

항공우주산업과 GIS

공학박사, 연 상 호
한국지리정보산업협동조합 전무

서론

최근의 컴퓨터 매핑 기술은 초기의 항공사진을 이용한 디지털 지도제작 방식에서 점차 디지털 화상 데이터를 이용한 간접적인 처리방식으로 발전되고 있다. 1992년도 이후, 리모트 센싱에 의한 자료취득과 분석기술을 80년대의 각 분야별 응용한계를 거쳐 90년대에는 캐스터 GIS의 한 분야로서 기존의 벡터 GIS와 결합하여 한 단계 높은 컴퓨터 매핑 기술을 보여주고 있다.

리모트 센싱을 일본에서는 원격 탐사 또는 원격 탐측으로 불리우지만 최근에는 원어에 충실한 리모트 센싱(Remote Sensing)으로 불리고 있다.

지도제작에 있어 리모트 센싱은 컴퓨터 영상지도 및 화상지도의 제작에 가히 획기적 발전을 이룩하였고, 최근의 GIS 및 GPS와 결합하면서 그 효용도는 점차로 크게 증가하고 있는 상태이다.

본고에서는 리모트 센싱과 GPS에 대한 이해를 돕고 항공우주산업의 최종 고객이 될 수 있는 지상의 컴퓨터 사용자에게 지구환경 및 자원탐사, 컴퓨터 영상지도의 활용이 각분야에서 다각적으로 여러가지의 정보통신 시스템과 결합되어 응용될 수 있는가를

간략하게 정리하였다.

리모트 센싱

Remote Sensing

리모트 센싱에 대한 연구는 1972년도 LANDSAT-1호 발사 이후 구체적으로 리모트 센싱자료의 처리를 위한 전용 시스템이 출현, 미국에서는 정부 기관이나 군관련 기관에서 자원심사와 환경정보 취득과 분석을 위하여 각 대학과 전문 연구소에서 더욱 활발히 이루어 지고 있다.

또한 GIS는 1967년 이후 캐나다 정부기관에서의 정책결정 지원과 지구환경정보 취득 및 지역의 환경 조사를 목적으로 컴퓨터그래픽 시스템과의 접목이후, 그에 관련한 지리, 수자원, 수문, 지질, 토목, 건설, 농업, 환경조사, 지역별 조사통계자료 표현 등 각 분야 별로 활용하기 위한 연구가 각 분야에서 다각적으로 이루어져 왔다.

리모트 센싱은 화상처리 분석을 위한 래스터 데이터 분석이 중점이었고, GIS는 일정한 축척의 지도 측지 좌표 체계를 지구의 기준 자료로 하여 측량학과 매핑, 항공사진의 해석도화에 의한 수직 자료 취득과 공간자료의 처리를 위한 벡터 분석이 주로 중점이 되어 각기 80년대 이후 최근 10년동안에

컴퓨터의 기술의 발전에 따라 급속한 변화가 일어나고 있다.

그러나 리모트 센싱과 GIS의 통합에 대한 구체적인 논의가 80년대 후반이 되어서야 활발히 논의되기 시작하여 이제는 뚜렷한 요구가 증가되고 있다.

해외 연구 동향을 살펴보면, 리모트 센싱의 실제활용이 증가되면서 미국과 유럽을 중심으로 지구정보와 환경정보에 대한 데이터베이스 구축의 필요성이 GIS와의 통합을 인식하게 되면서 토목관련분야, 측지 및 토지 정보, 환경, 지리, 지도학 등에서 연구가 진행되고 있다.

리모트 센싱의 일반이론

리모트 센싱이란 멀리 떨어져 있는 관측 대상물의 물리화학 및 사회적 특성과 현상을 접촉에 의하지 않고 관측하여 지구에 대한 정보를 얻어내는 기술을 뜻하며 1962년 Michigan대학에서 개최된 '제1회 환경리모트 센싱 심포지엄'에서 공식적으로 사용되기 시작한 용어이다.

