช้าในการส่งแต่ละแพ็คเก็ตสูงมากเหมือนกับการจำลองในพื้นที่ขนาดเล็ก

ขนาดพื้นที่ 800m x 800m จำนวนโหนด 25 โหนด ส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง โดยใช้วีดิโอความละเอียดสูง ในด้านของทรูพุธยังคงเป็นโปรโตคอล AODV ที่มีทรูพุธสูงที่สุด ส่วนดีเลย์ในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง (end to end delay) โปรโตคอล DSR นั้นมีดีเลย์มากที่สุด และรองลงมาเป็นโปรโตคอล TORA ส่วนโปรโตคอลอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน และในส่วนของดีเลย์ของเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Delay) โปรโตคอล DSR นั้นมีดีเลย์มากที่สุด ส่วนโปรโตคอลที่มีดีเลย์น้อยที่สุดคือโปรโตคอล TORA และความแตกต่างของความล่าช้าในการส่งแต่ละแพ็คเก็ต (Packet delay variation) โปรโตคอล TORA OLSR และ GRP มีดีเลย์ค่าใกล้เคียงกัน แต่โปรโตคอล DSR และ AODV มีดีเลย์สูง

ขนาดพื้นที่ 1600m x 1600m จำนวนโหนด 85 โหนด ส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง โดยใช้วีดิโอความละเอียดสูง ในด้านของ ทรูพุธโปรโตคอล TORA ทีทรูพุธมากที่สุดในพื้นที่ขนาดใหญ่ส่วนดีเลย์ในการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง (end to end delay) โปรโตคอล TORA มีดีเลย์น้อยที่สุด ในส่วนของดีเลย์ของเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN Delay) โปรโตคอล AODV มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพมากที่สุด และความแตกต่างของความล่าช้าในการส่งแต่ละแพ็คเก็ต (Packet delay variation) โปรโตคอล TORA OLSR และ GRP มีดีเลย์ค่าใกล้เคียงกัน

จากผลการจำลองเครือข่ายข้างต้นจะเห็นได้ว่าโปรโตคอลแต่ละโปรโตคอลขนาดของพื้นที่และจำนวนโหนดเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อการค้นหาเส้นทาง หรือการบำรุงรักษาเส้นทางของแต่ละโปรโตคอล ซึ่งโดยภาพรวมโปรโตคอลที่ส่งวีดิโอสตรีมมิ่งได้มีประสิทธิภาพดีคือโปรโตคอล TORA เมื่อเปรียบเทียบกับโปรโตคอล AODV OLSR GRP DSR

3.2 ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง

การส่งข้อมูลวีดิโอนั้นต้องการความต่อเนื่องในการรับชม ซึ่งปัจจัยที่จะกล่าวถึงนี้เป็นปัจจัยหลักที่อาจส่งผลกระทบทำให้การส่งวีดิโอบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจไม่ต่อเนื่อง ซึ่งอาจเป็นผลทำให้คุณภาพของวีดิโอลดลง วีดิโอหยุดชะงักไม่ต่อเนื่อง หรือถูกตัดการเชื่อมต่อทำให้ไม่สามารถรับชมวีดิโอต่อไปได้ โดยในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย

3.2.1 ปัจจัยที่เกิดจากสื่อกลางเป็นสื่อไร้สาย

การส่งวีดิโอโดยผ่านสื่อไร้สายนั้นมีโอกาสถูกรบกวนจากสิ่งต่างๆ เช่น คลื่นรบกวน สภาพอากาศ เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง โดยเฉพาะกรณีการส่งผ่านระบบเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นในการส่งนั้นส่งผ่านสื่อไร้สายทั้งหมด ซึ่งในกรณีถ้าเกิดคลื่นรบกวนอาจทำให้การส่งวีดิโอหยุดชะงักได้ หรืออาจถูกตัดการเชื่อมต่อได้ ซึ่งทำให้ต้องมีการส่งซ้ำหรือมีการส่งใหม่ กรณีสภาพอากาศอาจทำให้ดีเลย์ของเครือข่ายมากขึ้นทำให้การเล่นวีดิโอในฝั่งผู้รับไม่ต่อเนื่องได้ ซึ่งปัจจัยในสภาพแวดล้อมนั้นความชื้นของบรรยากาศสูง หรือกรณีถ้าฝนตกอาจทำให้ไม่สามารถใช้งานได้เลยซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับการส่งข้อมูลแบบทั่วไปนั้น ดีเลย์อาจส่งผลกระทบต่อการส่งข้อมูลเพียงเล็กน้อยซึ่งอาจรู้สึกถึงดีเลย์คือข้อมูลอาจถึงปลายทางช้าเท่านั้น แต่ถ้าเทียบกับผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับการส่งวีดิโอนั้นการดูวีดิโอนั้นอาจเกิดดีเลย์จนการดูวีดิโอไม่ต่อเนื่อง หยุดชะงัก และอาจถูกตัดการเชื่อมต่อจนต้องเกิดการส่งซ้ำได้

อีกทั้งยังมีประเด็นในเรื่องของระยะการส่งเนื่องจากสื่อไร้สายนั้นมีระยะการส่งข้อมูลที่จำกัด โดยในเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้น มีการเชื่อมต่อผ่านสื่อไร้สายผ่านโหนดหลายโหนด ระหว่างโหนดแต่ละโหนดจะมีระยะห่างของโหนดแต่ละโหนดที่ต่างกันออกไปอีก ซึ่งกำลังส่งของสัญญาณนั้นส่งผลกระทบต่อแบนด์วิดท์ที่ได้รับ ดีเลย์ที่เกิดขึ้น ซึ่งถ้ายกตัวอย่างเช่นกรณีถ้าโหนดนั้นอยู่ห่างกันซึ่งทำให้กำลังส่งของสัญญาณต่ำ และยังมีสัญญาณรบกวนด้วยอาจทำให้เกิดดีเลย์มากทำให้การส่งข้อมูลไม่ต่อเนื่องอีกทั้งอาจทำให้เกิดคอขวดขอเครือข่ายอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ปัจจัยในด้านของความหนาแน่น ความเร็ว และรูปแบบการเคลื่อนที่ของโหนด

ในด้านของความหนาแน่นของโหนด นั้นการที่ในพื้นที่ขนาดใดๆ มีความหนาแน่นของโหนดมากจะทำให้มีโอกาสเกิดการชนกันของสัญญาณมากขึ้นอีกทั้งยังมีโอกาสถูกรบกวนจากสัญญาณอื่นๆ อีกด้วย อีกทั้งการส่งผ่านโหนดหลายโหนดนั้นอาจทำให้เกิดดีเลย์ที่มากขึ้น อีกทั้งโหนดแต่ละโหนดมีประสิทธิภาพแตกต่างกัน ดังนั้นถ้ากรณีค้นหาเส้นทางและเจอโหนดที่ไม่มีประสิทธิภาพอาจทำให้เครือข่ายเกิดคอขวดได้ ซึ่งในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง ด้านของดีเลย์ที่เกิดขึ้นกรณีโหนดที่ความหนาแน่นมาก อาจทำให้วีดิโอแสดงผลไม่ต่อเนื่อง อีกทั้งการส่งข้อมูลข้ามหลายโหนดทำให้การถูกรบกวนเพิ่มมากขึ้น สัญญาณมีโอกาสชนกันมากขึ้นทำให้มีโอกาสถูกดรอปแพ็คเก็ตเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงส่งผลให้คุณภาพของวีดิโอที่ส่งไปยังฝั่งผู้รับมีคุณภาพลดลง อีกทั้งในส่วนของความเร็วในการเคลื่อนที่ของโหนดซึ่งความเร็วของการเดินของมนุษย์เฉลี่ยประมาณ 1.39 m/s กรณีวิ่งออกกำลังกายจะเฉลี่ยอยู่ประมาณ 2.7 m/s ส่วนกรณีขี่จักรยานเฉลี่ยประมาณ 5.56 m/s และรถยนต์โดยเฉลี่ยประมาณ 28.9 m/s ในกรณีที่เป็นการเคลื่อนที่ของมนุษย์ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น น้ำหนัก ความสูง เป็นต้น ซึ่งส่งผลต่อการส่งข้อมูลอีกด้วยยิ่งโหนดมีความเร็วในการเคลื่อนที่มาก ยิ่งทำให้การส่งวีดิโอสตรีมมิ่งนั้นไม่มีความต่อเนื่องมากขึ้น เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงเส้นทางอย่างรวดเร็ว ซึ่งกรณีร้ายแรงอาจทำให้ถูกตัดการเชื่อมต่อได้ อีกส่วนหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งคือรูปแบบการเคลื่อนที่ของโหนด โดยการเคลื่อนที่ของโหนดมีหลายลักษณะซึ่งแต่ละแบบส่งผลกระทบต่อการส่งข้อมูลที่แตกต่างกันไปตามรูปแบบการเคลื่อนที่

3.2.3 ปัจจัยที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่าย

การติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้น เป็นการสื่อสารที่ต้องอาศัยอุปกรณ์หรือโหนดหลายโหนดเพื่อนำส่งข้อมูลให้ถึงปลายทางซึ่งลักษณะของโหนดที่เป็นโหนดตัวกลางนั้นทำหน้าที่คล้ายกับเราเตอร์ในการส่งต่อแพ็คเก็ตไปตามเส้นทางที่ถูกสร้างขึ้นจนถึงปลายทาง ซึ่งโหนดแต่ละโหนดนั้นจะมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลามีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่าย ซึ่งอาจส่งผลกระทบถึงเส้นทางที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ ทำให้เกิดดีเลย์ในการส่งข้อมูลเนื่องจากเมื่อมีการค้นหาเส้นทางและใช้เส้นทางนั้นในการส่งข้อมูลนั้นโดยข้อมูลจะถูกส่งต่อไปยังโหนดต่างๆ ซึ่งเป็นเส้นทางที่จะไปถึงปลายทาง โดยในกรณีโหนดมีการเคลื่อนที่และมีโหนดตัวกลางโหนดหนึ่งเคลื่อนที่ออกไปจากบริเวณนั้น หรือแบตเตอร์รี่หมด ซึ่งทำให้โหนดตัวกลางที่เป็นทางผ่านของข้อมูลนั้นหายไปทำให้โปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางต้องใช้กลไกในการบำรุงรักษาเส้นทางซึ่งในแต่ละโปรโตคอลจะมีวิธีหรือกลไกที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งเมื่อเส้นทางถูกตัดขาดทำให้ต้องเกิดการบำรุงรักษาเส้นทางหรืออาจต้องทำการค้นหาเส้นทางใหม่ซึ่งทำให้เกิดดีเลย์ในการส่งข้อมูลอย่างมากหรืออาจทำให้ข้อมูลรออยู่จนอาจทำให้เกิดการดรอปแพ็คเก็ตทิ้งได้ ทำให้เกิดการส่งซ้ำข้อมูลใหม่อีกครั้งหนึ่ง จะเห็นได้ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกที่มีผลต่อการส่งข้อมูลกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่ายคือกลไกที่ใช้ในการบำรุงรักษาเส้นทางถ้ากรณีกลไกที่ใช้ในการบำรุงรักษาเส้นทางนั้นไม่มีประสิทธิภาพในการกู้เส้นทางกลับมามากพออาจทำให้ข้อมูลส่งไปไม่ถึงปลายทางได้ ซึ่งการกู้เส้นทางกลับมาต้องสามารถทำได้อย่างรวดเร็วโดยจะมีบทบาทมากกรณีโหนดมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของเส้นทางตลอดเวลา

ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นมีสิ่งที่เป็นปัญหา ซึ่งส่งผลกระทบหลายด้านโดยในด้านของการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่ายนั้นจะส่งผลกระทบต่อการส่งข้อมูลในด้านความต่อเนื่องของวีดิโอ การสูญเสียแพ็คเก็ต คุณภาพของวีดิโอ โดยปัญหาในด้านการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของเครือข่ายนี้จะเกี่ยวข้องกับโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางอย่างที่ได้กล่าวในเบื้องต้นว่าเมื่อโหนดมีการเคลื่อนที่มีผลทำให้รูปแบบของเครือข่ายเปลี่ยนแปลงทำให้เส้นทางนั้นที่ถูกสร้างโดยโปรโตคอลค้นหาเส้นทางนั้นไม่สามารถส่งข้อมูลถึงปลายทางได้ โดยเมื่อมีการนำมาใช้กับวีดิโอสตรีมมิ่งนั้นจะทำให้การเล่นวีดิโอหยุดชะงักซึ่งเกิดเนื่องจากโหนดตัวกลางมีการเคลื่อนที่ทำให้เส้นทางขาดซึ่งทำให้โปรโตคอลค้นหาเส้นทางต้องใช้กลไกในการบำรุงรักษาเส้นทางซึ่งต้องสามารถทำได้เร็วที่สุดเพื่อให้การแสดงผลวีดิโอสามารถทำได้อย่างต่อเนื่อง และลดการถูกดรอปแพ็คเก็ต โดยการถูกดรอปแพ็คเก็ตนั้นมีผลต่อคุณภาพของการแสดงผลวีดิโอ ซึ่งโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

- Proactive (Table-Driven) โปรโตคอลในกลุ่มนี้จะมีกระจาย Routing Table ไปบนเครือข่าย และจะเก็บรายการเส้นทางที่จะไปถึงปลายทาง โดยโปรโตคอลในกลุ่มนี้จะได้เปรียบในด้านของการค้นหาเส้นทางในครั้งแรกที่ต้องการส่งข้อมูลซึ่งสามารถทำได้อย่างรวดเร็วกว่าแบบอื่น ตัวอย่างโปรโตคอลในกลุ่มนี้เช่น DSDV WRP OLSR เป็นต้น
- Reactive (On Demand) โปรโตคอลในกลุ่มนี้จะทำการค้นหาเส้นทางเมื่อมีโหนดที่ต้องการจะส่งข้อมูลเท่านั้น ในการส่งข้อมูลโดยใช้โปรโตคอลในกลุ่มนี้ในการค้นหาเส้นทางในครั้งแรกอาจสามารถทำให้ช้ากว่าแบบ Proactive โดยเมื่อมีการส่งข้อมูลก็จะทำการค้นหาเส้นทางจากต้นทางไปยังปลายทาง และในกรณีมีโหนดตัวกลางหายไปมีการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบเครือข่ายทำให้ต้องมีกลไกในการบำรุงรักษาเส้นทางซึ่งเป็นกลไกที่มีผลกระทบต่อการรับส่งของมูล ตัวอย่างโปรโตคอลในกลุ่มนี้เช่น DSR AODV เป็นต้น
- Hybrid (both proactive and reactive) โปรโตคอลในกลุ่มนี้ เป็นโปรโตคอลที่รวมข้อดีของโปรโตคอลในกลุ่ม Proactive และ Reactive ไว้ด้วยกัน ซึ่งขั้นต้นจะเป็นการเก็บบางเส้นทางไว้บน Routing Table และจะมีการค้นหาทางแบบ On Demand เมื่อมีโหนดที่ต้องการใช้งาน ตัวอย่างโปรโตคอลในกลุ่มนี้เช่น ZRP เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำงานของโปรโตคอลในกลุ่มต่างๆ มีปัจจัยที่จะส่งผลกระทบต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งที่แตกต่างกัน ดังนั้นทางผู้วิจัยได้เลือกโปรโตคอลที่เป็นที่นิยมมาวิเคราะห์ถึงประสิทธิภาพของกลไกในการค้นหาเส้นทางของแต่ละโปรโตคอล ดังนี้

