

컨조인트 분석(Conjoint analysis)을 이용한 한강 변 스카이라인 형태 선호도 분석 연구

- 한강 변 압구정 아파트지구를 중심으로 -*

A Conjoint Analysis on the Preference Analysis of the Han River Skyline Focus on the Apgujeong Apartment District in the Han River Embankments, Seoul

강승희** · 장창희*** · 이제승****

Kang, Song-Hee · Jang, Chang-Hee · Lee, Jae-Seung

Abstract

With a growing interest in the Han River Skyline, which greatly influences Seoul's image, careful consideration of the skyline form has become crucial in the redevelopment plans for apartment complexes along the Han River. The Seoul Metropolitan City government has lifted the height limitations for apartments along the Han River to cultivate a vibrant skyline. However, traditional skyline analysis often overlooks specific attributes, limiting the provision of precise guidelines for Seoul's unique skyline plans. Despite advancements in Digital Twin technology, only some tools effectively manage urban skylines with preferred shapes. Hence, this study aims to make a substantial contribution to the advancement of a Digital Twin 3D modeling program capable of effectively managing urban skylines. This is achieved through the utilisation of Conjoint Analysis, which assesses the importance of each attribute in determining the preferred skyline shape. Focusing on Apgujeong apartment complexes along the Han River currently undergoing redevelopment or planned for redevelopment, the study analyses the preferred skyline shape to propose standards for the Digital Twin 3D modeling program development. It also suggests that Conjoint Analysis can be beneficial in this process.

Keywords: Redevelopment Plans for Apartment Complexes, Han River Skyline, Conjoint Analysis, Digital Twin 3D modeling

* 본 연구는 국토교통부 2021-2023년 디지털트윈 시뮬레이션 기술 기반 스마트시티 통합 설계 솔루션 개발 연구개발 과제 중 일부를 수정, 보완하여 작성되었음.

** 서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학 박사과정생, Ph.D. candidate in Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University (first author: ok34250@snu.ac.kr)

*** 서울대학교 환경대학원 환경조경학과 도시환경설계전공 석사졸업, Master of Landscape Architecture in Urban Design, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University (jangchanghee94@snu.ac.kr)

**** 서울대학교 환경대학원 부교수, Associate Professor, Department of Environmental Design, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University (corresponding author: js.lee@snu.ac.kr)

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

도시의 스카이라인은 도시의 외적 이미지를 결정하는 중요한 요소이자 도시의 환경적 질을 평가하는데 가장 중요한 요소이다(Dornbusch and Gelb 1977). 세계의 주요 도시들은 도시 외적 이미지 또는 도시 정체성 확보가 도시환경의 경쟁력임을 인식하며, 도시 이미지 관리에 큰 노력을 기울이고 있다(AI-Kodmany and Ali 2013). 그중 대표적인 수단이 건물의 높이 관리를 통한 도시 스카이라인 관리이다(박현희·강준모, 2002). ‘도시의 지문(指紋)’이라고도 불리는 스카이라인은 오늘날 도시를 대표하는 이미지로 평가받으며 많은 도시에서 중요하게 다루어지고 있다(김주희 2015).

1960년대 이후 급속한 도시화와 성장 위주의 개발 정책 과정으로, 서울의 변두리이자 홍수에 취약한 저습지였던 한강 변에는 획일적인 평상형의 아파트 단지가 건설됐다. 하지만, 한강 변의 도시환경, 특히 도시 경관에 대한 관리는 매우 소홀히 이루어져 왔다(홍경구·안건혁, 2003).

서울시는 2023년 1월 5일 『2040 서울 도시기본계획』을 발표했다. 본 계획을 통해 서울시는 과거 한강 연접부 아파트 15층, 일반주거지역 35층 이하로 제한하는 높이 기준을 없애고 대상지 특성에 맞는 적정 높이를 계획해 유연하고 창의적인 건축이 가능한 스카이라인을 유도하고 있다. 아울러 서울시 측은 본 계획을 통해 단위 면적당 건물 용적률은 같게 유지하되 높이 제한이 사라지면 높은 건축물과 낮은 건축물들이 함께 배치하게 될 계획이라고 밝혔다(서울특별시 2023). 또한 서울시는 ‘아파트지구’를 폐지하고 이를 ‘지구단위계획’으로 전환, 재건축 시 용적률, 높이, 용도 등을 유연하게 적용할 수 있도록 했다(서울특별시

2022b). 이로써 한강 변 아파트 단지 재건축 시 더 유연하고 창의적인 스카이라인을 계획할 수 있는 청사진이 마련됐다.

더불어, 재건축으로 인해 새롭게 형성될 서울의 대표적 경관 자원인 한강 변 스카이라인은 그 형태에 관한 계획과 검토가 더욱 필요한 시점이다. 최근 4차 산업혁명 시대의 도래에 따라 도시계획 및 관리 분야에서 IT기술을 접목한 디지털 전환이 이루어지고 있다(김일 2023). 현재 국내에서는 국토를 효율적으로 개발하고 관리하기 위한 디지털트윈 프로그램이 개발 중에 있으며, 빌드잇(BUILDIT) 프로그램 등이 디지털트윈 3D 모델링 프로그램으로 활용되고 있다. 또한, 도시 분야에서 사용되고 있는 디지털트윈 3D 프로그램의 개발 및 효율화를 위한 연구들도 활발히 진행되어 오고 있다. 관련 연구들로는, 하이브리드 센서 기반 자동건물 제작기술 실증사례 연구(이봉주 2023), 드론영상 관리·활용·공유체계를 위한 디지털트윈 기술을 접목시킨 3차원 공간정보 플랫폼 구축 및 활용 방안 제시 연구(김일 2023), 그리고 디지털 트윈 국토 건물 데이터 품질 표준을 개발하기 위한 품질 항목을 도출하는 연구(김병선 외 2022) 등이 진행되었다.

도시 경관에 중요한 스카이라인 형태를 검토하고 관리하는데도 디지털 전환에 따른 기술들의 접목에 대한 관심이 늘어나고 있다. 서울시는 효율적인 도시 관리를 위해 디지털트윈 기술을 접목한 S-Map을 공공재로 제공하고 있다. 하지만 본 프로그램은 정면 스카이라인 형태 확인이 불가해 본 프로그램을 기반으로 전문가들이 스카이라인 형태를 관리하고 계획하기에 한계를 가지고 있다. 따라서, 본 연구는 디지털트윈 3D 모델링 프로그램 중 하나인 빌드잇을 기반으로, 선호 스카이라인 형태의 기준을 제안하여, 도시 경관을 계획하고 관리하기에 유용한 알고리즘을 개발하는 데 기여하고자 한다.