오늘날에는 주로 인공위성에 탑재한 센서를 통하여 지구의 전자기파 정보를 취득하고 분석하는 기술 일체를 포함하여 부르고 있으며, 지구에 대한

관측 데이터가 연속적으로 취득되고 광역적, 반복적, 경제적인 이유 때문에 널리 활용되고 있는 기술이다.

여기에서는 리모트 센싱 인공위성 중에서 LANDSAT, SPOT과 같은 최근의 지구 자원 탐사위성으로부터 취득한 위성 데이터를 분석하였다.

최근에는 일본의 MOS, 캐나다의 RADARSAT가 리모트 센싱 기술위성으로 성공적으로 발사되어 해상도가 우수한 디지털 영상정보를 송신해 주고 있어 점차 그 효용성이 크게 증가되고 있다.

지구자원에 대한 전자기적 리모트 센싱의 과정은 크게 두가지로 이루어진다.

1)데이터수집

에너지원(태양)이 가지고 있는 전자파 에너지는 지구 표면에 이르기까지 대기중에서 많은 양의 흡수 및 산란이 이루어지며, 이렇게 여러가지 영향과 왜곡을 포함한 전자파 정보를 플랫폼에 탑재된 센서가 감지하여 아날로그 또는 디지털 형태로 초기 데이터를 취득한다.

2)데이터분석

수집된 데이터의 종류에 따라 달라지며 사진인 경우에는 판독장치에 의해 정보의 분석이 이루어지고 수직 데이터인 경우에는 일반적으로 CCT로 편집되어 지구의 측지 기준위치 데이터와 함께 컴퓨터에 의해 분석이 이루어진다.

이때 리모트 센싱 데이터는 래스터 화일로서 GIS에 있는 위치 정보의 계

층과 연결되어 하나의 계층으로 존재하며, 실제 지구좌표와 비교하여 사용할 수 있다.

센서에서 수집된 위성데이터는 각 밴드 영역에 따라 각각 다른 분광특성을 가지고 수직 값으로 기록되어진다.

리모트 센싱 자료의 처리 해석

전처리

인공위성이 궤도를 돌며 지구를 관측할때 센서의 감도특성에 의한 방사왜곡과 위성의 궤도나 자세의 변동, 지구자전량에 따른 기하학적인 왜곡이 생긴다. 그런데 이러한 왜곡량은 화상 해석전에 반드시 보정이 행해져야 하며, 대략 보정 처리 이후 정면보정 작업을 실시 하는것을 전처리라고 한다.

기하보정

기하보정의 목적은 센서에 의해 취득된 화상 데이터의 기하학적인 왜곡을 보정하여 사용자가 가지고 있는 기하학적 개념, 즉 지도에 중합되도록 하는 것으로써, 이 경우 지도에서 규정하는 위치적 왜곡에 대한 화상의 성질을 얼마나 효율적으로 제거하는가 중요한 과제이다. 화상에 대한 구체적인 기하보정의 접근방식은 해석적 보정법과 다항식 모델에 의한 보정법으로 크게 대별된다.

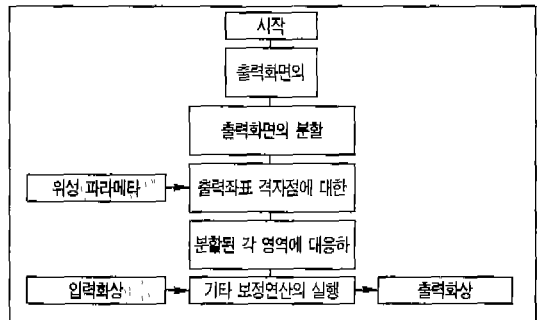
1)해석적 보정법(시스템 보정)

관측대상과 센서와의 기하학적 관계를 고려하여 해석적으로 관측모델을 만드는 것으로 입력좌표로부터 지상좌표인 출력좌표로 나오는 과정에 위성의 자세, 위치, 속도 등의 정보를 이용하게 된다. <그림1>참조

2)다항식 모델에 의한 보정법

이 보정법은 지표와 화상이 위치적으로 대응되는 지상기준점이 필요불

그림1. 시스템 보정의 흐름도



가결하므로 이 GCP의 선정 지표 측정이 최종 보정 정도를 결정하는 큰 요인이 된다.

