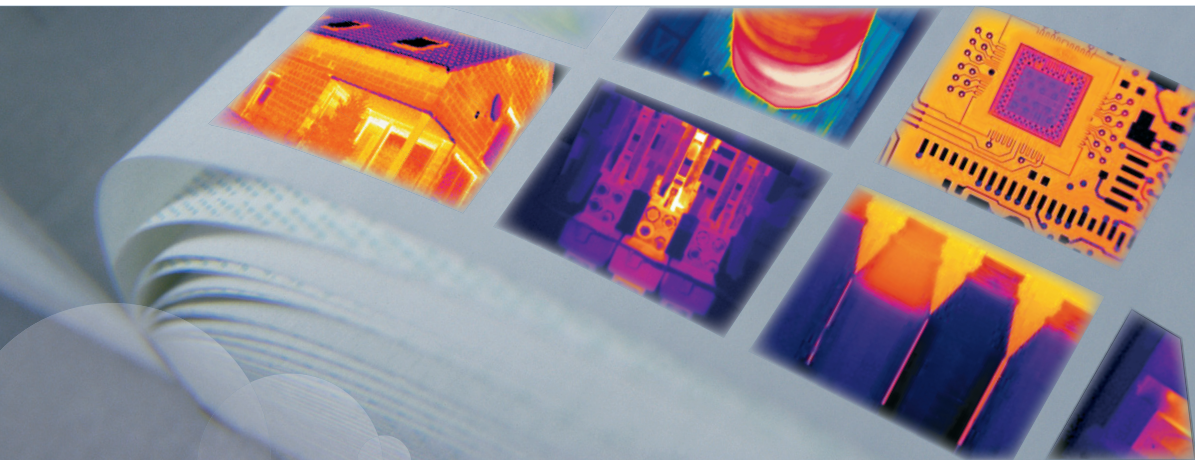


사용자 설명서



FLIR A3xxseries FLIR A6xx series

Publ. No.	T559697
Revision	a545
Language	Korean (KO)
Issue date	June 20, 2011

사용자 설명서



법적 책임제한

FLIR Systems가 제작한 모든 제품들은 FLIR Systems의 지침에 따라 일반적인 보관, 사용 및 서비스 하에서 본 제품을 구입하여 배달받은 날로부터 1년 동안 제품 및 기능의 결함에 대하여 보증을 해드립니다.

FLIR Systems에서 원구매자에게 배달한 시스템에 포함된 FLIR Systems사가 제조하지 않은 제품은 특정 제공업체의 보증만 받습니다. FLIR Systems는 그러한 제품에 대한 책임이 없습니다.

보증서는 원래 구매자에 한해서만 효력이 미치며 양도할 수 없습니다. 잘못된 사용, 부주의, 사고 또는 비정상적인 작동 조건에 기인하여 제품에 문제가 발생하는 경우에는 적용되지 않습니다. 소모품은 보증 사항이 아닙니다.

이 보증서에 의해 보증을 받는 제품에 결함이 있는 경우 더 이상 고장이 나지 않도록 사용을 중단해야 합니다. 구매자는 신속히 FLIR Systems에 고장을 알려야 합니다. 그렇지 않으면 보증을 받지 못하게 됩니다.

조사 결과 제품이나 기능에 문제가 있고 언급된 대로 1년 이내에 FLIR Systems로 반환한 경우 FLIR Systems는 무료로 고장난 제품을 수리하거나 교체해 드립니다.

FLIR Systems는 위에서 언급한 제품의 결함에 대하여 다른 의무나 책임을 지지 않습니다.

다른 보증 사항에 대하여 명시하거나 포함하고 있지 않습니다. FLIR Systems는 특정 목적을 위한 상업성 및 적합성에 대한 보증을 포함하고 있지 않습니다.

FLIR Systems는 계약, 불법행위 또는 다른 법적 이론에 근거하든 간에 직간접, 특수, 우발적 또는 필연적인 손실이나 손해에 대한 책임을 지지 않습니다.

본 보증은 스웨덴 법률에 의해 지배를 받습니다.

본 보증과의 관련성과 상관 없이 발생한 이의 제기, 분쟁 또는 배상청구는 스톡홀름 상공회의소 국제중재원 중재에 의해 최종 해결됩니다. 중재 장소는 스톡홀름입니다. 중재 절차에 사용되는 언어는 영어입니다.

저작권

© 2011, FLIR Systems. All rights reserved worldwide. 소스 코드를 포함한 소프트웨어의 어떤 부분도 FLIR Systems의 서면 사전 승인 없이 다른 언어, 다른 형태의 컴퓨터 언어 또는 전기, 자성, 광학 수동적인 수단을 사용하여 복사, 전송, 전사 또는 번역될 수 없습니다.

FLIR Systems의 사전 서면 동의 없이 이 문서의 일부든 전체든 읽을 수 있는 임의의 전기 매체나 기계로 복사, 사진 복사, 재현, 번역 또는 전사해서는 안됩니다.

제품에 표시된 이름과 상표는 FLIR Systems 및/또는 자사의 등록 상표이거나 상표입니다. 여기에서 언급된 다른 모든 상표, 거래명 또는 회사명은 동일하게 사용되며 해당 소유자에게 소유권이 있습니다.

품질 보증

해당 제품을 개발하고 제조하는 품질 관리 시스템은 ISO 9001 표준에 따라 인증되었습니다.

FLIR Systems는 지속적으로 개발할 것을 약속드립니다. 그러므로 사전 통지 없이 이 설명서에서 언급한 제품에 대하여 변경하고 개선할 권리가 있습니다.

특허

다음 특허 또는 디자인 특허 중 하나 이상이 이 설명서에서 설명한 제품 및/또는 기능에 적용됩니다.

0002258-2; 000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 000889290; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 0101577-5; 0102150-0; 0200629-4; 0300911-5; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1188086; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1365299; 1402918; 1404291; 1678485; 1732314; 200530018812.0; 200830143636.7; 2106017; 235308; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 518836; 60004227.8; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 75530; 7667198; 7809258; 7826736; D540838; D549758; D579475; D584755; D599,392; DI6702302-9; DI6703574-4; DI6803572-1; DI6803853-4; DI6903617-9; DM/057692; DM/061609; ZL00809178.1; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200830128581.2.

목차

1	경고 및 주의	1
2	사용자에 대한 공지	3
3	고객 지원	4
4	문서 업데이트	5
5	본 설명서에 관한 중요 사항	6
6	카메라 모델 개요	7
6.1	FLIR A300	7
6.2	FLIR A310	8
6.3	FLIR A315	9
6.4	FLIR A320 Tempscreen	10
6.5	FLIR A615	11
7	포장 목록	12
8	설치	13
8.1	일반 정보	13
8.2	시스템 요구조건	14
8.3	설치	15
9	기계 설치	16
9.1	고정 카메라 설치	16
9.2	렌즈 장착 및 제거(FLIR A3xxseries)	17
9.2.1	적외선 렌즈 추가 장착	17
9.2.2	추가한 적외선 렌즈 제거	18
9.3	렌즈 장착 및 제거(FLIR A6xx series)	19
9.3.1	적외선 렌즈 제거	19
9.3.2	적외선 렌즈 장착	20
10	커넥터, 컨트롤 및 표시등	21
11	예제 시스템 개요	25
12	온도 선별	28
13	카메라 청소	30
13.1	카메라 하우징, 케이블 및 기타 부품	30
13.2	적외선 렌즈	31
13.3	적외선 탐지기	32
14	기술 데이터	33
15	핀 구성	34
16	기계 도면	36
16.1	FLIR A3xxseries	36
16.1.1	카메라 치수(앞면)	36
16.1.2	카메라 치수(측면)	37

16.1.3	카메라 치수(밀면)	38
16.1.4	카메라 치수(10 mm/45° 렌즈 포함)	39
16.1.5	카메라 치수(30 mm/15° 렌즈 포함)	40
16.1.6	적외선 렌즈(10 mm/45°)	41
16.1.7	적외선 렌즈(30 mm/15°)	42
16.2	FLIR A6xx series	43
16.2.1	카메라 치수(전면, 렌즈 제외)	43
16.2.2	카메라 치수(측면, 렌즈 제외)	44
16.2.3	카메라 치수(측면, 24.5mm/25° 렌즈 포함)	45
16.2.4	장착 인터페이스 사양, #1	46
16.2.5	장착 인터페이스 사양, #2	47
16.2.6	카메라 치수(배면)	48
16.2.7	적외선 렌즈(24.5mm/25°)	49
17	FLIR Systems 정보	50
17.1	단순한 적외선 카메라가 아닌 최고의 제품	51
17.2	지식의 공유	52
17.3	고객 지원	52
17.4	시설의 사진	52
18	용어	54
19	열 측정 기법	57
19.1	머리말	57
19.2	방사율	57
19.2.1	샘플의 방사율 찾기	57
19.2.1.1	단계 1: 반사된 추정 온도 판별	57
19.2.1.2	단계 2: 방사율 판별	60
19.3	반사된 추정 온도	61
19.4	거리	61
19.5	상대 습도	61
19.6	기타 매개변수	61
20	적외선 기술의 역사	62
21	열 측정 이론	66
21.1	머리말	66
21.2	전자기 스펙트럼	66
21.3	흑체 방사	67
21.3.1	플랑크의 법칙	68
21.3.2	Wien의 법칙	69
21.3.3	스테판-볼츠만의 법칙	71
21.3.4	비흑체 방출기	71
21.4	적외선 반투명 물질	74
22	측정 공식	75
23	방사율 표	80
23.1	참조 문헌	80
23.2	방사율 표에 대한 중요한 사항	80
23.3	표	81

경고

- 본 장비는 무선 주파수 에너지를 생성, 사용 및 방출할 수 있으며 설명서대로 설치, 사용하지 않으면 무선 통신에 간섭을 일으킬 수 있습니다. 본 장비는 공공 환경에서 작동될 때 간섭에 대해 적절한 보호를 제공하도록 제정된 FCC 규칙의 15조의 J항에 의거하여 클래스 A 컴퓨팅 장치에 대한 제한 사항을 준수하고 있음이 검증되었습니다. 주거 지역에서 본 장비를 작동하면 간섭을 유발할 수 있으며 이러한 경우에 사용자는 자신의 비용으로 간섭을 해결하는데 필요한 조치를 취해야 합니다.
- (레이저 포인터가 있는 카메라에만 해당) 레이저 빔을 직접 쳐다보지 마십시오. 레이저 빔은 눈에 자극을 줄 수 있습니다.
- 배터리가 있는 카메라에만 해당:
 - 배터리를 분해하거나 변경하지 마십시오. 배터리에는 안전 및 보호 장치가 포함되어 있으며 이러한 장치가 손상되면 배터리가 가열되거나 폭발 또는 점화될 수도 있습니다.
 - 배터리에서 누출된 분비물이 눈에 들어간 경우 눈을 문지르지 마십시오.물로 잘 씻고 즉시 치료를 받으십시오. 그렇지 않으면 배터리 분비물로 인해 눈이 손상될 수도 있습니다.
 - 배터리가 지정된 충전 시간 안에 충전되지 않는 경우 계속 충전하지 마십시오. 배터리를 계속 충전하면 가열되어 폭발 또는 점화될 수 있습니다.
 - 배터리를 방전할 경우 지정된 장비만 사용하십시오. 지정된 장비를 사용하지 않으면 배터리의 성능이나 수명이 줄어들 수도 있습니다. 지정된 장비를 사용하지 않으면 배터리에 부적합한 전류가 발생할 수도 있습니다. 이 경우 배터리가 가열되거나 폭발 또는 부상이 발생할 수 있습니다.
- 액체를 사용하기 전에 반드시 해당되는 모든 MSDS(Material Safety Data Sheets)와 컨테이너의 경고 라벨을 읽으십시오. 액체는 위험할 수 있습니다.

주의

- 렌즈 덮개 부착 여부에 상관없이 적외선 카메라의 방향을 강력한 에너지원(예: 레이저 방사선을 방출하는 장치 또는 직사광선)으로 향하게 하지 마십시오. 그러면 카메라의 정확도에 예상치 않은 영향을 미칠 수도 있습니다. 또한 카메라의 검출기가 손상될 수도 있습니다.
- 사용자 문서에 별도로 지정되어 있지 않는 한, 카메라를 50°C 이상의 온도에서 사용하지 마십시오. 온도가 그보다 더 높아지면 카메라가 손상될 수 있습니다.
- (레이저 포인터가 있는 카메라에만 해당) 레이저 포인터를 사용하지 않을 때는 레이저 포인터를 보호 마개로 덮어두십시오.
- 배터리가 있는 카메라에만 해당:
 - 라이트 소켓에 배터리를 연결할 수 있는 특정 어댑터가 FLIR Systems에서 제공되지 않는 한 자동차의 라이트 소켓에 직접 배터리를 연결하지 마십시오.
 - 배터리의 양극과 음극을 전선 등 금속 재질로 서로 연결하지 마십시오.
 - 배터리에 물이나 소금물이 묻거나 젖지 않도록 하십시오.
 - 다른 물체로 배터리에 구멍을 내지 마십시오. 망치로 배터리를 때리지 마십시오. 배터리를 밟거나 강한 충격을 가하지 마십시오.
 - 배터리를 불 또는 불 가까이에 두거나 직사 광선이 비치는 곳에 두지 마십시오. 배터리가 가열되면 내장 안전 장치에 전압이 가해져서 배터리 충전 과정이 중단될 수 있습니다. 배터리가 가열되면 안전 장치가 손상되어 배터리의 가열, 손상 또는 점화 위험이 높아질 수 있습니다.

- 배터리를 불에 넣거나 열을 가하여 배터리 온도를 높이지 마십시오.
- 배터리를 불, 난로 또는 기타 온도가 높은 장소 근처에 두지 마십시오.
- 직접 배터리에 납땜하지 마십시오.
- 배터리 사용, 충전 또는 보관 시 배터리에서 이상한 냄새가 나거나, 가열되었거나, 모양이 변경되었거나, 비정상적인 상태인 경우 배터리를 사용하지 마십시오. 이러한 문제가 발생하면 해당 지역의 판매점에 문의하십시오.
- 배터리 충전 시 지정된 배터리 충전기만 사용하십시오.
- 사용자 문서에 별도로 지정되어 있지 않는 한, 배터리를 충전할 수 있는 온도 범위는 $\pm 0^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 입니다. 이 범위를 벗어나는 온도에서 배터리를 충전하면 배터리가 가열되거나 파손될 수 있습니다. 또한 배터리 성능이나 수명이 줄어들 수 있습니다.
- 사용자 문서에 별도로 지정되어 있지 않는 한, 배터리를 방전할 수 있는 온도 범위는 $-15^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 입니다. 이 온도 범위를 벗어나 배터리를 사용하면 배터리 성능이나 수명이 줄어들 수 있습니다.
- 다 쓴 배터리는 접촉 테이프나 이와 유사한 재료로 양극을 절연 처리하십시오.
- 배터리를 설치하기 전에 배터리에 묻은 물이나 습기를 닦아내십시오.
- 카메라, 케이블 또는 기타 부품에 솔벤트 또는 그와 유사한 액체를 사용하지 마십시오. 해당 부품이 손상될 수 있습니다.
- 적외선 렌즈를 청소할 때는 주의하십시오. 렌즈는 정밀 무반사 코팅 처리되어 있습니다.
- 적외선 렌즈를 너무 심하게 청소하지 마십시오. 그러면 무반사 코팅이 손상될 수도 있습니다.
- 난로 및 기타 고온 애플리케이션의 경우, 카메라에 방열판을 장착해야 합니다. 방열판 없이 난로 및 고온 애플리케이션에서 카메라를 사용하면 카메라가 손상될 수 있습니다.
- (자동 셔터를 비활성화할 수 있는 카메라에만 적용됩니다). 카메라의 자동 셔터를 장시간(일반적으로 최대 30분) 비활성화하지 마십시오. 카메라를 장시간 비활성화하면 탐지기가 손상, 특히 영구 손상될 수 있습니다.
- 카메라의 모든 구멍이 지정된 덮개, 해치 또는 마개로 밀봉되어 있는 경우에만 캡슐화 등급이 적용됩니다. 여기에는 데이터 스토리지, 배터리 및 커넥터가 포함되며 이에 국한되지 않습니다.

2

사용자에 대한 공지

사용자 포럼

이 사용자 게시판에서 전세계 동료 적외선 전문가들과 아이디어, 문제, 적외선 솔루션에 관해 의견을 나눠보세요. 사용자 포럼으로 가려면 다음 사이트를 방문하십시오.

<http://www.infraredtraining.com/community/boards/>

보정

(측정 기능이 있는 카메라에만 해당.)

카메라 보정을 위해 일 년에 한 번 카메라를 보내십시오. 카메라를 보낼 주소는 지역 판매 사무소에 문의하십시오.

정밀도

(측정 기능이 있는 카메라에만 해당.)

정확한 결과를 얻으려면 온도를 측정하기 전에 카메라를 시작한 후 5분간 기다리십시오.

검출기를 기계 냉각기로 냉각시키는 카메라의 경우 검출기를 냉각시키는 시간이 제외됩니다.

전자 폐기물 처리

10742803.a1



대부분의 다른 가전 제품과 마찬가지로 이 기기도 폐전자 제품에 관한 관련 규정에 따라 환경 친화적으로 폐기해야 합니다.

자세한 내용은 각 지역 FLIR Systems 대리점에 문의하십시오.

교육

적외선 교육에 대한 자세한 내용을 알아보려면 다음 웹 사이트를 방문하십시오:

- <http://www.infraredtraining.com>
- <http://www.irtraining.com>
- <http://www.irtraining.eu>

추가 라이선스 정보

이 라이선스에 따라 사용자는 소프트웨어를 호환되는 컴퓨터에 설치해 사용할 수 있습니다. 단, 소프트웨어가 한 번에 두 대의 컴퓨터에서만 사용되어야 합니다(예를 들어, 한 대의 노트북으로는 현장 데이터를 수집하고, 다른 한 대의 데스크톱으로는 사무실 내에서 분석할 수 있습니다).

보관용 소프트웨어 백업판은 한 개만 만들 수 있습니다.

3

고객 지원

일반 정보

고객 지원을 받으려면 다음 사이트를 방문하십시오:

<http://support.flir.com>

문의 사항 제출

고객 지원팀에게 문의를 하려면 사용자 등록을 해야 합니다. 시간을 조금 내서 온라인 등록을 해주십시오. 기존의 질문과 답변만 보고자 할 때는 사용자 등록을 하지 않아도 됩니다.

문의하실 때는 다음 내용을 미리 확인하고 준비해 두십시오.

- 카메라 모델
 - 카메라 시리얼 번호
 - 카메라와 PC 간의 통신 프로토콜 또는 방법(예: HDMI, Ethernet, USB™ 또는 FireWire™)
 - PC의 운영 체제
 - Microsoft® Office 버전
 - 설명서의 제목, 출판 번호, 개정 번호
-

다운로드

고객 지원 사이트에서도 다음 사항을 다운로드할 수 있습니다.

- 적외선 카메라용 펌웨어 업데이트
 - PC 소프트웨어용 프로그램 업데이트
 - 사용자 문서
 - 응용 예시
 - 기술 출판
-

일반 정보

당사 설명서는 매년 몇 차례에 걸쳐 업데이트되며, 정기적으로 제품별 변경 사항에 대한 중요 안내문 또한 발행합니다.

최신 설명서 및 안내문에 액세스하려면 다음 주소에 있는 **Download** 탭으로 이동합니다.

<http://support.flir.com>

온라인 등록에는 몇 분 정도만 소요됩니다. 다운로드 영역에서 다른 제품의 최신 설명서 뿐만 아니라 구형 제품의 설명서 또한 확인해 보실 수 있습니다.

일반 정보

FLIR Systems는 같은 모델 계열의 여러 카메라에 동일하게 사용할 수 있도록 설명서를 제작합니다.

따라서 설명서에는 특정 카메라에 적용되지 않는 내용이 있을 수도 있습니다.

참고

FLIR Systems는 언제든지 사전 통지 없이 모델, 소프트웨어, 부품과 악세사리 및 기타 품목의 생산을 중단하거나 제품 사양 및/또는 기능을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다.

6 카메라 모델 개요

6.1 FLIR A300

T638517:a1



FLIR A300 카메라는 최고의 속도나 반응을 필요로 하지 않는 문제를 해결해야 하는 사용자와 PC 사용자를 위한 경제적이고 정확한 온도 측정 솔루션을 제공합니다. 또한 복합 비디오 출력을 지원하여 수중기 통해 보기와 같은 FLIR A300 고유의 속성을 활용할 수 있는 경우 열영상 이미지 자동화에 응용할 수 있는 최고의 선택입니다.

