รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

สุริยัน ติษยาธิคม, รศ.ดร., และรังสรรค์ จันทร์นฤกุล. การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองของโนดสำหรับเครือข่ายการสื่อสารข้อมูลแบบแพ็คเก็ต. บทความการประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, พฤศจิกายน, 2534.

ภาษาอังกฤษ

Ahuja, Viraj. Design and Analysis of Computer Communication Networks. McGraw-Hill, 1985.

ARONOFF, R., and Mills, K.,and Weathy, M. Transport Layer Performance Tools and Measurement. IEEE Network. Vol.1. No.3, July,1987.

Brady,T.,Paul. Performance of an Edge-to-Edge Protocol in a Simulated X.25/X.75. IEEE VOL.SAC-6.No.1,Jan,1988.

CCITT X.25. Data Communication Networks Interfaces. VIII.3 RECS X.20-X.32, 1984.

Clymer. System Analysis Using Simulation and Markov models. Prentice-Hall Inc., 1990.

Fernandez, Joseph and Liddy, E., David. Don't just guess : How to figure delays in private packet networks. Data Comm. Mag., March, 1988.

Fleischman,A.,and Chin,S.,T.,and Effelsberg, W. Specification and Implementation of and ISO session layer. IBM System Journal Vol.26. No.3, 1987.

Fujimoto,M.,Richard. Parallel Discrete Event Simulation. Communication of the ACM. Vol 33. No.10 , Oct, 1990.

JackMan,John,and Medeiros,D.,J. A Graphical Methodology for Simulating Communication Networks. IEEE Vol.COMM-36. No.4,Apr,1988.

Kurose,J.,F., and Mouftha, H.,J. Computer-Aided Modeling,Analysis and Design of Communication Networks. IEEE Vol.SAC-6. No.1, Jan,1988.

Monma, L., Clyde, and Shenb, D., Diane. Backbone Network Design and Performance Analysis : A Methodology for Packet Switching Network. IEEE Vol.SAC-4. No.6, Sep,1986.

Mouftah, H.,T., and Sauer,H.,Charles. Guest Editorial Computer - Aided Modeling, Analysis and Design of Communication Networks : Introduction and Issue Overview. IEEE Vol.COMM-6. No.1, Jan,1988.

Pawlita,F., Peter. Traffic Measurement results, and Some Implications. IEEE Vol.Com-29. No.4, Apr, 1981.

Pouzin, Louis. Methods , Tools, and Observations on Flow Control in Packet-Switched Data Networks. IEEE Vol.Com-29. No.4,Apr,1981.

Pritsker,A.,Alan,B.,and Sigal,C., Elliot, and Hammesfahr, R.,D.,Jack. Slam II: Network Models for Decision Support. Prentice-Hall, 1989.

Schruben, Lee. Simulation Modeling with Event Graphs. Communication of the ACM. Vol 26. No.11, Nov, 1983.

Sloman, Morris, and Kramer, Jeff. Distributed Systems and Computer Networks. Prentice-Hall, 1987.

Stalling, William. Data and Computer Communications. Macmillan Publishing Company, 1985.

Tanenbaum, S., Andrew. Computer Networks. Prentice-Hall,1989.

Tymes, W., La Roy. Routing and Flow Control in Tymnet. IEEE Vol.Com-29. No.4, Apr, 1981.

Uyless, D.,Black. Data Networks. Prentice-Hall, 1989.

Watson. Computer Simulation. John Wiley & Son Inc., 1989.