인공위성 화상의 경우, 적절한 시스템 보정과 지구 투영을 이용하면 1차적으로도 충분히 좋은 결과의 보정이 될 수 있다.

그러나 시스템 보정이 미리 행해지지않는 경우에는 일반적으로 3차정도의 다항식이 필요하게 된다.

다항식 모델이 결정된후, GCP의 지도 및 화상에 대한 좌표 측정치를 이용해서 최소 자승에 의한 다항식 계수를 결정한다.

화상 재배열

기하보정을 행한후 최종적으로 보정할 때의 화상을 생성하기 위한 과정으로써, 화소번호와 라인번호로 하는 정수 좌표계로 표현된 최소 배열이 원 화상과 보정화상을 다시 일치시키는 처리가 필요하게 되는데, 처리방법으로는 최근법 내삽법(內插法), 공1차 내삽법, Cubic Convolution법이 있다.

최근법 내삽법은 내삽하려고 하는 좌표에 가장 가까운 처음의 좌표상의 격자점 데이터를 맞추는 내삽법이다. 원래의 화상 데이터의 성질을 파괴하지 않는 이점이 있다.

공1차 내삽법은 내삽하려고 하는 좌표를 둘러싼 4개의 처음 화상의 격사전을 이용해서 거리에 의한 기중 평균화를 행하는 방법이다.

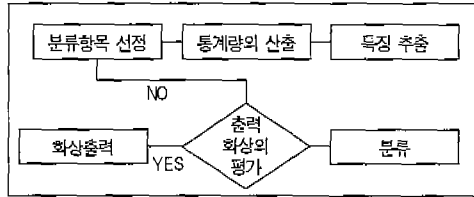
Cubic Convolution법은 내삽하려고 하는 좌표 주위 16점을 이용하여, 3차로 들어온 함수로 행하는 방법이다. 시각적으로 부드러운 화상을 얻을 수 있으나 원래의 데이터를 파괴하는 경우가 있다.

화상 해석

전처리를 통하여 얻어진 화상은 현지조사 데이터와 함께 분석이 이루어지게 된다. 화상상에서의 표현이 각각의 대상물이 아닌 주변지역과의 혼합 형태로 되므로, 통계량 산출과 분류가 어느 정도의 반복과정을 거친다.

〈그림2〉는 리모트 센싱으로 얻어진 화상의 일반적인 해석 과정을 나타내고 있다.

〈그림2〉 화상 해석 과정



1) 분류 항목의 선정

삼림, 녹지, 황무지, 수역등 지표특징을 나타낸다고 생각되는 화상 데이터의 작은 영역들을 선택한다.

2) 통계량의 산출

분류항목의 데이터값으로부터 각 채널마다의 평균치, 표준편차, 공문신 등의 가우스 통계량을 산출한다.

3) 특징 추출

패턴 항목 식별에 의한 분광영역을 검출하여, 사용하려는 채널수를 줄인다.

4) 분류

선정된 채널의 조합을 이용하여 해석하려는 전 영역에 속하는 데이터(분광치)를 미리 계산된 각 패턴항목과의 유사성으로부터 항목분류를 한다. 분류에는 감독 분류와 부감독 분류가 있다.

5) 화상출력

목적에 부합된 분류를 하는 경우에는 화상 디스플레이 장치를 출력한다. 부합되지 않을때는 다시 반복한다.

