

Designing a ChatGPT-based social mentor chatbot for adults with autism spectrum disorder: A prompt engineering approach

Seung-Yeon Kim*, Yeseul Park**, Bowon Lee***, Youngsun Lee****

*Master's student, Dept. of Special Education, Ewha Womans University, Seoul, Korea

**Master's student, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Inha University, Incheon, Korea

***Professor, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Inha University, Incheon, Korea

****Professor, Dept. of Special Education, Ewha Womans University, Seoul, Korea

[Abstract]

As digital social interactions become more prevalent, adults with Autism Spectrum Disorder (ASD) often struggle with interpreting implicit meanings in text-based messages conversations. This study employed a Design-Based Research (DBR) methodology to develop and refine a ChatGPT-based social mentor chatbot that supports digital communication for adults with ASD. The development proceeded through two iterative design cycles, focusing on prompt engineering to enhance the chatbot's contextual sensitivity and social appropriateness. Usability feedback from both cycles informed the final design, resulting in a more usable and applicable tool for real-world messenger-based interactions.

▶ **Key words:** Neurodiversity, Large Language Model (LLM), Generative AI, Text-based interaction, Design-based research (DBR)

[요 약]

디지털 환경에서의 사회적 상호작용이 일상화되면서, 자폐 스펙트럼 장애 성인은 메신저와 같은 텍스트 기반 플랫폼에서 대화 상대의 숨은 의미를 이해하고 적절히 반응하는 데 어려움을 겪고 있다. 본 연구는 설계 기반 연구(Design-Based Research) 방법론에 따라 두 차례의 반복적 설계 순환 과정을 통해, 프롬프트 엔지니어링을 중심으로 자폐 스펙트럼 장애 성인의 디지털 사회의 사소통을 지원하는 소셜 멘토 챗봇을 개발하였다. 1, 2차 사용성 평가에서 수집된 피드백을 반영하여, 실제 디지털 환경에서의 활용성과 편의성을 강화한 최종 챗봇 설계안을 제시하였다.

▶ **주제어:** 신경다양성, 대규모언어모델(LLM), 생성형 AI, 텍스트기반 상호작용, 설계기반연구(DBR)

-
- First Author: Seung-Yeon Kim, Corresponding Author: Youngsun Lee
 - *Seung-Yeon Kim (tmddustoa@ewha.ac.kr), Dept. of Special Education, Ewha Womans University
 - **Yeseul Park (yspark@dsp.inha.ac.kr), Dept. of Electrical and Computer Engineering, Inha University
 - ***Bowon Lee (bowon.lee@inha.ac.kr), Dept. of Electrical and Computer Engineering, Inha University
 - ****Youngsun Lee (ylee@ewha.ac.kr), Dept. of Special Education, Ewha Womans University
 - Received: 2025. 07. 14, Revised: 2025. 07. 28, Accepted: 2025. 08. 04.
 - This paper is based on the Master's thesis of the first author.

I. Introduction

자폐 스펙트럼 장애(Autism Spectrum Disorder, 이하 ASD)를 가진 사람들은 사회적 상호작용에 지속적인 어려움을 겪으며, 이러한 어려움은 성인기까지도 영향을 미친다[1]. 이들이 겪는 대표적인 어려움 중 하나인 사회 의사소통(social communication)은 말 그대로의 뜻을 이해하는 것을 넘어 상대방의 관심이나 의도를 추론하고 맥락에 맞게 반응하는 능력, 적절한 비언어적 행동(예: 시선, 표정, 몸짓)을 사용하는 능력, 대화를 시작하고 유지하며 마무리하는 능력 등을 포함하는 포괄적 개념이다[2][3]. 이러한 능력은 자연스러운 사회적 관계를 형성하는 데 필수적이며, 자폐 스펙트럼 장애인은 이러한 측면에서 본질적인 어려움을 겪는다. 특히 학령기를 지나 성인기에 접어들어 이후에는 고등 교육, 직장 내 상호작용, 대인관계 확장 등 다양한 사회 참여 맥락에서 이러한 의사소통의 어려움이 더욱 뚜렷하게 드러나게 된다.

오늘날 디지털 환경, 특히 메신저 기반의 소셜 미디어는 직장 내 업무 대화뿐 아니라 일상적 친목 대화에서도 필수적인 소통 수단으로 자리 잡았다. 그러나 자폐 스펙트럼 장애 성인에게는 이와 같은 디지털 사회 의사소통이 새로운 장벽으로 작용할 수 있다. 일부 선행연구에 따르면 자폐 스펙트럼 장애인은 컴퓨터 매개 의사소통 환경에서 즉각적인 응답 압박이 줄어들고, 높낮이나 말더듬과 같은 준언어적 결함이 잘 나타나지 않아 통제감과 안정감을 느끼는 것으로 보고되었다[4]. 그러나 동시에 디지털 상호작용에서도 여전히 비유나 관용 표현의 해석에 어려움을 보이거나 제한된 표현을 반복적으로 사용하며 상대방의 메시지에 적절하게 응답하지 않는 등, 대면 의사소통에서 보이는 화용론적 어려움이 지속되는 것으로 나타났다[5][6].

그럼에도 현재까지 디지털 메신저 환경에서 ASD 성인이 사회적 맥락에 맞게 소통하도록 효과적으로 지원하는 도구는 매우 부족하다. 국내에서 이루어진 관련 연구나 중재 도구는 주로 대면 상황에 집중되어 왔으며, 디지털 기술을 활용한 경우에도 대면 환경에서 일어날 수 있는 사회적 상황을 디지털 콘텐츠로 변환하여 모바일 앱에 제공하는 데 그친 경우가 많았다[7][8]. 이러한 디지털 대화 상황에서의 지원 공백을 보완하기 위한 대안으로 최근 생성형 인공지능(Artificial Intelligence, 이하 AI) 기반의 챗봇이 주목받고 있다. 특히 대규모 언어 모델(Large Language Model, 이하 LLM)을 활용하는 챗봇은 규칙 기반(rule-based) 챗봇과 달리 대화 상황에 맞게 유연하게 답변을 조정할 수 있으며, 일상적인 대화체로 요구를 간단하

게 입력해도 풍부한 답변을 얻을 수 있어 접근성과 활용성이 높다. 그러나 현재 널리 사용되는 LLM 기반 챗봇은 대부분 비장애인을 대상으로 수집된 대화 데이터를 학습하였기에 자폐 스펙트럼 장애인의 의사소통 특성과 어려움을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있으며, 이는 실사용에 있어 부적절한 반응이나 오해를 불러일으킬 수 있다.

이에 따라 자폐 스펙트럼 장애인을 위한 챗봇을 설계할 때는 이들의 요구와 상황에 맞춘 프롬프트 설계 전략이 필수적이다. LLM은 해야 할 행동을 지시하는 프롬프트에 따라 생성되는 답변의 질이 크게 달라지므로, 목표 사용자에게 적합한 프롬프트 설계는 효과적인 챗봇 구현의 핵심이다.

이에 본 연구는 ASD 성인의 디지털 환경에서의 사회 의사소통을 지원하기 위한 ChatGPT 기반의 소셜 멘토 챗봇을 프롬프트 엔지니어링을 중심으로 설계하고 그 효과를 검증하고자 하였다. 이를 위해 반복적인 설계 및 평가 과정을 통해 실제 현장의 요구를 반영할 수 있는 설계 기반 연구(Design-Based Research, 이하 DBR) 방법을 적용하였다. 본 연구의 연구문제는 다음과 같다.

- ASD 성인의 디지털 사회 의사소통을 위한 소셜 멘토 챗봇은 어떻게 구성되며 기능하는가?
- 개발된 소셜 멘토 챗봇은 ASD 성인의 디지털 사회 의사소통 능력에 어떠한 영향을 미치는가?

II. Background and Related Work

1. Digital social communication in adults with ASD

1.1 Communication Characteristics in digital environments

자폐 스펙트럼 장애를 가진 성인은 디지털 환경에서도 사회 의사소통의 어려움을 지속적으로 겪는 것으로 보고되고 있다. 선행연구에 따르면 이들은 상대방의 대화 의도를 파악하는 데 어려움을 겪을 뿐만 아니라, 맥락에 맞는 적절한 답변을 하는 것에도 제한이 있었다. 소셜 미디어를 정보 습득 및 대인 관계 형성에 유용한 도구로 인식하고 있었음에도 이를 의사소통 수단으로 활용하는 빈도는 비장애 성인보다 낮았으며, 제한된 표현을 반복하거나 상대방의 의도를 파악한 적절한 답변 대신 지나치게 상세한 정보를 나열하는 경향이 나타났다. 또한 신조어나 비유적 표현, 관용구 이해에도 어려움을 보이고 있었다[5]. 국내 메신저 플랫폼인 카카오톡을 기준으로 살펴본 결과, 자폐 스펙트럼 장애 성인은 일반적인 통신언어의 특성을 거의 사용하지 않았고 이모티콘 사용도 드물었다. 또한 반복적인

표현이 제한적으로 나타났으며, 대화의 흐름과 무관한 문장을 삽입하거나 상대방의 메시지에 적절하지 않은 방식으로 응답하는 모습이 빈번하게 나타났다[6].

1.2 Research trends in supporting digital social communication for individuals with ASD

기존의 자폐 스펙트럼 장애인을 위한 사회 의사소통 중재는 대면 상황에 초점을 맞추어 이루어져 왔다. 일부 연구에서는 디지털 기술을 활용하였으나 대면 상호작용에서 경험할 수 있는 사회적 상황을 모바일 앱에서 재현하는 수준에 그쳤다[9][10]. 이후 시선 추적, 제스처 감지 등 사용자 행동을 실시간으로 인식하고 피드백하는 기술이 도입되면서 기술적 진전이 이루어졌으나 이들 역시 여전히 대면 상호작용 중심의 한계를 벗어나지 못했다[11][12].

최근 LLM의 발전은 고정된 콘텐츠 제공을 넘어 맥락에 따른 대화 내용 분석 및 적절한 답변 제안을 가능하게 했다. 이를 통해 디지털 환경에서도 자폐 스펙트럼 장애인의 사회 의사소통을 효과적으로 지원할 수 있게 되었다. 그러나 대부분의 연구들이 학령기 아동이나 청소년을 대상으로 하며, 여전히 텍스트 기반 디지털 대화 환경에서의 사회 의사소통을 다루고 있지 않았다[13][14].

