

정량적 공간분석 모델에 관한 연구

- 시각 분석과 영상처리에 의한 이미지 분석 모델을 중심으로 -

A Study on Quantitative Space Analysis Model

- Focused on a Visual Analysis and Image Analysis by Digital Image Processing -

이혁준* / Lee, Hyok-Jun

이종석** / Lee, Jong-Suk

Abstract

Users' demands on the space are changing in variety. These demands include reasonable space and form, harmonious composition with surroundings and esthetic satisfaction that could be brought by personal tastes and preferences. In addition, models that are introduced from designing process and from various forms tend to lack objective decision making standard. Accordingly it is difficult to find a clear alternative plan and process.

In an effort to solve these problems, the objects of this study are; to propose an analysis model of image and space by using image process techniques that are on study in the field of artificial intelligence based on acquisition of digital image and to verify the application possibilities of such analysis model, 'Isovist' on quantitative analysis.

The model can be applied with variable analysis model, as digital image process and other analysis model such as 'Isovist'. It is possible that further study can complement problems from this study.

키워드 : 공간분석, 정량적 분석 모델, 영상처리

1. 서론

1.1. 연구의 필요성 및 목적

현대사회가 복잡, 다양하게 변화함에 따라 공간구성에 대한 사용자의 요구도 다양하게 변화하고 있다. 이러한 다양한 요구는 합리적인 공간구성, 조화로움 뿐 만 아니라 개인의 감성적 만족까지 요구되고 있는 실정이다.

이에 따라 최근에는 사용자의 다양한 개성과 요구가 공간구성에 반영되기 위한 많은 노력이 기울여지고 있다. 이러한 실현을 위해서는 공간에 대한 보다 객관화된 평가 모델이 요구되고 있으며, 이와 같은 평가 모델을 통해 사용자의 요구를 보다 정확히 파악할 수 있게 된다.

그러나 아직까지도 공간구성에 대한 객관화된 평가지표 및 모델은 기초적인 수준에 머무르고 있다. 물론 기하학적 차원(geometrical level)에서 형태 및 공간에 대한 가시화와 이에 따른

2차원 및 3차원의 실질적인 데이터 추출에 대한 연구와 디지털 이론을 이용한 분석 모델에 대한 연구가 이루어지고 있으나 아직까지도 이와 관련된 체계적인 연구는 낮은 수준에 머물러 있다.

이에 따라 본 연구는 공간 및 형태 디자인 분야에서 이용될 수 있는 공간에 대한 정량적 분석 모델의 개발을 위한 선행 연구로써 정량적 분석방법에 대한 기존 연구 및 인공지능 분야에서 진행되는 영상인식 기법과 관련된 영상처리 기술을 이용한 분석모델의 고찰을 통해 모델간의 관계 및 상호 보완을 통한 모델 개발의 가능성을 살펴보고, 시각 정보를 이용한 디지털 공간 분석 모델을 제안한다.

이러한 분석 모델의 제안은 형태 및 공간의 인식정보 뿐 만 아니라 구조화 과정을 통해서 기존의 텍스트 위주의 DB에서 이미지, 색, 형태, 공간 데이터와 같은 다양한 정보를 통한 DB 구축으로 그 범위를 더욱 확장시켜 줄 수 있을 것이다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 정량적 공간분석을 위한 기존연구와 디지털 이미지를 이용한 영상처리 분석 모델과의 상호보완에 대한 연구로

* 정회원, 인하공업전문대학 실내건축과 겸임교수, 공학박사

** 정회원, 인하공업전문대학 실내건축과 교수

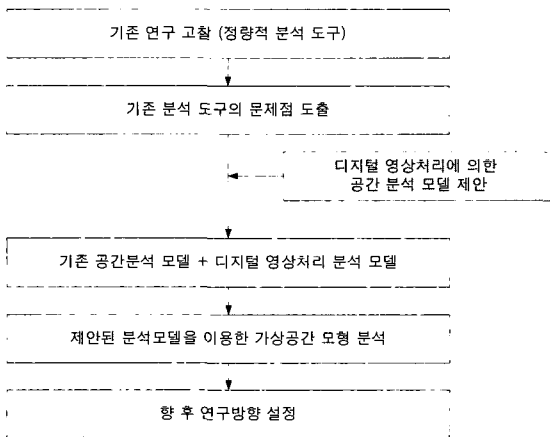
구체적인 연구의 내용과 방법은 다음과 같다.

첫째, 공간 및 형태의 정량적 분석을 위한 이론적 배경 및 기존 연구에 대한 고찰을 진행한다. 이와 같은 고찰을 통해 기존 연구에서 제안되었던 분석모델의 문제점과 응용가능성을 살펴보고, 제안하고자 하는 영상처리 분석모델과 상호보완을 통해 정량적 공간분석모델의 연구 방향을 설정할 수 있을 것이다.

둘째, 기존의 정량적 공간분석 모델과 디지털 영상 분석 모델을 병행하여 수행함으로써 공간 개방에 대한 정량 분석 모델을 제안한다.

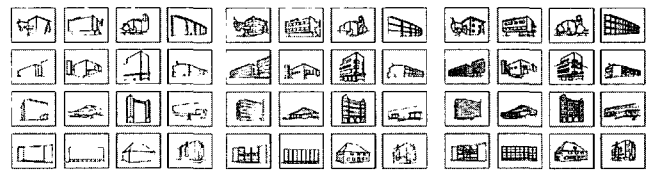
셋째, 가상의 공간모형을 설정한 후 제안된 분석모델을 이용하여 분석해 본다. 분석된 결과를 통해 향후 진행되어질 연구 방향을 제안한다.