ภาคผนวกที่ 1

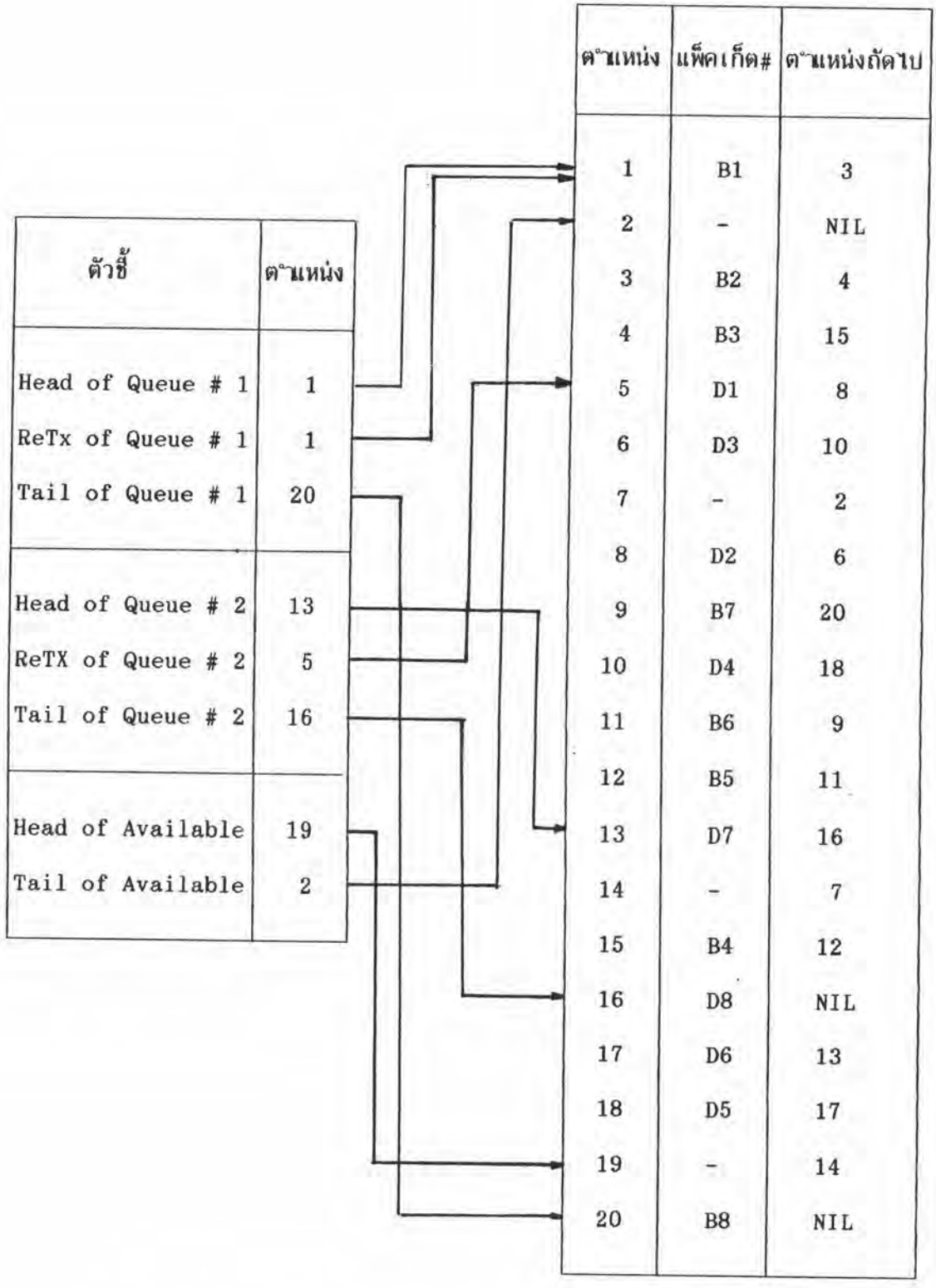
ตัวอย่างการจัดการบัฟเฟอร์

ตัวอย่างการจัดการบัฟเฟอร์ จากรูปที่ 5.1 ในบทที่ 5 แสดงให้เห็นว่าโนด C มีคิวส่งออกไปยังโนด B และ D บัฟเฟอร์ของโนดมีจำนวน 20 แพ็คเก็ต สภาวะเริ่มต้น คิวที่ 1 เป็นคิวส่งออกไปโนด B คิวที่ 2 เป็นคิวส่งออกไปโนด D โนด C ยังไม่เริ่มต้นส่งไปโนด B ดังนั้นตัวชี้หัวคิวและตัวชี้การส่งใหม่จึงชี้ ณ ตำแหน่งเดียวกันคือตำแหน่งที่ 1 ส่วนการส่งไปโนด D นั้นส่งออกไปให้แล้ว 6 แพ็คเก็ต และกำลังเตรียมส่งออกแพ็คเก็ตที่ 7 ตัวชี้หัวคิวจึงชี้ ณ ตำแหน่งที่ 13 และตัวชี้การส่งไปใหม่จะชี้ ณ ตำแหน่งที่ 5 ซึ่งเป็นแพ็คเก็ตเริ่มต้นของกลุ่ม (D1) นอกจากนี้ยังมีตัวชี้ส่วนหัวของพื้นที่ที่ว่าง ณ ตำแหน่งที่ 19 ผลการทำงานปรากฏดังรูปที่ 1

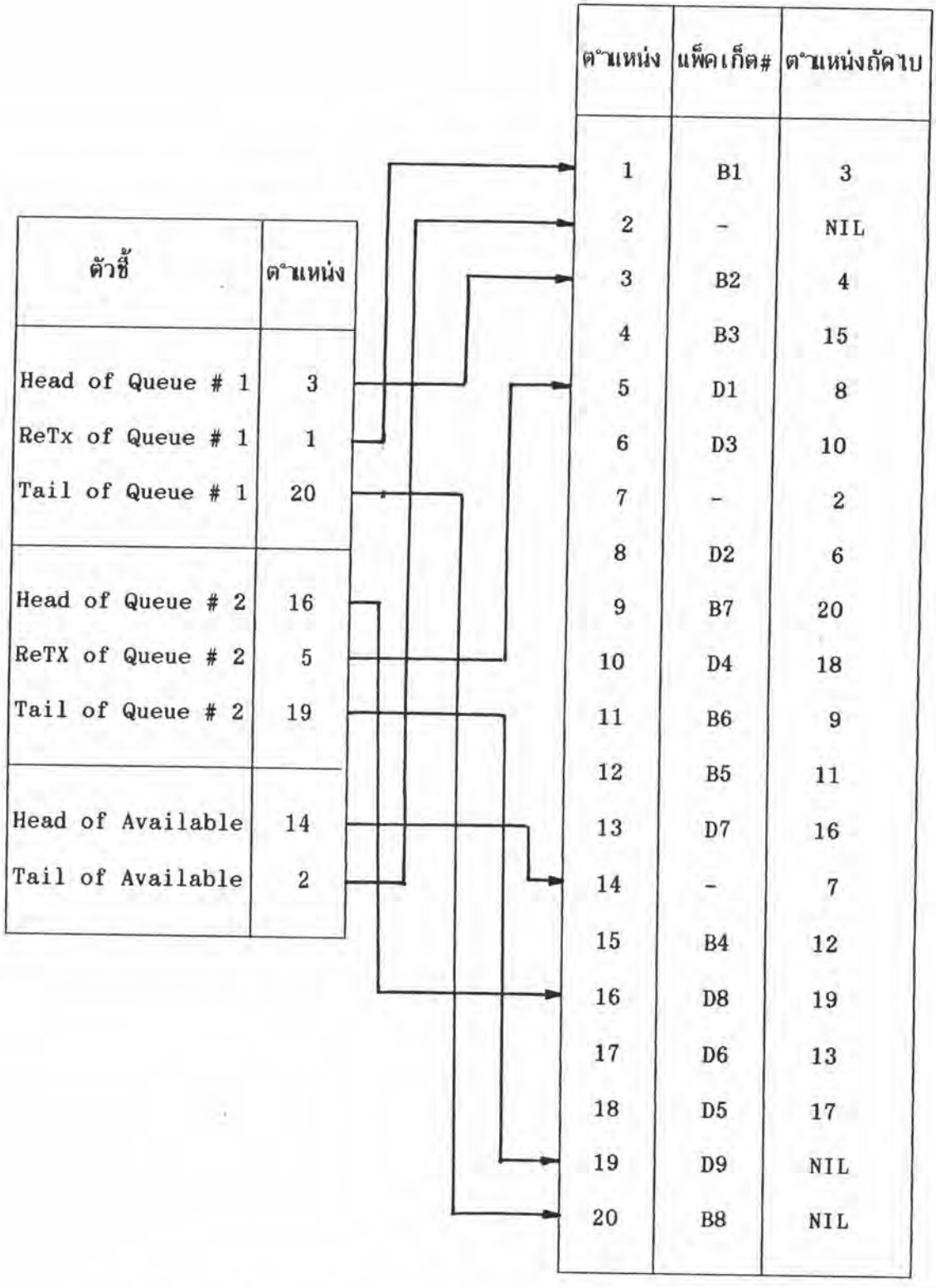
ในเวลาต่อมาโนด C ส่งออกแพ็คเก็ต B1 และ D7 ตัวชี้หัวคิวที่ 1 จะเลื่อนไป ณ ตำแหน่งที่ 3 ตัวชี้หัวคิวที่ 2 จะเลื่อนไป ณ ตำแหน่งที่ 16 ในขณะเดียวกันมีแพ็คเก็ต D9 เข้ามาเก็บในคิวที่ 2 โดยเก็บไว้ ณ ตำแหน่งที่ 19 ตัวชี้ส่วนหัวของพื้นที่ที่ว่างก็จะเลื่อนไปชี้ ณ ตำแหน่งที่ 14 และตัวชี้ท้ายคิวที่ 2 ก็จะเลื่อนไป ณ ตำแหน่งที่ 19 ผลการทำงานปรากฏดังรูปที่ 2

ตัวอย่างนี้แสดงผลต่อจากตัวอย่างที่แล้ว โดยมีเหตุการณ์ต่าง ๆ ดังนี้ โนด C ได้ส่งออกแพ็คเก็ตคือ B2 และ D8 ในเวลากัดมาโนด C ได้รับแพ็คเก็ตควบคุม "ขอให้ส่งใหม่" จากโนด B แจ้งว่าได้รับแพ็คเก็ต B2 ผิดพลาด และได้รับแพ็คเก็ตควบคุม "รับครบกลุ่ม" จากโนด D แจ้งว่าได้รับแพ็คเก็ตทั้ง 8 คือ D1 ถึง D8 เรียบร้อย ดังนั้นในส่วนของคิวที่ 1 ตัวชี้หัวคิวจะกลับไปชี้ ณ ตำแหน่งที่ 3 (ซึ่งถ้าแพ็คเก็ต B2 ไม่ผิดพลาดจะชี้ ณ ตำแหน่งที่ 4) ส่วนคิวที่ 2 ก็จะนำแพ็คเก็ตทั้ง 8 ออกจากคิว กลายเป็นพื้นที่ว่าง โดยนำไปต่อท้ายตัวชี้ส่วนท้ายของพื้นที่ที่ว่าง ตัวชี้หัวคิวและตัวชี้การส่งไปใหม่ก็จะเลื่อนไปยังแพ็คเก็ตกลุ่มใหม่

