

위성영상정보활용 및 영상처리기술 분석

강지훈, 명훈주, 권오경, 윤상윤

2014. 10.

■ 목 차 ■

제 1 장 위성정보 활용 현황	1
1. 국내 위성정보 활용분야 및 사례	1
2. 해외 위성정보 활용분야 및 사례	21
제 2 장 위성영상처리 기술	30
1. 개요	30
2. LiDAR(Light Detection And Ranging)	34
3. SAR 영상	38
4. 하이퍼스펙트럴 영상	43
4. 합성환경표현 및 SEDRIS 소개	43
제 3 장 합성환경과 SEDRIS	47
1. 합성환경의 정의	47
2. 합성환경의 표현 및 교환기술	48
3. 다중센서 융합기술	53
제 4 장 결론 및 시사점	61

■ 그 립 목 차 ■

[그림 1-1] 아리랑 1호와 아리랑 2호의 해상도 차이(광양항)	2
[그림 1-2] USGS 공간영상정보시스템	23
[그림 1-3] RESTEC 공간영상정보시스템	25
[그림 1-4] 말레이시아 MACRES 시스템 구조	26
[그림 1-5] 인도 WRIS Web Hosting 구조	27
[그림 2-1] LiDAR 시스템의 기본구성 및 동작원리	35
[그림 2-2] SAR 영상 개념도	39
[그림 2-3] SAR 영상: M-47 탱크	40
[그림 2-4] SAR영상활용: 변화탐지	42
[그림 2-5] SAR영상활용: 기름유출 모니터링	42
[그림 2-6] 하이퍼스펙트럴 센서의 데이터 취득 개념도	43
[그림 2-7] 하이퍼스펙트럴 영상과 다중분광 영상과의 분광표현 차이	44
[그림 2-8] 911 테러 이후 주변 환경영향 평가	46
[그림 3-1] DTED와 DFAD를 활용하여 생성한 합성환경	47
[그림 3-2] 합성환경의 범위	48
[그림 3-3] SEDRIS 서비스 개념도	49
[그림 3-4] SEDRIS의 논리적 메카니즘	49
[그림 3-5] SEDRIS의 지구환경 표현 범위	50
[그림 3-6] SEDRIS의 기능적 목표	51
[그림 3-7] SEDRIS의 기술요소 및 표현방법	52
[그림 3-8] 다중센서 영상융합을 통한 토지피복 분류 예시	55
[그림 3-9] IKONOS 4-밴드 다중센서 영상을 이용한 표적분류 예시	58
[그림 3-10] IKONOS 위성을 이용한 3차원 정보 추출의 예시	59
[그림 3-11] Terra-X SAR를 이용한 IFSAR 해석	60

■ 표 목 차 ■

[표 1-1] 위성정보 활용분야	3
[표 1-2] 위성영상을 활용한 지도제작 사례	6
[표 1-3] 위성영상을 활용한 어업분야 연구사례	8
[표 1-4] 위성영상을 활용한 환경분야 연구사례	10
[표 1-5] 위성영상을 활용한 해양분야 연구사례	12
[표 1-6] 위성영상을 활용한 기상/기후분야 연구사례	13
[표 1-7] 위성영상을 활용한 지질분야 연구사례	14
[표 1-8] 위성영상을 활용한 국토/도시계획분야 연구사례	16
[표 1-9] 고해상도 상업용 위성	22
[표 1-10] 국가별 서비스 비교	28
[표 2-1] 항공기 하이퍼스펙트럴 센서	45
[표 3-1] SEDRIS의 기술요소 정의	53

< 요약 >

우리나라는 독자적 우주개발능력 확보를 통한 우주강국 실현을 목표로 지난 20년간 위성체 및 탑재체 개발에 매진하여 세계 11위권의 우주경쟁력을 확보하면서 2013년에는 0.55m급 고해상도의 광학 적외선 레이더영상 위성을 모두 운용하는 다수 위성운용 시대를 맞게 되었다. 이에 따른 위성정보 활용분야 및 활용 수요증가와 함께 기후변화에 따른 범지구적 지구관측 수요도 크게 증가할 것으로 예상되는 등 위성활용 제고방안 마련의 필요성이 크게 증가하고 있다.

즉 이제는 “어떻게 활용 할 것인가”라는 소프트웨어적 접근이 필요한 시기로 위성개발 자체가 목적이 아닌 ‘위성정보를 어떻게 활용하여 위성의 부가가치를 극대화 할 것인가’를 목적으로 위성개발과 위성활용을 기획·추진하는 우주개발 사업을 추진 할 시기가 되었다.

위성영상의 수집과 처리를 위해서는 측지나 측량 및 대기물리학과 같은 학문적 지식이 필요하다. 일반적으로 위성영상의 처리 및 분석과 관련한 독립적인 학문분야를 원격탐사학(Remote Sensing)이라하며, 원격탐사란 물리적인 접촉이나 탐사 없이 지상물체의 특성을 파악하고자 하는 모든 활동을 의미한다. 이러한 원격탐사 기술은 인력에 의한 지상실측에 비해 자료취득 비용이 훨씬 저렴하며, 광범위한 영역의 동시적인 자료 취득이 가능하고 실제로 사람이 갈 수 없는 오지나 적성국 같은 곳의 자료를 원격으로 취득 가능하게 한다는 장점이 있다. 또한 데이터베이스화 할 경우 현재의 정보뿐 만 아니라 과거의 정보를 추출해볼 수도 있고 모델링을 통해 미래의 예측도 가능 하며, 실시간에 가까운 대상물의 분석 및 감시가 가능하다는 장점도 있다.

또한 디지털 위성영상정보를 보다 효율적으로 가공하고 분석하기 위한 DIP(Digital Image Processing) 기술이 급속하게 발전되기 시작하였고, 그 결과를 데이터베이스화하여 체계적으로 관리하고 각종 어플리케이션에 속성정보로 활용하기 위한 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS) 개념이 태동되었다. 이렇게 원격탐사와 지리정보시스템에 관한 이론과 방법론이 정형화되고 발전되어 오면서 이 기술들의 상업적 가치가 새롭게 인식되게 되었고 1980년대에

들어 본격적인 상용탐사위성의 발사가 이루어지면서 주로 군사적인 목적에만 이용되어오던 원격탐사 기술이 지도제작, 도시계획, 농임업, 게임, 방송, 물류, 관광, 건설 환경, 기상, 지질, 해양 등 실로 다양한 민간산업분야에 응용되게 되었다. 급기야 최근에는 동서냉전 당시 군사첩보용의 목적으로 개발되었던 최첨단 지구탐사 센서 기술들이 속속 상용화되어 초고해상도 위성탐사 센서까지도 민간이 이용할 수 있게 되었다.

위성영상정보를 효율적인 의사결정 자료로 이용하고 일반에게 서비스하기 위해서는 데이터베이스 구축기술이나 지리정보시스템 구현기술 등과 같은 종합적 IT 기반기술이 요구된다. 특히 도시, 환경, 농업, 산림, 국방 등과 같은 주요 현안들의 감시 및 해결을 위해 엄청난 양의 원격탐사 자료가 지속적으로 수집되어 축적되고 있다.

본 분석보고서는 국내외적인 위성영상 활용현황과 대용량의 위성영상처리 기술 현황에 대해 살펴본다. 이를 통해 KISTI의 대용량데이터처리 기술이 필요한 영역을 고찰해보고, 적용 가능한 연구개발 분야를 제시하고자 한다.

제 1 장 위성영상정보 활용현황

1. 국내 위성정보 활용분야 및 사례

인공위성의 용도는 개발 초기 우주개발에서 근래 좀 더 실생활에 밀접한 분야로 확대되고 있다. 특히 인공위성의 다양한 영상 정보들은 지도 제작부터 환경, 해양, 지질, 임업, 농업, 기상 분야에 활용된다. 이러한 위성영상 자료는 공간해상도, 분광해상도, 주기해상도 등에 따라 특성이 각기 다르기 때문에 활용 분야도 다르다.

위성영상을 이용한 지도 제작은 1990년대에 실험적으로 수행됐다. 최근에는 아리랑 2호 같은 1m급 고해상도 위성영상이 상용화돼 고해상도 위성영상을 이용한 수치지도 제작기술 개발이 이뤄지고 있다. 여기에는 수치영상처리 시스템과 위성영상을 이용한 수치지도화가 포함된다. 앞으로 고해상도 위성영상을 이용한 지도 제작이 활발해질 전망이다.

환경 분야는 범위가 넓고 다른 분야와 상호 연관성이 높다. 따라서 위성영상이 가장 활발하게 이용되고 있으며, 사용되는 위성영상의 종류도 다양하다. 환경 분야에서 위성영상은 주로 식생분류와 토지피복 분류에 많이 활용되어 왔으며, 수질오염과 갯벌관리, 수자원 및 유역관리, 환경모델링 등에도 활용도가 높아지고 있다.

해양 분야는 수산자원 분석, 연안과 양식어장 관리, 갯벌 등 생태계 관리, 해양오염 등의 연구에 위성영상을 이용하고 있다. 지질분야에서는 주로 암석의 종류를 구분한 지질도 작성, 암석의 선구조 추출에 의한 지하수 탐사와 지질구조 판독에 의한 광물자원탐사, 산사태·산불·지반침하와 같은 지질재해의 모니터링 등에 많이 활용되고 있다.

임업 분야에서는 위성영상을 이용해 식생현황, 임상구분, 산지이용현황, 산림재해현황 등과 같은 다양한 정보를 얻고 있다. 또한 자원의 변화 상태를 관찰하는 모니터링 시스템 개발과 산불피해 현황을 분석하는 작업에도 위성영상이 많이 쓰인다. 농업 분야에서는 농작물 분류와 구분, 농업 토양 분석, 농업기상 분석, 농업재해 분석, 작황예측 등에 위성영상을 이용하고 있다. 주로 중·저해상도 위성영상을 이용하여 작황상태를 분석하거나 농업재해를 측정하고 있다.

기상 분야에서는 오존층의 형성에 관한 모델링과 예측, 지구복사에너지 및 반사에너지 측정, 지구의 기후모델링 등에 위성영상을 활용하고 있다. 이 분야에서는 대부분 저해상도의 기상위성영상이 이용되고 있다. 이외에도 국토·도시

계획분야 및 수자원 분야에도 위성영상이 활용되고 있다.

우리나라의 아리랑 1호는 최초의 다목적실용위성으로서 1999년 12월 발사 이후 8년간 전 세계를 대상으로 약 47만장의 위성사진을 찍었다. 이 위성사진은 한반도 전역에 대한 영상을 100% 확보하였을 뿐 아니라 동해안 일대 대규모 산불, 한반도 주변의 황사현상, 적조, 태풍, 홍수 등 주요 재난 발생 지역을 촬영했다. 특히 9.11 테러사건, 북한 용천역 폭발사건 및 북한 홍수피해 지역 촬영 등의 임무를 성공적으로 수행하였다.

또한 2010년 6월 27일 발사된 우리나라의 통신해양기상위성인 천리안 위성은 기상, 해양, 통신의 3개 탑재체(기상관측센서, 해상관측센서, 통신중계기/안테나)를 탑재해 위성통신, 해양관측 및 기상관측의 복합임무를 수행하고 있기도 하다.



[그림 1-1] 아리랑 1호와 아리랑 2호의 해상도 차이(광양항)

위성영상의 활용분야는 분류목적 또는 분류자의 의도에 따라 [표 1-1]과 같이 다양하게 구분할 수 있다. 위성영상의 활용분야는 주로 지도제작, 환경, 해양, 지질, 임업, 수자원, 농업, 기상, 기타 분야로 구분할 수 있다. 기타분야는 위성영상의 처리기법과 알고리즘 개발, 정확도 평가 등으로서 위성영상을 활용하는데 필요한 기반기술 연구에 해당한다.

[표1-1] 위성영상 활용분야

분야	분류기준
지도제작	지도제작, 고도값 추출, 변화탐지 등
환경	환경계획, 환경모델링 및 모니터링, 환경영향평가, 피복분류 등
해양	빙하탐지, 어업관리, 갯벌생태계조사 등
지질자원	선구조 추출, 광물탐지, 지질재해조사 등
임업	산림피복분류, 산림재해 모니터링, 산림자원 정보 구축 등
수자원	수질관리, 수자원재해 모니터링, 습지변화탐지 등
농업	작황분석, 농업재해 모니터링 등
기상·기후	대기보정, 기상모니터링, 대기오염분석 등
기타	영상자료의 전처리 기법 또는 알고리즘 개발, 정확도 평가 등

1.1 지도제작분야

1.1.1 지형도 제작

고해상도 위성영상의 등장으로 인해 주목받고 있는 분야 중의 하나가 지도 제작이다. 기존에는 주로 지상측량 또는 항공사진을 이용하여 지도를 제작하는데 많은 인력과 시간 그리고 고비용이 들었다. 그러나 고해상도 위성영상을 이용한 수치지도 제작 및 갱신은 종래의 지상측량 및 항공사진측량에 비해 광역지역을 빠른 시간에 효과적으로 처리 할 수 있다. 또한 비용이 저렴하고, 주기적인 데이터 획득이 가능하여 정보갱신이 용이하다는 장점을 가지고 있다.

위성영상이 지니고 있는 주기성 · 광역성 · 다중분광특성 등의 장점에도 불구하고, 지도제작분야에의 활용 가능성이 크게 주목받지 못했었던 것은 항공사진과 대비한 공간해상도의 취약함 때문이었다. 그러나 이러한 한계는 고해상도 위성영상의 취득 및 활용 계획이 현실화되면서 빠른 시간 내에 극복되고 있다.

수치지도제작에 대한 경험이 축적되고 기술적 문제가 점진적으로 극복됨에 따라 연구의 관심은 제작비용 및 자료의 갱신주기를 단축시킬 수 있는 방안을 모색하는 쪽으로 이동하고 있다. 캐나다의 CTI(국가지형 데이터베이스와 지형시리즈 구축담당기구)에서는 SPOT과 KVR-1000 위성영상을 이용하여

대축척에 대한 실험을 현재 완료하였다. 그리고 1:50,000 지도제작에서 IRS-1C 위성영상의 활용가능성에 대해 잠재력을 가지고 있는 것으로 평가하였다.

러시아의 경우 군사목적으로 사용되어 왔던 지상관측용 고해상도(공간해상도 1~2m) 인공위성영상이 상용화되어 유럽, 아시아 등 세계 여러 나라의 지도를 제작함으로써 확고한 자리매김을 하고 있다. 최근에는 상업용 고해상도 IKONOS 위성영상으로 1:2,400 축척까지 제작할 수 있다는 논문이 발표되어 지도제작분야에 큰 관심을 불러일으키고 있다.

우리나라의 경우 항공사진축량이 불가능한 군사분계선(경기도 파주시 교하면 지역)에 대해 고해상도 위성영상을 이용하여 1:10,000 수치지도를 제작한 사례가 있으며, 정확도 및 비용측면에서 양호한 결과를 가져 왔으며 최근에는 1m급 고해상도 위성인 IKONOS 영상을 활용하여 1:5000 수치지도 제작에 관한 연구를 수행하였다. 또한 북한, 중국 등이나 해양환경과 같이 접근이 어려운 지역에 대한 지도제작으로 여러 가지 정보분석이 가능하게 되었다. 위성 영상을 이용한 DEM 제작하게 되면 최종 자연 및 인공지물을 4차원 공간정보로 구축할 수 있으며, 이를 통해 국토개발 및 도시계획을 위한 기초자료로 활용할 수 있다. 1~2m 급 고해상도 위성영상을 이용하게 되면 1:5,000 ~ 10,000 대축척 수치지도제작이 가능하며, 향후 50cm 급 해상도를 사용할 경우 1:2,000축척의 지도를 제작할 수 있게 된다. 또한 제작된 수치영상지도를 기본으로 하여 각종 속성정보와 통합함으로써 향후 GIS 구축에 효율성 및 능률성을 제공할 수 있다.

1.1.2 주제도제작

지구상에 있는 모든 사물은 시간이 지남에 따라 서서히 혹은 급진적으로 변한다. 위성영상을 이용하여 각종 시설물 및 토지이용에 대한 모니터링을 함으로써 국토를 관리하고 보전하는 데에 효율적으로 이용할 수 있다.

지방자치제도가 본격적으로 실시되면서 실질적인 토지이용계획의 결정은 지자체가 주도하게 되었다. 그리고 계획 추진과정에서 민간의 참여와 자본의 투자가 점차 확대되어 가고 있다. 이에 따라 다양한 데이터와 계획수립방법이 적용되어 가고 있는 추세이다. 그 중 인공위성 영상자료를 이용한 토지이용

현황 파악은 이제는 일반적으로 행하여지는 기초작업 단계까지 이르고 있다.

토지이용(Land use)/토지피복(Land cover) 정보는 전 국토의 여러 가지 정책 결정과 관리, 수행의 중요한 요소이다. 토지이용현황의 변화추세를 연구하면 미래의 토지이용을 예측할 수 있다. 또 세금정책, 지역·지구 설정, 그린벨트 관리, 자연보호 활동 등에 효과적으로 이용될 수 있을 것이다. 그리고 자연환경, 수질환경, 대기환경 등 각종 환경관련 모델링과 환경통계 작성 시 기초자료로 활용할 수 있다.

(응용주제)

- 토지이용현황 분류 및 변화탐지
- 국토환경보전계획 수립
- 도시확장 패턴 연구
- 산림의 축소 탐지 및 농경지 현황도 제자
- 그린벨트 계획 및 도시성장 억제
- 국토개발 및 도시계획

고해상도위성영상은 토지의 이용형태가 육안으로 뚜렷이 확인되고, 건물의 형태와 담의 위치까지 알 수 있으므로 필지의 경계를 판단할 수 있는 유용한 자료이다. 따라서 토지이용상태 조사, 지가 산정, 지번확인, 토지세 산정 등의 지방자치단체의 각종 행정업무에 기초자료를 제공하는 데에 효과적으로 사용될 수 있다.

지번도와 지적도, 지형도는 좌표체계 문제를 차치하고서라도 필지의 경계와 지형지물의 위치가 서로 맞지 않는 경우가 허다하다. 각각의 지도가 서로 다를 경우 현장조사와 측량을 하기 이전에 고해상도 위성영상을 이용하여 쉽게 사실 확인을 할 수 있다. 근래에는 정사보정한 항공사진 영상과 지적도를 중첩하여 지적현황파악 및 관리를 수월하게 할 수 있는 연구도 수행된바 있다. 향후 50cm급 고해상도 위성영상이 상용화된다면 축척 1:24,000이하의 지적도를 관리할 수 있을 것이다.

토지정보시스템(Land Information System)에서 고해상도 위성영상을 이용하게 되면 시각적인 측면과 주변과의 관계 파악에 보다 더 효과적인 시스템을 구축할 수 있다. 토지관리행정과 토지정보서비스에 효율성을 제고 할 수 있을 것이다.

(응용주제)

- 지번도, 지적도 갱신
- 불법 건축물 및 토지변화 감시
- 도로 및 필지경계 식별, 관리
- 토지정보시스템 구축
- 사유재산권 분쟁 해결
- 행정구역도, 지번약도, 시설물도 제작

1.1.3 지도제작사례

지금까지 지도제작은 인공위성영상보다는 지형지물 식별 능력이 우수한 항공사진을 이용하여 주로 활용하고 있다. 위성영상을 이용한 지도제작은 [표1-2]에서 보는바와 같이 1990년대부터 SPOT 위성을 이용하여 지도제작이 실험적으로 수행되었다. 최근 들어 1m 급 고해상도 위성영상이 상용화됨에 따라 수치영상처리 시스템 및 위성영상을 이용한 수치도화 등 고해상도 위성영상을 이용한 수치지도 제작기술 개발이 이루어지고 있다. 지도제작에 주로 사용되었던 위성영상은 공간해상도 5~20m급의 아리랑1호, IRS-1C, SPOT등 중해상도 위성영상이 많이 활용되었으며, 이 중에서 스테레오 영상획득이 가능하고 비교적 안정적인 시스템을 가지고 있는 SPOT 위성영상을 가장 많이 활용하였다. 그러나 향후 IKONOS, 아리랑2호 등의 고해상도 위성영상을 이용한 지도제작이 활발해질 전망이다.