<그림 1>은 연구의 방법을 정리한 것이다.



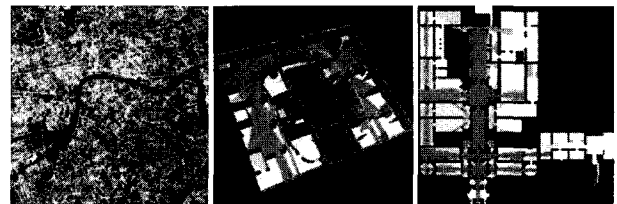
<그림 1> 연구의 흐름

한 분석은 다각도로 측정되어 왔는데 사노프(1974), 크람펜(1978)은 하나의 체계 내에 존재하는 요소들의 숫자와 그 요소들의 새로움 및 의외성, 그리고 그러한 요소들과의 상호 관계 및 조직, 패턴과 질서 수준을 측정함에 있어서 2차원적 선형 요인에 대한 지각에 초점을 맞추었다. 스메츠(1971), 보훔(1981)은 시지각적 복잡성 분석에 있어 그것이 얼마나 흥미를 일으키는가, 즉 복잡성과 즐거움 사이의 관계를 분석하려 하였으며 형태의 시각적 단서(visual cue : 형태, 크기, 창문배열, 수직, 수평적 방향성, 지붕선, 개구부, 등)를 추출하여 이를 단순화한 이미지를 이용하여 건물의 기능 및 선호도를 조사하는 기법²⁾도 사용되었다.<그림 2>



<그림 2> 트레이싱을 통해 표현되는 형태 이미지와 디테일 표현

(좌측에서 우측으로 갈수록 디테일 레벨이 높아짐)



<그림 3> Space Syntax를 이용한 공간 해석 이미지

2. 기존 연구의 동향 및 고찰

지각 정보에 대한 객관적인 분석에 있어서는 게슈탈트 형태 지각 원리에서 알 수 있듯이 우리가 시지각 정보를 받아들임에 있어서 복잡한 시각 현상과 패턴에 대해 일정 틀을 가지고 전체적인 모습과 구조를 단순화시키려는 특성에서 비롯된다. 이와 같은 형태 및 공간 인식원리에서 나타나는 단순화는 건축 형태에서 표현되는 윤곽선과 같은 선형인자를 추출하는 과정으로 획득된 영상을 이용하거나 커리추어와 같은 간접적인 표현을 통해 인식 및 인지도를 분석해 낸다.¹⁾

또한 시지각 정보에 의한 형태 및 공간에 대한 복잡성에 대

그러나 다양한 이론 체계의 구축과 경험적 실험에도 불구하고 개인적 감응도와 물리적 환경이 형태 및 공간에 대한 인식 및 지각에 영향을 미치는 인자의 다양성으로 인하여 아직까지 이에 대한 명확한 진술을 만들기는 어려우며³⁾, 또한 이러한 형태 인식단계에서의 평가는 인간의 인식 속에 내재된 미적 대상에 대한 감응적 이미지는 공통된 인식 기능을 수반한 시지각의 형상언어, 예를 들어 '단순하다', '복잡하다'와 같은 표현은 객관적인 평가 기준보다는 오히려 주관적 가치관에 따라 결정되어지기 때문이다.⁴⁾

1)김대익, 건축환경의 인지에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 1993.10. p70. "정신적 재현과정에서 전이되어지는 지각 요소들 간의 공간적 연관관계를 연구한 커프(Cuff, 1979)는 사람들은 환경으로부터 지각 요소들을 선별적으로 기호화하며, 이 선별성은 체계적이라고 주장한다."

2)Henry Sanoff, Visual Research Methods in Design, Van Nostrand Reinhold, 1991, pp.20~25

3)Jon Lang, Creating Architectural Theory, 도서출판 국제, 1991, p.296

4)윤천근·김득선·김명희·강철구, 건축입면표현을 위한 시각감응언어의 특성 고찰, 대한건축학회논문집, 1996.10. p.135

<표 1> 기존 연구 동향 및 고찰 (형태 및 공간분석)