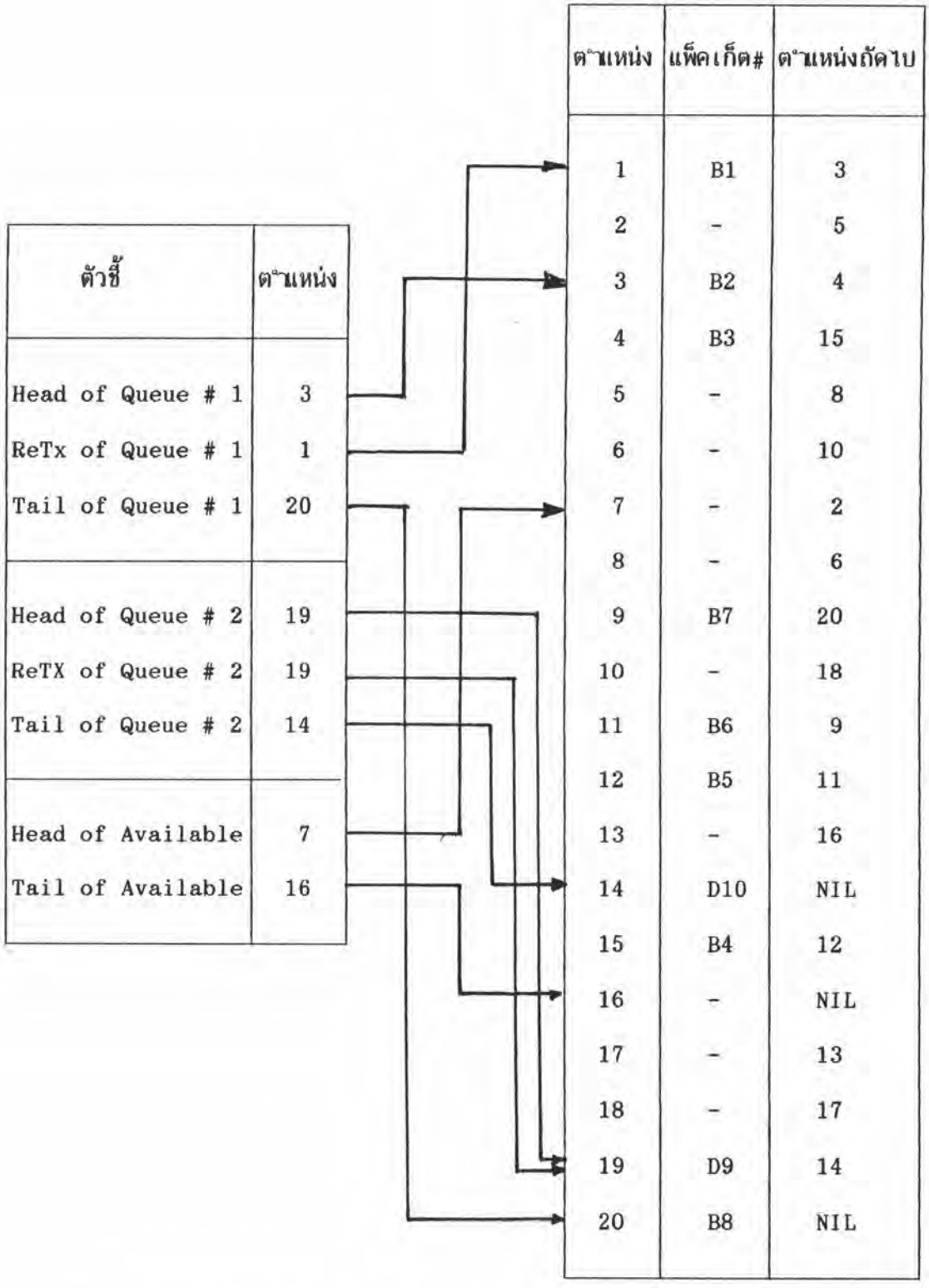
ในเวลาต่อมาโนด C ก็เริ่มส่งแพ็คเก็ต B2 และ D9 ในขณะเดียวกันได้รับแพ็คเก็ตใหม่คือ D10 ก็นำไปต่อท้ายคิวส่วนที่ 2 ผลการทำงานปรากฏดังรูปที่ 3



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการจัดการบัฟเฟอร์ในสภาวะเริ่มต้น



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างการจัดการบัฟเฟอร์เมื่อส่งออกแพ็คเก็ต
และมีการนำแพ็คเก็ตใหม่มาต่อท้ายคิว



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการจัดการบัฟเฟอร์เมื่อได้รับแพ็คเก็ตควบคุม "ขอให้ส่งใหม่" และได้รับแพ็คเก็ตควบคุม "รับครบกลุ่ม"

ภาคผนวกที่ 2

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

การใช้งานโปรแกรม Packet Network Simulator (PNS) ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ DOS โดยการเรียกโปรแกรมปฏิบัติการ PNS และป้อนค่าต่าง ๆ ดังนี้

- Packet Size คือขนาดความยาวของแพ็คเก็ต มีหน่วยเป็นบิตต่อแพ็คเก็ต
- Maximum Storage คือ ขนาดของบัฟเฟอร์ มีหน่วยเป็นแพ็คเก็ตต่อโนด
- Maximum Packet In Group คือ ขนาดสูงสุดของการสร้างแพ็คเก็ตอย่างสุ่ม มีหน่วยเป็นแพ็คเก็ต
- Simulation Time คือ ช่วงเวลาที่ต้องการให้โปรแกรมทำงาน มีหน่วยเป็น unit time

หน้าที่ของปุ่มต่างๆ สำหรับการศึกษาการทำงานของโนดในโปรแกรมภาวะข้อความ มีดังนี้

T - การตั้งค่า Time Delay และ Observed Time

ENTER - การทำงานของโปรแกรมแบบปกติ

SPACE - การทำงานของโปรแกรมแบบเป็นขั้น ๆ (ให้ทำงานทีละหน่วยทำงาน)

A - การดูผลการทำงานของโนด A

B - การดูผลการทำงานของโนด B

C - การดูผลการทำงานของโนด C

D - การดูผลการทำงานของโนด D

E - การดูผลการทำงานของโนด E

1 - การเลือกหัวข้อแสดงผลข้อมูลสถิติ ลำดับที่ 1

2 - การเลือกหัวข้อแสดงผลข้อมูลสถิติ ลำดับที่ 2

3 - การเลือกหัวข้อแสดงผลข้อมูลสถิติ ลำดับที่ 3

ESC - การออกจากโปรแกรม

สำหรับหัวข้อที่จะเลือกการแสดงผลข้อมูลสถิติของโปรแกรมในภาคะข้อความ มีดังนี้

0 - PktGen

1 - NoOfRx

2 - NetThruoghput

3 - MeanPktDelay

4 - CurPktInQ

5 - MeanPktInQ

6 - MxPktInqQ

7 - LU

8 - NoOfError

9 - NoOfTx

ตัวอย่างของการทำงานโปรแกรมในภาคะข้อความ

การแสดงผลของโนด A

```
Node A Display
UsedList 5 MaxList
100 Time 171.00

                    A:B ReTx-G7N1     NetwRx A:B        NetwTx A:B
UserRx A            A:B Head-NIL      Rx G3N1  131.00  G7N1 55.00/125.00
Random Gen Packet   A:B Tail-G7N1

UserTx A
Idle.               A:D ReTx-NIL      NetwRx A:D        NetwTx A:D
                    A:D Head-NIL      Rx G8N1   53.00   Idle.
                    A:D Tail-NIL
Node Control A      A:E ReTx-G1N1     NetwRx A:E        NetwTx A:E
Waiting for job.    A:E Head-G4N1     Rx G6N1   85.00   G1N2 17.00/125.00
                    A:E Tail-G4N2
```

```
 - 0 1 0 4        - 1 - 0 4        - 0 0 0 1
 0 - 0 3 0        3 - 0 - 0        0 - 0 0 0
 0 0 - 1 0        - 0 - 0 -        0 0 - 0 0
 0 1 0 - 0        1 - 0 - 0        0 0 0 - 0
 2 0 0 0 -        2 0 - 0 -        0 0 0 0 -
    Pktgen           CurPktinQ        NetThroughPut
```

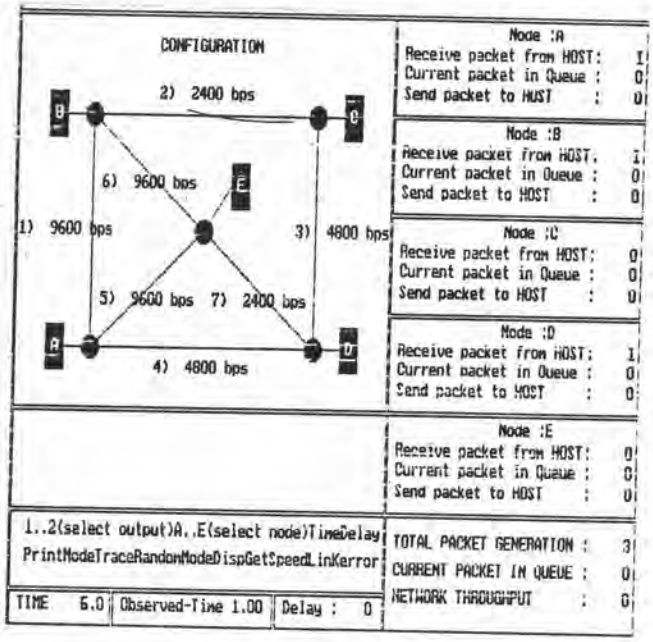
การเลือกหัวข้อแสดงผลข้อมูลสถิติ

```
Node A Display
UsedList 9 MaxList
100 Time 332.00
                        A:B ReTx-G7N1     NetwRx A:B          NetwTx A:B
UserRx A                A:B Head-NIL      Wait Node Control.  G9N1 73.00/125.00
Waiting for job.        A:B Tail-G9N1


UserTx A
Waiting for job.        A:D ReTx-G3N1     NetwRx A:D          NetwTx A:D
                        A:D Head-NIL      Rx G8N1  213.0
                        A:D Tail-G3N1                         0)Pktgen
Node Control A          A:E ReTx-G1N1     NetwRx A:E          1)NoofRx
Routing assign port     A:E Head-G4N2     Rx G6N2  245.0      2)NetThroughPut
.                       A:E Tail-G10N2                        3)MeanPktDelay
                                                              4)CurPktinQ
                                                              5)MeanPktinQ
  -  0  0  0  2          -  2  -  1  6                        6)MxPktinQ
  0  -  0  0  0          4  -  1  -  1                        7)LU
  0  0  -  0  0          -  0  -  0  -                        8)NoofErr
  0  0  0  -  0          1  -  0  -  2                        9)NoofTx
  1  0  0  0  -          2  0  -  1  -                         Select ->3
     NetThroughPut             CurPktinQ
```

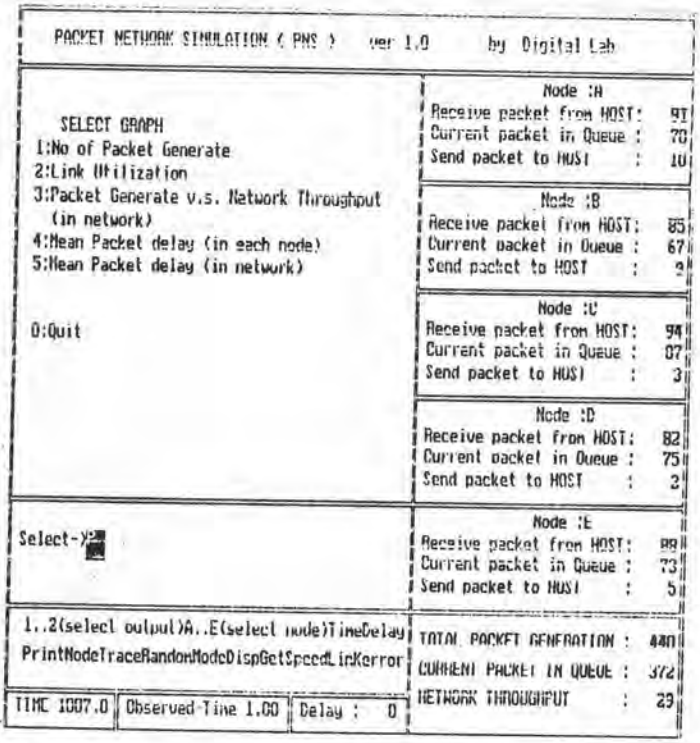
```
Node A Display
UsedList 10 MaxList
 100 Time 340.00
                        A:B ReTx-G7N1     NetwRx A:B          NetwTx A:B
UserRx A                A:B Head-NIL      Rx G5N1  255.00     G9N1 82.00/125.00
Waiting for job.        A:B Tail-G9N1


UserTx A
Waiting for job.        A:D ReTx-G3N1     NetwRx A:D          NetwTx A:D
                        A:D Head-G3N2     Rx G8N1  222.00     G3N1 139.00/250.00
                        A:D Tail-G3N2
Node Control A          A:E ReTx-G1N1     NetwRx A:E          NetwTx A:E
Waiting for job.        A:E Head-G4N2     Rx G6N2  254.00     G4N1 50.00/125.00
                        A:E Tail-G10N2

A
  -  0  0  0  2          -  2  -  2  6          -  0  0  0200.50
  0  -  0  0  0          4  -  1  -  1          0  -  0  0  0
  0  0  -  0  0          -  0  -  0  -          0  0  -  0  0
  0  0  0  -  0          1  -  0  -  2          0  0  0  -  0
  1  0  0  0  -          2  0  -  1  -        133  0  0  0  -
     NetThroughPut             CurPktinQ              MeanPktDelay
```

สำหรับการใช้โปรแกรมในภาวะกราฟิคหลังจากป้อนค่าต่าง ๆ แล้ว โปรแกรมจะทำงานให้โดยอัตโนมัติ เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานก็จะมีหัวข้อให้เลือกในการแสดงผลข้อมูลสถิติ 5 หัวข้อ

การแสดงผลการทำงานของโปรแกรม



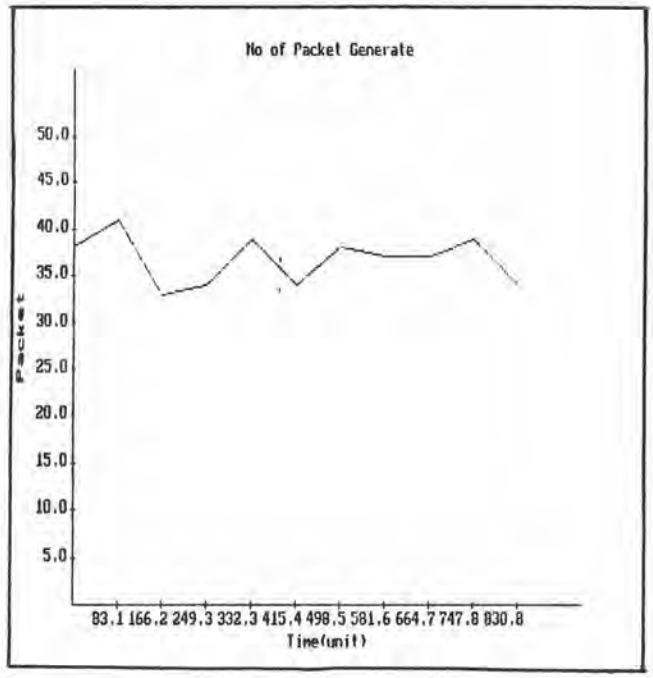
การแสดงผลการทำงานเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานของโปรแกรม พร้อมให้เลือกการแสดงผลข้อมูลสถิติในหัวข้อต่าง ๆ



การแสดงผลจำนวนแพ็คเก็ตที่สร้างขึ้น

No of Packet Generate

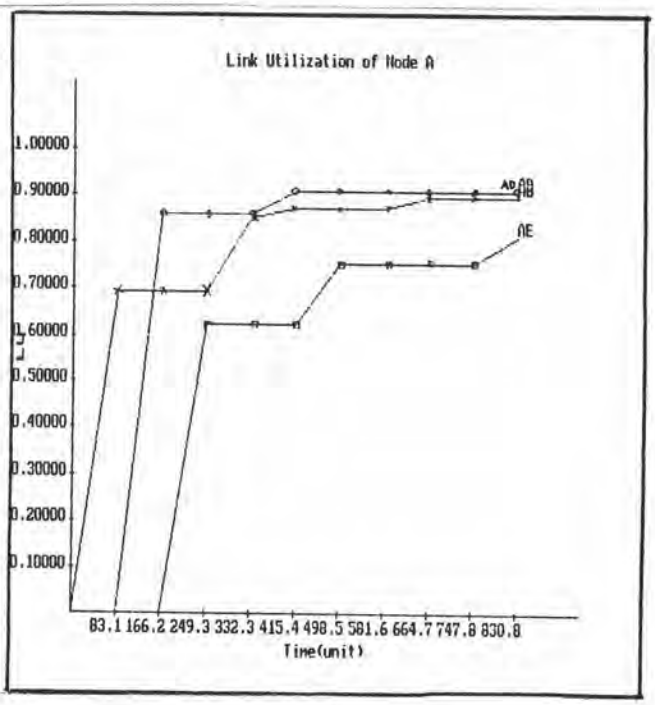
Time(unit)	Packet
0.0	38.0
83.1	41.0
166.2	33.0
249.3	34.0
332.3	39.0
415.4	34.0
498.5	38.0
581.6	37.0
664.7	37.0
747.8	39.0
830.8	34.0



การแสดงผลประสิทธิภาพการใช้งานของแต่ละช่องสื่อสารของโนด A

Link Utilization of Node A

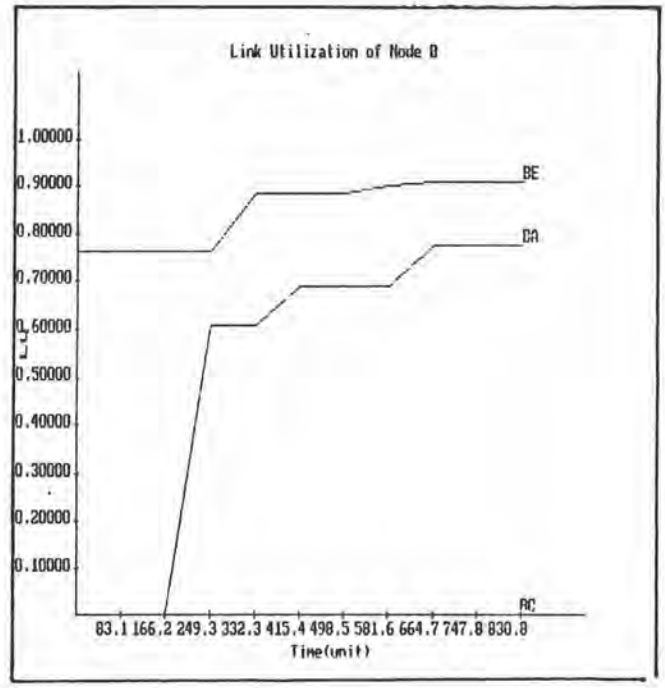
Time(unit)	AB	AD	AE
0.0	0.00000	0.00000	0.00000
83.1	0.69061	0.00000	0.00000
166.2	0.69061	0.85911	0.00000
249.3	0.69061	0.85911	0.62344
332.3	0.85034	0.85911	0.62344
415.4	0.87108	0.90744	0.62344
498.5	0.87108	0.90744	0.75188
581.6	0.87108	0.90744	0.75188
664.7	0.89713	0.90744	0.75188
747.8	0.89713	0.90744	0.75188
830.8	0.89713	0.90744	0.80994



การแสดงผลประสิทธิภาพการใช้งานของแต่ละช่องสื่อสารของโนด B

Link Utilization of Node B

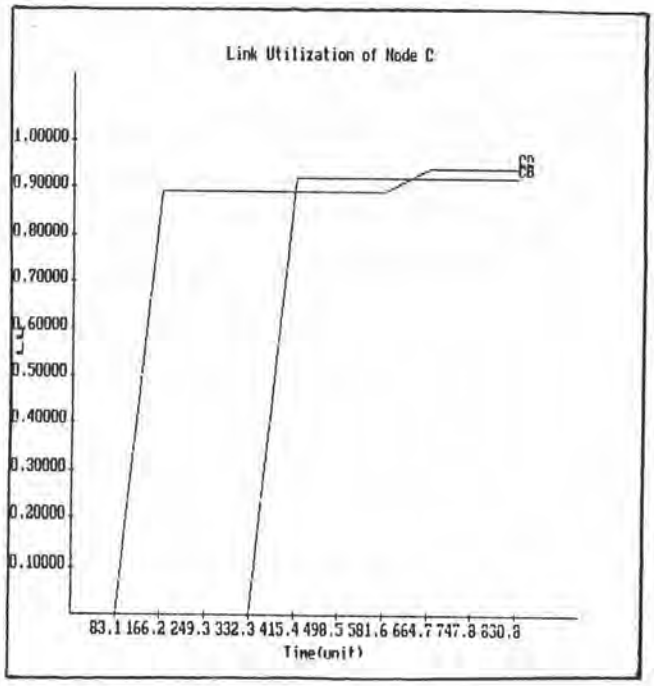
Time(unit)	BA	BC	BE
0.0	0.00000	0.00000	0.76220
83.1	0.00000	0.00000	0.76220
166.2	0.00000	0.00000	0.76220
249.3	0.60533	0.00000	0.76220
332.3	0.60533	0.00000	0.88443
415.4	0.68934	0.00000	0.88443
498.5	0.68934	0.00000	0.88443
581.6	0.68934	0.00000	0.89928
664.7	0.77447	0.00000	0.90799
747.8	0.77447	0.00000	0.90799
830.8	0.77447	0.00000	0.90799



