

# 소형위성용 초다중채널 카메라 개발

최영완, 김이을, 강명석, 정성근, 김도형, 양승욱, 윤지호, 김종운

(주)세트렉아이

ywchoi@satrecoi.com

## 1. 개요

LANDSAT 및 SPOT 위성으로 대표되는 다중채널 (multi-spectral) 카메라 관련 기술 및 정보 활용이 성숙기에 도달하고 좀 더 다양한 정보에 대한 요구가 높아짐에 따라, 초다중채널 카메라 개발의 중요성이 더욱 강조되고 있으며, 이에 다수의 위성 및 항공용 초다중채널 카메라가 개발되어 자료획득, 전처리, 정밀보정과 검증기술 등을 포함하는 초다중채널 자료의 활용기술개발에 이용되고 있다.

국내에서는 초기 국가우주개발 중장기계획에 의거 다목적실용위성 4호에 초다중채널 카메라를 탑재할 계획이나 관련 핵심기술의 확보가 미비한 상황이다. 비록 우주개발진흥기본계획에 고해상도 초다중채널 카메라에 해당하는 HSI위성의 국내 수요 재검토 및 확인 후 장기계획 수립의 필요성이 제기되었으나, 해양 및 기상위성의 지속적인 수요로 인한 해양 또는 기상탑재체의 국내 개발방안의 중요성이 대두되는 바, 이의 기본이 되는 중해상도/광대역관측 초다중채널 카메라 및 핵심기술의 개발은 반드시 이루어져야 할 과제이다.

말레이시아 정부를 위해 200kg급의 MACSAT(현 RazakSAT)위성과 2.5m 해상도의 MAC카메라를, 싱가포르 정부를 위해 10m 해상도의 IRIS카메라를 개발한 경험을 바탕으로, 선행연구를 통한 핵심기술 확보를 위해, 세트렉아이는 산업자원부 주관의 항공우주기술개발사업을 통해 소형위성용 초다중채널 카메라를 제안하였다.

## 2. 사업 및 개발 범위

본 사업을 통해 개발하고자 하는 것은 Unobscured TMA (Three-Mirror-Anastigmat) 광학계와 Linear-Variable Filter를 채용한 소형위성 및 항공기용 초다중채널 카메라이다. 4년간의 사업기간을 통해 2기의 시험모델이 개발될 예정이며, 1차모델은 EM (Engineering Model)급으로, 2차 모델은 EQM (Engineering/Qualification Model)급으로 계획되었다.

각 시험모델은 소형위성에 탑재할 것을 가상하여 광학/광기계부 및 전자부의 설계를 진행하고 있다. 또한 각 모델에 대해 기능시험 및 성능평가가 예정되어 있으며, 2차모델은 Target simulator를 이용한 영상촬영을 통해 기능을 평가할 계획이다.

## 3. 개발현황

### 가. 시스템 목표규격

초다중채널 카메라 시험모델 제작을 위해 제안된 시스템 목표규격은 다음과 같다

항목	사양	비교시스템
광학계	Unobscured TMA방식	Unobscured TMA방식
분광방식	Linear-Variable Filter방식	Grating 방식
분광해상도	10 nm 급	10 nm 급
채널 수	96 채널	242 채널 (일부만 사용됨)
파장대역	450 ~ 890 nm	400 ~ 2500 nm
구경	120 mm	125 mm
공간해상도	25 m	30 m

표 1 초다중채널 카메라의 시스템 목표규격

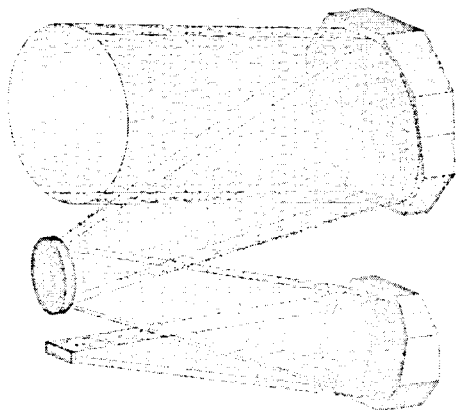


그림 1 TMA 광학계 layout

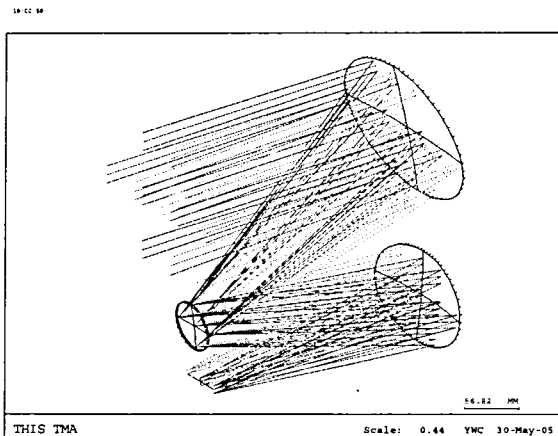


그림 2 광학설계 layout

나. 광학부 요구조건 및 설계

TMA는 M1과 M3를 Hyperbolic의 비구면으로, M2는 가공과 정렬을 용이하게 하기 위해 구면으로 설계하였다. 광학계의 초점거리는 493.2mm이고 구경은 120mm로 F/#는 4.11이다.

정렬로직의 초안을 설정하기 위해 각 미러의 움직임에 대한 Zernike sensitivity를 조사하였다. 효과적인 보상자로는 M2의 despace와 tilt, 그리고 M3의 tilt로 파악되었다. 시스템의 최종 MTF는 15%로, 환경공차를 5%로 고려할 시 조립/정렬된 광학계의 MTF 요구조건은 45%가 된다. 보상자 및 환경을 고려하여 공차해석된 광학계 MTF가 60%로 정렬과 환경공차에 여유가 있음을 알 수 있다.

다. 검출기 요구조건 및 CCD 선정

검출기에 대한 요구사항은 High Frame Rate과 High Quantum Efficiency (QE)이다. 현재 시스템의 검출기는 해상도와 SNR의 요구조건에 따라 초당 300 frame 이상의 촬영속도와, 30% 이상의 QE를 갖도록 설계되어 있다.

라. 구조부 및 광기계부 요구조건

구조 및 광기계부는 현재 설계가 진행 중에 있다. 각 미러를 지지하는데 발생하는 파면오차는  $\lambda/50$ 으로 주어졌으며, 이를 만족하도록 지지구조물이 설계, 해석되었다.

주구조물은 metering structure의 역할도 겸하게 되었으며, 정렬을 위해 접근이 쉽도록 설계를 진행하고 있다. 주구조물에 대한 요구사항은 stiffness가 100 Hz 이상의 Natural Frequency를 갖도록 하는 것이며, orbit 상에서 운용 시  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 의 온도변화에 대해 광경로를 따라 발생하는 미러간의 거리가  $\pm 4\mu\text{m}$ 의 오차만을 허용하도록 하는 것이다.

4. 결론 및 향후 계획

소형위성용 초다중채널 카메라 개발사업의 목적은 선행연구를 통한 핵심기술의 확보이다. 현재까지 광학설계가 완료되고, 광기계부와 검출기 설계가 진행되고 있으며, 제어부와 저장부가 추가될 예정이다. 1차 시험모델은 2006년, 2차모델은 2008년에 완성되어 각기 기능평가와 성능평가가 계획되어 있다.

사업의 성공적인 수행을 통해 국내의 소형위성 및 항공기용 초다중채널 카메라 수요를 충족하여, 수입 대체 및 기술이전 비용의 절감효과를 발생시키며, 나아가 고성능 광학탐재체의 수출기반을 마련할 수 있다. 또한 현안이 되고 있는 초다중분광 영상처리 및 정보추출 관련 연구를 촉진시킬 것으로 기대하고 있다.