

위성영상을 기반으로 한 GIS 응용 시스템 개발

On Development of the GIS Application Based on Satellite Images

양인태¹⁾ · 최영재²⁾

Yang, In Tae · Choi, Young Jae

Abstract

Until comparatively lately the use of vector data is the main current in GIS fields. Vector data have many advantages such as easy of scale change, small data volume and so on. But it also has some weak point that can't apply real world. The other hand the satellite images have strong point that can apply real world actually. Recently rapid progress of computer capacity and processing velocity is the current trend of the times. Therefore in this study I intend to develop GIS application based on satellite images with vector data and raster data altogether. This system is developed by using Visual C++ in the personal computer and MS Access's MDB for database management. The LANDSAT, KOMPSAT and IKONOS satellite image database were used in this study. Also, we are studied to set up scale for screen display according to spatial resolution.

Keywords : Satellite Image, GIS, Screen Display, Resolution

요 지

최근까지도 GIS는 벡터 데이터를 활용하는 방법이 대종을 이루고 있다. 그러나 벡터데이터는 축척변경의 용이성, 작은 용량의 데이터 등 여러 가지 측면에서 장점을 갖고 있으나, 현실세계를 잘 반영하지 못하는 단점을 갖고 있다. 이에 반해 인공위성영상은 데이터의 용량이 크지만, 실세계를 잘 반영하는 장점이 있다. 그러므로 이 연구에서는 요즘 컴퓨터의 용량과 처리 속도가 빨라지고 있는 추세이므로 벡터데이터와 래스터데이터를 접목하여, 위성영상을 기반으로 하는 GIS 응용 시스템을 개발하고자 한다. 이 응용 시스템은 PC용 Visual C++과 데이터베이스 관리를 위한 MS Access 파일을 이용하여 개발되었으며, 개발된 시스템의 기반에 사용된 위성영상은 LANDSAT, KOMPSAT, IKONOS 영상이며, 화면출력을 위해 각 영상의 해상도에 적합한 해상도별 축척을 결정하였다.

핵심용어 : 위성영상, GIS, 화면출력, 해상도

1. 서 론

1980년대 초 우리나라에 GIS가 처음 소개되면서부터 각종 도시 시설물과 지형정보의 체계적인 관리를 위하여 GIS 기술 도입이 이루어져 왔다(양인태 등, 2001). 하지만 지형정보체계에 사용되어온 자료는 대부분이 2차원 평면상에 지형을 형상화한 지도 형태의 자료로써 위치와 형태를 확인하는 정도였다.

최근 국내 항공우주기술의 발전에 맞추어 위성영상을 이용한 지도 제작(박병욱, 2002)과 벡터 데이터와의 통합활용에

대한 연구가 수행중이다(선우종성, 1998). 위성영상 데이터는 처리기술이 발달함에 따라 이제 일상생활에까지 사용되고 있으며 위성영상 데이터의 해상력 역시 빠른 속도로 향상되고 있다(김갑래 등, 2003). 특히 GIS 분야에서 위성영상 데이터의 처리는 수치지도의 효율적인 제작측면과 경제적인 관리측면에서도 그 중요성이 점차 높아지고 있다. 나아가 고해상도의 위성영상의 제공은 기존의 벡터구조를 기반으로 하는 수치지도의 제작과 수정에 드는 비용과 수치정사사진의 생산비용을 절대적으로 감소시킬 수 있다(양인태 등, 2000 ; 강준묵 등, 2002). 그러므로 래스터구조의 영상데이터와 벡터구조

1) 정희원 · 강원대학교 토목공학과 교수(E-mail:intae@kangwon.ac.kr)

2) 연결저자 · 정희원 · (주)피지오스 RSP개발 팀장(E-mail:yjchoi67@pgeos.com)

되며 화면출력의 순서와 축척별 화면출력 정도를 관리한다. 또한 각 위성영상은 처리 속도를 높이기 위하여 여러 타일 형태로 나누어 각 타일별 위치정보를 관리하도록 설계하였다.

이 논문은 위성영상을 이용하여 GIS 응용 시스템을 구축해 보자 하였기 때문에 위성영상을 중심으로 기능 구현이 이루어지도록 데이터베이스를 구성하였다. 그러므로 벡터데이터에서 폴리곤 형태는 위성영상의 지형정보를 가리기 때문에 선형 형태로 구축하였다. 즉, 행정구역과 같은 레이어는 해안가를 나타내는 지형선을 제외한 내륙지역에 대하여 선형 형태로 구축하였다. 따라서 지역별 검색을 위하여 모든 레이어에 행정구역 코드를 부여한 후 지역별 관계성을 설정하였다.