선호 스카이라인 형태 기준을 제시했던 기존연구들은 (1) 리커트 척도(박현희·강준모, 2002), (2) 형용



Figure 1. Apgujeong apartment district.

사 및 어휘구별 척도(김주희 2015), 혹은 (3) 엔트로피 지수(정승현·김혜령, 2011; 이지윤·박진아, 2020)를 활용해 선호 스카이라인 형태 설문조사를 시행했다. 하지만 기존 연구들에서는 구체적인 선호 스카이라인 형태를 제안하지 못했다. 이에 본 연구는 한강 변의 재개발이 도래한 압구정 아파트 단지를 사례연구 대상으로, 빌드잇 프로그램 개발 및 효율화를 위한 선호 스카이라인 기준을 제안하고자 한다. 이를 위해 컨조인트 분석을 사용하여 구체적인 선호 스카이라인 형태의 구체적인 속성들에 대한 선호도를 분석했다.

1.2. 연구의 범위

본 연구는 문헌 고찰과 사례연구로 구성되어 있다. 문헌 고찰 부분에서는 (1) 선호 스카이라인 분석을 위한 기준으로 형식미학적 접근 방법을 검토하고; (2) 스카이라인 선호도 조사 방법으로 컨조인트 분석 방법을 검토하였다. 사례연구에서는 형식미학적 접근 방법을 통해 스카이라인을 구성하는 속성 및 속성 수준을 도출하고, 이를 조합한 시나리오를 작성하였다. 각 시나리오로 도출한 선호 스카이라인 형태의 선호도는 컨조인트 분석을 통해 도출되었다.

본 연구의 공간적 범위는 압구정 아파트 단지로 설정했다(Figure 1). 압구정 아파트 단지는 한강 변에

위치한 서울시 강남구 압구정동과 청담동 일대의 대표적인 경관이다. 해당 아파트 단지는 평상형으로, 현행 재건축 연한 30년 기준으로 현재 재건축 시기가 도래한 상태이다. 따라서, 본 연구진은 재건축으로 새롭게 구축될 해당 아파트 단지가 한강 변 아파트 스카이라인형태에 관한 연구지역으로 적합할 것으로 판단했다.

2. 스카이라인 선호도 분석 이론 및 선행연구

2.1. 형식미학적 접근론

경관 선호는 경관의 아름다움을 평가하는 것으로 미적 측면과 관련이 깊다(임승빈 2009). 형식 미학적 접근은 미적 측면에 대한 기준을 제시한다. 형식 미학은 개인이 오감을 통해 직접적으로 감지하는 일차적 지각과 관련되어 있으며, 선호되는 형태의 크기, 비례, 색채, 질감, 공간 구성 등을 다룬다. 미적 구성 원리는 대체로 통일성과 다양성이 그 핵심을 이루고 있다. 통일성은 경관 전체가 시각적으로 통일된 하나의 요소로 보이게 하는 것을 보며, 다양성은 전체 구성 요소들이 동일하지 않아 변화 있는 구성을 이루는 것을 말한다. 대체로 선호되는 경관 형태는 전체적으로는 통일성이 있어야 하고, 부분적으로는 다양성이 있어 단조롭지 않은 형태이다(임승빈 2009).

기존 선호 스카이라인 분석 연구들은 볼록, 오목 및 평평한 형태를 기본 틀로 두어 연구를 진행해 왔다(Gholami et al. 2019). 본 연구에서는 그중 하나인 볼록한 형태의 스카이라인을 기본 틀로 설정하고, 선호 스카이라인 형태를 형식미학적 접근 방법을 통해 분석해 보고자 한다.

2.2. 스카이라인 선호도 분석론

선호 스카이라인 분석은 주관적 방법과 객관적 방법으로 나눌 수 있다(Guney et al. 2012). 주관적 방법은 설문조사, 심리학 및 행동과학 실험 연구를 포함하며, 객관적 방법은 다양한 계산 기법을 사용해 도시 형태를 수치적으로 분석하는 방법을 포함하고 있다.

주관적 방법 중 하나인 설문조사는 경관 형용사 항목을 활용한 어의구별척도법이나 리커트 척도를 주로 사용하고 있다. 설문조사를 활용한 기존 연구들은 한강 아파트의 14개의 스카이라인 형태 패턴 도출 후 리커트 척도를 활용해 선호도를 분석한 박현희·강준모(2002), 그리고 경관 형용사를 활용하여 한강 12개 조망 점에서의 스카이라인 유형 분류 관련 경관 만족도 설문 조사를 실시한 김주희(2015)등 이 있다.

본 연구들은 각 스카이라인 형태에 대한 주관적 의견을 바탕으로 형태 분석을 수행해 주관적 선호도 분석이 가능했지만, 실제 스카이라인을 구성하고 가이드라인을 마련하는 데 필요한 구체적인 스카이라인 속성에 관한 분석은 부족했다.

객관적인 선호 스카이라인 형태 분석 방법 중 하나로 엔트로피 지수를 활용하는 연구 역시 진행되고 있다. 수행된 연구들을 살펴보면 다음과 같다: 한강변 아파트 단지들을 대상으로 아파트 단지 배치 유형과 층수 변화를 유형화 후 엔트로피 지수를 이용해 유형별 시각적 복잡성을 정량화하고 선호도 분석을 실시한 정승현·김혜령(2011)과 시각화한 서울 가로수길과 삼청동길의 가로경관 이미지를 엔트로피 지수를 활용해 시각적 복잡성을 측정 후 선호도를 분석한 이지윤·박진아(2020)가 있다. 엔트로피 지수를 활용한 경관 선호도 분석은 경관의 복잡성을 계량화할 수 있어 분석에 신뢰성을 높일 수 있다. 하지만, 어떠한 경관의 요소들이 더 선호되는지에 관한 요소별 선호도 분석은 하지 못한다.

또 다른 객관적 방법은 시각적 복잡성을 바탕으로 한 선호도 분석 연구이다(Heath et al. 2000). 해당 연구는 경관 요소들의 조합이 적당한 복잡성을 띠 때 더 선호된다는 전제 하에 연구가 진행되었으며, 전체적인 스카이라인 형태의 복잡성이 증가할수록 더 선호됨을 밝혀 선호 스카이라인 분석 연구에 큰 기여를 하고 있다. 하지만, 스카이라인 요소들이 선호도에 미치는 영향을 정량적으로 밝히고 있지 못해 구체적인 선호 스카이라인 형태를 도출하는 데는 한계를 가지고 있다.

그 외 선호 스카이라인 분석을 위한 객관적 방법으로는 건물의 폭과 비율의 상호작용을 비교해 선호되는 스카이라인을 분석하는 방법(Smith et al. 1995)과 건물 높이를 다양하게 조절한 스카이라인 시뮬레이션을 통한 선호도 조사 방법(신하정 2007)이 있다. 두 연구는 스카이라인의 구성 요소들을 조합해 선호 스카이라인 형태를 분석했지만, 다루고 있는 스카이라인 요소가 제한적이다.

