

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.1.787>

JCCT 2023-1-97

텍스트 마이닝을 활용한 공공기관 서비스 로봇에 대한 사용자 리뷰 분석 : 안내로봇 사례를 중심으로

Text Mining Analysis of Customer Reviews on Public Service Robots: With a focus on the Guide Robot Cases

신효림*, 최준호**, 오창훈***

Hyorim Shin*, Junho Choi**, Changhoon Oh***

요약 공공기관에서 서비스 로봇, 특히 안내로봇의 사용이 보편화 되며 다양한 곳에서 사람들을 만나고 있다. 그러나 4년이 넘는 시간 동안 사용자가 안내로봇을 만나왔지만, 아직까지 사용자와 안내로봇의 상호작용에 대한 탐구가 부족한 실정이다. 이에 이 연구는 안내로봇에 대한 사용자 경험을 탐구하고자, 가장 오랜 기간 동안 사용자를 만난 안내로봇인 '큐아이'를 연구 대상으로 선정하여 서비스를 시작한 시점부터 작성된 모든 리뷰를 수집하였다. TF-IDF로 주요 키워드를 확인하고 토픽 모델링을 통해 사용자 경험 요인을 도출하였으며 감성 분석을 통해 사용자 경험 저해 요인을 살펴보았다. 분석 결과, 안내로봇의 기능, 외형, 상호작용 방식, 그리고 안내로봇의 문화해설사 역할과 도우미 역할이 핵심 사용자 경험 요인으로 나타났다. 부정적 리뷰를 통해 확인한 저해 요인은 이를 개선할 수 있도록 인터랙션 설계와 멀티모달 인터페이스를 활용한 서비스 디자인, 문화해설사로서의 콘텐츠 개발 등 향후 방향성을 제안하였다. 이 연구는 안내로봇의 사용자 경험을 분석하고 개선방안을 제시한 것에 의의가 있다.

주요어 : 안내 로봇, 사용자 경험, 리뷰 분석, 텍스트 마이닝, TF-IDF, 토픽 모델링, 감성 분석

Abstract The use of service robots, particularly guide robots, is becoming increasingly prevalent in public institutions. However, there has been limited research into the interactions between users and guide robots. To explore the customer experience with the guidance robot, we selected 'QI', which has been meeting customers for the longest time, and collected all reviews since the service was launched in public institutions. By using text mining techniques, we identified the main keywords and user experience factors and examined factors that hinder user experience. As a result, the guide robot's functionality, appearance, interaction methods, and role as a cultural commentator and helper were key factors that influenced the user experience. After identifying hindrance factors, we suggested solutions such as improved interaction design, multimodal interface service design, and content development. This study contributes to the understanding of user experience with guide robots and provides practical suggestions for improvement.

Key words : Guide Robot, User Experience, Review Analysis, Text Mining, TF-IDF, Topic Modeling, Sentiment Analysis

*정희원, 연세대학교 정보대학원 UX전공 박사과정 (제1저자)

**정희원, 연세대학교 정보대학원 정교수 (참여저자)

***정희원, 연세대학교 정보대학원 조교수 (교신저자)

접수일: 2022년 12월 30일, 수정완료일: 2023년 1월 9일

게재확정일: 2023년 1월 13일

Received: December 30, 2022 / Revised: January 9, 2023

Accepted: January 13, 2023

***Corresponding Author: changhoonoh@yonsei.ac.kr

UX track, Graduate School of Information, Yonsei University, Korea

I. 서 론

2022년 12월에 대한민국 1호 로봇공무원이 탄생하였다. 이름은 ‘국회큐아이’이다. 국회사무처는 ‘국회큐아이’를 로봇공무원으로 임명하고 국회박물관 해설사로 발령했다[1]. 이와 같은 안내로봇은 박물관 뿐만 아니라 다른 미술관, 도서관, 관공서 등 다른 공공기관에도 빠르게 확산되고 있다[2]. 안내로봇의 주요 기능은 해당 공공 서비스 공간과 공간에 대한 기본 정보와 각종 편의시설을 소개하고, 방문객의 질문에 응답하며 전시품의 상세정보를 제공하는 것이다[2-3].

이 연구의 목적은 서비스 로봇의 한 유형인 안내로봇의 사용자 경험 요인들을 도출하고, 휴먼-로봇 인터랙션(Human-Robot Interaction, HRI) 설계와 디자인 방향성을 탐색하는 것이다. 국내에는 여러 기업(예: LG 전자 클로이, 한컴로보틱스 큐아이, 브이디컴퍼니 케티봇, 휴핀로봇 테미 등)들이 안내로봇을 설계, 제작하여 박물관, 미술관 등 문화예술기관 뿐 아니라 공항, 병원, 학교, 기차역 등 다양한 공공장소에서 서비스를 제공하고 있다[4-7]. 자율주행과 대화형 인터랙션이 가능한 안내로봇은 쇼핑몰, 식당, 호텔에서 서비스 로봇으로 쉽게 전용할 수 있기 때문에 향후 시장 확장 가능성이 매우 크다[8].

하지만, 새로운 기기에 대한 신기함만으로는 서비스 로봇 산업의 장기적인 성장을 기대할 수 없다. 서비스 로봇과 상호작용하는 사용자의 경험을 고려한 로봇 외형 디자인과 인터랙션 설계가 필요하다. 이를 위해 사용자가 안내로봇과의 상호작용에 대해 어떻게 생각하고 감정적 평가를 하고 있는지에 대한 분석이 필요할 시점이다.

공공 공간에서의 사용자 경험 분석 방법에는 동행 관찰(shadowing), 설문조사, 대면 인터뷰 등 여러 조사 방법이 있지만, SNS를 통한 방문 후기를 수집하여 분석하는 것이 가장 효율적이다. 새로운 것에 대한 수용도가 높은 사람일수록 이를 경험하고 다른 사람에게 정보를 전달하고자 적극적으로 SNS를 사용하기 때문이다[9]. 특히나, 서비스 초기에 자발적으로 작성된 리뷰에는 서비스에 대한 상세한 설명과 사용자의 평가가 담겨져 있는 경우가 많아 사용자의 생생한 경험담을 확인할 수 있다. 사용자 리뷰는 비정형 데이터이기에, 주로 텍스트 마이닝 분석 방법을 활용한다.

