

어린이를 위한 소셜 로봇의 심리운동 기반 놀이 활동 개발

Psychomotorik-based Play Activities for Children by In-home Social Robot

김 다 영¹ · 최 지 환¹ · 김 주 현² · 김 민 규³ · 정 재 희⁴ · 서 갑 호⁵ · 이 원 형[†]

Da-Young Kim¹, Jihwan Choi¹, Juhyun Kim², Min-Gyu Kim³, Jae Hee Chung⁴,
Kap-Ho Seo⁵, WonHyong Lee[†]

Abstract: This paper presents the psychomotorik-based play activities executed by the social robot at home which helps children's social and emotional development. Based on the theory and practice of the psychomotorik therapy, the play activities were implemented in the close collaboration between psychomotorik experts, service designers and robotics engineers. The designed play activities are classified into four categories depending on the main areas of child development. The robotic system that can express verbal and nonverbal behaviors was developed in order to play games with children and but also to make children have continuous interest during the play activities with it. Finally, the psychomotorik-based play service scenario and interactive robot system were validated by the expert group from the domain of child psychotherapy. The evaluation results showed that the play service and the robot system were appropriately developed for children from the experts point of view.

Keywords: Human-Robot Interaction, Social Robot, Play Activity, Psychomotorik, Childcare

1. 서 론

코로나 팬데믹 시대에 맞벌이 가구에서는 자녀 돌봄에 대한 부담과 자녀와의 관계 형성에 대한 어려움을 겪고 있다^[1]. 소셜 로봇은 가정에서 자녀양육을 지원하는 등의 서비스를 통해서 코로나 팬데믹으로 발생한 어려움을 해결하는 도구가 될 수 있다. 소셜 로봇은 아동에게 흥미와 동기부여를 불러일으

키는 존재이고^[2], 사람과 로봇의 상호작용이 요구되는 서비스에서 선호도가 높기 때문에^[3] 가정에서 아동을 위한 서비스를 실행하는 매개체로써 높은 활용성을 가지고 있다.

소셜 로봇은 상호작용을 통해 아동에게 긍정적인 영향을 미친다. 선행연구에서는 입원 아동을 대상으로 소셜 로봇을 경험한 집단과 봉제 인형을 경험한 집단 간 불안 강도의 차이를 보였다^[4]. 이 연구에서 소셜 로봇을 경험한 입원 아동 집단은 그렇지 않은 아동 집단에 비해 낮은 불안 강도를 보였다. 또 다른 선행 연구에서는 10대 그룹과 소셜 로봇의 상호작용이 그룹 내 사회적 참조(social referencing)를 불러일으켜 인간과 인간의 상호작용을 장려할 수 있다는 결과를 보였다^[5]. 이러한 소셜 로봇의 특징을 활용하면 가정 내 양육자와 아동의 긍정적인 관계 형성을 돕고 동시에 아동의 사회·정서 발달을 돕기 위한 서비스 공급이 가능하다.

본 연구에서 개발한 소셜 로봇 기반 놀이 서비스는 아동의 치료 재할뿐만 아니라 감정, 인지, 심리적 변화에 효과적인 심리운동(psychomotorik)을 적용한 것을 가장 큰 특징으로 한다. 본 논문에서는 심리운동 전문가, 서비스 디자이너, 로봇 엔지니어의 협력을 통해 개발한 소셜 로봇을 활용한 심리운동 기반 놀이서비스와 전문가에 의한 서비스 평가를 소개하였다.

Received : May. 31. 2022; Revised : Jul. 22. 2022; Accepted : Aug. 8. 2022

※ This project was fully supported by the Korea Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT) grant funded by the Korea government (MOTIE) (No. 20015161, AI Butler Service for Facilitating Socialization of Family Members in Their Daily Life)

1. Researcher, Human-Robot Interaction Center, KIRO, Pohang, Korea (dayoung, jihwan333@kiro.re.kr)
2. Senior Researcher, Human-Robot Interaction Center, KIRO, Pohang, Korea (myearch@kiro.re.kr)
3. Principal Researcher, Human-Robot Interaction Center, KIRO, Pohang, Korea (mingyukim@kiro.re.kr)
4. Assistant Professor, Dept. of Service Design, Hongik University, Seoul, Korea (jaehee.chung@hongik.ac.kr)
5. Chief Researcher, Interactive Robotics R&D Division, KIRO, Pohang, Korea (neoworld@kiro.re.kr)

† Assistant Professor, Corresponding author: School of Computer Science and Electrical Engineering, Handong Global University, Pohang, Korea (whlee@handong.edu)

2. 소셜 로봇 기반 놀이 활동

2.1 심리운동

심리운동은 신체적 움직임과 심리적인 과정이 서로 밀접한 관계에 착안하여 치료 및 교육에 도입한 것이다. 심리운동의 목표는 자기 신체와 사회적 관계 등을 주제로 다양한 움직임 체험을 통한 자존감 증진 및 언어, 인지, 사회성 등의 전인적 발달에 있다. 따라서 심리운동을 통해 인간의 긍정적인 심리·정서적 발달을 기대할 수 있다⁶⁾.

