การจำลองแบบปัญหาระบบเครือข่ายท้องถิ่นอีเทอร์เนตเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพ

ETHERNET SIMULATION FOR PERFORMANCE EVALUATION

T 028848

นายปราโมทย์ ปทีปกมล

MR.PRAMOTE PATEEPKAMOL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....28848
วัน, เดือน, ปี.....7 พ.ย. 2540

พ.ศ. 2540

ISBN 974-622-013-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ETHERNET SIMULATION FOR PERFORMANCE EVALUATION

PRAMOTE PATEEPKAMOL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE

MASTER OF SCIENCES IN COMPUTER SCIENCES AND

INFORMATION TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1997

ISBN 974-622-013-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจำลองแบบปัญหาระบบเครือข่ายท้องถิ่นอีเทอร์เนตเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพ
นักศึกษา	นายปราโมทย์ ปทีปกมล
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2540

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอตัวแบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายแบบท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนต ซึ่งตัวแบบนี้สามารถประเมินความสามารถของเครือข่ายและทรูพุท อัตราการใช้แชนนัล เวลาหน่วงในการส่งแพคเก็ต (packet) และตัวแบบจำลองนี้มีความยืดหยุ่นโดยสามารถเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่างๆของระบบเช่น จำนวนสถานี ขนาดของแพคเก็ต ระยะห่างระหว่างสถานี และปริมาณจราจรที่อยู่บนเครือข่าย ซึ่งทำให้สามารถประเมินความสามารถของระบบเครือข่ายได้ในหลายๆสถานะการณ์

ตัวแบบที่ใช้งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการจำลองแบบ Discrete Event Simulation Model โดยมีการกำหนดสมมุติฐานว่า วิธีการเกิดของแพคเก็ตมีการแจกแจงแบบปัวซอง (poisson) และทุกสถานีความสามารถในสร้างแพคเก็ตได้อย่างปืนอิสระต่อกัน โดยการเกิดของแพคเก็ตใหม่จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อแพคเก็ตเก่าได้ส่งสำเร็จแล้ว

ในการทดลองเพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้นำผลการทดลองเปรียบเทียบกับตัวแบบของ Shoch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Ethernet Simulation for Performance Evaluation
Student	Mr.Pramote Pateepkamol
Thesis Advisor	Mr.Surasit Vanakrairoj
Level of Study	Master of Science in Computer Science and Information Technology
Department	Mathematic and Computer Science Department Faculty of Science King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	1997

Abstract

This thesis presents Ethernet simulation model for evaluation of Ethernet performance.This model can be used to investigate network's capacity,throughput,the rate of channel and the transmission packet delay. Futhurmore, this simulation model also allows to modify some parameters as follows : number of node,packet size,length of bus and total offered load to simulate many situations.

This research used Discrete Event Simulation Model which assumption is sure to be defined as follows : packet arrival willl be poisson distribution and all stations are identical and can generate a new packet independently after the old packet has been successfully transmitted.

In this experiment the reliability of model is tested comparing with Shoch's model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะ ได้รับความเมตตาจาก อ.สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์ ที่ได้ให้ความกรุณาสละเวลา เพื่อให้คำแนะนำและปรึกษาแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆตลอดการทำวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณอัญชลี วานิชทวีวัฒน์ คุณทวี เปรมรัตนชัย คุณดุลยรัชย์ สุขบุญสถิตย์ ที่ช่วยจัดเตรียมข้อมูลต่างๆเพื่อใช้ในการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณรุ่งโรจน์ โพนคำ คุณอภิรักษ์ จิราชุกุล ที่กรุณาให้คำแนะนำเรื่องการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี เพื่อเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบของงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณคุณสุวิน ชำนาญช่าง คุณสรวิศ บุญมี ที่กรุณาช่วยจัดหาอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณสุกิจ คูชัยสิทธิ์ คุณสมเกียรติ บริบาลประสิทธิ์ คุณสิทธิชัย บุษหมั่น คุณประภัสสร โชคสวนทรัพย์ คุณสิทธิศักดิ์ รอดทุกข์ คุณณรรฐพงษ์ วงษ์พานิช พ.ต.ต.บุญชัย ฤาชัยสา คุณชูศักดิ์ ศิริรุ่งพัน คุณชัยรัตน์ ฤทธิรงค์ คุณวรรณา คุณนิพนธ์ คุณธีรยุทธ คุณกนกศักดิ์ คุณพงพันธุ์ คุณคชิน คุณสมชาติ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา และเพื่อนๆ รุ่น 4 สามัญสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศทุกคนที่เป็นกำลังใจในการทำวิจัยนี้

ปราโมทย์ ปทีปกมล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ IX

บทที่

1. บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

ทฤษฎีหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

ขอบเขตของงานวิจัย 4

เนื้อหาในวิทยานิพนธ์ 4

2. ระบบเครือข่ายท้องถิ่น 5

ระบบการใช้หลายคน 5

ความหมายและคำจำกัดความของระบบเครือข่ายท้องถิ่น 6

บัสโทโปโลยี 7

โปรโตคอลของ LAN 8

โปรโตคอล Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) 10

การวิเคราะห์รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของโปรโตคอล CSMA/CD 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3. ระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต 18
ส่วนประกอบของอีเทอร์เนต 18
คุณลักษณะของอีเทอร์เนต 19
สถาปัตยกรรมของอีเทอร์เนต 27
การประเมินผลประสิทธิผลของอีเทอร์เนต 34

4. ขั้นตอนและรูปแบบการแจกแจง 36
จุดมุ่งหมายของวิธีการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ 36
หลักการจำลองแบบปัญหา 37
พารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการวัดประสิทธิผล 38
รูปแบบการจำลองระบบ 38
รูปแบบการพัฒนาการจำลอง 40
โครงสร้างข้อมูล 46
การทำงานของโปรแกรม 48
Batch Mean Analysis 60

5. ผลการทดลองการใช้รูปแบบการจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพ 61
การเปรียบเทียบรูปแบบทางคณิตศาสตร์ของ Shoch กับรูปแบบการจำลองที่สร้างขึ้น .. 61
การนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้งาน 70
ตัวอย่างการใช้ Batch Mean Analysis 72

6. บทสรุปและแนวทางการพัฒนาในอนาคต 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

บรรณานุกรม 76
ภาคผนวก 77
ภาคผนวก ก เทคนิคการสร้างตัวเลขสุ่ม 78
ภาคผนวก ข การแจกแจงแบบปัวซอง ยูนิฟอร์ม และเอกซ์โปแนนเชียล 79
ภาคผนวก ค บทความวิชาการ 84
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้โปรแกรมอีเทอร์เนตซิมมูเลชั่น 93
ประวัติผู้เขียน 98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. แสดงเทคนิคของการส่งสัญญาณในบัส 7
2. แสดงแสดงคุณลักษณะของโปรโตคอล CSMA/CD 12
3. แสดงรายละเอียดของอีเทอร์เนตในโมเดลต่าง ๆ 20
4. แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้วัดประสิทธิผล 38
5. แสดงค่าคงที่ 39
6. แสดงสัญลักษณ์และความหมายของตัวแปร 41
7. แสดงเหตุการณ์ต่างที่จำลองในรูปแบบ 43
8. แสดงความหมายของแต่ละฟิลด์ในโครงสร้างข้อมูล 46
9. แสดงหมายเลขเหตุการณ์และโปรแกรมย่อย 48
10. แสดงค่าพารามิเตอร์ของ Shoch 61
11. แสดงผลการเปรียบเทียบโดยวัด utilization Stability (512 ไบท์) 62
12. แสดงผลลัพธ์ของ Throughput และ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 1518 ไบท์,จำนวนโหนด 30 โหนด,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms 64
13. แสดงผลลัพธ์ของ Throughput และ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 512 ไบท์,จำนวนโหนด 30 โหนด,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms 65
14. แสดงผลลัพธ์ของ Throughput และ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 64 ไบท์,จำนวนโหนด 30 โหนด,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

15. แสดงผลการเปรียบเทียบของ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 64,512,1518 ไบท์,จำนวนโหนด 30 โหนด,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms.....67
16. แสดงผลการเปรียบเทียบของ Throughput สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 64,512,1518 ไบท์,จำนวนโหนด 30 โหนด,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms..... 68
17. แสดงผลการเปรียบเทียบของ Utilization และ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของ แพคเก็ต 64 และ 1518 ไบท์,จำนวนโหนด 10,50 และ 100 โหนด อัตราการมาถึงของแพคเก็ตเท่ากับ 10 แพคเก็ตต่อวินาที ความยาวของบัส 100 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms..... 70
18. แสดงผลการเปรียบเทียบของ Throughput และโหลด สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 1518 ไบท์ จำนวนโหลด 0.1-0.5 ความยาวของบัส 100 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000, 5000 และ 20000ms..... 71
19. แสดงผลการคำนวณช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 512 ไบท์,จำนวนโหนด 30 โหนด,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms... 72
20. แสดงรายละเอียดของอีเทอร์เนต..... 86
21. แสดงค่าคงที่ของแบบจำลอง.....88
22. แสดงค่าพารามิเตอร์ของ Snock.....90
23. แสดงผลการเปรียบเทียบโดยวัด utitization stability (512 ไบท์).....90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

1. แสดงโปรโตคอลเปรียบเทียบกับ OSI 9
2. แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรโตคอล CSMA/CD 13
3. แสดงตัวอย่างต่าง ๆ ของโปรโตคอล CSMA/CD 14
4. แสดงขั้นตอนการตรวจสอบการชนกัน 15
5. แสดงบล๊อคไดอะแกรมของการเชื่อมต่อเครือข่าย 18
6. แสดงถึงการเชื่อมต่อของ Thick Ethernet 20
7. แสดงถึงการเชื่อมต่อของ Thin Ethernet 21
8. แสดงถึงการเชื่อมต่อของ Twisted-pair Ethernet 21
9. แสดงถึงการเชื่อมต่อของ 10BASE-FL 22
10. แสดงตัวอย่างระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต 23
11. แสดงโทโปโลยีรูปบัส 23
12. แสดงถึงสัญญาณแบบเบสแบนด์(Baseband Signalling) 24
13. แสดงรูปแบบของแพคเก็ตที่ใช้ในระบบอีเทอร์เนต 26
14. แสดงสถาปัตยกรรมของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต 27
15. แสดงถึงหน้าที่ของ ฟิสิคัลเลเยอร์ ดาต้าลิงส์ และไคลเอ้นซ์เลเยอร์ของระบบอีเทอร์เนต 29
16. แสดงถึงหน้าที่ของ ฟิสิคัลเลเยอร์ ของระบบอีเทอร์เนต 30
17. แสดงถึงหน้าที่ของ ดาต้าลิงส์เลเยอร์ ของระบบอีเทอร์เนต 33
18. แสดงโครงสร้างของทรานแซคชั่น 37
19. แสดงรูปแบบของระบบ 45
20. แสดงถึงไดอะแกรมความสัมพันธ์ของเหตุการณ์(event) 45
21. แสดงถึงขั้นตอนการทำงานของระบบจำลอง 47
22. แสดงอัลกอริทึมหลักในการจำลอง 49
23. แสดงอัลกอริทึมของ TransmitFrame 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

24. แสดงอัลกอริทึมของ Defer 50
25. แสดงอัลกอริทึมของ StartTransmit 51
26. แสดงอัลกอริทึมของ EndTransmit 52
27. แสดงอัลกอริทึมของ InitBackoff 53
28. แสดงอัลกอริทึมของ Deassért 53
29. แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลแฉลี่ยของการทดลองของ Shoch และตัวแบบที่สร้างขึ้น 63
30. แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Shoch และตัวแบบที่สร้างขึ้น ตามขนาดแพคเก็ต 63
31. แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Analytical Model และ Simulation Model จากตารางที่ 12 65
32. แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Analytical Model และ Simulation Model จากตารางที่ 13 66
33. แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Analytical Model และ Simulation Model จากตารางที่ 14 67
34. แสดงการเปรียบเทียบของ Throughput ระหว่างขนาดของแพคเก็ต 64,512,1518 ไบท์ จากตารางที่ 16 69
35. แสดงการเปรียบเทียบของ Average Transfer Delay ระหว่างขนาดของแพคเก็ต 64,512,1518 ไบท์ จากตารางที่ 15 69
36. แสดงการเปรียบเทียบของ Throughput ระหว่างความยาวของบัส 500 , 4500 m.จำนวนโหนด 30 โหนด,ขนาดของแพคเก็ต 512 ไบท์ 71
37. แสดงการเปรียบเทียบของ Transfer Delay ระหว่างความยาวของบัส 500 , 4500 m. จำนวนโหนด 30 โหนด,ขนาดของแพคเก็ต 512 ไบท์ 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

38. แสดงตัวอย่าง Ethernet Network.....86
39. Flow Diagram สำหรับ CSMA/CD.....87
40. แสดงรูปแบบของระบบ.....89
41. แสดงถึงไดอะแกรมความสัมพันธ์ของเหตุการณ์.....89
42. แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลอง Snoch และตัวแบบที่สร้างขึ้น.....90
43. แสดง Utilization กับ Total Offered Load.....91
44. แสดง Throughput กับ Total Offered Load.....91
45. แสดง Throughput กับ Total Offered Load.....91
46. แสดงตัวอย่างข้อมูลเข้ากรณีปริมาณการส่งของแต่ละสถานีไม่เท่ากันจำนวน 5 สถานี.....93
47. แสดงตัวอย่างข้อมูลเข้ากรณีปริมาณการส่งของแต่ละสถานีเท่ากันจำนวน 30 สถานี.....95
48. ตัวอย่างหน้าจอการประมวลผลโปรแกรม.....97
49. แสดงแฟ้มข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม.....97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก ทำให้ระบบการสื่อสารโดยใช้คอมพิวเตอร์ก็เช่นเดียวกัน มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network) มีการพัฒนาจนเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นระบบที่มีความเร็วในการทำงานสูง และยังมีอัตราความผิดพลาดต่ำ ซึ่งเหมาะสมที่จะมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการนำระบบไปใช้งาน ซึ่งโดยหลักการของระบบเครือข่ายท้องถิ่นนั้นจะทำให้สามารถที่จะใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ร่วมกันได้ และยังสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ ทำให้เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้มาก ระบบเครือข่ายท้องถิ่นจึงถูกออกแบบมาให้ช่วยลดต้นทุน และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ร่วมกัน ดังนั้นก่อนการติดตั้งเครือข่ายจะต้องมีการออกแบบและประมาณประสิทธิผลของการทำงาน (Performance) ของระบบอย่างคร่าว ๆ เพื่อพิจารณาว่าระบบเครือข่ายที่ตั้งขึ้นสามารถรองรับกับทราฟฟิค (Traffic) ที่อาจจะเกิดขึ้นในกรณีต่าง ๆ โดยค่าที่จะจัดประสิทธิผลของการทำงานได้แก่ ทรูพุท (Throughput) เวลาในการตอบสนอง(Transfer Delay) และอัตราการใช้ช่องสัญญาณ(Utilization) เป็นต้น

เนื่องจากสถาปัตยกรรมของระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตจะใช้เทคนิค CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) ซึ่งเป็นวิธีการเข้าถึงอย่างสุ่ม(Random Access Method) ในการจัดการส่งผ่านข้อมูลภายในระบบเครือข่าย โดยที่วิธีการเข้าถึงอย่างสุ่มนี้จะไม่มีศูนย์กลางในการควบคุม ตัวอย่างเช่นทุก ๆโหนดจะมี Priority เท่า ๆ กัน สำหรับใช้ในการส่งข้อมูลผ่านตัวกลางต่างๆ เช่น สายโคแอกเชียล สายคู่พันเกลียว สายไฟเบอร์ออปติกเป็นต้น ในโปรโตคอล CSMA/CD นี้โหนดในเครือข่ายจะแย่งกันใช้ช่องการสื่อสาร(Channel)จนกระทั่งมีโหนดที่ได้ใช้ช่องการสื่อสารนั้น โหนดก็จะใช้ช่องการสื่อสารที่ได้มาเพื่อส่งข้อมูล จะเห็นว่าปัจจัยสำคัญในการพิจารณาประสิทธิภาพในการทำงานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตคือ โปรโตคอล CSMA/CD ซึ่งจะวัดได้จาก ทรูพุท และ เวลาในการตอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สนอง โดยที่พื้นฐานในการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตจะขึ้นอยู่กับจำนวนโหนดในเครือข่าย ปริมาณข้อมูลที่อยู่ในเครือข่าย (Total Offered Load) ขนาดของแพคเก็ต (Packet Size) และความยาวของบัส ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์เหล่านี้จะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงานของระบบ ดังนั้นจึงได้มีการสร้างแบบจำลองการทำงานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตที่สามารถเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มี ผลกระทบกับระบบเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจก่อนที่จะนำไปใช้กับระบบจริง(ติดตั้งจริง) โดยที่จะสร้างรูปแบบการจำลอง(Simulation Model) เพื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์(Analytical Model)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้จัดทำขึ้นตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1.ศึกษาการทำงานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนต ซึ่งจะเป็นพื้นฐานของการประเมินผลประสิทธิภาพของระบบ

2.เพื่อสร้างและพัฒนาแบบจำลองการทำงานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนต เพื่อประเมินผลค่าประสิทธิภาพต่าง ๆ เช่น ทรูพุท และ เวลาในการตอบสนอง โดยที่สามารถเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น

- ปริมาณข้อมูลในเครือข่าย
- จำนวนโหนดในเครือข่าย
- ความยาวของแพคเก็ต
- ความยาวของบัส

ผลลัพธ์ของการจำลองการทำงานของระบบจะแสดงความสามารถและข้อจำกัดของเครือข่ายเพื่อนำไปใช้ในการตัดสินใจในอนาคต

3. ศึกษารูปแบบการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของ CSMA/CD เพื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของการทำงานของ CSMA/CD ได้มีผู้ที่ทำการศึกษาไว้ดังต่อไปนี้ คือ Metcalfe และ Boggs ได้นำเสนอสูตรของการประมาณค่าสูงสุดของทรูพุทของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต (Metcalfe & Boggs 76) หลังจากนั้น Almes และ Lazowska ใช้การจำลองปัญหาเพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตที่ 3 เมกกะบิตต่อวินาที(Mbps) และเพื่อดูผลกระทบของอัลกอริทึมในการส่งใหม่ (Retransmission Algorithm)(Almes & Lazowska 79) John F.Shoch และ Jon A.Hupp.ได้วัดประสิทธิภาพการทำงานของอีเทอร์เนตโดยการจำลองการทำงานที่ 2.94 Mbps (John F.Shoch & Jon A.Hupp 1980)[2] ต่อจากนั้น Lam ใช้ Single Server Queueing เพื่อพิจารณาลักษณะของเวลาในการตอบสนอง และ ทรูพุท ของ CSMA/CD หลังจากนั้น Kleinrock และ Tobagi ได้ใช้กฎลูกโซ่ของมาคอฟ(Markov Chain) เพื่อสร้างรูปแบบของโปรโตคอล CSMA(Kleinrock & Tobagi 75 ,Kleinrock & Tobagi 77) ต่อจากนั้น Tobagi & Hunt ได้ขยายรูปแบบโดยใช้กฎลูกโซ่ของมาคอฟ(Markov) เพื่อสร้างรูปแบบของ CSMA/CD โปรโตคอล(Tobagi & Hunt 80) Joseph L.Hammond และ Peter J.P.O'Reilly. ได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ CSMA/CD เพื่อวัดค่าทรูพุท (Joseph L.Hammond & Peter J.P.O'Reilly.,1989)[5]

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ในงานวิจัยนี้ได้สร้างแบบจำลองการทำงานของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต ดังนั้นประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้คือ

1. ได้แบบจำลองที่ช่วยในการทดสอบการทำงานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นอีเทอร์เนตโดยที่สามารถเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นต่อระบบซึ่งได้ถูกออกแบบมาแล้ว หลังจากนั้นจะทำการจำลองการทำงานเพื่อทำนายประสิทธิภาพต่างๆเช่นทรูพุท เวลาในการตอบสนอง เป็นต้น และจะได้นำค่าเหล่านี้ไปประเมินผลระบบที่ได้ออกแบบไว้ ก่อนที่จะนำไปติดตั้งจริง

2. ได้มีการทดสอบโดยใช้แบบจำลองก่อนนำไปติดตั้งจริงจึงเป็นการลดค่าใช้จ่ายและเวลาในกรณีระบบที่ถูกออกแบบมีประสิทธิภาพการทำงานต่ำซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขพารามิเตอร์เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น

3. เพิ่มความน่าเชื่อในระบบที่ได้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นำทฤษฎีที่ได้ศึกษามาใช้จริง

ขอบเขตงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้สร้างตัวแบบจำลองการทำงานระบบเครือข่ายท้องถิ่นอีเทอร์เนต โดยสามารถใช้จำลองการทำงานของระบบเครือข่ายอีเทอร์ได้เพียง 1 เซกเมนต์และในการเปรียบเทียบผลของทรูพุทและเวลาในการตอบสนองที่ได้จากระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตที่ใช้โดยทั่วไปกับแบบจำลองที่สร้างในงานวิจัยนี้ทำได้ยากมาก เนื่องจากมีปัญหาในด้านการทดลองนั่นคือการตรวจจับแพคเก็ตที่ชนกันจะทำโดยฮาร์ดแวร์จึงเป็นการยากมากที่จะวัดจากซอฟแวร์ ดังนั้นการทดสอบผลการทดลองของตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้จะใช้วิธีการเปรียบเทียบกับผลการทดลองของรูปแบบวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของ CSMA/CD [5]

เนื้อหาในวิทยานิพนธ์

ในงานวิจัยนี้บทแรกจะกล่าวถึงที่มาของงานวิจัยนี้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ทฤษฎีหรือแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงระบบเครือข่ายท้องถิ่นโดยทั่วไป และการทำงานของ Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) รวมทั้งรูปแบบการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของโปรโตคอล CSMA/CD ในบทที่ 3 จะกล่าวถึงระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต รวมทั้งสถาปัตยกรรมของอีเทอร์เนต ในบทที่ 4 จะกล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบและสร้างรูปแบบการจำลองการทำงานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตรวมทั้งลักษณะของการจราจรของระบบ บทที่ 5 จะกล่าวถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการนำแบบจำลองมาใช้โดยจะทำการเปรียบเทียบกับรูปแบบวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของโปรโตคอล CSMA/CD เพื่อดูแนวโน้ม ในบทที่ 6 จะกล่าวถึงบทสรุป ข้อจำกัดของระบบและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ระบบเครือข่ายท้องถิ่น

พัฒนาการทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างรวดเร็ว ราคาของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ได้ลดลง แต่ขีดความสามารถของไมโครคอมพิวเตอร์กลับเพิ่มขึ้นปัจจุบันราคาของไมโครโปรเซสเซอร์ไม่เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดต้นทุนของระบบอีกต่อไปแล้วและเมื่อราคาของระบบลดลง จำนวนผู้ใช้ก็เพิ่มมากขึ้น ผู้ใช้จึงต้องการที่จะได้รับข้อมูลและข่าวสารที่รวดเร็ว เพื่อการตัดสินใจที่ถูกต้องและแข่งขันกับเวลา ไมโครคอมพิวเตอร์ได้รับการออกแบบมาให้เหมาะสมกับผู้ใช้ โดยได้กำหนดรูปแบบการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แบบผู้ใช้คนเดียว และทำงานทีละงาน (single user single tasking) การทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ในยุคแรกนี้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีขีดความสามารถทางด้านความเร็วในการทำงานจำกัด ดังนั้นหากทำเป็นระบบแบ่งเวลาการทำงาน (time sharing) ก็จะยิ่งทำให้ระบบมีการทำงานช้าลงไปอีกมากการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์อาจจะไม่พึงต้องการของผู้ใช้ก็ได้ อย่างไรก็ดี การพัฒนาในเชิงระบบจัดการให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานได้ดีขึ้นก็ต้องอาศัยเวลาในการพัฒนา การแบ่งอุปกรณ์บางอย่างที่มีราคาแพงมาใช้ร่วมกันจึงดูจะมีความต้องการมากขึ้น โดยเฉพาะระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเพราะในสำนักงานอาจมีการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์กันหลายเครื่องแต่ก็ ไม่สามารถจะให้ทุกเครื่องมีเครื่องพิมพ์คุณภาพสูง ดังนั้นจึงอาจต้องใช้วิธีการในการใช้ร่วมกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์คุ้มค่ามากยิ่งขึ้น

ระบบการใช้หลายคน (Multiuser)

การพัฒนาไมโครคอมพิวเตอร์ได้ก้าวหน้าขึ้นเป็นลำดับ ขีดความสามารถทางด้านฮาร์ดแวร์ของระบบสูงขึ้น ไมโครคอมพิวเตอร์จึงได้รับการพัฒนาเพื่อให้ใช้งานได้ดีขึ้น โดยมีแนวทางในการพัฒนา เพื่อให้ใช้งานได้หลายคนพร้อมกัน (multiuser) รูปแบบของการพัฒนาเป็นไปในแนวทางสองแนวทางคือระบบโปรแกรมจัดระบบงานที่จะให้ใช้งานร่วมกันหลาย ๆ คน และระบบเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจัดระบบงานที่ทำงานในระบบให้ผู้ใช้ใช้งานได้หลายคนนี้ มีหลักการเหมือนกับระบบการแบ่งเวลาที่ใช้กันมาในอดีต ผู้ใช้อาจจะพึงพอใจได้ในกรณีเมื่อระบบยังแบ่งเวลาไม่มากนักและให้ความเร็วในการทำงานแต่ละคนพอเพียง แต่หากระบบเริ่มมีจำนวนผู้ใช้มากขึ้น ความเร็วของการทำงานจะช้าลง ทำให้ผู้ใช้เริ่มรู้สึกว่าเป็นระบบที่ทำงานได้ไม่ทันใจตามความต้องการ

การพัฒนาในอีกแนวทางหนึ่ง คือการนำเอาระบบไมโครคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องมาต่อรวมกันเป็นเครือข่าย เพื่อให้ได้ใช้งานคล้ายระบบ multi-user โดยแต่ละคนจะมีไมโครโปรเซสเซอร์ของตัวเอง ที่จะทำงานโดยอิสระได้ ระบบเครือข่ายที่ต่อเป็นระบบนี้จะครอบคลุมในพื้นที่ขนาดไม่กว้างมากนัก เราจะใช้ชื่อเรียกว่า ระบบเครือข่ายท้องถิ่น(Local Area Network)

ความหมายและคำจำกัดความของระบบเครือข่ายท้องถิ่น

ทุกวันนี้การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นไปอย่างรวดเร็ว ความต้องการของผู้ใช้ในการนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องต่อเป็นเครือข่ายก็ด้วยเหตุผลดังนี้

- ต้องการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร ซึ่งกันและกัน
- ต้องการใช้งานข้อมูลด้วยความรวดเร็ว สามารถทำการแก้ไข เปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลในที่ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง
- ต้องการแบ่งการใช้งานอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่มีราคาแพง

การเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายนี้จึงเท่ากับต้องการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ และเมื่อกำหนดพื้นที่จำกัดจึงเป็นระบบเครือข่ายท้องถิ่นนั่นเอง

การเชื่อมโยงเป็นระบบเครือข่ายท้องถิ่น จึงประกอบเป็นระบบที่แยกออกได้ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนของการสื่อสารข้อมูลในเครือข่าย ซึ่งจะมีซอฟต์แวร์ที่ควบคุมการทำงาน และระเบียบการสื่อสารโต้ตอบในเครือข่ายที่เรียกว่า โปรโตคอล

2. อุปกรณ์การสื่อสารข้อมูลในเครือข่ายซึ่งก็ประกอบด้วยอุปกรณ์หลายอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ เนตเวอร์คการ์ด รีพีทเตอร์ ฮับ และสายเคเบิลต่าง ๆ เป็นต้น

3. สภาพทั่วไปทางภูมิศาสตร์และรูปร่างของเครือข่าย ซึ่งโดยทั่วไปจะจำกัดวงพื้นที่อยู่ในอาคารเดียวกัน หรืออยู่ในอาคารใกล้เคียงกัน เช่น ในมหาวิทยาลัย ในโรงงานเดียวกัน หรือบางที่เราจะจำกัดว่า ระบบเครือข่ายท้องถิ่น ก็คือระบบเครือข่ายของส่วนตัวที่ไม่จำเป็นต้องใช้สายสัญญาณที่ให้การบริการสื่อสารเช่นองค์การโทรศัพท์ การสื่อสารแห่งประเทศไทย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทั่วไปของการสื่อสารข้อมูลของระบบเครือข่ายท้องถิ่น

- อัตราการส่งข้อมูลได้สูง 0.1 ถึง 1 Gbps
- ระยะทางการส่ง 0.1 ถึง 2 กิโลเมตร
- มีอัตราการผิดพลาดของข้อมูลต่ำ (10^{-8} ถึง 10^{-11})

บัสโทโปโลยี

โครงสร้างแบบบัส เป็นโครงสร้างที่ลากสายยาวออกไป แล้วต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ บนบัสได้หลายตัว นั่นหมายถึง เราสามารถต่ออุปกรณ์ได้มากกว่า 2 ตัวลงบนตัวกลางรับส่งสัญญาณข้อมูล โดยอุปกรณ์ทุกตัวจะต่อกับเส้นทางส่งสัญญาณร่วมกัน ข้อมูลจะได้รับการกำหนดเป็นแพคเก็ต แต่ละแพคเก็ตจะประกอบด้วยกลุ่มของข้อมูลที่จะรับส่งโดยมีส่วนบอกตำแหน่งแอดเดรสต้นทาง แอดเดรสปลายทาง แพคเก็ตนั้นจะวิ่งไปตามบัสซึ่งอุปกรณ์ทุกตัวมีโอกาสที่จะรับได้เท่าเทียมกัน แต่จะรับเฉพาะแอดเดรสปลายทางที่กำหนดมาในแพคเก็ตที่ตรงกับแอดเดรสของผู้รับเท่านั้น

ในการรับส่งสัญญาณในตัวกลางนี้ เรามีเทคนิคอยู่ 2 รูปแบบ คือ เบสแบนด์ และบอร์ดแบนด์ เบสแบนด์เป็นการส่งข้อมูลแบบดิจิตอล ซึ่งสามารถส่งได้ทั้งในตัวกลางแบบสายคู่บิดเกลียว หรือสายโคแอกเชียล ส่วนบอร์ดแบนด์ใช้สัญญาณอะนาลอก ซึ่งเป็นสัญญาณที่มีความถี่ในย่านความถี่วิทยุ ความแตกต่างของเบสแบนด์ และบอร์ดแบนด์แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

เทคนิคของการส่งสัญญาณในบัส

เบสแบนด์	*บรอดแบนด์*
1. สัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณดิจิตอล	1. สัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณอะนาลอก
2. สัญญาณที่ส่งมีแถบความกว้างเต็มที่จึงไม่ใช้ FDM	2. ส่งแบบ FDM ได้ จึงส่งข้อมูลได้หลายช่อง
3. สัญญาณส่งในสองทิศทาง	3 .สัญญาณที่ส่งทิศทางเดียว
4. ใช้โทโปโลยีแบบบัส	4. บัสโทโปโลยี
5. ระยะทางที่ใช้เพียง 2-3 กิโลเมตร	5. ระยะทางไกลได้ถึง 10 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งแบบบัสนี้มีปัญหาที่น่าสนใจอยู่สองประการ ประการแรกคือเมื่อมีอุปกรณ์ต่อบนบัส การส่งสัญญาณไปบนบัส จึงต้องให้อุปกรณ์คอยตรวจสอบดูบัสว่า ข้อมูลที่ส่งมาใช่ของตนเองหรือไม่ กรรมวิธีการรับข้อมูลก็ดี กรรมวิธีการส่งข้อมูลก็ดี การชนกันของข้อมูลก็ดี เป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณา เพื่อให้การรับส่งข้อมูลเป็นไปด้วยประสิทธิภาพและความถูกต้อง ปัญหาข้อที่สองคือ สัญญาณข้อมูลที่ออกจากตัวส่ง เมื่อวิ่งไปบนบัสจะได้รับการบั่นทอน ทำให้ขนาดของสัญญาณลดลง และสัญญาณรบกวนที่เข้ามาทำให้เกิดอุปสรรคข้อผิดพลาด ระบบนี้จึงต้องมีการจัดการเรื่องสัญญาณให้มีขนาดพอเหมาะที่จะรับส่งข้อมูลได้โดยไม่ผิดพลาด

