Comparison of SCTP and TCP performance on Bittorrent.

การเปรียบเทียบและพัฒนาประสิทธิภาพ SCTP และ TCP บนการทำงานแบบ Bittorrent

วินัย มาลีลัย, จักรภพ เพ็ชรแก้ว, พิสิฐ วรรธนะไพสิฐ
คณะวิทยาศาสตร์
สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
IT-WorkGroup.KKU2554@hotmail.com

Abstract – This paper was presented comparing the performance of the SCTP protocol as compared to the standard protocol is TCP and UDP, and SCTP performance in the data transmission of bittorrent. This article consists of five parts: the first part. The role and importance of the problem. The second part is research. The third approach involves an improvement to BitTorrent. The fourth is the preliminary experiments. The fifth section is a summary of guidelines for future research and reference, respectively. The results are expected in the future when it comes to SCTP using the P2P download speed of up to 10% and tends to be faster on larger files.

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเสนอการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของโปรโตคอลที่ชื่อว่า SCTP เปรียบเทียบกับโปรโตคอลมาตรฐานคือ TCP และ UDP และพัฒนาประสิทธิภาพของ SCTP ในการส่งข้อมูลแบบ bittorrent บทความนี้ประกอบด้วยหกส่วน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นบทนำและความสำคัญของปัญหา ส่วนที่สองเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่สามเป็นแนวทางการปรับปรุง BitTorrent ให้ทำงานร่วมกับ SCTP ส่วนที่สี่เป็นแนวทางการทดลองเบื้องต้น ส่วนที่ห้าเป็นสรุปแนวทางการวิจัยในอนาคตและเอกสารอ้างอิง ตามลำดับ ผลการทดลองในอนาคตคาดว่าเมื่อนำเอา SCTP มาปรับใช้ใน P2P จะทำให้ความเร็วในการดาวน์โหลดไฟล์เพิ่มมากขึ้น 10% และมีแนวโน้มว่าความเร็วจะเพิ่มขึ้นเมื่อไฟล์มีขนาดใหญ่ขึ้น

Keywords - TCP; UDP; SCTP; HOL; BitTorrent

1.บทนำ

โปรโตคอล (Protocol) คือระเบียบวิธีการในการติดต่อสื่อสาร เมื่อมาใช้กับเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม จึงหมายถึงขั้นตอนการติดต่อสื่อสาร ซึ่งรวมถึง กฎ ระเบียบ และข้อกำหนดต่าง ๆ รวมถึงมาตรฐานที่ใช้ เพื่อให้ตัวรับและตัวส่งสามารถดำเนินกิจกรรมทางด้าน สื่อสารได้สำเร็จ ซึ่งโปรโตคอลมาตรฐานหลักๆ คือ TCP [1] และ UDP [2] เป็นมาตรฐานที่ยอมรับกันและนำมาใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างกัน แต่เนื่องจากโปรโตคอล TCP และ UDP มีข้อจำกัดในการใช้งานที่แตกต่างกันจึงมีการคิดค้นโปรโตคอลรูปแบบใหม่ออกมาเพื่อแก้ไขขีดจำกัดของ TCP และ UDP อยู่หลายโปรโตคอล ซึ่งในที่นี้ได้รวบรวมโปรโตคอลรูปแบบใหม่ที่คิดค้นออกมาเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

