

원격탐사의 원리와 활용방안



원격탐사 개요

인류의 문명이 발달되면서 자원의 수요도 증가되고, 그 수요 공급의 균형을 유지하기 위해 자연자원의 적절한 관리가 필요하게 되었다. 이러한 필요성에 따라서 가장 적절한 방법으로 1960년대부터 Remote Sensing(원격탐사)이라는 용어로 정의된 새로운 기술의 발전을 이룩하게 되었다.

원격탐사란 말 그대로 조사하려는 어떤 대상이나 지역을 접촉하지 않고 물체가 갖는 분광학적 특성, 즉 “모든 물체는 종류 및 환경조건이 다르면 모두 다른 전자파의 반사 또는 방사의 분광학적 특성을 갖는다”는 원리를 이용, 항공기, 인공위성 등에 탑재된 센서를 통하여 지표의 대상물에서 반사 또는 방사된 전자파에너지를 파장대별

로 측정하고 이들의 자료를 이용하여 대상물이나 현상에 대한 정보를 얻는 우주과학기술이다.

원격탐사 기술은 두 가지 측면을 가지고 있는데, 하나는 새로운 과학기술의 개발이고 다른 하나는 지구표면에 대한 여러가지 정보수집이다. 즉 새로운 과학기술의 개발은 원격탐사에 필요한 운반체, 측정기구 및 자료처리 시설 등의 개발과 발전 그리고 이들에 필요한 새로운 소재의 개발 등으로써 컴퓨터 및 우주산업 등에 파급효과가 크다.

원격탐사에 의해 수집되는 지구표면의 정보는 자연자원과 지구환경에 대한 것들로 인류의 생활과 직접적으로 관련되어 있으므로 그 중요성이 크다. 그리고 원격탐사에 의하여 얻어진 자료는 대체로 사진이나 수치화된 자료로 표시되며 그 활용범위는 지질 및 광물조사, 토지이용, 환경감시, 수자원 및 해양·농림자원 조사, 군사적 정보수집 등으로 광범위하며 새로운 센서 및 응용기술의 계속적인 발달로 점점 응용범위가 확대되고 있다.

원격탐사 기술개발에는 막대한 투자가 요구되는데도 그 응용이 확대되는 이유는 광범위한 지역에 대

한국자원연구소 공학박사 지 광 훈

하여 신속·정확하게 그리고 적시에 원하는 정보를 수집할 수 있으므로, 경제적인 이점과 급변하는 현대사회의 요구를 신속하게 충족시킬 수 있는 신속성을 가지고 있다. 특히 정책결정이나 개발계획에는 적시의 자료가 없으면 시행착오를 범할 수 있기에 원격탐사 기술에 의한 정보수집은 절대적으로 필요하다.

원격탐사의 역사와 위성종류

원격탐사는 일찍이 인류 역사와 함께 시작되었다. 현대와 같이 복잡한 과학기술이 발달되기 전에는 어디까지나 인간의 5감에 의존하여 주위에서 어떤 일이 일어나고 있는가를 추측하였으며, 경험이 축적되면서 판단능력도 증가하여 활용범위도 넓어졌다.

1839년 사진촬영에 성공한 이래 획기적인 변화를 가져왔는데, 이때부터 활용범위가 넓어져, 인체와 관련된 것에서부터 새로운 기기와 생활과 관련된 분야로 확대되어졌다.

1839년 Daguerre와 Niepce가 최초로 사진촬영에 성공한 이래, 사진을 이용하여 지형도를 작성하

리는 노력이 시작되었다. 처음에는 기구, 연이나 비둘기 등에 카메라를 부착하여 공중에서 지상의 현상을 촬영하였으며, 1909년 미국의 Wilbur Wright가 최초로 비행기를 이용하여 지표면을 촬영함으로써 항공사진의 시초가 되었다.

그후 1·2차 세계대전 중에 항공사진술, 사진측량술, 천연색 및 적외선 사진, 사진관독능력, 레이더 등이 발달하여 군사적 이용뿐만 아니라 자연과학분야 및 상업적 분야에 이르기까지 활용이 확대 발전되었다. 또한 1946년 V2 로켓트에 의해 우주로부터의 사진촬영에 성공하였고, 1957년 소련에서 최초의 인공위성 Sputnik 1호가 성공함으로써 본격적으로 우주시대에 돌입하게 되었다.

