

조선시대 민간 정원의 공간구성과 지리환경간의 상관관계 분석

Correlation analysis between the spatial relations
of architectural elements in private gardens of Joseon era
and their geographical characters

주 저 자 : 민아람 (Min, Aram)

한국과학기술원 문화기술대학원

이지현 (Lee, Ji-Hyun)

한국과학기술원 문화기술대학원
jihyunlee@kaist.ac.kr

Abstract

Garden designs reflect society's philosophy and the mind of the time. For instance, traditional Korean private gardens of Joseon period are described to be 'naturalistic' by the landscape scholars and historians in which the garden designs took the nature as it is adapting to the surrounding without much of human intervention including the topography. The reason for such naturalistic design was because of the historical and philosophical background of the time which heavily depended on ideas like yin and yang, feng shui, and Taoism. In this research, we statistically and quantitatively identify what it means to be naturalistic concerning the spatial layouts of the gardens. For the study, 22 cases of traditional Korean gardens that include the main building, reception building, and inner yard altogether were selected. First, Histogram of Forces (HoF) was used to quantify the spatial relationship between the garden components and environmental factors of each of the gardens were collected. Second, the similarity matrices of the gardens were calculated for the spatial layouts and the environmental factors. Third, we used a Mantel test to discover any correlation between the similarity matrices derived using the spatial layout and the environmental factors. When the Mantel tests were performed, we found out that there were two significant positive correlations between the main building-inner yard spatial relationship and slope distance matrices and the main building-inner yard and aspect distance matrices. Additionally, the geographical distances of the gardens were the least significantly correlated indicating that the geographical proximity amongst gardens does not influence the spatial layout of the gardens. Our research shows that the spatial relationship between the main buildings and the inner yards of 22 traditional Korean gardens are correlated with the slope and the aspect factors of the environment. The result emphasizes that the relative positioning of the inner yard and the main building are dependent on the natural factors (slope and the aspect) which allows a possible interpretation to say that traditional Korean gardens are naturalistic or climatic responsive regarding the positioning of the inner yards and facing of the main building for better sunlight.

Keyword

Spatial relationship, Traditional Korean garden, Histogram of Forces (HoF)

요약

전통정원의 디자인은 당대의 사상과 철학을 나타낸다. 한국의 전통정원의 경우 정원 조성 시 주변 자연환경과 지형을 인위적으로 조작하지 않아 '자연주의'특징을 가지고 있다. 한국의 정원은 도교 정신을 바탕으로 자연과 함께 더불어 사는 철학적, 종교적 사상을 가지고 있는 조선시대 관료층이 민간 정원을 조성하면서 한국 전통정원만의 자연적 디자인 특징이 확립되었다. 본 연구에서는 조선시대 전통 민간정원의 공간구성을 정량화하고 지리환경과의 상관관계를 통계적으로 분석한다. 이를 통해 한국 전통정원의 특징으로서 '자연적' 요소를 어떻게 설계 과정에 적용할 수 있는지, 그리고 공간구성으로 표현할 수 있는지 알아본다. 공간구성은 민족지학 분야에서 수시로 증명되었듯 한 민족성을 나타내는 요소 중 하나이기에 본 연구에서는 공간구성만을 살펴본다. 이 연구는 한국 전통정원 특징이 가장 잘 나타나는 조선시대의 민간 정원을 대상으로 하며, 그중 공간구성 분석을 위해서 공통 출현 빈도가 가장 높은 구성요소인 안채, 사랑채, 안마당이 모두 포함된 22곳의 한국 전통정원을 분석하였다. 첫 번째로 연구 대상 정원을 선정하고 각 정원에 대한 자료를 수집하였고, 두 번째로 해석에 사용할 지리환경 요소를 선정하고 각 정원에 대한 지리환

경 자료를 수집하였다. 세 번째로 정원 공간구성을 포스히스토그램(Histogram of Forces, HoF)을 활용하여 마당과 건물 간의 관계를 정량화하였으며, 네 번째로 정량화된 공간구성과 지리환경요소에 대해 정원 간의 유사매트릭스(similarity matrix)를 각각 도출하였다. 마지막으로, 앞서 산출된 공간구성 유사매트릭스와 지리환경요소 유사매트릭스 간의 상관관계를 Mantel Test 알고리즘을 통해 도출하였다. 그 결과, 안채-안마당 공간 관계에 대한 유사매트릭스와 경사와 향에 대한 유사매트릭스 간의 유의미한 상관관계를 확인할 수 있었다. 즉, 한국 전통정원에서는 입지의 경사와 향이 안채와 안마당의 공간적 상관관계를 좌우한다는 결론을 도출하였다. 따라서 한국 전통정원을 새로이 디자인할 때에도 안채와 안마당의 배치에 있어 정원이 위치할 장소의 경사와 향이 중요한 고려 요소인 것을 수치적으로 증명한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경
- 1-2. 연구 목적 및 범위
- 1-3. 연구 절차

2. 문헌조사

- 2-1. 한국 전통정원의 특징
- 2-2. 건축 및 조경디자인에 고려되는 환경적 요소
- 2-3. 공간 분석 방법

3. 연구방법

- 3-1. 연구 대상 정원 선정 및 정원 요소 선정
- 3-2. 지리환경 요소 선정 및 정보 수집
- 3-3. 정원의 정량화
- 3-4. 유사매트릭스 산출
- 3-5. 상관관계 및 상관성

4. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구 배경

전통정원의 디자인은 환경적, 문화적, 사회적 배경에 따라 당대의 사상과 철학을 나타낸다. 예를 들어 유럽에서 정원 조성이 가장 활성화되었던 15세기에는 자연이 공포와 통치의 대상으로 인식됨에 따라, 정원에도 자연에서 볼 수 없는 기하학적 무늬가 관목과 교목을 통해 인위적으로 조성되었으며, 인간중심적인 대칭적 공간 디자인이 적용되었다. 이에 반해 동양의 경우, 자연은 성스러운 것으로, 인간과 함께 조화를 이루며 살아갈 대상으로 인식되었다. 따라서 동양의 정원은 유기적 디자인을 활용하여 자연중심적으로 조성되었다.¹⁾²⁾

이러한 인간중심성과 자연중심성은 동서양 전통정원 간의 대표적인 차이점으로, 공간구성(Spatial layout)에도 이러한 특징이 표현된다. 예를 들면, 동양의 정원에는 건축물이 자연과 더불어 곳곳에 배치되어 있으나, 서양의 전통정원에는 건축물들이 정원의 경계(Boundary)로서 배치되어 있거나 큰 규모의 랜드마크로 배치되어 있다.³⁾⁴⁾

- 1) Zhou, W. Z., A comparative study on Chinese and Western classical garden arts, Canadian Social Science, 2005, Vol.1, No.3, pp.83-90
- 2) 김상범, 김은자, 윤희정, 강방훈, & 이상영, 동양