ในหัวข้อที่แล้วได้กล่าวถึงสถาปัตยกรรมของ LAN มาแล้ว แต่การสื่อสารข้อมูลของ LAN จะประสบผลสำเร็จต้องใช้หลักการควบคุมการสื่อสารและวิธีการสื่อสารข้อมูลอย่างมีหลักการ และในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงโปรโตคอลที่ใช้กับ LAN โดยอ้างอิงกับมาตรฐาน IEEE 802 การอ้างอิงกับมาตรฐานนี้ก็เพราะเป็นมาตรฐานที่กำลังได้รับการกำหนดขึ้นมา และได้รับการยอมรับในหลายวงการทั้ง ISO และ ANSI และเป็นมาตรฐานที่บริษัทผู้สร้าง LAN ในปัจจุบันยอมรับและมีผลงานตามมาตรฐานนี้เป็นจำนวนมาก เช่น อีเทอร์เนต เป็นต้น

โปรโตคอลของ LAN

จากรูปแบบของการสื่อสารข้อมูล ตามการกำหนดโดย ISO ได้แบ่งระดับการสื่อสารข้อมูลออกเป็น 7 ระดับ การสื่อสารในระดับต่าง ๆ จะอาศัยการควบคุมเพื่อว่าให้ระบบการทำงานนั้นเป็นไปอย่างถูกต้องมีมาตรฐาน โดยการสื่อสารข้อมูลแบบแพคเก็ตจะเกี่ยวพันกับ 3 ระดับล่าง ซึ่งได้แก่

1. ระดับฟิสิคัล (Physical layer) เป็นระดับที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูลเป็นบิต ซึ่งเกี่ยวข้องกับระดับแรงดันไฟฟ้า ช่วงความถี่ คาบเวลา โดยเกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณสมบัติทางไฟฟ้าและทางกลของอุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อที่ทำให้เกิดการสื่อสารได้

2. ระดับดาต้าลิงค์ (Data link layer) เป็นระดับที่ทำการแปลงการรับส่งข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนให้แน่นอนขึ้น โดยการจัดรูปแบบข้อมูลเป็นบล็อก เป็นเฟรม (frame) พร้อมทั้งมีการตรวจสอบข้อผิดพลาดเช่น CRC เป็นต้นเพื่อจะรับรู้ว่าข้อมูลที่ได้รับมานั้นถูกต้องหรือไม่

3. ระดับเนตเวอร์ค (Network layer) ทำการหาเส้นทางในการส่งข้อมูลเข้าไปในเครือข่าย โดยอาจจะต้องใช้อุปกรณ์การเชื่อมต่อเช่น เร้าเตอร์ เป็นต้น

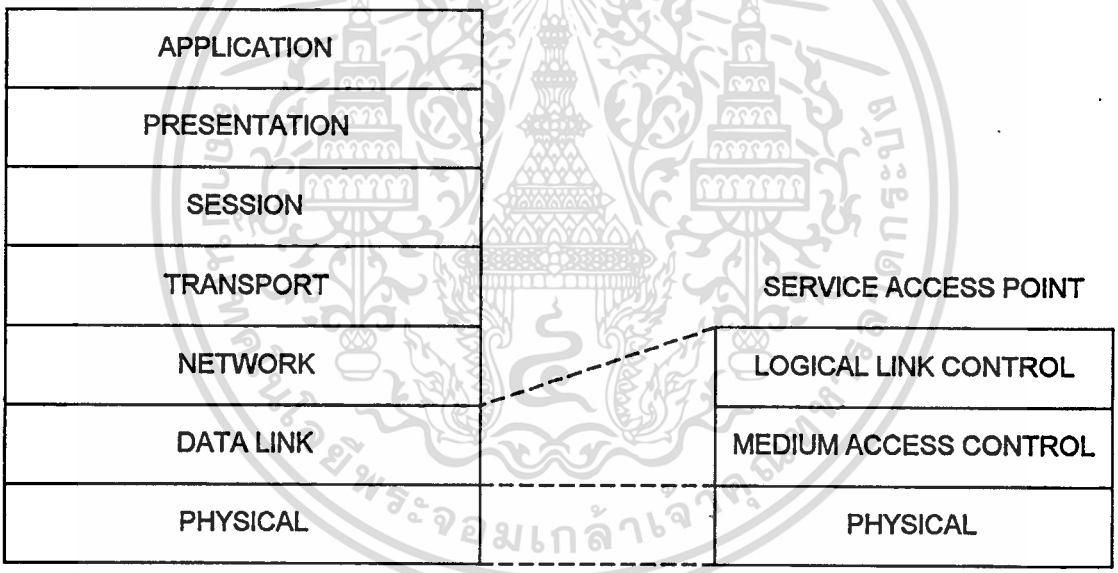
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LAN นี้จะอยู่ในทุกระดับของ OSI โมเดล ตั้งแต่ระดับฟิสิคัลจนถึงระดับแอพพลิเคชั่น แต่ลักษณะเฉพาะตัวที่สำคัญคือข้อมูลที่ส่งออกไปจะได้รับการกำหนดเป็นเฟรมมีแอดเดรสที่แน่นอน นอกจากนั้นยังสามารถหาเส้นทางในการส่ง(routing) ขึ้นอยู่กับโปรโตคอลที่ใช้ในการส่ง เช่น TCP/IP,IPX/SPX,NETBEUI เป็นต้น

ดังนั้นอีเทอร์เนตซึ่งจัดอยู่ในระดับฟิสิคัลและระดับดาต้าลิงค์ จึงมีความสำคัญตามหน้าที่ที่ได้กล่าวแล้วดังข้างต้น จึงได้ทำการจำลองการทำงานของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตเพื่อให้เห็นถึง อัลกอริทึมที่ใช้ในการทำงานและพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

แผนภูมิที่ 1

แสดงโปรโตคอลเปรียบเทียบกับ OSI



จากข้อกำหนดของ IEEE 802 ได้จัดแบ่งระดับของ LAN ขึ้นใหม่เป็นการแยกระดับออกดังภาพที่ 1

การจัดระดับของ IEEE 802 แบ่งเป็น 3 ระดับ ซึ่งเทียบได้กับ OSI สองระดับโดยส่วนบนของระดับที่กำหนด คือ

1. Logical Link Control(LLC) ซึ่งอยู่ในชั้น Data Link Layer มีหน้าที่สำคัญดังนี้
   - มีจุดเชื่อมต่อที่เรียกว่า SAP (Service Access Point) เพื่อให้เชื่อมต่อกับระดับที่อยู่ข้างเคียงได้
   - ในการส่งข้อมูล จะจัดข้อมูลเป็นเฟรม มีการกำหนดแอดเดรสต้นทางและปลายทาง และฟิลด์ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง(CRC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการรับข้อมูล จะตรวจสอบแอดเดรส ถ้าเป็นแอดเดรสของผู้รับจะแยกข้อมูลออกจากเฟรมและตรวจความถูกต้องของเฟรมที่ส่ง

2. Medium Access Control(MAC) ซึ่งอยู่ในระดับล่างถัดลงมา แต่เมื่อเทียบกับ OSI โมเดล ก็ยังอยู่ในระดับดาต้าลิงค์นั้น จะทำงานในหน้าที่ต่อไปนี้

- เป็นการจัดการสำหรับการเข้าถึงข้อมูลที่มาจากต้นทางหลายแห่ง และไปยังปลายทางได้หลายที่ (CSMA/CD)

3. Physical Layer มีหน้าที่

- เข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณ
- ทำหน้าที่ชิงโครไนซ์ สร้างสัญญาณ
- ทำการรับและส่งบิตข้อมูล

โปรโตคอล Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection(CSMA/CD)

เทคนิคที่ใช้ในกรณีของ CSMA/CD เป็นเทคนิคที่ได้มีการพัฒนากันมานานแล้ว โดยใช้เทคนิคที่ชื่อว่า RANDOM ACCESS METHODS กล่าวคือเป็นการชิงการใช้บัสซึ่งเสมือนเป็นของร่วมกัน ดังนั้นอุปกรณ์ทุกอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับบัสจะต้องหาทางใช้บัสโดยให้ประสิทธิภาพและความถูกต้องของการทำงานเป็นไปด้วยดี เทคนิคที่ใช้จึงเท่ากับเป็นการแบ่งการใช้ตัวกลางรับส่งข้อมูล โดยใช้เทคนิคที่ชื่อว่า random access ซึ่งมีความหมายว่าไม่มีการกำหนดเวลาที่แน่นอน ไม่มีการจัดลำดับของสถานีต่าง ๆ ในการรับและส่งทุกสถานีสามารถรับและส่งได้อย่างสุ่มจึงเท่ากับเป็นการชิงชัยการใช้ตัวกลางในการส่งข้อมูล

เทคนิคลักษณะนี้ในตอนเริ่มแรกและเป็นที่รู้จักกันดีคือ ALOHA เป็นวิธีการส่งสัญญาณวิทยุเป็นแพคเก็ต โดยมีสถานีภาคพื้นดินหลายสถานีรวมกันเป็นเครือข่าย การรับส่งจะผ่านตัวกลางคืออากาศ ดังนั้นจะเห็นว่าโครงร่างของ ALOHA คล้ายกับระบบบัสที่มีตัวกลางเป็นอากาศที่คลื่นวิทยุจะวิ่งไปได้

การทำงานของ ALOHA มีวิธีการดังนี้ เมื่อสถานีมีเฟรมข้อมูลที่ต้องการส่ง มันจะทำการส่งทันทีและหลังจากที่ส่งแล้วมันจะรอเวลาค่าหนึ่งซึ่งเป็นค่าเวลาที่สัญญาณเดินทางไปและกลับระหว่างที่รอนี้จะตรวจสอบดูสัญญาณตอบรับจากสถานีรับถ้ามีการตอบรับก็แสดงว่าการส่งถูกต้อง แต่ถ้าไม่ได้รับคำตอบมันจะทำการส่งซ้ำไปอีกครั้งและจะทำซ้ำด้วยจำนวนครั้งค่าหนึ่ง ถ้าได้รับสัญญาณตรวจกลับมันจะเลิกแสดงว่าการรับส่งถูกต้อง ทางด้านตัวรับสัญญาณ เมื่อรับสัญญาณเป็นจะตรวจสอบสัญญาณ checksum หากถูกต้องก็จะรีบตอบทันที หากผิดพลาดมันจะไม่ตอบรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผิดพลาดอาจเกิดจากสัญญาณรบกวนหรือจากสถานีอื่นที่ส่งเข้ามาขณะเดียวกันซึ่งกรณีที่มีข้อมูลสองเฟรมเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันนี้เราเรียกว่าการชนกัน (collision) การชนกันนี้จะเกิดขึ้นมากหากเพิ่มจำนวนสถานีมากขึ้น

ในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ ALOHA ทำได้ด้วยการแบ่งเวลาของสัญญาณที่ส่งเป็นช่อง ๆ ช่องเวลา 1 ช่องจะทำการส่ง 1 เฟรมพอดี โดยมีสัญญาณนาฬิกาส่งออกมาเป็นตัวซิงโครไนซ์ สถานีส่งทุกสถานีจะต้องส่งลงในช่องเวลานี้ด้วย วิธีการแบบนี้ทำให้ประสิทธิภาพการรับส่งของระบบเพิ่มขึ้นเรียกว่า Slotted ALOHA

ALOHA และ slotted ALOHA ยังเหมาะกับการสื่อสารแบบแพคเก็ตผ่านดาวเทียมด้วย ซึ่งในกรณีนี้ช่วงเวลาหน่วงระหว่างการรับส่งเมื่อเปรียบเทียบกับเฟรมของการส่งแล้วจะเห็นว่าการใช้วิธีแบบแรนดอม แล้วตรวจสอบการชนกันจะมีประสิทธิภาพดีสู้แบบใช้ระยะทางสั้น ๆเช่นโทโปโลยีแบบบัสไม่ได้เพราะว่าถ้าหากมีช่วงเวลาหน่วงช้า จะเห็นว่าสถานีที่ส่งข้อมูลออกไปกว่าจะได้รับคำตอบต้องใช้เวลานานกว่า และการที่จะรับรู้ว่ามีการส่งเฟรมข้อมูลมาหรือไม่ต้องใช้เวลาให้สัญญาณเดินทางมาถึง ดังนั้นการส่งข้อมูลออกไป จึงมีโอกาสชนกันมากกว่ากรณีที่ระยะสั้น เมื่อสถานีหนึ่งส่งข้อมูลออก สถานีอื่น ๆ จะรับรู้ได้ทันที และเมื่อรู้แล้วก็จะไม่ส่งข้อมูลเข้ามาชน

1. โปรโตคอล Carrier Sense Multiple Access (CSMA)

CSMA เป็นเทคนิคที่เรียกว่า Carrier Sense Multiple-Access หรือที่เรียกว่าฟังก่อนพูด (LBT Listen Before Talk) การส่งข้อมูลของสถานีใด จะเริ่มต้นจากการตรวจสอบตัวกลางนำสัญญาณก่อน (Listen) ถ้าหากว่าสายนำสัญญาณกำลังมีข้อมูลส่งผ่านอยู่ สถานีก็จะฟังหรืออ่านสัญญาณข้อมูลดูอย่างเดียว แต่เมื่อไรสายว่างสถานีที่มีข้อมูลก็จะส่งการตรวจสอบครั้งใหม่ที่อาจกระทำเป็นช่วงเวลาค่าหนึ่ง หลังจากที่ตรวจสอบดูแล้วว่าสายไม่ว่าง การตรวจสอบจะกระทำด้วยอัลกอริทึมที่จะได้กล่าวต่อไปในเรื่องของ CSMA/CD หลังจากที่สถานีส่งสัญญาณข้อมูลไปแล้ว สถานีจะรอเวลาช่วงหนึ่งเพื่อรับสัญญาณตอบรับ (acknowledge) ซึ่งค่าเวลาที่รอรับสัญญาณนี้จะเป็นค่าเวลาของการเดินทางของสัญญาณไปและกลับนั่นเอง การตอบรับนี้สถานีปลายทางต้องตอบรับทันทีที่ได้รับสัญญาณข้อมูลมาอย่างถูกต้อง อัลกอริทึมสำหรับ CSMA จะเป็นอย่างไรเมื่อสถานีตรวจสอบแล้วพบว่าสายนำสัญญาณหรือตัวกลางไม่ว่างวิธีการที่ใช้กันมี 3 วิธีดังตารางที่ 2[3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2

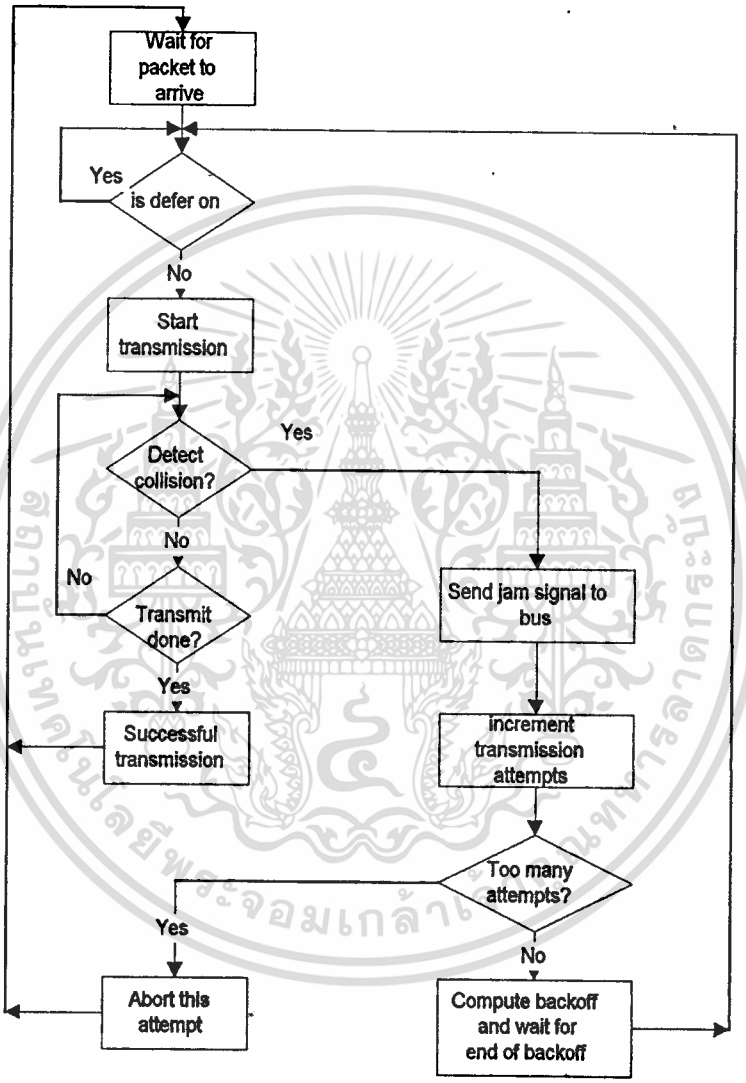
แสดงคุณลักษณะของ CSMA/CD แบบต่าง ๆ

CSMA/CD protocol	*Characteristics*
nonpersistent	1. หากตัวกลางว่างจะส่งสัญญาณข้อมูล 2. ถ้าตัวกลางนำสัญญาณไม่ว่าง จะให้รอด้วยช่วงเวลาค่าหนึ่งซึ่งมีค่าเป็นเลขสุ่มตามกฎความน่าจะเป็นและหลังจากนี้กลับไปทำข้อ 1
1-persistent	1. หากตัวกลางว่างจะส่งสัญญาณข้อมูล 2. ถ้าตัวกลางนำสัญญาณไม่ว่างก็จะตรวจสอบจนกระทั่งการตรวจสอบตัวกลางได้สถานะตัวกลางว่างและจะส่งสัญญาณข้อมูลทันที
p-peristent	1. หากตัวกลางว่างจะส่งสัญญาณข้อมูลด้วยความน่าจะเป็น P 2. ถ้าตัวกลางนำสัญญาณไม่ว่าง ก็จะทำการตรวจสอบตัวกลางต่อไปจนกระทั่งสถานีว่าง หลังจากนั้นจะส่งสัญญาณข้อมูลด้วยความน่าจะเป็น p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 2

แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรโตรคอล CMSA/CD



การปรับปรุง CSMA จะอธิบายข้างล่างโดยเทคนิคเรียกว่า Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection ซึ่งเทคนิคนี้เรียกว่า ฟังขณะพูด (listen while talk)

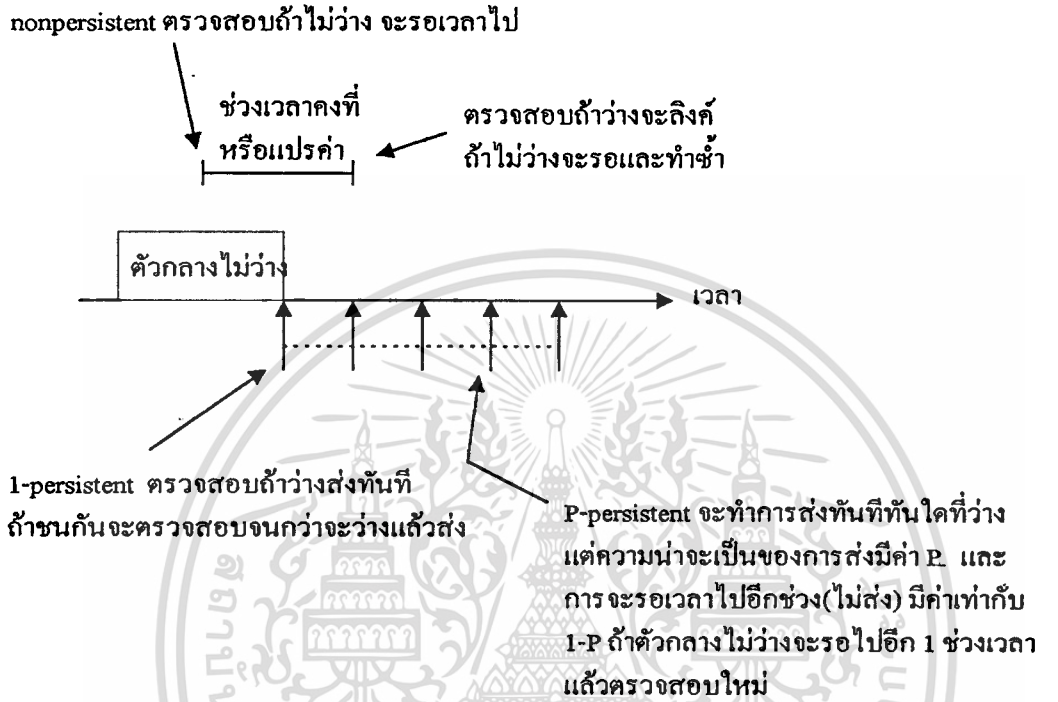
1. ให้มีการตรวจสอบการชนกันระหว่างการส่งสัญญาณข้อมูล หากตรวจพบจะส่งสัญญาณแยม (jamming) เพื่อให้ทุกสถานีรู้ว่าเกิดการชนกัน

2. หลังจากที่ส่งสัญญาณแยมแล้ว ให้รอเวลาด้วยค่าตัวเลขสุ่มค่าหนึ่งจากนั้นจึงทำการส่งสัญญาณใหม่ด้วยวิธีการของ CSMA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 3

แสดงตัวอย่างต่าง ๆ ของ CSMA/CD



จะเห็นได้ว่าระบบดังกล่าวนี้จะเป็นระบบที่ให้ประสิทธิภาพดี ถ้าหากว่าขนาดของเฟรมข้อมูลมีความยาวกว่า ช่วงเวลาการเดินทางไปและกลับของข้อมูล ทั้งนี้เพราะการเกิดการชนจะเกิดขึ้น เมื่ออย่างน้อยสองสถานีส่งสัญญาณในช่วงเวลาต่างกันน้อยกว่าช่วงเวลาของสัญญาณที่เดินทางมาถึง เช่น สถานี ก. เริ่มส่งสัญญาณที่เวลา t ขณะเวลา t นี้ สถานี ข. ยังไม่รู้ว่าสถานี ก. ส่งสัญญาณใช้เวลาเดินทางมายังสถานี ข. ด้วยเวลา E ดังนั้นหากในช่วงเวลา t ถึง t+E สถานี ข. ตรวจสอบตัวกลาง ก็จะยังคงเห็นว่างอยู่ จึงส่งข้อมูลเข้าไปผลคือเกิดการชนกัน ดังนั้นในระบบ CSMA มีประสิทธิภาพดีเพียงไรจึงขึ้นอยู่กับขนาดของเฟรมข้อมูลและช่วงเวลาหน่วง ประสิทธิภาพของระบบจะดีขึ้นถ้าหากให้ขนาดของเฟรมมากขึ้น หรือช่วงเวลาหน่วงของการเดินทางของสัญญาณสั้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 4
แสดงขั้นตอนการตรวจสอบการชนกัน

สถานี ก. ตรวจสอบการชนกันได้ก่อนการสิ้นสุดการส่งเฟรมข้อมูล

อัลกอริทึม สำหรับ CSMA จะเป็นอย่างไร เมื่อสถานีตรวจสอบแล้วพบว่าสายนำสัญญาณหรือตัวกลางไม่ว่าง วิธีการที่ใช้กันมี 3 วิธี ซึ่งได้แสดงให้เห็นภาพที่ 4

ปัญหาอยู่ที่ว่าค่า p ที่ใช้ควรจะเป็นเท่าไร เพราะถ้าให้โอกาสของการส่งมีมากก็จะเหมือนกับแบบ I - persistance (กรณี p=1) คือโอกาสส่งข้อมูล 100 เปอร์เซนต์ อย่างไรก็ดีจะเห็นว่าถ้ามีสถานีทั้งสิ้น n สถานี และทุกสถานีมีโอกาสส่ง p เมื่อตัวกลางว่าง ดังนั้นถ้า np>1 ก็หมายถึงว่ามีโอกาสชนกัน ค่า p จึงขึ้นกับ n ด้วยถ้า p มีค่าน้อย โอกาสของการรอเวลาก็จะมีค่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจสอบการชนกันได้ก่อนก็เท่ากับเป็นการลดช่วงเวลาของปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้มีเวลาในการส่งสัญญาณข้อมูลได้มากขึ้นจึงเท่ากับเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบ หากพิจารณาการทำงานของ CSMA/CD ที่ใช้กันอยู่ไม่ว่าจะเป็นระบบอีเทอร์เนตหรือแม้แต่ในมาตรฐาน IEEE 802.3 จะใช้อัลกอริทึมแบบ 1-persistent ทั้งนี้เพราะในอัลกอริทึมแบบ nonpersistent และ p-persistent ยังคงมีปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพของระบบ ในกรณีอัลกอริทึมแบบ nonpersistent จะต้องเสียเวลาช่วงหนึ่งในการตรวจสอบทำให้เกิดช่วงเวลามากขึ้นในตัวกลางนำสัญญาณและเท่ากับว่าเป็นการทำให้สถานีเกิดการรอในการส่งสัญญาณข้อมูล สำหรับอัลกริทึมแบบ p-persistent นั้นเรามักจะให้ p มีค่าต่ำ ๆ เพื่อให้การส่งข้อมูลมีการชนกันไม่มากแต่จะให้ข้อเสียโดยรวมเมื่อโหลด(Load) ของบัสน้อยลง และสำหรับ 1-persistent คืออัลกอริทึมแบบ p-persistent ที่มีค่า p เท่ากับ 1 จะพบว่าในระบบเครือข่ายค่าช่วงเวลาหน่วงจะมีค่าน้อยมากเพราะคลื่นไฟฟ้าวิ่งในตัวกลางสายนำสัญญาณได้ด้วยความเร็วเกือบเท่าแสง ดังนั้นการตรวจสอบว่าว่างแล้วส่งข้อมูลเข้าไปนั้น จะ ปรากฏว่าสายขณะนั้นว่างและเมื่อส่งแล้วสถานีอื่นจะตรวจได้ว่าสายไม่ว่างเกือบจะทันใด และหากพิจารณาว่า 2 สถานีตรวจสอบการชนกันได้แล้ว ในการส่งครั้งต่อไปก็จะชนกันอีกซึ่งในกรณีของ 1-persistent จะใช้วิธีถอยออกและกลับไปตรวจสอบสายใหม่ด้วยเวลาที่แตกต่างกัน บางสถานีตรวจสอบสายเร็ว บางสถานีตรวจสอบสายช้า ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ไม่เท่ากันเพื่อที่จะไม่เกิดการชนกันในครั้งต่อไป

การวิเคราะห์รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของโปรโตคอล CSMA/CD

การวิเคราะห์รูปแบบทางคณิตศาสตร์ของโปรโตคอล CSMA/CD ที่จะเสนอนี้เป็นของ O'Reilly [2] โดยจะเป็นการวิเคราะห์ 1- Persistent CSMA/CD ซึ่งถูกใช้โดย อีเทอร์เนต ซึ่งได้ตั้งสมมติฐานดังนี้

สมมติฐาน

1. ช่วงการส่งให้ถือว่ามีข้อผิดพลาดต่ำในการส่ง (noiseless) และมีอัตราการส่งคงที่
2. จำนวนของโหนดมีไม่จำกัด และการมาถึงของแพคเก็ตเป็นการแจกแจงแบบปัวซอง
3. Propagation Delay มีค่าเป็น τ วินาที และเป็นค่าสูงสุดระหว่าง 2 โหนด
4. J เป็น สัญญาณแยม มีค่าเป็นวินาที
5. ทุกแพคเก็ตที่ส่งมีความยาวเท่ากันและเวลาในการส่งแพคเก็ตเท่ากัน
6. S เป็นค่าทรูพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กำหนดให้

g = Total Offered Load

P = Packet time

$L = P / \tau$

$\gamma = P/\tau - 1 = L - 1$

$$W = (L+1)ge^{-(\gamma+2)g}[\gamma+2-(\gamma+1)e^{-g}] + (\gamma+2)[1-(L+1)ge^{-(L+1)g} - e^{-g} + Lge^{-(L+2)g}] + e^{-(\gamma+2)g} - (L-\gamma-1)ge^{-(L+\gamma+3)g}$$

$$S = Lge^{-(\gamma+2)g}[\gamma+2-(\gamma+1)e^{-g}]/ W \qquad (2.1)$$

จาก Analytical Model ของ CSMA/CD จะใช้ในการเปรียบเทียบกับ Simulation Model ในบทที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28848

บทที่ 3

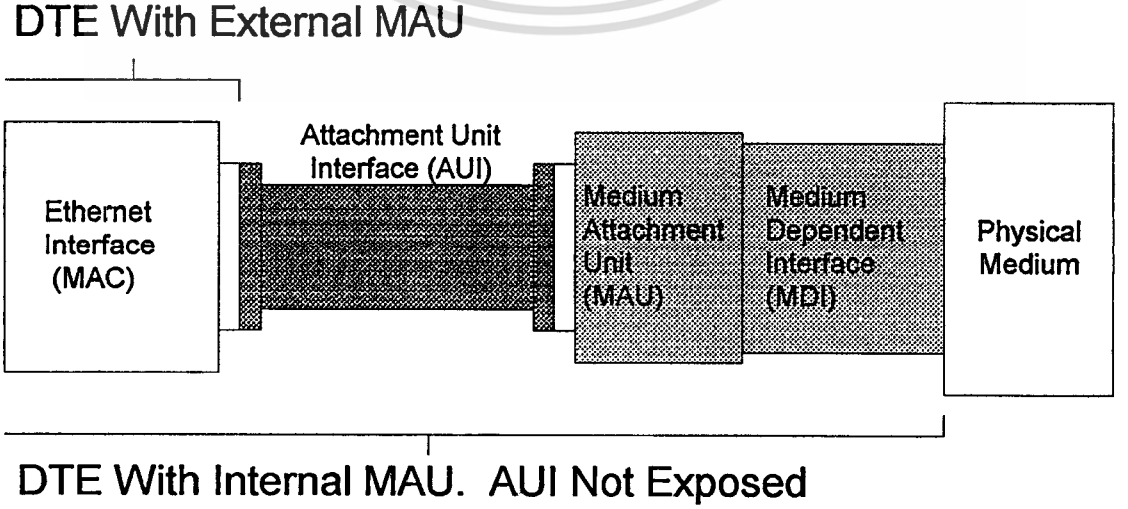
ระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต

ระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตได้ถูกสร้างขึ้นที่ศูนย์วิจัยของซีรอกซ์ (Xerox) โดยความร่วมมือของ 3 บริษัทคือดิจิตอล (Digital) ซีรอกซ์และอินเทล (Intel) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยจะแสดงอยู่ในข้อกำหนดของอีเทอร์เนต (Ethernet Specification v2.0)[6] นอกจากนั้นอีเทอร์เนตได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ANSI/IEEE 802.3 มาตรฐานของระบบเครือข่ายท้องถิ่นนี้จะประกอบด้วย 4 ตัวกลางที่ใช้ในระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตนั่นคือ 10BASE5,10BASE2,10BASE-T,10BASE-FL การเลือกใช้ตัวกลางแต่ละตัวขึ้นอยู่กับระยะทาง การติดตั้ง และค่าใช้จ่าย เป็นต้น

ส่วนประกอบของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต

ก่อนที่จะศึกษาเกี่ยวกับสื่อ(Medium)ต่างๆของอีเทอร์เนต จะทำการศึกษากันก่อนว่า IEEE 802.3 กำหนดส่วนประกอบที่ใช้ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับสื่อนั้น

