

# 경관시물레이션기법의 활용

임창영 (농어촌진흥공사 농어촌연구원 지역정비연구실)

여운식 (농어촌진흥공사 농어촌연구원 농공기술연구실)

## 1. 서론

지역의 물리적 환경을 다룸에 있어서, 즉 계획 및 설계기법과 시행에서 시각적 측면의 고려는 다른 요인들 보다 우선되어야 할 것이다. 잘못 만들어진 건물은 다시 지으면 되지만, 잘못 설계된 경관은 복구하는데 많은 비용과 노력이 따라야 한다. 그러므로 사전에 이러한 문제점을 유발하지 않게 하기 위해서 모든 개발계획은 건설 전에 그 시각적 영향이 예측되어야 하고, 그 평가에 따라서 의사결정이 이루어져야 한다. 이러한 미래의 환경을 예측하고 평가하는 수단으로 시물레이션은 그 중요성을 더하고 있다. 다양한 시물레이션방법들이 각종 계획·설계 및 유지관리 프로젝트 등에 사용되고 있고, 특히 선진국에서는 지역의 경관을 예측하고 평가·분석하기 위한 방법으로 경관시물레이션기법이 근래에 각광받고 있다.

가까운 일본의 경우 대상지역에 있어서 생산기반이나 생활환경의 정비와 함께 녹지나 물을 활용하여 아름다운 경관이나 환경보전을 고려한 정비를 하고 있으며, 지역주민이 지역에 대해 우월감과 쾌적성을 향유할 수 있는 『아름다운 지역만들기』가 적극적으로 전개되고 있다.

이와 같은 환경정비에 있어서 특히 친수 물놀이시설, 공원, 녹음시설등의 환경설은 지역정비를 구체적으로 추진함에 있어 핵심적인 역할을 하고 있다. 또한 이들 사업의 특징은 경관정비가 갖는 의미가 크고, 경관에 대한 기술적인 관심이 높다. 현지 주민과의 협의를 통해 지금까지의 도면에 의한 계획보다 구체적인 시각적인 계획을 수립할 수 있다.

이러한 이유로 정비된 후의 경관을 정비계획 구상 단계나 시설설계단계보다 현실감 있는 시각적인 표현에 의해 환경정비사업에 대한 주민, 행정, 기술자간의 상호이해를 도모하여 계획하는 것도 생각해 볼 수 있게 되었다. 또한 정비후의 환경설비는 운영 유지관리 측면에서 지역주민에 의존하는 경우가 많으므로, 계획의 초기단계부터 주민의 참여가 요구되는데 이와 같은 시각적인 표현수단은 주민이 계획에 참가할 수 있도록 하는 계기를 만들 수 있다. 이러한 점에서 정비후의 상황 등을 정비 전에 시각적으로 표현하는 수단은 점점 필요해질 것이다.

이와 같은 상황에서 경관시물레이션기법의 활용은 수공학분야에 있어서 수공구조물의 계획설계, 하천정비계획등에 적극적 검토가 요망된다.

## 2. 경관시물레이션

### 2.1 방법의 개요

사진합성에 의한 포토몽타주나 영화의 특수촬영 등의 특수한 업무 등에서는 이미 영상시물레이션이 실용화되었다. 컴퓨터그래픽에 의한 경관시물레이션 기법을 보다 상세하게 분류하면 ① 사진처리에 의한 것, ② 비디오시스템에 의한 것, ③ 컴퓨터그래픽(Computer Graphics:CG)에 의한 것, ④ 디지털화상처리에 의한 것으로 크게 구별할 수 있다. 이 분류에 따라서 이들의 개요 및 특징을 정리하면 표1.과 같다.

①, ②, ③은 현재의 경관 내에 구조물 등의 경관구성요소를 새롭게 삽입하는 경우 등에 적합하지만, 반대로 경관저해요소를 제거하는 데에는 처리작업상 어

려운 점이 많다. 이것은 이들 방법이 지금까지 주로 신설구조물의 경관평가(assessment)를 위해 개발되었기 때문일 것이다.

또한 ①이나 ②는 축척모형 작성 등이 전제가 되기 때문에 이에 의한 시물레이션영상을 만들기 위해서는 모형제작기술을 비롯한 특수한 기자재나 숙련된 기술이 필요하다.