스카이라인의 구체적인 요소에 대한 선호도 분석은 실제 경관 정책을 반영한 선호도 높은 스카이라인 형태를 도출하는데 효율적이다. 또한, 효과적인 도시 설계 및 관리를 위한 디지털 트윈 3D 모델링 프로그램 개발에 있어 기준을 제공하는 데도 유용하다. 따라서, 본 연구는 구체적인 스카이라인 구성 요소에 대한 선호도를 분석할 수 있는 컨조인트 분석(Conjoint Analysis)을 도입하고 본 분석 방법에 대한 적합성을 분석하고자 한다.

2.3. 컨조인트 분석론

컨조인트 분석은 제품(서비스, 정책, 그리고 아이디어 등도 포함)을 구성하는 여러 가지 속성과 각 속성의 하위 수준을 동시에 고려한 상황에서 소비자의 선호도를 분석하는 데 사용된다. 제품에 대한 사용자들의 종합적인 선호도를 측정해 제품 속성들의 각 수준

에 사용자가 부여하는 부분 가치/효용을 추정, 각 속성의 상대적 중요도를 평가하고 사용자들이 실제로 선택할 제품을 예측하는 데 도움을 주는 분석기법이다(김진민 외 2014).

본 방법은 스카이라인을 구성하는 요소들을 속성으로 도출해 요소들에 대한 선호도를 구체적으로 분석하는 데 활용될 수 있다. 김백찬(2021)은 스카이라인의 구성 요소들을 도출해 유사-순위 기반 컨조인트 분석을 시행해 컨조인트 분석의 선호 스카이라인 분석에의 적용 가능성을 보여주었다.

컨조인트 분석은 측정 방법에 따라 크게 등급 기반, 선택 기반, 그리고 순위 기반으로 나뉜다. 등급 기반은 프로파일들에 대한 응답자들의 선호도를 등급으로 측정, 부분가치 추정을 위해 최소 자승 추정법을 사용한다. 따라서, 해당 방법은 부분 가치 추정 과정을 쉽게 이해할 수 있다. 선택 기반은 제시된 몇 가지 프로파일에 대한 응답자들의 선택을 통해 선호도 및 부분 가치추정 하는 방법이다. 선택 기반 컨조인트 분석의 경우 소비자의 실제 구매 행동과 유사한 상황이 연출되어 현실적인 선호도 평가가 가능하다. 순위 기반은 응답자들이 여러 프로파일의 순위를 매겨 선호도 및 부분 가치를 추정하는 방법으로 제품 간 차이를 잘 반영할 수 있다.

본 연구에서는 응답자별로 분석한 결과를 종합해 순위를 매겨 구체적인 선호 스카이라인 형태를 제안하는 것이 목표이기에 순위 기반 컨조인트 분석을 진행했다. 순위 기반 컨조인트 분석은 응답 효율성에 따라 순위를 매기는 방식이 달라질 수 있다: (1) 프로파일 전체를 응답자에게 제시하는 선호도 측정 방법, (2) 전체 프로파일을 짝으로 묶어 응답자에게 제시해 선호 프로파일을 선택하게 하거나 상대적 선호도를 등급으로 응답하게 한 후 전체 프로파일에 대한 순위를 종합하는 방법, (3) 전체 프로파일을 응답자들에게 상중하로 나누게 하고 각 그룹에 속한 프로파일을 대상으로 다시 순위를 매기도록 하는 방법, 그리고 (4)

순위 집합 개념을 통해 소수 프로파일이 포함된 순위 집합들을 구성하고, 응답자들이 순위 집합에 속한 프로파일들에 대한 선호도를 매기는 방법으로 나뉜다(김부용 2014a).

본 연구에서는 응답 효율성을 위해 순위 집합 개념을 도입해 종합 순위를 매기는 순위 컨조인트 분석을 진행했다. 즉, 프로파일들을 집합적으로 제시해 응답자가 가장 선호하는 프로파일을 선택하게 한 후 전체 프로파일에 대한 순위를 종합하는 방법을 택했다. 프로파일들의 순위를 종합하는 순위 기반 컨조인트 분석은 기존 연구들에서도 진행됐다(김부용 2014a; 김부용 2014b).

3. 연구 방법

3.1. 분석 방법

순위 기반 컨조인트 분석은 크게 1단계 속성 및 속성 수준 정하기, 2단계 도출된 속성 및 속성 수준을 조합한 스카이라인 시나리오 추출, 3단계 스카이라인 시나리오에 대한 설문조사, 4단계 스카이라인 시나리오 및 속성 수준에 대한 선호도 및 순위 도출, 그리고 5단계 속성 및 속성 수준에 대한 효용 및 상대적 중요도 도출 순으로 진행된다.

3.1.1. 속성 및 속성 수준 도출

본 연구는 높이의 통일성 그리고 다양성을 효율적으로 관측할 수 있는 원거리의 스카이라인 형태에 중점을 두고 선호도를 분석하고자 했다. 불룩한 형태의 정규분포를 기본 형태로 두고, 속성 및 속성 수준을 설정하였다. Table 1은 설정한 속성 및 속성 수준을 정리한 표이다.

