

BIM을 이용한 전통 한옥의 공간구분 분석을 위한 공간분할기법 개발

Development of a Spatial Subdivision Technique using BIM for Space Syntax Analysis of a Korean Traditional House

정 상 규*

Jeong, Sang Kyu

Abstract

To effectively use Building Information Modelling (BIM) dealing with semantic information including the entities of building components, the information about building components should be standardized. Like standardized modern buildings. in the past, Korean traditional houses were built according to strict procedures and formats. Therefore, if the Korean traditional house are modelled by using BIM, not only the Korean traditional house of good quality will be built quickly and cheaply, but also spaces in the existing Korean traditional house will be easily analyzed.

However, when analyzing spaces of the Korean traditional house using Space Syntax, some problems are caused in dividing outdoor space such as yard with unclear boundaries, unlike indoor space with clear boundaries surrounded by walls. These comes from the fact that researchers have subjectively divided a space in the house into convex spaces as units for Space Syntax analysis. Therefore, this study aims to develop an objective and rational spatial subdivision technique for Space Syntax analysis of a Korean traditional house modelled by using BIM.

We could objectively and reasonably divide a Korean traditional house space into convex spaces by recognizing the building components in the house modelled in the form of Industry Foundation Classes(IFC). Depending on the connection of convex spaces allocated in the spatial subdivision technique, j-graph in Space Syntax could be drawn and the measurements of spatial configurations could be determined. Through the developed technique, the social properties including the cultural and philosophical aspects of Korean people was identified by measuring the spatial configurations of Korean traditional house. The developed technique will serve as useful means to help architects to find an appropriate purpose of each space for sustainable architecture on the basis of the spatial and social relationships in buildings or urban systems.

키워드 : 전통 한옥, 공간구분론, 건축정보모델링(BIM), 공간분할

Keywords : Korean traditional house, Space syntax, Building information modeling(BIM), Spatial subdivision

1. 서 론

1.1 연구배경 및 필요성

과거의 CAD 시스템들은 건물 구성재와 공간의 엔티티를 포함하고 있는 의미 정보(semantic information)¹⁾의 처리 능력이 없었고 오직 도식과 기하학 정보만을 처리할 수 있었다. 하지만 최근에는 건축 CAD시스템에 건물과 관련한 풍부한 의미 정보를 포함하고 있는 건물정보 모델링(이하 BIM: Building Information Modeling) 기법이 도입되어 문서, 도면, 분석결과물 등과 같은 다양한 변환물을 제공할 수 있다. 이에 따라 최근의 CAD 시스템은 도식과 기하학 정보 이외에도 건물 구성재와 공간에 관한 다양한 건축 관련 의미 정보를 다룰 수 있게 되어 건

물 내 공간 관계 정의가 과거보다 수월해졌다. 이는 BIM 과정에서 건물 구성재의 정보를 데이터베이스화하여 운용함으로써 나타나는 효과이다. 이러한 BIM을 효과적으로 활용하려면 모든 건축 구성재들의 정보가 표준화되어야 한다. 현대의 표준화 및 모듈화된 건축물처럼 과거에 전통 한옥은 엄격한 건축 형식과 구법에 따라 지어졌다. 따라서, 전통 한옥의 구성재들이 BIM을 통해 모델링된다면 건축의 전 과정에서 빠르고, 저렴하게 양질의 한옥을 건축할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 한옥에 대한 공간 분석도 가능할 것이다. 전통 한옥의 공간구분(Space Syntax) 분석을 수행한 연구가 선행되어왔음에도 불구하고 전통 한옥의 공간 구분 분석을 위해 고려해야 할 사항이 있다. 특히, 벽체에 의해 공간의 경계가 명확히 분할된

* 충북대학교 BK21 사업단 연구원, 공학박사
(neoshaky@hanmail.net)

1) 의미 정보는 단순히 데이터를 문자나 숫자 등으로 나열한 정보가 아닌 데이터와 함께 그 의미를 포함시킨(data + meaning) 정보이다.

실내공간과 달리 그 경계가 불명확한 마당과 같은 외부공간의 분할이 문제가 된다.²⁾ 마당과 같은 외부 공간을 하나의 단일 공간으로 간주하거나 여러 공간으로 분할하더라도 연구자의 주관에 개입되어 공간을 분할하는 방법은 타당하지 않다. 이는 이미 선행 연구에서 지적된 바 있다.³⁾

이에 실내공간과 외부공간이 공존하여 주택 공간을 구성하는 한옥의 공간구문분석을 위해 좀더 객관적이고 합리적인 공간분할기법을 개발할 필요가 있다.