따라서 이 연구는 국립 문화예술기관 안내로봇에 대한 SNS 리뷰를 통해 안내로봇에 대한 사용자 경험을 탐색하였다. 4년치의 누적 사용자 리뷰를 테스트 마이닝 기법을 활용하여 주제어(TF-IDF), 토픽모델링, 감정 분석 결과를 도출하였다.

II. 이론적 배경

1. 안내로봇의 정의와 특성

안내로봇은 서비스 로봇의 일종이다. 국제로봇협회(International Federation of Robotics, IFR)는 로봇을 용도에 따라 크게 산업용 로봇과 서비스 로봇으로 나눈다[10]. 서비스 로봇은 제조업에서 사용되는 산업용 로봇과 달리 가정용, 의료용, 국방, 농업용 등 제조업 이외의 분야에서 응용되어 사용되는 로봇을 말하며 세부적으로는 개인서비스 로봇과 전문서비스 로봇으로 나누어볼 수 있다[8]. 안내로봇은 이 중에서 개인서비스 로봇에 해당하며, 현재 다양한 산업 분야에서 사용되고 있다.

기본적으로 안내로봇은 방문객을 인솔하면서 안내를 수행하는 로봇을 의미한다[11]. 안내로봇에 대한 여러 정의가 있지만 이 연구에서 분석하고자 하는 안내로봇은 인공지능과 자율주행 기술을 기반으로 스스로 공간을 이동할 수 있어야 하고, 사용자가 필요로 하는 정보를 제공하고 위치를 안내 및 동행하는 등 사용자의 공간시설 이용에 있어 편의성을 제공하는 것을 목적으로 하는 로봇을 말한다. 안내로봇이 제공하는 정보의 종류와 제공 방식에 따라 안내로봇은 가이드, 도슨트 등 다양한 역할을 수행하게 된다[12-13].

특정 역할을 수행하는 안내로봇이 실제로 사람과 만난 것은 1998년 Minerva라는 안내로봇이 미국 스미소니언 국립박물관에서 2주간 방문객을 인솔하며 전시품을 설명하는 역할을 수행하면서이다[14-15]. 2005년 우리나라에서도 국립중앙과학관에서 연구목적으로 안내로봇 지니(Jimmy)가 운용된 적이 있다[16]. 그러나 당시의 안내로봇과 현재의 안내로봇은 기술적으로도 외형적으로도 큰 차이가 있다. 고도화된 인공지능과 자율주행 기술이 적용되었고, 외형적도 사용자 친화적으로 디자인되고 있다. 이처럼 완전히 탈바꿈한 안내로봇은 현재 구매 및 대어를 통해 시범적 운영 수준 단계에 있으며[17], 본격적인 상용화를 위해 다각도의 HRI 연구가

요구되고 있다.

현재 가장 오랫동안 서비스를 제공하고 있는 안내로봇은 국립중앙박물관 안내로봇인 ‘큐아이[2]’이다. 도슨트 로봇인 큐아이는 일반적인 안내로봇의 외형 디자인 형태를 갖추고 있다. 관람객의 문의항목 입력과 콘텐츠 표시를 위한 터치 디스플레이와 의인화를 위한 얼굴형 디스플레이가 장착되어 있으며, 성인 남성의 목소리로 발화한다. 실제 서비스 현장화 제품 사향은 <그림 1>, <그림 2>와 같다.



그림 1. 국립 문화예술기관 안내로봇 : 큐아이[2]
 Figure 1. Guide Robot in National Culture and Arts Institutions : QI[2]



그림 2. 큐아이 사양[13]
 Figure 2. QI Specification[13]

2. 인간-로봇 상호작용과 물리적 이동성

인간-로봇 상호작용 연구의 궁극적인 목표는 로봇이 인간의 의도를 이해하고 적절히 행동하고 표현함으로써 인간과 로봇의 양방향 소통을 가능하게 하는 것이다 [17-18]. 인간-컴퓨터 상호작용(Human-Computer Interaction, HCI)을 기반으로 발전되었기에 때문에 디지털 제품에 적용되는 기본 개념과 경험 요인들을 기반

으로 하지만, 안내로봇은 물리적 이동성을 특수 요인으로 살펴볼 필요가 있다.

대부분의 안내로봇은 사람 얼굴 표정을 부분적으로 의인화하여, 눈동자의 움직임을 상호작용 요인으로 설계하고 있으며, 사람 목소리에 가깝게 발화하도록 음성 디자인을 하고 있다. 로봇 외형의 적절한 의인화는 사용자에게 의인화가 약한 로봇보다 친밀감을 느끼게 하지만, 부적절한 의인화는 오히려 불쾌한 감정을 야기하여 사용자 경험을 저해하는 요인이 된다[19- 20].

또한, 자율주행 기능으로 이동이 가능한 안내로봇은 사람과의 거리 설정이 매우 중요한 인터랙션 요소로 나타나고 있다. 인간-로봇 근접학(Human-Robot Proxemics, HRP) 관련 연구에서는, 어린이와 성인 모두 로봇을 사회적 존재로 인식하지만 로봇과의 편안한 상호작용을 느끼는 거리 영역은 서로 다르게 나타난다. 어린이는 타인과 대화할 때 채택하는 거리인 사회적 영역(social zone)을 선호하는 반면에, 성인은 친구들과 대화할 때의 개인적 영역(personal zone)을 선호하는 것으로 나타났다[21]. 즉, 성인이 어린이보다 더 가까운 거리를 수용하는 것이다. 사용자의 성격에 따라서도 로봇이 다가오는 정도를 다르게 선호하며[22-23], 폐쇄된 공간에서는 개방된 공간에 비해 로봇의 접근 거리를 더 멀게 해야 안전감을 느끼는 것으로 나타났다[24].

이처럼 인간과 로봇의 상호작용에서 사용자의 심리적 반응을 고려하여 로봇의 인터랙션 방식을 섬세하게 설계하는 것이 중요하며, 사용자가 원하는 정보의 유형이나 감정 등 다양한 경험 차원들이 고려되어야 한다.

