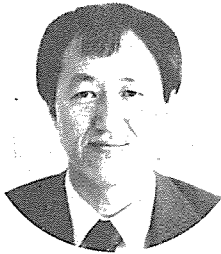


“人間視角 답으려는 노력”

- 遠隔探查기술의 發展과 利用展望



朴景允

〈韓國건설기술연구원
연구위원·工博〉

요즘 아침 저녁의 TV 일기 예보에는 한반도 전역과 인근의 기상위성사진이 방영되고 있다. 바로 한 두 시간전에 찍힌 이들 위성사진을 보며 비구름은 얼마만큼 우리주변에 몰려오고 있는지, 맑은 지역은 어디까지 뻗혀 있는지 한눈에 알아볼 수 있을 뿐 아니라, 여러가지를 한꺼번에 파악할 수 있어 세상은 참 편해지고 있구나 감탄하게 된다.

이제는 안방에 앉아서도 세계의 기상 현상은 물론, 세계 곳곳에서 일어나는 일들을 생생하게 TV화면으로 손바닥안의 일처럼 수시로 들여다 보게 되었으니 삼, 사십년전만 해도 가히 상상이나 할 수 있었던 일인가 싶다.

그뿐인가, 수십억 킬로미터 밖에 있는 태양계의 혹성간을 날오는 탐사위성들은 목성, 토성 등 그리고 최근에는 헬리오텍스의 꼬리부분을 근접촬영하여 그들을 휘황찬란한 영상으로 촬영, 수시간내에 TV에서 보게될 때 우리는 현대과학의 경이에 다시 한번 감탄하게 된다.

이러한 현대과학의 경이인 人工위성 영상사진은 어떻게 만들어지며 또 어떻게 쓰여지고 있는

가를 살펴보고 그 이용전망과 함께 이 분야를 종합적으로 다루는 전문분야는 어떤 것인가를 간략히 소개하고자 한다.

◇ 現代과학의 경이

한마디로 말하여 영상사진을 만들어 여러가지 목적에 활용하는 분야를 Remote Sensing 이라 한다. 이 말은 1960년대 초 美國 海軍연구소 (Office of Naval Research)의 지리 학자들에 의해서 쓰여지기 시작한 말로서 글자 그대로 번역하면 『멀리서 感知하는 것』이라고 하겠다.

이를 간단히 정의하면 『관찰하고자 하는 물체로부터 방사하거나 반사되는 빛 또는 전자파를 이용하여 형체라든가 색깔, 광채를 감지함으로써 거리를 두고서도 물체의 특성을 알아내는 과정』이다. 이는 마치 사람의 눈이 온갖 사물을 멀리서 보고 두뇌에 의해 認知하는 과정과 같다. 우리말로는 遠隔探查라는 단어로 번역하여 쓰이는게 통상이나 어떤 이는 遠隔探測이라고도 부르고 있다..

Remote Sensing의 정의에 의하면 우리의 눈으로 사물을 구별하고 갖가지를 탐지해내는 것도 일종의 원격탐사라고 할 수 있으므로 인간은 이미 태초부터 원격탐사를 했다고 볼 수 있다.

본격적인 원격탐사의 개념은 사진기술의 발전에서 비롯되었다. 사진기의 원리는 13세기경부터 Leonardo da Vinci와 같은 석학들에 의해서 실험되고 전수되어 오다가 19세기초 사진현상과 인화방법이 개발되고, 19세기말에는 현대의 사진기가 만들어졌다. 그리고 이들 사진기를 고무풍선에 띄워 공중사진을 최초로 촬영한 것은 1859년 불란서의 Gaspard Felix Tounachon이 파리근교 한 촌락을 촬영한 것이다. 이후 비행기에 의한 항공사진, Rocket에 의한 고공사진 그리고 1957년 10월 4일 최초의 인공위성인 Sputnik 발사이후 각종 인공위성에 의한 위성사진(정확히 말하면 위성사진은 "영상" 또는 "영상사진"이라 함이 타당)으로의 발전으로 오늘의 Remote Sensing은 현대 과학기술의 경이로 등장하게 되었다.

이와같이 Remote Sensing이 인공위성에 의한 영상탐사기술로까지 급격하게 발전하게 된 것은 사진기술뿐 아니라 우주과학기술 특히 원격통신(Telecommunication)과 Computer 기술혁명이 가져다준 첨단과학기술의 결실이다.

