

# โปรแกรมบริหารจัดการแบนด์วิธของเครือข่าย QoS Generator

นางสาวจิตติมา นิตยวรรณ<sup>1</sup>, นายเฉลิมพล ชาญศรีภิญโญ<sup>1</sup>

นายโสฬส ชกัตตยาพงษ์<sup>2</sup>, นายรัชชชัย เอี่ยมไพโรจน์<sup>2</sup>

<sup>1</sup>หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีเครือข่าย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ  
112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

<sup>2</sup>คณะวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20000

Email: {jittima.nittayawan, chalermpol.charnsripinyo}@nectec.or.th, {47033327, iempairote}@buu.ac.th

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการนำเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งทางด้านติดต่อสื่อสารและการพัฒนาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเรื่องที่สำคัญและกำลังเป็นที่ต้องการอย่างมาก ทำให้มีความต้องการใช้การบริการประเภทต่างๆ มากขึ้นตามไปด้วยและอาจจะเกิด ปัญหาเกี่ยวกับการจัดสรรแบนด์วิธให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ยิ่งขึ้นได้ ด้วยเหตุนี้เองบทความนี้จึงขอเสนอ โปรแกรมการจัดการแบนด์วิธของเครือข่ายด้วย QoS Generator โดยเป็นโปรแกรมประเภท Web Application ที่มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการควบคุมปริมาณข้อมูลที่เกิดขึ้นในเครือข่ายขององค์กรต่างๆ โดยจะทำการติดตั้งบนเครื่อง Server ที่ใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ โดยอาศัยหลักการของการติดต่อกับเคอร์เนลของลินุกซ์ โดยผ่านการสร้างชุดคำสั่งต่างๆ (Generated Command) ผ่านทางตัวโปรแกรม โดยตัวโปรแกรมนั้นเน้นการออกแบบอินเตอร์เฟซให้ใช้งานได้อย่างง่ายดาย อีกทั้งยังเป็นระบบที่สามารถติดตั้งได้โดยง่ายเหมาะสำหรับใช้ในการควบคุมปริมาณข้อมูลและจัดการบริหารปริมาณแบนด์วิธสำหรับรองรับบริการต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้งาน ในเครือข่ายขององค์กร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## Abstract

In recent year, internet traffic was increasing very rapidly. According to that result, the channel capacity (or bandwidth) of internet connection is limited. This paper studies the capability of Linux to control traffic of

network and also presents QoS Generator program. It is a tool that provides a Web Interface for the linux operating system. This program was targeted for the ease of installing and shaping the network traffic. Therefore, it has a very user friendly interface and requires minimal knowledge of the complex syntax of the iproute2 package's tc command running upon the linux kernel.

**Keyword:** QoS Generator, Queuing disciplines, tc

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในแต่ละองค์กรมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นการใช้เพื่อความบันเทิง การศึกษา การติดต่อสื่อสาร และการประยุกต์ใช้งานอื่นๆ ทำให้องค์กรต่างๆ มีความต้องการและค่าใช้จ่ายในการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และการเสียค่าบริการสำหรับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้นก็ขึ้นอยู่กับว่าผู้ใช้หรือองค์กรนั้นต้องการแบนด์วิธเท่าไร นั่นก็คือยังต้องการแบนด์วิธมากเท่าไร ค่าใช้จ่ายก็ต้องมากขึ้นตามไปด้วย และด้วยเหตุผลนี้ การที่องค์กร ใด หนึ่ง ได้รับแบนด์วิธมาแล้ว จึงจำเป็นต้องมีการใช้ทรัพยากรในส่วนนี้ให้คุ้มค่า และตรงตามกับจุดประสงค์ขององค์กรให้มากที่สุดทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เครือข่ายถูกนำไปใช้งานผิดวัตถุประสงค์เช่น การกำหนดให้ป้องกันการดาวน์โหลดโปรแกรมประเภท P2P ในช่วงเวลาของการทำงาน เช่น ในช่วงเวลา 8.00-17.00 หรืออาจจะทำการละทิ้งข้อมูลหรือแพคเกจนั้น ๆ ออกจากระบบปริมาณข้อมูล (traffic) ซึ่งโปรแกรม