3. 텍스트 마이닝을 이용한 사용자 리뷰 분석

텍스트 마이닝(text mining)이란 비정형 데이터로부터 통계적으로 의미가 있는 개념이나 특성을 추출하고 데이터의 패턴을 발견하여 인사이트를 찾아 시각화하는 과정을 의미한다[25]. 텍스트 마이닝 방법으로는 키워드 추출, 주제 분석, 군집 분석, 감성 분석 등이 있다. 사용자 리뷰를 대상으로 한 텍스트 마이닝 연구는 핵심 주제를 도출하는 토픽 모델링 방법과 사용자의 긍정-부정 감정을 도출하는 감성 분석 기법이 주를 이루고 있다[26].

이러한 텍스트 마이닝 방법을 활용한 사용자 경험에 대한 리뷰 분석은 공유차량서비스, 인공지능 스피커, 경의선 숲길 등 다양한 서비스와 공간 경험을 대상으로

하고 있다. 공유차량서비스는 블로그 리뷰를 수집하여 협력적 소비에 참여하게 되는 사용자의 소비 감정을 주제를 통해 확인하였고[27], 인공지능 스피커의 경우에는 실사용 경험이 작성된 블로그 리뷰를 대상으로 감성 분석을 실시하여 제품별 속성에 따른 감성 수치를 비교 평가하였다[28]. 또한, 경의선 숲길 공간은 이와 관련한 블로그 리뷰를 통해 경의선 숲길 조성 전후 사용자 경험의 변화를 확인하기도 하였다[29].

이처럼 새로운 경험에 대한 분석을 위해서는 다량의 텍스트 데이터가 필요하다. SNS 중에서도 이미지보다 텍스트 중심의 SNS인 블로그를 활용하는 것이 연구 목적에 적합하다는 것을 선행연구[27-29]를 통해 확인하였다. 따라서 이 연구에서는 선행연구결과에 근거하여 국립 문화예술기관 안내로봇에 대한 사용자의 블로그 리뷰를 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 분석을 진행하고자 한다.

4. 연구목적

안내로봇이 국립중앙박물관과 국립나주박물관을 시작으로 서비스를 시작한 지 만 4년이 지났음에도 안내로봇에 대한 사용자 경험이 탐구되지 않았으며, 앞으로 추가적인 안내로봇 도입이 예고된 만큼 안내로봇과 이에 대한 사용자 경험 연구가 필요한 시점이다. 이에 이 연구는 국립 문화예술기관 안내로봇 큐아이를 대상으로 작성된 리뷰를 수집하여 전반적인 사용자 경험을 살펴보고자 한다.

이를 위해 텍스트 마이닝 기법을 사용하여 리뷰를 분석하고자 한다. TF-IDF를 주요 키워드를 확인하고, LDA 토픽 모델링을 통해 안내로봇에 관한 사용자 경험의 주요 요인을 살펴보고자 한다. 그 후, 감성 분석을 실시하여 긍부정 리뷰를 확인하고자 한다. 이와 같은 분석을 통해 도출된 텍스트 마이닝 결과를 종합하여 4년 간 누적된 국립 문화예술기관 안내로봇에 관한 사용자 경험을 정리하고, 사용자 경험 증진 방안을 도출하고자 한다.

III. 연구 방법

이 연구는 텍스트 마이닝을 활용하여 국립 문화예술기관 안내로봇에 대한 사용자 리뷰를 분석하기 위해 <그림 3>과 같은 연구 절차에 따라, 데이터 수집, 데이

터 전처리, 데이터 분석을 실시하였다. 데이터 수집 단계에서는 네이버 블로그 리뷰를 수집하였고, 데이터 전처리 단계에서는 불용어 제거, 형태소 분석 등을 통해 수집된 데이터를 전처리 하였으며, 데이터 분석 단계에서는 TF-IDF, LDA 토픽 모델링, 감성 분석을 순서대로 진행하였다.

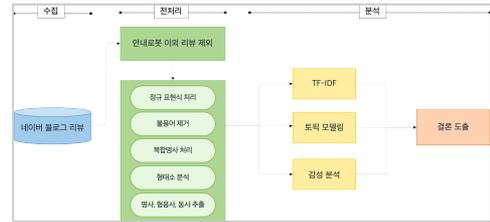


그림 3. 데이터 분석 절차
Figure 3. Data Analysis Processing

1. 데이터 수집

데이터 수집은 파이썬 기반의 NAVER Developers의 오픈 API[30]를 사용하여 네이버 블로그 리뷰를 수집하였다. 네이버 블로그 리뷰는 큐아이가 국립중앙박물관과 국립나주박물관에서 시범 서비스를 시작한 2018년 12월 21일부터 2022년 12월 15일까지 작성된 모든 블로그 리뷰를 대상으로 하였다. 수집을 위해 사용한 키워드는 ‘큐아이’, ‘전시 안내 로봇’을 대표 키워드로 사용하였고, 로봇이 서비스 중인 국립 문화예술기관 10곳을 함께 검색하였다. 수집된 리뷰 중에서 중복 리뷰를 포함하여 국립기관에서 작성한 홍보글이나 뉴스 기사를 그대로 복사한 글은 분석 대상에서 제외하였고, 단순 키워드 나열의 블로그 리뷰 또한 제외하였다. 이와 같은 기준으로 전체 기간 동안 수집된 네이버 블로그 리뷰는 400개이다.

2. 데이터 전처리

수집된 데이터를 살펴본 결과 안내로봇 리뷰가 작품 및 전시 관람평 외에도 일기, 기타 기록 등과 함께 작성된 경우가 대다수였다. 분석의 정확도를 높이기 위해 데이터 전처리 단계에서 일차적으로 파이썬을 통해 ‘큐아이’, ‘로봇’의 단어가 포함된 문장의 앞과 뒤 세 문장을 제외한 나머지 리뷰들은 분석에서 제외하였다.

이후 정규 표현식 처리를 통하여 특수문자, 기호 등

을 제거하였고, soynlp[31]의 Noun Extractor를 사용하여 형태소 사전에 등록되어 있지 않은 단어가 제대로 인식되지 않는 미등록단어 문제(out of vocabulary)가 발생[26]하지 않도록 명사를 출하여 안내로봇과 관련된 단어사전을 구축하였다. python TEANAPS[32] 라이브러리를 활용하여 명사 단어 리스트를 추가하고, 형태소 분석을 실시하여 명사, 동사, 형용사만 분석에 사용하였다. 마지막으로 한 글자 이하의 단어와 형태소, 빈도수가 10 미만인 단어와 형태소를 불용어 처리하였다.

