

생산관리 강의노트

2021년 3월 1일

충북대학교 공과대학
테크노산업공학과

정근채 교수

- 목차 -

- 강의계획서
- 주별 강의내용
- 보고서 양식(출석 인정용 보고서 #01 ~ #13)

00. 강의소개
01. 생산운영관리 입문
02. 경쟁력, 전략, 생산성
03. 예측
04. 전략적 생산용량계획
05. 프로세스 선택과 시설배치
06. 작업설계 및 작업측정
07. 입지계획과 분석
08. 총괄계획 및 주일정계획
09. MPR와 ERP
10. 재고관리
11. JIT와 린 운영
12. 공급사슬관리
13. 일정계획

강의계획서

출력일시 : 2021-01-04 19:11:10

1. 교과목 정보

개설연도-학기	2021년	1학기	개설학과	테크노산업공학과
교과목번호-분반번호	6577010	01	교과목명	생산관리
이수구분	전공선택		학점/시수	3-3-0
강의시간/강의실	수 01 ,02 ,03 [H-211(하이닉스)]			
수업방식				
강의언어			담당교수	정근채
전화	043-261-2401		E-mail	kcjeong@cbnu.ac.kr
강의정원			학과전화	043-249-1820
선수과목			수강대상	학부(4학년)
공학인증관련정보	인증영역		이론시수	실습시수
				설계시수

2. 교과목 개요

강의개요	제품의 제조를 위한 생산시스템과 이들의 관리 특성을 이해하고 장기, 중기, 단기 생산계획을 수립하기 위한 방법론을 다룬다. 또한, 수립된 생산계획을 실행에 옮기기 위한 일정계획 수립 방법론과 생산 통제 기법 및 지식을 학습한다.					
학습목표	생산현장에서 벌어지는 다양한 형태의 문제상황을 이해하고 이를 합리적으로 해결할 수 있는 기법을 익힌다.					
문제해결방법	-해당사항없음					
수업진행방법	강의	토의/토론	실험/실습	현장학습	개별/팀별 발표	기타
	70%	30%	0%	0%	0%	0%
평가방법	중간고사	기말고사	출석	퀴즈	과제	기타
	40%	40%	20%	0%	0%	0%
프로그램 학습성과의 평가	-해당사항없음					
교재 및 참고문헌	1. 주교재 : 생산운영관리, 3판, 강종열 외 5인, McGraw-Hill Korea, 2019 2. 주교재 : 생산관리 강의노트, 충북대학교, 충북대학교, 2021					

3. 주별 강의계획

주차	수업내용	교재범위 및 과제물	비고
1	00. 강의소개, 01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장, 출석보고서 #01	비대면수업
2	02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장, 출석보고서 #02	비대면수업
3	03. 예측	교재 3장, 출석보고서 #03	비대면수업
4	04. 전략적 생산용량계획	교재 5장, 출석보고서 #04	비대면수업
5	05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장, 출석보고서 #05	비대면수업
6	06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장, 출석보고서 #06	비대면수업
7	중간고사		***대면시험
8	07. 입지계획과 분석	교재 8장, 출석보고서 #07	비대면수업
9	08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장, 출석보고서 #08	비대면수업
10	09. MPR와 ERP	교재 12장, 출석보고서 #09	비대면수업

강의계획서

출력일시 : 2021-01-04 19:11:10

11	10. 재고관리	교재 13장, 출석보고서 #10	비대면수업
12	11. JIT와 린 운영	교재 14장, 출석보고서 #11	비대면수업
13	12. 공급사슬관리	교재 15장, 출석보고서 #12	비대면수업
14	13. 일정계획	교재 16장, 출석보고서 #13	비대면수업
15	기말고사		***대면시험
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

4. 장애학생을 위한 학습 및 평가지원 사항

<ul style="list-style-type: none"> - 학습지원: 강의 파일 제공, 대필 도우미 및 속기 지원 허락, 강의 녹음 허락, 과제 제출 기간 연장(시각, 손사용 불편 학생), 보조기구 사용 가능 등 - 평가지원: 영어교과 듣기 시험 대체(청각장애학생), 장애종류 및 정도에 따라 시험 시간 1.5배 ~ 1.7배 연장, 별도 시험장소 및 시험지 제공, 필요한 경우 학습기자재 사용을 허용 - 장애학생은 과제를 제출하나 중간 기말고사시에 추가시간을 배려할 수 있으며, 도우미 학생이 필요한 경우(대필 등) 별도의 방법을 시험에 응시 가능함.

5. 수강에 특별히 참고하여야 할 사항

<ul style="list-style-type: none"> - 최신 강의노트는 http://kcjeong.cbnu.ac.kr/working/pm에서 다운로드 받을 수 있음. - 시험중 부정행위를 한 자는 학사운영규정 제99조에 의거 징계처분을 받을 수 있으며, 학내의 학업 정직성이 존중 될 수 있도록 수강생들은 적극 협조하여 주시기 바람.

생산관리 주별 강의내용

수업 일정	수요일	동영상 강의	과제	제출기한
1주	3월 3일	00. 강의소개 01. 생산운영관리 입문	출석보고서 #01	3월 10일
2주	3월 10일	02. 경쟁력, 전략, 생산성	출석보고서 #02	3월 17일
3주	3월 17일	03. 예측	출석보고서 #03	3월 24일
4주	3월 24일	04. 전략적 생산용량계획	출석보고서 #04	3월 31일
5주	3월 31일	05. 프로세스 선택과 시설배치	출석보고서 #05	4월 7일
6주	4월 7일	06. 작업설계 및 작업측정	출석보고서 #06	4월 14일
7주	4월 14일	중간고사		
8주	4월 21일	07. 입지계획과 분석	출석보고서 #07	4월 28일
9주	4월 28일	08. 총괄계획 및 주일정계획	출석보고서 #08	5월 5일
10주	5월 5일	09. MPR와 ERP	출석보고서 #09	5월 12일
11주	5월 12일	10. 재고관리	출석보고서 #10	5월 19일
12주	5월 19일	11. JIT와 린 운영	출석보고서 #11	5월 26일
13주	5월 26일	12. 공급사슬관리	출석보고서 #12	6월 2일
14주	6월 2일	13. 일정계획	출석보고서 #13	6월 9일
15주	6월 9일	기말고사		

출석 인정용 보고서 #01 : 생산운영관리 입문

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 생산운영관리의 정의와 기능에 대해 설명하시오.

<문항 2> 시간 축과 수요 축을 갖는 그래프를 이용하여 제품 및 서비스의 수명주기에 대해 설명하시오.

<문항 3> 고객의 욕구수준 축과 고객만족 축을 갖는 그래프를 이용하여 카노모형에 대해 설명하시오.

출석 인정용 보고서 #02-(1/2) : 경쟁력, 전략, 생산성

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 기업 조직이 선택할 수 있는 전략의 다양한 예에 대해 설명하시오.

<문항 2> 다음의 각 경우에 대해 생산성을 계산하라.

- a. 4명의 작업자가 8시간 동안 720야드의 카펫을 설치하였다.
- b. 기계 1대가 2시간 동안 68개의 사용 가능한(불량이 아닌) 부품을 생산하였다.

<문항 3> 다음 자료를 이용하여 노동시간과 기계시간을 통합한 투입물에 대해 복합생산성을 계산하라.

산출물: 7,040 단위

투입물

노무비: \$1,000

재료비: \$520

경비: \$2,000

출석 인정용 보고서 #02-(2/2) : 경쟁력, 전략, 생산성

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 4> 청과물을 가공 처리하는 어떤 기업은 4명의 종업원이 반시간 동안 400개의 복숭아 통조림을 생산하고 있다. 노동생산성은 얼마인가?

<문항 5> 포장지 생산공장에서 하루에 2,000롤의 용지를 생산한다. 노무비가 \$160, 재료비가 \$50, 제조경비가 \$320이라면 복합생산성은 얼마인가?

출석 인정용 보고서 #03-(1/4) : 예측

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 모든 예측의 공통적인 특징에 대해 설명하시오.

<문항 2> 판단과 의견에 기초한 예측기법을 사용해야 하는 경우와 판단과 의견에 기초한 예측기법의 종류에 대해 설명하시오.

<문항 3> 지난 5기 동안 쇼핑카트에 대한 수요가 아래와 같다고 할 때, 3기 이동평균 예측값을 계산하라.

기간	수요
1	42
2	40
3	43
4	40
5	41

} 최근 3기 수요

출석 인정용 보고서 #03-(2/4) : 예측

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 4> 다음과 같은 수요자료에 대해,

- a. 가장 최근의 값에 0.40의 가중치를 부여하고, 그 다음으로 최근의 값에는 0.30, 또 차례대로 0.20, 0.10의 가중치를 부여하여 가중이동평균 예측값을 계산하라.
- b. 만약 제6기의 실제 수요가 39였다면 문제 a와 동일한 가중치를 사용하여 제7기의 수요를 예측하라.

기간	수요
1	42
2	40
3	43
4	40
5	41

<문항 5> 아래 표는 상하이에 본사를 둔 이동전화 회사에서 지난 10주 동안 판매한 이동전화의 판매량을 나타낸 것이다. 자료를 그래프로 그리고 선형추세선이 적합한지 시각적으로 검토하라. 다음으로 추세선을 추정하고, 제11주와 제12주의 판매량을 예측하라.

주	판매량
1	700
2	724
3	720
4	728
5	740
6	742
7	758
8	750
9	770
10	775

출석 인정용 보고서 #03-(3/4) : 예측

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 6> 어떤 가구사업자가 제14기와 제15기에 대해 소파 의자의 분기별 수요를 예측하고자 하는데, 제14기와 제15기는 특정 연도의 제2사분기, 제3사분기에 해당한다고 한다. 시계열은 추세와 계절성의 양자로 구성되어 있다고 한다. 수요의 추세 부분은 추세식 $F_t = 124 + 7.5t$ 로 계산될 수 있고 계절지수는 $Q_1 = 1.20, Q_2 = 1.10, Q_3 = 0.75, Q_4 = 0.95$ 라고 한다.

- a. 이 정보를 활용하여 제1분기에서 제8분기까지의 자료에서 계절성을 제거하라.
- b. 이 정보를 활용하여 제14기와 제15기의 수요를 예측하라.

<문항 7> 다음 표를 이용하여 주차장 주차대수에 대한 요일별 계절지수를 산출하시오.

요일	주차대수	이동합계	중심이동평균 MA_7	비율(주차대수/ MA)
화	67			
수	75			
목	82			
금	98			
토	90			
일	36			
월	55			
화	60			
수	73			
목	85			
금	99			
토	86			
일	40			
월	52			
화	64			
수	76			
목	87			
금	96			
토	88			
일	44			
월	50			

출석 인정용 보고서 #03-(4/4) : 예측

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 8> 평균에 기초한 예측 다음과 같은 자료가 주어졌을 때 다음과 같은 예측기법을 사용하여 제6기에 대한 예측을 하라.

기간	품질 불만 건수
1	60
2	65
3	55
4	58
5	64

- 적절한 단순예측법
- 3기 이동평균법
- 가중치를 .50(가장 최근 자료), .30, .20으로 하는 가중이동평균법
- 평활상수를 .40으로 하는 지수평활법

출석 인정용 보고서 #04-(1/3) : 전략적 생산용량계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 아래에 제시된 정보를 사용하여 자동차 수리소의 효율과 이용률을 계산하라.

설계용량 = 50대/일

유효생산용량 = 40대/일

실질산출 = 36대/일

<문항 2> 자체생산 또는 아웃소싱 의사결정시 고려사항에 대해 설명하시오.

<문항 3> 생산용량 대안 개발과 관련된 고려사항에 대해 설명하시오.

출석 인정용 보고서 #04-(2/3) : 전략적 생산용량계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 4> 전통 베리 파이즈 사 주인 사이먼은 새로운 파이들을 상품에 추가하려고 한다. 이 상품들을 생산하는 데 필요한 장비들은 매월 \$6,000씩 내고 임차할 생각이다. 신상품 파이 하나의 생산에 드는 변동비는 \$2.00이고 판매가는 \$7.00이다.

- a. 신상품에서 본전을 하려면 몇 개의 파이를 팔아야 하는가?
- b. 한 달에 1,000개의 파이를 생산하여 팔면 얼마의 이익 또는 손실이 발생하는가?
- c. 한 달에 \$4,000의 이익을 내려면 이 파이를 몇 개나 팔아야 하는가?
- d. 한 달에 이 파이를 2,000개 팔 수 있을 때, \$5,000의 이익을 내려면 가격을 얼마로 하여야 하는가?

<문항 5> 자동판매기를 만드는 업체가 이 기계에 들어갈 한 가지 부품을 자체 생산할지 구입할지 결정하여야 한다. 자체 생산하려면 장비를 리스하여야 하는데 그 비용이 연간 \$150,000이다. 이 부품의 연간 필요한 양과 관련 비용은 다음과 같다.

	자체 생산	구매
연간 고정비용	\$150,000	
변동비(\$/개)	\$60	\$80
연간 소요량(개)	12,000	12,000

- a. 이 업체는 자체 생산과 구매 중 어느 것이 유리한가?
- b. 미래에 이 부품의 소요량이 변동할 가능성이 있다. 소요량이 얼마이면 자체 생산과 구매 사이에 차이가 없는가?

출석 인정용 보고서 #04-(3/3) : 전략적 생산용량계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 6> 한 자동차 액세서리 업체가 차 안에서 사용하는 휴대용 배터리 충전기기를 생산한다. 현재는 멀리 떨어진 세 곳에서 이것을 생산하고 있는데 한 곳으로 모으려고 한다. 이곳에서 생산하는데에는 충전기 한 대당 \$3의 변동비와 매월 \$42,000의 고정비가 들 것으로 추산된다. 충전기의 판매가는 한 대당 \$7이다. 생산량이 10,000, 12,000, 15,000 대인 세 가지 경우에 대하여 월간 총이익과 고정비용, 변동비용, 그리고 수입을 구하라.

<문항 7> 한 회사에서 어떤 장비를 구입하려고 하는데 A형 장비와 B형 장비 중 한 가지를 정하여야 한다. 대당 구입가는 A형은 \$15,000이고 B형은 \$11,000이다. 장비를 구입하면 1일 8시간씩 연간 250일 가동한다.

각 장비는 두 가지 화학분석 C1과 C2를 할 수 있다. 장비별 분석기간과 연간 분석 건수는 다음과 같다. 구입비용을 최소로 하려면 어느 장비를 몇 대 구입하여야 할까?

분석유형	연간 분석 건수	처리시간(시간)	
		A	B
C1	1,200	1	2
C2	900	3	2

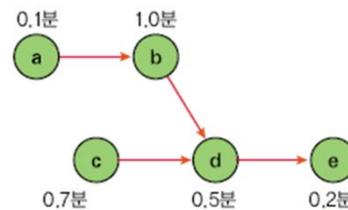
출석 인정용 보고서 #05-(1/2) : 프로세스 선택과 시설배치

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 프로세스 선택 시 고려사항에 대해 설명하시오.

<문항 2> 잡샵, 배치, 반복/조립, 연속 생산프로세스의 산출물 특징, 장점, 단점에 대해 설명하시오.

<문항 3> 작업들을 세 워크스테이션에 배정하라.
 사이클타임을 1분으로 하고, 후속작업
 이 많은 작업을 우선 배정하라.



워크스테이션	배정 전 잔여 시간	배정 가능 작업	배정 작업	배정 후 잔여 시간	유휴 시간
1					
2					
3					

출석 인정용 보고서 #05-(2/2) : 프로세스 선택과 시설배치

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 4> 다음 표에 주어진 정보를 사용하여 다음의 각 단계를 수행하라.

1. 선후관계도를 그려라.
2. 하루 조업시간을 8시간으로 가정하고 하루에 400개를 만들기 위한 사이클타임을 계산하라.
3. 최소 워크스테이션의 수를 구하라.
4. 작업들을 워크스테이션에 배정하라. 단, 후속작업의 수가 가장 많은 것을 배정하되, 경합이 벌어지면 소요시간이 가장 긴 것을 배정하라.

작업	직후 작업	작업 시간(분)
a	b	0.2
b	e	0.2
c	d	0.8
d	f	0.6
e	f	0.3
f	g	1.0
g	h	0.4
h	end	0.3
		$\Sigma t = 3.8$

5. 밸런스 지체를 계산하라.

출석 인정용 보고서 #06 : 작업설계 및 작업측정

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 전문화의 장단점을 경영진 측과 근로자 측으로 구분하여 설명하시오.

<문항 2> 어떤 조립 업무를 대상으로 한 시간연구에서 한 작업에 대하여 다음과 같은 관측시간을 얻었다. 분석자는 이 작업자에 대하여 성과평정을 1.13으로 판단했다. 여유시간을 업무 소요시간의 20%로 하고 이 작업의 표준시간을 결정하라.

<i>i</i> 관찰	시간, <i>x</i> 분	<i>i</i> 관찰	시간, <i>x</i> 분
1	1.12	6	1.18
2	1.15	7	1.14
3	1.16	8	1.14
4	1.12	9	<u>1.19</u>
5	1.15	Total	10.35

$$n = 9 \quad PR = 1.13 \quad A = .20$$

<문항 3> 시간연구 분석가가 어떤 작업자가 수행하는 조립 작업을 30회 관찰하면서 작업시간을 측정하고 평균 시간을 계산하니 18.75분이었다. 이 분석가는 이 작업자에게 성과평정 0.96을 내렸고 적절한 여유율을 15%라고 판단하였다. 여유율은 조업시간에 근거하는 것으로 가정하고 관측시간(OT), 정상시간(NT), 표준시간(ST)을 결정하라.

출석 인정용 보고서 #07-(1/2) : 입지계획과 분석

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 복수 공장 제조 전략에 대해 설명하시오.

<문항 2> 다음 표는 공장 입지 후보지 네 곳의 고정비용과 변동비용 자료이다.

입지	연간 고정비	단위당 변동비
A	\$250,000	\$11
B	100,000	30
C	150,000	20
D	200,000	35

- 모든 대안들의 총비용선을 하나의 그래프에 나타내라.
- 각 대안이 가장 우월한 구간, 즉 총비용이 가장 낮은 구간을 파악하라.
- 예상 산출이 연간 8,000 단위일 때 어느 대안의 총비용이 가장 낮은가?

출석 인정용 보고서 #07-(2/2) : 입지계획과 분석

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 3> 어떤 사진 현상소가 새로운 지점을 열려고 한다. 다음 표는 두 유력한 대안에 대한 정보이다. 어느 것이 더 좋은가?

요인	가중치	점수(100점 만점)		가중 점수	
		대안 1	대안 2	대안 1	대안 2
기존 점포와 인근성	0.10	100	60		
교통량	0.05	80	80		
임차료	0.40	70	90		
크기	0.10	86	92		
배치	0.20	40	70		
운영비	0.15	80	90		
	<u>1.00</u>				

<문항 4> 문제의 무게중심을 구하라. 무게중심으로부터 각 목적지로의 물동량은 같다고 가정한다.

목적지	x, y
D1	2, 2
D2	3, 5
D3	5, 4
D4	8, 5
	<u>18, 16</u>

<문항 5> 그림 8.1에 표시된 문제에서 수송량이 동일하지 않고 다음 표와 같다고 가정하고 무게중심을 구하라.

목적지	x, y	수송량
D1	2, 2	800
D2	3, 5	900
D3	5, 4	200
D4	8, 5	100
		<u>2,000</u>

출석 인정용 보고서 #08-(1/4) : 총괄계획 및 주일정계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 수요대안과 공급대안에 대해 설명하시오.

<문항 2> 생산수준평활전략과 수요추종전략에 대해 설명하시오

출석 인정용 보고서 #08-(2/4) : 총괄계획 및 주일정계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 3> 여러 스케이트보드 모델을 생산하는 회사의 계획수립자들이 여섯 기간 동안의 총괄계획을 수립하고자 한다. 그들은 다음과 같은 정보를 수집했다.

기간	1	2	3	4	5	6	합계
예측	200	200	300	400	500	200	1,800

비용:

산출

정규시간	= 스케이트보드당 \$2
초과근무시간	= 스케이트보드당 \$3
하도급	= 스케이트보드당 \$6
재고	= 스케이트보드당 \$1 (평균재고에 대해 1기간당)
백오더	= 스케이트보드당 \$5 (1기간 당)

그들은 이제 불안정한 수요를 흡수하기 위해 주로 재고를 사용하지만, 약간의 백-로그를 허용하면서 안정적 정규시간 산출량을 요구하는 계획을 평가하고자 한다. 계획자가 안정적인 산출량을 원하기 때문에 초과근무와 하도급은 사용되지 않는다. 계획자는 초기에 재고가 없이 시작하고자 한다. 이상의 정보를 활용하여 총괄계획을 준비하고 비용을 산정하라. 정규시간에 기간당 300개의 스케이트보드 산출량을 가정하라(즉, $1,800/6=300$). 계획된 기말 재고는 0이다. 15명의 작업자가 있고 각자는 기간당 20개의 스케이트보드를 생산할 수 있다.

출석 인정용 보고서 #08-(3/4) : 총괄계획 및 주일정계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 4> 여러 스케이트보드 모델을 생산하는 회사의 계획수립자들이 여섯 기간 동안의 총괄계획을 수립하고자 한다. 그들은 다음과 같은 정보를 수집했다.

기간	1	2	3	4	5	6	합계
예측	200	200	300	400	500	200	1,800

비용:

산출

정규시간 = 스케이트보드당 \$2

초과근무시간 = 스케이트보드당 \$3

하도급 = 스케이트보드당 \$6

재고 = 스케이트보드당 \$1 (평균재고에 대해 1기간당)

백오더 = 스케이트보드당 \$5 (1기간 당)

앞의 예에서 개발된 계획을 검토한 후 계획수립자는 대안적 계획을 개발하기로 결정하였다. 그들은 한 사람이 회사에서 은퇴하려고 하는 것을 알았다. 계획수립자는 그 사람을 대체하기보다 보다 적은 인력으로 유지하고 한 사람의 퇴사로 인해 상실되는 산출량을 보충하기 위해 초과 근무를 사용하고자 한다. (한 사람의 퇴사로 인해 감소된) 정규시간 산출은 (예제 1보다 적은) 기간 당 280개이다. 기간 당 최대 초과 근무 산출은 40개이다. 계획을 개발하고 그것을 이전 계획과 비교하시오.

출석 인정용 보고서 #08-(4/4) : 총괄계획 및 주일정계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 5> 다음 정보를 이용하여 수송계획표 문제를 규정하시오.

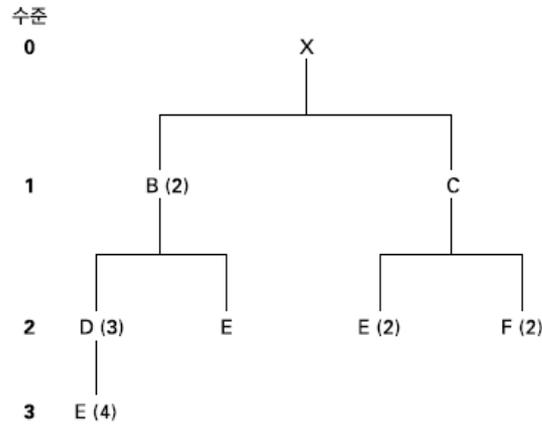
	기간		
	1	2	3
수요	550	700	750
생산용량			
정규	500	500	500
초과근무	50	50	50
하도급	120	120	100
초기재고	100		
비용			
정규	단위당 \$60		
초과근무	단위당 \$80		
하도급	단위당 \$90		
재고유지비용	단위당 \$1/월		
백오더 비용	단위당 \$3/월		

출석 인정용 보고서 #09-(1/3) : MPR와 ERP

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

- <문항 1> a. 하나의 X를 조립하기위한 B, C, D, E 그리고 F의 수량을 결정하시오.
 b. 10개의 X를 조립하기 위해 요구되는 다음 구성품들의 수량을 정하시오.

구성품	현보유량
B	4
C	10
D	8
E	60



<문항 2> 전사적자원관리에 대해 설명하시오

출석 인정용 보고서 #09-(2/3) : MPR와 ERP

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 3> 나무 셔터(shutter)와 책장(bookcase)을 생산하는 기업이 두 개의 셔터 주문을 받았다. 하나는 100개의 셔터 주문이고 또 하나는 150개의 셔터 주문이다. 100개의 셔터 주문은 현 일정상 4주 초에 인도되어야 하고 150개의 셔터 주문은 8주 초에 인도되어야 한다. 각 셔터는 두 개의 프레임과 네 개의 나무 조각(wood section)들로 이루어진다. 나무 조각은 자사에 의해 만들어지고 제조에 1주가 걸린다. 프레임은 외부공급자에게 주문되고 리드타임은 2주가 소요된다. 셔터의 조립은 1주가 걸린다. 그리고 1주에 나무 조각들의 예정입고량은 70개이다. 이러한 조건하에서 다음의 주문 방침 하에서 인도 요건을 충족시키기 위해 필요한 계획발주량의 규모와 시기를 정하라.

로트 대 로트 주문(lot-for-lot ordering) (즉, 주문 규모가 순 소요량과 동일)

출석 인정용 보고서 #09-(3/3) : MPR와 ERP

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 4> 나무 셔터(shutter)와 책장(bookcase)을 생산하는 기업이 두 개의 셔터 주문을 받았다. 하나는 100개의 셔터 주문이고 또 하나는 150개의 셔터 주문이다. 100개의 셔터 주문은 현 일정상 4주 초에 인도되어야 하고 150개의 셔터 주문은 8주 초에 인도되어야 한다. 각 셔터는 두 개의 프레임과 네 개의 나무 조각(wood section)들로 이루어진다. 나무 조각은 자사에 의해 만들어지고 제조에 1주가 걸린다. 프레임은 외부공급자에게 주문되고 리드타임은 2주가 소요된다. 셔터의 조립은 1주가 걸린다. 그리고 1주에 나무 조각들의 예정입고량은 70개이다. 이러한 조건하에서 다음의 주문 방침 하에서 인도 요건을 충족시키기 위해 필요한 계획발주량의 규모와 시기를 정하라.

로트 사이즈 주문(lot-size ordering) 방식으로 주문 (프레임은 로트 크기가 320개, 나무 조각은 로트 크기가 70개)

출석 인정용 보고서 #10-(1/2) : 재고관리

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 재고의 기능에 대해 설명하시오.

<문항 2> 국내 타이어 회사의 한 지역 유통업체는 내년에 미끄럼방지 홈을 새긴 특정 크기의 타이어를 9,600개 가량 판매할 것으로 기대하고 있다. 연간유지비용은 타이어당 \$16이며, 주문비용은 \$75이다. 이 유통업체는 1년에 288일 영업한다.

- a. EOQ는 얼마인가?
- b. 유통업체는 일 년에 몇 번 재주문해야 하는가?
- c. 주문 사이클은 얼마인가?
- d. 만일 EOQ양이 주문된다면 연간 총재고비용은 얼마인가?

출석 인정용 보고서 #10-(2/2) : 재고관리

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 3> 장난감 제조업체는 인기 덤프트럭 시리즈를 만들기 위해 매년 48,000개의 고무바퀴를 사용한다. 그 업체는 자사의 바퀴를 만들고 있으며, 매일 800개의 비율로 생산할 수 있다. 장난감 트럭은 매년 동일하게 조립되고 있다. 재고유지비용은 1년에 바퀴당 \$1이다. 바퀴의 생산을 위해 작업준비비는 \$45이다. 기업은 매년 240일 생산한다. 아래를 결정하라.

- a. 최적생산규모.
- b. 재고유지 및 작업준비를 고려한 연간 총 최소 재고비용.
- c. 최적 생산규모를 위한 사이클타임.
- d. 런타임.

<문항 4> Tingly는 하루 두 개씩 먹는 비타민 제품을 섭취하고 있으며, 이 제품은 주문하면 7일 안에 판매원이 집으로 배달해 주고 있다. Tingly가 언제 재주문을 하면 될까?

<문항 5> Cindy's Cider Bar가 체리주스와 사과맛 사이다의 혼합음료를 판매하고 있다. 혼합음료의 수요는 주당 평균 200리터, 주당 10리터의 표준편차를 가진 정규분포를 이루고 있다. $C_s =$ 리터당 60센트, $C_e =$ 리터당 20센트이다. 사과-체리 혼합음료의 최적재고수준을 구하라.

출석 인정용 보고서 #11-(1/2) : JIT와 린 운영

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 낭비를 제거하기 위한 카이젠(改善) 철학의 기초에 대해 설명하시오.

<문항 2> 다음에 주어진 자료를 가지고 Takt 시간을 계산하라. 시프트 당 총 시간은 480분이고 하루에 두 번의 시프트가 발생한다. 시프트 당 20분짜리 휴식이 두 번 있고 30분짜리 점심시간이 포함되어 있다. 일간 수요는 80개이다.

출석 인정용 보고서 #11-(2/2) : JIT와 린 운영

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 3> 어떤 작업장의 부품 사용률은 하루 300개이고 표준 상자의 용량은 25개이다. 칸반 카드가 접수되고 상자가 비어서 돌아오는 데 걸리는 주기시간은 평균 .12일이 걸린다. $X = .20$ 일 때, 필요한 칸반 카드의 수를 계산하라.

출석 인정용 보고서 #12-(1/2) : 공급사슬관리

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 채찍효과의 정의, 원인, 그리고 극복방안에 대해 설명하시오.

<문항 2> 효율적인 공급사슬관리의 이점에 대해 설명하시오.

출석 인정용 보고서 #12-(2/2) : 공급사슬관리

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 3> 공급사슬운영 참조모형에 대해 설명하시오.

<문항 4> 특정 제품의 보유비용이 연간 \$1,000이고, 하루 만에 배송하는 배송비용이 \$40, 3일 만에 배송하는 배송비용이 다음 a, b와 같을 때 하루 만에 배송하는 대안과 3일 만에 배송하는 대안 중에서 최적 대안을 결정하라.

- a. \$35
- b. \$30

출석 인정용 보고서 #13-(1/4) : 일정계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 무한부하할당과 유한부하할당에 대해 설명하시오.

<문항 2> 다음 작업들의 일정계획을 수립하기 위해 S/O 규칙을 사용하라. 작업시간은 현재 작업과 하부 작업을 위해 남은 시간을 포함한다. 현재 작업을 포함해서 남은 작업의 숫자에 관한 정보가 다음 표에 나와 있다.

작업	남은 작업시간	남기	남은 공정의 수
A	4	14	3
B	16	32	6
C	8	8	5
D	20	34	2
E	10	30	4
F	18	30	2

출석 인정용 보고서 #13-(2/4) : 일정계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 3> 다음 자료를 이용하여 작업을 기계에 최적할당하시오.

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	8	6	2	4
	2	6	7	11	10
	3	3	5	7	6
	4	5	10	12	9

출석 인정용 보고서 #13-(3/4) : 일정계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 4> 여섯 개의 작업을 위한 작업시간 (작업준비 시간을 포함해서)과 납기가 다음 표에 나타나 있다. 작업들의 순서, 평균 흐름 시간, 평균지연 그리고 작업장에 있는 작업의 평균 수를 다음 각 우선순위 규칙에 대해 결정하라.

	작업	작업 시간	납기
a. 선착순	A	2	7
b. 최소작업시간	B	8	16
c. 가장 빠른 납기	C	4	4
d. 임계비율	D	10	17
	E	5	15
	F	12	18

작업은 위 표에 나타난 순서로 도착함.

출석 인정용 보고서 #13-(4/4) : 일정계획

제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 5> 6개의 작업이 2대의 기계로 구성되는 작업장에서 처리된다. 첫 번째 작업은 세척이고, 두 번째 작업은 도색이다. 이 작업들의 총 완료시간을 최소화 할 작업 순서를 정하라. 작업 시간은 다음과 같다.

작업	작업시간(시간)	
	작업장1	작업장2
A	5	5
B	4	3
C	8	9
D	2	7
E	6	8
F	12	15

00

생산관리 강의 소개

교과목 정보

1. 교과목 정보

개설연도-학기	2021년	1학기	개설학과	테크노산업공학과		
교과목번호-분반번호	6577010	01	교과목명	생산관리		
이수구분	전공선택		학점/시수	3-3-0		
강의시간/강의실	수 01 ,02 ,03 [H-211(하이닉스)]					
수업방식						
강의언어			담당교수	정근채		
전화	043-261-2401	E-mail		kcjeong@cbnu.ac.kr		
강의경원			학과전화	043-249-1820		
선수과목			수강대상	학부(4학년)		
공학인증관련정보	인증영역		이론시수	실습시수	설계시수	

교과목 개요

2. 교과목 개요

강의개요	제품의 제조를 위한 생산시스템과 이들의 관리 특성을 이해하고 장기, 중기, 단기 생산계획을 수립하기 위한 방법론을 다룬다. 또한, 수립된 생산계획을 실행에 옮기기 위한 일정계획 수립 방법론과 생산 통제 기법 및 지식을 학습한다.					
학습목표	생산현장에서 벌어지는 다양한 형태의 문제상황을 이해하고 이를 합리적으로 해결할 수 있는 기법을 익힌다.					
문제해결방법	-해당사항없음					
수업진행방법	강의	토의/토론	실험/실습	현장학습	개별/팀별 발표	기타
	70%	30%	0%	0%	0%	0%
평가방법	상세정보	- 이론강의와 예제풀이실습 병행 - 이론강의(70%) + 예제풀이실습(30%) = 합계 100% - 각 강의 그림, 표, 용어정리, 예제, 문제 중심으로 수업을 진행할 예정임				
	중간고사	기말고사	출석	퀴즈	과제	기타
평가방법	40%	40%	20%	0%	0%	0%
	상세정보	- 중간고사(40%) + 기말고사(40%) + 출석(20%) = 합계 100% - 출석점수 20점 만점 기준 : 1시간 결석 당 1점 감점, 1회 지각 당 0.5점 감점				
프로그램 학습성과의 평가	-해당사항없음					
교재 및 참고문헌	1. 주교재 : 생산운영관리, 3판, 강중열 외 5인, McGraw-Hill Korea, 2019 2. 주교재 : 생산관리 강의노트, 충북대학교, 충북대학교, 2021					

3

주별강의계획

주차	수업내용	교재범위 및 과제물	비고
1	00. 강의소개, 01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장, 출석보고서 #01	비대면수업
2	02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장, 출석보고서 #02	비대면수업
3	03. 예측	교재 3장, 출석보고서 #03	비대면수업
4	04. 전략적 생산용량계획	교재 5장, 출석보고서 #04	비대면수업
5	05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장, 출석보고서 #05	비대면수업
6	06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장, 출석보고서 #06	비대면수업
7	중간고사		***대면시험
8	07. 입지계획과 분석	교재 8장, 출석보고서 #07	비대면수업
9	08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장, 출석보고서 #08	비대면수업
10	09. MPR와 ERP	교재 12장, 출석보고서 #09	비대면수업
11	10. 재고관리	교재 13장, 출석보고서 #10	비대면수업
12	11. JIT와 린 운영	교재 14장, 출석보고서 #11	비대면수업
13	12. 공급사슬관리	교재 15장, 출석보고서 #12	비대면수업
14	13. 일정계획	교재 16장, 출석보고서 #13	비대면수업
15	기말고사		***대면시험

4

기타안내

4. 장애학생을 위한 학습 및 평가지원 사항

- 학습지원: 강의 파일 제공, 대필 도우미 및 속기 지원 허락, 강의 녹음 허락, 과제 제출 기간 연장(시각, 손사용 불편 학생), 보조기구 사용 가능 등
 - 평가지원: 영어교과 듣기 시험 대체(청각장애학생), 장애종류 및 정도에 따라 시험 시간 1.5배 ~ 1.7배 연장, 별도 시험장소 및 시험지 제공, 필요한 경우 학습기자재 사용을 허용
 - 장애학생은 과제를 제출시나 중간 기말고사시에 추가시간을 배려할 수 있으며, 도우미 학생이 필요한 경우(대필 등) 별도의 방법을 시험에 응시 가능함.

5. 수강에 특별히 참고하여야 할 사항

- 최신 강의노트는 <http://kcjeong.cbnu.ac.kr/working/pm>에서 다운로드 받을 수 있음.
 - 시험중 부정행위를 한 자는 학사운영규정 제99조에 의거 징계처분을 받을 수 있으며, 학내의 학업 경직성이 존중 될 수 있도록 수강생들은 적극 협조하여 주시기 바람.

학습 체계

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

주별 강의일정

수업 일정	수요일	동영상 강의	과제	제출기한
1주	3월 3일	00. 강의소개 01. 생산운영관리 입문	출석보고서 #01	3월 10일
2주	3월 10일	02. 경쟁력, 전략, 생산성	출석보고서 #02	3월 17일
3주	3월 17일	03. 예측	출석보고서 #03	3월 24일
4주	3월 24일	04. 전략적 생산용량계획	출석보고서 #04	3월 31일
5주	3월 31일	05. 프로세스 선택과 시설배치	출석보고서 #05	4월 7일
6주	4월 7일	06. 작업설계 및 작업측정	출석보고서 #06	4월 14일
7주	4월 14일	중간고사		
8주	4월 21일	07. 입지계획과 분석	출석보고서 #07	4월 28일
9주	4월 28일	08. 총괄계획 및 주일정계획	출석보고서 #08	5월 5일
10주	5월 5일	09. MPR와 ERP	출석보고서 #09	5월 12일
11주	5월 12일	10. 재고관리	출석보고서 #10	5월 19일
12주	5월 19일	11. JIT와 린 운영	출석보고서 #11	5월 26일
13주	5월 26일	12. 공급사슬관리	출석보고서 #12	6월 2일
14주	6월 2일	13. 일정계획	출석보고서 #13	6월 9일
15주	6월 9일	기말고사		

7

대면 시험

□ 중간고사

- ✓ 2021년 4월 14일(수), 7주차에 대면 시험 예정
- ✓ 시험 범위 : 1주차 ~ 6주차 동영상 강의

□ 기말고사

- ✓ 2021년 6월 9일(수), 15주차에 대면 시험 예정
- ✓ 시험 범위 : 8주차 ~ 14주차 동영상 강의

□ 시험 준비 요령

- ✓ 출석보고서 내용을 철저히 복습
- ✓ 2학기에 치뤄질 졸업시험은 중간/기말 고사 문제 중심으로 출제될 예정임

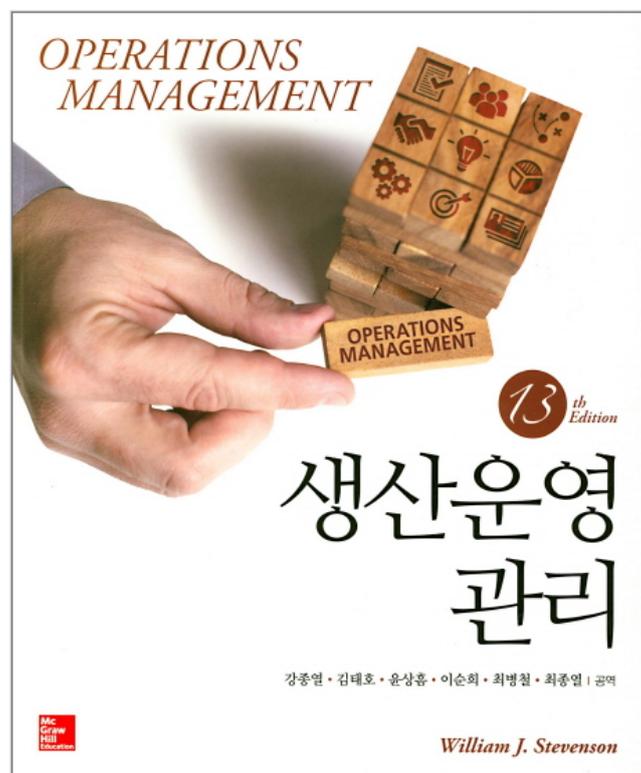
8

eCampus 강의자료 – 강의노트.pdf

동영상 강의 시청	과제 제출란
00. 강의소개	출석보고서 #01
01. 생산운영관리 입문	출석보고서 #02
02. 경쟁력, 전략, 생산성	출석보고서 #03
03. 예측	출석보고서 #04
04. 전략적 생산용량계획	출석보고서 #05
05. 프로세스 선택과 시설배치	출석보고서 #06
06. 작업설계 및 작업측정	출석보고서 #07
07. 입지계획과 분석	출석보고서 #08
08. 총괄계획 및 주일정계획	출석보고서 #09
09. MPR와 ERP	출석보고서 #10
10. 재고관리	출석보고서 #11
11. JIT와 린 운영	출석보고서 #12
12. 공급사슬관리	출석보고서 #13
13. 일정계획	출석보고서 #13

9

교과서



10

강의노트

생산관리 강의노트

2021년 3월 1일

충북대학교 공과대학
테크노산업공학과

정근채 교수

- 목차 -

- 강의계획서
- 주별 강의내용
- 보고서 양식(출석 인정용 보고서 #01 ~ #13)

00. 강의소개
01. 생산운영관리 입문
02. 경쟁력, 전략, 생산성
03. 예측
04. 전략적 생산용량계획
05. 프로세스 선택과 시설배치
06. 작업설계 및 작업측정
07. 입지계획과 분석
08. 총괄계획 및 주일정계획
09. MPR와 ERP
10. 재고관리
11. JIT와 린 운영
12. 공급사슬관리
13. 일정계획

보고서 양식

보고서 총 2페이지

출석 인정용 보고서 #01 : 생산운영관리 입문
제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

<문항 1> 생산운영관리의 정의와 기능에 대해 설명하십시오.

<문항 2> 시간 축과 수요 축을 갖는 그래프를 이용하여 제품 및 서비스의 수명주기에 대해 설명하십시오.

<문항 3> 고객의 욕구수준 축과 고객만족 축을 갖는 그래프를 이용하여 카노모형에 대해 설명하십시오.

출석 인정용 보고서 #01-(1/2) 경쟁력, 전략, 생산성
제출일 : 2021년 __월 __일 학번 : _____ 이름 : _____

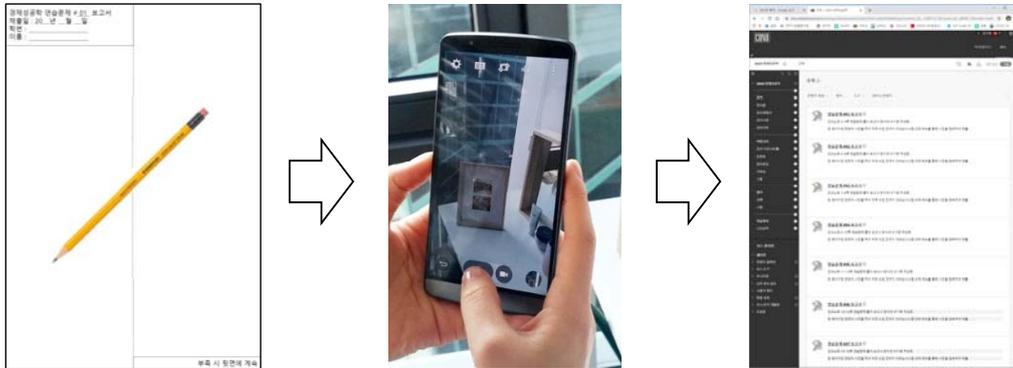
<문항 1> 기업 조직이 선택할 수 있는 전략의 다양한 예에 대해 설명하십시오.

<문항 2> 다음의 각 경우에 대해 생산성을 계산하라.
a. 4명의 작업자가 8시간 동안 720야드의 카펫을 설치하였다.
b. 기계 1대가 2시간 동안 68개의 사용 가능한(불량이 아닌) 부품을 생산하였다.

<문항 3> 다음 자료를 이용하여 노동시간과 기계시간을 통합한 투입물에 대해 복합생산성을 계산하라.

산출물: 7,040 단위
투입물
노동비: \$1,000
재료비: \$520
경비: \$2,000

보고서 제출 방법 : 수기작성 -> 사진촬영 -> eCampus 과제 제출



13

문의사항

이메일 문의 : kcjeong@cbnu.ac.kr

14

오픈 채팅방 운영 : 공지사항 확인

카카오톡 오픈채팅방 참여
<https://open.kakao.com/o/gtL7Nd4b>

참여코드 : 49323

15

당부

한학기 동안 열심히 공부하시기 바랍니다.

감사합니다.



16

01 (교재 1장, 4장) 생산운영관리 입문

(Introduction to Operations Management)

제품과 서비스의 설계 (Product and Service Design)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- **생산운영부문: 제품이나 서비스를 생산하는 책임**을 지고 있는 기업 조직의 부문
 - **제품(goods):** 기업 조직이 생산하는 물자 → 원자재(raw material), 부품(part), 하위 조립품(sub-assembly), 최종 완제품(final product)
 - **서비스(services):** 시간, 위치, 형태, 심리적인 가치를 조합된 형태로 제공하는 활동
- **기업 조직의 기본 기능(영역)과 책임**
 - **재무:** 유리한 조건으로 재무자원을 확보해서 이를 조직 전반에 할당하는 책임, 예산 수립, 투자안 분석, 생산운영을 위한 자금 조달
 - **마케팅:** 소비자의 욕구(wants)와 니즈(needs)를 평가하여 그 조직에서 취급할 제품이나 서비스를 판매하고 촉진
 - **생산운영:** 조직이 소비자에게 제공하고자 하는 제품을 생산하고 서비스를 산출

3

서론(Introduction)

그림 1.1
기업조직의 세 가지 기본 기능

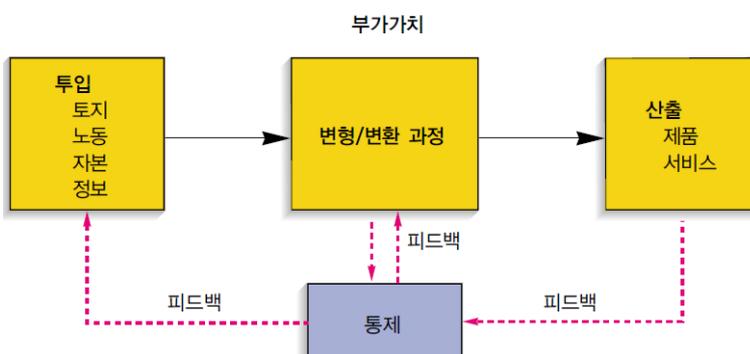
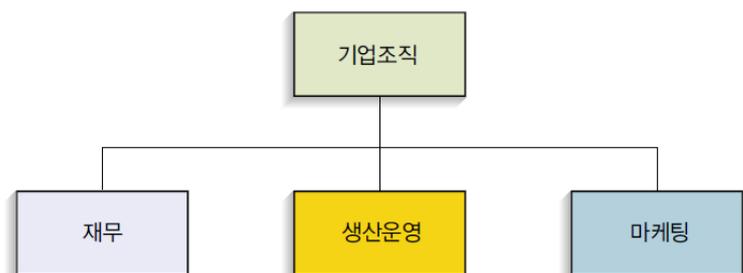


그림 1.2
생산운영기능은 투입을 산출로 변환하는 과정을 포함하고 있다

4



서론(Introduction)

- **생산운영관리(Operations Management):** 제품을 생산하거나 서비스를 산출하는 시스템 또는 프로세스의 관리
 - 기업은 고객의 욕구(wants)와 니즈(needs)를 충족시키는 매개체로서 가치가 부가된 (value-added) 제품 및 서비스를 고객에게 전달하며, 생산운영관리는 이러한 제품 및 서비스를 산출하는 시스템 및 프로세스를 관리(설계, 운영, 개선 및 통제)하는 것
 - 생산운영의 기능은 투입(inputs)을 산출(outputs)로 변형/변환(transformation or conversion)하는 기능을 포함 → 변환과정에서 가치를 부가하는 것이 핵심
 - 처음 계획했던 산출을 획득하기 위해 조직은 변환 과정의 다양한 지점에서 측정을 하고(피드백), 필요한 경우 교정 활동을 할 수 있도록 사전에 설정된 표준과 이들 측정 결과를 비교(통제)

5

서론(Introduction)

- **순수한 제품(pure product) 또는 순수한 서비스(pure service)만으로 고객에게 가치를 전달하는 것이 가능한가?**

그림 1.3
제품-서비스 연속선



- 현재의 기업들은 순수하게 제품만으로 또는 서비스만으로 고객의 욕구와 니즈를 만족시키기는 어렵다. 제품과 서비스가 결합된 **제품패키지(product package)**를 통해 고객의 욕구와 니즈를 만족시키게 되는데 고객에게 제공되는 제품과 서비스의 비중 혹은 중요도에 따라 제조업과 서비스업이 분류된다고 할 수 있다.

6

서론(Introduction)

표 1.2
변환과정의 예

식품 가공	투입	처리 과정	산출
	생 야채 금속판 물 에너지 노동력 건물 장비	세척 캔 제작 절단 조리 포장 라벨 부착	야채 통조림
병원	투입	처리 과정	산출
	의사, 간호사 병원 의료 자재 장비 실험실	검사 수술 모니터링 투약 치료	치료받은 환자

7

서론(Introduction)

- 제품 생산: 유형의 물리적 제품 → 재화 지향성
- 서비스 전달: 무형의 비물리적 서비스 → 행위 지향성

특징	제품	서비스
고객접촉도	낮음	높음
투입물의 균질성	높음	낮음
노동집약도	낮음	높음
산출물의 균질성	높음	낮음
산출물	유형	무형
생산성 측정	쉬움	어려움
품질 문제점을 고객 전달 이전에 바로잡을 수 있는 기회	높음	낮음
재고	많음	적음
산출물에 대한 평가	보다 쉬움	보다 어려움
특허등록 가능성	높음	낮음

표 1.3
제품과 서비스의 전형적인 차이점

8

생산운영관리의 범위

(The Scope Of Operations Management)

- 생산운영 관리자들은 제품과 서비스의 설계, (생산) 프로세스 선정, 기술의 선택과 관리, 작업 시스템 설계, 입지계획, 설비 계획과 조직에서 산출하는 제품이나 서비스의 품질 개선 활동 등을 수행
- 생산운영 기능은 예측, 생산용량 계획(capacity planning), 일정계획(scheduling), 재고관리, 품질 보증, 종업원의 동기부여, 생산설비의 입지결정 등과 같은 상호 연관된 활동을 포함
- 생산운영 관리자의 의사결정 영역은 (생산운영) 시스템의 설계와 운영으로 구분
 - (생산운영) 시스템 설계: 시스템의 생산용량계획(capacity planning), 시설의 지리적 위치(location), 물리적 구조물 내에서 설비를 배치(layout)하거나 장비를 설치하는 것, 제품이나 서비스 설계(design), 장비의 구매, 생산프로세스 선택(process selection), 작업시스템 설계(work system design), 품질개선(quality improvement)활동 전개, 기술관리(technology management) 등과 관련된 의사결정 → 장기적, 전략적 의사결정
 - (생산운영) 시스템 운영: 수요예측(forecasting), 인사(종업원) 관리, 재고의 계획 및 통제(inventory management), 일정계획(scheduling), 프로젝트 관리(project management) 및 품질관리(quality management) → 중/단기적, 전술적/운영적 의사결정

표 1.5
설계 및 운영 의사결정

의사결정 분야	장	기본적인 문제들
예측	3	수요가 얼마나 될 것인가?
설계		
제품 및 서비스 설계	4	고객은 무엇을 원하는가? 제품이나 서비스를 어떻게 개선할 것인가?
생산용량(장기적)	5	얼마나 많은 생산용량이 필요한가? 조직이 이러한 용량 수요를 어떻게 조달할 수 있는가?
프로세스 선택	6	조직이 어떠한 프로세스를 적용해야 하는가?
설비 배치	6	원가, 생산성의 관점에서 볼 때 부문, 장비, 작업 흐름 및 저장소를 어떻게 배열할 것인가?
작업 시스템의 설계	7	종업원에게 동기를 부여하기 위한 최선의 방법은 무엇인가? 생산성을 어떻게 향상시킬 수 있는가? 작업을 어떻게 측정할 것인가? 작업방법을 어떻게 개선할 수 있는가?
입지	8	시설(공장, 점포 등)에 대한 만족스런 입지는 어디인가?
운영		
품질	9	품질을 어떻게 정의할 수 있는가? 좋은 품질의 제품이나 서비스를 어떻게 달성할 수 있으며 개량할 수 있는가?
품질관리	10	프로세스가 적절한가? 어떤 품질표준을 사용해야 하는가? 표준이 지켜지고 있는가?
공급사슬관리	11	공급사슬 전체를 통하여 정보나 제품 흐름을 어떻게 하면 효과적으로 할 수 있는가?
재고관리	12, 14	얼마나 많이 주문할 것인가? 언제 주문할 것인가? 어떤 품목에 가장 많은 관심을 가져야 할까?
총괄생산계획	13	중기 기간 중 어느 정도의 생산용량이 필요한가? 필요한 생산용량을 어떠한 방법으로 조달할 것인가?
자재소요계획	14	어떠한 자재, 부품, 반조립품이 필요한가? 또 언제 필요한가?
적시생산, 린 생산시스템	15	어떻게 하면 보다 적은 자원을 사용하여 보다 원활한, 균형잡힌 작업흐름을 달성할 수 있는가?
일정계획	16	직무나 자원의 일정계획을 어떻게 잘 할 수 있을까? 누가 어떠한 직무를 할 것인가?
프로젝트 관리	17	프로젝트를 성공하기 위해 어떤 활동이 가장 중요한가? 프로젝트의 목표는 무엇인가? 어떤 자원이 필요하며 언제 필요한가?

Skip

Skip

그림 1.4a
 미국의 제조 및 서비스부문
 고용현황(1940~2010)

출처: U.S. Bureau of Labor Statistics.

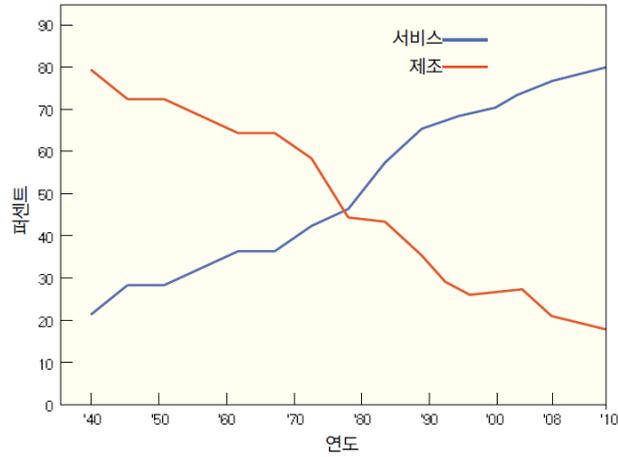


그림 1.4b
 싱가포르의 제조 및 서비스부문
 고용현황(2001~2011)

출처: <http://www.mom.gov.sg/>



11

생산운영관리와 의사결정 (Operations Management And Decision Making)

- 생산운영 관리자의 주된 역할은 **계획 입안자와 의사결정자**로서의 역할
- 조직을 관리하는 전문가들이 담당하는 핵심적 의사결정
 - **무엇을(What):** 어떤 자원이 얼마만큼 필요한가?
 - **언제(When):** 각각의 자원은 언제 필요한가? 작업은 언제로 예정되어야 하는가? 원자재와 기타 공급품들은 언제 주문해야 하는가? 언제 교정활동(corrective actions)을 해야 하는가?
 - **어디서(Where):** 작업은 어디에서 해야 하는가?
 - **어떻게(How):** 제품이나 서비스를 어떻게 설계해야 하는가? 작업은 어떻게 해야 하는가(조직, 방법, 장비)? 자원을 어떻게 할당할 것인가?
 - **누가(Who):** 누가 그 작업을 할 것인가?

12

생산운영관리와 의사결정

(Operations Management And Decision Making)

- 생산운영관리 담당자의 의사결정을 위한 방법론(도구) 및 의사결정 시 고려사항
 - **모형(Models):** 현실을 추상화하고 단순화시켜 나타낸 것 → 물리적, 개념적, 수학적 모형
 - **계량적 접근방법(Quantitative Approaches):** 경영 문제에 대해 수학적으로 최적의 해를 구하고자 하는 접근법
 - 선형계획법(Linear Programming), 대기행렬모형(Queueing Techniques), 재고모형(Inventory Models), PERT/CPM, 예측기법(Forecasting Techniques), 통계적 모형(Statistical Models) → **계량적 접근방법과 정성적(qualitative techniques) 접근방법을 결합하여 의사결정**
 - **성과 척도(Performance Metrics):** 생산운영을 관리하고 통제하기 위해 사용하는 척도 → 이익, 원가, 품질, 생산성, 자산, 재고, 스케줄, 예측의 정확도 등
 - **상충관계의 분석(Analysis of Trade-Offs):** 예) 재고량 결정: 재고를 많이 보유하면 고객에 대한 서비스 수준은 올라가겠지만 반대로 재고유지비용은 증가되는 상충관계가 발생, 새로운 장비를 구입하면 새로운 기능이 추가되겠지만 장비를 구입해야 하는 비용이 지출 → 의사결정자는 자신이 해야 하는 의사결정의 결과를 보다 잘 이해하기 위해 실행 과정에서의 이점과 불리한 점(장/단점)을 열거함으로써 이러한 의사결정을 처리하기도 함

13

생산운영관리와 의사결정

(Operations Management And Decision Making)

- **시스템 접근방법(System Approach):** 시스템(system)이란 어떤 목적 또는 목표를 달성하기 위해 함께 기능해야 하는 상호 연관된 부분들의 조합(집합)으로 정의
 - 기업조직은 여러 하위 시스템(마케팅, 생산운영, 재무)으로 구성되고 각각의 하위시스템은 또 그 안에 여러 더 낮은 하위시스템으로 구성. **시스템 접근방법은 하위시스템간의 상호연관성을 강조하나 그 주제는 전체는 개별 부분의 합보다 크다는 것**
 - 따라서 시스템 관점에서는 조직 전체로서의 산출이나 목표는 항상 어느 한 하위 시스템의 산출이나 목표에 우선해야 함
 - **하위 시스템의 효율성에 집중(부분 최적화; partial optimization, functional silo approach)하는 것보다는 전체 시스템의 최적화(total optimization)에 집중해야 함**
- **우선순위 결정(Establishing Priorities):** 의사결정시 직면하는 여러 요인들 중에서 어떤 요인이 가장 중요하고 시급한 것인가? (파레토 법칙)
- **윤리(Ethics):** 경영자가 의사결정을 할 때는 그 의사결정이 주주, 경영진, 종업원, 고객, 지역사회 전반과 환경에 어떠한 영향을 미칠 것인가를 생각해야 함 → 윤리적인 의사결정을 할 책임
- **환경에 대한 고려(Environmental Concerns):** 환경변화와 이에 따른 규제 증가

14

왜 생산운영관리를 공부하는가? (Why Study Operations Management?)

- 기업조직이 성공적으로 기능을 발휘하기 위해서는 조직의 모든 부문이 서로 협력하여(합동으로) 작업을 해야 함
 - 협력(합동)작업을 성공적으로 한다는 것은 조직의 모든 구성원이 자신의 고유한 역할뿐만 아니라 다른 부문의 역할도 동시에 이해하고 있어야 함을 의미 → 생산운영, 재무, 마케팅
 - 다양한 기능 분야간에 정보의 교환이나 협력적인 의사결정의 방법으로 상당 수준의 상호접촉과 협력이 이루어지고 있음
- 생산운영관리는 기업조직이 모든 기능(고객의 욕구와 니즈를 충족시키는 제품 및 서비스를 생산하고 전달)을 발휘하는데 있어 중심적인 역할

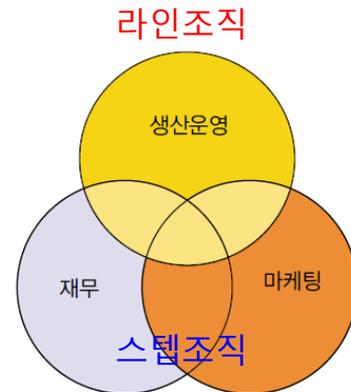


그림 1.5
기업조직의 세 가지 주요 기능은 상호 겹치고 있다.

15

왜 생산운영관리를 공부하는가? (Why Study Operations Management?)

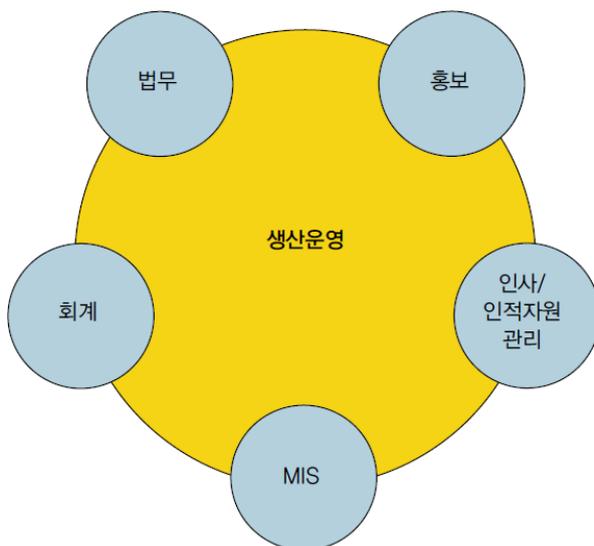


그림 1.6
생산운영은 지원기능과 연계하여 활동한다.

16

생산운영관리의 역사적 발전과정 (The Historical Evolution Of Operations Management)

- **산업혁명(The Industrial Revolution):** 인간의 노동력을 기계의 힘으로 대체 (18C 중엽)
- **과학적 관리(Scientific Management):** 종업원의 생산성을 향상시키기 위해 작업에 대한 객관적이고도 과학적인 연구를 강조 → Frederick Winslow Taylor, Frank B. Gilbreth, Henry Gantt, Harington Emerson, Henry Ford (1910년대)
 - Ford: 이동조립라인(moving assembly line), 대량 생산방식(mass production <- 호환부품(interchangeable parts)), 분업(Division of Labor)의 개념을 도입 및 활용
- **인간관계운동(Human Relations Movement):** 작업설계에서 인간적 요소의 중요성을 강조 (1920년대~)
- **의사결정모형과 경영과학(Decision Models and Management Science):** 의사결정에 수학적, 계량적, 통계적 모형의 활용 (1930~60년대)
- **일본 제조업체의 영향(The Influence of Japanese Manufactures):** 품질혁명, 시간기반경영(time-based management), 적시생산방식(JIT; just-in-time manufacturing) (1970~90년대)

17

생산운영관리의 역사적 발전과정 (The Historical Evolution Of Operations Management)

개략적 연대	공헌내용/개념	창시자
1776	분업	Adam Smith
1790	호환부품	Eli Whitney
1911	과학적 관리의 원칙	Frederick W. Taylor
1911	동작연구, 산업심리학의 활용	Frank and Lillian Gilbreth
1912	활동의 스케줄링을 위한 도표	Henry Gantt
1913	이동조립라인	Henry Ford
1915	재고관리를 위한 수리적 모형	F. W. Harris
1930	작업자 동기화에 대한 호손 연구	Elton Mayo
1935	표본추출과 품질관리를 위한 통계적 방법	H.F. Dodge, H.G. Romig, W. Shewhart, L.H.C. Tippet
1940	전쟁에 OR 응용	OR 그룹
1947	선형계획법	George Dantzig
1951	상업적인 컴퓨터	Sperry Univac, IBM
1950년대	자동화	다수
1960년대	많은 계량적 분석도구가 개발됨	다수
1960년대	산업동학(시스템 다이내믹스)	Jay Forrester
1975	생산전략에 대한 강조 품질, 유연성, 시간기반 경쟁, 린 생산방식에 대한 강조	W. Skinner 일본 제조업체들, 특히 Toyota와 오노 다이이치(Taichi Ohno)
1990년대	인터넷, 공급사슬관리	다수
2000년대	애플리케이션 서비스 공급자와 아웃소싱	다수

표 1.6
생산운영관리의 역사적 발전

18

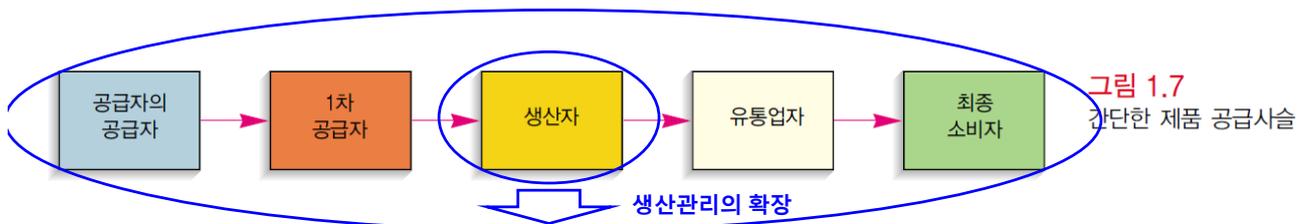
변화의 새로운 추세(Trends In Business)

- **정보기술(IT)의 발전 및 적용의 확대:** Internet, E-Business, E-Commerce
- **기술관리(Management of Technology):** 제품 및 서비스 기술, 프로세스 기술, 정보기술 → 기술 진보로 인한 긍정적 영향과 부정적 영향 모두 고려해야 함
- **글로벌화(Globalization):** 글로벌경쟁과 글로벌 시장의 개념 - 전 세계의 크고 작은 기업들의 전략과 운영에 영향을 미침
- **민첩성(Agility):** 기업 조직이 수요나 시장 기회에 대해 신속히 대응할 수 있는 능력
- **윤리적 행동(Ethical Behavior)**
- **지속가능성(Sustainability):** 서비스나 생산 프로세스가 현재뿐만 아니라 미래의 인간생존을 위해 생태시스템을 해치지 않는 방법으로 자원을 사용

19

변화의 새로운 추세(Trends In Business)

- **공급사슬관리(SCM; Supply Chain Management):** 고객의 서비스 요구사항을 충족시키면서도 전체 시스템 비용을 최소화하기 위해 제품이 적시에 필요한 만큼, 필요로 하는 곳으로 생산 및 유통 시키기 위해 원재료 공급자부터 제조업체, 유통업자, 창고, 최종 고객까지 전체 공급사슬을 효율적 효과적으로 통합, 관리하는 것



20

변화의 새로운 추세(Trends In Business)

그림 1.8
빵의 공급사슬



21

제품 · 서비스 설계의 기타 이슈 (Other Issues in Product and Service Design)



■ 수명주기(Life Cycle)

- **도입기(introduction):** 시장에 제품이 처음 등장, 설계의 불완전성이 내포되기 쉬움, 낮은 수요
- **성장기(growth):** 시간이 지나면서 설계에 개선이 일어나서 신뢰성이 향상되고 원가도 낮아짐, 인지도 증가에 따라 수요 증가, 생산량 증가에 따른 원가 하락
 - 수요의 증가율과 그 증가 추세의 지속 기간을 정확하게 예측하고 수요 증가에 맞추어 생산용량을 확보
- **성숙기(maturity):** 설계변경은 없거나 매우 적고 수요 정체, 시장은 포화상태가 되며 점차 수요 하락. 일반적으로 (단위당)원가는 낮고 생산성도 높음
 - 설계변경 필요성은 없거나 있더라도 매우 약함, 시장이 포화되고 쇠퇴기에 접어들기에 앞서 성숙기가 얼마나 오래 지속될지 정확하게 예측하는 일이 중요
- **쇠퇴기(decline):** 시장에서 쇠퇴하는 제품의 유효수명을 연장하기 위해 **방어적 연구자세(defensive research posture)**를 채택하여 신뢰성 향상, 생산비 절감, 가격인하, 설계변경, 용기나 포장의 변화를 시도 하기도 함
 - 상품을 단종시키고 다른 것으로 대체할지 아니면 시장을 포기할지 그것도 아니면 새로운 용도나 새로운 사용자들을 찾으려고 시도할지 결정

- 수명주기의 각 기간의 길이는 흔히 해당 제품의 **기본수요(basic need)**와 **기술 변화속도에 따라** 크게 좌우

22

제품 · 서비스 설계의 기타 이슈 (Other Issues in Product and Service Design)

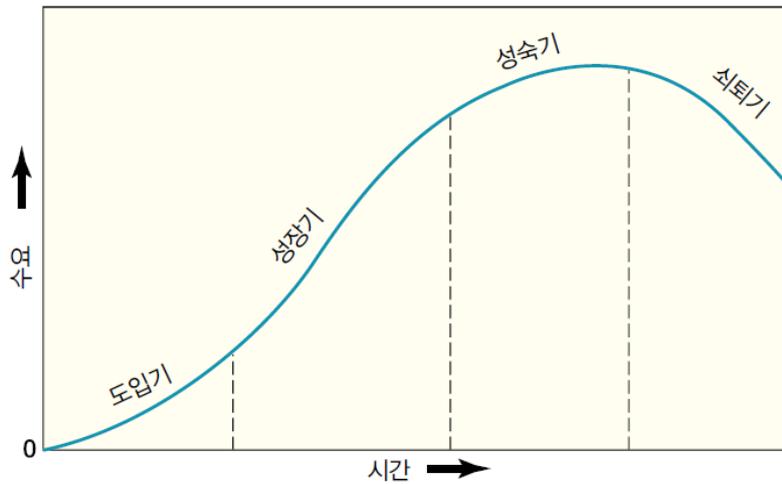


그림 4.1

제품이나 서비스는 흔히 수명주기를 보인다.

23

카노모형(The Kano Model)



■ 카노 모형(Kano Model)

- 품질기능전개 혹은 다른 방법으로 파악한 설계특성들을 고객만족 측면에서 개념화하는 방법
- 설계특성들을 고객의 니즈와 만족 사이의 관계에 따라 **필수(must-have)특성**, **기대(expected)특성**, **감동(excitement)특성** 등 세 가지 범주로 분류
 - **필수특성**: 기본적인 수준의 만족을 얻지만 어느 수준을 넘어서면 더 이상 고객만족을 끌어올릴 가능성은 없음
 - **기대특성**: 고객의 요구 정도를 계속 만족시켜줄 수 있다면 고객 만족을 계속 증가시킴 (타이어나 지붕의 수명이 길면 길수록 고객 만족도 상응하여 증가)
 - **감동특성**: 고객 요구를 뛰어넘어 고객으로 하여금 감탄사를 자아내게 하는 특성
- 개발하고자 하는 제품이나 서비스에 대하여 각 범주에 속하는 설계특성들을 파악하여 우선 필수특성을 반영한 다음, 다른 두 가지 범주의 특성들에 대하여서는 **비용-편익(혜택)분석(cost-benefit analysis)**를 통하여 개발 목표를 달성하도록 하는 설계전략

24

카노모형(The Kano Model)

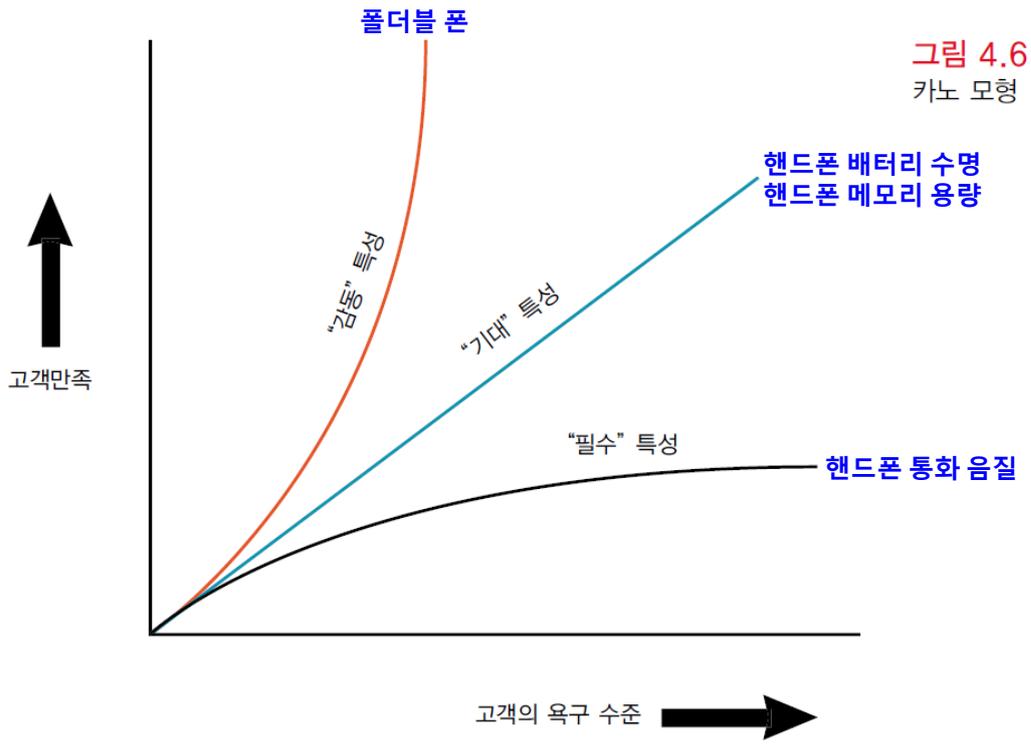


그림 4.6
카노 모형

02 (교재 2장) 경쟁력, 전략, 생산성

(Competitiveness, Strategy, and Productivity)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

경쟁력(Competitiveness)

- **경쟁력(Competitiveness): 유사한 제품이나 서비스를 공급하는 경쟁자와 비교해 (기업)조직이 고객의 욕구와 필요를 상대적으로 어떻게 효과적으로 충족시켜주는가에 대한 개념**
 - 경쟁력은 기업이 번창하거나, 겨우 명맥을 유지하거나, 아니면 실패하는 것을 결정짓는 중요한 요인
- 기업은 마케팅과 생산운영 기능을 적절히 결합하여 서로 경쟁
 - 기업의 경쟁력에 영향을 미치는 마케팅 기능
 - 소비자의 욕구와 필요를 파악, 가격, 홍보 및 판촉활동
 - 기업의 경쟁력에 영향을 미치는 생산운영 기능
 - 제품과 서비스 설계, 원가, 입지, 품질, 신속한 대응, 유연성, 재고관리, 공급사슬관리, 서비스, 경영자와 종업원

3

경쟁력(Competitiveness)



전 세계 백오피스(back office)의 절반이 자국 내에 위치하는 인도는 아웃소싱 산업부문에서 세계의 선두주자이다. “인도가 아웃소싱으로 벌어들이는 수익은 2011년에 약 590억 달러를 기록했으며, 이는 전 세계 해외시장 점유율의 51%에 해당한다.”고 방갈로르의 컨설팅회사인 솔론스연구소(Tholons Research)의 리포트가 밝혔다.

**인도의 글로벌
콜센터 아웃소싱**

4

경쟁력(Competitiveness)

- 기업조직이 실패하는 이유
 1. 생산운영 전략을 등한시 하는 것
 2. 강점과 기회를 활용하지 못하거나 또 경쟁위험을 인지하지 못하는 것
 3. 연구개발을 희생시키는 대신 단기적 재무성과를 지나치게 강조
 4. 제품이나 서비스 설계는 지나치게 강조하나 프로세스 설계와 개선에 대해서는 충분히 강조하지 않는 것
 5. 자본과 인적자원에 대한 투자를 등한시 하는 것
 6. 서로 다른 기능 분야들 간에 내부 의사소통이나 협력을 잘 하지 못하는 것
 7. 고객의 욕구와 필요를 충분히 고려하지 못하는 것
- 경쟁에서 성공하기 위한 열쇠는 고객의 욕구를 파악하고 고객의 기대에 부응(또는 능가)하도록 노력해야 함: 이를 위해 알아야 할 기본적인 이슈는...
 1. 고객은 무엇을 원하고 있는가?
 2. 그러한 욕구를 만족시켜줄 수 있는 최선의 방법은 무엇인가?
- 주요 고객이나 표적시장에 대해 상대적으로 중요한 정보를 획득하기 위해 생산운영은 마케팅과 협력해야 함

5

전략(Stratgy)

- 사명(Mission)과 목표(Goals)
 - 조직의 사명은 조직의 존재 이유를 말함.
 - 조직의 사명은 조직의 목표를 기술한 사명기술서(Mission Statement)로 표현.
 - 사명기술서는 조직 목표(Goals)의 기초가 되며 목표는 사명을 보다 상세하게 그 범위를 기술한 것
 - 목표는 조직 전략 개발의 기초가 되며, 이들은 다시 조직의 기능 단위 별 전략과 전술을 수립하는 근거
- 전략(Stratgy): 기업 조직의 목표를 달성하기 위한 계획.
 - 기업 조직의 전략은 기업 조직이 무엇을 하고 그것을 어떻게 하는지에 대해 커다란 영향을 미침
 - 전략은 장기, 중기, 단기로 구분할 수 있으며, 전략이 효과적이기 위해서는 조직의 사명과 조직의 목표를 지지할 수 있도록 설계되어야 함
- 전술(Tactics)
 - 목표를 목적지로 생각하면 전략은 목적지에 이르게 하는 로드맵
 - 전술(Tactics)은 전략 달성을 위해 사용되는 구체적인 방법과 활동
 - 전술은 전략에 비해 보다 구체적이며, 조직에서 가장 구체적이고 자세한 계획과 의사결정을 필요로 하는 실제 운영을 수행하기 위한 안내와 방향을 제시
- 전략, 전술 또는 운영적 이슈의 구분: 시간 축의 차이

6

We Do Technology

첨단기술의 중심, 더 나은 세상을 만듭니다

SK하이닉스는 기술기반의 IT 생태계 리더로서 새로운 미래를 열어가고 있습니다.

강한 집념과 끊임없는 기술 혁신을 바탕으로 이해관계자와 사회 구성원 모두가 함께 성장하는 미래, SK하이닉스는 새롭게 Brand Identity 체계를 수립하고 첨단기술의 중심에서 더 나은 세상을 만드는 회사로 도약하고자 합니다.



Purpose

SK하이닉스가 존재하는 목적

Values

SK하이닉스 구성원 모두가 지켜야 할 우리만의 가치

Drivers

고객/사회가 SK하이닉스 선택하고 지지하는 동인(動因)

Brand Identity (BI)

Purpose/Values/Drivers를 압축적으로 반영한 SK하이닉스의 정체성이자 지향점

Brand Slogan

BI를 보다 상징적이고 축약된 문구로 외부에 전달하는 메시지

7

비전

비전 : 회사가 지향하는 미래의 모습

사업 경쟁력을 갖추고 직원들로부터 사랑 받고, 사회로부터 존경 받는 이념로그 및 혼성신호 반도체 일류 기업

경영이념

3대 경영 이념 : 임직원이 공유하는 경영철학

· 고객중심 경영

고객은 가치 판단의 최우선 기준입니다.

· 주주가치 극대화

우수한 경영실적으로 주주들에게 신뢰를 제공합니다.

· 사회적 책임 준수

안정적인 일터를 제공하고, 지역사회 발전에 기여합니다.

핵심가치

8대 핵심가치 : 가치판단의 기준이 되는 행동 양식

· 가치창출

새로운 가치를 창출하고, 단계별로 가치를 높여갑니다.

· 신바람 문화

우리의 일터를 즐거움이 넘쳐나는 곳으로 만들어 갑니다.

· 성과 중심

적극적인 실행을 통해 최고의 성과를 만들어 갑니다.

· 부문간 협력

부문간 팀워크를 통해 더 큰 성과를 만들어 갑니다.

· 업무효율성 향상

모든 일에서 생산성과 효율성을 높여갑니다.

· 솔선수범

적극적으로 앞장서 모범적으로 실천합니다.

· 상호 존중

서로 신뢰하고, 존중하고, 배려합니다.

· 윤리와 투명성

모든 일을 투명하고 윤리적으로 처리합니다.

8

전략(Stratgy)

나이키(Nike)	<u>세계의 모든 운동선수에게 영감과 혁신을 주기 위하여.</u>	나이키사 제공.
맥도날드 레스토랑	맥도날드의 비전은 세계에서 가장 좋은 퀵서비스 레스토랑이 되는 것이다. 가장 좋다는 것은 뛰어난 품질, 서비스, 청결과 가치를 제공하여 모든 레스토랑에 있는 모든 고객을 미소 짓게 만드는 것을 의미한다. 우리의 비전을 달성하기 위하여, 우리는 세 가지 세계적인 전략에 집중한다. <ul style="list-style-type: none"> • 전 세계의 각 공동체에서 우리 종업원들에게 가장 훌륭한 고용주가 된다. • 우리의 레스토랑에서 우리의 고객에게 탁월한 서비스를 제공한다. • 혁신과 기술을 통하여 맥도날드 시스템의 상표를 확장하고 강점을 활용하여 지속적인 성장을 실현한다. 	맥도날드사의 허가를 얻어 사용.
싱가포르항공 (Singapore Airlines)	<u>싱가포르항공의 사명은 최고품질의 항공운송서비스를 제공하고, 그 주주와 종업원의 복리증진을 위하여 수익을 극대화하는 것이다.</u>	싱가포르항공사 제공.
HTC	<u>사용하기 쉬운 인터넷 플랫폼을 제공하고 수준 높은 브랜딩을 주도함으로써 크기에 상관없이 모든 전문기관의 의사소통 및 관리요구에 응하는 것.</u>	HTC사 제공.
졸리비(Jollibee)	<u>최고 식감의 식품을 공급함으로써 누구에게나 먹는 즐거움을 선사하는 것.</u>	Jollibee Foods사의 허가를 얻어 사용.

표 2.1

기업의 사명 또는 비전 기술서 예



www.nike.com

www.mcdonalds.com

www.singaporeair.com

www.htc.ca

www.jollibee.com.ph

전략(Stratgy)

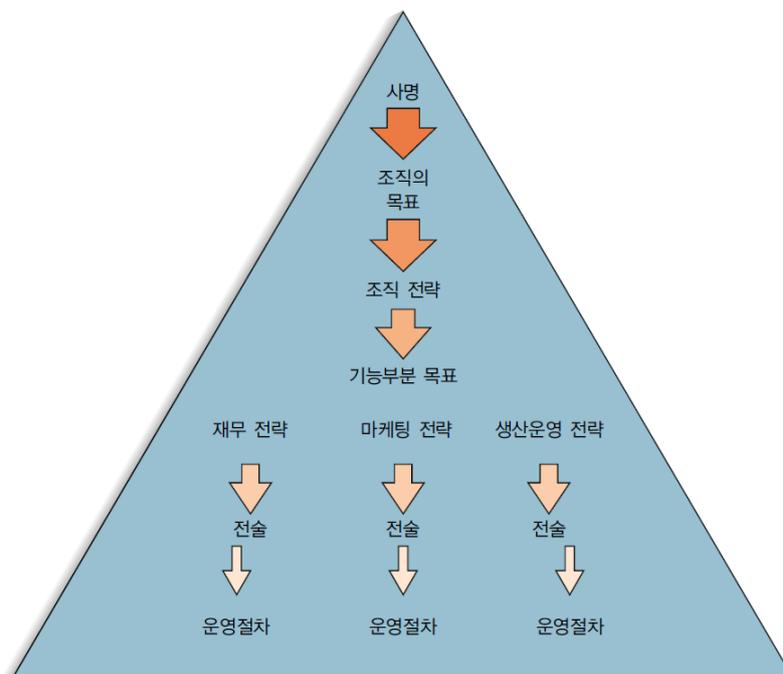


그림 2.1

조직에서 계획과 의사결정은 계층적이다.



전략(Stratgy)

- 기업 조직이 선택할 수 있는 전략의 다양한 예
 - **저 원가(Low cost)**: 인건비가 저렴한 제3세계 국가들로부터 생산운명을 아웃소싱 함
 - **규모에 기초한 전략(Scale-based strategies)**: 높은 산출량과 낮은 단가를 실현하기 위하여 자본 집약적인 생산방법을 사용
 - **전문화(Specialization)**: 고품질을 달성하기 위하여 범위가 좁은 제품 라인이나 한정된 서비스에 집중
 - **신규성(Newness)**: 신제품이나 서비스를 창출할 수 있는 혁신에 집중
 - **유연한 생산운영(Flexible operations)**: 신속한 대응과 고객화에 집중
 - **고품질(High quality)**: 경쟁자보다 높은 품질을 달성하는 것에 집중
 - **서비스(Service)**: 서비스의 다양한 측면(예컨대 보다 도움이 되거나 정중하거나 신뢰할 수 있는 서비스)에 집중

- 조직은 간혹 이들 또는 다른 접근방법 중에서 두 개 이상을 자신의 전략에 결합시키기도 함

- **전략수립은 조직의 핵심역량(Core Competency; 조직에게 경쟁우위를 제공하는, 조직이 소유한 특별한 능력이나 속성)을 이용하기 위하여 조직이 경쟁하는 방법과 강점이나 약점에 대한 특정 조직의 평가를 고려하는 것**

표 2.2
생산운영전략의 예시

요소	생산운영전략	기업 또는 서비스의 예
가격	저원가	미국 체신부 제1종 우편 까르푸(Carrefour) 젯스타(Jetstar)
품질	고성능 설계나 고품질	소니 TV 렉서스 디즈니랜드 5성급 레스토랑 또는 호텔
	일관된 품질	코카콜라, 펄시콜라 코닥, 제록스, 모토로라 발전소
시간	신속한 배달	맥도날드 레스토랑 특급우편, UPS, FedEx 즉석사진
	적시배달	피자헛 FedEx 특급우편
유연성	다양성	버거킹("당신이 원하는 대로") 병원응급실
	수량	맥도날드("버스 환영") 토요타 슈퍼마켓(계산대 추가)
서비스	최상의 고객서비스	디즈니랜드 휴렛팩커드 IBM 리츠칼튼(Ritz-Carlton) 호텔
위치	편의성	슈퍼마켓, 세탁소 쇼핑몰 고객센터 은행, 현금자동지급기

전략(Stratgy)

- 전략 수립(Stratgy Formulation)
 - 효과적인 전략을 수립하기 위해서 고위 경영자는 조직의 **핵심역량**을 고려해야 하며 **환경**을 감시(Environmental Scanning; 조직에 대해 기회나 위협요인으로 작용하는 사건이나 추세를 검토)해야 함
 - **SWOT**(Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) **분석**
 - 성공적 전략 수립을 위해 조직은 또한 주문자격요건(Order Qualifier)과 주문획득요건(Order Winner)을 고려해야 함
 - **Order Qualifier**: 잠재적 고객이 제품에 대한 구매를 고려할 때 수락을 위한 최소한의 표준으로 인지하는 특성 (카노모형: 필수특성)
 - **Order Winner**: 조직의 제품이나 서비스가 경쟁자보다 더욱 좋다고 인지되게 하는 제품이나 서비스의 특성 (카노모형: 기대특성, 감동특성)
 - **Order Qualifier와 Order Winner는 불변이 아니라 가변적임**: 한때 Order Winner였던 특성이 시간이 지남에 따라 Order Qualifier로 변할 수 있음

13

전략(Stratgy)

- 전략 수립 시 고려해야 할 핵심적 **외부 요인**
 1. 경제적 환경
 2. 정치적 환경
 3. 법률적 환경
 4. 기술
 5. 경쟁
 6. 시장
- 전략 수립 시 고려해야 할 핵심적 **내부 요인**
 1. 인적 자원
 2. 시설과 장비
 3. 재무자원
 4. 고객
 5. 제품과 서비스
 6. 기술
 7. 공급자
 8. 기타(특허, 노사관계, 기업이나 제품의 이미지, 유통업체, 유통업체와의 관계, 시설과 장비의 유지보수, 자원과 시장에 대한 접근성 등)

14

전략(Stratgy)

- **지속가능성 전략(Sustainability Strategy)**
 - 기업이 성공하기 위해 기업지배의 수준까지 지속가능성을 향상시키고 제품이나 서비스의 설계와 공급에 대한 목표를 설정하는 일관성 있는 지속가능성 전략을 수립할 필요가 있음
- **글로벌전략(Global Strategy)**
 - 글로벌화가 진행되어감에 따라 많은 기업들은 글로벌화와 연관시켜 전략적 의사결정을 해야 함을 깨닫게 됨

15

생산운영전략(Operations Strategy)

- **기업전략(Organizational Strategy)**
 - 조직 전체의 전반적인 방향을 제시
 - 전체 조직을 포함하며 범위가 아주 넓음
- **생산운영 전략(Operations Strategy)**
 - 생산운영 기능을 이끌기 위해 사용되며 조직의 전략과 일관되는 접근방법
 - 제품, 프로세스, (생산) 방법, 생산운영 자원, 품질, 원가, 리드타임 및 일정계획 (scheduling) 등과 관련
 - **생산운영 전략이 실제로 효과적이기 위해서는 조직전략과 연계시키는 것이 중요**

표 2.3
사명, 조직전략, 생산운영전략의 비교

		경영계층	시간영역	범위	상세성 수준	관심 항목
전사	전체조직 사명 전략	최고경영자	장기	넓다	낮다	생존, 수익성
		상위경영자	장기	넓다	낮다	성장률, 시장점유율
부문	생산/ 운영 전략적, 전술적, 운영적	상위경영자	중장기	넓다	낮다	제품 설계, 입지선정, 기술선택, 새로운 시설
		중간경영자	중기	중간	중간	고용수준, 산출수준, 장비선정, 시설배치
		하위경영자	단기	좁다	높다	인력 스케줄링, 산출물 조정, 재고관리, 구매

16

전략(Strategic)

■ 전략적 생산운영관리 의사결정 분야

의사결정 분야	의사결정의 영향 요인
1. 제품 및 서비스 설계	원가, 품질, 제품책임과 환경적 이슈
2. 생산용량	원가구조, 유연성
3. 프로세스 선택과 배치	원가, 유연성, 필요한 기능 수준, 생산용량
4. 업무설계	근로생활의 질, 고용안정, 생산성
5. 입지	원가, 가시성
6. 품질	고객의 기대를 충족하거나 또는 초과하는 능력
7. 재고	원가, 재고부족
8. 설비 유지	원가, 장비 신뢰성, 생산성
9. 스케줄링	유연성, 효율성
10. 공급사슬	원가, 품질, 민첩성, 재고부족, 공급자 관계
11. 프로젝트	원가, 신제품이나 서비스, 운영시스템

표 2.4

전략적 생산운영관리 의사결정

전략(Strategic)

■ 품질 및 시간 전략(Quality and Time Strategies)

- **품질기반전략(Quality-based strategy):** 조직에서 산출하는 제품이나 서비스의 품질을 유지하거나 개선시키는데 집중
- **시간기반전략(Time-based strategy):** 다양한 활동(즉, 신제품이나 서비스의 개발 및 판매, 고객 수요변화에 대한 대응, 제품 배달 또는 서비스 수행)을 수행하는 데 소요되는 시간을 단축시키는데 집중 (반도체: TAT 단축)
 - 조직은 고객에 대한 서비스를 개선하고 동일한 일을 완료하는데 더 많은 시간이 걸리는 경쟁자에 비해 경쟁우위를 확보하고자 함
 - 시간기반전략은 프로세스상의 다양한 활동을 수행하는데 소요되는 시간을 단축시키는데 집중
 - 시간을 단축시킴으로써 원가는 일반적으로 절감되고 생산성이 향상되며, 품질은 높아지는 경향을 보이고 제품혁신을 시장에 보다 빨리 선보일 수 있으며 고객서비스가 보다 향상될 수 있음
 - 시간단축의 분야: 계획시간, 제품/서비스 설계시간, 처리시간, 전환시간, 배달시간, 불만제기에 대한 대응시간
 - 민첩한(agile) 생산운영은 변화의 상황에서 적응하고 성장하기 위해 유연성 활용을 강조하는 경쟁우위를 위한 전략적 접근방법

생산성(Productivity)

- **생산성(Productivity): 투입물에 대한 산출물의 비율로 표현되며 자원의 효과적 활용 정도에 대한 척도**
 - **생산성 = 산출물(output)/투입물(input)**
 - **생산성 척도는 모든 기업조직에게 중요하지만 저원가 전략을 채택하는 조직에게 특히 중요** → 높은 생산성은 산출물에 대한 낮은 원가를 의미하기 때문
 - **생산성 증가율 = [(이번 기의 생산성 - 전기의 생산성)/전기의 생산성] x 100**
 - **생산성의 측정**은 측정 수준에 따라 각각 유용한 결과를 제공. 개별 부문이나 조직에 대해 생산성은 시간 흐름에 따른 성과를 추적하기 위해 사용 → 이 측정치를 보고 경영자는 성과를 판단할 수 있고 어느 부문에 개선이 필요한지를 결정할 수 있음.
 - **생산성 척도**는 본질적으로 자원의 효과적인 사용을 평가하기 위한 **채점표 역할**을 하며 기업 경영자들은 생산성이 경쟁력과 연관되어 있으므로 중요시 함

19

생산성(Productivity)

표 2.5
생산성 척도의 여러 가지 유형

요소생산성	$\frac{\text{산출물}}{\text{노동}}$	$\frac{\text{산출물}}{\text{기계}}$	$\frac{\text{산출물}}{\text{자본}}$	$\frac{\text{산출물}}{\text{에너지}}$
복합생산성	$\frac{\text{산출물}}{\text{노동 + 기계}}$		$\frac{\text{산출물}}{\text{노동 + 자본 + 에너지}}$	
종합생산성	$\frac{\text{생산된 제품 또는 서비스}}{\text{생산에 사용된 모든 투입물}}$			

노동생산성	노동시간당 산출량 교대근무조당 산출량 노동시간당 부가가치 노동시간당 산출금액
기계생산성	기계시간당 산출량 기계시간당 산출금액
자본생산성	자본투입금액당 산출량 자본투입금액당 산출금액
에너지생산성	KWh당 산출량 KWh당 산출금액

표 2.6
요소생산성 척도의 예

20

생산성(Productivity)

다음의 각 경우에 대해 생산성을 계산하라.

- a. 4명의 작업자가 8시간 동안 720야드의 카펫을 설치하였다.
- b. 기계 1대가 2시간 동안 68개의 사용 가능한(불량이 아닌) 부품을 생산하였다.

a. 생산성 = $\frac{\text{설치된 카펫 면적}}{\text{노동시간}}$
 $= \frac{720\text{야드}}{4\text{명} \times 8\text{시간/작업자}}$
 $= \frac{720\text{야드}}{32\text{시간}}$
 $= 22.5\text{야드/시간}$

b. 생산성 = $\frac{\text{생산된 사용 가능 부품 수}}{\text{생산시간}}$
 $= \frac{68\text{개}}{2\text{시간}}$
 $= 34\text{개/시간}$

예제 2

풀이

21

생산성(Productivity)

다음 자료를 이용하여 노동시간과 기계시간을 통합한 투입물에 대해 복합생산성을 계산하라.

산출물: 7,040 단위
투입물
노무비: \$1,000
재료비: \$520
경비: \$2,000

풀이

$$\begin{aligned}\text{복합생산성} &= \frac{\text{산출물}}{\text{노무비} + \text{재료비} + \text{경비}} \\ &= \frac{7,040\text{단위}}{\$1,000 + \$520 + \$2,000} \\ &= 2\text{단위}/\$\end{aligned}$$

예제 3

22

생산성(Productivity)

■ 서비스 부문의 생산성(Productivity in the Service Sector)

- 서비스는 주로 서비스 제공과정에서 행위 중심적 경향과 지적 활동의 포함하고 있고 변동성이 더 심하므로 **제조업 부문보다 생산성 측정 및 관리가 어려움.**
- ex) 프로세스 수율(process yield)

■ 생산성에 영향을 미치는 요인들(Factors that Affects Productivity)

- 작업자 보다는 주로 **기술적 진보**로 인해 생산성이 향상
- 프로세스와 절차의 표준화, 품질격차, 인터넷(정보기술), 컴퓨터 바이러스, 비효율적인 자재관리, 스크랩률(Scrap Rate), 신입 작업자, 작업장 안전, 정보기술 관련 또는 기타 부문의 기술 인력 부족, 해고, 이직, 작업장 배치, 생산성 향상에 대한 인센티브, 장비 고장, 자재의 결품, 종업원의 교육수준이나 훈련과 건강 상태, 아웃소싱, 지속적인 개선(품질에 대한 전략의 일환)

23

생산성(Productivity)

■ 생산성 향상(Improving Productivity)

- ① 모든 생산운영에 대한 **생산성 척도 개발**
- ② 어떤 생산운영이 가장 핵심적인가를 결정하기 위해 시스템을 전체로서 관찰
- ③ 종업원의 아이디어를 권장하거나(작업자, 엔지니어, 관리자 팀을 구성하여), 타 기업이 어떻게 생산성 향상을 하였는지 모방하거나, 일을 처리하는 방법을 재검토함으로써 **생산성 향상을 달성할 수 있는 방법 개발**
- ④ 적절한 **개선 목표를 설정**
- ⑤ 경영층에서 생산성 향상을 권장하고 지원하고 있다는 사실을 명확히 하고 공헌이 있는 종업원에 대한 **인센티브 시행**
- ⑥ **개선의 결과를 측정**하고 이를 공표: 전체 조직원이 알 수 있게

24

문제풀이 연습

청과물을 가공 처리하는 어떤 기업은 4명의 종업원이 반시간 동안 400개의 복숭아 통조림을 생산하고 있다. 노동생산성은 얼마인가?

$$\begin{aligned}\text{노동생산성} &= \frac{\text{생산된 수량}}{\text{노동시간}} = \frac{400\text{개}}{4\text{명} \times 1/2\text{ 시간/종업원}} \\ &= 200\text{개/단위노동시간}\end{aligned}$$

문제 1

Excel

mhhe.com/stevenson10e

풀이

포장지 생산공장에서 하루에 2,000롤의 용지를 생산한다. 노무비가 \$160, 재료비가 \$50, 제조경비가 \$320이라면 복합생산성은 얼마인가?

$$\begin{aligned}\text{복합생산성} &= \frac{\text{생산된 수량}}{\text{노무비} + \text{재료비} + \text{제조경비}} = \frac{2,000\text{롤}}{\$160 + \$50 + \$320} \\ &= 3.77\text{롤}/\$\end{aligned}$$

문제 2

Excel

mhhe.com/stevenson10e

풀이

03 (교재 3장) 예측

(Forecasting)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- 경영자의 역할 중 필수적인 계획에 있어 불확실성이 계획의 시야를 흐린다면 경영자가 효과적으로 계획하기는 어려울 것
- **예측은 불확실성의 일부를 제거하여 보다 의미 있는 계획을 수립하도록 해줌**으로써 경영자에게 도움을 줄 수 있음
- **예측(forecast)이란 수요와 같은 변수의 미래의 값에 대한 진술(a statement about the future value of a variable of interest): 미래에 대한 예상**
 - 장기 예측: 발전소의 규모, 신제품/서비스의 이익 잠재력, 기술변화 또는 혁신의 비용을 상회하는 수요의 크기
 - 단기 예측: 매일 매일의 생산운영(생산량, 재고, 자재 소요) 계획, 스케줄링의 기초

3

서론(Introduction)

- **예측은 생산운영이나 기타 분야뿐 아니라 회계, 재무, 인적자원, 마케팅, 경영정보(MIS) 등 조직의 전 분야를 통틀어서 의사결정과 행동에 영향**
 - 회계: 신제품/신 프로세스에 대한 **원가 추정, 이익 예상, 현금관리**
 - 재무: 장비도입 및 교체의 필요성, **자금조달 또는 차입이 필요한 경우 그 시기와 규모**
 - 인적자원: **채용, 전직 알선, 해고계획**
 - 마케팅: **가격 책정 및 판촉활동, e-business 전략, 글로벌 경쟁전략**
 - MIS: 신규/개정 정보 시스템, 인터넷 서비스
 - 생산운영: **작업일정, 생산용량 계획, 작업 할당 및 작업 부하, 재고계획, 자체생산-외 부구매(make-or-buy) 의사결정, 아웃소싱, 프로젝트 관리**
 - 제품/서비스 설계: 기존 설계의 변경, 신제품/서비스 설계
- **이들 의사결정에 예측을 활용하는 대부분의 경우 어느 한 분야의 의사결정은 타 분야에도 영향을 미침**
- 따라서 **예측에 영향을 받는 모든 영역이 공통의 예측에 동의하는 것이 매우 중요** → 그러나 각기 다른 부서들은 예측에 대해 다른 관점을 갖는 경향이 있으므로 예측에 대해 공통된 합의에 도달하는 것은 매우 어려움

4

서론(Introduction)

- 예측은 또한 생산용량의 사용비율과 관계가 있는 **수율관리(yield management)의 중요한 요소**
 - 정확한 예측을 할 수 있으면 경영자는 **생산용량을 수요에 일치시키기 위한 전술**(예컨대 가격할인을 시행하거나 하지 않는 것)을 채택할 수 있고 높은 수준의 수익 달성 가능
- 예측의 용도
 - **(생산운영) 시스템 자체를 계획(설계)**: 장기적 성격의 계획 → 제품이나 서비스의 유형 결정, 시설/장비 보유, 입지 결정 등
 - **(생산운영) 시스템 운영을 계획**: 단기적 또는 중기적 성격의 계획 → 재고수준, 노동력의 크기 계획, 구매, 생산, 예산, 스케줄링 등
- 한 가지 예측 기법이 모든 경우에 통용되는 것은 아님
- 기업조직에서 수요예측을 담당할 책임: **마케팅 또는 판매 부문**
- 생산운영부문에서 이루어지는 예측: 재고 소요량, 자재 소요량, 시간 소요 등

5

모든 예측의 공통적인 특징 (Features Common To All Forecasts)



1. 예측기법들은 일반적으로 **과거에 존재하였던 근본적인 인과시스템이 미래에도 지속될 것이라고 가정한다.**
2. 예측은 **좀처럼 완벽하지 않다. 일반적으로 실제 결과는 예측된 값과는 다르다.** 아무도 수많은 관련 요인들이 문제의 변수에 어떤 영향을 미칠지 정확히 예측할 수 없다. 이것은 또한 우연성의 존재와 더불어 완벽한 예측을 불가능하게 한다. 따라서 **예측오차(forecast error)**에 대한 여유를 두어야 한다.
3. 제품 군(群, product group) 내의 여러 품목들의 예측오차는 보통 서로 상쇄효과가 있기 때문에 **개별 품목에 대한 예측보다 제품 군(群, product group)에 대한 예측이 보다 정확해지는 경향이 있다.** 부품이나 자재가 여러 품목에 공통으로 사용되거나 제품이나 서비스를 여러 독립된 수요처에서 소비할 때 제품 군(群, product group)에 대한 수요예측의 기회가 발생한다.
4. 예측이 포괄하는 **기간[예측시야(time horizon)]이 증가할수록 예측 정확도가 감소한다.** 일반적으로 단기 예측은 장기에측보다 불확실성이 작으므로 보다 정확해지는 경향이 있다.

6

좋은 예측의 요소(Elements Of A Good Forecast)

1. 예측은 **시의 적절해야** 한다. (should be timely)
2. 예측은 **정확해야 하며, 정확성의 정도를 밝힐 수 있어야** 한다. (should be accurate, and the degree of accuracy should be stated)
3. 예측은 **신뢰할 수 있어야 하며 일관되게 작용하여야** 한다. (should be reliable; it should work consistently)
4. 예측은 **의미 있는 단위로 표시되어야** 한다. (should be expressed in meaningful units)
5. 예측은 **문서화되어야** 한다. (should be in writing)
6. 예측기법은 **이해하고 사용하기에 단순해야** 한다. (should be simple to understand and use)
7. 예측은 **비용효과적이어야** 한다. (should be cost-effective)

7

예측 절차의 단계(Steps In The Forecasting Process)

1. **예측의 목적 결정**(Determine the purpose of forecast.)
2. **예측 시야(시간 구간) 설정**(Establish a time horizon.)
3. **예측 기법 선정**(Select a forecasting technique.)
4. **적절한 자료 수집, 정제, 분석**(Obtain, clean, and analyze appropriate data.)
5. **예측 수행**(Make the forecast.)
6. **예측 모니터**(Monitor the forecast.)
 - 여기에 추가적인 활동이 필요할 수 있음:
 - **실제 수요가 예측보다 훨씬 적다면 가격 할인이나 촉진과 같은 대책이 필요**
 - **예측보다 실제 수요가 훨씬 많다면 산출을 증가시켜야 함** → 잔업, 아웃소싱 등 기타 필요한 조치가 필요

8

예측의 접근방법(Approaches To Forecasting)

- **정성적 기법(qualitative technique): past data not exist → new product, market, process**
 - 정확하게 숫자로 표시할 수 없는 주로 주관적인 자료에 입각하여 예측
 - 덜 엄격한 정보(soft information or subjective data) 사용
 - **판단 예측법(judgmental forecast):** 소비자조사, 판매원, 경영자와 중역, 그리고 전문가 패널과 같은 다양한 정보원에서 수집한 주관적인 자료 분석에 의존
- **계량적(정량적) 기법(quantitative technique): existing past data**
 - 과거(역사적) 자료를 활용하거나 예측의 원인변수(설명변수)를 활용하는 인과관계 모형을 구축하여 예측
 - 객관적(objective), 엄격한(hard) 정보를 분석
 - **시계열 예측법(time-series forecast):** 미래는 과거와 동일하게 될 것이라는 가정하에 역사적 자료를 활용
 - **인과관계 모형(associative or causal relationship model):** 수요를 예측하기 위하여 사용되는 한 개 이상의 설명변수들로 구성되는 수식 사용
- 실무에서는 정성적 혹은 계량적 기법 중 하나 또는 두 접근법 모두를 사용

9

판단과 의견에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Judgment And Opinion)



- **판단과 의견에 기초한 예측기법을 사용해야 하는 경우:**
 - **신속한 예측이 필요해 계량적인 자료를 수집해서 분석할만한 충분한 여유가 없을 때**
 - **역사적 자료가 아예 없을 때: 신제품, 신시장, 새로운 프로세스에 따른 수요 예측 시**
 - **중역 판단법(Executive Opinions):** 고위 경영자들의 의견, 장기계획이나 신제품 개발의 경우 자주 활용
 - **판매원 추정법(Salesforce Opinions, Grass-Root):** 소비자들과 직접 접촉하는 판매원들에게 수요량을 예측하게 하는 기법
 - **소비자 조사법(Consumer Surveys):** 표본 조사를 통해 소비자의 의견을 알아보는 것
 - **델파이법(Delphi Method):** 경영진이나 전문가 집단에게 예측의 합의가 이루어질 때까지 일련의 설문을 반복

10

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

- 시계열 자료(time series data): 동일한 시간 간격(시간별, 일별, 주별, 월별, 분기별, 연도별 등)으로 측정된 관찰치를 시간의 순서대로 정리한 자료
 - 시계열 자료에 기초한 예측 기법은 시계열의 미래 예측치를 시계열의 과거 측정치로부터 추정할 수 있다는 가정에 만들어진 것
- 시계열 자료에서 발견되는 패턴
 1. 추세(trend)변동: 장기적인 상향 또는 하향 이동
 2. 계절성(seasonality): 일반적으로 특정 날짜나 하루 중 특정 시점과 같은 요인들과 관련된 단기적이고 비교적 규칙적인 변동
 3. 순환(cycle)변동: 1년 이상 지속하는 파동 모양의 변동
 4. 불규칙 변동(irregular variation): 기상상황, 파업, 제품이나 서비스의 상당한 변화 등과 같은 비정상적인 상황 때문에 발생하는 변동
 5. 우연변동(random variation): 위에 설명한 모든 변동 요인으로 설명하고 남은 잔차변동(residual variations)

여기부터

11

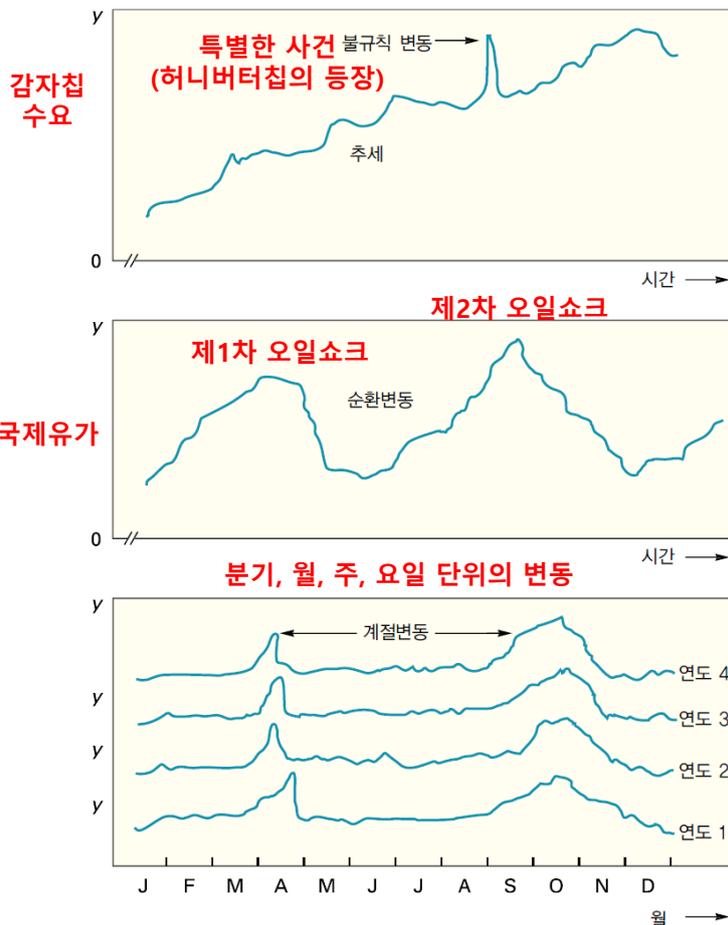


그림 3.1

추세변동, 순환변동, 계절변동 자료가 우연변동 및 불규칙변동과 함께 표시되어 있다

12

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

- **단순예측법(Naive Methods):** 지난 기의 **실제치 중 하나**를 특정 기의 예측치로 하는 예측법
→ 계절변동이 있거나 추세변동이 있는 비교적 안정적인 시계열(평균 주위의 변동)에 사용될 수 있음

기간	실제값	지난 기로부터의 차이	예측값
$t-2$	50		
$t-1$	53	+3	
t			53 + 3 = 56

추세 변동이 있는 경우

- **단순예측법의 정확도는 다른 기법의 비용과 정확도를 판단하기 위한 비교의 기준으로 활용할 수 있음** → “다른 기법에서 증가된 정확도는 그 정확도를 달성하기 위해 추가로 소요된 비용만큼의 가치가 있는 것인가?”

13

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

- **평균화 기법들은 자료에 존재하는 변동을 평활화(과거 자료의 평균치를 구함으로써)하는 작용**
- **소규모의 변동은 우연변동으로 간주하고 보다 큰 변동들은 실제 변화를 반영하는 것으로 간주**



그림 3.2 3가지 가능한 패턴에 적용되는 평균화기법

- **평균화 기법의 종류**
 - **단순이동평균법(Simple Moving Average)**
 - **가중이동평균법(Weighted Moving Average)**
 - **지수평활법(Exponential Smoothing)**

14

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

- **단순이동평균법(또는 n-기간 이동평균법) (Simple Moving Average or n-Period Moving Average):** 최근 몇 기간의 실제 자료를 평균하는 기법 → 새로운 값이 이용가능해지면 이동평균은 갱신

$$F_t = MA_n = \frac{\sum_{i=1}^n A_{t-i}}{n} = \frac{A_{t-n} + \dots + A_{t-2} + A_{t-1}}{n} \quad (3-1)$$

단,

F_t = t기의 예측값

MA_n = n기 이동평균

A_{t-1} = t - 1기의 실제값

n = 이동평균기간(관측값의 수)

예컨대 MA_3 는 3기 이동평균 예측값을 나타내고, MA_5 는 5기 이동평균 예측값을 나타낸다.

15

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

지난 5기 동안 쇼핑카트에 대한 수요가 아래와 같다고 할 때, 3기 이동평균 예측값을 계산하라.

기간	수요
1	42
2	40
3	43
4	40
5	41
6	38

최근 3기 수요 → 41.33

풀이

$$F_6 = \frac{43 + 40 + 41}{3} = 41.33$$

만약 제6기의 실제 수요가 38로 밝혀졌다면 제7기의 이동평균 예측값은

$$F_7 = \frac{40 + 41 + 38}{3} = 39.67$$

이 될 것이다.

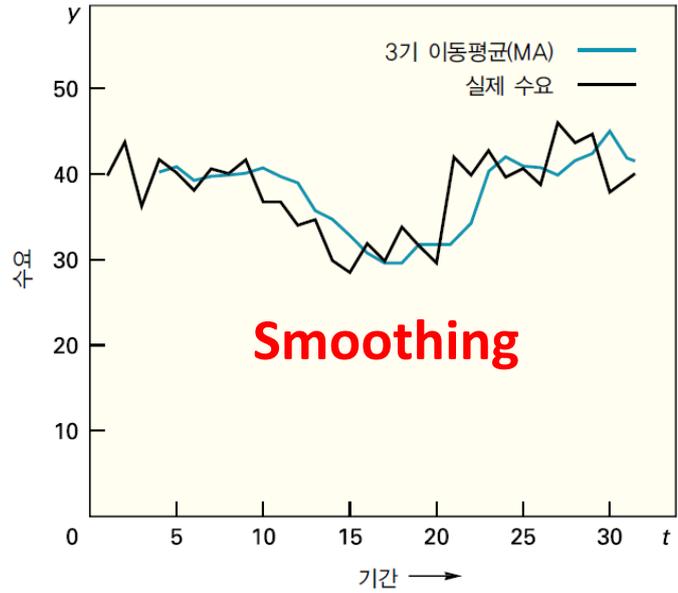
예제 1

16

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

그림 3.3

이동평균 예측값은 자료상의 변동을 평활화하고, 또 시차를 두고 따라간다.



17

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

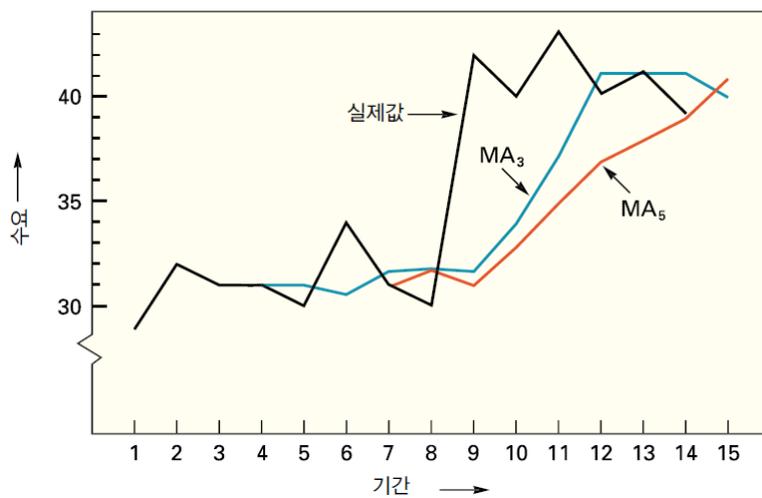


그림 3.4

이동평균기간이 길어질수록 예측값이 자료상의 변화를 따라가는 시차가 커진다.

18

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

- **가중이동평균(Weighted Moving Average):** 예측치를 계산할 때 시계열의 최근 값에 보다 큰 가중치를 부여하는 방법, 가중치의 합은 1.00, 가장 최근의 값에 가장 큰 가중치 부여

다음과 같은 수요자료에 대해,

- 가장 최근의 값에 0.40의 가중치를 부여하고, 그 다음으로 최근의 값에는 0.30, 또 차례대로 0.20, 0.10의 가중치를 부여하여 가중이동평균 예측값을 계산하라.
- 만약 제6기의 실제 수요가 39였다면 문제 a와 동일한 가중치를 사용하여 제7기의 수요를 예측하라.

예제 2

기간	수요	가중치
1	42	
2	40	0.1
3	43	0.2
4	40	0.3
5	41	0.4
6	39	0.4

41.2 $\left[\begin{array}{l} 0.1 \\ 0.2 \\ 0.3 \\ 0.4 \end{array} \right] 41.0$

풀이

- $F_6 = 0.10(40) + 0.20(43) + 0.30(40) + 0.40(41) = 41.0$
- $F_7 = 0.10(43) + 0.20(40) + 0.30(41) + 0.40(39) = 41.2$

19

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

- **(단순)지수평활법((Simple)Exponential smoothing):** 전기의 예측치에 예측오차의 일정 비율을 더한 값에 기초하는 가중평균 방법

다음 예측값 = 전기의 예측값 + α ($\overbrace{\text{전기의 실제값} - \text{전기의 예측값}}^{\text{예측오차}}$)

여기서 (전기의 실제값 - 전기의 예측값)는 예측오차를 나타내고, α 는 예측오차의 반영비율이다. 보다 간결하게 표시하면,

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) = (1-\alpha) \text{ 전기의 예측값} + \alpha \text{ 전기의 실제값} \quad (3-2a)$$

단,

$F_t = t$ 기의 예측값

$F_{t-1} =$ 전기 즉, $t - 1$ 기의 예측값

$\alpha =$ 평활상수

$A_{t-1} = t - 1$ 기의 실제값

20

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

다음 표는 특정의 수요자료에 대해 두 가지 방법으로 예측한 결과와 각 기에 대해 예측오차(실제수요 - 예측값)를 나타낸 것이다. 한 가지 예측방법은 $\alpha = 0.10$ 으로 하고 있고, 다른 방법은 $\alpha = 0.40$ 으로 하고 있다. 다음 도표는 실제 자료와 두 가지 예측방법에 따른 예측값을 나타낸 것이다.

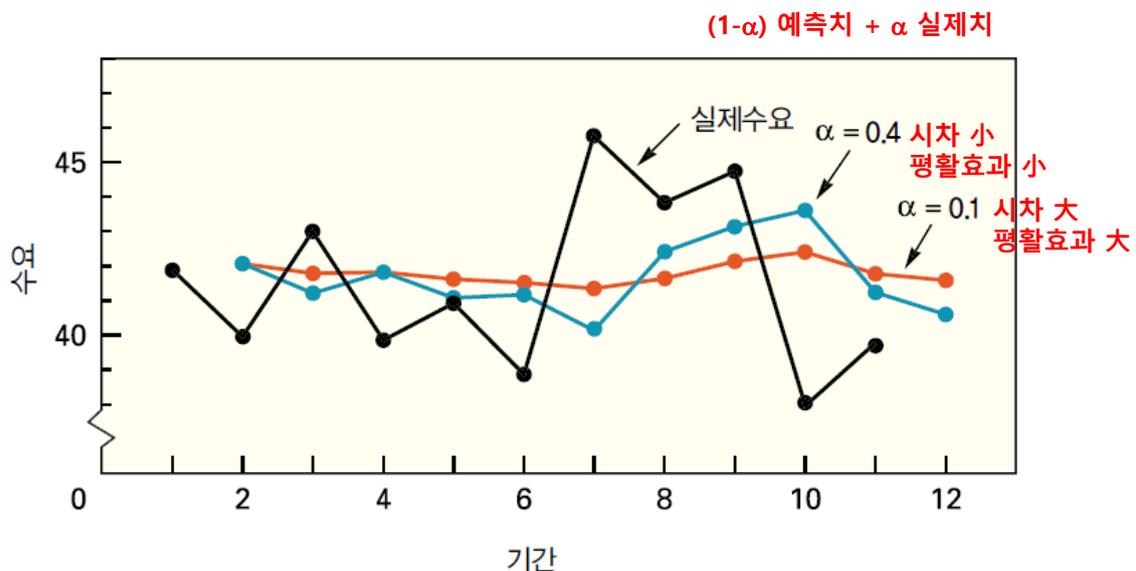
$$\text{예측치} = \text{전기예측치} + \alpha(\text{전기실제치} - \text{전기예측치})$$

기간(t)	실제수요	$\alpha = .10$		$\alpha = .40$	
		예측값	오차	예측값	오차
1	42	42	—	—	—
2	40	42	-2	42	-2
3	43	41.8 = 42 + 0.1(40 - 42)	2	41.2 = 42 + 0.4(40 - 42)	1.8
4	40	41.92	-1.92	41.92	-1.92
5	41	41.73	-0.73	41.15	-0.15
6	39	41.66	-2.66	41.09	-2.09
7	46	41.39	4.61	40.25	5.75
8	44	41.85	2.15	42.55	1.45
9	45	42.07	2.93	43.13	1.87
10	38	42.35	-4.35	43.88	-5.88
11	40	41.92	-1.92	41.53	-1.53
12		41.73		40.92	

예제 3

21

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)



22

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

■ 추세분석 기법(Techniques for Trend)

- 자료상에 추세가 존재한다고 가정할 때 추세분석을 한다는 것은 추세를 적절하게 나타낼 수 있는 수식을 추정하는 것
- 추세는 선형(linear)일수도 있고 비선형(nonlinear)일 수도 있음
- 추세식(trend equation)을 활용 : $F_t = a + bt \rightarrow$ 예측치는 기본 값 a 에서 시작하여 한 기간이 지날 때마다 b 씩 증가한다.

23

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

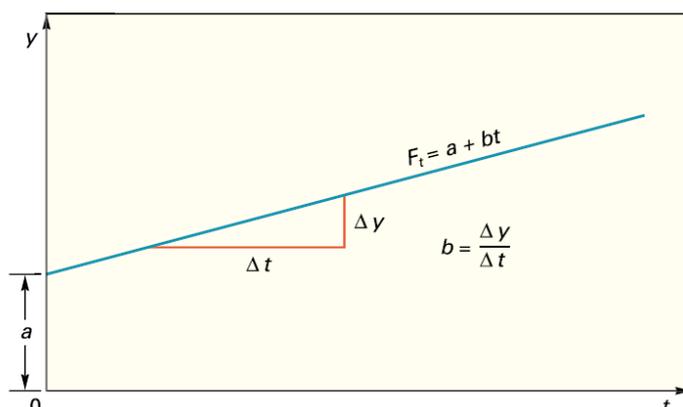
■ 선형추세식(linear trend equation): 추세가 존재할 때 예측치를 추정하기 위해 사용되는 $F_t = a + bt$ 와 같은 형태의 수식

$F_t = t$ 기의 예측값

$a = t$ 값이 0일 때의 F_t 값

$b =$ 직선의 기울기

$t = 0$ 부터 매진 특정 기에 해당하는 숫자



$$b = \frac{n\sum ty - \sum t \sum y}{n\sum t^2 - (\sum t)^2}$$

또는

$$a = \frac{\sum y - b\sum t}{n} \quad \bar{y} - b\bar{t}$$

단,

$n =$ 기간수

$y =$ 시계열의 값

24

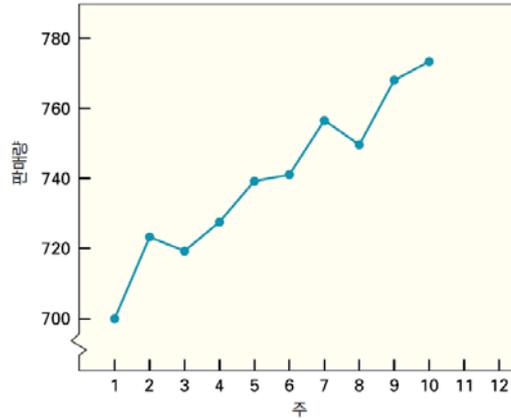
예제 4

아래 표는 상하이에 본사를 둔 이동전화 회사에서 지난 10주 동안 판매한 이동전화의 판매량을 나타낸 것이다. 자료를 그래프로 그리고 선형추세선이 적합한지 시각적으로 검토하라. 다음으로 추세선을 추정하고, 제11주와 제12주의 판매량을 예측하라.

주	판매량
1	700
2	724
3	720
4	728
5	740
6	742
7	758
8	750
9	770
10	775

풀이

a. 그래프를 보면 선형회귀선이 적합하다는 것을 제시해 주고 있다.



b. 표 3.1과 공식 3-4, 3-5를 활용할 수 있다. 교과서 96쪽

주 (t)	y	ty
1	700	700
2	724	1,448
3	720	2,160
4	728	2,912
5	740	3,700
6	742	4,452
7	758	5,306
8	750	6,000
9	770	6,930
10	775	7,750
Σy	7,407	41,358

$$b = \frac{n\sum ty - \sum t \sum y}{n\sum t^2 - (\sum t)^2}$$

$$a = \frac{\sum y - b\sum t}{n} \text{ 또는 } \bar{y} - b\bar{t}$$

표 3.1에서 $n = 10$ 에 대해 $\sum t = 55$ 와 $\sum t^2 = 385$ 를 얻는다. 공식 3-4와 3-5를 활용하여 추세선의 계수를 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$b = \frac{10(41,358) - 55(7,407)}{10(385) - 55(55)} = \frac{6,195}{825} = 7.51$$

$$a = \frac{7,407 - 7.51(55)}{10} = 699.40$$

추세선은 $F_t = 699.40 + 7.51t$, 여기서 0기에 대한 $t = 0$ 이다.

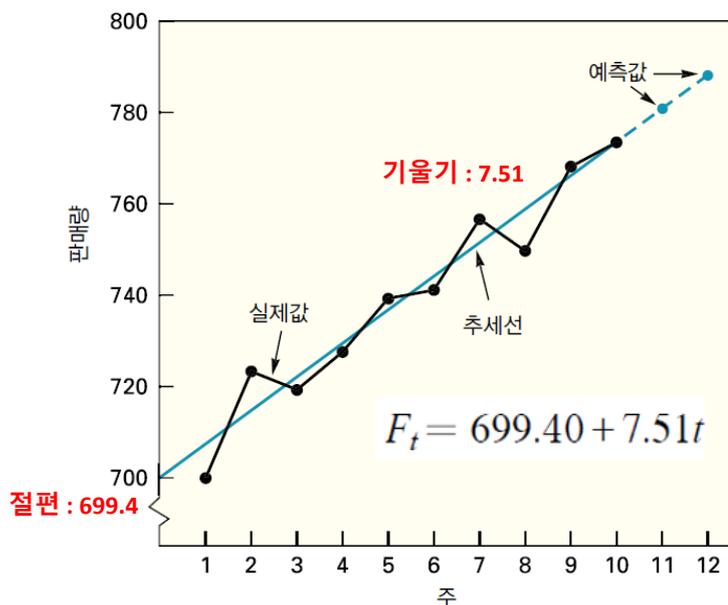
c. t 값을 추세식에 대입하여 다음 두 기수(즉, $t = 11$ 과 $t = 12$)에 대한 예측값을 계산하면

$$F_{11} = 699.40 + 7.51(11) = 782.01$$

$$F_{12} = 699.40 + 7.51(12) = 789.52$$

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

d. 시각적인 이해를 돕기 위해 원자료, 추세선, 두 개의 예측값을 다음 그래프에 나타내었다.



27

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

■ 계절변동 분석기법(Techniques for Seasonality)

- 시계열자료에서 계절변동(seasonal variations)은 시계열 값이 상향 또는 하향으로 규칙적으로 반복하는 변동을 의미
- 계절성은 규칙적인 변동을 의미하기도 함 - 연간, 일간, 주간, 월간 및 규칙적으로 반복하는 패턴
- 시계열에서 계절성은 시계열의 평균값으로부터 실제값이 얼마나 벗어나는가를 보여주는 편차로 표현 - 만약 시계열이 평균값 주위에서 변동한다면 계절성은 그 평균(또는 이동평균)을 기초로 하여 표현되며 만약 추세가 존재하면 계절성은 추세치를 기초로 하여 표현

■ 계절성을 분석하는 모형

- **가법모형**(additive model): 계절성은 수량으로 표현되며, 시계열 평균에 계절성 수량을 더하거나 빼는 방법
- **승법모형**(multiplicative model): 계절성은 평균이나 추세치에 대한 비율로 표시되며, 평균이나 추세치에 계절성을 곱함 → 보편적으로 사용

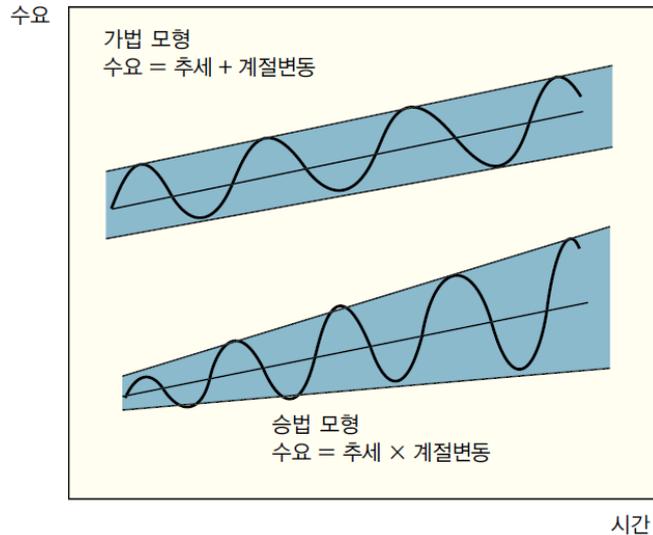
28

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

- **계절지수(seasonal index or 계절상대성(seasonal relatives))**: 승법모형에서 계절요인과 관련된 비율

그림 3.6

계절성: 선형추세선을 사용했을 때 가법모형과 승법모형의 비교



29

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

- **계절지수의 활용(Using Seasonal Index(Relatives))**
 - **자료에서 계절성을 제거 → 추세선을 추정하기 위해**
 - ① 비계절성 요소(예를 들어, 추세 요소)를 보다 명확하게 보여주는 자료를 얻기 위해 자료에서 계절 요소를 제거
 - ② 자료에서 계절성을 제거하기 위해서는 각각의 자료를 상응하는 계절지수로 나눔(즉, 11월의 수요를 11월의 계절지수로 나누고 12월의 수요를 12월의 계절지수로 나누는 등)
 - **예측에서 계절성을 통합 → 예측치를 얻기 위해**
 - ① 추세선을 활용하여 특정 기의 추세 추정치를 구함
 - ② (승법모형이 타당하다고 간주하고) 이 추세 추정치에 해당하는 계절지수를 곱하여 추세추정치에 계절성을 부가(즉, 11월의 추세 추정치에 11월의 계절지수를 곱함)

30

어떤 가구사업자가 제14기와 제15기에 대해 소파 의자의 분기별 수요를 예측하고자 하는데, 제14기와 제15기는 특정 연도의 제2사분기, 제3사분기에 해당한다고 한다. 시계열은 추세와 계절성의 양자로 구성되어 있다고 한다. 수요의 추세 부분은 추세식 $F_t = 124 + 7.5t$ 로 계산될 수 있고 계절지수는 $Q_1 = 1.20, Q_2 = 1.10, Q_3 = 0.75, Q_4 = 0.95$ 라고 한다.

예제 6

- a. 이 정보를 활용하여 제1분기에서 제8분기까지의 자료에서 계절성을 제거하라.
- b. 이 정보를 활용하여 제14기와 제15기의 수요를 예측하라.

a.

기간	분기	판매량	÷	분기 계절지수	=	계절성 제거 판매량
1	1	132	÷	1.20	=	110.00
2	2	140	÷	1.10	=	127.27
3	3	146	÷	0.75	=	194.67
4	4	153	÷	0.95	=	161.05
} 1년						
5	1	160	÷	1.20	=	133.33
6	2	168	÷	1.10	=	152.73
7	3	176	÷	0.75	=	234.67
8	4	185	÷	0.95	=	194.74
} 2년						

풀이

b. $t = 14$ 와 $t = 15$ 인 경우의 추세값은

$$F_{14} = 124 + 7.5(14) = 229.0$$

$$F_{15} = 124 + 7.5(15) = 236.5$$

추세값에 적절한 분기 지수를 곱하여 추세와 계절성을 모두 지닌 예측값을 구할 수 있다. $t = 14$ 는 2사분기에 해당하고, $t = 15$ 는 3사분기에 해당된다고 하면 예측값은

$$\text{제14기: } 229.0(1.10) = 251.9$$

$$\text{제15기: } 236.5(0.75) = 177.4$$

시계열 자료에 기초한 예측 기법 (Forecasts Based On Time-Series Data)

■ 계절지수의 계산(Computing Seasonal Index)

□ 중심이동평균(centered moving average)

- 시계열의 추세분석을 위하여 흔히 사용하는 기법
- 계산방법이나 계산결과는 이동평균법과 동일하지만 계산결과를 이동평균을 이용한 예측에서처럼 시계열의 전방(3기간 이동평균 후 4기간 예측치로 사용하는 것처럼)에 위치시키지 않고 이동평균을 계산하기 위하여 사용된 기간의 **중심에 위치**시키는 것
- 이 계산결과가 의미하는 것은 시계열에서 이동평균이 이 중심기를 대표하는 대표치

기간	수요	3기 중심 이동평균
1	40	
2	46	42.67
3	42	

$$\text{평균} = \frac{40 + 46 + 42}{3} = 42.67$$

예제 7

주차장 관리원은 주차장의 요일별 주차대수에 대한 계절지수를 계산하였다. 약 3주 동안의 계산결과를 다음 표에 나타냈다. 1주가 7일(계절)로 구성되어 있기 때문에 7기 중심이동평군을 계산하였다.

요일	주차대수	이동합계	중심이동평균 MA_7	비율(주차대수/MA)
화	67			
수	75			
목	82			
금	98	503 ÷ 7 =	71.86	98/71.86 = 1.36 (금)
토	90	496 ÷ 7 =	70.86	90/70.86 = 1.27
일	36	494	70.57	36/70.57 = 0.51
월	55	497	71.00	55/71.00 = 0.77
화	60	498	71.14	60/71.14 = 0.84 (화)
수	73	494	70.57	73/70.57 = 1.03
목	85	498	71.14	85/71.14 = 1.19
금	99	495	70.71	99/70.71 = 1.40 (금)
토	86	499	71.29	86/71.29 = 1.21
일	40	502	71.71	40/71.71 = 0.56
월	52	504	72.00	52/72.00 = 0.72
화	64	501	71.57	64/71.57 = 0.89 (화)
수	76	503	71.86	76/71.86 = 1.06
목	87	507	72.43	87/72.43 = 1.20
금	96	505	72.14	96/72.14 = 1.33 (금)
토	88			
일	44			
월	50			

요일	계절지수
Tues	0.87
Wed	1.05
Thurs	1.20
Fri	1.37
Sat	1.24
Sun	0.53
Mon	0.75

인과관계 모형에 기초한 예측 기법

(Forecasts Based On Associative or Causal Relationship Model)

- 경영이나 경제의 문제에서 대부분의 조사(survey)는 관심대상의 모형화(modeling)를 위한 것이라 할 수 있다. 모형(model)이란, 대상이 되는 변수들간의 관계를 말이나 수식으로 표현한 것
 - 독립변수(independent variable): 다른 변수에 영향을 미치는 변수
 - 종속변수(dependent variable): 다른 변수의 영향을 받는 변수
- 회귀분석(regression analysis)은 두 변수의 관계를 선형관계로 가정하고 그 관계를 최소자승법(least square method)을 이용하여 추정하는 통계적 분석기법
 - 단순회귀분석(simple regression analysis): 종속변수, 독립변수가 각각 하나인 모형
 - 다중회귀분석(multiple regression analysis): 종속변수가 하나이고 독립변수가 2개 이상인 모형
- 회귀식
 - ① $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$
 - ② X: 독립변수, Y: 종속변수, β_0 : Y절편, $\beta_1 \sim \beta_k$: 회귀계수(독립변수의 기울기)
 - ③ 회귀식 사례 : 판매량 = 100 + 0.25*가격 + 0.3*품질 + 0.15*디자인 + 0.1*경기지표

예측의 정확도와 예측통제 (Accuracy and Control of Forecasts)

- 예측을 수행하는 관리자는 정확한 예측(exact or accurate forecasts)을 하려 하기 보다는 **예측 오차가 최소가 되는 예측(forecasts with minimized forecast error or high accuracy)**을 하기 위해 노력해야 함(정확도가 100%로 예측치와 실제치의 차이가 0인 예측이라면 정확한 예측이라 할 수 있다.)
- 이를 위해 **예측치와 실측치를 지속적으로 관찰해 그 차이(예측오차)의 변화에 주의해야 함**
- 여러 가지 예측기법을 동원해 가장 예측 오차가 적은 기법을 선정해야 하고 또한 각 기법의 선정에 있어서 각각의 비용도 고려해야 함
- 기업 조직의 일상적인 활동을 성공적으로 하기 위해 **정확한 예측은 필수적이며, 이를 위해 지속적으로 예측오차(forecast error)를 관찰하고 예측 오차가 합리적 범위 이내에 존재하도록 관리하고 확인해야 함**
 - **예측오차**: 주어진 기간에 대해 실제로 발생한 값과 예측된 값의 차이(**실제치 - 예측치**)
 - $e_t = A_t - F_t$
- **예측과 관련해 예측오차를 활용하는 의사결정사항**
 - ① 여러 가지 예측 기법 중에서 선택을 할 수 있게 해줌
 - ② 현재 사용하고 있는 예측기법의 성공, 실패를 평가

35

예측의 정확도와 예측통제 (Accuracy and Control of Forecasts)

- **예측의 정확도 요약(Summarizing Forecast Error)**
 - 예측의 정확도는 예측기법을 선정할 때 고려하는 중대한 요소이며, 정확도는 예측의 과거 오차에 기초
 - 과거오차를 요약하는 방법으로 가장 일반적으로 활용되는 것으로는 **평균절대오차(MAD; mean absolute deviation)**, **평균제곱오차(MSE; mean squared error)**, **평균절대백분율오차(MAPE; mean absolute percent error)**의 세 가지 방법이 있음
 - **MAD는 절대오차의 평균치, MSE는 제공된 오차의 평균치, MAPE는 절대적인 백분율 오차의 평균치 임**

$$MAD = \frac{\sum |실제값_t - 예측값_t|}{n} \quad (3-13)$$

$$MSE = \frac{\sum (실제값_t - 예측값_t)^2}{n - 1} \quad (3-14)$$

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|실제값_t - 예측값_t|}{실제값_t}}{n} \times 100 \quad (3-15)$$

36

어느 회계사무소에서 서비스한 계정의 수에 대해 실제값과 예측값을 나타내고 있는 다음 자료에 대해 MAD, MSE와 MAPE를 계산하라.

예제 10

기간	실제값	예측값	(A - F) 예측오차	|예측오차|	예측오차 ²	[예측오차 ÷ 실제값] × 100
1	217	215	2	2	4	0.92%
2	213	216	-3	3	9	1.41
3	216	215	1	1	1	0.46
4	210	214	-4	4	16	1.90
5	213	211	2	2	4	0.94
6	219	214	5	5	25	2.28
7	216	217	-1	1	1	0.46
8	212	216	-4	4	16	1.89
			-2	22	76	10.26%

표에서 계산된 수치들을 활용하여

$$MAD = \frac{\sum |e_i|}{n} = \frac{22}{8} = 2.75$$

$$MSE = \frac{\sum e^2}{n - 1} = \frac{76}{8 - 1} = 10.86$$

$$MAPE = \frac{\sum \left[\frac{|e_i|}{\text{실제값}} \times 100 \right]}{n} = \frac{10.26\%}{8} = 1.28\%$$

풀이

예측의 정확도와 예측통제 (Accuracy and Control of Forecasts)

■ 예측의 통제(Controlling the Forecast)

□ 예측오차의 원천

1. (a) **중요한 변수를 생략**했거나 (b) (예측)모형이 처리할 수 없는 변수의 변동이나 움직임(추세나 순환변동이 갑자기 발생하는 것) (c) **새로운 변수의 발생**(즉, 신규 경쟁자) 등으로 인해 모형이 부적절한 경우
2. 이상 기후나 기타 자연적 현상, 일시적인 과부족이나 고장, 재난, 기타 유사한 사건으로 인해 **불규칙 변동이 발생**한 경우
3. **예측기법을 잘못 사용**하였거나 **결과를 잘못 해석**한 경우
4. 다른 모든 변동요인들로 설명되고 난 나머지 **내재적인 우연변동**

□ 관리도(control chart): 예측오차를 모니터할 수 있는 시각적인 도구

■ 예측오차가 '관리상태'(즉, 우연변동만 존재)에 있기 위한 두 가지 조건

- ① 오차들이 관리한계 내에 존재해야 함
- ② 오차에 어떤 패턴(추세, 순환변동, 중심에 집중이 안 된 자료 등)도 없어야 함

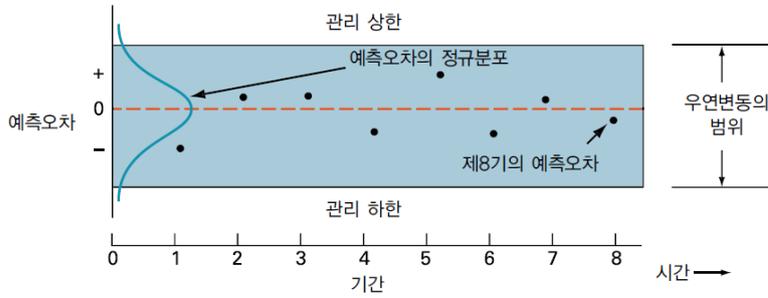
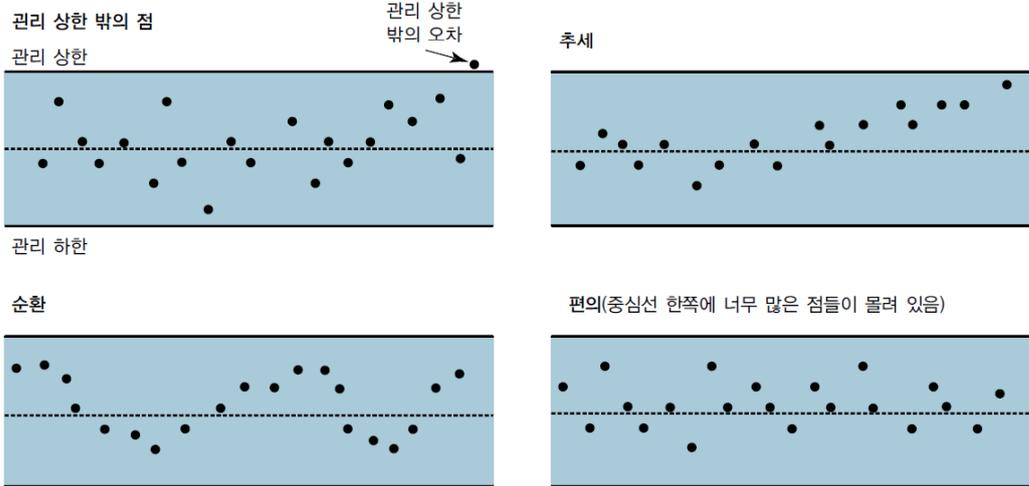


그림 3.11
관리도에 대한 개념적 도시

그림 3.12 우연성이 존재하지 않는 경우의 예



39

문제풀이 연습

평균에 기초한 예측 다음과 같은 자료가 주어졌을 때 다음과 같은 예측기법을 사용하여 제6기
에 대한 예측을 하라.

문제 1

기간	품질 불만 건수
1	60
2	65
3	55
4	58
5	64

- 적절한 단순예측법
- 3기 이동평균법
- 가중치를 .50(가장 최근 자료), .30, .20으로 하는 가중이동평균법
- 평활상수를 .40으로 하는 지수평활법

a. 자료는 안정적이다(즉, 추세나 주기적인 변동이 존재하지 않음). 따라서 시계열의 가장 최근 자
료가 차기의 예측치로 된다: 64

풀이

b. $MA_3 = \frac{55 + 58 + 64}{3} = 59$

c. $F = .20(55) + .30(58) + .50(64) = 60.4$

기간	품질 불만 건수	예측치	계산결과
1	60	60	[시계열의 이전값을 시발예측치로 사용함]
2	65	62	$60 + .40(65 - 60) = 62$
3	55	59.2	$62 + .40(55 - 62) = 59.2$
4	58	58.72	$59.2 + .40(58 - 59.2) = 58.72$
5	64	60.83	$58.72 + .40(64 - 58.72) = 60.83$

다음 예측값 = 전기의 예측값 + α (전기의 실제값 - 전기의 예측값)

40

04 (교재 5장) 전략적 생산용량계획

(Strategic Capacity Planning for Products and Services)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- **생산용량(Capacity): 한 생산단위가 처리할 수 있는 최대 부하(the upper limit or ceiling on the load that an operating unit can handle)**
 - (예: 시간당 조립할 수 있는 자전거 수, 콜센터에서 시간당 처리하는 고객 문의 수 등)
 - 생산단위는 공장, 부서, 기계, 점포, 작업자 등이 될 수 있음
 - 생산용량 요구 대상에는 장비, 공간, 종업원의 능력/기능 등이 있음
 - **전략적 생산용량 계획의 목적: 예상되는 장기 수요와 장기 공급 능력을 일치시키는 것**
 - 조직이 생산용량계획을 하는 주된 이유: **수요변동, 기술변화, 기회와 위협** 등
 - 원하는 수준의 생산용량과 현재 생산용량에 차이가 있으면 생산용량 불균형이 초래
 - 생산용량 과잉은 과도한 운영비용을 초래하고, 생산용량 부족은 생산자원에 스트레스를 초래하고 고객 이탈을 가져올 수 있음

3

서론(Introduction)

- 생산용량 계획과 관련된 기본적인 질문
 1. 어떤 종류의 생산용량이 필요한가? → 필요한 생산용량의 종류는 기업이 생산하려는 제품이나 서비스에 따라(CH04) 달라짐
 2. 생산용량은 얼마나 필요한가?
 3. 생산용량은 언제 필요한가?

} “언제”, “얼마만큼”의 생산용량이 필요한가라는 질문에 답하려면 **수요예측(CH03)이 필수**

4

생산용량결정의 전략적 속성 (Capacity Decisions Are Strategic)

1. 생산용량 관련 결정은 조직이 미래의 수요를 충족하는 능력에 영향을 미치며 근본적으로 생산용량은 산출물의 한계를 결정: 수요를 충족할 수 있는 생산용량을 확보하면 최대의 이익을 달성할 수 있음
2. 생산용량 결정은 운영비용에 영향을 미침
3. 생산용량은 보통 초기 투자의 주요 구성요소임
4. 생산용량 관련 결정은 흔히 기업의 자원을 장기적으로 고정시키는 것이며, 일단 실행되면 큰 비용을 초래하지 않고는 변경하기 매우 어렵거나 불가능
5. 생산용량 관련 결정은 경쟁력에 영향을 미침
6. 생산용량이 충분하면 그렇지 못한 경우보다 경영(관리)하기 쉬움
7. 글로벌화로 인하여 생산용량 결정이 더 중요하고 복잡해짐
8. 생산용량 결정은 자금 및 다른 자원의 대규모 소요를 수반하므로 반드시 충분한 시간 여유를 두고 계획해야 함

5

생산용량의 정의와 측정 (Defining And Measuring Capacity)

- 생산용량의 측정 단위를 정할 때에는 갱신할 필요가 없는 단위를 선택
- 생산하는 제품이나 서비스가 한 가지 뿐이면 해당 생산단위(operating unit)의 용량은 그 제품이나 서비스의 양으로 나타낼 수 있지만 종류가 많아 개별 생산용량을 나열하는 방식이 비합리적일 경우에는 투입의 가용량으로 생산용량을 나타냄(병원의 경우 병상 수, 공장 가용 기계시간(machine-hour), 버스는 좌석 수와 입석 공간 등)
- 설계용량(Design Capacity): 설계 시 (사전에) 결정된(predetermined) 최대 생산용량
- 유효생산용량(Effective Capacity): 설계용량에서 제품믹스 변경, 정비, 휴식, 일정계획 문제 등으로 인한 공제량을 뺀 용량 < 생산관리자 통제 가능한 요인 : 개선 가능 > 유효생산용량을 키우는 것이 중요
- 실질산출(Actual Output): 유효생산용량을 초과할 수 없으며 보통 더 낮는데 장비고장, 결근, 원자재 부족, 품질문제(불량) 등 < 생산관리자 통제 불가능한 요인 : 개선 불가

$$(\text{용량})\text{효율} = \frac{\text{실질산출}}{\text{유효생산용량}} \times 100\%$$

$$(\text{용량})\text{이용률} = \frac{\text{실질산출}}{\text{설계용량}} \times 100\%$$

6

생산용량의 정의와 측정 (Defining And Measuring Capacity)

표 5.1
생산용량척도



사업 형태	투입	산출
자동차 제조	노동시간, 기계시간	교대 당 생산차량
제철소	용광로 크기	하루 제강 생산 톤 수
정유공장	정유공장 규모	하루 생산량 (리터)
농업	경지면적, 소 마리 수	연간 단위 면적당 생산량 (kg) 하루 우유 생산량(리터)
식당	테이블 수, 총 좌석 수	하루 판매 식사 수 (인분)
극장	좌석 수	공연 당 판매된 입장권 수
소매점	점포면적(m ²)	하루 수입

7

생산용량의 정의와 측정 (Defining And Measuring Capacity)

아래에 제시된 정보를 사용하여 자동차 수리소의 효율과 이용률을 계산하라.

설계용량 = 50대/일

유효생산용량 = 40대/일

실질산출 = 36대/일

$$\text{효율} = \frac{\text{실질산출}}{\text{유효용량}} \times 100\% = \frac{36 \text{ 대/일}}{40 \text{ 대/일}} \times 100\% = 90\%$$

$$\text{이용률} = \frac{\text{실질산출}}{\text{설계용량}} \times 100\% = \frac{36 \text{ 대/일}}{50 \text{ 대/일}} \times 100\% = 72\%$$

예제 1

풀이

- ❑ 효율 지표를 높이기 위해 유효생산용량을 낮게 잡는 경향이 있음
- ❑ 실질산출은 유효생산용량보다 클 수 없으므로, 실질산출을 높이기 위해서는 근본적으로 유효생산용량을 키워야 함.

8

생산용량의 정의와 측정 (Defining And Measuring Capacity)

- 유효용량이 **실제산출의 상한**이므로 생산용량의 이용률 개선을 위한 핵심은 품질 문제의 해결, 철저한 장비 유지 관리, 충분한 직원 훈련, 병목자원의 완전한 활용을 통하여 **유효용량을 늘리는 것**
- 따라서 이용률을 늘리려면 유효용량을 올려야 하고, 이를 위해서는 무엇 때문에 유효용량이 제한되는지 알아야 함
- 이용률을 높게 유지하여 이득을 볼 수 있는 경우는 오직 **산출에 대한 충분한 수요가 있는 경우**
- 수요가 충분하지 않는데도 불구하고 오로지 이용률에 집중하는 것은 비생산적
- 이용률을 높여서 많이 생산하면 변동비 지출이 늘어날 뿐만 아니라 재고유지비용도 발생하고 또한 **이용률이 높아지면 병목 현상 때문에 대기 시간이 길어져서 운영비용이 증가하는 것도 또 하나의 단점**

9

유효생산용량 결정 요소 (Determinants of Effective Capacity)

- **시설(Facilities) 요인**
 - 시설의 규모와 확장을 위한 대비를 포함한 **시설의 설계**
 - **입지요인**(locational factors)
 - 작업장의 **배치**(layout)
 - 시설 내의 난방, 조명, 환기와 같은 **환경요인**(environmental factors)
- **제품과 서비스 요인(Product and Service Factors)**
 - **제품과 서비스 설계**: 제품들이 비슷할수록(균일할수록, 표준화 정도가 높을수록) 원자재와 처리 방법의 표준화 기회가 높아져서 생산용량이 커질 가능성이 높음
 - **제품이나 서비스 믹스**
- **프로세스 요인(Process Factors)**
 - **(생산)프로세스의 양적 능력**
 - **산출의 품질**: 품질이 기준에 못 미치면 검사와 재 작업이 증가하여 산출이 느려짐(단위 시간당 산출 감소)
- **인적 요인(Human Factors)**
 - 직무내용(job content), 직무설계(job design), 훈련과 경험(training and experience), 동기유발(motivation), 보상(compensation), 학습률(learning rates), 결근 및 퇴직률(absenteeism and labor turnover)

10

유효생산용량 결정 요소 (Determinants of Effective Capacity)

- 정책 요인(Policy factors)
 - 연장근무와 2교대 또는 3교대 근무 등 생산용량 대안의 허용 여부와 같은 경영정책
- 운영 요인(Operational Factors)
 - 일정계획(scheduling), 자재관리(materials management), 품질보증(quality assurance), 보전 정책(maintenance policy), 장비 고장(equipment breakdown)
- 공급사슬 요인(Supply Chain Factors)
 - 생산용량이 변화될 경우 공급사슬 요인도 반드시 생산용량 계획에 반영해야 함
 - ① 생산용량의 변화는 공급자, 창고, 운송, 유통부문에 어떤 영향을 미칠 것인가?
 - ② 생산용량을 늘리면 공급사슬의 구성원들이 늘어난 생산량을 감당할 수 있을까?
 - ③ 생산용량을 줄이면 거래 규모가 감소하면서 공급사슬의 각 부문에 어떤 영향이 나타날까?
- 외부 요인(External Factors)
 - 제품 표준(product standards), 안전 규제(safety regulations), 노동 조합(unions), 공해 관리 기준(pollution control standards)

11

유효생산용량 결정 요소 (Determinants of Effective Capacity)

표 5.2
유효생산용량에 영향을 미치는
요인

A. 시설	5. 보상
1. 설계	6. 학습 속도
2. 입지	7. 결근 및 퇴직률
3. 배치	E. 정책
4. 환경	F. 운영
B. 제품/서비스	1. 스케줄링
1. 설계	2. 자재 관리
2. 제품 또는 서비스 믹스	3. 품질 보증
C. 프로세스	4. 보전 정책
1. 양적 능력	5. 장비 고장
2. 품질 능력	G. 공급사슬
D. 인적 요인	H. 외적 요인
1. 직무 내용	1. 제품 표준
2. 직무 설계	2. 안전 규제
3. 훈련과 경험	3. 노조
4. 동기유발	4. 공해 관리 기준

12

생산용량전략 수립((Capacity) Strategy Formulation)

- 생산용량 전략 수립 시 필요한 정보
 1. 수요의 성장률과 변동
 2. 건물과 생산설비의 규모별 건설비
 3. 기술변화의 방향과 속도
 4. 경쟁자들의 예상 행태
 5. 자본과 기타 투입요소들의 가용량
- 생산용량과 관련된 핵심적 결정사항
 1. 필요한 생산용량의 크기
 2. 생산용량 변경시기
 3. 시스템의 전반적인 균형 유지
 4. 설비와 노동력의 유연성 정도
- 여유생산용량(Capacity Cushion): 수요의 불확실성을 고려하여 예상수요보다 많게 생산 용량을 어느 정도 여유 있게 계획(여유생산용량 = 100% - 이용률)
 - 일반적으로 수요의 불확실성이 높을수록 여유생산용량을 높게, 반대로 표준제품이 나 표준서비스를 취급하는 조직은 상대적으로 낮은 여유생산용량을 유지

13

생산용량전략 수립((Capacity) Strategy Formulation)

- 생산용량 계획 절차(Steps in the Capacity Planning Process)
 1. 미래에 필요한 생산용량을 추정
 2. 현재의 생산용량과 설비를 평가하여 미래 추정량과의 차이를 파악
 3. 필요한 추가 생산용량을 확보할 대안들을 파악
 4. 각 대안 별로 재무 분석(financial analysis)을 수행 → quantitative evaluation
 5. 각 대안 별로 주요 정성적 이슈들을 평가 → qualitative evaluation
 6. 장기적으로 가장 나은 대안을 선택
 7. 대안을 실행
 8. 결과를 점검

14

생산용량소요 예측(Forecasting Capacity Requirements)

- 장기 생산용량소요 추정: 일정기간 동안의 수요를 예측하고 이를 생산용량 소요로 환산
 - 수요에 추세(trend)가 존재하면 추세의 지속기간과 추세의 기울기에 주의해야 하며, 주기(cycle)가 나타면 주기의 근사적 길이와 주기의 진폭 즉 평균과의 편차에 주의해야 함
- 단기 생산용량소요 추정: 수요의 계절적 변동, 우연변동, 불규칙 변동으로 인하여 발생하는 용량소요의 변동과 관련
 - 계절적 변동(seasonal fluctuation)과 기타 평균과 편차에 관심
- 생산용량의 결정을 위해서는 마케팅과 생산운영의 연계가 필수적
- 마케팅은 생산운영이 장·단기 생산용량을 확정하는데 필수적인 정보를 제공

15

생산용량소요 예측(Forecasting Capacity Requirements)

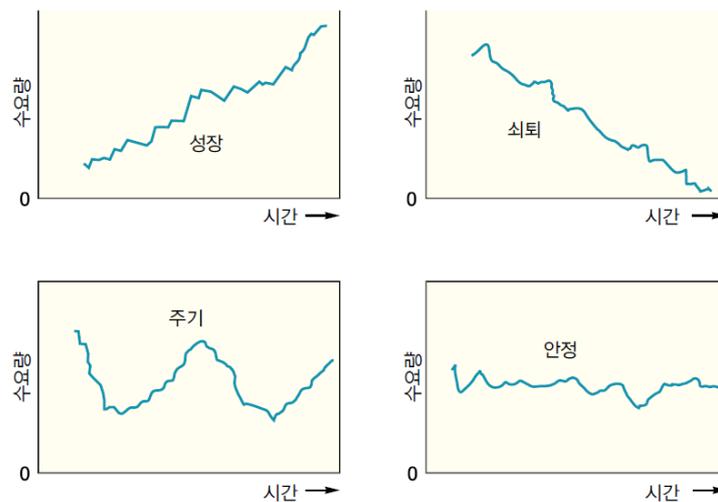


그림 5.1
주요 수요 패턴

표 5.3
계절적 패턴의 예



기간	항목
년	맥주판매량, 장난감판매량, 항공동행량, 의류, 휴가, 관광, 전기사용량, 휘발유소비량, 스포츠와 여가, 교육
월	복지지원 수표, 은행거래량
주	소매매출, 식당의 식사 수, 자동차동행량, 자동차대여량, 호텔투숙
일	전화통화량, 전기사용량, 자동차동행량, 대중교통, 소매매출, 식당 식사 수

16

생산용량소요 예측(Forecasting Capacity Requirements)

■ 생산용량소요량 계산

- 제품의 생산용량 소요를 계산하기 위해 필요한 정보: 어느 정도 정확한 수요예측, 각 제품 한 단위를 생산하는 데 걸리는 표준 시간, 연간 근무일수, 운영하려는 근무교대 회수 등

한 부서가 하루 8시간 1교대, 연간 250일 근무한다. 현재 사용을 고려 중인 어떤 기계의 사용시간에 대한 자료가 아래 표에 제시되어 있다.

제품	연간수요	제품 단위당 처리시간(시간)	총 소요시간 (시간)
1	400	5.0	2,000
2	300	8.0	2,400
3	700	2.0	1,400
			5,800

하루 8시간 1교대로 연간 250일 근무하면 연간 $8 \times 250 = 2,000$ 시간 근무한다. 이 표에 있는 세 가지 제품의 연간 수요를 충족하려면 다음 계산에 의하여 현재 사용하기로 고려하고 있는 종류의 기계가 3대 필요함을 알 수 있다.

$$\frac{5,800\text{시간}}{2,000\text{시간/대}} = 2.90\text{대}$$

예제 2

excel

17

자체생산이나, 구매냐?(Make or Buy?)



■ 아웃소싱(Outsourcing): 외부 제공자로부터 제품이나 서비스를 확보하는 것

□ 자체생산 또는 아웃소싱 의사결정시 고려사항

1. **가용생산용량(available capacity):** 필요한 장비나 기술/기능, 시간이 있으면 제품이나 서비스를 내부에서 자체 생산하는 것이 합리적
2. **전문성(expertise):** 업무를 수행할 전문성이 없을 때는 외부로부터 구매하는 것이 합리적
3. **품질(quality):** 특정 부품/제품 또는 서비스를 전문화된 기업의 산출이 일반적으로 비전문화 기업보다는 품질이 더 높음. 반대로 품질에 대한 고객의 요구가 특수하거나 품질을 직접 감독하고 싶은 경우는 자체 생산.
4. **수요특성(nature of demand):** 수요가 꾸준한 경우는 직접생산이 유리
5. **원가(cost):** 자체생산이나 외부 구매 모두 원가 비교를 해야 함
6. **위험(risk):** 아웃소싱으로 인한 위험(생산운명을 관리할 수 없고, 자사의 중요 정보가 외부로 유출되는 등) 평가도 중요 고려사항.

- 때로는 생산의 일부는 자체적으로 수행하고 나머지는 아웃소싱하여 유연성을 유지하면서 하청업체를 잃지 않을 수 있음

- 생산의 일부 또는 전체를 자체적으로 수행할 경우 생산용량 대안을 개발할 필요가 있음

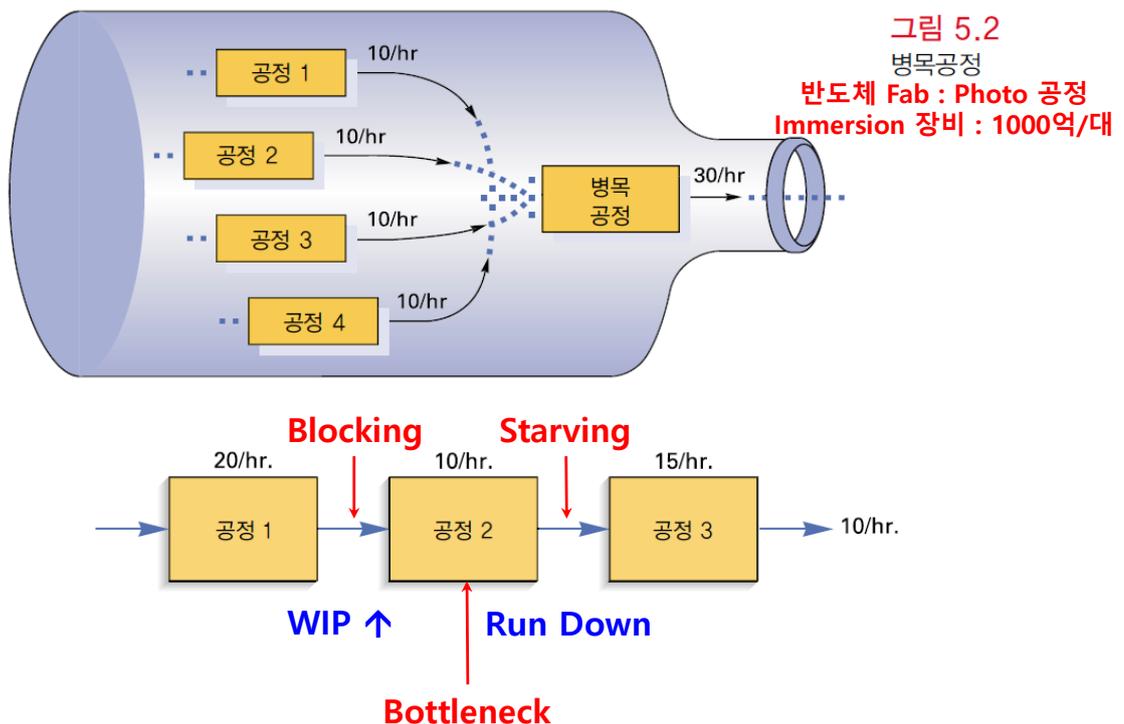
18



생산용량 대안개발(Developing Capacity Alternatives)

- 생산용량 대안 개발과 관련된 고려사항
 1. 시스템 설계 시 유연성에 대한 고려
 2. 생산하는 제품 및 서비스의 수명주기 단계와 각 단계에 있어 자사의 시장 점유율
 3. 시스템 사고로 생산용량 변경에 접근
 - 대안을 개발할 때 시스템의 부분들이 어떻게 상호 연결되어 있는지 고려
 - 시스템 불균형의 증거
 - 병목공정(bottleneck operation): 일련의 공정들 중에서 다른 공정들보다 생산용량이 적은 공정 → 병목공정의 생산용량이 전체 시스템의 생산용량을 제한
 4. 생산용량을 '덩어리(chunk)'로 다룰 준비를 할 것
 5. 생산용량 수요를 고르게 할 것
 6. 최적 운영 수준을 파악할 것: 생산단위가 이상적 수준에서 운영되면 산출 단위당 원가는 최저(규모의 경제 vs. 규모의 비경제)
 7. (필요하다면) 생산용량 확장전략을 선택: 조금씩 여러 번 확장할지 아니면 한 번에 크게 확장할 것인지 또는 경쟁자보다 먼저 증설할 것인지 또는 경쟁자를 뒤따라갈 것인지에 대한 결정

생산용량 대안개발(Developing Capacity Alternatives)



생산용량 대안개발(Developing Capacity Alternatives)

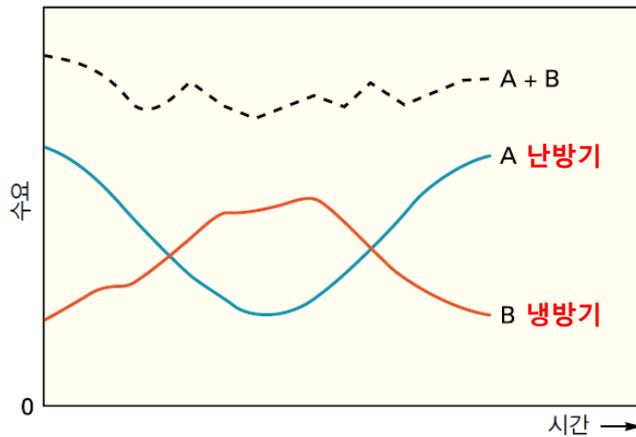


그림 5.3

A와 B의 수요 패턴은 보완적이다.

21

생산용량 대안개발(Developing Capacity Alternatives)

- **규모의 경제(economies of scale):** 산출률이 주어진 최적수준보다 낮은 경우, 산출률을 올리면 단위당 평균 원가가 낮아지는 현상
 - “규모의 경제”의 이유
 - a. 고정비(간접비)가 더 많은 생산량에 분산되어 제품 단위당 고정비가 낮아짐
 - b. (생산) 시설 규모가 커짐에 따라서 시설의 건설비 증가 속도가 둔화 → 대규모 설비일 경우 단위 면적 당 건설비가 소규모 설비에 비해 낮음
 - c. 산출률이 증가할수록 작업이 더 표준화되면서 단위 원가가 낮아지므로 처리비용이 감소
- **규모의 비경제(diseconomies of scale):** 산출률이 최적수준을 초과하여 증가하면, 단위당 평균 원가는 누진적으로 증가하는 현상
 - “규모의 비경제” 이유
 - a. 여러 곳에 분산된 작은 시설들 대신 하나의 대규모 집중 시설로부터 선적하기 때문에 교통이 복잡해지고 이로 인해 유통비용 증가 → 한 군데 대형 시설(공장, 창고 등)에서 다수의 배송처(시장)로 수송할 경우 각 배송처 인근의 소규모 시설에서 배송하는 것보다 유통이 복잡해짐
 - b. 복잡성의 증가로 인해 통제와 소통이 어려워지고 원가 증가
 - c. 경직성(inflexibility)이 이슈가 될 수 있음
 - d. 관료주의 심화로 조직의 단계가 늘어나면서, 의사결정과 변화 승인이 느려짐

22

생산용량 대안개발(Developing Capacity Alternatives)

그림 5.4

생산단위마다 제품당 평균 원가가 최소화되는 최적 산출량이 있다.

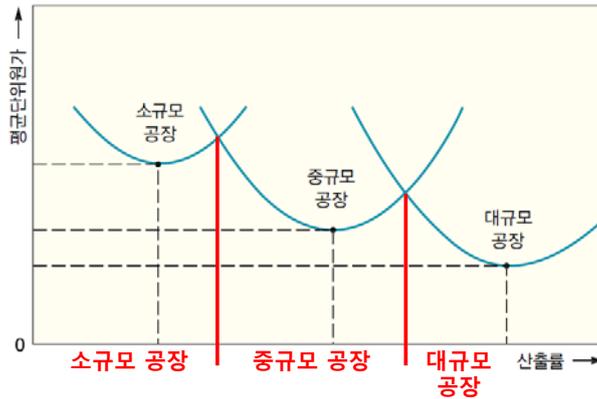
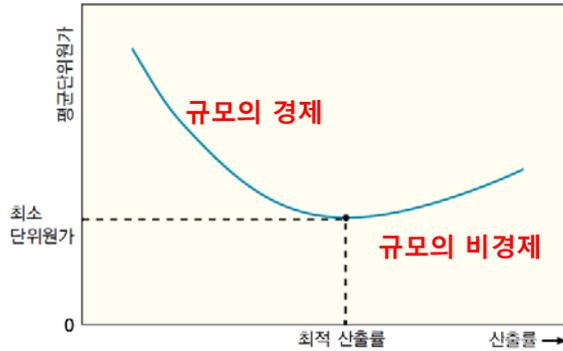


그림 5.5

최저 원가와 최적 산출량은 생산 단위의 규모에 따라 다르다.

대안평가(Evaluating Alternatives)

■ 비용-조업도 분석(Cost-Volume Analysis)

- 비용-조업도 분석은 비용, 수입, 산출량의 관계에 초점을 둠
- 목적은 서로 다른 운영 상황에서 이익을 추산하는 것이며, 생산용량 대안을 비교하는데 특히 유용
- 비용-조업도 분석을 위해서는 한 제품을 생산하는데 관련된 모든 비용을 파악해야 함
- 고정비(fixed cost): 산출량에 상관없이 변하지 않고 일정하게 지출되는 비용 - 임차료, 세금(재산세), 장비구입가, 냉·난방비, 관리비 일부
- 변동비(variable cost): 산출량에 따라 변하는 비용 -> 원자재비, 인건비
 - $TC = FC + VC$
 - $VC = Q \times v$
 - 단, v = 단위당 변동비용
 - $TR = R \times Q$

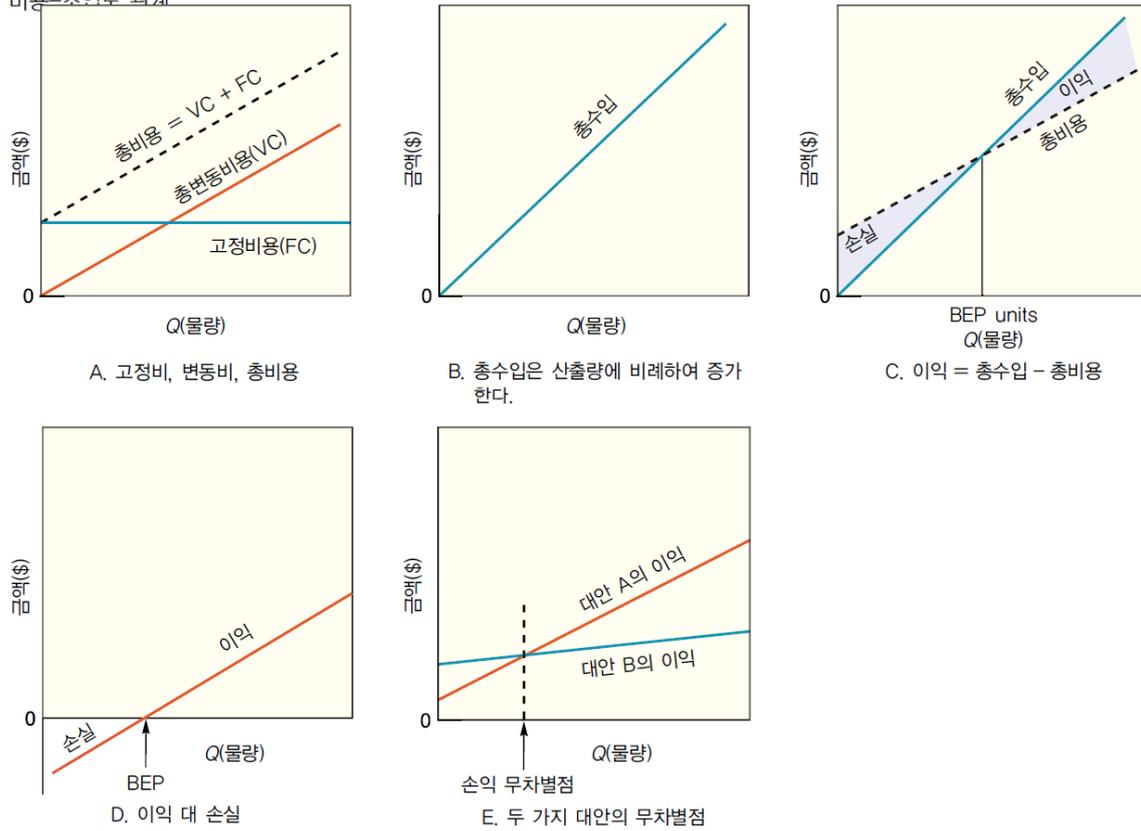
표 5.4

비용-조업도 분석 기호

FC	= 고정비용
VC	= 총변동비용
v	= 단위당 변동비용
TC	= 총비용
TR	= 총수입
R	= 단위당 수입
Q	= 산출량
Q_{BEP}	= 손익분기점
P	= 이익

그림 5.6

비용-조언도 과제



대안평가(Evaluating Alternatives)

- **손익분기점(Break-even point, BEP): 총비용과 총수입이 같은 산출량**
 - $P = TR - TC = R \times Q - (FC + v \times Q)$
 - $P = Q(R - v) - FC$
 - 단위당 수입과 단위당 변동비의 차이($R - v$) = 공헌이익(contribution margin)
 - 특정 이익 P 를 내기 위하여 필요한 산출량 Q
 - $Q = (P + FC) / (R - v)$
 - $Q_{BEP} = FC / (R - v)$
- **무차별점(indifference): 의사결정자가 두 개의 대안을 차별하지 않는 점. 그림 5.6E에서 산출량이 무차별점보다 적으면 대안 B의 이익이 더 크므로 대안 B가 유리하고, 산출량이 무차별점보다 많으면 대안 A의 이익이 더 크므로 대안 A가 더 유리**

대안평가(Evaluating Alternatives)

예제 3

전통 베리 파이즈 사 주인 사이먼은 새로운 파이들을 상품에 추가하려고 한다. 이 상품들을 생산하는 데 필요한 장비들은 매월 \$6,000씩 내고 임차할 생각이다. 신상품 파이 하나의 생산에 드는 변동비는 \$2.00이고 판매가는 \$7.00이다.

- 신상품에서 본전을 하려면 몇 개의 파이를 팔아야 하는가?
- 한 달에 1,000개의 파이를 생산하여 팔면 얼마의 이익 또는 손실이 발생하는가?
- 한 달에 \$4,000의 이익을 내려면 이 파이를 몇 개나 팔아야 하는가?
- 한 달에 이 파이를 2,000개 팔 수 있을 때, \$5,000의 이익을 내려면 가격을 얼마나 하여야 하는가?

27

대안평가(Evaluating Alternatives)

풀이

$$FC = \$6,000, VC = \$2/\text{개}, Rev = \$7/\text{개}$$

- $$Q_{\text{BER}} = \frac{FC}{Rev - VC} = \frac{\$6,000/\text{월}}{\$7/\text{개} - \$2/\text{개}} = 1,200 \text{ 개/월}$$
- $$Q = 1,000. P = Q(R - v) - FC = 1,000(\$7 - \$2) - \$6,000 = -\$1,000.$$

즉, 한 달에 \$1,000씩 손해 본다.
- $$P = \$4,000; \text{식 (5-7)을 사용하면,}$$
$$Q = \frac{\$4,000 + \$6,000}{\$7/\text{개} - \$2/\text{개}} = 2,000 \text{ 개}$$
- $$P = Q(R - v) - FC$$
$$\$5,000 = 2,000(R - 2) - \$6,000$$
$$R = \$7.50$$

28

대안평가(Evaluating Alternatives)

- 생산용량 대안들의 비교 시 비용-조업도 분석의 조건
 1. 생산 대상이 **한 가지**
 2. 생산한 제품은 **모두 판매**
 3. 단위당 **변동비**가 생산량에 **상관없이 일정**
 4. **고정비용**은 생산량에 **상관없이 일정**하고 생산용량 증가 시 계단식으로 증가
 5. 단위당 **수입**은 생산량에 **상관없이 일정**
 6. 단위당 수입이 단위당 변동비용보다 큼
- 계량 분석 도구를 사용할 때는 전제 조건들이 수용할 수 있을 정도로 만족되는지 확인해야 함

29

대안평가(Evaluating Alternatives)

- 재무분석(Financial Analysis)
 - 재무 분석에서 중요한 두 가지 개념
 - **현금흐름(cash flow)**: 판매나 다른 수입원(장비 매각, 임대 등)을 통한 현금 유입과 인건비, 원자재비, 간접비용, 세금 등으로 인한 현금 유출의 차이
 - **현재가치(present value)**: 투자 대안의 모든 현금 흐름을 현재의 가치로 환산한 금액
 - 흔히 사용되는 재무 분석 방법
 - **회수기간(payback period)법**: 초기 투자액이나 비용을 회수하는데 걸리는 시간을 구하여 투자안을 평가
 - **순현재가치(NPV; net present value)법**: 초기 투자액과 예상 미래 현금 흐름, 잔존가치를 돈의 시간적 가치를 감안하여 하나의 현재 금액으로 종합하는 방법
 - **내부수익률(IRR; Internal Rate of Return)법**: 투자안의 초기 투자액과 예상 미래 현금 흐름, 잔존가치를 종합적으로 고려하여 미래 수익과 초기 투자액의 가치가 동일하게 되는 수익률을 계산

30

대안평가(Evaluating Alternatives)

- **의사결정 이론(Decision Theory):** 불확실하거나 위험이 따르는 의사결정에 유용
 - 확실성하의 의사결정(decision making under certainty), 불확실성하의 의사결정(decision making under uncertainty), 위험하의 의사결정(decision making under risk), 의사결정나무(decision trees), 완전정보의 기대가치(expected value of perfect information), 민감도분석(sensitivity analysis) 등
- **대기행렬분석(Waiting-Line Analysis):** 서비스 시스템을 설계하거나 변경할 때 유용
 - 고객을 기다리게 함(대기행렬)으로써 발생하는 비용과 대기 줄이기 위해 서비스 용량을 추가할 때 발생하는 비용 사이의 균형을 취하면서 투입한 비용의 효과성이 높도록 서비스 용량 수준을 결정하는데 유용
- **시뮬레이션(Simulation):** 대안의 조건을 바꾸어가면서 그때마다 시스템의 형태와 결과를 분석하는데 유용

31

문제풀이 연습

자동판매기를 만드는 업체가 이 기계에 들어갈 한 가지 부품을 자체 생산할지 구입할지 결정하여야 한다. 자체 생산하려면 장비를 리스하여야 하는데 그 비용이 연간 \$150,000이다. 이 부품의 연간 필요한 양과 관련 비용은 다음과 같다.

문제 1


mhhe.com/stevenson10e

	자체 생산	구매
연간 고정비용	\$150,000	
변동비(\$/개)	\$60	\$80
연간 소요량(개)	12,000	12,000

- 이 업체는 자체 생산과 구매 중 어느 것이 유리한가?
- 미래에 이 부품의 소요량이 변동할 가능성이 있다. 소요량이 얼마이면 자체 생산과 구매 사이에 차이가 없는가?

32

문제풀이 연습

풀이 a. 각 대안의 연간비용을 계산한다.

$$\text{연간 총비용} = \text{연간 고정비} + \text{단위당 변동비} \times \text{연간 소요량}$$

$$\text{자체 생산: } \$150,000 + 12,000(\$60) = \$870,000$$

$$\text{구매: } 0 + 12,000(\$80) = \$960,000$$

자체 생산할 경우의 연간 총비용이 구매할 경우의 연간 총비용보다 작으므로 자체 생산이 유리하다. 만약 구매 단가가 생산할 경우의 단위 변동비보다 낮으면 구매하는 것이 계산해 볼 필요도 없이 유리함을 알 수 있다.

b. 무차별 소요량을 구하려면 양 대안의 연간 총비용을 같게 하는 소요량을 구하면 된다. 즉,
 $\$150,000 + \$60Q = \$80Q \rightarrow Q = 7,500$ 개.

연간 소요량이 7,500개 보다 작으면 구매가 유리하고 7,500개를 초과하면 자체 생산이 유리하다.

문제풀이 연습



문제 2

한 자동차 액세서리 업체가 차 안에서 사용하는 휴대용 배터리 충전기기를 생산한다. 현재는 멀리 떨어진 세 곳에서 이것을 생산하고 있는데 한 곳으로 모으려고 한다. 이곳에서 생산하는 데에는 충전기 한 대당 \$3의 변동비와 매월 \$42,000의 고정비가 들 것으로 추산된다. 충전기의 판매가는 한 대당 \$7이다. 생산량이 10,000, 12,000, 15,000 대인 세 가지 경우에 대하여 월간 총이익과 고정비용, 변동비용, 그리고 수입을 구하라.

풀이

$$\text{판매단가}(R) = \$7/\text{개}$$

$$\text{단위 변동비}(V) = \$3/\text{개}$$

$$\text{월 고정비용}(\$/\text{월}) = \$42,000/\text{월}$$

$$\text{이익}(\$/\text{월}) = Q(R - v) - FC$$

$$\text{총비용}(\$/\text{월}) = FC + v \times Q$$

생산량 (대)	총수입 (\$/월)	총변동비용 (\$/월)	고정비용 (\$/월)	총비용 (\$/월)	이익 (\$/월)
10,000	\$70,000	\$30,000	\$42,000	\$72,000	\$(2,000)
12,000	84,000	36,000	42,000	78,000	6,000
15,000	105,000	45,000	42,000	87,000	18,000

$$Q_{\text{BEP}} = \frac{FC}{R - v} = \frac{\$42,000}{\$7 - \$3} = 10,500 \text{ 대/월}$$

문제풀이 연습

문제 4



한 회사에서 어떤 장비를 구입하려고 하는데 A형 장비와 B형 장비 중 한 가지를 정하여야 한다. 해당 구입가는 A형은 \$15,000이고 B형은 \$11,000이다. 장비를 구입하면 1일 8시간씩 연간 250일 가동한다.

각 장비는 두 가지 화학분석 C1과 C2를 할 수 있다. 장비별 분석기간과 연간 분석 건수는 다음과 같다. 구입비용을 최소로 하려면 어느 장비를 몇 대 구입하여야 할까?

분석유형	연간 분석 건수	처리시간(시간)	
		A	B
C1	1,200	1	2
C2	900	3	2

연간 분석 건수를 모두 처리하는 데 각 유형별 장비의 소요시간(연간 건수×처리시간)은 다음과 같다.

분석유형	2대 필요 A형	3대 필요 B형
C1	1,200	2,400
C2	2,700	1,800
합계	3,900	4,200

각 장비의 연간 가용시간은 8시간/일 × 250일/년 = 2,000시간/년이다. 따라서 각 장비는 한 대 있으면 2,000시간, 두 대 있으면 4,000시간 분석을 할 수 있다.

이 표를 보면 A형 장비 2대를 구입하면 구입비용은 $2 \times \$15,000 = \$30,000$ 이고 연간 총 화학분석 소요를 처리할 수 있고, B형 장비는 3대가 있어야 연간 필요한 화학분석을 처리할 수 있고 장비 구입비는 $3 \times \$11,000 = \$33,000$ 이다. A형 장비를 2대 구입하는 것이 B형 장비 3대를 구입하는 것보다 유리하다. **동일한 장비로 구입해야 한다는 제약이 없으면, A형(C1 분석 처리) 1대 & B형(C2 분석 처리) 1대**

05 (교재 6장)

프로세스 선택과 시설배치

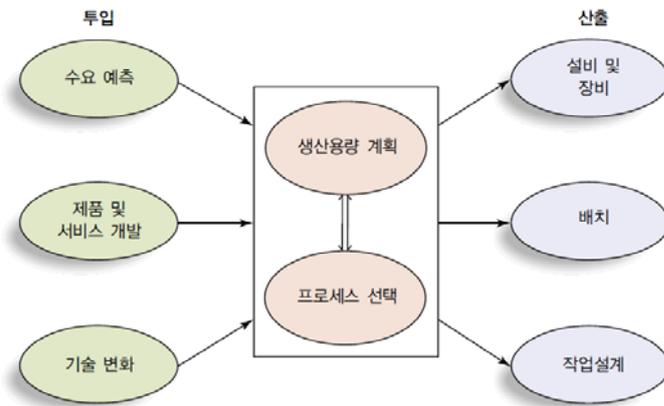
(Process Selection and Facility Layout)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- 기업에서 제품 및 서비스의 선택(설계)과 생산용량 계획, (생산)프로세스 선택, 그리고 설비배치(facility layout)는 장기적으로 영향을 미치므로 가장 기본적인 의사결정 사항
- 프로세스 선택(process selection)
 - 생산 방식의 구성에 관한 결정
 - 프로세스 선택은 생산용량과 배치, 장비 그리고 작업시스템 설계에 크게 영향을 미침
 - 제품이나 서비스를 개발할 때 당연히 수행되어야 함
 - 제품기술이나 장비기술의 변화와 경쟁 압력 때문에 정기적으로 수행되기도 함

그림 6.1
프로세스 선택과 생산용량계획은 생산시스템 설계에 영향을 미친다.



3

프로세스 선택(Process Selection)



■ 프로세스 선택 시 고려사항

- 다양성(variety): 생산 시스템은 얼마나 다양한 제품이나 서비스를 처리할 것인가? 다품종 or 소품종
- 산출량(volume): 산출량은 얼마나 될 것인가? 소량생산 or 대량생산
- 유연성(flexibility): 어느 정도의 장비 유연성이 요구되는가? 전용 or 범용 장비

4

프로세스 선택(Process Selection)

: 프로세스 유형(Process Types)

- **잡샵(Job Shop): 주문생산공정(make to order)**
 - 대상 제품이나 서비스가 **매우 다양**하고 개별 제품이나 서비스의 **양이 적을 때** 사용
 - 처리과정은 단속적(intermittent)이고, 처리대상은 여러 가지 소규모 일감들로 각기 처리 요구사항이 다름
 - **범용(general-purpose) 장비와 숙련공들에 의한 높은 유연성**이 특징
 - 인쇄소, 기계공작소(철공소), 동물병원 등
- **배치프로세스(Batch Process): 묶음생산공정**
 - 처리대상의 **다양성과 각 대상 별 산출량**이 아주 크지도 않고 적지도 않은 **중간 정도**일 때
 - 장비들은 잡샵만큼 유연할 필요는 없지만 처리과정은 역시 단속적(intermittent)
 - 잡샵에 비하여 처리대상의 **다양성이 상대적으로 낮으므로 인력의 숙련도 요구는 상대적으로 낮음**
 - Bakery, 멀티플렉스 영화관, 항공사, 페인트, 화장품, 아이스크림, 맥주, 잡지, 서적, 중장비, 전자부품, 특수화학제품 등

5

프로세스 선택(Process Selection)

: 프로세스 유형(Process Types)

- **반복프로세스(Repetitive Process): 조립생산공정(assembly line)**
 - **산출량이 많은** 표준제품이나 서비스 생산에 적합
 - 산출이 표준화되어 있으므로 장비의 **유연성 요구는 매우 제한적**이고 **인력의 숙련도도 일반적으로 낮음**
 - **생산이 고정 경로를 따라 순차적으로 이루어지며** 제품이 완성될 때 까지 한 작업장에서 다른 작업장으로 통제된 생산속도에 맞추어 이동하는 것이 가장 큰 특징
 - 자동차, TV, 연필, 컴퓨터, 전자제품 조립, 자동 세차장 등
- **연속프로세스(Continuous Process)**
 - **표준화된 연속적 산출물을 대량으로 생산**하는 경우
 - 산출물의 다양성이 거의 없기 때문에 장비의 유연성이 그다지 요구되지 않음
 - 철강, 제당, 제분, 화학, 정유, 제지, 음료, 전력, 인터넷 등

6

프로세스 선택(Process Selection)

: 프로세스 유형(Process Types)

- 프로세스 능력과 제품이나 서비스의 처리요구가 일치하지 않으면 효율이 낮아서 원가가 높아지고 경쟁에서 불리하게 됨
- 네 가지 프로세스 유형(잡샵, 배치, 반복, 연속)은 생산운영 활동이 꾸준한(1회성이 아닌) 경우에 적합한 형태
- 일정기간만 수행되는 경우는 프로젝트(project)의 형태로 수행



	잡샵	배치	반복/조립	연속
산출물 특징	(주문형) 개별화 제품이나 서비스	반(半) 표준화 제품이나 서비스	표준화 제품이나 서비스	고 표준화 제품이나 서비스
장점	매우 다양한 일감 을 처리할 수 있 음.	유연성	저 원가 대량 수요 충족 고 효율	매우 높은 효율 고도로 높은 수 요 충족
단점	저속, 제품당 고 원가, 계획과 스케줄링 이 복잡	제품당 중간 정도 원가, 스케줄링이 중간 정도 복잡	저 유연성, 높은 고장 비용	매우 경직, 다양성 결여, 높은 변경 비용, 매우 높은 고장 비용

7

프로세스 선택(Process Selection)

: 프로세스 유형(Process Types)

표 6.2 프로세스 선택은 여러 가지 활동과 부문에 영향을 미친다.

활동/부문	잡샵	배치	반복	연속	프로젝트
원가 추정	어려움	어느 정도 쉬움	쉬움	쉬움	간단 ~ 복잡
단위 원가	높음	중간 정도	낮음	낮음	매우 높음
사용 장비	범용	범용	전용	전용	다양함
고정비	낮음	중간 정도	높음	매우 높음	다양함
변동비	높음	중간 정도	낮음	매우 낮음	높음
노동력 숙련도	높음	중간 정도	낮음	낮음~높음	낮음 ~ 높음
마케팅	능력을 강조/판매	능력과 중간 정도 표준화 제품과 서비스를 강조/판매	표준화 제품과 서비스를 강조/판매	표준화 제품과 서비스를 강조/판매	능력을 강조/판매
스케줄링	복잡	중간 정도 복잡	일상적/쉬움	일상적/쉬움	복잡함, 변경이 잦음
공정재고	높음	높음	낮음	낮음	다양함

8

프로세스 선택(Process Selection): 자동화(Automation)

- **자동화(Automation): 감지기능과 제어기능이 있어서 스스로 작동할 수 있는 기계**
 - 자동화의 조건: **업무의 표준화**, 시스템의 낭비 제거, 비용/유연성/기업의 전반적 전략과의 적합, **충분한 수요**(많은 산출량이 경제적 타당성을 지니기 위해)
 - 자동화의 고려사항: **초기 투자비용**, 유연성(**인간에 비해 유연성이 떨어짐**), **작업자의 거부감** 등
- **자동화의 유형**
 - 고정자동화(fixed automation)
 - 디트로이트형(detroit-type) 자동화, (연속) 자동차 생산라인 - 저원가와 대량생산
 - 프로그램 가능 자동화(programmable automation)
 - 컴퓨터 프로그램을 사용하여 작업의 순서와 개별 작업의 내용까지 제어할 수 있는 **고가(高價)의 범용 장비 사용** - 다양한 제품을 소(小) 배치(batch)로 소량 생산하더라도 경제성이 있음
 - Robot, CAM(Computer-Aided Manufacturing), N/C(Numerically Controlled) machine, CNC(Computerized numerical control)
 - 유연자동화(flexible automation)
 - 프로그램 가능 자동화에서 진화. 프로그램 가능 자동화보다 더 맞춤형 장비 사용. 장비의 준비/교체 시간이 훨씬 짧음

9

시설배치(Facilities Layout)

- **배치(Layout): 부서, 작업장, 장비의 공간적 구성.** 배치계획을 수립할 때에는 작업대상(물자나 고객)의 흐름을 특히 강조
- **배치 결정의 중요성**
 1. 상당한 투자와 노력이 필요
 2. **한번 결정되면 변경하기 어려우므로 회복하기 어려움**
 3. 생산운영의 **비용과 효율성에 크게 영향을 미침**
- **배치계획은 신규 시설을 설계할 때나 기존 시설의 설계를 변경할 때 필요**

10

시설배치(Facilities Layout)

- **설비 배치의 기본적 목표: 생산운영 시스템 내에서 작업(work), 물자, 정보를 원활하게 흐르도록**
 1. 제품·서비스 품질의 확보가 쉽도록
 2. 작업자와 공간을 효율적으로 사용하도록
 3. 병목을 피하도록
 4. 물자 이동 비용을 최소화 하도록
 5. 작업자와 물자의 불필요한 이동을 피하도록
 6. 생산시간이나 서비스 시간을 최소화 하도록
 7. 안전하게

11

시설배치(Facilities Layout):

반복프로세스: 제품별 배치(Repetitive Processing: Product Layout)

- **제품별 배치(product layout): 대량의 제품이나 고객을 시설 내부에서 신속하고 원활하게 흐르도록 하고자 할 때 사용**
 - **고도로 표준화된 프로세스를 반복적으로 사용**
 - **장비의 전문화나 노동의 분업이 가능**
 - 산출량이 매우 크므로 상당한 자금을 장비와 직무 설계에 투자하더라도 경제적으로 타당
 - 처리 대상 제품이나 서비스가 한 가지이거나 매우 유사한 몇 가지에 불과하므로 장비나 작업장을, 대상 제품·서비스를 처리하기 위하여 필요한 요소 업무들의 기술적 순서에 맞추어 배치하는 것이 경제적으로 합리적
 - **생산라인(production line), 조립라인(assembly line)**
 - 제품별 배치에서는 인력과 장비의 가동률이 높아서 높은 장비 투자비용을 상쇄할 수 있음
 - 작업물이 한 공정에서 다음 공정으로 빠르게 옮겨 가므로 **공정재고(WIP; work-in-process)가 매우 적은 경우가 흔함**
 - 공정들이 긴밀하게 연결되어 있으므로 **장비의 고장이나 작업자의 결근이 발생하면 전체 프로세스가 정지될 취약성이 높음** → **예방보전(preventive maintenance)의 중요성**
 - 반복프로세스에서 흐름의 속도는 설비나 기계(자동차 조립), 작업자(패스트푸드점), 고객(카페테리어)에 의해 결정

12

시설배치(Facilities Layout):

반복프로세스: 제품별 배치(Repetitive Processing: Product Layout)

그림 6.4
제조나 서비스 흐름라인

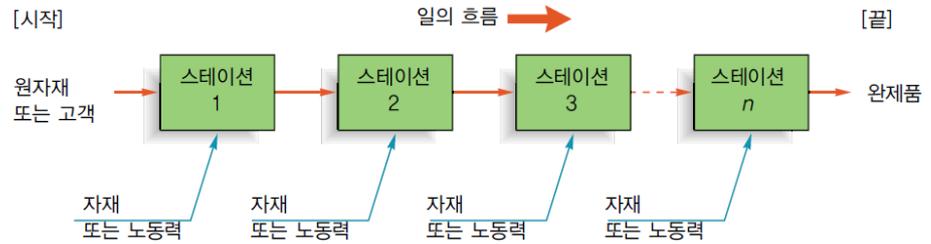


그림 6.5
카페테리아 라인

13

시설배치(Facilities Layout):

반복프로세스: 제품별 배치(Repetitive Processing: Product Layout)

■ 제품별 배치(product layout)의 장점

1. **산출률이 높음**
2. **산출량이 많으므로 단위당 원가가 낮음**
3. **한 작업자가 담당하는 업무의 폭이 매우 좁으므로** 훈련 시간과 비용이 적게 들고, 작업을 감독하기 쉬움
4. **물자 운반 비용이 적음.** 작업 대상이 동일한 작업 순서를 따라 흐르므로 자재 운반이 단순. 물자 이동이 흔히 자동화
5. **인력과 장비의 가동률이 높음**
6. 프로세스 경로(routing)나 일정계획(scheduling)이 시스템 설계 단계에서 수립되며, 이것은 일단 운영에 들어가면 크게 신경 쓰지 않아도 됨
7. 회계, 경리, 구매, 재고 관리가 상당한 정도로 **일상적인 반복 업무**가 됨

14

시설배치(Facilities Layout):

반복프로세스: 제품별 배치(Repetitive Processing: Product Layout)

■ 제품별 배치(product layout)의 단점

1. 작업의 단순화 → 작업자 사기 저하, 반복성 스트레스
2. 비숙련 작업자 → 장비유지, 품질에 무관심
3. 물량의 변화나 설계 변경에 유연하게 반응할 수 없음
4. 워크스테이션(workstation, 작업장)들이 고도로 상호 의존적이므로 시스템이 장비 고장이나 무단결근에 매우 취약
5. 예방보전, 긴급수리 능력, 예비부품 재고가 필요하며 이를 유지하는데 비용이 소요
6. 개별 작업자를 상대로 한 인센티브 제도는 현실적이지 못하며, 그런 제도를 도입하면 작업자간 생산량 불균형이 발생하여 작업의 원활한 흐름을 막게 됨 → 집단(그룹) 인센티브(group incentive) 제도

■ U자형 배치

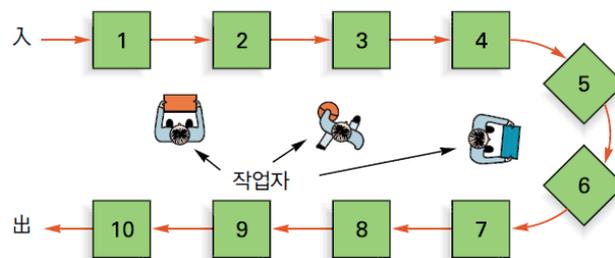


그림 6.6
U자형 생산라인

15

시설배치(Facilities Layout):

비반복프로세스: 공정별 배치(Nonrepetitive Processing: Process Layout)

■ 공정별 배치(process layout): 처리 대상 제품이나 서비스마다 처리 요구 사항이 다를 때 적합

- 단속처리(intermittent processing): 대상 제품이나 서비스가 다양하면 대상에 따라서 장비를 바꾼다든지 작동 조건을 재설계해야 하므로 처리 대상이 지속적으로 흐르지 않고 끊기게 됨
- 부서 또는 기능 집단(functional group)으로 이루어지며, 부서별로 유사한 활동들을 수행
- 작업물은 보통 로트 또는 배치(lot or batch) 단위로 부서들을 옮겨 다니며 처리
- 범용장비(general-purpose equipment)를 사용하기 때문에 작업의 범위가 넓음: 숙련공 또는 반숙련공 필요
- 장비들은 작업의 기술적 순서보다 유형별로 집단을 이루므로 고장이나 작업자 결근으로 작업이 중단될 취약성이 적음
- 경로(routing)와 일정계획(scheduling)이 일감이 바뀔때마다 수립: 일감 별로 처리 요구 사항이 다르므로
- 물자 운반이 비효율적이며, 단위당 운반비용이 일반적으로 제품별 배치에 비해 높음
- 배치(batch)로 처리하므로 공정재고(WIP; work-in-process)가 상당히 많을 수 있음
- 다양한 처리 요구로 인하여 경로와 일정계획이 복잡하기 때문에 장비의 가동률이 50%를 밑도는 일이 드물지 않음

16

시설배치(Facilities Layout): 비반복프로세스: 공정별 배치(Nonrepetitive Processing: Process Layout)

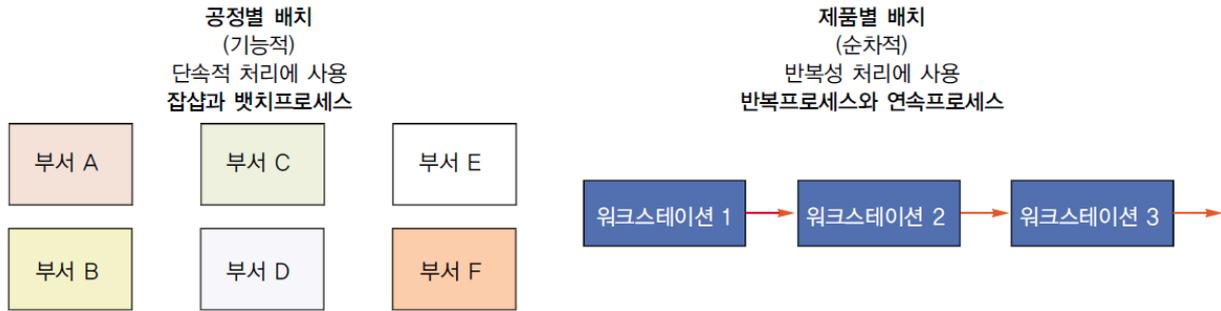


그림 6.7 공정별 배치와 제품별 배치의 비교

17

시설배치(Facilities Layout): 비반복프로세스: 공정별 배치(Nonrepetitive Processing: Process Layout)

- **공정별 배치(process layout)의 장점**
 1. 다양한 처리 요구를 다룰 수 있음
 2. 장비 고장에 크게 취약하지 않음
 3. 제품별 배치에서 사용하는 전용 장비(specialized equipment)에 비하여 공정별 배치에서 사용하는 범용 장비(general-purpose equipment)는 흔히 전용 장비에 비해 값이 싸며 유지보수도 쉽고 비용도 적게 소요
 4. 개인별 인센티브 제도를 사용할 수 있음
- **공정별 배치(process layout)의 단점**
 1. 공정재고 비용이 높을 수 있음
 2. 경로계획과 일정계획을 자주 수립해야 함
 3. 장비 가동률이 낮음
 4. 물자운반이 비효율적, 단위당 운반비용이 높음
 5. 일감이 복잡하므로 흔히 감독 범위가 좁고, 감독비용이 제품별 배치에 비해 높음
 6. 제품이나 고객별로 특별히 취급해야 하고 산출량이 적으므로 **제품별 배치에 비해 단위당 원가가 높음**
 7. 회계, 경리, 재고관리, 구매 관련 업무가 제품별 배치에 비하여 훨씬 복잡

18

시설배치(Facilities Layout): 위치고정형 배치(Fixed-Position Layout)



- 작업 대상은 한 자리에 있고 작업자와 물자 그리고 장비들이 필요에 따라 이동
- 작업대상의 특성(무게, 크기 등) 때문에 선택
- 대형 건설 프로젝트, 조선, 대형 항공기 등

아랍에미리트연방에 있는 세계에서 가장 높은 160층 건물 버즈칼리파의 최상부 공사 장면. 프로젝트 대상을 이동할 수 없을 때 작업자들과 장비가 작업 현장에 온다. 공사의 절정기 무렵 버즈칼리파 현장에서 일하는 작업자들과 하청업자들은 12,000명이 넘었다.

19

시설배치(Facilities Layout): 혼합형 배치(Combination Layout)

- 기본배치 유형이 섞여 있는 상태: 슈퍼마켓, 병원 등
- 공정별 배치와 제품별 배치의 장점을 모두 취하려는 노력: 혼합형 배치 - 셀 생산방식 (cellular manufacturing), 그룹테크놀로지(GT; group technology), 유연생산시스템(FMS; flexible manufacturing system)
- 셀 배치(Cellular Layout) : 비슷한 처리가 필요한 일단의 부품들을 묶어서 하나의 부품군으로 분류하고(그룹테크놀로지), 그 부품군에 속하는 부품들을 만들기 위하여 필요한 공정들을 수행할 워크스테이션들로 하나의 셀을 구성
- 유연생산시스템(FMS; Flexible Manufacturing System): 자동화 정도가 높은 셀 생산 방식, 수치제어기계, 운반장치, 로봇 등을 컴퓨터를 이용하여 제어하는 고도의 통합생산 시스템
- 컴퓨터 통합생산(CIM; computer-integrated manufacturing): 컴퓨터를 사용하여 공학설계, FMS, 구매, 주문처리, 생산계획 및 통제 등 광범위한 생산 활동을 연결하는 생산 시스템

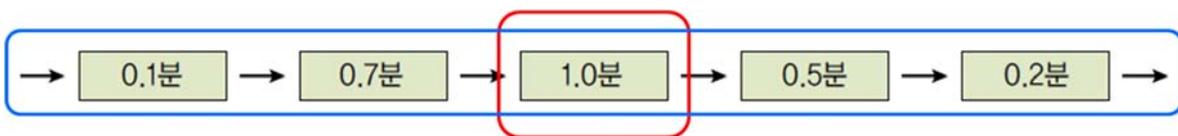
20

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

- 라인밸런싱(line balancing): 모든 워크스테이션들의 작업시간들이 비슷하도록 요소작업들을 워크스테이션에 할당하는 절차
 - 전체 라인 상에서 작업자나 기계의 유휴시간을 최소화하여 이용률(utilization)을 높게 유지
 - Bottleneck 또는 Starving이 가급적 발생하지 않도록(발생하더라도 최소한으로)
 - 완벽한 균형 라인 구성을 어렵게 하는 요인
 - ① 어떤 요소 작업들은 필요한 장비나 기계가 다르거나 작업 활동들의 특성상 동일 장소에서 수행할 수 없는 경우
 - ② 요소작업들의 소요시간 차이 때문에 요소작업들을 여러 묶음으로 나눌 때 어떻게 하더라도 모든 묶음의 총 소요시간을 같게 할 수 없을 가능성
 - ③ 기술적 이유에 의한 요소작업들의 순서
 - 사이클타임(cycle time)
 - 라인밸런싱 과정에서 주된 결정 사항
 - 하나의 작업물에 대하여 각 워크스테이션에서 수행해야 하는 모든 요소작업들의 총 소요시간의 상한
 - 해당 라인의 산출률을 결정

21

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)



- **최단 사이클타임: 가장 긴 요소작업의 소요시간 = 1.0분**
- **최장 사이클타임: 모든 요소작업의 소요시간의 합 = 2.5분**
 - 다섯 개의 워크스테이션을 채택하면 최단 사이클 타임이 라인의 사이클타임(1.0분)
 - 모든 요소작업시간을 하나의 워크스테이션에 할당하면 최장 사이클타임이 라인의 사이클타임(2.5분)

$$\text{산출률} = \frac{1\text{일 작업시간}}{\text{사이클타임}} \quad (6-1)$$

이 라인이 1일 8시간(480분) 작업한다고 가정하자. 사이클타임이 1분이면 산출률은

$$\frac{480\text{분/일}}{1.0\text{분/단위}} = 480\text{단위/일}$$

이고, 사이클타임이 2.5분이면 산출률은

$$\frac{480\text{분/일}}{2.5\text{분/단위}} = 192\text{단위/일}$$

22

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

- 사이클타임은 일반적으로 목표 산출률에 의해 결정
- 계산된 사이클타임이 가능한 범위를 벗어나면 산출률 목표를 수정

$$\text{사이클타임} = \frac{\text{1일 작업시간}}{\text{목표산출률}} \quad (6-2)$$

예컨대, 목표 산출률이 480단위이라고 가정하자. 식 (6-2)를 사용하면 사이클타임은 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\frac{480\text{분/일}}{480\text{단위/일}} = 1.0\text{분/단위}$$

23

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

- 필요한 워크스테이션의 숫자는 목표 산출률과 요소작업들을 균형 있게 워크스테이션에 할당하는 능력에 좌우
- 목표 산출률을 달성하는 데 필요한 워크스테이션의 이론적 최소 숫자(N_{\min})

$$N_{\min} = \frac{\Sigma t}{\text{사이클타임}} \quad (6-3)$$

단,

N_{\min} = 필요한 워크스테이션의 최소 숫자

Σt = 모든 요소작업의 총 소요시간

목표 산출률이 480단위/일이라고 가정하자.² (그러면 사이클타임은 1분이 된다.) 최소 워크스테이션 수는 다음과 같이 계산된다.

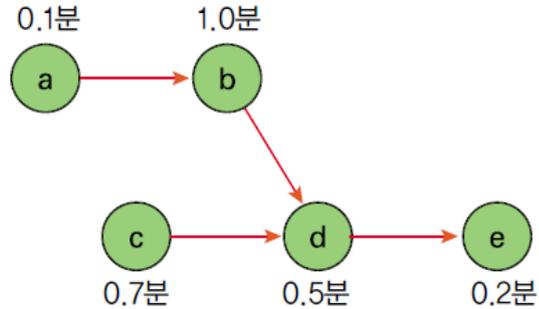
$$N_{\min} = \frac{2.5\text{분/단위}}{1\text{분/워크스테이션}} = 2.5 \text{ 스테이션}$$

24

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

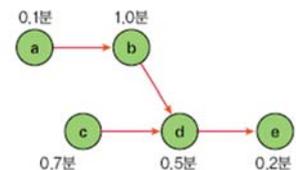
- **선후관계도(precedence diagram):** 요소작업들과 그들 사이의 선후관계를 나타내는 다이어그램

그림 6.11
간단한 선후관계도



25

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)



- **라인밸런싱 방법:** 일반적으로 휴리스틱 절차(heuristic (intuitive) rules)를 사용
 1. 후속작업이 가장 많은 작업부터 할당
 2. 위치가중치(자체의 작업시간과 모든 후속 작업들의 작업시간을 합한 값)가 가장 높은 작업 부터 할당

그림 6.11의 작업들을 세 워크스테이션에 배정하라. 사이클타임을 1분으로 하고, 후속작업이 많은 작업을 우선 배정하라.

예제 1

워크스테이션	배정 전 잔여 시간	배정 가능 작업	배정 작업	배정 후 잔여 시간	유휴 시간
1	1.0	a, c	a	0.9	0.2
	0.9	c	c	0.2	
	0.2	none	—	—	
2	1.0	b	b	0.0	0.0
3	1.0	d	d	0.5	0.3
	0.5	e	e	0.3	
	0.3	—	—	—	
					0.5

풀이

설명: 워크스테이션에 아무런 작업도 배정되지 않았을 때에는 사이클타임이 곧 그 워크스테이션의 잔여시간이다. 어떤 작업을 배정할 수 있으려면 그것의 모든 선행작업들이 이미 배정되었어야 하고, 그 작업의 소요시간은 대상 워크스테이션의 잔여 시간을 초과하지 않아야 한다.

26

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

■ 밸런스 지체(balance delay): 라인의 유휴시간 백분율

$$\text{밸런스 지체} = \frac{\text{모든 워크스테이션의 유휴시간}}{\text{실제 워크스테이션 수} \times \text{사이클타임}} \times 100 \quad (6-4)$$

바로 앞 예의 경우, 이 비율은 다음과 같다.

$$\text{밸런스 지체} = \frac{.5}{3 \times 1.0} \times 100 = 16.7\%$$

■ 라인효율(eficiency)

$$\text{라인 효율} = 100\% - \text{밸런스 지체} \quad (6-5)$$

바로 앞 예의 경우,

$$\text{라인 효율} = 100\% - 16.7\% = 83.3\%$$

- 최소 워크스테이션 수는 목표 산출률(또는 사이클타임)의 함수 → 따라서 산출률이 낮을수록(사이클타임이 길수록) 워크스테이션 수는 적어짐
- 워크스테이션 수가 줄어들수록 투자와 비용 절감이 생산량 감소에 따른 이익감소를 능가할지 검토해야 함

27

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

다음 표에 주어진 정보를 사용하여 다음의 각 단계를 수행하라.

1. 선후관계도를 그려라.
2. 하루 조업시간을 8시간으로 가정하고 하루에 400개를 만들기 위한 사이클타임을 계산하라.
3. 최소 워크스테이션의 수를 구하라.
4. 작업들을 워크스테이션에 배정하라. 단, 후속작업의 수가 가장 많은 것을 배정하되, 경합이 벌어지면 소요시간이 가장 긴 것을 배정하라.

예제 2

작업	직후 작업	작업 시간(분)
a	b	0.2
b	e	0.2
c	d	0.8
d	f	0.6
e	f	0.3
f	g	1.0
g	h	0.4
h	end	0.3
		$\Sigma t = 3.8$

5. 밸런스 지체를 계산하라.

28

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

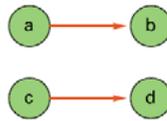
풀이

1. 선후관계도는 쉽게 그릴 수 있다. 선행작업이 없는 작업들로 시작한다. 직후작업 옆에 작업 *a*와 *c*가 나타나지 않음을 알 수 있다. 따라서 이들은 직전작업이 없다. 이들로부터 시작하여 그려나간다.

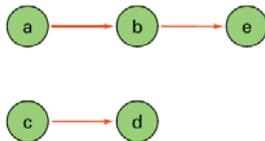
단계 1:



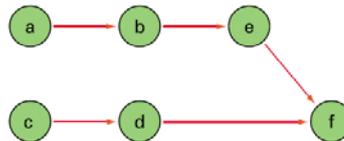
단계 2: 작업 *b*와 *d*를 각각 작업의 *a*와 *c*에 연결



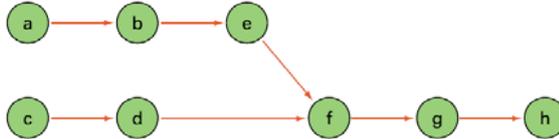
단계 3: 작업 *e*를 작업 *b*에 연결



단계 4: 작업 *f*를 작업 *d*와 *e*에 연결



단계 5: 작업 *g*를 작업 *f*에, 작업 *h*를 작업 *g*에 연결



29

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

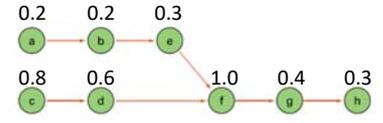
$$2. \text{ 사이클타임} = \frac{1\text{일 조업시간}}{1\text{일 산출목표}} = \frac{480\text{분/일}}{400\text{개/일}} = 1.2\text{분}$$

$$3. N_{\min} = \frac{\text{총작업시간}}{\text{사이클타임}} = \frac{3.8\text{분}}{1.2\text{분/워크스테이션}} = 3.17\text{워크스테이션}(4\text{로 올림})$$

4. 다음과 같은 절차에 따라 워크스테이션 1부터 차례로 구성한다. 선후관계도를 보고 배정 후보 작업들을 정한다. 후보 작업들 중 잔여시간보다 소요시간이 짧은 작업들 중에서 배정 규칙에 따라서 배정한다. 배정된 작업은 배정 고려 대상에서 제외한다. 현재 워크스테이션에 더 이상 작업을 추가할 수 없으면 다음 워크스테이션을 추가한다. 지금까지의 과정을 모든 작업들이 배정될 때까지 반복한다.

30

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)



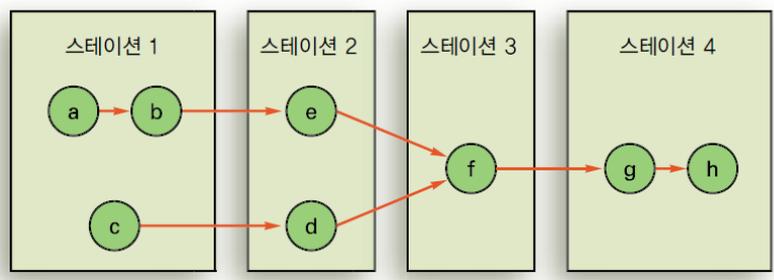
Tie Breaking Rule : 1단계. 후속 작업의 수가 많은 작업, 2단계. 소요시간이 긴 작업

워크스테이션	잔여시간	할당 후보 작업	할당 가능 작업 <small>잔여시간보다 작은 작업</small>	할당 후 (소요시간)	할당 후 잔여시간	유휴시간
1	1.2	a, c*	a, c*	a (0.2)	1.0	0.0
	1.0	c, b**	c, b**	c (0.8)	0.2	
	0.2	b, d	b	b (0.2)	0.0	
	0	e, d	없음	—	—	
2	1.2	e, d	e, d	d (0.6)	0.6	0.3
	0.6	e	e	e (0.3)	0.3	
	0.3***	f	없음	—	—	
3	1.2	f	f	f (1.0)	0.2	0.2
	0.2	g	없음	—	—	
4	1.2	g	g	g (0.4)	0.8	0.5
	0.8	h	h	h (0.3)	0.5	
	0.5	—	—	—	—	
						<u>0.5</u> 1.0 min.

- * 작업 a와 c는 선행작업이 없으므로 이 둘은 후보가 된다. 작업 a의 후속작업이 더 많으므로 이것을 배정한다.
- ** 작업 a가 배정되고 나면, 작업 b와 c가 후보가 된다. 이 두 작업의 소요시간이 워크스테이션 1의 잔여시간보다 짧으므로 어느 것이든 배정 가능하다. 후속작업 수가 같으므로 작업시간이 긴 c를 택한다.
- *** 작업 f가 후보이지만, 작업시간(1.0)이 워크스테이션 2의 잔여시간보다 길어서 배정할 수 없다.

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

이렇게 구성한 라인은 다음의 그림과 같다. 휴리스틱 방법이 항상 최적 해를 보장하지는 않으며 최적해를 구하기 복잡한 문제에 실용적인 해법을 제시할 뿐이다. 특히, 휴리스틱에 따라 해가 다른 경우는 흔하다.



5. 밸런스 지체 = $\frac{1.0\text{분}}{4 \times 1.2\text{분}} \times 100 = 20.83 \%$

라인효율 = $100\% - 20.8\% = 79.17\%$

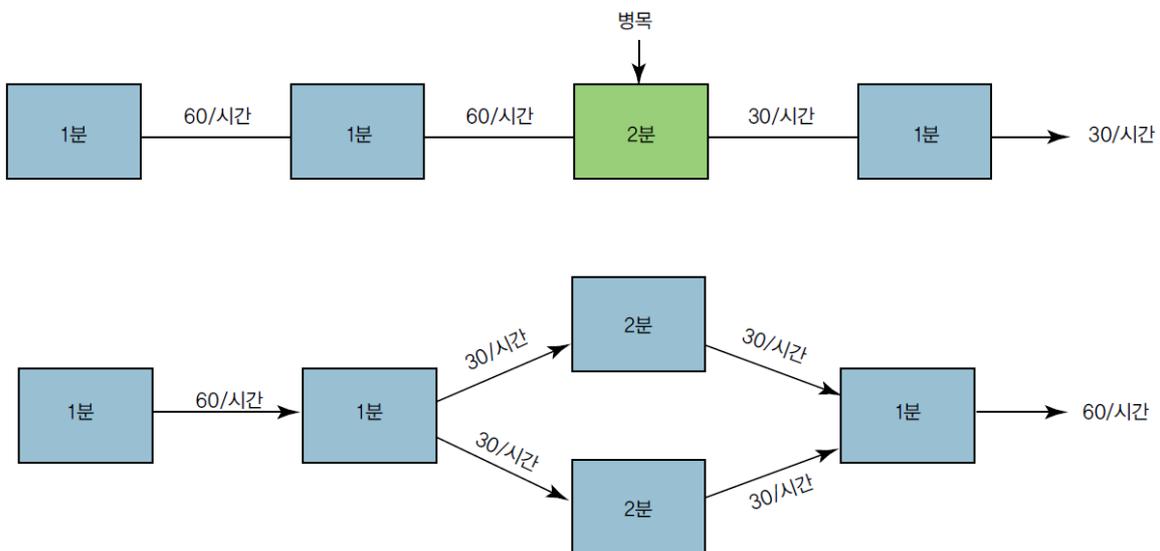
제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

- 기타 고려 사항(Other Factors): 실무에서 라인밸런싱 수행 시 고려해야 할 기타 요소들
 - 기술과 기능의 숙련도 차이
 - 작업 속성의 차이(휘발성 물질을 사용하는 작업과 불을 사용하는 작업)
 - 인간적 요소와 장비 그리고 공간적 제약
- 기타 방법(Other Approaches)
 - 병렬 워크스테이션(parallel workstation): bottleneck에 workstation 추가
 - 다기능 작업자(multi-functional worker): 작업자들을 다기능 훈련(cross-train)시켜 한 가지 이상의 업무를 할 수 있도록 하는 것 - 동적 라인밸런싱(dynamic line balancing): 린생산 시스템(Lean Production System)에서 가장 흔하게 사용
 - 혼류모델생산라인(mixed model line): 두 가지 이상의 제품을 동시에 생산할 수 있도록 라인을 설계

33

제품별 배치 설계: 라인밸런싱 (Designing Product Layouts: Line Balancing)

- 병렬 워크스테이션(Parallel Workstation)



34

공정별 배치 설계(Designing Process Layouts)

- **공정별 배치의 주요 이슈: 부서들의 상대적 위치**
 - 부서들의 공간적 조합의 수가 엄청나게 많을 수 있는데 이들 중에서 만족할 만한 배치를 찾는 것
 - 공정별 배치는 출입구, 적재 도크(loading docks), 승강기, 창문의 위치나 강화 바닥 구역과 같은 외적 요인의 영향도 받음
 - 가장 효율적인 배치 계획을 세우기가 어려운 주된 이유는 가능한 배치 대안이 너무 많다는 점
 - **시행착오**적으로 만족할 만한 배치계획을 찾을 때 적당한 **휴리스틱**을 사용

1~6까지의 부서를 A~F까지의 구역에 어떻게 배치할 것인가?

그림 6.12

공정별 배치에서는 부서들의 위치를 정해야 한다.

구역			할당대상 부서
A	B	C	1
D	E	F	2
			3
			4
			5
			6

35

공정별 배치 설계(Designing Process Layouts)

- **이동비용 또는 이동거리의 최소화(Minimizing Transportation Costs or Distances): 공정별 배치 계획 수립 시 가장 흔한 목표**
 - 출발-도착지 표(from-to chart) 활용
 - **업무량이 많은 부서 또는 작업장을 가장 가까운 거리에 위치**
 - 이동비용은 이동거리에 정비례한다고 가정

표 6.5
구역 간 거리 (미터, m)

출발 구역	도착 구역		
	A	B	C
A		20	40
B			30
C			

표 6.6
부서간 업무 흐름량 (일 물동량)

	부서		
	1	2	3
부서 1		30	170
부서 2			100
부서 3			

36

공정별 배치 설계(Designing Process Layouts)

예제 3 | 이동비용을 최소화하면서 표 6.6에 주어진 세 부서를 표 6.5에 주어진 세 구역 A, B, C에 배치하라. 표 6.6은 흐름량이 이동 방향에 무관하다고 가정하라. 흐름량이 가장 큰 부서들을 가장 인접한 구역들에 배치하는 방식으로 배치계획을 수립하라.

풀이 | 부서 쌍은 흐름량 순으로, 구역 쌍은 거리 순으로 정리하면 배치계획수립에 도움이 된다.

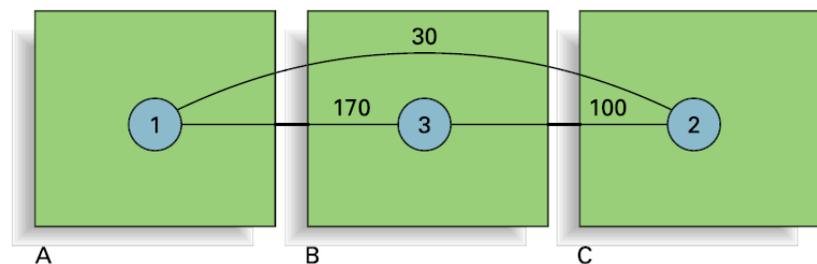
구역 쌍	거리 (미터)	부서 쌍	흐름량
A-B	20	1-3	170
B-C	30	2-3	100
A-C	40	1-2	30

↓ 거리순
↓ 흐름량순

37

공정별 배치 설계(Designing Process Layouts)

그림 6.13
배치계획에 따른 부서간 업무 흐름량



부서	부서간 이동량	구역	구역간 거리	흐름량 × 거리
1	2: 30	A	C: 40	$30 \times 40 = 1,200$ AC : 1,2
	3: 170		B: 20	$170 \times 20 = 3,400$ AB : 1,3
2	3: 100	B	C: 30	$100 \times 30 = 3,000$ BC : 2,3

38

공정별 배치 설계(Designing Process Layouts)

■ 인접성 평정(Closeness Ratings)

- Richard Muther가 제시한 배치 방법으로 **경영자가 분석에 의하거나 주관적으로 제시한 각 부서 쌍의 인접 필요도**를 배치 설계에 반영
- 인접성 평정의 근거
 1. 같은 장비나 설비를 사용
 2. 같은 인원이나 기록을 사용
 3. 일의 흐름 순서
 4. 의사소통 용이성
 5. 안전하지 않거나 불쾌한 상태
 6. 유사한 업무 수행

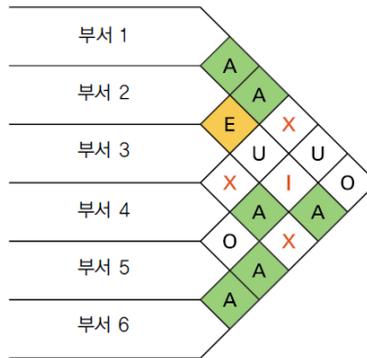


그림 6.14
머더 격자

기호	인접 필요성
A	절대적으로 필요함
E	매우 중요함
I	중요함
O	보통
U	중요하지 않음
X	바람직하지 않음

39

공정별 배치 설계(Designing Process Layouts)

예제 4 그림 6.14의 여섯 개 부서를 2 × 3 격자(즉, 2행 3열 구역 격자)에 다음과 같은 휴리스틱을 사용하여 배정하라. 휴리스틱: 중요한 부서들을 먼저 배치한다.

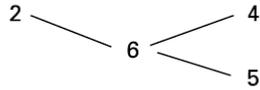
풀이 가장 중요한 부서 쌍들은 관련 인접 필요도가 A 혹은 X인 것들이다. 그림 6.14의 격자를 보면서 이런 부서 쌍들의 목록을 작성한다.

A 관계쌍	X 관계쌍
1-2	1-4
1-3	3-6
2-6	3-4
3-5	
4-6	
5-6	

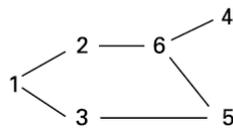
40

공정별 배치 설계(Designing Process Layouts)

A관계 쌍 목록에 가장 자주 등장하는 부서(이 예에서는 부서 6)로부터 출발하여 A관계에 나타나는 부서들의 군을 형성한다. 예를 들면, 부서 6이 가장 자주 등장하므로 부서 6과 A 관계에 있는 부서들을 연결하여 다음과 같은 부서 군을 형성한다.



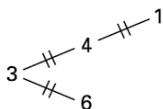
나머지 A 관계 쌍들을 이 주군(主群)에 첨가한다. 이 때 필요하면 군을 변형한다. 이렇게 형성된 주군과 연결되지 않는 모든 쌍들의 군을 따로 형성한다. 이 예에서는 모든 쌍들이 주군과 연결된다.



41

공정별 배치 설계(Designing Process Layouts)

다음에 X 관계 쌍들의 군을 형성한다.



- 인접성 평정의 장점: 여러 가지 목표와 주관적 기준을 반영할 수 있음
- 인접성 평정의 단점: 부정확성과 낮은 신뢰성

이들 두 군을 보면 A 관계 쌍 군의 연결들이 X 관계의 분리 필요성을 충족함을 알 수 있다. 이제 이 군을 2 × 3 격자에 배정하는 일은 쉽다.

1	2	6
3	5	4

A관계와 X관계만 고려하였지만 다른 관계(E, I, O, U)도 만족되었음을 알 수 있다. 이런 일이 항상 일어나지는 않으므로, A관계와 X관계를 지키면서, 부서를 이동하여 개선할 수 있는지 노력할 필요가 있다.

부서는 변이 접촉한 경우뿐만 아니라 꼭지점이 닿아도 인접한 것으로 간주함에 유의하여야 한다.

42

06 (교재 7장) 작업설계 및 작업측정

(Work Design and Measurement)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- **작업시스템 설계(Design of Work Systems):** 직무설계, 작업측정 및 표준시간의 설정, 동기유발, 보상
- **제품 및 서비스 설계, 프로세스 선택, 설비 배치** 등은 직접적으로 작업자들이 수행할 활동에 영향을 미침
- 어떠한 기업 조직이든지 그리고 기업이 **얼마나 자동화에 대해 투자를 했는지 기업은 인간의 노력(즉, 작업)에 의존하므로 작업시스템의 설계는 기업에 있어 매우 중요**
- 작업시스템 설계는 기업의 생산성 향상과 지속적 개선에 핵심

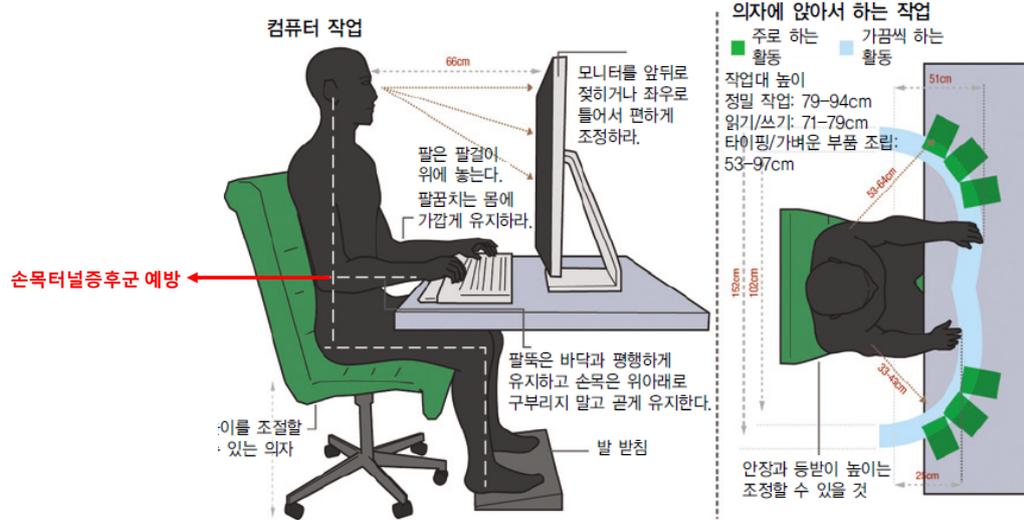
3

직무설계(Job Design)

- **직무설계(Job Design):** 직무의 내용과 수행 방법을 결정
 - 목표: 생산성, 안전(safety), 직장 생활의 질(quality of work life)
- **인간공학(ergonomics):** 작업장 설계에 고려해야 할 인간적 요소에 관한 학문 - 작업장 설계를 통해 흔히 발생하는 직업병 방지에 중점
- **직무 설계를 접근하는 두 관점**
 - **효율성학파(efficiency school):** 직무설계과정에서 체계적이고 논리적인 접근을 강조(경영자 중심)
 - **행동과학파(behavioral school):** 직무설계과정에서 작업자의 요구와 필요의 충족을 강조(작업자 중심)
- **전문화(specialization):** 업무를 한 제품이나 서비스의 일부분에 국한하여 집중하도록 하는 것 → 직무의 폭이 좁기 때문에 집중할 수 있어서 그 직무에 매우 숙달될 수 있음
 - 장점: **높은 생산성과 상대적으로 낮은 원가**
 - 단점: **저임금 단순 업무의 경우 작업자들의 불만**

4

직무설계(Job Design)



출처: www.chrisjohnson.net/chrisjohnson.net/graphics/

인간공학적으로 적합한 작업대
 인간공학은 작업장 설계에 고려해야 할 인간적 요소에 관한 학문이다.

직무설계(Job Design)



장점

경영진 측

1. 훈련 간소화
2. 높은 생산성
3. 낮은 인건비

근로자 측

1. 낮은 교육과 기능/기술 요구
2. 낮은 책임
3. 매우 낮은 지적/정신적 노력 부담

단점

경영진 측

1. 품질 동기부여 어려움
2. 종업원 불만과 그로 인한 무단결근, 높은 이직률, 의도적 업무 방해, 품질 무관심

근로자 측

1. 단조로운 업무
2. 낮은 승진 기회
3. 매우 낮은 업무 통제 권한
4. 낮은 자아성취 기회

표 7.1

전문화의 주요 장단점

직무설계(Job Design)

- 행동과학적 직무설계방법(Behavioral Approaches to Job Design)
 - **직무확대(job enlargement):** 한 작업자에게 전체 업무의 더 많은 부분을 맡겨 업무의 내용을 **수평적으로 확장**
 - **직무순환(job rotation):** 작업자들이 **주기적으로 다른 업무**를 하도록 하여 일부 직원들만 따분한 직무에 묶이는 상황을 피하게 함
 - **직무충실화(job enrichment):** 한 작업자가 담당할 직무를 **수직적으로 확장**(수직 확대)하여 계획 및 조정 책임을 늘림
- **동기부여(Motivation):** 직업생활의 여러 측면에서 핵심적인 요소 - 품질과 생산성에 영향을 미칠 뿐만 아니라 작업환경에도 기여
 - 경영자는 종업원의 동기부여에 대한 이해를 바탕으로 직원들이 조직의 목표에 대하여 긍정적으로 행동하도록 하는 동기부여 틀을 개발
 - 종업원과 경영자 사이의 **신뢰(trust):** 경영자는 직원을 신뢰하면 더 많은 책임을 부여하는 경향이 있고 종업원이 경영자를 신뢰하면 기업의 경영 활동에 긍정적으로 반응할 가능성이 높음
- 팀(Team): 팀제의 채택 증가와 보상
 - **자율관리팀(self-directed team):** 자신들의 업무 프로세스의 일부를 변경할 수 있는 권한을 가진 팀 → 린 생산 시스템

7

직무설계(Job Design)

- **작업방법분석(methods analysis):** 작업이 어떻게 수행되는지를 분석 - 생산성 향상 노력의 출발점
 - **작업방법 분석의 필요성**
 1. 도구와 장비의 변화
 2. 제품 설계의 변경이나 신제품 도입
 3. 자재나 절차의 변경
 4. 정부 규제나 계약
 5. 기타요인(사고, 품질문제 등)
 - **작업방법분석 절차**
 1. 분석대상업무를 파악하고 도구, 장비, 자재 등등 모든 관련 **사실 수집**
 2. 기존 직무에 대한 **정보 입수**
 3. 프로세스 차트를 사용하여 기존 직무를 검토하고 **문서화**
 4. **직무분석 수행**
 5. **작업방법 개선**
 6. **새로운 작업방법 구현**
 7. **구현된 방법을 관찰**하면서 개선이 달성될 수 있도록 **관리**

8

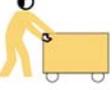
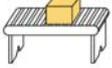
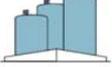
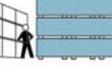
작업  큰 원은 다음과 같은 종류의 작업을 나타낸다.	 망치질	 배합/혼합	 컴퓨터 작업
운반/이동  화살표는 다음과 같은 종류의 운반/이동을 나타낸다.	 수레를 사용한 자재이동	 컨베이어를 이용한 자재이동	 사람에 의한 운반/이동
저장  삼각형은 다음과 같은 종류의 저장을 나타낸다.	 저장 탱크에 원료저장	 팔레트를 이용한 원제품 적재	 문서보관
정체/지연  큰 대문자 D는 다음과 같은 유형의 지체를 나타낸다.	 승강기 대기	 트럭에 실려 있거나 기공하기 위하여 놓아둔 자재	 파일로 정리하기 위하여 놓아둔 종이
검사  정사각형은 다음과 같은 종류의 검사를 나타낸다.	 양을 세거나 품질검사하는 행위	 보일러 압력 읽기	 정보를 파악하기 위하여 유인물을 검토하는 행위

그림 7.1
프로세스 차트 기호

출처: Adapted from Benjamin W. Niebel, *Motion and Time Study*, 8th ed. Copyright © 1988 Richard D. Irvin, Inc. Used by permission of McGraw-Hill Companies, Inc., p. 35.

흐름공정도 (Process Chart)

▶ 프로세스 차트: 작업자의 동작이나 자재의 흐름에 집중하여 한 작업의 전반적인 순서를 검토하기 위하여 사용. 지체나 임시저장, 이동거리 등과 같은 비생산적인 부분들을 파악하는데 유용

직무설계(Job Design)

그림 7.2
흐름공정도 양식

출처: Elias M. Awad, *Systems Analysis and Design*, 4th ed. Copyright © 1985 by Richard D. Irvin, Inc. Used by permission of McGraw-Hill Companies, Inc., p. 113.

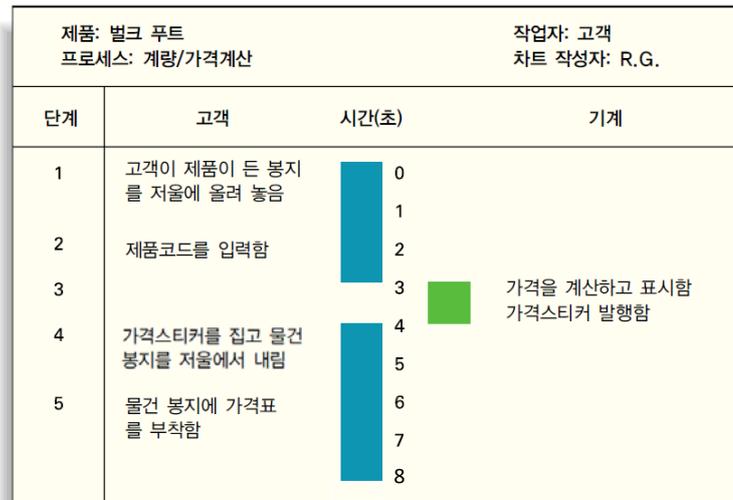
흐름공정도 (Process Chart)

흐름 공정도 업무:소액현금청구 처리	분석 담당자 D. Kolb	PAGE 1 of 2	목적	운반/이동	저장	정체	검사
내역							
부서장이 요청서 작성			●	→		D	▽
요청서 바구니에 넣기			○	→		●	▽
경리부로 이동			○	→		D	▽
계정과 사인 확인회계원이 승인			○	→		D	▽
재무 담당자가 승인함			●	→		D	▽
출납담당자가 현금을 셈			●	→		D	▽
장부관리자가 장부에 기입함			●	→		D	▽
현금을 봉투에 넣고 봉인함			●	→		D	▽
현금이 든 봉투를 넣고 청구 부서로 이동			○	→		D	▽
현금액수가 요청금액과 같은지 확인함			○	→		D	▽
영수증에 서명함			●	→		D	▽
현금을 금고에 보관함			○	→		D	▽
			○	→		D	▽
			○	→		D	▽
			○	→		D	▽
			○	→		D	▽

직무설계(Job Design)

그림 7.3
작업자-기계 차트

➤ **작업자-기계 차트(worker-machine chart):** 어떤 업무가 수행되는 동안에 발생하는 기계와 작업자의 실제 작업 또는 사용 상태와 유휴 상태를 시각적으로 나타내는데 유용. 작업자와 기계가 언제 따로따로 일하는지, 언제 함께 일하는지를 쉽게 볼 수 있음.



	요약			
	고객		기계	
	시간(초)	%	시간(초)	%
작업	7	87.5	1	12.5
유휴	1	12.5	7	87.5

11

직무설계(Job Design)

- **동작연구(Motion Study):** 사람이 업무 수행에 사용하는 동작들에 대한 체계적 연구
 - 목적: 불필요한 동작을 제거하고 최적의 동작 순서를 발견하여 효율성을 최대화 - 생산성 향상
 - Frank Gilbreth가 20세기 초 벽돌 쌓기 작업에서 창시한 개념
 - 구체적 기법
 1. **동작연구원리(motion study principles):** 동작을 효율적으로 할 수 있는 작업 절차를 설계하기 위한 절차. 신체 사용 원리, 작업장 배치 원리, 도구와 장치의 설계 원리 등 3가지 범주로 구분
 2. **셔블릭 분석(analysis of therbligs):** 한 업무를 구성하는 기본적 요소 동작 분석
 3. **미세동작연구(micromotion study):** 매우 빠른 작업동작을 미리 촬영하여 느리게 재생하면서 분석하는 동작 연구
 4. 각종 차트(charts)

12

직무설계(Job Design)

표 7.2

동작연구원리

출처: Adapted from Ben-jamin W. Niebel, *Motion and Time Study*, 8/e. Copyright © 1988 Richard D. Irwin, Inc. Used by permission of McGraw-Hill Companies, Inc., pp. 206-207.

- A. **인체 사용** 예:
 1. 양 손은 일을 동시에 시작하고 끝내야 하며 휴식시간을 제외하고는 같은 순간에 유휴 상태에 있어서는 안 된다.
 2. 손동작은 대칭적이어야 한다.
 3. 연속적 곡선 동작이 급작스럽고 급격한 방향전환을 수반한 직선 운동보다 낫다.
- B. **작업장의 배치와 조건** 예:
 1. 모든 도구와 자재는 스프링의 탐색과 선택 동작을 제거하거나 줄이며 사용 순서에 가장 적합하도록 고정 위치를 정하여야 한다.
 2. 중력을 이용한 빈(bin)과 낙하 전달로 팔 뻗기와 이동 시간을 줄여야 한다. 가능하면 방출장치(ejector)를 사용하여 완성된 부품은 자동으로 분리하여야 한다.
- C. **도구와 장치의 설계** 예:
 1. 모든 레버, 핸들, 바퀴, 그리고 기타 제어 장치들은 작업자가 쉽게 접근할 수 있어야 하고 기계의 장점을 최대한 살리며 가장 강한 근육을 이용할 수 있도록 설계되어야 한다.
 2. 부품은 치구를 사용하여 정위치 하여야 한다.

직무설계(Job Design)

■ 작업조건(Working Conditions): 직무 설계에 있어 중요 고려사항

- 온도 및 습도, 환기, 조명, 근무시간과 휴식, 직업건강관리, 안전 등 물리적인 요인은 생산성, 품질, 사고 측면에서 작업자의 업무성과에 상당한 영향을 미치며 또한 정부가 작업 조건을 규제하는 경우도 많음
- 사고의 원인: 작업자의 부주의, 위험한 작업 조건
- 윤리적 이슈: 작업 방법, 작업 조건과 안전, 정확한 기록 관리, 공정한 성과 평정, 공정한 보상, 그리고 승진기회와 관련하여 생산운영에 영향

Fool Proof Design



작업측정(Work Measurement)

- **작업측정(work measurement):** 한 업무를 수행하는데 걸리는 적정한 시간을 정하기 위한 과정
 - 업무시간은 생산용량계획, 노동력계획, 인건비추산, 일정계획(scheduling), 예산수립 그리고 인센티브제도 설계에 반드시 필요한 중요 정보
 - **표준시간(standard time):** 일정한 자격을 갖춘 작업자가 어떤 업무를 적절한 작업장에서 정해진 방법과 도구 및 장비, 원자재를 사용하여 **일정한 속도로** 일할 때 걸리는 시간
 - 어떤 업무의 표준시간을 정할 때에는 반드시 그 업무의 요인들을 완전하게 기술해야 하는데 그 이유는 실제 업무 소요시간은 이들 모든 요인들의 영향을 받기 때문이며, 이들 각 **요인의 변화는 실제 업무 소요시간에 영향을 미침**
 - 대표적인 작업측정 방법
 1. 스톱워치 시간연구법(stopwatch time study)
 2. 표준요소시간법(standard elemental times)
 3. 기정시간법(predetermined data)
 4. 워크샘플링(work sampling)

15

작업측정(Work Measurement)

- **스톱워치 시간연구(stopwatch time study)**
 - 19세기말 Frederick Winslow Taylor가 공식적으로 도입
 - 어떤 업무를 한 작업자가 여러 번 수행하는 것을 관찰하여 **표준시간을 정하는 절차**
 - 절차
 1. 연구대상 업무를 설정하고 그것을 수행할 작업자에게 알림
 2. 관찰 횟수를 결정
 3. 시간을 측정하고 그 작업자의 성과를 평가
 4. 표준시간을 계산
 - 선정된 작업자가 작업 시간을 늘리려고 불필요한 동작을 하는 경우가 많기 때문에 연구를 수행하는 분석 담당자는 대상 업무를 철저히 알고 있어야 하며, **표준시간을 정하기 이전에 그 업무가 효율적으로 수행되는지 확인할 필요가 있음**
 - 측정횟수: **관측된 시간의 변동성, 정확도 목표, 추정된 업무 시간의 신뢰도 수준 목표의 함수**

16

작업측정(Work Measurement)

- 시간표준을 수립하기 위해서는 세 가지 시간 즉, **관측시간(observed time, OT)**, **정상시간(normal time, NT)**, **표준시간(standard time, ST)**을 계산해야 함
- **관측시간(Observed Time):** 관측한 시간의 평균

$$OT = \frac{\sum x_i}{n} \quad (7-3)$$

단,

OT = 관측시간

$\sum x_i$ = 관측한 시간의 합

n = 관측 횟수

- **정상시간(Normal Time):** 관측시간을 **작업자의 성과를 감안하여 조정**한 시간. 관측시간에 작업자의 **성과평정(performance rating)**을 곱하여 계산

$$NT = OT \times PR \quad (7-4)$$

단,

NT = 정상시간(Normal time)

PR = 성과평정(Performance rating)

$$NT = \sum(\bar{x}_j \times PR_j) \quad (7-5)$$

단,

\bar{x}_j = 요소동작 j 의 평균 시간

PR_j = 요소동작 j 의 성과평정

숙련된 작업자를 관측 → 성과평정 > 1 → 정상시간 증가
 비숙련 작업자를 관측 → 성과평정 < 1 → 정상시간 감소

17

작업측정(Work Measurement)

- **표준시간(Standard Time):** 정상시간에 **지연(delay)**을 감안한 **여유요인(allowance factor)**을 곱하여 계산
 - **지연:** 인간적 요인으로 인한 지연, 어쩔 수 없는 지연(기계고장, 자재 도착을 기다리기 등), 휴식시간 등

$$ST = NT \times AF \quad (7-6)$$

단,

ST = 표준시간

AF = 여유인자

여유시간은 업무 소요시간이나 조업시간(즉, 1일 근무시간)을 기준으로 계산할 수 있다. 여유시간을 업무 소요시간을 기준으로 산정하면, 여유인자는 다음 공식을 사용하여 계산한다.

$$AF_{\text{job}} = 1 + A \quad A = \text{업무여유율: 소요시간의 일정 비율(\%)} \quad (7-7)$$

이 공식은 업무별로 여유시간 비율이 다른 경우에 사용한다. 여유시간을 조업시간(즉, 1일 근무 시간)을 기준으로 산정하면, 해당 공식은 다음과 같다.

$$AF_{\text{day}} = \frac{1}{1 - A} \quad A = \text{업무여유율: 조업시간의 일정 비율(\%)} \quad (7-8)$$

이것은 업무들이 동일하거나 비슷하고 동일한 여유 요인을 가질 때 사용한다.

18

작업측정(Work Measurement)

다음 두 경우에 대하여 여유인자를 계산하라.

- 업무여유율은 업무 소요시간의 20%이다.
- 업무여유율은 조업시간의 20%이다.

1일 근무시간

$$A = 0.20$$

a. $AF = 1 + A = 1.20$ 또는 120%

b. $AF = \frac{1}{1 - A} = \frac{1}{1 - 0.20} = 1.25$ 또는 125%

a.

업무소요시간 : 100	20
--------------	----

 여유시간 정상시간 표준시간
100 → 120 : AF 1.2배

b.

업무소요시간 : 80	20
-------------	----

 여유시간 정상시간 표준시간
80 → 100 : AF 1.25배

조업시간 : 100

예제 2

풀이

19

작업측정(Work Measurement)

성과평정 > 1 → 숙련된 작업자
정상시간 → 증가

어떤 조립 업무를 대상으로 한 시간연구에서 한 작업에 대하여 다음과 같은 관측시간을 얻었다. 분석자는 이 작업자에 대하여 성과평정을 1.13으로 판단했다. 여유시간을 업무 소요시간의 20%로 하고 이 작업의 표준시간을 결정하라.

i 관찰	시간, x 분	i 관찰	시간, x 분
1	1.12	6	1.18
2	1.15	7	1.14
3	1.16	8	1.14
4	1.12	9	1.19
5	1.15	Total	10.35

$$n = 9 \quad PR = 1.13 \quad A = .20$$

- $OT = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{10.35}{9} = 1.15$ 분
- $NT = OT \times PR = 1.15(1.13) = 1.30$ 분
- $ST = NT \times (1 + A) = 1.30(1.20) = 1.56$ 분

예제 3

풀이

20

작업측정(Work Measurement)

- **표준요소시간(Standard Elemental Times): 회사의 자체 시간 연구 자료에서 도출한 시간 표준**
 - **절차 (자동화 시스템 : Manufacturing Execution System(MES)에서 자동 수집)**
 1. 업무를 분석하여 표준 요소들을 파악
 2. 이렇게 파악한 요소들이 **기존의 시간 연구 데이터베이스에 있는지 검토하고, 있으면 그 표준 시간을 사용. 그렇지 않은 요소들에 대하여서는 필요하면 시간연구를 사용하여 표준시간을 구함.**
 3. 필요하면 표준요소시간 자료를 갱신
 4. 요소작업 시간들을 합하여 정상시간을 구하고 여유시간을 반영하여 표준시간을 계산
 - **장점(advantage)**
 - ① 각 업무에 대하여 완전히 새롭게 시간연구를 하지 않아도 되므로 시간과 비용을 절약
 - ② 업무의 중단이나 방해가 적음
 - ③ 성과평정을 할 필요가 없음: 일반적으로 자료에 있는 시간의 평균은 취함
 - **단점(disadvantage)**
 - ① 데이터베이스에 충분히 많은 작업요소가 포함되어 있지 않을 경우 별 쓸모가 없을 수 있음
 - ② 기존의 자료에 오류가 있거나 정확하지 않을 수 있음

21

작업측정(Work Measurement)

- **기정시간법(Predetermined Time Standards): 이미 작성된 작업요소들의 표준시간 자료를 사용**
 - 1940년대 말 Method Engineering Council이 개발한 **방법시간측정(Methods-Time Measurement(MTM))**을 주로 사용
 - **장점(advantage)**
 - ① 적절한 작업환경에서 많은 작업자들의 작업 수행을 관찰하여 작성한 시간을 사용
 - ② 표준시간을 개발하는 과정에서 분석가가 성과평정을 할 필요가 없음
 - ③ 실제 작업을 중단할 필요가 없음
 - ④ 작업을 전혀 해보기도 전에 그 작업의 시간 표준을 수립할 수 있음
 - **단점(disadvantage)**
 - ① 모든 활동은 업무마다 다른 특성을 가지므로 MTM에 제시된 동작과 완벽하게 동일한 동작은 없음
 - ② 분석가에 따라 업무를 서로 다르게 분해할 수 있으므로 표준시간에 차이가 발생할 수 있음
 - ③ 분석가에 따라 업무의 난이도를 다르게 볼 수 있으므로 표준시간에 차이가 발생할 수 있음

22

작업측정(Work Measurement)

- **워크샘플링(Work Sampling):** 인간과 기계의 여러 가지 **활동의 시간과 유휴시간을** 산정하는 기법
 - 스톱워치 시간연구법과는 달리 워크샘플링은 활동의 시간을 측정하지 않으며 활동 전 과정을 계속 지켜볼 필요도 없음
 - 관찰자가 작업자와 기계를 무작위적인 시간 간격으로 관찰하고 그 순간에 수행중인 활동의 종류를 기록
 - **지연비율(ratio-delay, 작업자가 어쩔 수 없이 지연되는 시간의 비율이나 기계의 유휴 시간 비율)을 분석하고, 비반복적인 직무의 분석을 위해 주로 사용**
 - 워크샘플링을 통하여 구한 활동의 시간 비율 추정치에는 어느 정도의 오차는 피할 수 없으므로 이런 추정치는 그 활동에 실제 투입되는 시간의 비율의 근사치
 - **워크샘플링의 목표는 특정 신뢰 수준에서 일정한 오차의 한계를 벗어나지 않는 추정치를 구하는 것**

23

작업측정(Work Measurement)

장점

1. 일정 기간에 걸쳐서 관찰하므로 단기변동에 따라 왜곡될 가능성이 작다.
2. 관찰 대상 업무수행을 (거의) 방해하지 않는다.
3. 작업자들의 반감이 작다.
4. 시간과 비용이 적제 들고, 분석가가 갖추어야 할 능력도 훨씬 적다.
5. 조사를 중단했다가 다시 해도 결과에 영향이 없다.
6. 여러 가지 조사가 동시에 수행될 수 있다.
7. 시간측정장치가 필요 없다.
8. 비반복성 업무에 적합하다.

단점

1. 훨씬 덜 상세하다.
2. 작업자가 샘플링 수행자를 발견하면 행동을 바꿀 수 있으므로 결과가 무의미할 수 있다.
3. 해당 작업자가 사용한 작업방법에 대한 기록이 없는 경우가 많다.
4. 관찰자가 랜덤 샘플링계획을 따르지 않을 수 있다.
5. 단기반복성 업무에는 적합하지 않다.
6. 무작위성 요건을 충족하기 위해 작업장 사이를 왕복해야 하며, 이렇게 하는 데 시간이 많이 소요될 수 있다.

표 7.6

시간연구 대비 워크샘플링의 상대적 장단점

24

보상(Compensation)

- 시간급 제도(Time-based system): 근무한 시간에 따라 임금을 결정하는 보상제도
- 성과급(인센티브) 제도(Output-based(incentive) system): 하루 생산한 양(업무 성과)에 따라서 임금을 결정하는 보상제도
 - 개인별 인센티브 제도(individual incentive plans)
 - 집단 인센티브 제도(group incentive plans)
- 지식급 제도(Knowledge-based system): 업무 능력 증진을 위한 교육·훈련 과정을 수료한 종업원들을 보상하기 위한 제도
- 경영자 보상(Management Compensation)

25

보상(Compensation)

	경영자 측	종업원
시간급 장점	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안정적인 노무비 2. 관리하기 쉬움 3. 임금 계산이 간단함 4. 안정적인 산출량 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 안정적인 수입 2. 성과급 하에서보다 산출에 대한 압박감이 작음.
단점	<ol style="list-style-type: none"> 1. 종업원입장에서 생산량을 늘릴 인센티브가 없음 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 추가 노력하더라도 보상 없음 2. 종업원입장에서 생산량을 늘릴 인센티브가 없음
성과급 장점	<ol style="list-style-type: none"> 1. 낮은 단위당 원가 2. 산출량 증가 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 노력한 만큼 보상 받음 2. 수입을 늘릴 기회
단점	<ol style="list-style-type: none"> 1. 임금 계산이 어려움. 2. 산출량 측정해야 함. 3. 품질저하 가능성 4. 임금 상승을 반영하기 어려움 5 스케줄링이 어려워짐. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 수입의 변동 2. 자신이 통제할 수 없는 요인 (예: 기계 고장) 때문에 피해를 볼 수 있음.

표 7.7

시간급제도와 성과급 제도의 장·단점

26

문제풀이 연습

성과평정 < 1 → 미숙련 작업자
정상시간 → 감소

시간연구 분석가가 어떤 작업자가 수행하는 조립 작업을 30회 관찰하면서 작업시간을 측정하고 평균 시간을 계산하니 18.75분이었다. 이 분석가는 이 작업자에게 성과평정 0.96을 내렸고 적절한 여유율을 15%라고 판단하였다. 여유율은 조업시간에 근거하는 것으로 가정하고 관측시간(OT), 정상시간(NT), 표준시간(ST)을 결정하라.

문제 1

풀이

$$OT = \text{평균 시간} = 18.75 \text{ 분}$$

$$NT = OT \times \text{성과평정} = 18.75 \text{ 분} \times .96 = 18 \text{ 분}$$

$$AF = \frac{1}{1 - A} = \frac{1}{1 - .15} = 1.176$$

$$ST = NT \times AF = 18 \times 1.176 = 21.17 \text{ 분}$$

07 (교재 8장) 입지계획과 분석

(Location Planning and Analysis)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

입지계획과 분석(Location Planning and Analysis)

- 모든 기업 조직에서 입지결정은 전략계획 수립 과정에서 핵심적인 요소 중 하나
- 입지결정은 신생 기업 조직의 일회성 문제처럼 보이지만, 신생 기업 조직에게보다 기존 기업 조직에게 더 중요한 경우가 흔함
- **입지결정의 필요성(The Needs for Location Decisions)**
 - **마케팅 전략의 일부로서 시장 확대(새로운 사업장의 추가):** 은행, 패스트푸드 체인, 슈퍼마켓, 소매점 등
 - **기존 시설이나 사업장 확장만으로는 증가하는 수요를 감당할 수 없을 때:** 새로운 사업장의 추가는 기존 시스템을 보완하는 현실적 대안
 - **기본적인 자원이나 원자재 고갈:** 광업, 석유 시추, 벌목, 어업 등
 - **수요 지역의 이전 또는 추가에 따라 사업장을 이전해야 하는 경우:** 인구이동, 국가 경제력 변화
 - **특정 위치에서 사업을 영위하는데 드는 비용이 너무 높아져서 경제적으로 더 유리한 곳을 모색하는 경우:** 국내 제조업의 해외이전 - 저렴한 인건비

3

입지결정의 본질(The Nature of Location Decisions)

- **입지결정의 전략적 중요성(Strategic Importance of Location Decisions)**
 - **입지결정은 조직의 전략과 밀접한 관련**
 - **입지결정은 생산용량과 유연성에 영향**
 - **입지결정은 한 번 실행되고 나면 장기간 동안 한 장소에 묶이는 경향이 있으므로 실수를 하면 만회가 어렵고, 투자규모와 운영비용, 수입 그리고 사업 활동에 영향을 미치므로 전략적으로 신중히 다루어야 함**
- **입지결정의 목표(Objectives of Location Decisions)**
 - **영리조직: 이익**
 - **비영리조직: 비용과 서비스의 균형**
 - **가능한 위치 대안이 여러 곳일 수 있으므로 대안으로 꼽을 수 있는 위치 중에 한 곳을 선택**
 - **공급사슬에서 기업이 처한 위치에 따라 입지선정 기준이 달라지기도 함**
 - 소매점: 접근성 → 시장근처
 - 원재료 공급 기업: 원자재 생산지나 원천 근처
 - 중간 제조업체: 공급자 혹은 시장 부근 → 관련 비용 고려

4

입지결정의 본질(The Nature of Location Decisions)

- 입지계획 대안(Location Options)
 1. 기존시설의 **확장**
 2. 기존 사업장을 유지하면서 다른 곳에 지점을 **추가**
 3. 기존의 한 사업장을 **폐쇄**하고 다른 곳으로 **이전**
 4. 입지와 관련하여 **아무것도 하지 않는 것**

5

일반적인 입지결정 절차 (General Procedure for Making Location Decisions)

1. 매출 증가(영리)나 지역사회 봉사(비영리)와 같이 입지 대안을 **평가**할 때 사용할 **기준**들을 **결정**
2. 시장이나 원자재의 위치와 같은 중요한 **입지결정 요인**들을 **파악**
3. **입지 대안**을 개발
 - a. 사업장이 위치할 하나의 넓은 **지역**이나 **권역**을 **선정**
 - b. 위에서 정한 **지역** 내에서 사업장이 위치할 몇 곳의 **지역사회 대안**을 **물색**
 - c. 지역사회 대안들 중에서 **부지**나 **구체적 위치 대안**을 **파악**
4. **위치 대안**들을 **평가**하고 **선택**

6

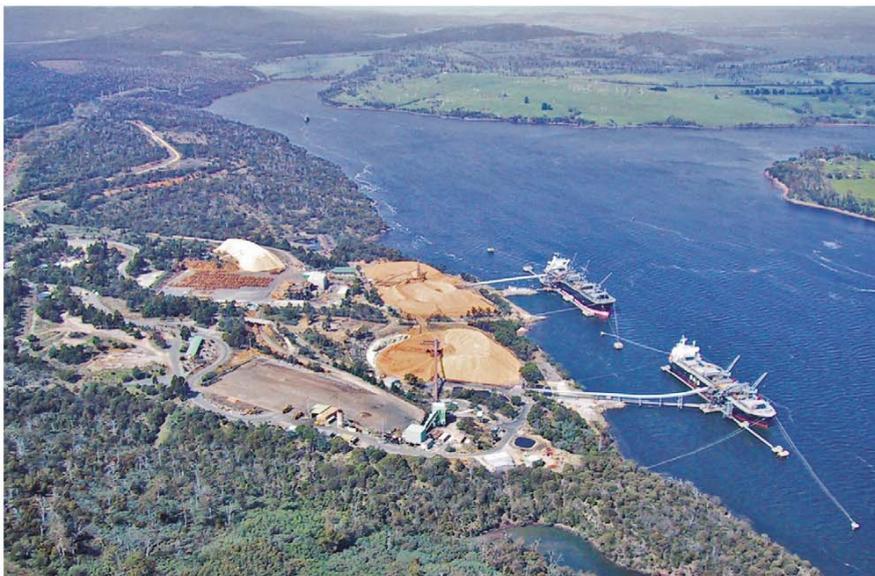
입지결정 요인(Factors That Affect Location Decisions)

■ 지역선정 요인(Identifying a Region)

- **원자재 위치(Location of Raw Materials):** 필연성(necessity), 원자재의 변질성(perishability), 수송비용(transportation cost)
- **시장의 위치(Location of Markets):** 표적시장, 경쟁과 편의성, 경쟁압력, 유통비용과 제품의 변질 가능성 → 지리정보시스템(GIS; geographic information system)의 활용
- **노동력 요인(Labor Factors):** 노동력 가용량, 임금 수준, 노동 생산성 및 근로 태도, 노동조합이 문제를 일으킬 가능성
- **기후와 세금(Climates and Taxes)**

7

입지결정 요인(Factors That Affect Location Decisions)



1875년에 설립된, 호주의 장수 기업이자 최대 임업 기업인 건스(Gunns Limited)의 우드칩(woodchip) 공장들은 타스매니아주 벨만(Bell Bay) 항만에 있으며 인근에 있는 자사의 제재소와 베니어 공장에서 나오는 나무 부스러기를 잘게 부수어 연료나 펄프 원료로 사용되는 우드칩(woodchip)을 생산하여 주로 해외로 수출한다. 원자재 산지와 항만에 가까워 원자재 확보와 수송에 매우 유리하다.



www.gunns.com.au

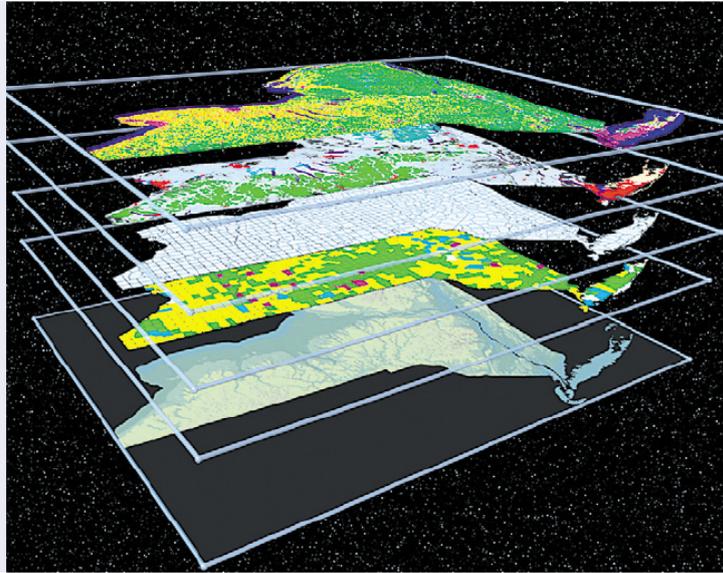
8

입지결정 요인(Factors That Affect Location Decisions)

Geographic Information System

지리정보시스템(GIS)은 입지계획에 유용하게 사용할 수 있는 도구이다. 이 그림에 나타난 그래픽은 뉴욕주에 대한 여러 가지 데이터베이스로부터 정보를 결합하여 다양한 질의에 답한다. 이 정보는 또한 카운티(county)와 같은 더 작은 행정 단위에 대한 정보로 세분될 수 있다.

출처: Center for Theory and Simulation, Cornell University New York State Office for Technology.



9

입지결정 요인(Factors That Affect Location Decisions)

■ 지역사회 요인(Community Considerations)

- 많은 지역사회들이 기업을 유치할 때 금전적 및 기타 인센티브를 제시 → 기업을 일자리와 미래의 세금 수입원으로 보기 때문
- 공해나 기타 혐오 시설은 원칙적으로 피하고자 함
- NIMBY(Not In My Back Yard), PIMFY(Please In My Front Yard) 현상
- JIT(Just-In-Time) 생산방식 → 공급 리드타임을 줄이기 위해 **공급자가 생산자 근처에 위치하도록 권장**
- 마이크로공장(microfactory): **주요시장 인근에 위치**하여 제한된 품목만 집중적으로 생산하는 소규모 공장

토요타시: 원래 도시 명칭은 고로모시(挙母市)였으나 이 지역에 위치한 회사 토요타 자동차가 유명해 지면서 이름을 본 따서 개명하였다.

■ 부지 관련 요인(Site-Related Factors)

- 토지(면적), 교통, 도시 계획, 토지 계획상 구역 지정 등 고려
- 일반적으로 한번 입지가 결정되면 오랜 기간 그곳에 있어야 하므로 **토지가 가격(地價)**은 장래 확장을 위한 여유공간과 전력 및 상하수도 용량, 종업원과 고객을 위한 주차 공간 등과 같은 부지와 관련된 요인에 비하면 부차적일 수 있다(**상대적으로 중요도가 덜함**).

10

입지결정 요인(Factors That Affect Location Decisions)

수준	요인	고려 사항
지역	원자재나 공급품의 위치 시장의 위치 노동력	인접성, 운송 수단과 비용, 양 인접성, 배송 비용, 목표 시장, 거래 관행과 제약 가용량(일반적 능력 및 구체적 기술/능력), 노동인구의 연령 분포, 근로 태도, 노조 존재 여부, 생산성, 임금 수준, 실업 보상 관련 법규
지역 사회	삶의 질 서비스 태도 세금 환경 규제 유틸리티 개발 지원	학교, 교회, 쇼핑, 주거, 교통, 오락, 리크리에이션, 생활비 의료, 소방, 경찰 우호적/비우호적 국세/지방세, 직접세, 간접세 중앙정부/지방정부 가용량과 비용 채권 발행, 세금 경감, 저이율 융자, 보조금
부지	토지 교통 환경/법규	비용, 필요한 개발 정도, 토질 특성과 배수성, 확장 여유 공 간, 주차 공간 수단 (접근로, 철도 지선, 항공 화물) 도시 계획이나 토지 계획

표 8.1
입지결정 요인

11

입지결정 요인(Factors That Affect Location Decisions)



■ 복수 공장 제조 전략(Multiple Plant Manufacturing Strategies)

- **제품 공장 전략(Product Plant Strategy)**
 - 공장 별로 다른 제품을 생산
 - 각 공장은 제품 계열에 맞추어 인력과 자재, 장비를 **전문화**
- **시장 공장 전략(Market Area Plant Strategy)**
 - 공장 별로 특정 지리적 시장을 담당
 - 각 공장은 전부는 아닐지라도 회사가 취급하는 **대부분의 제품들을 생산**하여 담당 시장에 공급
- **프로세스 공장 (집중화) 전략(Process Plant Strategy)**
 - 공장 별로 전체 프로세스의 일부분에 집중 (**FAB**), (**P&T**)
- **범용 공장 전략(General-Purpose Plant Strategy)**
 - **유연하며 여러 가지 제품을 생산**
 - 집중화(프로세스 공장) 전략에 비해 생산성은 다소 떨어질 수 있지만 제품이나 **시장의 변화에 신속하게 대응** (**FAB & P&T**), (**FAB & P&T**)

12

서비스 및 소매점 입지(Service and Retail Locations)

- 제조업과는 달리 원자재 접근성은 보통 고려하지 않아도 됨
- 제조업은 비용에 집중하고 노동력, 에너지, 원자재의 비용과 가용량에 신경을 쓰며,
 - 서비스와 소매업체는 ① 이익이나 매출에 집중하고 ② 인구통계와 경쟁, ③ 교통량과 패턴, ④ 고객의 접근성과 ⑤ (주차와 같은) 편의성, ⑥ 경쟁자의 위치에 집중
- 서비스와 소매점 입지결정을 위해 주의할 사항
 1. 어떻게 하면 지역의 모든 위치에 대하여 매출, 시장점유율, 이익을 최적화 할 것인가? 일부 시설의 업그레이드, 일부 지점의 확장, 신규 지점의 추가, 일부 지점의 폐쇄와 위치 변경 등을 적절하게 조합
 2. 각 해결방안을 사용하여 달성할 수 있는 매출은 얼마인가?
 3. 다른 점포에 해를 끼치지 않으면서 시장점유율, 매출, 이익을 최대화 하려면 어디에 위치하여야 하는가?
 4. 경쟁자가 가까이 오는 경우, 시장점유율, 매출, 이익에 나타날 영향은 무엇인가?

13

서비스 및 소매점 입지(Service and Retail Locations)

제조업/배송업	서비스업/소매업
비용 중심 운송 수단과 비용 에너지 가용량과 비용 노동력 비용, 가용량, 수준 건축비, 임대료	수입 중심 인구통계: 연령, 소득, 교육 상권 내 인구밀도 경쟁 교통량과 패턴 고객 접근성과 주차시설
원가 중심	매출 중심

표 8.2

제조업과 서비스 및 소매점의 부지 선정 기준 비교

14

글로벌 입지결정(Global Locations)

- 글로벌화에 따라 새로운 시장이 열렸으며, 이는 공장과 서비스 사업장이 전세계에 걸쳐 더 넓게 분산됨을 의미
- 많은 회사들이 해외에서 사업 운영을 다른 회사에 아웃소싱
 - **글로벌화 촉진요인:** 무역협정(NAFTA, GATT, WTO...), 기술(통신, 정보기술)
 - **글로벌화의 이점:** 시장확대, 비용절감, 법률 및 규제 혜택, 재무적 이점, 새로운 제품 아이디어
 - **글로벌화의 단점:** 수송비용, 보안(Security), 미숙련 노동력, 수입 규제, 부정적 비판
 - **글로벌화의 위험:** 정치적 위험, 테러리즘, 경제적 위험, 법률적 위험, 윤리적 위험, 문화적 위험
- **글로벌 생산운영(Managing Global Operations):** 글로벌 생산운영에는 여러 가지 이점이 있는 반면에 **문화적 차이에 따른 의사 소통의 어려움, 상이한 경영 스타일에 따른 경영자와 근로자 간의 갈등과 같이 새롭게 고려해야 할 문제점도 있음**

15

글로벌 입지결정(Global Locations)

표 8.3
해외 입지결정 요인

외국 정부	a. 외국회사의 생산시설 소유에 관한 정책 일정 수준 이상의 현지 조달률 요구 수입 제한 외환 제한 환경 규제 현지 제품 표준 제조물책임법 b. 정치사회적 안정성
문화적 차이	외국인 근로자와 부양가족의 생활 환경 종교 휴일/전통
고객 선호	국산품 애용 정서
노동력	근로자의 교육 및 훈련 수준 직업 윤리 외국인 고용 인원 제한 규제 언어 차이
자원	원자재, 에너지, 교통 인프라의 질과 가용량
재무 요인	재무 인센티브, 세율, 인플레이션율, 이자율
기술 요인	기술 변화율, 혁신율
시장	시장 성장 가능성, 경쟁

16

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

- 입지 비용-이익-조업도 분석(Locational Cost-Profit-Volume Analysis)
 - 각 입지 대안들에 대한 경제적 평가를 위해 사용
 - 수식적(numerical) + 도식적(graphical) 기법 활용
- 절차
 1. 각 입지 대안에 관련된 고정비와 변동비를 파악
 2. 모든 대안들의 총 비용선을 하나의 그래프에 나타냄
 3. 어느 대안이 예상 물량을 생산하는 데 드는 총비용이 가장 낮은지 결정
→ 동일하게 어느 대안의 이익이 가장 큰지 결정할 수 있음
- 기본 가정
 1. 현실적인 산출 범위에서 고정비용은 변하지 않음
 2. 현실적인 산출 범위에서 변동비는 산출(생산량)에 정비례
 3. 이익을 내기 위해 필요한 산출 수준을 꽤 정확하게 추정할 수 있음
 4. 한 가지 제품만 취급

17

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

- 비용 분석을 하려면 각 입지의 총비용을 다음과 같이 계산

$$\text{총비용(TC; total cost)} = FC + (v \times Q)$$

➤ 단,

- ✓ FC = 고정비용(fixed cost)
- ✓ v = 단위당 변동비(variable cost per unit)
- ✓ Q = 산출량(quantity or volume of output)

18

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

다음 표는 공장 입지 후보지 네 곳의 고정비용과 변동비용 자료이다.

예제 1

입지	연간 고정비	단위당 변동비
A.....	\$250,000	\$11
B.....	100,000	30
C.....	150,000	20
D.....	200,000	35

- 모든 대안들의 총비용선을 하나의 그래프에 나타내라.
- 각 대안이 가장 우월한 구간, 즉 총비용이 가장 낮은 구간을 파악하라.
- 예상 산출이 연간 8,000 단위일 때 어느 대안의 총비용이 가장 낮은가?

19

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

풀이

- 예상 산출과 비슷한 산출량을 정하고 (이를 테면, 10,000단위/년), 그 산출량에서 각 입지 대안의 총비용을 계산한다.

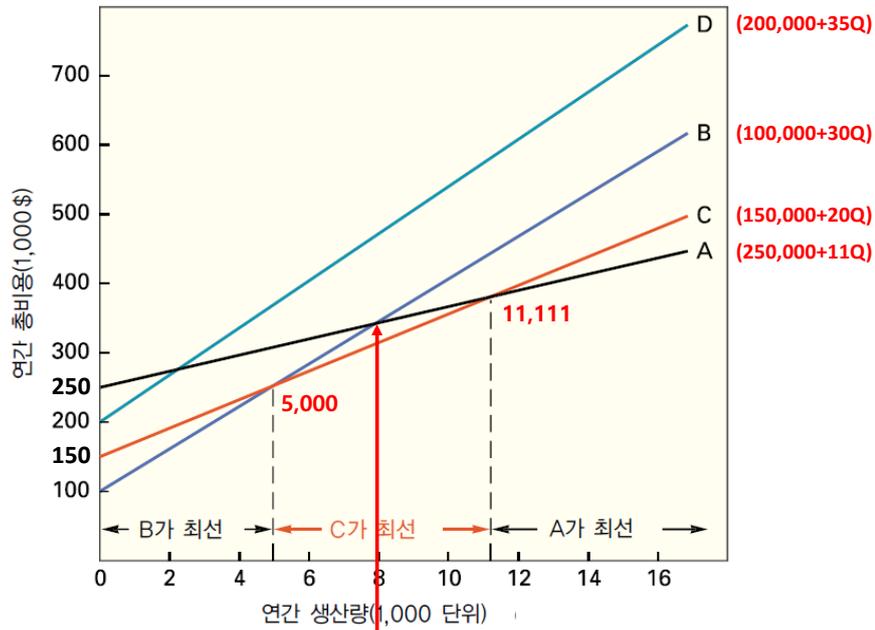
입지	고정비용	+	변동비용	=	총비용
A.....	\$250,000	+	\$11(10,000)	=	\$360,000 A: (250,000+11Q)
B.....	100,000	+	30(10,000)	=	400,000 B: (100,000+30Q)
C.....	150,000	+	20(10,000)	=	350,000 C: (150,000+20Q)
D.....	200,000	+	35(10,000)	=	550,000 D: (200,000+35Q)

각 대안에 대하여 고정비(산출 = 0)와 산출이 10,000단위일 때의 총비용을 연결하는 직선을 긋는다. (아래 그림 참조)

- 각 대안이 최저 비용인 구간이 그래프에 대략적으로 나타나 있다. 대안 D는 어떤 산출 수준에서도 비용이 가장 낮지 않음에 유의하라. 정확한 구간은 직선 B와 C 그리고 직선 C와 A가 만나는 점의 산출을 구하면 된다. 이것은 각 해당 직선 쌍을 등식으로 놓고 산출량에 대하여 풀면 된다.

20

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)



연간 산출이 8,000단위이면 대안 C의 총비용이 가장 낮음

21

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

즉, 대안 B와 C에 대해서는 다음 식

$$(B) \quad (C)$$

$$100,000 + 30Q = 150,000 + 20Q$$

을 풀면, $Q = 5,000$ 단위/년을 얻는다.

$$A: (250,000+11Q)$$

$$B: (100,000+30Q)$$

$$C: (150,000+20Q)$$

$$D: (200,000+35Q)$$

대안 C와 A에 대해서는,

$$(C) \quad (A)$$

$$150,000 + 20Q = 250,000 + 11Q$$

을 풀면, $Q = 11,111$ 단위/년을 얻는다.

- c. 그래프를 보면 연간 산출이 8,000단위이면 대안 C의 총비용이 가장 낮음을 알 수 있다.

이익분석을 하려면 각 입지 대안의 총이익을 계산한다.

$$\text{총이익} = Q(R - v) - FC$$

(8-2)

단,

$$R = \text{단위당 수입}$$

22

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

■ 수송모형(The Transportation Model)

- 원자재나 완제품의 이동에 따른 수송비용을 고려하는 입지 대안 평가
- 한 입지가 수송의 유일한 출발점이거나 목적지이면 단위당 수송비를 입지 비용-이익-조업도 분석 과정에서 그 입지의 단위당 변동비용에 포함

■ 수송선형계획(transportation linear programming)

- 이미 복수의 출발지와 복수의 목적지 사이에 수송이 일어나는 가운데 한 곳을 출발지나 목적지로 추가하고자 할 경우 사용
- 새로운 입지가 기존 시스템에 추가될 때 수송비용을 최소로 하는 수송계획을 찾는 특수한 알고리즘
- 여러 곳이 기존 시스템에 추가되거나 새로운 시스템을 개발할 때 유용

23

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

■ 요인평정(Factor Rating)

- 정량적 요인과 정성적 요인을 포함하여 입지를 평가하는 데 사용하는 일반적인 방법
- 각 대안에 대하여 모든 관련 요인들을 고려하여 종합적인 매력도를 제시함으로써 평가의 합리적 근거를 제시하고 대안들의 비교를 쉽게 함

■ 절차

1. 관련이 있는 요인들을 결정(시장 위치, 용수 공급, 주차 시설, 예상 수입 등...)
2. 다른 요인들과 비교하여 각 요인의 상대적 가중치를 할당 → 일반적으로 가중치의 합은 1
3. 모든 요인에 대하여 사용할 단일 척도(이른테면, 0에서 100까지)를 정하고, 필요하면 최저 한계점수를 정함
4. 각 입지에 대한 점수를 매김
5. 각 대안 별로, 각 요인의 가중치와 점수를 곱하여 가중점수를 구한 다음 이 가중점수들을 합하여 종합점수를 구함
6. 종합점수가 가장 높은 대안을 선택 → 만약 이 점수가 최저 허용점수에 못 미치면 새로운 대안을 찾든가 기준을 낮추어야 함

24

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

예제 2 어떤 사진 현상소가 새로운 지점을 열려고 한다. 다음 표는 두 유력한 대안에 대한 정보이다. 어느 것이 더 좋은가?

요인	가중치	점수(100점 만점)		가중 점수	
		대안 1	대안 2	대안 1	대안 2
기존 점포와 인근성	0.10	100	60	$0.10(100) = 10.0$	$0.10(60) = 6.0$
교통량	0.05	80	80	$0.05(80) = 4.0$	$0.05(80) = 4.0$
임차료	0.40	70	90	$0.40(70) = 28.0$	$0.40(90) = 36.0$
크기	0.10	86	92	$0.10(86) = 8.6$	$0.10(92) = 9.2$
배치	0.20	40	70	$0.20(40) = 8.0$	$0.20(70) = 14.0$
운영비	0.15	80	90	$0.15(80) = 12.0$	$0.15(90) = 13.5$
	1.00			70.6	82.7

풀이 대안 2의 종합점수가 더 크므로 대안 2가 더 좋다.

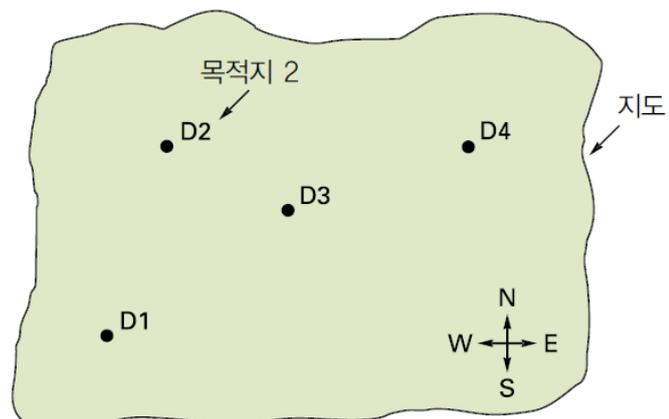
25

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

■ 무게중심법(The Center of Gravity Method)

- 여러 목적지를 대상으로 하는 어떤 시설을 추가할 때 수송거리를 최소화하거나 수송비용을 최소화하는 위치를 결정하는 방법
- 특히 물류비용 최소화 목표 하에 물류센터의 위치를 결정하는데 사용
- 여기서 물류비용은 운송거리와 수송량의 선형함수로 간주하고, 각 목적지로 수송될 물량은 변하지 않는 것으로 가정

A. 목적지 표시 지도



26

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

- 모든 위치로 수송될 양이 같을 때

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (8-3)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$$

단,

x_i = 목적지 i 의 x 좌표

y_i = 목적지 i 의 y 좌표

n = 목적지의 수

27

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

예제 3  그림 8.1C에 표현된 문제의 무계중심을 구하라. 무계중심으로부터 각 목적지로의 물동량은 같다고 가정한다.

그림 8.1B로부터 각 목적지의 좌표를 구할 수 있다.

목적지	x	y
D1	2	2
D2	3	5
D3	5	4
D4	8	5
	18	16

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{18}{4} = 4.5 \quad \bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{16}{4} = 4$$

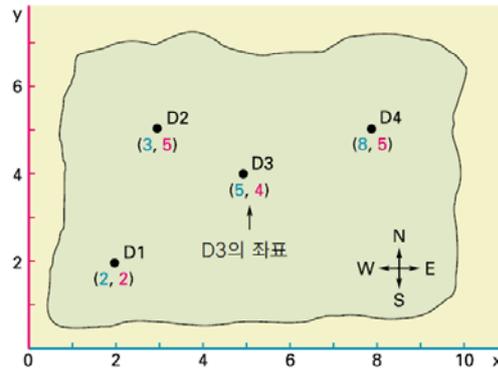
풀이

따라서 무계중심은 (4.5, 4)이며, 목적지 D3의 바로 서쪽에 위치한다 (그림 8.1C참조).

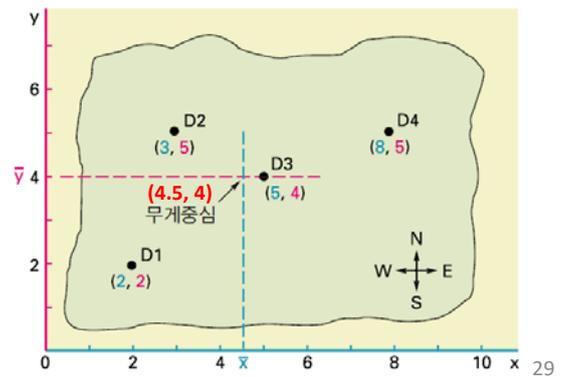
28

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

B. 좌표축을 추가한다.



C. 무게중심



입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

- 모든 위치로 수송될 양이 같지 않을 때 → 수송량을 가중치로 이용

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i Q_i}{\sum Q_i} \quad (8-4)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i Q_i}{\sum Q_i}$$

단,

Q_i = 목적지 i 의 수송량

x_i = 목적지 i 의 x 좌표

y_i = 목적지 i 의 y 좌표

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

그림 8.1에 표시된 문제에서 수송량이 동일하지 않고 다음 표와 같다고 가정하고 무게중심을 구하라.

목적지		수송량
D1	2, 2	800
D2	3, 5	900
D3	5, 4	200
D4	8, 5	100
		<u>2,000</u>

예제 4

목적지별로 수송량이 다르므로 가중평균 공식을 사용한다.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{2(800) + 3(900) + 5(200) + 8(100)}{2,000} = \frac{6,100}{2,000} = 3.05 \text{ [0.05는 버리고 3으로]}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i Q_i}{\sum Q_i} = \frac{2(800) + 5(900) + 4(200) + 5(100)}{2,000} = \frac{7,400}{2,000} = 3.7$$

풀이

따라서 무게중심의 좌표는 대략 (3, 3.7)이다. 이 점은 목적지 D2 남쪽에 위치한다(그림 8.2 참조).

31

입지 대안 평가(Evaluating Location Alternatives)

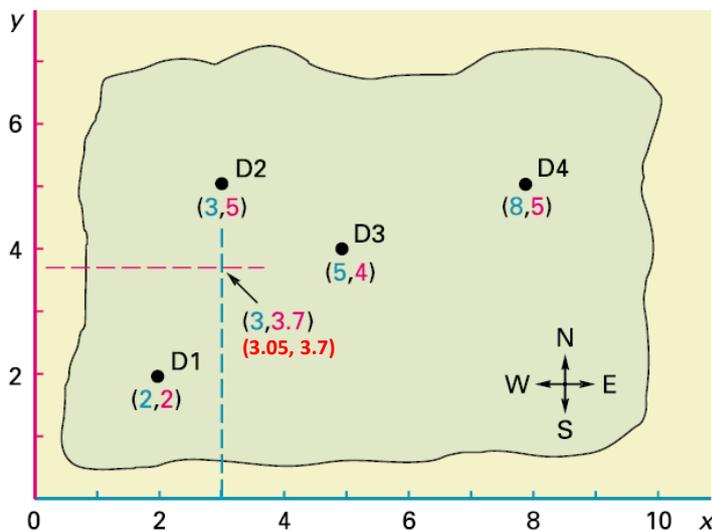


그림 8.2
예제 4의 무게중심

32

08 (교재 11장)

총괄계획 및 주일정계획

(Aggregate Planning and Master Production Schedule)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- **총괄계획(Aggregate Planning):** 보통 2~12개월을 대상으로 하는 중기생산용량계획
 - **목표:** 기대수요를 충족하기 위해 기업조직의 자원을 효과적으로 활용하는 생산계획(production plan)을 도출
 - **고려사항:** 산출량, 고용수준 및 고용수준의 변경사항, 재고수준 및 재고수준의 변경사항, 백오더(back order), 하도급(subcontracting)

- **판매 및 생산계획(S&OP; sales and operations planning):** 수요와 공급의 균형을 달성하기 위한 중기의사결정으로 총괄계획과 비슷하지만, 판매 및 생산계획은 **총괄계획의 범위에 재무와 운영계획까지 통합**
 - S&OP는 기업 전체에 영향을 미치기 때문에 판매(수요예측), 재무(재무적 제약), 운영(생산용량의 제약조건)적 측면을 투입물로 하여 계획되어야 함
 - S&OP는 전체 공급사슬에 중요한 계획정보이므로 주요 투입물을 제공하는 공급사슬 파트너들과 공유되어야 함

3

서론(Introduction)

표 13.1
계획수립 수준 개요

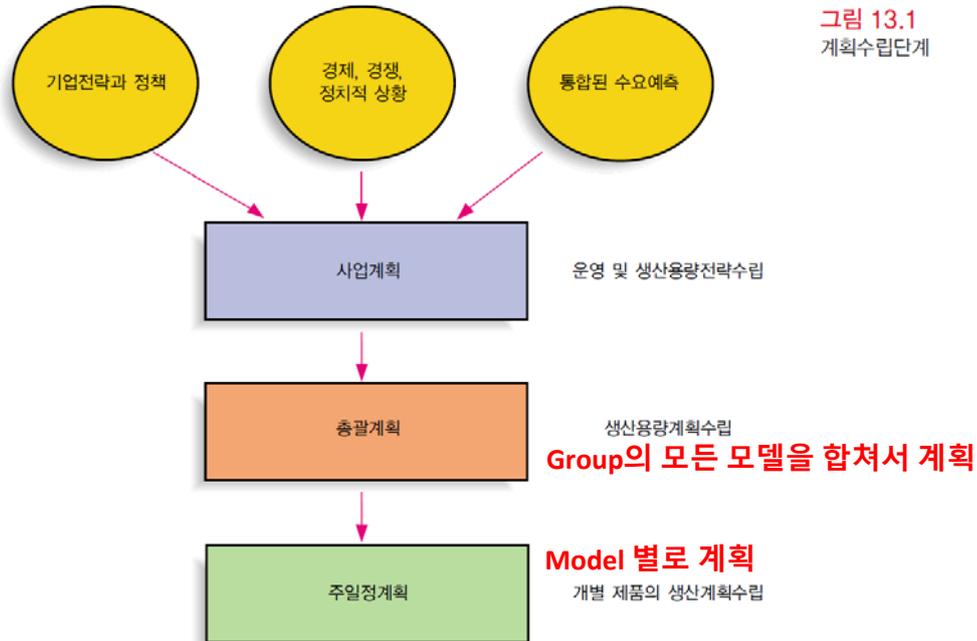


주의: 숫자는 이 교재에서 다루는 장을 나타낸다.

4

서론(Introduction)

- **총괄화 개념(The Concept of Aggregation):** 최종 제품의 **model** 별로 계획하는 것이 아니라 **product group**으로 해당 **group**의 모든 모델을 합쳐서 계획



5

서론(Introduction)

- **총괄계획의 개관(An Overview of Aggregate Planning)**
 1. 중기기간에 대한 종합적 수요예측 결과 이용
 2. 산출량, 고용, 완제품 재고수준 또는 서비스 생산용량 결정
 3. 수요량을 충족하기 위한 일반계획
 4. 관리자들은 여러 가지 계획대안을 고려하는데 각각에 대해 타당성과 비용을 조사
 5. 총괄계획은 주기적으로 최근의 예측치 및 기타 변경사항을 감안하여 갱신
 6. 총괄계획 수립자는 기대수요(expected demand)의 양(quantity)과 시기(timing)에 대해 관심을 가져야 하며, 업무는 전체 계획 기간에 걸쳐 수요와 생산용량이 대략적으로 같게 하는 것
 7. **총괄계획의 투입물**
 - ① 계획기간 동안의 가용 자원
 - ② 기대수요 예측치
 - ③ 고용수준 변경에 대한 기업 방침

6

서론(Introduction)

투입물	산출물
자원	총 계획비용
노동력/생산량	다음에 대한 예측 수준;
설비 및 장비	재고
수요예측	산출량
노동력 변경 정책	고용
하도급	하도급
초과근무	백오더
재고수준/변동	
비용	
재고유지비용	
백오더	
채용/해고	
초과근무	
재고변동	
하도급	

표 13.2

총괄계획의 투입물과 산출물

7

서론(Introduction)



■ 수요와 공급대안(Demand and Capacity Options)

- **수요대안:** 수요가 생산용량과 대응하도록 수요 변경을 시도
 - 가격설정(pricing)
 - 판촉(promotion)
 - 백오더(backorder)
 - 신규 수요(new demand)
- **공급대안:** 생산용량이 수요에 대응하도록 생산용량 변경을 시도
 - 근로자의 채용 및 해고(hire and lay off workers)
 - 초과근무/여유시간(overtime/slack time)
 - 비상근 작업자(part-time workers)
 - 재고(inventories)
 - 하도급(subcontracting)
- **수요대안에 비해 공급대안이 보편적 수단:** 일반적으로 수요는 통제할 수 없으나 생산용량은 통제할 수 있기 때문에.

8

불안정한 수요 충족을 위한 기본전략(Basic Strategies for Meeting Uneven Demand)

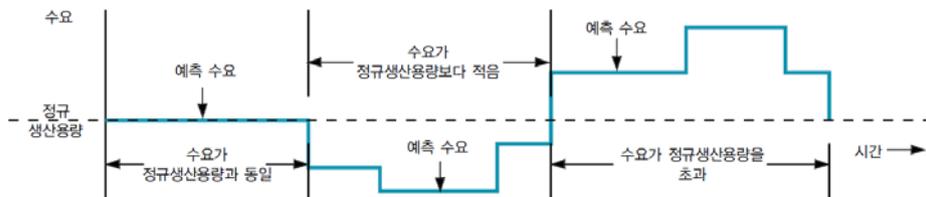


- 총괄생산계획자가 사용할 수 있는 전략
 1. 일정 인력(level workforce)을 유지
 2. 안정적 산출률(output rate)을 유지
 3. 기간별로 수요에 대응
 4. 위의 의사결정 변수들의 조합을 사용
- 생산수준평화전략(level capacity strategy): 안정적 산출량을 유지하면서 **재고와 백오더(backorder)** 등의 조합에 의해 수요변동에 대응(충족) → **일정한 생산**
- 수요추종전략(chase demand strategy): **초과근무, 시간제 근로자, 하도급**을 이용하여 수요량에 맞춰 생산량을 변경함으로써, 특정 기간 동안의 계획 산출량이 그 기간의 기대 수요와 일치하게 하는 것 → **생산량 변동**
- 일반적으로 총괄계획담당자는 회사 정책 혹은 계약에 의해 그들에게 부과된 제약 내에서 **최소비용으로 공급과 수요를 대응시켜야 함**

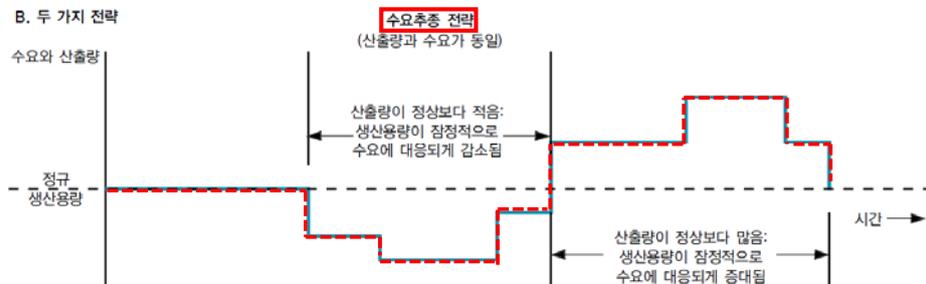
9

그림 13.2 변하는 수요패턴과 수요추종 전략 및 생산수준평화 전략의 비교

A. 가능한 불안정 수요패턴



B. 두 가지 전략



10

불안정한 수요 충족을 위한 기본전략(Basic Strategies for Meeting Uneven Demand)

표 13.3
반응적 전략의 비교

수요추종 전략

생산용량(인력 수준, 산출량 등)이 계획기간에 걸쳐 수요에 대응하도록 조정된다.

장점:

재고투자가 적다

노동 활용도가 높게 유지된다.

단점:

산출물 그리고/혹은 인력수준 조정 비용 발생

생산수준평활 전략

생산용량(인력 수준, 산출량 등)이 계획기간에 걸쳐 일정하게 유지된다.

장점:

안정적 산출물과 인력 수준

단점:

재고 비용의 증가

11

총괄계획기법(Techniques for Aggregate Planning)

- 시행착오적 기법(trial-and-error techniques): 약식(informal) 기법
- 수리적 기법(mathematical techniques)
- 총괄계획의 일반적 절차
 1. 각 기간의 수요를 결정
 2. 각 기간에 대해 생산용량(정규시간, 초과근무, 하도급)을 결정
 3. 관련된 회사 혹은 부서의 정책(예: 수요의 5%에 해당하는 안전재고를 보유, 비교적 안정적으로 인력을 유지 등)을 파악
 4. 정규시간, 초과근무, 하도급, 재고유지, 백오더, 해고에 관한 비용과 기타 관련 비용을 결정
 5. 대안적 계획을 개발하고 각각의 비용을 계산
 6. 만일 만족스러운 계획이 도출되면 목적을 가장 잘 만족시키는 대안을 선정. 그렇지 않으면 5단계로 돌아감

12

총괄계획기법- 시행착오적 기법

생산수준평활전략

예제 1

여러 스케이트보드 모델을 생산하는 회사의 계획수립자들이 여섯 기간 동안의 총괄계획을 수립하고자 한다. 그들은 다음과 같은 정보를 수집했다.

기간	1	2	3	4	5	6	합계
예측	200	200	300	400	500	200	1,800

비용:

산출

정규시간 = 스케이트보드당 \$2

초과근무시간 = 스케이트보드당 \$3

하도급 = 스케이트보드당 \$6

재고 = 스케이트보드당 \$1 (평균재고에 대해 1기간당)

백오더 = 스케이트보드당 \$5 (1기간 당)

그들은 이제 불안정한 수요를 흡수하기 위해 주로 재고를 사용하지만, 약간의 백-로그를 허용하면서 안정적 정규시간 산출량을 요구하는 계획을 평가하고자 한다. 계획자가 안정적인 산출량을 원하기 때문에 초과근무와 하도급은 사용되지 않는다. 계획자는 초기에 재고가 없이 시작하고자 한다. 이상의 정보를 활용하여 총괄계획을 준비하고 비용을 산정하라. 정규시간에 기간당 300개의 스케이트보드 산출량을 가정하라(즉, $1,800/6=300$). 계획된 기말 재고는 0이다. 15명의 작업자가 있고 각자는 기간당 20개의 스케이트보드를 생산할 수 있다.

13

총괄계획기법- 시행착오적 기법

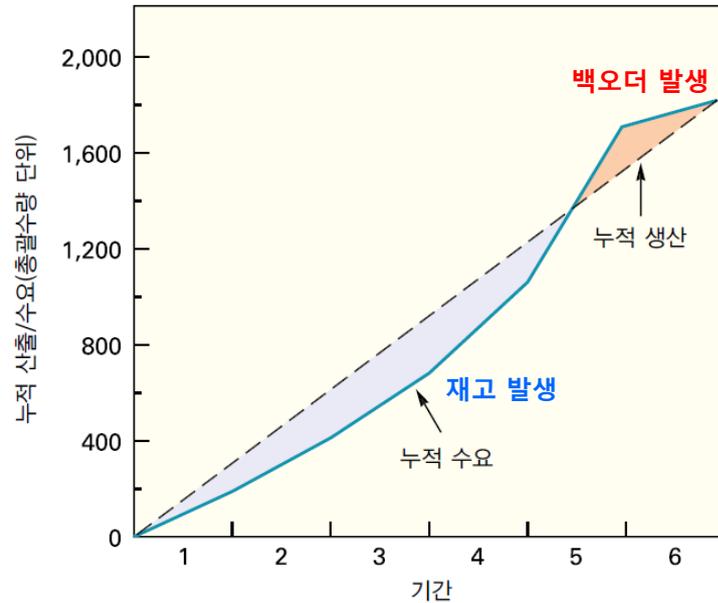
풀이

기간	1	2	3	4	5	6	합계
예측	200	200	300	400	500	200	1,800
산출							
정규시간	300	300	300	300	300	300	1,800
초과근무 시간	—	—	—	—	—	—	—
하도급	—	—	—	—	—	—	—
산출-예측	100	100	0	(100)	(200)	100	0
재고 초기	0	초기재고 + (산출-예측치) = 기말재고 (+일때)					
기말	100	200	200	200	100	0	0
평균	50	150	200	150	50	0	600
백로그	0	0	0	0	100	0	100
비용							
산출							
정규	\$600	600	600	600	600	600	\$3,600
초과근무	—	—	—	—	—	—	—
하도급	—	—	—	—	—	—	—
채용/해고	—	—	—	—	—	—	—
재고	\$ 50	150	200	150	50	0	\$ 600
백오더	\$ 0	0	0	0	500	0	\$ 500
합계	\$650	750	800	750	1,150	600	\$4,700

14

총괄계획기법(Techniques for Aggregate Planning)

그림 13.3
누적 그래프



15

총괄계획기법- 시행착오적 기법

수요추종전략

예제 2

앞의 예에서 개발된 계획을 검토한 후 계획수립자는 대안적 계획을 개발하기로 결정하였다. 그들은 한 사람이 회사에서 은퇴하려고 하는 것을 알았다. 계획수립자는 그 사람을 대체하기 보다 보다 적은 인력으로 유지하고 한 사람의 퇴사로 인해 상실되는 산출량을 보충하기 위해 초과 근무를 사용하고자 한다. (한 사람의 퇴사로 인해 감소된) 정규시간 산출은 (예제 1보다 적은) 기간 당 280개이다. 기간 당 최대 초과 근무 산출은 40개이다. 계획을 개발하고 그것을 이전 계획과 비교하시오.

- 인력: 15명 → 14명, 생산용량: 300개/기간 → 280개/기간
- 6기간 동안 생산용량 20개/기간*6기간=120개 감소
- 감소한 생산용량 120개는 초과 근무로 보충

16

총괄계획기법- 시행착오적 기법

품이

기간	1	2	3	4	5	6	총계
예측치	200	200	300	400	500	200	1,800
산출							
정규시간	280	280	280	280	280	280	1,680
초과근무 시간	0	0	40	40	40	0	120
하도급	—	—	—	—	—	—	—
산출-예측치	80	80	20	(80)	(180)	80	0
재고							
초기	0	80	160	180	100	0	
기말	80	160	180	100	0	0	
평균	40	120	170	140	50	0	520
백로그	0	0	0	0	80	0	80
비용							
산출							
정규	\$560	560	560	560	560	560	\$3,360
초과근무	0	0	120	120	120	0	\$ 360
하도급	—	—	—	—	—	—	—
채용/해고	—	—	—	—	—	—	—
재고	40	120	170	140	50	0	\$ 520
백오더	\$ 0	0	0	0	400	0	\$ 400
합계	\$600	680	850	820	1,130	560	\$4,640

수요추종전략 사용 시 생산수준평활 전략(\$ 4,700) 대비 \$60 절감 효과

총괄계획기법(Techniques for Aggregate Planning)

표 13.5 총괄계획수립을 위한 수송계획 표기

r = 단위당 정규생산비용
 t = 단위당 초과근무시간 비용
 s = 단위당 하도급비용
 h = 단위개수 및 기간당 유지비용
 b = 단위 및 기간당 백오더 비용
 n = 계획기간 내의 기간 수

수요 수요와 공급 불일치 시
 Dummy 수요 활용

공급

		기간 1	기간 2	기간 3	...	기간 n의 기말 재고	비사용 생산용량	생산용량	
기간	기초재고	0	h	$2h$	...	$(n-1)h$	0	I_0
	1	정규시간	r	$r+h$	$r+2h$...	$r+(n-1)h$	0	R_1
		초과근무시간	t	$t+h$	$t+2h$...	$t+(n-1)h$	0	O_1
		하도급	s	$s+h$	$s+2h$...	$s+(n-1)h$	0	S_1
2	정규시간	$r+b$	r	$r+h$	...	$r+(n-2)h$	0	R_2
	초과근무시간	$t+b$	t	$t+h$	...	$t+(n-2)h$	0	O_2
	하도급	$s+b$	s	$s+h$	...	$s+(n-2)h$	0	S_2
3	정규시간	$r+2b$	$r+b$	r	...	$r+(n-3)h$	0	R_3	
	초과근무시간	$t+2b$	$t+b$	t	...	$t+(n-3)h$	0	O_3	
	하도급	$s+2b$	$s+b$	s	...	$s+(n-3)h$	0	S_3	
수요					...			총량	

총괄계획기법(Techniques for Aggregate Planning)

다음의 정보로 수송계획표의 문제를 규정하고 최소비용 계획을 구하라.

예제 3

	기간		
	1	2	3
수요	550	700	750
생산용량			
정규	500	500	500
초과근무	50	50	50
하도급	120	120	100
초기재고	100		

수요 : 2,000 → 더미 수요 : 90

공급 : 2,090

비용

정규	단위당 \$60
초과근무	단위당 \$80
하도급	단위당 \$90
재고유지비용	단위당 \$1/월
백오더 비용	단위당 \$3/월

표 13.6 수송계획의 풀이

기간	공급	다음에 대한 수요				총 가용 생산용량 (공급)
		기간 1	기간 2	기간 3	비사용 생산용량 (더미)	
1	기초재고	100			0	100
	정규시간	450	50		0	500
	초과근무		50		0	50
	하도급		30		90	120
2	정규		500		0	500
	초과근무		50		0	50
	하도급		20	100	0	120
3	정규			500	0	500
	초과근무			50	0	50
	하도급			100	0	100
수요		550	700	750	90	2,090

서비스 산업의 총괄계획(Aggregate Planning In Services)

- 제조업 총괄계획과 서비스업 총괄계획의 차이
 1. 서비스는 고객의 요구에 따라 발생
 2. 서비스에 대한 수요는 예측하기 어려움
 3. 생산용량 가용성이 예측하기 어려울 수 있음
 4. 노동 유연성은 서비스에 있어서 이점이 될 수 있음
- 수율관리(yield management): 다양한 수요의 범주에 따라 생산용량을 할당하기 위해 **가격전략(pricing strategy)을 사용하는 기법**
: 변동가격전략 - 주중할인, 주말할증...

21

총괄계획의 분해(Disaggregating the Aggregate Plan)

총괄계획의 분해: 총괄계획을 노동 요구량(기술, 인력규모), 자재, 재고 소요량을 결정하기 위해 개별 제품(end item) 소요량으로 분해하는 것(주일정계획(master schedule))

- **총괄계획(Aggregate Plan) → 분해(Disaggregate) → 주일정계획(Master Schedule)**
 - **총괄계획의 분해 결과**
 - 계획 기간 동안의 개별 제품 수량과 생산시기가 나타나는 주일정계획(Master Schedule)이 되며 이는 미래의 6~8주를 다루게 됨
- 주일정계획(Master Schedule)은 전체 **제품그룹**(product group)이 아닌 **개별제품**(end item)의 계획된 산출량과 시기를 보여주며, 생산은 물론 주문이 언제 생산 계획되고 출하될 것인가와 같은 마케팅을 위한 중요한 정보를 포함

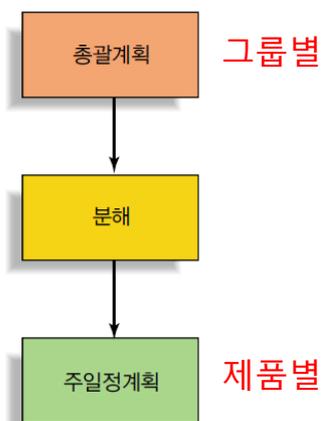


그림 13.4
총괄계획에서 주일정계획으로 이동

22

총괄계획의 분해(Disaggregating the Aggregate Plan)

그림 13.5
총괄계획의 분해

총괄계획	월	1월	2월	3월
(*총괄수량)	계획된 산출*	200	300	400

주일정계획	월	1월	2월	3월
	계획된 산출**			
	미는형	100	100	100
	자동형	75	150	200
	탑승형	25	50	100
	총계	200	300	400

(**실제 모델별 수량)

23

주일정계획(Master Schedule)

- 투입물
 - 초기재고: 전기로부터 이월된 실제 갖추고 있는 재고수량(on-hand inventory)
 - 각 기간에 대한 수요 예측치
 - 고객 주문
- 산출물
 - 예상재고(projected inventory)
 - 기준생산계획(MPS; Master Production Schedule): 개별 제품의 계획된 최종 생산 수량과 시기를 나타내는 계획
 - 개략적 생산용량 계획(Rough-cut capacity planning; RCCP): 주일정계획의 실행가능성을 점검하기 위해 개략적으로 생산용량과 수요의 균형을 잡는 것(잠정적 주일정계획의 실행가능성 점검)
 - 약속가능재고(ATP; Available to Promise): 고객의 주문에 따른 공급 약속이 되지 않은 재고(미계약 재고(uncommitted inventory))



그림 13.6
주일정계획과정

24

주일정계획과정(Master Scheduling Process)

그림 13.7A
산업용 펌프에 대한 주별 예측
소요량

	6월				7월			
	1	2	3	4	5	6	7	8
예측	30	30	30	30	40	40	40	40

그림 13.7B
예측, 고객주문 그리고 기초재고
를 표시하는 8주 스케줄

예측된 수요
확정된 수요

둘 중 더 큰 값을 소요량으로 이용

	기초재고 64	6월				7월			
		1	2	3	4	5	6	7	8
예측		30	30	30	40	40	40	40	
고객 주문(약속된)		33	20	10	4	2			

25

주일정계획과정(Master Scheduling Process)

	기초재고 64	6월				7월			
		1	2	3	4	5	6	7	8
예측		30	30	30	40	40	40	40	
(약속된)고객 주문		33	20	10	4	2			
예상 보유재고		31	1	-29					

그림 13.8
예상 보유재고는 그것이 음(-)의
값을 갖기까지 매주 계산된다.

○ 소요량

1주에는 고객주문량이 예측보
다 더 크다; 예상 보유재고는
 $64 - 33 = 31$

2주에는 예측이 고객주문량
보다 크다; 예상 보유재고는
 $31 - 30 = 1$

3주에는 예측이 고객주문량
보다 크다; 예상 보유재고는
 $1 - 30 = -29$

26

주일정계획과정(Master Scheduling Process)

그림 13.10

예상 보유재고와 MPS가 주일정 계획에 추가

64	6월				7월			
	1	2	3	4	5	6	7	8
예측	30	30	30	30	40	40	40	40
(약속된)고객주문	33	20	10	4	2			
예상 보유재고	31	1	41	11	41	1	31	61
기준생산계획(MPS)			70		70		70	70

○ 소요량

27

주일정계획과정(Master Scheduling Process)

- Available to Promise (ATP): 고객의 주문에 따른 공급 약속이 되지 않은 재고(미계약 재고(uncommitted inventory)) → 약속가능재고
 - $ATP = \text{예정된 MPS(또는 재고)} - \text{다음 MPS 전까지 확정된 고객 수요}$

64	6월				7월			
	1	2	3	4	5	6	7	8
예측	30	30	30	30	40	40	40	40
(약속된)고객주문	33	20	10	4	2			
예상 보유재고	31	1	41	11	41	1	31	61
기준생산계획			70		70		70	70
(약속되지 않은) ATP 재고	11		56		68		70	70

그림 13.11

ATP 재고량이 주일정계획에 추가

ATP(약속가능재고): 생산 부문이 영업 부문에게 주문을 받아도 된다고 허락한 양

28

주일정계획과정(Master Scheduling Process)

- 시간구획(Time Fences): 주일정계획 기간 범위의 분리된 시간 범위



그림 13.12

기준생산계획(MPS)에서의 시간 구획

29

문제풀이 연습

- 문제 1** 한 관리자가 앞으로 9개월 동안의 총괄계획을 준비하고자 한다. 그녀는 계획기간의 기대수요 예측치를 확보했다. 계획은 높은 계절 변동을 다루어야 하는데 계절변동수요가 3기와 4기에서 그리고 또다시 8기에서 다음의 예측에서 보는 바와 같이 상대적으로 높다.

기간	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total
예측치	190	230	260	280	210	170	160	260	180	1,940

이 부서는 20명의 직원을 두고 각자는 단위 수량 당 \$6의 비용으로 기간 당 10개를 생산할 수 있다. 재고 유지비용은 기간 당 그리고 단위 수량 당 \$5이다. 백로그 비용은 기간 당 그리고 단위 수량 당 \$10이다. 관리자는 1기부터 작업을 시작할 두 사람을 채용하는 계획을 고려하고 있는데 한 사람은 임시직으로 5기까지만 일할 것이다. 1기에 두 사람을 채용했다가 6기 시작 전 한 사람을 해고하는 것은 단위생산 비용에 추가하여 \$500이 들 것이다.

- 이 계획에 대한 논리적 근거는 무엇인가?
- 계획의 총 비용, 즉, 생산, 재고 및 백오더 비용을 포함하는 총비용을 결정하라.

30

기간	2명 채용				1명 해고					Total
	22명 1	22명 2	22명 3	22명 4	22명 5	21명 6	21명 7	21명 8	21명 9	
예측치	190	230	260	280	210	170	160	260	180	1,940
산출										
정규	220	220	220	220	220	210	210	210	210	1,940
초과근무	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
하도급	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
산출-예측치	30	(10)	(40)	(60)	10	40	50	(50)	30	0
재고										
초기	0	30	20	0	0	0	0	20	0	
기말	30	20	0	0	0	0	20	0	0	
평균	15	25	10	0	0	0	10	10	0	70
백로그	0	0	20	80	70	30	0	30	0	230
비용										
산출										
정규 @\$6	\$1,320	1,320	1,320	1,320	1,320	1,260	1,260	1,260	1,260	\$11,640
초과근무										
하도급										
재고 @ \$5	\$ 75	125	50	0	0	0	50	50	0	\$350
백오더 @ \$10	0	0	200	800	700	300	0	300	0	\$ 2,300
총계	\$1,395	1,445	1,570	2,120	2,020	1,560	1,310	1,610	1,260	\$14,290

본 계획에 대한 총 비용은 \$14,290이다. 여기에 채용 및 해고 비용(\$500)을 포함한다면 \$14,790이다.

09 (교재 12장) MRP와 ERP

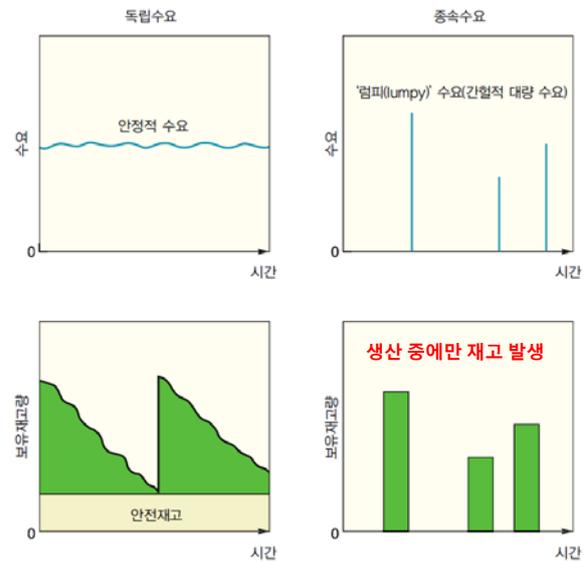
(MRP and ERP)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

MRP(Material Requirements Planning)

- MRP는 조립아이템의 뱃치생산(batch production)을 위해 사용되는 계획 및 일정계획수립 기법
- 제품의 수요 특성
 - 독립수요(independent demand): 판매되거나 사용될 준비가 된 품목(완제품)
 - 종속수요(dependent demand): 완제품의 구성요소(원재료, 부품, 부분품, 반제품)

그림 14.1 독립수요와 종속수요의 비교



3

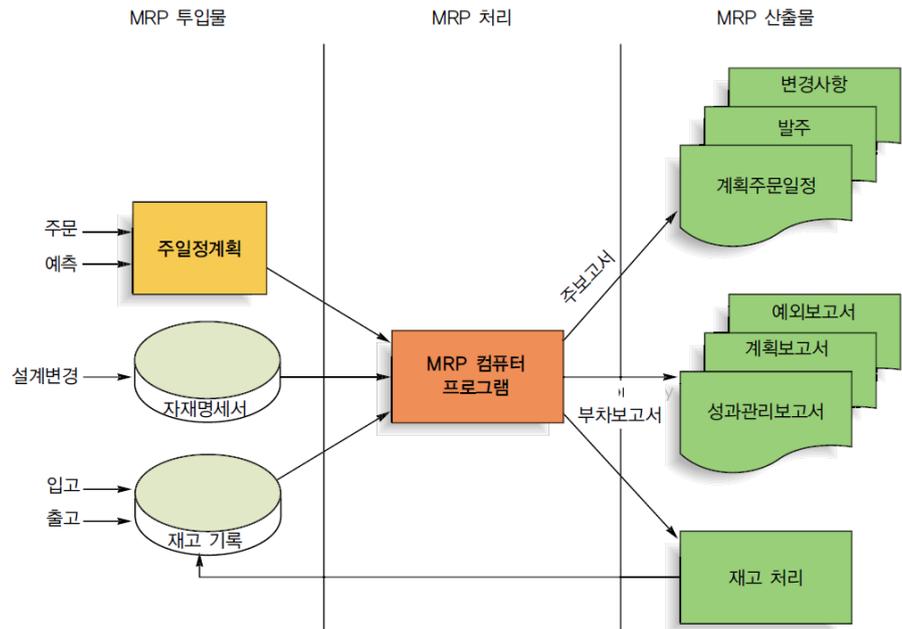
MRP의 개요(An Overview Of MRP)

- 주일정계획의 완제품 소요량을 시간단계별로 하위 조립품, 구성부품 그리고 원자재에 대한 소요량으로 변환시키며 언제 얼마만큼 주문할지를 리드타임과 기타 정보를 사용하여 필요시점에서 역으로 작업하는 컴퓨터 기반의 정보시스템
- 최종 제품(독립수요)에 대한 소요량으로 하위 구성품(종속수요)의 소요량을 산출
- MRP는 특정 시간대의 완제품 생산을 위해 필요한 하위 조립품, 구성품, 원자재의 소요량 일정계획으로 전환되는 완성품 일정계획에서부터 시작
- MRP의 기본 질문
 - ① 무엇이 필요한가?
 - ② 얼마만큼 필요한가?
 - ③ 언제 필요한가?

4

MRP의 개요(An Overview Of MRP)

그림 14.2
MRP의 개요

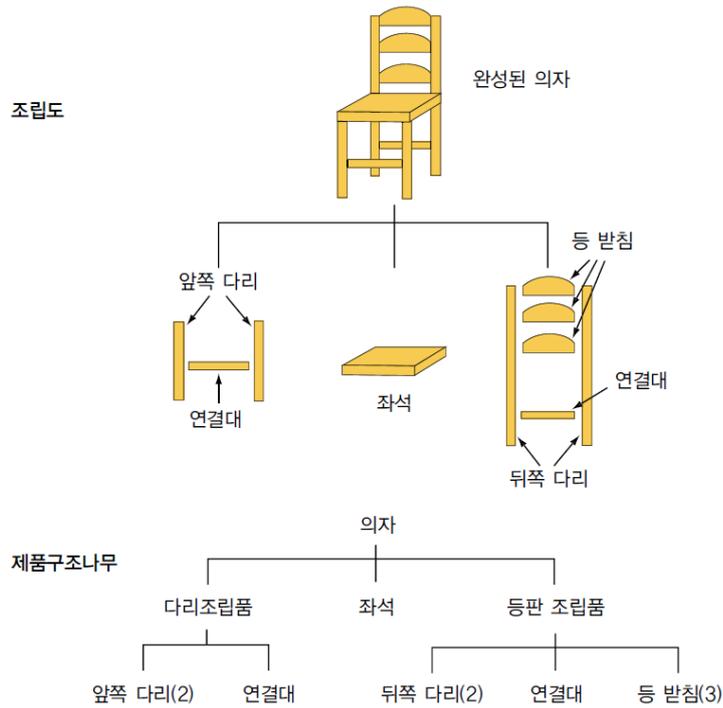


MRP 투입물(MRP Inputs)

- **주일정계획(Master Schedule)**
 - MRP의 투입물 중 하나로서 어떤 최종 제품이 생산되고 언제 이것들이 필요한지를 기술
 - 완제품 소요량이 도출되므로 이를 기반으로 완제품의 하위 구성품의 소요량이 계산
- **자재명세서(BOM; Bill of Material)**
 - 하나의 완제품을 생산하기 위해 필요한 모든 조립품(assemblies), 하위조립품(subassemblies), 부품(parts), 그리고 원자재(raw materials)의 구성을 포함
 - 각각의 완성 제품들은 그 자신만의 자재명세서를 갖고 있음
 - 자재명세서는 계층적으로 구성 항목들이 나열되고 완제품의 조립을 위해 필요한 각 구성품의 수량을 보여줌
 - 하위수준 코드화(Low-level coding): 자재명세서에서 하나의 구성품이 여러 수준에서 출현할 때 그 구성품이 출현하는 최저 수준과 일치하도록 자재명세서를 재구축하는 것

MRP 투입물(MRP Inputs)

그림 14.5
의자의 조립도와 제품구조나무



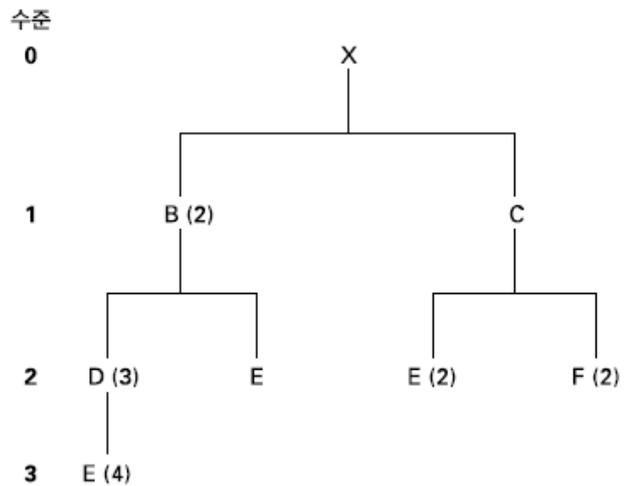
7

예제 1

다음의 해를 구하기 위해 그림 14.6에 제시된 정보를 사용하십시오.

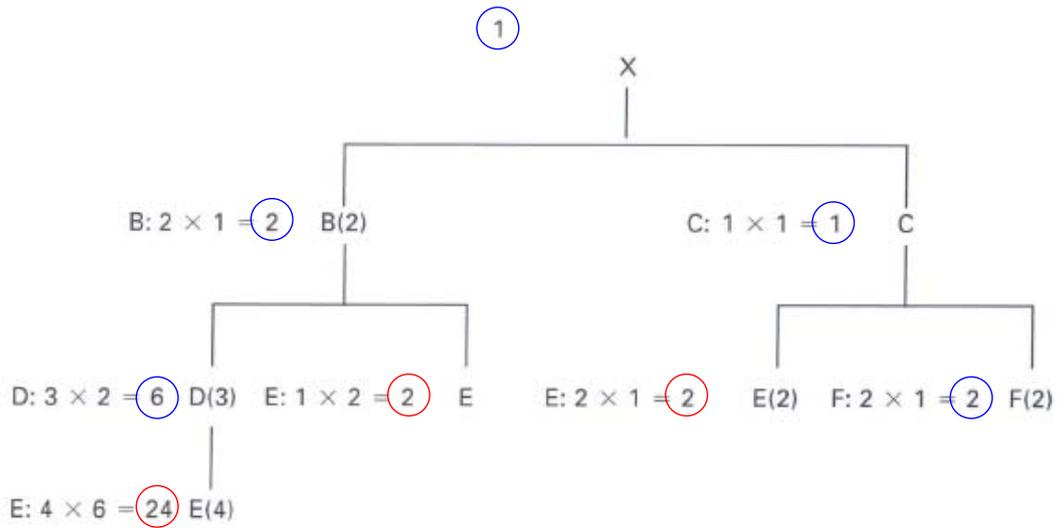
- 하나의 X를 조립하기 위한 B, C, D, E 그리고 F의 수량을 결정하십시오.
- 10개의 X를 조립하기 위해 요구되는 다음 구성품들의 수량을 정하십시오.

구성품	현보유량
B	4
C	10
D	8
E	60



8

a.

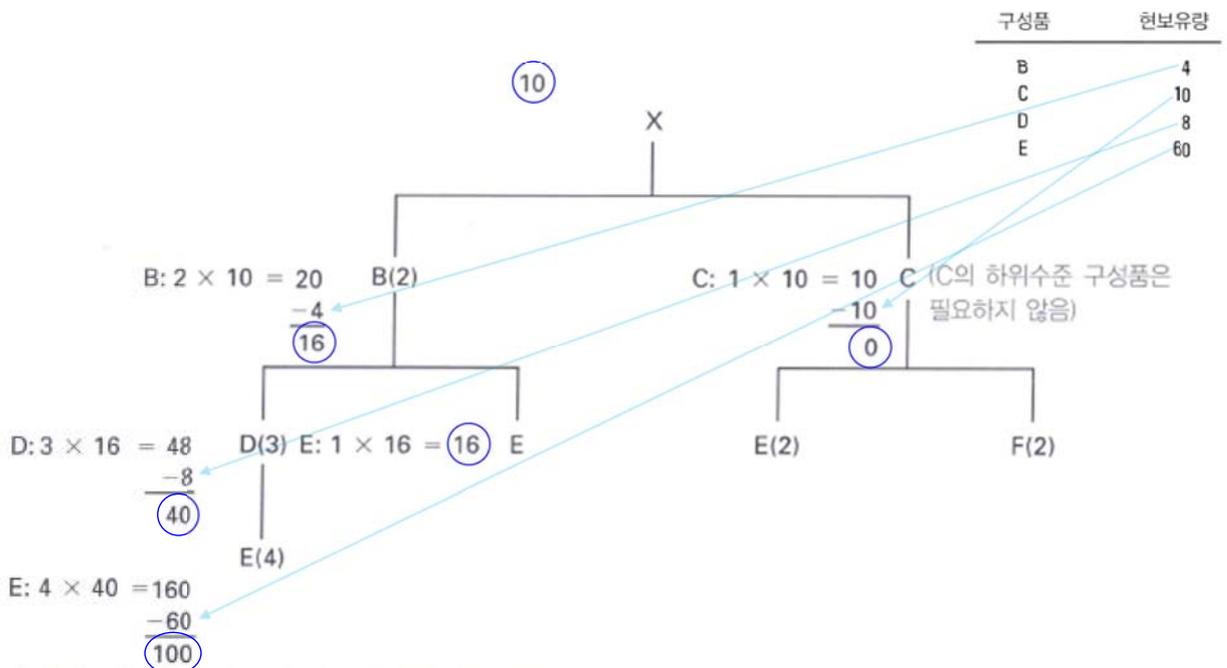


따라서, 하나의 X는

- B: 2
- C: 1
- D: 6
- E: 28 (주의: E는 세 곳에서 발생하며 소요량은 24+2+2 = 28)
- F: 2

9

b.



따라서, 현 보유재고량이 주어졌다면, 10개의 X는

- B: 16
- C: 0
- D: 40
- E: 116
- F: 0 개를 필요로 할 것이다.

10

MRP 투입물(MRP Inputs)

■ 재고기록(The Inventory Records)

- 시간구역(time buckets)이라고 불리는 기간별 각 아이템의 상태에 대한 저장된 정보
- 총 소요량(gross requirements), 예정된 입고량(scheduled receipts), 그리고 기대되는 보유량(expected amount on hand)들을 포함
- 각 아이템에 대한 기타 상세 사항들(공급자, 리드타임, 로트크기)을 포함
- 자재의 입고 및 분출, 최소된 주문 그리고 유사한 사건 발생에 따른 변경 사항 역시 재고현황에 기록
- 자재명세서와 같이 재고기록들은 반드시 정확해야 하며, 소요량 혹은 리드타임에 대한 잘못된 정보는 MRP에 아주 해로운 영향을 줄 수 있고, 부정확한 수량의 재고가 보유되고 기대된 인도시간(delivery time)을 맞출 수 없을 때에 혼란을 야기할 수 있음

11

MRP 처리(MRP Processing)

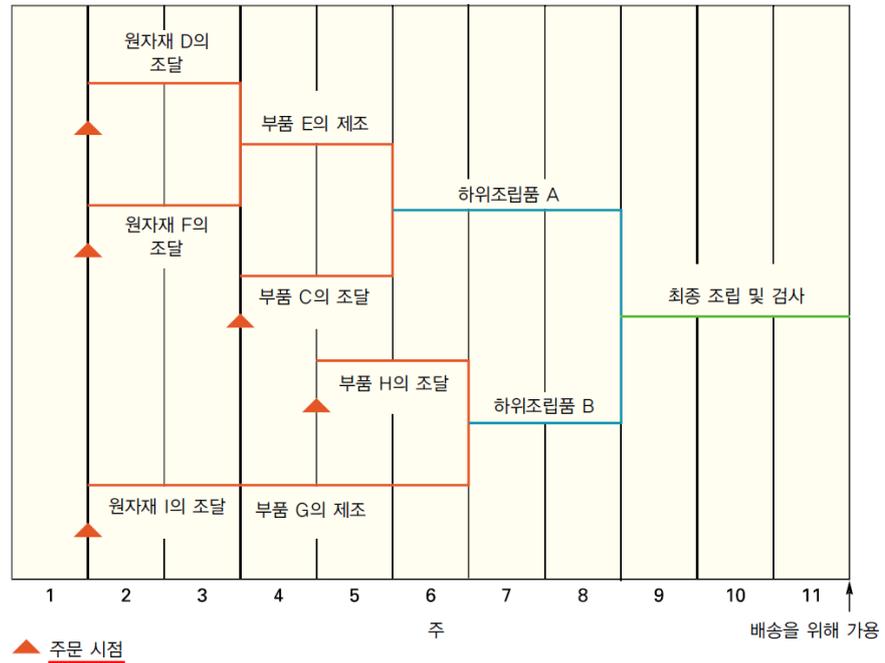
■ MRP 처리(MRP Processing)

- 주일정계획에 의해 명시된 최종 제품 소요량을 자재명세서와(각 자재의) 리드타임을 감안하여 조립품, 부품 그리고 원자재의 시간 단계별 소요량으로 전개(lead time offsetting and MRP explosion)
- 총소요량(gross requirements): 하나의 시간 기간 내의 한 아이템 혹은 원자재에 대한 총 기대수요 - MPS로부터 도출된 완제품 소요량에 BOM 상의 자재 소요량을 곱함
- 예정입고(scheduled receipts): 공급경로상의 공급자 혹은 다른 곳에서 도착하기로 예정된 미완료(open)된 주문들 - 이전의 자재 주문에 의해 도착하기로 예정된 입고량
- 예상보유(projected on-hand): 각 기간 초에 보유되리라 생각되는 기대 재고량(예정입고 + 전 기간으로부터 이월된 가용 재고)
- 순 소요량(net requirements): 각 기간에 필요한 실제 소요량(총 소요량 - 예상 보유)
- 계획입고(planned-order receipts): 기간 초까지 수령되리라 기대되는 양
- 계획발주(planned-order releases): 각 기간에서 계획된 발주량, 계획입고량을 리드타임만큼 역산하여 산출

12

MRP 처리(MRP Processing)

그림 14.7
최종제품의 예정된 가용성을 충족하기 위해 필요한 자재 주문 시점을 보여 주는 조립시간 차트



13

MRP 처리(MRP Processing)

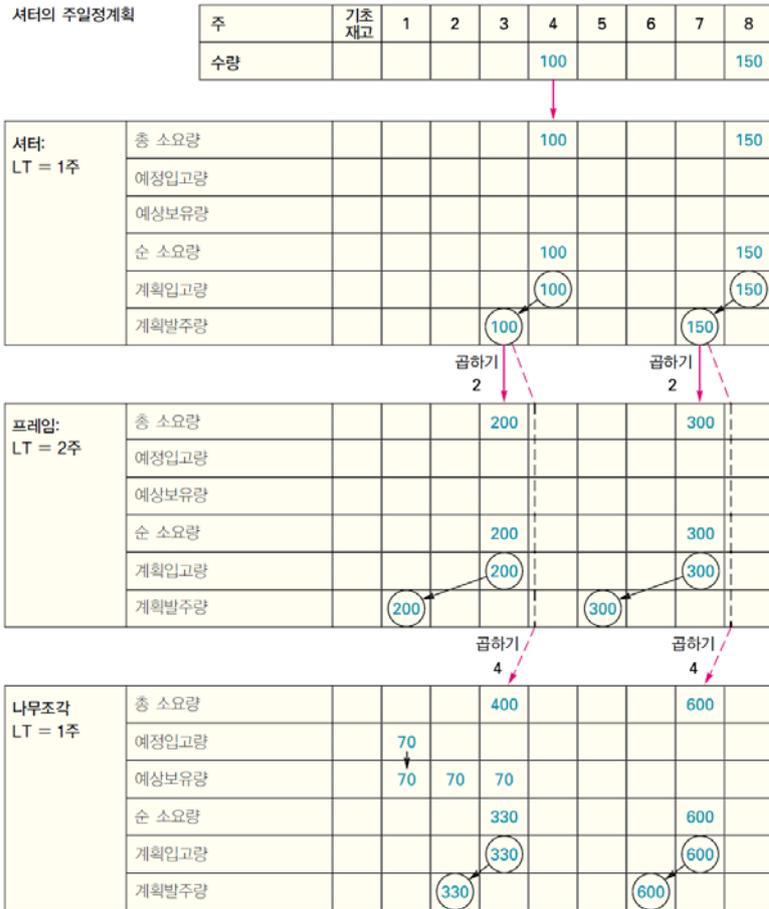
나무 셔터(shutter)와 책장(bookcase)을 생산하는 기업이 두 개의 셔터 주문을 받았다. 하나는 100개의 셔터 주문이고 또 하나는 150개의 셔터 주문이다. 100개의 셔터 주문은 현 일정상 4주 초에 인도되어야 하고 150개의 셔터 주문은 8주 초에 인도되어야 한다. 각 셔터는 두 개의 프레임과 네 개의 나무 조각(wood section)들로 이루어진다. 나무 조각은 자사에 의해 만들어지고 제조에 1주가 걸린다. 프레임은 외부공급자에게 주문되고 리드타임은 2주가 소요된다. 셔터의 조립은 1주가 걸린다. 그리고 1주에 나무 조각들의 예정입고량은 70개이다. 이러한 조건하에서 다음의 주문 방침 하에서 인도 요건을 충족시키기 위해 필요한 계획발주량의 규모와 시기를 정하라.

예제 2

1. 로트 대 로트 주문(lot-for-lot ordering) (즉, 주문 규모가 순 소요량과 동일)
2. 로트 사이즈 주문(lot-size ordering) 방식으로 주문 (프레임은 로트 크기가 320개, 나무 조각은 로트 크기가 70개)

14

그림 14.8 로트 대 로트 주문(lot-for-lot ordering) 방침에 따른 MRP 일정계획



15

그림 14.9 로트사이즈 주문(lot-size ordering) 방침에 따른 MRP 일정계획



16

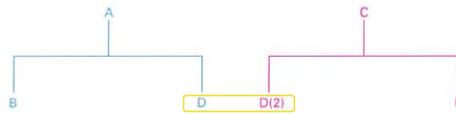


그림 14.11
동일한 부품 D가 사용되는
서로 다른 제품

주일정계획

		1	2	3	4	5	6
A의 수량					80		
C의 수량						50	

그림 14.12
부품 D의 MRP

A	LT = 1	초기 재고	1	2	3	4	5	6
총 소요량						80		
예정입고량								
예상보유량								
순 소요량						80		
계획입고량						80		
계획발주량				80				

C	LT = 1	초기 재고	1	2	3	4	5	6
총 소요량							50	
예정입고량								
예상보유량								
순 소요량							50	
계획입고량							50	
계획발주량					50			

D	LT = 1	초기 재고	1	2	3	4	5	6
총 소요량				80	100			
예정입고량								
예상보유량	110	110	110	110	30			
순 소요량					70			
계획입고량					70			
계획발주량				70				

17

MRP 산출물(MRP Outputs)

■ MRP 산출물

- 주보고서(primary reports)
 - 계획주문(planned orders): 미래 주문량과 시기를 보여주는 일정
 - 발주(order releases): 계획주문의 실행을 승인
 - 변경사항(changes): 주문 인도일자, 주문량, 그리고 주문취소와 같은 사항들
- 부차 보고서(secondary reports)
 - 성과관리 보고서(performance-control reports)
 - 계획보고서(planning reports)
 - 예외보고서(exception reports)

18

MRP 산출물(MRP Outputs)

- MRP 처리의 기타 고려사항
 - 안전재고
 - 로트크기 결정
 - Lot-for-Lot(L4L) 주문
 - 경제적 주문량(EOQ) 모델
 - 고정 기간 주문

19

MRP의 이점과 요구사항(Benefits and Requirements of MRP)

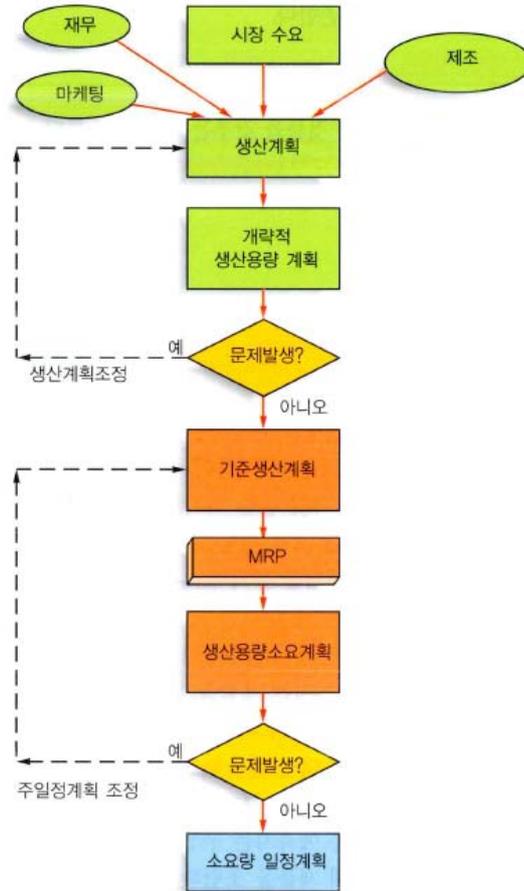
- 이점
 1. 낮은 수준의 재공품(WIP; work-in-process) 재고
 2. 자재소요량을 추적할 수 있는 능력
 3. 주어진 일정계획에 의해서 산출된 생산용량 소요를 평가할 수 있는 능력
 4. 생산시간을 할당하는 수단
 5. 백플러싱(backflushing): 완제품 생산에 따른 부품 및 중간재 재고 소진량 결정
- 요구사항
 1. 계산 및 기록 유지를 위한 소프트웨어 프로그램과 컴퓨터
 2. 정확하면서 최근의
 - a. 주일정계획
 - b. 자재명세서
 - c. 재고기록
 3. 자료 파일의 무결성(integrity)

20

MRP II

그림 14.14
MRP II의 개요

MRP II (Manufacturing Resources Planning) 제조자원계획 : MRP의 범주에 생산용량소요계획(CRP; capacity requirements planning)을 포함시키고 계획수립과정에서 마케팅 및 재무와 같은 조직의 기능영역을 포함하도록 확대시킨 시스템



생산용량소요계획

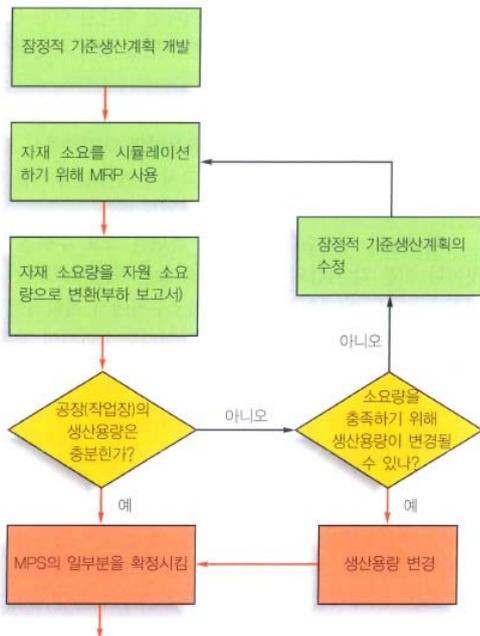


그림 14.15
생산용량 계획수립을 보조하는 MRP의 사용

출처: Stephen Love, *Inventory Control*(New York: McGraw-Hill). Reprinted by permission.

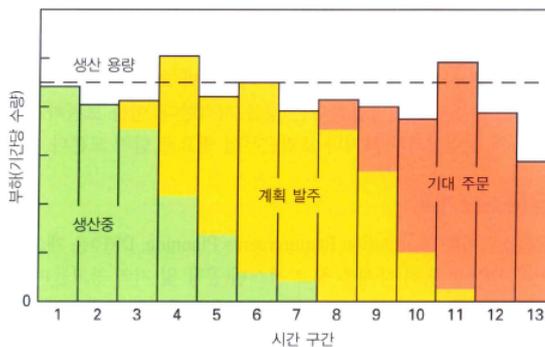


그림 14.16
가상의 부서에 대한 부하 프로파일



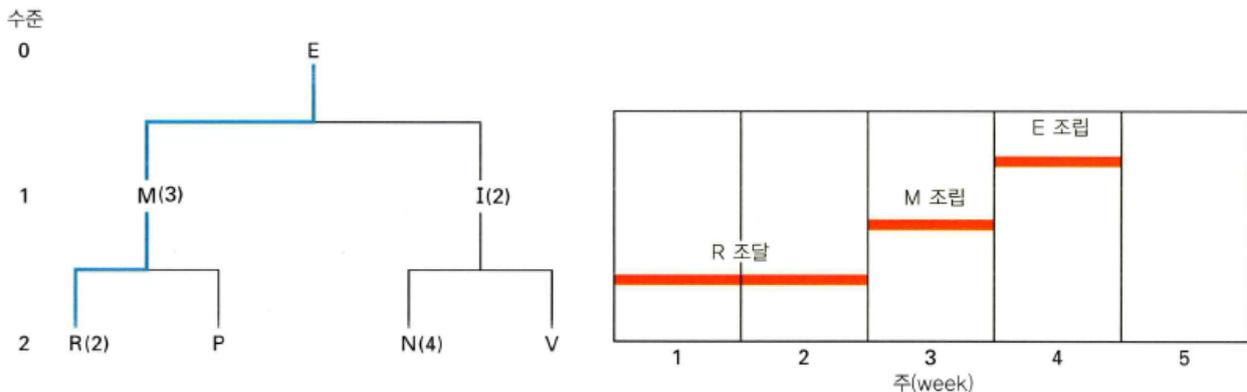
ERP(Enterprise Resource Planning)

■ 전사적 자원관리 ERP(Enterprise Resource Planning)

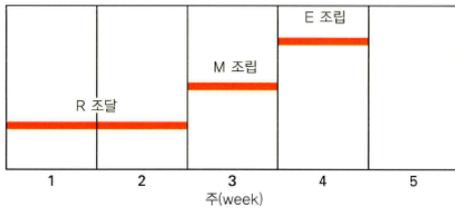
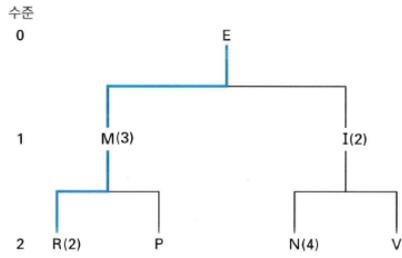
- 기업의 회계, 판매, 구매, 생산, 인사, 자금 등 기업활동 전반에 걸친 업무를 유기적으로 전산화하여 경영상태를 실시간으로 파악하고 조정할 수 있게 하는 전사(全社)적인 통합 정보시스템(기업용 소프트웨어)
- MRP로 시작되어 MRP Ⅱ로 진화된 그 다음의 발전 단계
- ERP는 실시간 처리 시스템
- 모든 모듈이 서로 통합
- 하나의 데이터베이스를 이용
- 모든 조직, 기능, 데이터가 통합

문제풀이 연습

최종 아이템 E의 제품구조나무는 다음과 같다. 관리자는 5주의 주초까지 120개의 E를 완성하기 위해 필요한 주문부품 R에 대한 자재 소요량을 알고자 원한다. 각 아이템에 대한 리드타임은 영(zero) 수준(level 0) 아이템에 대해서는 일주일, 수준 1(level 1) 아이템에 대해서도 일주이며, 수준 2(level 2)에 대한 아이템에 대해서는 2주이다. 1주 주말에는 60개의 아이템 M의 입고량이 예정되어있고 1주의 주초에는 100개의 아이템 R의 입고량이 예정되어 있다. 로트 대 로트 (lot-for-lot) 주문을 사용하라.



문제풀이 연습



E에 대한 주일정계획

주	초기 재고	1	2	3	4	5
수량						120
아이템 E / 리드타임 1주						
총 소요량						120
예정입고량						
예상보유량						
순 소요량						120
계획입고량						120
계획발주량					120	

3을 곱함(제품구조나무 참조)

아이템 M / 리드타임 1주	초기 재고	1	2	3	4	5
총 소요량						360
예정입고량			60			
예상보유량			60	60	60	
순 소요량						300
계획입고량						300
계획발주량					300	

2를 곱함(제품구조나무 참조)

아이템 R / 리드타임 2주	초기 재고	1	2	3	4	5
총 소요량						600
예정입고량		100				
예상보유량		100	100	100		
순 소요량						500
계획입고량						500
계획발주량		500				

10 (교재 13장) 재고관리

(Inventory Management)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- **재고(inventory):** 제품의 저장
 - 재고로 저장하는 품목은 기업의 비즈니스와 관련
 - 원자재, 구입부품, 부분 완제품, 완제품, 기계 및 도구
 - **독립수요(independent demand):** 판매되거나 사용될 준비가 된 품목(완제품) - 수요예측의 대상
 - **종속수요(dependent demand):** 완제품의 구성요소(원자재, 부품, 부분 완제품) - 수요예측을 하지 않고 MRP(Materials Requirements Planning)에 의해 계산



3

재고의 성격과 중요성(The Nature and Importance of Inventories)



- 재고는 경영에 중요한 부분이며, 운영에 필요할 뿐만 아니라 고객만족에 기여
 - 기업의 자산 중 상당 부분이 재고자산이므로 **재고를 줄이면 투자수익률(ROI)을 높이는 효과**
- **재고의 기능(Functions of Inventory)**
 1. 고객의 기대 수요를 만족: **기대재고(anticipation stocks)**
 2. 생산 수준을 평준화: **계절재고(seasonal inventories)**
 3. 생산활동을 분리: **완충재고(buffer inventories)**
 4. 재고부족을 방지: **안전재고(safety stocks)**
 5. 주기적 주문 또는 생산을 통한 이익 (연속적이 아닌 단속적 생산 방식)
 6. 가격 상승에 따른 위험을 회피
 7. 생산을 가능하게 함: 재공품 재고(WIP), 리틀의 법칙: 평균재고량 = TAT * 생산률
 8. 수량할인을 통한 이익
- **재고관리의 목적:** 재고비용을 합리적인 범위로 유지하면서 만족할만한 고객서비스 수준을 달성하는 것

4

재고의 성격과 중요성(The Nature and Importance of Inventories)

■ 재고관리의 효과측정 지표

- **재고회전율(Inventory Turnover (Ratio) or Inventory Turns):** 판매된 제품의 연간 매출액과 평균 재고투자액의 비율(연간 매출을 달성하기 위해 창고가 몇 번이나 가득 채워졌다가 비워지기를 반복하는가?)
 - 일반적으로 재고회전율이 높을수록 재고를 효과적으로 관리한 것으로 볼 수 있음 그러나 바람직한 회전 수는 산업과 기업의 이윤에 따라 다름

$$\text{재고회전율} = \frac{\text{연 매출(수량, \$)}}{\text{평균재고(수량, \$)}} = \text{000회(times)}$$

- **재고 공급일 수(Days of Supply or Days of Inventory on Hand):** 현재 보관중인 재고를 이용할 경우의 기대 판매 가능 일 수(즉, 현재 재고로 몇 일을 공급할 수 있는가?)

$$\text{재고공급일 수} = \frac{\text{평균재고(수량, \$)}}{\text{연 매출(수량, \$)}} \times \text{영업일 수(working days)} = \text{000일(days)}$$

5

효과적인 재고관리를 위한 요구사항(Requirements for Effective Inventory Management)

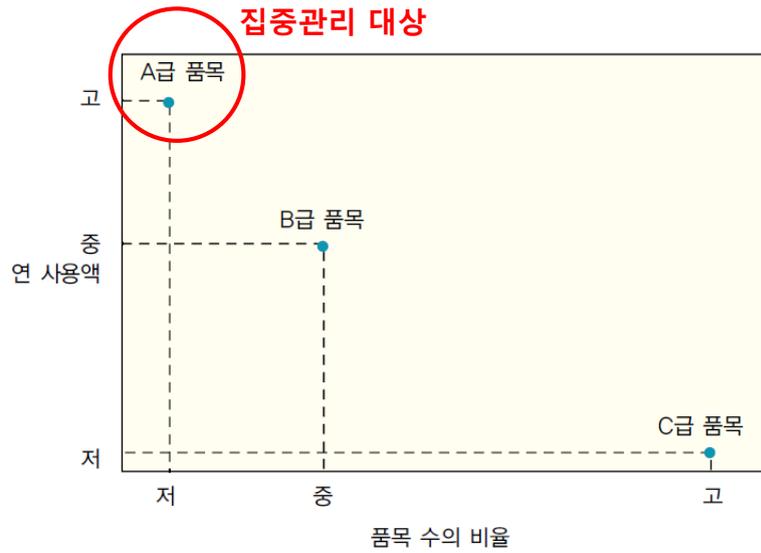
1. 보유하거나 주문한 재고를 추적할 수 있는 시스템
 - ① 주기조사시스템(periodic (inventory review) system) = 정기발주모형, Fixed (Order) Time Period Model(P-Model) → 주문 주기가 고정적, 1회 주문량은 주문 시마다 가변적
 - ② 연속조사시스템(perpetual(continuous) inventory (review) system) = 정량발주모형, Fixed Order Quantity Model(Q-Model) → 주문 주기는 가변적, 1회 주문량은 고정적
2. 예측 오차 지표를 포함한 신뢰할 수 있는 수요 예측
3. 리드타임과 리드타임의 변동성에 관한 지식
 - 리드타임(lead time): 주문하는 시점과 그 주문이 배송되는 시점간의 시간 간격
4. 재고유지비용, 주문비용, 재고부족비용에 대한 합리적인 추정치
 - ① 재고유지비용(holding(carrying) cost): 특정 시간 동안 재고로 보관하는 데 드는 비용
 - ② 주문비용(ordering cost): 재고(품목, item)를 주문하고 받는 데 드는 비용
 - ③ 재고부족비용(shortage cost): 수요가 재고를 초과할 경우 - 판매기회 상실에 따른 손실(기회비용), 기업 이미지 손실 등
5. 재고품목에 대한 분류 시스템
 - 보관 중인 품목들의 중요성에 따른 분류: ABC 접근법

6

효과적인 재고관리를 위한 요구사항(Requirements for Effective Inventory Management)

그림 12.1

품목 수와 품목별 연사용액을 대비하여 ABC로 재고분류



7

재고모형의 종류

- ① 경제적주문량 (수요 : 상수)
- ② 경제적생산량 (수요 : 상수)
- ③ 정량발주모형 (수요 : 변수) - 재주문점 결정 문제 (언제 주문?)
- ④ 정기발주모형 (수요 : 변수) - 재주문량 결정 문제 (얼마나 주문?)
- ⑤ 단일기간모형 (품질과 폐기 발생 상황)

수요가 상수라면 정량발주모형과 정기발주모형은 모두 경제적주문량과 동일

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

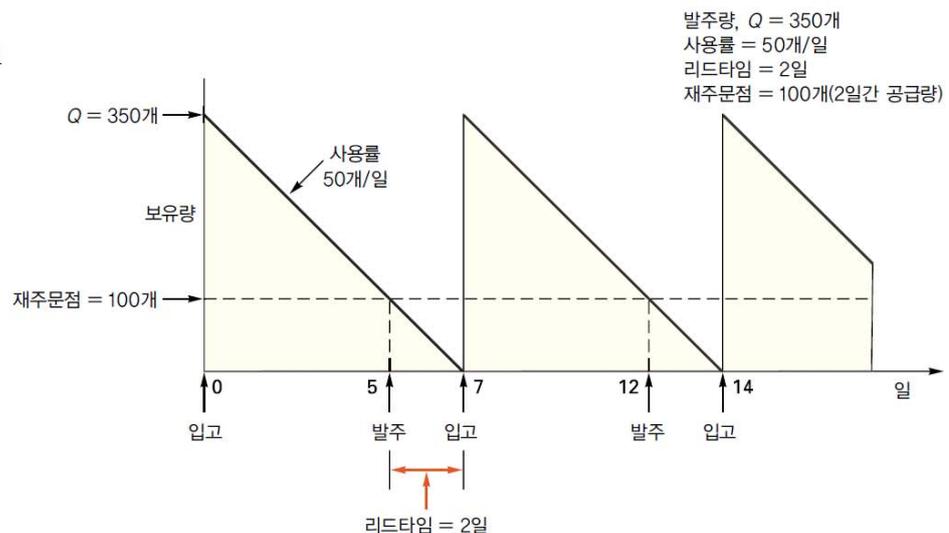
■ 기본적 경제적 주문량 모형(Basic Economic Order Quantity(EOQ) Model)

- 연간 재고유지비용과 주문비용의 합을 최소화 하는 고정된 주문량을 알아내기 위해 사용
 - 기본 EOQ 모형의 기본 가정
 1. 단지 하나의 제품만이 포함
 2. 연간 수요량은 알려져 있음
 3. 수요는 연중 균일하게 발생하며 따라서 수요율은 일정
 4. 리드타임은 변하지 않음
 5. 각 주문은 한 번에 배달
 6. 수량할인은 없음
- 최적 주문량은 재고유지비용과 주문비용이 균형을 이룰 때 달성
- 주문량이 달라짐에 따라 특정 비용이 증가할 경우 다른 비용은 감소

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

그림 12.2

재고 사이클: 시간에 따른 재고 수준

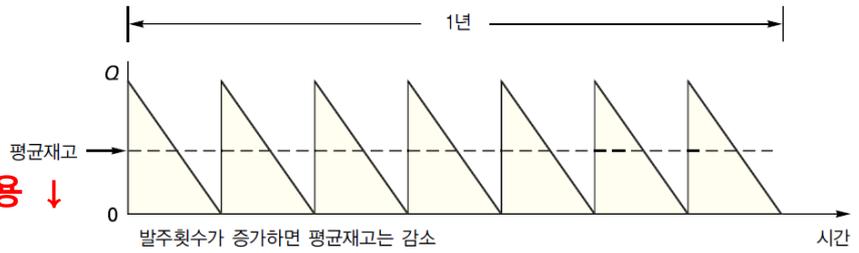


얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

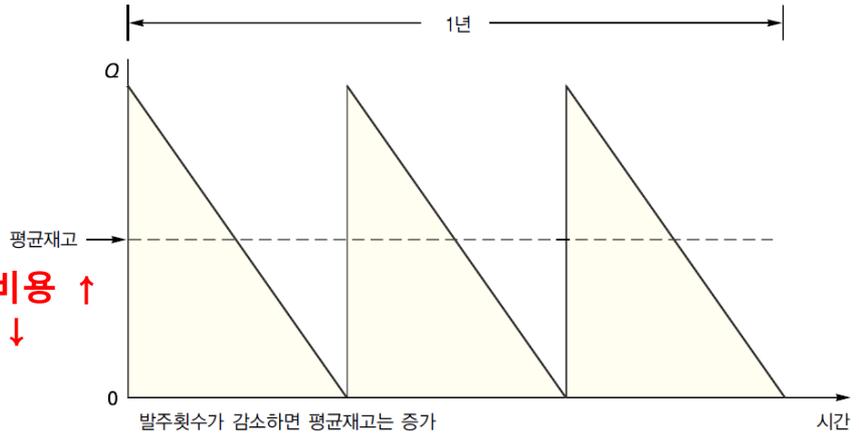
그림 12.3

평균재고수준과 발주횟수와의 관계: 하나가 증가하면 다른 하나는 감소

재고유지비용 ↓
주문비용 ↑



재고유지비용 ↑
주문비용 ↓



얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

■ 연간재고유지비용 = $(Q/2) \times H$

- Q = 주문량
- H = 단위당 유지비용

A. 재고유지비는 발주량에 비례

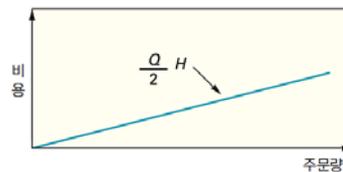


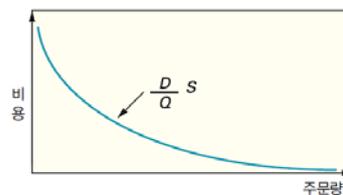
그림 12.4
재고유지비용, 주문비용 그리고 총재고비용곡선

$$\frac{Q_0}{2} H \rightarrow \sqrt{\frac{HDS}{2}}$$

■ 연간주문비용 = $(D/Q) \times S$

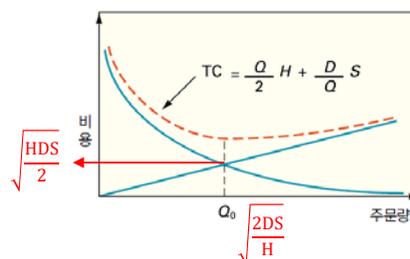
- D = 연간 수요량
- S = 주문비용

B. 발주비용은 발주량에 역비례, 비선형



$$\frac{D}{Q_0} S \rightarrow \sqrt{\frac{HDS}{2}}$$

C. 총비용곡선은 U자형



$$\frac{dTC}{dQ} = \frac{H}{2} - \frac{DS}{Q^2} = 0$$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

- 총 비용(Total Cost) = 연간재고유지비용 + 연간주문비용 → 총 비용이 최소가 되는 주문량 Q
 - 연간재고유지비용 = 연간주문비용
 - $(Q/2) \times H = (D/Q) \times S$

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (12-2)$$

$$\text{주문 사이클의 길이} = \frac{Q}{D} \quad (12-3)$$

국내 타이어 회사의 한 지역 유통업체는 내년에 미끄럼방지 홈을 새긴 특정 크기의 타이어를 9,600개 가량 판매할 것으로 기대하고 있다. 연간유지비용은 타이어당 \$16이며, 주문비용은 \$75이다. 이 유통업체는 1년에 288일 영업한다.

예제 2

- a. EOQ는 얼마인가?
- b. 유통업체는 일 년에 몇 번 재주문해야 하는가?
- c. 주문 사이클은 얼마인가?
- d. 만일 EOQ양이 주문된다면 연간 총재고비용은 얼마인가?

13

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

D = 연간 9,600개 타이어
 H = 연간 \$16
 S = \$75

- a. $Q_0 = \sqrt{\frac{2DS}{H}} = \sqrt{\frac{2(9,600)75}{16}} = 300$ 개 타이어
- b. 연간 주문수: $D/Q = \frac{9,600\text{개}}{300\text{개}} = 32$
- c. 주문사이클의 길이: $Q/D = \frac{300\text{개}}{9,600\text{개/1년}} = \frac{1}{32}$ 년, $\frac{1}{32} \times 288$ 일, 즉 9일
- d. $TC = \text{재고유지비용} + \text{주문비용}$
 $= (Q/2)H + (D/Q)S$
 $= (300/2)16 + (9,600/300)75$
 $= \$2,400 + \$2,400$
 $= \$4,800$

풀이

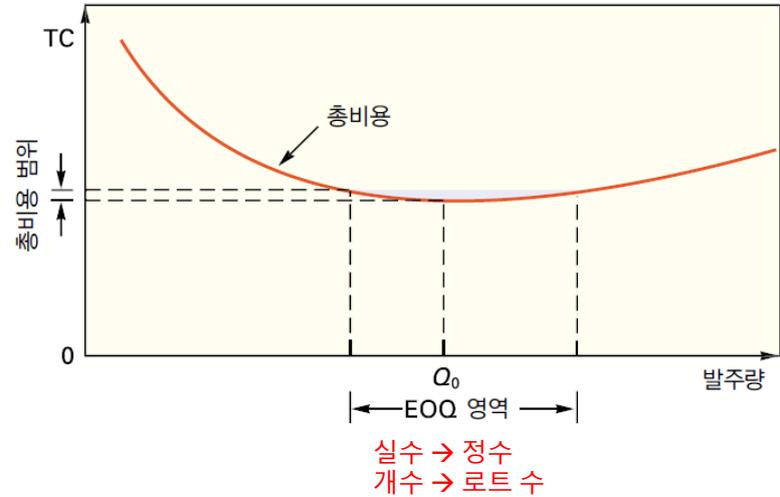
재고유지비용과 주문비용이 그림 12.4C에 설명된 바와 같이 EOQ에서 동일하다는 점에 주의하라.

14

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

그림 12.5

총비용곡선은 EOQ 부근에서 매우 평평함



얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

■ 경제적 생산량(EPQ; Economic Production Quantity)

□ 기본 EOQ와 거의 유사하지만, 주문비용 대신에 작업준비비용을 대체 함

▪ 기본 가정

1. 단지 하나의 품목이 포함
2. 연간 수요는 알려져 있음
3. 수요율은 일정
4. 수요는 계속해서 일정하게 발생하지만 생산은 주기적으로 발생
5. 생산률은 일정
6. 리드타임은 변하지 않음
7. 수량할인은 없음

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

p = 생산률 : 800개/일
 u = 수요율 : 200개/일 → 재고가 소진되는 속도
 $p - u$ = 600개/일 → 재고가 쌓이는 속도

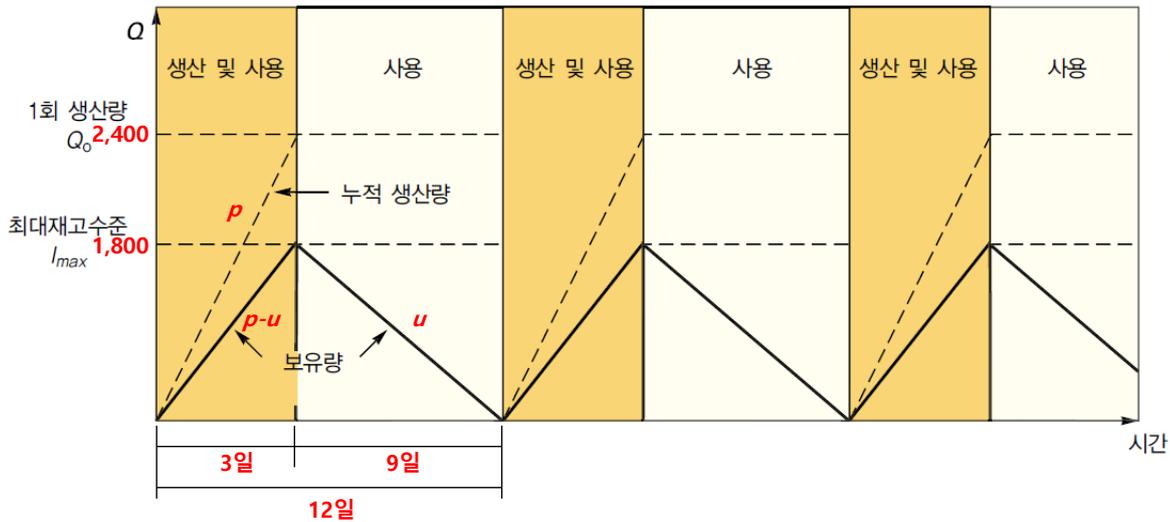


그림 12.6
EPQ 모형

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

$$TC_{\min} = \text{재고유지 비용} + \text{작업 준비비} = \left(\frac{I_{\max}}{2}\right)H + (D/Q_0)S \quad (12-4)$$

단,

$$I_{\max} = \text{최대재고량}$$

경제적 생산량은 다음과 같다.

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \sqrt{\frac{p}{p-u}} \quad (12-5)$$

단,

p = 생산율 혹은 배달률

u = 수요율

경제적 생산량 모형의 사이클타임은 배치크기와 사용률의 함수이다.

$$\text{사이클 타임} = \frac{Q_0}{u} \quad (12-6)$$

유사하게, 런타임은 생산시설 가동당 생산(로트) 크기와 생산률의 함수이다.

$$\text{런 타임} = \frac{Q_0}{p} \quad (12-7)$$

최대 및 평균재고수준은 다음과 같다.

$$I_{\max} = \frac{Q_0}{p}(p-u) \quad \text{과} \quad I_{\text{average}} = \frac{I_{\max}}{2} \quad (12-8)$$

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

- 예제 4** 장난감 제조업체는 인기 텀프트럭 시리즈를 만들기 위해 매년 48,000개의 고무바퀴를 사용한다. 그 업체는 자사의 바퀴를 만들고 있으며, 매일 800개의 비율로 생산할 수 있다. 장난감 트럭은 매년 동일하게 조립되고 있다. 재고유지비용은 1년에 바퀴당 \$1이다. 바퀴의 생산을 위해 작업준비비는 \$45이다. 기업은 매년 240일 생산한다. 아래를 결정하라.
- 최적생산규모.
 - 재고유지 및 작업준비를 고려한 연간 총 최소 재고비용.
 - 최적 생산규모를 위한 사이클타임.
 - 런타임.

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

- 풀이**
- $D =$ 연간 48,000개
 $S =$ \$45
 $H =$ 연간 바퀴당 \$1
 $p =$ 800개/일
 $u =$ 200개/일
- $$Q_0 = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \sqrt{\frac{p}{p-u}} = \sqrt{\frac{2(48,000)45}{1}} \sqrt{\frac{800}{800-200}} = 2,400 \text{ 개 바퀴}$$
 - $$TC_{\min} = \text{재고유지비} + \text{작업준비비} = \left(\frac{I_{\max}}{2}\right)H + (D/Q_0)S$$

따라서 I_{\max} 를 먼저 계산해야 한다.

$$I_{\max} = \frac{Q_0}{p}(p-u) = \frac{2,400}{800}(800-200) = 1,800$$

$$TC = \frac{1,800}{2} \times \$1 + \frac{48,000}{2,400} \times \$45 = \$900 + \$900 = \$1,800$$

EOQ에서 두 비용이 같아짐을 다시 기억하라.

얼마나 주문할 것인가: 경제적 주문량 모형 (How Much To Order: Economic Order Quantity Model)

c. 사이클 타임 = $\frac{Q_0}{u} = \frac{2,400\text{개}}{200\text{개/일}} = 12\text{일}$

즉, 자동차 바퀴의 생산은 매 12일마다 이루어져야 할 것이다.

d. 런 타임 = $\frac{Q_0}{P} = \frac{2,400\text{개}}{800\text{개/일}} = 3\text{일}$

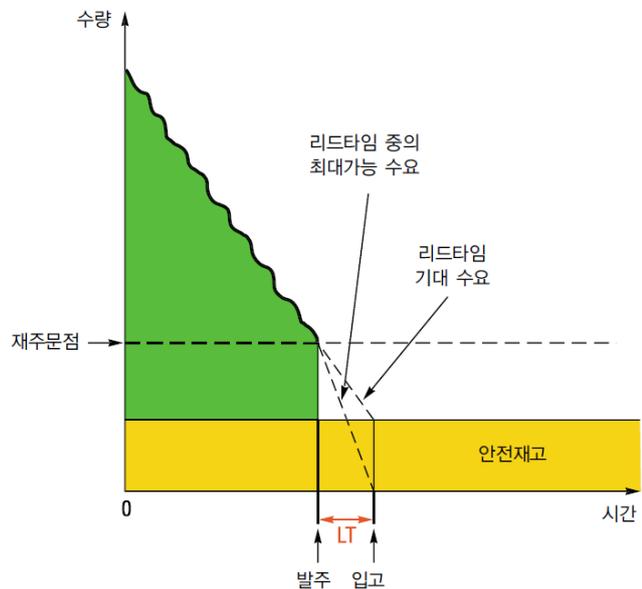
즉, 각 가동시간은 3일이다.

정량발주모형의 재주문점 결정(When to Reorder with EOQ Ordering)

■ 정량발주 모형(Fixed Order Quantity Model; Q-Model)

- 재주문점 시스템
- 보유중인 재고가 미리 결정된 양(재주문점; Reorder Point)까지 떨어질 때 해당 품목을 주문

그림 12.12
안전재고는 리드타임 중의 품질 위험을 감소시킴



정량발주모형의 재주문점 결정(When to Reorder with EOQ Ordering)

- 정량발주 시 주문의 목표는 보유중인 재고량이 리드타임 동안의 수요를 충분히 만족시킬 수 있다고 판단되는 시점에 정확히 주문하는 것
 - 재주문점의 결정요인
 1. 수요율(일반적으로 예측에 바탕을 둠)
 2. 리드타임
 3. 수요나 리드타임의 변동성 정도
 4. 경영자가 받아들일 수 있는 재고부족 위험의 정도
 - 안전재고(safety stock): 수요변동과 리드타임의 변동으로 인해 수요의 기대치보다 초과해서 보관하는 재고

정량발주모형의 재주문점 결정(When to Reorder with EOQ Ordering)

만일 수요나 리드타임이 모두 일정하다면 재주문점이 단순해진다.

$$ROP = d \times LT \quad (12-10)$$

즉,

d = 수요율(하루나 주 단위)

LT = 리드타임

주의: 수요와 리드타임은 동일한 시간 단위로 표현되어야 한다.

Tingly는 하루 두 개씩 먹는 비타민 제품을 섭취하고 있으며, 이 제품은 주문하면 7일 안에 판매원이 집으로 배달해 주고 있다. Tingly가 언제 재주문을 하면 될까?

사용률 = 하루 2개의 비타민

리드타임 = 7일

$ROP = \text{사용률} \times \text{리드타임}$

= 하루 2개의 비타민 \times 7일 = 14개의 비타민

따라서 Tingly는 비타민 14개가 남았을 때 재주문해야 한다.

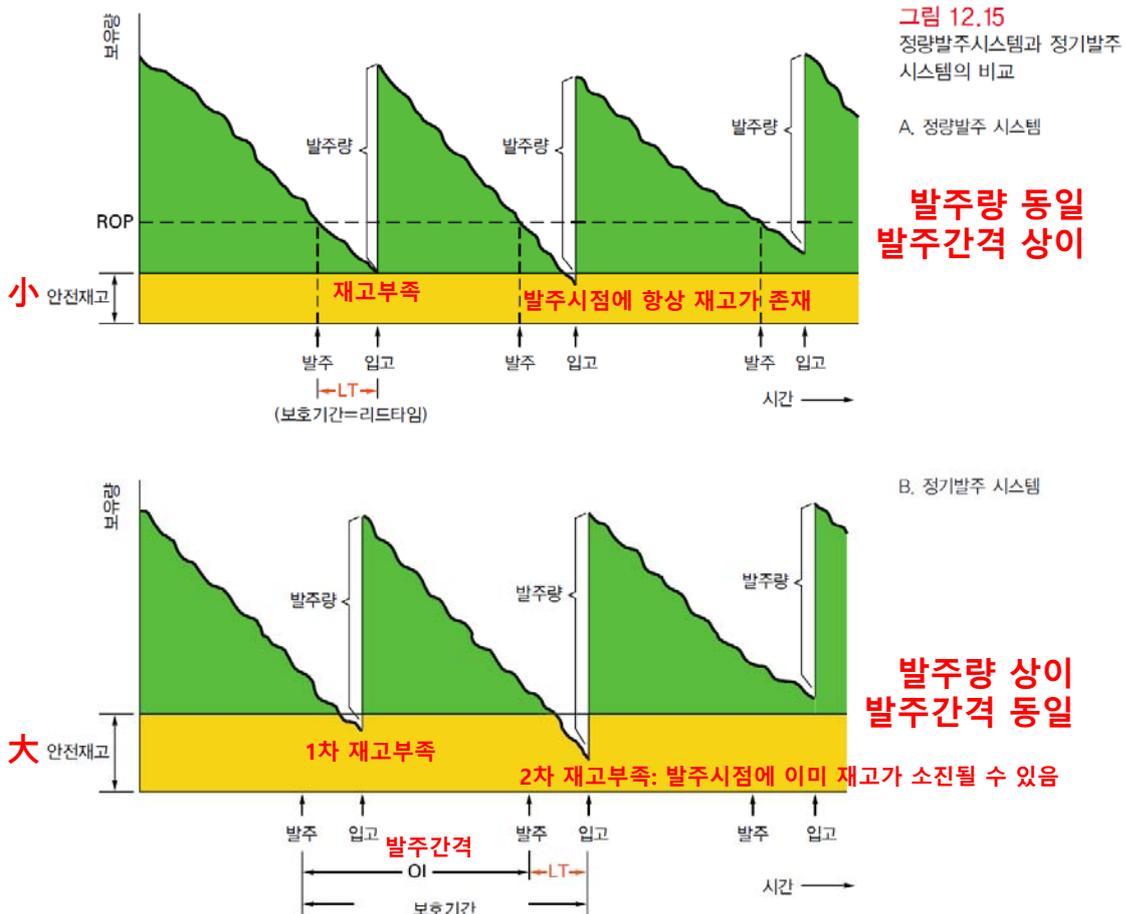
예제 7

풀이

정기발주모형의 주문량 결정(How Much to Order: Fixed-Order-Interval Model)

■ 정기발주모형(Fixed-Order-Interval Model; P-Model)

- 주기조사 시스템
- Fixed Time(Order) Period Model
- 일정 시간 간격으로 주문이 이루어질 때 사용
- 정량발주모형에 비해 안전재고가 많음 (보호기간이 길기 때문에)



단일기간 모형(The Single-Period Model)

- **단일기간 모형(Single-Period Model):** 부패성 품목(과일, 채소, 해산물 꽃)의 주문과 신문, 잡지, 특정 장비의 스페어 부품 등 수명주기가 짧은 품목들을 다루는데 사용

단일기간 상황에 대한 분석은 일반적으로 재고부족 및 초과와 관련된 두 가지 비용에 초점을 둔다. 부족비용은 판매손실에 따른 기회비용뿐만 아니라 고객의 호의를 사라지게 할 수도 있다. 일반적으로 **부족비용(shortage cost)**은 단위당 실현되지 않은 이익이다. 즉,

$$C_{\text{부족}} = C_s = \text{단위당 판매가격} - \text{단위당 구매원가}$$

만일 생산에 사용되는 품목이나 특정 기계 스페어 부품에 재고부족이 발생할 경우, 부족비용은 실제 생산손실비용에 해당한다.

초과비용(excess cost)은 유통기간 마지막에 남은 품목들로 인한 것이다. 초과비용은 구입비용과 잔존 가치의 차이이다. 즉,

$$C_{\text{초과}} = C_e = \text{단위당 구매원가} - \text{단위당 잔존 가치}$$

남아 있는 항목을 처분하는 데 비용이 발생할 경우, 잔존 가치는 음(-)이 될 것이며, 따라서 단위당 초과비용은 커질 것이다.

단일기간 모형(The Single-Period Model)

- **연속수요일 때의 재고 수준**

서비스수준은 수요가 재고수준을 초과하지 않을 확률이며, 서비스수준의 계산식은 최적주문수준, S_o 를 결정하는 열쇠가 된다.

$$\text{서비스수준} = \frac{C_s}{C_s + C_e} \quad (12-21)$$

여기서, **서비스 수준을 먼저 결정하고 이에 대응하는 주문량을 결정 → 최적 주문량**

C_s = 단위당 부족비용

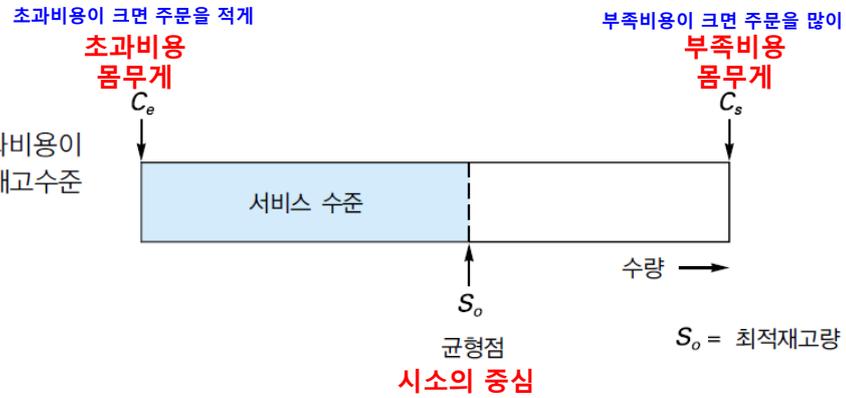
C_e = 단위당 초과비용

만일 실제 수요가 S_o 를 초과할 경우 부족이 발생한다. 따라서 C_s 가 분포의 오른쪽 측면에서 발생한다. 만일 수요가 더 적을 경우 초과가 발생하며, C_e 가 분포의 왼쪽 측면에서 발생한다. $C_e = C_s$ 일 경우 최적재고수준은 분포의 중간에 위치한다. 하나의 비용이 다른 하나보다 클 경우 S_o 는 더 큰 비용을 가진 쪽에 가깝게 나타날 것이다.

단일기간 모형(The Single-Period Model)

그림 12.16

단위당 부족비용과 초과비용이 균형을 이룰 때 최적 재고수준 결정



수요가 S_0 보다 작을 확률이 $\frac{C_s}{C_s+C_e}$ 가 되도록 S_0 를 결정

단일기간 모형(The Single-Period Model)

Cindy's Cider Bar가 체리주스와 사과맛 사이다의 혼합음료를 판매하고 있다. 혼합음료의 수요는 주당 평균 200리터, 주당 10리터의 표준편차를 가진 정규분포를 이루고 있다. C_s =리터당 60센트, C_e =리터당 20센트이다. 사과-체리 혼합음료의 최적재고수준을 구하라.

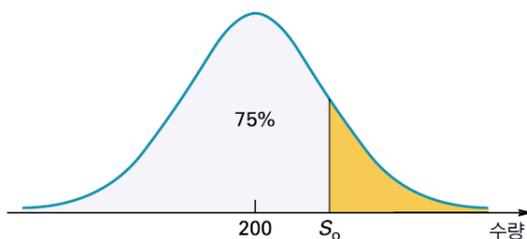
예제 16

$$SL = \frac{C_s}{C_s + C_e} = \frac{\$0.60}{\$0.60 + \$0.20} = 0.75$$

풀이

이는 정규분포곡선 아래 영역의 75%가 안전재고수준의 왼편에 있어야 한다는 것을 나타낸다. 부록 B의, 표 A는 +0.67과 +0.68 사이의 z 값은 +0.675가 75%를 만족시키는 것으로 나타났다. 최적재고수준 S_0 = 평균수요 + $z\sigma$ 이다. 따라서

$$S_0 = 200\text{리터} + 0.675(10\text{리터}) = 206.75\text{리터}$$



11 (교재 14장) JIT와 린(Lean) 운영

(JIT and Lean Operations)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

JIT and Lean Operation

■ Lean Operation

- **최소의 자원을 사용**하고 좋은 품질의 제품과 서비스를 생산하는 매우 조정된 시스템
- Toyota의 Lean Operations에서 **낭비(waste)**: “자동차를 생산하는 공정을 방해하거나 추가적인 가치를 창출하지 못하는 어떤(모든) 것”

■ JIT(Just-in-Time)

- 전 생산 공정을 통해 **필요할 때, 제품이 이동하고 서비스가 수행되는** 고도로 조정된 공정 시스템
- 원재료와 서비스가 필요한 시점에, 필요한 공정에 도달할 수 있도록 하는 운영 시스템

3

Toyota 접근방식

■ Toyota 접근방식 (TPS; Toyota Production System)

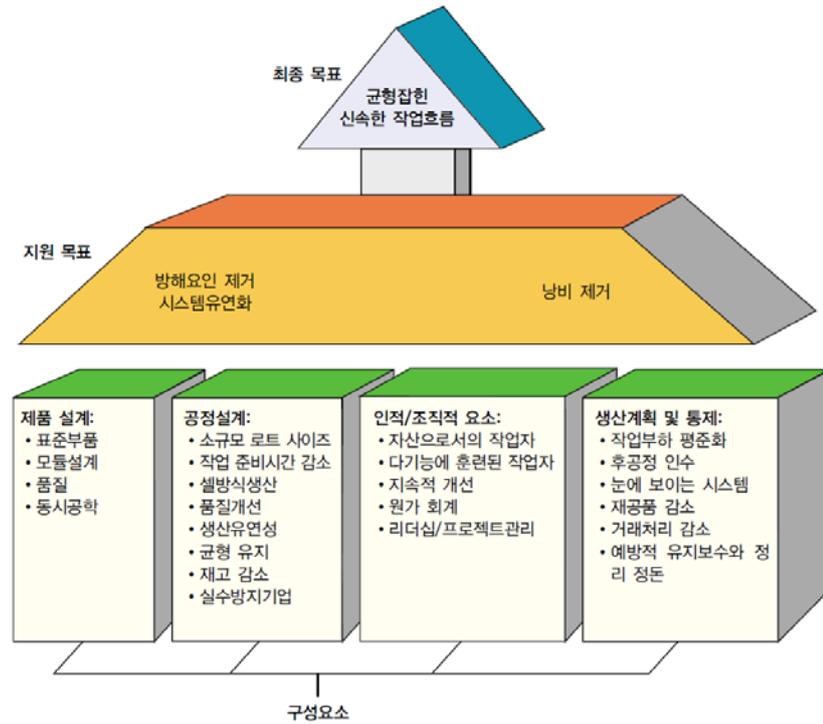
- 무다(Muda (無駄, also ムダ) (English: Waste)): 낭비와 비효율
- 칸반(Kanban (看板, also かんぱん) (English: Sign, Index Card)): 부품이나 자재가 필요함을 알리는 수작업 시스템
- **Pull System**: 수요에 기초해 자재나 부품을 대체(생산) → 완제품 생산
- 헤이준카(Heijunka (平準化) (English: Production Smoothing)): 작업 부하 평준화
- 카이젠(Kaizen (改善) (English: Continuous Improvement)): 시스템의 지속적인 개선
- 지도카(Jidoka (自働化) (English: Autonomation - automation with human intelligence)): 모든 단계에서의 품질관리. 모든 작업자들이 품질에 대해 주의를 기울이는 것이 목표
- 포카-요케(Poka-yoke (ポカヨケ) (English: fail-safing - to avoid (yokeru) inadvertent errors (poka))): 실수를 줄이기 위해 설치된 안전망
- 팀 개념(team concept): 공정 개선을 위해 운영되는 작업자들의 소그룹(self-directed teams)

4

Toyota 접근방식

그림 15.1
린 시스템의 목표와 구성요소

출처: Adapted from Thomas E. Vollmann, William L. Berry, and D. Clay Whybark. *Manufacturing Planning and Control Systems*, 3rd ed. Copyright © 1992 Irwin/McGraw-Hill Companies, Inc. Used with permission.



5

Toyota 접근방식

- 린 운영의 지원목표
 - 방해요인 제거
 - 시스템 유연화
 - 낭비, 특히 초과 재고의 제거
- 린 시스템에서의 낭비
 - **재고:** 공간을 차지하고 비용을 발생시키는 유휴 자원
 - **초과생산:** 생산자원의 초과적인 사용까지 포함
 - **대기시간:** 공간을 차지하고 가치를 창출하지 못함
 - **불필요한 운송:** 제품 취급 회수를 늘리고 재공품 재고를 늘림
 - **공정낭비:** 불필요한 생산단계 발생. 스크랩(scrap)
 - **비효율적인 작업 방법:** 생산성 감소, 스크랩 증가, 재공품 재고 증가
 - **불량품:** 재작업 비용 증가와 고객 불만족에 의한 매출 감소

6



Toyota 접근방식

- 낭비를 제거하기 위한 카이젠(改善) 철학의 기초
 1. 낭비는 적이고, 제거하기 위해서는 많은 노력을 요구
 2. 개선은 점진적이고 지속적으로 이루어져야 함 → 간헐적으로 이루어지는 대단한 개선이 아님
 3. 최고 경영층, 중간 관리층 그리고 작업자들까지 모두가 참여해야 함
 4. 카이젠은 많은 비용을 요구하는 전략이 아니며, 많은 양의 기술이나 컨설턴트가 필요한 일이 아님
 5. (기업 내 기능영역) 어디에나 적용될 수 있음
 6. 눈으로 볼 수 있는 시스템(visual system)에 의해 지원 → 절차, 공정 그리고 가치의 완전한 투명성, 문제점과 낭비를 모두 볼 수 있게 하는 것
 7. 가치가 강조되는 곳에 주의를 집중
 8. 공정 지향적
 9. 개선을 위한 노력은 주로 새로운 사고와 작업스타일로부터 초래됨을 강조
 10. 조직 학습의 본질은 실제 작업을 하면서 이루어짐

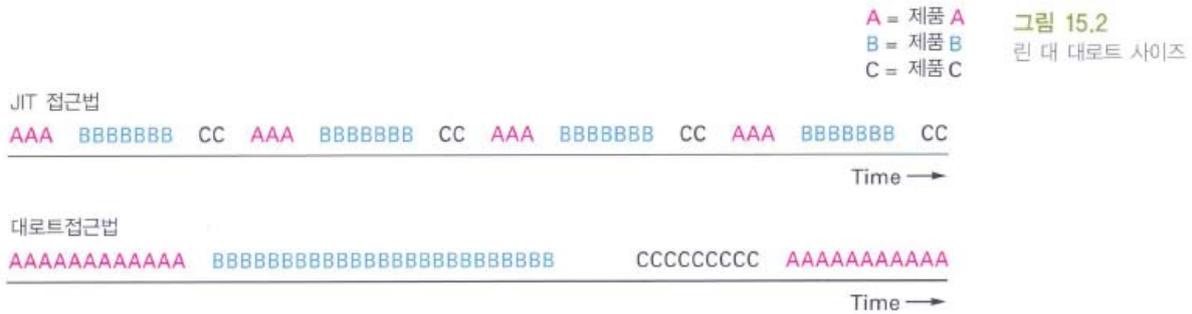
7

기본요소(Building Blocks)

- 제품설계(product design)
 1. 표준부품(standard parts)
 2. 모듈설계(modular design)
 3. 높은 생산능력을 가진 생산시스템 구축
 4. 동시공학
- 공정설계
 1. 작은 로트 사이즈(small lot sizes)
 2. 작업준비시간 단축(setup time reduction): SMED
 3. 셀방식 생산(manufacturing cells)
 4. 품질개선(quality improvement)
 5. 지도카(Jidoka (自働化) (English: Autonomation - automation with human intelligence))
 6. 생산의 유연성(production flexibility)
 7. 균형 시스템(balanced system)
 8. 재고감축(little inventory storage)
 9. 실수 방지(Fail-safe) 기법

8

작은 로트 사이즈(small lot sizes)



- 재고감소, 낮은 재고유지비용
- 재고보관 공간 감소
- 불량품 발생시 낮은 재가공 비용
- 제품에 대한 개선 이전에 처분해야 하는 재고 감소
- 문제에 대한 가시성 증가
- 생산 유연성 증가
- 운영상의 균형을 맞추기 용이해짐

표 15.1
작은 로트 사이즈로 인한 혜택

균형 시스템(balanced system)

Takt 시간은 때때로 작업 이동을 위해 설정된다. Takt 시간을 계산하는 절차는

- 총 이동시간에서 비생산적인 시간을 빼서 이동당 사용할 수 있는 시간을 결정.
- 하루에 한 번 이상의 시프트가 있다면, 하루당 순 가용시간을 얻기 위해 순 가용시간에 하루 시프트 횟수를 곱함.
- 순 가용 시간을 수요로 나누어서 Takt 시간을 계산

Takt 시간(Takt time) 완제품이 고객의 요구를 만족시키기 위해 필요한 주기 시간.

6장. 라인밸런싱 Cycle Time

다음에 주어진 자료를 가지고 Takt 시간을 계산하라. 시프트 당 총 시간은 480분이고 하루에 두 번의 시프트가 발생한다. 시프트 당 20분짜리 휴식이 두 번 있고 30분짜리 점심시간이 포함되어 있다. 일간 수요는 80개이다.

예제 1



mhhe.com/stevenson10e

1. 총 시간	480 분
휴식	- 40 분
점심시간	-30 분
	<hr/>
	410 분/시프트

2. 하루 순 가용시간 계산
시프트 당 410 분
× 2 시프트/일
<hr/>
820 분/일

3. Takt 시간 계산

$$\text{Takt 시간} = \frac{\text{하루 순 가용시간}}{\text{일일수요}} = \frac{820 \text{ 분/일}}{80 \text{ 개/일}} \quad (15-1)$$

$$= 10.25 \text{ 분/주기}$$

풀이

재고감축(little inventory storage)

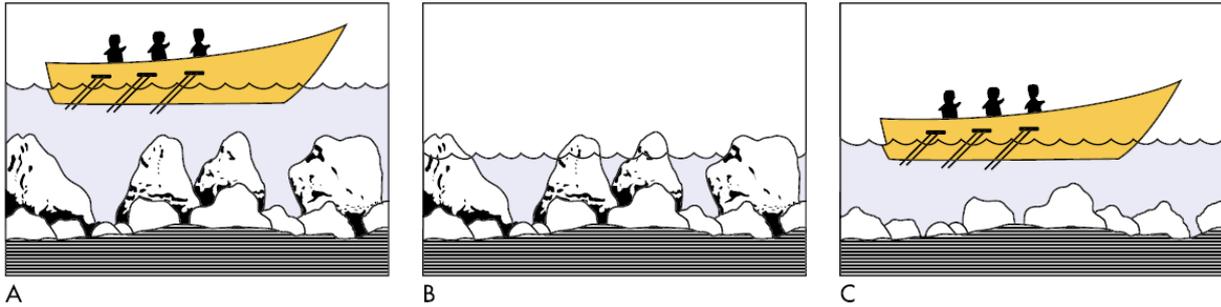


그림 15.3 큰 바위들(문제들)은 (A)에서와 같이 깊은 수위(재고)에 의해 가려진다. 낮은 수위 (B)는 바위들(병목, 낭비, 좋지않은 생산시간과 같은 문제들)을 드러낸다. 일단 큰 바위들이 제거되면 수위 (재고)는 낮아질 수 있다(C).

11

기본요소(Building Blocks)

- 인적자원/조직관리
 1. 자산으로서의 작업자(workers as assets)
 2. 여러 가지 기능을 수행하도록 훈련된 작업자(cross-trained workers)
 3. 지속적인 개선(continuous improvement)
 4. 원가회계: 활동기준원가(ABC; activity based costing)
 5. 리더십/프로젝트 관리(leadership/project management)
- 생산계획과 통제
 1. 작업부하 평준화(Level loading)
 2. Pull system : 후공정 인수시스템
 3. Visual system: 칸반(Kanban (看板, also かんぱん) (English: Sign, Index Card)): 부품이나 자재가 필요함을 알리는 수작업 시스템
 4. 재공품 (WIP) 감소
 5. 공급업체와의 친밀한 관계(close vendor relationships)
 6. 거래처리 감소
 7. 예방적 유지보수와 작업장 정리

12

작업부하 평준화(Level loading)

A-B-C의 작업 순서를 사용하면서 세 모델을 위한 생산 계획을 세우라.

모델	일일 소요량	
A	7	$5 \times 1 + 2$
B	16	$5 \times 3 + 1$
C	5	5×1

최소 일일 소요량은 5인데, 다른 두 숫자를 5로 나누어서는 정수 값을 얻을 수 없다. 그렇다 해도, 관리자는 다섯 주기를 사용하겠다고 할 수 있다. 다섯 주기 동안 매 주기마다 모델 A와 C를 한 단위를 생산하고 모델 B를 3단위 생산하게 되면 모델 A 2단위와 모델 B 1단위가 부족하게 된다. 이를 해결하려면 부족한 생산 단위를 어디에든 끼워 넣어야 한다.

주기	1	2	3	4	5
패턴	A B(3) C	A(2) B(3) C	A B(4) C	A(2) B(3) C	A B(3) C
추가 단위		A	B	A	

예제 2

풀이

13

Visual system: 칸반(Kanban (看板, also かんばん))

사용 중인 칸반 카드의 수는 다음 공식을 사용해서 계산할 수 있다.

$$N = \frac{DT(1 + X)}{C} \quad \text{[리틀의 법칙]} \quad (15-2)$$

총재고 = 산출물 × TAT
 공정재고 = 산출물 × 공정 TAT
 공정재고를 상자 단위로 표시 → 칸반의 수

여기서

N = 총 상자의 수(상자 하나당 카드 하나)

D = 부품의 예상사용률

T = 부품 재 충전을 위한 평균 대기 시간과 부품 한 상자당 평균 생산 시간의 합 (공정 TAT)

X = 시스템에 존재하는 비효율을 반영하는 경영진의 정책 변수

C = 표준 부품 상자의 용량

D 와 T 는 같은 단위를 사용해야 한다는 점에 주의해야 한다.

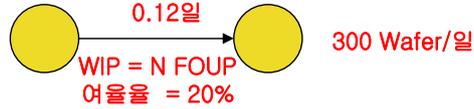
14

Visual system: 칸반(Kanban (看板, also かんばん))

어떤 작업장의 부품 사용률은 하루 300개이고 표준 상자의 용량은 25개이다. 칸반 카드가 접수되고 상자가 비어서 돌아오는 데 걸리는 주기는 평균 .12일이 걸린다. $X = .20$ 일 때, 필요한 칸반 카드의 수를 계산하라.

예제 3

$$\begin{aligned}
 N &= ? \text{ WIP} \\
 D &= \text{하루 300개 일간 MOVE} \\
 T &= .12 \text{ 일 공정 TAT (일)} \\
 C &= \text{상자당 25개 FOUN, Cassette} \\
 X &= .20 \text{ 여유율} \\
 N &= \frac{300(.12)(1 + .20)}{25} = 1.728 \text{ (2로 반올림)}
 \end{aligned}$$



풀이

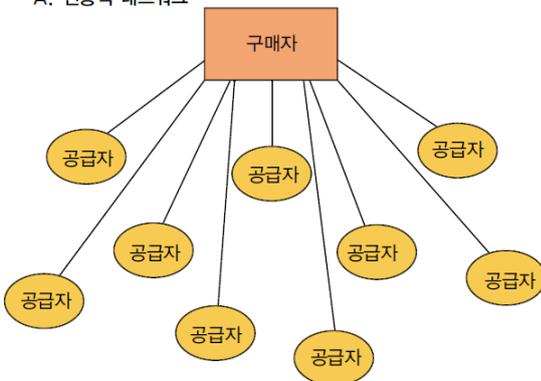
주의 반올림은 시스템을 약간 느슨하게 하고, 반내림은 시스템을 더 딱딱하게 하는 경향이 있는데 보통 반올림을 사용함.

15

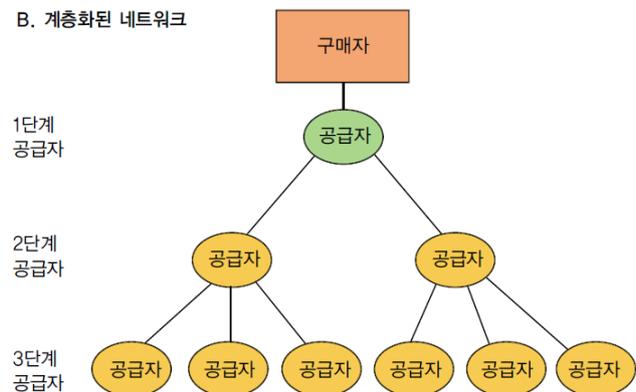
공급업체와의 친밀한 관계(close vendor relationships)

그림 15.4 전통적인 공급 네트워크와 공급계층 사이의 비교

A. 전통적 네트워크



B. 계층화된 네트워크



16

JIT 시스템으로 전환(Transitioning to a JIT System)

■ 린 시스템으로 성공적인 전환을 위해...

1. 최고경영진 참여
2. 전환과정을 학습
3. 작업자들의 지원과 협조 - 교육 프로그램
4. 현 시스템을 유지하는 동안은 **준비시간을 줄이는 것으로 시작**
5. 공정의 마지막 단계에서 시작해서 앞 공정으로 가면서 점진적으로 전환을 시행
6. **공급업체들도 린 시스템을 도입하도록 유도**
7. 전환과정에서 발생하는 장애물에 대처할 준비

■ 전환 과정에서의 장애물

1. 경영진이 전환에 관여할 수 없거나 필요한 자원투입을 꺼릴 수 있음
2. 작업자나 경영진이 협동심을 보이지 않을 수 있음
3. 린 철학과 일치되는 조직문화로의 변화가 매우 어려울 수 있음
4. 공급업자들의 반대: 린 시스템을 채택하는 데 필요한 자원투입에 대한 거부, 한 구매자와 장기적인 관계를 갖는 것에 대한 거부, 자주, 소량 배달의 어려움, 품질관리 책임이 공급업자에게 넘어가는 것에 대한 거부, 잦은 기술변화 가능성

17

문제풀이 연습

문제 1 한 상자가 주기를 완료하는 데 소요되는 시간이 90분이고, 표준 상자가 84개를 담을 수 있다면 시간당 100개의 부품을 사용하는 작업장에 필요한 상자의 수를 계산하라.

풀이

$$N = ?$$

$$D = \text{시간당 } 100 \text{ 개}$$

$$T = 90 \text{ 분 (1.5 시간)}$$

$$C = 84 \text{ 개}$$

$$X = .10$$

$$N = \frac{D(T)(1 + X)}{C} = \frac{100(1.5)(1 + .10)}{84} = 1.96 \text{ (2로 반올림) 상자}$$

18

문제 2 아래에 나와 있는 제품 군에 대해 하루 당 주기 수와 주기 당 생산량을 결정하라. 이 부서는 주 당 5일간 근무하며 A-B-C-D의 순서가 사용된다.

생산	주간 소요량
A	20
B	40
C	30
D	15

풀이 주간 소요량을 일간 소요량으로 바꾸어라. 가장 작은 일간 소요량은 3이고 3의 배수로 생산을 하면 A와 B가 몇 개 부족해진다.

제품	일간소요= 주간 소요÷5	3주기 사용시 부족분	
A	$20 \div 5 = 4$	1	$3 \times 1 + 1$
B	$40 \div 5 = 8$	2	$3 \times 2 + 2$
C	$30 \div 5 = 6$	—	3×2
D	$15 \div 5 = 3$	—	3×1

3번의 주기를 사용하면서 매 주기마다 모든 제품을 생산한다. 부족한 양은 몇몇 주기에서 추가 생산을 하면 된다. 추가 단위는 가능한 균일하게 나누어 배분한다. 몇 개의 가능성이 있지만 그 중 하나는

주기	1	2	3
패턴	A B(3) C(2) D	A B(3) C(2) D	A(2) B(2) C(2) D
추가 단위	B	B	A

12 (교재 15장) 공급사슬관리

(Supply Chain Management)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- **공급사슬(Supply Chain)**
 - 제품 혹은 서비스를 생산하고 고객에게 인도(delivery)하는 것과 관련된 일련의 조직들
 - 각 조직의 설비, 기능, 활동 들을 포함
- **공급사슬관리(SCM; Supply Chain Management)**
 - **공급과 수요관리의 통합**을 목적으로 한 공급사슬의 전략적 조정
- **공급사슬에서 세 가지 유형의 이동**
 - **물리적 이동**(physical movement)
 - **현금흐름**(flow of cash)
 - **정보의 교환**(exchange of information)
- **공급사슬 관리자**
 - 기업 내 혹은 기업들 간의 공급 및 수요를 관리하기 위한 책임을 갖는 조직의 다양한 위치에 있는 사람
 - 공급사슬 관리자들은 자재와 서비스의 공급처를 찾고 **조달**활동을 하며, **제조** 및 **물류**와 같은 활동들을 계획하고 조정

3

서론(Introduction)

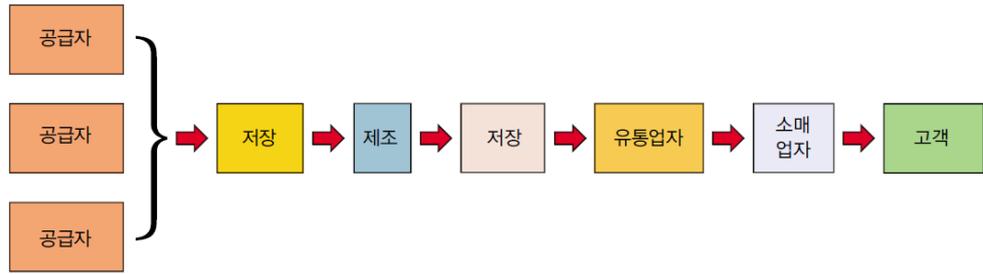
- **물류(Logistics)**
 - **정방향 및 역방향 흐름의 제품, 서비스, 현금 그리고 정보로 이루어지는 공급사슬의 한 부분**
 - 내부(inbound) 및 외부(outbound) 수송, 자재 취급(material handling), 창고 저장(warehousing), 재고(inventory), 주문 충족(order fulfillment) 그리고 유통(distribution), 제3자 물류(the third-party logistics), 역물류(reverse logistics) 등의 관리를 포함

4

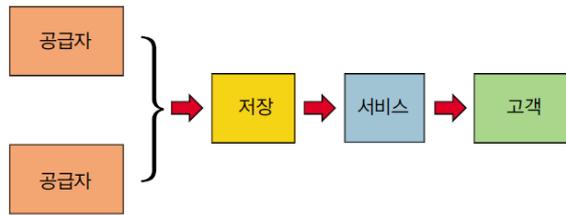
서론(Introduction)

그림 11.1 전형적 공급사슬

a. 전형적인 제조업의 공급사슬

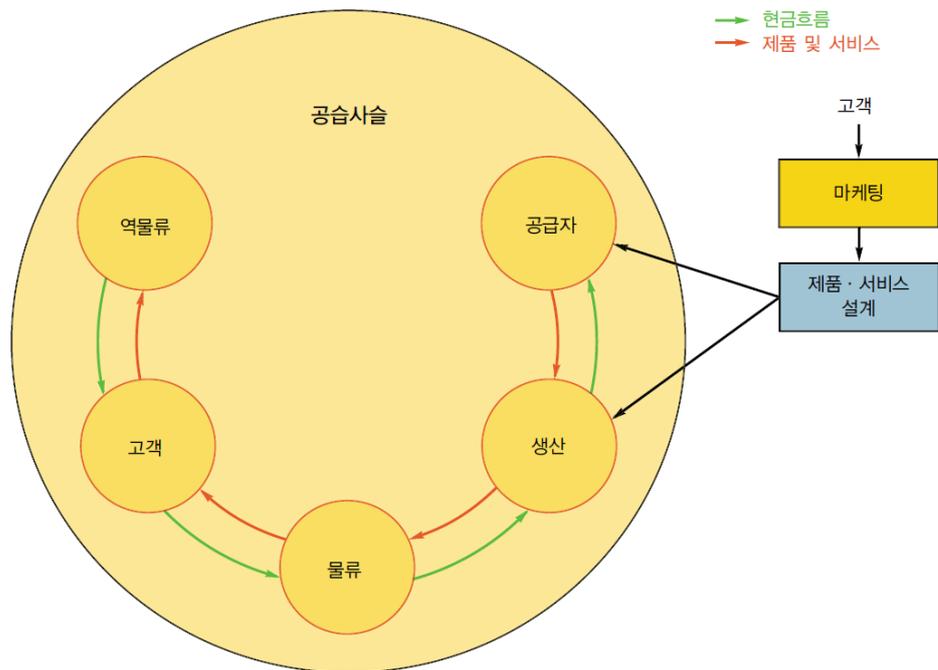


b. 전형적인 서비스업의 공급사슬



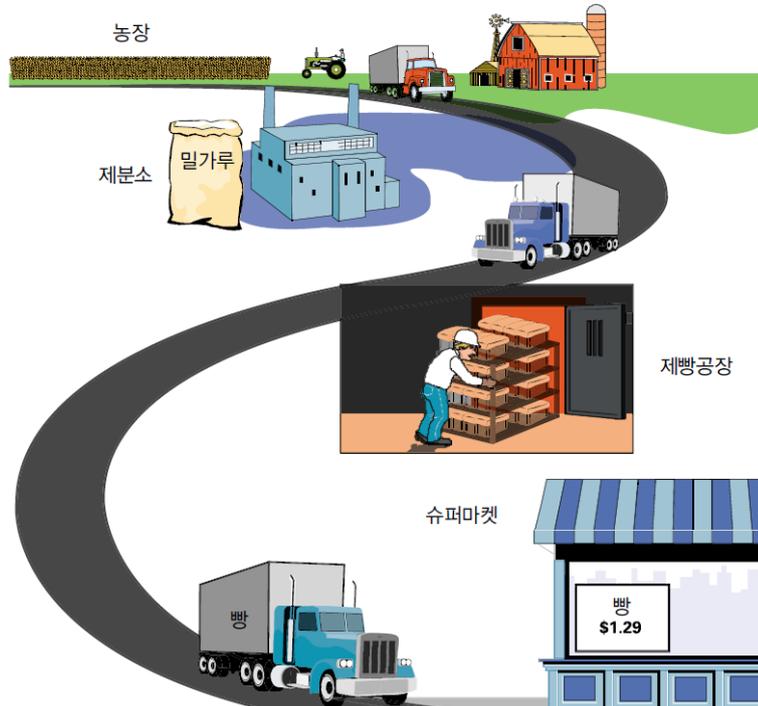
서론(Introduction)

c. 이 그림에서 제품과 서비스는 시계방향으로 이동하며 현금흐름은 시계 반대방향으로 이동한다.



서론(Introduction)

그림 11.2
농장에서 시장에 이르는
공급사슬



7

서론(Introduction)

- 공급사슬은 때로는 **가치사슬(value chain)** 또는 가치사슬의 연결(연속)이라고 일컬어지는데 이는 **제품 혹은 서비스가 공급사슬을 통해 이동됨에 따라 가치가 증대되는** 개념을 반영하기 때문
- 가치사슬은 보통 하나의 단일 조직이 아닌 별개의 독립된 다수의 기업조직으로 구성
- 공급사슬의 구성요소
 - **공급요소(supply component):** 공급사슬의 처음(최초 원재료 공급자)에서 시작하여 (생산)조직의 내부 운영까지
 - **수요요소(demand component):** 조직의 산출물이 다음 고객에게 인도되는 시점에서 시작하여 전체 사슬의 최종고객에 이르러 종료
- **수요사슬(demand chain):** 가치사슬의 판매 및 유통부분
- **공급사슬**은 제품과 서비스를 창출하고 전달하는데 핵심적인 공급업자, 생산자, 최종 소비자의 네트워크
- 공급사슬관리는 공급사슬 운영의 계획, 실행, 통제의 과정
- 공급사슬관리의 기본 구성요소
 - 공급사슬 전략, 조달, 공급관리, 물류

8

공급사슬관리의 필요성(The Need For Supply Chain Management)

1. 생산운영을 개선할 필요성
2. 점점 증가하는 아웃소싱
3. 점점 증가하는 운송비용
4. 경쟁압력
5. 증가하는 글로벌화
6. E-비즈니스의 중요도 확대
7. 공급사슬의 복잡성
8. 재고관리의 필요성
9. 녹색공급사슬

9

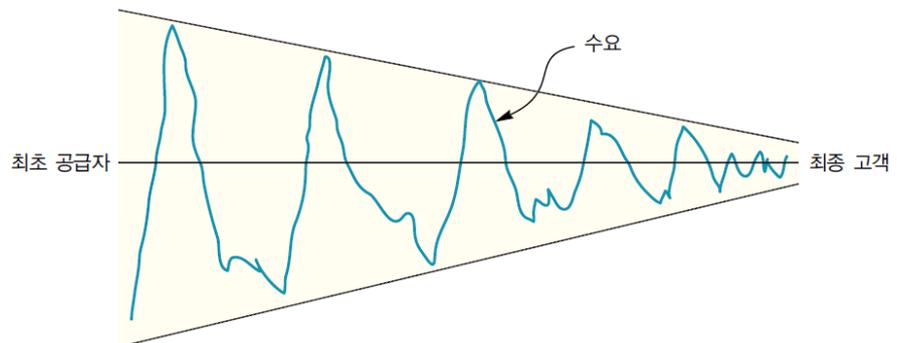
공급사슬관리의 필요성(The Need For Supply Chain Management)



- **채찍효과(Bullwhip Effect):** 공급사슬의 역방향(후방)으로 갈수록 재고변동폭이 점차 커지는 현상

그림 11.3

채찍효과: 공급사슬 끝에 있는 고객에서 시작되어 공급사슬 역방향(후방)으로 이동함에 따라 수요변동폭이 점증적으로 증대되는 현상



- **채찍효과의 원인**
 - 수요의 변동
 - 품질문제, 노동력 수급문제, 이상 기후, 공장 화재 그리고 수송 중 파손 등
 - 공급사슬상의 조직간 의사소통의 지연
 - 조직간 활동들에 대한 조정의 결여

10

공급사슬관리의 필요성(The Need For Supply Chain Management)



■ 채찍효과의 극복

- **공급사슬 참여 기업간 정보 공유**
 - 최종 소비자의 실제 수요 정보를 서로 공유할 수 있으면 공급 사슬 각 단계의 재고 변동성을 완화할 수 있음
 - **공급사슬에 참여하는 각 기업이 사용하는 정보시스템의 연결**: 각 구성원의 판매 부문 data와 생산 부문 data를 서로 공유할 수 있도록 - **기업간 정보시스템(IOIS or IOS; inter-organizational information system)**
- **전략적 버퍼링(strategic buffering)과 니즈(needs)에 기반한 재고 보충**
 - 유통센터에서 소매재고를 소매점 보다 많이 보유: 특정 소매점의 재고는 소매점의 재고 정보와 판매시점(POS; point-of-sale) 정보에 기초하여 필요 시 재고보충 - **공급자재고관리(VMI; vendor-managed inventory)**

11

공급사슬관리의 필요성(The Need For Supply Chain Management)

■ 글로벌 공급사슬(Global Supply Chain)

- **공급사슬의 글로벌화**
 - **제품설계**: 전 세계로부터의 요구사항을 반영
 - **판매**: 전 세계를 대상으로 판매
 - **제조부문**: **저렴한 인건비 또는 자재비용**을 갖는 나라들로 아웃소싱
 - **서비스**: **저렴한 인건비와 높은 교육수준의 근로자**들이 가용한 나라들로 아웃소싱
- **글로벌 공급사슬의 복잡성**
 - 언어와 문화적 차이, 환율 변동, 정치적 환경 변화(내전, 무장 투쟁), 증가하는 수송비용과 리드타임, 공급사슬 파트너간의 신뢰와 협조에 대한 필요성
- **글로벌 공급사슬 성공에 영향을 미치는 요인에 대한 고려**
 - 해당 지역의 (제조 및 서비스 제공) 역량, 재무, 수송능력 및 통신 인프라, 정부, 환경보호문제, 규제 정치적 문제 등 나라마다 다른 요인들을 파악하고 분석
- **정보기술의 발달로 인해 전 세계 운영을 연동시키는 것이 가능 → 정보기술은 글로벌 공급사슬의 운영을 통합시키는 주요한 역할**

12

공급사슬관리의 필요성(The Need For Supply Chain Management)

■ 아웃소싱(outsourcing)

- 기업이 핵심역량에 집중하면서 비용을 감소하려는 동기에 의해 최근 기업들에 의해 각광받는 추세
- 최근 제조 뿐만 아니라 서비스부문의 아웃소싱이 증가되는 추세
- **아웃소싱의 위험**
 - 높은 선적비용, 길어진 리드타임
 - 공급업체의 열악한 작업환경과 관련된 위험
- 고도로 자동화된 작업은 아웃소싱의 이점이 많지 않음
- **인건비 절감을 위해 외국으로 아웃소싱하는 경우 다른 요인들이 인건비 감소의 이점을 상쇄시켜 다시 본국으로 복귀하는 경우가 발생**

13

효과적인 공급사슬관리의 이점(Benefits Of Effective Supply Chain Management)



- 재고회전을 증가(ex; 캠벨수프)
- 비용 감소(ex; HP)
- 재고감소(ex; 삼성전자)
- 생산성 증가
- 민첩성 증가
- 리드타임 감소
- 이익 증가(ex; 월마트)
- 고객 충성도 증가
- 공급사슬관리는 공급사슬상의 개별 조직들과 그들의 기능들을 하나의 응집된 운영시스템으로 통합하는 전략과 방법을 제공

14

공급사슬관리의 구성요소(Elements Of Supply Chain Management)

요소	전형적인 이슈	본서의 장
고객	고객이 원하는 제품 및 서비스 결정	3, 4
수요예측	고객수요량과 시기예측	3
설계	고객, 욕구, 제조가능성, 시장출시 시기를 통합	4
생산용량계획	수요와 공급을 일치시킴	5, 12
처리	품질관리, 작업일정계획	10, 16
재고	재고유지비용을 통제하면서 동시에 수요 요구량을 충족	12, 13, 14, 15
구매	잠재적인 공급자를 평가하고 구매하는 제품이나 서비스에 대해 생산운영부문의 필요를 지원함	11
공급자	공급자의 품질, 적시납품, 유연성을 감시하고 공급자관계를 유지함	11
입지	설비 위치를 결정	8
물류	정보와 자재를 어떻게 최적의 방식으로 이동시킬 것인가를 결정	11

표 11.1
공급사슬관리의 구성요소

15

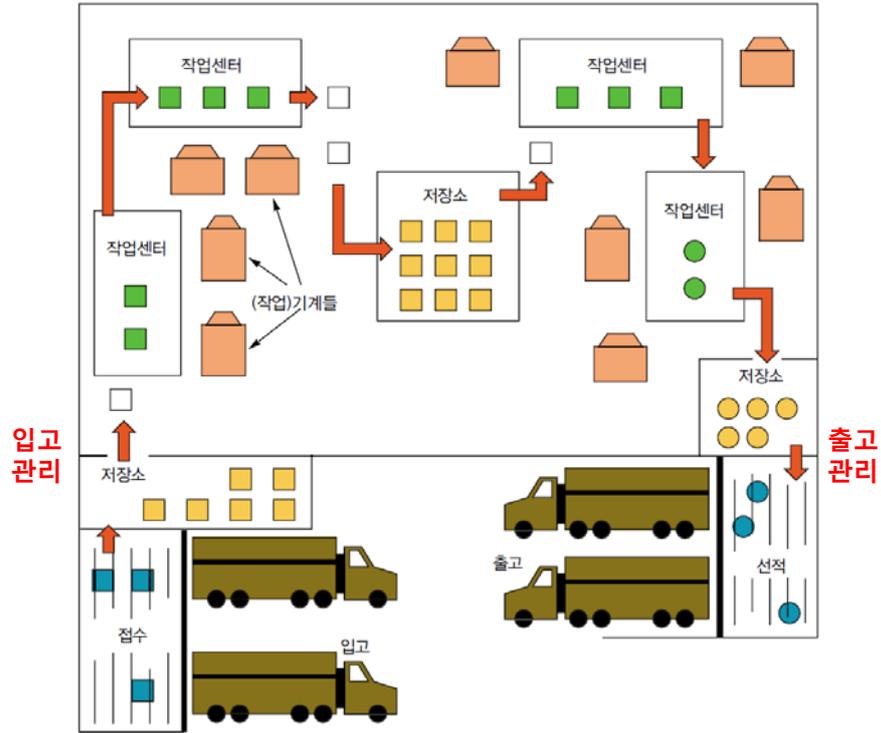
물류(Logistics)

- **물류(Logistics): 공급사슬 내에서 자재, 서비스, 현금 그리고 정보의 이동**
 - **설비 내의 이동**
 1. 입고차량에서 접수구역으로
 2. 접수구역에서 저장소로
 3. 저장소에서 사용 지점으로(예: 작업센터)
 4. 작업센터에서 다음 작업센터 혹은 임시 저장소로
 5. 마지막 작업에서 최종 저장소로
 6. 최종 저장소에서 포장/출하 구역으로
 7. 출하구역에서 출고 차량으로
- **입하 및 출하(Incoming and Outgoing Shipments)**
 - **트래픽관리(Traffic management): 자재나 제품의 입/출하 선적을 감독하는 것** - 다양한 선적 대안, 정부 규제사항들, 수량 및 시기에 대한 조직의 요구사항, 잠재적 선적 지연 혹은 선적 불가 등에 따른 비용을 고려하고 선적방법과 선적 시점에 대한 의사결정 및 일정계획을 취급
 - **선적된 제품이나 자재에 대한 컴퓨터추적(computer tracking): 선적 비용과 일정계획의 최신 정보 뿐만 아니라 선적품의 현재 상황 등을 파악할 수 있게 해줌**

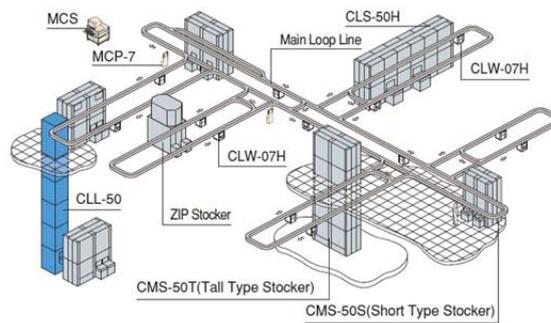
16

물류(Logistics)

그림 11.4
설비 내의 이동



OHT(Overhead Hoist Transport)



Type	Cassette	Box	FOUP
Container image			
Wafer size	150mm(6") 200mm(8")	150mm(6") 200mm(8")	12" (300mm)
Cleanliness	× Exposed	△ Stored in container	○
Cleanliness needed	High	Middle	Low
Cleanroom construction cost	High	Middle	Low

물류(Logistics)

- **유통소요계획(DRP; Distribution Requirements Planning):** 재고관리와 유통계획을 위한 시스템
- **제3자 물류(3-PL; Third-Party Logistics):** 물류관리의 아웃소싱
 - 기업들이 창고저장 업무와 유통부문 업무를 전문업체에게 위탁하는 것
 - 3-PL의 잠재적 이점
 1. 외부 업체가 보유한 전문가의 지식과 발달된 정보시스템 그리고 보다 유리한 선적 효율을 얻어내는 능력을 활용
 2. 3-PL을 활용하는 기업들로 하여금 핵심 사업영역에 전념 가능하게 하는 것
- **역물류(Reverse Logistics):** 반품된 제품을 수송하는 프로세스
 - **게이트키퍼링(Gatekeeping):** 반환되어서는 안될 반품재화를 시스템 진입점에서 검색하는 것 - 반품 비용을 최소화할 목적으로 반환된 재화를 받아들이는 것을 감독
 - **회피(Avoidance):** 반품재화의 최소화 방안을 찾는 것 - 제품설계 및 품질 보증, 수요의 과다 추정을 피하기 위해 판촉 프로그램 동안의 예측치를 감시하는 것을 포함
 - 반품은 어떻게 왜 불량 발생했는지, 품질 혹은 설계불량으로 인한 반품을 줄이기 위해 어디를 개선해야 하는지, 고객이 느끼는 불만족의 원천이 무엇인지 등과 같은 다양하고 가치 있는 정보를 제공하기도 함

19

e-비즈니스(e-Business)

- **e-Business**
 - **기업 거래를 촉진하기 위한 전자(정보)기술(electronic or information technology)의 사용**
 - 개인과 기업 간의 상호작용뿐만 아니라 서로 다른 기업간의 상호작용을 포함
 - 인터넷 구매와 판매, e-mail, 주문 및 출하 추적 그리고 전자자료교환(EDI; electronic data interchange)을 포함
 - E-business의 두 가지 필수적 기능
 1. **Web site:** 고객과 접하는 접점으로 전방(front-end)
 2. **주문 충족(order fulfillment):** 주문처리, 대금 청구, 재고 관리, 창고 저장, 포장, 선적, 배송 등
 - 인터넷을 통한 거래에 있어서 web site를 통한 신속한 주문(전방, front-end) 뿐만 아니라 후방(back-end) 활동인 주문 충족 또한 신속하게 이루어질 수 있도록 해야 함

20

e-비즈니스(e-Business)

표 11.2
e-비즈니스의 이점

기업들과 출판업자들은 전 세계적으로 그 존재를 알릴 수 있게 되었고 고객은 전 세계적으로 상품 혹은 서비스를 선택할 수 있으며, 정보에 좀 더 쉽게 접근 가능하게 되었다.

기업들은 그들의 서비스를 언제나 어느 곳에서든지 접근 가능하게 함으로써 서비스 경쟁력과 품질개선을 이룰 수 있다. 또한 기업들은 고객의 선택과 문의사항들을 전자적으로 관리할 수 있다.

기업들은 웹사이트 방문(hit) 수와 정보요청(request) 수에 기초하여 다양한 제품에 대한 고객의 관심 사항을 분석할 수 있다.

기업들은 고객의 선호사항에 대한 상세 정보를 수집하여 대량고객화(mass customization) 및 개인화된(personalized) 제품을 가능하게 한다. 예컨대, 구매자가 웹에서 PC의 최종 구성 사양을 지정하여 조립 PC를 구매하는 것을 들 수 있다.

공급사슬 반응 시간은 과거보다 짧아졌다. 가장 큰 영향은 출판 및 소프트웨어 유통과 같이 웹에서 직접적으로 제공되는 제품들에서 발견할 수 있다(종이책 대신 다운로드 받는 e-book, 소프트웨어 CD/DVD 대신 인터넷으로 다운로드 받는 소프트웨어).

전통적 소매상 혹은 서비스 제공자와 같은 중간상의 역할은 감소되거나 제거되었다. 이는 탈중개(disintermediation)라고 하며, 이러한 탈중개화는 비용을 줄이고 구매 옵션을 부가시킨다.

거래비용 감소와 관련하여 상당한 비용절감과 상당한 가격 감소가 구현될 수 있다. 웹을 통하여 구매 및 지원을 제공하는 회사들은 상당한 인건비를 감소할 수 있다.

전자상거래(e-commerce)는 웹을 통해서만 유통되는 가상 기업의 출현을 가져왔고, 그로 인해 비용을 감소시키고 있다. 아마존과 기타 인터넷을 통한 판매자(net vendors)들은 소매 점포를 유지할 필요가 없고 많은 경우, 창고 공간도 유지할 필요가 없기 때문에 더욱 저렴한 가격으로 판매할 수 있게 되었다.

기반구조와 마케팅에 투자할 큰 자원이 없는 작은 기업들도 대기업과 당당히 경쟁할 수 있게 되었다.

출처: Reprinted by permission from David Simchi-Levi, Philip Kaminsky, and Edith Simchi-Levi, *Designing and Managing the Supply Chain: Concept, Strategies, and Case Studies* (New York: Irwin/McGraw-Hill, 2000), p. 235

21

효과적인 공급사슬의 생성(Creating an Effective Supply Chain)

- 효과적인 공급사슬을 달성하기 위해서는 **공급사슬과 관련된 모든 측면의 통합이 필요**
- **효과적인 공급사슬의 목표: 공급사슬 파트너(공급사슬을 구성하는 참여 기업들)들이 수행하는 활동들의 계획과 협력을 용이하게 하기 위해 공급사슬 파트너 간에 협업적 관계를 정립하는 것. 이를 위해 필수적으로 아래의 사항들이 요구됨...**
 - 신뢰(trust)
 - 효과적 의사소통(effective communication)
 - 공급사슬 가시성(supply chain visibility)
 - **우발사건관리(event management):** 지연된 선적 혹은 창고에 특정 제품 재고가 적어지는 것과 같은 계획되지 않은 사건을 탐지하고 대응하는 능력
 - 우발사건관리 시스템의 요구조건
 - 시스템감시(monitoring), 특정 사건 발생 시 통보(notifying), 잠정적 해결책의 시뮬레이션(simulating), 공급사슬 파트너의 장기적 성과 측정(performance measuring)
 - 성과척도(performance metrics)

22

효과적인 공급사슬의 생성(Creating an Effective Supply Chain)

- 공급사슬운영참조모형(SCOR(Supply Chain Operations Reference) Model)
 - 미국 Supply-Chain Council에 의해 제시된 공급사슬 운영 참조모형
 - 다양한 산업의 SCM 실행 지침으로서의 역할
 - 고객 수요를 만족시키는데 관여하는 5가지 근본 프로세스(계획(plan), 조달(source), 생산(make), 배송(deliver), 회수(return))를 관리하고 조정하기 위한 공통적인 비전 제시
 - 이 5가지 프로세스의 성과척도, 프로세스 운영 참조 및 실행 지침, 인력 교육 지침으로 SCM을 적용하고 있는 전 세계 기업들의 중요 SCM 실행 지침으로 활용

23

효과적인 공급사슬의 생성(Creating an Effective Supply Chain)



- 공급사슬운영참조모형(SCOR(Supply Chain Operations Reference) Model)
 - 계획(plan): 공급원 결정, 생산, 배송을 위해 필요한 일련의 행동을 결정함으로써 수요와 공급의 균형을 맞추는 프로세스 → 재무계획에 맞춰 공급사슬 계획 수립
 - 조달(source): 물품과 서비스를 구매하여 계획 수요나 실제 수요를 채우는 프로세스 → 공급업체를 선정하고, 방침을 수립하고, 배송일정을 수립하고, 성과를 평가하는 데 중점
 - 생산(make): 수요에 맞춰 여러 부품을 완제품으로 변환하는 프로세스 → 생산 일정을 수립하고, 성과를 측정하고, 재고를 관리하고, 생산 네트워크를 구성하는 데 중점
 - 배송(deliver): 완성된 제품과 서비스를 고객에게 제공하는 프로세스 → 주문 관리, 창고 관리, 운송 관리 등에 초점
 - 회수(return): 갖가지 이유로 발생하는 제품 반환과 관련된 프로세스 → 배송 이후의 고객 지원을 포함하며, 역물류(reverse logistics)와 고객 지원 등에 중점

24

효과적인 공급사슬의 생성(Creating an Effective Supply Chain)

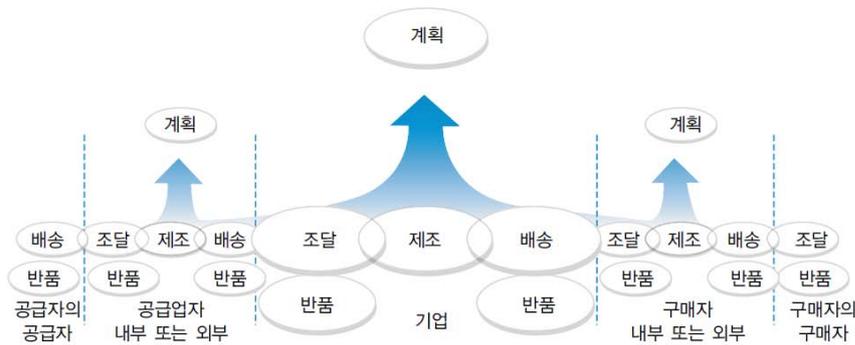


그림 11.5
공급사슬운영참조 모델: 구조와 성과지표

출처: www.supply-chain.org/resources/scor

계획
조달, 생산 = 제조, 배송
반품 = 회수

관점	척도
신뢰성	정시 배송, 주문 충족 리드타임, 총족율(재고로부터 충족된 수요), 완전한 주문 충족
유연성	공급사슬 반응 시간, 생산유연성
비용	공급사슬관리비용, (매출에 대한 비율로서의) 보증비용, 종업원 부가가치
자산	총 재고공급일 수 <u>현금화(cash-to-cash) 주기</u> 순자산회전율(net asset turns)

출처: Based on information made available at www.supply-chain.org by the Supply Chain Council. 25

효과적인 공급사슬의 생성(Creating an Effective Supply Chain)

■ RFID (Radio Frequency Identification) 시스템

- 바코드 및 스마트카드와 유사한 기능을 수행하지만, 원거리에서 인식이 가능하고 충돌방지기능이 있어 동시에 여러 개를 인식할 수 있다는 기술적 장점을 가진 자동인식기술(Automatic Identification)의 하나.
- 판독기에서 나오는 무선신호를 통해 제품에 부착된 태그(tag)를 식별하여 데이터를 호스트로 전송하는 시스템. 따라서 RFID는 기존의 바코드만으로 작업이 이뤄질 수 없는 작업환경에서 유용.
- RFID의 장점
 - 바코드와 달리 접촉하지 않아도 인식 가능
 - 원거리 및 고속 이동 시에도 인식가능
 - 충돌방지기능이 있어 동시에 여러 개 인식 가능
 - Tag의 데이터 변경 및 추가 가능
 - 눈, 안개, 결빙, 도색, 오염 등 환경적 제한상황에서도 인식가능
- RFID의 단점
 - 바코드에 비해 높은 비용
 - 스마트카드에 비해 메모리 용량 낮음

효과적인 공급사슬의 생성(Creating an Effective Supply Chain)

- **협력적 계획, 예측, 보충(CPFR; Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment):** 공급사슬의 거래 파트너들 간의 계획, 예측, 재고 보충에 있어 상호 정보공유에 초점을 둔 공급사슬 기법
 - 공동의 시장계획(market plan)을 개발하기 위해 주요 파트너간의 동의를 구하는 것으로 시작
 - 모든 파트너들이 그 프로세스와 계획을 서로 공유하는데 동의하면서 그 계획은 무엇이 팔릴지 어떻게 판촉 할지 그리고 그것이 팔리게 되는 기간이 포함
 - 파트너는 미리 동의한 요인들 내에서 계획에 대한 변경을 할 수 있도록 허용
 - CPFR 시스템은 판촉시기 정보와 공급사슬로부터 상당한 양의 재고를 효과적으로 제거할 수 있는 공급계약 조건에 대한 주요 정보를 포함
 - CPFR에서는 예측치는 고정시키고 그 예측치가 선적계획으로 변환될 수 있는데 이는 기존의 전형적인 주문처리 과정을 제거

27

효과적인 공급사슬의 생성(Creating an Effective Supply Chain)

- **효과적 공급사슬 생성 절차**
 1. 전략적 목표와 전술 개발
 2. 공급사슬 내부에서 활동을 통합하고 조정
 3. 공급자와 고객과 함께 활동들을 조정
 4. 공급사슬 전체에 걸쳐서 계획 수립과 실행을 조정
 5. 전략적 제휴 형성 가능성을 고려
- **성과달성 목표**
 - 품질
 - 비용
 - 유연성
 - 속도
 - ① 재고흐름속도
 - ② 정보흐름속도
 - 고객서비스

28

효과적인 공급사슬의 생성(Creating an Effective Supply Chain)

■ 공급사슬의 최적화

- 이해관계자와 고객의 가치를 극대화하는 것
- 공급사슬의 모든 구성원들을 완전히 통합하고, 공급사슬 구성원들의 자원을 더욱 협력적으로 균형화시키고 재화, 서비스 및 정보의 흐름을 공급사슬의 시작부분에서 최종 고객까지 최적화함에 의해 달성
- 이를 위해 정보흐름속도를 극대화시키고 반응시간을 최소화시키는 것이 필요

■ 효과적인 공급사슬 생성을 위한 과제들

- 개별 조직 통합에 따른 장벽
- 최고경영자, 이사회, 관리자 및 직원의 동참
- 절충사항(trade-offs)에 대한 처리
 - ① 로트 사이즈-재고 절충 사항
 - ② 재고-수송비용의 절충 → 크로스도킹(Cross-docking)
 - ③ 리드타임-수송비용의 절충
 - ④ 제품 다양성-재고 절충 → 지연차별화(Delayed Differentiation) → 고객향
 - ⑤ 비용-고객 서비스 절충 → 탈중개(Disintermediation) - 중개업자 제거 - 공급사슬 단계 감소
- 소규모기업
- 변동성과 불확실성
- 반응시간

29

구매(Purchasing)

- 구매(Purchasing)부서: 제품을 생산하거나 서비스를 제공하기 위해 필요한 자재, 부품, 보급품 및 서비스를 획득할 책임
 - 구매의 중요성은 구매된 제품 원가 그 이상이며, 제품 및 서비스의 품질과 제품 및 서비스의 인도(delivery) 시기와 같은 중요 요인으로 기업의 운영에 상당한 영향을 미침
- 구매(부서)의 임무: 공급원 파악, 계약 협상, 공급자 데이터베이스 유지, 운영 요구사항을 충족하거나 혹은 그 이상의 제품과 서비스를 시의 적절하게 비용 효율적인 방법으로 획득, 공급자 관리
- 구매(부서)의 역할: 공급자 선정, 계약 협상, 제휴관계 정립, 공급자와 다양한 기능부서 사이에 중간자로서의 역할
- 전통적인 기업간 구매 관계는 앞으로 감소되며, 웹기반(web-based) 경매와 공급자재고관리(VMI; vendor managed inventory)관계로 성장

30

구매(Purchasing)

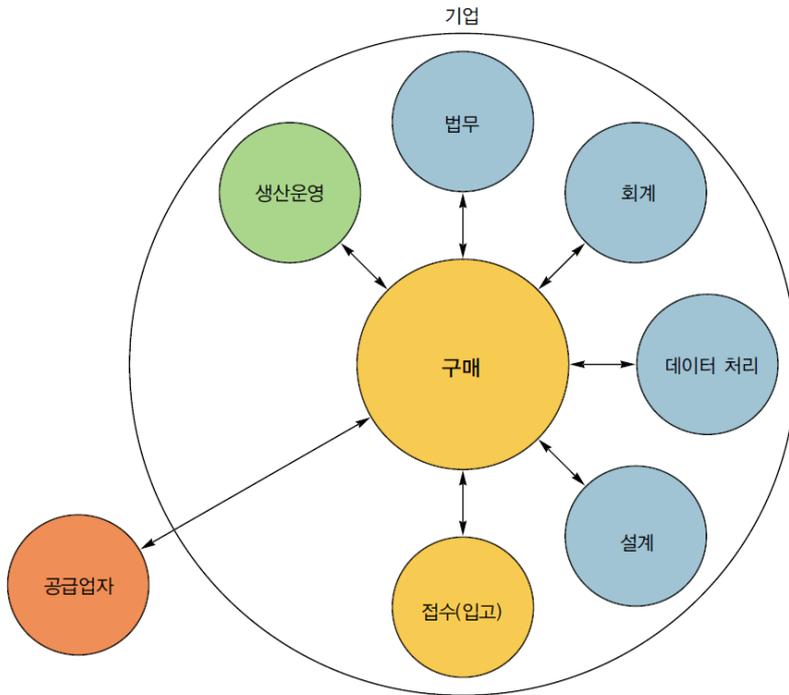


그림 11.6
구매 인터페이스

31

구매(Purchasing)

■ 구매 주기(The Purchasing Cycle)

1. 구매부서가 **구매요청**을 받는다.
2. 공급자를 **선정**
3. 공급자에게 **주문**
4. 주문 **감독**(monitoring orders)
5. 주문제품 **접수**(receiving orders)

■ 중앙집중구매 및 분산구매

- **중앙집중구매(centralized purchasing)**: 기업의 구매 업무가 하나의 특정 부서에 의해 수행
- **분산구매(decentralized purchasing)**: 개별 부서 혹은 별도의 여러 곳에서 각기 구매하는 것

32

구매(Purchasing)

원칙

1. 자신이 속한 기업에 대한 충성
2. 거래관계를 맺고 있는 공급자들에 대한 공정성
3. 자신의 전문성에 대한 확신

구매업무의 실천 기준

1. 비윤리적 내지는 타협적 관행으로 보이는 행위를 피할 것
2. 고용주(자신이 속한 기업)의 적법한 지시사항을 따를 것
3. 고용주(자신이 속한 기업)의 이해와 상충된 개인행동을 하지 말 것
4. 현재 거래관계를 맺고 있는 혹은 잠재적 공급자로부터 선물, 부탁 혹은 서비스를 요구하거나 받는 것을 하지 말 것
5. 고용주 혹은 공급자의 기밀정보를 주의 깊게 취급할 것
6. 자신의 직무 모든 측면에서 정중하고 불편부당하게 행동할 것
7. 공정한 경쟁을 막는 사전 동의 행위를 하지 말 것
8. 구매 관련 법규와 법조문을 이해하고 지킬 것
9. 소규모이며, 형편이 어려운, 소수민족이 소유한 기업에 대해 지원할 것
10. 고용주가 지원하는 사업 외적인 그리고 개인적인 구매에 참여하지 말 것
11. 현재의 지식과 최상의 윤리적 기준을 유지하고 자신의 전문성을 한층 더 제고시킬 것
12. 외국의 법, 관습, 관행에 맞도록 국제적 구매를 행하되 자국의 법과 자신이 속한 기업의 정책 그리고 본 지침들과 일관성을 갖도록 할 것

출처: Reprinted with permission from the publishers, The Institute for Supply Management™, *Principles and Standards of Ethical Supply Management Conduct*, approved January 2002. ISM's Ethical Standards Committee developed these guidelines in order to heighten awareness and acceptance of appropriate conduct. They are intended to be a model set of guidelines and not to supplant any company policies.

표 11.5

구매에 있어 윤리적 행위에 대한 지침

33

공급자 관리(Supplier Management)

- 공급자 선정(Choosing Suppliers)
- 공급자 감사(Supplier Audits)
- 공급자 인증(Supplier Certification)
- 공급자 관계 관리(Supplier Relationships Management)
- 공급자 파트너십(Supplier Partnerships)

34

공급자 관리(Supplier Management)

표 11.6
공급자 선정

요소	전형적 질문
품질과 품질보증	보증공급자는 품질관리 및 품질보증에 대해 어떤 절차를 가지고 있는가? 품질문제와 수정활동은 문서화되어 있는가?
유연성	공급자는 인도 일정, 수량 그리고 제품 또는 서비스 변경을 다루는 데 얼마나 유연한가?
위치	공급자는 가까이 위치하고 있는가?
가격	가격공급자가 제시한 가격이 타당한가? 공급자는 가까이 가격 협상을 하려 하는가? 공급자는 가까이 비용 감소를 위해 협조하려 하는가?
제품 또는 서비스 변경	공급자는 제품 또는 서비스 변경을 위해 사전 통보를 얼마나 많이 요구하나?
평판 및 재무적 안정성	공급자는 재무적으로 얼마나 안정적인가? 공급자의 평판은 어떠한가?
리드타임과 정시 인도	공급자는 어느 정도의 리드타임을 제공할 수 있는가? 공급자는 정시 인도를 위해 어떠한 절차를 갖고 있는가?
기타	공급자가 다른 구매자에게 크게 의존하여 우리보다 그들의 요구에 우선순위를 부여할 위험이 있지 않는가?

35

공급자 관리(Supplier Management)

표 11.7
적으로서의 공급자와
파트너로서의 공급자

파트너와의 관계

관점	적으로서의 공급자	파트너로서의 공급자
공급자 수	많음	하나 혹은 소수
관계 기간	단기	장기
낮은 공급가격	아주 중요한 고려사항	상대적으로 중요도가 덜함
신뢰성	높지 않음	높음
개방성	낮음	높음
품질	신뢰하기 어려움: 구매자가 검사	원천(공급자)에서 검사: 공급자 인증
거래 규모	(다수 공급자에게 구매하므로) 소규모	대규모
유연성	상대적으로 낮음	상대적으로 높음
위치	널리 분산됨	짧은 리드타임과 신속한 서비스를 위해 구매자와 공급자의 근접성이 중요

36

공급자 관리(Supplier Management)

- **선적대안 평가:** 선적비용, 유연성, 속도, 환경관련 이슈 등을 고려
 - 선적 수단: 기차, 트럭, 비행기, 선박 등
 - 각 선적 수단에 대한 비용, 시간, 가용성, 선적할 수 있는 제품의 제한, 환경에 대한 고려사항 등을 비교

$$\text{보유비용 증가분} = \frac{H(d)}{365} \quad (11-1)$$

여기서

H = 선적/배송 제품의 연간 잠재 소득

d = 선적/배송 대안 간의 기간(일) 차이

- 늦은 배송 : 보유비용 증가분 vs 배송비용 감소분
- 빠른 배송 : 보유비용 감소분 vs 배송비용 증가분

37

공급자 관리(Supplier Management)

특정 제품의 보유비용이 연간 \$1,000이고, 하루 만에 배송하는 배송비용이 \$40, 3일 만에 배송하는 배송비용이 다음 a, b와 같을 때 하루 만에 배송하는 대안과 3일 만에 배송하는 대안 중에서 최적 대안을 결정하라.

- a. \$35
- b. \$30

H = 연간 \$1,000

시간 절약 = 하루 만에 배송하는 선적 대안 사용 시 2일 (3일 - 1일)

추가적인 2일에 대한 보유비용 = $\$1,000 \times (2/365) = \5.48

- a. (3일 배송 대안의 배송비가 \$35일 경우) 비용절감액 = $\$5(\$40 - \$35)$. 실제 절감액 \$5가 추가적인 2일에 대한 보유비용(\$5.48)보다 적기 때문에 이 경우 1일 배송 대안을 선택해야 한다.
- b. (3일 배송 대안의 배송비가 \$30일 경우) 비용절감액 = $\$10(\$40 - \$30)$. 실제 절감액 \$10가 추가적인 2일에 대한 보유비용(\$5.48)보다 크기 때문에 이 경우 3일 배송 대안을 선택해야 한다.

예제 1

풀이

38

공급자 관리(Supplier Management)

일간 보유비용 = 1,000\$/년/365일·년 = 2.74\$/일

대안	수송기간	수송비용 (\$)	보유비용(\$)	총비용(\$)
하루	1일	40\$	2.74\$	42.74\$
3일-a	3일	35\$	8.22\$	43.22\$
3일-b	3일	30\$	8.22\$	38.22\$

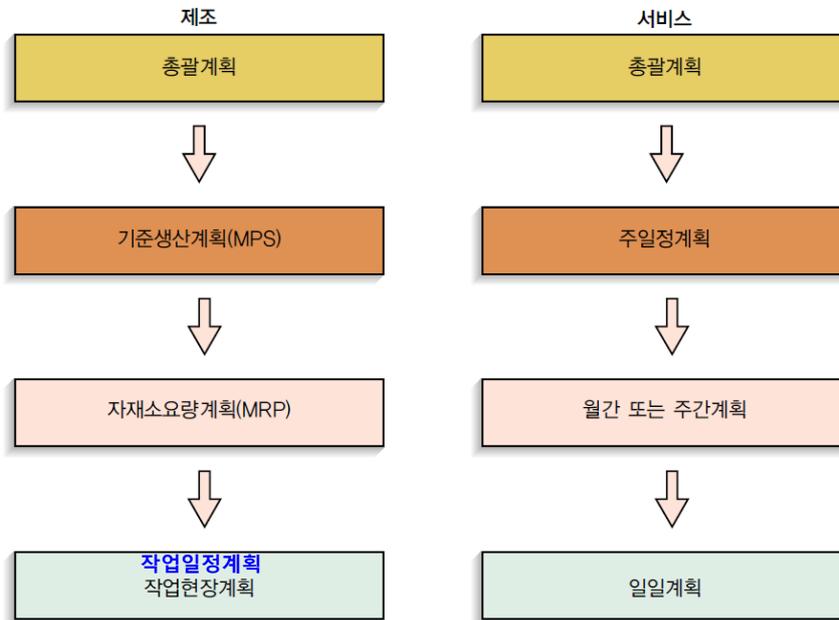
13 (교재 16장) 일정계획

(Scheduling)

01. 생산운영관리 입문	교재 1장, 4장
02. 경쟁력, 전략, 생산성	교재 2장
03. 예측	교재 3장
04. 전략적 생산용량계획	교재 5장
05. 프로세스 선택과 시설배치	교재 6장
06. 작업설계 및 작업측정	교재 7장
07. 입지계획과 분석	교재 8장
08. 총괄계획 및 주일정계획	교재 11장
09. MPR와 ERP	교재 12장
10. 재고관리	교재 13장
11. JIT와 린 운영	교재 14장
12. 공급사슬관리	교재 15장
13. 일정계획	교재 16장

서론(Introduction)

- **일정계획(Scheduling):** 조직에서 설비와 인적자원의 활용 **시점**을 결정하는 것



<일정계획 계층구조>

3

작업일정계획의 수립(Scheduling Operations)

- **대량생산 시스템의 일정계획**
 - 대량생산 시스템: **흐름 작업시스템(Flow system)**이라고도 함
 - 대량생산 시스템의 특징: **고객이나 제품에 대해 동일하거나 매우 유사한 작업을 제공하는 표준화된 설비와 활동**
 - 대량생산 시스템의 목표: **노동과 설비의 가동률**을 높이기 위해 시스템을 지나는 제품 또는 고객의 **흐름을 아주 원활하게** 하는 것
 - 대량생산 시스템에 대한 일정계획을 **흐름공정 일정계획(Flowshop scheduling)**이라고도 함
 - 매우 반복적인 특징 때문에 **작업 부하 결정과 작업 순서 결정이 가장 중요한 의사결정 변수**
 - **라인밸런싱(line balancing)**을 중요시
 - 대량생산 시스템의 성패를 좌우하는 요인
 - 공정과 제품 설계, 예방적 유지보수, 고장 시 신속한 수리, 최적 제품 믹스, 품질 관련 문제의 최소화, 공급의 신뢰성과 타이밍

4

작업일정계획의 수립(Scheduling Operations)

■ 중량생산 시스템의 일정계획: 대량생산 시스템과 소량의 주문 제품을 생산하는 Job-shop의 중간 형태

- 대량생산 시스템처럼 중량생산 시스템도 표준화된 제품을 생산하지만 생산량이 연속생산을 할 만큼 크지 않으므로 **간헐적**으로 생산하는 것이 경제적
- 중량생산 시스템에서의 세 가지 기본 이슈: **1회 생산량(run size)**, **작업시기**, **작업순서의 결정**
- 작업의 **1회 생산량 결정**: **경제적 생산량(EPQ) 모형**

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \sqrt{\frac{p}{p-u}} \quad (16-1)$$

- **작업준비 비용 역시 중요한 고려요소**
- 중량생산 시스템 일정계획의 어려움: **부품이나 제품의 사용이 이론적 모형에서처럼 언제나 **평활하지 않음****

5

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

■ Job-shop과 같은 소량생산 시스템의 특징

- 주문제품
- 다양한 작업 요소와 원재료, 작업시간, 작업 순서와 작업 구성

■ Job-shop 공정의 일정계획에서 두 가지 기본 이슈

- **작업 부하 할당 - where to next?**
- **작업 순서 결정 - what to next?**

■ 작업부하 할당: 작업장에 작업을 할당하는 것

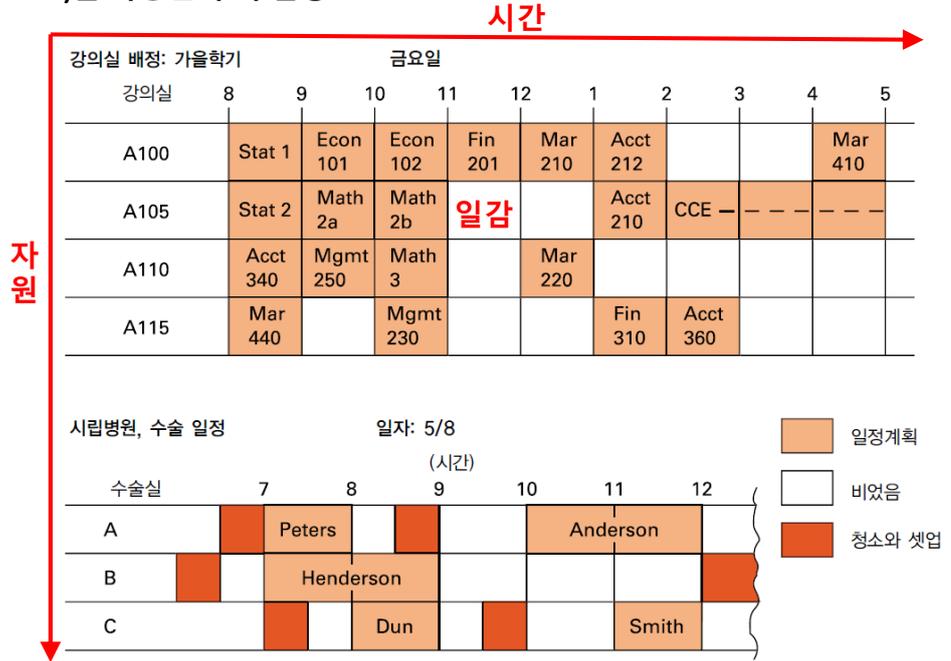
- 작업부하 할당 시 관리자의 목적
 - ① **작업 및 작업준비비용을 최소화**
 - ② **작업장들의 유휴시간을 최소화**
 - ③ **작업 완료시간을 최소화**

6

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

■ 간트 차트(Gantt chart)를 사용한 부하 할당

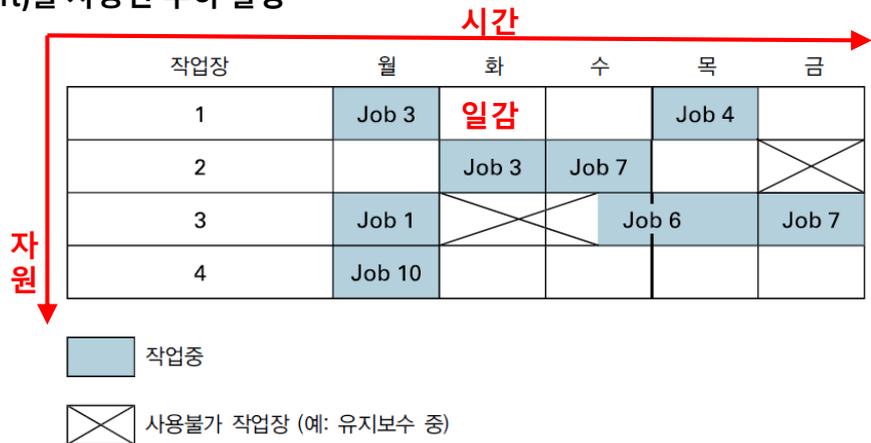
그림 16.1
일정계획 차트 예시



소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

■ 간트 차트(Gantt chart)를 사용한 부하 할당

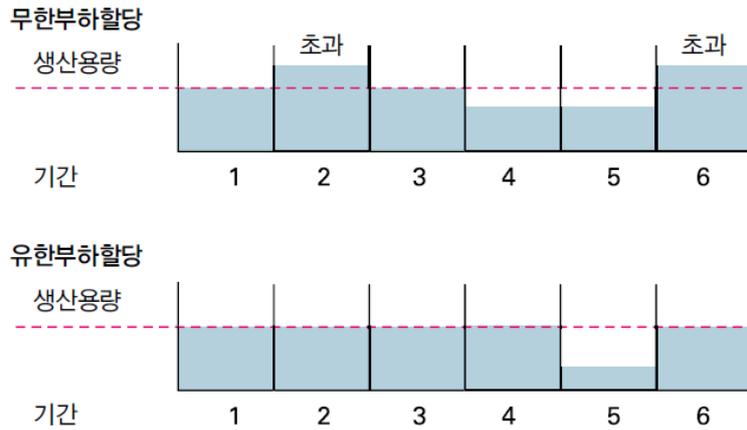
그림 16.2
간트차트 부하도



소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)



- 부하 차트(Load chart): 기계들이나 부서에 대한 할당이나 유휴 시간을 보여주는 간트 차트
 - 무한 부하할당(Infinite loading): 작업자의 생산용량과 상관없이 작업장에 작업이 할당되는 것 → 과부하 작업장에 대한 조치 필요 : 작업 재배치, 하청, 생산용량 증대 등
 - 유한 부하할당(Finite loading): 작업장의 생산용량이나 작업 소요시간을 고려해서 작업장에 작업이 할당되는 것 → 작업장 생산용량 고정



소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- 일정계획을 위한 일반적인 접근법
 - 전진 일정계획(Forward scheduling): 어떤 시점으로부터 앞으로 나가면서 일정계획을 수립
 - 후진 일정계획(Backward scheduling): 납기로부터 시작해서 뒤로 가면서 일정계획을 수립
- 일정계획도(Scheduling chart): 작업의 진척도를 보여주는 간트 차트

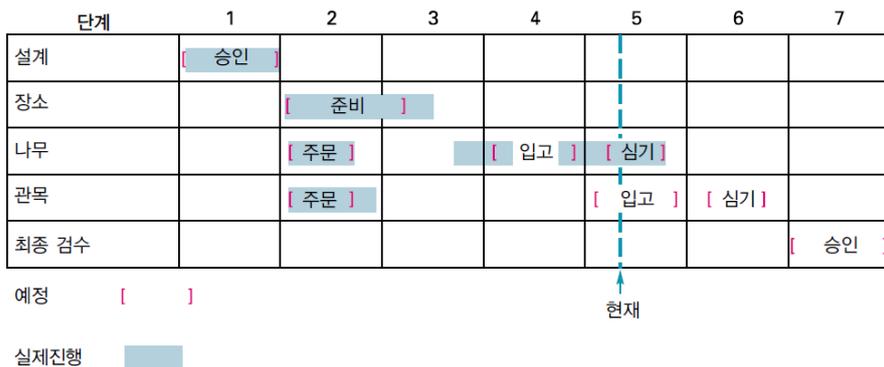


그림 16.3 조경작업의 일정계획도

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- 투입/산출 관리(Input/Output control): 작업장에서 작업 흐름과 대기행렬을 관리
 - 목적: 대기 라인과 대기 시간을 통제하여 들 수 있게끔 작업 흐름을 관리하는 것

		기간					
		1	2	3	4	5	6
투입 Fab In	계획	100	100	90	90	90	90
	실제	120	95	80	88	93	94
	차이	+20	-5	-10	-2	+3	+4
	누적차이	+20	+15	+5	+3	+6	+10
산출 Fab Out	계획	110	110	100	100	100	95
	실제	110	105	95	101	103	96
	차이	0	-5	-5	+1	+3	+1
	누적차이	0	-5	-10	-9	-6	-5
		50+95-105					
미충족분	40*	50	40	25	12	2	0

그림 16.4

각 공정시간상의 투입과 생산을 나타내는 한 작업장의 표본 투입/산출 보고서

주의: Figures represent standard hours of processing time.
*주어진 값

CONWIP 투입정책 : 공장안의 WIP을 일정하게 유지하는 정책

주어진 값 : $40 + 120 - 110$ 이 기간 동안 투입보다 산출이 40 많음
 투입보다 산출이 40 부족한 상태 : $WIP = CONWIP + 40$ 상태

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- 할당모형(Assignment model): 작업이나 자원의 최적 할당을 위한 선형계획 모형
 - 기본 아이디어: 비용, 이익, 효율성, 작업 성과 등의 기준을 사용하여 작업과 자원의 최적 결합을 도출하는 것
- 헝가리법(Hungarian method): 최소 비용을 달성하기 위해 작업과 기계를 1:1로 할당하는 방법

표 16.1
전형적인 할당문제 예시

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	8	6	2	4
	2	6	7	11	10
	3	3	5	7	6
	4	5	10	12	9

특정 작업을 특정 기계에서 수행하는 경우의 비용 행렬

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

■ 헝가리법의 절차

1. 각 행의 각 값에서 그 행의 가장 작은 값을 차감한다. 이것을 **행차감**이라고 하고 새로운 표에 결과를 입력한다.
2. 각 열에 대해서도 위의 1과 같은 것을 한다. 이것을 **열차감**이라고 하는데, 그 결과를 역시 다른 표에 입력한다.
3. **최적할당이 가능한지 조사**한다. 이것은 '0'을 모두 없애버리는 데 필요한 라인의 최소 수를 결정함에 의해 이루어질 수 있다. 여기서 줄의 수가 행의 수와 같다면 최적할당이 가능하다. 그 경우 6단계로 가고 그렇지 않으면 4단계로 간다.
4. 만약 라인의 수가 행의 수보다 작으면, 다음과 같이 표를 수정해야 한다.
 - a. 표에 있는 커버되지 않은 모든 수로부터 최소 커버되지 않은 수를 차감.
 - b. 교차 제거라인들이 만나는 점에 있는 값들에 최소 커버되지 않은 값을 더한다.
 - c. 교차 제거되었지만 라인들의 교차점에 있지 않은 수들은 다음 표로 그대로 넘겨짐.
5. 최적표가 얻어질 때까지 3, 4단계를 **반복**한다.
6. **할당**을 한다. 단 하나의 '0'을 가진 열과 행에서 시작한다. 한 열과 한 행에 하나의 조합이라는 원칙을 가지고 '0'을 갖는 아이템들을 조합한다. 조합 후에 행과 열을 제거한다.

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

표 16.1의 데이터에 대한 작업을 기계에 최적할당하라.

	기계				각 행의 최소비용
	A	B	C	D	
작업 1	8	6	2	4	2
작업 2	6	7	11	10	6
작업 3	3	5	7	6	3
작업 4	5	10	12	9	5

행차감

예제 1

- a. 각 행의 모든 값에서 그 행의 최소값을 차감하고 새 표에 그 결과를 입력한다. 이러한 행차감의 결과는

	기계			
	A	B	C	D
작업 1	6	4	0	2
작업 2	0	1	5	4
작업 3	0	2	4	3
작업 4	0	5	7	4
각 열의 최소비용	0	1	0	2

열차감

풀이

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

b. 각 열에 대해 a와 같은 연산을 한다. 이러한 열차감의 결과는

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	6	3	0	0
	2	0	0	5	2
	3	0	1	4	1
	4	0	4	7	2

c. 모든 '0' 을 지워버리는 데 필요한 라인의 최소수를 결정한다(3개).

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	6	3	0	0
	2	0	0	5	2
	3	0	1	4	1
	4	0	4	7	2

d. 모든 '0' 을 지워버리기 위해 필요한 라인의 수는 3개가 필요하고, 표는 4줄로 구성되어 있으므로 이것은 최적이지 않다. 줄에 의해 커버되지 않은 값들 중 최소값이 '0' 이 아니고 1임을 주지한다.

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

e. 줄에 의해 커버되지 않은 값에서 최소 커버되지 않은 값을 차감하고, 그것을 줄들이 만나는 점에 있는 값에 더한다. 그 결과는 아래와 같다.

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	7	3	0	0
	2	1	0	5	2
	3	0	0	3	0
	4	0	3	6	1

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	6	3	0	0
	2	0	0	5	2
	3	0	1	4	1
	4	0	4	7	2

최소값 : 1

f. 모든 '0' 을 지워버리기 위해 필요한 라인의 최소수를 결정한다. 이제 표에 있는 열의 수와 같기 때문에 최적할당이 가능하다.

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	7	3	0	0
	2	1	0	5	2
	3	0	0	3	0
	4	0	3	6	1

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

g. 할당을 수행한다. 단 하나의 '0' 을 가지는 열과 행에서부터 시작한다. '0' 의 비용을 가지는 기계와 작업을 조합한다.

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	7	3	0	0
	2	1	0	5	2
	3	0	0	3	0
	4	0	3	6	1

할당	비용
1-C	\$ 2
2-B	7
3-D	6
4-A	5
	<u>\$20</u>

		기계			
		A	B	C	D
작업	1	8	6	2	4
	2	6	7	11	10
	3	3	5	7	6
	4	5	10	12	9

17

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)



- **작업순서 결정(Sequencing):** 기계나 작업장에서 작업이 수행되는 순서를 결정
 - **작업장(Workstation):** 작업이 이루어지는 곳
 - **우선순위 규칙(Priority rule):** 작업이 수행되는 규칙을 결정하는데 사용되는 간단한 휴리스틱
 - **작업시간(Job-time):** 한 작업이 작업 준비되고 수행되는데 필요한 시간 - 작업 준비시간과 공정시간을 포함

선착순(FCFS): 작업들은 작업장에 도착하는 순서에 따라 처리됨.

최소 작업시간(SPT): 작업들은 작업장에서의 처리시간에 따라 순서가 정해지는데 짧은 작업이 먼저임.

가장 빠른 납기(EDD): 작업들은 납기에 따라 순서가 정해지는데 납기가 빠른 작업이 먼저임.

임계비율(CR): 남은 작업시간과 납기까지의 남은 시간 비율이 가장 작은 작업이 먼저임.

작업당 여유시간(S/O): 평균 여유시간에 따라 순서가 정해지는데, 여유 시간이 작은 작업이 먼저임.

러시(Rush): 비상 상황이거나 우선 고객이 먼저임.

표 16.2

우선순위 규칙들

18

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- 결정된 작업순서의 효과를 평가하는 척도
 - **작업 흐름시간:** 어떤 작업이 작업장에 **머무르는 시간**으로 작업시간뿐 아니라 대기시간, 작업장 간 운송시간, 기계 고장으로 인한 정지시간, 부품이 없어서 생기는 정지시간, 품질 문제로 인한 정지시간 등을 포함
 - **작업지체:** 고객에게 약속한 **납기보다 지연**될 것으로 예상되는 작업완료 기일
 - **총 소요시간:** 첫 작업에서부터 마지막 작업이 끝날 때까지 소요되는 **총 시간**
 - **평균 작업의 수:** 총 작업흐름시간 / 총 소요시간

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

예제 2



여섯 개의 작업을 위한 작업시간 (작업준비 시간을 포함해서)과 납기가 다음 표에 나타나 있다. 작업들의 순서, 평균 흐름 시간, 평균지연 그리고 작업장에 있는 작업의 평균 수를 다음 각 우선순위 규칙에 대해 결정하라.

- a. 선착순
- b. 최소작업시간
- c. 가장 빠른 납기
- d. 임계비율

작업	작업 시간	납기
A	2	7
B	8	16
C	4	4
D	10	17
E	5	15
F	12	18

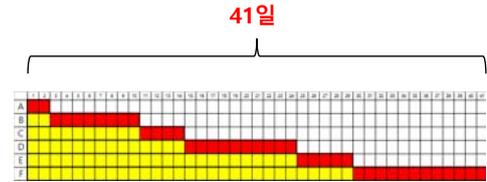
작업은 위 표에 나타난 순서로 도착함.

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- a. 선착순 순서는 단순히 A-B-C-D-E-F. 효과성 척도는 다음과 같다.
- (1) 평균흐름시간: $120/6 = 20$ 일 **Mean Flow Time: 평균적으로 시스템에 머물렀던 시간**
 - (2) 평균지연: $54/6 = 9$ 일
 - (3) 총 작업소요시간은 41일이고 작업장에 있는 평균 작업의 수: $120/41 = 2.93$

Makespan

작업 순서	(1) 작업시간	(2) 총작업 소요시간	(3) 납기	(2)-(3) 납기 지연시간 (음수면 0)
A	2	2	7	0
B	8	10	16	0
C	4	14	4	10
D	10	24	17	7
E	5	29	15	14
F	12	41	18	23
	41	120		54



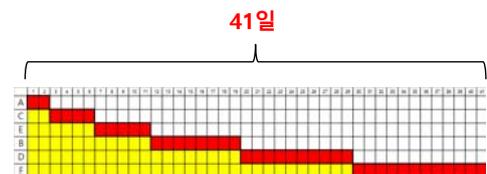
총 작업소요시간 열은 누적 작업시간을 나타내고, 이들을 다 더하고 전체 작업의 수로 나누면 작업장에서 각 작업이 소비하는 평균 시간을 나타낸다. 비슷하게, 총 작업소요시간을 다 더하고 총 작업시간으로 나눔에 의해 작업장에 있는 평균 작업 수를 결정한다.

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- b. 최단 시간규칙을 사용하면 작업 순서는 A-C-E-B-D-F이다. 효과성을 평가하기 위한 척도값은

- (1) 평균흐름시간: $108/6 = 18$ 일
- (2) 평균 지연: $40/6 = 6.67$ 일
- (3) 작업장에 있는 작업의 평균 수: $108/41 = 2.63$

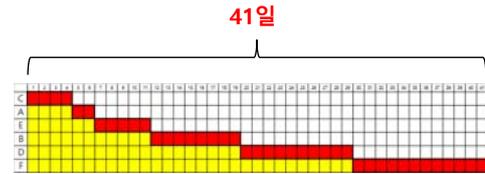
작업 순서	(1) 작업시간	(2) 총작업 소요시간	(3) 납기	(2)-(3) 납기 지연시간 (음수면 0)
A	2	2	7	0
C	4	6	4	2
E	5	11	15	0
B	8	19	16	3
D	10	29	17	2
F	12	41	18	23
	41	108		40



소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- c. 가장 빠른 납기 규칙을 사용하면 작업의 순서는 C-A-E-B-D-F이다. 효과성을 평가하기 위한 척도값은
- (1) 평균 흐름시간: $110/6 = 18.33$ 일
 - (2) 평균 지연: $38/6 = 6.33$ 일
 - (3) 작업장에 있는 작업의 평균 수: $110/41 = 2.68$

작업 순서	(1) 작업시간	(2) 총작업 소요시간	(3) 납기	(2)-(3) 납기 지연시간 (음수면 0)
C	4	4	4	0
A	2	6	7	0
E	5	11	15	0
B	8	19	16	3
D	10	29	17	12
F	12	41	18	23
	41	110		38



소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- d. 임계비율을 사용하면 제 0일 기준

$$\text{임계비율} = \frac{\text{납기까지 남은 시간}}{\text{작업 시간}}$$

작업 순서	작업시간	납기	임계비율 계산
A	2	7	$(7 - 0) / 2 = 3.5$
B	8	16	$(16 - 0) / 8 = 2.0$
C	4	4	$(4 - 0) / 4 = 1.0$ (lowest)
D	10	17	$(17 - 0) / 10 = 1.7$
E	5	15	$(15 - 0) / 5 = 3.0$
F	12	18	$(18 - 0) / 12 = 1.5$

제 4일에 [C 완료], 임계비율은

작업	작업시간	납기	임계비율 계산
A	2	7	$(7 - 4) / 2 = 1.5$
B	8	16	$(16 - 4) / 8 = 1.5$
C	—	—	—
D	10	17	$(17 - 4) / 10 = 1.3$
E	5	15	$(15 - 4) / 5 = 2.2$
F	12	18	$(18 - 4) / 12 = 1.17$ (lowest)

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

제 16일에 [C와 F 완료], 임계비율은

$$\text{임계비율} = \frac{\text{납기까지 남은 시간}}{\text{작업 시간}}$$

작업	작업시간	납기	임계비율 계산
A	2	7	$(7 - 16) / 2 = -4.5$ (lowest)
B	8	16	$(16 - 16) / 8 = 0.0$
C	—	—	—
D	10	17	$(17 - 16) / 10 = 0.1$
E	5	15	$(15 - 16) / 5 = -0.2$
F	—	—	—

제 18일에 [C, F와 A 완료] 임계비율은

작업	작업시간	납기	임계비율 계산
A	—	—	—
B	8	16	$(16 - 18) / 8 = -0.25$
C	—	—	—
D	10	17	$(17 - 18) / 10 = -0.10$
E	5	15	$(15 - 18) / 5 = -0.60$ (lowest)
F	—	—	—

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

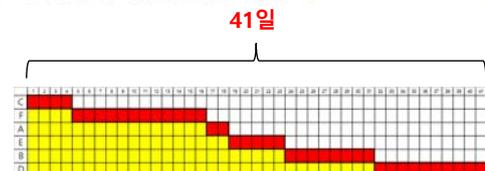
제 23일에 [C, F, A와 E 완료] 임계비율은

$$\text{임계비율} = \frac{\text{납기까지 남은 시간}}{\text{작업 시간}}$$

작업 순서	작업시간	납기	임계비율 계산
A	—	—	—
B	8	16	$(16 - 23) / 8 = -0.875$ (lowest)
C	—	—	—
D	10	17	$(17 - 23) / 10 = -0.60$
E	—	—	—
F	—	—	—

작업 순서	(1) 작업시간	(2) 총 작업 소요시간	(3) 납기	(2)-(3) 납기지연시간
C	4	4	4	0
F	12	16	18	0
A	2	18	7	11
E	5	23	15	8
B	8	31	16	15
D	10	41	17	24
	41	133		58

- (1) 평균 흐름시간: $133/6 = 22.17$ 일
- (2) 평균 지연: $58/6 = 9.67$ 일
- (3) 작업장에 있는 평균 작업 수: $133/41 = 3.24$



소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

표 16.4

예제 2를 위한 4가지 규칙 비교

규칙	평균 소요시간(일)	평균지연 (일)	작업장에 머물러 있는 작업의 평균 수
FCFS	20.00	9.00	2.93
SPT	18.00	6.67	2.63
EDD	18.33	6.33	2.68
CR	22.17	9.67	3.24

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

예제 3



다음 작업들의 일정계획을 수립하기 위해 S/O 규칙을 사용하라. 작업시간은 현재 작업과 하부 작업을 위해 남은 시간을 포함한다. 현재 작업을 포함해서 남은 작업의 숫자에 관한 정보가 다음 표에 나와 있다.

작업	남은 작업시간	납기	남은 공정의 수
A	4	14	3
B	16	32	6
C	8	8	5
D	20	34	2
E	10	30	4
F	18	30	2

작업당 여유시간(S/O) 규칙

풀이

각 작업을 위한 납기와 작업 시간 사이의 차이를 계산하라. 계속해서 남은 작업의 수로 그 차이를 나누어라. 그리고 그들을 오름차순으로 정렬하라. 이것을 다음 표와 같은 결과를 준다.

작업	(1) 남은 작업시간	(2) 납기	(3) (2)-(1) 여유시간	(4) 남은 공정의 수	(5) (3) ÷ (4) 비율	(6) 순위
A	4	14	10	3	3.33	3
B	16	32	16	6	2.67	2
C	8	8	0	5	0	1
D	20	34	14	2	7.00	6
E	10	30	20	4	5.00	4
F	18	30	12	2	6.00	5

작업순서는 C-B-A-E-F-D이다.

2개의 작업장에 대한 작업 순서 결정

6개의 작업이 2대의 기계로 구성되는 작업장에서 처리된다. 첫 번째 작업은 세척이고, 두 번째 작업은 도색이다. 이 작업들의 총 완료시간을 최소화 할 작업 순서를 정하라. 작업 시간은 다음과 같다.

작업	작업시간(시간)	
	작업장1	작업장2
A	5	5
B	4	3
C	8	9
D	2	7
E	6	8
F	12	15

예제 4



2개의 작업장에 대한 작업 순서 결정

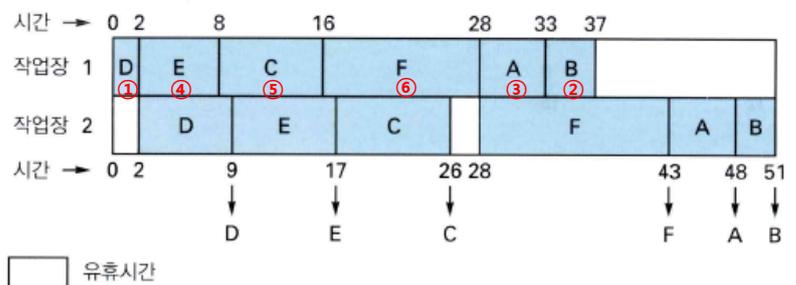
6개의 작업이 2대의 기계로 구성되는 작업장에서 처리된다. 첫 번째 작업은 **세척**이고, 두 번째 작업은 **도색**이다. 이 작업들의 총 완료시간을 최소화 할 작업 순서를 정하라. 작업 시간은 다음과 같다.

작업	작업시간(시간)	
	작업장1	작업장2
A	5	③ 5
B	4	② 3
C	⑤ 8	9
D	① 2	7
E	④ 6	8
F	⑥ 12	15

[할당규칙]

1. 할당되지 않은 작업 중 가장 작은 작업시간 선택
2. 작업장 1에서 선택되었으면 앞 순서에 할당, 작업장 2에서 선택되었으면 뒤 순서에 할당

작업시간과 유힬시간을 결정하기 위해 다음 차트를 그린다.



예제 4



작업순서 종속 작업준비 시간

		준비 시간 (시간)	후속 작업준비 시간(시간)은		
			A	B	C
선행작업인 경우	A	3	—	6	2
	B	2	1	—	4
	C	2	5	3	—

총 작업준비 시간을 최소화하는 작업순서를 찾는 가장 간단한 방법은 모든 가능한 순서를 다 열거해 보고, 각각의 총 작업준비 시간을 조사하는 것이다. 보통 가능한 모든 대안의 수는 $n!$ 로 계산된다. 위의 예에서 n 이 3이므로, $n! = 3 \times 2 \times 1 = 6$ 이 되며 6개의 대안들에 대한 총 작업준비 시간은 다음 표와 같다.

작업순서	시간	총시간
A-B-C	$3 + 6 + 4 = 13$	
A-C-B	$3 + 2 + 3 = 8$	
B-A-C	$2 + 1 + 2 = 5$ (best)	
B-C-A	$2 + 4 + 5 = 11$	
C-A-B	$2 + 5 + 6 = 13$	
C-B-A	$2 + 3 + 1 = 6$	

31

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

- 일정계획이 어려운 이유
 - 작업준비 시간, 작업시간, 장애요인들의 변동성과 작업군의 변화
 - 작업의 수가 많을 경우, 최적의 대안을 찾아내는 것이 불가능

- 일정계획의 어려움을 최소화
 - 일정계획에서 발생하는 문제를 줄이기 위해 관리자들이 취할 수 있는 조치
 - 현실적인 납기 설정
 - **병목작업에 집중**: 먼저 작업 능력 증가를 위해 노력. 그것이 불가능하다면 병목작업을 맨 앞에 배치하고, 그렇지 않는 작업을 병목작업 주위에 배치
 - 큰 작업에 대해 로트(Lot) 분할을 고려 ← 작업들간 소요시간의 차이가 상대적으로 클 경우 적합

32

소량생산 시스템의 일정계획(Scheduling In Low-Volume Systems)

■ 제약조건이론(TOC; The Theory of Constraints)

□ 공정 별 작업량 균형을 달성하기 위한 단계

1. 작업에 제약을 주는 요인이 무엇인지 결정한다 → 병목.
2. 그 제약을 분명하게 한다.
3. 모든 것을 그 제약에 종속시킨다.
4. 제약을 극복할 수 있는 방법을 결정한다.
5. 다음 큰 제약을 위해 이 과정을 반복

■ 제약조건이론에서 개선의 효과를 평가하기 위한 척도

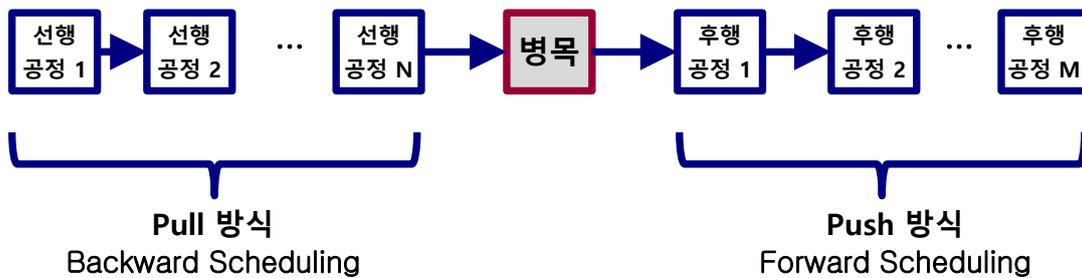
- **매출액 이익률**: 시스템이 매출을 통해 이익을 발생시키는 비율
- **재고**: 재고는 공정에서 제품과 원재료와 관련된 돈(화폐가치)을 나타냄
- **운영비용**: 재고를 이익으로 전환하는데 필요한 모든 비용으로 전기, 수도, 불량, 감가상각 등을 포함

33

제약조건이론(TOC; The Theory of Constraints)

Pull : 병목 앞은 병목 속도 기준으로 당기고

Push : 병목 뒤는 병목 속도 기준으로 밀고



34

서비스에 대한 일정계획수립(Scheduling Services)

- 서비스업에 있어서 제조업에서는 발생하지 않는 문제들
 - 서비스는 저장할 수 없음
 - 고객의 요구가 다양하고 예측하기 어려움 - 예약시스템에 의해 완화
- 서비스 시스템에서의 일정계획
 - 고객, 작업팀, 설비들에 대한 일정계획을 수립하는 것을 포함
 - 고객들에 대한 일정계획 수립은 **약속 시스템이나 예약 시스템의 도입**을 의미
- **약속 시스템(Appointment System)**: 서비스 용량의 가동률을 높이 유지하면서 고객 대기 시간을 최소화하기 위해 고객 도착 시점을 관리하는 것이 목표 (예: 1시~2시 3학년 상담, 2시~3시 4학년 상담)
- **예약 시스템(Reservation System)**: 지나치게 많은 시간을 기다리거나 서비스를 받지 못함으로 인해 발생하는 고객의 실망을 최소화하고, 주어진 시간 동안 시스템에 대한 수요를 상당히 정확하게 예측하기 위해 설계 (예: 1시 ~ 1시 10분 홍길동 학생 상담 예약)
- **수율관리(Yield management)**: 고정된 생산능력에 의해 발생할 수 있는 수익을 최대화하기 위해 수요의 다양한 범주에 대해 그 제한된 서비스 능력을 할당하는 **가격 책정 정책**

35

주기적 일정계획

7일 : 5일 근무 + 2일 휴무

요일	월	화	수	목	금	토	일
필요 스탭수	2	4	3	4	6	5	5

1. 첫 번째 작업자에 대한 가장 낮은 작업소요를 가지는 연속되는 날들이므로 이들을 원으로 묶어라. 동틀이 존재한다면 가장 붙어 있는 날들을 선택하고, 그마저 같으면 임의로 선택하면 된다. 2의 의미 : 해당 작업자는 해당 요일에 휴무 (가장 적게 필요한 날 휴무)

요일	월	화	수	목	금	토	일
필요 스탭수	2	4	3	4	6	5	5
작업자 1	2	4	3	4	6	5	5

2. 원으로 묶인 날들을 빼고 매일의 작업 소요로부터 1을 뺀다. 다음 작업자를 1번과 같은 방식으로 휴식일에 할당하고, 그들을 원으로 묶는다. **작업자 1의 근무가 확정되므로 필요한 인원이 감소됨**

요일	월	화	수	목	금	토	일
필요 스탭수	2	4	3	4	6	5	5
작업자 1	2	4	3	4	6	5	5
작업자 2	2	4	2	3	5	4	4

36

Cyclical Scheduling

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	
Staff Needed	2	4	3	4	6	5	5	근무 일수
Unmet Need	0	0	0	0	0	0	0	
Worker 1	2	4	3	4	6	5	5	5
Worker 2	2	4	2	3	5	4	4	5
Worker 3	1	3	2	3	4	3	3	5
Worker 4	1	3	1	2	3	2	2	5
Worker 5	1	2	0	1	2	1	2	5
Worker 6	0	1	0	1	1	0	1	3
Worker 7	0	1	0	0	0	0	0	1
Coverage	2	4	3	4	6	5	5	

휴무
근무 (1 이상인 경우만)