구분		분석방법	내용 및 문제점
		대표연구자	
정성적 분석방법	인지적 차원의 연구	Visual Research Method	· 건축형태의 단순화를 이용한 시각 단서 및 상호관계 측정, 건축 형태의 시각적 단서(visual cue : 형태, 크기, 창문배열, 수직, 수평적 방향성, 지붕선, 개부구 등)를 추출하여 이를 단순화한 이미지를 이용하여 건물의 기능 및 선호도를 조사하는 기법도 사용 · 수작업에 의존한 이미지 변환과정 (비알고리즘적 과정)
		Henry Sanoff, Martin Krampen, George A. Kelly	
정량적 분석방법	시각 구조와 공간 상호간의 관계성	Space Syntax	· 공간 구문론을 이용하여 공간과의 상관관계를 정량적으로 분석
		B. Hillier	· 2차원 평면을 통해 공간조합에 의미를 두는 것으로 평면적 연구를 대상으로 함으로써 공간구문론에 한정
		Isovist Analysis	· 시점에 의한 공간 가시영역을 측정함으로써 공간에 대한 개방도를 정량적으로 분석
		Benedikt, M.L	· 2차원 평면을 통해 시점에 의한 방정도를 정량적으로 분석하고 있으나, 3차원 변수에 따른 개방도는 고려하지 않고 있으며, 실제 상황에서 발생하는 변수에 대응하기 어려움
	시각 구조와 공간 상호간의 관계성	Visual Access and Exposure Model	· 시각적 접근과 노출 모델로 환경내의 각 지점의 관찰과 피관찰성능을 측정하는 모델로 환경을 묘사하는 지표가 어떠한 의미를 갖는지 분석
		A. Turner	· 분석결과 나타난 지표들이 환경내에서의 상대적인 값이냐는 점과 조작적 정의의 과정에서 두 가지 시각 방식이 혼재되어 있다는 점이다.
디지털 응용 색채 분석	CMYK 색채 팔레트	· 디지털 영상의 모자이크 처리를 이용한 영상의 대표색 추출	
	이현수	· 사진 스캔이나 모든 상황을 통제한 사진을 구하는 것이 불가능하며 모자이크 과정에서 원하는 색상의 혼합과정을 통해 오류를 발생시킬 수 있으며 색채 연구에 대한 범위적 한계성	

그러나 최근에 들어 활발히 진행되고 있는 공간 구문론⁵⁾은 정량적인 해법을 제시함에 있어 분석을 위한 다양한 분석 도구들⁶⁾을 통해 디자인 평가, 모니터링, 예측 등의 광범위한 활용이 이루어지고 있다. 그러나 이러한 연구 방식은 실제 공간 및 체험적 경험에 의한 분석이라기보다는 공간과 공간과의 상관성 또는 공간 구조와 사회적 현상의 관계성을 제시하게 됨으로써 공간에 대한 실제적인 현상과 체험적 감응에 대한 분석에는 한계점을 가지고 있다.<그림 3>

정량적 분석의 선도적 연구로서 Benedikt, M.L.은 공간과 주어진 시각 환경의 특정 지점에서 보이는 모든 점들의 집합으로서 부분 공간의 한 시점에서 보여질 수 있는 시각 영역을 면적으로 정량화하는 방법을 연구⁷⁾하였지만 이러한 연구방법도 단

순히 가시 영역 내에서의 면적이나 길이의 합을 통해 공간의 특성을 분석⁸⁾하고 있으나 이와 같은 연구 방법도 실제적이기 보다는 2차원 평면적, 개념적 차원의 분석이라는 한계점을 가지게 된다.

또한 실내 디자인을 위한 색채 디자인에 관한 연구의 일환으로서 디지털 영상의 모자이크 처리를 이용한 CMYK 색채 팔레트 제안에 관한 연구⁹⁾가 이루어지고 있다. 이것은 색채 연구를 위해 디지털 영상을 이용하는 것으로 촬영 및 스캔과정을 통해 획득된 디지털 영상을 이용하고 있으며, <그림 4>와 같이 대표 색을 추출하기 위해 획득된 디지털 영상을 모자이크 처리한 후, 색채 분석을 위한 기본 자료로 사용하기 위해 먼셀 전환 시스템(Munsell Conversion System)¹⁰⁾에서 제공하는 8413개의 먼셀 코드를 먼셀 전환시스템을 이용하여 CMYK 값으로 전환하고 이를 데이터화하는 방법을 사용하고 있다. 이와 같은 연구는 분석을 위해 디지털 영상을 사용함으로써 보다 많은 정보의 수집과 동일한 변환과정을 이용한다는 점에서 기존의 연구와 비교해 보면, 보다 알고리즘적이며 객관적 분석을 진행하고 있다. 그러나 사진 스캔이나 모든 상황을 통제한 사진을 획득하는 것이 불가능할 뿐 만 아니라 모자이크 과정에서

5)공간 구문론(Space Syntax)은 카르납(R. Camap)에 의하여 제시된 배타 논리학에 그 기초를 두고 있다. 이는 어떤 임의의 대상을 기호화하여 그 기호 자체에는 의미를 두지 않고 기호와 기호의 조합(combination)에만 의미를 두는 것을 특징으로 하며 런던 대학 바틀렛 건축대학의 빌 힐리어 교수에 의해 연구되어지고 있다.

6)http://www.spacesyntax.com
· Axman : 도시나 실내공간을 분석하는데 사용된다. 공간 구문론을 바탕으로 축선(axial lines)과 이들의 관계를 해석함으로써 공간분석 도구로 사용된다.
· Pesh : Axman과 같이 교차점 테스트와 그래프 형태의 분석을 수행하면서 Axial 분석 뿐만 아니라, 형태 분석, 표면적인 특성 분석, 대칭 시퀀스를 포함하여 다양한 분석에 사용된다.
· Space Box : 도시 형태와 실내 공간 구성을 연구하는데 사용되며 Axial Map과 Convex Map를 이용하여 분석한다.
· Depth Map : 공간 환경을 가시적으로 분석하기 위한 분석도구로써 점으로 구성된 격자를 이용하여 개방된 공간을 분석한다. 이용자는 그 점으로 채워진 장소사이에 보여지는 연결들을 가시화 함으로써 공간 분석의 도구로 사용된다.

