บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากการสื่อสารข้อมูลมีความสำคัญในการพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคม ส่งผลให้การพัฒนาเทคโนโลยีด้านการสื่อสารข้อมูลก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลจะทำหน้าที่ในการให้บริการส่งข้อมูล โดยใช้ทรัพยากรหรืออุปกรณ์ของเครือข่ายร่วมกัน อาทิเช่น ชุมสาย โมเด็ม มัลติเพล็กเซอร์ หรือสายตัวกลาง เป็นต้น ซึ่งผู้ใช้บริการของเครือข่ายจะส่งข้อมูลที่ต้องการจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ดังนั้นเครือข่ายนอกจากจะมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรหรืออุปกรณ์ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังต้องมีความเกี่ยวข้องกับรูปแบบข้อมูลและวิธีการทำงานต่างๆ ได้แก่ การกำหนดเส้นทาง การควบคุมการรับส่งข้อมูล การควบคุมความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล การควบคุมการทำงาน และการบริหารเครือข่าย

ผลงานวิจัยทางด้านนี้มีอยู่หลายแนวทาง โดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือการพัฒนาเทคโนโลยีและเทคนิคต่าง ๆ ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการสื่อสาร ซึ่งไม่จำกัดเฉพาะการสื่อสารข้อมูลเท่านั้น แต่ยังรวมถึงสัญญาณเสียงและภาพด้วย ซึ่งจะไม่ขอกล่าวรายละเอียดในที่นี้ จุดมุ่งหมายอีกด้านหนึ่งคือ การวัดและประเมินค่าสมรรถนะการทำงานของเครือข่าย เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครือข่ายให้มีขีดความสามารถในการสื่อสารข้อมูลที่สูงขึ้น

เกณฑ์ในการวัดและประเมินสมรรถนะของเครือข่ายได้แก่ ค่าความสำเร็จในการส่งข้อมูล (throughput) หรือค่าหน่วงเวลาเฉลี่ยของข้อมูล (average message delay) หรือประสิทธิภาพการใช้งานของอุปกรณ์หรือตัวกลางสำหรับการเชื่อมโยงข้อมูล (link utilization) หรือข้อมูลสถิติของการวัดผลการใช้งานของบัฟเฟอร์ในอุปกรณ์หรือชุมสาย (buffer occupancy statistic) ซึ่งค่าเหล่านี้จะนำมาวิเคราะห์เพื่อการประเมินค่าระดับหรือขีดความสามารถในการให้บริการของเครือข่าย วิธีการวัดสมรรถนะของเครือข่ายสามารถทำได้ 3 วิธี ได้แก่ การวัด (measurement) เทคนิคการวิเคราะห์ (analytic technique) และเทคนิคการจำลอง

(simulation technique)

วิธีการวัดเป็นวิธีที่ตรงจุดมุ่งหมายในการวัดสมรรถนะของเครือข่ายมากที่สุด ซึ่งมักจะทำกันในตอนแรกที่มีการติดตั้งเครือข่าย หรือการทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบในช่วงการผลิต วิธีนี้เป็นวิธีที่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากที่สุด อีกทั้งเป็นการยากมากและเป็นอันตรายอย่างยิ่งที่จะทำการทดสอบบนเครือข่ายที่มีการใช้งานอยู่ แต่ในปัจจุบันผู้ผลิตได้เพิ่มหน้าที่พิเศษไว้ในอุปกรณ์หรือระบบทางฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์สำหรับการวัดและตรวจดูการทำงานของอุปกรณ์หรือระบบ รายละเอียดของผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัด ศึกษาเพิ่มเติมได้จาก (Pawlita, 1981), (Aronoff, Mills, and Weathy, 1987)