리모트 센싱의 구체적 활용도

▲ 환경보존 및 조사 : 대기오염, 수질오염, 식물활력도 조사 등

▲ 자원조사 : 광맥조사, 석유탐사, 지질단층 및 구조선조사, 해양자원조

사 등

▲ 교통조사 : 교통량 조사 및 분석, 도로의 분포 및 변동 상황 조사 등

▲ 해양분야 : 수심분포조사, 조류조사, 수온조사, 해수 침입지역조사 등

▲ 방재대책 : 홍수피해조사 및 조사도 작성, 적설량 측정 등

▲ 도시계획 : 도시 지표면 온도측정, 도시발달상황 조사, 도시계획도작성, 토지이용도 작성 등

▲ 농업분야 : 농작물 종류 및 수확량 예측, 병충해 조사, 토양침수율조사 등

▲ 기상조사 : 태풍예측, 구름분포, 풍향조사 등

▲ 군사적 이용 : 시설물 조사, 군사이동상황조사, 작전계획 Base Map 작성 등

▲ 건설 : 시설물 조사, 시설물 관리, 지형분석모델링, 수자원분포도 및 의사 결정지원

이러한 리모트 센싱 기술의 활용이 매우 중요함을 인식하여 정부에서도 우주항공산업 및 기술활용에서 향후 10년간 수백억원 또는 수천억원의 정부예산 실험및 기술연구개발투자에 우선 순위를 두고 과거, 정보통신부, 건설교통부, 통상산업부등의 관계부처가 국가적인 사업으로 2000년까지는 위성원격탐사 핵심기술 확보, 2006년까지는 위성에 대한 지구관측자료의 실시간 활용기술 개발, 2015년이내에 차세대 국산위성센서시스템 개발과 우

주기술을 이용한 광역의 환경변화에 측 및 재해예방 시스템 구축을 완성할 계획이다.

GPS(Global positioning system)

GPS(Global positioning system: 범지구적 위치측정 시스템)은 미국에서 개발되어, 실용화단계에 있는 시스템으로 인공위성에서 발사되는 전파를 수신하여 정밀위치측정을 행하는 새로운 기술이다. 이것은 종래의 광학적인 수단에 비하여 진일보한 측량시스템으로 각광받기 시작하고 있다.

GPS의 주요한 목적은 원래 항공기나 선박 등의 항법지원용으로 개발되었으나 그 높은 위치정확도(2점간 거리관측시 10km에 대하여 약 1cm 오차의 상대정확도)로 인해서 위치결정을 필요로 하는 모든 분야에 활용이 시도되고 있다.

GPS의 개발역사

인공위성에 의한 최초의 위치결정 기법의 시작은 1950년대부터 개발되기 시작하여 1967년에 일반에 공개된 미해군 항법 위성 시스템인 NNSS(NAVY Navigation Satellite System)의 등장이라고 할 수 있다.

인공위성의 도플러(Doppler)관측에 의한 항법 시스템인 NNSS는 대양에 있어서 선박의 위치결정과 낙도의 위치결정 및 개발 도상국의 지도작성을 위한 기준점 측량에 유효하게 사용되

었으나, 이 시스템에는 두가지의 큰 결함이 존재하였다. 그 하나는 위성이 측정점의 상공에 위치할 시간에만 위치측정이 가능하다는 점이다. 즉 위성의 궤도배치 상태에 따라 수시간에 걸쳐서 위치측정의 공백이 발생하는 경우가 있다 따라서 NNSS를 채용한 선박들은 속도와 나침반을 이용한 추측항법 또한 함께 사용하여야 했다. 이 경우에 복잡한 항해패턴을 가지는 선박의 경우에는 만족할 만한 결과를 얻는 데에 어려움이 있었다. 또한 한 집의 위치측정에 소요되는 시간도 수분 내지 수십분이 걸림으로써 고속의 이동체에 대한 위치측정은 거의 불가능하였다. 따라서 본래의 개발목적인 군사용으로는 거의 사용되지 않고 민간 선박에 주로 채용되고 있는 실정이다.