3.2.3.1 วิเคราะห์โปรโตคอล DSR

โปรโตคอล DSR เป็นโปรโตคอลในกลุ่ม Reactive ซึ่งจะทำการค้นหาเส้นทางเมื่อต้นทางมีความต้องที่จะการส่งข้อมูลเท่านั้น ในการนำโปรโตคอล DSR มาใช้ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งนั้น จากลักษณะการทำงานเบื้องต้นของโปรโตคอล จะสามารถทำงานได้ช้าในช่วงแรกเนื่องจากเมื่อมีความต้องการที่จะส่งข้อมูลโปรโตคอลต้องทำการค้นหาเส้นทางด้วยกลไก Route Discovery พร้อมทั้งเมื่อ มีการค้นหาเส้นทางและมีการส่งข้อมูลอยู่กรณีเมื่อโหนดที่เป็นตัวกลางในการส่งซึ่งเป็นเส้นทางไปยังปลายทางนั้นจะต้องใช้กลไกที่เรียกว่า Route Maintenance ในการกู้เส้นทางกลับคืนมา ในการนำมาใช้งานกับวีดิโอสตรีมมิ่งนั้นกลไกเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อการส่งข้อมูล โดยอาจมีผลทำให้การแสดงผลวีดิโอหยุดชะงัก คุณภาพของวีดิโอลดลง เนื่องจากในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งนั้นโปรโตคอลจะมีการนำเส้นทางที่ใช้ในการส่งแพ็คเก็ตใส่ในเฮดเดอร์ของแพ็คเก็ต ซึ่งจะมีรายการของโหนดแต่ละโหนดที่แพ็คเก็ตจะต้องผ่านจากต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งในส่วนนี้จะทำให้แพ็คเก็ตของข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งทำให้ต้องใช้แบนด์วิดท์ในการส่งข้อมูลมากขึ้นโดยทำให้การส่งข้อมูลมีดีเลย์มากขึ้น มีผลทำให้วีดิโอนั้นคุณภาพลดลงสาเหตุหนึ่งอาจเนื่องมาจากการส่งข้อมูลนั้นส่งผ่านสื่อไร้สายอีกทั้งการที่เส้นทางขาดจากการที่มีโหนดใดโหนดหนึ่งที่เป็นเส้นทางหายไปทำให้ต้องกู้เส้นทางคืนซึ่งในช่วงนั้นทำให้เกิดการดรอปแพ็คเก็ตทิ้งทำให้การแสดงผลวีดิโอนั้นมีคุณภาพของวีดิโอลดลง โดยสามารถวิเคราะห์กลไกการทำงานของโปรโตคอล DSR เมื่อนำมาใช้ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งได้ดังนี้

ก. วิเคราะห์กลไก Route Discovery

กลไกนี้เป็นกลไกที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางของโปรโตคอล DSR ซึ่งกลไกนี้จะทำการบรอดคาสต์แพ็คเก็ต ROUTE REQUEST ไปยังโหนดที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน แล้วเมื่อ ROUTE REQUEST ถึงปลายทางโหนดปลายทางจะส่งแพ็คเก็ต ROUTE REPLY กลับมายังต้นทางโดยจะบรรจุรายการลำดับของโหนดที่ต้องผ่านจากต้นทางจนถึงยังปลายทางไว้ เมื่อ ROUTE REPLY ถึงต้นทางทางฝั่งผู้ส่งจะนำเส้นทางที่ได้รับมาจาก ROUTE REPLY นั้นใส่ในเฮดเดอร์ของแพ็คเก็ตแล้วส่งออกไปยังปลายทางในการนำมาใช้ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งนี้ จะมีการนำรายการลำดับโหนดแต่ละโหนดที่เป็นเส้นทางไปยังปลายทางใส่ลงในแพ็คเก็ตทุกแพ็คเก็ต ซึ่งส่วนหนึ่งมีผลทำให้ขนาดแพ็คเก็จมีขนาดใหญ่เนื่องจากมีเส้นทางจากต้นทางถึงปลายทางบรรจุอยู่ในเฮดเดอร์ส่วนหนึ่งจะทำให้การส่งวีดิโอด้วยโปรโตคอลนี้จะส่งผลกระทบให้เรื่องของแบนด์วิดท์ที่ต้องใช้มากขึ้น ซึ่งอาจมีผลกระทบถึงคุณภาพของวีดิโอเนื่องจากเกิดดีเลย์และถูกดรอปแพ็คเก็ตทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้จะมีการใช้ ROUTE CACHE เพื่อใช้เก็บเส้นทางที่ใช้ส่งไปยังปลายทางที่เคยส่งไปแล้ว ซึ่งจะช่วยให้ในกรณีต้องส่งข้อมูลไปยังปลายทางเดิมกรณีเส้นทางไม่เปลี่ยนจะสามารถส่งได้เลยซึ่งจะเห็นได้ว่ากรณีส่งวีดิโอนั้นกรณีใช้โปรโตคอล DSR จะช้าในช่วงแรกที่มีการค้นหาเส้นทางซึ่งโปรโตคอลจะทำการค้นหาเส้นทางก็ต่อเมื่อมีความต้องการที่จะส่งข้อมูลทำให้จะมีดีเลย์ในช่วงแรกที่ทำการส่งวีดิโอทำให้ต้องรอนานโดยถ้าเกิดเป็นการส่งข้อมูลที่พื้นที่ขนาดใหญ่และโหนดจำนวนมากจะทำให้ต้องใช้เวลาในการค้นหาเส้นทางที่นานขึ้น

ข. วิเคราะห์กลไก Route Maintenance

ในส่วนของกลไก Route Maintenance เป็นกลไกที่มีความสำคัญต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งอย่างมากซึ่งประสิทธิภาพในการกู้เส้นทางของโปรโตคอลจะส่งผลถึงความต่อเนื่องในการแสดงผลวีดิโอ โดยเบื้องต้นการส่งจะอาศัยกลไก Hop-by-hop acknowledgement ที่ Data link layer โดยจะพยายามตรวจสอบและพยายามส่งข้อมูลใหม่ กรณีแพ็คเก็ตที่เกิดสูญหาย แต่ในกรณีถ้าส่งข้อมูลใหม่จนเกินเวลาที่กำหนดซึ่งนั่นหมายถึงว่าโหนดนั้นๆอาจไม่อยู่ในบริเวณนั้นแล้วไม่สามารถเป็นทางผ่านของแพ็คเก็ตได้อีกต่อไปจะมีการส่งแพ็คเก็ต ROUTE ERROR กลับมายังผู้ส่งซึ่งภายในระบุโหนดที่พบข้อผิดพลาดและที่อยู่ของโหนดที่พยายามส่งข้อมูลใหม่ ซึ่งเมื่อโหนดผู้ส่งได้รับแพ็คเก็ต ROUTE ERROR โหนดที่ถูกระบุในแพ็คเก็ตทั้งหมดจะถูกลบทิ้ง เส้นทางที่ใช้ส่งข้อมูลนั้นจะถูกลบออกจาก ROUTE CACHE และเส้นทางอื่นที่มีโหนดเหล่านั้นอยู่ ในจุดนั้นจะถูกตัดออก จากกลไกการทำงานข้างต้นสามารถวิเคราะห์ผลกระทบที่จะเกิดกับการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งได้ดังนี้ จากการที่ใช้ กลไก Hop-by-hop acknowledgement ที่ Data link layerในกรณีตั้งจำนวนในการส่งซ้ำในสามารถส่งได้จำนวนครั้งมากเกินไปอาจทำให้การส่งวีดิโอหยุดชะงักไม่ต่อเนื่องได้ เช่นตั้งไว้ 10 ครั้ง โหนดนั้นจะส่งซ้ำไป 10 ครั้งโดยไม่คำนึงถึงว่าโหนดต่อไปที่จะส่งต่อไปนั้นไม่ได้อยู่ในบริเวณนั้นแล้ว ซึ่งในกรณีกำหนดมากไปก็จะทำให้เกิดดีเลย์สูงขึ้น วีดิโอแสดงผลไม่ต่อเนื่อง และในทางกลับกันถ้ากำหนดน้อยกรณีเส้นทางนั้นไม่ได้ขาดจริง คือโหนดที่ต้องการจะส่งต่อแพ็คเก็ตไปนั้นเพียงไม่ว่างรับแพ็คเก็ตช่วงระยะเวลาหนึ่งอาจทำให้ต้องค้นหาเส้นทางใหม่ตั้งแต่ต้นซึ่งหมายความว่ากรณีจำนวนโหนดมาก การค้นหาเส้นทางทำได้ช้าจะทำให้เกิดการตัดการเชื่อมต่อได้ ซึ่งทำให้เกิดดีเลย์ในการส่งข้อมูลเพิ่มมากขึ้นอีกเนื่องจากต้องหาเส้นทางในการที่จะส่งถึงปลายทางใหม่ ซึ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนี้การที่โหนดเคลื่อนที่ออกจากบริเวณที่จะสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อยู่นั้นเป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ซึ่งในกรณีนี้อาจทำให้เกิดการแสดงผลวีดิโอไม่ต่อเนื่อง แพ็คเก็ตถูกดรอปทิ้งทำให้คุณภาพของวีดิโอลดลงหรืออาจถูกตัดการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 วิเคราะห์โปรโตคอล AODV

โปรโตคอล AODV เป็นโปรโตคอลในกลุ่ม Reactive เช่นกัน ซึ่งจะทำการค้นหาเส้นทางเมื่อมีโหนดที่ต้องการส่งข้อมูลเหมือนกับโปรโตคอล DSR แต่จะมีกลไกทางทำงานที่แตกต่างกัน AODV ซึ่งข้อเสียคือจะเสียเวลาในการค้นหาเส้นทางเมื่อต้องการที่จะส่งข้อมูล โปรโตคอล AODV จะใช้วิธีการส่ง Message ผ่านไปยังโหนดข้างเคียงที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน เพื่อหาเส้นทางไปยังโหนดปลายทาง ซึ่งพยายามหาเส้นทางที่สั้นที่สุด พร้อมทั้งยังมีกลไกในการบำรุงรักษาเส้นทางกรณี เกิดข้อผิดพลาดได้ เมื่อวิเคราะห์ถึงการนำมาใช้ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งนั้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะคล้ายคลึงกับโปรโตคอล DSR ซึ่งโปรโตคอล AODV นี้มีพื้นฐานการทำงานที่คล้ายกันคืออาจมีผลทำให้การแสดงผลวีดิโอหยุดชะงัก คุณภาพของวีดิโอลดลง และทำให้เกิดดีเลย์จากการที่ต้องค้นหาเส้นทางก่อนเมื่อต้องการส่งข้อมูล โดยในกลไกการทำงานนั้นมีบางส่วนที่แตกต่างจากโปรโตคอล DSR ซึ่งจะเป็นในส่วนของการกำหนดเส้นทาง การเก็บเส้นทาง การระบุโหนดปลายทาง และการบำรุงรักษาเส้นทาง โดยสามารถแบ่งการวิเคราะห์กลไกแต่ละกลไกของโปรโตคอล AODV ได้ดังนี้

ก. วิเคราะห์กลไกการตรวจสอบสถานะของโหนดโดยใช้ Hello Message

ในการที่โหนดส่ง Hello Message ในทุกๆช่วงเวลาหนึ่งนั้น มีส่วนช่วยในการใช้ตรวจสอบสถานะของโหนด ใช้เพื่อปรับปรุงเส้นทาง ซึ่งมีทั้งข้อดีและข้อเสีย ในส่วนของข้อดีนั้นจะทำให้กลไกการบำรุงรักษาเส้นทางนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น หากมีโหนดใดโหนดหนึ่งหายไป ส่วนข้อเสียนั้นการส่ง Hello Message นั้น ส่งผลกระทบต่อการจราจรบนเครือข่ายซึ่งอาจทำให้เกิดการจราจรหนาแน่นและเกิดการชนกันของข้อมูล อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อแบนด์วิดท์อีกด้วย

ข. วิเคราะห์กลไกการส่งแพ็คเก็ต RREQ และการตอบกลับ RREP

กลไกการส่ง RREQ จะทำการส่งเมื่อโหนดต้นทางต้องการจะส่งข้อมูลซึ่งมีข้อดีในส่วนของการที่โหนดไม่ต้องทำการบรอดคาสแพ็คเก็ตจำนวนมากเพื่อตรวจสอบสถานะการมีอยู่ของโหนด และก่อนทำการค้นหาเส้นทางจะมีการตรวจสอบในตารางเส้นทางก่อนซึ่งกรณีมีเส้นทางไปยังโหนดปลายทาง จะทำการส่งข้อมูลเลย โหนดต้นทางจะทำการบรอดคาส RREQ ออกไปยังโหนดข้างเคียง โดยข้อแตกต่างระหว่างโปรโตคอล AODV กับ DSR คือ DSR จะเก็บเส้นทางตั้งแต่ต้นทางไปจนถึงปลายทางโดยจะมีการบรรจุเส้นทางลงในแพ็คเก็ตซึ่งทำให้แพ็คเก็ตมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ AODV จะมีข้อดีซึ่งจะเก็บข้อมูลโดยสร้างเป็นตารางเส้นทาง โดยข้อมูลที่จะบันทึกลงในตารางเส้นทาง จะมีการเก็บ โหนดปลายทาง โหนดถัดไป Hop Count จะเห็นได้ว่ามีการเก็บข้อมูลที่น้อยกว่าซึ่งทำให้แพ็คเก็ตมีขนาดเล็กกว่าโปรโตคอล DSR ทำให้ลดปัญหาในเรื่องของแบนด์วิดท์ได้ โดยในการนำมาใช้กับวีดิโอสตรีมมิ่งนั้น การส่งวีดิโอความละเอียดสูงนั้นต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แบนด์วิดท์ค่อนข้างมากในการส่งพร้อมทั้งการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นส่งผ่านสื่อไร้สายที่มีการเคลื่อนที่ทำให้มีหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดการลดทอนของสัญญาณ ซึ่งเมื่อ RREQ ถึงปลายทางแล้วจะตอบกลับด้วย RREP และบันทึกเส้นทางกลับลงในตารางในลักษณะเดียวกันกับ RREQ