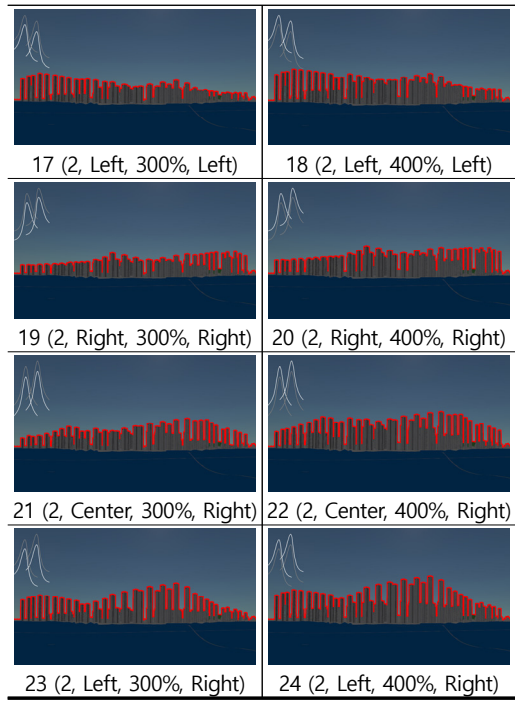
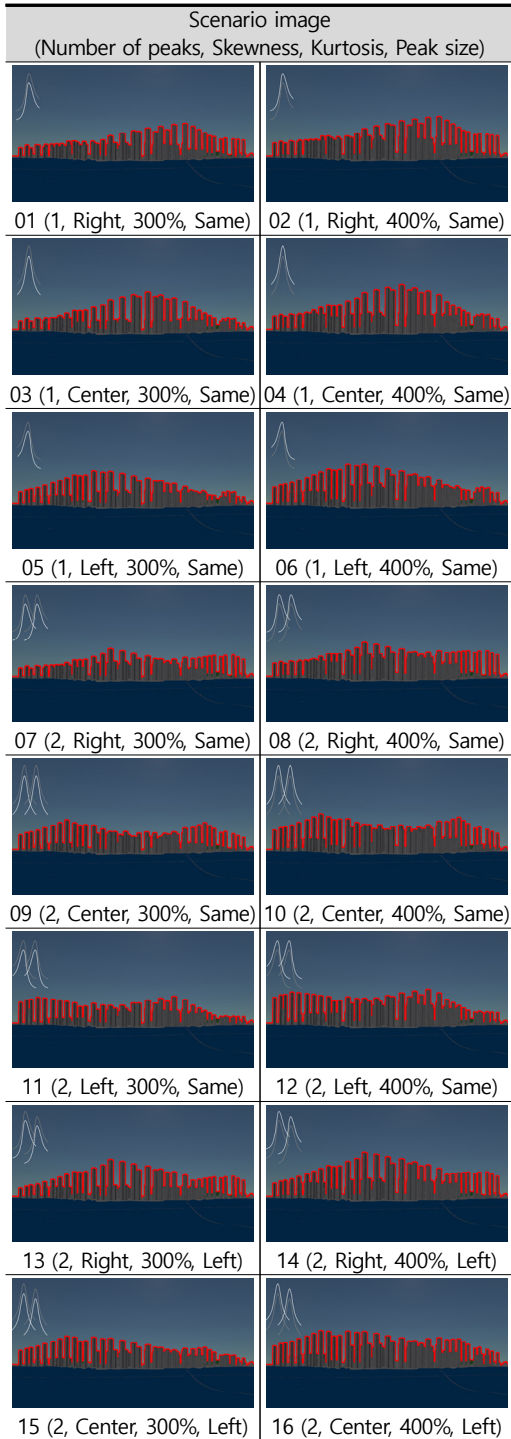


Figure 2. Skyline scenario image.

스카이라인이 치우쳐진 정도를 나타내는 왜도는, 왼쪽, 중간, 그리고 오른쪽으로 치우쳐진 형태를 속성 수준으로 설정했다. 실제 경관을 조성하는 과정에서 스카이라인 형태는 용적률과 같은 건축 제어 요소들

Table 1. Skyline attribute and attribute levels.

Attribute	Content	Attribute level
Skewness	Degree of skewness in the graph	Left-skewed shape
		Centered (normal distribution shape)
		Right-skewed shape
Kurtosis (Floor space index)	Overall height of the graph	300%
		400%
Number of peaks	Number of peaks in the graph	1
		2
Peak size	Peak size in the graph	Higher on the left
		Same
		Higher on the Right

에 영향을 받게 된다(김충식·이인성, 2005). 따라서 본 연구는 용적률을 침도의 속성 수준으로 고려했으며, 이때 서울시에서 도입 예정인 용적률인 300%와 400%를 기준으로 설정했다. 용적률을 속성 수준으로 고려함으로써 시에서 추진할 정책을 기반으로 한 한강 변 스카이라인 선호 형태 분석을 수행하고자 했다. 스카이라인의 통일성 및 다양성을 나타낼 수 있는 봉우리 개수와 봉우리 크기 역시 속성으로 설정했다. 봉우리 개수의 경우 봉우리 1개 및 봉우리 2개를 속성 수준으로 설정했다. 이는 스카이라인의 현실적인 형태인 하나 이상의 봉우리를 가진 형태를 반영해 선호도를 분석하고자 함이다. 봉우리 크기의 경우 각 봉우리의 크기에 변화를 주어 스카이라인 형태에 다양성을 추가해 구체적인 스카이라인 형태를 도출하고자 했다.

속성 및 속성 수준의 수가 클수록 조합될 수 있는 스카이라인 시나리오 수도 많아져 설문조사 시 연구 참여자들이 응답하기에 부담스럽게 된다(김부용 2014b). 따라서 본 연구에서는 설문조사 응답에 대한 타당성 및 신뢰성을 확보하기 위해 스카이라인 형태를 나타낼 수 있는 속성과 속성 수준의 수를 각 네 개와 세 개 이하로 제한했다.

3.1.2. 시나리오 설정

도출된 속성 및 속성 수준을 전체 프로파일 제시법(full profile method)을 통해 조합하면 총 36개의 시나리오가 도출된다. 이 중 봉우리 개수가 1개일 때는 양쪽 봉우리 크기 차이를 나타내는 봉우리 크기 속성과의 조합(12 조합)이 불합리하기에 전체 조합에서 제외했다. 프로파일 구성 방식은 불합리한 프로파일 제거 후 최종 프로파일을 구성한 김부용(2014b)의 연구를 참고했다. 본 연구는 최종적으로 디지털트윈 3D 모델링 프로그램 중 하나인 빌드잇을 활용해 24가지의 시나리오에 대한 스카이라인 이미지를 도출했다(

Figure 2). 24가지의 시나리오에 대한 스카이라인 이미지는 배경을 제외하고 관측지점을 하나로 통일시킨 원거리에서 바라본 거리의 스카이라인 형태를 그려 외생 변수를 제거하였다.

3.1.3. 설문조사

설문지는 제시된 이미지 중 가장 선호하는 이미지를 선택하는 문항으로 설계했다. 총 8개의 설문 문항당 세 개의 스카이라인 시나리오 이미지를 무선 배치(randomly assigned)해 사용된 이미지 수의 균형을 맞추고자 했다. 설문조사는 2023년 2월 1일부터 2023년 2월 28일까지 진행됐다. 본 연구는 전문가의 경험과 직관에 의한 판단을 따르는 형식미학적 접근(Zube et al. 1982)을 통해 선호 스카이라인을 분석하기에 모집단으로 도시·건축·조경 관련 전공자를 설정했다. 또한, 본 연구는 이후 선호 스카이라인 분석 연구의 발판을 마련하기 위해 진행되었기에 우선 전문가를 대상으로 진행했다.

설문조사 참여자는 비확률적 모집 방법 중 임의 표집을 통해 관련 전공자를 모집 후, 눈덩이 표집(Snow-ball Sampling)을 토대로 추가 모집했다. 기존 유사 연구들(김충식·이인성, 2005; 전민석 외 2008; 홍경구·안건혁, 2003)과 같이 40-60명의 관련 전공자 모집을 목표로 했으며, 최종적으로 50명의 도시·건축·조경 관련 전공자를 모집했다. 모집한 50명의 연구 참여자 모두 100%의 응답률을 보였다.