◇ 사진술은 기초적인 리모트센싱

우리가 일상 찍는 사진은 가장 기초적인 Remote Sensing 자료이다. 사진으로 갖가지 중요한 사실들을 기록해 두었다가 필요시 정밀분석도 하고 시간의 흐름에 따른 변화도 관측하고 직접 목격할 수 없는 현장의 사진을 만들어 다른 사람에게 전달하거나 많은 사람에게 알리는 홍보용으로 항상 이들 사진자료가 우리들 주변에서 쓰이고 있다.

이 외에도 사진은 측량과 사물의 구조해석등은갖 분야에 쓰이고 있어 그 활용의 예들은 일일이 열거하지 않아도 잘 알려진 것들이 너무

많다. 그중 몇가지만 든다면 현미경 또는 전자현미경 사진, 천체 망원경에 의한 별들의 사진, X-ray 사진 등은 흔히 접하지는 않지만 과학하는 사람들에게는 익히 알려진 것들이므로 이들이 어떻게 이용되는가에 대해서는 여기에 부연하지 않겠다. 다만 이러한 일반적인 사진의 활용도 최근 첨단과학기술의 발전으로 그 활용이 다양화되고 고도의 영상분석기법에 의해 전문화되고 있다. 병의 진단에 사용되는 인체의 단면촬영사진은 그 대표적인 예이다.

또 TV화면은 일반 사진보다 발전된 Remote Sensing 자료이다. 밤 낮 없이 보는 TV 뉴스 화면이나 갖가지 프로그램영상들은 리모트센싱을 이용하는 값진 자료임을 잊고 지내는 것이 예사이지만 이들을 계획하여 녹화·방영하고 TV화면에 나오기까지 여러 과학자, 기술자, 연예인 등 많은 전문인들의 노력의 총화가 있음을 깊이 고찰할 필요가 있다. 이 전과정은 한마디로 말하여 Remote Sensing이라고 비유할 수 있는데, TV방송의 각 과정은 너무 전문화되어 있어 여러 고유의 전문직들이 각 분야에 종사하고 있다. 일반적인 Remote Sensing 기술도 세부적으로 고찰할 때 여러분야의 전문가들이 함께 일해야만 실질적으로 유용한 결실(Out-put)을 얻는 경우가 허다하다.

TV영상자료와 함께 한가지 첨가할 것은 Video 영상자료이다. Video 자료는 일반인에게 널리 보급되어 기록과 재상영으로 많이 쓰이고 있으나 전문가에게는 훌륭한 Remote Sensing 자료로서 점차 그 활용이 증대되고 있다.

최근 가장 각광을 많이 받는 Remote Sensing자료는 탐사위성에서 찍은 영상자료이다. 앞에서 말한 바와 같이 기상과 자원탐사위성자료는 광활한 지역에 대해 거의 같은 순간에 획득되므로 전 지역을 균등한 조건하에서 변화의 양상에 관해 관찰할 수 있는 자료가 된다. 이점은 일반 항공사진에서는 도저히 얻지 못하는 것이고 비용 면에서도 경제적인 자료로서 곧 Computer에 입력 처리할 수 있는 Digital형태로 되어 있어 기록, 전달, 장기간 보존이 용이하다.

특히 시간을 다루어 신속히 처리하여야 할 기상 예보자료는 즉각 응용이 가능하고, 자원탐사자료와 같이 오래전 자료와의 미세한 변화과정등의 비교가 필요할 때에도 효율적으로 사용되는 특징이 있다.

◇ 첨단과학이 가져다준 혜택

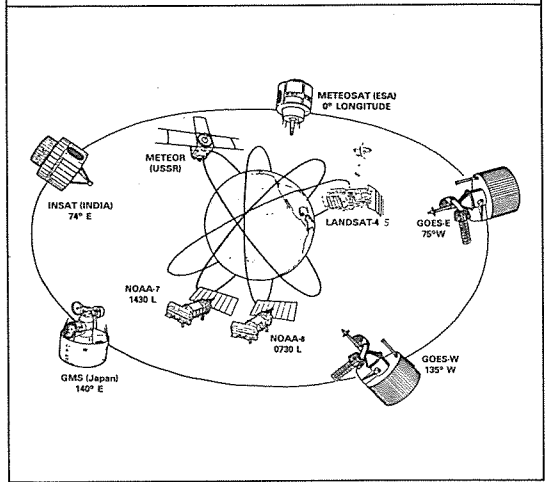
Remote Sensing방법으로 사물의 특성을 조사하는 과정은 인간의 눈으로 물체의 특성을 판독하는 것과 같다고 이미 비유한바 있다.

