

ThermaCAM™ Researcher를 이용한 적외선 영상 획득 및 분석

신승원, 김경섭, 윤태호, 한명희, 이동현 / 건국대학교 의학공학부

서론

ThermaCAM™ Researcher는 적외선 영상장비를 전문적으로 개발하는 FLIR Systems™에서, 적외선 영상장비와의 인터페이스를 통하여 획득한 적외선 이미지 데이터를 처리하고 분석하는 것을 목적으로 개발된 응용 소프트웨어이다. ThermaCAM™ Researcher는 FLIR Systems™에서 개발된 IEEE-1394, PC-Card 등의 여러 가지 다른 인터페이스를 가지는 영상 장비들과 모두 연결할 수 있으며, 획득한 적외선 영상을 저장 및 분석을 할 수 있다. 또한 ThermaCAM™ Researcher는 획득한 적외선 이미지로부터 피사체의 표면 온도를 추출할 수 있어 적외선 영상을 이용하여 온도를 추정할 수 있고 분석이 가능하다. ThermaCAM™ Researcher는 Microsoft 사의 Windows 운영체제 (95, 98, ME, NT 4.0 with service pack 3, 2000, XP) 에서 설치가 가능하다. 다만, 이미지 캡처를 위한 Firewire 인터페이스 (IEEE-1394-a2000) 를 지원하는 Windows 2000/XP에는 DirectX 8.1 이상이 설치되어 있어야 하며, Windows 95 OS/R1 운영체제에서는 IC2-DIG16 Frame Grabber를 사용할 수 있다. IRFlashLink Frame Grabber를 사용하려면 Windows NT 4.0/2000/XP 이상의 운영체제를 사용해야 하며, 고속의 이미지 처리를 위해서는 하드웨어의 속도가 뒷받침이 되어야 한다. 또한 Windows NT 4.0 운영체제에서 PC-Card 인터페이스를 사용하려면 Unicore software Inc. (www.unicore.com)의 Card-Ware software (버전 6.00.007 이상)가 반드시 필요하다.

ThermaCAM™ Researcher의 기능

ThermaCAM™ Researcher는 적외선 영상 데이터의 처리 및 분석을 위하여 다음과 같은 주요 기능들을 제공한다.

다양한 카메라와의 연동

ThermaCAM™ Researcher는 FLIR Systems™에서 개발, 제작하는 여러 가지 적외선 카메라들을 모두 연결하여 사용할 수 있도록 각각의 연결 방식을 선택할 수 있도록 하는 기능을 제공한다. 이는 적외선 카메라의 종류와 연결 방법을 표시하여 사용자가 손쉽게 적외선 카메라를 연동할 수 있도록 하는 기능이다. 이 기능으로 사용자는 다양한 종류의 카메라를 손쉽게 연동하고 정지영상 또는 실시간 영상을 획득하여 분석에 이용할 수 있다.

적외선 영상의 실시간 획득 및 저장

ThermaCAM™ Researcher는 적외선 카메라와 연결하여 실시간으로 적외선 이미지를 획득하고 그 이

미지를 저장할 수 있다. 또한 이미지를 저장할 때 정지영상과 동영상으로 저장할 수 있고, 저장된 이미지를 읽어 다시 표현하고 분석하는 하는 기능을 제공한다. 지원하는 이미지 포맷은 JPG를 비롯하여 TIF, IMG 등 7가지 포맷을 지원한다. 동영상으로 적외선 이미지를 저장할 경우에는 AVI 포맷으로 저장할 수 있고, 이를 다시 재생하면서 분석하는 기능을 제공한다. 이러한 기능은 적외선 영상과 그 분석 결과에 대한 데이터베이스를 구축하는데 많은 도움이 된다.

분석 방법의 다양성

ThermaCAM™ Researcher는 적외선 이미지에서 온도 값을 추출하고, 그 온도 값을 분석하여 주는 소프트웨어이다. 온도 값을 추출하는 형태로는 이미지에서 한 점을 선택하여 온도를 추출하는 방법, 어느 한 점에서 다른 점까지의 선을 형성하여 그 선의 모든 점들의 온도 값을 추출하는 방법, 일정한 관심영역을 선택하여 그 면적 내의 모든 온도 값을 추출하는 방법, 등온선을 형성하여 온도 값을 추출하는 방법, 일정한 함수를 작성하고 그 함수에 따른 온도 값을 추출하는 방법 등이 있다. ThermaCAM™ Researcher에서는 2 가지의 점 추출, 1 가지의 라인 추출, 3 가지의 점추출, 1 가지의 등온선 추출, 1 가지의 함수 추출 등 총 8가지의 방법을 제공하고 선택된 분석 영역을 제거하는 기능도 제공한다. 선택된 영역의 온도 값 추출 결과는 온도로 표시되며 선, 면 등온선 추출 등 온도 값이 여러개인 경우에는 최소값, 최대값, 평균값 등으로 표시하여 사용자가 쉽게 선택 영역의 온도 분포를 파악할 수 있도록 하였다. 특히 이 분석들은 실시간 영상에도 적용되어 적외선 카메라로 실시간 촬영을 하면서 동시에 분석할 수 있는 기능을 제공한다.

그래프를 통한 가시적인 표시

ThermaCAM™ Researcher는 수치적인 결과 표시 외에도 Profile, Histogram, Plot, Multi의 4가지 모드를 지원하여 각각의 선택 영역에서 추출되는 온도 분포를 수치가 아닌 그래프로 표시하여 훨씬 분석이 용이하도록 하였다. Profile은 정지영상과 실시간 영상에서 선을 이용하여 온도를 추출할 때, 선의 범위 내에서 추출된 온도 분포를 연속적인 그래프로 표시한다. Histogram은 역시 정지영상과 실시간 영상에서 선과 면을 이용하여 온도를 추출할 때 선택된 영역 내의 등온 분포를 막대그래프로 표시한다. Plot은 실시간으로 측정된 모든 온도 값을 실시간으로 그래프로 표시하여 온도의 변화량을 쉽게 파악할 수 있도록 한다. Multi는 위의 3 가지 모드를 한 화면에 표시하여 동시에 분석할 수 있도록 하는 모드로서 서로 다른 분석을 동시에 진행할 수 있는 기능이다. 이와 같은 기능을 이용하여 사용자는 더욱 쉽고 편리하게 적외선 영상을 분석하고 결과를 도출할 수 있다.

ThermaCAM™ Researcher를 이용한 데이터 처리의 예들

ThermaCAM™ Researcher를 이용하여 과학 연구 및 산업장에서의 적외선 영상처리 및 분석에 대한 예들을 제시하면 다음과 같다.

공장에서의 기계/전기 장비에의 사용 예

FLIR IR 카메라는 펌프, 모터, 베어링, 압축기, 그리고 가스 터빈으로 움직이는 기계 등과 같은 회전 장비들과 Microcircuit과 같은 초소형 장비를 관찰하는 데 유용하며, 이러한 경우 적외선 영상을 획득, 분석하는 데에는 ThermaCAM™ Researcher가 가장 이상적인 소프트웨어이다. 그림 1은 적외선 카메라

로 촬영한 공장 내부의 모터이다. 같은 환경에서 작동시켰을 때 앞쪽의 모터보다 뒤쪽의 모터가 더 뜨겁다는 것을 보여준다. 그리고 그림 2는 7 마이크론 선들을 가지는 초소형 회로에 대한 적외선 영상이다. 적외선 이미지는 매우 작고 순간적인 오차를 가지는 표적들도 분석할 수 있다.

적외선 영상의 특징

적외선 영상을 이용한 연구/개발 분야에서의 실험

연구/개발 분야에 있어서 적외선 영상은 우리가 미처 발견하지 못한 열적 현상을 관찰하거나, 문제가 있는 실험 기자재의 확인 및 분류 작업을 하는데 아주 유용하다. FLIR IR 카메라는 손쉽게 적외선 영상을 촬영할 수 있는 장비이고 이를 이용하여 획득한 영상을 손쉽게 분석할 수 있는 소프트웨어가 ThermaCAM™ Researcher 이다. 그림 3은 문제가 있는 Belt Drive의 적외선영상이고, 그림 4는 수리가 완료된 후의 Belt Drive에 대한 적외선 영상을 보여준다. 두 그림을 비교하면 현저하게 영상의 차이가 있음을 알 수 있다.

적외선 영상 획득을 통한 온도 추정 예

IEEE-1394 인터페이스를 가진 FLIR IR 카메라를 연동하여 ThermaCAM™ Researcher를 직접 사용하여 사람 얼굴 부분의 관심 영역에 대하여 분석해 보았다 (실험장소 : 건국대학교 의과대학 의학공학과 생체정보연구실). 사용한 영상장비는 FireWire 인터페이스를 지원하는 FLIR Systems™의 ThermaCAM™ P20 모델이다. 영상은 실시간으로 획득되도록 하였다. 그림 5는 FLIR IR 카메라를 연동한 직후의 ThermaCAM™ Researcher를 보여준다. 실시간으로 적외선 영상이 표시되고, 온도의 범위와 색의 분포를 나타내는 그래프가 오른쪽에 위치한다. 그림 6은 여러 가지 선택 영역을 표시하고 각각에 따른 온도를 수치로 표시하는 화면을 보여주고, 그림 7은 선을 이용하여 측정 위치를 표시하고 측정된 값을 그래프로 보여주는 Profile 모드를 보여준다. 그림 8은 선과 면을 이용하여 선택한 영역의 Histogram을 표시하는 Histogram 모드를 보여주고, 그림 9는 선택한 영역의 실시간 변화량을 보여주는 Plot 모드를 보여준다. 마지막으로 그림 10은 Profile, Histogram, Plot의 세가지 모드를 동시에 보여주는 Multi 모드

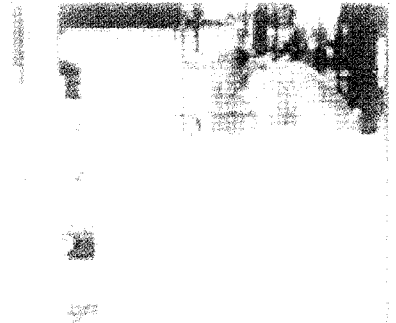


그림 1 공장 모터의 적외선 이미지

그림 2 7 마이크론의 선을 가진 초소형 회로의 적외선 이미지

그림 3 문제가 있는 Belt Drive의 적외선 영상

그림 4 수리를 마친 Belt Drive의 적외선 영상

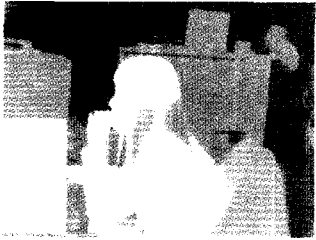


그림 5 FLIR Systems™의 IR 카메라를 연동한 직후의 화면



그림 9 Plot 모드 화면



그림 6 영역을 선택하고 그 영역에 따른 온도값을 수치로 표현하는 화면



그림 10 Multi 모드 화면



그림 7 Profile 모드 화면



그림 8 Histogram 모드 화면

를 보여준다.

결론

적외선 영상은 영상 자체에 많은 데이터를 가지고 있다. 따라서 적외선 영상이 가지고 있는 많은 데이터를 효율적으로 획득하고 분석하는 것은 매우 중요하다. 이를 위해서는 전문적인 적외선 영상 획득 및 분석 소프트웨어가 반드시 필요하다.

ThermaCAM™ Researcher는 FLIR Systems™에서 개발한 IR 카메라와 연동하여 적외선 영상을 실시간으로 효율적인 획득이 가능하고 여러 가지 분석 방법을 통하여 적외선 데이터를 다양하게 분석할 수 있기 때문에 위의 목적에 가장 부합되는 적외선 영상 획득 및 분석 소프트웨어라고 할 수 있다. 이 Therma CAM™ Researcher에 대한 더욱 자세한 사항은 FLIR 홈페이지(<http://www.flir.com>)에 상세히 소개되어 있다.

[참고 문헌]

- [1] FLIR Systems™, ThermaCAM™ Researcher User's manual.
- [2] <http://www.flir.com/>
- [3] <http://www.flirthermography.com/>
- [4] 윤태호, 김경섭, 한명희, 신승원, 김인영, 이상민, "Efficient ROI Establishment and Feature Extraction in Medical Image", 대한전자공학회 2004 하계학술대회, June 2004, pp.1457-1460.