



### รายการอ้างอิง

- [1] Ahmadi, H., and Denzel, W. A survey of modern high-performance switching techniques. IEEE J. Select. Areas Commun 7 (September 1989): 1091-1103.
- [2] Tobagi, F.A., Fast packet switch architectures for broadband integrated service digital networks. Proc. IEEE 78 (January 1990): 133-167.
- [3] Hui, J.Y., and Arthurs, E. Abroadband packet switch for integrated transport. IEEE J. Select. Areas Commun 5 (October 1987): 1264-1273.
- [4] Karol, M.J., Hluchyj, M.G., and Morgan, S.P. Input versus Output Queueing on a Space-Division Packet Switch. IEEE Trans. Commun 35 (December 1987): 1347-1356.
- [5] Hluchyj, M.G., and Karol, M. Queueing in High-performance packet switching. IEEE J. Select. Areas Commun 6 (Decber 1988): 1587-1597.
- [6] Chen, J.S.C., and Guerin, R. Performance study of an input queueing packet switch with two priority classes. IEEE Trans. Commun 39 (January 1991): 117-126.
- [7] Li, L., Hu, C., and Liu, P. Maximum Throughput of an Input Queueing Packet Switch with Two Priority classes. IEEE Trans. Commun 42 (December 1994): 3095-3097.
- [8] Yeh, Y.S., Hluchyj, M.G., and Acampora, A.s. The knockout switch: A simple, modular architecture for high-performance packet switching. IEEE J. Select. Areas. Commun 5 (October 1987): 1274-1283.
- [9] Jenq, Y.C. Performance Analysis of a Packet Switch Based on Single-Buffer Banyan Network. IEEE J. Select. Areas. Commun 6 (December 1983): 1014-1021.
- [10] Lee, M.J., and Li, S.Q. Performance trade-offs in input/output buffer design for a non-blocking space-division packet switch. International Journal of digital and analog communication system 4 (1991): 21-31.
- [11] Oie, Y., Murata, M., Kubota, K., and Miyahara, H. Performance Analysis of Nonblocking Packet Switch with Input and Output Buffers. IEEE Tran. Commun 8 (August 1992): 1294-1297.

- [12] Law, A.M., and Kelton, W.D. *Simulation Modeling & Analysis*. 2nd ed. Singapore: Mc Graw-Hill, Inc., 1991.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

โปรแกรม TH.M



การจำลองเพื่อหาค่าอัตราปริมาณงาน โดยใช้เมตแลบซอฟต์แวร์แพทเทจ

TH	คือ อัตราปริมาณงาน (Throughput)	.M	คือ เมตแลบซอฟต์แวร์แพทเทจ
sok	คือ จำนวนขาออกของสวิทช์		(Matlab)
nop	คือ จำนวนขาเข้าของสวิทช์	rat	คือ อัตราปริมาณงานสะสม
vmi	คือ การสูญเสียสะสม	a=pra	คือ ขาเข้าขาที่ 1
b=tand	คือ ขาเข้าขาที่ 2	c=bobby	คือ ขาเข้าขาที่ 3
z	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่ผ่านสวิทช์ออกไป		

for pra = 1:sok คือ กลุ่มข้อมูลที่มีปลายทางไปยังขาออกที่1 ถึงขาออกสูงสุด เข้ามาที่ขาเข้าขาที่ 1

for tand = 1:sok คือ กลุ่มข้อมูลที่มีปลายทางไปยังขาออกที่1 ถึงขาออกสูงสุด เข้ามาที่ขาเข้าขาที่ 2

for bobby = 1:sok คือ กลุ่มข้อมูลที่มีปลายทางไปยังขาออกที่1 ถึงขาออกสูงสุด เข้ามาที่ขาเข้าขาที่ 3

u = [ a b c] คือ จัดกลุ่มข้อมูลที่ต้องการไปยังปลายทางขาใด ๆที่เข้ามาเรียงเป็น 3 คอลัมน์

rado = sort(u) คือ การจัดเรียงกลุ่มข้อมูลตามลำดับขาออกที่ต้องการไป

for n = 1: nop-1 คือ n มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง จำนวนที่น้อยกว่าจำนวนขาเข้า 1 ค่า

if rado (n+1) > rado (n) คือ ถ้ามีกลุ่มข้อมูลไปยังปลายทางขาออกที่ต่างกัน

z = z+1 คือ เพิ่มจำนวนกลุ่มข้อมูลที่ผ่านสวิทช์ออกไปได้อีก 1 กลุ่มข้อมูล

omega = [ rado z z/nop 1-(z/nop) ] คือ จัดข้อมูลให้มี 4 คอลัมน์

z/nop คือ อัตราปริมาณงาน (กลุ่มข้อมูลที่ออกไปหารด้วยกลุ่มข้อมูลที่เข้ามา)