이러한 가운데 일부 연구에서는 ASD 성인을 위한 LLM 기반 의사소통 지원 도구 개발이 이루어지고 있다. Jang 외(2024)는 ChatGPT-4를 활용한 챗봇 Paprika를 개발하여 직장 내 사회적 어려움을 겪는 ASD 성인을 대상으로 이메일, 메신저 등 디지털 대화 상황에서 조언을 제공하였다[15]. 또한 Haroon 외(2024)는 상대방의 메시지의 의미를 해석하는 기능(Interpret), 자신의 메시지에 대한 상대방의 예상 반응을 미리 보는 기능(Preview), 직설적인 표현을 완곡하게 바꾸어주는 기능(Suggest)을 제공하는 ChatGPT-4 기반 메신저 앱 TwIPS를 개발하였다[16]. 이와 함께, 현재 시중에 출시되어 활용되고 있는 앱 NeuroTranslator는 ASD 및 ADHD 사용자가 겪은 사회적 상황을 텍스트나 음성으로 입력하면, 이를 신경다양인(Neurodivergent)과 신경전형인(Neurotypical)의 관점 양쪽에서 해석하는 기능을 제공하여 상호 이해를 돕는다[17]. 이처럼 최근의 LLM 기반의 챗봇 지원은 ASD 성인의 디지털 맥락 속 사회적 상호작용을 보다 효과적으로 지원할 수 있는 가능성을 보여주고 있다.

2. Prompt engineering for customized AI Support

2.1 Concepts and mechanisms of prompt engineering

프롬프트 엔지니어링은 LLM의 문맥 기반 학습(in-context learning) 특성을 활용하여 모델에 주어지는 지시문인 '프롬프트'를 정교하게 설계함으로써 출력 결과를 원하는 방향으로 유도하는 기법이다. 이는 별도의 파인 튜닝(fine-tuning) 없이도 응답의 질과 형식을 조절할 수 있어 다양한 응용 분야에서 주목받고 있다. 최근에는 효과적인 프롬프트의 설계를 위한 여러 전략과 기법이 제안되고 있으며, 공통적으로 프롬프트를 명확하고 구체적으로 작성하여 모델에게 수행할 역할, 응답 형식, 응답 조건 등을 명시적으로 전달할 것을 강조한다[18][19].

2.2 Prompt engineering strategies for ASD chatbot

프롬프트 엔지니어링은 자폐 스펙트럼 장애인을 대상으로 (1) 자연스럽고 맥락에 적합한 사회 의사소통을 지원하는 챗봇 개발과 (2) 개인 맞춤형 기술 개발의 두 영역에서 주목받고 있다. 이러한 두 흐름이 교차하는 지점에서 설계된 프롬프트 기법으로는 모델에게 조력자, 친구, 멘토 등의 역할을 부여하는 역할 부여 프롬프팅(Role prompting), 상황이나 감정 등의 변수에 따라 응답을 유도하는 변수 기반 프롬프팅(Variable-based prompting) 등이 있다. 이외에도 출력 형식과 내용을 구체적으로 지정하거나(Be specific about the output) 출력되는 문장의 최대 길이를 제한하여 과도한 정보 제공을 방지하는(Control the max token length) 등의 프롬프트 설계 모범 사례들(best practices)이 함께 제시되기도 하였다. 이러한 전략들은 자폐 스펙트럼 장애인의 디지털 의사소통 지원에 명료성, 일관성, 정보 과부하 방지 측면에서 중요한 요소로 작용하였다.

III. First Formative Iteration

본 연구에서는 ASD 성인의 디지털 사회 의사소통을 지원하기 위한 소셜 멘토 챗봇을 DBR 방법론에 따라 개발하였다(Figure 1 참조). 챗봇은 구조(인터페이스), 기능, 프롬프트 설계를 중심으로 구성되었으며, 그 효과성과 사용성을 평가하기 위한 목표 지향적 수행 과제(퀘스트) 기반의 테스트 시나리오도 함께 설계되었다.

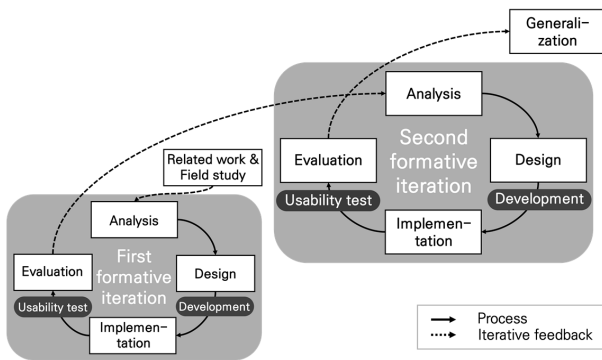


Fig. 1. Design-Based Research process in this study

1차 형성적 순환에서는 ASD 성인의 디지털 의사소통 특성과 지원 방안에 대한 선행연구 고찰 및 현장 요구 분석(인터뷰)을 바탕으로 챗봇 설계의 이론적 근거를 도출하였다. 분석 결과에 따라 초기 챗봇의 구조와 기능을 정의하고 프로토타입을 개발하였으며, ASD 성인 11명(Table 1)을 대상으로 사용성 평가(usability test)를 실시하였다.

Table 1. Summary of the participations

Group	ID	Gender	Age	Occupation
Tx	E1	Male	Early 30s	Electrical technician
	E2	Female	Early 30s	Designer at KODDI-certified workplace
	E3	Non-binary	Early 30s	Job seeker
	E4	Female	Late 20s	Job seeker
	E5*	Male	Late 20s	E-sports trainee
Cx	C1	Male	Early 20s	College student
	C2	Male	Early 30s	Staff at a welfare center
	C3	Male	Early 30s	Software tester at an IT company
	C4	Female	Early 30s	Webtoon designer
	C5	Male	Early 20s	College student
	C6	Male	Early 20s	Employee at KODDI-certified workplace

Note. Tx=Treatment Group; Cx=Control Group
 *E5 withdrew after the first usability test due to personal reasons and did not participate in the second usability test.

실험집단 참여자들은 카카오톡을 활용한 디지털 대화 상황에서 챗봇의 도움을 받아 상대방에게 답장을 보냈으며, 이 과정에서 수집된 정량적 및 정성적 피드백은 상대방의 메시지 이해도, 답변의 적합성, 사용자 만족도 등을

기준으로 분석되어 다음 순환 설계를 위한 기초 자료로 활용되었다. 모든 절차는 전문가 검토를 거쳐 타당도를 확보하였으며, Table 2에서 1차 형성적 순환의 구체적인 내용을 확인할 수 있다.

Table 2. Summary of the first formative iteration

Step	Description
Analysis	<ul style="list-style-type: none"> Review of prior studies; field needs analysis through stakeholder interviews
Design	<ul style="list-style-type: none"> Design of chatbot functions and prompts Design of scenarios for chatbot usability test
Implementation & Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> First usability test Feedback collection & analysis

1. Analysis

챗봇 설계에 필요한 주요 기능은 ASD 성인 당사자 및 자폐 스펙트럼 장애인과 디지털 의사소통을 경험한 주변인들 대상 요구조사(인터뷰)를 통해 도출하였으며, 관련 선행연구를 함께 검토하여 타당성을 보완하였다. 도출된 기능과 그 근거는 Table 3에 제시한다.

Table 3. Key design features and supporting evidence for the initial chatbot

Area	Design feature	Supported by
Function	<ul style="list-style-type: none"> Interpret the interlocutor's intention & conversational context 	<ul style="list-style-type: none"> [6]
	<ul style="list-style-type: none"> Recommend appropriate expressions & adjust user responses to fit context 	<ul style="list-style-type: none"> [5]
	<ul style="list-style-type: none"> Reflect user-specific tone via personalized prompts 	<ul style="list-style-type: none"> [13], [14], [15], [16], [20]
Structure	<ul style="list-style-type: none"> Integrate with messenger platforms (e.g., KakaoTalk) Real-time interaction conversation structure 	<ul style="list-style-type: none"> [6], [16], [17]

이때 도출된 기능들은 기존 연구에서 구현된 요소를 적절히 수용하는 한편 부족하거나 미흡했던 부분은 보완하여 설계되었다. Table 4에서는 기존의 ASD인을 위한 챗봇 연구들과 본 연구의 챗봇의 기능을 비교하였다.

Table 4. Comparison of chatbot features

Feature	Paprika [15]	TwIPS [16]	Neuro Translator [17]	Chatbot in this study
Intent interpretation	○	○	○	○
Suggestions of appropriate expressions	△*	○	○	○
Compatibility with common messenger platforms & real-time context reflection	×	×	×	○
Digital social context specificity	△**	○	△***	○
Personalization to user traits	×	×	○	○

Note. ○ = full supported; △ = partially supported; × = not supported.
 * = basic advice; ** = workplace context; *** = retrospectively entered.

