ระบบรับส่งภาพนิ่งแบบโปรเกรสซีฟผ่านช่องสัญญาณความเร็วต่ำ

นาย บุญช่วย ทรัพย์มนชัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2534

ISBN 974-579-117-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017717

Progressive Still Image Transmission System Through Low Speed Channel

Mr. Boonchuay Supmonchai

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1991

ISBN 974-579-117-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบรับส่งภาพนิ่งแบบโปรเกรสซีฟผ่านช่องสัญญาณความเร็วต่ำ
โดย	นาย บุญช่วย ทรัพย์มนชัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต โรจน์อารยานนท์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2533

บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉรงค์ อยู่ถนอม)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต โรจน์อารยานนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุริยัน ติษยาธิคม)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

บุญช่วย ทรัพย์บนชัย : ระบบรับส่งภาพนิ่งแบบโปรเกรสซีฟผ่านช่องสัญญาณความเร็วต่ำ (PROGRESSIVE STILL IMAGE TRANSMISSION SYSTEM THROUGH LOW SPEED CHANNEL) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.บัณฑิต ไรจน์อารยานนท์, 191 หน้า. ISBN 974-579-117-2

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษา และ สร้างระบบรับส่งภาพนิ่งแบบโปรเกรสซีฟ ผ่านช่องสัญญาณความเร็วต่ำที่ 1200 และ 2400 บิตต่อวินาที โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดเวลาในการค้นหาข้อมูลภาพในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ ของผู้ใช้ที่อยู่ห่างไกลออกไป ระบบรับส่งภาพนิ่งที่ถูกสร้างขึ้นประกอบด้วย ส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เสียบอยู่บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ คือ ส่วนประมวลผลร่วม ส่วนแสดงผลบนจอภาพแบบคอมโพสิต ส่วนควบคุมการติดต่อสื่อสารข้อมูล และ โปรแกรมควบคุมการทำงานของส่วนอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งเขียนขึ้นด้วยภาษา C ส่วนประมวลผลร่วมที่สร้างขึ้นจะมี TMS320E15 ที่มีความสามารถในการคำนวณสูงเป็นตัวประมวลผลร่วม โดยสามารถติดต่อกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้ในลักษณะของการเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access)

ประสิทธิภาพของระบบได้ถูกทดสอบในเชิงคุณภาพของภาพที่ปรากฏขึ้นทางด้านรับ และ เวลาในการตัดสินใจของผู้ใช้ เทียบกับการส่งแบบกวาดทีละเส้น พบว่า ผู้ใช้จะสามารถตัดสินใจเลือกภาพที่ต้องการโดยใช้เวลาไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาที่ใช้ทั้งหมดเมื่อส่งแบบกวาดทีละเส้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต บุญช่วย ทรัพย์บนชัย

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2533 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

BOONCHUAY SUPMONCHAI : PROGRESSIVE STILL IMAGE TRANSMISSION SYSTEM THROUGH LOW SPEED CHANNEL. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF.BANDHIT ROJ-ARAYANONT,D.Eng. 191 pp.

This thesis is a study and construction of a Progressive Still Image Transmission System through low speed channel, 1200 and 2400 bps, with the intention to reduce searching time of remote user in browsing through large picture database. The system consists of hardware interface cards on IBM XT slots which are coprocessor card, display card for composite monitor, asynchronous communication controller and their C language control programs. The coprocessor card uses TMS320E15 which has very high capability in calculation as the coprocessor and can transfer data between microcomputer by direct memory access method.