1-(z/nop) คือ การสูญเสีย

disp(omega) คือ แสดงผลบนจอภาพ

rat = rat + (z/nop) คือ อัตราปริมาณงานรวม

vmi = vmi + (1-(z/nop)) คือ การสูญเสียรวม

prob = rat/(sok^nop) คือ อัตราปริมาณงานเฉลี่ย

loss = vmi/(sok^nop) คือ การสูญเสียเฉลี่ย

```

sok = 3
% nop = number of input; # of loop = # of input;
% i.e. pra+tand+bobby = 3
% If you change "nop" (input), tell me!!!!.
% sok = number of output
      nop = 3;
      rat = 0;
      vmi = 0;
      for pra = 1:sok
        for tand = 1:sok
          for bobby = 1:sok

            a = pra; b = tand; c = bobby;
            u = [ a b c ]; rado = sort(u);
%=====

            z = 1;
            for n = 1:nop-1
              if rado(n+1) > rado(n), z = z+1 ; end ;
            end
            omega = [ rado z z/nop 1-(z/nop) ];
            disp(omega)

            rat = rat + (z/nop);
            vmi = vmi + (1- (z/nop));
%=====

          end
        end
      end

      prob = rat/(sok^nop)
      loss = vmi/(sok^nop)

```

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ภาคผนวก ข.

## วิธีการออกไปของกลุ่มข้อมูลผ่านสวิตช์ขนาด 2x2 (TH2.XLS)

ตารางอธิบายวิธีการหาค่าของอัตราปริมาณงานของกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญระดับเดียว และกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญ 2 ระดับ เมื่อสวิตช์มีขนาด 2x2

TH2	คือ อัตราปริมาณงานของสวิตช์ขนาด 2x2
.XLS	คือ ตารางที่เขียนบน Microsoft Excel Worksheet
t2, t1	คือ ร่องเวลาที่ 2, 1
H	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน
H=(a1, a2)	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในร่องเวลาที่ 1 และ 2
H=0.5	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาครึ่งหนึ่งของจำนวนกลุ่มข้อมูล ที่เข้ามาทั้งหมด
Throughput	คือ อัตราปริมาณงาน
H=(a1, b2)	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในร่องเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 2 ในร่องเวลาที่ 2
H=1	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาทั้งหมด
a1+a2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในร่องเวลาที่ 1 และ ในร่องเวลาที่ 2 ถูกเลือกผ่านสวิตช์ออกไป
a1+(a2, b1)	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในร่องเวลาที่ 1 ถูกเลือก ผ่านสวิตช์ออกไป และกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ใน ร่องเวลาที่ 2 หรือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 2 ใน ร่องเวลาที่ 1 ถูกเลือกผ่านสวิตช์ออกไป

t2	t1	H=(a1,a2) H=0.5	Throughput	H=(a1,b2) H=0.5	Throughput	H=1	Throughput
1	1	a1+a2		a1+b2		a1+(a2,b1)	
1	1		2		2	b1+(a1,b2)	2
1	1	a1+a2		a1+b2a2		a1+(a2,b1)	
2	1		2		3	b1+a1b2	2.3333
2	1	a1+a2b1		a1+b2a2		a1+a2b1	
1	1		3		3	b1+(a1,b2)	2.3333
2	1	a1+a2b1		a1+b2		a1+a2b1	
2	1		3		2	b1+a1b2	3
1	1	a1b1+a2		a1b1+b2		a1b1+(a2,b2)	
1	2		3		3		3
1	1	a1b1+a2b2		a1b1+a2b2		a1b1+a2b2	
2	2		4		4		4
2	1	a1b1+a2b2		a1b1+a2b2		a1b1+a2b2	
1	2		4		4		4
2	1	a1b1+a2		a1b1+b2		a1b1+(a2,b2)	
2	2		3		3		3
1	2	a1b1+a2		a1b1+b2		a1b1+(a2,b2)	
1	1		3		3		3
1	2	a1b1+a2b2		a1b1+a2b2		a1b1+a2b2	
2	1		4		4		4
2	2	a1b1+a2b2		a1b1+a2b2		a1b1+a2b2	
1	1		4		4		4
2	2	a1b1+a2		a1b1+b2		a1b1+(a2,b2)	
2	1		3		3		3
1	2	a1+a2b1		a1+b2		a1+a2b1	
1	2		3		2	b1+a1b2	3
1	2	a1+a2		a1+b2a2		a1+(a2,b1)	
2	2		2		3	b1+a1b2	2.3333
2	2	a1+a2b1		a1+b2a2		a1+a2b1	
1	2		3		3	b1+(a1,b2)	2.3333
2	2	a1+a2		a1+b2		a1+(a2,b1)	
2	2		2		2	b1+(a1,b2)	2
			48		48		47.3332
			48		48		47.3333
			0.75		0.75		0.739583

