

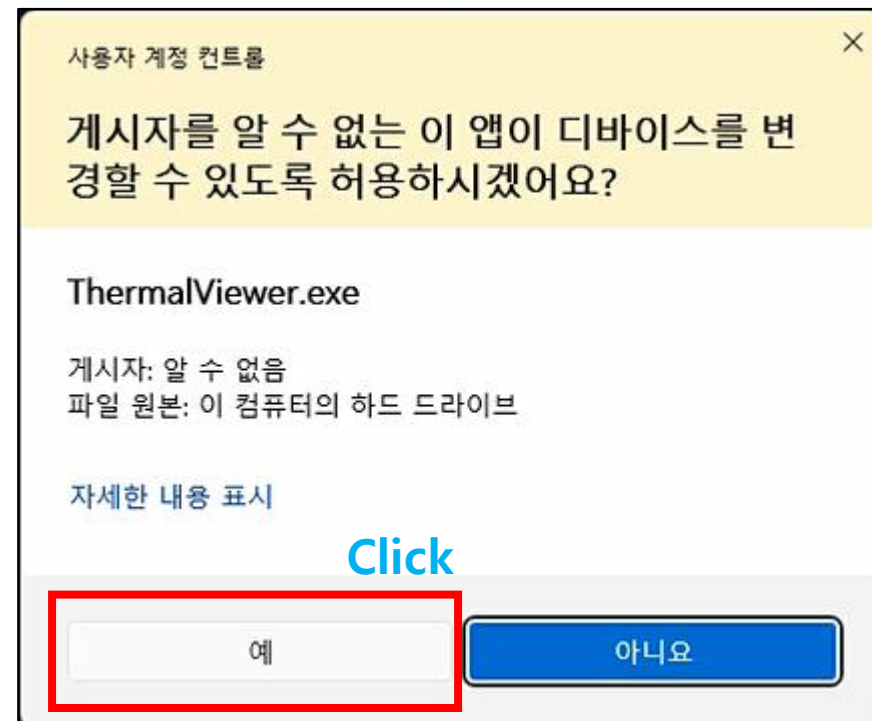
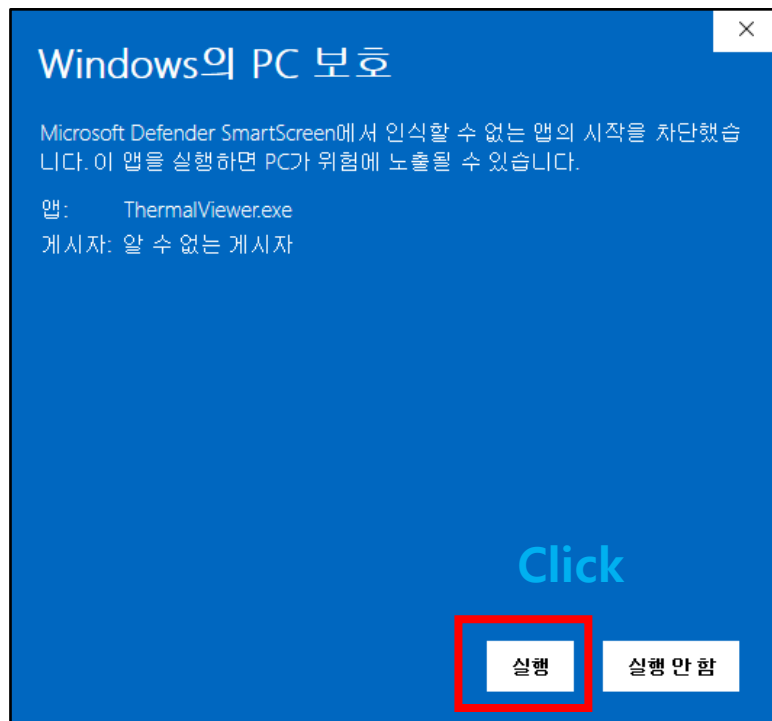
# ThermalViewer GUI 사용자 매뉴얼

센서캠

V1.09

## 1. ThermalViewer GUI 및 드라이버 설치 방법 안내

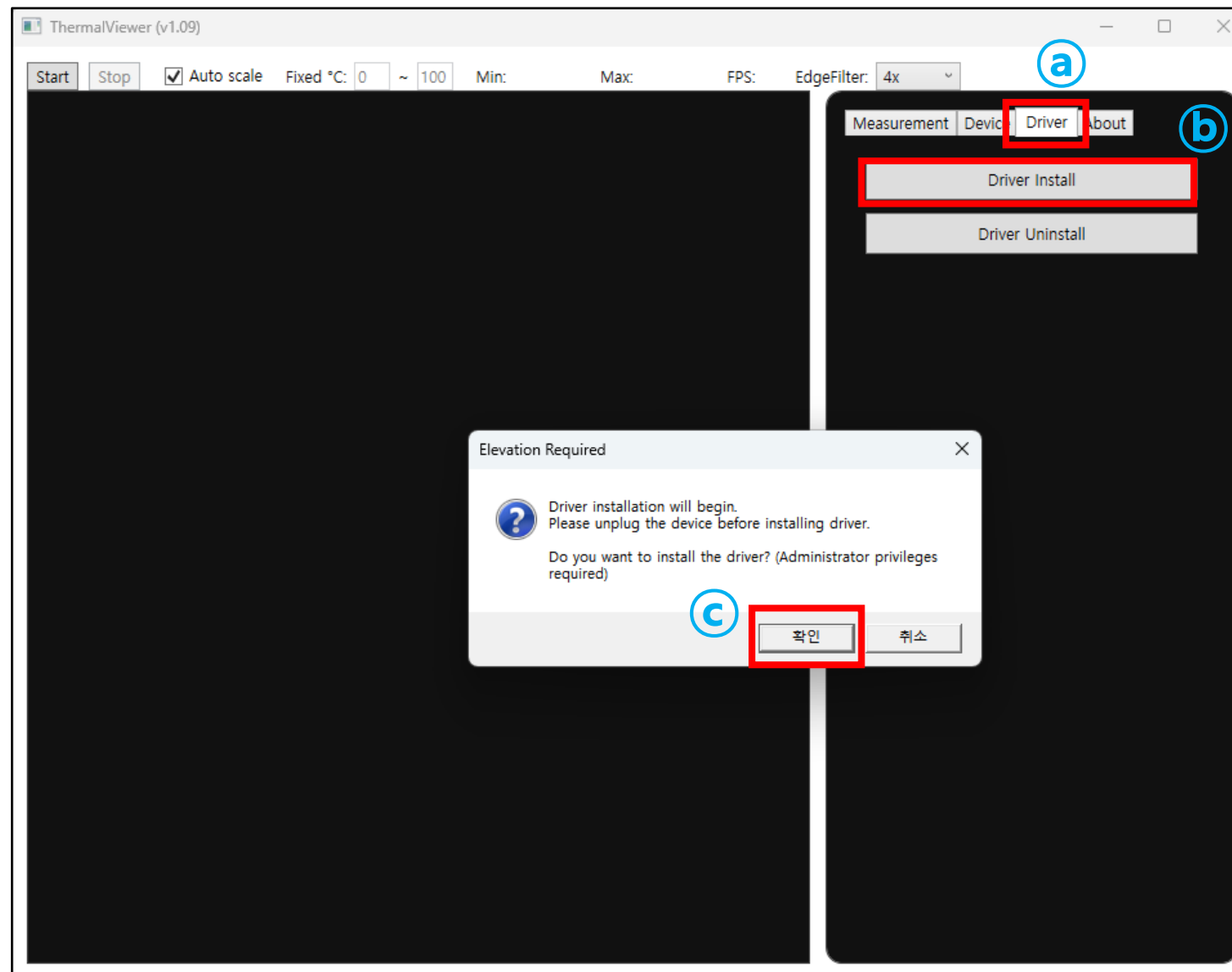
- 설치 파일이 들어 있는 압축 폴더 **ThermalViewer(v1.09).zip**를 해제합니다.  **Lepton\_ThermalViewer\_v1\_09.zip**
- 폴더 내의 실행 파일을 관리자 권한으로 실행합니다.  **ThermalViewer.exe**
- 관리자 권한 실행 확인 메시지가 나타나면, **[실행]** 및 **[예]**를 클릭합니다.



