

수치지도와 항공사진을 이용한 시설물 3차원 모델링 3-D Modelling of Facility Using Digital Map and Aerial Photos

손홍규¹⁾ · 최종현²⁾ · 김의명³⁾

Sohn, Hong Gyoo · Choi, Jong Hyun · Kim, Eui Myung

¹⁾ 연세대학교 공과대학 사회환경시스템공학부 조교수(E-mail:sohn1@yonsei.ac.kr)

²⁾ 연세대학교 대학원 토목공학과 박사과정(E-mail:jonghyun@yonsei.ac.kr)

³⁾ University of Calgary, Dept. of Geomatics, Post-Doc.(E-mail:emkim@uccalgary.ca)

ABSTRACT

Facility management system has been studied recently due to its increasing demand. As a starting step it is necessary to create 3-D shape of the facility. In this study, we attempted to create 3-D shape of the buildings by fusing the raster and vector information. the raster information comes from stereo aerial photographs and the vector information comes from the existing 2-D digital map. GPS surveying and data conversion using ACAD and ARC/INFO also performed to extract building height from stereo aerial photographs. Finally we could be able to perform semi-automatic 3-D building modeling with fusion of two sources of information.

1. 서론

1.1 연구목적

지형공간정보체계를 이용한 시설물관리시스템 구축에 관한 연구가 최근에 많이 이루어지고 있으며, 최근 공간정보의 다양한 이용과 컴퓨터의 다양한 접근이 용이해지고 지형공간정보의 구입과 응용도 활발해지고 있어 공장입지선정 및 경관분석 등에서도 기존의 평면적인 분석보다도 높이값을 이용한 3차원적인 분석이 점차 쉬워지고 있다. 따라서, 기존에 구축된 일정 수준의 시설물에 대한 정보와 항공사진, 그리고 수치지도를 이용하여 시설물에 대한 3차원 정보도를 제작할 수 있게 되었다.

국내의 시설물 관리체계와 관련된 연구로서는 손덕재 등(2002)이 다중영상과 GIS를 이용한 대학시설물 안내 및 관리시스템 구축에 관한 연구를 하였고, 김하나(1997)가 대학 캠퍼스를 대상으로 한 시설물관리체계의 구축과 공간분석에 관한 연구를 수행하였으며, 이 외에도 여러 사람들에 의하여 활발한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 이러한 배경하에 사용자들에게 시설물 정보를 입체적으로 제공할 수 있는 방법을 구현하기 위하여 GPS 측량을 통한 기준점 취득, 수치지도를 이용한 등고선 추출, 취득점간 결합을 통한 3차원 건물 생성에 관한 연구를 수행하였다.

1.2 연구방법

대상지역에 대한 건물의 3차원 높이값을 제공하기 위하여 GPS 측량과 항공영상을 통하여 건물의 높이값을 결정하고, 수치지도에서 건물의 레이어 및 등고선을 추출하여 취득한 높이값과 등고선을 이용하여 3차원 건물을 만드는 과정을 수행하였다. 그리고 만들어진 3차원 건물에 대하여 기타 필요한 속성정보를 입력하여 시설물에 대한 3차원 영상을 제작하였다.

연구대상지역은 연세대학교로서 실험에 사용한 입체 항공영상은 그림 1과 같고, 사용한 입체 항공영상의 제원을 표1에 나타내었다.