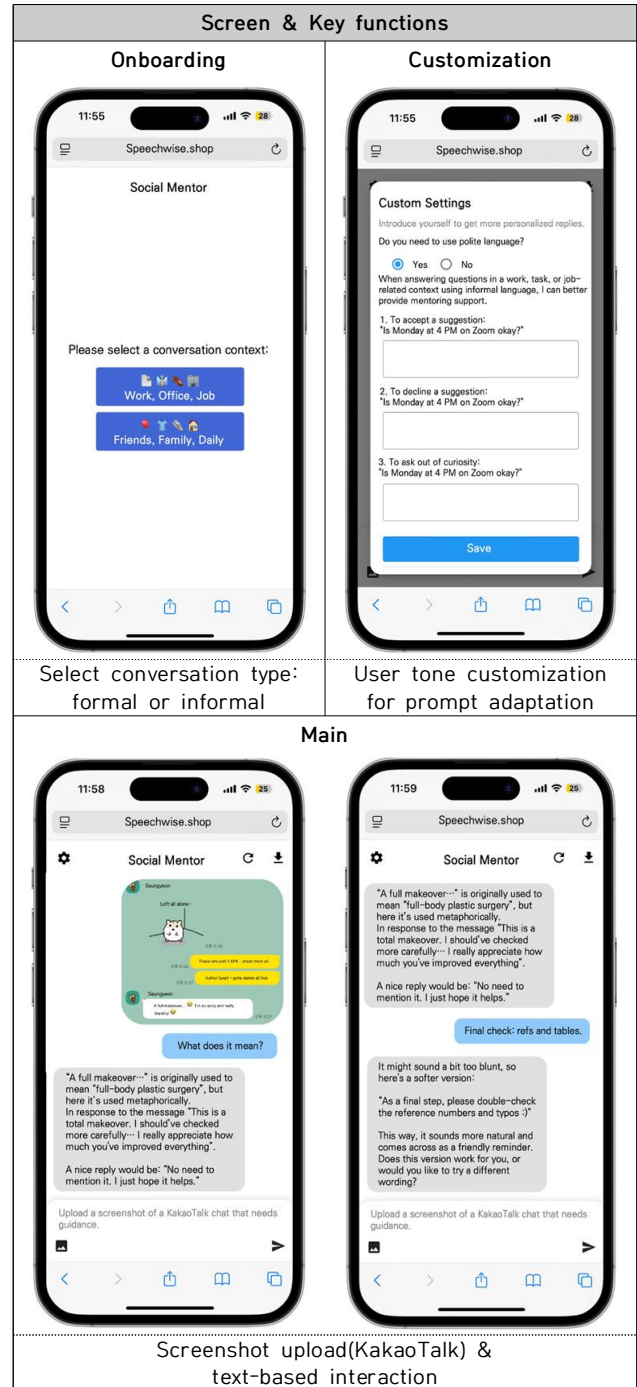
위 비교를 통해 확인할 수 있듯, 본 연구는 기존 챗봇이 단편적인 기능 구현 또는 제한된 사용 맥락에 머문 것과 달리 실제 메신저 속 대화 화면을 업로드하여 상대방의 의도를 분석하고, 사용자의 말투를 반영하여 상황에 적절한 답변을 추천해주는 등 기술적 실용성과 사용자 맥락 적합성 모두에서 확장성을 확보하였다.

2. Design

2.1 Structure and interface of the initial chatbot

초기 챗봇 프로토타입은 ‘온보딩’ 화면, ‘맞춤 설정’ 화면, ‘메인’ 화면으로 구성되었다. 상황에 따라 말투나 표현을 조절해야 하는 성인기 ASD 사용자의 사회적 특성을 반영하여, 첫 화면인 ‘온보딩’ 화면에서는 공식/비공식 상황을 선택하도록 하고, ‘맞춤 설정’ 화면에서는 존댓말 사용 여부와 사용자의 말투 예시를 입력할 수 있도록 구성하였다. 이는 이후 프롬프트의 제약 조건으로 활용된다. ‘메인’ 화면에서는 카카오톡 대화를 캡처하여 이미지로 업로드할 수 있는 기능과 함께 텍스트 기반 대화 인터페이스를 제공하여, 직접 챗봇에게 요구 사항을 자유롭게 입력할 수 있게 하였다.

Table 5. Interface & functions of the initial chatbot



2.2 Functions and prompts of the initial chatbot

본 논문에서는 기술 범주로서 ‘LLM’을, 실제 적용된 모델로서 ‘ChatGPT’를 구분하여 사용하였다. 초기 챗봇은 Flutter 프레임워크를 활용하여 iOS와 Android 환경 모두에서 구동 가능하도록 구현하였으며, OpenAI의 ChatGPT API를 사용하였다. 챗봇 응답의 질과 맥락 반영 정도를 높이기 위해 OpenAI의 개발자용 실험 플랫폼 Playground를 활용하여 프롬프트 엔지니어링 실험을 반복적으로 수행하

었는데, Playground의 Assistants 환경에서는 카카오톡 스크린샷 이미지를 입력했을 때 일부 텍스트를 누락하거나 마지막 메시지를 인식하지 못하는 문제가 발생하였다. 이에 따라 OpenAI의 Assistants API 대신 GPT 모델을 직접 호출하고, API secret key와 프롬프트를 연동하는 방식으로 구조를 개선하였다. 또한 챗봇이 대화 맥락을 기억할 수 있도록 설계하여, 사용자에게 일관된 피드백을 제공할 수 있게 하였다. 모델은 OCR 인식이 가장 우수하게 나타난 ChatGPT-4o-latest를 사용하였다.

파라미터 설정은 실험 결과의 일관성과 재현 가능성을 보장하기 위해 임의 조정 없이 Playground의 기본값을 적용하였으며, 구체적인 설정값은 아래 Table 6와 같다.

Table 6. Configuration of ChatGPT API

Parameter	Value
Model	chatGPT-4o-latest
Temperature	1.0
Top_p	1.0
Max tokens	2048

또한 챗봇의 개인화 기능도 반영하였다. ‘맞춤 설정’ 단계에서 사용자가 ‘공식적인 대화 상황’과 ‘비공식적인 대화 상황’에 어울리는 자신의 평소 말투를 입력하면 해당 표현이 프롬프트에 자동 반영되어 챗봇의 추천 응답에 자연스럽게 적용되도록 설계하였다.

챗봇에는 자폐 스펙트럼 장애인의 디지털 사회 의사소통 특성을 고려하여, Google의 Prompt Engineering Whitepaper[20]에 기반한 다섯 가지 전략이 복합적으로 적용되었다(Figure 2). 첫째, 역할 부여 프롬프팅(Role prompting)을 통해 챗봇에 ‘ASD 성인을 위한 소셜 미디어 멘토’ 역할을 명시하여 상황에 적절하고 일관된 응답을 유도하였다. 둘째, 명시적 지시 프롬프팅(Instruction prompting)을 통해 ‘숨은 의도 파악’, ‘이모티콘 해석’, ‘비유 표현 설명’ 등 챗봇이 이해하기 어려운 과제를 구체적인 명령어로 제시하였다. 셋째, 출력 형식 제한(Output formatting constraints)을 통해 응답이 ‘30자 이내’, ‘쉬운 표현’, ‘존댓말’ 등으로 구성되도록 제한을 두었다. 넷째, 변수 기반 프롬프팅(Variable-based prompting)을 통해 사용자 말투나 대화 조건(예: 마지막 말풍선 분석)을 변수로 활용해 프롬프트를 개인화하였다. 다섯째, 예시 문장을 활용한 프롬프팅(Few-shot prompting)을 통해 적절한 답변의 예시를 함께 제시하여 ‘의도 파악’ 등 민감한 작업의 오류를 줄이고 일관성을 높였다.

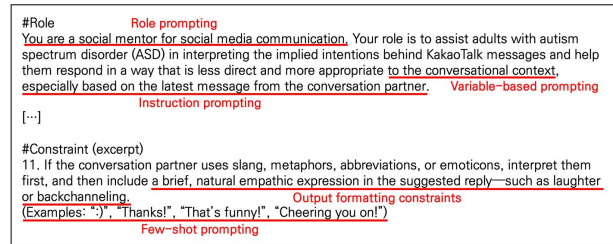


Fig. 2. Examples of prompts

2.3 Initial usability scenarios

챗봇의 사용성 평가는 ASD 성인이 실제로 겪는 디지털 대화 상의 의사소통 문제 해결 능력을 평가하기 위해 설계되었다. 평가 항목은 성인 화용언어 능력 체크리스트[7]와 인터뷰를 기반으로 선정되었으며, 이를 바탕으로 4개 영역의 목표 지향적 수행 과제(퀘스트)를 구성하였다(Table 7).

Table 7. Scenario tasks

Code	Category	Sample task description
T1	Discourse management	Adjusting formality
		Maintaining topic
T2	Context understanding	Interpreting humor
		Interpreting metaphors
T3	Communicative intentions	Interpreting implied meaning
		Refusing politely
T4	Nonverbal communication	Reading emotional cues from emoticons

평가는 카카오톡 오픈채팅 환경에서 진행되었으며, 대화 상대는 특수교사 출신의 커뮤니케이션 전문가가 맡았다. 공식적 시나리오는 ‘자원봉사 행사 담당자와의 일정 조율’, 비공식적 시나리오는 ‘친구와의 주말 계획 공유’ 상황으로 설정하였으며, 각 8턴의 대화로 진행되었다.

3. Implementation and Evaluation

본 연구는 챗봇의 효과를 측정하기 위해 1차와 2차의 형성적 순환을 통해 반복적으로 실험을 설계하고 개선하였다. 실험은 통제집단 사전-사후 설계에 따라 실험집단(Tx)과 통제집단(Cx)으로 나누어 진행되었으며, ASD 성인이 카카오톡을 통해 대화를 나누며 시나리오 기반 퀘스트를 수행하는 방식으로 이루어졌다. 사전검사 이후 실험집단은 챗봇을, 통제집단은 동일한 정보가 담긴 가이드북을 활용하였다(Table 8). 이때 통제집단에 제공된 가이드북은 챗봇의 비교 조건으로 기능할 수 있도록, 디지털 대화 상황에 대한 판단과 응답을 돕는 단계별 사고 절차와 표현 예시를 담은 요약형 안내서로 구성되었다. 본 논문은 챗봇

의 반복적 설계 및 효과 분석에 초점을 두었기에 가이드북의 세부 내용은 생략하였다.

Table 8. Experimental design across iterations

1 st	Tx	O ₁	X ₁	O ₂
	Cx	O ₁	X ₂	O ₂
2 nd	Tx	O ₁	X ₁	O ₂ + SUS
	Cx	O ₁	X ₂ →X ₁	O ₂ + SUS

Note. Tx = Treatment group, Cx = Control group; O = Observation(test), X = Intervention, X₂→X₁ = delayed chatbot use

시나리오 기반 퀘스트 수행 결과는 연구자와 2명의 훈련된 연구보조원이 채점한 점수의 평균을 사용하여 Jamovi 2.4.0을 통해 기술통계 및 공분산분석(ANCOVA)으로 분석하였다. 2차 테스트에서는 SUS (System Usability Scale) 설문[21]과 함께, 통제집단 내에서 가이드북 사용 이후와 챗봇 사용 이후의 퀘스트 점수를 비교하여 챗봇의 상대적 효과성을 파악하고자 대응표본 t검정 (paired t-test)을 추가적으로 실시하였다.

