
3차원 지형모델링에 의한 경관정보 분석과 Web GIS 구현

Analysis of Landscape Information and Web GIS Implementation of Using 3D Topographic Modeling

김용석*, 홍순헌**, 옥치율**
동아대학교 토목공학부*, 부산대학교 산업토목학과**

Yong-Suk Kim(rosekys@hanmail.net)*, Soon-Heon Hong(hsh1963@pusan.ac.kr)**,
Chi-Yul Ok(cyok@pusan.ac.kr)**

요약

본 연구에서는 연구지역을 대상으로 항공사진과 수치지형도를 이용하여 3차원 지형 모델링을 제작하였고 이를 이용하여 가시권 분석과 동아대학교에 대한 Web GIS를 구현하였다.

연구지역은 부산광역시 사하구 하단동 일대를 지정하였으며, 축척 1:20,000의 항공사진과 축척 1:5,000의 수치지형도를 사용하였다. 항공사진은 GCP 선정과 영상정합을 통하여 보정된 영상을 추출하고 영상재배열 과정과 정밀미분편위수정을 거쳐 최종 정사보정된 영상을 제작하였다. 그리고 ArcView 프로그램을 이용하여 수치지형도에서 DEM을 생성하였고, 도로 레이어와 건물 레이어를 추출하여 3차원 지형 모델링을 제작함과 동시에 동아대학교에 대한 Web GIS를 구현하였다.

■ 중심어 : | Web GIS | 항공사진 | 3차원 지형 모델링 |

Abstract

In this study 3D topographic modeling was made by using aerial photography and digital terrain map, through this we did visibility analysis and implemented Web GIS of Dong-A university.

Studying area was Busan Saha-gu Hadan-dong, we used aerial photography on a scale of 1:20,000 and digital terrain map on a scale of 1:5,000. Ortho correction image was made by aerial photography through selecting GCP, image matching, image resampling and precise differential rectification. And DEM on digital map was created using ArcView program, making 3D topographic modeling by road layer and building layer and implementing Web GIS about Dong-A university.

■ keyword : | Web GIS | Aerial Photo | 3D Topographic Modeling |

I. 서론

인류의 문명과 문화가 다양해짐으로써, 컴퓨터 산업

이 발전하고 인간의 요구와 욕구는 여러 분야에서 다양하게 표출되고 있다. 이러한 인간의 요구가 증대 될수록 각종 정보에 대한 욕구 또한 증대될 것이다. 따라서

* 본 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었습니다.

접수번호 : #070607-001

접수일자 : 2007년 06월 07일

심사완료일 : 2007년 08월 21일

교신저자 : 홍순헌, e-mail : hsh1963@pusan.ac.kr

각종 정보의 신속한 처리와 이용에 부응하기 위하여 도시지역의 지리적 정보, 지형적 정보 및 자원, 환경 등에 관련된 정보시스템이 다각도로 발전하여 지리정보시스템(GIS : Geographic Information System), 도시정보시스템(UIS : Urban Information System), 경관정보시스템(LIS : Landscape Information System) 등의 방식으로 관공서, 연구소, 학계 및 업계에서 꾸준히 발전하여 오고 있다[1][2].

최근 GIS 분야에서도 수치사진측량(Digital Photogrammetry)과 지형공간정보 데이터베이스(DB)를 이용하여 도시지역의 수많은 정보와 속성들을 2차원의 평면적 모델에서 3차원의 도시 모델로 나타내하고자 많은 연구를 진행하고 있다. 최근 들어, 수치사진측량으로 얻어진 정사영상은 정보제공자와 사용자간의 통신망을 매개체로하여 사용하고 있으며, 자료의 호환성을 극대화하기 위하여 표준화 작업인 Web GIS로의 연계를 활발히 진행하고 있다. 이러한 Web GIS 분야에서의 연구 동향을 살펴보면, Cazzani는 지형에 대하여 기하학적 보정과정들을 제시하여 가시권 분석의 최적선정을 행하였다[3]. 박종화 등은 GIS와 원격탐사를 이용하여 북한산 주변부의 추이대를 여러 가지 분석 기법을 활용하여 제시하였으며[4], 서창원은 GIS를 이용하여 국립공원 관리를 위한 활용방안에 대하여 다각도로 분석하였다[5]. 그리고 최기만은 GIS 시스템을 이용하여 관광농원의 최적 입지분석을 하였으며[6], 김용석 등은 GIS를 활용하여 문화·관광자원의 가시권을 분석하였다[7]. 3차원 지형공간분석은 사회 전반에 걸쳐 많이 사용되고 있으며 다양한 분야로의 활용가치가 클 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 항공사진을 이용하여 정사보정영상을 제작하고, 축척 1:5,000의 수치지형도에서 지리정보를 추출하여 정사영상과의 중첩을 통한 3차원 지형도를 제작 하였다. 제작된 지형도를 이용하여 경관의 가시권 분석과 Web GIS를 구현하고자 한다.