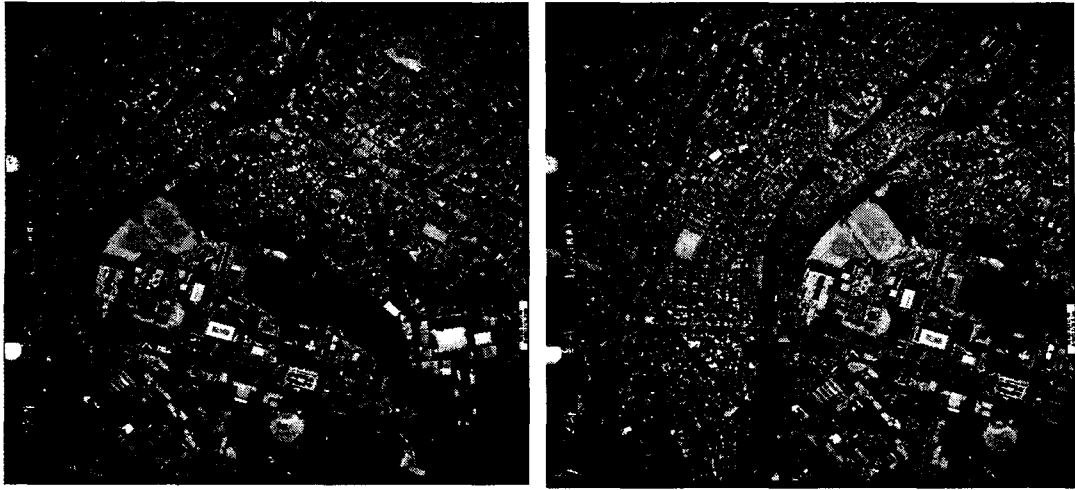


그림 1. 실험에 사용한 항공영상

표 1. 사용한 항공영상

촬영일시	1999년 5월 11일
렌즈type	15/4 UAG-S
렌즈 NO.	13230
비행고도	840m
초점거리	152.85mm
중복도	60%
사진축척	1:5,000

기준점의 3차원 위치를 결정하기 위하여 GPS측량을 실시하였으며, ArcInfo와 C++ 프로그램을 이용하여 항공영상으로부터 건물의 높이값을 결정하였다. 또한 AutoCAD와 ArcInfo를 이용하여 3D 건물의 생성작업과 배경지형에 대한 등고선 생성작업을 수행하였으며, 취득된 건물의 높이값과 등고선을 이용하여 3차원 시설물도를 제작하였다. 마지막으로 제작된 3차원 시설물도에 필요한 속성정보를 입력하는 작업은 ArcMap을 이용하였다. 이러한 일련의 연구수행과정은 그림 2와 같다.

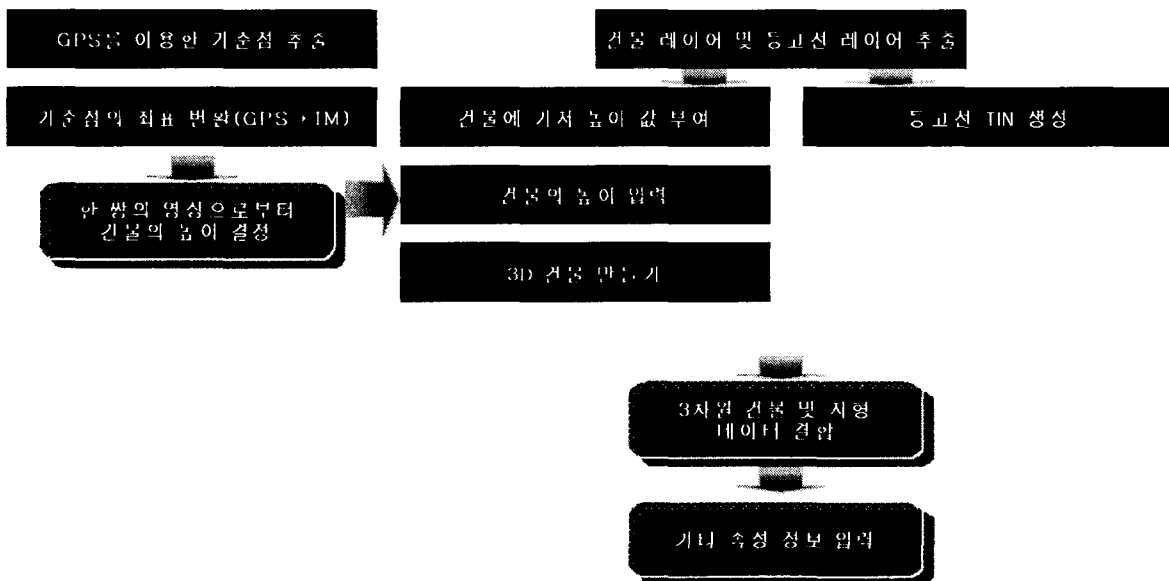


그림 2. 연구수행도

2. 기준점 추출 및 좌표변환

2.1 기준점추출 및 좌표변환

지상기준점의 3차원 좌표를 구하기 위하여 대상지역에 대하여 7점에 대한 GPS 측량을 실시하고, TM좌표계로 변화시키는 작업을 수행하였다. 기준점의 좌표변환은 ArcInfo 프로그램을 이용하여 수행하였으며, 대상건물에 대한 높이값을 부여하는 작업은 C++프로그램을 이용하였다.

그림 3의 좌측에 수치지도로부터 뽑아낸 건물레이어를 표현하였으며, 그 중 하얀 점들이 GPS측량 작업을 수행한 기준점이다.

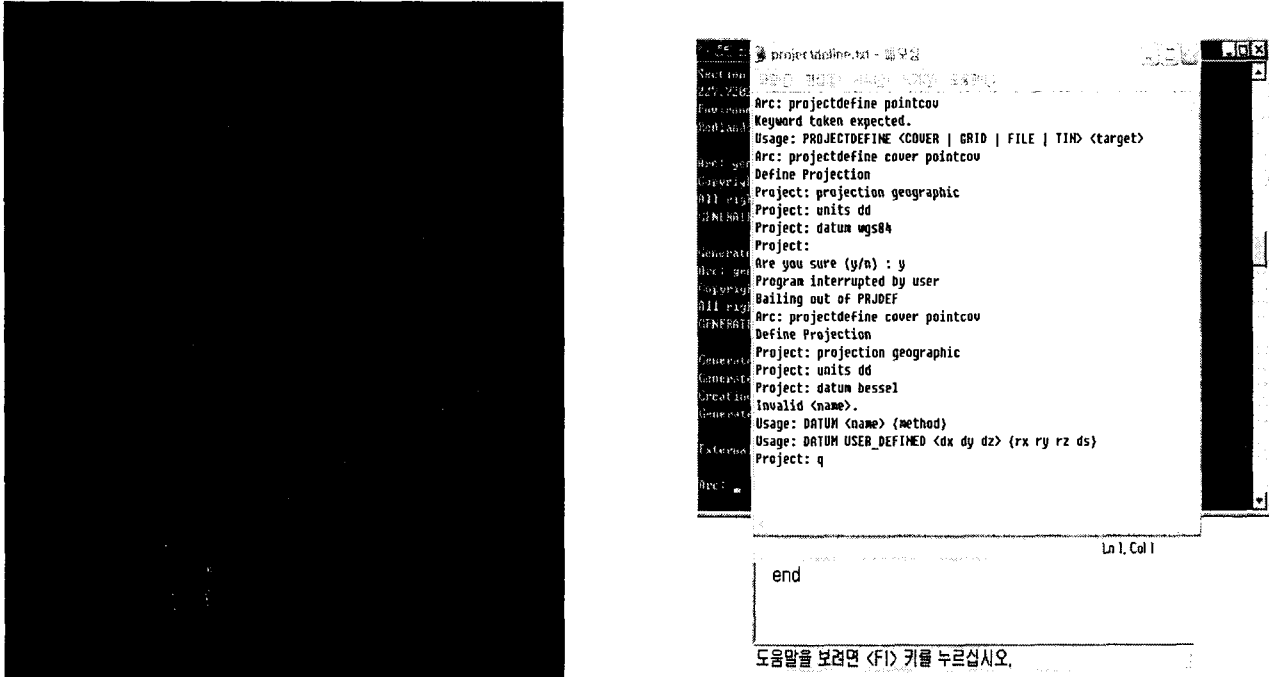


그림 3. GPS 측량

2.2 건물의 높이결정

대상지역에 대하여 취득한 기준점과 항공사진을 이용하여 건물의 높이결정을 하였으며, 고도값 추출은 자체 제작한 C++프로그램을 이용하였다. 스캔한 사진영상과 사진좌표와의 관계를 표현하기 위해 사용한 Affine 변환계수를 표 2에 나타내었으며, 7점의 지상기준점을 사용하여 구한 외부표정요소는 표 3에 나타나 있다. 이 매개변수와 외부표정을 이용하여 입체영상으로부터 건물의 높이를 결정하였다.

표 2. Affine 매개변수

	a	b	c	d	e	f
좌측	0.02099913	0.00001582	-129.34221819	0.00001361	-0.02099736	117.04519702
우측	0.02099703	0.00002413	-129.26004033	0.00002193	-0.02099526	116.82498851

표 3. 외부표정요소

	ω	ϕ	κ	X_0	Y_0	Z_0
좌측	-0.00630	-0.00060	1.59100	194098.7829	451441.9154	958.0397
우측	0.01920	0.00830	1.60680	194107.0182	450949.6272	956.6694

위 자료를 이용하여 항공영상으로부터 건물의 높이값을 추출하는 과정을 그림 4에 나타내었으며, 그 결과 취득한 대상영역에 대하여 추출된 12개 건물과 각각의 건물의 높이값을 그림 5에 나타내었다.

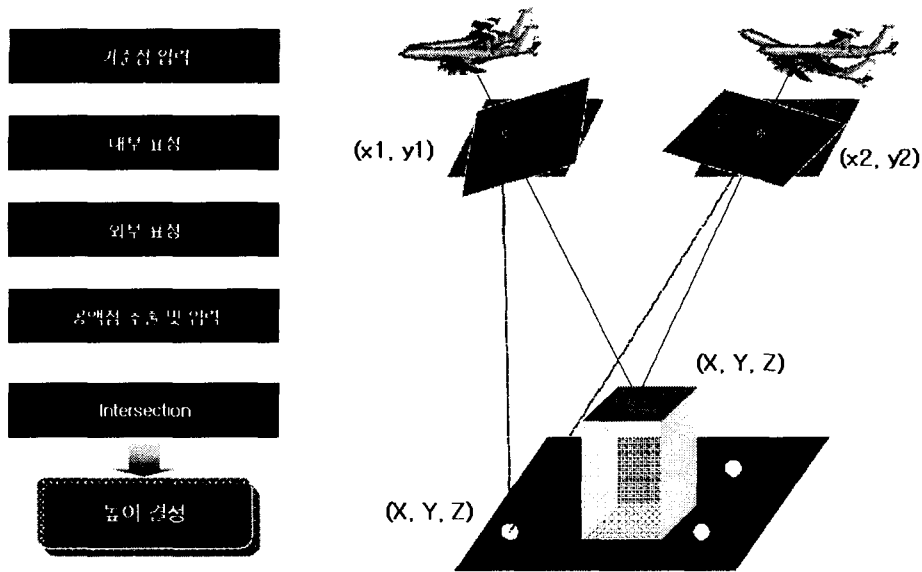


그림 4. 건물 높이값 추출 과정



건물번호	건물높이(m)
1	58
2	52
3	49
4	50
5	60
6	53
7	53
8	67
9	70
10	46
11	47
12	39

그림 5. 추출된 건물 높이값

3. 대상지역 3차원 모델링

3.1 등고선 및 TIN 생성

ArcMap과 수치지도를 이용하여 대상지역에 대한 등고선을 추출한 후 TIN을 생성하였다. 이 작업을 통하여 앞에서 취득한 건물들을 3차원 시각화할 수 있는 대상지역에 대한 배경을 만들었다.

그림 6의 좌측에 수치지도에 나타난 등고선이 표현되어 있으며, 이 자료를 이용하여 대상지역에 대한 등고선 및 TIN 생성작업을 ArcMap을 이용하여 생성하였다.

ArcMap

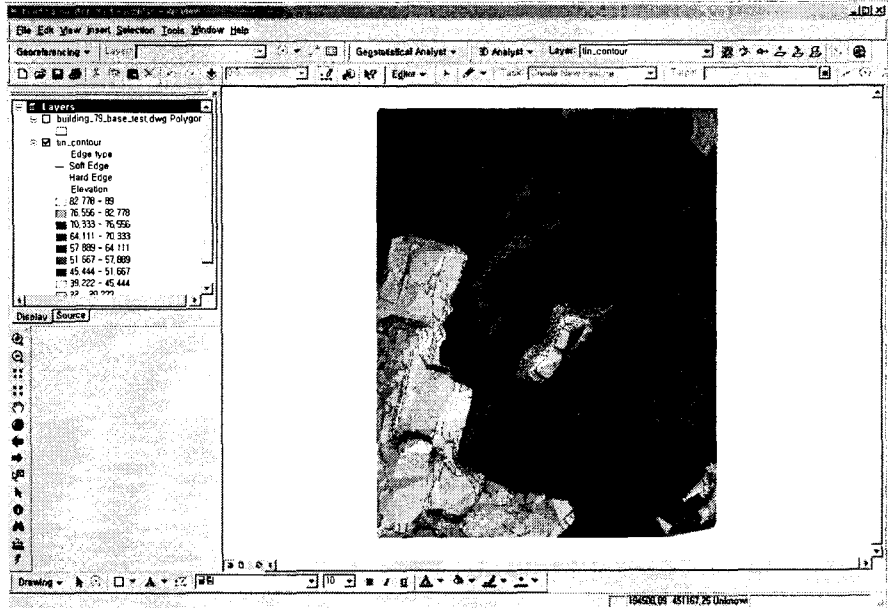
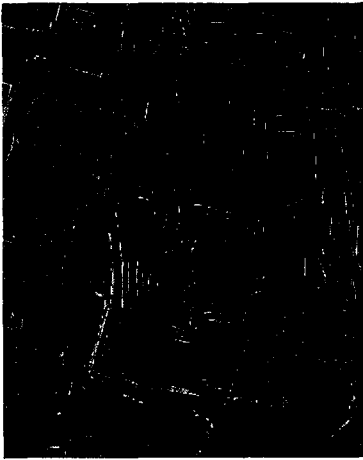


그림 6. 등고선 생성

3.2 3차원건물 생성 및 등고선 합성

AutoCAD프로그램을 이용하여 건물의 기저높이값을 입력하고, ArcMAP을 통하여 각 테이블에 건물의 높이값을 입력하여 3차원 건물을 생성하였다. 그리고 ArcScene을 통하여 취득한 3차원건물과 제작한 등고선을 합성하여 시설물에 대한 3차원 시설물도를 작성하였다.

