고해상도 위성영상을 이용한 도로 DB 구축

목 차

1. 원격탐사의 개념/원리

2. 인공위성의 종류

3. 위성영상의 이해

4. 위성영상의 종류와 특징

5. 인공위성 영상의 활용

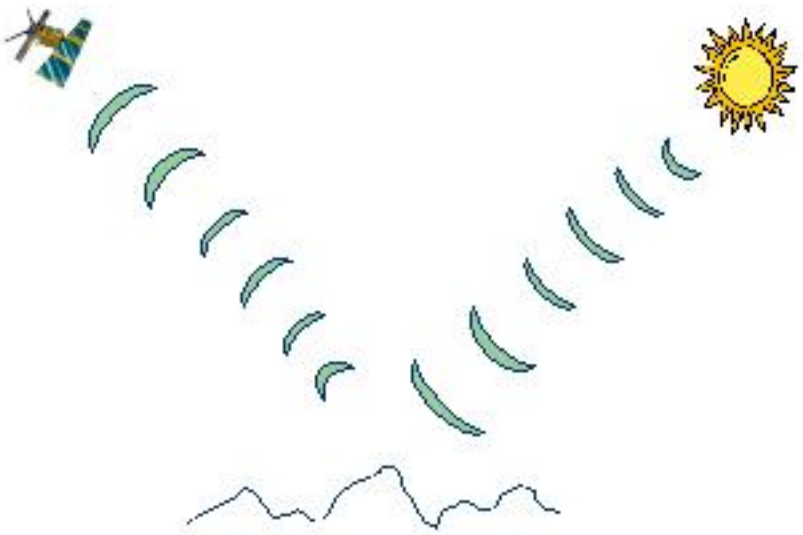
6. 영상을 이용한 도로정보 구축

원격탐사의 개념

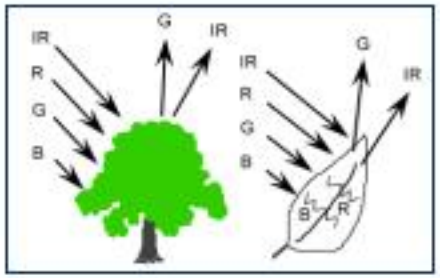
- 원격탐사 Remote Sensing) 란 물체에 접촉하지 않고 항공기나 인공위성에 탑재된 센서(Sensor)를 이용하여 촬영하거나 물체로부터 반사 또는 방사되는 전자파를 기록하여 물질의 특성을 분석하는 것을 말함

광학 원격탐사의 개념

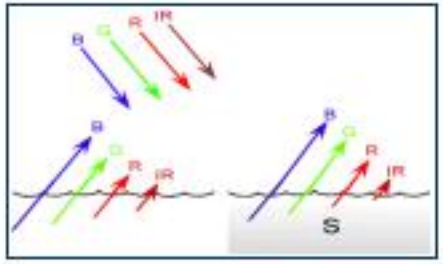
- 어떠한 대상체로부터 반사되거나 복사되는 에너지는 물체의 특성에 따라 달라짐.
- 이러한 특성을 이용하여 지표면에서 방사 또는 반사되는 방사 에너지를 측정 기록하여 물체를 판별 또는 분석함.



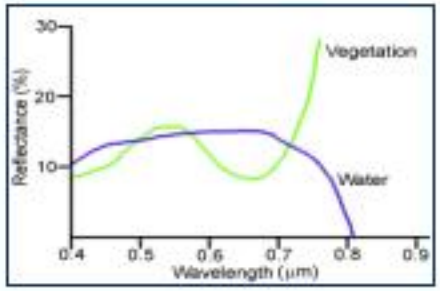
반사 또는 방사에너지



나 무

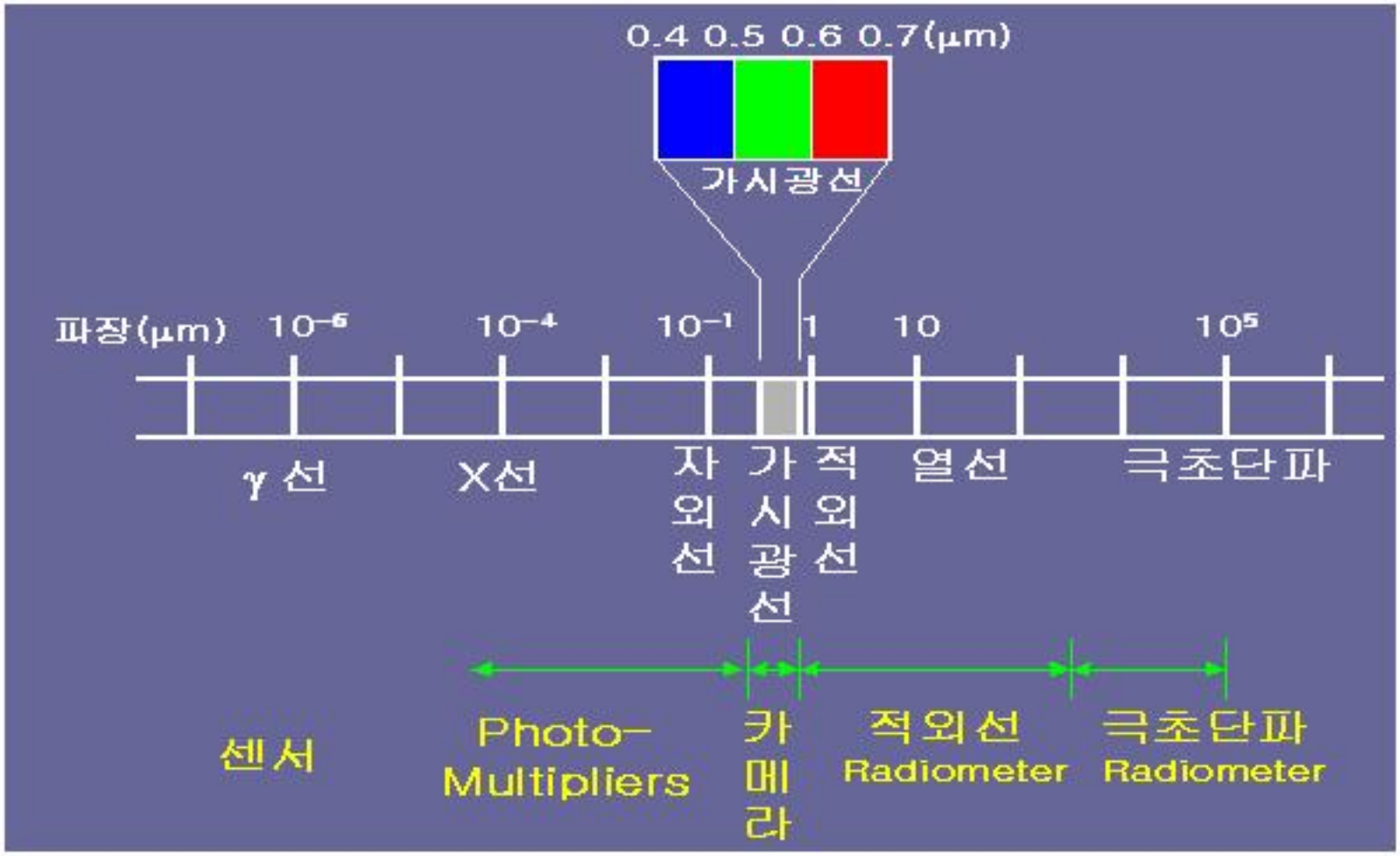


물

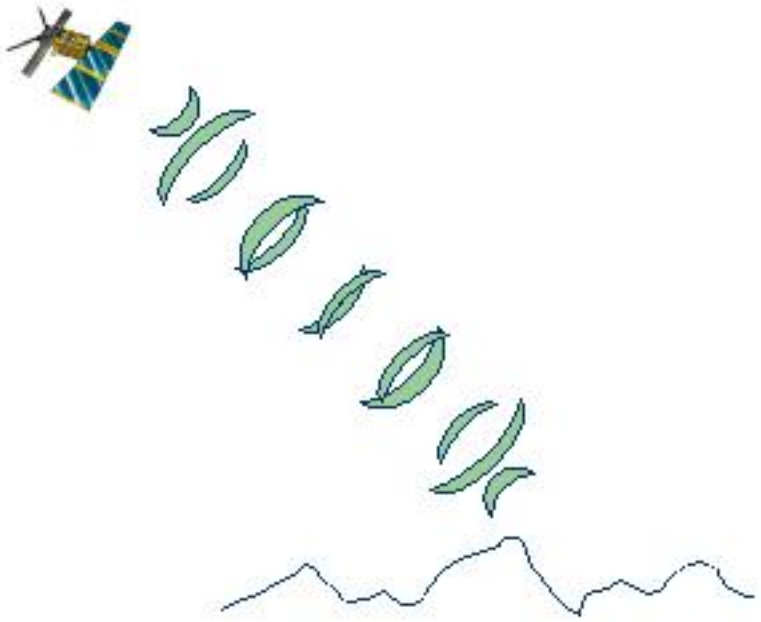


분광패턴

분광 밴드


0.4 0.5 0.6 0.7(μm)
가시광선
파장(μm)
10^{-6}
10^{-4}
10^{-1}
1
10
10^{5}
γ 선
X선
자외선
가시광선
적외선
열선
극초단파
센서
Photo-Multipliers
카메라
적외선 Radiometer
극초단파 Radiometer

마이크로파 원격탐사의 개념



마이크로파의 송신 및 수신

광학센서 마이크로센서의 특징 비교

광학센서	레이더 센서
태양의 반사 및 방사에너지를 이용	자체 레이더파 발사
가시적광선 / 열적외선	마이크로 웨이브
주간에 데이터 취득	주야간 데이터 취득
구름의 영향을 받음	구름에 영향을 받지 않음

원격탐사의 장점

- 신속성 및 경제성 : 단시간내에 광역관측이 가능
- 주기성 : 주기적인 반복관측이 가능
- 접근성 : 접근이 불가능한 지역의 관측이 가능
- 분석성 : 다중파장자료로 다양한 정보의 획득이 가능

