

7

R&D용 열화상 카메라를 선택하는 7 가지 핵심 포인트

적외선 열화상 장비 구입 요령





The World's **Sixth Sense**®

R&D용 열화상 카메라를 선택하는 7가지 핵심 포인트



고객님께 드리는 말씀

FLIR는 고객님들의 적외선 관련 연구 프로젝트를 지원하기 위해 노력하고 있습니다. 이 책자는 이와 같은 지원 노력의 일환으로 작성된 것입니다. FLIR는 이미 1960년대 중반에 세계 최초로 민수용 열화상 카메라를 개발 출시한 바 있으며, 현재 FLIR는 세계 최대의 열화상 카메라 제조업체이며 또한 고객님들을 지원하기 위해 세계 최대 규모의 적외선교육센터인 ITC(Infrared Training Center)를 운영하고 있습니다. 이와 같은 50년 동안의 경험과 지식을 바탕으로 열화상 카메라를 선택하실 때 반드시 고려해야 하는 일곱 가지의 핵심 포인트를 이 안내서에 요약했습니다. 이 간략한 안내를 참고하시면 귀하의 R&D 프로젝트에 가장 적합한 열화상 카메라를 선택하실 수 있을 것입니다.

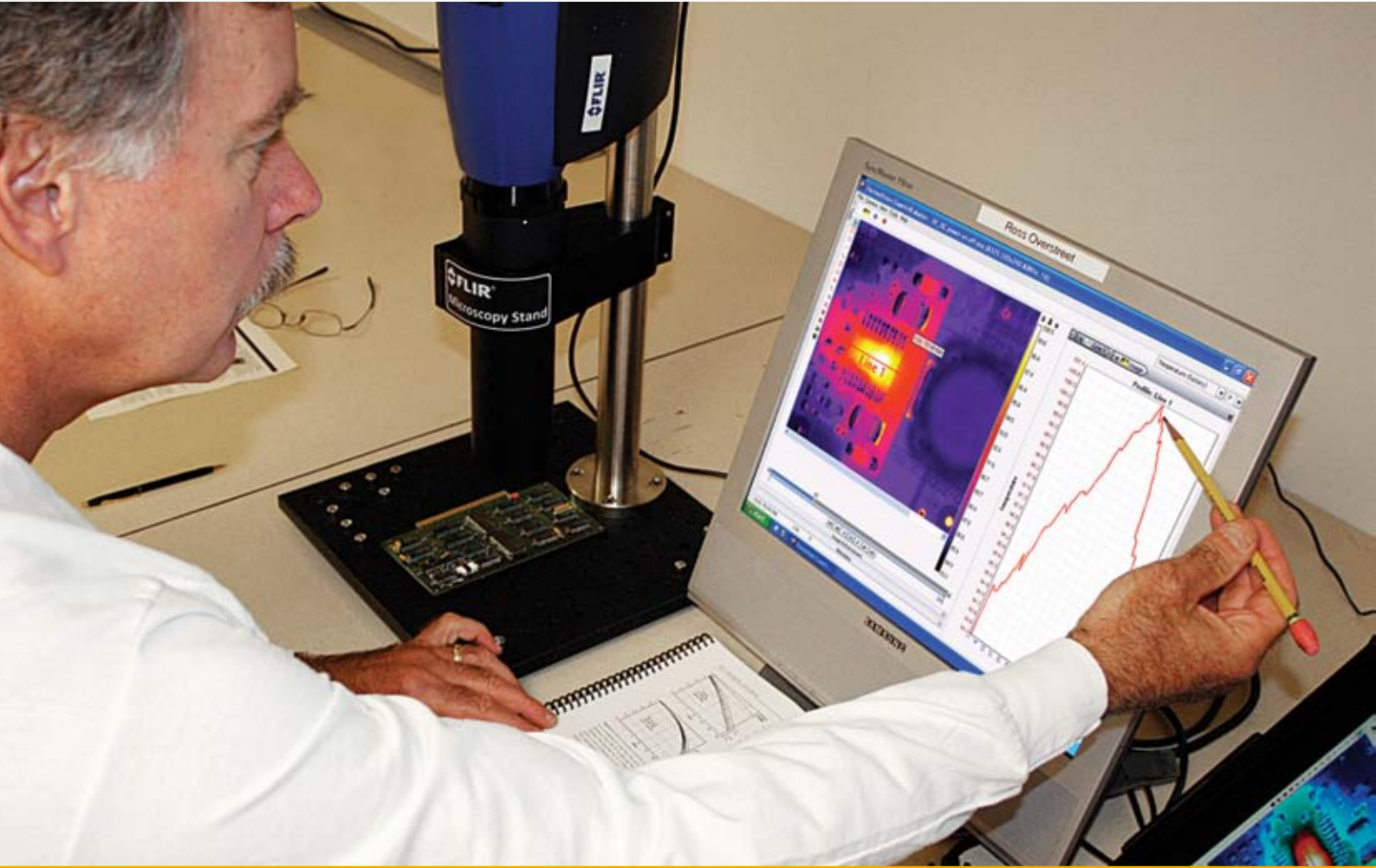
감사합니다.

데이비드 C. 버셀(David C Bursell)

Vice Presedent, Advanced Thermal Solutions

FLIR Systems Inc.

추신 - 7 가지 핵심요령을 읽으실 때 귀하의 사용 목적과 관련되는 사항이 나올 때는 메모하여 두시길 권합니다.



간략하게 표현하자면,

열화상 카메라 또는 열화상 카메라는 대상 물체가 방출하는 적외선을 감지하여 물체의 온도 분포와 그 차이를 보여주는 실화상으로 변환해주는 장치라 할 수 있습니다. 그러므로 물체의 온도를 쉽고 빠르게, 비접촉 방식으로 측정하여 데이터를 측정, 분석하고 보고서를 작성할 수 있도록 해주는 것입니다.