주요 기능:

- MPEG-4 스트리밍
- PoE(Power over Ethernet)
- 내장형 웹 서버
- 범용 I/O
- 100Mbps Ethernet(100m 케이블, 무선, 섬유 등)
- SNTP를 통한 동기화
- 복합 비디오 출력
- 복수 카메라 유틸리티 소프트웨어: IP Config 유틸리티 및 IR Monitor 포함
- 제어 및 설정을 위한 잘 기술된 개방형 TCP/IP 프로토콜
- 3Hz의 16비트 320 × 240 이미지, 온도분석
- 렌즈: 25° 포함, 15° 및 45°는 선택 사항

일반적인 응용:

- 화재 방지, 중요 베셀 모니터링 및 전원 설비 자산 관리
- 볼륨 지향 산업 제어(복수 카메라 설치 가능)

6.2 FLIR A310

T638517,a1



FLIR A310 카메라는 표준 프로토콜을 사용한 자치 통신, 분석 및 알람 기능 등의 내장형 "스마트 기능"을 필요로 하는 문제를 해결해야 하는 사용자를 위한 경제적이고 정확한 온도 측정 솔루션을 제공합니다. 또한 표준 **Ethernet** 하드웨어 및 소프트웨어 프로토콜을 사용하여 분산형 단일 또는 복수 카메라 솔루션을 빌드하는 데 필요한 모든 기능을 갖추고 있습니다.

FLIR A310 카메라는 PLC 등의 산업 제어 장비에 대한 연결을 기본적으로 지원합니다. 또한 이를 통해 분석 및 알람 결과의 공유와 **Ethernet/IP** 및 **Modbus TCP** 필드 버스 프로토콜을 사용한 단순 제어가 가능합니다.

주요 기능:

- **Ethernet/IP** 필드 버스 프로토콜 지원(분석, 알람 및 간단한 카메라 제어)
- **Modbus TCP** 필드 버스 프로토콜 지원(분석, 알람 및 간단한 카메라 제어)
- 광범위한 분석 기능 내장
- 분석 기능 등의 광범위한 알람 기능
- 예약: 분석 결과나 이미지 파일 전송(**FTP**) 또는 전자 메일로 보내기(**SMTP**)
- 알람: 분석 결과나 이미지 파일 전송(**FTP**) 또는 전자 메일로 보내기(**SMTP**)
- **MPEG-4** 스트리밍
- **PoE(Power over Ethernet)**
- 내장형 웹 서버
- 범용 I/O
- **100Mbps Ethernet**(100m 케이블, 무선, 섬유 등)
- **SNTP**를 통한 동기화
- 복합 비디오 출력
- 복수 카메라 유틸리티 소프트웨어: **IP Config** 유틸리티 및 **IR Monitor** 포함
- 제어 및 설정을 위한 잘 기술된 개방형 **TCP/IP** 프로토콜
- **7-8Hz**의 **16비트 320 × 240** 이미지, 온도분석
- 렌즈: **25°** 포함, **15°** 및 **45°**는 선택 사항

일반적인 응용:

- 온도 알람으로 안전(복수 카메라 응용), 화재 방지, 중요 베셀 모니터링 및 전원 설비 자산 관리
- 볼륨 지향 산업 제어(복수 카메라 설치 가능)

6.3 FLIR A315

T638517.a1



FLIR A315 카메라는 320×240 픽셀 해상도를 필요로 하는 사용자와 PC 소프트웨어를 사용하여 문제를 해결하는 사용자를 위한 최적의 기능을 갖추고 있습니다. 그 중 GigE Vision™ 및 GenICam™ 준수는 IMAQ Vision과 Halcon 등의 소프트웨어 패키지와 함께 사용 시 플러그 앤 플레이를 지원하는 주요 기능입니다.

주요 기능:

- 경제적
- GigE 준수
- GenICam 준수
- 트리거/동기화/GPIO
- 60Hz의 16비트 320×240 이미지, 신호, 온도 선형 및 온도분석
- National Instruments IMAQ Vision과 Stemmers Common Vision Blox 등의 GenICam 지원 소프트웨어와 호환
- 렌즈: 25° 포함, 15° 및 45°는 선택 사항

일반적인 응용:

- 온도 측정이 필요한 최첨단 적외선 컴퓨터 영상기
- 화산암재 탐지
- 식품 가공
- 전자 제품 테스트
- 전원 저항기 테스트
- 자동차

6.4 FLIR A320 Tempscreen

T638517,a1



FLIR A320 Tempscreen은 동적으로 업데이트되는 참조 온도와 함께 온도 차이 알람을 사용하여 인구 집단에서 온도 편차를 찾아낼 수 있는 응용 프로그램에서 작동하도록 사전 구성된 카메라입니다.

또한 FLIR A320 Tempscreen 카메라는 표준 프로토콜을 사용한 자치 통신, 분석 및 알람 기능 등의 내장형 "스마트 기능"을 필요로 하는 문제를 해결해야 하는 사용자를 위한 경제적이고 정확한 온도 측정 솔루션을 제공하며, 표준 Ethernet 하드웨어 및 소프트웨어 프로토콜을 사용하여 분산형 단일 또는 복수 카메라 솔루션을 빌드하는 데 필요한 모든 기능을 갖추고 있습니다.

주요 기능:

- 선별: 동적으로 업데이트되는 참조 온도를 사용한 기준 차이 알람(등온선으로 시각화됨)
- 광범위한 분석 기능 내장
- 분석 기능 등의 광범위한 알람 기능
- 예약: 분석 결과나 이미지 파일 전송(FTP) 또는 전자 메일로 보내기(SMTP)
- 알람: 분석 결과나 이미지 파일 전송(FTP) 또는 전자 메일로 보내기(SMTP)
- MPEG-4 스트리밍
- PoE(Power over Ethernet)
- 내장형 웹 서버
- 범용 I/O
- 100Mbps Ethernet(100m 케이블, 무선, 섬유 등)
- SNTP를 통한 동기화
- 복합 비디오 출력
- 복수 카메라 유틸리티 소프트웨어: IP Config 유틸리티 및 IR Monitor 포함
- 제어 및 설정을 위한 잘 기술된 개방형 TCP/IP 프로토콜
- 16비트 320 × 240 이미지 반실시간, 신호 및 온도 선행
- 렌즈: 25° 포함, 15° 및 45°는 선택 사항

일반적인 응용:

- 온도 알람으로 안전(복수 카메라 응용), 화재 방지, 중요 베셀 모니터링 및 전원 설비 자산 관리
- 볼륨 지향 산업 제어(복수 카메라 설치 가능)

6.5 FLIR A615

T638519:a1



FLIR A615 카메라는 640×480 픽셀 해상도를 필요로 하는 사용자와 PC 소프트웨어를 사용하여 문제를 해결하는 사용자를 위한 최적의 기능을 갖추고 있습니다. 그 중 GigE Vision™ 및 GenICam™ 준수는 IMAQ Vision과 Halcon 등의 소프트웨어 패키지와 함께 사용 시 플러그 앤 플레이를 지원하는 주요 기능입니다.

주요 기능:

- 경제적
- GigE 준수
- GenICam 준수
- 트리거/동기화/GPIO
- 50Hz의 16비트 640×480 이미지, 신호, 온도 선형 및 온도분석
- 창 작업 모드: 100Hz의 640×240 또는 200Hz의 640×120
- National Instruments IMAQ Vision과 Stemmers Common Vision Blox 등의 GenICam 지원 소프트웨어와 호환
- 제어 및 설정을 위한 잘 기술된 개방형 TCP/IP 프로토콜
- 렌즈: 25° 포함, 15° 및 45°는 선택 사항

일반적인 응용:

- 온도 측정이 필요한 최첨단 적외선 컴퓨터 영상기
- 화산암재 탐지
- 식품 가공
- 전자 제품 테스트
- 전원 저항기 테스트
- 자동차

7

포장 목록

일반 정보

포함된 부품 및 액세서리 수는 카메라 모델 및/또는 고객 구성에 따라 다릅니다.

내용물

- 운반용 하드 케이스 및 카드보드 박스
 - 렌즈가 부착된 적외선 카메라
 - ThermoVision™ System Tools & Utilities CD-ROM
 - 응용 프로그램 CD-ROM
 - 보정 증명서
 - Ethernet™ 케이블
 - 주전원 케이블
 - 전원 케이블, 피그테일
 - 전원 공급 장치
 - 시작 가이드 인쇄본
 - 중요 정보 안내서
 - 사용자 문서 CD-ROM
 - 보증 연장 카드 또는 등록 카드
 - 6극 스크루 터미널(카메라에 장착됨)
 - 운반용 하드 케이스 및 카드보드 박스
 - USB 케이블
-

참고

FLIR Systems는 언제든지 사전 통지 없이 모델, 부품과 액세서리 및 기타 품목의 생산을 중단하거나 제품 사양을 변경할 수 있는 권리를 보유합니다.

8

설치

8.1

일반 정보

설명

ThermoVision™ System Tools & Utilities 응용 프로그램 CD에는 다음 프로그램이 포함되어 있습니다.

- **FLIR IP Config:** 네트워크에서 FLIR 자동 및 과학 카메라를 검색하고 찾아서 IP 주소를 자동으로 할당하거나 수동으로 설정하는 설정 및 구성 프로그램입니다.
 - **FLIR IR Monitor:** 네트워크에서 FLIR 자동 및 과학 카메라를 제어하는 프로그램입니다. 대개 FLIR IR Monitor로 카메라 설정을 변경하고, 화면에 측정 도구를 배치하고, 알람을 설정하는 등의 작업을 수행합니다.
 - **FLIR IR Camera Player:** FLIR Systems의 IR 카메라의 PC 기반 리모컨 및 비디오 플레이어입니다.
 - **FLIR AXXX Control & Image Interfaces** 웹 설치에 대한 링크: ICD(Interface Control Document), 문서 및 C-코드 예제가 포함된 설치입니다. 문서를 끝까지 읽어보는 것이 좋습니다.
-

기본 설치 경로

- C:\Program Files\FLIR Systems\FLIR IP Config
 - C:\Program Files\FLIR Systems\FLIR IR Monitor
 - C:\Program Files\FLIR Systems\FLIR IR Camera Player
 - C:\Program Files\FLIR Systems\AXXX Control & Image Interfaces
-

참고

PC 프로그램의 기능은 카메라 모델에 따라 다릅니다.

8.2 시스템 요구조건

운영 체제	<ul style="list-style-type: none"> ■ Microsoft® Windows® XP Professional 서비스 팩 2(SP2) ■ Microsoft® Windows® Vista Ultimate 32비트 ■ Microsoft® Windows® 7, 32 및 64비트
하드웨어	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2GHz 32비트 또는 64비트 프로세서가 장착된 개인용 컴퓨터 ■ RAM 1 GB 이상 ■ 20GB의 하드 디스크 공간 ■ Super VGA (1024 × 768) 또는 더 고해상도 모니터 ■ DirectX 9 그래픽 지원을 위한 요구 사항: <ul style="list-style-type: none"> ■ WDDM 드라이버 ■ 128 MB의 그래픽 메모리(최소) ■ Pixel Shader 2.0(하드웨어 내) ■ 픽셀당 32비트 ■ DVD-ROM 드라이브 ■ 오디오 출력 ■ 키보드 및 Microsoft® 마우스 또는 호환되는 포인팅 장치
소프트웨어	Microsoft® Internet Explorer 6 이상
참조	위에서 언급한 운영 체제의 시스템 요구 사항에 대한 자세한 내용은 http://www.microsoft.com/windows/ 사이트를 참조하십시오.

8.3

설치

일반 정보

CD-ROM의 **read-me** 파일에는 마지막 변경 내용과 기타 중요 정보가 들어 있으므로 프로그램 설치 전에 이 파일을 읽어 보는 것이 좋습니다.

참고

- 설치 문제가 있는 경우 고객 지원 사이트(<http://support.flir.com>)를 이용하십시오.
- 프로그램을 설치하려면 관리자 권한이 있어야 합니다.
- 전체 설치에는 여러 하위 설치로 구성되며 이 중 일부는 다른 업체에서 제공한 것입니다. 이러한 하위 설치에는 전체 설치에 필요하므로 중단하면 안 됩니다.
- 전체 설치를 완료하는 데 최대 30분 정도 걸릴 수 있습니다.

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	모든 응용 프로그램을 닫습니다.
2	컴퓨터의 CD-ROM 드라이브에 ThermoVision™ System Tools & Utilities CD-ROM을 넣습니다. 설치가 자동으로 시작됩니다. 설치 프로그램이 자동으로 시작하지 않으면 Windows® 탐색기를 열고 CD-ROM에서 SETUP.HTM을 두 번 클릭하십시오.
3	다음 중 하나를 클릭합니다. <ul style="list-style-type: none"> ■ Install FLIR IP Config. ■ Install FLIR IR Monitor. ■ FLIR Camera Player를 설치합니다. ■ AXXX Control & Image Interfaces를 설치합니다.
4	화면에 나오는 내용에 따라 설치하십시오.

9

기계 설치

9.1

고정 카메라 설치

장착 인터페이스

카메라 장치는 어느 위치로든 장착할 수 있게 디자인되었습니다. 외장의 아래쪽, 왼쪽 및 오른쪽에 장착 인터페이스가 있으며, 인터페이스마다 다음과 같은 나선 가공된 구멍이 있습니다.

FLIRA3XX 카메라:

- 2 × M4 메트릭의 나선 가공된 구멍
- 1 × UNC ¼-20 표준 삼각대 장착

FLIR A6XX 카메라:

- 2 × M4 메트릭의 나선 가공된 구멍
 - 1 × UNC ¼-20 표준 삼각대 장착
-

영구 장착에 대한 참고 사항

카메라 장치를 응용 위치에 영구적으로 장착하려면 특정 단계가 필요합니다.

보호 하우징 안에 카메라 장치를 넣어야 하며, 온도 등의 주변 환경에 따라 물이나 바람으로 하우징을 식히거나 데워야 할 수 있습니다.

먼지가 매우 많은 환경에서 설치 시 먼지가 쌓이지 않도록 렌즈를 압축 공기로 청소해야 할 수도 있습니다.

진동

거친 산업 환경에서 카메라를 장착할 경우 장치 고정 시 특별한 주의를 기울여야 합니다.

장치가 심한 진동에 노출될 경우 **Loctite™** 또는 다른 브랜드의 나사 고정액을 사용하여 장착 나사를 고정하고 특수 디자인의 하부에 카메라 장치를 장착하여 진동을 줄여야 할 수 있습니다.

추가 정보

장착 권장 사항 및 주위 덮개에 대한 추가 정보는 **FLIR Systems**에 문의하십시오.

9.2 렌즈 장착 및 제거(FLIR A3xxseries)

9.2.1 적외선 렌즈 추가 장착

참고

적외선 렌즈를 장착할 때 렌즈 표면을 만지지 마십시오. 렌즈 표면을 만지게 되면 31 페이지의 단원 13.2 - 적외선 렌즈의 지침에 따라 렌즈를 청소하십시오.

프로시저

적외선 렌즈를 추가로 장착하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	렌즈 분리 버튼을 눌러 렌즈 링을 잠금 해제합니다. 렌즈 링은 플라스틱 재질이며 플라스틱 렌즈 마개를 고정하는 역할을 합니다.
2	렌즈 링을 시계 반대 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).
3	렌즈 링을 베요넷 링에서 천천히 꺼냅니다.
4	렌즈를 베요넷 링 앞에 올바르게 놓습니다.
5	렌즈를 올바른 위치에 천천히 밀어 넣습니다.
6	렌즈를 시계 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).

9.2.2 추가한 적외선 렌즈 제거

참고

- 적외선 렌즈를 분리할 때 렌즈 표면에 닿지 않도록 하십시오. 닿았다면 31페이지의 13.2 - 적외선 렌즈 단원에서 설명한 방법에 따라 청소하십시오.
- 렌즈를 제거한 경우 먼지 및 지문이 묻지 않도록 즉시 렌즈 캡을 렌즈 위에 덮으십시오.

프로시저

추가한 적외선 렌즈를 제거하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	렌즈 분리 버튼을 눌러 렌즈를 잠금 해제합니다.
2	렌즈를 시계 반대 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).
3	렌즈를 베요넷 링에서 천천히 꺼냅니다.
4	렌즈 링을 베요넷 링 앞에 올바르게 놓습니다.
5	렌즈 링을 제자리로 조심스럽게 밀어 넣습니다.
6	렌즈 링을 시계 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).

9.3 렌즈 장착 및 제거(FLIR A6xx series)

9.3.1 적외선 렌즈 제거

참고

- 적외선 렌즈를 분리할 때 렌즈 표면에 닿지 않도록 하십시오. 닿았다면 31 페이지의 13.2 - 적외선 렌즈 단원에서 설명한 방법에 따라 청소하십시오.
- 렌즈를 제거한 경우 먼지 및 지문이 묻지 않도록 즉시 렌즈 캡을 렌즈 위에 덮으십시오.

프로시저

적외선 렌즈를 제거하려면 다음 절차를 따르십시오.

1	렌즈를 시계 반대 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).
2	렌즈를 베요넷 링에서 천천히 꺼냅니다.

9.3.2 적외선 렌즈 장착

참고 적외선 렌즈를 장착할 때 렌즈 표면을 만지지 마십시오. 렌즈 표면을 만지게 되면 31 페이지의 단원 13.2 - 적외선 렌즈의 지침에 따라 렌즈를 청소하십시오.

프로시저 적외선 렌즈를 장착하려면 다음 절차를 따르십시오.

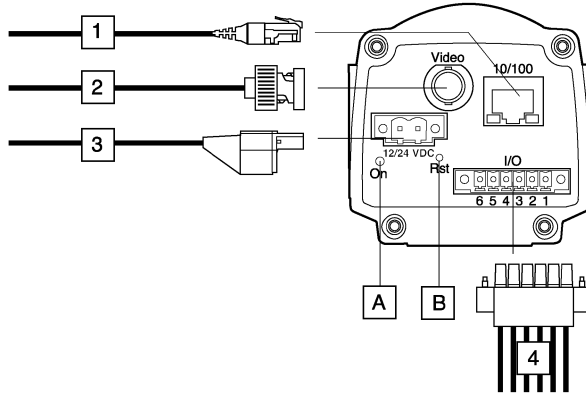
1	렌즈를 베요넷 링 앞에 올바르게 놓습니다.
2	렌즈를 올바른 위치에 천천히 밀어 넣습니다.
3	딸깍 소리가 들릴 때까지 렌즈를 시계 반대 방향으로 30° 회전합니다(렌즈 전면 기준).

10

커넥터, 컨트롤 및 표시등

FLIR A3XX 시리즈

10769803:a2



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

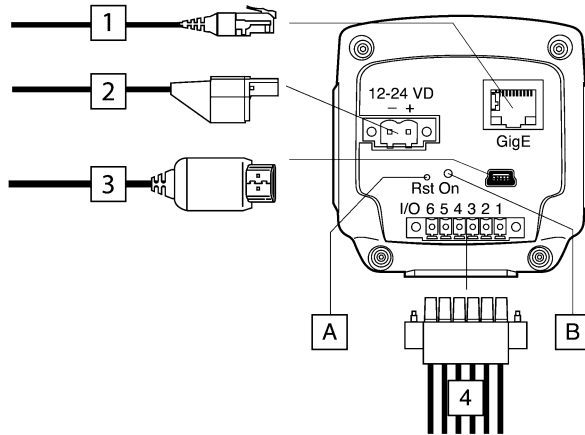
1	<p>PoE™ 및 Ethernet™ 연결을 위한 RJ45 커넥터가 달린 네트워크 케이블 (카메라 모델에 따라 다름)</p> <p>참고: 이 카메라에는 CAT-6 Ethernet™ 케이블만 사용해야 합니다.</p>
2	<p>CVBS(복합 비디오) 출력을 위한 BNC 커넥터가 달린 비디오 케이블(카메라 모델에 따라 다름)</p>
3	<p>12-24 VDC 전원 공급용 전원 케이블</p> <p>참고: 카메라의 전원 커넥터는 극 보호되어 있습니다.</p>
4	<p>디지털 I/O 포트, 광 분리형(6극 스크루 터미널)</p> <p>핀 구성:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 IN 1 2 IN 2 3 OUT 1 4 OUT 2 5 I/O + 6 I/O - <p>디지털 I/O 포트의 구성 개요는 34페이지를 참조하십시오.</p>

A	전원 표시등	
	참고: LED는 다음을 나타냅니다.	
	신호 유형	설명
	주황색 LED가 계속 켜져 있습니다.	카메라가 시작 중입니다.
	빨간색 LED가 계속 켜져 있습니다.	오류가 발생했습니다. 서비스 센터에 문의하십시오.
	녹색 LED가 계속 켜져 있습니다.	카메라가 시작되었습니다.
B	LED가 초당 10회씩 깜박입니다.	
	오류가 발생했습니다. 서비스 센터에 문의하십시오.	
B	하드웨어 재설정 버튼(기본값 재설정용)	
	공은 클립이나 비슷한 도구로 카메라 후면의 작은 구멍을 통해 재설정 버튼을 5초간 눌렀다 놓습니다.	