II. 가시권 분석 기법

1. 가시권 분석

어떤 지역이 개발되고 건설이 일어날 때 우선적으로 검토해야 할 사항 중에 하나는 해당지역에 고층건물 등의 장애물이 있을 경우 그것이 경관적 자원가치가 있는 시각대상에 대한 조망을 해치는 것인가 아닌가를 우선적으로 판단하고 이를 잘 통제할 수 있도록 하는 일이다. 이러한 목적으로 지역개발시 도시경관에 장애를 유발할 가능성이 큰 지역의 범위와 층고 등의 제한에 대한 타당성 있는 근거를 추출함으로써 최소한의 조망권을 보호하고자 하는데 가시권 분석의 의의가 있다.

가시권 분석은 특정 관측점에서 조망가능한 범위를 분석하는 것을 말하며 자연지형에 의해 제한되는 시각적 조망의 범위가 된다. 그리고 GIS의 수치표고모형(Digital Elevation Model : DEM)을 기본 자료로 하여 중요 관측점(경관통제점 : Landscape Control Point)을 선정하고 선정된 경관통제점에서 각각의 가시권 분석을 수행, 개별적 가시특성을 분석하고 다중중첩에 의한 주요 가시권역을 파악하여 도시의 배후 스카이라인 형성에 대한 가이드라인을 제시하게 된다[7].

2. 전문가에 의한 현지 관찰기법

전문가가 현지에 직접 나가 관찰하여 가시, 비가시지역을 파악한다. 현지 관찰의 경우 2가지 측면에서 접근할 수 있다. 첫째, 평가하고자 하는 대상물이 있는 경우(고층건물 등)일 경우이며 둘째, 도로를 따라 경관회랑 설정시이다. 전자의 경우에는 대상물이 고층화될수록, 규모가 커질수록 대상으로 인한 시각적 영향지역 판단의 오차는 커질 것이며, 후자의 경우에는 정확한 가시지역표시가 사실상 불가능하다. 두 경우 모두 수많은 노력과 비용이 요구되며 정확한 지도 표시가 어렵다. 하지만 수목이나 지상의 시각 방해물을 바로 알 수 있는 장점이 있다.

3. DEM을 이용한 GIS에 의한 방법

컴퓨터에 지형도나 항공사진으로부터 얻어진 지형 데이터를 입력하여 DEM 모델로 변환시킨 후 가시, 비가시 지역을 찾아내는 방법이다. 현재 대부분의 수치지형모형의 자료를 취득하는 방법에는 수치화된 지형도의 자료원을 이용하는 방법, 사진측량 및 원격탐측을

이용하는 방법, 지표면 측량에 의한 방법에 의해 주로 이뤄지고 있다.

지형 데이터 입력 자료원으로 지형도를 사용하는 경우 지반위에 자라고 있는 식생의 높이를 고려하지 못하는 단점이 있고, 사진 측량 및 원격탐측인 경우 수목 등의 식생의 높이를 고려할 수 있는 장점은 있으나 사진 측량기술의 지도표시 도구 사용 등 장비와 비용문제가 있다.

III. 실험지역 및 자료

1. 연구방법

본 연구에서는 축척 1:20,000 항공사진과 축척 1:5,000 수치지형도를 이용하여 3차원 지형도를 제작하였다. 그리고 제작된 3차원 지형도를 바탕으로 동아대학교 캠퍼스에 대한 Web GIS의 구현과 3차원 경관정보에 대한 가시권 분석을 수행하였다.

연구대상지역의 수치지형도에 대한 좌표변환은 세계 측지좌표인 GRS80 좌표계로 변환하였으며, GCP 생성은 2005년도의 수치지형도에서 선정하여 영상의 기하보정 작업을 실시하였다. 또한, 이렇게 처리된 영상과 수치지형도에서 수치표고모델을 생성하였으며 최종적으로 정사영상을 제작하였다. 그리고 경관정보의 가시권 분석을 위해서 항공사진에 대한 3차원 지형도를 제작하였으며, Web GIS 구현을 위해서는 수치지형도를 이용하여 3차원 지형도를 제작하였다. [그림 1]에서는 연구 흐름도를 나타내었고, [그림 2]는 실험지역에 대한 현황도를 나타내었다.