한편, NNSS가 일반에 공개될 무렵인 1960년대말부터 NNSS에 비하여 한층 고도화된 인공위성 위치측정 시스템의 개발이 검토되기 시작하였고 1972년부터 미해군 TIMATION(Time Navigation)계획, 미공군의 621B Program등이 미해공군 및 미국 방위성 지도국(DMA)에 의해 통합되어 NAVSTAR(NAVigation System wide and Ranging)계획이 시작됐다.

제1단계로 1973년에서 1979년까지의 개념평가기간, 1985년까지의 제2단계를 폴스케일개발 및 시험기간을 거쳐, 1987년까지 2차원 관측시스템을 완성하였으며, 1991년 현재 18개의 위성이 궤도상에 올려짐으로서 전지구에 대한 24시간 3차원으로 고정확도의 위치

측정이 가능하게 되었다. 향후 3개의 예비위성이 발사되면 GPS계획은 완료되며, 종래의 NNSS는 5년간의 중복 사용기간을 거쳐 1996년에는 폐지될 계획이다.

GPS의 위치 결정 방법

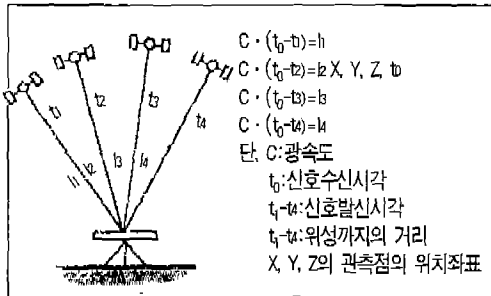
GPS는 인공위성을 이용한 범 지구적 위치 결정 시스템으로 정확한 위치를 맡고 있는 소요시간을 계산하여 관측점까지의 위치를 구하는 time navigation system이다.

관측점의 위치좌표(X, Y, Z)는 원칙적으로 3개의 위성에서 발신된 전파를 수신함으로써 얻어질 수 있으나 이 경우는 위성의 시계와 관측점의 시계가 정확하게 일치하여야만 한다. 위성에 탑재되어 있는 원자시계는 1일에 10 nano see(전파의 전달거리로 약3m정도)오차범위에서 예측이 가능하며, 미국의 Colorado Springs에 Navstar Control Center(NCC)지상국에서의 시계의 상대, 위성의 궤도 등을 조절할 수 있다.

그러나 현실적으로 위성상에 탑재되어 있는 고가의 원자시계를 관측장비에 채용할 수 있으므로 4개의 위성을 이용하여 위성간의 시간편위를 미지수로 처리하여 4개의 연립방정식을 풀어서 좌표를 결정한다. <그림3>참조

NAVSTAR의 사용 전파는 1575.4MHz(L1 Band) 반송파에 고정확도 신호인 C/A(Clear and Acqusion)코드가 발신되며 1227.60MHz(L2 Band)반송파에 고정확도 신호인 P(Precision)코드가 위

〈그림 3〉 GPS의 위치결정 원리



치결정 신호로서 송신되고 있다. 일반에 공개되어 있는 C/A Code는 1msec의 반복주기로 그 정확도가 수신기의 성능에 따라서는 20~30m 정도의 정확도로 위치결정이 가능하며 7일 반복주기를 갖는 P코드는 군사용으로만 사용되고 일반공개는 하지않고 있으며 C/A코드 2배 정도의 정확도를 갖는다.

GPS의 위치성

GPS의 관측점의 좌표(X, Y, Z)와 시간 t의 4차원 좌표 결정 방식이므로 비행기, 배, 자동차 등의 고속운동체의 위치관측은 물론 Doppler효과에 따른 고속관측도 유효하다. NNSS의 경우는 위성이 상공을 통과할 때에만 가능하므로 연속적인 관측이 불가능하고 그 궤도 특성으로 인하여 고위도에서의 관측이 불가능했으며 관측시간이 수분 내지 수십분 필요한데 반하여 GPS의 경우는 NAVSTAR위성 18개가 모두 발사된 1991년 현재에 있어서 전 지구를 24시간 관측하는 것이 가능하고 초단위 관측시간으로 위치를 측정할 수 있으므로 고속운동체의 항법에

도 매우 유용하다.

