

การสร้างแบบจำลอง ของ ินตสำหรับเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต

นาย รังสรรค์ จันทน์นกุล



วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-149-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018492

112210550

NODE MODELING FOR A PACKET NETWORK

Mr. Rungsun Channarukul

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

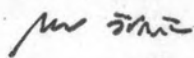
Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-149-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างแบบจำลองของโหนดสำหรับเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต
โดย นาย รังสรรค์ จันทน์นฤกุล
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.สุรียัน ดิษยาธิตม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

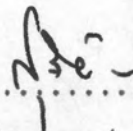


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรากัย)

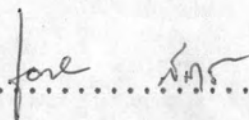
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



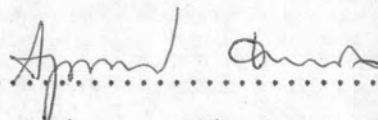
..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต วิจารณ์อารยานนท์)



..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรียัน ดิษยาธิตม)



..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย สีสาร์ตมี)



..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมบูรณ์ จงชัยกิจ)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

รังสรรค์ จันทรันฤกุล : การสร้างแบบจำลองของโหนดสำหรับ เครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบ แพ็กเก็ต (Node Modeling for a Packet Network) อ.ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุริยัน ติษยาธิตม, 145 หน้า. ISEN 974-581-149-1

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงการสร้างแบบจำลองของโหนดสำหรับ เครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบ แพ็กเก็ต ซึ่งประกอบด้วยหน่วยการทำงาน 3 หน่วย คือ หน่วยเชื่อมต่อกับผู้ใช้ หน่วยเชื่อมต่อกับเครือข่าย และหน่วยควบคุมการทำงานของโหนด โดยครอบคลุมการทำงานที่สำคัญของโหนด ดังนี้ การกำหนด เส้นทางตายตัวตาม เส้นทางหลักหรือ เส้นทางรอง เฉพาะกรณีเส้นทางหลักชำรุด การจัดการบัฟเฟอร์แบบ เข้าก่อน ออกก่อน การควบคุมการ เดินทางของการรับส่งแพ็กเก็ต จะเป็นการควบคุมการรับส่งระหว่างโหนดและมีการ คอบรับ เป็นแบบคอบรับที่ละหลายแพ็กเก็ต และการควบคุมความผิดพลาดของการรับส่งแพ็กเก็ต จะเป็น แบบกลับไป เริ่มต้นส่งที่ตำแหน่งที่ผิดพลาด การทำงานในหน่วยต่าง ๆ ของโหนดแสดงการทำงานโดยใช้ แผนภูมิสถานะและอธิบายการทำงานนั้นด้วยซอฟต์แวร์โมดูลหลักที่พัฒนาขึ้น

เครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ตที่ทำการทดสอบ จะมีลักษณะการให้บริการแบบวงจร เสมือนถาวร ภายใต้ข้อกำหนดของมาตรฐาน X.25 ขององค์การมาตรฐานทางโทรศัพท์และโทรเลข (CCITT) และข้อกำหนดโครงสร้างของแบบจำลองอ้างอิงในการเชื่อมต่อระบบเปิด (OSI model) ขององค์การ มาตรฐานนานาชาติ (ISO) โดยการนำแบบจำลองของโหนดมาประกอบเป็นเครือข่ายจำนวน 5 โหนด และ พัฒนาซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของทุกโหนดและเก็บข้อมูลสถิติที่สำคัญ เพื่อศึกษาหลักการทำงาน พฤติกรรม และการวัดสมรรถนะของ เครือข่าย

ผลการวิจัยนี้ทำให้มีเครื่องมือทางซอฟต์แวร์ ที่จะนำไปใช้ในการจำลองการทำงานและแสดงผล การทำงานของ เครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต และเป็นพื้นฐานในการพัฒนาแบบจำลองของโหนดให้มีความสามารถในการทำงานที่สูงกว่านี้ต่อไปในอนาคต

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา.....2534.....

ลายมือชื่อนิติต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

C115773 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD : NODE MODELING/PACKET NETWORK/SIMULATION

RUNGSUN CHANNARUKUL : NODE MODELING FOR A PACKET NETWORK. THESIS

ADVISOR : ASSO. PROF. SURIYAN TISHYADHIGAMA, PH.D. 145 PP.

ISBN 974-581-149-1

This thesis describes a design and development of a node modeling for packet network simulation. A node modeling consists of three functional units, namely : User Interface Unit, Network Interface Unit, and Node Control Unit. Important functions of each node are routing, buffer management, flow control, and error control. The packet will be mainly routed by primary path. But there is an alternate path in case the primary path fails. Receiving packets at each node are managed as First-In-First-Out buffer queues. To regulate the flow of packets, the transmitting node sends a continuous stream of packets and the receiving returns an acknowledgement after receiving a group of packets. The error packets will be retransmitted by using Go-Back-N ARQ technique. Functions of each unit are illustrated by state diagrams and implemented by software modules.

