

# \*\*공간분석을 위한 정량적 분석 모델에 관한 연구

- 이미지 영상처리와 설문조사 데이터의 다중 회귀분석을 중심으로 -

## A Study on Quantitative Analysis Model for Space Analysis

- Focused on a Digital Image Processing and Multiple Regression Analysis of Recognition Amount -

이혁준\* / Lee, Hyok-Jun

### Abstract

The lack of objective decisive criteria and the absence of analyzing tools accrued from the experiments on various types developed from space design process makes it difficult to select and execute alternatives for them. As an attempt of coping with these problems, the aims of this study is to establish space analysis' models and to propose possibility of analyzing models by utilizing the technology of image process. It is now under study in the field of artificial intelligence based on the accomplishment of digital images.

This study focused on establishment an analysis model based on accomplished digital images and image processing framework. It helps utilize various processing technologies that are currently in use of image processes, and problems of the study can be supplemented through further follow-up studies. Finally, analysis model can be constructed gradually huge design data in the analogue data to the digital image database and be proposed with index in design or evaluation step.

키워드 : 공간분석, 정량적 분석 모델, 영상처리, 회귀분석

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

공간에 대한 계획 및 설계에 있어서 단순히 디자이너의 역할에 의존한 디자인 결과에서 벗어나 이제는 사용자, 즉 설계 의뢰인의 다양한 요구, 합리적인 구성으로부터 개인의 감성적 만족까지 요구되고 있는 실정이다. 그러나 결과물의 도출과정에서 발생하는 다양한 공간 구성에 대한 결과는 다분히 주관적인 판단에 의해 평가되어왔고 아직도 객관적인 판단 기준의 부재로 인해 명확한 대안의 선택과 진행을 어렵게 하고 있다.

반면 공간을 다루는 실내 디자인 분야와는 달리 IT 기술은 HCI(Human Computer Interface)와 인공지능분야까지 그 영역이 확대되고 있으며, 이미 상당부분에서 연구가 진행, 활용단계로 이어지고 있다. 특히 인간의 뇌에서 일어나는 판단에 대한 역할이 컴퓨터를 통해 유사 반응을 일어날 수 있도록 만들어지게 될 경우 인간으로부터 인지되는 수많은 정보들을 정량적인

데이터로 만들어질 수 있으며, 미적(美的)인 정보 또한 정량화가 부분적으로나마 이루어 질 수 있다는 의미로 해석되어질 수 있다.

이와 같이 정보처리 기술을 응용할 경우 디자인 결과로 얻을 수 있는 공간 영상을 디지털 이미지 프로세스 기술을 이용하여 인지적 차원의 이미지 분석으로 유도할 수 있다. 또한 디지털 이미지 프로세스를 통해 얻어지는 데이터를 이용할 경우 공간분석에 있어서 보다 객관적인 분석 모델로의 활용으로 이어질 수 있다. 아직도 단순한 프리젠테이션 도구에 머무르고 있는 이미지 프로세싱 기술을 이용할 경우 비교, 분석이 가능한 데이터 값을 추출할 수 있는 가능성이 있을 뿐 아니라 새로운 공간 분석 및 대안 선택을 위한 설계 프로세스 도구로의 활용으로 이어질 수 있을 것이다.

### 12. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 공간구성의 정량적 분석을 위해서 디지털 영상처리를 이용한 정량적 분석에 제안을 위한 실험과 이를 이용한 분석 모델을 제한하였다.

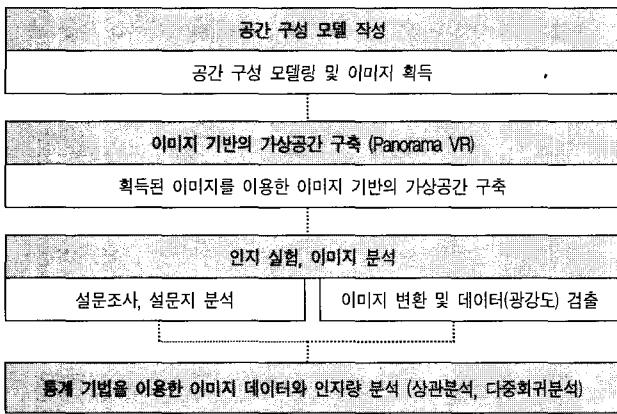
연구의 모델 구축 및 실험을 위해 비교, 분석이 용이한 기준 공간을 구성한 후 구성요인의 단위 물리량 변수들을 조작한 모

\* 정회원, 인하공업전문대학 실내건축과 전임강사, 공학박사

\*\* 본 논문은 2004년도 인하공업전문대학 교내연구비 지원에 의해 수행되었음

텔을 통해 획득된 디지털 이미지를 이용하였다. 획득된 디지털 이미지의 제시 방법으로는 웹을 통해 인터랙티브의 속성을 포함할 수 있는 이미지 기반의 파노라마 VR 기법을 이용하여 검색 가능한 이미지를 제시하였다.

디지털 이미지를 이용한 분석방법으로 제시된 이미지의 이미지 프로세싱 결과를 통해 얻어진 광강도(光強度) 인자 중에서 시각적 인지에 대응될 수 있는 윤곽선, 블록 이진화 과정으로 통해 변화된 이미지의 광강도(光強度)를 추출하였으며, 설문 조사를 통해 얻을 수 있는 인지정도를 이용하여 추출된 인지값을 이용하여 통계적 기법인 다중 회귀분석을 통해 추출된 인자들의 물리적인 양과 인지정도와의 관계를 정량적인 식으로 유도한다. 결과적으로 이러한 데이터 값이 공간인지에 미치는 영향 정도를 정량적으로 파악할 수 있는 근거로 활용될 수 있으며, <그림 1>은 이러한 연구의 흐름을 도식으로 보여주고 있다.