참고

디지털 I/O 포트용 케이블은 최대 100m/328피트여야 합니다.

FLIR A6XX 시리즈 T638542:a1



설명

이 표는 위의 그림에 대한 설명입니다.

1	<p>PoE™ 및 Ethernet™ 연결을 위한 RJ45 커넥터가 달린 네트워크 케이블 (카메라 모델에 따라 다름)</p> <p>참고: 이 카메라에는 CAT-6 Ethernet™ 케이블만 사용해야 합니다.</p>
2	<p>12-24 VDC 전원 공급용 전원 케이블</p> <p>참고: 카메라의 전원 커넥터는 극 보호되어 있습니다.</p>
3	<p>제어 및 이미지 전송을 위한 USB 미니 B 케이블이 달린 USB 케이블</p>
4	<p>디지털 I/O 포트, 광 분리형(6극 스크루 터미널)</p> <p>핀 구성:</p> <p>1 IN 1 2 IN 2 3 OUT 1 4 OUT 2 5 I/O + 6 I/O -</p> <p>디지털 I/O 포트의 구성 개요는 34페이지를 참조하십시오.</p>
A	<p>하드웨어 재설정 버튼(기본값 재설정용)</p> <p>끝은 클립이나 비슷한 도구로 카메라 후면의 작은 구멍을 통해 재설정 버튼을 5초간 눌렀다 놓습니다.</p>

B	<p>전원 표시등</p> <p>참고: LED는 다음을 나타냅니다.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>신호 유형</th><th>설명</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>주황색 LED가 계속 켜져 있습니다.</td><td>카메라가 시작 중입니다.</td></tr> <tr> <td>빨간색 LED가 계속 켜져 있습니다.</td><td>오류가 발생했습니다. 서비스 센터에 문의하십시오.</td></tr> <tr> <td>녹색 LED가 계속 켜져 있습니다.</td><td>카메라가 시작되었습니다.</td></tr> <tr> <td>LED가 초당 10회씩 깜박입니다.</td><td>오류가 발생했습니다. 서비스 센터에 문의하십시오.</td></tr> </tbody> </table>	신호 유형	설명	주황색 LED가 계속 켜져 있습니다.	카메라가 시작 중입니다.	빨간색 LED가 계속 켜져 있습니다.	오류가 발생했습니다. 서비스 센터에 문의하십시오.	녹색 LED가 계속 켜져 있습니다.	카메라가 시작되었습니다.	LED가 초당 10회씩 깜박입니다.	오류가 발생했습니다. 서비스 센터에 문의하십시오.
신호 유형	설명										
주황색 LED가 계속 켜져 있습니다.	카메라가 시작 중입니다.										
빨간색 LED가 계속 켜져 있습니다.	오류가 발생했습니다. 서비스 센터에 문의하십시오.										
녹색 LED가 계속 켜져 있습니다.	카메라가 시작되었습니다.										
LED가 초당 10회씩 깜박입니다.	오류가 발생했습니다. 서비스 센터에 문의하십시오.										

참고

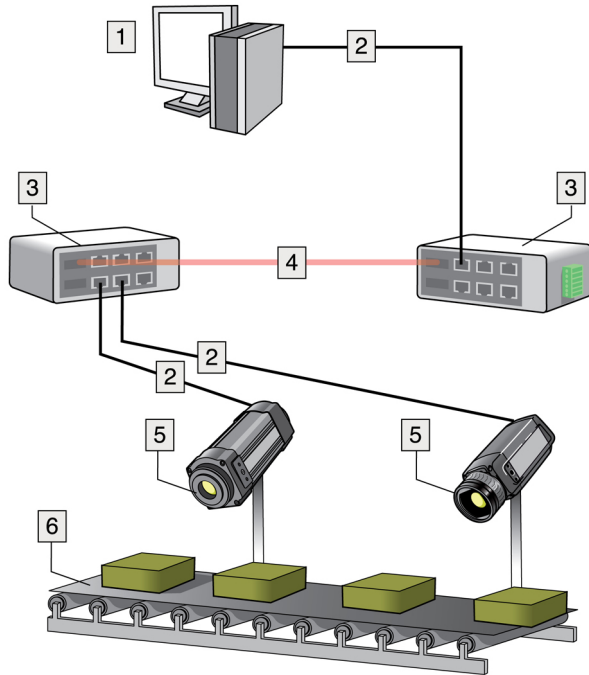
디지털 I/O 포트용 케이블은 최대 100m/328피트여야 합니다.

11

예제 시스템 개요

그림

10777403:a3



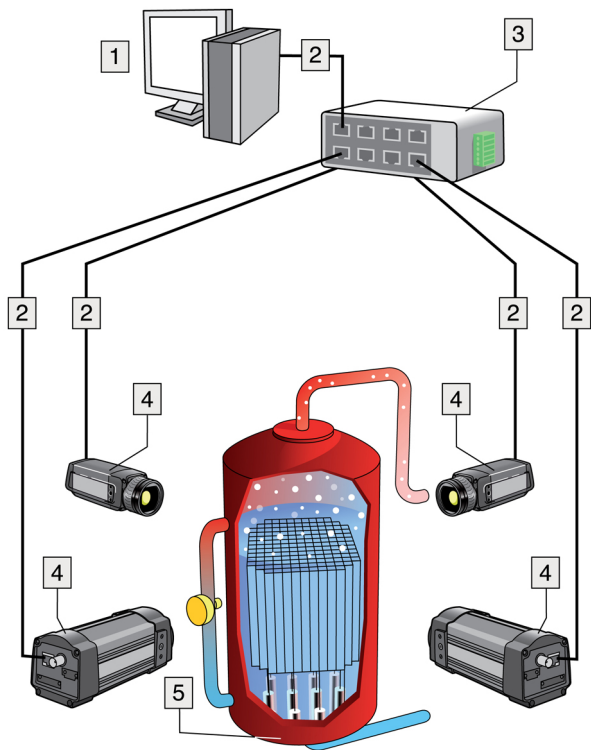
설명

이 표는 그림에 대한 설명입니다.

1	컴퓨터
2	RJ45 커넥터가 달린 CAT-6 Ethernet™ 케이블
3	광섬유 포트가 달린 Industrial Ethernet™ 스위치
4	광섬유 케이블
5	FLIR A3XX/A6XX 카메라
6	모니터링할 산업용 가공(예: 컨베이어 벨트의 품목)

그림

10777503.a3



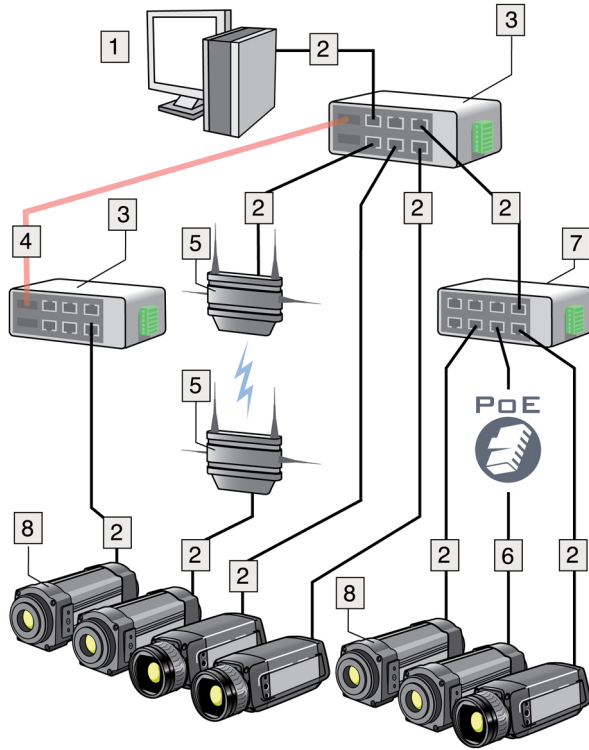
설명

이 표는 그림에 대한 설명입니다.

1	컴퓨터
2	RJ45 커넥터가 달린 CAT-6 Ethernet™ 케이블
3	Industrial Ethernet™ 스위치
4	FLIR A3XX/A6XX 카메라
5	모니터링할 산업용 가공(예: 가스화 장치)

그림

10777603.a4



설명

이 표는 그림에 대한 설명입니다.

1	컴퓨터
2	RJ45 커넥터가 달린 CAT-6 Ethernet™ 케이블
3	광섬유 포트가 달린 Industrial Ethernet™ 스위치
4	광섬유 케이블
5	무선 액세스 지점
6	RJ45 커넥터가 달린 CAT-6 Ethernet™ 케이블—PoE(Power over Ethernet™, 카메라 모델에 따라 다름)를 사용하여 카메라에 전원 공급
7	Industrial Ethernet™ 스위치
8	FLIR A3XX/A6XX 카메라

적용 가능성

이 단원은 다음 카메라 모델에 적용됩니다.

- FLIR A320(30Hz) 온도 선별
- FLIR A320(9Hz) 온도 선별

기능 설명

선별 기능을 사용하여 설정된 참조 온도보다 높은 안면 온도의 사람을 선별할 수 있습니다.

상승된 온도가 탐지되면 카메라에서 시각적 및/또는 사운드 알람이 울립니다.

참고

- ThermoVision™ System Tools & Utilities 1.5.1 HF2(1.5.1.16)에 포함된 FLIR IR Monitor의 **Screening** 탭을 사용하여 온도 2°C/3.6°F(아래에서 설명)를 변경할 수 있습니다. HF2는 <http://support.flir.com>에서 다운로드할 수 있습니다.
- 측정을 수행하기 전에 카메라를 30분 이상 실행해야 합니다.
- 얼굴이 이미지 너비의 72% 이상을 차지하도록 얼굴까지의 거리를 조절해야 합니다.

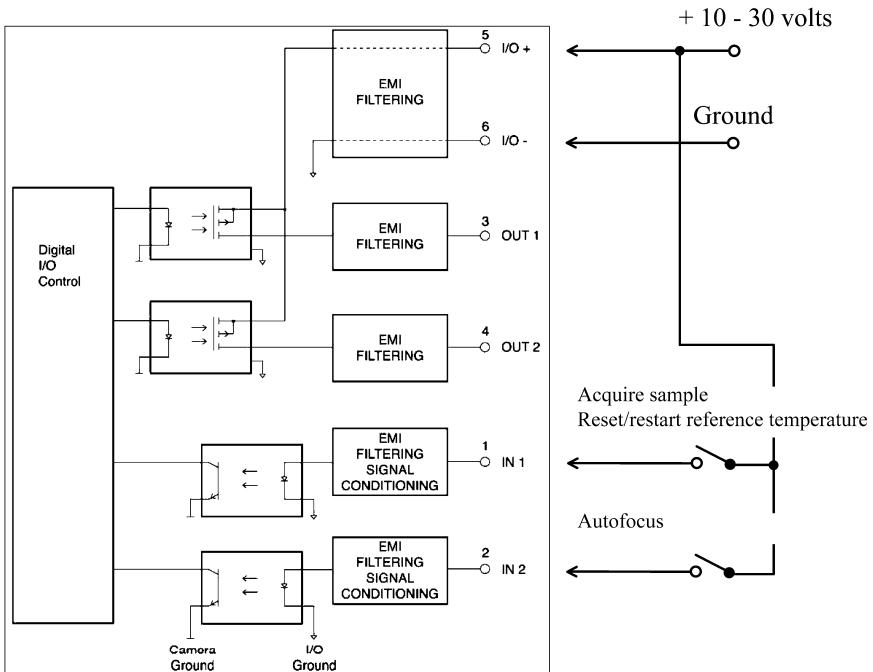
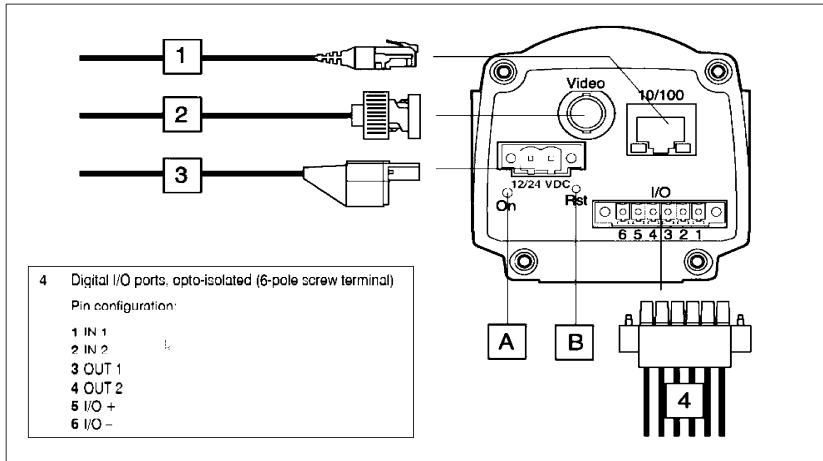
프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	비디오 모니터에 카메라를 연결합니다.
2	전원에 카메라를 연결합니다.
3	케이블과 NO(대개 열려 있음) 전기 스위치를 사용하여 +10–30 VDC에 IN 1 포트를 연결합니다.
4	카메라를 정상 온도라고 생각되는 안면의 눈 안쪽 가장자리에 조준합니다. 2초 이상 스위치를 닫아 온도 샘플을 얻습니다. 정상 온도라고 생각되는 10개 이상의 안면에 대해 이 절차를 반복합니다. 이제 참조 온도가 설정되었습니다. 참조 온도를 다시 설정하거나 시작하려면 스위치를 2초 이상 닫습니다. 설정 내용은 다음 페이지의 구성 도면을 참조하십시오.
5	이제 선별을 시작해도 됩니다. 카메라를 선별하고자 하는 안면 온도를 가진 사람의 얼굴에 조준합니다(눈 안쪽 가장자리). 안면 온도가 설정된 참조 온도인 2°C/3.6°F보다 높으면 알람이 트리거됩니다.

T639102:a1

Screening of elevated facial temperatures using FLIR A320



13

카메라 청소

13.1

카메라 하우징, 케이블 및 기타 부품

액체

다음 액체 중 하나 사용:

- 따뜻한 물
 - 약한 세제
-

장비

부드러운 천

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	천을 액체에 넣어 적십니다.
2	천을 짜서 필요 이상의 액체를 제거합니다.
3	천으로 부품을 닦습니다.

주의

카메라, 케이블 또는 기타 부품에 솔벤트 또는 그와 유사한 액체를 사용하지 마십시오. 해당 부품이 손상될 수 있습니다.

13.2 적외선 렌즈

액체

다음 액체 중 하나를 사용합니다.

- 96% 에틸 알콜 (C_2H_5OH).
- DEE (= '에테르' = 디에틸에테르, $C_4H_{10}O$).
- 50% 아세톤(= 디메틸케톤, $(CH_3)_2CO$) + 50% 에틸 알콜(불륨별). 이 액체는 렌즈를 건조시킨 후 자국이 남지 않도록 합니다.

장비

탈지면

프로시저

다음 절차를 따르십시오.

1	탈지면을 액체에 넣어 적십니다.
2	탈지면을 짜서 필요 이상의 액체를 제거합니다.
3	렌즈를 한 번만 청소하고 탈지면을 버립니다.

경고

액체를 사용하기 전에 반드시 해당되는 모든 MSDS(Material Safety Data Sheets)와 컨테이너의 경고 라벨을 읽으십시오. 액체는 위험할 수 있습니다.

주의

- 적외선 렌즈를 청소할 때는 주의하십시오. 렌즈는 정밀 무반사 코팅 처리되어 있습니다.
- 적외선 렌즈를 너무 심하게 청소하지 마십시오. 그러면 무반사 코팅이 손상될 수도 있습니다.

13.3 적외선 탐지기

일반 정보 적외선 탐지기에 먼지가 있으면 그 양이 적더라도 이미지에 큰 결점을 야기할 수 있습니다. 탐지기에서 먼지를 제거하려면 다음 절차를 따르십시오.

- 참고**
- 이 단원은 렌즈를 분리하면 적외선 탐지기가 노출되는 카메라에만 적용됩니다.
 - 이 절차를 따르더라도 먼지가 제거되지 않는 경우가 있습니다. 이러한 경우에는 적외선 탐지기를 기계적으로 청소해야 합니다. 이러한 기계적인 청소는 반드시 공인 서비스 협력업체에서 수행해야 합니다.

주의 아래 2단계의 경우, 가압 공기에는 일반적으로 공압식 공구의 윤활제 구실을 하는 오일 미스트가 포함되어 있으므로 작업장 등에서 공압 회로의 가압 공기를 사용하지 마십시오.

프로시저 다음 절차를 따르십시오.

1	카메라에서 렌즈를 분리합니다.
2	압축 공기 캐니스터의 가압 공기를 사용하여 먼지를 불어냅니다.

14 기술 데이터

기술 데이터는 카메라와 함께 제공되는 사용자 문서 CD-ROM에 있는 데이터시트를 참조하십시오.

데이터시트는 <http://support.flir.com>에서도 확인할 수 있습니다.

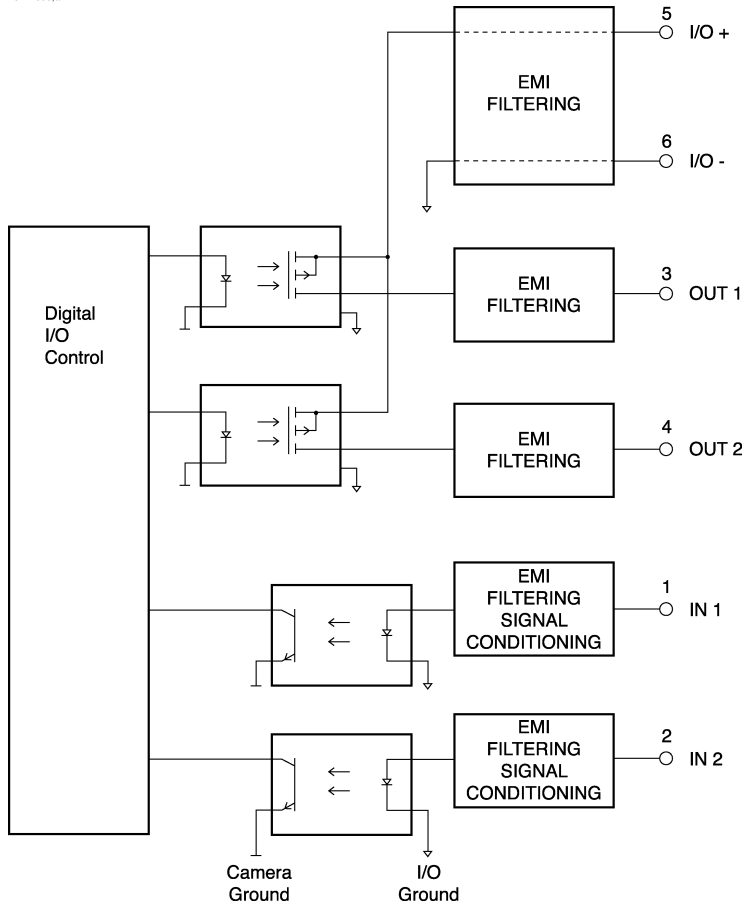
15 핀 구성

I/O 커넥터용 핀 구성

핀	구성
1	IN 1
2	IN 2
3	OUT 1
4	OUT 2
5	I/O +
6	I/O -

디지털 I/O 포트의 구성 개요

10771603.a1



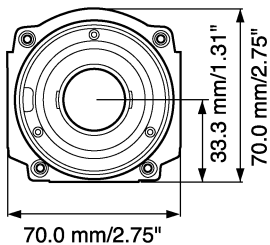
16 기계 도면

16.1 FLIR A3xxseries

16.1.1 카메라 치수(앞면)

그림

10770303.a1

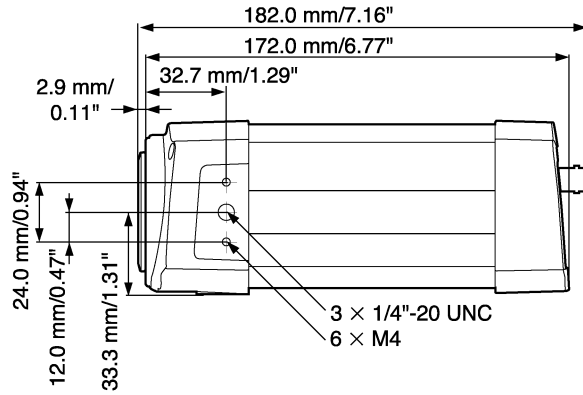


16.1.2

카메라 치수(측면)

그림

10770403.a1



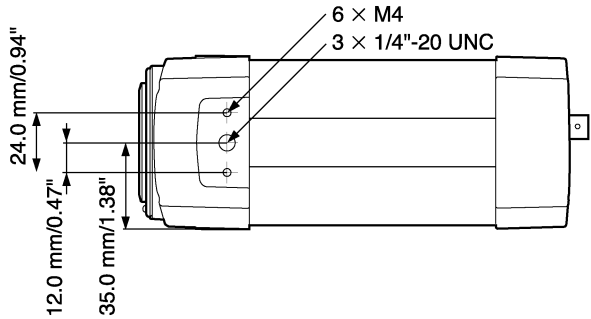
참고

뒤쪽의 BNC 커넥터는 카메라 모델에 따라 다릅니다.