이처럼 적외선을 이용하여 데이터를 가시화하고, 기록, 분석 및 보고서를 작성하는 일련의 과정을 서모그래피(Thermography)라 부릅니다. 현재 서모그래피는 거의 모든 종류의 연구개발 프로젝트에서 필수적인 도구로 사용되고 있습니다. 열화상 카메라는 그 가격대와 기능, 특성에 따라서 다양한 종류가 제작 판매되고 있으며, 따라서 사용 목적에 가장 적합한 모델을 선택하는 일은 결코 간단하지 않습니다.

현재는 물론 장래에 요구되는 R&D용 열화상 카메라의 충분한 성능을 확보하기 위해 FLIR에서는 아래에 설명하는 것과 같이 7 가지의 핵심 요건을 정의하고 있습니다. 이 안내서에서는 카메라를 사용하고자 하는 프로젝트의 요구조건을 파악하고 그 목적과 용도에 가장 적합한 카메라를 선택할 수 있는 과정을 단계적으로 설명합니다. 즉 사용하고자 하는 연구 프로젝트와 그 용도를 문서로 정리하고, 그에 가장 적합한 열화상 카메라를 선택하는 과정을 설명하고 있습니다.

R&D용 열화상 카메라를 선택하는 7 가지의 핵심 포인트는 다음과 같습니다.

1. 측정하고자 하는 온도 범위는?
2. 필요한 데이터 수집 속도는?
3. 촬영하고자 하는 목표물의 크기와 측정 거리는?
4. 원하시는 용도에 가장 적합한 디텍터 종류는?
5. 온도를 분석하고 보고서를 작성하는데 사용하는 방법은?
6. 필요한 액세서리의 종류는?
7. 카메라 제작사가 제공할 수 있는 각종 지원 및 교육훈련은?

포인트 #1: 측정하고자 하는 온도 범위는?

대부분의 연구 프로젝트에서 열화상 카메라로 측정하고자 하는 대상 물체의 온도에는 대체적으로 일정한 범위가 있습니다. 온도를 측정할 때 가장 중요한 포인트는 온도의 범위(Temperature Range)와 온도 분해능(Temperature Resolution) 이 두 가지입니다. 해당 R&D에서 요구되는 이 두 가지의 특성을 정확하게 규정함으로써 열화상 카메라의 선택 범위를 크게 좁힐 수 있게 됩니다.

온도 범위:

온도 범위는 실험 도중에 대상물체의 온도가 변화하는 전체적인 범위를 말합니다. 이 온도 범위는 열화상 내에서 가장 온도가 높은 부분과 낮은 부분의 온도 차이로 정의할 수도 있습니다. 예를 들어 활주로에서 공회전하고 있는 항공기의 엔진을 열화상 카메라로 촬영하는 경우를 생각해봅시다. 이때 항공기 기체의 온도는 대략 25℃ 정도이며 엔진의 온도는 500℃까지 올라갑니다. 그러므로 온도의 범위는 25℃ ~ 500℃이며, 이 범위의 온도를 측정할 수 있는 성능을 가진 열화상 카메라가 필요한 것입니다.

온도 분해능(Temperature Resolution)

온도 분해능은 측정하고자 하는 최소한의 온도 차이로서, 열화상 카메라의 온도 (민)감도(Temperature Sensitivity)라 부르기도 합니다. 열화상 카메라의 온도 분해능은 카메라의 디텍터에 따라서 0.025℃ ~ 0.075℃ 사이로 매우 정밀합니다.

열화상 카메라의 온도 분해능 또는 온도 감도는 흔히 NEdT(Noise Equivalent Delta Temperature; 잡음등가 온도차이)라고 부르기도 합니다. 이 성능지수는 열화상 카메라가 잡음 레벨을 넘어서 감지할 수 있는 최소의 온도 차이를 나타내는 것입니다. 쉽게 표현하자면 어떤 열화상 카메라로 측정할 수 있는 최소한의 온도 변화라고 할 수 있습니다. 표 1은 각종 열화상 카메라의 온도 범위와 온도 분해능을 정리한 자료입니다.

카메라 모델	디텍터 종류	온도 분해능	온도 범위
A325	Microbolometer	0.075℃	-20° ~ +120℃ +0 ~ +350℃
Silver SC5200	Indium Antimonide	0.025℃	-10℃ ~ 55℃ 10℃ ~ 90℃Cv 50℃ ~ 150℃ 80℃ ~ 200℃ 150℃ ~ 350℃
Titanium	QWIP	0.025℃	-10° ~ +80℃ +50° ~ +200℃ +150° ~ +600℃ +350° ~ +1500℃

표 1: 일반 적외선 카메라의 온도 범위와 온도 분해능

표 1을 보면, A325 모델은 Silver SC5200 모델에 비해 측정 가능한 온도 범위는 더 넓지만 온도 분해능(민감도)은 더 낮습니다. (그러나 Silver SC5200이 A325보다 더 넓은 온도 범위를 가지도록 하는 슈퍼레이밍이라는 방법도 있습니다. 이 방법에 대해서는 포인트 #5에서 자세히 설명하겠습니다.) 아시겠지만, 열화상 카메라의 종류는 매우 다양하지만, 측정하고자 원하는 온도의 범위와 그 분해능을 먼저 결정하면 선택 범위를 크게 좁힐 수 있게 되는 것입니다.

참고: 열화상 카메라에서 온도 분해능(민감도)은 온도의 정확도(Temperature Accuracy)와는 다른 개념입니다. 온도 정확도는 카메라가 대상 물체의 온도를 얼마나 정확하게 측정할 수 있는지를 나타내는 성능 지표입니다. 예를 들어, 뜨거운 커피잔의 온도가 90℃에서 89℃로 식을 때 온도 분해능(민감도)이 높은 카메라는 1℃ 정도의 이 변화를 정확하게 측정할 수 있습니다. 그러나 이 카메라가 정확하게 교정되어 있지 않다면 카메라가 온도가 91℃에서 90℃로 변화하는 것으로 측정할 수도 있는 것입니다. 따라서 이 카메라의 온도 정확도는 ±1℃가 됩니다.

