

자연환경조사에서 실시간 GIS구현을 위한 가상사무실 기반의 필드맵핑*

엄정섭* · 김희두**

Field Mapping based on Virtual Office for Real time GIS in Field Survey for Natural Environment

Jung-Sup Um* · Hee-du Kim**

요 약

전통적인 자연환경조사에서 조사대상물 위치의 부정확, 조사결과와 GIS-DB구축간에 이원화된 작업으로 인한 경제적 비효용 등이 문제점으로 지적되어왔다. 본 연구에서는 이러한 문제에 대한 대안을 제시하기 위해 자연환경조사 결과를 조사원이 조사현장에서 실시간으로 입·출력하는 기법의 구현과정을 보고한다. 제안된 기법은 GPS, 네트워크 컴퓨터, 이동 컴퓨팅, 착용 가능 컴퓨터 등의 최근 정보 통신 환경의 변화 동향을 바탕으로 GPS를 기반으로 하여 조사현장에서 지도를 수정·갱신할 수 있는 가상사무실 조사를 상정하였다. 본 시스템을 이용함으로써 조사원이 현지조사시 GPS를 이용하여 보다 정확한 위치정보를 확보할 수 있게 되었다. 또한 이동 컴퓨팅에 의거한 가상사무실을 이용하여 조사결과를 조사현장에서 실시간으로 GIS 데이터베이스로 구축할 수 있게 되었다. 아울러 현지조사과정에서 과거의 조사내용을 직접 확인하여 비교함으로써 자연환경의 시·공간적 변화 추이를 반영한 조사가 가능하게 되었다. 이러한 시스템이 국가차원에서 정착될 경우 조사결과와 신뢰성이 증진되어 각급 기관에서 조사한 결과의 통합·활용 가능성이 훨씬 높아질 것으로 사료된다. 본 연구가 전통적인 자연환경조사의 한계를 극복할 수 있는 계기가 되어 향후 국가전체차원의 자연환경 GIS구축이나 각급 지방자치단체에서 보다 대추적의 자연환경 GIS구축을 위한 현지조사기법으로서 중요한 참고자료가 될 수 있을 것으로 사료된다.

Key word : 실시간 지리정보시스템, 자연환경조사, 필드맵핑, 가상사무실

+ 이 논문은 1999년 환경부에서 의뢰한 국가 자연환경종합 GIS-DB 구축 기술용역 연구내용 중 일부임

* 경북대학교 지리학과 전임강사 (Lecturer, Department of Geography, Kyungpook National University)

** 삼성 SDS GIS 사업단 대리 (Assistant Manager, SanSung SDS GIS Business Group)

Abstract : It is frequently pointed out that the conventional field survey for natural environment has many limitations in terms of positional accuracy, real-time GIS data acquisition, and economic efficiency. The aim of this research was to develop an on site real-time mapping technique that enables the surveyor to input data in the field. The idea is based upon the recent trends in the field of 'Telecommunication and Information Technology' that uses a GPS, wireless network computing, moving computing, etc. A virtual office approach has been adopted, in which a portable computer is linked to a GPS and field workers record data on the computer at the site and analyse data on site. This field mapping system has shown to be much less susceptible to the positional accuracy than that of the conventional approach. The Graphic User Interface, in particular, were ideally suited to combining positional information with attribute data which changes with every survey points. This interface allows users to interactively display and query GIS layers reproduced from the past survey results. The GIS database stored in the virtual office will serve to carry out a highly reliable survey since it could play a crucial role in identifying temporal and spatial changes occurred in the site. It is expected that integrated utilization of field data among the related agencies would be increased much more than before since the virtual office survey would be a powerful tool to ensure geometric fidelity in GIS database creation process. This paper also discusses the limitations and future direction of the present prototype research.

Key word : Real time GIS, natural environment survey, Field Mapping, Virtual Office

1. 연구배경

효율적인 자연환경관리를 위한 방법론상의 선결과제는 환경의 구성인자에 대한 적합한 정보의 수집과 분석이다. 쾌적한 자연환경이 국가의 부로 인식되는 시대를 맞아 자연환경의 실태에 대한 정확하고 효율적 조사가 한층 중요해졌다. 정부에서는 자연환경보전을 위한 기초자료를 확보하기 위하여 자연환경 전국조사를 실시하고 있으나, 조사기법이 GIS 구축을 전제로 할 때 방법상 여러 가지 점에서 문제점을 안고 있다. 자연환경조사가 지속적이고 장기적으

로 이루어져야 하는 상황에서 신뢰할 수 있는 객관적이고 과학적인 조사기법을 개발하여 활용하는 것은 매우 중요한 일이다.

그러나 현행 자연환경결과를 확인하여 보면 기법상의 문제 때문에 실제 현황과 상당한 차이를 보이고 있다. 조사자가 지형도에 의존하여 주변의 지형지물을 파악하고 조사지점을 인식하는 방법은 전통적으로 현지조사에서 사용되는 방법이기도 하지만 전적으로 인간의 직관에 의존하는 상당히 원시적인 조사기법이다. 실무차원에서 위치선정의 착오 때문에 녹지자연도 등급이 사실과 달리 조사되어 개발사업의 환경

영향평가과정에서 다수의 민원이 제기되고 있는 것은 잘 알려진 사실이다(환경부, 1996). 또한 자연환경조사와 GIS-DB 구축이 이원화 되어있는 형태를 취하고 있다. 1차 현지조사 후, 조사당시에 사용한 지도와 조사표를 이용하여 조사자가 아닌 다른 인력이 GIS-DB를 구축하게 된다. 대부분의 경우 수년 또는 상당한 시일이 지난 후 GIS-DB 구축작업이 수행된다. 위치정보가 불확실하기 때문에 많은 경우에 조사내용이 기입된 속성정보의 신뢰성에 한계가 있으며 자료를 현장에서 확인하기가 불가능하여 종종 재조사를 해야 되는 경우가 발생한다. 또한 조사기법, 조사일시, 조사자 등 각 조사자료에 대한 메타데이터(Metadata)가 부족하여 조사관련 정황증거나 내용 파악에 한계가 있고, 정확한 분석의 근거자료로 이용하는 데는 어려움이 있다. 이런 이유 때문에 현재 환경부에서 시행하고 있는 2차 자연환경 전국조사는 1차조사의 결과를 보완 갱신하는 절차가 아니라 전면 재조사가 실시되고 있다. 또한 조사결과를 자연환경 비전문가가 GIS-DB로 입력하는 경우가 대부분이어서 입력과정에서 조사자의 의도와는 달리 왜곡된 정보가 입력되는 상황에 종종 발생된다 (환경부, 1998).

우리 나라는 국가차원에서 많은 예산을 투입, 자연환경관련 수치주제도 (생태자연도, 녹지자연도, 임상도, 현존식생도, 정밀토양도 등)를 작성하고 있다. 그러나 수치

주제도의 정확도가 사용자의 요구수준에 미치지 못할 경우, 이는 무용지물이 될 것이며 막대한 국가예산을 낭비하는 결과를 가져올 것이다. 국민들은 국가에서 제작된 수치주제도의 품질에 대하여 검증할 능력을 가지고 있지 못하며, 또한 국가를 신뢰하고 아무런 의심 없이 사용할 것이 예상되는바 이를 바탕으로 응용된 제품 역시 부정확한 것이 될 것이다. 이는 그 자체만으로도 막대한 경제적 손실을 가져오는 물론이고 잘못된 판단을 사용자가 내리게 함으로써 제2, 제3의 손실을 가져오게 될 것이다. 따라서 국가는 정확한 수치주제도를 작성하여 이를 사용자에게 제공할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 자연환경조사를 통해 얻어지는 결과물의 신뢰성을 향상시키기 위해 보다 정확한 위치정보의 획득을 도모하고, 현지에서의 직접적인 GIS 데이터 입력을 위해 가상사무실 기반의 Field Mapping의 개발을 통해 그 가능성을 타진하였다¹⁾.

2. 연구 목적

본 연구는 현지시료채취에 기반을 두고 국가에서 수행하고 있는 자연환경 조사기법의 개선 방안을 연구하는데 그 목적이 있다. 현재 이루어지고 있는 자연환경 조사는 GPS(Global Positioning System), GIS, 원격탐사 등 첨단 자연환경조사기법 관련 분야의 연구에 대한 일천한 역사로 인하여

1) 본 연구에서 Field Mapping은 현장에서 조사자료의 입력을 통해 지도제작이 가능한 시스템을 의미하며 이와 같은 시스템이 최근의 정보통신환경을 수용하면서 대두된 가상오피스의 역할을 할 수 있으므로 용어상 차이는 Field Mapping은 전통적인 현지조사의 한계점을 극복하기 위한 시스템의 기능을 강조하여 사용하는 것이고 가상오피스는 시스템이 수행하는 기능을 최근의 정보통신환경의 변화추세를 반영하여 정의하고자 할 때 적합한 용어라고 사료된다. 결국 본 연구에서 구현하고자 하는 시스템은 이 두 가지를 모두 수용하고 있는 가상오피스 기반의 필드맵핑이다.

조사방법에 여러 가지 문제를 안고 있다. 본 연구에서는 GPS와 컴퓨터간에 상호통신을 수행하면서 실시간으로 위치정보를 확보하여 현장에서 조사결과가 기존의 지도상에 입력되는 것을 눈으로 확인하며 작업을 할 수 있는 가상사무실 자연환경조사기법을 개발하고자 아래와 같은 목표를 가지고 수행하였다.

- 1) GPS 장비를 사용하여 위치정보를 실시간으로 취득하고 컴퓨터와 상호통신을 통하여 모니터에 디스플레이된 수치지도상에서 자연환경조사지점을 표시하는 기법을 제시한다.
- 2) 조사결과를 조사현장에서 입력하고 조사대상물의 위치정보와 속성정보를 통합하여 유지관리할 수 있는 사용자에게 친숙한 인터페이스를 구현한다.
- 3) 이와 같이 가상사무실 기반의 Field Mapping이 자연환경 조사실무에서 자리잡을 수 있기 위해 향후 조사방법의 변화나 시스템의 확장 등 후속연구 방안을 제시한다.