ค. วิเคราะห์กลไกการส่งแพ็คเก็ต RRER เพื่อบำรุงรักษาเส้นทาง

กลไกนี้ใช้ในการบำรุงรักษาเส้นทางซึ่งเมื่อโหนดใดโหนดหนึ่งไม่ได้รับ Hello Message จากโหนดข้างเคียง ตามช่วงเวลาที่กำหนดแล้ว โหนดนั้นจะส่ง RRER กระจายออกไปให้ทุกโหนดที่อยู่ในบริเวณเดียวกันทราบว่าโหนดนี้ได้ออกจากบริเวณนี้ไปแล้ว และตารางเส้นทางมีโหนดนี้อยู่โหนดที่รับ RRER จะทำให้ข้อมูลนั้นหมดอายุไปเพื่อรอการหาเส้นทางใหม่ ซึ่งมีข้อดี คือเพื่อโหนดแต่ละโหนดไม่ต้องนับเวลาถอยหลังเอง โดยหากมีโหนดใดโหนดหนึ่งออกจากบริเวณนั้นก็จะสามารถทราบได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นกลไกที่ช่วยให้บำรุงรักษาเส้นทางเร็ว โดยมีการตรวจสอบเส้นทางก่อนทำการส่งทำให้ก่อนส่งข้อมูลจะช่วยลดระยะเวลาช่วงที่ใช้ตรวจสอบข้อมูลในตารางเส้นทางแล้วสามารถเริ่มกลไกค้นหาเส้นทางได้อย่างรวดเร็ว แต่ก็มีข้อเสียอยู่เช่นกันกรณีนำมาใช้ส่งวีดิโอสตรีมมิ่งการที่เส้นทางนั้นขาดระหว่างการส่งข้อมูลนั้นการที่รอการปรับปรุงโดยการใช้ Hello Message อาจทำให้เกิดปัญหาในการส่งข้อมูลได้เนื่องจากต้องรอเวลาส่ง Hello Message เพื่อตรวจสอบเส้นทาง ทำให้เกิดดีเลย์ในการส่งข้อมูล วีดิโอแสดงผลไม่ต่อเนื่อง หรือในกรณีใช้เวลานานมากอาจทำให้ถูกตัดการเชื่อมต่อได้

3.2.3.3 วิเคราะห์โปรโตคอล DSDV

โปรโตคอล DSDV เป็นโปรโตคอลที่อยู่ในกลุ่ม Proactive โดยโปรโตคอลกลุ่มนี้จะมีการสร้าง Routing table เพื่อเก็บเส้นทาง ทั้งหมดก่อนที่จะใช้ในการส่งข้อมูล โดยพยายามที่จะรักษาและอัพเดตข้อมูลเส้นทางในทุกโหนด ทำให้สามารถส่งข้อมูลไปยังโหนดปลายทางได้ทันทีเมื่อต้องการ ซึ่งโปรโตคอลในกลุ่มนี้ในช่วงแรกอาจใช้เวลาในการหาเส้นทางค่อนข้างนานทำให้เกิดดีเลย์สูงและอาจทำให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตได้

ก. การค้นหาเส้นทางและการจัดการตารางเส้นทาง

ในการปรับปรุงตารางจะมีการปรับปรุงตารางเส้นทางโดยมีการกระจายออกไปทุกๆ ช่วงเวลา หรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในตาราง คือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโทโพโลยีของเครือข่ายทำให้เส้นทางมีการเปลี่ยนแปลง โดยจะส่งเป็นระยะๆ หรือทันทีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโทโพโลยีเมื่อมีการตรวจพบโดยแต่ละโหนดจะมีบรอดคาสแพ็คเก็ตปรับปรุงตารางเส้นทางออกไป ซึ่งทำให้กาจราจรในเครือข่ายค่อนข้างหนาแน่นกรณีที่โหนดมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงและเกิดการเปลี่ยนแปลงเส้นทางซึ่งการทำให้การส่งแพ็คเก็ตปรับปรุงเส้นทางไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้งานแบนด์วิธท์โดยไม่จำเป็น ซึ่งอาจก่อให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ต อีกทั้งยังทำให้เกิดดีเลย์สูงอีกด้วยกรณีมีการเปลี่ยนแปลงเส้นทาง โดยในการนำมาใช้กับวีดิโอสตรีมมิ่งอาจทำได้ไม่ค่อยดีนักเนื่องจากการส่งข้อมูลที่ต้องมีความต่อเนื่องเครือข่ายต้องมีดีเลย์น้อย

3.2.3.4 วิเคราะห์โปรโตคอล OLSR

การทำงานของโปรโตคอล OLSR นั้นมีพื้นฐานการทำงานแบบโปรโตคอลค้นหาเส้นทางแบบ Link state โดยจะทำการค้นหาโหนดในโทโพโลยีทั้งหมดก่อน ซึ่งทำให้สามารถค้นหาเส้นทางได้อย่างรวดเร็วเมื่อมีการส่งข้อมูล และสามารถบำรุงรักษาเส้นทางได้อย่างรวดเร็วเนื่องจากมีการค้นหาโหนดในโทโพโลยีไว้ทั้งหมดแล้ว ซึ่งในการนำมาใช้ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งนั้นจากกลไกการทำงานของโปรโตคอลแล้ว ค่อนข้างมีแนวโน้มที่จะมีประสิทธิภาพสูงในการนำมาใช้งานในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ โดยจากการวิเคราะห์กลไกของโปรโตคอลข้อดีของโปรโตคอล OLSR คือมีความรวดเร็วในการค้นหาเส้นทางเนื่องจากมีการค้นหาโหนดในโทโพโลยีทั้งหมดก่อน เมื่อมีการส่งข้อมูลสามารถส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วอีกทั้งในการบำรุงรักษาเส้นทางจะสามารถทำงานได้ค่อนเร็วเช่นกันกรณีโหนดที่เป็นเส้นทางที่ใช้ในการส่งข้อมูลหายไปจากบริเวณนั้น เนื่องจากมีการตรวจสอบโดยใช้ Hello message แต่ก็มีข้อเสียอยู่กันในเรื่องของการจราจรบนเครือข่ายจะค่อนข้างมีความหนาแน่นซึ่งอาจทำให้เกิดการชนกันของข้อมูลและถูกดรอปแพ็คเก็ตทิ้งทำให้ การแสดงผลของวีดิโอมีคุณภาพลดลงและภาพอาจไม่ต่อเนื่องกัน โดยในส่วนขององค์ประกอบหลักจะมีอยู่ 3 ส่วน ดังนี้

ก. วิเคราะห์กลไก Neighbor/link sensing

เป็นกลไกในการค้นหาโหนดที่อยู่ใกล้เคียง โดยการส่ง Hello message ไปยังโหนดค้างเคียง ซึ่งจะทำการส่ง Hello message เมื่อถึงเวลาที่กำหนด กลไกนี้มีข้อเสียในเครื่องของการจราจรบนเครือข่ายจะทำให้เกิดความหนาแน่นของเครือข่ายและเกิดการชนการของข้อมูล แพ็คเก็ตถูกดรอปทิ้งทำให้คุณภาพวีดิโอลดลงอีกทั้งในกรณีการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจผ่านหลายโหนดนั้นเมื่อจำนวนโหนดมีมากขึ้น Hello message ในระบบเครือข่ายก็จะมากขึ้นอีกด้วยซึ่งค่อนข้างมีผลต่อคุณภาพของวีดิโอในฝั่งผู้รับ

ข.วิเคราะห์กลไก Optimized flooding/forwarding (MultiPoint Relaying)

กลไกนี้เป็นกลไกที่ช่วยลดจำนวนการส่งซ้ำในขณะที่กำลังบรอดคาสต์แพ็คเก็ตออกไป โดยจะมีการจำกัดชุดของโหนดที่ต้องทำการส่งซ้ำแพ็คเก็ตจากเดิมที่ต้องส่งออกไปทั้งหมดแต่จะเป็นส่งออกไปเป็นกลุ่มย่อยแทนซึ่ง ทุกโหนดจะมีการเลือก MPRs โหนดขึ้นมาและจะทำการบำรุงรักษาโดยจะส่งแพ็คเก็ตไปยัง MPRs ของตนเท่านั้นซึ่งกลไกนี้ช่วยทำให้ความหนาแน่นของการจราจรบนเครือข่ายลดลงทำให้เครือข่ายไม่ต้องแบกรับภาระในการส่ง Hello

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

message ในการบำรุงรักษาเส้นทางจำนวนมากแต่เลือกโหนดที่เป็นตัวแทนมาทำการส่งแทนทำให้การส่งวีดิโอสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้น ฝั่งผู้รับได้รับการแสดงผลวีดิโอที่มีคุณภาพดีขึ้น

ค. วิเคราะห์กลไก Link-State messaging and route calculation

การทำงานของโปรโตคอล OLSR ในการสร้างการเชื่อมโยงของโหนดทั้งหมดในบริเวณนั้น โหนดที่ MRP เลือกเท่านั้นที่จะถูกประกาศลงไปใน link-state message ซึ่งในโปรโตคอล OLSR เรียกว่า Topology Control messages (TC) ซึ่งข้อดีคือ สิ่งนี้จะช่วยทำให้ลดขนาดของ TC ลงทำให้ใช้งานแบนด์วิดท์น้อยลง และเฉพาะโหนดที่ถูกเลือกเป็น MRP เท่านั้นที่ จะเป็นผู้สร้าง TC ซึ่งจะช่วยลดกลุ่มของโหนดที่จะประกาศ ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งจะช่วยให้ในเครือข่ายนั้นมีแบนด์วิดท์ให้ใช้มากขึ้นโดยไม่ต้องสูญเสียให้กับการนำไปส่งTC ขนาดใหญ่ ทำให้การส่งวีดิโอสตรีมมิ่งที่วีดิโอมีความละเอียดสูงนั้นสามารถทำได้ดีขึ้น

จะเห็นได้ว่าการทำงานของแต่ละโปรโตคอลมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งที่แตกต่างกันออกไป อีกทั้งยังมีส่วนของ Transient ซึ่งเป็นเวลาชั่วขณะหนึ่งที่ระบบเครือข่ายไม่สามารถใช้งานหรือส่งข้อมูลได้ ซึ่งในกรณีนี้ในช่วงแรกเริ่มการส่งข้อมูล โปรโตคอลค้นหาเส้นทางจะมีการค้นหาเส้นทาง โดยในช่วงที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเพื่อสร้างเส้นทางนั้นจะมีเวลาชั่วขณะหนึ่งที่ไม่สามารถส่งข้อมูลได้ซึ่งในเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจที่โหนดมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาแล้วเส้นทางที่ส่งข้อมูลอยู่ขณะนั้นไม่สามารถใช้งานได้ จะทำให้เกิดช่วงเวลา Transient ขึ้นซึ่งในเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นจะเกิดขึ้นเป็นระยะๆ เมื่อเส้นทางมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นผลกระทบหนึ่งที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ ในช่วงแรกนั้นโปรโตคอลกลุ่ม Proactive นั้นจะมีช่วงเวลา Transient เกิดขึ้นค่อนข้างนานกว่า โปรโตคอลกลุ่ม Reactive เนื่องจากต้องมีการสร้างเส้นทางทั้งหมดก่อนส่งข้อมูล บนสมมติฐานว่าเวลาที่ใช้ในการหาแต่ละเส้นทางของโปรโตคอลในแต่ละแบบไม่แตกต่างกัน อีกทั้งเมื่อมีการเปลี่ยนที่อยู่ของโหนด โหนดออกจากบริเวณก็จะเกิดช่วงเวลา Transient ขึ้นอีกซึ่งมากน้อยขึ้นอยู่กับกลไกการบำรุงรักษาเส้นทางหรือการนำเส้นทางใหม่มาใช้ของแต่ละโปรโตคอล

3.3 แนวทางที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง

แนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งนั้น ในปัจจุบันมีอยู่หลายวิธีด้วยกันแต่ส่วนใหญ่เป็นแนวทางที่ยังต้องอาศัยการวิจัยอยู่อย่างต่อเนื่องเพื่อให้สามารถนำมาให้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในงานวิจัยนี้ได้เขียนถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ในปัจจุบันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 การใช้การค้นหาเส้นทางแบบหลายเส้นทาง (Multipath)

ในการแก้ไขปัญหาการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งแล้วเกิดเส้นทางที่ใช้ส่งมีปัญหาทำให้ไม่สามารถส่งข้อมูลได้ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องทำการค้นหาเส้นทางใหม่ ซึ่งจากเหตุการณ์จึงมีผู้พัฒนาโปรโตคอลค้นหาเส้นทางแบบหลายเส้นทางขึ้นซึ่งปัจจุบันมีอยู่หลายโปรโตคอลด้วยกัน เช่น AOMDV M-DSR เป็นต้น ซึ่งโปรโตคอลเหล่านี้ล้วนมีพื้นฐานมากจากโปรโตคอลค้นหาเส้นทางบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจซึ่งในการนำมาใช้ส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง นั้นจากงานวิจัยหลายงานผลที่ได้คือค่อนข้างมีประสิทธิภาพดีขึ้น แต่ในทางกลับกันเมื่อพิจารณาแล้ว ในกรณีถ้าไม่มีการบริหารจัดการที่ดี อาจทำให้เกิดปัญหาในการส่งข้อมูลมากขึ้นได้ ซึ่งแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นยังมีอีกหนึ่งวิธีที่ค่อนข้างเป็นที่นิยมและมีการวิจัยอย่างต่อเนื่องคือการใช้คุณภาพของการให้บริการ

3.3.2 การใช้คุณภาพของการให้บริการ (QoS)

ในการทำให้การส่งข้อมูลนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นสามารถทำได้โดยการตั้งค่าคุณภาพของการให้บริการขึ้นเพื่อให้มั่นใจได้ว่าข้อมูลจะถูกส่งถึงปลายทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นมีหลายงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์และพัฒนาซึ่งในส่วนนี้จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า Cross-Layer ซึ่งเป็นการนำค่าพารามิเตอร์จากในชั้นการสื่อสารหนึ่งนำมาใช้ควบคุมการสื่อสารในอีกชั้นหนึ่งได้ ในการสื่อสาร การที่วัดประสิทธิภาพในชั้นสื่อสารใดๆ มีประสิทธิภาพดี ไม่ได้หมายความว่าอีกชั้นการสื่อสารอื่นๆ จะมีประสิทธิภาพดีด้วย ตัวอย่างเช่น กรณีการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งในชั้น Network Layer นั้นวัดประสิทธิภาพออกมาได้ดีในการสตรีมมิ่งข้อมูล แต่ในชั้น Application Layer นั้นเมื่อวัดผลแล้วมีประสิทธิภาพที่ไม่น่าพึงพอใจ ซึ่งการใช้เทคนิค Cross-Layer นี้สามารถนำพารามิเตอร์ในชั้น Application Layer มาปรับค่าที่ชั้น Network Layer ได้เพื่อทำให้ชั้น Application Layer มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเทคนิคนี้นำมาใช้ในการทำ QoS เพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่ง ซึ่งทำให้การสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น