포인트 #2: 필요한 데이터 수집 속도는?

이 질문에 대답하려면 카메라의 노출시간(Exposure Time), 프레임 속도(Frame Rate) 그리고 총 녹화시간(Total Record Time)을 고려해야 합니다.

노출 시간(Exposure Time)

노출 시간은 열화상 카메라가 한 프레임의 데이터를 캡처하는데 소요되는 시간으로서, 일반 실화상 카메라의 셔터 속도와 비슷한 것입니다. 열화상 카메라의 노출시간은 적분시간(Integration Time) 또는 디텍터의 열시간 상수(Thermal Time Constant)라 부르기도 합니다. 이 용어들은 모두 한 장의 열화상을 촬영할 때 디텍터가 실제로 적외선을 받는 시간을 말하는 것입니다.

이제 열화상 카메라의 노출시간을 일반 실화상 카메라의 노출시간과 비교하면서 노출 시간의 길이에 따른 장단점을 설명하겠습니다. 이 두 종류의 카메라에서 공통적으로 노출시간이 짧을수록 빠른 속도로 움직이거나 변화하는 물체 또는 사건의 화상, 즉 이미지가 번짐이 없이 선명하게 나타납니다. 그러나 광선 또는 적외선을 받는 시간이 너무 짧으면 노출 부족, 즉 대상 물체의 이미지를 확실하게 포착할 수 없게 됩니다. 반면에 노출시간이 길면 대상물체로부터 더 많은 광선(실화상 카메라) 또는 더 많은 열 에너지(열화상 카메라)를 받을 수 있게 됩니다. 그러나 고속으로 움직이거나 변화하는 물체 또는 현상일 경우 이미지가 번져서 흐리게 나타납니다. 결국 노출시간은 그 길고 짧음에 따라서 각각 장단점이 있는 것입니다.

여기서 표 1을 다시 보시면 온도 분해능이 높아서 온도 민감도가 더 높은 열화상 카메라 모델도 있다는 것을 아실 수 있습니다. 같은 대상물체일 경우, 온도 민감도가 높은 카메라는 낮은 카메라에 비해 더 짧은 노출시간으로 동일한 이미지를 얻을 수 있습니다. 따라서 온도 분해능이 높은 열화상 카메라는 저온의 물체를 번짐이 없이 선명하게 촬영할 수 있는 것입니다.

어떤 열화상 카메라가 사용하고자 하는 용도에 적합한 속도(온도 분해능)를 가지고 있는지 확인하려면 아래 사항을 검토할 필요가 있습니다.

- 대상 물체의 움직임
- 대상 물체의 온도 변화 속도(가열 및 냉각 속도)
- 적외선 카메라 자체의 움직임

프레임 속도(프레임 레이트, 초당 프레임 숫자)

카메라의 프레임 속도(frame rate)는 일초당 몇 장의 이미지를 촬영할 수 있는가를 나타내는 지표입니다. 프레임 속도가 높은 열화상 카메라는 총알이나 비행물체 또는 폭발 장면과 같은 고속 물체의 열화상을 선명하게 촬영할 수 있습니다. 데이터 수집속도가 충분히 빠르다면 장면을 연속으로 촬영하여 저속으로 다시 재생할 수도 있습니다. 그러므로 카메라의 프레임 속도가 높을수록 고속(동적)으로 변화하는 물체와 현상을 더 정확하게 촬영할 수 있는 것입니다.

쉽게 이해하실 수 있겠지만, 노출시간이 짧은 카메라일수록 프레임 속도가 더 높아집니다. 현재 시판되고 있는 열화상 카메라의 프레임 속도는 초당 수 프레임부터 수천 프레임까지입니다. 위의 표 1에 프레임 속도를 추가한 것이 아래의 표 2입니다.

카메라 모델	디텍터 종류	노출 시간	프레임 속도
A325	Microbolometer	12 milliseconds	60 fps
Silver SC5200	Indium Antimonide	1.0 milliseconds	170 fps
Titanium	QWIP	16 milliseconds	380 fps

표 2: 일반 적외선 카메라의 프레임 속도와 노출시간

총 녹화시간(Total Record Time)

고속에서 긴 시간 동안, 고속에서 짧은 시간 동안, 또는 저속으로 몇 시간에 걸쳐 데이터를 수집하는 경우 등, 열화상을 촬영하는 방식은 그 용도와 목적에 따라 크게 다를 수 있습니다. 거의 카메라 종류에 맞먹을 만큼 다양한 촬영 방식이 있을 수 있으며, 따라서 원하는 열화상 카메라를 선택하기 위해서는 데이터 수집 방식을 고려할 필요가 있습니다.

SC660 모델과 같은 일부 열화상 카메라는 내부 플래시 메모리 또는 착탈식 컴팩트 SD 카드와 같은 데이터 저장장치를 내장하고 있습니다. Silver SC5000 및 Titanium SC7000 시리즈 모델과 같은 다른 열화상 카메라는 Gigabit Ethernet 또는 CameraLink 등의 연결을 통해 데이터를 고속으로 PC나 랩톱 컴퓨터에 스트리밍 전송하여 녹화하도록 할 수 있습니다. 고속으로 장시간 동안 녹화할 필요가 있다면 RAID 디스크 어레이에 데이터를 스트리밍 전송하여 높은 프레임 속도의 열화상 데이터를 긴 시간 동안 저장할 수도 있습니다.

그러므로 연구에 사용되는 프레임 속도와 총 녹화시간에 따라서 가장 적합한 열화상 카메라를 선택해야 합니다.

포인트 #3:

촬영하고자 하는 목표물의 크기와 측정 거리는?

최상의 화질과 최대의 측정 포인트를 얻기 위해서는 대상 물체를 시야(Field of View) 내에 포착할 수 있는 렌즈를 사용할 필요가 있습니다. 이와 동시에 순간 시야(Instantaneous Field of View)에 해당하는 최소 크기의 물체를 자세하게 촬영하기 위해서는 공간 분해능(Spatial Resolution)을 최적화하는 것도 필요합니다.