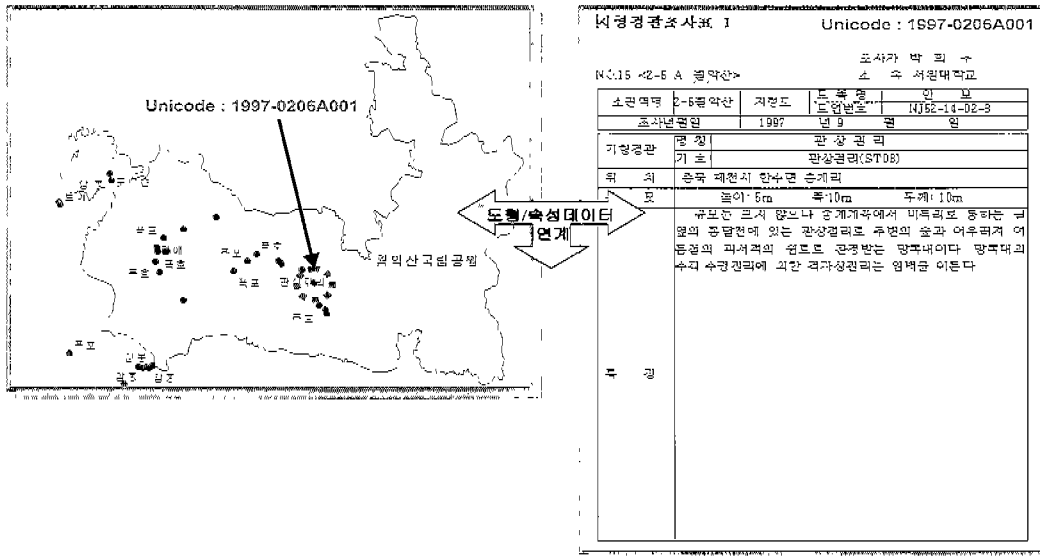
3. 이론적 배경

현지조사에 의거 제작되는 자연환경 수치지도나 공간 데이터의 정확도는 매우 중요하다. 만약 정확도가 사용자의 요구에 부응하지 못할 경우 많은 비용과 시간을 투자하여 조사한 자연환경 정보는 무용지물이 될 것이기 때문이다. 일반적으로 자연환경 GIS는 넓은 지역의 전체적인 계획이나 관리 분야에 이용되어 왔으며, 조사지점의 단순한 위치정보가 아닌 상호관계를 중시

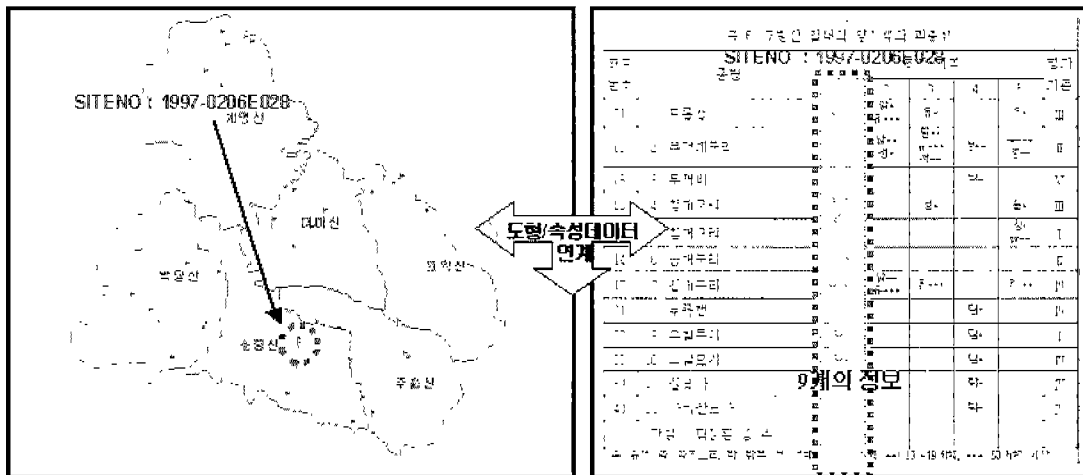
하는 경향이 있다. 이와 같은 이유 때문에 자연환경조사의 정확도가 다소 떨어져도 자연환경정책 수립에 크게 지장이 없는 것으로 인식되어져 온 면이 있다. 그리하여 자연환경조사를 조사지역전체에 대한 센서스 차원의 조사로 보는 경향이 있다. 물론 이러한 생각은 일부 타당성이 있는 듯하나 잘못된 생각이다. 자연환경 GIS는 여러 속성 레이어들의 통합에 의하여 종합정보 시스템을 구축하는 것을 기본으로 하는 시스템이라 할 수 있다. 즉 각각의 레이어가 단독으로 이용되기보다는 다른 레이어와의 중첩에 의하여 제 기능을 발휘하는 시스템이 자연환경 GIS라 할 수 있다. 따라서 개별 레이어들의 정확도가 떨어질 경우 이들의 통합시 매우 심각한 문제를 야기할 수 있다. 자연환경 조사결과를 토대로 제작된 수치주제도의 사용자는 매우 다양하다. 따라서 필요한 자연환경조사결과물의 정확도는 각각의 분야에 따라 크게 다르다. 생태계보전지역 지정, 수질보전구역지정 등 특별히 개인의 재산권과 밀접히 관련된 업무일 때는 대상지역의 상황을 센서스 정도의 수준으로 제시할 수 경우, 활용범위가 제한될 수밖에 없는 것이 사실이다. 이와 같이 다양한 욕구를 만족시키기 위하여는 상당히 신뢰할 수 있는 조사결과를 확보해야만 한다(조우석 등, 1997).

자연환경 수치주제도의 정확도와 관련 자연환경조사의 관행을 살펴보면, 조사위치는 지형도(1:25,000)상에 표기하고 조사결과는 조사표에 작성하게 된다[그림 1-2]. 이와 같은 조사 방법의 가장 큰 문제는 조사지점의 위치가 행정구역이나 산의 명칭정도로 표기되어 있어 구체적이지 못하다는 것

자연환경조사에서 실시간 GIS구현을 위한 가상사무실 기반의 필드데이터



[그림 1] 고유번호를 통해 공간데이터와 속성자료를 연결하는 자연환경 조사과정에서 사용한 지도와 조사표의 실례



[그림 2] 조사지점번호를 통해 공간데이터와 속성자료를 연결하는 자연환경 조사과정에서 사용한 지도와 조사표의 실례

이다. 조사지점에 따라 자연환경의 실태가 전혀 다를 수도 있다는 점에서 샘플조사지역의 대표성에 대해 객관성이 부족하다. 위

치 좌표가 있어야 동일한 지점에서 자연환경의 시공간적 변화를 장기간에 걸쳐 감시할 수 있다. 또한 지도에 표시된 조사지점

과 실제 조사지점이 일치하지 않은 경우가 종종 발생한다. 인간의 직관에 의존하여 위치를 파악하는 방법은 복잡한 지형, 지물이 상존하고, 지도의 시간적, 공간적 제약을 고려할 때 정확한 위치 정보를 획득하는데 상당한 어려움이 있다. 일반적으로 공간 데이터의 정확도는 위치정확도와 속성정확도로 구분하여 설명하고 있으나, 공간데이터의 위치정확도와 속성정확도는 명확히 분리할 수 없다. 정확한 위치를 파악하지 못하고 조사를 수행할 경우 조사지점에 대한 속성도 분명히 틀리게 조사하게 될 것이다. 즉 조사지점에 대한 정보가 부정확하다면 지형경관, 생물종, 서식처에 대해 정확한 조사를 했더라도 무용지물이 되기 때문이다(환경부, 1999).

이와 같이 위치파악에 대한 문제에 대해 해결책을 제시할 수 있는 기술은 GPS로 보여진다. 최근에는 각종 조사에서 인공위성의 발달로 인해 시간과 장소의 제약을 받지 않는 GPS의 사용이 두드러지게 증가하는 추세이다. GPS가 각종 선박이나 항공기의 항법장치 뿐만 아니라, 고정밀 3차원 위치해석에 사용되며 광역 및 지역적 측지망 구성, 지도제작, 지형정보의 구축 등 여러 분야에서 효용성이 부각되고 있어 다목적으로 사용되고 있다. 특히 2000년 5월1일 미국의 클린턴 대통령은 GPS 위성의 방송 신호에 대한 전파방해를 중단시켰다. 이에 따라 앞으로 광범위한 분야에서 GPS 사용이 빠르게 확산될 것으로 보인다. 이전까지는 GPS 수신기로 자신의 위치를 측구장 크기인 100m의 오차범위 안에서 측정할 수 있었다. 그러나 이번 조치로 오차범위가 테니스장 크기인 15-18m로 줄어들게 됐다.

GPS가 크든 작든 상관없이 모든 개체의 위치를 파악하고 추적 할 수 있기 때문에 GPS의 사용분야는 지속적으로 확대될 것으로 전망된다 (이환기, 2000).