심리운동의 연구를 살펴보면, 심리운동이 아동의 주의집중력과 자신감 등 정서적인 측면에서 긍정적인 효과를 나타내었다는 연구들이 다수 존재한다. Kiphard의 심리운동 6단계 모델을 근거로 개발된 심리운동 프로그램을 주의력 결핍 및 과잉 행동장애(ADHD) 아동에게 적용한 결과 주의집중력과 자신감, 운동수행능력에서 긍정적인 변화를 보이거나⁷⁾, 아동의 감각운동 능력 수준과 관심도를 고려한 놀이 활동을 통해 감각조절 능력과 주의력이 효과적으로 증진되었다는 연구 결과를 찾아볼 수 있다⁸⁾.

심리운동을 비롯한 아동심리치료와 관련된 다양한 활동들은 4-6명 정도의 또래 집단 활동을 통해 이루어지고 있거나, 부모와 자녀가 함께하는 집단 프로그램으로 운영되는 경우가 있다⁹⁾. 이에 착안하여 본 연구에서는 가정에서 소셜 로봇이 아동하고만 1:1로 상호작용 하기보다는 소셜 로봇이 주도하는 놀이의 내용에 따라 양육자가 놀이에 참여하거나, 아동과 함께 문제를 해결하는 등 보조자 역할을 함으로써, 아동, 양육자, 소셜 로봇 3자 간의 상호작용이 가능하도록 놀이를 개발하였다.

2.2 심리운동 기반 놀이 활동 개발

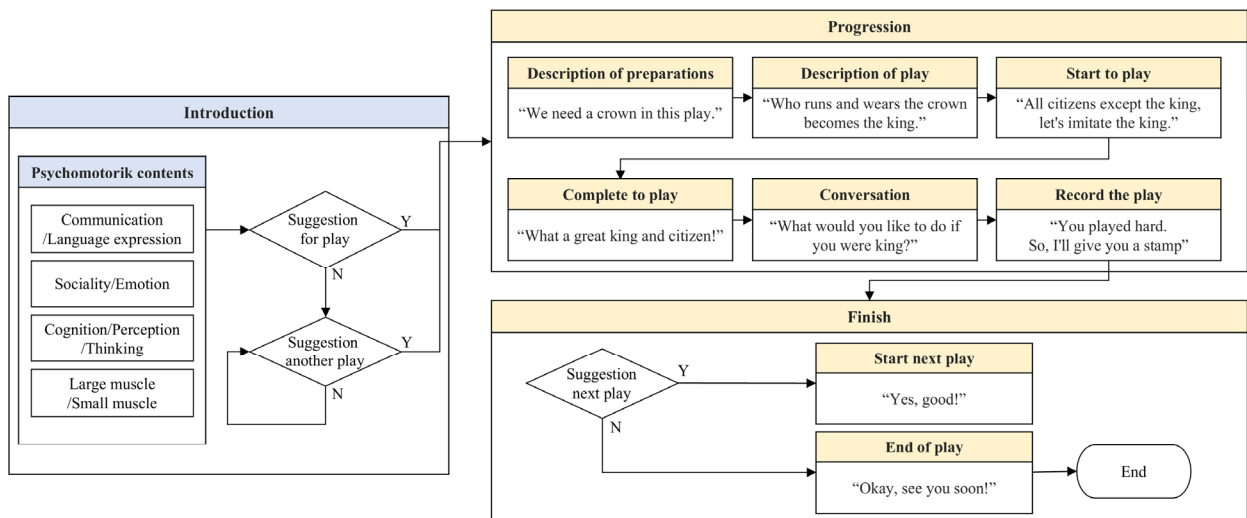
놀이 서비스는 심리운동 전문가, 서비스 디자이너, 로봇 엔지니어가 협업하여 개발하였다. 놀이 시나리오는 크게 놀이 도입, 놀이 진행, 놀이 종료의 세 단계로 구성되어 있다. 놀이 도입 단계에서는 소셜 로봇이 양육자의 양육 태도 및 아동의 발달 상태, 선호도 등을 고려하여 놀이 활동을 제안한다.

놀이 진행 단계는 놀이 도입 단계에서 결정된 심리 운동 놀이를 수행하는 단계이다. 소셜 로봇은 아동에게 음성으로써 놀이에 필요한 준비물과 놀이 방법을 설명하고, 놀이를 잘 따라오고 있는지 등을 주기적으로 확인하여 다음 단계를 수행하거나, 자세한 설명을 제공하는 등의 피드백을 제공하며 놀이의 흐름을 이끌어 가도록 설계하였다.

놀이 종료 단계에서는 놀이 완료 후 소셜 로봇이 아동에게 놀이에 대한 감상 또는 놀이 주제와 관련된 질문을 한다. 소셜 로봇은 아동의 답변에 공감해주며 상호작용을 지속하고 해당 놀이를 완료했음을 내부 데이터에 기록하며 놀이 활동을 종료한다. 만약 아동이 로봇이 제안하는 놀이를 아동이 거부할 경우, 다른 놀이를 제안하게 되고 이를 수락할 경우 해당 놀이를 수행한다.

놀이 서비스는 의사소통/언어표현, 사회성/정서, 인지/지각/사고, 대근육·소근육의 4가지 종류로 구분되어 있고 총 50가지의 놀이 활동으로 구성되어 있다. [Fig. 1]은 놀이 시나리오의 흐름을 나타내는데, 사회성/정서 놀이 활동인 <나는 왕>을 이용하여 예시로 표현하였다.

