สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานโครงการวิจัยปี2540

เรื่อง

การพัฒนาระบบควบคุมการสื่อสารมัลติมีเดียสำหรับโลคัลแอเรียเนตเวอร์ค

Control system development of Multimedia Communication

for Local Area Network

โดย

นายสุวิพล สิทธิชีวภาค

RCH
TK
5105.8
.E83
ส882ร
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 30244
วัน, เดือน, ปี 25 มิ.ย. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18 มิ.ย. 2541

บทคัดย่อ

เนื่องจากระบบโลคัลแอเรียเนตเวอร์คซึ่งโดยปกติจะใช้ในการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์นั้นมีความเร็วเพียงพอในการส่งภาพและเสียงอย่างง่ายๆได้ด้วย กล่าวคือสัญญาณภาพและเสียงจำเป็นที่จะต้องลดปริมาณข่าวสารที่ต้องการส่งด้วยการอัดย่อให้มีปริมาณน้อยลง อย่างไรก็ตามการพัฒนาซอฟแวร์เพื่อใช้ควบคุมฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในปัจจุบันนั้นยังไม่เพียงพอรวมทั้งโปรแกรมสำหรับการอัดย่อสัญญาณภาพและเสียงเพิ่งจะได้รับความสนใจในปัจจุบัน ดังนันโครงการนี้จึงได้วางโครงงานเพื่อวิจัยระบบโลคัลแอเรียเนตเวอร์คแบบอิเทอร์เนตสำหรับการสื่อสารภาพเสียงและข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฟอร์มรายงานผลสำเร็จงานวิจัย
ปีงบประมาณ2540

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมการสื่อสารมัลติมีเดียสำหรับโลคัลแอเรียเนตเวอร์ค
Control system development of Multimedia Communication for Local Area Network

หัวหน้าโครงการ นายสุวิพล สิทธิชีวภาค

ผลสำเร็จ

1. นำผลการวิจัยไปไว้สอนนักศึกษา

ระดับ ปริญญาตรี

วิชา Modern Local Area Communication Network

2.นำผลงานวิจัย ไปตีพิมพ์เผยแพร่ใน

วิศวกรรมสาร ฉบับวิจัยและพัฒนา ฉบับเดือนมิถุนายน 2541

3. นำผลวิจัยไปเป็นต้นแบบให้แก่หน่วยงานภายนอกหรือไม่อย่างไร

ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและวิเคราะห์ระบบสื่อสารภาพผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น

Design and analysis of Image Communication via Local Area Network System

อรอนงค์ เพชรนิ่ม สุวิทย สิทธิชีวภาค
ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในบทความนี้ได้เสนอการออกแบบซอฟท์แวร์และวิเคราะห์การทำงานที่ใช้ในการควบคุมระบบสื่อสารภาพผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น แบบ อีเทอร์เน็ต (Ethernet) โดยแบ่งภาพที่จะทำการรับส่ง 3 ลักษณะคือ ภาพขาวดำที่มีลักษณะการส่งแบบ on-line , ภาพขาวดำที่มีลักษณะการส่งแบบ off-line และภาพสีรูปแบบต่างๆที่มีลักษณะการส่งแบบ off-line โดยที่การออกแบบนั้นได้อาศัยหลักการเขียนโปรแกรมภายใต้ข้อกำหนดในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับระบบจัดการเน็ตแวร์ และการเรียกใช้ฟังก์ชันในบริการเน็ตแวร์ นอกจากนี้ในบทความยังได้จำลองการทำงานของระบบให้อยู่ในลักษณะโมเดลทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ดูการทำงานของระบบในแง่มุมต่างๆ ซึ่งแสดงออกมาในรูปกราฟต่างๆ

Abstract

This paper presents the design and analysis of the image transferring on Ethernet Communication via Local Area Network, and studies about sending gray scale image (on-line), gray scale image (off-line), and color image (off-line). The designed programs are run under Netware Operating System and programming under NetWare API, including the using of called function in Netware Service. Moreover, Arithmatic model which represented to our system is also implemented. Many points of view of the interested system is analysed and shown in the performance results.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.บทนำ