The performance of this system in aspects of picture quality and user dicision time has been tested and compared with raster scan method. The result shows that human user will spend not more than 10 % of total transmission time of raster scan method in judging the picture when using progressive transmission.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2533 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต โรจน์อารยานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ สุวิทย์ นาคพีระยุทธ ที่ช่วยให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์และ แนะแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณ ห้องปฏิบัติการวิจัยไฟฟ้าสื่อสารที่ช่วยสนับสนุนทุน และอุปกรณ์ต่างๆ ขอขอบคุณ Prof. K.R.Rao ,University of Texas, Arlington ที่กรุณาเอื้อเฟื้อภาพมาตรฐาน และ ช่วยเหลือให้คำแนะนำ ขอขอบคุณนาย ธีรยุทธ บุญโชติ นาย สุรศักดิ์ อุทโยภาศ เพื่อนนิสิตปริญญาโท และ นิสิตปริญญาตรี ทุกคนที่ให้คำปรึกษาอันเป็นประโยชน์

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ บิดา มารดา พี่น้อง และ เพื่อนทุกคน ที่ช่วยให้กำลังใจระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญรูปประกอบ ..... ฏ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเบื้องต้น 1

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 2

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 2

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2. การรับส่งภาพแบบโปรเกรสซีฟ 4

2.1 ลักษณะของการรับส่งภาพแบบโปรเกรสซีฟ 4

2.2 ข้อดี และข้อเสียของการส่งภาพแบบโปรเกรสซีฟ 4

2.3 หลักการเบื้องต้น 5

2.4 โครงสร้างแบบมีลำดับชั้น 8

2.4.1 เครื่องส่ง 11

2.4.1.1 หน่วยเก็บภาพ 11

2.4.1.2 ตัวกรองผ่านต่ำ และ ตัวสุ่ม 11

2.4.1.3 หน่วย ADCT 12

2.4.1.4 ตัวเข้ารหัสแบบแปรความยาวได้ 13

2.4.1.5 หน่วย IDCT 13

2.4.1.6 ตัวประมาณค่า 14

2.4.1.7 ตัวทำนาย 14

2.4.1.8 หน่วยย่อยอื่น ๆ 14

บทที่ หน้า

2.4.2 เครื่องรับ 15
2.4.2.1 ตัวถอดรหัสแบบแปรความยาวได้ 15
2.4.2.2 หน่วย IDCT 15
2.4.2.3 ตัวประมาณค่า 15
2.4.2.4 หน่วยเก็บภาพ 15
2.4.3 การควบคุมอัตราข้อมูล 15
2.4.4 รูปแบบ (format) ของการรับส่งข้อมูล 16
2.5 มาตรฐานของ JPEG กับการส่งแบบโปรเกรสซีฟ 16
3. แนวทางในการพัฒนาระบบรับส่งภาพนิ่ง 18
3.1 ระบบรับส่งภาพนิ่งแบบโปรเกรสซีฟเชิงโต้ตอบ 18
3.2 การจำลองระบบด้วยซอฟต์แวร์ 19
3.3 ความจำเป็นในการสร้างส่วนอุปกรณ์เพิ่มเติม 19
3.4 ลักษณะของส่วนอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาประกอบ 23
3.5 การเลือก TMS320E15 เป็นตัวประมวลผลร่วม 23
4. อุปกรณ์หลักของระบบ 25
4.1 ส่วนอุปกรณ์ของระบบรับส่งภาพนิ่งแบบโปรเกรสซีฟ 25
4.2 ส่วนประมวลผลร่วม (Coprocessor card) 26
4.2.1 บริเวณตัวประมวลผลร่วม 26
4.2.2 เรจิสเตอร์ที่พักข้อมูล 27
4.2.3 บริเวณควบคุมการเข้าออกของข้อมูล 29
4.2.4 พอร์ตควบคุม และ สถานะของ TMS 30
4.2.5 ส่วนควบคุมอื่น ๆ 31
4.3 ส่วนประกอบอื่น ๆ 31
4.3.1 ส่วนแสดงผลบนจอภาพ 31
4.3.2 ส่วนควบคุมการสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัส 31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