3. 데이터 분석

1) TF-IDF

TF-IDF(Term Frequency - Inverse Document Frequency)는 문서 내 단어의 중요도를 평가하기 위해 사용하는 정량적 지표이다. TF(Term Frequency)는 특정 단어가 문서 내에서 출현하는 빈도를 나타낸다. 그러나 단어의 잦은 출현만으로는 단어의 중요도를 확인할 수 없기 때문에, 단어가 출현한 문서가 적을수록 가중치를 높게 주는 역문서 빈도(Inverse Document Frequency)를 활용한다. TF-IDF는 TF와 IDF의 곱으로 산출하며 해당 값이 특정 단어의 가중치를 나타낸다. 즉, TF-IDF 값이 클수록 해당 단어의 문서 내 중요도를 높게 평가할 수 있으며, 이를 통해 문서의 주요 키워드를 추출할 수 있다[33]. 이 연구에서는 TF-IDF 값을 통해 국립 문화예술기관 안내로봇과 관련된 주요 키워드를 파악하고, 수집된 데이터에 대한 이해도를 높이고자 사용하였다.

2) LDA 토픽 모델링

토픽 모델링은 문서 집합에서 핵심 주제를 찾아내는 과정으로, LDA(Latent Dirichlet Allocation)는 하나의 문서가 여러 개의 토픽으로 구성되어 있다는 가정 하에 분석하는 토픽 모델링의 가장 대표적인 알고리즘이다[34]. LDA 토픽 모델링은 단어가 다른 단어와의 관계 속에서 의미를 갖는다고 가정하기 때문에, LDA 토픽 모델링을 활용하면 토픽별 단어의 분포를 확인할 수 있으며 토픽 내 다른 단어와의 관계 또한 유추할 수 있다[35].

LDA 토픽 모델링을 진행하기 위해서는 토픽의 수를 연구자가 직접 지정해주어야 한다. 이 연구에서는 최적의 토픽 수를 찾기 위해 python TEANAPS 라이브러

리를 활용하여 혼잡도(Perplexity)와 일관성(Coherence) 점수를 사용하였다. 혼잡도는 토픽 모델링의 결과가 문서의 내용을 얼마나 잘 반영하는지를 나타내는 척도로 그 값이 낮을수록 좋은 결과이며[36], 일관성은 토픽을 구성하는 단어들의 유사도를 계산하여 평가하는 척도[37]로 그 값이 높을수록 토픽이 의미론적으로 유사한 단어들로 구성되어 있음을 나타낸다.

최적의 토픽 수를 결정하기 위해 토픽의 개수를 2개에서 10개까지 비교한 결과, 토픽의 개수가 4개에서 5개로 변경될 때 혼잡도는 -4.939에서 -5.014로 감소하였으며, 일관성은 0.422에서 0.455으로 증가하였고 해당 값이 2개부터 10개까지 토픽의 일관성 점수 중 가장 높은 값이었다. 이에 따라 토픽 모델링에 사용할 토픽의 수는 5개로 결정하였다. 또한, LDA 토픽 모델링 결과를 군집으로 시각화하여 보여주는 pyLDAvis를 통해 토픽 별 군집 결과가 겹치지 않는 토픽 모델을 최종적으로 선정하였다. 이 연구에서는 만 4년 동안 누적된 국립 문화예술기관 안내로봇에 대한 사용자 경험의 요인을 파악하기 위해 LDA 토픽 모델링을 실시하였다.

3) 감성 분석

감성 분석은 텍스트 데이터에 표현된 작성자의 의견이나 감성, 태도, 평가, 성향 등을 분석하는 연구 방법이다[38-39]. 감성 분석은 SNS, 상품 만족도, 콘텐츠 리뷰, 정치 이슈 등 다양한 분야에서 활용되고 있다[40-41]. 최근 감성 분석에 대한 연구는 기계 학습(machine learning)을 기반으로 진행되고 있으며, 사전에 감성이 정의된 텍스트를 학습 모델로 사용하는 지도 학습 방법과 문장 패턴, 단어 간 상관관계, 감성 어휘 등 다양한 방법을 활용하는 비지도 학습 방법으로 구분된다[26][40].

이 연구에서는 KoBERT(Korean Bidirectional Encoder Representations from Transformers) 기반의 사전학습모델을 활용하는 TEANAPS 라이브러리를 이용하여 수집된 전체 리뷰에 대하여 감성 분석을 수행하여, 긍정-부정 정도를 분류하였다. 부정적 감성으로 분류된 리뷰 내용을 중심으로 안내로봇의 인터랙션 설계 개선 사항과 사용자 경험 증진 방향성을 제안하였다.

IV. 연구 결과

1. TF-IDF

국립 문화예술기관 안내로봇에 대한 사용자 리뷰의 주요 키워드를 확인하기 위해 TF-IDF 분석을 실시하였다. TF-IDF 결과는 <그림 4>와 같으며, TF-IDF 값을 기준으로 상위 100개의 단어를 추출하여 워드 클라우드(word cloud) 형태로 시각화한 것이다.

안내로봇의 이름인 ‘큐아이(23.236)’와 안내로봇을 가장 큰 규모로 운영하고 있는 ‘국립중앙박물관(18.777)’이 가장 높은 순위에 위치하였으며, 상위권에 ‘설명(10.327)’, ‘안내(9.518)’, ‘인공지능(7.909)’, ‘귀여움(6.6125)’, ‘신기하다(6.546)’ 등의 인터랙션 관련 요인들이 주요 키워드로 확인되었다.



그림 4. 워드 클라우드
Figure 4. word cloud

2. LDA 토픽 모델링

국립 문화예술기관 안내로봇에 대한 사용자 경험 요인들의 군집 패턴을 살펴보기 위해 LDA 토픽 모델링을 실시하였고, 분석 결과는 <표 1>과 같다. LDA 토픽 모델링에 사용한 토픽 수는 혼잡도(Perplexity)와 일관성(Coherence) 점수를 사용하여 선정하였다.

첫 번째 토픽은 ‘기능’으로 ‘서비스’, ‘다국어’, ‘편의시설’, ‘수어해설’, ‘동행’, ‘똑똑한’, ‘관람정보’가 키워드로 추출되었다. 이는 현재 국립 문화예술기관 안내로봇이 제공하고 있는 기본적인 기능에 관한 토픽인데, ‘똑똑한’ 로봇으로 평가되는 부분이 두드러진다.

