

제천시 영상 조감도 생성 및 3차원 시뮬레이션 기술개발에 관한 연구 A Study on the Technique Develop for Perspective Image Generation and 3 Dimension Simulation in Jecheon

연상호¹⁾ · 홍일화²⁾

Yeon, Sang Ho · Hong, Il Hwa

Abstract

Stereo bird's-eyes-view was prepared for 3-dimensional view of various forms of Jecheon city, and 3-dimensional simulation was applied to it so as to show it in moving pictures in spatial. In manufacturing stereo bird's-eyes-view, perspective technology was used in image-making technology, and the basic material images are prepared as follows: used EOC Images from Arirang-1 satellite, created DEM whose error was optionally geometric corrected after drawn from the contour line of the map on a scale of 1/5,000 manufactured by national geography institute as a national standard map, and classified road lines which were manufactured as a road layer vector file of a map on a scale of 1/1,000 and then overlay it over the three dimensional image of target area. Especially for the connectivity with address system to be used in new address, an arterial road map on a scale of 1/1,000 that had been manufactured to grant new address was used in maximum in road network structure data of city area in this study.

요 지

제천시지역의 다양한 도시의 형태를 입체적으로 조망해 볼 수 있도록 하기 위하여 입체 지형조감도를 작성하였고, 이를 시공간에서 동영상으로 보여주기 위하여 3차원 시뮬레이션을 실시할 수 있도록 하였다. 입체 조감도의 제작은 투시기법을 이용한 이미지 제작 기법을 이용하였으며, 그 기본재료가 되는 영상들은 다음과 같이 준비하도록 하였다. 준비영상으로는 우리나라 아리랑 위성의 EOC 영상을 이용하도록 하였으며, 국립지리원에서 국가기본도로 제작한 1/5,000 수치지도의 등고선으로부터 추출하여 임의로 오차가 보정된 DEM 생성과 1/1,000 수치지도의 도로 레이어 벡터 파일로 제작된 도로선을 분류하여 대상지의 3차원 영상위에 중첩시켜 처리하는 것으로 하였다. 특히 이번 연구에 사용한 도심지역의 도로망 구성 데이터는 새주소 부여를 위해 제작된 1/1,000축척의 간선도로를 최대한 이용함으로써 새주소에서 사용하게 될 주소체계와의 연계성을 크게 염두에 두어 제작하도록 연구하였다.

핵심어(Keywords) : 입체조감도(Stereo Perspective Image), 동영상(Aviation Image), 위성영상(Satellite Image), 등고선(Contour), 수치지도(Digital Map)

1. 서 론

수치지도와 원격탐사 자료를 이용한 건설분야의 활용은 다른 환경이나 국토계획, 자원조사 및 농림업에 비해 매우 저조한 실정이다. 최근 공간정보의 이용한 컴퓨터의 다양한 접근이 용이해지고 지형공간정보의 구입과 응용도 활발해지고 있어 공장입지선정 및 경관분석등에서도 기존의 평면적인 분석보다도 높이값을 이용한 3차원적인 분석이 점차

쉬워지고 있다. 따라서 수치지형도와 조사도면 및 간단한 기초자료만 있으면 3차원 영상조감도를 작성할 수 있게 된 것이다. 중소도시의 하나인 제천시의 다양한 도시의 형태를 입체적으로 조망해 볼 수 있도록 하기 위하여 입체 지형조감도를 작성하였고, 이를 시공간에서 동영상으로 보여주기 위하여 3차원 시뮬레이션을 실험해봄으로서 도시공간의 입체적인 공간분석이 가능하다는 실험을 실시하였다.

수치지도에 사용한 데이터는 국립지리원에서 국가기본도

1) 세명대학교 토목공학과 교수(E-mail:yshkgi@hanmail.net)

2) 세명대학교 건설공학과 석사과정(E-mail:ilhwa95@hanmail.net)

표 1. 조감도의 재료 영상

항목	채널/레이어
위성영상	아리랑 Kompsat-EOC 영상 채널
DEM	수치지도의 등고선으로부터 생성한 DEM 채널
벡터 레이어	수치지도의 간선도로망 벡터라인 레이어

를 이용하여 변환하여 만든 1/5,000의 수치지형도로서 등고선과 도로망도 및 행정경계 레이어 파일을 이용하였다. 이러

한 영상조감도의 제작을 위해서는 투영법에 의한 이미지 제작 기법을 이용해서 제작하도록 하고, 그 원시 데이터는 DEM, RGB 영상, 벡터 레이어로서 사용할 수 있도록 하였다.

그림 1은 정사보정된 EOC영상을 바탕으로 하여 수치지도에서 추출된 벡터 데이터인 주요 도로망 및 하천 등의 확인된 공간정보를 중첩시켜 제작된 것으로서, 제천의 도심지를 대상으로 절출한 EOC 위성영상을 정밀위치보정하고 정사투영 보정시키고 주요 벡터의 공간정보를 중첩시

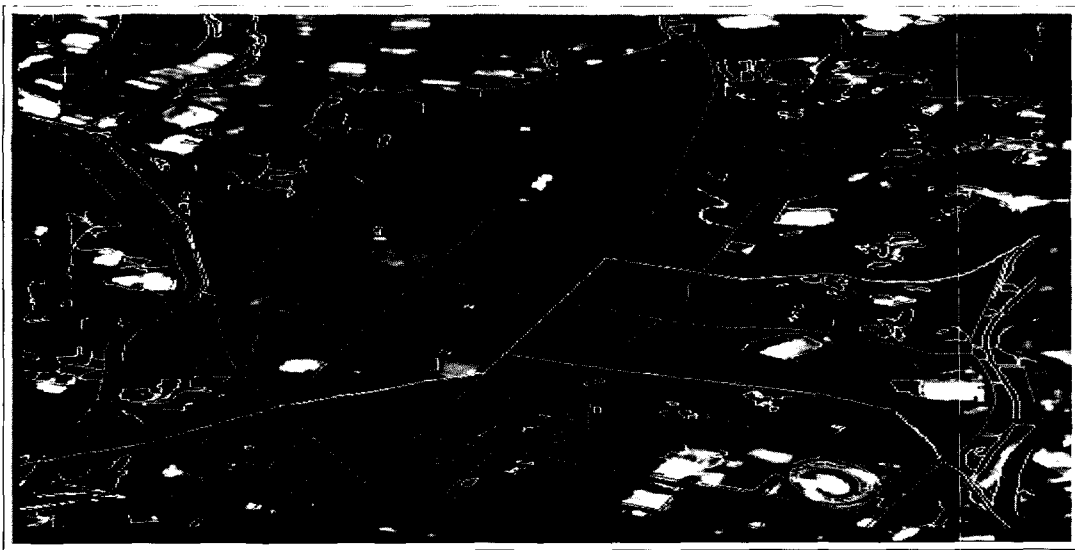


그림 1. EOC 위성영상과 수치지도 중첩결과

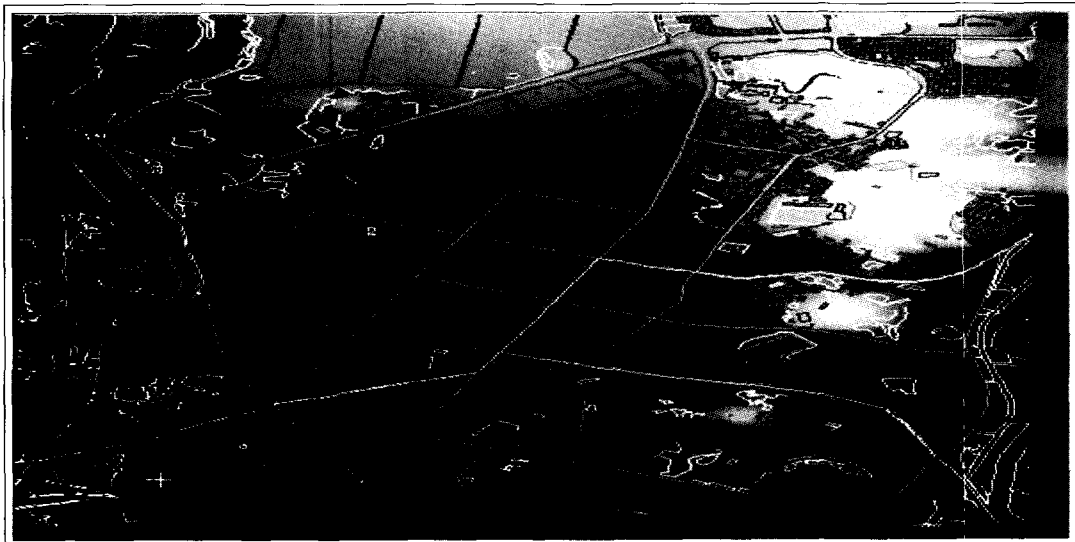


그림 2. 제천시내 지역의 DEM과 수치지도 결합



그림 3. RGB DEM영상과 수치지도의 결합

켜 보여지도록 하였다.

그림 2는 제천시내 지역의 등고선을 DEM으로 변형시켜 얻은 영상과 수치지도 결합으로 새롭게 생성된 다양한 공간정보를 분석하였다. 밝은 하늘색은 고지대, 어두운 지역은 저지대, 적색선은 주택, 녹색선은 간선도로망을 나타내고 있다.

그림 3은 시각적인 구별이 용이하도록 높이에 따른 칼라의 합성을 위하여 고지대부터 RED로 시작하여 중간높이는 GREEN, 저지대는 BLUE에 가깝게 RGB 영상을 생성하고, 그 위에 벡터 공간 정보를 올려놓았다.

2. 투시영상 제작 과정

본 제천지역에 대한 투시도를 제작하기 위하여 사용할 수 있는 공간정보는 수치지도에서 추출한 수치표고모델 데이터, 위성영상 데이터, 수치도로벡터파일 등을 주된 공

간데이터로 이용하고 투시도 기법을 적용하여 새로운 투시영상을 생성하였다.(연상호 등, 2002)

우선 투시도를 만드는데 이용할 데이터로는 제천시 행정경계구역내의 질출한 LANDSAT TM 영상, DEM(10m) 파일, 필요시 사용할 수치도로벡터파일을 준비하여 모델링을 위한 자료입력을 준비하였다. 아래 생성모형도에서 보여 주듯이 다양한 형태의 입력파일을 각각 준비하고 주어진 조건에 맞는 투시도법에 의해 생성되도록 함으로서 손쉽게 영상조감도를 생성할 수 있도록 한 것이다. 투시도에 포함된 DEM 화일은 3차원 이상의 입체영상을 생성할 수 있으므로 원하는 방향과 높이 값을 지정하여 조감도를 비롯한 입체적 조감도의 영상을 볼 수 있도록 표 2의 조건에 맞도록 생성하였다. 그림 4는 동서남북 방향에서 각각 작성하는 것을 기준으로 하고 조감하고자 하는 방향과 표고 등을 지정하여 임의로 조망할 수 있도록 하였다.(연상호 등, 2002)

표 2. 조감도 제작 모델

방향	위치	고도	시아각	원근	비율
동	오른쪽 끝 중앙에서 왼쪽을 본 모양	동	동	동	실비율
서	왼쪽 끝 중앙에서 오른쪽을 본 모양	서	서	서	실비율
남	아래쪽 중앙 끝에서 위쪽을 본 모양	남	남	남	실비율
북	위쪽 중앙 끝에서 아래쪽을 본 모양	북	북	북	실비율

* 실비율 : 지형을 높이와 크기의 과장 없이 1:1로 표시

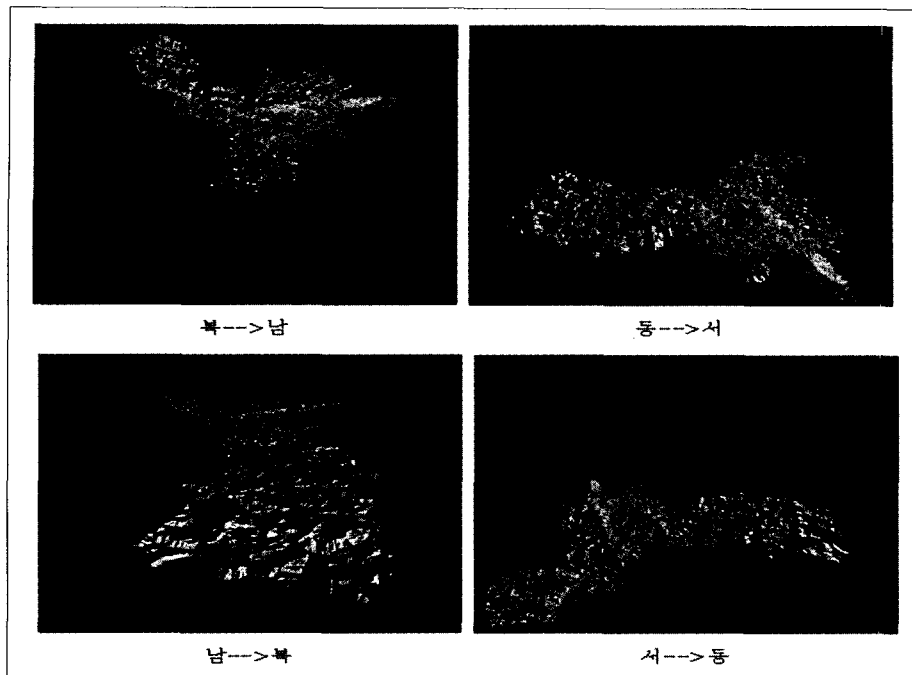


그림 4. 각 방향에 투시된 3차원 영상 조감도

3. 지형 영상 시뮬레이션

3.1 제작개요

제천시내를 중심으로 하는 입체 동영상 제작을 위하여 실험적으로 우선 제천 지역을 촬영한 아리랑 1호의 위성영상과 국립지리원에서 제작한 수치지도를 이용해 정사영상을 제작하고, 고도데이터(DEM)와 정사영상을 이용해 3차원 지형 시뮬레이션을 제작하였다.

3.2 준비단계

위성영상은 아리랑 1호의 EOC 센서로 촬영한 제천 지역에 대한 위성영상(HDF 포맷, 해상도 6.6m)으로 하였고, 3차원 지형 시뮬레이션 제작 시에 칼라영상으로 보여주기 위하여 LANDSAT 위성의 TM 영상(해상도 28.5m)을 구입하여 이용하였다. 수치지도로는 건설교통부 국립지리원에서 제작한 제천 지역의 축척 1:5,000인 수치지도에서 도로파일 및 등고선 파일을 분류한 후 사용하는 것으로 하였다. 이번 연구에서 사용한 응용소프트웨어는 PCI Geomatica Prime을 이용하였다.(PCI Geomatics, 2001)

3.3 정사영상 제작 작업

프로젝트 명을 정하고, 투영법으로는 TM E002(TM 투영

법, 수치지도의 투영법과 동일)으로 하여 기본설정을 하였으며, 데이터의 입력을 위하여 위성영상은 아리랑 1호 위성의 EOC 센서를 이용해 촬영한 팬크로밴드(1채널, 흑백영상)이다. 이 HDF 포맷에는 위성의 궤도정보가 없기 때문에 다음 표 3과 같이 궤도 값을 계산하여 필요한 정보를 사용하였다.

DEM 생성에서는 수치지도 파일인 DXF 포맷을 Ortho-Engine의 포맷인 PIX 포맷으로 변환하여 사용하도록 하였고, 이때 사용한 수치지도는 국립지리원의 등고선 파일을 이용하였다. 또한 이때 사용한 수치지도의 등고선 레이어(레이어 번호: 7111, 7112, 7113, 7114)에서 10m 간격의 DEM 파일을 생성하였다.

GCP 수집은 도심지의 수치지도 파일 및 DEM을 이용해서 표 4와 같이 GCP를 수집하여 영상좌표와 GCP와의 상대오차를 계산하였다.

여기서 이용한 GCP 수집 결과에 대한 상대오차는 RMSE(Root Mean Square Error) 평가 방법으로서 GCP의 정확성을 평가했을때의 상기의 조건에 의한 계산결과는 표 5에 나타내었으며, RMSE값이 5.08m(0.74 pixel)으로 계산되어 사용된 영상의 해상도인 6.6m보다 작으므로 오차 한계이내에 들어오는 것으로 평가되었다.

외부표정 계산은 번들조정법(BAM)를 이용해 외부표정 값을 계산하였으며, 정사보정은 위성궤도모델링(SOM) 알

표 3. 사용위성의 궤도정보 계산값

정보 항목	값	단위	정보 항목	값	단위
Across Track Angle	0	degree	Across Track Angle	0	degree
IFOV	0.000009564404	radian	semi-major axis	7075.702380	meter
Altitude	685,000	meter	Period	98.46	minute
Eccentricity	0.00267		Orbit Inclination	98.265	degree
Pixel Spacing X	6.6	meter	Pixel Spacing Y	6.6	meter
Scene Center Longitude	128.116588	degree	Scene Center Latitude	37.151832	degree
Ellipsoid	E012		semi-minor axis	7075.677121	meter



그림 5. 제천시내 지역의 정사 투영 위성영상

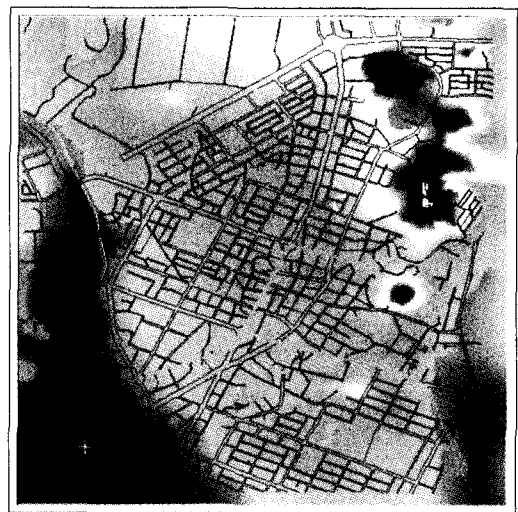


그림 6. 제천시내 지역의 DEM과 가로망 체계구성도

표 4. GCP 수집 결과값

GCP ID	Column(X)	Line(Y)	X 좌표(m)	Y 좌표(m)	고도(m)
G001	262.0	362.0	129722.9323474	404132.4205284	256.005
G002	186.0	419.0	129302.1066103	403677.9346743	244.722
G003	229.0	238.0	129318.4339672	404912.2170734	257.712
G004	376.6	429.3	130570.0526935	403826.6145471	251.024
G005	395.6	222.5	130376.9777344	405205.1795519	278.005
G006	353.4	512.5	130547.2260974	403245.3045438	251.908

표 5. Root Mean Square Error Report

Residual Units: Ground Units								
Residual Info for 1 image--> GCPs:6점, X RMS=4.19, Y RMS=2.86								
Point ID	Residual	Residual X	Residual Y	Ground X	Ground Y	Ground Z	Compare X	Compare Y
G0001	7.231	6.046	-3.966	129302.107	403677.935	244.72	129308.15	403673.97
G0002	4.975	-4.508	2.103	129722.932	404132.421	256.01	129718.42	404134.52
G0003	4.478	-3.475	2.823	129318.434	404912.217	257.71	129314.96	404915.04
G0004	3.949	3.359	-2.076	130376.978	405205.180	278.01	130380.34	405203.10
G0005	3.592	-2.540	2.541	130547.226	403245.305	251.91	130544.69	403247.85
G0006	1.811	1.118	-1.425	130570.053	403826.615	251.02	130571.17	403825.19

* RMSE의 평가: RMSE 값이 1 pixel 해상도(6.6m) 이하이므로 허용오차범위 이내로 평가됨

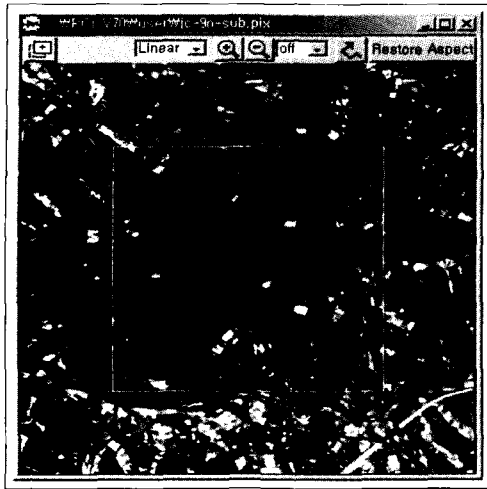


그림 7. 정사보정 이전의 위성영상

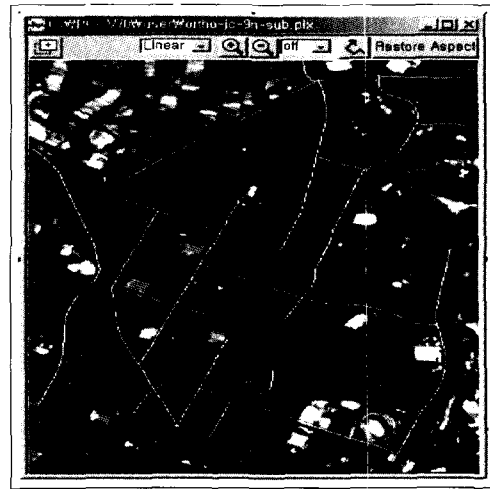


그림 8. 정사보정 이후의 위성영상

고리즘을 이용해, 영상에 포함되어 있는 여러 가지 왜곡을 보정하여 최종 보정처리 하였다.(그림 7, 8)

3.4 3차원 지형 시뮬레이션 제작

3.4.1 지형의 3차원 시뮬레이션 설정

DEM과 정사영상의 로딩을 위하여 DEM 파일과 정사영상을 3차원 시뮬레이션을 위해 컴퓨터 메모리로 로딩하도록 하였으며, 비행 궤도 설정에서는 고도, 속도, 원근, 시점 등을 고려해 비행 궤도를 설정하도록 하였다. 즉 3차원 시뮬레이션 옵션 설정은 비행 옵션을 조절해 보기 좋게 조정하도록 하였다. 제천시내지역의 공중에서 자유롭게 비행

할 수 있는 방법을 채택하기 위하여 14개의 관측점을 초당 약 30 프레임을 진행시키면서 연결해 갈 수 있도록 하였다. 또한 여기에 1/1,000의 새주소용 주도로망 벡터데이터를 중첩하여 3차원 영상과 결합하도록 하였고, 수치지도의 높이 값을 참조로 하여 지면에서 약 200m 이상을 유지하도록 관측점을 연결하여 동영상의 지나도록 하였다.

3.4.2 동영상 제작 준비

먼저 연속 이미지 생성을 하도록 하였고 3차원 시뮬레이션 모습을 연속적인 이미지 파일로 매초당 약 30장면이 보여지도록 순간 영상을 저장하여야 한다. 이를 위하여 연



그림 9. 제천시내 지역 비행시뮬레이션 경로 설정

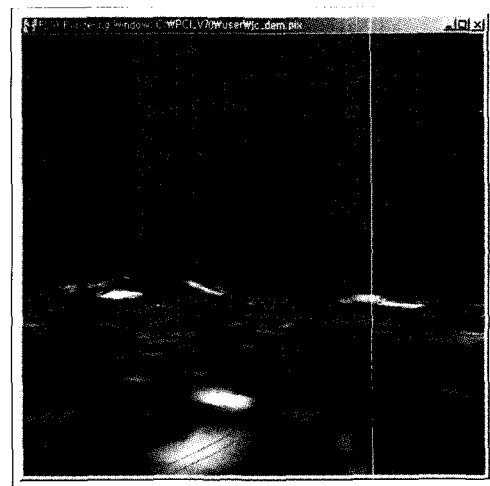


그림 10. 제천시 도시공간의 3차원 시뮬레이션 초기화면

속적인 이미지 파일을 이용해 동영상 제작할 수 있는 프로그램을 준비하였다. 즉 본 연구의 동영상 제작에서는 동영상 프로그램을 이용해, 연속적인 이미지 파일들을 동영상으로 인코딩하도록 하였고, 최종 출력을 위하여 AVI 포맷의 동영상으로 제작하였다.

4. 결 론

1. 제천시는 광범위한 지역면적(약 900km²)을 보유하고 있으므로, 전 지역에 대하여는 비교적 넓은 범위를 보여줄 수 있는 LANDSAT TM 정사보정영상을 이용하였고, 제천시내 지역에 대한 3차원 조감도 및 동영상시물레이션에서는 정확한 지상기준점에 대한 상대오차가 기하보정후에 RMSE를 0.58까지 얻을 수 있었다.

2. 다각적인 공간분석을 위하여 위성영상과 결합된 수치표고모델을 통합 처리하였고, 고도별 시내 도로망과의 결합 후에 투시조감도 제작방법으로 원근감을 느껴지도록 하였다.

3. 제천시 지역은 경도 126도선이 통과하는 지역에서 기존의 지형도와 수치지도 및 영상을 불부합 현상을 발견하였으며, 이 지역에서의 위치오차를 보정할 수 있는 지도투영 및 기준점 설정이 제시되어야 하며, 이를 상시 적용할 수 있는 국지적인 측지망 조정이 이루어져야 할 것이다.

4. 산악지형이 발달한 제천시 지역은 산림자원과 수자원 및 경관이 뛰어나므로 평면적인 지형분석 보다는 동영상에 입체감을 실시간으로 느낄 수 있는 지형 시물레이션 기법이 더욱 더 지역개발계획 수립과 설계에 적합할 수 있는 결론을 얻었다.

5. 점차 정보통신의 새로운 첨단기술이 건설환경정보의 분석과 관리에 실질적으로 적용되면서 동영상에 의한 다차원적인 공간분석모델링으로 우리가 살아가는 지역에 대한 새로운 방식에 의한 조사분석설계에 적용할 수 있는 가능성을 찾았다.

6. 국토계획 및 건설분야에서의 지형분석과 각종 구조물의 배치 및 관리, 하천수계의 분포에 대한 댐 건설 최적지 선정, 도로계획선에 따른 각 방향의 조감도 제작, 토지이용과 지역개발계획 등 지역환경을 종합적으로 진단할 수 있는 하나의 기법으로 활용할 수 있다.

참고문헌

연상호 (2000), 수치정사 사진제작을 위한 DEM 생성 및 추출기법에 관한 실험적 연구, 한국지리정보학회 춘계학술논문집, 한국지리정보학회, pp. 159-166.

연상호, 이진덕 (2000), RADARSAT 위성영상의 DEM 추출기법에 관한 실험적 연구, 한국지리정보학회 추계학술논문집, 한국지리정보학회, pp. 122-133.

연상호, 홍일화 (2002), 3차원 지형분석을 위한 입체영상조감도 생성기술에 관한 연구, 한국지리정보학회 학술발표논문집, 한국지리정보학회, pp. 212-219.

연상호, 조명희, 이진덕 (2001), 원격탐사입문, 구미서관.

PCI Geomatics (2001), *Geomatica Software manual*.

ROBERT H. ARNOLD (1996), *Interpretation of Airphotos and Remotely Sensed Imagery*, PRENTICE HALL,

Paul M. Mather (1987), *Computer Processing of Remotely-Sensed Image*, John Wiley & Sons, pp. 189-202.

연상호, 최기정 (2002), 양산-동면 도로계획을 위한 입체적 지형분석모델링 기술연구, 2002공동 춘계학술대회, 대한원격탐사학회, pp. 225-234.

(2002년 10월 30일 원고접수)