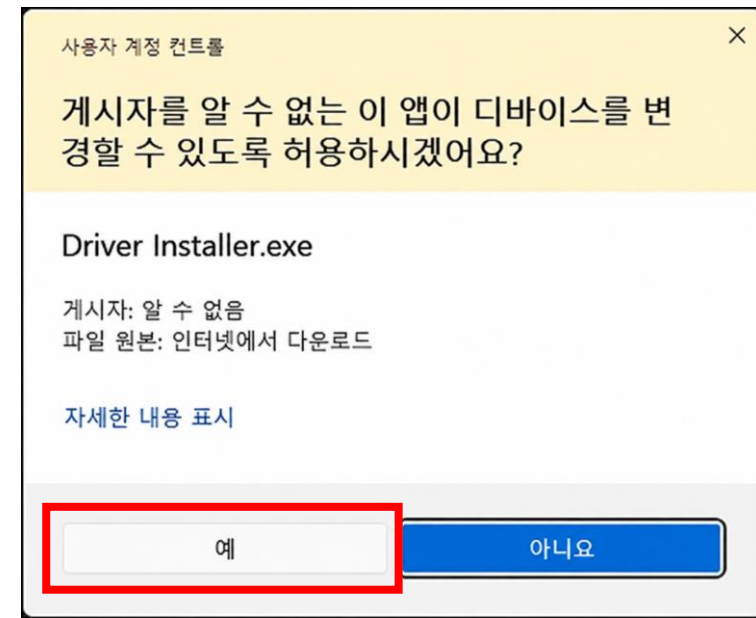
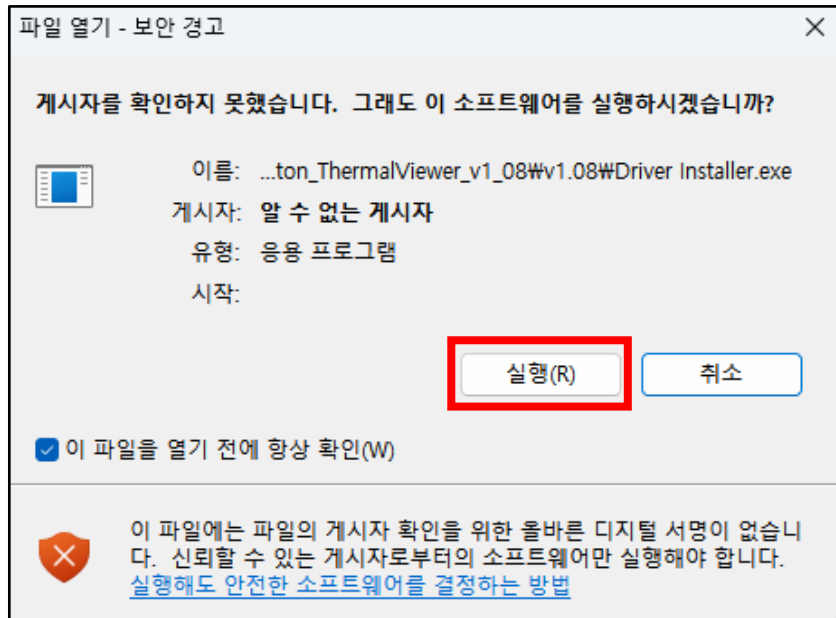
- **ThermalViewer** GUI가 실행되면,  
우측 상단 ①[Driver]를 클릭한 후  
②[Driver Install]을 클릭합니다.  
이후 드라이버 설치 확인 메시지 창이  
나타나면 ③[확인] 버튼을 클릭하여  
설치를 진행합니다.

<메시지 창 - 관리자 권한 필요>  
드라이버 설치가 시작됩니다.  
드라이버 설치 전에 장치를 분리하십시오.  
드라이버를 설치 하시겠습니까?  
(관리자 권한이 필요합니다.)

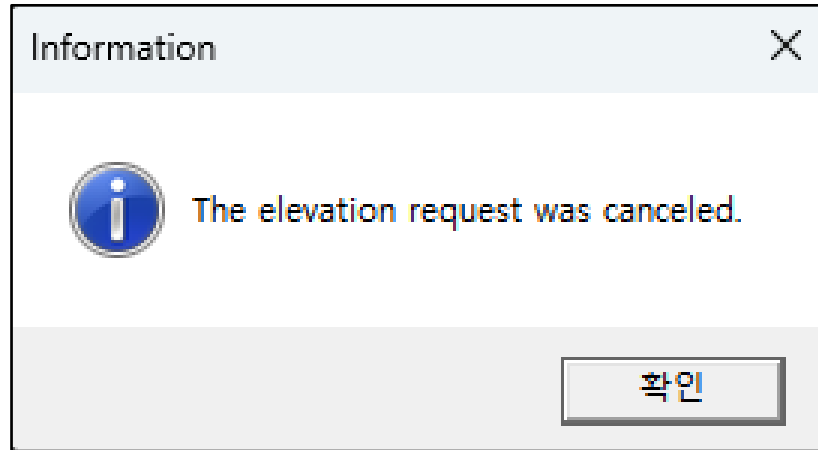
\* 드라이버 설치 전, 반드시 **Lepton의  
USB 연결을 PC에서 해제한 상태여야  
합니다.**



- 드라이버 설치 과정에서 아래와 같은 Windows 보안 경고 및 사용자 계정 컨트롤 메시지 창이 표시될 수 있습니다. 드라이버 설치를 계속하려면 **[실행]** 버튼과 **[예]** 버튼을 선택하시기 바랍니다.

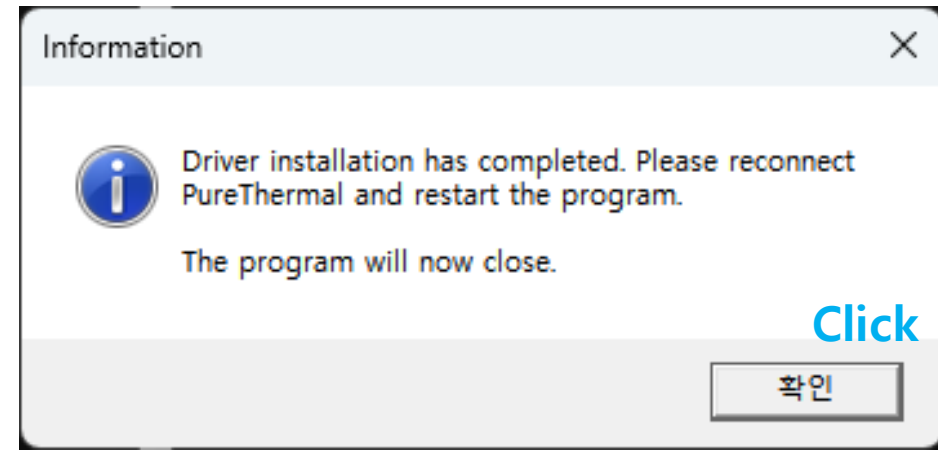


- 드라이버 설치 과정에서 Windows 보안 기능 또는 보안 프로그램(예: McAfee)에 의해 설치가 차단될 수 있으므로, 설치 전에 보안 프로그램 종료하거나 인터넷 연결을 해제하시기 바랍니다.



**<드라이버 설치 실패 메시지>**

Windows 보안 기능 또는 보안 프로그램에 의해 권한이 차단되어 드라이버 설치가 실패한 경우



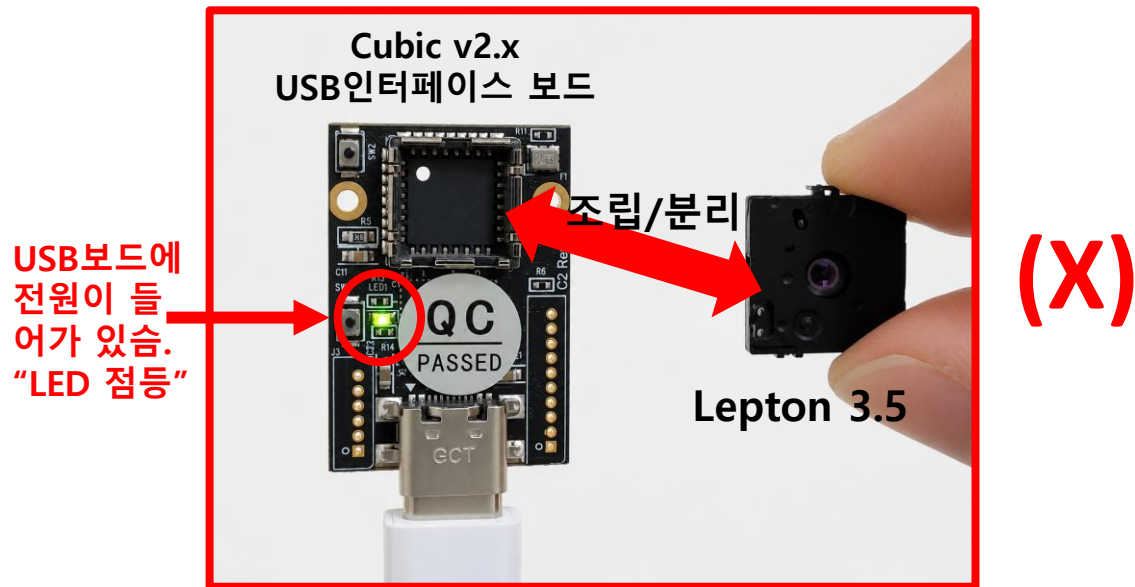
**<드라이버 설치 완료 메시지>**

- 드라이버 설치가 완료되면 완료 메시지 창이 표시되며, 확인 버튼을 클릭하면 프로그램이 종료됩니다. 이후 프로그램을 재실행하시기 바랍니다.

## 2. Lepton 및 USB 인터페이스 보드 연결 시 주의 사항

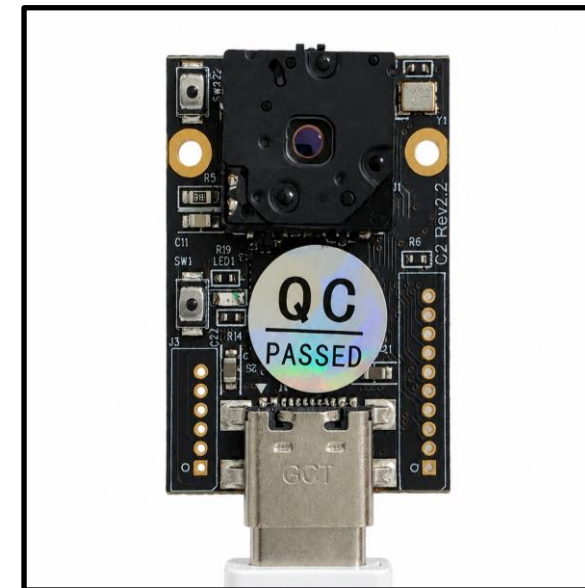
- Lepton 열화상 센서를 USB 인터페이스 보드 (Cubic v2.x)에 조립 또는 분리할 때는 반드시 전원이 꺼진 상태에서 진행 하십시오.
- USB 인터페이스 보드가 전원 "On" 상태에서 Lepton센서를 조립/분리 할 경우, 센서 또는 USB 인터페이스 보드는 반드시 고장 납니다.
- 해당 고장은 사용자의 과실이므로, 수리 진행이 되지 않습니다.

<센서/보드를 파손시키는 잘못된 방법>



USB 인터페이스 보드에 전원이 입력된 상태에서 센서를 조립 또는 분리하면  
Lepton센서 또는 USB 인터페이스 보드가 망가짐

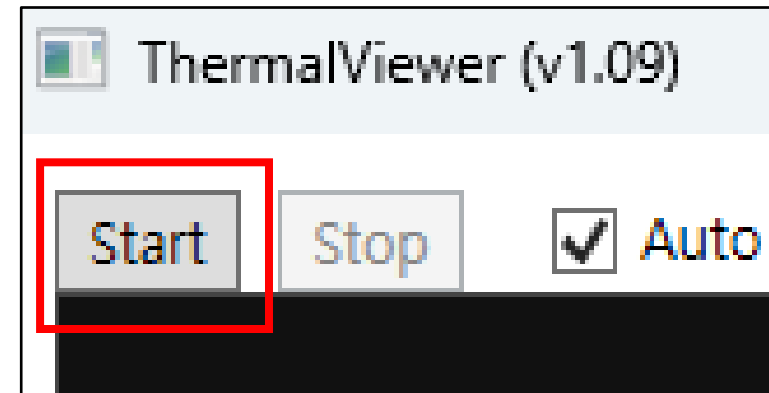
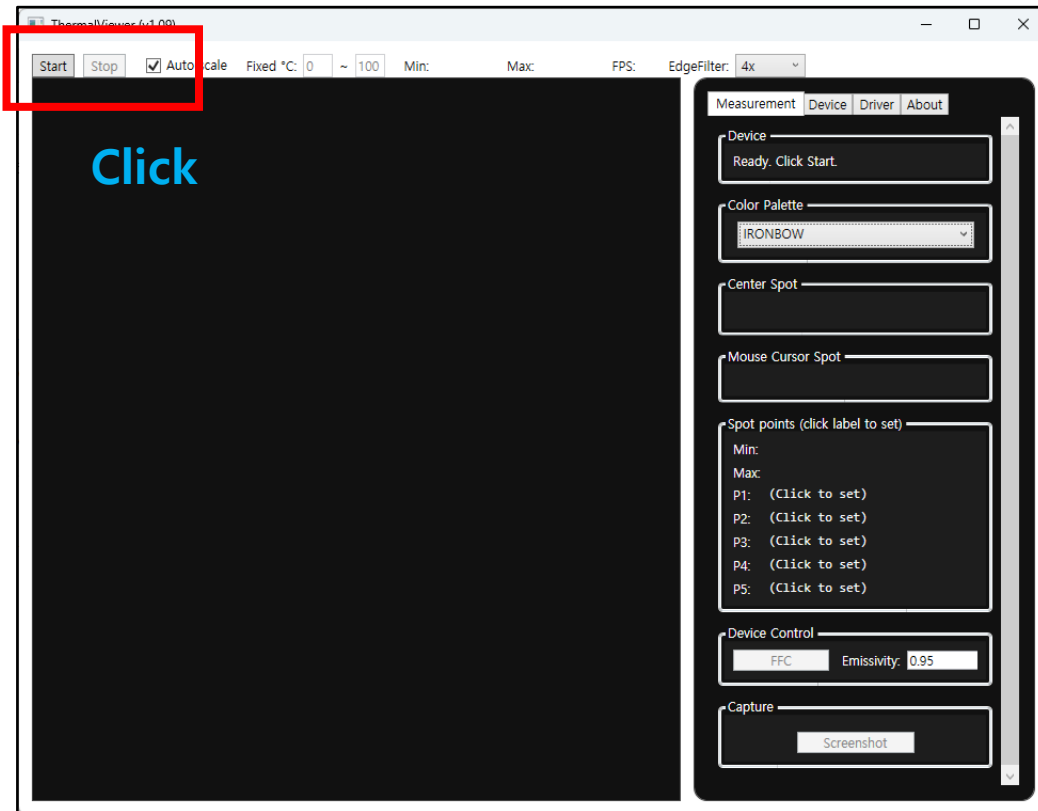
<센서/보드에 전기적 충격이 없는 올바른 방법>



USB 인터페이스 보드에 Lepton 열화상 센서를  
먼저 조립한 후 전원은 나중에 연결함

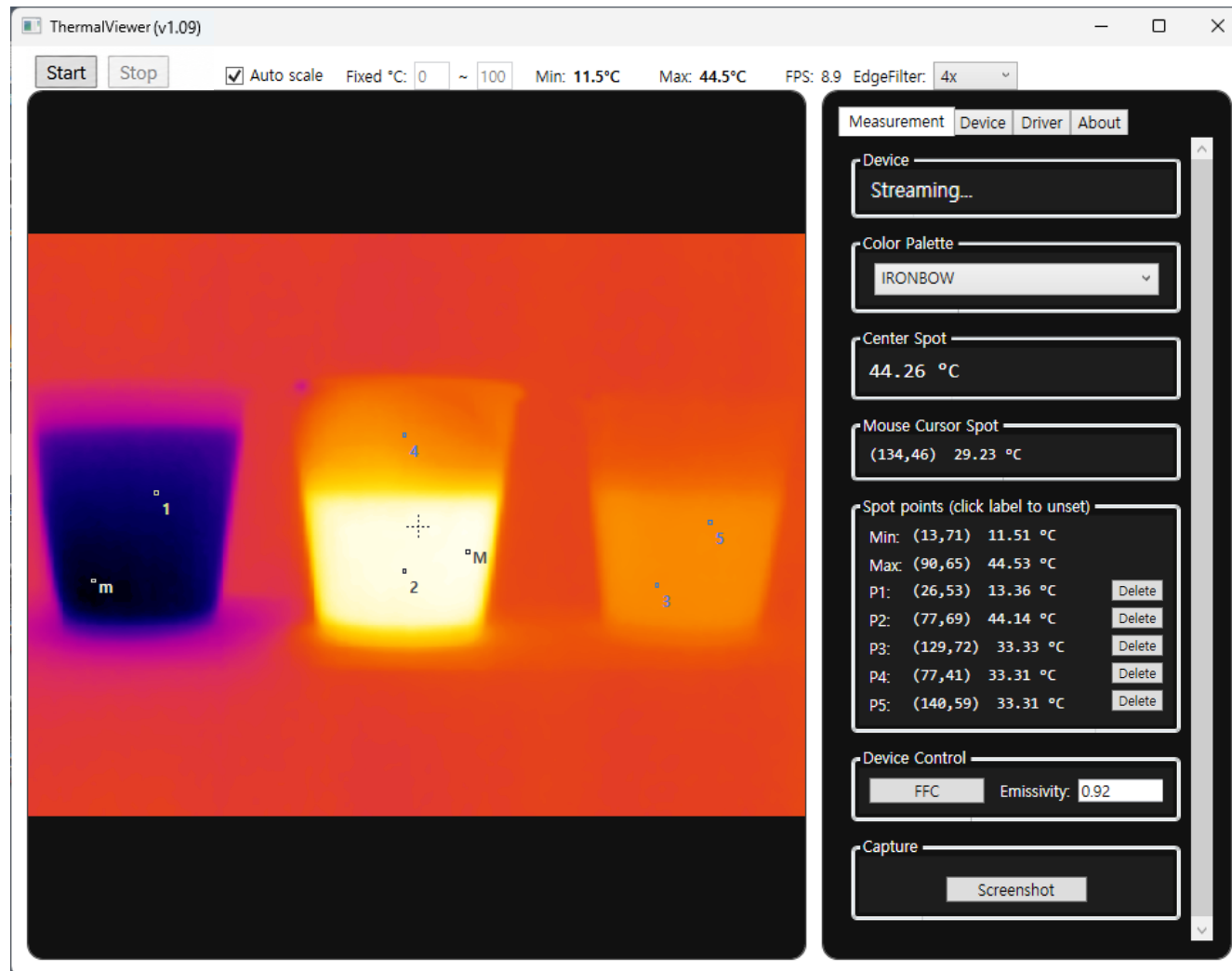
### 3. ThermalViewer GUI 실행 및 영상 확인

- USB 보드와 Lepton 열화상 센서를 조립 후 USB 케이블을 PC에 연결합니다.
- ThermalViewer GUI를 실행한 후, **[Start]** 버튼을 클릭하면 열화상 영상이 화면에 표시됩니다.



<Start 버튼 클릭>

- **[Start]** 버튼을 클릭하면 아래와 같이 열화상 영상이 출력됩니다.

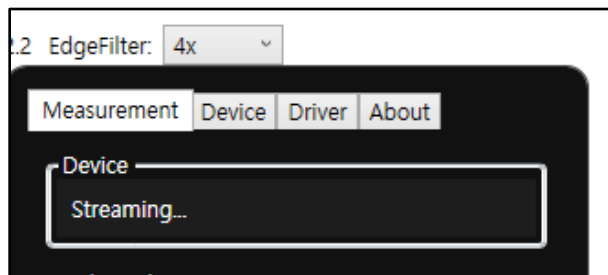


좌측부터 차가운 물, 뜨거운 물, 미지근한 물이 담긴 종이컵을 촬영한 영상으로 온도에 따라 색상이 다르게 표시되는 것을 확인 할 수 있습니다.  
화면 중앙 지점의 온도, 마우스 커서 위치의 온도, 사용자 지정 측정 포인트(P1~P5)의 온도 및 영상 내 최고(M)·최저(m) 온도가 표시됩니다.

