

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ.....	1
วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์.....	4
การตรวจสอบเอกสาร.....	6
ความรู้พื้นฐาน.....	6
การสื่อสารดาวเทียม.....	7
รูปแบบการบริการส่งข้อมูล	9
กลไกการสร้างความน่าเชื่อถือ (Reliability Mechanism)	11
การควบคุมคุณภาพการให้บริการ	24
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
อุปกรณ์และวิธีการ	36
อุปกรณ์	36
วิธีการ	39
ศึกษาอัตราการสูญหายของข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม.....	39
ศึกษาผลความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากรูปแบบการบรอดคาสต์ดิจิทัล.....	41
ศึกษาประสิทธิภาพการสร้างความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการบรอดคาสต์ดิจิทัล	
และ Data Carousel.....	42
ศึกษาประสิทธิภาพการสร้างความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการบรอดคาสต์ดิจิทัล	
และ FEC (Reed-Solomon Codes พัฒนาด้วย Cauchy Matrices)	48
ศึกษาประสิทธิภาพการสร้างความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการบรอดคาสต์ดิจิทัล	
และ Peer-to-Peer Sharing	51

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ผลการทดลองและวิจารณ์.....	52
ผลการศึกษาอัตราการสูญหายของข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม.....	52
ผลการศึกษาผลความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากรูปแบบการ broadcast ดีคิสต์.....	55
ผลการศึกษาประสิทธิภาพการสร้างความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการ broadcast ดีคิสต์ และ Data Carousel.....	57
ผลการศึกษาประสิทธิภาพการสร้างความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการ broadcast ดีคิสต์ และ FEC (Reed-Solomon Codes พัฒนาด้วย Cauchy Matrices).....	69
ผลการศึกษาประสิทธิภาพการสร้างความน่าเชื่อถือด้วยวิธีการ broadcast ดีคิสต์ และ Peer-to-Peer Sharing.....	79
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	81
สรุปผลการวิจัย	81
ข้อเสนอแนะ	82
เอกสารและสิ่งอ้างอิง.....	84
ภาคผนวก	89

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1	แสดงคลื่นความถี่หลักของดาวเทียมที่ใช้ในทางพาณิชย์..... 8
2	ข้อดีและข้อเสียของ Pull Model..... 10
3	ข้อดีและข้อเสียของ Push Model 11
4	เวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัสด้วย Reed-Solomon Codes: หน่วยเป็นวินาที 18
5	เปรียบเทียบคุณสมบัติของวิธีการ FEC แบบ Reed-Solomon codes และ Tornado Codes..... 23
6	เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสและถอดรหัสด้วย Reed-Solomon Codes (Cauchy Matrices) และ Tornado Codes : หน่วยเป็นวินาที 24
7	ตารางการส่งแพ็กเก็ตสำหรับเลเซอร์มัลติคาสต์ 4 เลเซอร์ 32
8	สูตรการคำนวณค่าต่างๆ ที่เกี่ยวกับการควบคุมการไหลของข้อมูล 44
9	อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตผ่านเครือข่ายดาวเทียม 53
10	อัตราการส่วนการสูญหายของแพ็กเก็ตแบบต่อเนื่อง ต่อการสูญหายของแพ็กเก็ตทั้งหมดผ่านเครือข่ายดาวเทียม 54
11	ความถี่ของจำนวนครั้งที่เกิดการสูญหายของแพ็กเก็ตแบบต่อเนื่อง ต่อจำนวนครั้งที่เกิดการสูญหายของแพ็กเก็ตทั้งหมดผ่านเครือข่ายดาวเทียม..... 55
12	จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากผลการศึกษานำเชื่อถือ ด้วยการ broadcast ดีคิสก์แบบ Skewed 56
13	จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลจากผลการศึกษานำเชื่อถือ ด้วยการ broadcast ดีคิสก์แบบ Multi-Disk 56
14	อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตในแต่ละไฟล์จากการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม 58
15	อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตสูงสุดในแต่ละไฟล์จากการส่งข้อมูล ผ่านเครือข่ายดาวเทียม 59
16	จำนวนรอบสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม..... 60
17	จำนวนรอบสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง NS-2 ที่อัตราการสูญหาย 1%..... 62
18	จำนวนรอบสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง NS-2 ที่อัตราการสูญหาย 10%..... 63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
19	จำนวนรอบสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง NS-2 ที่อัตราการสูญหาย 25%..... 64
20	จำนวนรอบสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 1%..... 66
21	จำนวนรอบสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 10%..... 67
22	จำนวนรอบสูงสุดที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 25%..... 68
23	อัตราการสูญหายจากบล็อคที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดผ่านเครือข่ายดาวเทียม..... 71
24	อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อคผ่านเครือข่ายดาวเทียม..... 72
25	อัตราการสูญหายจากบล็อคที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 1%..... 73
26	อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อคบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 1%..... 73
27	อัตราการสูญหายจากบล็อคที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 10%..... 74
28	อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อคบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 10%..... 75
29	อัตราการสูญหายจากบล็อคที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 25%..... 76
30	อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อคบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 25%..... 76
31	อัตราการสูญหายจากบล็อคที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 50%..... 77
32	อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อคบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 50%..... 78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
33	จำนวนผู้รับอย่างน้อยสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลในกลุ่มผู้รับ บนเครือข่ายจำลอง NS-2 80