- 전통정원의 형식과 특성, 농업사연구, 2009, Vol.8, No.3, pp.135-155
- 3) Makowska, B., Integrating architecture and the created landscape in Japanese gardens, International Journal of Arts & Sciences, 2014, Vol.7, No.5, p.597
- 4) Lu, S., Hidden orders in Chinese gardens: irregular fractal structure and its generative rules, Environment and planning B: Planning and Design, 2010, Vol.37, No.6, pp.1076-1094

동서양 전통정원의 디자인은 그 차이가 확연하게 드러나지만, 동양의 전통정원 간의 디자인 차이는 비교적 찾기 어렵다. 중국, 일본, 한국의 전통정원은 모두 물(水), 돌(石), 식물(林)의 세 가지 요소를 적극 활용한다. 하지만 이 세 가지를 표현하는 방식에 다소 차이가 있는데, 중국 전통정원의 경우 거대한 자연을 축소시켜 정원에 풍경을 그대로 표현하며, 일본 전통정원의 경우 이 세 가지 요소를 통제하여 자연을 추상적으로 표현한다.⁵⁾ 마지막으로, 한국의 전통정원의 경우 정원 조성 시 주변 자연환경과 지형을 인위적으로 조작하지 않아 '자연주의'특징을 가지고 있다.⁶⁾

최근 한국 문화가 대중화되면서 한국정원에 대한 관심이 커지며 한국 전통정원을 해외에 조성하는 사례가 많아지고 있다.⁷⁾⁸⁾ 그러나 한국정원의 특징이 다소 뚜렷하지 않아 오직 정자, 화계, 마당 등의 구조물로만 한국성을 나타내었으며 적절한 공간적 규모를 표현함에 있어 미흡했다.⁹⁾¹⁰⁾ 이러한 문제는 '자연적'이란 특징이 정원의 설계 과정에 적용하기 모호하기 때문인데, 설계에 활용할 수 있는 구체적인 특징을 찾기 위해서는 한국 전통정원의 공간구성에 대한 분석과 해석이 필요하다.

한국 전통정원의 공간구성을 정량적으로 분석한 한 연구에서는 위상배치(Topology)분석 방법을 강원도 고성군 왕곡마을에 있는 민가 정원에 적용하여 공간적 특징을 도출하였다.¹¹⁾ 그러나 해당 연구는 단일 정원에 국한되어, 추후 한국정원 전체를 대상으로 한 연구가 필요하며, 위상배치 이외의 공간구성 분석 방법을 적용하여 한국 전통정원의 특징을 찾을 필요가 있다.

예를 들면, 중국 전통정원에 대해서는 Bill Hillier의 공간구문(Space Syntax) 이론¹²⁾을 활용하여 공간 해석 연구가 수행되었는데, 해당 연구에서는 다소 모호한 '신비함(Mysteriousness)'이라는 특성을 정량적으로 파악하고 중국 전통정원을 설계할 수 있도록 공간적 패턴을 제시한 사례가 있다. ¹³⁾¹⁴⁾

1-2. 연구 목적 및 범위

본 연구에서는 한국 전통정원의 보편적인 공간구성을 정량화하고 자연환경, 구체적으로는 지리환경과의 상관관계를 통계적으로 분석한다. 이를 통해 한국 전통정원의 특징으로서 '자연적' 요소를 어떻게 설계 과정에 적용할 수 있는지, 그리고 공간구성으로 표현할 수 있는지 알아본다. 공간구성은 민족지학 분야에서 수시로 증명되었듯 한 민족성을 나타내는 요소 중 하나이다.¹⁵⁾ 따라서 본 연구에서는 공간구성만을 살펴본다.

이 연구는 한국 전통정원 특징이 가장 잘 나타나는 조선시대의 민간 정원을 대상으로 하며, 그중 공간구성 분석을 위해서 공통 출현 빈도가 가장 높은 구성요소인 안채, 사랑채, 안마당이 모두 포함된 22곳의 한국 전통정원을 분석하였다.

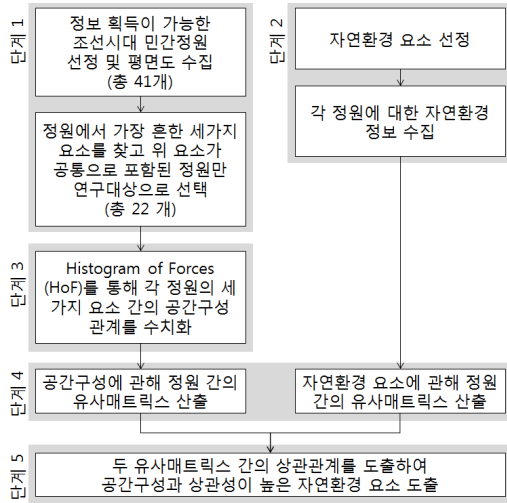
1-3. 연구 절차

한국 전통정원의 공간구성을 정량화하고 지리환경과의 상관관계를 분석하기 위해서 [그림 1]과 같이 다섯 단계의 절차로 연구를 수행하였다. 첫 번째로 연구 대상 정원을 선정하고 각 정원에 대한 자료를 수집하였고, 두 번째로 해석에 사용할 지리환경 요소를 선정하고 각 정원에 대한 지리환경 자료를 수집하였다. 세 번째로 정원 공간구성을 포스히스토그램(Histogram of

- 5) Rogers, E. B., [Landscape design: A cultural and architectural history], New York, NY: Abrams, 2003
- 6) 박경자, [한국의 정원], 서교출판사, 2015
- 7) 신현돈, 타슈켄트 서울공원 설계과정에서 구현된 한국정원 설계요소 고찰, 한국조경학회지, 2015, Vol.43, No.5, pp.40-54
- 8) 권진욱, 박은영, 홍광표, & 황민하, 한국전통정원 해외조성을 위한 정원보급 유형 제안-공공 공간에 적용될 정원을 대상으로, 한국전통조경학회지, 2013, Vol.31, No.3, 85호, pp.106-113
- 9) 박은영, 윤상준, 홍광표, & 황민하, 한국전통정원의 해외 조성 현황 및 문제점 양상, 한국전통조경학회지, 2013, Vol.31, No.3, pp.75-82
- 10) 김경돈, 한갑수, & 윤영환, 해외에 조성된 한국전통정원의 재현 특성, Journal of Forest Science, 2003, 19권, 19호, pp.39-47
- 11) 윤영환, 이기의, 박봉수, & 조현길, 한국전통마을의 공간구성과 민가정원양식-왕곡마을을 중심으로, 한국조경학회지, 1990, Vol.18, No.2

- 12) Hillier, B., [Space is the machine: a configurational theory of architecture], Space Syntax: London, UK, 2007
- 13) Yu, R., Gu, N., & Ostwald, M., The mathematics of spatial transparency and mystery: using syntactical data to visualise and analyse the properties of the Yuyuan Garden, Visualization in Engineering, 2016, Vol.4, No.1
- 14) Gu, N., Yu, R., & Ostwald, M., Computational analysis and generation of traditional Chinese private gardens through space syntax and parametric design, Presented at the CAADRIA 2016, Melbourne, Australia, 2016
- 15) Laurence, R., & Berry, J. (Eds.), [Cultural identity in the Roman Empire], Psychology Press, 2001

Forces, HoF)을 활용하여 정량화하였으며, 네 번째로 정량화된 공간구성과 지리환경요소에 대해 정원 간의 유사매트릭스(similarity matrix)를 각각 도출하였다. 마지막으로, 앞서 산출된 공간구성 유사매트릭스와 지리환경요소 유사매트릭스 간의 상관관계를 Mantel Test 알고리즘을 통해 도출하였다.