7)Benedikt, M.L., 'To take hold of spcae: isovists and isovist fields',

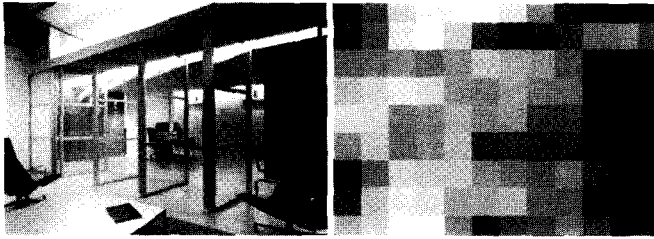
Environment and Planning B, 1979, Vol6

8)주장건·이현호, 시지각 분석에 따른 호텔 로비공간의 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2002. 7. p.76

9)이현수·김현경·김은정·이승희·조명은, 실내디자인을 위한 CMYK 모델 제안 가능성을 위한 기초 연구, 한국실내디자인학회 논문집, 2001. 6. pp.3-11

10)먼셀관련 사이트인 http://www.munshell.com에서 제공하는 software로서 CMYK나 RGB값과 먼셀 코드와의 상호 전환이 가능하다.

원하지 않는 색상과의 혼합과정을 통해 분석결과에 오류가 발생되어질 수 있다.



<그림 4> 원본 이미지 및 모자이크 처리 후 이미지

<표 1>은 이성과 같이 살펴본 공간 및 형태에 대한 기존 연구 동향 및 고찰 내용을 정리한 것이다.

3. 영상처리를 이용한 공간 분석

3.1. 디지털 영상

컴퓨터를 이용하여 영상을 표현하는 방식은 크게 비트맵 방식과 벡터 방식이 있다. 특히 비트맵 방식은 작은 점들의 2차원 배열을 이용하여 영상정보를 표현하는 방식이며, 픽셀(Pixel: Picture Element)이라는 점들의 집합에 의해서 영상을 구성하게 된다. 특히 픽셀(Pixel)은 컴퓨터의 디스플레이 또는 영상처리 프로그램들이 표현가능한 색상의 기본 단위로서 화소(畵素)라고도 부른다.

<표 2> 영상처리의 응용분야

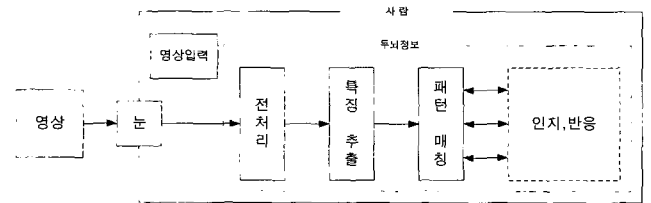
응용분야	내용
생물학 분야	생물학과 생의학에서는 생물의 샘플을 시각적으로 분석(가시성 개선, 특성을 만족하는 세포 분류, DNA 분석)
군사적 분야	위성사진 분석, 목표를 추적 및 인식
문서 처리	문서나 그림의 자동적인 획득과 처리, 수표 및 세금 양식의 글자 검출
공장 자동화	자동화 검사와 프로세스
의료진단 영상 시스템	X-Ray, CT 촬영을 통한 영상 합성
리모트 센싱	위성사진을 통한 동식물의 분포 및 자원 탐사
비디오/필름 효과	영화산업 및 특수효과 제작을 위한 인공합성 및 처리

디지털 영상은 외부에서 입력되는 영상 신호를 디지털 컴퓨터에 알맞게 변조시킨 영상으로 픽셀마다의 광강도(light intensity)를 표현하여, 그 정도를 일정 구간의 자연수로 나타내는 방식에 의하여 메모리나 보조기억장치에 기억시키면서 필요할 때 실현시킬 수 있는 영상이다. 특히 디지털 영상에서 일정한 지점(x, y)의 광 강도를 전류로 바꾸는 것을 영상의 표본화(sampling)라 하고, 그것을 디지털 숫자로 바꾸어 정량화

(quantization)함으로써 다양한 방식으로 응용이 가능하다. 이러한 디지털 영상을 이용한 처리 기술은 다양한 분야에서 활용되고 있는데 <표 2>는 이를 정리한 것이다.

3.2. 공간 이미지 분석을 위한 디지털 영상 처리

이미 다양한 분야에서는 획득된 디지털 영상을 이용한 영상 처리 및 분석방법으로 다양한 분석 기법이 개발되고 있다. 이러한 분석원리는 결국은 인간의 영상인식 원리를 응용하고 있기 때문에 영상처리 이전에 인간의 영상인식에 대한 연구가 선행되어야 한다. <그림 5>는 영상의 처리 및 인식과정의 모델로 두뇌정보에 해당되는 과정을 컴퓨터에 의해 처리하도록 하는 과정을 보여주고 있으며¹¹⁾, 일반적으로 컴퓨터에 의한 인식과정은 절대적이지 않지만 전처리(preprocessing), 분할(segmentation), 정규화(normalization), 특징 추출(feature extraction)과 같은 일련과 과정을 거치게 된다.¹²⁾



<그림 5> 영상 처리 및 인식과정의 모델

이와 같은 영상인식 및 처리 모델을 이용한 분석방법 중에서 윤곽선 추출은 영상 안에서 영역의 경계를 나타내는 특징으로 화소(pixel) 밝기의 불연속 점(화소의 밝기가 갑작스럽게 변하는 점)에서 나타나게 된다. 예를 들면 공간 속에서 형태와 배경과의 경계선은 화소와 화소 사이에 밝기가 갑작스럽게 변하게 되는데 여기서 윤곽선이 발생하게 된다. 이러한 윤곽선은 일정한 영상 안에서 위치하고 있는 형태의 윤곽에 대응되며 많은 정보를 가지고 있는 물체의 위치, 모양, 크기, 표면의 무늬 등에 대한 정보를 제공하게 된다.

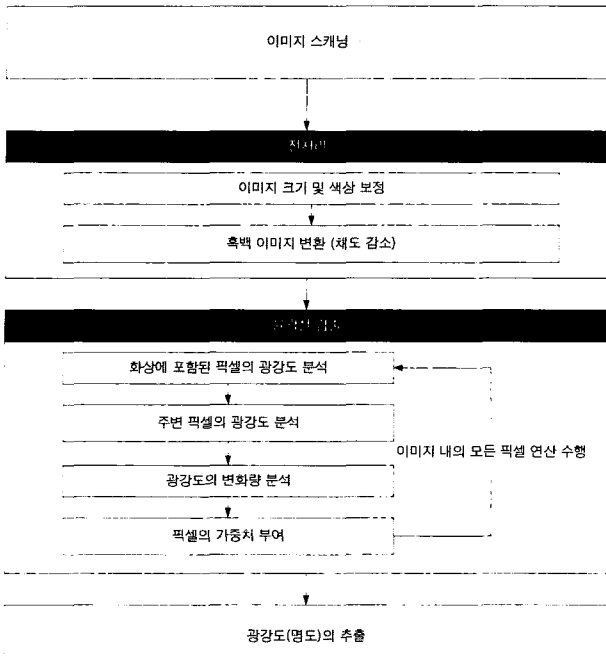
일반적으로 인간은 명도의 차이를 통해 물체와 배경을 구분하게 된다. 만약에 아주 어두운 곳에서는 물체의 경계가 없어지므로 우리는 물체와 배경을 인식하지 못하는 것이다. 이미 언급한 바와 같이 윤곽선은 영상 안에서 상당한 밝기의 차이가 있는 곳이고 이것은 대개 물체의 경계에 해당하는 곳이므로 화소 값의 불연속이나 화소 미분값의 불연속점에 존재하게 되며 이와 같은 원리를 이용하여 윤곽선이 검출되어진다.

이와 같은 원리를 응용한 연구는 다양한 방식으로 진행되고 있으며, 영상 획득 과정에서 오류를 줄이기 위한 연구¹³⁾에서

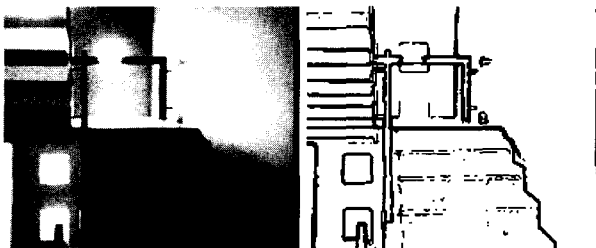
11)천인국·윤영택, 영상처리, 기한재, 1998, p.23

12)조충호, 인공지능 개론, 홍릉과학출판사, 1993, p.271

다양한 방식의 이미지 기반의 분석 모델을 제안하고 있다.



<그림 6> 디지털 영상을 이용한 영상 처리과정 (윤곽선 추출)



<그림 7> 영상처리 전후의 이미지 (윤곽선 변환)

<그림 6>은 획득된 영상을 이용한 윤곽선 분석¹⁴⁾ 과정을 보여주고 있으며 <그림 7>은 영상처리 전후의 이미지를 보여 주고 있다. 물론 이러한 분석과정은 실제 획득되는 영상을 이용한다는 점과 감성적 차원에 분석에는 유효지만, 보다 본질적인 공간 분석에는 한계를 가지게 된다.

윤곽선 추출을 위한 Sobel 함수 (Visual C++로 작성)

```

void CTestDoc::Sobel()
{
    int centerValue1=0;
    int centerValue2=0;
    int sum=0;
    int mask1[3][3]={
        -1, 0, 1,
        -2, 0, 2,
    }
}
  
```

13)이혁준·이종석, 형태 및 공간분석을 위한 다시점 이미지 획득 및 유효성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 34호 2002. 10.
 14)이혁준·이종석, 복잡성 분석을 통한 디지털 분석의 유효성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 31호 2002. 4

```

int mask2[3][3]={
    -1, 0, 1;
    1, 2, 1,
    0, 0, 0,
    -1, -2, -1;
}
for(int row=0; row<256; row++){
for(int column=0; column<256; column++){
for(int i=0; i<3; i++){
for(int j=0; j<3; j++){
centerValue1 +=
m_tmplmg[i+row][j+column]+mask1[i][j]
centerValue2 +=
m_tmplmg[i+row][j+column]+mask2[i][j]
}
}
sum=abs(centerValue1)+abs(centerValue2);
if(sum>255) sum=255;
m_Resultmg[row+1][column+1]=(unsigned char)sum;
centerValue1=0;
centerValue2=0;
sum=0;
}
}
  
```

4. Isovist를 이용한 시각적 공간분석 모델

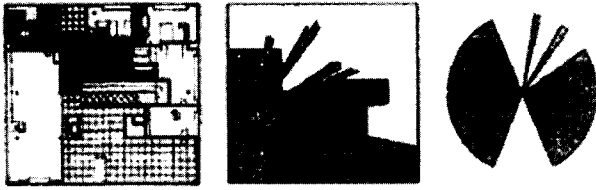
인간이 공간을 인지함에 있어서 대부분 시각과 청각의 정보에 의존하게 되며 그 중 시각이 더 중요하다.¹⁵⁾ 이와 같은 시각적 정보는 정량화가 용이하고 비교적 그 결과를 쉽게 예측할 수 있는 장점이 있다. 이는 시각이 빛에 의한 결과로써 무한히 뻗어나가는 빛의 성질을 정량화하기 위해서는 경계를 정의하게 되며 이와 같은 특징을 이용하여 공간분석을 진행할 수 있다.

특히 M. Benedikt에 의해 제안된 Isovist에서는 분석하고자 하는 지점에서 보여지는 경계 내에 모든 점의 집합을 공간가시영역이라 하며 이를 통해 면적을 구할 수 있다. 공간 가시영역은 두가지 관점에서 분석되는데 공간 가시영역이 전체 경계안에서 차지하는 면적 비율인 가시영역변수와 공간 가시영역의 모양을 보여주는 가시영역도(그림 8. 참조)이다. 또한 분석하고자 하는 블록공간내의 일정한 지점에서 보여지는 시각적 개구부와 시점이 이루는 각 사이에 있는 점의 집합인 공간 개방도(그림 8. 참조)는 공간 가시영역과 마찬가지로 공간 내에 위치한 관찰자의 시점 따라 다양하게 나타나게 된다.

<표 3 > Isovist를 이용한 공간분석 과정과 알고리즘

분석변수	분석방법
가시영역도	시점과 시각차폐물 사이에 있는 영역을 산출하는 것으로서 일정시점에서 보여질 수 있는 영역을 도식화한다.
가시영역변수	일정시점에서 가시영역의 면적과 전체 면적의 비를 구한다.
공간개방도	일정 시점을 기준으로 각각의 개방각을 도식화한다.
공간개방변수	일정 시점에서 나타나는 모든 개방각의 합을 구한다.

15)Hansen은 공간의 인식은 시각에서 60%, 청각에서 30%, 촉각에서 10% 정도로 이루어진다고 주장한다.
 Hansen, Der Architekturaum als Erlebnisraum fur und Nutzer, Kramer Verlag, 1976, p.57



평면도 가시영역도 공간개방도

<그림 8> Isovist를 이용한 공간 개방에 대한 해석 이미지

```

if(m_OpenImg[i][j]>=128){ //임계값 설정 128-level
    m_ResultImg[i][j]=255;

else m_ResultImg[i][j]=0;

```



<그림 9> 영상처리 전후의 이미지 (2진화)

5. 공간분석 모델

5.1. Isovist + 영상처리 분석 모델

이미 언급한 바와 같이 M. Benedikt에 의해 제안된 Isovist 분석 모델은 공간과 주어진 시각 환경내 특정지점에서 보여질 수 있는 시각 영역을 면적으로 정량화하는 방법으로, 방법적 차이는 있지만 시각적 획득 영상을 이용한 정량적 공간 분석 모델로서 개구부에 의한 가시영역과 개방도 분석에는 실효성이 있다. 다만 실제적, 감성적 차원이 아닌 도면을 이용한 2차원 평면적 분석모델로 이와 같은 개념적 분석모델과 실제로 획득되는 영상을 이용한 디지털 영상처리 분석모델을 동시에 이용할 경우 상당히 유효한 분석모델을 제안할 수 있을 것이다.

특히 공간 개방에 대한 분석도구로 영상처리 원리 중에서 이진화 기법을 이용할 수 있는데¹⁶⁾ 이것은 획득된 이미지 내에 분포되어 있는 명도 분포를 분석하기 위한 히스토그램의 분포를 근거로 하여 실험자 정의의 임계값을 결정한 후 이미지를 0과 1로, 즉 흰색과 검은색으로 구분함으로써 공간 내에서 빛에 의해 전개되는 공간 구성을 분석하는데 유효한 방법으로 사용될 수 있을 것이다.¹⁷⁾

다음에 보여지는 코드는 임계값을 기준으로 이미지의 이진화 변환을 위해 사용된 알고리즘이며, <그림 9>는 영상처리 전후의 이미지를 보여주고 있다.

영상처리를 위한 이진화 함수 (Visual C++로 작성)

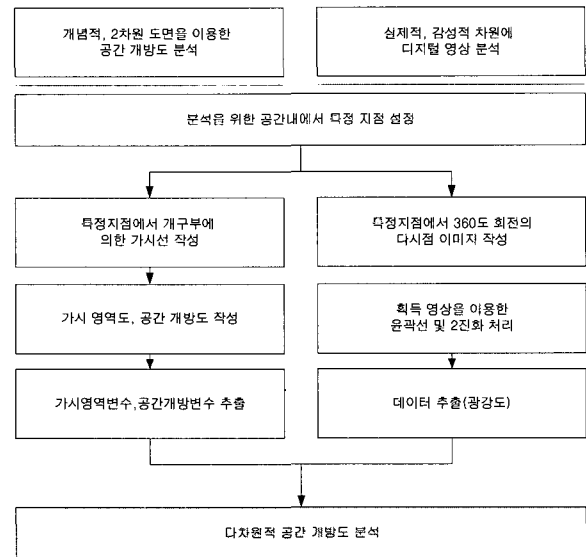
```

void CTestDoc::Binary()
{
    for(int i=0; i<256; i++){
        for(int j=0; j<256; j++){

```

16) 영상처리의 기본적인 기법 중 하나인 이진 영상 처리는 매우 간단한 알고리즘으로 되어있다. 이진화 기법의 원리는 이미지 내에 분포되어 있는 명도 분포를 분석하기 위해서 히스토그램의 분포를 근거로 하여 실험자 정의의 임계값을 결정한 후 이미지를 0과 1로, 즉 흰색과 검은색으로 구분하게 된다. 위에서 보여지는 코드는 임계값(256단계의 명도 값을 가지고 있는 영상에서 중간값인 128을 임계값으로 설정)을 기준으로 이미지의 이진화 변환을 위해 사용된 알고리즘이다.

17) 이혁준, 영상처리에 의한 건축 형태 이미지 해석모델에 관한 연구, 박사학위논문, 인하대, 2003. 2. pp.155-167



<그림 10> 분석모델의 개요

이와 같이 일정한 공간의 개방도 분석을 위하여 개념적, 2차원 평면적 분석을 위한 방법으로는 Isovist 분석 모델을 사용하며, 획득되는 영상과 실제, 감성적 차원에 분석을 위해 디지털 영상처리 분석 모델을 이용하게 된다. 그림 10은 이와 같은 분석 모델의 개요를 정리한 것이다.

5.2. 사례분석

분석모델의 적용을 위한 사례분석을 위해서 공간구성은 Edward T. White의 저서인 'Concept Source Book'의 공간 및 형태를 기초로 하여 5000(mm)×5000(mm)×3500(mm) 격자 모양의 단위 공간 9개를 조합하여 블록공간을 구성하였으며, 단위공간 사이는 벽과 기둥으로 구분하였다. 특히 벽과 기둥의 높이를

<표 4> 사례 분석

번호	모델구성	평면구성	가시영역	공간개방	다시점 이미지 (Panorama Image)	2진화변화시점1/시점2	윤곽선변환(시점1/시점2)
1			 가시영역변수:0.719	 공간개방변수:4.45		광강도:140.96 광강도:155.75	광강도:236.62 광강도:236.67
2			 가시영역변수:0.719	 공간개방변수:4.45		광강도:131.97 광강도:151.56	광강도:239.10 광강도:239.19
3			 가시영역변수:0.519	 공간개방변수:2.99		광강도:151.97 광강도:149.69	광강도:240.98 광강도:240.27
4			 가시영역변수:0.519	 공간개방변수:2.99		광강도:142.58 광강도:151.59	광강도:236.57 광강도:238.22
5			 가시영역변수:0.905	 공간개방변수:5.83		광강도:119.94 광강도:152.96	광강도:232.96 광강도:233.72
6			 가시영역변수:0.905	 공간개방변수:5.83		광강도:120.75 광강도:156.23	광강도:238.17 광강도:237.02
7			 가시영역변수:0.105	 공간개방변수:0		광강도:151.56 광강도:107.53	광강도:248.60 광강도:247.49
8			 가시영역변수:0.105	 공간개방변수:0		광강도:162.39 광강도:132.61	광강도:233.24 광강도:238.53

달리하는 단위공간을 구성하였으며, 이에 따른 공간 개방도의 차이를 분석하였다. 조명은 동일한 확산광을 2곳에 배치하였으며 물리량이 제어된 시뮬레이션과 이미지를 획득하기 위해서 3차원 모델 프로그램(18)을 이용하여 제작하였으며 다른 변수들의

개입을 막고자 하였다.

시점은 무게중심에 두었으며, 일반 사람의 눈높이에 맞추어 160cm(시점1)와 100cm(시점2) 높이로, 렌즈의 크기 및 입사각은 24mm로 설정하였으며 수직 화각은 63도, 수평화각은 73도의 시야각도를 유지하게 하였다.¹⁹⁾

18) 실험을 위해 공간 모델링 구축에는 AutoCAD 2002의 솔리드 모델링 방법을 이용하였으며, 3DS Max를 이용하여 렌더링 한 후 디지털 영상을 획득하였다. 또한 LivePicture사의 PhotoVista를 이용하여 한 장의 파노라마 이미지를 제작하였다. 가시영역변수와 공간개방변수 추출을 위해서, AutoCAD2002에서 제작된 모델링 데이터를 이용하여 가시영역도와 공간개방변도를 직접

작도하였으며 Area, List 명령을 이용하여 면적 및 각도 값을 추출하였다. 광강도 값은 Visual C++로 작성된 Sobel 함수와 이진화 함수를 이용하여 영상처리 후 Photoshop의 Histogram 기능을 이용하여 광강도를 추출하였다.

19) 최종적으로 한 장의 원통형 파노라마 이미지를 구축하기 때문에 수평

분석결과 동일한 평면 구성에서 가시영역변수, 공간개방변수는 동일하게 나타나지만 영상처리 후의 광강도는 관찰되는 시점과 높이에 따라 다른 결과를 나타내고 있으며, 실제 공간에서 획득되어지는 영상을 이용한 처리 결과도 다르다는 것을 알 수 있었다. 특히 공간 내에서 빛에 의해 획득되어지는 정보는 Isovist 분석모델로는 한계가 있으며 실제 공간에서 획득되는 이미지를 활용할 경우 다양한 분석결과²⁰⁾를 얻을 수 있을 것이다.

6. 결론

본 연구는 공간분석을 위한 정량적 분석 모델 개발을 위한 기초 연구로써, 기존 연구의 고찰과 함께 분석 모델간의 상호 보완을 통해 시지각적 측면에서 공간을 정량적으로 분석하여 특성을 파악할 수 있는 새로운 분석 모델의 개발을 목적으로 하였다. 이를 위해서 Isovist 분석모델을 이용한 시각 영역도 작성과 가시면적을 측정함으로써 수평적, 평면적 시각 영역을 측정하였으며 디지털 영상처리 기법을 이용하여 획득되어지는 시각정보 자체를 분석함으로써 수평적인 분석 뿐 만 아니라 일정한 시점(visual point)에서 획득되는 조명, 그림자, 형태 요소와 같은 다양한 시각적 획득 영상을 분석할 수 있었다.

이와 같은 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 기존에 제안되었던 정량적 분석 모델의 경우 실제적, 감성적 공간분석에는 한계가 있으며, 이와 같은 문제점에 대한 대안으로 실제 획득되는 영상을 이용한 디지털 영상처리 모델을 제안하였다. 특히 영상처리 방법 중 윤곽선 처리 뿐 만 아니라 이진화 영상처리 기법을 이용함으로써 영상처리 후에 추출되어지는 광강도를 이용한 분석을 수행할 수 있었다.

둘째, 공간 개방도 분석을 위한 방안으로 개념적 차원의 분석 모델인 Isovist와 디지털 영상처리의 분석 모델을 동시에 사용함으로써 다차원 분석 모델을 제안하였다.

본 연구에서는 공간에 대한 정량적 분석 모델을 비교, 분석하고 분석모델간의 상호 보완을 통해서 보다 객관적이면서 정량적 분석모델을 제안하였다. 향후 실제 모델을 이용한 분석과 통계적 기법을 이용하여 추출된 데이터간의 가중치를 적용한 모델식이 제안되어야 할 것이다.

화각은 큰 의미를 가지고 있지 않다.

20)이혁준, 영상처리에 의한 건축 형태 이미지 해석모델에 관한 연구, 박사학위논문, 인하대, 2003. 2. pp.168-169 "이미지 기반의 영상처리 분석을 이용하여 공간 및 형태 분석에서는 윤곽선과 같은 선형인자의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있었으며, 외부 형태구성 모델의 분석에서는 형태부터 발생하는 음영, 즉 이진화 영상처리 알고리즘이 효과적인 분석임을 알 수 있었다. 이러한 분석을 위해 형태 및 공간의 단일 구성요인의 변화를 통해 구성된 조형 모델을 대상으로 독립변수인 평가 항목 기준요소(윤곽선, 세선화, 이진화, 동적이진화)를 통해 변환된 이미지의 광강도와 인지에 기여하는 정도를 계량화시킨 회귀방정식 모델을 통해 분석할 수 있다."

참고문헌

1. 김희승, 영상인식, 생능출판사, 1998
2. 장동혁, 디지털 영상처리의 구현, 2001
3. 조충호, 인공지능 개론, 홍릉과학출판사, 1993
4. 천인국·윤영택, 영상처리, 기한재, 1998
5. 김영준, 공간 시각구조의 정량적 분석도구 설정에 관한 연구, 2000, 중앙대, 석사 학위논문
6. 황용하, 시각적 접근-노출 모델의 재고찰, 2002, 서울대, 석사 학위논문
7. 이혁준, 영상처리에 의한 건축 형태 이미지 해석모델에 관한 연구, 박사학위논문, 인하대, 2003. 2
8. 김대익, 건축환경의 인지에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 1993.10.
9. 윤천근·김득선·김명희·강철규, 건축면표현을 위한 시각감응언어의 특성 고찰, 대한건축학회논문집, 1996.10.
10. 이혁준·이종석, 복잡성 분석을 통한 디지털 분석의 유효성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 제31호, 2002. 4.
11. 이혁준·이종석, 형태 및 공간분석을 위한 다시점(多視點) 이미지 획득 및 유효성에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 제34호, 2002. 10.
12. 이현수·김현경·김은정·이승희·조명은, 실내디자인을 위한 CMYK 모델 색채 팔레트 제안 가능성을 위한 기초 연구, 한국실내디자인학회 논문집 27호, 2001
13. 주장건·이현호, 시지각 분석에 따른 호텔 로비공간의 특성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2002. 7.
14. Benedikt, M.L, 'To take hold of spcae: isovists and isovist fields', Environment and Planning B, 1979, Vol6
15. Ediward, T, White, Concept Source Book, 대우출판사, 1993.
16. Henry Sanoff, Visual Research Methods in Design "Recognition of Building Types", Van Nostrand Reinhold, 1991
17. Jon Lang, Creating Architectural Theory, 도서출판 국제, 1991
18. William J. Mitchell, The Reconfigured Eye, Visual Truth in the Post Photographic Era, Mit Press, 1994
19. <http://www.wiseemedia.com>
20. <http://www.ipix.com>
21. <http://www.spacesyntax.com>

<접수 : 2003. 2. 28>