두 번째 토픽은 ‘외형’으로 ‘얼굴표정’, ‘감정표현’, ‘동그란’, ‘빵긱’, ‘두눈’, ‘귀여움’, ‘기뻐한다’가 키워드로 추출되었다. 이는 의인화 디자인된 안내로봇의 생김새와 안내로봇이 눈동자 움직임을 위주로 얼굴 표정으로 표현하는 감정에 관한 토픽이다.

세 번째 토픽은 ‘상호작용’으로 ‘하이큐아이’, ‘음성인

식’, ‘터치’, ‘질문’, ‘하트’, ‘충전’, ‘움직이면서’가 키워드로 추출되었다. 이는 사용자와 안내로봇의 음성 대화형 상호작용에 관한 토픽이다.

네 번째 토픽은 ‘역할 1 : 해설사’로 ‘도슨트로봇’, ‘큐레이팅로봇’, ‘오디오가이드’, ‘들으며’, ‘화면’, ‘보이는’, ‘돌아다니면서’가 키워드로 추출되었다. 이는 안내로봇의 문화 해설사 역할에 관한 토픽으로, 관람 콘텐츠의 시각적 디스플레이 표현이 포함되어 있다.

다섯 번째 토픽은 ‘역할 2 : 도우미’로 ‘아이들’, ‘인기’, ‘따라가다’, ‘도우미로봇’, ‘신기하다’, ‘4차산업혁명’, ‘체험공간’이 키워드로 추출되었다. 이는 안내로봇의 어린이들의 체험활동 도우미 역할에 관한 토픽으로, 움직이는 휴머노이드 로봇에 대한 신기하고 재미있는 경험에 대한 내용들이다.

표 1. 토픽 모델링 결과
Table 1. Result of topic modeling

토픽	토픽 키워드	토픽 해석
기능	서비스, 다국어, 편의시설, 수어해설, 동행, 똑똑한, 관람정보	안내로봇이 기본적으로 제공하는 다양한 기능에 관한 토픽
외형	얼굴표정, 감정표현, 동그란, 빵긱, 두눈, 귀여움, 기뻐한다	안내로봇의 생김새와 감정표현에 관한 토픽
상호작용	하이큐아이, 음성인식, 터치, 질문, 하트, 충전, 움직이면서	안내로봇과 사용자의 상호작용에 관한 토픽
역할 1 : 해설사	도슨트로봇, 들으며, 큐레이팅로봇, 보이는, 오디오가이드, 화면, 돌아다니면서	안내로봇의 문화해설사 역할에 관한 토픽
역할 2 : 도우미	아이들, 인기, 따라가다, 도우미로봇, 신기하다, 4차산업혁명, 체험공간	안내로봇의 어린이 체험활동 도우미 역할에 관한 토픽

3. 감성 분석

감성 분석은 수집된 400개의 리뷰를 대상으로 진행하였다. 감성 분석 결과는 0~1 사이 값에 해당하는 감성 지수를 사용하여 0~0.4는 부정(negative)로, 0.4~0.7은 중립(neutral)로, 0.7~1은 긍정(positive)로 분류하였

다. 감성 분석의 결과 전체 리뷰의 86.75%에 해당하는 347개의 리뷰가 긍정 리뷰였으며, 긍정 리뷰의 84.4%(293개)가 감성 지수 0.9 이상의 긍정적인 리뷰로 나타났다. 반면에, 부정 리뷰는 전체 리뷰의 8.5%에 해당하는 34개인 것으로 확인되었다. 부정 리뷰의 85.3%(29개)가 감성 지수 0.2 미만의 매우 부정적인 평가를 표현한 것으로 나타났다. 마지막으로 중립 리뷰는 전체리뷰의 4.75%에 해당하는 19개이었다.

V. 결론 및 논의

이 연구는 텍스트 마이닝 기법을 사용하여 박물관 등 국립 문화예술기관에서 서비스 중인 안내로봇에 대한 사용자 경험 요인을 도출하고, 사용자 경험 증진 방안을 제안하고자 하였다. TF-IDF로 주요 키워드를 확인하고, LDA 토픽 모델링을 통해 핵심 사용자 경험 요인을 분류하였으며, 감성 분석을 통해 사용자 경험 증진 방안을 제안하고자 부정 리뷰를 중점적으로 검토하였다.

LDA 토픽 모델링과 감성 분석 결과를 종합적으로 정리하면 아래와 같다. 안내로봇은 다양한 기능을 수행할 수 있도록 설계되었다. 전시 및 관람 정보, 위치 안내 등 여러 가지 정보를 제공할 뿐만 아니라, 한국어, 영어, 중국어, 일본어 4개 국어를 구사할 수 있으며, 수어 해설이 가능하고 동행 안내 서비스를 지원하고 있기 때문이다[42]. 토픽 모델링 분석 결과, '기능' 토픽에서 '똑똑한'이라는 키워드가 함께 추출된 것을 통해 사용자가 다양한 기능을 제공하고 있는 안내로봇을 스마트하다고 인지하고 있음을 확인할 수 있었다.

안내로봇의 외형, 특히 얼굴의 표정 표현은 인간-로봇 상호작용에서 매우 중요한 설계 요소이며, 공공 서비스 안내 로봇의 어린이 사용자가 많은 맥락적 특성상 불쾌감을 유발하지 않고, 귀여운 인상을 제공해야 한다. '외형' 토픽을 통해서 안내로봇의 얼굴과 눈이 사용자가 안내로봇에게 흥미를 갖게 하고, 긍정적인 감정을 유도하는 주요한 요인으로 작용하였음을 확인하였다. 박물관 안내로봇은 얼굴 부분의 디스플레이에 표현되는 눈 움직임으로 웃고 우는 등의 감정 표현이 구현되었는데, '빵긱', '기뻐한다', '귀여움' 키워드가 함께 도출된 것을 통해 안내로봇이 웃는 표정을 표현할 때 귀여움의 긍정적 감성을 유발하고 있음을 확인하였다.

사용자와 안내로봇과의 음성 대화형 상호작용에 대한 사용자 리뷰는 인공지능이 적용되는 서비스 로봇의 영역에서 매우 중요한 사용자 평가 자료이다. 안내로봇과 상호작용하는 방식에 해당하는 단어들이 토픽으로 구성되었으며, '하이큐아이'는 안내로봇을 불러서 '음성 인식'을 작동시킬 수 있는 단어이고, 안내로봇 몸의 스크린을 '터치'하여 '퀴즈'를 맞추면 안내로봇 눈이 '하트'로 변하는 연속적 상호작용에 대한 평가가 두드러지게 나타났다. '상호작용' 토픽에서 '충전'이 상위 키워드로 나타난 이유는 충전이 필요한 안내 로봇이 '배가 고프다'는 메시지와 스스로 '움직이면서' 충전대로 돌아가는 행동을 했기 때문으로, 이러한 행동을 의인화한 상호작용 디자인 설계가 다수의 사용자가 리뷰를 남길 만큼 인상 깊었음을 확인할 수 있었다.

LDA 토픽 모델링 결과를 통해 안내로봇이 단순 안내 및 정보제공 이상의 역할도 적절히 수행하고 있음을 확인할 수 있었다. 두 가지 토픽이 안내로봇의 역할과 관련이 있었는데, 첫 번째는 '문화해설사' 역할로 안내로봇이 2021년과 2022년 국립현대미술관에서 두 차례 문화해설사로 활동하며 8만 번 이상 작품을 설명하였다 [43-44]. 안내로봇은 작품 앞으로 이동하여 작품을 설명하고, 작품의 크기가 작은 경우 몸의 스크린으로 작품을 확대하여 설명과 함께 보여주어 작품 감상에 도움을 줄 수 있다[44]. 이처럼 음성 인터페이스와 시각 인터페이스를 함께 활용한 멀티모달 인터페이스(multimodal interface)가 작품을 감상하는데 사용자에게 유용하였음을 '역할 1: 해설사' 토픽의 키워드를 통해 미루어볼 수 있다.

두 번째 역할은 '도우미' 역할로 아동 관람객 혹은 가족 단위 관람객에서 인상 깊은 경험으로 인식되었다. 안내로봇을 따라가며 전시장 곳곳을 함께 관람하는 새로운 경험이 매우 긍정적인 리뷰로 표현되었으며, '따라가다', '체험공간', '도우미로봇' 등의 키워드가 높은 중요도로 도출되었다. 또한, 박물관이 옛 유물을 전시하여 과거의 경험을 전달하였다면, 같은 공간에서 안내로봇은 인공지능과 자율주행이라는 '4차산업혁명' 기술이 종합된 미래적인 경험을 제공하였다. 토픽 키워드를 종합해보면 안내로봇이 있는 문화예술 전시공간이 사용자에게 과거와 미래를 동시에 체험할 수 있는 공간이라는 상징적인 의미가 추가적으로 부여되고 있다고 해석된다.

LDA 토픽 모델링 결과와 감성 분석 결과 모두 지난 4년간의 공공 문화예술 전시공간의 안내로봇에 대한 사용자 경험이 전반적으로 긍정적임을 보여준다. 그러나 안내로봇의 도입을 추가로 계획되고 있고 다양한 역할 수행에 대한 기대가 큰 만큼, 부정 리뷰를 통해 개선사항을 발굴하는 것이 중요하다.

감성 분석을 통해 분류된 부정 리뷰의 결과를 종합해보면 ‘음성인식 실패’, ‘복잡함’, ‘정해진 질문 외 대답 못함’, ‘로봇으로 인한 일자리 사라짐’, ‘낮설음’, ‘어설피름’, ‘안내로봇 해설이 방해됨’, ‘시끄러움’, ‘움직이는 스피커 같음’ 이 주요한 부정적 사용자 경험 요인으로 확인되었다. 이러한 저해 요인을 보완하기 위해서는 기술적 차원의 접근뿐 아니라, 인간-로봇 상호작용 설계 차원의 해결 접근이 필요하다.

안내로봇과의 상호작용 측면에서 사용자 주도의 상호작용이 가능하도록 개선할 필요가 있다. 현재는 안내로봇의 주도하에 사람이 뒤를 따라가고 있지만, 향후에는 사용자가 주도하며 원하는 곳으로 안내로봇이 함께 이동하며 설명을 해준다면 더 긍정적인 사용자 경험을 제공할 수 있을 것이다. 특히, 초등학교 3학년~6학년 교육 과정[45]에 문화예술 전시공간 연계 활동들이 있어 어린이 관람객의 방문은 향후에도 계속될 것이므로, 어린이와의 상호작용 특성을 더욱 세심하게 고려하여 설계를 개선하여야 한다.

안내로봇이 가진 멀티모달 인터페이스를 활용하여 작품을 확대하여 보여준 것처럼, 관람객이 더욱 다양한 방식의 관람 경험을 제공할 수 있는 콘텐츠 개발과 안내 서비스 디자인을 고안해야 한다. 사용자가 안내로봇이 방해되고 시끄럽다고 느낀 이유가 안내로봇의 작품 해설이 애플리케이션을 통해 들을 수 있는 오디오가이드와 완전히 동일했기 때문이다. 이에 전문도슨트나 큐레이터들이 문화해설사로봇 전용 콘텐츠를 제작하고 문화해설로봇이 세션을 운영하면 인간과 로봇의 협업으로 사용자 경험을 증진시킬 수 있을 것이다.

한편, 어린이와 다르게 성인이 안내로봇을 낮설어하는 경우가 있었는데 그 원인이 정확히 어디에 있는지는 이 연구의 데이터만으로는 파악할 수 없었다. 두 가지 추측을 해볼 수 있는데 한 가지 원인은 의인화이다. 외형적으로 의인화된 안내로봇을 받아들이는 정도의 차이로 만화, 애니메이션 등의 어린이 영상 매체를 통해 의인화된 로봇이 어린이들에게는 익숙하게 느껴졌을

수도 있다. 그러나 성인에게는 오히려 불쾌한 골짜기 현상을 일으켜 심리적 불쾌감을 느낄 정도의 높은 의인화 수준[19-20]으로 다가왔을 수도 있다고 추측해볼 수 있다. 또 다른 한 가지 원인은 근접성이다. 선행연구에서는 어린이보다 성인이 로봇이 더 가까이 다가올 수 있도록 수용하였는데 영역의 의미를 보면 어린이는 일반적인 타인과의 대화를 하는 영역이고 성인은 가까운 친구들과의 대화를 하는 영역이다[21]. 그렇기 때문에 낮선 사람들이 많이 있는 장소에서 성인은 안내로봇이 다가오는 것을 불편하게 느꼈을 수도 있다. 이러한 근접성은 사람의 성격에 따라서도 수용정도가 달라진다[22-23]고 하였으니 안내로봇과 관련하여 추가적인 연구가 필요하다.

이 연구의 한계점과 후속 연구에 대한 제언은 다음과 같다. 첫째, 하나의 안내로봇만을 선정하여 분석하였다는 점이다. 가장 대표성 있는 안내로봇 하나를 선정하였지만, 현재 다양한 안내로봇이 서비스 중이므로 후속 연구에서는 여러 안내로봇을 대상으로 분석을 실시할 필요가 있다. 다양한 분야와 여러 가지 서비스 로봇 중에서 이 연구는 공공 문화예술 분야의 특정 안내로봇만을 대상으로 연구 범위를 한정하였지만, 향후 서비스 로봇의 활용도가 높기 때문에 지속적인 관심과 연구가 이어져야 한다. 둘째, 토픽 모델링 해석에 있어서 연구자의 주관적 판단을 배제할 수 없다는 점이다. 이 연구 결과 해석의 객관성을 유지하고자 최대한 수집된 리뷰 데이터에 근거하고 데스크 리서치를 통한 정부 배포 자료와 뉴스 기사를 참고하여 연구자 주관의 개입을 최소화하고자 노력하였다. 향후 연구에서는 사용자 인터뷰, 설문 조사 등의 정성 및 정량 연구 방법을 추가로 활용한다면 안내로봇에 대한 사용자 경험 연구 분야에 도움이 될 것이다.

이러한 한계점에도 이 연구는 공공 문화예술 전시공간 안내로봇을 대상으로 서비스 시작 시점부터 현재까지 작성된 모든 리뷰를 대상으로 사용자 경험을 탐구했다는 점에서 HRI 분야의 학술적 의의가 있다. 또한, 향후 사용자 경험 증진을 위해 기술적, 서비스적 차원의 개선 방안을 제안했다는 실용적 의의를 가진다. 이 연구의 결과는 국립 문화예술기관 안내로봇을 개선하여 긍정적인 사용자 경험을 증진시키는데 참고할 수 있을 것이며, 나아가 안내로봇을 포함한 서비스 로봇 분야의 사용자 경험 디자인에 기여할 수 있을 것이다.

References

- [1] Y. J. Jung, "AI Robot Becomes Guide at National Assembly Museum... National Assembly Hires 'First Robot Civil Servant'," *Yonhap News Agency*, 2022. Available : <https://www.yna.co.kr/view/AKR2022121405480001?input=1195m>
- [2] J. Y. Park, "Call 'Hi QI' for Quick and Easy Cultural and Exhibition Information, Even Sign Language Explanations," *Newsis*, 2022. Available : https://newsis.com/view/?id=NISX20220609_0001901301&cID=10701&pID=10700
- [3] National Museum of Korea, "AI Exhibition Guidance Robot 'QI' Begins Trial Service," 2018. Available : <https://www.museum.go.kr/site/main/archive/united/14728>
- [4] Daegu Metropolitan City, "Dongdaegu Station and Seodaegu Station, Utilized to Service Robot Model House," 2022. Available : http://info.daegu.go.kr/newshome/mtnmain.php?mt_nkey=articleview&mkey=scatelist&mkey2=1&aid=257647
- [5] Incheon Airport, "No More Struggling at the Airport: Ask 'Airstar' the Incheon Airport Guidance Robot for Help," 2018. Available : https://www.airport.kr/co/ko/cmm/cmmBbsView.do?PAGEINDEX=1&SEARCH_STR=&FNCT_CODE=121&SEARCH_TYPE=&SEARCH_FROM=2017.05.11&SEARCH_TO=2018.05.11&NTT_ID=23197
- [6] Gyeonggido, "Gyeonggido-Hallym University Sacred Heart Hospital, Forum on Sharing Results of Clinical Trials for Medical Robots Held," 2022. Available : https://gnews.gg.go.kr/briefing/brief_gongbo_view.do?BS_CODE=S017&number=55468
- [7] J. D. Lee, "LG Cloi Robot Helps with Digital Education in Schools," *The Kyunghyang Shinmun*, 2022. Available : <https://www.khan.co.kr/economy/economy-genera1/article/202212011203001>
- [8] K. I. Kim, "ASTI Market Insight 32: service robot," *Korea Institute of Science and Technology Information*, 2022.
- [9] Y. S. Park, and Y. S. Kim, "The Structural Relationships Among Factors Affecting the Usage of Social Network Service : Focusing on the Technology Acceptance Model(TAM) and the Flow," *Journal of the Korea Society of IT Services*, Vol. 11, No. 1, pp. 247-272, 2012.
- [10] International Federation of Robotics(IFR), "Topics and Definitions," Available : <https://ifr.org/#topics>
- [11] J. H. Lim, and H. J. Kim, "Development of an Autonomous Guide Robot for Campus Tour," *Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers A*, Vol. 41, No. 6, pp. 543-551, 2017.
- [12] LG Electronics, "LG Chloe Guide Robot," Available : <https://www.lge.co.kr/service-robot/service-robot/rscgd20>
- [13] HANCOM ROBOTICS, "Self-driving guide robot," Available : <http://www.hancomrobotics.com/GuideRobot>
- [14] S. Thrun, M. Bennewitz, W. Burgard, A. B. Cremers, F., Dellaert, D. Fox, D. Hähnel, C. Rosenberg, N. Roy, J. Schulte, and D. Schulz, "MINERVA: a second-generation museum tour-guide robot," In *Proceedings 1999 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Vol. 3, IEEE, 1999.
- [15] S. Thrun, M. Beetz, M. Bennewitz, W. Burgard, A. B. Cremers, F. Dellaert, D. Fox, D. Hähnel, C. Rosenberg, N. Roy, J. Schulte, and D. Schulz, "Probabilistic algorithms and the interactive museum tour-guide robot minerva," *The International Journal of Robotics Research*, Vol. 19, No. 11, pp. 972-999, 2000.
- [16] G. H. Kim, and W. J. Chung, "Navigation Behavior Selection Using Generalized Stochastic Petri Nets for a Service Robot," *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics Part C: Applications and Reviews*, Vol. 37, No. 4, 2007.
- [17] J. H. Kim, B. S. Seo, J. I. Cho, and J. D. Choi, "Life Companion Robots," *Electronics and Telecommunications Trends*, vol. 36, no. 1, pp. 12-21, 2021.
- [18] C. S. Park, M. S. Jang, D. W. Lee, and J. H. Kim, "Cognition-Expression Technology Trend for Human and Robot Interaction," *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 28, No.4, pp. 86-96, 2013.
- [19] B. C. Müller, X. Gao, S. R. Nijssen, and T. G. Damen, "I, robot: How human appearance and mind attribution relate to the perceived danger of robots," *International Journal of Social Robotics*, Vol. 13, No. 4, pp. 691-701, 2021.
- [20] H. I. Shin, "Uncanny Valley: Relationships Between Anthropomorphic Attribution to Robots, Mind Perception, and Moral Care," *Korean*

- Journal of the science of Emotion & sensibility*, Vol. 24, No. 4, pp. 3-16, 2021.
- [21] M. L. Walters, K. Dautenhahn, K. L. Koay, C. Kaouri, R. Boekhorst, C. Nehaniv, I. Werry, and D. Lee, "Close encounters: Spatial distances between people and a robot of mechanistic appearance," In *5th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots*, pp. 450-455, IEEE, 2005.
- [22] S. Rossi, M. Staffa, L. Bove, R. Capasso, and G. Ercolano, "User's personality and activity influence on HRI comfortable distances," In *International Conference on Social Robotics*, pp. 167-177, 2017.
- [23] M. L. Walters, K. Dautenhahn, R. Te Boekhorst, K. L. Koay, C. Kaouri, S. Woods, C. Nehaniv, D. Lee, and I. Werry, "The influence of subjects' personality traits on personal spatial zones in a human-robot interaction experiment," In *Proceedings of the ROMAN 2005-IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 347-352, 2005.
- [24] M. L. Walters, M. A. Oskoei, D. S. Syrdal, and K. Dautenhahn, "A long-term human-robot proxemic study," In *Proceedings of the 2011 RO-MAN*, pp. 137-142, IEEE, 2011.
- [25] U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, and P. Smyth "From data mining to knowledge discovery in databases," *AI magazine*, Vol. 17, No. 3, pp. 37-37, 1996.
- [26] H. R. Shin, and J. H. Choi, "Analysis of User Reviews for Webtoon Applications Using Text Mining," *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 8, No. 4, pp. 457-468, 2022.
- [27] M. S. Park, and S. Y. Oh, "Why People Participate in Collaborative Consumption? Analysis of Car-Sharing 'SOCAR' User's Blog Using Text Mining," *Journal of Consumption Culture*, Vol. 21, No. 2, pp. 121-143, 2018.
- [28] J. H. Lee, H. J. Seon, and H. J. Lee, "Positioning of smart speakers by applying text mining to consumer reviews: Focusing on artificial intelligence factors," *Knowledge Management Research*, Vol. 21, No. 1, pp. 197-210, 2020.
- [29] S. R. Kim, Y. W. Choi, and H. Y. Yoon, "The Analysis of the Visitors' Experiences in Yeonnam-dong before and after the Gyeongui Line Park Project - A Text Mining Approach -," *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, Vol. 47, No. 4, pp. 33-49, 2019.
- [30] Naver Developers, "Naver Open API," Available :<https://developers.naver.com/docs/search/blog>
- [31] H. Y. Kim, "soynlp", GitHub, 2021. Available : <https://github.com/lovit/soynlp>
- [32] fingeredman, "TEANAPS", GitHub, 2019. Available :<https://github.com/fingeredman/teanaps>
- [33] S. M. Kim, and H. H. Cha, "A Exploratory Analysis on Knowledge Structure of Untact Research," *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 7, No. 2, pp. 367-375, 2021.
- [34] D. M. Blei, A. Y. Ng, and M. I. Jordan, "Latent dirichlet allocation," *Journal of machine Learning research*, Vol. 3, pp. 993-1022, 2003.
- [35] S. J. Park, J. O. John, S. W. Kim, and S. T Kim, "A Big-Data Analysis of Presidential Issue Ownership of two Prestigious Korean Newspapers : Focusing on LDA(latent Dirichlet allocation) Topic Modeling," *The Journal of Political Science & Communication*, Vol. 20, No. 3, pp. 25-55, 2017.
- [36] J. Chang, S. Gerrish, C. Wang, J. Boyd-Graber, and D. Blei, "Reading tea leaves: How humans interpret topic models," *Advances in neural information processing systems*, Vol. 22, 2009.
- [37] D. Newman, J. H. Lau, K. Grieser, and T. Baldwin, "Automatic evaluation of topic coherence," In *Human language technologies: The 2010 annual conference of the North American chapter of the association for computational linguistics*, pp. 100-108, 2010.
- [38] W. Medhat, A. Hassan, and H. Korashy, "Sentiment analysis algorithms and applications: A survey," *Ain Shams engineering journal*, Vol. 5, No. 4, pp. 1093-1113, 2014.
- [39] B. Liu, "Sentiment analysis and opinion mining," *Synthesis lectures on human language technologies*, Vol. 5, No. 1, pp. 1-167, 2012.
- [40] S. H. Seo, and J. T. Kim, "Deep learning-based sentiment analysis Research Trends," *Korea Multimedia Society*, Vol. 20, No. 3, pp. 8-22, 2016
- [41] J. H. Lee, "Sentimental Analysis Research Trends," *Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference*, pp. 358-361, 2018
- [42] Ministry of Culture, Sports and Tourism(MCST) "AI Robot, Provides Guidance in Art Exhibitions, Movies, and Performances," 2021.

Available : https://www.mcst.go.kr/kor/s_notice/press/pressView.jsp?pSeq=18873

- [43]E. J. Lee, "AI Robot QI Provides Exhibition Explanation at 'Lee Gun-Hee Special Exhibition'," *Yonhap News Agency*, 2021. Available :<https://www.yna.co.kr/view/AKR20211224052700005?input=1195m>
- [44]J. Y. Park, "Guide Robot QI Walks Through Museums and Art Galleries, Now at the National Assembly," *Newsis*, 2022. Available : https://newsis.com/view/?id=NISX20221213_0002121155&cID=10701&pID=10700
- [45]National Curriculum Information Center(NCIC), "Elementary School Curriculum," Available : <http://ncic.re.kr/>