

# 어린이집내 인공지능 로봇 사용경험 여부에 따른 유아의 인공지능 인식 차이\*

Differences in Preschool Children's Perceptions of Artificial Intelligence according to their Experiences with AI Robots in daycare centers

이보람<sup>1</sup> 김수정<sup>2</sup>

Boram, Lee<sup>1</sup> Soojung, Kim<sup>2</sup>

## ABSTRACT

**Objective:** This study investigated the differences in preschool children's perceptions of artificial intelligence (AI) and their distribution by latent profiles according to their experience with AI robots in daycare centers.

**Methods:** The participants included 119 five-year-old children, 52 of whom had experience with AI robots in daycare centers and 67 of whom did not. Children's perceptions of AI were measured using the Godspeed scale from Bartneck et al.(2009). Data were analyzed using a t-test, latent profile analysis, and chi-square test.

**Results:** The results showed that compared to the inexperienced group, the experienced group reported lower levels of animacy and perceived intelligence of AI robots, indicating higher levels of AI knowledge and understanding. In addition, the experienced group had a higher probability of belonging to the 'machine recognition' type than 'organism recognition' type, although the difference was not statistically significant.

**Conclusion/Implications:** The findings suggest that experience with AI robots in daycare centers can improve children's AI knowledge and understanding. To further enhance this effect, it is necessary to increase the number of robots put into classrooms, and to consider various teaching media that reflect children's preferences.

**Key words** Artificial intelligence education, Artificial intelligence robots, Social robots, AI literacy, Latent profile analysis

\* 이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 신진연구자지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022S1A5A8052607).

### <sup>1</sup> 제1저자

대구대학교 아동가정복지학과 조교수

### <sup>2</sup> 교신저자

서울대학교 아동가족학과 박사수료생  
(e-mail : mymid@snu.ac.kr)

## I. 서론

최근 인공지능(Artificial Intelligence; AI) 기술이 비약적으로 발전함에 따라 아동의 일상생활에서도 인공지능 기술이 다양하게 활용되고 있다. 아동은 인공지능 기술을 탑재한 음성 스피커와 대화하며, 아동 개인의 학습 상황을 분석하여 맞춤형 문제를 제공하는 인공지능 기반 교육 서비스를 경험한다. 또한, 미술관의 안내 로봇이 설명해주는 작품 해설을 들으며, 어린이집에서 아이의 돌봄과 학습을 지원하기 위해 개발된 소셜 로봇과 놀이하며 상호작용하기도 한다. 이처럼 아동의 일상생활에 인공지능 기술은 널리 퍼져 있으며, 아동은 인공지능 기술과 함께 놀고 배우며 성장하고 있다(Druga et al., 2017).

인공지능 기술이 일상생활에 보편화되면서 인공지능과의 소통 및 활용능력이 강조됨에 따라, 인공지능 교육에 대한 논의가 전 세계적으로 활발히 이루어지고 있다(김수환 등, 2020). 미국에서는 2018년 인공지능 학회(Association for the Advancement of Artificial Intelligence, AAI)와 컴퓨터 교사 협회(Computer Science Teachers Association, CSTA)가 연합하여 인공지능 교육 가이드라인 ‘AI4K12 이니셔티브’를 제시하였으며(Touretzky et al., 2019), 중국 국무원은 인공지능 확산 방안을 위해 표준 인공지능 교과과정 개발, 인공지능 대회 지원 및 관련 교육 보조금 지원 등의 세부 전략을 발표하였다(김수환 등, 2020). 또한, 영국에서는 인공지능 교육을 위한 교사 양성과 더불어 핵심교과에 필수적으로 AI 교육이 포함될 것을 권장하였으며, 우리나라 역시 전 세계 동향에 발맞추어 2020년 ‘인공지능시대 교육정책 방향과 핵심과제’를 통해 인공지능 교육의 방향을 제시하였다(교육부, 2020).

최근 교육부에서 발표한 인공지능 교육 정책에서 인공지능 교육 대상으로 유아를 포함하였다는 점은 인상적이다(임지명, 최연철, 2022). 기존에 이루어지던 인공지능 교육은 대체로 초중고교 학급에 제한되어 있었는데, 이는 인공지능 교육이 유아기에 발달적으로 적합하지 않다는 부정적 견해가 존재했기 때문이다(Yang, 2022). 유아는 인공지능 기술과 같은 추상적 개념을 이해하기 어렵고, 컴퓨터나 첨단 기술의 사용은 유아기에 필요한 실제적인 경험을 대체하여 발달을 저해할 수 있다고 보았다(천희영, 2015; Ackermann, 2001). 하지만 유아를 대상으로 인공지능 교육의 효과성을 검증한 연구를 살펴보면, 유아가 안전한 환경에서 인공지능 기술이 적용된 장난감이나 매체를 조작하고, 능동적인 탐구과정을 통해 배움을 이루어 나가는 연령에 적합한 교육과정을 경험한다면 유아 역시 인공지능의 기본 개념을 충분히 이해하는 것으로 나타난다(Kewalramani et al., 2021; Williams et al., 2019). 나아가 인공지능 기술이 이미 많은 아이의 삶의 일부가 된 상황에서, 유아가 인공지능 기술을 다양한 방식으로 배우고 탐구할 기회를 얻는 것은 디지털 격차(digital divide)를 줄이고 불평등한 교육 결과가 초래되는 것을 예방하는 기초가 된다(Berson et al., 2021). 따라서 최근에는 유아기 인공지능 교육에 대한 찬반 논란보다는 아동 발달에 긍정적 영향을 미칠 수 있도록 인공지능 교육에서 무엇을 다룰 것이며, 교육 경험을 어떻게 제공할 것인가에 대한 논의가 중요하게 다뤄지고 있다(이보람 등, 2022; 임지명, 최연철, 2022; Druga et al., 2019; Yang, 2022).

하지만 최근에 이루어지고 있는 선행연구는 다음과 같은 몇 가지 한계를 가지고 있다. 첫째, 인공지능을 도구적 수단으로 활용하고 인공지능이 가지는 교육적 효과에만 집중하고 있을 뿐(김경철, 이고은, 2013; 유구종, 이정순, 2013; 이하원 등, 2020; 천희영, 박소연, 2020), 유아가 인공지능을 어떻게 인식하는지, 인공지능의 개념을 어떻게 이해하고 있는지에 대한 논의는 많이 다루고 있지 않은 실정이다. 인공지능 기술의 기본 기능을 알고 이해하며, 인공지능을 윤리적으로 활용할 수 있는 역량을 의미하는 인공지능 문해력(AI literacy)이라고 한다(Druga et al., 2019; Rodríguez-García et al., 2020). 인공지능 문해력은 인공지능의 기본 개념을 이해하고 사용하는 ‘AI 지식과 이해’, 인공지능의 지식과 개념을 다른 상황에 적용하는 ‘AI 활용과 적용’, 인공지능을 비판적으로 평가하고 창의적인 방식으로 조작하는 ‘AI 평가와 생성’, 인간 중심의 인공지능 윤리는 형성하는 ‘AI 윤리’의 네 가지 차원의 하위체계로 구성되어 있다(Ng et al., 2021). 그런데 유아 대상의 인공지능

활용 연구들은 대부분 인공지능을 학습도구로 활용한 언어 및 과학 영역에서의 성취에 주목하고 있을 뿐(Chu et al., 2022), 유아의 인공지능 개념 이해와 평가에 관한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다.

