บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันนี้ทุกคนคงปฏิเสธไม่ได้ว่าเทคโนโลยีต่างๆนั้นได้ก้าวเข้ามามีบทบาทในการทำงานในชีวิตประจำวัน และหนึ่งในนั้นก็คืออินเทอร์เน็ต ซึ่งเห็นได้จากข้อมูลและสถิติการใช้งานคอมพิวเตอร์ที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่ปี 2530 ถึงปัจจุบัน โดยมีอัตราการขยายตัวของผู้ใช้ (user) ทั่วโลกโดยเฉลี่ยหลายเปอร์เซ็นต์ต่อปี และหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้มีการเติบโตข้างต้นก็คืออินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงได้มีการเกิดการจัดตั้งผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (internet service provider , ISP) ขึ้นมา เพื่อตอบสนองความต้องการที่เพิ่มขึ้นของผู้ใช้งานและเพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้งานจำนวนมากสามารถใช้โครงข่ายสื่อสารร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

โดยการเติบโตของเครือข่ายอินเตอร์เน็ตอย่างรวดเร็วนั้นทำให้มีบริการใหม่ๆ เกิดขึ้นบนเครือข่ายแห่งนี้แทบทุกเวลา จากเดิมที่เชื่อมต่อกันเพื่อใช้แลกเปลี่ยนข่าวสารด้านวิชาการ กลายมาเป็นเพื่อการติดต่อสื่อสาร แหล่งบันเทิงแห่งใหม่ จากที่ต้องทำการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายผ่านทางสายสื่อสาร กลายมาเป็นการนำอินเทอร์เน็ตติดตัวไปทุกหนทุกแห่ง ผ่านทางอุปกรณ์มือถืออย่าง PDA หรือโทรศัพท์มือถือ ทราฟฟิกบนเครือข่าย (Network Traffic) ทำให้เกิดความคับคั่งของข้อมูล จนอาจทำให้เกิดการติดขัดและล่าช้า (Congestion and Delay) ของข้อมูล เหมือนๆกับที่เห็นการจราจรติดขัดบนท้องถนนนั่นเอง

ปัญหาเกี่ยวกับทราฟฟิกเครือข่าย ไม่ใช่ปัญหาที่เกิดขึ้นใหม่แต่ประการใด ประมาณคริสศักราช 1990 ได้เคยเกิดปัญหาเกี่ยวกับทราฟฟิกบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเกิดติดขัดขึ้น เป็นผลมาจากการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่การเชื่อมต่อกันระหว่างเราเตอร์ใช้สารส่งชนิด T1 (1.544 Mbps) และ T3 (45 Mbps) เป็นหลักเท่านั้น อีกทั้งยังใช้ IGP (Interior Gateway Protocol) เป็นโปรโตคอลในการกำหนดเส้นทางของข้อมูล ทำให้ Packet ข้อมูลไหลไปในเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างต้นทางและปลายทางเท่านั้น ทำให้เกิดปัญหาว่ามีการใช้งานเส้นทางบางสายมากเกินไป และเส้นทางบางสายมีการใช้งานน้อยเกินไป ซึ่งเป็นเหตุให้เสถียรภาพของเครือข่ายต่ำลง

ประมาณกลางปี ค.ศ. 1990 ได้มีความคิดในการสร้าง Overlay Network ขึ้นใช้งาน นั่นคือการนำเอาเครือข่าย TCP/IP ไปซ้อนทับบนเครือข่าย ATM (Asynchronous Transfer Mode) เนื่องจากได้เล็งเห็นแล้วว่าเครือข่าย ATM มีความสามารถที่เหนือกว่าเครือข่าย TCP/IP ในด้านประสิทธิภาพ

เนื่องจากเป็น Virtual-Circuit Switching ทำให้ไม่เกิดความล่าช้า (Delay) ในการส่งรับข้อมูล ในขณะที่ TCP/IP เป็นการส่งแบบ Packet Switching ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดความล่าช้าในการรับส่งข้อมูลเกิดขึ้นได้ และจากเหตุผลดังกล่าว ทำให้สามารถคาดการณ์ในเรื่องของปริมาณข้อมูลต่อเวลาได้อย่างถูกต้องอีกด้วย

หลังจากที่สร้าง Overlay Network ขึ้นใช้งานแล้วก็ดูเหมือนจะแก้ปัญหา การใช้งานเส้นทางสื่อสารมากเกินไปในบางสาย และน้อยเกินไปในบางสายออกไปได้ เนื่องจากสามารถที่จะกำหนด Virtual Circuit บนเครือข่ายเดิมได้เป็นอย่างดี การใช้งานผสมกันระหว่างเครือข่ายทั้งสองแบบ ทำให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลมีประสิทธิภาพดีขึ้น เราเตอร์ในเครือข่าย TCP/IP จะทำการกำหนดเส้นทางในการรับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล OSPF (Open Shortest Path First) และเมื่อไหร่ก็ตามที่วิ่งผ่านเข้าสู่เครือข่าย ATM ก็จะส่งผ่าน Virtual Circuit ที่กำหนดไว้ เมื่อออกจากเครือข่าย ATM เราเตอร์ก็จะใช้โปรโตคอล OSPF เพื่อส่งต่อข้อมูลไปจนกว่าจะถึงปลายทาง ในขณะที่ผู้ผลิตเราเตอร์ก็พยายามผลิตเราเตอร์ที่ทำงานได้เร็วกว่า ATM Switch ออกมา

ช่วงปี ค.ศ. 1997 หน่วยงานกำหนดมาตรฐานอย่าง IETF (Internet Engineering Task Force) ได้ตั้งกลุ่มทำงานขึ้นมาเพื่อรองรับปัญหาที่จะต้องเกิดขึ้นแน่ หากยังคงให้ใช้งานเครือข่าย ATM ต่อไป เนื่องจากปัจจุบันเครือข่าย ATM เติบโตไปมาก และสร้างปัญหาในแง่ของการส่งข้อมูลที่มี Overhead ปนเข้ามามากเกินไป ยกตัวอย่างเช่น ATM ที่เชื่อมต่อแบบ OC-48 จะมี Overhead ปนเข้ามาถึง 498 Mbps และหากเชื่อมต่อด้วย OC-192 จะทำให้มี Overhead ปนเข้ามาถึง 1.99 Gbps โดยเทคโนโลยีที่จะเข้ามาแก้ไขปัญหาเหล่านี้มีชื่อว่า MPLS (Multi Protocol Label Switching)

MPLS ถูกออกแบบมาเพื่อลด Overhead ในการใช้งาน Virtual Circuit บนเครือข่าย TCP/IP ลงให้มากที่สุด เป็นงานที่เรียกว่าวิศวกรรมทราฟฟิกบนเครือข่ายนั่นเอง ซึ่งจะเป็นการผนวกเครือข่าย ATM ซึ่งเป็นเครือข่ายแบบ Virtual Circuit Switching และใช้ ATM Switch ในเลเยอร์ที่ 2 เป็นหลักเข้ากับเครือข่าย TCP/IP ซึ่งเป็นเครือข่ายแบบ Packet Switching และใช้เราเตอร์ในเลเยอร์ที่ 3 เป็นหลักเข้าด้วยกัน ประโยชน์ที่ได้รับก็คือการควบคุมทราฟฟิกบนเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพ จากเดิมที่โปรโตคอลสำหรับการกำหนดเส้นทางส่วนใหญ่ในเครือข่าย จะมองในส่วนของระยะทางเป็นหลัก แต่สำหรับ MPLS แล้ว จะมองที่ความสามารถในการไหลไปยังปลายทางของข้อมูลเป็นหลักแทน และมีกระบวนการกำหนดเส้นทางที่ฉลาดผนวกกับการใช้งานแบบ Virtual Circuit ที่มีลักษณะการส่งแบบ Streamline แทนการส่งแบบ Connectionless ทำให้สามารถแก้ปัญหาทราฟฟิกบนเครือข่ายได้เป็นอย่างดี

นอกจากนั้น MPLS ยังมีความสามารถในการควบคุมคุณภาพของบริการ (QoS : Quality of Service) เนื่องจากมีการส่งแบบ Streamline ทำให้สามารถรับประกันเกี่ยวกับปริมาณข้อมูลต่อเวลาได้

เป็นอย่างดีและทำให้สามารถใช้ส่งทราฟฟิกในลักษณะ Real-Time เช่น การถ่ายทอดภาพและเสียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ โดยทั้งภาพและเสียงมีคุณภาพใกล้เคียงกับคุณภาพที่ได้จากการชมโทรทัศน์หรือฟังวิทยุ รวมทั้งสามารถที่จะกำหนดระดับของ QoS ให้เหมาะกับผู้ใช้งานแต่ละรายได้โดยง่าย สามารถใช้งานเป็น Tunnel ให้ VPN ได้เป็นอย่างดี เนื่องจาก ISP ที่ต้องการให้บริการ VPN กับลูกค้าของตนสามารถกำหนด Virtual Circuit ระหว่าง ISP กับลูกค้าเพื่อเพิ่มคุณภาพให้กับ Tunnel แทน VPN แบบเดิม ๆ ที่วิ่งไปบนโครงข่ายที่ไม่มีความแน่นอน เนื่องจากใช้งานแบบ Connectionless นั่นเอง

ข้อดีอีกประการหนึ่งคือสามารถสนับสนุนโปรโตคอลได้หลากหลาย ปัจจุบันนอกจากที่สนับสนุนเครือข่าย TCP/IP แล้วยังสามารถนำ MPLS ไปใช้กับ เครือข่าย ATM และ Frame Relay หรือแม้กระทั่งใช้บนเครือข่ายทั้งสามซึ่งทำ Overlay กันอยู่ก็ได้

ในการออกแบบโครงข่ายนั้น ปัญหาหนึ่งที่สำคัญคือการประเมินว่าโครงข่ายจะมีค่าความเชื่อถือได้ในระดับใด โดยพิจารณาผลกระทบของ ความน่าจะเป็นที่ข่ายเชื่อมโยง (link) หรือ จุดเชื่อมโยง (node) จะเกิดความเสียหาย (failure) และการกำหนดแผนการหาเส้นทาง (routing strategy) เมื่อเกิดความเสียหายต่างๆขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่เป็นโครงข่ายแกนกลาง (core network) หรือเรียกอีกอย่างว่าแบคโบน (backbone) นั้น ยิ่งจำเป็นต้องทำให้มีค่าความเชื่อถือได้สูง ๆ เพราะถ้าเมื่อใดที่ส่วนนี้เกิดความเสียหายขึ้นมาแล้ว จะส่งผลกระทบต่อโครงข่ายโดยรวมเป็นอย่างมาก

โครงข่ายส่วนใหญ่นั้นจะถูกออกแบบมาเพื่อที่จะให้ เราเตอร์ สามารถเลือกเส้นทางสำรองไว้ เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายของข่ายเชื่อมโยงหรือจุดเชื่อมโยง และเพื่อที่จะสามารถแบ่งปริมาณข้อมูลที่เข้ามาในโครงข่ายให้มีความคับคั่งน้อยลง โดยอาจใช้วิธีกระจายข้อมูลที่เข้ามาให้ไปที่ข่ายเชื่อมโยงใด ๆ ด้วยอัตราส่วนหนึ่ง ๆ หรือที่เรียกว่า โหลดแชร์ริ่ง (load sharing) โดยในการออกแบบนั้นอาจจะใช้หลักการที่ว่า โครงข่ายนั้น ๆ จะสามารถต่อต้าน หรือสามารถทนต่อสภาวะการจู่โจมหรือเกิดความเสียหายได้มากน้อยเพียงใด

สำหรับงานวิจัยในอดีตจะพิจารณาการประเมินค่าความเชื่อถือได้ของโครงข่าย (network reliability) ที่มีลักษณะของข้อมูลที่เข้ามาเป็นแบบสุ่มและไม่แน่นอน (stochastic network) [1]โดยสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

1. พิจารณาสภาพการต่อถึงกัน (connectivity) [2], [3]

2. พิจารณาความสามารถในการรองรับปริมาณทราฟฟิก (capacity) [4], [5], [6]

ไม่ว่าจะวัดความเชื่อถือได้ในลักษณะใด ก็ยังมีความต้องการที่จะหาค่าความน่าจะเป็นที่ข่ายเชื่อมโยงหรือจุดเชื่อมโยงเกิดความเสียหาย

ดังนั้นจึงได้มีการนำเสนอกระบวนการ [7] โดย Michael G. H. Bell ที่จะทำการบ่งชี้ว่าข่ายเชื่อมโยงหรือจุดเชื่อมโยงเหล่านั้น จะมีส่วนใดบ้างซึ่งเมื่อเกิดความเสียหายแล้วจะทำมีผลกระทบต่อสมรรถนะของโครงข่ายมากที่สุดแต่ว่ายังไม่สามารถชี้แจงได้ว่าที่สภาวะคงตัว (steady state) นั้นค่าของความน่าจะเป็นในการเกิดความเสียหายมีค่าเป็นเท่าไหร่

โดยเริ่มต้นสมมุติว่าทุกๆข่ายเชื่อมโยงหรือจุดเชื่อมโยงนั้นมีค่าพารามิเตอร์อยู่ 2 ค่า ซึ่งเป็นตัวแทนของค่าที่อยู่ในสถานะปกติ (normal state) และ ค่าที่อยู่ในสถานะชำรุดเสียหาย (fail state) โดยพารามิเตอร์ 2 ค่านี้ อาจจะเป็นค่าต้นทุนของข่ายเชื่อมโยง (cost) , ค่าการหน่วงเวลา (delay) หรือ อัตราเร็วของข้อมูลที่วิ่งผ่านข่ายเชื่อมโยงนั้นๆ แต่ในที่นี้จะพิจารณาเป็นค่าต้นทุนของข่ายเชื่อมโยง ซึ่งวิทยานิพนธ์นี้จะวัดค่าความเชื่อถือได้ของโครงข่ายโดยใช้การประยุกต์ของทฤษฎีเกม

ในการเล่นเกมนี้จะเป็นการเผชิญหน้ากันระหว่าง เราเตอร์ ซึ่งจะหาค่าต้นทุนที่น้อยที่สุดที่ใช้ในการเดินทางของแพ็กเก็ตจากจุดต้นทางไปยังจุดปลายทาง กับ ตัวทดสอบโครงข่าย (network tester หรือ network failer) ซึ่งจะหาค่าต้นทุนที่มากที่สุดในการเดินทาง ดังนั้นเราจะนำ แผนการผสมในการเท่ากันของแนช (The mixed strategy Nash equilibrium) [8], [9] มาใช้ในการพิจารณา

เนื่องจากว่าในการเล่นเกมแต่ละรอบนั้นเราเตอร์ก็พยายามที่จะทำให้การเลือกเส้นทางของตนเองมีค่าที่ดีที่สุด ส่วน ตัวทดสอบโครงข่ายก็พยายามที่จะทำให้ระบบเกิดความเสียหายให้ได้มากที่สุดเช่นกัน ดังนั้นเมื่อเกมดำเนินในลักษณะนี้เรื่อยไปจนกระทั่งถึงจุดสมดุลซึ่งจะทำให้ได้ค่าความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทางของ เราเตอร์ นั้นมีค่าที่เหมาะที่สุด (optimal) และ ในขณะเดียวกันค่าความน่าจะเป็นที่ข่ายเชื่อมโยงจะเสียหายสำหรับตัวทดสอบโครงข่าย ที่มีความสามารถในการทำลายสูงที่สุดก็จะมีค่าที่ดีที่สุดเช่นกัน

ท้ายที่สุดแล้วจะทำการพัฒนาและปรับปรุงอัลกอรึทึม MSA (Method of Successive Average) ให้ทำการสามารถวิเคราะห์ค่าต่างๆเช่น ความน่าจะเป็นที่ข่ายเชื่อมโยงจะถูกใช้งาน , ความน่าจะเป็นในการเกิดความเสียหาย เมื่อการเล่นเกมของเราเตอร์และตัวทดสอบโครงข่ายอยู่ในสภาวะที่คงตัว(steady state) เพื่อทำให้เราสามารถบอกได้ว่าโครงข่ายของเราในขณะนั้นจะมีค่าความเชื่อถือได้มากน้อยเพียงใด และจะทำการพัฒนาเพื่อใช้ในการประยุกต์ในโครงข่ายที่เป็นแบบ MPLS [10] คือมีลักษณะเป็นแบบเลเยอร์ซ้อนเลเยอร์โดยเราจะแบ่งเป็น 2 ชนิดได้แก่ เลเยอร์ทางกายภาพ (physical layer) กับเลเยอร์ทางลอจิก (logical layer) ซึ่งเราจะมาวิเคราะห์ดูว่าการเล่นเกมๆนี้จะมีผลกระทบกับความสัมพันธ์ของทั้ง

สองเลเยอร์นี้อย่างไร และจะปรับปรุงอัลกอรึทึมเพื่อให้สามารถใช้ได้ในโครงข่ายที่มีลักษณะเป็นแบบหลายคู่ของต้นทางและปลายทาง (Multi O-D pair)

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เสนอวิธีในการหาค่าความเชื่อถือได้ของโครงข่ายที่มีลักษณะหลายระดับและมีวิธีจัดเส้นทางแบบพลวัตที่ดีที่สุด (Optimal Dynamic Routing)
2. เสนอวิธีหาข่ายเชื่อมโยงหรือจุดเชื่อมโยงที่มีผลกระทบต่อความเชื่อถือได้ของโครงข่ายมากที่สุด
3. เมื่อได้นำโครงข่ายที่ได้ออกแบบมานั้นมาใช้งานจะทราบได้อย่างไรว่าโครงข่ายนั้นมีความเชื่อถือได้เพียงใดเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบอื่น ๆ
4. นำโครงข่ายที่ได้ออกแบบมาแก้ไขจะปรับปรุงหรือเพิ่มข่ายเชื่อมโยงสำรองที่เหมาะสมเพื่อทำให้โครงข่ายมีความเชื่อถือได้ที่มากขึ้น

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีเกมอย่างละเอียด
2. ศึกษาเทคโนโลยี MPLS (Multi Protocol Label Switching) อย่างละเอียดและลองคิดวิธีที่นำมาประยุกต์ใช้กับทฤษฎีเกม
3. ศึกษาโปรแกรม MATLAB เพื่อใช้ในการเขียนจำลองกับการเล่นเกมที่มีลักษณะเป็นเนตเวิร์กเกมโดยจำลองให้มีผู้เล่น 2 ฝ่าย
4. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเมื่อการเกิดความเสียหายของข่ายเชื่อมโยงเป็นแบบขึ้นแก่กันโดยนำเทคโนโลยี MPLS เข้ามาใช้งาน
5. ศึกษาโครงข่ายที่เป็นแบบมีต้นทางและปลายทางหลายจุด (multiple O−D pair) และนำไปประยุกต์ในโปรแกรม
6. สรุปผลการทดสอบและเขียนวิทยานิพนธ์

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1. เสนอการวิเคราะห์โครงข่าย MPLS ที่มีลักษณะเป็นแบบเลเยอร์ซ้อนเลเยอร์ (Overlay Network) ในรูปแบบใหม่ที่ใช้ทฤษฎีเกมเป็นอัลกอริทึมในการประเมินความเชื่อถือได้ของโครงข่าย
2. วิเคราะห์ค่าความเชื่อถือได้และความน่าจะเป็นในการใช้งานกับความน่าจะเป็นในการเกิดความเสียหายของข่ายเชื่อมโยง
3. เปรียบเทียบโครงข่ายที่ได้ออกแบบมาว่าโครงข่ายใดที่มีความเชื่อถือได้มากกว่ากันและข่ายเชื่อมโยงใดที่อยู่ในโครงข่ายนั้นแล้วเมื่อเกิดความเสียหาย จะส่งผลกระทบต่อการส่งข้อมูลมากที่สุด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เนื่องจากว่าการลงทุนในการสร้างโครงข่ายนั้นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดก็คือการดูว่าเราจะออกแบบโครงข่ายนั้นไปเพื่อใช้งานอะไรและต้องมีความสามารถในการรองรับปริมาณข้อมูลได้มากน้อยเท่าไร ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนในการวางโครงข่ายให้มีความสามารถตามที่เราต้องการซึ่งเมื่อเราได้วางระบบนั้นขึ้นมาแล้วก็ควรที่เราจะดูว่าโครงข่ายที่เราออกแบบมานั้นมีความเชื่อถือได้ในการทำงานเพียงใด ซึ่งเป็นสิ่งที่ขาดมิได้ เพราะว่าถ้าโครงข่ายไม่มีความเชื่อถือได้ก็จะทำให้มีค่าใช้จ่ายในการดูและรักษาภายหลัง และถ้าโครงข่ายมีขนาดที่ใหญ่และซับซ้อนมาก เมื่อโครงข่ายเกิดปัญหาอาจจะเสียเวลาในการแก้ไขและส่งผลกระทบต่อผู้ใช้โครงข่ายอย่างมาก ด้วยเหตุนี้จึงต้องให้โครงข่ายมีค่าความเชื่อถือได้ที่สูงๆเพื่อให้โครงข่ายมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยเมื่อเกิดความเสียหายขึ้นมาและหาหนทางในการแก้ไขโครงข่ายให้ดีขึ้นต่อไปในอนาคต