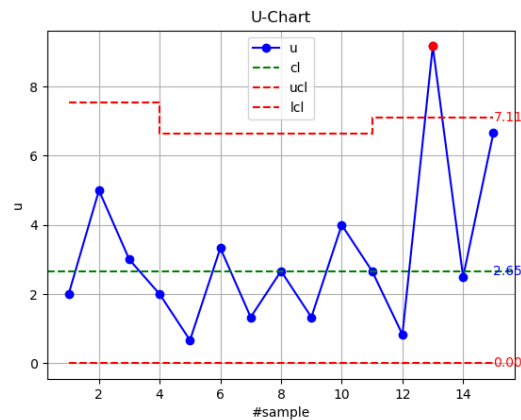
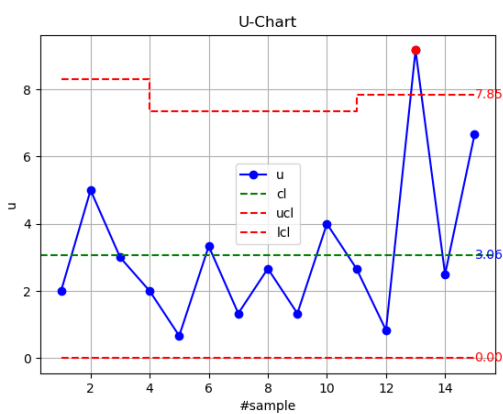


1. A 회사의 표면처리 공정에서 부적합수 데이터를 나타낸 자료이다. (단위 1000m²) 적절한 관리도를 작성하고 공정상태를 판단하라.

군 번호	시료크기	부적합수	UCL	LCL
1 2 3 4	1.0 1.0 1.0 1.0	2 5 3 2	$CL + 3\sqrt{CL/1.0}$ = 8.3023	$\max(CL - 3\sqrt{CL/1.0}, 0)$ = 0
5 6 7 8 9 10 11	1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	1 5 2 4 2 6 4	$CL + 3\sqrt{CL/1.5}$ = 7.3398	= 0
12 13 14 15	1.2 1.2 1.2 1.2	1 11 3 8	$CL + 3\sqrt{CL/1.2}$ = 7.8453	= 0

시료크기가 다르므로 u 관리도를 사용한다.

$$CL = \sum(xi)/\sum(ai) = 59/19.3 = 3.057$$



좌측 관리도에서 보는 바와 같이 부분군 13 에서 관리이탈상태이다. 부분군 13 의 이상원인을 찾고 조치를 취한 후 부분군 13 을 제거한 다음 관리한계를 재계산하면 우측 관리도와 같다.

2. 품질특성치는 정규분포를 따르고 공정이 안정상태에서 평균은 μ 이고 표준편차는 σ 이다. 공정이 안정상태인데 불안정상태라고 판단할 확률이 0.025 가 되도록 \bar{X} 관리도의 관리한계를 정하라.

$$UCL = \mu_0 + L * \sigma / \sqrt{n} \text{ 이므로,}$$

$$P(\bar{x} > \mu_0 + L * \sigma / \sqrt{n} \mid \mu_0) = 0.0125 \text{ 가 되는 } L \text{ 을 역산한다.}$$

$$\text{즉, } P(Z > L) = 0.0125 \text{ 이므로}$$

$$L = 2.2414$$

3. $n = 4$ 의 $\bar{x} - R$ 관리도에서 $\bar{\bar{x}} = 18.5$, $\bar{R} = 3.09$ 로 관리상태이다. 지금 공정평균이 15.49로 변했다고 하면 다음 표본에서 3 시그마 관리한계를 벗어날 확률은 얼마인가?

$$n=4 \text{ 일 때, } d_2 = 2.059, A_2 = 0.729$$

$$\sigma_{\text{hat}} = 3.09/d_2 = 1.5$$

$$UCL = 18.5 + A_2 * 3.09 = 20.75$$

$$LCL = 18.5 - A_2 * 3.09 = 16.25$$

$$1 - \beta = P(X_{\text{bar}} > UCL \mid \mu=15.49) + P(X_{\text{bar}} < LCL \mid \mu=15.49)$$

$$= P(Z > (20.75 - 15.49)/1.5) + P(Z < (16.25 - 15.49)/1.5)$$

$$= P(Z > 3.5) + P(Z < 0.5)$$

$$= 0.6917$$

4. 어떤 기계제조 회사 가공부품 공정의 품질특성치에 대한 데이터를 수집하였다. 크기 $n = 4$ 인 시료를 택하여 $\bar{x} - R$ 관리도를 작성하고 데이터를 분석한 결과 $\bar{\bar{x}} = 26.0 \text{ mm}$, $\bar{R} = 1.02 \text{ mm}$ 이었다. 다음 물음에 답하라.

(a) 군내변동 σ_w^2 를 구하라.

(b) $\sigma_{\bar{x}}^2 = 0.225$ 일 때 군간변동 σ_b^2 를 구하라.

(c) 관리계수 C_f 를 구하고 평가하라.

a)

$$n=4 \text{ 일 때, } d_2=2.059$$

$$\sigma_w^2 = (1.02/d_2)^2 = 0.2454$$

b)

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \sigma_b^2 + \sigma_w^2/n$$

$$\sigma_b^2 = 0.225 - 0.2454/4$$

$$= 0.1637$$

c)

$$C_f = \sigma_{\bar{x}} / \sigma_w$$

$$= \sqrt{0.225} / \sqrt{0.2454} = 0.9575$$

$$0.8 < 0.9575 < 1.2$$

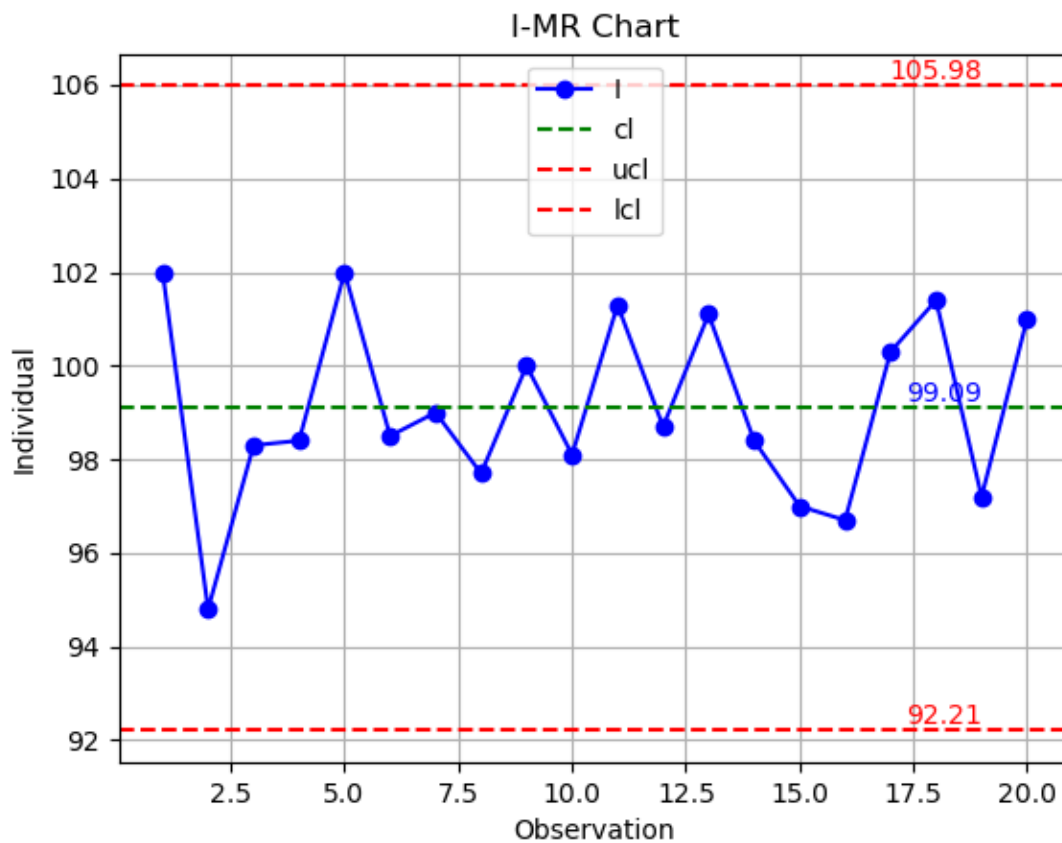
따라서, 대체로 관리상태에 있다.

5. 다음 표에는 화학공정의 출력물 농도에 관한 20 개의 관측치가 있다. 1 시간 간격으로 1 개 관측치를 추출하였다. I-MR 관리도를 작성하고 관리상태를 판정하라.

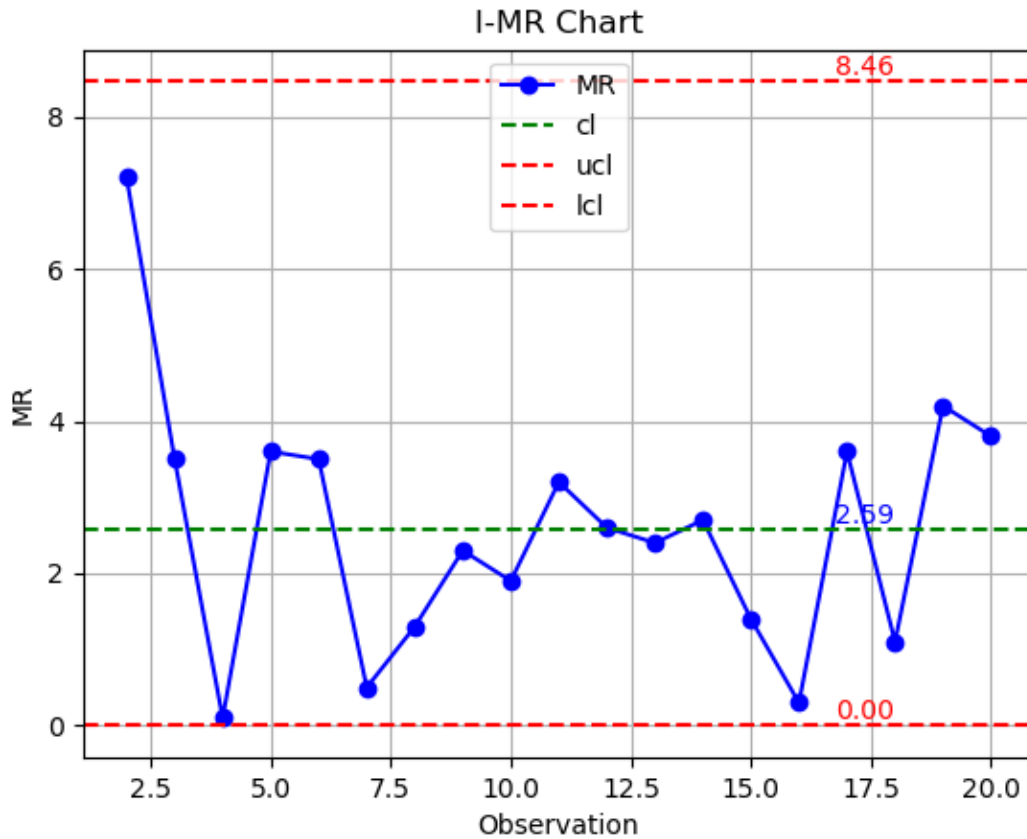
관측번호	농도	관측번호	농도
1	102.0	11	101.3
2	94.8	12	98.7
3	98.3	13	101.1
4	98.4	14	98.4
5	102.0	15	97.0
6	98.5	16	96.7
7	99.0	17	100.3
8	97.7	18	101.4
9	100.0	19	97.2
10	98.1	20	101.0

1 개를 추출하지만, 속성값은 n=2 일 때를 활용한다.
 $d2=1.128$, $D4=3.267$, $D3=0.000$

개별 값 관리도



이동범위 관리도



```
i1 = [102.0, 94.8, 98.3, 98.4, 102.0, 98.5, 99.0, 97.7, 100.0, 98.1]
i2 = [101.3, 98.7, 101.1, 98.4, 97.0, 96.7, 100.3, 101.4, 97.2, 101.0]
con_i = np.concatenate([i1, i2])
```

```
R = np.abs(np.diff(con_i))
```

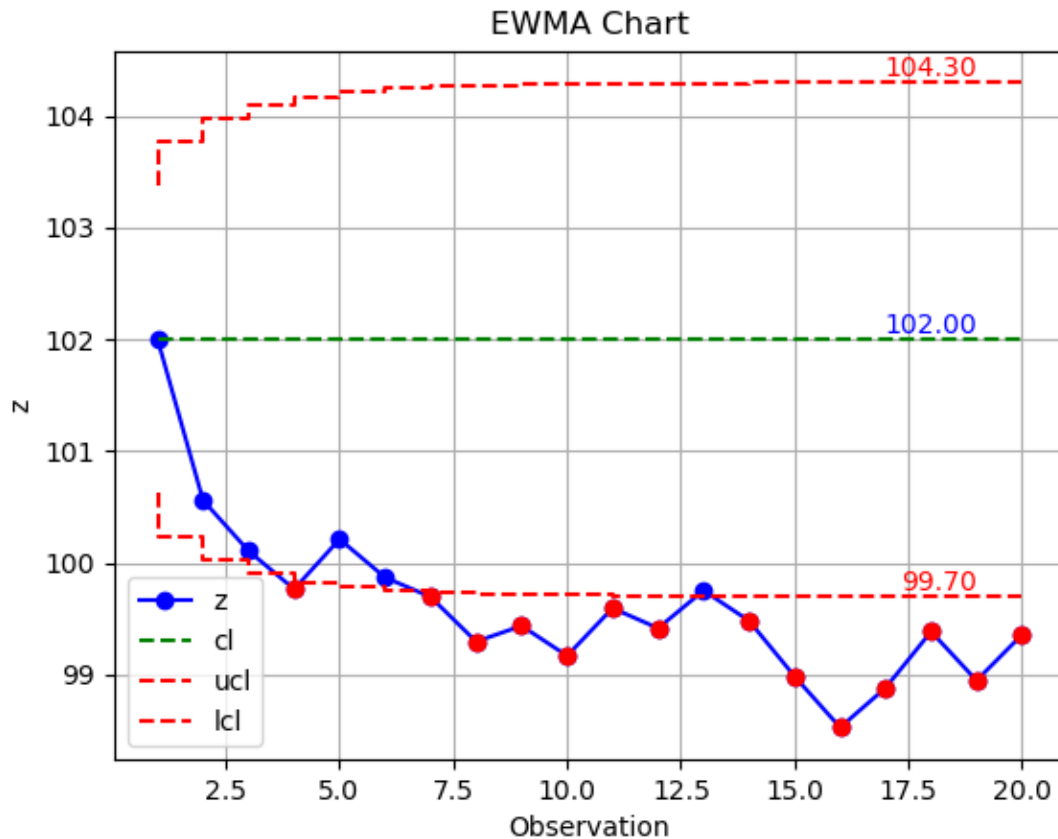
```
cl_r = np.mean(R)
ucl_r = D4 * cl_r
lcl_r = D3 * cl_r
```

```
cl_i = np.mean(con_i)
ucl_i = cl_i + 3 * cl_r / d2
lcl_i = cl_i - 3 * cl_r / d2
```

개별 값, 이동범위 모두 관리이탈상태를 검출하지 않는다.
따라서, 공정은 대체로 관리상태에 있다.

6. 5 번의 농도자료에 대해 $\lambda = 0.2, L = 3$ 의 EWMA 관리도를 작성하고 관리상태를 판정하라.

σ_0 은 #5 번에서 개별 값의 추정치로 대체
 $d_2=1.128$, $\sigma_0 = E[MR] / d_2$



```
R = np.abs(np.diff(con_i))
sigma_hat = np.mean(R) / d2
z = np.zeros(20)
z[0] = con_i[0]
for index, xi in enumerate(con_i[1:], start=1):
    z[index] = lambda * xi + (1 - lambda) * z[index-1]
cl = np.full(20, z[0])

var_z = np.zeros(20)
for i in range(1, 21):
    var_z[i-1] = ((sigma_hat**2) * lambda * (1 - (1 - lambda)**(2*i))) / (n * (2 - lambda))
ucl = cl + 3 * np.sqrt(var_z)
lcl = cl - 3 * np.sqrt(var_z)
```

UCL 이상점의 관측의 index: [none]

LCL 이상점의 관측의 index: [4 7 8 9 10 11 12 14 15 16 17 18 19 20]

관리가탈상태가 다수 검출되었다.

- 5 번의 농도자료에 대해 참조값은 $K = 1$, 결정구간은 $H = 10$ 을 사용하여 CUSUM 관리도를 작성하고 관리상태를 판정하라.

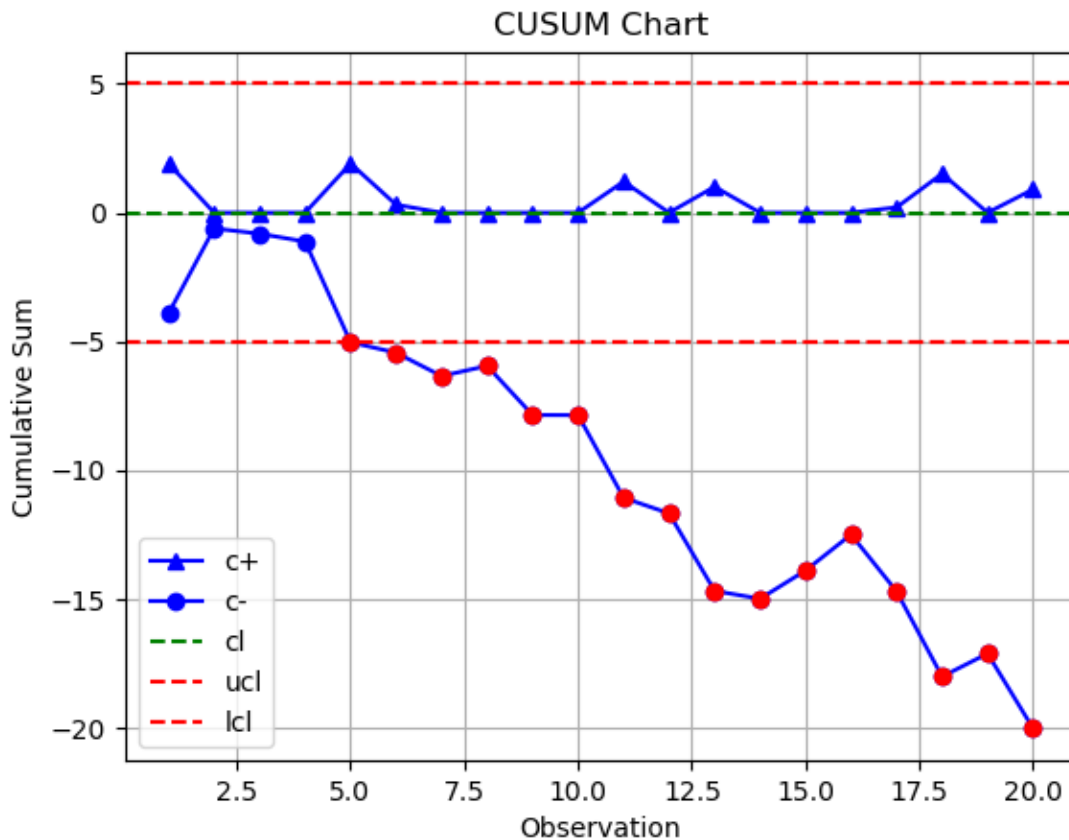
μ_0 는 편의상, #5 번 농도 값 분포의 평균을 사용하겠다.

$\mu_0 = 99.095$

C_{minus} 의 추적 기준은 $C(i) = \min(w_i + C(i-1))$ 를 활용했다.

$y = \text{con_i} - \mu_0 - K$

$w = \mu_0 - \text{con_i} - K$



예시) C_{minus} 추적

```
c_minus = np.zeros(20)
c_minus[0] = min(w[0], 0)
for i in range(1, 20):
    if w[i] > 0:
        if (c_minus[i-1]+w[i])>=0:
            c_minus[i]=0
        elif (c_minus[i-1]+w[i])<0:
            c_minus[i] = w[i] + c_minus[i-1]
    elif w[i] <= 0:
        c_minus[i] = w[i] + c_minus[i-1]
```

UCL 이상점의 관측의 index: []

LCL 이상점의 관측의 index: [5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20]

관리이탈상태가 다수 검출되었다.

[illegible]