[표1-2] 위성영상을 활용한 지도제작 사례

제 목	주 요 내 용	활 용 영 상	기 간
위성사진 지상 기준점 항공관측	- 지상통제점 현지관측 - 사진좌표 측정	SPOT(P) Level 1A &1AP	'89~'90
항공사진촬영 및 수치지형모델 제작	- 항공사진촬영 - DEM제작	항공사진	'89~'90
지상기준점 현지관측 및 개선용 지도제작	- 지상통제점 현지관측 - 사진좌표 현지관측 - 기존 수치지도 제작	SPOT(P) Level 1A &1AP	'90~'91
수치지형도제작	- 위성사진해석도화 - DEM 제작 - 정밀기준점측량	SPOT(P) Level 1A &1AP	'91~'92
지상기준점파일 제작	- 지상기준점제작 - 비교 평가용 DEM제작 - 수치지형도제작 - 정확도 평가용 GPS 현지관측	SPOT(P) Level 1A &1AP	'94~'98

수치지도제작	- 위성사진해석도화 - DEM제작 - 정밀기준점측향	SPOT(P) Level 1A &1AP	'97~'97
수치자료제작	- DEM제작	SPOT(P) Level 1A &1AP	'98~'99
주변도서지역 수치자료제작	- 지상기준점파일제작 - DEM제작	SPOT(P) Level 1A &1AP	'99~'99
위성영상지도제작	- 지상기준점파일제작 - DEM제작 - 정사영상제작 - 영상지도제작 - 다축척수치지도 제작모듈	SPOT(P) Level 1A &1AP, Landsat, Radarsat IKONOS, 아리랑 1호	'99~'01
주변내륙지역 수치자료제작	- 지상기준점파일제작 - DEM제작	SPOT(P) Level 1A &1AP	'00~'00
고해상도 위성영 상지도 제작	- 표준영상처리모듈 - 영상판독부석모듈 - 변화타미갱신모듈 - 지상기준점파일제작	SPOT 1,2 &4 SPOT 5, IRS - 1C, D Radarsat I, II 아리랑 1호, Landsat	'00~'02
시범지도제작	- 수치지형도제작	아리랑 1호	'00~'01

1.2 임업분야

1.2.1 응용주제

토양생물지리학에서는 식생 및 토양에 대한 연구와 생물집단과 생태군 조사에 원격탐사기법을 많이 이용하고 있다. 식생의 성장 및 정지의 연변화의 관찰, 토양보습의 연변화와 토양침식강도의 관찰, 산림과 초지경계의 도화, 산불의 생태학적 영향에 접근, 토지의 유기 및 농작물의 성장, 작황의 추정, 수확기의 time-series 연구, 농작물의 질병과 해충전염의 경고 등 여러 가지 연구가 이루어지고 있다.

식생과 엽록소에 관한 연구에는 적외선 영상이 효율적이며, 토양보습에 관한 연구는 가시광의 과장대역이 효과적이다. 위성영상 그 자체로는 정량적인 자료 추출이 불가능하므로 현지자료의 수반과 아울러 지표현상을 해석해야 한다. 임업분야에서 가장 기본적인 주제도의 하나인 임상구분도는 산림을 이용하고 보존하는데 중요한 기초자료가 된다. 최근 임상을 구분하고 모니터링을 위해 고해상도 위성영상을 이용하여 다양한 수종을 정밀하게 분석하고 있다. 멸종 위기 생물의 서식지와 같은 특정 보호구역에 대한 관리에는 고해상도 위성 영상이 유용할 것으로 판단된다. 또한 산불감시와 도시녹지 조정사업에도 위성

영상의 활용사례를 쉽게 찾아볼 수 있다.

- 식생분류도, 임상구분도 제작 및 관리
- 식생의 종류 및 건강상태 탐지
- 곤충 피해 산정
- 산불 및 불법 벌목으로 인한 산림훼손 탐지
- 산사태 방지를 위한 숲 조성 파악
- 도시녹지 조정사업

1.2.2 응용사례

임업분야에서는 위성영상을 이용하여 식생현황, 임상구분, 산지이용현황, 산림재해현황 등과 같은 다양한 정보를 추출하고 있다. 자원의 변화상태를 관찰하는 모니터링 시스템개발과 산불피해 현황을 분석하는 등에도 많이 활용되고 있다. 임업분야에 활용되고 있는 위성영상은 주로 분광특성을 이용하여 분석하기 때문에 대부분 Landsat 영상을 이용하고 있다. Landsat 영상을 이용한 임업분야의 연구는 [표1-3]과 같다.

[표1-3] 위성영상을 활용한 어업분야 연구사례

제목	주요연구내용	활용영상
원격탐사에 의한 산림정보 처리 해석	- 지형정보처리 기법개발 - 임상구조 및 생장특성해석	Landsat TM
원격탐사에 의한 솔잎혹파리 피해 동태 분석	- 솔잎혹파리 피해지역 분석 - 피해지역 확산경로 예측	Landsat TM
원격탐사에 의한 북한의 산림자원 조사	- 북한의 토지이용형태 및 임상구분 - 임상별 산림면적 분석 - 비무장 지대의 산림실태조사	Landsat TM
원격탐사에 의한 산림측정기법 개발	- 최적 임상분류 방법 개발 - 임상별 산림자원량 추정식 유도 및 자원량 산출	Landsat TM
인공위성자료를 이용한 북한의 산림황폐지 조사	- 황폐산지 유형 구분 - 산림황폐지 유형별 면적 산출	Landsat TM
인공위성 자료를 이용한 산림자원의 변화탐지	- 시기별 산림 및 토지이용형태 변화 - 지역별, 요인별 산림자원의 변화특성 분석	Landsat TM
산불피해현황분석	- 산불피해 지역 및 피해정도 구분	Landsat TM

1.3 환경분야

1.3.1 응용주제

실제 경관시뮬레이션이나 환경시뮬레이션은 그 지역을 직접 방문해 사진이나 스케치를 통하여 평가를 하게 된다. 이 방법은 많은 시간과 비용이 들며, 3차원을 현실적으로 재현하지 못하기 때문에 정확한 자료를 얻지 못한다.

직접 그 지역을 가보지 않고서도 고해상도 위성영상을 사용하게 되면 정확하고 효율적으로 평가를 할 수 있다. 지형이나 건물을 그 지역을 가보는 것과 같은 비교적 정확한 자료를 얻을 수 있으며, 주변 경관과 계획대상의 크기, 형태, 위치등의 시각적 표현이 가능하다. 위성영상과 함께 컴퓨터 그래픽 시뮬레이션(Simulation)을 수행하게 되면 임의 방향에서 보는 3차원조감도를 제작할 수 있다. 따라서 현실적이고 자세한 공간정보를 제공하여 경관환경평가에 질을 높일 수 있다. 특히 대규모 토목공사, 농원, 국립공원, 유원지, 스키장, 골프장 등 환경 및 경관영향평가에 활용 할 수 있다.

환경분야에서 현재 일반화되어 있는 원격탐사 적용기법은 토지피복분류나 생태자연도 작성 등 환경자원의 현황분석이다. 환경모델링의 경우 위성영상과 현장조사자료의 통합해석 등이 이루어지고 있으나 심도 깊은 연구가 필요하다.

- 토지피복분류, 생태도 등 환경자원 현황분석
- 각종 시설물의 시뮬레이션 등 경관분석
- 해외 도시경관 탐구
- 국립공원, 택지개발, 아파트기본계획, 발전소, 도로확장, 공업단지조성, 항만건설, 컨트리클럽, 체육 시설, 유원지 등의 환경영향평가
- 시계열 분석 및 경관 생태학 활용

1.3.2 활용사례

환경분야는 그 범위가 넓고 다른 분야와 상호연관성이 높기 때문에 위성영상을 가장 활발히 활용하는 분야중 하나이다. 주로 식생분류, 토지피복분류에 위성영상을 많이 활용하여 왔으며 수질오염과 갯벌관리, 수자원 및 유역관리, 환경모델링 등에도 위성영상의 활용이 증가하는 추세다. 활용범위가 넓은 만큼 사용되는 위성영상의 종류 또한 다양하다. 이중 Landsat 영상을 이용한 연구는 [표1-4]와 같다.

[표1-4] 위성영상을 활용한 환경분야 연구사례

제목	주요연구내용	활용영상
원격탐사 영상자료를 이용한 농업 재해 추정연구	- 홍수피해 추정 - 토양침식도 작성	Landsat TM, IRS-1C
위성자료를 이용한 작황진단 연구	- 벼 재배면적 추정 - 벼생육주제도 작성 - 벼 침수지역 파악	Landsat TM, Radarsat
위성영상 자료 분석에 의한 토지이용 변화 분석	- 지표면피복분류 - 변화탐지	Landsat TM
인공위성 화상분석을 통한 북한의 농경지 이용현황 연구	- 지표면피복분류	Landsat TM

1.4 해양 분야

1.4.1 응용주제

1) 연안 항만관리

우리나라는 삼면이 바닷물 둘러싸인 반도국가이며, 연안지역의 갯벌은 생태적인 측면에서 보았을 때, 그 효용성 및 중요성이 매우 크다. 따라서 갯벌지역의 현황과 변화 파악은 향후의 개발과 보전계획의 수립에서 매우 중요한 부문으로 연구가 필요하다. 특히 갯벌과 연안지역과 같은 광범위한 지역에 대한 환경모니터링에서의 원격탐사 기술은 매우 필수적이라 할 수 있겠다.

연안통합관리를 위한 통합수지도 제작의 기초연구로써 연안의 효율적인 보전·이용·개발을 위한 연안통합관리체계 마련에 있어서 연안의 정의를 파악하고 국내·외 연안 관리 현황을 고찰할 수 있다. 인공위성영상을 이용하는 것은 연안지역의 사회간접자본 즉, 기간시설물, 간척사업, 항만 및 어장 등을 관리하는데 매우 효율적이다. 그리고 해양분야에서의 사어계획, 설계, 시공과 관리에 일관되고 정확한 현황도를 제공함으로써, 해양정책의 신뢰성을 높일 수 있다. 특히, 각종 해양관련 업무에 중요한 자료가 되는 해안선변화를 빠른 주기로 정확하게 탐지하고 지도화함으로써 예산의 손실을 크게 줄일 수 있다.

- 항만 입·출입 선박 탐지, 불법어선 탐지
- 연안해역 공간이용예측
- 주변 해역의 해류 및 조류 분포도
- 항만시설물 관리 및 지도제작

- 부두 컨테이너 관리
- 해수욕장 관리
- 주기적 해안선 변화 탐지
- 폭풍 및 태풍으로 인한 재해 예방
- 영해기점 선정 및 국가간 어업협정 타결

2) 기름유출, 갯벌 및 양식장 관리

우리나라 연안지역 특히 서해연안은 간척지 사업에 기인한 지표지형변화가 단기간에 대규모적으로 이루어진 지역으로 영상에서 지표변화추이를 관찰하기에 좋은 지역이다. 이러한 갯벌의 퇴적양상을 재분류하고 퇴적물 변화와 간척사업 모니터링 등 지표변화를 추출하는 것은 기술적인 연구가 많이 필요하다.

위성영상을 활용하는 데에 해결해야 할 기술적인 문제는 정확한 지상기준점 선정(현지에서 GPS측량), 시 계열 위성영상 획득 등이 있다. 또 영상분류(토지피복 분류), 정확한 해안선 확정, 간조 및 만조시의 해안선 획득, 갯벌과 바다(공유수면)의 정확한 분류 등 분석방법에 관한 연구도 이루어져야 한다. 고해상도 위성영상은 양식장의 형태와 분포도 육안으로 판별할 수 있다. 이를 이용하여 불법어장을 감시할 수 있다.

- 간척지, 간척지 분포와 주기 변화 탐지
- 제한구역, 보전구역 및 갯벌 관리
- 염전지역, 양식장 및 불법어장 탐지
- 불법 매립 탐지
- 간척사업으로 인한 매립 및 생태계 보존
- 방조제 등 연안시설물 현황
- 연안재해 및 오염(기름 및 부유물질) 탐지
- 해수면 온도 분포도 탐지
- 조석, 조류, 해저지형, 수심, 저질 등
- 공유수면 현황

3) 활용사례

해양 분야는 수산자원 분석, 연안과 양식어장 관리, 갯벌 등 생태계관리, 해양오염 등의 연구에 위성영상을 이용하고 있다. 해양분야에 활용되고 있는 위성영상의 종류로는 SeaWiFS, OSMI, MODIS 등 광대역 저해상도 위성영상을 이용하고 있다. 연안지역과 관련해서는 Landsat, SPOT, IRS 등 중해상도의 위성영상이 활용되고 있으며, Landsat 영상을 이용한 연구는 [표1-5]와 같다.

[표1-5] 위성영상을 활용한 해양분야 연구사례

제목	주요연구내용	활용영상
연안어장 환경모니터링 기법 개발	- 환경민감도 지도 작성	Landsat TM
시화호 외해 연안환경 영향 조사	- 시화호 방류가 인근 해역에 미치는 영향 범위판정	Landsat TM
갯벌생태계조사 및 지속가능한 이용방안 연구	- 갯벌 생태지도 및 GIS Database화 서식지 분류	Landsat TM
연안 부유퇴적물 거동에 대한 퇴적역학적 모델 구축	- 육상에서 유입되는 부유 물질의 이동과 퇴적과정 규명	Landsat ETM
연안역에서의 육지와 해양 상호 작용 연구	- 섬진강, 낙동강 하구역에서의 부유 물질 이동과 퇴적수지의 정량화	Landsat ETM

1.5 기상/기후분야

1.5.1 응용주제

인류가 산업화를 진행시킨 이후 지구는 환경오염으로 몸살을 앓고 있다. 특히 지난 수십 년 동안의 급격한 경제팽창은 지구 환경오염의 주범이라 할 수 있다. 환경용량이 열악한 우리의 여건에 비추어 볼 때 대기질의 개선을 위한 강력하고 효율적인 대책이 수립되고 추진되지 않는 한 대기오염의 심화로 인한 피해는 환경 재난으로 닥칠 가능성이 크다. 일한 이유로 최근 위성영상을 이용한 대기 환경의 실태 및 예측 시스템은 환경과 밀접한 관련이 있는 대기의 상태 및 변화과정을 이해하고 이로부터 미래의 대기환경상태를 예측하여 지역사회 및 국가 나아가서 전 세계가 이 대기환경 문제에 대한 대처방안을 제시하는 근간이 되고 있다.

주기적으로 취득된 위성영상을 이용하여 공장의 매연 등에 기인하는 대기 환경을 계속적으로 모니터링하고 재해대책을 수립할 수 있다. 현재 기상과 해양관측에 위성영상의 활용이 많이 치우쳐져 있으나, 고해상도 위성영상은 도심내 유독성 화학물질과 매연상태를 탐지해냄으로써 대기분야에 많은 활용을 제시해 주고 있다.

1.5.2 활용사례

기상·기후에서 중요시하는 임무는 먼저 오존층의 형성에 관한 모델링과 이의 예측이다. 오존층은 대부분 대기층에 존재하는데 성층권에서는 태양의 자외선 방사가 약화되어 오존구멍이라는 위험한 상태가 발생할 수 있다.

[표1-6] 위성영상을 활용한 기상/기후분야 연구사례

제 목	주 요 내 용	활용영상	시 기
태풍중심위치 결정 연구	- 구름의 형태를 이용한 태풍의 강도 및 중심 위치 결정	NOAA	'94
기상위성출력 자료의 정확도 개선 연구	- 예보에 활용되는 기상위성 출력물에 대한 검보정 및 정확도 비교 개선	Landsat	'95
방재기상업무 향상을 위한 기상정보 유통 시스템 개선	- 전지구 위성자료취득시스템 구축 및 운영 - 위성영상 자료 데이터 베이스 구축 및 장기 기후 예보자료로의 활용방안 연구	NOAA	'95~'97
GMS - 5 Split Window와 수증기 채널 자료의 활용 연구	- GMS-5 위성의 적외채널 2개의 Split Window자료를 이용하여 대기 하층의 가강수량과 상층 수증기량의 정량적 산출 알고리즘을 개발 및 응용	Landsat	'96
GMS-5 신채널 자료를 이용한 지구 장파복사량 연구	- LOWTRAN-7 대기복사모델과 위성자료를 이용한 지구장파복사량(OLR) 산출 알고리즘 개발 및 응용	Landsat	'97
다목적 실용위성을 활용한 기상현상 감시 및 특성 연구	- OSMI 자료를 이용한 기상현상 탐지 연구 - 태풍, 산불, 안개, 화사, 저기압 탐지 - 황사의 광학적 두께 산출 및 특성을 분석	KOMPS AT	'00~'01

1.6 지질분야

지질분야에는 Landsat TM, IRS-1C등의 광학영상과 ERS, JERS 및 Radarsat과 같은 SAR영상이 많이 이용되고 있다. 원격탐사의 지질학적 응용 분야는 대체로 암종 구분에 의한 지질도 작성, 선구조선 추출에 의한 지하수 탐사, 지질구조 판독에 의한 광물자원탐사, 산사태, 산불, 홍수, 지반침하와 같은 지질재해의 모니터링 등을 들 수 있다.

지질도 작성 및 광물자원탐사를 위해 지표면 암석의 분광반사율 특성을 조사하고 영상과의 상관관계를 분석하여 변질대 추출, 암상 구분 등의 연구가 진행되어왔다. 최근에 와서는 광학영상과는 달리 지표의 물리적 정보추출이 가능한 SAR 영상을 이용한 지질학적 응용도 활발히 진행되고 있는 분야이다. SAR Interferometry를 이용한 한반도 지각운동 연구, Polarimetric SAR, Radar Altimetry 등을 이용한 연구가 수행 중 혹은 수행예정으로 있다.

[표1-7] 위성영상을 활용한 지질분야 연구사례

제 목	주 요 내 용	활용영상	시기
원격탐사자료 응용 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> - 암석의 분광반사율 측정 및 Landsat 자료와의 비교 분석을 통한 변질대 추측 - 화성암, 퇴적암, 변성암의 분광반사율 측정 및 영상자료와의 비교 분석을 통한 지질 판독 사례 연구 - 원격탐사 영상의 통합처리에 의한 의정부-동두천 지역, 서울시 지질 판독 	Landsat TM SPOT Radarsat	'87~ '99
원격탐사에 의한 발전소 주변 해역의 온배수 영향 조사	<ul style="list-style-type: none"> - Airborne Multispectral Scanner 및 Landsat 영상을 이용한 발전소 주변 해역의 온배수 영향조사 	항공 다중분광주사기, Landsat TM	'97
다목적 실용위성을 이용한 지상활용 및 감보정	<ul style="list-style-type: none"> - EOC영상을 이용한 산사태 위치 탐지 비교 연구 - 위성영상과 산사태 관련 주제도의 공간분석을 통한 산사태 예측 - EOC영상을 이용한 북한 지역의 토지피복 현황도 작성 - 한반도 농림지역의 인위적 피복변화에 대한 감지시스템 개발 - 자연수계 내의 환경관리 방안 연구 	아리랑 1호 EOC IRS Landsat TM	'99~ '02
위성영상을 이용한 산불감시 및 GIS를 이용한 산불위험 정보 관리 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 위성영상을 이용한 산불피해지역 및 취약 지역 탐지 - GIS공간분석기법을 통한 산불피해지역 분석 	아리랑 1호 EOC Landsat TM	'00

또한 지질재해를 모니터링하기 위해 산사태 발생지역 탐지, 산불 발생지역 탐지 등에 강학영상자료를 이용한 연구가 진행되어왔다. 특히 산사태 발생지역 탐지 분야는 지형지물 변화 탐지 및 모니터링이 가능한 고해상도 위성영상을 이용할 경우 효과가 더욱더 증대될 전망이다. [표1-7]은 한국지질자원연구원 에서 수행한 연구 및 사업 중에서 대표적인 것을 정리한 것이다.

