

# 全 地球測位시스템과 地理情報시스템의 응용기술

이 근 철

제일설계(주) 고문·공학박사

## 머 리 말

인공위성과 개인이 통신하면서 자신이 원하는 일을 할 수 있는 시대가 되었다. 즉 全地球測位시스템의 일반인 사용확대는 우리들의 일상생활을 크게 변화시키고 있다. 미국에서는 전지구측위 시스템(Global Positioning System, 이하 GPS 라고 표기한다)를 이용한 자동차 자동주행이 전국적으로 가능한 시점에 도달하고 있다. 본고에서는 GPS를 이용한 외국의 자동운행시스템의 응용예를 살펴보고 아울러 지리정보시스템의 개요와 활용기술에 대해서도 설명하고자 한다.

미국방성은 지구전반에 걸친 방위체제의 구축을 목적으로 여러 가지 인공위성의 기술을 1957년부터 부단히 발전시켜 왔다. 1974년부터 막대한 경비를 들여 실제로 손을 대기 시작한 GPS도 그중 하나로서 최근까지 단계적으로 발전시켜 왔으며, 미 공군 당국은 지난 4월에, GPS의 인공위성체계가 드디어 완성단계에 이르렀다는 공식적인 발표를 한 바 있다. 인공위성의 수명을 5년으로 보고 적어도 향후 수십년간 계속될 운영을 위한 막대한 예산과 작업은 미국방성, 특히 공군에서 지속적으로 맡아 진행하여 왔다.

지표의 경도를 따라 일정한 간격을 가진 여섯 개의 적도를 가로지르는 궤도상에 24개(3개의 실 궤도상의 대기위성을 포함)의 인공위성들이 분포되어 고도 1,100마일 상공에서 약 2시간의 주기로 지구를 순회하고 있는데, 이 위성들

은 원자 시계에 의존하여 고도의 정밀한 신호방식을 따라 그때 그때의 자신의 정확한 위치와 시간, 그리고 그 외의 여러 가지 위성궤도와 그 전반에 걸친 체계에 관한 자세한 사항들을 끊임없이 지구쪽으로 쏘아준다. 따라서 지구표면의 어디서나 평균 약 7내지 8개의 인공위성이 시각 직선상에서 그 궤도를 달리게 되어 있으며, 지상에서는 그들의 신호를 수신하고, 그로부터 역으로 수신자의 3차원적 공간, 즉 지표상에서의 수신자의 경도와 위도, 그리고 고도를 계산해 낸다.

지구표면(대기층을 포함)의 어디에서나 최저 4개의 GPS 인공위성들로부터 수신한 순간적인 위치와 시간의 값을 이용, 계산하여 정밀한 관측자 자신의 위치(동경 혹은 서경과 북위, 혹은 남위의 위도와 평균 지표상으로부터의 고도)를 시시각각으로 알아낼 수 있다. 이러한 신호의 수신이 또한 기상조건에 관계없이 언제 어디서나 가능하다는 점과 그 수신기의 가격이 오늘날 매우 저렴해졌다는 점 때문에 큰 실효성을 갖고 있다. 계산된 관측자 자신의 위치의 정확도는 수신기의 성능과 선택 이용한 신호의 종류 및 수신 방식에 따라 수밀리미터에서 약 100미터에 이르며, 군사 목적으로 암호화된 신호와 일반 시민이 이용할 수 있는 신호와의 사이에는 정밀성에 큰 차이가 있다.

매초마다 새로운 순간적인 관측자의 위치를 정확히 알 수 있는 경우에, 이를 이용한 여러 가지 이용이 가능하다. 다음에는 이들의 응용예를 설명하고자 한다.

## 1. GPS의 응용

첫째, 해상, 육상, 공중, 우주의 공간에서 필요로 하는 자신의 위치를 실시간으로 알아야 될 경우와 측량, 관측, 정보 데이터의 발생, 각종 시설물과 건설물의 설계 및 정비에 요구되는 정밀한 위치 기록 등이 있다. 이들은 종래의 기술 방식과 비교할 때, 그 정확도와 신속도에서 비교되지 않을 만큼 생산성과 신빙성이 증대되고 있다. 이러한 실시간(Real Time)의 정확한 위치정보가 기존의 각종 유무선 통신기술과 결합되면서 그 이용도와 상업적 가치는 급속히 늘어난다. 더욱이 최근 속속 늘어나는 위성 통신망과 새로 발전되고 있는 무선통신방식(PDA, PCS 등)은 GPS의 보다 활발한 응용에 큰 박차를 가하고 있다.