2.2 위성영상의 처리

시스템 구축에 사용된 영상은 LANDSAT, KOMPSAT, IKONOS 영상으로 영상처리에는 ERDAS IMAGINE 8.4를 사용하였으며, 각 영상의 처리는 다음과 같다.

2.2.1 LANDSAT 영상의 처리

이 연구에서 사용된 LANDSAT 영상은 LANDSAT-7호 영상으로 공간해상도 30m를 지원하는 컬러 영상과 공간해상도 15m를 지원하는 흑백 영상으로 구성되어 있다. 대

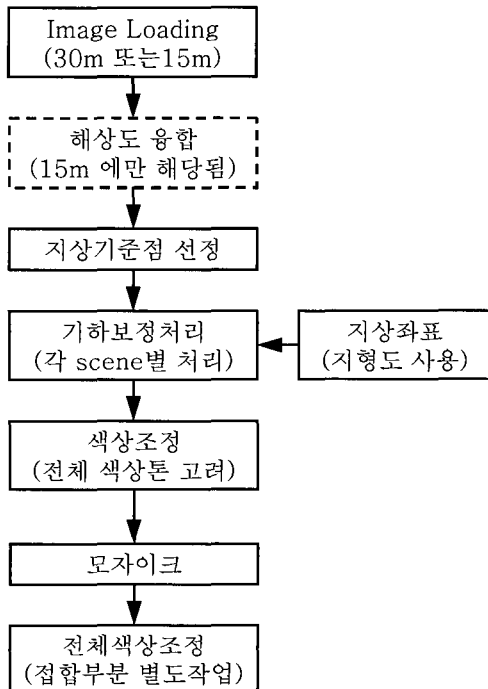


그림 2. LANDSAT-7 영상처리 흐름도

상 지역은 남한으로 하였으며 데이터 취득 시기는 2000년과 2001년도 이다. 남한에 해당하는 LANDSAT 영상은 11장으로 컬러 처리는 30m와 15m에 대해 각각 처리되었으며, 전체적인 처리의 흐름은 그림 2와 같다.

그림 2에서 30m와 15m의 데이터 처리는 대부분 동일하게 진행되지만 점선부분의 해상도 융합(Resolution Merge) 처리는 30m 처리에서는 제외되며 15m 처리에서만 사용하게 된다. 해상도 융합은 15m 흑백영상을 30m 컬러영상과 융합하여 15m 컬러영상으로 만드는 작업이다. 이것은 PCA(Principal Component Analysis) 방법으로 처리하였으며, 이 작업을 하기 위해서 여러 밴드의 30m 영상을 R, G, B 형태로 추출하여 처리되어 있어야 한다.

2.2.2 KOMPSAT 영상의 처리

1994년부터 개발이 시작된 다목적 실용위성으로 지상에서 6.6m의 해상도를 갖는 전자광학카메라와 해양관측이 가능한 저해상도 카메라를 탑재하고 있다. 이 연구에서는 부산 지역을 대상으로 하였으며 관측시기는 2000년과 2001년이다. 부산에 해당되는 영상은 10장으로 처리 흐름은 그림 3과 같다.

KOMPSAT 영상은 흑백영상으로 제공되기 때문에 이것을 컬러영상으로 제작하기 위해서 LANDSAT 30m 컬러영상과 PCA 방법으로 해상도 융합 처리를 하였다. KOMPSAT 영상의 영역이 LANDSAT 영상과 달리 국소 지역이기 때문에 모든 영상에 대하여 기하보정과 모자이크 작업을 한 후 해상도 융합으로 컬러영상을 제작하였으며