1.7 국토/도시계획분야

도시와 관련된 업무는 비교적 자세한 정보를 필요로 하기 때문에 위성영상 보다는 항공사진이 많이 이용된다. 항공사진은 주로 개발제한구역 내 건물 관리 등 단속업무, 도시계획입안결정, 교통계획 등 도시계획관련 업무, 도로 점용계 등 소송업무, 수치기본도 자료 등 행정업무에 이용되고 있다. 위성 영상은 주로 넓은 지역의 토지이용 현황과 시계열적으로 토지이용의 변화 정도를 파악하고 도시지역의 범위를 확인하는데 활용한다.

위성영상으로 분석한 결과가 실제와 일치하는 정도가 낮기 때문에 실제로 적용된 경우는 없으며, 분류 또는 분석의 정확도를 향상시키기 위한 연구가 많이 수행되고 있다.

국토연구원에서 수행한 연구내용을 보면, [표1-8]에서 보는 바와 같이, Landsat MSS 또는 TM 영상을 이용하여 토지이용현황을 분석하였으며, 최근 들어 1~2m급 고해상도 위성영상을 이용하여 정사영상과 위성영상지도를 제작 하는 시범사업을 수행하였다.

고해상도 위성영상은 중저해상도 위성영상에 비해 별도의 영상처리 없이 육안으로 판독할 수 있는 정보의 비율이 매우 높아 행정전문가들에게 인기가 높다. 또한 분석의 정확도가 높아 도시계획과 관련한 일부 업무는 항공사진을 대신할 수 있을 것으로 기대된다.

[표1-8] 위성영상을 활용한 국토/도시계획분야 연구사례

제 목	주요내용	활용영상	시기
인공위성영상자료를 이용한 수도권 토지이용 실태 분석	수도권의 토지이용실태 서울반경 40Km이내 지역의 토지이용 실태 수도권 도시지역의 확장모습 토지이용실태분석의 결과와 행정통계의 비교	Landsat	'93
공간정보기반 확충을 위한 인공위성 영상자료 활용 방안	공간정보기반 확충을 위한 위성자료 활용 방안 토지이용현황도 제작 및 활용 수치고도모형 제작 및 활용 수치정사영상 제작 및 활용	Landsat	'98
인공위성 영상자료를 이용한 국토 자원 분석방법에 관한 연구	국토자원 분석을 위한 위성영상 및 지리 정보 구축 한반도 토지피복분류 한반도 지형지세 분석 및 가용토지자원 분석	Landsat IRS-1C	'00
고해상 영상자료의 자동물체 인식을 위한 경계추출에 관한 연구	건물경계를 추출하여 폴리곤으로 변화하는 자동 프로세싱 기술 개발	IKONOS	'00
공간영상정보시스템 구축 시범사업	서울,부산 대도시권의 2m급 정사영상 제작 위성영상지도첩 제작·인터넷 지리정보서비스 시스템 구축 DEM제작지침, 표준등의 기반연구 및 품질 관리	러시아 Alternative MK-4 SPOT Landsat	'99 ~'00

1.8 수자원분야

1.8.1 응용주제

수자원분야에서는 주로 수자원의 현황조사, 수질조사, 유역관리를 위한조사 등에 위성영상자료를 이용하고 있다. 특히 우리나라의 수자원은 북한지역의 영향을 많이 받기 때문에 접근이 어려운 북한지역연구에 위성영상을 많이 활용하고 있다. 수자원분야 중에서 수질 및 유역관리는 환경분야와 일부 중복되지만 댐 등 수자원의 발굴, 관리에 관해서는 독립적인 분야이다.

위성영상활용분야 중에서 수자원이 차지하는 정도가 우리나라는 전체의 5%인데 비해 외국은 13%를 차지하고 있으며, 이는 산림자원분야와 거의 같은 정도이다. 따라서 앞으로 심각하게 대두될 것으로 예상되는 물 문제를 감안

할 때 수자원분야를 독립분야로 분리하는 것이 바람직할 것이다. 지금까지 수자원분야의 연구와 사업은 한국수자원공사에서 가장 많이 수행되었다.

수자원 분야에 활용된 위성은 수질과 토지이용의 분석에 적합한 Landsat 위성영상을 가장 많이 활용하였으며, 한반도 규모의 수자원 비교에는 기상 위성을 이용하기도 하였다. 요즘에는 국지적인 수자원 현황과 자세한 토지이용 현황을 파악하거나 홍수지도 제작 등을 위하여 고해상도 위성영상을 활용하는 빈도가 높아지고 있다.

- 상하수도 기본 및 관망 계획
- 유역 및 수계분석을 위한 DEM 제작
- 저수지, 댐 등 수자원개발 가능개발 분석
- 강우 및 유량 파악을 위한 경계확정
- 하천네트워크 구성 및 유역내 도수 유·출입량 제어
- 소유역별 생·공업용수 및 환경용수 분배
- 홍수로 인한 범람 규모 산정 및 대책
- 환경영향(생태, 야생동물) 분석
- 농촌용수이용계획 및 가뭄대책
- 강, 하천 등에서의 오염물질의 불법 배출 탐지

1.9 생활정보분야

1.9.1 3D 시뮬레이션 및 가상도시 건설

21세기를 도시의 세기라고 할 때, 그 도시의 큰 부분은 사이버 도시가 될 것이다. 시베리아 평원도 도시가 될 수 있고, 태평양 위에 떠 있는 요트도 도시가 될 수 있다. 도시는 사이버 공간을 통해서 지구 표면의 구석구석으로 펼쳐지지만, 그 도시의 상당한 부분은 현실의 도시가 아니라는 것이다.

앞으로 도시의 얼굴이 크게 바뀔 것이며, 미래의 도시를 건설하게 될 것이다. 과거 물리적 공간에서만 이루어지던 인간의 활동이 이러한 가상공간에서 이루어진다. 즉 컴퓨터와 통신망 속에서 존재하는 새로운 형태의 비가시적, 비물리적 공간에서 정보의 이동뿐만 아니라 사람들간의 상호작용, 커뮤니케이션 등이 이루어지는 것이다.

고해상도 위성영상을 이용하게 되면 입체화 된 도시의 구석구석을 인터넷을 통해 가상으로 관광할 수 있으며, 생활지리정보 및 멀티미디어 산업과도

연계가 가능하다. 입체 위성영상이나 수치지도의 DEM을 이용하면 3차원의 위성영상 지형데이터를 구축할 수 있는데, 3D 게임이나, 가상 비행훈련, 가상 관광 시뮬레이션 등에서 사용될 수 있다.

(응용주제)

- 3차원 가상공간 도시 건설
- 3차원 네비게이션
- 3차원 시뮬레이션 게임
- 가상현실에서의 지리정보 서비스
- 도시 공간 구조 파악
- 멀티미디어 산업 입지특성 파악
- 3차원 생활지리정보 제공

1.9.2 정보통신

전파관리는 전파를 효율적으로 이용하고 혼선을 신속히 제거하기 위해서 체계적인 감시망을 구축하는 것이다. 여기에는 지형정보가 필수적이다. 현재 북한지역, 동남아 등 국외의 전파월경을 분석하는데 한계성을 지니고 있다. 이러한 비접근지역의 경우 위성영상은 훌륭한 정보획득 도구가 된다.

고해상도 위성영상과 기존의 지형정보와 효율적인 연동성을 통하여 전파감시 및 가시권 분석을 보다 효율적으로 할 수 있다. 가시분석을 위한 전파의 도달 경로 추적을 위해 입체 위성영상을 이용하게 되면 저렴한 비용으로 짧은 시간에 수행할 수 있다. 고도데이터(건물, 지형)와 각종 지물정보의 다양한 조합으로 3차원 위성영상지도를 표현이 가능하여 누구나 쉽게 View Point 위치의 고도와 방위각을 변경함으로써 원하는 각도와 임의의 위치에서 실시간으로 구현이 가능하여 송전선로 계획 및 기지국 위치결정에 용이하게 사용된다.

(응용주제)

- 국외지역 지형정보 구축
- 전파거리, 프로파일 분석, 가시권 분석
- 주제도 제작을 통한 전파범위 예측
- 송전선로 계획과 송전탑 위치결정

- 휴대폰 기지국망(Cell Planning) 설계
- 건물높이 측정
- 도심지 건물고도에 따른 전파방해물 분석
- IMT-2000 단말기를 통한 고부가가치 정보제공

1.9.3 부동산 및 생활서비스

지금까지 정부 및 각 지자체에서만 주로 사용되었던 위성영상은 일반 대중들에게도 큰 인기를 얻고 있다. 최근에는 북에 고향을 두고 온 실향민들에게 꿈에 그리던 고향의 모습을 고해상도 위성영상으로 볼 수 있게 되었으며, 각종 생활지리정보, 관광안내도, 조감도, 엔지니어링 분야에 활성화되고 있는 추세이다.

기존에 종이지도에서 수작업으로 직접 그린 관광 안내도는 사실감이 떨어져서 정확한 축척의 의의가 없어 관광객들로부터 큰 호응을 얻지 못하고 있었다. 위성영상을 이용하여 각종지도, 지리적 조감도 및 관광안내도를 제작한다면 누구나 쉽게 읽을 수 있을 뿐만 아니라, 영상에서 제공되는 다양한 각종 지리정보를 판독할 수가 있다. 이러한 장점으로 지리정보를 판독할 수가 있다. 이러한 장점으로 위성영상을 이용한 안내도가 점차적으로 확대되고 있는 실정이다. 또한 지방자치단체에서 사용하고 있는 행정구역도는 개략적으로 그려진 지도로, 행정구역의 경계선이 부정확한 실정이다.

위성영상을 이용하여 정확한 행정구역도를 제작하여 행정업무에 조사·분석된 각종 통계자료를 나타내기 위해 시·군·읍·면·동 단위의 구역별 위성영상을 제작하게 되면 지역주민이나 관광객들에게 각광 받을 것으로 예상된다.

(응용주제)

- 부동산정보 및 중개서비스 제공
- 관광, 부동산 관련 커뮤니티 사업
- 공공시설, 문화시설 등의 현황 제공
- 지하철역 주변도 제작
- 골프장 안내 및 코스 알림
- 약도(상호, 배달, 집배, 건물 등) 제공

1.9.4 관광

위성영상을 이용하여 지자체 행정구역도, 등산안내도, 레저 분야 등 다양한 지리적 조감도 및 안내도를 제작한다면 미적감각을 살리고 누구나 쉽게 읽을 수 있는 관광안내도를 만들 수 있다. 관광분야에서는 여행자가 궁금해 하는 사항을 위성영상을 통해 파악하고 여행지를 시뮬레이션 할 수 있다면 관광산업의 활성화와 이윤을 창출할 수 있을 것이다.

관공서의 행정처에서 또는 일반고객이 원하는 다양한 형태와 목적에 맞는 각종 현황도를 제작 할 수 있다.

또한 고해상도 위성영상을 이용하여 특정지역을 중심으로 한 지역안내도 제작, 관광지의 특색에 맞게 최대한 부각, 다양한 일러스트 등을 통한 최대 홍보효과를 얻을 수 있다.

(응용주제)

- 관광지역 개발 계획
- 관광지 위치 및 홍보안내
- 동영상 등 멀티미디어 연계 교육 CD 제작
- 인터넷 상에서 관광 명소, 지역정보, 교통시간 등의 정보 제공
- Information Link 와 3D Flying 등의 기능을 통해 가상체험 제공
- 지역별, 종류별 여행정보 제공 및 관광 커뮤니티 형성
- 주제별 위성영상 지도제작
- 지자체의 행정구역 관리
- 놀이시설, 스키장, 공공시설 등의 현황도 제작
- 도로 교통지도 제작

2. 해외 위성정보 활용분야 및 사례

2.1 미국

미국은 1972년 지구관측위성인 Landsat-1호를 발사하여 일찍부터 원격탐사에 많은 관심을 두었으며, 현재 많은 양의 공간영상정보데이터를 보유하고 있다. 또한 이 시기에 더불어 1980년부터 미국 전역을 대상으로 항공사진 촬영을 실시하고 있고, 더 많은 공간영상정보 데이터를 취득하기 위하여 많은 예산을 투입하고 있다.

1994년 미국 정부가 이전까지 군사 보안 목적으로 규제하였던 고해상도 영상 자료에 대한 민간 활용을 허가함에 따라 본격적인 민간 기반 위성개발 및 위성정보 사업이 이루어지기 시작했다. 이는 민관협력 (Public-Private Partnership, PPP) 공공투자를 통하여 위성체 및 발사체 제작과 같은 막대한 우주개발사업 비용을 분담할 뿐 만 아니라, 상용화 사업 확대를 통한 경제적 이익을 얻고자 함이다. 지구관측위성을 보유하고 있는 각 정부는 자국 내 위성정보 활용수요를 충족시키기 위한 관련 기술개발 및 전문 기술력을 바탕으로 한 수요자 중심의 위성 탑재체 개발뿐만 아니라 지구관측 위성 미 보유 국가들에 대한 위성정보 판매를 위한 상용화에 많은 노력을 기울이고 있다.

또한 [표1-9]에서 보는 바와 같이 민간 기업이나 정부기관 산하 전문 상용화 전담기업 설립으로 인하여 앞으로 위성 정보 상용화 시장의 경쟁은 심화될 것으로 생각된다. 국가 안보와 지구환경변화 감시는 우주개발의 가장 중요한 목적이기 때문에 향후 국가차원의 위성 개발 및 위성정보 활용 사업은 지속될 것으로 사료된다.

미국 NASA는 Carbon cycle and Ecosystems, Water and energy cycle, Climate variability and change, Atmospheric Composition Weather, Earth surface interior 등의 총 6개의 세부프로그램으로 구성된 지구과학연구 프로그램을 통해 인공위성에 의한 지구환경 감시 분야에 막대한 예산을 투자하고 있다. 지구과학연구 프로그램은 각 세부 프로그램별로 사업의 목적, 목표, 및 수행방법 등이 수립되어 있다. 또한 각 관련 분야에 대한 워킹 그룹 구성을 통해 활발한 연구 활동을 수행하고 있다.

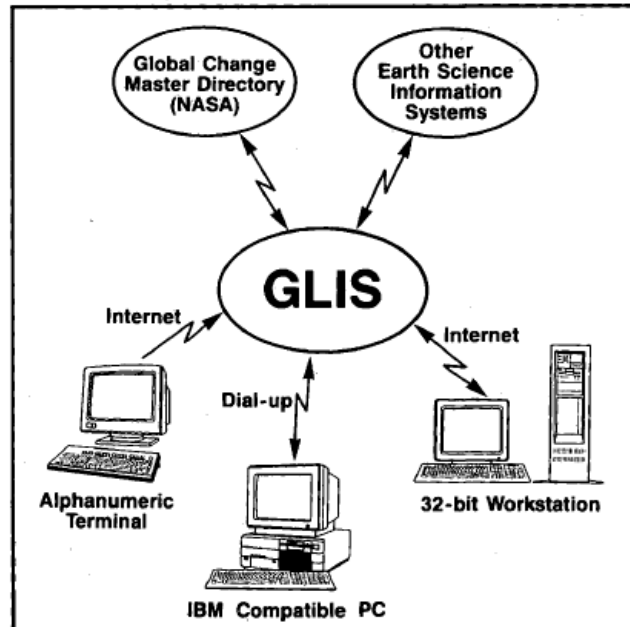
[표 1-9] 고해상도 상업용 위성

시스템	운영회사	위성이름	해상도 (m)
EROS	Image Sat International	EROS A	1.5
		EROS B	0.7
		EROS C	0.7
IKONOS	GeoEye	IKONOS	1
OrbView	GeoEye	OrbView-3	1
		OrbView-4	1
QuickBird	Digital Globe	EarlyBird	3
		QuickBird	0.6
RADARSAT	MacDonald, Dettwiler Associates	RADARSAT-1	8
		RADARSAT-2	3
		RCM	TBD
TerraSAR	InfoTerra Group	TerraSAR-X	3
		TanDEM-X	3
		TerraSAR-X2	5
		TerraSAR-X3	TBD
WorldView	Digital Globe	WorldView-1	0.5
		WorldView-2	0.5
GeoEye	GeoEye	GeoEye-1	0.41
		GeoEye-2	TBD
RapidEye	Rapid Eye AG	RapidEye 1-5	6.5

위성 정보의 활용목적이 자국의 국가 수요와 상용화라는 큰 카테고리 정리될 수 있지만, 인도주의적 차원에서의 활용 또한 높아지고 있다. 지구 온난화, 환경변화, 등 범지구적 문제해결에 기여하기 위한 다양한 국제협력 프로그램의 개발 및 확대가 진행되고 있다. GEOSS(Global Earth Observation System of Systems), International Charter, UN SPIDER, Sentinel Asia 등이 대표적인 국제 협력 단체이다.

내무성(DOI) 산하 USGS(U.S. Geological Survey)의 NMD (National Mapping Division)에서 공간영상정보 데이터를 제작·관리하고 있으며, 다양한 유통망을 이용하여 배포·판매하고 있다. NMP(National Mapping Program) 사업에 의해 NMD와 FGDC (Federal Geographic Data Committee)가 제작 방법의 표준화, 갱신, 제작규정을 제정하고 있으며, NMD에서는 NMP 사업을 기초로 하여 NAPP(National Aerial Photography Program), NDOP(National Digital Orthophoto Program), LCCP(Land Cover Characterization Program) 사업을 주관하고 있으며 각각 미국전역에 대한 DEM(Digital Elevation Model), 항공사진, DOQ(Digital Orthophoto Quadrangle), 토지피복도를 제작

하고 있다. 기타 NMP 사업의 생산물로는 수치정사영상표준, 정사영상지도, 토지이용도, 위성영상자료가 있다.



[그림 1-2] USGS 공간영상정보시스템

영상정보 유통은 분산 네트워크 시스템이며, FGDC와의 협의 하에 USGS의 공간영상정보 검색시스템인 광역토지정보시스템 (Global Land Information System), EROS(Earth Resources Observation System) Data Center, Alaska Geospatial Data를 유통시스템의 노드로 구성하고 있다. 또한 MS Website인 TerraServer web site를 통해서도 영상을 제공하고 있다. NMD의 NMP 사업이외의 기타 영상 사업으로는 USGCRP(1990~)가 있다.

2.2 캐나다

캐나다는 1995년 11월에 RADARSAT 1호를 발사하였고 2001년 11월에 RADARSAT 2호를 발사할 계획이며, 다른 광학영상보다 SAR (Synthetic Aperture Radar) 영상 데이터 획득이 증가 되고 있으며, 이를 이용하여 다양한 활용분야에 적용하고 있다.

NRCan(National Resource Canada) 산하 Geomatics Canada의 CCRS (Canada Centre For Remote Sensing)에서 공간영상정보 데이터를 수신·관리

하고 있으며, 공간영상정보 데이터 검색은 CEONet(Canada Earth Observation Network)를 통해서 이루어지고 있다.

