

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณกราฟฟิกในเครือข่าย
Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting



H002381

โดย

อานนท์ จันทรเจ็ก

รหัส 47066226

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร. โชติพัชร ภรณ์วลัย

วัน เดือน ปี.....	22 ก.พ. 2550
เลขทะเบียน.....	02381
เลขเรียกหนังสือ.....	ศทว. ๐๖๒๓๘ ๙๕๔๖
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."	

611709431
112857572

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2548
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณกราฟิกในเครือข่าย
นักศึกษา	นายอานนท์ จันทร์เจ็ก
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. ดร. โชติพัชร ภรณ์วลัย
ระดับการศึกษา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2548

บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความสำคัญในการติดต่อสื่อสารมากขึ้น ทำให้มีการใช้บริการต่างๆ มากขึ้นด้วย ในบางองค์กรที่มีแบนด์วิดธ์ของอินเทอร์เน็ตจำกัดและไม่ได้นำมาใช้งานสำหรับองค์กรอย่างเต็มที่นัก จะรับประกันได้อย่างไรว่างานในลักษณะที่มีความสำคัญมาก เช่น อีเมลล์ หรือเซชที่ทีพี จะ ไม่ถูกเพียร์ทูเพียร์ หรืออาร์ทีเอสพี มาเบียดใช้แบนด์วิดธ์

เพื่อให้การจัดการทรัพยากรแบนด์วิดธ์ที่มีอย่างจำกัดให้ใช้งานได้ประสิทธิภาพสูงสุด องค์กรจึงควรนำเอาอุปกรณ์ประเภทบริหารจัดการแบนด์วิดธ์มาใช้งาน แต่ด้วยผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีราคาค่อนข้างสูงมาก องค์กรขนาดเล็กจนถึงขนาดกลาง อาจไม่มีเงินทุนงบประมาณเพียงพอที่จะซื้อมาใช้งานได้

ดังนั้น โครงการนี้จึงพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันช่วยสร้างชุดคำสั่งควบคุมปริมาณกราฟิกในเครือข่าย เพื่อรองรับและอำนวยความสะดวกในการใช้งานการควบคุมปริมาณข้อมูลในเครือข่ายบนเครื่องลินุกซ์ด้วยเทคนิค HTB

Title	Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting
Student	Mr. Arondh Chanjek
Advisor	Asst. Prof. Dr. Chotipat Pornavalai
Level of Study	Master of Science in Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2005

ABSTRACT

The Internet System is very important in communication today. It results to have many worldwide services. Some organization has a little internet bandwidth and does not maximize the use of bandwidth it is available. For making sure that specific types such as E-Mail or HTTP, are not slowed down by P2P.

To maximize the use of bandwidth, organization should apply to use Bandwidth Management device. But cause of Bandwidth Management device in commercial product today is very expensive and some organization is not enough budgets to buy.

So in this project, I have developed web-based application for supporting of Bandwidth Management in the network with HTB Linux traffic control technique.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบงานนี้ ประสบความสำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากบุคคลหลายท่าน ผู้เขียนใคร่ขอแสดงความระลึกถึงบุคคลสำคัญผู้อยู่เบื้องหลัง ดังต่อไปนี้
คุณพ่อและคุณแม่ สำหรับกำลังใจและทุกสิ่งทุกอย่างจนผู้เขียนสามารถมีวันนี้ได้
ผศ.ดร. โชติพัทธ์ ภรณวลัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการและอาจารย์ที่ปรึกษาสัมมนา ที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้กำลังใจ และให้คำแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์ยิ่งจนทำให้โครงการนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

เพื่อน ๆ ทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

จึงใคร่ขอขอบคุณบุคคลดังกล่าวข้างต้นมา ณ โอกาสนี้

อานนท์ จันทร์เจ็ก

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 รายละเอียดในบทต่าง ๆ.....	4
2. ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการพัฒนาระบบงาน	
2.1 แนวคิดการควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	5
2.2 การควบคุมปริมาณข้อมูล.....	6
2.3 ส่วนประกอบของการควบคุมทราฟฟิกบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์.....	8
2.4 Classless Qdisc.....	11
2.5 Classful Qdisc.....	13
2.6 Filters.....	14
2.7 การใช้งานชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	16
2.8 การควบคุมปริมาณข้อมูลด้วย Hierarchical Token Bucket (HTB).....	20
3. การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	
3.1 การทำงานของระบบเดิม.....	33

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 ปัญหาของระบบเดิม.....	34
3.3 การทำงานของระบบใหม่.....	34
3.4 การออกแบบด้านโครงสร้างการทำงาน.....	36
3.5 แผนภาพทางเครือข่าย.....	57
3.6 การทำงานของระบบโดยภาพรวม.....	58
3.7 แผนภาพอีอาร์ (ER-Diagram).....	61
3.8 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary).....	62
4. การพัฒนาระบบ	
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	73
4.2 การทดสอบการทำงานของระบบ.....	74
5. บทสรุป	
5.1 สรุปผลการพัฒนาระบบงาน.....	85
5.2 ประโยชน์ของระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่.....	85
5.3 ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนาขึ้น.....	86
5.4 ปัญหาและอุปสรรคระหว่างการพัฒนา.....	86
5.5 ข้อเสนอแนะ.....	87
บรรณานุกรม.....	88
ภาคผนวก ก การติดตั้งระบบ.....	89
ภาคผนวก ข การใช้งานระบบ.....	102
ประวัติผู้เขียน.....	124

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
2-1 สถานะของคลาสและการขี้มแบนด์วิดธ์ของ HTB.....	24
3-1 พจนานุกรมข้อมูลของระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิก.....	62
3-2 ข้อมูลผู้ใช้งาน.....	62
3-3 ข้อมูลรายละเอียดค่าอินเทอร์เฟซของเว็บแอปพลิเคชัน.....	63
3-4 ข้อมูลของอ็อบเจ็กต์โฮสต์.....	64
3-5 ข้อมูลกลุ่มของอ็อบเจ็กต์โฮสต์.....	64
3-6 ข้อมูลของจับคู่อ็อบเจ็กต์โฮสต์และกลุ่มของโฮสต์.....	65
3-7 ข้อมูลของอ็อบเจ็กต์บริการ.....	65
3-8 ข้อมูลกลุ่มของอ็อบเจ็กต์บริการ.....	66
3-9 ข้อมูลของจับคู่อ็อบเจ็กต์บริการและกลุ่มของบริการ.....	66
3-10 ข้อมูลของการปรับแต่งกราฟฟิก.....	67
3-11 ข้อมูลกฎของ HTB.....	68
3-12 ข้อมูลสถิติการใช้งานบริการตามคลาส.....	69
3-13 ข้อมูลคลาสตามกฎนโยบาย.....	70
3-14 ข้อมูลกรองของคลาส.....	70
3-15 ข้อมูลสถิติการใช้งานบริการทางเครือข่าย.....	71

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่	
2-1 การทำงานของการ์ดแลนที่ยังไม่มีการควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	6
2-2 การทำงานของการ์ดแลนที่มีการควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	7
2-3 การเดินทางแพ็กเก็ตเกิดของข้อมูลในการควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	7
2-4 ค่าปกติของ Linux Qdisc ด้วยคำสั่ง ip link show.....	8
2-5 การทำงานของ FIFO.....	11
2-6 การทำงานของ pfifo_fast.....	11
2-7 การทำงานของ SFQ.....	12
2-8 การทำงานของ TBF.....	13
2-9 การทำงานของ HTB.....	14
2-10 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการทราฟฟิก qdisc.....	16
2-11 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการ qdisc.....	16
2-12 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการทราฟฟิก class.....	18
2-13 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการทราฟฟิกfilter.....	19
2-14 เปรียบเทียบการทำงานของ CBQ และ HTB Qdisc.....	20
2-15 ชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิกบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ด้วย HTB.....	22
2-16 คำสั่งสร้าง root qdisc ของ HTB.....	25
2-17 คำสั่งสร้าง root class ของ HTB.....	25
2-18 แบบจำลองโครงสร้างเครือข่าย.....	25
2-19 แสดงแบบจำลองของ HTB.....	26
2-20 คำสั่งสร้าง interior class ของ HTB แบบให้ยืมแบนด์วิดท์ได้ทั้ง interior class.....	26
2-21 คำสั่งสร้าง interior class ของ HTB แบบไม่ให้ยืมแบนด์วิดท์ข้าม interior class.....	27
2-22 คำสั่งสร้าง interior class ของ HTB ให้กับแต่ละบริการของเครือข่าย A.....	27
2-23 คำสั่งสร้าง interior class ของ HTB ให้กับแต่ละบริการของเครือข่าย B.....	28
2-24 คำสั่งสร้าง sfq qdisc เป็น leaf class ให้กับคลาสของแต่ละบริการ.....	28
2-25 คำสั่งสร้าง Filter ให้กับเครือข่ายA.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VII ของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่	
2-26 คำสั่งสร้าง Filter ให้กับเครือข่ายB.....	29
2-27 คำสั่งแสดงรายละเอียดของ qdisc, class และ filter ที่อินเทอร์เฟซ eth0.....	30
2-28 กราฟการควบคุมปริมาณข้อมูลของคลาส 1:1, 1:2, 1:3 และ 1:4.....	31
2-29 กราฟการควบคุมปริมาณข้อมูลของคลาส 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:21, 1:22 และ 1:23.....	31
2-30 กราฟการควบคุมปริมาณข้อมูลของคลาส 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:31, 1:32 และ 1:33.....	32
3-1 ตัวอย่างชุดคำสั่งแบบบรรทัดการใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	33
3-2 การใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกแบบเดิม.....	34
3-3 การใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกแบบใหม่.....	36
3-4 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชัน โดยรวม.....	37
3-5 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้งาน.....	37
3-6 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของการกำหนดค่าของเครื่อง.....	38
3-7 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของการกำหนดคกฏนโยบาย.....	38
3-8 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของการติดตั้งคกฏนโยบาย.....	38
3-9 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของการสร้างรายงาน.....	39
3-10 คำสั่งไฟลด์ไดอะแกรมระดับที่ 0 ของระบบงานใหม่.....	39
3-11 คำสั่งไฟลด์ไดอะแกรมระดับที่ 1 ของระบบงานใหม่.....	39
3-12 หน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ.....	40
3-13 หน้าต่างสร้างบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน.....	40
3-14 หน้าต่างเปลี่ยนรหัสผ่านของบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน.....	41
3-15 หน้าต่างลบบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน.....	41
3-16 หน้าต่างแก้ไขค่าข้อมูลบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน.....	41
3-17 หน้าต่างดูรายชื่อบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน.....	42
3-18 หน้าต่างกำหนดค่าให้กับเครื่อง.....	42
3-19 หน้าต่างดูรายละเอียดของค่าที่กำหนดให้กับเครื่อง.....	43
3-20 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบฮ็อบเจ็ค โสสต์และกลุ่มของ โสสต์.....	44

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่	
3-21 หน้าต่างสร้าง แก้วใจ และลบอ็อบเจ็คบริการและกลุ่มของบริการ.....	45
3-22 หน้าต่างสร้าง แก้วใจ และลบอ็อบเจ็คและกลุ่มของการควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	46
3-23 หน้าต่างสร้างกฎนโยบายการควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	47
3-24 หน้าต่างสร้าง โฮสต์และกลุ่มของโฮสต์ จากหน้าสร้างกฎนโยบาย.....	48
3-25 หน้าต่างสร้างบริการและกลุ่มของบริการ จากหน้าสร้างกฎนโยบาย.....	49
3-26 หน้าต่างสร้าง ลบ แก้วใจการควบคุมทราฟฟิก จากหน้าสร้างกฎนโยบาย.....	50
3-27 หน้าต่างการดูรายละเอียดของกฎนโยบาย.....	50
3-28 หน้าต่างแสดงกฎนโยบายเก่า.....	51
3-29 หน้าต่างการตรวจสอบและการติดตั้งกฎนโยบาย.....	51
3-30 หน้าต่างรายงานราย 4 ชั่วโมงของ inbound ทั้งหมด.....	52
3-31 หน้าต่างรายงานราย 4 ชั่วโมงของคลาส “rate 512kbit”.....	53
3-32 หน้าต่างรายงานรายวันของคลาส “rate 512kbit”	53
3-33 หน้าต่างรายงานรายสัปดาห์ของคลาส “rate 512kbit”	54
3-34 หน้าต่างรายงานรายเดือนของคลาส “rate 512kbit”	54
3-35 หน้าต่างรายงานรายปีของคลาส “rate 512kbit”	55
3-36 หน้าต่างรายงาน argus ตามหมายเลขไอพี.....	55
3-37 หน้าต่างรายงาน argus ตามหมายเลขบริการ.....	56
3-38 หน้าต่างรายงาน argus การสืบค้นหาตามหมายเลขไอพี.....	56
3-39 หน้าต่างรายงาน argus การสืบค้นหาตามหมายเลขบริการ.....	57
3-40 แผนภาพทางเครือข่าย.....	57
3-41 ระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	58
3-42 การไหลของแพ็กเก็ตของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	59
3-43 โครงสร้างคลาสของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกขาออก (Outbound).....	59
3-44 โครงสร้างคลาสของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกขาเข้า (Inbound).....	60
3-45 แผนภาพอีอาร์ของการพัฒนาระบบ.....	61

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่	
4-1 แผนภาพจำลองเครือข่ายของการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน.....	75
4-2 กฎที่สร้างขึ้นตามที่ได้กำหนดนโยบายทดสอบการทำงานของ TCP-HTTP.....	76
4-3 กฎที่สร้างขึ้นตามที่ได้กำหนดนโยบายทดสอบการทำงานของ L7-HTTP.....	76
4-4 กฎนโยบายทดสอบการทำงานของ TCP-HTTP.....	77
4-5 ผลการทดสอบโหลด 1 ไฟล์ของ TCP-HTTP ที่อัตรา 512Kpbs หรือ 64KBps.....	78
4-6 ผลการทดสอบโหลด 2 ไฟล์ของ TCP-HTTP ที่อัตรา 512Kpbs หรือ 64KBps.....	78
4-7 รายงาน argus แบบหมายเลขเครื่อง.....	80
4-8 รายงาน argus แบบหมายเลขบริการ.....	80
4-9 รายงาน argus แบบการสืบค้นหาหมายเลขเครื่อง.....	81
4-10 รายงาน argus แบบการสืบค้นหาหมายเลขบริการ.....	81
4-11 รายงานสถิติตามคลาสแบบราย 4 ชั่วโมง ของ inbound.....	82
4-12 รายงานสถิติตามคลาสแบบราย 4 ชั่วโมง ของ “rate 512Kbps”.....	82
4-13 รายงานสถิติตามคลาสแบบรายวัน ของคลาส “rate 512Kbps”.....	83
4-14 รายงานสถิติตามคลาสแบบรายสัปดาห์ ของคลาส “rate 512Kbps”.....	83
4-15 รายงานสถิติตามคลาสแบบรายเดือน ของ “rate 512Kbps”.....	84
4-16 รายงานสถิติตามคลาสแบบรายปี ของ “rate 512Kbps”.....	84
ก-1 การเลือกวิธีการติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์.....	89
ก-2 การเลือกวิธีการกำหนดค่าฮาร์ดดิส.....	90
ก-3 การกำหนดค่าฮาร์ดดิส.....	90
ก-4 กำหนดค่าทางเครือข่าย.....	91
ก-5 ความคืบหน้าของการติดตั้งระบบปฏิบัติการ.....	92
ก-6 การติดตั้งระบบปฏิบัติการเสร็จสมบูรณ์.....	92
ข-1 หน้าต่าง Log in เข้าสู่ระบบ.....	102
ข-2 หน้าต่างแสดงบทคัดย่อขอโครงการหลังจากที่ล็อกอินผ่าน.....	103
ข-3 หน้าต่างดูรายละเอียดผู้ใช้งาน.....	104

สารบัญญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่	
ข-4 หน้าต่างแก้ไขรายละเอียดผู้ใช้งาน.....	104
ข-5 หน้าต่างลบชื่อผู้ใช้งาน.....	105
ข-6 หน้าต่างเปลี่ยนรหัสผ่านผู้ใช้งาน.....	105
ข-7 หน้าต่างสร้างผู้ใช้งาน.....	106
ข-8 หน้าต่างดูรายละเอียดการกำหนดค่าของเครื่อง.....	107
ข-9 หน้าต่างกำหนดค่ารายละเอียดของเครื่อง.....	107
ข-10 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจ็คโฮสต์และกลุ่มของโฮสต์.....	108
ข-11 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจ็คบริการและกลุ่มของบริการ.....	109
ข-12 หน้าต่างการสร้าง แก้ไขและลบการควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	110
ข-13 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	111
ข-14 หน้าต่างสร้าง โฮสต์และกลุ่มโฮสต์.....	112
ข-15 หน้าต่างสร้างบริการและกลุ่มบริการ.....	113
ข-16 หน้าต่างสร้าง แก้ไขและลบการควบคุมบริการ.....	114
ข-17 หน้าต่างรายละเอียดของกฎนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก.....	114
ข-18 หน้าต่างแสดงรายละเอียดกฎนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิกเก่าที่ใช้งานอยู่.....	115
ข-19 หน้าต่างรายละเอียดกฎนโยบายที่ตรวจสอบความถูกต้องและทำการติดตั้งใช้งาน.....	116
ข-20 หน้าต่างรายงานราย 4 ชั่วโมงของ inbound ทั้งหมด.....	117
ข-21 หน้าต่างรายงานราย 4 ชั่วโมงของคลาส “rate 512Kbps”.....	117
ข-22 หน้าต่างรายงานรายวันของคลาส “rate 512Kbps”	118
ข-23 หน้าต่างรายงานรายสัปดาห์ของคลาส “rate 512Kbps”	118
ข-24 หน้าต่างรายงานรายเดือนของคลาส “rate 512Kbps”	119
ข-25 หน้าต่างรายงานรายปีของคลาส “rate 512Kbps”	119
ข-26 หน้าต่างรายงาน argus ตามหมายเลขบริการ.....	120
ข-27 หน้าต่างรายงาน argus ตามหมายเลขไอพี.....	120
ข-28 หน้าต่างรายงาน argus ตามการสืบค้นด้วยหมายเลขบริการ.....	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ XI ของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่	
ข-29 หน้าต่างรายงาน argus ตามการสืบค้นด้วยหมายเลข ไอที.....	121
ข-30 การใช้งานระบบ.....	122



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความสำคัญในการติดต่อสื่อสารมากขึ้น ทำให้มีการใช้บริการต่างๆ เช่น อีเมลล์ เอชทีทีพี เอฟทีพี เพียร์ทูเพียร์ เอ็มเอสเอ็น ไอซีคิวและอาร์ทีเอสพี เป็นต้น มากขึ้นด้วย ในบางองค์กรที่มีแบนด์วิดธ์ของอินเทอร์เน็ตจำกัดและไม่ได้นำมาใช้งานสำหรับองค์กรอย่างเต็มที่นัก จะรับประกันได้อย่างไรว่างานในลักษณะที่มีความสำคัญมาก เช่น อีเมลล์ หรือ เอชทีทีพี จะไม่ถูกรับบริการอย่างเพียร์ทูเพียร์ หรืออาร์ทีเอสพี มาเบียดใช้แบนด์วิดธ์

เพื่อให้การจัดการทรัพยากรแบนด์วิดธ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด แต่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด องค์กรจึงควรนำเอาอุปกรณ์ประเภทบริหารจัดการแบนด์วิดธ์มาใช้งาน แต่ด้วยผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน มีราคาค่อนข้างสูงมาก องค์กรขนาดเล็กจนถึงองค์กรขนาดกลาง อาจไม่มีเงินทุนงบประมาณเพียงพอที่จะซื้อมาติดตั้งใช้งานได้

HTB (Hierarchical Token Bucket) เป็นเทคนิคการควบคุมปริมาณข้อมูลในเครือข่ายบนเครื่องลินุกซ์ ผู้ดูแลระบบสามารถนำมาติดตั้งใช้งานได้ฟรี โดยความสามารถของ HTB เช่น การใช้ความสามารถของ u32 Classifier และ NetFilter กรองแพ็กเก็ต การจัดลำดับความสำคัญของแพ็กเก็ต การจำกัดและการรับประกันแบนด์วิดธ์ หรือการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนหัวระดับแอปพลิเคชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพียงแต่ยังไม่มีเครื่องมือบริหารจัดการ เครื่องมือช่วยสร้างชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิกที่จะคอยอำนวยความสะดวกต่อการใช้งาน

ดังนั้น โครงการนี้จึงพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันช่วยสร้างชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิกเพื่อรองรับการทำงานและอำนวยความสะดวกในการใช้งานการควบคุมปริมาณข้อมูลในเครือข่ายบนเครื่องลินุกซ์ด้วยเทคนิค HTB โดยเว็บแอปพลิเคชันแบ่งความสามารถออกเป็น 2 หน้า ที่คือระบบสร้างและแก้ไขนโยบายการใช้ทรัพยากรแบนด์วิดธ์ และระบบแสดงผลสถิติและการรายงานผลการใช้งานแบนด์วิดธ์

1.2 วัตถุประสงค์การของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการ

การลินุกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อศึกษาวิธีการใช้งานของระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์
3. เพื่อพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยสร้างชุดคำสั่งควบคุมปริมาณกราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ให้สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกสบายและใช้งานได้รวดเร็วขึ้น
4. เพื่อช่วยจัดการด้านรายงาน (Accounting) ของการใช้บริการต่างๆ ในเครือข่ายในรูปแบบกราฟฟิกที่เข้าใจง่าย
5. เพื่อเพิ่มความสามารถของการทำงานระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ระดับชั้นแอปพลิเคชันให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. ทำการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณกราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ที่รองรับการทำงานพื้นฐานของการทำงานในชุดคำสั่งแบบบรรทัด (Command Line) แบบเดิม ได้แก่ การจำกัดแบนด์วิดท์ (rate) การรับประกันแบนด์วิดท์ (ceil) และการจัดลำดับความสำคัญ (priority) ให้สามารถนำไปใช้งานได้สะดวกสบายและง่ายยิ่งขึ้น
2. ทำการพัฒนาระบบรายงานแสดงผล (Accounting) ของการใช้บริการต่างๆ ในเครือข่าย ซึ่งแบ่งตามหมายเลขคลาสน์กับขนาดของแบนด์วิดท์ที่ใช้ไปเทียบกับเวลา
3. ทำการเพิ่มความสามารถของการทำงานของระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิกเดิมในระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ให้รองรับการทำงานกรองข้อมูลที่ระดับแอปพลิเคชันตามโมเดลของโอเอสไอ (OSI Model) ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
4. ระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณกราฟฟิก ใช้เครื่องแม่ข่ายเว็บยี่ห้อ Apache โดยทำงานผ่าน SSL โพลโตคอล ใช้ภาษาพีเอชพี (PHP) ในการพัฒนาและเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลชื่อ PostgreSQL

1.4 ขั้นตอนในการพัฒนาระบบ

ขั้นตอนในการพัฒนาระบบงานจะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษากลไกการทำงานของระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์
2. ศึกษาการทำงานของระบบจัดเก็บสถิติปริมาณกราฟฟิกที่ใช้ในเครือข่าย

3. ศึกษาเทคโนโลยีการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้เลือกใช้งานได้อย่างเหมาะสม มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงสุด
4. วิเคราะห์ปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีอยู่จากระบบงานเดิม
5. วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์
6. ทำการติดตั้งซอฟต์แวร์จำเป็นพื้นฐานสำหรับการทำงานของ Linux Traffic Control และทำการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายภายใต้สถานะแวดล้อมของระบบปฏิบัติการลินุกซ์
7. ทดสอบและปรับปรุงการทำงานของระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่าย
8. สรุปผลการทดสอบจากการใช้งานที่เกิดขึ้น
9. จัดทำเอกสารคู่มือระบบ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ต่อผู้พัฒนา

1. เข้าใจกลไกการทำงานของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์
2. ได้ระบบเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยสร้างชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์
3. ทราบวิธีการใช้งานและกำหนดค่าของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์
4. มีความเข้าใจเทคโนโลยีการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชัน
5. เข้าใจวิธีการทำให้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์มีความปลอดภัย

ประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน

1. มีระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ที่ใช้งานผ่านเว็บ สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกสบายและใช้งานได้รวดเร็ว
2. ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางเทคนิคสูง ก็ใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 รายละเอียดในบทต่าง ๆ

- **บทที่ 2** กล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบงาน รวมถึงรายละเอียดของเครื่องมือและโปรแกรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบงาน
- **บทที่ 3** กล่าวถึงการวิเคราะห์การทำงานของระบบปัจจุบันและการออกแบบระบบใหม่ การสร้างฐานข้อมูล หน้าจอในการรับส่งข้อมูล หน้าจอแสดงผลข้อมูลต่าง ๆ คาด้า โฟลว์ไคอะแกรม และพจนานุกรมข้อมูล
- **บทที่ 4** กล่าวถึงขั้นตอนการพัฒนาระบบ ในส่วนต่าง ๆ และการทดสอบการทำงานของระบบ
- **บทที่ 5** กล่าวถึงผลสรุปของการดำเนินพัฒนาระบบ ประโยชน์ของระบบที่พัฒนาขึ้นใหม่ ปัญหาต่าง ๆ ที่พบ ข้อจำกัดของการพัฒนาระบบ รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ



บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการพัฒนาระบบงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบงาน ซึ่งการพัฒนานั้นจะอยู่บนพื้นฐานของเว็บแอปพลิเคชัน โดยทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดของโปรแกรมและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการพัฒนาระบบงานมีดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดการควบคุมปริมาณทราฟฟิก

การควบคุมปริมาณทราฟฟิก (Traffic Control หรือ tc) คือ กลุ่มระบบแถวคอย (Queuing) และกลไกการทำงานของแพ็กเก็ตที่รับเข้ามาและส่งออกไปยังอุปกรณ์เราเตอร์ กระบวนการดังกล่าวรวมถึงการตัดสินใจว่าจะยอมรับแพ็กเก็ตไหน ในอัตราที่เท่าไร ที่อินเทอร์เฟซขาเข้า และพิจารณาว่าแพ็กเก็ตใดที่จะส่งออกไปด้วยลำดับเท่าใด และอัตราเท่าไรที่อินเทอร์เฟซขาออก

การควบคุมปริมาณทราฟฟิกประกอบด้วย แถวคอยเดียวที่ทำการจัดเก็บแพ็กเก็ตที่เข้ามา และออกไปจากแถวคอย โดยมีความเร็วในการส่งออกด้วยความเร็วเท่าที่ฮาร์ดแวร์สามารถรับไปทำงานต่อได้ ซึ่งแถวคอยชนิดที่ติดตั้งมากับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ คือ pfifo_fast

ขอยกตัวอย่างของการใช้งานการควบคุมปริมาณทราฟฟิก มีเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง และเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการเว็บ ใช้ช่องสัญญาณที่เชื่อมต่อออกไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกัน เครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์สามารถใช้งานแถวคอยขาออกของเราเตอร์ ที่ส่งออกแพ็กเก็ตไปได้ด้วยความเร็วเท่าที่จะส่งออกได้ ในช่วงช่องสัญญาณอินเทอร์เน็ต จนช่องสัญญาณดังกล่าวเต็ม เราเตอร์ก็จะเริ่มตัดทิ้งแพ็กเก็ตเมื่อบัฟเฟอร์เต็ม ณ ขณะเดียวกันเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำลังใช้งานแอปพลิเคชันที่เป็นลักษณะอินเทอร์เน็ตแอปพลิเคชันนั้นจะเจอปัญหาแพ็กเก็ตหาย และมีเวลาหน่วงสูง จนบางครั้งเกิดเวลาหน่วงมากๆ เนื่องจากบริการเว็บ มาเบียดใช้ช่องสัญญาณอยู่ จนส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานได้ เพื่อเป็นการแบ่งแยกช่องสัญญาณของแถวคอยตามชนิดของบริการดังกล่าว จึงควรแบ่งช่องสัญญาณออกเป็น 2 ช่องสัญญาณ ซึ่งจะทำการใช้งานช่องสัญญาณร่วมกัน เป็นไปการใช้ทรัพยากรเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การควบคุมทราฟฟิก เป็นกลุ่มของเครื่องมือที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานมาควบคุมการทำงานของแถวคอย และกลไกการทำงานของแถวคอยของอุปกรณ์เครือข่าย ความสามารถในการจัดเรียงตัว

ใหม่ของการไหลของทราฟฟิกและแพ็กเก็ตด้วยชุดคำสั่งเหล่านี้ สามารถจัดการการทำงานได้เป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างดี การควบคุมทราฟฟิกอาจเรียกอีกอย่างได้ว่าการรับประกันคุณภาพของบริการ หรือ Quality of Service (QoS)

ทำไมถึงมีการควบคุมปริมาณทราฟฟิกมาใช้ในเครือข่าย เนื่องด้วยระบบเครือข่ายแบบ Packet Switched Network แตกต่างจากระบบเครือข่ายแบบ Circuit Switched Network ที่สามารถจองทรัพยากรของเครือข่ายได้ เช่น การจองคู่สายของเครือข่ายโทรศัพท์ก่อนการสนทนา ถูกออกแบบมาเพื่อรับประกันคุณภาพของข้อมูล ซึ่งจะทำให้ได้แบนด์วิดท์ที่คงที่ ทำให้ช่องสัญญาณที่ได้ไม่มีใครเข้ามาแย่งใช้งาน แต่ Packet Switched Network จะเป็นลักษณะ Best Effort คือ ใช้แบนด์วิดท์ทำงานร่วมกัน ณ เวลาหนึ่งหากไม่มีใครใช้งานก็สามารถนำแบนด์วิดท์ที่ว่างอยู่ไปให้คนอื่นใช้ ซึ่งถึงแม้จะเป็นจุดเด่นของเครือข่ายไอพีก็ตาม แต่มีจุดด้อยที่ว่าไม่สามารถควบคุมการไหลของทราฟฟิกได้ ดังนั้นการควบคุมทราฟฟิก (Traffic Control) จึงยอมให้ผู้ดูแลระบบสามารถเข้ามาจัดการการทำงานของระบบแถวคอย (Queue) ของแพ็กเก็ต หรือปรับปรุงการทำงานของแถวคอยได้ตามความเหมาะสม เพื่อที่จะได้จำลองการทำงานของเครือข่าย Packet Switched Network ให้มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกับเครือข่ายแบบ Circuit-based Network.

2.2 การควบคุมปริมาณข้อมูล

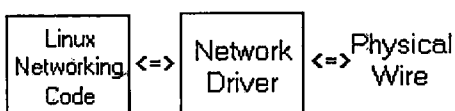
ชุดเครื่องมือ tc ได้ถูกคิดค้นมาพร้อมกับลินุกซ์เคอร์เนลตั้งแต่รุ่น 2.2 เป็นต้นมา โดยต้องทำการคอมไพล์เคอร์เนลเพิ่มเติมด้วยการเลือก option “QoS and/or fair queuing” และต้องติดตั้ง iproute2 แพ็กเก็ต (หาได้จาก <ftp://ftp.inr.ac.ru/ip-routing>) เพื่อที่จะสามารถใช้ชุดคำสั่ง “tc” ได้

โดยทั่วไปแล้วการ์ดแลน (Network Interface Card) ที่ทำงานได้กับระบบปฏิบัติการลินุกซ์สามารถทำงานได้กับ Network Driver ที่ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ของการ์ดแลน การทำงานดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นแรก Networking Code ร้องขอให้ Network Driver ส่งข้อมูล ไปยังสายสัญญาณ

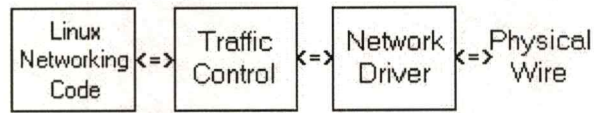
ขั้นที่สอง Network Driver จะส่งข้อมูลที่ได้รับมาจากสายสัญญาณ ส่งไปยัง Networking

Code



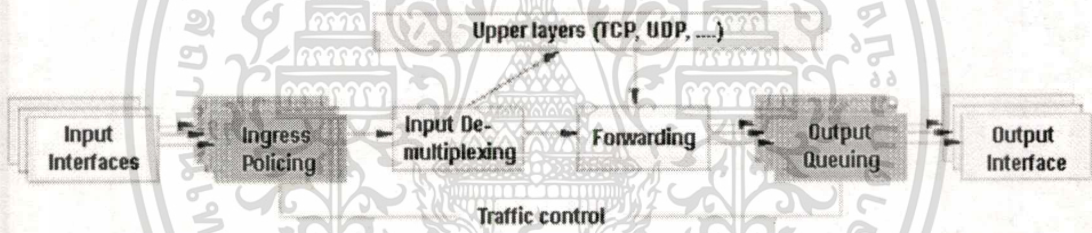
รูปที่ 2-1 การทำงานของการ์ดแลนที่ยังไม่มีการควบคุมปริมาณทราฟฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-2 การทำงานของการ์ดแลนที่มีการควบคุมปริมาณทราฟฟิก

จากรูปที่ 2-1 จะเห็นว่าแพ็กเก็ตเกิดจาก Networking Code ถูกสร้างขึ้นได้หลากหลายวิธี เช่น จากการร้องขอของบางโปรแกรมที่ให้บริการอยู่บนเครื่องลินุกซ์ ถ้าเครื่องลินุกซ์นั้นทำหน้าที่เป็นไฟล်วอลล์ เราเตอร์หรืออีเทอร์เน็ตบริดจ์ ตัว Networking Code จะอ่านแพ็กเก็ตเกิดจากการ์ดแลนจากฝั่งหนึ่งไปยังการ์ดแลนอีกฝั่งหนึ่ง แต่เมื่อมี Traffic Control เพิ่มเข้ามาดังรูปที่ 2-2 ก็เพื่อทำหน้าที่ตัดสินใจว่าแพ็กเก็ตใดควรส่งต่อให้ Networking Code ด้วยลำดับแบบไหน และด้วยความเร็วเป็นเท่าไร



รูปที่ 2-3 การเดินทางแพ็กเก็ตของข้อมูลในการควบคุมปริมาณทราฟฟิก

จากรูปที่ 2-3 แสดงการเดินทางแพ็กเก็ตของข้อมูลบนเครื่องลินุกซ์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องเกตเวย์ แพ็กเก็ตจะเข้ามาทาง Input Interfaces ผ่าน Ingress Policing ซึ่งเป็นการควบคุมปริมาณข้อมูลของ Traffic Control ขาเข้าด้านแรก จากนั้นแพ็กเก็ตจะวิ่งเข้า Input Demultiplexing เพื่อทำการตัดสินใจว่าแพ็กเก็ตดังกล่าวปลายทางเป็นของเครื่องลินุกซ์เกตเวย์เองหรือไม่ ถ้าใช่ก็จะส่งต่อไปยัง Upper Layers เช่น TCP, UDP, ICMP ขึ้นไปทำงานต่อ หรือถ้าไม่ใช่ แพ็กเก็ตก็จะถูกส่งต่อไปยัง Output Queuing ด้วย Forwarding ในกรณีที่ได้ส่งต่อแพ็กเก็ตข้อมูลไปยัง Upper Layers นั้น เมื่อเครื่องลินุกซ์เกตเวย์รับไปทำงานแล้วจะส่งแพ็กเก็ตตอบกลับ (Reply) กลับมายัง Forwarding และ Output Queuing ตามลำดับ โดยที่ Output Queuing จะเป็นการควบคุมปริมาณข้อมูลของ Traffic Control ด้านที่สองที่ฝั่งขาออก หลังจากนั้นแพ็กเก็ตจะถูกส่งออกไปที่ Output Interfaces และส่งต่อไปยังผู้รับปลายทางต่อไป

2.3 ส่วนประกอบของการควบคุมทราฟฟิกบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. Qdisc (Queuing Discipline)

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Scheduler เป็นส่วนที่บริหารจัดการแพ็กเก็ตที่เข้ามาในคิว และส่งแพ็กเก็ตออกจากคิว เมื่อการ์ดแลนพร้อมที่จะส่งออกไปตามเวลาและตามลำดับความสำคัญ ด้วยอัลกอริทึมต่างๆ ที่ได้เลือกใช้งาน โดยค่าปกติเมื่อการ์ดแลนทำงานหรือ qdisc อื่นๆ ถูก ลบออก ค่าปกติของ qdisc จะเป็น pfifo_fast โดย qdisc แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 Classful qdiscs เป็น qdisc ที่มีคลาส (Class) ได้หลายคลาสและมีฟิวเตอร์ (Filter) ที่กรองแพ็กเก็ตให้เข้าไปตามคลาสต่างๆ แต่ไม่ได้มีข้อกำหนดว่าการใช้งาน Classful Qdiscs จะต้องมีการมีคลาสลูก (Child Class) เสมอไป

1.2 Classless qdiscs เป็น qdisc ที่ไม่มีคลาสลูก แต่ยังสามารถทำการฟิวเตอร์แพ็กเก็ตได้

```
[root@htb root]# ip link show
1: lo: <LOOPBACK,UP> mtu 16436 qdisc noqueue
   link/loopback 00:00:00:00:00:00 brd 00:00:00:00:00:00
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,PROMISC,UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 1000
   link/ether 00:0c:29:ef:7a:82 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
3: eth1: <BROADCAST,MULTICAST,UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 1000
   link/ether 00:0c:29:ef:7a:8c brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
4: sit0: <NOARP> mtu 1480 qdisc noop
   link/sit 0.0.0.0 brd 0.0.0.0
[root@htb root]#
```

รูปที่ 2-4 ค่าปกติของ Linux Qdisc ด้วยคำสั่ง ip link show

Qdisc อาจแบ่งประเภทตามทิศทางของทราฟฟิกได้เป็น ทราฟฟิกขาออก (Outbound traffic หรือ Root Qdisc หรือ egress) จากการ์ดแลน และทราฟฟิกขาเข้า (Inbound Traffic หรือ Ingress Traffic) มายังการ์ดแลน ในแต่ละอินเทอร์เฟซของการ์ดแลนจะมีทั้ง egress Qdisc และ Ingress Qdisc โดยปกติ Egress Qdisc จะประกอบด้วยคลาสและโครงสร้างของคลาส และมีความหลากหลายที่จะนำไปใช้ควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่าย แต่ Ingress Qdisc ไม่มีคลาสลูก แต่สามารถใช้ Filter ทำการกรองแพ็กเก็ต มักนิยมใช้จำกัดปริมาณทราฟฟิกที่ไหลเข้ามายังอินเทอร์เฟซ

2. Class(es)

class(es) จะถูก qdisc ควบคุมการทำงาน class(es) มีอยู่ใน Qdisc ประเภท classful qdisc

หรือ classless qdisc ก็ได้ ประกอบด้วยกฎเพื่อใช้ควบคุมแพ็กเก็ตที่ออกจากการ์ดแลน เป็นส่วนที่ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดกฎของกลไกการตัดทิ้งแพ็กเก็ตเมื่อเกินข้อกำหนดที่ได้ตั้งไว้ ตัวอย่างเช่น ขนาดแบนด์วิธสูงสุด(Maximum Bandwidth) หรือ ขนาดแบนด์วิธสูงสุดที่ยอมให้เกินค่าที่กำหนดได้ชั่วคราว(Maximum Burst) ระดับชั้นของบริการจะใช้ queuing discipline ในการบังคับใช้กฎดังกล่าว ดังนั้น queuing discipline และ class จะถูกนำมาใช้ทำงานร่วมกันเสมอ และในแต่ละ queuing discipline สามารถมีได้หลายๆ class ใช้งานในคิวเดียวกัน โดยปกติแล้วเมื่อแพ็กเก็ตได้เข้ามาอยู่ในคิวกระบวนการของ Policing ในแต่ละ class จะตัดทิ้งแพ็กเก็ตที่เกินข้อกำหนดที่ตั้งไว้เรียบร้อยแล้ว

คลาสสามารถมีคลาสลูกได้หลายคลาส หรือมีคลาสลูกเพียงคลาสเดียวก็ได้ ในแต่ละคลาสสามารถมีพิวเตอร์ เพื่อทำการกรองแพ็กเก็ตเข้ามาทำงาน หรือใช้สำหรับคัดแยกทราฟฟิก หรือตัดทิ้งทราฟฟิกที่วิ่งเข้ามาในคลาสบางคลาสก็ได้

Leaf class คือ คลาสสุดท้ายของ qdisc ซึ่งจะมี qdisc ประเภท classless qdisc อยู่ ซึ่งโดยปกติของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ leaf class จะเป็น pfifo-fast และจะไม่มีคลาสลูกอีก

3. Filter

เป็นส่วนที่มีความซับซ้อนมากที่สุด ทำหน้าที่กรองหรือจำแนกแพ็กเก็ตให้วิ่งไปทำงานในคลาสที่ถูก qdisc บริการจัดการอยู่ ชุดโปรแกรม tc สามารถรองรับ Filter ได้หลายชนิด เช่น route based classifier, RSVP classifier และ u32 เป็นต้น แม้กระทั่งในไฟลต์วอลบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Firewall) สามารถใช้งาน Filter จาก iptables ได้

เมื่อมีแพ็กเก็ตกำลังเข้ามาในคิว queuing discipline จะพยายามจับคู่ระหว่างแพ็กเก็ตของข้อมูลเข้ากับ filter ใดๆ ที่ได้กำหนดไว้ กระบวนการจับคู่นี้ จะเริ่มพิจารณาจาก filter ที่ระดับความสำคัญสูงสุดก่อน ในแต่ละ class และ queuing discipline สามารถมี filter ได้ 1 filter หรือมีได้หลายๆ filter ที่มาทำงานร่วมกันได้

พิวเตอร์สามารถนำไปใช้กับ qdisc ประเภท classful qdisc หรือ classless qdisc ก็ได้ โดยปกติเวลาแพ็กเก็ตวิ่งเข้ามาในแถวคอย จะเข้ามาทาง root qdisc ก่อนเป็นลำดับแรก แล้วหลังจากนั้นจะถูกพิวเตอร์กรองจำแนกแพ็กเก็ตเข้าไปตามคลาสต่างๆ พิวเตอร์มีการทำงาน 2 ส่วน คือ classifier เป็นกลไกการแยกแยะแพ็กเก็ตของข้อมูล และ policer เป็นกลไกการจำกัดปริมาณการไหลของทราฟฟิก

4. Classifier

เป็นส่วนการทำงานหนึ่งของพิวเตอร์ ถูกเรียกใช้งานผ่านทางชุดคำสั่ง tc โดยมีหลากหลายวิธีที่จะเรียกใช้งาน ที่นิยมใช้มากที่สุดคือ u32 classifier วิธีนี้จะอาศัยแอสทริบิวต์ในข้อมูลส่วนหัว (Header) ของแพ็กเก็ตมาเป็นเงื่อนไขให้ผู้ใช้งานได้เลือกแพ็กเก็ต

5. Policer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นองค์ประกอบหนึ่งของฟิวเตอร์ ที่ใช้ในการควบคุมทราฟฟิกในระบบปฏิบัติการลินุกซ์เท่านั้น ใช้สำหรับการกำหนดอัตราการใช้ของปริมาณแพ็กเก็ตที่สูงกว่า หรือต่ำกว่าอัตราที่กำหนดไว้ โดย policer จะไม่ทำการหน่วงเวลาของทราฟฟิก

6. Drop

เป็นกลไกการทำงานพื้นฐานของการควบคุมปริมาณทราฟฟิก ที่ใช้อยู่ในระบบปฏิบัติการลินุกซ์เท่านั้น และเป็นส่วนหนึ่งของการทำงานของ policer เมื่อ policer ถูกฟิวเตอร์เรียกใช้งานสามารถใช้ drop ในการตัดทิ้งแพ็กเก็ตที่ไหลเข้าไปในแถวคอยเกินอัตราที่กำหนดไว้ โดยจะ drop แพ็กเก็ตนั้นที่ตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้