둘째, 다양한 외형과 특성을 가진 인공지능 기기를 사용하여 유아의 인공지능 인식과 이해를 살펴보았기 때문에 연구 결과를 요약하기에 어려움이 있다. 유아 대상의 인공지능 교육은 무엇을 중점적으로 다루어야 하는지의 교육 내용뿐만 아니라 교수 방법 역시 중요한 논의 대상이다. Papert의 구성주의(constructionism) 이론에 따르면, 유아는 사람이나 사물과 물리적으로 직접 접촉하여 깊이 파고드는(diving into) 상호작용이 가능한 상황에서 새로운 지식을 발견하고 배우게 된다(Ackermann, 2001). 인공지능을 탑재한 태블릿, 휴대폰, 혹은 스피커와 달리 인공지능 로봇은 유아가 물리적으로 직접 만져보고 상호작용할 수 있으며, 유아가 자신의 행위를 통해 로봇의 움직임을 만들고 이를 직관적으로 관찰할 수 있다(Belpaeme et al., 2018). 특히 인간의 외형과 유사한 인간형 인공지능 로봇은 유아와 자연스러운 대화가 가능하며, 얼굴의 발광다이오드(Light Emitting Diode, LED)를 통해 감정교류가 일어날 수 있다(유구종, 이정순, 2013). 이러한 인간형 지능 로봇을 활용한 교육활동에서 유아들은 로봇과 활발히 상호작용하고(천희영, 박소영, 2020; 하수연, 이성애, 2012; Kennedy et al., 2015; Turkle et al., 2006), 태블릿과 같이 화면에 표시되는 방식의 기기를 활용했을 때보다 작업수행 능력이 향상된다고 나타난다(Li, 2015). 즉, 실제적인 경험을 바탕으로 배움을 이루는 유아에게 인간형 인공지능 로봇은 효과적인 교수 매체가 될 수 있으므로 인간형 인공지능 로봇을 활용한 연구가 이루어질 필요가 있다.

셋째, 유아가 일상생활의 맥락에서 인공지능 로봇과 상호작용한 경험을 바탕으로 이루어진 연구가 부족하다. Druga 등(2019)에 의하면 유아는 물리적으로 로봇을 만져보고 조작하면서, 인공지능 로봇이 주변 상황을 인식하고 문제를 해결하는 방식을 이해하게 된다. 4~7세 유아를 대상으로 소셜 로봇을 활용하여 인공지능 교육을 진행한 연구에서도 유아는 소셜 로봇과의 상호작용을 통해 지식 기반의 시스템, 기계학습과 같은 인공지능의 핵심 개념을 이해하게 되었다(Williams et al., 2019). 하지만 이와 같은 연구 결과는 아동의 놀이나 일상과 분리된 맥락에서 단기간 진행되었다는 한계가 있다. 유아는 놀이라는 구체적 경험을 통해 사고하며 능동적으로 학습하는 존재임을 고려할 때, 아동의 일상생활에서 장기간 인공지능 로봇과 상호작용하면서 인공지능에 대한 지식과 이해가 증진되는지 살펴볼 필요가 있다.

마지막으로, 인공지능 로봇과의 상호작용해본 경험이 모든 유아에게 동일한 결과로 나타나는 것이 아니므로 개인의 특성에 관심을 두는 사람 중심적 분석방법(person-centered analysis)을 적용하여 살펴볼 필요가 있다. 인간의 의도를 파악하고 이에 대한 적절한 반응과 행동을 보이는 인공지능 로봇은 무생물 범주의 속성을 가지고 있는 동시에 인간의 특성을 모방하고 있다(김민경 등, 2018). 즉, 경계선적 존재인 인공지능 로봇은 유아의 인지적 갈등을 유발할 수 있으므로 유아가 인공지능 로봇을 어떻게 인식하고 이해하는지 살펴볼 필요가 있다. 대개 유아는 인간과 유사한 경계선적 존재를 접하면, 대상과 인간 사이의 신체적 유사성(Springer, 1992; Epley et al., 2007)이나 대상의 자율적 운동성(Margett & Witherington, 2011)과 같은 생물학적 속성을 바탕으로 추론하는 경향이 있다. 그런데, 상호작용과 정서표현 등이 가능한 인공지능 로봇에 대해서 유아는 생물

학적 속성보다는 정서나 사고능력과 같은 심리적 속성을 기준으로 판단하기도 한다(Nigram & Klahr, 2000).

인간형 인공지능 로봇을 제작하여 3, 4, 5세 유아의 생명현상 판단과 추론을 살펴본 연구(김민경 등, 2018)에 따르면, 연령이 어릴수록 로봇을 의인화하여 생물로 판단하고, 연령이 높아질수록 운동성이나 심리적 속성을 중요한 단서로 판단하는 경향이 나타난다. 하지만 이러한 경향성을 단정하기보다는 유아가 성인들과 같이 로봇을 생물과 무생물의 속성을 함께 가지고 있는 새로운 범주의 대상으로 이해할 수도 있다는 가능성을 제기하였다(Melson et al., 2009; Saylor et al., 2010). 이와 비슷하게 Williams 등(2019)도 유아들은 인공지능 교육을 통해 대체로 인공지능 로봇이 인간처럼 지능이 있는 것이 아니라 데이터를 통해 학습이 가능한 기계임을 이해하게 되지만, 일부 아동은 여전히 로봇에게 인간의 특성을 부여하며 로봇이 스스로 생각할 수 있는 존재라고 응답하였음을 보고하였다. 이는 인공지능 로봇과의 상호작용 경험이 유아마다 다른 효과로 나타날 수 있음을 시사하는 것으로, 인공지능 로봇 활용 경험 여부에 따라 유아의 인공지능 인식에 차이가 있는지 살펴볼 뿐만 아니라 유아가 인공지능 로봇을 어떠한 존재로 인지하는지 그 유형별로 인공지능 인식과 이해 수준에 차이가 있는지 탐색할 필요가 있다. 즉, 유아의 인공지능 인식과 관련해서는 변인 간의 전반적인 경향을 살펴보는 변수 중심의 분석방법과 더불어 사람 중심의 분석방법을 적용해 면밀히 살펴볼 필요가 있다는 것을 의미한다.