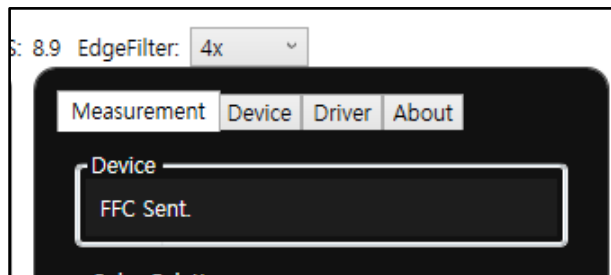
## 4. ThermalViewer GUI 기능 설명

### 4-1. Device 메시지

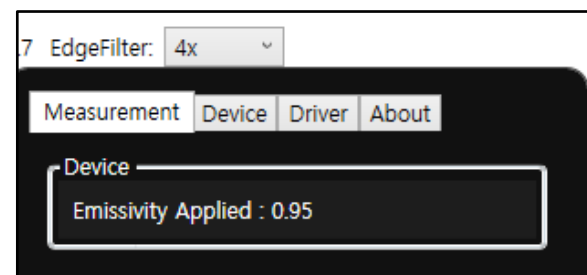
- 우측 **Measurement** -> **Device** 창에서는 GUI의 동작 상태, 설정 변경 사항 및 시스템 메시지가 표시됩니다.  
아래는 표시되는 메시지의 예시입니다.



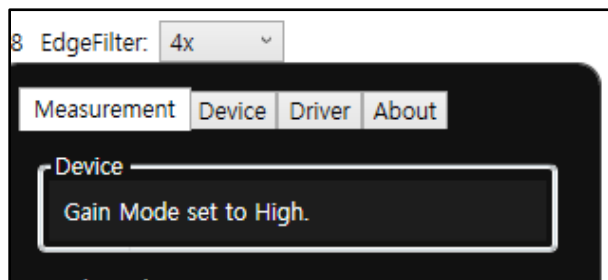
영상 출력 중



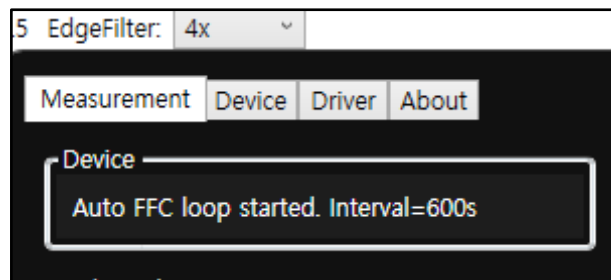
FFC 동작 수행



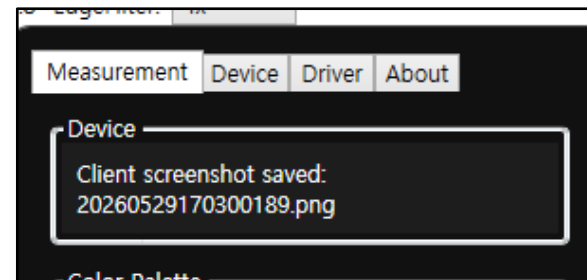
Emissivity(방사율): 0.95 적용



Gain Mode 변경: High



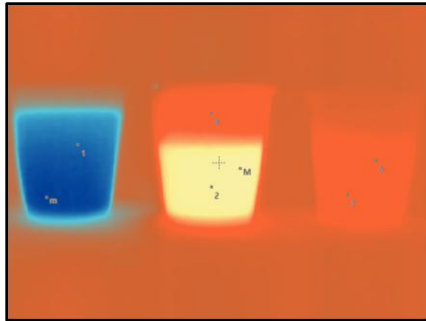
자동 FFC 시작: 600초 주기



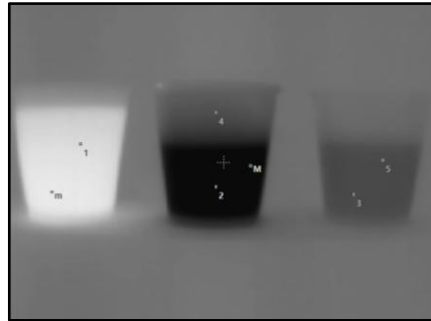
화면 캡처 저장

## 4-2. Color Palette

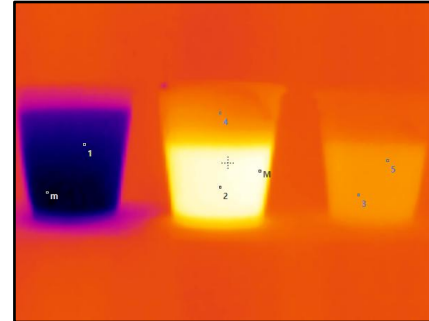
- ThermalViewer는 아래와 같이 7 종류의 Color Palette 기능이 있습니다.
- **ThermalViewer** GUI에서는 ARCTIC, BLACK\_HOT, IRONBOW, OUTDOOR\_ALERT, RAINBOW, RAINBOW\_HC, WHITE\_HOT 등 총 7가지 Color Palette를 지원하며, 사용자의 측정 환경 및 목적에 따라 원하는 색상 팔레트를 선택할 수 있습니다.



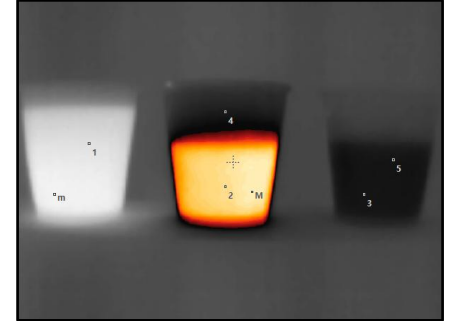
<ARCTIC>



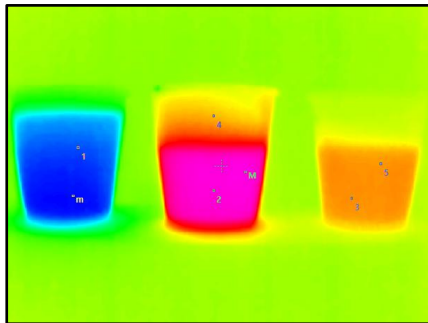
<BLACK HOT>



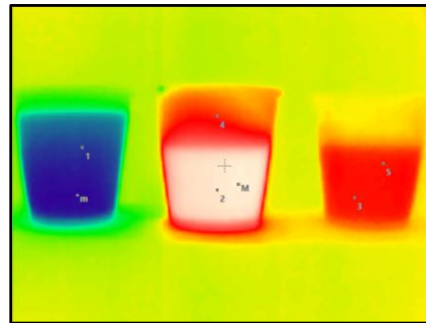
<IRONBOW>



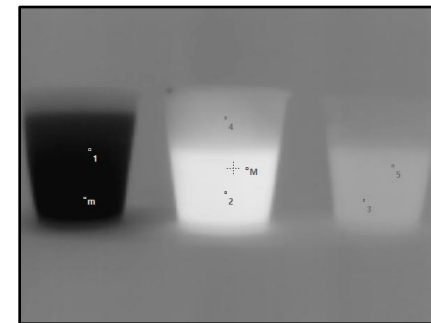
<OUTDOOR ALERT>



<RAINBOW>



<RAINBOW HC>



<WHITE HOT>

#### 4-3. 온도 측정 정보

- **Center Spot**  
열화상 영상의 정중앙 지점에 대한 온도를 표시합니다. 화면 정중앙의 물체의 온도를 보여줍니다.
- **Mouse Cursor Spot**  
마우스 커서가 위치한 지점의 좌표와 온도를 표시합니다. 사용자가 영상 위에서 마우스를 이동하면 해당 위치의 온도를 실시간으로 확인할 수 있습니다.
- **Spot Points**  
사용자가 클릭한 포인트의 좌표와 온도를 표시합니다. P1~P5까지 최대 5개의 측정 포인트를 지정할 수 있으며, 각 포인트의 좌표와 온도 값이 표시됩니다.  
측정 포인트를 생성하려면 Spot Points 항목의 P1~P5를 클릭한 후, 영상 화면에서 원하는 위치를 선택합니다.  
생성된 측정 포인트를 삭제하려면 해당 포인트 오른쪽에 [Delete] 버튼을 클릭합니다.  
포인트의 위치를 변경하려는 경우에는 기존 포인트를 삭제한 후, 해당 항목을 다시 선택하여 원하는 위치에 새로 생성해야 합니다.
- **min(m) / Max(M)**  
현재 열화상 내에서 실시간 최저온도(m)와 최고온도(M)를 표시합니다.  
최고, 최저 온도 위치가 변경되면, 변경된 위치의 온도를 표시합니다.

Measurement Device Driver About

Device  
Spot 5 coordinate updated.