공간 분해능(Spatial Resolution, 공간 해상도)

공간 분해능은 순간시야(Instantaneous Field of View; IFoV)라 부르기도 합니다. 이 용어는 대상에서 감지할 수 있는 가장 작은 크기의 세부 형태를 나타내는 것으로서, 카메라 디텍터의 한 픽셀이 커버하는 최소의 면적에 의하여 결정되는 것입니다. 카메라가 물체에 가까울수록 한 픽셀이 커버하는 면적이 작아지고, 거리가 멀수록 픽셀당 면적이 더 커지게 됩니다. (그림 1 참조.)

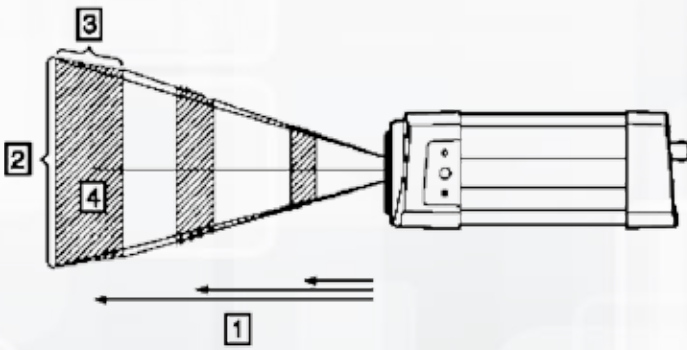


그림 1: 시야와 순간시야

시야(Field of View; FoV)

대상 물체와의 거리에 따라서 시야도 달라집니다. 공간 분해능(해상도)과 마찬가지로 물체가 가까이 있을 때보다 멀리 있으면 디텍터에서 그 물체가 차지하는 픽셀 숫자가 적어지는 것입니다. 가장 이상적인 것은 대상 물체가 시야에 가득 차도록 하는 것이지만, 대상 물체의 온도가 높거나, 위험이 있는 경우에는 근접 촬영이 불가능합니다.

그러므로 원하는 시야와 공간 분해능이 결정되면 가장 적합한 렌즈 또는 렌즈 세트를 선택할 수 있게 됩니다. 하지만 시야와 공간 분해능을 계산하는 것은 쉽지 않으므로, FLIR에서는 온라인을 통하여 무료로 시야를 계산해주는 서비스를 제공하고 있습니다(www.flir.com/thg/calculator). 이 온라인 계산기에서는 대상 물체의 크기와 거리, 렌즈 모델을 입력하기만 하면 시야와 공간 분해능을 자동으로 계산해 주며, 시야와 공간 분해능뿐 아니라 대상 물체가 차지하는 픽셀 숫자도 제공하여 렌즈를 쉽게 선택할 수 있습니다.

포인트 #4:

원하시는 용도에 가장 적합한 디텍터 종류는?

이 안내서의 1부에서 열화상 카메라의 디텍터 종류에 따라서 온도측정 민감도가 달라진다는 설명을 드린 바 있습니다. 여기에 더하여, 디텍터의 종류에 따라서 가장 높은 감도로 감지할 수 있는 적외선의 파장 또는 파장대역이 달라진다는 사실도 반드시 알아두실 필요가 있습니다. 용도와 사용 목적에 따라서 열화상 카메라가 감지하는 파장대역의 에너지는 측정 결과에 큰 영향을 미치기 때문입니다.

그림 2는 대표적인 대기중의 적외선 투과곡선을 표시한 것입니다. 이 그림을 보시면, 공기를 가장 잘 투과하는 적외선 파장대역은 7.5μm~13.0μm 그리고 3.0μm~5.0μm 사이라는 것을 알 수 있습니다. 그러므로 먼 거리에서 대기를 통하여 대상물체를 촬영하는 경우 이 파장대역에서 높은 감도를 가진 디텍터가 가장 적합한 것입니다.

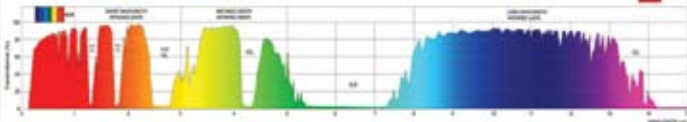


그림 2: 적외선 에너지의 대기 투과

대상 물체의 재질이나 투과하는 물체의 재질에 따라서 이 투과곡선이 달라지므로, 그런 경우에는 디텍터 종류도 달라져야 하는 것이 당연한 일입니다. 예를 들어 전구의 필라멘트를 촬영하는 경우를 가정해 보겠습니다. 이때는 전구의 외부 유리를 통해서 내부에 있는 필라멘트를 조사하게 됩니다. 그림 3에 있는 유리의 적외선 투과곡선을 보면 3.0μm~4.1μm 파장대역의 적외선을 높은 감도로 감지할 수 있는 카메라가 적합하다는 것을 알 수 있습니다.

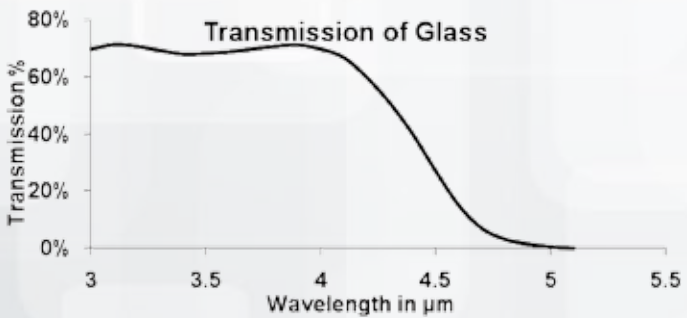


그림 3: 유리 전구의 적외선 투과 곡선

그림 4는 유리를 잘 투과하는 파장대역의 적외선을 높은 감도로 감지할 수 있는 열화상 카메라를 사용하여 유리 전구 내부의 필라멘트를 촬영한 열화상입니다. 이 열화상은 이 파장대역에 최적화된 InSb 디텍터를 사용하는 열화상 카메라가 필라멘트의 촬영에 우수하다는 것을 보여줍니다.