แผนภูมิที่ 5
แสดงบล๊อคไดอะแกรมของการเชื่อมต่อเครือข่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแผนภูมิที่ 5 แสดงมาตรฐานของ IEEE เพื่ออธิบายส่วนที่ติดต่อกับระบบอีเทอร์เนต เริ่มต้นทางขวามือของรูปจะเป็นตัวกลางทางฟิสิคัล(Physical Medium)ซึ่งใช้ในการนำสัญญาณข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างเช่น สายโคแอกเชียล สายคู่บิดเกลียว สายไฟเบอร์ออปติก เป็นต้น ถัดมาจะเป็น Medium Dependent Interface(MDI) จะใช้เพื่อสร้างสัญญาณไฟฟ้าส่งไปให้สื่อ ในกรณีของสายโคแอกเชียลแบบหนาจะใช้ MDI ชนิด Clamp ซึ่งจะต่อโดยตรงบนสายโคแอกเชียล สำหรับสายคู่พันเกลียวนั้น MDI ที่ใช้คือ RJ-45 ซึ่งจะมีสายสัญญาณ 2 คู่ คู่หนึ่งมีไว้สำหรับส่งอีกคู่หนึ่งมีไว้สำหรับรับ อุปกรณ์ต่อไปจะเรียกว่า Medium Attachment Unit(MAU) อุปกรณ์นี้จะเรียกว่าทรานซีฟเวอร์ซึ่งมีหน้าที่คือจะจัดการเกี่ยวกับการรับและส่งสัญญาณบนสื่อต่าง ๆ โดยที่ MDIจะเป็นส่วนของ MAU ซึ่งจะติดต่อโดยตรงกับตัวกลางฟิสิคัล ถัดจาก MAU คือ Attachment Unit Interface(AUI) จะมีหน้าที่คือจัดหาเส้นทางและนำสัญญาณข้อมูลและสัญญาณไฟฟ้าระหว่างการ์ดอีเทอร์เนตและMAU โดยที่ AUI จะต่อกับการ์ดในคอมพิวเตอร์ด้วยคอนเนคเตอร์ขนาด 15 ขา

MAU และ MDI ได้ถูกออกแบบมาอย่างเฉพาะสำหรับแต่ละสื่อที่ใช้ในอีเทอร์เนตซึ่ง MAU ของสายโคแอกเชียลจะต่างจาก MAU ของสายคู่พันเกลียว แต่ทั้งคู่จะใช้สำหรับส่งสัญญาณข้อมูลและตรวจสอบการชนกัน

สังเกตจากแผนภูมิที่ 5 จะเห็นว่ามี DTE Configuration 2 ชนิดคือ MAU ที่อยู่ภายนอกและ MAU ที่อยู่ภายใน โดยที่ DTE ที่อยู่ภายนอกจะประกอบด้วยการ์ดอีเทอร์เนต และ AUI,MAU ซึ่งทั้งคู่จะอยู่ข้างนอก DTE ตัวอย่างเช่น 10BASE5 เป็นต้น นอกจากนั้นยังมี MAU และ AUI ที่จะเป็นส่วนหนึ่งของการ์ดอีเทอร์เนตภายใน DTE เพียงแต่อุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อโดยตรงกับสื่อนี้ เป็นชนิดการต่อด้วยสายโคแอกเชียลแบบบางและสายคู่พันเกลียว ในกรณีนี้ AUI จะเป็นกลุ่มของสายบนการ์ดเพื่อเชื่อมโยงอีเทอร์เนตชิฟเข้าด้วยกัน

คุณลักษณะของอีเทอร์เนต(Characteristic of Ethernet)

ระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตจะทำการติดต่อสื่อสารอย่างง่ายสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลความเร็วสูงระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ดิจิตอลอื่นๆ ในตารางที่3-1 จะแสดงรายละเอียดอย่างคร่าว ๆของมาตรฐานของอีเทอร์เนต โดยที่ทุก ๆ ประเภทของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตที่แสดงในตารางจะเป็นรายละเอียดของระบบเครือข่าย 1 เซกเมนต์ และในภาพที่ 6 7 8 และ9 จะแสดงการเชื่อมต่อของระบบอีเทอร์เนต 10BASE-5 10BASE-2 10BASE-T 10BASE-FL ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

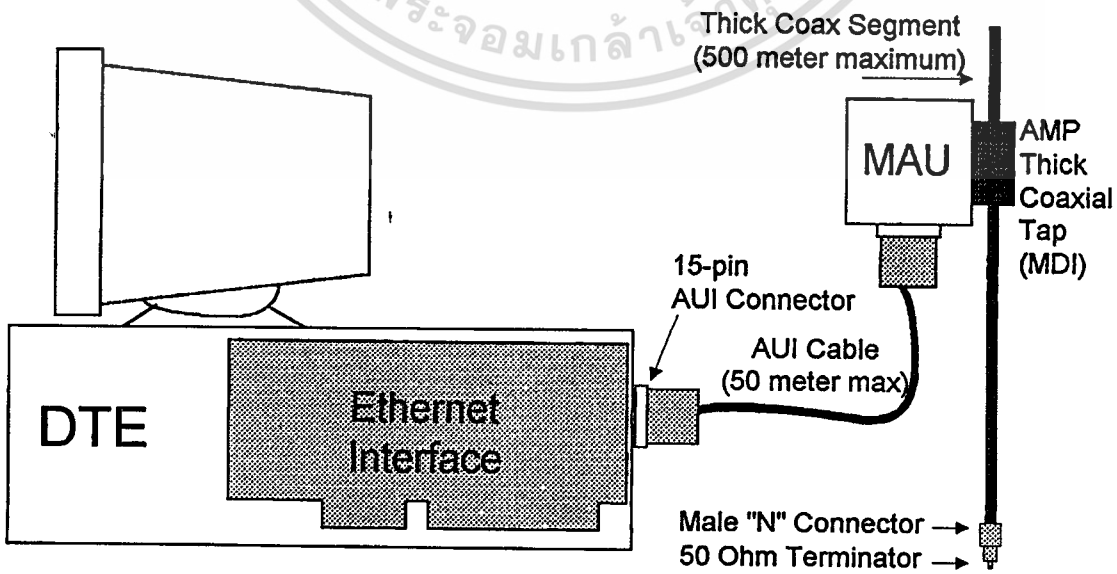
ตารางที่ 3

แสดงรายละเอียดของอีเทอร์เนตในโมเดลต่าง ๆ

	10BASE-5	*10BASE-2*	*10BASE-T*	*10BASE-FL*
อัตราการส่งข้อมูล (ล้านบิตต่อวินาที)	10	10	10	10
ตัวกลาง	สายโคแอกเชียลแบบหนา	สายโคแอกเชียลแบบบาง	สายคู่บิดเกลียว	สายไฟเบอร์ออปติก
โปรโตคอลในการเข้าถึงข้อมูล	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD
จำนวนโหนดสูงสุดในแต่ละเซกเมนต์	100	30	Up to hub port	Up to hub port
ระยะทางสูงสุดใน 1 เซกเมนต์	500 m	185 m	100 m	2 km
การส่งสัญญาณ	เบสแบนด์	เบสแบนด์	เบสแบนด์	เบสแบนด์
โทโปโลยี	BUS	BUS	STAR	STAR

ภาพที่ 6

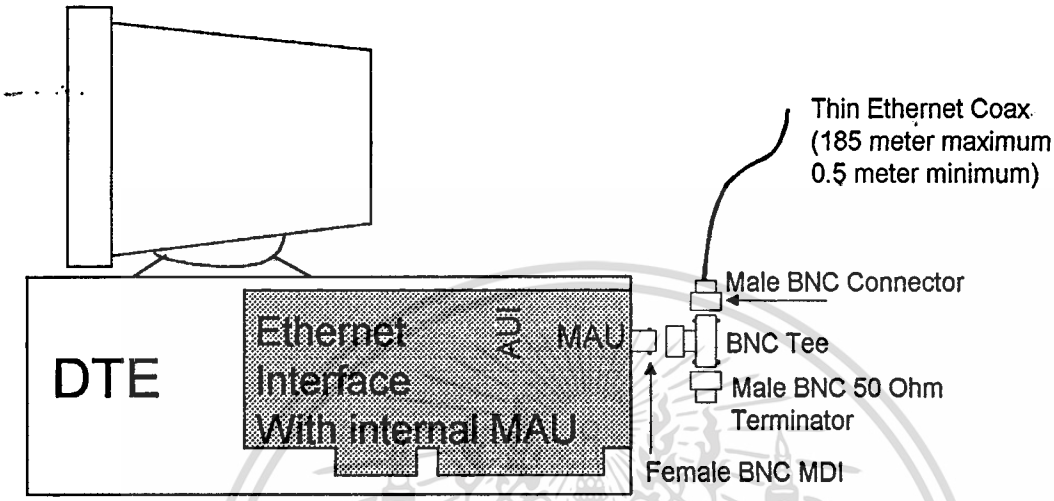
แสดงถึงการเชื่อมต่อของ Thick Ethernet



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

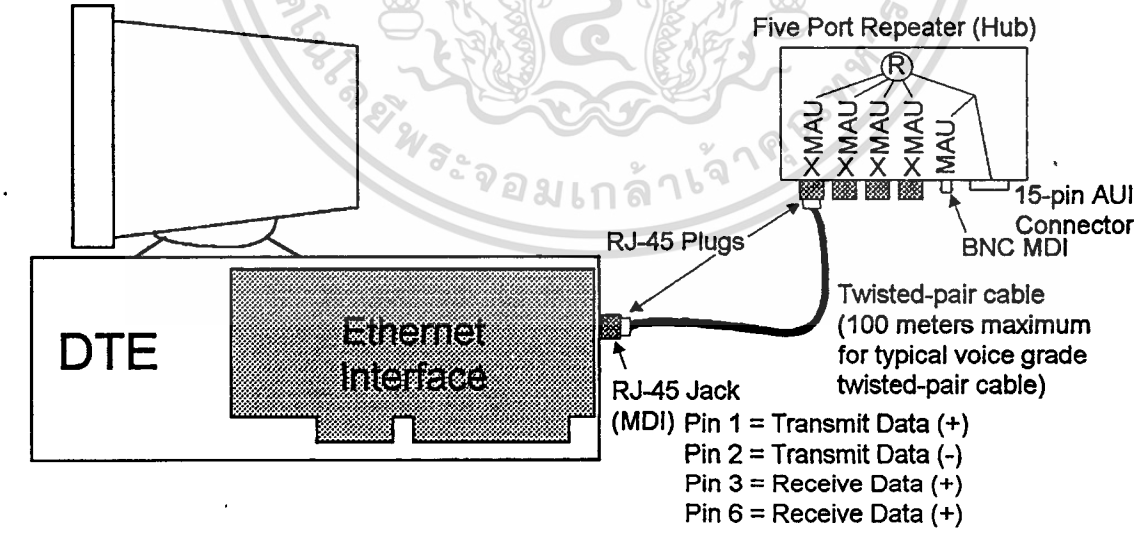
ภาพที่ 7

แสดงถึงการเชื่อมต่อของ Thin Ethernet



ภาพที่ 8

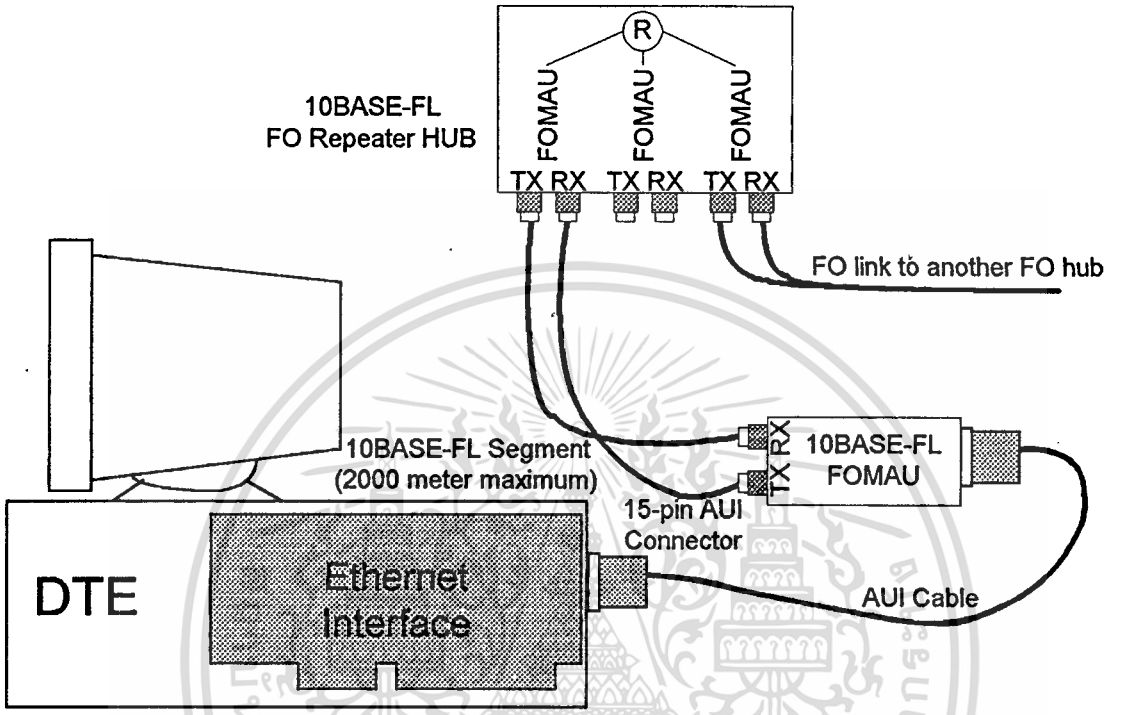
แสดงถึงการเชื่อมต่อของ Twisted-pair Ethernet



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9

แสดงถึงการเชื่อมต่อของ 10BASE-FL



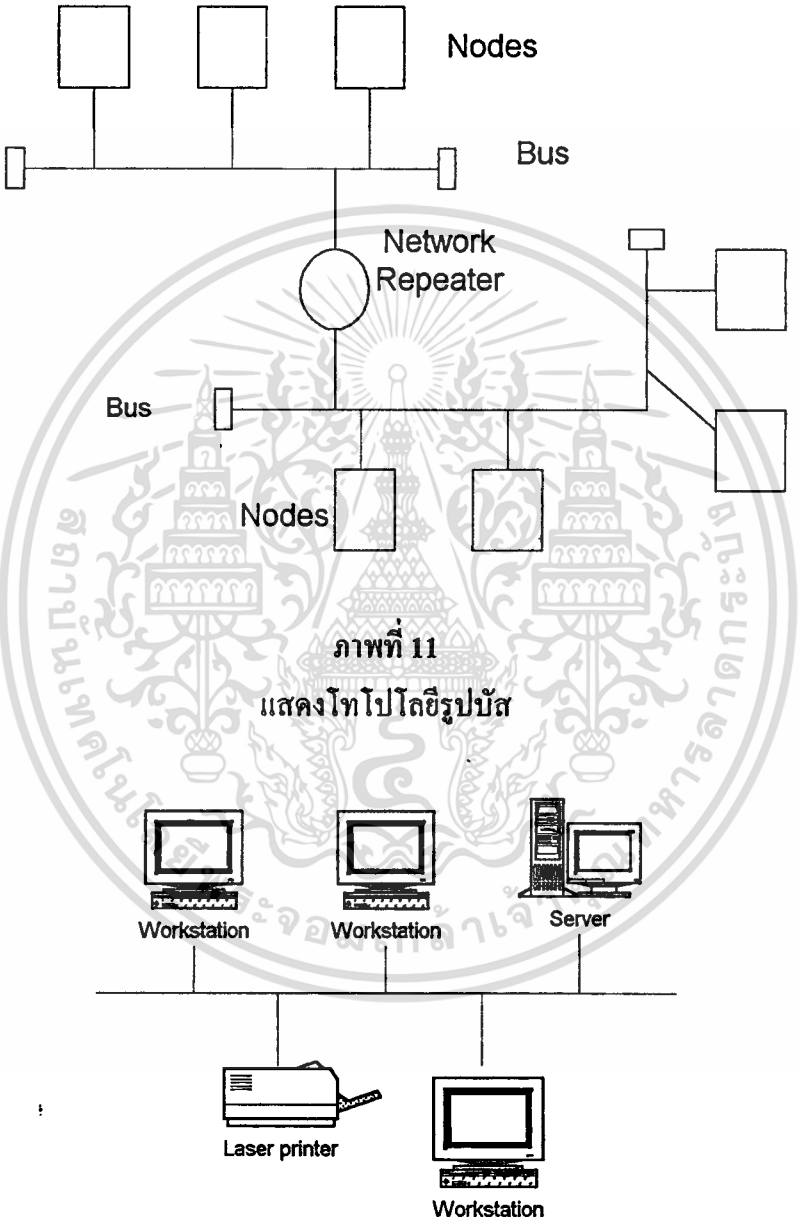
1. ระยะห่าง (Range)

ระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตซึ่งจะใช้เพื่อแบ่งปันทรัพยากรได้ถูกจำกัดระยะทางโดยจะอยู่ระหว่าง 0.1 - 2.0 กม. โดยที่อาจจะบอกได้ว่าอีเทอร์เนตได้ถูกนำมาเชื่อมต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ เช่น เครื่องพิมพ์ เป็นต้น ในระยะสั้น ๆ เมื่อเทียบกับ WAN(Wide Area Network) ซึ่งใช้เพื่อเชื่อมต่อในระยะทางมากกว่า 10 กม. ใน รายละเอียดของอีเทอร์เนตได้ระบุว่าอัตราการส่งข้อมูลคือ 10 Mbps และระยะทางสูงสุดใน 1 เซกเมนต์จะเป็นไปตามตารางที่ 3 ซึ่งเพียงพอต่อการสนับสนุนงานต่างๆเช่น Video Conferencing CAD/CAM Database Application และ Office Automation เป็นต้น อย่างไรก็ตามในกรณีที่ต้องการขยายความยาวของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตสามารถทำได้โดยใช้รีพีทเตอร์(Repeater) โดยการทวนสัญญาณซึ่งสัญญาณจะเพี้ยนถ้าระยะทางไกลเกินไป ซึ่งค่าสูงสุดของสถานี คือ 1024 ตามทฤษฎี (Ethernet Specification v2.0)[6] ภาพที่ 10 จะแสดงตัวอย่างในการเชื่อมต่อจากเครือข่ายไปอีกเครือข่ายหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10

แสดงตัวอย่างระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต



ภาพที่ 11

แสดงโทโปโลยีรูปบัส

2. โทโปโลยี (Topology)

โทโปโลยีของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตคือบัสนั่นคือจะไม่มีการจัดลำดับของสถานีต่าง ๆ ทุกสถานีสามารถรับส่งแพคเก็ตได้อย่างสุ่ม โดยที่ลักษณะการส่งของแพคเก็ตในระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต เป็นแบบการแผ่กระจาย (Broadcast) ซึ่งหมายถึงสถานีที่ส่งจะส่งแพคเก็ตออกไปแผ่กระจายในเครือข่าย ทุกๆสถานีที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันสามารถจะรับแพคเก็ตนั้นขึ้นมาตรวจดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าเป็นแพคเก็ตที่ส่งมายังตัวมันเองหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะรับแพคเก็ตนั้นแต่ถ้าไม่ใช่ก็จะปล่อยแพคเก็ตนั้นไป ในภาพที่ 11 จะแสดงโทโปโลยีรูปบัส

3. ตัวกลาง (Media)

ปัจจุบันตัวกลางในการส่งข้อมูลของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตมีหลายประเภทเช่น

- สายโคแอกเชียลแบบบาง (Thin Coaxial Cable) สำหรับ 10BASE2
- สายโคแอกเชียลแบบหนา (Thick Coaxial Cable) สำหรับ 10BASE5
- สายคู่บิดเกลียว(Twisted pair) สำหรับ 10BASET
- สายไฟเบอร์ออฟติค(Fiber Optic) สำหรับ 10BASE-FL

ซึ่งการเลือกใช้ตัวกลางแต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับระยะทางและความเหมาะสมทางกายภาพของสถานที่รวมทั้งจำนวนโหนดในเครือข่ายอีเทอร์เนต

4. โปรโตคอลในการเข้าถึงข้อมูล

กลยุทธ์ของ Media Access Control(MAC)ที่ใช้ในระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตสำหรับการรับและส่งแพคเก็ตข้อมูลคือ Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) โดยที่ CSMA/CD เป็นเทคนิคซึ่งการรับและส่งทุกสถานีสามารถรับและส่งได้อย่างสุ่มและทุก ๆ สถานีมีความสำคัญ (Priority) ที่สามารถใช้สายส่งข้อมูลเท่ากัน

5. สัญญาณ (Signalling)

ในภาพที่ 12 จะเป็นเทคนิคการส่งสัญญาณที่เรียกว่าเบสแบนด์(Baseband) ซึ่งใช้สำหรับส่งสัญญาณดิจิตอลในระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต แต่ในความหมายที่แท้จริงของเบสแบนด์นั้นคือการส่งสัญญาณข้อมูลเดิมแท้จริงโดยไม่มีการมอดูเลต ดังนั้นเมื่อมาใช้กับ LAN จึงกำหนดว่าสัญญาณที่ไม่มีการมอดูเลตก็คือสัญญาณข้อมูลดิจิตอลที่ส่งนั่นเอง รูปแบบของสัญญาณดิจิตอลก็คือการกำหนดให้แรงดันที่ป้อนออกมาเป็นสัญญาณแรงดันสองระดับในรูปแบบพัลส์ และเมื่อสัญญาณที่ส่งเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งจำเป็นต้องใช้แถบความถี่กว้างมาก ดังนั้นจึงไม่สามารถนำเอาหลักการของการแบ่งช่วงความถี่มาใช้ได้(FDM) การส่งสัญญาณจึงเป็นในลักษณะสองทิศทางคือตลอดเส้นทางจะมีแรงดันเดียวกันตามที่ส่งนั่นเอง

สืบเนื่องจากสัญญาณมีแถบความกว้างมาก และเป็นสัญญาณพัลส์ ดังนั้นการส่งสัญญาณไปในสายจึงมีปัญหามาก การส่งสัญญาณจึงยากที่จะกระจายไปตามกิ่งก้านของโทโปโลยีแบบทรี ทั้งนี้เพราะจะต้องผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อบางอย่างเช่นรีพีทเตอร์ เป็นต้น ดังนั้นเบสแบนด์จึงเหมาะ

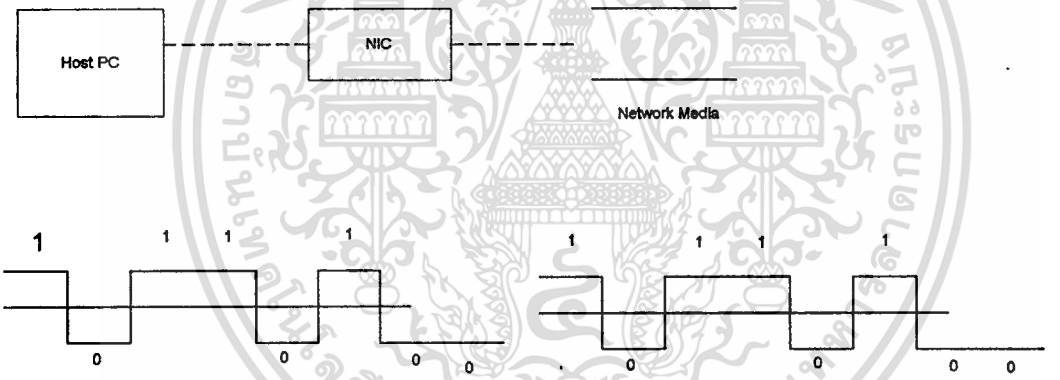
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับโทโปโลยีแบบบัส และสายส่งมักมีความยาวไม่มากนัก การที่ส่งได้ระยะไม่มากนักนี้ขึ้นอยู่กับแถบความกว้างทางความถี่ของสายที่มีผลในการบั่นทอนสัญญาณที่ความถี่สูงได้มากกว่าจึงทำให้ระยะทางขึ้นอยู่กับอัตราการส่งข้อมูลด้วย

โดยใช้เทคนิคนี้สัญญาณดิจิตอลซึ่งออกมาจากอีเทอร์เนตอะแดปเตอร์จะถูกผ่านไปยังตัวกลางโดยตรง โดยที่สัญญาณบนสายโคแอกเชียลสามารถเดินทางด้วยอัตรา 1-10 ล้านบิตต่อวินาที ลักษณะการติดต่อสื่อสารในระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตจะเป็นแบบ Half Duplex นั่นคือจะมีเพียง 1 แพคเก็ตเท่านั้นที่อยู่บนเครือข่ายในช่วงเวลาหนึ่ง และทุก ๆ สถานีบนเครือข่ายจะรับหรือส่งแพคเก็ตได้แต่จะไม่ทำทั้งสองกรณีในเวลาเดียวกัน

ภาพที่ 12

แสดงถึงสัญญาณแบบเบสแบนด์(Baseband Signalling)



6. รูปแบบของแพคเก็ต (Packet Format)

ประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตจะขึ้นอยู่กับขนาดของแพคเก็ต ประสิทธิภาพของระบบจะสูง เมื่อขนาดของแพคเก็ตมีขนาดใหญ่ แต่จะทำให้มีเวลาตอบสนอง (Response Time) ค่อนข้างสูง แต่ถ้าขนาดของแพคเก็ตมีขนาดเล็กลง ประสิทธิภาพของอีเทอร์เนตจะลดลง แต่เวลาตอบสนองจะดีขึ้น ดังนั้นเพื่อให้เหมาะสมระหว่างค่าตัวทรูพุท และเวลาตอบสนองของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต ดังนั้นอีเทอร์เนตจึงได้กำหนดค่าสูงสุดของความยาวของแพคเก็ต คือ 1518 ไบท์ และค่าต่ำสุดของความยาวของแพคเก็ตคือ 64 ไบท์ ดังภาพที่ 13

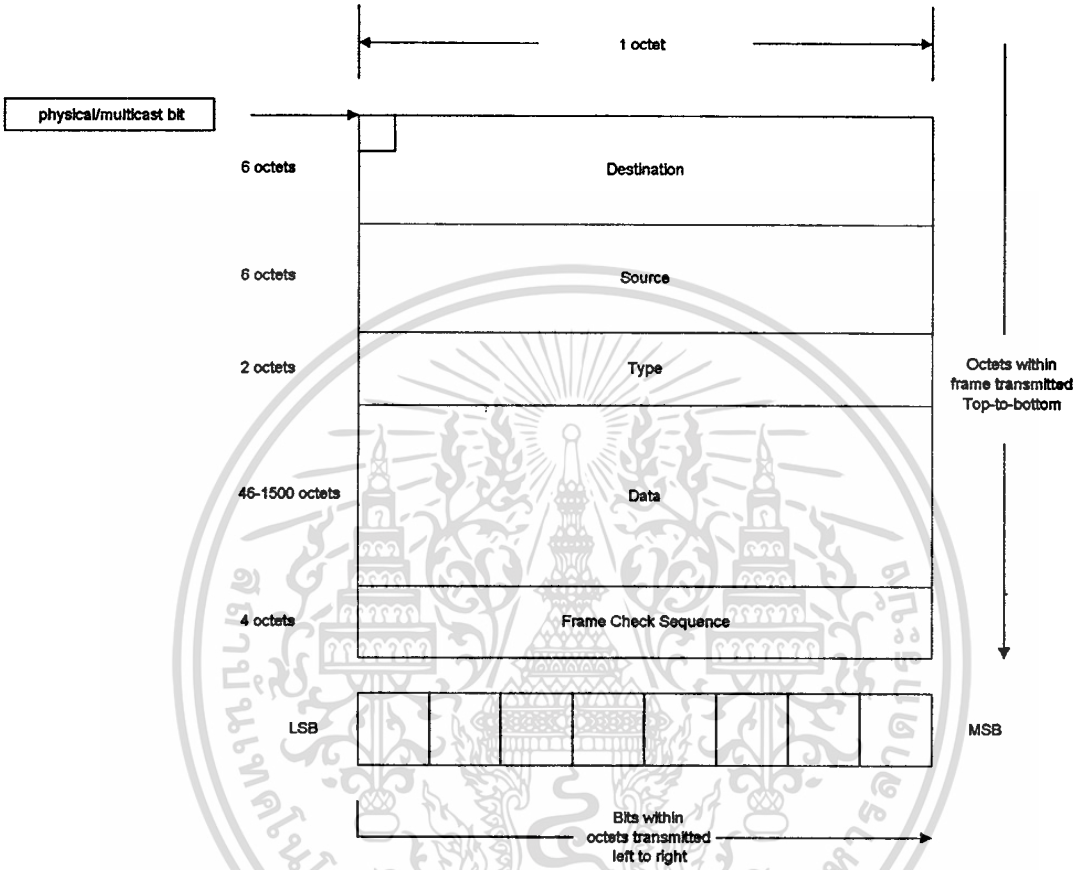
ขนาดของแพคเก็ตน้อยที่สุด = 64 ไบท์ (14 ไบท์ header + 46 ไบท์ data + 4 ไบท์ CRC)

ขนาดของแพคเก็ตมากที่สุด = 1518 ไบท์ (14 ไบท์ header + 1500 ไบท์ data + 4 ไบท์ CRC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 13

แสดงรูปแบบของแพคเก็ตที่ใช้ในระบบอีเทอร์เนต



ในระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนต ข้อมูลจะถูกส่งในรูปแบบโครงสร้างของแพคเก็ต โดยที่โครงสร้างของแพคเก็ตจะต้องการข้อมูลที่เหมาะสม เช่น ที่อยู่ต้นทางและปลายทาง และมีความถูกต้องเพื่อที่จะส่งและรับแพคเก็ต แต่ละฟิลด์ของแพคเก็ตจะถูกอธิบายไว้ข้างล่างนี้

1. ***Destination Address*** (6 octet) เป็นที่อยู่ของโหนดปลายทาง เช่น 00-00-00-00-41-90 เป็นต้น

2. ***Source Address*** (6 octet): เป็นที่อยู่ของโหนดต้นทางที่ส่ง เช่น 00-00-00-00-39-3B เป็นต้น

3. ***Type*** (2 octet): ฟิลด์นี้จะประกอบขึ้นไว้สำหรับโปรโตคอลระดับสูงๆ เพื่อที่จะบอกว่ามาจากโปรโตคอลอะไร เช่น 08-00 จะหมายถึง Novell Netware เป็นต้น

4. ***Data*** (46-1500 octet): ฟิลด์ของข้อมูลจะบรรจุ octets ที่เรียงๆกันไปซึ่งก็คือข้อมูลที่ทำการส่งไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ***Frame Check Sequence*** (4 octet): ฟิลด์ FCS นี้จะประกอบด้วยค่า CRC ซึ่งเป็นตัวที่จะคอยตรวจสอบข้อผิดพลาดในการรับ-ส่งข้อมูล

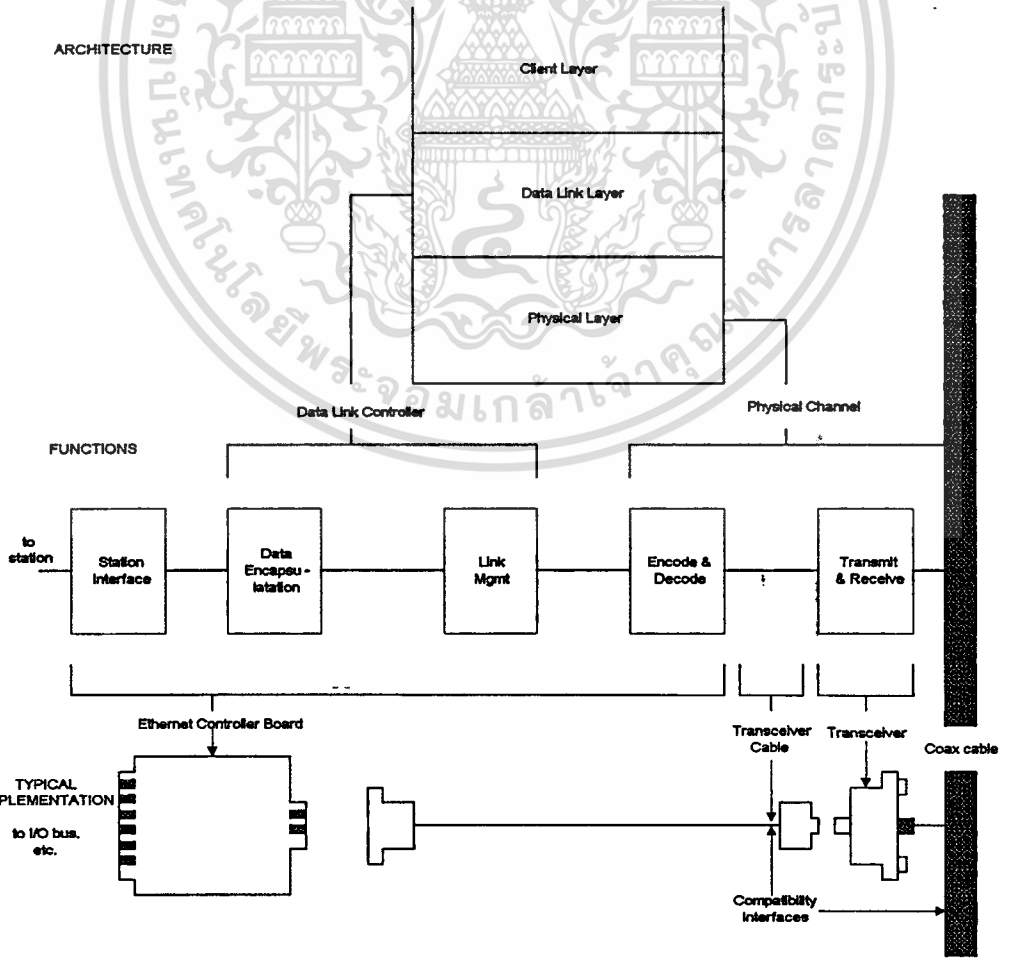
สถาปัตยกรรมของอีเทอร์เนต

สถาปัตยกรรมของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ(layer) นั่นคือ