รูปภาพ (Image) เป็นข้อมูลที่มีโครงสร้างเป็นแบบพิกเซล (Pixel) ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุด (กรณีมีการจัดเก็บบิตแมพ) หรือมีโครงสร้างเป็นแบบออบเจค (กรณีที่มีการจัดเก็บแบบเวกเตอร์) โดยที่สามารถแสดงให้เห็นที่จอภาพและที่อุปกรณ์กราฟฟิกอื่นๆ ของระบบคอมพิวเตอร์ โดยจะประกอบกันเป็นจุด , เส้นแบบลายและสีของภาพ รูปภาพ (Image) นี้สามารถแบ่งตามลักษณะของภาพเป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว ในบทความนี้เป็นการประยุกต์การส่งภาพที่ประยุกต์จากบริการส่งข้อความแบบตัวอักษร (Message Service) ที่มีลักษณะวิธีการส่งแบบกระจาย (Broadcast Message) โดยบริการด้านข้อความเป็นบริการระดับสูงสำหรับการเชื่อมต่อในระบบเครือข่ายที่ถูกออกแบบมาสำหรับการส่งข้อความจากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปยังคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งในระบบเครือข่าย และในการใช้งานจะต้องมีศูนย์บริการข้อมูล โดยการบริการด้านข้อความนี้จะสามารถเรียกใช้ได้ในระบบจัดการเครือข่ายแบบเน็ตแวร์ที่เวอร์ชันสูงกว่าเน็ตแวร์386 [1] เนื่องจากการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ในระบบเครือข่ายโดยใช้บริการด้านข้อความนี้ จะต้องกระทำโดยใช้โปรโตคอล IPX หรือ SPX ซึ่งลักษณะการส่งข้อความแบบกระจายนี้ เป็นที่รู้จักกันดีในการใช้คำสั่ง 'SEND' ในระบบเครือข่ายแบบท้องถิ่นที่ใช้เน็ตแวร์สามารถส่งข้อความได้ความยาวถึง 55 ไบต์และสถานีผู้ใช้แต่ละสถานีจะมีส่วนรองรับข้อมูล (Buffer) จำนวน 55 ไบต์ และศูนย์บริการข้อมูลก็มีส่วนรองรับข้อมูลด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงมีข้อความ 2 ชุดที่อยู่บนเส้นทางการส่งข้อมูล คือจะอยู่ที่สถานีผู้ใช้ 1 ข้อความ และอยู่ที่ศูนย์บริการข้อมูลอีก 1 ข้อความ ข้อความที่มีลักษณะการส่งแบบกระจายนี้ สามารถส่งได้โดยสถานีผู้ใช้ใดๆหรือศูนย์บริการข้อมูลไปยังสถานีผู้ใช้อื่นๆหรือศูนย์บริการข้อมูลได้ โดยศูนย์บริการข้อมูลจะอยู่ในรูปของสถานีผู้ใช้สถานีหนึ่ง เมื่อมีข้อความส่งเข้ามา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลือกโหมดของสถานีผู้ใช้และมีเพียงข้อความจากศูนย์บริการข้อมูลของมันเองเท่านั้นที่จะสามารถทับข้อมูลเก่าที่อยู่ในส่วนรองรับข้อมูลของศูนย์บริการข้อมูลนั้นๆได้ โหมดในการส่งข้อความที่มีลักษณะการส่งแบบกระจายแบ่งออกเป็น 4 โหมด ซึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกของผู้ใช้ โดยการเรียกใช้ฟังก์ชัน "Get Broadcast Mode" และ "Set Broadcast Mode" เพื่อที่จะเป็นการกำหนดว่าศูนย์บริการข้อมูลจะจัดการกับข้อความที่ถูกส่งมาอย่างไร