원격탐사의 역사

- 19세기 : 사진측량방법으로 지형도 제작
- 20세기초 : 항공사진측량 발달
- 1957년 : 최초의 인공위성 SPUTNIK(러시아) 발사
- 1960년 : 최초의 기상위성 TIROS-1(미국) 발사
- 1972년 : 자원탐사위성 ERTS-1(Landsat 1) 발사
- 1982년 : 최초의 민간 상용위성 SPOT-1(프랑스) 발사
- 1998년 : EOSAT(미국)사의 IKONOS-1 발사
- 1999년 : 국산 다목적실용위성 아리랑1호 발사

원격탐사와 항공탐사의 비교

- 항공탐사 : 협소한 지역의 정밀적인 탐사를 수행
- 위성원격탐사 : 넓은 지역의 반복, 주기적인 탐사를 수행

기준	항공사진	위성영상
촬영주기	촬영계획에 따라	1-4 일에 한번씩
분광력	일반적으로 흑백	흑백 + 다중분광 영상
해상도	1m 미만	1m 이상
접근성	제한적	제한없음
비용	1.6km x 1.6km 당 $1000	$100-250

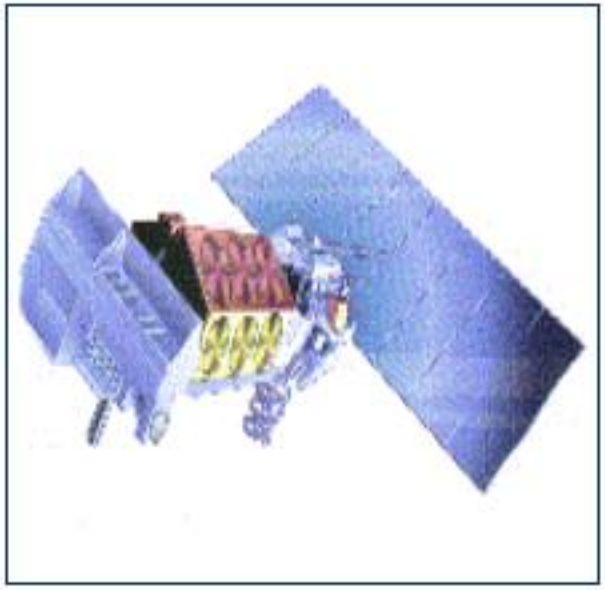
2. 인공위성의 종류

통신위성

무궁화 3호 위성

- 무궁화위성, EchoStar위성 등
- TV신호, 위성전화 등 통신서비스 기능

기상위성

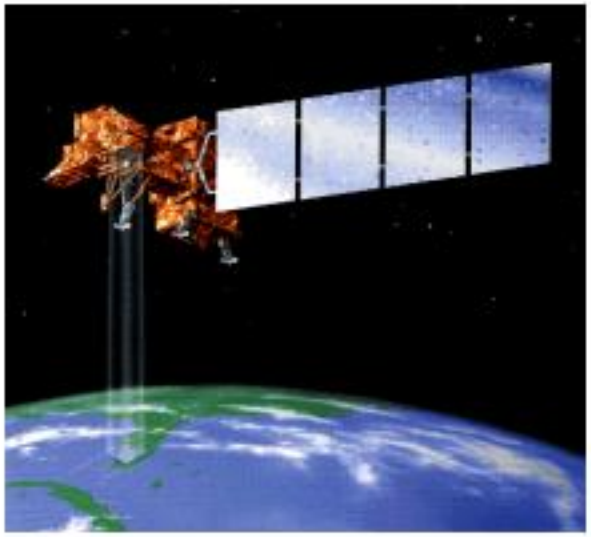


NOAA

- NOAA, GMS, GOES 등
- 대기운동, 해양운동, 지구기후 등 관측 기능

2. 인공위성의 종류와 구조

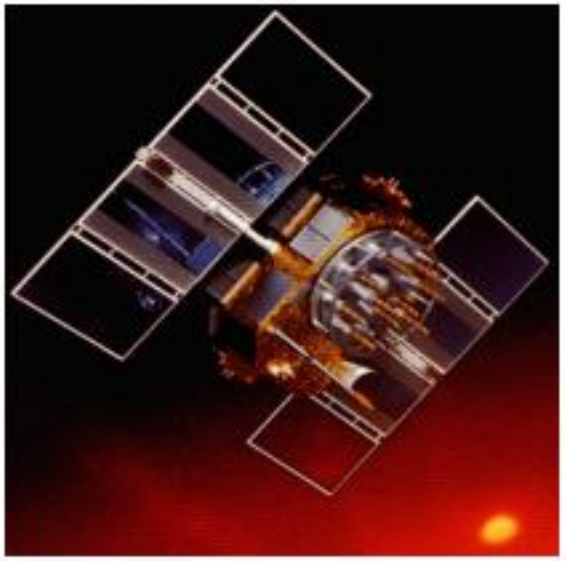
자원탐사위성



Landsat 7 위성

- Landsat, SPOT, IRS, 아리랑1호 등
- 광학카메라 또는 센서를 이용 지구자원 탐사기능

GPS 위성



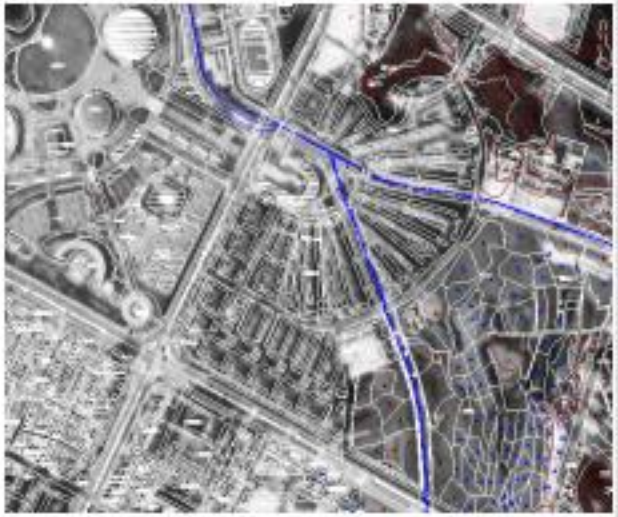
GPS 위성

- GPS, GLONASS 등
- 범 지구적 위치(x,y,z) 결정 기능
- 24개 위성이 동시활동 (6궤도×4개)

위성영상의 데이터 형식

VECTOR

RASTER



벡터와 레스터 중첩

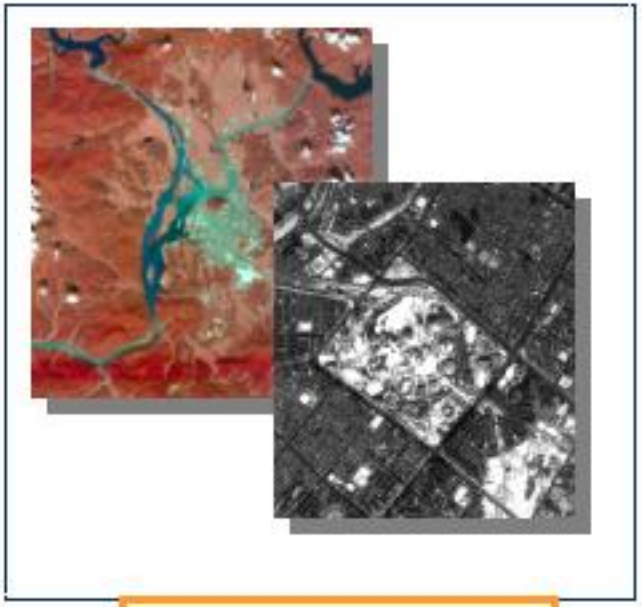
벡터(Vector) 데이터

- 벡터 데이터의 기본 구조는 점이며 객체들은 점들을 연결하여 표현함.
- 객체를 비교적 정확하게 표현할 수 있음.
- 중첩, 접근성, 공간분석 등의 처리가 가능하며 데이터 처리 속도가 빠름.

구분	점	선	면	표면
이미지				
형태	한쌍의 x,y 좌표	시작과 끝점을 갖는 일련의 좌표	폐합된 선들로 구성된 일련의 좌표군	표고값을 갖는 면적 요소
특징	면적이나 길이가 없음	면적없고 길이만 존재	면적과 경계를 갖음	면적, 경계, 높이를 갖음
예	시설물 위치 기준 측정점	도로, 하천, 통신, 전력선, 관망, 경계	행정구역, 지적, 건물기정구역	3차원도 조감도 DEM

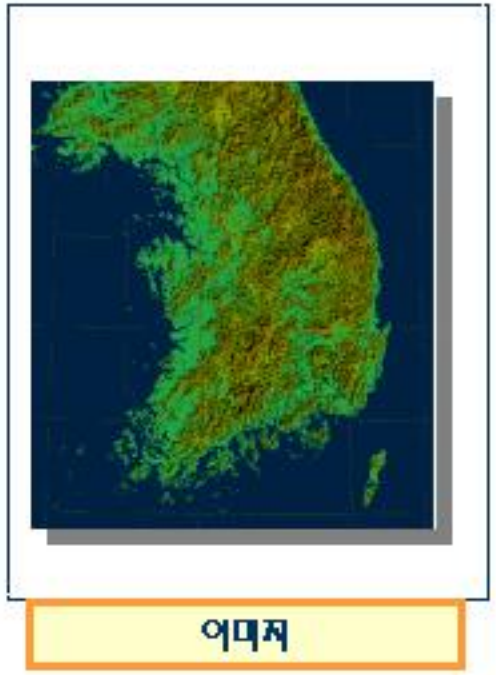
래스터(Raster) 데이터

- 일정한 격자 모양의 셀로 데이터의 위치와 값을 표현함.
- 간단한 데이터 모델로 중첩, 근접 속도가 벡터 데이터에 비해 느림
- 격자 모양의 셀로 구성되어 공간 데이터를 정확히 표현하는 것이 어려움
- 위성영상, 항공사진, 스캐닝 된 이미지 등이 이에 해당함.