1. ระดับควบคุมการเข้าถึงตัวกลาง (MAC) เป็น ระดับย่อยของดาต้าลิงค์ (Data link layer)
2. ระดับฟิสิคัลเลเยอร์ (Physical layer) ตาม OSI โมเดล
3. ระดับไคลเอ้นซ์เลเยอร์(Client layer)หมายถึงระดับที่อยู่สูงกว่าระดับดาต้าลิงค์ ดังแสดงในภาพที่14

ภาพที่ 14

แสดงสถาปัตยกรรมของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. **ฟิสิคัลเลเยอร์ (Physical Layer)**

   ฟิสิคัลเลเยอร์มี 4 หน้าที่หลักดังภาพที่ 16 คือ

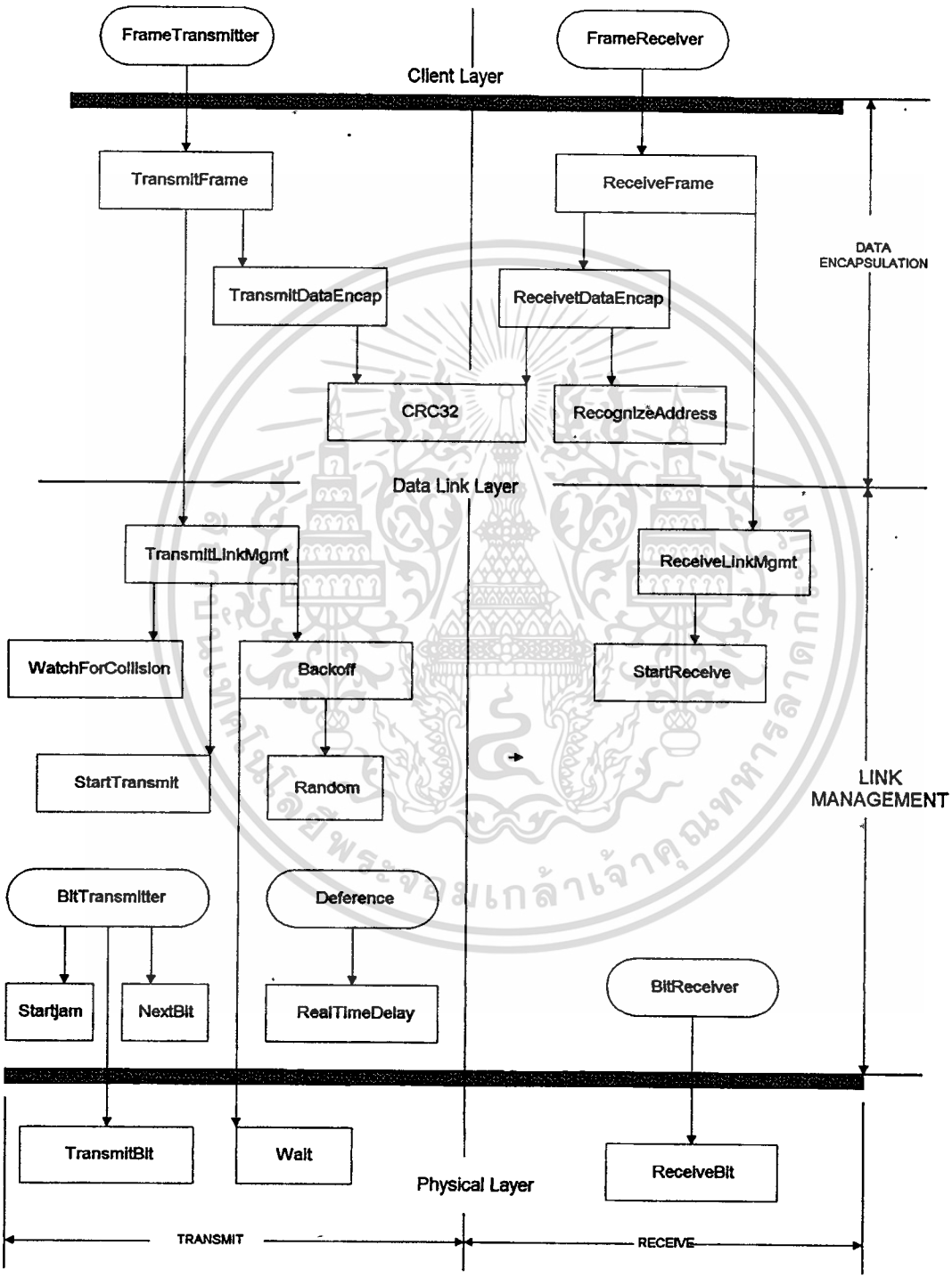
   1. เข้ารหัสสำหรับส่งข้อมูล
   2. เข้าถึงแชนนัลที่ส่ง
   3. ถอดรหัสสำหรับรับข้อมูล
   4. เข้าถึงแชนนัลที่รับ

เมื่อช่องการสื่อสารว่างดาต้าลิงค์เลเยอร์จะส่ง Encapsulated เฟรมไป เข้ารหัสสำหรับส่งข้อมูล โดยที่เฟรมเหล่านี้ยังไม่สามารถส่งไปยังบัสได้ทันที เพราะว่าอัตราการส่งบิตอาจจะไม่ตรงกันระหว่างสถานี ดังนั้นก่อนการเข้ารหัสจะทำการส่ง preamble เพื่อให้ตัวรับและตัวทวนสัญญาณมีสัญญาณนาฬิกา(clock)ที่ตรงกัน(Synchronization) หลังจากนั้นจะทำการแปลงสัญญาณนาฬิกาและข้อมูลเป็น Bit Stream โดยใช้ Manchester Encoding สำหรับการส่งข้อมูลบนตัวกลางด้วยทรานซีฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 15

แสดงถึงหน้าที่ของ ฟิสิคัลเลเยอร์ ดาต้าลิงค์เลเยอร์ และไคลเอ้นซ์เลเยอร์ของระบบอีเทอร์เนต

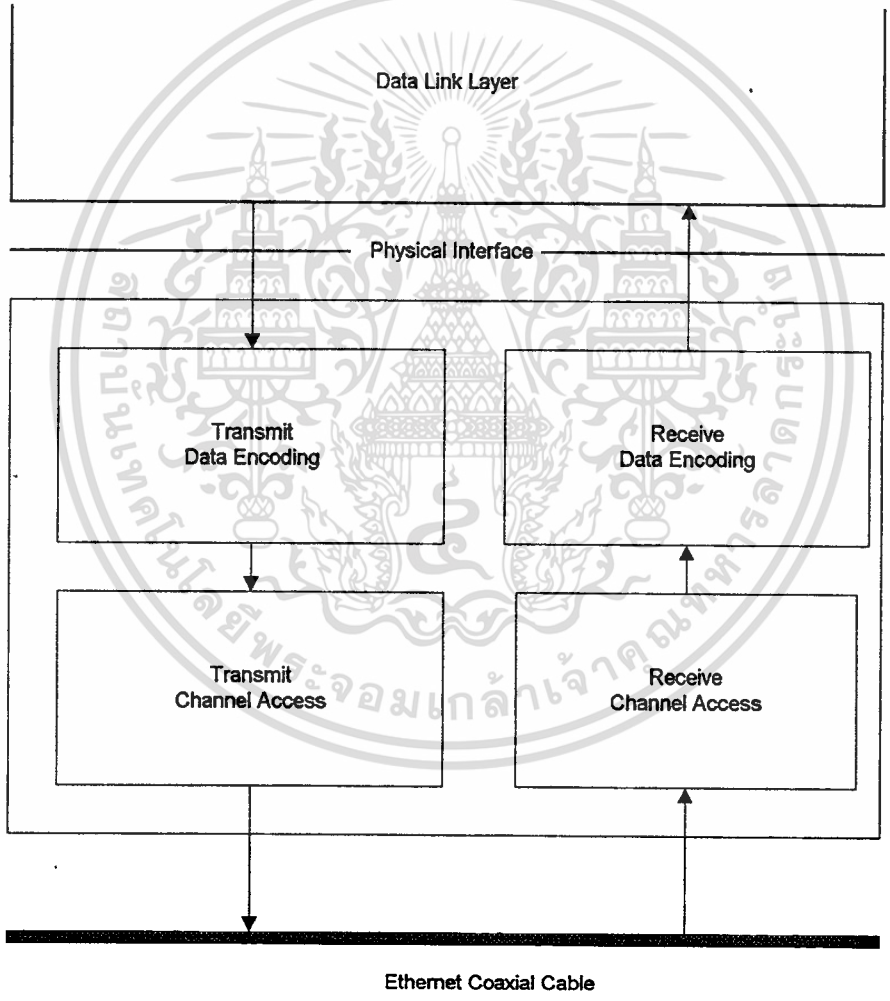


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้น Bit Stream ที่เข้ารหัสโดยวิธี Manchester Encoding จะถูกส่งไปเพื่อเข้าถึงแชนนัลที่ส่งโดยจะส่งสัญญาณไฟฟ้าจริงๆไปบนตัวกลาง ส่วนนี้ของฟิสิคัลเลเยอร์จะคอยตรวจสอบบัสและส่งสัญญาณ Carrier Sense และ Collision Detection ที่ได้ไปเพื่อจัดการสำหรับการส่งสำหรับดาต้าลิงค์เลเยอร์ ในฝ่ายรับจะถอดรหัสสำหรับบิตที่รับมา

ภาพที่ 16

แสดงถึงหน้าที่ของ ฟิสัคลเลเยอร์ ของระบบอีเทอร์เนต



2. ดาต้าลิงค์เลเยอร์ (Data Link layer)

ในดาต้าลิงค์เลเยอร์ดังแผนภูมิที่ 17 จะรับข้อมูลจากเลเยอร์ที่อยู่เหนือกว่า และจะสร้างเฟรมที่สมบูรณ์โดยการเพิ่ม ที่อยู่ต้นทาง(Source Address) ที่อยู่ปลายทาง(Destination Address) CRC (Cyclic Redundancy Check) และ Type Field ลงไปในเฟรม หลังจากนั้นเฟรมที่สมบูรณ์จะถูกส่งไปยัง Transmit Link Management ของดาต้าลิงค์เลเยอร์ ซึ่งจะรอการผ่านของเฟรมโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบสัญญาณ Carrier Sense จากฟิสิคัลเลเยอร์เมื่อสัญญาณมีสถานะของ Carrier Sense ระบุว่าเป็นเท็จ (ช่องการสื่อสารว่าง) หลังจากนั้น Transmit Link Management จะคอยสำหรับเวลาที่เรียกว่า Interframe Spacing ซึ่งมีค่า 9.6 ไมโครวินาที ตามมาตรฐาน IEEE802.3 ก่อนที่จะส่งเฟรมที่คอยการส่งไปยังฟิสิคัลเลเยอร์ สังเกตุว่าการตรวจสอบการชนกัน (Collision Detection) จะถูกกระทำโดยตรวจสอบสัญญาณที่เกิดการชนกันจากฟิสิคัลเลเยอร์ ถ้าเกิดการชนกันจะคำนวนเวลาในการส่งใหม่(Retransmission time) โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า "Truncated Binary Exponential Backoff" ก่อนที่จะส่งเฟรมนี้ออกไปอีกครั้งหนึ่ง

2.1 Truncated Binary Exponential Backoff

เทคนิคที่ใช้ในการกำหนดเวลาอย่างสุ่มสำหรับการส่งในครั้งต่อไปจะใช้เทคนิคที่ชื่อว่า **Truncated Binary Exponential Backoff** เพื่อให้เวลาที่หน่วงไว้มีค่าน้อยที่สุดก่อนที่จะส่งแพคเก็ตใหม่หลังจากเกิดการชนกัน จำนวนเวลานี้จะถูกเรียกว่า สล๊อตการส่งใหม่(retransmission slot time) สำหรับเทคนิคที่ใช้ในวิธีนี้ก็คือโหนดจะพยายามส่งใหม่เมื่อมีการชนกันเกิดขึ้น โดยที่จะพยายามส่งจนกระทั่งสำเร็จหรือพยายามส่งไม่เกิน 16 ครั้ง (ครั้งแรก+พยายามอีก 15 ครั้ง) หลังจากส่งครบ 16 ครั้งที่จุดนี้แพคเก็ตจะถูกแจ้งว่าเกิดความผิดพลาดขึ้น

จุดประสงค์ของการส่งใหม่จะมีอยู่ 2 ข้อคือ

1.กำหนดเวลาที่จะส่งใหม่ทันทีและดูแลการใช้แชนนัล

2.การ backing off เพื่อที่จะลดจำนวนของการติดต่อบนเนตเวอร์ค หลังจากที่จำนวนการชนกันเป็นครั้งที่ "15" แล้วการส่งจะถูกยกเลิก และส่งข้อผิดพลาดกลับไปสู่โหนดที่พยายามส่งอยู่

เทคนิคอย่างง่ายของ Backoff คือ ถ้าแพคเก็ตส่งไม่สำเร็จจำนวน n ครั้ง ($1<=n<16$) การส่งครั้งต่อไปจะคอยเป็นเวลา r ซึ่งค่า r เลือกจากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มอยู่ในช่วง $0<=r<=2^k$ ซึ่ง $k=min(n,10)$ โดย k เป็นค่าต่ำสุดระหว่างจำนวนที่พยายามส่ง n ครั้ง และจำนวนเต็ม 10 หลังจากได้ค่า r แล้วจะนำค่า r ไปคูณกับ slot time เพื่อจะได้เป็นเวลาที่แพคเก็ตซึ่งเกิดการชนกันต้องถูกส่งใหม่นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ slot time จะคำนวณจาก [5]

slot time = 2 x tranmission path delay

transmission path delay = worse case (signal propagation delay)

Tp = propagation delay

= physical seperation,S,in metres / velocity of propagation,V,in metres per second

ตัวอย่าง

สมมติความยาวสูงสุดของบัส = 500 m.

velocity of propagation = 2×10^8 m/s

Tp = $500 / 2 \times 10^8 = 0.0025$ ms

slottime = 2 x Tp = 2 x 0.0025 = 0.005 ms

แพคเก็ตส่งไม่สำเร็จ 5 ครั้ง (n=5)

k=min(5,10) เลือก k=5

ค่า r เลือกจากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มอยู่ในช่วง $0<=r<=2^k$ ดังนั้นค่า r จะอยู่ระหว่าง 0-32

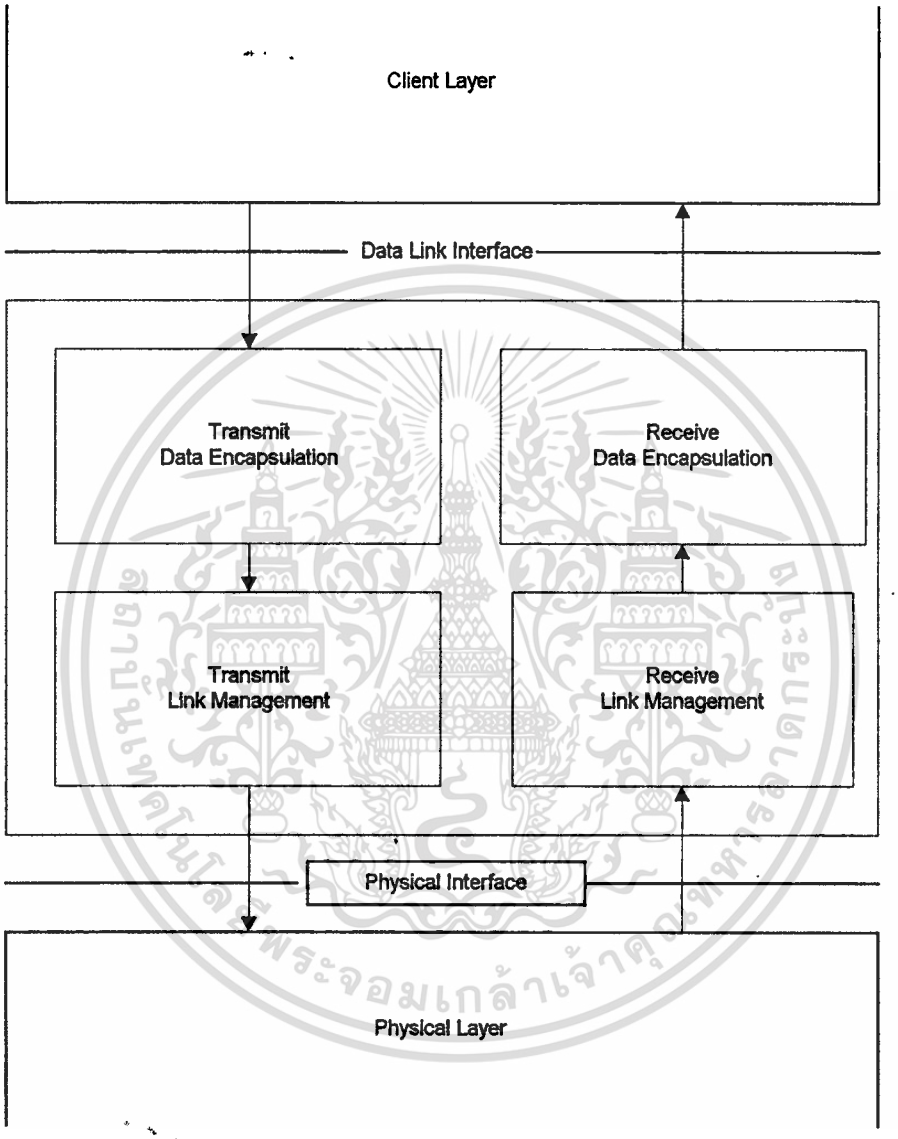
สมมติว่าสุ่ม r=10

ดังนั้นเวลาในการส่งออกไปใหม่ของแพคเก็ตคือ r x slot time = 10 x 0.005 =0.05 ms

นั่นคือแพคเก็ตจะต้องรอเวลาก่อนส่งออกไป = 0.05 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 17
แสดงถึงหน้าที่ของ ดาต้าลิงค์เลเยอร์ ของระบบอีเทอร์เนต



หน้าที่หลักของ Receiving Link Management คือตรวจดูส่วนที่ชนกันจากเฟรมที่ได้รับมา และเฟรมที่ชนกันนั้นจะถูกทิ้งไป โดยที่ Receive Data Decapsulation จะทำหน้าที่ดังนี้ คือ ตรวจสอบความยาวของเฟรม ตรวจสอบความถูกต้องของเฟรม จดจำที่อยู่ของเฟรม และรวมทั้งการรวมเฟรมที่ได้มา เพื่อส่งต่อให้เลเยอร์ที่อยู่เหนือกว่า ซึ่ง Receive Data Decapsulation จะตรวจสอบขนาดสูงสุดของเฟรม และตัดเฟรมที่ยาวกว่า 1518 ไบท์(Jabber) ทิ้ง หลังจากนั้นจะรายงานข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น สำหรับการตรวจสอบ Frame Check Sequence จะทำดังนี้ คือ ถ้าบิตที่คำนวณจากเฟรมที่ได้รับไม่ได้สร้างค่า CRC ที่เหมือนกัน จะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินผลประสิทธิผลของอีเทอร์เนต

1. พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิผล

Performance ของอีเทอร์เนตขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์ซึ่งอธิบายดังนี้

- Bit rate : มาตรฐานของอีเทอร์เนตคือ 10 เมกกะบิตต่อวินาที
- Maximum propagation delay : ค่าเวลาสูงสุดที่ต้องรอในการเดินทางไปและกลับของสัญญาณ(round trip)ระหว่างผู้ส่งถูกกำหนดไว้ที่ 464 bit timesซึ่งจะเหมาะสมสำหรับ 5 กิโลเมตรของสายโคแอกเชียล
- Maximum jam time : ผู้ส่งสามารถ detect การชนกันที่เกิดขึ้นจากการส่งอย่างต่อเนื่องโดยจะอยู่ในช่วงเวลา 32-48 bit times ซึ่งแน่นอนว่าจะมีความน่าเชื่อถือว่าสถานีอื่น ๆจะสามารถจะตรวจพบการชนกัน
- Slot time : ขอบเขตของเวลาในการเข้าถือสิทธิ์ของเครือข่ายซึ่งจะต้องมีค่ามากกว่าผลรวมของเวลาสูงสุดในการเดินทางไปและกลับของสัญญาณกับ Maximum jam time ซึ่งถูกกำหนดไว้ที่ 512 bit times (51.2 ไมโครวินาที)
- Minimum packet length : ขนาดของแพคเก็ตที่สั้นที่สุดต้องไม่น้อยกว่าขนาดของ Slot time สำหรับถ้ามีการชนกันมันสามารถตรวจสอบได้ สิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่ขนาดของแพคเก็ตที่น้อยที่สุดซึ่งมีค่า 64 ไบท์(14 ไบท์สำหรับ Header+4 ไบท์สำหรับ "frame check sequence"+46 ไบท์สำหรับข้อมูล)
- Maximum packet length : ขนาดสูงสุดของแพคเก็ตคือ 1518 ไบท์
- Number of hosts : ในระบบอีเทอร์เนตจะระบุจำนวนของสถานีต่อ 1 Segment คือ 100 และจำนวนของสถานีทั้งหมดในหลาย ๆ Segment ของอีเทอร์เนตคือ 1024
- Persistent : ระบบอีเทอร์เนตคือ 1-persistent CSMA/CD ที่เรียกเช่นนี้เพราะว่าในขณะที่สถานีพร้อมที่จะส่งแต่ในขณะนั้นแชนนัลไม่ว่างแต่ในไม่ช้า แชนนัลจะว่างและสถานีจะส่งออกไปด้วยความน่าจะเป็นเท่ากับ 1 ในกรณีของ CSMA/CD อื่น ๆได้ถูกวิเคราะห์ non-persistent จะคอยเวลาอย่างสุ่มเมื่อ channel ไม่ว่าง และ p-persistent หลังจาก channel ว่างแล้วผู้ส่งจะส่งออกไปทันทีทันใดด้วยความน่าจะเป็น p โดยที่ non-persistent จะนำไปสู่การรอคอยเป็นเวลานาน
- Packet length distribution : ข้อจำกัดของระบบอีเทอร์เนตได้ระบุไว้ว่ามีอิสระในการเลือกขนาดของแพคเก็ต ภายในระบบเครือข่ายจะพบว่า packet length distribution เป็นแบบ bimodal ซึ่งขนาดของแพคเก็ตส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่าง minimum length และ maximum length
- Distribution of packet arrivals : ทฤษฎีส่วนใหญ่จะสมมติการมาของแพคเก็ตเป็นแบบปัวซอง(Poisson)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Buffering : สมมติฐานจะบอกว่าแต่ละสถานีจะมีบัฟเฟอร์ เพื่อเก็บแพคเก็ตไว้สำหรับรอการส่ง ในกรณีที่บัฟเฟอร์ เต็มจะทิ้งแพคเก็ตนั้นไป ในระบบเครือข่ายจริง ๆ flow control จะจำกัดการมาถึงของแพคเก็ตเมื่อระบบเครือข่ายมีปริมาณข้อมูลหนาแน่นมาก ๆ (Overloaded) และแพคเก็ตจะไม่ถูกละทิ้ง

2. ค่าต่าง ๆ ที่เราใช้วัดประสิทธิผล

- Average delay : เวลาเฉลี่ยที่ต้องรอก่อนการส่งแพคเก็ตออกไป
- Throughput : เครื่องวัดจำนวนบิตที่ส่งสำเร็จระหว่างสถานีต่อวินาที
- Channel capacity : ค่าสูงสุดของ Throughput โดยที่ Capacity คือฟังก์ชันที่ขึ้นอยู่กับขนาดของแพคเก็ตและความยาวของเครือข่าย
- Fairness : แต่ละสถานียังคงมีปริมาณข้อมูล(traffic)ค้างอยู่ซึ่งควรจะมีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นของการได้เข้าถือสิทธิ์ channel (สิ่งเหล่านี้จะไม่เท่ากับการแบ่งการใช้ bandwidth ซึ่งแต่ละสถานีจะใช้ขนาดของแพคเก็ตที่แตกต่างกัน)
- Stability : ถ้า Throughput มีค่าตกลงเมื่อปริมาณข้อมูลหนาแน่นมาก (high loads) หลังจากนั้นจะเรียกว่ามัน "unstable"

นั่นคือระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตจะทำงานอยู่ภายใน 2 ระดับของ OSI โมเดลคือระดับฟิสิคัลและระดับดาต้าลิงค์ ในบทถัดไปจะกล่าวถึงขั้นตอนและรูปแบบการจำลอง รวมทั้งอัลกอริทึมที่ใช้ในการจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ขั้นตอนและรูปแบบการจำลอง

การจำลองแบบปัญหา (Simulation) คือการจำลองหรือเลียนแบบเหตุการณ์ต่าง ๆ ซึ่งบางครั้งเหตุการณ์นั้นไม่สามารถที่จะทดลองด้วยของจริงได้ การจำลองเหตุการณ์สามารถทำได้หลาย ๆ แบบ เช่น การใช้สมการคณิตศาสตร์ การใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น การใช้คอมพิวเตอร์ในการจำลองเหตุการณ์นั้นสามารถที่จะทำได้ทุกเหตุการณ์ซึ่งจะประสบผลสำเร็จมากน้อยแค่ไหนนั้นขึ้นอยู่กับว่า ผู้ที่เขียนโปรแกรมมีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบหรือเหตุการณ์ที่จำลองมากน้อยแค่ไหน เพราะว่าการจำลองเหตุการณ์จริงจริงนั้นมีพารามิเตอร์มากมาย ซึ่งก็มีหลายเหตุการณ์ยากแก่การจำลองให้เหมาะสม

จุดมุ่งหมายของวิธีการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์มีดังนี้

1. ใช้ทดลองกับโมเดลยาก ๆ ที่วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถทำได้
2. ใช้สำหรับพิสูจน์วิธีคำนวณทางคณิตศาสตร์

เหตุผลที่ต้องมีการจำลองเหตุการณ์

1. ในการจำลองเหตุการณ์เราสามารถเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นได้ ถึงแม้ว่าในเหตุการณ์จริงแล้ว การทำเช่นนั้นอาจทำให้เสียค่าใช้จ่ายมากหรืออาจจะเกิดอันตรายได้ ตัวอย่างเช่น การจำลองพลังงานนิวเคลียร์เพื่อดูผลการเกิดการผิดพลาดโดยปราศจากอันตราย

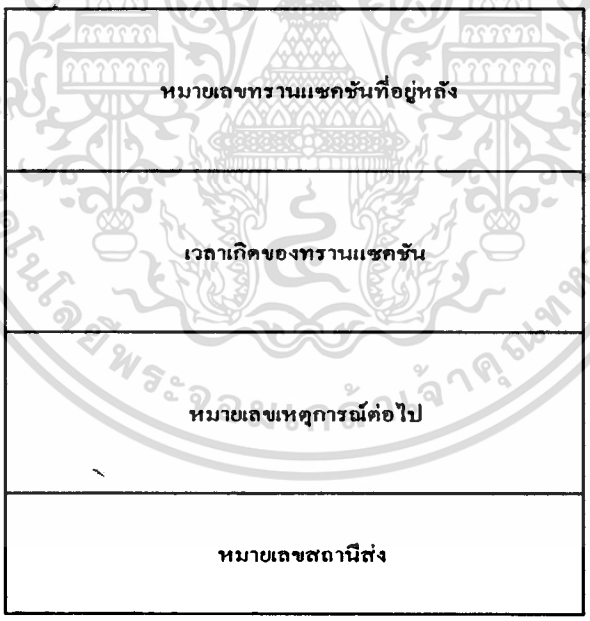
2. การจำลองเหตุการณ์ สามารถสร้างเหตุการณ์ที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ ในเหตุการณ์จริง ตัวอย่าง เช่น นักจิตวิทยาต้องการจะศึกษาการพัฒนาทางด้านการเรียนรู้ของหนู โดยให้หนูในบริเวณที่วกวน หรือเขาวงกต และดูว่าเส้นทางใดที่หนูวิ่งได้เร็วที่สุด ถึงแม้ว่าเราไม่สามารถทดลองได้จริง ๆ แต่เราก็สามารถดูผลได้จากการจำลองเหตุการณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการจำลองแบบปัญหา

ในทางปฏิบัติเราไม่สามารถที่จะเขียนโปรแกรมจำลองเหตุการณ์ให้เหมือนกับเหตุการณ์หรือการทดลองจริงๆ ได้ แต่เราสามารถที่จะจำลองให้ใกล้เคียงมากที่สุด โดยมีหลักการคือ ในระบบจริง ๆ นั้น เรามีสถานีเป็นตัวรับส่งแพคเก็ตทั้งหมด แต่ในการเขียนโปรแกรมนั้น เราจะใช้ทรานแซคชั่น (Transaction) แทนแพคเก็ต โดยการอาศัยคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ เพื่อปฏิบัติการกับทรานแซคชั่นให้เข้าสู่เหตุการณ์ ซึ่งจำลองการเคลื่อนไหวของแพคเก็ตในระบบเครือข่าย ทรานแซคชั่นนี้ เมื่อสร้างขึ้นแล้วจะถูกเรียงในลูกโซ่เวลา (Timing Chain) ตามลำดับเวลาน้อยไปหามาก โดยแต่ละทรานแซคชั่นมีโครงสร้างดังแผนภูมิที่ 18

ภาพที่ 18
แสดงโครงสร้างของทรานแซคชั่น



จากรูปจะเห็นว่า แต่ละทรานแซคชั่นนั้นจะแทนแพคเก็ตอันหนึ่ง ประกอบด้วยตัวแปรที่เป็นจำนวนจริง แต่ละทรานแซคชั่นจะถูกเชื่อมต่อกันโดยอาศัยตัวชี้ (Pointer) โปรแกรมสำหรับการจำลองเหตุการณ์นั้นประกอบด้วย โปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อยอีกหลาย ๆ กลุ่มโดยโปรแกรมหลักจะเป็นตัวดึงทรานแซคชั่นออกมาจากลูกโซ่เวลาเพื่อจัดการตามเหตุการณ์ที่ระบุไว้ในทราน แซคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับแต่ละแพคเก็ต ในโปรแกรมนี้จะถูกแทนด้วยทรานแซคชั่น (Transaction) ซึ่งในทรานแซคชั่นจะกำหนดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่แพคเก็ตนั้น ๆ ต้องกระทำและเก็บค่าเวลาการทำงานของแต่ละแพคเก็ตไว้ เพื่อให้แพคเก็ต ถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ เพื่อเก็บค่าต่าง ๆ ดังนี้

ส่วนที่ 1 เก็บค่าหมายเลขแพคเก็ตที่ถูกดึงมาจัดการหลังตัวมัน

ส่วนที่ 2 เก็บค่าเวลาที่ แพคเก็ตต้องไปทำเหตุการณ์ต่าง ๆ

ส่วนที่ 3 กำหนดเหตุการณ์ต่อไปที่แพคเก็ตต้องกระทำ

ส่วนที่ 4 เก็บค่าสถานีที่ส่งแพคเก็ต

พารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการวัดประสิทธิผล

พารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับพิจารณาเพื่อประเมินผลระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตนั่นคือ เนตเวอร์คทรูพุท(Network Throughput) และ Transmission Delay โดยค่าเหล่านี้จะใช้เป็นตัวพิจารณาความเหมาะสมของเนตเวอร์ค