[그림 1] 5단계 연구 절차

2. 문헌조사

2-1. 한국 전통정원의 특징

한국의 정원은 도교 정신을 바탕으로 자연과 함께 더불어 사는 철학적, 종교적 사상을 가지고 있는 조선 시대 관료층이 민간 정원을 조성하면서 한국 전통정원만의 '자연적' 디자인 특징이 확립되었다.¹⁶⁾ 국가건축정책위원회(2014)에 의하면 한국의 전통정원에 영향을 미친 주요 사상은 음양오행, 신선사상, 도가적 은일사상, 풍수지리사상, 유교사상 등이 있는데 이 모두 자연과의 조화를 중요시 한다고 언급한다.¹⁷⁾ 또한, 한 연구에서는 더 나아가 정원 유형별로 영향을 미친 총 7사상(자연숭배, 신선사상, 경토사상, 유교사상, 음양오행설, 풍수지리설, 노장사상)을 언급한다.¹⁸⁾ 예를 들면

궁궐정원에서는 음양오행, 풍수지리 사상이 영향을 미쳤고 사찰정원에서는 경토사상이 영향을 주었다고 한다. 하지만 모든 전통정원에 보이는 특징은 자연과의 조화와 순리임을 강조한다. 따라서, 지리환경과 정원 디자인과의 연관성을 수치적으로 조사해볼 필요가 있다.

2-2. 건축 및 조경디자인에 고려되는 환경적 요소

건축디자인이란 무(無)에서 창조되는 것이 아닌 특정한 장소의 특정한 환경을 위해 만들어지는 것이며 이를 콘텍스트(context)라고 부른다. 이러한 콘텍스트는 그 경계가 명확하지 않으나, 크게 두 가지 유형으로 나뉜다. 하나는 구상적 데이터(tangible data)로서 지형, 식자재, 주변 건물 등의 데이터를 포괄한다. 또 다른 하나는 간접적 요소(indirect factors)로서 건축물의 근원, 역사, 장소의 현재 중요성 등을 포함한다.¹⁹⁾

앞서 언급한 바와 같이 자연적 요소의 콘텍스트는 경계가 명확하지 않으나 전형적인 건축디자인 혹은 조경디자인의 절차에는 입지분석(site analysis)이 필수적이다. 입지분석은 물리적, 생물학적, 문화적 요소로 분류되는데 물리적 요소는 표토의 유형, 지형, 계류, 지리, 기후 등을 지칭하며 생물학적 요소에는 주변 동식물의 분포 등이 포함된다. 문화적 요소는 입지의 토지이용에 대한 정보가 포괄한다.²⁰⁾

주변 환경요소와 건축 및 조경디자인 간의 관계는 대단히 심대하다. 특히 기후대응건축물(climate responsive architecture)이라는 유형의 건축물에서는 건물의 에너지 소비를 줄여야 하므로 설계 과정에서 다양한 주변 환경요소 정보가 고려된다. 이러한 과정에서 태양의 궤도를 고려하여 주변 지형(등고선 및 향)으로 인해 조성되는 음지의 패턴을 파악하기도 하며, 주변 식생군락, 수로, 풍랑 및 풍향, 강우량, 기온, 습도 등의 입지와 관련된 환경적 요소가 고려된다.²¹⁾

No.3, pp.135-155

19) Leupen, B., C. Grafe, N. Kornig, M. Lampe and P. Zeeuw, [Design and Analysis], Van Nostrand Reinhold, New York, 1997

20) LaGro Jr, J. A., [Site analysis: A contextual approach to sustainable land planning and site design], John Wiley & Sons, 2011

21) Krishan, A. (Ed.), [Climate responsive architecture: a design handbook for energy efficient buildings], Tata McGraw-Hill Education, 2001

16) 윤국병, 한국의 정원문화 ①: 한국정원의 발달과정, 월간 문화예술, 통권 86호, 1983, 3-4월

17) 국가건축정책위원회, 한국 전통정원활성화를 위한 표준모델 개발 및 지원방안 연구, 2014

18) 김상범, 김은자, 윤희정, 강방훈, & 이상영, 동양 전통정원의 형식과 특성, 농업사연구, 2009, Vol.8,

2-3. 공간 분석 방법

공간 분석의 방법은 어떠한 연구 분야에서 접근하는지에 따라 다소 상이하다. 예를 들면 공간인지 분야에서는 인간이 공간을 인지할 때 어떤 방법으로, 그리고 어떤 순서로 인지되고 기억되는지에 초점을 맞춰 접근한다. 따라서 의미(semantics)와 경험을 포함하여 공간을 분석한다.²²⁾ 지리학 분야에서는 관계 개념(relations concept)을 통해 지리정보시스템(GIS) 혹은 지도 제작 등에 관해 위성사진 정보를 분석 및 해석하는 것을 중요시하여 의미보다는 객체 및 공간 간의 관계를 분석한다. 이와 관련하여 현재 TDD (topology, distance, direction) 모델, HoF 등의 방법들이 사용되고 있는데 이는 공간 내에 위치한 두 객체 간의 거리, 위상, 방향 등의 관계를 측정하여 공간을 수치화하는 방식이다.²³⁾²⁴⁾ 마지막으로 건축학에서 가장 많이 응용되는 방법으로 공간구문론(space syntax theory)이 있다. 이 이론은 공간의 형태가 사람이 이동하고 공간을 사용할 때 큰 영향을 주기에 공간이 어떻게 활용될지 예측할 수 있도록 하는 공간 분석 방법이다.²⁵⁾

특히 공간구문론을 통해 중국 전통정원을 분석한 사례로서 Yu et al. (2016)과 Gu et al. (2016)연구에서는 공간의 구성으로 중국 정원의 특징인 '신비함(mysteriousness)'을 어떻게 표현했는지 발견하고, 정량화된 정원의 공간구성 패턴을 파라메트릭 디자인(parametric design) 할 수 있도록 알고리즘을 제공하였다.²⁶⁾²⁷⁾ 또 다른 연구에서는²⁸⁾ 공간구문론에서 더

나이가 공간적 특징, 혹은 공간적 언어(spatial language)를 기하학적으로 분석하여 생성 규칙을 만들어, 동일한 공간적 특징을 가지면서도 새로운 중국 정원을 설계할 수 있는 방법론을 제시한다.