한 사물에 대한 탐사의 결과는 크게 나누어 3가지 단계로 거쳐서 나오게 되는데 이들은 관측기기(Sensor)로 측정 또는 촬영하여 기록하는 과정, 기록된 자료를 분석기에 전달하는 과정, 그리고 분석하여 출력하는 과정이다.

가장 쉽게 이용되는 Remote Sensing 기법은 사진을 촬영하여 인화한 후 눈으로 판독하는 사진판독방법이다. Computer가 소개되기 전까지는 이 방법이 가장 보편적으로 사용되어 왔으며 아직도 조사지역이 광범위하고 복합적인 환경요인이 많을 때 일목요연하게 관찰하여 판단할 수 있으므로 유용하게 쓰이고 있다.

그러나 위성영상사진과 같이 자료의 하나하나가 digital화되고 자료의 분량이 수천에서 수백만개 수자의 조합으로 되어있으면 Computer 및 TV와 같은 영상화면을 사용하지 않으면 자료의 분석이나 판독이 불가능하게 된다. 이러한 경우는 조사할 지역의 촬영에서부터 관측기기로 TV Camera와 같은 走査(Scanning)형식의 촬영기를 사용하고 자료의 기록, 보존, 전달에 있어서도 Tape나 Disk를 이용하며 분석하는 과정에서는 Computer를 사용하여 이미 개발된 영상해석(Image Analysis) 소프트웨어에 의해 수행된다. 이들 소프트웨어란 마치 인간의 두뇌 속에 기억된 온갖 지식과 지혜와 같은 것으로 사람들이 고안해 낸 갖가지 사물의 판독방법등을 Computer가 읽을 수 있는 언어로 기록해둔 것이다. 영상해석방법에는 통계적 방법, Table-Matching법, 집단화(Clustering)법, 감독분류

현재 운행중인 주요 지구탐사위성 모형도



법(Supervised Classification) 등 여러가지가 있으며, 이외에도 영상해석을 보조하기 위해 영상강조법, 기하학적 변화, 자료압축 등 수십가지의 자료처리방법이 소프트웨어로 입력되어 사용되고 있다.

◇ 한반도는 日本 위성자료 받아

Remote Sensing의 발전은 지상 수백킬로 이상의 상공에서 지구 궤도를 도는 인공위성으로부터 지구의 곳곳을 탐사할 수 있는 위성영상자료가 세계 어느나라 사람이나 손쉽게 입수하여 사용하게 되면서 급속히 이루어 졌다. 이들 탐사위성자료는 광활한 지역의 영상을 촬영 즉시 얻게 되기도 하고 국소적인 지역의 상세한 영상을 수시간내 값싸게 주기적으로 구입하여 제한 없이 사용되고 있다.

현재 대표적인 지구탐사 위성은 적도 상공에 정지하고 있는 5개의 기상위성과 極궤도를 돌며 전세계를 두루 Cover하고 있는 기상 및 자원탐사위성 등 두가지 유형으로 구분할 수가 있다. 이중에 우리나라에 잘 알려진 것으로 적도 상 동경 140도 상공 일정위치에 떠있는 일본의 GMS (Geostationary Meteorological Satellite) 위성은 한반도를 포함한 극동과 태평양 지

역의 북반구와 호주를 포함하는 남반구 지역 즉, 지구의 거의 1/3지표면을 매15분마다 촬영하여 지상수신국으로 전달해주고 있다. 우리가 수시로 국내 TV에서 구름사진을 보는 것은 이 GMS가 보내준 자료로 Computer가 만들어낸 영상이다.

그외의 기상위성으로는 지구의 극궤도를 거의 남북으로 돌며 지구의 구석구석을 촬영하여 영상자료로 보내주는 미국의 NOAA와 TIROS 위성들이 있다.

또 지구자원 탐사위성으로는 미국의 Landsat와 불란서의 SPOT 위성 등이 있는데, Landsat는 1972년 7월23일 제 1호가 발사될 때 지구자원기술위성(Earth Resources Technology Satellite) 1호로 명명되어 약칭으로 ERTS로 불리다가 최근에는 Landsat로 고쳐 부르고 있다. Landsat 1호와 2호에서 보내온 지구의 구석구석을 찍은 수많은 자원탐사자료는 수십만 장의 사진에 해당하는 것으로 근간의 원격탐사기술개발과 보급에 획기적인 기여를 해왔다.