ประเภท P2P นั้นจะส่งผลกระทบต่อแบนด์วิธภายในองค์กรเป็นอย่างมากเนื่องจากการเรียกใช้ปริมาณ แบนด์วิธมากและด้วยเหตุผลนี้จึงเกิดความคิดในการพัฒนาระบบ ขึ้นนี้ขึ้นมาเพื่อเป็นสื่อกลางในการติดต่อระหว่างผู้ควบคุมระบบและระบบปฏิบัติการ ลิงก์เข้าด้วยกัน เพื่อทำหน้าที่ในการควบคุมปริมาณข้อมูลที่เกิดขึ้นภายในเครือข่ายและเพื่อความเหมาะสมและถูกต้องการใช้งานในแต่ละองค์กร โดยลักษณะของการแบ่งกลุ่มของโปรแกรม (classification) นั้นจะไม่อิงกับชนิดของประเภทของการประยุกต์ใช้งานหรือบริการ (application) แต่จะอิงด้วยหมายเลขพอร์ต(port number) ที่เราระบุลงไป และด้วยเหตุนี้เอง ผู้พัฒนาจึงเล็งเห็นถึงความไม่ยืดหยุ่นของวิธีนี้ เพราะทราบคืออยู่แล้วว่า บางประเภทของการใช้บริการนั้นสามารถสุ่มพอร์ตที่ทำงานได้ขึ้นมาใช้งานได้เองโดยอัตโนมัติ ดังนั้นเราจึงใช้ประโยชน์จากระบบแบ่งแยกกลุ่มออกเป็นสองกลุ่มหลักโดยแบ่งเป็น Target Group ซึ่งในที่นี้หมายถึงกลุ่มแอปพลิเคชันที่ถูกใช้งานในเครือข่ายที่เราต้องการจะใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรและ Non-Target Group คือส่วนของแอปพลิเคชันที่เราไม่ต้องการให้มีการใช้งานมากนักเช่น โปรแกรมประเภท P2P หรือเกมออนไลน์ เป็นต้น วิธีการนี้จะกำหนด port ให้กับทุกๆสมาชิกหรือโปรแกรมประยุกต์ของคลาส Target Group แต่จะไม่กำหนดค่า port ใดๆให้กับ Non-Target Group ทำให้หากมีการใช้ port ที่นอกเหนือไปจากกลุ่มแรก แพคเกจหรือข้อมูลพวกนี้จะถูกกรองไปยังกลุ่ม Non-Target Group ทันทีซึ่งเป็นวิธีแบ่งกลุ่มได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพดี ในการแบ่งกลุ่มนั้นสามารถทำได้โดยเครื่องมือที่อยู่ภายในระบบลินุกซ์ ดังที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

ภายในรายงานนี้ในหัวข้อที่สองจะกล่าวถึงวิธีการและรูปแบบในการจัดการสำรองแบนด์วิธด้วยระบบลินุกซ์ โดยจะกล่าวถึงเครื่องมือของลินุกซ์ที่มีชื่อว่า Traffic Control ในหัวข้อที่สามนั้นกล่าวถึงโปรแกรม QoS Generator ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมและใช้งานระบบการสำรองแบนด์วิธภายในระบบลินุกซ์ได้ และในหัวข้อที่สี่จะกล่าวถึงสิ่งที่จำเป็นในการติดตั้ง QoS Generator และในส่วนหัวข้อที่ห้าจะกล่าวถึงผลการทดลองของ QoS Generator ที่นำไปทดลองในเครือข่ายการใช้งานจริงภายในระบบ Wireless รวมถึงวิธีการกำหนดช่วงเวลาในการควบคุมปริมาณแบนด์วิธให้กับระบบเครือข่าย

และในส่วนหัวข้อที่หกจะกล่าวถึง ผลสรุปของการดำเนินการทดลอง รวมทั้งประโยชน์ของโปรแกรม QoS Generator ที่สามารถให้ประโยชน์แก่กลุ่มบุคคลทั่วไปบนพื้นฐานของโอเพนซอร์ส

## 2. การจัดการแบนด์วิธในเครือข่ายด้วยลินุกซ์

การควบคุมปริมาณการสื่อสารของแพคเกจข้อมูล (Traffic control-tc ) [1],[2] เป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการบริหารจัดการแบนวิธในเครือข่ายซึ่งถูกคิดค้นมากับ ลินุกซ์ โดย tc เป็นตัวควบคุมกลุ่มของคิว และระบบกลไกการทำงานของคิวรับส่งแพคเกจ โดย tc จะมีระบบคิวแบบ fifo (First-In First-Out) เป็นค่าปริยาย (default) เป็นระบบคิวแบบง่ายคือเมื่อมีข้อมูลเข้ามาในคิวจะถูกจัดส่งออกไปอย่างรวดเร็วมากที่สุดตามลำดับการเข้าก่อน-ออกก่อน เข้ามาทีหลัง-ออกทีหลัง

