

수치사진측량 및 GIS에 의한 도시경관 시뮬레이션

A Simulation of City Viewscape Using Digital Photogrammetry and GIS

최병길*
Choi, Byoung Gil

要 旨

본 연구는 수치사진측량 및 GIS를 이용, 도시고도계획을 위한 경관 시뮬레이션 및 정량적 분석을 수행하는데 그 목적이 있다. 급격한 도시화와 양적 성장 위주의 개발 과정에서 소홀히 취급되어온 도시경관은 이제 도시문화 생활에서 매우 중요한 문제의 하나로 인식되고 있다. 그러나 경관은 시각적이고 주관적인 요소가 강하여 정량적이고 객관적인 분석을 수행하기가 매우 어렵다는 특성을 가지고 있다.

본 연구에서는 정량적 경관분석을 위하여 대상지역에 대한 항공칼라사진을 촬영하고 수치사진측량을 실시하여 공간 데이터베이스를 구축하였다. 구축된 공간데이터베이스에 대한 3차원 시뮬레이션을 통하여 시각적이고 종합적인 경관분석을 실시하였으며 시준선에 대한 단면도 작성을 통하여 수치적인 고도분석을 수행하였다. 연구결과 종래의 직감적이고 정성적이며 주관적이 아닌 수치적이고 정량적이며 객관적인 경관분석에 의하여 고도지구를 계획할 수 있음을 알 수 있었다.

ABSTRACT

This paper aims at three dimensional simulation and quantitative analysis for city height planning using digital photogrammetry and GIS. Land view has been neglected while the cities in Korea have been developed rapidly and quantitatively. It is, however recognized that Land viewscape is an important factor to achieve a high quality of life. Land viewing is shape and subjective, which makes quantitative and objective analysis of urban viewscape not easy.

In this study, a spatial database was constructed by aerial color photographing and digital photogrammetry. The analysis of photographic image were performed using 3-D simulation. Numerical and quantitative analysis for the height planning of building was carried out by producing the vertical profiles of existing buildings and terrain at sight lines. As the result of this study, it was found that the hight planning in a city could be made quantitatively and objectively using 3-D viewscape analysis.

1. 서 론

현재의 문명사회에서 가장 중요한 경관은 도시경관이라 할 수 있는 데, 도시경관은 도시를 직접 구성하는 수목, 물 등의 자연이나 건축물, 공작물 등의 물리적 시설이 눈에 비춰지는 풍경이 주가 되고, 도시의 제반활동이나 도시민을 위한 분위기, 문화적 향기 등에도 깊은 관련이 있기 때문에 도시민이 생활하는 종합적이고 개성적인 표현이며 도시문화 수준을 나타내는 척도라 할 수 있다.⁷⁾

급격한 도시화와 양적 성장 위주의 개발 과정은 도시경관을 매우 소홀히 취급하여 왔으나 이제 도시경관의 관리

는 우리 사회가 해결해야 할 주요 문제의 하나로 인식되고 있다. 경관은 일단 훼손되고 나면 원상으로 회복하기가 매우 어렵기 때문에 장기적인 관점에서 정책을 수립하고 지속적으로 가치를 유지, 보존해야 한다. 경관은 본래 시각적인 것에 그 바탕을 두는 바 매우 직감적이고 주관적이라 할 수 있기 때문에 이를 수치화하고 정량화하여 객관화한다는 일이 매우 어렵다고 할 수 있겠다. 그러나 현재는 사진측량 및 GIS(Geographical Information System)와 같은 공간정보획득 및 분석 기술이 발달하여 이를 이용한 경관 분석의 3차원 시뮬레이션 및 정량화가 가능하게 되었으며 이에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 국내에서는 아직 정량적인 도시 경관도를 구축한 사례가 거의 없으며, 효과적인 도구가 개발되어 있지 않아 객관적이고

*인천대학교 토목환경시스템공학과 교수

정확한 경관 분석이 제대로 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 대상지역의 공간데이터베이스를 구축하고 3차원 시뮬레이션을 통하여, 수치화된 자료로서 객관적이고 신뢰도가 높은 경관분석을 수행한다면, 각종 개발계획 및 신, 증축 건축물이 경관에 미치는 영향등을 합리적으로 도출함으로써 효과적인 도시계획 및 관리의 근간이 될 수 있을 것이다.³⁾