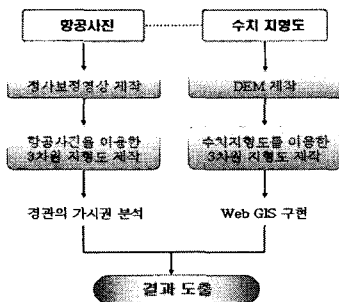


그림 1. 연구 흐름도

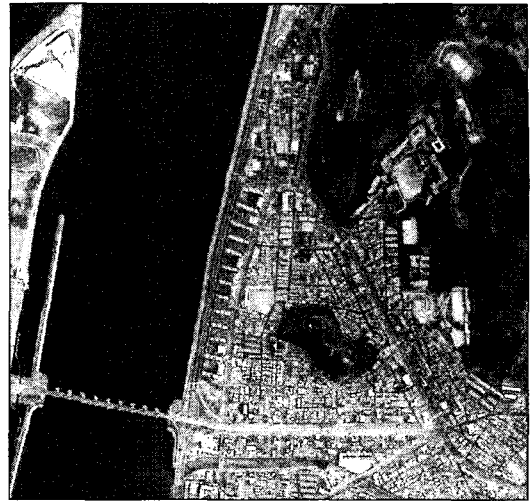


그림 2. 실험지역 현황도

2. 연구자료

[표 1]에서는 본 연구에서 사용된 항공사진과 수치지형도에 대하여 정리하였고, 이때 동일 지역에 대하여 촬영한 항공사진을 도화하여 수치지도를 제작한 자료를 사용하였다.

표 1. 연구대상지역 자료

구분	조사년도	도엽번호	축척
항공사진	2002년	35816059	1:20,000
수치지도	2002년	35816059	1:5,000

IV. 영상처리 및 3차원 지형도 제작

1. 정사보정영상 제작

정사보정 방법은 기하보정 방법과 달리 영상이 가지고 있는 왜곡의 원인을 모두 고려하여 기하학적으로 영상 촬영 당시와 똑같은 환경을 재구성함으로써 영상의 위치를 보정하는 방법이다. [그림 3]에서는 정사보정 영상을 제작하는 과정을 나타내었다.

항공사진을 이용하여 정사보정 영상을 제작하기 위하여 우선 선행되어야 할 것이 지상기준점(GCP : Ground Control Point)을 선정하는 것이다. [그림 4]에서는 실험지역에 대한 GCP 10점을 선정하였다. 그런

다음 영상에 대한 좌표와 지도좌표를 정합하였으며, 정합한 영상에 대하여 3차 다항식을 적용하여 보정된 영상좌표를 추출하고 영상의 재배열 과정을 거쳐 기하보정영상을 생성하였다.

마지막으로 정사보정영상을 생성하기 위해서는 보정된 영상에 대한 수치표고모델(DEM)을 생성하여 정밀수치미분편위수정 과정을 거침으로써 정사영상을 제작하였다.

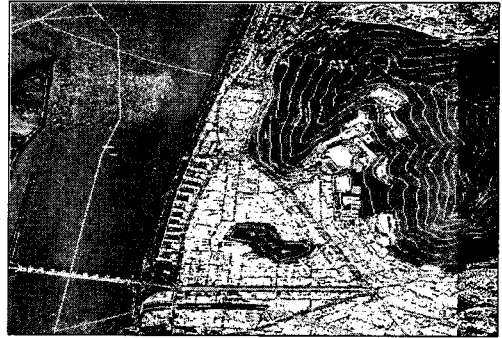


그림 5. 영상과 수치지형도의 중첩

[그림 5]는 영상과 수치지형도를 정합한 결과를 나타내었으며, [그림 6]은 수치지형도에서 등고선을 추출하여 DEM을 생성하는 과정을 나타내었다. 그리고 최종적으로 정밀미분편위수정과정을 거쳐 생성된 정사보정영상을 [그림 7]에 나타내었다.