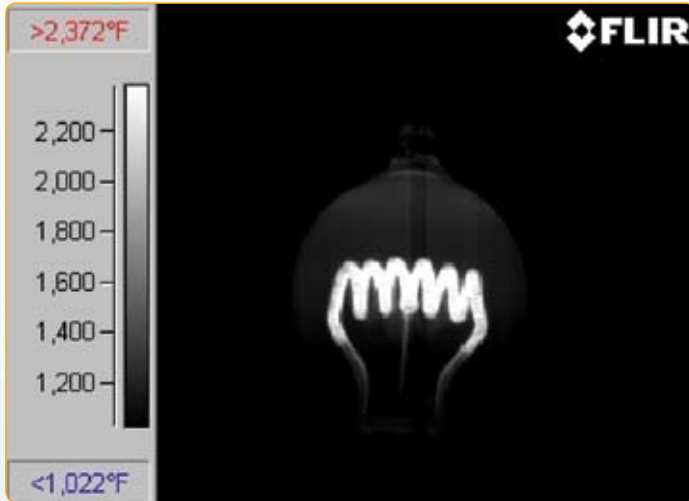


그림4: InSb 디텍터(3.0μm~5.0μm)과4.1μm이상으로 촬영한 백열전구 열화상

한편, 그림 5는 유리를 잘 투과하지 못하는 파장대역의 적외선에 최적화된 열화상 카메라를 사용하여 유리 전구 내부의 필라멘트를 촬영한 열화상입니다. 그림 5를 보면 유리 전구 내부에 있는 필라멘트가 아니라 실제로는 유리의 표면 온도를 측정한 것임을 알 수 있습니다.

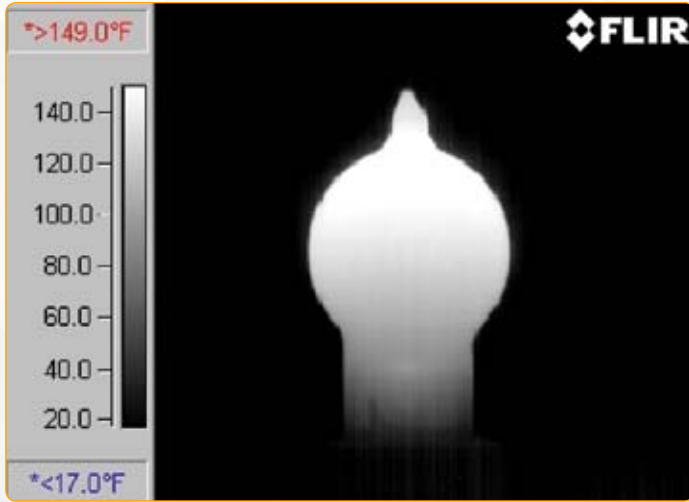


그림 5: 마이크로볼로미터(MicroBolometer) 디텍터(7.5μm~13.0μm)로 촬영한 백열전구의 열화상

요약하면, 유리와 같이 특정한 물질을 투과하여 대상 물체를 측정(촬영)할 때에는 그 물질을 잘 투과할 수 있는 파장대역의 적외선에 최적화된 디텍터를 선택할 필요가 있는 것입니다.

포인트 #5: 온도를 분석하고 보고서를 작성하는데 사용하는 방법은?

지금까지의 설명에서는 열화상 카메라의 하드웨어와 데이터 수집에 초점을 두었습니다. 그러나 이러한 측면은 전체 시스템 솔루션에서 대략 절반을 차지하는데 지나지 않습니다. 열화상 카메라를 사용하는 연구개발 프로젝트에서 흔히 간과하기 쉬운 부분이 데이터 분석과 데이터 공유를 위한 보고서 작성 기능입니다. 아래에서는 용도에 따라 요구되는 데이터 분석 방법과 동료 연구진과 데이터를 공유하거나 의뢰인에게 데이터를 효과적으로 제공할 수 있는 방법에 대해서 설명합니다.

데이터 분석

온도가 교정되어 있는 FLIR 열화상 카메라는 디텍터의 각 픽셀마다 섭씨(°C), 절대온도(K) 또는 화씨(F) 온도를 측정하여 제공합니다. 모든 픽셀의 온도를 한 장의 열화상으로 디스플레이하면 대상 물체나 현상의 온도 분포를 한 눈으로 볼 수 있게 됩니다. 이미지 강화(Image Enhancement), 이미지 차감(Image Subtraction), 방사를 조정(Emissivity Adjustment), 그래프 작성 등의 기법은 대상 물체나 현상에서 일어나고 있는 온도변화를 더 잘 파악할 수 있는 매우 유용한 수단입니다.

서모그래피 기술에서 가장 널리 이용되고 있는 기본적인 도구는 이미지 색상 팔레트의 레벨(Level)과 스펠(Span)을 조절할 수 있는 이미지 강화 기법입니다. 이 기법은 미세한 온도 차이를 감지할 수 있도록 이미지를 더욱 증강하는 것입니다. 또한 에너지를 표시하는 이미지에서 기본선 이미지를 차감하는 소프트웨어를 사용하면 주변에서 반사된 온도를 제거하고 매우 미세한 온도 변화를 검출할 수 있습니다. 이 기법은 반사성이 있는 물체나 방사율이 낮은 물체를 측정할 때 필수적인 것입니다.

데이터를 도표나 그래프로 표시하는 소프트웨어 도구 역시 측정 데이터를 공유하고 결과를 제공하는데 꼭 필요한 것입니다. 예를 들면 막대 그래프(Histogram), 라인 프로파일(Line Profile) 그래프, 시간에 대한 온도변화 곡선 등을 작성할 수 있어야 합니다. 이런 그래프와 도표를 사용하면 대상 물체의 열분포와 시간에 따른 온도변화 등의 현상을 잘 파악할 수 있게 됩니다. 그림 6은 이러한 분석 도구의 예를 보여줍니다.