5. ซอฟต์แวร์ของระบบรับส่งภาพนิ่ง 32
5.1 ส่วนโปรแกรมภาษา C 32
5.1.1 โปรแกรมหลัก 32
5.1.1.1 โปรแกรมเข้ารหัสข้อมูล 32
5.1.1.2 โปรแกรมส่งข้อมูล 33
5.1.1.3 โปรแกรมรับข้อมูล และ สร้างภาพ 33
5.1.2 โปรแกรมควบคุมการทำงานของส่วนประมวลผลร่วม . 33
5.1.3 โปรแกรมควบคุมการติดต่อสื่อสารข้อมูล 34
5.2 ส่วนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี ของ TMS320E15 35
5.2.1 โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้น 35
5.2.2 โปรแกรมส่วนประมวลผล 35
5.2.3 โปรแกรมควบคุมการรับส่งข้อมูล 36
6. การทดสอบ และปรับปรุงระบบ 37
6.1 ปัญหา การแก้ไข และ การปรับปรุงระบบ 37
6.2 ผลการทดสอบระบบ 39
6.2.1 ลักษณะของภาพในแต่ละขั้นตอน 39
6.2.2 เวลาในส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรมการลดข้อมูล 48
6.2.3 เวลาที่ด้านรับรับภาพได้เมื่อจบขั้นตอนต่าง ๆ 49
6.2.4 อัตราส่วนของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน 50
6.2.5 อัตราส่วนของบิต overhead ต่อบิตรวมในแต่ละขั้น . 51
6.2.6 เวลาในการตัดสินใจของผู้ใช้ 52
7. บทสรุป 53
7.1 สรุปผลวิทยานิพนธ์ 53
7.2 ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบ 54
7.3 แนวทางในการพัฒนา 54

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

เอกสารอ้างอิง 55
ภาคผนวก ก Discrete Cosine Transform 58
ก.1 สมการของ DCT 58
ก.2 คุณสมบัติบางประการของ DCT 61
ภาคผนวก ข อัลกอริทึมสำหรับการสร้าง fast transform ของ DCT 62
ข.1 DCT 2 มิติ 62
ภาคผนวก ค แบบจำลองการมองเห็นของมนุษย์ 70
ค.1 โครงสร้างทางกายภาพของตามนุษย์ 70
ค.2 แบบจำลองของระบบการมองเห็นภาพสีเดียว 72
ค.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลองระบบการมองเห็น 73
ภาคผนวก ง TMS32010/TMS320E15 75
ง.1 สถาปัตยกรรมภายใน 75
ง.2 ชุดคำสั่ง 79
ภาคผนวก จ รายละเอียดของส่วนโปรแกรมภาษา C 81
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดของส่วนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีของ TMS320E15 ... 137
ประวัติผู้เขียน 178

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมส่วนต่าง ๆ ของภาพ GIRL บนเครื่อง IBM XT 10 MHz 21

3.2 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมส่วนต่าง ๆ ของภาพ BABOON บนเครื่อง IBM XT 10 MHz 22

6.1 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมส่วนต่าง ๆ ของภาพ GIRL เมื่อมีส่วนประมวลผลร่วมทำงานร่วมกับ IBM XT 10 MHz 48

6.2 เวลาที่ใช้ในการประมวลผลในโปรแกรมส่วนต่าง ๆ ของภาพ BABOON เมื่อมีส่วนประมวลผลร่วมทำงานร่วมกับ IBM XT 10 MHz 49