자연보전 정책 수립의 관점에서 볼 때 자연환경조사결과는 공간상의 지리적 사물의 위치, 특정 생물종의 분포를 나타내는 지도 그 자체로서의 의미보다는 특정생물종의 분포범위 파악, 서식처의 훼손실태, 보전지역의 지정 필요성 평가 등 공간과 관련된 다양한 현상을 분석하기 위한 도구로서의 의미가 강조되어야 한다. 이를 위해서는 현장조사 데이터의 위치 정확도가 어느 정도 확보되고 다양한 자연환경 주제도를 중첩하여 총체적으로 평가할 수 있는 기법인 GIS-DB의 구축이 필수적이다. 그러나 현행 조사방식자체가 위치정보의 정확도를 확보하기 어렵기 때문에 조사결과를 GIS-DB로 전환하는 데 한계가 있는 것이 사실이다. 이러한 문제에 대한 해결방안으로는 조사자들이 조사현장에서 직접 조사결과를 입력할 수 있는 시스템을 개발해야 한다. 즉 기존의 위치정보와 속성정보를 조사현장에서 표준화된 조사양식에 직접 입력하는 것을 의미한다. 이와 같이 조사자가 직접 조사결과를 GIS-DB에 입력하는 것은 21세기 조직운영에 중요한 변수로 최근 대두된 개념으로 미래 사무실의 한 형태인 가상사무실(Virtual Office)을 자연환경 조사 과정에 도입하는 것이다.

가상사무실은 단어 그 자체가 의미하는 바와 같이 기존의 전통적 개념의 사무실이 아닌 가상으로 존재하는 사무실이다 (Capron, 1996). 컴퓨터와 정보통신기술의 혁신적인 발달로 전통적 개념의 사무실을

만들지 않더라도 사무실에 있는 것처럼 업무를 수행할 수 있는 곳이면 모두 가상사무실이 될 수 있다. 원격근무나 원격조사가 일종의 가상사무실이라고 할 수 있다. 영업사원이 컴퓨터 하나만 들고 거래처를 이동하면서 근무한다면 그가 가는 곳이 바로 사무실이다. 기업입장에서 이같은 가상사무실은 비용절감에 커다란 효과를 발휘할 수 있다. 가상사무실이 활성화되면 많은 비용을 들여 사무용빌딩을 건설할 필요가 없기 때문이다. 최근 원격근무의 개념은 정보기술이 빠르게 발전하고 정보기술을 수용하는 사람들의 태도 역시 급격히 바뀌고 있기 때문에 적용 범위가 계속 확대되는 중이다(Alice, 1996; Anita, 1997)

가상사무실에서는 업무의 상당 부분이 독립적이고 컴퓨터에 의존하여 수행되기 때문에 초기에는 가상사무실은 컴퓨터 산업이나 정보산업과 직접 관련된 직종에 한정된 것으로 생각되었다. 하지만 최근에는 영업직, 사무직, 기타 서비스 종사자 등 거의 전 분야로 가상사무실이 확대되고 있는 추세이다 (Claire, 1999). 이와같은 가상사무실 또는 가상실험실 (virtual laboratory)의 개념이 자연환경 조사 실무에서 적용되고 있는 사례가 연구결과로서 보고된 사례는 드물다. 전세계 각국에서 송유관, 고속도로, 수도관, 가스관 등 선형개발 사업의 유지보수 및 환경조사를 위해 GPS를 가지고 조사지점의 위치좌표를 취득하고 실시간으로 조사결과를 노트북 컴퓨터를 이용하여 저장하는 시스템을 운영하는 것으로 알려지고 있다 (Gilbert, 1995). 또한 Wilkie (1993)는 사우디아라비아 석유평사가 GPS와 노트북을 갖춘 가상실험실을 이용하여 700km길

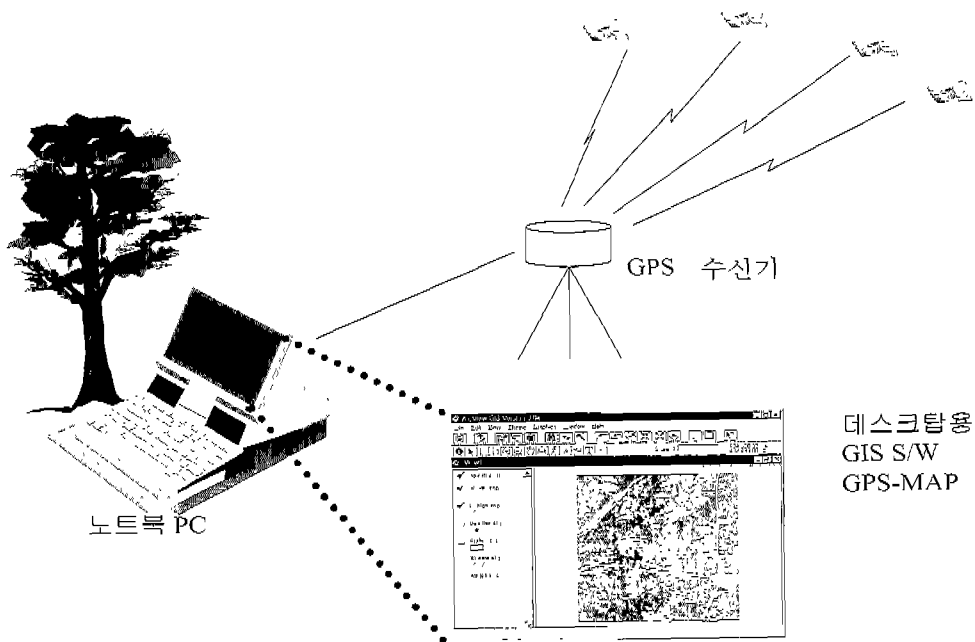
이 송유관에서 1000개 이상의 지점을 조사하였는데, 시간과 경비가 과거의 비가상사무실 방식보다 훨씬 절약되었으며 실제 기상조건도 조사를 수행하는 데 만족스러웠다고 보고한다. 아울러 많은 송유관 회사가 이와 같은 시스템을 상시로 사용하여 송유관의 누수실태, 송유관 주변의 불법시설물 설치, 송유관건설로 훼손된 식생의 회복실태를 조사하고 있는 것으로 알려지고 있다 (Green and Kemp, 1993; Jadcowski et al., 1994). 이와같은 가상 사무실 개념을 국가 자연환경조사에 도입하면 현재 직면하고 있는 문제를 상당부분 해결할 수 있을 것으로 사료된다. 현재는 실제 사무실에서 현지조사결과를 GIS-DB로 입력하는 작업을 해야 하기 때문에 조사당시의 상황과는 별개인 물리적인 장소와 시간에 구속받아 GIS-DB의 신뢰성이 문제가 많았던 것이 사실이다. 가상사무실조사는 GPS와 연계된 PC가 있고 인터넷을 사용할 수 있는 환경만 있다면 어디라도 사무실이 된다는 것을 의미한다.

4. GPS와 연동된 이동 컴퓨팅

자연환경을 조사하여 실시간으로 지도를 작성하는 가상사무실은 현지의 가상 사무실에서 전송된 조사 자료를 수신하고 필요한 데이터를 제공할 수 있는 서버, 무선통신 Module을 갖추고 실시간 데이터 입력 및 전송이 가능한 클라이언트로서 휴대용 컴퓨터, 위치계측에 필요한 GPS등의 하드웨어로 구성되는 것이 원칙이다. 그러나 본 연구에서는 시범연구의 성격상 제한된 예산과 기간을 감안하여 가상사무실의 가능

성을 독립운영 환경에서 사전에 검증하고자 하였다. 지리적 좌표를 획득하기 위한 GPS수신기와 조사원이 현장에서 데이터를 직접 입력할 수 있는 노트북이 가상 사무실을 구성하는 시스템이다[그림 3]. 아울러 현장 조사 자료를 입력하기 위한 기본 수치지도, 데이터의 입력·출력·처리를 할 수 있는 응용프로그램 등이 가상사무실에 필요한 소프트웨어이다 <표 1>.

본 연구에서 GPS 수신장비는 미국 Trimble사 제품을 이용하였고 노트북과 연결하여 GPS 위성으로부터 데이터를 보다 좋은 조건에서 수신할 수 있도록 GPS 안테나를 사용하였다. 장비의 주전원은 일반 6V 건전지 2 개를 병렬로 연결하여 전원 차단으로 인한 GPS 수신데이터의 손실을 방지하였다. Trimble Pathfinder Pro는 최신 GPS 칩셋을 사용하여, 동시에 12개의 위성



[그림 3] 가상사무실 기반의 Field Mapping 시스템 구성도

<표 1> 가상오피스를 구현하기 위해 사용된 장비내역

| 구분 | | 장비 | 용도 |
|-----------|------------|-------------------------------|--|
| 하드웨어 | 데이터 저장용 PC | 노트북 PC (Portable Computer) | 기본도, 항공사진, GPS 위치정보, 속성정보 저장 |
| | GPS 장비 | Trimble Pathfinder Pro XR/XRS | GPS 위치정보 수신 |
| GIS 소프트웨어 | | ARC View | 기본도, 항공사진, 등과 같은 GIS 데이터베이스 운용, 조사결과 입력 및 출력 |

신호를 수신할 수 있으며, 차량용 PACK 옵션을 구입하면 외장형 GPS 안테나를 이용할 수 있는 데, 차량 외부에 자석으로 고정할 수 있으므로, GPS를 차량에서 간편하게 이용할 수 있다. 500여개의 위치등록 기능은 전원이 꺼져도 지워지지 않는 메모리 기능을 사용하여, 사용자가 저장한 지점이나 경로를 장시간 보관할 수 있다.

Trimble사의 Pathfinder GPS를 사용해서 노트북에 전송할 수 있는 좌표를 얻는 과정은 Trimble사의 Firmware를 사용하였다. 본 장비는 GPS장비의 신호를 순차적인 신호로 제어하여 정해진 포맷형식으로 바꾸어주는 장비로 Pathfinder의 정식장비는 아니고 옵션사양으로 제공하는 중간 전환장비이다. 이 장비를 사용하여 NMEA0183 (National Marine Electronic Association²⁾) 파일 포맷으로 전환하고 여기서 X, Y 좌표값을 추출하여 사용하였다. 이러한 과정에서 정확도를 높이기 위해 지리좌표를 측정하려는 지점에서 일정시간 동안 GPS신호를 받아서 10개 정도의 좌표값을 추출하여 이들 값의 표준편차를 구해 최대점과 최소점을 제외한 나머지 값의 좌표값의 평균값을 차용하여 그 지점의 좌표값으로 사용하였다. 좌표변환은 NMEA 포맷에서 경위도 좌표를 추출하여 ArcView의 projection기능을 사용하여 TM(Transverse Mercator)좌표로 변환하여 사용하였다. 즉, 경위도 좌표를 이

용하여 표준편차 및 평균값을 산정하여 최종 좌표를 산출한 후 ArcView의 좌표변환 기능을 사용하여 최종 TM좌표를 얻었다. 이와같이 한 지점에서 계속해서 수신하는 위치평균기법(position averaging)을 테스트할 경우 5-10미터 이내의 오차로 위치를 알아낼 수 있었으며, 대부분의 경우 30미터 오차범위안으로 위치정보를 확보할 수 있었다³⁾.

네비게이션에 있어서 또 하나의 중요한 부분이 GPS하드웨어에 연계되어 각종 기능을 구현하는 응용 소프트웨어인 데, 차량을 주행하면서 지도를 디스플레이 하여 쉽게 운전자가 알 수 있도록 표시하고 지도의 스크롤, 확대/축소, 검색, Map Matching 및 경로안내 기능을 수행하는 소프트웨어가 개발되어 시판되고 있다. Pathfinder Office는 Trimble Pathfinder Pro GPS를 위해 특별히 제작된 프로그램으로 GPS에서 수집된 데이터를 GIS환경으로 보내기 전에 지도상에서 디스플레이할 수 있으며 GPS 시스템과 연계하여 다양한 포맷의 데이터(Arcview Shapefile, dBase, Microsoft MDB file format 등)를 import하거나 다운로드 할 수 있다. 실시간 GIS데이터의 입력과 출력이라는 본 연구의 목적에 비추어 GPS 자체 소프트웨어가 가지고 있는 기능이 상당한 한계를 가지고 있었기 때문에 본 연구에서는 GPS 소프트웨어의 기능을 사용하기 보다는 GIS

2) NMEA는 해양 장비에 관심있는 제조업사, 공급사, 교육기관 종사자들이 회원으로 참여하는 해양 전자 산업의 발전, 교육, 판매증진을 주목적으로 구성된 미국의 비영리 단체이다. 아울러 해양 기자재들 간의 통신을 위한 전기적 인터페이스 및 데이터 프로토콜을 제정하고 있다. NMEA0183은 GPS수신기에서 데이터를 얻어 항해용 장비에 쓰기 위한 표준이다.

3) 본 시스템을 현장에서 도입·활용하기 위해서는 사전에 자연환경 조사의 각 분야(생물분야: 식물, 식생, 어류, 양서류, 파충류, 조류 등, 무생물 분야: 지형, 지질, 기후, 토양 등)에서 본 시스템을 이용한 시범조사를 실시하여 조사결과와 신뢰성, 조사시 절약되는 시간의 양, 각종 장비의 오작동으로 인해 야기되는 오차 등 본 시스템의 편익에 대해 보다 구체적인 검증이 필요하다고 사료된다.

소프트웨어인 Arc View를 이용하여 위치정보를 지도상에 표기하였고 속성정보를 입력하도록 Field Mapping 시스템을 디자인하였다.

Field Mapping 시스템에서 또 하나의 구성 요소는 GPS로부터 수신된 위치정보를 디스플레이하여야 할 디지털 지도나 항공사진의 데이터 베이스이다. 수집자의 위치로부터 조사대상 자연환경의 위치를 정확하게 파악하기 위해서는 주변 지형을 잘 표현해주는 공간자료가 있어야 한다. 본 연구에서는 국가수치지도 제작사업의 일환으로 제작된 1:25,000 수치 지형도를 배경지도(Backdrop)으로 사용하였다. 그러나 이 수치지도가 지나치게 많은 레이어로 구성되어 있어 자료조사자가 특정 지점의 위치를 파악하기 위해서 필요하다고 사료되는 아래 레이어를 노트북 PC에 저장하였다. 또한 본 연구에서 사용된 수치지도를 제작하기 위해 촬영한 항공사진을 국립지리원에서 입수하여 배경지도(Backdrop)으로 추가하였다. 이는 수치지형도가 배경지도로 이용되기 때문에 Vector형태자료가 지니고 있는 근본적인 한계인 지형지물에 대한 심볼 표현으로 인한 주변의 지형·지물에 대한 현장감이 떨어지는 점을 보완하려고 하였다.

- 지형도, 도로망도, 수계망도, 행정구역도, 건물도, 위치참조된 항공사진(수치정사사진)

본 연구에서 적용된 기법은 위치좌표수신과 컴퓨터와의 통신을 위해 별도의 하드웨어를 주문 제작하지 않았고 기존의 상용 장비와 툴(Tool)을 이용하여 최적의 자연환

경 조사기법을 구현하고자 하였다. 시스템의 모체가 범용성 있는 개인용 컴퓨터와 GPS를 이용하였기 때문에 제작과정이 간편하고 GPS가 작동되는 곳이라면 어디서나 사용이 가능하며 가상사무실의 역할을 할 수 있다. 조사과정에서 모든 제어는 컴퓨터 내의 프로그램에 의하여 이루어진다. 또한 향후 본격적인 가상오피스가 정착되었을 경우 현장의 조사자료를 실시간으로 받아 볼 수 있고 원격조정도 가능하다.

5. 사용자 인터페이스 구현

사용자인터페이스를 구현하는 과정에서 실제 개발자가 사용자가 구현하고자 하는 업무내용을 정확하게 파악해야 만 좀 더 편리하고 쓰기 쉬운 사용자 인터페이스를 구현할 수 있다는 점을 고려하여 자연환경 조사요원들과 수 차례의 면담과정을 거쳤으며 조사업무 단위별로 일관성 있는 인터페이스를 구현하여 사용자가 실제 조사과정을 제대로 숙지하고 있다면 낯선 상황에서도 사용자의 실수 빈도를 줄이고 사용법을 쉽게 알아 낼 수 있도록 디자인을 수행했다. 그리하여 자연환경 조사원이 현지조사과정에서 복잡한 기능을 습득할 필요없이, 조사하고자 하는 지역의 지도와 조사양식을 선택하여 손쉽게 조사결과를 입력 할 수 있도록 GUI를 디자인하였다.

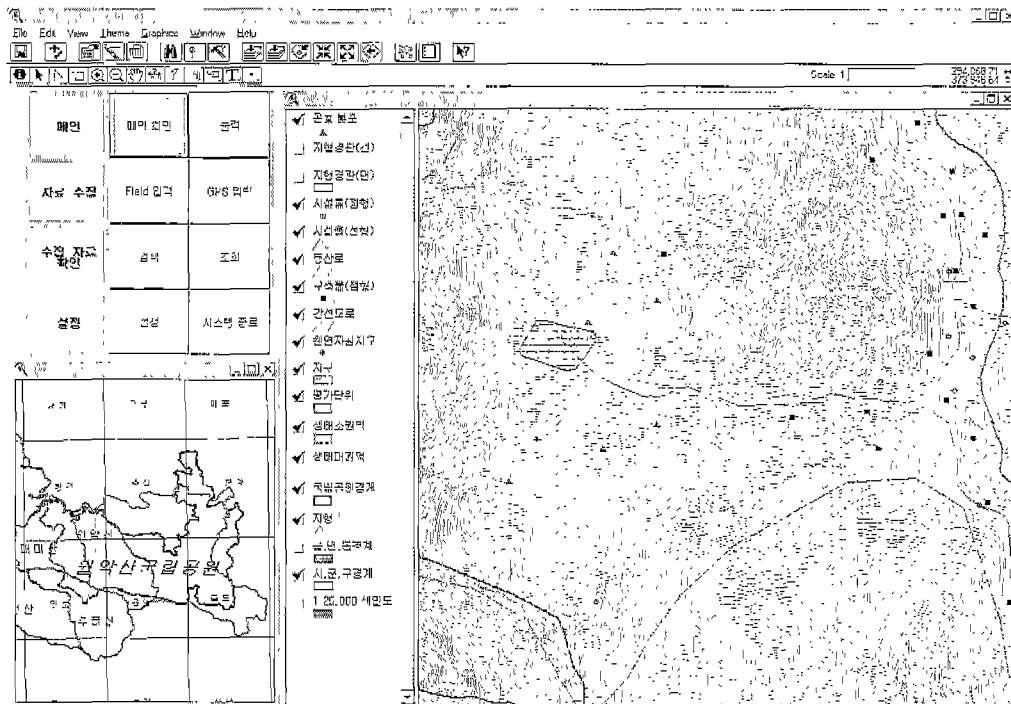
본 시스템은 최근 GIS 시스템 개발방향과 일치하도록 설계되고 개발되었다. 즉, 과거의 복잡하고 어려운 UNIX 환경에서의 매크로언어를 이용한 개발환경에서 사용자들에게 친숙한 OS 환경인 Microsoft (MS) Windows NT에서의 개발로 인하여 사용자

들은 평소에 자주 사용해오던 환경을 경험할 수가 있다. 본 연구에서 구현된 시스템은 ArcView GIS GUI, Avenue Script Editor, MS Visual Basic 6.0과 MS Access database를 사용하여 개발하였다. Visual Basic을 개발 도구로 하였기 때문에 사용자들에게도 친숙한 GUI를 제공하여 사용하기에도 편리하게 하였고 또한 개발하는 과정에서도 좀더 쉽게 구현할 수가 있었다. 기존의 GIS 어플리케이션에서 제공하는 엔진을 이용하였기 때문에 개발과정에서 대부분의 기능은 GIS 소프트웨어에 내장되어 있는 기능들을 활용하여 쉽게 다양한 기능을 구현해 낼 수 있었다.

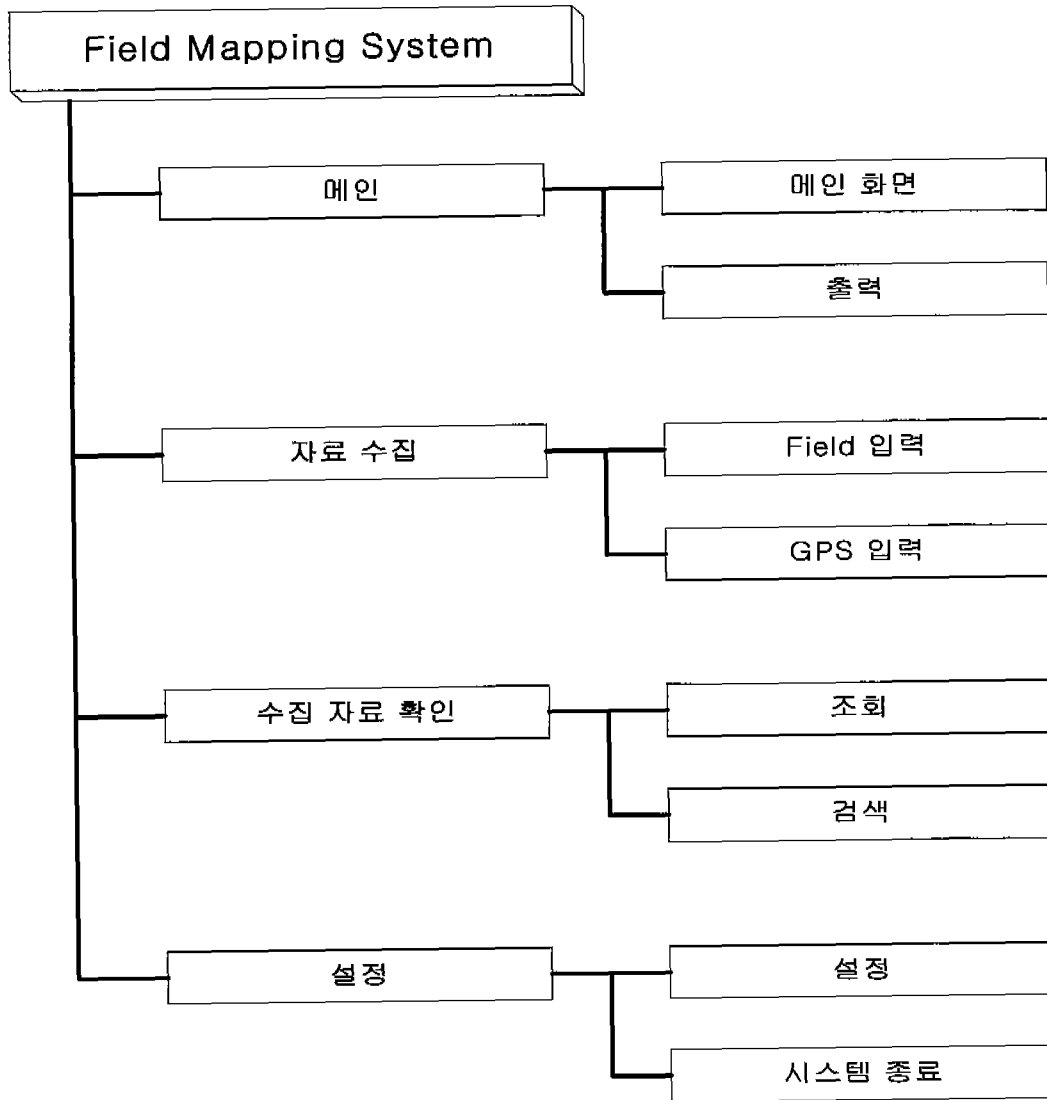
본 시스템은 ArcView 환경을 기본으로 설정하고 사용자의 요구사항을 반영하여

디자인하였기 때문에 ArcView가 제공하고 있는 일반적인 GIS기능을 그대로 수행하면서 필요한 기능을 추가로 이식하여 개발되었다. Pull-down 방식의 메뉴구성과 사용자의 요구사항에 맞는 자료를 찾아줄 수 있는 검색기능, 도출된 결과에 대한 출력기능 등을 이용하여 사용자가 편리하게 사용할 수 있는 인터페이스를 구현하였다 [그림 4]. 시스템의 실행화면 윈도우의 구성을 보면, 메뉴 바를 윈도우 프레임의 최상단에 놓고 그 아래에 제시한 표준버튼들을 배치시키고 윈도우에는 기본적으로 세 개의 패널이 설정되었으며, 지도창과 필드맵핑창 그리고 전체Viewer창으로 구성된다.

필드맵핑 GUI는 메인, 자료수집, 수집자료 확인, 설정의 주메뉴[그림 5]에 조사자



[그림 4] Arc View에 이식한 사용자 인터페이스 메인화면



[그림 5] 가상오피스 기반의 필드맵핑 인터페이스 구조도

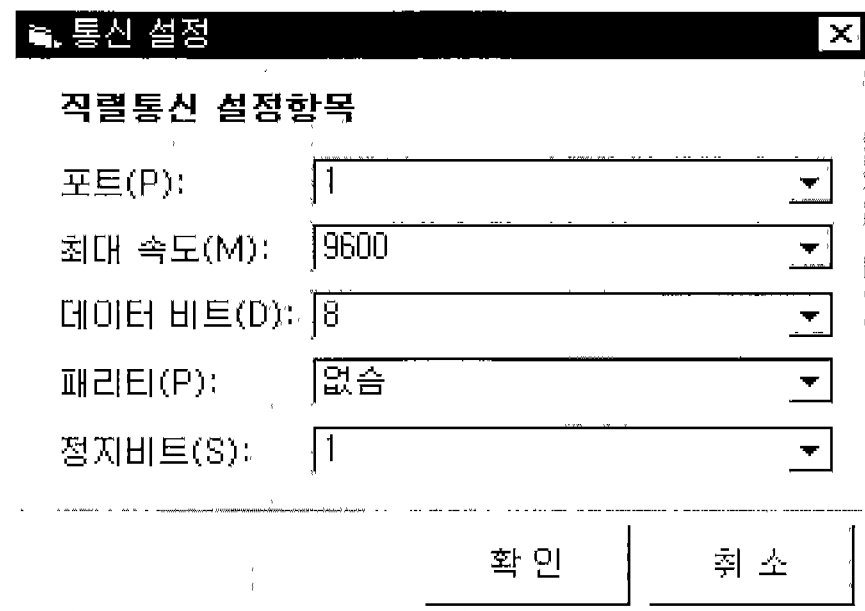
료 입력, 조사자료조회, 검색, 시스템설정 등 하위체계로 구성되었다. 이러한 주메뉴와 하위체계는 서로 총체적으로 연계되어 자료입력, 검색, 출력을 위한 기능을 수행하도록 구현되어 졌다. 조사지역명이나 도엽 인덱스를 통한 조사대상지역 선택이 가능하도록 하였으며, 화면표시, 화면확대, 축

소, 이동과 범례 및 축척, 좌표 값의 표시가 가능하도록 하였다.

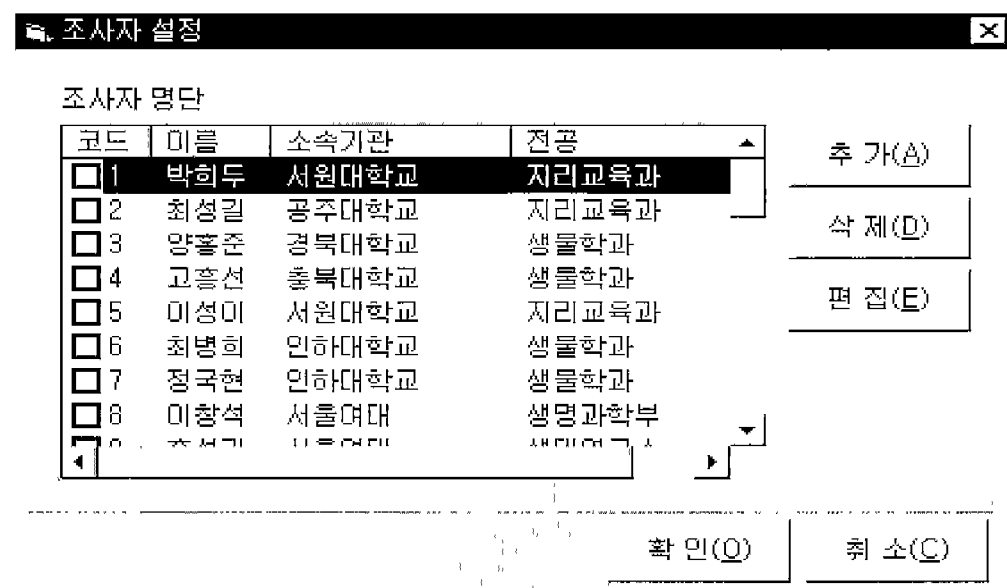
메인 화면은 지리정보시스템에서의 가장 기본적인 기능인 자료에 대한 출력기능과 더불어 지도정보의 검색, 속성 정보의 검색, 공간정보와 속성정보의 통합관리 등 GIS 사용자 인터페이스로서 기본기능을 수

행하도록 하였다. 설정 주메뉴는 GPS의 연결 상태, 즉 최대전송속도, 연결포트 등의 설정에 관련된 메뉴이다[그림 6].