<그림 1> 연구의 흐름

## 2. 디지털 이미지 분석 방법

### 2.1. 디지털 영상 처리

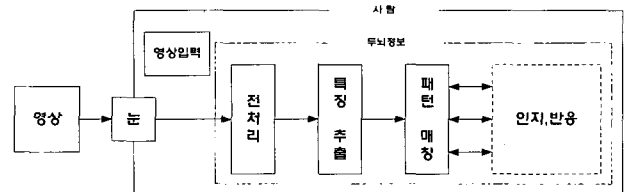
디지털 영상 처리 기술이란 획득된 영상을 연구 및 목적에 맞게 이미지를 변형 시키는 기술을 의미한다. 이러한 영상처리는 1960년대부터 시작되어 점진적인 발전을 거듭하였으며, 현재는 의료, 군사, 디자인 등의 다양한 분야에서 기술이 응용되고 있다. 궁극적인 목표는 컴퓨터로 하여금 인간의 인식 수준 이상의 결과를 얻을 수 있도록 처리하는 것이라 할 수 있다. 더불어 최근에 개발된 여러 가지 기술로 인해 영상처리 분야의 성장 가능성이 더 한층 기대되며, 많은 기술이 이미 일상생활 속에서 보편화되고 있다. 이러한 영상처리는 영상조작(image manipulation), 영상 분석(image analysis), 영상 인식(scene analysis), 영상 통신(image transmission)과 같은 프로세스를 통해 이루어지며, 컴퓨터 그래픽과 미래의 IT 기술과 밀접한 관계를 가진다고 볼 수 있다.<sup>1)</sup> 앞서 언급한 바와 같이 이러한

영상을 이용한 처리 기술은 다양한 분야에서 활용되고 있는데 <표 1>은 이를 정리한 것이다.

<표 1> 영상처리의 응용분야

응용분야	내용
생물학 분야	생물학과 생의학에서는 생물의 샘플을 시각적으로 분석 (가시성 개선, 특성을 만족하는 세포 분류, DNA 분석)
군사적 분야	위성사진 분석, 목표물 추적 및 인식
문서 처리	문서나 그림의 자동적인 획득과 처리, 수표 및 세금 양식의 글자 검출
공장 자동화	자동화 검사와 프로세스
의료진단 영상 시스템	X-Ray, CT 촬영을 통한 영상 합성
리모트 센싱	위성사진을 통한 동식물의 분포 및 자원 탐사
비디오/필름 효과	영화산업 및 특수효과 제작을 위한 인공합성 및 처리

획득된 디지털 영상처리 및 분석방법으로 다양한 분석 기법이 개발되고 있다. 이러한 분석원리는 결국은 인간의 영상인식 원리를 응용하고 있기 때문에 영상처리 이전에 인간의 영상인식에 대한 연구가 진행되고 있다. <그림 2>는 영상의 처리 및 인식과정의 모델로 두뇌정보에 해당되는 과정을 컴퓨터에 의해 처리하도록 하는 과정을 보여주고 있으며<sup>2)</sup> 컴퓨터에 의한 인식과정은 절대적이지 않지만 전처리(preprocessing), 분할(segmentation), 정규화(normalization), 특징 추출(feature extraction)과 같은 일련과 과정을 거치게 된다.



<그림 2> 영상 처리 및 인식과정의 모델

## 3. 영상처리를 이용한 공간 분석

### 3.1. 이미지 기반의 가상공간 및 형태 구축 개념

과거부터 수작업으로 진행되던 대부분의 분석과정은 작가 및 실험자 개인의 의도에 의해 자유롭게 만들어지던 과정으로, 본 연구에서 수행되는 디지털 분석 모델과 비교하여 비알고리즘적이라 할 수 있다. 그러므로 이전에 수행되던 이미지 기반의 분석 프로세스의 경우 그 결과물은 개인의 성격을 반영한 것이며, 실제로 수행된 연구의 과정과 내용이 뛰어나더라도 객관성을 확보하기는 매우 어렵다. 그러나 작가가 스텐실이나 카메라 등을 이용해 구축된 공간을 이미지화하여 연구의 대상으로 구축하고 분석한다면 그 과정은 이전에 사용하던 수작업 형

1)장동혁, 디지털 영상처리의 구현, 와이미디어, 2003, pp.16~23

2)천인국·윤영택, 영상처리, 기한재, 1998, p.23

<표 2> 실험을 위한 공간 구성

구성NO.	구 성	도면 (구성 공간)	단면 이미지 (구성 공간)	파노라마 이미지 (구성 공간)
SP 01	한쪽 벽체가 1/4 크기의 개구부가 벽체 하부에 위치하고 있는 공간			
SP 02	한쪽 벽체가 1/4 크기의 개구부가 벽체 상부 및 하부에 위치하고 있는 공간			
SP 03	한쪽 벽체가 1/4 크기의 개구부가 벽체 상부 및 하부에 위치하고 그 사이에 중층이 위치하고 있는 공간			
SP 04	한쪽 벽체가 1/4 크기의 개구부가 벽체 상부 및 하부에 위치하고 그 사이에 중층이 위치하면서 우물 천정으로 구성된 공간			
SP 05	한쪽 벽체가 1/2 크기의 곡면형 개구부가 벽체 중앙에 위치하면서 그 사이에 중층이 위치하고 우물 천정으로 구성된 공간			

태의 분석보다 더욱 알고리즘적인 성격이 된다. 더욱이 디지털 분석 모델의 경우는 C·G 시뮬레이션을 통한 물리량의 선택적 제어를 통해 실험자에 의해 계획적으로 통제할 수 있는 물리량을 제어함으로써 공간 계획의 기초 자료를 제공하게 되며, 심리적 의미와 물리적 구성 요소간의 상관관계를 파악할 수 있는 모델 구축으로 이어지게 된다.