6.3 เวลาที่ด้านรับแสดงภาพที่ปรากฏตามขั้นต่าง ๆ 50

6.4 SNR ของภาพที่ได้ในแต่ละขั้น 51

6.5 จำนวนบิตในการรับส่งภาพแต่ละขั้นของภาพ GIRL 51

6.6 จำนวนบิตในการรับส่งภาพแต่ละขั้นของภาพ BABOON 52

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการเข้ารหัส และ ถอดรหัสแบบพีระมิด	7
2.2	การกรองผ่านต่ำ และ การสุ่มเพื่อลดจำนวนจุด	8
2.3	แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการรับส่งโดยใช้โครงสร้างแบบมีลำดับชั้น ...	10
2.4	แผนภาพแสดงบล็อกที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ ในตัวเครื่องส่ง	11
2.5	ลักษณะของตัวกรองผ่านต่ำเพื่อป้องการพับกลับ	12
2.6	เมตริกซ์แสดงค่าขีดเริ่มของการมองเห็นที่ความถี่ต่าง ๆ	12
2.7	ตำแหน่งของการเรียงข้อมูลตามวิธี zigzag scan	13
2.8	ลักษณะของการประมาณค่า	14
2.9	แผนภาพบล็อกที่ทำหน้าที่ต่าง ๆ ในตัวเครื่องรับ	15
2.10	รูปแบบที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลในแต่ละขั้น	16
2.11	กลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เกิดจากความร่วมมือระหว่าง CCITT กับ ISO ...	17
3.1	ระบบรับส่งภาพนิ่งในเชิงโต้ตอบ	18
3.2	ภาพมาตรฐาน GIRL	20
3.3	ภาพมาตรฐาน BABOON	20
4.1	ส่วนอุปกรณ์ของระบบรับส่งภาพนิ่ง	25
4.2	โครงสร้างของส่วนประมวลผลร่วม	26
4.3	ขาต่าง ๆ ของ TMS320E15	27
4.4	วงจรชิงโครไนซ์สัญญาณอินเตอร์รัปต์ และ BIO	27
4.5	เรจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นที่พักข้อมูล	28
4.6	สัญญาณควบคุมการเขียนอ่านเรจิสเตอร์ที่พักข้อมูล	28
4.7	วงจรกำเนิดสัญญาณแฮนด์เชคในการเขียนอ่านเรจิสเตอร์ข้อมูล	29
4.8	วงจรกำเนิดสัญญาณ BIO	30
4.9	พอร์ตควบคุมการทำงานของส่วนประมวลผล ของ IBM	30
4.10	พอร์ตควบคุมการทำงาน และ แสดงสถานะการทำงานของ TMS ...	30
4.11	วงจรอินเตอร์รัปต์ของ TMS320E15	31
4.12	วงจรอินเตอร์รัปต์ของ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	31

รูปที่ หน้า

5.1 คำสั่ง และ พารามิเตอร์ที่กำหนดค่าตั้งต้นให้กับส่วนประมวลผลร่วม . 34
5.2 ความหมายของคำสั่งสำหรับ TMS320E15 35
6.1 เรจิสเตอร์แสดง flag ของ TMS320E15 38
6.2 ภาพ GIRL ที่ได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ เทียบกับการส่งแบบกวาดทีละเส้น 40
6.3 ภาพ BABOON ที่ได้ตามขั้นตอนต่าง ๆ เทียบกับการส่งแบบกวาดทีละเส้น 44
ก.1 ข้อมูลที่ถูกสุ่ม และซ้ำเป็นรายคาบในการทรานส์ฟอร์ม FFT และ DCT 59
ก.2 เวกเตอร์พื้นฐานของ DCT 1 มิติ ขนาด 8 จุด 60
ข.1 แผนภูมิผีเสื้อสำหรับ fast transform ของ DCT 66
ค.1 โครงสร้างจำลองของลูกตา 71
ค.2 ทางเดินของประสาทตาไปสู่สมอง 72
ค.3 แบบจำลองของระบบการมองเห็นภาพสีเดียว 73
ค.4 เมตริกซ์ค่าขีดเริ่มของการมองเห็น 74
ง.1 ตำแหน่ง และหน้าที่ของขาต่าง ๆ ของ TMS32010/TMS320E15 .. 76
ง.2 โครงสร้างของสถาปัตยกรรมภายในของ TMS32010/TMS320E15 . 77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย