

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง.....	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ.....	(12)
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของวิทยานิพนธ์	1
1.2 การตรวจเอกสาร (Literatures Review).....	2
1.3 วัตถุประสงค์	8
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	8
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย.....	9
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	9
1.7 ภาพรวมของระบบ	10
2. ทฤษฎีและหลักการ	11
2.1 การสื่อสารเสียง	11
2.2 การสื่อสารวีดิทัศน์	15
2.3 Real-time Transport Protocol (RTP)	24
2.4 สรุป	31
3. การควบคุมคุณภาพแบบปรับตัวสำหรับการสื่อสารเสียง	32
3.1 การควบคุมความผิดพลาดแบบปรับตัว	32
3.2 อัลกอริทึม CNR.....	45
3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	50
3.4 การทดลองเพื่อประเมินผลอัลกอริทึม CNR.....	59
3.5 ผลการทดลอง	62
3.6 สรุป	70
4. การควบคุมคุณภาพแบบปรับตัวสำหรับการสื่อสารวีดิทัศน์	72
4.1 การวัดคุณภาพวีดิทัศน์.....	73
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Works).....	74
4.3 การปรับอัตราบิตของการส่งวีดิทัศน์	76
4.4 การควบคุมคุณภาพวีดิทัศน์ด้วยวิธีการปรับอัตราบิต	81

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.5 การลดผลกระทบจากการสูญหายของแพ็กเก็ตในการสื่อสารวีดิทัศน์	85
4.6 อัลกอริทึมในการปรับค่าระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก	88
4.7 การประเมินผลอัลกอริทึมในการปรับค่าระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก	93
4.8 การกำหนดอัตราบิตเป้าหมายในการส่งวีดิทัศน์	94
4.9 สรุป	95
5. การพัฒนา API สำหรับการสื่อสารแบบพหุสื่อ	97
5.1 การออกแบบ API สำหรับการสื่อสารแบบพหุสื่อ	97
5.2 เครื่องมือที่ใช้ประกอบการพัฒนา API	99
5.3 การพัฒนาโปรแกรมตัวอย่างและการทดสอบ	100
5.4 สรุป	104
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	105
6.1 สรุปผลการวิจัย	105
6.2 ข้อเสนอแนะ	107
เอกสารอ้างอิง	109
ประวัติผู้เขียน	113

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรฐานการบีบอัดข้อมูลเสียง.....	13
3.1 ตาราง Combination ที่ใช้อัลกอริทึม Bolot	36
3.2 ตาราง Combination ของข้อมูลซ้ำที่ใช้อัลกอริทึม USF.....	40
3.3 ค่า Reward และ Penalty ของแต่ละ Combinationในอัลกอริทึม RCCS.....	42
3.4 คำอธิบายของพารามิเตอร์ที่ใช้อัลกอริทึม RCCS	43
3.5 Combination ของข้อมูลซ้ำที่ใช้อัลกอริทึม CNR.....	48
3.6 การตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณค่า L_b ของผู้รับในแบบจำลอง	52
3.7 การตรวจสอบความถูกต้องในการคำนวณค่า L_s ของผู้รับในแบบจำลอง	53
3.8 สรุปผลการทดลอง	70
4.1 คำอธิบายพารามิเตอร์ในอัลกอริทึม AIMD.....	82