둘째, 항공기 항법에의 응용과 항공기 이착륙시의 기동제어 안내를 들 수 있다. 1984년 KAL기 요격사건 이후, 레이건 전 미국대통령의 재가로 GPS기술의 민간 이용의 인가가 이루어진 이후, 본격적인 응용이 시작되었다. 최근에 널리 이용되고 있는 값싼 GPS 수신기가 당시의 비행운전석에 있었다면 그 엄청난 사고를 방지 할 수 있었을 것이다.

세계적으로 무수한 항공기의 운항과 이착륙을 생각할 때 그 수요는 대단한 것이다. 현재까지 사용되고 있는 이착륙 제어방식에 드는 시설과 작동경비의 몇 분의 1로 해결할 수 있는 이점이 있어, 많은 비행장들에 적용, 속속 그 시험적인 이용단계에 들어가고 있다. 미국내에서도 이제 2,000기가 설치되었으며, 2000년대에 들어서면 8,000여 개가 될 것이라 한다. 다음에 기술한 몇 가지 GPS에 대한 부속 문제점 해결과 더불어 GPS의 이용은 세계적으로 더욱더 크게 성장될 전망이다.

### 가. 해상에서의 이용

어선이 암흑의 망망대해에서 자신의 위치, 운항방향과 속도를 값싼 GPS기기를 이용하여 항상 알 수 있을 때 선장의 안도감을 상상하기란 어렵지 않다. 짙은 안개가 낀 항구에서 많은 선박들이 통행할 때 있을 수 있는 사고 가능성을 상상해보자. 간단한 통신망을 통하여 항만 중앙관리소에서는 모든 선박의 기동을 효과적으로 그리고 정밀하게 관리, 통제할 수 있는 체제가 가능하다. GPS수신기를 따라 바다 가운데의

좋은 고기잡이 터를 언제라도 손쉽게 찾아 갈 수 있다. 678,500톤에 이르는 'troll A'는 노르웨이의 해상 천연가스 채취대로서 그 높이는 475미터, 배수량은 1,050,000톤이며, 지구상에서 이동된 것 중에서 역사상 가장 커다란 물체로서, 지난 5월 북해로 5일에 걸쳐 157노티칼 마일이나 그 신축장인 노르웨이의 Vats에서 이동, 장치된 적이 있다. 해상운항에 획기적인 사건이었던 그 이동은 GPS에서 결정적인 도움을 받았는데, 항해 지침은 물론, 최후 정착시의 정확한 방향을 잡는 데에도 GPS가 이용되었다고 보도되고 있다. 정착후 관측에서 요구되는 사양, 즉 그 채취대의 최후 위치의 경도와 위도 그리고 고도의 정확도가 각각 10cm 미만이었는 데 GPS는 이 모든 정확도를 결정적으로 만족시켰다.

### 나. 지상에서의 응용

현대문명의 대표적인 양상인 자동차의 범람과 끊임없이 요구되는 교통 안전, 운전사의 안심과 쾌락한 운전 또한 GPS의 좋은 응용의 초점이 되고 있다. 컴퓨터와 접합된 GPS신호를 이용하여 복잡한 대도시에서의 길 찾아가기, 전국도와 시내에서 움직이는 화물차 혹은 택시들의 실시간 분포 상황은 물론, 심지어는 실시간상의 각 차량의 운전속도까지도 중앙관제소에서 관측할 수 있다. 또한 전국의 지도작성도 신속, 정확하게 할 수 있다. 산간 벽지에 있는 문제의 전봇대 위치를 쉽게 찾아 갈 수 있으며, 사냥꾼은 목표의 동물을 따라간 긴 행보를 되짚어 올 수 있다. 등산가는 깊은 산중이라도 길을 잃을 염려가 없다. 대도시의 교통체증도 GPS의 응용을 통하여 실시간 진단(통제)이 가능하여 교통체증의 실시간 경감 및 해소에 큰 도움이 된다. 지능화가 절실히 요구되고 있는 오늘날의 도로망과 결합하여 교통체증의 감소, 응급처치의 효율화와 방법의 능률화에 기여할 수 있는 GPS의 상용기술이 속속 발달 보급되고 있다.

### 다. 군사목적의 응용

중동전 때 이라크 중앙정보부의 폭파작업에 동원된 크루스 미사일의 성공적인 유도과 최근 보스니아 폭격중 격추된 미 비행사 구조에 결정적인 도움을 준 것이 곧 이 GPS의 응용이라고 한다. 망망한 사막 가운데에서의 전차의 항법은 물론, 전방에 배치된 병사의 위치를 중앙지휘소에서 모두 정

**기술동향**

확히 파악하고 있다면 작전수행에 결정적인 도움이 될 수 있듯이 그 응용은 매우 광범위하다.

**라. GPS와 관련된 상품 및 서비스**

세계(특히 미국)의 여러 제조업자들은 다투어 GPS의 OEM Chip Set 혹은 응용기계에 탑재될 완제품의 수신기 등 여러 가지 방식으로 GPS기계를 공급하고 있다. 따라서 GPS의 응용상품과 서비스는 대단히 빠른 속도로 보급되고 있다. 토목공사용(측량, 지도제작), 항법용(선박 및 항공기 항법), 자동차(도로항법용, 상업차량관리, 방범 및 응급조치 보조용), 등산, 수렵인은 물론이고, 관광 휴대용 안내자의 상품 등으로 응용될 수 있다. 또한 현장기록의 비디오나 카메라 등에 내재되어 중요한 증거도 될 수 있다. 엄밀한 의미에서의 지구상의 모든 지점의 영구한 주소는 그 위치의 경도와 위도 그리고 고도라고 할 수 있다. 수재, 화재, 전쟁, 신도시개발, 도시개조 및 신설에 따른 복잡한 주소 변경이나 새로운 나열에서 얻을 수 있는 복잡성은 GPS를 손쉽게 얻을 수 있는 위도, 경도의 주소를 이용함으로써 영구적이고 간단 명료하게 말할 수 있다. 유동성의 항법장치(자동차항법, 항공기항법 등을 제외함)를 제외하고도 현재 전세계적으로 약 100만대의 고정 GPS수신기가 장치되어 있고, 매월 6만 대 꼴로 성장하고 있다. 매년 수십억불의 시장이 들어서고 있으며, 세계적인 대생산업체들간의 전략적인 기업협동 속에 생산에 박차가 가해지고 있다. 고도의 정밀성과 다양한 유용성 그리고 전지구상에 이르는 방대성에 비해 아무런 로열티 혹은 임대료의 지불없이 마음대로 이용할 수 있는

GPS의 위성신호는 일반 시민의 일상생활의 발전을 위한 각종 응용의 문을 열어 놓았다. 여러 가지의 편리하고 값싼 GPS응용기와 상품들이 전세계에서 개발되어 폭발적으로 보급되고 있다. 이러한 편리한 도구의 이용으로 현대 사회와 문명, 그리고 일반 시민의 생활이 윤택해지고 있으며, 앞으로는 이용범위와 응용자가 더욱더 증대할 것이다.

**2. 지리정보시스템(GIS)의 응용**

인간은 오래전부터 지도를 만들어 왔고, 정확한 지도를 제작하기 위해서는 과학적인 공간자료의 획득, 분석, 저장, 활용방법의 개발이 필요했다.

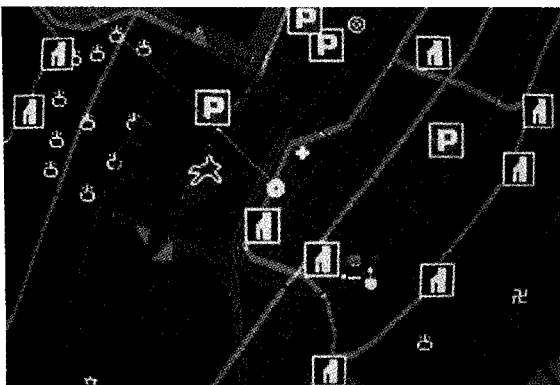
자료의 획득은 주로 측량과 측지를 통해 이루어졌는데 이는 목측이나 자의 이용 등 원시적인 방법으로부터 토털 시스템, 항공측량, 위성사진 활용 등 첨단기법의 활동에 이르기까지 다양한 형태로 발전되어 왔으며 자료의 분석과 저장에 있어서도 양피지나 종이 대신에 각종 컴퓨터 매체를 이용하는 등 끊임없이 변화되고 있음을 볼 수 있다.

최근 우리는 지리정보시스템(GIS)이라는 용어에 쉽게 접하고 있다. GIS를 정의하면 지도와 같은 공간정보와 이 공간속에 위치한 지형지물, 지상이나 지하의 시설물과 관련된 속성정보를 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어를 이용하여 저장, 관리, 검색, 분석, 처리하는 컴퓨터 시스템의 한 부분이라고 정의할 수 있다.

이러한 일반적인 정의와는 다소 상반되지만 국내에서는 보는 관점에 따라 GIS가 측량을 통해 작성되고 유지·관리되고 있다.

지도는 복잡한 실세계를 단순화, 일반화시켜서 지상에 널

려있는 다양한 정보를 한 장의 종이 위에 표현한 것이라고 할 수 있다. 지도는 그 사용 목적에 따라 각각 다른 내용으로 제작될 수 있으며, 이를 주제도(Thematic Map)라 한다.



〈그림 1〉 전자지도에 의한 교통정보 제공



〈그림 2〉 차량 내부의 교통상황 표시

그렇지만 복잡한 의사결정이나 상황파악을 위해서는 여러 장의 목적별 지도를 종합해야 하는 경우가 발생할 수도 있고, 지도와 관련된 다른 정보원을 통합하여 활용해야 할 필요성도 있다.

또한 지도에 표시된 정보는 시간의 흐름과 함께 항상 변화될 수 있는데 기존의 종이 지도로는 이와 같은 변화를 적시에 수용할 수 없다. 이와 같은 한계나 불편함을 극복할 수 있게 해주는 것이 GIS이다.

한편 선진국 통계에 따르면 정부 및 유관기관의 각종 의사결정과정에서 약 80% 정도가 이 GIS시스템의 직, 간접적인 도움을 필요로 한다고 한다.

산업이 급속도로 발전하는 데 따르는 여러 가지 부작용, 즉 도시지역인구의 급격한 팽창, 이를 뒷받침하지 못하는 도시계획정책, 교통정책, 도시기간시설물 관리의 어려움 등 해를 거듭할수록 복잡다난해지는 현 상황에서 GIS에 대한 필요성은 더욱 크게 부각되고 있다.

### 가. 상하수도시설 관리에 지리정보시스템의 활용

어떤 도시는 인구증가와 함께 여러 가지 도시 기간시설물의 수요가 증가함에 따라 행정 및 관리업무가 복잡다양해졌으며, 기존시설의 유지관리와 확장 및 투자계획 등에 기초가 되는 정보의 수집, 관리, 분석이 이미 수작업의 한계를 넘어섰다는 판단을 하게 되었다.

특히 시민의 생명선으로서 그 중요성이 새삼 대두되고 있는 '물'을 생산, 공급하고 있는 수도과의 경우 상수도 배관망을 비롯한 관련 통계 및 유지보수대장의 기록 유지에 많은 인력과 시간을 투입함에도 불구하고 자료의 정확도를 유지하기 어려우며, 자료가 관할 구청별, 부서별로 분산 관리되어 일관성을 유지하기 어렵고, 자료의 취합에도 상당한 시일이 소요되고 있는 실정이다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 상수도 배관망을 비롯한 각종 시설대장과 공사정보, 누수사고 이력 등 자료의 전산관리와 이에 수반되는 업무 처리를 표준화, 자동화한 상수도 시설물 관리 시스템의 도입이 필수적이라고 판단하게 되었다.

