



การกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณด้วยนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุด

Fairness Bandwidth Allocation for Control of Multiple Internet Connections with Max-Min Usage Threshold Policy

อริคม ศิริ (Atikhom Siri)* เกศสุดา คำลือวงศ์ (Kassuda Kamluewong)*
ธนาวุฒิ ธนาวนิชย์ (Thanawut Thanavanich)* และ กมล บุญล้อม (Kamol Boonlom)*

บทคัดย่อ

การกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณด้วยนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุด เป็นวิธีแก้ไขปัญหาการใช้งานการเชื่อมต่อแบบทวิคูณโดยการกำหนดนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุด ปรับค่าแบนด์วิธของเครื่องลูกข่ายที่ใช้งานสูงสุดลงตามความเหมาะสมเพื่อให้เกิดความยุติธรรมโดยใช้เทคนิคการลดลงแบบขั้นบันได การทดลองทำการเปรียบเทียบค่าสมรรถนะการใช้งานค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องลูกข่าย ซึ่งผลการทดลองพบว่าค่าผลต่างของแบนด์วิธระหว่างเครื่องลูกข่ายใน 120 วินาทีแรก การใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธมีค่าเฉลี่ย 35.22% และการกำหนดแบนด์วิธกำหนดอัตราการลดที่ 5%, 10%, 15% มีค่าเฉลี่ยที่ 18.15%, 14.22% และ 9.48% ตามลำดับ

คำสำคัญ: สมรรถนะเน็ตเวิร์ค จัดการเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณ

Abstract

A problem of assigning a bandwidth network not considers a fairness of usage from multiple Internet connections environment, which leads to inefficient use of Internet application. One of solution for solving this problem is to allocate bandwidth network with the max-min usage threshold policy, considered a fairness of allocating bandwidth network.

*ศูนย์ความเชี่ยวชาญทางคลื่นไมโครเวฟและเทคโนโลยีหุ่นยนต์ สำนักวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

The objective of the proposed method is to suitably adjust a client bandwidth with step-down decreasing technique. The experimental results show that the technique can improve an average of network utilization at 18.15, 14.22 and 9.48 percent from the determined bandwidth set with decreasing ratio of 5, 10, and 15 percent respectively.

Keywords: Network Utilization, Network Controller, Multiple Internet Connections.

1. บทนำ

ปัจจุบันการใช้งานบริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีบริการเว็บที่หลากหลายเป็นที่นิยมต่อการใช้งานทางด้านต่าง ๆ รวมทั้งการดาวน์โหลดไฟล์ซึ่งมีคุณลักษณะการเชื่อมต่อโดยสามารถระบุตำแหน่งการดาวน์โหลด ส่งผลให้การใช้งานบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีอัตราที่สูง จึงทำให้ทรัพยากรแบนด์วิธบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ไม่สามารถรองรับการใช้งานได้เพียงพอ ทำให้เกิดการแย่งการใช้งานระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย จากการใช้งานที่มากของผู้ใช้รายหนึ่ง อาจจะทำให้เกิดผลเสีย ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานรายอื่นที่เข้าใช้งานภายหลัง [2] ซึ่งอาจจะทำให้เกิดการใช้งานที่ช้าหรือเข้าใช้งานไม่ได้เลยตามความต้องการของผู้ใช้งาน

ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดการกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณ [1] ด้วยนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุด เพื่อส่งเสริมการจัดการ



ทรัพยากรแบนด์วิดท์ที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้ใช้งานทุกคน [3], [7] สามารถใช้งานบริการบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยมีสิทธิการใช้งานที่ยุติธรรมยิ่งขึ้น และไม่เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้งานมากนัก

2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การจัดการแบนด์วิดท์ (Bandwidth management) ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ คือ การจัดการทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดโดยพิจารณาจากสองส่วนหลักคือ การลำดับความสำคัญของผู้ใช้งานโดยแยกกำหนดตามประเภทเว็บเซอร์วิส แอปพลิเคชันต่างๆ และการกำหนดสิทธิตามผู้ใช้งานในแต่ละราย เพื่อให้การส่งข้อมูลในเครือข่ายถูกควบคุมตามที่กำหนด (Quality of service) [12]

