

건축공간의 행동모델과 공간구조 분석모델에 관한 연구

A Study on Behavioral Model and Spatial Configuration Analysis model in the Architectural Space

이 종렬 | Lee, Jong-Ruyl

정회원, 경민대학교 건축·인테리어과, 건축학박사

Abstracts

In space syntax, the mathematical process to get a integration could be restrictive in understanding spatial configuration since it is based on only one behavior model. In this study, As another approach to spatial configuration analysis based on behavioral model, there is the simulation tracking analysis model that simulates the movements of human in the space and analyze them.

In this study, the relationship between integration and behavioral model will be defined and the similarities and the differences between space syntax and the simulation tracking analysis model will be demonstrated. Furthermore, these two analysis models will be understood as a variety of tools that can analyze an object in multiple viewpoints.

Keywords

Space Syntax, Spatial Configuration, Behavior Model, ASCA5, Simulation Tracking Analysis Model

키워드

공간구분론, 공간통사론, 스페이스 신택스, 공간구조, 시뮬레이션트래킹 분석모델

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건축 공간은 그 안에 있는 사람을 포함하여 수많은 건축 요소들이 유기적으로 연결되어있는 하나의 생명체와도 같다. 이를 이해하고 평가하기 위한 노력은 다양하게 이루어져 왔으나 각 요소 유기적 상호 영향 속에서 객관적이고 명확한 평가는 어려운 일이다. 따라서 건축공간을 구성하는 요소별로 모델화 하여 분석하는 것이 보다 효율적이고 정확한 결과를 얻을 수 있다.

1980년대에 등장한 공간구문론은 공간의 사회적 관계를 배경으로 공간의 구조를 분석하여 전체 공간속에서 각 공간의 위상을 계량화하여 다양하게 이용할 수 있는 정량적인 지표를 얻을 수 있다.

이와 유관한 연구로서 ERAM²⁾, 확률분석³⁾, 시물레이션 추적분석⁴⁾등의 연구가 있다.

이러한 연구들은 모두 공간구조내에서 발생하는 사람의 행동과 밀접한 관련을 갖는다. 본 연구에서는 공간내에서 사람의 행동에 대한 연구하는 환경심리학에서 다루는 행동모델이론을 살펴보고 공간구문론을 위시한 공간구조분석이론과의 관계성을 특히 시물레이션 추적 분석모델을 중심으로 파악하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

공간의 구조를 대상으로 분석이론 중 통계이론과 구분되는 그래프 분석은 공간을 그래프로 단순화하여 분석하는 방법으로 가시성(Visibility)과 접근성(Permeability, Accessibility)이라는 두가지 측면에서 분석을 하고 있다.

가시성 즉 공간의 시각적 속성에 기반한 분석으로는 VGA 와 Isovist, VAE등이 있으며, 접근성 즉 공

간의 연결관계에 기반한 분석으로 공간구문론과 ERAM 모델등이 있다.

본 연구는 이중에서 공간의 접근성을 기반으로 하는 분석을 연구의 범위로 한다.

우선 기존 연구로서 공간구문론과 행동모델의 이론적 배경을 살펴보고 특히 통합도를 구하는 과정에서 기반하고 있는 전제조건들과 행동모델과의 관련성을 파악한다. 행동모델의 이론에 근거한 시물레이션추적 분석모델을 살펴보고 공간구문론과의 유사점과 차이점을 파악하고자 하였다.

2. 공간구조의 표현과 분석 방법

2.1 공간구문론의 수학적 모델

접근성 즉 공간과 공간의 연결관계에 기반한 분석으로서 대표적으로 공간구문론⁵⁾이 있다. 공간구문론은 각 공간의 중요도를 정량적으로 제시하는 이론이자, 이를 토대로 개발된 일련의 컴퓨터 프로그램을 지칭하는 것이다.⁶⁾ 주요 개념은 공간들이 각각의 요소로 분할될 수 있으며, 선택에 따른 네트워크로 분석되어 각 공간 간의 통합성과 상대적 연결성을 표시한 그래프와 지도로 재현될 수 있다는 것이다. 이는 공간에 대한 3가지의 기본적 개념(isovist, axial space, convex space)에 기초를 두고 있으며, 이를 컴퓨터 프로그램을 이용하여 수학적 연산 과정을 거쳐 정량적인 지표를 산출한다.