이 사업의 추진을 통해 시당국은 상수도시설관리와 투자

계획 등 업무처리의 효율화를 도모하며, 무수(누수 및 도수)율을 최대한 감소시킴으로써 지방 공기업 재정향상에 기여함과 동시에 불시 사고발생시 즉각 대처하고 시민에게 양질의 서비스를 제공할 수 있게 하는 것을 목표로 하였다.

어느 추운 겨울 새벽, '00지점에 동파에 의한 누수발생, 출근시간과 겹쳐 교통사고 유발 및 체증이 예상됨'이라고 하는 긴급상황이 수도과 당직자에게 신고되었다.

당직자는 곧 사고지점의 위치정보(주소 또는 건물명 등)를 입력하여 해당지역의 도면을 컴퓨터화면에 확대 도시한다.

이어서 누수지점을 표시하면 컴퓨터는 그 지점의 배관현황, 즉 관중, 관경, 매설깊이와 가장 가까운 지점에 있는 밸브의 위치와 제원 등 필요한 정보를 즉시 제공해준다.

한편 비상연락을 듣고 달려온 긴급복구팀은 당직자가 건네주는 누수지점의 정확한 지도, 잠귀야 할 밸브 등의 정보가 수록된 공사명령서를 받아 신속하게 출동을 한다.

얼마후 상황종료 보고가 접수되면 누수에 따른 비용계산 및 사고이력 정보가 입력되고 본 사고에 의해 단수가 예정되는 지역에 대한 대민 안내자료가 발행되며, 이때 완전한 복구예정 시간이 같이 통보된다.

또한 199×년 ×월 ×일 아침, 금일 교체해야 할 계량기 현황과 계량기 설치 지점이 자세히 표시된 작업지시서를 들고 현장으로 떠나는 근로자의 모습을 쉽게 상상할 수 있을 것이다. 즉 컴퓨터시스템은 수록된 계량기정보로부터 계량기 설치일자과 내용연수를 추출, 오늘 교체해야 할 계량기를 정확하게 지정해 주는 것이다. 이러한 계량기의 적시 교체는 정확한 사용량 감지의 필수요건으로서 미감지로 인한 세수 감소를 미연에 예방해주며 無收率 감소에 결정적인 역할을 한다.

### 나. 지형, 지물정보의 활용

여행에 익숙치 않고 평소 길눈이 어둡다고 여기고 있던 김씨는 이번 주말에 있을 가족여행이 벌써부터 걱정이다.

사람이 많지 않은 한적한 곳에서 가족과 함께 오붓한 하루를 보내고 싶는데 잘 아는 곳은 없고, 무작정 길을 나섰다가 길이라도 잃고 헤매는 날이면 모처럼 나들이가 엉망이 될지도 모른다.

하지만 이러한 걱정이 부질없이 되는 날이 곧 오게 된다.

**기술동향**

요즘 간간이 신문이나 잡지에서 소개되고 있는 자동차 주행 안내시스템(CNS)이 바로 이에 대한 해결책이 될 것이다.

CNS는 출발전 여행목적별로 목적지 정보를 제공해 주고 운전자가 출발지와 목적지를 입력하면 자동으로 가장 가까운 경로를 선정해 주며, 항상 자신의 현위치를 알려주기 때문에 길을 잃고 헤매는 일을 예방해 준다.

이와 함께 현재 가장 가까운 곳에 있는 편의시설 위치를 알려주는 물론, 필요시 그 시설과 관련된 부가정보, 즉 전경 사진, 비용, 연락처 등 여러 가지 필요한 정보를 제공해 줄 수도 있다.

고급자동차의 선택사양으로서 자동차 구입시 함께 구매할 수 있는 차량 전용단말기의 형태 또는 앞으로 보편화될 것으로 전망되고 있는 개인 휴대용 컴퓨터의 형태로 우리에게 보다 친근하게 다가올 CNS는 GPS위성, GPS안테나 및 수신기, GPS의 위치정보를 도로 지도위에 표시해 주는 전용 컴퓨터와 디스플레이 모니터, 그리고 지도 및 부가정보를 저장해주는 대용량 저장매체 등으로 구성된다.

GPS위성은 미국의 군사위성으로 걸프전 때 병사 및 무기의 위치 파악, 정밀유도무기 등에 활용되어 일반에게 그 위력을 과시한 바 있지만 최근 민간용으로도 활용할 수 있게 개방되어 있으며, 현재 24개의 위성이 24시간 가동되고 있기 때문에 전세계 어느 지역에서든 무상으로 그 신호를 받을 수 있다.

**다. 천재지변으로부터의 보호**

얼마전 미국 캘리포니아지역에 큰 산불이 발생하여 많은 피해가 있었다는 소식을 접한 적이 있다. 또한 세계 여러 나라에서 수십 년만의 홍수로 인하여 수많은 가옥과 시설물, 그리고 농경지가 침수되어 엄청난 피해를 입었다는 해외토픽을 들은 적이 있다.

이러한 자연재해에 대해 우리는 하늘만 바라보고 있어야 하는가? 보다 효율적이고 과학적인 현황분석과 대책마련을 위한 방안으로 인공위성에 의한 원격탐사기술과 GIS기술의 접목이 제시될 수 있다.

광범위한 지역을 단시간내에 탐사하여 정확한 정보를 실시간으로 제공해 줄 수 있는 원격탐사기술을 거의 환경여건에 의한 제약없이 활용될 수 있으며, 사전에 입력되어 있는

각종 지리, 지형공간 정보와의 연결을 통해 신속, 정확하게 현황을 분석하고 대안을 제시해줄 수 있다. 즉, 현재 피해가 발생된 지역과 변이사항, 다음 피해지역의 예측을 통한 예방활동을 가능하게 하고, 중요 차단지점의 안내 등 과학적인 방재방안을 제공해 줌으로써 피해의 최소화를 가능하게 해준다.

이러한 원격탐사기술은 세계최대의 농산물 생산국인 미국이 자국과 세계 여러 나라의 작황을 분석함으로써 생산량을 효율적으로 조절하는데 활용되었고 특히 냉전시대에는 식량의 무기화를 뒷받침하는 주요 자료원으로 활용될 것이다.

**라. 정보화사회 필수품으로 등장**

이제 아무도 지도제작을 위해 높은 산에 올라가 아래를 내려다 보거나 거리를 재기 위해 발걸음 수를 세어려 보지는 않는다. 항공사진을 찍거나 광학측정기로 거리를 재거나, 인공위성을 통해 보다 광범위한 지역을 손쉽게 탐사하고 있다. 심지어는 남의 나라까지도 아무런 허락도 받지 않고 자기집 안방 들여다 보듯 훤히 들여다 볼 수 있는 단계까지 발전되어 있다. 5천분의 1의 축적으로 남한 전체의 지도를 그리면 약 1만 7천매가 된다. 수량도 많지만 부피나 무게 때문에 손쉽게 들고 다니며 보기가 어렵다. 그리고 도엽과 도엽의 경계부분에 위치한 지형지문, 또는 여러 장의 지도를 가로지르는 도로 등 선형지물의 경우, 종이 지도만으로는 활용에 한계가 있다.

그렇지만 앞으로는 CD-ROM 및 장에 이러한 지도와 보다 다양한 정보를 모두 수록하고 개인용 컴퓨터를 통해 원하는 정보를 원하는 형태로 지도의 경계와 관계없이 찾아볼 수 있게 될 것이다.

또한 요즘처럼 도로 등 교통시설이 부족하여 전 국가적으로 막대한 손실을 입고 있는 경우에는 새로운 도로를 건설하는 것 이상으로 기존시설의 효율적인 활용이 중요하다. 이를 실현하고자 하는 것이 바로 IVHS(Intelligent Vehicle & Highway System)에 대한 연구인데 이 IVHS에서도 결국은 정확한 지도정보를 필수로 하고 있다.

끝으로 GIS를 적극적으로 활용하여 윤택하고 편리한 생활을 영위할 수 있도록 정부, 민간, 개인 모두가 노력해야 할 때라고 생각한다.