เทคนิคการวิเคราะห์เป็นอีกวิธีหนึ่งในการหาแบบจำลองของเครือข่ายเพื่อการประเมินค่าสมรรถนะของเครือข่าย ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับทฤษฎีระบบคิว (queueing system theory) หรือทฤษฎีลูกโซ่มาร์คอฟ (marcov chain theory) หรือทฤษฎีมอนติคาร์โล (monte carlo theory) เนื่องจากแบบจำลองที่ได้จะเป็นแบบนามธรรม จึงเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้การหาแบบจำลองสำหรับระบบที่ยุ่งยากซับซ้อนทำได้ยาก แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคนี้ก็ให้ประสิทธิภาพที่ดีหากมีการใช้ทักษะและความระมัดระวังในการใช้งานอย่างถูกต้อง จากการสำรวจงานวิจัยจะพบว่าเทคนิคนี้มีการใช้งานเป็นจำนวนมาก ส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาและความพยายามที่จะแก้ไขอุปสรรคและข้อจำกัดในการใช้แบบจำลองให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และหาแบบจำลองที่ใช้ได้ทั่วไปกับระบบที่มีความยุ่งยากซับซ้อน รายละเอียดของผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคนี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก (Brady, 1988) , (Kurose, and Mouftah, 1988), (Monma and Shenb, 1988), (Mouftah, and Saur, 1988) เป็นต้น

เทคนิคการจำลองเป็นวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพและมีความยืดหยุ่นในการหาแบบจำลองของระบบที่ต้องการศึกษา เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถจัดการในรายละเอียดของแบบจำลองได้มาก หรือเป็นวิธีที่ตรงไปตรงมาในการหาแบบจำลองหรือสูตรการคำนวณต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลให้วิธีนี้ต้องใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าเทคนิคการวิเคราะห์ ผลงานวิจัยที่ใช้เทคนิคนี้จึงมีอยู่แพร่หลายและได้รับการพัฒนาให้เป็นซอฟต์แวร์ในเชิงพาณิชย์ได้ รายละเอียดของผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคนี้สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก (Jackman, 1988), (Kurose et al., 1988) , (Mauftah et al., 1988) เป็นต้น

ทั้งสามวิธีดังกล่าวข้างต้นเป็นวิธีที่ใช้สำหรับการประเมินค่าสมรรถนะของเครือข่าย ซึ่งเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์และออกแบบหรือการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่าย นับตั้งแต่การผลิตจนถึงการติดตั้ง รวมทั้งในการดำเนินงาน การให้บริการและการสนับสนุนการทำงาน

ของเครือข่ายที่ใช้งานอยู่ แต่อย่างไรก็ตามวิธีใดวิธีหนึ่งก็ไม่สามารถหาแบบจำลองของระบบที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งอาจจะมีความเหมาะสมกับระบบใดระบบหนึ่งเท่านั้นเนื่องจากแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อบกพร่องที่แตกต่างกันทำให้ในทางปฏิบัติมักจะนิยมใช้หลายวิธีผสมผสานกัน เพื่อเพิ่มความถูกต้องสมบูรณ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ในปัจจุบันมีความก้าวหน้าในการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยงานต่าง ๆ เช่น การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (CAD) สนับสนุนการใช้เทคนิคการวิเคราะห์และการจำลองทำให้มีเครื่องมือทางซอฟต์แวร์ที่จะช่วยพัฒนางานวิจัยให้มีความสะดวกรวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น เช่น OPNET ของบริษัท MIL3 หรือ COMNET II.5 และ NETWORK II.5 ของบริษัท CACI เป็นต้น หรือมีการนำภาษาพิเศษเฉพาะมาใช้ (Watson, 1989), (Pritsker, Sigal and Hammesfahr, 1989) เช่น GPSS, SLAM II หรือ SIMAN เป็นต้น หรือการใช้ภาษาชั้นสูง เช่น FORTRAN, PASCAL, C หรือ ADA เป็นต้น

