**계량형 데이터와 관리도**

# 1.1 계량형 데이터의 정의

계량형 데이터(Quantitative Data)는 연속적인 수치로 표현되는 데이터를 말합니다. 예를 들어, 제품의 길이, 무게, 온도, 시간 등과 같이 특정 범위 내에서 무한히 많은 값을 가질 수 있는 데이터를 의미합니다.

# 1.2 계량형 관리도 종류

## 1.2.1 X̅-R 관리도 (X-bar R Chart)

X̅-R 관리도는 소규모 샘플 그룹(일반적으로 n ≤ 10)의 평균과 범위를 모니터링하는 데 사용됩니다.

### 수식:

X̅ (X-bar): 샘플 그룹의 평균값.  
 X̅ = ΣXᵢ / n  
R (Range): 각 샘플 그룹 내의 범위 (최대값 - 최소값).  
 R = Xₘₐₓ - Xₘᵢₙ

### 구성 요소:

중심선 (CL): 전체 샘플 평균 X̅와 전체 샘플 범위의 평균 R̅로 구성.  
상한선 (UCL): UCL = X̅ + A₂ \* R̅ 및 UCL\_R = D₄ \* R̅  
하한선 (LCL): LCL = X̅ - A₂ \* R̅ 및 LCL\_R = D₃ \* R̅

### 사례:

예를 들어, 공장에서 생산된 부품의 길이를 하루에 5개씩 샘플링하여 X̅-R 관리도를 작성할 수 있습니다. 각 샘플의 평균 길이(X̅)와 길이 범위(R)를 계산하여 공정이 통제된 상태에 있는지 모니터링합니다.

## 1.2.2 X̅-S 관리도 (X-bar S Chart)

X̅-S 관리도는 샘플 크기가 큰 경우(일반적으로 n > 10) 사용됩니다. X̅-R 관리도보다 더 정밀하게 변동성을 추적할 수 있습니다.

### 수식:

X̅ (X-bar): 샘플 그룹의 평균값.  
 X̅ = ΣXᵢ / n  
S (Standard Deviation): 샘플 그룹 내의 표준 편차.  
 S = sqrt(Σ(Xᵢ - X̅)² / (n-1))

### 구성 요소:

중심선 (CL): 전체 샘플 평균 X̅와 전체 샘플 표준 편차의 평균 S̅로 구성.  
상한선 (UCL): UCL = X̅ + A₃ \* S̅ 및 UCL\_S = B₄ \* S̅  
하한선 (LCL): LCL = X̅ - A₃ \* S̅ 및 LCL\_S = B₃ \* S̅

### 사례:

제품의 무게를 측정하여 X̅-S 관리도를 작성할 수 있습니다. 대량의 샘플에서 각 샘플 그룹의 평균 무게(X̅)와 표준 편차(S)를 계산하여 공정의 일관성을 평가합니다.

## 1.2.3 I-MR 관리도 (Individual-Moving Range Chart)

I-MR 관리도는 개별 측정값과 연속된 두 측정값 간의 차이를 모니터링합니다. 주로 소량의 데이터 또는 개별 측정이 필요한 상황에서 사용됩니다.

### 수식:

I (Individual): 개별 데이터 값.  
MR (Moving Range): 연속된 두 데이터의 차이의 절대값.  
 MR = |Xᵢ - Xᵢ₋₁|

### 구성 요소:

중심선 (CL): 개별 데이터의 평균 X̅와 이동 범위의 평균 MR̅.  
상한선 (UCL): UCL\_I = X̅ + 3 \* (MR̅ / d₂) 및 UCL\_MR = D₄ \* MR̅  
하한선 (LCL): LCL\_I = X̅ - 3 \* (MR̅ / d₂) 및 LCL\_MR = D₃ \* MR̅

### 사례:

예를 들어, 공정의 온도를 매일 기록하고 I-MR 관리도를 작성하여 일별 변동성을 평가할 수 있습니다. 이는 온도가 지속적으로 변동하는지 또는 특정 이상이 있는지를 파악하는 데 유용합니다.

**계수형 데이터와 관리도**

# 2.1 계수형 데이터의 정의

계수형 데이터(Attribute Data)는 불량품의 개수, 결점의 수 등과 같이 정수로 표현되는 데이터를 말합니다. 예를 들어, 하루 동안 발생한 불량품의 개수, 제품의 결함 수 등을 계수형 데이터로 볼 수 있습니다.

# 2.2 계수형 관리도 종류

## 2.2.1 NP 관리도 (Number of Defectives Chart)

NP 관리도는 일정한 크기의 샘플에서 불량품의 개수를 모니터링하는 데 사용됩니다.

### 수식:

NP (Number of Defectives): 샘플 내 불량품의 개수.  
 NP = n \* p̅  
 여기서 p̅는 전체 샘플에서의 평균 불량률입니다.

### 구성 요소:

중심선 (CL): p̅  
상한선 (UCL): UCL\_NP = p̅ + 3 \* sqrt(n \* p̅ \* (1 - p̅))  
하한선 (LCL): LCL\_NP = p̅ - 3 \* sqrt(n \* p̅ \* (1 - p̅))

### 사례:

하루에 100개씩 샘플링하여 불량품의 개수를 기록하는 경우, NP 관리도를 사용해 불량품 개수의 변동을 모니터링할 수 있습니다.

## 2.2.2 P 관리도 (Proportion Defective Chart)

P 관리도는 샘플 크기가 일정하지 않을 때 불량률(비율)을 모니터링하는 데 사용됩니다.

### 수식:

P (Proportion Defective): 불량품 비율.  
 P = 불량품 수 / 샘플 크기

### 구성 요소:

중심선 (CL): p̅  
상한선 (UCL): UCL\_P = p̅ + 3 \* sqrt((p̅ \* (1 - p̅)) / n)  
하한선 (LCL): LCL\_P = p̅ - 3 \* sqrt((p̅ \* (1 - p̅)) / n)

### 사례:

매일 다른 수의 제품을 검사하고 불량률을 기록하는 경우, P 관리도를 사용해 불량률의 변동성을 모니터링할 수 있습니다.

## 2.2.3 Laney P' 관리도

Laney P' 관리도는 P 관리도의 변형으로, 데이터가 비정상적으로 분포되었거나 과도하게 변동성이 있는 경우에 사용됩니다.

### 수식:

P' (Adjusted Proportion Defective): 불량률을 조정하여 과도한 변동성을 반영합니다.

### 구성 요소:

중심선 (CL): p̅  
상한선 (UCL): UCL\_P'은 변동성이 조정된 상한선.  
하한선 (LCL): LCL\_P'은 변동성이 조정된 하한선.

### 사례:

데이터가 과도한 변동성을 보여 기존의 P 관리도를 적용하기 어려운 경우, Laney P' 관리도를 사용해 데이터의 변동성을 보다 현실적으로 반영할 수 있습니다.

# 2.3 계수형(결점 데이터) 관리도

## 2.3.1 C 관리도 (Count of Defects Chart)

C 관리도는 일정한 샘플 크기에서 발생한 결점의 수를 모니터링합니다.

### 수식:

C (Count of Defects): 결점의 개수.  
 C = ΣXᵢ  
 여기서 Xᵢ는 각 샘플에서의 결점 수입니다.

### 구성 요소:

중심선 (CL): C̅ = ΣC / k, 여기서 k는 샘플의 수입니다.  
상한선 (UCL): UCL\_C = C̅ + 3 \* sqrt(C̅)  
하한선 (LCL): LCL\_C = C̅ - 3 \* sqrt(C̅)

### 사례:

제조 공정에서 발생하는 결점의 수를 하루에 100개씩 샘플링하여 모니터링하는 경우, C 관리도를 사용해 결점 수의 변동성을 평가할 수 있습니다.

## 2.3.2 U 관리도 (Defects per Unit Chart)

U 관리도는 샘플 크기가 일정하지 않을 때 결점률(비율)을 모니터링합니다.

### 수식:

U (Defects per Unit): 결점 비율.  
 U = ΣXᵢ / n  
 여기서 n은 샘플의 크기입니다.

### 구성 요소:

중심선 (CL): U̅ = ΣUᵢ / k  
상한선 (UCL): UCL\_U = U̅ + 3 \* sqrt(U̅ / n)  
하한선 (LCL): LCL\_U = U̅ - 3 \* sqrt(U̅ / n)

### 사례:

하루에 다른 크기의 제품을 검사하고 발생한 결점의 비율을 기록하는 경우, U 관리도를 사용해 결점 비율의 변동성을 모니터링할 수 있습니다.

## 2.3.3 Laney U' 관리도

Laney U' 관리도는 U 관리도의 변형으로, 과도하게 변동성이 있는 결점 데이터에 대해 적용합니다.

### 수식:

U' (Adjusted Defects per Unit): 결점률을 조정하여 변동성을 반영합니다.

### 구성 요소:

중심선 (CL): U̅  
상한선 (UCL): UCL\_U'은 조정된 상한선.  
하한선 (LCL): LCL\_U'은 조정된 하한선.

### 사례:

결점 데이터가 과도한 변동성을 보이는 경우, Laney U' 관리도를 통해 현실적인 공정 변동성을 평가할 수 있습니다.

# 결론:

관리도를 선택할 때는 데이터를 계량형과 계수형으로 구분하여 적합한 차트를 사용해야 합니다.

- 계량형 데이터는 연속적인 수치로, X̅-R, X̅-S, I-MR 관리도를 사용하여 공정 변동성을 모니터링합니다.  
- 계수형 데이터는 정수로 표현되며, 불량 데이터와 결점 데이터로 나눌 수 있습니다. 불량 데이터는 NP, P, Laney P' 관리도를, 결점 데이터는 C, U, Laney U' 관리도를 사용합니다.

이러한 관리도를 활용하면 공정의 안정성을 효과적으로 모니터링하고, 문제 발생 시 빠르게 대응할 수 있습니다.