CCRS은 Landsat, SPOT, NOAA, ERS, JERS, RADARSAT 위성영상 등을 수신하여 정부기관과 민간회사인 RSI(RADARSAT International Inc.)에 제공하고 있으며, RSI는 위성영상을 수치정사영상, 모자이크 영상, RADARSAT DEM 등으로 가공·처리하여 판매하고 있다. CEONet는 소비자가 인터넷을 이용하여 공간영상정보 데이터를 검색할 수 있는 서비스를 제공하고 있으며, 검색한 공간영상정보 데이터는 CCRS와 RSI 두 가지 경로로 구입할 수 있다.

공간영상정보 데이터는 정부기관과 민간사용자(상업적 사용자) 두 그룹에 대하여 다르게 판매되고 있다. RADARSAT 영상의 경우 CCRS가 정부 기관에 무상으로 공급하며, 민간 사용자에게는 RSI를 통해서 공급된다. 기타 광학위성영상의 경우에는 정부기관과 민간사용자 모두 RSI를 통해서 구입할 수 있다. 캐나다의 경우 1:50,000 축척보다 더 큰 축척의 매핑을 위하여 현재는 항공사진을 이용하여 정확한 지도 제작을 하고 있으며, 위성영상의 경우 오직 변화된 값만을 관측하기 위해 사용된다.

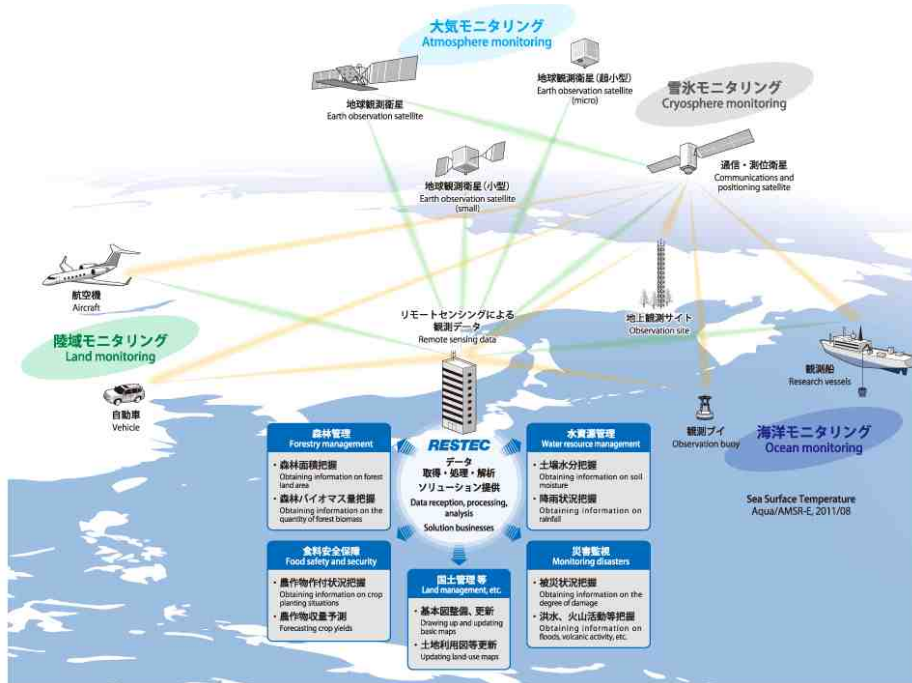
2.3 일본

일본의 경우 각 부처별로 공간영상 데이터 기반을 정비하고 있으며, 1996년 12월에 책정한 “국토 공간 데이터 기반의 정비 및 GIS의 보급 촉진에 관한 장기 계획”에 근거하여 검토를 진행하고, 1999년 3월 30일에 각 부처별 “국토 공간 데이터 기반 표준 및 정비 계획”을 모아 종합하였다.

1999년 “국토 공간 데이터 기반 표준 및 정비 계획” 기반 형성기를 종료하였으며, 1999년부터 약 3년간 공간 데이터를 보급, 정비 등을 추진하고 국토 공간 데이터 기반 정비를 완료할 예정이다. 현재 경찰청, 총무청, 환경청, 국토청, 대장성, 후생성, 통상 산업성, 운수성, 우정성, 건설성, 자치성 등 총 11개의 정부기관이 참여하고 있다.

공간영상정보 데이터는 원격탐사 기술 센터(RESTEC : Remote Sensing Technology Center)가 수집·배포하고 있으며, 또한 국토청과 건설성의 국토 지리원에서 운영중인 유통기구(Clearing -house)를 통하여 관계 부처 및 일반 사용자에게 배포하고 있다. RESTEC에서 제공되는 위성영상데이터는 Landsat, SPOT, ERS, MOS, JERS, ADEOS, TRMM, RADARSAT 등이다.

SAR(Synthetic Aperture Radar), ALSS(Airbone Laser Scanner System)을 활용하기 위한 연구가 진행 중이며, 고해상도 영상 활용방안도 현재 검토 중에 있다.



[그림 1-3] RESTEC 공간영상정보시스템

2.4 호주

호주 연방의 IRS(Department of Industry Science and Resource) 산하 AUSLIG의 ACRES(Australian Centre for Remote Sensing)에서는 실시간으로 Landsat, SPOT, ERS, RADARSAT 영상을 수신·저장하고 있으며, AUSLIG는 ACRES을 통해서 호주지역의 위성영상 데이터와 정보를 제공하고 있다. ACRES는 자체 제작한 영상과 수입한 영상(Imported Image)을 구분하여 저장, 유통시키고 있다.

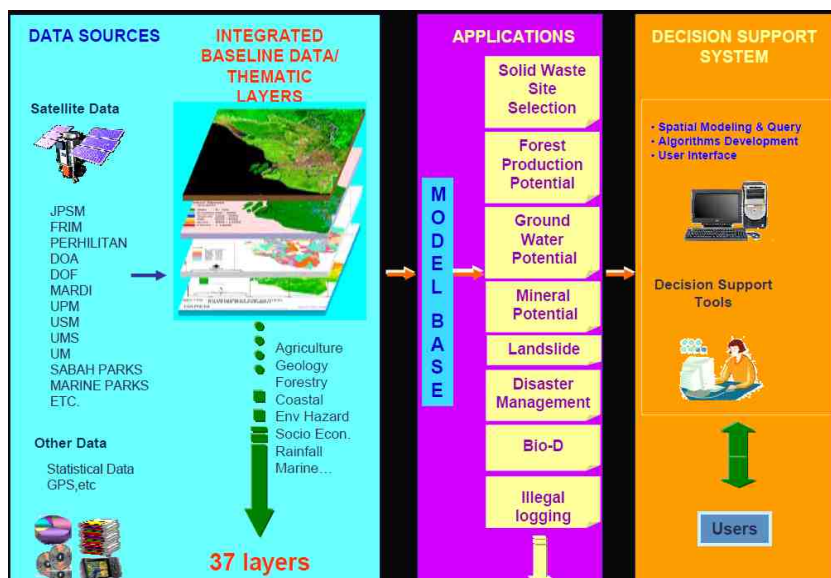
ACRES는 Raw Data, Raw 영상(방사보정된 영상), 기하보정과 방사보정된 궤도 수정 영상(Path Image)·좌표 등록 영상(Map Oriented Image), 9초 DEM과 지상기준점을 사용하여 보정된 수직정사영상(Orthorectified Image) 등 다양한 레벨의 공간영상정보 데이터를 판매/제공하고 있다. ACRES는 SPOT-LITE Catalogue와 Digital Catalogue(TerraSoar) 두 가지 검색서비스를 제공하고 있다.

AUSLIG는 1997년 10월에 United Photo and Graphic Services (UPGS)와 계약을 체결하여 호주 전지역에 대하여 항공사진을 촬영하였다. 항공사진의 촬영, 제작, 가공은 UPGS가 담당하고 있음. 항공사진을 이용하여 3", 9", 18" DEM을 제작하였고, 9" DEM 축척은 1:250,000이다.

주로 Landsat, SPOT 영상을 많이 활용하고 있으며, 안개 지역 분석, 바다 표면 온도 매핑, 산불감시, 토지 이용, 식물 작황도, 식물 피복 모니터링, 광물 지역 탐사에 활용되고 있다.

2.5 말레이시아

국가 NRSP(National Remote Sensing Programme)사업의 수행기관으로서 MACRES (Malaysian Centre for Remote Sensing)가 중심업무를 담당하고 있다. MACRES (1998년 설립)는 국가지형정보 중추기관으로, 3개 부서 9개 조직으로 구성되어 있으며, 기업화를 목표로 재정을 자체사업으로 충당하고자 계획하고 있다. MACRES의 사업은 NAREM (National Resource and Environmental Management), TFFMP (Total Forest Fire Management Plan), AIRSAR PACRIM, SIM (Satellite Image Map)이 있다. SIM (Satellite Image Map)은 우리 나라 영상정보시스템 시범사업과 매우 유사하며, 현재는 단순히 위성영상만 저장, 판매하고 있다.



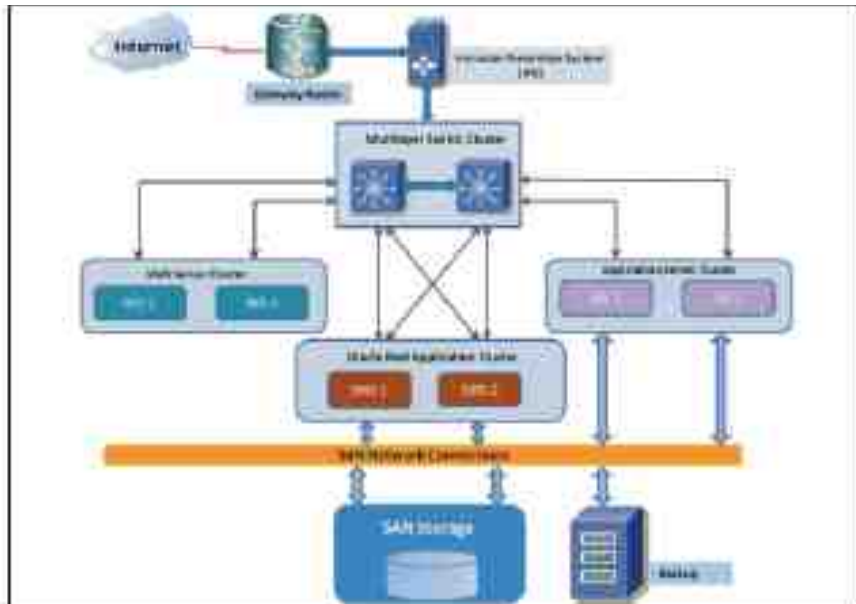
[그림 1-4] 말레이시아 MACRES 시스템 구조

MACRES가 별도의 유통망 없이 직접 공간영상데이터 수집, 배포, 판매를 담당하고 있으며, 항공사진은 서비스되지 않고 있다.

2.6 인도

NRSA(National Remote Sensing Agency)가 공간영상데이터에 관한 모든 업무를 담당하고 있으며, 항공사진과 위성영상을 이용하여 DEM, 수치정사 영상을 제작하고 있다. IRS(Indian Remote Sensing Satellite) 영상이 주로 이용되고 있으며, 별도의 유통기구 없이 NRSA에서 직접 배포, 판매하고 있다. Web으로 IRS영상과 Landsat 영상의 보유 유무만을 확인할 수 있다.

NRSA은 IRS, Landsat, NOAA-14,15, ERS-1, 2 영상의 취득, 가공 및 분석, 항공사진 촬영 및 영상지도 제작 사업을 하고 있으며, 농작물 모니터링, 광물 탐사, 토양탐사, 해수면 온도 조사 등의 분야에 IRS 영상을 활용하고 있다.



[그림 1-5] 인도 WRIS Web Hosting 구조

2.7 선진 인공위성의 활용 추이 및 현황

최근 들어 급격하게 상업용 위성의 발사가 늘어남에 따라 지도제작분야와 지구환경감시분야 등 다양한 분야에서 위성영상의 활용이 급격히 늘어나고 있다. [표 1-10]에서 보는바와 같이 국가적 차원에서 위성영상 데이터를 수집, 관리하고 있으며, 활용분야도 자원탐사, 지도제작, 도시계획, 재난예방, 환경감시 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.

[표 1-10] 국가별 서비스 비교

국가(기구)	역할	공간영상정보상품
미국 (NMD)	<ul style="list-style-type: none"> • FGDC 표준에 근거하여 다양한 공간영상 데이터 생산 및 공급 • 공간영상데이터의 구체적인 활용을 위한 지속적인 연구 개발 및 제공 • 민간기관과의 긴밀한 파트너쉽을 통한 다양한 공간영상정보 제공 • 다양한 공간영상데이터 베이스 개발, 관리, 각종 정부기관 등의 공간영상정보 데이터 베이스 구축 작업 지원 	<ul style="list-style-type: none"> • 항공 사진 및 위성 사진 • 수치표고모델(축척별) • 수치정사사진구획(DOQ) • 수치위성영상 • 정사사진지도 • Orthophotoquad • 토지피복도 및 토지이용도
캐나다 (Geomatics Canada)	<ul style="list-style-type: none"> • 공간영상정보 데이터 생산, 공급, 지형 및 지리정보 데이터 공급, 개인 또는 정부의 원활한 데이터 사용에 대한 기반 제공 • 환경 관리 및 자원 관리를 위한 원격탐사 기술 지원 • 연방정부, 지방 자치 단체, 산업체, 학술기관, 공공기관을 통한 파트너쉽 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 수치표고모델 • 항공 사진 및 위성 사진 • 수치정사사진 • 위성영상
호주 (AUSLIG)	<ul style="list-style-type: none"> • 공간영상정보에 대한 정책, 표준, 의견 통합 조정 • 국가적 매핑, 해안 경계, 원격탐사, 측지 계획 관리 • ACRES가 공간영상데이터 생산, 공급, 저장, 다양한 소프트웨어 처리 기술 개발 • 공간영상정보의 구체적인 활용을 위한 지속적인 연구 개발 수행 	<ul style="list-style-type: none"> • 수치표고모델 • 위성사진 및 위성영상 • 좌표 등록 영상 • 수치 정사 영상
일본 (RESTEC)	<ul style="list-style-type: none"> • 행정기관 등에 공간영상데이터의 이용 방법, 기술 개발 보급, 소프트웨어 개발 담당 • 행정기관등의 위탁을 받아 공간영상데이터의 조사 및 연구 실시 	<ul style="list-style-type: none"> • 항공 사진 및 위성 사진 • 수치표고모델 • 위성영상
말레이시아 (MACRES)	<ul style="list-style-type: none"> • 자국내 공간영상정보 시스템과 관련된 원격탐사 기술 개발 및 활용 극대화 추진 • 숙련된 인력 양성 • 국제적 프로그램의 능동적인 활동 참가 유도 	<ul style="list-style-type: none"> • 수치표고모델 • 항공 사진 및 위성 사진 • 수치정사사진 • 위성영상
인도 (NRSA)	<ul style="list-style-type: none"> • 원격탐사를 이용하여 수자원관리, 농업, 토지 관리, 지형지도 제작, 해양자원 모니터링, 환경관리, 산림지도제작, 토지이용도 제작 등의 업무를 담당함. 	<ul style="list-style-type: none"> • DEM,DTM • 수치정사사진 • 위성영상

특히 GIS와 주제도 제작(정사영상, 지형도제작, DEM 제작, 토지피복도, 농작물 작황, 해수 온도 분포, 수자원 분포 등) 분야에서 각종 주제정보의 자료원, 효과적인 수정·갱신수단으로 많이 활용되고 있다.

그와 아울러 원격탐사용 소프트웨어의 개발도 상당히 발전되어 있는 추세인데, Digital Image Processing 기법을 근간으로 한 새로운 원격탐사 알고리즘의 개발과 이를 탑재한 고성능의 소프트웨어들이 많이 개발되고 있다. 수년간 막대한 개발비와 인원을 투자하여 개발한 외국의 소프트웨어와 경쟁하기 위해서는 Full Package 개념의 소프트웨어 개발이 아닌 국내 실정에 맞는 Expert System 개념의 소프트웨어 개발이 요구된다. 또한 선진국들은 독자적인 지구 관측 위성 발사 계획을 추진하고 있는데, 미국의 Landsat series, 프랑스의 SPOT, 일본의 MOS, ESA의 ERS, 캐나다의 RADARSAT 등이 대표적인 예이다.

제2장 위성영상 처리기술

1. 개요

위성영상의 수집과 처리를 위해서는 측지/측량 및 대기물리학적 지식 등과 관련한 다양한 학문적 지식이 필요하다. 일반적으로 위성영상 처리 및 분석과 관련한 독립적인 학문분야를 원격탐사학(Remote Sensing)이라 한다. 원격탐사란 물리적인 접촉이나 탐사 없이 지상물체의 특성을 파악하고자 하는 모든 활동을 의미하며, 지상, 항공기 및 인공위성 등에 설치된 다중분광센서나 광학카메라를 이용하여 지표면 대상물에서 반사되거나 방사된 에너지를 탐지, 기록하고 토지, 환경 및 자원 등에 대한 정보를 얻고 해석하는 기법을 말하는 것이다. 우리가 영화 또는 TV News, 일기예보 등에서 흔히 접하게 되는 위성영상은 바로 이러한 원격탐사 기술을 이용한 것이라고 볼 수 있다.

이러한 원격탐사 기술은 인력에 의한 지상실측에 비해 자료취득 비용이 훨씬 저렴하며 광범위한 영역의 동시적인 자료 취득이 가능하고, 실제로 사람이 갈 수 없는 오지나 적성국 같은 곳의 자료를 원격취득이 가능하다는 장점이 있다. 또한 데이터베이스화 할 경우 현재의 정보뿐 만 아니라 과거의 정보를 추출해볼 수도 있고, 모델링을 통해 미래의 예측도 가능 하며 실시간에 가까운 대상물의 분석 및 감시가 가능하다는 장점도 있다.

원격탐사 기술이 인간의 생활저변에 도입되기 시작한 것은 1858년 프랑스의 투르나송(Tournacheon)이 열기구를 이용하여 인류 최초의 공중사진을 촬영한 것이 시초라고 할 수 있다. 그 이후 1909년에는 근대화된 항공기를 이용해 최초의 항공사진 촬영이 시작되었고, 세계 대전을 거치면서 적국의 군사현황을 효율적으로 탐지해내기 위한 첩보용 항공사진 촬영기술이 큰 진보를 이루게 되었다. 이렇게 주로 항공기에 의존하던 지상정보의 취득기술은 동서 군비경쟁이 한창이던 1960년대 들어 미국과 구 소련의 첩보위성발사 경쟁에 힘입어 본격적으로 우주선에 카메라를 장착함으로써 지상을 관측하는데 까지 이르게 되었다. 이때까지만 해도 원격탐사 기술은 주로 군사적인 목적이나 지도를 제작하기 위한 목적으로만 이용되었고, 탐사체(platform)에 의해 취득 되는 정보들도 디지털이 아닌 아날로그형 사진필름이 주종을 이루고 있었다. 그러나 컴퓨터 기술의 급속한 발전에 따라 단순히 시각적 관독에만 의존하던 취득

정보들을 컴퓨터를 이용해 보다 체계적이고 분석적으로 판독해야 할 필요성이 대두되게 되었으며, 1970년대 초반에는 미국의 본격적인 지구 탐사 위성인 ERTS(이후에 Landsat으로 개명)가 발사 되어 디지털 지상정보를 수집하기에 이른다.

