

자연공원의 지형분석과 웹기반 관광안내를 위한 공간정보의 활용

-금오산 도립공원을 중심으로-

Utilizing Spatial Information for Landform Analysis and Web-Based Sight-Seeing Guidance of the Natural Park

-A Case Study of Kumoh Mt Province Park-

이진덕* · 최영근**

Lee, Jin-Duk · Choi, Young-Geun

요 旨

자연공원의 체계적인 관리와 관광안내의 자료구축을 위하여 금오산 도립공원을 연구지역으로 하여 GIS와 위성영상 처리기법을 이용하여 수치지형도, 주제도, 위성영상 등의 자료를 처리·분석하였다. 수치표고모형의 생성을 통하여 얻어진 표고, 경사, 향 분석 등의 주제별 지형분석을 행하고, Landsat TM 자료로부터 토지피복 분류도와 표준식생지수(NDVI) 분포도를 추출하여 이들 자료로부터 공간 데이터베이스를 구축하였다.

또한 대상지역을 포함하는 1m 해상도의 IKONOS 위성자료를 처리하여 영상지도를 작성하고 등산로를 중첩한 3D 시각화를 구현하였으며, 주요 등산로를 따라 3차원 자연경관, 문화재 및 관리시설 등을 포함하는 동영상 자료를 제작하였다. 연구결과는 자연공원의 적정 토지이용을 위한 사전 평가자료 및 웹기반 관광안내시스템을 구축하기 위한 기본데이터로 활용될 수 있을 것이다.

ABSTRACT

For the purpose of data construction for the systematic management and sight-seeing guidance of the natural park, the Kumoh Mt. Province Park was selected as a pilot area. Digital topographic maps, thematic maps and satellite imagery covering the object area were processed and then landform analysis for elevation, slope, aspect and so on was conducted through DEM generation, and the landcover map and NDVI map were extracted from Landsat TM data. The database was then constructed with these spatial data for GIS.

The image map was generated from IKONOS satellite data, which cover the pilot area data, with one meter resolution and also 3D visualization which was overlaid with main paths up a mountain were conducted. And the moving image files were produced along main paths up including main natural spectacular sights, cultural assets and management facilities. It is expected that the research result can be utilized as the fundamental data for re-assessing suitable land use and constructing Web-based guidance system.

* 정회원 · 금오공과대학교 토목·환경 및 건축공학부 교수 (054)467-4246, jdlee@kumoh.ac.kr

** 구미시 금오산 도립공원 관리사무소

1. 서론

자연환경 보전과 인류생활의 편의를 위한 개발이라는 두 과제가 상충하게 되면서 국립공원을 비롯한 자연공원의 중요성을 재인식하게 되고 산업화와 도시화와 더불어 자연 속의 시민생활의 성향을 촉진하게 되면서 공원관리에 새로운 시각이 요구되고 있다. 그 동안 과도하고 불합리한 개발과 이용, 관리 미흡 등 바람직하지 못한 경우도 많았으며, 주기적인 공원계획의 변경을 통한 상업, 위락시설의 추가는 자연공원을 점점 개악하게 되어 변화하는 자연자원과 인문자원에 대한 자료의 수집과 처리, 시설물 및 방문객에 대한 관리체계가 미흡한 상태이다.(서창완, 1991; 이석태, 2001)

체계적인 공원관리를 위해서는 효율적인 자료수집과 처리, 합리적인 분석과정이 필요하게 되고 이러한 정보를 바탕으로 적절한 공원관리를 유도할 수 있어야 하며, 이러한 관점에서 공간정보 관리시스템으로서 GIS(geospatial information system)의 도입이 절실히 요구된다 하겠다.

한편, 1999년 9월 최초 상업위성인 IKONOS 위성이 발사되어 1m 해상도의 영상자료를 얻을 수 있게 되었고, 이러한 고해상도 위성자료는 최대 1/2400 축척의 지도를 제작할 수 있는 것으로 알려져 있으며, 정사영상지도나 벡터지도는 물론 3차원 지형정보 취득에 있어서도 정확도 향상에 기여하는 등 그 효용 가치가 클 것으로 기대되고 있다.(김영표 등, 1998)

본 연구의 공간적 범위인 금오산 도립공원은 구미시 중심부와 인접해 있어 거대한 도시공원으로서의 역할을 해 주고 있다. 대상지역의 수치지형도, 주제도, 위성영상 등의 자료를 수집, 처리하여 지형분석 및 공원관리상 유용한 공간정보를 추출함으로써 효율적인 공원관리를 위한 GIS 데이터베이스를 구축하고자 하였다.