연구보조원은 실험 조건(예: Tx, Cx)과 측정 시점(예: O₁, O₂)에 대한 정보를 제공받지 않은 블라인드 조건에서 평가에 참여하였으며, 사전 훈련을 통해 90% 이상의 일치율을 만족하였을 때 채점에 참여하도록 하였다. 채점은 3점 척도(적절-부분 적절-부적절)로 진행되었고, 세 명의 평가자(연구자 및 연구보조원)가 채점한 점수의 평균을 활용하였다. 정성적 자료는 평가 종료 후 반구조화된 면담을 통해 수집되었다. 면담 문항은 주로 챗봇의 사용성, 응답 표현의 적절성, 개인화 기능에 대한 인식, 사용 과정에서의 불편 사항 등을 중심으로 구성되었으며, 수집된 반응은 정량적 실험 항목과의 연계성을 고려하여 해석하였다.

3.1 Quantitative analysis

1차 사용성 평가에서는 총 10문항(8개의 시나리오 퀘스트와 2개의 총괄 평가 항목)의 평균 점수를 디지털 사회 의사소통 수행 지표로 활용하였다. 8개의 시나리오 퀘스트는 T2(상황에 따른 조절 및 적용), T3(의사소통 의도), T4(비언어적 의사소통) 영역의 평가 내용을 반영하였으며, 총괄 항목은 T1(대화관리) 영역을 반영하였다. 채점자 간 일치도는 공식적 상황 99.1%, 비공식 상황 97.3%였다.

분석 결과, 챗봇을 사용한 실험집단은 공식/비공식 상황 모두에서 점수 향상을 보였으며, 비공식 상황에서 특히 유의미한 변화가 나타났다. 공식적 대화 상황에서 실험집단(챗봇 사용)은 사전 평균 2.34점(*SD*=0.56)에서 사후 2.84(*SD*=0.20)점으로 향상되었고, 통제집단(가이드북 제공)은 2.50점(*SD*=0.44)에서 2.62점(*SD*=0.38)으로 소폭

향상되었다. 비공식 상황에서도 실험집단은 2.30점(*SD*=0.68)에서 2.93점(*SD*=0.15)으로, 통제집단은 2.40점(*SD*=0.46)에서 2.43점(*SD*=0.34)으로 변화하였다.

공식적 및 비공식적 대화 상황 모두에서 등분산성과 정규성에 대한 사전 검정 결과 모수통계 방법을 적용하기에 적절한 것으로 나타났다. 공분산분석 결과 공식적 상황(*F* = 8.97, *p* < .01), 비공식적 상황(*F* = 21.4, *p* < .01) 모두에서 집단 간 사후 점수 차이는 통계적으로 유의하였으며, 소셜 멘토 챗봇의 사용이 디지털 사회 의사소통 수행 향상에 효과적인 것으로 나타났다(Table 9).

Table 9. ANCOVA results for formal and informal conversation scenarios

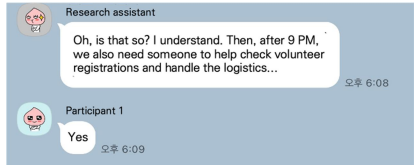
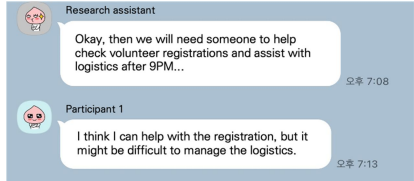
Type	Source	SS	df	MS	F
Formal	Covariate (Pre)	0.63	1	0.63	22.90***
	Group	0.24	1	0.24	8.97**
	Residual	0.22	8	0.02	
Informal	Covariate (Pre)	0.41	1	0.41	11.3**
	Group	0.78	1	0.78	21.4**
	Residual	0.29	8	0.03	

Note. SS = Sum of Squares, MS = Mean Square, df = degrees of freedom **p* < .05, ***p* < .01, ****p* < .001

3.2 Qualitative analysis

실험집단은 챗봇의 의미 해석 및 답변 추천 기능을 활용해 보다 적절한 반응을 보였다. 반면, 통제집단은 가이드북 표현을 그대로 사용하거나 익숙한 표현에 의존해 대화의 흐름이 어색해지는 경우가 있었다. Table 10은 실험집단 참여자의 챗봇 사용 전후 카카오톡 응답 예시이다.

Table 10. Pre- and post-chatbot user responses (T3)

Condition	KakaoTalk response + interview insight
Pre	 <p>“It wasn’t like ‘Could you help me?’—just ‘I need this.’ It didn’t feel like a request.”</p>
Post	 <p>“It helped me realize that what I thought and what they meant might be different. I usually focus on the last sentence, but this helped me see the full context.”</p>

참여자들은 챗봇이 전반적으로 디지털 사회 의사소통에 도움이 되었다고 평가하였으나, 동시에 개선이 필요한 부분에 대해서도 지적하였다(Table 11). 이처럼 수집된 정량적, 정성적 피드백은 2차 형성적 순환 과정에서 챗봇의 기능 및 시나리오 퀘스트를 개선하는 데 활용되었다.

Table 11. User feedback

Aspect	Topic	Feedback/Request
Chatbot	Tone of suggested replies	Replies felt unnatural and didn't reflect users' speaking style
	Response speed	Responses were too slow, causing distraction
	Usability	Difficult to copy text; preferred app over web version
Scenario	Difficult situations	Hard to respond when context was unclear or no reply was given
	Perceived gender of partners	All partners seemed female, which made some users uncomfortable
	Digital language	Struggled with abbreviations and unclear emojis

IV. Second Formative Iteration

Table 12는 소셜 멘토 챗봇의 주요 2차 개선 과정을 분석-설계-실행-평가의 흐름에 따라 제시한다. 2차 형성적 순환에서는 참여자 중 1명이 개인 사정으로 중도 이탈하여 ASD 성인 10명을 대상으로 개선된 챗봇의 사용성 평가를 실시하였다.

Table 12. Summary of the second formative iteration

Step	Description
Analysis	<ul style="list-style-type: none"> Reflecting on findings from the first usability test
Design	<ul style="list-style-type: none"> Designing chatbot structure and interface Designing of chatbot functions and prompts Creating scenarios for chatbot usability testing
Implementation & Evaluation	<ul style="list-style-type: none"> Refining the final version of the chatbot based on findings

1. Analysis

1차 순환에서의 사용성 평가 결과, 챗봇 응답의 지연, 추천 답변의 부자연스러움, 웹 기반 인터페이스의 기술적 불안정성, 시나리오의 사회적 맥락 복잡성 부족 등의 문제점이 확인되었다. 특히 대화가 3턴 이상 이어질 경우 반응

이 느려지고, 챗봇이 추천한 답변의 톤이 사용자의 말투와 다르게 느껴진다는 의견이 다수 제기되었다.

이와 함께, 추천 답변 텍스트 복사 시 커서 위치가 맞지 않아 복사에 어려움이 있다는 기술적 문제가 지적되었으며, '뒤로 가기' 시 앱이 종료되는 오류 등으로 인해 웹 기반 구조보다는 앱 기반 전환이 필요하다는 의견도 제시되었다. 또한 챗봇이 추천 답변을 보다 명확하게 구분해 전달하는 목록화(예: ①, ②, ③) 방식이 효과적일 것이라는 제안도 있었다.

한편 시나리오 퀘스트 측면에서는 상대가 읽고도 답하지 않는 상황이나 호감을 얻고 싶은 상대와의 대화처럼 정서적 긴장이 흐르는 미묘한 상황이 포함될 필요가 있으며, 공식적 상황에서도 사회적 맥락에 따라 유연한 반응이 요구되는 시나리오 구성이 필요하다는 인식이 나타났다.

2. Design

2.1 Structure and interface of the revised chatbot

1차 사용성 평가 결과, 기존 인터페이스 구조는 유지하되 '온보딩' 화면에서 선택 버튼의 명칭을 기존의 '직장, 업무, 일'은 '예의가 필요한 대화'로, '친구, 가족, 일상'은 '자유로운 대화'로 조정하여 사용자가 상황에 따라 보다 직관적으로 선택할 수 있도록 하였다.

2.2 Functions and prompts of the revised chatbot

수정된 챗봇은 응답 속도 개선, '맞춤 설정'을 통한 사용자 말투 반영, 추천 답변 제시 방식 등의 측면을 중심으로 업그레이드가 이루어졌다. 주요 기술적 개선 사항은 Table 13과 같다.

Table 13. Key technical improvements of the revised chatbot

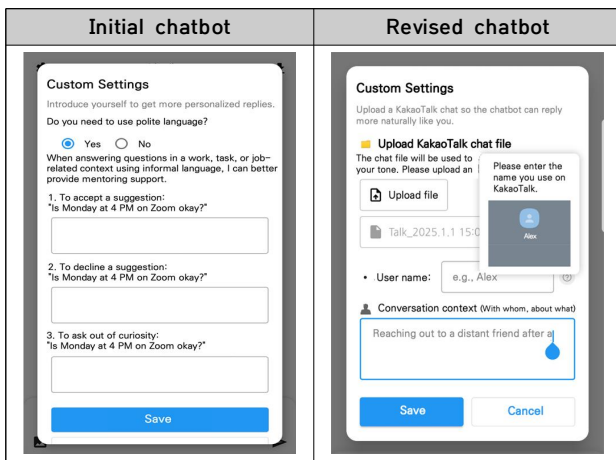
Category	Description
Format	Redeveloped as an Android app
Response Speed	Optimized code and server for faster replies in multi-turn conversations
Customization	Implemented tone profiling via KakaoTalk chat export (.txt); added file upload and name input interface
Suggested Replies	Displayed as button-style options; enabled auto-copy on click
Exit error handling	Added confirmation alert to prevent unintended app closure when pressing the back button

가장 시급한 문제였던 챗봇 응답 지연은 동일한 프롬프트를 OpenAI Playground에서 실행할 경우 정상 작동하였다는 점을 고려하여, 응답 지연의 원인이 매 턴마다 중

복 요청이 발생하는 구조에 기인함을 파악하였다. 이에 따라 입출력을 누적하여 전달하는 방식으로 로직을 전환하고, 요청 경로를 최적화하여 응답 지연을 완화하였다.