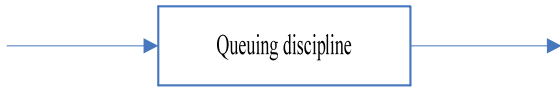
### 2.1 การจัดระบบคิวสำหรับแพคเกจ

โดยหลักการแล้ว ระบบคิว (Queuing discipline) ถูกใช้เพื่อหาเส้นทางหรือวิธีในการส่งข้อมูลต่างๆ ดังนั้นด้วยเหตุนี้จึงทำให้สามารถควบคุมปริมาณข้อมูลที่ต้องการส่งและอีกทั้งยังกำหนดให้ส่งตามเงื่อนไข (Priority) ได้อีกด้วย เช่น ความเร็วสูงสุดของแต่ละคลาส ควบคุมตามหมายเลขไอพีของเครื่อง (IP address) หรือ ควบคุมตามประเภทของบริการ (Services) เป็นต้น รูปแบบการใช้ tc ประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วนดังนี้

#### 1. Queuing discipline (qdisc)

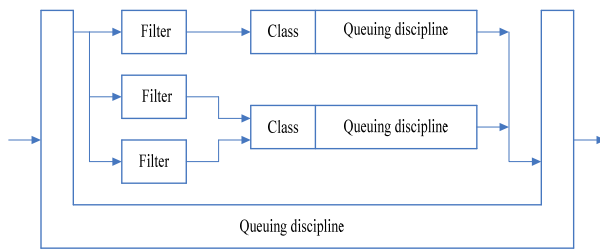
ในส่วนนี้ทำงานบริหารจัดการแพคเกจที่เข้ามาในคิวและส่งแพคเกจออกจากคิวของเครือข่ายตามลำดับที่กำหนดด้วยอัลกอริทึมต่างๆตามที่ได้เลือกใช้งานที่ชุดคำสั่ง qdisc โดยมี pfifo\_fast เป็น ค่าปริยายโดย qdisc แบ่งออกเป็น 2 ประเภทซึ่งโดยส่วนใหญ่ได้ถูกติดตั้งอยู่ในลินุกซ์เคอร์เนลคือ

**1.1 Classless qdisc** เป็นคลาสที่ง่ายที่สุดเพราะว่าทำหน้าที่เพียงแค่ accept, drop, delay or reschedule ข้อมูลในเครือข่าย (รูป1) ซึ่งในที่นี้หมายถึงว่าเป็นคลาสเดียว หรือมีเพียงหนึ่ง interface (root qdisc) ที่จะสามารถถูกจำกัดแบนวิธ แต่เนื่องจากความสามารถที่ไม่สามารถมีคลาสย่อยได้ จึงเป็นเหตุที่ไม่เลือกมาใช้งานหลักใน QoS Generator นี้



รูปที่ 1: Classless qdisc

**1.2 Classful qdisc** เป็นระบบคิวที่สามารถมีคลาส(Class) ได้หลายคลาส (รูป 2) อีกทั้งยังสามารถกำหนดเงื่อนไขเรื่องความเร็วและมี filter ซึ่งทำหน้าที่กรองหรือกำหนดแพ็คเกจให้เข้าไปตามคลาสต่างๆ ในที่นี้คือ คลาสลูก(Child Class) หรือจะกำหนดให้ใช้ classful qdisc แบบไม่ต้องมี คลาสลูก ก็ได้ขึ้นอยู่กับกรออกแบบ ด้วยเหตุนี้ผู้สามารถสร้างคลาสภายใต้ root class ให้มีลักษณะที่เป็นเชิงชั้นที่ซับซ้อนทำให้ผู้ใช้สามารถกำหนดให้คลาสที่อยู่ภายใต้คลาสแม่เดียวกันมีแบนวิทที่เหลือของคลาสแม่มาใช้ได้ คลาสที่นำมาใช้งานได้แก่



รูปที่ 2: Classful qdisc

**-HTB (Hierarchical Token Bucket)**

เนื่องจาก CBQ เป็นคิวที่มีความซับซ้อนอีกทั้งยังมีข้อผิดพลาดในการควบคุมแบนวิท จึงมีผู้พัฒนาคิวแบบที่มีลักษณะการทำงานคล้าย CBQ แต่มีความซับซ้อนน้อยกว่าและมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน โดยถูกคิดค้นมาใน linux เคอร์เนล 2.4.20 เป็นต้นไป หลักการทำงานของ HTB ใช้แนวความคิดของ tokens/buckets และใช้ filter ในการควบคุมปริมาณข้อมูลจึงมีความสามารถในการจำกัดปริมาณแบนวิท และการรับประกันแบนวิทด้วย

