

# 텍스트 네트워크 분석을 이용한 바닥충격음 연구동향 분석

## Analysis of Floor Impact Sound Research Trend Using Text Network Analysis

김 경 우<sup>†</sup> · 신 혜 경\* · 박 상 희\*  
Kyoung-Woo Kim<sup>†</sup>, Hye-kyung Shin\* and Sang Hee Park\*

(Received October 22, 2021 ; Revised November 16, 2021 ; Accepted November 16, 2021)

**Key Words** : Network Analysis(네트워크 분석), Floor Impact Sound(바닥충격음), Text Mining(텍스트 마이닝), Topic Analysis(토픽 분석)

### ABSTRACT

Recently, there has been a growing interest in the collection and utilization of big data in various fields. Several studies are being conducted on the methods of utilization of the ever-increasing data. Big data appears in various forms, such as numbers, pictures, and text. The analysis of texts within social networks is being actively carried out. The research trends related to the floor impact sound targeting unstructured data in the abstract (text) of the research articles was examined in this study. The primary key words and areas of research related to floor impact sound were extracted and the fields were divided. The five extracted topics were 'evaluation of materials', 'frequency and mode analysis', 'floor structure and ceiling structure', 'vibration and frequency characteristics of slab structure', and 'impact sources characteristics and response evaluation'. Moreover, there is a requirement for extensive research on the psychological reactions, for instance, residents' auditory experiments and prediction of floor impact sound.

### 1. 서 론

바닥충격음은 공동주택에서 항상 고려되고 관심이 많은 소음이라 할 수 있다. 바닥충격음과 관련된 연구논문은 바닥충격음 영향요인에 대한 분석<sup>(1)</sup>과 재료 개발 연구<sup>(2)</sup> 및 거주자의 청감반응 연구<sup>(3,4)</sup> 등 많은 수의 연구들이 진행되어 왔다. 이러한 연구들의 동향 파악은 연구의 흐름과 중심이 되는 분야를 파악하기 위해 필요한 작업이라고 생각된다. 그러나 많은 수의 논문을 대상으로 연구동향을 파악하기 위해서는 연구자가 모든 논문을 읽고 분류·분석하기에는 한계가 있

다. 바닥충격음 연구동향을 살펴본 선행연구<sup>(5)</sup>에서는 연구자가 자료를 하나하나 정리하고 내용을 분석하여 진행된 것으로 판단된다. 하지만 분석 대상 데이터 수가 많아지면 연구자가 내용을 모두 읽고 특징을 분류하기는 어려워진다.

최근 빅 데이터를 활용한 분석 연구<sup>(6,7)</sup>를 쉽게 찾아 볼 수 있다. 광범위한 데이터 속에서 의미를 찾고 분석하는 방법은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 인공지능을 활용하여 그 가능성은 더욱더 무궁무진해지고 있다. 특정한 문장이나 글에는 어떤 의미가 내포되어 있으며, 이러한 의미를 파악하고 분석하는 것은 사회과학 연구 분야에서는 일반적인 연구방법이

<sup>†</sup> Corresponding Author ; Member, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Research Fellow  
E-mail : kwmj@kict.re.kr

\* Member, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Senior Researcher

‡ Recommended by Editor Byung Kwon Lee

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

다. 키워드 분석은 정형화되지 않은 텍스트 문서나 데이터베이스에서 의미 있는 정보를 찾는 과정을 텍스트 마이닝(text mining) 이라하며, 추출된 단어들의 관계성을 파악하여 의미 있는 정보를 도출하여 상호간의 관계(network) 또한 분석할 수 있다.

이 연구는 공동주택 소음 중에서 가장 관심이 높은 바닥충격음 분야에 대한 연구동향 파악 및 어떤 연구가 중점적으로 수행되었는지 등을 텍스트 네트워크 분석을 통하여 살펴보았다.

