Lenth's Critical Value에 대한 이론, 수식, 사례

# 1. 이론적 배경과 수식

Lenth's Critical Value는 실험 데이터에서 통계적으로 유의미한 효과를 식별하기 위해 사용됩니다. 이 값은 Lenth의 PSE(Pseudo Standard Error)를 기반으로 계산되며, 주어진 유의수준에서 효과가 우연에 의한 것인지, 아니면 실제로 중요한 영향을 미치는 것인지 평가하는 데 사용됩니다.

수식:  
Lenth's Critical Value를 계산하는 과정은 다음과 같습니다:

1. 효과의 절대값 정렬:  
 E\_i = 효과의 절대값 (i = 1, 2, ..., n)  
 여기서 E\_i는 실험에서 측정된 각 요인의 효과입니다.

2. 중앙 절대 편차(MAD, Median Absolute Deviation) 계산:  
 MAD = 중앙값(E\_1, E\_2, ..., E\_n)  
 이는 효과 절대값의 중앙값을 계산하여 효과의 분포를 평가합니다.

3. PSE 계산:  
 PSE = 1.5 × MAD  
 PSE는 이 실험의 효과 크기의 변동성을 측정하는 지표입니다.

4. 임계값(Lenth's Critical Value) 계산:  
 임계값 = t\_{α, n} × PSE  
 여기서 t\_{α, n}은 주어진 유의수준(α)에서 자유도 n을 가진 t-분포의 임계값입니다.

# 2. 실제 사례 1: 제조 공정에서의 적용

배경: 한 전자기기 제조 공정에서 새로운 부품의 신뢰성을 높이기 위해 세 가지 요인(A: 온도, B: 압력, C: 재료 종류)이 성능에 미치는 영향을 평가하는 실험을 수행했습니다.

실험 데이터:  
요인 A: 5.2  
요인 B: 2.1  
요인 C: 0.7

1. 효과 절대값 정렬: 0.7, 2.1, 5.2  
2. 중앙 절대 편차(MAD) 계산: 중앙값은 2.1이므로 MAD = 2.1  
3. PSE 계산: PSE = 1.5 × 2.1 = 3.15  
4. Lenth's Critical Value 계산: 유의수준 α = 0.05이고, t-분포의 임계값이 2.31이라 가정합니다.  
 임계값 = 2.31 × 3.15 = 7.2765  
5. 효과 판단: 요인 A(5.2)는 임계값(7.2765)보다 작으므로, 이 효과는 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 간주됩니다. 요인 B와 C 역시 임계값보다 작기 때문에 유의미하지 않은 효과로 판단됩니다.

# 3. 실제 사례 2: 제약 연구에서의 적용

배경: 제약 회사에서 신약 개발을 위해 환자의 치료 반응에 영향을 미칠 수 있는 세 가지 요인(X: 투약 시간, Y: 복용량, Z: 환자의 나이)을 평가하는 실험을 수행했습니다.

실험 데이터:  
요인 X: 4.5  
요인 Y: 3.0  
요인 Z: 1.2

1. 효과 절대값 정렬: 1.2, 3.0, 4.5  
2. 중앙 절대 편차(MAD) 계산: 중앙값은 3.0이므로 MAD = 3.0  
3. PSE 계산: PSE = 1.5 × 3.0 = 4.5  
4. Lenth's Critical Value 계산: 유의수준 α = 0.05이고, t-분포의 임계값이 2.31이라 가정합니다.  
 임계값 = 2.31 × 4.5 = 10.395  
5. 효과 판단: 요인 X, Y, Z 모두 임계값(10.395)보다 작기 때문에, 이들 효과는 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 간주됩니다.

# 4. 결론

Lenth's Critical Value는 실험에서 얻어진 효과들이 통계적으로 유의미한지 판단하는 중요한 도구입니다. 이 값은 실험 데이터를 기반으로 효과의 크기를 평가하고, 노이즈와 실제 효과를 구분하는 데 사용됩니다. 실제 사례를 통해 살펴본 것처럼, 이 임계값을 통해 실험 결과를 보다 신뢰성 있게 해석할 수 있으며, 불필요한 변수에 대한 과도한 조정을 방지하고 중요한 변수에 집중할 수 있습니다.