ตารางที่ 4
แสดงพารามิเตอร์ที่ใช้วัดประสิทธิผล

1. เนตเวอร์คทรูพุท	*ผลรวมของข้อมูลที่ส่งสำเร็จระหว่างโหนดในเครือข่ายต่อ 1 หน่วยเวลา* *ทรูพุท = ผลรวมของบิตที่ส่งสำเร็จ / เวลาทั้งหมด (Mbps)* *= ผลรวมเวลาในการส่งแพคเก็ตที่สำเร็จ / เวลาทั้งหมด (normalize)*
2.Transmission Delay	ผลต่างของเวลาระหว่างเวลาเมื่อแพคเก็ตพร้อมที่จะส่งกับเวลาเมื่อสถานีปลายทางได้รับสำเร็จ
3. Utilization	อัตราการใช้แชนนัลต่อคาบเวลา

รูปแบบการจำลองระบบ

งานวิจัยนี้สร้างแบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบอีเทอร์เนตโดยใช้วิธี Discrete Event Simulation Model ซึ่งในแบบจำลองนี้จะมีการกำหนดสมมติฐาน ค่าคงที่และอินพุทที่ระบบต้องการเพื่อวัดค่าประสิทธิภาพดังรายละเอียดข้างล่างนี้ โดยในตารางที่ 5 แสดงถึงค่าคงที่ที่ใช้ในระบบ (Ethernet Specification Version 2.0)[6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5

แสดงค่าคงที่

Data Transmission Rate	10 Mbps
Jam Signal	32 microsecond
Propagation Speed	$2*10^8$ m/s
Interframe Gap Spacing	9.6 microsecond

1. สมมติฐาน

ในการจำลองได้มีการกำหนดสมมติฐานดังนี้

1. ช่วงการส่งให้ถือว่ามีข้อผิดพลาดต่ำในการส่ง (noiseless) และมีอัตราการส่งคงที่

2. เวลาในการมาถึงของแพคเก็ตใหม่เป็นการแจกแจงแบบปัวซอง

3. แต่ละสถานีมีบัฟเฟอร์เพียง 1 แพคเก็ตนั่นหมายความว่าจะไม่มีแพคเก็ตใหม่เกิดขึ้นในสถานีที่ยังคงส่งไม่สำเร็จ

4. ระยะเวลาของสัญญาณแยม(Jam Signal) ภายหลังการส่งไม่สำเร็จ (ชนกัน) มีค่าแน่นอน

5. Back-off: Binary exponential truncated ที่ 2^{10} ด้วยความพยายามส่งใหม่สูงสุดไม่เกิน 16 ครั้ง

6. ทุก ๆ สถานีเป็นอิสระต่อกันและถือว่าเหมือนกัน

2. อินพุท

ในการจำลองจะให้ผู้ใช้แก้ไขและเปลี่ยนแปลงอินพุทดังนี้

1. จำนวนโหนด(Total Number of Station)

2. ความยาวของบัส(Length of Bus)

3. ขนาดของแพคเก็ตของอีเทอร์เนตมีค่าอยู่ระหว่าง 64-1518 ไบท์ (Packet Size)

4. ปริมาณเปอร์เซนต์(%)ของการจราจรที่อยู่บนเครือข่าย (Total Offered Load) หรืออัตราการมาของแพคเก็ตโดยเฉลี่ย (แพคเก็ตต่อวินาที)

5. เวลาที่ใช้ในการจำลอง (Simulation Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการพัฒนาการจำลอง

โมเดลของระบบเครือข่ายแบบอีเทอร์เนตได้ถูกแบ่งออกเป็น 2 โมเดลย่อย คือ

1. แบบจำลองตามหน้าที่ (Functional Model)

จะประกอบด้วยแต่ละส่วนของระบบซึ่งอยู่บนพื้นฐานของสถาปัตยกรรมของอีเทอร์เนต หน้าที่ของโมเดลนี้ คือ

# Traffic Generator	สำหรับการสร้าง encapsulated แมสเสจในสถานี ซึ่งเชื่อมต่อกับเครือข่าย
#CSMA/CD Protocol	สำหรับจัดการเกี่ยวกับการส่งของแพคเก็ตที่เกิดขึ้นบนเครือข่ายของอีเทอร์เนต

2. แบบจำลองประสิทธิผล (Performance Model)

จะเป็นส่วนที่ขยายจากแบบจำลองตามหน้าที่ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเก็บค่าสถิติเพื่อการวิเคราะห์และประเมินผลประสิทธิผลของระบบอีเทอร์เนต โดยที่ค่าสถิติต่าง ๆ ที่ต้องการสำหรับการจำลองแต่ละครั้ง คือ

- Average Transfer Delay
- Average Throughput
- Utilization

รูปแบบตัวสร้างการจราจร

ตัวสร้างการจราจร(Traffic Generator) จะเป็นตัวสร้างแพคเก็ตโดยทั้ง n สถานีจะถูกสร้างแพคเก็ตที่ถูกสร้างคือ encapsulate แมสเสจ ซึ่งกำหนดใน Ethernet Specifiction แพคเก็ตจะถูกสร้างเมื่อแพคเก็ตก่อนหน้าได้ถูกส่งสำเร็จไปแล้ว เวลาในการมาของแพคเก็ตใหม่จะนำเวลาในปัจจุบันรวมกับเวลาที่สุ่มได้จากการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล(Exponential Distribution) โดยที่จะขึ้นอยู่กับ Offer Load และความยาวของแต่ละแพคเก็ต ดังนั้น โหลดและความยาวของแพคเก็ตจะเป็นข้อมูลเข้าเพื่อคำนวณหาช่วงระยะเวลาในการมาของแพคเก็ต โดยที่ช่วงระยะเวลาในการมาจะถูกใช้เพื่อสร้างเลขสุ่มจากการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล ซึ่งจะกำหนดให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6

แสดงสัญลักษณ์และความหมายของตัวแปร

สัญลักษณ์	*ความหมาย*
X	TOTAL OFFERED LOAD (Mbps)
T	เวลารวมในการมาของแพคเก็ต(Interarrival Time)ของทุกสถานี(sec)
λ_I	อัตราในการมาของแพคเก็ต(Interarrival Rate)ของสถานี i ใด ๆ(packet / sec)
l_i	ความยาวแพคเก็ตของสถานี i ใดๆ (Byte)
T_i	เวลาในการมาของแพคเก็ต(Interarrival Time)ของสถานี i ใด ๆ(sec)

จากสมการที่ 4.1 จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TOTAL OFFERED LOAD กับความยาวแพคเก็ตและอัตราการมาของแพคเก็ต

$$X = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i l_i \qquad 4.1$$

ในกรณีที่ λ_i, l_iใด ๆ ของทุก ๆสถานีเท่ากันแล้ว

$$X = n.\lambda.l \qquad 4.2$$

$$\lambda = \frac{X}{n.l} \qquad 4.3$$

$$\text{จาก } T = \frac{1}{\lambda} = \frac{n.l}{X} \qquad 4.4$$

$$\text{ดังนั้นทำให้ } T_1 = T_2 = \ldots = T_n = \frac{l}{X} \qquad 4.5$$

ในกรณีที่ λ_I, l_iใด ๆ ของทุก ๆสถานีไม่เท่ากันแล้ว

$$X = X_1 + X_2 + \ldots + X_n \qquad 4.6$$

$$X = \lambda_1 l_1 + \lambda_2 l_2 + \ldots + \lambda_n l_n \qquad 4.7$$

ดังนั้น Interarrival Time จะนิยามดังนี้

$$X_1 = \lambda_1 l_1 \qquad 4.8$$

$$\lambda_1 = \frac{X_1}{l_1} \qquad 4.9$$

$$T_1 = \frac{1}{\lambda_1} = \frac{l_1}{X_1} \qquad 4.10$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T_2 = \frac{l_2}{X_2} \qquad 4.11$$

...

...

...

$$T_n = \frac{l_n}{X_n} \qquad 4.12$$

ในการกำหนดเวลาในการมาของแพคเก็ตจะกำหนดตามการแจกแจงเอกซ์โปเนนเชียลดังนี้

$$\text{เวลาในการมาของแพคเก็ต} = -\frac{1}{\lambda} * \log(f)$$

ซึ่ง λ = ค่าเฉลี่ยอัตราที่แพคเก็ตเข้าระบบ (แพคเก็ต / วินาที) โดยได้มาจากสมการ 4.4

f = เวลาที่ได้จากการสุ่มจะอยู่ในช่วง(0-1) โดยใช้โปรแกรมย่อย ranf()

เวลาเกิดของแพคเก็ตเหล่านี้จะถูกเรียงลำดับเพื่อรอการเกิดซึ่งในทางโปรแกรมทำได้โดยเรียงแพคเก็ตตามลำดับเวลาการเกิด เรียกว่า ถูกโซ่เวลา (Timing Chain) โปรแกรมย่อย enlist() จะทำหน้าที่เรียงลำดับค่าเวลาเกิดของแพคเก็ตจากน้อยไปหามากเพื่อที่แพคเก็ตจะถูกดึงออกมาใช้งาน ตามลำดับก่อน-หลังอย่างถูกต้อง

โปรโตคอล CSMA/CD

ในส่วนของการจัดการแพคเก็ตโดยใช้ 1 persistent CSMA/CD นั้นจะทำตามอัลกอริทึมในหัวข้อที่ 2.5 และจะทำการกำหนดเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในการจำลองตามภาพที่ 2

1. เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในรูปแบบการจำลอง

ในการจำลองแบบปัญหานี้ระบบเครือข่ายจะประกอบด้วยบัสและกลุ่มของโหนด แต่ละโหนดจะมีการมาถึงของแพคเก็ตเป็นอิสระต่อกันและคิวของโหนด ในที่นี้จะให้การมาถึงของแพคเก็ตมีค่าเท่ากัน และความยาวคิวเท่ากับ 1 แพคเก็ตจะถูกกระจาย (Broadcast) ผ่านไปยังจุดปลายทั้งสองของสาย โหนดจะพยายามส่งให้สำเร็จด้วยแพคเก็ตแรกในคิวก่อน ภาพที่ 19 จะแสดงรูปแบบของระบบที่กล่าวถึง

ในการจำลองแบบปัญหาได้มีการกำหนดเหตุการณ์ต่างๆซึ่งมี 6 เหตุการณ์ที่จำลองดังนี้ ดังตารางที่ 7 และภาพที่ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7

แสดงเหตุการณ์ต่างที่จำลองในรูปแบบ

เหตุการณ์	*อธิบาย*
1.TransmitFrame	กำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆเช่นเวลาในการส่งแต่ละแพคเก็ต,หมายเลขโหนดที่จะส่ง เป็นต้น และจะทำการส่งเหตุการณ์ต่อไป (Defer) เข้าไปไว้ใน Event list
2.Defer	จะพิจารณาดูว่าโหนดที่จะทำการส่งต้องรอการส่งแพคเก็ตหรือไม่ถ้าไม่รอก็ จะส่งเหตุการณ์ต่อไป (StartTransmit) เข้าไปไว้ใน Event list
3.StartTransmit	เริ่มทำการส่งและจะตรวจสอบว่ามีการชนกันเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีการชนกันจะทำการยกเลิกเหตุการณ์ที่กำลังส่งอยู่(TransmitFrame)และหลังจากนั้นจะส่งเหตุการณ์ต่อไป(InitBackoff) เข้าไปไว้ใน Event list แต่ถ้าไม่มีการชนกันจะส่งเหตุการณ์ต่อไป(EndTransmit) เข้าไปไว้ใน Event list
4.EndTransmit	แพคเก็ตที่ส่งนั้นส่งสำเร็จจะทำการคำนวณTransferDelay,Utilization,Throughput เป็นต้น หลังจากนั้นจะส่งเหตุการณ์ต่อไป(Deassert) เข้าไปไว้ใน Event list
5.InitBackoff	คำนวณเวลาในการส่งใหม่(Retransmission time)โดยใช้เทคนิค Truncated Binary Exponential Backoff เมื่อเกิดการชนกันของแพคเก็ต หลังจากนั้นจะส่งเหตุการณ์ต่อไป(Defer)เข้าไปไว้ใน Event list
6.Deassert	จะปล่อยช่องการสื่อสารให้ว่าง หลังจากนั้นจะส่งเหตุการณ์ต่อไป(Defer)เข้าไปไว้ใน Event list

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของระบบจำลอง

การทำงานของระบบจำลองมีขั้นตอนตามแผนภูมิที่ 21 ดังนี้

1. กำหนดค่าเริ่มต้น

กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับโปรแกรมเช่นการจองหน่วยความจำให้กับลิสท์เชื่อมโยง หมายเลขเหตุการณ์เริ่มต้นของระบบ เป็นต้น

2. ป้อนข้อมูลเข้า

จะทำการรับค่าอินพุทต่าง ๆ เช่นจำนวนสถานี ความยาวของบัส ประเภทการจราจร โหลดขนาดของแพคเก็ต เป็นต้น โดยจะตรวจสอบว่าการจราจรเป็นแบบสมดุลหรือไม่ถ้าใช่จะทำการกำหนดโหลดรวมของระบบ

3. เริ่มสร้างแพคเก็ต

จะทำการสร้างแพคเก็ตตามประเภทของการจราจรที่ระบุไว้ เช่นการแจกแจงเอกซ์โปเนนเชียล เป็นต้น

4. พิจารณาเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นถัดไป

5. เพิ่มเวลาในการจำลองตามเหตุการณ์

6. เลือกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

เลือกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามลำดับเวลา

7. ลบเหตุการณ์นั้นออกจากลิสท์ของเหตุการณ์

8. ปรับปรุงสถานะของระบบ

9. รวบรวมสถิติต่าง ๆ

10. คำนวณประสิทธิภาพของระบบ

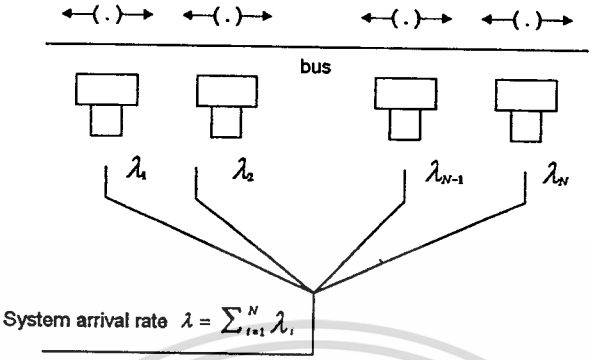
คำนวนหาพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพิจารณาประสิทธภาพของระบบเช่น ทรูพุท และดีเลย์ เป็นต้น

11. ถ้าการจำลองยังไม่สิ้นสุดกลับไปยังข้อ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

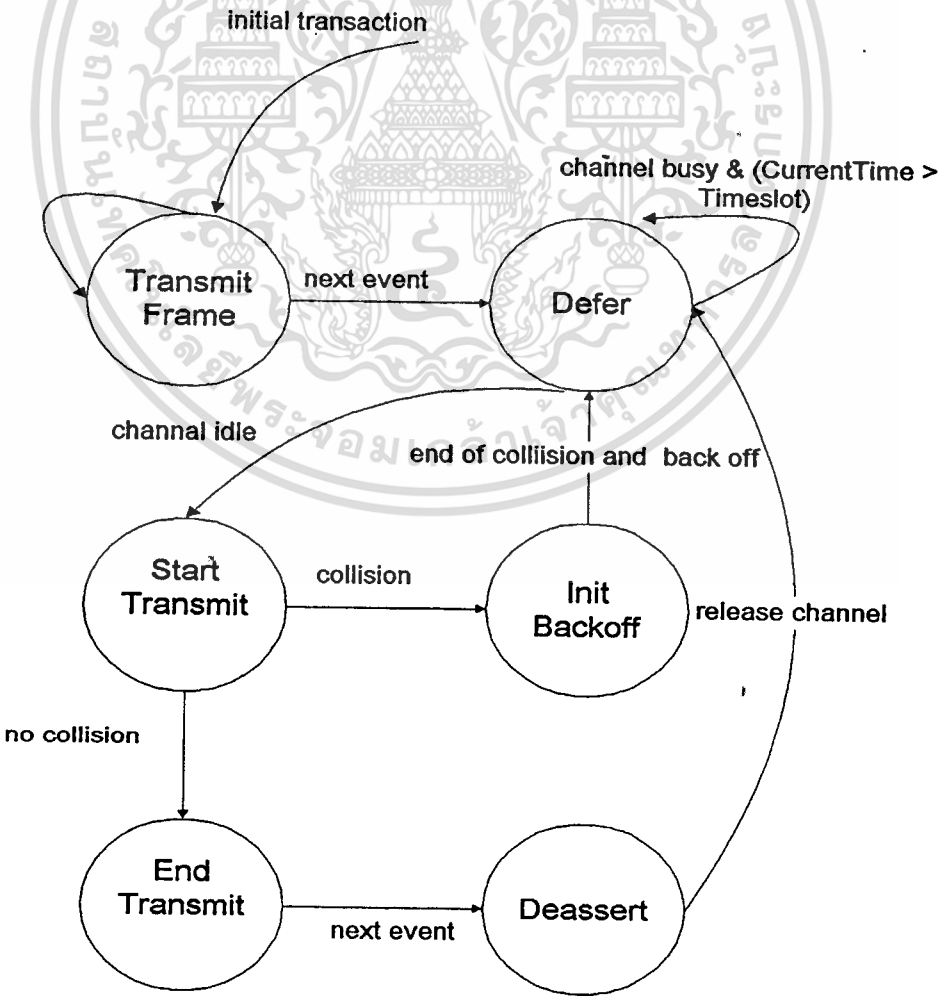
ภาพที่ 19

แสดงรูปแบบของระบบ, ←(•)→ :การส่งแพคเก็ต(Broadcast)



ภาพที่ 20

แสดงถึงไดอะแกรมความสัมพันธ์ของเหตุการณ์(event)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างข้อมูล

ในการสร้างแบบจำลองจะใช้ลิสท์เชื่อมโยงทางเดียว (Single Linklist) ในจัดการเกี่ยวกับการเรียงลำดับของเหตุการณ์ตามลำดับเวลา ทั้งนี้เนื่องจากลิสท์เชื่อมโยงมีความยืดหยุ่นและไม่ต้องจำกัดความยาวของลิสท์ซึ่งจะดีกว่าอะเรย์ (Array)

โครงสร้างของลิสท์เชื่อมโยงในภาษาซีประกอบด้วย

```
typedef struct packet *PACKETPTR;
struct packet
        {
         int station;          /* no. station send          */
         int event;            /* event list                */
         double Time_Event;    /* Time of event             */
         PACKETPTR next;       /* index of next event       */
        };
```

แต่ละฟิลด์จะแทน

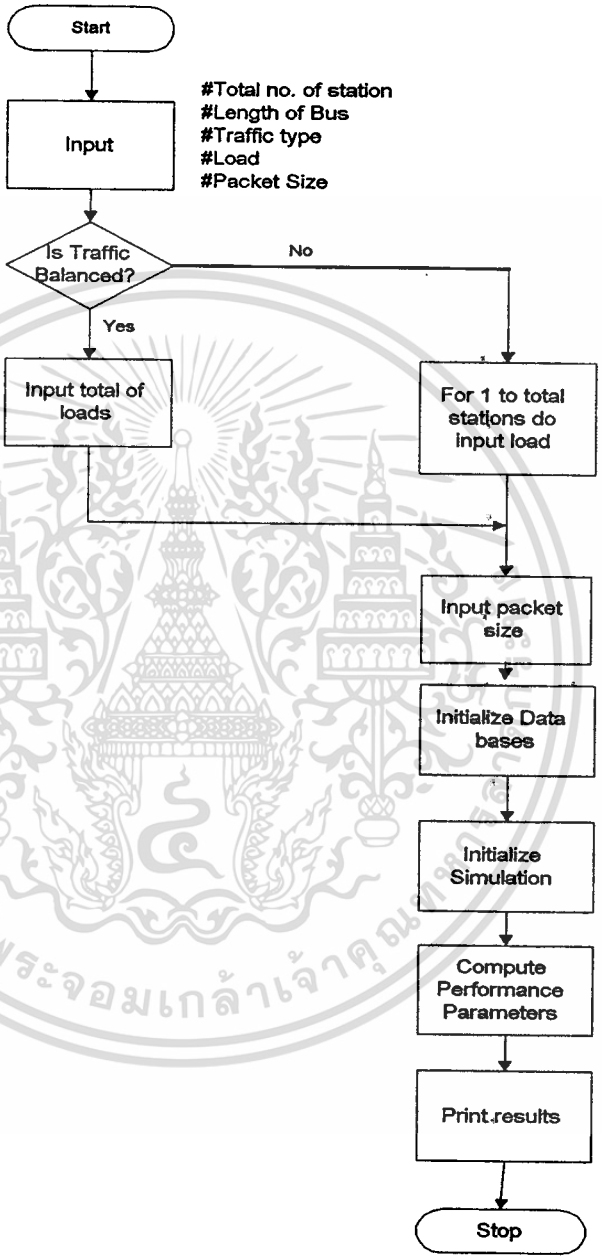
ตารางที่ 8

แสดงความหมายของแต่ละฟิลด์ในโครงสร้างข้อมูล

station	หมายเลขสถานีส่ง
event	หมายเลขเหตุการณ์
Time_Event	เวลาที่เกิดเหตุการณ์
next	ตัวชี้ทรานแซคชันถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 21
แสดงถึงขั้นตอนการทำงานของระบบจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโปรแกรม

เริ่มจากโปรแกรมหลัก (Main Program)ภาพที่ 22 จะรับพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการจำลองและหลังจากนั้นจะเรียกโปรแกรมย่อย schedule() โดยระบุให้ event = 1 และเวลาที่เกิดเหตุการณ์ขึ้นคือ Maximum Propagation Delay โดยที่โปรแกรมย่อย schedule() จะนำทรานแซคชั่น ซึ่งประกอบด้วย event,เวลาที่เกิดเหตุการณ์,สถานีส่งและสถานีรับ เข้าไปเก็บไว้ในลิสท์เชื่อมโยง โดยเรียงตามลำดับเวลา หลังจากนั้นจะเริ่มเข้าสู่ลูปการทำงานโดยที่โปรแกรมย่อย cause() จะดึงเหตุการณ์ออกมาจากลิสท์หลังจากนั้นจะนำหมายเลขของเหตุการณ์ไปเทียบกับเหตุการณ์ดังโปรแกรมย่อยต่อไปนี้

ตารางที่ 9

แสดงหมายเลขเหตุการณ์และโปรแกรมย่อย

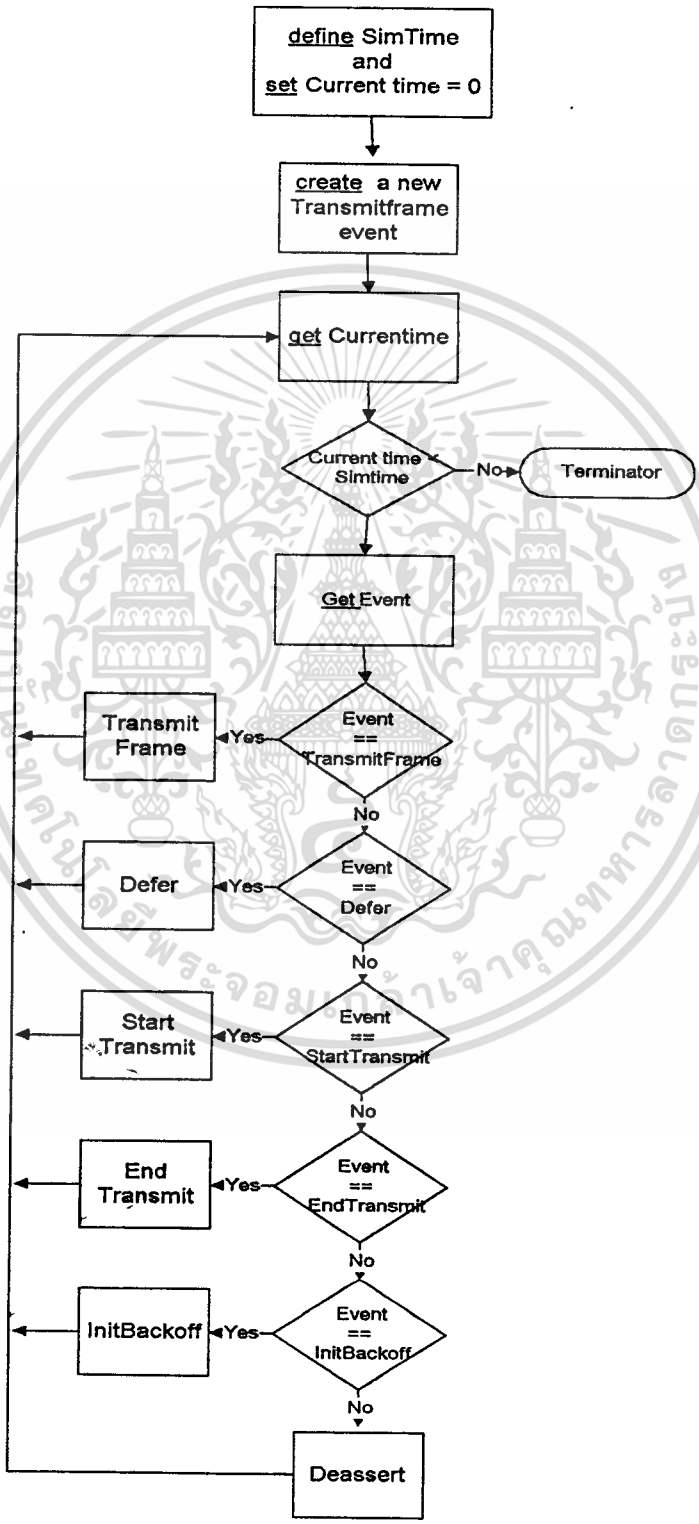
หมายเลขเหตุการณ์	*โปรแกรมย่อย*
1	TransmitFrame()
2	Defer()
3	StartTransmit()
4	EndTransmit()
5	InitBacokff()
6	Deassert()

โปรแกรมย่อยที่แทนเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบซึ่งประกอบด้วย

- โปรแกรมย่อย TransmitFrame แสดงผังโปรแกรมดังแผนภูมิที่ 22
- โปรแกรมย่อย Defer() แสดงผังโปรแกรมดังแผนภูมิที่ 23
- โปรแกรมย่อย StartTransmit() แสดงผังโปรแกรมดังแผนภูมิที่ 24
- โปรแกรมย่อย EndTransmit() แสดงผังโปรแกรมดังแผนภูมิที่ 25
- โปรแกรมย่อย InitBackoff() แสดงผังโปรแกรมดังแผนภูมิที่ 26
- โปรแกรมย่อย Deassert() แสดงผังโปรแกรมดังแผนภูมิที่ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

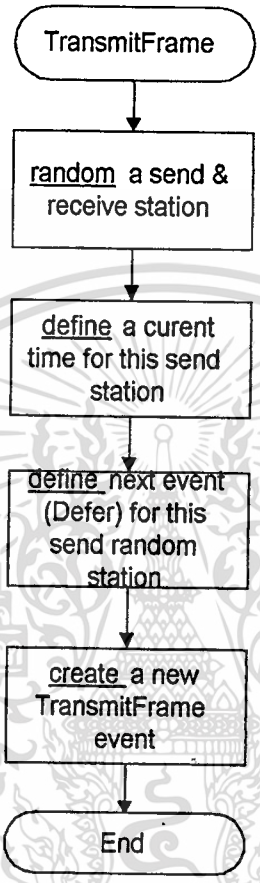
แผนภูมิที่ 22
แสดงอัลกอริทึมหลักในการจำลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

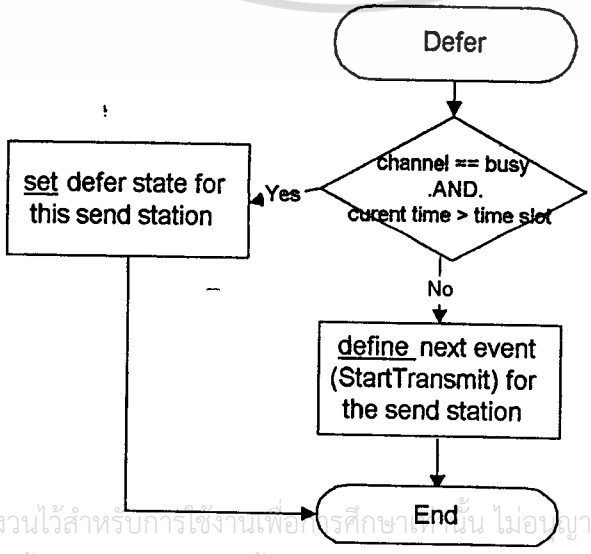
แผนภูมิที่ 23

แสดงอัลกอริทึมของ TransmitFrame



แผนภูมิที่ 24

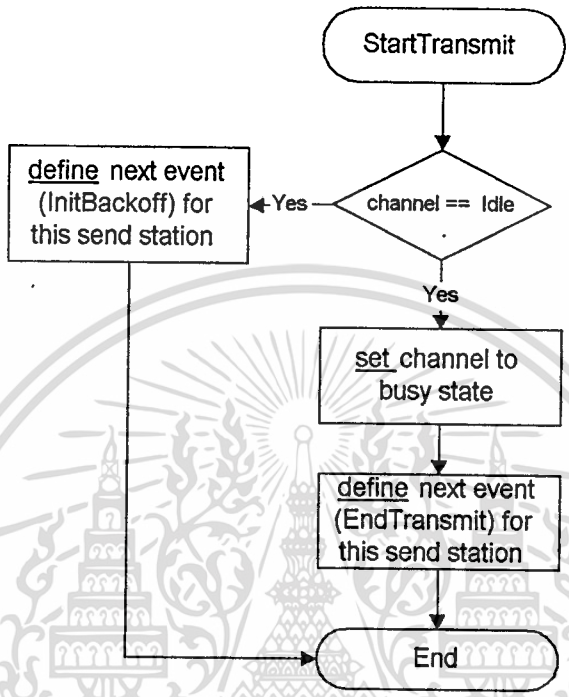
แสดงอัลกอริทึมของ Defer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 25

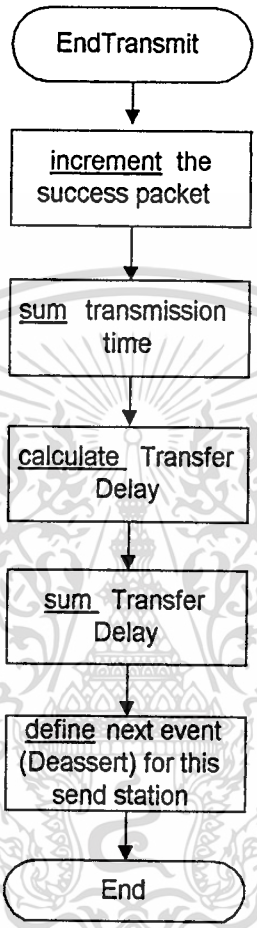
แสดงอัลกอริทึมของ StartTransmit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิที่ 26

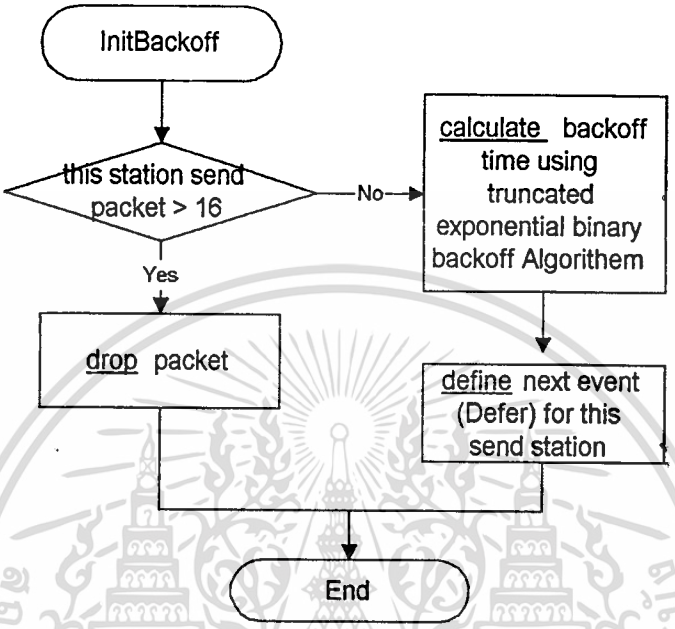
แสดงอัลกอริทึมของ EndTransmit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