한국 전통정원 또한 공간구성에 대한 분석이 시도된 바 있으나, 이는 앞서 언급한 바와 같이 단일 민간 정원만 대상으로 위상배치 분석 방법을 활용한 사례이다.²⁹⁾ 위 연구에서는 부역을 통해야만 후원에 접근이 가능하다는 점에서 한국정원은 사적인 공간임을 증명한다. 해당 연구에서 저자는 공간구성에 영향을 미치는 요소가 두 가지라고 언급하는데, 이는 향과 경사인 자연환경 요소와 사상과 사회 계급을 포함한 사회문화적 요소로 정의된다. 더불어, 2014년에는 국가건축정책위원회에서 한국전통정원활성화를 위한 연구 보고서³⁰⁾를 발간한 바 있는데, 이 연구에서는 한국 전통정원의 내면적 및 형태적 원형을 보존하며 조성할 수 있도록 표준모델을 제시한다. 이 연구는 조사 분석을 통해 대표 정원을 선택하고 공간구성을 유형화하여 각 공간구성의 적용 대상지를 제안한다.

하지만 위상배치와 조사 분석방법은 다수의 공간을 분석할 때 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 반면, 지리학적 공간 분석 방법은 다수의 공간 데이터를 컴퓨터로 분석 및 정량화하고 유사도를 찾는 것에 중점을 두기 때문에 분석을 빠르게 수행할 수 있다. 따라서 어떤 다른 요소와의 상관관계를 통계적으로 파악하고자 할 경우 유용하다.

지리학적인 공간 분석 방법 중 하나인 HoF는 객체 간의 지리적 상관관계를 정량화하는 방법이다. 이를 활용하면 상대적인 형태, 방향, 거리, 크기 등의 관계를 히스토그램 형태로 정량화할 수 있다.³¹⁾ 즉, 임의의

22) Montello, D., [Spatial cognition], In: Smelser NJ, Baltes PB (eds) International encyclopedia of the social and behavioral sciences, Pergamon Press, Oxford, 2001, pp.14771 - 14775

23) Li, B., & Fonseca, F., TDD: A comprehensive model for qualitative spatial similarity assessment, Spatial Cognition and Computation, 2006, Vol.6, No.1, pp.31-62

24) Matsakis, P., Understanding the spatial organization of image regions by means of force histograms: a guided tour, In Applying soft computing in defining spatial relations, Studies on Fuzziness and Soft Computing, Physica, Heidelberg, 2002, Vol.106, pp.99-122

25) Hillier, B., [Space is the machine: a configurational theory of architecture], Space Syntax: London, UK, 2007

26) Yu, R., Gu, N., & Ostwald, M., The mathematics of spatial transparency and mystery: using syntactical data to visualise and analyse the properties of the Yuyuan Garden, Visualization in Engineering, 2016, Vol.4, No.1

27) Gu, N., Yu, R., & Ostwald, M., Computational analysis and generation of traditional Chinese private gardens through space syntax and parametric design, Presented at the CAADRIA 2016, Melbourne, Australia, 2016

28) Lu, S., From Syntax to Plot: the spatial language of a Chinese garden. In Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium, 2009, 6, Vol. 67

29) 윤영환, 이기의, 박봉수, & 조현길, 한국전통마을의 공간구성과 민가정원양식-왕곡마을을 중심으로, 한국조경학회지, 1990, Vol.18, No.2

30) 국가건축정책위원회. 한국 전통정원활성화를 위한 표준모델 개발 및 지원방안 연구. 2014

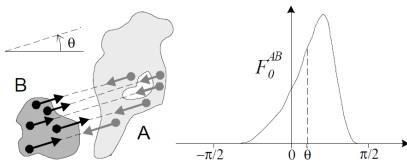
31) Matsakis, P., Understanding the spatial organization of image regions by means of force

객체 B를 기준으로 0방향에 위치한 상대 객체 A에 대한 HoF는 수식 (1)과 같이 정의된다.

$$F^{AB}(\theta) = \int_{-\infty}^{+\infty} F(\theta, A_{\theta}(\nu), B(\nu)) d\nu \quad (1)$$

이는 [그림 2]³²⁾와 같이 도식적으로 이해할 수 있다. 여기서 HoF는 기준 객체 B 내부에 균등 분포하는 임의의 지점군(출발점)에서 일정한 각도로 상대 객체 A 내부의 임의의 분포하는 지점군(도착점)까지의 선분을 통해 계산된다.³³⁾ 히스토그램은 빈도를 나타내므로 특정 각도에서 도착점이 많을수록, 즉 상대 객체의 크기가 클수록 높은 값을 가진다. 또한, HoF는 거리에 반비례하는 형태로 계산되므로 동일한 크기의 상대 객체일 경우 기준 객체에서 가까이 위치할수록 높은 값을 가진다. [그림 2]에서도 상대 객체 A가 기준 객체 B에서 대략 0방향에 있으므로, HoF가 0근방에서 최고점을 가짐을 관찰할 수 있다. 이와 같이 HoF를 활용하면 서로 이격된 두 객체 간의 공간적 관계를 정량적으로 해석할 수 있다.

Panteras et al. (2016)에서는 이와 같은 HoF의 특성을 활용하여 다양한 공항 내에 위치한 건축물 간의 공간적 관계를 분석하였다. 이를 통해 공간구성이 공항의 유형에 따라 상이하다는 것을 발견하고, 공간구성 간의 유사도를 측정해 공항 유형을 분류하였다.³⁴⁾



[그림 2] HoF 분석 개념도

histograms: a guided tour, In Applying soft computing in defining spatial relations, Studies on Fuzziness and Soft Computing, Physica, Heidelberg, 2002, Vol.106, pp.99-122

32) Ibid., p.101

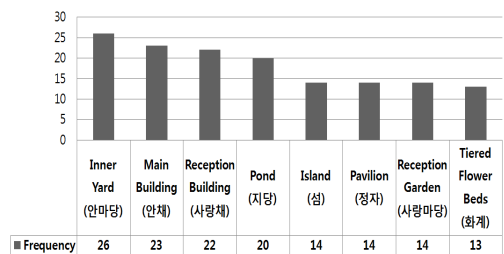
33) Sledge, I.J., Keller, J.M., Song, W., & Davis, C.H., Conflation of Vector Buildings with Imagery, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 2011, Vol.8, pp.83-87

34) Panteras, G., Clark, J. R., Agouris, P., & Stefanidis, A., Ontology-driven scene interpretation based on qualitative spatial reasoning, GeoJournal, 2017, Vol.82, No.4, pp.751-768

3. 연구방법

3-1. 연구 대상 정원 선정 및 정원 요소 선정

문헌조사를 통해 조선시대 민간 정원이 ‘자연적인’ 특징을 갖는 한국정원임을 확인하고, 본 연구에서는 조선시대 민간 정원을 연구 대상으로 선정하였다. 국가건축정책위원회에서 발간한 보고서에서 일반인과 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 한국의 대표 정원으로 선택된 정원 중 사찰과 궁궐정원을 제외한 정원을 포함하였다.³⁵⁾ 추가로 한국정원답사수첩³⁶⁾과 한국의 전통정원³⁷⁾저서에서 선정한 대표 정원에서도 사찰, 궁궐, 공공정원을 제외하고 연구 대상지 후보로 하였다. 마지막으로 인터넷 조사를 통해 대상을 추가하여 총 36개의 정원에 대한 정원구성 요소(지당, 안채, 안마당, 안채, 사랑채, 사랑마당, 섬, 정자, 화계 등)를 각 정원의 도면을 수집해 조사하였다.



[그림 3] Selection of garden components

그 결과, 가장 빈출하는 요소는 [그림 3]에서 볼 수 있듯이 안마당, 안채, 사랑채였으며, 해당 요소들이 단일 정원에 공통으로 출현하는 경우는 22곳의 정원이 해당되었으며 본 연구에서는 22 정원을 연구 대상으로 하였다. 이에 따라 22개의 정원 평면도를 Rhinoceros 프로그램을 통해 북쪽을 상방으로 회전하고 축척을 맞춘 후, 안마당(IY), 안채(MB), 사랑채(RB)를 도형으로 표기하였다. 이후, 400 x 400 픽셀 크기 JPEG로 래스터화하였다. 이렇게 도식화된 이미지는 각각 45m x 45m의 실제 평면을 나타낸다. 총 22개의 정원은 [표 1]에 정리하였다.

35) 국가건축정책위원회. 한국 전통정원활성화를 위한 표준모델 개발 및 지원방안 연구. 2014

36) 역사경관연구회, [한국정원 답사수첩], 동녘, 2008

37) 국립수목원연구원, [한국의 전통 정원], 애드밴, 2012

[표 1] 연구 대상지

	정원	주소	도면	래스터 이미지
1	서울 부암정	서울 종로구 창의문로5가길 19		
2	독락당	경북 경주시 안강읍 옥산서원길 300-3		
3	함양 일두고택	경남 함양군 지곡면 개평길 50-13		
4	영천 정음준씨 가옥 (영천 연정고택)	경북 영천시 임고면 선원연정길 49-10		
5	정읍 김동수씨 가옥/김명 관고택	전라북도 정읍시 산외면 공동길 72-10		
6	괴산 김기응 가옥	충북 괴산군 칠성면 칠성로4길 20		
7	남원 몽심재	전북 남원시 수지면 내호곡2길 19		
8	논산 명재고택 정원	충남 논산시 노성면 노성산성길 50		
9	해남윤씨 녹우당 일원	전남 해남군 해남읍 녹우당길 135		
10	아산 외암마을 (교수택)	충남 아산시 송악면 외암민속길9번 길 27		
11	아산 외암마을 (송화택)	충남 아산시 송악면 외암민속길 49		
12	아산 외암마을 (영암대/ 건재고택/ 영암군수 택)	충남 아산시 송악면 외암민속길 19-6		
13	강릉 오죽헌	강원 강릉시 율곡로3139번 길 24		
14	서울 옥호정	서울 종로구 삼청로 131-1		

15	달성 삼가헌 사람채 정원	대구 달성군 하빈면 묘동4길 15		
16	강릉 상임경당	강원 강릉시 성산면 갈매간길 8-3		
17	양동 서백당	경북 경주시 강동면 양동마을안길 75-6		
18	서울 석파정	서울 종로구 창의문로11길 4-1		
19	강릉 선교장 활래정	강원 강릉시 운정길 63		
20	구례 운조루	전남 구례군 토지면 운조루길 59		
21	진접 여경구 가옥	경기 남양주시 진접읍 금강로961번길 25-14		
22	보성 이용옥 가옥	전남 보성군 득량면 강골길 34-6		

3-2. 자연환경 요소 선정 및 정보 수집

Leupen et al.(1993)³⁸⁾에서 언급한 바와 같이 건축디자인에서 고려되는 자연환경의 요소를 단정 짓기는 모호하나 LaGro(2011)³⁹⁾에서의 입지분석 시 고려해야 하는 요소들을 봤을 때 한국정원이 '자연적임을 확인하기 위해서 정원 입지의 고도, 경사, 향, 위도와 경도(지리적 거리에 따른 유형의 차이가 존재할 수 있으므로)를 선정하였다.

각 정원에 대해 Google Earth Pro를 활용해 위 자연환경 요소 정보를 수집한 결과 강릉 오죽헌이 해발 14미터로 가장 낮은 고도에 위치하고 있었고, 함양일두고택이 해발 172미터로 가장 높은 고도에 위치하고 있었다. 경사의 경우, 정읍 김동수 가옥이 경사 0% 평지에 위치하고 있었으며 진접 여경구 가옥이 경사

38) Leupen, B., C. Grafe, N. Kornig, M. Lampe and P. Zeeuw, [Design and Analysis], Van Nostrand Reinhold, New York, 1997

39) LaGro Jr, J. A., [Site analysis: A contextual approach to sustainable land planning and site design], John Wiley & Sons, 2011

22%로 다른 정원의 지반보다는 비교적 가파른 지형에 위치하고 있었음을 알 수 있었다. 향의 경우, 동남향과 서남향 지형에 정원이 가장 많이 위치해있었으며 남원 몽심재가 특이하게 서북서향 지형에 위치하고 있었음을 알 수 있었다. 위도와 경도의 경우 추후 유사도 계산을 위해 도분초(DMS) 단위에서 아래 수식 (2)를 활용하여 각도 단위로 변환하였다. 본 연구에서 활용한 자연 환경 정보, 구체적으로 지리환경정보는 [표 2]에 정리하였다.

$$Decimal = D + \left(\frac{M}{60} \right) + \left(\frac{S}{3600} \right) \quad (2)$$

[표 2] 지리환경 데이터

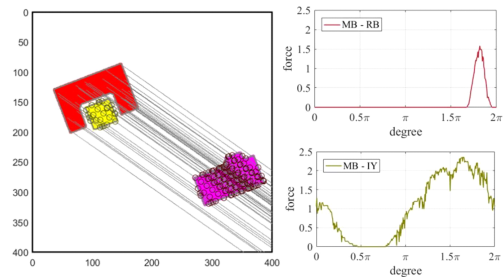
	정원	고도	향	경사	경도	위도
1	서울 부암정	150m	NE	17%	128.7421	36.90499
2	독락당	88m	SW	3%	129.16	36.01662
3	함양 일두고택	172m	ENE	3%	127.7686	35.56632
4	영천 정용준씨 가옥 (영천 연정고택)	129m	SE	8%	128.9774	36.0506
5	정읍 김동수씨 가옥/김명관고택	45m	SE	0%	127.0199	35.61616
6	괴산 김기웅 가옥	127m	S	7%	127.8593	36.78166
7	남원 몽심재	120m	WNW	2%	127.3747	36.33796
8	논산 명재고택 정원	48m	S	10%	127.1312	36.28216
9	해남윤씨 녹우당 일원	87m	WSW	12%	126.6225	34.55121
10	아산 외암마을 (교수택)	62m	SW	4%	127.0161	36.73109
11	아산 외암마을 (송화택)	70m	SW	4%	127.0186	36.73089
12	아산 외암마을 (영암대/건재고택/영암군수택)	59m	SW	3%	127.0159	36.73044
13	강릉 오죽헌	14m	SE	7%	128.8794	37.77919
14	서울 옥호정	62m	ESE	6%	126.9815	37.58719
15	달성 삼가현 사랑채 정원	60m	SSE	6%	128.4126	35.9067
16	강릉 삼임경당	60m	SE	21%	128.8417	37.73476
17	양동 서백당	42m	SSW	13%	129.2537	36.00391
18	서울 석파정	110m	NE	11%	126.9626	37.595
19	강릉 선교장 활래정	16m	SE	3%	128.8851	37.78656

20	구례 운조루	71m	SSW	8%	127.5155	35.20613
21	진접 여경구 가옥	60m	SSE	22%	127.1583	37.68704
22	보성 이용옥 가옥	20m	SSW	9%	127.1868	34.76298

3-3. 정원의 정량화

앞서 래스터화한 22개의 이미지에 대해 MATLAB에서 HoF 계산 프로그램을 작성하여 안마당, 안채, 사랑채 간의 공간 관계를 히스토그램으로 정량화하였다. 예를 들어, [그림 4]에서 안채와 사랑채 간의 관계(MB-RB)를 계산할 때, 기준 객체인 안채에서 다수의 출발점을 선택하는데, ([그림 2] 참조) 이는 9픽셀당 1곳으로 무작위로 선택된다. 이렇게 선택된 다수의 출발점에서 임의의 각도([그림 4]에서는 315도)로 선분을 긋고, 이 선분과 상대 객체인 사랑채가 겹칠 경우, 중첩되는 구간 중 한 지점, 즉 도착점에 대해 수식 (1)을 활용하여 HoF를 계산한다. 이때 도착점은 중첩 구간 중 3픽셀당 1곳으로 균등분배하여 선택한다. 출발점(안채)에서의 선택 빈도와 도착점(사랑채) 중첩 구간에서의 선택 빈도는 각각 면과 선에 대해 선택되므로 전자가 후자의 제공수를 가지는 것이 적절하다.

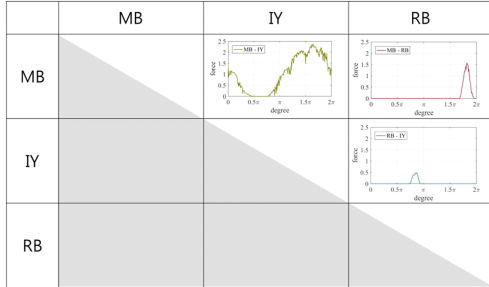
그 결과 각 정원에 대해 [그림 4]에 있는 히스토그램과 같은 결과를 얻을 수 있었다. [그림 4]에서 사랑채(RB)의 위치가 안채(MB)를 기준으로 시계방향 270도와 360도 사이에 위치하며, 안마당(Y)은 안채에 세면이 둘러싸여 있으므로 분포가 더 넓고, 거리가 가까워 최고점이 사랑채보다 높은 것을 볼 수 있다. 이와 같이 각 정원의 구성요소 간의 상관관계를 정량적으로 파악하였다.



[그림 4] HoF 산출 예

앞서 언급된 바와 같이 HoF는 두 객체 간의 관계만을 나타내므로, 본 연구에서와 같은 세 객체 간의 관계

에서는 3개의 히스토그램이 산출되며, 각각의 히스토그램은 아래 [그림 5]와 같이 매트릭스 형태로 나타낼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 총 22곳의 정원에 대해 66개의 히스토그램이 산출되었다.

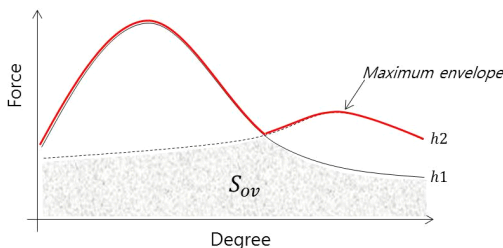


[그림 5] 산출된 Hof 매트릭스 예시 (정읍 김동수 가옥)

3-4. 유사매트릭스 산출

이렇게 도출한 히스토그램 간의 관계, 즉 정원 간 공간구성의 유사도를 측정하기 위해 유사매트릭스를 계산하였다. 이러한 공간적 관계에 관한 유사매트릭스는 히스토그램 간의 기하학적 차이에 기반하여 계산되었다. 구체적으로, 수식 (3)과 같이 두 히스토그램의 중복되는 면적(overlap, S_{ov})을 최고값의 면적(maximum envelope, S_{max})으로 나누어 [그림 6]과 같이 유사도를 산출하였다.

$$(3) \quad S(\%) = \frac{S_{ov}}{S_{max}} * 100$$



[그림 6] 히스토그램 유사매트릭스 계산 개념도

이와 같이 계산된 3종류의 공간적 관계(안채-안마당, 안채-사랑채, 사랑채-안마당)에 대한 유사도를 평균하였

을 때, 가장 유사도가 높은 정원의 조합은 76%를 보인 논산 명재고택 정원-달성 삼가현 사랑채 정원, 그리고 해남윤씨 녹우당 일원-아산 외암마을(영암댁)의 조합이었다. 반면, 가장 유사도가 낮은 정원 조합은 4%를 보인 진접 여경구 가옥-서울 부암정을 보였다. 이러한 결과는 [그림 7]에서 보듯 직관적으로 이해가 가능하며, 공간구성 유사도의 정량적 해석이 성공적으로 수행되었다고 하겠다. 정확하게는 두 정원이 유사한 것이 아닌 두 정원의 건물과 마당 간의 공간적 배치가 유사하다. 예를 들면 명재고택과 삼가현의 경우 안마당을 기준으로 안채가 북쪽에 사랑채가 남쪽에 위치하고 있어 공간적 배치가 유사하다고 볼 수 있다. 반면, 유사도 4%가 산출된 여경구 가옥과 부암정의 경우 안마당을 기준으로 안채와 사랑채가 정반대에 위치하였음을 알 수 있다.

Similarity (%)	명재고택 정원	달성 삼가현 사랑채 정원
76%		
76%		
4%		

■ Main Building ■ Reception Building ■ Inner Yard

[그림 7] 정원 양극단의 유사도 결과

정원 간 공간구성에 대한 유사매트릭스와 별도로, 지리환경 요소에 관한 매트릭스, 즉 개별 정원들이 얼마나 유사한 환경에 놓여있는가를 측정하기 위한 행렬들이 계산되었다. 이러한 지리환경 유사매트릭스의 경우, 고도, 경사, 향, 그리고 상호 간의 지리적 거리에 대한 4종의 유사매트릭스가 계산되었다. 먼저 각 정원 위치의 고도 간의 유사매트릭스는 수식 (4)와 같은 방법으로 산출되었다. 가장 많은 정원이 해발 60미터 전후의 고도에 위치하고 있었으며(강릉 상임경당, 진접 여경구 가옥, 달성 삼가현 사랑채 정원), 가장 극단적인 고도에 위치한 정원은 해발 14미터의 강릉 오죽헌과 해발 172미터의 함양 일두고택으로 나타났다. 경사에 관한 유사매트릭스는 수식 (5)와 같은 방법으로 산출되었으며, 전반적으로 유사도가 높았으나 평지에 위

치한 정읍 김동수 가옥(김명관 고택)과 산 중턱에 있는 진접 여경구 가옥이 가장 낮은 유사도를 보였다. 향의 경우, 원본은 범주형 데이터(categorical data)이나 북향을 0으로 두고 방위각을 360도로 나누어 수치화할 수 있는데, 이를 활용해서 수식 (6)과 같이 유사매트릭스를 산출하였다. 그 결과, 같은 향의 지형에 위치한 정원끼리는 유사도 1, 정반대 향의 지형에 위치한 정원끼리는 유사도가 0으로 계산되었다. 마지막으로 상호간 지리적 거리에 대한 유사매트릭스의 경우, 지구 표면에서 최단거리를 구할 수 있는 허버사인 공식(Haversine Formula)을 활용하였다. 같은 지역에 위치한 아산 외암마을의 정원들을 제외하면, 강릉 선교강 활래정과 강릉 오죽헌이 가장 근접하다는 것을 확인할 수 있었다.

$$ElevSim = \left(\frac{\min(A_{elev}, B_{elev})}{avg(A_{elev}, B_{elev})} \right) \quad (4)$$

$$SlopSim = 1 - |A_{slope} - B_{slope}| \quad (5)$$

$$AspSim = 1 - \left(\frac{\min(|A_{asp} - B_{asp}|, |A_{asp} - B_{asp} - 360|)}{180} \right) \quad (6)$$

3-5. 상관관계 및 상관성

공간구성과 지리환경, 두 유사매트릭스 간의 상관성(correlations)을 측정하기 위해 R 프로그램으로 Mantel Test를 실행하였다. Mantel Test는 1967년에 유행병학 연구를 위해 고안된 방법이며 이 방법이 확장되어 지금까지 여러 연구 분야에서 두 개의 유사매트릭스 혹은 거리매트릭스(distance matrix) 간의 상관성을 측정하는 방법으로 활용되고 있다.⁴⁰⁾ Mantel Test의 귀무가설(null hypothesis)은 '거리매트릭스 A에 있는 개체간의 거리와 거리매트릭스 B에 있는 개체간의 거리가 선형 독립적(linearly independent)이다'이다. 즉, p값이 0.05보다 클 경우, 두 거리매트릭스는 통계적으로 상관성이 없을 확률이 크다는 의미이다.

본 연구에서는 3.4장에서 소개된 3종류의 공간구성

(안채-사랑채(MBRB), 안채-안마당(MBIY), 사랑채-안마당(RBIY))과 4종류의 지리환경 요소(고도, 경사, 향, 지리적 거리)에 관한 유사매트릭스를 비교하였다. 이렇게 얻은 총 12쌍 유사매트릭스 조합에 대해 Mantel Test로 상관성을 분석하여 아래 [표 3]와 같은 결과를 도출하였다.

[표 3] 매트릭스 간의 상관성 결과

	Observed Correlation	Simulated p-value
MBRB & elevation	0.036	0.327
MBRB & slope	0.066	0.267
MBRB & aspect	0.054	0.260
MBRB & geo proximity	-0.032	0.653
MBIY & elevation	0.016	0.437
MBIY & slope	0.265	0.018*
MBIY & aspect	0.216	0.030*
MBIY & geo proximity	-0.016	0.554
RBIY & elevation	0.043	0.369
RBIY & slope	0.076	0.274
RBIY & aspect	0.061	0.295
RBIY & geo proximity	-0.011	0.560

* = p-value less than 0.05

그 결과, 안채-안마당 공간 관계로 인한 유사매트릭스와 경사 데이터로 인한 유사매트릭스 간의 상관성이 p값 0.018로, 그리고 안채-안마당 유사매트릭스와 향 데이터로 인한 유사매트릭스 간의 상관성이 p값 0.030으로 나타났다. 해당 조합은 p값이 0.05 미만이므로 통계적으로 상관성이 높다. 즉, 안채와 안마당 간의 공간적 관계는 정원 입자의 경사와 향에 의해 좌우됨을 알 수 있다. 반면, 다른 항목의 p값을 살펴보면 공간구성과 지리적 거리(geo proximity) 간에는 전혀 상관관계가 없다는 결과를 보이는데, 이는 두 정원 간의 거리가 근접해도 실제 공간구성 디자인은 해당 지형의 생김새를 중요시하여 설계된다는 점을 암시한다.

4. 결론

본 연구에서는 한국 전통정원의 공간구성과 지리환경 간에 상관관계가 있는지, 또 어떠한 지리환경 요소와 가장 상관성이 높은지를 알아보았다. 이를 위해 안채, 사랑채, 안마당이 공통으로 존재하는 22개의 별서 정원과 주택정원을 연구 대상으로 하고 정원 내 건축물 간의 공간적 관계를 히스토그램으로 나타내어 개체

40) Legendre, P., Fortin, M. J., & Borcard, D., Should the Mantel test be used in spatial analysis?. *Methods in Ecology and Evolution*, 2015, Vol.6, No.11, pp.1239-1247

간의 크기, 거리, 방향, 모양을 수치화하였다. 이를 통해 정원 간의 유사매트릭스를 계산하고, 이와 동시에 각 정원 입지의 지리환경정보를 모아 유사매트릭스를 산출하였다. 마지막으로 이 두 유사매트릭스 간의 상관성을 산출한 결과, 안채-안마당 공간 관계에 대한 유사매트릭스와 경사와 향에 대한 유사매트릭스 간의 유의미한 상관관계를 확인하였다. 즉, 한국 전통정원에서는 입지의 경사와 향이 안채와 안마당의 공간적 상관관계를 좌우한다는 결론을 도출하였다. 특히, 평평한 지형에 입지한 정원의 경우 일반적으로 안마당이 안채의 남쪽에 위치하였으나, 경사가 가파를수록 이러한 배치에 역행하는 경향을 확인하였다. 일례로, 서울 부암정과 진접 여경구 가옥의 경우, 상대적으로 가파른 경사지(17%, 22%)에 위치하였는데, 안마당이 안채 남쪽에 위치한 보통의 정원들과 다르게 안마당이 안채의 동쪽과 서쪽에 위치하였다. 이는 가파른 경사에서 가능한 지형을 바꾸지 않고 최대한의 일광 조도를 받기 위해 정원의 안마당과 안채를 배치하였음을 시사한다. 따라서 한국 전통정원을 새로이 디자인할 때에도 안채와 안마당의 배치에 있어 정원이 위치할 장소의 경사와 향이 중요한 고려 요소인 것을 수치적으로 증명하였다.

이와 같이 한국 전통정원의 공간구성과 자연환경 요소 간의 상관관계를 분석한 본 연구의 결과는 흥미롭게도 본 연구에서 참조한 윤영환 외(1990)의 연구에서 도출한 공간적 의미가 포함된 위상배치 분석 결과와 유사하여, HoF 공간분석 방법도 한국 전통정원에 적용이 가능하며, 그 공간적 특징의 해석에도 활용될 수 있다는 점을 드러낸다. 나아가, 후속 연구로서 연지, 정자와 같은 정원 요소를 포함하는 등 본 연구의 방법론을 확장하여 한국 전통정원 공간의 특징을 보다 정밀하게 파악하고, 디자인 규칙을 수치적으로 정립할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 국립수목원연구원, [한국의 전통 정원], 애드밴, 2012
- 박경자, [한국의 정원], 서교출판사, 2015
- 역사경관연구회, [한국정원 답사수첩], 동녘, 2008
- 권진욱, 박은영, 홍광표, & 황민하, 한국전통정원 해외조성을 위한 정원보급 유형 제안-공공 공간에 적용될 정원을 대상으로, 한국전통조경학회지, 2013, Vol.31, No.3, 85호
- 김경돈, 한갑수, & 윤영환, 해외에 조성된 한국전통정원의 재현 특성, Journal of Forest Science, 2003, 19권, 19호
- 김상범, 김은자, 윤희정, 강방훈, & 이상영, 동양 전통정원의 형식과 특성, 농업사연구, 2009, Vol.8, No.3
- 박은영, 윤상준, 홍광표, & 황민하, 한국전통정원의 해외 조성 현황 및 문제점 양상, 한국전통조경학회지, 2013, Vol.31, No.3
- 신현돈, 타슈켄트 서울공원 설계과정에서 구현된 한국정원 설계요소 고찰, 한국조경학회지, 2015, Vol.43, No.5
- 윤영환, 이기의, 박봉수, & 조현길, 한국전통마을의 공간구성과 민가정원양식-왕곡마을을 중심으로, 한국조경학회지, 1990, Vol.18, No.2
- 윤국병, 한국의 정원문화 ①: 한국정원의 발달과정, 월간 문화예술, 통권 86호, 1983, 3-4월
- 국가건축정책위원회. 한국 전통정원활성화를 위한 표준모델 개발 및 자원방안 연구. 2014
- Hillier, B., [Space is the machine: a configurational theory of architecture], Space Syntax: London, UK, 2007
- Krishan, A. (Ed.), [Climate responsive architecture: a design handbook for energy efficient buildings], Tata McGraw-Hill Education, 2001
- LaGro Jr, J. A., [Site analysis: A contextual approach to sustainable land planning and site design], John Wiley & Sons, 2011
- Laurence, R., & Berry, J. (Eds.), [Cultural identity in the Roman Empire], Psychology Press, 2001
- Leupen, B., C. Grafe, N. Kornig, M. Lampe

- and P. Zeeuw, [Design and Analysis], Van Nostrand Reinhold, New York, 1997
17. Montello, D., [Spatial cognition], In: Smelser NJ, Baltes PB (eds) International encyclopedia of the social and behavioral sciences, Pergamon Press, Oxford, 2001
 18. Rogers, E. B., [Landscape design: A cultural and architectural history], New York, NY: Abrams, 2003
 19. Gu, N., Yu, R., & Ostwald, M., Computational analysis and generation of traditional Chinese private gardens through space syntax and parametric design, Presented at the CAADRIA 2016, Melbourne, Australia, 2016
 20. Legendre, P., Fortin, M. J., & Borcard, D., Should the Mantel test be used in spatial analysis?. *Methods in Ecology and Evolution*, 2015, Vol.6, No.11
 21. Li, B., & Fonseca, F., TDD: A comprehensive model for qualitative spatial similarity assessment, *Spatial Cognition and Computation*, 2006, Vol.6, No.1
 22. Lu, S., From Syntax to Plot: the spatial language of a Chinese garden. In *Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium*, 2009. 6, Vol. 67
 23. Lu, S., Hidden orders in Chinese gardens: irregular fractal structure and its generative rules, *Environment and planning B: Planning and Design*, 2010, Vol.37, No.6
 24. Makowska, B., Integrating architecture and the created landscape in Japanese gardens, *International Journal of Arts & Sciences*, 2014, Vol.7, No.5
 25. Matsakis, P., Understanding the spatial organization of image regions by means of force histograms: a guided tour, In *Applying soft computing in defining spatial relations, Studies on Fuzziness and Soft Computing, Physica, Heidelberg*, 2002, Vol.106
 26. Panteras, G., Clark, J. R., Agouris, P., & Stefanidis, A., Ontology-driven scene interpretation based on qualitative spatial reasoning, *GeoJournal*, 2017, Vol.82, No.4
 27. Sledge, I.J., Keller, J.M., Song, W., & Davis, C.H., Conflation of Vector Buildings with Imagery, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2011, Vol.8
 28. Yu, R., Gu, N., & Ostwald, M., The mathematics of spatial transparency and mystery: using syntactical data to visualise and analyse the properties of the Yuyuan Garden, *Visualization in Engineering*, 2016, Vol.4, No.1
 29. Zhou, W. Z., A comparative study on Chinese and Western classical garden arts, *Canadian Social Science*, 2005, Vol.1, No.3