7. Handle

ทุกคลาสและ classful qdisc จำเป็นต้องมีตัวเลขบ่งบอกระบุตัวตนในโครงสร้างของการควบคุมทราฟฟิก ตัวเลขดังกล่าวนี้ เรียกว่า handle และประกอบด้วยตัวเลข 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเรียกว่า หมายเลขหลัก (Major Number) และส่วนที่สองเรียกว่า หมายเลขรอง (Minor Number) หมายเลขเหล่านี้เป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานกำหนดเพื่อระบุถึงกฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นใช้งาน

หมายเลขหลัก

หมายเลขนี้ไม่มีการกำหนดความหมายไว้แน่นอน ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดขึ้นเอง โดยมีเงื่อนไขว่า ทุกออปเจ็คในโครงสร้างของการควบคุมทราฟฟิกที่มี parent เดียวกัน จะต้องมีหมายเลขหลักเดียวกัน และหากมีหมายเลขหลักเป็น 1 แสดงว่า ออปเจ็คนั้นมี parent เป็น root qdisc และ handle ffff:0 จะถูกสงวนไว้สำหรับ ingress qdisc

หมายเลขรอง

หมายเลขนี้ หากมีค่าเป็น 0 จะเป็นการระบุ qdisc และหากมีค่าเป็นอย่างอื่นจะหมายถึงคลาส ในแต่ละคลาสที่มี parent เดียวกันก็จะมีหมายเลขรองที่ไม่ซ้ำกัน

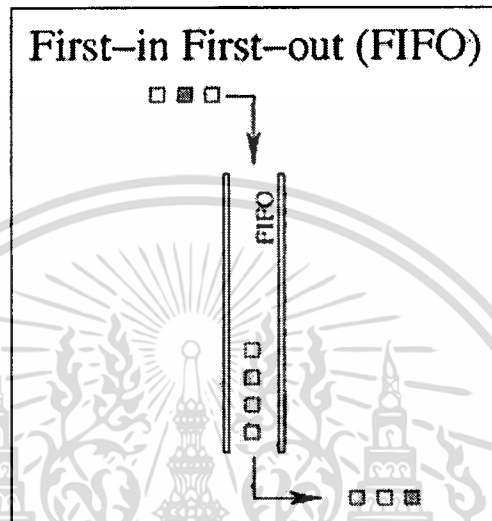
Handle นี้ใช้ในการระบุปลายทางกฎในชุดคำสั่งของ tc filter ที่เรียกว่า classid และ/หรือ flowid

2.4 Classless Qdisc

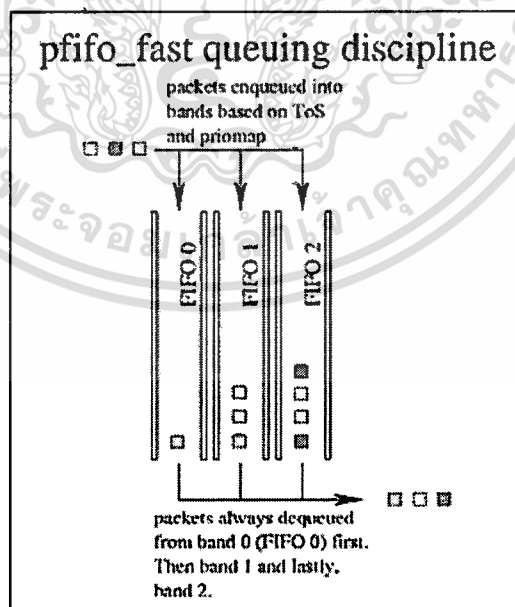
ในแต่ละ classless qdisc สามารถนำไปใช้กับ qdisc หลักบนการ์ดแลนได้ หรือ ใช้ใน leaf class ของ classful qdisc ก็ได้ ตัวอย่าง classless qdisc ที่มีใช้ในระบบปฏิบัติการลินุกซ์ มีดังนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

First-In-First-Out (FIFO) : กลไกการทำงานจะส่งแพ็กเก็ตเกิดออกไปทันทีที่ได้รับมา โดยจะไม่มี การ sharding หรือจัดเรียงข้อมูลใหม่ แต่ในความเป็นจริงจะต้องมีการจำกัดแบนด์วิดธ์ โดยมี limit option ที่สามารถกำหนดขนาดของคิวได้ เพื่อไม่เกิดปัญหา overflow



รูปที่ 2-5 การทำงานของ FIFO



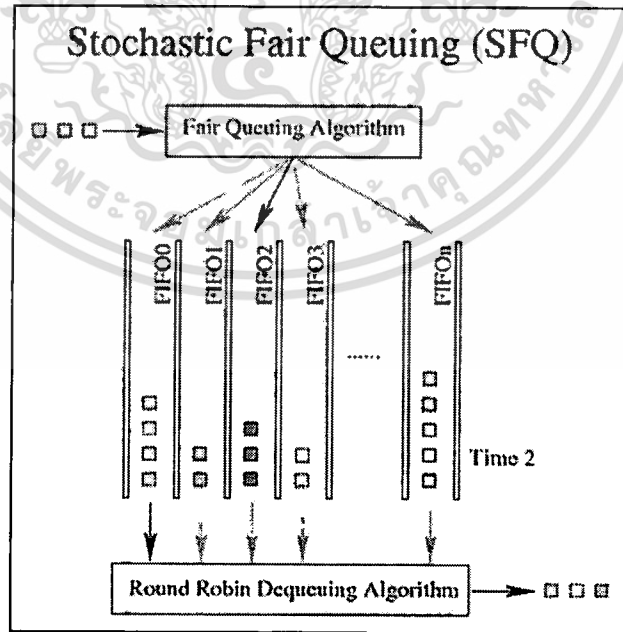
รูปที่ 2-6 การทำงานของ pfifo_fast

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยคลาสแบบ FIFO แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ packet FIFO (pfifo) และ byte FIFO(bfifo) ต่อมา pfifo ได้ถูกพัฒนาต่อเป็น pfifo_fast โดย เป็นค่าปกติของทุกอินเทอร์เฟซ (Interface) บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ มีการทำงานแบบ FIFO qdisc ร่วมกับลำดับความสำคัญของข้อมูล โดยแบ่งลำดับความสำคัญของข้อมูลเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูงสุดเป็น 0 และลดลงมาเป็น 1 และ 2 ตามลำดับ โดยข้อมูลที่มีลำดับความสำคัญสูง จะได้เข้ารับบริการก่อน

Stochastic Fair Queuing (SFQ) : เป็นการกำหนดแพ็กเก็ตเข้าไปในคิวย่อยๆด้วย Hashing Function ซึ่งอนุญาตให้ผู้ดูแลระบบ สามารถกำหนดเวลาในการเปลี่ยน Hashing Algorithms ได้ เพื่อป้องกันการไหลของข้อมูลไปยังคิวย่อยหนึ่งๆ มากเกินไป และส่งต่อแพ็กเก็ตออกด้วยวิธี round robin และ SFQ ได้ถูกพัฒนาต่อเป็น Extend SFQ ที่ผู้ดูแลระบบสามารถเลือก Hashing Algorithms ได้เอง

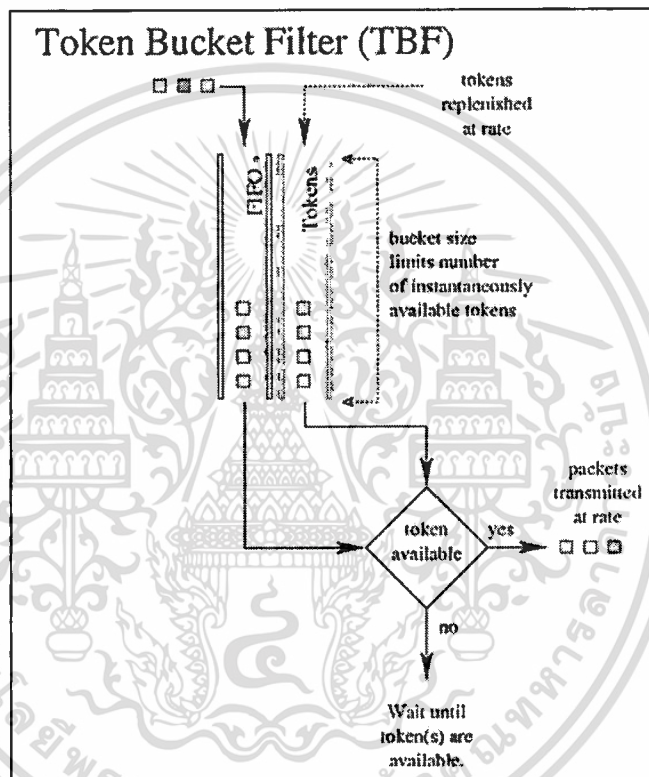
ต่อมา SFQ ได้ถูกพัฒนาเป็น Extend SFQ (ESFQ) การทำงานของอัลกอริทึมยังเหมือนเดิม แต่จะเพิ่มเติมส่วนที่ยอมให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุม หรือกำหนดค่าตัวแปรได้ง่ายขึ้น และยอมให้ผู้ใช้งานเลือกใช้ hashing algorithms ที่ใช้สำหรับการกระจายแพ็กเก็ตออกไปยังแถวคอยต่างๆ ด้วยตัวของผู้ใช้งาน ได้เอง



รูปที่ 2-7 การทำงานของ SFQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Token Bucket Filter (TBF) : ใช้วิธีแนวคิดของ tokens/buckets โดยแพ็กเก็ตที่จะถูกส่งออกจากคิวแบบ FIFO ได้จะต้องจับคู่กับ tokens ที่เหลืออยู่ มิฉะนั้นแพ็กเก็ตดังกล่าวจะถูกหน่วงเวลาการทำงานลักษณะนี้เป็นการกำหนดอัตราความเร็วของการส่งต่อแพ็กเก็ตออกไปด้วยอัตราความเร็วตามที่ได้กำหนดไว้ ในลินุกซ์เคอร์เนลตั้งแต่ 2.6.1 TBF ได้ถูกพัฒนามาเป็น classful qdisc



รูปที่ 2-8 การทำงานของ TBF

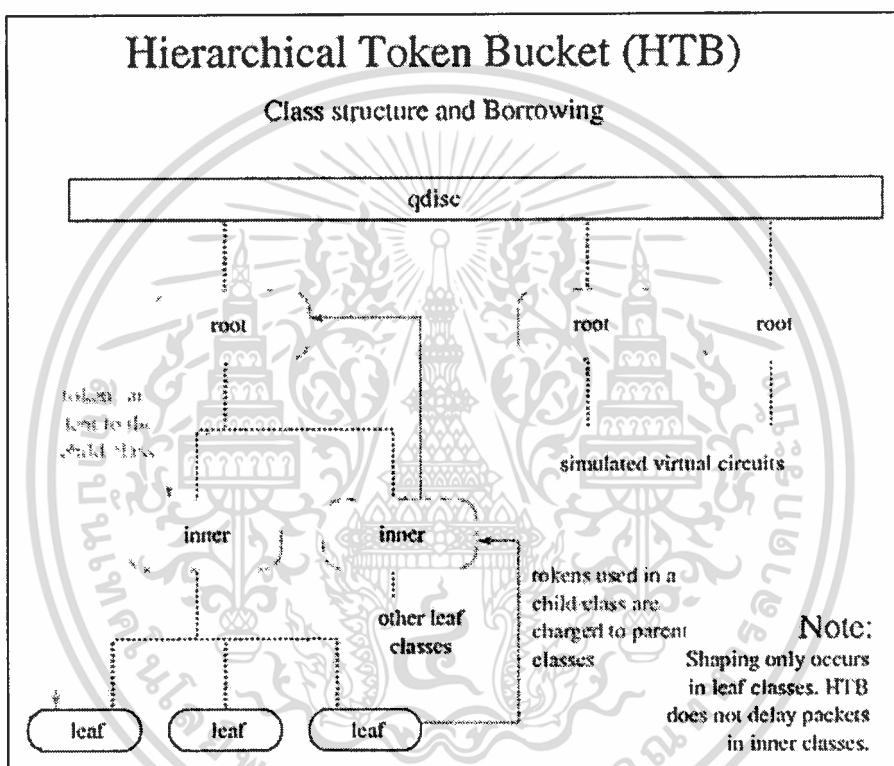
2.5 Classful Qdisc

ตัวอย่างของ Classful Qdisc ได้แก่

Priority Scheduler (PRIO) : การทำงานของคิวขาออก (Dequeue) จะตรวจสอบค่าลำดับความสำคัญ (Priority) ใน TOS bits ของ IP, TCP, UDP และ ICMP header หาก แพ็กเก็ตในคลาสไหนมีลำดับความสำคัญสูง และยังมีแพ็กเก็ต อยู่ก็จะปล่อยแพ็กเก็ตในคลาสนี้ออกไปจนหมด และไปตรวจสอบว่าคลาสดต่อไปที่มีลำดับความสำคัญน้อยกว่า มี แพ็กเก็ตเหลือให้ปล่อยอีกหรือเปล่า เป็นแบบนี้ไปเรื่อยๆ จน แพ็กเก็ตในคลาสไม่มีให้ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Class Base Queuing (CBQ) : ใช้หลักการการแบ่งทรัพยากรออกเป็นโครงสร้างลำดับชั้น (Hierarchy class based) ของคลาสตามชนิดของหมายเลขไอพี โปรโตคอล และชนิดของแอปพลิเคชัน มีอัลกอริทึมในการยืม/คืนแบนด์วิดท์ พัฒนาโดย Netwiro Research Group ที่ Lawrence Berkeley National Laboratory



รูปที่ 2-9 การทำงานของ HTB

Hierarchical Token Bucket (HTB) : ใช้แนวคิดของ tokens/buckets และใช้คิวเตอร์ในการควบคุมปริมาณข้อมูล ด้วยแบบจำลองการยืม (Borrowing Model) ที่ซับซ้อนทำให้การนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายวิธี เช่น Bandwidth Shaping และการรับประกันแบนด์วิดท์ (Bandwidth Guarantee) เป็นต้น ในเอกสารฉบับนี้จะใช้ HTB qdisc นี้เป็นตัวอย่างในการเขียนชุดคำสั่งควบคุมปริมาณข้อมูลในเครือข่าย ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในหัวข้อต่อไป

2.6 Filters

เอกสารนี้เป็นตัวอย่างของ Filter ได้แก่ ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“Netfilter” ถ้าหากต้องการ shape แบนด์วิดท์ บนเครื่องไฟล်วอลบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ สามารถใช้ Filter ทำงานร่วมกับ iptables โดยใช้เทคนิคการ mark แพ็กเก็ต ซึ่งเป็นการใช้เครื่องมือดังกล่าวแยกกลุ่มของ traffic ได้ เช่น

```
iptables -A OUTPUT -t mangle -p tcp -j MARK --set-mark 1
tc filter add dev eth0 parent 10: protocol ip prio 3 handle 1 fw classid 10:2
```

คำสั่งดังกล่าวเป็นการสั่งให้แพ็กเก็ตที่เป็นทีซีพีโพรโตคอล ที่ถูก mask เป็นหมายเลข 1 ให้ไหลแพ็กเก็ตดังกล่าวเข้าไปยังคลาสหมายเลข 10:2

“L7 Filter Netfilter” วิธีนี้เป็นส่วนขยายของ Netfilter ที่สามารถกรองแพ็กเก็ตได้ถึงระดับ Application Layer โดยการพิจารณาที่ content ในแพ็กเก็ตให้ match กับ patterns วิธีนี้เหมาะสำหรับการตรวจจับโปรแกรมประเภท P2P ที่มีการส่งหมายเลขพอร์ตทำงานไปเรื่อยๆ ทำให้ผู้ดูแลระบบตรวจจับแพ็กเก็ตเหล่านี้ได้ยาก ตัวอย่างคำสั่งเช่น

```
iptables -t mangle -A POSTROUTING -m layer7 --l7proto bittorrent -j \
CLASSIFY --set-class 10:2
```

“Route” Filter ใช้การกรองแพ็กเก็ตโดยอ้างอิงข้อมูลที่มาจากรouting Table เช่น

```
ip route add HostA via HostB flow 10:2
tc filter add dev eth1 parent 10: protocol ip prio 100 route
```

“u32” Filter จะกรองแพ็กเก็ตโดยการอาศัยข้อมูลภายใน header แพ็กเก็ตของ IP, TCP, UDP และ ICMP เช่น หมายเลขพอร์ตต้นทาง (sport) และปลายทาง (dport), หมายเลขไอพีต้นทาง (src ip) และปลายทาง (dst ip), ชนิดของบริการ (Type Of Service) หรือ Protocol u32 Filter จึงเป็นที่นิยมใช้งานกัน และยังทำงานได้ดีแม้ Filter Rules ที่มากขึ้นก็ตาม ตัวอย่างคำสั่ง เช่น

```
tc filter add dev eth0 parent 10: protocol ip prio 100 u32 match ip dst \
192.168.1.254 match ip dport 0x50 0xffff flowid 10:2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่งดังกล่าวเป็นการทำให้ traffic ที่จะไปยังเครื่อง 192.168.1.254 port 80 (เท่ากับ 50 ในฐานสิบหก) จะถูกจับให้ไหลเข้าสู่คลาสหมายเลข 10:2 (เลข 0xffff คือ Subnet Mask หมายเลข 255.255.255.255)

2.7 การใช้งานชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิก

tc เป็นชุดคำสั่งระดับผู้ใช้งาน ที่สามารถใช้สร้างและจัดการแถวคอยในอุปกรณ์เครือข่าย สามารถกำหนดค่าได้หลากหลายชนิดของแถวคอยและหลากหลายคลาสของแต่ละแถวคอยที่เลือกใช้งาน และใช้พีเวอร์มาคัดแยกแพ็กเก็ต ให้เข้าไปทำงานในแต่ละคลาส โดยใช้คำสั่งดังรูปที่ 2-10 คำสั่งรูป 2-11 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการ qdisc คำสั่งรูป 2-12 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการ class และคำสั่งรูป 2-13 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการ filter

```
Usage: tc [ OPTIONS ] OBJECT { COMMAND | help }
where OBJECT := { qdisc | class | filter }
OPTIONS := { -s[tatistics] | -d[etails] | -r[aw] }
```

รูปที่ 2-10 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการทราฟฟิก qdisc

```
Usage: tc qdisc [ add | del | replace | change | get ] dev STRING
[ handle QHANDLE ] [ root | ingress | parent CLASSID ]
[ estimator INTERVAL TIME_CONSTANT ]
[ [ QDISC_KIND ] [ help | OPTIONS ] ]
```

```
tc qdisc show [ dev STRING ] [ingress]
```

Where:

```
QDISC_KIND := { [p|b]fifo | tbf | prio | cbq | red | etc. }
```

```
OPTIONS := ... try tc qdisc add <desired QDISC_KIND> help
```

รายละเอียดของตัวแปร มีดังนี้

add

เพิ่ม qdisc เข้าไปในอุปกรณ์

del

ลบ qdisc ออกจากในอุปกรณ์

replace

แทนที่ qdisc ปัจจุบันด้วย qdisc ใหม่

handle

แสดงหมายเลขประจำของ qdisc ที่กำหนดโดยผู้ใช้งาน โดยต้องมีค่าไม่ซ้ำกัน ซึ่งจะมีหมายเลขรองมีค่าเป็นศูนย์

root

บ่งบอกแฉวคอยว่าเป็น Root Qdisc ของลิงค์ในโครงสร้างแบบลำดับชั้น และถือแบนด์วิดท์ทั้งหมดของอุปกรณ์นั้นไว้ อุปกรณ์หนึ่งจะมีได้เพียงหนึ่ง Root Qdisc เท่านั้น

ingress

การจัดการในทราฟฟิกขาออก

parent

แสดงหมายเลขของแฉวคอยระดับพ่อ (parent queuing) ของ qdisc

dev

อุปกรณ์เครือข่ายที่ต้องการใช้งาน qdisc

estimator

ถูกเรียกใช้งานเมื่อตรงตามเงื่อนไขของแฉวคอย มี 2 ค่าคือ INTERVAL และ TIME-CONST ซึ่งใช้ในการประมาณเวลาในการใช้แบนด์วิดท์ที่ถูกใช้ไปในแต่ละคลาสให้มีเวลาที่เหมาะสม

Usage: ... estimator INTERVAL TIME-CONST

INTERVAL ค่าช่วงเวลาที่ทำการวัด

TIME-CONST ค่าเวลาเฉลี่ย

ตัวอย่าง: ... est 1sec 8sec

```
tc class [ add | del | change | get ] dev STRING
[ classid CLASSID ] [ root | parent CLASSID ]
[ [ QDISC_KIND ] [ help | OPTIONS ] ]

tc class show [ dev STRING ] [ root | parent CLASSID ]

Where: QDISC_KIND := { prio | cbq | etc. }
OPTIONS := ... try tc class add <desired QDISC_KIND> help
```

รูปที่ 2-12 เป็นการใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการทราฟฟิก class

QDISC_KIND สามารถเป็น qdisc สนับสนุนการทำงานของคลาสได้ แต่ละพิวล์มีความหมายดังนี้

classid

แสดงถึงหมายเลขของคลาสที่กำหนดโดยผู้ใช้

root

แสดงถึงหมายเลขใดๆที่เป็นคลาสหลักของ โครงสร้างลำดับชั้น

parent

แสดงหมายเลขของคลาสพ่อ (Parent class) ของ qdisc

```
Usage: tc filter [ add | del | change | get ] dev STRING
[ pref PRIO ] [ protocol PROTO ]
[ estimator INTERVAL TIME_CONSTANT ]
[ root | classid CLASSID ] [ handle FILTERID ]
[ [ FILTER_TYPE ] [ help | OPTIONS ] ]

or

tc filter show [ dev STRING ] [ root | parent CLASSID ]
```

Where: ...

เอกสารนี้เป็นเอกสารตัวอย่างสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

FILTER_TYPE := { rsvp | u32 | fw | route | etc. }
FILTERID := ... format depends on classifier, see there
OPTIONS := ... try tc filter add <desired FILTER_KIND> help

```

รูปที่ 2-13 เป็นการ ใช้ชุดคำสั่ง tc ในการจัดการทราฟฟิก filter

รายละเอียดของตัวแปร มีดังนี้

pref
ใช้กำหนดลำดับความสำคัญของฟิวเตอร์

protocol
ใช้กำหนดชนิดของแพ็กเก็ตตามโพล โดคอด โดยห้ามมีฟิวเตอร์ที่มีทั้งโพล โดคอดและลำดับความสำคัญเดียวกัน

root
แสดงหมายเลขฟิวเตอร์ ที่ root ของโครงสร้างลำดับชั้น

classid
แสดงหมายเลขของคลาสที่ฟิวเตอร์เรียกใช้งาน

handle
แสดงหมายเลขที่ฟิวเตอร์ ที่มีค่าไม่ซ้ำกัน แต่มีค่าแตกต่างกันไปตามชนิดของ classifiers

estimator
ถูกเรียกใช้งานเมื่อตรงตามเงื่อนไขของแถวคอย มี 2 ค่าคือ INTERVAL และ TIME-CONST ซึ่งใช้ในการประมาณเวลาในการใช้แบนด์วิดท์ที่ถูกใช้ไปในแต่ละคลาสให้มีเวลาที่เหมาะสม

Usage: ... estimator INTERVAL TIME-CONST

INTERVAL ค่าช่วงเวลาที่ทำการวัด

TIME-CONST ค่าเวลาเฉลี่ย

ตัวอย่าง: ... est 1sec 8sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

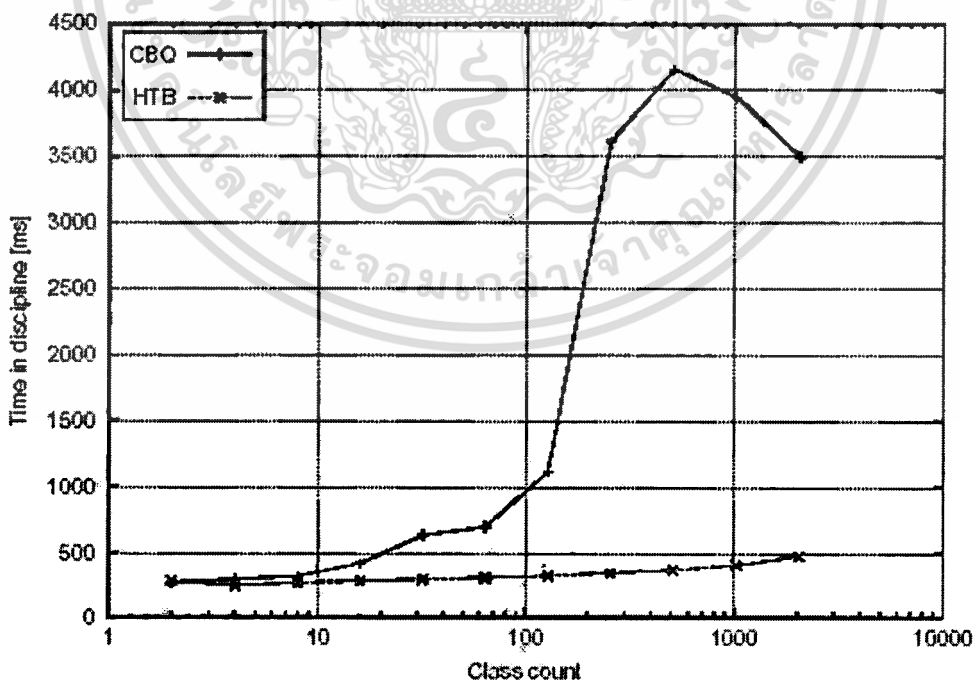
2.8 การควบคุมปริมาณข้อมูลด้วย Hierarchical Token Bucket (HTB)

HTB เป็น classful qdisc ประเภทหนึ่ง ที่มาพร้อมกับลินุกซ์เคอร์เนลตั้งแต่รุ่น 2.4.20 เป็นต้นมา HTB พัฒนาขึ้นโดย Martin Devera โดยอาศัยหลักการการกำหนดค่าตัวแปรที่ง่ายกว่า CBQ สามารถจำกัดแบนด์วิดท์ได้ถึงระดับ user, service หรือ client สามารถจองแบนด์วิดท์ไว้สำหรับบาง Application หรือบาง user ได้ และสามารถยืมแบนด์วิดท์จากคลาสใช้งานแบบชั่วคราวก่อนที่แน่นอนกว่า CBQ

จากรูปที่ 2-14 จะเห็นว่าเมื่อจำนวนของคลาสมากขึ้นเรื่อยๆ การควบคุมปริมาณข้อมูลด้วยวิธี CBQ จะใช้เวลาทำงานมากกว่าวิธี HTB และเริ่มต่างกันมากอย่างเห็นได้ชัดที่จำนวนคลาสตั้งแต่ 100 คลาสขึ้นไป

ข้อดีของ HTB เมื่อเทียบกับ CBQ

1. HTB ใช้การทำงานของอัลกอริทึม TBF
2. TBF มีความละเอียดถูกต้องกว่า
3. CBQ ทำงานแบบประมาณการ แต่ HTB ทำงานด้วยการคำนวณค่าได้ละเอียด ถูกต้อง



รูปที่ 2-14 เปรียบเทียบการทำงานของ CBQ และ HTB Qdisc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สามารถแชร์แบนด์วิดท์ข้ามอุปกรณ์
5. ควบคุมการยืม/คืนแบนด์วิดท์ได้ละเอียด สามารถจำกัดแบนด์วิดท์และรับประกันแบนด์วิดท์ได้
6. ปรับปรุงลักษณะการทำงานของโพล์ว เช่นผลรวมของแบนด์วิดท์ของคลาสลูกจะเท่ากับกับแบนด์วิดท์ของคลาสหลัก (Root Class) หรือ อัตราการ Burst ทั้งหมดเท่ากับผลรวมของการ burst ของทุกๆ node
7. คำสั่ง "tc class show" แสดงขนาดข้อมูลและจำนวนแพ็กเก็ตได้ยาวนานกว่า 10 วินาที

ข้อเสียของ HTB เมื่อเทียบกับ CBQ

1. HTB เป็นเทคนิคการควบคุมปริมาณทราฟฟิกใหม่ อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของเร้าเตอร์ได้ ควรมีการทดสอบการทำงานของ HTB ให้ดีก่อนนำมาใช้งานจริง
2. การทำงานช้ากว่า CBQ ตามระดับความลึกของโครงสร้างลำดับชั้น แต่ไม่ถึงกับแตกต่างกันมากนัก

กลไกการทำงานของ HTB นำเสนอวิธีการควบคุมปริมาณการใช้งานแบนด์วิดท์ขาออก (Outbound bandwidth) ในการใช้งาน HTB ควรจะกำหนดค่า class และชนิดของ queuing discipline HTB จะปรับปรุงการไหลของแพ็กเก็ตข้อมูลตาม TBF อัลกอริทึม โดยไม่ได้อ้างอิงหรือยึดตามแบนด์วิดท์ที่มีอยู่บนอินเทอร์เน็ตลิงค์ ใน root queuing discipline จะกำหนดชนิดของ queuing ได้เพียง 1 ชนิดเท่านั้นเช่น HTB queuing ซึ่งโดยปกติระบบปฏิบัติการลินุกซ์ใช้ queuing แบบ FIFO ในกระบวนการทำงานของระบบคิวจะเริ่มที่ระดับ root ของ queuing ยึดถือตามกฎที่ได้สร้างไว้ จากนั้นจะถูกแต่ละ class พิจารณาว่าจะรับแพ็กเก็ตของข้อมูลเข้าไปทำงานต่อหรือเปล่า การท่งเข้าไปในโครงสร้างของต้นไม้ของแพ็กเก็ตข้อมูลจะถูกจับคู่ได้เมื่อแพ็กเก็ตนั้นถึง leaf class

ในโครงสร้างลำดับชั้นของ HTB สามารถสร้างคลาสได้ทั้งหมดสูงสุด 10,000 คลาส และความลึกของโครงสร้างลำดับชั้น สามารถสร้างได้ถึงความลึกระดับ 8

การใช้งานชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิกบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ด้วย HTB แสดงได้ดังรูปที่ 2-15

```

Usage: ... qdisc add ... htb [default N] [r2q N]
      default  minor id of class to which unclassified packets are sent {0}
      r2q      DRR quantum is computed as rate in Bps/r2q {10}
      debug    string of 16 numbers each 0-3 {0}

... class add ... htb rate R1 burst B1 [prio P] [slot S] [pslot PS]
      [ceil R2] [cburst B2] [mtu MTU] [quantum Q]
      rate    rate allocated to this class (class can still borrow)
      burst   max bytes burst which can be accumulated during idle period {computed}
      ceil    definite upper class rate (no borrows) {rate}
      cburst  burst but for ceil {computed}
      mtu     max packet size we create rate map for {1600}
      prio    priority of leaf; lower are served first {0}
      quantum how much bytes to serve from leaf at once {use r2q}

```

รูปที่ 2-15 ชุดคำสั่งควบคุมปริมาณกราฟฟิกบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ด้วย HTB

ความหมายแต่ละตัวแปรของคลาสใน HTB มีดังนี้

default

เป็นตัวแปรเลือก (Optional parameter) ค่า default คือ 0 หมายถึงกราฟฟิกใดๆที่ไม่สามารถแบ่งกลุ่มได้ก็จะถูกส่งออกจากแถวคอยด้วยการทำงานของฮาร์ดแวร์

rate

ใช้สำหรับกำหนดค่าต่ำสุดของความเร็วที่ต้องการจำกัดกราฟฟิก ต้องพิจารณาการรับประกันแบนด์วิดท์ที่ leaf class ด้วย

ceil

ใช้สำหรับกำหนดค่าสูงสุดของความเร็วที่ต้องการจำกัดกราฟฟิก ที่สามารถเกินค่าจะตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

burst

เป็นขนาดของ rate bucket HTB จะนำแพ็กเก็ตออกจากแถวคอยขนาด *burst bytes* ก่อนเมื่อมี tokens เพียงพอ

cburst

เป็นขนาดของ ceil bucket จะนำแพ็กเก็ตออกจากแถวคอยขนาด *burst bytes* ก่อนเมื่อมี *ctokens* เพียงพอ

quantum

เป็นตัวแปรที่ HTB ใช้ในการควบคุมการยืมแบนด์วิดท์ ปกติค่านี้ HTB จะคำนวณให้เองอัตโนมัติ

r2q

เป็นค่าที่คำนวณขึ้นมาจากผู้ใช้งาน ซึ่งจะช่วยกำหนดค่า *quantum* ด้วย

mtu

ขนาดของแพ็กเก็ต

prio

ค่าลำดับความสำคัญ (Priority) ของคลาสสุดท้าย (Leaf class) ตัวเลขน้อยๆ จะถูกเลือกไปทำงานก่อน

สถานะของคลาสและการยืมแบนด์วิดท์ของ HTB สามารถอธิบายสถานะได้ดังตารางที่ 2-1 สมมติต้องการสร้าง โครงสร้างลำดับชั้นเพื่อแชร์อินเทอร์เน็ตลิงก์ 480Kbps โดยใช้วิธี HTB จากโครงสร้างจำลองเครือข่ายดังรูป 2-16 ได้แบ่งเครือข่ายออกเป็น 2 เครือข่ายย่อย คือเครือข่าย A และ B มีลิงค์อินเทอร์เน็ตขาเข้า (downstream) ขนาด 480Kbps และผ่านเกตเวย์หมายเลขไอพี 192.168.1.254 ทางอินเทอร์เน็ตเฟส eth0

HTB *qdisc* จะถูกติดตั้งใช้งานที่อินเทอร์เน็ตเฟส Eth0 เพื่อใช้ควบคุมการใช้งานแบนด์วิดท์ขาเข้า เครือข่าย A จะได้รับประกันแบนด์วิดท์ที่ 40% ของอินเทอร์เน็ตลิงค์ขาเข้า เครือข่าย B ได้รับประกันแบนด์วิดท์ที่ 20% ของอินเทอร์เน็ตลิงค์ขาเข้าและที่นอกเหนือจากข้างต้นให้ได้รับประกันแบนด์วิดท์ที่ 40% ของอินเทอร์เน็ตลิงค์ขาเข้า โดยในแต่ละเครือข่ายจะได้รับการรับประกันการไหลของแพ็กเก็ตในแต่ละบริการ ดังรูปที่ 2-19 โดยมีวงเล็บกำกับไว้หลังบริการและเครือข่ายย่อย เพื่อบอกขนาดของแบนด์วิดท์ มีหน่วยเป็น Kbps

ตารางที่ 2-1 สถานะของคลาสและการยืมแบนด์วิดธ์ของ HTB

type of class	class state	HTB internal state	action taken
Leaf	< rate	HTB_CAN_SEND	คลาสสุดท้าย (Leaf class) สามารถให้คลาสอื่นภายใต้คลาสแม่เดียวกันยืม tokens ไปใช้งานได้
Leaf	> rate, < ceil	HTB_MAY_BORROW	คลาสสุดท้าย (Leaf class) สามารถยืม tokens/ctokens จากคลาสแม่ได้ ถ้าหากยังมี tokens เหลืออยู่ โดยยืมได้ตามจำนวน quantum ที่กำหนดไว้และยืมได้มากที่สุดไม่เกิน <i>cburst</i>
Leaf	> ceil	HTB_CANT_SEND	ไม่มีแพ็คเกจที่จะเข้ามาในแถวคอยได้ ซึ่งอาจทำให้แพ็คเกจถูกหน่วง
inner, root	< rate	HTB_CAN_SEND	คลาสใน (Inner class) สามารถให้คลาสลูกของตัวเองยืม tokens ได้
inner, root	> rate, < ceil	HTB_MAY_BORROW	คลาสใน (Inner class) สามารถยืม tokens/ctokens จากคลาสแม่ได้ และสามารถให้คลาสลูกของตัวเองยืมได้ตามจำนวน quantum ที่กำหนดไว้
inner, root	> ceil	HTB_CANT_SEND	คลาสใน (Inner class) ไม่สามารถยืม tokens/ctokens จากคลาสแม่ได้ และไม่สามารถให้คลาสลูกของตัวเองยืมได้

จากรูปที่ 2-19 แสดงถึง HTB qdisc หมายเลข 1:0 เพื่อให้มีการยืมแบนด์วิดธ์ระหว่างคลาส HTB จะต้องสร้าง root class โดยจากรูปที่ 2-19 คือ class 1:1 คลาสนี้แบ่งออกได้เป็น 3 คลาสย่อยที่แสดงในโครงสร้างแบบลำดับในระดับที่ 2 คือ class 1:2 ใช้ควบคุมปริมาณข้อมูลในเครือข่าย A (192.168.1.0/26) class 1:3 ใช้ควบคุมปริมาณข้อมูลในเครือข่าย B (192.168.1.128/26) และ class 1:4 ใช้ควบคุมปริมาณข้อมูลในกลุ่มเครื่องและบริการที่นอกเหนือจากคลาส 1:2 และ 1:3

ในโครงสร้างแบบลำดับในระดับที่ 3 ประกอบด้วยคลาสย่อย 1:21, 1:22 และ 1:23 ซึ่งเป็นคลาสลูกของ class 1:2 และคลาสย่อย 1:31, 1:32 และ 1:33 ซึ่งเป็นคลาสลูกของ class 1:3 คลาสย่อยเหล่านี้จะใช้ในการกระจายแบนด์วิดธ์ไปยังบริการต่างๆ ที่อยู่ในแต่ละคลาสย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ต่อไปเป็นการกำหนดการใช้งาน HTB qdisc ด้วยคำสั่งดังรูปที่ 2-16 มาใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
tc qdisc add dev eth0 root handle 1:0 htb r2q 5 default 4 ... (1)
```

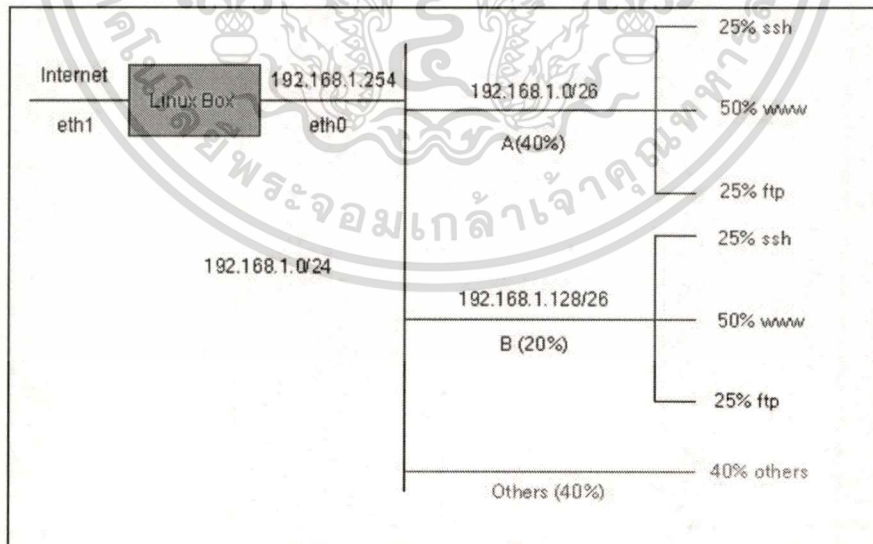
รูปที่ 2-16 คำสั่งสร้าง root qdisc ของ HTB

จากคำสั่ง (1) เป็นการสร้าง root qdisc ของ HTB ที่ อินเทอร์เน็ต Eth0 ด้วยหมายเลข 1:0 โดยกำหนด default คลาส เป็นคลาสหมายเลข 4

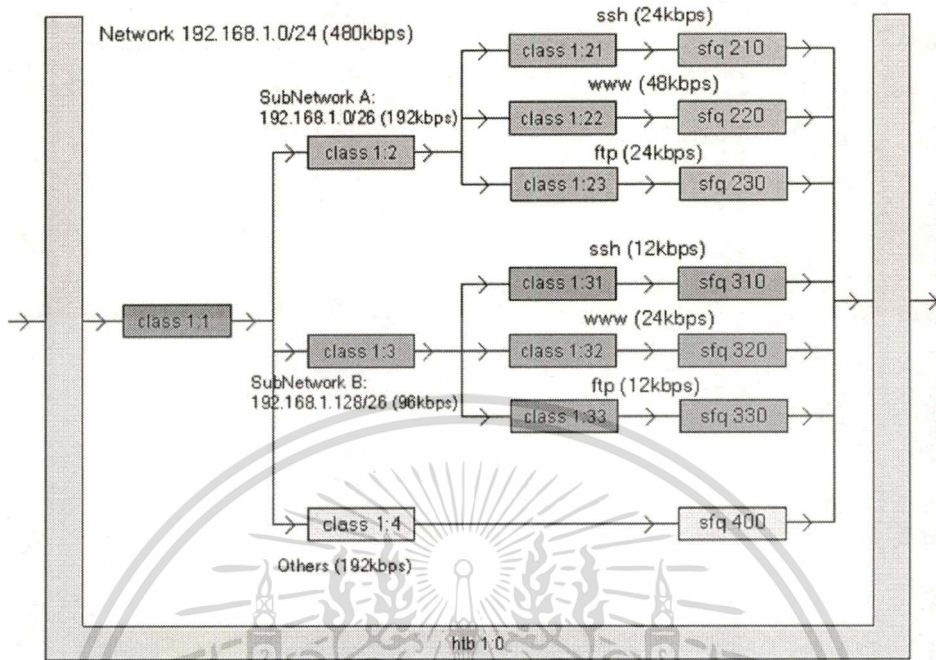
```
tc class add dev eth0 parent 1:0 classid 1:1 htb rate 480kbit ... (2)
```

รูปที่ 2-17 คำสั่งสร้าง root class ของ HTB

จากคำสั่งที่ (2) เป็นการสร้าง root class หมายเลข 1:1 โดยมี ตัวแปร rate เป็นตัวบ่งบอกว่า ค่าสูงสุดของแบนด์วิดท์ที่ยอมให้ root class นี้ใช้งานได้คือ 480Kbps



รูปที่ 2-18 แบบจำลองโครงสร้างเครือข่าย



รูปที่ 2-19 แสดงแบบจำลองของ HTB

```
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:2 htb rate 192kbit ceil 480kbit prio 2 ... (3)
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:3 htb rate 96kbit ceil 480kbit prio 6 ... (4)
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:4 htb rate 192kbit ceil 480kbit prio 10 ... (5)
```

รูปที่ 2-20 คำสั่งสร้าง interior class ของ HTB แบบให้ยืมแบนด์วิดท์ได้ทั้ง interior class

จากคำสั่งที่ (3) และ (4) เป็นการสร้าง class 1:2 และ class 1:3 เพื่อใช้ควบคุมปริมาณข้อมูลในเครือข่าย A และ B มีลำดับความสำคัญเป็น 2 และ 6 ตามลำดับ คำสั่งที่ (5) ใช้ควบคุมปริมาณข้อมูลที่นอกเหนือจากเครือข่าย A และ B มีลำดับความสำคัญเป็น 10 โดยมีตัวแปร rate กำหนดค่าแบนด์วิดท์ต่ำสุดของคลาสที่จะถูกรับประกัน เมื่อคลาสทุกคลาสใน root class ใช้งานแบนด์วิดท์ได้ไม่ถึงตามที่กำหนดด้วยตัวแปร rate แล้วแบนด์วิดท์ส่วนที่เหลือนั้นจะกระจายไปยังคลาสอื่นๆ เพื่อยืมไปใช้งานแบบชั่วคราว หมายความว่าเครือข่าย A จะได้รับการประกันแบนด์วิดท์ที่ 192Kbps หากเครือข่าย B และกลุ่มOthers ใช้งานแบนด์วิดท์ได้ไม่ถึงแบนด์วิดท์ที่ได้รับประกันไว้ เครือข่าย A สามารถยืมแบนด์วิดท์ส่วนที่เหลือของเครือข่าย B และกลุ่มOthers มาใช้งานได้ จนกระทั่ง

เครือข่าย B เริ่มใช้งานและต้องการแบนด์วิดท์ที่สูงขึ้นเครือข่าย A จะต้องคืนแบนด์วิดท์กลับมาตามอัตราส่วน และในคำสั่งที่ (4) นั้น สามารถอธิบายได้ลักษณะเดียวกัน

แล้วจะมีวิธีการจำกัดการขีมนแบนด์วิดท์จากคลาสอื่นๆได้อย่างไร HTB qdisc ได้กำหนดตัวแปร ceil เพื่อจำกัดการขีมนใช้แบนด์วิดท์ดังกล่าว ตัวอย่างเช่น เมื่อคลาส 1:3 ใช้งานแบนด์วิดท์น้อยกว่า 96Kbps และคลาส 1:4 ใช้งานแบนด์วิดท์น้อยกว่า 192Kbps คลาส 1:2 สามารถขีมนแบนด์วิดท์ที่เหลือออกมาใช้งานได้โดยอัตโนมัติ และสามารถขีมนแบนด์วิดท์ได้มากที่สุดซึ่งรวมกับ rate ของคลาส 1:2 จะต้องไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ที่ ceil นั่นหมายความว่าแบนด์วิดท์ที่คลาส 1:2 ได้รับจะใช้งานได้ไม่เกิน 480Kbps

ในกรณีที่ไม่ต้องการให้มีการขีมนแบนด์วิดท์ภายใน root class เช่น เครือข่าย A และ B ต่างก็จ่ายค่าบริการอินเทอร์เน็ตแบนด์วิดท์แยกจากกัน เครือข่าย A ไม่ต้องการให้เครือข่าย B เข้ามาขีมนแบนด์วิดท์ของตัวเอง เพื่อจำกัดปัญหาดังกล่าว สามารถปรับคำสั่งที่ (3) - (5) ใหม่ได้ดังคำสั่งที่ (6) - (8) แต่จะขอใช้คำสั่งที่ (3) - (5) เป็นหลักเนื่องจากต้องการกระจายแบนด์วิดท์ให้ใช้งานได้ทั่วทั้งเครือข่าย 192.168.1.0/24