## 2. 연구 방법

바닥충격음 연구동향을 살펴보기 위해서 한국과학기술정보연구원에서 제공하는 ‘과학기술 지식인프라 원문제공서비스(ScienceON)’에서 연구문헌을 추출하였다. 검색 대상은 국내논문으로 한정하여 ‘바닥충격음’, ‘층간소음’, ‘청감실험’, ‘중량충격음’, ‘경량충격음’, ‘고무공’ 검색어로 문헌을 검색하였다(Table 1). 검색기간은 1980년부터 2021년까지로 설정하였으며, 우선 검색된 결과에서 중복되거나 타 분야 논문인 경우를 제외하고 총 379편의 논문으로 정리하였다. 모든 문헌들이 국문초록을 제공하는 것은 아니었으며, 프로시딩이 아닌 저널에 실린 논문은 국문초록 없이 영문초록만으로 구성되는 경우가 많았다. 국문초록보다 영문초록을 제공하는 논문 수가 더 많은 관계로, 이 연구는 영문초록 232편을 대상으로 키워드 추출과 네트워크 분석을 실시하였다.

의미 없는 단어(다른, 많은, 끝 등)나 바닥충격음과 관련된 연구동향 분석이기 때문에 ‘바닥충격음’ 단어는 키워드 분석에서 제외하였다. 아울러, 자료의 전처리를 통하여 일반적인 단어로 구분될 수 있다고 판단한 ‘level’, ‘noise’, ‘study’, ‘result’, ‘sound’ 등의 단어는 제외시켰다. 키워드 분석을 위해서 1 글자 단어도 제외하였으며, 빈도수가 3회 이상 출현한 키워드

만을 분석대상으로 하였다.

수많은 텍스트에서 중요 단어를 추출하고 가공하기 위해서 분석 프로그램을 사용하며, 이 연구에서는 텍스트 마이닝과 네트워크 분석이 가능한 넷마이너(NetMiner 4.4.3)를 사용하였다. 기간별 연구 논문 수와 키워드 빈도, 네트워크 분석, 토픽분석을 수행하였다.

## 3. 분석

### 3.1 기본 분석

#### (1) 기간별 논문 수

논문발표 기간을 10년 단위로 구분하여 ‘1980 ~ 1989’, ‘1990 ~ 1999’, ‘2000 ~ 2009’, ‘2010 ~ 2019’, ‘2020 ~ 2021’ 5개 기간별 논문수를 분석하였다. 논문 편수 분석은 총 379편을 대상으로 하였다. Fig. 1과 같이 2000년대에 발표된 논문이 가장 많은 수를 차지하는 것을 알 수 있다. 2000년대는 바닥충격음 성능기준 도입과 바닥충격음 차단구조 인정제도 시행된 기간에 해당됨에 따라 관련 연구도 증가한 것으로 판단된다.

논문발표가 가장 많은 2000년대를 년도 별로 구분하여 논문 편수를 Fig. 2에서 분석하였다. 2002년과 2004년에

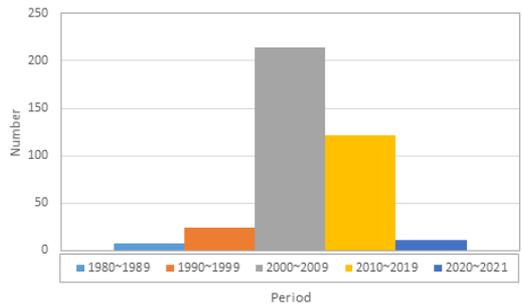


Fig. 1 Number of papers by periods

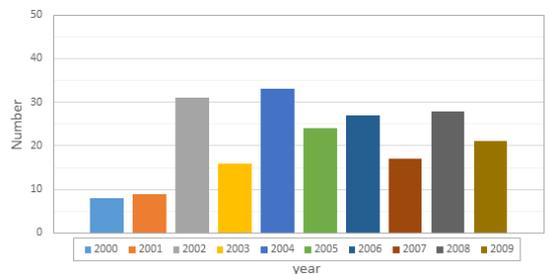


Fig. 2 Number of papers by year (2000 ~ 2009)