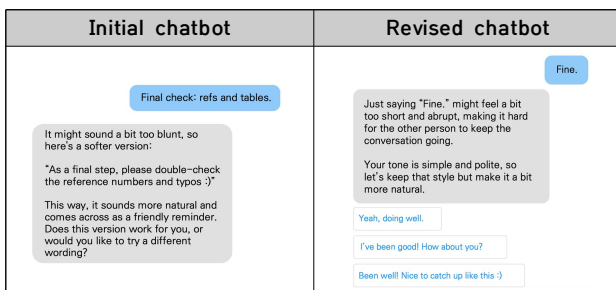
다음으로, 사용자 말투 반영 기능은 ‘맞춤 설정’에서 사용자가 입력한 예시 문장 3개만을 학습하던 기존 방식의 한계를 보완하기 위해, 사용자가 업로드한 카카오톡 대화 내보내기(.txt) 데이터를 분석해 이모티콘 사용, 문장 길이, 종결 표현 등을 추출하는 알고리즘이 제안되었다(Table 14).

Table 14. Comparison of the customization screen



추천 답변 제시 방식 역시 개선되었다. 각 추천 문장은 버튼 박스 형태로 시각화되며, 클릭 시 자동 복사되도록 구현하였다(Table 15). 이를 위해 모델이 생성한 각 추천 답변에 ‘<추천 답변_시작>...<추천 답변_끝>’ 태그를 삽입하고, 앱 내부 로직에서 이를 파싱해 시각적으로 구분되게 하였다.

Table 15. Comparison of the recommended reply display



개선된 챗봇은 두 단계로 구성된 프롬프트 체계를 적용하여 사용자 맞춤형 반응을 생성하였다(Table 16).

Table 16. Two-stage prompt structure

Stage	Main function	Input	Output
1	Analyze user tone and style (e.g., casual tone like "Thaaanks~haha")	KakaoTalk chat file (.txt) via 'Customization screen'	User tone profile (e.g., formality level, frequent expressions)
2	Suggest replies matching the user's tone & context	Screenshot from live chat via 'Main screen'	2-3 chatbot-generated reply suggestions

첫 번째 단계에서는 사용자가 카카오톡에서 내보내기한 대화방 텍스트 데이터를 업로드하면 자동으로 호출되어 말투 스타일을 분석하고, 두 번째 단계에서는 실시간 대화 맥락에 따라 응답을 생성한다. 이 구조는 연속형 프롬프팅(prompt chaining)과 스타일 조건 삽입(style conditioning) 기법을 활용해, 사용자 고유의 말투를 유지하면서도 대화 상황에 맞는 적절한 응답을 제공하도록 설계되었다. 단, 첫 번째 단계 프롬프트의 분석 결과가 길어지면 응답 속도 저하가 발생하는 문제가 있어 분석 결과를 간소화하고 예시 표현도 1~2개로 제한하여 출력하도록 하였다. 개선된 챗봇의 연속형 프롬프팅 기법에 대한 의사코드는 Table 17에서 확인할 수 있다.

Table 17. Pseudocode examples of the two-stage prompt chaining

```

Input: conversation_type ∈ {formal, informal},
user_name, conversation_context, kakaoTalk_chats

if conversation_type == "formal" then
    base_prompt ← formal_prompt
else if conversation_type == "informal" then
    base_prompt ← informal_prompt

# Stage 1
tone_result ← analyze_tone(tone_prompt,
kakaoTalk_chats, user_name)

# Stage 2
response ← analyze_response(base_prompt,
conversation_context, tone_result)

Output: response
    
```

2단계 프롬프트에는 응답 유형 구조화 프레임워크 (Type-structured response framework)를 도입하여 추천 답변을 ① 간단한 응답, ② 응답+질문, ③ 응답+의견 세 가지 유형으로 분류하여 제공함으로써, 사용자가 보다 주도적으로 대화를 이어갈 수 있도록 하였다.

또한 안드로이드 앱 사용 중 ‘뒤로 가기’ 버튼 오류로 인해 예기치 않게 앱이 종료되는 문제를 해결하기 위해, 종료 전 확인 메시지를 출력하는 인터셉트 기능을 추가하였다.

2.3 Scenarios for usability test

수정된 시나리오는 1차 사용성 평가에서 참여자들이 대처하기 어렵다고 지적한 의사소통 상황을 반영하여 일부 항목을 보완하고 퀘스트를 재구성하였다(Table 18).

먼저 T2(상황에 따른 조절 및 적용)의 ‘비유 해석하기’ 항목은 본 연구 참여자들이 줄임말, 신조어, 디지털 약어 등 디지털 언어 전반을 해석하는 데 어려움을 보인 점을 반영하여 ‘디지털 언어 해석하기’로 퀘스트를 확장하였다. 이는 기존의 체크리스트[7]가 주로 대면 구어 중심이라는 한계를 보완하고, 온라인 메시지에서 흔히 사용되는 표현까지 포괄하려는 목적에서 이루어졌다. T4(비언어적 의사소통)의 ‘이모티콘 감정 읽기’는 참여자들이 기본적인 감정은 구분할 수 있었으나 복합적인 감정이나 모호한 이모지 해석에 어려움을 보인 점을 고려하여, ‘타인의 감정 및 생각 읽기’로 확대하였다. 해당 항목은 텍스트 메시지와 이모지, 이모티콘 등을 종합적으로 해석하여 상대방의 감정 상태와 요구를 유추하는 능력을 평가한다. T1(담화관리의) ‘격식 조절하기’, ‘주제 유지하기’, T2의 ‘비유 해석하기’, T3(의사소통 의도)의 ‘숨은 의미 해석하기’는 항목은 유지되었다. 다만 T3의 ‘거절하기’ 항목은 별다른 지원 없이도 참여자들이 비교적 적절히 수행했던 점을 고려하여 삭제하였고, 대신 상대방이 메시지를 읽고 답하지 않는 등 당황스러운 상황에서의 대처 방법을 평가하기 위해 ‘요구를 간접적으로 표현하기’ 항목을 새롭게 추가하였다.

각 퀘스트는 3점 척도로 평가되었으며, 1차와 동일하게 카카오톡 대화를 활용한 시나리오 기반 평가 방식이 적용되었다. 수정된 시나리오에서는 공식적/비공식적 대화 모두 미묘한 사회적 맥락과 정서적 조율이 요구되는 상황으로 설정하였다. 공식적 대화는 격식을 갖추면서도 섬세한 사회적 신호 해석이 요구되는 ‘소개팅 이후의 대화’로 설정하였고, 비공식 대화는 ‘오랜만에 연락하는 친구와의 대화’로 어색함을 풀며 자연스럽게 접근하는 능력을 평가하는데 중점을 두었다. 시나리오의 예시 문장은 한국판 성인용 PEERS® 커리큘럼의 ‘e-커뮤니케이션’ 회기(예: ‘딱 두 번 규칙’)와 ‘데이트 신청하기’ 회기(예: ‘거절 받아들이기’)를 참고하여 구성되었다[22]. 또한 1차 사용성 평가에서 지적된 여성 중심적 말투 편향을 보완하기 위해, 남성 전문가가 추가로 시나리오 검토에 참여하여 대화 말투가 남성과 여성 모두에게 자연스럽게 느껴지도록 조율하였다.

Table 18. Updated tasks for the revised scenario

No.	Category	Quest
T1	Discourse management	Adjusting formality
		Maintaining topic
T2	Context understanding	Interpreting metaphors
		Interpreting digital language (e.g., abbreviations, slang)
T3	Communicative intentions	Interpreting implied meaning
		Indirectly expressing a request
T4	Nonverbal communication	Reading others’ feelings/thoughts via emojis & message tone

3. Implementation and Evaluation

2차 사용성 평가 역시 정량적 평가와 정성적 평가를 함께 실시하였다. 단 2차 평가에서는 통제집단에도 가이드북 사용 후 챗봇을 제공하여 두 도구의 효과를 비교하였고, 실험집단과 통제집단 모두에게 SUS 설문을 실시하였다.

3.1 Quantitative analysis

1차 사용성 평가와 동일하게 8개의 시나리오 퀘스트와 2개의 총괄 평가 항목(총 10문항)에 대한 평균 점수를 디지털 사회 의사소통 수행 수준의 지표로 활용하였다. 채점자 간 일치도는 공식 상황에서 98.8%, 비공식 상황에서 96.9%로 매우 높았다.

공식 및 비공식 상황 모두에서 등분산성과 정규성이 확보되어 공분산분석을 실시하였다(Table 19). 공식적 대화 상황에서는 실험집단의 점수가 사전($M=2.63, SD=0.68$) 대비 사후($M=2.98, SD=0.05$) 0.35점 상승한 반면, 통제집단은 가이드북 사용 전($M=2.43, SD=0.46$) 보다 사용 후($M=2.41, SD=0.37$)에 오히려 소폭 감소하였다. 그러나 동일 통제집단이 챗봇을 사용한 후에는 점수가 다시 상승하여($M=2.99, SD=0.02$) 가이드북 사용 이후보다 0.58점 더 높아졌다. 공분산분석 결과, 집단 간 차이는 통계적으로 유의미하였다($F=8.67, p=.022$), 통제집단 내 대응표본 t검정에서도 챗봇의 효과가 통계적으로 유의한 것으로 확인되었다($t=-3.72, p=.014$).

