

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	6
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา	7
1.4 แผนดำเนินการ ขอบเขต และวิธีทำวิจัย	7
1.5 สถานที่ดำเนินงานวิจัยและรวบรวมข้อมูล	9
1.6 แนวความคิด	9
1.7 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารเกี่ยวข้อง	12
บทที่ 2 วิศวกรรมจราจรในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	16
2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	16
2.1.1 โดเมนของระบบอิสระ	16
2.1.2 อุปกรณ์ในระบบเครือข่าย	17
2.2 โพรโทคอลการจัดเส้นทาง	18
2.2.1 โพรโทคอลเกตเวย์ขอบเขต	19
2.2.2 โพรโทคอลการจัดเส้นทางมัลติแคสต์	24
2.2.3 โอเพนซอร์ตพาดเฟิร์ส	29
2.3 วิศวกรรมจราจร	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ลูกผสม	36
3.1 การเขียนโปรแกรมภาษา Perl	36
3.2 โปรแกรมรหัสต้นฉบับเปิดที่เกี่ยวข้อง	40
3.2.1 NFDump	40
3.2.2 Dynamips และ Dynagen	42
3.2.3 RRDTools	42
3.2.4 MRTG	43
3.2.5 MySQL	43
3.2.6 Crontab	43
3.2.7 โพรโทคอลการจัดการเครือข่ายพื้นฐาน	44
บทที่ 4 การสร้างระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ลูกผสม	46
4.1 ระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ลูกผสม	46
4.1.1 ขั้นตอนวิธี	47
4.1.2 กระบวนคำสั่งของการทำงานลูกผสม	48
4.2 การสร้างศูนย์ควบคุม	52
4.2.1 การเขียนโปรแกรม	52
4.2.2 การออกแบบการเชื่อมต่อแบบจำลองการจัดเส้นทางบีจีพี	55
4.3 วิธีวิทยาการศึกษาสำนึก	56
บทที่ 5 ผลการทดลอง	57
5.1 การจำลอง	57
5.2 ผลการควบคุม	59
5.3 การประเมินประสิทธิภาพ	64
5.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนและหลังนำระบบมาใช้งาน	70

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ	76
6.1 สรุปผล	76
6.2 ข้อเสนอแนะ	76
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก	81
ภาคผนวก ก การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	82
ภาคผนวก ข อุปกรณ์จัดเส้นทาง และเครื่องบริการ ที่ใช้ในการเลียนแบบ และทดสอบ	83
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเส้นทางบางส่วนที่อุปกรณ์จัดเส้นทางบีจีพีใช้ใ การเลียนแบบ	86
ประวัติผู้เขียน	88

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 โอเอสพีเอฟคอสต์	29
3.2 ประเภทของ LSA	30
4.1 ผลทดลองเปลี่ยนเส้นทางเลขระบบอิสระแบบต่างๆ	35
3.1 รูปแบบของเพิ่ม cron	44
3.2 ตัวอย่างหมายเลขประจำ Object ในกลุ่ม System	45

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 การเชื่อมต่อแบบมัลติโสมเมตทูลติเปิดโพรวายเคอร์ส	1
1.2 อัตราการทิ้งของกลุ่มข้อมูล	3
1.3 ขนาดของกลุ่มข้อมูลของแต่ละกลุ่ม	4
1.4 ขนาดความจุของลิงค์ที่สามารถใช้งานได้	4
1.5 ขนาดความจุของลิงค์กับขนาดของกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่ม	4
1.6 ขนาดความจุของลิงค์กับขนาดของกลุ่มข้อมูลแต่ละกลุ่มที่ควบคุมแบบอัตโนมัติ	5
1.7 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม	10
1.8 แบบจำลองการจัดเส้นทางบีจีพี	11
2.1 โดเมนสตับ	17
2.2 โดเมนส่งผ่าน	17
2.3 การเพียร์อิงไอบีจีพี และอีบีจีพี	20
2.4 อีบีจีพีมัลติฮอป	20
2.5 การประสานเวลาบีจีพี	21
2.6 การทำงานของอุปกรณ์จัดเส้นทางบีจีพี	23
2.7 การเชื่อมต่ออีบีจีพีแบบถึงกันหมด	24
2.8 การเชื่อมต่อไอบีจีพีโดยวิธีการสะท้อนเส้นทาง	24
2.9 การส่งข้อมูลแบบแพร์สัญญาณ	25
2.10 การส่งข้อมูลแบบมัลติแคสต์	26
2.11 การไหลของการจราจรมัลติแคสต์	26
2.12 การไหลของการจราจรยูนิแคสต์และการจราจรมัลติแคสต์	28
2.13 การแลกเปลี่ยนข้อมูลต้นทางที่เอ็กทีฟ	28
2.14 พื้นที่ไอเอสพีเอฟ	30
2.15 ประเภทของอุปกรณ์จัดเส้นทางไอเอสพีเอฟ	31
2.16 การเลือกอุปกรณ์จัดเส้นทาง DR	32
2.17 ตัวอย่างการทดลองการบริหารจัดการการจราจร	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
3.1 การสร้าง Object จากคลาส	37
3.2 คลาส Person.pm	38
3.3 คลาส Male.pm	39
3.4 คลาส Female.pm	39
3.5 โปรแกรม Main.pl	39
3.6 การทำงานของ NFdump	40
3.7 การกรองข้อมูล	41
3.8 ตัวอย่างการแสดงผลของข้อมูล	42
3.9 ตัวอย่างของกราฟ RRDtool	43
3.10 ตัวอย่างของกราฟ MRTG	43
4.1 โครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ลูกผสม	46
4.2 การประกาศเส้นทางที่สามารถนำมาใช้ได้	49
4.3 กระบวนคำสั่งการทำงานของงานลูกผสม	51
4.4 คลาสต่างๆ	53
4.5 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมของระบบควบคุมแบบรวมศูนย์ลูกผสม	54
4.6 การออกแบบแบบจำลองการจัดเส้นทางบีจีพี	55
5.1 โครงสร้างการทำงานและบีจีพีเซตชัน	58
5.2 การจำลองเครือข่าย	59
5.3 การใช้งานแบนด์วิดท์ของแต่ละลิงก์	60
5.4 การทิ้งของกลุ่มข้อมูล	61
5.5 การจราจร และการทิ้งของกลุ่มข้อมูลของลิงก์ Link5	63
5.6 อัตราการทิ้งของกลุ่มข้อมูลของเครือข่าย หรือ ANU	64
5.7 ตัวอย่างของการประเมินของการได้คุณภะระลิงค์	65
5.8 ตัวอย่างของการประเมินการใช้ประโยชน์ของลิงค์	66
5.9 Utilization และ Drop rate	68
5.10 ค่าประเมินความจุของระบบเครือข่าย ENC	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
5.11 ค่าประเมินของการได้คุณภาระลิงค์ ELB	69
5.12 ค่าประเมินการใช้ประโยชน์ของลิงค์ ELU	69
5.13 การประเมินความจุของลิงค์ ELC	70
5.14 การใช้งานแบนด์วิดท์แต่ละลิงค์	71
5.15 การทิ้งของกลุ่มข้อมูลแต่ละลิงค์	72
5.16 ค่า ANU, ND และ ENC ของระบบเครือข่าย	73
5.17 ค่าประเมินของการได้คุณภาระลิงค์ ELB	74
5.18 ค่าประเมินการใช้ประโยชน์ของลิงค์ ELU	74
5.19 การประเมินความจุของลิงค์ ELC	75