또한 IKONOS 위성영상을 처리하여 영상지도를 제작하고 수치표고모형(DEM) 자료와 중첩하여 3차

원 시각화 등을 구현함으로써 GIS의 맵으로의 활용 및 금오산의 자연경관의 시각적인 관리를 도모하고자 하였다. 2차원 영상지도 및 3차원 경관영상에 등산로를 중첩하여 표현하고 주요 등산로를 따라서 경관 및 문화재, 시설물 등을 포함하는 동영상 파일을 제작하는 등 웹 기반의 금오산 도립공원의 관리 및 관광안내시스템 개발을 위한 자료로 활용하고자 하였다.

2. 금오산 도립공원의 지형·공간 분석

금오산 도립공원은 구미시 남동동의 김천시, 칠곡군의 2개 시·군의 경계에 위치하고 있으며 면적 37.91km²(구미시 21.33, 김천시 8.28, 칠곡 8.30)이다.

1970년 6월 1일 우리나라 최초의 도립공원으로 지정되어 관광시설이 갖추어졌고, 경상북도의 금강산이라고 불리울 정도로 웅장한 산세와 기암절벽, 설경 등이 특징이며 자연경관이 빼어나서 많은 관광객이 찾고 있으며, 우리나라 자연보호운동의 발상지이기도 하다. 지난 2001년 5월 10일 국제표준화기구인 ISO로부터 환경관리분야의 국제표준인증인 ISO 14001을 국내 최초로 획득한 바 있다.(구미시, 1999)

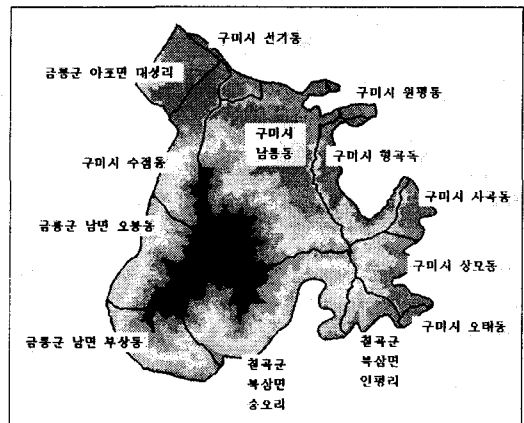


그림 1. 연구대상지역

2.1 자료수집 · 처리 및 DB구축

GIS구축을 위한 응용 도구로서 사용된 소프트웨어로는 MicroStation을 기반으로 하는 Intergraph사의 MGE를 사용하였고 관계형 DBMS인 ORACLE을 사용하여 공간 데이터베이스를 구축하였다. 도면자료의 수치화를 위해 I/GeoVec을 사용하였고, 위성영상 자료의 분석을 위하여 IMAGINE과 PCI V7.0을 사용하였다.

GSIS의 여러 가지 공간분석 기능 중에서 수치지형 모형 해석 기능을 이용하여 3차원 지형자료에서 불규칙 삼각망(TIN), 격자망 모형(GRID)을 생성할 수 있으며 표고, 경사도, 사면방향, 지형단면분석 등 주제별로 지형분석을 할 수 있다. 1:5,000 축척의 수치지도의 지형레이어에서 5m 간격의 등고선자료 및 표고점 자료로부터 불규칙삼각망(TIN)과 격자형태의 수치표고모형을 생성하였다. 수치표고모형을 통하여 표고 분석, 경사도 분석, 사면방향 분석, 지형단면 분석을 행하였다. 또한 자연연구소 발행 지질도(1/25,000)를 디지털화 하였으며, 이들 자료들을 입력하여 공간데이터베이스를 구축하였다. 도로망도, 수계도 등 벡터데이터를 수치지형도로부터 추출하여 수치표고모형과 중첩분석을 행하고 수치표고모형으로부터 3차원 경관영상을 작성하였다.

1998년에 관측된 Landsat TM 영상(공간해상도 30m×30m)에 대한 영상처리를 행하여 연구지역의 토지이용/피복분류도와 표준식생지수(NDVI) 분포도를 작성하여 이들 자료들도 데이터베이스에 추가하였다.

표 1. 데이터베이스의 주제도 레이어

자료지도	주 제 도(layer)
지형도	수치표고모형(DEM), 행정구역도, 수계도, 도로망도, 표고분석도, 경사분석도, 사면방향 분석도
지질도	지질분류도
위성영상	토지피복분류도, NDVI 분포도

2.2 지형 분석

사면의 형태는 그 지역의 강우 형태, 지질 구조 등 자연적요인과 인위적인 요인의 복합적인 경과에 의해 형성되어진다.(이현숙, 1993)

본 연구에서는 표고, 경사도, 사면방향, 지형단면 분석을 통하여 연구지역의 사면의 특성을 파악하고자 하였다.

2.2.1 표고 분석

표고 간격별 면적분포에 의하면 100m, 600m, 700m에서 표고 급변점이 나타나고 전체적으로는 표고가 높아질수록 급한 표고 분포를 보여주고 있다. 연구지역의 표고를 전체 면적과 대비해 보면, 표고 400m 이하가 총면적의 약 67%, 600m이하가 87% 이상을 차지하고, 700m 이상의 고지역도 7.2%로 나타났다.(그림 2)

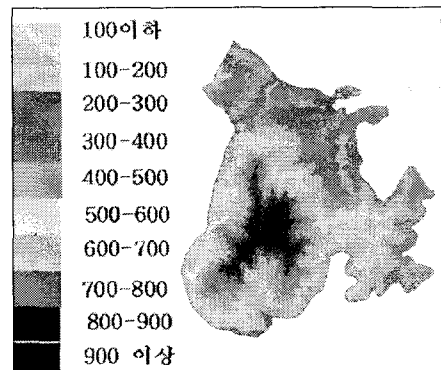


그림 2. 표고 분석도

2.2.2 경사도 분석

GIS 프로그램 MGE에서 GRID 구조는 TIN을 일정한 간격으로 구분하여 그 격자셀의 표고값을 취하는 래스터데이터 구조를 갖는다.

분석된 경사도 분포의 특징은 그림 3과 같이 60%와 70%에서 급변점을 형성하고 경사 10%이하의 평

탄지가 약 5%, 경사 30%이하의 완경사지가 약 16%에 불과하며 50%이상의 고경사지가 약 60%를 점유하는 특성을 나타내고 있다.(그림 3)

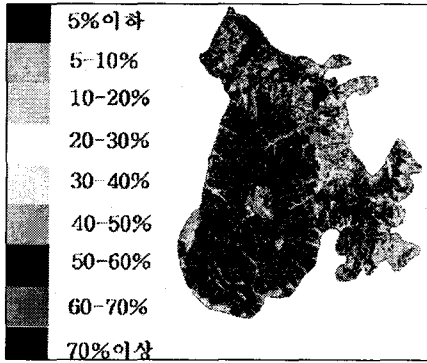


그림 3. 경사도 분석도

2.2.3 사면방향 분석

사면방향 분석을 위하여 경사면 방향을 45° 간격으로 8 방향으로 나누고 평탄지를 포함하여 9개의 방향으로 구분하여 계산하였다.



그림 4. 사면방향 분석도

사면방향은 동향이 상대적으로 우세하고, 그 다음이 북향, 남동향, 북서향과 북동향 순으로 비교적 고르게 분포하고 있으며, 무경사지는 3.1%에 불과하다.(그림 4) 각 사면방향의 분포면적은 해당하는 셀의 수에 의해 계산되었으며, 각 셀의 크기는 약 0.01km² 즉, 10m×10m이다.

2.2.4 지형단면 분석

단면분석법은 지형의 특성, 사면의 변화성을 분석하기 위해 유용한 방법으로서 대상지역의 최고봉인 현월봉을 지나는 동서 횡단면도와 남북 종단면도를 도출하였다.(그림 5)

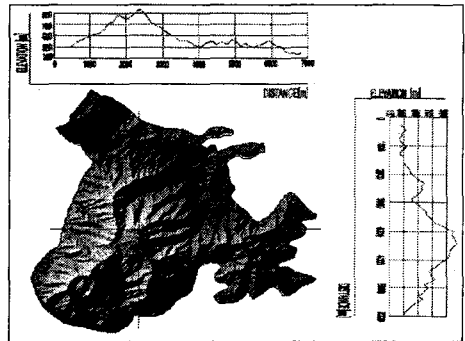


그림 5. 음영기복도와 지형단면도

2.2.5 3차원 경관모형 작성

수치지형모형은 지형특성의 공간적 분포를 수치적으로 표현한 것으로서 컴퓨터를 통한 다양한 응용처리가 가능하여 도로 등의 건설계획, 택지 및 단지조성, 방재계획 등 많은 분야에 활용될 수 있다. 그림 6은 수치표고모형을 이용하여 금오산 도립공원 구역에 대한 3차원 시각화를 나타낸 것이다.

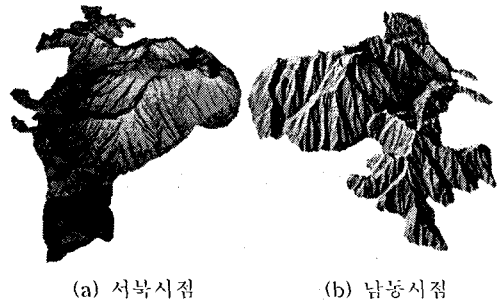


그림 6. 3차원 시각화

이상과 같이 GIS를 접목한 지형분석에서 수치표고모형을 작성하여 지형의 통계적 분석과 경관 분석 및 조경설계 등에 활용할 수 있을 것이다.

2.2.6 지질 분석

금오산 일대는 침식이 강한 화산암류가 63%로 넓게 분포되어 있고 동부와 북부에 화강암질 편마암이 22.6% 그리고 금오산 저수지와 대성지 주위를 충적층과 낙동층이 각각 3.9%, 4.7%로 에워싸고 있다.(그림 7)

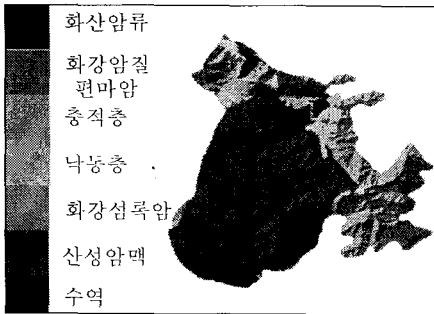


그림 7. 지질분석도

2.2.7 벡터데이터의 중첩

그림 8은 1:5,000 수치지도로부터 추출한 도로망과 수계 레이어의 벡터데이터를 수치표고모형을 통하여 얻은 음영기복도상에 중첩한 것이다.

이 때 지상분해능이 높은 위성영상의 사용은 바람직한 대안이 될 수 있다. 도로망도 및 수계도의 벡터데이터를 수치표고모형과 중첩함으로써 작성된 영상들은 도로계획, 수자원개발계획 등에 대한 기초자료 등으로 활용될 수 있을 것이다.

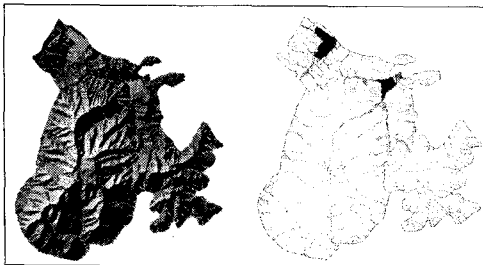


그림 8. 음영기복도와 벡터데이터의 중첩

2.3 LANDSAT TM 위성자료 처리

2.3.1 토지이용/피복 분류

토지피복별 분류를 위하여 영상 대 수치지도 (image to vector)의 방법에 의해 위성영상의 기하학적 보정을 행하고 열적의 밴드 6를 제외한 나머지 6개의 밴드영상을 가지고 감독분류 방법으로 처리하여 토지피복 현황도를 추출하였다.(그림 9)

산림지가 대부분을 점유하고, 금오산저수지와 대성지의 수역, 그리고 그 주변으로 주차장, 숙박시설, 식당가, 놀이공원, 자연학습원, 대성지주변 취락지 및 도로주변 등 개발된 지역이 나타나 있다.



그림 9. 토지피복 분류도

2.3.2 정규식생지수 분포도 작성

Landsat TM 영상을 이용한 식생활력도 분석을 위하여 식(1)과 같이 밴드 3(0.63~0.69 μ m)과 밴드 4(0.76~0.90 μ m) 자료의 밴드간 연산을 적용하여 정규식생지수(NDVI) 구분도를 도출하였다.(그림 10) 여기서 0.1이하의 개발지역, 암석지역, 나대지, 수역 등이 해당되고, 0.1~0.4는 농경지, 초지 등 저·중간밀도의 식생지역, 0.4이상은 고밀도 식생지역인 산림지역에 해당된다.

$$NDVI = \frac{\text{band 4} - \text{band 3}}{\text{band 4} + \text{band 3}} \quad (1)$$

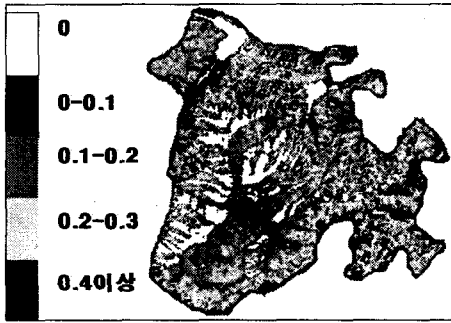


그림 10. NDVI 분포도

양대 저수지를 제외하고도 금오산 내부 곳곳에 NDVI 0의 지역이 넓게 나타나 있어 금오산 내에 많은 바위지역이 펼쳐져 있음을 보여 준다.

3. IKONOS 위성자료로부터 영상 지도 및 3차원 경관도 작성

3.1 IKONOS 위성자료

본 연구에 사용된 IKONOS는 고해상도의 민간용 상업위성(Space Imaging, Inc.)으로서 기존의 8bits에서 11bits로 자료를 수집함으로써 256단계에서 2048 단계로 명암대조(contrast)를 크게 향상시킬 수 있게 되었다.(장갑수 등, 2001)

11km의 관측폭에 대하여 Pushbroom 방식으로 자료를 수집하는 IKONOS 위성은 1m 공간해상도의 전정색 영상과 4m 공간해상도의 다중분광영상을 제공한다.

분광해상도는 흑백영상에서는 0.45~0.52 μ m, 다중분광 영상에서는 4개의 밴드, #1 blue(0.45~0.52 μ m), #2 green(0.52~0.60 μ m), #3 red(0.63~0.69 μ m), #4 Near IR(0.76~0.90 μ m)로 구성된다.(Guoqing Zhou and Ron Li, 2000; 유복모, 2001)

본 연구에서는 방사보정과 센서내부 원인으로 인한 기하보정 단계를 거친 Level 2 자료(2001. 3. 24 관측)를 원 영상으로 취득하여 처리하였다.

3.2 영상지도의 제작 공정

Level 2의 IKONOS영상으로부터 영상지도의 제작을 위하여 그림 11에 제시한 바와 같이 지상기준점(GCP; ground control points)의 선정을 통한 영상의 기하학적 보정단계와 수치지도로부터 수치표고모형의 추출 단계, 그리고 영상지도 작성 및 3차원 경관 모형 작성의 순으로 진행하였다.

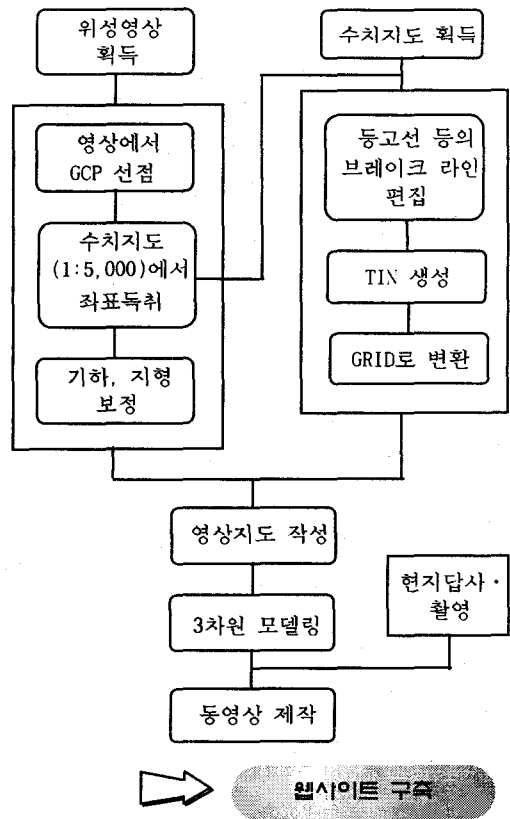


그림 11. 위성 영상지도 및 관광 안내 자료의 제작과정

본 연구에서는 1m 해상도의 전정색 데이터와 4m 해상도의 다중분광 데이터의 영상융합(Image Fusion)을 통하여 얻어진 Pan-Sharpned 영상을 바탕으로 영상지도를 작성하였다.(이성훈, 2001; 장갑수 등, 2001)



그림 12. Pan-Sharpned 영상

3.3 지형보정 및 영상지도 작성

고해상도 위성영상으로부터 생성된 영상지도는 이미지 형태이면서 지도와 같은 정사투영의 상태이므로 실제적이고 시각적인 정보를 취득할 수 있다.

본 연구에서는 영상과 해당지역 1:5,000 축척의 수치지도상에서 명확히 인식할 수 있는 12점의 자연점을 지상기준점으로 선정하여 1차 다항식(Affine 변환)의 6개 매개변수를 최소제곱법을 통해 산정함으로써 보정식이 결정되었다. 지상기준점들은 시가지부와 산지부에서 고르게 선정되었으며, 각 기준점의 RMS 오차는 0.5이내에 들도록 하였다. 그림 13은 영상의 전체 피복범위에 대하여 지상기준점들을 선정하여 위치를 보정시킨 지형보정 과정을 거쳐 얻어진 영상지도이며, 5개 코스의 주요 등산로 벡터자료와 중첩하여 나타낸 것이다.

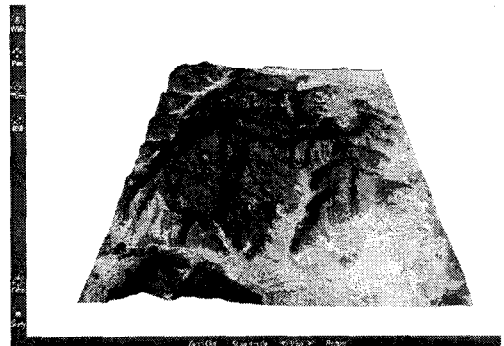


그림 13. 등산로를 중첩한 영상지도

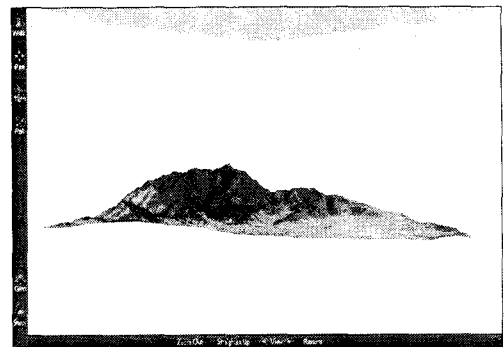
3.4 수치표고모형(DEM) 및 3차원 경관도 생성

본 연구에서는 일반적으로 용이하게 수치표고모형을 얻을 수 있는 수치지도 이용방식을 채택하여 축척 1:5,000 수치지도의 지형등고선 레이어로부터 불규칙삼각망(TIN)을 생성하고 이를 20m 간격의 격자형 DEM으로 변환해 주었다.

영상의 시각화(visualization)는 원 영상에 수치표고모형을 중첩시켜 구현하였다.(그림 14)



(a)

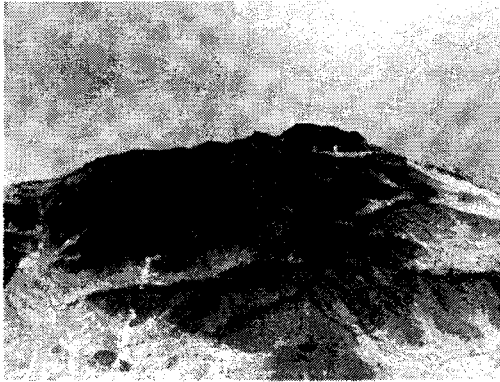


(b)

그림 14. 3차원 시각화

수치고도모형과 결합하여 표현된 3차원 시각화는 다양한 시점과 다른 방향으로 지형경관을 현장감 있게 조절하여 볼 수 있으므로 대상지역을 용이하게

파악할 수 있다. 또한 FLY 기능의 비행경로 및 속도를 설정하여 실제 그 지역의 상공에서 내려다보는 효과를 구현할 수 있다. 그림 15(a), (b)는 5개 등산로를 중첩하여 다른 방향에서 내려다 본 3차원 경관을 나타낸 것이다.



(a)



(b)

그림 15. 등산로를 중첩한 3차원 경관도

3.5 동영상 제작

동영상은 금오산의 5개 주요 등산로 코스를 따라 본 연구에서 생성한 주요 자연경관 3D 영상과 문화재, 폭포, 시설물 등을 담은 무비파일로 제작하였다.

AVI 파일로 제작된 동영상은 파일의 용량이 상당히 커지게 되어 웹상에서 구현하기가 어려운 점이 있으므로 이를 실시간으로 버퍼링하여 볼 수 있는 WMV 파일로 변환해 주었다 비록 화질의 저하가 있지만 파일용량이 크게 축소되었다.

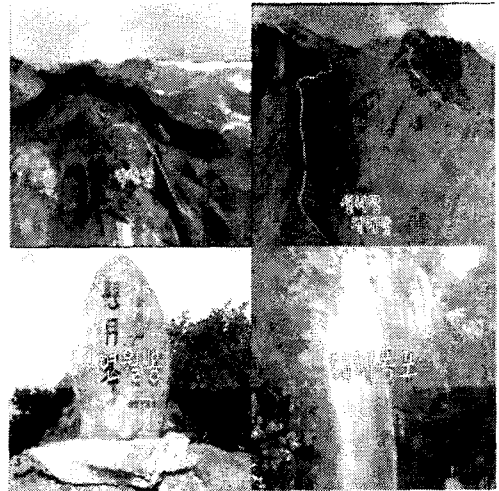


그림 16. 등산로에 따라서 제작된 동영상 화면

4. 결론

자연공원인 금오산 도립공원지역을 대상으로 지형 분석 및 위성영상처리를 행하여 공간데이터베이스를 구축하였다. 추후 GIS의 중첩기능을 활용한다면 대상지역의 토지용도별 적지분석, 환경영향평가, 토지이용의 시간적 변화 추출 등이 가능할 것이다.

영상지도 및 3차원 시각화 자료는 자연공원의 관리측면에서 개발과 보존의 중도를 취하는 적정 토지이용을 위한 사전평가 도구로 활용될 수 있을 것이다.

주요 등산로를 따라 3차원 자연경관, 문화재 및 관리시설 등을 포함하는 동영상 관광안내자료를 제작하였으며 웹기반 관광안내시스템을 구축하기 위한 기본데이터로 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구를 위하여 IKONOS 영상을 지원해 준 e-HD.com사 관계자에게 감사드립니다.

pp.297-320.

11. 황재홍, 김상호, 류근호, 위성영상을 사용한 3D Visualization과 3D 애니메이션 구축. 한국지리정보, 2001. 6월호, pp.112-116.

(2002년 3월 1일 원고접수)

참고문헌

1. Guoqing Zhou and Ron Li, "Accuracy Evaluation of Ground Points from IKONOS High-Resolution Satellite Imagery" Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 66, No.9, 2000, pp.1103-1112.
2. William Foichi, "Satellite Orthoimagery Mapping the Future Today -The Space Imaging Approach", ACSM-ASPRS Annual Convention, 1998.
3. 서창완, 국립공원관리를 위한 GIS의 활용방안에 관한 연구 -한라산 국립공원을 대상으로-, 서울대 환경대학원 석사논문, 1991.
4. 이석태, <http://www.hampyung.chonnam.kr/explore/hampyung/sk/at40005.ht>(자연공원법 개악을 우려함), 2001.
5. 김영표, 박성미, 공간정보기반 확충을 위한 인공위성 영상자료 활용방안 연구, 국토연구원, 1998.
6. 이성훈, 인공위성 영상자료의 처리기법과 활용방안(2), The Spatial World, vol. 3, 2001. 4월호, pp.28-48.
7. 구미시 금오산 국립공원 관리사무소, 민족의 영산 금오산, 1999.
8. 장갑수, 서동근, 박인만, IKONOS 위성영상의 특성 및 활용동향, 한국지리정보학회 2001 춘계 워크샵 및 학술논문 발표집, 2001, pp.45-77.
9. 이현숙, GIS 기법을 이용한 울릉도 지형 해석, 경북대 석사학위 논문, 1993.
10. 유복모, 사진측량학 개론, 사이텍 미디어, 2001.