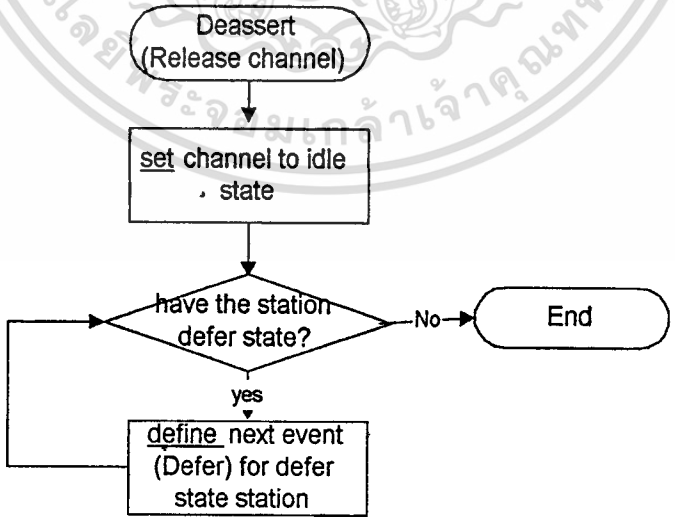
แผนภูมิที่ 27

แสดงอัลกอริทึมของ InitBackoff



แผนภูมิที่ 28

แสดงอัลกอริทึมของ Deassert



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปร	ความหมาย
ev	หมายเลขเหตุการณ์
te	เวลาที่เกิดเหตุการณ์
stn	หมายเลขสถานีส่ง

1. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย **schedule(int ev,double te,int stn)**

```
begin
        if(te < 0.0) then print negative event and exit
        build new node of eventlist
        put transaction in eventlist
        arranges the eventlist in chronological order of event time.
end.
```

2. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย **enlisted(head,i)**

```
begin
        'head' points to head of queue/event list
        'i' points to current eventlist
        time1=i->Time_Event;
        scan for position to insert entry:  event list is ordered in ascending 'time1' values,
queues in descending order
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย cause(int *ev,int *stn)

```
begin
        if (evl==NULL) then print /* empty event list */
        put transaction from list to ev,stn
        delink eventlist and return to pool
end.
```

4. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย cancel(int ev,int *tkn)

```
begin
            search event to cancel
            unlink event
            list entry & deallocate it
end.
```

5. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย TransmitFrame()

```
begin
/*------- EVENT 1: INITIATE FRAME TRANSMISSION ------*/
        random send and receive station
        if (station is not full)
        then
          begin
                initial value of station send
                schedule defer
                decrement number of station
        end
 if (number of station> 0) schedule next TransmitFrame
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย Defer(stn)

```
begin
/*---------- EVENT 2: DEFER IF CHANNEL BUSY ---------*/
        if channel is busy ,it was defer
        else
            begin
                schedule StartTransmit
                /*it sends packet after interframe gap*/
            end
end.
```

7. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย EndTransmit(stn)

```
begin
/*---------- EVENT 4: END TRANSMIT ----------*/
        end successful frame transmission
        increment success packet
        sum time of transmission
        calculate Transfer Delay
        sum of Transfer Delay
        increment number of station
        schedule Deassert
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย StartTransmit(stn)

```
begin
/*------------ EVENT 3: START TRANSMIT ------------*/
        increment send packet
        check offered load
        if (chnl==idle)
        then
                begin
                  set number of collision to 0
                  set channel busy start time to be current time
                  reserve channel & schedule EndTransmit
                end
        else
                begin
                  collision will occur .
                if (first collision) then
                    begin
                      cancel EndTransmit event
                      schedule InitBackoff event of first station
                     schedule Deassert event
                    end
                  schedule InitBackoff event of second station
                end
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย InitBackoff(stn)

```
begin
/*---------- EVENT 5:  INITIATE BACKOFF ----------*/
        increment attempt
        if (attempt>16)
                begin
                        increment loss packet
                        increment number of station
                        EndRequest(stn);  /* abandon request */
                end
        else
                        /*compute and schedule backoff delay*/
                begin
                        if (attempt==1)
                                then bkf=2;
                        else
                                if (bkf<1024)
                                        then bkf*=2;
                                if ((k=randomnumber(0,bkf-1))==0)
                                        /*random integer between 0 to bkf-1*/
                                then  wait until channel is idle
                else schedule Defer at time Tslot*k
                }
        }
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. อัลกอริทึมของโปรแกรมย่อย Deassert()