Color Palette  
IRONBOW

Center Spot  
36.27 °C

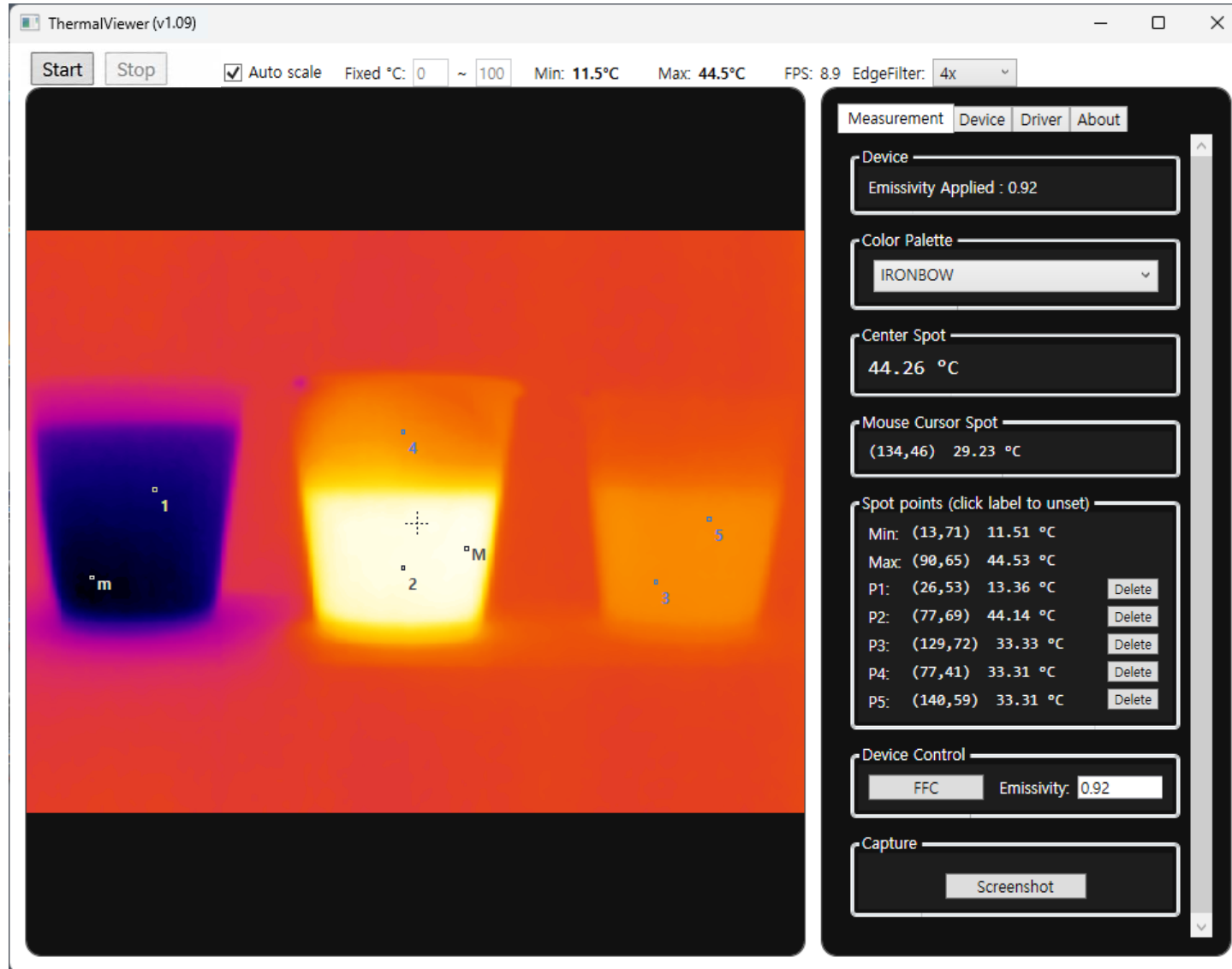
Mouse Cursor Spot  
Please hover the mouse cursor

Spot points (click label to set)  
Min: (Click to set)  
Max: (Click to set)  
P1: (132,79) 34.33 °C Delete  
P2: (129,74) 31.42 °C Delete  
P3: (132,62) 30.34 °C Delete  
P4: (125,86) 34.25 °C Delete  
P5: (94,85) 35.18 °C Delete

Device Control  
FFC Emissivity: 0.95

Capture  
Screenshot

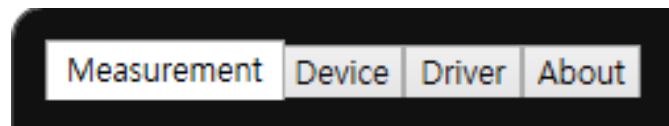
- 아래 예시 화면은 사용자 지정 측정 포인트(P1~P5)를 이용한 온도 측정 예시 화면입니다.



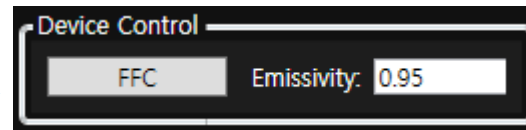
Center Spot : 화면 중앙 지점 온도 (44.26 °C)  
 m(min) : 영상 내 최저 온도 (11.51 °C)  
 M(Max) : 영상 내 최고 온도 (44.53 °C)  
 P1: 포인트 1 온도 (13.36 °C)  
 P2 : 포인트 2 온도 (44.14 °C)  
 P3 : 포인트 3 온도 (33.33 °C)  
 P4 : 포인트 4 온도 (33.31 °C)  
 P5 : 포인트 5 온도 (33.31 °C)

#### 4-4. FFC (Flat Field Correction)

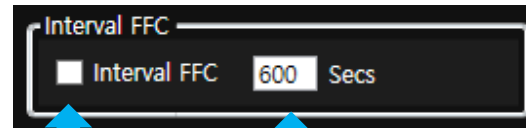
- **FFC(Flat Field Correction)**란 열화상 센서의 사용 시간이 지남에 따라 발생하는 픽셀별 온도 불균일을 보정하기 위한 기능으로, 셔터를 동작 시켜 센서로 입사되는 적외선을 차단한 후 센서 각 픽셀에 대한 게인 및 오프셋을 조정하여 영상품질을 개선합니다. 이때 Lepton 센서의 셔터가 동작하므로 "딸깍" 하는 작은 소리가 발생합니다.
- **ThermalViewer** GUI에서는 **FFC** 버튼을 클릭하여 수동으로 FFC를 수행할 수 있으며, Interval FFC에서 FFC 동작 주기(초)를 설정하여 Auto FFC를 수행할 수 있습니다. (GUI 최초 연결 시에는 Lepton 센서에 저장된 공장 출하 값으로 동작합니다.)
- Measurement 탭 -> Device Control 메뉴의 [FFC] 버튼을 클릭하여 수동으로 [FFC]를 수행할 수 있습니다.



Click



Device 탭 -> Interval FFC에서 Interval FFC를 클릭하여 체크 한 후 동작 주기(초)를 설정하면 설정된 시간후에 자동으로 FFC가 동작 됩니다. (설정 가능 범위: 10초~1200초)

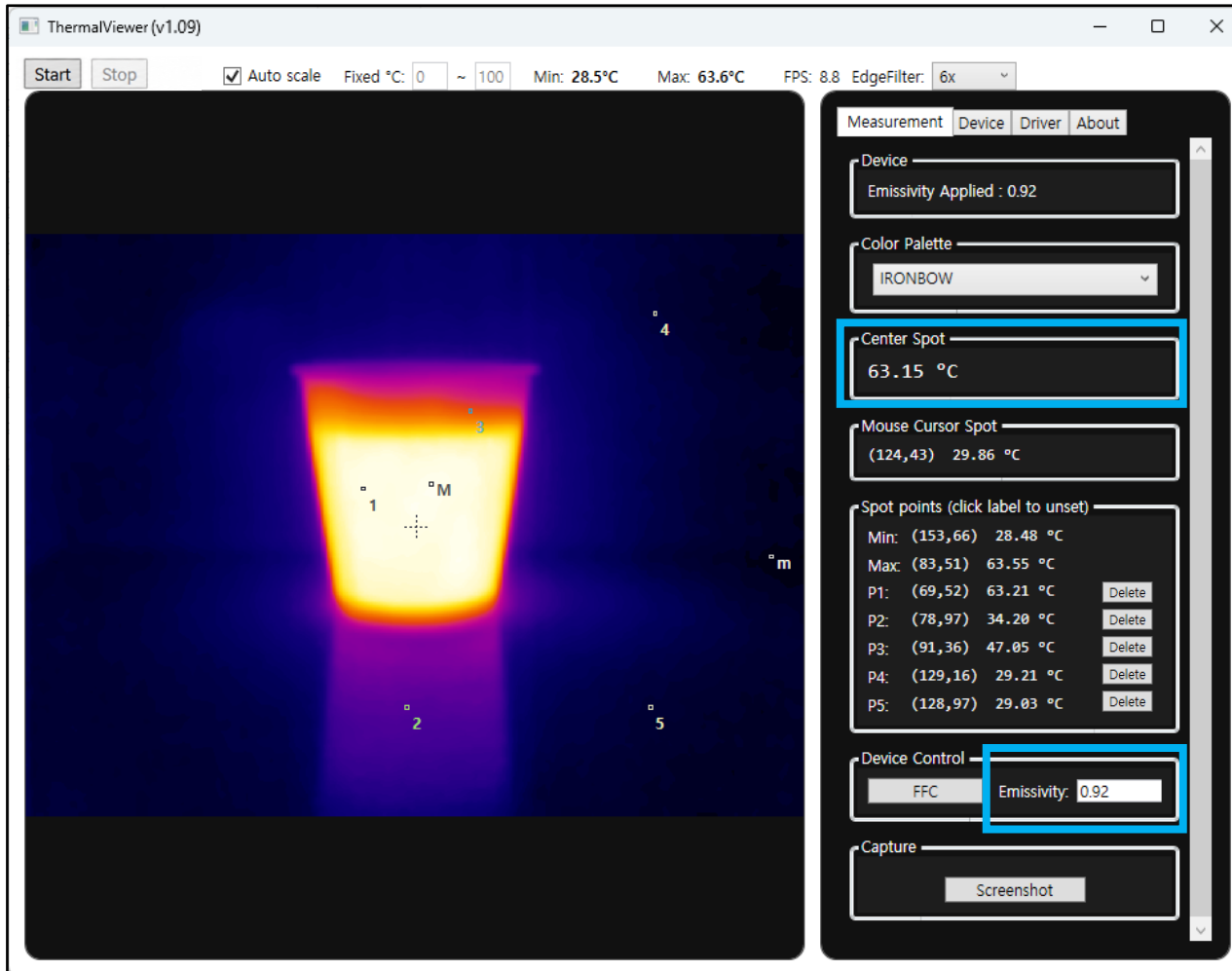


Click

동작주기 600 Secs

## 4-5. Emissivity(방사율) 설정 안내

- **Emissivity(방사율)**는 어떤 표면이 같은 온도에서 흑체(BlackBody) 대비 얼마나 효율적으로 열복사 에너지를 방출하는지를 나타내는 무차원 수치입니다. 일반적으로 0에서 1 사이 값을 가지며, 1에 가까울수록 흑체에 가깝고(열을 잘 방출), 0에 가까울수록 방출이 약하고 반사 특성이 두드러질 수 있습니다. 열화상 센서는 이를 기반으로 온도를 계산하기 때문에 측정 정확도에 직접적인 영향을 미치는 핵심 요소입니다. 따라서 온도 측정시 물체의 **Emissivity(방사율)**값을 미리 파악하여 설정하여야 합니다.