위성 영상

항공사진



이미지

벡터데이터 vs 래스터 데이터의 비교

구분	장점	단점
벡 터	❖ 복잡한 현실세계의 묘사가 가능 ❖ 보다 압축된 자료 구조를 제공하여, 따라서 데이터 용량의 축소가 용이 ❖ 위상에 관한 정보가 제공되어 관망 분석과 같은 다양한 공간분석이 가능 ❖ 그래픽의 정확도가 높음 ❖ 그래픽과 관련된 속성정보의 추출 및 일반화, 갱신등이 용이함	❖ 자료구조가 복잡 ❖ 여러 레이어의 중첩이나 분석에 기술적으로 어려움이 수반됨 ❖ 각각의 그래픽 구성요소는 다른 위상구조를 가지므로 분석이 어려움 ❖ 그래픽의 정확도가 높은 관계로 도식과 출력에 비싼 장비가 요구됨 ❖ 고가의 하드웨어/소프트웨어가 요구되므로 초기 비용이 많이 듦
래스터	❖ 자료구조가 단순 ❖ 각종 원격탐사 자료와의 연계처리가 용이 ❖ 여러 레이어의 중첩이나 분석이 용이함 ❖ 격자의 크기와 형태가 등일하므로 시뮬레이션이 용이	❖ 압축된 자료구조를 제공하지 못하므로 그래픽 자료양이 방대함 ❖ 격자의 크기를 늘이면 자료의 양은 줄일 수 있으나 정보의 손실을 초래함 ❖ 격자구조로 구성되므로 시각적 효과가 감소 ❖ 위상정보의 제공이 불가능하므로 관망해석과 같은 분석이 불가능 ❖ 좌표 변환 등의 부가 작업이 필요

공간해상도의 개념

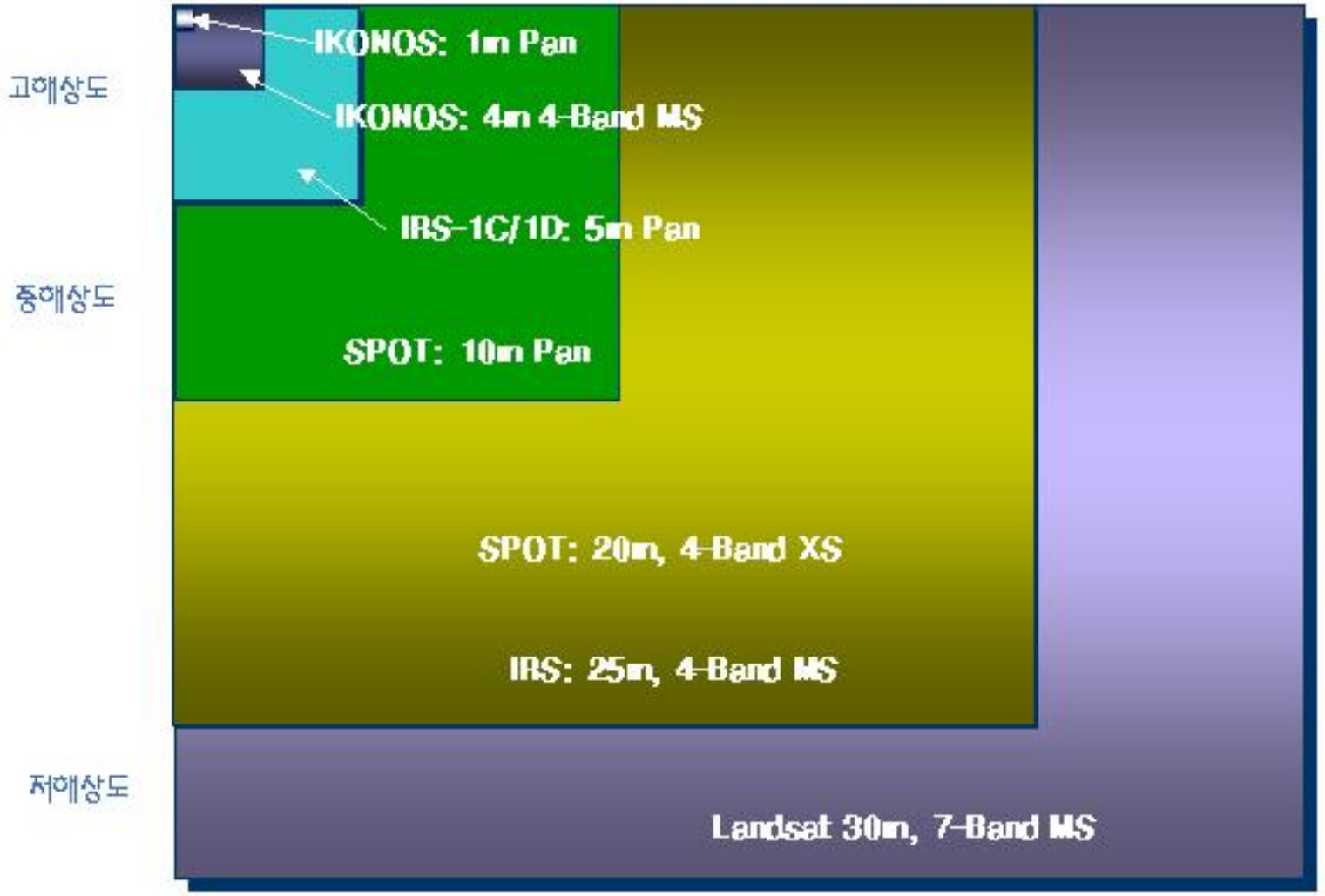
- 공간해상도(Spatial Resolution)란 지표상의 물체를 식별할 수 있는 최소 단위를 말함.
- 공간해상도가 **1m**라는 것은 지상에서 **1m x 1m** 크기의 물체를 식별할 수 있음을 의미함.