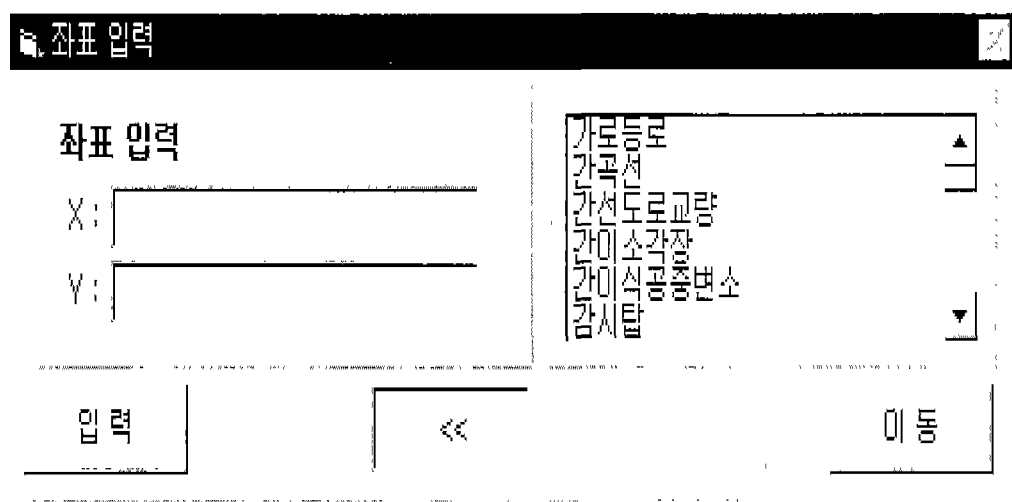
자료 수집 주메뉴는 조사자료의 입력을 근간으로 하는 모듈로서 조사자에 대한 정보와 조사표를 내장하고 있다[그림 7]. 조



[그림 6] GPS 장비 연결 세팅



[그림 7] 조사자 선택 화면



[그림 8] 조사지점의 GPS 좌표 입력창

사지역에서 위치정보가 제대로 확보될 때는 GPS입력 모듈을 사용하여 조사지점을 직접 수치지도에 표시할 수 있도록 하는 모듈이다[그림 8]. 국립공원지역에서는 현재의 위치좌표에 의거 주변의 시설물에 대한 도형정보의 선택이 가능하도록 하였다. 각종 장애물로 인하여 위치정보를 확보하는 데 어려움이 있을 때는 Virtual GPS기능을 활용하여 입력된 지도, 항공사진을 이용하여 주변 지형지물에 의거 위치좌표를 입력하도록 하였다. 조사결과 입력용 기본도면을 제공하고 항공사진, 현장사진 등 조사지점을 확인하는 데 도움을 주는 각종 자료의 데이터베이스가 제공되어 진다. 아울러 조사일시, 조사자인적사항 등 메타 데이터를 입력할 수 있는 모듈이다[그림 9]. 또한 식생조사와 같이 식생군집의 경계선을 지도상에 표기할 때는 Arcview의 지도편집기능을 이용하여 직접, 지도나 항공사진위에 폴리곤을 그려서 입력할 수 있도록 했다.

수집자료 확인 주메뉴는 검색, 조회기능을 이용하여 기존의 자연환경조사결과를 수시로 확인할 수 있도록 한 메뉴이다. 이 메뉴에서 과거의 조사결과를 확인할 수 있으며 기존의 자료를 갱신하는 데 조사의 중점을 두도록 하였다. 생태계보전지역, 생태계 모니터링 지역이 추가로 지정되었을 경우 이를 반영할 수 있는 체계로 구성되어 있다. 기본지형정보, 자연환경 전국조사결과, 각 부처에서 입수한 주제도 등 여러 관리주체에서 공히 사용되는 공통 레이어와 각 관리기관에서만 사용, 관리되는 고유 레이어, 일부 기관간에 상호 이용되는 관련 속성정보 등 다양한 성격의 도형 및 속성정보에 대해 체계적인 관리가 가능하도록 구현하였다.

사용자 인터페이스를 디자인하는 과정에서 특별히 주안점을 두었던 것은 위치정보와 속성정보가 연계성을 가지지 못한 채 독립적으로 결과가 기록되고 있는 현행 조사표 표기방식을 개선하기 위한 것이었다.

참고로 현행 조사항목별 조사결과와 표기 방법을 살펴보면 지형경관, 포유류, 양서류, 조류, 식물상은 발견된 지점의 위치를 지도상에 표시하도록 하였으나, 담수어류, 곤충은 조사지점을 미리 정하여 조사지점별 조사표를 작성하도록 하였다[그림1-2]. 또한 같은 조사항목이라 하더라도 조사자별로 작성된 조사표의 작성방법 및 내용이 다르다. 각 조사자료에 대한 메타데이터(Metadata)가 부족하여 자료의 구축과정이나

내용 파악에 한계가 있고, 정확한 분석의 근거자료로 이용하기에 애로가 있다. 이러한 문제에 대한 대안으로 조사자들이 각각의 생태자료군의 조사지침에 따라 현장조사를 행할 때 생태자료군의 속성정보를 표준화된 조사양식에 직접 입력할 수 있도록 입력화면을 디자인하였다[그림9].

| 식생 조사표 | | | | | | | | | |
|------------|-----------------------------------|---------|----------|----------|-----|--|--|--|--|
| 지형 | 산정 | 토양 | 갈색산림토 | 모양 | 화강암 | | | | |
| 낙엽부식층 | 매우양호 (11 cm 이상) | | | 해발고도(m) | 0 | | | | |
| 식생형 | 상록활엽수림 | | | 방위 | N | | | | |
| 비고 | | | | 경사(°) | 0 | | | | |
| | | | | 면적(m²) | 0 | | | | |
| 출연종수 | 0 | 식생의 자연성 | 매우높다 | 중고직경(cm) | 0 | | | | |
| 군락명 | 개서어나무군락 | 인접군락 | 공솔-활엽나무군 | 도엽명 | | | | | |
| 조사자 | | | | 도엽번호 | | | | | |
| 조사년월일 | 1999년 | 6월 | 29일 | 고유번호 | | | | | |
| 계층 | 높이(m) | 식피율(%) | 우점종 | | | | | | |
| 교목층(T1) | 0 | 0 | | | | | | | |
| 아교목층(T2) | 0 | 0 | | | | | | | |
| 관목 제1층(S1) | 0 | 0 | | | | | | | |
| 관목 제2층(S2) | 0 | 0 | | | | | | | |
| 초본층(H) | 0 | 0 | | | | | | | |
| 이끼층(M) | 0 | 0 | | | | | | | |
| 교목층 | 아교목층 | 관목 제1층 | 관목 제2층 | 초본층 | 이끼층 | | | | |
| 식생 | | 피도 | | | | | | | |
| 1 | 피도가 조사면적의 5-25%(1/20-1/4)를 차지하는 종 | | | 종이 조사 | | | | | |
| 2 | 피도가 조사면적의 5-25%(1/20-1/4)를 차지하는 종 | | | 종이 조사 | | | | | |
| 추가 | | | | | 삭제 | | | | |
| 확인 | | | | | 취소 | | | | |

[그림 9] 식생 현지조사표

6. 토론 및 고찰

본 장에서는 이와같은 실험연구의 한계에도 불구하고 구축된 시스템이 자연환경 조사 시스템으로서 어느 정도 가시적인 역할을 할 수 있는지를 검증하여 보고 아울러 실무에서 가상오피스가 자리잡을 수 있기 위해서 개선이 필요한 부분에 대해 의견을 제시한다.

6.1 연구의 한계

새로운 기술을 도입하고자 할 때는 기술 자체의 긍정적인 면 뿐 만 아니라 기술 자체의 한계를 명확히 인식하고 제대로 사용할 수 있어야 한다. 이러한 문제에 대해 언급을 하지 않고 결과물을 제시할 경우 실제 운영과정에서 예상치 못한 문제로 인해 시스템에 장애가 나타나거나 결과물이 만족스럽지 못할 경우 필드맵핑 시스템을 도입하고자 하는 기관에서 도입시기가 지연되거나 면밀한 사전 조사 없이 도입을 하고도 값비싼 시스템을 제대로 활용하지 못하는 경우가 생기게 될 것이다. 이런 관점에서 가상사무실 필드맵핑이 다음과 같은 한계를 가지고 있다는 점을 지적하고자 한다.

- 1) 이러한 시스템이 자연환경 조사에 사용된다면 조사시간의 단축, 실내작업 시간의 단축, 자료의 신뢰도 향상 등의 효과도 있지만, 이 시스템이 가지고 있는 최대의 단점이라면 위성신호가 차단되는 지역에서는 조사가 어려움에 직면한다. 우리 나라와 같이 산악지형이 발달한 나라에서는 GPS 이

용의 문제점이 더욱 심각하다. 이론상 GPS 수신기가 언제라도 복수의 인공 위성을 볼 수 있어야 하지만 건물, 산악지형, 기타 대형 구조물이 GPS 신호를 방해한다. 심지어 잎이 뺏뺏한 나무 밑을 지나가도 인공위성 신호가 방해받는다. 이와 같이 알려진 문제점에도 불구하고 본 시스템을 이용하여 현지조사를 수행하였을 때 조사대상 지역에서 이런 방해물이 존재할 경우는 위치를 옮겨가면서 위성을 검색하여 조사지역을 확인할 수 있을 정도의 위치정보는 거의 대부분의 경우에 확보할 수 있었다.

- 2) 그러나 자연환경조사과정에서 보다 정밀한 위치정확도가 요구되는 경우가 있다. 예를 들어 자연환경보전법상의 멸종위기에 처한 특정 식물이 발견된 경우는 그 지점을 가능한 최대한도의 위치정확도(1-2m정도)로 표기하여야 할 것이다. 더구나 특정식물이 발견된 지점이 지형상 GPS 위성신호를 제대로 확보하기 어려운 경우에는 현재의 기술로는 어려움에 직면한다. 이와 같은 경우에는 가상사무실 시스템에서 실시간 DGPS을 구축하여, 조사현장에서 위치 보정된 정확한 데이터를 화면상에 출력할 수 있어야 한다. 실시간 DGPS 기법은 기준국의 보정데이터를 받을 수 있는 수신기(Beacon)를 탑재한 시스템 구성이 필수적이다. 이러한 기준국은 현재 국립지리원, 행정자치부, 한국전력, 자원연구소, 천문대, 해양수산부 등에서 구축하고 있어, 조만간 실시간 DGPS 시스템에 보정 데이

터를 제공할 수 있는 기반이 조성될 것이다. 그러나 GPS 보정데이터를 실시간으로 서비스하는 지역이 현재 서해안 일대와 포항 주변지역 등 한정적인 관계로 육역지역의 자연환경조사시 실시간 GPS 구축이 사실상 곤란하다. 이를 해결하는 방법은 전국규모의 Beacon 서비스를 실시할 수 있는 기준국을 건설하여야 한다. 그러나 기준국 하나를 설치하는데 있어 1억여원의 경비가 소요되고, 육역은 지형인자의 요인으로 인해 서비스 지원 반경이 해안보다 떨어진다. 즉, 해안의 경우 180Km의 서비스 반경을 갖고 있으나 육역은 지역적 특성을 고려하면 그 반경이 상쇄되어 정확한 서비스 반경을 추산하기 어려운 실정이다. 이러한 기준국의 수의 문제에도 불구하고 향후 GPS를 통한 지리좌표 취득 및 활용은 놀라운 발전을 거듭할 것이라는 것이 각계의 의견이다. 또한 GPS장비를 통한 부가가치 창출 사례와 금액이 급격히 높아지고 있어 향후 기준국의 건설은 시간문제라고 사료된다. 또한 기준국의 설치에 있어 들어가는 경비를 줄이기 위해 MBC에서는 방송파를 통해 보정 데이터를 서비스하고 있으며 일부 지방소재 방송국도 FM방송파를 통해 보정데이터 서비스를 추진하고 있다 (김천근, 2001).

3) 필드맵핑시스템에서 산출된 위치좌표는 조사대상물에 대한 위치 좌표가 아니고 조사자가 위치한 지점의 좌표이다. 따라서 실시간 대로 현지에서 획득한 위치좌표로 지도를 작성하는

것이 아니고 이미 입력된 지도위에 조사대상지역을 보다 정확하게 인식하여 조사하는 것을 지원하기 위한 시스템이다. 물론 조사대상지역의 좌표를 확인하기 위해 조사대상물이 위치한 지점에 접근하여 좌표를 확보하면 조사지점에 대한 위치정보를 알 수 있을 것이다. 분야별로 차이가 있지만 자연환경조사는 조사지점에 직접 접근하는 경우와 조사대상지역으로부터 일정거리를 두고 수행하는 경우가 있다. 식물의 종 분포에 대한 Transect나 Quadrat기반의 조사에서는 조사지점에서 조사가 진행되어야 한다. 반면에 식생의 군집형태나 녹지자연도를 조사할 경우는 조사지역 전반을 조망하기 위해 조사대상물로부터 일정거리에서 조사가 진행되어야 한다. 조사지점에 접근하지 않고 조사대상물의 위치를 실시간으로 인식할 수 있는 기법이 도로주변의 전신주, 가로수등 시설물을 비디오카메라로 촬영함과 동시에 위치좌표를 확보하여 지도를 작성하고 갱신하기 위해 개발된 것으로 알려지고 있다 (Novak and Sperry, 1992; Rongxing, 1997). 물론 이와같은 기법은 근본적으로 경사나 고도의 기복이 적은 평탄한 지형이나 조사대상물과 GPS가 아주 근접한 경우에 가능한 것이지 위성신호가 차단되는 경우가 많은 산악지형에서 적용하는 데는 무리일 것으로 보인다.

4) 조사원들에게 시스템의 사용법을 충분히 훈련시켜 필드에 내보내고 사용하기 쉬운 인터페이스를 구현하였더라도

정확하게 GPS 데이터를 읽어서 컴퓨터에 전송하고 현지에서 GIS-DB를 구축하는 절차를 수행할 수 있는 지에 대해서는 자연환경의 다양한 분야의 조사과정에서 이 시스템을 실제 테스트하여 좀 더 장기간에 걸쳐 심도있는 검증이 필요하다. 장비 오작동으로 인한 오차는 앞서 기술한 일반적 오차 이외의 다른 변수로 작용하며, 이로 인해 재조사를 해야 하는 상황이 발생할 경우 필드맵핑시스템의 도입이전의 조사에서 경험하였던 것과 동일한 경제적, 시간적 손실을 초래할 것이다.

- 5) 가상사무실 조사라고 하더라도 실제 조사결과를 현장에서 입력하고 출력하는 데는 기상 등 여러가지 장애요인이 있다. 우천시나 강한 바람이 불 경우는 실시간대로 데이터 입력이 어려울 것이다. 또한 강렬한 일조조건에서는 노트북의 디스플레이가 빛에 반사되어 화면에 나타난 글자나 그림을 제대로 인식하는 데 상당한 한계가 있을 것이다. 이와같은 상황에 직면할 경우에는 주변에 적절한 장소를 찾아보거나 조사차량에 복귀하여 입력하는 것이 대안일 것이다. 결국 완전한 실시간대의 가상사무실이 아니라 “Near Real Time Virtual Office”라는 표현이 적절할 것으로 사료된다.

6.2 Pilot system의 테스트

새로운 기술을 도입하고 얻을 수 있는 효용은 눈에 보이는 것이고 구체적인 것이어야 한다. 필드맵핑이 성공적인 프로젝트

가 되기 위해서는 결과물이 연구의 목적으로 설정한 문제를 해결하는 가시적인 결과물을 산출할 수 있어야 한다. 앞에서 제기한 연구기간, 경비등의 한계에도 불구하고 구축된 시스템은 Pilot test 결과 아래와 같이 자연환경조사 담당자들이나 관심을 가진 사용자들이 시스템의 실체에 대해 상당히 고무적인 인식을 할 수 있을 만큼 자연환경 조사결과의 신뢰도와 관련 기존의 논란이 되던 쟁점들을 거의 대부분 해결할 수 있었다.

- 1) 조사지점의 위치정확도에 대한 신뢰성이 훨씬 높아졌다.

본 연구에서 개발된 시스템을 이용하여 자연환경조사를 수행하는 상황을 가상으로 설정하고 테스트를 수행한 결과 위치정확도가 대부분의 경우 $\pm 30m$ 내외로 나타났다. 지형 등 여러가지 장애물이 존재하더라도 대부분 $\pm 100 m$ 이내에서 위치정보를 확보할 수 있었다. 실제 1: 25,000 축척의 지도에 조사결과를 기록할 경우 $\pm 100 m$ 이상의 오차가 위치정확도의 신뢰성에 크게 문제되는 것이 아닐 것으로 사료된다. 사실상 기존의 자연환경조사에서 심각하게 대두된 문제는 조사지역의 도로나 산, 주요지형·지물을 제대로 인식하지 못해 속성과 공간데이터가 연계가 되지 않는 점이었다(환경부, 1997). 조사자의 경험과 지형도에 의존하던 방식에서는 불가피하게 대두되는 문제였으나 본 연구에서 개발된 시스템을 활용할 경우 조사지역을 정확하게 선정하는 데는 큰 문

제가 없는 것으로 사료된다.

- 2) 공간정보와 속성자료가 연계된 조사결과를 실시간대에 GIS-DB로 구축할 수 있었다.

기존의 자연환경 조사결과와 GIS-DB의 구축과정은 지도에 표기된 조사지점을 육안으로 일일이 확인하고 각종 속성자료와 지도표기의 일치여부 확인 등 모든 작업을 수작업에 의존하였다. 따라서 DB구축에 시간이 많이 소요되고 정확도도 많이 떨어질 수밖에 없었다. 아울러 수작업으로 인한 실수도 많이 발생하고 그에 따른 교정작업도 복잡하였다. 하지만 실시간으로 지도와 속성자료를 처리하게 됨으로서 이와같은 문제를 거의 모두 해결할 수 있었다.

- 3) 현지조사과정에서 과거의 조사결과를 실시간대에 검색이 가능하여졌다.

조사현장에서 과거의 조사내용을 확인하여 현재의 상태와 비교하는 것이 자연환경 조사과정에서 중요한 절차인데, 종이지도나 보고서를 수작업으로 일일이 확인하는 것이 일반적인 관행이다. 이와 같은 접근은 검색하는데 시간이 많이 소요되고 수작업으로 인한 실수가 많이 발생하여 검색의 정확도가 많이 떨어질 수밖에 없었다. 이런 문제때문에 과거에는 조사결과와 확인을 기피하는 경향이 있었으며 현재의 상태와 비교하여 자연환경의 변화실태를 시계열적으로 파악하는 조사를 수행하는 데는 상당한 한계가 있었다. 아울러 과거의 조사내용에 의거 현재의 조사결과를 갱신하는

조사기법이 아니어서 사실상 2회이상 동일지역을 조사하더라도 전면재조사를 하는 상황이 발생하였다. 이로 인하여 조사과정에서 상당한 비경제성이 있었던 것이 사실이다. 또한 조사위치를 잘못 선정하여 조사결과가 과거와 상당히 차이가 나타나는 경우도 종종 발생하였다. GIS-DB로 구축된 과거의 조사결과를 실시간대로 확인할 수 있는 가상사무실 시스템은 이와같은 모든 문제에 대해 해답을 제시하여 조사의 신뢰도와 경제성 확보에 크게 기여할 것으로 사료된다.

- 4) 조사결과와 대외적인 공개를 통한 자연환경업무의 투명성과 객관성이 보장될 수 있다.

전통적인 조사방법에서는 신뢰도의 한계와 메타데이터의 부족때문에 조사결과에 의거 정책을 수립하거나 관련 민원을 해결하는 근거자료로 사용하는 데 상당히 한계가 있었다. 본 시스템에서는 조사자가 직접 데이터를 입력하였기 때문에 조사결과에 대한 책임소재가 분명하게 나타날 수 있었다. 가상오피스조사의 가장 큰 장점중의 하나는 조사결과를 조사자의 인적사항과 함께 대외적으로 공개할 수 있는 점이었다. 이를 통해 각종 개발사업에 대한 환경영향평가등 자연환경관련 민원발생시 관련자료를 곧바로 제공하고 민원을 신속히 해결할 수 있을 것으로 사료된다.

6.3 향후 개선방향

본 시스템을 통하여 본격적인 가상오피스 차원의 현장조사를 위한 초석이 마련되었다. 그러나 이 시스템이 본격적으로 실무에 도입활용되기 위해서는 개선해야 할 점이 여러 가지로 지적된다. 특히 데이터의 신뢰도에만 주안점을 두고 본 연구가 진행되었으나 확보된 데이터를 자연환경보전 실무에 도입하는 즉 데이터 품질과 활용의 양면을 만족시킬 수 있는 방안에 대해서도 보다 심도있는 연구가 필요하다. 이를 위하여 각 항목에 대한 개선방향에 대해 정리하면 다음과 같다.

1) 인트라넷 시스템 구축

본 연구에서는 예산상의 문제로 인하여 최종 시스템의 모습에는 좀 못 미치는 시스템을 구축할 수 밖에 없었다. 즉 실시간으로 조사자들이 접근하여 조사결과를 전송할 수 있는 클라이언트/서버 시스템으로 구축된 것이 아니라, 이러한 환경으로의 확장성을 고려한 독립운영 시스템으로 구축되었다. 향후에는 인터넷 기반의 인트라넷 시스템으로 발전해 나아가야 한다. 인트라넷시스템을 통해 현장에서 조사된 자료를 조사자가 중앙의 주전산기에 직접 입력할 경우 이를 실시간 데이터로 활용 가능할 것이다. 또한 인트라넷 시스템을 통해 각 조사자들 간의 상호 의견교류, 자료수집, 작업관리의 효율을 극대화 할 수 있을 것이다.

2) 위치좌표 출력을 위한 배경지도로 위

성영상의 도입

본 연구에서 구축된 시스템은 기본도로 NGIS의 1:25,000 수치지형도를 활용하고 있다. 1/25,000 수치지형도의 갱신주기가 평균 5년이란 것을 감안할 때 도로건설, 아파트건설 등 각종 개발사업으로 인해 변화되는 지형지물을 효과적으로 반영하는 데 한계가 있다. 또한 현 시스템에서는 수치지형도가 배경지도로 이용되기 때문에 Vector형태자료가 가지고 있는 지형·지물을 단순화하고 심볼화하는 한계로 인해 주변의 지형·지물에 대한 위치참조자료로 활용하는 데 어려움이 있다. 1m의 공간해상도를 지닌 Raster형태의 위성영상지도를 이용할 경우, 변화된 지형지물을 반영하여 지리정보의 시간적 제약을 해소한 자연환경 데이터 수집이 가능할 것이다. 아울러 위성영상이 배경지도(Backdrop)로 활용될 경우 조사자의 지리적 인지도를 높일 수 있어, 조사자가 조사지점을 확인하고 자료를 입력하는데 보다 나은 지형해상력을 가질 수 있게 되고 조사 자료의 정확도를 향상시킬 수 있다. 또한 위성영상을 이용하면 식생, 토양 등 자연환경에 대한 원격탐사 정보를 얻을 수 있어 여러 모로 유용할 것이다.

3) NGIS의 대축척(1:5,000) 지도 이용

본 시스템에서 기본도로 사용하고 있는 NGIS 1:25,000 수치지형도는 소축척이기 때문에 세부적인 지형지물의 위치를 검색하기에는 다소의 문제점이 있다. 특정 지형지물에 대한 세부적인

조사가 필요할 경우 NGIS의 1:5,000 대축척 수치지형도를 사용하면 위치검색이 보다 효율적일 것이다.

4) 멀티미디어 GIS와 연계

향후 시스템에서는 조사자의 가상오피스 장비에 비디오 카메라를 추가하여 조사지역의 지형지물을 비디오로 촬영하여 영상과 음성을 조사결과의 속성으로 입력할 수 있도록 할 경우 조사의 질적수준이 훨씬 나아질 것이다. 조사결과를 단순히 문자위주의 위치정보와 속성정보가 아닌 동영상, 음향 등 자료형태로 수집하는 것이 필요하다. 이러한 조사자료에 대해서는 자연환경에 대한 비전문가도 쉽게 이해할 수 있게 되고 대국민 자연환경 정보 서비스 측면에서도 기여를 할 수 있을 것이다. 일단 이와 같은 시스템이 정착이 되면 자연환경 관련 다양한 업무에 멀티미디어 자료가 활용될 수 있을 것이다. 조사지역의 실제 상황을 확인하고자 할 때 현장방문에 소요되는 시간을 절약하면서 가상현실의 상황에서 필요한 정보를 입수할 수 있을 것이다. 또 이와같은 멀티미디어 GIS-DB가 구축될 경우 조사자가 희귀종을 발견하였을 경우 문헌상 이미지 자료나 음향자료를 참조함으로써 현장에서 판별이 가능할 것이다.

7. 결 론

본 연구는 국가자연환경종합 GIS 구축과정에서 조사결과의 정확성에 대한 문제가 심각하게 대두되어 전통적인 자연환경 조

사기법에 대한 개선방안을 마련하기 위해 수행된 연구이다. 위치정보의 부정확성에 대한 문제점들을 해결하기 위하여 컴퓨터를 GPS 수신기와 연결하여 현장에서 위치정보가 기존의 지도상에 디스플레이 되는 것을 눈으로 확인하며 작업을 할 수 있도록 하였다. 위치자료와 속성자료의 연계성을 확보하기 위해 현지에서 직접 GIS 데이터를 입력하는 사용자 인터페이스를 구축하였다. 즉 자연환경조사에 가상오피스 개념을 도입함으로써 실시간으로 조사자가 GIS-DB를 직접 구축하고 갱신할 수 있는 시스템을 구현하였다. 가상사무실 개념에 의거한 자연환경조사는 조사결과의 정확성은 물론 조사과정에서 경제성을 보장받을 수 있게 되었다는 점에서 자연환경조사에서 차세대기술로 특별히 관심을 가져야 할 것으로 사료된다. 향후에 무선으로 조사 자료를 송수신하고 인터넷상에서도 구현할 수 있는 시스템이 구축되기 위해서는 본 연구에서의 경험을 토대로 추가적인 연구가 필요하다. 본 연구는 실제적인 가상오피스 구현을 위한 개념 및 요구 사항, 구조, 동작 모델에 대해 향후 무선통신 등 관련 기술발전이 이루어질 경우를 대비한 기초 연구를 수행하였다는 데 큰 의의가 있을 것이다. 본 가상오피스 개념에 의거한 자연환경조사가 전국적으로 확장되어 실무에 이용될 경우 전국 자연환경조사 등 국내에서 시행되고 있는 각종 자연환경 조사는 데이터의 정확성이 훨씬 증가되어 기존에 입력된 정보의 효율적인 갱신절차에 중점을 두게 될 것이다. 또한 조사자가 직접 입력한 GIS-DB를 체계적으로 관리하고 축적할 수 있게 됨으로서 이는 자연환경GIS-DB

의 정확성측면에서 획기적인 계기를 마련할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김천곤, 전화면담, (주) GPS 데이터 2001
2. 이환기, 길잡이 GPS 세 서비스 등장, (주) 나브텍 2001
<http://www.navtech.co.kr:81/index.asp>
3. 조우석, 최병길, 이창경 수치지도의 정확도 향상방안 연구, 國土開發研究院, 113p, 1997
4. 환경부, 환경부 지리정보시스템(GIS) 장기발전방안, 환경부, 75p, 1996
5. 환경부, 자연환경 전국조사기본 계획, 환경부 (자연보전국) 1997
6. 환경부, 자연환경종합 GIS-DB 구축, 사업수행 참여신청서 작성지침, 환경부 (자연보전국) 1998
7. 환경부, 자연환경종합 GIS-DB 구축결과 보고서, 환경부 (자연보전국), 500p, 1999
8. Alice, B. Virtual office survival handbook : What telecommuters and entrepreneurs need to succeed in today's nontraditional workplace, John Wiley & Sons 1996
9. Anita, D. Creating a virtual Office : Ten case studies for Cpa Firms, American Institute of Certified Public 1997
10. Capron, H. L. Computer: tools for an information age, The Benjamin/ Cummings Publishing Company Inc., Menlo Park 1996
11. Claire, M. R. Providing Data, information and knowledge to the Virtual Office, Special Libraries Association 1999
12. Gilbert, C. Attribute collection with GPS, Mapping Awareness 11(1), February: 39-41 1995
13. Green, D. R., and Kemp, A. A geographical information system (GIS) may be the answer to every pipeline managers dream, Associations of Geographic Information (AGI) Conference, Birmingham, UK, 16-18 November, pp. 1.26.1-1.26.10, 1993
14. Jadcowski, M. A., Convery, P., Birk, R., and Kuo, S. Aerial image databases for pipeline right-of-way management. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 60(3): 347-353, 1994
15. Novak, K., and Sperry, S. L. Integration of digital photogrammetry and raster GIS, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing (L. W. Fritz and J. R. Lucas, Ed.), ISPRS XVII, Washington D. C., Vol XXIX, pp. 894-898, 1992
16. Rongxing, L. Mobile mapping: An emerging technology for spatial data acquisition, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 63(9):1085-1092, 1997
17. Wilkie, C. A line in the sand: kinematic survey across the Arabian Peninsula, GPS-World 4(5):20-26, 1993