또한 이러한 디지털 위성영상정보를 보다 효율적으로 가공하고 분석하기 위한 DIP(Digital Image Processing) 기술이 급속하게 발전되기 시작하였고, 그 결과를 데이터베이스화하여 체계적으로 관리하고 각종 어플리케이션에 기본도(Base Map) 또는 속성정보로 활용하기 위한 GIS(Geographic Information System, 지리정보시스템) 개념이 태동되게 되었다.

이렇게 원격탐사와 지리정보시스템에 관한 이론과 방법론이 정형화되고 발전되어 오면서 이 기술들의 상업적 가치가 새롭게 인식되게 되었고, 1980년대에 들어 본격적인 상용탐사위성의 발사가 이루어지면서 주로 군사적인 목적에만 이용되어오던 원격탐사 기술이 지도제작, 도시계획, 농림업, 게임, 방송, 물류, 관광, 건설 환경, 기상, 지질, 해양 등 실로 다양한 민간산업분야에 응용되게 되었다. 급기야 최근에는 동서냉전 당시 군사첩보용의 목적으로 개발되었던 최첨단 지구탐사 센서 기술들이 속속 상용화되어 지상 700km 높이에서 1m 미만 크기의 지상물체까지도 식별 가능한 초고해상도 위성탐사 센서까지도 민간이 이용할 수 있게 되었다.

일반적인 원격탐사 기술의 처리, 분석 체계는 문제의 핵심을 파악하기 위해 가설을 설정하며, 귀납적 또는 연역적 추론을 통해 적절한 기술적 로직을 세우는 데서부터 시작된다. 두 번째로 현장조사 또는 각종 현상들에 대한 통계 자료를 수집함과 동시에 항공사진이나 위성영상과 같은 원격탐사자료를 수집하게 된다. 세 번째로는 수집된 자료를 DIP 기술이나 지리정보시스템 구현 기술을 이용해 처리 및 분석하고 모델링 함으로써 1차 결과를 도출하게 되며, 첫 단계에서 설정된 가설을 검증하는 과정을 진행하게 된다. 마지막으로, 도출된 결과를 실생활에 이용이 가능하도록 2/3차원 기본도나 주제도 혹은 통계자료의 형태로 가공하는 과정을 거치게 된다.

이러한 과정 중에 필요한 기반 기술들은 다음과 같다.

- ① 대부분의 원격탐사 영상은 태양으로부터 지표면에 복사되는 전자기 복사

에너지(Electromagnetic Radiation Energy)의 반사 값을 수집함으로써 형성되기 때문에 이러한 전자기복사 에너지가 가지는 특성과 메커니즘을 이해하고 있어야만 방사학적 또는 대기학적 왜곡요소를 원격탐사 영상으로부터 제거하거나 감쇄시킬 수 가 있다. 즉, 대기분광학적 지식이 요구되며, 이러한 왜곡요소의 보정을 위해 강조처리(Enhancement)라 불리는 일련의 과정이 DIP 기술을 이용하여 수행된다.

- ② 위성이나 항공기에서 수집된 보정 되지 않은 원격탐사 영상은 지구의 곡률이 감안되지 않은 불규칙한 지표면을 표현하고 있다. 그러므로 지구의 기하학적 왜곡을 제거 혹은 감쇄시킴으로써 기존의 지도투영 시스템에 일치하도록 지리좌표를 가진 지도의 형태로 표현하여야 한다. 즉, 기하학적 지식이 요구된다. 일반적으로 이 과정은 항공사진측량학(Air-Photogrammetry)적 범주 내에서 다루어진다.
- ③ 상기의 과정들을 전처리(preprocessing)의 범주에 포함시킬 수 있다면 분류(Classification)처리는 전처리가 끝나 원격탐사 영상이 가지는 왜곡 요소 들이 일정부분 제거되고 난 후 각각의 분광학적 특성을 가지는 원격탐사 영상 내 화소(pixel)들을 서로 유사한 것들끼리 군집화 시킴으로써 토지이용현황도이나 지질도, 식생도, 수질현황도 등과 같은 어떤 주제를 다루는 산출물을 얻을 수 있게 한다.
- ④ 이 이외에도 다시기(Multi-temporal) 원격탐사 영상 사이의 변화량을 추적하기 위한 적용 기법 등이 널리 이용되며, 분석결과의 정확도를 평가하기 위한 기법들이 이용된다. 이러한 과정들을 수행하기 위해 다양한 수학적, 통계학적 지식이 요구된다.

5. 위

위의 과정들을 거침으로써 얻어진 최종 결과물들을 데이터베이스화하고 시스템화 함으로써 효율적인 의사결정 자료로 이용하고 일반에게 서비스하기 위해서는 데이터베이스 구축기술, 지리정보시스템 구현기술 등과 같은 종합적 IT 기반기술이 요구된다. 특히, 도시/환경/농업/삼림/국방 등과 같은 주요 현안들의 감시 및 해결을 위해 엄청난 양의 원격탐사 자료가 지속적으로 수집되어 축적 되고 있다. 지리적인 속성을 가지는 대부분의 이러한 공간 정보들을

관리하기 위해 컴퓨터를 기반으로 한 지리정보시스템이 개발되었다. 지리정보시스템은 원격탐사로써 얻어진 공간 또는 속성자료를 효율적으로 검색, 저장, 관리가 가능하게 하며, 여러 저장공간에 흩어져있는 데이터베이스를 효과적으로 조합함으로써 올바른 의사결정을 내리는데 도움을 준다. 서두에 언급한 바와 같은 여러 가지 장점 덕분에 원격탐사 기술은 지리정보시스템에서 이용할 수 있는 매우 함축성 있는 정보를 수집하기 위해 가장 자주 이용되는 방법이다. 이러한 원격탐사 자료의 특성을 이용한다면 지상현상의 감시뿐 아니라 여러 가지 연구활동에도 이용할 수 있는 매우 효과적인 수단이 된다. 더 나아가, 원격탐사는 여러 가지 환경모델링 기법을 이용하여 지도정보만을 이용한 지리정보시스템 분석만 가지고는 얻을 수 없거나 측정이 어려운 생태물리학적 현상들에 대한 가치 있는 정보들을 실시간으로 제공할 수 있게 한다. 그러나 이러한 가치 있는 원격탐사 정보들이 여러 가지 다른 형태의 공간정보들과의 상호 호환성 문제 때문에 이용되지 못하는 경우도 종종 발생한다. 그러므로, 지리정보시스템과 원격탐사자료를 통합하여 그 장점만을 이용하였을 경우 최선의 결과를 가져올 수 있을 것이다. 이렇게 원격탐사와 지리정보시스템을 통합한 형태를 통합지리정보시스템(IGIS, Integrated GIS) 이라고도 부르기도 한다.

현재 외국의 영상처리 개발업체들은 초기단계의 일반 영상처리 기술개발을 완료한 상태이며, 레이더 영상 및 고해상도 영상처리의 정확도 향상을 통한 고부가가치 정보추출 기술개발에 집중 투자하고 있고, 아울러 디지털 항공사진, 항공Lidar 영상, 극다중분광영상 등과 같이 다양한 종류의 영상처리를 지원 할 수 있도록 노력하고 있다. 특히 고해상도 위성영상의 경우 상세한 센서정보가 블랙박스 공개되지 않고 있으며, 극다중분광 영상처리는 새로운 영역이기 때문에 관련 기술개발이 한창이다.

본 장에서는 새롭게 각광받고 있는 위성영상처리기술에 대한 기술동향과 활용현황을 알아보고자 한다.

2. LiDAR(Light Detection And Ranging)

2.1 LiDAR 개요

LiDAR 기술력은 기존의 LaDAR(Laser Detection and Ranging)보다 짧은 (적외선 범위에 가까운 정도) 파장과 전자기 스펙트럼을 이용하여 촬영 대상 개체의 표면과 검출범위에 레이저 펄스를 조사한 후 반응하는 신호의 펄스를 이용하여 개체의 속성을 측정하는 기술이다. LiDAR 기술은 고고학/지리학/지질학/대기물리학 분야 및 원격탐지 분야에 응용되고 있다. 특히 미국국립 과학아카데미의 다양한 응용분야에 대한 최근 연구보고서를 통해 그 변화 양상을 확인할 수 있다. 아울러 이 분야의 많은 전문가들이 이를 통해 커다란 파급효과를 나타내고 있다.

급속히 대중화되어가고 있는 스마트폰 및 태블릿PC 등 스마트 미디어기기 와 비약적인 발전을 지속하고 있는 이동통신 네트워크 기술력이 최첨단 측량장비인 LiDAR 기술과 접목되면서 커다란 성장잠재력을 보여주고 있다. 불과 몇 년 사이에 이 기술은 우리가 보고, 느끼는 주변 상황을 디지털화된 방식으로 기록하는 방법에 대해 획기적인 변화를 주도하고 있다. 아울러 교통/운송(Transportation), 수리학(Hydrology)⁴⁾, 산림학(Forestry), 가상 관광(Virtual tour) 및 건설(Construction) 등의 분야에 적용되면서 가치사슬(Value chain)을 더욱 넓혀가고 있다.

LiDAR 기술은 3차원 GIS(Geographic information system) 기술의 전단계인 3차원 지도데이터를 구축하고, 이를 사용자 편의를 위해 효과적으로 가시화(visualization)하는 데 필수적인 것이다. 이를 효과적으로 실행하기 위해서는 다음과 같은 기술개발이 선행되어야 한다.

- LiDAR에 의한 영상자료 획득 및 자동분류 기술
- LiDAR 영상 분석을 통한 3차원 지도데이터 제작기술
- 3차원 및 1차원 지도데이터 융합을 통한 지도데이터의 가시화기술
- 3차원 GIS 관련 소프트웨어 기술
- 가상현실 및 증강현실과 GIS의 결합을 통한 자료생성 기술

LiDAR 영상분석 기술을 통해 3차원 지도데이터가 제작되고 가시화 작업이 완료되어 완전한 3차원 GIS 시스템이 구축되면 다음과 같은 파급효과를

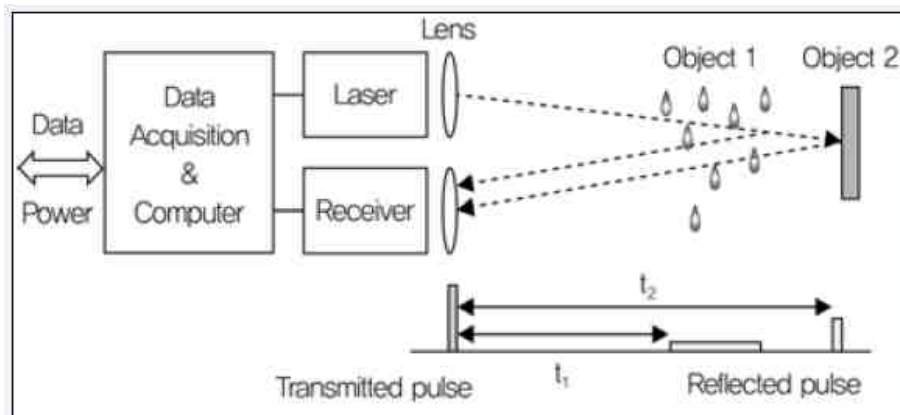
기대할 수 있다.

- LiDAR 영상의 자동화 생성 프로그램에 의한 자동분류 정확도 및 속도 개선
- 3차원 지도데이터 구축용 소프트웨어 개발에 필요한 요소 기술 제공
- 자동화 프로그램 이용 후에도 계속되는 수작업으로 인한 지도데이터화의 지연을 줄일 수 있어 LiDAR 영상분석 기술 개선

2.2 LiDAR의 센싱 원리

LiDAR 센서 시스템은 레이저 송신모듈, 레이저 검출모듈, 신호 수집 및 처리모듈, 데이터 송수신모듈로 구성되며, 레이저 신호의 변조방법에 따라 ToF(Time of Flight) 방식과 PS(Phase Shift) 방식으로 구분될 수 있다.

LiDAR 시스템의 기본구성 및 동작원리는 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] LiDAR 시스템의 기본구성 및 동작원리

전자는 방사된 레이저 펄스신호가 측정범위 내의 물체로부터 수신기에 반사되는 시간을 측정함으로써 거리를 측정하는 원리이고, 후자는 특정 주파수로 연속적으로 변조되는 레이저 빔을 방사하고 측정 범위 내에 있는 물체로부터 반사되는 신호의 위상 변화량을 측정하여 시간 및 거리를 계산하는 원리이다.

레이저 광원은 250nm~11μm까지의 파장 영역에서 특정 파장을 가지거나 파장 가변이 가능한 레이저 광원들이 사용된다. 최근에는 소형 및 저 전력의 가능한 SLD(Semiconductor Lazer Diode)가 많이 이용된다.

LiDAR 시스템의 성능은 수신기의 측정각도를 나타내는 FoV(Field Of View), 측정범위를 선택하기 위한 field stop, 레이저 빔과 수신기의 FOV 오버랩 특성 등이 성능을 결정짓는 요인이다. 특히 광속에 대해 단위 데이터 수집을 위한 최소 시간은 거리 분해능(Range resolution)을 결정하는 요인이다. 따라서 1m 이하의 거리 분해능을 위해서는 수ns 이내의 짧은 초 정밀성 데이터 수집 및 처리가 요구된다.

2.3 LiDAR 기술현황

LiDAR 기술은 지난 20여 년 동안 항공지도 제작 분야에서 빛을 감지하고 이를 배열하여 주변 환경을 가시적으로 나타내는 기술에 주로 응용되어 왔다. 1초에 수백 만 번 이상을 움직이는 빛 펄스(3×10^8 m/s)의 특성은 진행파로서 진행 중 물체의 경계면에 부딪쳐 되돌아오는 반사파를 이용하여 매우 섬세하고 정확한 배경지도를 만들게 되는 것이다.

LiDAR를 통한 영상분석 기술이나 영상의 자동 생성 및 분류 등 획기적인 기술력에 비해 관련 기술개발 상황은 많은 제한요인에 부딪치고 있다. 이는 LiDAR 기술 전문가나 이를 교육할 수 있는 교육 프로그램이 매우 부족하기 때문인 것으로 판단된다. 아울러 각 기관이나 기업의 컴퓨터 시스템의 데이터 관리 프로토콜이 거의 정의되어 있지 않은 상황이다. 이에 방대한 양의 GIS 영상 데이터를 분석하고 수용할 수 없어 각 컴퓨터 시스템 간의 정보공유를 막고 있기 때문이기도 하다.

더욱이 아직 많은 사용자들이 모바일 LiDAR에 대한 보다 구체적인 인식이 매우 부족한 상황이다. 아울러 이 기술이 매우 빠르게 발전하고 있어 관련 전문가들조차도 변화추이를 따라잡기 어렵게 하고 있다.

2.4 LiDAR 기술의 적용분야

모바일 LiDAR 기술력은 고속으로 이동 중인 자동차 안에서 주변 지형에 대한 매우 정밀한 3차원 영상을 촬영할 수도 있다. 이는 항공기를 이용한 항공 촬영 기술과 비교해 볼 때 10~100배 더 많은 데이터 지점(영상촬영 지점)을

제공할 수 있어 영상에 대한 정확도나 해상도를 훨씬 더 향상시켜줄 수 있을 것이다. 아울러 다음과 같은 세부 분야에 적용할 수 있다.

- 한 지역에서 반복적으로 사용되면서 불안정하고 느리게 움직이는 가상 이미지를 제공하는 분야에 적용될 수 있다.
- 산림 지역 및 도시 지역에 대한 영상이나 주변의 지질에 대한 완벽한 기록을 제공하는 분야에 적용될 수 있다.
- LiDAR 기술력을 이용하여 도심 지역에 거미줄처럼 얽혀있는 송전선이나 가스 및 수도 배관 등을 고정밀도로 영상화하여 저장할 수 있다. 이 영상을 통해 장애 발생 시 효과적으로 공사를 진행할 수 있도록 3D 영상 정보를 제공하는 분야에 적용될 수 있다.
- 항공기나 위성에 탑재하여 정밀한 지구지형 및 환경 관측 등을 위한 주요 수단으로 LiDAR 센서 기술이 적용될 수 있다.
- 지리정보학 및 우주 탐사 등의 분야에서 우주 정거장과 우주선의 도킹 시스템, 우주탐사 로봇 등에 적용될 수 있다.
- 지상에서는 원거리 거리 측정, 자동차 속도위반 단속 등 단순한 LiDAR 센서에 적용될 수 있다.
- 3차원 영상 복원을 위한 레이저 스캐너, 무인자동차를 위한 3차원 영상 센서의 핵심기술로 적용될 수 있다.

3. SAR 영상

3.1 SAR 영상 개요

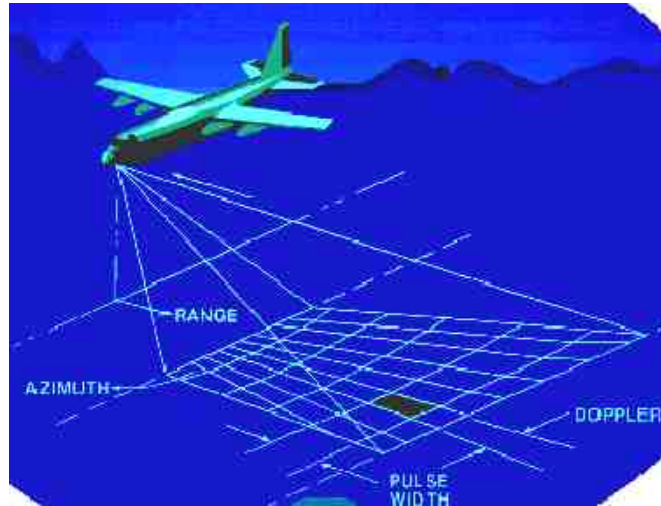
환경모니터링, 지구자원지도제작 및 국방 관련 시스템은 넓은 지역에 대한 고해상도 영상을 필요로 한다. 많은 영상들이 악천후나 낮은 물론 밤에도 취득되고 있다. SAR(Synthetic Aperture Radar)는 그런 면에서 훌륭한 능력을 발휘한다. SAR 시스템은 레이더 신호가 가지고 있는 넓은 범위의 전달성의 특성과 고해상도 영상을 제공하는 현대의 디지털 전자공학의 복합된 정보처리 성능을 가지고 있다. SAR는 대기의 조건과 시간에 대하여 최소한의 제약을 갖고 있으며, 지형이나 지물에 대한 레이더 주파수가 일정하게 반응하기 때문에 사진이나 광학영상의 특성을 보완할 수 있다.

SAR 기술은 지질학자에게는 광물 탐사, 환경학자에게는 해상의 유류오염 범위, 항해사에는 해양상태와 빙하 장애물, 군사 작전에서는 정찰과 표적 정보 등에 대한 지형정보를 제공하고 있다. 그 밖에도 여러 가지응용 분야와 잠재적 응용분야가 있다. 이것들에는 특히 민간분야에는 소축척 사용자를 위한 SAR 기술에 대한 경제성을 확보하기 위하여 좀 더 저렴한 전자공학을 시작하고 있기 때문에 아직도 적절한 개발이 이뤄지지 않고 있다.

3.2 SAR 운용방식

전형적으로 항공기용 SAR 영상은 [그림 2-2]에서 보는 바와 같이 비행기 진행방향과 수직을 2차원(2-D)의 영상을 생성한다. 한 차원은 range(또는 cross track)라 부르는 영상으로 레이더부터 목표물까지의 line-of sight 거리를 측정하는 것이다. SAR의 range 측정과 해상도는 다른 대부분의 레이더처럼 이루어진다. 즉, range는 목표물로부터 반사된 파동의 전달시간을 정밀하게 측정함으로써 결정되고, 가장 단순화된 SAR에서 range 해상도는 전달된 파동의 폭에 의하여 결정되는데 즉, 좁은 파동일수록 정밀한 range 해상도를 갖는다.