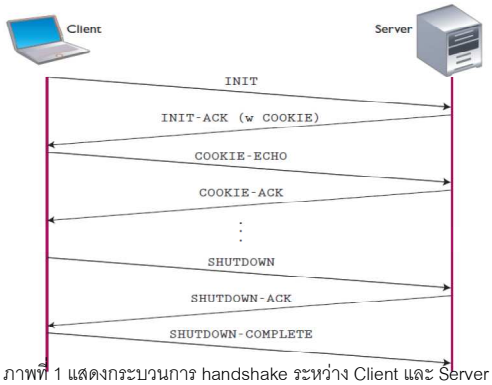
The Stream Control Transmission Protocol (SCTP) [3] คือ การควบคุมและจัดการการส่งข้อมูลผ่านทางโปรโตคอล โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะนำมาใช้ในการรับส่งข้อมูลบนระบบต่างๆ ที่มีการมุ่นเน้นไปในด้านการเชื่อมต่อที่มีความน่าเชื่อถือที่คล้ายกับ TCP และสามารถควบคุมการไหลของข้อมูลในที่ที่มีความแออัดของข้อมูลได้ รวมถึงสามารถรับส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็วที่คล้ายกับ UDP โดยที่ SCTP มีข้อแตกต่างจาก TCP และUDP คือ SCTP มีการให้บริการรับส่งข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากกว่าและสามารถรองรับกับการนำไปใช้ในระบบต่างๆได้อย่างหลากหลาย

BitTorrent [4] เป็นเทคโนโลยีการแลกเปลี่ยนไฟล์ ในรูปแบบ peer-to-peer แบบผสมที่มี server ศูนย์กลางทำหน้าที่เก็บรายละเอียดไฟล์ที่มีการแลกเปลี่ยนกันในระบบ โดยเครื่องของผู้ใช้แต่ละเครื่องอาจเป็นทั้งผู้ให้บริการและผู้รับบริการได้ในขณะเดียวกัน BitTorrent จะแยกไฟล์ที่แลกเปลี่ยนกันออกเป็นส่วนย่อยหลายส่วน เพื่อให้ client เลือกดาวน์โหลดจากserver หลายเครื่องได้พร้อมกัน ซึ่งวิธีนี้ยังผลให้การโอนถ่ายไฟล์ทำได้รวดเร็วขึ้น

2.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเปรียบเทียบ SCTP, TCP และ UDP

กระบวนการในการทำงานของ SCTP คือ เมื่อมีการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายและเครื่องแม่ข่าย ซึ่ง SCTP จะมีรูปแบบการส่งข้อมูลที่คล้ายกับ TCP ในลักษณะที่เน้นไปในด้านความน่าเชื่อถือของการรับส่ง รับส่งข้อมูล แต่ SCTP จะมีความแตกต่างจาก TCP ตรงส่วนของความปลอดภัยขณะรับส่งข้อมูล ซึ่ง SCTP นั้นจะมีการตรวจสอบความถูกต้อง ความปลอดภัยของเครื่องลูกข่ายที่ทำการร้องขอในการรับส่งข้อมูลรวมถึงการยืนยันในการรับส่งข้อมูล โดยใช้ระบบคุกกี้แนบไปกับการรับส่งข้อมูลและการยืนยันในการรับส่งข้อมูลนั้นๆ ตามรูปด้านล่าง



ภาพที่ 1 แสดงกระบวนการ handshake ระหว่าง Client และ Server

จากภาพที่ 1 จะเป็นการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องลูกข่ายและเครื่องแม่ข่าย ซึ่งเครื่องลูกข่ายจะต้องร้องขอมาที่เครื่องแม่ข่าย เครื่องแม่ข่ายจะทำการส่งข้อมูลที่ถูกร้องขอและจะแนบไฟล์คุกกี้กลับไปยังเครื่องลูกข่ายด้วย เมื่อเครื่องลูกข่ายทำการร้องขอมาอีกไฟล์คุกกี้จะถูกแนบมากับการร้องขอของเครื่องลูกข่ายด้วยเพื่อที่จะให้เครื่องแม่ข่ายสามารถทำการตรวจสอบความถูกต้อง , ความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลได้

ข้อดีของ SCTP เมื่อเทียบกับโปรโตคอล TCP และ UDP ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ดังนี้Connection-oriented สามารถทำการค้นหาเส้นทางไว้ล่วงหน้าก่อนที่จะมีการรับส่งข้อมูล เพื่อรับประกันว่าข้อมูลที่ส่งไปจะครบสมบูรณ์

1. Message-based transfer สามารถจัดเก็บข้อมูลที่อยู่ในระหว่างการส่ง

2. Reliable data transfer มีความน่าเชื่อถือในการส่งข้อมูล

3. Partially reliable data transfer สามารถส่งข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ได้

4. Ordered data delivery สามารถส่งข้อมูลแบบเรียงลำดับข้อมูลได้

5. Unordered data delivery สามารถส่งข้อมูลได้โดยไม่ต้องเรียงลำดับ

6. Congestion and flow control สามารถควบคุมความแออัดของข้อมูล

7. Protection from spoofed SYN attacks สามารถป้องกันการโดนโจมตีจากโปรแกรม Spoofed

8. Allows half-closed connections ขณะที่เครื่องลูกข่ายส่งการยืนยันว่าหยุดการเชื่อมต่อสำเร็จแล้ว เครื่องแม่ข่ายจะไม่มีการตอบยืนยันกลับไปอีก

9. Multistreaming สามารถส่งข้อมูลได้หลายข้อมูลในเวลาเดียวกัน

10. Multihoming ในอุปกรณ์เครื่องเดียวที่มีเลข IP ชุดเดียวสามารถเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์เครื่องอื่นในเครือข่ายได้ในรูปแบบ

11. end to end แต่ในเวลาเดียวกันที่กำลังเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องหนึ่งอยู่ยังสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เครื่องอื่นได้อีกในรูปแบบ end to end

12. Dynamic address reconfiguration สามารถกำหนดค่าในการเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ได้

ซึ่งการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆจะพบได้จากตารางที่1ดังนี้

Services/features	SCTP	TCP	UDP
Connection-oriented	Yes	Yes	No
Message-based transfer	Yes	No	Yes
Reliable data transfer	Yes	Yes	No
Partially reliable data transfer	Yes	No	No
Ordered data delivery	Yes	Yes	No
Unordered data delivery	Yes	No	Yes
Congestion and flow control	Yes	Yes	No
Protection from spoofed SYN attacks	Yes	No	NA
Allows half-closed connections	No	Yes	NA
Multistreaming	Yes	No	No
Multihoming	Yes	No	No
Dynamic address reconfiguration	Yes	No	No

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างโปรโตคอล SCTP และ TCP , UDP

2.2 BitTorrent

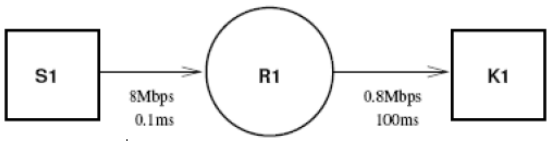
BitTorrent เป็นเทคโนโลยีการแลกเปลี่ยนไฟล์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด โดยทำงานในแบบผสมที่ต้องมีserver ศูนย์กลาง เรียกว่า tracker server เพื่อทำหน้าที่เก็บรายละเอียดไฟล์ที่มีการแลกเปลี่ยนกัน ซึ่งเรียกว่า torrent file มีนามสกุลไฟล์เป็น .torrent ภายในไฟล์เก็บรายการ trackerserver ของผู้ให้บริการ รายละเอียดไฟล์ที่แลกเปลี่ยน ค่าจากการคำนวณเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้อง เมื่อ client ต้องการดาวน์โหลดไฟล์จะติดต่อไปยัง tracker server เมื่อ tracker server รับข้อความร้องขอจะทำการตรวจสอบในฐานข้อมูลของตนว่าในขณะนั้นมี peer