지금부터는 사진이나 비디오, 스케치등 컴퓨터그래픽에 의한 도형 등을 포함한 컴퓨터처리상 입·출력 대상이 되는 경관데이터를 영상이라 하고, 그 중 특히 디지털화상처리에 이용할 영상을 화상(디지털화상)이라 분류하여 사용하기로 한다.

1) 컴퓨터그래픽 도형처리에 의한 방법

컴퓨터그래픽(이하 CG)에서는 시물레이션대상물의 영상을 점, 직선, 도형 및 이것을 조합한 3차원좌표군으로 작성, 표현한다. 대상데이터의 처리단위는 점, 선분, 연속직선, 다각형등이 있고 보통 8~16 색을 사용한다. CG를 이용하는 경우, 장점은 대상물의 설계도면정보에 따라 위치를 정확하게 시물레이션 할 수 있다는 점이다.

앞에서도 밝힌 바와 같이 컴퓨터가 지원하는 시물

레이션기술의 대표적인 것으로서 CAD(Computer Aided Design)가 있는데 이미 실용화 되어있다. CAD는 구조물의 설계도 작성에 이용되고, 작성된 설계도의 예상투시도를 작성할 수 있다. 이것은 CG도형처리에 의해 투시도를 작성할 수 있는데, 이것도 구조물 경관시물레이션영상이라고 할 수 있다.

또한 CG는 최근 기술적으로 급속하게 발전하고 있어 음영이나 질감 등도 표현할 수 있게 되는 등 처리영상이 갖는 현실감이 비약적으로 향상되었다. 이 기술이 발전하여 요즘은 가상현실(Virtual Reality)이 실용화되고 있는 추세이다.

2) 디지털 화상처리에 의한 방법

디지털화상처리는 처리부하가 커서, 전에는 대형컴퓨터에서만 그것도 부분적으로 이용되었다. 그러나 최근 개인용컴퓨터(이하 PC)의 처리능력이 크게 향상됨에 따라 PC에 의한 디지털화상처리가 실용단계에 접어들었다.

특히, 최근에는 PC에서 사용할 수 있는 저렴한 소프트웨어가 판매되고 있어 이것을 이용하여 제한적이나마 경관시물레이션이 가능하게 되었는데 주로 소프트웨어가 갖추고 있는 화상편집의 기능을 이용하여

시물레이션하는 것이 주류를 이루고 있다. 또한 디지털화된 경관 화상(디지털경관화상)도 PC로 처리된다. 디지털경관화상은 화상내의 위치 및 색채정보가 수치데이터로 입력되며, 처리과정에서는 처리의 정량성, 재현성, 객관성이 유지되기 때문에 이것을 이용한 시물레이션화상에는 사진 화상과 같은 현실감이 있다.

3) 컴퓨터시물레이션에 의한 영상

컴퓨터처리와 관련된 각종 기술을 이용한 시물레이션영상은 그 특성에 따라 그림1.과 같이 정

표 1. 경관시물레이션방법의 개요와 특징

| 예측방법     | 개요   | 예측대상  | 특징                                       |
|----------|--|---|--|
| 사진처리     | 사진이나 슬라이드를 이용하여 대상물의 직접조합이나 스크린상에서 중첩한다.                   | 대상물의 영상을 축척 모형이나 삽화로부터 구한다.                 | 예측된 경관에서 기하학적인 위치관계 등 자연미를 살리기 어렵다.      |
| 비디오 시스템  | 여러 비디오화상을 TV화면상에서 합성하여 대상물을 중첩한다.                          |   |  |
| 컴퓨터 그래픽  | 투시도법 등에 기초한 컴퓨터그래픽에 의해 대상물의 영상을 창출한다.                      | 대상물의 설계도에 기초하여 실제적인 위치의 예측이 가능하다.           | 제작된 경관구성요소의 영상에 현실감이 부족하다.               |
| 디지털 화상처리 | 경관을 디지털 화상으로 처리하여 화상 잡음제거나 윤곽선 강조등 여러 가지 화상처리기술을 이용할 수 있다. | 대상물 영상의 기하학적, 색채적인 처리에 의해 현실감이 있게 표현할 수 있다. | 대상의 위치, 색채정보가 정량적으로 주어져 처리내용의 재현성이 확보된다. |

리 배치하여 표현할 수 있다.