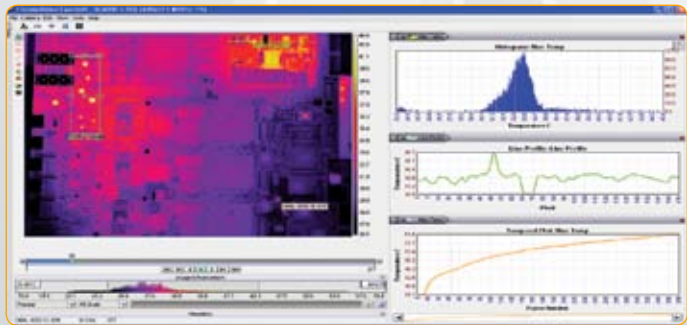


그림 6: 데이터 분석 소프트웨어 툴의 예

보고서 작성:

서모그래피 기술에서 그 중요성이 제대로 인식되지 못하고 있는 또 다른 기능은 보고서 작성입니다. 연구개발 프로젝트에서는 수집하고 분석한 데이터를 동료와 공유하거나 발표하는 것이 필수적입니다. 예를 들면 수집한 기초 데이터를 동료 연구원들에게 제공하여 심층분석하도록 하거나 의뢰인 또는 분석 결과를 고객에게 제공하는 것입니다. 따라서 데이터를 공유할 상대를 알아야 하며 또한 분석 결과를 효과적으로 활용할 수 있도록 작성하는 포맷이 필요하게 됩니다.

대부분의 경우에 MatLab이나 Excel 등의 일반 소프트웨어를 이용하는 맞춤형 데이터 분석 방법을 사용하고 있습니다. 그러므로 예를 들어 데이터를 CSV(Comma Separated Value) 파일의 형태로 변환하여 MatLab이나 Excel 등의 분석 소프트웨어로 내보내기(export) 할 수 있는 적외선 소프트웨어 패키지가 필수적입니다. 또한 장시간에 걸쳐 측정 수집된 데이터는 텍스트 파일 또는 스프레드시트 파일 포맷의 데이터 기록 파일 형태로 변환하면 가장 쉽고 효율적으로 공유할 수 있게 됩니다. 또한 데이터를 이렇게 변환하면 제3자의 범용 분석 소프트웨어 솔루션을 사용하여 심층 분석할 수 있는 것입니다.

상위의 관리자나 고객에게도 스틸 사진 또는 동영상을 e-메일에 삽입하거나, 슬라이드 쇼 또는 워드 프로세스 문서에 삽입하여 전달하면 연구 내용과 결과를 가장 쉽고 효율적, 효과적으로 보고/전달할 수 있습니다. 그러므로 적외선 시퀀스와 이미지(열화상)를 JPEG 또는 BMP 파일 형태로 작성하여 스틸 이미지를 만들거나 AVI 또는 WMV 등 동영상을 만들 수 있는 기능은 반드시 필요한 것입니다.

포인트 #6: 필요한 액세서리의 종류는?

큰 연구개발 프로젝트에서는 열화상 카메라와 소프트웨어만으로는 부족할 경우가 많습니다. 예를 들어 밀폐된 공간에 카메라를 설치해야 할 때도 있고, 카메라를 조작하는 사람에서 멀리 떨어진 곳에 설치하는 경우도 많습니다. 이런 환경이나 조건에서는 필요한 옵션 기능을 턴키(Turn-key) 방식으로 제공할 수 있는 열화상 카메라를 선택해야 합니다.

카메라를 옥외 공간이나 생산현장에 설치할 때에는 카메라 디텍터에 적합한 특수 적외선 필터 기능을 가진 외함이 필요할 수도 있습니다. 특정한 환경을 구현하고 있는 챔버 내부를 관찰하거나 압력실 내부에서 일어나는 현상을 연구하는 경우에도 특수 적외선 여과 기능이 필요하게 됩니다. 이런 경우에는 그 적외선 여과 기능이나 필터가 해당 디텍터 에서 감지하는 적외선 파장과 일치하는지 확인하지 않으면 안 됩니다. FLIR에서는 카메라의 디텍터에 가장 적합한 적외선 여과 물질의 종류, 사이즈, 두께 등을 계산할 수 있는 툴을 제공하고 있습니다. 뿐만 아니라 각종 카메라에 적합한 다양한 종류의 기성품 외함을 제작 공급하여 사용자들의 편의를 최대한 지원하고 있습니다. (그림 7 참조.)



그림 7 : FLIR 환경 인클로저 예

아주 먼 거리에 카메라를 설치 사용하는 경우에는 장거리 연결용 확장 케이블이 필요합니다. 예를 들어 사람이 접근할 수 없는 위험한 시험에서 카메라를 이동 추적장치에 설치하여 사용하는 경우가 있습니다. 이런 경우에는 Ethernet, FireWire, 또는 CameraLink 등을 광섬유 케이블과 함께 사용하여 열화상 데이터를 몇 km 이상 떨어진 거리까지 풀 프레임 속도로 전송할 수 있습니다. FLIR에서는 이런 연결 방식을 지원하여 연구자의 귀중한 시간과 비용을 절약하고 대규모 시험 시스템의 신뢰성을 확보할 수 있도록 최선을 다하고 있습니다.

이 외에도 종합적인 서모그래피 시스템을 구축하기 위해서는 각종 옵션 소프트웨어와 하드웨어가 필요할 수 있으므로, 원하는 데이터를 얻기 위해 필요한 부대 장치를 신중하게 검토해야 할 것입니다. FLIR는 고객을 위해 다양한 광학장치, 확장 케이블, 카메라 스탠드, 보호용 외함, 또는 시스템 등 필요한 모든 부대 장치를 포함하여 제3자 제품에 대한 기술 정보와 자료까지 제공하고 있습니다.

포인트 #7: 카메라 제작사가 제공할 수 있는 각종 지원 및 교육훈련은?