그림 7의 좌측그림은 AutoCAD를 이용하여 입력된 건물 높이값을 ArcMap에서 각 건물에 대하여 건물높이값 테이블을 만들고 높이값을 입력하는 과정을 표현한 것이며, 우측 그림은 이러한 과정을 거쳐 생성된 3차원 건물과 앞에서 제작한 대상 지역에 대하여 생성된 등고선을 합성하여 제작한 실험지역에 대한 3차원 시설물도이다.

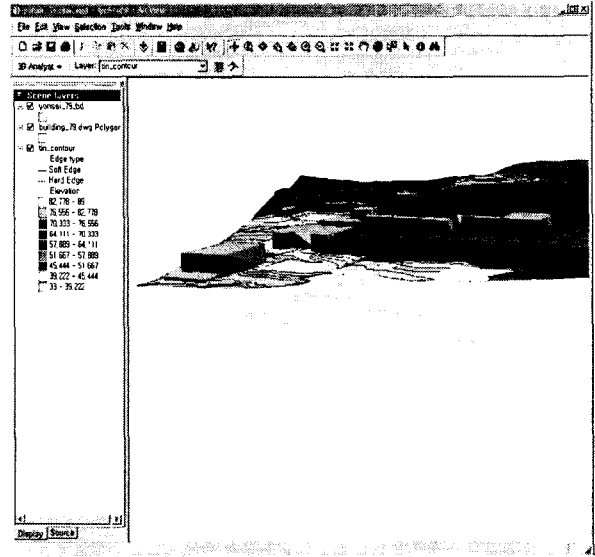
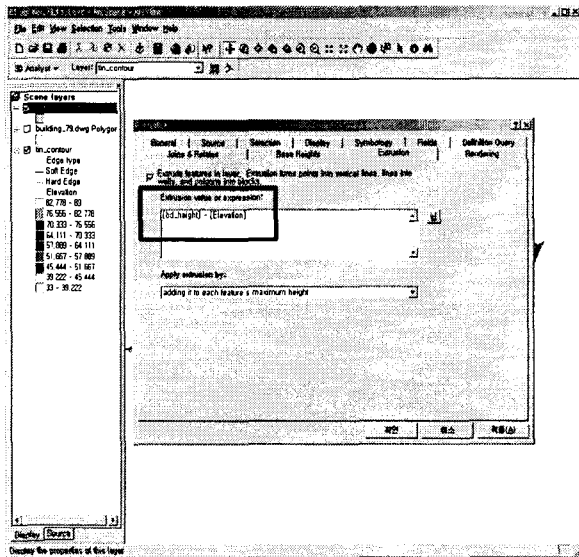


그림 7. 건물 높이값 테이블 입력 및 3차원 시설물도 생성

4. 결론

본 연구를 통하여 항공영상과 수치지도를 이용하여 개인용 PC에서 시설물에 대한 3차원 시설물도 제작이 가능하였으며, 이러한 연구결과는 기존에 구축되어 있는 자료를 이용하여 3차원 시설물도를 제작할 수 있음을 보여주었다. 또한, 본 연구에서는 항공사진을 이용하였지만, 추후 연구에서는 위성영상이나 Lidar 자료를 이용하여 대상지역에 대한 3차원 시설물도 제작 작업이 가능할 것으로 생각되며, 관련 연구가 가상도시나 3차원 시뮬레이션 작업에도 사용될 수 있는 것으로 생각된다.

참고문헌

- 김하나 (1997), GIS를 이용한 대학캠퍼스 공간분석, 석사학위논문, 강원대학교.
- 손덕재, 이해진, 최승한 (2002), 다중영상과 GIS를 이용한 대학시설물 안내 및 관리시스템 구축, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제20권, 제1호, pp. 47-58.
- 연상호, 홍일화 (2002), 제천시 영상 조감도 생성 및 3차원 시뮬레이션 기술개발에 관한 연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제21권, 제1호, pp. 45-52.
- Hannah, M. J. (1988) Digital Stereo Image Matching Techniques, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 27, No. B/3, pp. 280-293
- Mikhail, E., Bethel, J. S. (2001), *Introduction to Modern Photogrammetry*, John Wiley & Sons Inc.
- Wiesel, J. (1985), *Digital Image Processing for Orthophoto Generation*, Photogrammetria, Vol. 40, No.2, pp. 69-76.