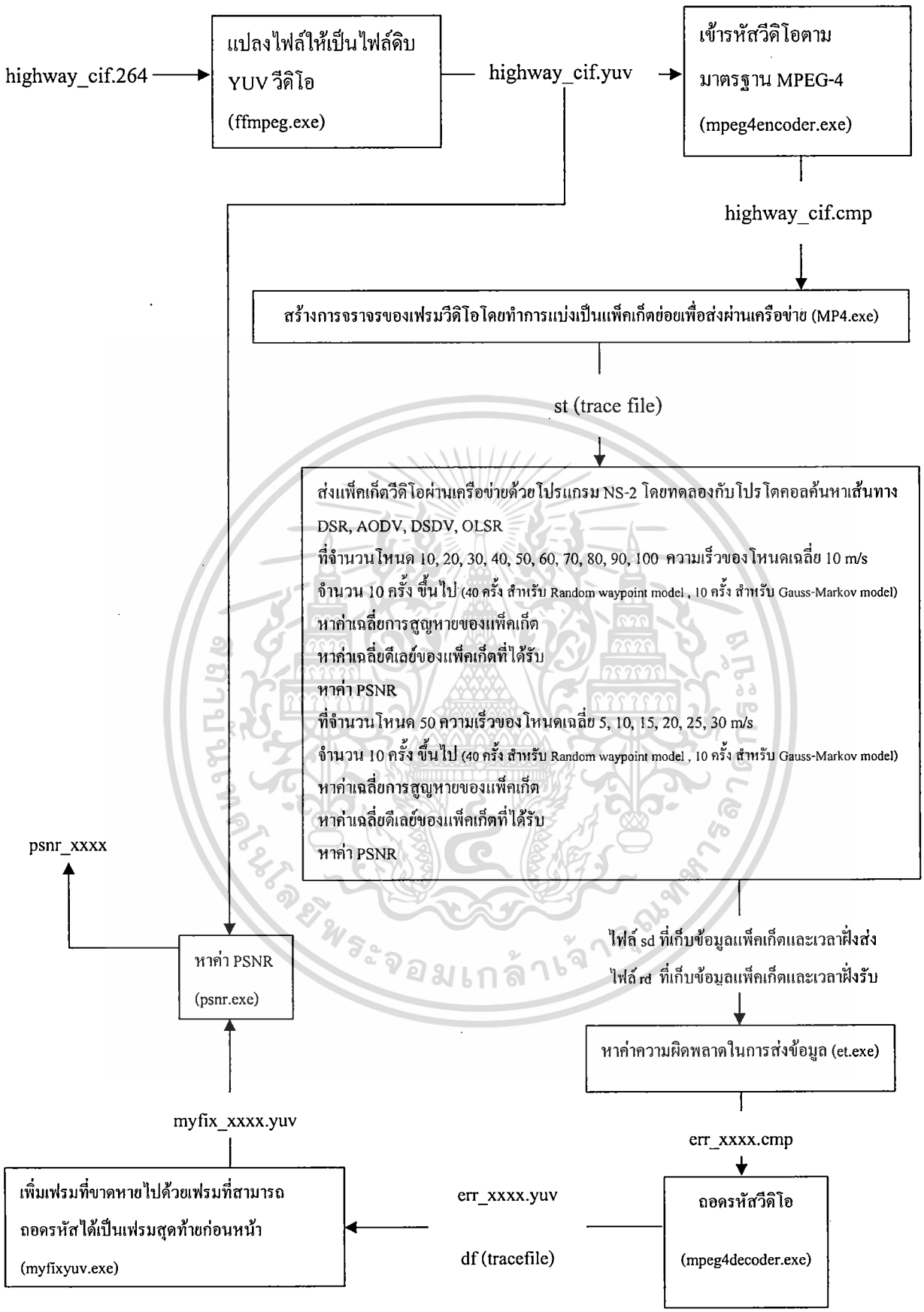
3.4 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองนี้จะทดลองโดยใช้โปรแกรม NS-2 ในการจำลองเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจในสภาวะแวดล้อมรูปแบบต่างๆ ขึ้นมาเพื่อใช้ในการสตรีมมิ่งวีดิโอโดยเริ่มต้นการทดลองด้วยการนำไฟล์วีดิโอ H.264 มาแปลงให้อยู่ในรูปของไฟล์ดิบวีดิโอที่แบ่งภาพออกเป็นเฟรม จากนั้นในการส่งข้อมูลภาพวีดิโอจะเริ่มจากการนำไฟล์ดิบของวีดิโอ (.yuv) ไปบีบอัดเข้ารหัสด้วยมาตรฐาน MPEG-4 จากนั้นจะถูกนำไปแบ่งย่อยเป็นแพ็คเก็ตและนำไปส่งผ่านเครือข่ายซึ่งจำลองขึ้นโดยใช้โปรแกรม NS-2 จากนั้นเมื่อจำลองเสร็จจะได้ trace file ออกมาจำนวน 2 ไฟล์ คือ ไฟล์ sd (trace file) ที่เก็บข้อมูลฝั่งส่งว่าได้ส่งข้อมูลออกไปกี่แพ็คเก็ต ณ เวลาใดบ้างและไฟล์ rd (trace file) เก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลฝั่งรับว่าได้รับข้อมูลมากี่แพ็คเก็ต ณ เวลาใดบ้างจากนั้นนำข้อมูลฝั่งผู้ส่งและฝั่งผู้รับมาเปรียบเทียบกันเพื่อให้ได้ค่าข้อมูลความผิดพลาดของแพ็คเก็ตวีดิโอที่ถูกส่งผ่านเครือข่ายจากนั้นจึงนำมาถอดรหัสกลับมาเป็นไฟล์ดิบของวีดิโออีกทั้งคำนวณเฟรมที่หายไปและเฟรมที่ไม่สามารถถอดรหัสได้และเก็บลงใน df (trace file) จากนั้นจะมีการนำไฟล์วีดิโอดิบมาทำการแก้ไขเฟรมที่ศูนย์หายไปจากการสูญหายของแพ็คเก็ตรวมถึงเฟรมที่ไม่สามารถถอดรหัสได้ โดยการเพิ่มเฟรมที่ขาดหายไปด้วยเฟรมที่สามารถถอดรหัสได้เป็นเฟรมสุดท้ายก่อนหน้า จากนั้นเมื่อได้ไฟล์วีดิโอที่ปลายทางได้รับที่มีจำนวนเฟรมเท่ากับจำนวนเฟรมของวีดิโอก่อนถูกบีบอัดแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกันเพื่อคำนวณหาค่า PSNR เพื่อหาความแตกต่างของภาพระหว่างวีดิโอก่อนถูกบีบอัดกับที่ถูกบีบอัดแล้วถูกส่งผ่านเครือข่าย ซึ่งแสดงขั้นตอนการทดลองได้ดังภาพด้านล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงกระบวนการทดลองการสตรีมมิ่งวีดิโอผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิเคราะห์ผลการทดลอง

บทนี้เป็นการออกแบบแบบจำลอง การจำลองเครือข่ายและวิเคราะห์ผลจากการจำลอง โดยวิเคราะห์เป็นรายโปรโตคอลและเปรียบเทียบระหว่างโปรโตคอลถึงค่าที่ได้จากการจำลอง เพื่อวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่างๆที่เกิดจากกลไกในการค้นหาเส้นทางที่เกิดขึ้นเมื่อโหนดมีการเคลื่อนที่และเส้นทางที่ใช้ในการส่งข้อมูลถูกเปลี่ยนแปลงและโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางต้องทำการบำรุงรักษาเส้นทางซึ่งส่งผลต่อความต่อเนื่องและคุณภาพของการแสดงผลของวีดิโอของโหนดที่ใช้โปรโตคอลค้นหาเส้นทางที่แตกต่างกัน

4.1 การสร้างแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลองจะใช้โปรแกรม NS-2 ทดลองที่จำนวนโหนด 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์พื้นฐานดังตารางที่ 4.1 และทดลองที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนด 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 m/ s ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าพารามิเตอร์การจำลองเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน

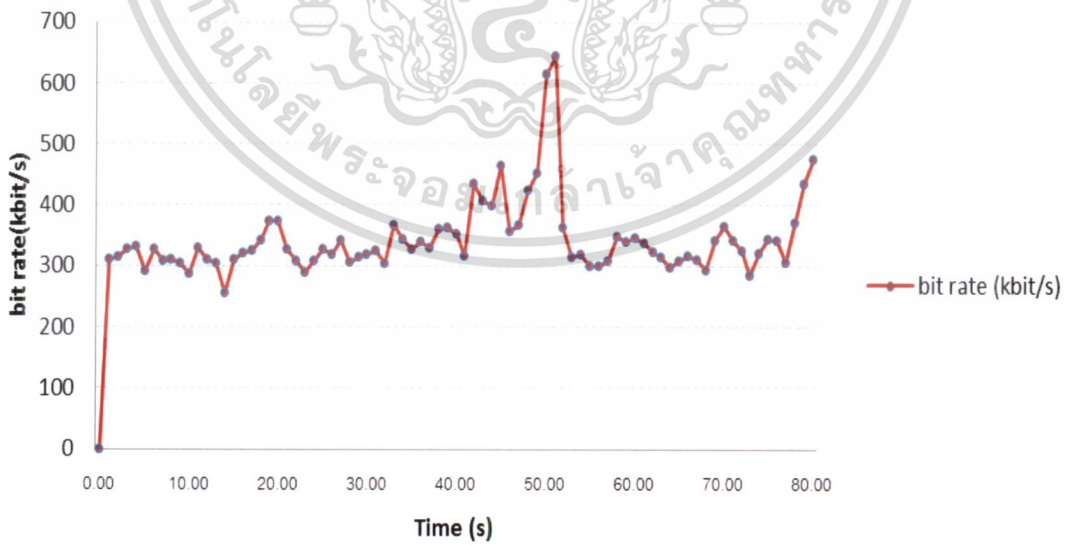
จำนวนโหนด	10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 โหนด
ขนาดพื้นที่	1000m x 1000m
การจัดเรียงของโหนดภายในพื้นที่	แบบสุ่ม
การเคลื่อนที่	Random waypoint model และ Gauss-Markov model เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย 10 m/s
เวลาในการจำลอง	100 วินาที
Physical Layer	การเชื่อมต่อไร้สายแบบจุดต่อจุด
MAC Layer	IEEE802.11 DCF แบนด์วิดท์ 54 Mbps
Network Layer	DSR, AODV, DSDV และ OLSR
Application Layer	วีดิโอสตรีมมิ่ง ความละเอียด 352x288 pixels Frame rate 25 fps บีบอัดตามมาตรฐาน MPEG-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าพารามิเตอร์การจำลองเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน

จำนวนโหนด	50 โหนด
ขนาดพื้นที่	1000m x 1000m
การจัดเรียงของโหนดภายในพื้นที่	แบบสุ่ม
การเคลื่อนที่	Random waypoint model และ Gauss-Markov model เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเฉลี่ย 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 m/s
เวลาในการจำลอง	100 วินาที
Physical Layer	การเชื่อมต่อไร้สายแบบจุดต่อจุด
MAC Layer	IEEE802.11 DCF แบนด์วิดท์ 54 Mbps
Network Layer	DSR, AODV, DSDV และ OLSR
Application Layer	วีดิโอสตรีมมิ่ง ความละเอียด 352x288 pixels Frame rate 25 fps บีบอัดตามมาตรฐาน MPEG-4

โดยในการทดลองจะทำโดยทดลองตามค่าพารามิเตอร์ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 ทั้งหมด 40 ครั้งและนำมาหาค่าเฉลี่ยของการสูญหายของแพ็คเก็ต ค่าเฉลี่ยของแพ็คเก็ตดีเลย์ที่เกิดขึ้นและค่าเฉลี่ย PSNR โดยข้อมูลจราจรของวีดิโอมีลักษณะดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงลักษณะข้อมูลจราจรของวีดิโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพจะเห็นลักษณะข้อมูลจราจรของวีดิโอซึ่ง มีบิตเรทเฉลี่ยที่ 343.5092 kbit/s ซึ่งจะถูกส่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจที่จำลองขึ้นเพื่อทดสอบในปัจจัยด้านจำนวนโหนด ความเร็วเฉลี่ยของโหนด และโปรโตคอลค้นหาเส้นทาง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรโตคอลค้นหาเส้นทางที่นำมาใช้ทดลองส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง

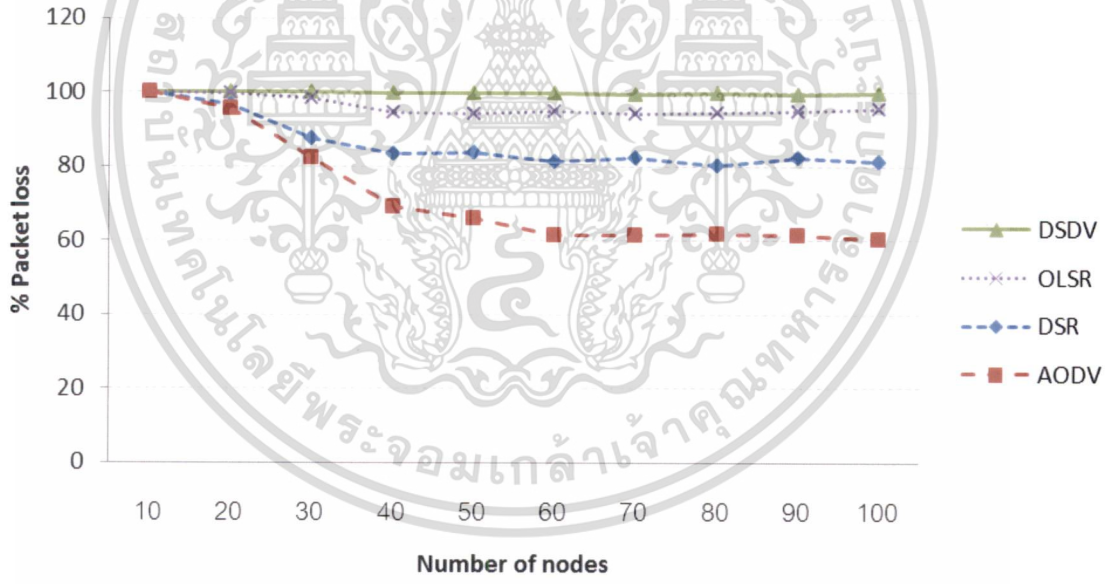
4.2 ผลการทดลอง

ผลที่ได้จากการทดลองนั้นสามารถแบ่งตามตัวชี้วัดประสิทธิภาพออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ เปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ต แพ็คเก็ตดีเลย์ และค่า PSNR ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพของวีดิโอที่ปลายทางได้รับ โดยนำวีดิโอที่ปลายทางได้รับมาเปรียบเทียบกับไฟล์ต้นฉบับ

4.2.1 ผลการทดลองของรูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model

4.2.1.1 เปรียบเทียบจากเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ต

ผลจากการทดลองในส่วนนี้ใช้ตัวชี้วัดเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ต ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3

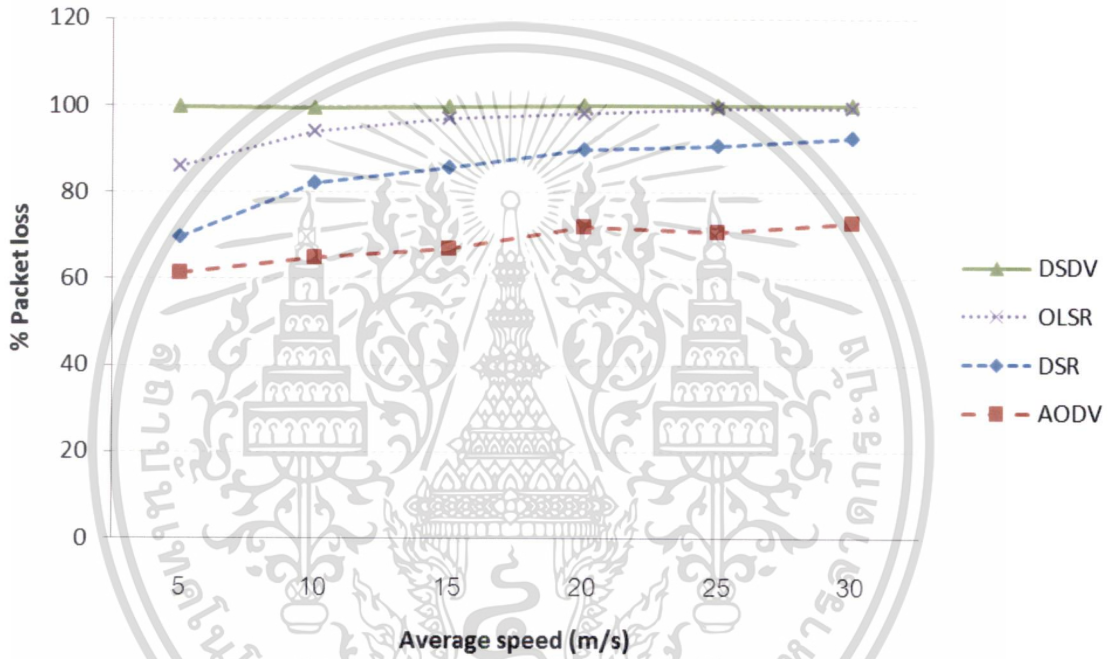


รูปที่ 4.2 กราฟแสดง%การสูญหายของแพ็คเก็ตที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model