지금 운행중인 것으로는 4호와 5호가 지구궤도를 돌며 지표면 180×180km 폭의 영상을 매 25초마다 지상수신국으로 송신하고 있으며, 매 16일마다 같은 지역을 반복 촬영하고 있다. Landsat 영상은 4개의 파장 Band로 촬영되는 MSS(Mult-Spectral Scanner)영상과 7개의 파장Band로 촬영되는 TM(Thematic Mapper)영상이 있는데, MSS 영상은 제 1호때부터 계속 사용되고 있고, TM영상은 제 4호때부터 사용되고 있다. MSS와 TM영상의 다른점은 MSS는 각 Band의 파장폭이 넓고 한 영상점(picture element; 약해서 pixel라고 함)이 약 79×79m 폭의 지표면상의 지역을 대표하도록 하는 영상분해능을 갖는 반면, TM는 파장폭이 좁고 한 영상점은 가시광선대에 30×30m의 우수한 영상분해능을 갖고 있으며, MSS에 없는 복사체의 온도를 측정할 수 있는 120×120m 분해능의 적외선 Band를 포함하고 있다.

파장폭이 좁다는 것은 영상에 포착된 사물의 광반사 또는 복사특성에 민감하므로 서로 다른

사물을 분별하고 확인하는데 훨씬 우수하고, 길이에 대한 영상분해능이 좋다는 것은 지리적으로 섬세한 영상사진을 만들 수 있어 상세한 지역 지도 등의 제작에 많은 활용성을 갖게 되므로 TM자료는 자원탐사에 MSS보다 더욱 유용하다.

지난 2월 20일에 발사된 SPOT 위성은 10×10m 분해능의 위성입체영상을 제공하는 또하나의 Remote Sensing 발전의 계기를 마련할 것으로 기대되고 있다. 이외의 인공위성으로 Nimbus 등 수십개의 위성들이 지구궤도에 올려져 있어 해아리기 어려울 정도로 다량의 각종 영상 자료를 지상으로 송신하고 있고, 이들 자료는 갖가지 목적에 쓰여지고 있다.

◇ 자원탐사에도 필수적 존재

항공사진이나 위성영상자료는 각종 지도를 제작하는데 필수 불가결한 자료이다. 일기예보를 위해서는 기상위성 자료를 사용하여 구름, 강우대, 대기의 수증기 함량과 온도, 지표면 특히 해수온도등의 분포도를 수시로 만들어 쓰고 있으며, 이러한 최신 자료는 원양 어선의 조업지역을 예측하고 원양 운항어선의 항로 결정에까지 쓰이고 있을 뿐 아니라 강우대의 움직임과 활성도를 분석하여 홍수예보에 활용되며, 대기와 지표면 온도분포의 변화 경향을 분석하여 서리에 보등을 함으로써 농작물의 재해예방에도 큰 기여를 하고 있다.

자원탐사에서도 Remote Sensing자료에 의하여 제작되는 지도에는 지세도, 단층선 분포도, 토양도, 토지이용도, 식물분포 및 성장분석도, 해도(海圖—水深圖) 등이 있다. 특히 Landsat 자료는 지난 10여년간 Remote Sensing 기법개발을 촉진해온 장본인이다. Landsat 위성 영상자료에 의한 도시인근의 지역개발 현황, 인구분포와 그 변화추세 등을 분석한 지도는 교통계획과 국토개발계획에 귀중한 자료로 쓰이고 있다. 더우기 사람이 직접 탐사하기 어려운 열대 지방의 정글이나 사막지역, 외국의 지형, 지세,

농작물의 작황조사와 수확량의 조기 예측에 사용하여 국가정책결정에도 중요한 정보원(Sources)이 되고 있다.

대규모 농장이나 산림자원을 관리하는 선진국의 기관에서는 인공위성영상자료를 개인용 소형Computer에 입력시켜 영상분석 함으로써 농작물의 병충해의 종류와 피해정도 및 확대범위를 알아내어 적절한 농약 살포계획을 세우기도 하고, 작물과 토양의 수분함량분포와 수지(Balance)관계를 수시로 분석하여 물을 데는 관개시기와 配水量을 결정한다.