```
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:2 htb rate 192kbit ceil 192kbit prio 2 ... (6)
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:3 htb rate 96kbit ceil 96kbit prio 6 ... (7)
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:4 htb rate 192kbit ceil 192kbit prio 10 ... (8)
```

รูปที่ 2-21 คำสั่งสร้าง interior class ของ HTB แบบไม่ให้ขีมนแบนด์วิดท์ข้าม interior class

ต่อไปเป็นการกำหนดคลาสในแต่ละบริการของแต่ละเครือข่าย โดยเริ่มจากเครือข่าย A ดังรูปที่ 2-22

```
Tc class add dev eth0 parent 1:2 classid 1:21 htb rate 24kbit ceil 480kbit ... (9)
Tc class add dev eth0 parent 1:2 classid 1:22 htb rate 48kbit ceil 480kbit ... (10)
Tc class add dev eth0 parent 1:2 classid 1:23 htb rate 24kbit ceil 480kbit ... (11)
```

รูปที่ 2-22 คำสั่งสร้าง interior class ของ HTB ให้กับแต่ละบริการของเครือข่าย A

จากคำสั่งที่ (9)–(11) ได้กำหนด rate ให้ในแต่ละบริการ คือ ssh, www และ ftp ให้ได้การรับประกันแบนด์วิดท์ที่ 24Kbps, 48 Kbps และ 24 Kbps ตามลำดับ โดยจะถูกจำกัดแบนด์วิดท์ด้วย ceil อยู่ที่ 480 Kbps ซึ่งได้รับผลมาจากคำสั่งที่ (3)

การกำหนดคลาสในแต่ละบริการของเครือข่าย B ชุดคำสั่งเป็นดังรูปที่ 2-23

tc class add dev eth0 parent 1:3 classid 1:31 htb rate 24kbit ceil 480kbit	...(12)
tc class add dev eth0 parent 1:3 classid 1:32 htb rate 48kbit ceil 480kbit	...(13)
tc class add dev eth0 parent 1:3 classid 1:33 htb rate 24kbit ceil 480kbit	...(14)

รูปที่ 2-23 คำสั่งสร้าง interior class ของ HTB ให้กับแต่ละบริการของเครือข่าย B

จากคำสั่งที่ (12)–(14) ได้กำหนด rate ให้ในแต่ละบริการ คือ ssh, www และ ftp ให้ได้การรับประกันแบนด์วิดท์ที่ 24Kbps, 48 Kbps และ 24 Kbps ตามลำดับ โดยจะถูกจำกัดแบนด์วิดท์ด้วย ceil อยู่ที่ 480 Kbps ซึ่งได้รับผลมาจากคำสั่งที่ (4)

ต่อไปเป็นการกำหนดค่า sfq qdisc เป็น leaf class ให้กับคลาสของแต่ละบริการ ดังรูปที่ 2-

24

tc qdisc add dev eth0 parent 1:21 handle 210: sfq perturb 10	... (15)
tc qdisc add dev eth0 parent 1:22 handle 220: sfq perturb 10	... (16)
tc qdisc add dev eth0 parent 1:23 handle 230: sfq perturb 10	... (17)
tc qdisc add dev eth0 parent 1:31 handle 310: sfq perturb 10	... (18)
tc qdisc add dev eth0 parent 1:32 handle 320: sfq perturb 10	... (19)
tc qdisc add dev eth0 parent 1:33 handle 330: sfq perturb 10	... (20)
tc qdisc add dev eth0 parent 1:4 handle 400: sfq perturb 10	... (21)

รูปที่ 2-24 คำสั่งสร้าง sfq qdisc เป็น leaf class ให้กับคลาสของแต่ละบริการ

ขั้นสุดท้ายคือการกำหนด Filter ให้กับคลาสต่างๆที่ได้สร้างไว้แล้วข้างต้น เพื่อทำการกรองหรือจำแนกแพ็กเก็ตให้ไหลเข้าไปในแต่ละคลาส โดยเริ่มที่เครือข่าย A กำหนดด้วยคำสั่ง ดังรูปที่ 2-

```

tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (22)
192.168.1.0/26 match ip sport 22 0xffff flowid 1:21
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (23)
192.168.1.0/26 match ip sport 80 0xffff flowid 1:22
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (24)
192.168.1.0/26 match ip sport 443 0xffff flowid 1:22
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (25)
192.168.1.0/26 match ip sport 8080 0xffff flowid 1:22
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (26)
192.168.1.0/26 match ip sport 20 0xffff flowid 1:23
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (27)
192.168.1.0/26 match ip sport 21 0xffff flowid 1:23

```

รูปที่ 2-25 คำสั่งสร้าง Filter ให้กับเครือข่าย A

```

tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (28)
192.168.1.128/26 match ip sport 22 0xffff flowid 1:31
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (29)
192.168.1.128/26 match ip sport 80 0xffff flowid 1:32
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (30)
192.168.1.128/26 match ip sport 443 0xffff flowid 1:32
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (31)
192.168.1.128/26 match ip sport 8080 0xffff flowid 1:32
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (32)
192.168.1.128/26 match ip sport 20 0xffff flowid 1:33
tc filter add dev eth0 parent 1:0 protocol ip prio 1 u32 match ip dst \ ... (33)
192.168.1.128/26 match ip sport 20 0xffff flowid 1:33

```

รูปที่ 2-26 คำสั่งสร้าง Filter ให้กับเครือข่าย B

จากคำสั่งที่ (23)-(27) เป็นการกรองแพ็กเก็ตที่เครือข่าย A (192.168.1.0/26) คำ flowid เป็นตัวกำหนดว่าแพ็กเก็ตที่ตรงกับเงื่อนไขใด ก็จะถูกไหลเข้าไปที่ flowid นั้น หมายเลขพอร์ตปลายทาง 22, 80, 443, 8080, 20 และ 21 หมายถึงหมายเลขพอร์ตปลายทางของบริการ ssh, http, https, web-cache, ftp-control และ ftp-data

และที่เครือข่าย B สามารถกำหนดคำสั่งการกรองแพ็กเก็ตได้คล้ายๆ กับเครือข่าย A ได้ดังรูปที่ 2-26

จากคำสั่งการ Filter แพ็กเก็ตตั้งแต่คำสั่งที่ (22)-(33) เห็นได้ว่าไม่ได้กำหนด Filter ให้กับคลาสหมายเลข 1:4 ก็เพราะคลาสหมายเลข 1:4 เป็นคลาส default เพื่อให้แพ็กเก็ตที่ไม่ตรงกับบริการต่างๆ ข้างต้น ให้ไหลเข้าสู่คลาส 1:4 เป็นการป้องกันแพ็กเก็ตที่หลุดการควบคุม

หากต้องการดูรายละเอียดของ Qdisc Classes และ Filter ที่ได้ทำการกำหนดค่าไปข้างต้น ใช้คำสั่งดังรูปที่ 2-27

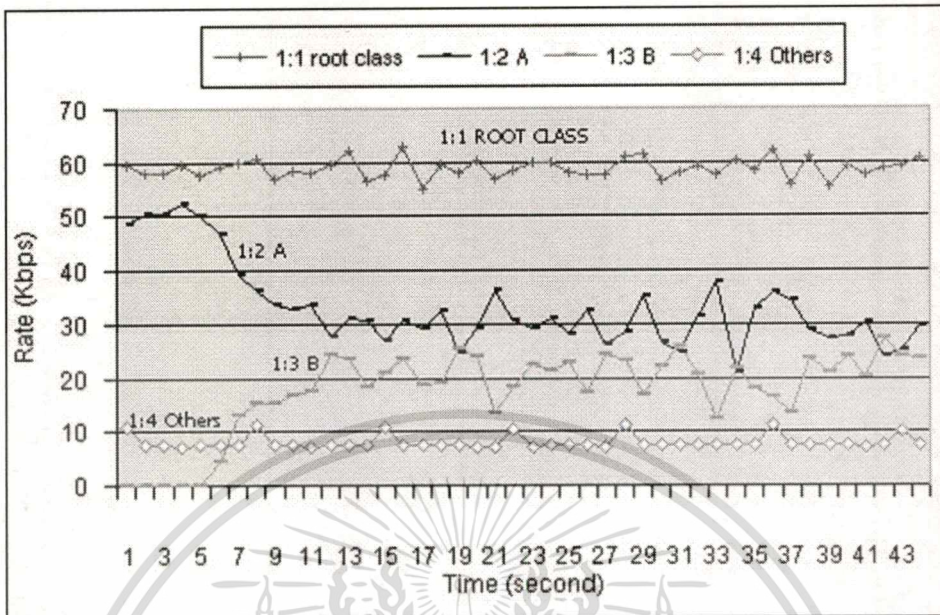
```
tc [qdisc | class | filter] show dev eth0 หรือ
tc -s -d [qdisc | class | filter] show dev eth0
```

รูปที่ 2-27 คำสั่งแสดงรายละเอียดของ qdisc, class และ filter ที่อินเทอร์เฟซ eth0

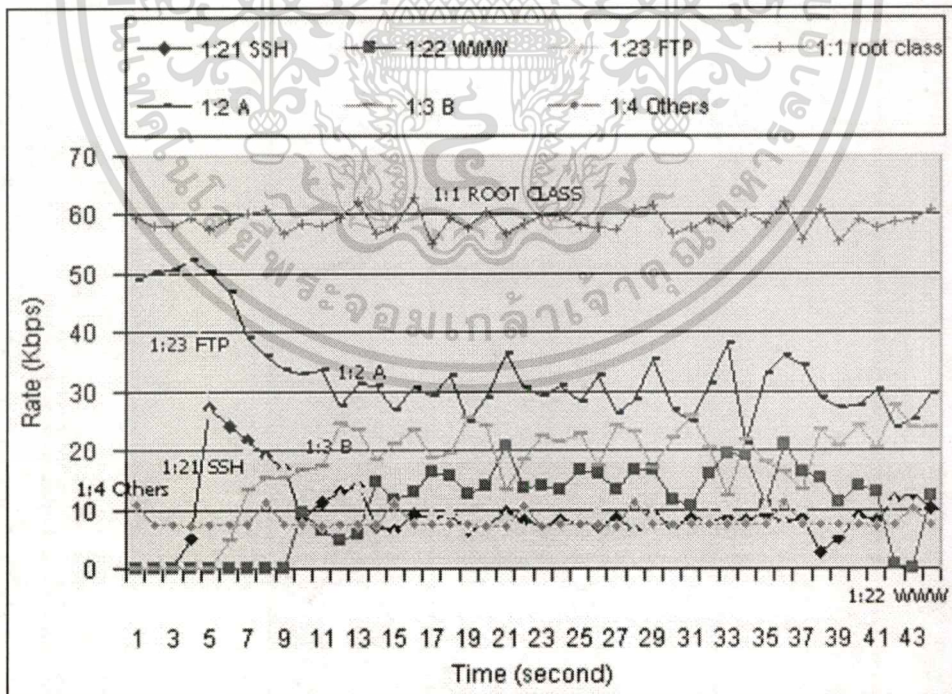
จากการทำงานของชุดคำสั่ง HTB qdisc ดังกล่าวข้างต้น สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟได้ดังรูปที่ 2-28, 2-29 และ 2-30

จากรูปที่ 2-18 แบนด์วิดท์ขาเข้าทั้งหมดของเครือข่าย คือ 480Kbps หรือ 60KBps ดังนั้นรูปที่ 2-28 แสดงให้เห็นว่าผลรวมของแบนด์วิดท์ ณ เวลาใดๆ ของคลาสลูกหมายเลข 1:2, 1:3 และ 1:4 นั้นจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับแบนด์วิดท์ของ root class หมายเลข 1:1 คือ 60KBps โดยประมาณ

จากรูปที่ 2-29 แสดงถึงปริมาณข้อมูลของเครือข่าย A ด้วยบริการ ssh (1:21), www (1:22), ftp (1:23) และอื่นๆ (1:4) โดยผลรวมของแบนด์วิดท์จากคลาส 1:21, 1:22 และ 1:23 มีค่าเท่ากับแบนด์วิดท์ของคลาส 1:2 และผลรวมของแบนด์วิดท์ ณ เวลาใดๆ ของคลาสลูกหมายเลข 1:21, 1:22, 1:23, 1:3 และ 1:4 นั้นจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับแบนด์วิดท์ของ root class หมายเลข 1:1 คือ 60KBps โดยประมาณ

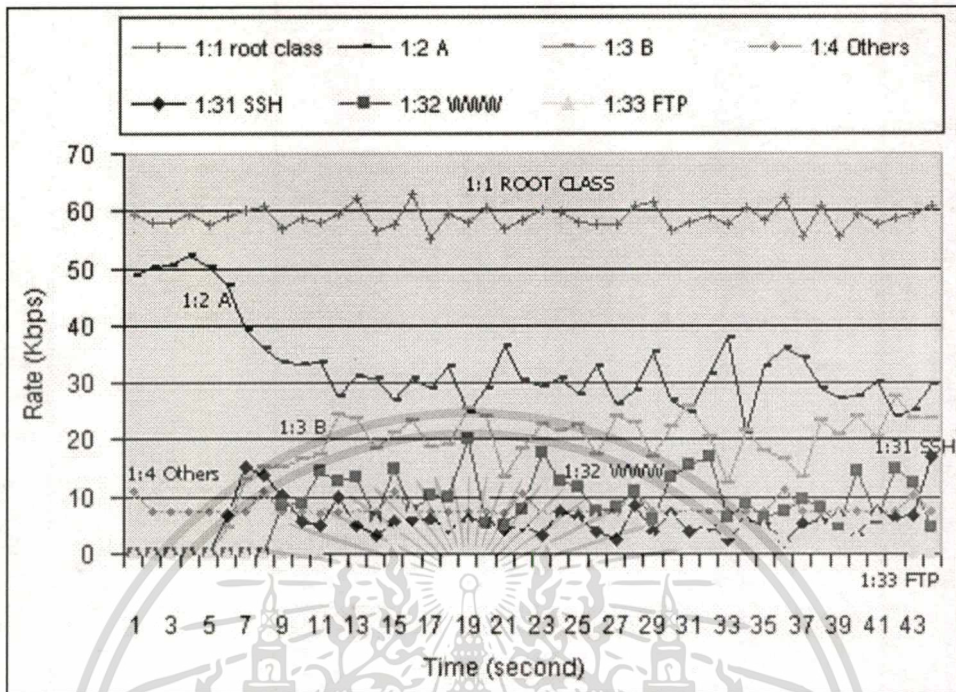


รูปที่ 2-28 กราฟการควบคุมปริมาณข้อมูลของคลาส 1:1, 1:2, 1:3 และ 1:4



รูปที่ 2-29 กราฟการควบคุมปริมาณข้อมูลของคลาส 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:21, 1:22 และ 1:23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-30 กราฟการควบคุมปริมาณข้อมูลของคลาส 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:31, 1:32 และ 1:33

จากรูปที่ 2-30 แสดงถึงปริมาณข้อมูลของเครือข่าย B ด้วยบริการ ssh (1:31), www (1:32), ftp (1:33) และอื่นๆ (1:4) โดยผลรวมของแบนด์วิดท์จากคลาส 1:31, 1:32 และ 1:33 มีค่าเท่ากับแบนด์วิดท์ของคลาส 1:3 และทำนองเดียวกันผลรวมของแบนด์วิดท์ ณ เวลาใดๆ ของคลาส ถูกหมายเลข 1:2, 1:31, 1:32, 1:33 และ 1:4 นั้นจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับแบนด์วิดท์ของ root class หมายเลข 1:1 คือ 60KBps โดยประมาณ

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 การทำงานของระบบเดิม

การควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่ายบนเครื่องระบบปฏิบัติการลินุกซ์ การทำงานเดิมจะสั่งงานเป็นลักษณะชุดคำสั่งแบบบรรทัด (Command Line) ด้วยภาษา tc ที่มีอยู่ในแพ็คเกจ iproute2 ซึ่งยังไม่มีเครื่องมือในการช่วยบริหารจัดการหรือเครื่องมือช่วยสร้างชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิกที่จะคอยอำนวยความสะดวกต่อการใช้งาน ทำให้ผู้ที่จะมาใช้งานจะต้องมีความรู้ความสามารถทางเทคนิคสูงมาก

ตัวอย่างการใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกแบบชุดคำสั่งแบบบรรทัด เป็นดังนี้

```
tc qdisc add dev eth0 parent root handle 1:0 htb default 12
tc class add dev eth0 parent 1:0 classid 1:1 htb rate 100kbps ceil 100kbps
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:10 htb rate 30kbps ceil 100kbps
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:11 htb rate 10kbps ceil 100kbps
tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:12 htb rate 60kbps ceil 100kbps

tc filter add dev eth0 protocol ip parent 1:0 prio 1 u32 match ip src 1.2.3.4 \
  match ip dport 80 0xffff flowid 1:10
tc filter add dev eth0 protocol ip parent 1:0 prio 1 u32 match ip src 1.2.3.4 \
  flowid 1:11

tc qdisc add dev eth0 parent 1:10 handle 20: pfifo limit 5
tc qdisc add dev eth0 parent 1:11 handle 30: pfifo limit 5
tc qdisc add dev eth0 parent 1:12 handle 40: sfq perturb 10
```

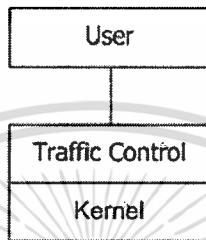
รูปที่ 3-1 ตัวอย่างชุดคำสั่งแบบบรรทัดการใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากชุดคำสั่งดังรูปที่ 3-1 เป็นตัวอย่างการใช้งานชุดคำสั่งแบบบรรทัด ซึ่งหากการใช้งานมีความหลากหลายมากขึ้น ความซับซ้อนของชุดคำสั่งก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย

แผนภาพการทำงานของชุดคำสั่งแบบบรรทัดการใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก แสดงได้ดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 การใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกแบบเดิม

3.2 ปัญหาของระบบเดิม

ปัญหาของระบบการใช้งานควบคุมปริมาณทราฟฟิกแบบชุดคำสั่งแบบบรรทัดนั้น มีดังต่อไปนี้

1. ต้องอาศัยผู้ใช้งานที่มีความรู้ความสามารถทางเทคนิคสูง
2. ขาดความยืดหยุ่นในการปรับปรุง แก้ไขค่า
3. ภาษา tc ที่ใช้ในการเขียนชุดคำสั่งมีความซับซ้อน และใช้งานค่อนข้างยาก
4. การรายงานแสดงผลทำความเข้าใจยากและมีรูปแบบที่จำกัด

3.3 การทำงานของระบบใหม่

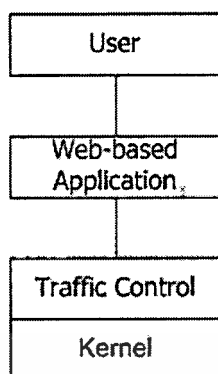
แนว คิดในการออกแบบระบบใหม่ ให้มีความสามารถดังนี้

1. ใช้เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา PHP ในการพัฒนาบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ เพื่อนำมาใช้งานแทนการกำหนดค่าแบบบรรทัด
2. การใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก กำหนดค่าผ่านทางเว็บ โดยสนับสนุนความปลอดภัยแบบ Secure Socket layer (SSL)
3. อ้างอิงการทำงานของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกด้วยเทคนิคของอัลกอริทึม Hierarchical Token Bucket (HTB) โดยจะสนับสนุนการทำงานดังนี้ การจำกัดแบนด์วิดท์ (rate) การรับประกันแบนด์วิดท์ (ceil) และการจัดลำดับความสำคัญ (priority)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สนับสนุนการทำงาน IPv4, Port, IP Protocol, Priority และเพิ่มความสามารถการทำงานที่ระดับแอปพลิเคชันของโมเดลโอเอสไอ (OSI Model)
5. กำหนดโครงสร้างของคลาสไว้เป็นลิก 2 ระดับ จากการทำงานสูงสุด 8 ระดับ
6. การกรองแพ็กเก็ต แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ กรองระดับชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer) โดยใช้ iptables และกรองระดับชั้นเครือข่าย (Network Layer) และชั้นขนส่งข้อมูล (Transport Layer) โดยใช้ U32
7. แบ่งการควบคุมทราฟฟิกทั้งขาเข้า(Inbound Traffic) และขาออก (Outbound Traffic)
8. เก็บข้อมูลต่างๆ ไว้บนฐานข้อมูล PostgreSQL
9. ออกแบบการกำหนดค่า และการใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกในลักษณะอ็อบเจกต์ (Object)
10. สร้างค่าอ็อบเจกต์บริการเริ่มต้น (Pre-Define Object) สำหรับบริการที่เป็นที่รู้จัก (Well Known Services) และใช้งานบ่อยๆ
11. ใช้เพิร์ลสคริปต์เก็บสถิติการใช้งานบริการต่างๆ ในเครือข่ายลงฐานข้อมูล และนำไปแสดงผลกราฟฟิก
12. แบ่งระดับผู้ใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกบนเครื่องลินุกซ์ออกเป็น 2 หน้าที คือ ผู้ดูแลระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกบนเครื่องลินุกซ์ ซึ่งสามารถสร้าง แก้ไข และลบข้อมูลต่างๆ ได้ เช่น ข้อมูลการกำหนดค่าของเครื่อง การกำหนดค่าของกฎนโยบาย เป็นต้น และผู้สังเกตการณ์ ซึ่งจะมีสิทธิ์อ่านได้อย่างเดียว ไม่สามารถสร้าง แก้ไข และลบข้อมูลได้ โดยรหัสผ่านที่เก็บจะเข้ารหัสแบบ SHA1
13. ทำการตั้งเวลาในการทำงานของแต่ละคลาสได้ โดยมีความห่างของเวลาเป็นช่วงละ 5 นาที
14. การออกแบบอยู่บนสมมติฐานของไฟล်วอลล์ที่เครื่องลินุกซ์เกตเวย์ มีนโยบายดังนี้
 1. เปิดให้เครื่องใดๆ เข้ามาใช้บริการ HTTPS (TCP/443) และ SSH (TCP/22)
 2. ทำการส่งต่อแพ็กเก็ต (Forward Packets) ออกไปหมดทุกกรณี
 3. แพ็กเก็ตขาออก(Out put) ออกจากเครื่องได้ทั้งหมด

จากรูปที่ 3-3 เป็นการกำหนดค่าสั่งใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกแบบใหม่ ซึ่งมีเว็บแอปพลิเคชันคอยช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ได้ใช้งานได้สะดวกสบายยิ่งขึ้น



รูปที่ 3-3 การใช้งานระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิกแบบใหม่

3.4 การออกแบบด้านโครงสร้างการทำงาน

3.4.1 การออกแบบด้านฟังก์ชันการทำงาน

จากรูปที่ 3-4 แบ่งโครงสร้างการทำงานของระบบเว็บแอปพลิเคชัน ออกเป็นดังนี้

Login การพิสูจน์ตัวตนก่อนเข้าใช้งานระบบเว็บแอปพลิเคชัน

Main หน้าหลักของระบบเว็บแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย

About แสดงรายชื่อบุคคลของโครงการ

User การจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 3-5 ประกอบด้วย

- การสร้างบัญชีผู้ใช้งาน
- การลบบัญชีผู้ใช้งาน
- การแก้ไขข้อมูลบัญชีผู้ใช้งาน
- การเปลี่ยนรหัสบัญชีผู้ใช้งาน

Setting การกำหนดค่าให้กับเครื่อง ดังรูปที่ 3-6 ประกอบด้วย

- การกำหนดค่าต่างๆ ให้กับเครื่อง
- การดูค่าต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในเครื่อง

Policy การกำหนดกฎนโยบายของการควบคุมปริมาณกราฟฟิก ดังรูปที่ 3-7

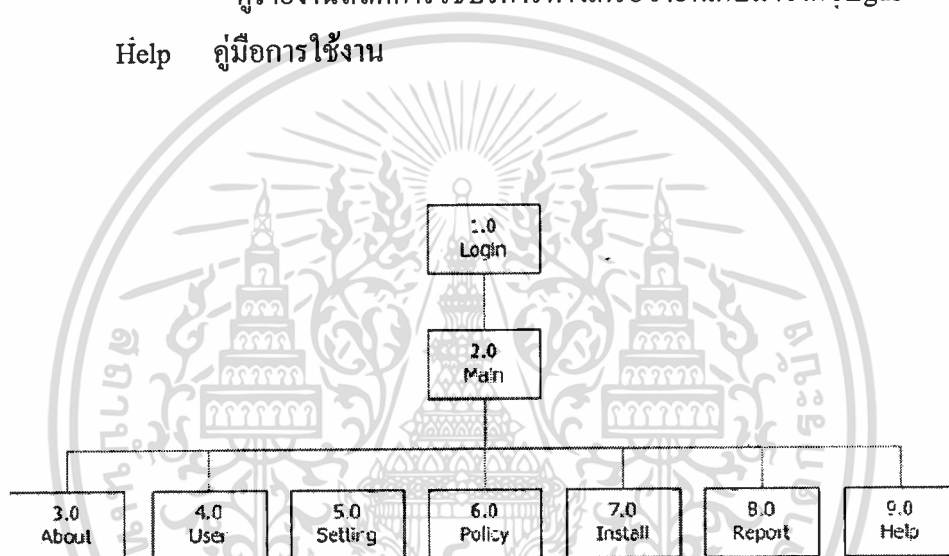
ประกอบด้วย

- การสร้าง ลบ แก้ไข โสสต์และกลุ่มของ โสสต์
- การสร้าง ลบ แก้ไข โสสต์และกลุ่มของบริการ
- การสร้าง ลบ แก้ไข โสสต์และกลุ่มของการควบคุมปริมาณกราฟฟิก

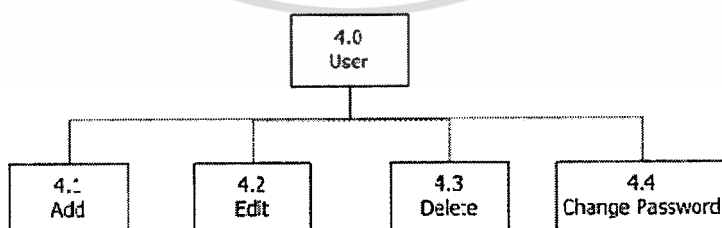
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การสร้าง ลบ แก้ไขโฮสต์และกลุ่มของกฎนโยบาย
- Install การตรวจสอบและการติดตั้งกฎนโยบาย ดังรูปที่ 3-8 ประกอบด้วย
 - การตรวจสอบและการติดตั้งกฎนโยบาย
 - ดูรายละเอียดของกฎนโยบาย
- Report รายงานสถิติการใช้บริการทางเครือข่าย ดังรูปที่ 3-9 ประกอบด้วย
 - ดูรายงานสถิติการใช้บริการทางเครือข่ายตามคลาส
 - ดูรายงานสถิติการใช้บริการทางเครือข่ายที่เก็บมาจาก Argus
- Help คู่มือการใช้งาน

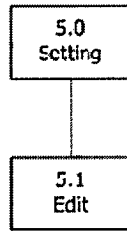


รูปที่ 3-4 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันโดยรวม

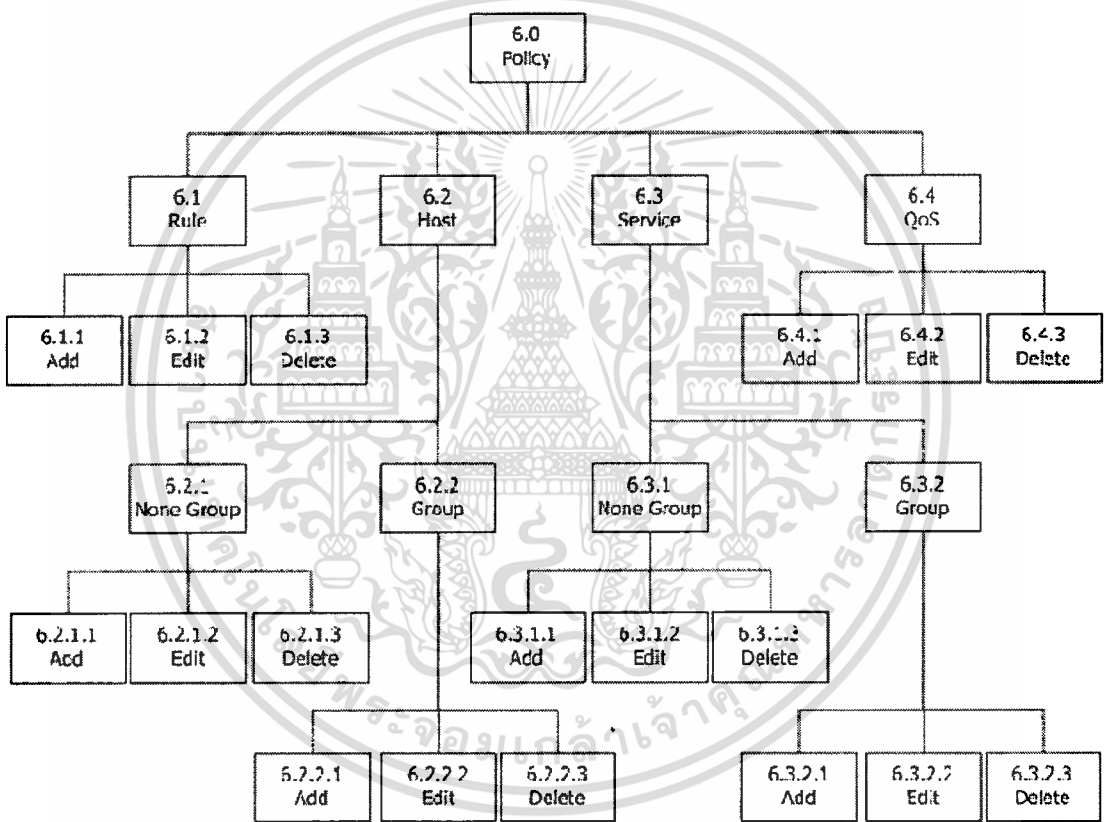


รูปที่ 3-5 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของผู้ใช้งาน

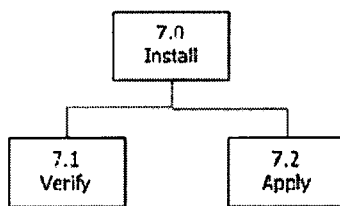
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



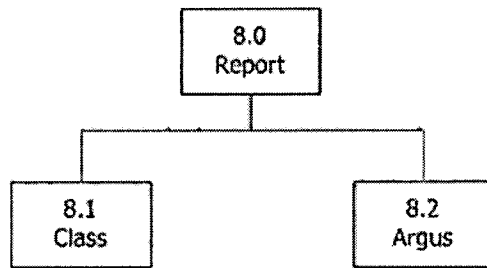
รูปที่ 3-6 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของการกำหนดค่าของเครื่อง



รูปที่ 3-7 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของการกำหนดคกฏนโยบาย



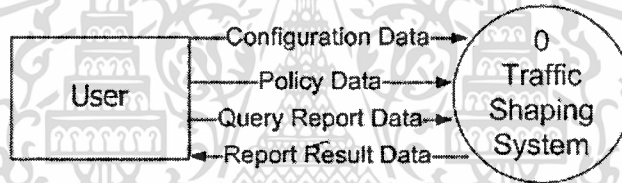
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ 3-8 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของการติดตั้งคกฏนโยบาย ระเบียบขั้นตอนการค้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



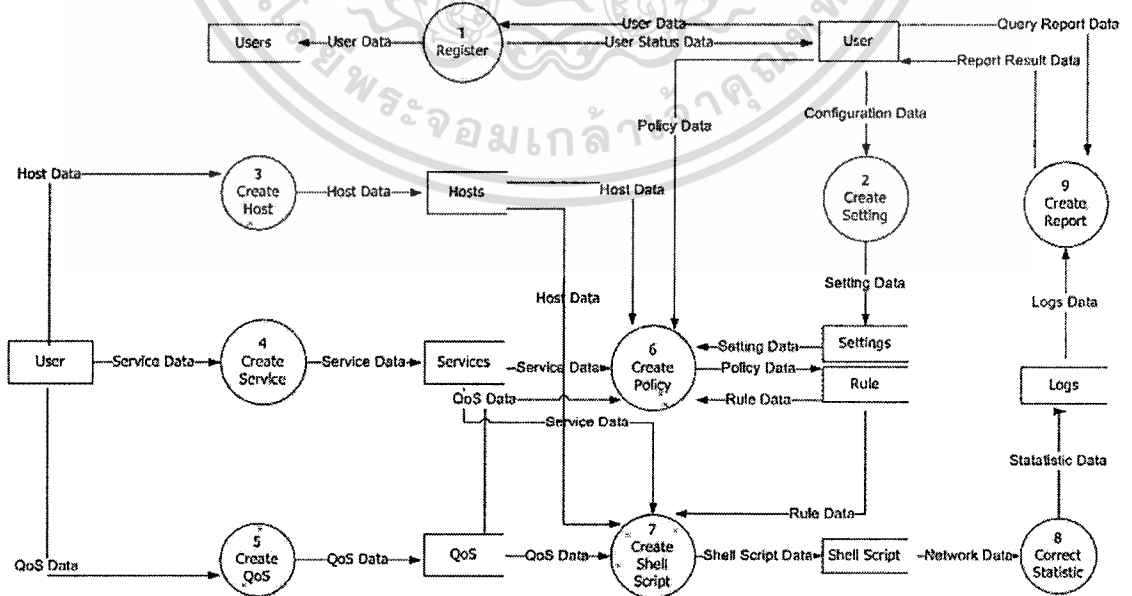
รูปที่ 3-9 โครงสร้างของเว็บแอปพลิเคชันของการสร้างรายงาน

3.4.2 คำศัพท์ไหลโคอะแกรม (Data Flow Diagram)

การออกแบบคำศัพท์ไหลโคอะแกรมในระดับ 0 และระดับ 1 ของระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเครือข่าย แสดงได้ดังรูปที่ 3-10 และรูปที่ 3-11



รูปที่ 3-10 คำศัพท์ไหลโคอะแกรมระดับที่ 0 ของระบบงานใหม่



รูปที่ 3-11 คำศัพท์ไหลโคอะแกรมระดับที่ 1 ของระบบงานใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ผู้ใดเห็นใบใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การออกแบบด้านหน้าต่างติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface)

แบ่งส่วนการทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน ออกได้เป็นดังนี้

1. การล็อกอินเข้าใช้งานระบบ (Log In)

หน้าต่างล็อกอินเข้าใช้งานระบบเพื่อควบคุมสิทธิ์ในการใช้งานระบบ

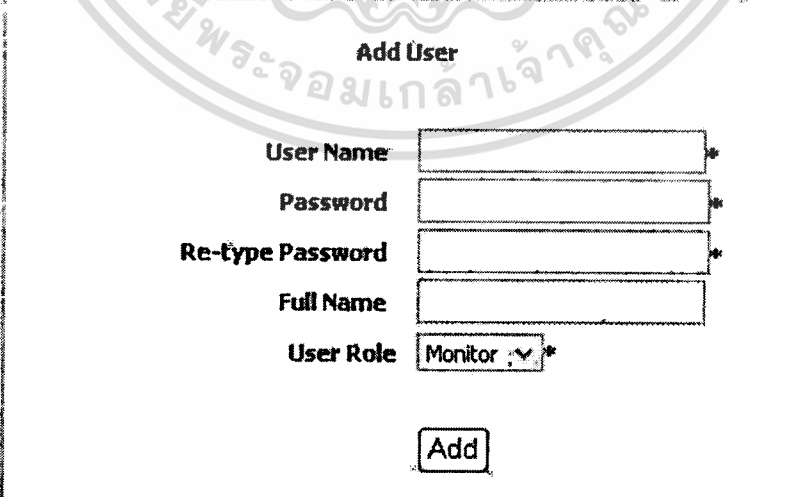


A screenshot of a login form. It features two input fields: one labeled 'USERNAME' and another labeled 'PASSWORD'. Below these fields is a button labeled 'Sign In'. The form is enclosed in a rectangular border.

รูปที่ 3-12 หน้าล็อกอินเข้าสู่ระบบ

2. การจัดการผู้ใช้งาน (User)

ส่วนการจัดการผู้ใช้งาน แบ่งออกเป็น การสร้างผู้ใช้งาน การเปลี่ยนรหัสผ่าน การลบชื่อผู้ใช้งาน การแก้ไขค่าข้อมูลชื่อผู้ใช้งาน และการเปิดดูรายการทั้งหมดของชื่อผู้ใช้งาน ซึ่งสิทธิ์ในการแก้ไข ลบหรือสร้างชื่อผู้ใช้งาน ได้นั้นจะทำได้ก็ต่อเมื่อ ชื่อผู้ใช้นั้นมีสิทธิ์อยู่ในระดับ “admin”



A screenshot of an 'Add User' form. The title 'Add User' is centered at the top. Below it are five input fields: 'User Name', 'Password', 'Re-type Password', 'Full Name', and 'User Role'. The 'User Role' field is a dropdown menu currently showing 'Monitor'. Each field has a small asterisk to its right. At the bottom center is an 'Add' button.

รูปที่ 3-13 หน้าต่างสร้างบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User Name	<input type="text" value="admin"/>
Old Password	<input type="password"/>
New Password	<input type="password"/>
Re-Type New Password	<input type="password"/>
<input type="button" value="Save"/>	

รูปที่ 3-14 หน้าต่างเปลี่ยนรหัสผ่านของบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน

Delete User	
Login Name	monitor
Full Name	System Monitor User
User Role	monitor
<input type="button" value="Delete"/>	

รูปที่ 3-15 หน้าต่างลบบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน

Edit User	
User Name	<input type="text" value="admin"/>
Password	<input type="password"/>
Re-type Password	<input type="password"/>
Full Name	<input type="text" value="System Administrative I"/>
User Role	<input type="text" value="Admin"/>
<input type="button" value="Save"/>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้สำหรับงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของหน่วยงานไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3-16 หน้าต่างแก้ไขค่าข้อมูลบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

User | Change Password | Add User

	User Name	Full Name	Role
Delete Edit	monitor	System Monikor User	monitor
Delete Edit	admin	System Administrative User	admin

รูปที่ 3-17 หน้าต่างดูรายชื่อบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน

3. การกำหนดค่าให้กับระบบ (Setting)

หน้าต่ากำหนดค่าให้กับระบบนี้ จะเป็นการกำหนดค่าชื่ออ้างอิงเครื่อง ค่าอุปกรณ์ขาเข้า (Inbound Device) และค่าอุปกรณ์ขาออก (Outbound Device) ได้แก่ ชื่ออินเทอร์เน็ตเฟซ ขนาดแบนด์วิดท์ และหน่วยนับของแบนด์วิดท์ ซึ่งค่าของแบนด์วิดท์นี้จะใช้เป็นค่าแบนด์วิดท์สูงสุดที่ใช้ในการกำหนดค่ากฎควบคุมปริมาณทราฟฟิก ดังรูปที่ 3-18 และหน้าต่ารายละเอียดของการกำหนดค่าดังรูปที่ 3-19

View | Edit

Host

Host Name

In Bound Device

Device Name

Band Width

Out Bound Device

Device Name

Band Width

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 3-18 หน้าต่ากำหนดค่าให้กับเครื่องอดให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Host	
Host Name	htb.it.kmitl.ac.th
In Bound Device	
Device Name	eth1 UP
Band Width	1024 kbit
Out Bound Device	
Device Name	eth0 UP
Band Width	1024 kbit

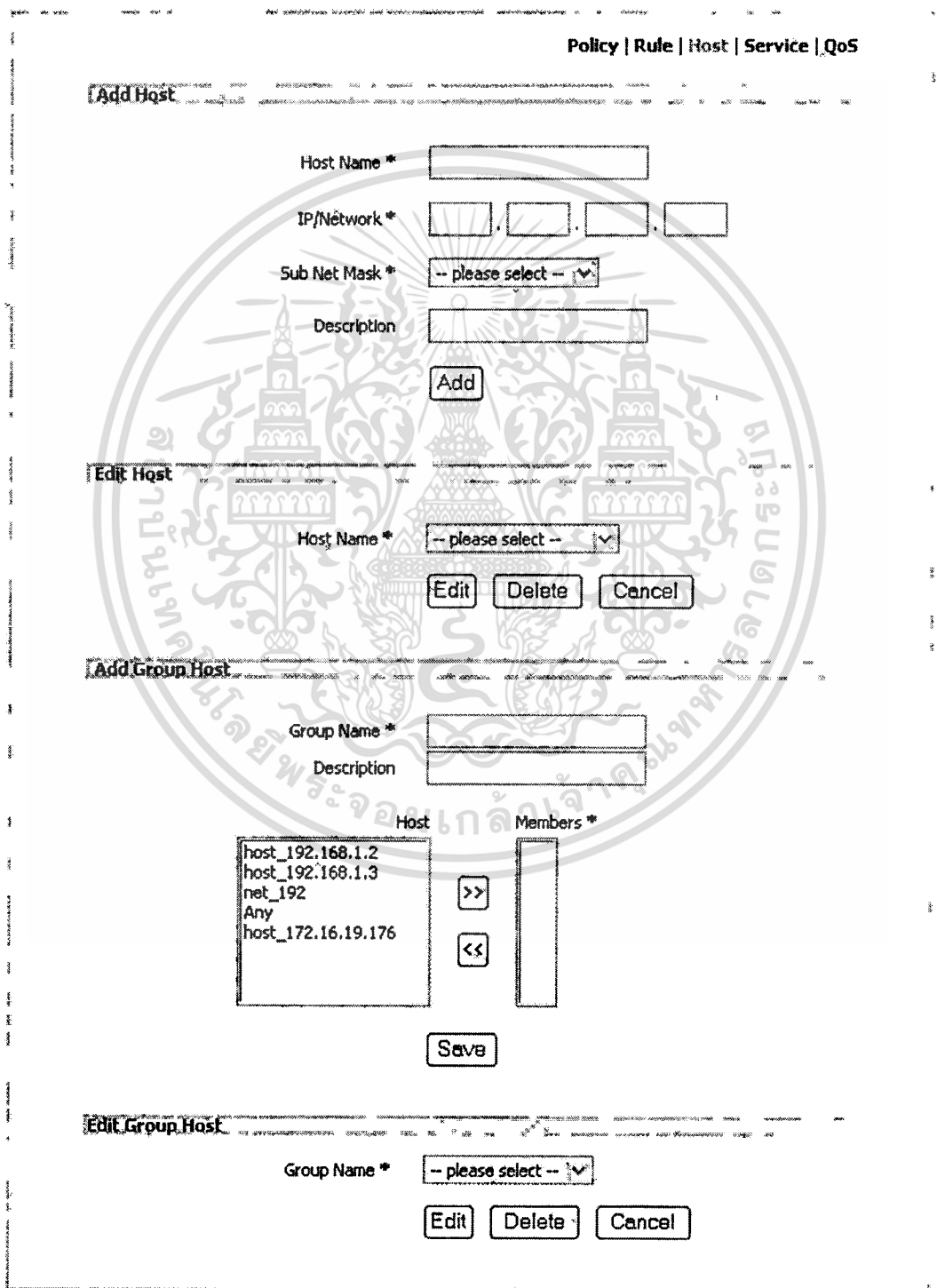
รูปที่ 3-19 หน้าต่างดูรายละเอียดของค่าที่กำหนดให้กับเครื่อง

4. การกำหนดนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก (Policy)

ส่วนหน้าต่างเหล่านี้จะเป็นการกำหนดค่านโยบายเพื่อใช้ควบคุมปริมาณทราฟฟิก ประกอบด้วยหน้าต่างการสร้าง ลบ และแก้ไขค่าของอ็อบเจ็คเครื่อง อ็อบเจ็คบริการ อ็อบเจ็คควบคุมปริมาณทราฟฟิก การสร้างกฎนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก และการดูรายละเอียดของกฎ โดยในการสร้างอ็อบเจ็คเครื่องและอ็อบเจ็คบริการนั้น สามารถสร้างเป็นกลุ่มของอ็อบเจ็คเครื่อง และกลุ่มของอ็อบเจ็คบริการ ได้

4.1 การสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจกต์โฮสต์และกลุ่มของโฮสต์

หน้าต่างนี้จะกำหนดค่าของอ็อบเจกต์เครื่อง ซึ่งเป็นการกำหนดค่าของชื่ออ็อบเจกต์ หมายเลขไอพี หมายเลขสับเน็ตมาสต์ และรายละเอียดคำอธิบาย



4.2 การสร้าง แก้ไข และลบชื่อบริการและกลุ่มของบริการ
เป็นการกำหนดค่าชื่อบริการ ประกอบด้วย ชื่อบริการ ชนิดของโพลีคอด หมายเลขพอร์ต ซึ่งสามารถกำหนดเป็นช่วงได้ และคำอธิบายรายละเอียด

Policy | Rule | Host | Service | QoS

Add Service

Service Name *

Protocol * TCP UDP ICMP

Port * :

Description

Save

Edit Service

Service Name * -- please select --

Edit Delete Cancel

Add Group Service

Group Name *

Description

Service Member *

Any
TCP-Any
UDP-Any
ICMP
L7-100bao
L7-alm
L7-aimwebcontent
L7-applejuice

>> <<

Save

Edit Group Service

Group Name * -- please select --

Edit Delete Cancel

รูปที่ 3-21 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบชื่อบริการและกลุ่มของบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดมีการนำเอกสารนี้ไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจ็กต์และกลุ่มของการควบคุมปริมาณทราฟฟิก

เป็นการกำหนดค่าของการควบคุมปริมาณทราฟฟิก ประกอบด้วยชื่ออ้างอิงการควบคุม คำอธิบาย ระดับความสำคัญ อัตราจำกัดแบนด์วิดธ์ อัตราการบีบแบนด์วิดธ์ (กรณีทีกลาสาอื่นๆ มีแบนด์วิดธ์เหลือ สามารถบีบมาใช้งานก่อนได้) และหน่วยนับของแบนด์วิดธ์

The image shows a web-based configuration interface for Quality of Service (QoS). It features two main sections: 'Add QoS' and 'Edit QoS'. The 'Add QoS' section contains the following fields and controls:

- QoS Name ***: A text input field.
- Description**: A text input field.
- Priority ***: A dropdown menu with '0 (default/highest)' selected.
- Rate ***: A text input field with a note '(Minimum rate = 224 bit.)'.
- Ceil**: A text input field with a note '(Default ceil = rate)'.
- Unit ***: A dropdown menu with '-- select --' selected and a note '(1 kbit = 1000 bit)'.
- Add**: A button to save the new QoS configuration.

The 'Edit QoS' section contains:

- QoS Name ***: A dropdown menu with '-- please select --' selected.
- Edit**, **Delete**, and **Cancel**: Buttons for managing the selected QoS configuration.

The interface is overlaid with a large, semi-transparent watermark of a university seal.

รูปที่ 3-22 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจ็กต์และกลุ่มของการควบคุมปริมาณทราฟฟิก

4.4 การสร้าง แก้ไข และลบนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก

เป็นการกำหนดกฎนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก ประกอบด้วย ชื่อกฎ ทิศทางของการควบคุม หมายเลขไอพีต้นทาง หมายเลขไอพีปลายทาง ชนิดของบริการที่ต้องการควบคุม สถานะการใช้งานกฎ ช่วงเวลาที่ใช้งานกฎนี้ ชนิดของการควบคุมทราฟฟิกและค่าอธิบายกฎ โดยจะมีข้อความบอกว่า ณ ขณะนี้กฎที่กำลังจะสร้างขึ้นมาใช้งานใหม่ มีแบนด์วิดท์ที่สามารถนำมาใช้งานได้ทั้งปริมาณทราฟฟิกขาเข้าและทราฟฟิกขาออก ว่าเหลืออีกอยู่เท่าไร

จากหน้านี้ สามารถสร้างอ็อบเจ็คเครื่อง อ็อบเจ็คบริการ และอ็อบเจ็คการควบคุมปริมาณทราฟฟิกได้ มีลักษณะดังรูปที่ 3-23 ถึงรูปที่ 3-26

จากรูปที่ 3-27 เป็นหน้าต่างรายละเอียดของกฎที่ได้สร้างไว้ โดยกฎแต่ละข้อสามารถเลื่อนสลับขึ้นลงได้ เพื่อที่สามารถจัดลำดับก่อนหลังของกฎได้

รูปที่ 3-23 หน้าต่างสร้างกฎนโยบายการควบคุมปริมาณทราฟฟิก

Add Host close

Host Name

IP/Network . . .

Sub Net Mask

Description

Add Group Host

Group Name

Description

Host	Members
host_192.168.1.2	
host_192.168.1.3	
net_192	
Any	
host_172.16.19.176	

close

รูปที่ 3-24 หน้าต่างสร้างโฮสต์และกลุ่มของโฮสต์ จากหน้าสร้างกฎนโยบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

close

Add Service

Service Name

Protocol TCP UDP ICMP

Port :

Description

Add Group Service

Group Name

Description

Service	Member
Any	
TCP-Any	
UDP-Any	
ICMP	
L7-100bao	
L7-aim	
L7-aimwebcontent	
L7-applejuice	

close

รูปที่ 3-25 หน้าต่างสร้างบริการและกลุ่มของบริการ จากหน้าสร้างกฎนโยบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

close

Add QoS

QoS Name

Description

Priority

Rate

Ceil

Unit

Edit QoS

QoS Name

close

รูปที่ 3-26 หน้าต่างสร้าง ลบ แก้ไขการควบคุมทราฟฟิก จากหน้าสร้างกฎนโยบาย

								Policy Rule Host Service QoS
Name	Source	Destination	Service	In Used	Time	QoS	Description	
<input type="button" value="edit"/> IN BOUND	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	rate 1024kbit		
<input type="button" value="edit"/> ▾ 1. test1	Any	Any	L7-http	<input type="checkbox"/>	Any	rate 256kbit	rate http 512kbit	
<input type="button" value="edit"/> ▲ 2. test2	Any	Any	L7-ssh	<input type="checkbox"/>	Any	rate 256kbit	rate L7 ssh 256kbit	
<input type="button" value="edit"/> ▲ 3. test5	Any	Any	TCP-dns	<input type="checkbox"/>	02:00 - 23:00	rate 256kbit		
4. default inbound	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	fallback inbound	default inbound rule	
OUT BOUND	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	rate 1024kbit		
<input type="button" value="edit"/> ▾ 1. test3	Any	Any	L7-http	<input type="checkbox"/>	Any	rate 256kbit	rate http 256kbit	
<input type="button" value="edit"/> ▲ 2. test4	Any	Any	TCP-ssh	<input type="checkbox"/>	02:00 - 10:45	rate 512kbit	rate ssh 512kbit edit	
3. default outbound	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	fallback outbound	default outbound rule	

รูปที่ 3-27 หน้าต่างการดูรายละเอียดของกฎนโยบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การตรวจสอบความถูกต้องของนโยบายและการติดตั้งนโยบาย (Install)
ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงกฎนโยบายควบคุมปริมาณเท่าที่ใช้งานอยู่ และส่วน
การตรวจสอบความถูกต้องและสร้างเป็นสคริปต์ เพื่อติดตั้งกฎนโยบายใช้งานต่อไป