16.1.3 카메라 치수(밀면)

그림

10770503.a1



참고

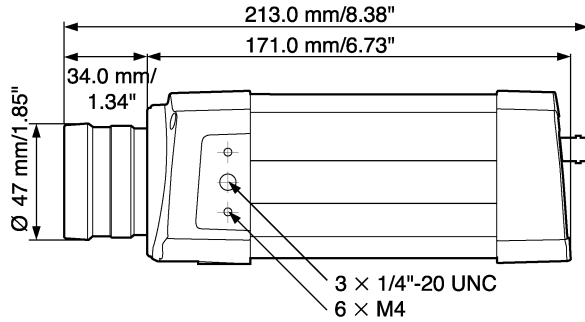
뒤쪽의 BNC 커넥터는 카메라 모델에 따라 다릅니다.

16.1.4

카메라 치수(10 mm/45° 렌즈 포함)

그림

10770603.a1



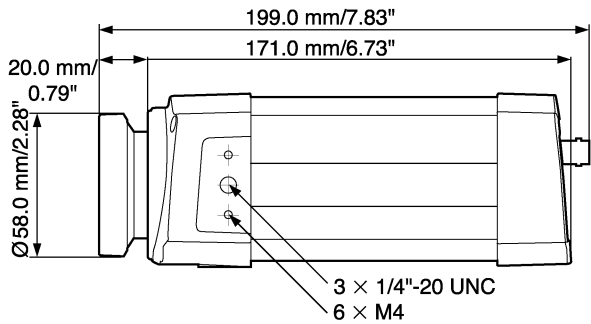
참고

뒤쪽의 BNC 커넥터는 카메라 모델에 따라 다릅니다.

16.1.5 카메라 치수(30 mm/15° 렌즈 포함)

그림

10770703.a1



참고

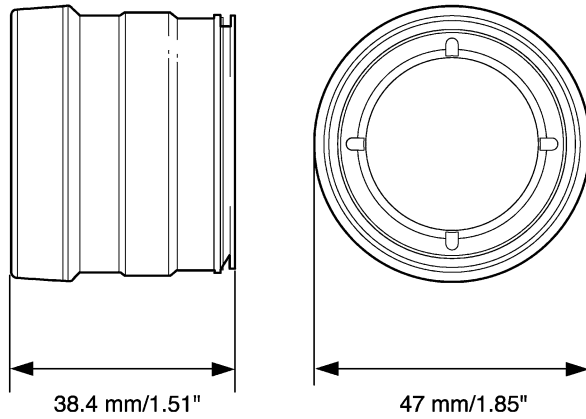
뒤쪽의 BNC 커넥터는 카메라 모델에 따라 다릅니다.

16.1.6

적외선 렌즈(10 mm/45°)

그림

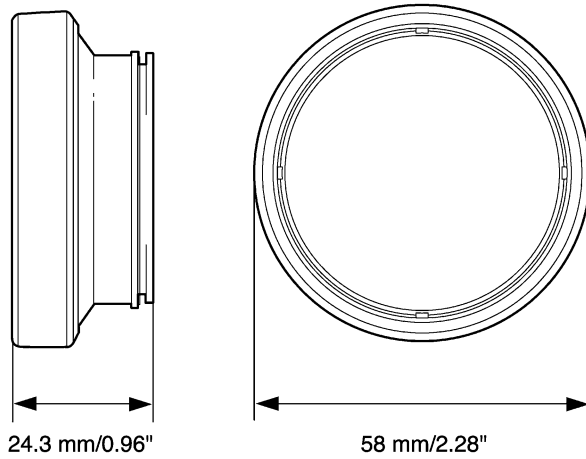
10762403:a1



16.1.7 적외선 렌즈(30 mm/15°)

그림

10762503.a1

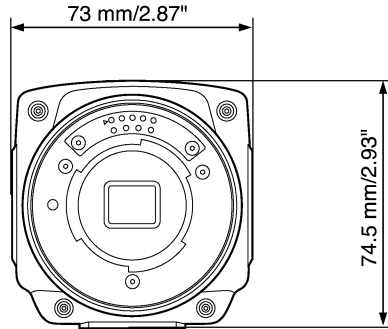


16.2 FLIR A6xx series

16.2.1 카메라 치수(전면, 렌즈 제외)

그림

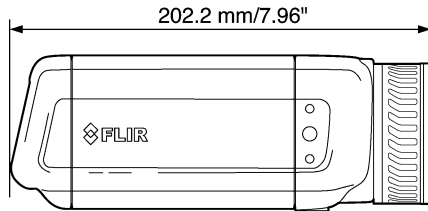
T638548.a1



16.2.2 카메라 치수(측면, 렌즈 제외)

그림

T638546.a1

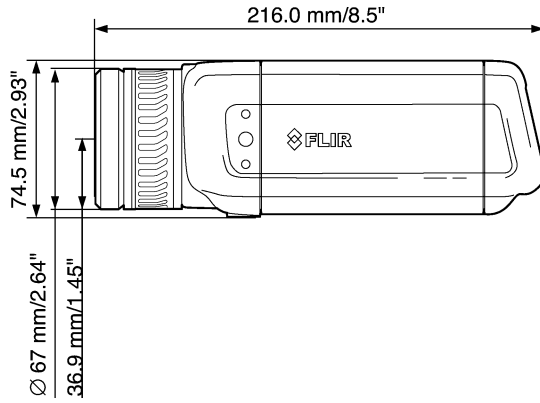


16.2.3

카메라 치수(측면, 24.5mm/25° 렌즈 포함)

그림

T638545.a1

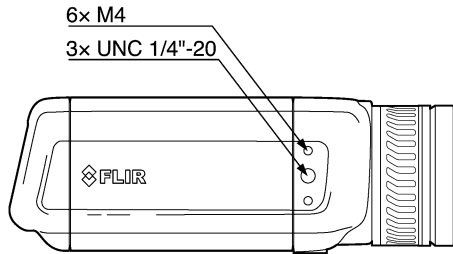


16.2.4

장착 인터페이스 사양, #1

그림

T638550.a1

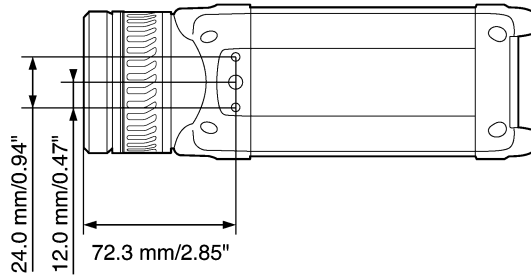


16.2.5

장착 인터페이스 사양, #2

그림

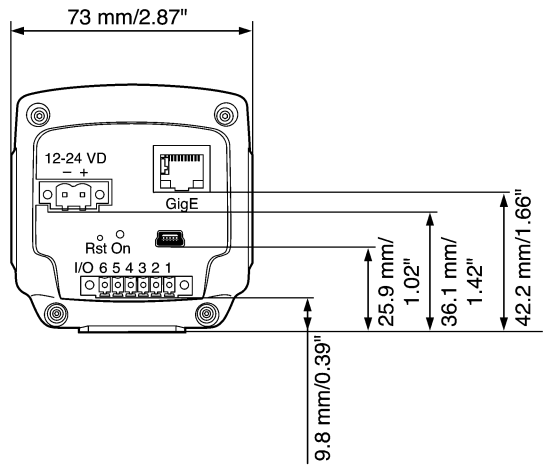
T638544:a1



16.2.6 카메라 치수(배면)

그림

T638547:a1

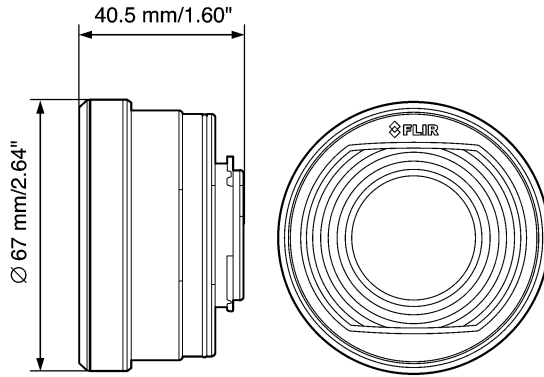


16.2.7

적외선 렌즈(24.5mm/25°)

그림

T638549.a1



FLIR Systems는 적외선 카메라 산업 분야에서 혁신을 주도하고 있습니다. 끊임없이 기존 카메라를 향상시키고 새로운 카메라를 개발하여 시장의 요구를 충족시키고 있습니다. 최초의 배터리 작동식 산업용 휴대형 검사 카메라와 최초의 비냉각 적외선 카메라를 출시하는 등 제품 설계와 개발에서 많은 혁신을 이루었습니다.

10722703.a2



그림 17.2 왼쪽: 1969년 출시된 Thermovision® 모델 661. 카메라 무게는 약 25 kg, 오실로스코프는 20 kg, 삼각대는 15 kg입니다. 220 VAC 발전기 세트와 액체 질소가 들어있는 10 L 용기도 필요합니다. 오실로스코프 왼쪽에 폴라로이드 부착물(6kg)을 볼 수 있습니다. 오른쪽: 2009년 출시된 FLIR i7. 무게: 배터리 포함 0.34 kg.

FLIR Systems는 카메라 시스템의 모든 핵심적인 기계 및 전자 구성품을 자체적으로 제조합니다. 검출기 설계와 제조에서 렌즈 및 시스템 전자 장비, 최종 시험과 교정에 이르기까지 모든 생산 과정을 자체 기술자들이 직접 수행하고 감독합니다. 이러한 적외선 기술자의 전문 지식을 바탕으로 적외선 카메라에 조립되는 모든 핵심적인 구성품의 정밀도와 신뢰도를 보장합니다.

17.1 단순한 적외선 카메라가 아닌 최고의 제품

FLIR Systems는 단순히 최고의 적외선 카메라 시스템을 생산하는 것 이상의 사명을 갖고 있습니다. 모든 적외선 카메라 시스템 사용자에게 생산성을 향상시킬 수 있는 효과적인 카메라와 소프트웨어 세트를 제공하기 위해 최선을 다하고 있습니다. 특히 예측 관리, 연구 개발, 공정 감독을 위한 맞춤 소프트웨어도 자체적으로 개발해 사용하고 있습니다. 대부분의 소프트웨어는 다양한 언어로 번역되어 제공됩니다.

우리는 고객의 장비를 가장 까다로운 적외선 기능에 적합하게 사용할 수 있도록 모든 적외선 카메라와 다양한 액세서리를 지원합니다.

17.2 지식의 공유

카메라가 사용하기 편리하도록 설계되었으나 카메라 조작 방법에 대한 지식 외에도 열화상에 대한 많은 지식이 필요합니다. 그러므로 FLIR Systems는 공인된 교육 과정을 제공하는 적외선 교육 센터(ITC)를 별도의 사업부로 설립하였습니다. ITC 과정을 수료하면 실제로 사용할 수 있는 많은 지식을 습득할 수 있습니다.

ITC 담당자들이 적외선 이론을 활용하는 데 필요할 수 있는 모든 응용 지원을 제공합니다.

17.3 고객 지원

FLIR Systems는 고객이 카메라를 항상 잘 사용할 수 있도록 전세계 서비스 네트워크를 운영하고 있습니다. 카메라에 문제가 생기면 현지의 서비스 센터가 가능한 모든 장비와 전문 기술을 활용하여 최대한 빠른 시간 내에 그 문제를 해결해드릴 것입니다. 따라서 카메라를 해외 서비스 센터로 보내거나 언어가 다른 해외 서비스 담당자에게 설명해야 할 필요가 없습니다.

17.4 시설의 사진

10401303.a1

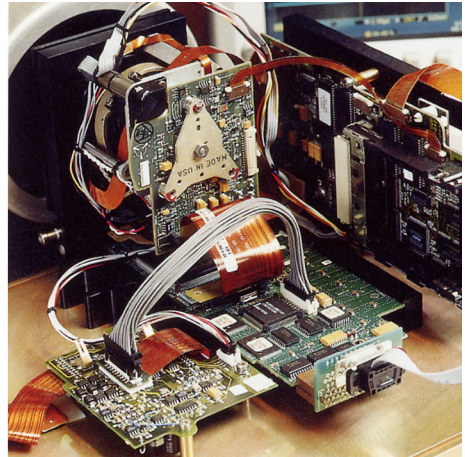
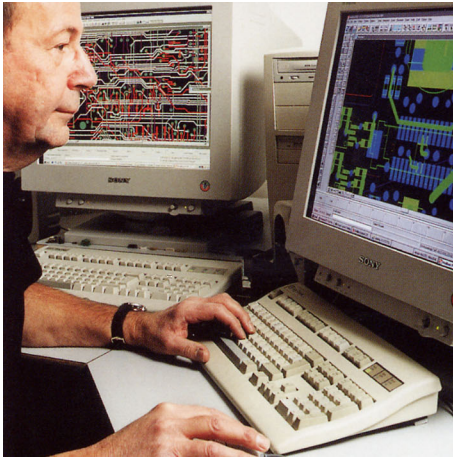


그림 17.3 왼쪽: 시스템 전자 공학 개발; 오른쪽: FPA 탐지기 시험

10401403;a1

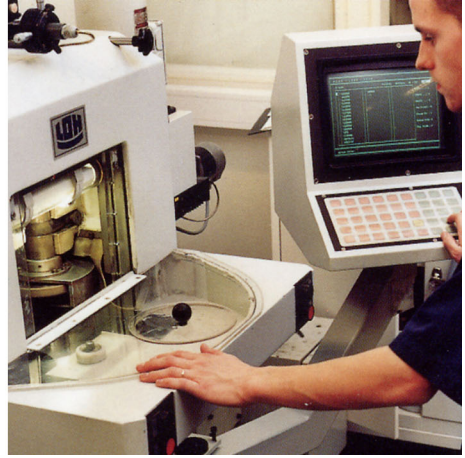
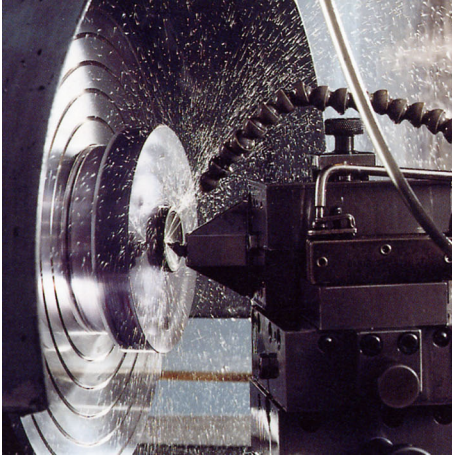


그림 17.4 왼쪽: 다이아몬드 세공 기계; 오른쪽: 렌즈 광택

10401503;a1



그림 17.5 왼쪽: 기후 조건실에서 적외선 카메라 시험; 오른쪽: 카메라 검사 및 보정 로봇

용어 또는 표현	설명
FOV	시야각(Field of View)은 적외선 렌즈를 통해 볼 수 있는 수평 각을 의미합니다.
IR	적외선
Laser LocatIR	가느다란 중앙 집중식 빔으로 레이저 광선을 방출하여 카메라 전면면에 있는 물체의 특정 부분을 가리키는 카메라에 있는 전동식 광원입니다.
NETD	온도 차이에 해당하는 노이즈입니다. IR 카메라의 이미지 노이즈 레벨의 측정입니다.
기준 온도	일반적으로 측정된 값과 비교할 수 있는 온도입니다.
노이즈	적외선 이미지의 불필요한 작은 간섭을 의미합니다.
대기	측정 대상물과 카메라 사이에 있는 기체로, 일반적으로 공기를 말합니다.
대류	대류는 중력 또는 다른 힘에 의해 액체가 장치로 들어가는 열 전송 모드입니다. 그에 따라 열이 한 장소에서 다른 장소로 전송됩니다.
등온선	한 가지 이상의 온도 간격 이상, 이하 또는 사이에 있는 이미지의 부분을 강조하여 나타내는 기능입니다.
레벨	온도 측정 단위의 중앙 값으로 보통 신호 값으로 표현됩니다.
레이저 포인터	가느다란 중앙 집중식 빔으로 레이저 광선을 방출하여 카메라 전면면에 있는 물체의 특정 부분을 가리키는 카메라에 있는 전동식 광원입니다.
물체 매개변수	대상을 측정하는 조건과 그 대상물 자체에 관해 규정하는 값입니다.(예: 방사율, 반사된 추정 온도, 거리 등)
물체 신호	카메라가 물체로부터 수신하는 적외선의 양과 관련된 비조정 값입니다.
반사	받은 방사선에 비례하여 물체가 반사한 방사선의 양을 의미합니다. 0과 1 사이의 값입니다.
방사	어떤 물체나 기체에서 전자기 에너지가 방출되는 과정입니다..
방사(radiance)	시간대, 영역 및 각도당 물체로부터 방출되는 에너지의 양입니다($W/m^2/sr$).
방사기	적외선 장비의 일부분입니다.
방사력	시간대당 물체로부터 방출되는 에너지의 양입니다(W).

용어 또는 표현	설명
방사율	흑체의 방사량과 비교하여 한 물체에서 방출되는 방사량입니다. 0과 1 사이의 값입니다.
방출량	시간 및 영역 단위 당 물체로부터 방출되는 에너지의 양입니다(W/m^2).
범위	IR 카메라의 전반적인 현재 온도 측정 제한 범위입니다. 카메라에는 몇 가지 범위가 있습니다. 현재 조정을 제한하는 두 가지 흑체 온도로 표현됩니다.
병목 방사기	안쪽으로 흡입되도록 만들어진 병 모양의 방사기로 병목으로 안을 들여다 볼 수 있습니다.
병목으로 등은 보기	안으로 흡수되도록 만들어진 병 모양의 방사기로 병목으로 안을 들여다 볼 수 있습니다.
비주열	일반적인 열화상 모드가 아니라, IR 카메라의 비디오 모드로 봅니다. 카메라가 비디오 모드에 있으면 일반 비디오 이미지를 캡처하고, IR 모드에 있으면 열화상 이미지를 캡처합니다.
상대 습도	상대 습도는 현재 공기 중에 있는 수증기 질량과 포화 상태에서 담을 수 있는 최대 질량 간의 비율을 나타냅니다.
색온도	흑체의 색상이 특정 색상과 일치하는 온도입니다.
수동 조절	수동으로 특정 매개변수를 변경하여 이미지를 조절하는 방식입니다.
순시 시야각(IFOV)	순시 시야각(Instantaneous field of view)은 적외선 카메라의 기하학적 해상도의 측정입니다.
스팬	온도 측정 단위의 간격으로 보통 신호 값으로 표현됩니다.
스펙트럼(방사) 방출량	시간대, 영역 및 각도 단위당 물체로부터 방출되는 에너지의 양입니다($W/m^2/\mu m$).
연속 조절	이미지를 조절하는 기능입니다. 이 기능은 항상 작동하여 끊임 없이 이미지 내용에 따라 밝기와 명암 대비를 조절합니다.
열전도	열이 물질로 퍼지는 과정입니다.
예상 대기 방출	계산된 값이 아닌 사용자가 제공한 방출 값을 의미합니다.
온도 기록도	적외선 이미지
온도 눈금	적외선 이미지가 현재 표시되는 방식입니다. 색을 제한하는 두 가지 온도 값으로 표현됩니다.
온도 범위	IR 카메라의 전반적인 현재 온도 측정 제한 범위입니다. 카메라에는 몇 가지 범위가 있습니다. 현재 조정을 제한하는 두 가지 흑체 온도로 표현됩니다.
온도 차이	두 가지 온도 값을 뺀 결과의 값입니다.

용어 또는 표현	설명
외장 광학 기기	카메라와 측정 중인 물체 사이에 장착할 수 있는 보조 렌즈, 필터 및 열 가리개 등을 의미합니다.
이미지 보정(내부 또는 외부)	다양한 실제 이미지 부분에서의 감도 차이를 보정하고 카메라를 스테빌라이징하는 방법입니다.
이중 등온선	하나가 아닌 두 가지 색상대를 가지고 있는 등온선입니다.
자동 조절	카메라가 내부 이미지 보정을 실행할 수 있는 기능입니다.
자동 팔레트	적외선 이미지는 뜨거운 물체와 차가운 물체를 동시에 나타내는 고르지 않은 색상으로 표시됩니다.
적외선	눈에 보이지 않고 파장이 약 2-13 μm 인 방사선입니다.
초점평면 배열 (FPA)	초점평면 배열(Focal Plane Array)은 일종의 IR 탐지기입니다.
측정된 대기 방출	온도, 대기의 상대 습도 및 물체에 대한 거리로부터 계산된 방출 값입니다.
투과율	기체와 물질은 다소 투과성이 있습니다. 투과율은 기체와 물질을 통과하는 적외선의 양입니다. 0과 1 사이의 값입니다.
투명 등온선	이미지의 강조된 부분을 포함하는 것이 아니라 선형 색상 띠를 보여주는 등온선을 의미합니다.
팔레트	IR 이미지를 표시하는데 사용되는 일련의 색상입니다.
포화색	포화색으로 이루어진 현재 레벨/스팬 설정 밖의 온도가 포함되어 있는 영역을 의미합니다. 포화색에는 '오버플로우' 색과 '언더플로우' 색이 있습니다. 해당 범위가 제대로 변경되어야 한다는 것을 나타내면서 감지기에 의해 포화된 모든 것을 표시하는 제3의 붉은 포화색도 있습니다.
픽셀	화소를 나타내며, 이미지에서 하나의 단일 스팟입니다.
필터	일부 적외선 파장에 투과되는 물질을 의미합니다.
환경	측정 중인 물체를 향해 방사선을 방출하는 물체 및 기체입니다.
회색체	각 파장에 대해 흑체의 고정된 소량의 에너지 양을 방출하는 물체를 의미합니다.
흑체	완전 무반사 물체입니다. 이 물체에서 방출되는 방사선은 물체 자체의 고유한 온도로 인해 발생합니다.
흑체 방사기	적외선 카메라를 조정하는데 사용되는 흑체 속성의 적외선 장비입니다.
흡수(요인)	받은 방사선에 비례하여 물체가 흡수한 방사선의 양입니다. 0과 1 사이의 값입니다.

19 열 측정 기법

19.1 머리말

적외선 카메라는 물체에서 방출되는 적외선을 측정하고 이미지화 합니다. 이 카메라는 물체의 표면 온도에 따라 방출 적외선이 변하는 원리를 이용해 물체 온도를 계산하여 표시합니다.

그러나, 카메라가 측정하는 적외선은 물체의 온도 뿐만 아니라 방사율의 함수의 영향을 받습니다. 적외선은 또한 주변 환경에서도 방출되며 물체에서 반사됩니다. 물체의 적외선과 반사된 적외선은 대기의 흡수율에 의해서도 영향을 받게 됩니다.

온도를 정확하게 측정하려면 몇 가지 다른 적외선 소스의 영향을 상쇄시켜야 합니다. 카메라가 자동으로 온라인으로 실행합니다. 그러나, 다음과 같은 물체 매개 변수가 카메라에 제공되어야 합니다.

- 물체의 방사율
- 반사된 추정 온도
- 물체와 카메라 간 거리
- 상대 습도
- 주변 온도

19.2 방사율

정확히 설정하기 위한 가장 중요한 물체 매개 변수는 방사율, 즉 물체로부터 방출되는 적외선의 측정이며 동일한 온도의 완벽한 흑체를 형성하는 것과 비교됩니다.

일반적으로 물체의 재질과 표면 처리는 약 0.1에서 0.95 사이의 방사율을 나타냅니다. 유리처럼 광택있는 표면의 방사율은 0.1 아래로 떨어지지만 산화처리되거나 페인트칠된 표면의 방사율은 더 높아집니다. 가시 스펙트럼의 색상과 관계없이 유성 페인트는 적외선에서 0.9이상의 방사율을 나타냅니다. 사람의 피부는 0.97 - 0.98 사이의 방사율을 보입니다.

산화처리되지 않은 금속은 완벽한 불투명 높은 방사율을 나타내며 파장의 변화가 심하지 않습니다. 따라서 금속의 방사율은 온도가 증가하는 경우에만 낮아집니다. 비금속의 경우, 방사율이 높고 온도가 감소하는 특성이 있습니다.

19.2.1 샘플의 방사율 찾기

19.2.1.1 단계 1: 반사된 추정 온도 판별

다음 두 가지 방법 중 하나를 사용하여 반사된 추정 온도를 판별합니다.

19.2.1.1.1 방법 1: 직접적인 방법

1 가능한 반사 소스를 찾고 순간 각도 = 반사 각도로 간주합니다($a = b$).

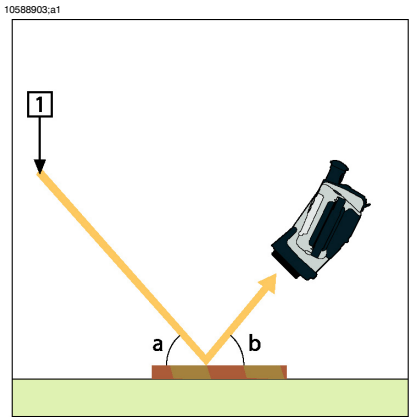


그림 19.1 1 = 반사 소스

2 반사 소스가 스왑 소스이면 카드보드 조각을 사용하여 시야를 가리는 방식으로 소스를 수정합니다.

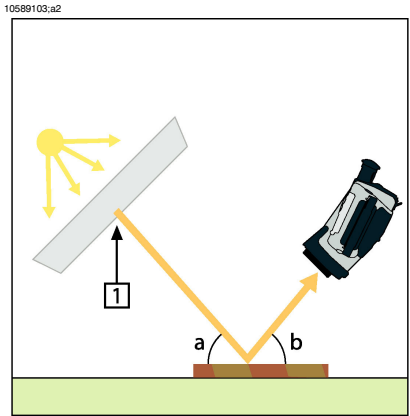


그림 19.2 1 = 반사 소스

- 3** 다음 설정을 사용하여 반사된 소스로부터 적외선 강도(추정 온도)를 측정합니다.
- 방사율: 1.0
 - D_{obj} : 0
- 다음 두 가지 방법 중 하나를 사용하여 적외선 강도를 측정할 수 있습니다.

10589003.a2

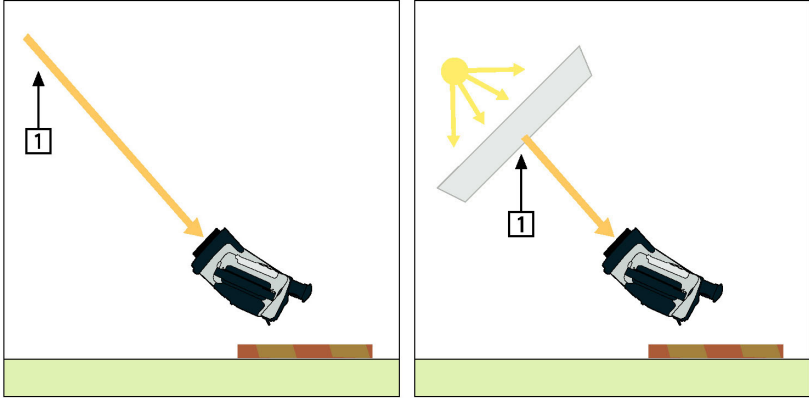


그림 19.3 1 = 반사 소스

참고: 열전대를 사용하여 반사된 추정 온도를 측정하는 것은 다음 두 가지 이유로 권장되지 않습니다.

- 열전대는 적외선 강도를 측정하지 않습니다.
- 열전대는 표면과의 열 접촉이 매우 양호해야 하며 대개 열 분리기를 사용하여 센서를 밀폐하고 덮습니다.

19.2.1.1.2 방법 2: 반사물질 사용

1	알루미늄 호일 조각을 크럼블합니다.
2	알루미늄 호일을 언크럼블하고 동일한 크기의 카드보드에 부착합니다.
3	측정할 물체 앞에 카드보드 조각을 놓습니다. 알루미늄 호일이 있는 면이 카메라를 가리키도록 합니다.
4	방사율을 1.0으로 설정합니다.

5 알루미늄 호일의 추정 온도를 측정하고 기록합니다.

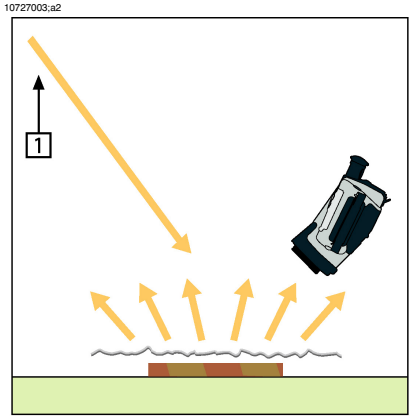


그림 19.4 알루미늄 호일의 추정 온도 측정

19.2.1.2 단계 2: 방사율 판별

1	샘플을 놓을 장소를 선택합니다.
2	이전 과정에 따라 반사된 주변 온도를 판별하고 설정합니다.
3	방사율이 높은 전기 테이프 조각을 샘플 위에 놓습니다.
4	실내 온도보다 높은 20 K 이상으로 샘플을 가열시킵니다. 고르게 가열해야 합니다.
5	카메라의 초점을 맞추고 자동 조절하고 이미지를 정지시킵니다.
6	최상의 이미지 밝기와 대비를 위해 레벨과 스펠을 조절합니다.
7	방사율을 테이프와 같게 설정합니다(대개 0.97).
8	다음 측정 기능 중 하나를 사용하여 테이프의 온도를 측정합니다. <ul style="list-style-type: none">■ 등온선 (온도 및 샘플이 얼마나 고르게 가열되었는지 파악할 수 있습니다.)■ 스팟 (더욱 간단)■ 상자 평균 (방사율이 다양한 표면에 적합).
9	온도를 기록합니다.
10	측정 기능을 샘플 표면으로 이동합니다.
11	이전 측정과 동일한 온도로 표시될 때까지 방사율 설정을 변경합니다.
12	방사율을 기록합니다.

참고:

- 강제적인 대류를 피하십시오.
- 스팟 반사를 생성하지 않는 열적으로 안정적인 환경을 찾으십시오.

- 투명하지 않고 방사율이 높은 고품질 테이프를 사용하십시오.
- 이 방법은 테이프의 온도와 샘플 표면의 온도가 같다고 가정합니다. 그렇지 않은 경우 방사율 측정이 잘못될 수도 있습니다.

19.3 반사된 추정 온도

이 매개 변수는 물체에서 반사된 적외선을 보정하는 데 사용됩니다. 방사율이 낮고 물체 온도와 반사된 온도가 상당히 다른 경우 반사된 추정 온도를 정확히 설정하고 보정하는 것이 중요합니다.

19.4 거리

거리는 물체와 카메라 전면 렌즈 사이의 거리입니다. 이 매개 변수는 다음 두 가지 항목을 보정하는 데 사용됩니다.

- 대상에서 방출되는 적외선이 물체와 카메라 사이의 온도에 의해 흡수됩니다.
- 대기 중의 적외선이 카메라에 탐지됩니다.

19.5 상대 습도

카메라는 투과율이 대기의 상대 습도에 따라 달라지는 경우에도 보정할 수 있습니다. 이렇게 하려면 상대 습도를 정확한 값으로 설정하십시오. 단거리 및 일반 습도의 경우 상대 습도는 일반적으로 50%를 기본값으로 둘 수 있습니다.

19.6 기타 매개 변수

또한, FLIR Systems의 일부 카메라 및 분석 프로그램을 사용하면 다음의 매개 변수를 보정할 수 있습니다.

- 대기 온도 - 예를 들어 카메라와 대상 사이의 대기 온도입니다.
- 외장 광학 투과율 - 예를 들어 카메라의 앞면에 사용되는 외장 렌즈나 유리의 투과율입니다.
- 외장 광학 방출 - 예를 들어 카메라의 앞면에 사용되는 외장 렌즈나 유리의 방출입니다.

1800년 이전에는 전자기 스펙트럼을 사용하는 적외선 기기의 출현을 생각지도 못 했습니다. 오늘날 열적외선의 한 형태로 적외선 스펙트럼 또는 간단히 '적외선'이라고 불리는 것에 대한 본래 의의가 **Herschel**에 의해 발견되었던 1800년 당시 보다 희미해진 것 같습니다.

10398703.a1

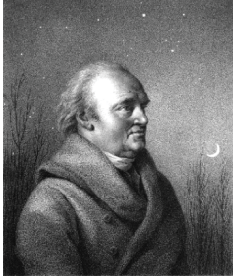


그림 20.1 Sir William Herschel (1738–1822)

이러한 발견은 광학 물질을 찾다가 우연히 발견되었습니다. 영국 왕 조지 III의 궁중 천문학자이자 우라너스 행성의 발견으로 이미 유명했던 **William Herschel**은 태양계 관찰 도중 망원경의 태양상의 밝기를 줄이기 위한 광학 필터 물질을 찾고 있었습니다. 밝기를 유사하게 줄여주는 여러 가지 색상 유리를 시험하다가 어떤 색상 유리는 태양의 열이 조금 투과하는 데 반해 다른 색상 유리는 열이 너무 많이 투과되어 몇초의 관찰만으로도 눈에 손상을 줄 수 있음을 알게 되어 호기심이 일어 났습니다.

Herschel은 열을 최대한으로 감소시킬 뿐만 아니라 밝기에 있어서도 원하는 만큼의 감소를 줄 수 있는 단일 물질을 발견하기 위해 체계적인 실험을 할 필요가 있었습니다. 그는 뉴턴의 프리즘 실험을 반복해서 실험했을 뿐 아니라 스펙트럼의 시각적인 밀도 분배보다는 열 효과를 찾기 시작했습니다. 먼저, 그는 수은 온도계의 구부에 잉크를 넣어 검게 하고 적외선 탐지기로써 사용하여 유리 프리즘을 통해 햇빛을 통과시켜 테이블 위에 형성된 스펙트럼의 다양한 색상이 가지는 열 효과를 시험하였습니다. 다른 온도계는 제어 역할을 할 수 있도록 태양 광선을 미치지 않는 곳에 두었습니다.

검은 온도계를 스펙트럼 색상을 따라 천천히 이동함으로써 보라색에서 적색으로 조금씩 온도가 증가하였습니다. 이것은 전혀 기대하지 않았던 것입니다. 이탈리아 연구가, **Landriani**가 1777년 유사한 실험에서 동일한 효과를 관찰했던 적이 있었습니다. 하지만 처음으로 열 효과가 최대에 도달하는 지점이 있으며 스펙트럼의 가시 영역에 한정된 측정은 이 지점의 위치를 찾는데 실패했다는 사실을 밝힌 것은 허셸이었습니다.

10398903.a1



그림 20.2 Marsilio Landriani(1746–1815)

온도계를 스펙트럼 적색 끝 너머의 어두운 영역까지 옮긴 **Herschel**은 열이 계속해서 증가한다는 사실을 확인했습니다. 이것을 발견한 당시 최대 지점은 적색 끝 너머의 부분에 있었으며 오늘날 '적외선 파장'으로 알려져 있습니다.

Herschel이 그의 발견을 발표했을 때, 그는 전자기 스펙트럼의 새 영역을 '열 복사 스펙트럼'으로 명명했습니다. **Herschel**이 자주 '어두운 열' 또는 단순히 '비가시 광선'으로 명명했던 자체는 복사 에너지입니다. 모순되게도 대중적인 의견과는 대조적으로 '적외선'이라는 용어를 처음 만들었던 것은 **Herschel**이 아니었습니다. '적외선'은 약 35년 후에 활자로 나타나기 시작했으며 누가 정확하게 이 용어를 사용하기 시작했는지는 분명하지 않습니다.

Herschel이 초기 그의 실험에서 프리즘에 유리를 사용함으로써 실제 적외선 파장의 존재에 대해서 그의 동시대 사람들과 몇 가지 초기 논의를 벌였습니다. 그의 연구를 확인하려는 시도에서 다른 조사자들은 적외선에 다른 투과성을 가지는 다양한 종류의 유리를 마구잡이로 사용했습니다. 그의 이후 연구를 통해 **Herschel**은 새롭게 발견된 열 복사에 유리의 투과성이 제한되었다는 것을 인식하고 있었고 그로 인해 적외선용 광학 기기는 적절하게 반사 요소(예: 평면 및 굴절 거울)를 사용해야만 한다는 결론을 도출하게 되었습니다. 다행히도 이것은 이태리 출신의 연구자인 **Melloni**가 본질적으로 자연 수정이 렌즈와 프리즘으로 만들어 지기에 충분할 만큼 커다랗게 제공되었던 암염(**NaCl**)이 적외선에 분명하게 투과된다는 위대한 발견을 한 1930년까지는 사실로 입증되었습니다. 그 결과 암염이 기본 적외선 광학 재질이 되었고 인조 수정 배양 기술이 1930년에 보급될 때까지 그 후 약 100년 동안 지속되었습니다.

10399103.a1



그림 20.3 Macedonio Melloni (1798–1854)

방사선 탐지기으로써 온도계는 1829년까지는 부동의 자리를 지켰습니다. 이 해에 Nobili는 써모커플을 개발했습니다. (Herschel이 직접 개발한 온도계는 0.2°C (0.036°F)까지 읽을 수 있고 이후 모델은 0.05°C (0.09°F)까지 읽을 수 있습니다. 그런 다음 새로운 돌파구가 생겼고 Melloni는 일련의 몇 개의 열전대가 연결되어 최초의 열전대열을 형성하게 되었습니다. 새로운 장비는 열 복사 감지에 있어서 오늘날의 최상의 온도계 만큼 약 40배 정도 민감하여 3미터 거리에 서 있는 사람에서 방출되는 열을 감지할 수 있었습니다.

최초로이라고 불리는 것은 1840년에, 적외선 발견자의 아들이자 유명한 천문학자인, John Herschel경의 연구결과로 가능해졌습니다. 집중된 열 패턴에 노출되었을 때 얇은 기름막의 차등 발산에 기초하여 열화상은 유막의 간섭 효과가 이미지를 가시적으로 만드는 반사광에 의해 나타날 수 있었습니다. John Herschel경은 또한 '열 측정 그래프'라고 그가 칭했던 최초의 열화상을 종이에 기록하는데 성공했습니다.

10399003.a2



그림 20.4 Samuel P. Langley (1834–1906)

적외선 탐지기의 민감도는 매우 느리게 향상되었습니다. 또 다른 주요한 발견은 1980년 Langley의 저항 방사밀계의 발명이었습니다. 이것은 적외선이 집중되면 민감한 검류계가 반응하는 휘스톤 브리지 회로(Wheatstone bridge circuit)의 한 쪽에 연결된 얇은 검은색 플라티늄 끈으로 구성있습니다. 이 기구는 약 400미터 거리에 있는 소에서 방출되는 열을 감지할 수 있었던 것으로 알려져 있습니다.

영국 과학자, James Dewar경은 최초로 저온 연구에서 액화 가스를 냉각제(-196°C (-320.8°F)의 온도의 액화 질소와 같은)로 도입했습니다. 1892년에 그는 액화 가스를 온종일 조정할 수 있는 독특한 진공 절연 용기를 발명했습니다. 뜨겁고 차가운 음료를 저장하는데 사용되는 '보온병'이 그의 발명에서 비롯된 것입니다.

1900년과 1920년 사이에 세계의 발명가들은 적외선을 '발견'했습니다. 많은 특허권이 사람, 무기, 항공기, 배 및 빙하 탐지기용으로 발행되었습니다. 현대적인 최초의 작동 시스템은 전쟁에 참여했던 국가들인 적외선의 군사적 이용에 전념했던 연구 프로그램을 가지고 있었던 1차세계대전(1914-18년) 동안 개발되기 시작했습니다. 이러한 프로그램에는 적 침투/감지, 원격 온도 감지, 보안 통신 및 '비행 어뢰' 감사를 위한 실험적인 시스템이 포함되어 있었습니다. 이 기간 동안 실험되었던 적외선 검색 시스템은 약 1.5km(0.94mils) 거리의 접근 중인 비행기 또는 300m(0.94mils) 이상의 거리에 있는 사람을 탐지할 수 있었습니다.

이 당시까지 구축된 가장 민감함 시스템은 모두 저항 방사계 아이디어의 변형 형태에 기초한 것이지만, 두 전쟁 사이의 기간 동안에 이미지 변환기 및 광양자 탐지기라는 두 가지 혁명적인 새로운 적외선 탐지기가 개발되었습니다. 처음에 이미지 전환기는 역사상 최초로 관찰자가 문자 그대로 '어둠에서 볼' 수 있었기 때문에 군사측에서 굉장한 관심을 받았습니다. 그러나 이미지 변환기의 감도는 근적외선 파장에 국한되었고 가장 흥미 있는 군사 대상체(예: 적군)는 적외선 검색 범으로 방사되어야 했습니다. 이러한 특징으로 관찰자의 위치가 유사 장비를 갖춘 적의 관찰자에게 노출되 위험이 있었기 때문에 이미지 변환기에 대한 군사적 관심이 결과적으로는 시들해졌다는 것은 설득력이 있습니다.

소위 '능동적인'(예: 검색 빔이 작창된) 열 이미징 시스템은 2차세계대전(1939-45)에 이어 광범위한 비밀 군사 적외선 연구 프로그램을 극도로 민감한 광양자 탐지기에 가까운 '수동적인'(검색 빔이 없는) 시스템 개발의 가능성을 촉진했습니다. 이 기간 동안 군사 비밀 규제는 완전하게 적외선 이미징 기술의 상태의 공표하지 못하도록 막았습니다. 이러한 비밀은 1950년대 중반에 서서히 막을 올리게 되고 그 때 부터 적합한 열 이미징 장치가 마침내 민간 과학 및 산업에 사용되기 시작했습니다.

21 열 측정 이론

21.1 머리말

적외선 방열 및 관련 열 측정 기술에 관한 내용은 적외선 카메라를 사용하는 사람들에게 아직도 생소할 수 있습니다. 이 부분에서는 열 측정 이론의 배경 지식에 관한 정보를 제공합니다.

21.2 전자기 스펙트럼

전자기 스펙트럼은 대역이라는 몇 개의 파장 영역으로 무작위로 분리되어 있는데, 이것은 방사선을 발생시키고 감지하는데 사용되는 방법으로 구분되어 있습니다. 전자기 스펙트럼의 다른 대역의 방사선에는 근본적인 차이가 없습니다. 모든 대역은 동일한 규칙의 적용을 받으며 파장 차이로 인해 몇 가지 차이가 있습니다.

10067803.a1

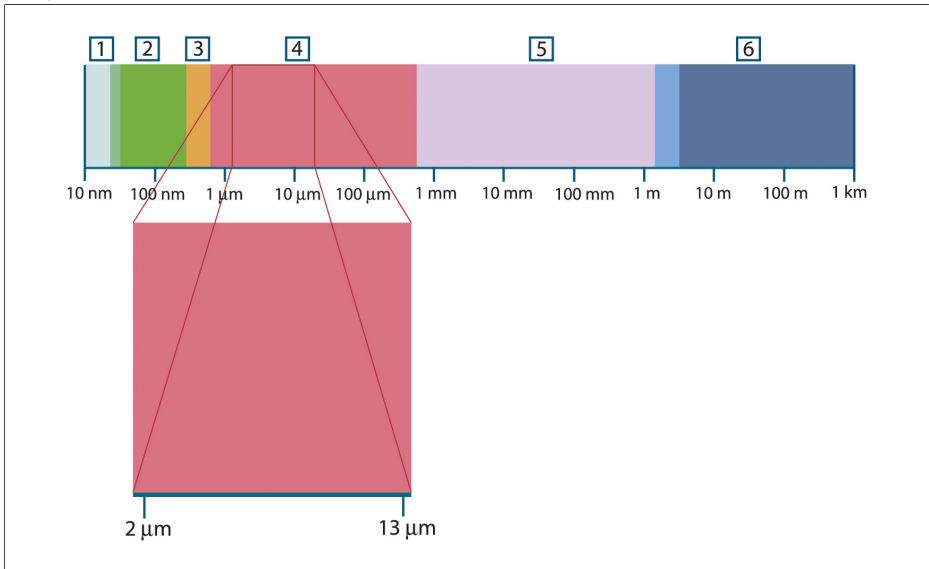


그림 21.1 전자기 스펙트럼 1: X-레이; 2: 자외선; 3: 가시선; 4: 적외선; 5: 극초단파; 6: 무선파

열 측정 기법은 적외선 스펙트럼 대역을 활용합니다. 단파장 끝에서 경계가 적색 스펙트럼 너머에 있어 육안으로 볼 수 없습니다. 장파장 끝에서 밀리미터 범위에 있는 극초단파 무선 파장과 합쳐집니다.

적외선 대역은 4가지 작은 대역으로 세분화되기도 하며, 각 대역의 경계선은 임의로 선택되곤 합니다. 4가지 대역에는 다음과 같습니다. 근적외선(0.75–3 μm), 중적외선(3–6 μm), 원적외선(6–15 μm) 및 극적외선(15–100 μm) 파장이 μm (마이크로미터) 단위이지만, 이 스펙트럼 영역에서 파장을 측정하는데 다른 단위(나노미터(nm)와 Ångström(Å))를 사용하기도 합니다.

다른 파장 측정 간의 관계는 다음과 같습니다.

$$10\,000\text{ Å} = 1\,000\text{ nm} = 1\text{ }\mu = 1\text{ }\mu\text{m}$$

21.3 흑체 방사

흑체는 파장의 종류에 관계 없이 충돌하는 모든 방사선을 흡수하는 물체로 정의됩니다. 복사 에너지를 방출하는 물체와 관련해서 분명하게 어울리지 않은 검정색은 키르히호프 법칙(*Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887의 이름에서 유래)으로 설명되는데, 이것은 어떠한 파장에서도 모든 방사선을 흡수할 수 있는 대상체를 의미합니다.

10398803.a1

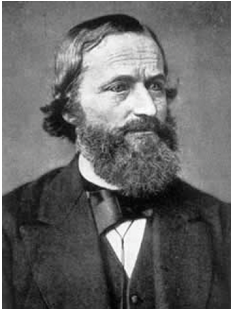


그림 21.2 Gustav Robert Kirchhoff(1824–1887)

흑체의 구조는 이론적으로 매우 단순합니다. 불투명 흡입 물질로 구성된 등은 병목 조리개의 복사 에너지의 특징은 흑체의 속성과 거의 일치합니다. 완벽한 방사선 흡수기 구조에 대한 실질적인 이론의 응용은 양 측면 중 하나에 있는 조리개를 제외하고 빛이 새어 들지 않는 상자 구조로 구성되어 있습니다. 구멍을 통과하는 모든 방사선은 복사와 반사 과정을 반복하여 흡수되어 극소량만이 겨우 빠져나갈 수 있습니다. 조리개의 암흑 상태는 흑체와 거의 동일하며 모든 파장에 이상적입니다.

등은 병목에 적합한 히터를 갖추면 병목 방사기로 불립니다. 일정한 온도로 가열된 등은 병목은 오로지 병목 온도에 의해 결정된 특징을 가집니다. 그러한 병목 방사기는 일반적으로 FLIR Systems 카메라와 같은 열 측정 기기를 조정하는 실험실에서 온도 참조 표준의 복사 에너지원으로 사용됩니다.

흑체 방사선의 온도가 525°C 이상까지 증가하면, 복사 에너지 원이 보이기 시작하여 더 이상 감지 않은 눈으로 보입니다. 이것은 방사기의 초기 적색 열 온도로써 온도가 올라감에 따라 오렌지색 또는 황색이 됩니다. 실지로 이른바 물체의 색 온도는 흑체가 가열되어 동일한 외관을 가지게 되는 온도입니다.

이제는 흑체에서 방출되는 복사 에너지를 설명하는 세가지 식에 대해서 알아보시다.

21.3.1 플랑크의 법칙

10399203.a1



그림 21.3 Max Planck(1858–1947)

Max Planck (1858–1947)는 다음 공식을 이용하여 흑체에서 방출되는 복사 에너지의 스펙트럼 분산을 기술할 수 있었습니다.

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left(e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \times 10^{-6} [Watt / m^2, \mu m]$$

여기서:

$W_{\lambda b}$	파장의 흑체 스펙트럼 복사 에너지 방출량 λ
c	광속도 = 3×10^8 m/s
h	플랑크 상수 = 6.6×10^{-34} Joule sec.
k	볼츠만 상수 = 1.4×10^{-23} Joule/K
T	흑체의 절대 온도(K)
λ	파장(μ m)

☛ 곡선의 스펙트럼 방출이 Watt/m², μ m로 표현되기 때문에 10⁻⁶ 계수를 사용합니다.

플랑크 공식에 따라 다양한 온도가 점선으로 그려집니다. 특정 플랑크 곡선을 따라서 분광 방출량은 $\lambda = 0$ 에서 제로(0)이고 λ_{\max} 파장에서 최대로 급속하게 증가했다가 통과한 후에 최장파에서 다시 제로(0)에 접근합니다. 온도가 높으면 높을수록 최대 곡선이 일어나는 파장은 짧습니다.

10327103.a4

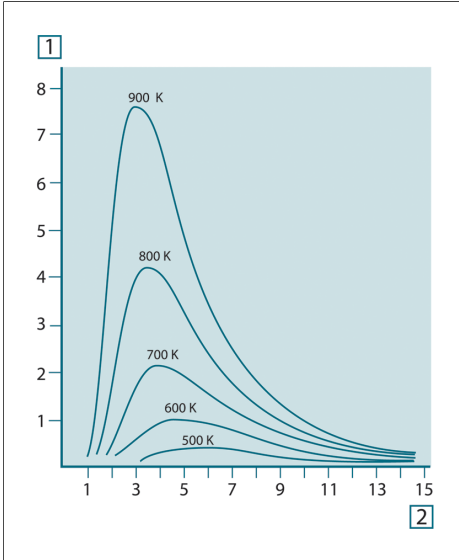


그림 21.4 플랑크 복사 공식에 따르면 흑체 분광 복사 에너지 방출량은 다양한 절대 온도에 따라 점으로 표시됩니다. 1: 분광 방출 스펙트럼($\text{W}/\text{cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$); 2: 파장(μm)

21.3.2 Wien의 법칙

λ 에 대해 플랑크의 공식을 미분하여 최대값을 찾아냄으로써 다음 공식을 도출해냈습니다.

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T} [\mu\text{m}]$$

이것은 빈의 공식(Wilhelm Wien, 1864–1928에서 유래)으로 열 방사기의 온도가 증가함에 따라서 색상이 적색에서 노란색 또는 황색으로 변하는 공통된 관찰을 수학적으로 표현한 공식입니다. 색상의 파장은 λ_{\max} 식에서 계산된 것과 동일합니다. 주어진 흑체 온도 λ_{\max} 근사치 값은 근사치 $3\,000/T\mu\text{m}$ 을 적용하여 도출됩니다. 따라서 청백광을 방출하는 매우 뜨거운 시리우스(11 000 K)와 같은 행성은 0.27μ 의 파장으로 비가시 자외선 스펙트럼 내에서 발생하는 최고의 분광 방출량을 복사합니다.

10399403.a1

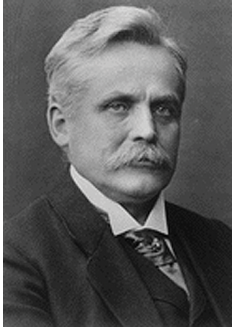


그림 21.5 Wilhelm Wien(1864–1928)

태양(약 6,000 K)은 가시 광선 스펙트럼의 중앙에서 $0.5\mu\text{m}$ 에 달하는 황색 광선을 방출합니다.

실내 온도(300 K)에서 최대 방사 방출량은 원적외선에서 $9.7\mu\text{m}$ 인 반면 액화 질소 온도(77 K)에서 거의 미미한 최대 복사 에너지 방출량은 극적외선 파장에서 $38\mu\text{m}$ 에서 일어납니다.

10327203.a4

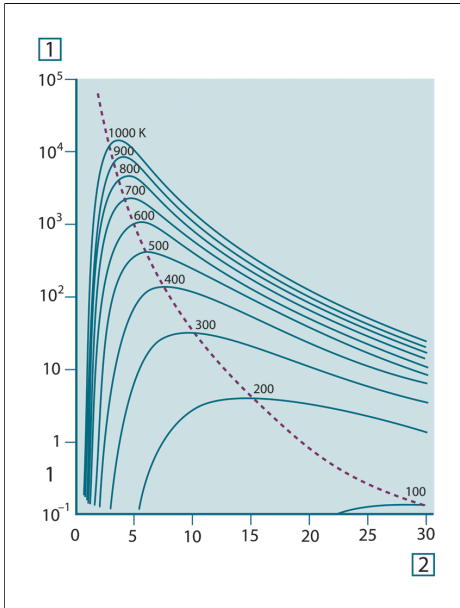


그림 21.6 플랑크 곡선은 모눈 종이 간격으로 100 K에서 1000 K까지 점으로 곡선을 그립니다. 점선은 Wien의 법칙에 의해 설명된 것처럼 각 온도에 최대 복사 에너지 방출량의 궤적을 나타냅니다. 1: 분광 복사 에너지 방출량($\text{W}/\text{cm}^2 (\mu\text{m})$); 2: 파장(μm)

21.3.3 스테판-볼츠만의 법칙

$\lambda = 0$ 에서 $\lambda = \infty$ 까지 플랑크의 공식을 통합하여 흑체의 전체 복사 에너지 방출량(W_b)을 도출했습니다.

$$W_b = \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

이것은 스테판-볼츠만 공식(Josef Stefan, 1835–1893 과 Ludwig Boltzmann, 1844–1906에서 유래)로써 흑체의 전체 방사력이 흑체의 절대 온도의 제4의 힘에 비례한다는 것을 기술하고 있습니다. 그래픽으로 볼 때 W_b 는 특정 온도에 있어서는 플랑크 곡선 아래의 영역을 나타냅니다. $\lambda = 0$ 에서 λ_{\max} 의 간격으로 방사 방출력이 전체의 25%에 불과하다는 것을 볼 수 있으며 이것은 가시 광선 스펙트럼 내에 있는 태양의 복사 에너지의 양을 나타냅니다.

10399303.a1



그림 21.7 Josef Stefan(1835–1893)과 Ludwig Boltzmann(1844–1906)

스테판-볼츠만 공식을 사용하여 300 온도의 약 2m²의 외부 표면 영역으로 인체의 복사 에너지를 계산함으로써 1kW가 도출되었습니다. 이러한 에너지의 손실은 인체 온도로부터 크게 변하지 않는 실내 온도에서 주변 표면으로부터 방사선의 보상 흡수가 없다면 유지되지 않습니다.

21.3.4 비흑체 방출기

지금까지, 흑체 방사기와 흑체 복사 에너지에 대해서 논의했습니다. 그러나, 실제 물체는 거의 특정 분광 간격에서는 흑체의 작용에 근접함에도 불구하고 확장된 파장 영역에 있어서는 이러한 법칙이 결코 일치하지 않습니다. 예를 들어 특정 종류의 백색 페인트는 가시 광선 스펙트럼에서 완벽하게 백색으로 나타나지만, 약 2μm에서는 뚜렷하게 회색으로 3μm 이상에서는 거의 검은색으로 나타납니다.

실제 물체가 흑체처럼 작용하지 못하도록 발생할 수 있는 세 가지 프로세스가 있습니다. 우연히 소량의 적외선 α가 흡수될 수 있습니다. 또한 소량 ρ은 반사되고 소량 τ는 복사됩니다. 이러한 모든 인수들이 다소 파장 의존적이기 때문에 기호 λ는 정의에 따라 분광 의존성을 암시하는데 사용됩니다. 따라서

- 분광 흡수율 α_λ = 물체에 흡수된 분광 복사 에너지와 입사된 복사 에너지의 비율

- 분광 반사율 ρ_λ = 물체에서 반사된 분광 복사 에너지와 입사된 복사 에너지의 비율
- 분광 방출량 τ_λ = 물체를 통해 방출된 분광 복사 에너지와 입사된 복사 에너지의 비율

이러한 세 가지 인수의 총 합은 항상 모든 파장에서 합해져서 다음과 같은 하나의 관계식을 도출할 수 있습니다.

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

불투명 재질의 경우 $\tau_\lambda = 0$ 이고 관계식은 다음과 같이 간단하게 정리할 수 있습니다.

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

이른바 또 다른 인수인 방사율은 특정 온도에서 물체에서 적외선 방출량의 소량 ε 을 설명하는데 필요합니다. 따라서, 다음과 같은 정의를 내릴 수 있습니다.

분광 방사율 ε_λ = 물체의 분광 복사 에너지와 동일한 온도 및 파장의 흑체의 분광 복사 에너지의 비율

수학적으로 표현하면, 이것은 물체의 분광 방출량과 흑체의 분광 방출량의 비율을 다음과 같이 표현할 수 있습니다.

$$\varepsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

일반적으로 말해서, 방사선원에는 세 가지가 있으며, 각 방사선원의 분광 방출량이 파장에 따라 다르게 변하는 방식에 따라 구분됩니다.

- 흑체의 경우 $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- 흑체의 경우 $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- 선택적 방사기 ε 은 파장에 따라 다릅니다.

키르히호프 법칙에 따라 모든 물질에 있어서 몸체의 분광 방사율과 분광 흡수율은 모든 특정 온도 및 파장에서 동일합니다. 즉,

$$\varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

이를 통해서 우리는 불투명 물질의 경우($\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$):

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

반사율이 높은 물질의 경우 ε_λ 제로(0)에 가까워져서 거의 완벽한 반사 물질(예: 완전 거울)의 경우 다음과 같은 식을 도출할 수 있습니다.

$$\rho_\lambda = 1$$

회색체 방사기의 경우 스테판-볼츠만 공식은 다음과 같습니다.

$$W = \varepsilon \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

이것은 회색체의 전체 방출 에너지가 회색체의 ε 값에 비례하여 감소된 동일한 온도의 흑체와 동일합니다.

10401203.a2

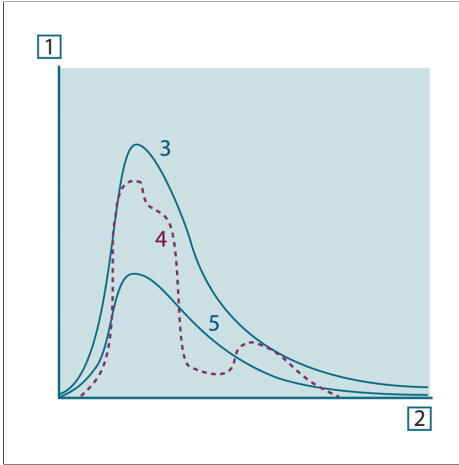


그림 21.8 세 가지 유형의 방사기의 분광 복사 방출량 **1**: 분광 복사 방출량; **2**: 파장; **3**: 흑체; **4**: 선택적 방사기; **5**: 회색체

10327303.a4

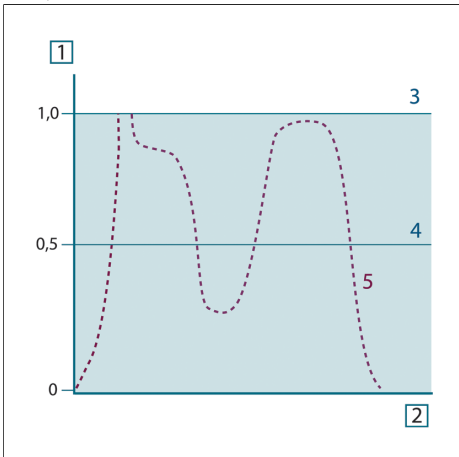


그림 21.9 세 가지 유형의 방사기의 분광 복사 방출량 **1**: 분광 복사 방출량; **2**: 파장; **3**: 흑체; **4**: 회색체; **5**: 선택적 방사기

21.4 적외선 반투명 물질

이제 비금속, 반투명 물질, 즉 일종의 플라스틱 소재의 두꺼운 평면 판이 있다고 가정해 봅시다. 판이 가열되는 경우 판에서 생성되는 방사선은 부분적으로 흡수된 물질을 통해 표면을 향해 작용합니다. 아울러 표면에 도달하면 일부는 실내로 반사됩니다. 다시 반사된 방사선은 부분적으로 다시 흡수되지만, 일부는 다른 표면에 도달하는데, 대부분은 통과하고 일부는 다시 반사됩니다. 진행 중인 반사가 약해짐에도 불구하고 흡수된 방사선은 계속 누적되어 판이 흡수한 전체 방출량이 됩니다. 결과적으로 기하학적으로 총합을 내면 반투명 판의 효과적인 방사율은 다음과 같이 도출됩니다.

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{(1 - \rho_{\lambda})(1 - \tau_{\lambda})}{1 - \rho_{\lambda}\tau_{\lambda}}$$

판이 불투명 질 때, 이 공식은 단일 공식은 다음과 같이 축소됩니다.

$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

이 마지막 관계식은 방사율을 직접 측정하는 것보다 반사율을 측정하는 것이 더 간편하므로 가장 편리한 관계식입니다.

이미 언급했던 것처럼 물체를 표시할 때 카메라는 물체 자체에서만 적외선을 받는 것은 아닙니다. 물체 표면을 통해 반사된 주변 환경으로부터 적외선을 모으기도 합니다. 이러한 두 가지 적외선 요인은 측정 경로에 대기에 의해서 어느 정도까지 약화되었습니다. 이것으로부터 대기 자체로부터 제3의 적외선 요인이 도출됩니다.

아래 그림으로 제시한 것처럼 이러한 측정 상황의 기술은 따라서 굉장히 사실적인 설명입니다. 간과되었던 것은 예를 들어 태양 광선이 대기에서 흩어지고 시야 밖의 강렬한 방사선원으로부터 방사선이 흐트릴 수 있다는 것입니다. 그러한 간섭은 다행히도 너무나 작아서 무시될 수 있는 대부분의 경우에 양화하기가 어렵습니다. 무시되지 않는 경우에 측정 구성은 간섭의 위험이 적어도 전문 조작자에게 명백한 그런 것일 가능성이 있습니다. 방향을 변경한다든지 강렬한 방사선원을 차단하는 등의 간섭을 피하기 위해 측정 상황을 수정하는 것은 이제 전문 조작자가 해야 할 일입니다.

위의 설명을 수궁하면서 아래의 그림을 사용하여 조정된 카메라 출력으로부터 물체 온도의 계산을 위한 공식을 도출해 낼 수 있습니다.

10400503.a1

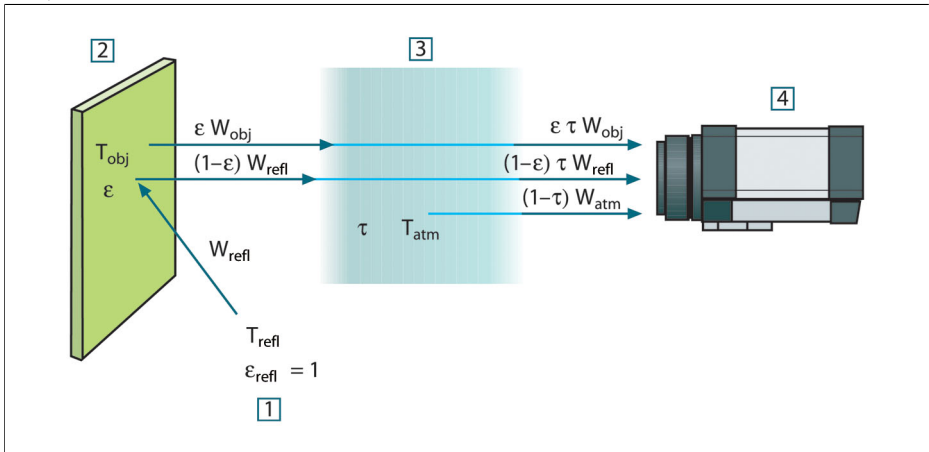


그림 22.1 일반 열 측정 상황의 개략적 재현 1: 주변 환경; 2: 물체; 3: 대기; 4: 카메라

단거리상에서 흑체 온도원 T_{source} 으로부터 수신된 방사력 W 은 카메라 출력 신호 U_{source} 를 발생시키는데 이것은 전원 출력(전력 선형 카메라)에 비례합니다. 우리는 등식 1을 다음과 같이 쓸 수 있습니다.

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

또는 단순한 표기법을 사용하면 다음과 같습니다.

$$U_{source} = CW_{source}$$

여기서 **C**는 상수입니다.

방사선원은 방출량 ϵ 을 가진 회색체라고 가정하면, 수신된 방사선은 결과적으로 ϵW_{source} 이 될 수 있습니다.

이제는 세 가지 수집된 방사선력 용어를 다음과 같이 쓰는 일만 남았습니다.

1 - 물체 방출 = $\epsilon \tau W_{obj}$, 여기서 ϵ 는 물체의 방출량이고 τ 는 대기의 방출량입니다. 물체 온도는 T_{obj} 입니다.

2 - 주변 방사원으로부터 반사된 방출 = $(1 - \epsilon) \tau W_{refl}$, 여기서 $(1 - \epsilon)$ 는 물체의 반사입니다. 주변 방사원은 온도 T_{refl} 를 가집니다.

온도 T_{refl} 는 물체 표면의 점에서 보여지는 반구 내에서 방출하는 표면에서 동일합니다. 물론, 이것은 때때로 실제 상황을 단순화시킨 것입니다. 하지만 작업 공식을 도출하기 위해 단순화가 필요합니다. 그리고 T_{refl} , 즉 이론적으로 복잡한 주변의 유효 온도를 나타내는 값이 주어질 수 있습니다.

주변에 대한 방출량 = 1이라고 가장하고 있음을 유의하십시오. 이것은 Kirchhoff의 법칙에 따르면 올바릅니다. 주변 표면에 영향을 미치는 모든 적외선이 결국 동일 표면에 흡수됩니다. 따라서 방출량 = 1입니다(최신 논의에는 물체 주위의 완벽한 구를 고려해야 합니다).

3 - 대기 방출 = $(1 - \tau) \tau W_{atm}$ 이고, $(1 - \tau)$ 은 대기의 방출량입니다. 대기 온도는 T_{atm} 입니다.

전체 수신 방사력은 다음과 같이 쓸 수 있습니다(등식 2).

$$W_{tot} = \epsilon \tau W_{obj} + (1 - \epsilon) \tau W_{refl} + (1 - \tau) W_{atm}$$

각 항에 등식 1의 상수 **C**를 곱하고 동일한 등식에 상응하는 **U**를 사용하여 **CW** 곱셈식을 대체하여 다음 등식 3을 얻을 수 있습니다.

$$U_{tot} = \epsilon \tau U_{obj} + (1 - \epsilon) \tau U_{refl} + (1 - \tau) U_{atm}$$

U_{obj} (등식 4)를 사용하여 등식 3을 풀니다.

$$U_{obj} = \frac{1}{\epsilon \tau} U_{tot} - \frac{1 - \epsilon}{\epsilon} U_{refl} - \frac{1 - \tau}{\epsilon \tau} U_{atm}$$

이것은 모든 FLIR Systems 열 측정 기기에 사용되는 일반 측정 공식입니다. 공식의 전압은 다음과 같습니다.

그림 22.2 전압

U_{obj}	흑체 온도 T_{obj} 에 대한 측정된 카메라 출력 전압입니다. 예를 들어, 실제 요구되는 물체 온도로 곧바로 변환할 수 있는 전압입니다.
U_{tot}	실제의 경우 측정된 카메라 출력 전압입니다.
U_{refl}	조정에 따라 흑체 온도 T_{refl} 에 대한 이론적인 카메라 출력 전압입니다.
U_{atm}	조정에 따라 흑체 온도 T_{atm} 에 대한 이론적인 카메라 출력 전압입니다.

사용자가 조정을 위한 매개변수 값의 수를 제공해야 합니다.

- 물체 방출량 ϵ ,
- 상대 습도
- T_{atm}
- 물체 거리(D_{obj})
- 물체 주변의 온도(유효) 또는 반사 주변 온도 T_{refl}
- 대기 온도 T_{atm}

실제의 경우에 대한 방출량 및 대기 방출의 정확한 값을 찾기가 쉽지 않기 때문에 이러한 작업은 사용자에게 종종 어려울 수 있습니다. 주변에 크고 강한 방사원이 없으면 두 개의 온도는 일반적으로 문제가 되지 않습니다.

이러한 연결에서 일반적인 질문은 다음과 같습니다. 해당 매개변수의 올바른 값을 아는 것이 중요합니까? 일부 다른 측정 사례를 검토해 봄으로써 이미 존재하는 이러한 문제점을 인식하고 세 가지 방사선 용어의 상대적 중요도를 비교하는 것은 매우 흥미롭습니다. 매개변수의 값을 정확하게 사용하는 것이 중요함을 알려 줍니다.

아래 그림은 세 가지 방사선의 상대적 중요도가 다른 세 개의 물체 온도, 두 개의 방출량 및 두 개의 스펙트럼 범위 (SW 및 LW)에 어떻게 영향을 미치는지를 설명합니다. 남아 있는 매개변수는 다음과 같이 고정값을 가집니다.

- $\tau = 0.88$
- $T_{refl} = +20^{\circ}\text{C}$
- $T_{atm} = +20^{\circ}\text{C}$

'방해' 방사원이 상대적으로 처음 경우에 더 강하게 나타나므로 낮은 물체 온도의 측정이 높은 온도를 측정하는 것 보다 더 중요합니다. 또한 물체 방출량이 낮은 경우 상황이 더 어려워질 수 있습니다.

이제는 이른바 외삽이라는 최고 조정점 위의 조정 곡선의 사용의 중요도에 대한 질문에 답해야 합니다. 어떤 경우에 $U_{tot} = 4.5$ 볼트로 측정되었다고 가정해 봅시다. 카메라에 대한 최고 조정점은 실제로 4.1볼트였습니다. 따라서 물체에 흑체가 나타났을지라도(예: $U_{obj} = U_{tot}$) 4.5볼트를 온도로 변환 시 실제로 조정 곡선의 외삽을 수행합니다.

이제 물체가 검정색이 아니며 방출량이 0.75이고 방출이 0.92라고 가정해 봅시다. 또한 등식 4의 두개의 두 번째 항이 모두 0.5볼트라고 가정할 수 있습니다. 등식 4에 의한 U_{obj} 계산 결과는 $U_{obj} = 4.5 / 0.75 / 0.92 - 0.5 = 6.0$ 입니다. 비디오 증폭기가 최대 5볼트라고 생각할 때 다소 극단적인 외삽입니다. 어쨌든 조정 곡선의 응용은 전기나 다른 제약 사항이 존재하지 않는다는 이론적인 절차임을 유의해야 합니다. 카메라에 신호 제약이 없고 5볼트 이상 조정될 수 있는 경우 조정 알고리즘이 FLIR Systems 알고리즘과 같이 방시 물리학에 기초를 두고 있는 이상 곡선이 4.1볼트를 넘어 외삽된 실제 곡선과 아주 비슷했을 것이라고 믿습니다. 물론 외삽에 대한 제한이 있습니다.

10400603.a2

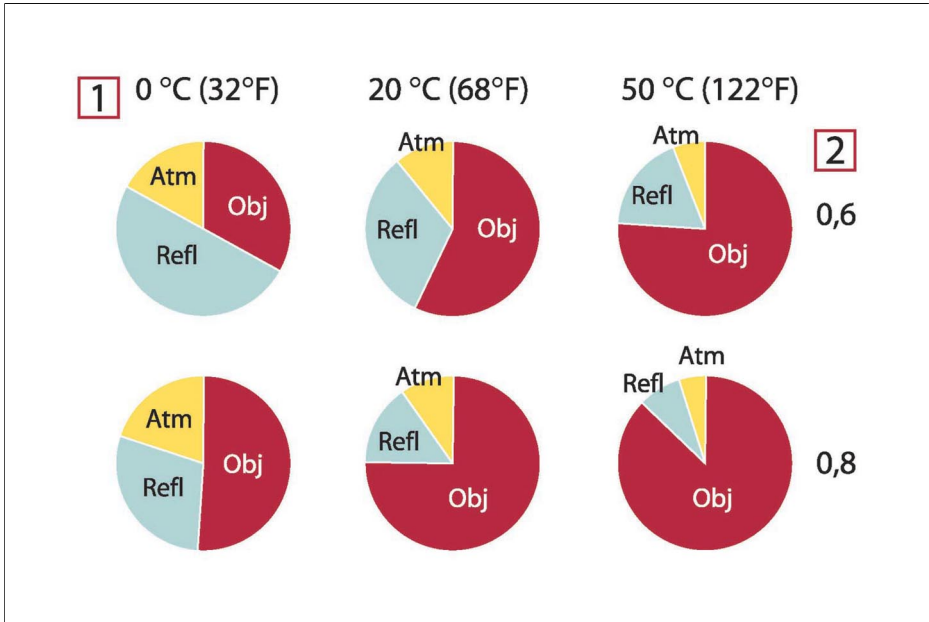


그림 22.3 다양한 측정 조건 하에서 방사원의 상대적 중요도(SW 카메라). 1: 물체 온도; 2: 방출량; Obj: 물체 방사; Refl: 반사된 방사; Atm: 대기 방사. 고정 매개변수: $\tau = 0.88$; $T_{refl} = 20^\circ\text{C}$; $T_{atm} = 20^\circ\text{C}$.

10400703,a2

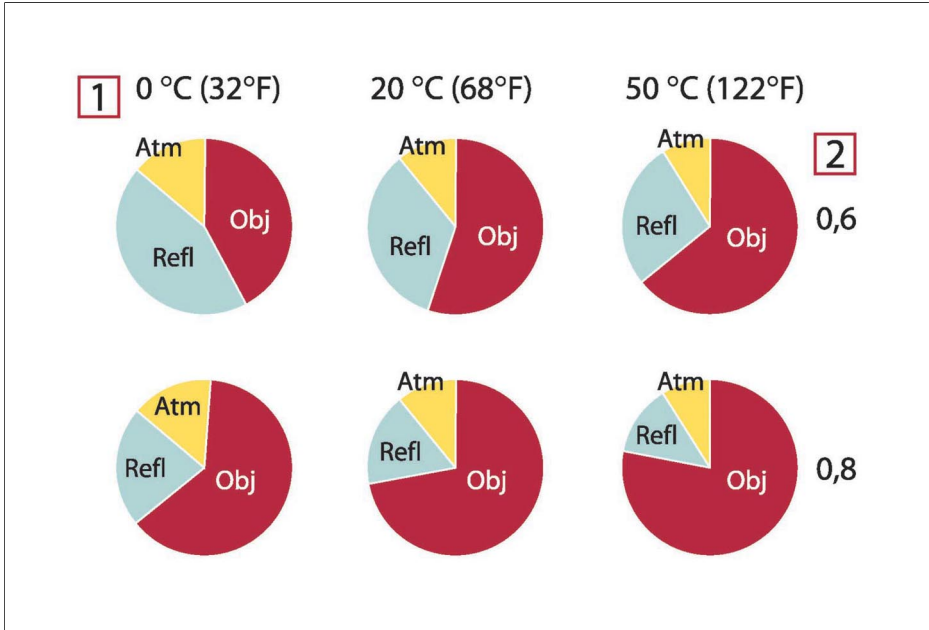


그림 22.4 다양한 측정 조건 하에서 방사원의 상대적 중요도(LW 카메라). **1:** 물체 온도; **2:** 방출량; **Obj:** 물체 방사; **Refl:** 반사된 방사; **Atm:** 대기 방사. 고정 매개변수: $\tau = 0.88$; $T_{\text{refl}} = 20^{\circ}\text{C}$; $T_{\text{atm}} = 20^{\circ}\text{C}$.

이 단원에서는 FLIR Systems에 의해 수행된 적외선 조사 자료 및 측정으로부터 방사율 데이터를 편집하여 제시합니다.

23.1

참조 문헌

1	Mikaél A. Bramson: <i>Infrared Radiation, A Handbook for Applications</i> , Plenum press, N.Y.
2	William L. Wolfe, George J. Zissis: <i>The Infrared Handbook</i> , Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
3	Madding, R. P.: <i>Thermographic Instruments and systems</i> . Madison, Wisconsin: University of Wisconsin – Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4	William L. Wolfe: <i>The Infrared Handbook</i> , Office of Naval Research, Department of Navy, Washington, D.C.
5	Jones, Smith, Probert: <i>External thermography of buildings...</i> , Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol.110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology, June 1977 London.
6	Paljak, Pettersson: <i>Thermography of Buildings</i> , Swedish Building Research Institute, Stockholm 1972.
7	Vlcek, J.: <i>Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at $\lambda = 5 \mu\text{m}$</i> . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8	Kern: <i>Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites</i> , Defence Documentation Center, AD 617 417.
9	Öhman, Claes: <i>Emittansmätningar med AGEMA E-Box</i> . Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10	Mattei, S., Tang-Kwor, E: <i>Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between -36°C AND 82°C</i> .
11	Lohrengel & Todtenhaupt(1996)
12	ITC Technical publication 32.
13	ITC Technical publication 29.

23.2

방사율 표에 대한 중요한 사항

아래 표의 방사율 값은 단파(SW) 카메라를 사용하여 기록된 것입니다. 이 값은 권장 사항일 뿐이며 주의하여 사용해야 합니다.

23.3 표

그림 23.1 T: 전체 스펙트럼; SW: 2–5 μm ; LW: 8–5 μm ; LW: 6.5–5 μm ; LW: 물질; 2: 조건; 3: 온도(섭씨); 4: 스펙트럼; 5: 방사율; 6: 참조 문헌

1	2	3	4	5	6
3M 유형 35	비닐 전기 테이프 (색상 다양)	< 80	LW	약 0.96	13
3M 유형 88	검정 비닐 전기 테이프	< 105	LW	약 0.96	13
3M 유형 88	검정 비닐 전기 테이프	< 105	MW	< 0.96	13
3M 유형 Super 33+	검정 비닐 전기 테이프	< 80	LW	약 0.96	13
Krylon Ultra-flat black 1602	단조로운 검정색	실내 온도 최고 175	LW	약 0.96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	단조로운 검정색	실내 온도 최고 175	MW	약 0.97	12
Nextel Velvet 811-21 Black	단조로운 검정색	-60–150	LW	> 0.97	10 및 11
가죽	무두질 처리		T	0.75–0.80	1
고무	거친 회색 소프트	20	T	0.95	1
고무	하드	20	T	0.95	1
광택 오일	0.025mm 필름	20	T	0.27	2
광택 오일	0.050mm 필름	20	T	0.46	2
광택 오일	0.125mm 필름	20	T	0.72	2
광택 오일	Ni base 필름 Ni base만	20	T	0.05	2
광택 오일	두꺼운 코팅 처리	20	T	0.82	2
구리	강산화 처리	20	T	0.78	2
구리	공업용 광택	20	T	0.07	1
구리	공업용 마감 처리	27	T	0.03	4
구리	기계 마감 처리	22	T	0.015	4
구리	마감 처리	50–100	T	0.02	1
구리	마감 처리	100	T	0.03	2

1	2	3	4	5	6
구리	산화 처리	50	T	0.6-0.7	1
구리	산화 처리, 검정색	27	T	0.78	4
구리	스크레이프 처리	27	T	0.07	4
구리	전해질 마감 처리	-34	T	0.006	4
구리	전해질 마감 처리	80	T	0.018	1
구리	정제된 표면 처리	22	T	0.008	4
구리	주조 처리	1100-1300	T	0.13-0.15	1
구리	흑색 산화 처리		T	0.88	1
금	고급 마감 처리	100	T	0.02	2
금	마감 처리	200-600	T	0.02-0.03	1
금	마감 처리	130	T	0.018	1
금강사	거친	80	T	0.85	1
나무		17	SW	0.98	5
나무		19	LLW	0.962	8
나무	다른 4가지 종류의 소나무	70	LW	0.81-0.89	9
나무	다른 4가지 종류의 소나무	70	SW	0.67-0.75	9
나무	미처리된 합판	20	SW	0.83	6
나무	부드럽고 마른 합판	36	SW	0.82	7
나무	연삭 처리		T	0.5-0.7	1
나무	축축한 흰색	20	T	0.7-0.8	1
나무	평면	20	T	0.8-0.9	1
나무	평평한 오크	20	T	0.90	2
나무	평평한 오크	70	LW	0.88	9
나무	평평한 오크	70	SW	0.77	9
납	200 C에서 산화 처리	200	T	0.63	1
납	광택	250	T	0.08	1

1	2	3	4	5	6
납	비산화, 마감 처리	100	T	0.05	4
납	회색 산화 처리	20	T	0.28	1
납	회색 산화 처리	22	T	0.28	4
눈: 물 참조					
니켈	600 C에서 산화 처리	200-600	T	0.37-0.48	1
니켈	공업 정제 마감 처리	100	T	0.045	1
니켈	공업 정제 마감 처리	200-400	T	0.07-0.09	1
니켈	마감 처리	122	T	0.045	4
니켈	마감 처리된 전기 도금 철	20	T	0.11-0.40	1
니켈	마감 처리된 전기 도금 철	22	T	0.045	4
니켈	마감 처리된 전기 도금 철	22	T	0.11	4
니켈	밝은 매트 처리	122	T	0.041	4
니켈	산화 처리	200	T	0.37	2
니켈	산화 처리	227	T	0.37	4
니켈	산화 처리	1227	T	0.85	4
니켈	와이어	200-1000	T	0.1-0.2	1
니켈	전기 도금, 마감 처리	20	T	0.05	2
니켈	전해질 처리	22	T	0.04	4
니켈	전해질 처리	38	T	0.06	4
니켈	전해질 처리	260	T	0.07	4
니켈	전해질 처리	538	T	0.10	4
니크롬	모래 분사 처리	700	T	0.70	1
니크롬	산화 처리 와이어	50-500	T	0.95-0.98	1
니크롬	압연 처리	700	T	0.25	1

1	2	3	4	5	6
니크롬	정제 와이어	50	T	0.65	1
니크롬	정제 와이어	500-1000	T	0.71-0.79	1
래커	3가지 색을 뿌린 알루미늄	70	LW	0.92-0.94	9
래커	3가지 색을 뿌린 알루미늄	70	SW	0.50-0.53	9
래커	거친 검정색	40-100	T	0.96-0.98	1
래커	검정색 매트	100	T	0.97	2
래커	광택있는 검정색 을 뿌린 철	20	T	0.87	1
래커	내열성	100	T	0.92	1
래커	베이크라이트	80	T	0.83	1
래커	알루미늄의 거친 면	20	T	0.4	1
래커	흰색	40-100	T	0.8-0.95	1
래커	흰색	100	T	0.92	2
마그네슘		22	T	0.07	4
마그네슘		260	T	0.13	4
마그네슘		538	T	0.18	4
마그네슘	마감 처리	20	T	0.07	2
마그네슘 분말			T	0.86	1
모래			T	0.60	1
모래		20	T	0.90	2
몰리브덴		600-1000	T	0.08-0.13	1
몰리브덴		1500-2200	T	0.19-0.26	1
몰리브덴	필라멘트	700-2500	T	0.1-0.3	1
몰타르		17	SW	0.87	5
몰타르	건식	36	SW	0.94	7
물	눈		T	0.8	1
물	눈	-10	T	0.85	2

1	2	3	4	5	6
물	두꺼운 서리가 낀 얼음	0	T	0.98	1
물	매끈한 얼음	-10	T	0.96	2
물	매끈한 얼음	0	T	0.97	1
물	서리가 낀 크리스탈	-10	T	0.98	2
물	증류	20	T	0.96	2
물	층 >0.1mm 두께	0-100	T	0.95-0.98	1
바니시	오크 쪽모이 세공 마루	70	LW	0.90-0.93	9
바니시	오크 쪽모이 세공 마루	70	SW	0.90	9
바니시	평면	20	SW	0.93	6
백금		17	T	0.016	4
백금		22	T	0.03	4
백금		100	T	0.05	4
백금		260	T	0.06	4
백금		538	T	0.10	4
백금		1000-1500	T	0.14-0.18	1
백금		1094	T	0.18	4
백금	리본	900-1100	T	0.12-0.17	1
백금	와이어	50-200	T	0.06-0.07	1
백금	와이어	500-1000	T	0.10-0.16	1
백금	와이어	1400	T	0.18	1
백금	정제 마감 처리	200-600	T	0.05-0.10	1
벽돌	거친 적색	20	T	0.88-0.93	1
벽돌	광택 처리된 다이 나스 규토	1100	T	0.85	1
벽돌	광택 처리하지 않은 다이 나스 규토	1000	T	0.80	1

1	2	3	4	5	6
벽돌	규선석, 33% SiO ₂ , 64% Al ₂ O ₃	1500	T	0.29	1
벽돌	규토, 95% SiO ₂	1230	T	0.66	1
벽돌	내화 벽돌	17	SW	0.68	5
벽돌	내화성, 강 방사성	500-1000	T	0.8-0.9	1
벽돌	내화성, 약 방사성	500-1000	T	0.65-0.75	1
벽돌	내화성 강옥	1000	T	0.46	1
벽돌	내화성 다이ना스 규토	1000	T	0.66	1
벽돌	내화성 마그네사 이트	1000-1300	T	0.38	1
벽돌	내화 점토	20	T	0.85	1
벽돌	내화 점토	1000	T	0.75	1
벽돌	내화 점토	1200	T	0.59	1
벽돌	방수성	17	SW	0.87	5
벽돌	석재	35	SW	0.94	7
벽돌	석재 석고	20	T	0.94	1
벽돌	알루미나	17	SW	0.68	5
벽돌	일반	17	SW	0.86-0.81	5
벽돌	일반 적색	20	T	0.93	2
벽지	연회색의 작은 무늬	20	SW	0.85	6
벽지	적색의 작은 무늬	20	SW	0.90	6
벽토		17	SW	0.86	5
벽토	거친 도장	20	T	0.91	2
벽토	미처리된 플라스틱 터보드	20	SW	0.90	6
사암	러프	19	LLW	0.935	8
사암	마감 처리	19	LLW	0.909	8
산화 니켈		500-650	T	0.52-0.59	1

1	2	3	4	5	6
산화 니켈		1000-1250	T	0.75-0.86	1
산화동	적색 분말		T	0.70	1
석고		20	T	0.8-0.9	1
석면	바닥 타일	35	SW	0.94	7
석면	분말		T	0.40-0.60	1
석면	슬레이트	20	T	0.96	1
석면	종이	40-400	T	0.93-0.95	1
석면	직물		T	0.78	1
석면	관	20	T	0.96	1
석회			T	0.3-0.4	1
섬유판	미처리된 다공성	20	SW	0.85	6
섬유판	압착한 목질 섬유판	70	LW	0.88	9
섬유판	압착한 목질 섬유판	70	SW	0.75	9
섬유판	입자판	70	LW	0.89	9
섬유판	입자판	70	SW	0.77	9
섬유판	하드, 미처리	20	SW	0.85	6
스테인레스	8% 니켈, 18% 크롬 합금	500	T	0.35	1
스테인레스	800 C에서 산화 처리된 18-8 유형	60	T	0.85	2
스테인레스	마감 처리된 판금	70	LW	0.14	9
스테인레스	마감 처리된 판금	70	SW	0.18	9
스테인레스	모래 분사 처리	700	T	0.70	1
스테인레스	비가공, 약간 스크래치가 있는 판금	70	LW	0.28	9
스테인레스	비가공, 약간 스크래치가 있는 판금	70	SW	0.30	9
스테인레스	압연 처리	700	T	0.45	1
스테인레스	연마된 18-8 유형	20	T	0.16	2

1	2	3	4	5	6
스티로폼	절연 처리	37	SW	0.60	7
아스팔트 포장		4	LLW	0.967	8
아연	400 C에서 산화 처리	400	T	0.11	1
아연	마감 처리	200-300	T	0.04-0.05	1
아연	산화 처리된 표면	1000-1200	T	0.50-0.60	1
아연	관금	50	T	0.20	1
아연 도금 철	강산화 처리	70	LW	0.85	9
아연 도금 철	강산화 처리	70	SW	0.64	9
아연 도금 철	광택 관금	30	T	0.23	1
아연 도금 철	산화 처리 관금	20	T	0.28	1
아연 도금 철	관금	92	T	0.07	4
알루미늄	강산화 처리	50-500	T	0.2-0.3	1
알루미늄	강풍화 처리	17	SW	0.83-0.94	5
알루미늄	거친 표면	20-50	T	0.06-0.07	1
알루미늄	마감 처리	50-100	T	0.04-0.06	1
알루미늄	마감 처리, 관금	100	T	0.05	2
알루미늄	마감처리된 관금	100	T	0.05	4
알루미늄	양극 처리, 검정 색, 거친 마감	70	LW	0.95	9
알루미늄	양극 처리, 검정 색, 거친 마감	70	SW	0.67	9
알루미늄	양극 처리, 연회 색, 거친	70	LW	0.97	9
알루미늄	양극 처리, 연회 색, 거친	70	SW	0.61	9
알루미늄	양극 처리 관금	100	T	0.55	2
알루미늄	울퉁불퉁한	27	3 μ m	0.28	3
알루미늄	울퉁불퉁한	27	10 μ m	0.18	3
알루미늄	진공 상태	20	T	0.04	2

1	2	3	4	5	6
알루미늄	질산(HNO_3) 처리, 판금	100	T	0.05	4
알루미늄	판금, 각각 다른 방향으로 스크래치된 4개의 샘플	70	LW	0.03–0.06	9
알루미늄	판금, 각각 다른 방향으로 스크래치된 4개의 샘플	70	SW	0.05–0.08	9
알루미늄	폐기 처리	70	LW	0.46	9
알루미늄	폐기 처리	70	SW	0.47	9
알루미늄	포일	27	3 μm	0.09	3
알루미늄	포일	27	10 μm	0.04	3
알루미늄	표준, 판금	100	T	0.09	2
알루미늄	표준, 판금	100	T	0.09	4
알루미늄 산화물	정제 분말(알루미늄)		T	0.16	1
알루미늄 산화물	활성 분말		T	0.46	1
알루미늄 수산화물	분말		T	0.28	1
알루미늄 청동		20	T	0.60	1
얼음: 물 참조					
에나멜		20	T	0.9	1
에나멜	래커	20	T	0.85–0.95	1
에보나이트			T	0.89	1
은	마감 처리	100	T	0.03	2
은	정제 마감 처리	200–600	T	0.02–0.03	1
이산화동	분말		T	0.84	1
자기	광택나는 흰색		T	0.70–0.75	1
자기	광택 처리	20	T	0.92	1
적연		100	T	0.93	4
적연 분말		100	T	0.93	1

1	2	3	4	5	6
점토	내화성	70	T	0.91	1
종이	3가지 다른 종류의 광택나는 흰색	70	LW	0.88-0.90	9
종이	3가지 다른 종류의 광택나는 흰색	70	SW	0.76-0.78	9
종이	거친 검정색		T	0.94	1
종이	거친 검정색	70	LW	0.89	9
종이	거친 검정색	70	SW	0.86	9
종이	검정색		T	0.90	1
종이	검정색 래커로 코팅 처리		T	0.93	1
종이	녹색		T	0.85	1
종이	다른 4가지 색상	70	LW	0.92-0.94	9
종이	다른 4가지 색상	70	SW	0.68-0.74	9
종이	어두운 남색		T	0.84	1
종이	적색		T	0.76	1
종이	황색		T	0.72	1
종이	흰색	20	T	0.7-0.9	1
종이	흰색 본드	20	T	0.93	2
주석	광택 처리	20-50	T	0.04-0.06	1
주석	주석 판금 철	100	T	0.07	2
주석 도금 철	판금	24	T	0.064	4
첸	검정색	20	T	0.98	1
철, 주물	600 C에서 산화 처리	200-600	T	0.64-0.78	1
철, 주물	가공 처리	800-1000	T	0.60-0.70	1
철, 주물	마감 처리	38	T	0.21	4
철, 주물	마감 처리	40	T	0.21	2
철, 주물	마감 처리	200	T	0.21	1
철, 주물	미처리	900-1100	T	0.87-0.95	1

1	2	3	4	5	6
철, 주물	산화 처리	38	T	0.63	4
철, 주물	산화 처리	100	T	0.64	2
철, 주물	산화 처리	260	T	0.66	4
철, 주물	산화 처리	538	T	0.76	4
철, 주물	액화	1300	T	0.28	1
철, 주물	주괴	1000	T	0.95	1
철, 주물	주물	50	T	0.81	1
철 및 강철	강산화 처리	50	T	0.88	1
철 및 강철	강산화 처리	500	T	0.98	1
철 및 강철	거친 평면	50	T	0.95-0.98	1
철 및 강철	광택 산화층 판금	20	T	0.82	1
철 및 강철	광택 에칭 처리	150	T	0.16	1
철 및 강철	금강사로 작업	20	T	0.24	1
철 및 강철	냉간 압연 처리	70	LW	0.09	9
철 및 강철	냉간 압연 처리	70	SW	0.20	9
철 및 강철	마감 처리	100	T	0.07	2
철 및 강철	마감 처리	400-1000	T	0.14-0.38	1
철 및 강철	마감 처리된 판금	750-1050	T	0.52-0.56	1
철 및 강철	산화 처리	100	T	0.74	1
철 및 강철	산화 처리	100	T	0.74	4
철 및 강철	산화 처리	125-525	T	0.78-0.82	1
철 및 강철	산화 처리	200	T	0.79	2
철 및 강철	산화 처리	200-600	T	0.80	1
철 및 강철	산화 처리	1227	T	0.89	4
철 및 강철	심하게 녹슨 상태	17	SW	0.96	5
철 및 강철	심하게 녹슨 판금	20	T	0.69	2
철 및 강철	압연 처리	20	T	0.24	1
철 및 강철	압연 판금	50	T	0.56	1

1	2	3	4	5	6
철 및 강철	연삭 판금	950-1100	T	0.55-0.61	1
철 및 강철	열간 압연 처리	20	T	0.77	1
철 및 강철	열간 압연 처리	130	T	0.60	1
철 및 강철	적녹 상태	20	T	0.69	1
철 및 강철	적녹으로 덮힌 상태	20	T	0.61-0.85	1
철 및 강철	적녹 판금	22	T	0.69	4
철 및 강철	전신용 마감 처리	40-250	T	0.28	1
철 및 강철	전해질 마감 처리	175-225	T	0.05-0.06	1
철 및 강철	전해질 처리	22	T	0.05	4
철 및 강철	전해질 처리	100	T	0.05	4
철 및 강철	전해질 처리	260	T	0.07	4
청동	거친 다공 처리	50-150	T	0.55	1
청동	마감 처리	50	T	0.1	1
청동	분말		T	0.76-0.80	1
청동	인광 청동	70	LW	0.06	9
청동	인광 청동	70	SW	0.08	9
치장 벽토	거친 석회	10-90	T	0.91	1
콘크리트		20	T	0.92	2
콘크리트	건식	36	SW	0.95	7
콘크리트	러프	17	SW	0.97	5
콘크리트	보도	5	LLW	0.974	8
크롬	마감 처리	50	T	0.10	1
크롬	마감 처리	500-1000	T	0.28-0.38	1
타르			T	0.79-0.84	1
타르	종이	20	T	0.91-0.93	1
타일	광택 처리	17	SW	0.94	5
탄소	램프 그늘음	20-400	T	0.95-0.97	1
탄소	목탄 분말		T	0.96	1

1	2	3	4	5	6
탄소	캔들 탄소 분말	20	T	0.95	2
탄소	흑연 분말		T	0.97	1
탄소	흑연 줄 표면	20	T	0.98	2
텅스텐		200	T	0.05	1
텅스텐		600-1000	T	0.1-0.16	1
텅스텐		1500-2200	T	0.24-0.31	1
텅스텐	필라멘트	3300	T	0.39	1
티타늄	540 C에서 산화 처리	200	T	0.40	1
티타늄	540 C에서 산화 처리	500	T	0.50	1
티타늄	540 C에서 산화 처리	1000	T	0.60	1
티타늄	마감 처리	200	T	0.15	1
티타늄	마감 처리	500	T	0.20	1
티타늄	마감 처리	1000	T	0.36	1
판지	미처리	20	SW	0.90	6
페인트	8가지 다른 색과 품질	70	LW	0.92-0.94	9
페인트	8가지 다른 색과 품질	70	SW	0.88-0.96	9
페인트	검정색 플라스틱	20	SW	0.95	6
페인트	광택나는 검정색 오일	20	SW	0.92	6
페인트	남색 코발트		T	0.7-0.8	1
페인트	녹색 크롬		T	0.65-0.70	1
페인트	다양한 색상의 오일	100	T	0.92-0.96	1
페인트	단조로운 검정색 오일	20	SW	0.94	6
페인트	단조로운 검정색 오일	20	SW	0.96	6

1	2	3	4	5	6
페인트	단조로운 검정색 오일	20	SW	0.97	6
페인트	오일	17	SW	0.87	5
페인트	오일 기준 평균 16 색	100	T	0.94	2
페인트	제작 시기가 다른 알루미늄	50-100	T	0.27-0.67	1
페인트	황색 카드늄		T	0.28-0.33	1
페인트	흰색 플라스틱	20	SW	0.84	6
플라스틱	거친 구조물인 PVC, 플리스틱 마 루	70	LW	0.93	9
플라스틱	거친 구조물인 PVC, 플리스틱 마 루	70	SW	0.94	9
플라스틱	유리 섬유 접판 (circ. 판으로 표시)	70	LW	0.91	9
플라스틱	유리 섬유 접판 (circ. 판으로 표시)	70	SW	0.94	9
플라스틱	폴리에틸렌 절연 판	70	LW	0.55	9
플라스틱	폴리에틸렌 절연 판	70	SW	0.29	9
피부	인간	32	T	0.98	2
화강암	러프	21	LLW	0.879	8
화강암	러프, 4개의 다른 화강암	70	LW	0.77-0.87	9
화강암	러프, 4개의 다른 화강암	70	SW	0.95-0.97	9
화강암	마감 처리	20	LLW	0.849	8
화산암재	보일러	0-100	T	0.97-0.93	1
화산암재	보일러	200-500	T	0.89-0.78	1
화산암재	보일러	600-1200	T	0.76-0.70	1
화산암재	보일러	1400-1800	T	0.69-0.67	1

1	2	3	4	5	6
황동	80 그릿 금강사로 마감	20	T	0.20	2
황동	600 C에서 산화 처리	200-600	T	0.59-0.61	1
황동	거친 변색 처리	20-350	T	0.22	1
황동	고급 마감 처리	100	T	0.03	2
황동	금강사로 작업한 판금	20	T	0.2	1
황동	물 판금	20	T	0.06	1
황동	마감 처리	200	T	0.03	1
황동	산화 처리	70	SW	0.04-0.09	9
황동	산화 처리	70	LW	0.03-0.07	9
황동	산화 처리	100	T	0.61	2
흑	건식	20	T	0.92	2
흑	습식	20	T	0.95	2

A note on the technical production of this publication

This publication was produced using XML—the *eXtensible Markup Language*. For more information about XML, please visit <http://www.w3.org/XML/>

List of effective files

20235118.xml a11
20235218.xml a11
20235318.xml a9
20236718.xml a20
20237118.xml a6
20238518.xml a7
20238718.xml a6
20250418.xml a14
20254903.xml a71
20257018.xml a19
20257118.xml a7
20257318.xml a12
20279818.xml a6
20286118.xml a1
20286218.xml a1
20286418.xml a1
20286518.xml a1
20286618.xml a1
20286718.xml a1
20286818.xml a1
20286918.xml a1
20287318.xml a4
20287418.xml a1
20292418.xml a2
20295418.xml a1
20295518.xml a1
R128.rcp a5
config.xml a5



Corporate Headquarters

FLIR Systems, Inc.
27700 SW Parkway Avenue
Wilsonville, OR 97070
USA

Telephone: +1-800-727-3547
Website: <http://www.flir.com>