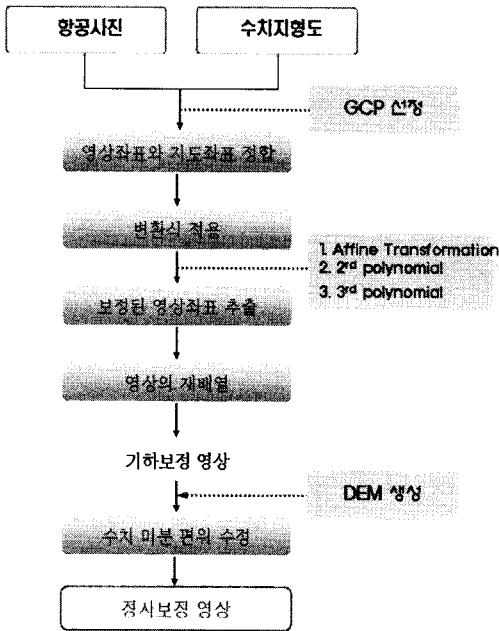


그림 3. 정사보정 영상 제작 흐름도

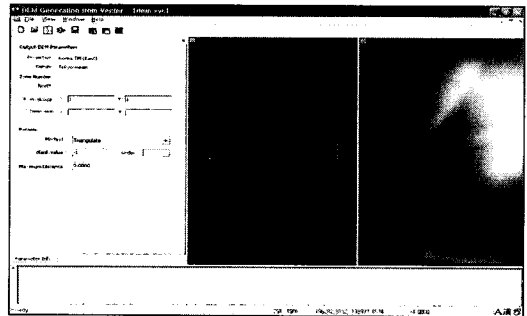


그림 6. DEM 생성

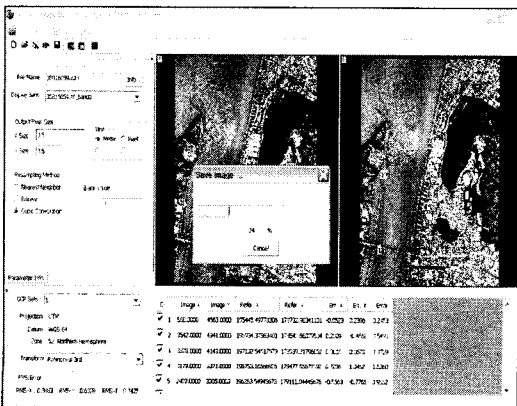


그림 4. GCP 생성

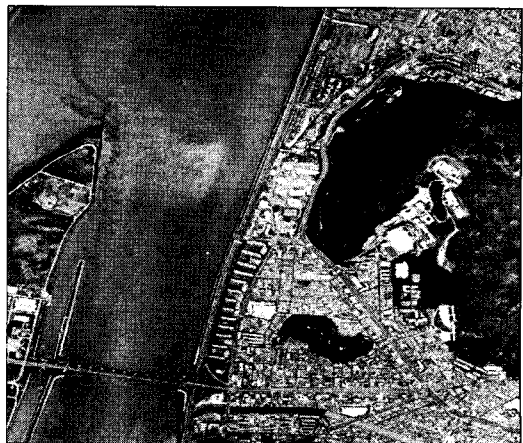


그림 7. 정사보정영상

2. 3차원 지형도 제작

2.1 항공사진을 이용한 3차원 지형도 제작

[그림 8]은 정사보정영상과 DEM 자료를 이용하여 3차원 지형도를 제작하였으며, 이것은 지리정보 구축과 경관의 가시권 분석을 위하여 제작하였다.

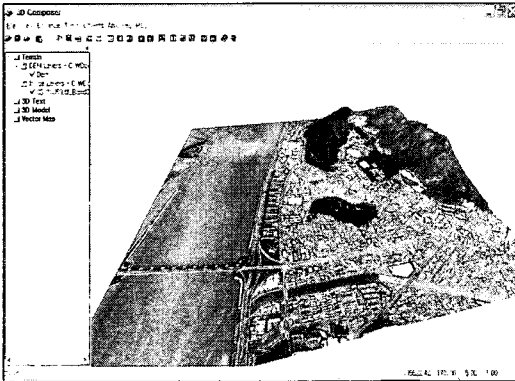


그림 8. 정사보정영상을 이용한 3차원 지형도

2.2 수치지형도를 이용한 3차원 지형도 제작

연구지역의 3차원 모델링 제작은 축척 1:5,000 수치지형도를 이용하여 등고선, 건물, 도로의 Layer를 추출하여 ArcView GIS 3.2 프로그램으로 제작하였다. [그림 9]는 각각의 Layer를 CAD 프로그램에서 정리하여 ArcView에서 생성한 모습이며, [그림 10]은 건물 Layer의 높이 값을 주기 위하여 Convert Polyline to Polygon의 변환 알고리즘을 이용하여 표현하였다.