인공지능 기술에 대한 성인의 인식을 살펴본 연구에 따르면, 동일한 기술이 적용된 소셜 로봇이라 하더라도 인간과 로봇이 얼마나 유사한지에 대해 개인간 차이를 보였다(Spatola et al., 2021). 구체적으로 인공지능 기술에 대한 인식은 두 집단으로 구분되었는데, 한 집단은 로봇이 의도를 가지고 행동할 수 있으며, 살아있는 생명체와 같은 속성을 지녔다고 보지만 다른 집단은 로봇이 인간과 달리 스스로의 판단에 따라 행동할 수 없는 인공물로 인식하였다(Spatola et al., 2021). 이러한 인공지능 기술에 대한 인식 차이는 유아에게서도 유사하게 나타났는데, 예를 들어, 동일 기간 지능형 로봇을 경험하더라도 일부 유아는 로봇이 움직이고 말을 한다는 점에서 살아있다고 판단하는 반면 다른 유아는 로봇이 무생물이기 때문에 살아있지 않다고 답하였다(현은자, 손수련, 2011). 또한, 로봇이 생각할 수 있는지에 대해서는 긍정과 부정의 비율이 비슷하게 나타났을 뿐만 아니라 로봇이 생각할 수 있다고 답한 유아 중 일부는 인간과 같이 말을 한다는 점에서 로봇을 지적인 존재로 인식했지만 다른 유아는 마이크로 칩이 있다는 기계적 속성을 근거로 로봇을 지적인 존재로 판단하였다(현은자, 손수련, 2011). 이는 유아에 따라 로봇을 지적인 존재로 인식할 수도 있지만 그렇지 않을 수도 있으며, 유아가 로봇을 지적인 존재로 인식하더라도 그 이유로 인간 혹은 기계의 속성을 제시한다는 차이에서 인공지능 기술에 대한 유아의 인식이 하위 구성 개념에 따라 다양한 조합이 가능할 수 있음을 시사한다.

인공지능 기술의 영향력이 증대되는 시점에서 유아가 인공지능의 기본적인 지식을 이해하고, 적절히 활용하며, 비판적으로 평가할 수 있는 능력은 더욱 중요해질 것이다. 이에 이 연구에서는 선행연구의 한계를 보완하여 유아가 일상생활 환경인 어린이집에서 장기간 상시로 인공지능 로봇과 상호작용하고 조작해본 경험이 유아의 인공지능 인식에 차이를 발생시키는지 살펴보고자 한다. 이를 위한 연구문제는 다음과 같다.

**연구문제 1.** 유아의 인공지능 인식은 어린이집내 장기간 인공지능 로봇 사용경험 여부에 따라 차이가 있는가?

**연구문제 2.** 유아들의 인공지능 인식 프로파일에 따라 분류한 집단별 특성은 어떠한가?

**연구문제 3.** 유아들의 인공지능 인식 프로파일에 따른 잠재집단과 어린이집내 장기간 인공지능 로봇 사용경험 여부에 따른 집단 간 차이가 있는가?

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

어린이집에서 장기간 인공지능 로봇과 상호작용해본 경험이 유아의 인공지능 인식에 변화를 주는지 살펴보기 위하여 실험집단과 통제집단을 구분하여 모집하였다. 표본 크기는 G.Power 프로그램에서 효과크기 .05, 검증력 .08, 유의도 수준 .05를 산출한 결과인 102명을 기준으로 삼았다(Faul et al., 2009). 연구대상은 만 5세 유아 총 119명이며, 연구대상자의 인구사회학적 특성은 표 1과 같다. 전체 유아 119명 중 인공지능 로봇 사용경험이 있는 실험집단은 52명(43.70%), 경험이 없는 통제집단은 67명(56.30%)이었으며, 남자는 64명(53.78%), 여자는 55명(46.22%)이었다. 어린이집이 위치한 지역을 기준으로 전남 87명(73.11%), 부산 24명(20.17%), 경기도 8명(6.72%) 순이었다.

표 1. 연구대상자의 인구사회학적 특성

(N = 119)

	구분	실험집단 (n=52)	통제집단 (n=67)	전체
성별	남	30(57.69)	34(50.75)	64(53.78)
	여	22(42.31)	33(49.25)	55(46.22)
지역	경기도	0(0.00)	8(11.94)	8(6.72)
	부산	0(0.00)	24(35.82)	24(20.17)
	전남	52(100.00)	35(52.24)	87(73.11)

### 2. 측정도구

유아의 인공지능 인식과 이해 수준을 측정을 위해 Bartneck 등(2009)이 개발한 척도를 사용하였다. 해당 척도는 인간과 로봇의 상호작용을 의인화(Anthropomorphism), 유생성(Animacy), 호감도(Likeability), 인지된 지능 수준(Perceived intelligence), 안정성(Perceived safety)의 5개 하위 영역으로 구분하여 인공지능 로봇의 속성에 대한 아동의 인식을 측정할 수 있도록 한다. 하위 영역의 내용을 살펴보면, 의인화는 로봇에 인간의 외모, 특성, 행동 등을 귀속시키는 것을 의미한다. 유

생성은 유아가 로봇을 스스로 살아있는 생명체로 인지하는지에 대한 것을 뜻하며, 호감도는 로봇에 가진 감정을 측정한다. 그리고 인지된 지능 수준은 로봇의 지능 수준을 어느 정도로 인식하는지를 의미하며, 안정성에 대한 인지는 로봇과 상호작용 할 때 편안함을 어느 정도 느끼는지에 관한 것이다.

이 중 유아의 인공지능 인식과 이해 수준을 파악할 수 있는 하위 영역은 의인화, 유생성, 인지된 지능 수준으로 영역별 점수가 낮을수록 인공지능의 특성과 기능을 잘 이해하고 있다고 해석할 수 있다. 즉, 인공지능 로봇에게 인간의 특성을 귀속시키는 경향이 적고, 인공지능 로봇이 살아있는 생명체가 아니며 스스로 사고할 수 있는 존재가 아님을 인지할수록 인공지능에 대한 인식과 이해 수준이 높다고 해석할 수 있다.

원칙도는 개별 문항에 대해 6점 의미분화 척도로 구성되어 있으나 연구대상이 유아임을 고려하여 상반된 의미를 가진 두 단어 중 하나를 선택하도록 하였다. 예를 들어, 로봇에 대한 의인화 경향에 대해 ‘로봇이 사람 같이 생겼어요? 기계 같이 생겼어요?’라고 질문하였다. 하위 영역별로 점수가 높을수록, 유아가 로봇에 의인화하는 경향, 로봇을 스스로 살아있는 유기체로 인식하는 경향, 로봇이 인간과 같이 사고한다고 판단하는 경향이 높음을 의미하도록 계산하였다. 전체 문항은 총 16문항이었으며, 하위 영역별 문항 개수와 예시는 아래 표 2와 같다.

표 2. 유아의 인공지능 인식 측정 척도 내용

하위 영역	내용	문항수	예시
의인화	로봇에 인간의 외모, 특성, 행동 등을 귀속시키는 정도	5	로봇이 사람 같이 생겼어요? 기계 같이 생겼어요?
유생성	로봇을 스스로 살아있는 생명체로 인지하는 정도	6	로봇이 스스로 알아서 움직이는 것 같아요? 누군가가 움직이도록 해서 움직이는 것 같아요?
인지된 지능 수준	유아가 인식한 로봇의 지능 수준	5	로봇이 많이 알고 있을 것 같아요? 조금 알고 있을 것 같아요?

### 3. 자료수집

연구의 목적에 따라 어린이집에서 장기간 인공지능 로봇과 상호작용해본 경험이 있는 실험집단과 인공지능 로봇과의 상호작용 경험이 없는 통제집단을 구분하여 모집하였다. 이 연구의 실험설계는 비동질집단 사후측정설계(posttest-only designs with nonequivalent groups)로 실험집단과 통제집단에게 사후 검사만 시행하였다. 실험집단의 모집은 연구를 시작하기 전인 2021년 12월부터 2022년 1월까지 연구의 목적과 방법에 관한 내용을 담은 설명문을 전라남도 OO시의 육아종합지원센터를 통해 관내 어린이집에 배포하였으며 자발적으로 연구에 참여하기를 희망하는 어린이집과 교사를 모집하였다. 2022년 1월 말에 실험집단으로 선정된 네 곳의 어린이집 만 5세반 교사들을 대상으로 이 연구에서 활용한 인공지능 로봇(알파미니)의 기능 및 활용 방법에 대한

3회차의 교사 교육을 시행하였으며, 2022년 2월부터 11월까지 약 10개월간 상시로 교실 내에서 인공지능 로봇을 활용하였다. 유아의 인공지능 인식에 대한 조사는 2022년 11월 말부터 12월 초까지 실시하였으며, 사전에 부모에게 조사의 목적 및 내용을 알리는 설명문과 동의서를 배포하여 동의를 받은 후 진행하였다. 통제집단의 모집은 유아의 인공지능 인식조사를 시행하기 전인 2022년 11월 초에 연구의 목적과 방법에 관한 내용을 담은 설명문을 배포하였으며, 전남과 경기도, 부산에 있는 어린이집 네 곳을 모집하였다. 통제집단 조사 시행 이전에도 부모에게 조사의 목적 및 내용을 알리는 설명문과 동의서를 배포하여 동의를 받은 후 진행하였다. 유아의 인공지능 인식에 대한 조사는 연구책임자 1인과 연구원 2인이 수행하였으며, 조사원 간의 측정 오차를 줄이기 위하여 사전교육과 연수를 충분히 수행하였다. 조사는 유아와 1:1로 면접하는 방식으로 이루어졌고, 유아 1인당 약 5~10분 정도 소요되었다. 마지막으로, 이 연구는 제1저자가 소속된 대학교 생명윤리위원회의 심의를 거쳐 최종승인 받은 후에 실시되었으며(1040621-202207-HR-051), 연구자들은 연구설계 단계에서부터 연구윤리를 지키기 위해 노력하였다.

#### 4. 자료분석

연구대상의 사회인구학적 특성을 살펴보기 위해 빈도분석을 하였으며, 어린이집내 인공지능 로봇 경험 여부에 따라 유아의 인공지능 로봇에 대한 인식 차이가 있는지 살펴보기 위해 *t*-test를 시행하였다. 다음으로, 유아가 인공지능 로봇을 어떠한 존재로 인지하는지 유형별로 살펴보기 위하여 잠재프로파일분석(Latent Profile Analysis; LPA)을 수행하였다. 또한 유아의 인공지능 로봇 경험 여부에 따라 인공지능 인식 잠재유형에 차이가 있는지 알아보기 위해 카이제곱 검정을 실시하였다. 자료 분석은 Stata 14.0와 Mplus 8.2 프로그램을 사용하였다.

### Ⅲ. 결과 및 해석

#### 1. 인공지능 로봇 경험 여부에 따른 유아의 인공지능 인식 차이

연구대상 모집 과정에서 실험집단과 통제집단의 지역 분포가 불균등하여, 먼저 인공지능 인식이 지역에 따라 차이가 있는지 분석하였다. 분석결과, 세 가지 하위 영역에서 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다(의인화:  $F=1.91, p=.15$ , 유생성:  $F=1.26, p=.29$ , 인지된 지능 수준:  $F=.73, p=.48$ ).

유아의 인공지능 인식과 이해수준이 인공지능 로봇 상호작용 여부에 따라 차이가 나타나는지 검증한 결과를 표 3에 제시하였다. 분석 결과, 유생성( $t=2.33, p<.05$ )과 인지된 지능 수준( $t=2.17, p<.05$ )에서 실험집단이 통제집단에 비해 낮은 점수를 보였다. 이는 어린이집에서 장기간 인공지능 로봇을 사용해본 유아는 그렇지 않은 유아에 비해 로봇이 살아있는 생물과 같은 유기체보다는 인공적으로 만들어진 기계이며, 로봇이 스스로 사고하거나 판단하지 않는다고 인식함을 의미

한다. 반면 의인화에서는 집단 간 차이를 보이지 않았는데, 이는 인공지능 로봇 경험 여부에 상관 없이 로봇에 인간의 외모, 특성, 행동 등을 귀속시키는 정도는 비슷하다는 것을 의미한다.

표 3. 집단별 유아의 인공지능 인식 점수와 차이 검증

	범위	실험집단 <i>M(SD)</i>	통제집단 <i>M(SD)</i>	<i>t</i> -test
의인화	0~5	2.69(1.23)	2.53(1.20)	-.69
유생성	0~6	3.40(1.39)	4.00(1.38)	2.33*
인지된 지능 수준	0~5	3.54(1.43)	4.04(1.10)	2.17*

\**p* < .05.

## 2. 유아의 인공지능 인식 프로파일에 따라 분류한 집단별 특성

### 1) 잠재프로파일 분석 모형 적합도

유아의 인공지능 인식 잠재프로파일 분석 모형의 적합도는 표 4와 같다. 잠재계층 수는 1개에서부터 하나씩 늘려가며 AIC, BIC, ABIC, Entropy, LMRT *p*-value, BLRT *p*-value와 같은 모형 적합도 지수를 확인하였다. AIC, BIC, ABIC의 값이 작을수록(Nylund et al., 2007), Entropy의 값은 1에 가까울수록(Muthén & Muthén, 2000) 보다 적합한 모형임을 의미한다. 잠재유형의 개수가 *k*와 *k*-1인 모형을 비교하는 LMR LRT와 BLRT는 *p*-value가 .05보다 작을 경우 *k*개 모형이 *k*-1개 모형보다 낫다고 해석할 수 있다(Lo et al., 2001; Peel & McLachlan, 2000). 이러한 모형 적합도 기준을 종합적으로 고려하였을 때, 4개의 잠재유형을 최종모형으로 선택하였다.

표 4. 유아의 인공지능 인식 잠재프로파일 모형 적합도

잠재계층 수	AIC	BIC	ABIC	Entropy	LMR LRT	BLRT
1개	1207.923	1224.597	1205.629			
2개	1151.381	1179.172	1147.558	.888	.0004	.0000
3개	1143.490	1182.398	1138.139	.888	.0159	.0128
<b>4개</b>	<b>1131.787</b>	<b>1181.811</b>	<b>1124.906</b>	<b>.892</b>	<b>.0603</b>	<b>.0000</b>
5개	1132.332	1193.473	1123.922	.762	.5993	.6667

주. AIC = Akaike Information Criteria; BIC = Bayesian Information Criteria; ABIC = Adjusted Bayesian Information Criteria; LMR LRT = Lo-Mendell-Rubin Adjusted Likelihood Ratio Test; BLRT = Bootstrapped Likelihood Ratio Test.

### 2) 잠재유형별 특성

잠재프로파일 분석모형의 적합도 비교 결과, 4개의 잠재유형이 도출되었으며, 지역적 특성에

따른 잠재유형별 분포는 유의한 차이가 나타나지 않았다( $p = .90$ ). 4개의 하위 잠재유형별 특성은 표 5에 제시하였다. 유형 1은 전체의 7.56%를 차지하였으며, 의인화와 유생성 점수는 낮지만 인지된 지능 수준은 높아 ‘지능 부여형’으로 이름 지었다. 세 가지 유형화 지표에서 모두 낮은 점수를 보인 유형 2(6.72%)와 중간 정도의 점수를 보인 유형 3(20.17%)은 각각 ‘기계 인식형’과 ‘기계-유기체 인식형’으로 명명하였다. 마지막으로 전체의 65.55%를 차지한 유형 4는 의인화, 유생성, 인지된 지능 수준이 하위 집단 중 가장 높게 나왔으며 특히 유생성과 인지된 지능 수준이 4점 이상으로 높은 편이기에 ‘유기체 인식형’으로 이름 지었다. 도출된 잠재유형의 특성은 그림 1과 같다.

표 5. 유아의 인공지능 인식 잠재유형별 특성

유형화 지표	유형 1(7.56%) ‘지능 부여형’	유형 2(6.72%) ‘기계 인식형’	유형 3(20.17%) ‘기계-유기체 인식형’	유형 4(65.55%) ‘유기체 인식형’
의인화	1.00(.71)	1.25(.46)	2.71(.91)	2.90(1.16)
유생성	1.33(.87)	1.50(.93)	3.63(.88)	4.29(1.08)
인지된 지능 수준	3.78(.67)	.75(.71)	2.50(.59)	4.55(.50)

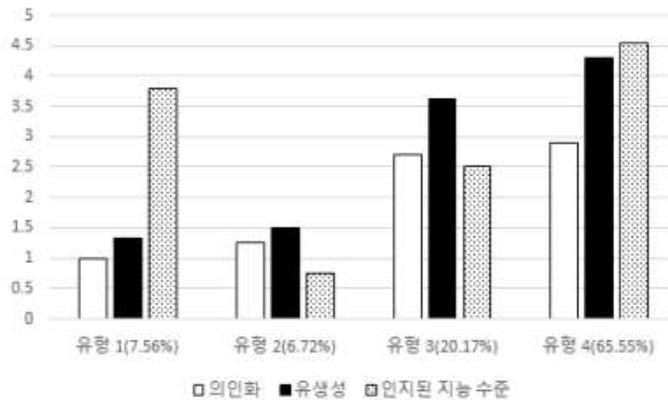


그림 1. 잠재프로파일 분석을 통해 도출한 네 집단의 유아 인공지능 인식 프로파일

### 3. 인공지능 로봇 경험 여부와 유아의 인공지능 인식 잠재유형 간의 집단 차이

인공지능 로봇 경험 여부에 따라 인공지능 인식 잠재유형 분포에 차이가 있는지 분석한 결과를 표 6에 제시하였다. 분석과정에서 5보다 작은 기대빈도가 있어 Fisher's exact test를 실시하였다. 실험집단이 통제집단보다 ‘기계 인식형’의 비율이 높고 ‘유기체 인식형’의 비율이 낮게 나타났다. 하지만 통계적으로 유의한 차이는 아니었다( $p = .07$ ). 어린이집내 인공지능 로봇 경험 여부에 따른 인공지능 문해력 잠재유형별 분포를 그림으로 나타내면 그림 2와 같다.

표 6. 유아의 인공지능 로봇 경험 여부와 인공지능 인식 잠재유형 간의 집단 차이

	지능 부여형	기계 인식형	기계-유기체 인식형	유기체 인식형	전체
실험집단	4(7.69)	7(13.46)	11(21.15)	30(57.69)	52(100.00)
통제집단	5(7.46)	1( 1.49)	13(19.40)	48(71.64)	67(100.00)

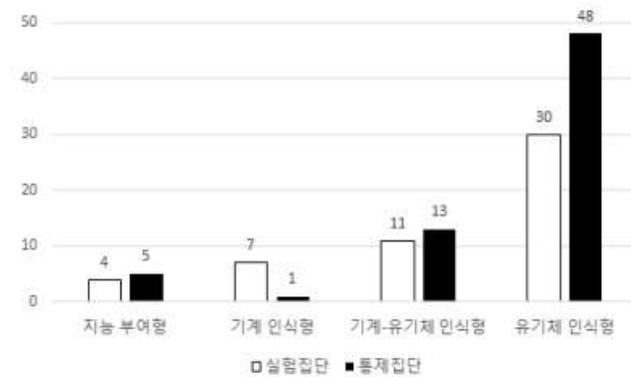


그림 2. 유아의 인공지능 로봇 경험 여부에 따른 인공지능 인식 잠재유형별 분포

#### IV. 논의 및 결론

이 연구는 만 5세 유아 119명을 대상으로 어린이집내 인공지능 로봇 활용 경험 여부에 따라 유아의 인공지능 인식과 이해에 차이가 있는지 검증하였다. 구체적으로, 인공지능 로봇 활용 유 경험 집단과 무경험 집단 간 인공지능 인식의 평균 점수와 잠재유형 분포에 차이가 있는지 분석하였다. 연구 결과, 실험집단이 통제집단보다 인공지능의 특성에 대한 이해 수준이 높은 것으로 나타났다. 그리고 인공지능 인식 프로파일에 따른 잠재유형은 ‘지능 부여형’, ‘기계 인식형’, ‘기계-유기체 인식형’, ‘유기체 인식형’의 4가지로 도출되었다. 인공지능 로봇 활용 경험에 따른 잠재유형 분포를 보면, 실험집단이 통제집단에 비해 ‘기계 인식형’에 속한 비율이 높은 반면에 ‘유기체 인식형’의 비율은 낮게 나타났다. 하지만 이러한 차이가 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 이러한 연구 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 인공지능 로봇과 교실 내에서 상호작용해 본 경험은 유아의 인공지능 문해력을 증진하는 데 도움이 된다. 연구 결과, 로봇과 상호작용해 본 경험이 있는 유아들은 그렇지 않은 유아들에 비해 인공지능 로봇이 살아있는 생물과 같은 유기체가 아니라 인공적으로 만들어낸 기계임을 인식하는 경향이 높았다. 반면에 인공지능 로봇과 상호작용해 본 경험이 없는 유아들은 미디어나 애니메이션에서 접해 본 로봇의 특성에 맞게 로봇을 사람과 같이 유기적인 생물이고 스스로 생각하고 판단하며 전능하고 똑똑한 존재로 인식하는 경향이 있었다. 인공지능 로봇은 인간과

같이 사고하고 행동할 수 있게 만든 로봇임에도 매우 제한된 수준에 머물러 있는 것이 현실이다 (Dreyfus, 1992). 실험군 집단의 유아는 인공지능 로봇과 상시로 상호작용하면서 로봇의 제한된 능력을 인지하고, 로봇이 인간보다 전능하거나 유능한 존재가 아니라 인공적으로 인간이 만들어 낸 기계이며, 인간만큼 똑똑하거나 전능한 존재가 아니라고 인식하게 된 것이다. 이는 유아가 일상에서 인공지능 로봇과 상호작용하고, 인공지능 로봇이 어떻게 작동하는지 알아보는 교육활동에 참여함으로써 유아가 인공지능 로봇을 교육하고 인간의 뜻대로 활용할 수 있다는 것을 알게 되었다는 것을 의미한다. 인공지능 문해력은 인간이 인공지능 기술과 효과적으로 의사소통하고 협업하며 비판적으로 평가할 수 있는 역량을 의미한다(Burgsteiner et al., 2016; Long & Magerko, 2020). 따라서 실험군 유아들이 인공지능 로봇의 특성에 대해 유생성과 인지된 지능을 낮게 인지하게 된 것은 인공지능 문해력이 증진된 것으로 해석할 수 있다.

다만, 의인화 경향에는 집단 간 차이가 나타나지 않았는데, 그 이유는 유아가 인공지능 로봇을 인식하고 이해할 때 범주론적 존재에 대한 지식뿐만 아니라 대상의 행동을 설명하려는 동기나 대상과의 정서적 애착에 의해서도 영향을 받기 때문으로 설명할 수 있다(Epley et al., 2007). 곰 인형 장난감에 대한 유아의 인식을 살펴본 연구 결과에서도, 유아가 곰 인형 장난감을 인공물로 인식하고 있음에도 감정적 애착을 느끼기 때문에 인간의 특성을 부여하여 의인화하려는 경향이 나타난다(Gjersoe et al., 2015). 따라서 유아가 인공지능 로봇과의 상호작용 경험을 통해 인공지능 로봇이 인간이 아닌 기계임을 인식하게 되었다고 하더라도, 인공지능 로봇과 생활하며 형성된 유대감이나 애착으로 인해 인공지능 로봇에 의인화를 하는 경향이 나타났을 가능성이 있다.

둘째, 유아는 인공지능 로봇을 ‘지능 부여형’, ‘기계 인식형’, ‘기계-유기체 인식형’, ‘유기체 인식형’의 네 가지 유형으로 인식한다. 잠재유형별 특성을 살펴보면, ‘지능 부여형’은 인공지능 로봇에 대한 의인화와 유생성은 낮지만 로봇에게 지능을 부여하는 수준은 높게 나타났다. 즉, ‘지능 부여형’ 아동은 로봇이 사람이 아니라 기계임을 인지하며, 유기체적 특성이 없음을 이해하지만, 로봇이 똑똑하며 상황에 맞게 올바른 행동을 할 수 있는 지능적 존재라고 인식한다. ‘기계 인식형’은 ‘지능 부여형’과 유사하게 의인화 및 유생성 점수는 낮지만, 인공지능 로봇의 지능 수준 또한 낮게 평가한다.

현재 인공지능 로봇은 지식에 관한 질문에는 정답을 말하지만, 맥락에 대한 해석이 요구되는 발화에는 반응하지 못하는 한계가 있다. 이는 인공지능 기술이 인간과 자연스럽게 대화하기 위한 자연어 처리 기술뿐만 아니라 상대방의 감정을 인식하고, 관찰된 행동으로부터 의도를 추론하는 기술이 부족하기 때문인데, 인공지능 교육의 핵심 원리 중 하나는 아동으로 하여금 이러한 인공지능 기술의 한계를 명확히 인지하도록 가르치는 것이다(Touretzky et al., 2019). 즉, 인공지능 이해 수준을 향상하기 위해서는 인공지능 기술이 모든 상황에 적절한 답을 제공할 수 있는 것이 아니라 주어진 문제에 따라 그 성능이 달라지는 한계를 인식할 필요가 있음을 뜻한다. 이에 ‘기계 인식형’ 유아는 인공지능 로봇이 항상 질문에 대한 올바른 답을 하지 못하며, 인공지능 로봇이 모든 일을 할 수 있는 전능한 존재가 아님을 이해했다는 점에서 인공지능 이해 수준이 높은 집단으로 볼 수 있다.

반면 ‘기계-유기체 인식형’은 의인화, 유생성, 인지된 지능 수준 모두 중간 정도의 점수를 보여

인공지능 로봇을 인공물과 유기체 그 중간 정도로 인식하고 있다. 그리고 ‘유기체 인식형’은 특히 유생성과 인지된 지능 수준이 높게 나타나 인공지능 로봇이 스스로 살아있는 생명체와 같이 활기가 있고, 반응을 보이는 존재이며 인간과 유사한 수준의 똑똑한 존재라고 이해한다. 하지만 인공지능 로봇은 인간과 같이 사고하고 행동할 수 있도록 프로그램화된 기계라는 점에서, ‘유기체 인식형’ 아동은 인공지능 로봇의 작동원리에 대한 이해 수준이 낮다고 볼 수 있다.

유아의 인공지능 인식 프로파일을 비교하면, ‘기계 인식형’은 하위 기준인 의인화, 유생성, 인지된 지능 수준에서 모두 낮은 점수를 보인 반면 ‘기계-유기체 인식형’은 중간 점수를, ‘유기체 인식형’은 높은 점수를 나타냈다. 즉, 세 유형 모두 하위 요인이 같은 방향성을 가지고 움직였다는 점에서 유아가 로봇을 의인화할수록, 그리고 로봇을 똑똑하다 판단할수록, 이를 생물로 인식하였다는 연구결과와 맥을 같이 한다(Bartneck et al., 2009; 김민경 등, 2018). 한편 ‘지능 부여형’은 ‘기계 인식형’과 유사하게 의인화와 유생성은 점수가 낮은 반면 인지된 지능 수준에서는 높은 점수를 보였다. 이는 유아가 인공지능 로봇에 대해 생물과 무생물의 속성을 함께 가지고 있는 중간자적 존재로 이해한다는 연구결과와 맥락을 같이 하는 것으로(Saylor et al., 2010; Kahn et al., 2012), 일부 유아는 인공지능 기술이 살아 있는 유기체는 아니지만 스스로 사고할 수 있다고 인식한다는 점에서 사람 중심 분석방법의 유용성을 입증하였다.

마지막으로, 유아가 인공지능 로봇과 상호작용해 본 경험이 많을수록 인공지능 로봇의 기계적 특성을 강하게 인지할 확률이 높아진다. 인공지능 로봇 활용 여부에 따른 인공지능 인식 잠재유형별 분포를 분석한 결과, 실험집단이 통제집단보다 ‘기계 인식형’에 속하는 비율이 높고 ‘유기체 인식형’에 속하는 비율은 낮았다. 즉, 유아가 어린이집에서 인공지능 로봇을 상시로 활용해보는 경험을 오랜 기간 할수록 로봇이 가진 기계적 특성을 더욱 잘 이해할 확률이 높음을 의미한다. 물론 이는 통계적으로 유의한 수준이 아니었으므로 해석에 주의가 필요하다.

첫 번째 연구 결과에서 인공지능 로봇 활용에 따른 실험집단과 통제집단 유아의 인공지능 인식 수준에 통계적으로 유의한 차이가 나타났던 것과 달리 각 실험/통제집단 내에서 인공지능 인식 프로파일에 따른 집단 분포는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그 이유는 교실 내에서 아동 개개인이 인공지능 로봇과 상호작용 한 빈도나 정도가 달랐기 때문이라고 추측할 수 있다. 다시 말해서, 장기간 인공지능 로봇을 경험한 실험집단 내에서도 일부 유아는 인공지능 로봇과 활발히 상호작용하여 인공지능에 대한 인식 수준이 향상되었고, 이에 따라 집단 간 평균 차이가 나타났을 것이다. 하지만 실험집단 내에서도 일부 유아는 인공지능 로봇과 활발히 상호작용하지 않거나 관심을 기울이지 않았기 때문에 인공지능 로봇을 경험해보지 않은 통제집단 아동과 비슷하게 ‘유기체 인식형’이나 ‘기계-유기체 인식형’으로 분류되었을 가능성이 있다. 인공지능 로봇과 상호작용한 실험집단의 학급당 유아 수는 7~19명으로 유아가 로봇을 스스로 조작하고 활용해보며 인공지능에 대한 이해 수준을 증진하기에는 인공지능 로봇과의 상호작용 경험이 충분히 제공되지 않았을 수 있다. 또한, 로봇 1대당 유아의 비율뿐만 아니라 로봇에 대한 아동의 개인적 선호는 인공지능 로봇과의 상호작용 빈도에 차이를 발생시킬 수 있기에(Sutherland, 2019) 어린이집에서 인공지능 로봇을 경험한 유아라 하더라도 인공지능 문해력 수준에는 차이가 있을 수 있다. 따라서 유아 대상의 인공지능 교육프로그램은 일대일 혹은 소그룹으로 운영하여 유아가 인공지

능 로봇을 충분히 조작하고 경험할 수 있는 환경을 제공할 필요가 있으며, 유아의 개별적 선호를 고려하여 인공지능 로봇 외에 다양한 교수 매체를 고려할 필요가 있다.

이 연구의 제한점과 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 연구대상자 모집에 있어 실험군과 통제군의 지역적 특성이 다르다는 한계가 있다. 구체적으로 인공지능 로봇을 경험한 실험집단에는 전남 지역의 어린이집만 모집되었지만, 통제집단에는 경기도, 부산, 전남 세 곳이 포함되었다. 비록 지역 차이로 인한 인공지능 인식 및 잠재유형별 분포에 차이가 나타나지는 않았지만, 지역에 따라 인공지능 로봇에 대한 접근성이나 선호도 등에 차이가 있을 수 있으므로 후속 연구에서는 실험집단과 통제집단의 특성을 동일하게 설정할 필요가 있다. 둘째, 실험설계에 있어 실험집단과 통제집단에게 사전 검사를 실시하지 못하였다는 점에서 내적타당도의 위협이 제기된다. 물론 인공지능에 대한 인식과 이해는 일상생활에서의 인공지능 기술 사용 정도에 유의한 영향을 받는 것으로 알려져 있지만(Wang et al., 2022), 인공지능 인식 차이가 어린이집내 인공지능 로봇 사용경험의 결과인지 혹은 이전부터 집단 간 차이가 있던 것인지 구분하기 위해서는 후속연구에서 사전검사를 실시할 필요가 있다. 셋째, 인공지능 문해력은 ‘지식과 이해’, ‘활용과 적용’, ‘평가와 생성’, ‘윤리’의 4가지 하위영역으로 구성되어 있음(Ng et al., 2021)에도 불구하고, 이 연구에서는 주로 ‘지식과 이해’에 초점을 맞춰 아동의 인공지능 로봇 인식 수준을 조사하였다. 후속 연구에서는 인공지능 로봇 활용 경험이 유아의 인공지능 윤리에 어떠한 영향을 미치는지, 그리고 인공지능 로봇의 작동원리를 포괄한 인공지능 원리에 대한 개념적 이해를 향상하는데 도움이 되는지 살펴볼 필요가 있다. 이러한 한계점에도 불구하고, 이 연구는 유아의 일상생활의 영역인 어린이집에서 장기간 인공지능 로봇과 상호작용해 본 경험이 유아의 인공지능 문해력을 증진할 수 있는지 탐색해 보았다는 것에 의의가 있다. 미래에는 인공지능 로봇이 더욱 활발히 이용될 것이라 예상되는 가운데, 인공지능 로봇 활용 경험이 유아의 인공지능 인식과 이해에 어떠한 영향을 미치는지 제시함으로써 유아 대상 인공지능 교육프로그램 개발의 실증적 자료가 되기를 기대한다.

## 참고문헌

- 교육부 (2020. 11). **인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제: 대한민국 미래교육이 나아가야 할 길**. <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=82674&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opType=N>에서 2022년 6월 8일 인출
- 김경철, 이고은 (2013). 교사보조로봇을 활용한 활동이 유아의 사회적 능력에 미치는 영향. **한국유아교육연구**, 15(2), 29-49.
- 김민경, 이순형, 이동훈 (2018). 범주 경계선적 대상에 대한 유아의 생명현상 이해. **인간발달연구**, 25(1), 169-194. <https://doi.org/10.15284/kjhd.2018.25.1.169>
- 김수환, 김성훈, 이민정, 김현철 (2020). K-12 학생 및 교사를 위한 인공지능 교육에 대한 고찰. **컴퓨터교육학회논문지**, 23(4), 1-11. <https://doi.org/10.32431/kace.2020.23.4.001>

- 유구중, 이정순 (2013). 지능형로봇 활용 프로그램의 사회·정서 관련측면에서의 효과. **유아교육연구**, 33(2), 393-425.
- 이보람, 안혜령, 조우미 (2022). 인간형 인공지능 로봇 활용에 대한 유아교사의 인식과 요구분석. **인간발달연구**, 29(3), 181-210. <https://doi.org/10.15284/kjhd.2022.29.3.181>
- 이하원, 이미숙, 신원애 (2020). 개정 누리과정 사회관계영역 중심 로봇 놀이활동 『ROBO - RANG』이 유아의 사회적 능력과 정서능력에 미치는 영향. **어린이미디어연구**, 19(1), 1-24. <https://doi.org/10.21183/kjcm.2020.03.19.1.1>
- 임지명, 최연철 (2022). 유아 대상 인공지능교육의 방향 모색. **유아교육연구**, 42(4), 273-296. <https://doi.org/10.18023/kjece.2022.42.4.011>
- 천희영 (2015). 만4세 유아의 스마트폰 이용 정도와 발달특성, 생활시간 간의 관계 및 이용 정도 예측변인. **한국보육지원학회지**, 11(6), 153-175. <https://doi.org/10.14698/jkce.2015.11.153>
- 천희영, 박소연 (2020). STEAM교육 접근에 의한 언플러그드 로봇 놀이프로그램이 유아의 창의적 및 사회적 인성 함양에 미치는 효과. **한국보육지원학회지**, 16(5), 1-26. <https://doi.org/10.14698/jkce.2020.16.05.001>
- 하수연, 이성애 (2012). 교사보조 인간형 로봇의 외형에 대한 만4세 유아 선호도 연구. **한국보육지원학회지**, 8(5), 89-110.
- 현은자, 손수련 (2011). 로봇은 살아 있을까? : 우리 반 교사보조로봇에 대한 유아의 인식. **아동학회지**, 32(4), 1-14.
- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438-449.
- Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E., & Zoghbi, S. (2009). Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International journal of social robotics*, 1, 71-81. <https://doi.org/10.1007/s12369-008-0001-3>
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science robotics*, 3(21), eaat5954. <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- Berson, I. R., Luo, W., & Yang, W. (2022). Narrowing the digital divide in early childhood: Technological advances and curriculum reforms. *Early Education and Development*, 33(1), 183-185. <https://doi.org/10.1080/10409289.2022.1989740>
- Burgsteiner, H., Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2016). Irobot: Teaching the basics of artificial intelligence in high schools. *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence*, 30(1), 4126-4127. <https://doi.org/10.1609/aaai.v30i1.9864>
- Chu, S. T., Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2022). Artificial intelligence-based robots in education: A systematic review of selected SSCI publications. *Computers and education: Artificial intelligence*, 100091. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100091>
- Dreyfus, H. L. (1992). *What computers still can't do: A critique of artificial reason*. MIT press.
- Druga, S., Vu, S. T., Likhith, E., & Qiu, T. (2019). Inclusive AI literacy for kids around the world.

- Proceedings of FabLearn 2019*, 104-111. <https://doi.org/10.1145/3311890.3311904>
- Druga, S., Williams, R., Breazeal, C., & Resnick, M. (2017). “Hey Google is it ok if I eat you?” Initial explorations in child-agent interaction. *Proceedings of the 2017 conference on interaction design and children*, 595-600. <https://doi.org/10.1145/3078072.3084330>
- Epley, N., Waytz, A., & Cacioppo, J. T. (2007). On seeing human: a three-factor theory of anthropomorphism. *Psychological review*, 114(4), 864-886. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.864>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149-1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Gjersoe, N. L., Hall, E. L., & Hood, B. (2015). Children attribute mental lives to toys when they are emotionally attached to them. *Cognitive Development*, 34, 28-38. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2014.12.002>
- Kahn, P. H., Jr., Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., Ruckert, J. H., & Shen, S. (2012). “Robovie, you’ll have to go into the closet now”: Children’s social and moral relationships with a humanoid robot. *Developmental Psychology*, 48(2), 303-314. <https://doi.org/10.1037/a0027033>
- Kennedy, J., Baxter, P., & Belpaeme, T. (2015). Comparing robot embodiments in a guided discovery learning interaction with children. *International Journal of Social Robotics*, 7, 293-308. <https://doi.org/10.1007/s12369-014-0277-4>
- Kewalramani, S., Kidman, G., & Palaiologou, I. (2021). Using Artificial Intelligence (AI)-interfaced robotic toys in early childhood settings: a case for children’s inquiry literacy. *European Early Childhood Education Research Journal*, 29(5), 652-668. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2021.1968458>
- Li, J. (2015). The benefit of being physically present: A survey of experimental works comparing copresent robots, telepresent robots and virtual agents. *International Journal of Human-Computer Studies*, 77, 23-37. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2015.01.001>
- Lo, Y., Mendell, N. R., & Rubin, D. B. (2001). Testing the number of components in a normal mixture. *Biometrika*, 88(3), 767-778. <https://doi.org/10.1093/biomet/88.3.767>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems*, 1-16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Margett, T. E., & Witherington, D. C. (2011). The nature of preschoolers’ concept of living and artificial objects. *Child development*, 82(6), 2067-2082. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2011.01661.x>
- Melson, G. F., Kahn Jr, P. H., Beck, A., Friedman, B., Roberts, T., Garrett, E., & Gill, B. T. (2009). Children’s behavior toward and understanding of robotic and living dogs. *Journal of Applied*

- Developmental Psychology*, 30(2), 92-102. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2008.10.011>
- Muthén, B., & Muthén, L. K. (2000). Integrating person-centered and variable-centered analysis: Growth mixture modeling with latent trajectory classes. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 24(6), 882-891. <https://doi.org/10.1097/00000374-200006000-00020>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Nigam, M. K., & Klahr, D. (2000). If robots make choices, are they alive?: Children's judgments of the animacy of intelligent artifacts. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 22. <https://escholarship.org/uc/item/6bw2h51d>
- Nylund, K. L., Asparouhov, T., & Muthén, B. O. (2007). Deciding on the number of classes in latent class analysis and growth mixture modeling: A Monte Carlo simulation study. *Structural equation modeling: A multidisciplinary Journal*, 14(4), 535-569. <https://doi.org/10.1080/10705510701575396>
- Peel, D., & McLachlan, G. J. (2000). Robust mixture modelling using the distribution. *Statistics and Computing*, 10, 339-348. <https://doi.org/10.1023/A:1008981510081>
- Rodríguez-García, J. D., Moreno-León, J., Román-González, M., & Robles, G. (2020). Introducing artificial intelligence fundamentals with LearningML: Artificial intelligence made easy. *Eighth international conference on technological ecosystems for enhancing multiculturalism*, 18-20. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436705>
- Saylor, M. M., Somanader, M., Levin, D. T., & Kawamura, K. (2010). How do young children deal with hybrids of living and non-living things: The case of humanoid robots. *British Journal of Developmental Psychology*, 28(4), 835-851. <https://doi.org/10.1348/026151009X481049>
- Spatola, N., Kühnlenz, B., & Cheng, G. (2021). Perception and evaluation in human-robot interaction: The Human-Robot Interaction Evaluation Scale (HRIES)—A multicomponent approach of anthropomorphism. *International Journal of Social Robotics*, 13(7), 1517-1539. <https://doi.org/10.1007/s12369-020-00667-4>
- Springer, K. (1992). Children's awareness of the biological implications of kinship. *Child Development*, 63(4), 950-959. <https://doi.org/10.2307/1131246>
- Sutherland, C. J. (2019). The Robots are the Same, the Children are Not. *2019 16th International Conference on Ubiquitous Robots (UR 2019)*, 254-258. <https://doi.org/10.1109/URAI.2019.8768783>
- Touretzky, D., Martin, F., Sehorn, D., Breazeal, C., & Posner, T. (2019). Special session: AI for K-12 guidelines initiative. *Proceedings of the 50th ACM technical symposium on computer science education*, 492-493. <https://doi.org/10.1145/3287324.3287525>
- Turkle, S., Taggart, W., Kidd, C. D., & Dasté, O. (2006). Relational artifacts with children and elders: the complexities of cybercompanionship. *Connection Science*, 18(4), 347-361. <https://doi.org/10.1080/09540090600868912>

- Wang, B., Rau, P. L. P., & Yuan, T. (2022). Measuring user competence in using artificial intelligence: validity and reliability of artificial intelligence literacy scale. *Behaviour & Information Technology*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2072768>
- Williams, R., Park, H. W., & Breazeal, C. (2019). A is for artificial intelligence: the impact of artificial intelligence activities on young children's perceptions of robots. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 447, 1-11. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300677>
- Yang, W. (2022). Artificial Intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100061. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100061>

논문투고 : 23.02.23.

수정원고접수 : 23.03.20.

최종게재결정 : 23.03.20.