또 다른 차원은 azimuth(또는 along track)라 부르며, range의 수직방향이다. SAR가 다른 레이더와 다른 점이며 상대적으로 세밀한 azimuth 해상도를 생성해내는 점이 SAR의 특징이다. 세밀한 azimuth 해상도를 얻기 위해서는, 전송된 에너지를 예리한 광선으로 집중시키는 데는 실제적으로 커다란 안테나가 필요하다. 광선의 예리한 정도는 azimuth 해상도를 결정한다.



[그림 2-2] SAR 영상 개념도

유사하게, 망원경과 같은 광학시스템 역시 세밀한 영상 해상도를 얻기 위해서 커다란 구멍(레이더 안테나의 아날로그 형태인 거울 또는 렌즈)이 필요하다. 광학시스템보다 SAR가 주파수에서 많이 낮아진 이래로, 보통의 SAR 해상도를 갖는 것조차도 실제로 비행체에 탑재될 수 있는 것보다도 큰 안테나가 필요하다. 때로 안테나 길이가 수백 미터가 필요할 때도 있다. 그러나, 항공기용 레이더는 마치 물리적으로 기다란 안테나에서 받은 것처럼 그 거리를 비행하고 데이터를 처리하면서 데이터를 취득할 수 있다. 안테나를 합성하면서 항공기가 비행한 거리가 합성개구(synthetic aperture)로 알려져 있는 것이다. 보다 작은 실제적인 안테나로부터 얻을 수 있는 해상도보다 세밀한 해상도를 얻을 수 있는 상대적으로 긴 합성개구로부터 합성된 작은 폭의 광선을 얻는다.

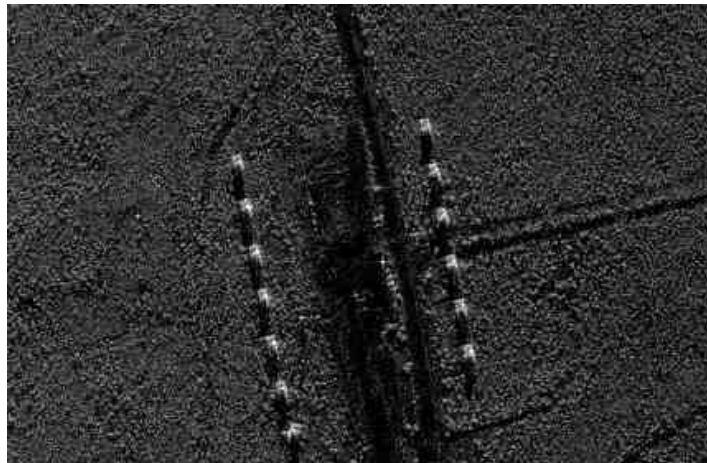
세밀한 azimuth 해상도를 얻는 것 또한 viewpoint를 도플러 처리함으로 설명할 수 있다. 비행경로를 따라 목표물의 위치는 반송파의 도플러 주파수를 결정한다. 비행기의 전방에 있는 목표물은 양의 값의 도플러 offset를 만들어 내고, 비행기의 후방에 있는 목표물은 음의 값의 도플러 offset를 만들어낸다. 비행기가 거리(합성개구)를 비행함에 따라서, 반송파들은 여러 개의 도플러 주파수로서 분해된다. 목표물의 도플러 주파수는 그에 대한 azimuth 위치를 결정한다.

3.2 SAR 응용

새로운 기술과 혁신적인 아이디어가 개발됨으로써 이러한 응용들은 거의 매일 증가하고 있다. 전천후 및 주야간 촬영이 가능한 SAR가 종종 사용되는 동안, 광학 센서보다 더욱 낮은 전자주파수를 사용하는 SAR를 이용하여 목표물에 대한 다른 관점으로 새로운 응용을 찾아내고 있다.

1) 정찰, 감시, 목표물 탐지

SAR에 대한 많은 응용들은 [그림 2-3]과 같은 정찰, 감시 및 목표물 탐지에 대한 것들이다. 이러한 응용들은 전천후와 주야간의 영상 센서에 대한 군사적 요구에 의해서 만들어졌다. SAR는 지형의 형상을 구별하며 인공의 목표물을 인식하고 규명하기 위해 충분한 고해상도 영상을 제공한다.



[그림 2-3] SAR 영상: M-47 탱크

2) 협약 감시 및 화생방 무기 확산방지

협약이행이나 방사능 및 생화학 무기의 확산방지에 대한 다른 나라를 모니터하는 능력은 점진적으로 중대한 문제가 되고 있다. 때로 모니터링은 영공통행이 가능한 특정한 시간에 가능하지만, 악천후나 야간과 같이 적들이 위장을 하지 않는 때에도 모니터링이 필요하다. SAR는 광학 센서나 열적외 센서같이 항공기 탑재 센서로부터 얻을 수 있는 정보를 보완하며 전천후로 사용이 가능하다.

3) 항법 및 유도 기술

SAR는 항법 및 유도 기술에 대하여 전천후의 능력을 제공한다. 지형에 대한 SAR 반사율 영상을 형성하고, 저장된 참고자료와 SAR 영상을 연관 시킴으로써 항법자료를 갱신할 수 있다. SAR는 또한 항공기 진행방향에서 안테나 빔을 pointing 하거나 기울임(squinting)으로써 유도 기술에 응용할 수 있다. 이런 식으로, SAR는 고정밀로 목표물을 형상화하거나 무기를 유도할 수 있다.

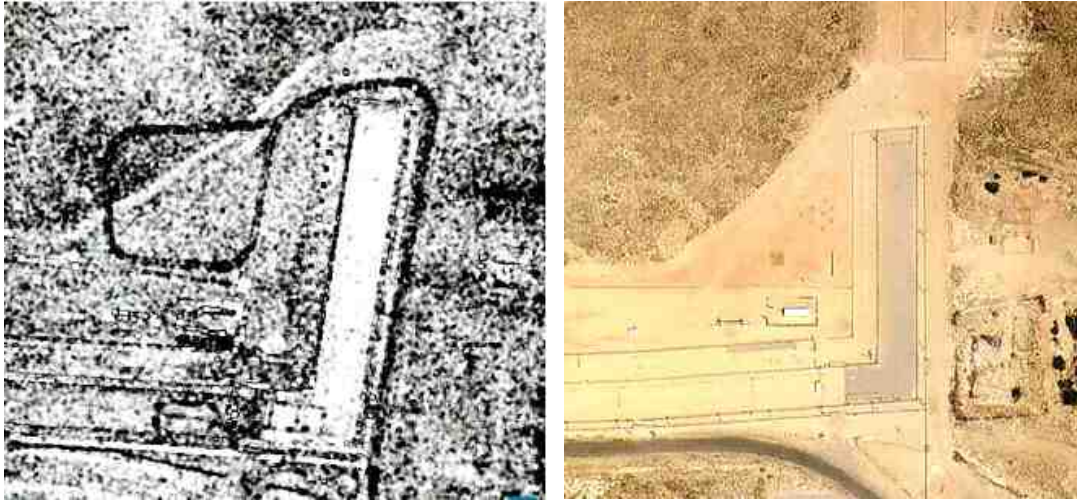
4) Foliage and Ground Penetration

SAR는 시각적으로 불투명하여 광학이나 근적외 기술로는 볼 수 없는 대상물을 투과할 수 있는 능력을 제공한다. 나뭇잎은 물론 표토까지도 투과할 수 있는 저주파 SAR도 사용할 수가 있다. 이런 것들은 나무, 나뭇잎 그리고 지표로 가려진 목표물을 찾아낼 수 있는 능력이 있다. 나뭇잎이나 표토를 투과하기 위해서, SAR는 10MHz ~ 1GHz의 저주파를 사용하여야 한다.

최근의 연구들은 SAR가 유틸리티 라인, 군용저장소, 병커, 광산 등과 같은 지하 목표물을 찾아내는 데 한정된 능력을 제공하고 있는 것을 보여주고 있다. 투과 깊이는 토양의 상태(함수비, 전도율 등)와 목표물의 크기에 따라 다르지만 개별적인 측정에 있어서 수 미터 깊이에 있는 55-갤론 드럼과 전력선을 찾아내는 능력을 보여주고 있다. 마른 모래에서는 수십 미터 깊이의 투과가 가능하다.

5) 변화 탐지

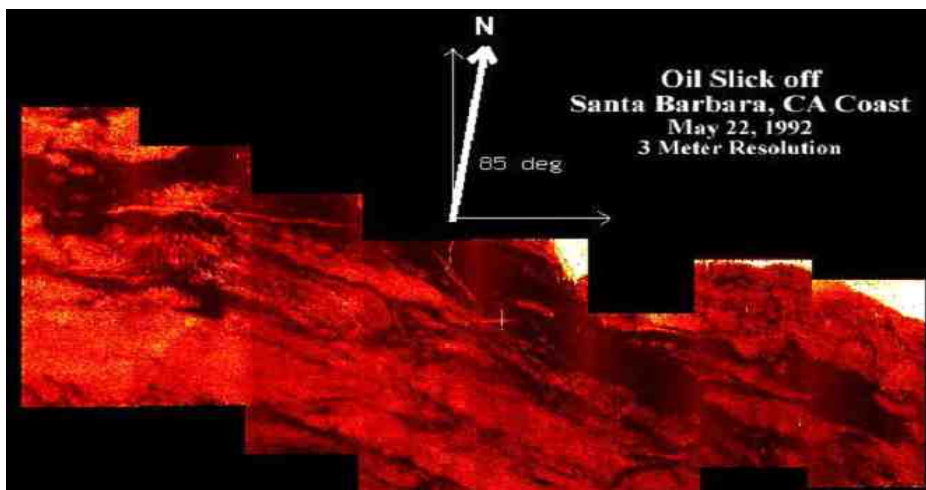
변화가 발생했는지 안했는지 탐지하기 위해서는 다른 시간 때의 동일한 장면을 촬영한 두 개의 영상이 있어야 한다. 각각의 영상에 있는 동일한 목표물의 화소를 정렬시키기 위해서 기하학적으로 기록되어진다. 영상이 기록된 후, 화소와 화소의 상관시킨다. 두 영상 간의 변화가 발생하지 않은 곳에서는, 그 화소들은 관계를 유지한다. 변화가 발생된 곳에서는 화소간의 관계가 없게 된다. 물론, 바람에 흔들리는 나무 같은 고정되지 않은 목표물들은 자연적으로 연관성이 상실되고 변화로 탐지된다. 이러한 기술은 변화탐지에 유용한 반면에, 변화의 방향이나 정량적인 것을 측정하지 않는다.



[그림 2-4] SAR영상활용: 변화탐지

6) 환경 모니터링

SAR는 수확물의 특성의 모니터링, 산림훼손, 유빙 및 기름 유출 등 환경적인 응용에 광범위하고 다양하게 사용되고 있다. 기름이 대양의 후방산란 특성을 변화시키기 때문에 기름 유출은 [그림 2-5]와 같이 SAR 영상에서 자주 탐지되고 있다. Bragg 산란(SAR와 같은 파장과 가까운 표면장력파로부터 구조적인 간섭)으로 알려져 있는 표면장력파로부터 대양으로부터 레이더의 후방산란이 첫째로 발생한다. 기름이 존재하면 표면장력파를 작게 만들며, 결과적으로 레이더의 후방산란을 감소시킨다. 따라서 수면에 뜬 기름은 SAR 영상에서 기름 없는 지역보다 더 어둡게 나타난다.



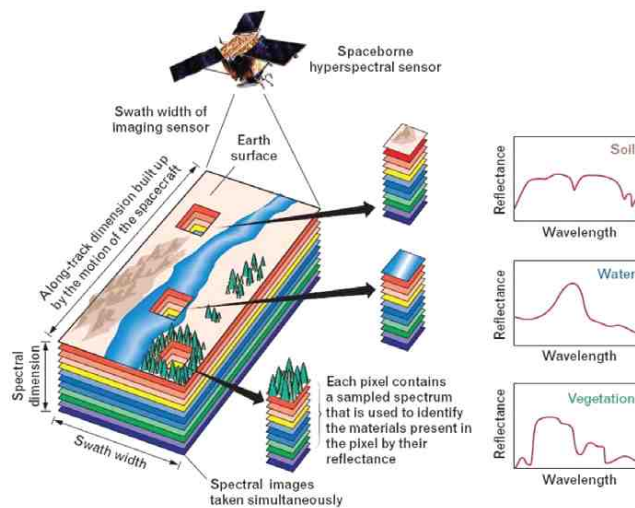
[그림 2-5] SAR영상활용: 기름유출 모니터링

4. 하이퍼스펙트럴 영상

4.1 하이퍼스펙트럴 영상 개요

최근 공간정보 활용의 가능성과 요구가 증가함에 따라 측량 및 지형 공간 정보 분야에서는 다양한 센서를 이용한 기술이 개발되고 있으며, 특히 하이퍼스펙트럴 영상은 LiDAR(Light Detection And Ranging), SAR(Synthetic Aperture Radar)와 함께 많은 관심을 받고 있다. 주로 측량용 영상획득에 사용되는 광학센서(optical sensor)의 개발은 시각적으로 판독이 용이하도록 공간 해상도(spatial resolution)를 향상시키는 방향으로 진행되고 있으며, 최근 구글, 다음, 네이버 등과 같은 포털사이트는 높은 공간해상도(0.5m 급)의 항공사진 또는 위성영상을 이용하여 영상지도 서비스를 제공하고 있다. 그러나 기존 광학 센서보다 분광해상도(spectral resolution)가 매우 높은 하이퍼스펙트럴 센서의 반사특성을 이용하면 시각적으로 얻을 수 없는 지상 대상물에 대한 다양한 특성을 획득할 수 있어서 이에 대한 활용 연구가 활발히 진행 중이다.(Van der Meer 등, 2001).

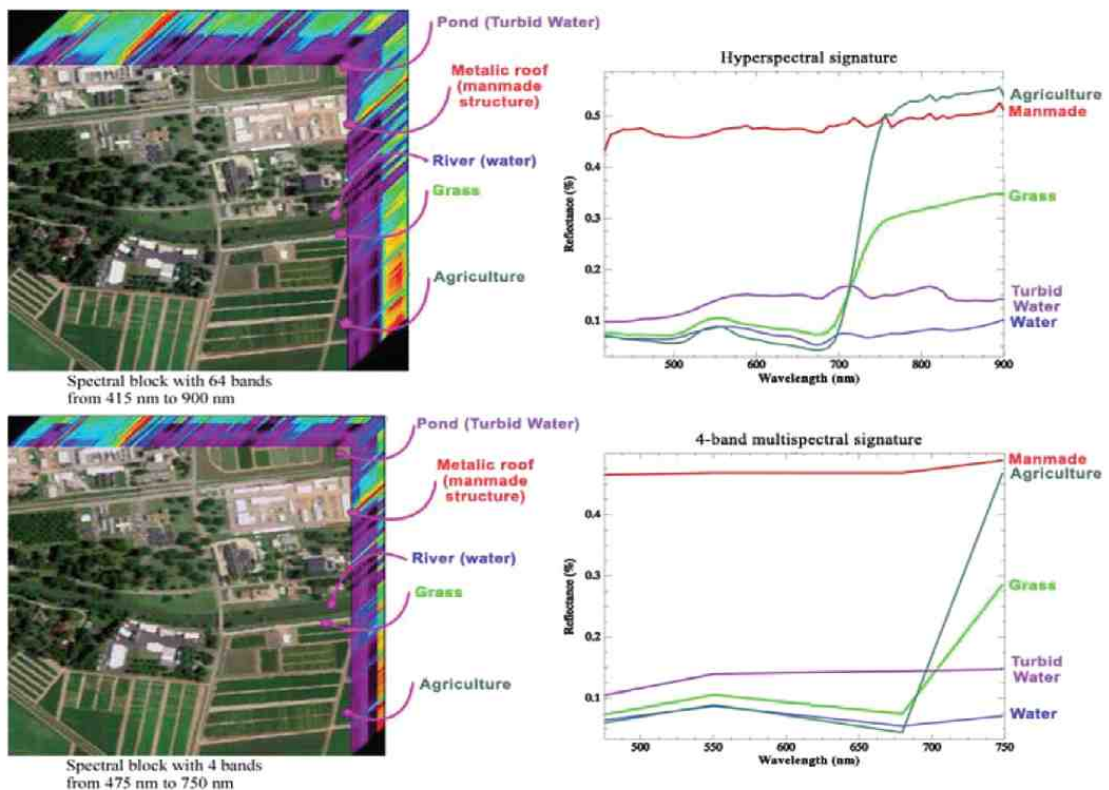
하이퍼스펙트럴 영상은 [그림 2-6]과 같이 수많은(large number), 좁은(narrow), 연속적인 (contiguous) 밴드들을 갖는 높은 분광해상도의 영상을 말한다. 현재 국내에서는 ‘Imaging Spectrometry’나 ‘Imaging Spectroscopy’ 등과 같은 용어로 사용되기도 하지만 주로 ‘하이퍼스펙트럴영상’ 또는 ‘초분광 영상’으로 사용되고 있다.



[그림 2-6] 하이퍼스펙트럴 센서의 데이터 취득 개념도

4.2. 하이퍼스펙트럴 영상의 특징 및 센서의 종류

하이퍼스펙트럴 영상은 다른 영상에 비하여 각 물체가 갖는 분광정보를 가장 세밀하게 표현할 수 있으므로 기존에 취득되어 오던 영상보다 정밀하고 정확한 분석이 가능하다. 예를 들어 [그림 2-7]과 같이 동일한 지역을 촬영한 하이퍼스펙트럴 영상(64개 밴드)과 다중분광영상(4개 밴드)이 있다고 가정한다. 수계, 잔디, 농경지, 인공구조물 등의 지상대상물들을 밴드별 밝기값으로 표현하면 [그림 2-2]의 오른쪽 그래프와 같은 형태로 나타난다. 여기서 하이퍼스펙트럴 영상은 대상물이 가진 고유의 반사특성을 유사하게 표현 할수 있기 때문에 보다 정확한 분석이 이루어 질 수 있다. 또한 농경지에서 생산되고 있는 경작물은 종류에 따라 다른 반사특성을 보이므로 분석을 통해 경작물의 종류까지 파악 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 하지만 현재는 센서 개발 기술의 한계로 인하여 위성 하이퍼스펙트럴 영상보다는 높은 공간해상도를 갖는 [표2-1]과 같은 항공기 하이퍼스펙트럴 영상이 주로 취득되고 있다.



[그림 2-7] 하이퍼스펙트럴 영상과 다중분광 영상과의 분광표현 차이

[표 2-1] 항공기 하이퍼스펙트럴 센서

센서명	밴드 수	밴드범위 (μm)	촬영폭 (화소)	공간해상도(mrad)	개발일	관련기관
CASI	228개	0.40~0.91	512	1.2	1990	ITRES
HYDICE	210개	0.40~2.50	320	0.5	1995	HDOS Inc.
AISA	186개	0.45~0.90	384	1	1993	Speim Spectral Imaging Ltd.
AVIRIS	224개	0.40~2.50	614	1	1994	NASA JPL
DAIS	79개	Variable	512	3.3	1995	GER & DLR
HyMap	126개	0.45~2.50	512	2.5	1998	Integrated Spectronics
Probe-1	128개	0.44~2.50	600	2.0	1998	ESSI

4.3. 하이퍼스펙트럴 영상분석 및 활용분야

하이퍼스펙트럴 영상은 분광차원 상에 분포하는 패턴을 이용하는 다중 분광 영상 처리와는 달리 대상물의 분광 프로파일(spectral profile) 모양을 분석하는 기법이 주로 사용된다. 항공기 또는 위성 하이퍼스펙트럴 센서로 취득한 영상의 분광 프로파일은 분광 라이브러리와 동일한 모양을 나타내지 않으므로 세밀한 분석을 위해 모양을 유사하게 만들어 줄 필요가 있다. 이를 위해서는 대기보정, 지형보정, 방사정규화와 같은 방사보정(radiometric correction)을 수행하여야 한다. 최근 이러한 과정을 적용하여 하이퍼스펙트럴 영상을 분석할 수 있는 상용 프로그램들이 개발되고 있으며, ENVI나 ERDAS 등이 대표적이다.