Table 1 Data collection conditions

Periods	Search words	Web site
1980 ~ 2021	- Floor impact sound - Inter floor noise - Auditory experiment - Heavyweight floor impact sound - Lightweight floor impact sound - Rubber ball	<a href="https://scienceon.kisti.re.kr/main/mainForm.do">https://scienceon.kisti.re.kr/main/mainForm.do</a>



이 연결 중심도가 높은 단어는 ‘slab’, ‘material’, ‘system’, ‘apartment’, ‘measurement’ 순서로 나타났으며, ‘rubber ball’, ‘bang machine’, ‘stiffness’ 단어도 포함되었다. ‘slab’는 중량충격을 저감을 위한 주요 기술개발 적용 대상이 되는 부분이기 때문에 중심도가 높게 나타난 것으로 판단된다.

(3) 위세 중심도(eigenvector centrality)

위세 중심도는 중심이 되는 단어를 확인하는 방법 중에 하나이다. 연결 중심도(degree centrality)와 같이 이웃된 단어와 연결이 많은 단어의 중심도를 높게 평가하는 개념에서 해당 단어와 직접 연결된 인접 단어를 포함하고 인접 단어와 이웃된 단어까지 고려하여 연쇄적으로 이웃이 많은 이웃과 연결되는 단어의 중심도를 높게 평가하는 개념이다.

즉, 단어 ‘A’와 단어 ‘B’에 각각 연결된 단어 개수가 10개로 동일한 경우에는 연결 중심도는 같은 값을 가지지만, 단어 ‘A’와 ‘B’에 이웃한 10개 단어들이 다시 이웃한 단어 개수가 많을수록 해당단어의 중요도를 높게 평가한다. 위세 중심도가 높은 단어는 ‘apartment’, ‘house’, ‘building’, ‘performance’, ‘insulation’ 순서로 나타났으며, ‘high rise’, ‘site’ 단어가 낮은 값을 보였다. 연결 중심도 단어들과 다른 단어들이 도출되거나 순위가 바뀌어 도출되었음을 알 수 있었다. 이러한 분석결과는 위세 중심도는 해당단어의 이웃과 그 이웃과 이웃된 단어의 관계까지 확대하여 평가하는 것이기 때문에 단순 연결 관계만을 보는 연결 중심도의 순서와 차이를 보이게 된다. 어떤 분석 지표를 적용하느냐에 따라 분석결과가 차이이기 때문에 적절한 분석지표 선정과 의미분석이 필요하다. 연결중심도가 높은 ‘slab’

Table 3 Results of network analysis

No.	TF-IDF		Degree centrality		Eigenvector centrality	
	Key word	Weight	Key word	Degree	Key word	Degree
1	Chip	1.8	Slab	0.1504	Apartment	0.6859
2	Masking	1.8	Material	0.1328	House	0.5392
3	SBR	1.8	System	0.1253	Building	0.4018
4	Hanok	1.7	Apartment	0.1153	Performance	0.1324
5	Aperture	1.6	Measurement	0.1153	Insulation	0.1032
6	Joist	1.6	Structure	0.1153	Slab	0.1009
7	Uncertainty	1.6	Ceiling	0.0952	Structure	0.0719
8	Cork	1.6	Method	0.0927	Ceiling	0.0701
9	Deformation	1.6	Performance	0.0927	System	0.0661
10	Gap	1.5	Vibration	0.0927	Housing	0.0485
11	Pallet	1.5	Rubber ball	0.0902	Characteristic	0.0385
12	Strain	1.5	Characteristic	0.0727	Thickness	0.0380
13	Modifier	1.5	Reduction	0.0727	Construction	0.0355
14	Pad	1.5	Source	0.0677	Material	0.0347
15	Butyl	1.5	Thickness	0.0677	Room	0.0342
16	FRP	1.5	Room	0.0652	Frame	0.0340
17	Speech	1.5	Wall	0.0652	Problem	0.0333
18	Elevator	1.5	Frequency	0.0627	Reduction	0.0331
19	Deck	1.5	Construction	0.0576	Resident	0.0322
20	Void	1.5	Effect	0.0576	Isolation	0.0308
21	Capability	1.5	Factor	0.0526	Balcony	0.0258
22	Tube	1.5	Insulation	0.0526	Wall	0.0249
23	Tower type	1.5	Building	0.0501	Source	0.0233
24	Module	1.5	Condition	0.0501	Vibration	0.0200
25	Annoying	1.5	House	0.0501	Neighbor	0.0189
26	Intelligibility	1.5	Field	0.0476	Tower type	0.0188
27	Block	1.5	Order	0.0476	Condition	0.0181
28	Plastic	1.5	Bang machine	0.0451	Percentage	0.0174
29	Mini laboratory	1.5	Stiffness	0.0451	High rise	0.0173
30	Hall	1.5	Addition	0.0426	Site	0.0160

