

Scopus Database를 활용한 건축분야의 뇌파검측(EEG) 실험연구 관련 동향 분석

Analysis of Research Trends related to EEG Experimental Research in Architectural Fields using Scopus Database

○정 유 미*
Jung, Uemee

남 기 정**
Nam, Kijung

이 종 호***
Lee, Jongho

손 등 옥****
Sohn, Dong-Wook

Abstract

Architectural space is crucial for human life, and efforts are underway to create user-centered spaces in response to changing times and evolving user needs. Recently, subjective surveys and interviews were used to analyze user emotions, but the results lacked objectivity due to biased and unclear responses. Therefore, research in Neuroarchitecture, which considers the human brain and physical responses, is essential for designing customized spaces. Specifically, EEG is used to directly measure mental activities and emotions in design and architectural environments. This study aims to review prior research on EEG responses to visual spatial stimulation, both domestically and internationally, through the Scopus Database research engine Science Evaluation(SciVal) to provides foundational data for future brain wave-based research directions.

키워드 : 건축, 뇌파검측, 계량서지정보분석, 연구동향, Scopus, SciVal

Keywords : Architecture, EEG(Electroencephalography), Bibliometric Analysis, Research Trend, Scopus, SciVal

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건축공간은 인간이 생활하는데 있어 필수불가결한 요소로 시대의 변화와 사용자 니즈(Needs)의 증대로 기존의 디자인과 공간 개념을 사용자 중심의 공간으로 변화시키고자 하는 시도가 나타나고 있다(Aknar, & Atun, 2017). 최근 이러한 요구를 해소하기 위해 주관성에 의존하는 설문조사 및 심층 인터뷰를 진행하여 사용자의 감정을 분석하였으나, 응답자의 편향적이고 모호한 답변으로 인해 결과에 대한 객관성이 떨어지는 한계점이 있었다(Han, Kim & Kim, 2021). 따라서 맞춤형 공간을 설계하기 위해서는 과학적 접근방식인 인간의 뇌와 신체적 반응을 다각도로 고려하는 신경건축학(Neuroarchitecture)분야의 연구가 필수적으로 필요하다. 특히, 신경건축학 분야의 연구는 실제 공간 혹은 가상으로 구현된 공간을 체험함과 동시에 뇌파검측(EEG, Electroencephalography)을 통해 직접적으로 인간의 감정을 결정짓는 정신적 활동, 감정 상태 등에 대해 객관적이고 특징들을 잘 파악할 수 있어 디자인과 건축환경 분야에서 활발하게 활용되고 있다(Kim, & Lee, 2009).

이에 본 연구에서는 시각적 공간자극으로 EEG 실험연구를 통해 검측된 인간의 뇌파반응을 연구한 국내·외 선행연구 동향을 파악하여 향후 뇌파기반의 연구에서 효과적이고 창의적인 연구방향을 모색하기 위한 기초자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 방법

본 연구의 방법으로 건축(Architecture)과 뇌파(EEG)를 융합한 실험연구의 글로벌 동향을 분석하기 위한 계량서지정보 분석 기법을 활용하였다. 계량서지정보 분석은 학술정보 DB에 구축된 학술논문 및 학술발표 논문 등과 같은 과학적 성과물을 측정하는 것으로 최근 연구의 동향을 정량적, 정성적으로 평가하기 위해 널리 활용되고 있는 방법이다(Kim, 2021; Abusaada & Elshater, 2021). 이에 따라 본 연구에서는 Elsevier 출판사의 Scopus Database 기반 연구성과 분석엔진인 SciVal(Science Evaluation)을 활용하였다. 검색에 활용된 용어(Query)는 건축(Architecture)과 생리적 반응 측정 연구에 가장 많이 활용되는 뇌파검측(EEG, Electroencephalography)에 *연산자를 추가하여 검색하였고, 최근 5년(2018년 ~ 2022년) 사이의 논문을 중심으로 분석하였다.

2. 연구 동향 분석

2.1 전세계 건축 + 뇌파 연구 추세

2018년~ 2022년까지 건축(Architecture*)과 뇌파(EEG*) 용어(Query)로 검색된 논문 수(Scholarly Output)는 총 1,548편으로, 그림 1과 같이 2018년에는 209편으로 시작되어 2022년에는 417편으로 매년 꾸준한 상승곡선의 추세를 보이고 있었

* 연세대학교 석·박통합과정

** 정파트너스아키텍츠 대표, 연세대학교 대학원 박사과정

*** 한국건설기술연구원 전임연구원, 연세대학교 대학원 박사과정

**** 연세대학교 건축공학과 정교수, 공학박사 (Corresponding author :

Department of Architectural Engineering, Yonsei University, sohndw@yonsei.ac.kr)

본 연구는 과학기술정보통신부 한국건설기술연구원 연구운영비지원(연구개발직립금지원사업)사업으로 수행되었습니다(과제번호 20230393-001, 사용자 뇌파검측을 통한 BIM기반 Urban Metaverse 평가모델 연구 기획)

다. 특히 2020년부터 코로나19(Covid-19)로 인해 주거공간에 대한 중요도가 높아짐에 따라 사용자의 신체적, 정신적 편안함에 초점을 둔 뇌파측정 기반의 연구들이 활발히 진행된 것으로 판단된다.

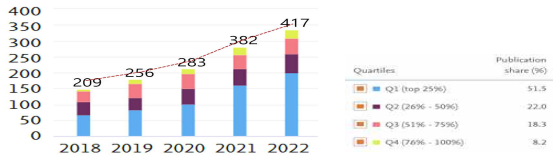


그림 1. 2018~2022년 건축+뇌파 연구 논문 수(Scholarly Output)

2.2 주요 국가 분석

건축과 뇌파를 결합한 연구 분야에서 연구성과가 가장 활발한 주요 국가를 표 1과 같이 살펴본 결과, 논문 수로는 중국이 124편, 미국 99편, 한국 43편, 영국 35편, 독일 31편 순으로 나타났다. SciVal에서 논문의 질적 영향력을 판단하는 전 세계 평균 상대적 피인용 지수 FWCI(Field-Weighted Citation Impact)는 미국(2.12)이 중국(1.25)에 비해 높은 성과를 나타내었고, 한국이 1.4로 전 세계 평균 대비 40% 더 인용된 것으로 판단된다. 또한, 저널의 영향력 지수를 기준으로 상위 10% 저널에 발표된 논문 비율은 한국이 32.4%로 1위를 기록하였다. 마지막으로 해당 국가에서 가장 활발하게 국제공동연구를 진행한 나라는 영국이 67.3%로 가장 높았으며, 한국이 18.4% 가장 낮은 수치를 기록하였다.

표 1. 상위 국가의 건축 + 뇌파 관련 연구성과 요약

순위	국가	논문 수	FWCI*	인용 수	상위 10% 저널에 발표된 논문 비율 (%)	국제협력 비율 (%)
1	China	124	1.25	864	18.3	41.0
2	United States	99	2.12	1,602	23.3	33.3
3	South Korea	43	1.4	466	32.4	18.4
4	United Kingdom	35	1.67	251	19.0	67.3
5	Germany	31	1.48	323	13.6	48.9

FWCI*: 논문 출판연도와 3년 후의 누적 인용 수를 기준으로 해당 연구 분야 논문 타입 발표 연도에 따른 전 세계 평균 (1) 대비 피인용 비율을 나타냄

2.3 전 세계 및 국내 연구 키워드(Word Cloud) 분석

전 세계 지난 5년간의 연구성과 1,548편을 기반으로 논문의 타이틀, 초록, 저자 키워드에서 가장 활발히 연구되고 있는 Key phrases를 워드클라우드 형태로 표 2와 같이 분석하였다. Key phrases는 대상 논문에서 텍스트마이닝과 자연어 처리기법을 통하여 추출된 구문으로 출현 빈도에 따라 0에서 1까지의 적합성이 판단된다. 결과로, 건축과 뇌파 연구에서 가장 높은 출현 빈도를 나타내는 단어는 EEG, VR(Virtual Reality), Deep Learning, Electrophysiology(전기생리학), Emotion, Virtual Environment, Immersion 등과 관련된 연구가 활발한 것으로 나타났다. 이는 대부분의 건축과 뇌파 분야 연구의 대상으로 현실에서 실험할 수 없는 공간을 가상에서 재현하여 다양한 변인을 활용하여 뇌파를 측정한다는 점을 기반한 결과로 보여진다.

국내에서 최근 5년간 출판된 43편을 대상으로 워드클라

우드 및 Key phrases를 분석한 결과, 국내에서도 Deep Learning, VR, Electrophysiology 등의 국외와 유사한 키워드들이 도출되었다. 특히 최근들어 국내에서는 Cybersickness, Reality와 같이 사이버멀미 및 몰입감 향상을 위한 연구도 활발히 진행되고 있음을 확인하였다.

표 2. 전 세계 연구성과 1,548편과 국내 43편의 Word Cloud 요약

	Word Cloud	Key phrase
국외		Virtual Reality Deep Learning Electrophysiology Emotion Brain Computer Interface Virtual Environment Immersion Rehabilitation
국내		Deep Learning Virtual Reality Electrophysiology Users Brain Waves Cybersickness Emotion Reality

3. 결론 및 시사점

본 연구는 건축과 바이오 분야의 뇌파검측을 결합한 실험연구의 국내·외 연구동향을 살펴보았다. 그 결과 세계적으로 양적 및 질적 연구성과는 매년 증가하고 있으며, 국내에서도 활발한 연구가 진행되고 있음을 알 수 있었다. 특히 워드클라우드를 통해 국내 외를 막론하고 최근 AI 분야와 결합한 예측 모델 개발 연구 및 가상현실에서 몰입감, 현실감을 높이기 위한 연구들이 증가하고 있는 추세로 확인되었다. 그러나, 영국과 미국 등과 같이 국제공동연구가 활발한 나라들은 상대적으로 모든 지표에서 상위권을 차지하고 있어 국내에서도 다른 국가와 협력하여 관련 연구를 수행할 시 관련 연구 지표 향상에 더욱 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단된다. 따라서, 향후 다양한 연구주체를 기반으로 국가 간 다양한 연구 네트워크를 구축한다면 신경건축학 분야의 선도적인 연구기반을 마련할 수 있을것으로 기대한다.

참고문헌

1. Abusach, H, & Eshater, A (2021). Revealing distinguishing factors between Space and Place in urban design literature. *Journal of Urban Design*, 26(3), 319-340.
2. Aknar, M, & Atun, R. A (2017). Predicting movement in architectural space. *Architectural science review*, 60(1), 78-95.
3. Kim, D. J., & Lee, H. M. (2009). A Study on Emotion Classification using 4-Channel EEG Signals. *The Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology*, 2(2), 23-28.
4. 김선희 (2021). COVID-19 시대의 교육 관련 글로벌 연구 동향 분석: 아시아태평양 지역을 중심으로. *아시아리뷰*, 11(2), 187-215.
5. 한혜경, 김주연 & 김영진 (2021). VR 기반의 EEG 반응에 대한 실험연구의 선행연구 분석과 연구동향. *한국공간디자인학회 논문집*, 16(3), 235-245.