



1. 서론

1957년 구소련이 스푸트尼克(Sputnik) 위성을 발사한 이후, 미·소는 1960·70년대 막대한 예산을 투자하며 경쟁적으로 군사목적의 우주개발을 수행하였다. 그러다가 1980년대에 접어들면서 정보 사회의 핵심으로 인공위성의 용도가 급속도로 확대되면서 군사목적은 물론 경제적 가치에서도 인공위성의 중요성이 인식되었다. 이에 미국과 구소련은 물론 EC 국가, 일본, 중국, 캐나다 및 이스라엘 등이 가세하면서 우주 개발에 불꽃 튀는 경쟁이 벌어지게 되었다.

우리나라도 1992년 9월 우주별1호를 발사함으로서 위성개발국이 되었고, 이후 현재까지 우주별위성3기, 다목적위성1기, 통신위성3기를 발사·운용하고

인공위성 시스템은 크게 인공위성, 지상국으로 이뤄져 있으며, 인공위성은 (엔지니어링상의 편의를 위해) 다시 본체(버스)와 탑재체로 구분될 수 있다. 인공위성 본체는 초기 발사에서 임무수명의 마지막까지 임무 탑재체나 장비를 외부환경으로부터 보호하고, 자세제어, 전력 공급 및 지상국과의 통신을 수행하고, 탑재체는 통신, 지구관측, 기상예보 등과 같은 임무를 수행하게 된다. 우주중장기 기본계획상에 지구관측 전자광학 탑재체, 기상관측 탑재체, 천문우주 관측 탑재체 등의 광학탑재체가 예정되어 있어, 인공위성의 개발에 광학이 중요한 위치를 차지하고 있음을 알 수 있다.

본 글에서는 인공위성 본체 및 탑재체에 사용되는 주요 광학계를 국내 개발 광학 탑재체와 함께 정리하고, 국내 현황 및 발전 방향·전망을 제시한다.

【집】 SPACE OPTICS

인공위성 광학계

이준호*, 김도형*

있다. 더 나아가 우리나라는 2015년까지 우주산업 세계 10위권 내에 진입하는 것을 목표로 우주개발 중장기 기본계획을 마련하였으며, 이 기본계획에 따르면 총 16기의 인공위성을 추가 개발 및 발사할 계획이다⁽¹⁾ (그림 1).