의사소통/언어표현 놀이 활동은 놀이를 통해 아동이 다양한 어휘력 및 표현력을 습득하게 하여 언어적/비언어적 상호작용에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다^{10,11)}. 본 연구에서 구현



[Fig. 1] Service architecture described with <I am the King> play activity which is categorized in social/emotional development

한 의사소통/언어표현 놀이 활동 중 <홀라후프에 동물 넣기>는 소셜 로봇이 아동에게 좋아하는 동물을 종이에 그리고 가위로 오리도록 한 후, 홀라후프 안으로 붙여넣게 하는 놀이 활동이다. 해당 놀이 활동에서는 소셜 로봇이 아동으로 하여금 다양한 동물을 얘기하고 동물에 관한 생각을 표현하게끔 하는 것이 목적이다.

사회성/정서 놀이 활동에서는 문제 해결을 위한 아동 간의 의사소통과 상호작용 과정 속에서 사회성과 정서지능 발달 향상을 기대할 수 있다^{12,13}. 사회성/정서 놀이 활동 중 <나는 왕>은 소셜 로봇과 아동이 각자 왕과 시민의 역할을 맡아 시민이 왕의 행동을 모방하는 놀이 활동이다. 해당 놀이 활동을 통해 소셜 로봇 혹은 아동이 각자의 역할과 규칙을 따르게 하고, 자신이 왕이 되었을 때를 상상하여 표현하도록 한다.

인지/지각/사고 놀이 활동은 아동의 지각운동 능력 및 스스로 인지한 개념에 대한 표현력 향상에 도움을 준다¹⁴. 인지/지각/사고 놀이 활동 중 <휴지 길>은 아동이 휴지를 찢거나 풀고, 찢는 등 휴지를 활용한 놀이로, 소셜 로봇은 놀이 진행 중에 아동이 휴지처럼 포근함을 느꼈던 상황을 떠올리고 표현할 수 있도록 유도한다.

마지막으로, 아동의 지각능력 및 운동능력을 확장시키는데 대근육/소근육 놀이 활동이 효과적이다¹⁵. 대근육/소근육 놀이 활동인 <풍선축구>는 아동이 풍선을 날리고, 차고, 헤딩하는 등 적절한 신체 활동을 유도하는 놀이이다.

2.3 로봇 인터랙션 시스템 개발

[Fig. 2]는 심리운동 기반 놀이 서비스를 실행하기 위한 로

봇의 시스템 구조를 나타낸 것이다. 비언어 표현 모듈은 로봇의 인터랙션 요청에 따라 모션 및 색 정보, 이미지 및 효과음의 데이터베이스로부터 놀이 상황에 맞는 적절한 인터랙션 행동을 제공한다. 언어 표현 모듈은 아동의 발화 의도를 분석하여 로봇이 놀이의 흐름을 조절하거나 아동과 상호작용을 형성하기 위해 대화를 수행한다.

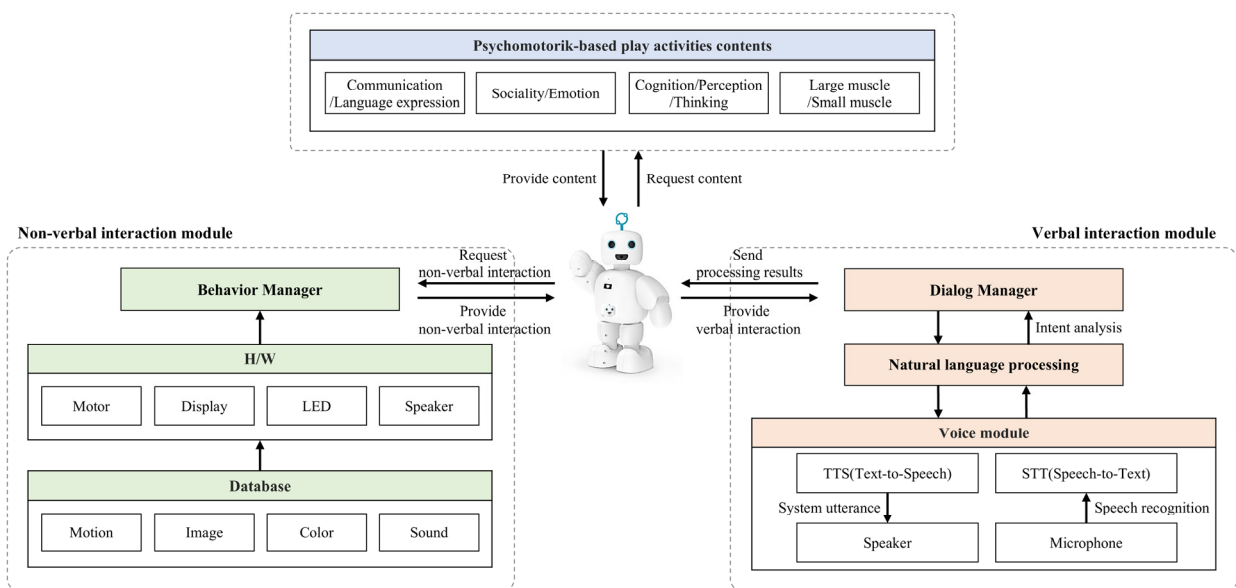
놀이 서비스를 실행하는 소셜 로봇은 ㈜서큘러스에서 개발한 파이보(Pibo)를 이용하였다. 로봇의 인터랙션 시스템은 Linux 기반의 Raspberry Pi OS 환경에서 Python 3.8을 사용하여 개발되었다.

2.3.1 언어 표현 모듈

놀이 활동에서 지시/제안을 포함한 상호작용을 위한 언어 표현은 Kakao의 TTS(Text to Speech) 모듈을 이용하여 로봇이 발화하도록 하였다. 아동이 발화한 내용은 Google의 STT(Speech to Text) 모듈을 통해 텍스트로 변환된다. STT 모듈을 통해 텍스트로 변환된 데이터는 자연어 처리 모듈을 통해 아동의 답변 의도를 파악하는 데 사용되어 로봇이 아동의 답변을 듣고 다음 동작을 수행하거나, 부연 설명하는 피드백을 제공한다.

2.3.2 비언어 표현 모듈

아동이 놀이상황에 더욱 몰입하고 로봇과의 상호작용이 이루어지고 있다는 느낌을 받을 수 있도록 로봇의 감정과 행동에 따라 동작, 눈, 화면, 효과음의 조합으로 구성된 10종류의 비언어적 표현을 개발하였다. [Fig. 3]은 10종류의 비언어적 인터랙션 표현 중 ‘촬영하기’ 행동의 구현 결과와 그 구성 요소의 예이다.



[Fig. 2] Robot system architecture



Motion	photo.json
Sound	shutter.wav
Eyes	RGB(120, 230, 208)
Display	
TTS	"I'll take a picture for you"

[Fig. 3] Verbal and nonverbal interaction in ‘taking a photo’

로봇의 인터랙션은 [Table 1]과 같이 심리운동 활동 중 아동에게 지시하거나 제안하는 데 필요한 행동 인터랙션(‘질문하기’, ‘제안하기’, ‘설명하기’, ‘촬영하기’, ‘스탬프 찍기’)과 [Table 2]의 아동의 행동에 대한 반응 인터랙션(‘칭찬하기’, ‘기다리기’, ‘동의하기’, ‘기쁨’, ‘슬픔’)으로 구분하였다.

로봇의 동작을 구현하기 위해 로봇에 장착된 모터 10개의 각도와 속도를 제어한 모션 데이터베이스를 JSON 파일 형식으로 구축하였다. 심리운동 놀이 시나리오에서는 로봇이 아동에게 지시/제안의 행동을 하거나, 아동의 의견을 묻고 기다리는 등의 인터랙션을 자주 취하게 된다. 동일한 인터랙션이 반복될 경우 아동이 로봇의 행동에 대해 지루하게 느낄 수 있기 때문에 이를 피하기 위해서 동일한 인터랙션이라도 발화 길이에 따라서 변형된 동작을 수행하도록 하였다. 이에 따라 ‘질문하기’, ‘제안하기’, ‘칭찬하기’ 동작에 대해 로봇이 발화하는 내용의 길이에 따라 짧은 문장인 경우와 긴 문장인 경우를 나누었다. 또한 ‘설명하기’, ‘기다리기’ 동작에 대해서도 각각 세 가지의 경우로 나누었다.

로봇의 감정은 눈 부위 LED의 RGB 값을 변화시켜 표현하였으며, 로봇의 생각과 상황을 아동이 파악할 수 있도록 로봇의 가슴에 위치한 OLED 화면에 아이콘으로 표현하였다. 그리

[Table 1] Non-verbal interactions (describing/suggesting behaviors)

	Motion	Display		Motion	Display		Motion	Display
Question			Suggestion			Explain		
		LED 			LED 			LED
		RGB (108,209,239)			RGB (108,209,239)			RGB (108,209,239)
Take a picture			Stamp					
		LED 			LED 			
		RGB (120,230,208)			RGB (255,180,232)			

[Table 2] Non-verbal interactions (reactive behaviors)

	Motion	Display		Motion	Display		Motion	Display
compliment			Waiting			Agree		
		LED 			LED 			LED
		RGB (255,255,255)			RGB (108,209,239)			RGB (108,209,239)
Joy			Sadness					
		LED 			LED 			
		RGB (255,180,232)			RGB (186,147,223)			

[Table 3] Non-verbal interactions (sound effect)

Interaction	Sound list
Question	Question1, Question2, Question3
Suggestion	(None)
Explain	(None)
Take a picture	Shutter
Stamp	Stamp1, Stamp2
Waiting	(None)
Compliment	Cheerful1, Cheerful2
Agree	Correct1, Correct2, Correct3, Correct4
Joy	Joy1, Joy2, Cheerful2
Sadness	Sad

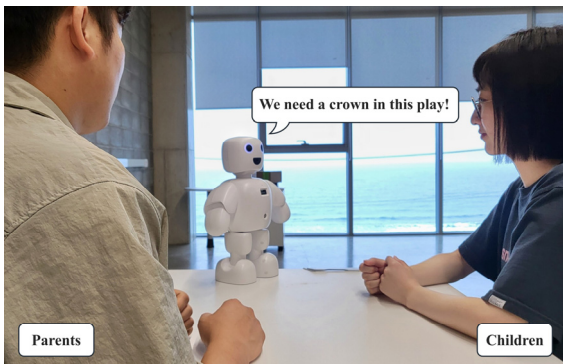
고 로봇 행동의 생동감을 더하기 위한 장치로 효과음을 이용하였다. 로봇은 각 행동에 따라 [Table 3]의 효과음 중 하나를 무작위로 재생한다.

3. 로봇 서비스의 전문가 평가

3.1 평가 방법 및 절차

본 연구에서 개발한 로봇을 활용한 심리운동 기반 놀이 서비스가 아동에게 제공되기 적합한 수준인지 전문가 관점에서 유용성을 평가받고, 개선점을 찾고자 평가를 실시하였다.

현업에서 놀이치료, 심리치료 등을 담당하고 있는 아동센터 운영자 또는 치료사로 구성된 임상심리, 아동발달/아동심리 전문가 37명을 대상으로 온라인 설문을 실시하였다. 전문가들은 심리운동의 4가지 분류 중 의사소통/언어표현 놀이 활동의 <홀라후프에 동물 넣기>, 사회성/정서 놀이 활동의 <나는 왕>, 인지/지각/사고 놀이 활동의 <휴지길>, 대근육/소근육 놀이 활동의 <풍선 축구> 시연 장면이 담긴 비디오 파일을 시청한 뒤 각각의 질문에 응답하였다. [Fig. 4]는 사회성/정서 놀이 활동의 <나는 왕> 시연 장면이다. 설문은 로봇 기반 참여형 심리운동 놀이 서비스 시나리오 적합성에 관한 SERVQUAL과



[Fig. 4] Demonstration of the play activity, <I am the King>

로봇 인터랙션 적합성에 관한 Godspeed, 그리고 개선점이나 아이디어를 포함한 기타 전문가 의견으로 구성되어 있다. 각 설문은 리커트 5점 척도로 측정되었다.

우선 SERVQUAL은 Parasuraman 등이 서비스 품질에 대한 사용자의 인식을 측정하기 위해 개발한 척도이다. 해당 설문을 이용하여 참여형 심리운동 놀이 서비스에 대한 사용자의 인식을 측정하였다¹⁶⁾. 설문은 로봇의 외형에 관한 인식을 묻는 Tangibles(유형성)과 로봇의 서비스 수행능력에 대한 신뢰도를 묻는 Reliability(신뢰성), 로봇의 안정적이고 신속한 서비스 제공 능력에 관한 인식을 묻는 Responsiveness(반응성), 로봇에게서 느낀 지식수준과 신뢰성에 관한 질문으로 구성되어 있는 Assurance(확신성), 로봇이 제공하는 배려 및 관심, 친절에 관한 질문인 Empathy(공감성)의 5가지 차원으로 이루어져 있다.

다음으로 Bartneck 등이 개발한 Godspeed를 이용하여 로봇이 제공하는 언어적/비언어적 인터랙션 시스템에 대한 사용자 인식을 측정하였다¹⁷⁾. Godspeed는 로봇의 활동성에 관한 인식을 묻는 Animacy(활동성), 로봇이 사람처럼 행동하고, 사람처럼 느껴지는지에 대한 인식을 묻는 Anthropomorphism(의인화), 사용자가 로봇에게서 느낀 친절함 및 호감도에 관한 Likability(호감도), 로봇의 지적능력에 대한 사용자의 인식을 묻는 Perceived Intelligence(인지된 지능), 로봇의 움직임 등의 행동이 안전하게 느껴지는지에 관한 Perceived Safety(인지된 안전성)의 5가지 차원으로 구성되어 있다.

실시한 설문의 모든 항목에 대해 Cronbach's alpha 척도를 이용하여 신뢰도 검사를 수행하였으며, 결과 분석은 분석 활용에 적합한 Cronbach's alpha 0.7 이상의 항목에 대해서만 수행하였다(Cronbach's alpha=0.85)¹⁸⁾. 신뢰도 검사를 통해서 SERVQUAL의 Reliability와 Godspeed의 Perceived safety는 제거하였다.

심리운동 기반 놀이 서비스 및 로봇 인터랙션 시스템 개발 시 반영할 개선점이나 아이디어는 전문가들의 기타 의견에서 가장 많이 언급된 상위 10개의 단어를 통해서 분석하였다.

3.2 평가 결과

3.2.1 심리운동 기반 놀이 서비스 적합성 평가

본 연구에서 개발한 로봇을 활용한 심리운동 기반 놀이 서비스 4가지에 대해서 전문가들이 생각하는 서비스 품질은 [Table 4]와 같다.

의사소통/언어표현 놀이 활동의 <홀라후프에 동물 넣기>에 대해 전문가들로부터 Tangibles 차원과 Responsiveness 차원에서 각각 평균 3.52점(SD=0.93), 2.90점(SD=1.13)의 평가 점수를 얻었다. Assurance 차원은 3.54점(SD=1.02), Empathy 차원은 3.30점(SD=1.08)의 평가 점수를 얻었다. 사회성/정서 놀이 활동의 <나는

[Table 4] Result of SERVQUAL

	Dimensions	Mean	STDEV
Animals in the hoop	Tangibles	3.52	0.93
	Responsiveness	2.90	1.13
	Assurance	3.54	1.02
I am the king	Empathy	3.30	1.08
	Tangibles	3.71	0.83
	Responsiveness	2.77	0.62
Tissue road	Assurance	3.50	0.74
	Empathy	3.63	0.72
	Tangibles	3.56	0.85
Balloon soccer	Responsiveness	3.35	0.84
	Assurance	3.81	0.54
	Empathy	3.69	0.74
Balloon soccer	Empathy	3.63	0.79
	Responsiveness	3.50	0.92
	Assurance	3.77	0.75
Balloon soccer	Empathy	3.94	0.83
	Assurance	3.77	0.75
	Empathy	3.94	0.83

왕>에 대해 Tangibles 차원과 Responsiveness 차원은 각각 3.71점 (SD=0.3), 2.77점(SD=0.62)의 평가 점수를 얻었다. Assurance 차원은 3.50점(SD=0.74), Empathy 차원은 3.63점(SD=0.72)의 평가 점수를 얻었다. 다음으로, 인지/지각/사교 놀이 활동의 <휴지길>에 대해 Tangibles 차원에서 3.56점(SD=0.85)의 평가 점수를 얻었으며, Responsiveness 차원은 3.35점(SD=0.84)의 평가 점수를 얻었다. Assurance 차원은 3.81점(SD=0.54), Empathy 차원은 3.69점(SD=0.74)의 평가 점수를 얻었다. 마지막으로 대근육/소근육 놀이 활동의 <풍선 축구>에 대해 Tangibles 차원은 3.63점(SD=0.79), Responsiveness 차원은 3.50점(SD=0.92)의 평가 점수를 얻었으며, Assurance 차원과 Empathy 차원에서 각각 3.77점(SD=0.75), 3.94점(SD=0.83)의 평가 점수를 얻었다.

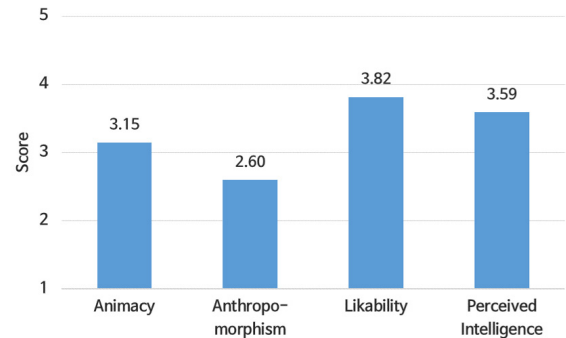
3.2.2 로봇 인터랙션 적합성 평가

로봇이 제공하는 언어적/비언어적 인터랙션에 대한 전문가의 인식은 [Fig. 5]와 같다.

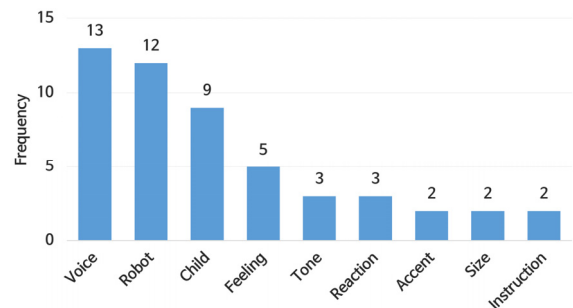
Animacy 차원은 3.15점(SD=0.93)을 받았다. Anthropomorphism 차원은 2.60점(SD=0.89)으로 가장 낮은 평가 점수를 받았고, Likability 차원에서 3.82점(SD=0.77)으로 가장 높은 평가 점수를 받았다. 마지막으로 Perceived Intelligence 차원에서 3.59점(SD=0.68)을 받아 Likability 다음으로 높은 평가 점수를 얻었다.

3.2.3 기타 전문가 의견

[Fig. 6]은 본 연구의 심리운동 기반 놀이 서비스와 로봇 인터랙션에 대한 전문가 의견을 분석하여 가장 많이 언급된 상위 10개의 단어를 막대그래프로 나타낸 결과이다.



[Fig. 5] Result of Godspeed



[Fig. 6] Frequently mentioned keywords in the expert opinions

‘목소리’ 13회, ‘톤’ 3회로 로봇의 음성과 관련된 단어가 총 16회로 자주 언급되었고, ‘아이’ 9회, ‘반응’ 3회, ‘말투’ 2회, ‘지시’ 2회로 놀이 활동 중 발생하는 상호작용과 관련된 단어 도 총 16회로 자주 언급되었다.

3.3 토의

SERVQUAL, Godspeed 결과와 전문가들의 기타 의견을 종합하여 본 연구에서 개발한 심리운동 기반 놀이 서비스와 로봇의 인터랙션에 대한 전문가들의 의견을 분석하였다.

로봇에게서 느껴지는 지능에 대한 신뢰도 및 지식수준에 대해 평가한 SERVQUAL의 Assurance와 Godspeed의 Perceived Intelligence 차원이 높은 점수를 얻었다. 로봇과 아동의 의사소통 상황에서 로봇이 이전의 상호작용을 기억하는 지능과 아동의 의견을 존중해줄 수 있는 능력의 필요성을 강조한 연구를 고려하였을 때¹⁹⁾, 전문가들은 심리운동 기반 놀이 서비스가 아동에게 제공되기에 적합하다고 판단하였음을 알 수 있다.

또한 전문가들은 SERVQUAL의 Tangibles와 Empathy, Godspeed의 Likability 차원에 높은 점수를 줌과 동시에 로봇의 매력적인 외형과 친절하고 친근한 태도가 아동에게 호감을 줄 것 같다고 응답하였다. 이는 사람과 유사한 얼굴의 로봇보다는 귀엽고 친근한 디자인의 로봇을 선호하며 감정 표현이 가능한 로봇일 경우 친절한 로봇을 선호한다는 연구 결과와 일치하는 부분이다^{20,21)}. 이는 본 연구의 심리운동 기반 놀이 서비스가

아이들에게 호감을 갖도록 개발되었음을 시사한다. 이로써 아동은 로봇이 제안하는 심리운동 기반 놀이 서비스에 관심을 가지고 참여할 것으로 예상되며, 활동에서 경험하게 되는 신체경험 및 물질경험, 사회경험을 통해 자아존중감을 비롯한 사회적/정서적 발달에 긍정적인 영향을 기대할 수 있다^{22,23}.

가장 낮은 평가 점수를 받은 SERVQUAL의 Responsiveness와 Godspeed의 Anthropomorphism 차원과 관련하여 전문가들은 로봇의 다소 단조로운 억양과 움직임으로 인해 아동이 해당 로봇을 사람보다 기계에 가깝다고 판단할 수 있다는 의견을 제시하였다. 이러한 평가 결과는 로봇 시스템 구현에 사용된 TTS 모듈의 음성이 사람과 똑같이 자연스럽게 발화하기 어려운 기술적인 한계와 본 연구에서 사용한 파이보의 외형과 모션 자유도가 단순한 점에서 기인한 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 연구에서는 아동의 사회·정서 지능 발달에 도움이 되고, 가족 구성원과 함께할 수 있는 심리운동에 기반한 놀이 서비스를 개발하였다. 로봇이 심리운동 기반 놀이 서비스를 실행하는 동안 아동의 흥미와 동기를 부여하는 인터랙션 시스템을 개발하였다. 아동 발달 전문가 집단을 통해서 개발한 심리운동 기반 놀이 서비스의 적합성과 로봇 인터랙션 시스템 적합성을 SERVQUAL과 Godspeed를 이용하여 평가하였다.

더불어 본 논문의 범위는 실증 전 단계로, 심리운동의 전문 영역을 로봇 서비스화하는 개발 과정을 담고 있으며 실증 시 반영되어야 할 개선점을 찾기 위해 전문가의 검토와 평가를 받았다. 이를 토대로 소셜 로봇을 활용한 실증 연구를 이어나가 서비스 효과에 관한 정량적 연구를 수행할 예정이다.

References

- [1] Y.-R. Kim, "Family Changes and Policy Issues Due to COVID-19," *KWDI Brief*, vol. 60, pp. 1-7, 2020, [Online], <https://www.kwdi.re.kr/publications/kwdiBriefView.do?p=1&idx=126242>.
- [2] B. Cagiltay, N. White, R. Ibtasar, B. Mutlu, and J. Michaelis, "Understanding Factors that Shape Children's Long Term Engagement with an In-Home Learning Companion Robot," *arXiv preprint arXiv:2205.09052*, 2022, DOI: 10.48550/arXiv.2205.09052.
- [3] J. Nakanishi, J. Baba, I. Kuramoto, K. Ogawa, Y. Yoshikawa, and H. Ishiguro, "Smart speaker vs. social robot in a case of hotel room," *2020 IEEE/RISJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Las Vegas, NV, USA, 2020, DOI: 10.1109/IROS45743.2020.9341537.
- [4] D. E. Logan, C. Breazeal, M. S. Goodwin, S. Jeong, B. O'Connell, D. Smith-Freedman, J. Heathers, and P. Weinstock, "Social robots for hospitalized children," *Pediatrics*, vol. 144, no. 1, 2019, DOI: 10.1542/peds.2018-1511.
- [5] E. A. Björling, K. Thomas, E. J. Rose, and M. Cakmak, "Exploring teens as robot operators, users and witnesses in the wild," *Front Robot AI*, vol. 7, no. 5, 2020, DOI: 10.3389/frobt.2020.00005.
- [6] I.-M. Kim, "A Study on the Effect of Psychomotorik," *The Journal of Humanities and Social science* 21, vol. 6, no. 4, pp. 193-212, 2015, [Online], <http://www.riss.kr/link?id=A101759194>.
- [7] J.-H. Ryu and Y.-S. Kang, "An Action Research of the Psychomotorik Program for Children with ADHD," *Korean Journal of Adapted Physical Activity*, vol. 28, no. 3, pp. 129-144, 2020. [Online], <http://www.riss.kr/link?id=A107060125>.
- [8] S. K. Jeong and S. J. Rhie, "Effects of psychomotorik and sensory integration on sensory modulation and attention of children with ADHD tendency," *Journal of Special Children Education*, vol. 13, no. 4, pp. 331-356, 2011, DOI: 10.21075/kacs.2011.13.4.331.
- [9] S. Hyun and J. H. Park, "A study on changes after family play therapy intervention in families of children with ADHD," *Korean Journal of Play Therapy*, vol. 24, no. 2, pp. 137-157, 2021, DOI: 10.17641/KAPT.24.2.3.
- [10] E. H. Yeo, "The Effects of Psychomotor Program on the Communicative competence of Young children with Developmental delays," *Journal of Motologie*, vol. 3 pp. 1-27, 2017, DOI: 10.23123/jmot.2017.3.1.1.
- [11] J. H. Jung and S. J. Rhie, "Effects of Psychomotricity on Language Expression of Infants with developmental delays," *Journal of Motologie*, vol. 4.no. 2, pp. 1-25, 2018, DOI: 10.23123/jmot.2018.4.2.1.
- [12] Y. S. Choi and E.-J. Lee, "The Effects of Psychomotorik on Self Concept, Sociability and Aggression in Preschoolers," *Child Health Nursing Research*, vol. 14, no. 4, 2008, [Online], <http://www.riss.kr/link?id=A103938503>.
- [13] J.-S. Lee, "Effects of Psychomotorik Activity on Emotional Intelligence of infants with aggression," *Journal of Motologie*, vol. 6, no. 1, pp. 63-78, 2020, DOI: 10.23123/jmot.2020.6.1.63.
- [14] Y. A. Jung and M. K. Cho, "Effects of Psychomotricity on Self-concept and Attitude toward the Disability of Non-disabled Siblings," *Journal of Special Education*, vol. 35, no. 2 pp. 223-248, 2019, DOI: 10.31863/JSE.2019.08.35.2.223.
- [15] Y. Kim and S.-G. Kim, "Research on the components of Gross-motor and applying method for motology program according to the result of Korean-developmental screening test(K-DST)," *Korean Journal of Early Childhood Special Education*, vol. 15, no. 3, pp. 255-279, 2015, [Online], <https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE10835557>.
- [16] A.-H. Chiang and S. Trimi, "Impacts of service robots on service quality," *Service Business*, vol. 14, no. 3, pp. 439-459, 2020, DOI: 10.1007/s11628-020-00423-8.
- [17] C. Bartneck, D. Kulic, E. Croft, and S. Zoghbi, "Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots," *International Journal of Social Robotics*, vol. 1, no. 1, pp. 71-81, 2009, DOI: 10.1007/s12369-008-0001-3.
- [18] J. C. Anderson and D. W. Gerbing, "Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach," *Psychological Bulletin*, vol. 103, no. 3, pp. 411-423, 1988, DOI: 10.1037/0033-2909.103.3.411.