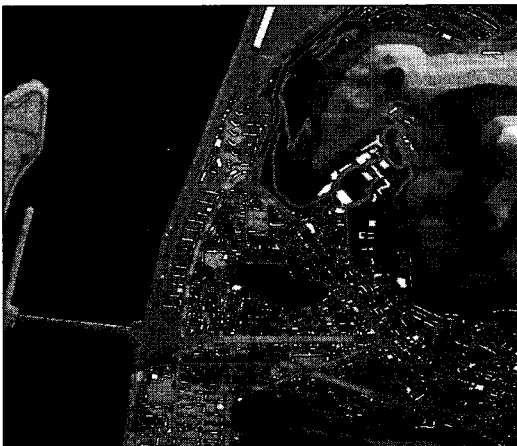


그림 9. TIN생성 및 건물 레이어 생성

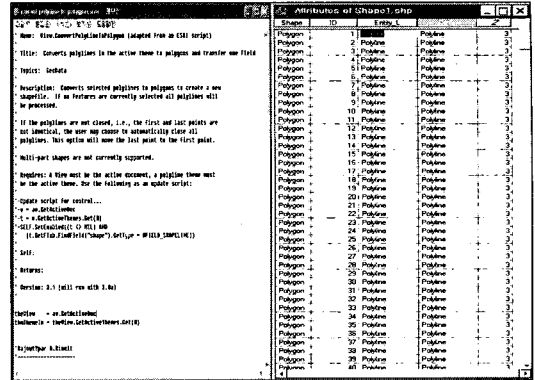


그림 10. Convert Polyline to Polygon의 변환 알고리즘

[그림 11]에서는 수치지형도를 이용한 3차원 지형도를 완성한 모습을 나타내었다.

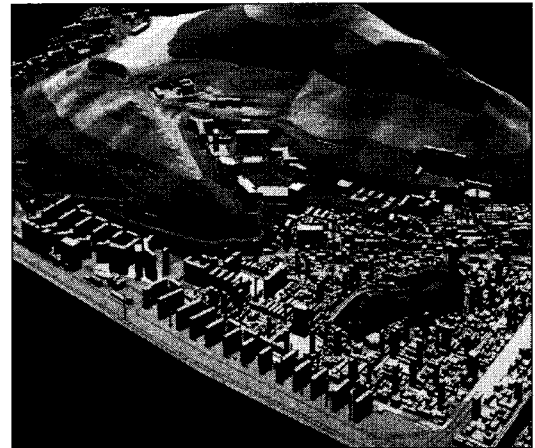
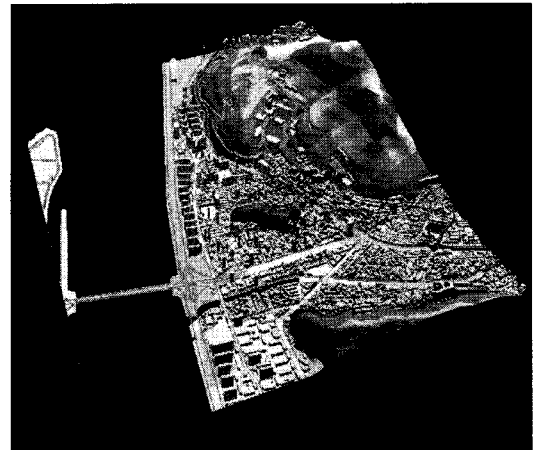


그림 11. 수치지형도를 이용한 3차원 지형도

V. 경관의 가시권 분석 및 Web GIS 구현

1. 경관의 가시권 분석

[그림 12]는 정보보정영상으로 제작한 3차원 지형도에서 경관의 가시권 분석을 하였다. 가시권의 중심점은 동아대학교 경영대학 앞의 광장을 잡았으며, 이곳의 X좌표는 197,187.52m, Y좌표는 179,695.10m이고, 높이는 약 135m이다. 그리고 가시권의 범위는 중심점에서 반경 1,400m로 잡았으며, 지점의 높이는 1m로 정하였다. 그림 12에서 중첩되는 부분(파란색)이 가시권의 중심에서 바라보았을 경우 해당되는 영역이며 가시권을 포함하는 부분이다. 오른쪽의 Profile에서는 중심점에서 8시 방향의 경사도를 분석한 결과를 나타내고 있다. 이 지점에서의 가시권을 분석한 결과 [그림 13]과 같으며, 가시권이 잘 확보되는 지역으로 나타났다.

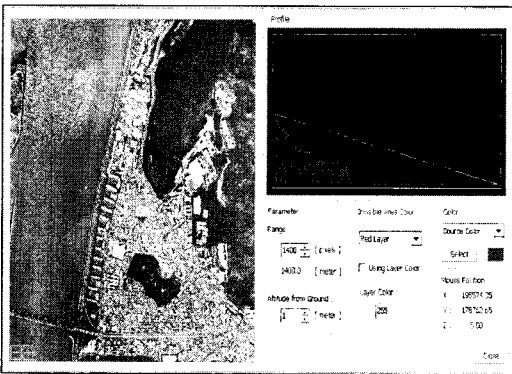


그림 12. 가시권 분석

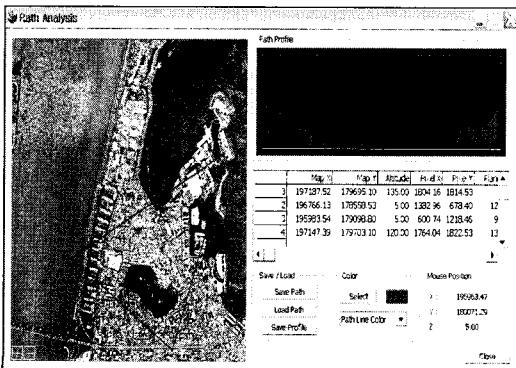


그림 13. 가시권 분석 가능 범위

2. Web GIS 구현

수치지형도를 이용하여 3차원 지형도를 제작한 결과를 바탕으로 Web GIS를 구현하였다. Web GIS 구현을 위한 첫 번째 단계는 각각의 해당되는 건물에 대하여 Web Service 주소를 입력해 주어야 한다. 그리고 난 뒤, [그림 15]의 Polyline to Map의 변환 알고리즘을 적용하여 실험지역에 대한 인터넷 서비스 이미지를 생성하는 단계를 거치게 된다[그림 16]. 마지막으로 [그림 17]에서와 같이 인터넷 지도 마법사(IMW : Internet Map Wizard)에서 Web GIS의 환경을 설정하고 배경을 지정하는 단계를 거쳐 완성하였다.

ID	Feat. 1	Feat. 1	Feat. 1
1263	Polyline	Polyline	5
1264	Polyline	Polyline	5
1265	Polyline	Polyline	5
1266	Polyline	Polyline	5
1267	Polyline	Polyline	5
1268	Polyline	Polyline	5
1269	Polyline	Polyline	5
1270	Polyline	Polyline	10
1271	Polyline	Polyline	5
1272	Polyline	Polyline	7
1273	Polyline	Polyline	5
1274	Polyline	Polyline	5
1275	Polyline	Polyline	5
1276	Polyline	Polyline	5
1277	Polyline	Polyline	15
1278	Polyline	Polyline	5
1279	Polyline	Polyline	5
1280	Polyline	Polyline	5
1281	Polyline	Polyline	5
1282	Polyline	Polyline	5
1283	Polyline	Polyline	5
1284	Polyline	Polyline	5
1285	Polyline	Polyline	5
1286	Polyline	Polyline	5
1287	Polyline	Polyline	5
1288	Polyline	Polyline	5
1289	Polyline	Polyline	5
1290	Polyline	Polyline	5
1291	Polyline	Polyline	5
1292	Polyline	Polyline	5

그림 14. 인터넷 주소 입력

```

Script3
theNumRecs = theTab.GetNumRecords
thePrj = theView.GetProjection
sbUnit = 100/theNumRecs
sb = sbUnit
for each i in 0..(theNumRecs - 1)
    thePrjShape = theFeat.returnvalue(shapeField.1).ReturnProjected(thePrj)
    theList = thePrjShape.AcPolyLine.AsList
    if (theFeat.returnvalue(shapeField.1).Intersects(theVisExtent)) then
        for each p in theList
            txtOut = ""
            theLastX = 0
            theLastY = 0
            for each t in p
                theXpos = (t.GetX - theMinXView)/theImageXUnit
                theYpos = (t.GetY - theMinYView)/theImageYUnit
                theList.setFormat("d")
                if ((theLastX.Round() <> theXpos.Round()) or (theLastY.Round() <> theYpos.Round())) then
                    txtOut = txtOut + theXpos.AsString + "," + theYpos.AsString + ","
                    theLastX = theXpos
                    theLastY = theYpos
                end
            end
            txtFile.WriteLine("AREA SHAPE=POLYGON HREF=" + theFeat.returnvalue(theTag
        end
    end
    sb.SetStatus(sb)
    sb = sb + sbUnit
end
txtFile.WriteLine("MAPX/RRVV/ATHE")
    
```

그림 15. Polyline to Map 변환 알고리즘

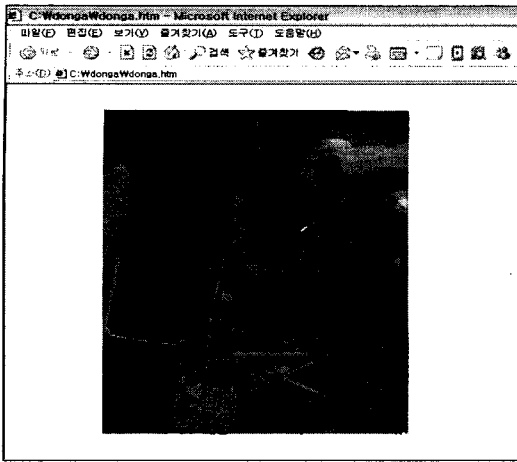


그림 16. 인터넷 서비스 이미지 생성

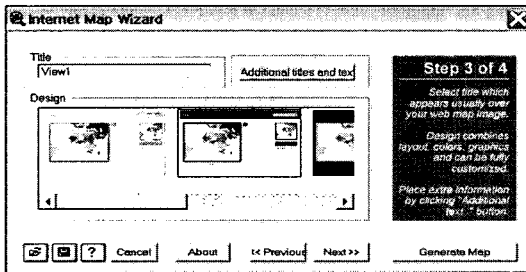


그림 17. Web GIS 환경설정

[그림 18]에서는 최종적으로 완성된 Web GIS를 나타 내었다. 이렇게 구현된 환경에서 동아대학교의 각 건물을 선택하였을 경우 해당 홈페이지로 이동하여 원하는 정보를 취득할 수 있도록 구현하였다.

3. 활용방안

본 연구에서는 항공사진과 수치지형도를 이용하여 3차원 지형도를 제작하였으며, 제작된 3차원 지형도를 가지고 경관의 가시권 분석과 Web GIS를 구현하여 보았다. 이러한 3차원 지형도 분석은 도시 모델링과, 지형 정보 구축 분야에 사용될 수 있으며, 또한 연안 해역에 대한 침수 시물레이션을 통하여 재해와 재난에 대한 분야에도 폭 넓게 사용될 수 있을 것이다. 그리고 3차원 지형도와 Web GIS에 대한 보다 포괄적인 정보 시스템을 구축한다면 이용자가 언제, 어디서, 누구나 손쉽게 원하는 정보를 획득 할 수 있을 것이다.

VI. 결론

본 연구에서는 동아대학교를 중심으로 3차원 지형

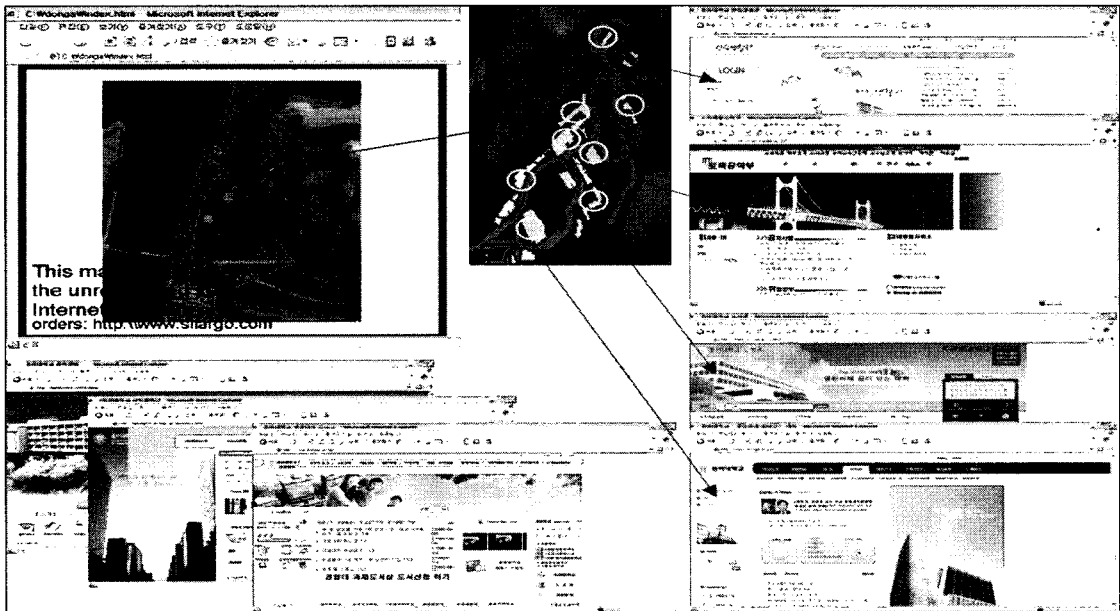


그림 18. Web GIS 구현

도 제작을 통하여 경관정보 분석과 Web GIS 구현을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 부산광역시 동아대학교 일대에 대하여 축척 1:20,000의 항공사진과 축척 1:5,000의 수치지형도를 이용하여 DEM과 3차원 지형도를 제작하였다.

둘째, 연구지역에 대한 경관의 가시권 분석에 있어서는 동아대학교 경영대학 앞의 지역이 대체적으로 가장 좋은 가시권을 확보할 수 있는 곳으로 나타났다.

셋째, 기존의 2차원 지형에서 3차원 지형도를 이용하여 Web GIS를 구현한 결과 동아대학교에 대한 인터넷 정보와 주변 환경에 대한 입체적인 특성 정보를 함께 제공하는 것이 보다 효과적일 것으로 사료된다. 또한, 동아대학교 뿐만 아니라 주변의 자연환경에 대한 정보 구축과 관광자원에 대한 정보 구축을 함께 병행 한다면 대학의 홍보 효과와 Web GIS 서비스에 있어서 보다 효과적일 것으로 판단된다.

분석, 강원대학교 석사학위 논문, 2000.

- [7] 김용석, 정창식, 윤경철, 박운용, "GIS를 이용한 문화·관광자원의 가시권 분석", 한국측량학회 추계학술발표대회 논문집, pp.429-433, 2004.

저 자 소 개

김 용 석(Yong-Suk Kim)

정회원



- 2007년 2월 : 동아대학교 대학원 토목공학과(공학박사)
- 현재 : 동아대학교 건설기술연구소 특별연구원
- 현재 : 동아대학교 토목공학부 강사

<관심분야> : Remote sensing, 공간정보구축, GIS

참 고 문 헌

- [1] M. E. Brian, *Turnbull, Visibility studies of alternative transmission line routes*, Landscape Design. 1984.
- [2] L. D. Floriani and P. Magillo, "Visibility algorithms on triangulated digital terrain models," *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol.8, pp.13-41, 1994.
- [3] M. Cazzani, L. D. Floriani, E. Puppo, and G. Nagy, "Visibility computation on a triangulated terrain," In *proceedings of 8th International Conference on Image Analysis and Processing*, pp.721-728, 1991.
- [4] 박중화, 명수정, 박영임, "GIS 및 원격탐사기법을 이용한 북한산 국립공원 주변부의 추이대 탐지", *한국 GIS학회지*, 제3권, 제2호, pp.91-102, 1995.
- [5] 서창완, *국립공원관리를 위한 GIS의 활용방안에 관한 연구*, 서울대학교 석사학위논문, 1995.
- [6] 최기만, *GIS를 이용한 관광공원의 자연입지 적지*

홍 순 헌(Soon-Heon Hong)

정회원



- 1985년 3월 : 동아대학교 토목공학과(공학사)
- 1993년 3월 : 동아대학교 대학원 토목공학과(공학박사)
- 현재 : 부산대학교 산업토목학과 부교수

<관심분야> : 도로계획, 도시계획, GIS

옥 치 율(Chi-Yul Ok)

정회원



- 1970년 2월 : 동아대학교 토목공학과(공학사)
- 1986년 8월 : 동아대학교 대학원 토목공학과(공학박사)
- 현재 : 부산대학교 산업토목학과 교수

<관심분야> : 하천수문분석, 항만 및 해안, GIS