การจัดการแบนด์วิดท์ปัจจุบันมีรูปแบบการจัดการที่หลากหลาย ทั้งการจัดการแบนด์วิดท์แบบคงที่ (Static) ซึ่งเป็นการกำหนดค่าแบนด์วิดท์ในอัตราที่เหมาะสมเท่ากัน ค่าการใช้งานคงที่ แต่ค่าสมรรถนะในระบบอาจใช้ได้อย่างไม่คุ้มค่าในกรณีที่มีจำนวนผู้ใช้งานน้อย และการจัดการแบนด์วิดท์แบบพลวัต (Dynamic) แบ่งตามสัดส่วน พบว่า การใช้งานมีผลที่เท่าเทียมกันแต่เมื่อพิจารณาจากการใช้งานจริง พฤติกรรมการใช้แตกต่างกัน อัตราการใช้งานในแต่ละรายไม่สามารถเพิ่มค่าสมรรถนะให้สูงขึ้นได้

รูปแบบการจัดการแบนด์วิดท์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ประเภท คือ Elastic utility การจัดการที่มีความยืดหยุ่นต่อการใช้งานตามแอปพลิเคชัน Real-time utility การจัดการในรูปแบบเรียลไทม์ ซึ่งเกิดอัตราการลงอย่างรวดเร็ว Rate-adaptive utility เป็นรูปแบบการปรับตัวแบบเรียลไทม์ตามอัตราความเร็วของการรับส่งข้อมูล และ Stepwise utility การปรับค่าตามลำดับในลักษณะของขั้นบันได ซึ่งเป็นวิธีที่ได้นำมาศึกษาในงานวิจัย โดยอัตราการลดลงของการจัดการแบนด์วิดท์ผู้ใช้งานสูงสุด มีอัตราที่ลดลงอย่างต่อเนื่องแบบขั้นบันได [4]

การจัดการควบคุมปริมาณแบนด์วิดท์ (Traffic control) เป็นวิธีการจัดการแบนด์วิดท์วิธีหนึ่ง [9], [10] โดยมีระบบคิวแบบการเข้าก่อนออกก่อน เข้ามาที่หลังออกที่หลัง คำสั่งประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วนดังนี้ 1) Queuing discipline (qdisc) ทำหน้าที่จัดการข้อมูลที่เข้ามาในคิวและส่งข้อมูลออกจากคิวของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ตามลำดับที่กำหนดไว้ในชุดคำสั่ง

qdisc 2) Class ทำหน้าที่โดยกำหนดคลาสแต่ละประเภทตามความเหมาะสมการใช้งาน จำนวนค่าแบนด์วิดท์ ซึ่งคำสั่งของ class นั้นประกอบไปด้วยกฎที่ใช้ควบคุมการรับส่งข้อมูลบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ 3) Filter ทำหน้าที่นำข้อมูลส่งไปทำงานตามกฎของ class โดยกำหนดหมายเลขไอพีให้ส่งไปยังกฎของ class เพื่อกำหนดสิทธิของผู้ใช้แต่ละราย [9]

เครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจสอบค่าปริมาณแบนด์วิดท์ (Traffic Monitor) ในการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้นำมาศึกษา คือ iftop ซึ่งสามารถอ่านค่าปริมาณแบนด์วิดท์การรับส่งข้อมูลทั้งขาเข้า และขาออก ไอพีต้นทาง ไอพีปลายทางโดยสามารถอ่านค่าความเร็วในแต่ละช่วงเวลา 2, 10, 40 วินาที ตามลำดับ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ในเรื่องของการตรวจสอบค่าการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในระบบเครือข่ายได้ [5]