1m 해상도

10m 해상도

30m 해상도

공간해상도에 따른 Pixel Size의 비교



해상도별 위성영상의 예

30 m

20 m

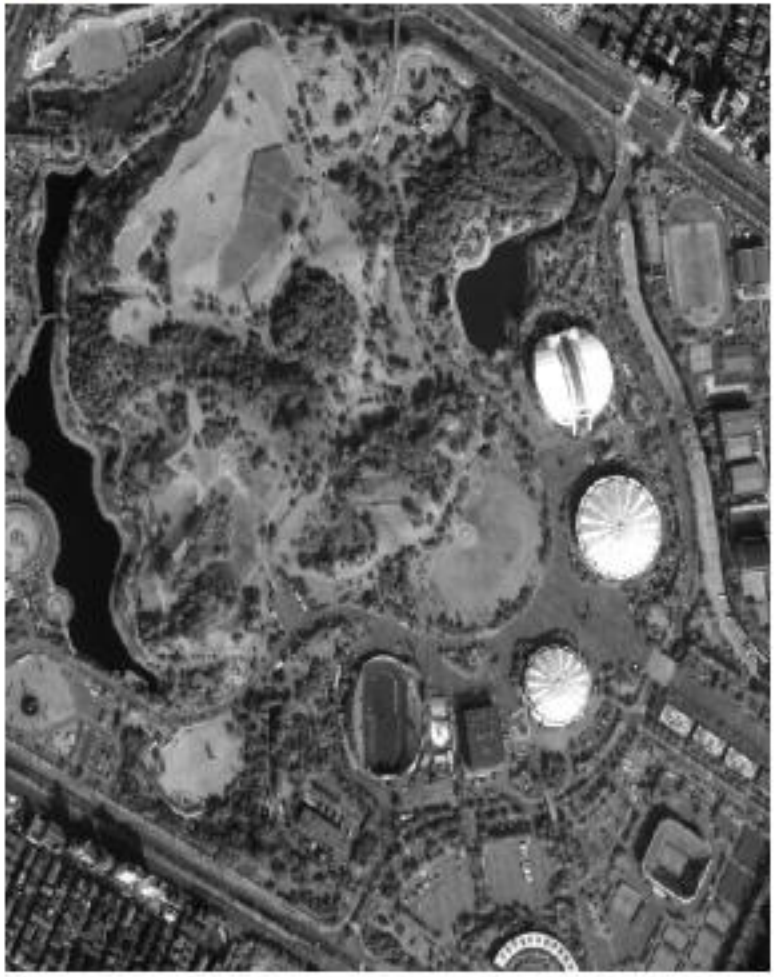
6.6 m

5 m

(4) 해상도별 위성영상의 예

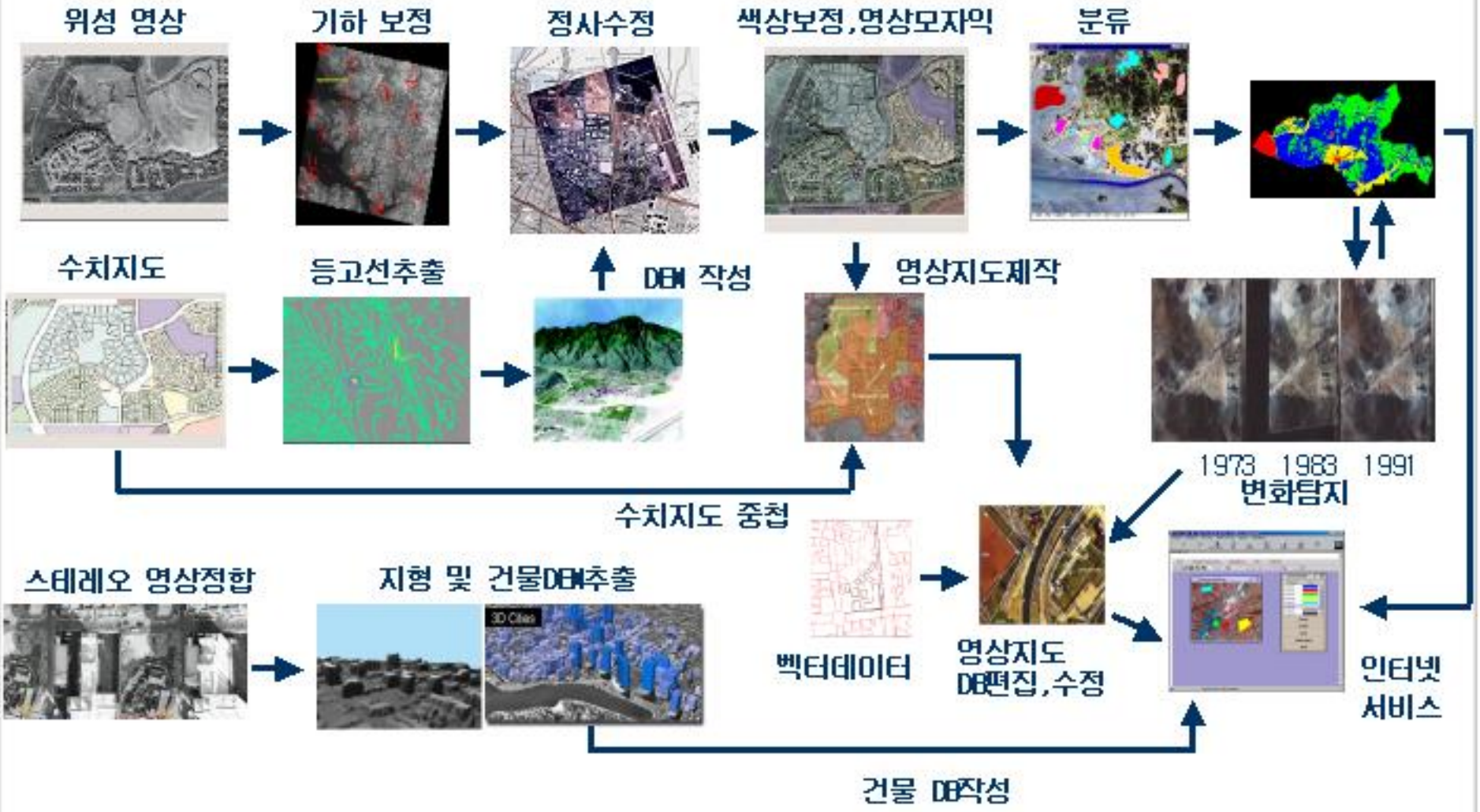
2 m

1 m



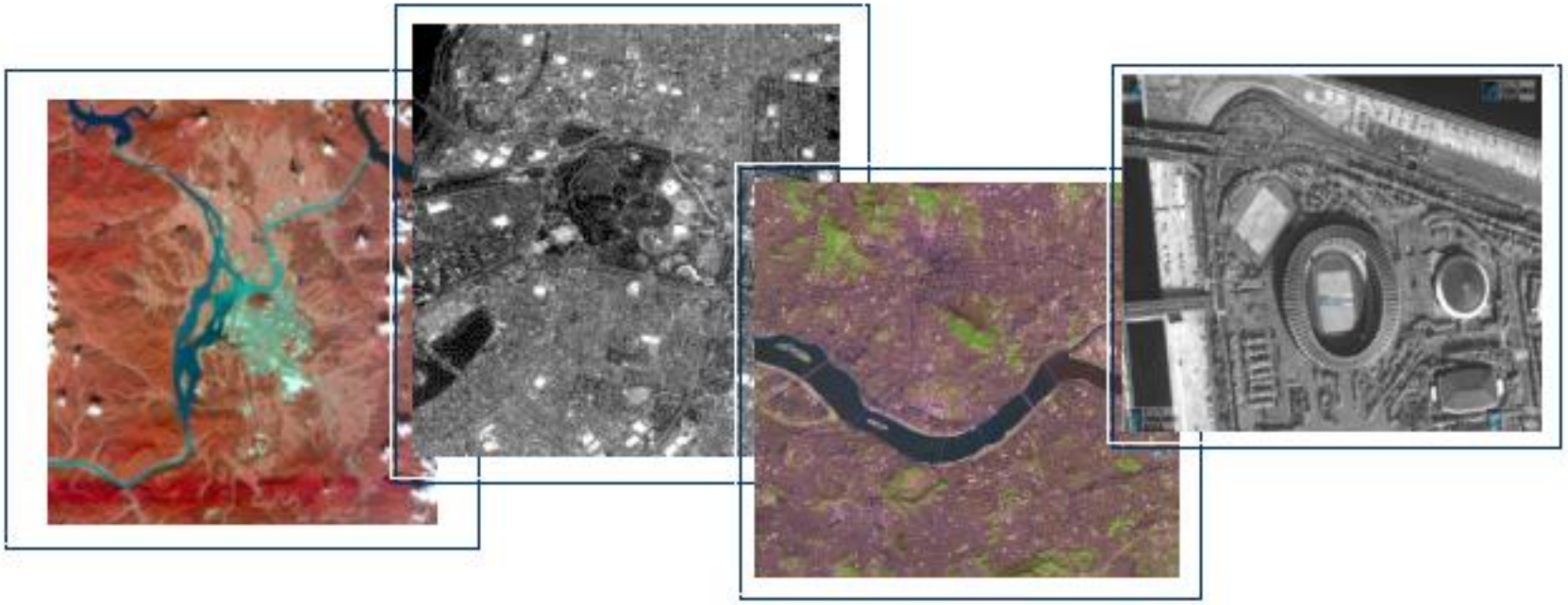
2.4 m

위성영상의 처리 과정


위성 영상
기하 보정
정사수정
색상보정,영상모자익
분류
수치지도
등고선추출
DEM 작성
영상지도제작
1973 1983 1991
변화탐지
수치지도 중첩
스테레오 영상정합
지형 및 건물DEM추출
벡터데이터
영상지도
DB편집,수정
인터넷
서비스
건물 DB작성

4. 위성영상의 종류

- 센서를 탑재하고 우주공간에서 지구를 관측하는 인공위성을 원격탐사 위성 또는 지구관측위성 이라고 함 (Earth Resources Satellite).
- 현재 전 세계의 지구관측위성으로부터 획득되는 영상은 저해상도 영상에서부터 고해상도 영상까지 다양하게 공급되고 있음.
- 과거의 **10-30m** 급 해상도의 중/저해상도를 위주로 하던 영상이 현재는 세계 각국의 우주산업분야 선 진국들의 **1m** 급 고해상도 지구관측 위성의 앞다툰 발사로 위성영상의 활용분야가 매우 다양해지고 있음.



4. 위성영상의 종류

1. LANDSAT 위성(미국)

Landsat 영상은 오랜 기간동안 지구 환경 변화에 대한 가장 많은 정보를 제공하고 있어, 육지의 자원탐사, 농작물 모니터링, 토지 이용 분류 등 주제도 제작을 위해 널리 이용되고 있으며 열적외선(Theraml Intrared) 밴드를 포함하고 있어, 연안 지역의 환경 감시에도 유용하게 사용된다.

- 우주로부터 지구를 관측하기 위해 발사된 위성 프로그램들 중에 가장 오래된 프로그램으로,육상 관측 및 연구가 그 주요목적.
- 첫 위성은 1972년 미국에 의해 발사된 **ERTS-1 (지금의 LANDSAT-1)** 이었고, 이는 우수한 관측능력을 발휘하여 인공위성에 의한 원격탐사를 비약적으로 발전하게 한 계기가 됨.

- 현재 Landsat 위성은 다중분광주사계(**Multi-Spectral Scanner : MSS**) 와 **Thematic Mapper(TM)** 의 두 종류 센서를 탑재하고 있으며, 주로 육지의 자원탐사, 주제도 제작을 위해 사용됨.
- **TM** 자료는 열적외선(**Thermal Infrared**) 밴드를 포함하고 있어, 연안지역의 환경감시에도 유용함.
- 현재 **5**호기와 **7**호기가 작동중에 있으며, **Landsat-4~7** 호까지의 궤원은 고도 **705Km**, 관측주기 **16**일, 관측폭이 **185km x 185km** 임.

4. 위성영상의 종류

MSS(Multi-Spectral Scanner) 센서

- Landsat 1~5 까지 장착되었던 가시광 및 근적외선 영역의 센서로, 위성이 통과할 때 지구의 햇빛을 받는 쪽으로 서에서 동으로 scanning 하는 센서.
- Scanning 기하학과 위성의 궤도, 지구의 회전이 결합해서 육상 표면 연구에 적합하며, MSS 의 해상도는 대략 80m 임.

Bands	1	2	3	4
Frequency(㎛)	0.5 - 0.6	0.6 - 0.7	0.7 - 0.8	0.8 - 1.1
해상도(m)	80	80	80	80
Swath(km)	185	185	185	185

TM(Thematic Mapper) 센서

- TM은 non-photographic 영상 시스템으로 MSS의 후속 스캐너로서 Landsat 4와 Landsat 5에 장착되어 10년이 넘는 기간 동안 작동됨.
- TM은 MSS 보다 지상 해상도, spcetral 분산, 기하학적 성능 등의 면에서 더욱 발전된 기능을 보이며, 특히 30m 해상도로 육상의 연구 등에 유용하게 사용됨.

Bands	1	2	3	4	5	6	7
파장(㎛)	0.45-0.52	0.52-0.60	0.63-0.69	0.76-0.90	1.55-1.75	10.42-12.50	2.08-2.45
해상도(m)	30	30	30	30	30	30	30
Swath(km)	185	185	185	185	185	185	185

4. 위성영상의 종류

ETM (Enhanced Thermal Mapper Plus) 센서

- 이 센서는 Landsat 4, 5의 TM과 Landsat 6에 장착되었던 ETM(Enhanced Thematic Mapper)를 보다 발전시킨 센서로서 TM과 비교할 때 Thermal band 의 해상도가 120m 에서 60m로 나아진 것 외에 해상도의 변화는 없으나 15m 해상도의 Panchromatic band(전파장 영역)가 교정되어 더 선명한 영상을 제공함.