2. หลักการทำงาน

2.1 อุปกรณ์

การทดลองนี้ใช้คอมพิวเตอร์ CPU รุ่น Pentium จำนวน 3 เครื่อง กล่าวคือ เป็นศูนย์บริการข้อมูล (Server) 1 เครื่อง และเป็นสถานีผู้ใช้ (Client) 2 เครื่อง ลักษณะการต่อสายเคเบิ้ล (Topology) เป็นแบบบัส (bus) คือใช้สายต่อทุกเครื่องเข้าหาสายใหญ่ที่อยู่ตรงกลาง และที่ปลายทั้ง 2 ด้านจะปิดด้วยตัวเทอร์มิเนเตอร์ (Terminator) และใช้การ์ดLAN เชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการ์ดสำหรับเชื่อมต่อสถานีผู้ใช้เข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมควบคุมระบบเครือข่าย (Network Operating System) ที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ Netware เวอร์ชัน 3.12 และโปรแกรมประยุกต์สำหรับเน็ตแวร์สามารถพัฒนาขึ้นมาจากภาษาใดก็ได้ที่สามารถเชื่อมต่อกับรูทีนภายนอกสามารถอ้างถึงรีจิสเตอร์ภายในและสามารถเลือกใช้ฟังก์ชันอินเทอร์รัพต์หมายเลข 21h ได้ สำหรับบทความนี้ได้เลือกใช้ภาษา C [2] เนื่องจากเป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่น มีความสามารถสูงและโครงสร้างของภาษายังเอื้ออำนวยต่อการใช้งานแพ็กเก็ตร้องขอและตอบรับซึ่งใช้ติดต่อสื่อสารกับศูนย์บริการข้อมูลอีกด้วย

รูปที่ 1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

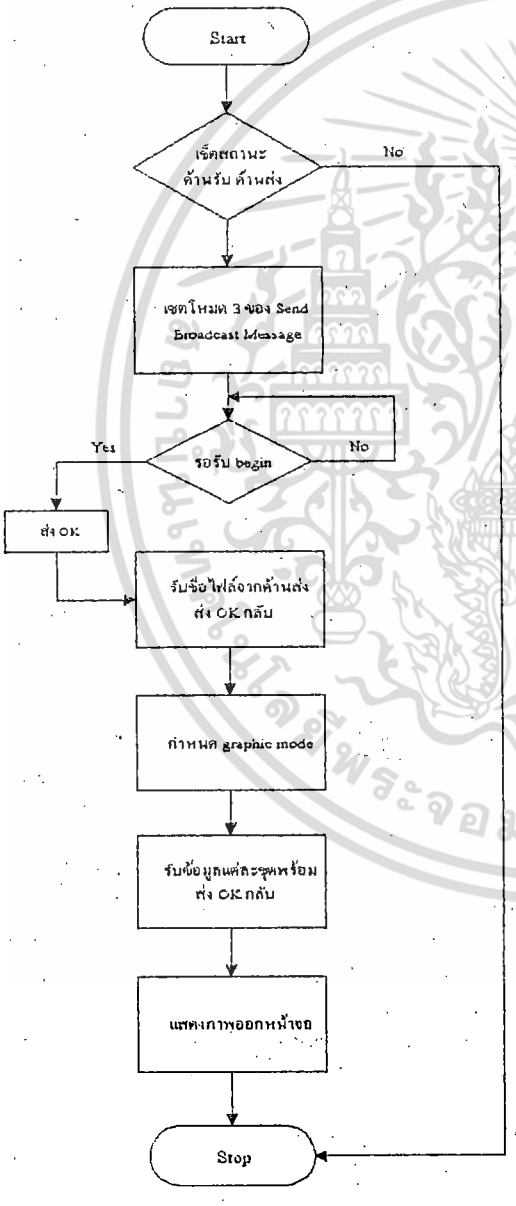
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.2 โปรแกรมที่ออกแบบ