제작국	제작업체	제작년도	5년 계획			
			제1기	제2기	제3기	제4기
미국	NASA	1957	1957	1958	1959	1960
미국	NASA	1958	1959	1960	1961	1962
미국	NASA	1959	1960	1961	1962	1963
미국	NASA	1960	1961	1962	1963	1964
미국	NASA	1961	1962	1963	1964	1965
미국	NASA	1962	1963	1964	1965	1966
미국	NASA	1963	1964	1965	1966	1967
미국	NASA	1964	1965	1966	1967	1968
미국	NASA	1965	1966	1967	1968	1969
미국	NASA	1966	1967	1968	1969	1970
미국	NASA	1967	1968	1969	1970	1971
미국	NASA	1968	1969	1970	1971	1972
미국	NASA	1969	1970	1971	1972	1973
미국	NASA	1970	1971	1972	1973	1974
미국	NASA	1971	1972	1973	1974	1975
미국	NASA	1972	1973	1974	1975	1976
미국	NASA	1973	1974	1975	1976	1977
미국	NASA	1974	1975	1976	1977	1978
미국	NASA	1975	1976	1977	1978	1979
미국	NASA	1976	1977	1978	1979	1980
미국	NASA	1977	1978	1979	1980	1981
미국	NASA	1978	1979	1980	1981	1982
미국	NASA	1979	1980	1981	1982	1983
미국	NASA	1980	1981	1982	1983	1984
미국	NASA	1981	1982	1983	1984	1985
미국	NASA	1982	1983	1984	1985	1986
미국	NASA	1983	1984	1985	1986	1987
미국	NASA	1984	1985	1986	1987	1988
미국	NASA	1985	1986	1987	1988	1989
미국	NASA	1986	1987	1988	1989	1990
미국	NASA	1987	1988	1989	1990	1991
미국	NASA	1988	1989	1990	1991	1992
미국	NASA	1989	1990	1991	1992	1993
미국	NASA	1990	1991	1992	1993	1994
미국	NASA	1991	1992	1993	1994	1995
미국	NASA	1992	1993	1994	1995	1996
미국	NASA	1993	1994	1995	1996	1997
미국	NASA	1994	1995	1996	1997	1998
미국	NASA	1995	1996	1997	1998	1999
미국	NASA	1996	1997	1998	1999	2000
미국	NASA	1997	1998	1999	2000	2001
미국	NASA	1998	1999	2000	2001	2002
미국	NASA	1999	2000	2001	2002	2003
미국	NASA	2000	2001	2002	2003	2004
미국	NASA	2001	2002	2003	2004	2005
미국	NASA	2002	2003	2004	2005	2006
미국	NASA	2003	2004	2005	2006	2007
미국	NASA	2004	2005	2006	2007	2008
미국	NASA	2005	2006	2007	2008	2009
미국	NASA	2006	2007	2008	2009	2010
미국	NASA	2007	2008	2009	2010	2011
미국	NASA	2008	2009	2010	2011	2012
미국	NASA	2009	2010	2011	2012	2013
미국	NASA	2010	2011	2012	2013	2014
미국	NASA	2011	2012	2013	2014	2015
미국	NASA	2012	2013	2014	2015	2016
미국	NASA	2013	2014	2015	2016	2017
미국	NASA	2014	2015	2016	2017	2018
미국	NASA	2015	2016	2017	2018	2019
미국	NASA	2016	2017	2018	2019	2020
미국	NASA	2017	2018	2019	2020	2021
미국	NASA	2018	2019	2020	2021	2022
미국	NASA	2019	2020	2021	2022	2023
미국	NASA	2020	2021	2022	2023	2024
미국	NASA	2021	2022	2023	2024	2025
미국	NASA	2022	2023	2024	2025	2026
미국	NASA	2023	2024	2025	2026	2027
미국	NASA	2024	2025	2026	2027	2028
미국	NASA	2025	2026	2027	2028	2029
미국	NASA	2026	2027	2028	2029	2030
미국	NASA	2027	2028	2029	2030	2031
미국	NASA	2028	2029	2030	2031	2032
미국	NASA	2029	2030	2031	2032	2033
미국	NASA	2030	2031	2032	2033	2034
미국	NASA	2031	2032	2033	2034	2035
미국	NASA	2032	2033	2034	2035	2036
미국	NASA	2033	2034	2035	2036	2037
미국	NASA	2034	2035	2036	2037	2038
미국	NASA	2035	2036	2037	2038	2039
미국	NASA	2036	2037	2038	2039	2040
미국	NASA	2037	2038	2039	2040	2041
미국	NASA	2038	2039	2040	2041	2042
미국	NASA	2039	2040	2041	2042	2043
미국	NASA	2040	2041	2042	2043	2044
미국	NASA	2041	2042	2043	2044	2045
미국	NASA	2042	2043	2044	2045	2046
미국	NASA	2043	2044	2045	2046	2047
미국	NASA	2044	2045	2046	2047	2048
미국	NASA	2045	2046	2047	2048	2049
미국	NASA	2046	2047	2048	2049	2050
미국	NASA	2047	2048	2049	2050	2051
미국	NASA	2048	2049	2050	2051	2052
미국	NASA	2049	2050	2051	2052	2053
미국	NASA	2050	2051	2052	2053	2054
미국	NASA	2051	2052	2053	2054	2055
미국	NASA	2052	2053	2054	2055	2056
미국	NASA	2053	2054	2055	2056	2057
미국	NASA	2054	2055	2056	2057	2058
미국	NASA	2055	2056	2057	2058	2059
미국	NASA	2056	2057	2058	2059	2060
미국	NASA	2057	2058	2059	2060	2061
미국	NASA	2058	2059	2060	2061	2062
미국	NASA	2059	2060	2061	2062	2063
미국	NASA	2060	2061	2062	2063	2064
미국	NASA	2061	2062	2063	2064	2065
미국	NASA	2062	2063	2064	2065	2066
미국	NASA	2063	2064	2065	2066	2067
미국	NASA	2064	2065	2066	2067	2068
미국	NASA	2065	2066	2067	2068	2069
미국	NASA	2066	2067	2068	2069	2070
미국	NASA	2067	2068	2069	2070	2071
미국	NASA	2068	2069	2070	2071	2072
미국	NASA	2069	2070	2071	2072	2073
미국	NASA	2070	2071	2072	2073	2074
미국	NASA	2071	2072	2073	2074	2075
미국	NASA	2072	2073	2074	2075	2076
미국	NASA	2073	2074	2075	2076	2077
미국	NASA	2074	2075	2076	2077	2078
미국	NASA	2075	2076	2077	2078	2079
미국	NASA	2076	2077	2078	2079	2080
미국	NASA	2077	2078	2079	2080	2081
미국	NASA	2078	2079	2080	2081	2082
미국	NASA	2079	2080	2081	2082	2083
미국	NASA	2080	2081	2082	2083	2084
미국	NASA	2081	2082	2083	2084	2085
미국	NASA	2082	2083	2084	2085	2086
미국	NASA	2083	2084	2085	2086	2087
미국	NASA	2084	2085	2086	2087	2088
미국	NASA	2085	2086	2087	2088	2089
미국	NASA	2086	2087	2088	2089	2090
미국	NASA	2087	2088	2089	2090	2091
미국	NASA	2088	2089	2090	2091	2092
미국	NASA	2089	2090	2091	2092	2093
미국	NASA	2090	2091	2092	2093	2094
미국	NASA	2091	2092	2093	2094	2095
미국	NASA	2092	2093	2094	2095	2096
미국	NASA	2093	2094	2095	2096	2097
미국	NASA	2094	2095	2096	2097	2098
미국	NASA	2095	2096	2097	2098	2099
미국	NASA	2096	2097	2098	2099	2100
미국	NASA	2097	2098	2099	2100	2101
미국	NASA	2098	2099	2100	2101	2102
미국	NASA	2099	2100	2101	2102	2103
미국	NASA	2100	2101	2102	2103	2104
미국	NASA	2101	2102	2103	2104	2105
미국	NASA	2102	2103	2104	2105	2106
미국	NASA	2103	2104	2105	2106	2107
미국	NASA	2104	2105	2106	2107	2108
미국	NASA	2105	2106	2107	2108	2109
미국	NASA	2106	2107	2108	2109	2110
미국	NASA	2107	2108	2109	2110	2111
미국	NASA	2108	2109	2110	2111	2112
미국	NASA	2109	2110	2111	2112	2113
미국	NASA	2110	2111	2112	2113	2114
미국	NASA	2111	2112	2113	2114	2115
미국	NASA	2112	2113	2114	2115	2116
미국	NASA	2113</td				