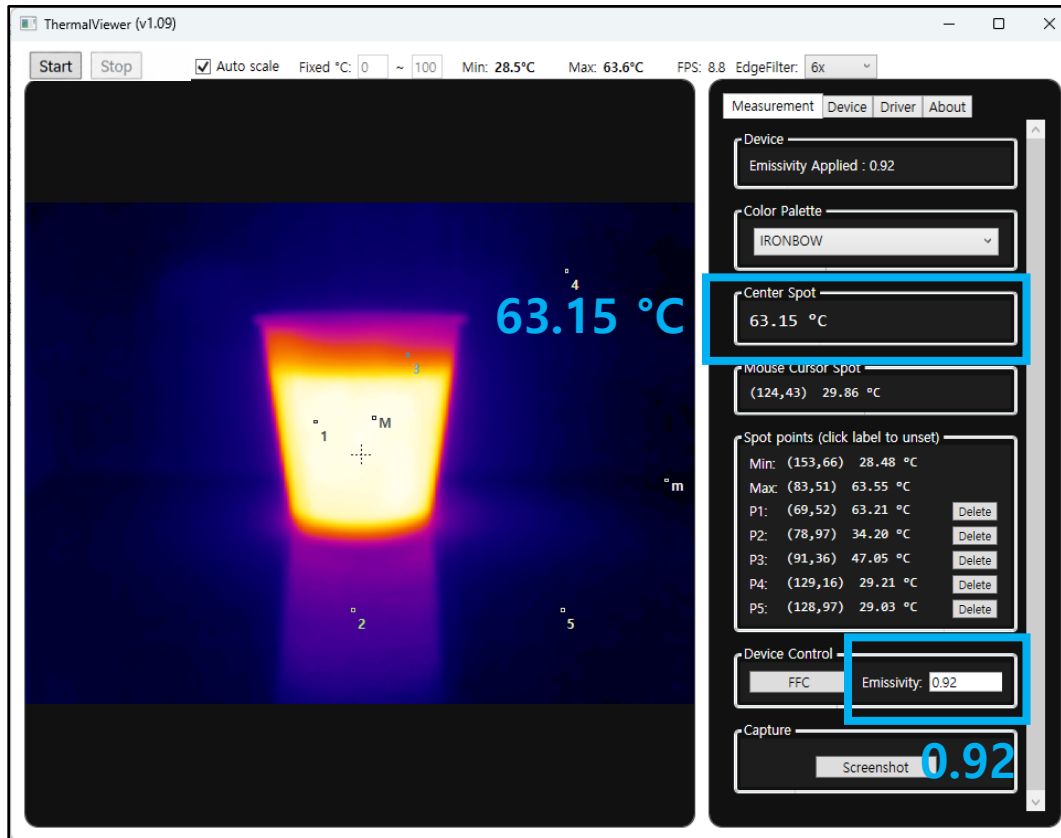
이 화면은 종이컵에 담긴 약 63 °C의 뜨거운 물을 측정 한 예시입니다.

온도 측정을 위해 화면 우측 하단의 방사율(Emissivity) 값을 종이의 방사율인 0.92 로 설정하여 하였습니다.

**Lepton**센서는 방사율(Emissivity)이 화면 전체 모든 픽셀에 일괄적으로 적용되며, 픽셀별로 방사율을 개별 설정하는 기능을 제공하지 않습니다.

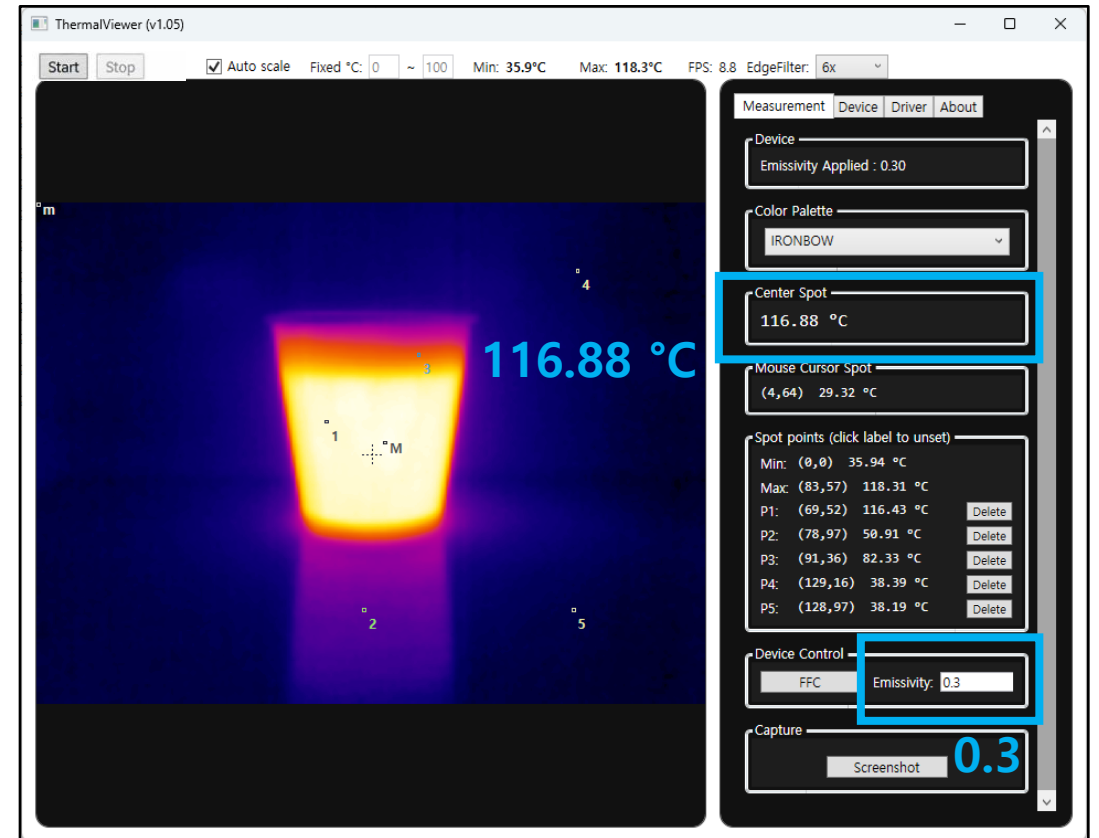
## Emissivity(방사율)에 따른 온도 측정 비교

- 동일한 대상이라도 방사율 설정값에 따라 측정 온도가 달라질 수 있으므로, 온도 측정시 대상 물체의 방사율 값을 확인하여 설정해야 합니다.



### < Emissivity(방사율) 0.92 적용 시 측정 화면 >

약 63 °C의 뜨거운 물이 담긴 종이컵을 측정한 화면으로, 종이의 방사율 값인 0.92를 적용하여 측정 결과를 확인할 수 있습니다.



### < Emissivity(방사율) 0.3 적용 시 측정 화면 >

종이의 실제 방사율보다 낮은 값인 0.3을 적용하여 온도 측정시 63 °C의 온도가 116.8 °C로 측정되는 것을 확인할 수 있습니다.

## 재질별 방사율(Emissivity) 참고표

- 아래 표는 측정 대상 물체의 재질 상태에 따른 대표 방사율 참고표입니다.