그림1.에서는 ①위치관계의 현실감(정확성), ②색채나 소재의 현실감(사실성), ③처리순서의 재현성이나 결과의 재현성(이미지스케치는 그리는 사람의 미적 감성이나 주관 주장성)을 3개의 표현 축으로 설정하고 있다.

위치관계가 정확한 CG기술과 색채 소재의 사실성이 높은 화상처리기술 양자의 특성을 모두 갖춘 시물레이션영상으로 보다 현실감을 제공하는 기술이 등장하고 있다. 이것은 앞에 언급한 가상현실(Virtual Reality)이나 인공현실(Artificial Reality)이라고 부르고 있다. 이것은 현재 인공구조물만으로 구성되어 있는 실내경관등이 대상이 되며, 대상경관을 돌아보는(Walk Through)것과 같이 시점의 이동을 가능하게 하는 것도 있다. 그러나 흙이나 물, 녹음 등의 자연물로 둘러싸여 있는 해당지역의 경관은 아직 이들 소재를 표현할 수 있는 데이터가 불충분하여 금후 연구 개발해야 할 부분이 많다.

또한 이러한 시물레이션을 가능하게 하는 시스템은 전용 및 고가기자재를 전제로 하고, 처리과정도 특수한 장치를 이용해야만 한다(예를 들면, 본체탑재형 3D디스플레이나 데이터클러브등). 이런 의미에서 현재까지는 지역계획 수립에 경관시물레이션을 실용화할 수 있는 상황은 아니지만, 금후의 연구개발 및 보급이 크게 기대되고 있다.

## 2.2 설계적 측면에서의 기본 구조

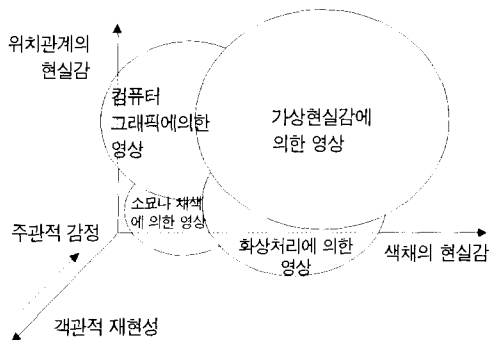


그림 1. 컴퓨터 처리에 의한 영상의 특징

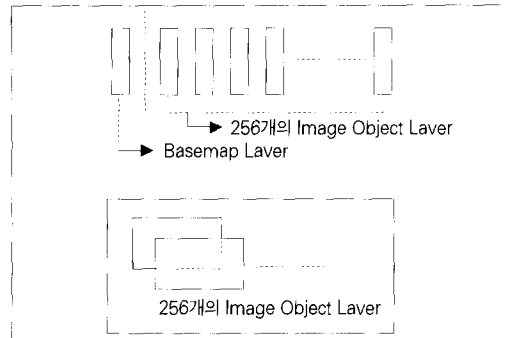


그림 2. 경관시물레이터의 개념도

경관 시물레이터의 개발을 위해 구상한 [다단계 가상 이미지 처리 구조]에서 기본 구조를 논하기 전에 이것을 도식화한 개념도를 두 가지의 형태로 나타낸 것이 그림2. 이다.

그림2. 에서 베이스맵 층(Base Map Layer)은 이미지 객체(Image Object)들의 배경이 되는, 일종의 배경 이미지로 볼 수 있다. 이것은 경관 시물레이터에서 기술적으로 지원하는 이미지 형식만 일치한다면, 어떠한 이미지라도 관계없다. 그러나, 경관 시물레이터에서는 주로 도시 또는 마을의 경관에 대한 사진 이미지나 건축물, 구조물 등의 이미지들이 대부분의 경우를 차지하는데, 이 베이스맵 이미지는 전자에 해당한다.

베이스맵 층은 이미지 객체 층과는 독립적으로 설계하였다. 이것은 이미지 처리에 의한 어떠한 변경이나 그에 따른 베이스맵의 예상치 못한 손상을 최대한 보완하기 위한 일종의 안전 장치로서의 역할과 함께 베이스맵의 단독적인 편집 또는 수정이 가능하도록 한 것이다. 기존의 보편적인 이미지 처리 소프트웨어들은 한 화면 내의 내용들을 모두 한꺼번에 관리하기 때문에 일부분의 손상이 체 작업에 영향을 미치는 일이 적지 않았으나, 독립적인 층 개념을 도입한 설계로써 이같은 문제점을 최소한으로 줄일 수 있다.