## ภาคผนวก ก.

## วิธีการออกไปของกลุ่มข้อมูลที่ผ่านสวิตช์ขนาด 3x3 (TH3x3.XLS)

ตารางอธิบายวิธีการหาค่าของอัตราปริมาณงานของกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญระดับเดียว และกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญ 2 ระดับ เมื่อสวิตช์มีขนาด 3x3

TH3X3	คือ อัตราปริมาณงานของสวิตช์ขนาด 3x3
.XLS	คือ ตารางที่เขียนบน Microsoft Excel Worksheet
Time slot	คือ ร่องเวลา
t2, t1	คือ ร่องเวลาที่ 2, 1
Throughput	คือ อัตราปริมาณงาน
H	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน
H=a1, a2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในร่องเวลาที่ 1 และ 2
H=a1, b2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในร่องเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 2 ในร่องเวลาที่ 2
H=a1, c2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในร่องเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 3 ในร่องเวลาที่ 2
H=0.3333	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามา 1 ใน 3 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ที่เข้ามาทั้งหมด
H=0.6667	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามา 2 ใน 3 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ที่เข้ามาทั้งหมด
H=L=1	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน หรือ ไม่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาทั้งหมด
111->333	คือ กลุ่มข้อมูลเริ่มตั้งแต่ 111 ไป 112 จนถึง 333



Time slot		Throughput			
t2	t1	H=a1,a2	H=a1,b2	H=a1,c2	H=0.3333
111->333	111	0.444444	0.518519	0.518519	
111->333	112	0.685185	0.685185	0.685185	
111->333	113	0.685185	0.685185	0.685185	
111->333	121	0.685185	0.685185	0.685185	
111->333	122	0.68107	0.68107	0.68107	
111->333	123	0.851852	0.851852	0.851852	
111->333	131	0.685185	0.685185	0.685185	
111->333	132	0.851852	0.851852	0.851852	
111->333	133	0.68107	0.68107	0.68107	
		0.694558667	0.702789222	0.702789222	0.700046704
Time slot		Throughput			
t2	t1	H=a1,b1,a2,b2	H=a1,b1,b2,c2	H=a1,b1,a2,c2	H=0.6667
111->333	111	0.432099	0.513169	0.513169	
111->333	112	0.676954	0.679835	0.679835	
111->333	113	0.676954	0.679835	0.679835	
111->333	121	0.685185	0.685185	0.685185	
111->333	122	0.685185	0.685185	0.685185	
111->333	123	0.851852	0.851852	0.851852	
111->333	131	0.685185	0.685185	0.685185	
111->333	132	0.851852	0.851852	0.851852	
111->333	133	0.685185	0.685185	0.685185	
		0.692272333	0.701920333	0.701920333	0.698704333
Time slot		Throughput			
t2	t1	H=L-1			
111->333	111	0.434303			
111->333	112	0.674485			
111->333	113	0.674485			
111->333	121	0.674485			
111->333	122	0.674485			
111->333	123	0.851852			
111->333	131	0.674485			
111->333	132	0.851852			
111->333	133	0.674485			
		0.687213			
Time slot		Throughput			
t2	t1	H=0.3333	H=0.6667	H=L-1	
111->333	111->133	0.7	0.6987	0.6872	

ภาคผนวก ง.

โปรแกรม [1.CPP]

การจำลอง (Simulation) โปรแกรม [1.CPP] คู่มือละเอียดการอธิบายโปรแกรมหน้า 33



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <conio.h>
#include <time.h>
#define MaxLoop 10
#define xbuffer 10
#define MaxInput 3
#define MaxHigh 1
int S,ip,hip,lip,xw;
int b[MaxInput],w[MaxInput],s[MaxInput][xbuffer];
float th,thh,thl,lo,los,wa,wai,i,op,hop,lop;

time_t t;
#include "b:\nat.h"

int main()
{
    int i,j,n;
    ini(); clrscr();
    for (i=0; i<MaxLoop; i++)
    {
        insertb();
        printf(" ins          ");
        for (j=0; j<MaxInput; j++)
            printf(" %d",b[j]);
        printf("\n");
        sow(); getch(); //
        printf(" del ");
        delb();
        printf("\n"); sow();
        getch(); //reads each loop
    }
    i = MaxLoop*MaxInput;
    th= op/i;
    thh=hop/i;
    thl=lop/i;
    los=lo/i;
    wai=wa/i;
    printf("Output          = %5.0f\n",op);
    printf("Output High      = %5.0f\n",hop);
    printf("Output Low       = %5.0f\n",lop);
    printf("Lost             = %5.0f\n",lo);
    printf("Waiting time     = %5.0f\n",wa);
    printf("Throughput       = %5.4f\n",th);
    printf("Throughput High  = %5.4f\n",thh);
    printf("Throughput Low   = %5.4f\n",thl);
    printf("Prob Loss        = %5.4f\n",los);
    printf("Average waiting time = %5.4f\n",wai);
    printf("Average delay time = %5.4f\n",wai+S);
    return 0;
}

```