รายการภาพประกอบ

รูป	หน้า
1.1 การแบ่งสถานะของผู้รับโดยใช้อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ต	3
1.2 Media Independent FEC	6
1.3 Media Specific FEC	7
1.4 ภาพรวมของระบบ	10
2.1 การส่งเสียงพูดในรูปแบบดิจิทัลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	12
2.2 การส่งวีดิทัศน์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	16
2.3 รูปแบบการชักตัวอย่างของระบบสี YCbCr	19
2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเฟรมแต่ละชนิดที่ผ่านการบีบอัดวีดิทัศน์ด้วย MPEG-4	21
2.5 การเกิด Error Propagation เมื่อมีการสูญหายของเฟรมวีดิทัศน์	22
2.6 บทบาทของ RTP ในการสื่อสารเสียงและวีดิทัศน์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	25
2.7 โครงสร้างแพ็กเก็ตของ RTP	26
2.8 โครงสร้างเฮดเดอร์ของ RTP	26
2.9 โครงสร้างเฮดเดอร์ของแพ็กเก็ต Receiver Report (RR)	28
2.10 เฮดเดอร์ของบล็อกในแพ็กเก็ต RTP ที่มีข้อมูลซ้ำของเสียง	30
2.11 ตัวอย่างแพ็กเก็ต RTP เมื่อมีการส่งข้อมูลซ้ำของเสียง 1 ชุด	30
3.1 Media Specific FEC	33
3.2 การกู้คืนโดยใช้ข้อมูลซ้ำสามารถทำให้ค่า L_a น้อยกว่า L_b	35
3.3 การเพิ่มจำนวนข้อมูลซ้ำสามารถช่วยลดค่า L_a ได้	35
3.4 แผนภาพการควบคุมความผิดพลาดแบบปรับตัวโดยใช้อัลกอริทึม Bolot	37
3.5 การเพิ่มและลด Combination ในอัลกอริทึม Bolot	37
3.6 Pseudo Code อัลกอริทึม Bolot	38
3.7 แผนภาพการควบคุมความผิดพลาดแบบปรับตัวโดยใช้อัลกอริทึม USF	39
3.8 ตัวอย่างการคำนวณค่า L_b , L_a และ L_{burst}	39
3.9 Pseudo Code ของอัลกอริทึม USF	40
3.10 แผนภาพการควบคุมความผิดพลาดแบบปรับตัวโดยใช้อัลกอริทึม RCCS	42
3.11 Pseudo Code ของอัลกอริทึม RCCS	43
3.12 ลักษณะการแกว่งของค่า L_a	45

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
3.13 แผนภาพการควบคุมความผิดพลาดแบบปรับตัวโดยใช้อัลกอริทึม CNR	46
3.14 การระบุค่า L_b และ L_a ในแพ็กเก็ต Receiver Report	47
3.15 Pseudo Code ของอัลกอริทึม CNR	49
3.16 การลด Combination โดยใช้ count L_a under low อย่างเดียวอาจจะล่าช้าเกินไป	50
3.17 การเชื่อมต่อภายในเครือข่ายที่ใช้ในการจำลอง	51
3.18 ตัวอย่างการหาค่า L_a เมื่อกำหนดรูปแบบการตัดทิ้งแพ็กเก็ตแบบ D02	53
3.19 ค่า L_b และค่า L_a จากการคำนวณในระหว่างการจำลองโดยใช้อัลกอริทึม Bolot	55
3.20 การเปลี่ยนแปลงของ Combination ในระหว่างการจำลองโดยใช้อัลกอริทึม USF	56
3.21 การเปลี่ยนแปลงของ Combination ในระหว่างการจำลองโดยใช้อัลกอริทึม RCCS	57
3.22 การเปลี่ยนแปลงของ Combination ในระหว่างการจำลองโดยใช้อัลกอริทึม CNR	58
3.23 การเชื่อมต่อภายในเครือข่ายที่ใช้ในการจำลอง	60
3.24 จำนวนครั้งที่ L_a เกินเทรสโฮลด์ HIGH (ได้รับ Receiver Report 240 ครั้ง)	62
3.25 ค่าเฉลี่ยของ L_a จากการจำลองในแต่ละอัลกอริทึม	63
3.26 การใช้ค่า Reward ของ Bolot ในการคำนวณค่า L_a อาจคลาดเคลื่อนจากค่าจริง	63
3.27 อัลกอริทึม USF ได้รับผลกระทบจากการแกว่งของค่า L_a	64
3.28 จุดบกพร่องที่ทำให้อัลกอริทึม RCCS ไม่สามารถเพิ่ม Combination ได้	65
3.29 ค่าอัตราบิดเฉลี่ยของการส่งเสียงจากการจำลองในแต่ละอัลกอริทึม	66
3.30 จำนวนครั้งที่ L_a เกินเทรสโฮลด์ HIGH (ได้รับ Receiver Report 240 ครั้ง)	66
3.31 ค่าเฉลี่ยของ L_a จากการจำลองในแต่ละอัลกอริทึม	67
3.32 ค่าอัตราบิดเฉลี่ยของการส่งเสียงจากการจำลองในแต่ละอัลกอริทึม	67
3.33 จำนวนครั้งที่ L_a เกินเทรสโฮลด์ HIGH (ได้รับ Receiver Report 240 ครั้ง)	68
3.34 ค่าเฉลี่ยของ L_a จากการจำลองในแต่ละอัลกอริทึม	68
3.35 ค่าอัตราบิดเฉลี่ยของการส่งเสียงจากการจำลองในแต่ละอัลกอริทึม	68
3.36 จำนวนครั้งที่ L_a เกินเทรสโฮลด์ HIGH (ได้รับ Receiver Report 240 ครั้ง)	69
3.37 ค่าเฉลี่ยของ L_a จากการจำลองในแต่ละอัลกอริทึม	69
3.38 ค่าอัตราบิดเฉลี่ยของการส่งเสียงจากการจำลองในแต่ละอัลกอริทึม	69
4.1 การเชื่อมต่อภายในเครือข่ายที่ใช้ในการจำลอง	77