A simulated packet network will provide services using permanent virtual circuit (PVC) in accordance with the CCITT Recs. X.25 and the ISO Reference Model for OSI. The packet network consists of five nodes. The operations of each node are synchronized by a control program. Moreover, the program collects some meaningful statistical data to support the study of network operation, behavior, and performance.

The results of this research will provide a software tool supporting packet network simulation and offer background knowledges for further development.

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต *จ.วิจิตร* *จ.ไพโรจน์*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *จ.ไพโรจน์*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลงด้วยดีด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของรองศาสตราจารย์ ดร.สุรียัน ดิษยาธิคม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยด้วยดีมาตลอด จึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์มา ณ ที่นี้ด้วย และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต วิจารณ์อารยานนท์ รองศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย สีสารัมภ์ และอาจารย์ ดร.สมบูรณ์ จงชัยกิจ ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ และขอขอบพระคุณ ดร.วีระ อ่อนท้วม คุณเฉลิม สังข์กระแสน์ และคุณสุรราชฎ์ ศิริวงศ์ ผู้บริหารระดับสูงของส่วนทดสอบและพัฒนา องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสมเชษฐ์ เหมพรหมราช และคุณพัชรินทร์ บุญธรรมจิต ที่มีส่วนช่วยเหลือในการหาซอฟต์แวร์นี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณจันทร์เพ็ญ เข่งเจริญ ที่มีส่วนช่วยให้การจัดทำรูปเล่มของวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฅ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	5
1.3 ขอบเขตการทํางาน.....	5
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย.....	6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
2. ทฤษฎีด้านการสื่อสารสำหรับเครือข่ายแพ็กเก็ต.....	8
2.1 การสื่อสารข้อมูล.....	8
2.2 เครือข่ายแพ็กเก็ต.....	12
2.3 การกำหนดเส้นทาง.....	29
2.4 การควบคุมการเดินทางของข้อมูล.....	37
2.5 การควบคุมความผิดพลาด.....	42
3. การสร้างแบบจำลองของโหนดสำหรับเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต.....	48
3.1 ข้อกำหนดในการออกแบบแบบจำลองของโหนด.....	48
3.2 การออกแบบแบบจำลองของโหนด.....	61
3.3 การสร้างแบบจำลองของโหนด.....	72

4. การประกอบเน็ตเป็นเครือข่าย.....	82
4.1 การจำลองการทำงานแบบขนาน.....	82
4.2 การกำหนดเวลาของสถานะการทำงานของหน่วยต่าง ๆ ในเน็ต....	85
4.3 การเชื่อมโยงเหตุการณ์ในการจำลองแบบขนาน.....	88
4.4 การจำลองการทำงานของเน็ตเมื่อประกอบเป็นเครือข่าย.....	91
5. โปรแกรมต้นแบบ.....	98
5.1 ข้อกำหนดทั่วไป.....	98
5.2 ข้อกำหนดเบื้องต้นในการสร้างซอฟต์แวร์โมดูล.....	101
5.3 โครงสร้างข้อมูลซอฟต์แวร์โมดูลของหน่วยเชื่อมต่อกับผู้ใช้.....	106
5.4 โครงสร้างข้อมูลซอฟต์แวร์โมดูลของหน่วยเชื่อมต่อกับเครือข่าย.....	107
5.5 โครงสร้างข้อมูลซอฟต์แวร์โมดูลของหน่วยควบคุมเน็ต.....	108
5.6 การเชื่อมประสานระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้.....	110
6. การทดสอบแบบจำลองของเน็ตและสรุปผล.....	112
6.1 การทดสอบแบบจำลองของเน็ตโดยนำเน็ตมาประกอบเป็นเครือข่าย..	112
6.2 การเก็บข้อมูลสถิติ.....	112
6.3 การแสดงผลการทำงานของโปรแกรม.....	115
6.4 การวิเคราะห์ผลการทำงานของโปรแกรม.....	117
6.5 สรุปผล.....	124
6.6 ปัญหาและอุปสรรคในการวิจัย.....	125
6.7 ข้อเสนอแนะในการพัฒนางานวิจัย.....	126
เอกสารอ้างอิง.....	127
ภาคผนวกที่ 1 ตัวอย่างการจัดการบัฟเฟอร์.....	130
ภาคผนวกที่ 2 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม.....	134
ประวัติผู้เขียน.....	145