특히 GPS는 지금까지 측량방식에 비해 정확도가 매우 높다. 일본의 경우를 예들 들면 일본열도의 지각의 변동은 전체적으로 대략 년 10-7(100km당 1cm)이라고 알려져 있다. 이 경우에 있어서 현지 의 광파거리측정기로써 거리측량을 행할 경우는 그 정확도가 약 10⁻⁶정도 이므로 지각변동을 검출함에는 약 10년 이상의 기간이 필요하다. 그러나 수신기의 성능에 따라서 GPS의 정확도가 충분히 10⁻⁷에 이르므로 1-2년의 주기로 측정이 가능하므로 그만큼 정확한 지각변동 상황을 알 수 있는 것이다.

또한 GPS는 종래의 광학적 방법에 의존하던 측량방식에 비하여 전파를 이용하므로 시계나 기상조건의 제약을 받지 않는다는 장점이 있다. 이것은 곧 광범위한 지역의 측정에 용이하며, 또한 측량시간을 단축시킬 수 있다는 것을 의미하므로 토목공사 등의 경우에 있어서 공기단축에 획기적인 기여를 할 것으로 기대한다.

GPS의 응용분야

GPS는 높은 정확도, 포괄영역이 24시간 어느 곳에서도 관측이 가능하다는 점, 고속운동체의 위치 및 속도 측정이 용이하다는 점 및 실시간으로 관측이 가능하다는 점 등으로 인해 정확한 위치를 필요로 하는 각 분야에 활발한

활용이 기대된다. 더구나 GPS의 시장 규모가 확대됨에 따라 고성능 수신기의 개발은 가속화될 전망이다. 그에 따라서 수신기의 가격도 저렴해질 것으로 예상된다. 또한 작업시에 데이터가 바로 수치화되므로 실내작업 시간을 현격하게 줄일 수 있으며, GIS와 바로 연결이 가능하므로 GIS의 데이터 갱신에 매우 유용할 것으로 전망된다. 다음은 GIS의 활용이 기대되는 분야들이다.

육지 분야

높은 정확도의 GPS와 적절한 보정 기법을 결합시킬 경우 고정도의 지도 제작 및 측지 측량 분야에 있어서 효과적인 기여를 할 수 있다.

1) 측지 및 측량 분야

지도제작, 지적 측량, 국가 측량 기준점의 조정, 기존도로의 위치 및 구배측정, 댐과 같은 대형 구조물의 위치선정 및 현황측정, 대륙의 이동이나 지각의 변동과 같은 광범위한 지역의 지형변동에 대한 측량

2) 교통 및 통신 분야

GPS에 있어서 그 넓은 측정범위, 실시간으로 측정이 가능하다는 점, 이동체의 위치는 물론 속도까지 측정이 가능하다는 점은 교통분야에 있어서 자동차의 항법 및 추적에 효과적으로 응용될 수 있다.

한편, GPS수신기의 가격이 기술개발로 인해 하락함에 따라 가까운 장래에 car stereo system 가격 정도로 사용자에게 공급이 가능하므로 교통문제 해결에 있어서 효과적으로 적용될 것으

로 예상된다.

- 수치지도와 결합하여 자동차의 현재 위치를 나타내주고 목적지까지의 도로 안내 기능을 하는 자동차 항법에 응용

- 상용차, 구급차 및 경찰차 등의 현재위치 모니터링

- 중앙 관제 시스템과 결합하여 도시 교통 문제의 개선

- 신설도로 및 철도의 노선선정

해역분야

1) 근해 및 원양에 있어서의 위치측정

육지에 비하여 인간의 접근이 어려운 원양 및 근해상에 있어서 GPS는 그 정확도, 측정시간 및 시계의 영향을 받지 않는다는 점 등으로 인해 매우 효과적인 위치측정 수단이다. 일반적으로 원양의 경우는 육지에 비하여 지형적 특징이 다양하지 않고 요구되는 정확도도 상대적으로 낮으므로 널리 이용되고 있는 추세이다.

석유시추선의 위치선정, 해양 물리탐사분야, 낙도의 위치측정, 해양구조물의 위치결정 등에 주로 쓰인다.

2) 해양 교통 및 해양학 분야

GPS는 선박의 항법분야를 종래의 불편한 장비와 복잡한 계산으로부터 해방시켰다. 또한 육지의 해상에 등대나 부표 등의 유도설비를 장치하지 않아도 되므로 전반적으로 해상안전에 투입되는 비용을 절감하면서도 보다 안전을 기할 수 있게 되었다.

선박의 항법 및 위치추적, 해류의 측정, 조난 선박의 구조 등에 활용 가

능하다.

항공분야

- 기준점이 없는 지역의 항공사진 측량

- 반사파를 이용하여 자원탐사를 하는 경우, 조사점의 위치파악

- 항공기의 운항노선에 대한 항법 및 공항에 대한 근거리 유도

- 산림 및 농지에 대한 농약살포 및 소화작업

군사 분야

GPS는 그 개발주체가 군이었던만큼 원래의 이용 의도는 군사분야에서 출발되었다. 그 사용분야는 다음과 같이 다양하다.

각종 이동체의 항법, 목표물 선정, 항공사진정찰, 원격조종차량, 관성항법 시스템의 데이터 갱신, 각종감시체계의 위치선정, 미사일 유도, 지휘 및 통제 시스템, 핵무기의 이동 및 통제

기타

- 우주 공간상에서 다른 인공위성 및 우주선의 위치파악 및 결정

- 여가 활동 분야 : 등산, 오지탐험, 요트, 대륙간 자동차 경주 등

GPS의 전망

GPS는 이론적으로는 mm단위의 상호위치 결정이 가능하고 또한 상호간의 시준(視準)없이도 수 10km간을 단 시간에 측량이 가능하므로 기존의 기준점이 미비하거나 일반적인 측량이 곤란한 지역 등에서 손쉽게 빠르게 위치를 측정할 수 있다. 더구나 기존의

측량장비에 비해 수신기가 사용하기 쉽고 컴퓨터와 연결하였을 경우 바로 목적한 결과를 얻을 수 있으므로 매우 효과적인 측량수단이 될 것으로 전망된다.

더구나 하드웨어의 발달로 인해 GPS의 위치측정 기능과 컴퓨터 기술을 접목한 여러가지 목적의 수신기가 개발되고 있고 그 가격도 점점 저렴해져가는 추세에 있으므로 우리나라에서도 그 사용이 증가되고 있는 추세이다. 리모트 센싱 기술의 비약적인 발전은 지구에 대한 새로운 측정 및 환경보존의 중요성을 일깨워 주었고, 하나밖에 없는 지구를 살려야 한다는 지구생명의 문제를 제기하였다.

육지의 삼림자원, 바다의 해양자원, 남극 및 북극의 기상변화추적 등의 거시적인 접근에서 도시의 건물과 식생의 관계, 생태계의 미세한 부분까지를 종합적으로 관측할 수 있는 실용화 단계에 들어섰다.

환경, 조경, 건축, 토목, 기상, 해양, 농업, 산림, 자원, 지리, 도시계획, 교통 하천, 사회전반에 걸친 자연 및 사회현상을 감지하고 영상화하여 분석할 수 있는 리모트 센싱의 첨단 기술은 지구위의 어디에서든지 자기의 정확한 위치를 곧장 파악하여 사용할 수 있는 GPS기술과의 결합은 컴퓨터 매핑, GIS에서 필수적인 것이 되었고, 점차 일반화될 전망이다.