본 연구는 수치사진측량 및 GIS를 이용, 도시고도계획을 위한 정량적인 경관분석을 실시하는데 그 목적이 있다. 본 연구를 위하여 항공칼라사진을 촬영하고 수치사진측량을 실시하여 대상지역에 대한 정밀한 공간 데이터베이스를 구축하였다. 구축한 공간데이터베이스에 대한 시뮬레이션을 통하여 3차원 경관도를 작성, 종합적이고 다양한 경관분석을 실시하였다. 조망점을 선정하고 이에 따른 시준선에 대한 단면도를 작성하여, 건물에 높이에 따른 대상지역의 수치적인 고도분석을 수행하였다.

2. GIS에 의한 3차원 경관 시뮬레이션

2.1 도시경관

1) 도시경관의 개요

도시경관이란 주어진 자연환경 위에 도시시민들의 삶의 방식과 가치체계, 규범 등이 제도와 행정이라는 여과과정을 통해 물리적인 환경으로 표현되어 기록된 종합적 문화경관이라 할 수 있다.

경관형식의 측면에서 도시경관은 도시경치와 도시경관으로 구분할 수 있는데, 도시경치는 도시경관의 전통적인 개념으로 인간의 시각적 대상이라는 인식에 기초하여 시각적으로 보여주는 주변환경의 모든 것을 그 우선으로 삼고 있으며 도시경관이 형성되는 역사, 전통, 사회 문화적 배경 등 3차원적 요인들이 상당부분 배제된 상태에서 내려진 정의이다. 도시경관은 도시경치에 대응하여 자연경관과 인간생활에 필요한 환경의 변천과정에 중점을 두는 종합적인 도시경관의 개념으로 눈에 보이는 자연물이나 인공물 등 바라보이는 경치뿐만 아니라 여기에 도시활동과 시민활동을 연결하는 제도, 질서는 물론 심리적 환경 등 눈에 보이지 않는 것까지 포함하는 총체적인 관점으로 정의할 수 있다.⁵⁾

도시경관의 유형은 관찰자의 관점에 따른 유형, 지역 또는 지구의 공간적 넓이에 따른 유형, 지역 성격에 따른 유형으로 나눌 수 있다. 관찰자의 관점에 따른 유형은

바라보이는 주체와 바라다 보이는 대상과의 상호 관계에 의해서 구분하며 조망형 경관과 환경형 경관으로 나눌 수 있다. 조망형 경관은 산이나 육상 등에서 바다나 산을 시가지와 동시에 바라다 볼 수 있는 경관을 말하며 환경형 경관은 각각의 지역 안에서 자기 자신을 포함한 주변 환경으로서의 경관을 말한다. 지역 또는 지구의 공간적 넓이에 따른 유형은 광역적 경관, 도시적 경관, 지구적 경관으로 구분할 수 있으며, 지역성격에 따른 유형은 자연녹지 경관, 도시축 경관, 시가지 경관으로 나눌 수 있다.⁸⁾ 본 연구는 대상지역의 고도지구 도시계획을 위한 경관분석에 주목적이 있으며, 3차원 영상시뮬레이션 및 조망점에 따른 시준선에 대한 단면도 제작에 의하여 종합적이고 체계적인 사이버상에서의 경관분석이 수행된다.

조망점은 계획구역 및 주변지역의 광역적 조망이 가능한 초점지역으로 경관 통제점의 성격을 갖게되므로 본 연구의 주요 연구대상이며, 조망점의 선정기준은 주요도로 및 접근로를 기준으로 하여, 시민 및 외래관광객의 이용빈도가 높을 것으로 예상되는 장소와 특별한 경관을 조망할 수 있는 장소, 가장 좋은 조망기회를 제공하는 장소, 대상지역의 분위기를 인식할 수 있는 일정거리가 확보되어 있는 장소를 고려하여 선정한다.