지구궤도로부터의 체계적인 지구관찰은 1960년대에 발사된 최초의 기상위성인 TIROS 1호로부터 시작되었으나, 최초의 지구궤도로부터의 사진촬영은 1961년 Mercury(MA 4) 무인 인공위성에 의해 시행되어 졌으며, 이 자료를 이용하여 사하라 사막의 지질도를 작성하였다. 그후 MA 9 위성에 의하여 그때까지 지질조사가 되어 있지 않았던 티벳을 포함한 29개 지역에 대한 사진촬영이 성공한 후, Gemini프로그램이 계획되었으며, 첫 유인우주선 Gemini(GT 3)에서의 우주인에 의한 70mm천

연색 사진으로 지질도를 작성할 수 있음이 증명되었다.

이에 따라 미국지질조사소에서는 지구자원 및 환경을 반복적으로 관찰하려는 계획을 수립하였으며, 이에 의해 NASA의 ERTS - 1호(후에 Landsat 1호로 개칭) 위성을 발사하게 되었다.

Landsat가 발사된지 10일 후에 이로부터 얻어진 영상에 대한 지질학적 관독을 실시하였으며, 그후 지질, 지리, 농업, 수리, 환경, 해양 등의 분야에 Landsat 자료의 응용연구가 진행되어 괄목할 만한 효과를 얻었으며, 응용이 점점 확대됨에 따라 자료의 필요성이 증가하여 현재 Landsat 5호가 운행중에 있다. 그리고 프랑스, 일본, 중국, 인도 등에서도 지구자원 관측 위성을 운영하고 있다.

위성은 그 목적에 따라 Landsat, SPOT 등과 같은 자원탐사위성(과학위성), NOAA, GMS와 같은 기상위성이나 통신위성과 같은 실용위성, 지구표면상의 정확한 위치 등을 측정하는 GPS와 같은 측지위성, 군사위성 등으로 구분할 수 있다.

현재 운행중인 주요 지구관측 위성으로는 자원탐사위성인 Landsat(미국), SPOT(프랑스), ERS-1(유럽), JERS-1(일본), IRS(인도), 기상위성 NOAA(미국), GMS(일본), 해양

위성 MOS(일본)등이 있다. SPOT 위성은 현재 1호기는 사용되지 않고 2호와 3호만이 운행중이며, Landsat 6호의 궤도 진입 실패로 아직도 Landsat은 5호만이 운행중에 있는데, 1998년에 Landsat 7호를 발사할 예정이다.

1995년에 발사한 지구관측 위성으로는 ERS-2(유럽), SeaStar(미국), RADARSAT(캐나다), IRS-1C(인도), Resours-02(러시아), 1996년에는 ADEOS(일본), CBERS(중국, 브라질), Almaz 2(러시아), 1997년에는 SPOT 4(프랑스), Eyeglass(미국), 1998년에는 Landsat 7(미국), EOS-AM1(미국, 일본) ENVISAT-1(유럽연합) 등이 있으며, 우리나라에서도 1995년 8월초에 발사된 통신 및 방송위성인 무궁화 위성과 1999년에 다목적 인공위성 아리랑이 발사예정으로서 있어 21세기에는 지구관측을 직접 할 수 있을 것으로 보인다.

원격탐사 시스템 및 원리

원격탐사시스템 구성요소로서는 항공기, 인공위성 등과 같은 운반체(Platform)와 지표로부터 반사 또는 방사되는 전자파에너지를 수집하는 분광감지기(Sensor), 인공위성의 경우, 위성에서 송신하는 자료를 수신하는 지상수신소가 요

구되며, 최종적으로 이들 원격탐사 자료를 처리할 수 있는 영상처리시스템으로 구분할 수 있다.

운반체는 지표면에서 반사 또는 방사되는 전자파 에너지를 수신하는 센서를 탑재하는 역할을 담당하는데, 여기에는 크게 기구, 항공기와 인공위성 등이 이용되고 있다.

가장 대표적인 지구관측 위성으로 있는 Landsat은 고도 약 700 km 상공을 돌면서 지구를 관측하고 있는데, 적도와 98°의 각도를 이루고 1일 14.5625회 지구를 회전하면서 지구표면을 관측한다. 지구를 한바퀴 도는데 걸리는 시간은 약 98분 정도가 소요되고 16일만에 같은 위치를 통과하게 되는데, 촬영 폭은 185km×185km이고 지상해상력은 약 30m(TM Sensor)~80m(MSS Sensor)이다. 반면에 SPOT 위성은 고도 830km를 돌면서 같은 위치를 26일만에 통과하고, 촬영 폭은 60km×60km이고 지상해상력은 10m~20m이다.