이 것은 열화상 카메라를 구입할 때 가장 간과하기 쉬운 사항입니다. 모든 첨단기술 제품과 마찬가지로 열화상 카메라 역시 그 기능은 매우 다양합니다. 이러한 열화상 카메라의 기능을 비롯하여 무궁무진한 가능성을 최대한으로 활용하기 위해서는 그 응용과 제작사의 지원이 필수적입니다. 제작사가 고객들을 위해 제공하는 지원은 정확한 납기준수부터 반사표면을 가진 물체의 온도를 측정하는 방법에 대한 기술지도에 이르기까지 매우 광범위 합니다. 열화상 카메라의 사용에 어려움이 있을 때, 수리가 필요할 때, 교육훈련이 필요할 때에는 주저하지시 말고 FLIR에 연락해주시면 필요한 도움을 받으실 수 있습니다.

현재 FLIR에서는 아래와 같은 교육훈련 과정을 제공하고 있습니다.

- **체계적인 교육 과정 - 카메라 사용법, 지원 소프트웨어 사용법, 데이터 수집 시스템, 응용 기법, 라디오메트리 및 서모그래피의 물리학적 이론**
- **제작공장 현장 교육 - 카메라 시스템을 개발, 설계, 제작 및 서비스하는 전문 기술자들이 직접 교육훈련을 제공**
- **지역별 교육훈련 - 세계 각지에서 교육과정을 제공**
- **사용현장 교육 - 특수한 용도를 위해 전문적인 사용 기법 교육이 필요한 고객의 사용 현장에서 직접 교육훈련 제공**



FLIR 카메라에 사용되는 다양한 액세서리를 공급하고 있습니다.



자신의 카메라로 개인별 교육을 받으실 수 있습니다.



FLIR 카메라를 구입하시는 고객에게 드리는 혜택

이상과 같이 다양한 교육훈련 과정에 더하여 아래와 같은 특전을 제공하고 있습니다.

- 서모그래피 전문가의 직접적인 자문 지원
- 정보와 데이터의 제공 - 제품과 소프트웨어의 업그레이드, 새로운 버전, 교육훈련 과정 등
- 최고 수준의 전문성 - FLIR는 오직 적외선 열화상 및 그 측정 기술에만 전념하고 있는 전문 기업입니다.

요약

이 안내서에서 소개하고 있는 "R&D용 열화상 카메라를 선택하는 7 가지 핵심 포인트"는 연구개발 프로젝트에 가장 적합한 열화상 카메라를 선택하는 방법에 관한 것입니다. 모든 연구개발 프로젝트는 제각기 다른 기술적 이론적 특징과 전문 분야를 가지고 있으므로 그에 가장 적합한 열화상 카메라를 선택하는 것이 프로젝트의 성공에 매우 중요합니다. 더 자세한 설명은 <http://www.infraredresearchcameras.com/rdhb1> 에서 제공해 드리고 있는 열화상 카메라 R&D 전문가용 열화상 핸드북 (Infrared Camera R&D Handbook)을 참고하시기 바랍니다.

귀하께서 꼭 FLIR의 열화상 카메라를 구입하시도록 권장하고 싶지만, 실제로 수많은 R&D 프로젝트에 가장 적합한 제품은 프로젝트 숫자만큼 많을 수 있다는 것을 잘 알고 있습니다. 다른 회사의 열화상 카메라를 검토하실 때, 규격이 불완전하거나 이해하기 어려울 경우도 있을 것입니다. 이런 경우에는 언제든지 FLIR에 연락해주시십시오. FLIR에서는 전화 상담을 통해서 전문가들의 기술 자문을 제공하고 있기 때문입니다. 뿐만 아니라 가까운 대리점에 연락하시면 가장 적합한 열화상 카메라를 직접 시험 사용해 보신 후에 구매를 결정하실 수도 있습니다.



구입하기 전에 장비를 직접 시험해 볼 수 있는 기회를 드립니다.



FLIR의 엔지니어와 전문가들이 귀하의 FLIR 카메라 정비를 지원합니다.