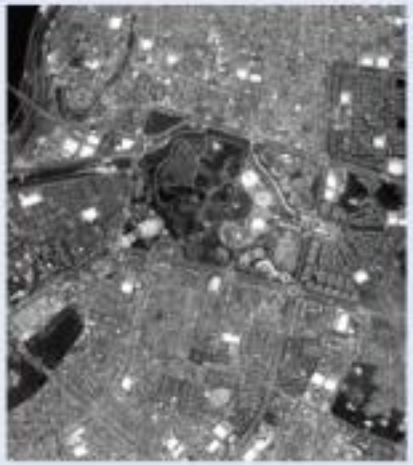
Multispectral Bands		Short Wave Thermal Band	
Resolution	30m	Resolution	120m
Bands(㎛)	0.45-0.52	Bands	3.53-3.93
	0.52-0.60		
	0.63-0.69		
	0.76-0.90		
	1.55-1.75		
	10.42-12.50		
	2.08-2.45		
Multispectral ThermalBands		Panchromatic Bands	
Resolution	60m	Resolution	15m
Bands(㎛)	8.2-8.75	Bands	0.5-0.9 (Panchromatic)
	8.75-9.3		
	10.2-11.0	Swath	185km
	11.0-11.8		

4. 위성영상의 종류

2. SPOT 위성(프랑스)

SPOT은 고해상도의 지구 영상을 획득할 목적으로 프랑스의 CNES 주도하에 스웨덴과 벨기에가 협력해 만들어진 위성이다. SPOT은 10m (SPOT5는 5m) 의 비교적 높은 해상도를 가짐으로 지도 제작이나 육상 관측에 유용하게 이용되고 있다.

- SPOT 위성은 Pushbroom 스캐닝 기술과 선형 배열 시스템을 최초로 장착한 지구자원 탐사 위성으로서, SPOT 1,2,3 에는 HRV(High Resolution Visible) 센서가 2대씩 탑재되어 10m 의 해상도로 지구 관측을 하기 때문에 주로 지도제작을 주 목적으로 함.
- 20m의 Multi-Spectral 센서도 탑재하여 3 밴드의 다중분광모드로 지구관측을 수행할 수 있음.
- SPOT4 호는 이전의 SPOT과 제원은 비슷하나, 다중분광모드에 중적외선 밴드를 추가한 HRVR (High Resolution Visible and IntraRed) 센서 2대가 탑재되었으며, 농작물 및 환경 변화를 관측하기 위한 목적으로 Vegetation 센서가 추가됨.



- SPOT5호는 2002년에 발사되어 운영중이며, 공산해상력을 향상시킨 HRG(High Resolution Geometry) 센서 2대를 탑재하여 5m 공간해상도를 제공.
- SPOT 위성은 고도 832km, 관측주기 26일, 관측폭 60km x 60km 임.

4. 위성영상의 종류

3. 아리랑1호 위성(한국)

1999년 12월에 발사된 다목적실용위성(Korea Multi-Purpose Satellite:KOMPSAT)인 아리랑1호는 한반도 지도제작을 위한 자료 수집, 해양관측 자료 수집과 우주 환경에 대한 연구, 아리랑위성의 상태 데이터의 수집을 위한 임무를 수행중이다.

- 1999년 12월에 발사된 아리랑위성은 국가 공공목적으로 정부에서 투자하고 항공우주연구소와 함께 개발한 국내 최초의 실용 원격탐사 위성임.
- 전자광학카메라(EOC), 해양관측카메라(OSMI), 이온층측정기(IMIS), 고에너지 입자 검출기(HEPD) 의 4개의 관측기기가 탑재되어 있음.

- 위성의 목적은 한반도 지도제작(1:25,000)을 위한 자료수집, 해양관측 자료수집, 우주환경에 대한 연구.
- EOC는 510~730nm 파장대역에서 6.6m 공간해상도를 가진 전정색(Panchromatic) 영상을 수집하며, 지상국에서 여러 궤도의 영상들을 혼합 처리하여 입체영상(Stereo Image) 를 제작할 수 있음.
- 아리랑 위성의 고도는 685km, 관측폭은 17km x 17km, 한 궤도당 800km의 지상길이에 대한 연속 촬영이 가능함.

4. 위성영상의 종류

4. IRS 위성(인도)

IRS 위성 체계는 인도정부우주부(Department of Space, Government of India) 산하 인도 우주 연구 사업(IndianSpaceResearch Organization:ISRO)이 주도하는 인도 고유의 지구 관측 위성 프로그램이다.

- IRS(Indian Remote Sensing Satellite) 시리즈는 1980년대 중반부터 인도의 원격탐사위성 개발계획에 따라 ISRO에 의해 개발되기 시작한 원격탐사 위성 프로그램으로써 1988년 최초로 IRS-1A가 발사된 이래 1991년 IRS-1B, 1995년 IRS-1C, 1998년 IRS-1D 까지 발사됨.

- IRS-1A/1B는 36.25, 72.5m의 공간해상도를 가진 Multispectral Sensor(LISS-I, LISS-II)가 탑재되어 있으며, IRS-1C/1D 에는 23.5m 공간해상도의 다중분광 센서인 LISS-III와 5.8m의 공간해상도의 전정색 센서와 식생분석을 위한 188m 공간해상도의 WIFS(Wide Field Sensor)가 탑재됨.
- 전정색 센서는 다른 위성과 달리 6bit 데이터를 갖고 있는 단점이 있음.
- 위성의 고도는 약 820km, 관측폭은 70km x 70km.

4. 위성영상의 종류

5. KVR-1000 (러시아)

- 러시아의 탐사 위성들은 대개 과거 첩보용 위성이었다가 관측용으로 바뀐 것들이다. 대표적으로 Resurs 시리즈와 Cartographic Satellite System 등이 있다. 이 위성들은 220km~270km의 낮은 상공을 비행하며, 영상자료 수집과 전달상의 문제점으로 인해 비행이 단기간동안 이루어져 최대 45일을 넘기 않는다.
- 대부분의 러시아 탐사 위성에는 필름이 탑재되어 있지 않고, 대신 KVR-1000, MK-4, TK-350, KFA-1000 등의 광학식의 카메라로 사진을 촬영한다. 보통 사진 한장은 40km x 160km의 지역을 나타내며, 필름은 지상으로 투하되어 스캐닝을 할 수 있게 된다.

- 1984년 부터 활동한 이 위성은 군사첩보용으로 임무를 수행해 왔으며, 1998년부터 국내에서 상용화되기 시작하여 현재 그 활용분야가 광범위하게 이용되고 있음.
- KVR-1000은 2m의 공간해상도를 가진 전정색 영상이며, 해상도 손실없이 1:10,000 축적까지 확장이 가능.

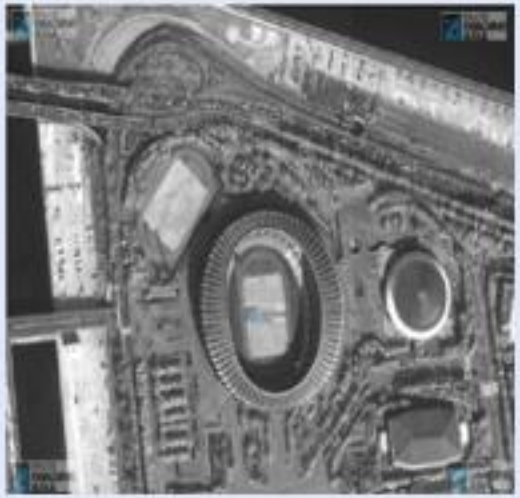
- 이 영상은 TK-350으로 입체영상을 얻어, 이를 이용한 정사영상을 제작할 수 있도록 되어 있음.
- 또한 Alternative 위성영상은 1m의 공간해상도를 가지고 있으며, 1:5,000 축적의 지도를 제작할 수 있음.
- 위성의 고도는 220km, 관측폭은 40km x 160km.

4. 위성영상의 종류

6. IKONOS 위성(미국)

- Space Imaging 사의 CARTERRA Product 중에서 1m 급의 고해상도 영상을 제공하는 IKONOS는 최초의 상업용 고해상도 위성이다.
- IKONOS 위성은 센서와 위성체의 회전이 가능하며 원하는 지역을 최고의 해상도로 취득할 수 있다.

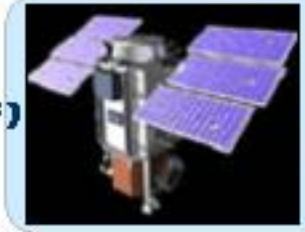
- 1999년 9월 24일 미국 Space Imaging 사는 세계 최초로 상업용의 1m급 고해상도 위성인 IKONOS 위성의 발사에 성공하였고, 현재 전 세계는 물론 한반도 지역의 영상을 송신하고 있음.
- 특히 해상도의 한계로 대축적 지도제작이 불가능했던 위성영상 지도제작 분야의 비약적인 발전과 응용이 확대되고 있음.



- 현재 1m 해상동의 전정색 영상이 제공됨.
- 또한 4m의 다중분광 영상도 획득이 가능하며, 입체영상을 이용하여 수치표고모형(DEM) 추출이 가능함.
- 궤원은 680km, 관측주기를 2일, 관측폭은 13km x 13km.

4. 위성영상의 종류

7. QuickBird 위성(미국)



- 2001년 10월 미 캘리포니아에서 보잉사의 델타 로켓으로 Quickbird-2호 위성을 성공적으로 쏘아 올렸다.
- Quickbird-2는 지구상공 450km에서 흑백으로 직경 61cm 컬러로는 2.4m의 물체까지 식별이 가능한 위성사진을 전송하고 있다.