```

Old Configurations:
# Automatic generate tc rules.
# Generated on 2006-03-14 16:14:04 by user admin

# clear old iptables ipt_layer7
/www/bin/cis_ipt_layer7

# HTB Script inbound
/sbin/tc qdisc del dev eth1 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth1 root handle 2:0 htb default 3
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:0 classid 2:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:3 htb rate 64kbit prio 0

/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:2 handle 20: sfq perturb 16
/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:3 handle 30: sfq perturb 16

/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --proto http -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --proto ssh -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/tc filter add dev eth1 parent 2:0 protocol ip prio 1 u32 match ip src 0.0.0.0/0 match ip dst 0.0.0.0/0 match ip sport 53 0xffff flowid 2:2

# HTB Script outbound
/sbin/tc qdisc del dev eth0 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth0 root handle 1:0 htb default 4
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:0 classid 1:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:3 htb rate 512kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:4 htb rate 64kbit prio 0

```

รูปที่ 3-28 หน้าต่างแสดงกฎนโยบายเก่า

```

# Automatic generate tc rules.
# Generated on 2006-03-15 22:15:35 by user admin

# clear old iptables ipt_layer7
/www/bin/cis_ipt_layer7

# HTB Script inbound
/sbin/tc qdisc del dev eth1 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth1 root handle 2:0 htb default 3
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:0 classid 2:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:3 htb rate 64kbit prio 0

/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:2 handle 20: sfq perturb 16
/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:3 handle 30: sfq perturb 16

/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --proto http -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --proto ssh -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/tc filter add dev eth1 parent 2:0 protocol ip prio 1 u32 match ip src 0.0.0.0/0 match ip dst 0.0.0.0/0 match ip sport 53 0xffff flowid 2:2

# HTB Script outbound
/sbin/tc qdisc del dev eth0 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth0 root handle 1:0 htb default 4
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:0 classid 1:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:3 htb rate 512kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:4 htb rate 64kbit prio 0

/sbin/tc qdisc add dev eth0 parent 1:2 handle 20: sfq perturb 16

```

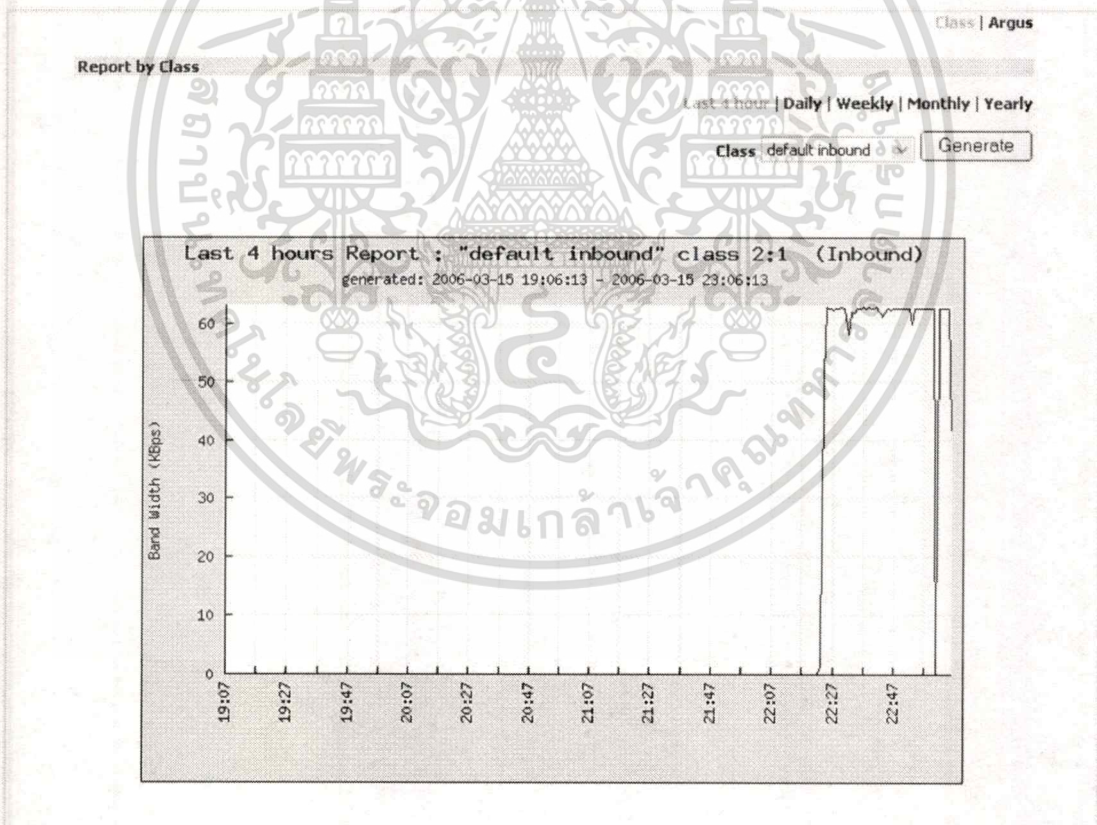
รูปที่ 3-29 หน้าต่างการตรวจสอบและการติดตั้งกฎนโยบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

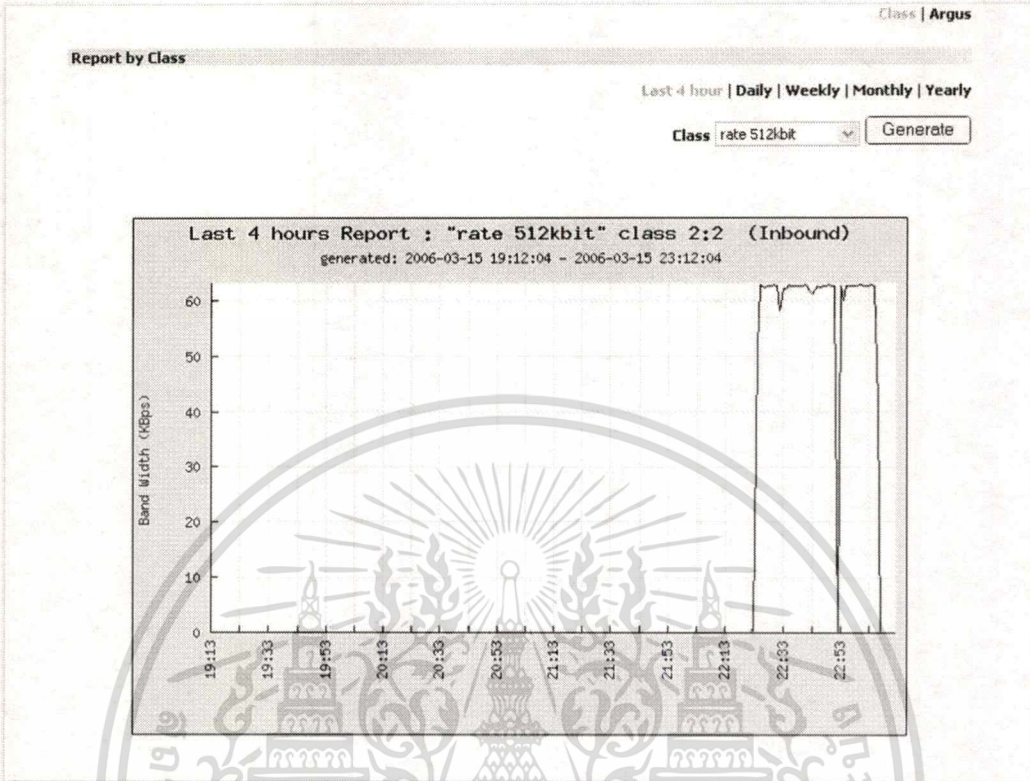
6. การรายงานแสดงผล (Report)

ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ ได้แก่

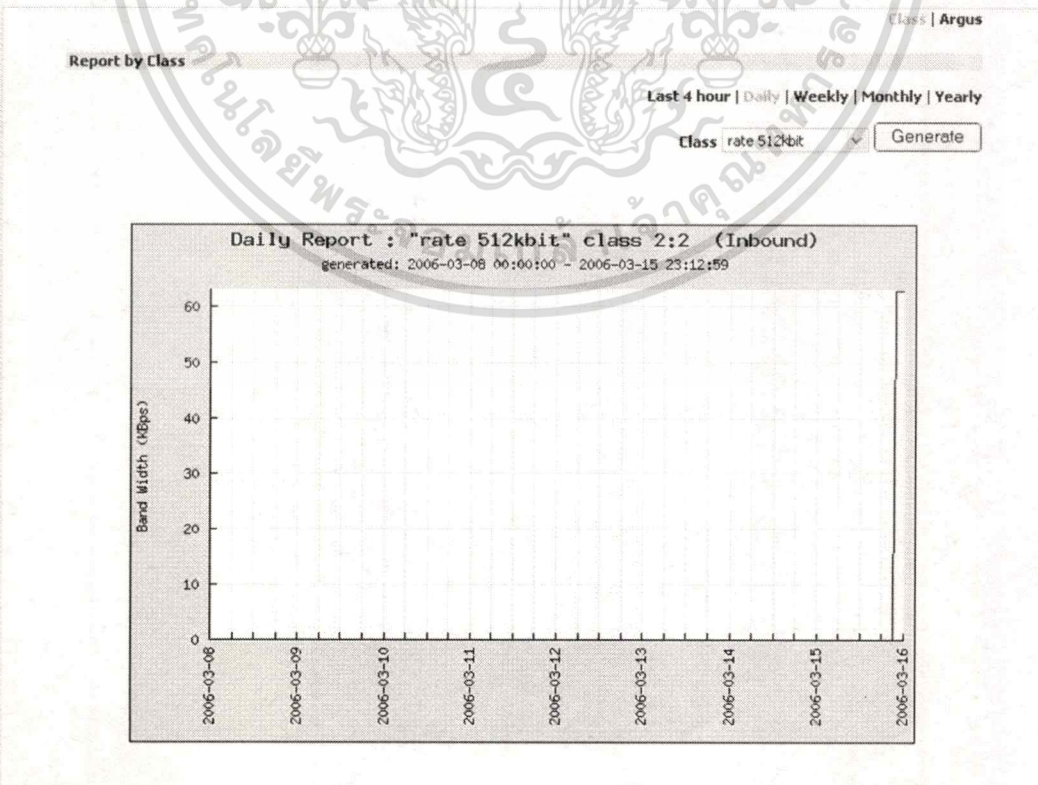
1. รายงานจากสถิติของ tc ที่รวบรวมได้จากแต่ละคลาสของกฎนโยบายที่ได้ติดตั้งใช้งานไป ซึ่งแบ่งเป็น inbound และ outbound และชนิดของรายงานแบ่งเป็น รายงานราย 4 ชั่วโมง รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือนและรายปี ดังรูปที่ 3-30 ถึง 3-35
2. รายงานจากสถิติของ argus โดยแบ่งเป็นรายงานตามหมายเลขไอพี รายงานตามบริการ และการสืบค้นหาตามหมายเลขไอพี และหมายเลขบริการ ดังรูปที่ 3-35 ถึง 3-39



รูปที่ 3-30 หน้าต่างรายงานราย 4 ชั่วโมงของ inbound ทั้งหมด

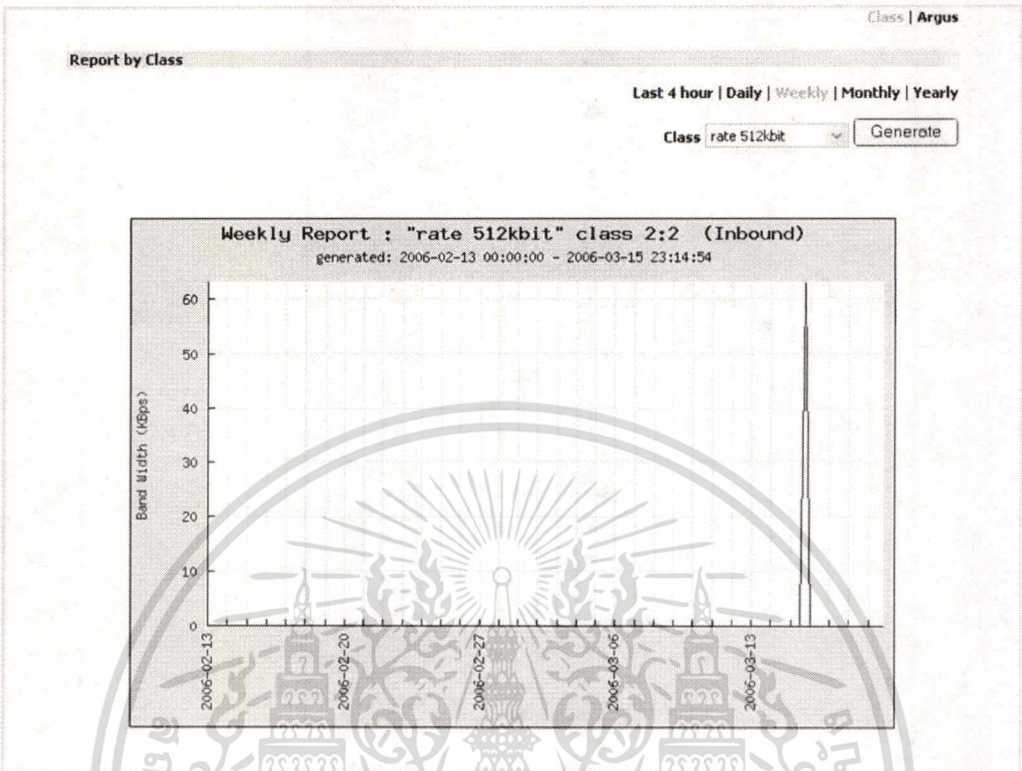


รูปที่ 3-31 หน้าต่างรายงานราย 4 ชั่วโมงของคลาส "rate 512kbit"

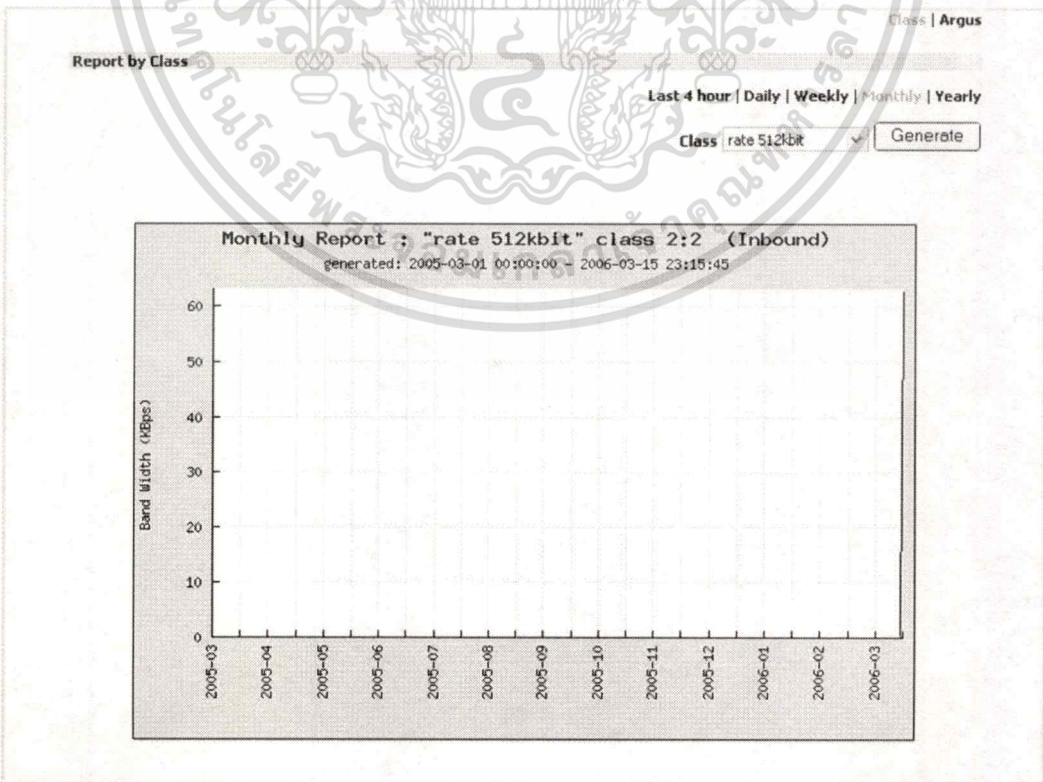


รูปที่ 3-32 หน้าต่างรายงานรายวันของคลาส "rate 512kbit"

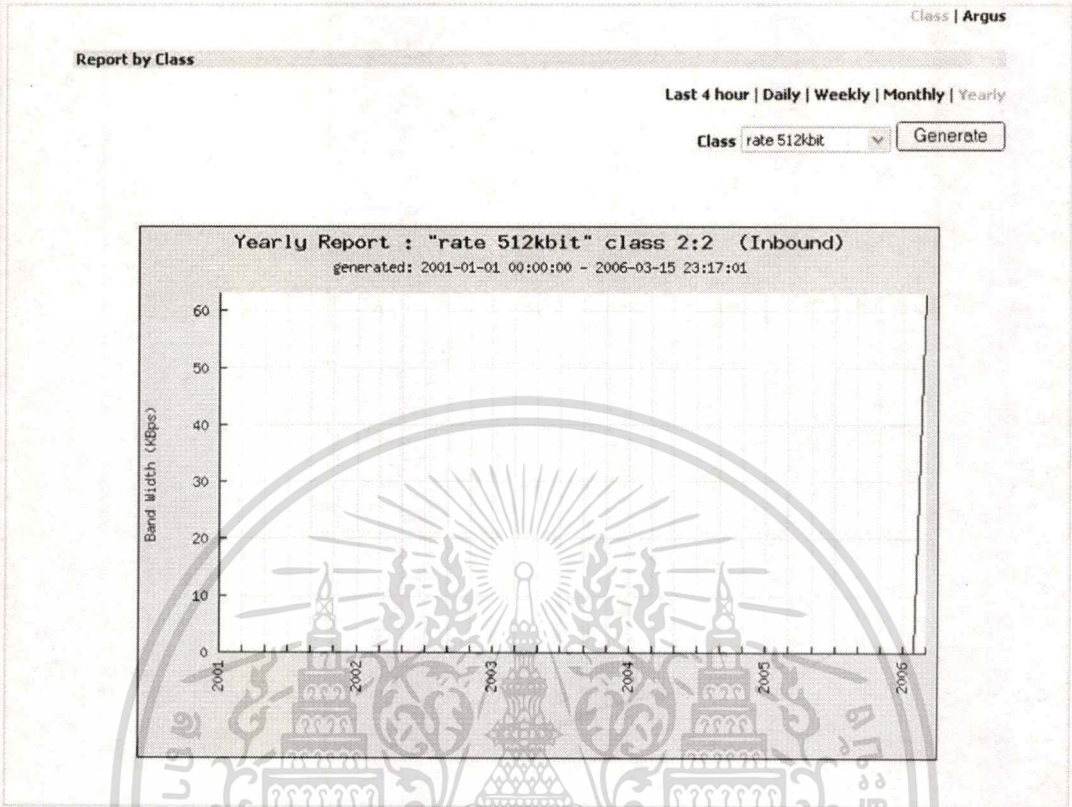
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภายในงานที่ออกเสียงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-33 หน้าต่างรายงานรายสัปดาห์ของคลาส “rate 512kbit”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ รูปที่ 3-34 หน้าต่างรายงานรายเดือนของคลาส “rate 512kbit” ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-35 หน้าต่างรายงานรายปีของคลาส "rate 512kbit"

Class | Argus

Report by Argus

Search | Host | Service

Host	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
172.16.19.21	623,027	883,749,331
192.168.1.3	597,573	847,989,815
192.168.1.2	28,834	40,919,624
172.16.19.176	21,077	16,409,656
192.168.1.1	471	28,260

Host	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
172.16.19.176	625,594	33,837,611
172.16.19.21	19,070	3,402,722
10.13.133.26	799	72,373
192.168.1.255	412	71,677
172.16.19.255	420	59,421
192.168.1.3	492	22,484
192.168.1.1	55	3,700
239.255.255.250	18	3,150
192.168.1.2	32	1,938
172.16.19.130	26	1,252
224.0.0.22	22	1,188
172.16.19.22	16	752
224.0.0.2	3	126
255.255.255.255	1	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 3-36 หน้าต่างรายงาน argus ตามหมายเลขไอพี
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Class | Argus

Report by Argus

Search | Host | Service

Destination Port	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
80	1,251,282	1,775,392,945
443	11,469	9,098,595
22	7,322	4,552,712
53	0	0
137	0	0
138	0	0
1900	0	0
3527	0	0
Other services	0	0

Destination Port	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
80	627,092	34,028,286
22	7,102	2,139,196
443	10,074	1,054,893
138	335	81,882
53	824	74,273
137	497	49,216
1900	18	3,150
3527	1	90
Other services	1	90

รูปที่ 3-37 หน้าต่างรายงาน argus ตามหมายเลขบริการ

Class | Argus

Report by Argus

Search | Host | Service

IP Address

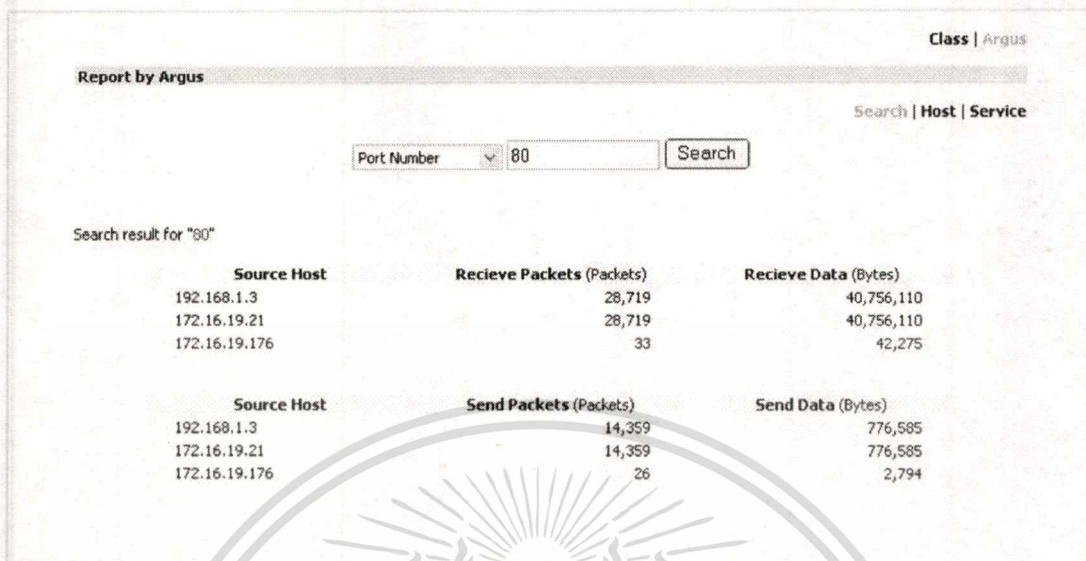
Search result for "192.168.1.3"

Destination Port	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
80	597,544	847,988,597
Other services	29	1,218
53	0	0
137	0	0
138	0	0
1900	0	0

Destination Port	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
80	299,215	16,186,412
138	200	48,681
137	192	20,796
Other services	66	3,828
1900	18	3,150
53	25	1,900

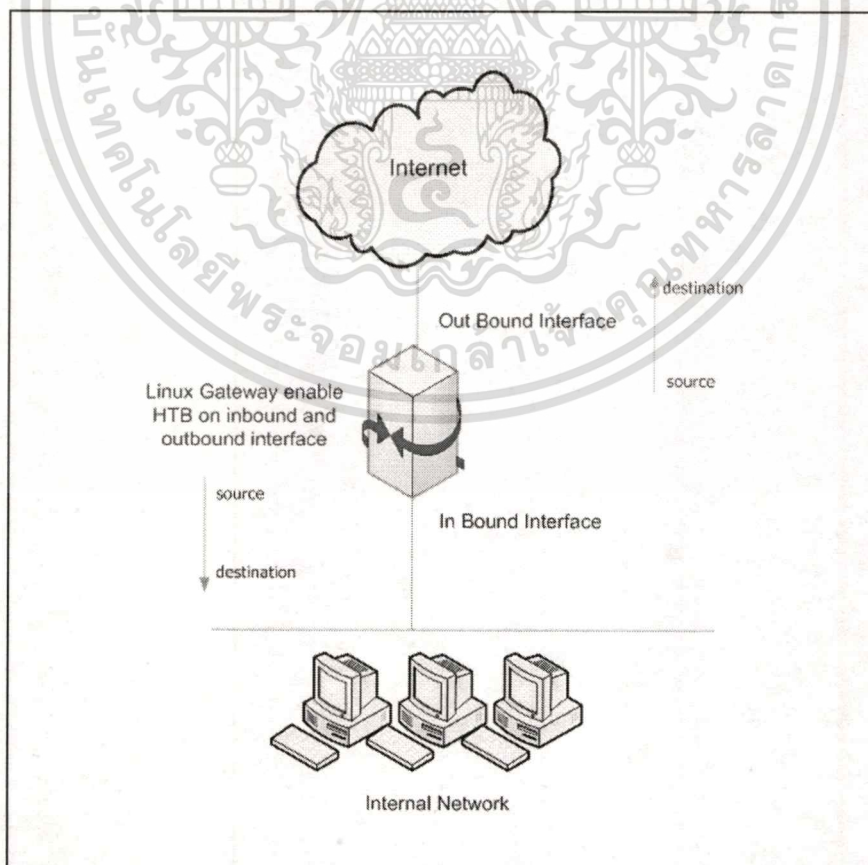
รูปที่ 3-38 หน้าต่างรายงาน argus การสืบค้นหาตามหมายเลขไอพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-39 หน้าต่างรายงาน argus การสืบค้นหาตามหมายเลขบริการ

3.5 แผนภาพทางเครือข่าย



รูปที่ 3-40 แผนภาพทางเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

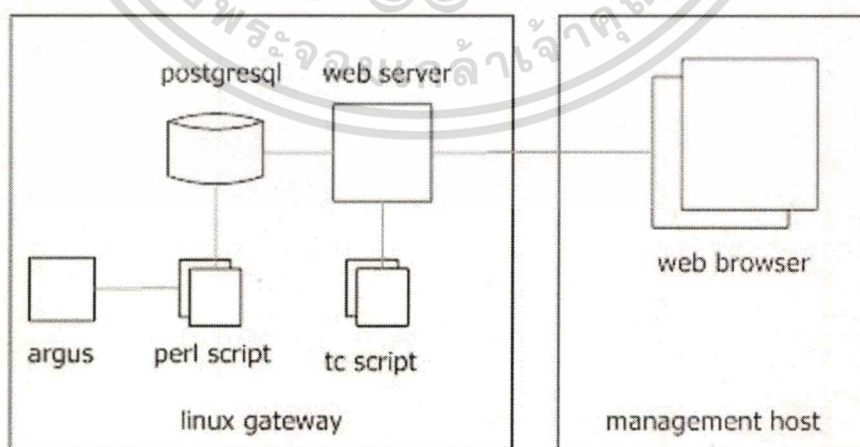
จากรูปที่ 3-40 แสดงแผนภาพทางเครือข่ายแบ่งการทำงานของระบบควบคุมทราฟฟิกขาเข้า (Inbound Traffic) และขาออก (Outbound Traffic) โดยมีทิศทางของหมายเลขไอพีต้นทาง (Source IP) และหมายเลขไอพีปลายทาง (Destination IP) ตามทิศทางของทราฟฟิก

3.6 การทำงานโดยภาพรวมของระบบ

การทำงานจะให้ผู้ใช้ ใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ติดต่อเข้ามายังเครื่องแม่ข่ายเว็บ (Web server) ผ่านทางโพลโตคอล HTTPS ซึ่งการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเครื่องที่เปิดเว็บเบราว์เซอร์ และเครื่องแม่ข่ายเว็บ (คือ เครื่องที่เป็น Linux Gateway) จะเข้ารหัสข้อมูลไว้ ทำให้เกิดความปลอดภัย ข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลการกำหนดค่าของเครื่อง ค่าของนโยบายทางเครือข่าย จะถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูล

เมื่อทำการติดตั้งกฎนโยบายแล้วจะได้เชลล์สคริปต์ (tc script) ที่ประกอบด้วยการทำงานของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกแบบบรรทัด

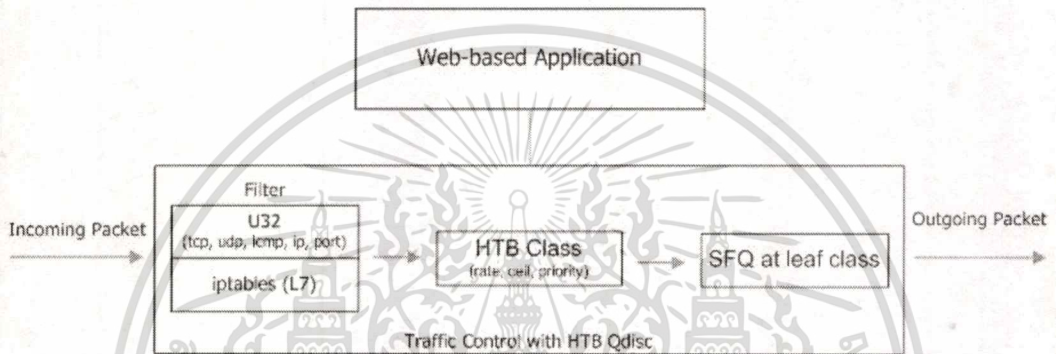
จากรูปที่ 3-41 ในส่วนของ Linux Gateway ทำงานเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการสร้างกฎนโยบายทางเครือข่าย แล้วนำกฎนโยบายดังกล่าวสร้างออกมาเป็นเชลล์สคริปต์ (tc script) และส่วนการทำงานของสคริปต์ (Perl Script) ที่ทำการอ่านค่าสถิติทางเครือข่ายของ tc และค่าสถิติจาก Argus เข้าไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูล เพื่อนำไปแสดงผลเป็นรายงานทางเว็บต่อไป



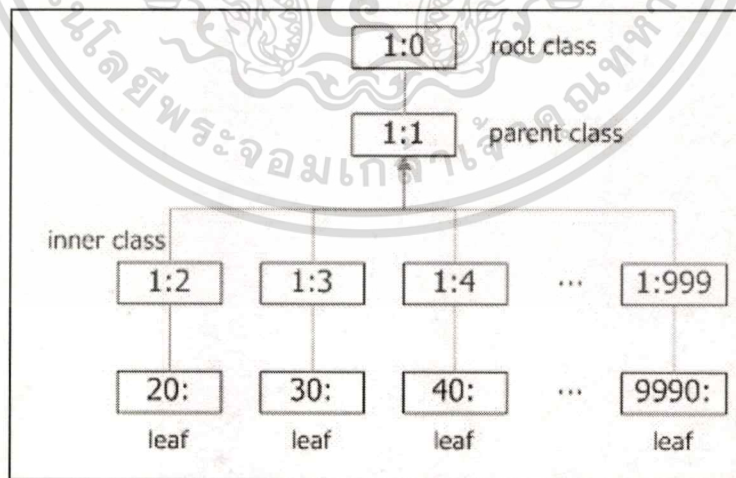
รูปที่ 3-41 ระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

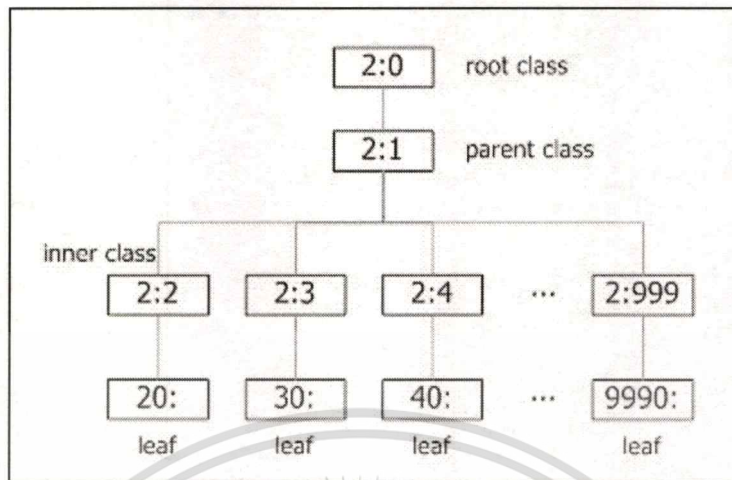
จากรูปที่ 3-42 แสดงให้เห็นถึงการไหลของแพ็กเก็ตตั้งแต่ที่แพ็กเก็ตตั้งเข้ามาในระบบ และได้วิ่งออกไปจากระบบ การทำงานเป็นดังนี้ เมื่อเว็บแอปพลิเคชัน ทำการติดตั้งกฎนโยบาย แพ็กเก็ตที่วิ่งเข้ามายังเครื่องลินุกซ์เกตเวย์จะถูกกรองด้วย iptables สำหรับต้องการควบคุมปริมาณทราฟฟิกในระดับแอปพลิเคชัน และ U32 สำหรับต้องการควบคุมปริมาณทราฟฟิกทั่วไปด้วยหมายเลขพอร์ต (หรือหมายเลขบริการ) หมายเลขไอพี



รูปที่ 3-42 การไหลของแพ็กเก็ตของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก



รูปที่ 3-43 โครงสร้างคลาสของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกขาออก (Outbound)

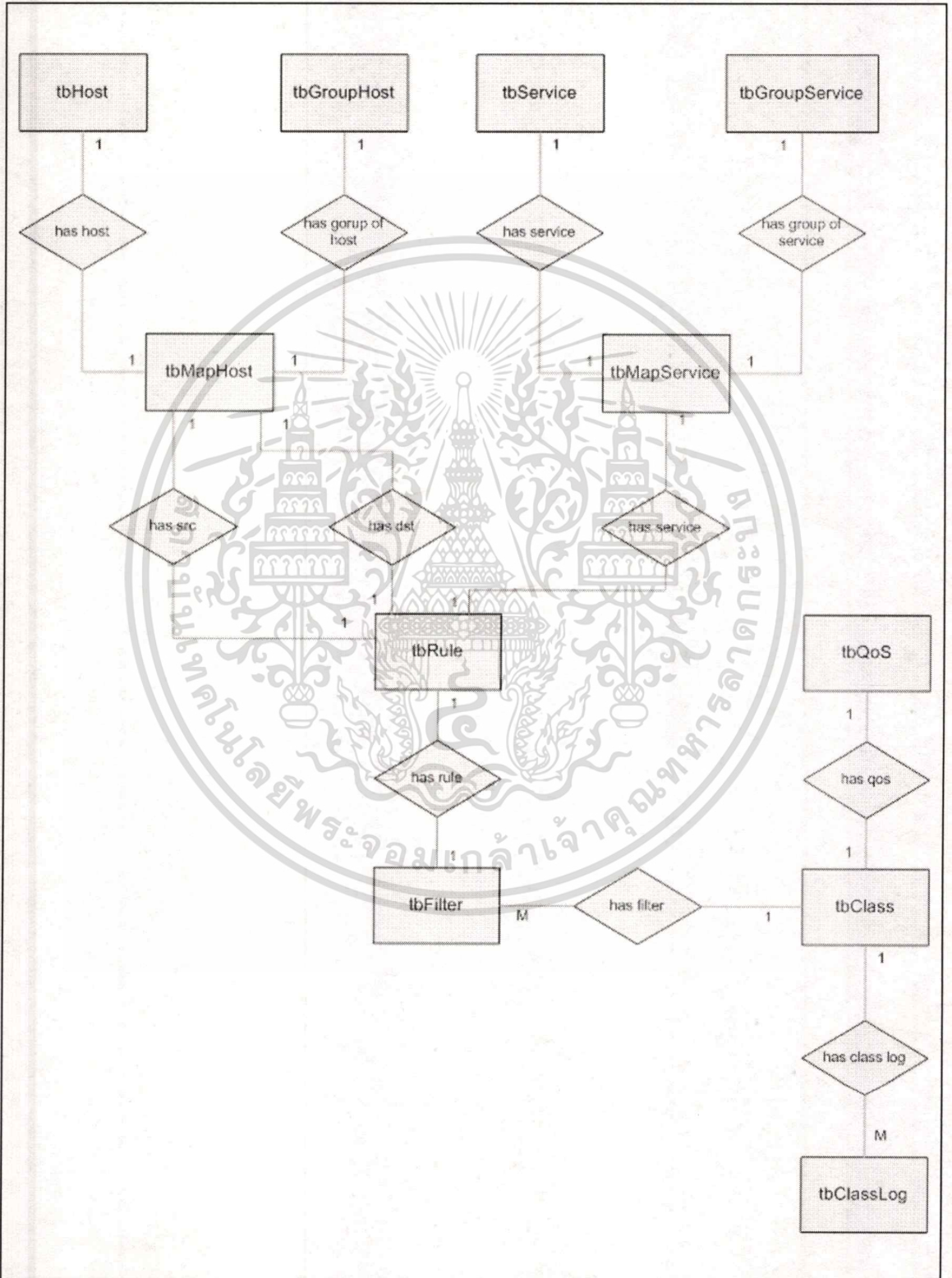


รูปที่ 3-44 โครงสร้างคลาสของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกขาเข้า (Inbound)

หลังจากนั้นแพ็กเก็ตก็จะถูกปรับแต่งตามการจำกัดแบนด์วิดท์ (rate), การรับประกันแบนด์วิดท์ (ceil) และการจัดลำดับความสำคัญ (priority) ที่ได้กำหนดไว้ และก็จะถูกลดปล่อยแพ็กเก็ตออกไปยังอินเทอร์เน็ตด้วยอัลกอริทึมแบบ SFQ ต่อไป

โครงสร้างของคลาสได้ออกแบบให้มีความลึก 2 ระดับของโครงสร้างลำดับชั้น แสดงได้ดังรูปที่ 3-43 และ รูปที่ 3-44 โดยโครงสร้างคลาสของทราฟฟิกขาออก กำหนดเป็นหมายเลข 1 และโครงสร้างคลาสของทราฟฟิกขาเข้า กำหนดเป็นหมายเลข 2

3.7 แผนภาพอีอาร์ (ER-Diagram)



รูปที่ 3-45 แผนภาพอีอาร์ของการพัฒนาระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

ตารางฐานข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ ดังตารางที่ 3-1 ประกอบด้วย 14 ตาราง ใช้ในการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน ข้อมูลกำหนดค่าของเครื่อง ข้อมูลการสร้างกฎและข้อมูลสถิติต่างๆ

ตารางที่ 3-1 พจนานุกรมข้อมูลของระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิก

Table Name	Description
tbUser	ข้อมูลผู้ใช้งาน
tbInterface	ข้อมูลรายละเอียดค่าอินเทอร์เน็ตเฟซของเว็บแอปพลิเคชัน
tbHost	ข้อมูลของฮ็อบเจ็ค โฮสต์
tbGroupHost	ข้อมูลกลุ่มของฮ็อบเจ็ค โฮสต์
tbMapHost	ข้อมูลของจับคู่ฮ็อบเจ็ค โฮสต์และกลุ่มของ โฮสต์
tbService	ข้อมูลของฮ็อบเจ็คบริการ
tbGroupService	ข้อมูลกลุ่มของฮ็อบเจ็คบริการ
tbMapService	ข้อมูลของจับคู่ฮ็อบเจ็คบริการและกลุ่มของบริการ
tbQoS	ข้อมูลของการปรับแต่งทราฟฟิก
tbRule	ข้อมูลกฎนโยบายของ HTB
tbClass	ข้อมูลคลาสตามกฎนโยบาย
tbClassLog	ข้อมูลสถิติการใช้งานบริการตามคลาส
tbFilter	ข้อมูลการกรองตามคลาส
tbLog	ข้อมูลสถิติการใช้งานบริการทางเครือข่าย

ตารางที่ 3-2 ข้อมูลผู้ใช้งาน

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbUser					
Table Description : ข้อมูลผู้ใช้งาน					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
chyUsrNam	varchar(50)	PK		ชื่อผู้ใช้งาน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
chvUsrPas	varchar(40)			รหัสผู้ใช้งาน	
chvUsrFulNam	varchar(100)		/	ชื่อเต็มผู้ใช้งาน	
chvUsrRole	varchar(20)			หน้าที่ผู้ใช้งาน	
chvUsrModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
chvUsrMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-3 ข้อมูลรายละเอียดค่าอินเทอร์เน็ตเฟซของเว็บแอปพลิเคชัน

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbInterface					
Table Description : ข้อมูลรายละเอียดค่าอินเทอร์เน็ตเฟซของเว็บแอปพลิเคชัน					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
chvIntNam	varchar(5)	PK		ชื่ออินเทอร์เน็ตเฟซ	
chvIntIP	varchar(15)			หมายเลขไอพี	
chvIntNetMas	varchar(2)			หมายเลขสับเน็ต	
chvIntTyp	varchar(3)			ชนิดของอินเทอร์เน็ตเฟซ ค่า IN, OUT, MNT	
intIntBW	varchar(15)			ขนาดแบนด์วิดธ์	
chvIntUnit	varchar(5)			หน่วยของแบนด์วิดธ์ bps = Bytes/sec kbps = Kilobytes/sec mbps = Megabytes/sec bit = bit/sec kbit = Kilobits/sec mbit = Megabits/sec	
chvIntModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datIntMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-4 ข้อมูลของฮ็อบเจ็ท โฮสต์

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbHost					
Table Description : ข้อมูลของฮ็อบเจ็ท โฮสต์					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numHosID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขโฮสต์	
chvHosNam	varchar(50)			ชื่อโฮสต์	
chvHosIP	varchar(15)			หมายเลขไอพี	
chvHosNetMas	varchar(2)			หมายเลขสับเน็ต	
chvHosDes	varchar(100)		/	คำอธิบาย	
chvHosModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datHosMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-5 ข้อมูลกลุ่มของฮ็อบเจ็ท โฮสต์

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbGroupHost					
Table Description : ข้อมูลกลุ่มของฮ็อบเจ็ท โฮสต์					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numGrpHosID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขกลุ่มโฮสต์	
chvGrpHosNam	varchar(50)			ชื่อกลุ่มโฮสต์	
numGrpHosMem	varchar(10)	FK		สมาชิก	tbHost
chvGrpHosDes	varchar(100)		/	คำอธิบาย	
chvGrpHosModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datGrpHosMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-6 ข้อมูลของจับคู่อ็อบเจ็กต์ โฮสต์และกลุ่มของโฮสต์

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbMapHost					
Table Description : ข้อมูลของจับคู่อ็อบเจ็กต์ โฮสต์และกลุ่มของโฮสต์					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numMapHosID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขจับคู่	
chvMapHosNam	varchar(50)			ชื่อจับคู่โฮสต์	
numHosID	numeric(10,0)	FK	/	หมายเลขโฮสต์	tbHost
chvGrpHosID	varchar(50)	FK	/	หมายเลขกลุ่มโฮสต์	tbGroupHost
chvMapHosModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datMapHosMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-7 ข้อมูลของอ็อบเจ็กต์บริการ

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbService					
Table Description : ข้อมูลของอ็อบเจ็กต์บริการ					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numSrvID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขบริการ	
chvSrvNam	varchar(50)			ชื่อบริการ	
chvSrvPro	varchar(50)			ชื่อโพลโตคอล	
chvSrvPor1	varchar(10)			หมายเลขพอร์ต1	
chvSrvPor2	varchar(10)		/	หมายเลขพอร์ต2	
chvSrvTyp	varchar(1)			ชนิดของพอร์ต 0 = non-range(default) 1 = range	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-7 (ต่อ)

Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
chvSrvDes	varchar(100)		/	คำอธิบาย	
chvSrvModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datSrvMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-8 ข้อมูลกลุ่มของอีอบเจ็คบริการ

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbGroupService					
Table Description : ข้อมูลกลุ่มของอีอบเจ็คบริการ					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numGrpSrvID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขกลุ่มบริการ	
chvGrpSrvNam	varchar(50)			ชื่อกลุ่มบริการ	
numGrpSrvMem	varchar(10)	FK		สมาชิก	tbService
chvGrpSrvDes	varchar(100)		/	คำอธิบาย	
chvGrpSrvModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datGrpSrvMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-9 ข้อมูลของจับคู่อีอบเจ็คบริการและกลุ่มของบริการ

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbMapService					
Table Description : ข้อมูลของจับคู่อีอบเจ็คบริการและกลุ่มของบริการ					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numMapSrvID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขจับคู่	
chvMapSrvNam	varchar(50)			ชื่อจับคู่บริการ	

ตารางที่ 3-9 (ต่อ)

Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numSrvID	numeric(10,0)	FK	/	หมายเลขบริการ	tbService
chvGrpSrvID	varchar(50)	FK	/	หมายเลขกลุ่มบริการ	tbGroupService
chvMapSrvModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datMapSrvMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-10 ข้อมูลของการปรับแต่งทราฟฟิก

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbQoS					
Table Description : ข้อมูลของการปรับแต่งทราฟฟิก					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numQoSID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขการปรับแต่ง	
chvQoSName	varchar(50)			ชื่อการปรับแต่ง	
numRate	numeric(10,0)		/	ขนาดของ rate	
chvRateUnit	varchar(10)		/	หน่วยของ rate	
numBurst	numeric(10,0)		/	ขนาดของ burst	
chvBurstUnit	varchar(10)		/	หน่วยของ burst	
chvPrio	varchar(2)		/	ขนาดของ priority	
numSlot	numeric(10,0)		/	ขนาดของ slot	
numPSlot	numeric(10,0)		/	ขนาดของ pslot	
numCeil	numeric(10,0)		/	ขนาดของ ceil	
chvCeilUnit	varchar(10)		/	หน่วยของ ceil	
numCBurst	numeric(10,0)		/	ขนาดของ cburst	
chvCBurstUnit	varchar(10)		/	หน่วยของ cburst	
numMTU	numeric(10,0)		/	ขนาดของ MTU	
numQuatum	numeric(10,0)		/	ขนาดของ Quatum	

ตารางที่ 3-10 (ต่อ)

Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
chvQoSDesc	varchar(100)		/	คำอธิบาย	
chvQoSModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datQoSMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-11 ข้อมูลกฎของ HTB

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbRule					
Table Description : ข้อมูลกฎของ HTB					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numRulID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขกฎ	
chvRulNam	varchar(50)			ชื่อกฎ	
numRulTyp	numeric(10)		/	ชนิดของกฎ NULL = Group Not Null = Sub group	
chvRulDir	varchar(1)			ทิศทางของแพ็คเกจ 0 = เข้า 1 = ออก	
numRulSrc	numeric (10)	FK	/	หมายเลขโฮสต์ต้นทาง	tbMapHost
numRulDst	numeric (10)	FK	/	หมายเลขโฮสต์ปลายทาง	tbMapHost
numRulSrv	numeric (10)	FK	/	หมายเลขบริการ	tbMapService
chvRulInUse	varchar(1)			สถานการณ์ใช้งานกฎ 0 = ใช้งาน (default) 1 = ไม่ใช้งาน	
chvRulStaTimHou	varchar(2)			เวลาชั่วโมงเริ่มต้น -1 = เวลาใดๆ (default)	

ตารางที่ 3-11 (ต่อ)

Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
chvRulStaTimMin	varchar(2)			เวลาที่เริ่มต้น -1 = เวลาใดๆ (default)	
chvRulEndTimHou	varchar(2)			เวลาชั่วโมงหยุด -1 = เวลาใดๆ (default)	
chvRulEndTimMin	varchar(2)			เวลาที่หยุด -1 = เวลาใดๆ (default)	
numRulQoS	numeric (10)	FK	/	หมายเลขการ ปรับแต่งทราฟฟิก	tbQoS
chvRulDes	varchar(100)		/	คำอธิบาย	
datRulModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
chvRulMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-12 ข้อมูลสถิติการใช้งานบริการตามคลาส

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbClassLog					
Table Description : ข้อมูลสถิติการใช้งานบริการตามคลาส					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
datTime	timestamp	PK		เวลาที่เก็บค่าสถิติ	
chvClaID	varchar (10)		/	หมายเลขของคลาส	tbClass
numToken	numeric(10,0)		/	จำนวน tokens	
numCToken	numeric(10,0)		/	จำนวน ctokens	
numSent	numeric(20,0)		/	จำนวนแพ็กที่ส่ง	
numSpeed	numeric(20,0)		/	จำนวนความเร็วของแพ็กเก็ต	
chvCurUse	varchar(9)			Log ที่เกิดจากกฎปัจจุบัน Default = 0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-13 ข้อมูลคลาสตามกฎ โยบาย

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbClass					
Table Description : ข้อมูลคลาสตามกฎ โยบาย					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numClaID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขของคลาส	
numRulID	numeric(10,0)	FK		หมายเลขการควบคุมนโยบาย	tbQoS
numMajHan	numeric(10,0)			หมายเลข handle หลัก	
numMinHan	numeric(10,0)			หมายเลข handle รอง	
chvClaModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser
datMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-14 ข้อมูลกรองของคลาส

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbFilter					
Table Description : ข้อมูลกรองของคลาส					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
numFilID	numeric(10,0)	PK		หมายเลขของคลาส	
numClaID	numeric(10,0)	FK		หมายเลขกฎนโยบาย	tbClass
numRulID	numeric(10,0)	FK		หมายเลขกฎ	tbRule
numFilParMajHan	numeric(10,0)			หมายเลข handle หลัก ของคลาสพ่อ	
cnumFilParMinHan	numeric(10,0)			หมายเลข handle รองของ คลาสพ่อ	
chvFilModBy	varchar(50)	FK	/	ชื่อผู้แก้ไข	tbUser

ตารางที่ 3-14 (ต่อ)

Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
datFilMod	timestamp		/	วันที่ทำการแก้ไข	

ตารางที่ 3-15 ข้อมูลสถิติการใช้งานบริการทางเครือข่าย

System Name : Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting					
Table Name : tbLog					
Table Description : ข้อมูลสถิติการใช้งานบริการทางเครือข่าย					
Create Date : 13/12/2005					
Modify Date : 13/12/2005					
Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
Start_Time	timestamp	PK		เวลาของการติดต่อ	
Duration	numeric(10,6)	PK		ช่วงเวลาของการติดต่อ	
Flgs	varchar(10)		/	ชนิดสถานะการติดต่อ	
Type	varchar(10)		/	ชนิดของการติดต่อ เช่น tcp, udp, icmp, arp	
SrcAddr	varchar(15)		/	หมายเลขไอพีต้นทาง	
Sport	numeric(16,0)		/	หมายเลขพอร์ตต้นทาง	
Dir	char(10)		/	ทิศทางการติดต่อ	
DstAddr	varchar(15)		/	หมายเลขไอพีปลายทาง	
Dport	numeric(16,0)		/	หมายเลขพอร์ตปลายทาง	
SrcPkt	numeric(10,0)		/	จำนวนแพ็กเก็ตที่ส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง	
DstPkt	numeric(10,0)		/	จำนวนแพ็กเก็ตที่ส่งจากปลายทางไปยังต้นทาง	
SrcBytes	numeric(10,0)		/	ขนาดข้อมูลที่ส่งจากต้นทางไปยังปลายทาง	
DstBytes	numeric(10,0)		/	ขนาดข้อมูลที่ส่งจากปลายทางไปยังต้นทาง	

ตารางที่ 3-15 (ต่อ)

Field Name	Data Type	Key	NULL	Description	Ref. Table
State	char(3)		/	สถานะของการติดต่อ	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การพัฒนาและทดสอบระบบ

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ แบ่งออกเป็น ดังนี้

4.1.1 ฮาร์ดแวร์

ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 2 เครื่อง เพื่อใช้เป็นเครื่องลินุกซ์เกตเวย์ จำนวน 1 เครื่อง และใช้เป็นเครื่องไคลเอนท์ จำนวน 1 เครื่อง โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- ซีพียู เพนเทียม 4 ความเร็ว 3.0 กิกะเฮิร์ต
- ฮาร์ดดิส ความจุ 80.0 กิกะไบต์
- หน่วยความจำ ขนาด 512 เมกะไบต์

4.2.2 ซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาระบบ และใช้ในการทำงานของระบบ มีรายชื่อดังต่อไปนี้

1. Linux Fedora Core 4 Kernel 2.6.11-1

เครื่องลินุกซ์เกตเวย์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องที่ติดตั้งระบบและทำการควบคุมปริมาณทราฟฟิก โดยทำการคอมไพล์เคอร์เนลใหม่เป็นรุ่น 2.6.14.4 เพื่อสนับสนุนการทำงานของ L7 Filter

2. Microsoft Windows XP Professional

เครื่องไคลเอนท์ที่ทำหน้าที่จำลองสร้างทราฟฟิกจากเครือข่ายภายใน (Internal Network) ออกไปยังเครือข่ายนอก (External Network)

3. Apache Web Server 1.3.34

โปรแกรมเครื่องแม่ข่าย (Web Server) ใช้สำหรับให้บริการเว็บ ได้แก่ การกำหนดค่านโยบายและการเรียกดูรายงาน (Report)

4. Mod SSL 2.8.25-1.3.34

โปรแกรมที่ช่วยให้เครื่องแม่ข่ายรองรับการทำงานการเข้ารหัสข้อมูลแบบ SSL ระหว่างเครื่องลินุกซ์เกตเวย์กับเครื่องที่เข้ามาควบคุมการทำงานของระบบ

5. OpenSSL 0.9.8a

โปรแกรมไลบรารีของการเข้ารหัสแบบ SSL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. PHP 5.1

ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชัน

7. PostgreSQL 8.1.1

โปรแกรมฐานข้อมูล ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ ของระบบ

8. iproute2

ชุดโปรแกรมคำสั่งการทำงานด้านเครือข่าย

9. Perl

ภาษาที่ใช้ในการเขียนสคริปต์ เพื่อเก็บข้อมูลที่ได้จาก argus ลงฐานข้อมูล

ชุดคำสั่งควบคุมปริมาณทราฟฟิก

10. L7 Filtering

ชุดคำสั่งไฟวอลล์ที่รองรับการทำงานที่ระดับแอปพลิเคชัน

11. Kernel's Patch for L7 Filtering

โปรแกรมเพิ่มที่ให้เคอร์เนลรองรับการทำงาน L7 Filter

12. iptables

ชุดคำสั่งไฟล้วอลล์

13. iptables' Patch for L7 Filtering

โปรแกรมแก้ไขที่ทำให้ไอพีเทเบิลรองรับการทำงาน L7 Filter

14. Argus

โปรแกรมเก็บสถิติข้อมูลการใช้งานบริการเครือข่าย

15. Edit Plus

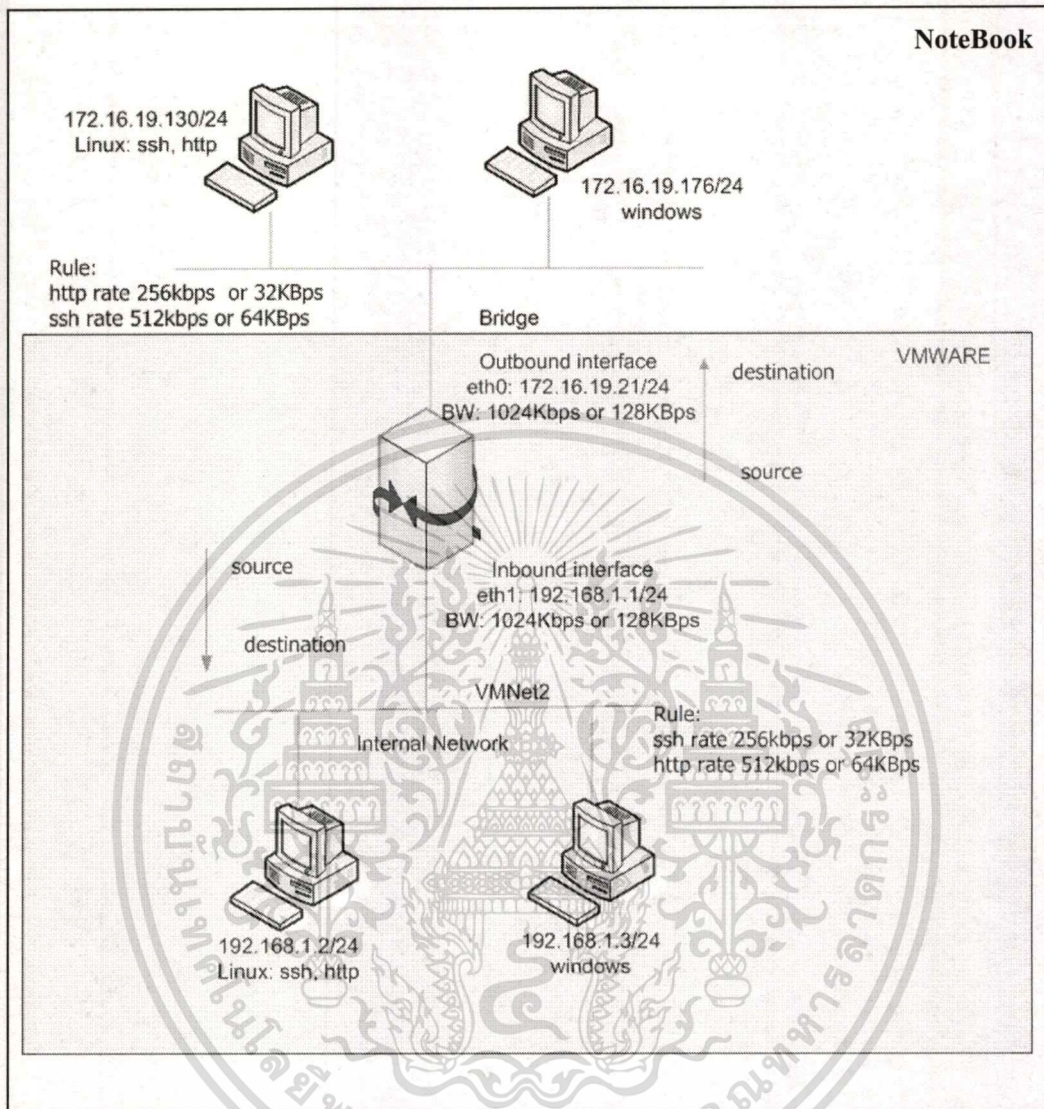
เครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม

4.2 การทดสอบการทำงานของระบบ

การทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณทราฟฟิก จากการลองใช้งานระบบนั้นสามารถที่จะทำการกำหนดค่าเพื่อควบคุมการทำงานต่าง ๆ ที่เราต้องการได้เป็นอย่างดี มีความสะดวกสบายในการใช้งานมากขึ้น จากระบบเดิมที่ต้องทำการกำหนดค่าแบบบรรทัด (Command Line) มาอยู่ในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน จึงทำให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบและมีความเข้าใจในการใช้งานระบบได้ง่ายขึ้น ไม่ว่าจะเป็นกำหนดค่าต่าง ๆ ของระบบ การแสดงผลการกำหนดค่าต่าง ๆ และเรียกดูรายงานสถิติการใช้งานบริการทางเครือข่ายของระบบที่สามารถดูแล้วเข้าใจได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-1 แผนภาพจำลองเครือข่ายของการทดสอบเว็บแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 4-1 เป็นแบบจำลองทางเครือข่ายที่จะใช้ทดสอบการทำงานของเว็บแอปพลิเคชันว่าสามารถทำการสร้างชุดคำสั่ง และทำงานได้ถูกต้องเหมือนกับการกำหนดค่าแบบบรรทัดแบบเดิมหรือไม่ การทดสอบกำหนดนโยบายไว้ดังนี้

1. ที่ปริมาณทราฟฟิกขาออก (Outbound)

- กำหนดให้บริการ HTTP จากเครื่องใดๆ จำกัดแบนด์วิดธ์ที่ 256 Kbps หรือ 32 KBps
- กำหนดให้บริการ SSH จากเครื่องใดๆ จำกัดแบนด์วิดธ์ที่ 512 Kbps หรือ 64 KBps
- กรณีอื่นๆ จำกัดแบนด์วิดธ์ที่ 128 Kbps หรือ 16 KBps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่โดยทางบริษัทเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NETShaper
Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

23:06:13 15/03/2006
You are sign in as admin (Sign Out)

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

Name	Source	Destination	Service	In Used	Time	QoS	Description
IN BOUND	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	rate 1024kbit	
▼ 1. test1	Any	Any	TCP-http	<input type="checkbox"/>	Any	rate 512kbit	rate http 512kbit
▲ 2. test2	Any	Any	L7-ssh	<input type="checkbox"/>	Any	rate 256kbit	rate L7 ssh 256kbit
▲ 3. test5	Any	Any	TCP-dns	<input type="checkbox"/>	02:00 - 23:00	rate 256kbit	
4. default inbound	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	fallback inbound	default inbound rule
OUT BOUND	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	rate 1024kbit	
▼ 1. test3	Any	Any	L7-http	<input type="checkbox"/>	Any	rate 256kbit	rate L7 http 256kbit
▲ 2. test4	Any	Any	TCP-ssh	<input type="checkbox"/>	02:00 - 10:45	rate 512kbit	rate ssh 512kbit
3. default outbound	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	fallback outbound	default outbound rule

รูปที่ 4-2 กฎที่สร้างขึ้นตามที่ได้กำหนดนโยบายทดสอบการทำงานของ TCP-HTTP

NETShaper
Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

23:07:34 15/03/2006
You are sign in as admin (Sign Out)

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

Name	Source	Destination	Service	In Used	Time	QoS	Description
IN BOUND	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	rate 1024kbit	
▼ 1. test1	Any	Any	L7-http	<input type="checkbox"/>	Any	rate 512kbit	rate L7 http 512kbit
▲ 2. test2	Any	Any	L7-ssh	<input type="checkbox"/>	Any	rate 256kbit	rate L7 ssh 256kbit
▲ 3. test5	Any	Any	TCP-dns	<input type="checkbox"/>	02:00 - 23:00	rate 256kbit	
4. default inbound	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	fallback inbound	default inbound rule
OUT BOUND	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	rate 1024kbit	
▼ 1. test3	Any	Any	L7-http	<input type="checkbox"/>	Any	rate 256kbit	rate L7 http 256kbit
▲ 2. test4	Any	Any	TCP-ssh	<input type="checkbox"/>	02:00 - 10:45	rate 512kbit	rate ssh 512kbit
3. default outbound	Any	Any	Any	<input type="checkbox"/>	Any	fallback outbound	default outbound rule

รูปที่ 4-3 กฎที่สร้างขึ้นตามที่ได้กำหนดนโยบายทดสอบการทำงานของ L7-HTTP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ที่ปริมาณทราฟฟิกขาออก (Inbound)

- กำหนดให้บริการ SSH จากเครื่องใดๆ จำกัดแบนด์วิดท์ที่ 256 Kbps หรือ 32 KBps
- กำหนดให้บริการ HTTP จากเครื่องใดๆ จำกัดแบนด์วิดท์ที่ 512 Kbps หรือ 64 KBps
- กรณีอื่นๆ จำกัดแบนด์วิดท์ที่ 128 Kbps หรือ 16 KBps

ผลจากการสร้างกฎนโยบายจากเว็บแอปพลิเคชันเพื่อทดสอบการทำงานของ TCP-HTTP แสดงได้ดังรูปที่ 4-2 และทดสอบการทำงานของ L7-HTTP แสดงได้ดังรูปที่ 4-3 ผลจากการติดตั้งออกมาเป็นชุดคำสั่งแบบบรรทัด สามารถสร้างออกมาได้อย่างถูกต้อง และการทำงานของชุดคำสั่งได้ผลการทดสอบดังรูปที่ 4-4