하이퍼스펙트럴 영상을 이용한 초기의 연구들은 군사목적이나 광물자원 분포를 파악하기 위해 지질분야에서 사용되어 왔지만 최근 수종의 세밀한 분류 엽면적 지수의 추정이나 식물의 생화학적인 변화탐지, 식생분야와 토양 황폐화, 강의 기름유출, 세계무역센터 테러 후 주변 환경영향 평가분석 등에도 적용된 사례[그림 2-8]가 있다. 또한 암초, 산호초, 연안탐지 및 산불의 진행 정도, 피해상황, 발화지점, 완전히 소화되지 않은 지점 등에 관한 분석, 도심지의 속성들을 분석함으로써 도시 및 시설물관리 분야에 적용되었다. 이외에도 하이퍼스펙트럴 영상의 활용은 피부의 종양을 추출하는 의학 분야로 까지 그 영역을 넓혀가고 있다.



[그림 2-8] 911 테러 이후 주변 환경영향 평가

제 3 장 합성환경과 SEDRIS

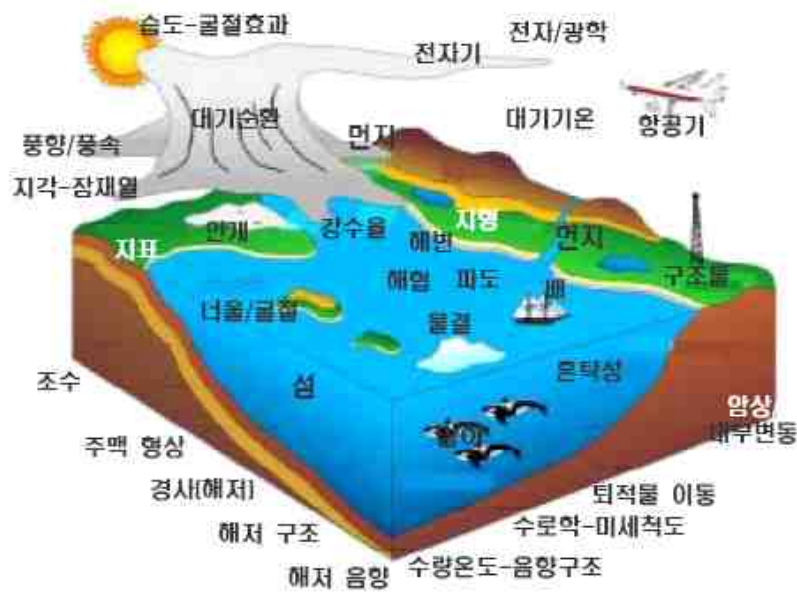
1. 합성환경의 정의

모든 시뮬레이션 구성요소는 그 자신이 모의하고자 하는 특정 지역에 대한 지형, 고도, 도로 및 시설물 등에 대한 자료를 내포하고 있으며, 내포한 자료에 의거 합성환경을 구축한 후 모의를 수행하게 된다. 예를 들어 미국 소부대전투실험 표준모형인 JANUS의 경우 디지털 고도자료(DTED, digital terrain elevation data)와 디지털 지형특성자료(DFAD, digital feature analysis data)를 기반으로 [그림 3-1]과 같이 특정 지역에 대한 합성환경을 생성해 모의에 활용하게 된다.



[그림 3-1] DTED와 DFAD를 활용하여 생성한 합성환경

대대급 지상전을 모의하는 JANUS 모형이 지상의 지형 및 지물에 대한 합성환경을 구축·활용하듯이 해상, 수중 및 대잠작전을 모의하는 해군모형은 수온, 염분, 해류, 조류 및 지질 등을 포함하는 해양환경을, 공군 모형은 대기 및 우주 등을 묘사한 합성환경을 구축하게 될 것이다. 이와 같이 합성환경은 시뮬레이션 체계나 시뮬레이터들이 주어진 임무를 달성하기 위해 내부에서 묘사하게 되는 환경개체, 행위 및 상호작용 등을 컴퓨터로 표현한 것으로서, 그 대상은 [그림 3-2]에 도시한 바와 같이 군사적인 행위가 일어나는 모든 자연 및 인공환경이 모두 포함된다.



[그림 3-2] 합성환경의 범위

2. 합성환경 표현 및 교환기술

국방분야에서 지구 환경을 표현하기 위해 사용되는 환경표현 및 교환 기술은 미국방성이 개발한 ‘Synthetic Environment Data Representation & Interchange Specification(SEDRIS)’이다. SEDRIS 표준화 기술은 ‘Data Representation Model(DRM)’, ‘Data Coding Specification(EDCS)’, ‘Spatial Reference Model(SRM)’, ‘SEDRIS Transmittal Format’, API의 5개 기술 요소로 구성되어 있으며, ISO/IEC JTC1/SC24를 통해 국제표준으로 제정되었고 미국방성 및 나토의 합성 환경 표현을 위한 표준화 기술로써 활용되고 있다. [그림 3-3]은 SEDRIS 서비스 개념도를 보여준 것이다.

2.1 SEDRIS에 대한 이해

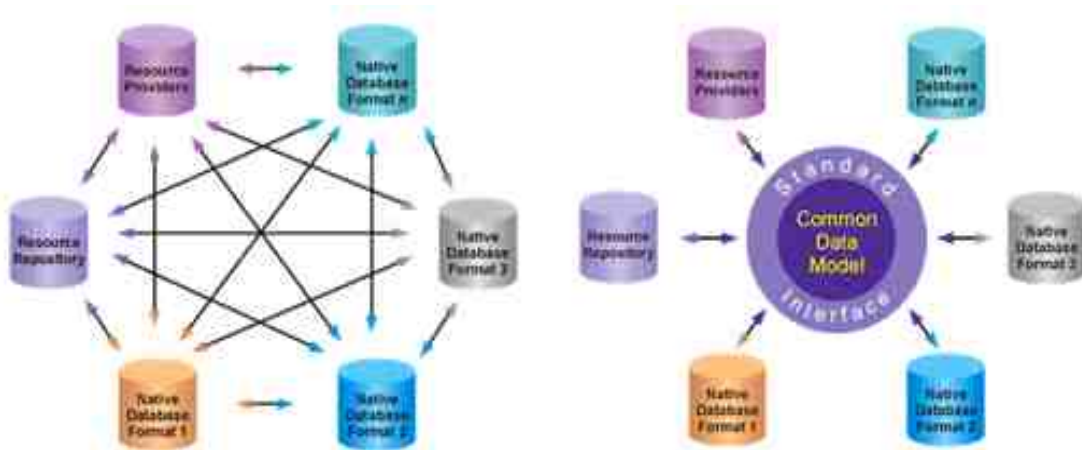
SEDRIS는 물리적 자연 환경에 대한 정확하고 완벽한 표현과 다양한 요구 사항에 대한 종합적 대처 및 교환을 가능케 하는 기본 기술이다. 데이터 포맷이 아닌 데이터 모델을 기반으로 하여 환경 영역을 표현하는 기법을 채택하고 있으며, 3차원 데이터의 구조적 무손실을 보장하고 풍부한 메타데이터(또는

데이터사전)를 공통교환포맷으로 수용함으로써 상호운용성 및 재사용성을 보장하고 하고 있다.



[그림 3-3] SEDRIS 서비스 개념도

SEDRIS의 논리적 메카니즘은 [그림 3-4]와 같이 공통 데이터 모델로 다양한 환경 데이터 표현 및 요구사항을 모호함이 없이 표현하고, 표준화된 인터페이스를 통해 환경 데이터를 교환하게 하는 것이다.

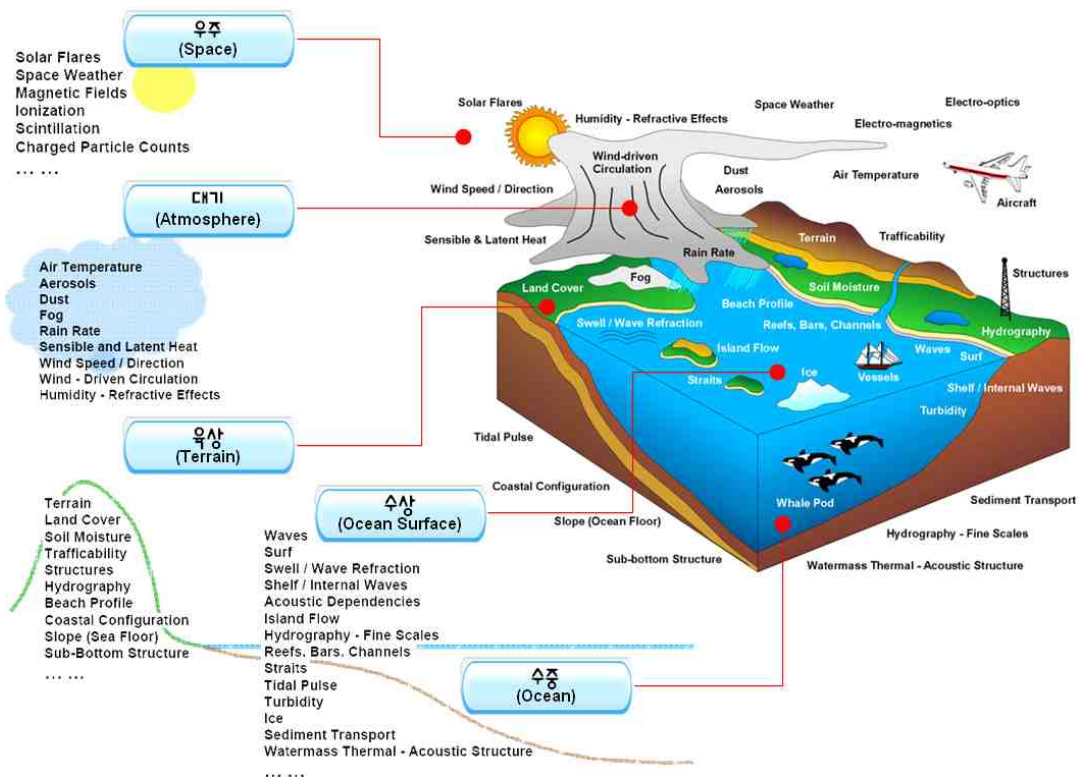


[그림 3-4] SEDRIS의 논리적 메카니즘

이와 같은 SEDRIS를 통해 얻을 수 있는 이점은 다음과 같다.

- SEDRIS는 환경 데이터의 단일 표현 및 교환을 통해 데이터의 재작업 비용을 최소화
 - 다양한 기기종 시스템간의 데이터 상호호환성 제공
 - 다양한 물리적 포맷간의 데이터 상호운용성 제공
- SEDRIS는 기존 데이터뿐만 아니라 신규 데이터를 지원
- SEDRIS는 데이터 제작비용뿐만 아니라 재작업 비용을 절감
- SEDRIS는 데이터의 품질 검증을 위한 다양한 도구를 제공하며, 개방형 국제표준으로써 유연성을 제공

SEDRIS의 환경 표현 영역은 [그림 3-5]와 같이 모든 환경영역의 시각적 요소들은 물론이고 비시각적 요소들을 자유롭게 표현할 수 있도록 하고 있다. 지상, 해양, 우주, 해저 등과 같은 공간적 환경 영역뿐만 아니라 지형의 상태, 바람의 방향, 건물의 속성 및 속도, 날씨의 변화 등과 같은 대기의 변화 등도 표현이 가능하다.



[그림 3-5] SEDRIS의 지구환경 표현 범위

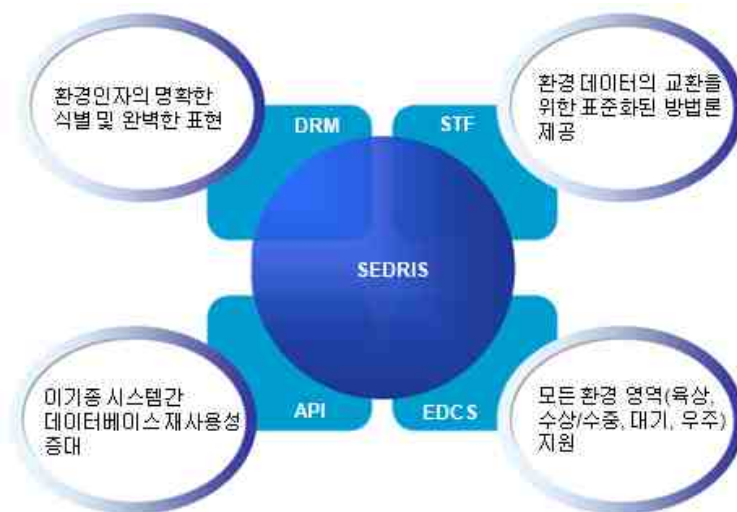
SEDRIS가 제공하는 일종의 데이터 사전인 환경데이터코딩규약(EDCS)는 표준화된 코드체계 및 시멘틱 정보의 제공을 통해 전혀 다른 응용소프트웨어 간의 데이터 상호운용성을 보장하여 준다.

2.2 SEDRIS의 목표 및 정의

SEDRIS는 다음과 같이 미국방성이 식별한 한계성을 극복할 수 있는 방안을 포함하고 있다.

- 막대한 비용, 인력 및 시간을 투자하여 구축한 워-게임 데이터의 재사용이 어려우며 다른 시스템들이 사용할 수 없음
- 동일한 자연 환경임에도 불구하고 시스템들이 요구하는 다양한 관점을 표현하기위해 데이터를 다시 새롭게 제작해야 함
- 다양한 관심 환경 영역(Air, Land, Sea, Space 등)의 동시 표현의 어려움
- 다양한 표현 방법(2-D, 3-D, Map, Sonar 등)의 동시 지원의 어려움
- 다양한 공간 좌표계가 지원되지 않아 시스템간상호운용성 확보가 어려움
- 분산, 네트워크 환경의 이기종 시스템을 제대로 지원하지 못함

SEDRIS는 [그림 3-6]과 같이 다양한 기능적 목표를 가지고 있는데, 이 중 가장 중요한 항목을 기술하면 다음과 같다.



[그림 3-6] SEDRIS의 기능적 목표

1) SEDRIS의 기능적, 구조적 특성

- SEDRIS는 환경 데이터의 표현 및 교환, 재사용을 위한 국제표준
- SEDRIS는 환경 데이터를 접근하기위한 표준화된 소프트웨어 인터페이스
- SEDRIS는 환경 데이터를 표현하기위한 표준화된 문법, 시맨틱, 구조
- SEDRIS는 환경 개념 및 표현을 위한 프레임워크이며 접근방법

2) SEDRIS를 이용하여 구현할 수 있는 기술 항목

- 환경 데이터 레퍼지토리 또는 라이브러리 시스템
- 합성 환경 저작 도구
- 데이터 컨버팅 도구
- 3-D 모델의 표현 및 교환

2.3 SEDRIS의 기술 구성요소

SEDRIS의 기술요소를 정리하면 [그림 3-7]과 같이 데이터표현모델(DRM), 환경데이터코딩규약(EDCS), 공간참조모델(SRM), API, 교환포맷(STF)의 5개 기본 기술 요소와 이를 지원하는 언어 바인딩과 각종 도구들로 구성되어있다. [표 3-1]은 이들 기술요소들에 관한 기능정의를 보여준다.



[그림 3-7] SEDRIS의 기술요소 및 표현방법

[표 3-1] SEDRIS의 기술요소 정의

기술요소	정의
데이터표현모델 (DRM)	모든 환경 영역(지상, 해상, 대기, 날씨, 해류 등) 및 물리적 환경의 3-D 모델(도로, 자동차, 나무, 전차 등)의 데이터 타입 및 속성, 관계를 UML를 사용하여 정의
환경데이터코딩규칙 (EDCS)	표현된 객체가 무엇을 표현하고 있는지 정의하고 길이, 온도, 재료, 속도 등과 같은 객체들의 다양한 속성을 정의
공간참조모델 (SRM)	객체의 위치 좌표에 대한 정의 및 방향, 기하학적 가시도, 중력 등을 정의
API	데이터의 입력, 출력, 편집 기능 제공
데이터교환포맷 (STF)	교환 포맷은 다양한 데이터 포맷을 무손실, 무변환으로 변화하여 사용 할 수 있도록 하는 표준 교환 매개체로써 데이터 포맷의 물리적 바이트의 구조 및 해석을 수행하는 STF 소프트웨어와 데이터 교환 포맷으로 데이터를 삽입하거나 추출하는 입출력 API의 2개의 세부 기술요소로 구성

3. 다중센서 영상융합 기술

다중센서 영상융합 기술은 다양한 종류의 센서 영상 데이터 처리에 필요한 각 개별 처리 기술의 통합을 통하여 고품질의 정보 생성을 가능하게 해주는 기술이다. 이 기술의 목적은 독립적인 센서(Multispectral, Hyperspectral, SAR, LiDAR 등)의 개별센서 영상으로부터 획득된 데이터의 지능적 융합을 통해 시너지효과를 극대화하여 효율적이고 신뢰성 높은 고품질, 고부가 가치 정보를 추출하는 데 있다. 특히 이러한 다중센서 융합기술은 다양한 센서로부터 수집된 영상 데이터로부터 기하정보, 방사 및 분광정보, 위상정보 및 의미적 정보 등 복합적인 정보를 추출하고, 이를 융합하여 영상에 포함된 정보를 자동으로 이해할 수 있는 알고리즘의 개발과 이를 구축할 수 있는 시스템 구현기술이 핵심이다.

다중 센서 융합 기술은 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 입체영상의 생성
- 다중 분광 자료의 융합: 피복분류 정확도 향상

- 해상도융합(resolution merging) - 탐지 및 피복 분류의 정확도 향상
- DTM 생성을 통한 3D 모델링 및 시각화
- 지형 공간 정보 융합
- 항공 사진 및 3차원 건물 정보의 융합
- 영상과 LiDAR 융합
- 초미세분광 또는 SAR 영상과 특정 정보의 융합

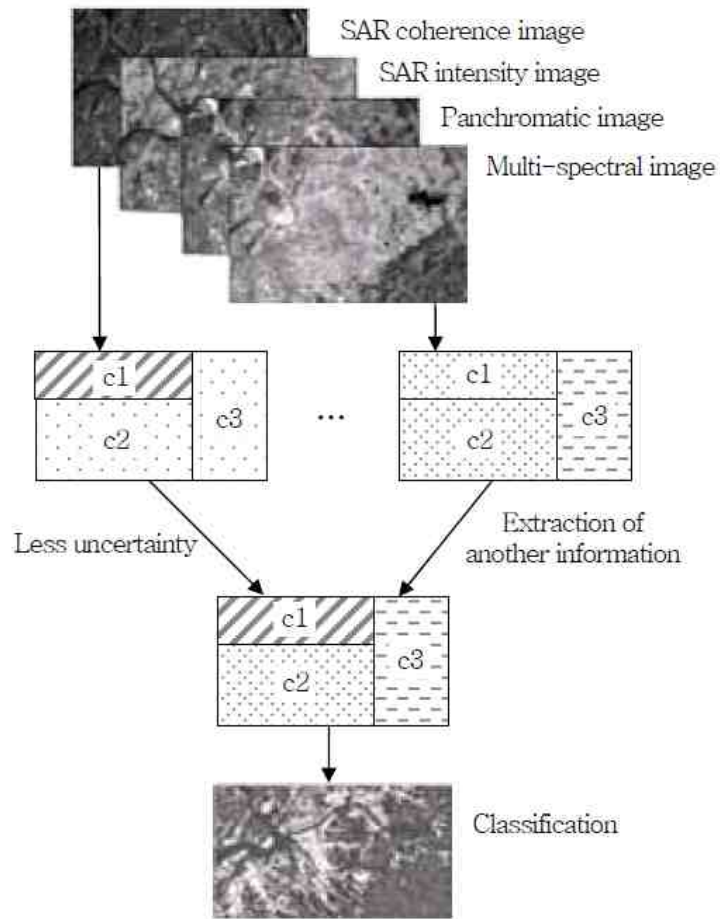
이를 위해 활용되는 센서의 종류로는 광학 센서(위성 영상 또는 유무인 항공 영상), 레이더 센서(SAR), 비영상 센서(LiDAR, GPS/INS) 등이 있으며, 이와 같은 다양한 센서 데이터를 활용하여 원하는 정보를 추출, 가공, 생성하기 위해 동종 및 이종 센서 데이터를 융합 처리하기 위한 것이다.