**2. Class**

คำสั่ง Class จะทำงานตามที่ คำสั่ง qdisc กำหนดว่ามีคลาสประเภทไหนมีจำนวนเท่าไร ซึ่งคำสั่งของ class นั้นประกอบไปด้วยกฎต่างๆที่ใช้ควบคุมแพ็คเกจที่ออกจากการ์ดแลน เช่นข้อมูลของแต่ละคลาสว่ามีการกำหนดค่าในการจำกัดแบนด์วิทอย่างไร

**3. Filter หรือ Classifier**

ในส่วนนี้ทำหน้าที่จำแนกแพ็คเกจให้ส่งไปทำงานตาม class ต่างๆตามที่ qdisc กำหนดอยู่ ชุดคำสั่งของ tc นั้นสามารถรองรับ Filter โดยส่วนใหญ่แล้วได้ถูกติดตั้งมากับ iproute 2 โดย Filter ที่ใช้ใน QoS Generator คือ

-u32 classifier ซึ่งจะทำการกรองแพ็คเกจจากการดู fields ของ IP header ของแต่ละแพ็คเกจ เช่นหมายเลข port ต้นทาง (sport) , ปลายทาง(dport), และ ชนิดของบริการ (Type of service) เป็นต้น

**3. QoS Generator**

QoS Generator นั้นเป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการจัดสรรแบนด์วิทให้แก่พอร์ตของแต่ละแอปพลิเคชันตามที่ผู้ใช้นั้นต้องการและได้กำหนดผ่านหน้าเว็บ โดยทาง QoS Generator นั้นมีความสามารถในการสร้างคำสั่ง Traffic Command ซึ่งใช้กระบวนการในการทำงานดังที่กล่าวในหัวข้อที่สอง โดยจะติดต่อกับระบบลินุกซ์ รวมทั้งการแสดงผลอีกด้วย

โปรแกรม QoS Generator นั้นแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

**3.1 ส่วนของการจัดการในระบบลินุกซ์**

การจัดการนั้นรวมถึงการเก็บข้อมูลภายในระบบลินุกซ์ โดย QoS Generator มีหลักการในการทำงาน 2 ส่วนคือ ส่วนของการเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษา C และสคริปต์ที่เขียนด้วยภาษา Perl โดยงานแต่ละอย่างในการเก็บข้อมูลนั้นจำเป็นต้องใช้ภาษาในการรันให้เหมาะสมกับงาน

ส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่ทำหน้าที่ในการติดต่อกับลินุกซ์คือทางโปรแกรมและสคริปต์ที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

**3.2 ส่วนของการติดต่อระหว่างลินุกซ์กับ Web-Based**

ในส่วนของการติดต่อระหว่างระบบลินุกซ์และระบบหน้าเว็บนั้นมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากหากมีการจัดที่ไม่รัดกุมแล้วจะก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องความปลอดภัยแก่ระบบได้ และในจุดนี้เอง QoS Generator ได้แนวความคิดในการติดต่อระหว่าง PHP ซึ่งเป็นภาษาที่ควบคุมระบบ Web-Based กับระบบลินุกซ์ด้วยการใช้ Wrapper หรือตัวโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการติดต่อกับระบบลินุกซ์โดยสั่งให้ทำงานได้จาก PHP และ

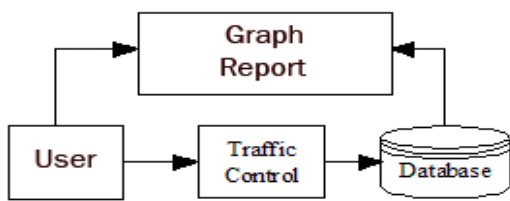
มีสิทธิในการทำงานร่วมกับระบบลินุกซ์ แนวคิดในการทำงานของ Wrapper นี้ได้มาจาก Mr.John Gatewood Ham