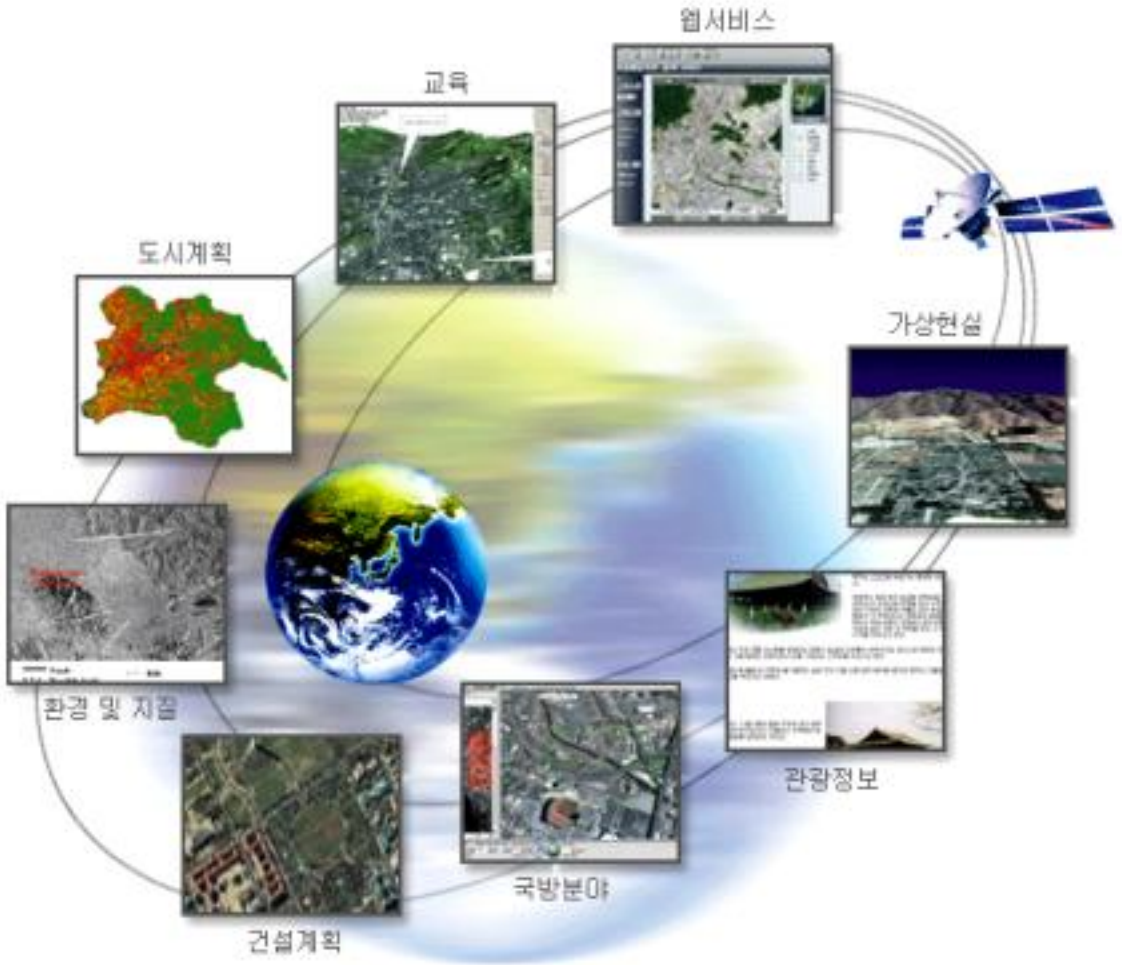
- QuickBird-2 위성데이터는 전정색의 경우 직하영상은 0.61m, 30도 각도에서는 0.73m의 공간해상도를 갖는영상을 얻을 수 있으며, 다중분광영상은 직하 2.44m, 30도 각도에선, 2.9m의 공간해상도를 갖는 영상을 얻을 수 있음.

- 이 두가지의 영상의 표준은 Pan은 70cm, 다중분광영상은 3m로 각각 생산되어 제공됨.
- 재방문 시간은 위도에 따라 다르며, 보통 1~3.5일.
- 관측폭은 16.5km x 16.5km.
- 현재 상용 위성영상 중 최고의 해상도를 나타냄.

5. 인공위성 영상의 활용

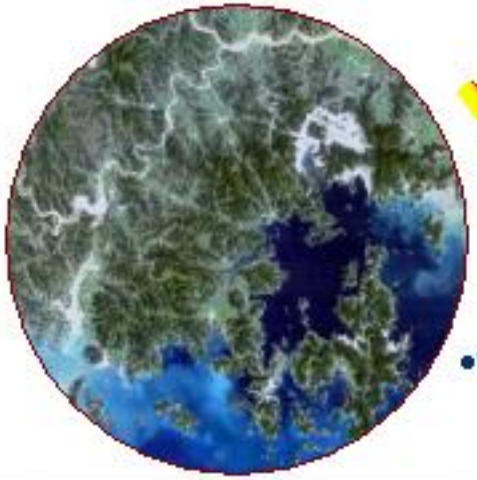
위성영상의 활용 분야

공간영상정보
정사영상 데이터
영상지도
수치고도모형 (DEM)
토지피복분포
식생분포
수질분포
기상정보
해수면온도분포 (SST)



5. 인공위성 영상의 활용

- 위성 센서의 공간 해상도가 향상됨에 따라, 과거 자원환경 분석, 토지피복, 식생 분포 분류등 국토 단위의 연구 범위를 탈피하여, 보다 세밀한 영역에 고해상도 영상이 사용되고 있음.
- 특히 최근에 제공되는 있는 서브미터 급의 고해상도 영상을 이요할 경우, 1:5,000 또는 그 이상의 대축적 수치지도 구축이 가능하여, 보다 사실적인 지표의 묘사 및 분석이 가능함.



- '99년 IKONOS 1m(미국)
- '84년 KVR-1000 2m (러시아)
- '95년 IRS-1C 5m (인도)
- '86년 SPOT 10m (프랑스)
- '82년 Landsat TM 30m (미국)
- '72년 Landsat MSS 80m (미국)

6. 영상을 이용한 도로정보 구축

영상으로부터의 도로정보 추출의 필요성

- 도시의 급속한 변화와 교통에 대한 수요의 증가로 인하여 도로의 신설과 도로선형의 변경이 많아지는 등 도로정보가 빠르게 변화하고 있음.
- 이미 제작된 도로정보를 갱신할 경우, 지상측량을 통해 도로 정보를 갱신하는데에는 많은 경제적, 시간적 어려움이 있고, 중-저해상도 위성영상을 이용하는 경우에는 중앙선, 횡단보도 등 다양한 노면표지를 추출할 수 없지만 항공사진 또는 고해상도 위성영상을 사용할 경우 다양한 도로정보의 추출이 가능함.

도로정보 추출을 위한 고려 사항

6. 영상을 이용한 도로정보 구축

위성영상을 이용한 수치지도, 도로정보 구축 절차

Alternative 위성영상 을 이용한 수치지도 구축 절차

IKONOS 위성영상을 이용한 수치지도 구축절차

6. 영상을 이용한 도로정보 구축

도시지역의 속성과 영상의 최소해상도의 상관관계

분류 속성		최소단위 해상력		
		시간해상도	공간해상도	분광해상도
토지이용/토지피복	L1 - USGS 수준 I	5~10년	20~100m	V-N/MIR-Radar
	L2 - USGS 수준 II	5~10년	5~20m	V-N/MIR-Radar
	L3 - USGS 수준 III	3~5년	1~5m	Pan-V-N/MIR
	L4 - USGS 수준 IV	1~3년	0.25~1m	Pan
빌딩/건축물	B1 - 빌딩경계, 면적, 높이, 지정정보	1~5년	0.25~0.5m	Pan-V
교통시설물	T1 - 일반도로 중앙선	1~5년	1~30m	Pan-V-NIR
	T2 - 정확한 도로폭	1~2년	0.25~0.5m	Pan-V
	T3 - 교통량정보	5~10분	0.25~0.5m	Pan-V
	T4 - 주차시설	10~60분	0.25~0.5m	Pan-V
공공시설물(전기, 가스, 수도 등)	U1 - 배관 및 경로	1~5년	1~30m	Pan-V-NIR
	U2 - 정밀한 폭과 선행권	1~2년	0.25~0.6m	Pan-V
	U3 - 맨홀, 변전소 등의 위치	1~2년	0.25~0.6m	Pan
DEM 제작	D1 - 대축척 DEM	5~10년	0.25~0.5m	Pan-V
	D2 - 대축척 경사도	5~10년	0.25~0.5m	Pan-V
사회경제적 특성	S1 - 지역인구추정	5~7년	0.25~5m	Pan-V-NIR
	S2 - 전국인구추정	5~15년	5~20m	Pan-V-NIR
	S3 - 생활지표	5~10년	0.25~30m	Pan-V-NIR
에너지	E1 - 에너지 수요 및 생산 잠재력	1~5년	0.25~1m	Pan-V-NIR
	E2 - 건물단열재조사	1~5년	1~5m	TIR
기후자료	M1 - 날씨예측	3~25분	1~8km	V-NIR-TIR
	M2 - 현재온도	3~25분	1~8km	TIR
	M3 - 일반적인 기상상황	6~10분	1km	WSR-88D Radar
	M4 - 기상특보	5분	1km	WSR-88D Radar
	M5 - 도시열섬효과 모니터링	12~24시간	5~30m	TIR
환경지역 평가	C1 - 안정적인 민감환경지역	1~2년	1~10m	V-NIR-MIR
	C2 - 불안정한 민감환경지역	1~6월	0.25~2m	V-NIR-MIR-TIR
재난재해 비상대책	DE1 - 재해전 영상	1~5년	1~5m	Pan-V-NIR
	DE2 - 재해후 영상	1/2~2일	0.25~2m	Pan-NIR-Radar
	DE3 - 주거지 피해	1~2일	0.25~1m	Pan-NIR
	DE4 - 교통 피해	1~2일	0.25~1m	Pan-NIR
	DE5 - 서비스 및 공공시설물 피해	1~2일	0.25~1m	Pan-NIR

*PAN : 전정색, V : 가시광, NIR : 근적외, TIR : 열적외

*자료출처 : Jensen, J. R. and D. C. Cowen(1999)