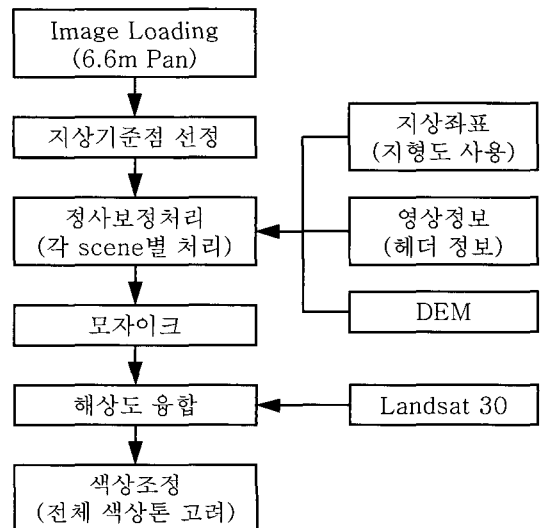


그림 3. KOMPSAT-1 영상처리 흐름도

며, 처리된 영상은 취급의 용이성을 높이기 위해 6m로 리샘플링하여 사용하였다.

2.2.3 IKONOS 영상의 처리

IKONOS는 미국 Space Imaging사에 의해 1999년 9월에 발사된 세계 최초의 상업용 고해상도 탐사위성으로 1m급 흑백영상과 4m급 컬러영상을 탑재하고 있다. 이 연구에서 사용된 영상은 부산시 영도구 지역으로 6×6km 영역을 사용하였다. IKONOS 영상처리는 구입할 당시 1m 컬러로 해상도 융합을 처리하여 오기 때문에 정사보정처리만 하였다. 이것의 처리 흐름은 그림 4와 같다.

2.3 위성영상의 데이터베이스 구축

응용 시스템에 사용되는 위성영상이 다양한 공간 해상도를 갖도록 구축된다면 우선적으로 고려되어야 할 것이 해상도별 영상간의 위치적 오차를 최소화하여 제작하는 것이다. 다음으로 위성영상이 벡터 자료의 저장구조와 달리 격자형 정보로 구성되기 때문에 저장에 필요한 공간 확보와 이에 따른 처리 속도라 할 수 있다. 일반적으로 위치적 오차는 기하보정 단계에서 적정 기준점을 확보하여 처리한다면 해결될 수 있지만, 데이터 저장 공간과 처리 속도는 시스템 구현에서 고려되어야 한다.

LANDSAT 영상으로 남한 지역을 30m와 15m로 구축하여 TIFF 파일 형식으로 저장을 하면 각각 1.3GB와 5.2GB 정도의 용량이 된다. KOMPSAT 영상으로 구축된 부산 지역은 130MB 정도의 용량이 되었으며 IKONOS 영상으로 구축된 영도구 지역은 110MB 정도의 용량이 되었다. 데이터 저장 용량이란 어떤 시스템을 구축 하느냐에 따라 지역이 선정

되어 소지역인 경우 저장 용량에 문제가 없겠지만 이렇게 전 국토에 대한 구축을 할 경우 저장 용량이 커져 시스템에서 영상을 처리하는데 처리속도 등의 문제가 발생할 수 있다.

디지털 영상의 파일 형식에는 다양한 형태가 있지만, 여기서는 주로 출력에 관련된 문제점을 검토하는 것으로 일반적인 형태를 다루었다. 디지털 영상을 구성하고 있는 각 픽셀 한 개가 R, G, B 각각 8비트(256가지)의 3가지 색상정보를 동시에 가지고 있다. 이러한 색상 정보를 어떻게 저장하느냐에 따라 TIFF 형식과 JPEG 형식 두 가지 유형을 살펴보았다.

TIFF 형식은 가로, 세로 픽셀의 모든 컬러정보를 그대로 가지는 파일형식이기 때문에 위성영상을 종이출력할 경우 일반적으로 많이 사용하지만, 대상 영역이 클 경우 처리하기에 힘든 단점이 있다. JPEG파일은 디지털화 된 픽셀 데이터에서 전체 밝기정보(Y)와 전체 컬러 색상정보(C) 2가지 요소로 픽셀 데이터를 비트화 시켜 준다. 따라서 이미 가로, 세로에 3을 곱하는 TIFF에 비해 2를 곱하게 되므로 이미 비트 데이터량이 줄어들게 된다. 그런데 밝기(Y)정보는 사람들의 시각에 민감하므로 대부분 그대로 가져가되, 사람들의 눈이 컬러 색상 변화에 둔감하므로 가능하면 비슷한 색상계조들을 단일화 시키는 압축률을 가하게 된다. 즉, 컬러정보를 다시 1/4(Fine), 1/8(Normal), 1/16(Basic)등으로 압축을 다시 가하는 것이다. 1280×1024픽셀 영상을 TIFF 형식으로 저장을 한다면 1280×1024×3 = 3,932,160 Byte가 되지만, JPEG 형식으로 저장을 하면 1280×1024×2×1/8 = 327,680Byte(Normal로 압축)가 된다. JPEG 형식이 컬러 색상에 따라 달라지므로 반드시 계산 값대로 나오는 것은 아니다. 하지만 영상에 따라 이보다 훨씬 적을 수도 있으나 이보다 높지는 않게 된다. 이렇게 JPEG 형식으로 저장된 영상 파일의 경우에는 많은 색상정보들이 줄어들게 되는 단점이 있지만 응용 시스템에서 화면출력용으로 사용하기에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.4 벡터 데이터베이스 구축

벡터 데이터는 1/25,000과 1/5,000 수치지도에서 연구에 필요한 지형요소를 추출하여 사용하였다. 벡터 데이터는 NGIS 수치지도를 이용하여 시스템에 적절한 지형요소를 추출하였으며, 위성영상과의 위치적 오차는 헤드업 디지털 이징 방식으로 위성영상을 배경으로 벡터 데이터를 수정하였다. 행정구역도는 해안 경계선을 제외하고 내륙에 포함되는 구역선만을 구축하였으며, 행정구역명은 시, 군, 구 명을 점 형태로 구축하였다. 고속도로는 선형으로 지형데이터를 구축하였으며, 각 도로에 대한 번호와 이름 등의 정보는 점 데이터를 적정 간격으로 구축하였다. 국토와 지방도는

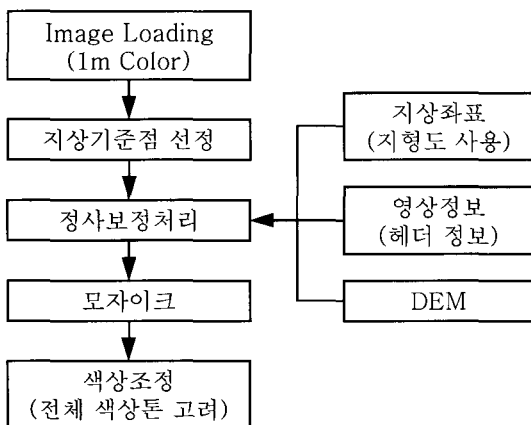


그림 4. IKONOS 영상처리 흐름도

간선도로를 기준으로 구축하였으며, 개인적 판단에 의해 세밀한 지역의 도로는 제외하였다. 하천은 위성영상에서 나타나는 형태를 확인하기 위해 하천명 정보를 갖는 점 데이터만 구축하였다. 그 밖의 표 1에 구성된 점 레이어의 데이터는 직관적인 판단으로 주요 위치를 선별하여 구축하였다.

3. 화면출력 설정을 위한 해상도별 축척의 관계성

위성영상을 다양한 공간 해상도별로 화면을 출력하기 위해서는 해상도별 축척의 범위를 결정하는 것이 중요하다. 지금까지 위성영상을 이용한 수치지도 제작에 대한 연구가 여러 차례 이루어졌으나, 이것은 위성영상의 공간 해상도에 따른 적절한 수치 데이터를 취득하는 연구이며 화면출력에 대한 적정성과는 다소 차이를 가지고 있다.

수치지도에 대한 해상도별 위성영상의 활용은 1m 해상도의 IKONOS 영상은 1/5,000, 6m 해상도인 KOMPSAT 영상은 1/25,000, 10m 해상도의 SPOT 영상은 1/50,000에 대하여 갱신 작업이 가능한 것으로 나타났다(강준목 등, 2002

; 김감래 등, 2003; 박희주 등, 2001). 이것은 각 해상도별 영상을 해당 축척으로 출력하였을 때 해당 축척에 의한 지형지물의 표현이 가능하다고 할 수 있으며 각 축척별 종이 출력 해상도는 평균 110 dpi로 설정될 수 있다. 일반적으로 출력 해상도가 130dpi 정도면 출력 품질은 거의 사진에 가까운 고화질이 재현된다(김윤중, 2002). 그러므로 이와 같이 종이출력을 위한 해상도별 축척 설정은 일반 출력 설정과도 일치한다고 할 수 있다. 그림 5는 6m와 1m 해상도의 위성영상을 각각 1/25,000과 1/5,000 축척으로 제작한 것이다.

일반적으로 홈페이지용 이미지를 사용하기 위해서는 모니터 해상도인 72dpi를 기준으로 제작한다(이은영 등, 2002). 이것은 화면출력에서 소축척으로 위성영상을 사용할 수 있음을 말한다. 화면출력에 의한 위성영상 확인은 수치지도 제작을 위한 것이 아니라 화면상 육안으로 위성영상의 화소가 깨지지 않으며 GIS 응용 시스템에서 사용 가능한 정도를 나타내는 것이다. 화면출력 실험은 모니터 해상도인 72dpi를 기준으로 점차 줄여가면서 육안 확인을 한 결과 1m 영상을 제외한 6m, 15m, 30m 영상은 72dpi로 하였을 경우가 최대의 화상 해상도인 것으로 나타났으며,



(a) 6m : 1/25,000



(b) 1m : 1/5,000

그림 5. 영상별 종이출력 축척



(a) 6m : 1/17,000



(b) 1m : 1/2,500

그림 6. 영상별 화면출력 축척

표 2. 해상도별 출력 설정

해상도(m)	종이출력의 축척분모	화면출력의 축척분모
1	5,000	2,500
6	25,000	17,000
15	65,000	42,000
30	120,000	85,000

1m 영상의 경우 65dpi까지 확대가 가능하였다. 그림 6은 6m와 1m 해상도의 위성영상을 각각 72dpi와 65dpi로 화면 출력하여 화면 캡처를 한 것이다. 이것은 어느 정도의 지형, 지물을 확인할 수 있으며 그 이상의 확대는 화면의 영상이 흐려지는 것으로 나타났다.

6m 영상이 72dpi로 화면출력을 한다면 화면 1cm당 픽셀 수는 72/2.54 즉, 28.35개가 되므로 거리는 170m (28.35×6m)가 된다. 이것은 모니터 화면이 1cm 일 때 지상거리가 170m를 나타내는 것이므로, 축척을 1/17,000 정도로 설정할 수 있다. 이와 같은 방법으로 각 해상도별 영상의 화면출력을 계산하여 적정 축척을 결정하였다.

표 2는 각 해상도별 위성영상의 종이출력과 화면출력의 축척을 나타낸 것으로 이것을 기준으로 응용 시스템에서 사용되는 해상도별 위성영상에 대하여 축척별 화면출력

단계를 결정 하였다. 결정된 축척 정보는 그림 1에서 레이 어 관리 테이블의 축척 관리 항목에 저장되며, 이것을 기준으로 영상에 대한 화면출력을 구현하였다.

4. GIS 응용 시스템 개발

4.1 시스템 구성

이 연구에서 개발된 시스템은 Visual C++ 6.0을 이용하여 개발하였으며, 데이터베이스는 MS Access DB를 사용하였다. 응용 시스템은 크게 지형정보 설정, 조회, 동영상 보기, 출력으로 구성하였다. 그림 7은 응용 시스템의 주요 기능 구성을 나타낸 것이다.

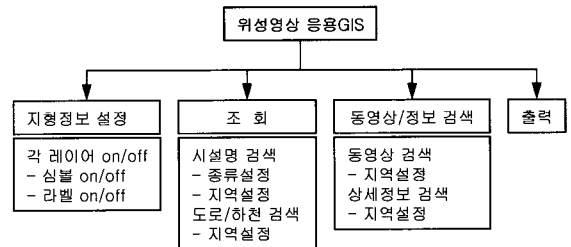


그림 7. GIS 응용 시스템 구성도

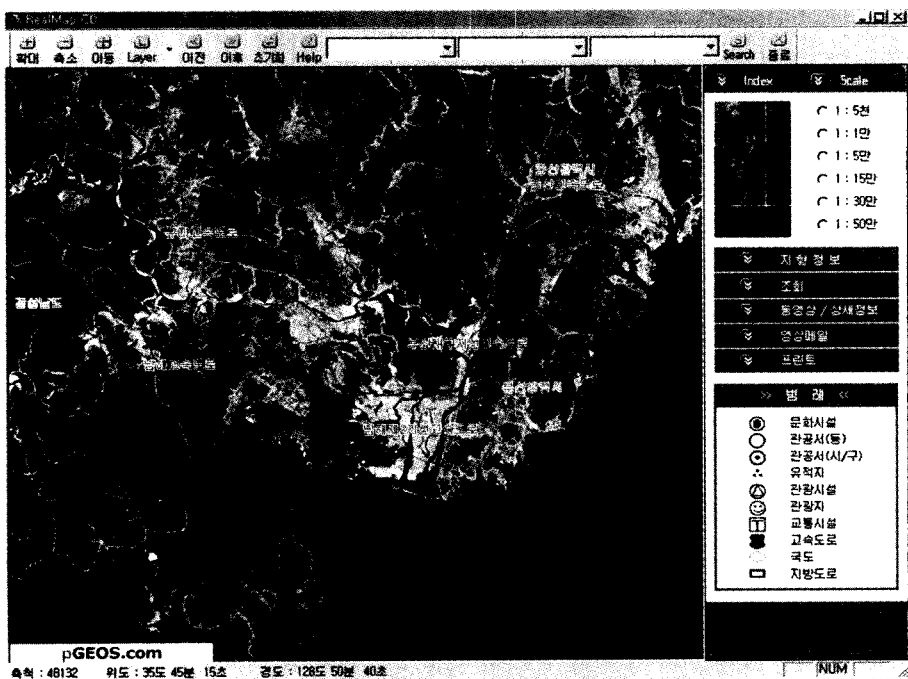


그림 8. 위성영상 응용 시스템의 메인 화면

4.2 시스템 기능 구현

시스템 기능은 시스템 구성을 기본으로 하여 필요한 기능들을 구현하였다. 이 연구에서 구축한 위성영상 응용 시

스템은 설정된 기능을 구현하기 위하여 툴바와 버튼으로 상호 기능을 참조하여 전체적인 시스템의 일관성을 확보 하도록 하였다. 그림 8은 응용 시스템의 메인 화면을 나타 낸다.

메인화면에서 상단의 툴바는 기본화면에 대한 기능을 구현한 것으로 화면 줌으로 위성영상과 벡터 레이어를 디스플레이 시키며 이에 대한 축척과 마우스 위치에 대한 좌 표를 하단에 나타내도록 하였다. 벡터 레이어에 대한 화면 출력 여부는 우측의 지형정보 버튼에서 실행된 그림 9와 같은 메뉴에 의해 설정하도록 하였다.

이것은 구축된 각 레이어에 대하여 화면출력 여부 설정 과 색상 그리고 지형요소에 대한 라벨 출력 여부를 설정하 도록 하였다.

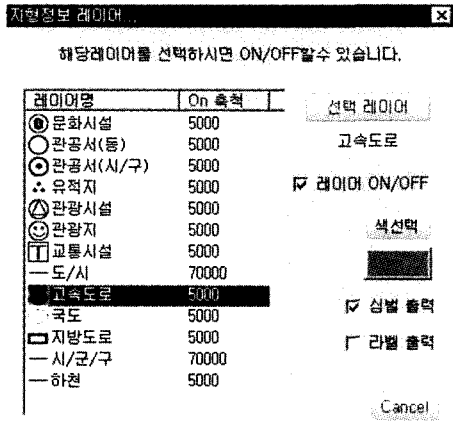


그림 9. 레이어 설정

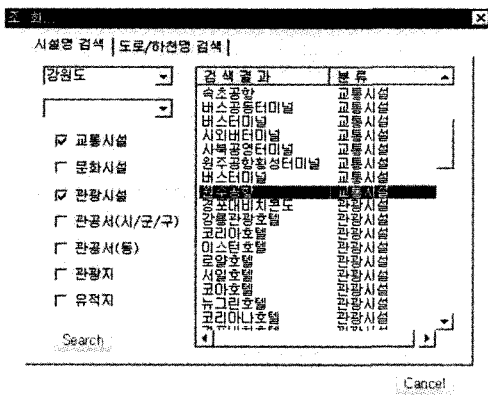


그림 10. 점형 데이터 조회

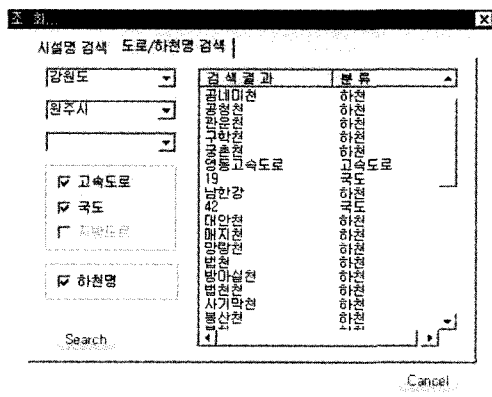
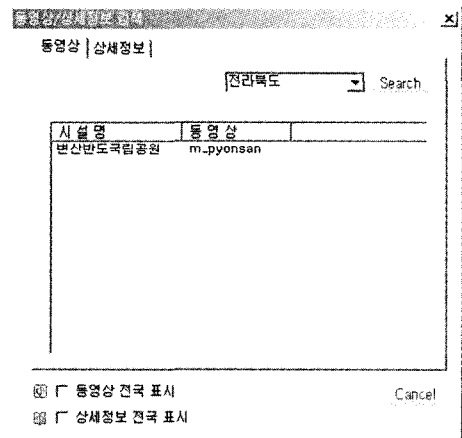
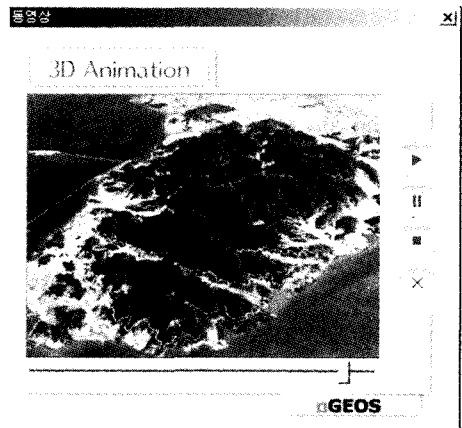


그림 11. 선형 데이터 조회



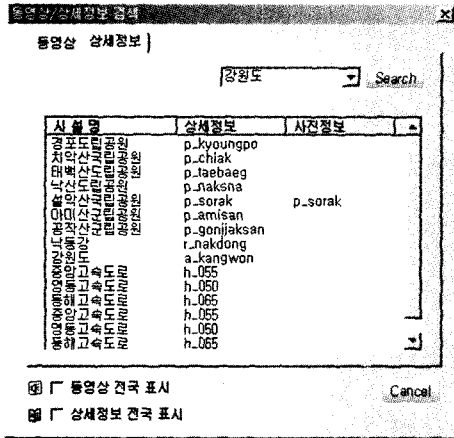
(a) 동영상 조회



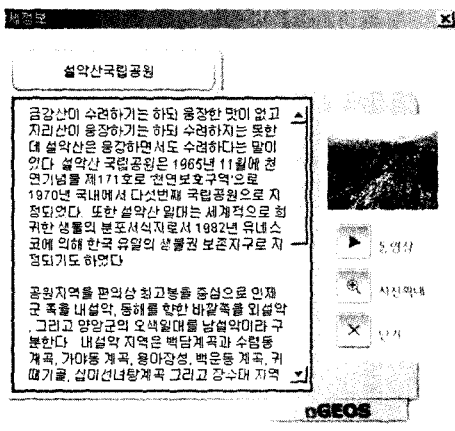
(b) 동영상 보기

그림 12. 동영상 정보

그림 10과 11은 조회기능을 나타낸 것으로 선형과 점형 데이터로 구분하여 조회할 수 있도록 하였다. 점형 데이터는 교통시설, 문화시설, 관광시설, 관광지 등에 대한 레이



(a) 상세정보 조회



(b) 상세정보 보기

그림 13. 상세정보

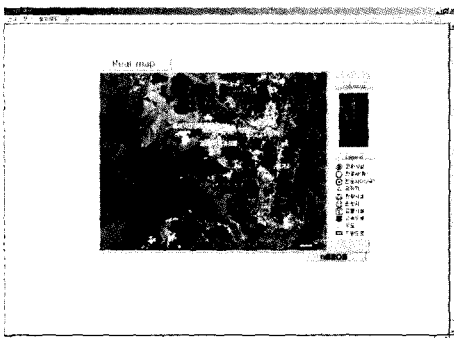


그림 14. 종이출력

어로서 찾고자 하는 지형요소를 선택적으로 설정하도록 하였으며, 검색결과에서 원하는 지점을 선택하여 화면상으로 위치를 확인할 수 있도록 하였다. 선형 데이터는 도로망과 하천망에 대한 데이터로써 점형 데이터 조회와 같이 고속도로, 국도, 지방도, 하천에 대한 지형요소를 선택적으로 설정하여 조회할 수 있도록 하였다. 조회 기능은 전국에 대하여 데이터를 처리하는 것으로 처리 속도와 검색 결과에 대한 효율성을 주기 위하여 우선 지역별 범주를 주어 조회 하도록 하였다.