การแสดงผลประสิทธิภาพการใช้งานของแต่ละช่องสื่อสารของโนด C

Link Utilization of Node C

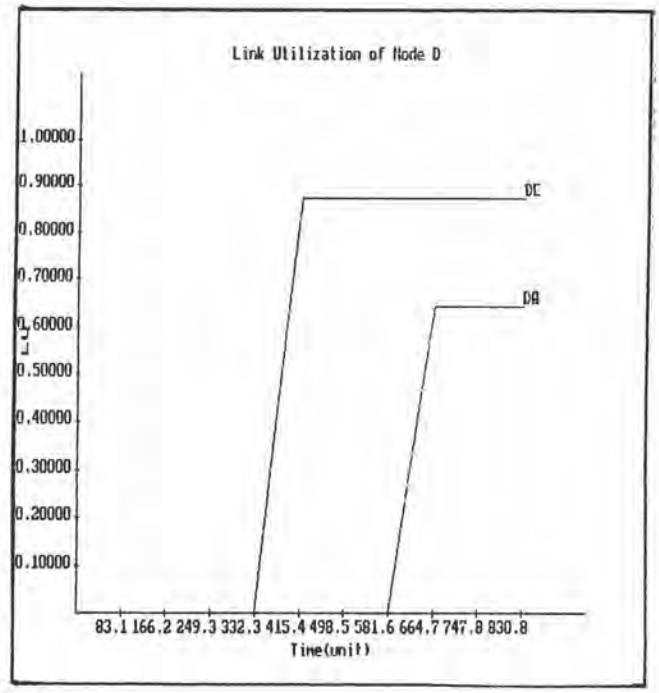
Time(unit)	CB	CD
0.0	0.00000	0.00000
83.1	0.00000	0.00000
166.2	0.00000	0.89286
249.3	0.00000	0.89286
332.3	0.00000	0.89286
415.4	0.92081	0.89286
498.5	0.92081	0.89286
581.6	0.92081	0.89286
664.7	0.92081	0.94340
747.8	0.92081	0.94340
830.8	0.92081	0.94340



การแสดงผลประสิทธิภาพการใช้งานของแต่ละช่องสื่อสารของโนด D

Link Utilization of Node D

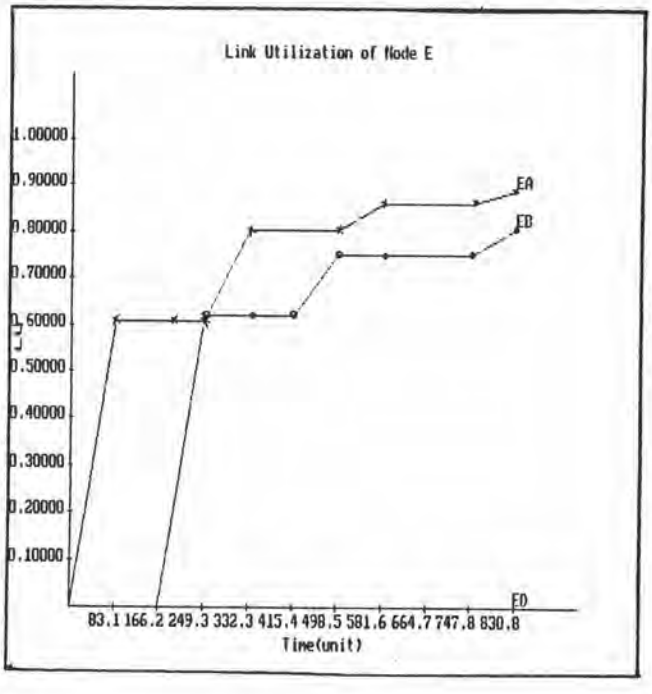
Time(unit)	DA	DC	DE
0.0	0.00000	0.00000	0.00000
83.1	0.00000	0.00000	0.00000
166.2	0.00000	0.00000	0.00000
249.3	0.00000	0.00000	0.00000
332.3	0.00000	0.00000	0.00000
415.4	0.00000	0.00000	0.87413
498.5	0.00000	0.00000	0.87413
581.6	0.00000	0.00000	0.87413
664.7	0.64103	0.64267	0.87413
747.8	0.64103	0.64267	0.87413
830.8	0.64103	0.64267	0.87413



การแสดงผลประสิทธิภาพการใช้งานของแต่ละช่องสื่อสารของโนด E

Link Utilization of Node E

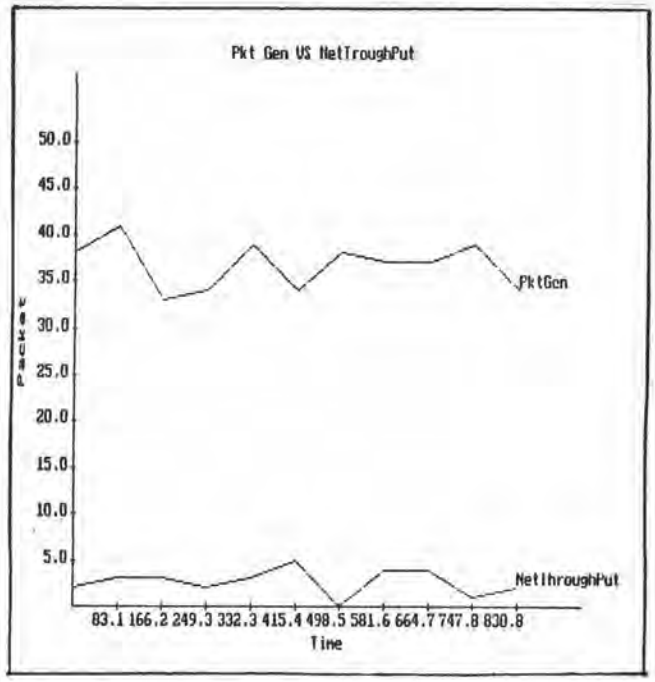
Time(unit)	EA	EB	ED
0.0	0.00000	0.00000	0.00000
83.1	0.60680	0.00000	0.00000
166.2	0.60680	0.00000	0.00000
249.3	0.60680	0.61728	0.00000
332.3	0.80472	0.61728	0.00000
415.4	0.80472	0.61728	0.00000
498.5	0.80472	0.74850	0.00000
581.6	0.86088	0.74850	0.00000
664.7	0.86088	0.74850	0.00000
747.8	0.86088	0.74850	0.00000
830.8	0.88742	0.80819	0.00000



การแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่าง Packet Generation กับ Network Throughput

Pkt Gen VS NetTroughPut

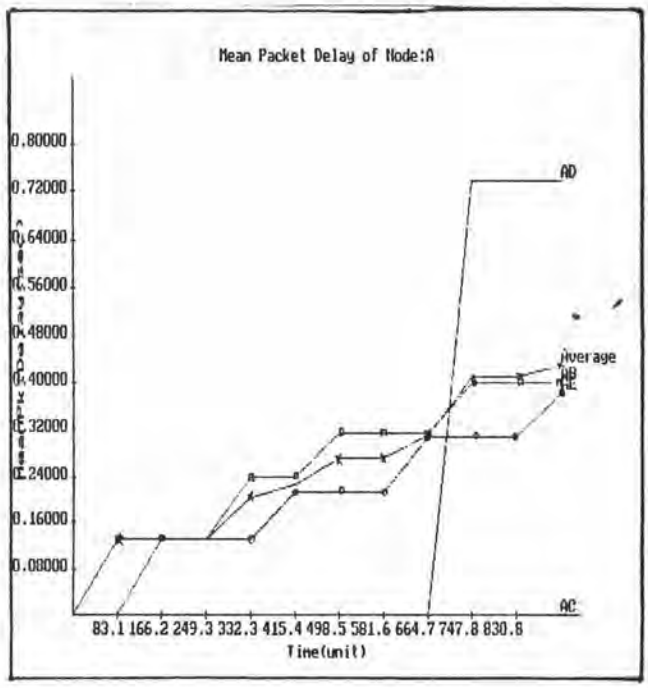
Time	PktGen	NetThroughPut
0.0	38.0	2.0
83.1	41.0	3.0
166.2	33.0	3.0
249.3	34.0	2.0
332.3	39.0	3.0
415.4	34.0	5.0
498.5	38.0	0.0
581.6	37.0	4.0
664.7	37.0	4.0
747.8	39.0	1.0
830.8	34.0	2.0



การแสดงผลค่าหน่วงเวลาในการส่งแพ็คเก็ตของโนด A

Mean Packet Delay of Node:A

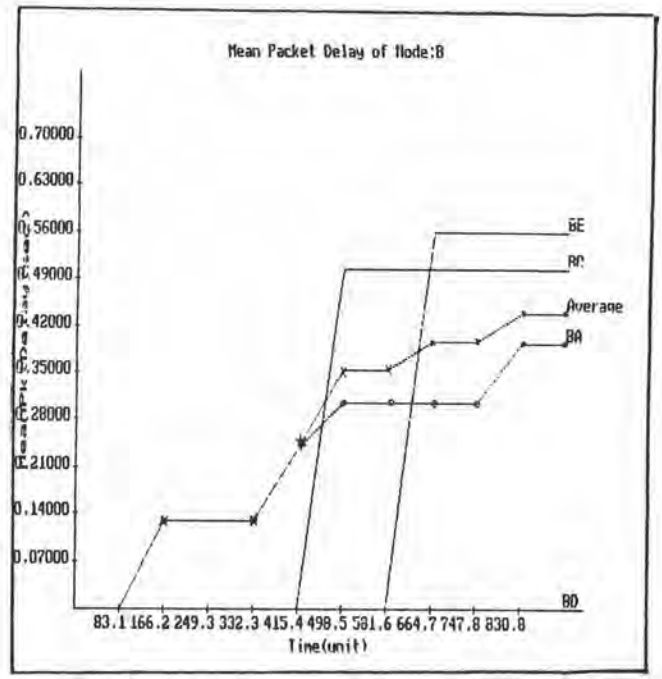
Time(unit)	AB	AC	AD	AE	Averag
0.0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
83.1	0.13000	0.00000	0.00000	0.00000	0.13000
166.2	0.13000	0.00000	0.00000	0.13000	0.13000
249.3	0.13000	0.00000	0.00000	0.13000	0.13000
332.3	0.24000	0.00000	0.00000	0.13000	0.20333
415.4	0.24000	0.00000	0.00000	0.21400	0.22700
498.5	0.31333	0.00000	0.00000	0.21400	0.27360
581.6	0.31333	0.00000	0.00000	0.21400	0.27360
664.7	0.31333	0.00000	0.00000	0.30900	0.31117
747.8	0.40075	0.00000	0.73800	0.30900	0.40850
830.8	0.40075	0.00000	0.73800	0.30900	0.40850



การแสดงผลค่าหน่วงเวลาในการส่งแพ็คเก็ตของโนด B

Mean Packet Delay of Node:B

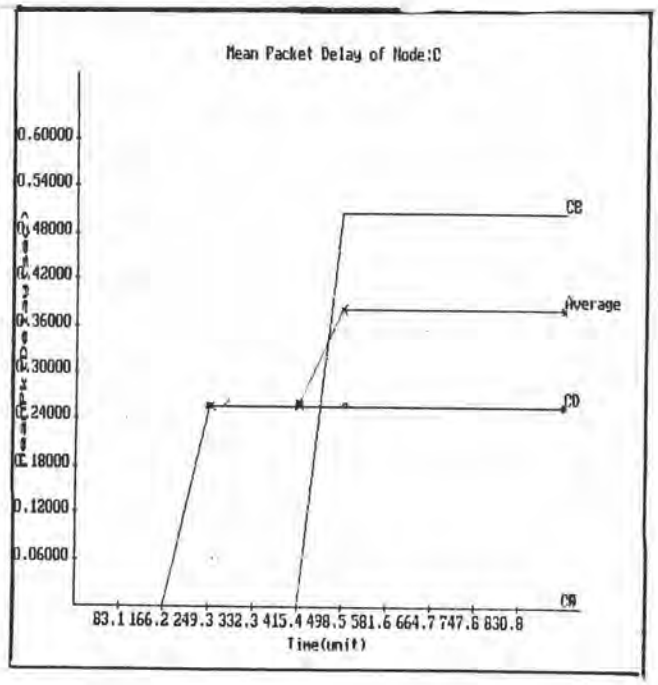
Time(unit)	BA	BC	BD	BE	Averag
0.0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
83.1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
166.2	0.13000	0.00000	0.00000	0.00000	0.13000
249.3	0.13000	0.00000	0.00000	0.00000	0.13000
332.3	0.13000	0.00000	0.00000	0.00000	0.13000
415.4	0.23950	0.00000	0.00000	0.00000	0.23950
498.5	0.30333	0.50500	0.00000	0.00000	0.35375
581.6	0.30333	0.50500	0.00000	0.00000	0.35375
664.7	0.30333	0.50500	0.00000	0.55800	0.39460
747.8	0.30333	0.50500	0.00000	0.55800	0.39460
830.8	0.39150	0.50500	0.00000	0.55800	0.43917