이 외에도 내륙의 수자원, 해양자원, 광산자원, 대기 및 수질오염, 홍수나 산불 또는 환경오염등에 의한 災害등의 조사와 심지어는 깊은 산골짜기에서 불법도벌, 양귀비나 마리화나 같은 불법농작물재배등을 적발하는데까지 Remote Sensing기법이 활용되고 있다.

◇ 각광받는 최신정보획득의 수단

정보산업사회를 맞이한 우리 세대에서 새롭고 신뢰성 높은 정보자료에 대한 급증하는 사

회의 욕구는 Remote Sensing의 발전을 제촉하고 있다. 왜냐하면 Remote Sensing은 가장 과학적이고도 신뢰성이 높은 최신 정보자료를 획득할 수 있는 경제적인 수단을 제시하기 때문이다.

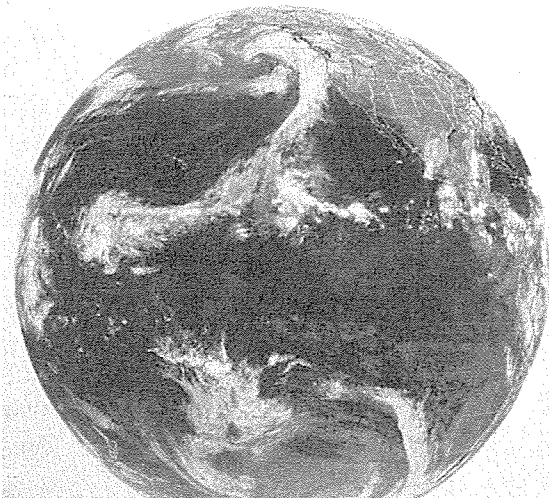
더우기 최근 급격히 발전하고 있는 첨단과학기술과 우주개발의 추세에 힘입어 Remote Sensing기법도 비약적인 개발이 진전되고 있다.

특히 Micro-Computer를 이용하는 영상분석 System이 저렴한 가격으로 보급되면서 사회의 각계층에서 Remote Sensing에 대한 자료의 중요성과 System의 필요성이 인식되고 있다.

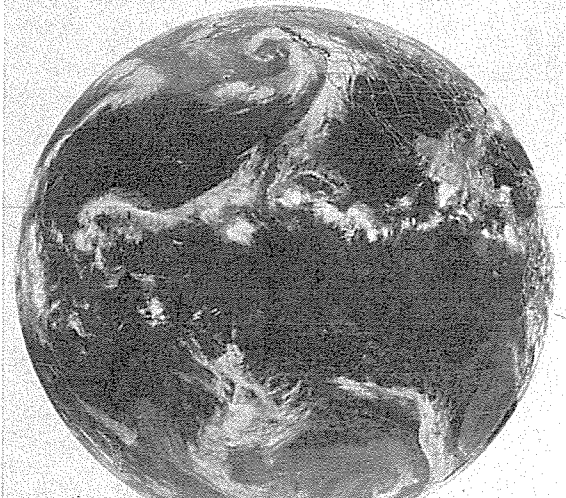
국내에서도 민간인은 접근할 수 없고 타부시되던 정보자료 획득 기술이란 개념에서 수년전에 벗어난 후 외국의 Remote Sensing 기술도 입이 본격적으로 이루어지고 있으나 아직 보급면에서는 별 진전을 보이지 못하고 있다. 그러나 국내 Computer관련산업이 최근 눈부시게 발전하고 이에 따른 Micro-Computer보급과 Software개발이 활발하여 Remote Sensing 기술의 국내 연구개발과 보급의 여건이 성숙되고 있다.

태평양 상공에 위치한 정지기상위성(GOES-W)의 적외선 영상사진, 1980년 10월 30일 촬영
2개의 10시간 간격사진에서 지표면 및 해수온도분포의 변화와 구름분포의 변화과정이 분석된다.

↑ 10:15 300C80 25A-Z 0006-1640 FULL DISC IR



↑ 20:15 300C80 25A-Z 0006-1640 FULL DISC IR



이미 전국에 보급된 개인용 Computer (퍼스컴)에 넣어 영상분석할 국산 소프트웨어와 주변기기가 개발, 보급도 2~3년 이내에 이루어질 전망이다. 또한 위성방송 수신TV가 각 가정에 보급될 때에는 산업기관의 연구실에서는 물론 중고등학교의 실습장이나 개인집 안방 또는 항해중인 각 선박에서 탐사위성의 영상을 직접 받아 필요한 일기예보를 스스로 알아내고 그날 그날의 계획을 퍼스컴으로 조정해주게 될 날이 멀지 않을 것이다.