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	โครงสร้าง OSI Model..... 8
2.2	การให้บริการภายนอกและการทำงานภายในเครือข่ายแพ็กเก็ต..... 13
2.3	แสดงตารางลักษณะการให้บริการและการทำงานภายในเครือข่ายที่มีใช้งานอยู่..... 17
2.4	ลักษณะการเชื่อมต่อตามมาตรฐาน X.25..... 18
2.5	ชนิดของแพ็กเก็ตตามมาตรฐาน X.25..... 22
2.6	โครงสร้างของแพ็กเก็ต..... 22
2.7	ความสัมพันธ์ใน X.25 3 ระดับ..... 28
2.8	ตัวอย่าง เครือข่ายแพ็กเก็ต..... 30
2.9	วิธีกำหนดเส้นทางแบบตายตัว..... 34
2.10	แสดงตัวอย่างการกำหนดเส้นทางปรับตัวแบบแยกอิสระ..... 36
2.11	ระดับในการควบคุมความแออัดของเครือข่าย..... 38
2.12	แสดงตัวอย่างวิธีควบคุมการส่งแบบเลื่อนหน้าต่าง..... 41
2.13	วิธีการส่งไปใหม่แบบต่าง ๆ..... 44
2.14	ตัวอย่างการส่งไปใหม่แบบกลับไปเริ่มต้นส่งที่ตำแหน่งที่ผิดพลาดและแบบเฉพาะแพ็กเก็ตที่ผิดพลาด..... 47
3.1	แสดง เครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็กเก็ต..... 49
3.2	ความสัมพันธ์ของเน็ตกับข้อกำหนดของ X.25 และ OSI Model..... 50
3.3	การแสดงโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของระบบเครือข่าย..... 51
3.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบเครือข่ายกับฮอส..... 51
3.5	แสดงการเชื่อมโยงจุดต่อจุดในเครือข่ายอย่างง่าย..... 52
3.6	การเชื่อมโยงระหว่างเน็ตชุมชนสายในเครือข่ายสาธารณะ..... 53
3.7	องค์ประกอบของเน็ต..... 54
3.8	ตัวอย่างการกำหนดเส้นทางของเครือข่าย 5 เน็ต..... 55

3.9	แสดงเส้นทางการส่งแพ็กเก็ตในกรณีต่าง ๆ.....	57
3.10	โครงสร้างการจัดการบัฟเฟอร์ของ โหนด.....	59
3.11	ส่วนประกอบแบบจำลองของ โหนด.....	61
3.12	การรับส่งข้อมูลระหว่างผู้ใช้.....	62
3.13	แสดงเส้นทางการของข้อมูลระหว่าง โฮสต์กับโหนด.....	63
3.14	แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง โหนด A กับโหนดอื่น.....	64
3.15	แสดงการประสานการทำงานระหว่างหน่วยควบคุมโหนดกับหน่วยเชื่อมต่อ เครือข่ายภาครับ.....	67
3.16	แสดงการประสานการทำงานระหว่างหน่วยควบคุมโหนดกับหน่วยเชื่อมต่อ เครือข่ายภาคส่ง.....	69
3.17	รายการซอฟต์แวร์โมดูลหลักของหน่วยเชื่อมต่อผู้ใช้.....	72
3.18	รายการซอฟต์แวร์โมดูลหลักของหน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายและหน่วยควบคุมโหนด	73
3.19	สถานะการทำงานของหน่วยเชื่อมต่อผู้ใช้ภาครับ.....	74
3.20	สถานะการทำงานของหน่วยเชื่อมต่อผู้ใช้ภาคส่ง.....	75
3.21	สถานะการทำงานของหน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายภาครับ.....	76
3.22	สถานะการทำงานของหน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายภาคส่ง.....	77
3.23	สถานะการทำงานของหน่วยควบคุมโหนดส่วนที่ 1	78
3.24	สถานะการทำงานของหน่วยควบคุมโหนดส่วนที่ 2	79
4.1	แสดงวิธีการกำหนดเวลาของเหตุการณ์.....	84
4.2	การทำงานใน 1 observed time.....	87
4.3	การเชื่อมโยงเหตุการณ์ของหน่วยต่าง ๆ.....	88
4.4	แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงเหตุการณ์ต่าง ๆ.....	90
4.5	ตารางแสดงการเชื่อมโยงเหตุการณ์ของหน่วย UserRx.....	92
4.6	ตารางแสดงการเชื่อมโยงเหตุการณ์ของหน่วย UserTx.....	92
4.7	ตารางแสดงการเชื่อมโยงเหตุการณ์ของหน่วย NetwRx.....	93
4.8	ตารางแสดงการเชื่อมโยงเหตุการณ์ของหน่วย NetwTx.....	93
4.9	ตารางแสดงการเชื่อมโยงเหตุการณ์ของหน่วย NodeCon.....	94
4.10	ตัวอย่างการทำงานของหน่วย UserRx.....	97

รูปที่	หน้า
5.1 การเชื่อมต่อระหว่างโหนดต่าง ๆ ในเครือข่าย.....	98
5.2 แสดงหัวข้อในการออกแบบโปรแกรม.....	99
5.3 โครงสร้างเชิงวัตถุและผู้สืบทอดระดับที่ 1.....	102
6.1 แสดงผลการทำงานของโปรแกรมในภาวะข้อความ.....	116
6.2 แสดงผลการทำงานของโปรแกรมในภาวะกราฟิก.....	117
6.3 การแสดงผลเมื่อสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม.....	118
6.4 การพิจารณาค่า Mean Packet Delay ของเครือข่าย.....	119
6.5 การพิจารณาค่า Mean Packet Delay ของ Node A.....	120
6.6 การพิจารณาค่า Link Utilization ของ Node B.....	121
6.7 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์สมรรถนะของเครือข่ายที่อัตราเร็วในการส่งข้อมูล ต่างกัน.....	123