```

int getout(int col) //
{
    int i;
    if (s[col][0]) {
        printf(" b(%d) = %d ",col+1,s[col][0]);
        //output high and low
        //output collum = col+1 ; output data = s[col][0]
        (MaxInput < s[col][0]) ? lop++: hop++;
        op++;
        for (i=0; i<xbuffer-1; i++) {
            if (!s[col][i+1]) {
                s[col][i] = 0;
                break;
            }
            s[col][i] = s[col][i+1];
            s[col][i+1] = 0;
        }
    } else
        printf("Error Empty Buffer Switch No = %d\n",col+1);
    return 0;
}

```

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```

int delb()
{
    int i,j,k,nh[MaxInput],nl[MaxInput],no[MaxInput];
    for (i=0; i<MaxInput; i++) {
        nh[i] = nl[i] = no[i] = 0;
    }
    for (i=0; i<MaxInput; i++) {
        if (MaxInput < s[i][0])
            nl[s[i][0]-MaxInput-1]++;
        else if (0 < s[i][0])
            nh[s[i][0]-1]++;
    }
    for (i=0; i<MaxInput; i++) {
        if (nh[i]) {
            if (nh[i] != 1)
                nh[i] = rand() % nh[i] + 1;
            for (j=0; j<MaxInput && nh[i]; j++)
                if (s[j][0] == i+1)
                    nh[i]--;
            no[j-1] = 1; //      getout(j-1);
        } else if (nl[i]) {
            if (nl[i] != 1)
                nl[i] = rand() % nl[i] + 1;
            for (j=0; j<MaxInput && nl[i]; j++)
                if (s[j][0] == i+MaxInput+1)
                    nl[i]--;
            no[j-1] = 1; //      getout(j-1);
        }
    }
    for (i=j=0; i<MaxInput; i++)
        if (no[i]) {
            getout(i);
            j++;
        }
    xw = xw - j + MaxInput;
    wa = wa + xw;
    return 0;
}

```



```
int iinsert(int col)
{
    int i = xbuffer-1;
    if (s[col][xbuffer-1]) return 1;
    if (s[col][0]) { // Have buffer
        for (; !s[col][i]; i--);
        if (b[col] < MaxInput+1) // Low priority
            for (; MaxInput < s[col][i]; i--)
                s[col][i+1] = s[col][i];
        s[col][i+1] = b[col];
    } else // Empty buffer
        s[col][0] = b[col]; // Head of Line
    return 0;
}
```



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
int insertb()
{
    int i,j,x[MaxInput];
    for (i=0; i<MaxInput; i++) {
        b[i] = rand() % MaxInput + MaxInput+1;
        x[i] = 0;
    }
    for (i=MaxHigh; 0<i; ) {
        j = rand() % MaxInput;
        if (!x[j]) {
            x[j] = 1;
            b[j] = b[j] - MaxInput;
            i--;
        }
    }
    for (i=0; i<MaxInput; i++)
        if (iinsert(i)) {
            printf("Lost col = %d Value = %d \n",i+1,b[i]);
            lo++; //total lost data
        }
    return 0;
}
```



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
int sow()
{
    int i,j,k,l;
    for (i=0; i<xbuffer; i++) {
        for (j=0; j<MaxInput; j++)
            printf("  %3d",s[j][i]);
        printf("\n");
    }
    printf("\n\n");
    return 0;
}
```



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
void ini()
{
    S=1; wa = xw = 0;
    int i,j;
    srand((unsigned) time(&t));
    for (i=0; i<MaxInput; i++) {
        b[i] = w[i] = 0;
        for (j=0; j<xbuffer; j++)
            s[i][j] = 0;
    }
}
```



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก จ.

## วิธีการออกไปของกลุ่มข้อมูลผ่านสวิตช์ขนาด 3x3 (A111.XLS)

ตารางอธิบายวิธีการหาค่าของอัตราปริมาณงานของกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญระดับเดียว และกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญ 2 ระดับ เมื่อสวิตช์มีขนาด 3x3

A	คือ เมื่อ $H=0.3333$ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขา 1 ในช่องเวลาที่ 1 และ 2 เมื่อ $H=0.6667$ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขา 1, 2 ในช่องเวลาที่ 1 และ 2
111	คือ อัตราปริมาณงานของสวิตช์ขนาด 3x3 เมื่อช่องเวลาที่ 1 มีกลุ่มข้อมูลที่มีปลายทางไปยังขาออกขาที่ 1 เข้ามาที่ขาเข้าขาที่ 1, 2, และ 3
.XLS	คือ ตารางที่เขียนบน Microsoft Excel Worksheet
t2, t1	คือ ช่องเวลาที่ 2, 1
Throughput	คือ อัตราปริมาณงานเฉลี่ย
H	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน
a1+ a2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในช่องเวลาที่ 1 และ 2 ที่ผ่านสวิตช์ออกไปได้
$H=0.3333$	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามา 1 ใน 3 ของจำนวนกลุ่มข้อมูลที่เข้ามาทั้งหมด
$H=0.6667$	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามา 2 ใน 3 ของจำนวนกลุ่มข้อมูลที่เข้ามาทั้งหมด
$H=L=1$	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน หรือ ไม่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาทั้งหมด
2 2	
2 2	ในช่องของ $H=0.6667$ คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่ออกไปได้มีทั้งหมด 4 วิธี
2 2 2	
2 2 2	
2 2 2	ในช่องของ $H=L=1$ คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่ออกไปได้มีทั้งหมด 9 วิธี



t2	t1	H=0.3333	Throughput	H=0.6667	Throughput	H=L=1	Throughput
1	1	a1+a2		2 2		2 2 2	
1	1			2 2		2 2 2	
1	1		2			2 2 2 2	2
1	1	a1+a2		2 2		2 2 2	
1	1			2 2		2 2 2	
2	1		2			2 3 3	2.25
1	1	a1+a2		2 2		2 2 2	
1	1			2 2		2 2 2	
3	1		2			2 3 3	2.25
1	1	2		2 2		2 2 2	
2	1			3		3 3	
1	1		2		2.3333	2 2 2	2.25
1	1	2		2 2		2 2 2	
2	1			3		3 3	
2	1		2		2.3333	3 3	2.5714
1	1	2		2 2		2 2 2	
2	1			3		3 3	
3	1		2		2.3333	3 3	2.5714
1	1	2		2 2		2 2 2	
3	1			3		3 3	
1	1		2		2.3333	2 2 2	2.25
1	1	2		2 2		2 2 2	
3	1			3		3 3	
2	1		2		2.3333	3 3	2.5714
1	1	2		2 2		2 2 2	
3	1			3		3 3	
3	1		2		2.3333	3 3	2.5714
2	1	3 3		3		3 3	
1	1			2 2		2 2 2	
1	1		3		2.3333	2 2 2	2.25
2	1	3 3		3		3 3	
1	1			2 2		2 2 2	
2	1		3		2.3333	3 3	2.5714
2	1	3 3		3		3 3	
1	1			2 2		2 2 2	
3	1		3		2.3333	3 3	2.5714
2	1	3 3		3		3 3	
2	1			3		3 3	
1	1		3		3	2 2 2	2.5714
2	1	3 3		3		3 3	
2	1			3		3 3	
2	1		3		3	3 3	3

2	1	3 3	3	3 3	
2	1		3	3 3	
3	1		3	3 3 3	3
2	1	3 3	3	3 3	
3	1		3	3 3	
1	1		3	3 2 2 2	2.5714
2	1	3 3	3	3 3	
3	1		3	3 3	
2	1		3	3 3 3	3
2	1	3 3	3	3 3	
3	1		3	3 3	
3	1		3	3 3 3	3
3	1	3 3	3	3 3	
1	1		2 2	2 2 2	
1	1		3	2.3333 2 2 2	2.25
3	1	3 3	3	3 3	
1	1		2 2	2 2 2	
2	1		3	2.3333 3 3	2.5714
3	1	3 3	3	3 3	
1	1		2 2	2 2 2	
3	1		3	2.3333 3 3	2.5714
3	1	3 3	3	3 3	
2	1		3	3 3	
1	1		3	3 2 2 2	2.5714
3	1	3 3	3	3 3	
2	1		3	3 3	
2	1		3	3 3 3	3
3	1	3 3	3	3 3	
2	1		3	3 3	
3	1		3	3 3 3	3
3	1	3 3	3	3 3	
3	1		3	3 3	
1	1		3	3 2 2 2	2.5714
3	1	3 3	3	3 3	
3	1		3	3 3	
2	1		3	3 3 3	3
3	1	3 3	3	3 3	
3	1		3	3 3	
3	1		3	3 3 3	3
			72	69.9996	70.3566
			72	70	70.3571
			0.444444	0.432099	0.434303

## ภาคผนวก ฉ.

## วิธีการออกไปของกลุ่มข้อมูลผ่านสวิตช์ขนาด 3x3 (B111.XLS)

ตารางอธิบายวิธีการหาค่าของอัตราปริมาณงานของกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญระดับเดียว และกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญ 2 ระดับ เมื่อสวิตช์มีขนาด 3x3

B	คือ เมื่อ $H=0.3333$ กำหนดให้กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขาที่ 1 ในช่องเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขาที่ 2 ในช่องเวลาที่ 2 เมื่อ $H=0.6667$ กำหนดให้กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขาที่ 1, 2 ในช่องเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขาที่ 2, 3 ในช่องเวลาที่ 2
111	คือ อัตราปริมาณงานของสวิตช์ขนาด 3x3 เมื่อช่องเวลาที่ 1 มีกลุ่มข้อมูล ที่มีปลายทางไปยังขาออกขาที่ 1 เข้ามาที่ขาเข้าขาที่ 1, 2, และ 3
.XLS	คือ ตารางที่เขียนบน Microsoft Excel Worksheet
t2, t1	คือ ช่องเวลาที่ 2, 1
Throughput	คือ อัตราปริมาณงานเฉลี่ย
H	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน
a1+b2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในช่องเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 2 ในช่องเวลาที่ 2 ที่ผ่านสวิตช์ออกไปได้
$H=0.3333$	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามา 1 ใน 3 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ที่เข้ามาทั้งหมด
$H=0.6667$	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามา 2 ใน 3 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ที่เข้ามาทั้งหมด
$H=L=1$	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน หรือ ไม่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาทั้งหมด
a1+b1,c2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในช่องเวลาที่ 1 ออกไปและ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 2 ในช่องเวลาที่ 1 หรือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 3 ในช่องเวลาที่ 2 ออกไป



t2	t1	H=0.3333	Throughput	H=0.6667	Throughput	H=L=1	Throughput
1	1	a1+b2		a1+b1,c2		2 2 2	
1	1			b1-a1,b2,c2		2 2 2	
1	1		2		2	2 2 2	2
1	1	a1+b2		a1+b1c2		2 2 2	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
2	1		2	b1+c2b2	3	3 3	2.25
1	1	a1+b2		a1+b1c2		2 2 2	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
3	1		2	b1+c2b2	3	3 3	2.25
1	1	a1+b2a2		a1+b1,c2		2 2 2	
2	1	a1+b2c1		b1+b2a1		3 3	
1	1		3	b1+b2c2	2.5	2 2 2	2.25
1	1	a1+b2a2		a1+b1c2		2 2 2	
2	1	a1+b2c1		b1+a1b2		3 3	
2	1		3	b1+a1c2	3	3 3	2.5714
1	1	a1+b2a2		a1+b1c2		2 2 2	
2	1	a1+b2c1		b1+a1b2c2		3 3	
3	1		3		3.5	3 3	2.5714
1	1	a1+b2a2		a1+b1,c2		2 2 2	
3	1	a1+b2c1		b1+b2a1		3 3	
1	1		3	b1+b2c2	2.5	2 2 2	2.25
1	1	a1+b2a2		a1+b1c2		2 2 2	
3	1	a1+b2c1		b1+a1b2c2		3 3	
2	1		3		3.5	3 3	2.5714
1	1	a1+b2a2		a1+b1c2		2 2 2	
3	1	a1+b2c1		b1+a1b2		3 3	
3	1		3	b1+a1c2	3	3 3	2.5714
2	1	a1+b2a2		a1+b1a2		3 3	
1	1			a1+c2a2		2 2 2	
1	1		3	b1-a1,b2,c2	2.4	2 2 2	2.25
2	1	a1+b2a2		a1+b1c2		3 3	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
2	1		3	b1+c2b2	3	3 3	2.5714
2	1	a1+b2a2		a1+b1c2a2		3 3	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
3	1		3	b1+c2b2	3.3333	3 3	2.5714
2	1	a1+b2c1		a1+a2(b1,c2)		3 3	
2	1			b1+b2a1		3 3	
1	1		3	b1+b2c2	3	2 2 2	2.5714
2	1	a1+b2c1		a1+b1c2		3 3	
2	1			b1+a1b2		3 3	
2	1		3	b1+a1c2	3	3 3	3

2	1	a1+b2c1		a1+b1c2a2		3 3	
2	1			b1+b1c2a2		3 3	
3	1			3		4 3 3	3
2	1	a1+b2a2c1		a1+a2(b1,c2)		3 3	
3	1			b1+b2a1		3 3	
1	1			4 b1+b2c2		3 2 2 2	2.5714
2	1	a1+b2a2c1		a1+b1c2		3 3	
3	1			b1+a1b2c2		3 3	
2	1			4		3.5 3 3	3
2	1	a1+b2a2c1		a1+b1c2a2		3 3	
3	1			b1+a1b2		3 3	
3	1			4 b1+a1c2		3.3333 3 3	3
3	1	a1+b2a2		a1+a2(b1,c2)		3 3	
1	1			b1+a1,b2,c2		2 2 2	
1	1			3		2.4 2 2 2	2.25
3	1	a1+b2a2		a1+b1c2a1		3 3	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
2	1			3 b1+c2b2		3.3333 3 3	2.5714
3	1	a1+b2a2		a1+b1c2		3 3	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
3	1			3 b1+c2b2		3 3 3	2.5714
3	1	a1+b2a2c2		a1+a2(b1,c2)		3 3	
2	1			b1+b2a1		3 3	
1	1			4 b1+b2c2		3 2 2 2	2.5714
3	1	a1+b2a2c2		a1+b1c2a2		3 3	
2	1			b1+a1b2		3 3	
2	1			4 b1+a1c2		3.3333 3 3	3
3	1	a1+b2a2c2		a1+b1c2		3 3	
2	1			b1+a1b2c2		3 3	
3	1			4		3.5 3 3	3
3	1	a1+b2c1		a1+a2(b1,c2)		3 3	
3	1			b1+b2a1		3 3	
1	1			3 b1+b2c2		3 2 2 2	2.5714
3	1	a1+b2c1		a1+b1c2a2		3 3	
3	1			b1+a1b2c2		3 3	
2	1			3		4 3 3	3
3	1	a1+b2c1		a1+b1c2		3 3	
3	1			b1+a1b2		3 3	
3	1			3 b1+a1c2		3 3 3	3
				84		83.1332	70.3568
				84		83.1333	70.3571
				0.518519		0.513169	0.434303



## ภาคผนวก ข.

## วิธีการออกไปของกลุ่มข้อมูลทีผ่านสวิตช์ขนาด 3x3 (C111.XLS)

ตารางอธิบายวิธีการหาค่าของอัตราปริมาณงานของกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญระดับเดียว และกลุ่มข้อมูลที่มีความสำคัญ 2 ระดับ เมื่อสวิตช์มีขนาด 3x3

C	คือ เมื่อ $H=0.3333$ กำหนดให้กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขาที่ 1 ในระยะเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขาที่ 3 ในระยะเวลาที่ 2 เมื่อ $H=0.6667$ กำหนดให้กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขาที่ 1, 2 ในระยะเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาที่ขาที่ 1, 3 ในระยะเวลาที่ 2
111	คือ อัตราปริมาณงานของสวิตช์ขนาด 3x3 เมื่อระยะเวลาที่ 1 มีกลุ่มข้อมูล ที่มีปลายทางไปยังขาออกขาที่ 1 เข้ามาที่ขาเข้าขาที่ 1, 2, และ 3
.XLS	คือ ตารางที่เขียนบน Microsoft Excel Worksheet
t2, t1	คือ ระยะเวลาที่ 2, 1
Throughput	คือ อัตราปริมาณงานเฉลี่ย
H	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน
a1+c2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในระยะเวลาที่ 1 และ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 3 ในระยะเวลาที่ 2 ที่ผ่านสวิตช์ออกไปได้
$H=0.3333$	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามา 1 ใน 3 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ที่เข้ามาทั้งหมด
$H=0.6667$	คือ จำนวนกลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามา 2 ใน 3 ของจำนวนกลุ่มข้อมูล ที่เข้ามาทั้งหมด
$H=L=1$	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อน หรือ ไม่มีสิทธิ์ก่อนเข้ามาทั้งหมด
a1+b1, a2, c2	คือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในระยะเวลาที่ 1 ออกไปและ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 2 ในระยะเวลาที่ 1 หรือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 1 ในระยะเวลาที่ 2 หรือ กลุ่มข้อมูลที่มีสิทธิ์ก่อนที่เข้ามาที่ขาที่ 3 ในระยะเวลาที่ 2 ออกไป

t2	t1	H=0.3333	Throughput	H=0.6667	Throughput	H=L=1	Throughput
1	1	a1+c2		a1+b1,a2,c2		2 2 2	
1	1			b1+a1,c2		2 2 2	
1	1		2		2	2 2 2	2
1	1	a1+c2(a2,b1)		a1+c2(b1,a2)		2 2 2	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
2	1		3		3	3 3	2.25
1	1	a1+c2(a2,b1)		a1+c2(b1,a2)		2 2 2	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
3	1		3		3	3 3	2.25
1	1	a1+c2(a2,b1)		a1+b1,a2,c2		2 2 2	
2	1			b1+b2(a1,c2)		3 3	
1	1		2		2.4	2 2 2	2.25
1	1	a1+c2(a2,b1)		a1+c2(b1,a2)		2 2 2	
2	1			b1+c2a1		3 3	
2	1		3		3	3 3	2.5714
1	1	a1+c2(a2,b1)		a1+c2(b1,a2)		2 2 2	
2	1			b1+a1b2c2		3 3	
3	1		3		3.3333	3 3	2.5714
1	1	a1+c2		a1+b1,a2,c2		2 2 2	
3	1			b1+b2(a1,c2)		3 3	
1	1		2		2.4	2 2 2	2.25
1	1	a1+c2(a2,b1)		a1+c2(b1,a2)		2 2 2	
3	1			b1+a1b2c2		3 3	
2	1		3		3.3333	3 3	2.5714
1	1	a1+c2(a2,b1)		a1+c2(b1,a2)		2 2 2	
3	1			b1+c2a1		3 3	
3	1		3		3	3 3	2.5714
2	1	a1+c2a2		a1+a2(b1,c2)		3 3	
1	1			b1+a1,c2		2 2 2	
1	1		3		2.5	2 2 2	2.25
2	1	a1+c2b2		a1+b1(a2,c2)		3 3	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
2	1		3		3	3 3	2.5714
2	1	a1+c2a2b1		a1+b1c2a2		3 3	
1	1			b1+c2a1		2 2 2	
3	1		4		3.5	3 3	2.5714
2	1	a1+c2a2		a1+a2(b1,c2)		3 3	
2	1			b1+b2(a1+c2)		3 3	
1	1		3		3	2 2 2	2.5714
2	1	a1+c2b1		a1+b1(a2,c2)		3 3	
2	1			b1+a1c2		3 3	
2	1		3		3	3 3	3

2	1	$a1+c2a2b1$		$a1+b1c2a2$		3 3	
2	1			$b1+b1c2a2$		3 3	
3	1		4			4 3 3	3
2	1	$a1+c2a2$		$a1+a2(b1,c2)$		3 3	
3	1			$b1+b2(a1+c2)$		3 3	
1	1		3			3 2 2 2	2.5714
2	1	$a1+c2b2$		$a1+b1(a2,c2)$		3 3	
3	1			$b1+a1b2c2$		3 3	
2	1		3			3.3333 3 3	3
2	1	$a1+c2a2b1$		$a1+b1c2a2$		3 3	
3	1			$b1+a1c2$		3 3	
3	1		4			3.5 3 3	3
3	1	$a1+c2a2$		$a1+a2(b1,c2)$		3 3	
1	1			$b1+a1,c2$		2 2 2	
1	1		3			2.5 2 2 2	2.25
3	1	$a1+c2b2a2$		$a1+b1c2a1$		3 3	
1	1			$b1+c2a1$		2 2 2	
2	1		4			3.5 3 3	2.5714
3	1	$a1+c2b2$		$a1+b1(a2,c2)$		3 3	
1	1			$b1+c2a1$		2 2 2	
3	1		3			3 3 3	2.5714
3	1	$a1+c2a2$		$a1+a2(b1,c2)$		3 3	
2	1			$b1+b2(a1,c2)$		3 3	
1	1		3			3 2 2 2	2.5714
3	1	$a1+c2a2b1$		$a1+b1c2a2$		3 3	
2	1			$b1+a1c2$		3 3	
2	1		4			3.5 3 3	3
3	1	$a1+c2b1$		$a1+b1(a2,c2)$		3 3	
2	1			$b1+a1b2c2$		3 3	
3	1		3			3.3333 3 3	3
3	1	$a1+c2a2$		$a1+a2(b1,c2)$		3 3	
3	1			$b1+b2(a1,c2)$		3 3	
1	1		3			3 2 2 2	2.5714
3	1	$a1+c2a2b1$		$a1+b1c2a2$		3 3	
3	1			$b1+a1b2c2$		3 3	
2	1		4			4 3 3	3
3	1	$a1+c2b1$		$a1+b1(a2,c2)$		3 3	
3	1			$b1+a1c2$		3 3	
3	1		3			3 3 3	3
			84			83.1332	70.3568
			84			83.1333	70.3571
			0.618519			0.513169	0.434303





### ประวัติผู้เขียน

นายฉัฐกิจ ทองสว่าง เกิดวันที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2498 ที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทเวศร์ ในปีการศึกษา 2526 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2535 ปัจจุบันเป็นพนักงานรัฐวิสาหกิจ ตำแหน่งวิศวกรระดับ 6 ศูนย์โทรคมนาคมเชียงใหม่ อำเภอเมือง เชียงใหม่ สำนักงานการสื่อสารโทรคมนาคมเขตเหนือ การสื่อสารแห่งประเทศไทย



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย