

Midterm Exam

Item	Demand Probability			
	0	1	2	3
A	0.3	0.3	0.3	0.1
B	0.4	0.3	0.2	0.1
C	0.2	0.3	0.3	0.2
D	0.1	0.3	0.2	0.2
E	0.2	0.2	0.4	0.2

The store manager decided not to keep the overall inventories of all items more than 10 units. If some demand can not be fulfilled, they are measured as lost sales.

Cost per unit of each item A= 2, B=3, C=2, D=4 and E=1 # respectively holding cost per unit per period of each item = 10% of cost/unit.

Lost sales per unit A= 2.5, B=3.75, C=2.6, D=5 and E=1.25 # respectively develop the best policy (Reorder Point and Order Quality) or each item such that the total expected cost is minimized.



สรุปได้ว่านโยบายที่ดีที่สุดคือ เมื่อสินค้า C , D และ E เหลือน้อยกว่า 3 ชิ้น สินค้า B เหลือน้อยกว่า 1 ให้สั่งซื้อสินค้าจนเต็ม คือ C, D, E สั่งจนเต็ม Stock 3 ชิ้น และ B สั่งจนเต็ม Stock 1 ชิ้น สินค้า A ไม่มีการสั่งโดยจะยอมให้เกิด Lost Sale ซึ่งจะมีต้นทุนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 21,286

เวลาในการคำนวณด้วยโปรแกรม Math Lab ทั้งสิ้น นโยบายละ 1 นาที 20 วินาที หรือทั้งหมดประมาณ 2 ชั่วโมง

ตารางแสดงต้นทุนในแต่ละนโยบาย โดยเรียงลำดับจากนโยบายที่ดีที่สุดไปนโยบายที่แย่ที่สุด

Reorder Point & Order Quality	A	B	C	D	E	Cost
Policy 1	0	1	3	3	3	21,286
Policy 2	1	0	3	3	3	21,299
Policy 3	1	1	3	3	2	21,299
Policy 4	1	1	2	3	3	21,363
Policy 5	2	0	3	3	2	21,389
Policy 6	2	0	2	3	3	21,453
Policy 7	2	1	2	3	2	21,453
Policy 8	2	1	3	3	1	21,530
Policy 9	2	1	1	3	3	21,619



ตารางแสดงต้นทุนในแต่ละนโยบาย โดยเรียงลำดับจากนโยบายที่ดีที่สุดไปนโยบายที่แย่ที่สุด(ต่อ)

Reorder Point & Order Quality	A	B	C	D	E	Cost
Policy 10	3	0	2	3	2	21,619
Policy 11	3	0	3	3	1	21,696
Policy 12	0	2	3	3	2	21,709
Policy 13	3	1	2	3	1	21,760
Policy 14	0	2	2	3	3	21,773
Policy 15	2	1	3	1	3	21,773
Policy 16	3	1	3	3	0	21,773
Policy 17	1	2	2	3	2	21,786
Policy 18	3	0	1	3	3	21,786
Policy 19	3	1	1	3	2	21,786
Policy 20	1	1	3	2	3	21,824
Policy 21	1	2	3	3	1	21,862
Policy 22	2	0	3	2	3	21,914
Policy 23	2	1	3	2	2	21,914
Policy 24	3	0	3	1	3	21,939
Policy 25	3	1	3	1	2	21,939
Policy 26	1	2	1	3	3	21,952
Policy 27	2	1	2	2	3	21,978
Policy 28	3	1	2	1	3	22,003
Policy 29	2	2	2	3	1	22,016
Policy 30	2	2	3	3	0	22,029
Policy 31	2	2	1	3	2	22,042
Policy 32	3	1	0	3	3	22,054
Policy 33	3	0	3	2	2	22,080
Policy 34	1	2	3	1	3	22,106
Policy 35	3	0	2	2	3	22,144
Policy 36	3	1	2	2	2	22,144
Policy 37	2	2	3	1	2	22,195
Policy 38	3	1	3	2	1	22,221
Policy 39	0	2	3	2	3	22,234
Policy 40	1	2	3	2	2	22,246
Policy 41	2	2	2	1	3	22,259
Policy 42	3	2	2	3	0	22,259
Policy 43	0	3	2	3	2	22,310
Policy 44	1	2	2	2	3	22,310
Policy 45	2	2	0	3	3	22,310
Policy 46	3	1	1	2	3	22,310
Policy 47	3	2	1	3	1	22,349
Policy 48	3	1	3	0	3	22,362
Policy 49	0	3	3	3	1	22,387

ตารางแสดงต้นทุนในแต่ละนโยบาย โดยเรียงลำดับจากนโยบายที่ดีที่สุดไปนโยบายที่แย่ที่สุด(ต่อ)

Reorder Point & Order Quality	A	B	C	D	E	Cost
Policy 50	2	2	2	2	2	22,400
Policy 51	3	2	2	1	2	22,426
Policy 52	1	3	2	3	1	22,464
Policy 53	0	3	1	3	3	22,477
Policy 54	1	3	3	3	0	22,477
Policy 55	2	2	3	2	1	22,477
Policy 56	3	2	0	3	2	22,477
Policy 57	1	3	1	3	2	22,490
Policy 58	3	2	3	1	1	22,502
Policy 59	2	2	1	2	3	22,566
Policy 60	3	2	1	1	3	22,592
Policy 61	2	2	3	0	3	22,618
Policy 62	0	3	3	1	3	22,630
Policy 63	2	3	2	3	0	22,630
Policy 64	1	3	3	1	2	22,643
Policy 65	1	3	2	1	3	22,707
Policy 66	3	2	2	2	1	22,707
Policy 67	2	3	1	3	1	22,720
Policy 68	3	2	3	2	0	22,720
Policy 69	3	2	1	2	2	22,733
Policy 70	1	3	0	3	3	22,758
Policy 71	0	3	3	2	2	22,771
Policy 72	3	2	3	0	2	22,784
Policy 73	2	3	2	1	2	22,797
Policy 74	0	3	2	2	3	22,835
Policy 75	1	3	2	2	2	22,848
Policy 76	2	3	0	3	2	22,848
Policy 77	3	2	2	0	3	22,848
Policy 78	2	3	3	1	1	22,874
Policy 79	1	3	3	2	1	22,925
Policy 80	2	3	1	1	3	22,963
Policy 81	3	3	1	3	0	22,963
Policy 82	3	2	0	2	3	23,002
Policy 83	1	3	1	2	3	23,014
Policy 84	1	3	3	0	3	23,066
Policy 85	2	3	2	2	1	23,078
Policy 86	2	3	3	2	0	23,091
Policy 87	2	3	1	2	2	23,104
Policy 88	3	3	2	1	1	23,104
Policy 89	3	3	3	1	0	23,117

ตารางแสดงต้นทุนในแต่ละนโยบาย โดยเรียงลำดับจากนโยบายที่ดีที่สุดไปนโยบายที่แย่ที่สุด(ต่อ)

Reorder Point & Order Quality	A	B	C	D	E	Cost
Policy 90	3	3	1	1	2	23,130
Policy 91	2	3	3	0	2	23,155
Policy 92	3	3	0	3	1	23,155
Policy 93	2	3	2	0	3	23,219
Policy 94	3	3	2	2	0	23,322
Policy 95	2	3	0	2	3	23,373
Policy 96	3	3	2	0	2	23,386
Policy 97	3	3	0	1	3	23,398
Policy 98	3	3	1	2	1	23,411
Policy 99	3	3	3	0	1	23,462
Policy 100	3	3	0	2	2	23,539
Policy 101	3	3	1	0	3	23,552



การกำหนดนโยบายหลัก

เนื่องจากไม่มีค่า Setup Cost ดังนั้นสั่งสินค้าได้บ่อยโดยไม่เกิดต้นทุนการตั้ง ดังนั้น

1. ถ้าสินค้าไม่เต็ม Stock ตามที่กำหนดไว้ของแต่ละสินค้าในทุกๆ Period จะสั่งสินค้าเข้าจนเต็ม โดยจำนวนสินค้าที่สั่งขึ้นอยู่กับนโยบายรอง
2. Stock รวมของสินค้ากำหนดไว้ให้เท่ากับ 10 เสมอ ทั้งนี้เนื่องจากการลดขนาดจำนวน Stock รวมลงจะทำให้เกิด Lost Sale มากยิ่งขึ้น ต้นทุนก็เพิ่มขึ้น ดังนั้นเพื่อลดจำนวนทางเลือกที่เป็นไปได้ในการกำหนดนโยบายรอง และขจัดทางเลือกที่ไม่จำเป็น จึงกำหนด Stock รวมของสินค้าไว้ให้เท่ากับ 10

การกำหนดนโยบายรอง

นโยบายรองมีจำนวนทางเลือก 101 ทางเลือก ซึ่งใน 101 ทางเลือกนี้ได้ปฏิบัติตามนโยบายหลักแล้ว เช่น นโยบายที่ 1 (Policy 1) เมื่อสินค้า A, C และ E เหลือน้อยกว่า 3 ชิ้น สินค้า B เหลือน้อยกว่า 1 ให้สั่งเข้าคลังสินค้าจนเต็ม คือ A, C, E สั่งจนเต็ม Stock 3 ชิ้น และ B สั่งจนเต็ม Stock 1 ชิ้น สินค้า D ไม่มีการสั่งจะยอมให้เกิด Lost Sale ดังนั้น Stock รวมเท่ากับ $3 + 3 + 3 + 1 + 0 = 10$

ขั้นตอนทำ Markov Chain

- สร้าง Transition Probability (P) ซึ่งมีขนาด 1024 x 1024 โดยขนาดของ Transition Probability เกิดจาก Combination ของ 5 สินค้า ซึ่งแต่ละสินค้าจะมี 4 Transition เช่น ถ้าสินค้า A ถึง E กำหนดระดับ Stock เท่ากับ 2 ดังนั้น Transition ที่จะเกิดขึ้นได้ของสินค้า A คือ -1, 0, 1, 2 สินค้าอื่นก็เช่นเดียวกัน โดย -1 คือ เกิด Lost Sale , 0 คือ สินค้าหมด Stock พอดี , 1 คือ สินค้าอยู่ใน Stock 1 ขึ้น , 2 คือ สินค้าอยู่ใน Stock 2 ขึ้นซึ่งก็คือระดับ Max Stock ของสินค้านั้นๆ ดังนั้นทำ Combination ได้ $4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 = 4^5 = 1024$ ซึ่งการกำหนดระดับ Stock อื่นๆ ของแต่ละสินค้าก็จะได้จำนวน Transition = 1024 เช่นเดียวกัน

การสร้าง Probability ต้องพิจารณา Demand ของแต่ละสินค้าที่เกิดขึ้น ลองพิจารณา Transition ดังนี้ (กำหนดระดับ Stock เท่ากับ 2)

A					2	
	B				2	
		C			2	
				D		1
					E	-1
0	0	0	0	0	0	

Transition นี้ สินค้า A ใน Period ก่อนเป็น 0 และ Period นี้เป็น 2 แสดงว่าสั่งสินค้าเข้ามา 2 ชิ้น และไม่เกิด Demand ดังนั้น Prob A = 0.3 , สินค้า B ใน Period ก่อนเป็น 0 และ Period นี้เป็น 2 แสดงว่าสั่งสินค้าเข้ามา 2 ชิ้น และไม่เกิด Demand ดังนั้น Prob B = 0.4 , สินค้า C ใน Period ก่อนเป็น 0 และ Period นี้เป็น 2 แสดงว่าสั่งสินค้าเข้ามา 2 ชิ้น และไม่เกิด Demand ดังนั้น Prob C = 0.2 , สินค้า D ใน Period ก่อนเป็น 0 และ Period นี้เป็น 1 แสดงว่าสั่งสินค้าเข้ามา 2 ชิ้นแล้วมี Demand เป็น 1 ดังนั้น Prob D = 0.3 , สินค้า E ใน Period ก่อนเป็น 0 และ Period นี้เป็น -1 แสดงว่าสั่งสินค้าเข้ามา 2 ชิ้นแล้วมี Demand เป็น 3 ดังนั้น Prob E = 0.2 (ทั้งหมดนี้ต้องดูตาราง Probability ที่โจทย์ประกอบไปด้วยเพื่อความเข้าใจ) ดังนั้น Probability ของ Transition นี้คือ $0.3 \times 0.4 \times 0.2 \times 0.3 \times 0.2 = 0.00144$ ทำเช่นนี้ไป 1024 ครั้ง จะได้ Transition Probability ใน 1 Row โดยใน Row อื่นๆ ที่เหลือสามารถ Copy Row ที่คำนวณแล้วได้เลย เนื่องจาก Transition Probability จะเหมือนกัน

- สร้าง Transition Return(Cost) (R) ซึ่งมีขนาดเช่นเดียวกับ Transition Probability (P) โดย Cost เกิดขึ้นจากจาก 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ 1) ต้นทุนการซื้อสินค้าเข้าคลัง 2) ต้นทุน Holding Cost หรือ ต้นทุน Lost Sale ใดๆอย่างหนึ่ง วิธีการคิดเช่น สินค้า A เมื่อ Period ที่แล้วมี Transition เป็น -2 (เกิด Lost sale เมื่อ Period ที่แล้ว) ดังนั้น Period นี้ จะต้องสั่งสินค้าจำนวนเต็ม Stock นั่นก็คือ 1 ดังนั้นต้นทุนการซื้อสินค้าเข้าคลังเป็น ค่าใช้จ่าย = 2 จำนวน

สินค้า = 1 ดังนั้น $2 \times 1 = 2$ และถ้าใน Period นี้เกิด Demand เท่ากับ 2 ดังนั้นจะเกิด Lost sale 1 ชิ้น และไม่มี Holding Cost ต้นทุนเป็น 2.5 สรุปแล้วสินค้า A มีต้นทุนเกิดขึ้นเท่ากับ $2 + 2.5 = 4.5$ นั่นเอง

เมื่อคิดต้นทุนของแต่ละสินค้าแล้วนำทุกๆ สินค้ามารวมกันก็จะเกิดต้นทุนรวมของแต่ละ Transition ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จำนวน 1,048,576 ครั้ง ก็จะได้ Transition Return (Cost) (R) 1024×1024

3. หาค่า π 1 ถึง 1024

เนื่องจากทุกๆ Column มีค่า Transition Probability (P) เดียวกัน ดังนั้น ไม่ว่า Row ใดๆ ใน 1024 Row ก็คือค่า π นั่นเอง

4. คำนวณต้นทุนโดยนำค่า π ไปคูณกลับ Transition Return(Cost) (R) โดยคูณทีละ Column จนครบ 1024 Column แล้วนำค่าทั้งหมดมารวมกัน จะได้เป็นต้นทุนรวมของ Policy ที่พิจารณา

5. ทำขั้นตอนที่ 1 ถึง 4 ทุก Policy คือ 101 ครั้ง

ดังนั้นจะมี Transition Probability (P) ทั้งหมด 101 ตาราง

Transition Return(Cost) (R) ทั้งหมด 101 ตารางเช่นกัน

การเขียนโปรแกรม MathLab

ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ

1. ส่วนโปรแกรมหลัก mid.m
2. ส่วน Function policyall

1. mid.m

```

clc
clear
[m] = policyall();
maxstock = 2;
[nn,cc]=size(m);
for p=1:nn
    clear prob proba totala totala1 totala2 x y
    i=1;
    maxa=m(p,1);
    maxb=m(p,2);
    maxc=m(p,3);
    maxd=m(p,4);
    maxe=m(p,5);
    mina=maxa-3;
    minb=maxb-3;
    minc=maxc-3;
    mind=maxd-3;
    
```



```
i = 0;
j = 0;
```

```
%กลุ่ม For ดังกล่าวนี้เป็น Transition ต้นคาน
```

```
for za= mina:maxa
for zb= minb:maxb
for zc= minc:maxc
for zd= mind:maxd
for ze= mine:maxe
    i=i+1;
    j=0;
    if za<= 0
        ordera =0;
    else
        ordera = za;
    end
    if zb<= 0
        orderb =0;
    else
        orderb = zb;
    end
    if zc<= 0
        orderc =0;
    else
        orderc = zc;
    end
    if zd<= 0
        orderd =0;
    else
        orderd = zd;
    end
    if ze<= 0
        ordere =0;
    else
        ordere = ze;
    end
end
```

```
%ค่าใช้จ่ายในการซื้อสินค้า A , B , C , D , E (Transition ต้นคาน(n))
```

```
ca=(maxa-ordera)*2;
cb=(maxb-orderb)*3;
cc=(maxc-orderc)*2;
cd=(maxd-orderd)*4;
ce=(maxe-ordere)*1;
```

```
%กลุ่ม For ดังกล่าวนี้เป็น Transition ปลายคาน
```

```
for a= mina:maxa
    for b= minb:maxb
        for c= minc:maxc
            for d=mind:maxd
                for e=mine:maxe
                    j=j+1;
```

```
%ค่าใช้จ่าย Holding Cost หรือ Lost Sale ของสินค้า A , B , C , D , E (Transition ปลายคาน(n+1))
```

```
if a < 0
    %Lost Sale
    invena =2.5;
elseif a >=0
    %Holding Cost
    invena =a*0.2;
end
if b < 0
    invenb =3.75;
elseif b >=0
    invenb =b*0.3;
end
if c < 0
    invenc =2.6;
elseif c >=0
    invenc =c*0.2;
end
if d < 0
    invend =5;
```



```

elseif d>=0
    invend =d*0.4;
end
if e< 0
    invene =1.25;
elseif e>=0
    invene =e*0.1;
end

%ค่าใช้จ่ายรวมทั้งซื้อสินค้า และ Holding Cost หรือ Lost Sale ทุกชนิด
totala(i,j) = ca+invena+cb+invenb+cc+invenb+cd+inwend+ce+invene;
end
end
end
end
totala1=totala(:,1:512);
totala2=totala(:,513:1024);
%end Calculate cost

for i=2:512
    prob(:,i)=prob(:,1);
end
x=totala1.*prob;
y=totala2.*prob;
xx=sum(x);
yy=sum(y);
format bank
Mincost=sum(xx')+sum(yy');
%plot(proba);
fprintf('A=%f B=%f C=%f D=%f E=%f Cost=%f \n',maxa,maxb,maxc,maxd,maxe,Mincost);

%เก็บผลการคำนวณต้นทุนใน Policy แต่ละแบบ
policy(p,1)=maxa;
policy(p,2)=maxb;
policy(p,3)=maxc;
policy(p,4)=maxd;
policy(p,5)=maxe;
policy(p,6)=Mincost;
end

```

2. Function policyall

```

function [m] = policyall(options)
ji=1;
for ja=0:3
    for jb=0:3
        for jc=0:3
            for jd=0:3
                for je=0:3
                    z=ja+jb+jc+jd+je;
                    if z==10
                        m(ji,1)=ja;
                        m(ji,2)=jb;
                        m(ji,3)=jc;
                        m(ji,4)=jd;
                        m(ji,5)=je;
                        ji=ji+1;
                    end
                end
            end
        end
    end
end
end
end
end

```

File ที่ แนบมาด้วยในแผ่น CD คือ

mid.m } File โปรแกรม Math Lab
policy.m }

mid.mat File ผลลัพธ์ Math Lab