설문 결과 분석은 이미지 및 속성 수준별 선호도를 구하고 순위를 매겼다. 최종적으로, 종합한 선호도 순위를 통해 순위 기반 컨조인트 분석을 실행, 속성 수준별 부분 가치/효용과 속성별 상대적 중요도를 구했다.

4. 컨조인트 분석 및 고찰

4.1. 인구통계학적 분석

Table 2. Preference and ranking results by scenario image.

Image number	Number of images used	Number of selected image	Image preference	Ranking	Normalized ranking
1	114	46	0.404	6	1.211
2	85	40	0.471	2	1.412
3	98	45	0.459	3	1.378
4	98	35	0.357	9	1.071
5	107	28	0.262	15	0.785
6	87	31	0.356	10	1.069
7	27	10	0.370	7	1.111
8	27	6	0.222	18	0.667
9	40	13	0.325	12	0.975
10	31	9	0.290	14	0.871
11	27	3	0.111	24	0.333
12	30	5	0.167	22	0.500
13	41	17	0.415	5	1.244
14	30	13	0.433	4	1.300
15	35	18	0.514	1	1.543
16	27	9	0.333	11	1.000
17	26	5	0.192	21	0.577
18	33	5	0.152	23	0.455
19	40	8	0.200	20	0.600
20	47	10	0.213	19	0.638
21	41	15	0.366	8	1.098
22	39	10	0.256	16	0.769
23	35	11	0.314	13	0.943
24	35	8	0.229	17	0.686

총 50명의 연구 참여 대상자 중 48%(24명)가 남성 그리고 52%(26명)가 여성이었다. 나이 대는 30대 48%(24명)로 가장 많았고, 20대 46%(23명), 40대 6%(3명) 순으로 많았다. 연구 참여 대상자들의 소속은 학교 72%(36명), 사기업 2%(10명), 연구소 0.8%(4명), 그리고 기타 0%(0명) 순으로 많았다. 전공은 도시 설계 및 계획 전공을 나타내는 도시전공이 46%(23명), 조경 32%(16명), 그리고 건축 22%(11명) 순으로 많은 것으로 나타났다.

Table 3. Preference and ranking results by skyline attribute and attribute levels.

Attribute	Attribute level	Number of attribute used	Number of selected attributes	Attribute preference	Attribute-specific rankings	Normalized attribute ranking
Skewness	Right	380	150	0.395	1	1.184
	Center	410	154	0.376	2	1.127
	Left	410	96	0.234	3	0.702
Kurtosis	300%	630	219	0.348	1	1.043
	400%	570	181	0.318	2	0.953
Number of peaks	1	590	225	0.381	1	1.144
	2	610	175	0.287	2	0.861
Peak size	Higher on the left	412	67	0.163	2	0.488
	Same	378	271	0.717	1	2.151
	Higher on the right	410	62	0.151	3	0.454
Total number		4800	1600	Average of total attribute preference		0.333

4.2. 선호도 분석

4.2.1. 스카이라인 시나리오 이미지 및 속성별 순서

Table 2는 스카이라인 시나리오 이미지 선호도를 계산해 순위를 매긴 결과이다. 값이 클수록 순위가 높고, 낮을수록 선호도가 낮다는 것을 나타낸다. 이미지 순위를 살펴보면 Figure 2의 이미지 2, 3, 그리고 15가 선호도 순위 1, 2, 3위로 나타났다. 선호도에 이미지가 선택된 비율을 나누어 정규화된 이미지 선호도를 살펴보면, 정규화된 이미지 선호도 값이 1인 이미지 16은 평균적으로 참여자들에게 선호되는 이미지로 나타났다. 정규화된 이미지 선호도가 1보다 높은 이미지를 확인해 보면 이미지 1, 2, 3, 4, 6, 7, 13, 14,

15, 그리고 21로, 연구 참여자들에게 평균보다 더 많이 선호되는 것으로 나타났다. 정규화된 이미지 선호도가 1보다 높은 이미지 중 이미지 2, 3, 그리고 15는 앞서 매긴 순위에서 1, 2, 3위로 나타난 이미지로 결과가 일관되게 나오는 것을 알 수 있다. 정규화된 이미지 선호도가 1보다 낮은 이미지들은 5, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 그리고 24로 평균보다 덜 선호되는 것으로 나타났다.

Table 3은 설문에 사용된 스카이라인 구성 속성 수준들의 수와 연구 참여자들이 선택한 속성 수준들을 통해 속성별 선호도와 순위를 나타낸다. 왜도의 경우 스카이라인이 오른쪽으로 치우쳐져 있을 때 가장 선호되며, 중간, 그리고 왼쪽으로 치우쳐져 있을 때 순으로 선호도 순위가 매겨지는 것으로 나타났다. 첨도는 높이가 낮은 용적률 300% 일 때가 400% 일 때보다 더 선호됐다. 봉오리 수의 경우 봉오리가 1개일 때가 2개일 때보다 더 선호됐다. 봉오리 크기 속성의 경우 봉오리 크기가 같을 때 가장 선호되고, 오른쪽 봉오리가 왼쪽 봉오리보다 클 때, 그리고 왼쪽 봉오리가 오른쪽보다 클 때 순으로 선호되는 것으로 나타났다.

정규화된 속성별 선호도를 살펴보면 다음과 같다. 1보다 큰 속성을 살펴보면, 왜도의 경우 왼쪽으로 치우쳐진 수준과 봉오리가 중간에 치우쳐진 수준이 평균보다 더 선호되는 속성 수준인 것으로 나타났다. 첨도의 경우 용적률 300%가 평균보다 더 선호되는 속성 수준, 봉오리 수의 경우 봉오리가 1개일 때 평균보다 더 선호되는 것으로 나타났다. 봉오리 크기 속성은 봉오리의 크기가 같을 때만 평균보다 더 선호되는 속성 수준으로 나타났다.

속성 수준별 순위 중 1위를 차지하는 수준은 모두 평균보다 더 선호되는 속성 수준으로 나타나 이미지 선호도와 마찬가지로 일관된 결과가 나오는 것으로 나타났다.

4.2.2. 속성 수준별 부분 가치/효용 및 상대적 중요도 분석

Table 4는 앞선 선호도 분석 결과로 매긴 이미지별 종합 순위를 통해 순위 기반 컨조인트 분석을 한 결과이다. 속성별로 Estimate가 0인 속성 수준이 기준 항목(reference level)이다. 컨조인트 분석은 1순위가 가장 선호되는 순위 기반 분석이기 때문에, 속성 수준 효용(utilities) 값이 양의 값을 가지면 기준 항목에 비해 선호도가 낮고, 음의 값을 가지면 기준항목에 비해 선호도가 높다는 것을 의미한다.

왜도에 대한 선호도는 중간에 위치함을 나타내는 속성 수준이 음의 값 (-3.250)을 가지고 있어, 기준 항목인 왼쪽에 치우쳐져 있을 때보다 선호도가 높다. 이는 유의 수준 0.05 이하 수준에서 타당한 결과로 보인다. 봉오리 수에 대한 선호도는 봉오리가 1개일 때를 나타내는 속성 수준이 음의 효용 값 (-4.333)을 가지고 있어, 기준 항목인 봉오리가 2개일 때 더욱 선호도가 높으며, 이는 유의 수준 0.01 이하 수준에서 타당한 결과로 보인다. 봉오리 크기에 대한 선호도는 왼쪽 봉오리가 큼을 나타내는 속성 수준이 음의 효용 값 (-3.333)을 가지고 있어, 기준 항목 보다 선호도가 높다. 이러한 결과는 유의 수준 0.1 이하 수준에서 타당하다.

속성 수준별 효용 값을 전체적으로 살펴보면, 왜도의 경우, 중간일 때 속성 수준이 -3.250으로 가장 효용 값이 낮고, 첨도의 경우에는 용적률 300% 속성 이 효용 값 -1.250으로 낮다. 봉오리 수의 경우, 봉오리가 1개일 때 -4.333 효용 값을 가져 봉오리가 2개일 때보다 선호도가 높은 것으로 나타났다. 마지막으로 봉오리 크기의 경우, 봉오리 크기가 왼쪽이 클 때 효용 값이 -3.333으로 가장 선호되는 속성 수준인 것으로 나타났다.

다만, 앞선 결과들 중 유의 수준이 신뢰할만한 수치가 나오지 않은 경우도 있어 해당 속성 수준들이 스카

이라인 형태 선호도에 미치는 영향은 추가 연구를 통해 검증되어야 할 것이다. 각 속성이 가지는 효용 값을 통해 구할 수 있는 속성별 상대적 중요도 결과를 종합해 보면, 왜도가 34.98로 1순위로 중요하고, 봉오리 수가 34.15로 2순위, 봉오리 크기가 21.02로 3순위, 그리고 마지막으로 첨도가 9.85로 4가지 속성 중 상대적 중요도가 낮은 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구의 결과를 종합해 보면 다음과 같다. 첫째, 선호되는 스카이라인 형태는 하나의 봉오리가 볼록한 정규분포의 모양을 하고 있으며 형태가 선명해야 한다. 상대적 중요도가 높은 속성은 왜도와 봉오리 수이다. 각 속성의 속성 수준은 왜도의 경우, 정규분포 형태가 뚜렷하게 보이며 중간 혹은 오른쪽으로 치우쳐져 있을 때 더 선호되었으며, 봉오리 수는 1개일 때 더 선호됐다. 다른 두 속성인 봉오리 크기와 첨도는 스카이라인 선호도에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 나타났다.

둘째, 최근 논의된 (1) 서울시 최상위 계획인 『2040

서울 도시기본계획』과 (2) ‘아파트지구’를 ‘지구단위 계획’으로 전환, 재건축 시 용적률, 높이, 용도 등을 유연하게 적용하는 내용과 컨조인트 분석의 결과를 연관 지을 수 있다. 새로운 도시 계획을 통해 한강 변 건물 높이 설정에 자율성이 주어지기에, 선호 스카이라인 형태 조성을 위해 다양한 높이가 조화롭게 어우러지는 정규분포 형태의 스카이라인을 조성하는 것을 제안한다. 특히, 정규분포 형태가 뚜렷하게 보일 수 있도록 왜도와 봉오리 수에 초점을 맞춰야 한다. 결과를 반영해 수변 공간을 시민들이 선호할 수 있는 상징적 공간으로 탈바꿈한다면 서울시는 시가 목표하는 ‘살기 좋은 나의 서울, 세계 속의 모두의 서울’(서울특별시 2022a)에 더 다가갈 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 의의는 다음과 같다: (1) 스카이라인 형태뿐 아니라 속성별 선호도를 구체적으로 분석할 수 있는 컨조인트 분석을 활용해 정책 반영이 가능한 선호 스카이라인 형태를 제안할 수 있었다. (2) 또한, 구체적인 속성 및 속성 수준의 도출을 통해 디지털트윈 3D 모델링 프로그램인 빌드잇의 알고리즘 개발에 활용될 수 있는 선호 스카이라인에 대한 기준을 제시할 수 있었다.

Table 4. Results of Rank-based Conjoint Analysis.

Attribute	Attribute level	Estimate	Std.Error	t value	Pr(> t)	Utility values by attribute level	Relative importance
Skewness	Right	-2.375	1.449	-1.639	0.120	-2.375	34.98 (1)
	Center	-3.250	1.449	-2.243	0.039	-3.250	
	Left	0	.	.	.	5.625	
Kurtosis	300	-1.250	1.449	1.025	0.239	-1.250	9.85 (4)
	400	0	.	.	.	1.250	
Number of peaks	1	-4.333	1.025	1.449	0.008	-4.333	34.15 (2)
	2	0	.	.	.	4.333	
Peak size	Higher on the left	-3.333	-1.992	1.673	0.063	-3.333	21.02 (3)
	Same	2.000	1.195	1.673	0.248	2.000	
	Higher on the right	0	.	.	.	1.333	

**In the Rank-based Conjoint Analysis, where the 1st rank represents the most preferred, attribute level utilities exhibit positive values, indicating lower preference compared to the reference, and negative values, indicating higher preference compared to the reference.

한계는 다음과 같다. 첫째, 조화로운 도시 스카이라인을 조성하기 위해서는 주변 배경을 고려한 선호 스카이라인 형태 분석이 필요하다. 또한, 주변 배경을 고려할 시 통경축 및 차폐율과 같은 스카이라인 형태에 영향을 줄 수 있는 다른 요소들 역시 포함한다면, 포괄적인 선호 스카이라인 분석이 이루어질 수 있을 것이다.

둘째, 설문조사 시 제공되는 스카이라인 형태 이미지는 연구 대상지의 현실적인 모습을 보여주는 데 한계를 가지고 있다. 선호 스카이라인 형태를 도출하는 연구이기에, 연구 참여자들에게 최대한 현실적인 이미지 혹은 영상을 제공하는 것은 연구의 목적을 도출하기 위해 중요할 것이다. 최근 전통적 연구 방법을 대신해 의사결정과정에서의 VR 활용 방안(강고운 외 2020) 및 VR을 통한 도시 공간에서의 형태 관찰 실험(이박문 2021; 이정환 2022) 등과 관련된 연구들이 진행되고 있다(Anke 2019). 따라서, 추후 선호 스카이라인 분석 연구에서도 디지털트윈 3D 모델링에 대한 최신 기술들을 적극 활용해 보다 현실적인 스카이라인 3D 이미지 혹은 영상을 통해 설문을 진행한다면 합리적이고 체계적인 선호 스카이라인 형태 제시 연구를 할 수 있을 것으로 사료된다.

셋째, 설문조사와 관련해, 비확률적 모집 방법으로 선정된 도시 관련 전공자들은 일반 대중을 대표하기 어려울 수 있다. 한강 변을 이용하는 시민들이나 한강 변 위치 아파트 단지가 보이는 공원 관리기관 등을 대상으로 추가 설문조사, 인터뷰, 그리고 관찰조사와 같은 방법을 통해 연구를 진행한다면, 한강 변이 시민들에게 가지는 상징적 의미에 부합한 생생한 선호도 조사를 할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

References

강고운, 정인수, 김정렬, 서명배. 2020. 도시철도시설

성능평가 시뮬레이션 구현을 위한 기초 연구. 한국건설기술연구원. 21(2):190-198.

Kang GU, Jung IS, Kim JY, Seo MB. 2020. Preliminary Study on the Simulation for Urban Railway Facility Performance Assessment. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 21(2):190-198.

김병선, 이희석, 홍상기. 2022. 디지털 트윈국토 건물 데이터 품질 표준 개발을 위한 항목 도출에 관한 연구. *지적과 국토정보*. 52(1):37-55.

Kim BS, Lee HS, Hong SK. 2022. A Study on the Derivation of Items for Development of Data Quality Standard for 3D Building Data in National Digital Twin. *Journal of Cadastre & Land InformatiX*. 52(1):37-55.

김부용. 2014a. 순위기반 컨조인트분석에서 선호도측정을 위한 새로운 방법. *응용통계연구*. 27(2):185-195.

Kim BY. 2014a. New Method for Preference Measurement in Ranking-based Conjoint Analysis. *The Korean Journal of Applied Statistics*. 27(2):185-195.

김부용. 2014b. 순위기반 컨조인트분석과 선택기반 컨조인트분석의 예측력에 대한 실증적 비교. *응용통계연구*. 27(5):681-691.

Kim BY. 2014b. An Empirical Comparison of Predictability of Ranking-based and Choice-based Conjoint Analysis. *The Korean Journal of Applied Statistics*. 27(5):681-691.

김백찬. 2021. 수변 대안부 조망형 경관의 계획요소에 대한 시각적 선호 분석. 석사학위논문. 중앙대학교. 서울.

Kim BC. 2021. *Visual Preference for Planning Elements of Panoramic Riverfront Landscape: Based on Immersive Virtual Reality and*

- Quasi-rank based Conjoint Analysis*. [Thesis]. Chung-ang University.
- 김일. 2023. 디지털트윈 기반의 지적재조사 성과공유 플랫폼 설계 및 구현. *지적과 국토정보*. 53(1):37-46.
- Kim I. 2023. Digital Twin-based Cadastral Resurvey Performance Sharing Platform Design and Implementation. *Journal of Cadastre & Land InformatiX*. 53(1):37-46.
- 김주희. 2015. 서울시 한강변 건축물 스카이라인에 대한 시각적 선호도 조사. 석사학위논문. 홍익대학교. 서울.
- Kim JH. 2015. *A Study on the Visual Preference of the Skyline along Han River in Seoul*. [Thesis]. Hongik University.
- 김진민, 박광태, 임호순. 2014. 선택형 컨조인트 분석 (Choice-based Conjoint Analysis)을 통한 제품-서비스 통합 효과 분석. *한국경영과학회지*. 39(1):101-112.
- Kim JM, Park KT, Rhim HS. 2014. Analysis of Product-Service Integration Effect using Choice-based Conjoint Analysis. *Journal of The Korean Operation Research and Management Science*. 39(1):101-112.
- 김충식, 이인성. 2005. 건축제어요소가 가로경관 선호도에 미치는 영향 분석. *한국도시설계학회지*. 6(4):1-88.
- Kim CS, Lee IS. 2005. The Effect of Building-Control-Elements on the Visual Preference of the Streetscape. *Journal of The Design Institute of Korea*. 6(4):1-88.
- 박현희, 강준모. 2002. 아파트 스카이라인에 대한 시각적 선호도 조사, 2002 한국도시설계학회 추계 학술대회 발표논문. *한국도시설계학회지*, p. 90-100.
- Park HH, Kang JM. 2002. *Visual Preference for an Apartment Skyline*. [conference paper]. The Urban Design Institute of Korea Conference. p. 90-100.
- 서울특별시. 2022a. 서울시, 디지털 대전환시대 미래 공간전략 『2040 서울도시기본계획』 발표 [인터넷]. [https://mayor.seoul.go.kr/app/oh/seoul/newsView.do?photoGallerySn=395&curPage=10]. 2023년 05월 20일 검색.
- Seoul Metropolitan City. 2022a. Seoul City Unveils Future Spatial Strategy for the Digital Transformation Era with the 『2040 Seoul Urban Master Plan』 [Internet]. [https://mayor.seoul.go.kr/app/oh/seoul/newsView.do?photoGallerySn=395&curPage=10]. Last accessed 20 May 2023.
- 서울특별시. 2022b. 대규모 주거지의 통합적 관리 및 안정적 주택공급을 위한 아파트지구 지구단위계획 전환지침 개정 [인터넷]. [https://opengov.seoul.go.kr/sanction/27290054]. 2023년 5월 20일 검색.
- Seoul Metropolitan City. 2022b. Revised Guidelines for the Conversion of Apartment Zones into District-Level Plans for Comprehensive Management of Large-Scale Residential Areas and Stable Housing Supply [Internet]. [https://opengov.seoul.go.kr/sanction/27290054]. Last assessed 20 May 2023.
- 서울특별시. 2023. ‘시민 삶의 질과 도시경쟁력 끌어 올린다...’ ‘2040 서울도시기본계획’ 확정 [인터넷]. [https://news.seoul.go.kr/citybuild/archives/518768]. 2023년 5월 20일 검색.
- Seoul Metropolitan City. 2023. ‘Enhancing Citizen Quality of Life and Boosting Urban Competitiveness’ through the ‘2040 Seoul Urban

- Master Plan' Confirmation[Internet]. Last assessed 20 May 2023.
- 신하정. 2007. 인천시 상업지역 스카이라인 선호도 조사연구. 2007 대한국토·도시계획학회 추계학술대회 발표논문. 대한국토·도시계획학회. p. 683-690.
- Shin HJ. 2007. *A Study on the Preference of Skyline on Commercial Area in Incheon*. [conference paper]. Korea Planning Association Conference. p. 683-690.
- 이박문. 2021. 도시 재생을 위한 노후 가로 녹지 개선 및 파노라마 녹지율 측정 연구: 북경시 련푹후 통 설계를 중심으로 석사학위논문. 서울대학교
- Li B. 2021. *Research on the Improvement of Green Space in Old Street and Measurement of Panoramic Visible Green Index for Urban Renewal: Focused on the Design of Lianfeng Hutong in Beijing Jingshan Area*. [Thesis]. Seoul National University.
- 이봉주. 2023. 디지털트윈 기반의 도시 공간정보 구축 및 관리에 관한 연구. 지적과 국토정보. 53(1):47-64.
- Lee BJ. 2023. A Study on Construction and Management of Urban Spatial Information Based on Digital Twin. *Journal of Cadastre & Land InformatiX*. 53(1):47-64.
- 이정환. 2022. VR 시뮬레이션을 활용한 공원 조명의 적정 균제도 연구. 석사학위논문. 서울대학교.
- Lee J. 2022. Effective Uniformity Ratio of Park Lighting Using VR Simulation. [Thesis]. Seoul National University.
- 이지윤, 박진아. 2020. 상업가로경관이 시각적 정보량이 선호도에 미치는 영향 분석: 컴퓨터 비전 기법을 활용하여. 한국도시설계학회지. 21(4):2012-217.
- Lee JY, Park JA. 2020. The Analysis of the Effect of Visual Information Volume on the Preference of Commercial Streetscape: Using the Computer Vision Techniques. *Journal of the Urban Design Institute of Korea*. 21(4): 2012-217.
- 임승빈. 2009. 경관분석론. 6판. 서울대학교출판문화원.
- Lim SB. 2009. *Landscape Analysis Theory*. 6th Edition. Seoul National University Press and Culture Foundation.
- 전민석, 유필식, 김홍규. 2008. 한강변아파트의 건축 형태에 따른 경관선호도 분석. 2008 대한국토·도시계획학회 추계학술대회 발표논문. 대한국토·도시계획학회. p. 545-552.
- Jeon MS, Yoo PS, Kim HG. 2008. Analysis of Landscape Preferences Based on the Architectural Forms of Han River Apartments. [conference paper]. Korea Planning Association Conference. p. 545-552.
- 정승현, 김혜령. 2011. 엔트로피 개념을 적용한 시각적 복잡성의 측정과 선호도 분석: 한강변 아파트 단지를 대상으로. 한국도시설계학회지. 12(1): 71-86.
- Jung SH, Kim HR. 2011. An Analysis of Visual Preference and Complexity Measurement using Entropy: A Case of Apartment Complex Alongside the Han River. *Journal of the Urban Design Institute of Korea*. 12(1):71-86.
- 홍경구, 안건혁. 2003. 하천변 주거지 경관유형의 시각적 선호도 분석. 한국도시설계학회지. 11(2): 21-35.
- Hong GG, An GH. 2003. The Visual Preferences of Scenic Types of Residential Area on the Skirts of River. *Journal of the Urban Design Institute of Korea*. 11(2):21-35.

- Al-Kodmany K, Ali MM. 2013. *The Future of the City: Tall Buildings and Urban Design*. Southampton. Boston: WIT press.
- Anke VD. 2019. *The Use of Virtual Reality in Urban Planning: Review Paper on the (Dis)advantages and a New Perspective for Future Research*. [Thesis]. Universiteit Antwerpen.
- Dornbusch D, Gelb P. 1977. *High Rise Visual Impact. in Human Response to Tall Buildings*. ed D. Conway. Stroudsburg: Dowden Hutchinson Ross.
- Gholami S, Kariminoshaver M, Samavatekbatan A. 2019. Assessing the Impact of Natural Skylines on Residents' Preferences for Built Skylines. *Journal of Architectural and Planning Research*. 36(3):215-228.
- Guney C, Girginkaya SA, Cagdas G, Yavuz S. 2012. Tailoring a Geomodel for Analyzing an Urban Skyline. *Landscape and Urban Planning*. 105(1-2):160-173.
- Heath T, Smith SG, Lim B. 2000. Tall Buildings and the Urban Skyline: The Effect of Visual Complexity on Preferences. *Environment and Behavior*. 32(4):541-556.
- Smith SG, Heath T, Lim B. 1995. *The Influence of Building Height and Spacing on the Evaluation of City Skylines: A Comparison Between Architects and Non-architects*. In Environmental Design Research: Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Environmental Design Research Association. ed Nasar J, Grannis P, Hanyu K. Environmental Design Research Association. p. 65-69.
- Zube EH, Sell JL, Taylor JG. 1982. Landscape Perception: Research, Application, and Theory. *Landscape Planning*. 9(1):1-33.

2023년 10월 19일 원고접수(Received)
 2023년 10월 26일 1차심사(1st Reviewed)
 2023년 11월 10일 2차심사(2st Reviewed)
 2023년 11월 29일 게재확정(Accepted)

초 록

서울의 이미지에 큰 영향을 주는 한강 스카이라인에 관한 관심이 높아지며, 한강 주변 아파트 단지 재건축 계획에서 스카이라인 형태에 대한 고려가 중요해지고 있다. 서울시는 한강 연접부 아파트 높이 제한 기준을 없애고 대상지 특성에 맞는 적절한 높이를 계획해 유연하고 창의적인 스카이라인을 유도하고 있다. 그러나 기존 스카이라인 분석 방법은 구체적인 스카이라인 속성과 수준을 고려하지 않아, 새로운 서울의 스카이라인 계획을 위한 구체적인 선호 스카이라인 형태 제시에 한계가 있다. 또한, 디지털 트윈 3D 모델링 프로그램의 발전에도 아직까지 선호 형태를 반영하면서 도시 스카이라인을 효과적으로 관리할 수 있는 프로그램은 일부에 불과하다. 따라서, 본 연구에서는 도시 스카이라인을 효과적으로 관리할 수 있는 디지털 트윈 3D 모델링 프로그램 개발에 기여하고자 선호되는 스카이라인 형태 결정에 각 속성의 중요성을 평가할 수 있는 컨조인트 분석을 활용한다. 한강을 따라 위치한 재개발 계획이 있거나 곧 재개발이 들어가는 압구정 아파트 단지를 대상으로 한 선호 스카이라인 분석을 통해 본 연구는 디지털 트윈 3D 모델링 프로그램 개발을 위한 선호 스카이라인 형태의 기준을 제안한다. 또한, 이 개발 과정에서 컨조인트 분석이 유용한 방법으로 활용될 수 있음을 제안한다.

주요어 : 아파트 단지 재건축 계획, 한강 스카이라인, 컨조인트 분석, 디지털 트윈 3D 모델링