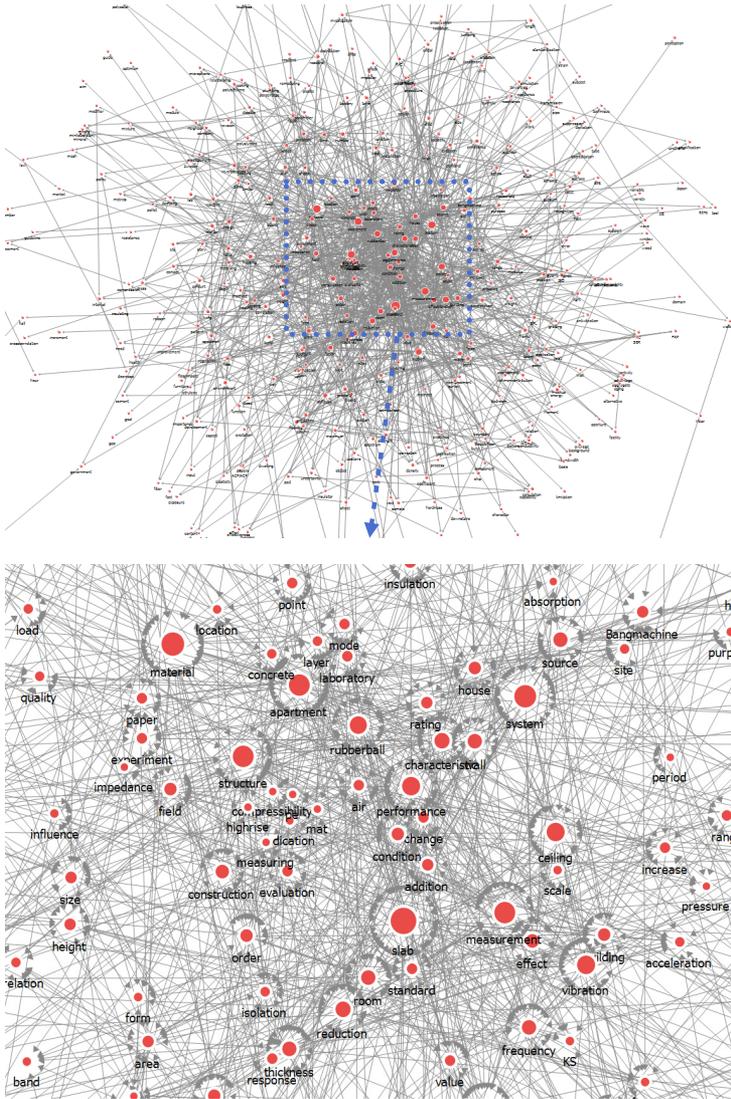


Fig. 4 Figure of degree centrality

단어와 함께 ‘ceiling’ 단어 또한 위세 중심도 8번째로 나타나 리모델링 주택이나 준공 후 성능개선 방안으로 검토<sup>(10)</sup>되고 있기 때문에 ‘ceiling’ 단어 중심도도 높은 것으로 판단된다.