จากภาพจะเห็นได้ว่าในภาพรวมด้านปัจจัยของจำนวนโหนดที่แตกต่างกันนั้น ถ้าโหนดมีจำนวนน้อยนั้นจะมีผลทำให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตสูง เนื่องจากกรณีที่โหนดกำลังสื่อสารข้อมูลกันและโหนดมีการเคลื่อนที่ ส่งผลให้เส้นทางนั้นถูกตัดขาดมีผลทำให้เกิดการสูญหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของแพ็คเก็ต ซึ่งถ้าจำนวนโหนดมากจะทำให้ช่วยลดการสูญเสียแพ็คเก็ตได้ เนื่องจากเมื่อเส้นทางถูกตัดขาดหรือมีโหนดที่กำลังเป็นทางผ่านของแพ็คเก็ตนั้นเคลื่อนที่ออกจากบริเวณระยะที่สามารถสื่อสารกันได้ โหนดที่อยู่ในบริเวณนั้นจะเข้ามาทำหน้าที่แทนในการส่งแพ็คเก็ตต่อได้แทนที่โหนดที่หายไปได้จึงทำให้เกิดการสูญเสียแพ็คเก็ตน้อยกว่ากรณีจำนวนโหนดน้อย กรณีจำนวนโหนดน้อยจะทำให้โอกาสเกิดการสูญหายแพ็คเก็ตสูงกว่า เนื่องจากมีโอกาสสูงที่จะไม่มีโหนดที่จะเข้ามาในบริเวณที่มีการสื่อสารข้อมูลและทำหน้าที่ในการส่งต่อแพ็คเก็ตแทนโหนดที่หายไป ซึ่งเมื่อดูจากรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าที่จำนวนโหนด 10 นั้นเกิดการสูญหายของแพ็คเก็ต 100% ข้อมูลไม่ถึงปลายทางเลย แต่เมื่อจำนวนโหนดเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของการสูญหายของแพ็คเก็ตจะค่อยๆ ลดลงตามลำดับ



รูปที่ 4.3 กราฟแสดง%การสูญหายของแพ็คเก็ตที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model

และจากรูปที่ 4.3 เมื่อทดลองที่จำนวนโหนด 50 โหนด ที่ระดับความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกันจะเห็นได้ว่าเมื่อโหนดมีความเร็วสูงขึ้นจะส่งผลให้โอกาสเกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตมากขึ้น เนื่องจากเมื่อโหนดมีความเร็วมากโอกาสที่โหนดจะเคลื่อนที่ออกจากบริเวณที่ติดต่อสื่อสารกันได้นั้นมีโอกาสสูง ส่งผลให้เส้นทางถูกตัดขาดบ่อยครั้ง ทำให้ต้องมีการค้นหาเส้นทางใหม่ในการส่งข้อมูล ทำให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตสูงเมื่อโหนดมีความเร็วเพิ่มขึ้น

อีกทั้งจากรูปที่ 4.2 และ 4.3 จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของโปรโตคอลในกลุ่ม Reactive นั้นเกิดเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ตน้อยกว่า กลุ่ม Proactive เนื่องจากโปรโตคอลในกลุ่ม Proactive นั้นจะมีกลไกในการสร้างเส้นทางเก็บไว้ก่อนที่จะส่งเมื่อมีการส่งจะนำข้อมูลเส้นทางจากตารางเส้นทางที่เก็บไว้มาใช้ในการส่งซึ่งกรณีที่โหนดมีการเคลื่อนที่ทำให้เส้นทางมีการ

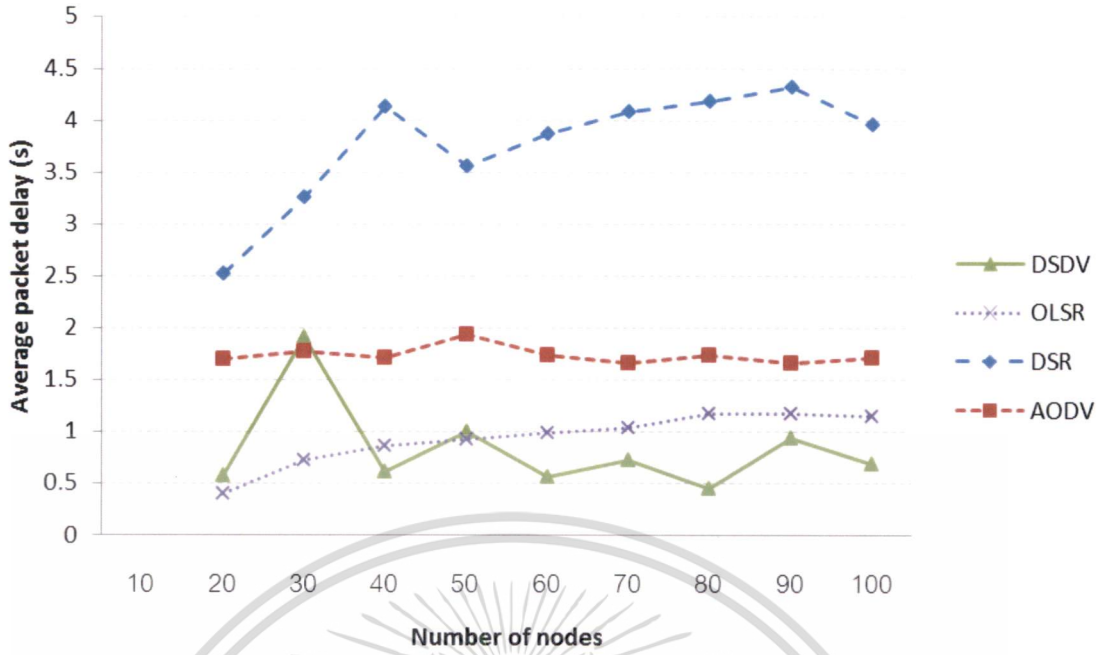
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้เกิดการปรับปรุงตารางเส้นทางของโหนด ทำให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตสูงเนื่องจากการปรับปรุงตารางเส้นทางนั้นส่วนหนึ่งทำให้การจราจรของข้อมูลมากขึ้นจากการกระจายของข้อมูลการปรับปรุงตารางเส้นทางออกไปยังโหนดในบริเวณดังกล่าว ซึ่งเมื่อเส้นทางถูกตัดขาดการที่จะนำเส้นทางใหม่มาใช้นั้นทำได้ช้ากว่า และเมื่อวิเคราะห์รายโปรโตคอลในกลุ่ม Proactive จะเห็นได้ว่าโปรโตคอล DSDV มีเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ตสูงกว่าเนื่องจากกลไกในการค้นหาเส้นทางและปรับปรุงเส้นทางนั้นจะมีการกระจายตารางเส้นทางออกไปยังโหนดข้างเคียงในบริเวณในทุกๆ ช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเมื่อเส้นทางมีการเปลี่ยนแปลงมากจะส่งผลให้การค้นหาเส้นทางทำได้ช้า การจราจรของข้อมูลเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตมากเมื่อเปรียบเทียบกับโปรโตคอล OLSR นั้นจะเห็นได้ว่าโปรโตคอล OLSR มีกลไกในการลดจำนวนของการส่งข้อมูลปรับปรุงตารางเส้นทางลง ทำให้ความหนาแน่นของการจราจรของข้อมูลลดลง จะเห็นได้ว่าเกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตน้อยกว่าโปรโตคอล DSDV และเมื่อพิจารณาโปรโตคอลกลุ่ม Reactive นั้นเกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตน้อยกว่าเนื่องจากในการค้นหาเส้นทางจะทำก็ต่อเมื่อมีต้นทางจะมีการส่งข้อมูลส่งผลให้การจราจรข้อมูลในเครือข่ายน้อยและในการปรับปรุงเส้นทางนั้นสามารถทำได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการจราจรของข้อมูลมากนัก เนื่องจากไม่จำเป็นต้องกระจายส่งตารางเส้นทางออกไปยังโหนดในบริเวณนั้นๆ ทำให้การปรับปรุงเส้นทางนั้นค่อนข้างทำได้เร็ว ซึ่งเมื่อวิเคราะห์รายโปรโตคอลจะเห็นได้ว่า โปรโตคอล DSR นั้นเกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตมากกว่าโปรโตคอล AODV เนื่องจากกลไกในการค้นหาเส้นทางและกลไกในการบำรุงรักษาเส้นทางซึ่งโปรโตคอล AODV ทำได้ดีกว่า โดยในการค้นหาเส้นทางและการปรับปรุงเส้นทางนั้นโปรโตคอล DSR ต้นทางจะกำหนดเส้นทางที่ใช้ส่ง โดยจะมีการบรรจุเส้นทางที่ใช้ส่งลงไปในแพ็คเก็ตทำให้เมื่อเส้นทางถูกตัดขาดการทำการบำรุงรักษาเส้นทางจึงทำได้ช้ากว่าโปรโตคอล AODV ซึ่งในการส่งข้อมูลโหนดแต่ละโหนดจะมีการใช้ค่า Next hop ในการส่งข้อมูลไปจนถึงปลายทางซึ่งยังส่งผลให้การจราจรของข้อมูลในเครือข่ายมีไม่มากนัก จึงส่งผลให้โปรโตคอล AODV มีเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ตน้อยที่สุด

4.2.1.2 เปรียบเทียบจากค่าแพ็คเก็ตดีเลย์

จากการทดลองในส่วนนี้ใช้ตัวชี้วัดค่าแพ็คเก็ตดีเลย์ ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.4 และ 4.5

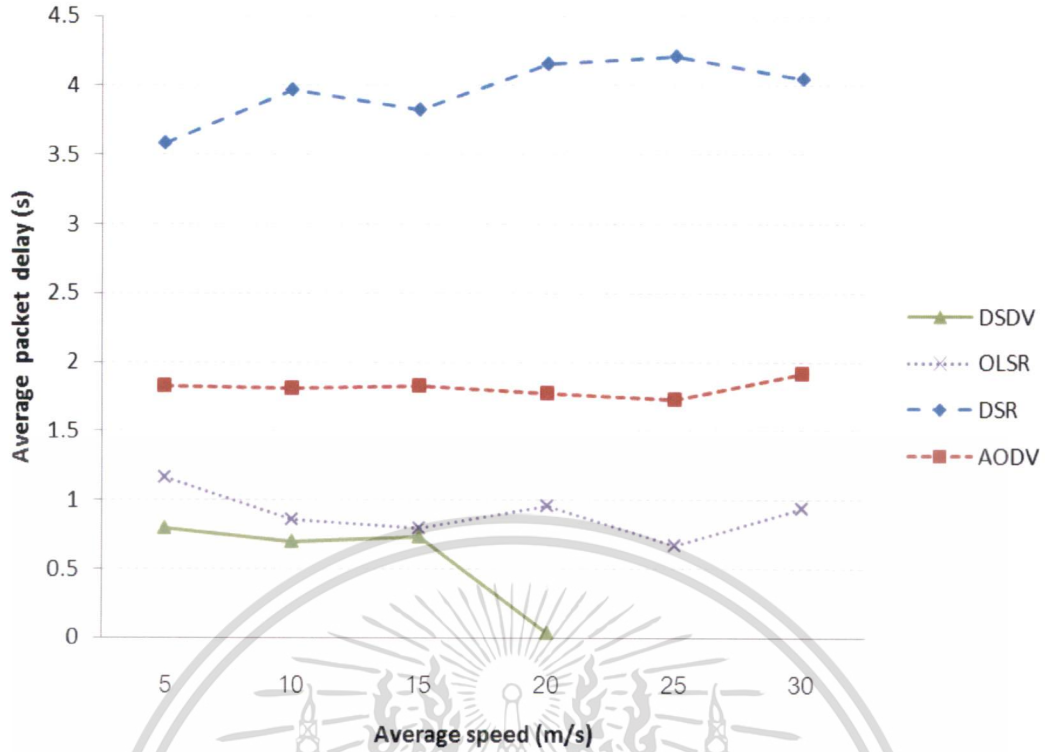
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์ที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model

จากรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าที่จำนวนโหนด 10 นั้นไม่มีค่าแพ็คเก็ตดีเลย์ เนื่องจากการส่งข้อมูลที่จำนวนโหนด 10 โหนดเกิดเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ต 100% จึงทำให้ไม่มีค่าดีเลย์ โดยในภาพรวมจะเห็นได้ว่าเมื่อโหนดมีจำนวนเพิ่มขึ้นจะทำให้มีดีเลย์เพิ่มขึ้น เนื่องมาจากในการส่งข้อมูลผ่านจำนวนโหนดที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้เกิดดีเลย์ในรูปแบบต่างๆเพิ่มมากขึ้นในการส่งผ่านข้อมูลไปยังโหนดแต่ละโหนดไปจนถึงปลายทางซึ่งยิ่งจำนวนโหนดมากจะทำให้แนวโน้มของแพ็คเก็ตดีเลย์สูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model

และเมื่อพิจารณาที่ความเร็วของโหนดที่แตกต่างกันในภาพรวมจากรูปที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าเมื่อโหนดมีความเร็วมากขึ้นส่งผลให้โอกาสที่เส้นทางจะถูกตัดขาดมีสูงทำให้ต้องมีการปรับปรุงตารางเส้นทางหรือใช้กลไกบำรุงรักษาเส้นทางเมื่อให้สามารถส่งข้อมูลต่อไปได้ทำให้เกิดแพ็คเก็ตดีเลย์สูงขึ้นด้วย ซึ่งเกิดจากผลกระทบจากการค้นหาเส้นทางในการส่งข้อมูลใหม่เมื่อเส้นทางถูกตัดขาดทำให้ค่าดีเลย์มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความเร็วของโหนดสูงขึ้น

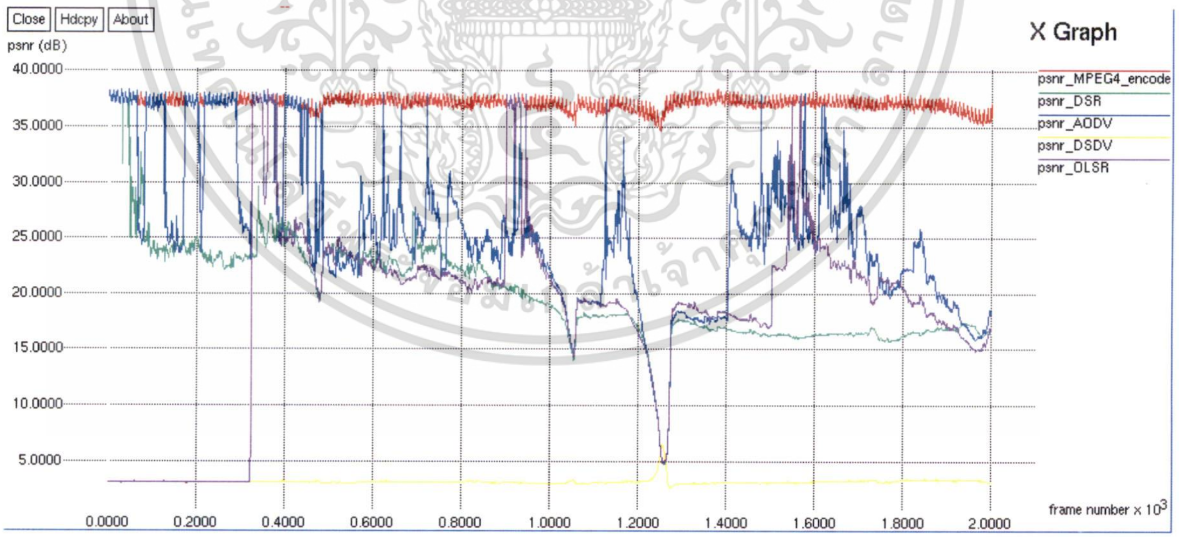
เมื่อพิจารณาโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางจากรูปที่ 4.4 และ 4.5 จะเห็นได้ว่า โปรโตคอลในกลุ่ม Proactive จะมีแพ็คเก็ตดีเลย์เฉลี่ยน้อยกว่าเนื่องจากในการส่งข้อมูลจะมีการนำข้อมูลจากตารางเส้นทางที่เก็บไว้ในแต่ละโหนดมาใช้ในการส่งข้อมูลทำให้ในการส่งข้อมูลช่วงแรกจะสามารถค้นหาเส้นทางในการส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว จึงส่งผลให้การส่งข้อมูลเกิดแพ็คเก็ตดีเลย์น้อย ซึ่งเมื่อพิจารณารายโปรโตคอลพบว่าโปรโตคอล DSDV มีค่าแพ็คเก็ตดีเลย์ที่น้อยที่สุด เนื่องมาจากในการสร้างตารางเส้นทางของโปรโตคอล DSDV นั้นจะมีการกระจายตารางเส้นทางออกไปให้โหนดที่อยู่ข้างเคียงทุกโหนดทำให้เส้นทางที่ใช้ส่งเมื่อเริ่มส่งนั้นสามารถค้นหาได้อย่างรวดเร็ว และส่งผลให้เกิดแพ็คเก็ตดีเลย์น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับโปรโตคอล OLSR จะเห็นได้ว่ามีแพ็คเก็ตดีเลย์สูงกว่าโปรโตคอลDSDV เนื่องจากมีกลไกการลดจำนวนในการส่งกระจายตารางเส้นทางออกไปจึงทำให้เมื่อเปรียบเทียบการสร้างตารางเส้นทางของโปรโตคอล DSDV และ OLSR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอล DSDV จึงสามารถสร้างตารางได้สมบูรณ์กว่า โปรโตคอล OLSR ทำให้เส้นทางที่ได้มาใช้นั้นมีดีเลย์น้อยส่งผลให้เกิดแพ็คเก็ตดีเลย์น้อยกว่า และเมื่อพิจารณาโปรโตคอลกลุ่ม Reactive จะเห็นได้ว่ามีค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์สูงกว่าโปรโตคอลกลุ่ม Proactive เนื่องจากการค้นหาเส้นทางนั้นจะทำก็ต่อเมื่อจะมีการส่งข้อมูลทำให้เกิดดีเลย์ในช่วงของการค้นหาเส้นทาง ส่งผลให้เกิดแพ็คเก็ตดีเลย์ที่สูงกว่าโปรโตคอลในกลุ่ม Proactive และเมื่อพิจารณาที่โปรโตคอล AODV และ DSR จะเห็นได้ว่า โปรโตคอล DSR มีค่าดีเลย์ที่สูงกว่าโปรโตคอล AODV มากเนื่องจากการค้นหาเส้นทางของโปรโตคอล DSR นั้นต้นทางจะเป็นผู้กำหนดเส้นทางในการส่งข้อมูลซึ่งในการสร้างเส้นทางจะต้องรอการตอบกลับมาจากปลายทางและนำเส้นทางบรรจุลงในแพ็คเก็ตและส่งออกไปตามเส้นทางที่กำหนดซึ่งในกรณีที่เส้นทางถูกตัดขาดการส่งข้อมูลจึงเกิดดีเลย์มากเนื่องจากต้นทางต้องระบุเส้นทางบรรจุลงในแพ็คเก็ตที่ส่งออกไป แต่ AODV นั้นแต่ละโหนดจะมีการเก็บ Next hop ที่ใช้ในการส่งข้อมูลไปจนถึงปลายทางไว้ทำให้ค่าแพ็คเก็ตดีเลย์ที่เกิดขึ้นน้อยกว่าโปรโตคอล DSR

4.2.1.3 เปรียบเทียบจากค่า PSNR

ผลการทดลองในส่วนนี้ใช้ตัวชี้วัดค่า PSNR ซึ่งเป็นค่าที่ใช้วัดคุณภาพของวีดิโอที่ปลายทางได้รับเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวีดิโอก่อนที่จะผ่านการบีบอัดตามมาตรฐาน MPEG-4 ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 4.6

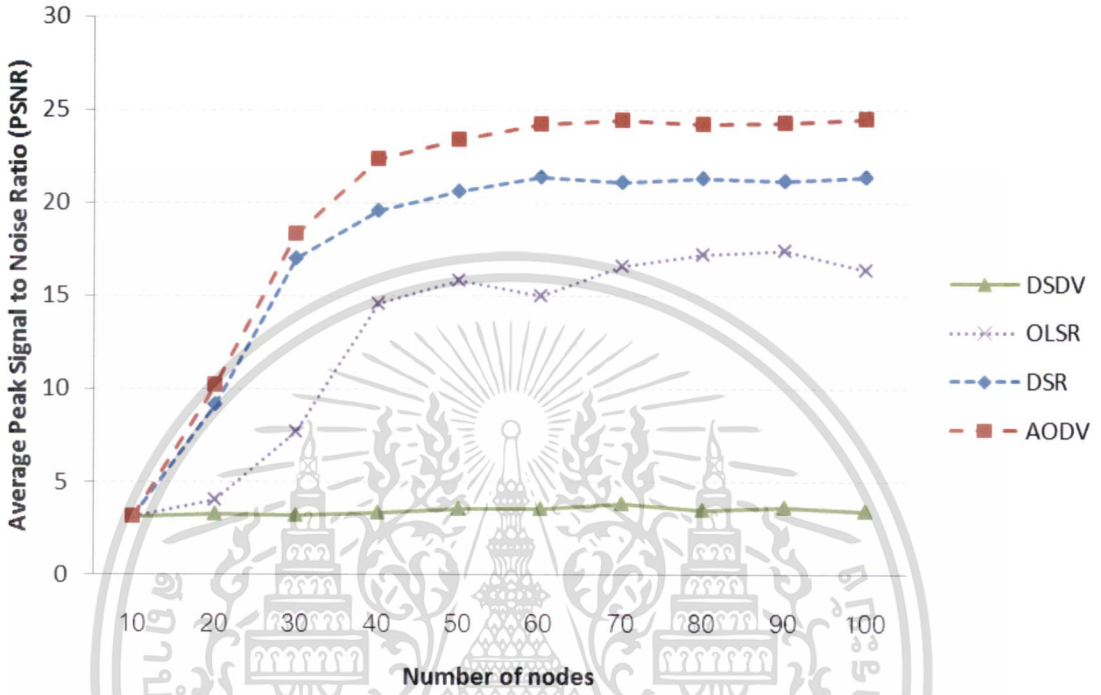


รูปที่ 4.6 ภาพแสดงตัวอย่างค่า PSNR ที่จำนวนโหนด 50 โหนด ความเร็วเฉลี่ย 10 m/s

จากภาพเป็นตัวอย่างค่า PSNR ที่จำนวนโหนด 50 โหนด ความเร็วโหนดเฉลี่ย 10 m/s ซึ่งจากรูปที่ 4.6 จะแสดงค่า PSNR หลังจากที่วีดิโอถูกบีบอัดตามมาตรฐาน MPEG-4 ก่อนถูกส่งออกไปผ่านเครือข่ายซึ่งแสดงด้วยเส้นสีแดง โดยเมื่อส่งผ่านเครือข่ายออกไปภาพที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

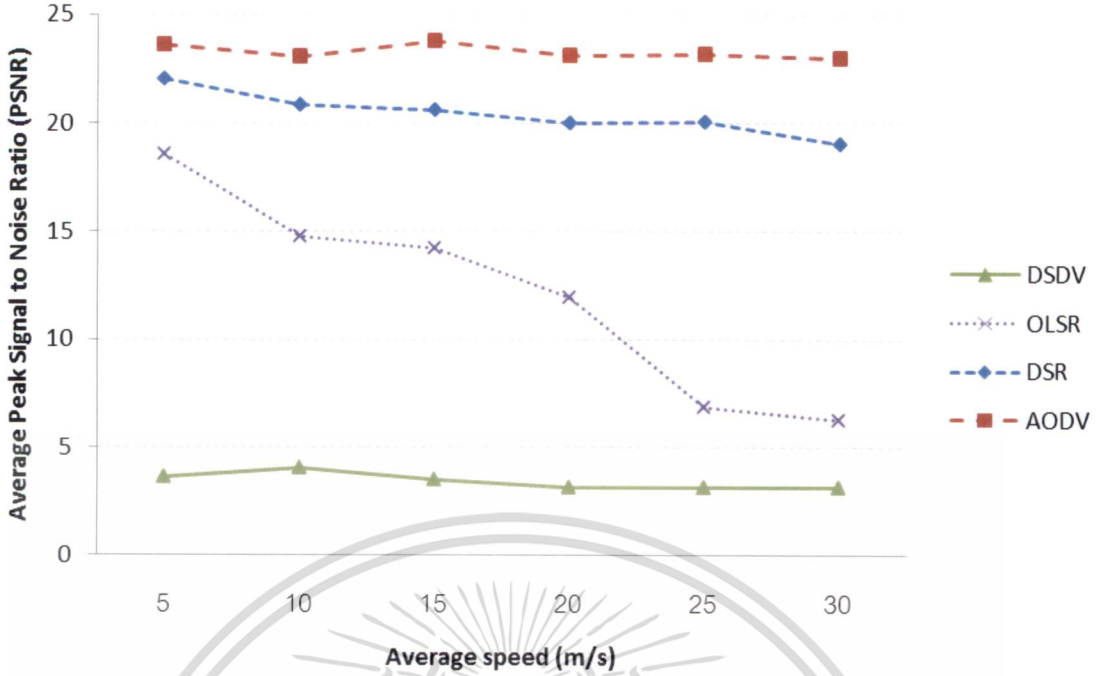
ปลายทางได้รับนั้นจากเห็นได้ว่าภาพวีดิโอที่ได้จากการทดลองส่งข้อมูลโดยใช้โปรโตคอล AODV มีแนวโน้มดีที่สุดรองลงมาเป็น OLSR DSR และ DSDV ตามลำดับโดยจะเห็นได้ว่าช่วง Frame number ที่ประมาณ 1,200-1,300 นั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงภาพของวีดิโอโดยรถวิ่งลอดใต้สะพานสีดำส่งผลให้บิทเรทสูงขึ้น จึงส่งผลกระทบทำให้ค่า PSNR ต่ำลงในช่วงนั้น



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย PSNR ที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าในภาพรวมการทดลองที่จำนวนโหนดที่แตกต่างกันนั้น ค่า PSNR เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนโหนดเพิ่มขึ้น โดยโปรโตคอลที่มีค่าเฉลี่ย PSNR ที่ดีที่สุด คือ โปรโตคอล AODVรองลงมาเป็น DSR, OLSR และ DSDV ตามลำดับ เนื่องจากด้วยจากตัวชี้วัดค่าเฉลี่ยการสูญหายของแพ็คเก็ตของ AODV น้อยที่สุดจึงทำให้ค่า PSNR นั้นค่อนข้างสูง ถึงแม้ว่าค่าแพ็คเก็ตดีเลย์จะสูงกว่าโปรโตคอลในกลุ่ม Proactive ก็ตาม

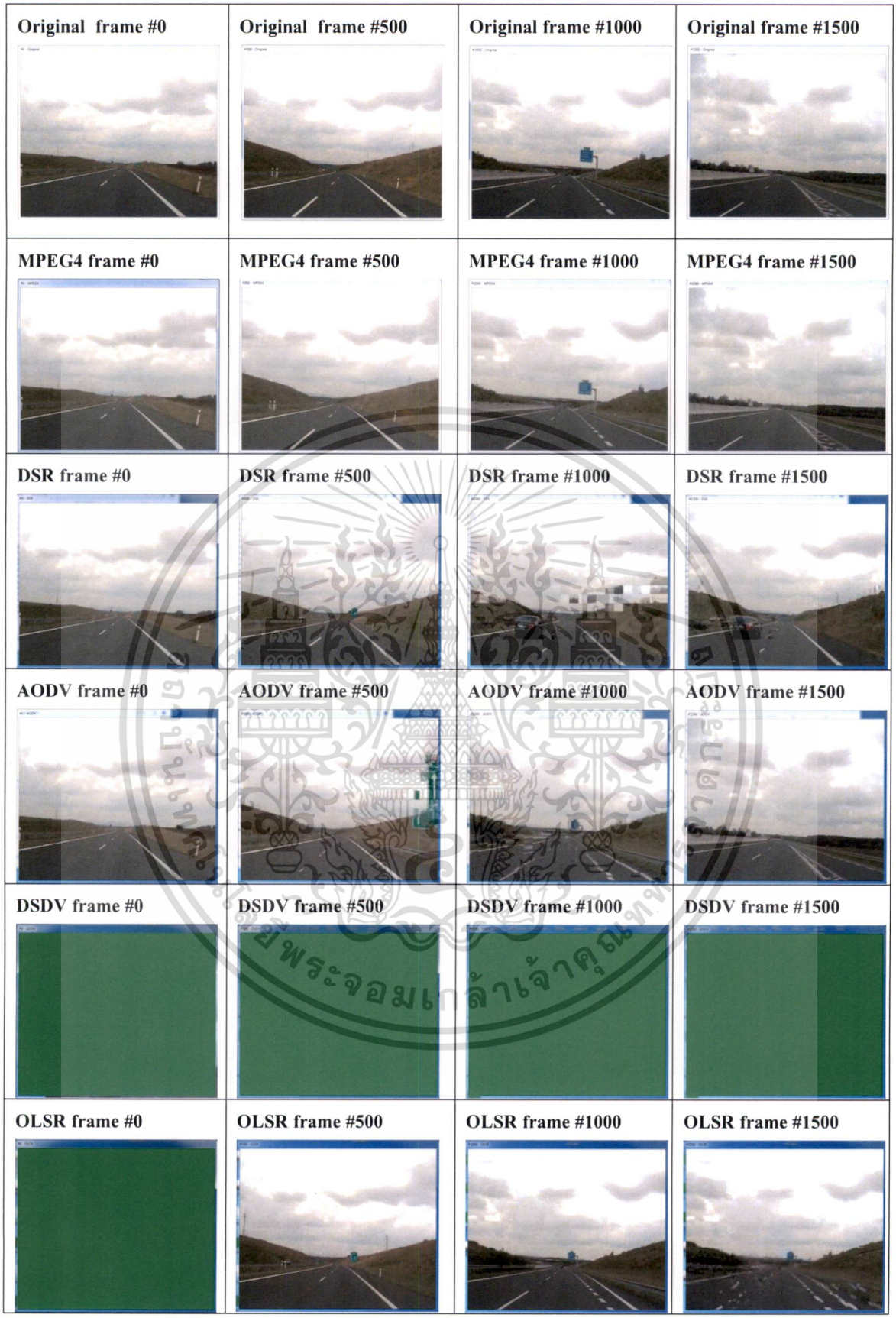
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย PSNR ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน

และจากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าในภาพรวมการทดลองที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกันนั้น ค่า PSNR ลดลงเมื่อความเร็วของโหนดเพิ่มขึ้นโดยโปรโตคอลที่มีค่าเฉลี่ย PSNR ที่ดีที่สุด คือ โปรโตคอล AODV รองลงมาเป็น DSR, OLSR และ DSDV ตามลำดับ เนื่องจากด้วยจากตัวชี้วัดค่าเฉลี่ยการสูญหายของแพ็คเก็ตของ AODV น้อยที่สุดจึงทำให้ค่า PSNR นั้นค่อนข้างสูง ถ้าสังเกตจากกราฟแสดงให้เห็นได้ว่าโปรโตคอล OLSR นั้น ได้รับผลกระทบจากการที่โหนดมีความเร็วสูงขึ้นค่อนข้างมากเนื่องค่า PSNR ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นในภาพรวมนั้น การส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่งโดยใช้โปรโตคอล AODV บนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจนั้นได้รับคุณภาพของวีดิโอดีที่สุดจาก 4 โปรโตคอลที่นำมาใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ภาพแสดงตัวอย่างภาพวีดิโอเฟรม 0, 500, 1000 และ 1500 ที่จำนวนโหนด 50 โหนด ความเร็วเฉลี่ย 10 m/s

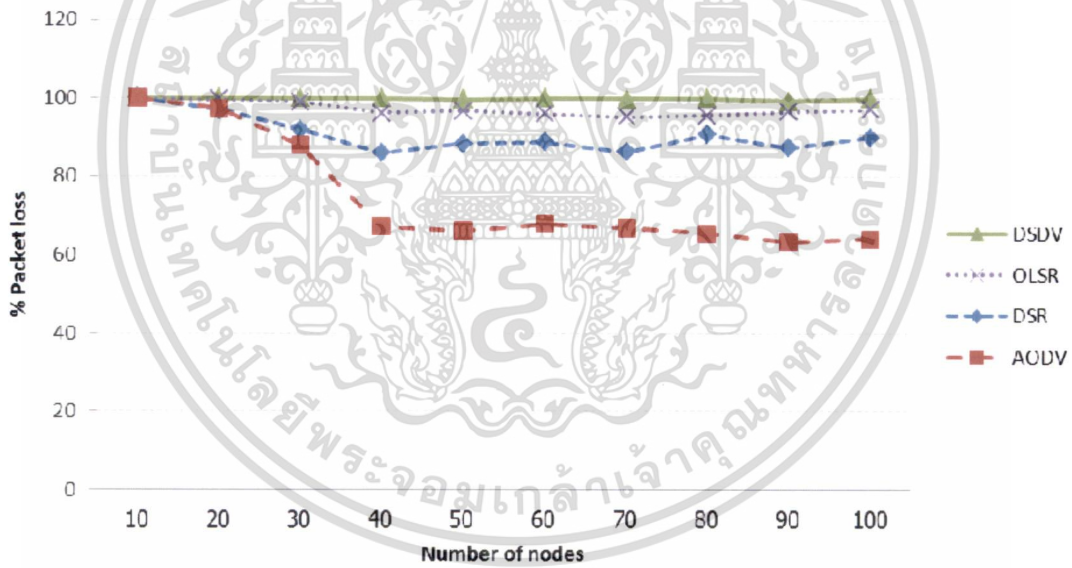
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 จะเห็นได้ว่าภาพวีดิโอเมื่อถูกบีบอัดตามมาตรฐาน MPEG-4 แล้วนั้นมีสีต่างจากไฟล์ดิบวีดิโอเล็กน้อย ซึ่งเมื่อนำมาส่งผ่านเครือข่ายโดยใช้โปรโตคอลค้นหาเส้นทางที่แตกต่างกันจะเห็นได้ว่า โปรโตคอลกลุ่ม Proactive นั้นถ้าสังเกตใน Frame number 0 จะไม่มีภาพเนื่องด้วยโปรโตคอลกลุ่มนี้ต้องมีการสร้างตารางเส้นทางที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลก่อนจึงส่งผลให้ภาพในช่วงแรกหายไปเนื่องจากโปรโตคอลกำลังสร้างตารางเส้นทางเพื่อค้นหาเส้นทางที่ใช้ในการส่งข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่ม Reactive จะเห็นได้ว่าภาพที่ได้นั้นค่อนข้างดีกว่าเนื่องจากช่วงแรกของการส่งข้อมูลจะไม่เสียเวลาในการสร้างตารางเส้นทาง โดยจะทำการสร้างเส้นทางที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้นจึงทำให้สามารถสร้างเส้นทางได้เร็วกว่าในช่วงแรก

4.2.2 ผลการทดลองของรูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model

4.2.2.1 เปรียบเทียบจากเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ต

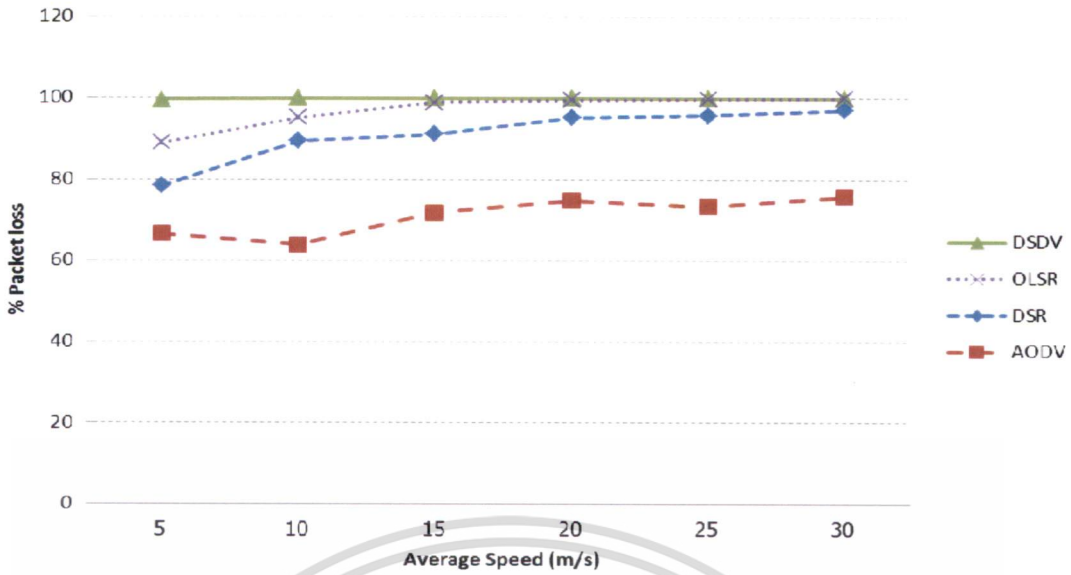
ผลจากการทดลองในส่วนนี้ใช้ตัวชี้วัดเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ต ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.10 และ 4.11



รูปที่ 4.10 กราฟแสดง%การสูญหายของแพ็คเก็ตที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model

จากภาพจะเห็นได้ว่าผลที่ได้มีแนวโน้มค่อนข้างใกล้เคียงกับการทดลองโดยใช้รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model คือกรณีโหนดมีจำนวนน้อยนั้นจะมีผลทำให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตสูง และเมื่อมีจำนวนโหนดมากเปอร์เซ็นต์ของการสูญหายของแพ็คเก็ตจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

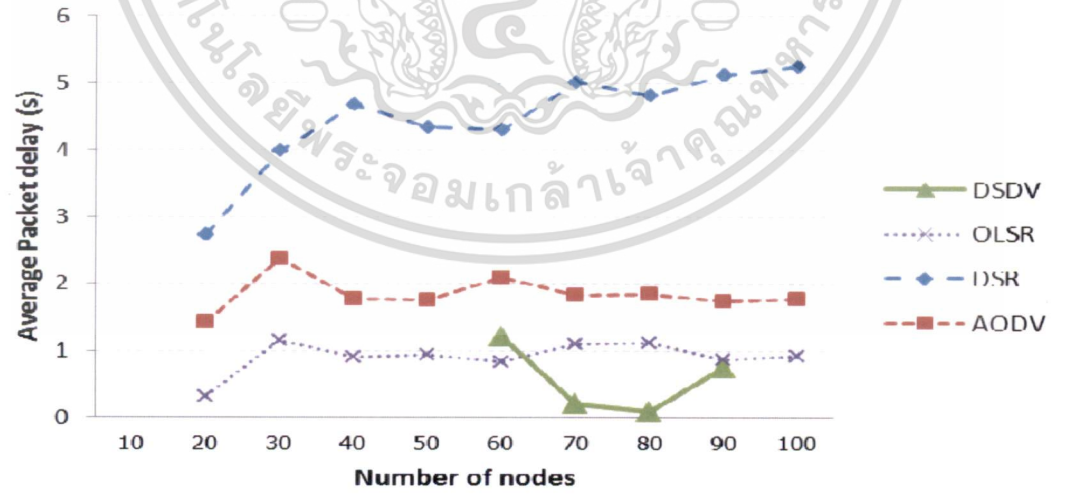


รูปที่ 4.11 กราฟแสดง%การสูญหายของแพ็คเก็ตที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model

และจากรูปที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าความเร็วของโหนดส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ของการเกิดการสูญหายของแพ็คเก็ต เมื่อโหนดมีความเร็วสูงขึ้นโอกาสเกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตมาก

4.2.2.2 เปรียบเทียบจากค่าแพ็คเก็ตดีเลย์

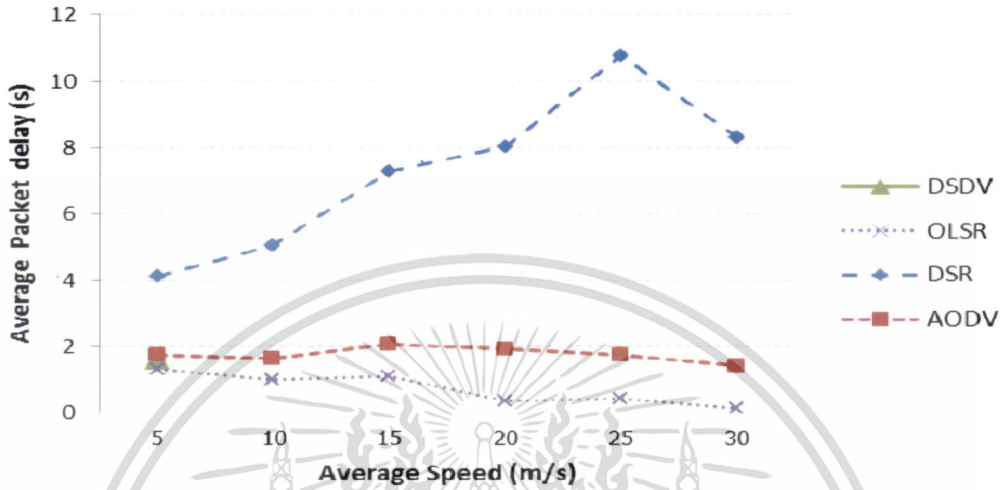
ผลจากการทดลองในส่วนนี้ใช้ตัวชี้วัดจากค่าแพ็คเก็ตดีเลย์ซึ่งแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์ที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าที่จำนวนโหนด 10, 20, 30, 40, 50 และ 100 นั้นไม่มีค่าแพ็คเก็ตดีเลย์เนื่องจากเกิดเปอร์เซ็นต์การสูญหายของแพ็คเก็ต 100% จึงทำให้ไม่มีค่าดีเลย์ โดยในภาพรวมจะเห็นได้ว่าผลที่ได้มีแนวโน้มใกล้เคียงกับใกล้เคียงกับการทดลองโดยใช้รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Random waypoint model คือเมื่อโหนดมีจำนวนเพิ่มขึ้นจะทำให้มีดีเลย์เพิ่มขึ้น

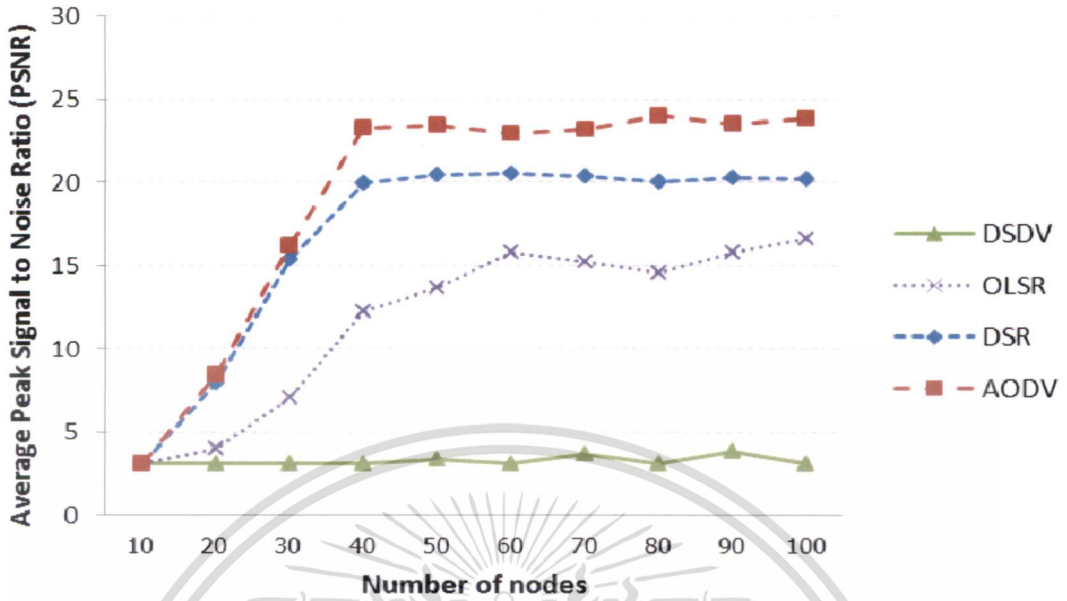


รูปที่ 4.13 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยแพ็คเก็ตดีเลย์ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model

