

## 열상장비와 한국형 공통 모듈



邊承完 外2명  
三星電子 정보통신부문 특수연구소

**걸프전** 은 주·야간 구분없는 공격이 성공적으로 수행되어 다국적군의 일방적인 승리로 끝났다. 야간에도 한치의 오차가 없는 정교한 폭격과 화력앞에 이라크군이 공포속에서 전투에 임했다는 것은 이미 널리 알려져 있다. 이는 현대전에서 정보획득력의 위상을 극명하게 보여준 실험장이었다고 해도 과언이 아닐 것이다.

미국의 걸프전 항공대의 책임자였던 Buster C.Gloson은 『걸프전은 밤에 시작되었고, 밤에 진행되었으며 밤에 승리를 획득했음을 기억하라』고 말하고 있다. 정보획득 수단으로서의 야간관측장비가 걸프전에서 얼마나 큰 역할을 해냈는가를 잘 나타낸 말이라 할수 있겠다.

이러한 이유로 미국 국방부는 야간관측장비 부문에 1993년 한 해 동안 약 10억불의 예산을 편성할 것으로 알려져 있으며, 매년 2.5%의 증액으로 향후 10년간 연평균 14억불의 예산을 투입할 계획이다.

야간관측장비에는 크게 영상증폭관(II Tube ; Image Intensify)을 이용한 야시장비와 열상장비(Thermal Imager)의 2가지 형태가 있다. 야시장비의 경우 별빛이나 달빛등 매우 미약한 빛만 있어도 이를 증폭하여 영상화 해주는 장비로서, 값이 싸고 소형이어서 휴대용으로 널리 쓰고 있다. 하지만 흐린 밤이나 그믐밤 같이 가시광선이 전혀없는 상태에서는 소용이 없으며, 가시거리도 1Km 내외로 제한된다.

열상장비는 물체 스스로가 방사하는 에너지를 검출하여 그 물체의 온도분포를 영상화 해주는 장비로서, 특성상 주야간에 관계 없이 수 km까지의 관측이 가능하여 휴대용은 물론 각종 항공기나 함정, 전차등에 널리 탑재되어 야간 전투 임무수행시 주관측장비로 활용되고 있다.

국내의 경우 야간관측장비의 대부분이 해외에서 직구매하여 군에서 사용하고 있으며, 개인 및 공용화기용 야시장비의 일부가 삼성電子(당사)에서 조립생산되고 있다.

당사는 80년대초 TOW 야간조준용 열상장비의 기술도입 생산을 시작으로 국방과학연구소와 공동으로 휴대용 열상장비의 국산화 개발에 참여하였고, 90년대에 들어 한국형 열상장비 공통모듈 개발의 시제업체로 참여하여 2차에 걸친 시제제작을 완료하였다.

이 글에서는 그동안의 기술경험을 바탕으로 열상장비의 설계, 제작 및 장비선정에 있어서 도움이 될만한 기술적 고려사항에 대하여 살펴보고자 한다.

### 열상장비의 구성

열상장비의 구성은 크게 적외선 집속 광학계인 대물광학부와 공통모듈 그리고 영상재현부로 나뉘어지며, 기능은 다음과 같다.

대물광학부는 광학계의 배율을 결정해주고 적외선을 집속시켜 밀도를 높여주는 구실을 한다. 열상장비에 도달하는 에너지는 물체와의 거리 제곱에 반비례하므로 원거리 대상물의 구별과 정교한 온도분해능을 얻기 위해서는 대구경 광학렌즈가 사용된다.

공통모듈은 이 집속된 적외선을 적당한 주사방식으로 Scanning하고 감지하며, 전기적으로 신호처리를 함으로써 영상재현이 가능한 신호를 출력하는 모듈이다.

이 부분은 열상장비의 핵심부분으로, 이 모듈을 표준화하면 각종무기 시스템에서 요구되는 다양한 열상장비를 대물광학계와 영상재현장치만 달리하여 손쉽게 개발할 수 있으므로, 개발비의 절감과 개발시간의 단축이라는 장점이 있다. ILS의 측면에서도 신뢰성 및 정비보수가 용이하여 높은 경제적인 효과를 볼 수 있는 부분으로 국산화에 역점을 둔 부분이다.