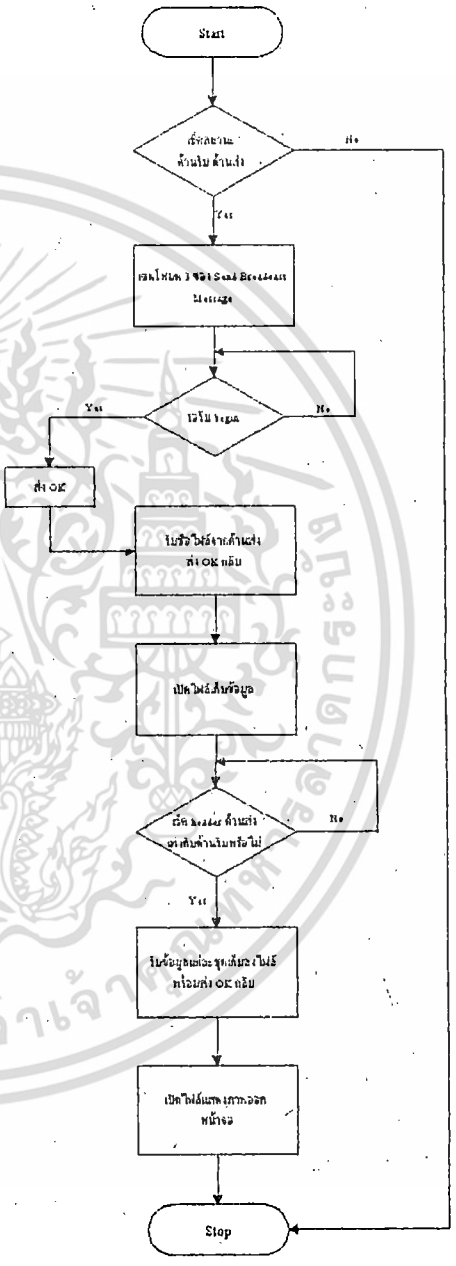
การทดลองสำหรับบทความนี้ คือ การรับและส่งภาพผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบท้องถิ่น โดยการทดลองนั้นจะทำการถ่ายเทข้อมูลภาพระหว่างตัวที่เป็นศูนย์บริการข้อมูลกับตัวที่เป็นสถานีผู้ใช้ และได้ทำการแบ่งหัวข้อออกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

1. การส่งและรับภาพขาวดำในลักษณะ on-line โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมรับภาพขาวดำ แบบ on-line

2. การส่งและรับภาพขาวดำในลักษณะ off-line โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังโฟลว์ชาร์ตรูปที่ 3

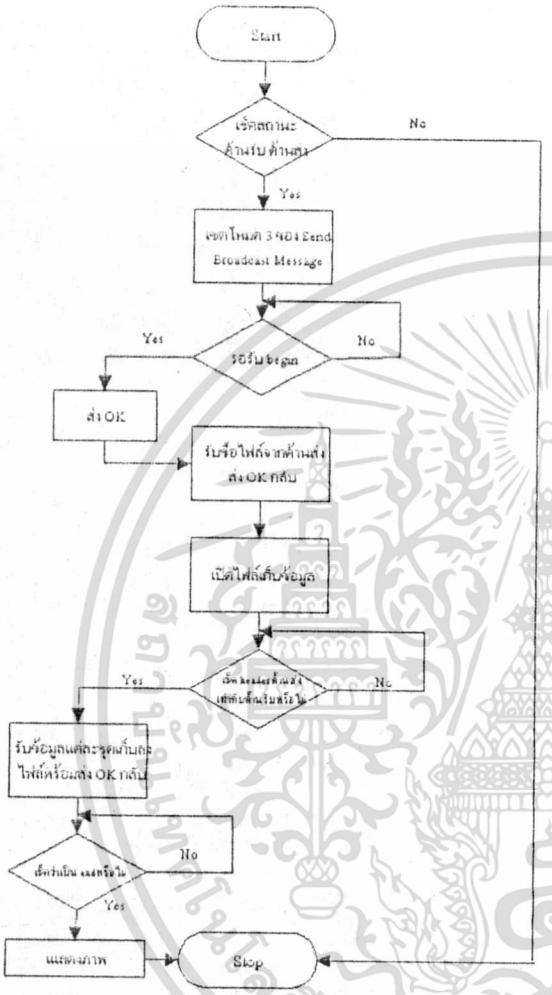


รูปที่ 3 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมรับภาพขาวดำ แบบ off-line

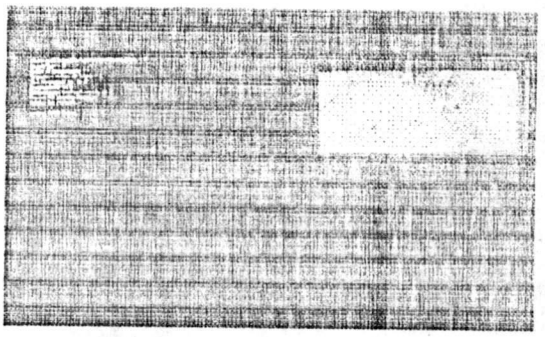
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