### 3.3 Web-Based ทำหน้าที่ติดต่อกับ User

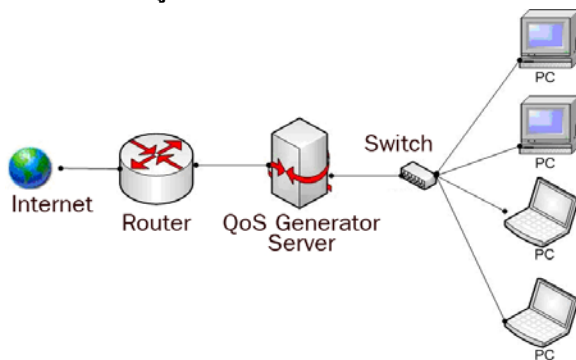
เป็นส่วนหนึ่งของระบบหน้าเว็บที่สร้างขึ้นด้วยภาษา PHP ทำหน้าที่ในการรับค่า Parameters ที่สำคัญจากผู้ใช้

## 4. การติดตั้งและใช้งาน QoS Generator

ในส่วนแรกของการติดตั้งโปรแกรมนั้นจำเป็นต้องมีการติดตั้งโปรแกรมที่เกี่ยวข้องดังนี้คือ Bridge-Utils [3] และ RRdtool[4] โครงสร้างของโปรแกรมนั้นจะประกอบไปด้วยสี่ส่วนหลัก (รูปที่ 3) โดยเริ่มจาก โปรแกรมที่ทำหน้าที่รับค่าพารามิเตอร์ต่างๆจากผู้ใช้ที่ต้องการควบคุมปริมาณข้อมูลต่างๆ จากนั้นส่วนที่สองจะแปลความหมายต่างๆตามที่ผู้ใช้กำหนดให้ไปอยู่ในรูปชุดคำสั่งต่างๆ และทำการโหลดค่าต่างๆ และชุดคำสั่งเหล่านั้นไปที่กับเคอร์เนลของลินุกซ์ซึ่งต่อมาในส่วนที่สามนั้น จะมีโปรแกรมเก็บค่าต่างๆที่จำเป็นต่อการแสดงผลลงในฐานข้อมูล และส่วนสุดท้ายคือการแสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยในระบบนี้ใช้ RRdtool มาแสดงผลโดยสามารถแสดงผลได้หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น การแสดงผลรายชั่วโมง รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปี



รูปที่ 3: โครงสร้างของโปรแกรม



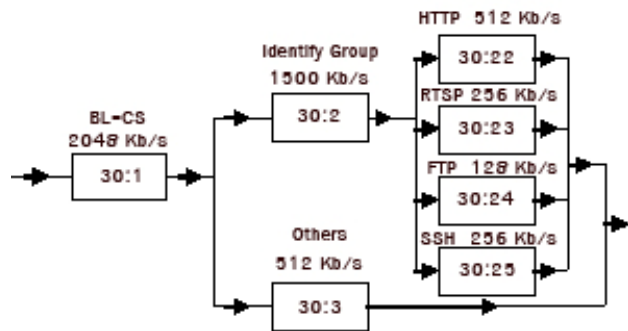
รูปที่ 4: รูปภาพแสดงลักษณะเครือข่ายเพื่อทำการติดตั้ง

## 5. การทดลอง QoS Generator

ทำการติดตั้งตัวโปรแกรมภายใน server พร้อมทั้งติดตั้งโปรแกรมที่เกี่ยวข้องต่างๆ ในการใช้งานจากนั้นทำการตั้งตัวโปรแกรม โดยให้ตัว server นั้นทำหน้าที่เป็น bridge โดยลักษณะเครือข่ายที่จะใช้ทดลองทำการควบคุมปริมาณแบนด์วิธหรือข้อมูลเป็นดังรูป 4 หลังจากการติดตั้งตัวโปรแกรมและทำการวางระบบเครือข่ายเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่กระบวนการในการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

### 5.1 เริ่มต้นจากการวางแผนผังเครือข่าย

วางแผนเริ่มต้นในการใช้งานว่าจะทำการวางกลุ่มของ Applications อย่างไรให้เหมาะสมกับระบบเครือข่ายภายในองค์กร โดยการใช้งาน QoS Generator นั้นจะต้องทำการติดตั้งลงในส่วนของ server ในที่นี้ได้ทำการทดลองติดตั้งบนระบบปฏิบัติการลินุกซ์ BLS (Burapha Linux Server [5] โดยจะยกตัวอย่างการวางแผนการควบคุมปริมาณข้อมูลที่เกิดขึ้นในเครือข่ายทดลอง BL-CS (Burapha Linux - Computer Science) ดังรูป 5



