การประเมินสถาปัตยกรรมการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ระดับการประยุกต์ สำหรับการส่งภาพผ่านอินเทอร์เน็ต

นายทรงพล มั่นคงสุจริต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-346-435-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19423706

EVALUATION OF THE APPLICATION-LEVEL-FRAMING ARCHITECTURE FOR IMAGE TRANSMISSION IN THE INTERNET ENVIRONMENT

Mr. Songphon Munkongsujarit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2000

ISBN 974-346-435-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินสถาปัตยกรรมการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ระดับการประยุกต์สำหรับการส่งภาพผ่านอินเทอร์เน็ต
โดย	นายทรงพล มั่นคงสุจริต
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.เจษฎา ชินรุ่งเรือง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.เจษฎา ชินรุ่งเรือง)

.....กรรมการ

(อาจารย์ สุวิทย์ นาคพีระยุทธ)

ทรงพล มั่นคงสุจริต : การประเมินสถาปัตยกรรมการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ระดับการประยุกต์สำหรับการส่งภาพผ่านอินเทอร์เน็ต. (EVALUATION OF THE APPLICATION LEVEL FRAMING ARCHITECTURE FOR IMAGE TRANSMISSION IN THE INTERNET ENVIRONMENT) อ. ที่ปรึกษา : ดร.เจษฎา ชินรุ่งเรือง, 67 หน้า. ISBN 974-346-435-2.

การส่งภาพผ่านระบบอินเทอร์เน็ตประกอบด้วยการบีบอัดข้อมูลภาพและการส่งข้อมูลภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่แยกออกจากกันอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามสถาปัตยกรรมการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ระดับการประยุกต์หรือเอแอลเอฟเป็นความพยายามในการรวมกระบวนการทั้งสองให้เป็นกระบวนการเดียวกัน ภายใต้สมมติฐานที่ว่าลักษณะของข้อมูลที่ส่งผ่านช่องการสื่อสารถูกกำหนดจากวิธีการบีบอัดข้อมูล ดังนั้นกระบวนการส่งข้อมูลจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อสามารถจัดการและควบคุมการบีบอัดข้อมูลได้

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ทำการทดสอบการส่งภาพทางการแพทย์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยกำหนดเงื่อนไขในการส่งภาพ 3 ลักษณะ ได้แก่ การส่งภาพที่ไม่มีการบีบอัดข้อมูล การส่งภาพที่มีการบีบอัดข้อมูลแบบไม่มีการสูญเสียซึ่งใช้การแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยตามมาตรฐานเจเพ็ก 2000 และการส่งภาพที่มีการบีบอัดข้อมูลดังกล่าวร่วมกับสถาปัตยกรรมเอแอลเอฟ เพื่อหาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการส่งข้อมูลภาพ พบว่า การส่งภาพที่มีการบีบอัดข้อมูลใช้เวลาเฉลี่ยลดลงประมาณร้อยละ 20 ของเวลาที่ใช้สำหรับการส่งภาพที่ไม่มีการบีบอัดข้อมูล และเมื่อใช้สถาปัตยกรรมเอแอลเอฟร่วมกับการส่งภาพที่มีการบีบอัดข้อมูล เวลาเฉลี่ยของการส่งภาพลดลงประมาณร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับการส่งภาพที่ไม่มีการบีบอัดข้อมูล

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต ทรงพล มั่นคงสุจริต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา เจษฎา ชินรุ่งเรือง

ปีการศึกษา 2543

4170315421 : MAJOR TELECOMUNICATION

KEY WORD: APPLICATION LEVEL FRAMING (ALF) / IMAGE TRANSMISSION / INTERNET / JPEG2000

SONGPHON MUNKONGSUJARIT : EVALUATION OF THE APPLICATION-LEVEL-FRAMING ARCHITECTURE FOR IMAGE TRANSMISSION IN THE INTERNET ENVIRONMENT. THESIS ADVISOR : CHEDSADA CHINRUNGRUENG, Ph. D. 67 pp. ISBN 974-346-435-2.

Image transmission in the Internet environment consists of two separate processes - data compression and data transmission over the communication channel. The application level framing architecture or ALF proposes merging of these two processes into a single procedure under the hypothesis that the transmitted data over the channel are tailored by data compression process. Thus, data transmission process should be more efficient by managing and controlling data compression process.