인간은 일상생활에 있어서 눈이라고 하는 센서를 통하여 사물을 보고 그 내용을 뇌라고 하는 아주 성능이 우수한 컴퓨터를 사용하여 많은 정보를 분석·평가하며 경우에 따라서는 예측도 할 수 있다. 그러나 태양으로부터 광선을 받은 물체는 특유의 전자파로 반사하게 되는데 이러한 경우 인간의 눈은 가시영역(0.4 μ m ~ 0.7 μ m)이라고

불리는 아주 한정된 범위밖에 볼 수 없다. 즉 청색에서 적색까지의 색을 볼 수 있으며 그보다 짧은 파장의 자외선과 긴 파장의 적외선은 사람의 눈으로는 볼 수가 없다.

이러한 전자파는 넓은 파장역에 걸쳐 있는 것으로 각 물체가 어떤 파장의 빛을 흡수하고 반사하는 것은 물체가 가지고 있는 물리적 또는 화학적 특성에 따라 다양하다. 이것을 물체 각각이 보유하는 분광 반사특성이라고 하는데, 사람의 눈으로 볼 수 없는 영역은 센서라는 장비를 통하여 관측할 수 있으며 자료는 컴퓨터를 이용하여 신속히 처리할 수가 있다. 현재 이들 센서를 인공위성이나 항공기에 탑재하여 많은 정보를 얻고 있다.

센서는 지표면의 대상물로부터 반사 또는 방사된 에너지를 수집하는 기구로서 자료 수집방식에 따라 광학카메라, CCD 카메라, 다중분광스캐너, 마이크로웨이브 및 레이더 센서 등과 같은 것이 있으며, 현재 프랑스의 SPOT위성은 CCD 카메라 방식의 HRV 센서, 미국의 Landsat 위성의 센서는 다중분광스캐너 방식으로 MSS, TM이 있고, 일본의 JERS-1 위성은 다중분광 스캐너방식의 OPS와 레이더 센서인 SAR를 탑재하고 있다.

일반적으로 원격탐사에 사용되는 반사에너지는 주로 0.4~3.0 μ m 파장범위로, 태양에서 방사되는

일정한 양의 에너지는 물체에 의한 반사, 대기에 의한 산란, 흡수 등으로 인하여 지표에 도달하는 에너지의 양은 크게 감소된다.

Landsat, SPOT 등과 같은 위성에서 활용가능한 파장대역은 스펙트럼상 가시파장대역역부터 적외선영역으로 그 범위가 제한되어 있다. 예를 들어 전세계적으로 가장 많이 사용하고 있는 Landsat TM 센서는 스펙트럼상의 가시광선(Visible), 근적외선(Near infrared), 중적외선(Middle infrared) 및 열적외선(Thermal infrared) 파장대역에 이르는 7개 밴드의 센서를 탑재하고 있는데, 각 밴드의 특성은 다음과 같다.

밴드 1은 0.45 - 0.52 μ m인 청색 밴드로 Landsat TM중 가장 짧은 파장대이다. 연안수의 상태, 토양과 식물의 구별, 낙엽수와 침엽수의 구분, 대기의 정보추출에 주로 이용된다. 밴드2는 0.52 - 0.60 μ m의 녹색 밴드로 식생의 활력도를 측정하는데 유효한 가시파장대로 알려져 있고, 지표피복물에 대한 구분력은 밴드1과 유사하나 물과 육지구분은 밴드1보다 우수하다. 신설도로나 철도 등도 명확히 판독된다. 밴드3은 엽록소의 흡수도에 따른 수증 구분에 우수한 밴드로 알려진 0.63 - 0.69 μ m에 이르는 가시파장대의 적색밴드이다. 엽록소에 대한 흡수도가 타 밴

드보다 높게 나타나므로 식생밀집도 및 식물활성도 산출에 매우 유효한 파장대로서 지형구분이 비교적 양호하다. 밴드4는 근적외선영역에 속하는 0.76-0.9 μ m에 이르는 파장대로서, 식생의 엽록소에 대한 반사도가 높아 식물량을 조사하는데 유효하고, 바다와 육지의 휘도차가 확실하기 때문에 바다와 육지를 구분하는데 활용되고 있다. 밴드5는 근적외선영역에 속하는 1.55 - 1.75 μ m에 이르는 파장대로 식물, 토양의 수분함유량 측정 및 구름과 눈의 구분에 유효한 밴드이다. 10.4 - 12.5 μ m 파장대의 밴드6은 Landsat TM의 7개 밴드 중 가장 넓은 파장대역과 가장 긴 파장대인 밴드로서, 공간해상력이 다른 밴드보다 떨어지는 120m이다. 해수면의 온도측정과 열분포 지도 작성 등에 사용된다. 밴드7은 지질밴드로 알려질 만큼 지질학적으로 매우 유용한 파장대로 2.08-2.38 μ m 영역에 속한다. 열수광화대 조사에 활용되고 있다.

자료의 영상처리과정

인공위성자료는 센서의 종류나 위성종류, 자료작성기관, 작성시기, 보정정도 등에 따라 기록 방식을 달리하고 있다. 현재 국내에는 기상위성 NOAA를 제외한 일반 지구관측위성의 지상수신소가 없

주요 지구관측위성 센서의 파장대 및 해상력

Platform	Sensor	Spectrum(μ m)	Nomenclature	Resolution(m)
Landsat	MSS	Band 4 : 0.50 ~ 0.6	Green	80
		Band 5 : 0.60 ~ 0.7	Red	80
		Band 6 : 0.70 ~ 0.8	Near infrared	80
		Band 7 : 0.80 ~ 1.1	Near infrared	80
	TM	Band 1 : 0.45 ~ 0.52	Blue	30
		Band 2 : 0.52 ~ 0.60	Green	30
		Band 3 : 0.63 ~ 0.69	Red	30
MOS-1	MESSR	Band 4 : 0.76 ~ 0.90	Near infrared	30
		Band 5 : 1.55 ~ 1.75	Near infrared	30
		Band 6 : 10.4 ~ 12.5	Thermal IR	120
		Band 7 : 2.08 ~ 2.38	Near infrared	30
SPOT	HRV	Band 1 : 0.51 ~ 0.59	Green	50
		Band 2 : 0.61 ~ 0.69	Red	50
		Band 3 : 0.72 ~ 0.80	Near infrared	50
		Band 4 : 0.80 ~ 1.10	Near infrared	50
Jers-1	VNIR	Band 1 : 0.51 ~ 0.73	Panchromatic	10
		Band 2 : 0.50 ~ 0.59	Green	20
		Band 3 : 0.61 ~ 0.68	Red	20
	SWIR	Band 4 : 0.79 ~ 0.89	Near infrared	20
Band 1 : 0.52 ~ 0.60		Green	18	
Band 2 : 0.63 ~ 0.69		Red	18	
Band 3 : 0.76 ~ 0.86		Near infrared	18	
SAR	SAR	Band 1 : 1.60 ~ 1.71	Near infrared	18
		Band 2 : 2.01 ~ 2.12	Near infrared	18
		Band 3 : 2.13 ~ 2.25	Near infrared	18
		Band 4 : 2.27 ~ 2.40	Near infrared	18
		1275MHz		12.5

어, 대부분 일본 원격탐사기술센터 (RESTEC)나 미국의 EOSAT에서 CCT(컴퓨터 적합 자기테이프)나 플로피디스켓, 사진 등으로 구매하여 이용하는 실정이다.

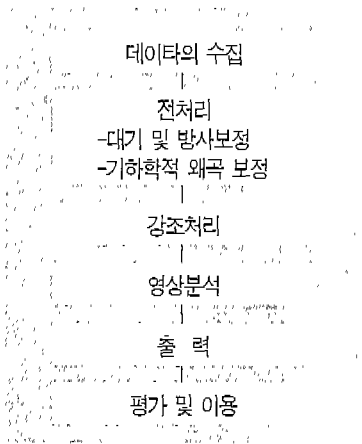
원격탐사자료의 처리과정은 자료획득과정에서 발생하는 왜곡을 보정하는 사전처리(Preprocessing)와 자료의 판독과 분석에 적합하게 하는 강조처리, 특징추출과 분류 등을 하는 영상처리로 구분될 수 있다. 이것을 흐름도로 작성하면 다음과 같다.