การแสดงผลค่าหน่วงเวลาในการส่งแพ็คเก็ตของโนด C

Mean Packet Delay of Node:C

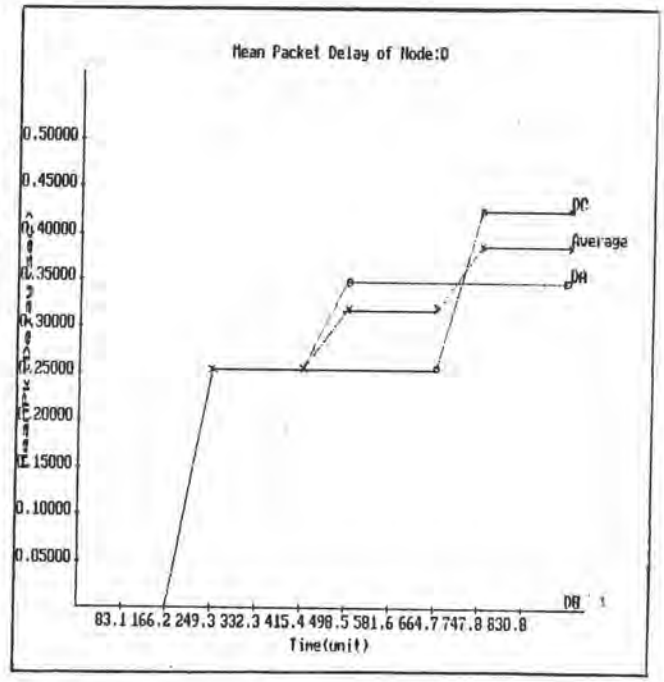
Time(unit)	CA	CB	CD	CE	Averag
0.0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
83.1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
166.2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
249.3	0.00000	0.00000	0.25500	0.00000	0.25500
332.3	0.00000	0.00000	0.25500	0.00000	0.25500
415.4	0.00000	0.00000	0.25500	0.00000	0.25500
498.5	0.00000	0.50500	0.25500	0.00000	0.38000
581.6	0.00000	0.50500	0.25500	0.00000	0.38000
664.7	0.00000	0.50500	0.25500	0.00000	0.38000
747.8	0.00000	0.50500	0.25500	0.00000	0.38000
830.8	0.00000	0.50500	0.25500	0.00000	0.38000



การแสดงผลค่าหน่วงเวลาในการส่งแพ็คเก็ตของโนด D

Mean Packet Delay of Node:D

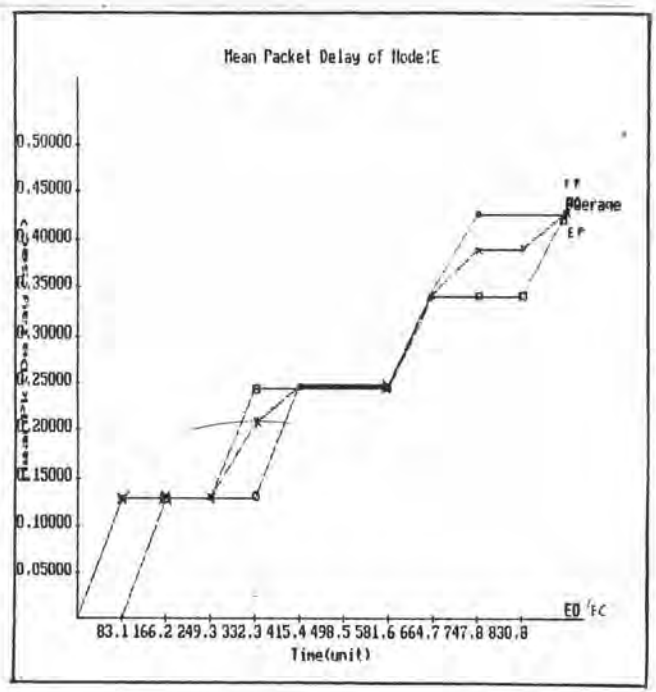
Time(unit)	DA	DB	DC	DE	Averag
0.0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
83.1	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
166.2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
249.3	0.25500	0.00000	0.25500	0.00000	0.25500
332.3	0.25500	0.00000	0.25500	0.00000	0.25500
415.4	0.25500	0.00000	0.25500	0.00000	0.25500
498.5	0.34800	0.00000	0.25500	0.00000	0.31700
581.6	0.34800	0.00000	0.25500	0.00000	0.31700
664.7	0.34800	0.00000	0.25500	0.00000	0.31700
747.8	0.34800	0.00000	0.42550	0.00000	0.38675
830.8	0.34800	0.00000	0.42550	0.00000	0.38675



การแสดงผลค่าหน่วงเวลาในการส่งแพ็คเก็ตของโนด E

Mean Packet Delay of Node:E

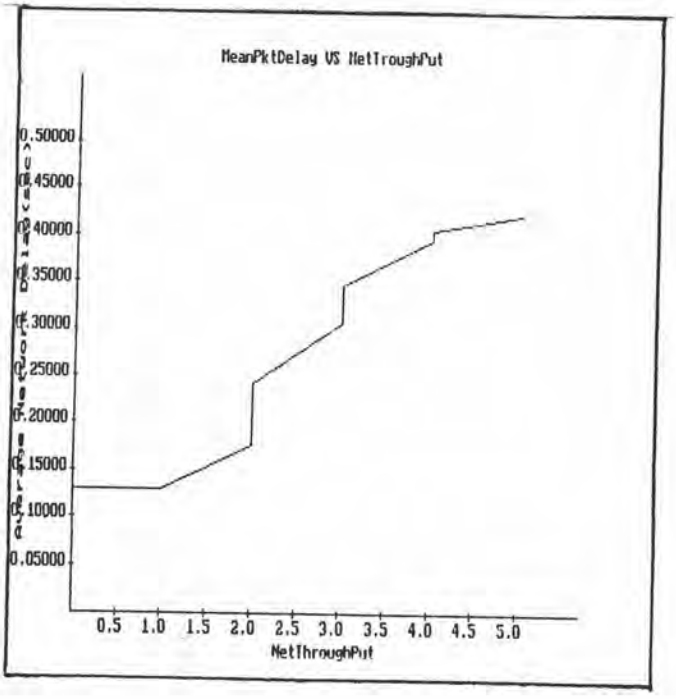
Time(unit)	EA	EB	EC	ED	Averag
0.0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
83.1	0.13000	0.00000	0.00000	0.00000	0.13000
166.2	0.13000	0.13000	0.00000	0.00000	0.13000
249.3	0.13000	0.13000	0.00000	0.00000	0.13000
332.3	0.24450	0.13000	0.00000	0.00000	0.20633
415.4	0.24450	0.24750	0.00000	0.00000	0.24600
498.5	0.24450	0.24750	0.00000	0.00000	0.24600
581.6	0.24450	0.24750	0.00000	0.00000	0.24600
664.7	0.34033	0.34733	0.00000	0.00000	0.34383
747.8	0.34033	0.42650	0.00000	0.00000	0.38957
830.8	0.34033	0.42650	0.00000	0.00000	0.38957



การแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างค่า Mean Packet Delay กับ Network Throyghput

MeanPktDelay VS NetTroughPut

NetThroughPut	Average Network
0.0	0.13000
1.0	0.13000
2.0	0.17687
2.0	0.21240
2.0	0.24123
3.0	0.30433
3.0	0.30433
3.0	0.34609
4.0	0.39519
4.0	0.40485
5.0	0.42183



ประวัติผู้เขียน

นายรังสรรค์ จันทร์นฤกุล เกิดวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2508 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาอิเลคทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2529 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2531 ปัจจุบันทำงานที่ กองค้นคว้าและวิจัย ส่วนทดสอบและพัฒนา องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี