

어린이집 교실 내 유아와 인공지능 로봇 간의 상호작용 양상과 시간의 흐름에 따른 변화 분석*

The Interaction between Intelligent Robots and Children in Daycare Centers

1차원고접수: 2023.10.10. 수정원고접수: 2023.12.01. 최종게재결정: 2023.12.13.

김수정¹ · 서혜민² · 이보람³

^{1,2}서울대학교 아동가족학과, 박사수로

³대구대학교 아동가정복지학과, 조교수

Kim, Soojung¹

Suh, Hyemin²

Lee, Boram³

^{1,2}Dept. of Child Development and Family Studies, Seoul National University

³Dept. of Child and Family Welfare, Daegu University

국문초록 이 연구는 어린이집 만 5세반 교실에 인공지능 로봇을 투입하여 자연스러운 환경에서 유아들이 로봇과 어떻게 상호작용하는지, 그리고 시간의 흐름에 따라 상호작용 양상이 달라지는지 살펴보는 데 목적이 있다. 이에 인공지능 로봇 알파미니(ALPHA MINI)를 만 5세반 어린이집 2학급(유아 33명, 교사 3명)에 투입하여 3개월간 유아, 교사, 로봇간의 상호작용을 관찰하였으며, 로봇 활용 후 교사 면담을 실시하였다. 관찰기록과 면담자료는 주제분석 방법을 적용하여 분석하였고, 연구 문제에 관련된 결과를 도출하였다. 주제분석 결과, 교실 내에서 유아는 로봇과 주로 단순한 언어를 사용하여 오락 위주의 상호작용, 정보습득용 상호작용, 정서적 상호작용을 하는 것으로 나타났다. 또한 시간의 흐름에 따른 유아와 로봇의 상호작용 양상을 살펴보면, 유아와 로봇 간의 상호작용 양상이 눈에 띄게 달라지는 않았다. 하지만 로봇과의 상호작용을 주도하는 유아가 순환하는 것으로 나타났고, 로봇을 매개로 유아와 유아, 유아와 교사 간의 상호작용 양상이 변화하는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 유아반 교실에서 인공지능 로봇을 활용하기 위해 선행되어야 할 기술적 지원, 교사교육, 인공지능 윤리에 대한 논의를 제시하였다.

주요어 인공지능 로봇, 유아 인공지능교육, 유아-로봇 상호작용, 로봇활용

Abstract The purpose of this study is to introduce artificial intelligence (AI) robots to daycare centers to examine how children interact with robots in a natural environment and whether these interaction patterns change over time. Accordingly, the AI robot ALPHA MINI was introduced into two classes (33 children and 3 teachers) at daycare centers for 5 years olds to observe interactions among children, teachers, and a robot for three months. In addition, interviews with teachers were conducted after using the robot. The findings of the study revealed that children mainly use simple language with robots to engage in entertainment-oriented interactions, information acquisition interactions, and emotional interactions. Furthermore, while the interaction between children and robots remained relatively stable over time, it was noted that children leading the interaction with robots circulated, and the interaction patterns between peers mediated by robots has changed. Based on these findings, we highlight the need for prior deliberations on technical support, teacher education, and AI ethics as prerequisites for the integration of AI robots into early childhood classrooms.

Keywords artificial intelligence robots, early childhood artificial intelligence education, child-robot interaction, robot utilization

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

인공지능 기술은 의료, 주거, 교육 등 많은 분야에서

상용화됨에 따라, 빠르게 변화하는 우리 사회에 엄청난 영향을 미치고 있다(Williams, Park, & Breazeal, 2019). 특히 인공지능 기술은 우리 사회의 가장 어린 구성원들인 영유아들의 생활, 학습, 놀이에까지 영향을 미치고 있다(Druga, Williams, Breazeal, & Resnick, 2017;

* 이 논문은 2023년 한국인간발달학회 춘계학술대회에서 포스터 발표한 내용을 수정한 것임.

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

Corresponding to 서혜민 (Suh, Hyemin)

서울대학교 아동가족학과, 박사수로 (Dept. of Child Development and Family Studies, Seoul National University) E-mail, hyemins@snu.ac.kr

Copyright © 2023 The Korean Association of Human Development. All rights reserved.

McReynolds et al., 2017). 예를 들어, 아동들은 가정에 보급된 인공지능 스피커와 대화를 하며, 인공지능 기술로 아동의 학습 상황을 분석하고 이를 바탕으로 맞춤형 콘텐츠를 제공하는 교육 서비스를 경험하고 있다. 또한 서울시(정지혜, 2021)를 비롯한 경기도(이유림, 2023), 대전(유형수, 2023) 등 다양한 지역에서 어린이 집에 인공지능 로봇 대여 서비스를 제공하기 시작하여 영유아 보육교육기관에서의 인공지능 로봇 보급 및 활용 사례가 증가하고 있다. 이처럼 인공지능 기술이 아동의 삶에 확산됨에 따라, 4차 산업혁명 시대에 살아갈 아동들이 이러한 인공지능을 기술을 습득하고 올바르게 사용할 수 있는 역량을 기르는 것이 중요한 논의로 대두되고 있다.

인공지능 교육의 필요성은 각국에서 활발히 이루어지고 있는데, 예를 들어, 미국에서는 유치원부터 고등학교 교육과정에서 인공지능, 머신러닝, 로봇 공학에 대해 배워야 할 핵심 개념을 구체화하였으며(Touretzky, Martin, Seehorn, Breazeal, & Posner, 2019), 중국에서는 표준 인공지능 교과과정을 개발하고, 인공지능 관련 교육에 대한 보조금을 지원하는 등 인공지능 확산 방안을 위한 구체적인 전략을 발표하였다(김수환, 김성훈, 이민정, 김현철, 2020). 이러한 전 세계적인 동향에 발맞춰 우리나라의 교육부(2020)에서도 인공지능 기술과의 소통 능력이 전 세대에 필요한 역량이 될 것이므로 유아기부터 놀이의 맥락에서 인공지능을 경험할 수 있도록 유아기를 포함한 인공지능 교육 정책을 발표하였다. 이렇듯 유아교육 분야에서 인공지능 교육에 관한 관심이 높아짐에 따라 영유아의 발달을 증진시킬 수 있는 도구로서 인공지능을 활용하기 시작했고, 인공지능의 교육적 효과가 증명되고 있다(Lin, Van Brummelen, Lukin, Williams, & Breazeal 2020; Vartiainen, Tedre, & Valtonen, 2020). 선행연구에 따르면 인공지능을 활용한 교육은 유아의 인공지능 문해력(이보람, 김수정, 2023), 사회적 상호작용과 활동 참여 동기(윤현민, 현은자, 2012; Druga, Vu, Likhith, & Qiu, 2019; Prentzas, 2013), 논리-수학적 지식과 창의적 문제해결력(김상언, 김상희, 2019; Fessakis, Gouli, & Mavroudi, 2013; Sullivan

& Bers, 2016) 등을 향상시키는 긍정적인 효과가 있다. 또한, 유아교육에 인공지능 기술을 적용함으로써 불평등한 교육 결과가 초래되는 것을 예방하는 기초가 된다(Berson, Luo, Yang, 2022). 따라서, 유아기 인공지능 교육의 방향은 단순히 유아에게 인공지능에 관한 지식을 전달하는 것이 아니라 유아가 호기심을 가지고 인공지능을 경험하고, 지속적으로 탐색하는 과정에서 의미 있는 배움을 이루어나갈 수 있도록 지원해야 한다.

구성주의(contructionism) 이론에 따르면 유아는 물리적으로 접촉할 수 있고 직접적인 상호작용이 이루어질 때, 사람이나 사물에 대한 새로운 지식을 발견하고 배우게 된다(Ackermann, 2001). 앞서 언급한 선행연구 가운데 인공지능을 탑재한 가상에이전트(예: 태블릿 PC, 휴대폰, 스피커) 등을 활용한 프로그램들도 유아의 인공지능 인식과 발달에 긍정적인 교육적 효과를 미쳤다는 결과가 있지만, 유아가 물리적으로 직접 만져보고 상호작용할 수 없다는 한계는 분명하다. 한편, 로봇은 물리적으로 구현된 인공지능으로서 유아와 직접적으로 상호작용할 수 있고, 유아가 자신의 행위를 통해서 로봇의 움직임을 만들어 내고 그것을 직관적으로 관찰할 수 있게 해준다(Belpaeme, Kennedy, Ramachandran, Scassellati, & Tanaka, 2018). 그뿐만 아니라 인간의 외형을 닮은 휴머노이드 로봇은 자연어처리 기술을 이용해 사람과의 자연스러운 대화가 가능하고 대화 내용에 적절한 제스처나 말투, 감정 등을 표현할 수 있다(유구종, 이정순, 2013; Kanero et al., 2018). 최근 들어 가상 에이전트의 한계를 인식하면서 유아의 발달 특성을 고려한 인공지능 로봇의 교육적 활용 사례가 활발히 보고되고 있다. 예를 들어, Gordon 등(2016)은 영어가 모국어인 3 ~ 5세 유아가 스페인어 단어를 학습하는 과정에서 인공지능 로봇으로 하여금 유아의 성취에 대해 언어적 피드백을 제공하거나 시선을 통해 힌트를 주어 유아의 단어 학습을 증진시켰음을 보고하였다. 또한, Ros 등(2016)은 인공지능 로봇을 활용한 신체 활동 프로그램에서 유아와 인공지능 로봇이 서로의 움직임을 따라하게 함으로써 유아로 하여금 신체 프로그램에 즐겁게 참여할 수 있는 동기를 고취시켰다고 하였다. 이

처럼 로봇을 활용하여 유아의 단어 학습(Chen, Park, & Breazeal, 2020), 읽기 동기(Hsiao, Chang, Lin, & Hsu, 2015), 기하학적 사고(Keren & Fridin, 2014), 탐구 능력(Kewalramani, Kidman, & Palaiologou, 2021) 등을 향상시켰다는 긍정적 연구결과들이 축적되고 있다.

하지만 이러한 선행연구는 인공지능 로봇의 교육적 효과를 입증하는 결과 중심적 연구가 주를 이루며, 대부분 실험실과 같은 통제된 상황에서 유아와 로봇 간의 상호작용을 관찰하였기 때문에 유아반 교실과 같은 자연스러운 맥락에서 교사, 유아, 그리고 로봇이 상호작용하는 방식을 면밀히 살펴볼 수 없다는 한계가 있다(Belpaeme et al., 2018; Chen et al., 2020). 유아반 교실은 다수의 유아와 교사가 함께 생활하는 공간으로 실험실에서 로봇과 유아가 일대일로 주어진 과제를 수행하는 것과 달리, 교실 내 유아는 또래와 함께 인공지능 로봇을 자유롭게 조작하고, 인공지능 로봇의 사용법에 대해 교사에게 질문하는 등 집단 맥락에서 유아-로봇-유아, 유아-로봇-교사 상호작용이 발생할 확률이 높다. 실제 유아반 교실에서 유아가 첨단기기를 활용하여 놀이할 때, 유아가 단독으로 놀이하는 모습보다는 놀이를 지속하는 유아를 중심으로 다른 또래가 놀이에 함께 참여하고 나가는 유동적인 형태를 보이는 것으로 알려져 있다(Arnott, 2016). 따라서 유아교육분야에서 인공지능 로봇을 적용하여 이루어진 선행연구는 인공지능 로봇이 도입될 유아교육기관의 환경적 맥락을 반영하지 못했다는 점에서 인공지능 로봇의 교육적 활용에 대한 현실적인 시사점을 제공할 수 없다는 한계가 있다.

물론 유아교육기관에서의 유아-로봇 상호작용 양상을 살펴본 국내 연구들(박경희, 홍지명, 2010; 용상이, 김경아, 박민아, 현은자, 2012; 정상녀, 유구종, 2011)도 존재한다. 이러한 선행연구에 따르면, 로봇에 대한 유아의 탐색 과정에서 교사는 유아에게 언어적 설명을 제공하기도 하고, 교사가 직접 로봇과의 상호작용을 보여주기도 하는 등 교사-로봇 상호작용이 유아-로봇의 상호작용을 촉발하였다(김건희, 이효신, 장수정, 구현진, 2010). 또한, 유아들은 로봇과 놀이하는 과정에서 로봇이 반복적으로 넘어지는 문제를 해결하기 위해 협

력하거나 로봇 사용 순서에 대해 논의하는 등 로봇을 매개로 한 유아-유아 상호작용이 나타났다(유구종, 윤향실, 정상녀, 2011; Tanaka, Cicourel, & Movellan, 2007). 이처럼 로봇은 유아-유아, 유아-교사 상호작용을 촉진하는 매개체의 역할을 하는데, 그 내용은 주로 로봇을 실행하는 방법이나 사용순서 등에 치우쳐 있어 상호작용의 질적인 측면에서 한계가 있다. 또한 이러한 연구들은 대부분 2009년 교육과학기술부의 ‘유아교육 선진화’ 계획을 배경으로 교사 도우미 로봇을 활용하였으나(김은영, 2010), 현재의 기술 발전을 고려하였을 때 인공지능 로봇의 도입으로 유아-교사-로봇 간의 상호작용이 어떻게 나타나는지 살펴볼 필요가 있다. 더불어 유아들이 로봇에 대해 충분히 경험하고 주도적으로 활용한다면 보다 다양한 형태의 상호작용이 가능하리라 예측되기에(이정옥, 이민정, 안경숙, 임수진, 2011), 유아교육기관에서 장기간 인공지능 로봇을 활용하면서 시간의 흐름에 따라 로봇을 매개로 한 유아-유아, 유아-교사 상호작용 양상이 달라지는지 살펴볼 필요가 있다.

이러한 필요성에 근거하여 이 연구는 인공지능 시대에 유아가 인공지능이라는 새로운 기술과 소통하는 방법을 알아가고 필요한 역량을 기르는 방향을 제시하기 위해 어린이집 교실에 인공지능 로봇을 투입하여 유아들이 로봇과 어떻게 상호작용하는지, 시간의 흐름에 따라 상호작용 양상이 달라지는지 살펴보고자 한다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

2. 연구문제

연구문제 1. 어린이집 교실 내에서 자유놀이시간에 유아와 인공지능 로봇의 상호작용 양상은 어떠한가?

연구문제 2. 유아와 인공지능 로봇의 상호작용 양상은 로봇 도입 시점부터 후기까지 시간의 흐름에 따라 어떻게 달라지는가?

II. 연구방법

1. 연구참여자

인공지능 로봇활용 프로그램에 관심이 있는 유치원과 어린이집을 대상으로 모집문건을 통해 연구의 목적과 진행방식을 안내하고, 자발적인 참여 의사가 있는 교사의 자원을 받아 학급 단위로 연구참여자를 모집하였다. 전체 연구참여자 수는 만 5세반 두 학급의 유아 33명(남아 15명, 여아 18명)과 교사 3명이다. 구체적으로, 경기도 시흥시의 A어린이집 만 5세반 유아 9명(남아 5명, 여아 4명)과 교사 1명, 부산시 B어린이집 만 5세반 유아 24명(남아 10명, 여아 14명)과 교사 2명으로 구성되어 있다. 연구에 참여한 교사의 경력은 A어린이집 5년, B어린이집 4년, 1년이다. 이를 정리하면 다음 표 1과 같다.

표 1. 연구참여 학급의 일반적 특성

구분	소재	학급연령	아동 명수	교사 명수	교사 경력
A어린이집	경기도 시흥	만 5세	9명	1명	5년
B어린이집	부산	만 5세	24명	2명	4년, 1년

2. 연구도구

이 연구에 사용한 인공지능 로봇은 UBTECH에서 개발한 알파미니(ALPHA MINI)로 인공지능과 로봇틱스 기술, 코딩을 함께 가르칠 수 있는 교육용 인공지능 로봇이다. 알파미니는 그림 1과 같이 키 245mm의 휴머노이드 외형을 가졌으며, 사람과 유사한 동작이나 움직임을 구현하고 LCD(Liquid Crystal Display) 눈동자를 통해 100여 가지의 감정을 표현할 수 있다. 그리고 네이버에서 개발한 인공지능 기술 플랫폼을 탑재하여 사람과 의사소통을 할 수 있으며, 사람의 음성이나 위치, 동작 등을 분석하여 주도적인 대화를 진행할 수 있다. 또한 휴대폰 애플리케이션과 uCode라는 PC앱을 통해 로봇의 발화와 표정, 동작을 스크래치 방식으로 코딩하여 조작할 수 있다.



그림 1. 인공지능 로봇 알파미니(ALPHA MINI)(내 손안에 서울, 2021)

3. 연구절차 및 자료수집

교실 내 유아와 인공지능 로봇의 상호작용을 관찰하기 위해 각 학급의 유아, 교사, 학부모를 대상으로 연구의 목적, 내용 등이 담긴 연구 설명서를 배부하였으며, 연구 참여에 동의한 참여자에게 동의서를 받아 연구를 시작하였다. 연구에 참여하기로 한 각 학급에 3개월간 로봇을 상시로 투입하여 함께 생활하게 하였다. A기관은 9월 14일부터 11월 9일까지, B기관은 11월 14일부터 1월 19일까지 조사가 이루어졌다.

교실 내 유아-교사-로봇 상호작용 양상을 분석을 위해 오전 자유놀이시간 중에 세 시점(로봇 도입 초기, 한 달 후, 두 달 후)에서 각 3일간 30분씩(총 9일, 270분) 3대의 카메라와 마이크를 사용하여 현장을 녹화 및 녹음하였다. 교사가 인식한 교실 내 유아와 인공지능 로봇의 상호작용 양상을 질문하기 위해, 각 학급에서 로봇을 사용하기 전과 사용한 후 각각 교사 면담을 진행하였다. 교사 면담은 반구조화된 면담(semi-structured interview)을 바탕으로 개방형 질문을 통해 시행하였으며(Merriam, 1998), 사전면담에서는 주로 인공지능과 관련한 교사의 생각과 경험을 나누었고, 사후면담에서는 로봇을 교실 안에서 사용한 경험에 관한 이야기를 나누었다. 또한, 사후면담을 시작하기 전에는 인공지능 로봇 활용 전후 유아들의 변화, 교사가 인식한 인공지능 로봇 활용 경험에 관한 내용을 포함한 반구조화된 질문지를 작성하였다. 면담 소요 시간은 30분 ~ 1시간이었으며, 연구참여자의 동의하에 녹음기를 사용하여 내용을 녹음하였다.

이 연구는 연구책임자가 소속된 기관의 생명윤리위원회 심의를 받아 최종 승인 이후 진행되었으며(승인

번호 1040621-202207-HR-051), 연구를 진행하는 동안 연구참여자의 자발적 참여, 비밀보장, 자료의 저장 및 보관 등에 대한 연구윤리를 준수하였다. 구체적으로, 수집된 연구 자료 중 교사 면담 녹음 오디오 파일은 전사본 양식에 맞춰 디지털 파일로 정리한 다음, 즉시 삭제하였다. 전사 자료와 더불어 연구 과정에서 수집된 교실 내 관찰 동영상 자료는 관련 법령에 따라 3년간 보관 후 영구삭제 하여 폐기할 예정이다.

4. 자료분석

질적 자료 분석의 시행 과정은 전사(transcription), 코드화(coding), 주제화(theme developing)의 3단계로 구분할 수 있다(이용숙 등, 2005). 이에 본 연구에서는 연구보조원 2인이 관찰 자료인 녹화 영상과 녹음 파일을 들으며 학급 내 모든 아동의 행동과 발화를 전사하였다. 총 9건의 녹화 영상과 녹음 파일은 1차 관찰 3건, 2차 관찰 3건, 3차 관찰 3건으로 구성되어 있으며, 각 차수가 끝나는 대로 전사하였다. 교사 인터뷰 자료 또한 인터뷰가 끝난 당일 녹음 파일을 전사본으로 작성하였다. 그 이후, 녹화 영상과 전사본을 보며 연구진이 구성한 코딩표에 각각의 아동과 교사의 행동과 발화를 코딩하였고, 이후 전사된 자료와 코딩화한 자료를 Braun과 Clarke (2006)의 주제분석(thematic analysis) 방법을 활용하여 연구문제와 관련된 주요 주제를 도출하고, 각각 주제들의 속성과 주제들 사이의 관계가 적합한지 살펴보는 검토의 과정을 반복하였다. 먼저, 연구자들은 수집한 자료들에서 반복적으로 나타난 단어, 상황, 사례 등을 분류하고 범주화하였다. 예를 들어, 유아가 로봇에게 노래를 틀어달라고 하거나 동작을 수행하도록 명령하는 모습이 반복적으로 관찰되어 이를 상호작용 양상의 하위 범주로 선택하였다. 다음으로, 유아-로봇 상호작용 양상이 시간의 흐름에 따라 어떻게 전개되는지에 집중하여 분석을 시행하였다. 즉 1차 분석은 유아-로봇 상호작용의 양상을 범주화하는 데 초점을 두었다면, 2차 분석은 유아-로봇 상호작용의 통시적인 변화에 초점을 두었다. 이러한 과정에서 자료 분석의 타당

성을 확보하기 위해, 모든 연구자는 2023년 2월 초부터 4월 말까지 6번의 비대면 회의에 적극적으로 참여하여 주제 도출과 정교화 작업을 반복하여 논의하고 검토하였다.

III. 결과 및 해석

1. 교실 내에서 이루어진 유아와 인공지능 로봇 간의 상호작용

유아들은 로봇을 주로 책상 위에 올려놓고 의자에 앉아 상호작용을 하였으며, 로봇을 한참 동안 응시하거나 로봇과 상호작용을 하기 위해 자신의 몸을 로봇과 가까이하고, 로봇의 일부분을 만지는 등 물리적으로 상호작용을 하였다. 또한, 유아가 로봇에게 먼저 질문을 하거나 특정 행동을 수행하도록 지시하고, 로봇에서 나오는 노래를 따라 부르는 등 언어적으로 상호작용을 하기도 하였다. 로봇의 기술적인 오류로 로봇이 유아들의 발화를 인식하지 못했을 때 유아들은 자신들의 발화를 조정하거나 내용을 전환하며 로봇과의 대화를 시도하였고, 로봇의 행동이나 발화에 대해서는 대체로 감탄사나 웃음 등의 긍정적인 반응을 보였다. 이러한 다양한 반응과 상호작용의 양상을 바탕으로 주제를 도출한 결과 유아-로봇 상호작용은 오락용, 정보습득용, 정서적 상호작용으로 구분되었다.

1) 오락용 상호작용

유아들이 본 연구에서 활용한 알파미니 로봇과 대화를 하려면 “헤이클로바”라고 명명한 뒤 질문 또는 지시해야 했는데, 주로 “헤이클로바, 너 누구야?”, “헤이클로바, 노래 틀어줘”와 같이 단순한 언어를 사용하여 로봇과의 대화를 시도하였다. 유아들은 로봇이 지시사항을 잘 이행할 수 있도록 단순한 문장으로 대화를 시도했는데, 대화 내용을 살펴보면, “방귀 뀌어봐”, “노래 틀어줘”, “쿵푸 보여줘” 등의 오락적 성격을 담은 내용이 주를 이루었다. 또한, 유아들은 로봇의 얼굴을 향해 바람을 불거나 로봇이 틀어주는 음악에 맞춰 춤을 추

었고, 로봇에게 행동을 지시하고 그 행동을 똑같이 따라 하는 모습을 보였다. 그중 가장 두드러지게 나타난 행동은 로봇에게 특정 노래를 재생시키고 노래를 따라 부르거나 음악에 맞춰 춤을 추는 행동이었다. 이러한 행동은 일회성으로 끝나지 않고 3개월의 관찰 기간 내 내 연속적으로 이루어졌으며, 한 유아가 로봇이 재생하는 노래에 맞춰 춤을 추기 시작하면 아래의 그림 2와 같이 여러 유아가 함께 모여들어 3 ~ 5명의 소집단을 이루어 노래와 춤을 추기도 하였다. 춤추기 이외에도 로봇이 쿵푸를 하고, 팔굽혀펴기를 하는 등의 동작과 움직임을 보일 때 유아들은 그것을 모방하여 신체를 움직이면서 로봇과 오락적 성격의 상호작용을 하는 것으로 나타났다. 아래 그림 3에서는 팔굽혀펴기하는 로봇과 그것을 모방하는 유아들의 모습을 볼 수 있다.



그림 2. 로봇이 재생하는 노래에 맞춰 유아들이 소집단으로 모여 춤을 추는 모습

2) 정보습득용 상호작용

유아들이 로봇에게 특정 행동을 수행하도록 지시하는 것 이외에도 로봇에게 질문을 하며 다양한 정보를 얻고자 하는 모습을 보였다. 이를 정보습득용 상호작용

으로 분류하였는데, 유아들은 로봇에게 오늘 날씨를 물어보거나, 특정 장소나 사물에 관해 물어보는 등의 질문을 하며 로봇과 상호작용을 하였다. 정보습득용 상호작용은 특히 교사의 권유나 모델링으로 인해 촉발되기도 하였다. 아래 자료 1과 자료 2의 사례에서와 같이 교사는 유아의 물음에 직접 로봇에게 질문을 하도록 유도하거나 유아와의 대화 주제를 바탕으로 로봇에게 질문하는 모습을 보여주었다. 하지만 이러한 질문에 대해 로봇이 엉뚱한 대답을 하여 교사가 다시 질문을 하거나, 유아가 이해하기 어려운 단어가 포함된 답변을 제공하여 교사가 로봇의 발화를 더 쉬운 단어로 바꿔 줄 필요가 있었다.

<자료 1>

그림을 그리고 있던 ○○가 교사에게 “선생님, 스페인 음식에 뭐가 있어요?”라고 질문한다. 교사가 ○○이 앞에 있는 로봇을 손가락으로 가리키며 “한 번 물어봐.”라고 이야기한다. 이에 ○○가 “헤이클로버, 스페인 음식은 뭐야?”라고 질문한다. 로봇이 노래를 재생하자 교사가 노래 재생을 멈춘 다음, “헤이클로버, 스페인 음식에는 뭐가 있어요?”라고 질문한다.

(A어린이집 1차 1일차 관찰 중)

<자료 2>

교사와 ○○가 스카치테이프를 색종이를 연결하고 있다. ○○가 스카치테이프에 생긴 자신의 지문을 보더니 “선생님, 원래 사람들은 엄지에 이렇게 생긴 게 있대요.”라고 말한다. 이에 교사가



그림 3. 팔굽혀펴기 하는 로봇과 로봇의 행동을 모방하는 유아들의 모습

“맞아요. 사람마다 자기만의 타고난 지문이 있어요.”라고 말한 뒤, 로봇을 바라보며 “헤이클로버, 지문이 뭐야?”라고 질문한다. 로봇이 “지식백과에 의하면 지문은 손가락의 끝마디에 있는 곡선이 만드는 무늬를 말합니다.”라고 답하자 유아가 눈을 커다랗게 뜬 채 교사를 바라보며 손가락으로 로봇을 가리킨다. 뒤이어 로봇이 “손가락의 끝마디를 물체에 대고 누르면 표면에 이 곡선 무늬가 남는데 이러한 흔적을 말하기도 합니다.”라고 말한다. 로봇의 답변을 듣고 나서 교사는 “오~ ○○가 말한 대로네. 지문은 사람의 손끝에 있는 동그란 모양이래.”라고 이야기한다.

(B어린이집 2차 1일차 관찰 중)

3) 정서적 상호작용

유아들은 인공지능 로봇이 전자기기임을 인식하고 있지만, 때때로 로봇과 정서적 상호작용을 시도하며 아래 자료 3에서와 같이 로봇이 감정을 느낄 수 있는 대상처럼 대하였다. 이처럼 유아는 사물에 해당하는 인공지능 로봇에 사고나 감정 등 인간의 특성을 부여하는 의인화(anthropomorphism) 반응을 보였다.

<자료 3>

유아 4명이 로봇을 바닥에 내려놓고 로봇 주위에 앉아서 “헤이클로버, 달려봐”라고 하니, 책상에 앉아서 다른 활동을 하고 있던 ○○가 “야, 헤이클로버 힘들다고!”라고 이야기를 한다.

(B어린이집 1차 2일차 관찰 중)

하지만 이러한 인공지능 로봇에 대한 의인화는 유아마다 개인차를 보였는데, 이에 따라 자료 4에서와 같이 인공지능 로봇을 어떻게 대할 것인가와 관련하여 유아들 사이에 논쟁이 일어나기도 하였다.

<자료 4>

“이걸 하면서 이제 맞나라고 저도 좀 헛갈렸던

게. 저도 애가, 친구들이 계속 애도 아파요. 너 자꾸 그렇게 하면 애 또 고장 나, 이런다든지 아니면 애 없으면 우리 슬프잖아, 이런 말을 계속 들으니까. 저도 모르게 인격체처럼 생각하게 돼서. 이제 몇 명 친구들이 애는 로봇이야 이러면서 이렇게 탁 넘어뜨리면 저도 모르게 그러면 아파 이런 식으로 하게 되다 보니까. 약간 이게 로봇이 로봇으로 돼야 하는지 아니면 진짜 모습만 로봇인 친구처럼 돼야 하는지. 이게 저도 헛갈리고, 몇 명 친구들도 좀 헛갈려 하더라고요. 그래서 애는 생긴 건 로봇인데 친구처럼 대해줘야 하면 애도 그림자리를 만들어주고 다 해야 돼요? 이렇게 물어보더라고요.”

(B어린이집 교사 면담 중)

2. 시간의 흐름에 따른 유아와 인공지능 로봇 간 상호작용의 변화

교실 내 유아와 인공지능 로봇 간의 상호작용은 유아 개인 특성과 더불어 시간의 흐름에 따라 변화하는 양상을 보였다. 예를 들어, 개별 유아마다 로봇과 활발히 상호작용하는 시기에 차이가 있었으며, 로봇을 매개로 한 유아-유아 상호작용이 로봇에 탑재된 기능 중심이었다가 이를 활용한 또래 간 놀이로 초점이 변화하였다. 이처럼 교실 맥락에서 교사, 유아, 로봇 간에 이루어지는 상호작용은 시간의 흐름, 로봇의 특성, 교실 내 다양한 사회적 관계 등 복합적인 요인에 의해 역동적으로 이루어짐을 알 수 있었다.

1) 로봇 사용자의 순환

유아와 로봇 간의 상호작용 방식이 바뀌지 않았지만, 로봇을 사용하는 사용자(유아)가 지속해서 바뀌는 현상이 나타났다. 로봇과 상호작용하는 것을 지켜보던 유아가 그다음 사용자가 되거나, 첫 두 달간 로봇에 관심을 보이지 않던 유아가 세 번째 달에는 로봇과의 상호작용을 시도하는 모습을 볼 수 있었다. 또한, 로봇에 관심을 보이지 않다가 관찰이 거듭됨에 따라 로봇의

소리에 반응하거나 주변 유아들이 로봇과 상호작용하는 것을 관찰하는 유아들의 모습도 볼 수 있었다. 이처럼 유아들이 많은 교실 내에서 로봇이 한 대 배치되었을 때, 로봇을 사용하는 사용자가 자연스럽게 순환하였고 특정 사용자만 독점적으로 사용하는 모습은 관찰되지 않았다. 더불어, 유아들과 로봇의 상호작용이 교실 내에서 이루어지면서 자연스럽게 교실 내에서 놀이감을 가지고 놀 때 지켜야 하는 규칙이 로봇 상호작용에도 적용됨을 알 수 있었다.

2) 로봇을 매개로 하는 상호작용의 변화

3개월간의 관찰을 통해 두드러지게 나타난 변화는 유아와 유아, 유아와 교사 간의 상호작용이 로봇을 매개로 변화하였다는 것이다. 상호작용 초반에는 유아가 로봇의 기능을 시험해보고, 이를 다른 또래들이 관찰하는 모습이 주로 관찰되었다. 더불어 자료 5에서와 같이 유아가 관찰한 로봇의 기능과 생김새, 행동 등에 대해 교사와 이야기 나누기도 하고, 로봇이 오류를 보일 때는 교사나 자료 6에서와 같이 이전에 로봇과 같은 내용으로 상호작용을 한 유아에게 도움을 요청하는 모습을 보였다.

<자료 5>

앉아 있던 로봇이 “제 머리를 만지면 깨어날 거예요”라고 이야기를 한다. 로봇을 바로 옆에서 지켜보며 그 말을 들은 ○○가 손으로 로봇의 머리를 만진다. 로봇이 몸을 일으켜 세우며 일어나니, ○○가 “우와, 뭐야!”라고 외치며 신기한 표정을 짓는다. 그러고는 교사에게 “선생님, 깨어나지 않고 그냥 일어났어요!”라고 말하니, 교사가 “갑자기? 머리도 안 만졌는데?”라고 한다. ○○가 “머리를 만졌는데, 깨어나지 않고 그냥 일어났어요.”라고 다시 이야기하니, 교사가 “그제 깨어난 거 아니야?”라고 이야기를 한 후, 손바닥을 펴서 로봇의 머리를 만지는 모습을 시연하며 “머리를 살살살 해줘야지, 잡으면 머리가 툭 부러질 수도

있어요.”라고 말한다.

(A어린이집 2차 1일차 관찰 중)

<자료 6>

○○: (□□에게) “헤이클로버 태권도 하라고 해봐봐”

□□: “헤이클로버, 너 태권도 해봐”

로봇: “무슨 말인지 이해하지 못 했어요”

△△: “헤이클로버, 태권도 해봐”

로봇: “무슨 말인지 모르겠어요”

○○: (△△에게) “무슨 말인지 모르겠대”

◇◇: “잠깐만, 내가 ●●이 불러올게!” (●●를 로봇 주변으로 데리고 온 다음, ●●에게) “태권도 하라고 해봐, 애가 태권도 하라고 하는데 안 해!”

●●: “헤이클로버, 태권도 해봐”

(B어린이집 1차 2일차 관찰 중)

차츰 시간이 흐르면서 교실 내에서 유아는 인공지능 로봇의 한계를 인식하며, 로봇과는 단순한 언어를 사용한 언어적 상호작용을 유지하였다. 또한, 로봇에 대해 유아가 관찰한 내용을 교사에게 공유하는 빈도가 감소하였으며, 자료 7에서와 같이 로봇의 오류에 대해 스스로 그 원인과 대처 방안을 판단하여 행동하고 교사에게는 주로 오류가 지속해서 발생할 때만 도움을 요청하였다.

<자료 7>

○○, □□, △△가 함께 의자에 앉아 로봇이 재생한 음악에 맞춰 율동한다. 노래가 끝나고 다른 유아들이 다가와 주변이 시끄러워지자, ○○가 “애들아, 잠깐만. 지금 클로버가 대답을 안 하거든. 조금만 조용히 해줘.”라고 말한다. 주변에 있던 유아들이 말하던 것을 멈추자 ○○가 로봇에게 노래를 틀어달라고 요청한다.

(B어린이집 2차 2일차 관찰 중)

반면 로봇을 매개로 한 또래 간 상호작용은 그 내용이 변화하기 시작하였는데, 초기에는 유아가 관찰한 로봇의 동작이나 기능 등을 또래에게 공유하는 것이 주를 이루었다면 이후에는 자료 8, 9에서와 같이 또래와 함께 로봇의 기능을 활용한 놀이를 즐기는 모습을 보였다.

<자료 8>

로봇이 ○○의 얼굴을 인식하고 “○○, 당신을 만나서 반가워요”라고 말한다. 조금 뒤, ○○이 로봇에게 “헤이클로버, 나 누구야?”라고 질문한 뒤 책상 밑으로 숨는다. 이를 지켜보던 □□가 웃으며 다가온다. 로봇이 머리를 굽는 동작을 하며 “누구세요? 모르는 사람인 것 같아요”라고 말하자 ○○가 다시 책상 위로 얼굴을 내밀며 “헤이클로버, 나 누구야?”라고 질문한다. 질문이 끝나자마자 ○○와 □□가 책상 밑으로 숨는다. 아까와 같이 머리를 굽는 동작을 하며 “누구세요? 모르는 사람인 것 같아요”라고 말한다. △△가 가까이 오자, ○○가 또래들에게 “이번에는 우리 다 같이 있어 보자”라고 말한 다음 로봇에게 “헤이클로버, 나 누구야?”라고 질문한다. ○○, □□, △△가 서로 얼굴을 붙인 채 로봇 앞에 선다.

(A어린이집 3차 1일차 관찰 중)

<자료 9>

유아 3명이 로봇에서 재생되는 노래를 따라 부르고 있다. 잠시 ○○가 일어나 노래 가사가 적힌 종이를 들고 와서 친구들에게 보여준다. 유아 3명이 종이를 보며 노래를 부른다. 저작권 문제로 노래가 1분 동안 재생되고 다음 노래로 넘어가자, 새로운 노래에 맞춰 의자에 앉아 울동을 시작한다. 또 다음 노래가 재생되자, 이번에는 유아들이 모두 의자에서 일어나 춤을 춘다.

(B어린이집 2차 2일차 관찰 중)

IV. 논의 및 결론

이 연구는 인공지능 기술 발전이 유아의 일상생활에 영향을 주고 있는 현실에 발맞추어 어린이집 교실에 인공지능 로봇을 투입하여 자연스러운 환경에서 유아들이 로봇과 어떻게 상호작용하는지, 그리고 시간에 흐름에 따라 상호작용하는 양식이 달라지는지 살펴보았다. 주요 분석결과와 이에 따른 논의는 다음과 같다.

어린이집 교실 내에서 로봇과 생활한 유아들은 로봇과 오락용, 정보습득용, 정서적 상호작용을 하는 것으로 나타났다. 이와 유사하게 선행연구에서도 유아가 로봇의 울동을 탐색하고 이를 또래와 함께 따라 하며(나은숙, 윤태복, 2021), 로봇에 대한 친밀감을 신체적 접촉으로 표현하고 로봇이 마치 감정이 있는 대상처럼 배려하고 돌보는 행위(박선미, 2015; 윤현민, 현은자, 2012)를 보이는 등 로봇과의 오락용, 정서적 상호작용이 보고된 바 있다. 반면, 이 연구에서는 로봇과 정보습득용 상호작용을 발견하였다는 점에서 선행연구와 차이를 보이는데, 이는 앞선 연구들에서 사용된 로봇과 인공지능 로봇의 기능적인 차이에 기인한 것이라 볼 수 있다. 본 연구에서 사용된 인공지능 로봇은 사람의 언어를 이해하고, 생성하는 자연어처리 기술이 적용되어 유아의 음성 질문에 대답할 수 있다. 이로 인해 유아는 로봇을 지식을 전달하는 도구로 여기고 로봇에게 질문하는 정보습득용 상호작용을 시도한다는 점에서, 유아-로봇 상호작용 양상이 로봇의 기능에 따라 달라질 수 있음을 시사한다.

유아의 정보습득용 상호작용은 나아가 교사의 권유나 모델링에 의해 촉진되기도 하였다. 다시 말해, 유아가 로봇을 정보습득의 도구로 인식하고 이를 활용하는 것은 유아와 교사의 상호작용으로 영향을 받는다고 볼 수 있다. 실제로 유아교육 현장에서 교사는 첨단기기와 유아의 상호작용을 지원하기 위해 유아에게 첨단기기의 작동방식에 관해 설명하거나 교사가 기기를 어떻게 사용하는지 직접 보여주는 등 다양한 교수법을 시도하며, 이를 통해 유아는 실생활에서 첨단 기술의 활용법

과 그 가치를 습득하게 된다(Plowman & Stephen, 2007). 이처럼 인공지능 로봇이 유아교육 현장에 적용되는 과정에서 교사는 로봇의 기능과 한계, 작동원리 등에 대한 이해를 바탕으로 유아가 인공지능 기술을 다양한 방식으로 경험하게 하고, 지속적인 탐색을 이룰 수 있도록 지원하는 존재다. 따라서 인공지능 로봇이 유아의 능동적인 배움을 지원할 수 있는 방향으로 활용되기 위해서는, 교사가 아동 발달 및 교수법에 대한 이해와 더불어 인공지능 로봇의 교육적 활용 가치를 인식하고 이를 적극적으로 활용할 수 있도록 적절한 교육과 지원이 이루어져야 한다(안혜령, 이보람, 조우미, 2023). 예를 들어, 최근 제주육아종합지원센터의 ‘유아교사를 위한 AI 놀멍, 배우멍 교육’과 같이 지역 육아종합지원센터에서 제공하는 유아교사 대상 소규모 인공지능 교육도 좋은 시도이며, 교사가 인공지능 로봇에 대한 지식과 이해를 단계적으로 높여나갈 수 있도록 전문적인 교육 프로그램을 마련할 필요가 있다(이보람, 안혜령, 조우미, 2022).

로봇과의 상호작용에서 유아들은 특히 노래 재생, 움직임 모방하기 등의 오락용 기능을 주요하게 사용하는 것으로 나타났는데, 이는 유아들이 로봇의 오락용 기능을 선호하기 때문일 수도 있지만, 로봇의 기술적 한계로 인해 유아들이 반복적으로 로봇과의 언어적 상호작용에서 음성 인식 오류를 경험하며 정형화된 의사소통만 가능하게 되었기 때문이라고 해석할 수 있다. 실제 현재 인공지능 로봇은 일상소음이 많은 장소에서 음성 인식 정확도가 떨어지며(Humblot-Renaux, Li, & Chrysostomou, 2021), 유아의 행동 또는 발화의 사회적 맥락을 해석하고 이에 적절히 반응하는 데 한계가 있다(Belpaeme et al., 2018; Serholt, 2018). 이에 본 연구에서도 유아들은 로봇에게 단순한 문장으로 오락용 기능을 지시하는 반복적인 패턴의 상호작용만을 하게 되어, 점차 로봇에 흥미를 잃어가거나 로봇에 흥미를 보이는 유아 몇 명만이 로봇을 사용하게 되었다. 이는 로봇의 제한된 기능으로 인해 유아가 로봇에 싫증을 느낀다는 연구결과(유미열, 김경철, 최연철, 장연주, 2012; 윤현민, 현은자, 2012)와 맥을 같이 하는 것으로,

이후 인공지능 로봇에 적용된 다양한 기술이 발전하였음에도 불구하고 여전히 유아반 교실에서 로봇을 활용하는 데 한계가 있음을 보여준다.

유아들은 로봇을 의인화하여 정서적 상호작용을 하기도 하였다. 의인화와 관련하여 Epley, Waytz와 Cacioppo (2007)는 의인화에 영향을 미치는 세 가지 요인에 대해 대상의 범주론적 존재에 대한 지식, 대상의 행동을 설명하고자 하는 동기, 대상과의 정서적 애착에 대한 갈망을 제시하였다. 이는 유아가 정서나 사고와 같은 심리적 속성이 인공지능 로봇에게 없음을 알고 있다 하더라도, 로봇과의 유대감이나 애착이 강하다면 로봇을 의인화하는 경향이 강하게 나타날 수 있음을 의미한다. 실제 유아교육 현장에서의 로봇 활용 선행연구(박경희, 홍지명, 2010; 박선미, 2015)에서도 유아들은 로봇과 함께 교실에서 생활함에 따라 로봇을 기계가 아닌 인격체로 대하고, 인간과 같은 관계 형성자로서 로봇에 대한 의미를 부여하는 모습이 관찰되었다. 이와 동일하게 본 연구결과에서도 유아들은 로봇의 기분이나 감정에 관해 묻거나, 로봇이 넘어졌을 때 “괜찮아?”라고 물어보는 등의 정서적인 언어를 사용하여 로봇을 의인화해서 상호작용하고 있음을 알 수 있었다. 하지만 이 연구에서는 선행연구와 달리 로봇에 대한 유아의 의인화 수준에는 개인차가 있음을 발견할 수 있었다. 이는 앞서 언급한 Epley 등의 연구(2007)로 설명할 수 있는데, 예를 들어, 이들은 개인의 통제 성향이 강할수록 의인화 수준이 높을 수 있음을 언급하였다. 다시 말해, 통제 성향이 강한 유아일수록 경계선적 존재인 인공지능 로봇의 행동을 설명하고자 하는 동기가 강하게 작용하여 로봇을 의인화할 가능성이 클 수 있음 의미한다.

시간의 흐름에 따른 유아와 인공지능 로봇의 상호작용은 로봇을 사용하는 사용자가 자연스럽게 순환하는 형태로 나타났다. 다시 말해, 초기에 로봇과의 상호작용에 적극적인 모습을 보이던 유아 중 일부는 로봇에 대한 흥미와 관심이 소거되기도 하고, 반대로 로봇과 직접적으로 상호작용하지 않고 다른 또래와 로봇과의 상호작용을 관찰만 하던 유아가 이후 로봇을 사용하는 모습을 보이기도 하였다. 이는 실제 유아반 교실에서

유아가 첨단기기를 활용하여 놀이한 것을 살펴본 Amott의 연구(2016)에서 놀이를 지속하는 유아를 중심으로 다른 또래가 놀이에 함께 참여하고 나가는 유동적인 형태를 보였다는 것과 유사한 결과이다. 또한, 이는 유아반 교실에서 유아의 교육용 로봇 사용 유형을 능동적 항해자, 대리적 항해자, 미미한 방관자, 방문자의 네 가지로 분류한 현은자, 박현경, 장시경과 연혜민의 연구결과(2010)와도 관련이 있다. 구체적으로, 능동적 항해자는 로봇 사용에 주도권을 잡은 유아로 다소 로봇을 독점하려는 태도를 보이며, 대리적 항해자는 능동적 항해자 옆에서 로봇 사용에 대해 충고하며 참여하는 유형을 의미한다. 반면 미미한 방관자는 직접 로봇과의 상호작용에 어려움을 느껴 방관자적 태도를 보이며, 방문자는 로봇에 머무는 시간이 가장 짧은 유형이다. 이를 연구 결과와 연결 지어보면, 시간의 흐름에 따라 미미한 방관자였던 유아가 능동적 혹은 대리적 항해자가 되기도 하고, 능동적 항해자였던 유아가 방문자가 되는 등 로봇 사용 유형이 변화할 수 있음을 의미한다. 추후 연구에서는 이러한 유아의 로봇 사용 유형 변화가 유아의 개인적 성향 혹은 발달적 특성과 연관성을 보이는지 그 연관성을 살펴보는 것도 의미가 있으리라 생각한다.

또한 교실 내에서 인공지능 로봇과 생활하면서 로봇을 매개로 하여 유아와 유아, 유아와 교사 간 상호작용의 양상이 변화한 것으로 나타났다. 구체적으로, 유아-유아 상호작용은 로봇의 여러 가지 기능이나 동작 등에 대해 단순히 이야기 나누는 방식에서 로봇의 기능을 활용하여 함께 참여하는 놀이로 발전시키는 모습을 보였다. 반면, 초기 유아-교사 상호작용은 유아가 로봇에 대해 관찰한 내용을 이야기하거나 로봇이 오류를 보일 때 도움을 요청하는 것이 주를 이루었는데, 시간의 흐름에 따라 유아가 로봇에 익숙해짐에 따라 이러한 유아-교사 상호작용이 감소하였다. 이러한 로봇을 매개로 한 유아-유아, 유아-교사 상호작용의 변화 양상은 시간의 흐름에 따라 로봇에 관한 관심이 초기에는 높다 이후 급격히 감소하는 신기성 효과(novelty effect)와 관련이 있다(Kanda, Hirano, Eaton, & Ishiguro, 2004). 즉 로봇 도입 초기에는 유아의 로봇에 대한 높

은 흥미로 인해 로봇에 관한 이야기를 또래, 교사와 활발히 나누지만, 로봇의 기술적 한계로 인해 제한된 기능을 반복적으로 사용함에 따라 로봇에 대한 흥미가 떨어져 로봇을 매개로 한 상호작용의 빈도 역시 감소하게 된다. 하지만 유아들은 이러한 제한된 기능의 로봇을 활용해 로봇이 얼굴 인식을 하는 동안 숨거나 즐거드는 노래의 가사집을 만들어 친구와 함께 노래를 부르는 등 또래와 함께 하는 새로운 놀이를 즐기는 모습을 보였다. 이는 로봇이 새로운 놀이를 창안하게 함으로써 또래 간의 사회성 발달을 지원할 수 있다는 선행연구(나은숙, 윤태복, 2021; Kanda et al., 2004)와도 일치하는 결과이며, 로봇이 매개적인 역할을 하는지에 관한 연구가 필요하다고 제시한 현은자 등의 연구(2010) 필요성을 보완하였다는 점에서 의의가 있다.

본 연구의 시사점을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 유아교육 현장에서 인공지능 로봇이 활용되기 위해서는 이와 관련한 다양한 기술적 지원과 교육, 로봇 활용 방향성에 대한 논의 등이 선행될 필요가 있다. 예를 들어, 다수의 유아가 생활하는 집단 맥락에서 인공지능 로봇이 유아와 원활하게 상호작용하기 위해서는 음성 인식 기술이 향상될 필요가 있으며, 교사가 유아의 발달 특성에 맞게 인공지능 로봇을 활용할 수 있도록 인공지능 로봇의 작동원리와 기능, 한계 등에 대해 교육이 이루어져야 한다. 나아가 유아교육 현장에서 인공지능 로봇을 활용하는 과정에서 발생할 수 있는 로봇 의인화와 같은 윤리적 논쟁(Banks & Bowman, 2022; Coeckelbergh, 2021; Friedman, 2020; Gunkel, 2018)을 파악하고, 그 방향성에 대해 충분한 논의가 요구된다.

둘째, 유아반 교실에서의 유아-로봇 상호작용을 분석하는 데 있어 유아와 로봇의 특성, 교실 내 사회적 관계, 시간의 흐름 등 다양한 요인을 복합적으로 고려할 필요가 있다. 예를 들어, 유아의 개별 성향에 따라 로봇과 활발히 상호작용하는 시기에 차이가 있을 수 있으며, 교사의 로봇 사용 안내에 따라 유아가 자주 사용하는 로봇 기능이 달라질 수 있다. 따라서 후속 연구에서는 이러한 다양한 변수들을 종합적으로 고려함으로써 유아반 교실에서의 유아-로봇 상호작용의 복잡성

을 더 깊이 이해할 수 있을 것이라 기대된다.

이 연구의 제한점과 이를 바탕으로 후속 연구에 대해 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서는 한 학급 당 로봇 1대를 투입한 후 관찰하여 유아들이 로봇을 충분히 사용하는 데 한계가 있었다. 후속 연구에서는 교실에 투입하는 유아와 로봇의 비율이나 로봇 수에 대한 고민이 필요하다. 둘째, 유아가 직접 코딩하고 오류를 찾아내고 그것을 수정하는 기회를 통해 유아가 프로그래밍 과정을 재미있게 경험할 수 있도록 지원할 필요가 있다. 선행연구에서도 유아를 대상으로 하는 인공지능 교육이 공학적인 요소를 거의 포함하지 않거나 (Bagiati & Evangelou, 2015; Druga et al., 2019), 유아가 직접 체험, 조작, 실험해 볼 수 있도록 설계되지 않는 한계가 지적되었다(성지현, 이지영, 박지영, 2020). 본 연구에서도 유아들이 직접 코딩하거나 로봇을 조작할 기회가 주어지지 않아 로봇과 단순한 상호작용만을 하게 되었다는 점에서 한계가 드러났다. 후속 연구에서는 단순한 상호작용을 넘어 유아들이 인공지능개발 역량을 갖춘 능동적인 존재로 성장할 수 있도록 유아들이 직접 코딩하여 로봇과 더 깊은 상호작용을 할 수 있는 기회를 마련하는 방향으로 연구를 발전시키길 제안한다. 이러한 제한점에도 불구하고 이 연구는 기존 선행연구가 집단 맥락에서 이루어지는 유아-로봇 상호작용을 다루지 못하였다는 한계를 보완하여, 실제 유아들이 생활하는 교실 환경에서 인공지능 로봇과 유아, 교사의 상호작용을 장기간 관찰하였다는 점에서 의의가 있으며, 유아교육 현장에 인공지능 로봇의 활용에 대한 기초자료로 활용할 수 있을 것이라 기대한다.

참고문헌

- 교육부. (2020. 11. 20). 인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제: 대한민국 미래교육이 나아가야 할 길. <https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39237>에서 2023년 12월 19일 인출
- 김건희, 이효신, 장수정, 구현진 (2010). 로봇과 상호작용을 통한 자폐성 아동의 반응 연구. *정서·행동장애연구*, 26(1), 331-354.
- 김상언, 김상희 (2019). 유아의 로봇활용교육 프로그램이 논리수학적 지식과 창의적 문제해결력에 미치는 효과. *미래유아교육학회지*, 26(1), 209-229. <https://doi.org/10.22155/JFECE.26.1.209.229>
- 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>
- 김은영 (2010). 유아교육 선진화 추진 계획. *육아정책포럼*, 17, 38-43.
- 나은숙, 윤태복 (2021). 유아-에듀테인먼트 휴머노이드 울동 로봇 간의 상호작용. *미래유아교육학회지*, 28(1), 103-126. <http://doi.org/10.22155/JFECE.28.1.103.126>
- 내 손안에 서울. (2021. 7. 21). 대화하고 동료 부르는 AI로봇, 어린이집 300곳 찾아간다. <https://opengov.seoul.go.kr/mediahub/23358687>에서 2023년 5월 7일 인출
- 박경희, 홍지명 (2010). 유아교육현장의 로봇활용교육 탐색에 관한 연구. *열린유아교육연구*, 15(6), 161-187.
- 박선미 (2015). 만 2세반 자유놀이시간에 나타난 영아-로봇 간 상호작용의 의미. *어린이미디어연구*, 14(2), 45-71.
- 성지현, 이지영, 박지영 (2020). 언플러그드 로봇을 활용한 5세 유아의 융합인재교육 (STEAM) 프로그램 개발 연구. *유아교육연구*, 40(2), 97-128.
- 안혜령, 이보람, 조우미 (2023). 유아보육·교육기관의 교사 전문성 지원 환경이 유아교사의 인공지능 기술수용의도에 미치는 영향: 스마트·디지털 기기 활용 경험에 의해 조절된 과학교수태도의 매개효과를 중심으로. *한국보육지원학회지*, 19(2), 61-85. <https://doi.org/10.14698/jkce.2023.19.02.061>
- 유상아, 김경아, 박민아, 현은자 (2012). 교사보조로봇 활용 놀이와 역할놀이에서 또래와의 상호작용 및 놀이성 비교. *열린유아교육연구*, 17(4), 23-48.
- 유구종, 윤향실, 정상녀 (2011). 지능형 로봇 제니보와의 놀이상황 분석을 통한 유아의 친사회적 행동에 관한 의미 탐색. *열린유아교육연구*, 16(3), 281-312.
- 유구종, 이정순 (2013). 지능형로봇 활용 프로그램의 사회·정서 관련측면에서의 효과. *유아교육연구*, 33(2), 393-425.
- 유미열, 김경철, 최연철, 장연주 (2012). 유아교실에서 교육로봇 아이로비 큐의 역할, 그리고 한계와 기대. *열린유아교육연구*, 17(1), 117-138.
- 유흥수 (2023. 2. 9). 여주시, 어린이집 영유아를 위한 AI로봇 ‘알파미니’ 사업 설명회 개최. *경인매일*. <https://www.kmaeil.com/news/articleView.html?idxno=385707>에서 2023년 8월 28일 인출
- 윤현민, 현은자 (2012). 유아교육용 로봇에 대한 유아의 인식 및 유아-로봇 간 상호작용의 특성. *아동학회지*, 33(1), 1-23.
- 이보람, 김수정 (2023). 어린이집내 인공지능 로봇 사용경험

- 여부에 따른 유아의 인공지능 인식 차이. *한국보육지원 학회지*, 19(2), 43-59.
<https://doi.org/10.14698/jkce.2023.19.02.043>
- 이보람, 안혜령, 조우미 (2022). 인간형 인공지능 로봇 활용에 대한 유아교사의 인식과 요구 분석. *인간발달연구*, 29(3), 181-210.
<https://doi.org/10.15284/kjhd.2022.29.3.181>
- 이용숙, 김영천, 이혁규, 김영미, 조덕주, 조재식 (2005). *실행연구방법*. 서울: 학지사.
- 이유림 (2023. 4. 13). 경기도, 어린이집 240개소에 대화형 인공지능 로봇 대여. *경기신문*. <https://www.kgnews.co.kr/mobile/article.html?no=744232>에서 2023년 8월 28일 인출
- 이정옥, 이민정, 안경숙, 임수진 (2011). 로봇기반교육(R-Learning) 실행 과정에서 나타나는 특성에 대한 탐색. *유아교육연구*, 31(6), 353-378.
- 정상녀, 유구종 (2011). 지능형 로봇과의 놀이 상황에서 유아의 사회적 상호작용 및 놀이 유형 분석: Genibo를 중심으로. *열린유아교육연구*, 16(4), 469-492.
- 정지혜 (2021. 7. 22). 서울 어린이집에 'AI 로봇' 투입된다. *세계일보*. <https://www.segye.com/newsView/20210721519015>에서 2023년 8월 28일 인출
- 현은자, 박현경, 장시경, 연혜민 (2010). 유아교육기관에서의 교사보조 로봇에 대한 유아의 경험과 인식. *아동학회지*, 31(1), 267-282.
- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, papert's constructionism: What's the difference. *Future of Learning Group Publication*, 5(3), 438-449.
- Arnott, L. (2016). An ecological exploration of young children's digital play: framing children's social experiences with technologies in early childhood. *Early Years*, 36(3), 271-288.
<https://doi.org/10.1080/09575146.2016.1181049>
- Bagiati, A., & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: The teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112-128.
<https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.991099>
- Banks, J., & Bowman, N. D. (2022). Perceived moral patency of social robots: Explication and scale development. *International Journal of Social Robotics*, 15(1), 101-113.
<https://doi.org/10.1007/s12369-022-00950-6>
- 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>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.
<https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Chen, H., Park, H. W., & Breazeal, C. (2020). Teaching and learning with children: Impact of reciprocal peer learning with a social robot on children's learning and emotive engagement. *Computers & Education*, 150, 103836.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103836>
- Coeckelbergh, M. (2021). How to use virtue ethics for thinking about the moral standing of social robots: A relational interpretation in terms of practices, habits, and performance. *International Journal of Social Robotics*, 13(1), 31-40.
<https://doi.org/10.1007/s12369-020-00707-z>
- Dautenhahn, K. (2003). Roles and functions of robots in human society: Implications from research in autism therapy. *Robotica*, 21(4), 443-452.
<https://doi.org/10.1017/S0263574703004922>
- Druga, S., Vu, S. T., Likhith, E., & Qiu, T. (2019). Inclusive AI literacy for kids around the world. In *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. In *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>
- Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5-6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, 63, 87-97.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016>
- Friedman, C. (2020). Human-robot moral relations: Human interactants as moral patients of their own agential moral actions towards robots. *Communications in Computer and Information Science*, 3-20.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-66151-9_1
- Gordon, G., Spaulding, S., Westlund, J. K., Lee, J. J., Plummer, L., Martinez, M., Das, M., & Breazeal, C. (2016). Affective personalization of a social robot tutor for children's second language skills. In *Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence*,

- 3951-3957. New York, NY: ACM.
<https://doi.org/10.1609/aaai.v30i1.9914>
- Gunkel, D. J. (2018). The other question: can and should robots have rights?. *Ethics and Information Technology*, 20, 87-99. <https://doi.org/10.1007/s10676-017-9442-4>.
- Hsiao, H. S., Chang, C. S., Lin, C. Y., & Hsu, H. L. (2015). "iRobiQ": the influence of bidirectional interaction on kindergarteners' reading motivation, literacy, and behavior. *Interactive Learning Environments*, 23(3), 269-292. <https://doi.org/10.1080/10494820.2012.745435>
- Humblot-Renaux, G., Li, C., & Chrysostomou, D. (2021). Why talk to people when you can talk to robots? Far-field speaker identification in the wild. *2021 30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN)*, 272-278. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN50785.2021.9515482>
- Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H. (2004). Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human-Computer Interaction*, 19(1-2), 61-84. <https://doi.org/10.1080/07370024.2004.9667340>
- Kanero, J., Geçkin, V., Oranç, C., Mamus, E., Küntay, A. C., & Göksun, T. (2018). Social robots for early language learning: Current evidence and future directions. *Child Development Perspectives*, 12(3), 146-151. <https://doi.org/10.1111/cdep.12277>
- Keren, G., & Fridin, M. (2014). Kindergarten Social Assistive Robot (KindSAR) for children's geometric thinking and metacognitive development in preschool education: A pilot study. *Computers in human behavior*, 35, 400-412. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.009>
- 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>
- Lin, P., Van Brummelen, J., Lukin, G., Williams, R., & Breazeal, C. (2020). Zhorai: Designing a conversational agent for children to explore machine learning concepts. *In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 34(9), 13381-13388. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i09.7061>
- McReynolds, E., Hubbard, S., Lau, T., Saraf, A., Cakmak, M., & Roesner, F. (2017). Toys that listen: A study of parents, children, and internet-connected toys. *In Proceedings of the 2017 CHI conference on human factors in computing systems*, 5197-5207. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025735>
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education. revised and expanded from "Case study research in education."*. Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St, San Francisco, CA 94104.
- Plowman, L., & Stephen, C. (2007). Guided interaction in preschool settings. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(1), 14-26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2007.00194.x>
- Prentzas, J. (2013). Artificial intelligence methods in early childhood education. In X. S. Yang (Ed.), *Artificial intelligence, evolutionary computing and metaheuristics* (vol. 427, pp. 169-199). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29694-9_8
- Ros, R., Oleari, E., Pozzi, C., Sacchitelli, F., Baranzini, D., Bagherzadhalimi, A., Sanna, A., & Demiris, Y. (2016). A motivational approach to support healthy habits in long-term child-robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, 8, 599-617. <https://doi.org/10.1007/s12369-016-0356-9>
- Salter, T., Michaud, F., & Larouche, H. (2010). How wild is wild? A taxonomy to characterize the 'wildness' of child-robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, 2, 405-415. <https://doi.org/10.1007/s12369-010-0069-4>
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250-264. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3-20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>
- Tanaka, F., Cicourel, A., & Movellan, J. R. (2007). Socialization between toddlers and robots at an early childhood education center. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(46), 17954-17958. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707769104>
- Touretzky, D., Martin, F., Seehorn, D., Breazeal, C., & Posner, T. (2019). AI for K-12 guidelines initiative. *In Proceedings of the 50th ACM technical symposium on computer science education*, 492-493. <https://doi.org/10.1145/3287324.3287525>
- Vartiainen, H., Tedre, M., & Valtonen, T. (2020). Learning machine learning with very young children: Who is teaching whom?. *International journal of child-computer interaction*, 25, 100182. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100182>

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.

In Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-11.
<https://doi.org/10.1145/3290605.3300677>