

# Chapter 15 수요관리 및 예측

## (Demand Management and Forecasting)

- 기업체의 제품이나 service의 미래수요 예측 : art & science

## <1> Introduction

### (1) Forecast의 유형

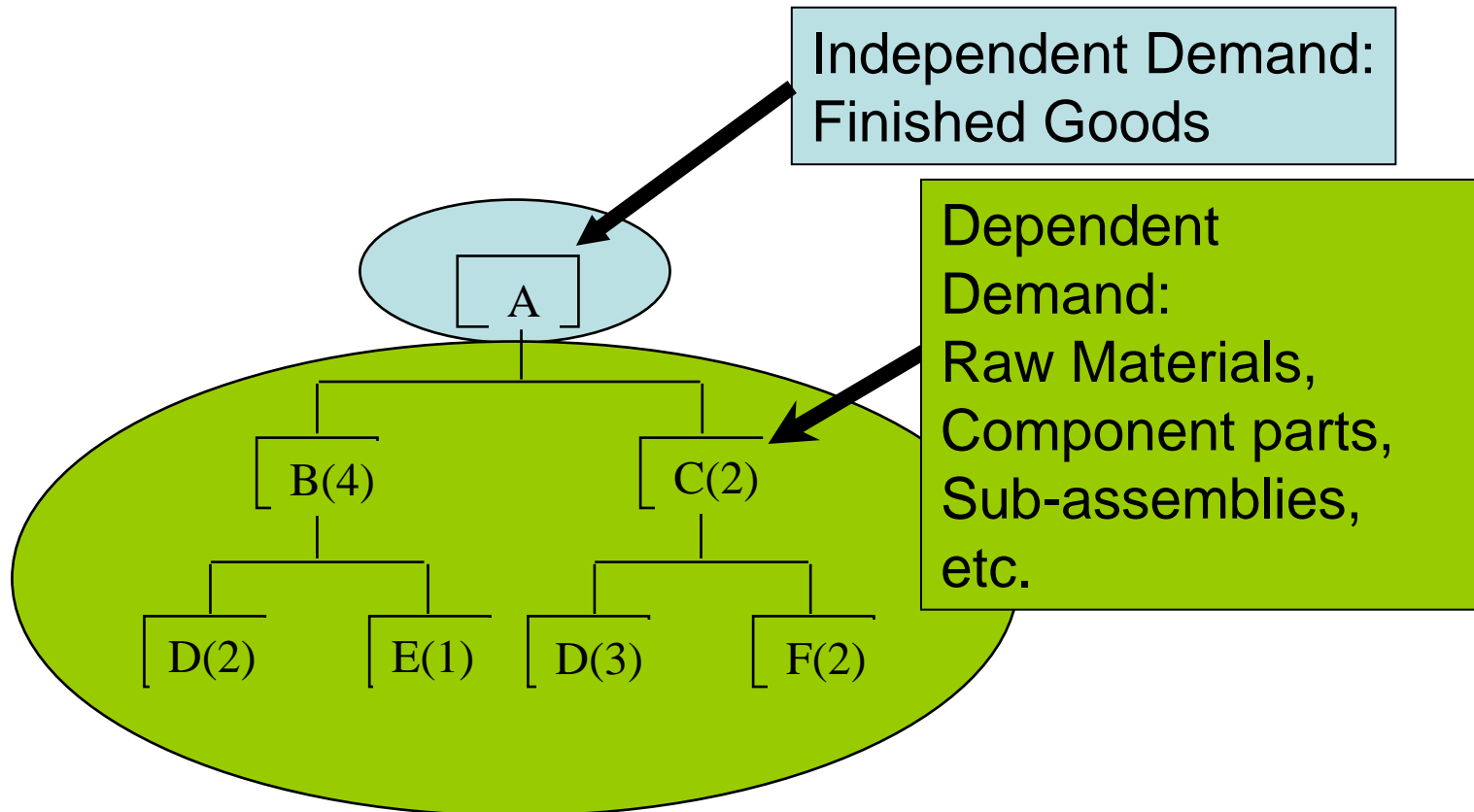
#### ① 예측대상별

- technology forecast
- economic forecast
- demand forecast

#### ② 예측기간별

- 단기(short-range)예측 : daily, weekly forecasts of sales data
- 중기(medium-range)예측 : monthly forecasts of sales data up to 2 years
- 장기(long-range)예측 :strategic planning of products, markets beyond 2 years into future

(2) 독립수요(independent demand)와 종속수요  
(dependent demand) : p.475, p.550



### (3) 수요예측기법의 유형(pp.476-477, (도표 15-1) )

① Qualitative method(pp.479-481)

② Quantitative method

- Time series analysis & projection
  - Moving average(pp.482-485)
  - Exponential smoothing(pp.485-489)
  - Trend analysis(pp.493-496)
  - Decomposition method(pp.496-502)
- Causal relationships(pp.502-504)
- simulation(pp.505-507)

## <2> Qualitative method (Subjective method, Judgmental method)

(1) Sales force compositive method (grass roots)

(2) Market research (Consumer survey)

(3) Panel consensus (Executive opinions)

(4) Historical analogy (Life cycle analogy)

(5) Delphi method

조건 : anonymity, statistical display, feedback of reasoning

# Delphi Method

1. Choose the experts to participate representing a variety of knowledgeable people in different areas
2. Through a questionnaire (or E-mail), obtain forecasts (and any premises or qualifications for the forecasts) from all participants
3. Summarize the results and redistribute them to the participants along with appropriate new questions
4. Summarize again, refining forecasts and conditions, and again develop new questions
5. Repeat Step 4 as necessary and distribute the final results to all participants

표 4-2 초기 델파이 설문지 표본

---

(1a) 서울시내 고등학교 중 적어도 25%는 \_\_\_년까지 하나 또는 그 이상의 멀티미디어 기반 과목을 만들 것이다.

(1b) 위 사항에 대한 답변의 이유는 무엇인가?

(2a) 서울시내 고등학교 중 적어도 \_\_\_%는 2000년까지 하나 또는 그 이상의 멀티미디어 기반 과목을 만들 것이다.

(2b) 위 사항에 대한 답변의 이유는 무엇인가?

(3a) 서울시내 고등학교 중 적어도 80%는 2000년까지 멀티미디어 기반 과목에 필요한 장비를 위해 \$\_\_\_를 지불할 수 있을 것이다.

(3b) 위 사항에 대한 답변의 이유는 무엇인가?

---

### 표 4-3 중간과정의 델파이 설문지

- (1) 이전 회의 답변들에 의하면 서울시내 고등학교 중 적어도 25%가 하나 또는 그 이상의 멀티미디어 기반 과목을 만들게 되는 연도는 2001년 (답변들의 중간값) 이고 거의 모든 답변들이 1997년에서 2006년 사이에 있었다. 당신의 답변은 2002년이었다.
- (1a) 이 결과를 보았을 때, 서울시내 고등학교 중 적어도 25%는 \_\_\_년까지 하나 또는 그 이상의 멀티미디어 기반 과목을 만들 것이다.
- (1b) 당신의 답변이 중간값 (2001년) 과 다르다면 그 이유는 무엇인가?
- (2) 이전 회의 답변들에 의하면 서울시내 고등학교 중 적어도 23% (답변의 중간값)가 2000년까지 하나 또는 그 이상의 멀티미디어 기반 과목을 만들 것이고, 거의 모든 답변들이 20%에서 35% 사이에서 나오 고 있다.
- (2a) 이 결과를 보았을 때, 서울시내 고등학교 중 적어도 \_\_\_%는 2000년까지 하나 또는 그 이상의 멀티미디어 기반 과목을 만들 것이다.
- (2b) 당신의 답변이 중간값 (23%) 과 다르다면 그 이유는 무엇인가?
- (3) 이전 회의 답변들에 의하면 서울시내 고등학교 중 적어도 80%는 2000년까지 하나 또는 그 이상의 멀티 미디어 기반 과목을 만들기 위해 \$10,500 (답변의 중간값) 를 지불할 수 있을 것이고, 거의 모든 답변들이 \$8,200에서 \$13,600 사이에서 나오고 있다.
- (3a) 이 결과를 보았을 때, 서울시내 고등학교 중 적어도 80%는 2000년까지 하나 또는 그 이상의 멀티미디어 기반 과목을 만들기 위해 \$\_\_\_를 지불할 수 있을 것이다.
- (3b) 당신의 답변이 중간값 (\$10,500) 과 다르다면 그 이유는 무엇인가?



## <3> 계량적모형과 수요 data에 관한 가정

### (1) Data = Pattern + Randomness

- Pattern : functional relationship generating the system
- Randomness : parts of the system's behavior that cannot be explained through the causal & time series relationship

## (2) 시계열의 구성요소 (pp.477-479)

- ① Horizontal pattern : Data values fluctuate around a constant mean
- ② Seasonal pattern : A series is influenced by seasonal factor (periodic oscillation)
- ③ Cyclical pattern : Data are influenced by long term economic fluctuation
- ④ Trend pattern (도표 15-3) : There is a long term increase or decrease in the data
- ⑤ Irregular (=Random) Component

(cf) average demand for a period of time,  
autocorrelation

### (3) 시계열의 결합형태 (도표 15-13)

- ① Additive model
- ② Multiplicative model

## <4> Moving Average

$F_t$  = forecasted demand for period t

N = Number of time periods to be averaged

$A_{t-1}$  = actual demand in period t

### (1) Simple MA (pp.482-484)

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-N}}{N}$$

: N-period simple MA

where N = smoothing effect (이동평균기간)

- N이 클수록 Smoothing(평활화) 및 Lagging(지연도)가 크다. (도표 15-5)

## (2) Weighted Moving Average (pp.484–485)

While the moving average formula implies an equal weight being placed on each value that is being averaged, the weighted moving average permits an unequal weighting on prior time periods

The formula for the moving average is:

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + w_3 A_{t-3} + \dots + w_n A_{t-n}$$

$w_t$  = weight given to time period “t”  
occurrence (weights must add to one)

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

## <5> Exponential Smoothing (Exponentially weighted MA)

### (1) Simple ES

$$F_t = F_{t-1} + \alpha [A_{t-1} - F_{t-1}]$$

where  $\alpha$  = smoothing constant ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )

$$F_t = \alpha A_{t-1} + (1-\alpha) F_{t-1}$$

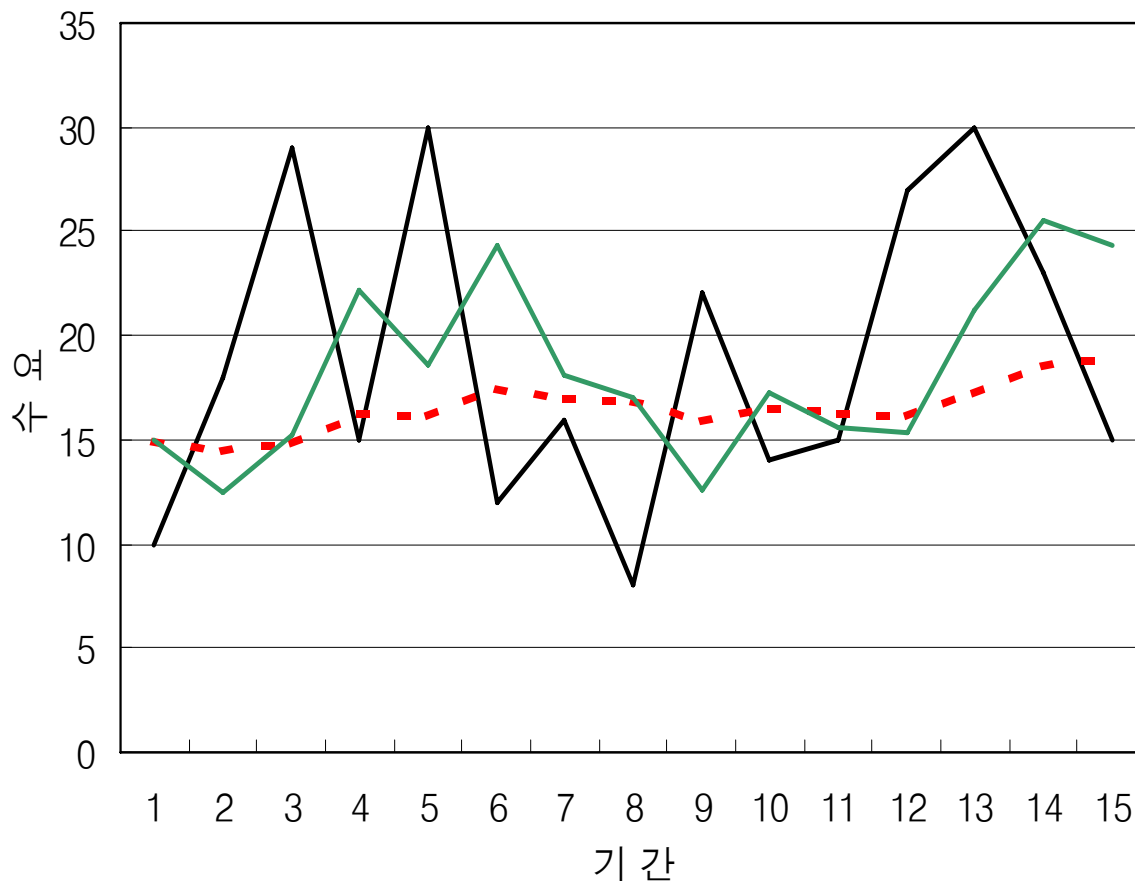
- $\alpha \rightarrow 0$  일수록 Smoothing(평활화) 및 Lagging(지연도)가 크다.
- $F_t$  is a weighted average of all past observation

$$F_t = \alpha A_{t-1} + \alpha(1-\alpha)A_{t-2} + \alpha(1-\alpha)^2 A_{t-3} + \dots + \alpha(1-\alpha)^{t-2} A_1 + (1-\alpha)^{t-1} F_1$$

- issue : 초기 예측치의 결정  
     $\alpha$  결정

# ■ $\alpha=0.1$ 과 $\alpha=0.5$ 에 의한 지수평활예측치

기간	실제치( $A_t$ )	지수평활법에 의한 예측치	
		$\alpha=0.1$	$\alpha=0.5$
1	10	15.00	15.00
2	18	14.50	12.50
3	29	14.85	15.25
4	15	16.27	22.13
5	30	16.14	18.57
6	12	17.53	24.29
7	16	16.98	18.15
8	8	16.88	17.08
9	22	15.99	12.54
10	14	16.59	17.27
11	15	16.33	15.64
12	27	16.20	15.32
13	30	17.28	21.16
14	23	18.55	25.58
15	15	18.99	24.29



\* 최초의 예측치  $F_1$ 은 15로 하였음.

## (2) Trend adjusted ES

$$FIT_t = F_t + T_t$$

$$F_t = FIT_{t-1} + \alpha[A_{t-1} - FIT_{t-1}]$$

$$T_t = T_{t-1} + \delta[F_t - FIT_{t-1}]$$

where  $FIT_t$  = The forecast including trend for period t

$F_t$  = The exponentially smoothed forecast for period t

$T_t$  = The exponentially smoothed trend for period t

$\alpha, \delta$  = smoothing constant ( $0 \leq \alpha, \delta \leq 1$ )



<6> Trend Analysis : 시계열을 잘 관통하는 추세선을 구한 후 그 추세선 상에서 미래수요를 예측

- 직선추세선 : Simple Linear Regression에서 독립변수를 시간  $t$  로

Let  $Y_t$  = actual demand for period  $t$

$\widehat{Y}_t$  = forecasted demand for period  $t$

Then, Given data :  $(t, Y_t) \rightarrow \widehat{Y}_t = a + bt$

(p.494 식 15.10, 15.11)

(ex) p493 예제 15-2

(p.495 도표 15-11, 도표 15-12)

## <7> Decomposition of Time series (pp.496–502)

- seasonal index : the ratio that relates a recurring seasonal variation to the corresponding trend value at that given time (pp.497–500)

(step 1) Obtain historical data, and plot it to confirm the type of relationship

(step 2) Develop a seasonal index

(step 3) Develop a trend equation (Deseasonalized data 사용)

(step 4) Project the trend into future

(step 5) Multiply the trend values by the seasonal index

(ex) pp.500–502, (도표 12.18)

## <8> Causal Relationship forecasting (pp.502-504)

$$\widehat{Y}_t = a + b X_t$$

(참고) 독립변수는 leading indicator이면 좋다

(ex) pp.500-502, (예제 15-5)

- Correlation coefficient (r): 변수 X, Y의 관계가 linear 라는  
가정이 얼마나 true 인가
- Coefficient of determination( $r^2$ ): 종속변수 Y의 총변동중 독립변수 X에 의해 설명되는 변동의 비율

## <9> 예측오차의 측정과 통제 (pp.489-492)

### (1) 예측오차의 측정

• forecast error =  $A_t - F_t$

① mean error(ME, 평균오차) :  $ME = \sum_{t=1}^n (A_t - F_t) / n$

② mean squared error(MSE, 평균자승오차) :  $MSE = \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2 / n$

③ mean absolute deviation(MAD, 평균절대오차) :  $MAD = \sum_{t=1}^n |A_t - F_t| / n$

만일 예측오차가 0을 평균으로 한 정규분포를 이루면,  $1\sigma = \sqrt{\frac{\pi}{2}} MAD \cong 1.25MAD$

$$1MAD \cong 0.8\sigma$$

④ mean absolute percent error(MAPE, 평균절대비율오차) :  $MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n} \times 100\%$

(참고)  $MAD_t = MAD_{t-1} + \alpha\{|A_{t-1} - F_{t-1}| - MAD_{t-1}\}$

## ■ ME, MSE, MAD 및 MAPE의 계산

기간 $t$	실제수요 $A_t$	예측치 $F_t$	예측오차 $A_t - F_t$	절대편차 $ A_t - F_t $	자승오차 $(A_t - F_t)^2$	절대비율오차 $( A_t - F_t  / A_t) \times 100\%$
1	53	54	-1	1	1	1.89
2	59	55	4	4	16	6.78
3	64	56	8	8	64	12.50
4	48	58	-10	10	100	20.83
5	55	50	5	5	25	9.09
6	52	55	-3	3	9	5.77
7	55	52	3	3	9	5.45
8	44	48	-4	4	16	9.09
계			2	38	240	71.40
ME=2/8=0.25				MAD=38/8=4.75		
MSE=240/8=30				MAPE=71.4(%) / 8=8.93%		

## (2) 예측오차의 통제 : TS

- ① Tracking Signal(TS, 추적지표) : bias의 상대적 크기를 나타내는 지표

$$TS = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t| / n} = \frac{RSFE}{MAD}$$

- Action limit for TS =  $\pm 4$  : When TS goes beyond this range, corrective action may be required