이를 위한 실험모델로써 지금까지 수행된 연구<sup>3)</sup>에서는 디지털 이미지 제시 방법 및 분석의 유효성 검증과 더불어 이를 활용한 검증모델의 초기연구가 진행되었다. 본 연구에서는 선행 연구에서 진행된 분석 모델을 응용한 공간 의식의 심리적 요인 축과 이미지 분석 데이터간의 상호관계 및 그 상관의 정도를 규명하기 위해 상관계수를 구하고 다중회귀 모델을 제시한다. 다중회귀분석을 위해 종속변수는 형태에 대한 선호도 및 감성 척도, 독립변수로는 다양한 이미지 프로세싱을 통해 변환된 이미지의 광강도(光強度) 값을 이용하여 독립변수들 간의 상호관계 및 독립 변수에 따른 선호모델을 예측한다.

### 3.2. Panorama VR 기반의 가상공간 구축

공간의 물리적 구성요소를 다룸에 있어 독립변인의 물리량을 제어함으로써 각 요소 및 이를 통해 분석되는 다양한 분석결과를 통해 규명하고자 하는 각각의 물리량과 심리적 척도와

의 관계를 보다 분석적으로 이해하기 위해서는 이들 요소에 대한 통제가 필요하다. 이러한 점에 비추어 본다면 앞에서 설명된 바와 같이 C·G 시뮬레이션에 의해 독립변인의 제어를 통한 결과와 이를 통해 얻어지는 분석결과를 비교함으로써 그 상호관계를 보다 명확히 할 수 있을 것이다.

연구자가 단일 변수에 대한 인간의 반응을 파악하고자 하는 경우, 실제의 장소에서 실험을 한다면 변수의 통제가 어려울 뿐만 아니라 많은 다른 변수가 존재할 수밖에 없고 연구자가 의도했던 공간 구성인자에 의해 피험자가 반응을 나타냈다고 단언하기도 어렵다. 이에 비해 C·G 시뮬레이션에 의해 구축된 이미지 제시방법<sup>4)</sup>은 실제 공간에 비해 체험감이라는 측면에 있어서 무리가 있을 수 있지만, 반면 변수의 통제가 가능하고 필요한 경우 모든 조건을 동일하게 할 수 있다는 장점을 가진다. 더불어 C·G 화상을 작성함에 있어 현실의 상황과는 달리 동일한 시각(카메라의 위치 및 화각)을 설정할 수 있으며, 동일한 공간구성 모델에서 하나의 형태 구성요소를 부가, 이동 또는 삭제함으로써 연구자가 의도한 환경설정을 경제성이나 구조 등의 제한없이 원하는 실험환경을 설정하여 연구를 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한 실험에서 제작되는 디지털 데이터는 편집과 가공이 용이하고 라이브러리 구축이 가능하여 실험 데이터로서의 지속적인 재사용이 가능하다는 장점 또한 가지게

3)이혁준·이종석, 형태 및 공간분석을 위한 다시점(多視點) 이미지 획득 및 유효성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 제34호, 2002. 10.

4)정성구·신남수, 시뮬레이션을 이용한 가로의 공간의식과 물리적 구성 요소의 상관성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2002. 5. p.93

된다.

그러나 이러한 장점을 가진 C·G 시뮬레이션 모델도 실험 과정에 있어 단일 이미지의 제시는 실험자의 의도에 따라 제한된 공간 및 형태만을 제공하기 때문에 C·G 시뮬레이션과 함께 이미지 기반의 Panorama VR 기술을 이용한 다시점(多視點) 이미지를 제시함으로써 좀 더 현실감 있는 이미지를 제시할 수 있을 것이다. 또한 제작된 이미지를 곧바로 재사용함으로써 제시된 이미지와 분석에 사용되는 모델간의 오차도 줄일 수 있다.

결과적으로 이러한 실험 모델을 통해 중요한 변수들을 파악할 수 있는 동시에, 분석 후 변수 상호간의 상대적인 중요도를 파악할 수 있다. 또한 본 연구의 궁극적인 목적인 공간의식과 분석 요소간의 상관성을 보다 명확히 할 수 있으며 바람직한 공간 구성에 대한 기초 자료를 제공할 수 있다.

## 4. 실험방법

### 4.1. 실험을 위한 공간 구성

실험에서 분석되어지는 공간 구성은 Edward T. White의 저서인 'Concept Source Book'의 공간의 질(Spatial Qualities)의 공간 구성<sup>5)</sup>을 바탕으로 구성하였다. 구성된 공간은 <표 2>에서 보여지는 바와 같이 동일한 단위 평면(8000×6000×6000mm, 벽체 두께:200mm)을 기준으로 중층 구성 여부 및 개구부의 크기와 위치의 변화를 주어 5가지 형태로 구성(<표 2>참조 ; SP\_01, SP\_02, SP\_03, SP\_04, SP\_05)하였다. 이러한 공간 구성은 공간에 대한 인간의 인지 및 상호 비교 분석의 가치를 지남과 동시에 본 연구의 분석 알고리즘을 보다 명확히 할 수 있는 평가 대상물의 선정을 통해 나름대로 연구결과와 외부적 타당성을 확보할 수 있도록 배려하였다.

### 4.2. 공간 모델 구축 및 제시방법

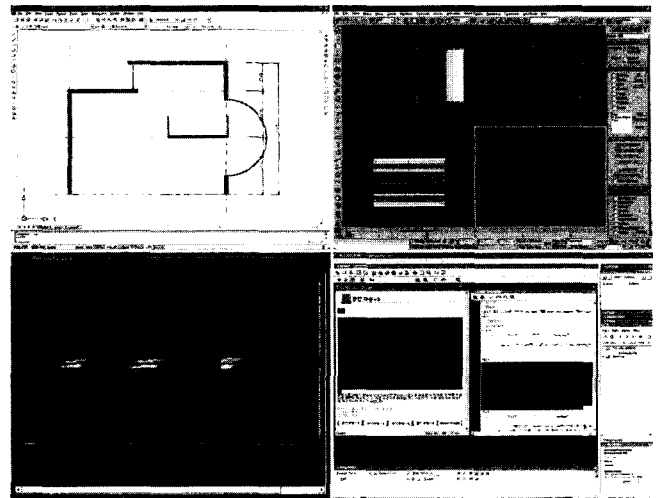
실험에 사용된 공간 및 형태를 위한 모델링 구축에는 2차원 도면을 기본으로 모델링 한 후 동일한 환경조건에서 렌더링 틀을 이용하여 제작된 이미지에 인터랙티브(Interactive) 속성을 가진 이미지 기반의 Web Panorama VR 환경<sup>7)</sup>을 구축하였으

5)이혁준·이종석, 형태 및 공간분석을 위한 다시점(多視點) 이미지 획득 및 유효성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 제34호, 2002. 10.