동영상 및 상세정보 보기는 위성영상으로 삼차원 지형을 시뮬레이션한 동영상과 고속도로, 국립공원, 산, 강 등에 대한 설명 자료를 검색하여 화면 출력하는 기능이다. 그림 12는 동영상 정보 조회와 동영상 실행을 나타낸 것이며, 그림 13은 상세정보 조회와 정보 자료를 나타낸 것이다. 상세 정보에는 설명 자료와 함께 지형요소와 관련된 사진 정보도 화면출력으로 볼 수 있도록 하였다.

그림 14는 종이출력을 나타내는 것으로 현재 설정된 화면 영역을 특정 레이아웃에 맞추어 프린터로 출력하도록 하였다.

5. 결 론

이 연구는 다양한 해상도의 위성영상을 구축하여, 이를 GIS 데이터와 연동하여 활용할 수 있는 응용 시스템 개발에 관한 연구로서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 공간 해상도가 30m, 15m, 6m, 1m를 보유한 위성영상을 구축하기 위하여 LANDSAT, KOMPSAT, IKONOS 영상을 처리하였으며, 이를 벡터 데이터와 연동하여 사용하는 GIS 응용 시스템을 개발함으로써 지형정보를 입체적이고 효율적으로 제공하도록 하였다.

2. 위성영상을 표현하기 위하여 공간 해상도에 따라 최대 화면출력 축척을 실험해 본 결과 일반 영상을 표현하는 72dpi 해상도와 동일하게 설정됨을 알 수 있었다. 즉, 이것은 1m, 6m, 15m, 30m 공간 해상도인 위성영상일 경우 화면출력 축척은 각각 1/2,500, 1/17,000, 1/42,000 및 1/85,000 정도의 범위로 설정할 수 있었다.

향후, 위성영상을 이용하여 GIS 응용 시스템을 개발하는데 있어서 대용량의 데이터베이스 관리방법과 처리 속도에 대한 해결을 위하여 효율적인 저장방법에 대한 연구와 웹을 이용한 시스템 구축을 위하여 빠른 전송방법에 대한 연구가 선행 되어야 할 것이다.

참고문헌

- 강준목, 이철희, 이형석 (2002), 수치지도의 수정 및 갱신을 위한 고해상도 위성영상의 적용 가능성, 한국측량학회지, 제 20권, 제 3호, pp. 313-321.
- 김갑래, 김재연 (2003), 항공사진 영상과 위성 영상간의 지형지물 비교 분석, 한국측량학회지, 제 21권, 제 1호, pp. 1-7.
- 김윤중 (2002), Full Color Pring, 한밭대학교 평생연구원, <http://photo.hanbat.ac.kr/사진교실/강좌내용/디지털사진/FullColorPrinting.htm>
- 박병욱 (2002), 고해상도 위성영상을 이용한 지도제작 가능성 평가, 대한토목학회논문집, 제 22권, 제 6-D호, pp. 1305-1315.
- 박희주, 한상득, 안기원, 박병욱 (2001), 중해상도 위성영상을 이용한 지도제작 시험연구, 한국측량학회지, 제 19권, 제 4호, pp. 373-383.
- 선우종성 외 (1998), 수치지도 활용을 위한 영상데이터 구조 및 모델링에 관한 연구, 연구보고서, 한국전산원, pp. 48-103.
- 양인태, 김동문, 조홍목, 임현량, 천기선 (2000), 준공도면에 의한 수치지도의 갱신에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 제 20권, 제 2-D호, pp. 121-127.
- 양인태, 최영재 (2001), GIS를 이용한 소하천 관리시스템 개발, 대한토목학회 논문집, Vol. 21, No. 1-D, pp. 105-114.
- 이은영, 이은희, 김미라 (2002), 뿌리가 튼튼한 포토샵 7.x, 영진닷컴, pp. 72-73.
-
- (접수일 2003. 9. 17, 심사일 2003. 10. 7, 심사완료일 2004. 2. 27)