일반적으로 항공기나 인공위성

으로부터 얻어지는 원격탐사자료는 수집과정에서 여러가지 문제점을 포함하는데 전처리, 태양의 위치 및 고도, 대기상태 등에 의하여 일어나는 방사학적 왜곡과 비행기나 인공위성의 고도, 자세, 지구의 자전, 및 지형도의 투영법과 차이에 의하여 일어나는 왜곡을 보정하는 처리과정이다.

강조처리란 영상을 선명하게 보이기 위한 처리나 어떤 대상물의 특징을 자동추출하는 등의 과정으로, 눈으로는 영상의 구성내용을 파악하기 어렵기 때문에 히스토그램

을 조작하여 영상을 선명하게 하거나 히스토그램 범위별로 색상을 할당하는 농도분할 (Density slicing), 픽셀 단위의 밝기 값을 변환시키는 여과(filtering), 영상과 영상을 비연산 처리하여 어떤 대상물의 특징을 추출하는 비연산(ratio), 색합성 등의 변환과정을 말한다.



분류는 지표피복 물질의 분광학적 특성과 공간적 특성을 근거로 하여 위성자료를 특정 지표피복물질의 같은 종류 또는 주제별로 영역화하는 기법을 말하는데 주로 토지이용도 작성에 많이 사용한다. 분류가 끝나면 출력하여 분류결과를 데이터베이스화하거나 저장한 후 출력된 영상의 목적에 따라 평가 및 이용할 수 있다

원격탐사의 활용분야

원격탐사 기술의 활용에 있어서 중요한 가치는 자연자원이나 환경

의 감시와 실질적인 지도작성과 조사 그리고 연구 등에 있다.

원격탐사는 급속하게 발전하는 현대사회에서 자원의 공급 및 보전, 국토의 효율적인 이용 및 관리, 환경오염 감시 등에 직접적으로 관련되어 있다. 과거에는 주로 많은 인력을 동원하여 현지조사를 하거나 측정을 함으로써 많은 시간과 비용이 들어 비경제적인 요소가 많았다. 그러나 원격탐사 자료는 짧은 시간 내에 넓은 지역에 분포되어 있는 대상물의 현황을 직접 관측함으로써 인력, 시간 비용을 절약할 수 있으며 비교적 정확한 기초 자료를 얻을 수 있다. 그 예로 광물자원 탐사에 있어서 필요한 지질자료를 현지조사를 하기 전에 원격탐사에 의해 암석 분포나 지질 구조 등을 알 수 있기 때문에 기존의 방법보다 인력, 시간 등을 절약할 수 있다. 또한, 농작물과 산림 자원에 대한 산출량 및 작황 현황을 쉽게 통계적으로 계산할 수가 있으므로 수요와 공급을 위한 관리가 가능하다. 특히 환경보존 및 관리에 아주 변화성이 많고 시간적 제한을 받는 경우가 많으므로 재래적인 방법에 의해서는 실효를 얻기가 극히 어려우나 원격탐사 기법을 이용할 경우 적시에 주기적으로 정확한 상황의 변화 및 판단을 할 수가 용이하다.

이밖에도 농업분야에서는 병충

해조사, 수확량 예측 등을 파악할 수 있으며, 임업분야에서는 삼림조사, 병충해조사, 산불발견 등에 활용될 수 있다. 토지이용분야에서는 토지이용도를 작성하여 토지이용현황, 산업입지 선정, 도시환경 변화조사 등 국토개발 및 관리가 가능하다. 수자원분야에서는 하천조사, 홍수조사, 지하수조사, 적설조사 등이 가능하며, 해양분야에서는 해수면의 수온측정, 해류조사, 바다오염조사, 해안지형조사 등이 이루어지고 있고, 일본과 같은 일부 국가에서는 NOAA위성을 이용하여 어업에 직접 이용하기도 한다. 환경분야에서는 대기오염, 수질오염, 식물활력조사, 국립공원관리, 야생동물파악 등을 한다. 기상부에서는 일기예보 및 태풍진로 등을 파악할 수 있는데, 최근에는 유적지조사, 등산로 설정에도 원격탐사 자료를 이용하고 있으며, 지상에 대형 구조물을 설치하여 위성이 통과할 때 촬영한 영상을 예술 분야에도 이용하고 있다.

원격탐사 기술은 우주과학 기술의 발전으로 점점 향상되고 있다. 원격탐사 기술은 실로 지구의 재발견이라는 측면에서 20세기 인류가 만들어낸 최고의 걸작품중의 하나로 앞으로도 우주과학 기술의 발달로 그 응용분야가 점차 확대되어 갈 것이다.