6)Edward, T, White, Concept Source Book, 대우출판사, 1993, pp.129-139

7)실험에 사용된 공간 구축을 위한 2D 도면 제작에는 AutoCAD 2004를 이용하였으며, 2D 도면을 기준으로 솔리드 모델링 방법을 이용하여 3D 모델을 제작하였다. 제작된 3D 모델에 동일한 조명과 카메라를 설정하였으며 제작을 위해서는 3D Studio Max 6을 이용하였다. 마지막으로 Max의 애니메이션 제작 기법을 응용하여 다양한 시점에서 정지 영상으로 제작하였으며 획득된 이미지를 이용하여 isee media사의 Photovista Panorama를 이용하여 이미지 기반의 파노라마 VR을 제작하였다. 특히 파노라마 VR 제작 도구들은 여러장의 이미지마다 서로 이웃한 이미지와 조화롭게 연결하여 하나의 원통형의 이미지의 제작과

며 <그림 3>은 실험을 위한 공간 구축 작업 화면이다.



<그림 3> 이미지 기반의 Web VR 환경 구축을 위한 작업화면

### 4.3. 구축 모델에 대한 설문지의 내용 및 척도

설문지의 내용은 실험 시간과 피로를 고려하여 구축된 공간 별로 작성하였다. 설문지의 구성은 분석에 사용되는 종속변수로서 피험자의 선호도(P<sub>1</sub>)는 "제시되는 공간 이미지 구성 중 가장 선호하는 것"을 등간 척도(interval scale)를 사용하여 측정하였다.

또한 비교집단(Control Group)으로서의 종속변수로 시각 정보 유형인 응집력(P<sub>2</sub>)은 '공간이 통일되어 보이는 정도', 복잡성(P<sub>3</sub>)은 '공간의 난해함 정도', 유희성(P<sub>4</sub>)은 '공간의 흥미로움 정도', 인지도(P<sub>5</sub>)는 공간의 친숙함 정도'로 정의한 뒤, 이러한 4가지 항목과 더불어 몇 개의 형용사쌍의 시각정보 유형을 7점 등간 척도(a 7-point interval scale)로 측정하였다.

이러한 측정방법은 조사된 설문 결과를 바탕으로 다중 회귀 분석에서 종속변수로 사용됨으로써 다른 독립변수와의 상관관계를 살펴보는 척도도 활용될 수 있다. <표 3>는 실험에 사용된 설문의 평가 항목의 일부를 보여주고 있다.

<표 3> 대표척도에 의한 설문지 평가 항목

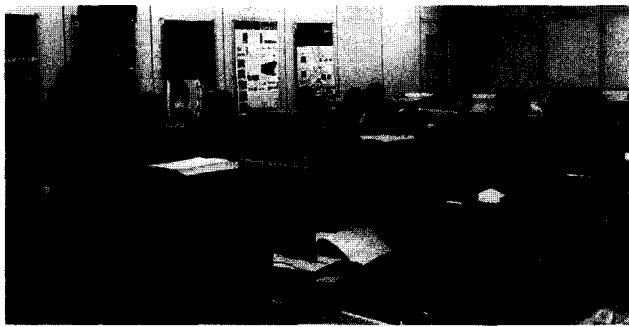
항목		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
		매우 꽤 약간 보통 약간 꽤 매우							
응집력(P <sub>2</sub> )	통일되어 보이는	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	상반해 보이는
복잡성(P <sub>3</sub> )	난해한	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	단순한
유희성(P <sub>4</sub> )	흥미로운	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	단조로운
인지도(P <sub>5</sub> )	친숙한	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	낯설은

더불어 인터랙티브의 속성을 부여할 수 있어 내부 공간을 보다 사실적으로 표현하는 도구로 사용될 수 있다.

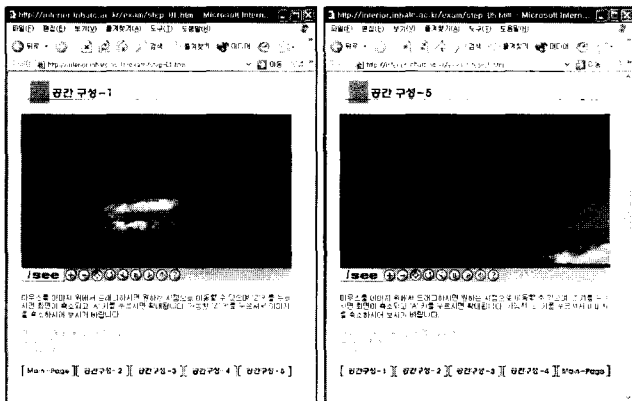
#### 4.4. 피험자 선정 및 파노라마 이미지 제시방법

실험을 위한 설문은 2004년 12월 20일부터 2005년 1월 10일 사이에 실시하였다. 피험자는 공간에 대한 인지능력이 있다고 판단되는 성인을 대상으로 모두 78명(남자:44, 여자:34)으로 구성하였다. 제작된 연속 이미지는 앞에서 언급한 바와 같이 검색 가능한 파노라마 VR 형식의 이미지(<그림 5> 참조)로 웹을 이용하여 피험자에게 제시하였다. 더불어 실험 전 지시사항으로 VR 이미지의 검색 및 조작방법과 전체적인 이미지의 인상으로 판단할 것을 주지시킨 뒤 설문 조사에 응하도록 하였다.

VR 이미지는 순차적으로 제시하되 구성된 5개의 구축 모델 공간이 동시에 제시됨으로써 발생하는 감성의 오류를 감안하여 각각의 공간 구성 이미지를 별도의 페이지로 구성하여 제시하였다.



<그림 4> 설문조사 장면



<그림 5> 웹을 이용한 파노라마 VR 제시 화면

### 5. 디지털 영상분석을 통한 공간 해석

#### 5.1. 디지털 영상 변환 및 데이터 추출

데이터 추출을 위해서 이미 언급한 바와 같이 윤곽선, 세선화, 이진화, 블록 이진화 등의 방법을 이용하여 광강도를 추출하게 된다. 이러한 다양한 방법 중에서도 가장 시각적 인지에 대응될 수 있는 윤곽선, 블록 이진화 방법을 이용하여 광강도

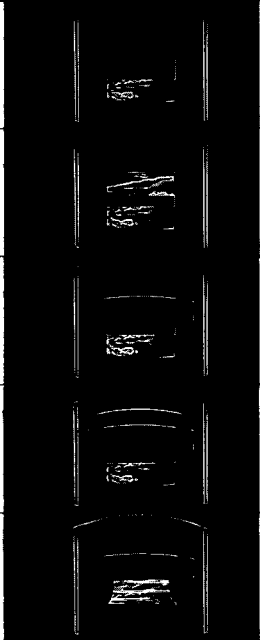
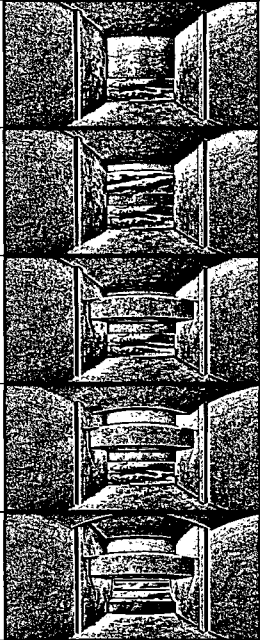






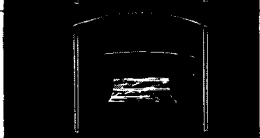

를 추출한다. 윤곽선 검출을 위해서는 미분 연산자의 역할을 해주는 소벨 마스크(Sobel Mask)를 이용하였다. 블록 이진화 영상처리를 하기 위해서는 원하는 크기의 블록을 설정하고 그 블록마다의 명암 값을 고려하여 임계값을 설정하는 방법<sup>8)</sup>으로 한 뒤 이미지를 0과 1로 분리하여 광강도를 추출하게 된다. <표 4>는 영상 처리 알고리즘 코드를 보여주고 있으며, <표 5>는 변환된 이미지로부터 추출된 광강도를 보여 주고 있다.

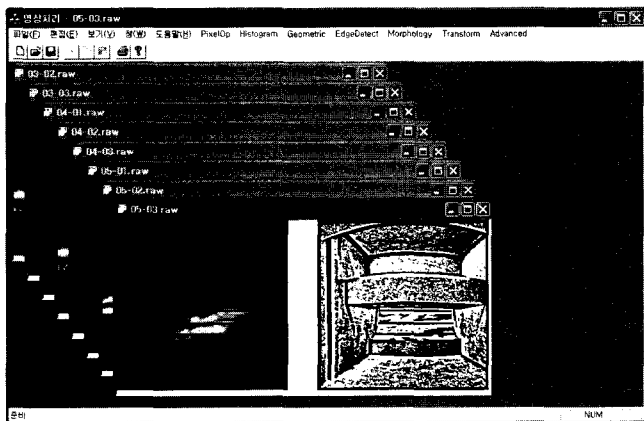
<표 4> 영상처리를 위해 사용된 함수 코드

함수	작성된 코드 (Visual C++로 작성)
윤곽선 함수 (Sobel Mask)	<pre> void CTestDoc::Sobel() {     int centerValue1=0;     int centerValue2=0;     int sum=0;     int mask1[3][3]={-1, 0, 1,                     -2, 0, 2,                     -1, 0, 1};     int mask2[3][3]={1, 2, 1,                     0, 0, 0,                     -1, -2, -1};     for(int row=0; row&lt;256; row++){         for(int column=0; column&lt;256; column++){             for(int i=0; i&lt;3; i++){                 for(int j=0; j&lt;3; j++){                     centerValue1 +=                     m_tmplimg[i+row][j+column]*mask1[i][j];                     centerValue2 +=                     m_tmplimg[i+row][j+column]*mask2[i][j];                 }             }             sum=abs(centerValue1)+abs(centerValue2);             if(sum&gt;255) sum=255;             m_Resultimg[row+1][column+1]=unsigned char(sum);             centerValue1=0;             centerValue2=0;             sum=0;         }     } }                     </pre>
블록 이진화 함수 (Block Binary)	<pre> void CTestDoc::BlockBinary() {     int result=0,mask=0,x,y;     int sum=0,count=0;     BeginWaitCursor();     for(int row=0; row&lt;247; row++){         for(int column=0; column&lt;247;column++ ){             for(x=0; x&lt;9; x++){                 for(y=0; y&lt;9; y++){                     mask += m_Openimg[row*x][column*y];                 }             }             result = mask/81;             mask=0;             if(m_Openimg[row*5][column*5]&gt;result){                 m_Resultimg[row*5][column*5]=255;             }             else m_Resultimg[row*5][column*5]=0;             result=0;         }     }     EndWaitCursor(); }                     </pre>

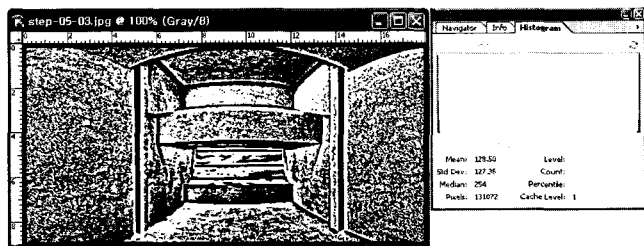
8)블록 이진화의 개념은 256-level의 명도 값을 가지고 있는 영상에서 임계값을 기준으로 검정색과 흰색으로 나누는 기법이다. 그러나 단순한 이진화 변환의 경우 영상 자체에 손상이 많이 있고, 명암값의 분포가 불규칙하면 하나의 임계값으로는 그 영상의 최적의 이진화 영상을 얻을 수 없으며 일정한 블록마다 임계값을 다르게 적용하여 최적의 영상으로 변화시킬 수 있다.

<표 5> Sobel Mask, Block Binary를 이용한 변환 후 이미지와 광강도

구분	모델 No.	Sobel 함수를 이용한 변환 후 이미지	광강도	구분	모델 No.	Block Binary를 이용한 변환 후 이미지	광강도
윤곽선 변환	SP_01		28.76	블록 이진화 변환	SP_01		129.32
	SP_02		32.64		SP_02		126.39
	SP_03		30.33		SP_03		128.04
	SP_04		30.18		SP_04		128.38
	SP_05		32.12		SP_05		128.49



<그림 6> 영상처리 수행 화면



<그림 7> 광강도(光強度) 추출 수행 화면

출된 2개의 분석인자인 윤곽선( $E_1$ ), 블록 이진화( $E_2$ )와 함께 설문지를 통해 획득된 모델 구성에 대한 사용자의 심리적 인지량을 측정된 뒤, 각각의 측정된 데이터와 영상처리 후 추출된 분석인자(광강도)의 데이터를 SPSS 12.0K for Windows를 이용하여 분석하였으며, 사용된 주요 통계 처리 방법은 인자 분석(Factor analysis), 피어슨 상관 분석(Pearson's Correlation), 다중회귀 분석(Multiple Regression Analysis)<sup>9)</sup>을 이용하였다.

분석과정은 선호도( $P_1$ ), 응집력( $P_2$ ), 복잡성( $P_3$ ), 유의성( $P_4$ ), 인지도( $P_5$ )로 분류한 뒤 각 공간 구성마다 영상처리 후 측정된 분석인자인 윤곽선( $E_1$ ), 이진화( $E_2$ )로 구분하여 분석하였다. 이러한 공간구성별, 평가기준 요소별 분류는 분석을 통한 상관모델 함수에서 각각의 속성(선호도( $P_1$ ), 응집력( $P_2$ ), 복잡성( $P_3$ ), 유의성( $P_4$ ), 인지도( $P_5$ ))은 종속변수, 평가항목 기준요소(윤곽선( $E_1$ ), 블록 이진화( $E_2$ ))는 독립변수로 사용되어 독립변수의 기

9) 본 연구에서는 공간구성을 통해 획득된 이미지의 광강도와 인지정도의 관계를 알아보기 위해서 상관, 회귀분석으로 실시하였다. 회귀분석(Regression Analysis)은 두 개 이상의 변수간의 관계를 일차, 또는 다차 함수식으로 모형화하고, 그 모형을 이용한 예측의 문제를 다루게 된다. 여기서 분석의 대상이 되는 변수를 종속변수 또는 피설명 변수라고 하며, 이 변수의 예측에 사용되는 변수를 독립변수 또는 설명변수라고 한다. 다시말해 회귀분석은 변수들 간의 함수관계를 분석하고 모형화하는 통계적 기법으로 회귀분석의 응용분야는 공학, 자연과학, 경제학, 경영학, 생명과학, 사회과학 등 여러 분야에 적용되고 있으며, 최근에는 컴퓨터 통계 소프트웨어(SAS, SPSS, MINITAB, BMDP 등)의 활용으로 변수들 사이의 복잡한 함수관계 추정하는데 가장 널리 사용되어지는 자료분석 기법이다. 일반적으로 종속변수에 영향을 주는 독립변수는 여러개 있을 수 있기 때문에 회귀분석은 하나의 종속변수와 여러개의 독립변수들 간의 통계적 함수관계를 분석하여 모형화 하는데 이용되고 있다.

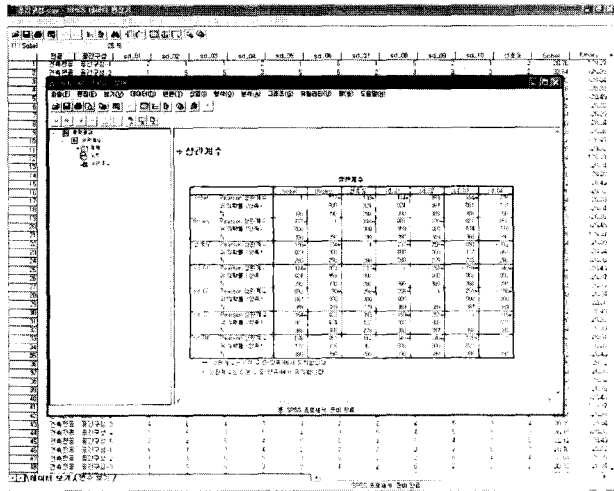
## 5.2. 회귀분석에 의한 이미지 광강도와 인지분석

이미지 기반의 영상처리를 이용한 공간 평가 연구모델은 기본적인 영상처리를 통해 추출되는 시각 데이터인 윤곽선, 블럭 이진화에 따른 명도의 양(量), 즉 광강도(光強度)에 따른 인자 분석에 의해 제시된 공간 모델을 분석하였다.

분석 모델은 제시된 이미지를 바탕으로 영상처리에 의해 추

올기 값에 의한 종속변수의 함수구성에 따라 평가 기준요소별로 평가 도출할 수 있도록 한다.

영상처리에 의해 추출된 데이터를 기준으로 이미지 기반의 형태 구성모델에 대한 상관모델 함수를 구하기 위해서 상관분석과 다중 회귀분석(〈그림 8〉 참조)을 실시하였으며 그 결과는 〈표 6〉, 〈표 7〉과 같다.



〈그림 8〉 분석 결과 화면 (SPSS 12K for Windows)

〈표 6〉 그룹별 속성에 대한 기초 통계 결과

공간 구성	평균					표준편차				
	선호도 (P <sub>1</sub> )	응집력 (P <sub>2</sub> )	복잡성 (P <sub>3</sub> )	유의성 (P <sub>4</sub> )	인지도 (P <sub>5</sub> )	선호도 (P <sub>1</sub> )	응집력 (P <sub>2</sub> )	복잡성 (P <sub>3</sub> )	유의성 (P <sub>4</sub> )	인지도 (P <sub>5</sub> )
SP 01	2.73	3.09	4.00	4.34	4.53	0.88	0.85	0.94	1.64	0.83
SP 02	3.51	4.65	4.13	4.27	1.71	0.97	1.38	0.79	1.31	1.01
SP 03	3.32	4.14	3.86	3.97	4.64	1.36	1.43	1.4	1.12	1.33
SP 04	3.46	4.445	3.87	3.99	4.41	1.00	1.43	1.38	1.17	1.39
SP 05	3.73	4.44	3.67	3.14	4.32	1.19	1.25	1.22	1.21	1.14

〈표 7〉 다중회귀 분석 결과

모형	기준요소	비표준화계수	상수	상관계수
선호도(P <sub>1</sub> )	윤곽선 (E <sub>1</sub> )	0.327	-117.159	-0.730
	블록 이진화 (E <sub>2</sub> )	0.859		0.634
응집력(P <sub>2</sub> )	윤곽선 (E <sub>1</sub> )	0.310	-51.141	0.514
	블록 이진화 (E <sub>2</sub> )	0.355		0.003
복잡성(P <sub>3</sub> )	윤곽선 (E <sub>1</sub> )	-0.137	63.466	0.693
	블록 이진화 (E <sub>2</sub> )	-0.431		-0.590
유의성(P <sub>4</sub> )	윤곽선 (E <sub>1</sub> )	-0.437	84.693	-0.164
	블록 이진화 (E <sub>2</sub> )	-0.525		-0.021
인지도(P <sub>5</sub> )	윤곽선 (E <sub>1</sub> )	-0.089	10.942	-0.676
	블록 이진화 (E <sub>2</sub> )	-0.029		0.051

식(1)~(5)와 같은 상관함수는 공간 구성모델(SP\_01, SP\_02, SP\_03, SP\_04, SP\_05)에 대한 선호도(P<sub>1</sub>), 응집력(P<sub>2</sub>), 복잡성

(P<sub>3</sub>), 유의성(P<sub>4</sub>), 인지도(P<sub>5</sub>)에 대한 상관모델로 독립변수인 평가항목 요소인 윤곽선(E<sub>1</sub>), 블록 이진화(E<sub>2</sub>)가 그룹별 속성(P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>)에 기여하는 정도를 계량화하는 회귀방정식을 구함으로써 일반화된 함수를 구할 수 있었다. 분석결과를 살펴보면 식(1)에서는 공간 구성 모델에 대한 선호도 측면에서 블록 이진화(비표준화 계수:0.859)의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 응집력과 유의성 측면에서는 서로 비슷한 정도의 값으로 윤곽선(비표준화 계수:0.310, -0.437)과 블록 이진화(비표준화 계수:0.355, -0.525)에 대한 영향이 공간 인지에 대한 감성에 영향을 주는 것으로 나타났다. 특별히 블록 이진화 값은 선호도 함수(식1)에서 나타난 바와 같이 다른 요소보다도 많은 영향(비표준화 계수:0.859)을 주는 것으로 나타났다. 반면 복잡성과 인지도 측면에서는 식(3)과 식(5)에서 나타난 바와 같이 윤곽선(비표준화 계수:-0.137, -0.089)이나 블록 이진화(비표준화 계수:-0.431, -0.029)의 영향이 매우 적게 나타난 것을 알 수 있었다.

$$\text{식(1)} : P_1(\text{선호도}) = (0.327E_1) + (0.859E_2) - 117.159$$

$$\text{식(2)} : P_2(\text{응집력}) = (0.310E_1) + (0.355E_2) - 51.141$$

$$\text{식(3)} : P_3(\text{복잡성}) = (-0.137E_1) + (-0.431E_2) + 63.466$$

$$\text{식(4)} : P_4(\text{유의성}) = (-0.437E_1) + (-0.525E_2) + 84.693$$

$$\text{식(5)} : P_5(\text{인지도}) = (-0.089E_1) + (-0.029E_2) + 10.942$$

## 7. 결론

디자이너는 공간을 설계하고 디자인하는 과정에서 수많은 대안과 선택의 과정을 겪게 된다. 본 연구에서는 수많은 디자인 결과와 선택의 과정에서 응용될 수 있는 객관적인 판단 틀의 가능성을 제안하려는 시도이다 이에 따른 연구방법은 획득된 디지털 영상을 영상처리를 통해 주어진 공간에 대한 정량적(定量的) 평가 및 분석 모델을 개발하는 것이다.

이러한 분석 모델의 개발을 위해서 샘플링된 공간 모델을 이용한 영상처리 후의 광강도(光強度) 데이터와 설문조사를 통해 얻어낸 인지량과의 상관관계 분석을 통해 분석모델의 제안 가능성을 살펴보았다. 이러한 정량적 공간 분석모델 구축을 위한 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

먼저 5가지 구성의 공간 모델을 제작한 후 제안된 분석 알고리즘을 이용한 실험과 분석을 실시하였다. 이를 통한 분석 결과, 공간에 대한 선호도, 응집력과 같은 인지적 차원의 결과

와 디지털 영상 처리결과와 상관관계를 파악할 수 있었다. 더불어 공간의 단일 구성요인의 변화를 통해 구성된 실험 모델을 대상으로 독립변수인 평가항목 기준 요소(윤곽선, 블록 이진화)의 변환된 이미지를 통해 추출된 광강도와 인지에 기여하는 정도를 계량화시킨 회귀방정식 모델을 만들어 보았다.

그러나 분석결과, 상관계수를 살펴보면 몇 개의 항목에서는 0.5(상관계수) 미만의 매우 낮은 상관관계를 보였다. 이것은 구성된 공간의 비교치, 즉 구성된 공간모델의 시각적 차이가 적은 원인에서 비롯된 것으로 판단되며, 더불어 공간모델로부터 획득되는 VR 이미지를 변환한 뒤 얻게 되는 광강도(光強度)의 값의 차이가 적음에 따라 결과적으로 상관관계도 예상치보다 작게 도출된 것으로 판단된다. 따라서 향후 진행되어지는 연구에서는 이러한 문제점을 인식하여 공간 모델의 수를 늘리고, 구성된 각각의 공간 모델도 시각적으로 차이가 있도록 설정하여 이를 통해 획득되는 디지털 이미지를 영상처리한 뒤 획득되는 광강도(光強度)의 값도 비교, 차이가 있도록 구성한 실험을 진행되어야 할 것으로 평가되었다.

또한 공간 분석을 위한 객관적인 정량화 모델은 아직까지 실제적인 적용에 한계를 가지고 있다는 점 역시 간과할 수 없다. 이유는 공간에 대한 객관적인 평가 및 분석을 수행하는 과정에는 수많은 평가 항목이 추출될 수 있을 뿐만 아니라 사용자 감성에 줄 수 있는 다양한 변화 요인이 발생할 수 있기 때문이다.

더불어 독립변수로 사용된 영상처리 방법 다양한 영상처리 기법을 도입하여 실제 공간 분석에 효과적으로 적용될 수 있는 처리 방법에 대한 명확한 선택이 필요함을 알 수 있었다. 즉 본 연구에서 제안된 분석모델에서는 디지털 영상처리를 통해 추출 가능한 인자, 즉 다양하게 발생될 수 있는 인지요인 중에서 일부(윤곽선 함수, 블록 이진화 함수)만을 다루었다. 통제된 실험 및 데이터 추출로 인해 실제 상황에서 발생될 수 있는 다양한 주변 환경 및 인자가 적용되어지는 공간에서는 다른 결과가 발생할 가능성이 있다는 것도 본 연구가 가지고 있는 한계로 평가되었다.

본 연구에서는 공간 이미지와 디지털 영상처리를 이용한 분석 모델 구축에 있다. 따라서 앞으로 진행되는 연구에서는 인지적 차원에서 물체 인식 수준의 영상처리 연구에서 발표되는 다양한 처리기법을 적용하여 진행될 것이다.

이미 다양한 분야에서 활발히 응용되고 있는 영상처리 원리는 인공지능의 발달로 인해 점차 인간의 사고능력과 비슷한 수준까지 연구되어지고 있다. 비록 아직까지는 물체인식 수준에 머무르고 있지만 향후 발전되어지는 영상처리 원리는 공간 해석을 위한 유용한 원리로 받아들일 수 있다. 더불어 영상인식 및 데이터 처리 기술은 점차 방대해지는 설계 및 디자인 관련 자료를 텍스트 위주에서 이미지 데이터 베이스의 구축으로 이어

지게 할 것이며, 설계 단계 또는 평가단계에서 하나의 지표로 제안될 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 김희승, 영상인식, 생능출판사, 1998
2. 장동혁, 디지털 영상처리의 구현, 와이미디어, 2003
3. 조중호, 인공지능 개론, 홍릉과학출판사, 1993
4. 천인국·윤영택, 영상처리, 기한재, 1998
5. 최중수, 인공지능의 세계, 대영사, 1986
6. 김대익, 건축환경의 인지에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 1993.10.
7. 김영준, 공간 시각구조의 정량적 분석도구 설정에 관한 연구, 2000, 중앙대, 석사 학위논문
8. 윤천근·김득선·김명희·강철구, 건축입면표현을 위한 시각감응언어의 특성 고찰, 대한건축학회논문집, 1996.10.
9. 이혁준·이종석, 복잡성 분석을 통한 디지털 분석의 유효성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 제31호, 2002. 4.
10. 이혁준·이종석, 형태 및 공간분석을 위한 다시점(多視點) 이미지 획득 및 유효성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 제34호, 2002. 10.
11. 정성구·신남수, 시뮬레이션을 이용한 가로의 공간의식과 물리적 구성요소의 상관성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 2002. 5.
12. 주장건·이현호, 시지각 분석에 따른 호텔 로비공간의 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2002. 7.
13. 천인국·윤영택, 영상처리, 기한재, 1998
14. 황용하, 시각적 접근-노출 모델의 재고찰, 2002, 서울대, 석사 학위논문
15. Benedikt, M.L, 'To take hold of spcae: isovists and isovist fields', Environment and Planning B, 1979, Vol6
16. Ediward, T, White, Concept Source Book, 대우출판사, 1993.
17. Henry Sanoff, Visual Research Methods in Design "Recognition of Building Types", Van Nostrand Reinhold, 1991
18. William J. Mitchell, The Reconfigured Eye, Visual Truth in the Post Photographic Era, Mit Press, 1994
19. 長町三生, 해재경 역, 감성공학, 상조사, 1997
20. Live Picture Reality Studio User's Guide, Live Picture, 1998
21. <http://www.wiseemedia.com>

<접수 : 2005. 2. 19>