Table 19. ANCOVA results for formal and informal revised conversation scenarios

Type	Source	SS	df	MS	F
Formal	Covariate (Pre)	0.22	1	0.22	3.33
	Group	0.58	1	0.58	8.67*
	Residual	0.47	7	0.06	
Informal	Covariate (Pre)	0.49	1	0.49	16.01**
	Group	0.17	1	0.17	5.62
	Residual	0.22	7	0.03	

Note. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

비공식 상황에서도 유사한 양상이 나타났다. 실험집단의 향상 폭($\Delta M=0.38$)이 통제집단($\Delta M=0.14$) 보다 더 컸으며, 통제집단도 챗봇 사용 후 점수($M=2.54$, $SD=0.21$)가 가이드북 사용 시($M=2.34$, $SD=0.34$)보다 높았다. 공분산분석 결과, 집단 간 차이는 유의미한 수준에 근접하였으며($F=5.62$, $p=.050$), 사전 점수는 유의한 공변량으로 작용하였다($F=16.01$, $p=.005$), 한편, 동일한 집단(통제집단) 내에서 챗봇 사용 전후의 변화를 분석한 대응표본 t검정에서는 유의미한 차이가 나타나($t=-2.58$, $p=.049$), 챗봇의 사용이 수행 수준 향상에 효과적이었음을 보여주었다.

연구 참여자 10명을 대상으로 실시한 챗봇의 SUS 평가 결과, 평균은 79.0점($SD=13.1$), 중앙값은 81.3점으로 '우수함(excellent)'에 근접하였다. 실험집단은 평균 75.0점, 통제집단은 81.7점을 기록하였으며, 두 집단 모두 68점을 넘어 '수용 가능(acceptable)'한 사용성 수준을 보였다.

3.2 Qualitative analysis

실험집단 참여자에게는 시나리오 기반 평가의 세부 항목들을 어떻게 이해하고 해석하였는지를 확인하는 한편, 수정된 챗봇이 초기 챗봇과 비교하였을 때 어떤 점에서 변화하였는지를 중심으로 질문하였다. 통제집단에게는 가이드북과 챗봇 사용 경험 간의 차이를 비교하도록 하였다.

통제집단의 경우 가이드북을 사용할 때 제시된 문장을 그대로 모방하여 다소 부자연스러운 경향을 보였으나, 챗봇 사용 후에는 보다 유연한 표현 방식을 사용하는 것으로 나타났다. 실험 및 통제집단 모두 챗봇 사용이 편리하다고 응답하였으나 일부 참여자는 제한된 표현의 의미를 정확하게 이해하지 못한 채 사용하기기도 하였으며, 챗봇 사용 이후 정량적 수행 결과에서 향상된 점수를 받았음에도 스스로 평가하기에 별다른 변화를 느끼지 못한 경우도 있었다.

실험집단은 챗봇 반응 속도 개선을 긍정적으로 평가했으나, 처음 챗봇을 접한 통제집단은 여전히 개선이 필요하다고 언급하였다. 일부 참여자는 챗봇의 응답을 기다리는 응답 대기 시간이 상대방으로 하여금 메시지를 읽고 답하지 않는 무례한 상황으로 비추어질 수 있음을 지적하기도 하였다. 또한 말투에 대한 '맞춤 설정'을 상대 특성에 따라 보다 세분화하고, 사용자의 말투를 학습시키기 위한 대화방 업로드 방식의 간소화 필요성도 제기하였다. 이외에도 일부 참여자는 챗봇이 카카오톡 앱 내에서 작동하기를 바랐으나, 현재처럼 독립적인 앱에서 스크린샷을 업로드하는 방식이 다양한 플랫폼에서 이루어진 대화 메시지(예: 인스타그램 DM 등)를 넣을 수 있다는 점에서 이 방식을 유지하기를 원하는 참여자도 있었다.

한편 평가 항목 간에는 상호 관련성이 나타났으며, 특히 T1(대화관리)의 '주제 유지하기' 항목은 T2(상황에 따른 조절 및 적용), T3(의사소통 의도)의 항목과 유의한 관계를 보였다(Table 20). 이는 비유나 디지털 표현에 대한 이해력이 주제 유지에 영향을 미침을 보여준다.

참여자들은 챗봇 활용에 대해 다양한 기대와 우려를 나타냈다. 공식적 대화 상황에서 하고 싶은 말을 정리하는데 챗봇을 활용하고 싶다는 의견과 함께 비공식적 대화 상황에서 호감을 얻고 싶은 상대에게 사용하고 싶다는 의견도 있었다. 다만, 챗봇이 추천하는 답변이 본인의 성향과 달라 장기적으로 보았을 때 상대에게 오히려 실망감을 줄 수 있어 사용을 망설이게 된다는 참여자도 있었다.

Table 20. Pre- and post-chatbot user responses (T1)

Condition	KakaoTalk with Interview transcript
Pre	
	"I think he had set his phone to 'manner mode' while working."
Post	
	Researcher: "What did the chatbot say 'sleep mode' meant?" Participant: "It means tired."

4. Proposed final version of the chatbot

이상의 두 차례 형성적 순환을 바탕으로 제안된 최종 챗봇은 '맞춤 설정' 기능 개선과 기술적 편의성 강화를 중심으로 개선되었다(Table 21).

Table 21. Structure and functional overview of the final chatbot

Module	Key function
Onboarding	<ul style="list-style-type: none"> Users select tone (e.g., formal, casual, fun) and desired traits (e.g., closeness, politeness)
Customization	<ul style="list-style-type: none"> System analyzes uploaded KakaoTalk chats to detect tone patterns Tailored prompts are generated based on user settings and chat context
Main	<ul style="list-style-type: none"> OCR processes screenshots to interpret conversation flow and suggest replies Intermediate feedback (e.g., "Thinking...") shown during processing Quick access enabled via app integration with chat sharing

우선 ‘온보딩’ 화면에서는 사용자로 하여금 공식/비공식 대화 상황을 선택하도록 하여, 이후 대화의 맥락을 사전에 설정할 수 있도록 하였다. 다음으로 ‘맞춤 설정’ 화면에서는 카카오톡 대화방 업로드를 통해 사용자 말투를 프로파일링하여, 사용자가 선택한 옵션(예: 원하는 말투, 상대의 특성 등)에 따라 프롬프트를 자동 전환하도록 구성하였다. 이를 위해 기존 2단계 구성(① 말투 분석 프롬프트, ② 챗봇 응답 프롬프트) 사이에 새로운 중간 단계(1.5단계 옵션 선택 프롬프트)를 삽입하여, 사용자가 정한 말투 스타일(예: 정중, 뉴트럴, 유머러스, 로맨틱 등) 및 감정과 상대방 특성(예: 존댓말 여부, 친밀도 등)을 변수로 포함하여 응답 내용을 더욱 세밀하게 조정하도록 하였다(Figure 3 참고). ‘메인’ 화면에서는 사용자가 대화 스크린샷 이미지를 업로드하고 요구를 입력하면 챗봇이 응답을 제공하는 구조를 유지하였다. 이때, 시간 소요가 큰 스크린샷 이미지 처리나 답변 추천(② 챗봇 응답 프롬프트 처리) API 호출로 인해 응답이 지연되는 상황에서는 “답변을 고민 중이에요”와 같은 안내 메시지를 표시하여 사용자 몰입감을 유지할 수 있도록 하였다. 이러한 안내 메시지는 async/await 기반의 비동기 처리 방식을 통해 UI 상에 구현되었다. 추가로, 카카오톡의 ‘대화 내보내기’ 기능을 선택할 경우 챗봇 앱이 자동으로 공유 대상 앱 목록에 나타나도록 하여 사용자 편의성도 높였다.

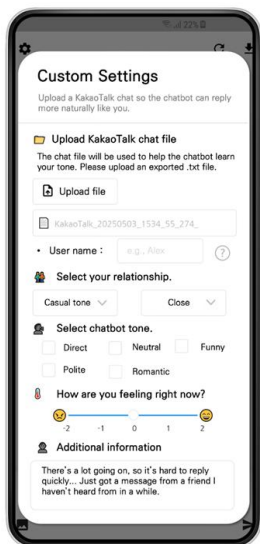


Fig. 3. Final version of the customization screen

V. Discussion

1. From message to meaning: Designing a context-aware chatbot for Users with ASD

본 연구의 소셜 멘토 챗봇은 기존 챗봇 중재의 구조적 한계를 보완하고, 자폐 스펙트럼 장애 성인의 실제 디지털 대화 환경을 반영한 설계와 기능을 갖추었다는 점에서 의의가 있다. 기존 연구들[15][16]에서는 사용자의 말투 반영, 의미 해석, 표현 제안 등이 일부 구현되었으나, 개발된 앱 내에서만 대화를 할 수 있거나 실시간 상황 반영이 어려운 한계가 있었다. 이에 본 연구에서는 일상적으로 사용되는 메신저인 카카오톡의 대화 화면을 캡처한 이미지를 기반으로 상대방의 의도를 해석하고 적절한 답변을 추천하는 3단계의 프롬프트를 설계하였다. 사용자는 챗봇이 제안한 표현을 그대로 선택하거나 이를 참고해 자신이 원하는 대로 수정할 수 있었다. 이는 Haroon 외[16]의 TwIPS 앱 설계와 유사하게 사용자의 의사소통 자율성과 주제성을 보장하기 위한 설계이다. 실제 참여자들은 자신의 말투를 반영한 표현 제안에 대체로 만족하였으나, 한편으로는 자신의 말투뿐 아니라 유머러스하거나 로맨틱한 말투 등 다양한 말투를 선택할 수 있는 추가적인 말투 옵션 제공을 희망하기도 하였다. 향후 챗봇은 사용자의 자율성을 보장하면서도 사회적 맥락에 적절한 의사소통을 지원하기 위하여, 사용자의 고정된 말투를 반영하는 것에서 나아가 대화 상대와의 친밀도나 위계, 사용자의 감정 등의 관계적 요소를 반영하여 말투나 추천 표현의 방향을 조정할 수 있어야 할 것이다.

또한 본 연구의 챗봇의 인터페이스는 자폐 스펙트럼 장애 사용자의 시각적 민감성을 고려하여, 각 화면의 배치와 색상 계열을 유지하고 불필요한 탭 전환을 최소화하였으며 직관적인 이모지와 짧은 텍스트를 사용하였다. 이러한 설계는 WCAG 2.2 접근성 기준 중 ‘운용의 용이성 (Operable)’ 원칙을 반영한 것으로, 실제 사용자 평가에서도 긍정적 반응을 이끌어냈다.