จากการสำรวจงานวิจัยจะพบว่ายังมีงานวิจัยน้อยมากที่จะให้รายละเอียดสำหรับการศึกษาการทำงานของเครือข่าย งานวิจัยที่สามารถสนับสนุนการศึกษาหลักการทำงานก็จะเป็นงานที่เกี่ยวข้องทางอ้อม เช่น การทดสอบข้อกำหนดหรือมาตรฐาน (specification method) ของข้อกำหนดโครงสร้าง OSI model หรือการทดสอบการทำงานของโปรโตคอล เทคนิคที่ใช้ในการ ทดสอบหรือการศึกษาหลักการทำงานก็มีหลายวิธี เช่น Fleischman (1987) ใช้เทคนิค Extended Finite State Machine ในการทดสอบข้อกำหนดโครงสร้างของ OSI model ในระดับช่วงการทำงาน (session layer) (ดูในบทที่ 2) และใช้ภาษา PASCAL ในการพัฒนาสร้างแบบจำลองและ Jackman (1988) ได้นำเทคนิค Petri net มาใช้ในการทดสอบการทำงานโปรโตคอลของ LAN โดยใช้ภาษา SIMAN ในการพัฒนาสร้างแบบจำลอง เป็นต้น

เป็นที่น่าสังเกตว่าไม่ว่าจะเป็นเทคนิคการวิเคราะห์หรือการจำลองจะมีแบบจำลองที่ใช้เฉพาะกับเครือข่ายชนิดใดชนิดหนึ่งหรือโปรโตคอลใดโปรโตคอลหนึ่ง และยังขาดรายละเอียดที่จะศึกษาหลักการทำงานของเครือข่ายอย่างพอเพียง ดังนั้นในการวิจัยจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกสร้างแบบจำลองชนิดใดชนิดหนึ่งและสามารถศึกษาหลักการทำงานของเครือข่ายได้พอสังเขป

ในการวิจัยนี้จึงเลือกการสร้างแบบจำลองของโนดสำหรับเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต เหตุผลในการเลือกเครือข่ายแบบแพ็กเก็ต ประการแรกคือ เป็นเครือข่ายที่ให้ประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงและมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ประการที่สองคือ โปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต คือ X.25 และ LAP-B (รายละเอียดได้กล่าวไว้ใน บทที่ 2) จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับเครือข่ายแบบอื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม

เนื่องจากประเทศไทยยังขาดเครื่องมือทางซอฟต์แวร์ที่จะช่วยในการพัฒนางานสร้างแบบจำลอง ดังนั้นการพัฒนาการสร้างแบบจำลองของโนดจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ภาษาชั้นสูง คือ TURBO PASCAL แบบจำลองของโนดที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วยหน่วยการทำงาน 3 หน่วย คือ หน่วยเชื่อมต่อกับผู้ใช้ หน่วยเชื่อมต่อกับเครือข่าย และหน่วยควบคุมการทำงานของโนด การทำงานในหน่วยต่าง ๆ ของโนด แสดงการทำงานโดยใช้แผนภูมิสถานะ และอธิบายการทำงานนั้นโดยใช้ซอฟต์แวร์โมดูลหลักที่พัฒนาขึ้น(รายละเอียดอยู่ในบทที่ 3) และได้ทดลองนำแบบจำลองของโนดมาประกอบเป็นเครือข่าย โดยได้เขียนซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของทุกโนดและเก็บข้อมูลสถิติเพื่อวัดสมรรถนะและพฤติกรรมของเครือข่าย เช่น Network Throughput, Link Utilization, Delay time และอื่น ๆ