1.2 연구목적 및 내용

이 연구의 목적은 BIM을 이용하여 모델링된 전통 한옥의 공간구문 분석을 위한 객관적이고 합리적인 공간분할 기법을 개발하는 것이다. 이 기법은 IFC 형식으로 모델링된 한옥의 건물 정보에서 추출된 한옥의 기둥과 벽체의 정보를 점과 선으로 변환하여 평면을 단순화된 도형으로 변환하고 그 도형의 형상을 해석하여 전반적으로 가장 적은 수를 갖고 공간들 간의 면적 편차가 가장 적은 상태의 블록공간들로 분할하고 블록공간 사이의 연결 요소인 액세스(access) 정보를 블록공간 정보와 연계시켜 해석하여 한옥에 대한 공간구문 분석결과물을 도출하는 것이다. 이로써, 전통 한옥의 공간 특성을 규명하고 그 장점을 계승하여 현대 건축에 반영하여 지속가능한 건축 환경 조성을 위한 기반을 마련하고자 한다.

이 연구에서 개발된 기법을 검증하기 위해, J-SAP (J-Studio for Architectural planning)이라고 명명한 실험적 프로그램을 Visual Basic.NET을 이용하여 프로그래밍하고 실행하여 실제 전통 한옥 샘플을 분석하였다.

2. 이론고찰

2.1 전통 한옥의 공간 구조

전통 한옥의 전통적인 목구조 방식은 간(間)이 기본 단위로 결구되어 건물을 만들어간다. 내부공간의 성격과 특성은 ‘간’의 구성방식을 바탕으로 조직되며, 지붕형태 역시 목구조의 외연적 결과로서 결정된다는 점에서, 한국의 전통적 목구조 방식은 ‘한옥’의 가장 기본적 조건이다.⁴⁾

표준화 및 모듈화된 건축과 마찬가지로 과거에 전통 한옥은 엄격한 건축 형식과 구법에 따라 지어졌다. 따라서, 모든 구성재에 대한 세부적 명칭을 갖고 있을 정도로 전통 한옥의 구성재들은 표준화 및 모듈화의 요소를 내포하고 있다. 따라서, 한옥은 BIM과의 접목 가능성이 매우 높다고 본다. 또한, 한옥 내에는 안채와 사랑채 같은 건물들과 마당과 같은 실외 개방 공간이 공존하므로 공간구문분석 단위인 블록공간을 실내공간과 외부 공간을 함께 고려하여 분할해야 한다.

- 2) 이주옥, 한필원, 공간구문론을 이용한 한옥 생활공간의 변화에 대한 해석 - 충청지역 중요민속자료 지정 한옥을 대상으로, 대한건축학회 논문집(계획계), 2003, p. 56
- 3) 장성준, 공간통사에서의 외부공간의 문제 - 5개 주택 평면을 중심으로, 대한건축학회 논문집, 12권 2호, 1996
- 4) 조연준, 조길환, BIM 체계를 적용한 현대 한옥건축 모델러 개발에 관한 연구, 한국주거학회 논문집 19권 6호, 2008, p. 56.

2.2 BIM

2002년 오토데스크(Autodesk)사에 의해 소개된 BIM은 건물 구성재와 공간의 엔티티를 포함한 건물 정보를 처리하기 위한 방법론으로 건물 설계, 시공 및 유지관리 과정에서 사용되는 실제 건물 부품과 구성재를 모델링할 수 있고 공간 관계, 조명 해석, 기하학적 정보, 건물 구성재의 물량과 속성들을 처리할 수 있다. 이스트맨(Eastman, 1999, 2005)은 BIM과 근본적으로 동일한 ‘건물 프로덕트 모델(Building Product Model)’이라는 용어와 개념을 그의 논문에서 자주 사용해왔다. 조연준과 조길환(2008)은 한옥 건축의 산업화를 위해서 BIM을 이용하여 현대 한옥 부채 라이브러리 구축 및 가구구조 모델러를 개발하였다.

2.3 공간구문론

힐리와 헨슨(1984)에 의해 소개된 공간구문론은 위상학(topology)을 기반으로 공간 구조를 분석하는데 주로 활용되어왔다. 공간구문론에서 공간은 그 구조와 형상이 언어학적인 문맥과 유사성을 갖고 있으므로 단어의 조합이 문장을 만들어내듯이 공간은 블록공간이나 축선과 같은 단위 요소들의 일정한 규칙과 조합에 따라 구조화되어 형성된다는 점을 강조하고 있다.

정렬그래프(이하 J-그래프: Justified graph)는 공간의 특정 지점에 대한 패턴 내에서 모든 블록 공간의 깊이를 보여주는 도식으로서 공간구문론의 중요한 요소인 깊이와 링(ring)을 가시화한 것이다. 이렇듯 J-그래프는 그림 1에서 보여지는 바와 같이 건물의 모든 블록공간에 대한 깊이와 전반적인 공간 구조를 명쾌하게 보여준다.

