



[보습편] 경영과학 · OR

출제예상 추가자료

- 제1장 선형계획법 : 모델화
- 제2장 선형계획법 : 그래프방법
- 제3장 선형계획법: 심플렉스법 신모형
- 제4장 수송모델
- 제5장 정수계획법
- 제6장 다기준 의사결정
- 제7장 네트워크 모델
- 제8장 PERT/CPM
- 제9장 의사결정론
- 제10장 마아코브 분석
- 제11장 대기행렬 모델
- 제12장 시뮬레이션 모델



자료 활용 안내

본 자료는
경영지도사 **경영과학편**,
공장관리기술사 **OR편**
완벽대비를 위한 **보습용**
자료입니다!

(CPEDU도서회원  무료제공)

공학박사/기술사/지도사 권오운 지음

제 1 장

선형계획법 : 모델화

[설레01] 선형계획법 : 모델화 일반적 구조 / 1-02

[설레02] 선형계획 모델의 가정 / 1-02

[설레03] 선형계획법 최소화문제 모델화 사례 : 인건비최소화 / 1-03

[설레04] 선형계획법 최대화문제 모델화 사례 : 투자수익최대화 / 1-03

[설레05] 선형계획법 최대화문제 모델화 사례 : 판매이익최대화 / 1-04

[설레06] 선형계획법 최소화문제 모델화 사례 : 광고비최소화 / 1-04

[설레07] 선형계획법 최소화문제 모델화 문제 : 농작비최소화 / 1-05

[설레08] 선형계획법 최대화문제 모델화 문제 : 판매이익최대화 / 1-05

[설레09] 선형계획법 최대화문제 모델화 문제 : 투자이익최대화 / 1-06

결정변수 : x_1 = TV에의 광고 횟수, x_2 = 일간지에의 광고 횟수

목적함수 : 최소화 $Z = 1x_1 + 2x_2$

제약조건 : $1x_1 + 2x_2 \geq 4$, $3x_1 + 2x_2 \geq 21$, $-1x_1 + 4x_2 \geq 7$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

설레 07 선형계획법 최소화문제 모델화 문제 : 농작비최소화

L씨는 700평의 농지를 소유하고 있는데 다음 조건으로 옥수수, 고추, 가지를 모두 심으려고 한다.

- ① 심으려는 농지의 250평 이상에는 옥수수를 심으려고 한다.
- ② 150평 이하의 농지에 고추를 심으려고 한다.
- ③ 옥수수와 가지를 심는 농지의 비율은 2 : 1이어야 한다.
- ④ 옥수수는 평당 25천원, 고추는 20천원, 가지는 15천원의 비용이 소요된다. 총비용을 최소로 하는 각 농작물을 심는 평수를 구하는 선형계획 모델을 작성하라.

해설

결정변수 : x_1 = 옥수수 심는 평수, x_2 = 고추 심는 평수, x_3 = 가지 심는 평수

목적함수 : 최소화 $Z = 25x_1 + 20x_2 + 15x_3$

제약조건 : $x_1 + x_2 + x_3 = 700$, $x_1 \geq 250$, $x_2 \leq 150$, $\frac{x_1}{x_2} = \frac{2}{1} \rightarrow 1x_1 - 2x_2 = 0$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

설레 08 선형계획법 최대화문제 모델화 문제 : 판매이익최대화

M사는 고객의 주문을 받아 위스키를 생산한다. 특정 혼합물은 귀리와 옥수수로 구성된다. 회사는 최소한 500kg의 위스키 주문을 받아서 1주일 내에 생산 완료하고자 한다.

- * 고객은 주문이 적어도 40%의 귀리를 포함해야 하지만 옥수수는 250kg을 초과해서는 안 된다고 요구하고 있다. 고객은 또한 귀리와 옥수수의 비율은 2 : 1로 혼합해야 한다고 요구하고 있다. M사는 매주 600kg의 위스키를 생산할 능력을 갖고 있다. 위스키는 kg당 5만원씩 받고 판매한다. M사는 귀리는 kg당 3만원씩, 그리고 옥수수는 2만원씩 주고 구매한다.
- * M사는 고객의 요구를 만족시키고 이익을 최대화 하는 혼합물 배합을 결정하고자 한다. 선형계획 모델을 작성하라.

해설

결정변수 : x_1 = 귀리의 kg, x_2 = 옥수수의 kg

목적함수 : 최대화 $Z = 2x_1 + 3x_2$

제약조건 : $1x_1 + 1x_2 \geq 500$, $1x_1 \geq 0.4(x_1 + x_2)$

$$x_2 \leq 250, 1x_1 - 2x_2 = 0$$

$$1x_1 + 1x_2 \leq 600, x_1, x_2 \geq 0$$

제 2 장

선형계획법 : 그래프방법

- [실례01] 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이1 / 2-02
 - [실례02] 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이2 / 2-03
 - [실례03] 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이3 / 2-05
 - [실례04] 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이4 / 2-06
 - [실례05] 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이5 / 2-08
 - [실례06] 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이6 / 2-09
 - [실례07] 선형계획법 : 그래프방법 관련 특수문제 / 2-10
 - [실례08] 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이7 / 2-11
 - [실례09] 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이8 / 2-12
-

①, ②식을 연립시켜 풀면 $x_1=4, x_2=5$ 가 구해지고, 이들 값을 목적함수 식에 대입하면

$$Z = 6x_1 + 8x_2 = 6 \times 4 + 8 \times 5 = 64$$

∴ 최적해는 $x_1=0.6, x_2=1.2$ 이고, 이때 $Z=6.6$

(3) 최적해의 결정 : 꼭지점 탐색

* 그림에서 가해영역의 꼭지점은 A와 B이다.

* 꼭지점 B의 좌표를 구하기 위해서는 아래 두 등식 ①, ②를 연립하여 풀면 된다.

$$3x_1 + 1x_2 = 3 \dots\dots\dots ①$$

$$1x_1 + 2x_2 = 2.5 \dots\dots\dots ②$$

①, ②식을 연립시켜 풀면 $x_1=0.7, x_2=0.9$ 가 구해지고, 이들 값을 목적함수 식에 대입하면

꼭지점	좌표	Z 값
A	(0.6, 1.2)	$3 \times 0.6 + 4 \times 1.2 = 6.6$ (최대)
B	(0.7, 0.9)	$3 \times 0.7 + 4 \times 0.9 = 5.7$

* 목적함수 값 Z를 최대화하는 최적해는 꼭지점 A에서 달성된다.

실례 04 선형계획법 : 그래프방법 종합 문제풀이4

다음과 같은 최대화 문제가 주어졌을 때 그래프 방법을 사용하여 물음에 답하라.

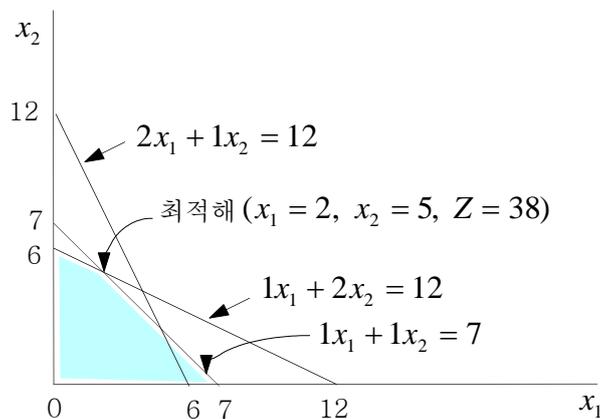
최대화 $Z = 4x_1 + 6x_2$

제약조건 : $2x_1 + 1x_2 \leq 12$ (자원 1), $1x_1 + 1x_2 \leq 7$ (자원 2), $1x_1 + 2x_2 \leq 12$ (자원 3)

$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

- (1) C_1 최적범위를 구하라.
- (2) C_2 의 최적범위를 구하라.
- (3) 자원 1의 잠재가격을 구하라.
- (4) 자원 2의 잠재가격을 구하라.
- (5) 자원 3의 잠재가격을 구하라.
- (6) b_1 의 실행가능범위를 구하라.
- (7) b_2 의 실행가능범위를 구하라.
- (8) b_3 의 실행가능범위를 구하라.

해설



- (1) 속박제약조건 등식 $1x_1 + 1x_2 = 7$ 의 기울기는 -1 이고 속박제약조건등식 $1x_1 + 2x_2 = 12$ 의 기울기는 $-\frac{1}{2}$ 이다. $-1 \leq -\frac{C_1}{C_2} \leq -\frac{1}{2} \rightarrow C_2 = 6$ 일 때 $\rightarrow -1 \leq -\frac{C_1}{6} \leq -\frac{1}{2} \rightarrow \therefore 3 \leq C_1 \leq 6$

[참고] $Z = C_1x_1 + C_2x_2$ $C_2x_2 = Z - C_1x_1$ $x_2 = \frac{Z}{C_2} - \frac{C_1}{C_2}x_1$
 속박제약조건식은 최적해 점을 지나는 조건식임.

- (2) $-1 \leq -\frac{C_1}{C_2} \leq -\frac{1}{2} \rightarrow C_1 = 4$ 일 때 $\rightarrow -1 \leq -\frac{4}{C_2} \leq -\frac{1}{2} \rightarrow \therefore 4 \leq C_2 \leq 8$
- (3) $2x_1 + 1x_2 \leq 12$ (자원 1)는 비속박제약조건식이다.

$2x_1 + 1x_2 \leq 12 \rightarrow 2x_1 + 1x_2 + s_1 = 12 \rightarrow 2(2) + 1(5) + s_1 = 12 \rightarrow s_1$ (잔여) = 3이고,
 자원 1의 잠재가격은 0이다(\because 잔여가 3만큼 있음).

[참고] 잠재가격은 그림자가격(shadow price)이라고도 함. b_i 는 우변상수.

- (4) $1x_1 + 1x_2 \leq 7$ (자원 2) $\rightarrow 1x_1 + 1x_2 = 8$ (b_2 을 1단위 증가시킴) ①

$1x_1 + 2x_2 \leq 12$ (자원 3) $\rightarrow 1x_1 + 2x_2 = 12$ ②

①, ②식을 연립시켜 풀면 $x_1 = 4, x_2 = 4$

$Z = 4x_1 + 6x_2 = 4(4) + 6(4) = 40 \therefore$ 자원 2의 잠재가격 = $40 - 38 = 2$

- (5) $1x_1 + 1x_2 \leq 7$ (자원 2) $\rightarrow 1x_1 + 1x_2 = 8$ ①

$1x_1 + 2x_2 \leq 12$ (자원 3) $\rightarrow 1x_1 + 2x_2 = 13$ (b_3 을 1단위 증가시킴) ②

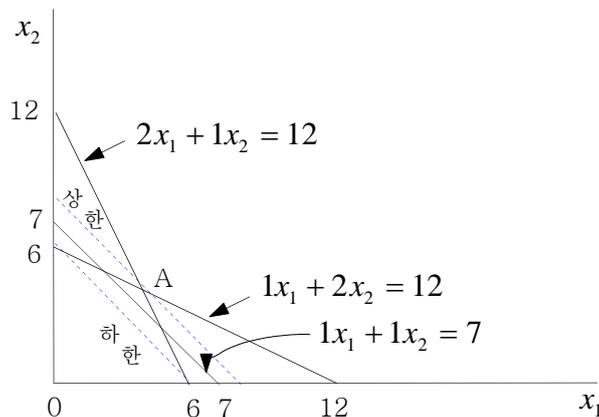
①, ②식을 연립시켜 풀면 $x_1 = 1, x_2 = 6$

$Z = 4x_1 + 6x_2 = 4(1) + 6(6) = 40 \therefore$ 자원 2의 잠재가격 = $40 - 38 = 2$

- (6) 비속박제약조건 등식 $2x_1 + 1x_2 \leq 12$ (자원 1)에 최적해인 $x_1 = 2, x_2 = 5$ 를 대입한다.

$2x_1 + 1x_2 = 2(1) + 1(5) = 9$ 이므로 b_1 의 실행가능범위는 $9 \leq b_1 < \infty$ 이다.

(7)



제 3 장

선형계획법: 심플렉스법 신모형

- [설레01] 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(일반형) 개념 / 3-02
- [설레02] 심플렉스법 최신모델(일반형) 최대화문제 해법 / 3-06
- [설레03] 심플렉스법 최신모델(일반형) 최소화문제 해법 / 3-12
- [설레04] 선형계획법 민감도 분석 (심플렉스법 표형 활용) / 3-15
- [설레05] 선형계획법 쌍대문제 해법 종합 / 3-17
- [설레06] 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(특수형) 개념 / 3-23
- [설레07] 심플렉스법 최신모델(특수형)의 최대화문제 해법 절차 / 3-24
- [설레08] 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(일반형) 문제풀이1 / 3-28
- [설레09] 선형계획법 : 쌍대문제 모델화 관련 문제풀이1 / 3-30
- [설레10] 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(일반형) 문제풀이2 / 3-31
- [설레11] 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(일반형) 문제풀이3 / 3-33
- [설레12] 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(일반형) 문제풀이4 / 3-34
- [설레13] 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(일반형) 문제풀이5 / 3-35
- [설레14] 선형계획법 : 쌍대문제 모델화 관련 문제풀이2 / 3-37
- [설레15] 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(일반형) 문제풀이6 / 3-37
- [설레16] 심플렉스법 최신모델(일반형) 민감도분석 문제풀이 / 3-39

(1) 목적함수 : 최대화 $Z = 5x_1 + 20x_2 + 25x_3$

제약조건 : $2x_1 + 1x_2 \leq 40, 2x_2 + 1x_3 \leq 30, 3x_1 - \frac{1}{2}x_3 \leq 15, x_1, x_2, x_3 \geq 0$

(2)

기본 변수	C_j	5	20	25	0	0	0	RHS
	C_b	x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	
s_1	0	2	1	0	1	0	0	40
s_2	0	0	2	1	0	1	0	30
s_3	0	3	0	$-\frac{1}{2}$	0	0	1	15
Z_j		0	0	0	0	0	0	0
$C_j - Z_j$		5	20	25	0	0	0	

(3) s_1, s_2, s_3 이며 이는 원점에 해당한다.

(4) $Z_1=0$ 이란 $x_1=1$ 이 되면 s_1 는 2, s_2 는 3만큼 감소하는데, 이로 인한 목적함수 값은 $(0 \times 2 + 0 \times 3) = 0$ 만큼 감소한다는 것을 의미하고, $C_1 - Z_1 = 5$ 란 $x_1=1$ 이 되면 $C_1=5$ 이기 때문에 목적함수 값은 $C_1 - Z_1 = 5 - 0 = 5$ 만큼 순증가한다는 것을 의미한다.

(5) 진입변수: x_3 , 퇴출변수: s_2

(6)

기본 변수	C_j	5	20	25	0	0	0	RHS
	C_b	x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	
s_1	0	2	1	0	1	0	0	40
x_3	25	0	2	1	0	1	0	30
s_3	0	3	1	0	0	1/2	1	30
		0	50	25	0	25	0	750
$C_j - Z_j$		5	-30	0	0	-25	0	

실례 12 선형계획법 : 심플렉스법 최신모델(일반형) 문제풀이4

다음과 같은 최대화 LP문제의 부분 심플렉스표가 주어졌을 때 물음에 답하여라.

기본변수	C_j	20	30	25	0	0	0	RHS
	C_b	x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	
		3	0	1	1	-2	0	100
		1	1	0	0	1	0	200
		-5	0	0	-2	4	1	400
Z_j								Z
$C_j - Z_j$								

- (1) 심플렉스표를 완성하라. (2) s_1 은 잔여변수인가? 혹은 잉여변수인가?
- (3) 기본변수는 무엇이며 그들의 값은 얼마인가?
- (4) 비기본변수는 무엇이며 그들의 값은 얼마인가?
- (5) 현재의 해는 최적해인가? 최적해라면 어느 것이 속박제약조건식인가?
만일 최적해가 아니라면 진입변수와 퇴출변수는 어느 것인가?
- (6) 현재의 해는 가능해인가? 설명하라.

해설

(1)

기본 변수	C_j	20	30	25	0	0	0	RHS
		C_b	x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	
x_3	25	3	0	1	1	-2	0	100
x_2	30	1	1	0	0	1	0	200
s_3	0	-5	0	0	-2	4	1	400
Z_j		105	30	25	25	-20	0	8,500
$C_j - Z_j$		-85	0	0	-25	20	0	

- (2) 잔여변수 (3) $x_2=200, x_3=100, s_3=400$ (4) $x_1=0, s_1=0, s_2=0$
- (5) 비기본변수인 s_2 의 $(C_j - Z_j) > 20$ 이므로 최적해는 아니다. 진입변수는 s_2 이고 퇴출변수는 s_3 이다.
- (6) 현재의 해는 가능해이다. 왜냐하면 “모든 변수 ≥ 0 ” 이기 때문이다.

실례 13 선형계획법 : 심플렉스법 최신모형(일반형) 문제풀이5

다음과 같이 제약조건식 A, B, C를 갖는 LP 모델을 심플렉스법에 따라 최적해를 구하고자 한다. [표 1]은 최초의 기본가능해이고 [표 2]는 그 이후에 나타나는 한 부분 심플렉스표이다.

목적함수 : 최대화 $Z = 70x_1 + 80x_2$ (이익 : 원)

제약조건 : A : $2x_1 + x_2 \leq 19$ (자원 1), B : $x_1 + x_2 \leq 14$ (자원 2)

C : $x_1 + 2x_2 \leq 20$ (자원 3), $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$

[표 1]

기본변수	C_j	70	80	0	0	0	RHS
		C_b	x_1	x_2	s_1	s_2	
		②	1	1	0	0	
		1	1	0	1	0	
		1	2	0	0	1	
							Z
$C_j - Z_j$							

제 4 장

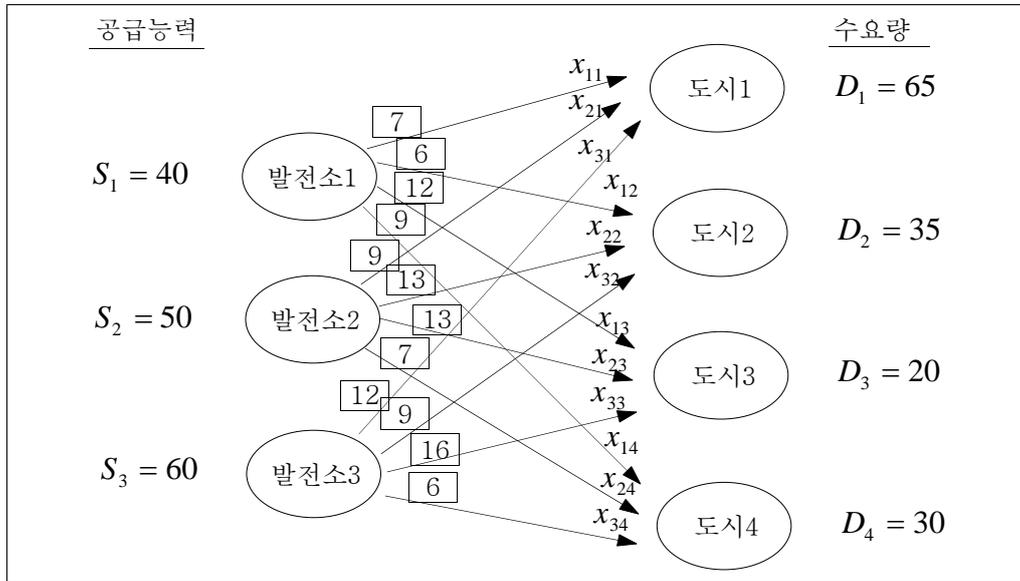
수송모델 특수형

[설레01] 제품의 수송문제 모델화 사례 / 4-02

[설레02] 흐름수송문제 모델화 사례 / 4-03

[설레03] 경유수송문제 (중개수송문제) 모델화 사례 / 4-04

[도표 2] N발전소의 송전 네트워크



* N전력의 송전수송 문제를 선형계획 모델로 표현하면 다음과 같다.

결정변수 : x_{ij} = 발전소 i 에서 도시 j 에 송전하는 전력공급량
 ($i=1, 2, 3 \quad j=1, 2, 3, 4$)

목적함수 : 최소화 $Z = 7x_{11} + 6x_{12} + 12x_{13} + 9x_{14} + 9x_{21} + 13x_{22}$
 $+ 13x_{23} + 7x_{24} + 12x_{31} + 9x_{32} + 16x_{33} + 6x_{34}$

제약조건 : $x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leq 40$ (발전소1의 공급능력)
 $x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leq 50$ (발전소2의 공급능력)
 $x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} \leq 60$ (발전소3의 공급능력)
 $x_{11} + x_{21} + x_{31} \leq 65$ (도시1의 수요량)
 $x_{12} + x_{22} + x_{32} \leq 35$ (도시2의 수요량)
 $x_{13} + x_{23} + x_{33} \leq 20$ (도시3의 수요량)
 $x_{14} + x_{24} + x_{34} \leq 30$ (도시4의 수요량)
 $x_{ij} \geq 0$

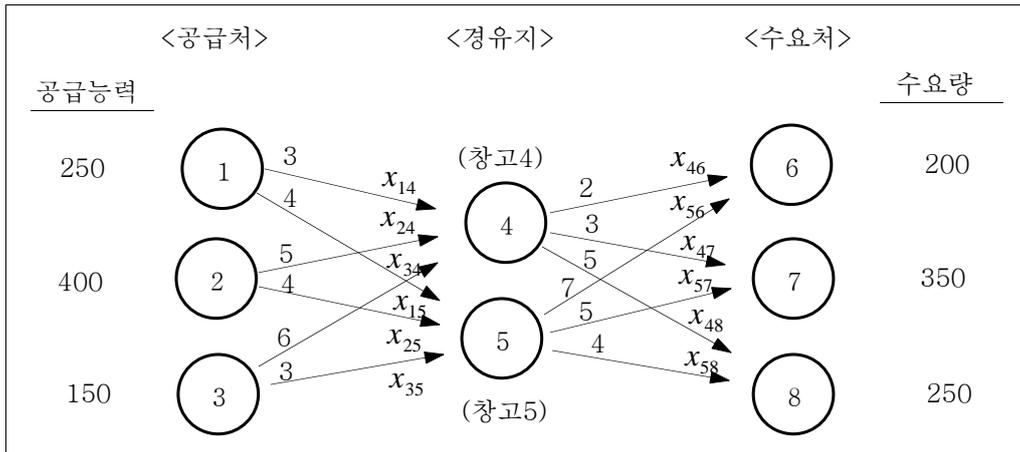
실례 03 경유수송문제 (중개수송문제) 모델화 사례

(1) 개요

* 일반적 수송문제는 공급처로부터 직접 제품의 수요처로 수송하는 경우이다. 그러나 제품이 최종 수요처에 이르기 전에 중간에 창고 또는 유통센터와 같은 경유지(또는 중개소, 중계소라고도 함)가 있다든지 공급처에서 다른 공급처를 또는 수요처가 다른 수요처를 경유지로 생각할 수 있다.

- * 여기서 공급처란 다른 지점에 제품을 공급하지만 다른 지점으로부터 제품을 공급받지 않는 지점을 말하고, 수요처란 제품을 공급받기만 하는 지점을 말한다. 한편 경유지란 제품을 공급받아서 일시적으로 보관하였다가 이를 다른 지점에 수송하는 지점을 말한다.
- * [도표 1]은 경유수송 문제를 나타내는 네트워크의 예이다.
공급처와 수요처는 각각 3곳이고 경유지는 중간에 2곳이 있으며 각 수송경로에 따른 단위당 비용과 각 공급처의 공급능력 및 각 수요처의 수요량이 그림에서와 같다고 가정한다.

[도표 1] 경유수송네트워크



- * 이 그림에서 창고들은 공급처로부터 제품을 공급받아 수요처에 모두 수송하기 때문에 각 창고에서 보면 유입량과 유출량은 똑같아야 한다.
공급받은 양(유입량)-공급한 양(유출량)=0
- * 일례로, 창고 4의 경우 공급처 1, 2, 3으로부터의 유입량은 수요처 6, 7, 8로의 유출량과 언제나 같아야 한다.
- * 이러한 경유수송문제는 수송표 작성에 있어 일반 수송문제와 차이가 있다. 일반 수송문제에서는 수송표의 크기가 $(m \times n)$ 이었으나 경유수송 문제에서는 $(m+n) \times (m+n)$ 이다.
- * [도표 1]에서 경유지는 공급처도 될 수 있고 수요처도 될 수 있기 때문에 경유수송표는 (5×5) 의 크기이다. [도표 1]은 공급처와 경유지간, 경유지와 수요처간 1단위당 수송비용을 나타내고 있다. 이 문제에서는 공급처에서 직접 수요처로는 수송을 할 수 없기 때문에 불가능한 수송경로에는 큰 비용(예컨대 100)을 부과함으로써 수송 자체를 불가능하게 만든다.
- * 이 문제의 경유수송표를 작성하면 [도표 2]와 같다.

[도표 2] 경유수송표

수요처 공급처	4	5	6	7	8	공급능력
1	3	4	100	100	100	250
2	5	4	100	100	100	400
3	6	3	100	100	100	150
4	100	100	2	3	5	
5	100	100	7	5	4	
수요량			200	350	250	

제 5 장

정수계획법

- [설레01] 정수계획 모델의 형태와 해법 종류별 모델화 사례 / 5-02
 - [설레02] 정수계획법의 해법 : 그래프 방법 / 5-02
- [설레03] 정수계획법 : 정수배낭모델의 모형화 사례 / 5-03
- [설레04] 정수계획법 : 자본예산문제의 모델화 사례 / 5-04
- [설레05] 정수계획법 : 고정비용문제의 모델화 사례 / 5-05
- [설레06] 정수계획법 : 위치선정문제의 모델화 사례 / 5-07
- [설레07] 정수계획법 : 집단커버문제의 모델화 사례 / 5-09
- [설레08] 정수계획법 : 작업자 일정계획의 모델화 사례 / 5-10
- [설레09] 정수계획법 : 투자편드선정의 모델화 문제풀이 / 5-11
- [설레10] 정수계획법 : 건물신축 관련의 모델화 문제풀이 / 5-11
- [설레11] 정수계획법 : 고객카버문제의 모델화 문제풀이 / 5-12
- [설레12] 정수계획법 : 소요직원임금최소화의 모델화 문제풀이 / 5-13
- [설레13] 정수계획법 : 총이익최대 생산량결정 모델화 문제풀이 / 5-14
 - [설레14] 정수계획법 : 이익최대화 생산량 모델화 문제풀이 / 5-14
- [설레15] 정수계획법 : 준비비최소조건 이익최대 모델화 문제풀이 / 5-15

실례 14 정수계획법 : 이익최대화 생산량 모델화 문제풀이

B사는 제품 1, 2, 3을 두 개의 공정 A, B를 사용하여 생산한다. 각 제품의 단위당 이익, 제품별 공정별 생산시간, 공정별 총사용 가능시간(주), 제품별 예상수요량(주)은 다음 표와 같다.

공정 \ 제품	1	2	3	사용가능시간
A	3	6	5	2,000
B	5	7	4	1,800
단위당 이익(원)	7	9	8	
예상수요량	50~120	150~190	100~180	

* 회사는 제품생산을 위하여 두 공정 가운데서 하나를 사용할 수 있다. 그런데 공정 A를 사용하게 되면 준비비용 200원과 준비시간 30시간이 요구되며, 공정 B를 사용하게 되면 준비비용 150원과 준비시간 36시간이 요구된다.

* 이익을 최대로 하는 정수계획 모델을 작성하라.

해설

(1)

결정변수 : x_j = 제품 j 의 생산량 ($j=1, 2, 3$)

목적함수 : 최대화 $Z = 7x_1 + 9x_2 + 8x_3 - 200y_1 - 150y_2$

제약조건 : $3x_1 + 6x_2 + 5x_3 + 30y_1 \leq 2,000$

$5x_1 + 7x_2 + 4x_3 + 36y_2 \leq 1,800$

$x_1 \geq 50, x_1 \leq 120, x_2 \geq 150, x_2 \leq 190, x_3 \geq 100, x_3 \leq 180$

$x_1, x_2, x_3 \geq 0$ 그리고 정수

$y_1, y_2 = 0$ 또는 1

(2) $x_1=50, x_2=150, x_3=116, Z=2,278$

공정 A, B 사용

실례 15 정수계획법 : 준비비최소조건 이익최대의 모델화 문제풀이

C사는 하나의 제품을 생산하는데 기계 세 대 중에서 어느 것을 사용할 수 있다. 각 기계에 관한 자료는 다음과 같다.

기계	준비비용	단위당 이익	생산능력(일)
1	500	20	1,000
2	275	18	1,200
3	335	25	800

* 각 기계는 한 사람의 작업자가 있어야 하는데 현재 작업자는 두 명뿐이다. 단위당 이익은 준비비용을 포함하지 않으며 생산준비는 매일 일을 시작하기 전에 완료해야 한다.

* 이익을 최대로 하는 정수계획 모델을 작성하라.

해설

제 6 장

다기준 의사결정

[설레01] 다기준의사결정 : 목표계획법 모델화 (최신유형 중심) / 6-02

[설레02] 다기준의사결정 : 목표계획법 해법사례 (최신유형) / 6-04

[설레03] 다기준의사결정 : 경영문제에의 목표계획법 (최신유형) / 6-07

[설레04] 다기준의사결정 : 점수모델 사례 / 6-09

[설레05] 다기준 의사결정 : AHP 기법 / 6-10

[설레06] 다기준의사결정 : 목표계획법 문제풀이1 / 6-13

[설레07] 다기준의사결정 : 목표계획법 문제풀이2 / 6-14

[설레08] 다기준의사결정 : 목표계획법 문제풀이3 / 6-15

[설레09] 다기준의사결정 : 목표계획법 문제풀이4 / 6-17

[설레10] 다기준의사결정 : 목표계획법 문제풀이5 / 6-18

[설레11] 다기준의사결정 : 목표계획법 문제풀이6 / 6-18

기준	가중치	아이디어		
		1	2	3
현 제품라인에의 적합성	0.30	60	90	70
현 유통채널과의 일치성	0.20	90	65	80
판매량 예측	0.25	80	79	85
크기, 형태, 무게의 고려	0.15	100	80	60
장기자금 소요량	0.10	30	50	60

* 각 아이디어에 대한 종합점수는 다음과 같이 계산한다.

$$S_1 = 0.30(60) + 0.20(90) + 0.25(80) + 0.15(100) + 0.10(30) = 74$$

$$S_2 = 0.30(90) + 0.20(65) + 0.25(79) + 0.15(80) + 0.10(50) = 76.75 \text{ (최대)}$$

$$S_3 = 0.30(70) + 0.20(80) + 0.25(85) + 0.15(60) + 0.10(60) = 73.25$$

* 아이디어 2가 가장 높은 76.75점을 얻었기 때문에 회사는 아이디어 2를 선정해야 한다.

실례 05 다기준 의사결정 : AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법

(1) AHP 개요

- ① 한 명 혹은 여러 명의 의사결정자가 참여하는 다기준 의사결정 문제
- ② 평가 기준과 대안을 계층적(hierarchy)인 구조로 파악하여 최적 대안을 선택
- ③ 자료가 완비되지 않은 여건하에서 계획 수립
- ④ 시간적으로 촉박한 상황하에서의 의사결정 지원
- ⑤ 부서간 의견 대립된 상황하에서의 대응방안 수립
- ⑥ Thomas L. Saaty 교수가 고안한 모델
- ⑦ 평가기준이 20개를 초과할 때 AHP는 다른 의사결정 방법보다 유용함.

(2) AHP 단계

- ① 문제 정의 및 목표설정 → ② 계층구조를 만들 → ③ 비교행렬 작성 → ④ 상대적 중요도(CI, CR) 계산 → ⑤ 대안 선택

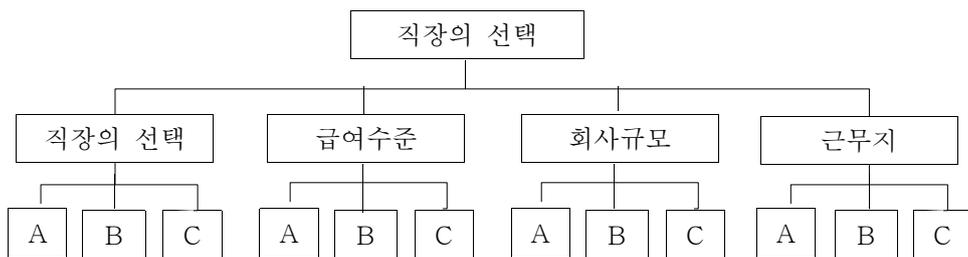
(3) AHP CR(일관성비율) 활용 일관성평가 사례

(가) 문제 정의

* 어떤 기업에 취직하려고 할 때 A사, B사, C사 중에서 어느 기업을 선택할 것인가?
 업무적합도, 급여수준, 회사규모, 근무지 등 4가지 기준을 이용하여 의사결정

(나) 목표설정 : 직장의 선택

(다) 계층적 구조



* 목적 3과 관련있는 목적제약조건식에 가장 가까운 점은 점 B이다. 이는 최적해점이다.

* 최적해는

$$x_1=5, x_2=4$$

목적 1, 2=완전 달성, 목적 3=6-5=1 미달성

실례 08 다기준의사결정 : 목표계획법 문제풀이3

다음과 같은 목적계획 여러 모델들의 최적해를 구하라.

예제 01 최소화 $P_1d_1^-, P_2d_2^+, P_3d_3^-, P_4d_4^-$

$$\text{제약조건 } 14x_1 + 6x_2 + d_1^- - d_1^+ = 84$$

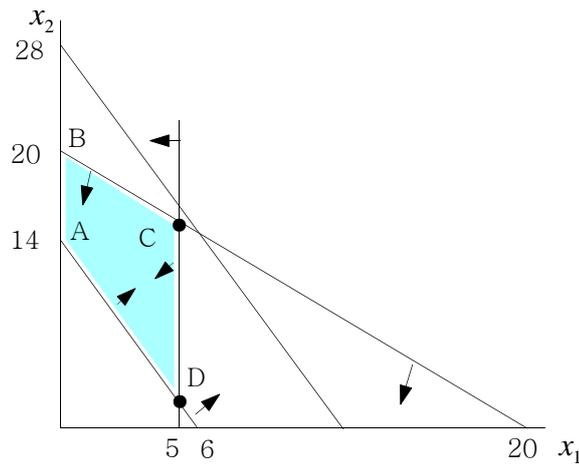
$$x_1 + d_2^- - d_2^+ = 5, 12x_1 + 12x_2 + d_3^- - d_3^+ = 240$$

$$14x_1 + 6x_2 + d_4^- - d_4^+ = 168, x_1 + x_2 \leq 20$$

모든 변수 ≥ 0

해설

(1)



* 가해영역: ABCD

* 점 C에서 목적 4와 관련있는 목적제약조건식에 가장 가깝기 때문에 점 C가 최적해점이다.

* 최적해는 $x_1=5, x_2=15$

목적 1, 2, 3=완전 달성

목적 4=8 미달성

예제 02 최소화 $P_1d_1^-, P_2d_2^+, P_3d_3^-$

$$\text{제약조건 } 1x_1 + 0.5x_2 + d_1^- - d_1^+ = 10$$

$$1x_1 + 1x_2 + d_2^- - d_2^+ = 12, 3x_1 + 4x_2 + d_3^- - d_3^+ = 42$$

$$1x_1 + 2x_2 \leq 16$$

모든 변수 ≥ 0

제 7 장

네트워크 모델

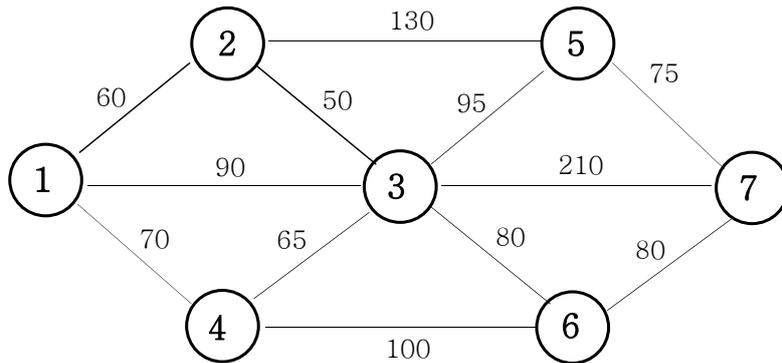
[실례01] 네트워크 모델 : 최소걸침나무 문제 해법 / 7-02

[실례02] 네트워크 모델 : 최소걸침나무 문제풀이1 / 7-05

실례 02 네트워크 모델 : 최소결침나무 문제풀이

[도표 1]은 중앙제어실과 각 지역에 흩어져 있는 사용자 사이의 거리를 나타내는 네트워크이다. 최소 결침나무를 그려라.

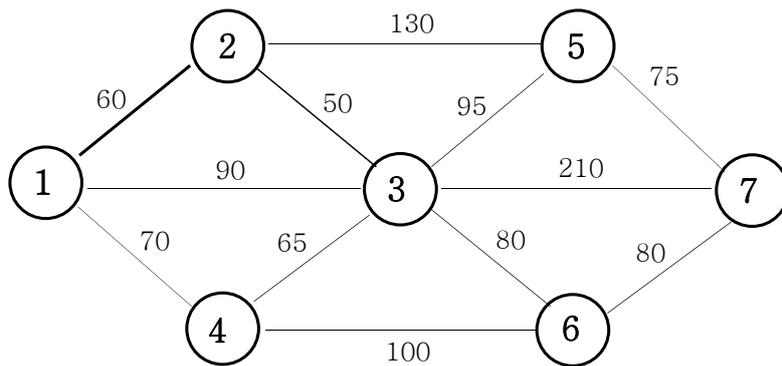
[도표 1] 중앙제어실과 사용자를 연결하는 네트워크



해설

- * 통신 네트워크에서 마디는 7개이므로 이들 모든 마디를 연결하고 총거리가 최소가 되도록 하는 가지의 수는 6개가 된다.
- ▶ 알고리즘의 첫째 단계는 네트워크의 마디 중에서 어느 하나를 임의로 선택한다.
 - * 이 선택된 마디에서 가장 가까운 마디를 찾아 이들을 연결한다.
 - * [도표 2]에서 마디 ①을 선택하기로 할 때, 마디 ①에서 가장 가까운 거리에 있는 사용자는 ②이다. 마디 ①과 마디 ②를 연결한다. 그러면 마디 ①과 마디 ②는 연결된 마디가 된다.
 - * 첫째 이터레이션의 결과가 [도표 2]이다.

[도표 2] 첫째 이터레이션 결과 : 가지 ①-② 선택



- ▶ 둘째 단계는 연결된 마디와 가장 가까운 아직 연결되지 않은 마디를 찾아서 이들을 연결한다.
 - * 연결된 마디 ① 또는 마디 ②와 가장 가까운 거리에 있는 연결되지 않은 마디는 ③이다.
 - * 따라서 마디 ②와 마디 ③을 연결한다.
 - * 둘째 이터레이션의 결과가 [도표 3]이다.

[도표 3] 둘째 이터레이션 결과 : 가지 ②-③ 선택

제 8 장

PERT/CPM

- [설레01] PERT/CPM 네트워크 해법과정 종합문제 / 8-02
- [설레02] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이1 / 8-15
- [설레03] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이2 / 8-18
- [설레04] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이3 / 8-19
- [설레05] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이4 / 8-20
- [설레06] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이5 / 8-22
- [설레07] PERT/CPM 네트워크 선형계획 모델화 문제풀이 / 8-23
- [설레08] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이6 / 8-24
- [설레09] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이7 / 8-25
- [설레10] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이8 / 8-27
- [설레11] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이9 / 8-29
- [설레12] PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이10 / 8-30

실례 06 PERT/CPM 네트워크 종합문제 풀이5

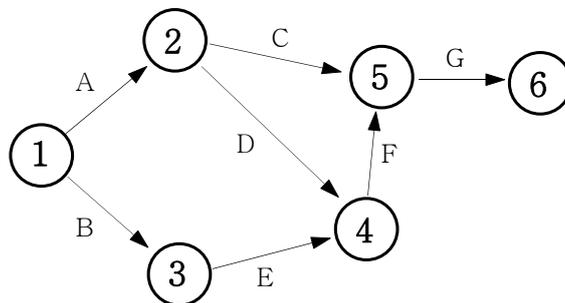
어느 프로젝트 활동의 활동, 완료기간, 비용 자료와 다음과 같다.

활동	직전 선행활동	시간 (주)		비용 (원)	
		정상	속성	정상	속성
A	-	16	8	1,600	2,400
B	-	14	10	1,200	2,000
C	A	20	16	1,800	2,200
D	A	8	6	1,000	1,400
E	B	6	4	600	1,000
F	D, E	10	8	600	800
G	C, F	14	10	1,000	1,400

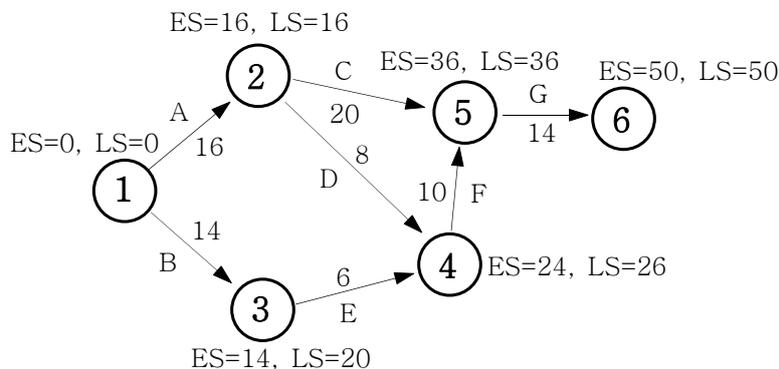
- (1) 이들 활동의 네트워크를 작성하라.
- (2) 분석법을 사용하여 정상시간에 의한 주공정을 구하라.
- (3) 프로젝트를 완료하는데 소요되는 정상기간은 얼마인가?
- (4) 추가비용으로 이 프로젝트를 단축하고자 할 때 소요되는 총비용은 얼마이고, 완료기간은 얼마인가?

해설

(1)



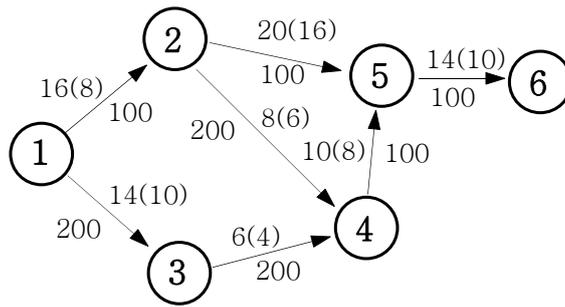
(2) A-C-G



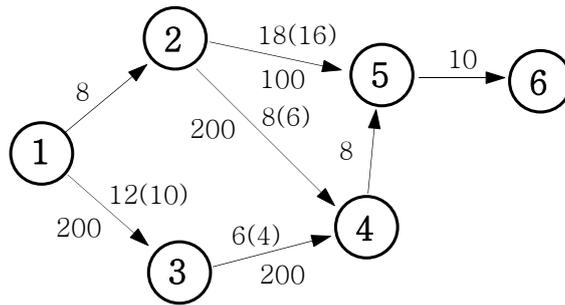
(3) $16+20+14=50$ 주

(4) 총비용=7,800+ 2,600=10,400, 완료기간=50-16=34주

활동	A	B	C	D	E	F	G
주당 추가비용	100	200	100	200	200	100	100

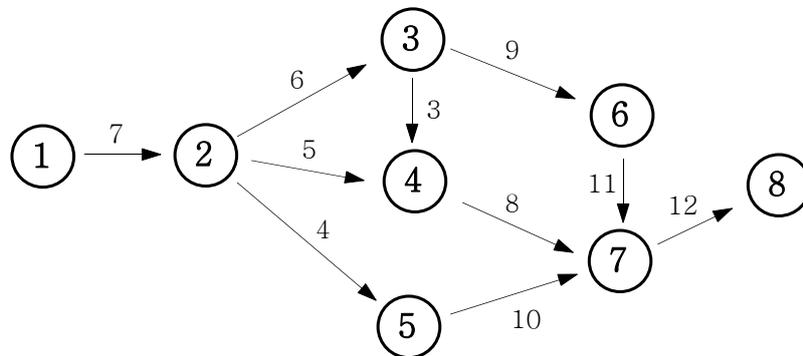


활동	단축시간	추가비용
G	4	400
A	6	600
{ C	2	200
{ C	2	200
{ A	2	200
합계	16	2,600



사례 07 PERT/CPM 네트워크 선형계획 모델화 문제풀이

다음 네트워크의 주공정을 찾기 위한 선형계획 모델을 작성하라.



해설

결정변수 : t_i = 마디 i 가 발생하는 시간, d_{ij} 활동 ij 를 수행하는 기간

t_j = 마디 j 가 발생하는 시간

제 9 장

의사결정론

[설레01] 표본정보에 의한 의사결정 종합문제 (베이지안정리) / 9-02

[설레02] 불확실성하의 의사결정 문제풀이1 (5개기준 활용) / 9-05

[설레03] 표본정보에 의한 의사결정 문제풀이 (베이지안정리) / 9-06

[설레04] 게임이론 : 순수전략 문제풀이1 / 9-08

[설레05] 불확실성하의 의사결정 종합문제 문제풀이2 / 9-09

[설레06] 위험하의 의사결정 문제풀이1 / 9-10

[설레07] 표본정보하의 의사결정 문제풀이1 / 9-11

[설레08] 표본정보하의 의사결정 문제풀이2 / 9-12

[설레09] 표본정보하의 의사결정 문제풀이3 (베이지안정리) / 9-13

[설레10] 표본정보하의 의사결정 문제풀이4 / 9-14

[설레11] 게임이론 : 순수전략 문제풀이2 / 9-15

[설레12] 게임이론 : 혼합전략 문제풀이1 / 9-15

[설레13] 게임이론 : 혼합전략 문제풀이2 / 9-16

[설레14] 표본정보하의 의사결정 문제풀이5 / 9-17

[설레15] 표본정보하의 의사결정 문제풀이6 / 9-19

[설레16] 위험하의 의사결정 문제풀이2 / 9-19

[설레17] 게임이론 : 혼합전략 문제풀이3 / 9-21

(3) 이 고객이 2개월 이전에 주문량을 미리 알려 준다는 조건으로 가격을 할인하자고 제안한다면 얼마까지 할인 가능한가?

해설

(1)

생산 \ 주문	0%	2%	3%
1	5	1	-3
2	-5	10	6
3	-15	0	15

(2)

$$EV(1)=0.3(5)+0.5(1)+0.2(-3)=1.4$$

$$EV(2)=0.3(-5)+0.5(10)+0.2(6)=4.7$$

$$EV(3)=0.3(-15)+0.5(0)+0.2(15)=-1.5$$

∴ 2단위를 생산해야 한다.

(3) $EPC=0.3(5)+0.5(10)+0.2(15)=9.5$

$$EVPI=9.5-4.7=4.8(\text{백만원})$$

$$\text{예상구입량}=0.3(1)+0.5(2)+0.2(3)=1.9(1,000\text{kg})$$

$$\therefore 4,800,000 \div 1,900 = 2,526(\text{원/kg})$$

실례 09 표본정보하의 의사결정 문제풀이3 (베이저안 정리 활용)

다음의 의사결정 나무가 주어져 있다. 한편 다음의 확률이 부여되어 있다.

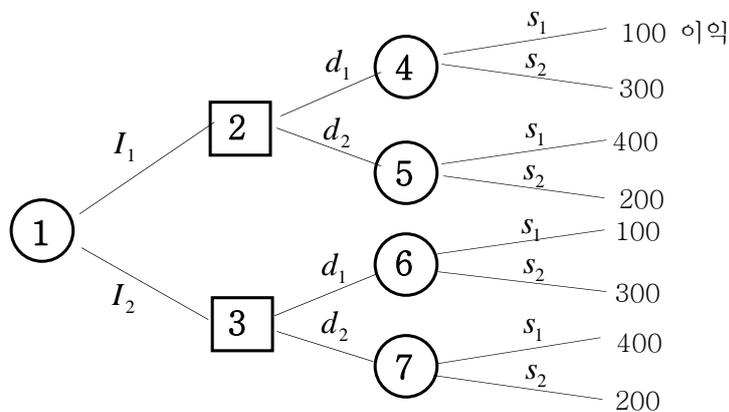
$$P(s_1)=0.4, P(I_1|s_1)=0.8, P(I_2|s_1)=0.2$$

$$P(s_2)=0.6, P(I_1|s_2)=0.4, P(I_2|s_2)=0.6$$

(1) $P(I_1), P(I_2)$ 의 값은 얼마인가?

(2) $P(s_1|I_1), P(s_2|I_1), P(s_1|I_2), P(s_2|I_2)$ 의 값은 얼마인가?

(3) 의사결정 나무를 사용하여 최적결정전략과 기대이익을 구하라.



해설

(1)

$$P(I_1) = P(I_1 \cap s_1) + P(I_1 \cap s_2) = P(s_1)P(I_1|s_1) + P(s_2)P(I_1|s_2)$$

$$= (0.4)(0.8) + (0.6)(0.4) = 0.56$$

$$P(I_2) = P(I_2 \cap s_1) + P(I_2 \cap s_2) = P(s_1)P(I_2|s_1) + P(s_2)P(I_2|s_2)$$

$$= (0.4)(0.2) + (0.6)(0.6) = 0.44$$

(2)

$$P(s_1|I_1) = \frac{P(s_1)P(I_1|s_1)}{P(I_1)} = \frac{0.4(0.8)}{0.56} = 0.57$$

$$P(s_2|I_1) = \frac{P(s_2)P(I_1|s_2)}{P(I_1)} = \frac{0.6(0.4)}{0.56} = 0.43$$

$$P(s_1|I_2) = \frac{P(s_1)P(I_2|s_1)}{P(I_2)} = \frac{0.4(0.2)}{0.44} = 0.18$$

$$P(s_2|I_2) = \frac{P(s_2)P(I_2|s_2)}{P(I_2)} = \frac{0.6(0.6)}{0.44} = 0.82$$

(3) 지표 I_1 이면 d_2 를, 기대이익 = $400(0.57) + 200(0.43) = 314$

지표 I_2 이면 d_1 을, 기대이익 = $100(0.18) + 300(0.82) = 264$

설례 10 표본정보하의 의사결정 문제풀이4

위의 [설례 09]에서 성과표는 다음과 같다.

	s_1	s_2
d_1	100	300
d_2	400	200

(1) 지표 (I_i)의 정보가 없을 경우 최적결정은 무엇인가?

(2) EVSI는? (3) EVPI는? (4) 표본정보의 효율은 얼마인가?

해설

(1) $EV(d_1) = 0.4(100) + 0.6(300) = 220$, $EV(d_2) = 0.4(400) + 0.6(200) = 280 \rightarrow d_2$ 를 선택한다.

(2) $EVSI = 0.56(314) + 0.44(264) - 280 = 12$

(3) $EPC = 0.4(400) + 0.6(300) = 340$, $EVPI = 340 - 280 = 60$

(4) $E = \frac{EVSI}{EVPI} = \frac{12}{60} = 0.2(20\%)$

제 10 장

마아코브 분석

[설레01] 마아코브분석 : 상품교체 문제 종합정리 / 10-02

[설레02] 마아코브 분석 : 문제풀이1 / 10-06

[설레03] 마아코브 분석 : 문제풀이2 (전이확률) / 10-06

[설레04] 마아코브 분석 : 문제풀이3 / 10-08

[설레05] 마아코브 분석 : 문제풀이4 / 10-09

[설레06] 마아코브 분석 : 문제풀이5 / 10-09

[설레07] 마아코브 분석 : 문제풀이6 / 10-10

[설레08] 마아코브 분석 : 문제풀이7 / 10-10

[설레09] 마아코브 분석 : 문제풀이8 / 10-11

[설레10] 마아코브 분석 : 문제풀이9 / 10-12

[설레11] 마아코브 분석 : 문제풀이10 / 10-12

[설레12] 마아코브 분석 : 문제풀이11 / 10-13

실례 10 마아코브 분석 : 문제풀이9

Z사에서는 컴퓨터를 임차하려고 하는데 두 대가 제안되었고 그 중 한 대를 선택하려 한다. 컴퓨터의 상태는 “작동”일 때와 “고장”일 때로 분류된다. 이에 대한 매시간의 전이확률은 각각 다음과 같다. 이때 임차료와 유지료가 동일하다면 어떤 컴퓨터를 임차해야 하겠는가?

		A컴퓨터		B컴퓨터	
		작동	고장	작동	고장
작동	작동	0.95	0.05	0.98	0.02
	고장	0.90	0.10	0.85	0.15

해설

* A컴퓨터의 안정상태 확률

$$\begin{cases} \pi_1 = 0.95\pi_1 + 0.90\pi_2 \\ \pi_2 = 0.05\pi_1 + 0.10\pi_2 \\ \pi_1 + \pi_2 = 1 \end{cases} \rightarrow \pi_1=0.947, \pi_2=0.053$$

* B컴퓨터의 안정상태 확률

$$\begin{cases} \pi_1 = 0.98\pi_1 + 0.85\pi_2 \\ \pi_2 = 0.02\pi_1 + 0.15\pi_2 \\ \pi_1 + \pi_2 = 1 \end{cases} \rightarrow \pi_1=0.977, \pi_2=0.023$$

∴ B컴퓨터를 임차

실례 11 마아코브 분석 : 문제풀이10

G사는 1개월 단위 청구서 발행 주기를 사용하는데 그의 외상매출금에 관한 전이확률표를 월말에 다음과 같이 구분한다.

- ① 상태 1 : 완불 ② 상태 2 : 대손 ③ 상태 3 : 만기 1개월 미만
 ④ 상태 4 : 만기 1~2개월 미만

에서 \ 으로	완불	대손	만기 1개월 미만	만기 1~2개월 미만
완불	1	0	0	0
대손	0	1	0	0
③	0.8	0	0	0.2
④	0.6	0.4	0	0

- (1) 월 1의 각 시작상태에서 외상매출금이 결국 완불되거나 대손으로 분류될 확률을 구하라.
 (2) 회사는 상태 3(5,000만원), 상태 4(3,000만원)의 외상매출금을 갖고 있다.
 이 중 결국에 받지 못할 대손은 얼마일까?

해설

(1)
$$FR = \begin{bmatrix} 0.92 & 0.08 \\ 0.6 & 0.4 \end{bmatrix}$$

제 11 장

대기행렬 모델

[설례01] 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제1 / 11-02

[설례02] 대기행렬 모델 : 일정한 서비스시간 모델 종합문제 / 11-04

[설례03] 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제2 / 11-05

[설례04] 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제3 / 11-06

[설례05] 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제4 / 11-07

[설례06] 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제5 / 11-07

[설례07] 대기행렬이론 : 일정한 서비스시간 모델 종합문제 / 11-07

[설례08] 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제6 / 11-08

[설례09] 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제7 / 11-09

설례 05 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제4

A사는 조립라인을 통해 제품을 생산한다. 라인에 있는 하나의 기계는 프레스인데 부품들이 한 라인을 이루어 이 곳으로 들어간다. 프레스에 들어가는 부품은 평균 7.5분만에 도착한다(지수분포). 작업자는 시간당 평균 10개의 부품을 처리한다(포아송분포).

- (1) 기다리는 평균 부품수는 얼마인가? (2) 작업자가 작업할 확률은 얼마인가?
- (3) 기계가 쉴 확률은 얼마인가?
- (4) 회사의 경영층은 작업자가 90%의 확률로 작업하기를 희망한다. 이를 만족시키기 위해서는 부품과 부품 사이의 도착시간이 얼마이어야 하는가?

해설

$$(1) \lambda = \frac{60}{7.5} = 8 \text{ (개/시간)}, \mu = 10 \text{ (개/시간)} \rightarrow L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = 3.2 \text{ 개}$$

$$(2) \rho = \frac{\lambda}{\mu} = 0.8 \quad (3) P_0 = 0.2$$

$$(4) \rho = \frac{\lambda}{\mu}, \mu = 10 \text{ (개/시간)} \rightarrow 0.9 = \frac{\lambda}{10} \rightarrow \lambda = 9 \text{ (개/시간)}$$

설례 06 대기행렬이론 : 단일창구 단일서비스 모델 종합문제5

경비행기 한 대가 착륙할 활주로 한 개와 통제관 한 명이 근무하는 조그만 공항이 있다. 비행기 한 대가 활주소에 착륙하여 활주로를 비우는데 평균 12분이 소요된다(지수분포). 비행기는 활주소에 시간당 4대 꼴로 도착한다(포아송분포).

- (1) 착륙하려고 기다리는 비행기는 평균 몇 대인가?
- (2) 비행기가 착륙하기 전에 공중을 선회하는 평균시간은 얼마인가?
- (3) 비행기가 선회하기 시작하여 착륙한 후 활주로를 완전히 비우는데 소요되는 평균시간은 얼마인가?

해설

$$(1) \lambda = 4 \text{ (대/시간)}, \mu = \frac{60}{12} = 5 \text{ (대/시간)} \rightarrow L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} = 3.2 \text{ 대}$$

$$(2) W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = 0.8 \text{ 시간/대} \quad (3) W_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = 1 \text{ 시간/대}$$

설례 07 대기행렬이론 : 일정한 서비스시간 모델 종합문제

자동판매기로부터 음료나 커피를 사 마실 수 있다. 서비스시간은 컵당 30초로써 균일하고 고객은 시간당 80명씩 도착하여 포아송분포를 따른다고 한다.

- (1) 행렬에서 기다리는 평균 고객 수를 결정하라.
- (2) 시스템에서 고객이 소비하는 평균시간을 결정하라.

제 12 장

시뮬레이션 모델

- [설레01] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이1 / 12-02
 - [설레02] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이2 / 12-02
 - [설레03] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이3 / 12-03
 - [설레04] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이4 / 12-04
 - [설레05] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이5 / 12-05
 - [설레06] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이6 / 12-06
 - [설레07] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이7 / 12-07
 - [설레08] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이8 / 12-08
 - [설레09] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이9 / 12-10
 - [설레10] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이10 / 12-10
 - [설레11] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이11 / 12-10
 - [설레12] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이12 / 12-11
 - [설레13] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이13 / 12-12
 - [설레14] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이14 / 12-12
 - [설레15] 시뮬레이션 모델 : 문제풀이15 / 12-13
-

- (1) 6.4대 (2) 260

실례 13 시뮬레이션 모델 : 문제풀이13

G주유소에 주유하러 도착하는 차량들의 시간간격 분포와 주유하는 서비스시간의 분포가 다음과 같다.

도착간 시간(분)	$P(x)$	서비스시간	$P(x)$
1	0.2	2	0.2
4	0.25	4	0.3
7	0.3	6	0.15
10	0.1	8	0.2
13	0.15	10	0.15

* 도착간 시간의 난수 : 452, 286, 514, 196, 365, 388, 664, 721, 689, 954, 597

* 서비스시간의 난수 : 559, 735, 957, 119, 257, 269, 122, 024, 762, 779, 825를 사용하여

- (1) 차량 11대가 도착하는 도착간격과 서비스시간을 시뮬레이션 하라.
 (2) 평균 대기시간, 서버의 유희횟수, 차량이 시스템에 머문 평균시간을 구하라.

해설

(1)

차량	난수 1	도착 시간	누적 도착시간	서비스 시작시간	대기 시간	난수 2	서비스 시간	출발 시간	시스템 내 시간
1	452	7	7	7	0	559	6	13	0
2	286	4	11	13	2	735	8	21	10
3	514	7	18	21	3	957	10	31	13
4	196	1	19	31	12	119	2	33	14
5	365	4	23	33	10	257	4	37	14
6	388	4	27	37	10	269	4	41	14
7	664	7	34	41	7	122	2	43	9
8	721	7	41	43	2	24	2	45	4
9	689	7	48	48	0	762	8	56	8
10	954	13	61	61	0	779	8	69	8
11	597	7	68	69	1	825	8	77	9
평균					4.273		5.636		9.364

- (2) 평균 대기시간=4.273분, 평균 시스템 내 시간=9.364분, 서버 유희횟수=3

실례 14 시뮬레이션 모델 : 문제풀이14

M주유소에 도착하는 차량들의 시간간격 분포가 다음과 같다. 난수 39, 73, 72, 75, 37, 02, 87, 98, 10, 47을 사용하여 차량 도착간 평균시간을 시뮬레이션하라.

차량 도착간 시간의 기대가치와 다른가? 왜?

도착한 시간(분)	1	2	3	4
확률	0.15	0.30	0.40	0.15