การจำลองการทำงานแบบขนานที่ใช้ในการจำลองการทำงานของเครือข่ายนั้นใช้เทคนิคการจำลองเหตุการณ์แบบชั้น ๆ (discrete event simulation) โดยมีการแบ่งเวลาเป็นช่วงสำหรับแต่ละเหตุการณ์ การเปลี่ยนแปลงสถานะการทำงานของหน่วยต่าง ๆ ในโนด จะมี 2 ลักษณะ คือ ภาระงานหน้าที่ของหน่วยทำงานนั้นและภาระรอเงื่อนไขตามที่กำหนดไว้ โดยมีการกำหนดเวลาของสถานะการทำงานของหน่วยต่าง ๆ ในโนดและการเชื่อมโยงเหตุการณ์ในการจำลองการทำงานแบบขนานของทุกโนด (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 4) เทคนิคการจำลองการทำงานแบบขนานที่สามารถนำมาใช้จำลองการทำงานของเครือข่ายยังมีอีกหลายวิธี เช่น วิธีกราฟเหตุการณ์ (event graph) (Schruben, 1983) ,วิธีกราฟตรง (direct graph) (Clymer, 1990) วิธีจำลองแบบกระจาย (distributed simulation) (Fujimoto, 1990) เป็นต้น

ซอฟต์แวร์โมดูลหลักและซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของทุกโนดจะนำมาประกอบกันเป็นโปรแกรมต้นแบบที่ใช้สำหรับการจำลองการทำงานของเครือข่าย ซึ่งถือได้ว่าเป็นเครื่องมือทางซอฟต์แวร์ชุดหนึ่งที่ดีพอสมควรในการใช้จำลองการทำงานของเครือข่าย (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 5) สำหรับการทดสอบแบบจำลองของโนดและการทำงานของเครือข่าย (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 6) ให้ผลการทดสอบที่ถูกต้องตามที่สร้างและกำหนดขึ้นมา อีกทั้งยังสามารถศึกษาหลักการทำงานและการประเมินค่าสมรรถนะของเครือข่ายด้วยข้อมูลสถิติ และยังสามารถใช้จำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น การวิเคราะห์และประเมินค่าขีดความสามารถของเครือข่ายที่มีความเร็วต่างกัน เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อที่จะศึกษาหลักการทำงาน คุณลักษณะพิเศษเฉพาะ (Characterisation) และพฤติกรรม (Behavior) ของเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต (Packet network) เพื่อทำความเข้าใจกระบวนการทำงานในเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต โดยรู้สถานะของโนด (Node) ต่าง ๆ โดยพัฒนาเครื่องมือทางซอฟต์แวร์ (Software tool) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการจำลองการทำงานและแสดงผลการทำงานของเครือข่ายตามแบบจำลองของโนดที่สร้างขึ้นมา

1.3 ขอบเขตการทำงาน

แบบจำลองของโนดสำหรับเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต จะพิจารณาจากหน้าที่การทำงานของโนดในการให้บริการรับส่งแพ็กเก็ต โดยครอบคลุมหน้าที่การกำหนดเส้นทาง การจัดการบัฟเฟอร์ การควบคุมการเดินทางและความผิดพลาดในการรับส่งแพ็กเก็ต การออกแบบแบบจำลองของโนดนี้จะพิจารณาในระดับของตรรกะเท่านั้น จะไม่พิจารณาถึงระดับกายภาพ ดังนั้นการทำงานของโนดจึงแสดงด้วยแผนภูมิสถานะ และอธิบายการทำงานนั้นด้วยซอฟต์แวร์โมดูลหลักที่พัฒนาขึ้น

สำหรับการทดสอบแบบจำลองทำได้โดยนำแบบจำลองของโนดมาประกอบเป็นเครือข่าย และเขียนซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของทุกโนด และเก็บข้อมูลสถิติเพื่อวัดสมรรถนะและพฤติกรรมของเครือข่าย

รายละเอียดของข้อกำหนดขอบเขตการทำงาน มีดังนี้

(ก) การเลือกเส้นทางจะเป็นแบบตายตัวโดยเลือกเส้นทางหลักก่อนเสมอและเลือกเส้นทางรองเฉพาะกรณีเส้นทางหลักชำรุด (แบบถาวร)

(ข) ขนาดของบัฟเฟอร์สำหรับเก็บข้อมูล (แพ็กเก็ต) ของแต่ละโนดมีขนาดคงที่ค่าหนึ่ง (ในการทดสอบกำหนดไว้ 100 แพ็กเก็ตต่อโนด) ในบัฟเฟอร์จะแบ่งออกเป็นหลายส่วนเรียกว่า คิว ขนาดของแต่ละคิวเป็นอิสระขึ้นอยู่กับการใช้งาน

(ค) การจัดเก็บและส่งถ่ายข้อมูลในคิวของบัฟเฟอร์เป็นแบบเข้าก่อนออกก่อน (FIFO)

(ง) การรับส่งข้อมูลของโฮสจะเป็นการถ่ายโอนแบบแฟ้มหรือบล็อก (ไม่มีการส่งจริง แต่เป็นการจำลองที่โฮสต้นทางจะแบ่งข้อมูลเป็นแพ็กเก็ตให้กับโนดต้นทาง) เพื่อส่งผ่านเครือข่ายไปยังโนดปลายทาง แล้วรวบรวมเป็นไฟล์หรือบล็อกให้กับโฮสปลายทางต่อไป

(จ) องค์ประกอบของเครือข่ายจะประกอบด้วยโนดจำนวน 5 โนด ในแต่ละโนดจะมีการเชื่อมโยงระหว่างโฮส (ผู้ใช้) กับโนด โดยผ่านอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (DCE : Data Circuit Terminating Equipment) และระหว่างโนดกับโนดโดยผ่านอุปกรณ์สลับข้อมูล (DSE : Data Switching Equipment)

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

สามารถแบ่งวิธีดำเนินการวิจัยได้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและวิธีการที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ มาตรฐานและผลงานวิจัยด้านการสื่อสารข้อมูล และผลงานวิจัยด้านการจำลอง เป็นต้น

1.4.2 กำหนดขอบเขตการทำงาน พิจารณาแนวทางในการสร้างแบบจำลองของโนดและข้อกำหนดต่าง ๆ ของระบบการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขีดความสามารถในการวิจัย เพื่อตั้งเป้าหมายและขอบเขตการทำงาน

1.4.3 ออกแบบและพัฒนาระบบของส่วนต่าง ๆ ออกแบบและสร้างแบบจำลองของโนดภายใต้ข้อกำหนดขอบเขตการทำงาน สร้างซอฟต์แวร์โมดูลต่าง ๆ นำมาใช้แทนแบบจำลองของโนดที่สร้างขึ้นมา

1.4.4 ประกอบ ทดสอบ และปรับแต่งนำซอฟต์แวร์โมดูลหลักต่าง ๆ มาประกอบกันเป็นแบบจำลองทางซอฟต์แวร์ แล้วนำมาประกอบเป็นเครือข่ายโดยเขียนซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของทุกโนด แล้วจึงปรับแต่งให้ซอฟต์แวร์สามารถจำลองการของเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต รวมทั้งการทดสอบการปรับแต่งซอฟต์แวร์จนกว่าผลการทดลองการทำงานของเครือข่ายการสื่อสาร

ข้อมูลแบบแพ็กเก็ตจะมีความถูกต้องตามข้อกำหนดที่ตั้งไว้

1.4.5 ประเมินผล เป็นการศึกษาและวิเคราะห์แบบจำลองของโนดที่สร้างขึ้น รวมทั้งซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาว่ามีขีดความสามารถและเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้มากน้อยเพียงใด และการพิจารณาถึงปัญหาและอุปสรรคในการวิจัยที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดแนวทางในการแก้ไขและพัฒนาต่อไป

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยครั้งนี้คาดว่าจะได้รับประโยชน์ ดังนี้

- ได้โปรแกรมแบบจำลองของโนดสำหรับเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต
- สามารถศึกษาหลักการทำงาน คุณลักษณะพิเศษเฉพาะ และพฤติกรรมของเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต
- สามารถสร้างแบบจำลองเหตุการณ์ต่าง ๆ เพื่อดูผลการทำงานของโนดและเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต
- เป็นพื้นฐานและแนวทางในการพัฒนาการจำลองการทำงานของเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ที่จะมีการพัฒนามาใช้ในอนาคต