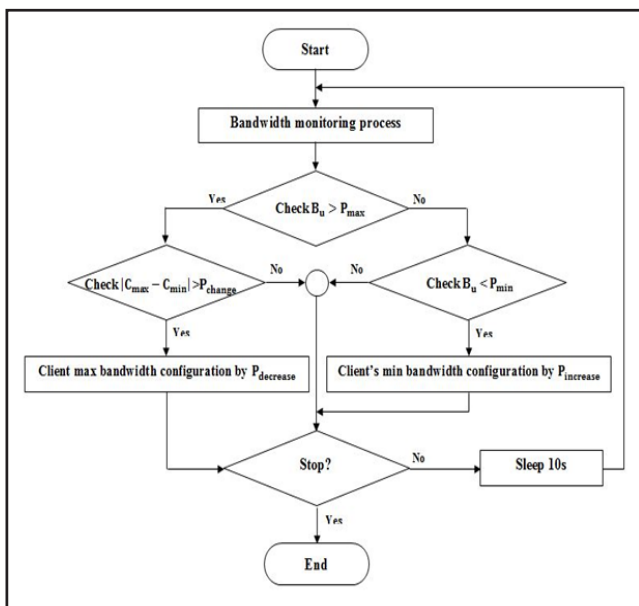
จากการศึกษาผลงานวิจัยเรื่องการเพิ่มสมรรถนะสูงสุดของการทำงานเน็ตเวิร์คด้วยแบนด์วิดท์แบบพลวัตโดยเทคนิคข้อกำหนดค่าแบนด์วิดท์ขั้นต่ำ พบว่าเป็นวิธีการจัดการกำหนดค่าแบนด์วิดท์โดยเพิ่มสมรรถนะการใช้งานสูงสุดตามจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายซึ่งคำนึงถึงค่าต่ำสุดสามารถเพิ่มอัตราค่าการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายแต่ละรายได้ แต่ไม่สามารถควบคุมปัญหาการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงศึกษา การกำหนดแบนด์วิดท์ด้วยนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุด ควบคุมพฤติกรรมและลดการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่มีการใช้งานสูงเพื่อให้มีอัตราค่าแบนด์วิดท์ของแต่ละผู้ใช้งานที่ใกล้เคียงอย่างยุติธรรม และมีค่าสมรรถนะการใช้งานที่เต็มประสิทธิภาพกว่า [12]

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การกำหนดแบนด์วิดท์อย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณด้วยนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุด เมื่อระบบเริ่มต้นการทำงานระบบทำการตรวจสอบค่าการใช้งานแบนด์วิดท์บนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Bandwidth monitoring process) หากค่าแบนด์วิดท์มีค่าการใช้งานเกินค่านโยบายระดับกันค่าสูงสุด (Maximum threshold policy) ระบบจะทำการตรวจสอบค่าผลต่างของแบนด์วิดท์ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย หาก

ผลต่างมีค่าเกินที่กำหนดให้ทำการเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่มีค่าแบนด์วิธสูงสุดเพื่อกำหนดการใช้งานค่าแบนด์วิธ แต่หากค่าแบนด์วิธบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือค่าผลต่างการใช้งานระหว่างเครื่องลูกข่ายมีค่าต่ำกว่าที่กำหนดให้ทำการตรวจสอบการหยุดทำงาน

ส่วนค่าแบนด์วิธรวมที่มีค่าต่ำกว่านโยบายระดับกันค่าต่ำสุดให้ทำการคืนค่าแบนด์วิธของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ถูกจำกัดการใช้งานมีค่าการใช้งานต่ำสุด และหากไม่มีการหยุดการทำงานให้กลับไปทำงานในส่วนของขั้นตอนการตรวจสอบแบนด์วิธซ้ำ โดยระบบจะทำงานทุก ๆ 10 วินาที หากหยุดการทำงานให้สิ้นสุดการทำงาน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ค่าโครงสร้างการกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณด้วยนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุด

โดยกำหนดสมการ ดังนี้

$$B_u = \sum_{computer\ i} c_i \quad (1)$$

$$c_{max} = \max(c_1, c_2, \dots, c_i) \quad (2)$$

$$c_{min} = \min(c_1, c_2, \dots, c_i) \quad (3)$$

$$P_{decrease} = C_{max} - (C_{max} \times P_{change}) \quad (4)$$

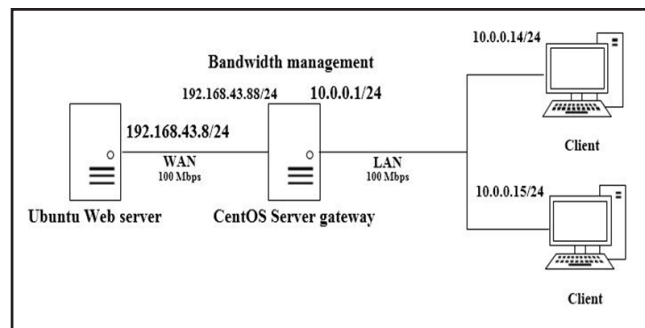
$$P_{increase} = C_{max} + (C_{max} \times P_{change}) \quad (5)$$