표 1. 별감지기



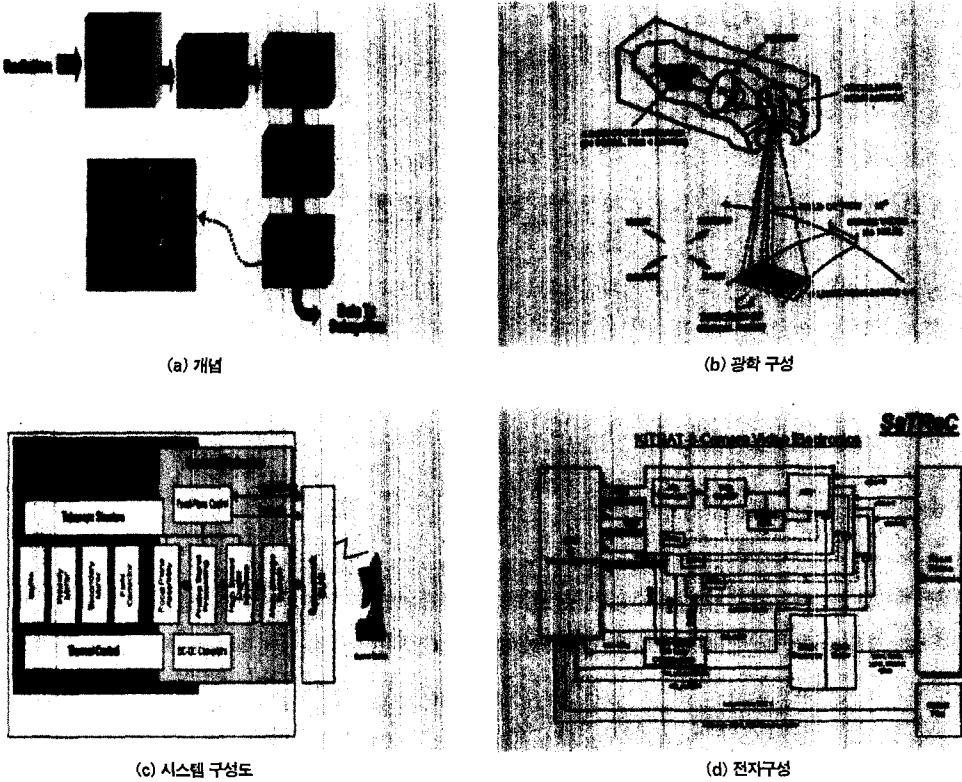
radiometer 및 고분광 탑재체, 천문우주 탑재체 등의 광학 탑재체로 크게 나눌 수 있다.

2.1 별감지센서(Star Sensor)

별감지센서는 우주에 있는 별들의 위치를 면적 CCD로 촬영 후 메모리에 저장된 별들의 정보(Star Map)와 비교하여 위성의 자세 및 위치 정보를 계산하

는 광학 및 전자 시스템이다. 이는 현존하는 3축 자세 측정센서 중에서 가장 정밀한 센서로, 인공위성의 정밀자세제어, 대륙간미사일의 유도제어 등에 필수적으로 사용된다. 3축의 자세를 측정하는 방법으로는 자이로를 이용한 방법도 있으나, 자이로만을 사용할 경우 각속도의 적분으로 인한 오차 누적으로 인해 충분한 자세 정밀도를 유지할 수 없다. 이의 보완 장치로서 별 감지센서의 이용이 필수적이다. 또한 자이로와 가속도