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	ตำแหน่งการโคจรของดาวเทียมค้างฟ้า (Geosynchronous Satellite) 9
2	การเกิดปัญหา NACK Implosion..... 12
3	การแก้ปัญหา NACK Implosion 13
4	จำนวนแพ็กเก็ตเกิดในการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลของวิธีการ FEC 14
5	การเข้ารหัสข้อมูลด้วย Reed-Solomon Codes..... 15
6	ลักษณะของ Cauchy Matrices 17
7	ลักษณะของ Vandermonde Matrices..... 17
8	ขั้นตอนการเข้ารหัสข้อมูลแบบ Reed-Solomon Codes ด้วย Cauchy Matrices 19
9	ขั้นตอนการถอดรหัสข้อมูลแบบ Reed-Solomon Codes ด้วย Cauchy Matrices..... 20
10	โครงสร้างการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลแบบ Tornado Codes..... 22
11	ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบบรอดคาสต์ดิคส์ในรูปแบบ Flat 25
12	ตัวอย่างโครงสร้างการบรอดคาสต์ดิคส์..... 26
13	ตัวอย่างการสร้างตารางการบรอดคาสต์ดิคส์ในรูปแบบ Multi-disk 27
14	โครงสร้างจำลองเครือข่ายดาวเทียมด้วยโปรแกรมจำลองเครือข่าย DummyNet 37
15	โครงสร้างเครือข่ายดาวเทียมภายใต้โครงการ AI3 38
16	แสดงส่วนของเครือข่ายดาวเทียมภายใต้โครงการ AI3 ที่ใช้ในงานวิทยานิพนธ์..... 40
17	ขั้นตอนการส่งข้อมูลเพื่อศึกษาอัตราการสูญหายของข้อมูลด้านผู้ส่ง..... 41
18	ขั้นตอนการรับข้อมูลเพื่อศึกษาอัตราการสูญหายของข้อมูลด้านผู้รับ 41
19	ลำดับการส่งแพ็กเก็ตเกิดในการศึกษาผลต่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล..... 42
20	รูปแบบเซดเดอร์ขนาด 12 ไบต์ ของแพ็กเก็ต 45
21	องค์ประกอบกระบวนการทดลองสร้างความน่าเชื่อถือ 46
22	ขั้นตอนการส่งข้อมูลเพื่อทดลองสร้างความน่าเชื่อถือด้วย บรอดคาสต์ดิคส์และ Data Carousel..... 47
23	ขั้นตอนการรับข้อมูลเพื่อทดลองสร้างความน่าเชื่อถือด้วย บรอดคาสต์ดิคส์และ Data Carousel..... 47
24	การแบ่งซิม โบลในหนึ่งแพ็กเก็ต 50
25	ประสิทธิภาพของวิธีการ FEC ที่ถูกลดทอนเมื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นบล็อก 79

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
1 อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตผ่านเครือข่ายดาวเทียม	90
2 อัตราการส่วนการสูญหายของแพ็กเก็ตแบบต่อเนื่อง ต่อการสูญหายของแพ็กเก็ตทั้งหมดผ่านเครือข่ายดาวเทียม	90
3 ความถี่ของจำนวนครั้งที่เกิดการสูญหายของแพ็กเก็ตแบบต่อเนื่อง ต่อจำนวนครั้งที่เกิดการสูญหายของแพ็กเก็ตทั้งหมดผ่านเครือข่ายดาวเทียม.....	91
4 อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตในแต่ละไฟล์จากการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม	92
5 อัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตสูงสุดในแต่ละไฟล์จากการส่งข้อมูล ผ่านเครือข่ายดาวเทียม	92
6 จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายดาวเทียม	93
7 จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง NS-2 ที่อัตราการสูญหาย 1%.....	94
8 จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง NS-2 ที่อัตราการสูญหาย 10%.....	94
9 จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง NS-2 ที่อัตราการสูญหาย 25%.....	95
10 จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 1%.....	96
11 จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 10%.....	96
12 จำนวนรอบที่ใช้ในการส่งข้อมูลบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 25%.....	97
13 อัตราการสูญหายจากบล็อคที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดผ่านเครือข่ายดาวเทียม.....	98
14 อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อคผ่านเครือข่ายดาวเทียม.....	98
15 อัตราการสูญหายจากบล็อคที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 1%.....	99
16 อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อคบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 1%.....	99
17 อัตราการสูญหายจากบล็อคที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 10%.....	100

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
18 อัตราการสูญหายเฉลี่ยทุกบล็อกบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 10%.....	100
19 อัตราการสูญหายจากบล็อกที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 25%.....	101
20 อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อกบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 25%.....	101
21 อัตราการสูญหายจากบล็อกที่มีอัตราการสูญหายสูงสุดบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 50%.....	102
22 อัตราการสูญหายเฉลี่ยจากทุกบล็อกบนเครือข่ายจำลอง DummyNet ที่อัตราการสูญหาย 50%.....	102
23 จำนวนผู้รับอย่างน้อยสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลในกลุ่มผู้รับ บนเครือข่ายจำลอง NS-2	103