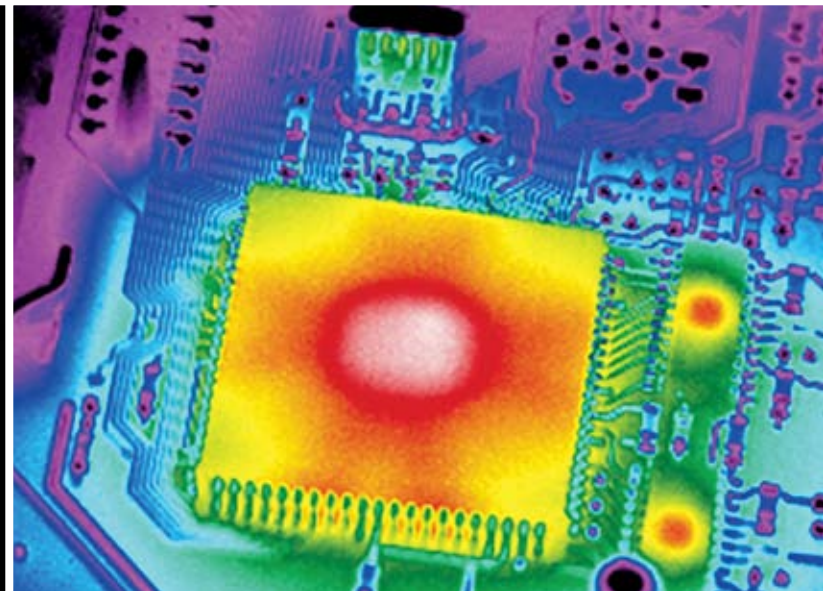
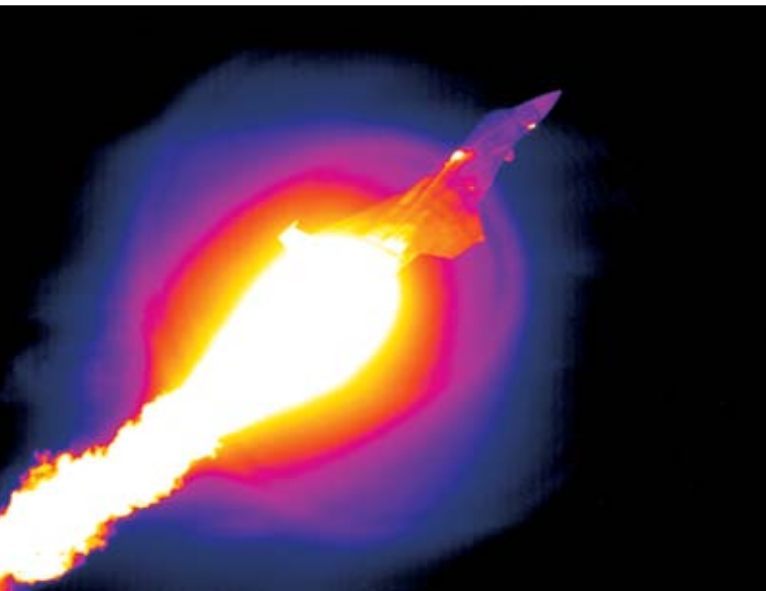
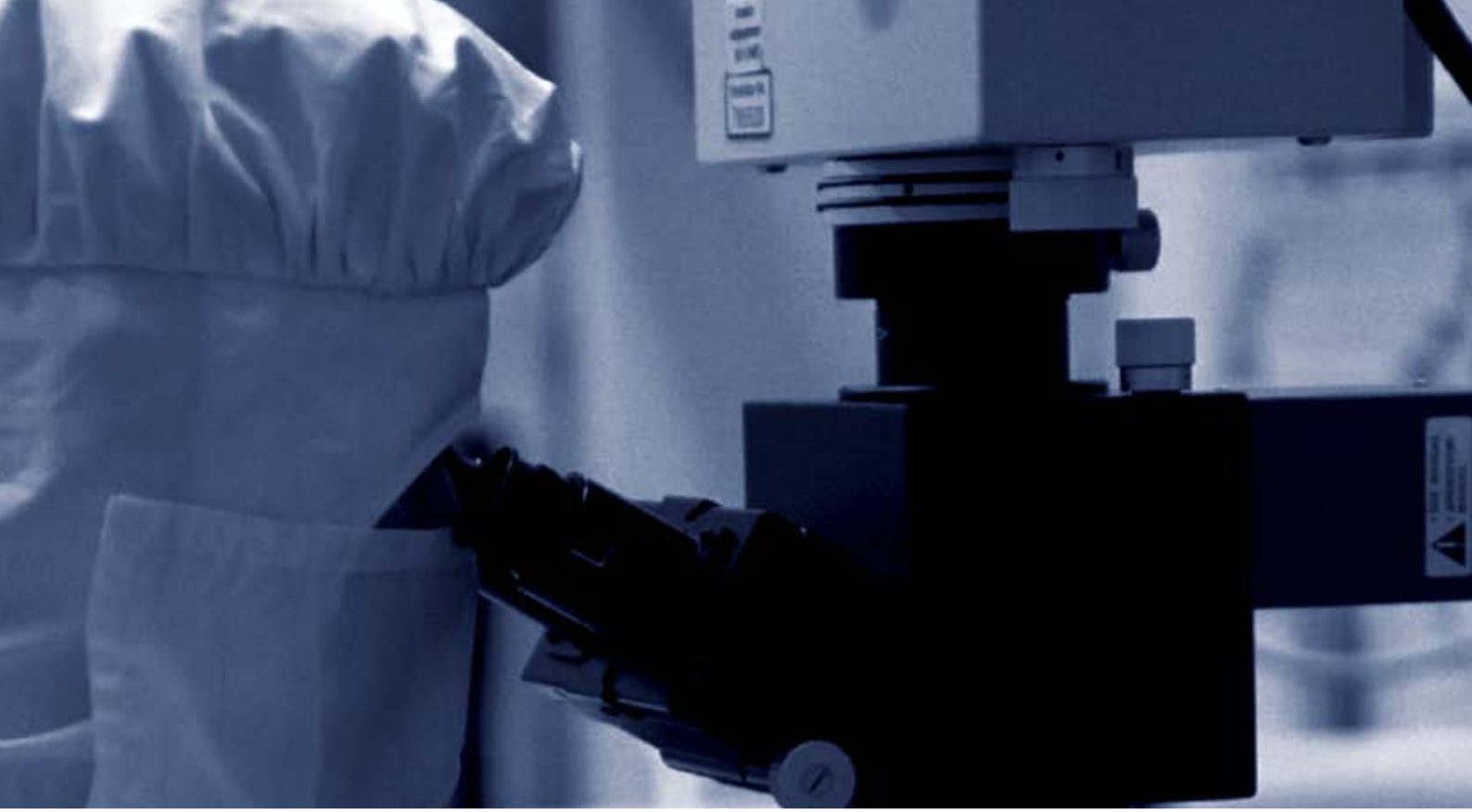


전문가의 교육 및 지도 하에 장비를 직접 시험해 볼 수 있습니다.



The World's **Sixth Sense**®





열화상 카메라 전문가의 기술적 자문을 원하시면 다음 연락처로 연락해주시요.

(본사) PORTLAND
FLIR Systems, Inc.
27700 SW Parkway Ave.
Wilsonville, OR 97070
USA

(주)플리어시스템코리아
서울 특별시 강남구 삼성로 566, 6층
(삼성동, 구구빌딩)
Tel: (02)565-2714~7
Fax: (02)565-2718
E-mail: flir@flirkorea.com

이 카탈로그에 소개된 장비의 수출은 미국 정부의 승인이 필요할 수도 있습니다. 이 장비에 대해서 적용되는 관련 미국 법규를 준수하여야 합니다. 표시된 사양은 사전 통지 없이 변경될 수 있습니다. 이 자료에 수록된 이미지들은 예시를 보여주기 위한 것입니다. ©2016 FLIR Systems, Inc. All rights reserved. (Rev. 26/09/16)