공간구문론에서는 기본적으로 공간의 구조를 J-Graph로 표현하고 이때 공간과 공간을 연결하는 노드를 공간의 이동에 필요한 노력의 기본단위인 Depth로 규정한다. 그리고 공간의 이동은 항상 최단거리를 이용하는 효율적 이동으로 발생한다고 가정하여 공간과 공간의 이동에 필요한 최소의 Depth를 구한다. 그리고 하나의 공간에서 다른 모든 공간으로 이동하는데 필요한 모든 Depth를 Total Depth로 정의한다.

이때 공간의 구조가 복잡할수록 전체 공간을 이동하는데 필요한 TD는 커지게 되며 출발하는 공간이 전체 공간의 위상적 중심에 있을수록 TD는 작아진다.

그림1 은 하나의 공간구조를 각각 다른 공간을 중심으로 J-Graph를 그린것이며, TD가 가장 낮은 ©를

* 경민대학 건축인테리어학부 조교수

** 국민대학교 건축학과 교수

2) 최재필외, 인접행렬의 고유벡터 성분비를 이용한 공간분석, 대한건축학회논문집 계획계 19권 11호 통권181호, 2003.11

3) 이종렬외, 공간이용 확률에 의한 공간구조분석모델에 관한 연구, 대한건축학회지 제26권 제11호 통권 제265호, 2010년 11월

4) 박종현외,공간구조분석을 위한 시물레이션 추적 분석에 관한 연구, 한국 건축·인테리어 디지털 디자인 학회 논문집 9권 3호, 2009.12

5) Space Syntax, 한글로는 공간구문론, 공간통사론등이 함께 쓰이고 있다.

6) 임현식, Space Syntax를 활용한 보행공간체계 분석에 관한 연구, 세종대학교 석사학위논문, 2002

출발점으로 했을 경우의 J-Graph의 높이가 가장 낮은 형태를 가지며 TD값도 가장 작은 값을 갖는다. 가장 높은 형태의 J-Graph를 이루는 ㊸를 출발점으로 한 J-Graph는 가장 높은 TD 값을 가짐을 알 수 있다.

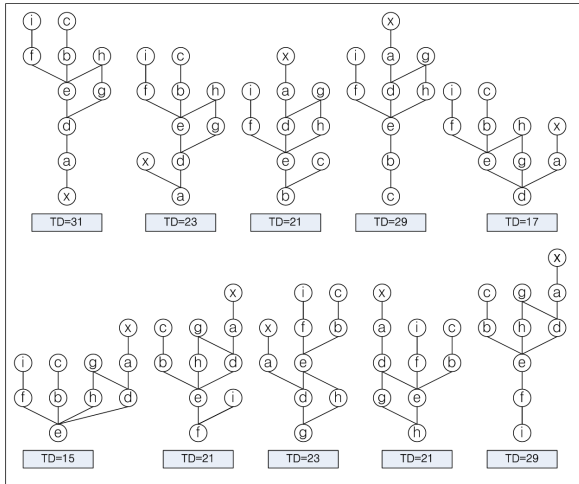


그림 1. 각 단위공간을 시작점으로 정렬한 J-Graph

이는 각 출발점에서 다른 단위공간으로 이동할 때의 난이도를 보여주는 것으로 깊이가 가장 낮은 ㊸ 공간에서 다른 모든 단위공간으로 이동하기가 가장 쉬운 공간임을 알 수 있으며, ㊸를 출발점으로 할 때 다른 단위공간으로 이동하기가 가장 어려운 공간구조를 가지고 있음을 보여주고 있다.

또한 TD 값이 클수록 위로 높이가 높아지는 선형 구조에 가까운 형태를 가지게 되며 TD 값이 작을수록 옆으로 펼쳐지는 부채꼴구조의 모습을 보인다. 그러므로 전체 공간구조에서 ㊸가 상대적으로 가장 중심에 있는 공간이며 ㊸가 가장 중심에서 멀리 있는 단위공간임을 알 수 있으며 TD를 공간구조의 위상적 중심성을 계량화한 지표로서 사용할 수 있음을 확인할 수 있다.

이때 Depth는 공간과 공간을 이동하는 기본단위이면서 이동에 필요한 노력의 정도를 나타내므로 중심에 위치한 공간일수록 다른 공간에서의 이동이 쉬우, 반대로 다른 공간으로의 이동도 쉽다고 할 수 있다. 따라서 이용하기 쉬운 공간으로 정의할 수 있다.

표 1. 단위공간 사이의 이동시 경유하는 공간

	X	A	B	C	D	E	F	G	H	I
X	-		ADE	ADE B	A	AD	ADE	AD	ADE ADG	ADE F
A	-	-		BDE		D	DE	D	DE	DEF

								DG	
B	ADE	DE	-		E		E	DE EH	E EF
C	ADE B	BDE		-	BE	B	BE	BEH BED	BE BEF
D	A		E	BE	-		E		E G EF
E	AD	D		B		-		D H	F
F	ADE	DE	E	BE	E		-	DE EH	E
G	AD	D	DE HE	BEH DEB		D	DE HE	-	DEF HEF
H	ADE GDA	DE GD	E	BE	E G		E		- EF
I	ADE F	DEF	EF	BEF	EF	F		DEF FEH	EF -

또한 각각의 공간을 가장 적은 노력을 필요로 하는 최단거리로 이동한다고 전제할 때 이동과정에서 거치게 되는 공간을 매트릭스로 살펴보면 표1 과 같이 나타나고 이 과정에서 이용되는 각 공간의 이용회수는 아래의 표2 와 같게 된다.

표 2. 각 단위공간별 경유회수

공간	X	A	B	C	D	E	F	G	H	I
단독경로	0	14	14	0	23	39	14	0	0	0
선택경로	0	4	4	0	18	22	4	6	10	0
평균합계	0	16	16	0	32	50	16	3	5	0
TD	31	23	21	29	17	15	21	23	21	29

표2 에서 공간 ㊸가 다른 공간을 이용하는 과정에서 경유되는 공간으로서 가장 많이 사용되게 됨을 알 수 있다. 즉 TD가 작은 공간일수록 사용될 가능성이 높아지며, TD가 큰 공간일수록 사용될 가능성이 낮아지는 반비례 관계가 형성됨을 알 수 있다.

이와 같이 TD는 전체 공간내에서 각각의 공간의 위상적 중심성을 나타내주며, 이는 각 공간의 이용 가능성과 정확한 반비례 관계에 있음을 알 수 있다.

공간구문론에서는 이러한 원리에 따라 TD를 공간의 이용가능성을 파악할 수 있는 지표로 사용하고 있다.

그러나 이는 하나의 공간구조내에서 단위공간간의 비교에는 이용할 수 있지만 다른 공간구조, 특히 전체 단위공간의 수가 다른 공간구조의 비교에는 사용할 수 없다. 따라서 공간구문론에서는 공간의 규모에 관계없이 다른 공간구조의 비교에 사용할 수 있도록 TD를 수학적으로 변형하여 INT라고 하는 지표를 구하여 사용한다.⁷⁾

2.2 행동모델

일반적으로 모델이란 어느 총체사상 중에서 필요한 속성, 성능만을 문제로 하고 그 측면에 한해서 총체사상과 같은 속성을 갖는 것으로, 주로 실제의 시스템이나 과정의 선정된 속성을 간략화하거나 구성적으로 유의하게 재현한 것을 말한다. 8)

행동모델이란 실제공간에서 나타나는 공간 사용자의 행동을 조사하고 이를 모델로서 간략화하여 재현한 것이다. 이때 실제 인간의 모든 행동을 모델화 하는 것이 아니라 가능한 단순화하여 공간과의 관련이 깊은 부분만을 추출 및 모델화하고 한정된 범위 내에서 고찰하여야 한다.9)

행동모델은 공간과 인간의 상호적 관계를 이해할 수 있게 하며, 공간 안에서 나타나는 현상에 대한 체계적인 설명을 할 수 있게 한다. 그럼으로서 공간과 인간과의 대응관계에서 나타난 문제점을 해결하는데 도움을 줄 수 있다. 즉 도시 및 건축 계획 단계에서 만들어질 새로운 공간에서 발생할 인간의 공간이용에 대한 확률적 예측을 가능하게 할 수 있다.

표 3. 행동모델의 분류

기준	목적	표현방법	행동내용
분류	재현모델	수학모델	질서모델
	계획모델	시물레이션모델	유동모델
	예측모델	언어모델	분포모델
			상태모델 (생리모델, 심리모델)

공간구조분석은 공간안에서의 사람의 행동을 파악하는 것이며, 분석의 결과로 얻어지는 다양한 지표의 목적 역시 공간의 구조를 이해함으로써 공간내에서의 사람의 행동을 예측하여 적절한 공간구조를 갖는 건축을 만드는 데 있다. 따라서 앞에서 공간구조론을 위시한 모든 공간분석방법론 역시 공간내에서 사람의 행동을 파악하기 위한 노력으로 이해할 수 있다.

행동모델에서 물리적인 공간의 구조를 이해하는 구체적인 접근 방법으로 공간구조의 위상을 이용하고 있으며, 공간구조의 위상은 공간의 이용가능성을 간접적

7) 이종렬, 공간통사론의 수학모델과 분석도구의 개발에 관한 연구, 한국디지털건축·인테리어학회논문집 제6권2호 통권10호, 2006.11

8) 김광문 역, 건축계획 세진사, 1983

9) 乾 正雄 외, 신건축학대계 11 환경심리, 대광서림, 1990 P184

으로 나타낸다.

행동모델에서 공간을 취급하는 방법에 있어서 매쉬형과 네트워크형의 두가지 방법을 사용하고 있는데, 대상공간을 부정형의 종합적인 몇 가지로 표현할 수 있고, 상세한 유동까지 표현할 필요가 없을 경우 네트워크형을 사용하고 대상 공간의 분할이 어렵고 공간 전체도 균일한 경우에는 매쉬형을 사용한다. 이는 공간구조분석이론 중 접근성분석에서 사용하는 J-Graph와 행동모델의 네트워크형은 공간을 노드로 나타내고 그들의 연결을 링크로 나타내는 점에서 공간구조 분석에서 사용하는 J-Graph 매우 유사하며, 가지성분석이론인 VGA 등에서 사용하는 그리드로 공간을 분할하는 방법과 행동모델의 매쉬형이 많은 공통점이 있음을 알 수 있다.

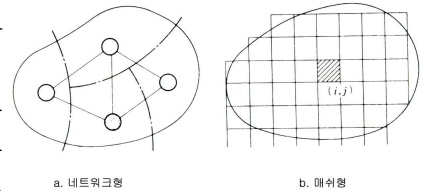


그림 2. 공간의 취급 방법

는 J-Graph 매우 유사하며, 가지성분석이론인 VGA 등에서 사용하는 그리드로 공간을 분할하는 방법과 행동모델의 매쉬형이 많은 공통점이 있음을 알 수 있다.

공간속에 나타나는 인간의 행동특성을 파악하기 위하여 사람의 행동 유형을 질서, 분포, 유동, 상태의 4 가지 개념으로 정의하고 있다. 이중 상태는 연구에 따라 심리적 상태와 생리적 상태로 나누기도 한다.10)

표 4. 유동표현의 분류

기준	대상	공간	유동	표현
분류	개인형	네트워크형	대기행렬형	일방향형
	군집형	매쉬형	배분형	선택형


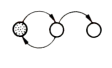
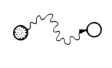

이중에서 공간의 이용은 유동에 의해서 발생하게 되는데, 유동은 하나의 실에서 다른 실로의 이동, 혹은 단일한 공간내에서의 움직임에서 나타나는 일련의 흐름을 말하며 유동의 양과 패턴은 공간에 따라 매우 확실한 경향성이 보이며, 이것을 유동특성이라고 한다. 유동의 결과로 나타나는 보행의 궤적이 동선이 되며 이러한 정적인 특성에 유동시 일어나는 방향선택의 경향이나, 대기의 행동과 같은 시간과 함께 변화하는 상태까지를 유동으로 정의하고 있다. 11)

유동은 인간의 공간 이용에 있어서 반드시 나타나는 행동으로 분포상태 및 질서상태와도 밀접한 관련성을 가지고 있다. 따라서 접근성기반 공간구조 분석 모델에서는 유동의 특성의 파악에 따른 분석을 배제

10) 천의영, 건축공간의 행동모델 및 시물레이션에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문, 1987

11) 乾 正雄 외, 신건축학대계 11 환경심리, 대광서림, 1990

표 5. 인간의 유동 패턴의 분류

흐름의 내용	이 미 지	행 동	유동특성
F1: 두 지점간의 위치 이동이 행동목적인 것		피난 통근 통학	이동이라는 목 적이 강한흐름
F2: 다른 행동목적 때문에 위치를 이동하는 것		쇼핑 유원지 관람	이동이라는 목 적 이외의 흐름
F3: 이동 프로세스를 행동목적으로 하는 것		산책 하이킹	이동 과정자체 가 목적이 되는 흐름
F4: 흐름이 정체된 것		대합 NECK 휴식	흐름이 정체된 상태

할 수 없다. 유동은 특성에 의해 다음과 같은 4가지 패턴으로 분류할 수 있다.

F₁ : 어떠한 목적에 중점을 두고 있는 유동으로 출퇴근 · 통학에서 많이 나타나는 2 지점간의 이동, 유동의 방향 · 경로가 일정함, 목적지까지의 최단경로의 공간이 선택된다.

F₂ : 별개의 목적을 가진 행위를 달성시키기 위해 발생하는 유동, 방향(方向)· 경로(經路)는 선택적, 일상 생활의 대부분 유동은 대개 이 F₂ 에 포함된다. 반드시 최단경로가 선택되지 않는다. 공간의 배치나, 사인 등에 따라 유동이 발생하는 공간이 선택된다.

F₁ 의 유동은 개인차가 적는데 비하여 F₂ 의 유동은 개인적 성향과 상황에 따라 유동패턴이 완전히 다르게 나타날 수 있다.

F₃ : 여행 등에서 나타나는 유동으로 목적지까지 이동자체의 체험에서 의의를 찾아볼 수 있는 유동행위이다

F₄ : 유동이 일어나지 못하고 있는 상태로 유동이 아니라고 볼 수 도 있다.

실제 생활에서 나타나는 유동패턴은 이 4가지가 각각 몇 가지씩 조합되어 나타나게 된다.

2.3 시뮬레이션 추적분석

시뮬레이션 추적분석은 공간구문론에서 다루는 그래프로 표현된 공간구조를 그대로 사용한다. 그러나 실제의 사람의 움직임은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 재현해내고 이때의 움직임을 추적하여 누적하여 실제의 건축공간에서 사람이 움직이면서 발생하는 공간이용의 과정을 역으로 예측하고자 하는 방법이다.¹²⁾

12) 박종현외,공간구조분석을 위한 시뮬레이션 추적 분석에 관한 연구, 한국 건축·인테리어 디지털 디자인 학

이때 공간과 공간의 이동을 어떠한 방법으로 결정할 것인지를 시뮬레이션하는 방법에 따라 다양한 분석이 가능할 것이지만 선행 연구에서는 행동모델에서 이동할 공간으 선택하는 환이확률(추이확률)의 결정방법중 인접공간의 수에 의한 선택을 이용하고 있다.

이것은 공간구문론에서 사용하는 연결도와 밀접한 관련을 갖는다.¹³⁾

3. 공간구조 분석과 행동모델

앞에서 공간구문론에서 인간의 이동가능성 즉 접근성에 의하여 공간의 위상적 중심성을 구하고 여기에서 공간의 이용가능성을 정량화하였다. 이때 이동의 전제조건으로서 몇가지를 제시하고 있는데, 공간의 구조를 가장 단순화한 그래프 형태인 J-Graph로 표현한다. 이는 행동모델에서 사용하는 네트워크형 행동모델에 해당한다.

이때 실세계의 공간구조는 모두 연결되어 있으나 이를 모두 분석하는 것은 불가능하므로 일정한 영역이내의 공간만을 분석한다. 즉 닫힌 공간 구조를 전제한다.

하나의 공간에서 다른 모든 공간으로 이동한다는 것을 전제하여 모든 공간으로의 이동시 필요한 노력의 합, 즉 Detpth의 합인 TD를 구하였다.

이것은 하나의 공간에서 다른 공간으로의 이동, 즉 이동하여야 할 목적지가 정하여져 있는 이동을 전제하고 그 과정에서 경유지로서 이용하는 다른 공간의 이용가능성을 측정하고 있는 것이다. 이것은 행동모델에서 정의하고 있는 유동패턴중 F₁ 패턴에 해당한다.

마찬가지로 목적지로 이동할 때 최단경로를 선택한다고 전제한다. 행동모델에서도 F₁ 패턴의 움직임은 최단경로를 선택한다고 보고 있다.

시뮬레이션 추적분석에서는 일부는 이와 같고 또 일부는 다른 몇가지 특징을 갖게 되는데

네트워크형 행동모델과 일치하는 J-Graph를 사용하는 점에서는 같지만 공간내에서의 행동의 시작이 되는 공간과 끝나는 공간이 존재하여야 한다. 즉 공간의 이용이 외부공간에서 해당공간으로 들어오면서 시작하고 외부공간으로 나가면서 끝나므로 외부공간의 존재를 고려하는 열린공간구조를 전제한다.

회 논문집 9권 3호, 2009.12

13) 상동

이 종 렬

공간구문론은 하나의 공간에서 다른 모든 공간으로의 이동을 전제하고 있지만 실제 사람의 공간이용에서는 한사람은 한번에 하나의 공간으로만 이동할 수 있으며 모든 공간을 이용하지 않을 수도 있다. 또 만일 a 공간에서 b 공간으로 이동하였다면 a 공간에서 c 공간으로의 이동은 발생할 수 없지만 공간구문론에서는 이 모든 공간으로의 이동을 포함하여 분석하고 있다.

시물레이션 추적분석 실제 사람의 이동을 시물레이션하므로 실제로 일어나는 행태에 가까운 분석을 하고 있으며 분석을 하고 있으며 공간구문론은 사람의 이동을 예상하여 분석하지만 실제 이동이 이루어지지 않는 정태성 분석이라고 한다면 시물레이션 추적분석은 실제로 이동이 발생하는 동태성 분석이라고 할 수 있다.

표 6. 공간구문론과 시물레이션 추적분석의 비교

	공간구문론	시물레이션추적
공간표현	J-Graph	J-Graph
유동패턴	F1 패턴	F2패턴
이동경로	최단경로 선택	확률적 이동
외부공간	닫힌공간	열린공간
이동공간	모든 공간으로의 이동을 동시에 고려	한번에 하나의 공간으로 이동
분석행태	정태성분석	동태성분석
분석 기본단위	Depth	이동가능성

공간구문론과 시물레이션 추적분석은 이와 같이 행동모델의 차원에서 유사한 측면과 다르게 접근하는 측면이 있다.

하나의 대상을 분석하고자 할 때 한방향으로 분석하기보다는 가능한 다양한 측면에서 접근하고 분석하는 것이 보다 정확하게 대상을 이해하기 위한 방법일 것이다. 따라서 공간구문론과 시물레이션 추적분석은 서로 상호보완적으로 사용될 때 더욱 효율적인 분석이 가능하다고 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 공간구조분석의 대표적 이론인 공간구문론을 살펴보고 선행 연구에서 개발된 시물레이션 추적분석과 비교를 하였다. 또한 시물레이션 추적분석의 이론적 배경이 되고 있는 환경심리의 주요 이론인

행동모델을 살펴보고 공간구문론과의 관계성을 살펴 보았다. 공간구문론과 행동모델은 모두 공간구조내에서 인간의 행동을 파악하여 실제 건축공간에서 공간의 이용행태를 예측하고자 하는 목적을 갖고 있으며 공간의 표현 방법, 공간이 유동의 방법등에 대하여 많은 유사성을 갖고 있으며 특히 공간구문론에서 전제하는 유동의 패턴이 F₁ 패턴에 근거하고 있었다.

시물레이션 추적분석은 이와는 대비되는 F₂ 패턴에 근거하여 공간의 구조를 분석하고 행동모델의 연구에 이론적 근거를 두고 있음을 살펴보았다.

이 두 가지 공간구조분석 방법의 공통점과 차이점을 제대로 이해한다면 하나의 공간구조를 분석하는데 상호 보완적인 분석방법으로서 시너지 효과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

1. B. Hillier & J. Hanson, "The Social Logic of Space", Cambridge University Press, 1984
2. 이종렬, 공간통사론의 수학적모델과 분석도구의 개발에 관한 연구, 한국디지털건축·인테리어학회논문집 제6권2호 통권10호, 2006.11
3. 乾 正雄 외, 신건축학대계 11 환경심리, 대광서림, 1990
4. 최재필외, 인접행렬의 고유벡터 성분비를 이용한 공간분석, 대한건축학회논문집 계획계 19권 11호 통권181호, 2003.11
5. 최재필, 조형규, 최현철, 조영진, 확률과정에 기초한 ERAM 이론의 재해석 및 검증, 대한 건축학회논문집 20권 11호 통권 193호, 2004
6. 조형규, 공간구조 분석을 위한 각도가중 ERAM 모델의 구축 및 적용, 서울대학교. 박사학위논문, 2005
7. 정재훈, 박물관에서 관람자 행태에 영향을 미치는 물리적 요인에 관한 연구, 고려대학교 박사학위논문, 2004
8. 이주혁, 시지각적 접근에 의한 전시실의 공간분석에 관한 연구, 서울대학교 석사학위논문, 2006
9. 백승호, 공간 구조가 길찾기에 미치는 영향에 대한 연구, 서울대학교 대학원. 2002

논문접수일 (2012. 5. 16)

심사완료일 (1차 : 2012. 5. 31, 2차 : 해당 없음)

게재확정일 (2012. 6. 1)