และเมื่อพิจารณาที่ความเร็วของโหนดที่แตกต่างกันในภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบกับ Random waypoint model จะเห็นได้ว่าผลของค่าดีเลย์ที่ได้แนวโน้มของแต่ละโปรโตคอลใกล้เคียงกันแต่เกิดดีเลย์สูงกว่ามาก แต่กรณีโปรโตคอล DSDV ที่ความเร็วเฉลี่ย 10, 15, 20, 25, 30 m/s เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ต 100% จึงไม่มีผลค่าแพ็คเก็ตดีเลย์

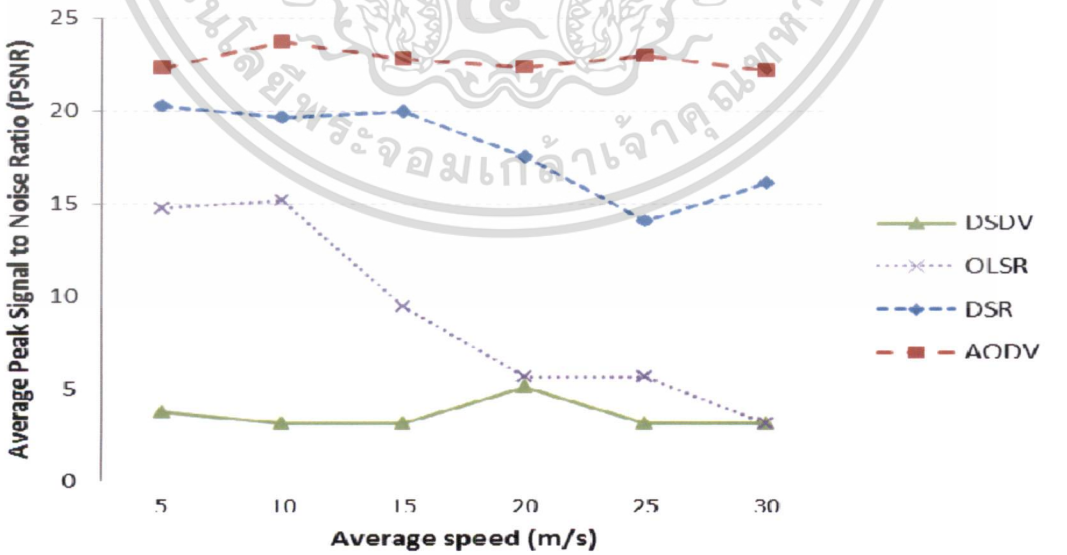
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 เปรียบเทียบจากค่า PSNR



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย PSNR ที่จำนวนโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model

จากรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าในภาพรวมการทดลองที่จำนวนโหนดที่แตกต่างกันนั้นแนวโน้มของกราฟใกล้เคียงกับ Random waypoint model คือ ค่า PSNR เพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนโหนดเพิ่มขึ้นโดยโปรโตคอลที่มีค่าเฉลี่ย PSNR ที่ดีที่สุด คือ โปรโตคอล AODV รองลงมาเป็น DSR, OLSR และ DSDV ตามลำดับ



รูปที่ 4.15 กราฟแสดงค่าเฉลี่ย PSNR ที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกัน
รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Gauss-Markov model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าในภาพรวมการทดลองที่ความเร็วเฉลี่ยของโหนดแตกต่างกันนั้น ค่า PSNR ลดลงเมื่อความเร็วของโหนดเพิ่มขึ้นโดยโปรโตคอลที่มีค่าเฉลี่ย PSNR ที่ดีที่สุด คือ โปรโตคอล AODV รองลงมาเป็น DSR, OLSR และ DSDV ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

ส่วนนี้ จะเป็นการสรุปผลการวิเคราะห์และแนวทางการนำเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจมาใช้งานในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งจริงในด้านต่างๆว่าสามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด และสิ่งที่เป็นปัญหาที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของโหนดซึ่งทำให้เส้นทางเปลี่ยน โดยสรุปผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการหาเส้นทางของโปรโตคอลที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองโดยใช้ตัวชี้วัด 3 ตัวคือ ค่าเฉลี่ยการสูญหายของแพ็คเก็ต ค่าแพ็คเก็ตดีเลย์ และค่า PSNR สรุปได้ว่า โปรโตคอล AODV มีค่าเฉลี่ยการสูญหายของแพ็คเก็ตน้อยที่สุด โปรโตคอล DSDV มีค่าเฉลี่ยของแพ็คเก็ตดีเลย์น้อยที่สุด และโปรโตคอล AODV มีค่าเฉลี่ย PSNR ที่บ่งบอกถึงคุณภาพของวีดิโอที่ปลายทางได้รับดีที่สุด ซึ่งถ้าสรุปในภาพรวมโปรโตคอล AODV นั้นค่อนข้างมีแนวโน้มที่เป็นไปได้ในการนำมาใช้ส่งวีดิโอสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจได้ดีที่สุด แต่ก็ยังมีหลายปัจจัยที่ยังต้องคำนึงถึงทั้งในด้านของแพ็คเก็ตดีเลย์ ที่ถ้าเปรียบเทียบกับโปรโตคอลในกลุ่ม Proactive นั้นยังมีดีเลย์สูงกว่า และจากการทดลองที่จำนวนโหนดและความเร็วของโหนดที่แตกต่างกันทำให้เห็นถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าที่จำนวนโหนด 10 นั้น ไม่สามารถส่งข้อมูลได้เลย แสดงให้เห็นว่าถ้าจำนวนโหนดน้อย ในพื้นที่กว้างและโหนดมีการเคลื่อนที่นั้นนส่งผลให้ส่งข้อมูลไม่ถึงปลายทางอาจเกิดจากการที่ระยะของสัญญาณไร้สายที่ใช้ในการส่งข้อมูลต่ำทำให้ไม่ครอบคลุมโหนดในพื้นที่ที่กว้างได้ อีกทั้งโหนดยังมีการเคลื่อนที่จึงส่งผลให้เกิดการสูญหายของแพ็คเก็ตมาก และในด้านของความเร็วนั้นทำให้เห็นได้ว่าค่อนข้างส่งผลกับการส่งข้อมูลซึ่งในกรณีความเร็วของโหนดสูงมาก คุณภาพของวีดิโอมีแนวโน้มที่จะลดลง ซึ่งอาจส่งผลทำให้ไม่สามารถรับชมวีดิโอได้เลย ก็เป็นได้

และในส่วนของการทดลองโดยใช้ Mobility Model ทั้ง 2 แบบที่แตกต่างกันนั้นได้ผลออกมาค่อนข้างใกล้เคียงหรือไปในแนวทางเดียวกัน แต่จะมีกรณีค่าเฉลี่ยของดีเลย์ที่เกิดขึ้นในการทดลองโดยใช้ Gauss-Markov model นั้นสูงกว่าการใช้ Random waypoint model ซึ่งการใช้ Gauss-Markov model นั้นรูปแบบการเคลื่อนที่จะค่อนข้างใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงมากว่าการใช้ Random waypoint model เนื่องจากมีการนำความเร็วและทิศทางก่อนหน้ามาคำนวณเพื่อหาค่าความเร็วและทิศทางที่จะนำมาใช้ในปัจจุบัน ทำให้ผลการทดลองที่ได้นั้นใกล้เคียงกับสถานะการณ์จริงมากขึ้นต่างจาก Random waypoint model ที่เป็นการสุ่มซึ่งบางครั้งความเร็วอาจสูงมาก หรือน้อยมากขึ้นอยู่กับการสุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองนี้เป็นแค่ส่วนหนึ่งซึ่งยังมีปัจจัยในเรื่องของความหนาแน่นของโหนดในขนาดพื้นที่อีกซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งด้วยและยังมีโปรโตคอลค้นหาเส้นทางอีกหลายโปรโตคอลที่มีการพัฒนาขึ้นมาใช้งานโดยสิ่งเหล่านี้อาจเป็นหัวข้อวิจัยต่อยอดในอนาคต แต่จากการทดลองนี้มีข้อสรุปคือโปรโตคอลที่มีแนวโน้มสามารถนำไปใช้งานจริงได้คือโปรโตคอล AODV เป็นโปรโตคอลกลุ่ม Reactive มีประสิทธิภาพในการค้นหาเส้นทางสำหรับใช้ส่งวีดิโอสตรีมมิ่งได้ดีที่สุด

5.2 แนวทางในการนำไปพัฒนาและการนำไปใช้งานจริง

ในสังคมปัจจุบันมีการใช้วีดิโออย่างแพร่หลายมากขึ้น เพราะสามารถใช้สื่อสารได้อย่างเข้าใจถูกต้องชัดเจนกว่าการใช้คำพูด ตัวอักษร ภาพหรือเสียงเพียงอย่างเดียว ซึ่งการส่งวีดิโอผู้รับจะได้รับทั้งภาพและเสียงต่อเนื่องกันทำให้สื่อสารกันได้ชัดเจนมากขึ้นอีกทั้งการนำมาใช้ในการวีดิโอคอลเพื่อสื่อสารกันแทนโทรศัพท์ในปัจจุบันอีกด้วย ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการต่อยอดเพื่อพัฒนาอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการส่งวีดิโอสตรีมมิ่งสามารถส่งผ่านเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจได้ โดยเครือข่ายลักษณะนี้อาจถูกนำไปใช้กรณีที่โครงข่ายพื้นฐานล่ม หรือในพื้นที่ที่ไม่สามารถใช้งานได้ไม่มีโครงข่ายพื้นฐานใช้ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กรณีเกิดภัยพิบัติในการติดต่อสื่อสารช่วยเหลือกู้ภัยได้ หรือสามารถนำไปใช้สื่อสารในทางทหารได้ โดยในงานวิจัยนี้เป็นงานที่วิเคราะห์เรื่องปัจจัยในด้านของการหาเส้นทางของโปรโตคอลค้นหาเส้นทางที่ทำงานบนเครือข่ายเคลื่อนที่เฉพาะกิจที่ส่งผลกระทบต่อการส่งวีดิโอสตรีมมิ่ง ซึ่งยังมีอีกหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งข้อมูลซึ่งในอนาคตงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลแนวทางในการพัฒนาโปรโตคอลค้นหาเส้นทางให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและมีการพัฒนากลไกของโปรโตคอลให้เหมาะสมกับการส่งข้อมูลวีดิโอสตรีมมิ่ง เพื่อทำให้มีแนวโน้มที่จะนำไปใช้งานจริงได้เพิ่มมากขึ้น และเป็นเครือข่ายทางเลือกอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งโครงข่ายพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

นางสาวจิตติมา นิตยวรรณ, นายโสพส ชคัตตรยาพงษ์, นางสาวอุไรรัตน์ พึ่งสุนทรบัตร์. **Network Simulator (NS2)** [ออนไลน์]. 18 สิงหาคม 2556 . แหล่งที่มา http://wiki.nectec.or.th/ngiwiki/pub/Project/IntelligentNMS/bm-ns2.pdf

Anju, G. and Chander, D. 2012 . **Comparative Analysis of Routing in MANET**. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering [Electronic version]. Retrieved July 20, 2013, from http://www.ijarcsse.com/docs/papers/July2012/Volume_2_issue_7/V2I700222.pdf

Clausen, T. and Jacquet, P. 2003 . **Optimized Link State Routing Protocol (OLSR)**. RFC3626 [Electronic version]. Retrieved August 10, 2013, from http://www.ietf.org/rfc/rfc3626.txt

Chih-Heng, K., Ce-Kuen, S., Wen-Shyang, H. and Artur, Z. 2008 . **An Evaluation Framework for More Realistic Simulations of MPEG Video Transmission**. Journal of Information Science and Engineering (accepted) (SCI, EI) [Electronic version]. Retrieved December 25, 2013, from http://www.iis.sinica.edu.tw/page/jise/2008/200803_07.html

Eduzones . **ระบบเครือข่ายไร้สาย** [ออนไลน์]. 20 กรกฎาคม 2556 . แหล่งที่มา http://blog.eduzones.com/banny/3481

Jeroen, H., Ingrid, M., Bart, D. and Piet, D. (n.d.) . **An Overview of Mobile Ad Hoc Networks: Applications and Challenges** [Electronic version]. Retrieved July 20, 2013, from http://cwi.unik.no/images/Manet_Overview.pdf

John, G., Wai-tian Tan and Susie, J. 2002 . **Video Streaming: Concepts, Algorithms, and Systems**. Mobile and Media Systems Laboratory HP Laboratories Palo Alto HPL-2002-260 [Electronic version]. Retrieved August 18, 2013, from http://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-260.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Johnson, D., Hu, Y. and Maltz, D. 2007 . **The Dynamic Source Routing Protocol (DSR) for Mobile Ad Hoc Networks for IPv4.** RFC4728 [Electronic version]. Retrieved August 10, 2013, from http://www.ietf.org/rfc/rfc4728.txt

Kavita, T. and Rachana, S. 2013 . **Video Streaming issues and Techniques over MANETs.** International Journal of Engineering Research and Applications [Electronic version]. Retrieved August 25, 2013, from http://www.ijera.com/papers/Vol3_issue1/KX3119952002.pdf

Muhammad, S., Adnan, R. and Mohammed, T. 2012 . **Performance Analysis of The Routing Protocols for Video Streaming Over Mobile Ad hoc Networks.** International Journal of Computer Networks & Communications [Electronic version]. Retrieved August 25, 2013, from http://airccse.org/journal/cnc/0512cnc10.pdf

Perkins, C., Belding-Royer, E. and Das, S. 2003 . **Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing.** RFC3561 [Electronic version]. Retrieved August 10, 2013, from http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt

Radhika, R. 2011 . **Handbook of Mobile Ad Hoc Networks for Mobility Models** [Electronic version]. Retrieved May 16, 2014, from http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1941905

Spyros, M., Georgios, G., Harilaos, K. and Anastasios, K. 2002 . **Survey of Cross-layer Proposals for Video Streaming over Mobile Ad hoc Networks (MANETs)** [Electronic version]. Retrieved August 18, 2013, from https://www.iit.demokritos.gr/sites/default/files/survey_of_cross_layer_proposals.pdf

Tracy, C., Jeff, B., Vanessa D. 2002 . **A Survey of Mobility Models for Ad Hoc Network Research.** Wireless Communications & Mobile Computing (WCMC): Special issue on Mobile Ad Hoc Networking: Research, Trends and Applications [Electronic version]. Retrieved May 16, 2014, from http://www.cse.iitb.ac.in/~varsha/allpapers/wireless/adHocModels/mobilty_models_survey.pdf

Wikipedia . **คุณภาพของการให้บริการ** [ออนไลน์]. 18 สิงหาคม 2556 . แหล่งที่มา th.wikipedia.org/wiki/คุณภาพของการให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wikipedia . **ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์** [ออนไลน์]. 20 กรกฎาคม 2556 . แหล่งที่มา th.wikipedia.org/wiki/เครือข่ายคอมพิวเตอร์

Wikipedia . **Speed** [Electronic version]. Retrieved May 8, 2014, from en.wikipedia.org/wiki/Speed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายรงค์ชัย กลิ่นเฟื่อง
วันเกิด	10 มีนาคม 2533
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต
	มหาวิทยาลัยราชรัฏสวนสุนันทา
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ.2554-ปัจจุบัน	IT Support
	บริษัท ยูเอซี โกลบอล จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้