# 더 오래, 더 시원하게, 더 안전하게

한국항공대학교 KOREA AEROSPACE UNIVERSITY
기계공학과
조예주 & 김이솔

## 주제선정 배경 및 과정

### 과연 어떤 조건에서 노트북은 뜨거워질까?

장시간사용으로 가열된 CPU는 **노트북 수명 단축**의 원인이다.
또한 과열된 노트북의 장기간 피부 접촉 시 **저온화상**을 야기한다.
우리는 실험을 통해 발열 요소를 알아보고 분석하고자 한다.
또한 분석결과를 통해 노트북 수명연장을 위해
피해야 할 상황을 알아보고 보다 스마트하게 이용하고자 한다.

주제선정 > 사전조사 > 데이터 수집 > 자료분석

**STEP. 1** 일상생활의 경험을 통한 주제선정

**STEP. 2** 제품사항 및 관련 기사 수집

**STEP. 3** 직접 실험을 통하여 데이터 수집

**STEP. 4** ANOVA & Taguchi Method를 이용해 분석

## 실험 설계

### [ 실험 조건 및 방법 ]

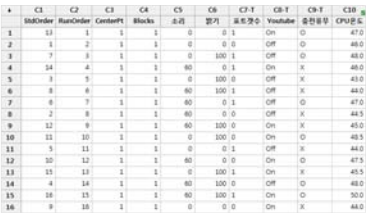
1. CPU초기 온도는 42°C로 설정한다.
2. 모든 온도 측정은 10분 경과 후 실시한다.
3. 모든 온도 측정은 동일한 노트북을 이용한다.
4. 초기 실험(ANOVA)은 동일한 공간에서 진행하며 실험결과분석을 활용하여 2차 실험(Taguchi)을 실시한다.
5. 최적값은 저온화상 발생 온도 48°C보다 낮은 45.5°C로 가정한다.

| Type | Factor | Low | High |
|---|---|---|---|
| Numeric | 소리크기 | 0 | 60 |
| | 화면밝기 | 0 | 100 |
| Text | Youtube 재생 | Off | On |
| | Port 연결 | 0 | 1 |
| | 배터리 충전 | X | O |

# [ ANOVA ]

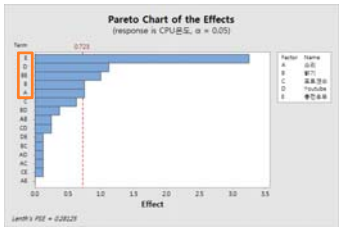
### 1. 요인 설계 생성

요인: 5 기본 설계: 5, 16 해: V
런: 16 반복실험: 1 부분: 1/2
블럭: 1 중앙점(전체): 0



위의 표는 각각의 요인에서의 실험결과이다. 본 실험은 실험순서로 인한 불필요한 편차를 줄이기 위해 **랜덤화**를 적용하였다.

### 2. 요인 설계 분석




Pareto 차트를 통하여 유의수준(α)=0.05 일 때 CPU온도에 영향을 주는 주요 요인이 무엇인지 확인.

| 1차 요인 | | | |
|---|---|---|---|
| 충전유무 (E) | Youtube (D) | 화면밝기 (B) | 소리크기 (A) |

| 교호작용 요인 |
|---|
| 화면밝기 · 충전유무 (BD) |

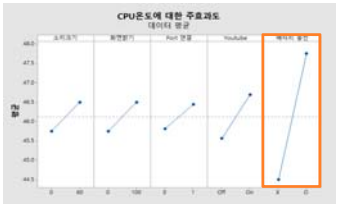
### 3. 오차항에 대한 풀링

| Source | DF | Adj SS | Adj MS | F-Value | P-Value |
|---|---|---|---|---|---|
| Model | 5 | 55.812 | 11.1625 | 38.00 | 0.000 |
| Linear | 4 | 51.812 | 12.9531 | 44.10 | 0.000 |
| 소리 | 1 | 2.250 | 2.2500 | 7.66 | 0.020 |
| 밝기 | 1 | 2.250 | 2.2500 | 7.66 | 0.020 |
| Youtube | 1 | 5.062 | 5.0625 | 17.23 | 0.002 |
| 충전유무 | 1 | 42.250 | 42.2500 | 143.83 | 0.000 |
| 2-Way Interactions | 1 | 4.000 | 4.0000 | 13.62 | 0.004 |
| 밝기*충전유무 | 1 | 4.000 | 4.0000 | 13.62 | 0.004 |
| Error | 10 | 2.938 | 0.2938 | | |
| Total | 15 | 58.750 | | | |

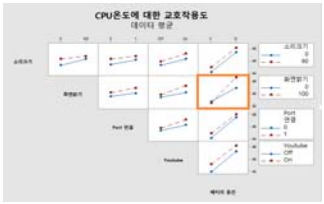
CPU온도 = 45.375 + 0.01250 소리 + 0.00750 밝기 + 0.562 Youtube + 1.125 충전유무 + 0.01000 밝기*충전유무

**충전유무 > Youtube시청 > 소리 > 화면밝기 · 배터리 > 밝기** 순서로 영향을 주는 요인인 것을 알 수 있다.

### 4. 주효과도를 이용한 분석?




수치적 비교는 어려우나 위와 동일하게 **배터리 충전유무, Youtube시청, 소리** 순으로 온도상승에 영향을 준다는 것과 포트개수의 영향이 가장 작은 것을 알 수 있다.




**화면밝기 · 배터리 충전**의 교호작용이 다른 교호작용보다 유의한 요인인 것을 확인 할 수 있다.

# [ Taguchi Method ]

### 1. Taguchi 설계

ANOVA 분석결과를 참고하여 요인을 설정.
**(충전유무, Youtube시청, 소리, 화면 밝기, 화면밝기 · 배터리)**

| Factors | Degree of freedom |
|---|---|
| Overall mean | 1 |
| A,B,C,D (1차) | 4*(2-1)=4 |
| BD (교호작용) | 1*(2-1)*(2-1)=1 |
| **Total DOF** | **6** |

Taguchi Orthogonal Array Design
L8(2^4)
Factors: 4 Interactions
Runs: 8 BD

L6이상의 자유도를 갖는 **L8**을 선택

### 2. 실험결과

ANOVA와 달리 **Noise Factor**를 실험장소로 선정하여 적용, 2회 반복 진행한 결과이다.

### 3. 결과 분석

Response Table for Means

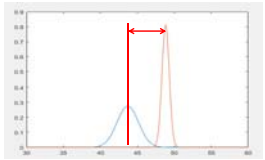
| Level | 소리크기 | 화면밝기 | Youtube | 배터리충전 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 45.81 | 45.96 | 45.35 | 44.90 |
| 2 | 46.48 | 46.33 | 46.94 | 47.40 |
| Delta | 0.67 | 0.38 | 1.58 | 2.50 |
| Rank | 3 | 4 | 2 | 1 |

Response Table for Signal to Noise Ratios
Nominal is best (10×Log10(Ybar^2/s^2))

| Level | 소리크기 | 화면밝기 | Youtube | 배터리충전 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 34.02 | 33.01 | 32.35 | 34.12 |
| 2 | 35.17 | 36.18 | 36.85 | 35.07 |
| Delta | 1.15 | 3.17 | 4.50 | 0.95 |
| Rank | 3 | 2 | 1 | 4 |

평균값에 대한 반응표를 통하여 **배터리 충전**이 CPU온도 평균값에 가장 큰 영향을 주는 요인임을 알 수 있다.
신호 대 잡음비에 **Youtube**가 가장 영향을 많이 주는 요인임을 알 수 있다.

### 4. 최적화



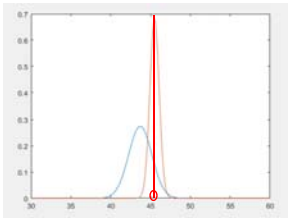
| 1차 | Setting | | | | SN | Ybar | Stdev |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | You tube | 화면 밝기 | 배터리 충전 | 소리 크기 | | | |
| Optimum | 1 | 100 | -1 | 0 | 37.35 | 45.41 | 0.61 |
| | | | | 30 | 38.5 | 46.08 | 0.424 |

앞서 SN와 평균값에 영향을 주는 요인으로 각각 **Youtube**와 **배터리 충전**임을 알았다. 하지만 배터리충전은 텍스트 데이터이므로 SN에 기여도가 낮은 연속 데이터 값인 **소리크기를 조정**하여 평균을 목표값에 맞추는 것이 필요했다.

$$y - 45.41 = \frac{(46.08 - 45.41)}{(30 - 0)}(x - 0) \quad \text{for } y = 45.5 \Rightarrow x = 3.767 \approx 4$$

$$SN_{y=45.5} = 37.35 + \frac{(38.5 - 37.35)}{(30 - 0)}(4 - 0) = 37.5$$

$$STdev_{y=45.5} = 0.6109 + \frac{(0.4241 - 0.61)}{(30 - 0)}(4 - 0) = 0.5859$$



**→ 화면밝기(100), 소리크기(4), 배터리 충전(-1), Youtube(1)**

## 결론 및 제언

노트북의 발열에 대하여 두 가지 방법을 이용하여 실험 및 분석하였다. 그 결과 공통적으로 **배터리 충전**이 가장 CPU온도 상승에 가장 큰 영향을 주는 요인임을 알 수 있었다. 우리는 노트북을 사용함과 동시에 플러그를 꽂아 충전을 하고는 한다. 그런데 이러한 행동이 노트북의 수명 단축의 원인이 되고 있었던 것이다.
이를 통해 보다 노트북의 수명을 오래 유지하기 위해서는 이미 완충된 노트북에 전원선을 연결하기보다 노트북 고유의 배터리를 사용하는 것이 도움이 된다는 것을 알 수 있었다.

또한 우리는 낮은 온도에서 발생하는 **저온화상**에 주목하였다. CPU온도는 80°C까지도 올라가지만, 저온화상은 물의 끓는 점보다 낮은 48°C에서도 발생한다. 따라서 노트북이 피부에 접촉한 상태에서 장시간 이용할 경우 저온화상에 노출될 수 있다.
48°C보다 낮은 45.5°C를 목표 값으로 설정하였을 때 소리크기는 낮은 기여를 했지만, 이에 반하여 배터리 충전과 Youtube 시청은 온도 상승에 큰 기여를 하는 것을 알 수 있다.
그러나 실제 노트북 이용 시 우리는 그보다 높은 컴퓨터의 능률을 요구하는 프로그램 등을 가동한다. 그렇기에 이때는 피부와의 직접적인 접촉을 피하고 쿨러(Cooler)와 같은 보조 기구를 사용할 것을 추천한다.