In this thesis, medical image transmission over the Internet environment had been studied on three different configurations: image transmission without data compression, image transmission with lossless data compression using discrete wavelet transform according to the JPEG2000 standard, and image transmission using the same compression technique as above with ALF architecture. The results show that the average time for image transmission with data compression is lower by 20% compared with image transmission without data compression. When ALF architecture is used, the average time for image transmission with data compression is lower by 30% compared to that required by transmission without data compression.

Department Electrical Engineering Student's signature Songphon Munkongsujarit

Field of study Electrical Engineering Advisor's signature Chedsada Chinrungrueng

Academic Year 2000

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ ดร.เจษฎา ชินรุ่งเรือง อาจารย์ที่ปรึกษาวิยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยมาด้วยดีตลอด นอกจากนี้ชุดภาพอัลต้าซาวน์ของต่อมไทรอยด์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุเคราะห์จาก ดร.สุธี ผู้เจริญชนะชัย จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณ ดร.สุธี เป็นอย่างสูง และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนมาจากทุนศิษย์ก้นกุฏิของภาควิชาวิศกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณโครงการศิษย์ก้นกุฏิของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2 มาตรฐานเจเพ็ก2000 4

2.1 ความเป็นมาของเจเพ็ก 4

2.2 คุณลักษณะของมาตรฐานเจเพ็ก2000 5

2.3 สถาปัตยกรรมของมาตรฐาน 7

2.4 การแปลงเวฟเล็ต 8

2.4.1 การแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วย 10

2.4.2 การแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยสำหรับข้อมูลภาพขนาดสองมิติ 13

2.5 การควอนไตซ์ 18

2.6 การเข้ารหัสแบบเอนโทรปี 19

3 ชุดเกณฑ์วิธีทีซีพี/ไอพี 20

3.1 อินเทอร์เน็ต 20

3.2 โครงสร้างของข้อมูลในชุดเกณฑ์วิธีทีซีพี/ไอพี 22

3.3 ชั้นกายภาพและชั้นเชื่อมโยงข้อมูล 23

3.3.1 อีเทอร์เน็ต 24

3.3.2 โครงข่ายมาตรฐาน IEEE 802 24

3.3.3 สลิป 24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.3 พีพีพี 25
3.4 เกณฑ์วิธีในชั้นโครงข่าย 26
3.4.1 อินเทอร์เน็ตโพรโทคอล 26
3.4.2 เลขที่อยู่อินเทอร์เน็ต 27
3.4.3 การแบ่งส่วนข้อมูลในไอพี 28
3.4.4 เออาร์พีและอาร์เออาร์พี 30
3.4.5 ไอซีเอ็มพี 31
3.5 เกณฑ์วิธีในชั้นขนส่ง 31
3.5.1 พอร์ต 32
3.5.2 ซ็อกเก็ต 32
3.5.3 ยูดีพี 32
3.5.4 ทีซีพี 34
3.5.4.1 ช่วงการจัดเตรียมการเชื่อมต่อ 35
3.5.4.2 ช่วงการส่งผ่านข้อมูล 36
3.5.4.3 ช่วงสิ้นสุดการเชื่อมต่อ 37
3.5.4.4 การแก้ไขความผิดพลาดและการส่งใหม่เมื่อเวลาหมด 38
3.5.4.5 วินโดวส์เลื่อนและการควบคุมการไหลของข้อมูล 39
3.5.4.6 การรักษาการเชื่อมต่อของทีซีพี 39
3.6 ชั้นการประยุกต์ 39
3.6.1 ระบบรับ-ให้บริการ 39
4 สถาปัตยกรรมการแบ่งกลุ่มข้อมูลที่ระดับการประยุกต์ 41
4.1 กล่าวนำ 41
4.2 การกำหนดหน่วยข้อมูลการประยุกต์ 42
4.3 การปรับแต่งระบบสื่อสารให้เข้ากับความต้องการของอุปกรณ์การประยุกต์ 43
4.4 การรวมกระบวนการควบคุมการส่งผ่านข้อมูลเข้ากับอุปกรณ์การประยุกต์ 46
5 การวิจัยและการประเมินผล 48
5.1 ข้อกำหนดเบื้องต้น 48
5.2 ขั้นตอนการทดลอง 49
5.3 การส่งภาพที่ไม่มีการบีบอัดผ่านอินเทอร์เน็ต 52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3.1 การส่งภาพด้วยทีซีพีในช่วงเวลาต่าง ๆ 52
5.3.2 การส่งภาพด้วยทีซีพีโดยปรับขนาดทีซีพีเซกเมนต์ 54
5.3.3 การส่งภาพด้วยยูดีพี 55
5.4 การส่งภาพที่ผ่านการบีบอัดแล้วผ่านอินเทอร์เน็ต 57
5.5 การส่งภาพที่ผ่านการบีบอัดแล้วผ่านอินเทอร์เน็ตร่วมกับหลักการเอแอลเอฟ 58
5.6 สรุปผลการทดลอง 60
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 63
6.1 สรุปผลการวิจัย 63
6.2 ข้อเสนอแนะ 64
รายการอ้างอิง 65
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 67

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบของการแปลงเวฟเล็ตสำหรับข้อมูลภาพขนาดสองมิติ 14
ตารางที่ 2.2 สัมประสิทธิ์ของชุดวงจรกรองแบบวิเคราะห์ของวงจรกรองแบบ 5/3 16
ตารางที่ 2.3 สัมประสิทธิ์ของชุดวงจรกรองแบบสังเคราะห์ของวงจรกรองแบบ 5/3 17
ตารางที่ 3.1 เลขที่อยู่ไอพีตามระดับชั้น 28
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างชุดคำสั่งไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์ 40
ตารางที่ 5.1 ระยะเวลาในการส่งภาพ ณ ช่วงเวลา 03:02:37.68
วันศุกร์ที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 53
ตารางที่ 5.2 ระยะเวลาในการส่งภาพ ณ ช่วงเวลา 09:05:16.41
วันศุกร์ที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 53
ตารางที่ 5.3 ระยะเวลาในการส่งภาพ ณ ช่วงเวลา 15:11:43.05
วันศุกร์ที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 53
ตารางที่ 5.4 ระยะเวลาในการส่งภาพ ณ ช่วงเวลา 21:54:11.87
วันศุกร์ที่ 21 กรกฎาคม พ.ศ. 2543 53
ตารางที่ 5.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งภาพโดยใช้เกณฑ์วิธีทีซีพี/ไอพี
ที่ขนาดทีซีพีเซกเมนต์ต่างๆ 54
ตารางที่ 5.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งภาพ THYROID01.BMP โดยใช้ยูดีพี 56
ตารางที่ 5.7 ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งภาพ THYROID02.BMP โดยใช้ยูดีพี 56
ตารางที่ 5.8 ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งภาพ THYROID03.BMP โดยใช้ยูดีพี 56
ตารางที่ 5.9 ระยะเวลาที่ใช้ในการส่งภาพ THYROID04.BMP โดยใช้ยูดีพี 56
ตารางที่ 5.10 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลภาพด้วย DWT และส่งข้อมูลด้วยทีซีพี 57
ตารางที่ 5.11 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลภาพด้วย DWT และส่งข้อมูลด้วยยูดีพี 58
ตารางที่ 5.12 ระยะเวลาเฉลี่ยในการประมวลผลสำหรับการส่งภาพด้วยหลักการเอแอลเอฟ 59
ตารางที่ 5.13 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งภาพกรณีต่าง ๆ ด้วยทีซีพี 60
ตารางที่ 5.14 การเปรียบเทียบระยะเวลาเฉลี่ยในการส่งภาพกรณีต่าง ๆ ด้วยยูดีพี 61

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ส่วนประกอบของระบบสื่อสารข้อมูลผ่านโครงข่ายสื่อสาร 1
รูปที่ 2.1 อุปกรณ์เข้ารหัสและถอดรหัสตามมาตรฐานเจเพ็ก2000 8
รูปที่ 2.2 การแบ่งภาพเป็นส่วนย่อยและการย้ายค่าระดับดีซีเพื่อการแปลงเวฟเล็ต 8
รูปที่ 2.3 ชุดวงจรกรองพื้นฐานสำหรับการแปลงเวฟเล็ตและการแปลงกลับ 11
รูปที่ 2.4 การแปลงเวฟเล็ตที่มีการแยกส่วนประกอบแบบต้นไม้ 12
รูปที่ 2.5 แถบความถี่ของสัญญาณที่ผ่านวงจรกรองแยกตามส่วนประกอบแบบต้นไม้ 13
รูปที่ 2.6 แผนภาพแสดงวิธีการแปลงเวฟเล็ตสำหรับข้อมูลภาพขนาดสองมิติ 13
รูปที่ 2.7 การแปลงเวฟเล็ตสำหรับข้อมูลภาพขนาดสองมิติ 14
รูปที่ 2.8 การแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยระดับแรก 15
รูปที่ 2.9 การแปลงเวฟเล็ตแบบเต็มหน่วยระดับที่สอง 15
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์แบบต้นไม้ในการแปลงเวฟเล็ต 16
รูปที่ 2.11 การขยายสัญญาณให้เป็นรายคาบแบบสมมาตรสำหรับสัญญาณ ABCDEFG 17
รูปที่ 3.1 ชุดเกณฑ์วิธีทีซีพี/ไอพี 20
รูปที่ 3.2 การเดินทางของข้อมูลผ่านชุดเกณฑ์วิธีทีซีพี/ไอพี 22
รูปที่ 3.3 รูปแบบเฟรมของสลิป 25
รูปที่ 3.4 รูปแบบเฟรมของพีพีพี 26
รูปที่ 3.5 โครงสร้างของเลขที่อยู่ไอพีทั้ง 5 ระดับชั้น 27
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างการแบ่งส่วนข้อมูลโดยไอพี 29
รูปที่ 3.7 เออาร์พีและอาร์เออาร์พี 30
รูปที่ 3.8 ข้อความไอซีเอ็มพีภายในไอพีเดทาแกรม 31
รูปที่ 3.9 ยูดีพีเดทาแกรมภายในไอพีเดทาแกรม 32
รูปที่ 3.10 ทีซีพีเซกเมนต์ภายในไอพีเดทาแกรม 34
รูปที่ 3.11 ช่วงการจัดเตรียมการเชื่อมต่อของทีซีพี 36
รูปที่ 3.12 การตอบกลับของทีซีพีกรณีการสะท้อนกลับอักขระจากแม่ข่าย 37
รูปที่ 3.13 ช่วงการปิดการเชื่อมต่อของทีซีพี 38
รูปที่ 4.1 แบบจำลองรูปลูกบาศก์ของคุณลักษณะของโพรโทคอลที่ใช้ในระบบสื่อสาร 44
รูปที่ 4.2 การรวมส่วนควบคุมการส่งผ่านข้อมูลเข้ากับอุปกรณ์การประยุกต์ 46
รูปที่ 5.1 ภาพทดสอบ THYROID01.BMP 49
รูปที่ 5.2 ภาพทดสอบ THYROID02.BMP 49

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.3 ภาพทดสอบ THYROID03.BMP 49

รูปที่ 5.4 ภาพทดสอบ THYROID04.BMP 49

รูปที่ 5.5 ไคลเอนท์เชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์โดยกำหนดหมายเลขที่อยู่ไอพี และพอร์ตของเซิร์ฟเวอร์ 49

รูปที่ 5.6 ไคลเอนท์แสดงภาพที่จะทำการส่ง 50

รูปที่ 5.7 เซิร์ฟเวอร์ได้รับการร้องขอการส่งภาพจากไคลเอนท์ และทำการตอบตกลง 50

รูปที่ 5.8 เซิร์ฟเวอร์แสดงเวลาที่ใช้ในการรับข้อมูลภาพ และแสดงภาพที่ได้รับ 50

รูปที่ 5.9 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมทดสอบด้านไคลเอนท์ 51

รูปที่ 5.10 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมทดสอบด้านเซิร์ฟเวอร์ 52

รูปที่ 5.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดทีซีพีเซกเมนต์ และระยะเวลาที่ใช้ในการส่งภาพ 55

รูปที่ 5.12 แผนภาพแสดงเวลาประมวลผลสำหรับการส่งภาพที่มีการบีบอัดข้อมูล 61