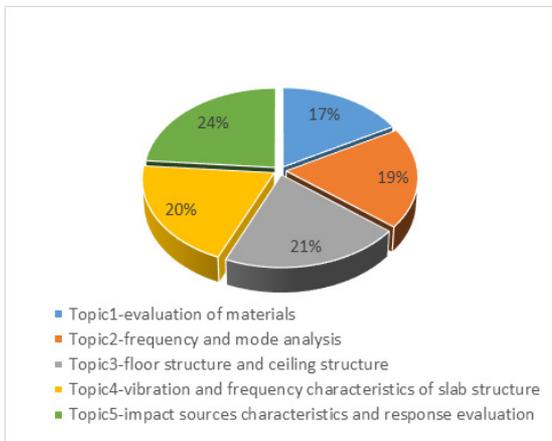
### 3.3 토픽 분석(Topic analysis)

토픽 분석은 문서의 집단에서 추상적인 주제를 도출하기 위한 통계적 모델이며, 텍스트 본문에 숨겨진 의미를 찾기 위해 사용되는 분석기법이다. 토픽 분석을 위한 방법인 LDA(latent dirichlet allocation, 잠재

디리클레 할당)는 대표적인 알고리즘으로 문서들은 토픽들의 혼합으로 이루어져 있고, 토픽들은 확률분포를 토대로 단어들을 생성한다고 가정하여 토픽의 개수에 따라 단어들을 구분하여 도출한다. 토픽 개수는 연구자가 해당 분야의 특성을 고려하여 정해줘야 하며, 토픽별로 구분된 단어들을 보고 토픽의 이름을 정해야 주어야 한다. 이 연구에서는 샘플링 반복횟수를 1000번으로 설정하여 토픽 수를 3개부터 10개 까지 선정 후 분석하여 최종적으로 관련 연구를 잘 해석할 수 있는 5개 토픽 분석 결과를 사용하였다. 분석결과

**Table 4** Topic analysis

No.	Topic1	Topic2	Topic3	Topic4	Topic5
1st	Material	Method	Apartment	Slab	Rubber ball
	0.147	0.077	0.098	0.144	0.107
2nd	Reduction	Measurement	Performance	System	Source
	0.073	0.076	0.097	0.122	0.095
3rd	Stiffness	Room	Insulation	Structure	Bang machine
	0.051	0.072	0.081	0.069	0.044
4th	Isolation	Frequency	Ceiling	Vibration	Characteristic
	0.025	0.059	0.056	0.061	0.042
5th	Layer	Pressure	House	Apartment	Building
	0.022	0.05	0.039	0.044	0.035
6th	Property	Rating	Structure	Wall	Machine
	0.019	0.039	0.035	0.038	0.035
7th	Mortar	Mode	Construction	Thickness	Experiment
	0.017	0.03	0.027	0.038	0.032
8th	Factor	Band	Factor	House	Effect
	0.015	0.029	0.019	0.027	0.027
9th	Concrete	Field	Problem	Building	Response
	0.015	0.029	0.019	0.026	0.027
10th	Load	Number	Building	Weight	Force
	0.015	0.022	0.018	0.02	0.026
Title	Evaluation of materials	Frequency and mode analysis	Floor structure and ceiling structure	Vibration and frequency characteristics of slab structure	Impact sources characteristics and response evaluation



**Fig. 5** Proportion by topic

Table 4와 같이 5개의 토픽에 할당된 단어들을 첫 번째 단어부터 10번째 단어까지 표현하였으며, 할당 확률이 높게 나타난 순서이다. 각 해당 토픽은 분석된 단어를 토대로 토픽명칭을 부여하여야 한다.

토픽1은 ‘material’, ‘stiffness’, ‘reduction’ 등으로 구성되어 있어 ‘재료 특성 평가’에 대한 토픽으로 명명하

였으며, 토픽2는 ‘measurement’, ‘frequency’, ‘mode’ 등의 단어로 구성되어 ‘주파수 및 모드분석’과 관련된 토픽으로 구분하였다. 토픽3은 ‘바닥구조 및 천장구조’에 대한 주제로 분석하였고, 토픽4는 ‘슬래브 구조의 진동, 주파수 특성평가’, 토픽5는 ‘충격원 특성 및 반응평가’에 대한 토픽으로 구분할 수 있을 것이다.

바닥충격음 연구논문 수를 기준으로 각 토픽별 비중을 Fig. 5에서 살펴보았다. 토픽들의 비율은 전반적으로 유사하게 분포하였으며, 그 중 충격원에 대한 특성과 반응 연구가 전체의 24%로 가장 높았다.

토픽 분석을 통하여 완충재료, 바닥 및 천장 등에 대한 성능평가(개선정도) 연구가 이루어졌으며, 표준 충격원의 특성에 대한 검토가 진행된 것을 알 수 있었다. 그리고 충격음에 대한 주파수분석과 모드 분석을 통한 접근도 진행된 것을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

바닥충격음 연구 동향을 분석하기 위해서 텍스트 네트워크 분석이 가능한 프로그램을 활용하여 발표된

논문들의 영문초록을 대상으로 분석하였다. 분석결과는 다음과 같다.

(1) 바닥충격음 관련 연구는 2000년대 가장 많은 논문이 발표되었으며, 2010년대에는 대략 절반정도로 논문수가 감소하였다. 바닥충격음 성능기준 도입전, 후 시점에 많은 연구가 진행되었다.

(2) 논문초록에 가장 많이 등장하는 단어는 ‘slab’, ‘apartment’, ‘material’, ‘system’ 등이며 ‘rubber ball’도 빈도가 7번째로 높은 것으로 나타났다.

(3) 네트워크 분석을 통해 TF-IDF은 ‘chip’, ‘SBR’, ‘FRP (fiber reinforced plastics)’ 등 재료를 의미하는 단어의 가중치가 높은 것을 알 수 있다. TF-IDF은 다른 문서에서 출연빈도가 낮고 특정 문서에서 많이 등장하는 경우에 가중치가 높아지기 때문에 특정 재료에 대한 연구의 단어 가중치가 높게 평가되는 한계가 있었다.

단어 간의 연결 중심도는 ‘slab’, ‘material’이 높은 값을 가졌으며, 위세 중심도는 ‘apartment’, ‘house’ 등이 높은 값을 가졌다. 공동주택의 슬래브와 적용되는 저감재료, 바닥구조성과 재료의 성능에 대한 검토가 중요한 부분으로 분석되었다. 공동주택 바닥충격음 성능에 관련된 것으로 여러 개의 군집으로 구분되지 못하고 복잡하게 연결되어 나타나기 때문에 상기 단어들이 높은 중심도를 보이게 된 것으로 판단된다.

(4) 영문초록들을 대상으로 토픽 분석을 실시한 결과 ‘재료 특성 평가’, ‘주파수 및 모드분석’, ‘바닥구조 및 천장구조’, ‘슬래브 구조의 진동, 주파수 특성평가’, ‘충격원 특성 및 반응평가’로 토픽을 구분하였다.

최근 물리적 성능 향상이 아닌 사회심리학적 접근과 같이 층간소음과 사람의 심리반응의 관계에 대한 연구<sup>(11-13)</sup>와 바닥충격음 예측에 대한 연구<sup>(14,15)</sup>도 진행되고 있으나 이 연구의 토픽 분석에는 포함되지 않았다. 해당 분야에 보다 많은 연구자들의 연구가 필요해 보인다.

텍스트 네트워크 분석은 소셜 네트워크를 통해 시민들의 의식이나 관계 등을 주로 파악해 왔으나, 많은 데이터의 축적과 분석기술 고도화로 다양한 분야에서 의미 파악에 적용되고 있다. 이러한 분석 기법을 활용하여 건축음향 분야의 연구 특성을 파악하고 필요한 연구 방향 등을 도출할 수 있을 것이다.

## 후 기

이 연구는 한국건설기술연구원 주요사업 연구비지원(20210639-001)에 의해 수행되었습니다.

## References

- (1) Kim, T. M., Bae, J. Y. and Yang, H. S., 2020, The Study on Characteristic of Floor Impact Noise Using the Structural Vibration on Floor Slab : Effective Plate, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 30, No. 3, pp. 276~285.
- (2) Song, G. G., Park, J. H. and Lee, S. M., 2018, Floor Impact Sound Reduction of Resilient Materials with Polyolefine, Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, p 121.
- (3) Ryu, J. K. and Jeong, M. J., 2016, Difference in Subjective Magnitude between Heavy-weight Floor Impact Sources Using Auditory Experiment, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, p. 304.
- (4) Park, S. H., Shin, H. K. and Kim, K. W., 2021, VR Experiment on Indoor Noise Perception and Moderation Effects of Outdoor Sounds, Visual Environment and Noise Sensitivity, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 31, No. 3, pp. 279~288.
- (5) Jeong, J. H., 2019, Review and Perspective on the Researches of Floor Impact Sound, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 29, No. 4, pp. 477~487.
- (6) Lee, C. H., Kang, K. H., Kim, Y. H., Lim, H. N., Ku, J. H. and Kim, K. H., 2021, A Study on the Factors of Well-aging through Big Data Analysis: Focusing on Newspaper Articles, Journal of the Korea Academia-industrial Cooperation Society, Vol. 22, No. 5, pp. 354~360.
- (7) Won, D. S. and Park, H. W., 2021, Examining Economic Activities of Disabled People Using Media Big Data: Temporal Trends and Implications for Issue Detection, Journal of the Korea Academia-industrial Cooperation Society, Vol. 22, No. 2, pp. 548~557.
- (8) Kim, H. S., Kim, H. G., Kim, M. J. and Cho, C. G., 2001, The Criteria of Floor Impact Sound Insulation

for Apartment Houses, Housing & Urban Research Institute, Korea National Housing Corporation.

(9) Kim, S. M. and Kim, Y. J., 2020, Research Trend Analysis on Living Lab Using Text Mining, Journal of Digital Convergence, Vol. 18, No. 8, pp. 37-48.

(10) Shin, H. K. and Kim, K. W., 2020, Sound Absorbing Ceiling to Reduce Heavy Weight Floor Impact Sound, Building and Environment, Vol. 180, 107058.

(11) Im, D. K., Kim, S. H. and Choi, J. E., 2017, A Study on the Social Psychological Studies of Floor Noise, Joint Conference by KSNVE, ASK and KSME(DC), p. 165.

(12) Jeong, J. H. and Lee, P. J., 2018, Questionnaire Survey on Annoyance and Disturbance of Floor Impact Sound, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 28, No. 6, pp. 685-693.

(13) Ha, J. M., Lee, T. K. and Shin, E. Y., 2015, Social Inter-floor Noiseproof Measures According to Experiences of Conflict in Multi-family Housing, Journal of the Korean Housing Association, Vol. 26, No. 6, pp. 1-8.

(14) Kim, T. M. and Yang, H. S., 2020, Prediction of Heavy-weight Floor Impact Sound with Different Impact Sources and Indices Using a Finite Element Method, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 30, No. 2, pp. 169-178.

(15) Kim, J. H., Mun, D. H., Jeong, G. C. and Park, H. G., 2017, Influence of Floor Dimension and Resilient Material on Heavy Impact Noise of Floating Floor

System, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 27, No. 4, pp. 434-443.



**Kyoung-Woo Kim** received Ph.D. in architecture engineering from Hanyang university in 2009. He is working at KICT (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology) as a Research Fellow. His research interests are floor impact sound, vibration, insulation and absorption in architecture environment.



**Hye-Kyung Shin** is Research Specialist at KICT (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology). She received the M.S. degree in Dept. of architectural engineering from University of Seoul in 2015. Her research interests are architectural acoustic and environmental noise.



**Sang Hee Park** has completed her Ph.D. at the University of Liverpool. She is currently working at the KICT (Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology). Her research involves exploring measures to promote human well-being in built environments.