<금속재질의 방사율>

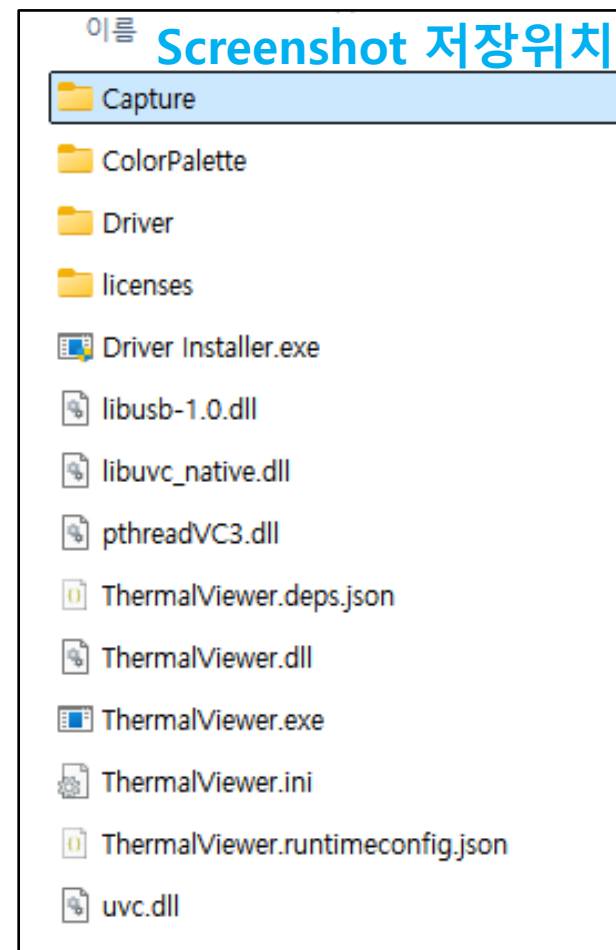
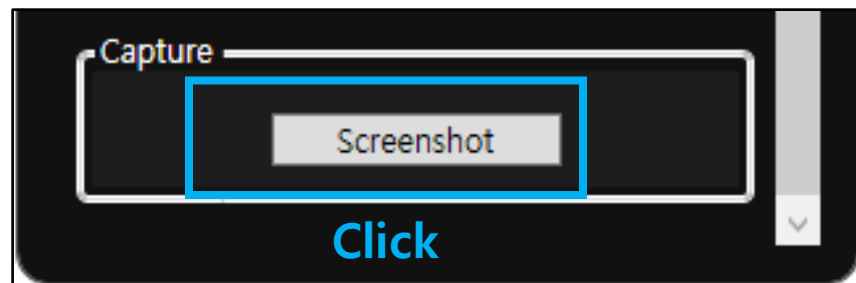
| 품명   | 매끈한 면       | 거칠은 면       | 부식된 면       |
|------|-------------|-------------|-------------|
| 알루미늄 | 0.04        | 0.055       | 0.11~0.19   |
| 황동   | 0.03        | 0.06~0.2    | 0.6         |
| 구리   | 0.02        | -           | 0.57        |
| 금    | 0.2 ~ 0.4   | -           | -           |
| 철    | 0.13 ~ 0.3  | 0.25 ~ 0.45 | 0.8 ~ 0.95  |
| 납    | 0.06 ~ 0.08 | -           | 0.63        |
| 니켈   | 0.04 ~ 0.09 | -           | 0.37 ~ 0.48 |
| 은    | 0.02 ~ 0.4  | -           | -           |
| 주석   | 0.04 ~ 0.07 | -           | -           |
| 아연   | 0.04 ~ 0.05 | -           | 0.11        |
| 합석   | 0.23        | -           | 0.28        |

<비금속의 방사율>

| 품명       | 방사율       |
|----------|-----------|
| 석면       | 0.93~0.96 |
| 벽돌       | 0.75~0.93 |
| 탄소       | 0.93~0.97 |
| 유리(연질)   | 0.94      |
| 석고       | 0.9       |
| 대리석      | 0.93      |
| 떡갈나무     | 0.9       |
| 종이       | 0.92~0.94 |
| 석회       | 0.91      |
| 자기(세라믹)  | 0.92~0.93 |
| 수정(거친면)  | 0.93      |
| 루핑지      | 0.91      |
| 고무       | 0.86~0.95 |
| 물        | 0.95~0.96 |
| 검정라카     | 0.8~0.95  |
| 에나멜      | 0.85~0.91 |
| 유성페인트    | 0.92~0.96 |
| 알루미늄 페인트 | 0.27~0.67 |
| 기름       | 0.94      |

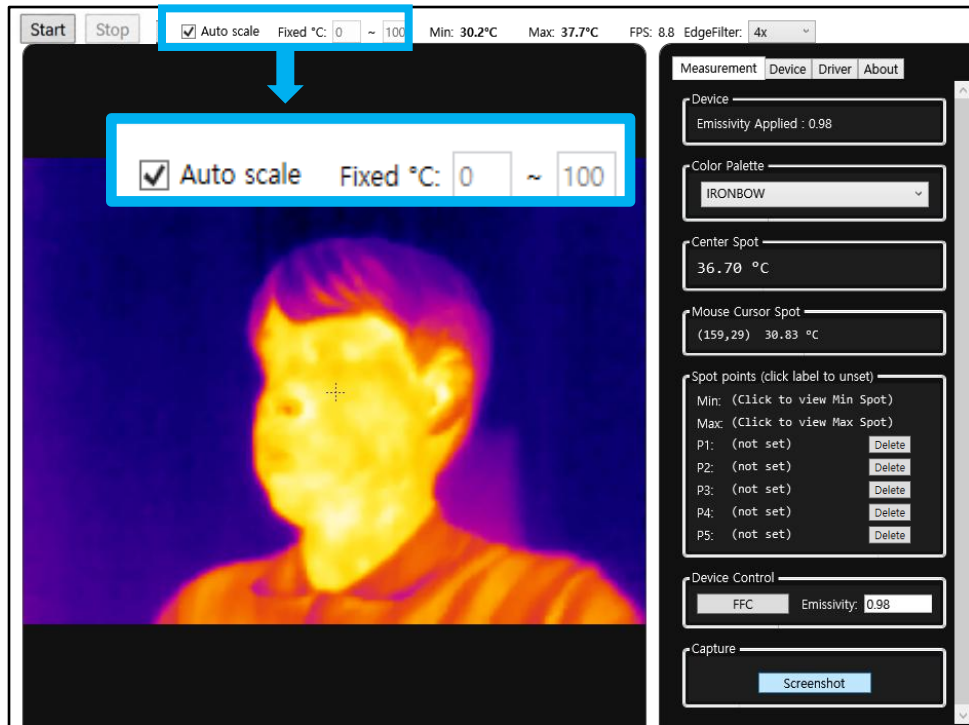
## 4-6. Capture 기능

- Capture 항목의 Screenshot 버튼을 클릭하면 현재 표시된 열화상 영상을 이미지 파일로 저장할 수 있으며, 저장된 파일은 GUI 설치 폴더 내의 Capture 폴더에 저장됩니다.



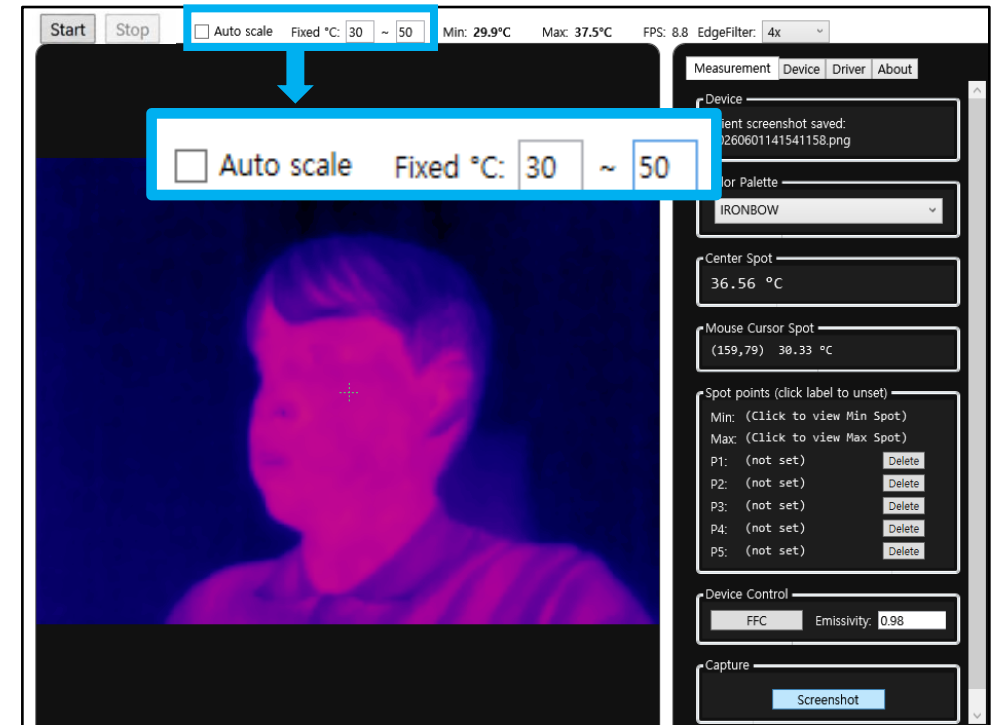
## 4-7. Auto Scale

- Auto Scale을 활성화 하면 현재 영상의 최고 온도(Max)와 최저 온도(Min)를 기준으로 색상 범위가 자동으로 조정됩니다.
- 측정 대상의 온도 변화에 따라 색상 분포가 자동으로 변경되며, 현재 선택된 Color Palette에 따라 온도 구간이 표시됩니다.
- Auto Scale을 비활성화하면 사용자가 최저 온도(min)와 최대 온도(Max)를 직접 설정할 수 있으며, 설정한 온도 범위를 기준으로 색상이 표시됩니다.



### <Auto Scale 활성화>

사람 얼굴을 촬영한 예시 화면으로, 현재 영상의 최저 온도(min)와 최고 온도(Max)를 기준으로 색상 범위가 자동 조정되는 온도 분포를 확인할 수 있습니다.



### <Auto Scale 비활성화(Fixed 30 °C ~ 50 °C 설정)>

사용자가 설정한 온도 범위(30 °C ~ 50 °C)를 기준으로 색상이 표시됩니다. 30 °C 이하의 온도는 Color Palette의 최저 색상으로, 50 °C 이상의 온도는 최고 색상으로 표시됩니다.

## 4-8. min / Max 표시

- 화면 상단에는 현재 영상의 최저 온도(min)와 최고 온도(Max)가 표시됩니다.
- Spot Points 항목의 Min 또는 Max를 클릭하면 영상 내 최저 온도 지점은 m, 최고 온도 지점은 M 으로 표시되어 해당 위치를 확인할 수 있습니다.