อยู่ที่ใดบ้าง เมื่อได้รายการทั้งหมดแล้วจะส่งกลับให้ client เมื่อ client ได้รายละเอียดพร้อมแล้ว จะทำการติดต่อตรงไปยัง peer ที่ให้บริการอยู่เพื่อขอดาวน์โหลดไฟล์การขอดาวน์โหลดไฟล์ไปยัง peer แต่ละเครื่อง client จะขอดาวน์โหลดเฉพาะบางส่วนของไฟล์ ซึ่งระบบ BitTorrent จะทำการแบ่งไฟล์ออกเป็นส่วน แต่ละส่วนมีขนาดเท่ากัน สำหรับpeer ที่ให้บริการ file นี้ ในระบบ BitTorrent เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า seeder และ client มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า leecher โดยเครื่องที่จะเป็น seeder ได้ต้องได้รับไฟล์ทุกชิ้นสมบูรณ์แล้วเท่านั้นข้อดีอีกประการของระบบ BitTorrent คือ ในการดาวน์โหลดแต่ละชิ้นของไฟล์ leecher สามารถขอดาวน์โหลดจาก leecher อื่นได้ ไม่จำเป็นต้องขอดาวน์โหลดจาก seeder เท่านั้น และในทางกลับกันในขณะที่เครื่องผู้ใช้ซึ่งเป็น leecher กำลังดาวน์โหลดไฟล์จากเครื่องอื่นอยู่ เครื่องอื่นก็สามารถขอดาวน์โหลดไฟล์จากเครื่องผู้ใช้ได้

2.3 การแก้ปัญหา Head-of-line blocking

จากปัญหา HOL(*Head-of-line blocking*) ที่พบใน BitTorrent เมื่อทำงานร่วมกับTCP จึงมีงานวิจัยหลายชิ้นที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาการทำงานโดยการใช้ SCTP เป็น Transport layer protocol เนื่องจากมีความสามารถหลายอย่างเพิ่มขึ้นมาเช่นBrennan and Curran, 2001 [5] และ Caro et al.,2003 [6] ได้ทำการทดลอง congestion control ใน SCTP โดยทำการทดสอบทั้งในเครือข่ายที่มีความคับคั่งสูงและเครือข่ายที่มีการสูญหายของข้อมูลสูง โดยกำหนดให้ SCTP ทำงานเพียง stream เดียว และทำการปรับรูปแบบการทำงาน ให้ทำงานสอดคล้องกับการทำงานของ TCP แนวคิดของงานวิจัยคือ

SCTP น่าจะมีประสิทธิภาพดีกว่า TCP เมื่อมีการสูญหายของข้อมูลสูง ทำการทดลองโดยจำลองการทำงานบนระบบ NS-2กำหนด bandwidth ระหว่าง server และ router ที่ 8Mbps delayเท่ากับ 0.1ms และระหว่าง router และ client ที่ 0.8Mbps delay เท่ากับ 100ms ดังภาพที่ 2



รูปที่ 2 ไดอะแกรมระบบทดลอง (A. Caro, 2003)

3. แนวทางการปรับปรุง BitTorrent ให้ทำงานร่วมกับ SCTP

จากงานวิจัย [7] สรุปได้ว่า SCTP สามารถขจัดปัญหา HOL ที่เกิดกับ TCP ได้ และคุณสมบัติ multi-streamingของ SCTP น่าจะเหมาะสำหรับการรับ-ส่งไฟล์แบบแยกส่วนของ BitTorrent งานวิจัยนี้จึงเห็นว่า สามารถพัฒนาให้BitTorrent ทำงานบน SCTP ได้ โดยทำการปรับระบบBitTorrent client ให้รองรับการทำงานกับ SCTP แบบ multistreamingทำการส่งข้อมูลแต่ละชิ้นของ BitTorrent ไปในแต่ละstream และมีหมายเลข stream กำกับไปในชิ้นส่วนที่ส่งจากแนวคิดในการปรับใช้ SCTP ร่วมกับ BitTorrentงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือก cTorrent ซึ่งเป็น BitTorrent client พัฒนาด้วยภาษา C เพื่อทำการปรับแก้โดยใส่โค้ดส่วนการติดต่อระหว่างเครื่อง จากเดิมทำการติดต่อด้วย TCP ให้ติดต่อด้วยSCTP แทน และทำการตั้งค่าระบบปฏิบัติการให้รองรับ SCTPโดยเลือกใช้ระบบปฏิบัติการ Linux ในการทดลองและ kernelต้องเวอร์ชั่นมากกว่า 2.4 ขึ้นไป ซึ่งถ้าเวอร์ชั่นต่ำกว่านี้จะไม่รองรับ SCTP

4. แนวทางการทดลองในอนาคต

แนวทางการทดลองในอนาคตจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1.จำลองระบบเครือข่าย

- ส่วนของ Tracker Server ติดตั้งโดยทำการติดตั้งโปรแกรม Torrent Trader Lite 1.0.3 [9] ซึ่งพัฒนาด้วยภาษา PHP และทำการปรับแต่งค่าตัวแปรของระบบ

- พัฒนาปรับปรุงโปรแกรม BitTorrent Client ให้สามารถทำงานบน SCTP ได้ โดยทำการติดตั้งโปรแกรม cTorrent-dnh เวอร์ชั่น 1.3.4 พัฒนาด้วยภาษา C++ และทำการปรับแก้โค้ดของโปรแกรม

2.สภาพแวดล้อมในการทดลอง

- หลังจากติดตั้งระบบทดลองเรียบร้อยแล้ว ทำการสร้างไฟล์ตัวอย่างจำนวน 4 ไฟล์ แต่ละไฟล์มีขนาด100MB, 300MB, 500MB และ 1GB นำไฟล์ตัวอย่างทั้งหมดมาสร้างไฟล์ .torrent ตามขนาดไฟล์ตัวอย่างนั้นๆ แล้วทำการอัพโหลดขึ้น Tracker Server เพื่อใช้ในการดาวน์โหลดต่อไป

- เริ่มทำการดาวน์โหลด โดยให้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่องทำหน้าที่เป็น seeder ของระบบ จากนั้นให้leecher โหลดไฟล์ .torrent ทั้ง 4 ไฟล์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดาวน์โหลดไฟล์ตัวอย่าง

- ขั้นตอน leecher ดาวน์โหลด จะให้โหลดทีละขนาดไฟล์ แต่ละไฟล์ทำการดาวน์โหลดจำนวน 5 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยทำการสลับการดาวน์โหลดแต่ละไฟล์ระหว่างการใช้ TCP และ SCTP โหลด

5.สรุปแนวทางและการวิจัยในอนาคต

เนื่องจาก SCTP เป็นโปรโตคอลที่ถูกเพิ่มประสิทธิภาพมากกว่า TCP ในหลายๆด้าน ผู้วิจัยจึงเชื่อว่า หากนำ โปรโตคอล SCTP มาใช้งานร่วมกับการรับส่งข้อมูลในลักษณะ BitTorrent จะทำให้การรับส่งข้อมูลมีความรวดเร็วเพิ่มมากขึ้นกว่า 10 %

แนวทางที่ผู้สนใจสามารถนำไปศึกษาวิจัยต่อได้ เช่น การทำงานแบบ BitTorrent ร่วมกับ SCTP บนเครือข่ายไร้สาย

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Postel, “User Datagram Protocol”, RFC 768, August 1980.

[2] J. Postel, “Transmission Control Protocol”, RFC 793, September 1981.

[3] Natarajan, P., Baker, F., Amer, P.D., and Leighton, J.T., "SCTP: What, Why, and How," Internet Computing, IEEE , vol.13, no.5, Sept.-Oct. 2009, pp.81-85.

[4] Bram Cohen, “BitTorrent peer-to-peer file sharing protocol”, http://en.wikipedia.org/wiki/BitTorrent, July 2, 2001.

[5] R. Brennan and T. Curran, “SCTP Congestion Control: Initial Simulation Studies”, Proc. 17th Int'l Teletraffic Congress, Elsevier Science, 2001.

[6] Caro, K. Shah, J. Iyengar, P. Amer, R. Stewart, “SCTP and TCP Variants Congestion Control Under Multiple Losses”, submitted to ACM Computer Communication Review, 2003.

[7นายธีรชัย เจนกิจพาณิชย์กุล, ผศ.ดร.ชวลิต ศรีสถาพรพัฒน์, ผศ.ดร.สุขุมาล กิติสิน, " Comparison Study on the Performance of P2P File Sharing Application using TCP vs. SCTP," สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 17-Mar-2010.