2.2 GIS에 의한 경관 시뮬레이션

1) 수치사진측량에 의한 공간 데이터베이스 구축

항공사진측량은 여러 측량기법 중 광범위한 지역을 높은 정밀도로 측량하는데 매우 적합한 방법이라 할 수 있다. 즉 지역전체를 균등하고 높은 정확도로 측량하는데 매우 효과적인 방법이라 할 수 있다. 또한 항공사진측량은 수치표고모델(DEM : Digital Elevation Model) 데이터 등 수치적인 자료는 물론이고 영상 데이터가 획득되어지기 때문에 대상지역을 우선 시각적으로 관찰하고 판독할 필요가 있는 경관분석용 공간데이터의 구축에 매우 적합한 방법이라 할 수 있다.²⁾

본 연구에서는 항공사진측량 기법 중 가장 최신의 기법인 수치사진측량을 이용하여 대상지역의 공간 데이터를 구축하였다. 수치사진측량 방법은 해석도화기 등 기존 방식에 비하여 많은 면에서 작업이 간단하며 특히 영상을 다루는 작업에 적합하다고 할 수 있다. 즉 수치사진 측량기법을 이용하여 생성된 정사영상에 의한 3차원 경관 시뮬레이션의 제작이 용이하다고 할 수 있다.⁴⁾ 본 연구에서는 칼라

필름을 사용하여 시각적인 분석의 효과를 높일 수 있도록 하였으며 대상지역에 대한 수치표고모델 및 수치정사사진을 제작하였다.

2) 3차원 경관 시뮬레이션

그림 1은 수치사진측량 및 GIS을 이용, 고도지구계획을 위한 3차원 경관분석의 흐름도를 나타낸다. 앞에서 설명한 바와 같이 우선 수치사진측량에 의한 수치표고모델 및 수치정사사진이 제작되며 고도지구계획을 위하여 현지 건물의 층수 및 고도지구현황 등의 자료가 입력된다.

공간 DB(Database)가 구축되고 나면 조망점이 선정되고 3차원 경관시뮬레이션이 이루어진다. 조망점의 위치에 따라 경관은 상당한 차이가 있기 때문에 이의 선정은 매우 중요하다. 고도지구계획을 위한 경관분석은 특정한 지점에서의 경관보다는 산책로와 같은 대상지역을 대표할 수

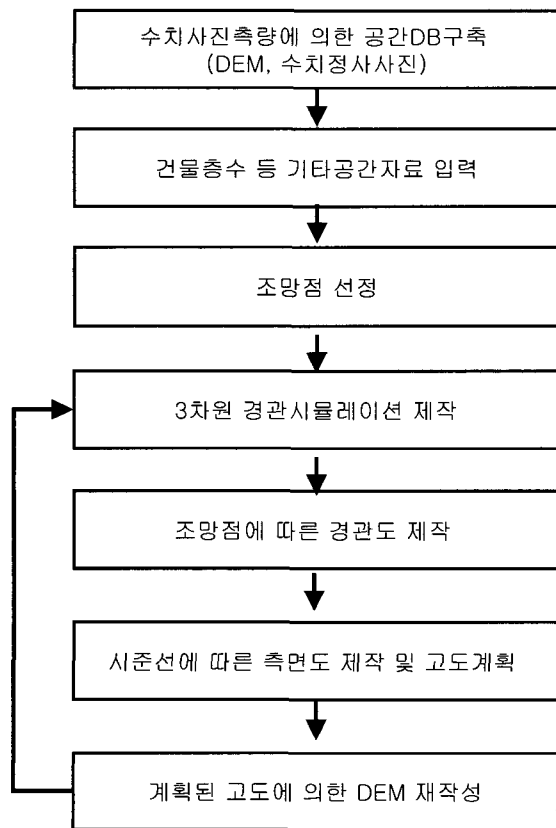


그림 1. GIS에 의한 경관분석 흐름도

있는 지점의 선정이 필요하며 본 연구에서는 다양한 조망점에 대한 경관분석이 수행된다. 3차원 경관시뮬레이션이 제작되면 특정 조망점에서의 경관도가 제작되고 시준선에 따른 측면도가 제작되며 이에 의한 고도분석 및 계획이 이루어진다. 고도계획이 이루어지면 계획된 건물의 고도에 의하여 수치표고모델이 재 작성되고 이에 따른 3차원 경관시뮬레이션이 반복하여 수행되어진다.

3. 적 용

3.1 공간 DB 구축

본 연구에서는 인천광역시의 자유공원(372,000m²) 및 월미도(182,500m²)에 대한 수치사진측량을 실시하여 다음과 같이 공간DB가 구축되었다. 본 연구에서 사용된 수치사진측량시스템은 중국 Supresoft 사의 VirtuoZo NT4.0이다.

1) 항공사진측량

항공사진측량은 1/5,000으로 하였고, 촬영고도는 730m, 항공사진카메라는 DKDAS(독일)사 사진을 사용하였으며, 초점거리는 152.772mm, 사진크기는 23cm × 23cm의 크기로 하였고, 중중복은 70%, 횡중복은 55%의 칼라사진을 촬영하였다. 또, 1200DPI(Dot Per Inch)의 해상도로 스캐닝 하였으며, 픽셀의 크기는 21 μ m이고, 사진 1매당 데이터 크기는 약 360MB 정도이다.

2) 수치표고모델제작

본 연구에서 제작된 수치표고모델은 지형 및 건물을 이용, 경관분석에 활용하기 위해 지표면의 형상과 건물을 포함하여 제작되었다. 3차원값 추출시 지형자료 및 형태학적 자료를 추출하여 데이터 저장용량을 줄일 수 있고 표면을 매끄럽게 표현할 수 있는 비정규삼각망(TIN : Triangulated Irregular Network)을 생성하였다. DEM의 간격은 건물의 형상을 정확히 표현하기 위하여 0.2m × 0.2m의 간격으로 제작하였다. 이는 간격이 너무 크면 건물의 형상이 이루어지지 않고, 너무 작으면 사용할 데이터의 양이 커지므로 데이터분석이 어렵기 때문이다.

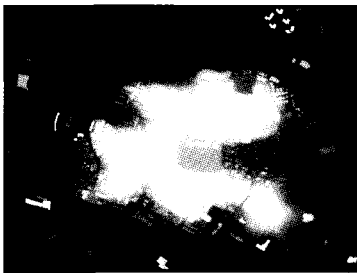
그림 2는 자유공원 지역 및 월미도 지역의 DEM 데이터를 나타낸다.

Row	4827	4828	4829	4830	4831	4832	4833	4834	4835	4836
3806	043.671	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3807	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3808	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3809	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3810	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3811	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3812	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3813	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3814	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3815	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3816	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3817	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3818	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3819	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3820	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3821	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3822	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3823	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3824	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693
3825	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693	043.693

DEM_Text

File Info	Layer Name: Layer_1	Number of Layers: 1		
Layer Info	Block Width: 64	Block Height: 64	Data Type: Float	
Statistics Info	Min: 2.8208	Max: 73.2	Mean: 16.858	
Map Info	Upper Left X: 162857.0	Upper Left Y: 442050.0	Lower Right X: 162921.0	Lower Right Y: 442050.0
Georeferenced to: Transverse Mercator				
Projection Info: Spheroid: Everest Datum: Tokyo (Korea)				

DEM_정보



DEM_Image



음영기복도

(a) 자유공원 지역

Row	4342	4343	4344	4345	4346	4347	4348
3206	016.662	016.671	016.682	016.691	016.700	016.708	01
3207	016.709	016.680	016.670	016.679	016.678	016.627	016.624
3208	016.620	016.520	016.500	016.540	016.560	016.520	01
3209	017.047	017.062	017.055	017.074	017.062	017.090	01
3210	017.174	017.183	017.132	017.100	017.209	017.218	01
3211	017.221	017.208	017.216	017.221	017.227	017.265	01
3212	017.426	017.427	017.445	017.454	017.455	017.474	01
3213	017.551	017.554	017.572	017.582	017.592	017.593	01
3214	017.577	01.580	017.580	017.710	017.720	017.721	01
3215	017.822	017.817	017.807	017.827	017.840	017.858	01
3216	017.827	017.844	017.855	017.862	017.875	017.888	01
3217	018.062	018.071	018.082	018.092	018.103	018.114	01
3218	018.177	018.197	018.208	018.218	018.229	018.241	01
3219	018.303	018.322	018.335	018.345	018.356	018.371	01
3220	018.426	018.445	018.462	018.473	018.484	018.499	01
3221	018.563	018.573	018.588	018.599	018.612	018.627	01
3222	018.628	018.638	018.675	018.725	018.741	018.765	01
3223	018.804	018.824	018.844	018.864	018.888	018.894	01
3224	018.920	018.945	018.962	018.982	018.997	018.992	01
3225	018.955	018.975	018.994	019.110	019.125	019.139	01

DEM_Text

File Info	Layer Name: Layer_1	Number of Layers: 1		
Layer Info	Block Width: 64	Block Height: 10160	Data Type: Float	
Statistics Info	Min: 0	Max: 102.47	Mean: 8.976	
Map Info	Upper Left X: 162857.0	Upper Left Y: 442050.0	Lower Right X: 162921.0	Lower Right Y: 442050.0
Georeferenced to: Transverse Mercator				
Projection Info: Spheroid: Everest Datum: Tokyo (Korea)				

DEM_정보



DEM_Image



음영기복도

(b) 월미도지역

그림 2. 자유공원 및 월미도지역의 DEM 생성

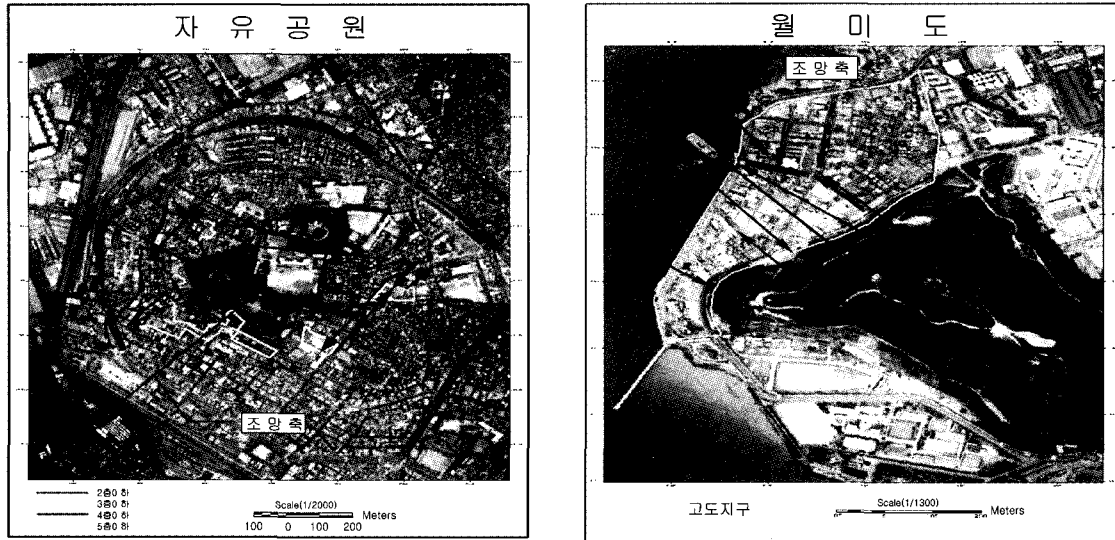


그림 3. 수치정사사진제작

3) 수치정사사진제작

항공사진 이미데이터와 파라미터를 입력하고 자동표정과정 및 자동항공삼각측량의 과정을 거쳐 생성된 DEM을 바탕으로 편위 수정 및 영상처리를 통하여 수치정사사진을 제작하였다.

그림 3은 자유공원 및 월미도 지역의 수치정사사진을 나타낸다.

3.2 3차원시물레이션

1) 조망점 선정

주요 조망점의 경우 자유공원은 산책로 및 주변지역의 도로부에서 바라보이는 경관이 되도록 주요 조망점을 선정하되 보통사람의 시점높이인 1.5m 높이에서 조망시점을 선정하여, 보행축, 가로에 대한 통경(바다 및 자유공원) 확보가 가능한 조망점을 설정하고, 조망점에 의한 현재의 시물레이션과 변경시 기존계획 및 변경계획 상의 시물레이션을 제시하였다.

또한, 월미도의 경우 다양한 조망시점확보에 의한 다양한 조망권역을 설정하고, 해안경관을 확보할 수 있는 조망점을 선정하였으며, 월미공원의 정상부 및 산책로에서 바다/지구대를 바라보이는 조망점을 설정한 후 기 개발지라는 특성을 감안하여 도로축 및 오픈스페이스등 일정한 시가축을 통한 한정된 조망축을 확보하여 조망점에 의한 현

재의 시물레이션과 변경시 기존 계획 및 변경계획상의 시물레이션을 제시하였다.⁶⁾

2) 3차원 시물레이션 및 측면도 작성

수치정사사진 및 DEM을 이용하여 3차원 시물레이션 및 측면도를 작성하였다. 본 연구에서 사용된 3차원 시물레이션 프로그램은 미국 ERDAS 사의 Erdas 8.4이다.

그림 4는 3차원 시물레이션도이고, 그림 5는 측면도를 나타낸다. 경관 분석시 3차원 시물레이션을 통한 여러 조망점의 시준에 의하여 경관을 분석하고, 관심대상 시준선에 대한 측면도를 작성하여 고도를 조정하였다. 조정시 기준이 되는 선은 시준선이 되고 이에 따라 건물의 가능한 고도가 설정되었다. 건물고도 분석에 의하여 제시된 높이로 다시 3차원 시물레이션을 제작하고 경관도를 다시 분석하였다. 그림 5에서 볼 수 있듯이 시준선과 건물의 높이와의 차 및 기준점으로부터의 거리가 수치적으로 표시되어 특정지역에서 건물의 고도를 쉽게 분석할 수 있도록 하였다.

3) 고도지구분석

고도지구 분석은 기존의 용도지역 현황과 고도지구 지정현황, 관광지 및 공원 현황, 건축물의 현황 등을 고려하고 측면도를 분석, 이용 가능한 높이를 산정하였다. 산정된 높이에 대하여 자료로 다시 3차원 시물레이션과 측면도를

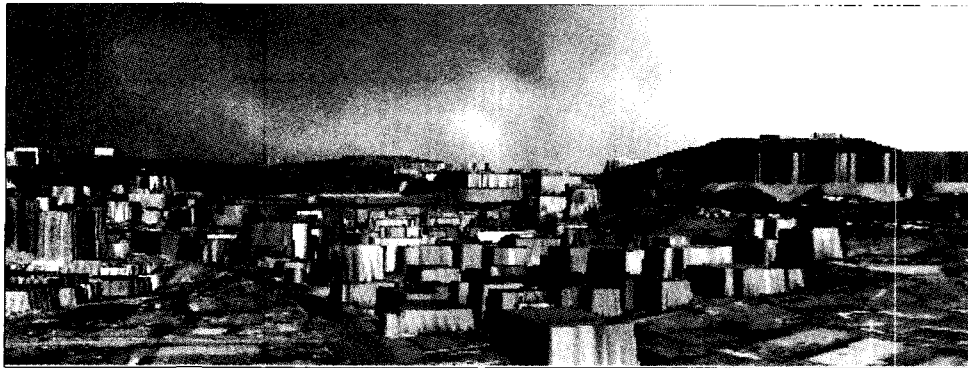


그림 4. 자유공원지역 3차원 시뮬레이션

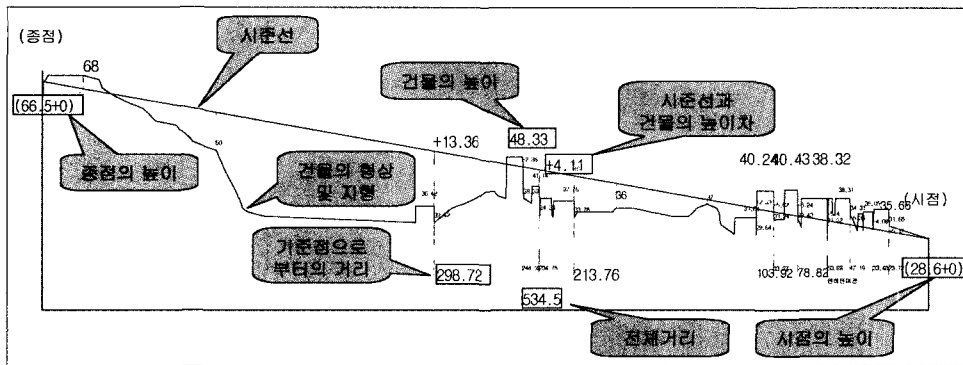


그림 5. 자유공원 지역 측면도예시

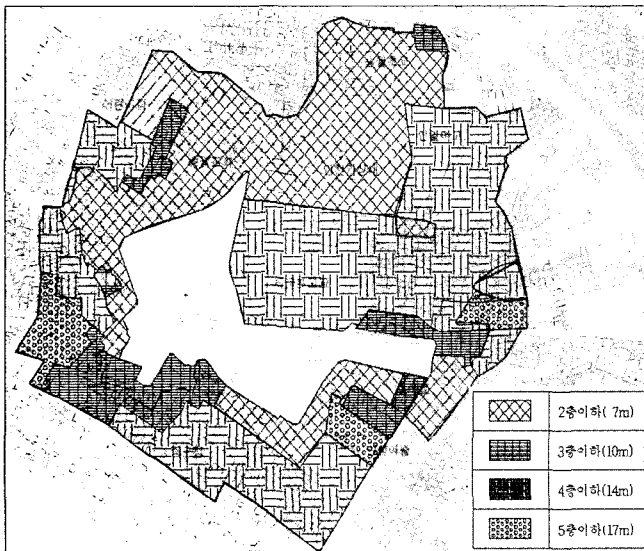


그림 6. 자유공원 고도지구 계획도

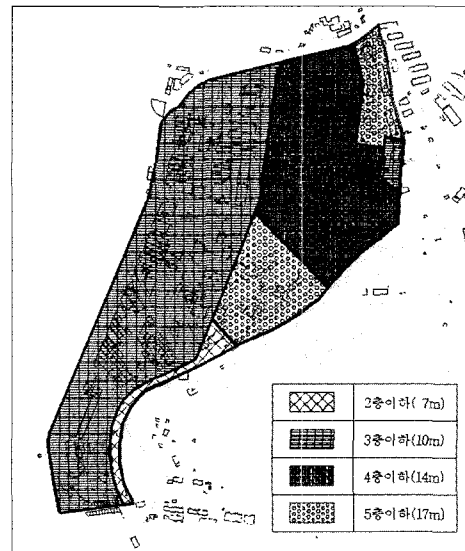


그림 7. 월미도지역 고도지구 계획도

작성, 새로이 분석하는 과정을 반복하여 가장 적합한 고도 지구를 산출하였다.

그림 6과 그림 7은 경관분석 결과에 의하여 도출된 자유 공원 및 월미도의 고도지구 계획의 예시도이다.

4. 결 론

본 연구에서는 수치사진측량 및 GIS를 이용한 경관분석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

수치사진측량 및 GIS를 이용하여, 기존의 정성적이며 주관적인 도시경관 분석을 정량적이고 객관화 할 수 있었다. 기존의 경우 도시경관분석이 객관적인 자료보다는 전문가 몇몇의 시점으로 정성적이고 주관적으로 이루어져 이론의 여지가 많았으나, 본 연구에서는 수치화 된 자료를 이용함으로써 정량적이고 객관적인 경관분석이 가능하였다.

대상지역에 대한 3차원 영상 시뮬레이션의 제작 및 시준선에 대한 단면도 작성에 의하여 도시경관을 종합적이고 수치적으로 분석할 수 있었으며 이를 통하여 도시고도계획을 합리적으로 수립할 수 있었다. 기존의 경우 주관적인 분석후 계획을 수립하여도 이에 대한 시뮬레이션이 매우 어려웠으나, 본 연구에서는 수치사진측량 및 GIS를 활용함으로써 도시경관에 대한 다양한 시뮬레이션 및 검증이 용이하여 건물의 높이에 따른 수치적이고 객관적인 고도

분석이 가능하였으나, 경관을 정량화하고 객관화하여 향후 환경영향평가 등의 분야에 법적이고 공식적인 자료로 널리 활용하기 위하여는 경관지표에 관한 좀더 많은 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. ASPRS, "Digital Photogrammetry : An Addendum to the Manual of Photogrammetry", ASPRS, 1996.
2. Verbyla D. L. and Chang, Kang-tsung, "Processing Digital Images in GIS: A Tutorial Featuring ArcView and ARC/INFO", OnWord Press, 1997.
3. Wolf P. R. and Dewitt B. A., "Elements of Photogrammetry with Applications in GIS", McGraw-Hill, 2000.
4. Schenk, T. and 유복모, "현대디지털사진측량학", 문운당, 2001.
5. 유복모, "경관공학", 동명사, 1996.
6. 인천광역시 중구, "자유공원, 월미도 일원 고도지구 분석", 인천광역시 중구청, 2001.
7. 한국경관생태연구회, "경관생태학", 동화기술교역, 2001.
8. 환경부, "경관평가기법 개발에 관한 연구", 환경부, 2000.

(2002년 5월 11일 원고접수)