รูปที่ 5: รูปภาพแสดงแบบจำลองแผนผังโครงสร้างเครือข่าย

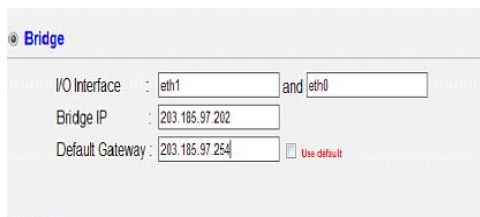
จากรูปภาพนี้ เราต้องการกำหนดให้แบนด์วิธรวมทั้งหมดสำหรับใช้ในเครือข่ายให้มีค่าเท่ากับ 2048 Kbps จากนั้นทำการออกแบบโดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มหลักคือ Target Group ซึ่งในที่นี้หมายถึงกลุ่มแอปพลิเคชันที่ถูกใช้งานในเครือข่ายที่เราต้องการจะให้เกิดประโยชน์ต่อองค์กรและ Non-target Group คือส่วนของแอปพลิเคชันที่เราไม่ต้องการให้มีการใช้งานมากนักเช่น โปรแกรมประเภท P2P เป็นต้น โดยเป้าหมายของการทดลองนี้คือ

5.1.1.สามารถแยกแยะ packet และส่ง traffic ที่ถูกต้องตามคลาสที่ระบุไว้ได้

5.1.2.สามารถ filter โดย match ตาม IP Destination, IP Source และ sport (source port) และ dport (destination port) ได้

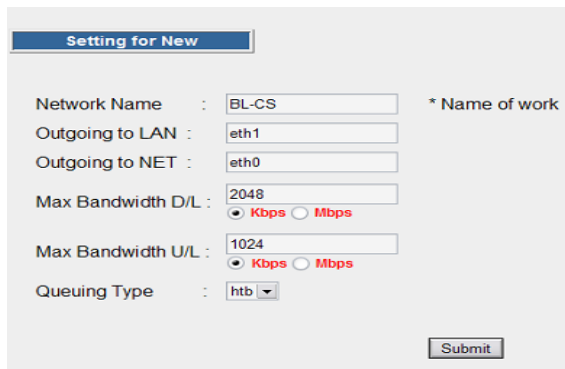
5.1.3.ทดสอบการไหลของ P2P ว่าสามารถจำแนกไปยังคลาส Non-target Group ที่แบ่งแยกไว้เพื่อควบคุมปริมาณข้อมูล (Traffic) ได้หรือไม่

จากรูปที่ 6 เมื่อเลือกเมนู Configuration นี้ ในช่องของ I/O Interface ให้ใส่ NIC สองตัวที่จะทำหน้าที่ร่วมกันทำงานเป็น Bridge โดยในช่องแรกจะใส่ NIC ที่ติดต่อกับวงแลนของ Clients ในช่องถัดมาใส่ NIC ที่ติดต่อกับ Internet จากนั้นในช่อง Bridge IP ใส่ค่า IP สำหรับทำตัวเป็น bridge สำหรับเครือข่ายแลนนั้น และในช่องถัดไปคือ Gateway ที่ใช้ในการทำงานในการเชื่อมต่อ Internet นั้นเอง



รูปที่ 6: รูปภาพแสดงการตั้งค่าเริ่มต้นของ Bridge

จากรูปภาพที่ 7 นั้นในที่นี้จะกำหนดให้แบนด์วิดธ์รวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 2048 Kbps นั่นก็คือค่าในการกำหนดให้กับ Root Class และเลือกการ Queuing แบบ HTB และทำการกดปุ่ม Submit จากนั้นเลือกเข้าไปยังกลุ่ม Root Class ที่ชื่อว่า BL-CS ที่ได้ทำการสร้างขึ้นมา



รูปที่ 7: รูปภาพแสดงการตั้งค่าเริ่มต้นของ Root Class

Group Name	Parent Group	Max Download	Max Upload	Cell	Queue	Priority
Others	5	512Kbps	512Kbps	0Kbps	SFQ	
Identify Group	3	1500Kbps	512Kbps	0Kbps	SFQ	

รูปที่ 8: รูปภาพ Group Class ที่อยู่ภายใต้ BL-CS Root Class

Application Name	Application Port	Max Download	Max Upload	Cell	Queue	Priority
HTTP	80	512Kbps	128Kbps	0Kbps	0	u32
RTSP	554	256Kbps	128Kbps	0Kbps	0	u32
FTP	21	128Kbps	56Kbps	0Kbps	0	u32