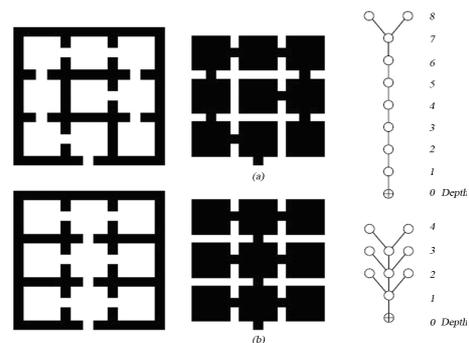


그림 1. 공간 구조에 부합하는 J-그래프 (그림 출처: 참고문헌 9)

이러한 J-그래프로부터 공간구문론의 주요 분석값들, 즉, 전체깊이(이하 TD : Total depth), 평균깊이(이하 MD : Mean depth), RA (Relative asymmetry), RRA (Real Relative asymmetry)를 다음의 공식으로 산출할 수 있다.

$$MD = TD / k - 1 \quad (1)$$

$$RA = 2(MD - 1) / k - 2 \quad (2)$$

$$D_k = 2(k(\log_2((k+2)/3) - 1) + 1) / (k-1)(k-2) \quad (3)$$

$$RRA = RA / D_k \quad (4)$$

여기서,

k : 블록공간의 개수

D_k : k 에 따라 나타나는 다이아몬드 형상에 대한 보정계수

3. 정보의 추출 및 인식

이 장에서는 산업기반클래스 (이하 IFC: Industrial Foundation Classes)⁵⁾의 형식으로 모델링된 한옥 모델로부터 필요한 정보를 추출하고 기존 방식보다 좀 더 명확하게 한옥의 공간을 분석할 수 있도록 객관적이고 합리적인 기준으로 한옥의 공간을 공간구분 분석단위인 블록 공간들로 분해할 수 있는 방법을 제안한다.

3.1 경계와 액세스 정보 추출

그림 2는 이 연구의 공간 분할 기법의 개발 과정을 설명하기 위해 BIM을 적용한 CAD 프로그램으로 작성한 샘플 건축 평면도이다.

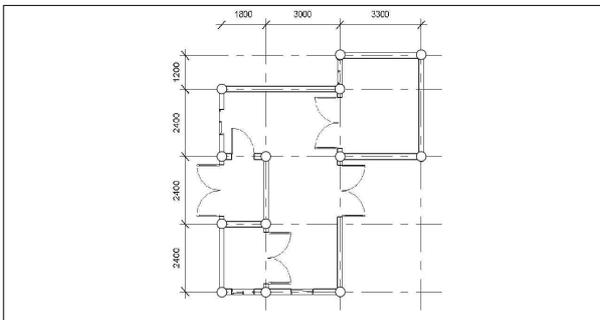
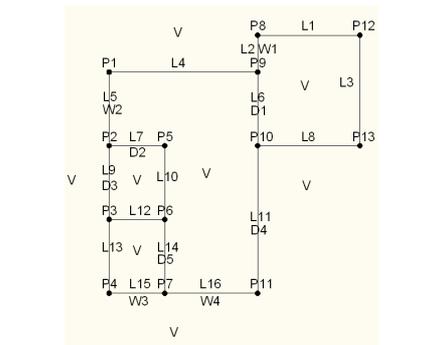


그림 2. 알고리즘의 구축과정 설명을 위한 샘플 도면

그림 2의 샘플 평면을 그림 3과 같이 단순화시키고 공간구분분석에 필요한 위상 정보를 추출하기 위해 다음과 같이 가정한다.



여기서,
 P1 ~ P13: 점(기둥)
 L1 ~ L16: 선(벽)
 D1 ~ D5: 문
 W1 ~ W4: 창⁶⁾
 V: 보이드

그림 3. 샘플 평면을 단순화시킨 도식

- (1) 한옥의 기둥은 점 요소이고 벽체는 선 요소이다.
- (2) 점과 선의 조합은 공간의 경계를 만들어낸다.
- (3) 한옥의 실내공간과 담장 안쪽으로 존재하는 외부 공간은 블록 공간의 조합이다.
- (4) 액세스(access)는 벽체(선 요소)에 존재하는 문(또

5) 건축의 전수명주기동안 사용되는 건물정보를 공유하기 위해 빌딩스마트(구 IAI) 협회에서 제정한 공통 객체 라이브러리
 6) 창은 공간구분분석의 필수요소가 아니지만 이 논문에서는 IFC 형식의 스크립트 이해를 도울 목적으로 다루었다.

는 개구부)이나 어떤 오목공간을 블록한 단위공간으로 분리하는 가상의 분할선이다.