이미지 객체 층은 실제 건축물, 구조물 등의 편집을 위한 작업 공간이라고 할 수 있다. 현재는 256개의 층(Layer)을 적용하였는데, 이것은 각 층들이 정해진 색인(Index)에 따라 순차적, 단계적으로 존재하게 되

며, 각 단계의 층들은 각기 독립성을 유지하게 된다. 실제로 프로그래밍 언어로 개발(Coding)하는 단계에서 사용된 구현상의 기술적 개념을 들여보면 우선, 전체 층들의 존재는 256개의 배열(Array)을 이용하여 구현하였으며, 각 층에 실제로 존재하게 되는 이미지 객체들은 해당 층의 색인을 식별자로 하여, 서로 연결 리스트(Linked-List)로 구현하고있다.

이미지 객체의 표현을 위하여 층의 개념을 사용하여 얻을 수 있는 이점은 편집 후에 다시 이미지 객체의 수정이나 삭제할 필요가 있을 때, 해당 층을 선택할 수 있게 하여, 동일 성질을 지닌 이미지 객체들을 따로 분리하여 출력하고, 편집 또는 수정할 수 있게 된다. 그리고, 만약 이미지 객체의 편집 도중 문제가 발생하여 야기될 수 있는, 전체 작업 데이터의 손상을 해당 층으로 국한시킬 수 있으므로 피해를 최소화 할 수 있다. 기존의 전체 화상을 대상으로 하는 대부분의 이미지 처리에서는 화면 일부분을 편집하면 어떠한 형태든지 원래 화상 뿐 아니라 전체 화상의 손상을 가져오게 되며, 일부분을 이미지 객체로 볼 수 없기 때문에 당연히 이미지 객체의 분류, 관리 등을 할 수 없다.

경관 시뮬레이터가 실제로 사용되어지는 단계에서는 시뮬레이터의 기술적인 설계 과정 및 그 내용은 은닉화하여 실제 사용자는 기술적인 지식이 거의 없어도 편집 작업에 지장이 없도록 해야 한다. 단지 기술적인 설계로의 접근 과정 즉, 인터페이스만을 가시화 또는 실체화하여 제공하면 되는 것이다. 현실적으로도, 관리자의 입장에서는 기술적으로 뛰어난 도구(tool) 보다는 자체적으로 수용 가능한 기술을 지니되, 사용이 간편하여 작업자에 대한 교육비 절감 등을 요구하게 되며, 최종 사용자(End-User) 입장에서는 빠른 기능습득과 작업의 편의성을 요구한다.

이러한 내용이 실현되는 부분은 시스템 내부 연산 보다는 도구(tool)와 데이터를 연결시켜 주는 입출력 연산에 많이 적용된다. 경관 시뮬레이터에서 보면, 구체적인 이미지 객체의 처리에 관한 연산들은 사용자가 알지 못하는 기술적 처리 과정에 의해 이루어지고, 실제로 사용자가 물리적인 이미지 객체 데이터의 추

가 및 삭제를 할 수 있게 하는 방법으로 위의 내용을 적용한다. 구체적으로, 이미지 객체 데이터의 성질이 같은 것들을 분류하는 형식으로 각 분류소마다 하나의 실제 디렉토리(Directory)를 부여한다. 이 부분을 사용자가 작성하면, 경관시뮬레이터에서 사용자에게 해 유동적으로 가감된 디렉토리들을 실행 초기 단계에서 반영하여 이미지 객체 데이터 라이브러리(Image Object Data Library) 형태로 구성하여 준다. 그리고, 일단 한 번 이미지 객체 데이터 라이브러리가 구성되면 이것은 어느 한 프로젝트(Project)에 제한되어 사용되는 것이 아니라, 모든 프로젝트에서 공유할 수 있게 함으로써 저장 공간의 효율을 극대화할 수 있도록 설계한다. 현실적으로 기존의 프로그램을 보면 데이터의 데이터베이스화가 잘 구현 되어 있는 세계적으로 유명한 회사에서 개발한 몇몇 툴 이외의 소규모 개발 계획에 의해 제작되어진 많은 툴들이 효율적인 데이터 관리를 이루지 못하여 같은 데이터가 중복 저장되는 등 저장 공간을 상당히 낭비하는 경우가 적지 않다.

### 2.3 경관영상 추정방법

#### 1) 방법의 개요

실제 경관을 구성하는 구조물내의 ①경관을 제거하는 요소를 제거하거나, ②새로운 구조물을 삽입하는 경우, ③색채적인 수정을 하는 경우에 실제경관화상을 기초로 부분화상을 편집하거나 그려 넣는 경관시뮬레이션방법이 유효하다.

#### 가) 주요한 처리기능

시판되고 있는 PC용 화상처리소프트웨어는 일반적으로 화상의 편집이나 그리기 기능을 지원하고 있다. 이들은 디지털경관화상의 처리를 주체로 하고 있으므로 색조와 위치에 관한 처리가 기본적인 내용이 된다. ①화상전체, ②도로나 수목 등과 같이 화상 내에서 국부적으로 정리되거나 의미 또는 내용을 갖는 부분화상, ③경관화상의 최소단위(화소)가 처리대상이 된다. 이들 대상별로 경관시뮬레이션에 필요한 처리기능을 정리하면 표2.와 같다.

**표 2. 디지털 경관 화상처리에 필요한 각종기능**

| 기능  | 처리작업내용   | 대상 <sup>1)</sup> |
|-----|--|------------------|
| 편집  | 오려내기, 이동, 복사, 제거등                                | G,L,P            |
| 변형  | 확대, 축소, 회전, 거울반전등                                | G,L,P            |
| 그리기 | 기본도형 그리기, 전면도색, 각종의 효과 <sup>2)</sup> 를 갖는 도구그리기등 | L,P              |
| 강조  | 콘트라스트(對照)강조, 특정 색의 강조, 국부적 평균에 의해 흐리게 하는 것 등     | G,L,P            |
| 기타  | 줌(일시적확대), 화상의 보존 읽기, 논리연산에 의한 화상의 중첩등            | G,L              |

- 1) G,L,P는 화상전체, 부분화상, 화소를 의미한다.
- 2) 에어브러쉬나 반투명, 채색필터등과 같은 효과를 준다.

표2. 의 기능중에서 그리기 기능은 인간이 갖는 미적 감성이나 창조성 등의 인간의 능력을 전제로 해서 그 기능발휘를 지원한다.

또한 일반 디지털화상처리기술의 지원을 필요로 하는 기능이 있다. 예를 들면 화상계측이나 AD변환 등에서 유래하는 각종잡음(저주파/고주파잡음등)의 제거, 초점이 맞지 않아 발생하는 흐린 화상의 수정, 혹은 화상 내에 존재하는 투시구조의 변경등이 있다.

**나) 경관예상처리의 흐름**

경관처리의 전반에 걸쳐서 인간의 감성 미의식에



**그림 3. 컴퓨터 그래픽에 의한 하천내 식생의 변화**

의존하는 면이 많기 때문에 경관예상처리의 흐름은 PC를 주체로 하는 機械係處理와 처리하는 사람의 판단에 의존하는 人間係처리로 나눌 수 있으며, 또한 처리면에서는 ① 대상경관의 데이터화 ② 전처리 ③ 경관화상의 분해 ④ 구성요소의 처리 편집 ⑤ 경관재구성 ⑥ 처리결과제시 등 6단계로 구분할 수 있다.

또한 ④ 구성요소의 처리 편집에서 추출된 구성요소는 경관구성상의 부분화상으로서 라이브러리(library)화하면 다른 처리사례에서 이용할 수 있다.

또한 이상의 처리흐름에서의 지식, 예상처리상의 노하우를 처리사례마다 ⑥에 축적하는 것이 인간계처리시 라이브러리로 이용할 수 있다. 이것은 예를 들면 계획 구상단계의 정비지침을 정리한 매뉴얼에 경관예측의 기술적인 면을 모두 가미한 것과 같은 것이다. 더욱이 앞에 기술한 기계계처리에 있어서 라이브러리와 함께 데이터베이스(Data Base)화할 수 있으면 이러한 종류의 처리시스템의 이용면에서 완성도를 높일 수 있다.

대용량의 보조기억장치(광자기디스크장치나 고정디스크장치)의 장비를 전제로 하여 부분화상과 그의 기술적 속성을 데이터베이스화하는 소프트웨어도 개발되고 있는데, 이들을 효율적으로 활용하여 기계계



**그림 4. 컴퓨터 그래픽에 의한 수변형태의 변화**

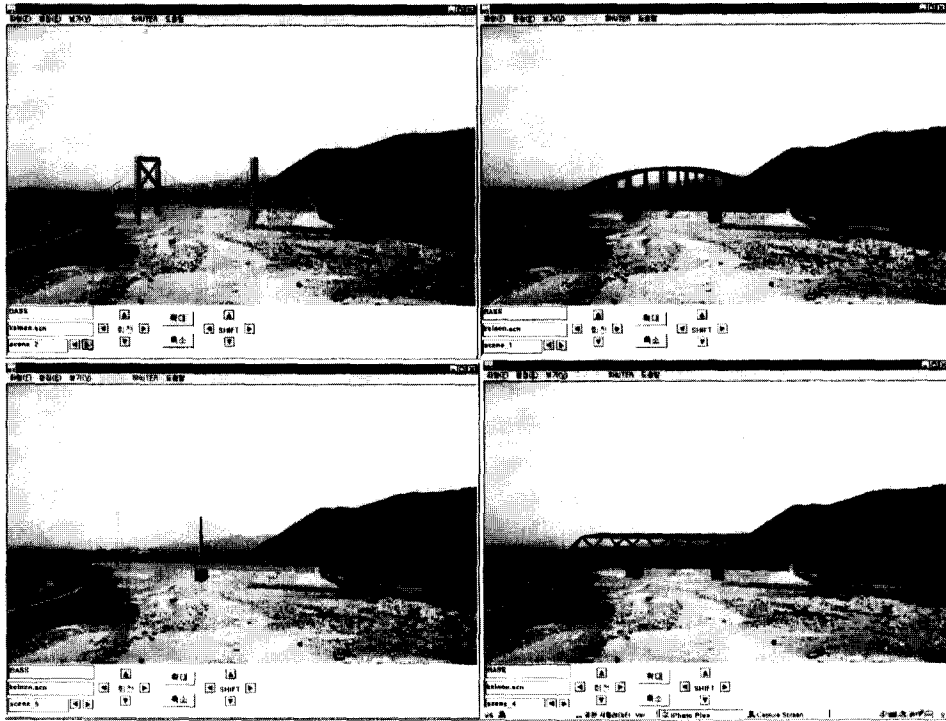


그림 5. 하천 최적환경정비를 위한 교량의 3차원 시물레이션 예

라이브러리와 인간계라이브러리를 같은 관점에서 정비할 수 있으면 보다 효율적인 경관시물레이션지원 시스템으로 발전시킬 수 있을 것이다.

한편, 처리면의 ④, ⑤에서의 대체안 평가에서는 시각적인 우열평가를 하기 전에 『어느 것이 아름다운가』라고 하는 평가시점과 규범이 평가하는 사람들에게 공통적으로 인식되어 있는 것이 대체안 평가의 논의 상 바람직하다. 이 평가시점과 규범은 예를 들면 구체적인 지역경관의 구성요소에 대하여 양호한 사례와 열악한 사례를 대비시켜서 예시하는 등의 방법이 제시되고있다.

#### 2.4 경관화상데이터베이스 시스템

효율적인 경관시물레이션처리를 위해서는 경관구성요소의 화상라이브러리의 존재가 전제가 되어야 한다. 그러나 일반적으로 화상데이터는 대용량이므로 종래의 PC의 외부기억장치로는 입력할 수 있는 화상데이터수에 한계가 있어 실제면에서 어려움이 있다.

그러나 앞에 서술한 바와 같이 최근 PC용 광자기디스크의 보급에 따라 환경은 크게 바뀌어 이들을 이용한 화상데이터베이스화가 가능하게 되었다.

다만 PC의 특성상 데이터베이스 입력량이 많아지면 검색속도가 늦어지는 단점이 있는데 시설물의 구분이나 소재 등의 상위의 분류방법과 기억매체나 디렉토리로 정리하는 것이 향후 연구개발해야 할 과제이다. 마찬가지로 속성항목이 증가할 경우에 대비하여 데이터베이스 전용 소프트웨어를 애드인(Add-in)으로 활용하는 방안도 고려해야 할 것이다.

### 3. 결 론

경관 시물레이터를 구현하기 위한 기술적인 방법의 선택에 있어서, 앞서 설명했던 것처럼 디지털 이미지 처리에 의한 시물레이션 방법을 선택함으로써 가상으로 제작해 보기 위한 모든 실체를 디지털 이미지로 처리할 수 있다.

즉, 예측 해야 할 대상물과 실제로 존재하는 경관에 대한 디지털 화상을 사진과 거의 같은 수준으로 유지 하면서, 개발되어 있는 모든 이미지 처리 기술들을 적용하여 임의의 형태로 편집할 수 있게 하는 것이다. 한발 더 나아가 손상되거나, 원 화상에서 부족한 색채 등을 보정할 수 있으므로 오히려 실제 화상보다 더욱 현실감을 부여할 수 있는 방법도 제공한다.

우리나라는 지역별 특색이 상당히 부족한 편이다. 이는 정책적인 차원에서의 정비 및 재정비사업이 구조적으로 이루어지지 못한 것에서 오는 필연적인 결과라 볼 수 있다. 특히 정보 처리 분야의 급격한 기술 발전을 거듭하고 있는 현 시점에서 정보화 사회의 총아인 컴퓨터의 우수한 성능을 제대로 이 분야에 적용하지 못한 것도 체계적인 지역정비의 발목을 잡는 악영향을 놓고 있는 것이다.

앞으로 우리 나라는 정비의 주 대상이 되는 농어촌 지역이나, 재정비의 주 대상이 되는 도시지역의 시설

이나 기반 정비에 투자함에 있어서 경제적 효율이나 기능주의적인 생각을 구체화하여 첨가함과 동시에, 경관과의 조화를 배려하고 또한, 지역 고유의 특성 및 개성을 보전, 육성하는 방향으로 개발 및 재개발이 이루어져야 할 것이다.

물론 지금 이 순간에도 그러한 일련의 노력들은 진행되고 있지만, 그에 대한 구체적인 방법 제시가 원활하지 못한 것이 사실이다. 이러한 측면에서 볼 때, 경관시뮬레이션시스템은 적용 가능한 구체적이고, 현실적인 방법 중의 하나가 될 것이며, 이것을 수공학분야의 수공구조물계획 및 설계, 하천환경정비 및 수변공간개발 등에 이용함으로써 이 분야의 상당한 발전을 가져올 수 있으리라 기대할 수 있으며, 보다 현실감이 있는 예상경관화상을 이용하고 종래의 사회 계량심리학적 방법 등을 이용하여 대상지역의 생산 자연환경 보전면등에서 조화를 이룰 수 있는 경관평가방법을 확립하는 것이 과제일 것이다. ●

### 〈참고문헌〉

- (1) 농어촌진흥공사 농어촌연구원. 1996. 농어촌 지역 개발 계획 기법 및 진산화 연구.
- (2) 김대현. 1990. 서울대. 경관 시뮬레이션기법의 신뢰도와 타당성에 관한 연구.
- (3) 강승호. 1992. 한양대. 경관 시뮬레이션 기법을 이용한 환경 계획, 설계의 적용에 관한 연구.
- (4) 환경과 조경. 1991. 경관 시뮬레이션에 관한 고찰.
- (5) 김대현, "경관시뮬레이션기법의 신뢰도와 타당성에 관한 연구", 서울대학교대학원 생태조경학과, 석사학위논문. 1990., pp. 44
- (6) 고바야시 히데유키(小林英之). 1996. 일본 건설성 건설연구소. 경관 시뮬레이터와 경관 데이터베이스 요약집.
- (7) Hyun, 1986 : Andrew & Withey : 환경론/ 인간-환경과의 정보처리모형, '87.10. 환경과 조경(통권 20권)
- (8) Zube,E.H., D.E.Simcox, &g.s.Law(1987) "Perceptual Landscape Simulation: History and Prospect". Landscape Journal. 6 : 62-80
- (9) Mekechine,G.E.(1977) "Simulation techniques in Environmental Psychology" In D.Stokols, Perspectives on Environment and Behavior : Theoty research and application, Plenum Press N.Y, pp. 169-190