3.1 다중센서 융합의 기본 개념

지구 관측 위성의 증가와 함께 다양한 사양을 갖춘 위성 영상 데이터의 활용이 가능하게 되었으며, 센서 유형에 따라 다른 공간해상도와 다른 파장 영역의 영상의 장점을 활용하기 위한 것이 다중 센서 융합기술의 태동 이유이다. 일반적으로 센서에서 감지되는 신호는 공간해상도, 파장 폭, 감지 시간 등의 인자에 의하여 제한을 받게 되며 어느 하나의 인자에 우선하여 영상을 촬영하면 다른 인자는 그 만큼 희생되어야 한다. 즉, 공간해상도가 높은 영상을 얻기 위해서는 파장 폭을 상대적으로 넓게 해야 하고, 반대로 파장 폭을 좁게 하여 여러 파장대의 영상을 얻기 위해서는 공간해상도를 낮추어야 한다. 가령 SPOT 위성 영상에서 10m 해상도 자료는 광역의 파장 폭으로 흑백 영상을 얻는 데 반하여, 공간해상도를 20m로 낮추면 여러 파장대의 영상을 얻을 수 있게 되는 것이다.

다중 센서 영상 융합에서 동시에 또는 서로 다른 시간에 두 개 또는 그 이상의 센서들에 의해 얻어지거나 서로 다른 시간대에 얻어지는 특정 지역의 지표면 정보는 단일 센서에서 획득할 수 없는 그 지역에 대한 특성을 분석하기 위해 결합되며, 이러한 영상 융합 분석을 위한 활용 목적을 정의하게 되면 답을 주는 분광해상도(spectral resolution)와 공간해상도를 정의할 수 있다. 센서의 선택은 [그림 3-8]과 같이 위성과 센서의 특성에 따라 달라진다.

- 위성 궤도
- 위성 탑재 시스템
- 위성의 촬영 기하
- 분광해상도, 공간해상도, 시간해상도



[그림 3-8] 다중센서 영상융합을 통한 토지피복 분류 예시

3.2 주요 영상융합 처리기능

3.2.1 영상화질 개선

영상융합은 공간해상도를 증가시키는 도구로 사용될 수 있다. 고해상도의 흑백 영상과 상대적으로 낮은 해상도를 갖는 다중분광 영상자료를 융합하여 고해상도의 다중분광 자료를 생성하는 것이다. 단순히 시각적 개선을 위한 HIS 변환과 같은 방법이 있고, 이와 다른 접근법으로 웨이브릿 변환을 이용하여 자료의 실질적 해석을 통하여 고해상도 영상을 얻는 방법이 있다.

3.2.2 좌표 등록의 정확도 개선

다중 센서 좌표 등록은 구름으로 인하여 VIR(가시광선/적외선) 영상이 연속적으로 관측되지 않는 지역의 자료에 대해서 매우 유용하다. 통상적인 영상 대 지도 등록의 단점은 기준점으로 사용되는 특징들이 각 영상에서 다르게 나타날 수 있다는 것이다. 관측 시야가 비슷한 지역으로 한정되면 다중 센서 좌표 등록과 영상 대 지도 등록을 통합하여 기준점의 위치를 쉽게 선택할 수 있고 등록의 정확도를 반복적으로 개선시킬 수 있다.

3.2.3 스테레오 자료의 생성

다중 센서 스테레오 자료는 구름에 의한 정보의 손실을 만회할 수 있다. 서로 다른 공간해상도를 갖는 VIR/VIR의 합성, 다른 투사각을 가진 SAR/SAR의 합성 및 VIR/SAR의 합성은 스테레오 자료의 생성에 성공적으로 사용되었다. 그러나 스테레오 쌍으로 사용되는 영상들의 방사적 차이에 따라 약간의 제약이 있을 수도 있다.

3.2.4 특징 개선

마이크로웨이브 센서와 광학 센서간의 서로 다른 물리적 성질의 차이를 이용하여 융합한 결과는 관측된 여러 가지 특징을 개선시키며, 영상 융합의 특징 개선 성능은 원래의 자료보다 더 나은 영상을 생성하는 VIR/VIR의 합성에서 분명하게 보여진다. 다중 센서 융합은 융합 전에는 이용이 불가능한 정보나 단일 센서 자료에 의해서 얻기가 어려운 정보를 산출하므로 영상이 보다 많은 의미 있는 정보를 가질 수 있다.

3.2.5 영상 분류의 개선

위성영상 분류의 정확도는 다중센서 자료를 사용함으로써 향상된다. 마이크로웨이브와 광학 센서들은 서로 다른 클래스들을 구별하는 데 도움을 주는 상호보완적 정보를 제공한다. VIR 자료를 사용하면 사용자는 분류를 위하여 영상에 나타나는 지상 표적의 분광 특징에만 의존한다. 그러나 어떤 식생 종류들은 그들의 분광 반응만으로 구별할 수 없다. 따라서 레이더 영상에서 관측되는 피복 표면의 거친 정도와 수분 함유량의 차이는 분류의 정확성을 향상시키는데 유용하다.

3.2.6 변화 탐지

센서를 장착한 플랫폼이 서로 다른 구조적 특성을 갖는다는 점을 이용하면 변화 탐지에도 적용될 수 있다. 센서를 탑재하고 있는 위성의 궤도 특성에 의한 위성의 반복 주기는 시스템마다 다르므로 지상의 어느 한 지역은 서로 다른 시간대에 다른 센서를 통하여 관측된다. 이렇게 다른 시간대에 관측되는 영상들의 합성은 관측 지역에서 발생 할 수 있는 변화 정보를 향상시킬 수 있으며, 다중센서 자료로부터 변화탐지를 수행하기 위한 영상 향상에도 도움이 된다.

3.2.7 누락 관측 자료 복원

위성을 통해 수집되는 영상들은 전자기파의 반송 주파수와 관련된 수많은 효과에 의해 영향을 받는다. VIR은 구름에 의해 지구의 관측 목표물에 대한 정보를 얻는 데 방해받을 뿐 아니라 구름의 그림자도 영상 해석에 영향을 끼친다. 반면 SAR는 경사관측특성으로 인하여 지형의 기하학적왜곡이 발생한다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 다중 센서 자료를 융합을 통해 보완할 수 있다.

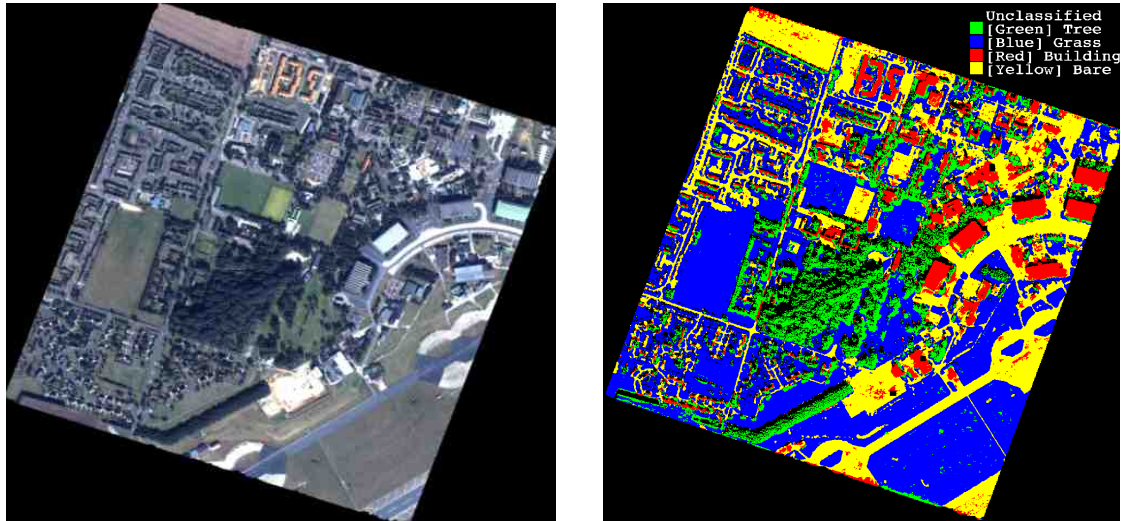
3.3 핵심 기술요소

가용한 우주궤도 배치 고해상도 광학 영상 정보를 처리 및 융합함으로써 각 센서의 공간적, 시간적, 관측 특성상의 사각을 없애고 관심 표적에 대한 획득, 기능, 이동 및 물리적 특성 정보를 자동 추출 할 수 있게 된다.

3.3.1 우주 궤도 상용 위성 체계를 통한 표적 특성 추출 접근법

1) 다중 스펙트럼 밴드 특성 해석

전자기파 스펙트럼을 다중 채널에서 관측함으로써 타격지역에 대한 분류 및 표적에 대한 특성 정보 도출이 가능하다. 특히 적외선(IR : Infrared, 주로 중해상도 위성 영상에서 가용), 근적외선(NIR : Near Infrared) 영상 밴드 특성은 가동중인 엔진, 발전 시설, 가 표적 (Pseudo target) 식별, 주거지역 등의 표적정보 수집에 유용하다. [그림 3-9]는 다중센서 영상을 이용한 표적분리의 예를 보여준다.



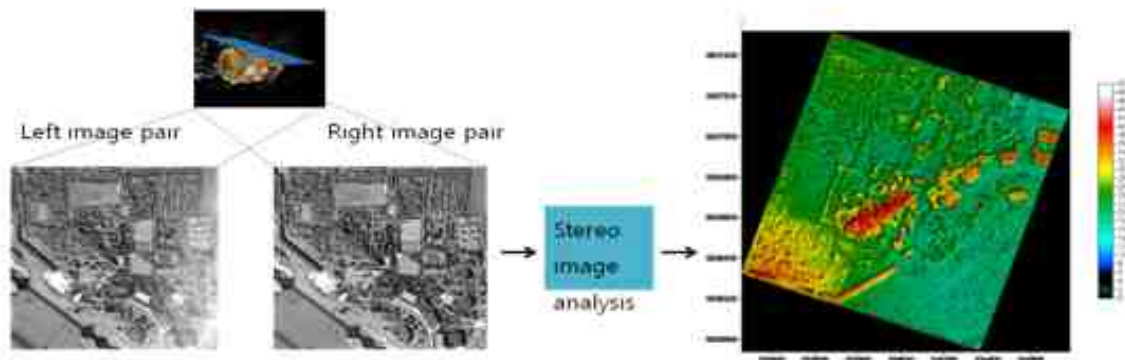
[그림 3-9] IKONOS 4-밴드 다중센서 영상을 이용한 표적분류 예시

현재 가용한 4-밴드 스펙트럼 영상 해석(상업적 목적을 위해 개발된)을 통해 대상 표적 지역의 대체적인 특성 분류가 가능하며 2009년에 배치된 8-밴드 다중 스펙트럼 위성 영상과 보다 발전되고 군사 표적 획득을 위해 특화된 알고리즘을 채용할 경우 개별 표적의 물리적 특성(재질, 취약성, 하드, 소프트)의 상당부분 도출 가능함.

2) 고해상도 스테레오 영상 해석

고해상도 위성 영상의 좌우 스테레오 영상조합을 3차원 위성영상 처리 알고리즘을 적용 처리함으로써 목표 지역에 대한 3차원 고도 정보를 추출한다. 2단계로 추출된 3차원 고도정보로부터 지형지물(건물, 나무)을 제거한 3차원 지형정보(DTM: Digital Terrain Model)를 수학적으로 재구성한 후 3단계로 개별 표적의 면적 고도 등을 추출한다.

1m 스테레오 영상으로부터 현재 가용, 개별 수목에 대한 3차원 고도 정보 추출이 가능하며, 최근 배치된 40cm 상용 스테레오 위성 영상을 사용할 경우 대부분의 표적에 대한 3차원 형태로 재구축이 가능하다. [그림 3-10]은 스테레오 영상을 이용한 정보추출의 예를 보여준다.



[그림 3-10] IKONOS 위성을 이용한 3차원 정보 추출의 예시

3) SAR 영상 해석

군사목적 탑재체에 장비된 SAR 장비와 비교하여 현재 우주 궤도에 배치된 SAR 위성 영상은 보다 다양한 전자기 정보(전파 강도, 위상, 편광성 등)의 취득이 가능하며, 이는 표적의 재질과 관련된 유전 상수(유리, 나무 콘크리트 등 비전도체의 경우 낮고 금속과 같은 전도체의 경우 높음), 형태적 특성 (폭, 높이, 모서리 각 등), 수분 함량, 온도 등의 표적특성과 밀접한 관련이 있다. 특히 대부분의 군사 표적의 특성 (금속 재질, 모서리 각의 돌출)은 SAR 영상에 강한 신호를 유발하여 SAR 영상 고유 해상도에 비해 더욱 효율적으로 표적 확인이 가능하다.

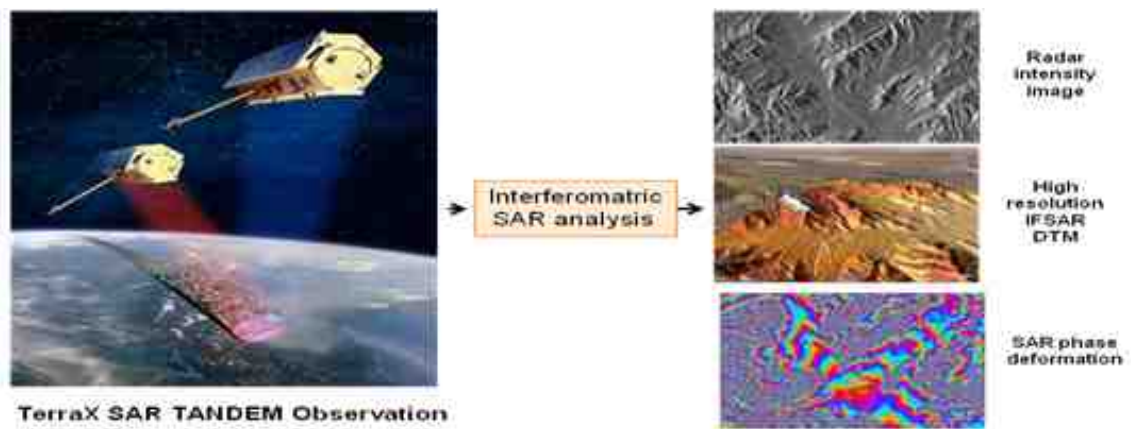
광학 영상과 비교하여 기후 조건, 주야간, 구름 비율 등의 조건에 구애되지 않고 상시적으로 안정된 정보 수집이 가능하다는 현저한 장점이 있다. 다만 상기한 물리 특성들은 관측되는 SAR 정보(전파 강도, 위상, 편광성)와 비선형적으로 연관되어 특성 도출을 위해서는 상당히 복잡한 수학적 모델링과 해석 알고리즘 개발이 필요하다.

4) 광초단파통합구경레이더(IFSAR) 해석

연속된 듀얼, 혹은 다중 SAR 영상의 위상 정보로부터 표적 지역, 표적 자체에 대한 정보 특히 3차원 고도정보, 변이를 추출하는 기법으로써, 군사목적으로 유용함에도 불구하고 대부분의 군사목적 SAR 장비에는 채용되지 않았으나 대부분의 우주 궤도 배치 SAR 위성영상에서 가용하다. 특히 terra-X SAR 위성의 경우는 TANDEM mode(동일 SAR 센서를

장비한 2개 위성이 일정 거리를 두고 운행하며, 동일 지역을 커버하는 체계)로 운영되어 최대 1m 해상도로 최대한 빠른 IFSAR 위성 영상 취득이 가능하다.

IFSAR 영상 해석을 통한 변이 해석은 [그림 3-11]과 같이 표적의 이동, 변화, 생성 등의 추적 목적에 최적의 수단이며, 이론상 3개 이상의 SAR 영상을 사용한 DIFSAR(Differential Interferometric SAR)의 경우 mm 단위 수직 변화 추적이 가능한 강력한 방법이다.



[그림 3-11] Terra-X SAR를 이용한 IFSAR 해석

제 4 장 결론 및 시사점

본 보고서를 통해 국내외 위성영상 활용에 대해 살펴보았고, 새롭게 각광 받고 있는 위성영상처리기술에 대한 기술동향을 알아보았다. 본 문에서 살펴본 바와 같이 위성영상의 활용은 다양한 분야에 널리 활용되고 있음을 알 수 있다. 아울러 국방분야에서 개발되어 다양한 분야에 활용되고 있는 합성환경과 관련된 다중센서 융합 기술에 대해 합성환경 코어아키텍처는 3차원 가상현실, 멀티센서 영상처리, 모델링 & 시뮬레이션 등의 그린 IT 기술을 융합하여 다양한 산업 영역에서 3차원 합성 환경 및 기술 컴포넌트를 활용, 생산, 확장 할 수 있도록 하는 네트워크 슈퍼컴퓨팅 기반 아키텍처이다.

구글-어스 기반의 다양한 서비스가 갖는 상업적 가치와 같이 합성환경 코어를 기반으로 산업별 활용성 및 비용 절감 효과는 훈련, 교육, 건설, 국방, 문화, 방송, 통신 등의 다양한 활용 분야에 서비스 및 상용 제품이 향후 더욱 증가하고 활성화 될 것으로 전망됨에 따라 더욱 증대 될 것이다. 합성 환경을 통한 모의 생산 및 제조, 전투 실험, 가상훈련, 분석 및 예측을 수행 할 경우, 실제 환경에서 수행되게 되는 각종 에너지 소비, 환경오염 등 각종 경제·사회적 비용이 절감된다.

따라서 대용량의 영상데이터를 처리함에 있어 초고속처리 수요는 계속 증가하게 될 것이며, 이에 능동적으로 대처하기 위해서는 국가정보처리 기관의 대용량 컴퓨팅과위를 적극 활용하는 것이 바람직스럽다 할 것이다. 특히 다중센서 영상정보는 대용량 데이터를 처리함에 있어 초고속병렬처리 기법이 적용된다면 그 효과는 매우 클 것이다. 이에 관한 연구개발 활성화를 통해 대용량의 고해상도 정보를 적시에 제공할 수 있는 솔루션이 제공됨으로써 위성영상을 활용하는 모든 분야에 효과적으로 적용될 수 있을 것이다.