우리나라에서는 Landsat와 같은 자원탐사위성의 최신 자료를 구입하는데에만 3개월 이상이 걸리나, 선진국의 경우 2~3일 이내로 분석자료를 입수하여 사용하는 사례가 점차 많아지고 있으며, 90년대에는 수분내에 기상위성자료는 물론 자원탐사 위성자료까지 분석된 결과가 필요한 정책결정자의 손에 들어가게 되리라 예상된다.

적절한 위성자료분석장비와 전문가의 부족은 태풍이나 폭풍우의 내습경보와 재해방지조치에서 시기상실로 인한 막대한 국가재산의 파손을 초래하고 그에 따라 생산력이 악화되고 있는 우리의 실정에 반해, 선진국에서는 기상 및 자원탐사 위성영상자료의 수신·분석과 같은 최신 장비를 갖추고 최상의 재해방지 대책을 마련하여 국력의 손실을 최소화 함으로써 국제경쟁력의 우위를 계속 확보하려 노력하고 있다.

한국도 지난 4월 천문우주과학센터가 대덕연구단지에 설립되었고 장차 Remote Sensing 연구개발 전담부서를 두어 우주과학기술개발에 일익을 담당시킬 계획을 세우고 있다. 또한 중앙기상대에서도 지금까지 일본기상청을 통하여 대부분의 기상위성자료를 수신하던 것을 개선하여 기상위성으로부터 자료를 직접 수신하여 영상처리할 수 있는 System으로 확충하고 필요한 소프트웨어의 확보와 연구개발 체계를 구축하는데 부심하고 있다.

그리고 한국과학기술원(KAIST), 동력자원연구소, 건설기술연구원등의 연구기관에서도 Remote Sensing 연구팀을 두어 원격탐사 기술의

연구개발과 응용연구에 최근 많은 노력을 기울이고 있으며, 서울대를 비롯한 연세대, 고려대, 인하대 등에서는 Remote Sensing 강좌를 개설하여 연구인력 확보에도 노력하고 있다.

그러나 무엇보다 중요한 것은 Remote Sensing 연구개발의 저변확대로서 산업계와 교육계에서 보다 광범위하게 추진되어야 하겠다. 그동안 이 분야에 종사하는 전문인들은 대한원격탐사학회를 결성하고 공동학술발표회도 가졌다.

6월 13일에는 한국정보산업협회와 공동으로 『원격탐사와 정보처리기술』에 관한 세미나를 개최하는 한편, 7월 초에는 한국과학기술단체총연합회와 재미한국과학기술자협회 공동주최 국제학술회의에서는 Remote Sensing 분과에 초청과학자와 국내학자의 연구발표를 동학회가 주관하는 등 연구환경조성을 위한 부단한 움직임이 있다.

특히, 국제학술회의로서 제 7차 아시아 Remote Sensing회의를 오는 10월 23~28일에 대한원격탐사학회와 아시아 Remote Sensing 연합회와 공동으로 서울 KAIST에서 개최하게 되어 있고, 곧 이어 1주간의 UN/ESCAP의 지원으로 한국건설기술연구원에서 『수자원개발을 위한 Remote Sensing기술 응용』에 관한 국제 워크숍이 있어 이분야의 많은 학계와 산업계의 참여가 기대된다.

이와같이 국내외의 움직임속에 한국 Remote Sensing의 앞날은 이제 개명기를 넘어 발전의 도약단계에 접어들었다.

조물주가 창안해 낸 신비스런 인간의 눈, 즉 視覺(the Sense of Sight)을 모방하려는 Remote Sensing 연구·개발 노력은 어느 날엔가 초인간 Robot의 눈에 집약되어 나타날 것이고, 우주의 높은 곳에서는 자연의 寶庫를 점지해주며 인류의 풍요를 豫見해 줄 全天候 Remote Sensing위성이 지구의 곳곳을 비쳐 보며 온갖 정보를 쏟아낼 날도 멀지 않았다.

우리도 이러한 정보산업사회의 일원으로 참여하기 위해서는 Remote Sensing 분야에 좀더 깊이 관여하여야 할 것이다.