2. Supporting autistic self-expression without masking: Rethinking effectiveness in social chatbots

본 연구에서 소셜 멘토 챗봇은 공식/비공식 상황 모두에서 긍정적인 중재 효과를 보였으며, 특히 비공식 상황에서 점수 향상 폭이 더 크게 나타났다. 이는 ASD 성인이 특히 어려움을 겪는 친목 상황에서 챗봇의 역할이 컸음을 보여준다[23].

그러나 참여자마다 챗봇 사용을 선호하는 맥락은 달랐다. 일부는 공식적 관계에서의 활용을 원했고, 다른 참여자는 오히려 연인이나 친구와의 대화에서 더 유용할 것이라고 응답하였다. 반면 챗봇이 사회적으로 적절한 표현을 제시할 수는 있으나, 사용자의 정체성과 표현의 주체성을 해칠 수 있다는 우려도 나타났다. 이는 챗봇의 효과가 사용자의 관계에 대한 기대와 우려에 따라 다르게 작용할 수 있음을 보여준다. 선행연구에 따르면, 자폐 스펙트럼 장애인이 사회적 기대를 맞추기 위해 비장애인처럼 행동을 '위장(masking)'하거나 자신의 자폐적 성향을 '가리는(camouflaging)' 전략은 심리적 소진, 불안, 우울을 유발할 수 있다[24]. 특히 ASD 여성에게서 이러한 경향이 두드러지며, 이는 정신 건강 문제의 원인으로 지목되기도 한다. 따라서 챗봇은 '사회적 정당'을 강요하는 방식이 아닌, 사용자가 소속감을 느끼면서도 자신의 다양한 표현 방식을 존중받을 수 있도록 설계되어야 한다.

더불어 '이중 공감 문제(Double empathy problem)' 관점에 따르면 자폐 스펙트럼 장애인과 비장애인 간 소통의 어려움은 상호 간 이해 부족에서 비롯된다[25]. 본 연구의 요구 분석을 위한 인터뷰에서도 ASD 당사자는 디지털 의사소통에 어려움이 없다고 느꼈지만, 주변인은 ASD 지인이 사회적 기대나 암묵적 규칙을 따르지 않을 때 소통이 어렵다고 응답하였다. 이는 소통의 어려움의 원인이 자폐 스펙트럼 장애인의 표현 방식만이 아니라, 상대방의 기대에도 있다는 점을 보여준다.

최근 개발된 Neurotranslator 앱은 사용자와 상대방의 신경 유형(예: ASD, ADHD, 신경전형인 등) 및 관계 유형(예: 연인, 친구, 부모 등)에 따라 표현을 상호 해석할 수 있도록 돕는 방향으로 설계되었다. 본 연구는 자폐 스펙트럼 장애인 당사자를 중심으로 기술을 개발하였으나, 사회적 소통은 양방향적이라는 점에서 신경전형인도 자폐 스펙트럼 장애인의 표현 방식을 이해할 수 있도록 관련 교육과 기술적 지원이 병행될 필요가 있다.

소셜 멘토 챗봇을 사용한 이후의 변화와 관련하여, 세부 항목별로 향상 정도를 보았을 때 T1(담화관리), T2(상황에 따른 조절 및 적용), T3(의사소통 의도 파악)에서 고르게 향상이 나타났으며, 특히 T2와 T3의 향상이 T1에도 긍정적 영향을 주는 상호작용 양상이 확인되었다. 챗봇은 비유나 디지털 언어의 해석을 지원함으로써 상대방의 숨은 의도를 파악하게 도왔고, 이를 통해 자연스럽게 일관된 대화 흐름을 유지할 수 있게 했다. 최윤정 외[26] 역시 고기능 자폐 스펙트럼 장애 성인이 아이러니(반어법) 이해에 어려움을 보이며, 이것이 담화 유지와 적절한 반응에도 영향을

미쳤다고 보고하였다. 따라서 의사소통 의도 파악(T3), 상황에 따른 조절 및 적용(T2), 담화관리(T1)는 통합적으로 접근되어야 하며, 본 연구의 소셜 멘토 챗봇은 이 세 영역 간의 유기적 흐름을 고려한 설계로 사용자에게 실질적인 도움을 제공하였다.

사용성 측면에서, 챗봇은 전반적으로 긍정적인 평가를 받았다. 특히 개인화된 말투 반영 기능과 직관적인 입력 방식은 사용자 경험을 향상하는 요인으로 작용하였다[27]. 하지만 일부 참여자들은 챗봇의 응답 속도에 대한 아쉬움을 표하였으며, 챗봇이 제시한 표현의 의미를 충분히 이해하지 못한 채 활용하거나 챗봇 사용 이후 표현의 변화가 있었음에도 이를 인식하지 못한 사례도 나타났다. 이는 사용자의 주관적 인식과 실제 수행 간 괴리가 존재할 수 있음을 보여준다. 이러한 결과는 자기 수행에 대한 메타인지적 판단이 중재 효과의 인식에 중요한 영향을 줄 수 있다는 기존 연구의 주장과도 일치한다[28]. 따라서 정답 제시보다는, 사용자가 자신의 선택을 성찰하고 사회적 맥락 속에서 해석할 수 있도록 돕는 기능이 중요하다. 이러한 점에서 향후 챗봇은 "이렇게 답한 이유는 무엇인가요?", "이 말을 들은 상대는 어떻게 느낄까요?"와 같은 자기 성찰 유도형 질문을 포함하여 사용자의 조망 수용을 돕는 기능을 포함할 필요가 있으며, 이는 증거 기반의 중재인 PEERS®의 철학과도 맞닿아 있다[22]. 이때 Chain-of-Thought(CoT) 프롬프트 기법을 활용하면, 사용자가 단순히 답을 선택하는 것을 넘어 자기 판단과 표현 전략을 함께 훈련하는 구조로 발전시킬 수 있다[29]. 구체적으로는 답변 추천 과정을 단계적으로 따라가며 사용자가 사고 흐름을 이해하도록 하는 방식일 수 있겠다[30].

마지막으로, 본 연구에서는 챗봇과 가이드북 모두 효과가 있었으나, 선호는 사용자에게 따라 달랐다. 따라서 다양한 지원 옵션을 제공하여 사용자가 필요와 상황에 따라 도구를 선택할 수 있도록 하는 것이 바람직할 것이다[31].

3. Limitations and future directions

본 연구는 시나리오 기반 카카오톡 대화 퀘스트를 통해 ASD 성인의 디지털 사회 의사소통 능력을 평가하였다. 그러나 자폐 스펙트럼 장애의 특성을 고려할 때, 가상의 상황에 몰입하는 것 자체가 인지적 부담이 될 수 있어 평가에서 나타난 사회 의사소통 능력이 실제 능력보다 과소평가되었을 가능성이 있다. 또한 본 연구는 자폐 스펙트럼 장애인의 디지털 의사소통 특성과 어려움을 겪는 사회적 맥락을 자연스럽게 반영할 수 있도록 시나리오 기반 평가 방식을 선택하였으나, 실제 사용자가 보낸 메시지와 챗봇

이 생성한 추천 답변 간의 의미적 유사성과 표현의 적절성을 비교하기 위해 문장 간 의미 유사도를 벡터 기반으로 측정하는 BERTScore와 같은 정량 지표를 추가적으로 활용하는 방안도 고려할 수 있다. 후속 연구에서는 시나리오 기반 사용자 평가와 함께 의미 기반 정량 지표를 혼합적으로 적용하여 챗봇이 추천하는 답변의 질을 보다 다각적으로 검토할 수 있을 것이다.

본 연구의 챗봇은 프롬프트를 통해 ChatGPT API를 호출하는 방식으로 개발되었으나, 동일한 프롬프트 구조임에도 한국어 문화 맥락에 맞지 않거나 사용자의 말투와 일치하지 않는 표현이 예측 불가능하게 일부 생성되는 한계가 있었다. 이는 LLM 기반 응답이 프롬프트만으로 완전히 통제될 수 없다는 선행연구에서 지적된 한계와 맥을 공유한 대외]

또한 본 연구는 디지털 환경에서의 사회 의사소통을 지원하는 챗봇의 설계 및 개선 가능성을 탐색하는 것을 주요 목표로 하였으며, 표집된 ASD 성인 참여자들의 실제 사용 경험과 피드백을 바탕으로 실질적인 설계 개선과 기능 보완을 도출하는 데 중점을 두었다. 그러나 연구에 참여한 사용자의 수가 제한적이었기 때문에 결과의 일반화에는 한계가 있으며, 향후 연구에서는 보다 다양한 특성과 배경을 지닌 사용자들을 대상으로 확장된 검증이 필요하다. 아울러 본 연구는 제한된 참여자 수와 검정력 저하 가능성을 고려하여 사전 점수만을 공변량으로 설정하였다. 후속 연구에서는 연령, 성별 등 추가 변인도 함께 고려하여 보다 정교한 공변량 분석이 요구된다.

윤리적 측면에서도, 챗봇이 반복적으로 부정확하거나 부적절한 표현을 제안할 경우 사용자에게 잘못된 사회적 메시지가 학습될 수 있는 위험이 존재한다. 또한 사용자의 말투 데이터를 업로드하고 분석하는 과정에서 개인 정보 보호 문제도 고려되어야 한다. 본 연구는 연구 참여자들의 사전 동의를 받은 카카오톡 대화방만을 분석에 활용하였으며, 데이터들은 연구 목적 외 용도로 사용되지 않았고 분석 이후 즉시 폐기하였다. 서버 통신 시에는 HTTPS 기반의 TLS(Transport Layer Security) 프로토콜을 사용하여 데이터를 암호화함으로써 전송 과정에서의 보안도 강화하였다. 그러나 향후 서비스 확장을 위해서는 자발적 동의, 데이터 익명화, 보안 강화를 포함한 기준 마련이 필수적이다. 이를 위해 사용자가 챗봇 사용 전 데이터 활용 동의 여부를 선택할 수 있는 온보딩 동의 절차를 도입하고, 업로드된 대화 파일은 로컬 환경에서만 일시적으로 처리한 후 자동 삭제되도록 설계해야 할 것이다. 후속 연구에서는 기술적 안정성과 사용자 보호를 위한 다층적인 윤

리적 안전장치를 함께 고려하여, LLM의 유연성과 규칙 기반 안정성을 통합한 하이브리드 구조, 문화적 맥락 정합성, 사용자의 존엄성 보장을 위한 윤리적 프레임워크가 구축될 필요가 있다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2023R1A2C2006725) in 2023.