```
begin
/*------------ EVENT 6: RELEASE CHANNEL ------------*/
        set channel back to be idle
        set channel idle start time to be current time
    while (station wait to send)
        begin
            sechdule Defer after Interframe gap
            check next station wait to send
        end
end
```

แต่ละเหตุการณ์จะถูกดึงออกมาโดยใช้โปรแกรมย่อย cause() และจะทำจนกว่าหมดเวลาในการจำลอง ในที่สุดจะได้ค่าประสิทธิผลต่าง ๆ ที่ต้องการเช่น ทรูพุท,Transfer Delayเป็นต้นจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Batch Mean Analysis

เป็นวิธีการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุด (Batch) หลังจากได้คำนวนค่าเฉลี่ยของแต่ละ Batch แล้วจะนำค่าที่คำนวณได้นั้นไปประมาณค่าความผิดพลาด (Estimation of Error) โดยใช้ช่วงแห่งความเชื่อมั่น (Confidence Interval) ในที่นี้จะใช้ 95 % ช่วงแห่งความเชื่อมั่น โดยจะมีสูตรที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

$$\mu = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} x_n \qquad (4.13)$$

$$S^2 = \frac{1}{N-1}\sum_{n=1}^{N} (x_n - \mu)^2 \qquad (4.14)$$

$$\varepsilon = \frac{St_{\alpha/2};N-1}{\sqrt{N}} \qquad (4.15)$$

$$\mu - \varepsilon < \hat{\mu} < \mu + \varepsilon \qquad (4.16)$$

สมการที่ 4.13 ใช้คำนวณหาค่าเฉลี่ย

สมการที่ 4.14 ใช้คำนวณหาค่าความแปรปรวน

สมการที่ 4.15 ใช้คำนวณหาค่าความผิดพลาด

อสมการที่ 4.16 จะแสดงถึงช่วงแห่งความเชื่อมั่น

โดยที่

N แสดงจำนวนข้อมูล

$t_{\alpha/2}$ แสดงค่าที่จากการแจกแจง t ที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha / 2$

ตัวอย่าง

สมมติจากการจำลองแบบปัญหาได้ค่าเฉลี่ยมา 5 ค่าคือ 7.6 6.6 6.97 7.5 และ 7.43 การคำนวณหาช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ 95 % จะทำตามขั้นตอนดังนี้

$$\mu = \frac{7.6 + 6.6 + 6.97 + 7.5 + 7.43}{5} = 7.22$$

$$S^2 = \frac{(7.6 - 7.22)^2 + \ldots + (7.43 - 7.22)^2}{4} = 0.23793$$

หรือ S = 0.48778 โดยการใช้ช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 %, 1- α = 95 % สำหรับ N= 5 จะสามารถเปิดตาราง t ได้ค่าดังนี้ $t_{\alpha/2;N-1} = 2.776$

$$\varepsilon = \frac{0.48778x2.776}{\sqrt{5}} = 0.6056$$

ดังนั้นช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ 95 % คือ

$$\mu - \varepsilon < \hat{\mu} < \mu + \varepsilon = 6.6144 < \hat{\mu} < 7.8265$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลองและการประยุกต์ใช้งาน

การจำลองเพื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ Shoch [2]

ตารางที่ 10 แสดงค่าพารามิเตอร์ของ Shoch ซึ่งได้นำค่ามาทดสอบเปรียบเทียบกับตัวแบบของงานวิจัย

ตารางที่ 10

แสดงค่าพารามิเตอร์ของ Shoch

1. bus bandwidth คือ 2.94 Mbit/s
2. ความยาวบัสคือ 550 เมตร
3. propagation delay เท่ากับ 2.75 μs
4. round-trip delay เท่ากับ 5.5 μs
5. อัลกอริทึม backoff คือ binary exponential backoff
6. ขนาดของแพคเก็ตคือ 64,128,512 ไบท์
7. อัตราการมาของแพคเก็ต 10% ต่อสถานี สำหรับ 15 สถานี

Utilzation

จากตารางที่ 11 ในช่วงแรก (0-50%) ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับ Shoch ในช่วงโหลดมีค่าน้อย และมีค่าแตกต่างในช่วงโหลดมีค่าสูง ทั้งนี้อาจเนื่องเทคนิคที่ใช้ในการสุ่มตัวเลขแตกต่างกัน แต่ถ้าพิจารณาในแง่ของแนวโน้มของกราฟจะเห็นว่ามีแนวโน้มเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11

แสดงผลการเปรียบเทียบโดยวัด utilization Stability (512 ไบท์)

Total offered load (%)	*Shoch's measurement Total utilization %*	*Our Simulation result Total utilization %*
10	10	10
20	20	20
30	30	30
40	40	40
50	50	50
60	60	60
70	70	64
80	80	70
90	90	75
100	94	78
120	96	83
150	96	84

ภาพที่ 29 แสดงกราฟการเปรียบเทียบระหว่าง Snoch และ จากการจำลองโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการทดลองของ 64 128 และ 512 ไบท์ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบอีเทอร์เนตภายใต้ โหลดสูงจะแสดงความเสถียรภาพ (stability) ทั้งนี้เนื่องจาก Utilization จะยังคงไม่ลดลงขณะที่ Total Offered Load เพิ่มขึ้น

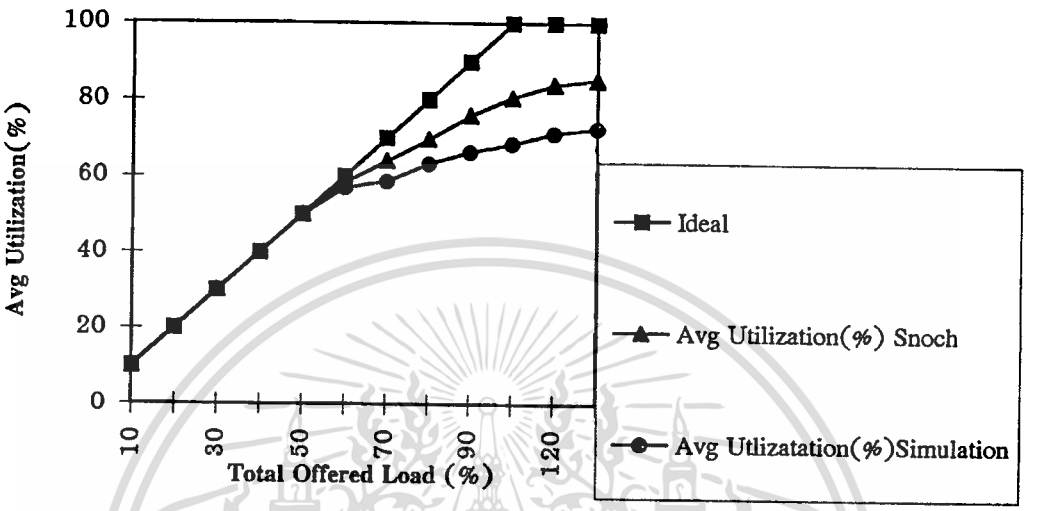
Fairness

ระบบอีเทอร์เนตยังคงเสมอภาคในการใช้ความสามารถจากแชนนัล สำหรับตัวอย่างคือ 100 % ของ offered load จะได้จาก 10 สถานีเมื่อแต่ละสถานีคือ 10% และจะได้ Utilization เท่ากับ 80 %

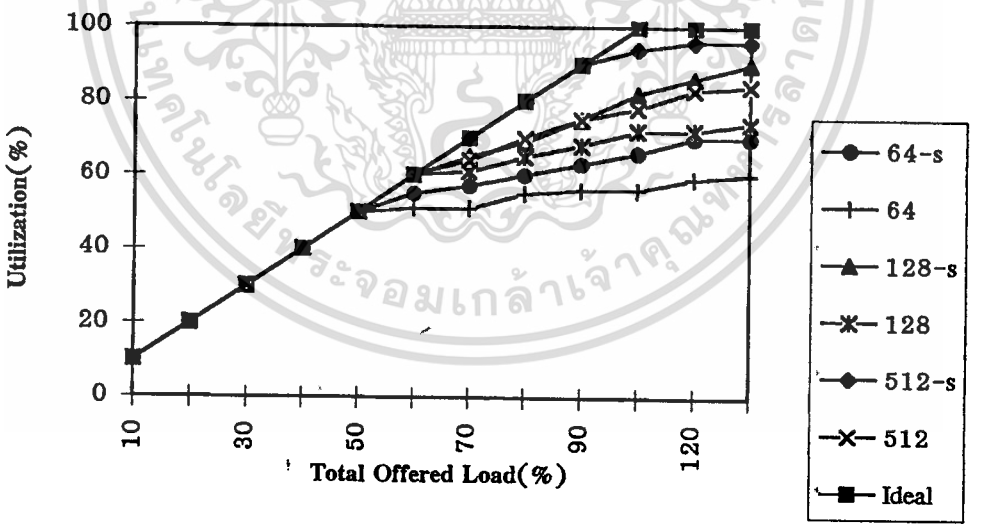
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 29

แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลเฉลี่ยของการทดลองของ Shoch และตัวแบบที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 30



แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Shoch และตัวแบบที่สร้างขึ้นตามขนาดแพคเก็ตจากภาพที่ 30 แทนการทดลองของ Shoch และตัวแบบของงานวิจัยนี้ โดยใช้ข้อมูลของแพคเก็ตขนาด 64 128 และ 512 ไบท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกราฟวิธีของ Shoch จะใกล้เคียงกับ Ideal มากกว่าผลจากการจำลองทั้งนี้เพราะว่า Shoch อาจจะไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยบางอย่างที่การจำลองนี้ใช้ด้วยก็ได้ ทำให้ผลของ Shoch ใกล้กับ Ideal มากกว่า ดังนั้นวิธีนี้น่าจะใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่า Shoch

ต่อไปจะทำการทดลองโดยใช้การจำลองเพื่อวัดทรูพุทและ Transfer Delay ของอีเทอร์เนต และจะเปรียบเทียบกับ Analytical Model ของ CSMA/CD (O'Reilly)หลังจากนั้นจะสรุปผลการทดลองและการนำไปประยุกต์ใช้

ตารางที่ 12

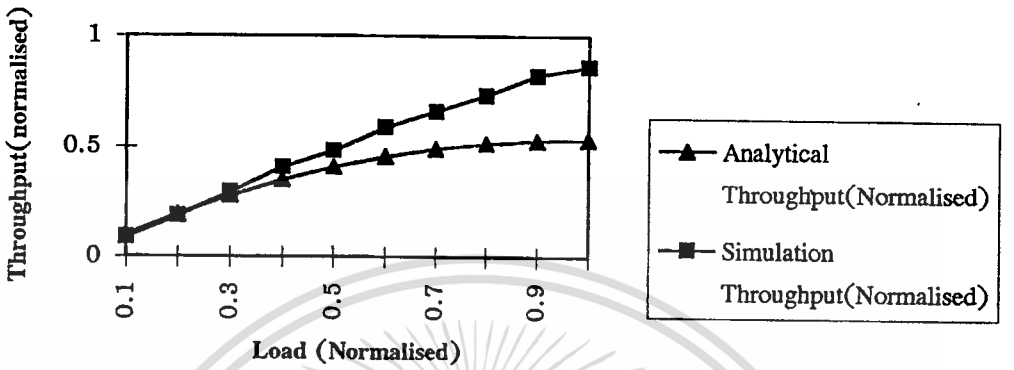
แสดงผลลัพธ์ของ Throughput และ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 1518 ไบท์,จำนวนโหนด 30,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms.

	Analytical	*Simulation*	*Simulation*
Load (Normalised)	Throughput (Normalised)	Average Transfer Delay (ms)	Throughput (Normalised)
0.1	0.099	1.281	0.087
0.2	0.19279	1.456	0.185
0.3	0.277	1.564	0.294
0.4	0.35	1.728	0.409
0.5	0.41	1.784	0.483
0.6	0.457	2.106	0.588
0.7	0.492	2.828	0.66
0.8	0.516	3.035	0.734
0.9	0.53	3.992	0.823
1.0	0.536	5.077	0.862

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 31

แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Analytical Model และ Simulation Model จากตารางที่ 12



ตารางที่ 13

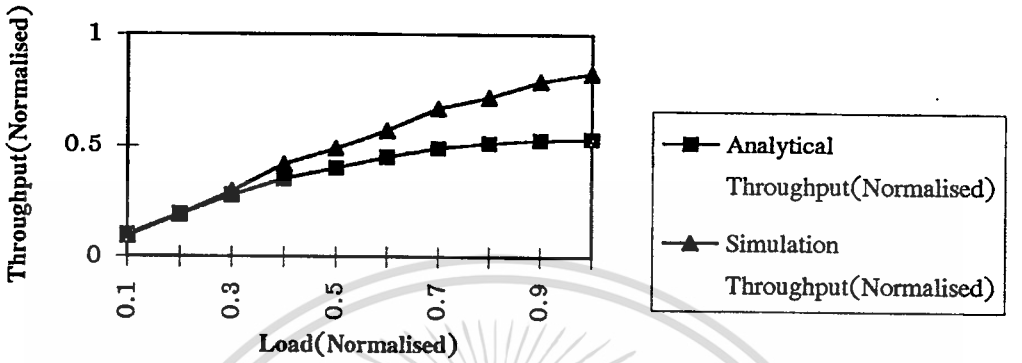
แสดงผลลัพธ์ของ Throughput และ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 512 ไบท์,จำนวนโหนด 30,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms.

	Analytical	*Simulation*	*Simulation*
Load (Normalised)	Throughput (Normalised)	Average Transfer Delay (ms)	Throughput (Normalised)
0.1	0.098	0.428	0.092
0.2	0.192	0.489	0.189
0.3	0.276	0.534	0.294
0.4	0.349	0.608	0.417
0.5	0.4	0.657	0.488
0.6	0.45	0.821	0.572
0.7	0.49	1.032	0.669
0.8	0.514	1.596	0.718
0.9	0.528	2.078	0.790
1.0	0.533	2.787	0.827

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 32

แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Analytical Model และ Simulation Model จากตารางที่ 13



ตารางที่ 14

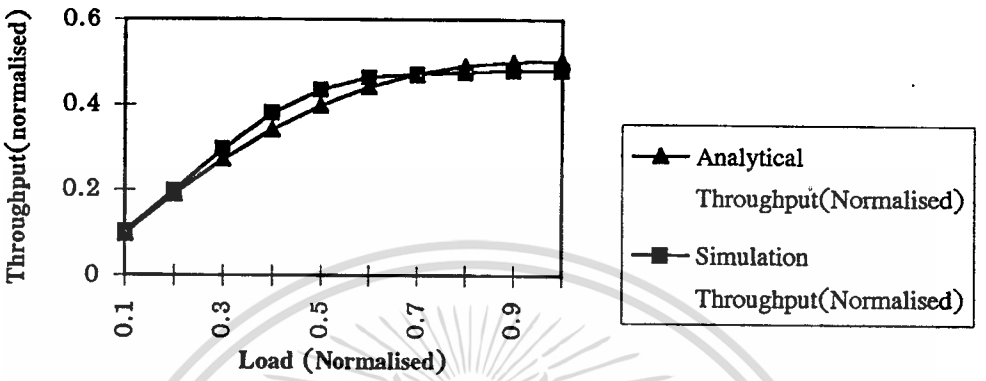
แสดงผลลัพธ์ของ Throughput และ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 64 ไบท์,จำนวนโหนด 30,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ฯ ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms.

	Analytical	*Simulation*	*Simulation*
Load (Normalised)	Throughput (Normalised)	Average Transfer Delay (ms)	Throughput (Normalised)
0.1	0.098	0.062	0.102
0.2	0.19	0.082	0.199
0.3	0.272	0.124	0.297
0.4	0.342	0.231	0.381
0.5	0.398	0.469	0.435
0.6	0.441	0.763	0.464
0.7	0.471	0.904	0.471
0.8	0.491	1.114	0.476
0.9	0.5	1.493	0.480
1.0	0.503	1.631	0.480

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 33

แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Analytical Model และ Simulation Model จาก ตาราง ที่ 14



ตารางที่ 15

แสดงผลการเปรียบเทียบของ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 64,512,1518 ไบท์,จำนวนโหนด 30,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms.

	Simulation Packet Size=64 byte	*Simulation Packet Size=512 byte*	*Simulation Packet Size=1518 byte*
Load (Normalised)	Average Transfer Delay (ms)	Average Transfer Delay (ms)	Average Transfer Delay (ms)
0.1	0.062	0.428	1.281
0.2	0.082	0.489	1.456
0.3	0.124	0.534	1.564
0.4	0.231	0.608	1.728
0.5	0.469	0.657	1.784
0.6	0.763	0.821	2.106
0.7	0.904	1.032	2.828
0.8	1.114	1.596	3.035
0.9	1.493	2.078	3.992
1.0	1.631	2.787	5.077

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16

แสดงผลการเปรียบเทียบของ Throughput สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 64,512,1518 ไบท์,จำนวนโหนด 30,โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised) ความยาวของบัส 500 เมตร และเวลาในการจำลอง 1000 ms.

	Simulation Packet Size=64 byte	*Simulation Packet Size=512 byte*	*Simulation Packet Size=1518 byte*
Load (Normalised)	Throughput (Normalised)	Throughput (Normalised)	Throughput (Normalised)
0.1	0.102	0.092	0.087
0.2	0.199	0.189	0.185
0.3	0.297	0.294	0.294
0.4	0.381	0.417	0.409
0.5	0.435	0.488	0.483
0.6	0.464	0.572	0.588
0.7	0.471	0.669	0.66
0.8	0.476	0.718	0.734
0.9	0.480	0.790	0.823
1.0	0.480	0.827	0.862

จากตาราง 12,13,14,15,16 แสดงผลลัพธ์จาก Analytical Model เปรียบเทียบกับการจำลองการทำงานของอีเทอร์เนตโดยที่ใช้โหลดระหว่าง 0.1-10 (Normalize) โหนดมีค่าเท่ากับ 30 ขนาดของแพคเก็ตมีค่าเท่ากับ 1518,512,64 ไบท์ ตามลำดับ ความยาวของบัสเท่ากับ 500 เมตร และเวลาในการจำลองมีค่าเท่ากับ 1000 ms จะเห็นว่าผลลัพธ์ของการวิเคราะห์รูปแบบทางคณิตศาสตร์มีค่าน้อยกว่าการจำลองแบบปัญหาเพราะว่าการวิเคราะห์รูปแบบทางคณิศาสตร์ไม่ได้มีคำนวณถึงการแก้ปัญหาการชนกันโดยใช้เทคนิค Truncated Exponential Binary Backoff และจะพบว่าแพคเก็ตที่มีขนาดใหญ่จะมี ทรูพุทสูงกว่าแพคเก็ตที่มีขนาดเล็กทั้งนี้เนื่องจาก Control Bit มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนบิตที่ส่ง แต่ Average Transfer Delay ของแพคเก็ตที่มีขนาดใหญ่

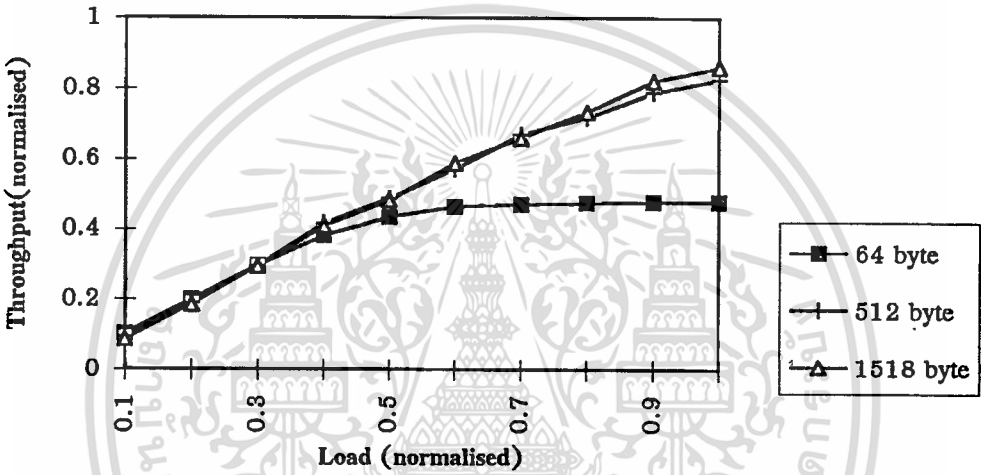
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีค่ามากกว่าเพราะขนาดของแพคเก็ตที่น้อยกว่าจะมีจำนวนแพคเก็ตที่ส่งมากกว่าขนาดของแพคเก็ตที่ใหญ่กว่าดังนั้นความน่าจะเป็นในการชนกันของแพคเก็ตที่น้อยกว่าจึงมีโอกาสเกิดได้มากกว่า

ภาพที่ 34

แสดงการเปรียบเทียบของ Throughput ระหว่างขนาดของแพคเก็ต 64,512,1518 ไบท์

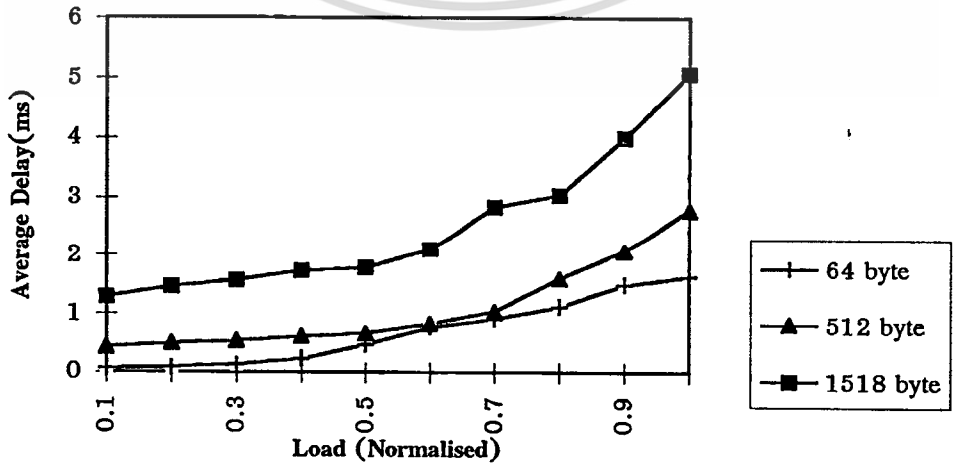
จากตารางที่ 16



ภาพที่ 35

แสดงการเปรียบเทียบของ Average Transfer Delay ระหว่างขนาดของแพคเก็ต 64,512,1518 ไบท์

จากตารางที่ 15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้งาน

ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบที่สร้างขึ้นสามารถวัดประสิทธิภาพต่างๆ ของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต เพียงแค่ผู้ใช้เปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อระบบ ดังนั้นผู้ใช้สามารถนำรูปแบบที่สร้างขึ้นไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้

ตัวอย่าง

จากภาพที่ 35,36 เป็นการทดลองเพื่อแสดงการเปรียบเทียบของ Throughput และTransfer Delay ระหว่างความยาวของบัส 500 , 4500 m. เพื่อตรวจสอบว่าความยาวของบัสมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบหรือไม่ โดยกำหนดจำนวนโหนด 30และขนาดของแพคเก็ต 512 ไบท์

ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ จำนวนของการชนกันอาจจะเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับความยาวของสายเคเบิล โดยที่เวลาที่สัญญาณใช้ในการเดินทางมาถึงสถานีที่ไกลที่สุด จะส่งผลกระทบไปยังสถานีที่กำลัง Sense Carrier ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าถ้าความยาวของบัสยาวขึ้นจะทำให้ Throughput ลดลงและ Transfer Delay เพิ่มขึ้น จึงควรจะพิจารณาถึงความยาวของบัสด้วยในการออกแบบระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต

ตัวอย่างถัดไปจะเปรียบเทียบจำนวนสถานีที่เพิ่มขึ้นมีผลกระทบต่อประสิทธิผลหรือไม่ จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นว่าเมื่อสถานีเพิ่มขึ้น Utilization จะเพิ่มขึ้นตามทั้งนี้เพราะจำนวนโหลดจะเพิ่มขึ้นตามจำนวนสถานี และ Transfer Delay จะเพิ่มขึ้นตามด้วย

ตารางที่ 17

แสดงผลการเปรียบเทียบของ Utilization และ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต
ขนาดของ แพคเก็ต 64 และ1518 ไบท์,จำนวนโหนด 10,50 และ100
อัตราการมาถึงของแพคเก็ตเท่ากับ 10 แพคเก็ต ต่อ วินาที ความยาว
ของบัส 100 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms.

N	Packet length 64 byte		Packet length 1518 byte	
	Transfer Delay (sec)	Utilization	Transfer Delay (sec)	Utilization
10	0.005	0.005	0.119	0.109
50	0.028	0.026	1.095	0.589
100	0.060	0.053	4.931	0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างดังตารางที่ 18 จะแสดงให้ทีนว่าเวลาในการจำลองมีผลกระทบกับการจำลองหรือไม่ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าเวลาในการจำลองมีผลกระทบน้อยมากกับการจำลอง

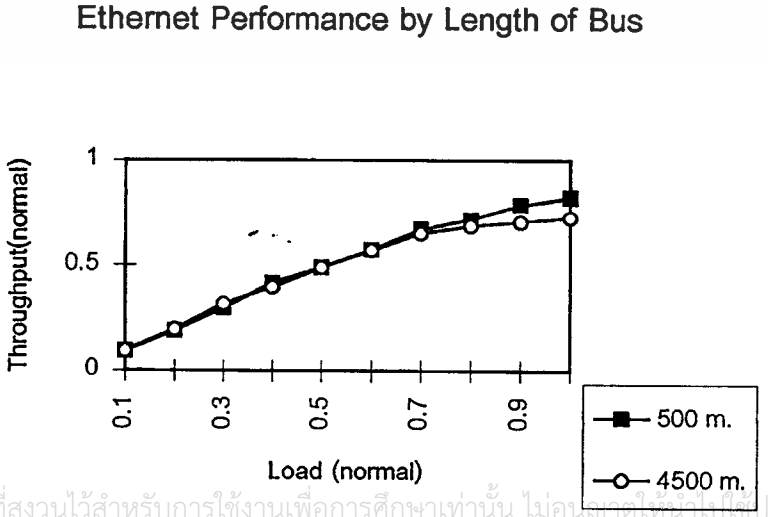
ตารางที่ 18

แสดงผลการเปรียบเทียบของ Throughput และ โหลด สำหรับ อีเทอร์เนต ขนาดของแพคเก็ต 1518 ไบท์,จำนวนโหลด 0.1-0.5 ความยาวของบัส 100 เมตร และเวลาในการจำลอง 1000,5000 และ 20000 ms.

Load	Throughput		
	Simtime = 1000 ms	Simtime = 5000 ms	Simtime = 20000 ms
0.1	0.087	0.097	0.096
0.2	0.185	0.198	0.2
0.3	0.297	0.289	0.3
0.4	0.41	0.42	0.4
0.5	0.48	0.5	0.5

ภาพที่ 36

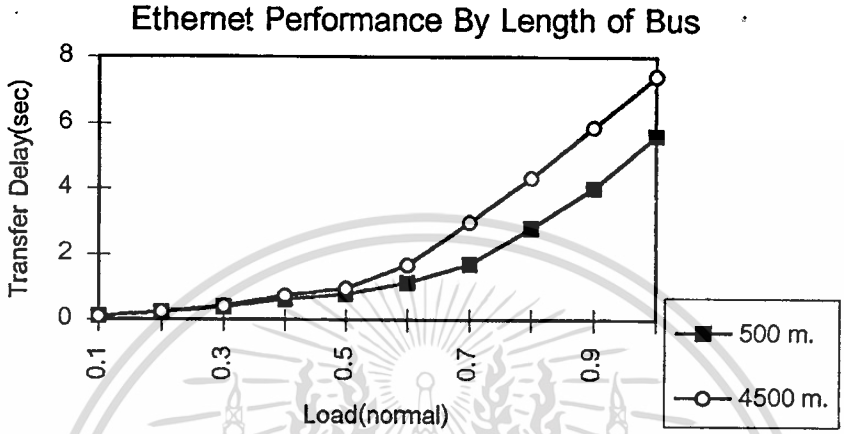
แสดงการเปรียบเทียบของ Throughput ระหว่างความยาวของบัส 500 , 4500 m. จำนวนโหนด 30,ขนาดของแพคเก็ต 512 ไบท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 37

แสดงการเปรียบเทียบของ Transfer Delay ระหว่างความยาวของบัส 500 , 4500 m.
จำนวนโหนด 30,ขนาดของแพคเก็ต 512 ไบท์



ตัวอย่างการใช้ Batch Mean Analysis

ตารางที่ 19

แสดงผลการคำนวณช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ Transfer Delay สำหรับ อีเทอร์เนต
ขนาดของแพคเก็ต 1518 ไบท์ จำนวนโหนด 30 โหลดเท่ากับ 0.1 - 1 (Normalised)
ความยาวของบัส 500 เมตรและเวลาในการจำลอง 1000 ms.

Load	Estimate Error	Mean(ms)	Confidence Interval 95 %	Number of Batch	Batch Size
0.1	0.06	1.285	0.012<Mean<0.013	2	30
0.2	0.151	1.461	1.31<Mean<1.612	5	30
0.3	0.154	1.564	1.41<Mean<1.718	8	30
0.4	0.190	1.731	1.541<Mean<1.921	11	30
0.5	0.252	1.789	1.537<Mean<2.041	13	30
0.6	0.232	2.101	1.869<Mean<2.333	16	30
0.7	0.507	2.829	2.322<Mean<3.336	18	30
0.8	0.477	3.037	2.56<Mean<3.514	20	30
0.9	0.79	3.844	3.054<Mean<4.634	23	30
1.0	1.003	4.825	3.822<Mean<5.828	24	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 19 เป็นตัวอย่างของการใช้ Batch Mean Analysis เพื่อคำนวณหาช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ Transfer Delay โดยมีจำนวนโหนด 30 ความยาวของบัส 500 ม. ขนาดของแพคเก็ต 1518 ไบท์ สามารถสรุปได้ว่า ที่ Load = 1.0 จะมีช่วงแห่งความเชื่อมั่น 95 % ของ Transfer Delay จะอยู่ในช่วง $3.822 < Mean < 5.828$ ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

บทสรุปและแนวทางการพัฒนาในอนาคต

CSMA/CD เป็นโปรโตคอลในการวัดประสิทธิผลของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนต และประสิทธิภาพของ CSMA/CD จะสัดส่วนในเทอมของ Transmission Delay และทรูพุท(Throughput) เนื่องจากปัจจัยดังต่อไปนี้

#การชนกัน

เนื่องจากการเพิ่มจำนวนสถานีในบัส ดังนั้นความน่าจะเป็นของการชนกันจะเพิ่มตามโดยจะเพิ่มการแย่งกันใช้ช่องทางการสื่อสาร(Channel) เพื่อส่งแพคเก็ตตามลำดับ สิ่งเหล่านี้จะมีผลกระทบในการลดลงของเนตเวอร์คทรูพุทและเพิ่มขึ้นของ Transmission Delay

#ความยาวของแพคเก็ตในแต่ละช่วงการส่ง

ประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายอีเทอร์เนตขึ้นอยู่กับขนาดของแพคเก็ตซึ่งจะส่งผ่านเครือข่าย เครื่องมือที่จะใช้วัดประสิทธิภาพของระบบนั้นคือทรูพุท ซึ่งจะมีค่าสูงเมื่อขนาดของแพคเก็ตมีขนาดใหญ่เนื่องมาจาก Control Bit มีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับจำนวนบิตที่ส่ง แต่เวลาตอบสนอง(Response Time) ในกรณีของแพคเก็ตขนาดใหญ่ค่อนข้างจะใช้เวลานาน

ในกรณีขนาดของแพคเก็ตลดลง ทรูพุทของระบบจะลดลงด้วยเพราะว่าจะมีการเพิ่มจำนวนการชนกันในบัส นอกจากนั้นจำนวนบิตของข้อมูลจะมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับ Control Bit และขนาดของแพคเก็ตที่เล็กกว่าจะมีค่าเฉลี่ยของ Delay มากกว่าขนาดของแพคเก็ตที่ใหญ่

#ความยาวของเคเบิล

จำนวนของการชนกันอาจจะเพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับความยาวของสายเคเบิล โดยที่เวลาที่สัญญาณใช้ในการเดินทางมาถึงสถานีที่ไกลที่สุด จะส่งผลกระทบไปยังสถานีที่กำลัง Sense Carrier เวลาในช่วงนี้คือ Vulnerability period หรือ Collision Window length

แบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้สามารถช่วยให้ผู้ออกแบบระบบเครือข่ายอิเทอร์เนตสามารถนำตัวแบบไปช่วยวิเคราะห์ระบบที่ออกแบบได้อย่างคร่าว ๆ โดยพิจารณาจากค่าทรูพุท Utilization และ Transfer Delay ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์หรือออกแบบเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตัวแบบนี้ยังไม่สามารถจำลองการทำงานของระบบอีเทอร์เนตกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการแบ่งแยกเซกเมนต์ของเครือข่ายเช่น Hub,Router เป็นต้น รวมทั้งการอินเทอร์เฟส ในรูปของกราฟฟิคเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น นอกจากนั้นในปัจจุบันอาจจะต้องคำนึงถึงประเภทของการจราจรในเครือข่ายทั้งนี้เพราะว่าประเภทของการจราจรจะสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทเช่นoffice automation, database application, xterminal และ video conferencing เป็นต้น แต่ละ application ก็จะมีการจราจรและพฤติกรรมในเครือข่ายต่างกัน ซึ่งจะต้องทำการศึกษากันต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1) T.A.Gonslaves.Comparative Performance of Broadcast Bus Local Area Networks With VoiceTraffic : Ph.D.disserttation,Dep.Elec.Eng.,Stanford,CA,June 1986,198 pp

2) John F.Shoch and Jon A.Hupp. "Measured Performance of an Ethernet Local Network." Comm ACM 23 (December 1980) : pp 711-721

3) Gerd E. Keiser .Local Area Network. : McGraw-Hill Publication Company, pp 215-238, 1989

4) ร.ศ. มนตรี พิริยะกุล.ทฤษฎีสถิติ 2 : มหาวิทยาลัยรามคำแหง ,2528,หน้า 121-159

5) Joseph L.Hammond and Peter J.P.O'Reilly. Performance Analysis of Local Computer Network : Addison-Wesley Publish Company,1989,pp 279-341.

6) The Ethernet ,A Local Area Network Data Link Layer and Physical Layer Specification Version 2.0, November 1982 : Xerox, Digital, Intel.

7) Fred Halsall.Data Comunication ,Computer Networks and OSI : Addison-Wesley Publish Company,1988,pp 311-329.

8) Averill M. Law and W.David Kelton. Simulation Modeling & Analysis : McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS,1991

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เทคนิคการสร้างตัวเลขสุ่ม

LINEAR CONGRUENTIAL GENERATORS

เทคนิคการสร้างตัวเลขสุ่มวิธีนี้ถูกคิดโดย Lehmer(1951) [8]

$$Z_i = (aZ_{i-1} + c)(\text{mod } m) \quad (1)$$

$$U_i = Z_i / m \quad (2)$$

กำหนด

Z_i เป็น จำนวนเต็มบวกที่ได้จากสูตร(1)

Z_0 เป็น ค่าเริ่มต้น

U_i เป็น ตัวเลขสุ่ม

m เป็น Modulus $(2^{31}-1)$

a เป็น Multiplier (630360016) based on Marse and Roberts (1983)

c เป็น Increment (0)

ดังนั้น

$$Z[I] = (630360016*Z[I-1]) \ (\text{mod}(\text{pow}(2,31)-1)) \quad (3)$$

$$U[I] = Z[I] / (\text{pow}(2,31)-1) \quad (4)$$

ตัวอย่าง สมมติ $Z_0 = 1973272912$

I	Z_{i-1}	U_i
1	1973272912	0.654
2	1404967355	0.793
3	1703636720	0.290
4	622887589	0.948
5	2036412845	0.719

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การแจงแจงแบบปัวซอง ยูนิฟอร์มและเอกซ์โปแนนเชียล

การแจกแจงแบบปัวซอง (Poisson Distribution)[4]

การแจกแจงแบบปัวซองเป็นเรื่องของการศึกษาถึงสถานการณ์ของการเกิดปรากฏการณ์ที่อุบัติขึ้นโดยสุ่ม (Random occurrence) ส่วนใหญ่จะเป็นอุบัติการณ์ในช่วงของเวลา (Time Interval) มากกว่าอย่างอื่น เช่นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นภายในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (Fixed Time Interval) แต่ช่วงหรือขอบเขตของการเฝ้าติดตามนับ (Count) จำนวนการปรากฏการณ์ที่อุบัติขึ้นนี้มิได้หมายถึงเฉพาะช่วงหรือขอบเขตของเวลาเท่านั้น หากรวมไปถึงการเฝ้าติดตามนับจำนวนปรากฏการณ์ที่อุบัติขึ้นในขอบเขตของพื้นที่ ขอบเขตของปริมาตร ระยะทาง จุดนัดพบหรืออื่น ๆ อีกด้วย เช่น จำนวนครั้งของโทรศัพท์ที่หมุนเข้ามายังโอเปอเรเตอร์ในช่วงเวลาหนึ่ง (โดยเฉพาะช่วงเวลาที่มีผู้ใช้โทรศัพท์มาก)

1) ต้องเป็นสถานะการณ์ที่สามารถนับจำนวนปรากฏการณ์ได้ (Counting Event)
2) อัตราเฉลี่ยของการเกิดปรากฏการณ์ (Average Rate of Occurrence) จะต้องคงที่
3) จะต้องกำหนดช่วงหรือเขตของการศึกษาให้แน่นอน อาจเป็นช่วงเวลา ระยะทาง จุด พื้นที่ ปริมาตรที่แน่นอน หรืออื่นใดก็ได้

การศึกษาเพื่อพัฒนาฟังก์ชั่นของความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มปัวซองจำเป็นจะต้องข้อตกลงดังต่อไปนี้ และเพื่อความสะดวกจะขอเริ่มศึกษาด้วยขอบเขตของ "ช่วงเวลา" ส่วนช่วงหรือเขตอื่นก็สามารถสรุปผลได้โดยนัยเดียวกัน

1) จำนวนปรากฏการณ์ที่อุบัติขึ้นในช่วงเวลาคนละช่วง (Nonoverlapping Time Interval) เป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน
2) ความน่าจะเป็นที่จะเกิดปรากฏการณ์เพียง 1 ครั้งในช่วงเวลา h สั้น ๆ มีค่าเท่ากับ mh โดยที่ m^2เป็นจำนวนเต็มบวกใด ๆ นัยหนึ่ง ความน่าจะเป็นที่จะเกิดปรากฏการณ์เพียงครั้งในช่วงเวลา h สั้น ๆ มีค่าเป็นสัดส่วนกับความยาวของช่วงเวลา h นั่นคือ $P1(h) = mh$
3) ความน่าจะเป็นที่จะเกิดปรากฏการณ์เกินกว่า 1 ครั้งในช่วงเวลา h สั้น ๆ มีค่าน้อยมาก (เมื่อเทียบกับ mh) จนเราสามารถตัดออกจากการพิจารณาได้ นั่นคือ $\sum P_k(h) \cong 0 \quad ; k=2,3,\ldots N$
4) ความน่าจะเป็นที่จะไม่มีปรากฏการณ์ใดเกิดขึ้นเมื่อเริ่มต้นศึกษามีค่าเท่ากับ 1 นั่น คือ $P_0(0) = 1$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราจะนำข้อตกลงเหล่านี้ไปใช้พัฒนาทฤษฎีของการแจกแจงแบบปัวซองดังต่อไปนี้

ถ้า "ข้อตกลง" ทั้ง 4 ประการข้างต้นเป็นจริงจำนวนปรากฏการณ์ที่อุบัติขึ้นในช่วงเวลา t จะมีการกระจายแบบปัวซอง มีพารามิเตอร์เป็น $\lambda=mt$ นั่นคือ ถ้าให้ตัวแปรสุ่ม X แทนจำนวนปรากฏการณ์ที่อุบัติขึ้นในช่วงเวลา t แล้ว

$$Pr(X=x) = e^{-mt}(mt)^x/x! \quad ;x=0,1,2,\ldots$$

การกระจายแบบเอกซ์โปเนนเชียล (Exponential Distribution)[4]

การแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลเป็นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มที่แสดงระยะเวลาระหว่างเหตุการณ์ (Time Between Event) เมื่อสิ่งที่มุ่งศึกษานั้นหมายถึง "เหตุการณ์" หรือแสดงอาการใช้งาน (Life Time) ของวัตถุสิ่งของเมื่อสิ่งที่มุ่งศึกษาหมายถึง "อายุ"

คำว่า "เหตุการณ์" ที่กล่าวถึงในตอนต้นอาจหมายถึงอะไรก็ได้ เช่น ระยะเวลาการพูดโทรศัพท์ ระยะเวลาที่รถคอยผ่านสัญญาณไฟแดง ระยะเวลาที่รถบรรทุกเสียไปในด่านชั่งน้ำหนัก ระยะเวลาทิ้งห่างระหว่างรถแต่ละคันที่วิ่งผ่านจุดใดจุดหนึ่ง (ระยะเวลาทิ้งห่างระหว่างรถแต่ละคันที่ผ่านจุด ๆ หนึ่ง อาจเป็นสี่แยกไฟแดง ด่านตรวจความเร็ว หลักกิโลเมตร ฯลฯ ถ้ายิ่งสั้น ความหนาแน่นของการจราจรก็ยิ่งสูง ถ้าช่วงทิ้งห่างยาวขึ้น ความหนาแน่นของการจราจรก็เบาบาง) ระยะเวลาที่คนไข้แต่ละคนรอคอยเข้ารับบริการตรวจรักษาจากแพทย์ ระยะเวลาที่โมเลกุลใด ๆ ของน้ำที่จะอยู่ในถังเก็บน้ำ เมื่อมีการสูบน้ำเข้าถังและจ่ายน้ำไปตามท่ออยู่ตลอดเวลา ฯลฯ เหล่านี้ล้วนเป็นตัวอย่างที่แสดงสถานการณ์ของการศึกษาเมื่อประเด็นที่มุ่งศึกษาหมายถึงเหตุการณ์ จะเห็นได้ว่า "เวลาระหว่างเหตุการณ์" หมายถึง ระยะเวลาระหว่าง เหตุการณ์ทำนองเดียวกันที่เกิดขึ้นแล้วกับเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นอีก ส่วนอายุใช้งานที่กล่าวถึงหมายถึง ความทนทานของวัตถุสิ่งของโดยวัดด้วยเวลาตั้งแต่เริ่มใช้ (t = 0) จนกระทั่งวัตถุนั้นเสียหรือเสื่อมสภาพ(t=t) เช่น อายุใช้งานของทรานซิสเตอร์ อายุใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ อายุใช้งานของวัสดุสิ้นเปลืองและวัสดุยาวนานต่าง ๆ เช่น ชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์ เครื่องบินและอื่น ๆ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาทั้งหมดจึงเห็นได้ว่า ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลโดยส่วนใหญ่เป็นเรื่องของตัวแปรเวลา T (Time Vairable) มากกว่าอย่างอื่น ๆ (ตัวอย่างอื่นคือแรงสั่นสะเทือน (Richter Magnitude) ของแผ่นดินไหว) ที่เริ่มต้นนับเมื่อเริ่มใช้วัตถุ (กรณีอายุใช้งาน) หรือเริ่มนับเมื่อปรากฏการณ์ทำนองเดียวกันได้เกิดขึ้นเสร็จสิ้นไปแล้ว เวลาดังกล่าวจะนับติดต่อกัน ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งปรากฏการณ์ที่รอคอยนั้นอุบัติขึ้นอีก

ณ จุดนี้จึงสามารถให้ข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะของการแจกแจงเอกซ์โปเนนเชียลได้เป็น 4 ประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลเป็นการศึกษาถึงระยะเวลาที่รอคอย (Continueous Waiting Time) จนกระทั่งเกิดปรากฏการณ์ที่มุ่งศึกษาเป็นครั้งแรก
2. การแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลมีความเกี่ยวกันกับการแจกแจงแบบปัวซองอย่างลึกซึ้ง กล่าวคือ การแจกแจงแบบปัวซองศึกษาถึงจำนวนครั้ง (เฝ้านับ) ของการเกิดอุบัติการณ์ที่มุ่งศึกษาในช่วงเวลา (ระยะทาง พื้นที่ ปริมาตร จุด) ที่แน่นอนช่วงหนึ่ง ส่วนการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลถือว่าเวลาเป็นตัวแปร (ไม่คงที่เช่นกรณีปัวซอง) และนับเวลาหรือบันทึกเวลาติดต่อกันไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งเกิดอุบัติการณ์ปัวซองเป็นครั้งแรก (Occurrence of Poisson Event) (เฝ้าคอย) อย่างไรก็ตาม เวลาอาจไม่จำเป็นต้องเริ่มที่ 0 เสมอไป ณ. จุดนี้เราจึงเห็นได้ว่าการแจกแจงทั้งสองแบบมีลักษณะร่วมกันคือเฝ้านับปรากฏการณ์ที่จะอุบัติขึ้นโดยสุ่ม (Random Occurrence)
3. การแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลเป็นอีกโฉมหน้าหนึ่งของการแจกแจงแบบอนุกรมเรขาคณิต เพียงแต่การแจกแจงแบบอนุกรมเรขาคณิตศึกษาถึงสถานการณ์ของตัวแปรสุ่มแบบตัดตอน ส่วนการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียลศึกษาถึงสถานการณ์ของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่อง
4. ฟังก์ชั่นการแจกแจงของตัวแปรสุ่มเอกซ์โปเนนเชียลพัฒนาขึ้นมาจากความน่าจะเป็นที่จะเกิดอุบัติการณ์ปัวซองเป็นครั้งแรกดังนี้

   ให้ตัวแปรสุ่ม T = ช่วงเวลาที่ต้องรอคอยจนกระทั่งเกิดอุบัติการณ์ปัวซองเป็นครั้งแรก

   X = จำนวนครั้งของการเกิดปรากฏการณ์ที่อุบัติขึ้นในช่วงเวลา (0, t) ของกระบวนการปัวซอง

   ดังนั้น Pr(T>t) จึงหมายถึงความน่าจะเป็น ที่ยังไม่เกิดอุบัติการณ์ปัวซองใดในช่วงเวลายาว t หน่วยλ

   $Pr(T>t)$ = Pr(ไม่เกิดอุบัติการณ์ปัวซองในช่วงเวลา t หน่วย)

   $= Pr(X=0)$

   $Pr(T>t) = e^{-\lambda t}(\lambda t)^0/0! = e^{-\lambda t}$: t>=0

   λ = อัตราถัวเฉลี่ยของอุบัติการณ์ต่อ 1 หน่วยเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$1 - Pr(T<=t) = e^{-\lambda t} \quad : t>=0$$

$$1-Fr(t) = e^{-\lambda t}$$

$$Fr(t) = Pr(T<=t) = 1- e^{-\lambda t}$$

$$fr(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad :t > 0$$

นั่นคือ $fr(t) = \lambda e^{-\lambda t} : t > 0$ คือฟังก์ชั่นความน่าจะเป็นที่จะเกิดอุบัติการณ์ปัวซองครั้งแรกในช่วงเวลาขนาดความยาว t หน่วย เมื่อ λ คืออัตราถัวเฉลี่ยของจำนวนอุบัติการณ์จะเกิดขึ้นใน 1 หน่วยเวลา (λ ในที่นี้มีความหมายเช่นเดียวกันกับ λ ในการแจกแจงแบบปัวซองเมื่อนำมาศึกษาในแง่ของเอกซ์โปเนนเชียล จึงหมายถึงระยะเวลาถัวเฉลี่ยระหว่างเหตุการณ์หรืออัตราการเสื่อมสภาพของวัตถุต่อหน่วยเวลา (Time Between Event หรือ Failure) ทั้งนี้แล้วแต่ว่าสถานการณ์ที่กำลังศึกษาอยู่นั้นเป็น "เหตุการณ์" หรือ "อายุการใช้งาน"

<u>นิยาม</u> ตัวแปรสุ่ม x จะมีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเนนเชียล ถ้า x มี pdf ดังนี้คือ

$$fx(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad \text{เมื่อ } x >= 0$$

$$= 0 \quad \text{เมื่อ x มีค่าเป็นอย่างอื่น}$$

$$E(x) = 1/\lambda$$

$$V(x) = 1/\lambda^2$$

<u>ข้อสังเกต</u> โดยปกตินิยมใช้ T เป็นตัวแปรสุ่มเอกซ์โปเนนเชียลหรือตัวแปรสุ่มใดก็ตามที่เกี่ยวข้องกับเวลา แต่ในที่นี้ใช้ x เพราะเคยใช้ x ในความหมายของตัวแปรสุ่มมาโดยตลอด แต่เรามีสิทธิที่จะใช้อักษรตัวใดแทนตัวแปรสุ่มก็ได้ ขอเพียงแต่ให้เข้าใจว่าอักษรตัวนั้น หมายถึงอายุการใช้งานระยะเวลาระหว่างเหตุการณ์หรืออื่น ๆ ตามความที่อธิบายแล้วก็คงไม่มีปัญหาอะไร

เนื่องจากในกระบวนปัวซอง (Poisson Process) มีข้อตกลงว่าอุบัติการณ์ที่ปรากฏในแต่ละช่วงเวลาเป็นอิสระต่อกัน นั่นหมายความว่าปรากฏการณ์ที่จะอุบัติในอนาคตเป็นอิสระกับการเกิดปรากฏการณ์ในอดีตและปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม (Discrete Uniform Distribution)[4]

ตัวแปรสุ่ม x มีฟังก์ชั่นความน่าจะเป็น ดังนี้คือ

$f(x) = 1/N$ เมื่อ $x = 1,2,\ldots,N$

$= 0$ เมื่อ x มีค่าเป็นอย่างอื่น

$E(x) = (N+1)/2$

$V(x) = (N^2-1)/12$

โดยที่พารามิเตอร์ N มีค่าเป็นจำนวนเต็มบวก แล้วตัวแปรสุ่ม x จะมีการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

การแจกแจงประเภทนี้นิยมใช้มากในทฤษฎีของการสุ่มตัวอย่าง โดยเฉพาะกรณี Sampling with Replacement (หรือกรณี Sampling without Replacement ก็ได้ถ้ากรอบตัวอย่าง (Sampling France) มีขนาดใหญ่) โดยถือว่าหน่วยสำรวจ (Sampling Unit) ทุกหน่วยมีโอกาสได้รับเลือกเป็นตัวอย่างได้ทัดเทียมกัน เช่นในชั้นเรียนหนึ่งมีนักเรียน 45 คน ถ้าต้องการเลือกนักเรียนมาเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อตอบแบบสอบถามเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยสุ่ม (สมมุติเรื่อง "ความคาดหวังในชีวิต") นักเรียนทุกคนจะมีโอกาสได้รับเลือกเท่ากันคือเท่ากับ 1/45 ดังนี้เป็นต้น กรณีที่เห็นได้ง่ายอีกตัวอย่างหนึ่งคือเรื่องของการทอดลูกเต๋า ลูกเต๋าแต่ละหน้าจะมีโอกาสหงายขึ้นเท่ากับ 1/6 เมื่อหน้าลูกเต๋า คือ $x = 1, 2, 3, \ldots, 6$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

บทความเรื่อง การจำลองแบบปัญหาระบบเครือข่ายท้องถิ่นอีเทอร์เนตเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพ
ได้ลงตีพิมพ์ในวารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจำลองแบบปัญหาของระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนต เพื่อการประเมินผลประสิทธิภาพ

SIMULATION OF ETHERNET FOR PERFORMANCE EVALUATION

สุรสิทธิ์ วรรณไกรโรจน์*,ปราโมทย์ ปทีปกมล**

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอตัวแบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายแบบท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนต ซึ่งตัวแบบนี้สามารถประเมินความสามารถและทรูพุท อัตราการใช้แชนนัล เวลาหน่วงในการส่งแพคเก็ต (packet) และตัวแบบจำลองนี้มีความยืดหยุ่นโดยสามารถเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่างๆของระบบเช่น จำนวนสถานี ขนาดของแพคเก็ต ระยะห่างระหว่างสถานี และปริมาณจราจรที่อยู่บนเครือข่าย ซึ่งทำให้สามารถประเมินความสามารถของระบบเครือข่ายได้ในหลายๆสถานะการณ์

ตัวแบบที่ใช้งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการจำลองแบบ Discrete Event-driven Model โดยมีการกำหนดสมมุติฐานว่า วิธีการเกิดของแพคเก็ตมีการแจกแจงแบบปัวซอง (poisson) และทุกสถานีความสามารถในสร้างแพจเกจได้อย่างเป็นอิสระต่อกัน โดยการเกิดของแพคเก็ตใหม่จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อแพคเก็ตเก่าได้ส่งสำเร็จแล้ว

ในการทดลองเพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้นำผลการทดลองเปรียบเทียบกับตัวแบบของ Snoch

Abstract

This paper present Ethernet simulation model for evaluation of Ethernet performance. This model can be used to investigate network's capacity,throughput,the rate of channel and the transmission packet delay. Futhurmore, this simulation model also allows to modify some parameters as follows : number of node,packet size,distance among node to node and total offered load to simulate many situations.

This research will be used Discrete event-driven model which assumption is defined as follows : packet arrival willl be poisson distribution and all station are same and can generate new packet by free that new packet will be generate when the old packet transmitted successful.

In this experiment is tested reliability of model by compare with model of Snoch

* คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

** นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กทม. 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย โดยที่อีเทอร์เนตใช้วิธีการเข้าถึงตัวกลางแบบ Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) ตามมาตรฐาน IEEE 802.3 เพื่อใช้ในการตรวจสอบตัวกลางและแก้ปัญหาการชนกันของแพคเก็ตที่เกิดขึ้น

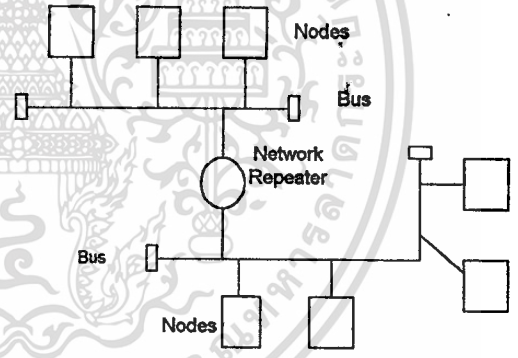
วิธีการของ CSMA/CD เป็นวิธีการแย่งการใช้บัสซึ่งเสมือนเป็นของร่วมกัน ดังนั้นอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับบัสจะต้องหาทางใช้บัสเพื่อให้ประสิทธิภาพและความถูกต้องของการทำงานเป็นไปด้วยดี โดยที่อีเทอร์เนตได้ถูกสร้างขึ้นจากการร่วมมือของ Digital Equipment, Intel และ Xerox ในบทความนี้ส่วนแรกจะพูดถึงระบบเครือข่ายแบบอีเทอร์เนต ในส่วนที่ 2 จะกล่าวถึงลักษณะการทำงานของ Ethernet Procotol หลังจากนั้นจะพูดถึงรูปแบบที่สร้างขึ้นเพื่อทำการจำลองระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตและได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพระบบโดยพิจารณาจากค่า ประสิทธิภาพ (Performance) ต่างๆ เช่น Throughput, Utilization, Transmission Delay เป็นต้น

2. ระบบเครือข่ายแบบอีเทอร์เนต (Ethernet)

ระบบเครือข่ายแบบอีเทอร์เนตเป็นการติดต่อสื่อสารแบบบัสหรือดาว ซึ่งอาจประกอบด้วยเซกเมนต์เดียวหรือหลายเซกเมนต์ โดยการเชื่อมต่อจะใช้สายสายโคแอคเชียล สายคู่บิดเกลียว หรือสายไฟเบอร์ ออปติกและในระบบอาจมีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกัน เช่น Repeater, Hub, Bridge และ Router โดยจะต่อเข้ากับสถานีซึ่งอาจจะหมายถึง Host, Terminal หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ในตารางที่ 20 จะแสดงรายละเอียดของอีเทอร์เนตและในรูปที่ 38 แสดงถึงตัวอย่างแบบอีเทอร์เนต

รูปที่ 38

แสดงตัวอย่าง Ethernet Network



ตารางที่ 20

แสดงรายละเอียดของอีเทอร์เนต

	10BASE-5	10BASE-2	10BASE-T	10BASE-F
อัตราการส่งข้อมูล (Mbps)	10	10	10	10
ตัวกลาง	Thin Coaxial	Thin Coaxial	Twisted Pair	Fiberoptic
วิธีการเข้าถึงข้อมูล	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD	CSMA/CD
จำนวนสถานีสูงสุดในเซกเมนต์	100	30	up to hub port	up to hub port
ระยะทางสูงสุดใน เซกเมนต์ (เมตร)	500	185	100	2000
วิธีการส่งสัญญาณ	Baseband	Baseband	Baseband	Baseband
โทโปโลยี	Bus	Bus	Bus	Bus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรโตคอล CSMA/CD

อีเทอร์เนตจะรองรับกับโทโปโลยีแบบบัส และใช้การบริหารช่องการติดต่อสื่อสารแบบ 1-persis-tent CSMA/CD [3]

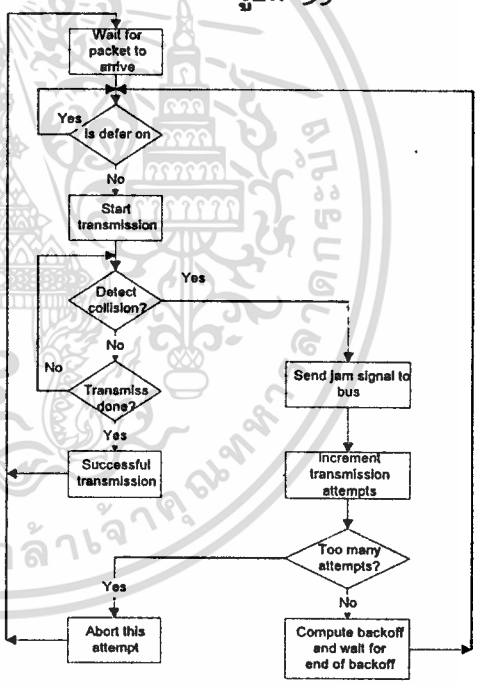
ภายใต้ CSMA/CD เมื่อได้แชนนัลมาสถานีจะตรวจสอบดูว่าตัวกลางว่างหรือเปล่า ถ้าไม่ว่างจะรอจนกระทั่งว่าง สถานีที่รออยู่ก็จะเริ่มต้นการส่งทันทีระหว่างการส่งสถานีจะคอยดูว่าเกิดการชนกันขึ้นมาหรือไม่ การชนกันจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆจากจุดเริ่มต้นในการส่ง ถ้าในช่วงเวลาสั้นๆช่วงแรกไม่เกิดการชนกันขึ้นสถานีก็จะได้ใช้แชนนัลในการส่งต่อไป แต่ถ้าเกิดการชนกันขึ้นผู้ส่งที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์นี้ก็จะต้องหยุดส่งและเริ่มต้นการส่งใหม่ในเวลาต่อมา

เมื่อการคอยที่สถานีหนึ่งสิ้นสุดลงการส่งก็จะเริ่มขึ้น ถ้าการชนกันเกิดขึ้นสถานีที่ส่งแพคเก็ตจะหยุดการส่งและส่งสัญญาณแยม (Jamming) เพื่อแจ้งให้ทุก ๆ สถานีทราบถึงเหตุการณ์การชนกัน โดยที่เหตุการณ์นี้ดูได้จาก Analog Waveform ที่บิดเบือนไป โดยที่การบิดเบือนนี้อาจจะพิจารณาจากแรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นมากกว่าธรรมดา

ภายหลังจากส่งสัญญาณแยมแล้ว สถานีจะทราบว่ามีแพคเก็ตที่ชนกันและจะคอยเวลาอย่างสุ่มหลังจากนั้นจะพยายามส่งแพคเก็ตอีกครั้ง เทคนิคที่ใช้ในการกำหนดเวลาอย่างสุ่มสำหรับการส่งในครั้งต่อไปจะใช้เทคนิคที่ชื่อว่า **Truncated Binary Exponential Backoff** เพื่อให้เวลาที่หน่วงไว้มีค่าน้อยที่สุดก่อนที่จะส่งแพคเก็ตใหม่หลังจากเกิดการชนกัน จำนวนเวลานี้จะถูกเรียกว่า สล๊อตการส่งใหม่ (retransmission slot time) สำหรับเทคนิคที่ใช้ในวิธีนี้ก็คือสถานีจะพยายามส่งใหม่เมื่อมีการชนกันเกิดขึ้น โดยที่จะพยายามส่งจนกระทั่งสำเร็จหรือพยายามส่งไม่เกิน 16 ครั้ง (ครั้งแรก+พยายามอีก 15 ครั้ง) ซึ่งก็คือไม่สำเร็จที่จุดนี้แพคเก็ตจะถูกแจ้งว่าเกิดความผิดพลาดขึ้น รูปที่ 39 แสดง Flow Diagram สำหรับ CSMA/CD

เทคนิคอย่างง่ายของ Truncated Binary Exponential Backoff คือ ถ้าแพคเก็ตส่งไม่สำเร็จจำนวน n ครั้ง การส่งครั้งต่อไปจะคอยเป็นเวลา r ซึ่งค่า r ($0<=r<=2^k$) เลือกจากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์มโดยที่ r อยู่ในช่วง k=min(n,10) และ k เป็นค่าต่ำสุดระหว่างจำนวนที่พยายามส่ง n ครั้ง และจำนวนเต็ม 10 หลังจากได้ค่า r แล้วจะนำค่า r ไปคูณกับ slot time เพื่อจะได้เวลาที่แพคเก็ตซึ่งเกิดการชนกันต้องถูกส่งใหม่นั่นเอง

รูปที่ 39



Flow Diagram สำหรับ CSMA/CD

<u>*ตัวอย่าง*</u> การคำนวณหาเวลาส่งแพคเก็ตใหม่ด้วยวิธี Truncated Binary Exponential Backoff

<u>กำหนดให้</u>

slot time = 0.0225 ms,จำนวนครั้งที่ส่งแพคเก็ตไม่สำเร็จ 5 ครั้ง (n=5), k=min(5,10) โดยเลือก k=5 และค่า r เลือกจากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

k=5 และค่า r เลือกจากการแจกแจงแบบยูนิฟอร์ม อยู่ในช่วง $0<=r<=2^k$ ดังนั้นค่า r จะอยู่ระหว่าง 0-32 สมมติว่าเลือก r=10

ดังนั้นเวลาในการส่งออกไปใหม่ของแพคเก็ตคือ r*slot time = 10*0.0225 =0.225 ms นั่นคือแพคเก็ตจะต้องรอเวลาก่อนส่งออกไป 0.225 ms

4. ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองของงานวิจัย

งานวิจัยนี้สร้างแบบจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบอีเทอร์เนตโดยใช้วิธี Discrete event-driven model ซึ่งในแบบจำลองนี้จะมีการกำหนดสมมติฐาน ค่าคงที่และอินพุทที่ระบบต้องการเพื่อวัดค่าประสิทธิภาพดังรายละเอียดข้างล่างนี้ โดยในตารางที่ 2 แสดงถึงค่าคงที่ที่ใช้ในระบบ

ตารางที่ 21

แสดงค่าคงที่ของแบบจำลอง

Data Transmission Rate	10 Mbps
Jam Signal	32 microsec
Propagation Delay	$2x10^8$ m/s
Interframe Gap Spacing	9.6 microsec

4.1 สมมติฐานของแบบจำลอง

1.ช่วงการส่งให้ถือว่ามีข้อผิดพลาดต่ำในการส่ง (noiseless) และมีอัตราการส่งคงที่

2.เวลาในการมาถึงของแพคเก็ตใหม่เป็นการแจกแจงแบบปัวซอง

3.แต่ละสถานีมีบัฟเฟอร์เพียง 1 แพคเก็ตนั่นหมายความว่าจะไม่มีแพคเก็ตใหม่เกิดขึ้นในสถานีที่ยังคงส่งไม่สำเร็จ (Feedback Mode) [1]

4.ระยะเวลาของ Jam Signal ภายหลังการส่งไม่สำเร็จ (ชนกัน) มีค่าแน่นอน

5.Back-off: Binary exponential truncated ที่ 2^{10} ด้วยความพยายามส่งใหม่สูงสุดไม่เกิน 16 ครั้ง

6.ทุก ๆ สถานีเป็นอิสระต่อกันและถือว่าเหมือนกัน

4.2 พารามิเตอร์ที่เข้าสู่ระบบ

1.*Total Number of stations* จำนวนสถานีในเครือข่าย

2.*Distance among node* ระยะห่างระหว่างสถานี

3.*Packet Size* ขนาดแพคเก็ตของ Ethernet มีค่าอยู่ระหว่าง 64 - 1518 ไบท์

4.*Total Offered Load of Network* ปริมาณของ Input Traffic ครั้งแรกรวมกับ Retransmission ที่อยู่บนเครือข่ายจะคำนวณจากผลรวมของผลคูณระหว่างอัตราการมาของแพคเก็ตและขนาดของแพคเก็ต

สัญลักษณ์	ความหมาย
X	TOTAL OFFERED LOAD (Mbps)
T	เวลารวมในการมาของแพคเก็ต(Interarrival Tin
λ_i	อัตราในการมาของแพคเก็ต(Interarrival Rate)ข
l_i	ความยาวแพคเก็ตของสถานี i ใดๆ (Byte)
T_i	เวลาในการมาของแพคเก็ต(Interarrival Time)ข

จากสมการที่ (4.1) จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง TOTAL OFFERED LOAD กับความยาวแพคเก็ตและอัตราการมาของแพคเก็ต

$$X = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i l_i \qquad (4.1)$$

ในกรณีที่ θ_i, l_iใด ๆ ของทุก ๆสถานีเท่ากันแล้ว

$$X = n.\lambda.l$$

$$\lambda = \frac{X}{n.l}$$

จาก $T = \frac{1}{\lambda} = \frac{n.l}{X}$

$$T_1 = T_2 = ... = T_n = \frac{l}{X}$$

5. Simulate time: เวลาที่ใช้ในการ Simulate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ค่าที่ใช้พิจารณาประสิทธิภาพของระบบ

1.*Network Throughput* คือผลรวมของข้อมูลที่ส่งสำเร็จระหว่างโหนดในเครือข่ายต่อ 1 หน่วยเวลา

ทรูพุท = ผลรวมของบิตที่ส่งสำเร็จ / เวลาทั้งหมด(Mbps)

= ผลรวมเวลาในการส่งแพคเก็ตที่สำเร็จ / เวลาทั้งหมด (normalize)

2. *Utilization* อัตราการใช้แชนนัล

3.*Transmission Delay* ผลต่างของเวลาระหว่างเวลาเมื่อแพคเก็ตพร้อมที่จะส่งกับเวลาเมื่อสถานีปลายทางได้รับสำเร็จ

4.4 เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในรูปแบบการจำลอง

ในการจำลองแบบปัญหานี้ระบบเครือข่ายจะประกอบด้วยบัสและกลุ่มของสถานี แต่ละสถานีจะมีการมาถึงของแพคเก็ตเป็นอิสระต่อกันและคิวของสถานี ในที่นี้จะให้การมาถึงของแพคเก็ตมีค่าเท่ากันและความยาวคิวเท่ากับ 1 แพคเก็ตจะถูกกระจาย (Broadcast) ผ่านไปยังจุดปลายทั้งสองของสาย รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนทำงานแบบจำลอง

ในแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้มีการกำหนดเหตุการณ์จำลองต่างๆ 6 เหตุการณ์แสดงดังรูปที่ 4

1.*TransmittFrame* กำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆเช่นเวลาในการส่งแต่ละแพคเก็ต,หมายเลขสถานีที่จะส่งเป็นต้น และจะทำการส่งเหตุการณ์ต่อไป (Defer) เข้าไปไว้ใน Event list

2.*Defer* จะพิจารณาดูว่าสถานีที่จะทำการส่งต้องรอการส่งหรือไม่ถ้าไม่รอก็จะส่งเหตุการณ์ต่อไป (Start Transmit) เข้าไปไว้ใน Event list

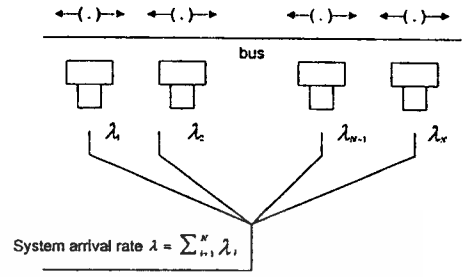
3.*StartTransmit* เริ่มทำการส่งและจะตรวจสอบว่ามีการชนกันเกิดขึ้นหรือไม่

4.*Endtransmit* ตรวจสอบว่าแพคเก็ตที่ส่งนั้นส่งสำเร็จ

5.*InitBackoff* คำนวณเวลาในการส่งใหม่เมื่อเกิดการชนกันของแพคเก็ต

6.*Deassert* จะปล่อยช่องทางสื่อสารและเริ่มส่งสำหรับสถานีที่รอการส่ง

รูปที่ 40



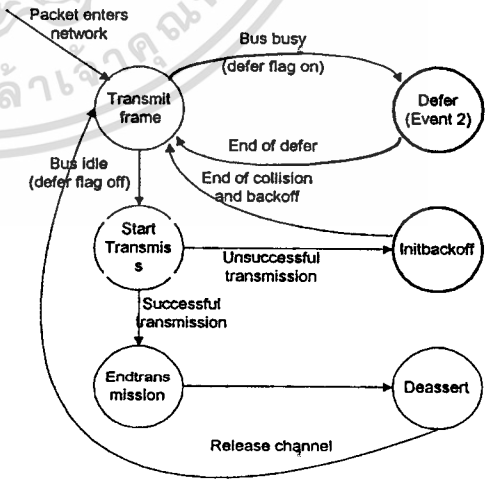
แสดงรูปแบบของระบบ,

←(•)→ :การส่งแพคเก็ต(Broadcas)t

5. ผลการทดลอง

การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะทำซ้ำกับการทดลองของ Snoch เพื่อพิจารณาว่าการจำลองแบบปัญหาที่สร้างขึ้นมามีความน่าเชื่อถือ ส่วนที่สองเป็นการทดลองที่แสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นมาสามารถใช้ประเมินผลประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายท้องถิ่นแบบอีเทอร์เนตได้อย่างไร

รูปที่ 41



แสดงถึงไดอะแกรมความสัมพันธ์ของเหตุการณ์(event)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1. การจำลองเพื่อเปรียบเทียบกับการทดลองของ Snoch [2]

ตารางที่ 3 แสดงค่าพารามิเตอร์ของ Snoch ซึ่งได้นำค่ามาทดสอบเปรียบเทียบกับตัวแบบของงานวิจัย

ตารางที่ 22
แสดงค่าพารามิเตอร์ของ Snoch

1.bus bandwidth คือ 2.94 Mbit/s
2.ความยาวบัสคือ 550 เมตร
3. propagtion delay เท่ากับ 2.75 μs
4.round-trip bus delay เท่ากับ 5.5 μs
5.อัลกอริทึม backoff คือ binary exponential backoff
6.ขนาดของแพคเก็ตคือ 64,128,512 ไบท์
7.อัตราการมาของแพคเก็ต 10% ต่อสถานี สำหรับ 15 สถานี

Utilzation

จากตารางที่ 4 ในช่วงแรก (0-50%) ค่าที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับ Snoch มากทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแพคเก็ตที่ส่งสำเร็จมีจำนวนเกือบเท่ากับแพคเก็ตที่ส่ง หลังจากนั้นโหลดมีค่าเพิ่มมากขึ้นแพคเก็ตที่ส่งสำเร็จมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับแพคเก็ตที่ส่งทั้งนี้เนื่องจากเกิดการชนกันมากขึ้น

ตารางที่ 23 *แสดงผลการเปรียบเทียบโดยวัด utilization Stability (512 ไบท์)*

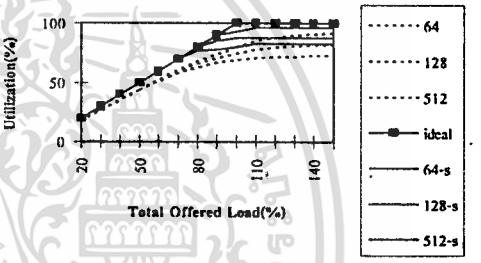
Total offered load (%)	Snoch's measurement Total utilization %	Our Simulation result Total utilization %
10	10	10
20	20	20
30	30	30
40	40	40
50	50	50
60	60	60
70	70	64
80	80	70
90	90	75
100	94	78
120	96	83
150	96	84

รูปที่ 42 แสดงกราฟการเปรียบเทียบจากตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบอีเทอร์เนตภายใต้ high load จะแสดงความเสถียรภาพ (stability) ทั้งนี้เนื่องจาก Utilzation จะยังคงไม่ลดลงขณะที่ Total Offered Load เพิ่มขึ้น

Fairness

ระบบอีเทอร์เนตยังคงเสมอภาคในการใช้ความสามารถจากแชนนัล สำหรับตัวอย่างคือ 100 % ของ offered load จะได้จาก 10 สถานีเมื่อแต่ละสถานีคือ 10% และจะได้ Utilization เท่ากับ 80 %

รูปที่ 42



แสดงกราฟการเปรียบเทียบผลการทดลองของ Snoch และตัวแบบที่สร้างขึ้น

จากรูป 64-s และ 64 แทนการทดลองของ Snoch และตัวแบบของงานวิจัยนี้ตามลำดับ โดยใช้ข้อมูลของแพคเก็ตขนาด 64 ไบท์

6.2 การจำลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบตามพารามิเตอร์ที่กำหนด

จุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อพิจารณาว่าการจำลองแบบปัญหาระบบเครือข่ายแบบอีเทอร์เนตที่สร้างขึ้นนั้นสามารถวัดประสิทธิภาพของระบบโดยที่ระบบอีเทอร์เนตควรจะมีพารามิเตอร์ดังนี้

1.จำนวนสถานีในระบบเครือข่าย (10 สถานี)

2.ระยะห่างระหว่างสถานีเท่ากับ 5 เมตร

3.Maximum Total offered load เท่ากับ 100% ของ Transmission Speed (10 Mbits/sec)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Bus bandwidth (10 Mbits/sec)

5. ขนาดของแพคเก็ต (512 ไบท์)

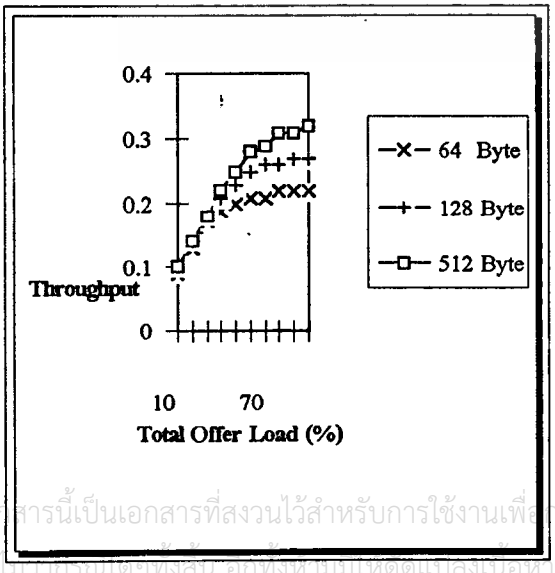
6. ขนาดของสล๊อต(slot) คือ 512 บิต (51.2 μs)

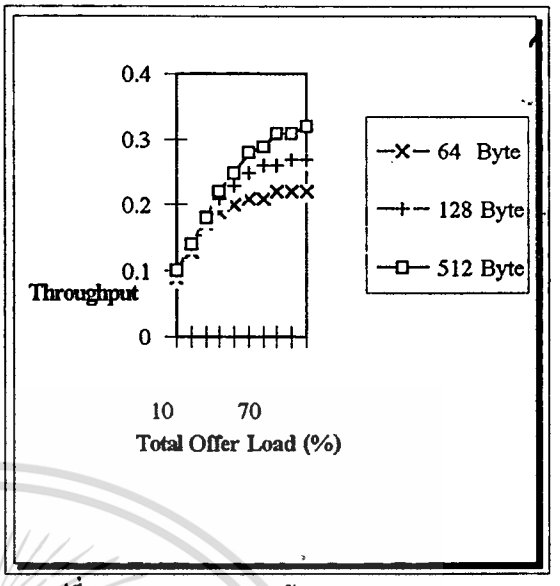
7. เวลาในการจำลองคือ 10000 ms

จากกราฟรูปที่ 43,44,45 แสดงให้เห็นได้ว่าการจำลองตามพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้สามารถที่จะประเมินประสิทธิภาพของระบบซึ่งจะเห็นได้ว่าในขณะที่ Total Offered Load เพิ่มขึ้น Utilization จะมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการใช้แชนนัลเพิ่มขึ้น สาเหตุที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดการชนกันขึ้นทำให้ต้องมีการ Retransmission แพคเก็ตเกิดขึ้น นอกจากนั้นยังเป็นผลให้ Transmission Delay มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่ Throughput ยังคงมีความน่าเชื่อถือ (Stable) ขนาดของแพคเก็ตจะมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพกล่าวคือขนาดของแพคเก็ตที่สั้นกว่าจะมี Utilization และ Throughput น้อยกว่าขนาดของแพคเก็ตที่ยาวกว่า แต่ Transmission Delay ของแพคเก็ตที่สั้นกลับมีค่ามากกว่าขนาดของแพคเก็ตที่สูงกว่าทั้งนี้อาจเนื่องมาจากยิ่งแพคเก็ตที่มีขนาดสั้น เมื่อจำนวนบิตส่งเท่ากันแพคเก็ตสั้นจะมี Overhead มากกว่าแพคเก็ตที่ยาวกว่า

รูปที่ 43

แสดงUtilization กับ Total Offered Load





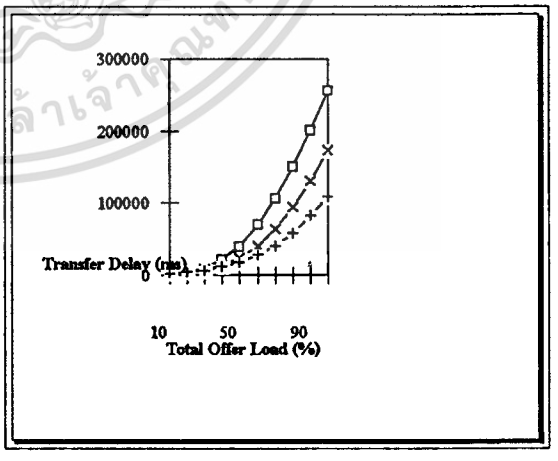
รูปที่ 44 แสดง Throughput กับ Total Offered Load

7. สรุป

จากการทดลองที่ 6.1 แสดงให้เห็นว่าตัวแบบที่สร้างขึ้นให้ผลที่น่าเชื่อถือได้โดยเทียบกับผลการทดลองของ Snoch ซึ่งจากแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้สามารถช่วยให้ผู้ออกแบบระบบเครือข่ายอิเทอร์เนตสามารถไปวิเคราะห์ระบบที่จะออกแบบได้อย่างคร่าวๆ

รูปที่ 45

แสดง Transmission Delay กับ Total Offered Load



โดยพิจารณาจากค่าทรูพุท,utilization และ delay time ซึ่งทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์หรือออกแบบเครือข่าย

แต่ในปัจจุบันอาจจะต้องคำนึงถึงประเภทของการจราจรในเครือข่ายทั้งนี้เพราะว่าประเภทของการจราจรจะสามารถแบ่งออกได้หลายประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นoffice automation, database application, xterminal และ video conferencing เป็นต้น แต่ละ application ก็จะมีการจราจรและพฤติกรรมในเครือข่ายต่างกัน ซึ่งจะต้องทำการศึกษากันต่อไป

8.เอกสารอ้างอิง

1) T.A.Gonslaves, "Comparative Performance of Broadcast Bus Local Area Networks With VoiceTraffic,"Ph.D.disserttation,Dep.Elec.Eng.,Stanford,CA,June 1986,198 pp

2) John F.Shoch and Jon A.Hupp, "Measured Performance of an Ethernet Local Network," Comm ACM 23, 12 pp 711-721, December, 1980

3) Gerd E. Keiser "Local Area Network," McGraw-Hill Publication Company, Newyork, pp 215-238, 1989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้โปรแกรมอีเทอร์เน็ตซิมมูเลชั่น

โปรแกรมอีเทอร์เน็ตซิมมูเลชั่น ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ พัฒนาโดยใช้ภาษา C (บอร์แลนด์ซี 3.1) ซึ่งทำงานในเท็กซ์โหมด การข้อมูลเข้าของโปรแกรมนี้ใช้วิธีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ผ่านทางสคริปต์ข้อมูลรูปที่ 46 แสดงตัวอย่างการเขียนสคริปต์ที่ใช้ในโปรแกรม

รูปที่ 46

แสดงตัวอย่างข้อมูลเข้ากรณีปริมาณการส่งของแต่ละสถานีไม่เท่ากันจำนวน 5 สถานี