P_{max} (Maximum threshold policy) คือ ค่าร้อยละนโยบายระดับกันค่าสูงสุด จากสมการที่ (1) B_u คือ ค่าผลรวมการใช้

งานแบนด์วิธของเครื่องลูกข่ายในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ P_{min} (Minimum threshold policy) คือ ค่าร้อยละของนโยบายระดับกันค่าต่ำสุด สมการที่ (2) C_{max} (Client bandwidth max) คือ ค่าแบนด์วิธสูงสุดของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย สมการที่ (3) C_{min} (Client bandwidth min) คือค่าแบนด์วิธต่ำสุดของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย P_{change} คือ ค่าร้อยละการกำหนดแบนด์วิธอัตราการลดลง (Allocation multiple connections) สมการที่ (4) $P_{decrease}$ คือ ค่ากำหนดแบนด์วิธโดยเลือกเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้งานสูงสุด และสมการที่ (5) $P_{increase}$ คือ ค่ากำหนดการคืนค่าแบนด์วิธที่ถูกจำกัดการใช้งาน เมื่อการใช้งานบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดต่ำสุดของระบบ

3.1 การทดลอง

การทดลองกำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกิดเวทย์มีการเชื่อมต่ออยู่สองส่วน คือ ส่วนการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายภายนอก (WAN) โดยเชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายที่ทำหน้าที่ในการให้บริการเว็บ และส่วนการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) โดยทำการกำหนดไอพีแอดเดรส คือ 192.168.43.88 และ 10.0.0.1 2) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกิดเวทย์ โดยมีความเร็วสูงสุดที่ 100 เม็กกะบิตต่อวินาที โดยกำหนดแอดเดรส คือ 192.168.43.8 3) ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายจำนวน 2 เครื่อง โดยทำการเชื่อมต่อไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกิดเวทย์ ซึ่งมีความเร็วสูงสุดที่ 100 เม็กกะบิตต่อวินาที โดยกำหนดไอพีแอดเดรส คือ 10.0.0.14 และ 10.0.0.15 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการกำหนดแบนด์วิธอย่างยุติธรรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณด้วยนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุด



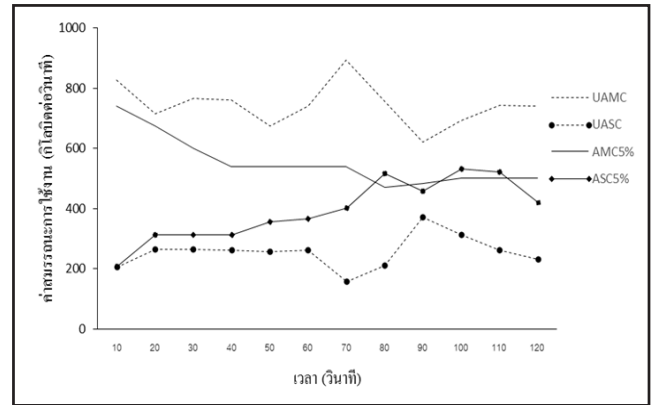
การเชื่อมต่อในการทดลองกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ซึ่งมีไฟล์ทั้งหมด 2 ไฟล์ โดยส่งขนาดไฟล์ 1 กิกะไบต์ กำหนดความเร็วแบนด์วิธที่ 1 เม็กกะบิตต่อวินาที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายมีการร้องขอดาวน์โหลดไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเว็บเซิร์ฟเวอร์ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายเกตเวย์เซิร์ฟเวอร์ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย ดาวน์โหลดไฟล์ต่างกัน โดยทำการดาวน์โหลดไฟล์ทั้ง 2 เครื่องแบ่งการใช้งานเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้โปรแกรมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณ (Multiple internet connections) ใช้ชื่อย่อ MIC ในการดาวน์โหลดโดยกำหนดค่าการเชื่อมต่อที่ 1, 2, 4, 8 และ 16 เครื่อง และส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายทำการดาวน์โหลดปกติผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Single internet connections) โดยกำหนดช่วงเวลาบันทึกผลทุกๆ 10 วินาที การทดลองกำหนดนโยบายระดับกันค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ 80% และ 20% แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ (Un allocation multiple connections) และการทดลองการกำหนดแบนด์วิธโดยแบ่งการควบคุมอัตราการลด (Allocation multiple connections) 3 ส่วน คือ 5%, 10% และ 15% ของนโยบายระดับกันค่าสูงสุด ควบคุมตั้งสมการที่ (4) และ (5)

4. ผลการดำเนินงาน

ผลการทดลองการกำหนดแบนด์วิธสำหรับควบคุมการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 1-16 เครื่อง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการกำหนดแบนด์วิธแสดงผลการใช้งานที่เวลา 10-120 วินาที และส่วนการกำหนดแบนด์วิธแสดงผลค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 1-16 ค่าเฉลี่ยจาก 10-120 วินาที โดยผลการทดลองทั้งสองส่วนแสดงผลการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ เพื่อการเปรียบเทียบที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยแบ่งเส้นกราฟออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดแบบทวิคูณโดยไม่กำหนดแบนด์วิธ (Un allocation multiple connections) ใช้ชื่อย่อ UAMC 2) เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดแบบปกติโดยไม่กำหนดแบนด์วิธ (Un allocation single connections) ใช้ชื่อย่อ UASC 3) เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดแบบทวิคูณโดยกำหนดแบนด์วิธ (Allocation multiple connections) ใช้ชื่อย่อ AMC 4) เครื่อง

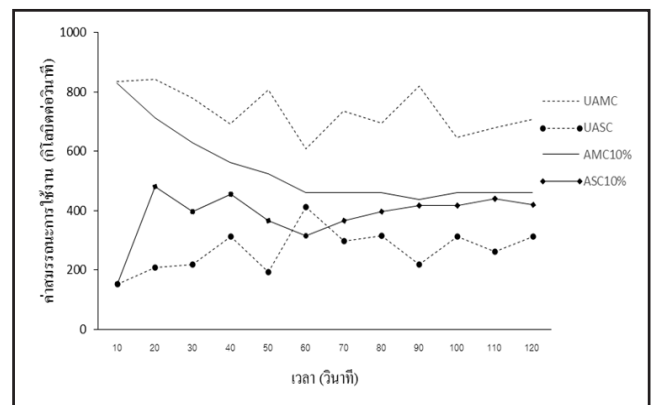
คอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดแบบปกติโดยกำหนดแบนด์วิธ (Allocation single connections) ใช้ชื่อย่อ ASC

การทดลองการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 4 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5% เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง และช่วงเวลาที่ 80-120 วินาที มีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 3



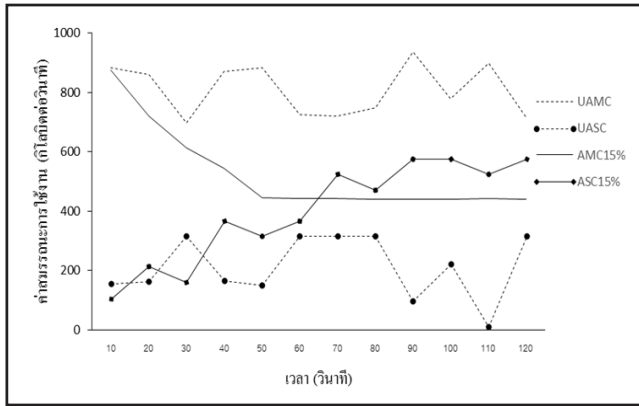
ภาพที่ 3 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 4 เครื่อง โดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%

การทดลองการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 8 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10% เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง และช่วงเวลาที่ 70-120 วินาที มีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 4



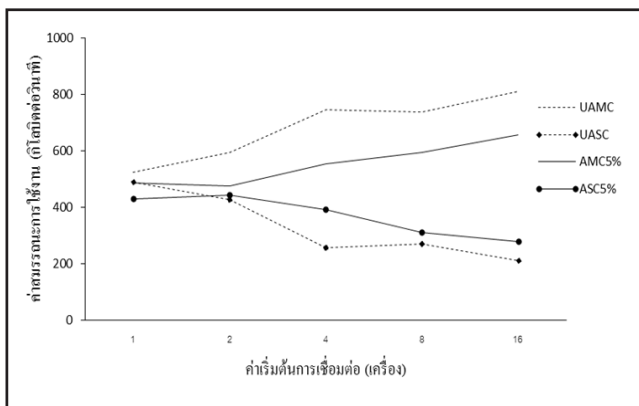
ภาพที่ 4 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวิคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 8 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10%

การทดลองการใช้งานการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 16 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15% เครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวีคูณมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง และช่วงเวลา 60-120 วินาที มีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 5



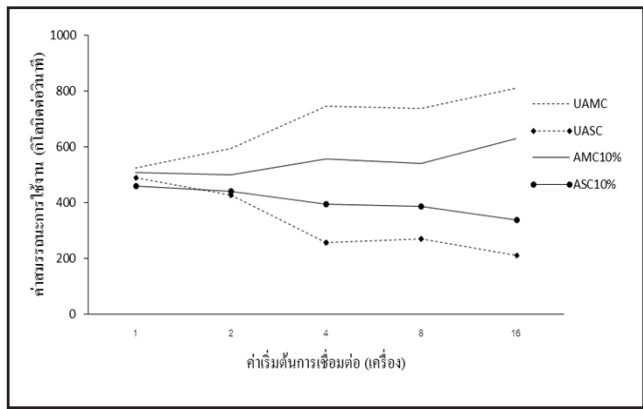
ภาพที่ 5 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวีคูณค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 16 เครื่องโดยกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15%

ผลการทดลองการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5% พบว่า ค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ ดังภาพที่ 6



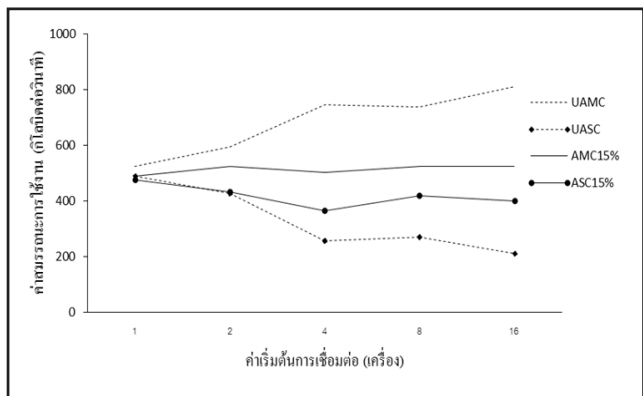
ภาพที่ 6 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%

ผลการทดลองการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10% พบว่า ค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานโดยไม่ได้จัดการแบนด์วิธ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10%

ผลการทดลองการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15% พบว่า ค่าสมรรถนะการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบทวีคูณและเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายปกติมีอัตราการใช้งานที่ใกล้เคียงกว่าการใช้งานโดยไม่ได้จัดการแบนด์วิธ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15%

5. สรุปและอภิปรายผล

จากผลการทดลองการจัดการแบนด์วิธในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย การสรุปผลการทดลอง 4 ส่วน คือ ส่วนการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธ และส่วนการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5%, 10% และ 15% พบว่า จากการสรุปค่าผลต่างระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่ใช้การดาวน์โหลดปกติและการเชื่อมต่อแบบทวีคูณ กำหนดค่าเริ่มต้นการเชื่อมต่อที่ 1-16 เครื่อง ค่าเฉลี่ยของการใช้งานแบบไม่กำหนดแบนด์วิธมีค่า 3.48%, 16.99%, 48.90%, 46.78% และ 59.94% ค่าเฉลี่ยรวม 35.22%, การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 5% มีค่า 5.67%, 3.10%, 15.88%, 28.32% และ 37.80% ค่าเฉลี่ยรวม