```
# Automatic generate tc rules.
# Generated on 2006-03-15 23:17:52 by user admin

# clear old iptables ipt_layer7
/sbin/iptables -F ipt_layer7

# HTB Script inbound
/sbin/tc qdisc del dev eth1 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth1 root handle 2:0 htb default 4
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:0 classid 2:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:2 htb rate 512kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:3 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:4 htb rate 64kbit prio 0

/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:2 handle 20: sfq perturb 16
/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:3 handle 30: sfq perturb 16
/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:4 handle 40: sfq perturb 16

/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --7proto http -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --7proto ssh -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:3

# HTB Script outbound
/sbin/tc qdisc del dev eth0 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth0 root handle 1:0 htb default 4
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:0 classid 1:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:3 htb rate 512kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:4 htb rate 64kbit prio 0

/sbin/tc qdisc add dev eth0 parent 1:2 handle 20: sfq perturb 16
/sbin/tc qdisc add dev eth0 parent 1:3 handle 30: sfq perturb 16
/sbin/tc qdisc add dev eth0 parent 1:4 handle 40: sfq perturb 16

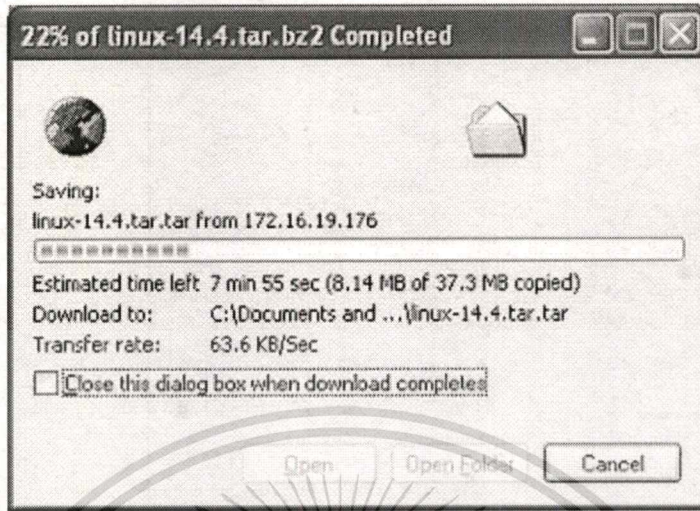
/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth0 -m layer7 --7proto http -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 1:2
```

รูปที่ 4-4 กฎนโยบายทดสอบการทำงานของ TCP-HTTP

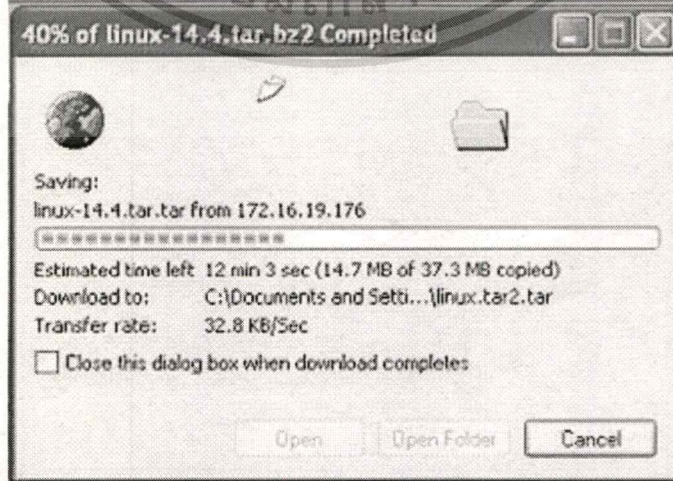
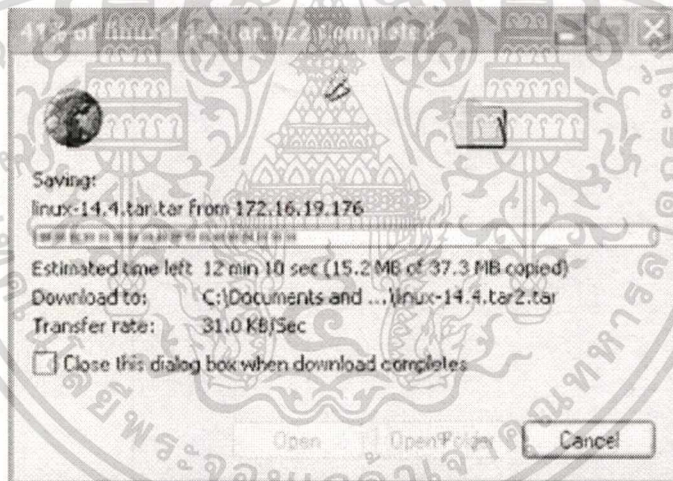
จากรูปที่ 4-4 เป็นชุดคำสั่งที่ได้จากการกำหนดค่าจากรูปที่ 4-2 เมื่อชุดคำสั่งดังกล่าวถูกติดตั้งใช้งานแล้ว ทดสอบโหลดไฟล์ที่เครื่อง 192.168.1.3 จากเครื่อง 172.16.19.176 ด้วยเบราเซอร์ ดังนี้ <http://172.16.19.176/linux-14.4.tar.z2> ผลจากการโหลดไฟล์แสดงดังรูปที่ 4-5 และ 4-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-5 ผลการทดสอบโหลด 1 ไฟล์ของ TCP-HTTP ที่อัตรา 512Kpbs หรือ 64KBps



รูปที่ 4-6 ผลการทดสอบโหลด 2 ไฟล์ของ TCP-HTTP ที่อัตรา 512Kpbs หรือ 64KBps

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในวงวิชาการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายไปใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4-5 เมื่อทำการโหลดไฟล์ linux-14.4.tar.bz2 ขนาด 38,276KB หรือ 39,194,624B จากเครื่อง 172.16.19.176 โดยการตั้งกฎนโยบาย TCP-HTTP ที่อัตรา 512Kpbs หรือ 64KBps จะเห็นว่าโหลดไฟล์ได้ที่ 63.6Kbps และหากทำการโหลดไฟล์เพิ่มจากเครื่อง 172.16.19.176 จากรูปที่ 4-6 จะเห็นว่าอัตราโหลดไฟล์ที่ได้ทั้ง 2 ครั้งนี้ ได้แก่ 31KBps และ 32.8Kbps ตามลำดับ ซึ่งรวมแล้วเท่ากับ 63.8 Kbps และจะไม่เกินอัตราที่ได้จำกัดไว้กับกฎของ TCP-HTTP ที่กำหนดไว้ที่ 64KBps

หลังจากโหลดไฟล์เสร็จเรียบร้อยแล้ว รายงานแสดงผลด้วย argus แสดงได้ดังรูปที่ 4-7 ถึงรูปที่ 4-10

จากรูปที่ 4-9 รายงาน argus แบบการสืบค้นหาหมายเลขเครื่องจะเห็นว่าเครื่อง 192.168.1.3 ที่หมายเลขพอร์ต 80 ทำการโหลดไฟล์ไปแล้วจำนวน 40,787,660B ซึ่งมีขนาดมากกว่าขนาดไฟล์ที่ได้ทำการโหลด ซึ่งสามารถดูรายงานของ argus เพื่อดูปริมาณข้อมูลที่ส่งผ่านในเครือข่ายได้

จากรูปที่ 4-11 ถึงรูปที่ 4-16 เป็นรายงานแสดงผลจากสถิติของคลาสด้วยเครื่องมือของ TC โดยแสดงผลออกมาเป็นรูปแบบราย 4 ชั่วโมง รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือนและรายปี จากรูปที่ 4-12 จะเห็นว่ารายงานสถิติตามคลาสแบบราย 4 ชั่วโมง ของ "rate 512Kbps" จะมีค่าอยู่ประมาณ 64KBps ซึ่งก็ตรงตามอัตราการโหลดไฟล์ดังรูปที่ 4-5 และ 4-6

จากนั้นทดสอบการทำงานของกฎนโยบายดังรูปที่ 4-3 ซึ่งเป็นกฎที่สร้างขึ้นตามที่ได้กำหนดนโยบายทดสอบการทำงานของ L7-HTTP นั้น ผลที่ได้คือ สามารถจำกัดอัตราการโหลดไฟล์ได้เหมือนกับกฎนโยบายดังรูปที่ 4-2

NetShaper :: Microsoft Internet Explorer
Address: https://hnb.it.kmitl.ac.th/report-argus.php

NETShaper

Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

You are sign in as admin (Sign Out)

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

Class | Argus

Report by Argus

Search | Host | Service

Host	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
172.16.19.21	28,755	40,788,560
192.168.1.3	28,742	40,787,744
172.16.19.176	840	875,517
192.168.1.1	20	1,200

Host	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
172.16.19.176	28,741	1,954,136
172.16.19.21	683	62,209
172.16.19.255	16	2,039
10.13.133.26	21	1,702
192.168.1.3	22	1,048
192.168.1.255	4	1,002
192.168.1.1	4	272
224.0.0.22	2	108

รูปที่ 4-7 รายงาน argus แบบหมายเลขเครื่อง

NetShaper :: Microsoft Internet Explorer
Address: https://hnb.it.kmitl.ac.th/report-argus-service.php

NETShaper

Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

You are sign in as admin (Sign Out)

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

Class | Argus

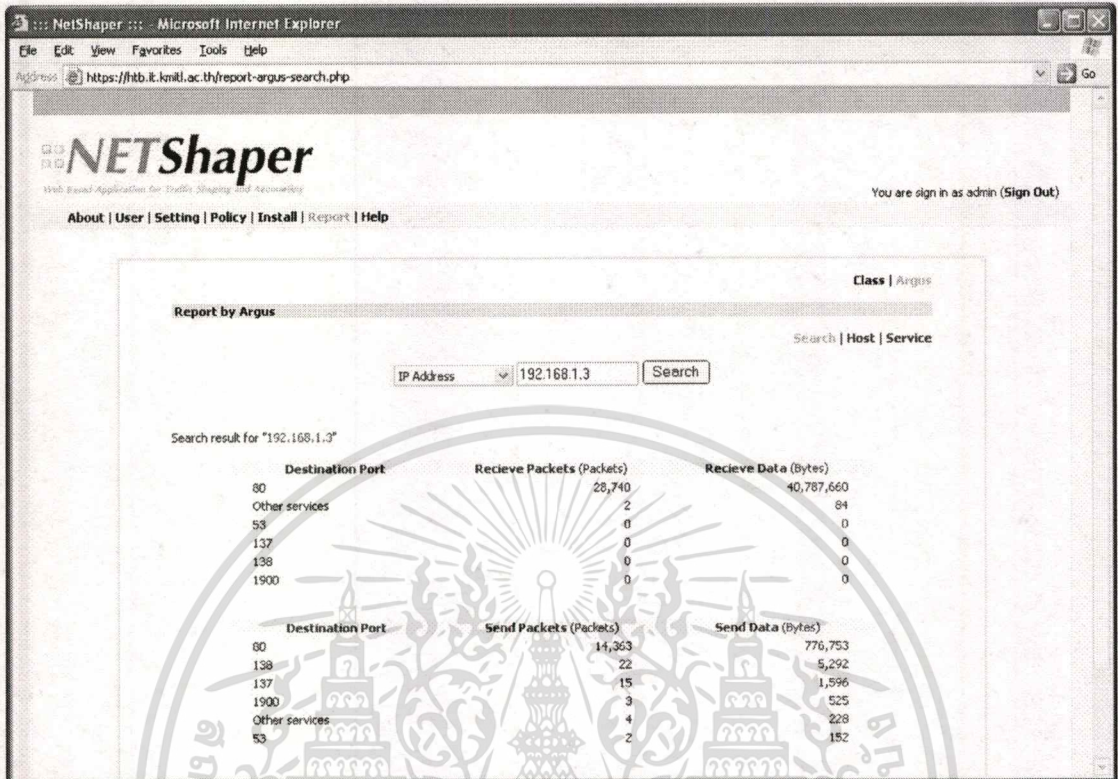
Report by Argus

Search | Host | Service

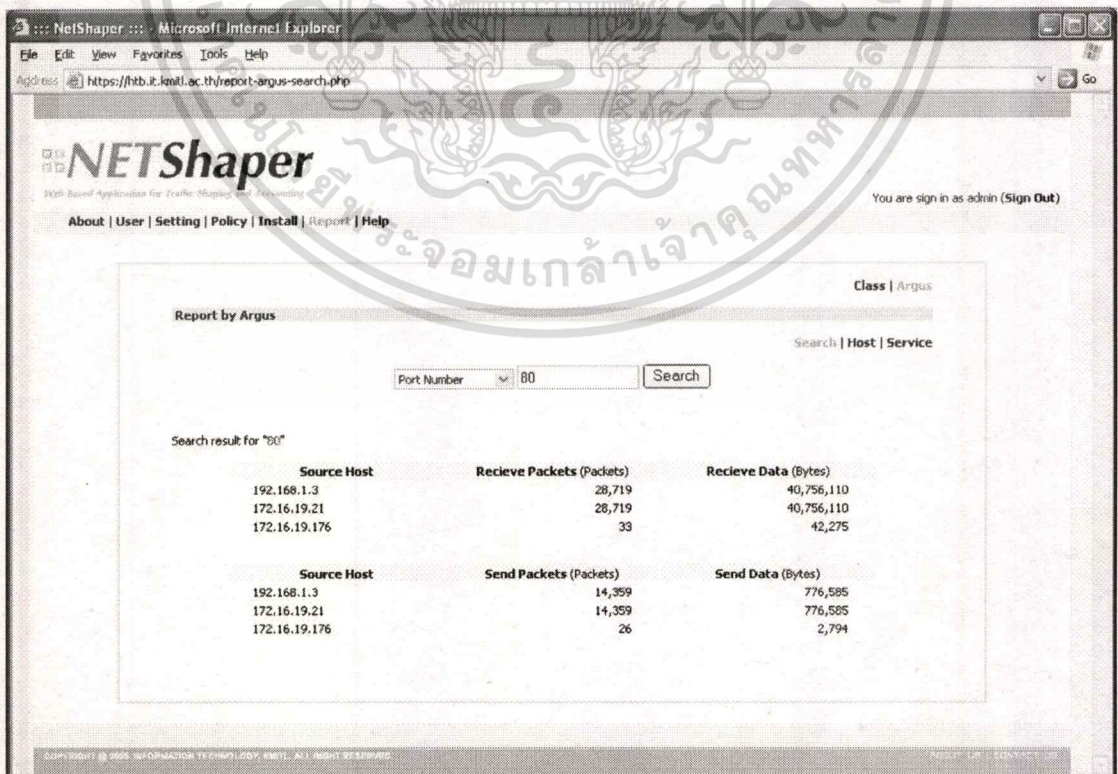
Destination Port	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
80	57,804	82,023,943
443	500	425,858
22	5	574
53	0	0
137	0	0
138	0	0
Other services	0	0

Destination Port	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
80	28,963	1,573,773
443	428	40,744
138	8	1,986
53	23	1,854
137	12	1,104
22	7	538
Other services	7	538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 4-8 รายงาน argus แบบหมายเลขบริการให้เข้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



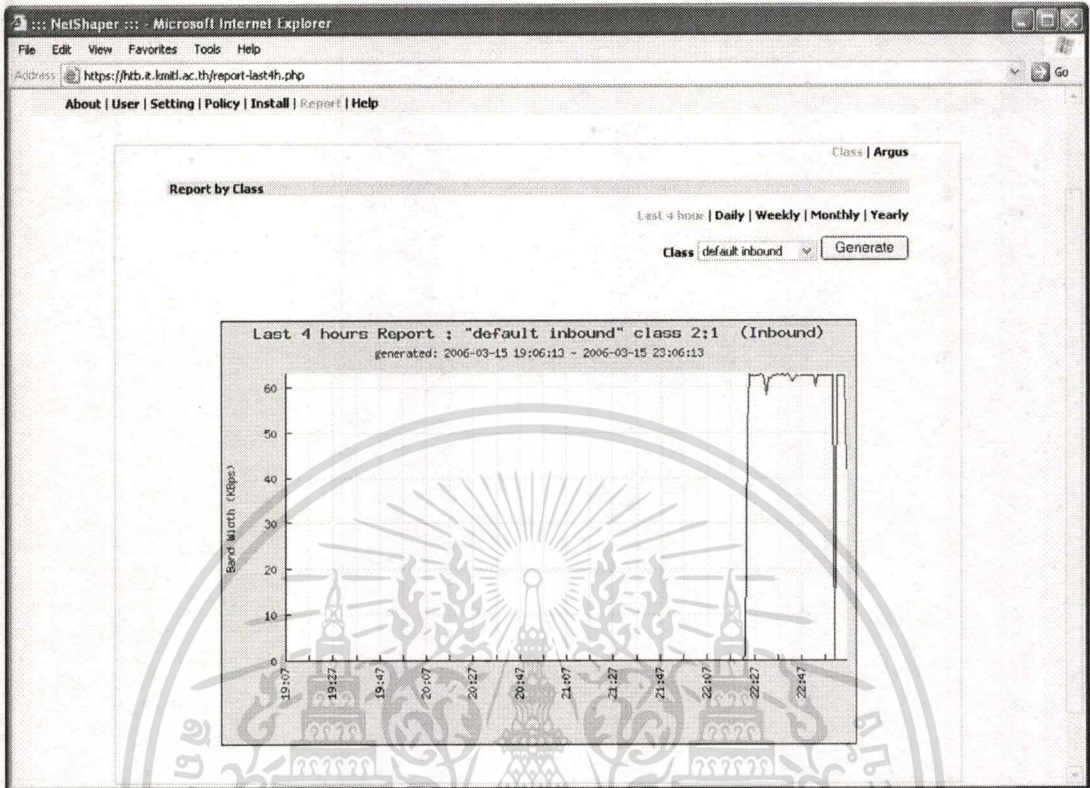
รูปที่ 4-9 รายงาน argus แบบการสืบค้นหาหมายเลขเครื่อง



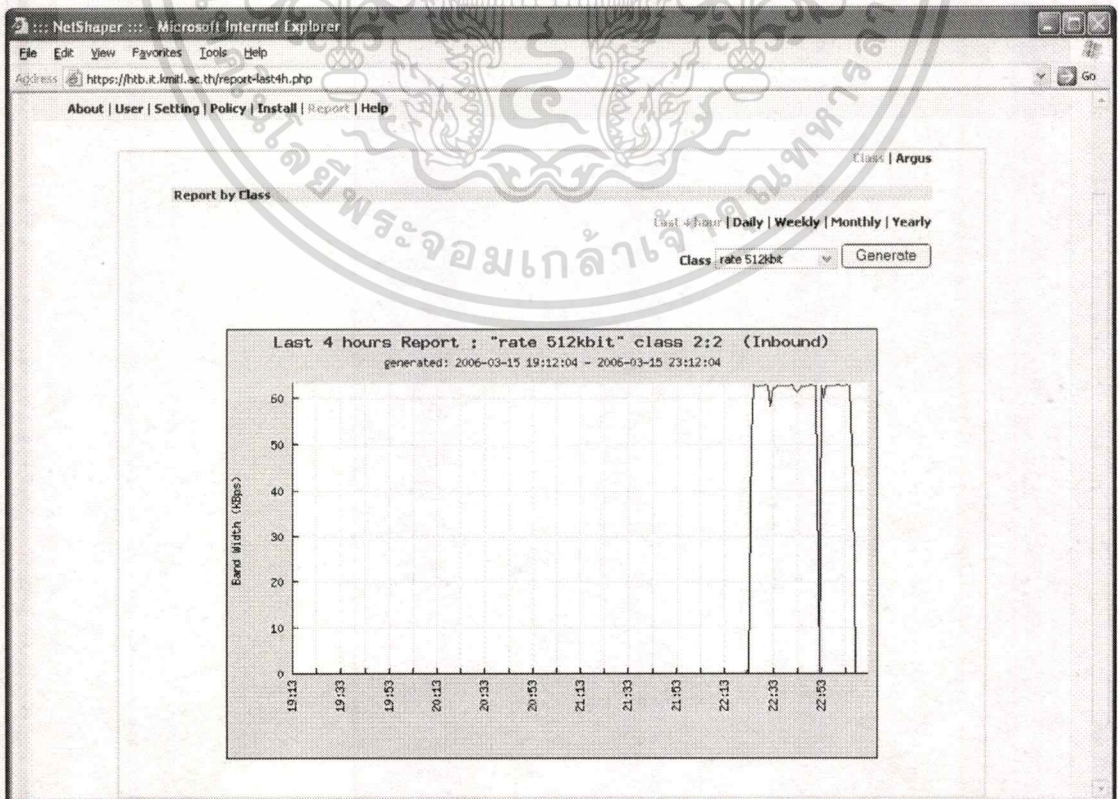
รูปที่ 4-10 รายงาน argus แบบการสืบค้นหาหมายเลขบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

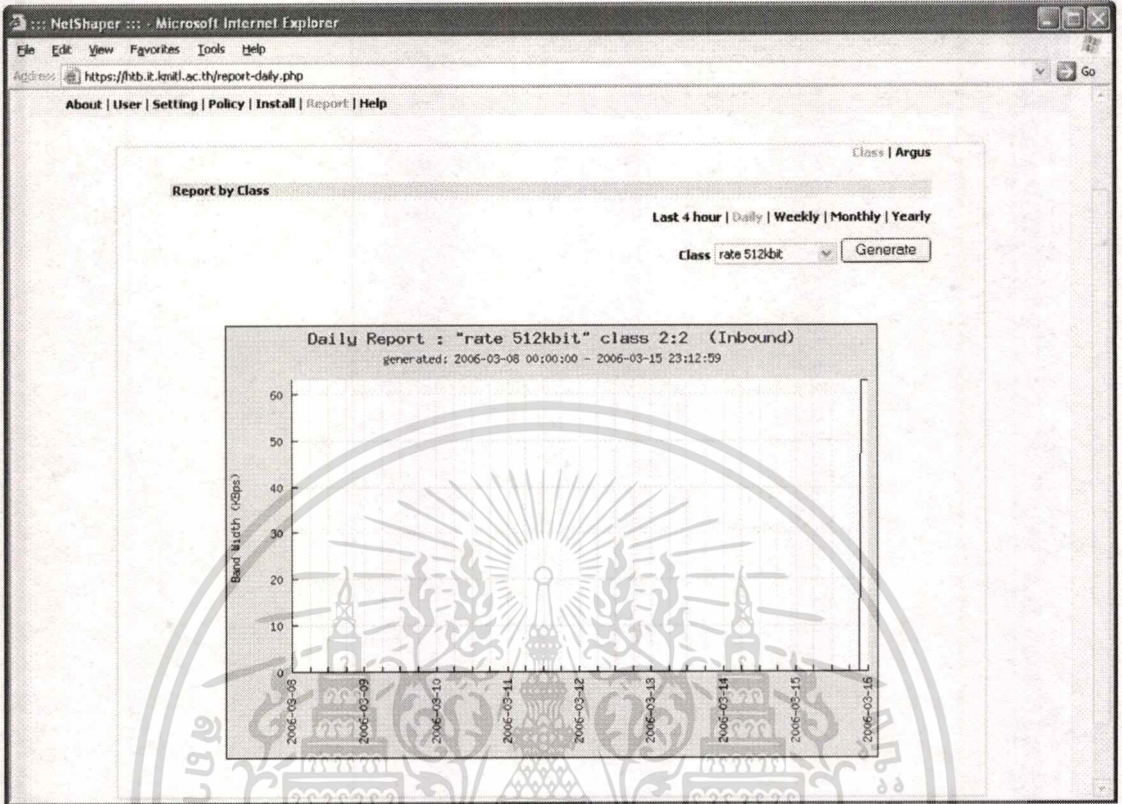
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



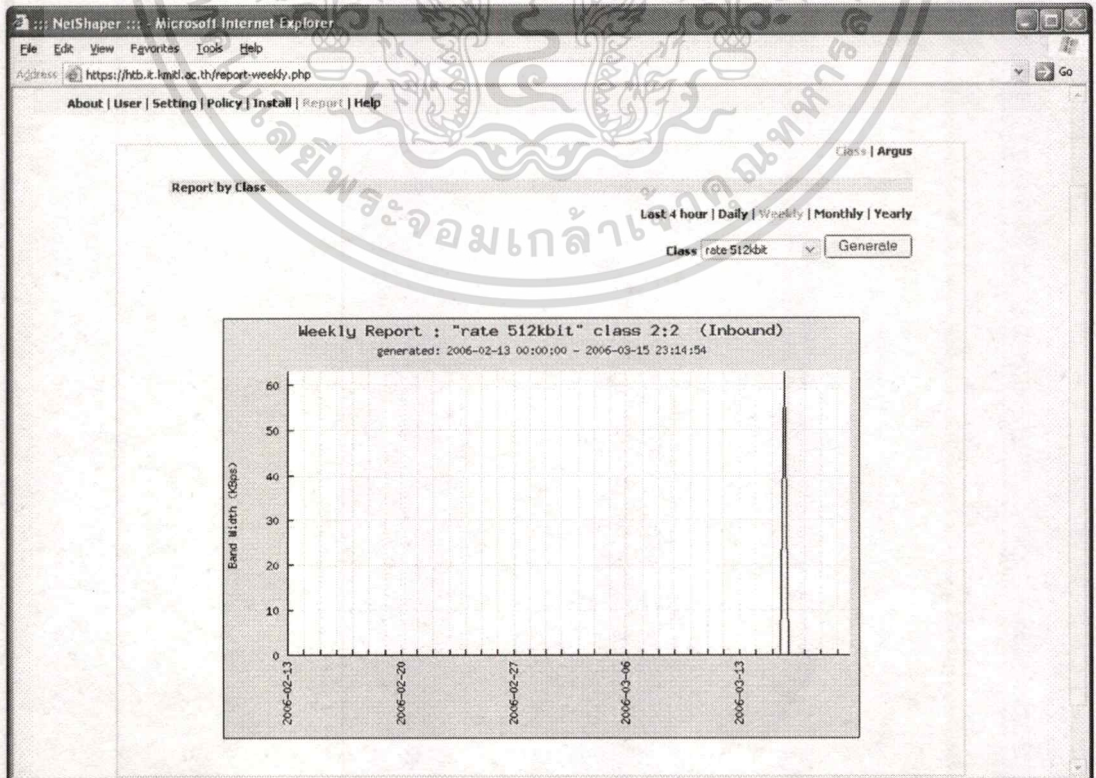
รูปที่ 4-11 รายงานสถิติตามคลาสแบบราย 4 ชั่วโมง ของ inbound



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่ควรนำออกจำหน่ายโดยไม่ได้รับอนุญาต
รูปที่ 4-12 รายงานสถิติตามคลาสแบบราย 4 ชั่วโมง ของ "rate 512Kbps" โยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

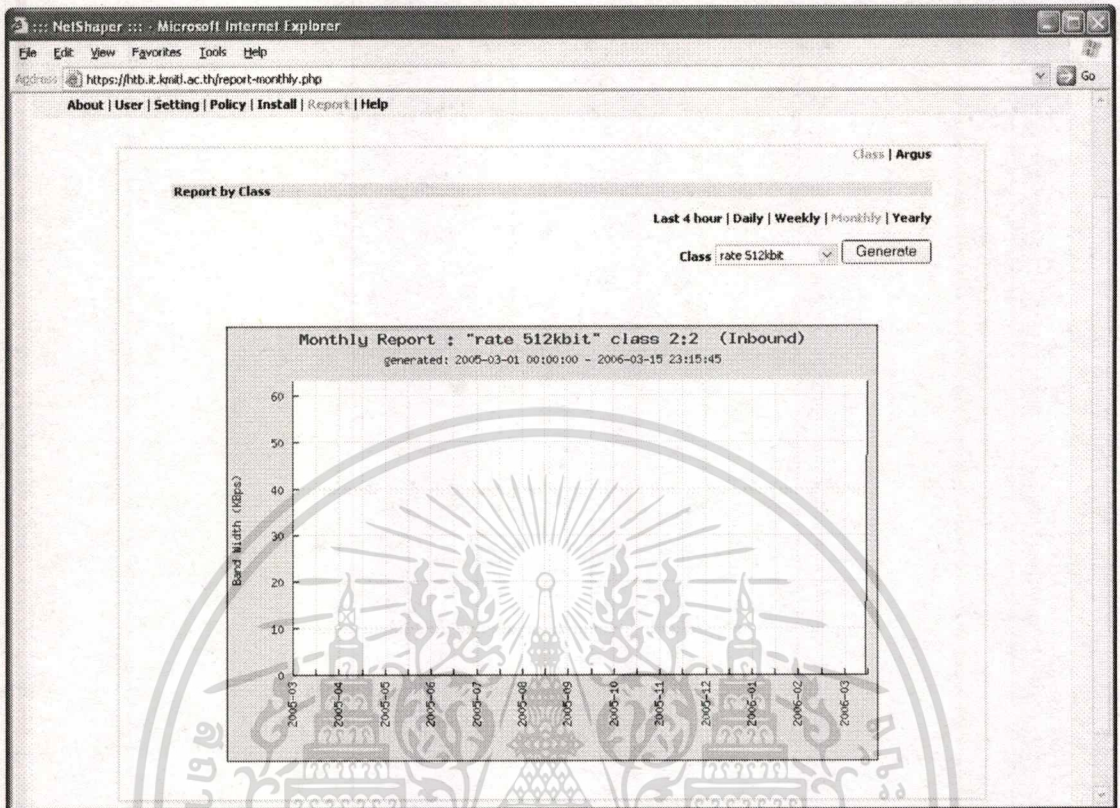


รูปที่ 4-13 รายงานสถิติตามคลาสแบบรายวัน ของคลาส "rate 512Kbps"

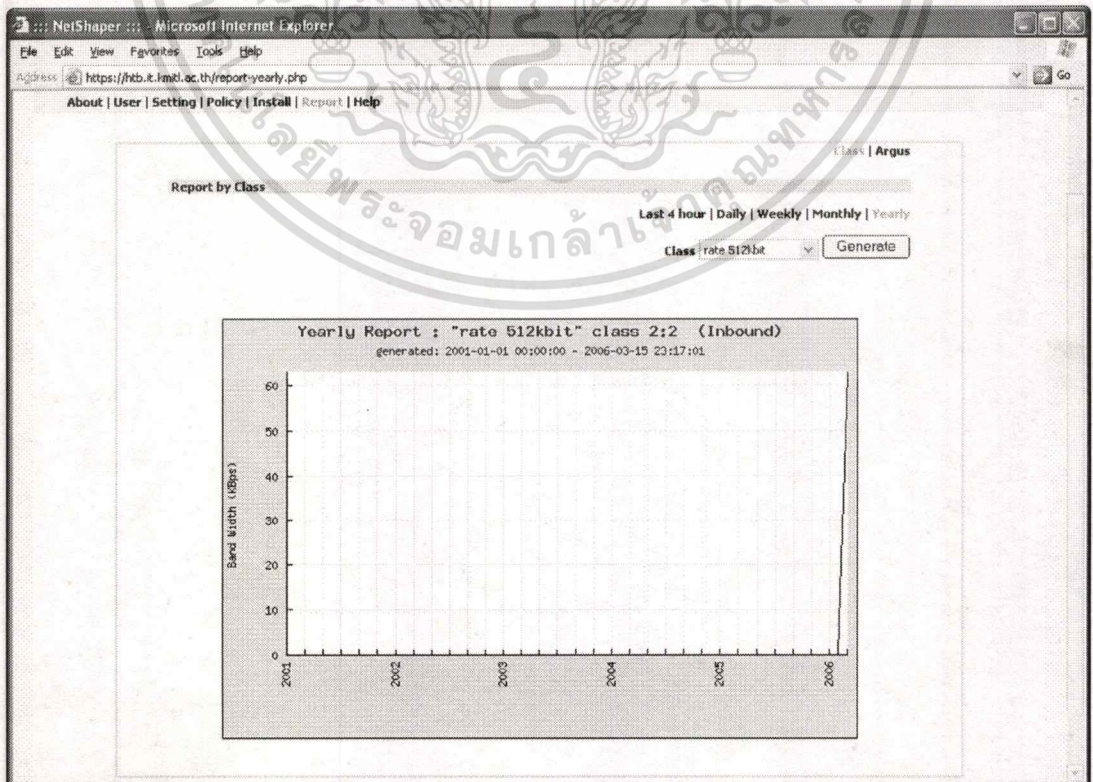


รูปที่ 4-14 รายงานสถิติตามคลาสแบบรายสัปดาห์ ของคลาส "rate 512Kbps" ชนิดด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-15 รายงานสถิติตามคลาสแบบรายเดือน ของ “rate 512Kbps”



รูปที่ 4-16 รายงานสถิติตามคลาสแบบรายปี ของ “rate 512Kbps”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ซึ่งอาจมีการแก้ไขปรับปรุงเนื้อหาโดยไม่แจ้งให้ทราบล่วงหน้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนาระบบระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณกราฟิกในเครือข่ายที่ทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการทำงานของระบบงานปัจจุบันที่เดิมเป็นแบบชุดคำสั่งแบบบรรทัด (Command Line) เป็นระบบระบบเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถนำไปใช้งานได้สะดวกสบายและง่ายยิ่งขึ้น ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งมีการจัดเก็บสถิติการรายงานแสดงผล (Accounting) ของการใช้บริการต่างๆ ในเครือข่าย ทำให้ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางเทคนิคสูง ก็ใช้งานระบบได้เป็นอย่างดี

5.1 สรุปผลการพัฒนาระบบงาน

โครงการพัฒนาระบบที่ได้พัฒนานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยสร้างชุดคำสั่งควบคุมปริมาณกราฟิกในเครือข่ายบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ให้สามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกสบายและใช้งานได้รวดเร็วขึ้น ช่วยจัดการด้านรายงาน (Accounting) ของการใช้บริการต่างๆ ในเครือข่ายในรูปแบบกราฟิกที่เข้าใจง่าย

ความสามารถของระบบ สามารถนำไปใช้งานควบคุมปริมาณกราฟิกบนเครือข่ายได้จริง ช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้าง แก๊สและลบกฎนโยบาย และมีรายงานสรุปสถิติการใช้งานบริการในเครือข่ายที่ทำความเข้าใจได้ง่าย แต่สนับสนุนแค่การทำงานพื้นฐานของการทำงานในชุดคำสั่งแบบบรรทัด (Command Line) การจำกัดแบนด์วิดท์ (rate), การรับประกันแบนด์วิดท์ (ceil) และการจัดลำดับความสำคัญ (priority) แต่ยังไม่สามารถครอบคลุมการทำงานทั้งหมดที่ชุดคำสั่งแบบบรรทัดสามารถทำได้

5.2 ประโยชน์ของระบบงานที่พัฒนาขึ้นใหม่

- ด้านผู้พัฒนาระบบ

1. เข้าใจการทำงานของระบบควบคุมปริมาณกราฟิกบนเครื่องลินุกซ์ และสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้

- ด้านผู้ใช้งานระบบ

1. ลดภาระในการสร้างกฎ เนื่องจากหากสคริปต์ มีความซับซ้อนมากๆ ก็จะไม่สะดวก

2. มีระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิคนบนเครื่องลินุกซ์ที่ใช้งานได้ง่าย สะดวกสบาย ไม่ต้องใช้ความรู้ทางเทคนิคสูงมาก็ใช้งานระบบได้
3. มีระบบรายงานผลการใช้งาน สามารถดูรายงานได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

- ด้านความปลอดภัยของข้อมูล

1. การสื่อสารข้อมูลกันระหว่างเครื่องลินุกซ์เกตเวย์และเครื่องของผู้ใช้งานจะเข้ารหัสไว้ ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าข้อมูลจะไม่มีใครดักจับได้ระหว่างทาง
2. แบ่งระดับผู้ใช้งานระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิคนบนเครื่องลินุกซ์ออกเป็น 2 หน้าทีก็คือ ผู้ดูแลระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิคนบนเครื่องลินุกซ์ ซึ่งสามารถสร้าง แก๊ไข และลบข้อมูลต่างๆ ได้ เช่น ข้อมูลการกำหนดค่าของเครื่อง การกำหนดค่าของกฎนโยบาย เป็นต้น และผู้สังเกตการณ์ ซึ่งจะมีสิทธิ์อ่านได้อย่างเดียว ไม่สามารถสร้าง แก๊ไข และลบข้อมูลได้

- ด้านการประหยัดค่าใช้จ่ายขององค์กร

เหมาะกับองค์กรที่มีระดับเล็กหรือระดับขนาดกลาง ที่ไม่มีเงินงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อระบบควบคุมปริมาณกราฟฟิกที่ขายในท้องตลาดที่มีราคาแพงมาใช้งานได้

5.3 ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนาขึ้น

1. ระบบเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมานี้สนับสนุนการทำงานพื้นฐานของการทำงานในชุดคำสั่งแบบบรรทัด (Command Line) ได้แก่ การจำกัดแบนด์วิดท์ (rate), การรับประกันแบนด์วิดท์ (ceil) และการจัดลำดับความสำคัญ (priority) แต่ยังไม่สามารถครอบคลุมการทำงานทั้งหมดที่ชุดคำสั่งแบบบรรทัดสามารถทำได้
2. ไม่สามารถสร้างกลุ่มซ็อกเก็ตของฮ็อบเจ็ทโฮสต์ (Host) และฮ็อบเจ็ทบริการ (Server) ได้
3. การกรองแพ็กเก็ตทำได้เพียงใช้ หมายเลขบริการ หมายเลขไอพีด้วยวิธี U32 และใช้ข้อมูลส่วนหัว (Header) ของแพ็กเก็ตระดับแอปพลิเคชันด้วยวิธี iptables
4. ไม่สามารถตั้งเวลาการทำงานของกฎนโยบายข้ามวันได้

5.4 ปัญหาและอุปสรรคระหว่างการพัฒนา

- ปัญหาด้านการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากผู้เขียนไม่มีประสบการณ์ในการเขียน โปรแกรมมากนัก ทำให้ต้องใช้เวลาด่วนหนึ่งในการศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรม การใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ และเทคนิคการเขียนโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพ

- ปัญหาด้านข้อจำกัดของเวลาในการพัฒนาระบบ

เนื่องจากผู้เขียนต้องทำงานประจำไปด้วยและเรียนไปด้วย และในระหว่างที่ผู้เขียนได้ทำการพัฒนาระบบงานนี้ งานประจำที่ผู้เขียนดูแลอยู่มีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้การพัฒนาระบบทำได้ไม่เต็มที่

5.5 ข้อเสนอแนะ

ระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมาถือว่าเสร็จสมบูรณ์ในระดับที่น่าพอใจ มีความสามารถที่รองรับการทำงานพื้นฐานได้ และสามารถนำมาใช้งานได้จริง แต่ยังมีบางส่วนที่ยังทำงานได้ไม่ครบสมบูรณ์และสามารถพัฒนาต่อเนื่องไปได้ เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่

1. การทำงานของระบบที่สามารถรองรับการอัปเดตออนไลน์ได้ เช่น ข้อกำหนดเพิ่มเติมของโพล โดคคูล ระดับแอปพลิเคชันตามโมเดลของโอเอสไอ (OSI Model) หรือการอัปเดตการทำงานของโปรแกรมและค่ากำหนดบางอย่างของระบบ เป็นต้น เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการใช้งานของผู้ใช้ที่ไม่ต้องมาอัปเดตเอง
2. ระบบเว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมาสนับสนุนแค่การทำงานพื้นฐานของการทำงานในชุดคำสั่งแบบบรรทัด (Command Line) ยังไม่สามารถครอบคลุมการทำงานทั้งหมดที่ชุดคำสั่งแบบบรรทัดสามารถทำได้ ดังนั้นเพื่อความหลากหลายที่จะนำไปใช้งานบริหารจัดการควบคุมปริมาณกราฟฟิก ควรมีการพัฒนาต่อในเรื่องนี้ด้วย
3. ตั้งเวลาการทำงานของกฎนโยบายข้ามวันได้
4. ทำการสร้างกลุ่มซ็อกเก็ตของอ็อบเจ็กต์บริการ และอ็อบเจ็กต์โฮสต์
5. พัฒนารูปแบบรายงานให้มีความหลากหลาย มีความยืดหยุ่น สามารถปรับปรุงใช้งานได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเองได้

บรรณานุกรม

Allot. 2005. **Allot NetEnForcer**. [Online]. Available:

http://www.allot.com/pages/products_index.asp?intGlobalId=2

Bert Hubert. 2003. **Linux Advanced Routing & Traffic Control HOWTO**. [Online]. Available:

<http://www.lartc.org/howto>.

Gentoo-Partage Wiki Team. 2003. **How to Packet Shaping**. [Online]. Available: http://gentoo-wiki.com/HOWTO_Packet_Shaping/.

L7-Filter Team. 2005. **Application Layer Packet Classifier for Linux**. [Online]. Available:

<http://l7-filter.sourceforge.net>

Leonardo Balliache. 2003. **Differentiated Service on Linux HOWTO**. [Online]. Available:

<http://www.opalsoft.net/qos/DS.htm>.

NTOP Team. 2005. **Network Top**. [Online]. Available: <http://www.ntop.org/ntop.html>

Martin A. Brown. 2003. **Traffic Control HOWTO**. [Online]. Available:

<http://www.linux.com/howtos/Traffic-Control-HOWTO>.

Martin Devera. 2002. **HTB Linux queuing discipline manual - user guide**. [Online]. Available:

<http://luxik.cdi.cz/~devik/qos/htb/manual/userg.htm>.

Packeteer. 2005. **Packeteer PacketShaper**. [Online]. Available: <http://www.packeteer.com/product-sol/products/packetshaper.cfm>

Sally Floyd, Van Jacobson. 1995. **Link-sharing and Resource Management Models for**

Packets Network. IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 3 No. 4.

Thomas Graf. 2002. **A Pratical Introduction to Quality of Service using Traffic Control**.

[Online]. Available: http://trash.net/~reeler/writings/qos_tc_intro/qos_tc_intro.ps.

Yaron Benita. 2005. **Analysis of the HTB Queuing Discipline**. [Online]. Available:

<http://www.linuxjournal.com/article/7562>

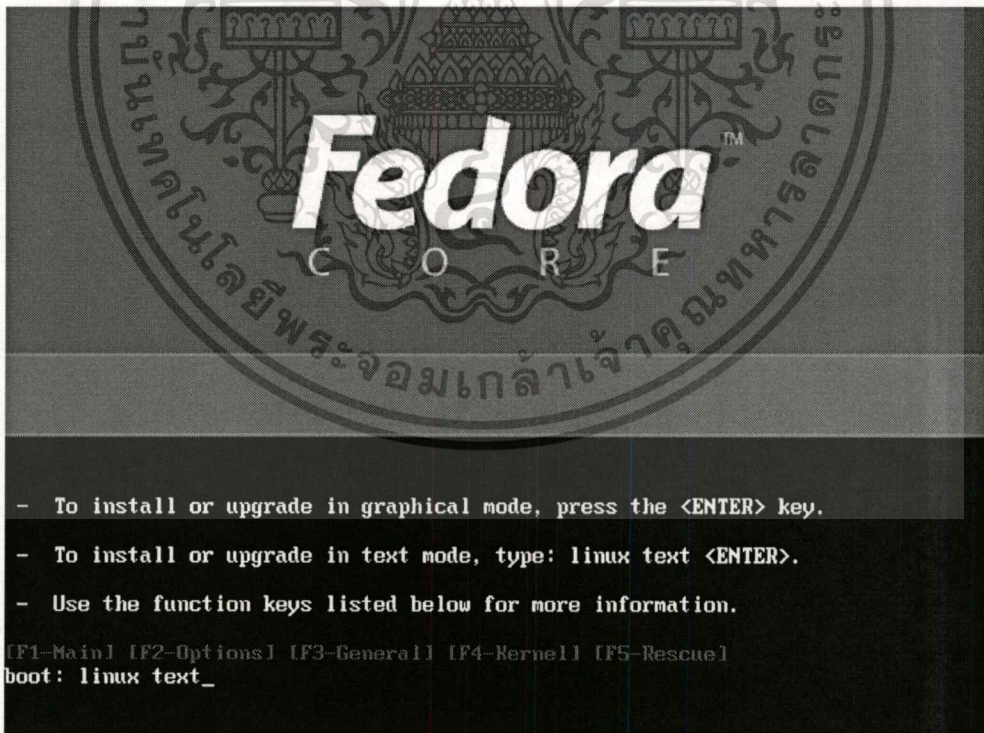
ภาคผนวก ก การติดตั้งระบบ

1. การติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์

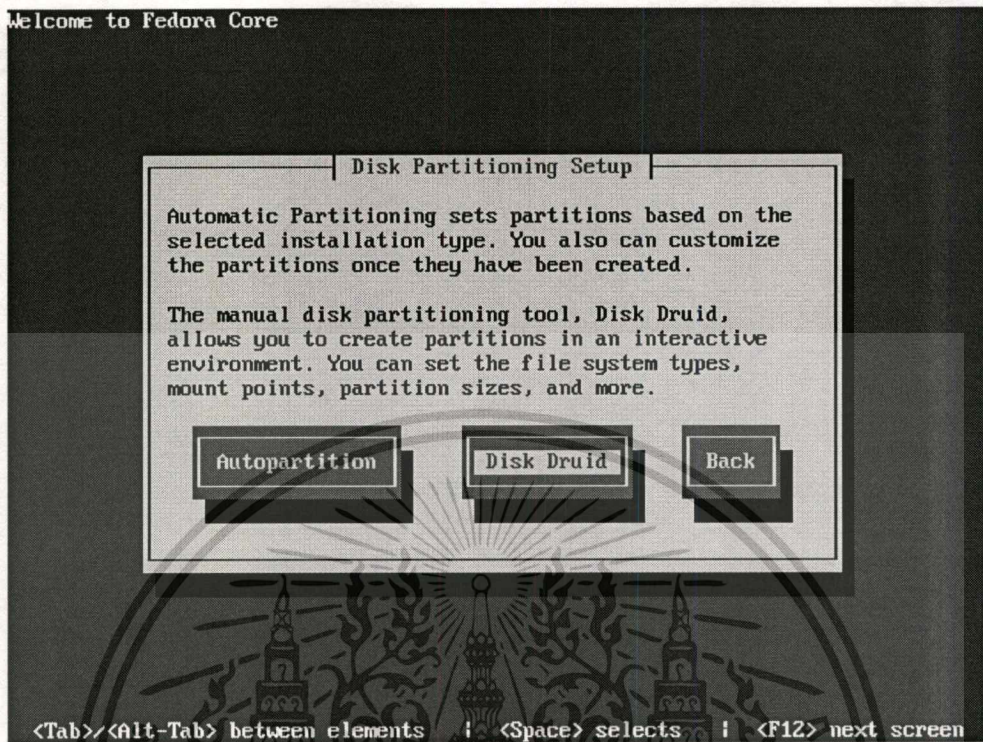
ระบบปฏิบัติการที่ใช้บนเครื่องเกตเวย์คือ ลินุกซ์ฟีโดรา คอร์ 4 (Linux Fedora Core 4) โดยมีวิธีการติดตั้งดังต่อไปนี้

เมื่อบูทเครื่องขึ้นมาแล้ว จะปรากฏดังรูปที่ ก-1 ที่ boot: prompt พิมพ์คำว่า “linux text” เพื่อเข้าสู่โหมดของการติดตั้งระบบปฏิบัติการแบบข้อความ (Text Mode) จากนั้นเครื่องจะทำการโหลดอิมเมจ ตรวจสอบฮาร์ดแวร์และโหลดไดรเวอร์ของฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นเพื่อใช้ติดตั้งระบบปฏิบัติการ เมื่อตรวจสอบเสร็จแล้ว ต่อไปจะเป็นการเริ่มกำหนดค่าภาษาที่ใช้ติดตั้งติดตั้ง รูปแบบของคีย์บอร์ด และเลือกชนิดการติดตั้งเป็นแบบ Custom

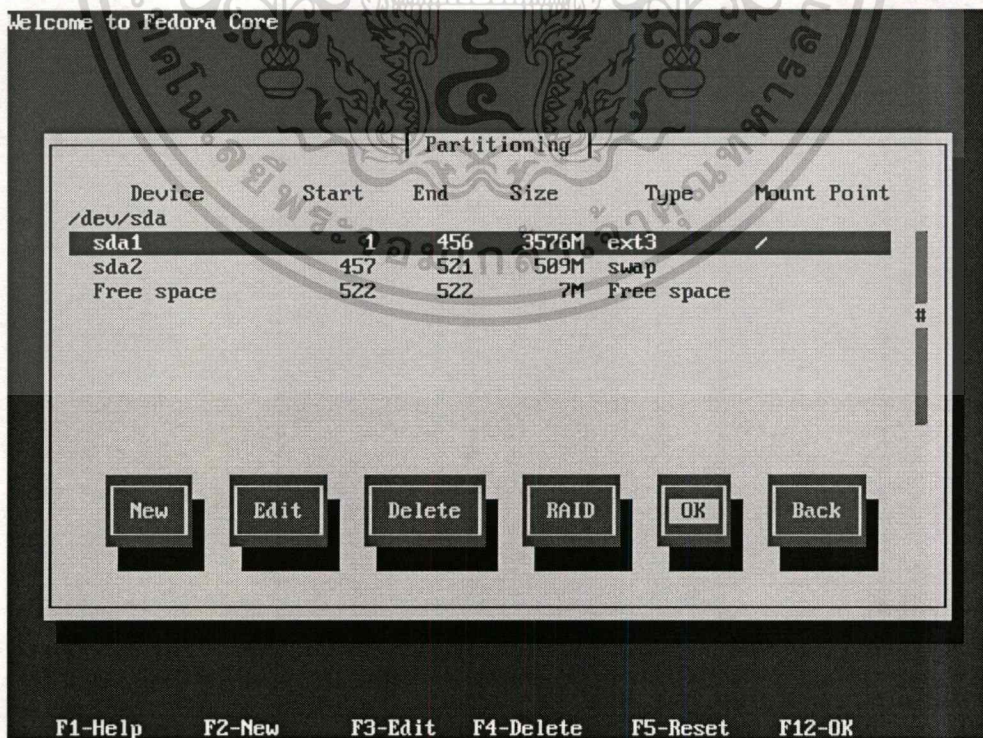
รูปที่ ก-2 เป็นการเลือกวิธีการกำหนดค่าฮาร์ดดิส โดยแบ่งขนาดได้ดังรูปที่ ก-3



รูปที่ ก-1 การเลือกวิธีการติดตั้งระบบปฏิบัติการลินุกซ์



รูปที่ ก-2 การเลือกวิธีการกำหนดค่าฮาร์ดดิส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการรูปที่ ก-3 การกำหนดค่าฮาร์ดดิส อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

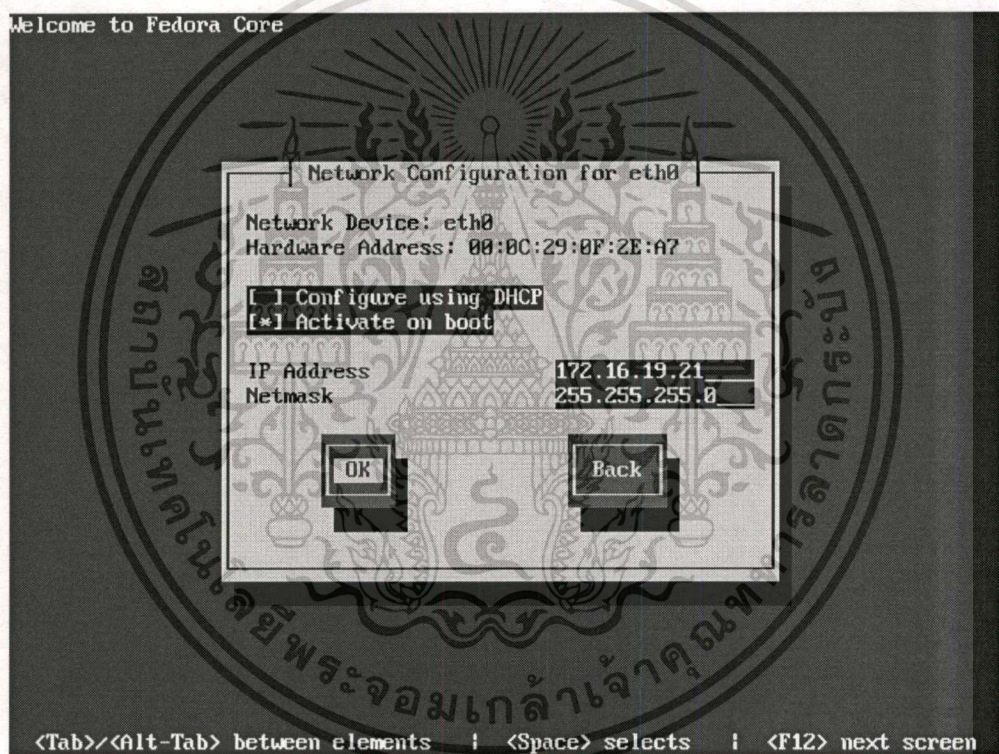
จากนั้นเป็นการกำหนดตัวจัดการการบูทเครื่อง ให้เลือก Grub แล้วกำหนดค่ารหัสผ่านสำหรับแก้ไขค่าของ Grub และการเลือกไครว์ที่ต้องการติดตั้ง Grub

จากรูปที่ ก-4 เป็นการกำหนดค่าไอพีให้กับเครื่อง โดยกำหนดค่าดังนี้

eth0 : 172.16.19.21/255.255.255.0

eth1 : 192.168.1.1/255.255.255.0

hostname: htbgw

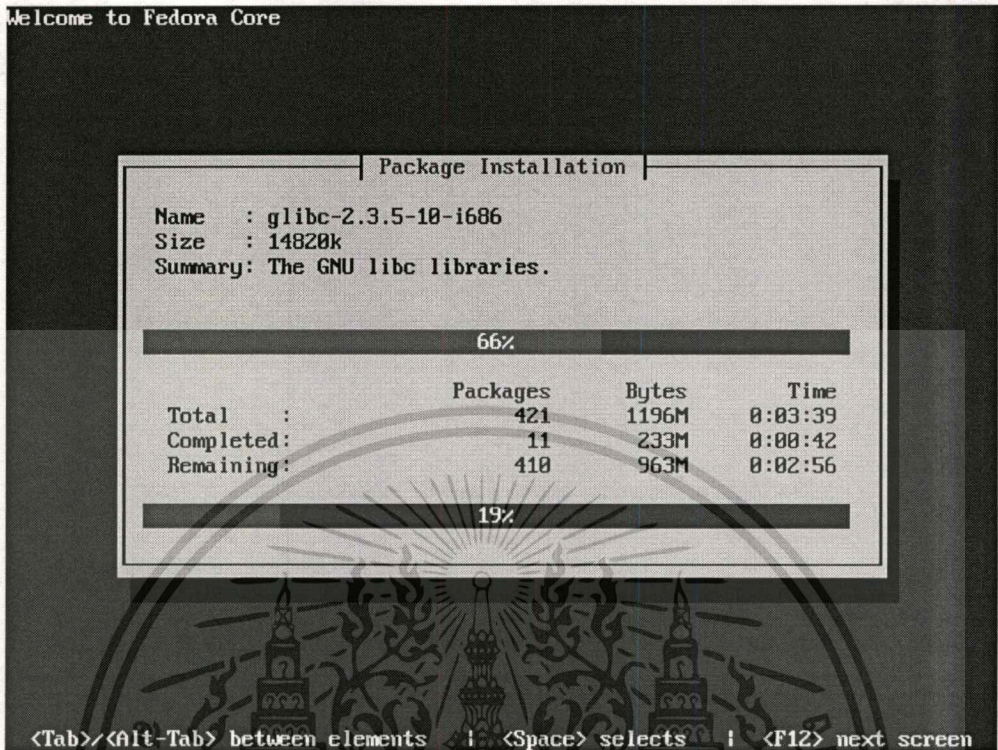


รูปที่ ก-4 กำหนดค่าทางเครือข่าย

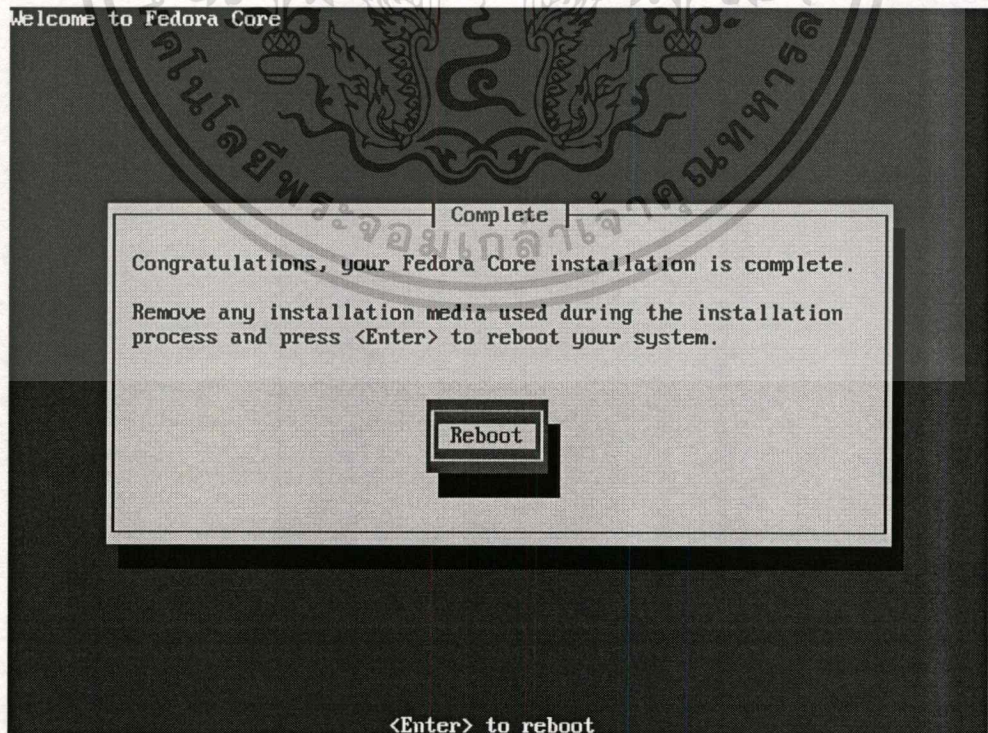
ต่อไปเป็นการกำหนดส่วนประกอบ(Components) ที่จะติดตั้ง โดยให้เลือกส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ System Tools และ Development Software จากนั้นจะเป็นการเริ่มการติดตั้งระบบปฏิบัติการรูปที่ ก-5

เมื่อการติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้วจะปรากฏหน้าต่างรูปที่ ก-6 ทำการบูทเครื่องใหม่ เพื่อนำสู่การทำงานของระบบปฏิบัติการที่ได้ติดตั้งไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-5 ความคืบหน้าของการติดตั้งระบบปฏิบัติการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะในวงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ ก-6 การติดตั้งระบบปฏิบัติการเสร็จสมบูรณ์
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การติดตั้งซอฟต์แวร์

2.1 จัดเตรียมโปรแกรมก่อนทำการติดตั้ง

รายชื่อโปรแกรมที่จะใช้ติดตั้งมีดังต่อไปนี้

Kernel	http://www.kernel.org/pub/linux/kernel/v2.6/linux-2.6.14.tar.bz2
Open SSL	http://www.openssl.org/source/openssl-0.9.8a.tar.gz
Mod SSL	http://www.modssl.org/source/mod_ssl-2.8.25-1.3.34.tar.gz
Apache	http://www.apache.org/dist/httpd/apache_1.3.34.tar.gz
PHP	http://th.php.net/get/php-5.1.1.tar.bz2/from/this/mirror
XML Library	http://xmlsoft.org/sources/libxml2-2.6.23.tar.gz
PostgreSQL	http://www.postgresql.org/ftp/source/v8.1.1/
JPEG	ftp://ftp.uu.net/graphics/jpeg/jpegsrc.v6b.tar.gz
GD	http://www.boutell.com/gd/http/gd-2.0.33.tar.gz
PNG	http://belnet.dl.sourceforge.net/sourceforge/png-mng/libpng-1.2.8.tar.gz
Argus	http://www.qosient.com/argus/rpms/archive/argus-2.0-5.i386.rpm
Perl Modules	http://cpan.perl.org/authors/id/T/TI/TIMB/DBI-1.39.tar.gz http://cpan.perl.org/authors/id/D/DB/DBDPG/DBD-Pg-1.31.tar.gz http://cpan.perl.org/modules/by-module/Time/Time-HiRes-1.66.tar.gz
L7 patch	http://surfnet.dl.sourceforge.net/sourceforge/l7-filter/netfilter-layer7-v2.0.tar.gz
L7 pattern	http://optusnet.dl.sourceforge.net/sourceforge/l7-filter/l7-protocols-2006-01-17.tar.gz
iptables	ftp://ftp.netfilter.org/pub/iptables/iptables-1.3.4.tar.bz2

2.2 การคอมไพล์เคอร์เนล

ทำการคอมไพล์เคอร์เนลใหม่ เพื่อให้เคอร์เนลสนับสนุนการทำงาน L7 Filter ด้วยคำสั่งดังนี้

```
#cd /tmp
#tar xvfz ~/netfilter-layer7-v2.0.tar.gz
#cd /usr/src/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#tar xvfj ~/linux-2.6.14.4.tar.bz2
#cd linux-2.6.14.4
#patch -p1 < /tmp/netfilter-layer7-v2.0/kernel-2.4-layer7-2.0.patch
#cp ../linux-2.6.11-1/.config .
#make menuconfig
```

จะปรากฏเมนูการเลือกการติดตั้งส่วนประกอบของลินุกซ์ว่าจะทำการติดตั้งอะไรบ้าง ทำการเลือกใช้งาน L7 Filter ดังนี้

Networking > Networking options > Network packet filtering (replaces ipchains) > IP: Netfilter Configuration > Layer 7 match support (EXPERIMENTAL)

เมื่อเลือกใช้งาน L7 Filter แล้วออกจากเมนูแล้ว บันทึกการเปลี่ยนแปลง จากนั้นใช้คำสั่งดังต่อไปนี้เพื่อคอมไพล์และติดตั้งเคอร์เนลใหม่

```
#make bzImage
#make modules; make modules_install
#make install
```

ผลลัพธ์ที่ได้คือ ที่ Grub boot เมนูจะมีให้เลือกบูทด้วยเคอร์เนลใหม่ ชื่อ linux (kernel 2.6.14.4) จะบูทเข้าเครื่องด้วยเมนูดังกล่าวนี้

2.3 ติดตั้งไอพีเทเบิล

ทำการติดตั้งไอพีเทเบิลใหม่ เพื่อให้ไอพีเทเบิลสามารถทำงานร่วมกับ L7 Filter ได้ ดังคำสั่งต่อไปนี้

```
rpm -e --nodeps iptables-1.3.0-2
#cd /tmp
#tar xvfj ~/iptables-1.3.4.tar.bz2
#cd iptables-1.3.4
```

```
#patch -p1 < /tmp/netfilter-layer7-v2.0/iptables-layer7-2.0.patch
#chmod +x extensions/.layer7-test
#make KERNEL_DIR=/usr/src/linux-2.6.14.4/
#make install KERNEL_DIR=/usr/src/linux-2.6.14.4/
#cp /usr/local/sbin/iptables* /sbin/
```

จากนั้นทำการติดตั้งรูปแบบของโพลโตคอลของ L7 Filter ใช้สำหรับตรวจสอบข้อมูลส่วนหัวของข้อมูลระดับแอปพลิเคชัน ที่ไคเร็กทอรี /etc/l7-protocols/

```
#cd /tmp
#tar xvfz ~/l7-protocols-2005-12-16.tar.gz
#cd l7-protocols-2005-12-16
#make install
```

2.4 ติดตั้งโปรแกรมเครื่องแม่ข่าย (Web Server)

ทำการคอมไพล์ไลบรารีของ SSL ด้วยโปรแกรม Open SSL ดังนี้

```
#cd /tmp
#tar xvfz ~/openssl-0.9.8a.tar.gz
#cd openssl-0.9.8a
#edit Makefile
#sh config -fPIC
#make
```

จากนั้นคอมไพล์โมดูลของ SSL เพื่อนำไปใช้งานกับ Apache อีกครั้งหนึ่ง ดังคำสั่งต่อไปนี้

```
#tar xvfz ~/mod_ssl-2.8.25-1.3.34.tar.gz
#cd mod_ssl-2.8.25-1.3.34
#./configure --with-apache=/tmp/apache_1.3.34
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมไพล์โปรแกรมเครื่องแม่ข่าย Apache และติดตั้งไว้ที่ /www/httpd

```
#tar xvfz ~/apache_1.3.34.tar.gz
#cd apache_1.3.34
#export EXTRA_CFLAGS="-DBIG_SECURITY_HOLE"; export
SSL_BASE=/tmp/openssl-0.9.8a ;./configure --prefix=/www/httpd --
enable-module=so --enable-module=most --enable-shared=max --enable-
module=ssl --enable-shared=ssl
#make
#make certificate
#make install
```

2.5 ติดตั้งโปรแกรมฐานข้อมูล

ใช้โปรแกรมฐานข้อมูลชื่อ PostgreSQL เนื่องจากสามารถนำมาใช้งานได้ฟรีและรองรับการทำงานได้มากกว่าโปรแกรมฐานข้อมูล MySQL ทำการติดตั้งด้วยคำสั่งดังนี้

```
#cd /tmp
#tar xvfz ~/postgresql-base-8.1.1.tar.gz
#tar xvfz ~/postgresql-test-8.1.1.tar.gz
#tar xvfz ~/postgresql-8.1.1.tar.gz
#cd postgresql-8.1.1
#./configure --prefix=/www/postgresql --enable-multibyte=UNICODE --
enable-unicode-conversion --with-perl --enable-syslog --enable-debug --
with-CXX --enable-locale --with-perl
#gmake
#gmake install
```

ติดตั้งเสร็จแล้ว ทำการเพิ่มพาร์ทของไลบรารีฐานข้อมูล /www/postgresql/postgresql/lib
ไว้ที่ไฟล์ /etc/ld.so.conf และสั่งให้เครื่องรับรู้ว่าได้เพิ่มพาร์ทด้วยคำสั่ง "/sbin/ldconfig"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างชื่อผู้ใช้งานชื่อ postgres เพื่อใช้เป็น service account ในการสั่งให้โปรแกรมฐานข้อมูลเริ่มทำงาน และสร้างพาร์ทเพื่อเก็บข้อมูลของฐานข้อมูลไว้ที่ / www/postgresql/data จากนั้นทำการเริ่มต้นค่าฐานข้อมูล (Initial Database) ด้วยคำสั่งดังนี้

```
#su - postgres
#www/postgresql/bin/initdb --locale=th_TH --lc-monetary=POSIX -D
/www/postgresql/data -E win874
#exit
```

2.6 ติดตั้งโปรแกรมภาษา PHP

เนื่องจาก PHP รุ่น 5.x.x ต้องมีการติดตั้ง XML Library ก่อนถึงจะติดตั้ง PHP ได้ ดังนั้นทำการติดตั้ง libxml ด้วยคำสั่งดังนี้

```
#tar zvfz ~/libxml2-2.6.23.tar.gz
#cd libxml2-2.6.23
#./configure --prefix=/tmp/libxml2
#make; make install
```

จากนั้นติดตั้งโปรแกรมอื่นๆ เพื่อสนับสนุนการทำงานของ PHP เกี่ยวกับการสร้างรูปภาพดังต่อไปนี้

```
#tar xvfz ~/jpegsrc.v6b.tar.gz
#cd jpeg-6b
#./configure --prefix=/tmp/jpeg
#mkdir ../jpeg; mkdir ../jpeg/bin; mkdir ../jpeg/man; mkdir
../jpeg/man/man1
#make; make install
#cp libjpeg.a /usr/lib
```

```
#tar xvfz ~/libpng-1.2.8.tar.gz
```

```

#cd ~/libpng-1.2.8
#cp scripts/makefile.linux Makefile
#make
#cp libpng.a /usr/lib

#tar xvfz ~/freetype-2.1.10.tar.gz
#cd freetype-2.1.10
#./configure --prefix=/tmp/freetype2
#make; make install

#tar xvfz ~/gd-2.0.33.tar.gz
#cd gd2.0.33
#mkdir /tmp/jpeg-6b/include
#cp /tmp/jpeg-6b/j*.h /usr/include
#cp /tmp/libpng-1.2.8/p*.h /usr/include
#./configure --prefix=/tmp/gd --with-png=/tmp/libpng-1.2.8 --with-
jpeg=/tmp/jpeg-6b --with-png=/tmp/libpng-1.2.8 --with-
freetype=/tmp/freetype2
#make; make install

```

เมื่อติดตั้งโปรแกรมต่างที่สนับสนุนการทำงานของ PHP เกี่ยวกับการสร้างรูปภาพแล้ว
 ต่อมาทำการกำหนดค่าและติดตั้งโปรแกรมภาษา PHP ดังนี้

```

#tar xvfz ~/php-5.1.1.tar.gz
#cd php-5.1.1
#cp /tmp/libpng-1.2.8/p*.h /usr/include
#cp /tmp/jpeg-6b/j*.h /usr/include
# ./configure --with-apxs=/www/httpd/bin/apxs --enable-versioning --
enable-bcmath --disable-debug --enable-memory-limit=yes --enable-track-
vars --with-pgsql=/www/postgresql --with-xml --with-libxml-

```

```

dir=/tmp/libxml2 --with-gettext --with-ldap --with-kerberos=/usr/kerberos -
-with-config-file-path=/www/httpd/conf --with-gd=/tmp/gd --with-jpeg-
dir=/tmp/jpeg-6b --with-png-dir=/tmp/libpng-1.2.8 --with-zlib-dir=ext/zlib
--with-ttf=/tmp/gd --enable-gd-native-ttf --with-freetype-dir=/tmp/freetype2
--enable-exif --with-iconv
#make; make install
#cp php.ini-dist /www/httpd/conf/php.ini

```

2.7 ติดตั้ง โปรแกรมเก็บสถิติข้อมูลการใช้งานบริการในเครือข่าย

Argus เป็นโปรแกรมที่เก็บสถิติการใช้งานบริการต่างๆในเครือข่าย โดยผลลัพธ์ที่ได้จะออกเป็นเป็นข้อมูล text เพื่อนำเอาเพิร์ลสคริปต์ (perl script) มาเรียกอ่านและนำไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลต่อไป การติดตั้ง Argus ใช้คำสั่งดังนี้

```
#rpm -ivh ~/argus-2.0-5.i386.rpm
```

2.8 ติดตั้ง โมดูลของเพิร์ล

เพิร์ลสคริปต์จะเขียนขึ้นมา เพื่ออ่านค่าข้อมูลที่ได้จาก Argus และนำเข้าไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลนั้น ใช้งานโมดูล DBI, DBD-Pg และ Time-HiRes โดยติดตั้งโดยใช้คำสั่งดังนี้

```
#tar xvfz ~/DBI-1.39.tar.gz
```

```
#cd DBI-1.39
```

```
#perl Makefile.PL
```

```
#make; make test; make install
```

```
.
```

```
#tar xvfz ~/DBD-Pg-1.31.tar.gz
```

```
#cd DBD-Pg-1.31
```

```
#perl Makefile.PL
```

```
#make; make test; make install
```

```
#tar xvfz ~/Time-HiRes-1.66.tar.gz
```

```
#cd Time-HiRes-1.66
#perl Makefile.PL
#make; make test; make install
```

2.9 การกำหนดค่าอื่นๆ

กำหนดค่าให้กับโปรแกรมที่ได้ติดตั้งไป มีดังต่อไปนี้

Apache

แก้ไขค่าในไฟล์ `/www/httpd/conf/httpd.conf` โดยเพิ่มค่าดังนี้เข้าไป เพื่อให้ Apache ทำการส่งไฟล์ที่มีนามสกุล `.php` และ `.phps` ไปให้โปรแกรม PHP แปลความหมาย

```
# Add to httpd.conf
AddType application/x-httpd-php .php
AddType application/x-httpd-php-source .phps
```

แก้ไขค่าที่อยู่ของ SSL จากเดิม `/www/httpd/htdpcs` เป็น `/www/httpd/htdpcs-ssl` และเปลี่ยนชื่อผู้ใช้งานในการเริ่มต้นการทำงานของ Apache จาก `Nobody` เป็น `root` ดังนี้

```
User root
Group root
```

PHP

แก้ไขค่าในไฟล์ `/www/httpd/conf/php.ini` โดยแก้ไขค่าตัวแปรดังนี้

```
register_global = On
```

การเริ่มต้นการทำงานของระบบ เพิ่มค่าไว้ที่ `/etc/rc.d/rc.local` ดังต่อไปนี้

```
/www/bin/rc.htb
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการคืนค่า (Restore) ข้อมูลเริ่มต้นของฐานข้อมูล dbHTB (หากต้องการคืนค่าข้อมูลไว้ที่ฐานข้อมูลชื่ออื่น สามารถเข้าไปแก้ไขได้ที่ไฟล์ inc.php) ด้วยคำสั่งดังนี้

```
#su - postgres
#/www/postgresql/bin/createdb dbHTb -E win874 -p 5432
#cat InitialHTBData.sql | /www/postgresql/bin/psql -p 5432 dbHTB
#exit
```

ทำการติดตั้งเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยคำสั่งดังนี้

```
#cp /tmp
#tar xvfz TrafficShappingWebApp.tar.gz
#cd TrafficShappingWebApp
#cp -rf * /www/httpd/htdocs-ssl
```

ติดตั้งค่าสคริปต์เพื่อตั้งเวลาการทำงาน ด้วยคำสั่งดังนี้

```
#cd /tmp
# tar xvfz TrafficShappingScript.tar.gz
#cd TrafficShappingScript
#crontab TrafficShappingCrontabFile
#cp -rf * /www/bin
```

ภาคผนวก ข การใช้งานระบบ

การเข้าใช้งานระบบเว็บแอปพลิเคชันควบคุมปริมาณกราฟฟิค สามารถเข้าใช้งาน โดยผ่าน
ทาง https://server_name/home.php หรือ https://server_ip/home.php รายละเอียดการใช้งาน มีดังนี้

1. การล็อกอินเข้าใช้งานระบบ (Log In)

เมื่อทำการเปิดเข้าใช้งานระบบ จะปรากฏหน้าล็อกอินเข้าใช้งาน ดังรูปที่ ข-1 เพื่อทำการ
พิสูจน์ตัวตนและสิทธิ์การเข้าใช้งานของแต่ละบัญชีรายชื่อ ซึ่งบัญชีรายชื่อ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท
คือ admin สามารถทำการสร้าง แก้ไขและลบข้อมูลได้ และ monitor สามารถดูข้อมูลได้อย่างเดียว
ไม่สามารถทำการสร้าง แก้ไข หรือลบข้อมูลใดๆ

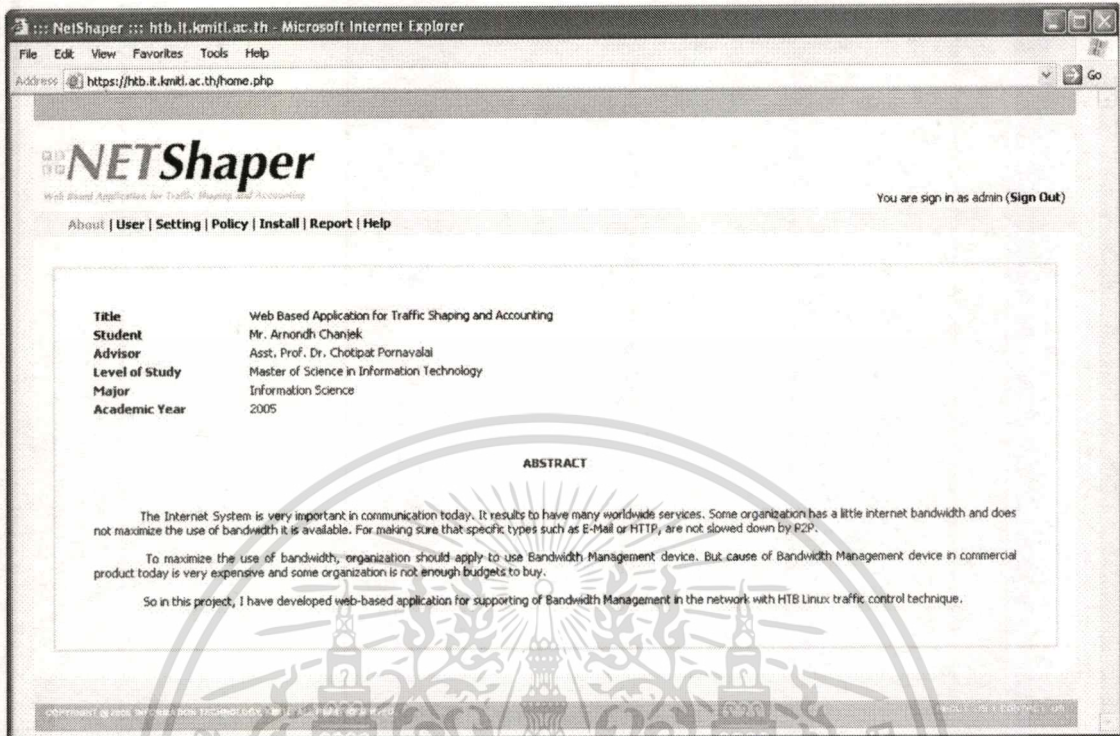
บัญชีรายชื่อที่ติดตั้งมากับระบบ มี 2 บัญชี คือ บัญชี “admin” รหัสผ่าน “apple” และ บัญชี
“monitor” รหัสผ่าน “apple”

NETShaper
Web Based Application for Profile Shaping and Monitoring

USERNAME	<input type="text"/>
PASSWORD	<input type="password"/>
<input type="button" value="Sign In"/>	

รูปที่ ข-1 หน้าต่าง Log in เข้าสู่ระบบ

เมื่อทำการล็อกอินเข้ามาในระบบได้แล้ว จะพบกับหน้าต่างแสดงรายละเอียดของบทคัดย่อ
ของโครงการดังรูปที่ ข-2

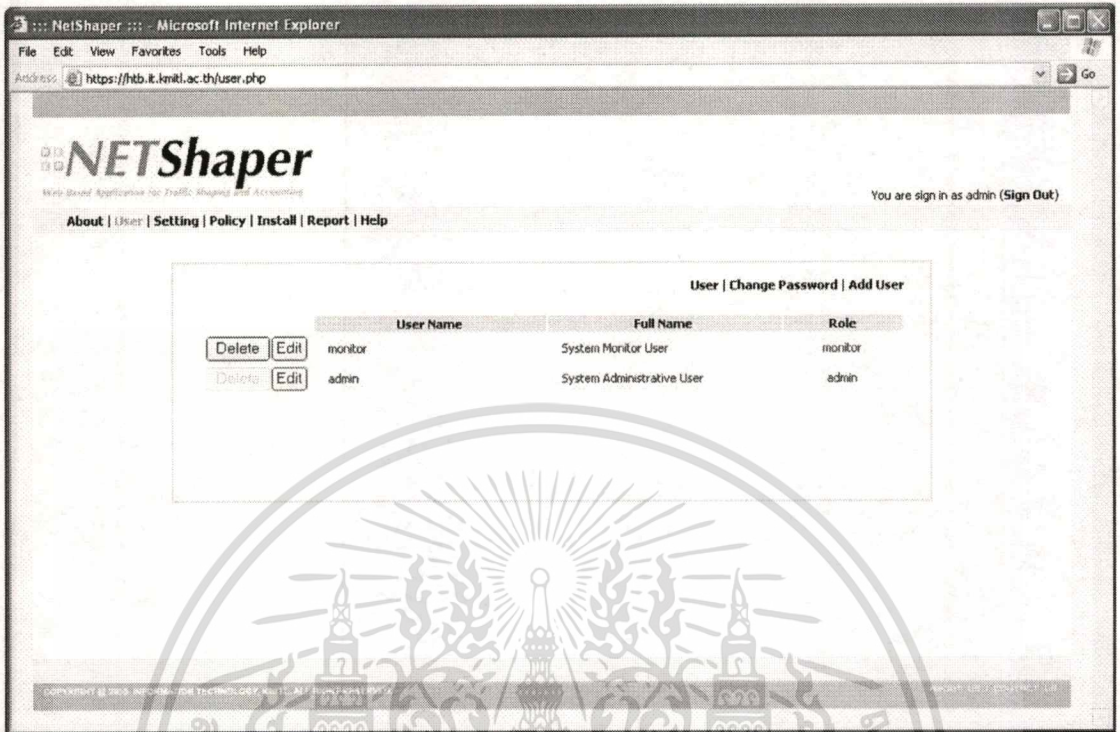


รูปที่ ข-2 หน้าต่างแสดงบทคัดย่อขอโครงการหลังจากที่ล็อกอินผ่าน

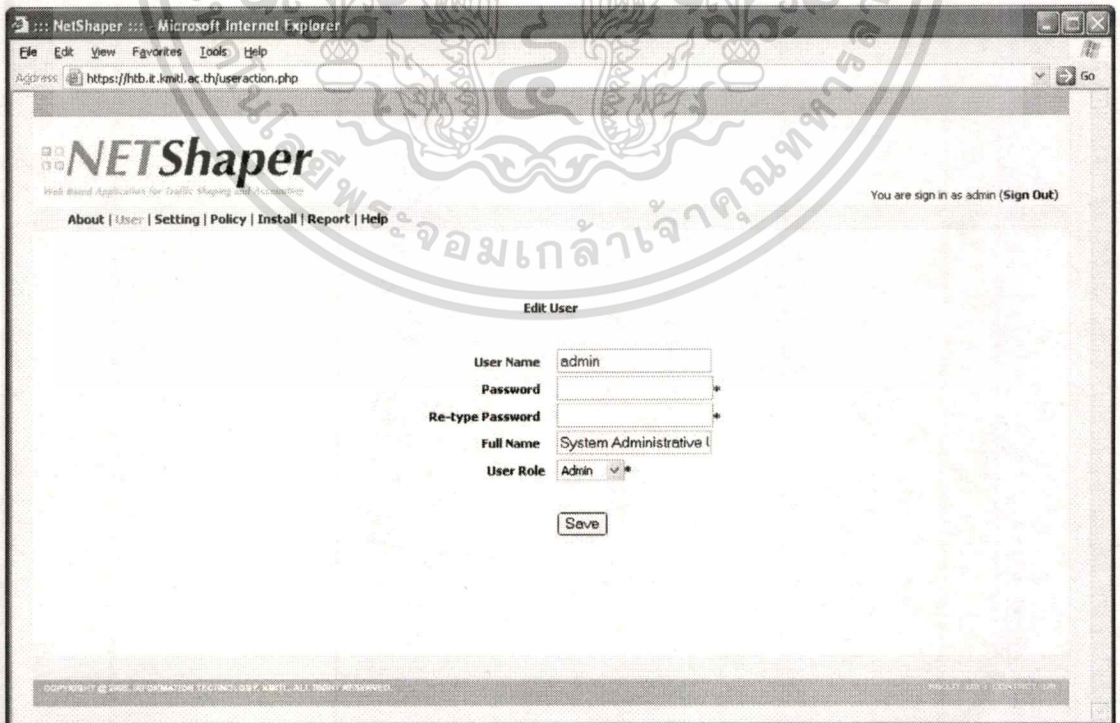
2. การจัดการผู้ใช้งาน (User)

เป็นการสร้าง แก้ไขข้อมูล ลบ เปลี่ยนรหัสผ่านและดูรายละเอียดของบัญชีรายชื่อผู้ใช้งาน
 ดังรูปที่ ข-3 ถึง รูปที่ ข-7

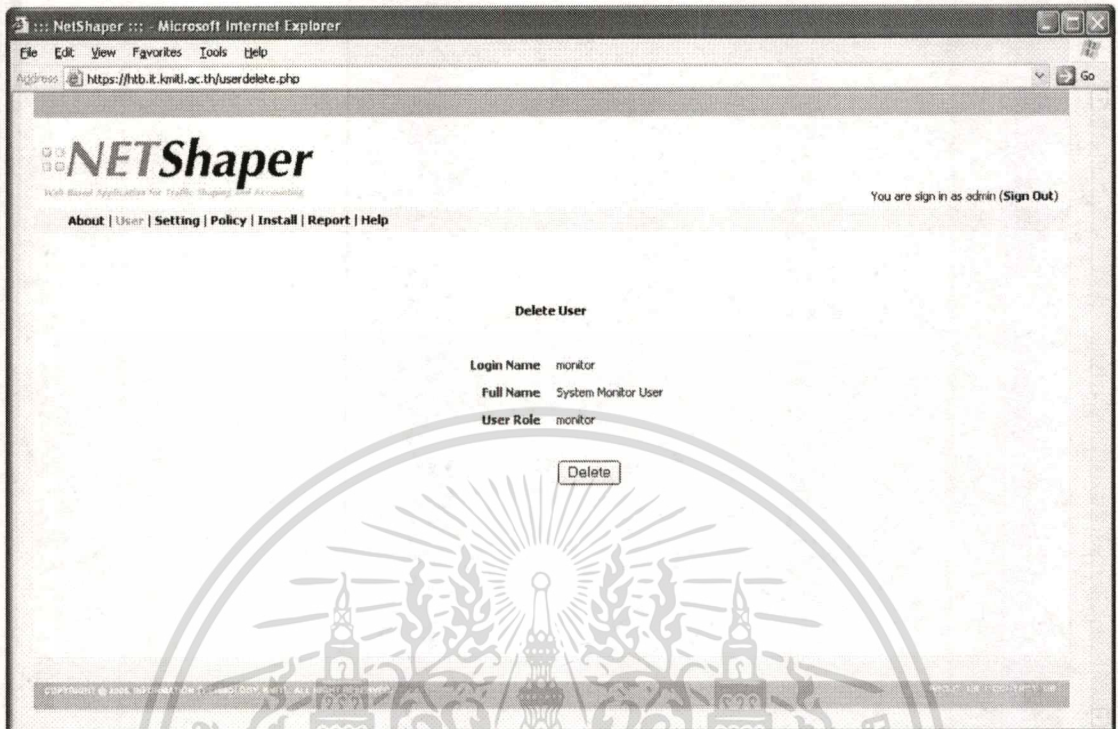
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



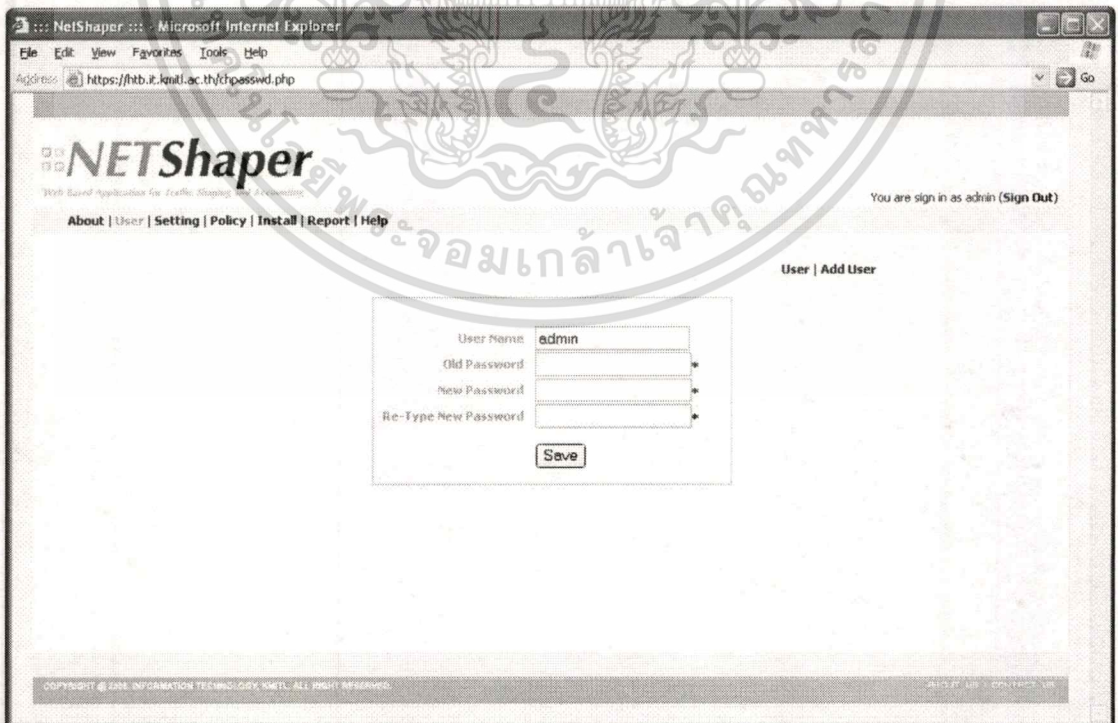
รูปที่ ข-3 หน้าต่างดูรายละเอียดผู้ใช้งาน



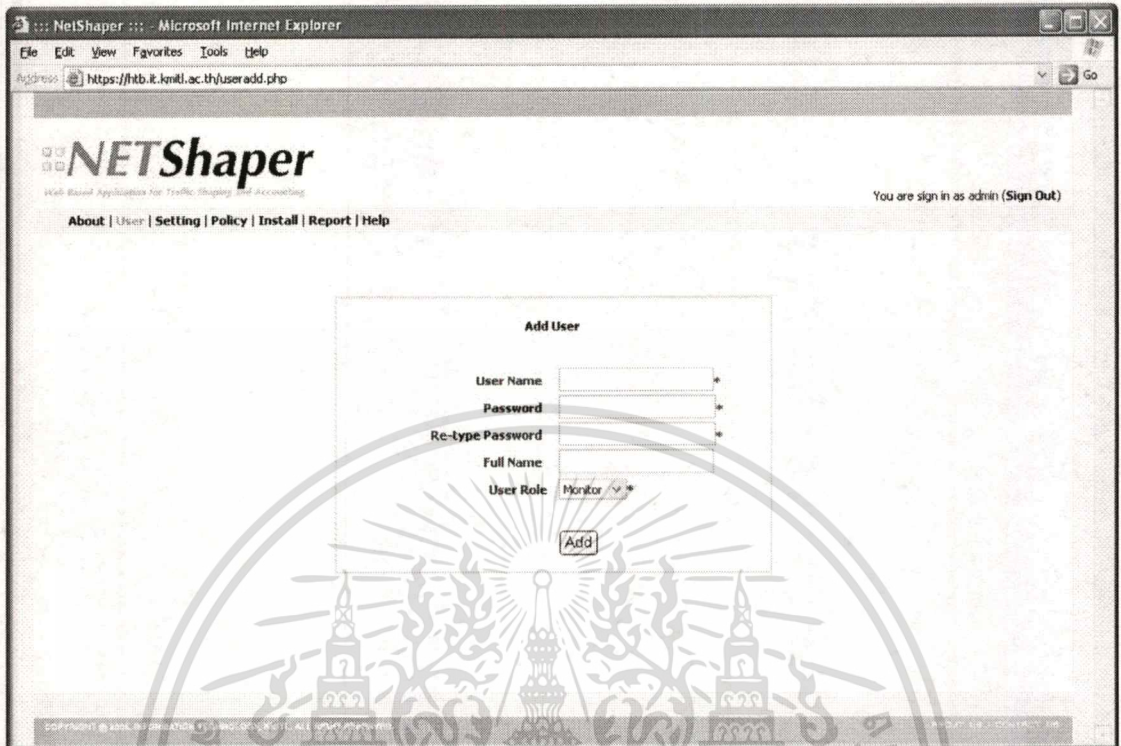
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ ข-4 หน้าต่างแก้ไขรายละเอียดผู้ใช้งานให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-5 หน้าต่างลบชื่อผู้ใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ ข-6 หน้าต่างเปลี่ยนรหัสผ่านผู้ใช้งานให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-7 หน้าต่างสร้างผู้ใช้งาน

3. การกำหนดค่าให้กับระบบ (Setting)

เป็นการกำหนดค่าของชื่อเครื่องอ้างอิง หมายเลขไอพีของเกตเวย์ เครื่องให้บริการชื่อเครื่องหลัก เครื่องให้บริการชื่อเครื่องรองและเครื่องให้บริการเวลา การกำหนดค่าอินเทอร์เน็ตเฟซขาเข้า (Inbound) ได้แก่ ชื่ออินเทอร์เน็ตเฟซ หมายเลขไอพี หมายเลขสับบเน็ตมาสต์และขนาดของแบนด์วิดท์ และการกำหนดค่าอินเทอร์เน็ตเฟซขาออก (Outbound) ได้แก่ ชื่ออินเทอร์เน็ตเฟซ หมายเลขไอพี หมายเลขสับบเน็ตมาสต์และขนาดของแบนด์วิดท์ แสดงดังรูปที่ ข-8 และรูปที่ ข-9

NETShaper
Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

You are sign in as admin (Sign Out)

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

View | Edit

Host
Host Name htb.it.kmitl.ac.th

In Bound Device
Device Name eth1 UP
Band Width 1024 kbit

Out Bound Device
Device Name eth0 UP
Band Width 1024 kbit

Copyright © 2005, INFORMATION TECHNOLOGY CENTER, ALL RIGHTS RESERVED. PRODUCT: NETSHAPER (v1.0)

รูปที่ ข-8 หน้าต่างดูรายละเอียดการกำหนดค่าของเครื่อง

NETShaper
Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

You are sign in as admin (Sign Out)

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

View | Edit

Host
Host Name htb.it.kmitl.ac.th

In Bound Device
Device Name Ethernet1
Band Width 1024 Kilobits/second

Out Bound Device
Device Name Ethernet0
Band Width 1024 Kilobits/second

Save

Copyright © 2005, INFORMATION TECHNOLOGY CENTER, ALL RIGHTS RESERVED. PRODUCT: NETSHAPER (v1.0)

รูปที่ ข-9 หน้าต่างกำหนดค่ารายละเอียดของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การกำหนดนโยบายควบคุมปริมาณกราฟฟิก (Policy)

4.1 การสร้าง แก้ไข และลบโฮบเจ็ท โฮสต์และกลุ่มของโฮสต์

เป็นการกำหนดค่าโฮบเจ็ท โฮสต์และกลุ่มของโฮสต์ โดยสามารถทำการสร้าง แก้ไข และลบโฮบเจ็ท โฮสต์และโฮบเจ็ทกลุ่มของโฮสต์ โฮบเจ็ท โฮสต์หนึ่งโฮบเจ็ท หมายเลขไอพีที่กำหนดจะเป็นเครื่องเดียวหรือเครือข่ายก็ได้ ซึ่งจะอ้างอิงกับหมายเลขสับเน็ตมาสต์อีกที โดยจะกำหนดชื่ออ้างอิง หมายเลขไอพี หมายเลขสับเน็ตมาสต์และคำอธิบายโฮสต์ ส่วนโฮบเจ็ทกลุ่มของโฮสต์ จะนำเอาโฮบเจ็ท โฮสต์มารวมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน แสดงดังรูปที่ ข-10

The screenshot shows the NETShaper web interface in Microsoft Internet Explorer. The address bar shows <https://htb.it.kmit.ac.th/host.php>. The page title is "NETShaper" and it includes navigation links: About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help. The user is signed in as "admin" with a "Sign Out" link.

The main content area is titled "Policy | Rule | Host | Service | QoS" and contains three sections:

- Add Host:** Includes fields for Host Name*, IP/Network*, Sub Net Mask* (with a dropdown menu), and Description. An "Add" button is at the bottom.
- Edit Host:** Includes a Host Name* dropdown menu and "Edit", "Delete", and "Cancel" buttons.
- Add Group Host:** Includes a Group Name* field, a Description field, and a table for adding members.

Host	Members*
host_192.168.1.2	
host_192.168.1.3	
net_192	
Any	
host_172.16.19.176	

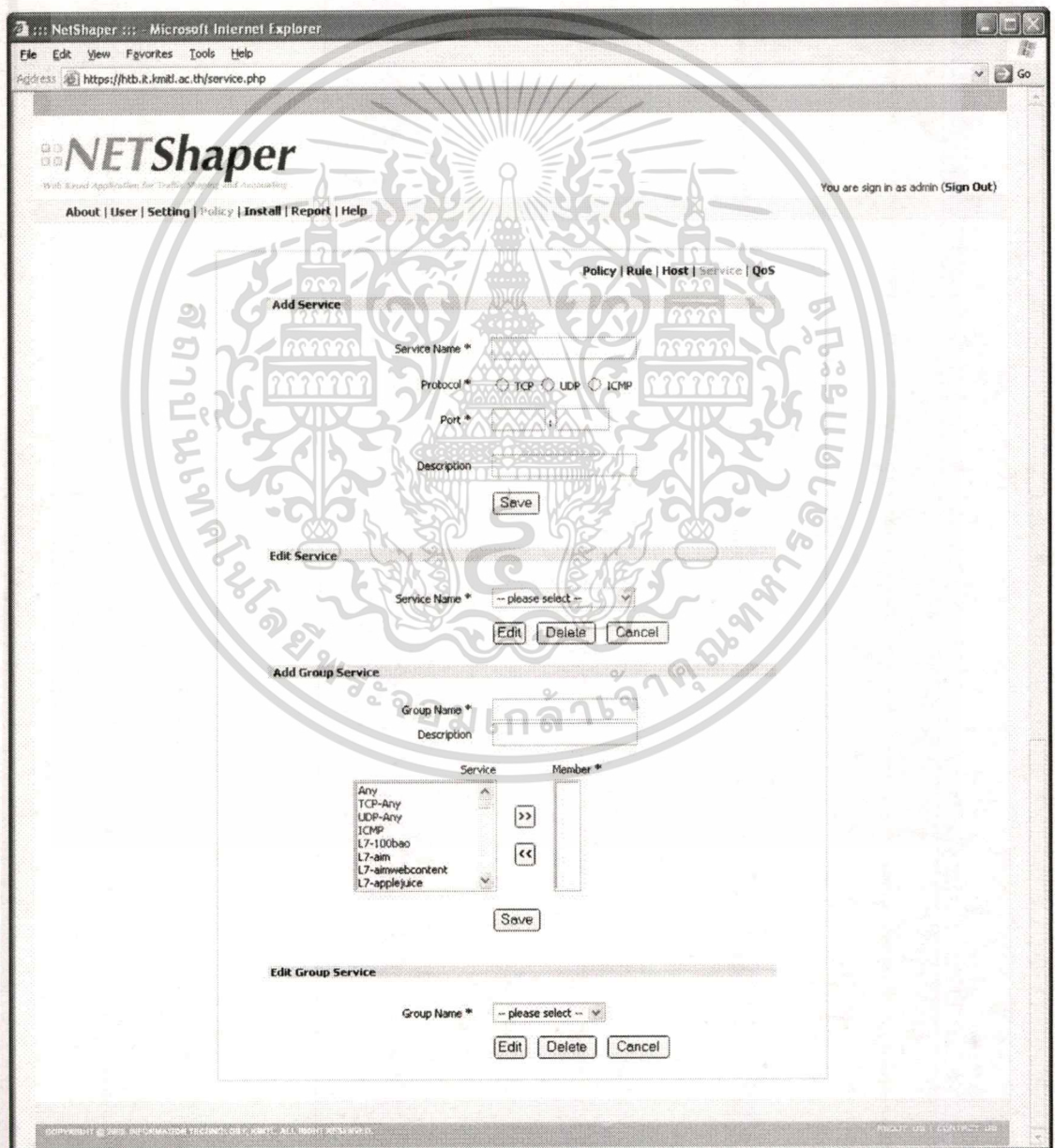
 A "Save" button is located below the table.
- Edit Group Host:** Includes a Group Name* dropdown menu and "Edit", "Delete", and "Cancel" buttons.

At the bottom of the page, there is a copyright notice: "COPYRIGHT © 2005. INFORMATION TECHNOLOGY UNIT, KMIT. ALL RIGHTS RESERVED." and a small "Go" button.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาและวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้าหรือบริการอื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานต้นสังกัด
รูปที่ ข-10 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบโฮบเจ็ท โฮสต์และกลุ่มของโฮสต์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจกต์บริการและกลุ่มของบริการ

เป็นการกำหนดค่าอ็อบเจกต์บริการและกลุ่มของบริการ โดยสามารถทำการสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจกต์บริการและอ็อบเจกต์กลุ่มของบริการ อ็อบเจกต์บริการหนึ่งอ็อบเจกต์ โดยกำหนดชื่ออ้างอิงชนิดของโพล โดคอด หมายเลขพอร์ตสามารถกำหนดเป็นช่วงได้และคำอธิบาย ซึ่งจะอ้างอิงกับหมายเลขสับเน็ตมาสต์อีกที ส่วนอ็อบเจกต์กลุ่มของบริการ จะนำเอาอ็อบเจกต์บริการมารวมกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งาน แสดงดังรูปที่ ข-11



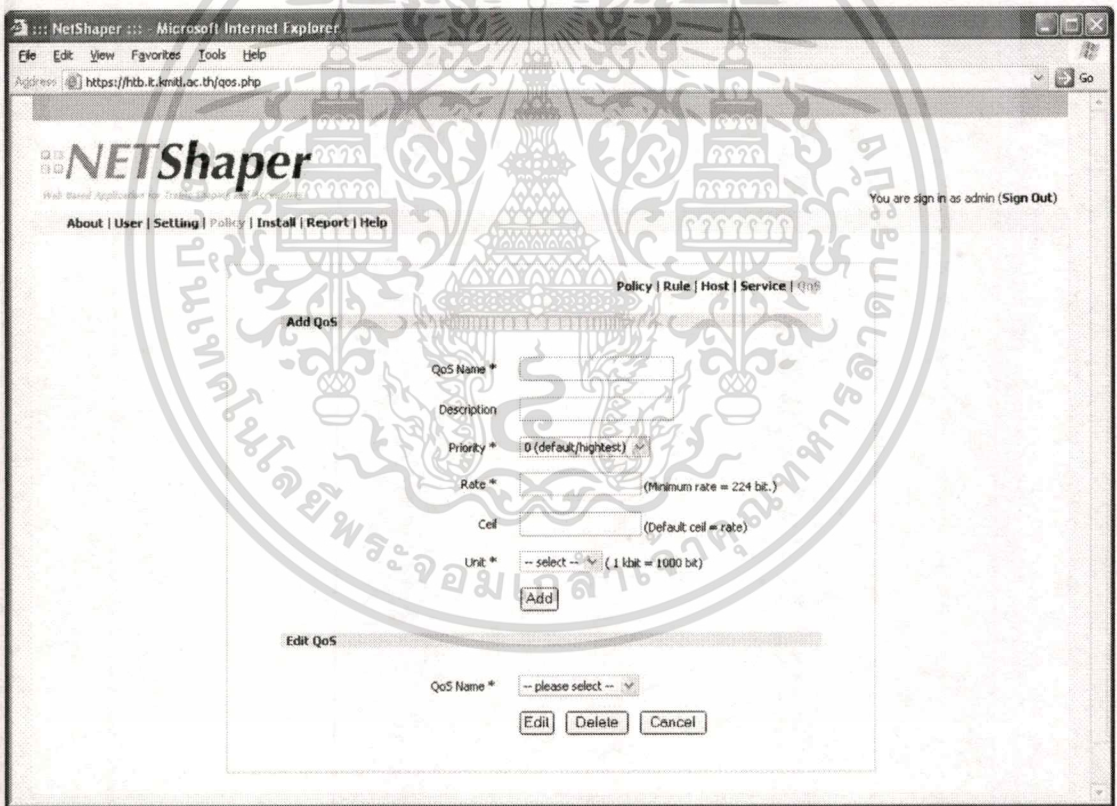
รูปที่ ข-11 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจกต์บริการและกลุ่มของบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่หรือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่หรือใช้เพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ็อบเจ็กต์บริการ ได้มีการกำหนดค่าเริ่มต้นไว้แล้วที่เป็นบริการที่เป็นที่รู้จัก แบ่งเป็น อ็อบเจ็กต์บริการในระดับแอปพลิเคชัน ใช้งานร่วมกับ L7 Filter และอ็อบเจ็กต์บริการในระดับชั้นขนส่ง ตามหมายเลขพอร์ต จะใช้งานร่วมกับ U32 Filter

4.3 การสร้าง แก้ไข และลบการควบคุมปริมาณกราฟฟิก

เป็นการกำหนดค่าอ็อบเจ็กต์การควบคุมปริมาณกราฟฟิก โดยสามารถทำการสร้าง แก้ไข และลบอ็อบเจ็กต์การควบคุมปริมาณกราฟฟิก โดยกำหนดชื่ออ้างอิง คำอธิบาย ระดับความสำคัญ ขนาดของแบนด์วิดท์ที่จะจำกัด (Rate) ขนาดของแบนด์วิดท์ที่จะยอมให้ใช้เกินได้ชั่วคราว (ถ้าไม่กำหนดค่า default คือ rate) และหน่วยของแบนด์วิดท์ แสดงดังรูปที่ ข-12



รูปที่ ข-12 หน้าต่างการสร้าง แก้ไข และลบการควบคุมปริมาณกราฟฟิก

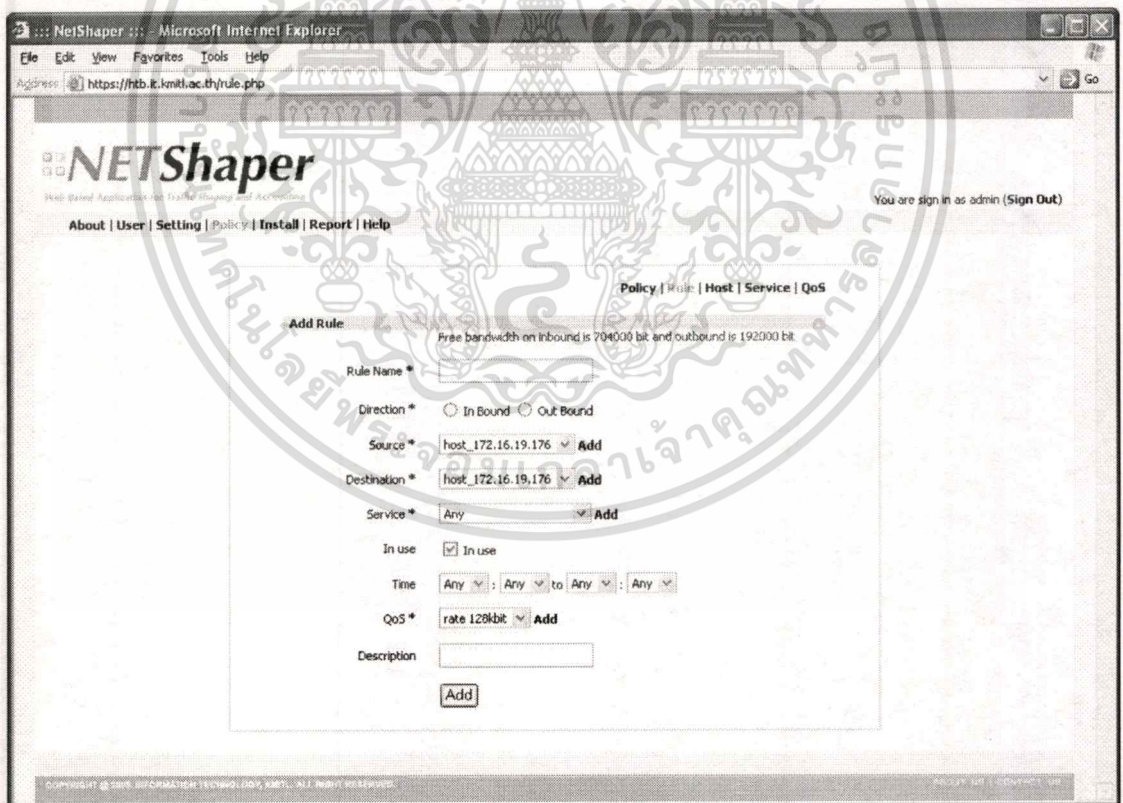
4.4 การสร้าง แก้ไข และลบนโยบายควบคุมปริมาณกราฟฟิก

จากรูปที่ ข-13 จะเป็นการกำหนดกฎนโยบายการควบคุมปริมาณกราฟฟิก โดยกำหนดรายละเอียดของ ชื่ออ้างอิง ทิศทางของการควบคุม (Inbound/Outbound) เครื่องต้นทาง เครื่องเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งวนเวียนสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายทาง อีอบเจ็ทบริการ สถานการณ์ใช้งานกฎ เวลาในการทำงานของกฎ ชนิดการควบคุม ปริมาณทราฟฟิกและค่าอธิบาย

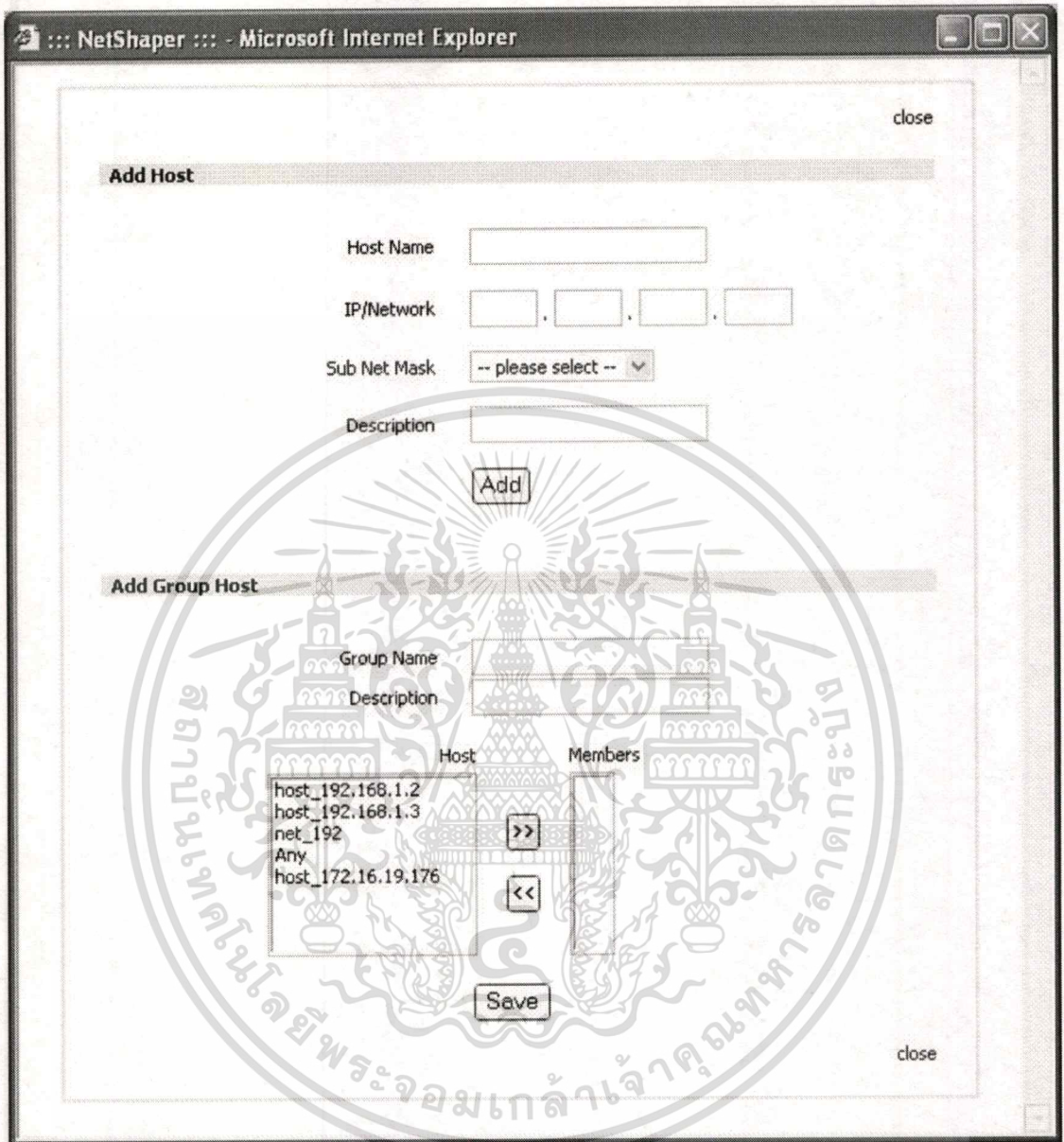
จากรูปที่ ข-14 ถึงรูปที่รูป ข-16 เป็นหน้าต่างสร้างอีอบเจ็ท โฮสต์ อีอบเจ็ทบริการและอีอบเจ็ทการควบคุมปริมาณทราฟฟิก ที่เปิดจากหน้าสร้างกฎนโยบายทางเครือข่าย (จากรูปที่ ข-12) ซึ่งการกำหนดค่านี้จะมีลักษณะเหมือนกับการกำหนดค่าในหัวข้อ 4.1 4.2 และ 4.3

ส่วนรูปที่ ข-16 เป็นการดูรายละเอียดของกฎนโยบายทั้งหมดที่ได้สร้างใช้งาน โดยแบ่งกฎออกตามทิศทางของทราฟฟิก คือ กฎนโยบายที่ใช้ควบคุมปริมาณทราฟฟิกขาเข้า (INBOUND) และกฎนโยบายที่ใช้ควบคุมปริมาณทราฟฟิกขาออก (OUTBOUND) และแต่ละทิศทางจะมี default กฎเอาไว้ เพื่อว่าหากมีกรณีที่เกิดไม่ตรงกับที่กำหนดตัวกรอง (Filter) ที่ได้กำหนดไว้ การควบคุมปริมาณทราฟฟิกของแพ็กเก็ตนั้นก็จะได้ไม่หลุด



รูปที่ ข-13 หน้าต่างสร้าง แก้ไข และลบนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-14 หน้าต่างสร้างโฮสต์และกลุ่มโฮสต์

NetShaper :: - Microsoft Internet Explorer

close

Add Service

Service Name

Protocol TCP UDP ICMP

Port :

Description

Save

Add Group Service

Group Name

Description

Service Member

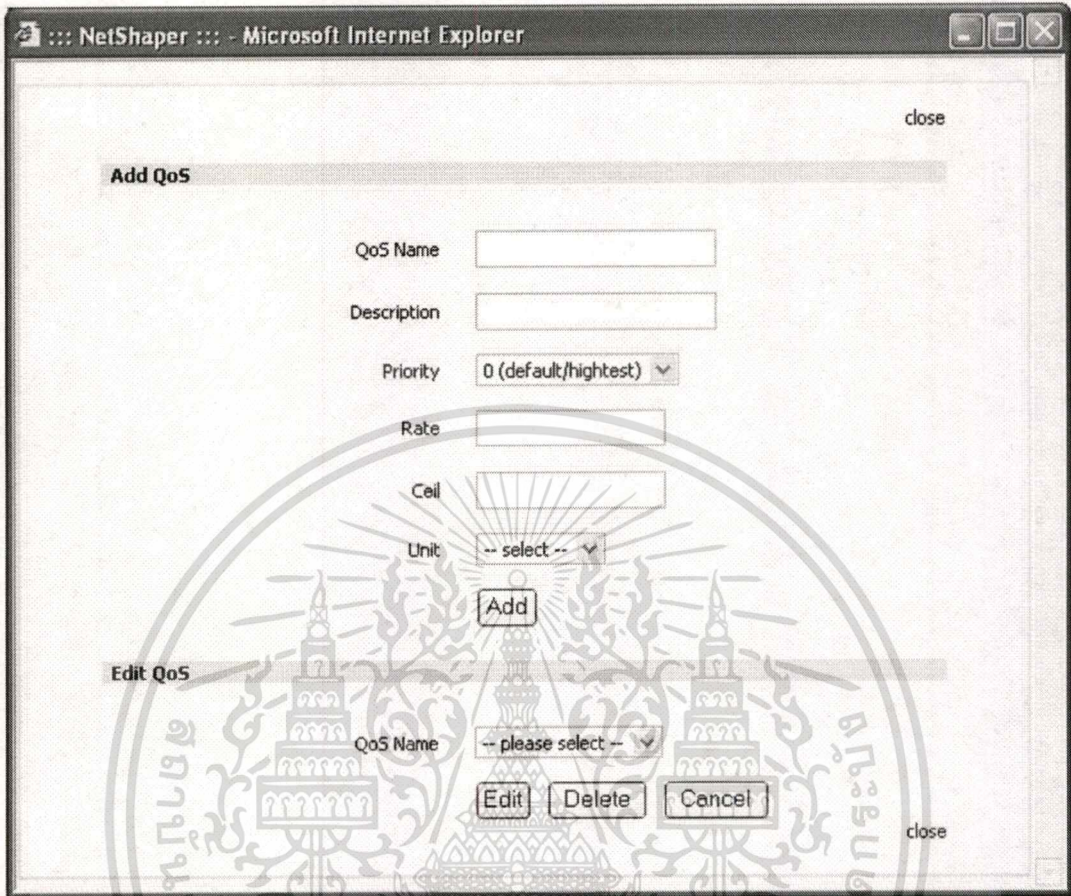
Any	>>	
TCP-Any	>>	
UDP-Any	>>	
ICMP	>>	
L7-100bao	<<	
L7-aim	<<	
L7-aimwebcontent	<<	
L7-applejuice	<<	

Save

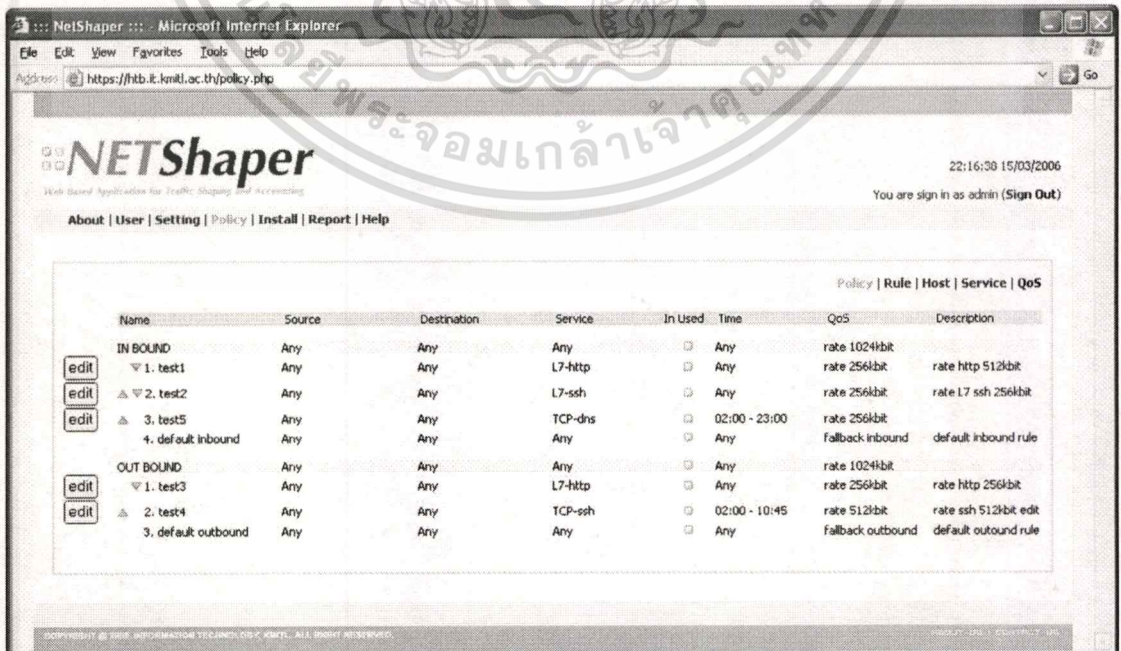
close

รูปที่ ข-15 หน้าต่างสร้างบริการและกลุ่มบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-16 หน้าต่างสร้าง แก้ไขและลบการควบคุมบริการ



รูปที่ ข-17 หน้าต่างรายละเอียดของกฎนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การติดตั้งนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิก (Install)

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างกฎ และทำการติดตั้งเพื่อใช้งานกฎนโยบาย ดังรูปที่ ข-18 ถึง ข-19