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.2 ค่าอัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตวีดิทัศน์เมื่อมีการเปลี่ยนอัตราเฟรมฝั่งส่ง	78
4.3 อัตราเฟรมของวีดิทัศน์ที่ได้รับเมื่อมีการเปลี่ยนอัตราเฟรมฝั่งส่ง	78
4.4 อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตวีดิทัศน์เมื่อมีการเปลี่ยนความยาวของเฟรมวีดิทัศน์	80
4.5 อัตราเฟรมของวีดิทัศน์ที่ได้รับเมื่อมีการเปลี่ยนความยาวของเฟรมวีดิทัศน์	80
4.6 Pseudo Code ของอัลกอริทึม AIMD	81
4.7 อัตราบิตของวีดิทัศน์และอัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตในระหว่างการจำลอง	83
4.8 อัตราเฟรมฝั่งรับในระหว่างการจำลอง (ระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก = 1 เฟรม)	83
4.9 อัตราเฟรมฝั่งรับเมื่อกำหนดระยะห่างระหว่างเฟรมหลักต่างกัน	84
4.10 ความยาวของเฟรมหลังการบีบอัดเมื่อมีการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก	86
4.11 ค่าอัตราอัตราเฟรมฝั่งรับเมื่อมีการเปลี่ยนระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก	88
4.12 แผนภาพการควบคุมคุณภาพวีดิทัศน์ด้วยการปรับค่าระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก	88
4.13 อัลกอริทึมในการปรับค่าระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก	90
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างระหว่างเฟรมหลักและค่า PSNR เฉลี่ย	91
4.15 การเพิ่มค่าอัตราเฟรมในส่วนขยายเฮดเดอร์ของแพ็กเก็ต Receiver Report	92
4.16 การเปลี่ยนแปลงของระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก อัตราเฟรมฝั่งรับ และ PSNR	94
5.1 สถาปัตยกรรมของการออกแบบ API สำหรับการสื่อสารแบบพหุสื่อ	97
5.2 โปรแกรมตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ API	100
5.3 เครือข่ายที่ใช้ในการทดลอง	102
5.4 อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตเสียงและการเปลี่ยนแปลง Combination	103
5.5 การเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราเฟรมฝั่งรับและค่าระยะห่างระหว่างเฟรมหลัก	103

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

ACELP	Algebraic Code-Excited Linear Prediction
AIMD	Additive Increase Multiplicative Decrease
API	Application Programming Interface
FEC	Forward Error Correction
IETF	Internet Engineering Task Force
ITU	International Telecommunication Union
L_a	Loss Rate after Reconstruction
L_b	Loss Rate before Reconstruction
MPEG	Moving Picture Expert Group
MP-MLQ	Multi-Pulse Likelihood Quantization
MTU	Maximum Transfer Unit
PCM	Pulse Code Modulation
PSNR	Peak Signal-to-Noise Ratio
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RCCS	Redundant Codec Combination Selection
RTCP	RTP Control Protocol
RTP	Real-time Transport Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol