공간통사론의 수학모델과 분석도구의 개발에 관한연구

A Study on Space Syntax Mathematical Model and Software Development for Analyzing

이 종 렬*
Lee, Jong-Ruyl

Abstract

This study is investigates space syntax theory, developed by Bill Hiller, used for physical analysis and visual access of space and role of spatial configuration based on social logic. it mean computer program analyze physical structure of space and represent by mathematical logic. it used for predict space use and Descriptive of spatial configuration. This method and theory is incompletion for design, but it enough useful tool for architecture and urban design and will be improved.

And development of a simple computer program - SSA(Sspace Syntax Analysis) for space syntax analysis and study. SSA is based on convex map analysis and using VISIO software for easily using and development.

키워드 : 공간구문론, 공간통사론
Keywords : Space Syntax

1. 서 론

건축가는 자신이 디자인하는 건축공간의 미적가치 뿐만이 아니라 건축적 요구를 충족할 수 있도록 많은 노력을 하게 된다. 건축의 목적에 대한 충족도를 알기위하여 디자인 단계에서나 혹은 완공후에 다양한 평가와 분석이 이루어진다. 특히 디자인단계에서의 사전평가는 디자인을 진행하기 위하여 매 디자인단계마다 수시로 이루어지게 된다.

건축공간은 그 자체만으로 의미를 갖는 것이 아니라 그 공간에서 사람의 먹고 자고 일하는 생활이 이루어지는데 진정한 의미가 있으며, 건축공간은 사람의 사회적 활동의 무대가 된다고 할 수 있다. 이때 사회적 활동이 일어나는 공간구조에 따라 형성되는 공간 이용패턴은 건물 이용자들의 사회적 관계와 커뮤니케이션 정도에 큰 영향을 끼친다. Hiller는 이를 공간구조가 지닌 사회적 속성이라 정의하고 공간구조가 사람들의 통행, 회피, 만남 등의 공간이용패턴을 규정하는 기본적 인자임을 제시하고 있다.

사회적인 차원에서 공간은 어떤 건축적 요소의 특정한 배열을 통해 형성되어 형식과 질서를 갖는 공간구조(Space Configuration)로서 존재한다. 즉 공간구조는 통행과 만남을 비롯한 다양한 공간적 행동을 정의하고 통제함으로서 사회적 관계를 형성하거나 표현한다. 반대로 사회적 관계는 건축적 구조와 분포 등을 통해 공간 자체를 배열하며, 그러한 공간속에 사람들은 재배치되어진다. 이렇게 인간이 공간에게 미치는 공간발달 영향력과 공간이 인간에게 영향을 미치는 공간사용패턴과 같이 인간과 공간의 상호관계에 대한 분석은 최적의 공간을 디자인하기 위하여 필수적이라 할 것이다.

이전의 공간분석은 정성적 방법으로 건축적 경험에 기반하여 미학적 이해와 철학적 사고에 의한 이론과 비평으로 개인의 견해와 주관적 분석이 이루어져왔으며 객관적이며 정량적으로 수치화 시키는 분석은 불가능한 것으로 인식되어 왔다. 그러나 최근 디지털기술의 발달로 컴퓨터를 이용하여 인간이 하지 못하는 수치계산이 가능하여짐에 따라 Space Syntax 와 VAE 등 공간을 객관적이며 과학적으로 분석하여 평가할 수 있는 방법들이 개발되어지고 있다.

이러한 분석을 함으로써 공간구조의 분석결과를 통해 해당공간의 위상과 영향력을 수치화하여 파악할 수 있으며, 건축디자인이 필요한 요구에 적절히 대응하고 있는지를 파악하여 건축공간계획안의 적절성을 정량적으로 평가하여 디자인에 피드백하기 위한 정보를 제공하는 도구로 활용할 수 있다.

공간통사론 분석도구로서는 통상적으로 영국에서 개발된 Axman 등의 프로그램을 이용하여 공간분석을 수행하지만 이미 개발된 지 오래되었으며 맥킨토시용으로만 개발되어 활용하기에 어려움이 있다. 이 연구에서는 공간통사론의 수리적 모델에 대하여 고찰하고 이를 적용하여

* 정회원, 경민대학 디자인학부 건축토털디자인과 교수

교육 및 연구에 이용할 수 있도록 쉽고 간단하게 사용할 수 있는 분석 도구를 개발하고자 한다.

2. 공간통사론(Space Syntax)

2.1 공간통사론의 개념

공간통사론 혹은 공간구문론(Space Syntax)[1]은 영국 런던대학교의 힐리어(B. Hillier)와 핸슨(J. Hanson)교수의 연구팀이 1980-90년대에 걸쳐 개발한 것으로 사회적 논리성을 기반으로 공간구조를 분석하여 각 공간의 특성을 정량적으로 측정하는 공간 분석이론과 이에 바탕을 두고 개발된 일련의 공간분석 방법론을 총칭한다. 또한 이 이론에 근거하여 개발된 컴퓨터 프로그램을 지칭하기도 한다.

이는 카르납에 의해 도입된 메타논리학에 그 기초를 두고 있는데, 어떤 임의의 대상을 기호로 하여 기호 그 자체에는 의미를 두지 않고 기호와 기호의 조합에 의미를 두는 것을 특징으로 한다.

구체적으로 공간통사론은 건축 및 도시를 구성하는 공간을 개체적 속성(예를 들어, 공간의 형태, 크기 등) 대신, 공간간의 네트워크로 가정하여 개별 공간들의 관계성(configuration)의 집합으로 파악하고, 이 관계의 집합들이 드러내는 형태적(morphological) 특성을 수학적 모델로서 규명하고자 하는 일련의 분석기법과 개념의 집합을 말한다.

이 방법론은 특정 공간을 분석하기 위해서는 단순히 이웃 공간간의 관련성이나 특정한 공간간의 관계가 아니라 거시적인 관점에서 모든 공간간의 상호관련성을 바탕으로 공간의 상호 유기적 결합을 공간분석의 전제로 하며, 인간이 공간을 인지하고 사용하는 공간사용행태에 대한 이해에 분석의 기본을 두고 있다.

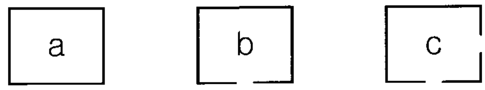
공간통사론은 공간의 물리적 구조를 분석, 표현 할 수 있는 공간분석 방법으로 공간이 체계적이고 객관적인 분석을 위해 수리적 논리에 기반하여 공간구조를 해석한다. 힐리어에 의하면 모든 건축공간은 사회적 논리성을 지니게 되며, 그 건축공간이 속한 사회 문화적 속성을 반영하게 된다. 따라서 공간통사론에 의한 분석은 단지 물리적 분석에 그치지 않고 사회문화적 속성의 분석이 가능하게 되며, 이는 인간의 생활상에 의한 공간의 이용도를 예측하기 위한 예측성(Predict)의 특징과 공간의 물리적 구조를 논리적으로 설명하고 명확히 표현하는 표현성(Discriptive)의 특징을 가지고 있다.

공간통사론에 의한 분석의 결과는 각 공간간의 관계에서부터 특정 공간과 다른 모든 공간과의 관계를 해석에 사용될 수 있다. 주로 공간의 관계성, 위계 등 그 공간이 갖는 특성을 정량화된 값으로 도출하여 대상 건축공간의 특성을 파악하는데 사용되고 있다.

객관적이고 정량적인 분석을 가능하게 해주는 공간통사론은 특정 공간을 분석하기 위해서 모든 공간간의 상호 관련성을 바탕으로 공간의 상호 유기적 결합을 공간분석의 전제로 하므로 공간구조 (Spatial configuration)의 상대적 배치의 차이에 대해서 기술할 수 있게 해주는 객관적 방법론이라 할 수 있다.

2.2 분석방법과 수학모델

건축에서 모든 공간은 반드시 하나 이상의 개구부를 가지고 있을 수밖에 없다. 다음 그림에서 a 와 같이 개구부가 없는 공간은 건축적 의미를 가질 수 없다. 따라서 모든 공간은 b 혹은 c 와 같이 하나 이상의 개구부를 갖게 된다.



또 다음 그림에서 공간 a와 공간 b 는 인접하고 있거나 연결되어 있다.

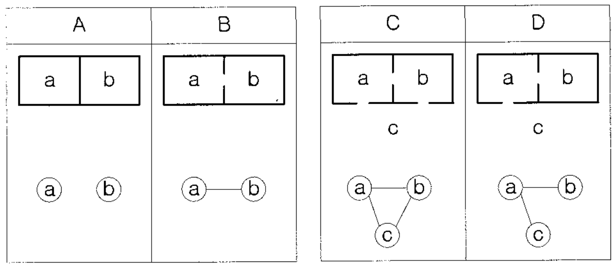


그림 A 에서 공간 a와 공간 b 는 서로 인접하고 있지만 연결되어 있지 않으며 실제 건축공간에서는 존재하지 않을 것이다.

그림 B에서 공간 a와 공간 b 는 서로 연결되어 있으며, 이때 공간 a에 대한 공간 b의 관계는 공간 b에 대한 공간 a의 관계와 같고 이를 형태적으로 대칭(Symmetry)적인 관계를 가진다고 본다. 이러한 대칭성은 공간 a와 공간 b의 고유한 관계적 특성이다.

여기에 제 3의 공간으로 외부공간 c와의 관계를 부여한 그림 C와 그림 D에서는 대칭성의 관계가 달라진다. 즉 그림 C에서는 모든 공간에서 각각 다른 공간으로 이동할 수 있지만 그림 D에서는 공간 a를 거치지 않고서는 공간 b에서 공간 c로 혹은 그 반대로의 이동이 불가능하다. 즉 비대칭(Asymmetry)적 관계를 갖게 된다.

이와 같이 Space Syntax 개념에서 공간구조는 하나의 공간과 다른 모든 공간과의 관계에 의해서 정의되는 상호의존적 관계의 집합이라고 할 수 있다.

이러한 공간의 대칭성과 비대칭성을 명확하게 설명하기 위하여 아래 그림과 같이 공간은 동그라미로 공간간의 연결은 선으로 표시한 그래프를 J-Graph 혹은 JPG(Justified Permeanbility Graph)라고 부른다. 여기서 결절점(nodes)은 단위공간을 의미하고 연결선(edges)은 각 공간간의 관계를 의미한다.

J-Graph를 이용하면 공간의 크기와 형태에 관계없이 공간간의 연결 관계만을 명확하게 살펴볼 수 있다.

이 연결 관계에서 대칭적 구조의 공간과 비대칭적 구조를 가진 공간의 본질적인 차이를 정량화 하여 살펴볼

1) 김영욱, '공간형태와 공간인식의 상호관련성 연구', 대한건축학회 논문집, 제 16권 10호, 2000, p37-44

수 있는 Space Syntax에서 가장 중요한 개념의 하나인 공간의 깊이(Depth) 라는 개념이 얻어진다. 즉 하나의 공간에서 다른 공간으로 이동할 때 거쳐야 하는 최소한의 공간의 수(정확히는 연결통로의 수)가 공간의 깊이가 된다. 이때 연결된 공간간의 깊이는 1이 된다.

위의 그림 C에서 보듯이 대칭적 공간에서는 모든 공간에서 다른 공간으로 갈 때의 깊이가 1로 모두 같지만, 비대칭적 공간인 그림 D에서는 ⓐ↔ⓑ, ⓐ↔ⓒ는 각각 1로 같지만 ⓑ↔ⓒ는 2의 깊이를 갖는다.

즉 ⓐ 에서는 모든 공간의 깊이가 1로 같지만 ⓑ와 ⓒ에서는 ⓐ 로는 깊이가 1이고 ⓒ혹은ⓑ로는 ⓐ를 거쳐서 가야만 하므로 공간의 깊이는 2가 된다.

이때 ⓐ 는 공간 구조상 대칭적 위치에 있으며, ⓑ와 ⓒ는 공간구조상 비대칭적 위치에 있다고 할 수 있다. 또 전체 공간구조에서는 각 공간의 깊이가 같다면 이 공간의 구조는 대칭적이라고 할 수 있으며 그 깊이가 다르다면 이 공간 구조는 비대칭적이라고 말할 수 있다.

한 특정한 공간 i 로부터 다른 공간 j 로의 이동하기 위하여 거쳐야 하는 최소한의 공간의 수 즉 공간의 깊이(Depth)를 $d(i,j)$로 표시하고, 분석의 대상이 되는 전체 공간의 수(K로 정의한다)와 함께 Space Syntax 이론의 주요한 변수가 된다. 일반적으로 전체 공간의 수 K는 2 이상으로 정의된다. 이는 전체 공간의 수가 2 이하 일 경우는 공간의 구조적인 차이가 없기 때문이다.

이와 같이 하나의 공간에서 다른 공간으로 이동할 때 거쳐야 하는 공간의 수가 많다면 공간의 깊이가 깊다고 할 수 있으며, 이때 공간의 깊이는 기준이 되는 공간이 필요하게 되므로 상대적인 것이다. 같은 공간구조에서도 어떤 공간을 기준으로 하느냐에 따라서 각각 다른 공간의 깊이가 산출된다. 이때 어느 한 공간에서 다른 공간으로 이동할 때 깊이가 깊은 즉 Depth가 큰 공간일수록 이동하기에 많은 노력이 든다고 할 수 있다. 따라서 깊이가 작은 공간으로의 이동이 일어날 가능성에 비하여 깊이가 큰 공간으로의 이동이 일어날 가능성이 적다

완전한 대칭의 공간은 확률적으로 몇 가지의 경우에 한정되므로 일반적으로 건축에서 볼 수 있는 공간의 구조는 비대칭적이다. 공간의 수와 구성형태에 따라 비대칭의 정도는 달라진다.

공간의 비대칭의 정도를 측정하기 위해서는 하나의 공간에서 자신을 제외한 다른 모든 공간으로 이동하기 위한 각각의 공간의 깊이를 합한 TD(Total Depth)라는 개념을 사용할 수 있다.

$$TD_i = \sum_{j \in K} d(i,j)$$

전체 공간구조에서 각 공간은 고유의 TD 값을 갖게 되며 즉 위의 그림과 같이 같은 공간의 수를 가진 공간구조에서 그림 C에서는 ⓐ, ⓑ, ⓒ 모두 각 공간의 깊이는 1로 같으므로 그 합은 3 이고 모든 공간이 3의 TD 값을 같은 완전한 대칭 구조라고 할 수 있지만 , 그림 D 에서는 ⓐ 는 2의 TD값을 가지며, ⓑ, ⓒ 는 각각 3의 TD 값을 갖는다. 이때 2와 3의 차이가 비대칭의 정도를 나타낸다고 할 수 있다. 따라서 ⓑ, ⓒ는 전체 공간구조에서 비대칭의 정도가 같으며 이는 두 개의 공간은 전체 공간구조내에서 동등한 위치에 있다고 할 수 있고 ⓐ는 비대칭의 정도가 다르고 따라서 공간구조상 다른 위치에 있다고 할 수 있다. 이때 공간의 TD값이 클 수록 이 공간에서 다른 공간으로 이동하기에 전체적으로 많은 노력이 든다고 할 수 있으며 즉 TD 값이 적은 공간은 다른 공간으로의 이동이 쉽게 일어날 가능성이 있으며, 상대적으로 TD 값이 큰 공간은 다른 공간으로의 이동이 일어나기 힘들다고 말 할 수 있다.

공간의 깊이 값과 TD 값으로 전체 공간구조 내에서 다른 공간에 대한 그 공간의 상대적 비대칭성을 파악할 수 있지만, 단위 공간의 개수가 증가할수록 기하급수적으로 큰 수를 갖게 되므로 분포범위를 한정된 범위를 갖도록 하여, 다른 공간과의 관계를 분명하게 파악하기 위하여서 평균깊이(MD - Mean Depth)를 사용한다.

$$MD_i = \frac{TD_i}{K-1}$$

MD는 TD를 전체공간의 수(K)에서 자신을 뺀 나머지 공간의 개수(K-1)로 나눈 값으로 이때 공간의 수가 많아질수록 큰 값이 될 수 있다.

K 개의 공간을 가지는 공간구조에서 최대 평균값은 $\sum_{n=1}^{K-1} n \cdot \frac{1}{(K-1)} = \frac{1}{2} \cdot K \cdot (K-1) \cdot \frac{1}{(K-1)} = \frac{K}{2}$ 이다.

또 어떤 공간이 다른 모든 공간으로 직접 연결되어 있다면 이때 MD는 가질 수 있는 가장 작은 값으로 1이 된다. 따라서 평균깊이 MD 는 항상 1 과 $\frac{K}{2}$ 사이의 값으로 존재한다.

MD는 어떤 특정한 공간이 다른 공간과 연결되는 깊이의 평균값으로 다른 모든 공간에서 해당 공간으로 이동하고자 할 때의 접근성을 수치로 보여주는 값이 된다. MD 값이 작은 공간은 다른 모든 공간에서 평균적으로 접근이 쉬운 공간이고 값이 크면 그 공간은 접근성이 떨어지는 공간이 된다.

이때 각기 다른 공간 구조를 가지고 있는 다른 분석대상도 공간의 수가 같다면 MD 값의 상호 비교가 가능하다.

MD는 같은 공간의 수를 갖는 공간구조 내에서 각 공간의 접근성을 파악할 경우 즉 같은 수의 공간의 구조에 따라 달라지는 MD 값을 이용하여 공간구조를 정량화 할 수는 있지만, 공간의 수 K 가 커질수록 MD의 최대값 $\frac{K}{2}$도 커진다. 따라서 다른 단위공간수를 갖는 공간구조를 비교 분석하기 위해서는 공간의 수와 관계없이 항상 일정한 수치를 갖는 새로운 값이 필요하다. 이를 위하여 MD를 0과 1사이의 수치를 갖는 값으로 변환하여 사용한다. 이를 상대적 비대칭값 (Relative Asymmetry - RA)[2]

2) The Social Logic of Space p.108

혹은 상대적 깊이(Relative Depth)[3] 또는 비균제율 이라고 한다.

$$RA_i = \frac{2(MD_i - 1)}{(k-2)} \cdots \text{4)}$$

이때 RA 값은 공간이 전체 공간에서 중심 위치에 있을수록 0에 가까운 값이 되고 끝단에 위치할수록 1에 가까운 값이 된다. 즉 1에 가까울수록 어느 공간과는 가까운 위치에 위치하지만 또 다른 공간과의 관계는 멀리 있다. 따라서 각 공간과의 배치가 비대칭적이라는 의미가 된다.

이때 RA 값을 공간분석의 도구로 사용하기에는 어려운 문제가 있는데 다른 개수의 공간을 가진 경우에는 실제적으로 분석 공간의 총 개수의 영향을 받는다. 즉 공간의 개수가 많아질수록 비대칭적 위치에 있게 되기가 쉬운 것이다. 따라서 RA 값이 커지게 된다.

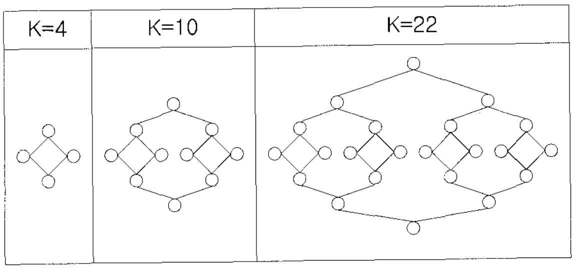
따라서 다른 공간구조간의 RA값에 의하여 비교 분석되기 위하여서는 여전히 하나의 건축공간에 존재하는 개별적 공간의 수가 같다는 전제가 필요하다.

이러한 영향을 배제하기 위하여 RRA(Real Relative Asymmetry-비균제도) 라는 새로운 변수를 제안하였는데, 이를 구하기 위하여서는 D_k라는 새로운 변수가 필요하다.

다음의 그림에서 K=4 즉 4개의 공간을 가진 공간구조는 완벽한 대칭의 공간구조를 가지고 있다. K=10인 공간구조의 경우에도 동일한 공간개수를 갖는 어떠한 공간구조보다 공간통사론적으로 완전한 대칭구조를 가지고 있다. 이와 같이 K 개의 단위공간을 가지고, 가운데가 n 개의 공간일 경우 바로 그 위와 아래는 $\frac{n}{2}$, 다시 그 위와 아래는 $\frac{n}{4}$, ..., 최상위와 최하위는 1개로 구성되는 다이아몬드 형태가 공간통사론적으로 가장 이상적인 공간구조이며 이를 Diamond Shape 라고 한다 이때 최상위와 최하위의 공간체의 RA 값이 같은 개수의 공간으로 구성된 가능한 모든 공간구조에서 가장 대칭적인 공간구조의 RA 값으로 보고 이를 D_k값으로 하여 다음 공식에서 비균제도 RRA를 구한다.[5]

$$RRA_i = \frac{RA_i}{D_k}$$

따라서 RRA는 K개의 개수를 가진 가장 완전한 다이아몬드 공간구조에 대한 RA 값의 비로 표현되므로 그 비의 비교를 통해서 각기 다른 개수의 공간을 가진 공간구조체간의 비교가 가능해진다.



힐리어에 의하면 이때 RRA 값이 0.4에서 0.6의 값을 갖는 경우 중심적이고 개방적인 공간으로 판단할 수 있으며, 1에 가까운 값을 가질수록 혹은 1 이상인 경우 폐쇄적이고 전체공간에서 비 중심적인 위치에 있다고 판단할 수 있다고 하였다.

하지만 여기에서 실제 건축물에서 RRA값은 일반적으로 대부분의 공간이 0에서 0.5 사이의 값을 가지며 이는 수치가 너무 작아 변별력이 떨어지며, 일반적으로 비중심적 위치에 있다는 것은 사용도가 떨어진다는 의미이므로 건축에서는 중심적 위치에 있는지의 여부와 사용도가 높은가의 수치가 주로 필요하므로 여기에서 RRA의 역수값을 취하여 이를 통합도(Integration)이라고 한다.

$$INT_i = \frac{1}{RRA_i}$$

이제 Integration을 이용하면 각기 다른 공간수를 가진 공간 구조간의 비교가 가능하며, Integration이 높은 공간은 일반적으로 그 공간구조에서 중심적 위치를 갖는다고 할 수 있다.

Integration은 어느 특정 공간이 가지는 전체 공간과의 관계를 나타낸다. 하지만 일반적으로 근거리에 위치한 공간이 멀리 위치한 공간보다 이동이 일어날 가능성이 높다고 할 수 있다. 이때 전체 공간이 아니라 현재의 공간에서 어느 특정한 Depth 이내(일반적으로 3)의 공간만을 대상으로 같은 방법으로 Integration을 구한 것이 INT(3)으로 표시하는 Local Integration 값이다.

이는 사람의 행태상 거리가 먼 공간으로의 이동은 일반적으로 이루어지기 힘들며 사회적 관계도 약화되기 때문이며 전체 공간에 대한 INT 값과 근거리 공간에 대한 INT 값을 비교하여 보면 해당 전체공간구조에서 차지하는 위치와 가까운 위치의 공간과의 관계에서 차지하는 위치를 비교 분석 할 수 있는 자료가 된다.

이때 INT와 INT(3) 와의 상관관계를 명료도(Intelligibillity) 라고 한다. 명료도가 높을 수록 그 공간구조 전체에 대한 공간인지도가 높아지게 되고, 이것은 부분공간에서 전체공간을 인지하는 것이 용이함을 의미한다.

3) 같은책 p.109

4) $1 \le MD \le \frac{K}{2}$, $2 \le 2MD \le K$,$0 \le 2MD-2 \le K-2$, $0 \le \frac{2(MD-1)}{(K-2)} \le 1$

5) The Social Logic of Space P109~112

계수	정의	의미
K	공 간 의 개수	공간구조를 형성하는 공간의 수
Depth (D)	공 간 의 깊이	공간의 구조에 따라 1부터 최대 K-1의 값을 갖는다. 1이면 연결된 공간, K-1 이면 다른 모든 공간을 거쳐야 해당 공간에 다다를 수 있다. 수치가 클수록 두 공간의 접근성이 떨어진다.
TD	Depth 의 합계	공간의 수와 구조에 따라 K-1부터 최대 $\sum_{n=1}^{K-1} n$ 의 값을 갖는다 모든 공간의 TD 가 같으면 대칭적 공간구조이고 다르면 비대칭적 공간구조이다. 수치가 작을수록 공간구조상의 중심공간, 공간구조상의 위치를 나타낸다
MD	평균 깊이	공간의 수와 공간구조에 따라 1 과 $\frac{K}{2}$ 사이의 값.1이면 완전한 대칭 공간, 중심 공간수치가 작을수록 모든 공간에서의 접근성이 평균적으로 좋은 공간이다.
RA	상 대 적 비 대 칭 성값	공간의 수와 관계없이 구조에 따라 0과 1사이의 값 0이면 대칭, 모든 공간과 연결된 공간, 중심공간 1이면 비대칭, 중심에서 가장 멀리 있는 공간 실제 건축에서 공간의 수가 많아질수록 0에 가까운 값이 나올 가능성이 커진다.
RRA	실 질 적 상 대 적 비 대 칭 성값	작을수록 대칭적, 중심 공간 클수록 비대칭적, 중심에서 멀리 있는 공간 공간의 수와 관계없이 비교 가능
INT	1/RRA	RRA의 역수, 이때 전체 공간에 대한 INT를 Global INT 근거리 - 일반적으로 3개 공간이내의 INT를 Local INT라고 한다.
Conectivity		얼마나 많은 공간이 직접적으로 연결되어 있는가를 의미, 연결된 통로가 많으면 지역적으로 중심적 공간임을 암시하게 된다.
Control Value		연결된 각 단위공간에 연결된 공간의 수의 역수의 합한공간이 가진 다른 공간에 대한 동선 통제 능력을 표현한다.

2.3 분석도구의 개발

공간통사론은 그 전제에 있어서 하나의 공간을 분석하고 이해하기 위해서는 분석대상 건물 혹은 도시 내 모든 공간들의 유기적 상호 관련성에 분석의 기초를 두고 있는 것이다. 이를 위해 공간통사론은 공간을 분석의 대상으로 재현(represent)해 낼 수 있는 두 가지의 공간적 단위를 설정하였는데, 그것을 각각 볼록공간(convex space)3)[6]과 축선공간(axial space)이라고 명명하였다. 각각의 단위는 공간의 점유와 이동이라고 하는 두 가지 속성을 재현하는 것으로 공간통사론에서 분석의 기본적 단위가 된다.

볼록공간을 이용한 분석은 보다 이해하기 쉬운 다이어그램 형태를 통해 분석하게 되어 컴퓨터분석과 시각적다이어그램분석이 동시에 이루어질 수 있어 편리한 반면에 어느 규모이상의 공간을 분석하기에는 적합지 않다. 대개의 경우 공간통사론을 활용하여 도시공간규모를 분석하기 위해서는 축선도를 이용한 분석이 수행된다.

볼록공간과 축선도는 공간을 활용하는 방식의 차이로부터 비롯되는 재현적 도구이기는 하나, 그 역할에 있어서 본질적으로 동일하다.

본 연구에서 개발하는 SSA는 상업적이용보다는 공간통사론에 대한 연구와 분석을 위한 것으로 볼록공간을 이용한 분석을 하기로 한다.

공간통사론을 이용한 공간형태를 분석하기위해서는 분석대산 건축공간의 오픈스페이스체계를 바탕으로한 convex maps 혹은 axial maps 가 필요하다. 그 과정은 다음과 같다.

우선 분석대상 공간의 오픈 스페이스를 convex space로 분절한다. 이때 convex space 는 분석대상인 건물이나 도시를 모두 포함하여야 하며, convex space의 개수는 최소한의 개수되도록 분절하여야 하며, 각 convex space는 최대한의 크기를 갖도록 구성한다. 만일 axial maps로 분석한다면 각 convex space를 직선으로 변환하여 축선도를 그린다. convex maps 혹은 axial maps 를 수학적 계산을 하여 각 단위 공간의 지표값 들을 모두 계산한다.

이 지표값 들을 수치표나 다이어그램 혹은 그래프로 표현하여 분석한다. 다음은 분석과정과 그 결과의 예시이다.[7)8)]

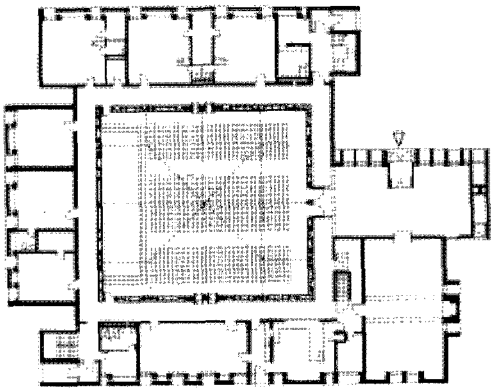


그림 1. 제1유니테리안교회 1층 평면도

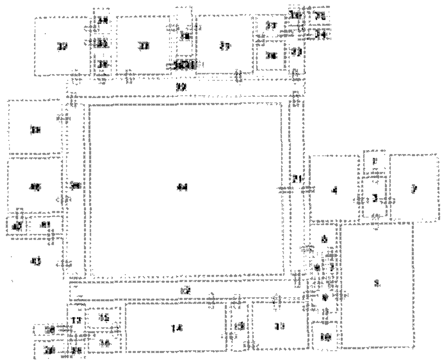


그림 2. 제1유니테리안교회 convex map

3) 볼록공간(Convex Space)은 특정 공간의 경계선의 모든 점에서 접선을 그렸을 때 그 내부를 통과하는 단 하나의 접선도 발생하지 않는 공간을 칭하는 것으로 그 공간내의 모든 지점에서 그 공간 모든 부분에 대해 가시성이 확보되는 단위공간을 뜻함.

7) 노재원, 공간구문론을 이용한 루이스 칸 건축의 공간구조 분석에 관한연구, 연세대학교 석사학위논문 ,2002. P28-31

8) 조영선, 공간구문론을 이용한 주거공간 분석, 연세대학교 석사학위논문, 2002, P37-39

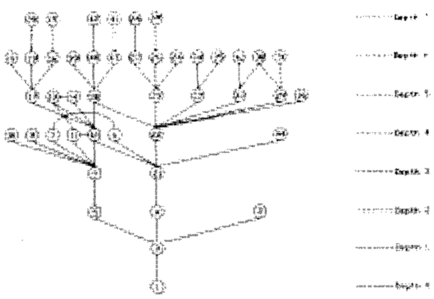


그림 3. 출입구를 기준으로한 J-graph

공간통사론의 분석도구는 우선 분석대상의 도면 혹은 지도를 convex maps 혹은 axial maps 으로 변환할 수 있어야 한다. 이는 컴퓨터에 의하여 자동으로 처리하기는 불가능하고 수작업으로 이루어져야 한다. 따라서 axman 등에도 도면을 배경으로 axial maps 을 그리기 위한 기능을 제공하고 있다.

그러나 이를 별도의 소프트웨어로 구현하기는 많은 노력과 시간이 소요되며 기능적 완성도가 떨어질 수 밖에 없다. 본 연구에서는 간단히 마이크로스프프의 VISIO를 사용하여 Convex maps을 만드는 작업을 하였다.

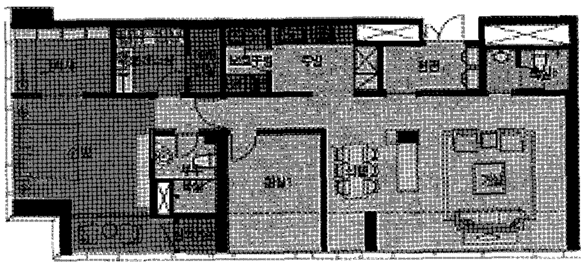


그림 4. 아크로비스타 39평형 평면도

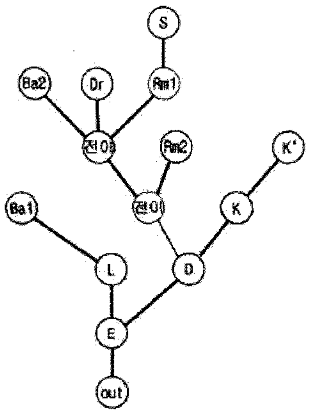


그림 5. 아크로비스타 J graph

VISIO는 객체지향개념에 기반한 다이어그램 작성을 위한 전문도구로서 다이어그램의 각 요소를 객체로 다루어 쉽게 다이어그램이나 간단한 건축용도면을 그리는 것도 가능하며, 쉽게 수정하거나 객체간의 관계를 재정의 할 수 있다. 또한 Active X 기술을 이용한 소프트웨어 프로그래밍이 가능하여 Visual Basic 이나 Visual C++ 로 프로그램을 작성하여 VISIO 객체에 액세스 할수 있다. 다이어그램의 각 요소를 객체로 취급하는 특성을 이용하면 convex map에서 쉽게 J-Graph를 만들어 낼 수 도 있다.

전용면적	공간명	K	TD	MD	RA	DK	RRA
103.81	외부	14	47	3.62	0.44	0.27	1.63
	현관	14	35	2.69	0.28	0.27	1.06
	거실	14	45	3.46	0.41	0.27	1.54
	주방	14	39	3.00	0.33	0.27	1.25
	식당	14	29	2.23	0.21	0.27	0.77
	방1	14	43	3.31	0.38	0.27	1.44
	방2	14	41	3.15	0.36	0.27	1.34
	공용욕실	14	57	4.38	0.56	0.27	2.11
	욕실1(부부)	14	45	3.46	0.41	0.27	1.54

그림 6. 아크로비스타 분석결과

이때 Convex map 과 J-graph는 공간통사론적으로 구조가 동일하므로 어떤 것으로 분석을 실행하여도 같은 결과가 얻어진다. 시각적인 측면에서는 convex map에서 분석하였을 경우가 즉시적으로 이해하기 쉬우나 특정공간을 기준으로 한 분석을 위해서는 J-Graph에서 분석하는 것이 편리하다.

SSA는 개발의 편의상 Visual Basic 으로 작성되었으며 Active X 기술을 이용하여 VISIO의 객체정보를 가져와서 분석을 시행한다. 이때의 분석결과는 쉽게 알아볼 수 있게 하기 위하여 VISIO에 표시할 수도 있으며, 시트형식의 표로 보여줄 수도 있게 하였다.

SSA에서는 분석결과를 재처리하기위하여 Excel로 데이터를 보낼 수 있게 하였다. Excel에서는 이 데이터를 다시 가공하거나 분석하고 도표화 시킬 수 있으므로 필요한 모든 용도에 사용할 수 있다.

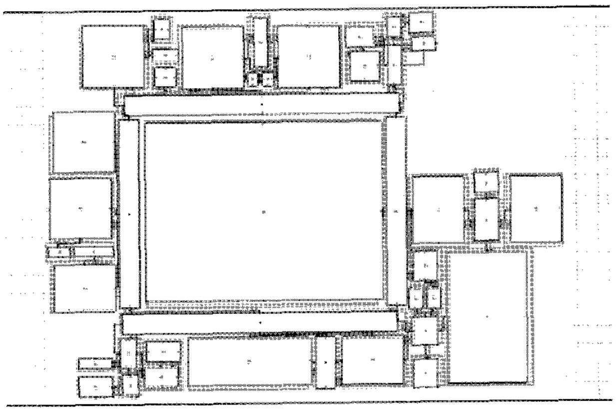


그림 7. VISIO에서 작성한 Convex Map

본 논문에서는 비교대상으로 참고문헌의 논문의 분석

결과를 SSA를 이용하여 재분석하였으며 동일한 결과가 얻어지는지를 비교하여 SSA의 결과를 검증하였다.

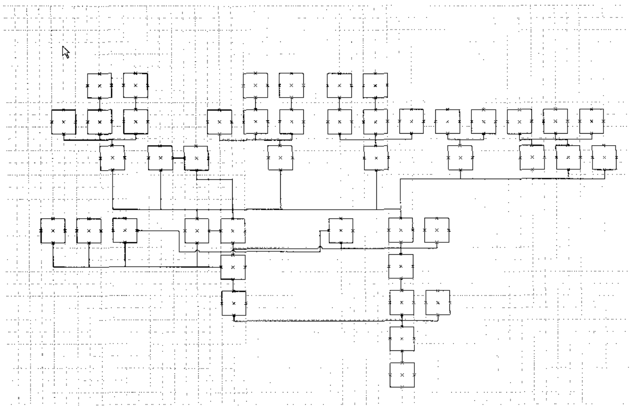


그림 8. VISIO에서 작성한 J-Graph

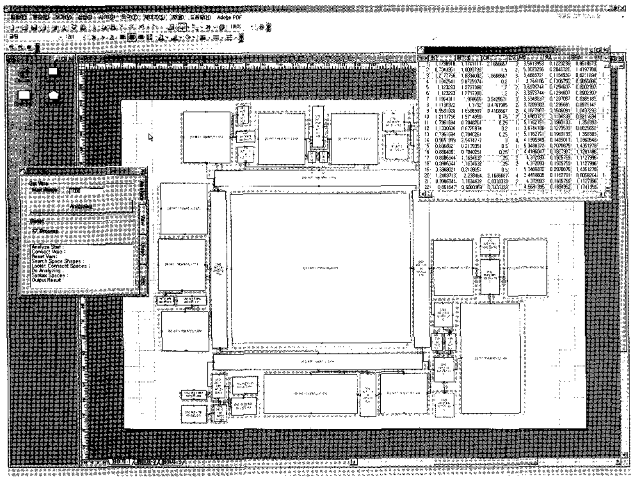


그림 9. Convex Map에서 SSA 분석한 결과

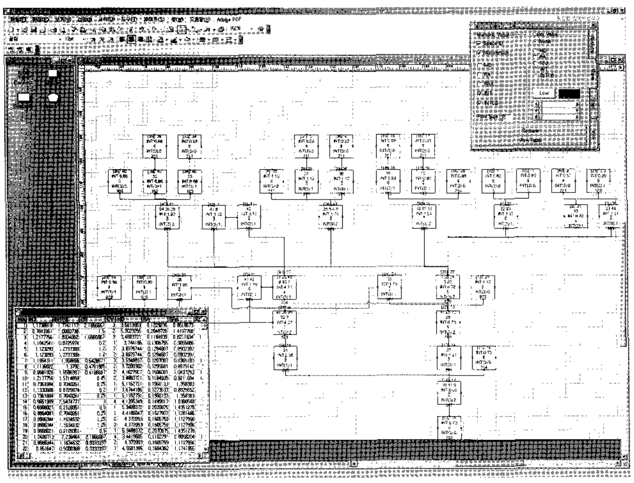


그림 10. J-Graph에서 SSA 분석한 결과

검증결과 SSA의 분석은 가장 보편적으로 사용되는 공간통사론 분석도구인 axman 의 결과와 완전히 일치하여 충분한 신뢰성을 가질 수 있음을 입증할 수 있었다.

다만 convex maps의 특성상 도시규모의 공간이나 외부공간을 대상으로 한 분석에서는 convex map 의 작성이 어려워 분석대상에서 제외하였다.

Ⅳ. 결론

Space syntax 은 건축공간의 분석 및 정량화에 많은 발전을 이루고 있으나 그 시작에서부터 색채, 크기, 형태 등의 공간의 물리적 특성과 공간의 용도와 시설등 기능적 특성을 배재한 방법론이다. 따라서 space syntax 만으로 공간의 모든 것을 설명할 수는 없다.

그럼에도 불구하고 공간 디자인의 정량화를 위한 도구는 반드시 필요하며, 그중에서도 이 space syntax는 제안된 이래 이전의 공간 정량화 도구들과는 비교할 수 없을 만큼 이론의 증명 및 단점의 보완 등 많은 연구가 이루어지고 있으며, 현재 완성된 이론 및 기법이라고 하기보다는 발전중인 이론이라고 할 수 있다. 또한 공간 구조의 분석을 위한 시각적 접근 및 노출(VAE) 등 유사하거나 상호보완적으로 사용이 가능한 새로운 정량화 이론 등이 개발되고 있다.

영국에서 개발된 axman은 매킨토시용으로 개발되었으며 국내에서 구입사용하기에는 많은 어려움이 있어 쉽게 사용할 수 있는 분석도구로서 SSA를 개발하였다.

SSA를 이용한 분석은 손쉽게 다이어그램을 그려 Convex map와 J-graph를 그릴 수 있으며, 각가의 상태에서 공간분석을 수행하여 결과를 바로 보여줄 수 있어 디자인에 반영하기가 수월하였다.

convex map을 이용한 분석은 외부공간과 대규모의 공간분석에는 어려움이 있어 차후 axial map 을 이용한 분석이 가능하도록 하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Bill Hillier & Juliene Hanson, The social logic of space, Cambridge Press
2. 김승제, Space Syntax 에 관한 기초적 연구, 대한건축학회 1988.6
3. 최두원, Space Syntax 이론의 공간분석 기법; 존재론적 일원론과 사회학의 제이론들을 중심으로, 대한건축학회 1990.9
4. 최두원 건축공간의 통사,형태,크기에 관한 해석, 대한건축학회 1991.3
5. 김영준 최윤경, 공간구조의 정량적 분석도구 설정에 관한 연구, 대한건축학회 2000.4
6. 최두원 장성준, 건축공간의 중층성을 통해서 본 공간통사론의 이론적 한계, 대한건축학회 1995.11
7. 장성준, 공간통사 그라프표현과 수치계산을 위한 프로그램 개발, 대한건축학회 1996.10
8. 류상준, 전시공간의 공간구성과 지각특성에 관한 연구, 단

국대학교 석사학위논문,1999.2
9. 노재원, 공간구문론을 이용한 루이스 칸 건축의 공간구조 분석에 관한 연구, 연세학교 석사학위논문,2002,12
10. 이우형, 공간구조에 따른 내재적 에너지의 해석에 관한 연구, 세종대학교 석사학위논문,2002.2
11. 노재원, 공간구문론을 이용한 루이스 칸 건축의 공간구조 분석에 관한연구, 연세대학교 석사학위논문 ,2002.
12. 김영욱, '공간형태와 공간인식의 상호관련성 연구', 대한건축학회 논문집, 제 16권 10호, 2000
13. 노재원, 공간구문론을 이용한 루이스 칸 건축의 공간구조 분석에 관한연구, 연세대학교 석사학위논문 ,2002.
14. 조영선, 공간구문론을 이용한 주거공간 분석, 연세대학교 석사학위논문, 2002.