6. 영상을 이용한 도로정보 구축

위성영상별 판독 정보의 비교

판독항목		판독여부						
		Landsat MSS	Landsat TM	SPOT XS	SPOT PAN	IRS1-C	KVR -1000	IKONOS
	포장도로 4차선이상	△	●	●	●	●	●	●
	포장도로 2차선	×	△	△	○	●	●	●
	포장도로 1차선	×	×	×	△	○	●	●
	비포장 도로	×	×	×	×	△	△	●
	우마차로	×	×	×	×	△	△	●
	가로	×	×	×	□	△	△	●
	교량	○	○	●	●	●	●	●
	선착장	×	△	○	●	●	●	●
	철도	×	△	△	○	○	●	●
시가화지역	저층주거지	×	△	△	○	●	●	●
	고층주거지	×	△	○	●	●	●	●
	산업지역	×	△	△	○	●	●	●
	상업지역	×	×	×	□	△	△	●
	시무용빌딩군	×	△	△	△	△	●	●
	백화점	×	×	×	□	△	△	●
	학교	×	○	○	○	●	●	●
	골프장	×	●	●	●	●	●	●
	운동장	×	○	●	●	●	●	●
	종합운동장	×	●	●	●	●	●	●
	공항건물	×	○	○	●	●	●	●
	활주로	○	●	●	●	●	●	●
	높은 탑	×	×	×	△	△	○	●
	묘지	×	□	□	△	△	○	●

*기호설명 : ●완벽판독, ○대부분 판독, △경우에 따라, □검출만 가능, ×판독불가

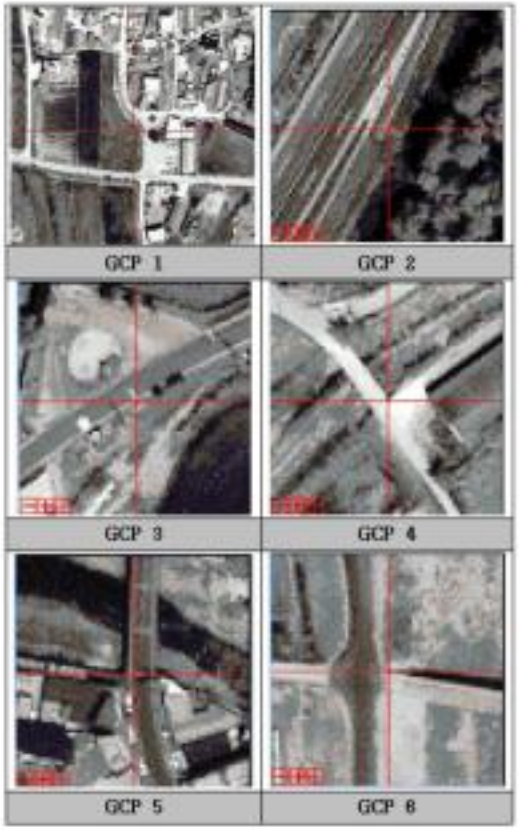
위성영상	공간해상도	대상 수치지도
SPOT PAN	10m	1/100,000~1/50,000
KOMPSAT EOC	6.6m	1/50,000~1/25,000
IRS-1C/D	5.8m	1/50,000~1/25,000
KVR-1000,DK-2	2~3m	1/20,000~1/10,000
EROS-A1	1.8m	1/20,000~1/10,000
IKONOS PAN	1m	1/10,000~1/5,000
항공사진	0.2~0.5m	1/5,000~1/1,000

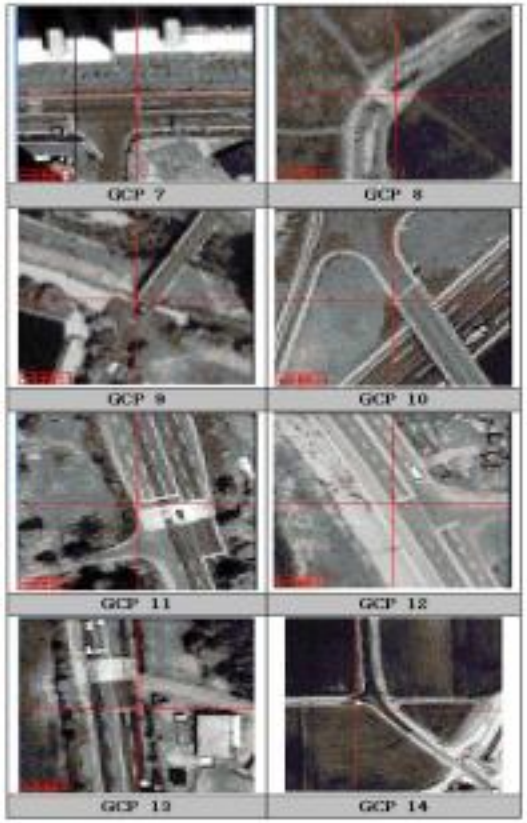
위성영상 자료의 전처리 과정

- 인공위성으로부터 관측된 원격탐사 자료는 관측시의 기기 상태, 대기조건, 위성의 이동 방향 및 자세, 최종적으로 사용할 지도의 투영법등에 따른 많은 오류 및 왜곡을 포함함.
- 대부분의 원격탐사 처리 과정은 이러한 오류 및 왜곡을 먼저 복원하거나 보정한 후에 다음단계의 처리를 수행하게 됨.
- 이와 같이 본격적인 처리를 하기 전에 영상자체가 가지는 왜곡을 보정하는 과정을 전처리 과정이라 함.
- 전처리 과정은 대기에 의한 영향을 배제하여 영상을 복원하는 대기 보정, 영상 수집시 발생한 주기적이나 비주기적인 노이즈를 제거하는 노이즈 제거처리 그리고 수집된 영상의 기하학적 형태가 기준지도와의 사이에 차이가 있는 경우 이를 보정하는 기하학적인 보정이 포함됨.
- 이 외에도 이미지의 가독성 품질 향상을 위한 영상강조(Image Enhancement), 공간강조(Spatial Enhancement) 등의 작업도 수행.

지상 기준점의 선정

- 위성영상은 촬영 당시 위성체의 자세 및 지형 기복에 의해 발생한 대상체의 변위가 포함되어 있으므로 상호위치가 왜곡됨.
- 따라서, 촬영된 위성영상에 정확한 위치정확도를 확보하기 위해서는 위성영상과 실제 지상에서 동일시 되는 지형지물의 상호 위치 관계를 파악하기 위한 다수의 지상기준점(Ground Control Poind, GCP) 을 설정해야 함.





- GCP는 영상에서 명확히 인지되며, 영상의 촬영시기에 영향을 받지 않는 교차로, 도로 정지선, 교량, 뚝, 배수로 등의 인공구조물을 대상으로 하여 선정.

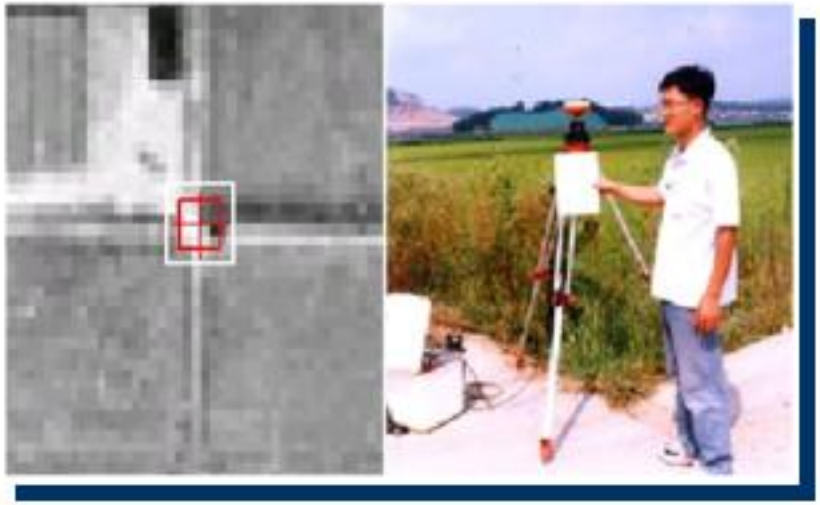
6. 영상을 이용한 도로정보 구축

기준점 측량

- 기존의 중-저 해상도(공간해상도 30,10,5m)의 기하보정은 주로 국가기본도인 종이지도 및 수치지도(1/5000, 1/25000) 상에서 좌표를 획득하여 보정함.
- 고해상도 위성영상의 경우 지상기준점(GCP) 선정의 정확도가 대두되면서 반드시 현지측량을 거쳐 지상기준점좌표를 획득하는 것이 바람직함.
- 일반적으로, 정밀한 기하보정 작업을 위해서 GPS 측량을 수행하며, 대상지역에 대해 삼각점, 수준점, 상시기준점 및 GCP를 균일한 분포로 GPS 측량을 통해 관측함.

GCP 번호	Northing	Easting	Height	관측시간
GCP 1	488698.3477	180265.8277	14.6695	38분
GCP 2	488601.3852	184262.3555	15.5800	6시간
GCP 3	488969.7500	190209.9267	96.4378	1시간 37분
GCP 4	481142.6834	189037.2631	52.9280	1시간
GCP 5	480592.8780	185849.2115	27.0172	1시간 3분
GCP 6	479880.3315	180833.4318	12.9962	1시간 12분
GCP 7	474339.1285	180091.2598	19.6632	3시간 59분
GCP 8	474215.1757	184819.4302	24.2006	3시간 12분
GCP 9	474570.3183	189792.6543	63.0192	1시간 25분
GCP 10	485218.4625	179929.8811	42.4023	1시간 25분
GCP 11	485410.7696	181292.3956	38.1343	1시간 47분
GCP 12	483612.5489	180722.5765	11.0709	2시간 16분
GCP 13	481524.1231	181577.2998	10.6415	59분
GCP 14	481201.1262	180429.9060	6.6376	1시간 4분
GCP 15	482755.9339	181379.4073	9.7175	46분

기준점 측량 결과표



GCP 설정 및 측량

기하왜곡의 원인

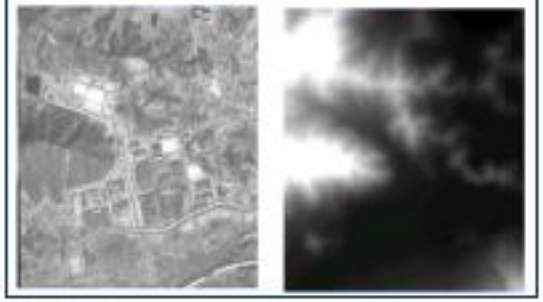
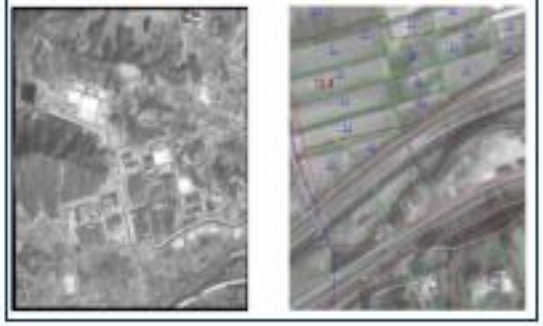
- 위성의 기하왜곡의 원인으로는 다음과 같음.