[19] J. Lee, J. Lee, and D. Lee, "Cheerful encouragement or careful listening: The dynamics of robot etiquette at Children's different developmental stages," *Computers in Human Behavior*, vol. 118, 106697, 2021, DOI: 10.1016/j.chb.2021.106697.

[20] S. Y. Sun, W. W. Xu, Z. H. Li, K.-K. Ng, and I. K.-W. Lai, "A Study on the Appearances and Functionalities of Education Robots for Attracting Students' Attention and Interactive Interests," *2018 International Symposium on Educational Technology*, pp. 245-249, 2018, DOI: 10.1109/ISET.2018.00061.

[21] S. Y. Ha and S. A. Lee, "A Study on the Preference of Young Children for the Outward Appearance of a Teacher-aided

Humanoid Robot," *Journal of Korean Child Care and Education*, vol. 8, no. 5 pp. 89-110, 2012, [Online], <https://koreascience.kr/article/JAKO201218955509314.page>.

[22] R. Zimmer, "Understanding of Psychomotor - Psychomotor Theory and Practice for Children," *Seoul Welfare Center for the Disabled*, 2005, [Online], <http://www.riss.kr/link?id=M10722639>.

[23] H.-M. Kim, "The effect of psychomotor by the emotional behavior disorder (ADHD) children on the improvement of Self-esteem, Depression or Hyperactivity in terms of convergence," *Journal of Digital Convergence*, vol. 13, no. 11, pp. 571-578, 2015, DOI: 10.14400/JDC.2015.13.11.571.



김 다 영

2021 신라대학교 융합기계공학부(공학사)
2021~현재 한국로봇융합연구원 인간로봇 상호작용연구센터 연구원

관심분야: 로보틱스, HRI



정 재 희

2006 Wuppertal Universitaet(디자인학박사)
2017~현재 홍익대학교 산업미술대학원 서비스디자인 전공 조교수

관심분야: Service Design, Design Thinking, Social Robot



최 지 환

2018~2022.2 한동대학교 전산전자공학부 공학사
2022.2~2022.7 한국로봇융합연구원 인터랙티브연구본부 연구원

관심분야: 자율로봇, HRI



서 갑 호

1999 고려대학교 전기공학과(학사)
2001 KAIST 전기및전자공학(석사)
2009 KAIST 전기및전자공학(박사)
2009~현재 한국로봇융합연구원 수석연구원
2020~현재 포항공과대학교 기계공학과 겸직교수
2021~현재 경북대학교 로봇 및 스마트 시스템 공학과 겸임교수

관심분야: 시스템제어, 임베디드 시스템, 웨어러블로봇



김 주 현

2012 동명대학교 로봇시스템공학과(공학사)
2014 동명대학교 기계시스템공학과(석사)
2015~현재 한국로봇융합연구원 인간로봇 상호작용연구센터 선임연구원

관심분야: 로보틱스, 기구학



이 원 형

2008 KAIST 전기및전자공학과(공학사)
2010 KAIST 전기및전자공학과(공학석사)
2017 KAIST 전기및전자공학과(공학박사)
2017~2019 미국 George Wash -ington University 박사후 연구원
2019~현재 한동대학교 전산전자공학부 조교수

관심분야: HRI



김 민 규

2012 University of Tsukuba(공학박사)
2015~현재 한국로봇융합연구원 인간로봇 상호작용연구센터 책임연구원

관심분야: Human-Robot Interaction, Data Analytics, Artificial Intelligence