표 2. 지구관측 전자광학카메라의 개념, 광학 구성, 시스템 구성 및 전자 회로의 예



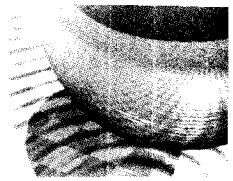
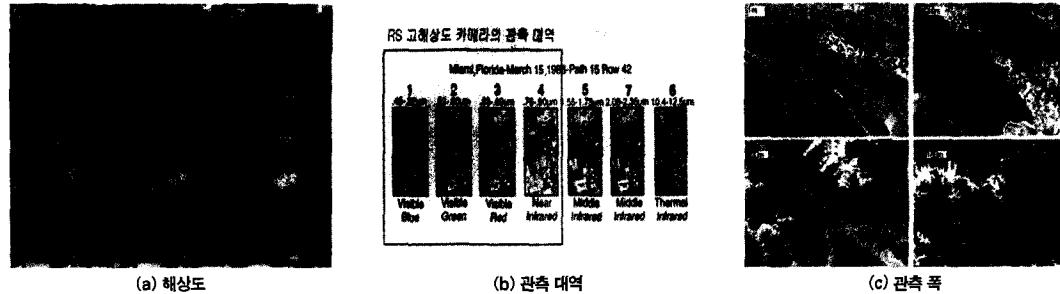


표 3. 지구관측 전자광학카메라의 해상도, 관측 대역 및 관측 폭 [8, 14]



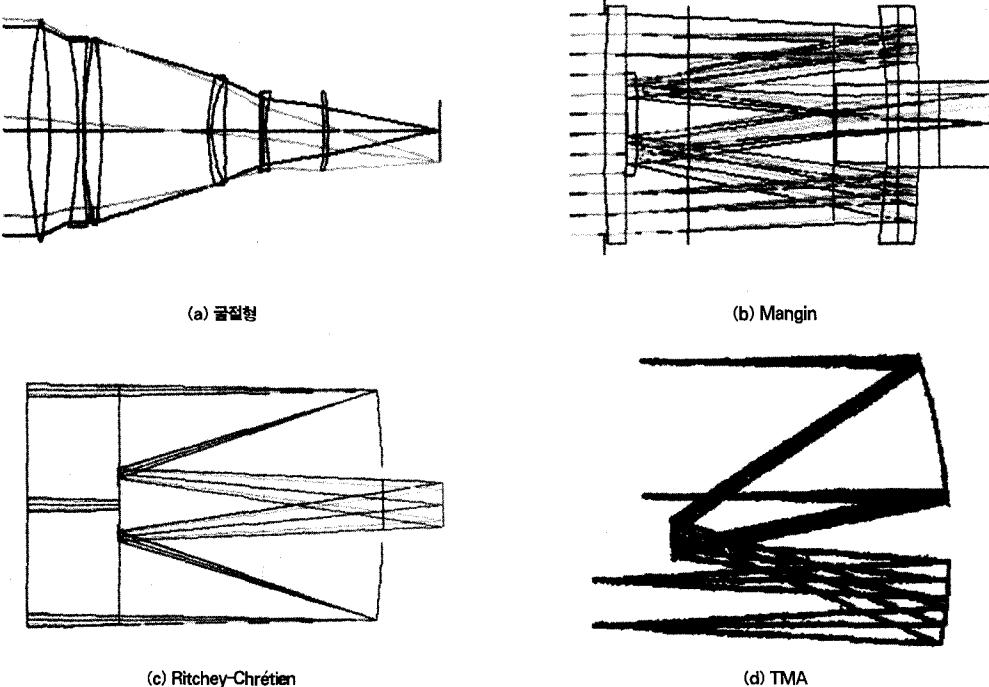
계를 함께 사용할 경우, 자세 뿐만 아니라 위치정보도 보정할 수 있다.^[3, 4]

별감지센서는 일반적으로 Telephoto 광학계, CCD 및 전자회로로 구성되어 있으며(표 1), 관측각의 범위에 따라 협각($\sim 6^\circ$) 또는 광각($\sim 20^\circ$) 별감지센서로 분류된다. 일반 영상 광학계와는 달리 별감지센서는 별 중심을 정확하게 찾는 것을 목표로, 색수차 및 비대칭 수차제거를 주 목적으로 설계되며, 별 중심 계산의 편의를 위하여 고의적으로 초점면을 이동시키거나 및 구면수차를 도입하는 특징이 있다.

2.2 지구관측 전자광학카메라(영상)

지구관측 전자광학카메라는 지상에서 널리 사용되는 망원경과 동일한 구성의 광학계를 이용하여 지상 관측 대상의 스펙트럼 정보를 광학적으로 수집하고, 수집된 정보는 센서를 통하여 전자신호로 바뀐다. 이렇게 획득된 전자 신호는 아날로그 및 디지털 전자회로를 통하여 대용량 메모리에 저장되거나 송신부를 통하여 지상에 정보를 보내게 된다. 표 2는 전자광학카메라의 개념, 시스템 구성 및 전자계/광학계 예를 보여주고 있다. 전자광학카메라의 광학 특성을 결정하는

표 4. 지구관측 전자광학카메라에 널리 사용되는 광학 망원경의 종류



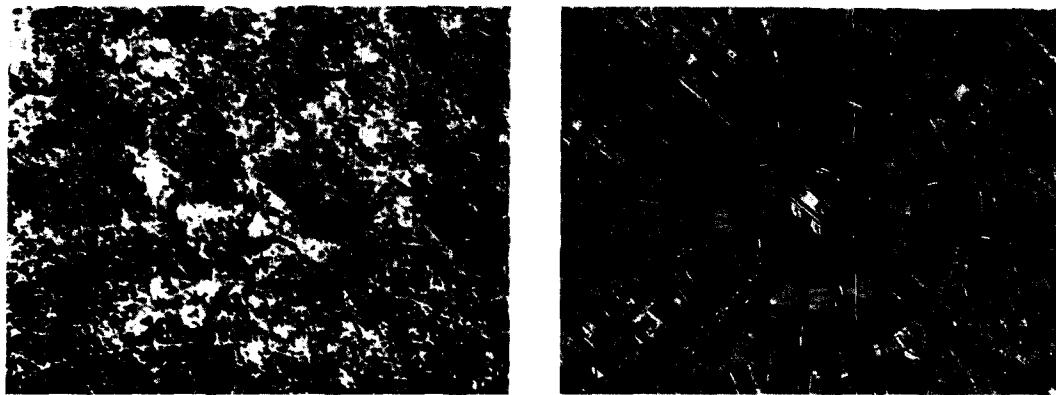


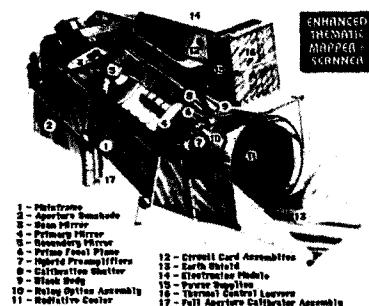
그림 2. 초창기 원격탐사 위성 LANDSAT-1 (해상도=82m, Polaroid, 1973)와 최신 원격탐사 위성 QuickBird-2의 영상 (해상도=0.6m, CCD, 2002)(8)

주요 변수로는 해상도·분해능, 관측 대역, 관측 폭 등
의 영상관련변수(표 3)와 이와 함께 위성 궤도, 한 화
소의 크기 등의 부수적·외부적 요건이 있다.^[5, 6]

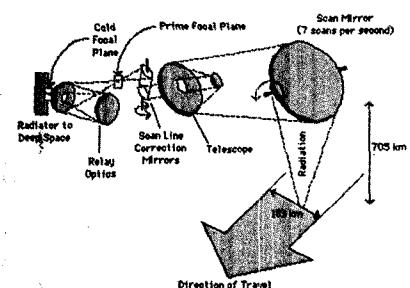
지구관측 전자광학카메라의 광학부로는 굴절 망원
경, 굴절 및 반사를 동시에 제공하는 Mangin 망원경
^[6], 쌍곡면 반사경을 사용하는 Ritchey-Chrétien 망원
경^[9], TMA(Three-mirror anastigmats)가 가장 많이
사용되고 있으며(표 4), 앞의 전자 둘은 소형위성 즉

저해상도 카메라에 널리 사용되며, 후자 둘은 고해상
도 카메라에 사용된다. 특히, 고해상도의 경우
Ritchey-Chrétien 망원경은 위성의 크기를 상대적으
로 소형화할 수 있는 장점이 있는 반면에 관측각이 1
~ 2°로 제한되는 단점이 있다. 역으로 TMA 망원경
은 비축 비구면의 사용으로 인한 위성의 대형화, 제작,
시험 및 조립의 어려움이 있지만, 3 ~ 4°의 넓은 관측
을 제공할 수 있다. 또한 더 좋은 해상도의 수요가 늘

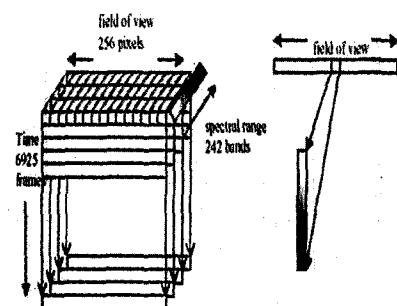
표 5. 다파장 지구관측 광학 카메라와 고분광 카메라



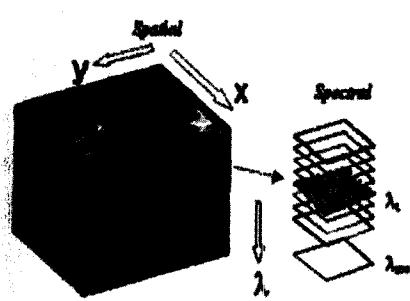
(a) Lansat7의 ETM+



(b) Lansat7 ETM+의 광학계



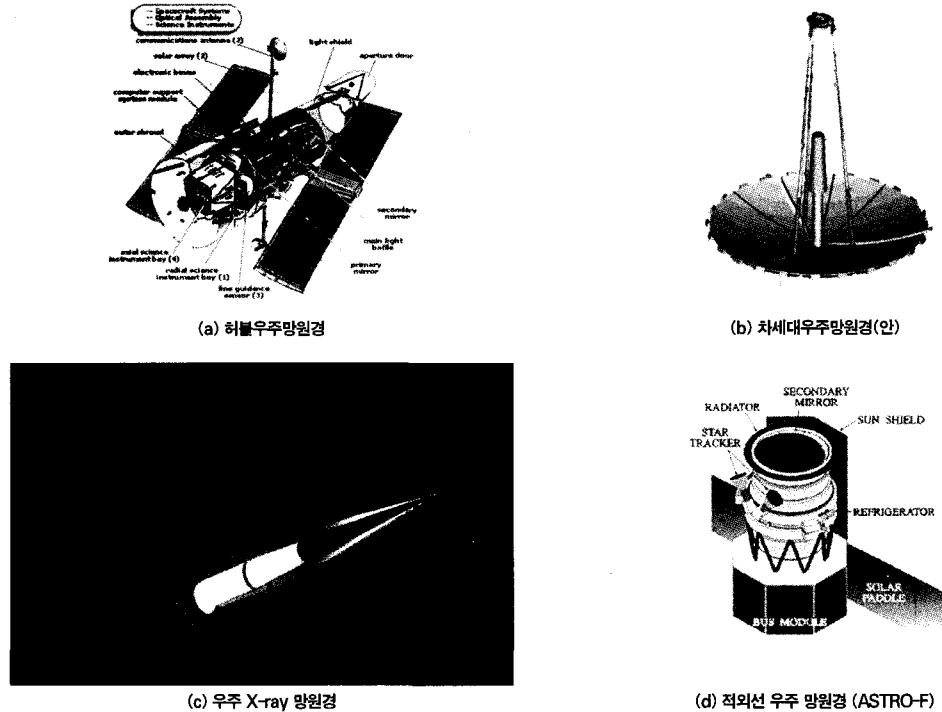
(c) 고분광의 원리



(d) 고분광의 정보 형태



표 6. 천문 우주 광학 탐지체



어나면서 해상도를 결정하는 위성 광학계의 크기도 커지고 있는데, 해상도 60cm의 영상을 촬영하는 QuickBird-2의 경우 광학계의 구경이 70cm에 달한다. 지구정찰의 경우 해상도가 15cm이하도 요구되고 있어(그림 2), 대구경 광학계의 경량화를 포함한 우주 및 발사환경을 견딜 수 있는 광기계 분야의 역할이 확대될 것으로 보인다.^[10]

2.3 기상관측 및 고분광 광학 탐지체

광학 탐지체 중 radiometer 계열은 지구복사의 절대량을 정밀하게 측정하는 것으로, 주로 기상학적인 수요에 의해 개발되었다. 1966년 정지기상위성 ATM 시리즈에 처음 사용되었고, 1975년 시작된 GOES 시리즈 정지기상위성부터 본격적으로 이용되었다.^[12]

고분광 광학 시스템은 먼저 비행기용으로 개발되었는데, 위성용은 30m 급 지상 해상도와 함께 200개 이상의 파장대별 관측이 가능해져, 더 정밀한 정보를 얻을 수 있게 되었다.

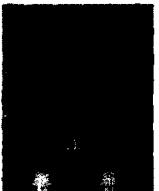
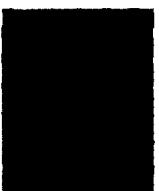
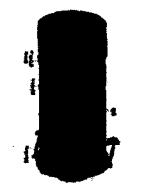
이렇게 획득된 정보는 기상정보 외에 더 정밀한 식물 및 광물 분류, 수질 오염 검사를 수행할 수 있게 되었으며, 더 나아가 수풀 속에 위치하고 있는 탱크나 묻혀있는 지뢰, 또는 바다 속의 잠수함 등을 실시간으로 구분해 낼 수 있어 앞으로 군사적 용도로도 각광을 받고 있다.^[11, 13]

최근에는 회절격자 등을 이용하여 10nm 폭 파장별로 관측이 가능하며, 2000년 발사된 EO-1의 센서 220개와 256개의 파장대를 관측한다. 표 5에 Landsat 7에 탑재된 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper plus) 분광 탐지체의 모델, 광학 구성과 및 고분광 원리 및 데이터 정보 형태를 보여주고 있다.

고분광 광학 탐지체 영상 정보는 기존의 공간 정보에 많은 파장 정보가 더해지기 때문에 정보의 양이 많아진다. 따라서 영상 정보 처리 기간이 많이 걸리는 데, 현재의 추세는 더 높은 공간 및 파장 분해능을 높이는 광학 기술보다는 기존의 많은 양의 정보를 더 빨리 처리하는 기술에 관심이 집중되는 추세이다.