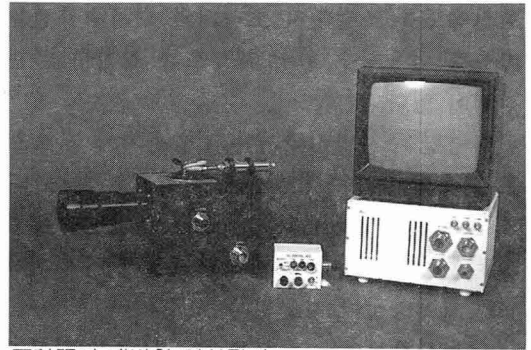
영상재현 장치는 LED ARRAY와 TV 모니터의 2가지 종류가 사용되고 있다. Led Array는 획득한 영상을 운용자만이 볼 수 있다는 단점이 있어, 주로 개인휴대용에 채택되어 있다.

TV 모니터를 사용한 영상 재현장치는 신호 변환이 하드웨어 측면에서 복잡해지기는 하지만, 획득한 영상을 다수의 인원이 이용할 수 있고 화면에 각종 문자정보나 심볼을 추가로 표시해 주거나, 특정부분의 영상확대 및 분할등 운용 목적에 알맞게 화면의 영상을 재가공할 수 있다는 장점이 있다.

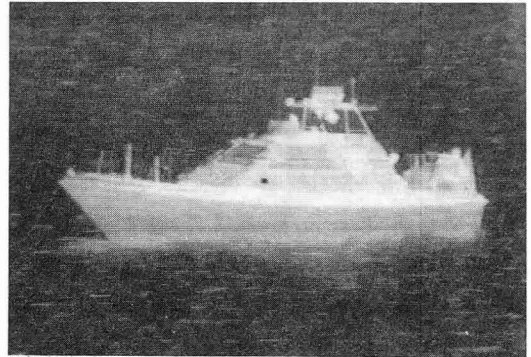
## 영상 공통 모듈

여기에서는 공통모듈에 대해서 알아보고, 당사가 제작에 참여한 한국형 열상장비 공통모듈에 대해 기술하기로 한다.

공통모듈은 적외선 주사 모듈과 결상광학렌즈몽치로 이루어지는 주사광학계와 적외선 검출기, 검출기 냉각장치로 구성되는 신호검출부 그리고 신호증폭기, 영상신호처리기의 신호처리부로 구분할 수 있다.



國科研이 개발한 열상장비



영상장비로 관측된 물체

### \* 주사광학계

주사모듈은 열상장비의 검출기가 아직까지는 TV 카메라 CCD처럼 고집적 2차원 평면배열(약 500×500 이상) 형태로 제작할 수 없기 때문에 필요한 부분이다.

수직으로 하나의 배열을 갖거나 또는 5×10 정도의 2차원 평면 배열 검출기를 사용하여 넓은 관측범위의 물체온도 분포를 감지하도록 하기 위한 반사경 결합체이다.

미국에서는 주로 60개 또는 120개의 수직 배열을 갖는 검출소자를 사용하여 수평으로 왕복 Scan 한 것을 1개의 영상 frame으로 취하기 때문에 모니터의 수평주사선 수는 120개 또는 240개가 된다. 이를 병렬주사방식이라고 부른다.

유럽에서는 주로 2차원 평면배열을 갖는 검출기를 사용하므로 수직 평면반사경과 수평 회전다면경으로 구성된 주사모듈을 채택하고 있다.

이 방식은 직병렬 주사방식이라고 불리우며, 구동메카니즘과 신호처리가 복잡해지는 반면, 소량의 검출소자 갯수와 수직, 수평반사경의

회전속도를 조절하여 모니터의 수평주사선을 자유로 이용할수 있어 해상도를 높일수 있는 장점이 있다.

직병렬 주사방식에서는 검출소자가 적으므로 고속의 수평주사 Scanner를 필요로 한다. 대개 20,000-40,000rpm의 고속으로 Hysterisis 동기모터를 구동시키는데, 안정된 속도를 얻기 위해 PID 제어방식이 적용된다.

고속회전시 공기저항을 최소화하기 위해서는 진공상태가 이상적이나, 열전도를 통한 방열을 고려하여 0.5기압 정도의 헬륨가스를 충전시켜 사용한다.

또 이 스캐너에 쓰이는 베어링은 고속에서 오랜 수명을 유지해야 하므로 공압베어링이 사용되는데, Ferranti사 제품의 경우 축의 회전으로 인한 공기압의 자동형성을 유도한 설계방식이 독특하며, 소재 표면처리의 견고함과 가공정밀도등이 향후 국산화시 해결해야 할 큰 과제라 하겠다.

수직주사의 모터는 토오크가 중시되는 수평주사 모터와는 달리 시계(視界)내에서 정확하게 구동하는 것이 더욱 중요하다. 그러므로 주어진 시계각보다 훨씬 큰 회유각을 갖는 것을 선정해야 한다.

당사가 80년대초 국방과학연구소와 개발한

휴대용 열상장비는 수직의 배열을 갖는 검출기를 사용한 관계로, 2:1 평면 비월주사경 1개로 구성된 주사모듈을 제작하여 사용하였고, 이번에 제작한 한국형 열상장비 공통모듈에서는 1차원 배열을 갖는 검출기와 수직 평면반사경과 수평 회전다면경으로 이루어진 유럽식 주사모듈을 제작하여 사용하였다.

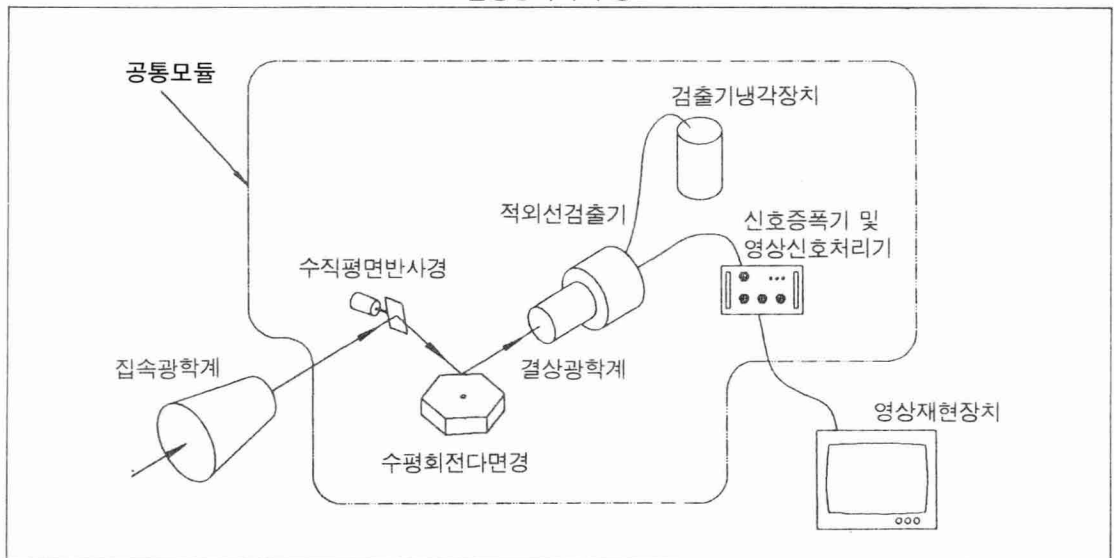
결상광학 렌즈몽치는 주사모듈을 거친 적외선을 검출기에 초점이 맺히도록 하는 광학계로, 근거리의 물체는 집속광학계가 없이 결상광학계만으로도 또렷한 영상을 얻을수 있는 하나의 독립된 영상재현 광학렌즈 몽치이다.

**\* 신호 검출부**

열상장비의 「눈」이라고 할수 있는 것이 바로 적외선 검출기이다. 열상장비의 관측목표인 사람이나 전차, 선박, 항공기등의 표면온도 영역에서 가장 높은 에너지를 방출하는 파장영역이 8~12 micron의 영역이다.

이 영역의 적외선 파장 에너지에 대한 검출소자로는 현재 Mercury Cadmium Telluride (MCT)라는 소재를 가장 많이 사용하며, 이 MCT는 반도체 소자인 실리콘(Si)처럼 결정생장에 의해 제조된다. 현재 Honeywell, Mullard등 몇몇 회사가 생산하고 있는데, 전략적으로 국내생산을 해야 할 핵심부품이다.

열상장비의 구성도



당사에서 이번에 제작한 열상장비에는 SP-RITE(Signal Processing In The Element) 타입이라고 명명된 검출기를 사용하였다.

이는 정사각형 MCT를 8×10개 정도 배열한 효과를 나타내면서 신호증폭기의 회로를 단순화시킬수 있는 검출기이다.

유럽식의 직병렬 주사방식에서 흔히 사용되는 검출기 형태이다.

MCT는 섭씨 영하 196도(절대온도 77도)가 유지되어야 잡음의 영향을 줄일수 있으므로 별도의 냉각장치를 필요로 한다.

열상장비의 냉각방식은 냉매를 순환시켜 계속적으로 사용할수 있도록 한 Stirling-cycle 방식과 고압으로 압축된 질소가스를 노즐을 통해 분사시켜 그기화열을 이용한 Joule-Thomson 방식이 있다.

후자의 경우 냉각에 필요한 시간은 거의 없을 정도로 빠른 응답을 얻을수 있으나, 압축된 질소가스용기를 계속 교환해야 하므로 휴대용 열상장비에서 채택하고 있다. 함정용으로 사용될 경우, 별도의 압축기를 부착하여 공기를 압축하여 계속적으로 용기를 채우는 방식도 사용되고 있는데, 장비 전체의 부피나 사용전력에 큰 문제가 없을 경우에 사용된다.

한편 전자의 경우 별도의 용기 교환없이 계속 사용가능하나, 5~10분 정도의 냉각시간이 필요하게 된다.

#### \* 신호처리부

적외선 검출기에서 출력되는 신호전압은 대개 micro Volts단위의 극히 작은 신호이므로 이러한 극소 신호를 영상화에 필요한 수준의 신호로 만들기 위해서는 약 1천배에서 1만배 정도의 증폭이 필요하다. 이러한 증폭기는 초저잡음의 고이득 증폭기가 아니면 곤란하다.

열상장비의 최종성능에 결정적인 영향이 미치는 이러한 증폭기의 개발은 고도의 설계능력과 구현 기술경험이 요구되며, 증폭기 소자의 선택이라든가 각 단별로 적절한 이득배분과 효율적인 필터를 사용한 다단증폭기의 설계제작이 성능결정의 핵심이 된다.

이렇게 증폭된 신호는 아날로그 신호로 출력되는데, 휴대용 열상장비와 같이 LED를 영상재현기로 채택한 경우에는 검출기와 LED를 1:1로 직접 연결하여 영상신호 레벨에 따른 밝기로 LED를 구동할수 있기 때문에 비교적 단순한 방법으로 영상신호를 처리할수 있다.

그러나 항공기나 함정등에 장착한 경우에는 열상장비의 영상신호를 TV 모니터로 재현하여 사용하므로, TV 모니터에 재현하기 위한 RS-170 표준 영상신호 형태로 변환하여 출력하게 되며, 당사가 제작한 열상장비도 이러한 종류이다.

신호처리시에는 수평주사와 수직주사간의 정확한 동기가 매우 중요하다. 처리된 디지털 신호는 다시 D/A변환기를 통해 아날로그로 바뀌어진다. 이 때 고주파 잡음을 제거하기 위해 고차(高次, High Order)의 능동 저역(Lowpass) 통과 필터를 채택하는 것이 좋다.

#### 맺 는 말

열상장비는 야간전투 임무수행에서 그 역할이 지대하므로 선진각국은 다양한 분야에서 이를 적용한 무기시스템을 갖추고 있으며, 열상장비의 주요 핵심부위를 여러모델에 사용할수 있게 하는 공통모듈화가 이루어져 있다.

열상장비에서 공통모듈의 채택은 모델의 다양화, 개발비용 및 기간 단축효과는 물론 규격화 및 표준화의 용이성, 신뢰도 향상과 대량생산 및 효율적인 정비보수체계의 확립 등 매우 폭넓은 장점을 갖고 있다.

당사에서 이번에 국방과학연구소의 시제(試製)업체로 참여한 한국형 열상장비에서는 주사모듈에서 영상신호처리까지를 여러 모델에 공통적으로 적용할수 있게 공통모듈의 개념을 채택하였다. 이번 시제에서 국방과학연구소의 심도있는 연구개발과 당사의 오랜 제작 경험의 결실로, 성능에서 커다란 진전을 보임에 따라 실전배치 가능한 국산 열상장비의 출현이 가까운 시일 안에 이루어질 것으로 기대된다.\*