```

# Automatic generate tc rules.
# Generated on 2006-03-14 16:14:04 by user admin

# clear old iptables ipt_layer7
/www/bin/cis_ipt_layer7

# HTB Script inbound
/sbin/tc qdisc del dev eth1 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth1 root handle 2:0 htb default 3
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:0 classid 2:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:3 htb rate 64kbit prio 0

/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:2 handle 20: sfq perturb 16
/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:3 handle 30: sfq perturb 16

/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --proto http -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --proto ssh -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/tc filter add dev eth1 parent 2:0 protocol ip prio 1 u32 match ip src 0.0.0.0/0 match ip dst 0.0.0.0/0 match ip sport 53 0xffff flowid 2:2

# HTB Script outbound
/sbin/tc qdisc del dev eth0 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth0 root handle 1:0 htb default 4
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:0 classid 1:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:3 htb rate 512kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:4 htb rate 64kbit prio 0
  
```

รูปที่ ข-18 หน้าต่างแสดงรายละเอียดกฎนโยบายควบคุมปริมาณทราฟฟิกเก่าที่ใช้งานอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

# Automatic generate tc rules.
# Generated on 2006-03-15 22:15:35 by user admin

# clear old iptables ipt_layer7
/www/bin/ds_ipt_layer7

# HTB Script inbound
/sbin/tc qdisc del dev eth1 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth1 root handle 2:0 htb default 3
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:0 classid 2:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth1 parent 2:1 classid 2:3 htb rate 64kbit prio 0

/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:2 handle 20: sfq perturb 16
/sbin/tc qdisc add dev eth1 parent 2:3 handle 30: sfq perturb 16

/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --7proto http -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/iptables -t mangle -A POSTROUTING -o eth1 -m layer7 --7proto ssh -s 0.0.0.0/0 -d 0.0.0.0/0 -j CLASSIFY --set-class 2:2
/sbin/tc filter add dev eth1 parent 2:0 protocol ip prio 1 u32 match ip src 0.0.0.0/0 match ip dst 0.0.0.0/0 match ip sport 53 0xffff flowid 2:2

# HTB Script outbound
/sbin/tc qdisc del dev eth0 root > /dev/null 2>&1
/sbin/tc qdisc add dev eth0 root handle 1:0 htb default 4
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:0 classid 1:1 htb rate 1024kbit
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:2 htb rate 256kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:3 htb rate 512kbit prio 0
/sbin/tc class add dev eth0 parent 1:1 classid 1:4 htb rate 64kbit prio 0

/sbin/tc qdisc add dev eth0 parent 1:2 handle 20: sfq perturb 16

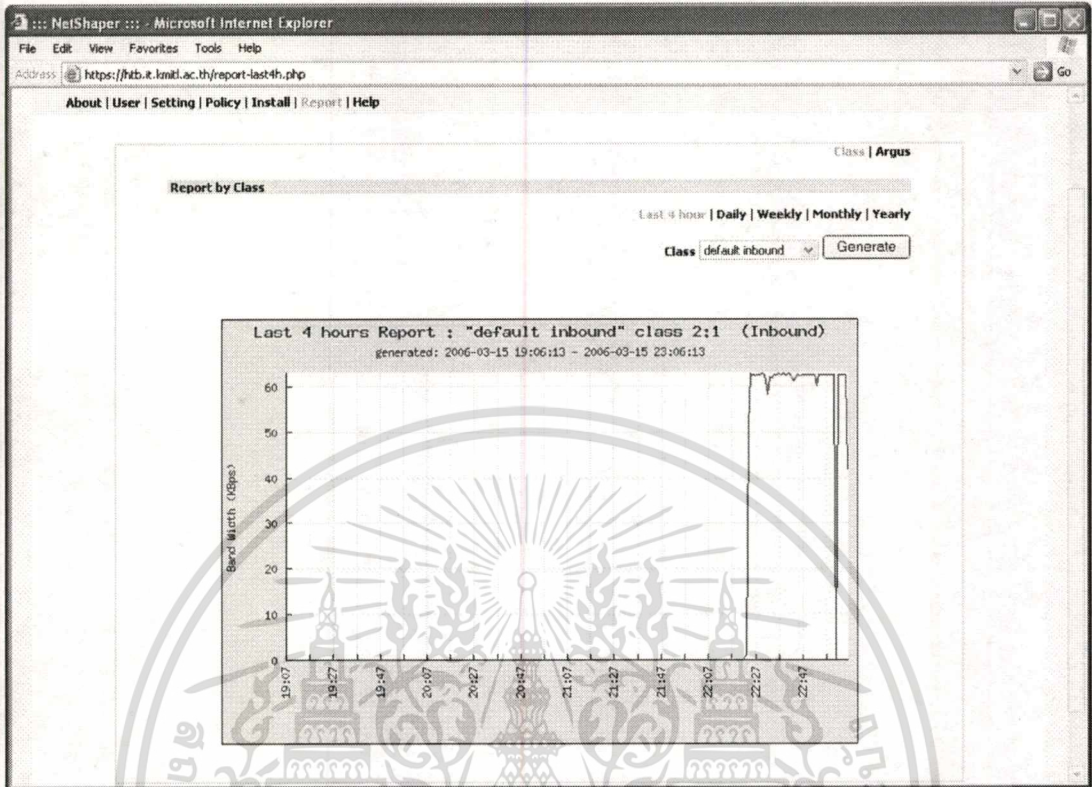
```

รูปที่ ข-19 หน้าต่างรายละเอียดกฎนโยบายที่ตรวจสอบความถูกต้องและทำการติดตั้งใช้งาน

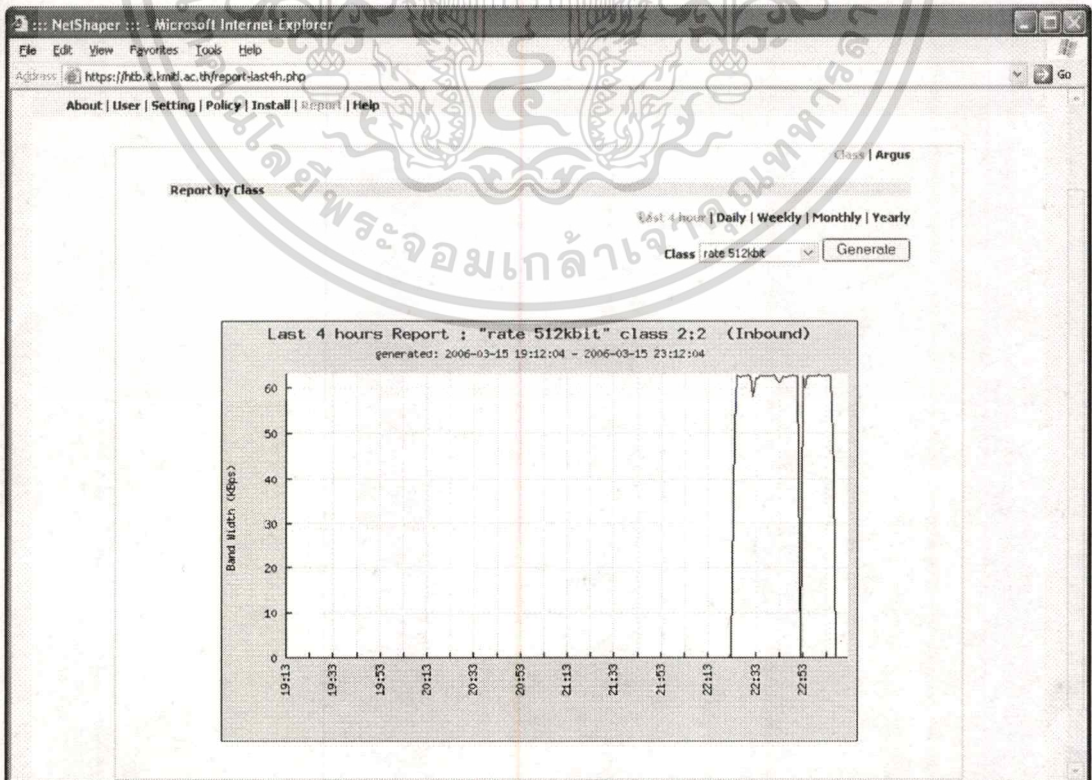
6. การรายงานแสดงผล (Report)

เป็นการแสดงผลสถิติการใช้งานบริการต่าง แบ่งออกเป็น รายงานสถิติตามคลาสและแบนด์วิดท์ที่ใช้ไปของระบบ ดังรูปที่ ข-20 ถึง ข-25 โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดเงื่อนไขเป็นวันและเวลาเพื่อดูสถิติในช่วงเวลาที่ต้องการได้ และรายงานสถิติของ argus ตามหมายเลข ไอพี หมายเลขบริการ และการสืบค้นหาข้อมูลตามหมายเลข ไอพีและหมายเลขบริการ ดังรูปที่ ข-26 ถึง ข-29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

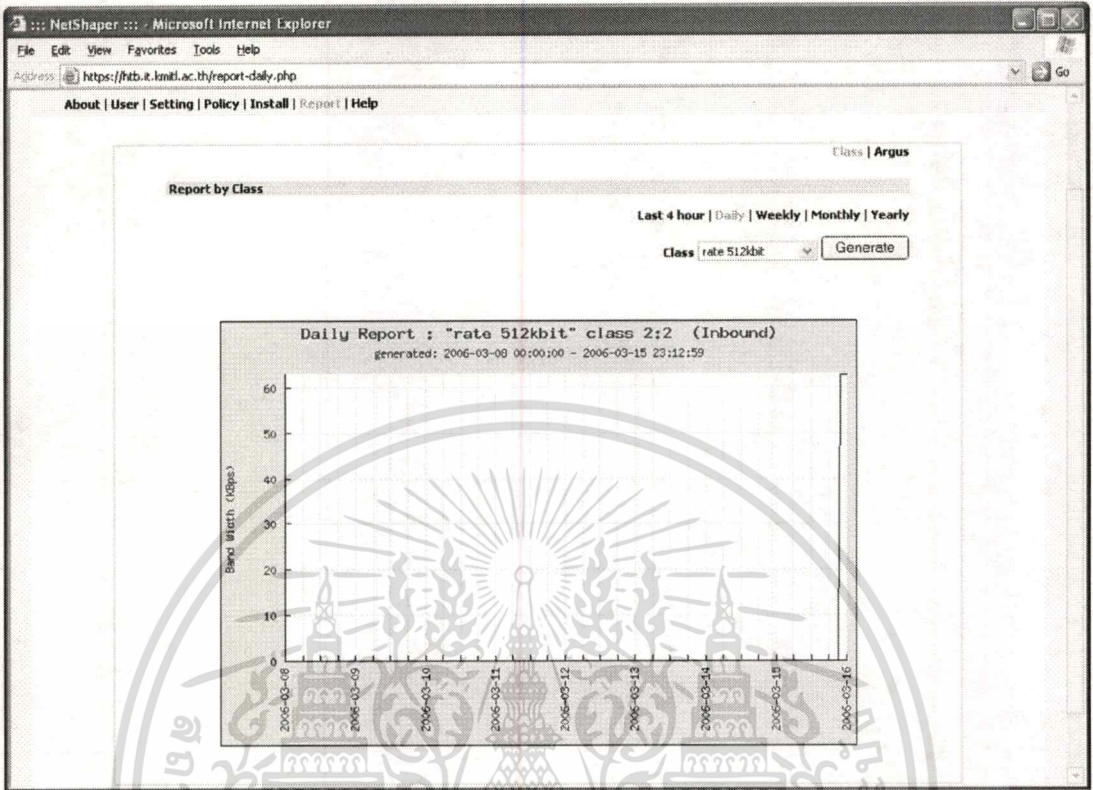


รูปที่ ข-20 หน้าต่างรายงานราย 4 ชั่วโมงของ inbound ทั้งหมด

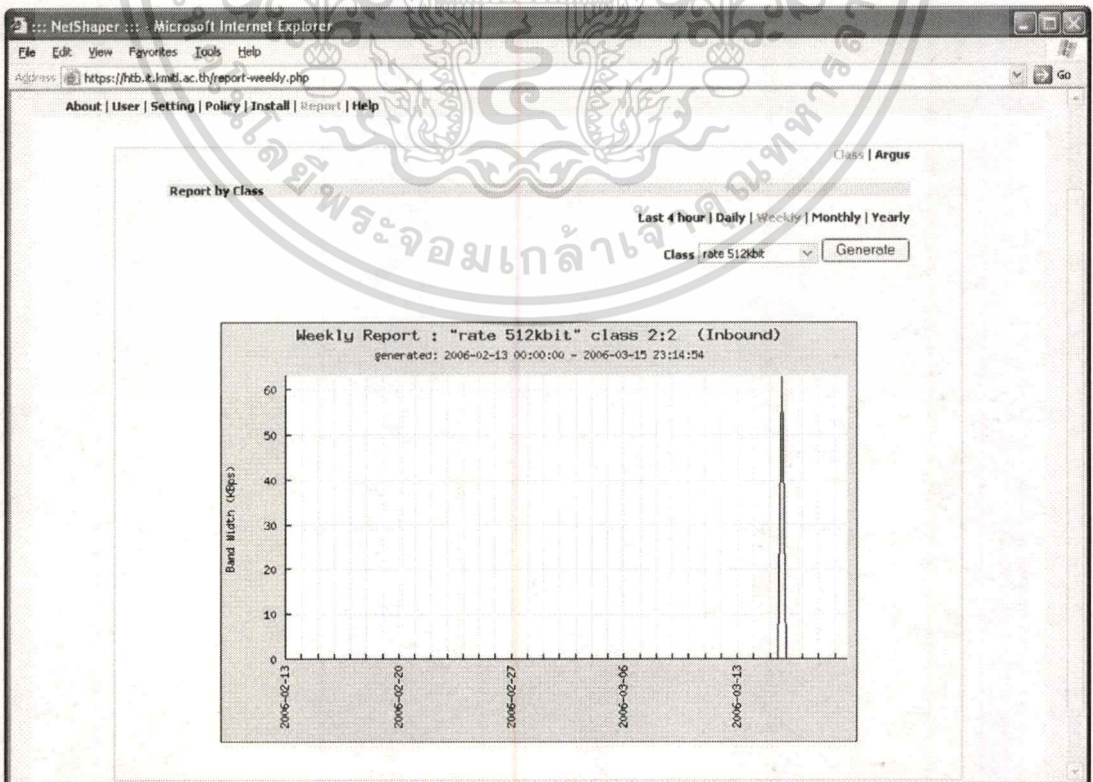


รูปที่ ข-21 หน้าต่างรายงานราย 4 ชั่วโมงของคลาส "rate 512Kbps"

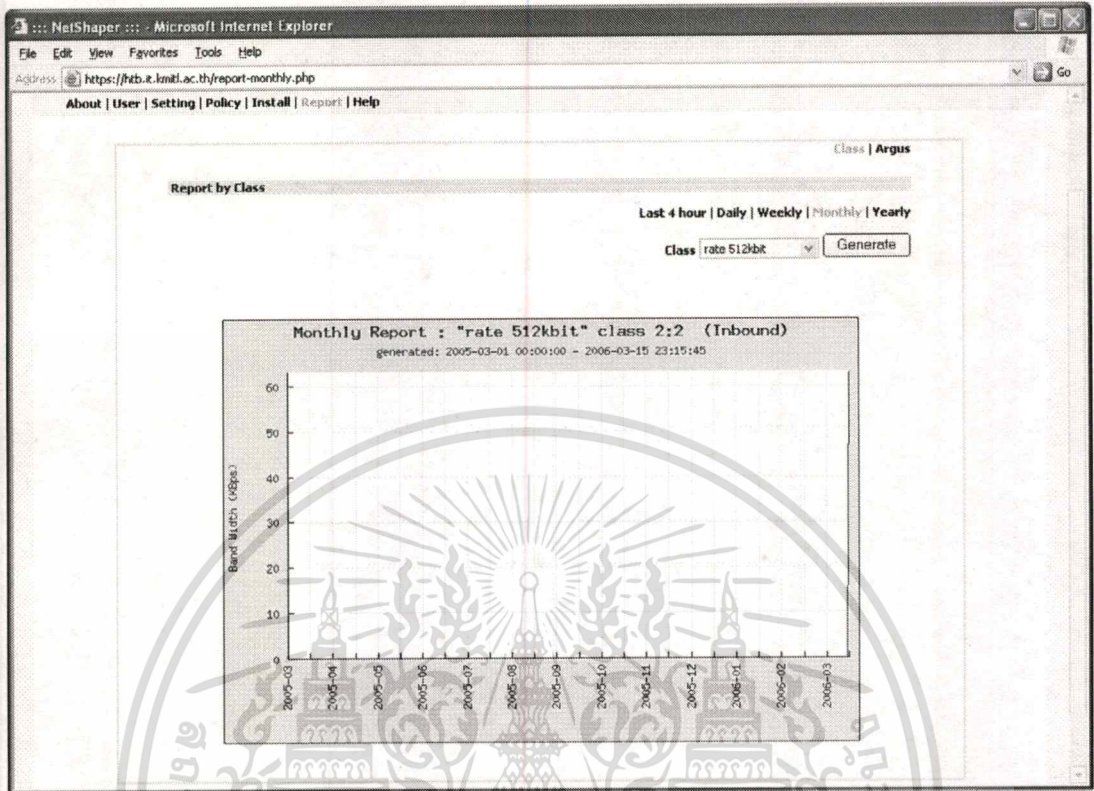
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้เงื่อนไขการที่ขอให้นำไปใช้ เมื่อมีผู้เห็นได้เห็นว่าขมขืนนโยบายด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



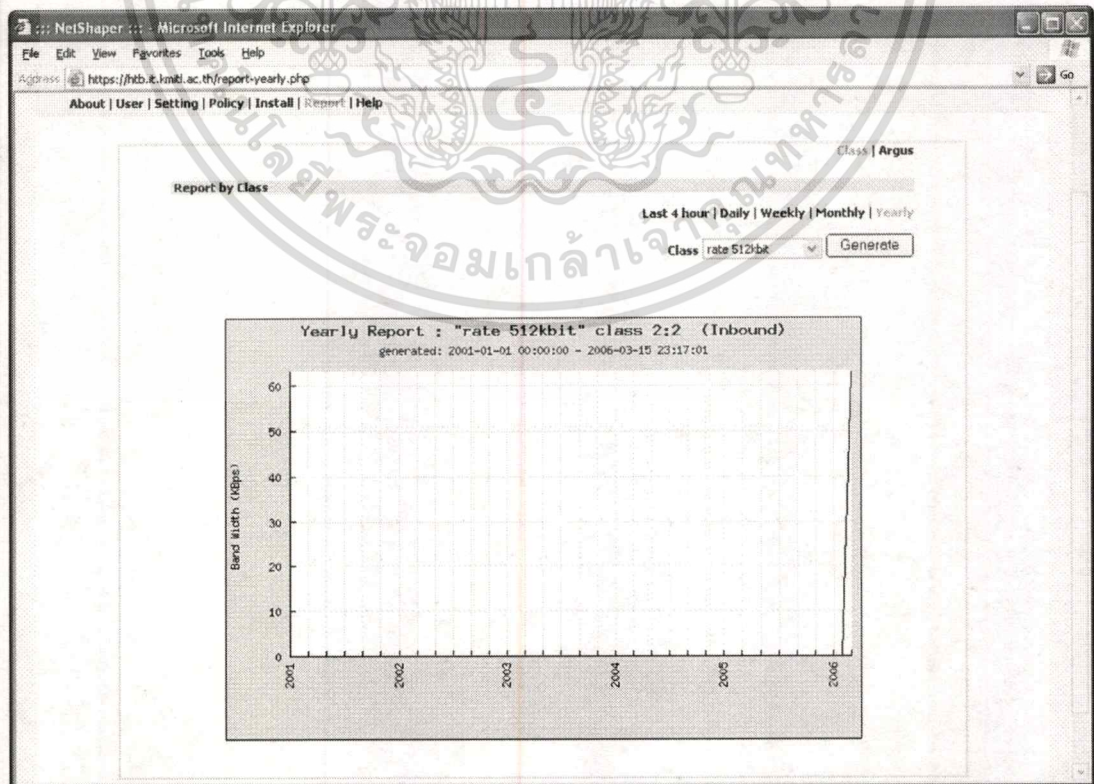
รูปที่ ข-22 หน้าต่างรายงานรายวันของคลาส "rate 512Kbps"



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ ข-23 หน้าต่างรายงานรายสัปดาห์ของคลาส "rate 512Kbps" ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-24 หน้าต่างรายงานรายเดือนของคลาส "rate 512Kbps"



รูปที่ ข-25 หน้าต่างรายงานรายปีของคลาส "rate 512Kbps"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NETShaper
Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

You are sign in as admin (Sign Out)

Report by Argus

Search | Host | Service

Destination Port	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
80	1,251,282	1,775,392,945
443	11,469	9,098,595
22	7,322	4,552,712
53	0	0
137	0	0
138	0	0
1900	0	0
3527	0	0
Other services	0	0

Destination Port	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
80	627,092	34,028,266
22	7,102	2,139,196
443	10,074	1,054,893
138	335	81,882
53	824	74,273
137	497	49,216
1900	18	3,150
3527	1	90
Other services	1	90

รูปที่ ข-26 หน้าต่างรายงาน argus ตามหมายเลขบริการ

NETShaper
Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

You are sign in as admin (Sign Out)

Report by Argus

Search | Host | Service

Host	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
172.16.19.21	623,027	883,749,331
192.168.1.3	597,573	847,989,815
192.168.1.2	28,834	40,919,624
172.16.19.176	21,077	16,409,656
192.168.1.1	471	28,260

Host	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
172.16.19.176	625,594	33,837,611
172.16.19.21	19,070	3,402,722
10.13.133.26	799	72,373
192.168.1.255	412	71,677
172.16.19.255	420	59,421
192.168.1.3	492	22,484
192.168.1.1	55	3,700
239.255.255.250	18	3,150
192.168.1.2	32	1,938
172.16.19.130	26	1,252
224.0.0.22	22	1,188
172.16.19.22	16	752
224.0.0.2	3	126
255.255.255.255	1	90

รูปที่ ข-27 หน้าต่างรายงาน argus ตามหมายเลขไอพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับให้ข้อมูลเท่านั้นเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NetShaper :: Microsoft Internet Explorer

Address: https://hnb.it.kmit.ac.th/report-argus-search.php

NETShaper

Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

You are sign in as admin (Sign Out)

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

Class | Argus

Report by Argus

Search | Host | Service

Port Number: 80 Search

Search result for "80"

Source Host	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
192.168.1.3	28,719	40,756,110
172.16.19.21	28,719	40,756,110
172.16.19.176	33	42,275

Source Host	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
192.168.1.3	14,359	776,585
172.16.19.21	14,359	776,585
172.16.19.176	26	2,794

รูปที่ ข-28 หน้าต่างรายงาน argus ตามการสืบค้นด้วยหมายเลขบริการ

NetShaper :: Microsoft Internet Explorer

Address: https://hnb.it.kmit.ac.th/report-argus-search.php

NETShaper

Web Based Application for Traffic Shaping and Accounting

You are sign in as admin (Sign Out)

About | User | Setting | Policy | Install | Report | Help

Class | Argus

Report by Argus

Search | Host | Service

IP Address: 192.168.1.3 Search

Search result for "192.168.1.3"

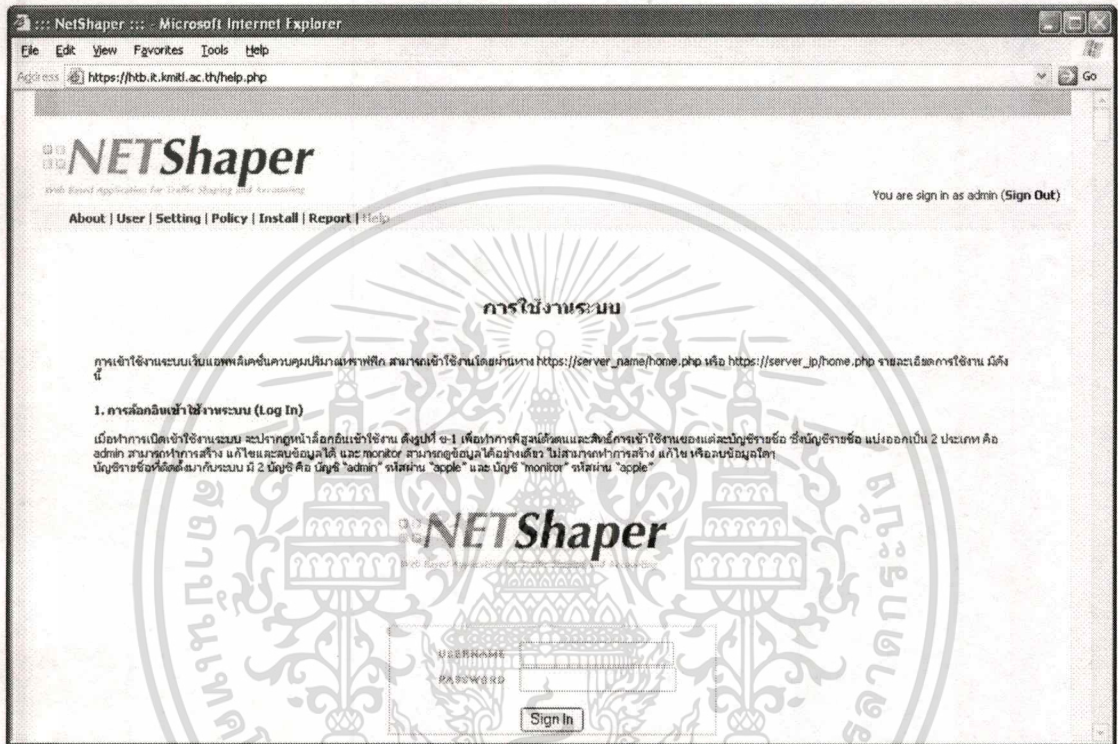
Destination Port	Recieve Packets (Packets)	Recieve Data (Bytes)
80	597,544	847,988,597
Other services	29	1,218
53	0	0
137	0	0
138	0	0
1900	0	0

Destination Port	Send Packets (Packets)	Send Data (Bytes)
80	299,215	16,186,412
138	200	40,681
137	192	20,796
Other services	66	3,828
1900	18	3,150
53	25	1,900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่รูปที่ ข-29 หน้าต่างรายงาน argus ตามการสืบค้นด้วยหมายเลขไอพี วัตถุประสงค์การใช้งาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คู่มือการใช้งานระบบ

ประกอบด้วยคู่มือการใช้งานระบบคร่าวๆ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานระบบควบคุมปริมาณทราฟฟิกในเบื้องต้น ดังรูปที่ ข-30



รูปที่ ข-30 การใช้งานระบบ

8. ตัวอย่างขั้นตอนในการใช้งานระบบ

มีขั้นตอนในการใช้งาน ดังต่อไปนี้

7.1 วางแผนเกี่ยวกับนโยบายทางเครือข่ายว่า เครื่องไหน บริการอะไร ต้องการใช้แบนด์วิดท์เท่าไร ตามความเหมาะสมของแต่ละองค์กร

7.2 ล็อกอินเข้าสู่ระบบด้วยสิทธิ์ของ admin ดังรูปที่ ข-1

7.3 ทำการกำหนดค่าให้กับระบบ ด้วยเมนู Setting ดังรูปที่ ข-9

7.4 ทำการสร้างอ็อบเจ็ค โสตส์ อ็อบเจ็คบริการและ/หรืออ็อบเจ็คการควบคุมปริมาณทราฟฟิก ตามการใช้งาน ด้วยเมนู Policy > Host, Policy > Service และ Policy > QoS ตามลำดับ ดังรูปที่ ข-10 ถึงรูปที่ ข-12

7.5 ทำการสร้างกฎนโยบาย ตามที่ได้วางแผนไว้จากข้อ (7.1) ด้วยเมนู Policy > Rule ดังรูปที่ ข-13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.6 เมื่อกำหนดค่านโยบายเสร็จแล้ว ทำการติดตั้งนโยบาย ด้วยเมนู Install เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างกฎและติดตั้งใช้งานนโยบายดังกล่าว ดังรูปที่ ข-19

7.7 เปิดดูสถิติการใช้งานด้วยเมนู Report เพื่อดูรายละเอียดการใช้งานต่างๆ ดังรูปที่ ข-20 ถึง ข-29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายอานนท์ จันทร์เจ็ก
สถานที่เกิด	จังหวัดอุดรธานี
ระดับมัธยมศึกษา	โรงเรียนอุดรวิทยานุกูล จังหวัดอุดรธานี
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (คอมพิวเตอร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
ประสบการณ์การทำงาน	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้