인공위성 광학비

표 7. 개발 완료 및 진행중인 국내 인공위성 광학 시스템

위성 및 탑재체	사양 및 설명	위성 및 탑재체	사양 및 설명
우리별1호 지구관측 카메라	 <ul style="list-style-type: none"> - 흑백 면적 CCD - 상용 CCD 카메라 (Telephoto Lens) - 해상도 400m 	우리별2호 지구관측 카메라	 <ul style="list-style-type: none"> - 흑백 면적 CCD - 상용 CCD 카메라 (Telephoto Lens) - 해상도 200m
우리별3호 지구관측 카메라	 <ul style="list-style-type: none"> - 선형 CCD - 3개의 컬라 관측 - Mangin 망원경 - 해상도 13.5m - 전자계 독자 개발 - 광학계 남아공 대학과 공동개발 	우리별3호 별감지센서	 <ul style="list-style-type: none"> - 흑백 면적 CCD - 상용 CCD 카메라 (Telephoto Lens) - 분해능 60 arcsec
과학위성1호 원자와선분광기 (FIMS)	 <ul style="list-style-type: none"> - 원통형 포물 반사경 - 국내 자체 제작 - 타원형 회절격자 사용 - 마이크로 채널 플레이트 사용 - 고온 플라즈마 방출선 검출 - 오로라 관측 	과학위성1호 별감지센서 (협각 및 광각)	 <ul style="list-style-type: none"> - 흑백 면적 CCD - 상용 CCD 카메라 (Telephoto Lens) - 분해능 10, 30
다목적위성1호 고해상도 지구관측카메라	 <ul style="list-style-type: none"> - 흑백 선형 CCD - 카세그레인 망원경 - 해상도 6m - 미국의 TRW와 공동 개발 	다목적위성1호 해양관측카메라	 <ul style="list-style-type: none"> - 분광 - 1km 해상도 - 회절격자를 사용한 400~900nm에서 6개 피장영역 측정
MACSAT 지구관측 카메라 (개발 중)	 <ul style="list-style-type: none"> - 컬라 선형 CCD - 카세그레인 망원경 - 해상도 2.5/5m - 국내 개발 	다목적위성2호 지구관측카메라 (개발 중)	 <ul style="list-style-type: none"> - 컬라 선형 CCD - 카세그레인 망원경 - 해상도 1/4m - 이스라엘 ELOP과 공동개발

2.4 천문 우주용 광학 탑재체

천문 우주용 광학 탑재체는 대기의 난류에 의하여 제한되는 지상의 망원경 성능을 향상시키기 위하여 지구 대기 바깥에서 천문우주관측을 하는 경우와, 대기를 통과하지 못하는 자외선, X-ray 및 적외선 영역의

관측을 시도하는 경우가 있다.

전자의 경우 지상 망원경의 8m급 이상의 대형화와 대기 효과를 제거하기 위한 적응광학의 발달로 심각한 도전을 받고 있으나, 미국 NASA는 허블우주망원경 이후 구경 6m급의 차세대우주망원경 James Webb Space Telescope을 2010년에 발사할 계획으로, 우주



표 8. 개발 계획 중인 주요 국내 인공위성 광학 시스템 (별감지센서는 제외)

제작 기관	개발 계획	위성 및 탑재체	설명
다목적위성3호 지구관측카메라	- 2008년 발사 예정 - 해상도 0.8/3.2m급	다목적위성4호 고분광카메라	- 2009년 발사 예정 - 고분광 카메라 - 기상, 해양 및 기상 관측 (세부 사항은 결정되지 않았음)
다목적위성6호 지구관측카메라	- 2014년 발사 예정 - 해상 0.5/2m급	다목적위성8호 고분광 및 적외선 카메라	- 2015년 발사 예정 - 고분광 카메라 - 적외선 카메라 - 기상, 해양 및 기상 관측 (세부 사항은 결정되지 않았음)
과학기술위성2호 태양관측카메라	- 2005년 발사 예정 - 탑재체 개발 주도 기관 선정 (경희대)	과학기술위성4호 적외선 카메라 (기술시험)	- 2011년 발사 예정 - 실용위성 적용 기술 개발

대형 망원경으로만 관측할 수 있는 독자 영역을 확실히 구축하고 있다. 이러한 초대형 우주 망원경을 개발하기 위하여는 초경량 대형 광학계 설계·제작·시험 기술, 접었다 펴서 광학 정밀도를 맞출 수 있는 메커니즘, 극저온 광학계 및 센서 기술 등을 개발하여야 한다.

X-ray 망원경은 광선의 입사각이 일정각 이상일 경우 반사경을 직접 투과하게 되므로, 입사각을 최대한 적게 설계하여 지상망원경과는 상이한 모양이고 관측 파장이 가시광선에 비하여 짧으므로, 망원경의 제작·시험·조립에 상당한 어려움이 있다. 적외선 망원경은 광학소자 자체의 요구조건은 덜 까다로워지나 노이즈를 줄이는 센서 기술과 냉각 기술을 적용하여야 한다. 그 외에 과학위성1호에 탑재되는 원자외선분광기 (FTMS)와 같은 분광 광학 탑재체도 있다.

2.5 국내 개발 인공위성 광학 시스템

국내 개발 인공위성 광학 시스템은 현재 지구관측카메라가 주를 이루고 있으며, 별감지센서, 분광카메라 및 우주과학 광학 탑재체 개발도 경험하고 있다(표 7).

또한 앞으로 개발될 주된 인공위성 광학탑재체도 지구 관측 위주로, 전자광학카메라, 고분광 카메라, 적외선 카메라 등이 계획되어 있다(표 8).

3. 맷음말

현재 인공위성 광학계는 성격상 군사 목적의 정찰과 정밀 지도 제작 등에 응용될 수 있으므로, 기술 선진국에서 기술 이전을 극도로 제한하고 있는 분야이다. 이에 현재 시스템 및 요소 분야에 필요한 연구를 계속적으로 수행하고, 동시에 이를 수행할 수 있는 전문 인력의 양성과 국내 관련 기술의 기반 설립을 위한 충분한 지원이 따라야 할 것으로 보인다.

인공위성 광학계는 우주, 광학, 기계, 재료 및 전자의 복합기술 분야이나, 과제 성격 상 보안 등의 문제로 상대적으로 국내 우수 광학 인력의 적극적인 관심 및 참여가 부족하였다. 앞으로의 인공위성 광학계 개발에는 국내 우수 광학 인력으로부터 적극적 도움을 받고, 또한 인공위성 광학계의 개발이 역으로 국내 광학 발전에 적극적 기여가 있기를 바라며 글을 마친다.

참고문헌

- (1) 과학기술부, 국방부, 정보통신부, 우주개발 중장기 기본계획, 2000.
- (2) 장영근, 이동호, 인공위성 시스템 설계공학, 경문사, 1997.
- (3) 이현우, 과학위성 1호용 별센서, 인공위성연구센터, 2002.
- (4) 김용민, 이준호 외, "Star sensor design for small satellites", 하계물리학회, 1999.
- (5) 유상근 외, "우리별3호 탐재 고해상도 CCD 카메라 시스템 개발", 한국원격탐사학회지, 12권 2호 pp. 97-110, 1996.
- (6) 이준호, 유상근, "우리별3호 개발 및 운용 현황", 한국광학회지, No. 12-5, pp. 382-388, 2001.
- (7) <http://eo1.gsfc.nasa.gov> : EO-1호 공식 사이트. Landsat의 향후 탐재체 개발을 위한 시험 성격의 ALI, Hyperion, LEISA 등 탐지체 정보.
- (8) <http://rst.gsfc.nasa.gov/> : 지구관측 tutorial. 원격탐사의 기본원리 및 방대한 역사, 위성용 원격탐사 센서 종류별 자료 및 링크 (Landsat 자료 위주).
- (9) 이준호 외, "소형위성용 고해상도 카메라 설계", 한국광학회지, No. 11-4, pp. 6-12, 2000.
- (10) 이준호, 염태경, 이원술, 윤성기, "An optomechanical study of large mirrors for satellites", 한국광학회지, No. 13-1, pp. 1-8, 2002.
- (11) Jensen, J.R., Remote Sensing of the Environment, Ch. 7 Multispectral Remote Sensing Systems, Prentice-Hall, 2000.
- (12) Pease, C.B., Satellite Imaging Instruments, Part II, Ellis Horwood, 1991.
- (13) Pearlman, J., et al., "Development and Operations of the EO-1 Hyperion Imaging Spectrometer", Proc. SPIE Vol. 4725, pp. 515-520, 2000.
- (14) <http://www.fas.org/spp/military/program/index.html> : 공개된 군사위성 관련 정보.

약력



이준호

2001~ 현재 한국과학기술원 인공위성연구센터
연구조교수
1999~2001 한국과학기술원 인공위성연구센터
선임연구원
1999 런던대학교 물리 이학박사 (적용광학)
1996~1999 Churchill College 시간 강사
1995 런던대학교 위성공학 공학석사
1994 한국과학기술원 기계공학 공학사
1990 경기과학고등학교
E-mail: jhl@satrec.kaist.ac.kr
관심분야: 적용광학, 우주광학, 광기계, 인공위성



김도형

2000~현재 한국과학기술원 인공위성연구센터 선임연구원
2000 런던대학교 물리 박사 (광학 제작)
1995 런던대학교 위성공학 석사
1994 한국과학기술원 물리학 학사
E-mail: edk@kaist.ac.kr
관심분야: 비구면 기공, 우주광학, 인공위성