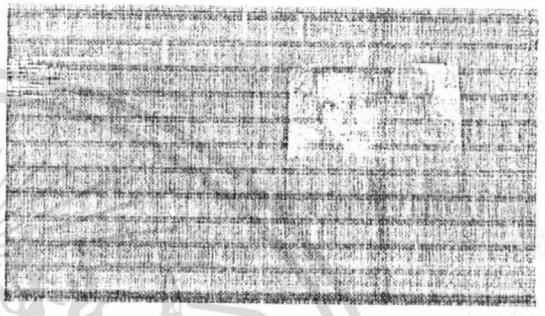
30244

3. การส่งและรับภาพสีที่มีรูปแบบต่างๆในลักษณะ off-line โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแสดงได้ดังโฟลว์ชาร์ตในรูปที่ 4



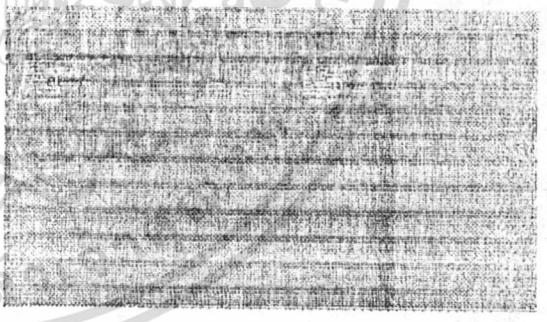
รูปที่ 4 แสดงโฟลว์ชาร์ทโปรแกรมรับภาพสี แบบ off-line

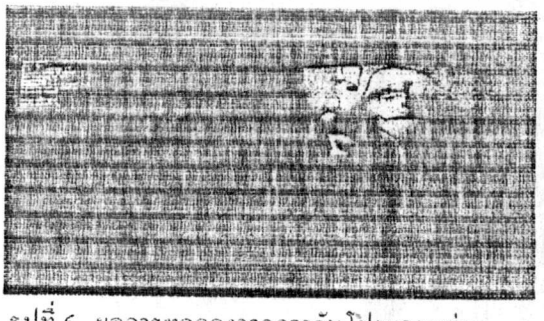




รูปที่ 5 ผลการทดลองจากการรันโปรแกรมส่งและรับภาพขาวดำ แบบ on-line

ผลการทดลองการรันโปรแกรมส่งและรับภาพขาวดำแบบoff-line แสดงได้ดังรูปที่ 6 ตามลำดับ





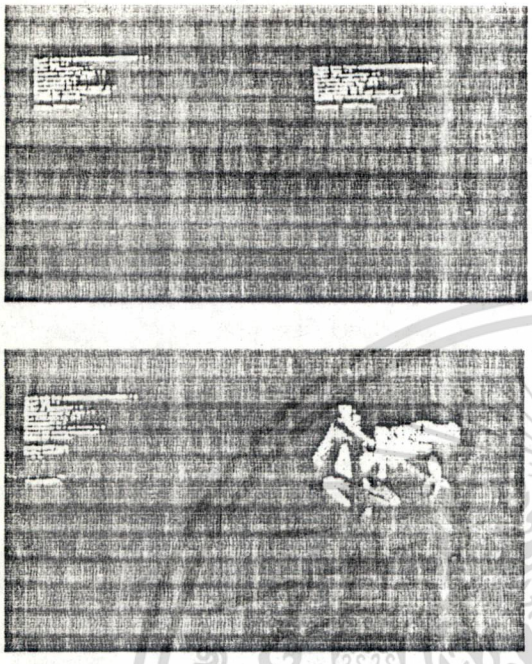
รูปที่ 6 ผลการทดลองจากการรันโปรแกรมส่งและรับภาพขาวดำ แบบ off-line

3.ผลการทดลอง

3.1 จากการทดลองรันโปรแกรมต่างๆ ผลที่ได้คือ สามารถส่งภาพระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องได้อย่างถูกต้อง และได้ทำการเปรียบเทียบไฟล์รูปภาพระหว่างด้านรับและด้านส่ง ซึ่งผลการทดลองจากการรันโปรแกรมส่งและรับภาพขาวดำแบบ on-line แสดงได้ดังรูปที่ 5 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองจากการรันโปรแกรมส่งและรับภาพสี แบบ off-line แสดงได้ดังรูปที่ 7 ตามลำดับ



รูปที่ 7 ผลการทดลองจากการรันโปรแกรมส่งและรับภาพสี แบบ off-line

4 การวิเคราะห์ความล่าช้าและทรูพุทในการส่งของระบบด้วยโมเดลทางคณิตศาสตร์

ความล่าช้าและทรูพุทนั้นมีผลต่อการรับภาพว่ารับได้อย่างถูกต้องหรือไม่ โดยที่ความล่าช้านั้นประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการส่งรวมกับเวลาที่ใช้ในการรอ ซึ่งเวลาที่ใช้ในการรอนี้จะประกอบด้วยกลุ่มเวลาที่ใช้ในการถ่ายเทแพ็คเก็ตที่ถูกแบ่งย่อยเพื่อส่งในแต่ละไฟล์ ส่วนทรูพุท คืออัตราส่วนของไฟล์ที่ส่งถึงสถานีรับ

เนื่องจากการถ่ายเทไฟล์ในโลคัลแอเรียเน็ตเวอร์คนั้นไฟล์จะถูกแบ่งออกเป็นแพ็คเก็ตย่อยๆ [3] โดยที่ขนาดของแพ็คเก็ตตามมาตรฐาน IEEE 802.3 นั้นอยู่ระหว่าง 144 -12,208 บิต ดังนั้นในการวิเคราะห์จะพิจารณาขนาดแพ็คเก็ต 2 ค่าคือ ขนาดสั้น 1,000 บิต กับขนาดยาว 10,000 บิต

เมื่อพิจารณาด้วยระบบการรอที่ไม่จำกัดหน่วยความจำโมเดล M/G/1 แล้ว [4] ไฟล์ภาพที่มาถึงถูกแบ่งเป็นจำนวนแพ็คเก็ต X แพ็คเก็ต สามารถจำแนกส่วนเวลาที่รอก่อยการส่งได้ดังนี้คือ

$$W = W_1 + W_2 \qquad (4.1)$$

โดยที่ W_1 เป็นเวลานับจากไฟล์นั้นถูกสร้างขึ้นแล้วเริ่มถูกส่งออก

W_2 เป็นเวลาที่แพ็คเก็ตใดๆในไฟล์นั้นเริ่มถูกส่งออก

สำหรับ $E\{W_1\}$ นั้น สามารถหาได้จากความล่าช้าในโมเดล M/G/1 ปกติ

$$E\{W_1\} = \frac{aE\{S_x\}}{2(1-a)}[1 + \frac{V\{S_x\}}{E\{S_x\}^2}] \qquad (4.2)$$

เมื่อ $E\{S_x\}$ = ค่าเฉลี่ยของการส่งไฟล์

$V\{S_x\}$ = ค่าแปรปรวนในการส่งไฟล์

$$a = \lambda E\{S_x\}$$

เมื่อ λ เป็นอัตราไฟล์ที่ถูกการถ่ายเท (ไฟล์ต่อวินาที)

ถ้าหากการตัดแบ่งไฟล์ภาพออกเป็นแพ็คเก็ตนั้นแต่ละแพ็คเก็ตมีขนาดคงที่ และมีจำนวนที่มีการกระจายทางเรขาคณิตแล้ว

$$E\{W_1\} = \frac{\lambda(\tau/p)^2}{2(1-\lambda\tau/p)}(2-p) \qquad (4.3)$$

สำหรับ $E\{W_2\}$ นั้นสามารถพิจารณาได้จาก

$$E\{W_2\} = \sum_{j=1}^{\infty} E\{W_2 / \hat{x} = j\} p\{\hat{x} = j\}$$

และจะได้ $$E\{W_2\} = \frac{\tau}{p}(1-p) \qquad (4.4)$$

จากสมการ (4.3) และ (4.4) ก็สามารถหาค่าเฉลี่ยในการรอส่งได้เป็น

$$E\{W\} = \frac{\tau}{2}\frac{\lambda\tau + 2 - 2p}{p - \lambda\tau} \qquad (4.5)$$

เมื่อ p = ค่าน่าจะเป็นไปได้ในการเกิดจำนวนแพ็คเก็ต

τ = เวลาที่ใช้ในการส่งแต่ละแพ็คเก็ต

ดังนั้นความล่าช้าในการส่งไฟล์ (D)

$$D = E\{W\} + \text{เวลาที่รับบริการส่ง} \qquad (4.6)$$

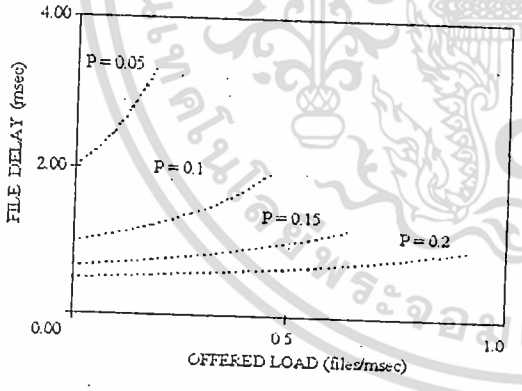
และสำหรับค่าทรูพุทนั้นสามารถหาได้จาก

$$S = \lambda D \qquad (4.7)$$

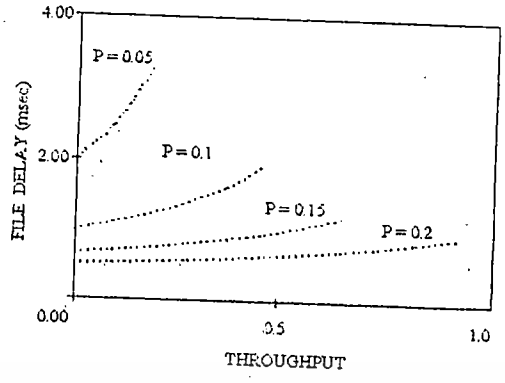
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8 , 9 และ 10 เมื่อพิจารณาที่ขนาดแพ็คเก็ต = 1,000 บิต จะได้ τ = ขนาดแพ็คเก็ต / 10 Mbps = 0.1 mSec นั้น จากรูปแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าออฟเฟอร์โหลดกับค่าไฟล์ดีเลย์ , ค่าทรูพุท กับ ค่าไฟล์ดีเลย์ และ ค่าออฟเฟอร์โหลด กับ ค่าทรูพุท ตามลำดับ ในกราฟค่า p ที่ใช้ในการวิเคราะห์จะอยู่ในช่วงค่าน้อยๆ เนื่องจากไฟล์ภาพส่วนใหญ่จะมีความจุมากซึ่งยิ่งมากเท่าใดก็จะมีค่า p น้อยเท่านั้น จากกราฟเมื่อค่าออฟเฟอร์โหลดเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่าค่าไฟล์ดีเลย์ และ ค่า ทรูพุท จะมากขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากไฟล์ถูกซอยให้มีขนาดแพ็คเก็ตเล็กหรือกล่าวอีกในหนึ่งคือมีจำนวนแพ็คเก็ตมากซึ่งสอดคล้องกับค่า p จำนวนน้อยๆนั้น ทำให้ค่าดีเลย์ค่อนข้างจะมากตามไปด้วย

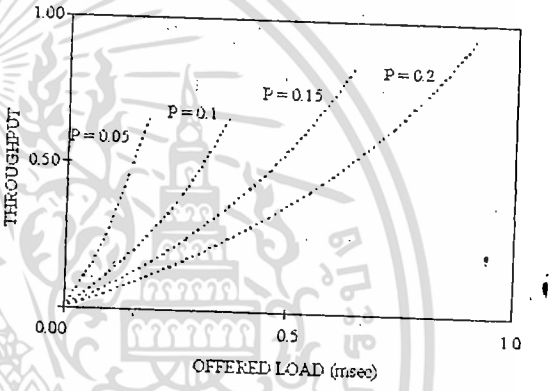
เมื่อพิจารณาในรูปที่ 11, 12, 13 ในกรณีที่ขนาดของแพ็คเก็ตมีขนาดมากขึ้น กล่าวคือ ค่า τ = ขนาดแพ็คเก็ต / 10 Mbps = 1 mSec นั้น ใช้เวลามากขึ้นนั้น แต่ถ้าหากค่า p ต้องลดไป 10 % ด้วยแล้วก็จะไม่ส่งผลใดๆต่อระบบ



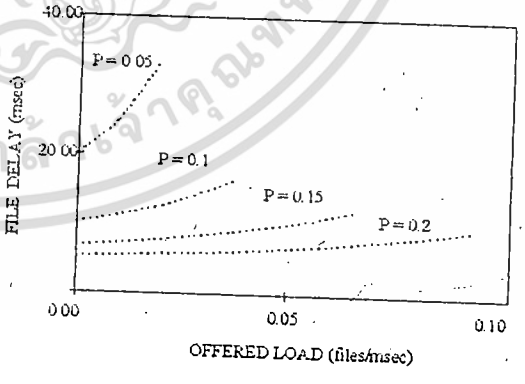
รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ออฟเฟอร์โหลด กับค่า ไฟล์ดีเลย์



รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ทรูพุท กับค่า ไฟล์ดีเลย์

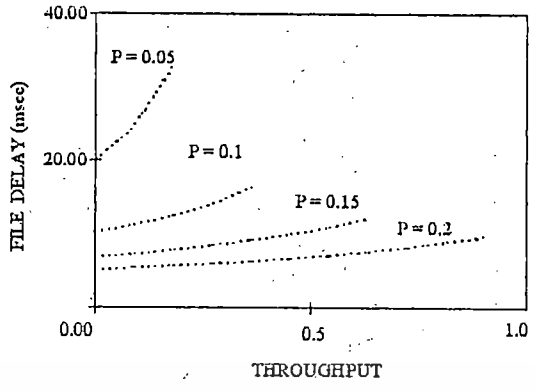


รูปที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ออฟเฟอร์โหลด กับค่า ทรูพุท

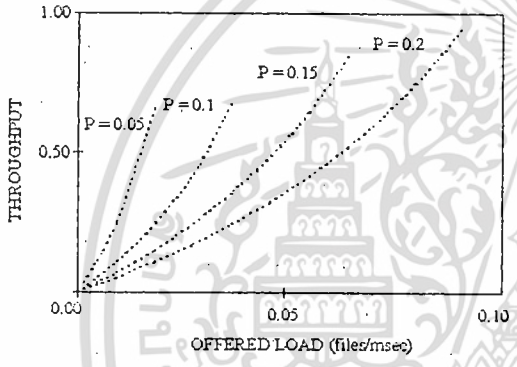


รูปที่ 11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ออฟเฟอร์โหลด กับค่า ไฟล์ดีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ทรูพุท กับค่าไฟล์ดีเลย์



รูปที่ 13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า ออฟเฟอร์โหลด กับค่า ทรูพุท

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองการใช้งานโปรแกรมรับและส่งภาพผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบท้องถิ่น สามารถส่งและรับภาพระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ในการวิเคราะห์การทำงานของระบบโดยการจำลองให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์นั้นจะเห็นได้ว่าไฟล์ภาพที่มีขนาดใหญ่ๆ นั้น ถ้าหากซอยย่อยให้อยู่ในลักษณะของแพ็คเก็ตในขนาดใดๆก็ตามก็ยังรักษาลักษณะการทำงานได้คงเดิม ถ้าหากไม่มีปัจจัยอื่นๆ เช่น ความผิดพลาดในระบบมายุ่งเกี่ยว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำการวิจัยขอขอบคุณสำนักงานกณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้อนุเคราะห์อุดหนุนเงินเป็นค่าใช้จ่ายในโครงการพัฒนาซอฟท์แวร์ฯนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Charles G. Rose, "Programmer's Guide to NetWare", McGraw-Hill, Inc., 1990.

[2] Barry Nance, "Network Programming in C ", Que corporation.

[3] W. Stallings, " Local and Metropolitan area Networks", Macmillan, 1993.

[4] J.L. Hammond , P.J.P. O'Reilly , "Performance Analysis of Local Computer Networks" Addison-Wesley,1986.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้