18.15% การกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 10% มีค่า 4.78%, 5.68%, 16.33%, 15.28% และ 29.05% ค่าเฉลี่ยรวม 14.22% และการกำหนดแบนด์วิธควบคุมอัตราการลดที่ 15% มีค่า 1.20%, 9.23%, 13.71%, 10.57% และ 12.71% ค่าเฉลี่ยรวม 9.48% ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความรูก่อนและหลังการอบรม

MIC (เครื่อง)	ผลต่างค่าแบนด์วิธระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (%)			
	UAMC	AMC (5)	AMC (10)	AMC (15)
1	3.48	5.67	4.78	1.20
2	16.99	3.10	5.68	9.23
4	48.90	15.88	16.33	13.71
8	46.78	28.32	15.28	10.57
16	59.94	37.80	29.05	12.71
เฉลี่ย	35.22	18.15	14.22	9.48

จากผลการทดลองเมื่อกำหนดแบนด์วิธตามค่าดังกล่าว หากให้ค่าควบคุมอัตราการลดที่สูงขึ้นจะช่วยลดเวลาการใช้งานที่ไม่ยุติธรรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ค่าแบนด์วิธสูงให้ต่ำลงเร็วกว่าตามลำดับ ซึ่งสามารถปรับค่าลดระดับตามความเหมาะสมของระบบ เนื่องจากการเชื่อมต่อบนเครือข่ายคอมพิวเตอร์มีการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่ายที่หลากหลาย หากระบบมีค่าการใช้งานแบนด์วิธสูง มีการใช้งานค่าแบนด์วิธที่ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานรายอื่น ระบบสามารถปรับค่าสรรถณะการใช้งาน เพื่อคืนสิทธิการใช้งานต่อผู้ใช้ทุกรายได้อย่างยุติธรรมยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] A. Buecker, K. Browne, L. Foss, J. Jacobs, V. Jeremic, C. Lorenz, C. Stabler, and J. Herzele. "Multiple Internet Connections." *IBM Security Solutions Architecture for Network, Server and Endpoint*, pp. 399-461, February, 2011.
- [2] A. Konig, A. Dengel, K. Hinkelmann, K. Kise, J. Howlett, and C. Jain, "Bottleneck Flow Control." *Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, New York, pp. 178-189, 2011.
- [3] B. Anjum and G. Perros. "Bandwidth Allocation" *Bandwidth Allocation for Video Under Quality of Service Constraints USA*, pp. 28-46, 2015.
- [4] J. Filipe and J. Cordeiro. "Stepwise." *Enterprise Information Systems*, Portugal, pp. 163-855, 2009.
- [5] J. D. Pascual, Y. Shavitt add S. Uhlig. "Traffic Monitoring." *Traffic Monitoring and Analysis*. pp. 22-63, 2011.
- [6] K. Orlando, D. Frueh, D. Angelo, and L. Dean. "Threshold Policy." *SAN Storage Performance Management Using Tivoli Storage Productivity Center*, pp.91-117, 2011.
- [7] K. Chandrasekaran. "Survey on transport control in data center networks." *Essentials of Cloud Computing*, pp. 26-269, 2015.
- [8] M. Schubert and H. Boche. "Allocation and Transceiver." *QoS-based Resource Allocation and Transceiver Optimization*, Vol. 2, No. 6, pp. 383-529, 2006.
- [9] R. Rosen. "Traffic Control." *Linux Kernel Networking: Implementation and Theory*, pp. 509-595, 2013.
- [10] S. Stidham. "A New Approach to Performance-Oriented Flow Control." *Optimal Design of Queueing Systems*, pp. 22-188, 2010.
- [11] S. Sethi and Y. Hnatyshin. "ABR" *The Practical OPNET User Guide for Computer Network Simulation*, pp. 346-482, 2013.
- [12] K. Kamluewong and A. Siri. "Maximizing Network Utilization of Dynamic Bandwidth Management with Minimum Bandwidth-Constrained Techniques." *Payap University Research Symposium 2015*, pp. 398-407, 2015.