REFERENCES

- [1] American Psychiatric Association, "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Text Revision (DSM-5-TR)," Author, 2022.
- [2] R. L. Simpson and B. S. Myles, "Educating Children and Youth With Autism (Translated by S. Lee)," Sigma Press, 2010. (Originally published in 2008).
- [3] S. Lee and E. Park, "Teaching Exceptional Children and Youth," Hakjisa, 2024.
- [4] S. J. Jung and S. B. Lee, "The Effects of Discrimination and Utilization Ability of Emoticons of Children with Autism Spectrum Disorders through Discrete Trial Teaching," Journal of the Korean Association for Persons with Autism, Vol. 16, No. 3, pp-1-19, 2016. UCI: G704-SER000008951.2016.16.3.002
- [5] M. C. Kang, J. Kim, and E. Ko, "Exploring Expression and Conversation of Adults with Autism Shown in Kakao Talk Chat Rooms," AAC Research & Practice, Vol. 8, No. 2, pp. 157-186, 2020. DOI: 10.14818/aac.2020.12.8.2.157
- [6] H-J. Nam, "The Pragmatic Characteristics of Young Adultswith Autism Spectrum Disorders through Observing the Use of Social Network Service," Ph.D. Dissertation, Daegu University, 2020.
- [7] Y. Lee, "The Effects of Situational and Context-based Social Communication Programs in the Workplace on the use of Pragmatic Language among People with High Functioning Autism," M.A. Thesis, Ewha Womans University, 2023.
- [8] R. Ju, "The Effects of App-based Simulation Games on the Interpersonal and Social Problem-Solving Skills of Adults with Developmental Disabilities in Their Work Environment," M.A. Thesis, Inha University, 2021.
- [9] E. J. Jang and H. J. Kim, "A Study on the Impact of Social Story Intervention Using Tablet PC on the Social Behavior of Child with

- Autism Spectrum Disorder,” *Journal of Special Education & Rehabilitation Science*, Vol. 55, No. 1, pp.247-268, 2016. DOI: 10.15870/jsers.2016.03.55.1.247
- [10] S. Kim and K. Ok, “Development of the Social Story Application Designed to Improve the Social Skills of Students with ASD,” *Journal of Creative Information Culture*, Vol. 5, No. 3, pp.329-343, 2019. DOI: 10.32823/jcic.5.3.201912.329
- [11] M. R. Ali, S. Z. Razavi, A. Al Mamun, R. Langevin, B. Kane, R. Rawassizadeh, L. K. Schubert, and M. E. Hoque, “A virtual conversational agent for teens with autism spectrum disorder: Experimental results and design lessons,” *Proceedings of the 20th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA '20)*, pp. 1-8, 2020. DOI: 10.1145/3383652.3423900
- [12] C. Voss, J. Schwartz, J. Daniels, A. Kline, N. Haber, P. Washington, Q. Tariq, T. N. Robinson, M. Desai, J. M. Phillips, C. Feinstein, T. Winograd, and D. P. Wall, “Effect of wearable digital intervention for improving socialization in children with autism spectrum disorder: A randomized clinical trial,” *JAMA Pediatrics*, Vol. 173, No. 5, pp. 446-454, May 2019. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2019.0285
- [13] C. Deng, S. Lai, C. Zhou, M. Bao, J. Yan, H. Li, L. Yao, and Y. Wang, “ASD-Chat: An innovative dialogue intervention system for children with autism based on LLM and VB-MAPP,” *arXiv preprint*, 2024. <https://arxiv.org/abs/2409.01867>
- [14] U. Lee, H. Kim, J. Eom, H. Jeong, S. Lee, G. Byun, Y. Lee, M. Kang, G. Kim, J. Na, J. Moon, and H. Kim, “Echo-Teddy: Preliminary design and development of large language model-based social robot for autistic students,” *arXiv preprint*, 2025. <https://arxiv.org/abs/2502.04029>
- [15] H. Jang, A. Moharana, S. Carrington, and A. Begel, “‘It’s the only thing I can trust’: Envisioning large language model use by autistic workers for communication assistance,” *Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '24)*, Article 77, pp. 1-18, New York, NY, USA, May 2024. DOI: 10.1145/3613904.3642894
- [16] R. Haroon and F. Dogar, “Twips: A large language model powered texting application to simplify conversational nuances for autistic users,” *Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, pp. 1-18, 2024. DOI: 10.1145/3663548.3675633
- [17] M. J. Daniel, “NeuroTranslator,” ver. 1.0.6, mobile app. Apple App Store, 2025. <https://apps.apple.com/app/id6476857441>
- [18] S. Seo, “Prompt Engineering Textbook: 12 Practical ChatGPT Prompt Techniques,” *Ad&Media*, 2023.
- [19] S. Ekin, “Prompt engineering for ChatGPT: A quick guide to techniques, tips, and best practices,” *Authorea Preprints*, 2023. DOI: 10.36227/techrxiv.22683919.v2
- [20] L. Boonstra, “Prompt Engineering,” Google, <https://www.kaggle.com/whitepaper-prompt-engineering>
- [21] J. Brooke, “SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale,” in *Usability Evaluation in Industry*, P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, and A. L. McClelland, Eds., Taylor & Francis, pp. 189-194, 1996.
- [22] E. A. Laugeson, “PEERS® Social Skills Training for Adults (Translated by H. Yu and J. Kim),” *Sigma Press*, 2021. (Originally published in 2017)
- [23] Y. Huang, S. R. C. Arnold, K. R. Foley, and J. N. Trollor, “A qualitative study of adults’ and support persons’ experiences of support after autism diagnosis,” *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Vol. 54, No. 3, pp. 1157-1170, 2024. DOI: 10.1007/s10803-022-05828-0
- [24] L. Bradley, R. Shaw, S. Baron-Cohen, and S. Cassidy, “Autistic adults’ experiences of camouflaging and its perceived impact on mental health,” *Autism in Adulthood*, Vol. 3, No. 4, pp. 320-329, 2021. DOI: 10.1089/aut.2020.0071
- [25] D. E. M. Milton, “On the ontological status of autism: the ‘double empathy problem’,” *Disability & Society*, Vol. 27, No. 6, pp. 883-887, 2012. DOI: 10.1080/09687599.2012.710008
- [26] Y. Choi, K. Baik, Y. T. Kim, “Irony Comprehension in High-Function Autism Spectrum Disorders: A Meta-Analysis,” *Communication Sciences and Disorders*, Vol. 28, No. 1, pp. 16-29, DOI: 10.12963/csd.22934
- [27] Netguru, “Top chatbot UX tips and best practices for 2024,” <https://www.netguru.com/blog/chatbot-ux-tips>
- [28] C. Grainger, D. M. Williams, and S. E. Lind, “Metacognition, metamemory, and mindreading in high-functioning adults with autism spectrum disorder,” *Journal of Abnormal Psychology*, Vol. 123, No. 3, pp. 650-659, 2014. DOI: 10.1037/a0036531
- [29] Y. Lee, J. H. Oh, D. Lee, M. Kang, and S. Lee, “Prompt engineering in ChatGPT for literature review: Practical guide exemplified with studies on white phosphors,” *Scientific Reports*, Vol. 15, Article No. 15310, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-99423-9
- [30] J. Yin, H. Xu, Y. Pan, and Y. Hu, “Effects of different AI-driven chatbot feedback on learning outcomes and brain activity,” *npj Science of Learning*, Vol. 10, No. 1, Article No. 17, 2025. DOI: 10.1038/s41539-025-00311-8
- [31] S. L. Odom, J. L. Thompson, S. Hedges, B. A. Boyd, J. R. Dykstra, M. A. Duda, K. L. Szidon, L. E. Smith and A. Bord, “Technology-aided interventions and instruction for adolescents with autism spectrum disorder,” *Journal of Autism and Developmental Disorders*, Vol. 45, No. 12, pp. 3805-3819, 2015. DOI: 10.1007/s10803-014-2320-6

Authors



Seung-Yeon Kim received the B.S. degree in Special Education from Ewha Womans University, Korea, in 2020. She worked as a certified special education teacher with the Seoul Metropolitan Office of Education.

She has been working on her M.S. degree since 2023 and is expected to graduate in August 2025. She is interested in generative AI, user interface and experience (UI/UX) design, and social interaction support for individuals with developmental disabilities.



Yeseul Park received the B.S. degree in Convergence Electronic Engineering from Sangmyung University, Korea, in 2023. She has been working on her M.S. degree in AI with the Department of Electrical and

Computer Engineering since 2024, and is expected to graduate in 2026. She is interested in automatic speech recognition and AI-based speech understanding.



Bowon Lee received his B.S. degree in Electrical Engineering from Seoul National University, Seoul, Korea, in 2000, and his M.S. and Ph.D. degrees in Electrical and Computer Engineering from the University of

Illinois at Urbana-Champaign in 2003 and 2006, respectively. From 2007 to 2014, he was a research scientist at Hewlett-Packard Laboratories in Palo Alto, California. In March 2014, he joined the Department of Electronic Engineering at Inha University. Since 2020, he has also held a joint appointment as an affiliate professor in the Department of Artificial Intelligence. His research interests include speech signal processing, emotion recognition, multimodal interfaces, and AI-based speech understanding.



Youngsun Lee received the B.S. degree in Special Education from Ewha Womans University, Korea, in 2001. She received the Ph.D. degrees in Special Education from The University of Kansas, in 2007.

Dr. Lee served as a professor in the Department of Education at Inha University, from 2009 to 2021. She is currently a professor in the Department of Special Education, Ewha Womans University. She is interested in Human-Computer Interaction (HCI)/Human-Robot Interaction (HRI) with a focus on designing inclusive technologies that support individuals with developmental disabilities, particularly in the context of social interaction and the transition to adulthood.