The screenshot shows the ThermalViewer (v1.09) interface. At the top, a status bar displays 'Min: 11.5°C' and 'Max: 44.5°C'. The main display area shows a thermal image with two spots marked: 'm' (Min) and 'M' (Max). The 'Spot points (click label to unset)' section on the right lists the coordinates and temperatures for these spots: Min: (13,71) 11.51 °C and Max: (90,65) 44.53 °C. A blue arrow points from the 'Spot points' section to a callout box showing 'Min: 11.5°C' and 'Max: 44.5°C'. Another blue arrow points from the 'Spot points' section to a callout box showing 'Spot points (click label to unset)' with 'Min: (Click to view Min Spot) Click' and 'Max: (Click to view Max Spot)'. A blue arrow points from this callout box to a final callout box showing 'Spot points (click label to unset)' with 'Min: (13,71) 11.51 °C' and 'Max: (90,65) 44.53 °C'.

Min: 11.5°C Max: 44.5°C

Spot points (click label to unset)  
Min: (Click to view Min Spot) Click  
Max: (Click to view Max Spot)

Spot points (click label to unset)  
Min: (13,71) 11.51 °C  
Max: (90,65) 44.53 °C

## 4-9. FPS 표시

- 화면 상단의 FPS 항목에서 영상의 초당 프레임 수 (FPS, Frame Per Second)를 확인할 수 있습니다.

FPS: 8.8

## 4-10. EdgeFilter

Edge Filter는 Lepton 열화상의 해상도 배율을 높이는 기능입니다. 이 기능은 Lepton센서의 기능이 아니고, ThermalViewer GUI의 고유 기능 입니다.

Edge Filter를 사용하지 않는 상태(1x)에서는 화면이 센서 본래 해상도로 보입니다. Edge Filter를 적용하면 선택한 배율에 따라 영상이 보간(Interpolation)되어, 부드러운 영상으로 볼 수 있습니다.

지원되는 보간 배율은 다음과 같습니다.

- **Native** : Edge Filter 미적용 영상
- **1x** : 해상도 배율 없이 Edge 강조 Filter만 적용한 영상
- **2x ~ 8x** : 선택한 배율에 따라 해상도 보간 및 Edge 강조 Filter를 적용한 영상

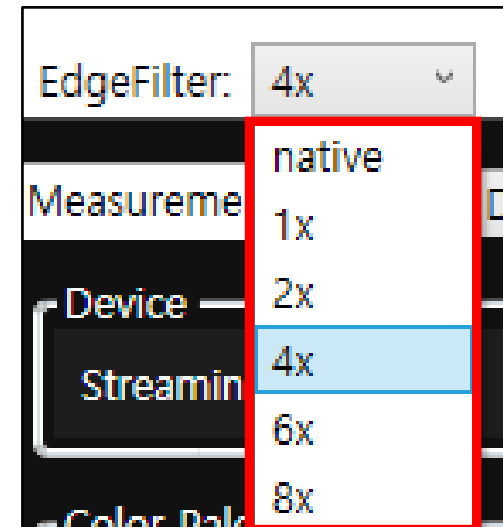
1x (해상도 160x120)

2x (해상도 320x240)

4x (해상도 640x480)

6x (해상도 960x720)

8x (해상도 1280x960)



단, Edge Filter를 사용할 경우 영상 보정 처리 시간이 추가로 발생하므로 GUI 영상 출력에 딜레이가 발생할 수 있습니다. 일반적인 사용 환경에서는 영상 딜레이를 고려하여 **4x 설정**을 권장합니다.

Lepton 센서는 초당 약 9 Frame(FPS)으로 동작하며, 프레임 간격은 약 111 ms 입니다.

$$1\text{초} \div 9\text{ FPS} = 0.111\text{초} \approx 111\text{ ms}$$

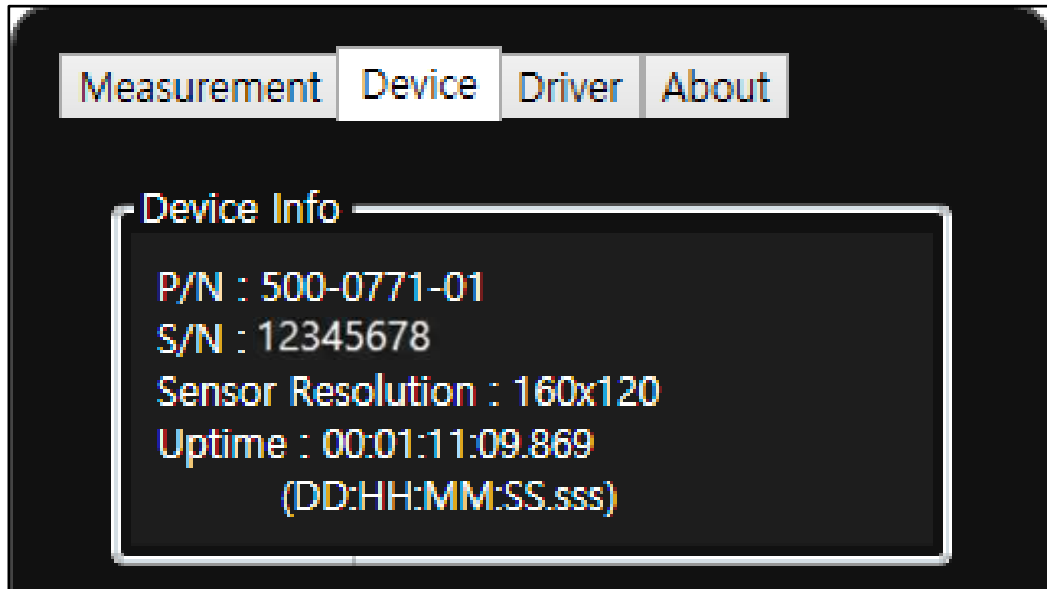
ThermalViewer GUI는 기본적으로 약 300 ms 영상 지연이 발생하며, Edge Filter를 적용할 경우 영상 보정 처리 시간이 추가되어 지연 시간이 증가할 수 있습니다.

| Edge Filter 설정 | 추가 지연 시간 | 총 지연 시간 (기본 300 ms 포함) | 지연 프레임 수     |
|----------------|----------|------------------------|--------------|
| Native (OFF)   | 0 ms     | 300 ms                 | 약 2.70 Frame |
| 1x             | 3.5 ms   | 303.5 ms               | 약 2.73 Frame |
| 2x             | 8 ms     | 308 ms                 | 약 2.77 Frame |
| 4x             | 21 ms    | 321 ms                 | 약 2.89 Frame |
| 6x             | 42 ms    | 342 ms                 | 약 3.08 Frame |
| 8x             | 71 ms    | 371 ms                 | 약 3.34 Frame |

## 4-11. Device Info

Device Info 항목에서는 Lepton 열화상 센서의 기본 정보를 확인 할 수 있습니다.

- **P/N (Part Number)** : Lepton 센서의 제품 번호를 표시합니다.
- **S/N (Serial Number)** : Lepton 센서의 시리얼 번호를 표시합니다.
- **Sensor Resolution** : Lepton 센서의 해상도를 표시합니다. (Lepton2.5: 80x60 / Lepton3.1R 및 Lepton3.5: 160x120)
- **Uptime** : Thermal Viewer GUI의 동작 시간을 표시합니다.



**P/N : 500-0771-01** -> (Lepton 3.5 연결)

**S/N : 12345678** -> 시리얼 번호 예시

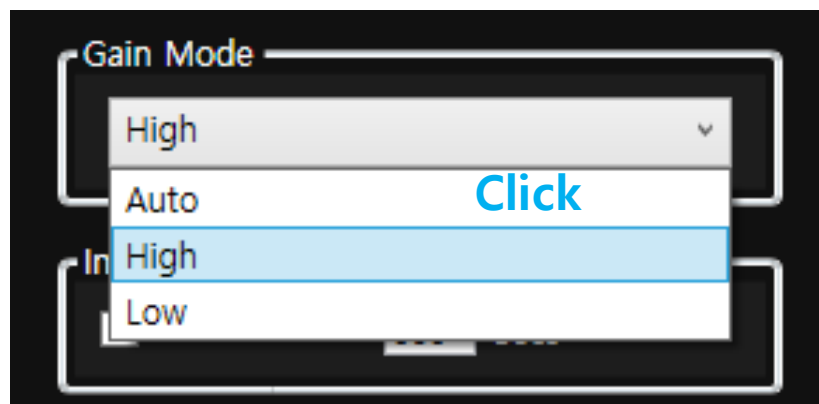
**Sensor Resolution: 160x120** -> 센서 해상도 표시

**Uptime : 00:01:11:09.869** -> 동작시간 예시,

약 1시간 11분 경과

## 4-12. Gain Mode

- **High Gain Mode:** 측정 범위 :  $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +140\text{ }^{\circ}\text{C}$   
일반적인 상온 온도 측정에 적합한 모드
- **Low Gain Mode:** 측정 범위 :  $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +450\text{ }^{\circ}\text{C}$   
고온 물체 측정시 사용하는 모드
- **Auto Gain Mode:**  
측정 되는 온도에 따라 센서가 High Gain Mode와 Low Gain Mode로 자동 전환됨.



<Gain Mode 선택 화면>

## 5. About

- **Third Party License Notices**

**Third Party License Notices** 항목에서는 Thermal Viewer GUI에서 사용되는 Third Party 오픈소스 소프트웨어 및 관련 라이선스 정보를 확인할 수 있습니다.