왜곡의 구분	요 인
센서 내의 왜곡	센서의 메커니즘에 의한 왜곡
센서 외의 왜곡	화상투영방식의 기하학에 의한 왜곡
화상 투영면의 처리에 의한 왜곡	화상투영면의 처리 즉, 좌표계의 정의 방법에 의한 기하학적 왜곡
지도 투영법의 기하학에 인한 왜곡	지도 투영법에 의한 기하학적 왜곡

6. 영상을 이용한 도로정보 구축

정밀 기하보정

- 중-저해상도 영상의 경우 기준점의 평면위치(X,Y)와 다항식을 사용하는 기하보정방법을 사용
- 고해상도 위성에 중-저해상도에 사용하는 기하보정방법을 사용할 경우 보정오차에 의해 정확한 도로정보의 추출의 불가능함. 따라서, 정밀한 보정을 위해 기준점의 3차원 좌표(X,Y,Z) 와 RFM(Rational Function Model)을 사용한 보정 방법을 적용함.

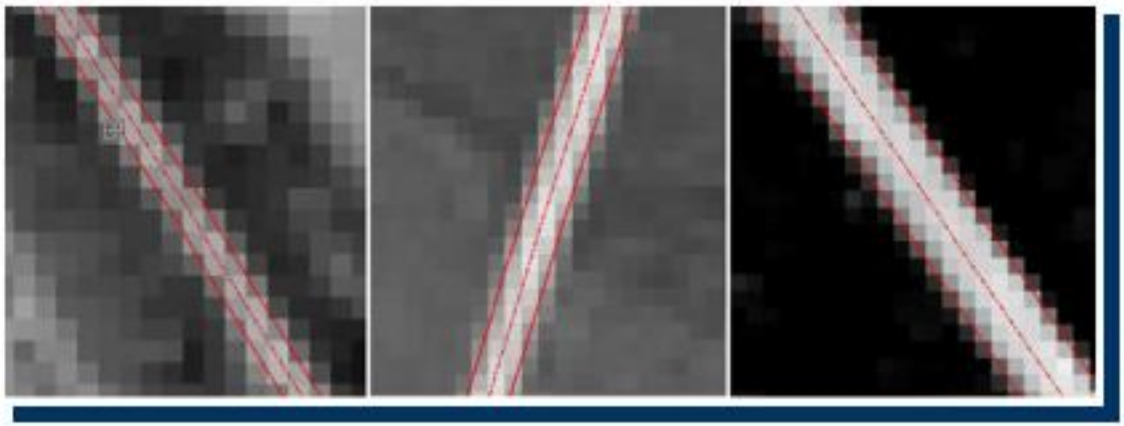
(1) DEM 데이터의 구축	● 위성영상 데이터의 정밀기하보정을 위해서는 보정 대상 지역의 지상좌표(X,Y,Z)가 포함된 수치표고모델(DEM)이 필요함. ● 일반적으로 DEM 생성은 수치지도로부터의 표고점 추출을 통한 지역화변수이론에 의한 크링크 기법에 의하거나, 또는 스테레오 영상으로부터의 영상 매칭작업을 통해 생성함.	[DEM 데이터의 구축] 
(2) 정밀기하보정 수행	● 기준점의 3차원좌표(X,Y,Z) 와 RFM을 사용하여 정밀 기하 보정을 수행 ● 위와 같은 방식으로 정밀 기하 보정 수행시 약 3Pixel 이내의 정확도를 확보할 수 있음.	[정밀기하보정 데이터 구축] 

레이어 및 지형코드 설계

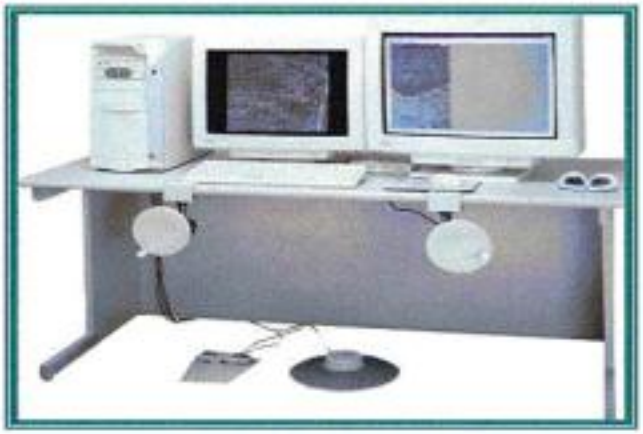
- 구축하고자 하는 지역의 수치지도 설계 기준인 도식적용규정을 적용하여 구축하고자 하는 레이어를 설계함.
- 예를들어, 1/5,000 지형도의 경우 9개의 대분류와 28개의 중분류, 92개의 소분류, 578개의 소분류로 레이어를 구분함.
- 각각의 레이어 코드의 적용은 수치지도상의 지형코드를 적용하며, 영상에서 직접 속성 확인이 불가능한 속성입력은 현지 조사를 실시 한 후 입력함.

도로 및 지형 지물의 판독

- 디지털 자료의 특성으로 인해 위성영상 자료는 자유로운 영상강조, 영상처리 기법들이 가능함.
- 이것은 영상의 판독이 더욱 객관화되고 용이해져서 경험과 지식에 기반 한 기존의 항공사진판독에 비하여 더욱 전산화되고 체계화된 판독을 가능하게 함.
- 확실한 판독이 불가능한 경우, 현지 조사 및 문헌조사를 함께 수행하고, 현지조사를 기초로 하여 재판독 후 보다 정확하게 대상물을 판정하여 편집, 기록함.
- **IKONOS 1m Pan** 영상을 사용할 경우 고속국도, 일반국도, 지방도, 시도, 군도, 면/리간 도로, 소로, 콘크리트교, 터널입구 등 대부분의 도로정보의 판독이 가능함.



도로의 스크린 디지타이징



Socet Set 도화 장비

6. 영상을 이용한 도로정보 구축

(예) IKONOS 1M PAN영상을 이용한 파주시 문산읍 일대 1:5,000 수치지도 구축 결과

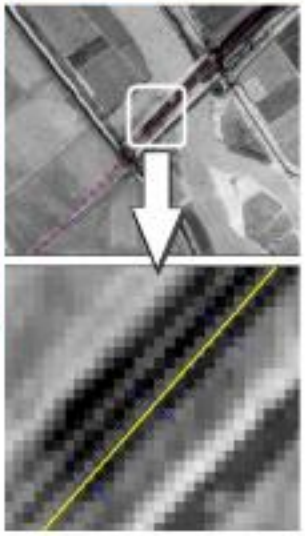
세부분	코드	내 용	판독	묘사
기존도로	3111	고속도로	-	-
	3112	일반국도	I	중
	3113	지방도	I	중
	3114	특별시도 · 광역시도	-	-
	3115	시도	I	상
	3116	군도	-	-
	3117	면 · 리간 도로	I	상
	3118	부지안도로	I	상
	3119	소로(기호)	I	상
부속도로	3121	도로분리대	-	-
	3122	터널안도로	-	-
건설 예정 도로	3131	고속도로	-	-
	3132	일반국도	-	-
	3133	지방도	-	-
	3134	특별시도 · 광역시도	-	-
	3135	시도	-	-
	3136	군도	-	-
	3137	면 · 리간 도로	-	-
건설중 도로	3141	고속도로	-	-
	3142	일반국도	-	-
	3143	지방도	-	-
	3144	특별시도 · 광역시도	-	-
	3145	시도	-	-
	3146	군도	-	-
	3147	면 · 리간 도로	-	-
도로 중심선	3211	고속도로	-	-
	3212	일반국도	I	상
	3213	지방도	-	-
	3214	특별시도 · 광역시도	-	-
	3215	시도	-	-
보행시설	3321	육교	-	-
	3322	지하도	-	-
	3323	계단	I	중
	3324	인도	I	상
다리	3341	콘크리트교	I	상
	3342	강교	-	-
	3343	목교	-	-

판독 – I:구별가능, N:불가능, -:해당지역 대상물 없음

묘사 – 상:완전묘사, 중:부분묘사, 하:묘사불가

판 독 능 력	인식 가능(I)	인식 불가능(N)	해당지역 없음(-)	(-)를 제외한 판독
290개 Layer	31.1%	0%	68.9%	100%

묘 사 능 력	상	중	하	비 고
판독한 90개 Layer	80%	20%	0%	



- 축적 1/5,000
- 평면오차 0.7mm 이내(도상)
- 도면크기 44.5cm, 세로 55.5cm

6. 영상을 이용한 도로정보 구축

최근 동향

- 영상으로부터 효과적인 도로정보를 추출, 묘사하기 위해서 지금까지 다양한 알고리즘 개발이 진행되고 있음.
- 도로정보의 추출을 위해 **Hough** 변환, **GDPA(Gradient Direction Profile Algorithm)** 알고리즘을 적용하여 도로 선형정보를 추출함.
- 일반적으로, **Hough** 변환기법을 사용하여 도로정보를 추출할 경우, **1:5,000** 수치지형도와 비교하여 고속국도 약 **3.0m**, 일반국도 약 **4.0m**, 지방도 약 **2.0m**, 시/군도 약 **4.0m**, 면/리간도로 약 **6.1m**, 소로 약 **7.2m** 정도의 오차가 발생함.
- 보다 정확한 정보의 추출을 위해서는 정확한 경계선 추출이 중요하며, 이에 대한 지속적인 연구가 수행중임.