```
[GLOBAL]
BUSLENGTH=500
STATIONNUM=5      # Na    max. no. of active stations
GAPDELAY=0.0096   # Tif   interframe delay (ms.)
JAMTIME=0.0032    # Tjam  jam time (ms.)
BANDWIDTH=10      #
PACKETSIZE=512
TRAFFIC=UNBALANCE    #UNBALANCE
PROPAGATION_SPEED=2*10p8
SIMTIME=1.0

[UNBALANCE]
lamda1=10
lamda2=20
lamda3=30
lamda4=40
lamda5=50
```

[GLOBAL] การกำหนดว่าตัวแปรต่อไปนี้เป็นค่าที่อยู่ในบรรทัดนี้เป็นค่าที่กำหนดเพื่อใช้ทั้งระบบที่ใช้กำหนด ซึ่งตัวแปรระบบประกอบด้วย

BUSLENGTH ความยาวของบัสที่ใช้ในระบบมีหน่วยเป็นเมตร เช่น

BUSLENGTH=500

มีความหมายว่า ความยาวของบัส 500 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATIONNUM จำนวนเครื่องเวิร์คสแตกชันที่ใช้ในระบบ เช่น

STATIONNUM =30

มีความหมายว่าจำนวนเครื่องเวิร์คสเตชั่นในระบบ 30 เครื่อง

GAPDELAY ช่วงว่างเวลาของระบบเพื่อให้แต่ละเครื่องเตรียมการรับส่ง ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที เช่น

GAPDELAY =0.0096

มีความหมายว่า ช่วงเวลาว่าง 0.0096 มิลิวินาที

JAMTIME ช่วงเวลาของสัญญาณที่ใช้ในการบอกว่ามีการชนกันของข้อมูล หน่วยเป็นมิลลิวินาที เช่น

JAMTIME =0.0032

มีความหมายว่าช่วงเวลาว่าง 0.0032 มิลินาที

BANDWIDTH อัตราเร็วในการส่งข้อมูล หน่วย เมกะบิต/วินาที

BANDWIDTH=10

มีความหมายว่า อัตราเร็วในการส่งข้อมูล 10 มิลินาที

PACKETSIZE ขนาดของแพคเก็ตที่ใช้ในระบบ มีหน่วยเป็นไบต์ ซึ่งขนาดนี้รวมถึงส่วนที่เป็น ส่วน Header ของแพคเก็ต เช่น

PACKETSIZE=512

มีความหมายว่า ขนาดของแพคเก็ตเท่ากับ 512 ไบต์

TRAFFIC วิธีในการกำหนดแพคเก็ตของแต่ละเครื่องเวิร์คสเตชั่น ซึ่งมี 2 แบบ คือ BALANCE ทุกสถานีในเครือข่ายมีปริมาณการส่งข้อมูลเท่ากัน UNBALANCE แต่ละสถานีมีปริมาณการส่งข้อมูลไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับการกำหนดในแต่ละสถานี เช่น

TRAFFIC=UNBALANCE

หมายความว่าปริมาณการส่งข้อมูลแต่ละสถานีไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีกำหนดในภายหลัง

PROPAGATION_SPEED อัตราเร็วที่ใช้ในการส่งสัญญาณในระบบ มีหน่วยเป็นเมตร/วินาที เช่น

PROPAGATION_SPEED=2*10p8

หมายความว่า อัตราเร็วในการส่งข้อมูล $2x10^8$ เมตรต่อวินาที (* : คูณ , p : ยกกำลัง)

SIMTIME ระยะเวลาในการทำซิมมูเลชั่นของระบบ มีหน่วยเป็นวินาที

SIMTIME=1.0

หมายความว่า ระยะเวลาในการทำซิมมูเลชั่น 1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[UNBALANCE] เป็นคำที่ระบุว่าแต่ละสถานีมีการส่งไม่เท่ากัน โดยที่คำที่อยู่ใต้บรรทัดของคำนี้เป็นตัวระบุบอัตราการมาของแต่ละสถานีมีค่าเท่าไร มีหน่วยเป็น แพคเก็ต/วินาที เช่น

```
[UNBALANCE]
lamda1=10
lamda2=20
lamda3=30
lamda4=40
lamda5=50
```

หมายความว่าแต่ละสถานีมีการส่งข้อมูลไม่เท่ากัน โดยคำว่า lamda แทนสถานีที่ส่งข้อมูล ซึ่งจากตัวอย่างนี้

สถานี 1 ส่ง 10 แพคเก็ต/วินาที

สถานี 2 ส่ง 20 แพคเก็ต/วินาที

สถานี 3 ส่ง 30 แพคเก็ต/วินาที

สถานี 4 ส่ง 40 แพคเก็ต/วินาที

หมายเหตุคำจะต้องสอดคล้องกับคำว่า UNBALANCE ที่กำหนดใน TRAFFIC ซึ่งถ้า TRAFFIC มีค่าเป็น BALANCE เช่น

```
TRAFFIC=UNBALANCE
```

ข้อมูลส่วน [UNBALANCE] จะไม่มี แต่จะมีคำว่า BALANCE แทนแสดงตัวอย่างในรูปที่ 47

รูปที่ 47

แสดงตัวอย่างข้อมูลเข้ากรณีปริมาณการส่งของแต่ละสถานีเท่ากันจำนวน 30 สถานี

```
[GLOBAL]
BUSLENGTH=100      # Bus length (m)
STATIONNUM=30      # Na    max. no. of active stations
GAPDELAY=0.0096    # Tif   interframe delay (ms.)
JAMTIME=0.0032     # Tjam  jam time (ms.)
BANDWIDTH=10       # Bandwidth (Mbps)
PACKETSIZE=512     # Packet Size (Byte)
TRAFFIC=BALANCE    # BALANCE UNBALANCE
PROPAGATION_SPEED=2*10p8 #Propagation Speed
SIMTIME=1.0        # Simtime (Sec)

[BALANCE]
lamda=10           # Packet Arrival (packet/sec)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 47 แสดงตัวอย่างหน้าจอที่ได้จากประมวลผลโปรแกรม โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนของ คือ ส่วนแรก Input Parameter คือ ข้อมูลที่กำหนดในระบบ

Number of station = 30 คือ จำนวนสถานีที่ใช้ในระบบ

Total Office Load = 1.026096 คือ ปริมาณการจราจรในระบบที่ผ่านการนอร์มอไลต์

Packet Size = 512 byte คือ ขนาดของแพคเก็ตที่ใช้ในระบบ

Cable Length = 500 คือ ความยาวของสาย 500 เมตร

Bandwidth = 10 Mbps คือ อัตราการส่งข้อมูล 10 เมกะบิต

ส่วนที่สองคือ Performace Paramter คือ ผลของการประมวลผลที่โปรแกรมจำลองขึ้น

Througput = 0.18 คือ ผลรวมของข้อมูลที่ส่งสำเร็จในเครือข่ายที่ผ่านการนอร์มอล์ไล

Transfer Delay=33.08 คือ ผลต่างของเวลาระหว่างเวลาแพคเก็ตพร้อมส่งกับเวลาที่สถานีปลายทางรับ

Utilization = 0.180100 คือ อัตราการใช้แชนแนล

รูปที่ 49 แสดงแฟ้มข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม โดย

Packet Loss คือ จำนวนแพคเก็ตที่ส่งไม่สำเร็จ

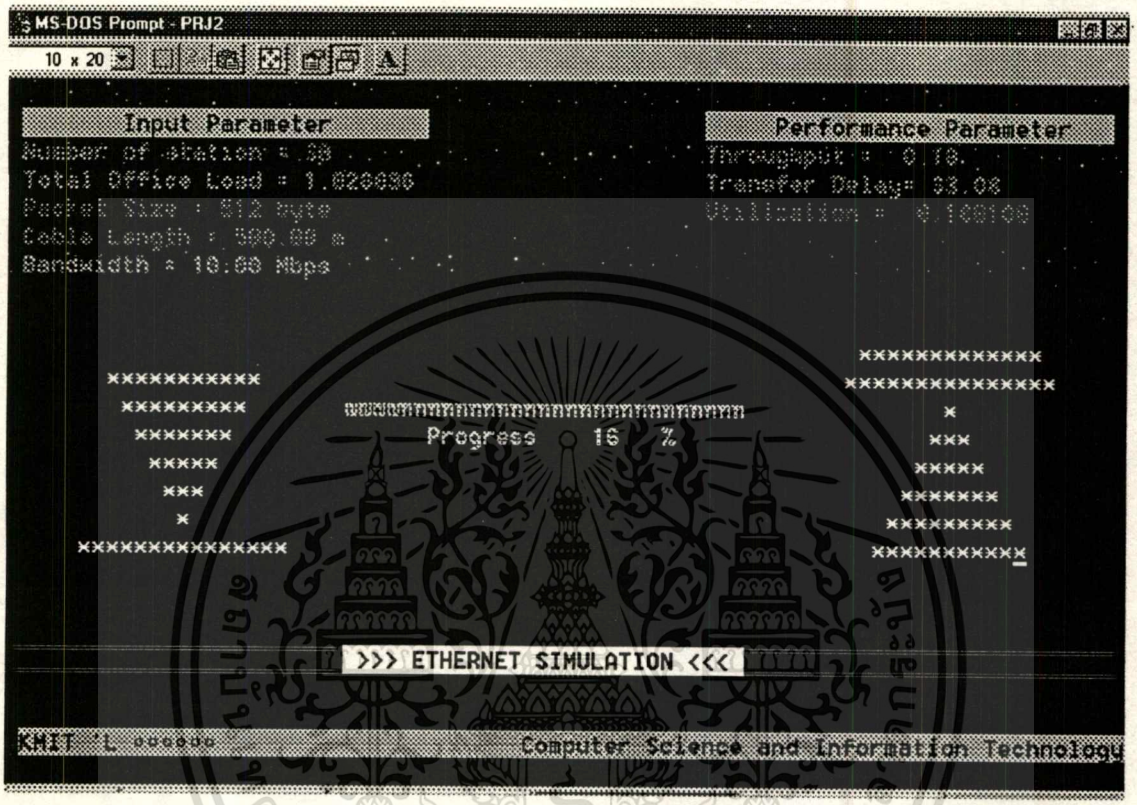
Packet Success คือ จำนวนแพคเก็ตที่ส่งสำเร็จ

Total Delay คือ เวลาล่าช้าในการส่งข้อมูลทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 48

ตัวอย่างหน้าจอการประมวลผลโปรแกรม



รูปที่ 49

แสดงแฟ้มข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม

ตัวอย่างผลลัพท์

Number of Station = 30

Total Offered Load = 1.028096

Packet Size = 512

Total Packet = 852

Packet Success = 852 is about 100.00(%)

Packet Loss = 0 is about 0.00(%)

Utilization = 0.18

Throughput(normalize) = 0.18

Total Delay = 33.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายปราโมทย์ ปทีปกมล
วันเดือนปีเกิด	25 มีนาคม 2514
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพ
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วท.บ.(สถิติประยุกต์)
สถานที่สำเร็จการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2535
ผลงานวิชาการ	วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง ฉบับที่ 1 ปี 2540 เรื่อง **การจำลองแบบปัญหาระบบเครือข่ายท้องถิ่นอีเทอร์เนตเพื่อประเมินผลประสิทธิภาพ** (Ethernet by Simulation Evaluation Performance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้