BIM을 적용한 기존의 CAD 시스템은 건물 정보의 2차원 또는 3차원 모델을 IFC 형식으로 구성할 수 있다. 이러한 IFC 파일로부터 공간구분 분석에 필요한 몇가지 정보를 추출할 수 있다. IFC 파일 내의 각 객체는 ID 번호(Identifier number)를 갖는다. 그림 4는 샘플 도면을 구성하는 건축 정보를 포함하고 있는 IFC 파일 내에 기록된 스크립트의 일부분이다.

```
ISO-10303-21;
HEADER;
...중략
#87=IFC EXTRUDEDAREASOLID(#226,#227,#202,2600);
...중략
#226=IFC RECTANGLEPROFILEDEF(.AREA,$.,$,502,7200,200);
...중략
#224=IFC WALLSTANDARDCASE('31taNs6ODBvhGOMPpVbNcXW',#2,'기본벽:일반
- 200mm:114446',$.,$,Basic Wall:Generic - 200mm:398,#491,#86,'114446');
...중략
#265=IFC OPENINGELEMENT('3LoZBOQ91BCQxJtM5lfnEG',#2,'양여달이:1800x
2032mm:1800 x 2032mm:116231-1',$.,$,Opening,#591,#110,$);
...중략
#277=IFC DOOR('31taNs6ODBvhGOMPpVbS5f',#2,'양여달이:1800 x
2032mm:1800 x 2032mm:116231',$.,$,1800 x 2032mm',#609,#116,'116231',2032,915);
...중략
#295=IFC OPENINGELEMENT('3LoZBOQ91BCQxJtM5lfnEG',#2,'양여달이:1800
x
1220mm:1800 x 1220mm:117769-1',$.,$,Opening,#647,#130,$);
...중략
#325=IFC WINDOW('31taNs6ODBvhGOMPpVbSjd',#2,'미서기:0915 x
1220mm:0915
x 1220mm:117769',$.,$,0915 x 1220mm',#691,#143,'117769',1220,915);
...중략
#495=IFC RELVOIDSELEMENT('0K90jKCHDcu2vi3XpwUCA',#2,$,$,#224,#265);
...중략
#592=IFC RELFILLSELEMENT('0NM22Nkp1EvQCDFxXoQDm',#2,$,$,#265,#277);
...중략
#5388=IFC CARTESIANPOINT((-12583.41125468009,14149.44343117808,0));
...중략
#5391=IFC COLUMN('0kJ3WCWqXCKRk6aOlyGCs$',#33,'원형기둥: 305mm
지름:
305mm 지름: 122919',$.,$,305mm 지름', #5390,#5387,'122919');
...중략
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
```

그림 4. 샘플 도면의 건축 정보가 포함된 IFC 파일의 스크립트 일부

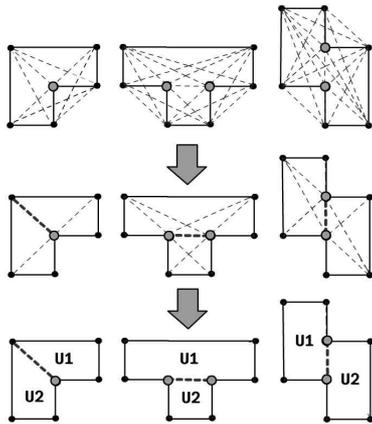
이 스크립트가 정의하고 있는 몇가지 건축정보의 사례를 소개하면 다음과 같다. 스크립트 중에서 ID 번호 #87번은 #226번 벽체의 수직 돌출 높이를 2,600mm로 정의한다. #226은 길이가 7,200mm이고 두께가 200mm인 벽체(L5, L9, L13)의 평면을 정의한다. #224는 벽체의 속성을 정의하고 #265와 #277은 각각 문(D3)이 설치되는 개구부와 문의 속성을 정의한다. #295와 #325는 각각 창(W2)이 설치되는 개구부와 창의 속성을 정의한다. #495는 #224에서 정의된 벽체에 #265에서 정의된 개구부가 뚫린다는 벽체과 개구부 사이의 관계를 정의한다. #5388은 기둥(P1)의 데카르트 좌표를 정의하고 #5391은 그 기둥의 속성을 정의한다. 이렇게 추출한 정보를 통해 단순화된 평면과 위상 정보를 생성할 수 있다.

3.2 블록공간의 인식

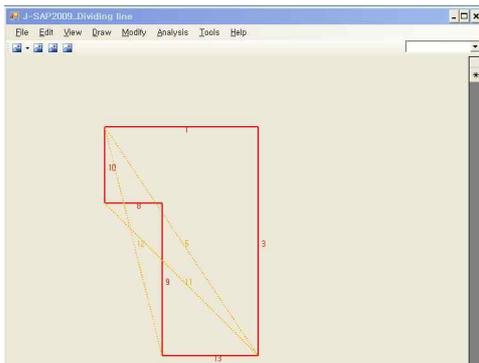
블록공간은 공간구분론에서 건물 내 공간의 위상구조와 그 특성을 설명하기 위한 중요한 단위이다. 블록공간에 대한 수학적 정의는 어떤 공간의 형태와 영역을 만들어내는 경계선(perimeter)에 그려지는 점선이 어떤 지점에서든 그 공간을 관통하지 않는 공간을 말한다. 반면에 오목공간

은 경계선에 그려지는 접선이 그 공간을 관통할 수 있는 공간을 말한다. 이러한 수학적 원리에 기초하여 구축된 알고리즘은 건물 내 어떤 공간의 형상이 블록 공간인지 오목공간인지를 판단할 수 있다. 공간구분론에서는 축선이나 오목공간을 분해한 블록공간을 분석단위로 하여 건물 내 공간 구조를 분석한다.

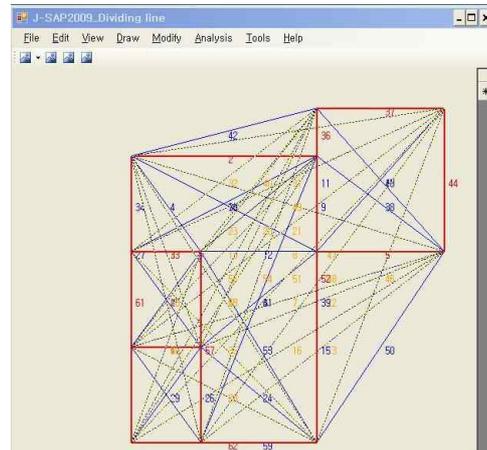
앞서 언급한 선행 연구들의 지적 사항인 ‘공간구분분석 중 한옥의 외부 공간 분할 문제’를 해결하기 위해 이 논문에서는 좀 더 객관적이고 합리적인 전통 한옥의 블록공간 분할 방법을 제안한다. 그림 5(a)에서 나타나는 것처럼 이 연구에서 제안된 블록공간 분할방법은 다음과 같다.



여기서,
 가는 파선: 가상선
 회색 원: 오목공간을 형성하는 꼭지점
 굵은 파선: 분할선으로 선택된 가상선
 U1, U2: 최종 결정된 블록공간 (단위공간)
 (a) 블록공간 분할 과정

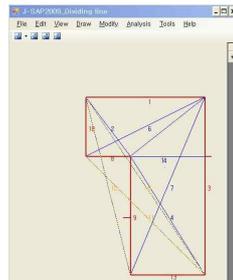


(c) 오목공간의 인식



여기서,
 점선: 오목공간을 인식하기 위한 선
 가는 실선: 블록공간을 인식하기 위한 선 (분할선이 될 수 있음)
 굵은 실선: 벽체의 경계선

(b) 이 연구에서 개발된 실험 프로그램의 스크린샷



여기서,
 파선: 분할선
 U1~U5: 최종 결정된 블록공간 (단위공간)

(d) 블록공간으로 인식된 단위공간

그림 5. 블록공간의 인식 과정

- (1) 공간의 형태와 영역을 만들어내는 경계선으로 이루어진 도형의 모든 꼭지점을 가상선으로 연결한다.
- (2) 두 꼭지점 사이의 가상선이 도형(공간)의 외부로 지나가는 경우가 나타나면 그 공간을 오목공간으로 간주(그림 5(c) 참조)하고 그 선을 삭제한다.
- (3) 오목공간으로 인식된 공간에서 오목한 형상을 만들어내는 꼭지점(회색 원)과 연결된 모든 가상선들을 검토한다.
- (4) 최소한의 개수로 서로 가장 적은 면적 편차를 갖는 블록공간들로 오목공간을 분할하는 선들을 찾아내고

나머지 선들은 삭제한다. 이 때, 남아있는 선들에 의해 분할된 블록공간을 공간구분 분석단위로 결정한다.

그림 5(d)의 우측 그림은 전술한 과정을 통해 그림 2의 샘플 평면을 5개의 블록공간들로 인식한 단위공간들(U1~U5)을 보여준다. 이 그림에서 나타나는 파선은 왼쪽 그림에서 나타나는 선들 중에서 ‘ㄱ’자형 오목공간을 최소의 면적 편차를 갖는 두 개(최소한의 개수)의 블록공간들(U1, U2)로 분해하는 분할선을 나타낸다.

4. 정보 변환

4.1 J-그래프 변환

블록공간들을 인식한 후에 그들의 관계와 구조(형상)를 구체적으로 표현하도록 인식된 정보를 J-그래프로 변환하는 알고리즘을 구축했다. 이러한 J-그래프를 기초로 공간구분론의 수리 분석이 수행된다. 이 연구에서 개발한 J-SAP은 표 1의 프로그래밍 알고리즘을 통해 J-그래프를 자동 생성한다. 그림 6은 J-SAP의 실행화면으로서 좌측 창은 인식된 공간 위상 정보를 무치수 평면형으로 변

환한 뒤에 각 단위공간의 깊이를 기록한 사례이고 우측 상은 이를 바탕으로 J-그래프를 자동 생성한 사례이다.

표 1. J-그래프 작성을 위한 알고리즘의 슈도코드

1단계: 기준선 작성	
슈도코드	코드 설명
For d=0 To Max_Depth 등간격 띄우기 d번째 기준선 그리기 기준선 가장자리에 d 기록 Next	0부터 최대깊이 까지 등간격으로 기준선을 긋고 기준선 가장자리에 해당 깊이값을 기록한다.
2단계: 깊이에 따라 노드(블록공간) 배치	
슈도코드	코드 설명
For i=0 To k-1 For d=0 To Max_Depth If Depth_Space(i)=d Then 깊이에 부합하는 기준선 위에 블록공간 배치하기 End if Next : Next	블록공간의 깊이별로 기준선 위에 그 블록공간을 의미하는 노드 (node)을 배치한다.
3단계: 연결선(edge) 작성	
슈도코드	코드 설명
For i=0 To k-1 For j=0 To k-1 If Connection(i,j)=1 Then 노드와 노드를 선으로 연결하기 End if Next : Next	만약 블록공간 와 블록공간가 액세스를 통해 서로 연결되었다면 (값이 1이면) 해당하는 두 공간(노드)들을 선으로 연결한다.
4단계: 그레이스케일로 정점 표현	
슈도코드	코드 설명
For i=0 To k-1 Grayscale_Node(i) = ((RRA(i) - Min_RRA)/(Max_RRA - Min_RRA)) * Grayscale_Max Next	블록공간별 RRA에 따라 블록공간(노드)들을 그레이스케일로 표현한다. 여기서, 검은 색은 가장 낮은 수치를 의미하고 흰색은 가장 높은 수치를 의미한다.

여기서,
 d : 0부터 Max_Depth 사이의 범위에서 생성된 1씩 증가하는 수열
 Depth_Space : 블록공간의 깊이
 Max_Depth : 블록공간의 최대깊이
 k : 블록공간의 총 개수
 i, j : 0부터 k-1 사이의 범위에서 생성된 1씩 증가하는 수열
 Connection(i,j) : Matrix 5에서 추출한 블록공간 사이의 연결 상태
 RRA(i) : i번째 블록공간의 RRA값
 Max_RRA : 건물 내의 최대 RRA값
 Min_RRA : 건물 내의 최소 RRA값
 Grayscale_Node(i) : 건물 내 i번째 블록공간(노드)의 그레이스케일값
 Grayscale_MAX : 건물 내 블록공간의 최대 그레이스케일값

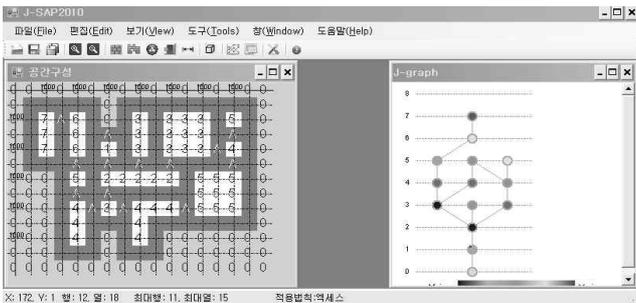


그림 6. J-SAP의 실행화면

4.2 공간 형상 분석치 계산

이 연구에서는 건물 내의 공간 관계를 구체화하기 위해 담장으로 둘러싸인 한옥의 대문 밖 외부공간을 루트(root)로 간주하고 그곳으로부터 각각의 블록 단위공간으로 이어진 J-그래프의 구조를 토대로 각 블록공간의 깊이값들을 산출하여 공간 형상 분석치를 도출하기 위해 표 2와 같은 알고리즘을 구축했다. 특히, 개발 알고리즘은 그래프의 명료성과 이해도를 높여주기 위해 각 블록공간의 RRA값에 따라 J-그래프의 노드를 그레이스케일(gray scale)로 표현할 수 있도록 구성되었다.

표 2. 공간 형상 분석치를 계산하기 위한 알고리즘의 슈도코드

슈도코드	코드설명
For i=0 To k-1 For j=0 To k-1 TD(i) = TD(i) + Depth_ShortestPath(i,j) Next: Next	i번째 블록공간과 다른 단위공간들(j번째 블록공간들) 간의 최단 경로의 길이들의 총합을 계산하여 각 블록공간의 TD값을 산출한다.
For i=0 To k-1 MD(i) = TD(i) / (k-1) RA(i) = (2 * (MD(i)-1)) / (k-2) Dk = 2 * (k * (Math.Log(k + 2) / 3, 2) - 1) + 1 / ((k - 1) * (k - 2)) RRA(i) = RA(i) / Dk Next	블록공간별 MD, RA, RRA, IV 값의 산출
여기서, k : 블록공간의 총 개수 i, j : 0부터 k-1 사이의 범위에서 생성된 1씩 증가하는 수열 Depth_ShortestPath(i,j) : i번째 블록공간과 j번째 블록공간 사이의 최단경로상의 길이	

5. 적용 사례

이 장에서는 개발된 블록공간 분할 기법을 적용하여 전통 한옥의 공간구문분석 사례를 소개하고자 한다. 그림 7은 공간구문분석을 위해 선택된 충북 괴산 소재의 전통 한옥(1918년 건립)의 평면도를 보여준다. 이 가옥은 안채, 사랑채, 사당, 광채 및 기타시설로 이루어진 전형적인 전통 한옥의 모습을 갖고 있다.

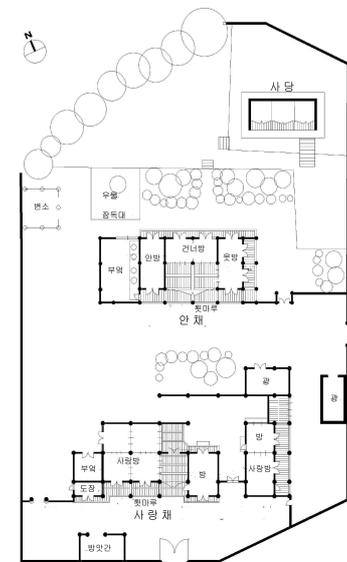


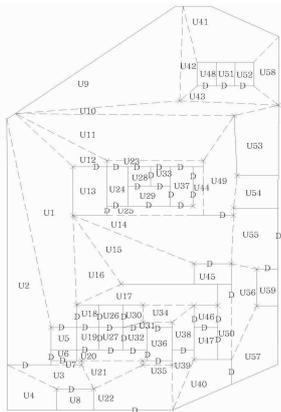
그림 7. 공간구문 분석을 위해 선택한 전통 한옥 평면

BIM 기반의 CAD 시스템인 Autodesk사의 Revit Architecture를 이용하여 이 한옥을 IFC 형식으로 모델링하였고 이 연구를 위해 개발된 J-SAP을 이용하여 모델을 공간구문분석을 수행하였다.

그림 8은 주택의 모든 공간을 이 연구에서 개발된 방법에 의해 블록공간으로 분할하여 사례 평면을 블록공간도로 단순화시킨 사례를 보여준다. IFC형식의 건물정보로부터 도출된 위상정보를 바탕으로 J-그래프 작성(그림 9(a))과 공간구문 분석(그림 9(b)) 작업을 수행하였다. 공간구문 분석 결과 중 RRA는 공간의 통합과 고립 상태를 정량적으로 산출한 수치로 그 값이 크면 공간 고립도가 높고, 작으면 공간 통합도가 높은 것으로 해석한다.

공간구문 분석 결과, 블록공간으로 분할된 각각의 단위

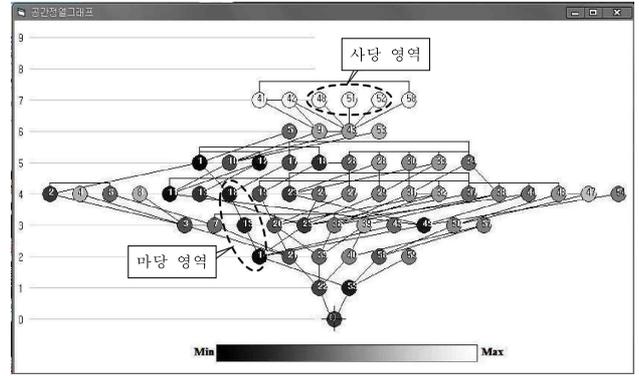
공간은 0.74에서 1.47의 범위의 RRA값을 나타냈다. 사당이 위치하고 있는 단위공간인 U48, U51, U52는 모두 RRA값이 최고치인 1.4734를 나타내어 주택 내에 형성된 공간들 중에서 고립도가 가장 높게 나타났다. 이는 조상 숭배를 위한 엄격한 의식을 중시했던 유교의 영향에 의해 한국 전통 문화가 주택의 공간 구성을 통해 반영되었음을 시사한다. 반면에 사랑채와 안채 사이에 위치한 마당의 영역인 U14, U15, U16은 RRA값이 각각 0.7563, 0.8398, 0.8152으로 산출되어 전반적으로 다른 공간들 보다 통합도가 높게 나타났다. 이는 과거 한국의 대가족 체계 속에서 각종 가족행사, 공동작업, 유대결속을 촉진하는 공적 영역의 특성을 반영하는 결과로 볼 수 있다.



U1 ~ U58: 볼록공간으로 분할된 단위공간

D: 문, 파선: 오목공간을 볼록공간으로 분할하는 선

그림 8. 개발 기법으로 평면을 단순화시킨 볼록공간도



(a) J-그래프

Space No.	TD	MD	FA	RRA
007	244	4.139952	0.103124	0.826504
01	210	3.939822	0.989222	0.741818
02	252	4.139952	0.103124	0.826504
03	252	4.139952	0.103124	0.826504
04	314	5.322034	0.149030	1.282400
05	268	4.542372	0.122151	1.028477
06	268	4.542372	0.122151	1.028477
07	271	4.593220	0.123904	1.041211
08	314	5.322034	0.149030	1.282400
09	304	4.132343	0.143131	1.032587
10	252	4.139952	0.103124	0.826504
11	215	3.644059	0.081175	0.760174
12	216	3.661017	0.081928	0.771606
13	240	4.067797	0.105785	0.888958
14	213	3.611017	0.080608	0.755971
15	229	3.998492	0.099442	0.838845
16	229	3.913659	0.097019	0.815388
17	252	4.139952	0.103124	0.826504
18	237	4.016044	0.104033	0.874232
19	262	4.322034	0.114253	0.962828
20	250	4.406780	0.174792	0.987196
21	262	4.322034	0.114253	0.962828
22	243	4.277685	0.111211	0.938875
23	243	4.116644	0.107640	0.903953
24	273	4.607119	0.159272	1.051034
25	243	4.116644	0.107640	0.903953
26	262	4.322034	0.114253	0.962828
27	251	4.762711	0.129749	1.168425
28	262	4.322034	0.114253	0.962828
29	262	4.322034	0.114253	0.962828
30	269	4.593220	0.134424	1.125616
31	246	4.016044	0.104033	0.874232
32	300	5.084746	0.140952	1.189241
33	246	4.016044	0.104033	0.874232
34	271	4.593220	0.123904	1.041211
35	271	4.593220	0.123904	1.041211
36	260	4.745763	0.134164	1.085174
37	271	4.593220	0.123904	1.041211
38	262	4.322034	0.114253	0.962828
39	307	5.020396	0.144440	1.176921
40	262	4.322034	0.114253	0.962828
41	355	6.033698	0.173586	1.474132
42	355	6.033698	0.173586	1.474132
43	301	5.101692	0.141436	1.189241
44	273	4.627119	0.125073	1.061094
45	271	4.593220	0.123904	1.041211
46	262	4.322034	0.114253	0.962828
47	322	5.457457	0.132711	1.091891
48	359	6.054749	0.175336	1.473412
49	224	3.786610	0.096435	0.810277
50	262	4.322034	0.114253	0.962828
51	359	6.054749	0.175336	1.473412
52	359	6.054749	0.175336	1.473412
53	359	6.054749	0.175336	1.473412
54	262	4.776611	0.130333	1.082336
55	226	3.836506	0.097604	0.822000
56	262	4.406780	0.110644	0.907009
57	262	4.786611	0.144619	1.100149
58	264	4.913659	0.121529	1.095290

(b) 수리분석 결과

그림 9. 공간구분 분석 결과

참고문헌

1. 장성준, 공간통사에서의 외부공간의 문제 - 5개 주택 평면을 중심으로, 대한건축학회 논문집 12권 2호, 1996
2. 조연준, 조길환, BIM 체계를 적용한 현대 한옥건축 모델러 개발에 관한 연구, 한국주거학회 논문집 19권 6호, 2008
3. 이주옥, 한필원, 공간구분론을 이용한 한옥 생활공간의 변화에 대한 해석 - 충청지역 중요민속자료 지정 한옥을 대상으로, 대한건축학회 논문집(계획계) 19권 8호, 2003
4. 문화재청, 2006년도 비지정 건조물문화재 조사보고서 4권, 2007
5. Holness, G.V.R., Building information modeling gaining momentum, ASHRAE Journal, 2008, pp. 28-40.
6. B. Hillier, J. Hanson, The Social Logic of Space, Cambridge University Press, Cambridge, 1984.
7. C.M. Eastman, Building Product Models: Computer Environments Supporting Design and Construction, CRC Press, NewYork, 1999.
8. C.M. Eastman, F. WANG, S.J. You, D. Yang, Deployment of an AEC industry sector product model, Computer-Aided Design 37, 2005, pp. 1214-1228.
9. B. Hillier, Space is the machine, Electronic ed., Space Syntax Ltd., London, 2007

투고(접수)일자: 2010년 5월 24일

심사일자: 2010년 5월 27일

게재확정일자: 2010년 6월 25일