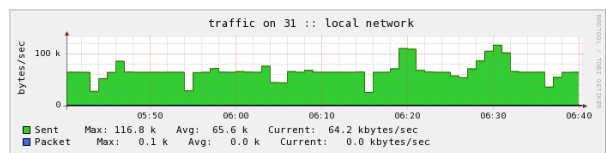
รูปที่ 9: รูปภาพแสดงโปรแกรมประยุกต์ใน Target Group

จากนั้นเราจะทำการสร้าง Group Class (รูปที่ 8) ชื่อว่า Target Group และ Non-Target Group ตามรายละเอียดต่างๆ จากแผนโครงสร้างในรูป 5 โดยจะต้องกำหนดให้มีโปรแกรมประยุกต์ดังแสดงในรูปที่ 9 เมื่อเราทำการตั้งค่าเสร็จทุกอย่างแล้ว ให้โปรแกรมทำการสร้างชุดคำสั่ง (Generated TC Rules) และนำคำสั่งเหล่านี้ติดต่อเข้าสู่ เคอร์เนล ของลินุกซ์ต่อไปเพื่อทำหน้าที่ในการจัดการบริหารแบนด์วิดธ์ จากนั้นจะเอาค่าต่างๆ มาเก็บในฐานข้อมูลและท้ายสุดจะถูกนำไปแสดงผลด้วย RRDtool

## 5.2 ผลการทดลองบนเครือข่าย BL-CS

โปรแกรม QoS Generator มีการแสดงผลแบนด์วิดธ์เป็นกราฟเส้น โดยจะแสดงรูปแบบรายวัน รายเดือน และรายปีและผู้ใช้สามารถเลือกให้แสดงผลปริมาณข้อมูลแบบ real time ได้จากการทดลองในข้างต้นให้ผลทดลองดังนี้

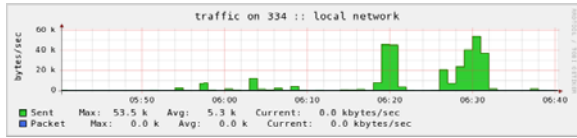
5.2.1 ปริมาณแบนด์วิดธ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเครือข่ายที่ Root Class โดยกำหนดไว้ให้มีขนาดการดาวน์โหลด 2048 Kb/S (256 KB/S) ได้ผลดังรูป 10



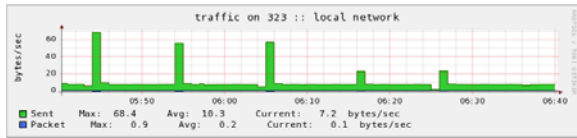
รูปที่ 10: ปริมาณแบนด์วิดธ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดในเครือข่าย BL-CS

5.2.2 พิจารณาในส่วนของการใช้บริการต่างๆ ใน Target Group (ในช่วงเวลาที่ทดลองไม่มีการใช้งานบริการของ RTSP) คือ HTTP SSH และ FTP (รูปที่ 11-12) โดยกำหนดไว้ให้

HTTP มีขนาดการดาวน์โหลด 512 Kb/S (64 KB/S) ส่วนที่ เหลือกำหนดไว้ที่ 256 Kb/S (32 KB/S)

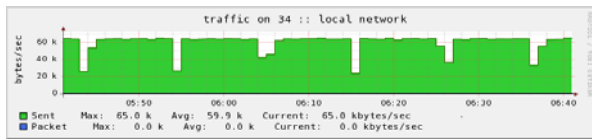


รูปที่ 11: ปริมาณแบนด์วิธ HTTP



รูปที่ 12: ปริมาณแบนด์วิธ FTP

5.2.3 พิจารณาในส่วนของการใช้บริการประเภท P2P (bittorrent) และ port อื่นๆ นอกเหนือจากที่เรากำหนดไว้ใน กลุ่ม Target Group ซึ่งนั่นก็คือ กลุ่ม Non-Target Group โดย กำหนดไว้ให้มีขนาดการดาวน์โหลด 512 Kb/S (64 KB/S) ได้ผลดังรูปที่ 13



รูปที่13: ปริมาณแบนด์วิธ Non-Target Group

จากรูปที่ 10-13 จะเห็นได้ว่าเราสามารถควบคุมแบนด์วิธ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมได้ทุกกรณี ในที่นี้วัดค่า เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตั้งแต่ 05.40-06.40 น.

### 5.3 การตั้งเวลาการทำงานกับระบบเครือข่าย

จากการทำงานของตัวโปรแกรมนั้นมีการควบคุมปริมาณ แบนด์วิธได้ตลอดช่วงเวลา หากเราต้องการงคการควบคุม แบนด์วิธในช่วงเวลากลางคืน เราสามารถทำได้โดยการใช้งาน crontab ภายใน Linux Server ของเราด้วยคำสั่ง

```
00 08 * * * [Web Server's Path]/../wrapp ...(1)
00 17 * * * [Web Server's Path]/../wrappdel ...(2)
```

จากคำสั่งที่ (1) นั้นเป็นการสั่งให้รันคำสั่งในการควบคุม ปริมาณทราฟฟิกในทูก 08.00 น. ของทุกวัน และคำสั่งที่ (2) นั้นสั่งให้หยุดคำสั่งในการควบคุมในทุก 17.00 น.ของทุกวัน

## 6. สรุป

QoS Generator เป็นเครื่องมือในการจัดแบ่งแบนด์วิธของ เครือข่ายภายในองค์กร โดยระบบจะอนุญาตให้ผู้ควบคุม เครือข่ายทำการกำหนดขนาดของแบนด์วิธที่ใช้ตามความ ต้องการ รายงานนั้นนอกจากจะแสดงวิธีการใช้งานระบบแล้ว ยัง ได้แสดงให้เห็นประสิทธิภาพของระบบเมื่อถูกกำหนดขนาด ของแบนด์วิธแยกออกเป็นหลายกลุ่ม ในแต่ละกลุ่มสามารถ กำหนดขนาดของแบนด์วิธให้กับบริการต่างๆ แยกประเภทตาม บริการ โดยมุ่งเน้นให้เครือข่ายสามารถให้บริการที่ดี (good throughput) สำหรับบริการหลัก เช่น HTTP และ FTP ในขณะที่เดียวกันจะควบคุมการใช้บริการที่จะใช้แบนด์วิธมากและ ควบคุมบริการอื่นๆ เช่น P2P เป็นต้น โดยประสิทธิภาพของ เครือข่ายสามารถถูกกำหนดโดยผู้ควบคุมเครือข่ายได้โดยง่าย เมื่อใช้ระบบนี้ และจากการทดลองใช้เครื่องมือนี้ในการจัดการ แบนด์วิธของเครือข่ายจริง พบว่าระบบสามารถควบคุมขนาด ของแบนด์วิธตามที่กำหนดได้ทุกกรณี หรือ 100 เปอร์เซ็นต์

และจากการพัฒนาชิ้นงานชิ้นนี้ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ องค์กรหรือหน่วยงานขนาดเล็กที่มีความจำเป็นต้องจำกัดขนาด ของแบนด์วิธ เพื่อให้เพียงพอ แต่ไม่มีทุนมากพอที่จะซื้อ Router ที่มีราคาสูงมาเพื่อจัดการระบบทราฟฟิกนี้ โดย โปรแกรมนี้จะเปิดเป็นโอเพนซอร์ส สามารถดาวน์โหลดได้จาก มิเรอร์แห่งชาติ <http://www.mirror.in.th> โดยสามารถติดตั้งได้ กับระบบปฏิบัติการลินุกซ์โดยผู้พัฒนาได้ทดสอบระบบ Traffic Control และโปรแกรม QoS Generator บน ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ BLS (Burapha Linux Server), Ubuntu, Fedora และใช้งานได้เป็นอย่างดี

QoS Generator นั้นยังสามารถนำไปพัฒนาได้อีกมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องความมั่นคงปลอดภัย (Security) ของ ตัวโปรแกรม ด้วยเหตุที่โปรแกรมนี้เป็นงานประยุกต์บนเว็บ (Web Application) อย่างไรก็ตามโปรแกรมนี้อาศัยวิถีแบบ โอเพนซอร์สเพื่อให้ผู้อื่นได้ร่วมทดลอง ใช้งาน และร่วมกัน พัฒนา

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Hubert, Bert. Et al. 2003. Linux Advanced Routing & Traffic Control HOWTO. [Online]. Available: <http://lartc.org/howto/index.html>
- [2] Designing and Implementing Linux Firewalls and QOS using netfilter, iproute2, NAT, and L7-filter, Lucian Gheorghe, Packt Publishing, 2006
- [3] Bridge-Utills source code and definitions. [Online]. Available: <http://www.linuxfoundation.org/en/Net:Bridge>
- [4] RRDtool source code and definitions [Online]. Available: <http://oss.oetiker.ch/rrdtool/>
- [5] Burapha Linux Server source code and definitions [Online]. Available: <http://www.buraphalinux.org/bls10.xhtml>