

Master's Thesis

Mobile Application Design for People with  
Visual Impairment

Hanseul Cho (조 한 슬)

Department of Creative IT Engineering

Pohang University of Science and Technology

2017



# 시각 장애인을 위한 모바일 어플리케이션 디자인

Mobile Application Design for People with  
Visual Impairment

# Mobile Application Design for People with Visual Impairment

by

Hanseul Cho

Department of Creative IT Engineering  
Pohang University of Science and Technology

A thesis submitted to the faculty of the Pohang University of  
Science and Technology in partial fulfillment of the  
requirements for the degree of Master of Science in the  
Creative IT Engineering

Pohang, Korea

6. 19. 2017

Approved by

Seungmoon Choi

Academic advisor

# Mobile Application Design for People with Visual Impairment

Hanseul Cho

The undersigned have examined this thesis and hereby certify  
that it is worthy of acceptance for a master's degree from  
POSTECH

6. 19. 2017

Committee Chair    Seungmoon Choi

Member            Jae-Joon Kim

Member            Youngwoo Sohn

MCITE  
20152552

조 한 슬. Hanseul Cho  
Mobile Application Design for People with Visual Impairment,  
시각 장애인을 위한 모바일 어플리케이션 디자인  
Department of Creative IT Engineering , 2017,  
75p, Advisor : Seungmoon Choi. Text in English.

## ABSTRACT

In this thesis, three mobile applications are proposed to solve problems which visually-impaired users are confronting: 1) calendar application; 2) camera/album application; 3) accessible mobile game for mixed-ability group. To utilize a smartphone not as a simple visual-to-audio converter but as a key device to help visually-impaired users, their distinct characteristics were analyzed and applied to the designs of the three mobile applications. For the calendar application, the design was focused on delivering 2D information about schedules in easier ways using searching and vibration feedback. The result showed that using the proposed application, visually-impaired users could complete predetermined tasks in a shorter time with an improved satisfaction level than using a default iPhone calendar application. For the camera/album application, audio tagging function was proposed to help visually-impaired users recall photos' contents. Participants in a user study could utilize the proposed application to take and identify each photo. Finally, this thesis conceptualizes a new interaction concept, equal-level interaction, which aims to enable visually-impaired people to have the

same roles and provide similar levels of contributions with sighted people in activities in mixed-ability groups. An effective audio-assistance method was suggested and applied to a smartphone application. Results demonstrate positive support for realizing equal-level interaction. The results of this thesis can contribute to designing accessible mobile UI/UX for visually-impaired users.



# Contents

List of Tables . . . . .	VI
List of Figures . . . . .	VII
<b>I. Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Contribution . . . . .	4
1.3 Organization . . . . .	4
<b>II. VI Calendar</b>	<b>5</b>
2.1 Background . . . . .	6
2.2 Pre-Interview . . . . .	7
2.2.1 Participants' Information . . . . .	7
2.2.2 Procedure . . . . .	8
2.2.3 Results . . . . .	10
2.3 Application Design . . . . .	12
2.4 User Study . . . . .	14
2.4.1 Apparatus . . . . .	14
2.4.2 Participants . . . . .	14
2.4.3 Procedure . . . . .	15
2.4.4 Experiment Tasks . . . . .	15
2.5 Results . . . . .	17
2.6 Discussion . . . . .	19
2.6.1 Task Completion Time . . . . .	19
2.6.2 C1: Separation between Calendar Layout and Event List . . . . .	19
2.6.3 C2: Weekly Information . . . . .	20
2.6.4 C3: Vibration Feedback . . . . .	21
2.6.5 C4: Time-Slot Searching Function . . . . .	22
2.6.6 Insights and Design Considerations . . . . .	23
2.7 Conclusion . . . . .	24

<b>III. VI Camera</b>	<b>25</b>
3.1 Background . . . . .	26
3.2 Pre-Interview . . . . .	27
3.2.1 Participants' Information . . . . .	27
3.2.2 Results . . . . .	28
3.3 Application Design . . . . .	29
3.3.1 Camera . . . . .	30
3.3.2 Gallery . . . . .	32
3.4 User Study . . . . .	34
3.4.1 Participants . . . . .	34
3.4.2 Procedure . . . . .	36
3.5 Results . . . . .	37
3.6 Discussion . . . . .	39
3.6.1 Photo Capturing . . . . .	39
3.6.2 Photo Sharing . . . . .	40
3.6.3 Overall Session . . . . .	42
3.6.4 Observation . . . . .	42
3.7 Conclusion . . . . .	47
<b>IV. Equal-Level Interaction</b>	<b>49</b>
4.1 Background . . . . .	50
4.1.1 Collaborative Interaction for Mixed-Ability Users	50
4.1.2 Games for Visually Impaired Users . . . . .	51
4.1.3 Accessible User Interface Design . . . . .	51
4.2 Game Design for Equal-Level Interaction . . . . .	52
4.2.1 Game: Chase the Ace . . . . .	52
4.2.2 User Interface . . . . .	53
4.3 User Study . . . . .	56
4.3.1 Procedure . . . . .	56
4.4 Results . . . . .	58
4.5 Discussion . . . . .	61
4.5.1 UESz Factor . . . . .	61
4.5.2 Observation . . . . .	64
4.6 Conclusion . . . . .	66

**V. Conclusion**

**68**

**References**

**69**

## List of Tables

2.1	사전 인터뷰에 참가한 피실험자 정보. . . . .	8
2.2	VI 캘린더의 사용성 평가에 참가한 피실험자의 정보. . . . .	14
2.3	VI 캘린더 설문 조사 결과; 5-point Likert Scale로 평가(1-매우 그렇지 않다, 5-매우 그렇다). . . . .	18
3.1	사전 인터뷰에 참가한 피실험자 정보. . . . .	27
3.2	5 개 피실험자 그룹의 구성 및 정보. B: 전맹, LV: 저시력, S: 정안인.	34
3.3	시각 장애인 피실험자들의 정보; 익숙도는 7-point Likert Scale로 평가(1-매우 익숙하지 않다, 7-매우 익숙하다). . . . .	35
3.4	실험 후 설문 문항 목록표. . . . .	37
3.5	피실험자의 설문 응답 결과; 7-point Likert Scale로 평가(1-매우 그렇지 않다, 7-매우 그렇다). . . . .	38
3.6	피실험자들이 촬영한 사진의 정보. . . . .	43
4.1	4 개 피실험자 그룹의 구성 및 정보. B: 전맹, LV: 저시력, S: 정안인.	57
4.2	본 연구의 특성에 맞게 수정된 UESz 설문 문항 목록표. *표시는 시각 장애인 참가자를 대상으로 하는 질문. **는 정안인 참가자를 대상으로 하는 질문 . . . . .	59
4.3	시각 장애인 피실험자들의 사전 설문 결과. GF: 게임에 대한 익숙도, MGF: 모바일 게임에 대한 익숙도. . . . .	60
4.4	피실험자들의 사후 설문 응답 결과. . . . .	60

## List of Figures

2.1	아이폰 캘린더 레이아웃. . . . .	9
2.2	VI 캘린더 레이아웃; (a) 달력 레이아웃; (b) 일정 레이아웃; (c) 검색 레이아웃 . . . . .	12
2.3	VI 캘린더와 아이폰 캘린더의 수행 완료 시간 비교 그래프. 에러 바는 표준 오차를 의미. . . . .	17
3.1	VI 카메라의 사진 촬영 화면. . . . .	30
3.2	VI 카메라의 태그 화면 UI: (a) 음성 태깅 화면; (b) 지역 태깅 화면. . . . .	31
3.3	VI 카메라의 앨범 UI: (a) 앨범 레이아웃; (b) 선택된 사진 확인 화면. . . . .	32
3.4	VI 카메라의 UI: (a) 고대비 이미지; (b) 옛지 이미지. . . . .	33
3.5	저시력 피실험자 LV2의 지역 태깅 사진. . . . .	44
3.6	피실험자들이 촬영한 사진의 지역 태깅 예시: (a) 전맹 피실험자 V2의 그룹 2; (b) 저시력 피실험자 LV1의 그룹 4. . . . .	44
3.7	전맹 피실험자 V1이 속한 그룹 1의 지역 태깅 사진. . . . .	45
3.8	피실험자들이 촬영한 사진의 예시: (a) 전맹 피실험자 V2의 그룹 2; (b) 전맹 피실험자 V1의 그룹 1. . . . .	46
4.1	게임의 레이아웃. . . . .	53
4.2	딜리 플레이어의 레이아웃: (a) 게임을 시작 할 때; (b) 게임을 종료할 때. . . . .	54
4.3	게임 레이아웃: (a) 본인의 차례일 때; (b) 본인의 차례가 아닐 때. . . . .	55
4.4	플레이어들이 게임을 즐기는 모습. . . . .	58

# I. Introduction

## 1.1 Motivation

스마트폰 널리 보급됨에 따라 많은 사람들이 손 안의 컴퓨터가 제공하는 편의를 누릴 수 있게 되었다. 사람들은 디지털 카메라가 아닌 스마트폰으로 사진을 촬영하고, 수첩이 아닌 스마트폰에 일정을 기록하며, 문자나 전화가 아닌 단체 채팅방과 다양한 소셜 네트워크 서비스 어플리케이션을 통해 소통한다. 이전에는 스마트폰 없이도 할 수 있었던 일들이 이제는 스마트폰 없이는 할 수 없는 일들로 변해가고 있다. 그리고, 이러한 스마트폰 중심의 세상으로 인해 더 불편을 겪는 사람들이 생겨났다. 바로 시각 장애인들이다.

대부분의 스마트폰은 터치 스크린을 기반으로 하며, 다양한 형태의 UI를 표현할 수 있다는 장점이 있다. 어플리케이션의 특성에 맞추어 버튼의 위치와 모양, 크기 등을 자유롭게 조절할 수 있다. 이는 곧 스마트폰을 사용하기 위해서 사용자가 많은 양의 시각 정보를 받아들여야 한다는 것을 뜻한다. 화면에 나타나는 정보 뿐만이 아니라 버튼과 같은 인터랙티브 UI 역시 평평한 터치 스크린 위에서 시각적으로만 표현되기 때문에 많은 정보가 시각을 통해 전달된다. 따라서, 시각적 정보를 받아들이는데 어려움을 겪는 시각 장애인들이 스마트폰 사용에 불편함을 느끼는 것은 당연한 일일 것이다. 물론 보조 공학(Assistive Technology)의 발전으로 스마트폰이 VoiceOver[voiceover], Talkback[talkback]과 같은 스크린 리더 기능을 지원하면서 화면의 내용을 소리로 들려주는 서비스가 생겨났지만, 현재의 스크린 리더는 정보를 1차원적으로 읽어주는 기능에 그쳐 스크린 리더만으로 어플리케이션의 사용성이 높아지길 기대하는 것은 어렵다. 대부분 어플리케이션의 디자인에는 스크린 리더를 사용하는 시각 장애인 사용자의 특성이 반영되지 있지 않기 때문에 단순히 소리로 읽어주는 것만으로는 어플리케이션의 사용성을 높이지 못하는 것이다 [1].

그렇다면, 스마트폰은 시각 장애인에게 불편을 주는 도구로 밖에 남을 수 없는

것일까? 본 논문에서는 시각 장애인에게 도움을 줄 수 있는 도구로써 스마트폰을 연구하였다. 시각 장애인이 마주한 다양한 문제 상황에서 스마트폰이 해결점이 될 수 있는 방안을 탐색하였다. 단순히 스크린 리더를 이용하여 화면에 있는 내용을 1차원적으로 읽어 주는 것이 아니라, 시각 장애인 사용자에게 활발한 정보의 매개체로써 스마트폰을 활용하였다.

본 논문에서는 세 가지 문제점에 도전하였다. 문제점을 도출하는 방식은 다음과 같았다. 시각 장애인과의 지속적인 인터뷰를 통해 그들의 일상 및 겪는 문제점을 질문하고, 이를 통해 그들의 삶을 이해하는 반복적인 과정을 진행하였다. 이 반복된 과정을 통해 얻은 인사이트를 바탕으로 연구적으로 도전 할만한 주제를 찾아 가설을 세웠고, 세운 가설에 관해 다시 시각 장애인들과 인터뷰를 진행하였다. 이 중 실제로 시각 장애인들이 문제점으로 느끼고 있을 뿐만 아니라, 스마트폰을 통해 보완될 수 있을 문제 세 가지를 선택하였다. 세 가지 문제점은 다음과 같다.

첫째, 시각 장애인을 위한 스케줄러 어플리케이션 디자인하고, 이 과정에서 시각 장애인을 위한 스마트폰 어플리케이션 디자인 가이드라인을 도출하였다. 정안인의 경우 일정 관리를 위해서 수첩에 기록을 하거나, 스마트폰 어플리케이션을 이용한다. 하지만, 시각 장애인의 경우 인터뷰 결과 대부분이 별다른 스케줄러 시스템을 사용하고 있지 않았는데, 기록과 확인이 불가능한 수첩을 제외하더라도, 사용할만한 스마트폰 어플리케이션이 없다는 것이 그 이유였다. 기존의 스케줄러 어플리케이션은 일정을 달력의 형태로 2 차원적으로 표현하고 있기 때문에, 모든 정보를 소리를 통해 1 차원적으로 들어야하는 시각 장애인 사용자들이 큰 불편을 느끼고 있음을 파악하였다. 이러한 간극을 해결하기 위해 시각 장애인 사용자들의 특성을 분석하여 맞춤형 스케줄러 어플리케이션을 개발하고, 개발한 어플리케이션이 기존 스케줄러 어플리케이션 대비 사용성과 만족도가 높음을 알아내었다.

둘째, 시각 장애인을 위한 카메라 및 앨범 어플리케이션 디자인하여, 시각 장애인들이 소외되었던 장르인 사진의 접근성을 향상시켰다. 스마트폰의 확산은 직, 간접적으로 사진 미디어의 확산을 야기시켰다. 사람들은 스마트폰을 이용해 쉽게 사진을 찍고, 쉽게 사진을 편집하며, 소셜 네트워크 서비스를 통해 쉽게 사진을 공

유한다. 지금까지 시각 장애인들은 사진과 관련된 활동에서 소외될 수 밖에 없었다. 사전 인터뷰를 통해 시각 장애인들이 사진을 찍어도 본인이 기억하고 설명할 수 없다는 점, 제 3자를 통해서 설명을 들어야하기 때문에 많은 사실들이 소실되는 점 때문에 사진을 찍지 않는다는 것을 알 수 있었다. 후천성 시각 장애인이었던 한 인터뷰 참가자는 사진이 더 이상 추억을 불러 일으키는 도구가 되지 못하는 것을 안타까워하였다. 본 논문에서는 스마트폰을 이용해 시각 장애인 사용자가 사진에 음성으로 직접 태그를 달고, 앨범에서 음성 태그를 확인함으로써 사진을 감상할 수 있도록 어플리케이션을 개발하였다. 정안인의 도움을 받아 사진에 지역적인 태그를 달고, 사진을 찍는 시점의 생생함을 담아냄으로써 시각 장애인 사용자가 사진을 더 오래 기억할 수 있도록 사진에 대한 접근성을 향상시켰다.

셋째, 시각 장애인과 정안인이 함께 동등한 위치에서 소통할 수 있는 Equal-level 인터랙션을 적용한 멀티 플레이어 카드 게임을 디자인함으로써 스마트폰이 서로 다른 시각 능력이 섞여 있는(Mixed-ability) 그룹 내의 시각 장애인 구성원을 위한 소통의 매개체로 쓰일 수 있음을 알아보았다. 연구에 앞선 사전 인터뷰에서 Mixed-ability 그룹의 활동에서 시각 장애인은 도움을 받고, 정안인은 도움을 주는 형태로 인터랙션이 일어나고 있으며, 이에 대해 시각 장애인들은 본인들이 독립적으로 참여하지 못하는 것에 대한 불편함과 도움을 받는 것에 대한 미안함을 느끼고 있음을 파악하였다. 이를 해결하기 위해 시각 장애인이 정안인의 도움을 받는 것이 아니라 스마트폰의 도움을 받아 스마트폰을 소통의 매개체로하여 시각 장애인이 독립적으로 소통에 참여 할 수 있는 방법을 고안하였다. 고안한 인터랙션 방법인 Equal-level 인터랙션이 적용된 멀티 플레이어 트럼프 카드 게임을 디자인, 개발하여 실제 Mixed-ability 그룹을 대상으로 사용자 평가를 진행하였다. 시각 장애인과 정안인이 모두 포함 된 한 그룹 당 세 명씩 네 그룹이 게임을 플레이하였으며, 이들은 모두 시각 능력에 관계 없이 모든 플레이어가 동등하게 게임에 참여할 수 있다고 답하였다.

## 1.2 Contribution

본 논문의 핵심 공헌은 다음과 같다.

- **시각 장애인 사용자를 위한 스마트폰 UI 디자인** 세 가지 사용 시나리오에 대하여 사전 인터뷰 및 프로토타입 개발과 사용자 평가를 진행함으로써 시각 장애인을 위한 맞춤형 UI를 디자인하였다.
- **스마트폰을 통한 시각 기반 정보의 접근성 향상** 달력, 사진과 같이 시각 장애인에게 접근성이 매우 낮았던 매체의 접근성을 향상시켜 시각 장애인들이 해당 매체를 활발하게 이용할 수 있도록 보조하였다.
- **소통의 매개체로써 스마트폰의 가능성 도출** 단순한 도구를 넘어서 시각 장애인이 스마트폰을 통해 정안인과 동등한 위치에서 소통에 참여할 수 있는 매개체로써 스마트폰을 해석하였다.

## 1.3 Organization

Chapter 2, 3, 4에서 제안한 3 가지의 솔루션인 시각 장애인을 위한 스케줄러 어플리케이션 VI 캘린더, 시각 장애인을 위한 카메라/앨범 어플리케이션 VI 카메라, Mixed-ability 그룹의 동등한 소통을 위한 Equal-level 인터랙션을 차례로 소개한다.

## II. VI Calendar

본 챗터에서는 일정관리(스케줄러) 기능을 하고 있는 캘린더 어플리케이션을 중심으로 시각 장애인 사용자를 고려한 사용상의 문제점을 조사하였다. 캘린더 어플리케이션은 일정의 등록 및 확인을 주 기능으로 하며, 많은 스마트폰에서 기본적으로 제공하는 어플리케이션 중 하나이다. 중요한 일정을 수첩과 같은 아날로그 방식이 아닌 스마트폰에 디지털 방식으로 기록하는 현대인들의 삶의 형태를 반영한 것이다.

일반적인 캘린더 어플리케이션은 달력 형태의 레이아웃에 기반을 두고 있다 [2, 3, 4, 5]. 달력 레이아웃은 데이터를 2차원 형태로 제공하고 있기 때문에, 시각 정보를 통해 빠르게 원하는 정보에 접근이 가능한 비장애인 사용자와 달리, 시각 장애인 사용자들은 음성 피드백을 통해 1차원적으로 데이터를 접근해야 하며, 이로 인해 많은 불편을 겪게 된다 [1].

실제로 본 연구의 사전 인터뷰에서 만난 시각 장애인들은 대부분의 일정 관리를 기억에 의존하고 있었으며, 기록을 하더라도 일정 관리를 위한 시스템을 사용하는 것이 아니라, 스마트폰의 메모 어플리케이션이나 점자 입력 기기에 기록을 하는 것이 일반적이었다 [6].

시각 장애인들이 캘린더 어플리케이션을 사용하지 않는 것은 사용할(usable) 만한 UI/UX를 제공하는 어플리케이션이 존재하지 않기 때문이었다. 시각 정보에 깊게 의존하는 캘린더 어플리케이션의 특성상 단순히 VoiceOver의 도움을 받는 것만으로는 시각 장애인에게 편리한 UI/UX를 제공할 수 없다. 시각 장애인의 이러한 인지적 부담을 줄이고, 일정 관리를 보다 효율적, 효과적으로 할 수 있도록 지원하기 위하여 시각 장애인 사용자를 위한 맞춤형 캘린더 어플리케이션이 필요하다.

본 챗터에서는 VoiceOver를 이용해 아이폰 캘린더를 사용할 때 발생하는 문제점을 실험을 통해 분석하고, 이를 해결, 보완할 수 있는 디자인을 제안한다. 제안한 디자인에 맞게 새로운 일정 관리 어플리케이션인 VI 캘린더를 개발하여, 기존 아이폰 캘린더와 정량적, 정성적으로 비교함으로써 VI 캘린더의 효과를 파악하고자

하였다.

## 2.1 Background

스마트폰의 대중화와 지원하는 콘텐츠의 증가로 많은 사람들이 진보한 기술의 혜택을 누리고 있는 듯 보이지만, 아직까지도 많은 모바일 콘텐츠와 어플리케이션은 시각 장애인 사용자들에게는 접근성이 매우 낮다. 물론 Talkback, VocieOver와 같은 내장 스크린 리더 프로그램이 화면 네비게이션 및 콘텐츠 안내 기능을 지원하고는 있지만, 일정 관리 시스템, 기차 예매 시스템과 같이 구체적인 사용 시나리오를 제공하는 시각 장애인을 위한 맞춤형 어플리케이션은 절대적으로 부족하다 [1]. 시각장애인에게는 스마트폰의 사용이 어려운 것이 현실이다.

물론 VoiceOver와 Talkback과 같은 스크린 리더 이외에도 시각 장애인이 스마트폰을 좀 더 편리하게 사용할 수 있도록 지원하는 연구는 다양하게 진행되어왔다. Kane 등은 멀티 터치 제스처를 활용한 Slide Rule을 제안함으로써 시각 장애인 사용자를 위해 터치 스크린의 사용성을 높이고자 하였다 [7]. 또한 유저 스테디를 통해 시각 장애인과 비장애인들이 터치 스크린에서 사용하는 제스처를 비교하였다 [8]. 연구결과 시각 장애인 사용자를 위한 UI 디자인에서는 탭 플릭(Tap flick), 멀티 터치 등의 제스처를 사용할 것을 제안함으로써 시각 장애인을 위한 스마트폰 UI 디자인의 기초 가이드라인을 제공하였다.

박규동 등은 시각 장애인 피실험자들이 VocieOver를 이용하여 주어진 5개의 어플리케이션을 이용한 태스크를 수행하게 함으로써 이들이 어떻게 스마트폰을 사용하는지를 조사하였다 [1]. 이들은 피실험자들이 테스트한 5개 중 2개 어플리케이션뿐만 아니라 애플 내장 어플리케이션을 사용하는데도 VoiceOver가 불편함을 야기시킨다는 것을 지적하였다. Ramakrishnan 등은 VocieOver를 사용할 때와 별도의 점자 프린터기를 활용한 플라스틱 오버레이를 사용할 때 웹브라우징 경험의 차이를 비교하여 촉각 피드백이 추가된 후자가 사용성지수 System Usability Score: SUS)가 더 높았음을 발표하였다 [9].

Oliveria 등은 시각 장애인 사용자의 개인 별 능력 차이가 텍스트 엔트리의 사

용에 미치는 영향을 분석하고, 이를 실제 텍스트 엔트리 디자인에 적용하였다 [10]. Asakawa 등은 스마트폰을 이용하여 시각 장애인이 스스로 사진을 촬영하고, 음성 태깅을 통해 앨범에서 사진을 확인하는 어플리케이션을 설계하고 구현함으로써 시각 장애인 사용자들이 기존에 느끼지 못한 사진과 관련된 경험을 느낄 수 있도록 하였다 [11].

달력과 같은 2차원 데이터의 인지를 위한 연구로는 주로 지도와 관련된 연구가 많이 수행되었다. Troung 등은 소리를 통해 실내 구조 정보를 스마트폰을 활용하여 시각 장애인 사용자에게 전달하였다 [12]. 스마트폰에 별도의 진동자를 붙여서 정보를 전달하기도 하였다 [13].

많은 연구들이 시각 장애인 사용자를 위한 다양한 콘텐츠와 어플리케이션을 제안하였지만, 캘린더(혹은 스케줄러) 어플리케이션에 관한 연구는 발견하기 어려웠다. Li 등이 비장애인 사용자가 전화를 한 상태에서도 사용할 수 있도록 돕는 아이프리(eyes-free) 인터랙션 디자인을 적용한 캘린더 인터랙션 기능을 제안하였지만 [14], 이는 시각 장애인 사용자를 위한 것이 아니었을 뿐만 아니라, 터치 스크린이 아닌 키패드를 사용했다는 점에서 본 챕터에서 제안하는 VI 캘린더와는 차이가 있다.

## 2.2 Pre-Interview

시각 장애인 사용자가 어떻게 일정 관리를 하고, 관리를 하는 데 있어서 어떠한 문제를 겪는 지 파악하기 위해 사전 인터뷰를 진행하였다. 또한 새로운 캘린더 어플리케이션이 지원해야하는 기능을 파악하기 위해 기존의 아이폰 캘린더를 통해 시각 장애인 사용자들이 어떻게 일정 관리 태스크를 수행하는 지 관찰하고 분석하는 과정이 진행되었다.

### 2.2.1 Participants' Information

인터뷰에 참가한 시각 장애인들의 구체적인 정보는 Table 2.1와 같다. 사전 인터뷰에 참가한 시각 장애인은 총 5명으로, 모두 20대의 대학생이었다(Min = 20,

No.	나이	성별	시력 상태	스마트폰 사용 기간(년)
1	20	남성	전맹	4
2	27	남성	전맹	4
3	23	여성	전맹	3
4	22	여성	전맹	2
5	20	여성	전맹	4

Table 2.1: 사전 인터뷰에 참가한 피실험자 정보.

Max = 27, Avg = 22.4). 피실험자는 모두 아이폰 VoiceOver를 2년 이상 사용한 숙련된 사용자였다(Min = 2년, Max = 4년 6개월, Avg = 3년 6개월).

### 2.2.2 Procedure

사전 인터뷰는 한 사람씩 개별로 진행되었으며, 각 인터뷰는 약 한 시간 정도 소요되었다. 인터뷰는 피실험자가 일정 관리를 위해 어떤 도구를 사용하고, 어떻게 사용하는지를 파악하기 위한 첫 번째 세션과 아이폰 캘린더를 이용해 일정 관리 태스크를 직접 수행해보고, 여기서 느껴지는 불편한 점과 개선사항을 파악하기 위한 두 번째 세션으로 구성되었다. 실험에 참여한 피실험자는 실험 전의 조사에서 모두 아이폰을 사용한다고 응답하였기 때문에 아이폰 캘린더를 분석 대상으로 설정하였다.

#### Schedule Management

첫 번째 세션에서는 피실험자의 평소 일정 관리에 대하여 semi-structured 인터뷰를 진행하였다. 평소 일정의 양 및 일정 관리 시스템의 사용 유무, 일정 관리를 위한 캘린더 어플리케이션의 필요성을 질문하였으며, 피실험자가 캘린더 어플리케이션에 대해 어떤 의견을 갖고 있는지 자유롭게 이야기할 수 있도록 하였다.

#### Experiencing iPhone Calendar

두 번째 세션에서 피실험자들은 아이폰 캘린더에 대한 설명을 듣고 직접 이용하여 일정 관리와 관련된 태스크를 수행하는 과정을 거쳤다. 이 실험을 수행하기 위해서 사용된 기기는 아이폰 6이며, 실험을 시작하기 전에 미리 11월 달력(실험이

수행된 기간)에 임의의 일정을 추가해 놓음으로써 피실험자가 이미 등록된 일정을 검색하고 알아보는 태스크를 수행할 수 있도록 하였다.

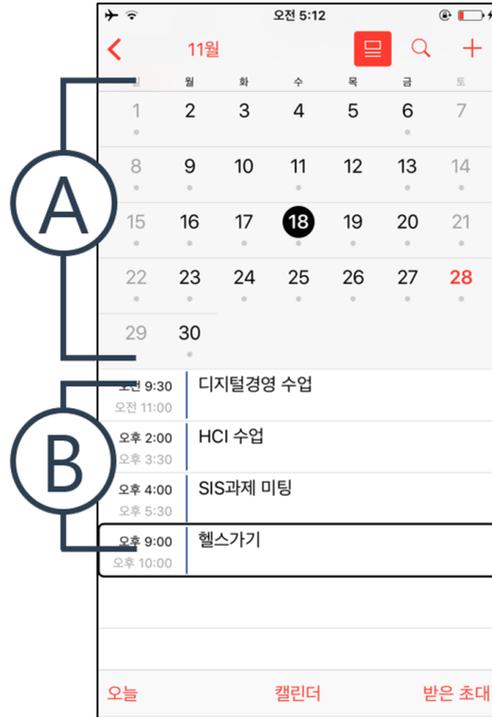


Figure 2.1: 아이폰 캘린더 레이아웃.

Figure 2.1은 아이폰 캘린더의 레이아웃을 나타낸다. A 파트에는 월별 달력 이, B 파트에는 선택된 날짜의 일정 목록이 나타난다. VocieOver 사용 시에 각 날짜를 활성화하면, ‘11월 18일 수요일 4개의 이벤트’와 같이 날짜와 일정 개수를 읽어준다. 일정 목록의 각각 일정을 터치하면, ‘헬스 가기(일정 명) 오후 9 물결 기호 오후 10(시간대)’와 같은 형식으로 이벤트의 내용과 시간대를 음성 피드백을 통해 설명해준다.

모든 피실험자는 이전에 아이폰 캘린더 사용 경험이 없는 초보 사용자였다. 태스크 수행 전 모든 피실험자는 아이폰 캘린더 사용법에 대한 설명을 듣고, 아이폰 캘린더에 적응하기에 충분한 연습시간을 가졌다. 모든 피실험자는 VoiceOver를 활용해 태스크를 수행하였으며, 자신들이 평소에 사용하던 환경과 유사하도록 VoiceOver의 속도와 소리 크기를 사전에 조절하였다. 모든 준비과정을 마친 후에

아래와 같은 태스크가 주어졌다. 6개의 태스크는 일상 생활에서 빈도 있게 이루어질 태스크 중 시각 정보의 의존도가 높은 태스크를 선별하여 결정되었다.

- T1: 다음 주 화요일 저녁 9시에 ‘친구와 야식’이라는 이벤트 추가
- T2: 다음 주 평일 중으로 점심 약속(12시-1시)이 없는 날을 찾아 점심 약속 추가
- T3: 다음 주 평일 중으로 오후 7시 이후의 저녁 약속 추가
- T4: 11월 넷째 주 주말 오후 3시-6시 약속 추가
- T5: 과학 사회학 조모임 이벤트가 언제 잡혀있는 지 확인
- T6: 다음 주 수요일 2시에 일정 유무 확인

아이폰 캘린더에는 각 태스크의 답에 해당하는 일정 뿐만 아니라 다양한 더미 일정들이 포함되어 있어 사용자가 기억에 의존하여 문제의 답을 찾는 것을 방지하였다.

각 태스크 수행마다 완료 시간과 수행 오류를 확인하였으며, 모든 태스크가 완료되고 난 후에는 태스크 수행 시 불편한 점과 개선사항에 대한 인터뷰를 진행하였다.

### 2.2.3 Results

5명의 피실험자는 모두 캘린더 어플리케이션을 사용하고 있지 않았다. 네 명은 한소네와 같은 점자 디바이스 혹은 기존 메모 어플리케이션에 일정을 기록하였으며, 한 명은 어떠한 스케줄러도 이용하고 있지 않았다. 그러나, 이들은 모두 간편하게 사용할 수 있는 캘린더 어플리케이션에 필요를 느꼈는데, 무겁고 휴대가 어려운 점자 디바이스와는 달리 스마트폰은 휴대가 간편하여 언제 어디서나 쉽게 이용할 수 있다는 이유에서였다.

현재 캘린더 어플리케이션의 시각 장애인 사용자를 위한 사용성은 낮았다. 사전 인터뷰 결과를 통해 우리는 기존 캘린더 어플리케이션의 문제를 파악할 수 있었다.

- P1: 특정 주를 파악하는 것이 힘들다.

- P2: 눈으로 각 일정의 시간대를 확인할 수 없어 원하는 시간대에 이벤트가 있는지 확인하려면 해당 날짜의 첫 일정부터 끝 일정까지 다 확인하여야 한다.
- P3: 각각 날짜의 일정에 대한 안내음이 지나치게 길고, 중요한 정보(일정의 유무)가 가장 뒤에 나오기 때문에 매번 끝까지 들어야하는 불편함이 있다.
- P4: 연속된 날짜(Ex. 11일, 12일)에 있는 일정 확인이 번거롭다.

P1의 경우 아이폰 캘린더에서 제공하지 않는 기능이다. 아이폰 캘린더에서는 시각 장애인을 고려한 ‘몇 짜 주’인지의 정보를 제공하지 않는다. 따라서, 시각 장애인 사용자들은 특정 주를 찾기 위해 달력의 첫 주부터 차례로 날짜를 따라 내려오는 수밖에 없었다.

P2의 경우 T2와 같은 태스크가 주어졌을 때 발생하였다. 다음 주 평일 5일 중 특정 시간대에 이벤트가 있는 지를 알아보기 위해서는 모든 날짜의 이벤트를 일일이 다 확인하며 그 이벤트가 특정 시간대에 걸쳐있는 지를 소리를 들으며 확인해야하기 때문이다.

P3의 경우 안내음의 현재 구조상의 문제이다. 캘린더 어플리케이션의 사용 시 특정 시간의 일정 유무에 대해 확인하는 태스크의 빈도가 높는데 반해, 아이폰 캘린더는 사용 시 일정의 시간대를 가장 마지막에 알려주고, 일정의 내용을 먼저 알려주기 때문에 사용자가 불편함을 느끼게 되는 것이다.

P4의 경우 그림 1에 나타난 바와 같이 날짜의 이벤트를 확인하기 위해서는 A 파트(날짜를 선택)와 B 파트(일정을 확인)를 오고 가야 하지만, 시각 장애인 사용자가 쉽게 정확한 날짜의 위치를 찾을 수 없어 발생하는 문제이다. 예로 11일을 찾아 터치하고, 11일의 이벤트 목록을 확인하기 위해 B 파트로 이동한 후에는 A 파트에서 다시 12일을 찾는 것이 어려운 것이다. 처음에 11일을 찾을 때처럼 똑같이 12일을 찾는 과정을 반복해야 한다.

이 연구에서는 위에서 언급된 4가지 문제를 해소시켜 줄 새로운 캘린더 어플리케이션을 디자인하였다.

## 2.3 Application Design



Figure 2.2: VI 캘린더 레이아웃; (a) 달력 레이아웃; (b) 일정 레이아웃; (c) 검색 레이아웃

사전 인터뷰 결과를 바탕으로 제안하는 VI 캘린더는 다음과 같은 특징을 포함한다.

- C1: 달력/일정 목록 화면의 분리
- C1.1: 연속된 날짜의 이벤트 확인이 가능한 이전/다음 버튼 추가
- C2: 일요일 터치 시 주 정보를 알려주는 안내음 추가
- C3: 진동 피드백 추가
- C4: 시간대별 검색 기능 제공

Figure 2.2 (a), (b)에 나타난 바와 같이 VI 캘린더에서는 달력 화면과 일정 목록이 분리되어 있다. 각 날짜를 터치하면, ‘18일 수요일(해당 날짜) 4개의 일정’과 같은 안내음이 나온다. 이때 일정이 한 개라도 있는 날은 터치 시 안내음과 함께 즉각적인 진동이 나오도록 하였다(C3). 따라서 시각 장애인 사용자들이 안내음을 끝까지 듣지 않아도 진동의 유무를 통해 그 날의 일정 유무를 확인할 수 있게 된다.

달력 화면에서 원하는 날짜를 이중 탭함으로써 일정 목록 화면으로 전환된다 (C1). 일정 목록 화면에서는 일정이 시간 순서대로 나열되어 있으며, 터치 시에는 ‘9시부터 10시 심리학 개론’과 같이 일정의 시간대가 일정 이름보다 전에 안내되도록 하였다. 이 화면에는 일정 목록 뿐만 아니라 상단 좌/우에 이전/다음 버튼을 배치함으로써 이전/다음 버튼을 통해 현재 날짜의 이전 날과 다음 날의 일정 목록으로 빠르게 이동할 수 있도록 하였다(C1.1). 이를 통해 일정 내용보다는 시간을 먼저 알 수 있게 되었고, 연속된 날짜에 있는 일정 확인의 번거로움(P4)도 줄일 수 있도록 하였다.

기존 아이폰 캘린더에서 주의 개념을 파악하기 어렵다는 단점을 보완하기 위해 일요일에 해당하는 날짜를 터치할 경우 ‘15일 일요일 셋째 주..’와 같이 안내음에 주의 정보가 포함되도록 하였다(C2). 일요일이 달력의 첫 번째 요일이므로 시각 장애인 사용자들이 상대적으로 위치를 파악하기가 쉽기 때문에 일요일에 주의 개념을 추가하였다. 이를 통해 시각 장애인 사용자들이 달력의 첫째 줄부터 내려오면서 주를 세는 노력 없이 원하는 주의 위치를 쉽고 빠르게 알 수 있도록 하였다.

Figure 2.2 (c)는 시간대별 검색 기능을 보여준다. 달력화면에서 검색 버튼 (Figure 2.2 (a)의 우측 상단 돋보기 모양)을 활성화함으로써 검색 화면으로 이동할 수 있다. 사용자는 시작 시간과 끝 시간을 설정함으로써 검색하고자 하는 시간대를 설정할 수 있다. 예를 들어 오후 1시와 오후 3시 사이의 일정 유무를 확인하고 싶다면, 시작 시간을 13시, 끝 시간을 15시로 입력함으로써 검색 기능을 사용할 수 있다. 시간 설정 후 완료 버튼을 누르면 Figure 2.2 (a)와 같이 다시 달력화면으로 전환되며, 검색이 활성화 된 후 날짜를 터치하게 되면 설정 시간대에 일정이 있는 날만 진동이 울리게 된다. 즉, 위에서 설정한 시간대(13시에서 15시)에 일정이 있는 날에만 진동을 제공하는 것이다. 사용자는 달력을 드래그하면서 진동의 유무를 통해 원하는 시간대에 일정이 없는 날을 쉽게 찾아낼 수 있다.

No.	나이	성별	시력 상태	스마트폰 사용 기간(년)
1	20	남성	전맹	4
2	27	남성	전맹	4
3	23	여성	전맹	3
4	22	여성	전맹	2
5	20	여성	전맹	4
6	24	여성	전맹	4
7	24	여성	전맹	3

Table 2.2: VI 캘린더의 사용성 평가에 참가한 피실험자의 정보.

## 2.4 User Study

### 2.4.1 Apparatus

아이폰 캘린더의 경우 애플 사의 아이폰 6를 사용하여 실험을 진행하였으며, VI 캘린더의 경우 구글 사의 Nexus 5로 진행하였다. Nexus 5의 경우 상단 부와 하단부에 터치로 인식되는 버튼을 제공하고 있기 때문에, 이를 실수로 터치하는 것을 막기 위하여 터치 방지 패드를 부착하였다.

### 2.4.2 Participants

실험에 참가한 인원은 총 7명이다. 이 중 첫 번째 참가자 한 명은 본격적인 실험을 수행하기 전 개발한 새로운 어플리케이션의 파일럿 테스트를 위해 참가하였고, 나머지 6명은 아이폰 캘린더와 VI 캘린더의 비교 분석을 위해 참가하였다. 피실험자의 인적 사항은 Table 2.2와 같다.

Participant 2-5는 사전 조사에도 참여했던 피실험자들로, 사전 조사와 실험 사이에 한 달의 간격이 있었으며, 한 달동안 아이폰 캘린더를 모두 3번 미만으로 사용했기 때문에 초보 사용자(Novice User)로 간주하였다.

### 2.4.3 Procedure

완성된 어플리케이션을 시각 장애인 사용자가 직접 사용하는 실험을 통하여 기존의 아이폰 캘린더와 비교분석을 진행하였다. 실험에 참가하는 각각의 참가자는 모두 아이폰 캘린더와 VI 캘린더를 사용한다. 즉, 각 참가자는 두 개의 캘린더로 두 번의 실험을 수행하게 되며, 두 개의 다른 캘린더 어플리케이션이 실험에서 독립변수가 된다. 피실험자는 두 캘린더 어플리케이션의 사용에 앞서 충분한 연습시간을 가졌으며, 피실험자 스스로 익숙해졌다고 느꼈을 때 태스크 수행 단계를 진행하였다. 실험순서에 의한 오류를 줄이기 위하여 비교 실험에 참가한 6명의 피실험자 중 3명은 VI 캘린더를, 나머지 3명은 아이폰 캘린더를 먼저 사용하였다.

실험에서 피실험자들은 두 가지 종류의 캘린더를 이용하여 7개의 태스크를 수행하게 된다. 각각 캘린더 별로 7개의 태스크 수행이 모두 완료된 후에는, 5-point Likert Scale을 이용하여 만족도에 대한 주관적 요소를 평가하게 된다. 데이터 분석을 위하여 각 태스크를 수행하는 데 걸리는 시간을 종속변수로 하여 통계적 분석을 진행하였다.

실험은 크게 4가지 단계로 구성되었다. 먼저 사전 인터뷰에서 진행했던 문답형식의 질문사항을 인터뷰한 후, 태스크 수행 단계로 넘어갔다. 태스크 수행 단계에서는 각각의 캘린더 어플리케이션 태스크를 마치고 난 후 바로 만족도 설문조사가 진행되었다. 마지막으로 사용한 두 개의 캘린더 어플리케이션 중 선호하는 어플리케이션을 선정하는 최종 설문으로 실험을 마쳤다.

### 2.4.4 Experiment Tasks

문답형식에서의 질문은 사전 인터뷰의 질문 문항과 같았으며, 평소 관리해야 할 일정의 양과 그에 따른 스케줄러(하드카피/어플리케이션 모두 포함)의 사용 유무를 확인한다. 사용하고 있는 스케줄러가 있다면 그 스케줄러에 대한 만족도나 개선사항을 파악했다. 마지막으로, 스케줄러 사용 유무와 상관없이 일정 관리를 위한 캘린더 어플리케이션에 대한 필요성에 대해 파악했다.

사전 인터뷰가 끝나면 피실험자들은 두 가지 캘린더를 이용하여 다음과 같은

태스크를 수행하게 된다. 다음은 아이폰 캘린더 사용시 주어지는 태스크 목록이며, VI 캘린더를 위한 태스크 목록은 다음 항목에서 시간대, 날짜, 주와 같은 세부적인 항목만을 변경하여 실험에 적용하였다(예: VI 캘린더의 경우 T4는 11월 13일의 일정 알아보기이다).

- T1: 다음 주 평일 중으로 저녁(오후 6시-8시)에 일정이 없는 날 찾기
- T2: 넷째 주 평일 중으로 저녁 5시-7시에 일정이 없는 날을 모두 찾기
- T3: 11월의 매주 금요일 저녁(오후 6시-9시)에 어떤 일정이 있었는지 알아보기
- T4: 11월 9일의 일정 알아보기
- T5: 11월 13일의 일정 알아보기
- T6: 11월 27일, 28일의 일정 알아보기
- T7: 넷째 주 토요일 오후 9시-11시에 일정이 있는지 알아보기

캘린더 어플리케이션을 사용한 후에는 설문 조사를 진행하여 캘린더 어플리케이션에 대한 평가를 진행하였다. 설문조사는 총 6개의 항목으로 이루어졌으며, 객관식 항목 5개(Q1-Q5) 주관식 항목 1개(Q6)를 포함한다. 객관식 항목의 경우 5-point Likert Scale을 사용하여 답변(1: 매우 그렇지 않다, 5: 매우 그렇다)을 받았으며, 객관식 항목들은 각각의 캘린더 어플리케이션 실험이 종료 되었을 때 설문을 진행하였다. 두 어플리케이션 중 하나를 결정하는 주관식 항목 Q6의 경우 두 어플리케이션을 모두 사용한 후 응답하도록 하였다.

- Q1: 캘린더 어플리케이션을 이용하는 데 있어서의 난이도는 적절하였다.
- Q2: 캘린더 어플리케이션에서 제공하는 정보를 쉽게 이해할 수 있었다.
- Q3: UI는 외워서 사용하는 데 어려움이 없었다.
- Q4: 사용한 캘린더 어플리케이션은 편리하였다.

- Q5: 앞으로 이 캘린더 어플리케이션을 계속 이용하고 싶다.
- Q6: 앞으로 캘린더 어플리케이션을 써야한다면, 사용한 두 가지 캘린더 중 어떤 것을 고를 것인가.

## 2.5 Results

Figure 2.3은 각 태스크에 따른 VI 캘린더와 아이폰 캘린더의 수행 완료 시간의 평균과 표준 편차를 나타낸다. x 축은 피실험자들이 수행한 7개의 태스크를, y 축은 각 태스크별 수행 완료 시간의 평균을 초 단위로 나타내고 있다. 따라서 y 값이 작을수록 태스크 수행 완료 시간이 짧다는 것을 의미한다.

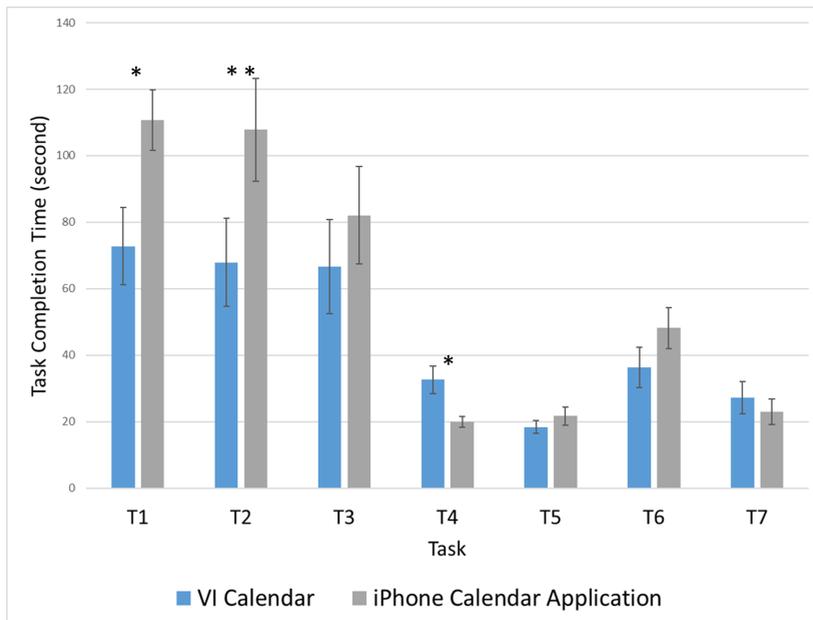


Figure 2.3: VI 캘린더와 아이폰 캘린더의 수행 완료 시간 비교 그래프. 에러 바는 표준 오차를 의미.

실험 결과, T1, T2, T3, T5, T6에서는 VI 캘린더가, T5, T7에서는 아이폰 캘린더가 더 수행 완료 시간이 짧은 것으로 나타났다.

캘린더 종류를 독립 변수로 한 분산분석을 수행하였다. 그 결과 캘린더 종류의 차이는 통계적으로 유의하였다 ( $F(1,70) = 4.39, p < 0.05$ ). 즉, VI 캘린더와 아이폰 캘린더는 작업 수행 완료 시간에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다.

문항	VI 캘린더	아이폰 캘린더
Q1	3.83	4.50
Q2	4.50	4.00
Q3	4.17	3.83
Q4	4.17	3.83
Q5	4.33	3.83
Q6	5명	1명

Table 2.3: VI 캘린더 설문 조사 결과; 5-point Likert Scale로 평가(1-매우 그렇지 않다, 5-매우 그렇다).

각 태스크에 대해 Paired t-test를 진행하여 태스크별 캘린더 종류에 의한 차이를 알아보았다. T2는 통계적으로 유의미한 차이가 있었으며 ( $t(5) = 6.22, p < 0.005$ ), T1과 T4는 비교적 약한 차이를 나타내었다 ( $t(5) = 2.25, p = 0.07/t(5) = -2.16, p = 0.08$ ). 그 외 T2, T3, T6와 T7에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다 ( $t(5) = 0.82, p = 0.45/t(5) = 0.72, p = 0.50/t(5) = 1.22, p = 0.28/t(5) = -0.54, p = 0.61$ ).

Table 2.3은 설문조사의 결과를 나타낸다. 피실험자들은 모두 두 캘린더에 우호적인 반응을 보였다. 전반적으로 난이도의 적절성(Q1)을 제외한 모든 조사 항목에서 VI 캘린더가 아이폰 캘린더보다 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. 두 캘린더 타입을 모두 사용해보고 평가한 선호도 조사에서는 만약 앞으로 캘린더 어플리케이션을 써야한다면 두 캘린더 중 어떤 캘린더를 쓸 것인가라는 질문(Q6)에 피실험자 6명 중 5명이 VI 캘린더를 선택하였다.

설문 조사 답변에 대해서 윌콕슨 테스트를 진행한 결과 두 캘린더의 답변 사이에 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다 (Q1:  $W = 5, Z = 0.80, p > 0.05$ ; Q2:  $W = 3, Z = -1.35, p > 0.05$ ; Q3:  $W = 1.5, Z = -0.68, p > 0.05$ ; Q4:  $W = 0, Z = -1.41, p > 0.05$ ; Q5:  $W = 3, Z = -1.34, p > 0.05$ ).

## 2.6 Discussion

### 2.6.1 Task Completion Time

작업 수행 완료 시간에서는 VI 캘린더의 평균 완료 시간이 대체적으로 더 짧았다. 이는 시각 장애인 사용자들이 VI 캘린더 사용 시 아이폰 캘린더를 사용할 때보다 더 짧은 시간에 많은 작업을 수행할 수 있음을 의미한다.

모든 시간대별 검색 작업(T1, T2, T3)에서는 VI 캘린더가 더 짧은 시간이 걸렸다. 이는 VI 캘린더의 시간대별 검색 기능(C4)이 아이폰 캘린더 사용 시 느낀 시간대별 일정 검색의 불편함(P2)을 해소시켜주는 것을 의미한다. 일정 알아보기 작업(T4, T5, T6)에서 T4와 T5는 VI 캘린더가 더 많은 시간이 소요되었다. 특정한 하루의 일정을 알아보는 작업은 아이폰 캘린더 사용과 큰 차이가 없다는 것을 의미한다. 연속한 두 날짜의 일정을 확인하는 T6의 경우 VI 캘린더가 수행 시간이 더 짧았는데 이는 VI 캘린더의 달력/일정 목록 화면의 분리 기능(C1)과 연속된 날짜의 일정 확인이 가능한 이전/다음 버튼 추가 기능(C1.1)이 연속된 날짜에 있는 일정 확인의 번거로움(P4)를 해결할 수 있음을 의미한다. 마지막으로 T7의 경우 아이폰 캘린더에서 더 짧은 시간이 측정되었다. 평균 시간에서 큰 차이는 없지만 만족도 측면에서 일요일 터치 시 주 정보를 알려주는 안내음 추가 기능(C2)에서 좋은 평가를 받은 것을 고려할 때, 특정 주를 파악하는 것이 힘들다(P1)는 문제점을 해결하기에 충분한 것으로 예측된다.

### 2.6.2 C1: Separation between Calendar Layout and Event List

아이폰 캘린더를 이용하여 특정한 하루가 아닌 여러 날의 일정을 확인해야하는 경우(T1, T2, T3, T6)에 사용자는 계속해서 A 파트와 B 파트를 이동하면서 날짜와 일정 목록을 음성을 통해 들어야한다(Figure 2.1). A 파트와 B 파트를 시각 정보를 통해 빠르게 구분할 수 있는 정안인 사용자와 달리, 시각 장애인 사용자에게는 반복해서 스크린의 스캔 및 탐색 과정이 일어나게 되어 손가락의 이동이 늘어나게 되고, 이는 곧 아이폰 캘린더의 사용 편리성이 저하되는 결과를 낳는다.

이는 연달아 있는 2일의 일정을 확인해야하는 T6을 수행하는 상황에서 잘 드

러났다. 아이폰 캘린더를 사용하면서 달력에서 27일을 찾고 화면의 밑으로 내려와 일정 목록을 확인한 후 다시 28일을 찾기 위해 A 파트로 이동하지만, 방금 전에 찾았던 27일 바로 옆의 28일임에도 시각 장애인 사용자에게는 28일을 찾는 작업이 모든 것을 처음부터 다시 시작하는 것처럼 느껴지게 된다. 27일을 찾을 때 생성된 포커스가 일정 목록을 확인할 때 일정 목록으로 이동되기에 발생하는 문제이다.

아이폰 캘린더와 달리 VI 캘린더의 경우 달력 목록에서 날짜를 선택하면 일정 목록이 새 화면에서 열리게 된다. 일정 목록은 화면 위쪽에 배치되어, 이전 화면의 달력과 비슷한 위치에 나타나게 된다. 따라서 사용자는 손가락의 움직임을 최소화한 상태로도 일정 목록에 접근할 수 있게 된다. C1.1에 따라 일정 목록 화면에는 하루 전/하루 다음날의 일정 목록으로 바로 이동할 수 있는 이전/다음 버튼이 있기 때문에 T6와 같이 연달아 있는 날짜의 이벤트 목록을 확인하는 작업 역시 버튼 하나로 가능하게 된다. 피실험자들은 모두 T6을 수행하면서 이전/다음 버튼을 활용하였으며, 이 결과로 T6에서 VI 캘린더가 아이폰 캘린더보다 더 짧은 수행 완료 시간을 보인 것으로 분석된다. 이와 같은 내용은 피실험자의 언급을 담은 Comment 1에서 확인해 볼 수 있다.

**Comment 1.** 달력에서 날짜를 누르면 일정 목록으로 직접 들어가서 그 자리에서 볼 수 있어서 더 빨리 볼 수 있었던 것 같아요. 다음 날, 이전 날 버튼을 통해 곧바로 확인해서 정말 좋은 것 같아요.

### 2.6.3 C2: Weekly Information

VI 캘린더의 경우 일요일에 해당하는 날짜를 통해 해당 주의 정보를 제공한다. 다음은 이 기능과 관련한 피실험자의 언급 일부이다.

**Comment 2.** 몇 째 주 일요일이다 나오는 게 좋았어요. 아이폰 같은 경우는 매달 1일의 정보를 먼저 확인을 한 후에 그걸 이용해서 셋째 주가 언제인지 머리로 계산을 해야 하니까요.

**Comment 3.** 주를 알려 주잖아요. 몇 째 주 일요일인지예요. 그게 좋은 것 같아요. 안 그러면 저희 다 헷갈릴 것 같은데, 그럴 필요가 없어서요. 많이 편리할 것

같아요.

**Comment 4.** 넷째 주 일요일 이런 거 아까 건 (VI 캘린더) 알려줘서 좋았고, 쉬웠는데, 지금 (아이폰 캘린더)은 그 정보도 없으니까 일일이 계산해야 하는 게 불편해요.

Comment 2, 3에서 알 수 있듯, 피실험자들은 해당 기능에 만족하는 반응을 나타내었다. 실제로, 선호도 조사에서 VI 캘린더를 선택한 5명중 4명은 선택 이유 중 하나로 해당 기능을 꼽았다. 둘째 주, 셋째 주와 같은 주의 개념을 실제 일상생활에서 빈번히 사용함에도 불구하고, 아이폰 캘린더에서 이를 지원해주는 기능이 없기 때문으로 보인다. 이를 통해 시각 장애인 사용자의 사용성을 높이기 위해서는 사용자의 특성을 고려한 맞춤형 디자인이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 2.6.4 C3: Vibration Feedback

다음은 진동 피드백에 관한 피실험자들의 언급 일부이다.

**Comment 5.** 기존에 아이폰에서 사용하던 캘린더를 사용할 때 보다 VI 캘린더에서는 일정이 있으면 바로 진동이 울리고, 없으면 울리지 않으니 (일정의 유무를) 바로 알 수 있어서 그 부분이 간편 했어요.

**Comment 6.** 진동은 좋은 데 아이폰은 그게 안되니까 (안내음을) 맨 마지막에 끝까지 들어야만 (일정의 유무를) 알 수 있더라고요. 진동이면 빠르게 확인할 수 있는 것 같아요.

**Comment 7.** (아이폰의 경우) 촉각 정보가 없으니까 몇 월 몇 일에 일정이 있는 지 없는 지 알아볼 때 하나하나 다 듣고 있어야 하니까 시간도 많이 걸리고 아까 (VI 캘린더) 전처럼 바로 촉각 정보가 진동으로 오면 편하게 할텐데. 그게 불편해요.

**Comment 8.** 진동이 같이 있으면 훨씬 좋지만. 없어도 집중해서 듣기만 하면 되는데..(중략)..읽으면 바로바로 넘어갈 수 있는데, 듣는 건 계속 집중해서 들어야 하잖아요.

VI 캘린더에서는 일정의 유무를 진동의 유무와 매핑하여 사용자들이 날짜를 터치하는 순간 즉각적으로 일정의 유무를 파악할 수 있도록 하였다. Quote 5, 6, 7, 8

에서 알 수 있듯, 안내음 (예: 11월 18일 수요일 4개의 이벤트)을 끝까지 들어야하는 아이폰 캘린더에 비해 진동을 통해 정보를 전달하는 VI 캘린더에 대한 만족도가 높았다. 실제로 아이폰 캘린더에서 제공하는 안내음은 20자 이내의 짧은 문장이지만, 모든 날짜의 안내음을 들어야하는 시각 장애인 사용자에게는 큰 부담으로 느껴진 것으로 추측된다. 모든 기능을 안내음을 통해 실행해야하기 때문에 안내음 자체의 길이가 길어지는 것은 집중해야하는 시간이 길어지는 것을 의미하고, 이로 인해 불편함을 느끼게 되는 것이다. 실제로 T1, T2, T3와 같이 특정 시간대의 일정을 알아보는 태스크에서 피실험자들은 진동을 통한 일정의 유무를 전달하는 것이 매우 편리하다고 응답하였다. T1, T2, T3의 경우 VI 캘린더의 경우가 아이폰 캘린더보다 수행 완료 시간에서 우위를 가졌는데, 이는 진동 기능의 효과로 분석된다.

#### 2.6.5 C4: Time-Slot Searching Function

VI 캘린더는 아이폰 캘린더와 다르게 시간대별로 일정을 검색하는 기능을 제공한다. 다음은 이와 관련된 피실험자들의 언급의 일부이다.

**Comment 9.** 저는 그 시간 단계적 검색 메뉴가 굉장히 편리한 것 같아요. 시간 단위로 검색을 해볼 수가 있으니까요.

**Comment 10.** 솔직히 아까 그렇게 저녁 시간대의 이벤트를 찾을 때 (아이폰 캘린더의 경우) 그 시간하고 관계없는 일정까지 다 봐야 했으니까요. 그거에 비해서 이거 (VI 캘린더)는 더 빠른 속도로 일정을 찾아볼 수 있어서 더 편리했던 것 같아요.

**Comment 11.** 제가 8시에서 10시 사이에 일정이 있는 지 없는지 알아보려면 (아이폰 캘린더의 경우) 일일이 들어가서 확인해야 하니까 그 부분이 VI 캘린더가 더 나은 것 같아요.

Comment 9, 10, 11에서 알 수 있듯 시간대별 검색에 대한 만족도도 높은 편으로 나타났다. 피실험자들은 아이폰 캘린더를 사용할 때는, 특정 날짜의 특정 시간대에 있는 일정을 확인하기 위해서 해당 날짜의 모든 일정을 확인해야하는 것에 불편함을 느꼈다. 특히 태스크 T1, T2를 수행할 때는, 여러 날짜의 일정을 모두 확인해야하기

때문에 이러한 불편함이 더 가중되어 느껴지게 된다. 실험 및 인터뷰 결과를 통해 VI 캘린더는 시간대별 검색 기능을 제공함으로써 이러한 불편함을 줄이고, 사용성을 높였음을 알 수 있었다.

## 2.6.6 Insights and Design Considerations

VI 캘린더를 디자인하고 사용자 평가를 받는 과정을 통해 시각 장애인 사용자를 위한 UI 가이드라인을 도출할 수 있었다.

첫째, 손가락의 움직임 줄인다. 시각 장애인 사용자는 스마트폰에 나타나는 콘텐츠를 눈으로 확인하지 못한 채 소리를 통해서 콘텐츠를 확인하기 때문에 다양한 위치에 있는 콘텐츠를 찾는 데 어려움을 겪는다. 따라서 화면에 지나치게 많은 콘텐츠를 넣는 것을 피해야하며, 콘텐츠의 종류가 많아 질 경우 스크린을 분리하는 방법을 이용해 시각 장애인 사용자가 스마트폰 화면을 헤매지 않고도 콘텐츠를 쉽게 찾을 수 있도록 해야한다.

둘째, 안내음의 길이를 최소화한다. 시각 장애인 사용자는 모든 콘텐츠를 소리로 듣기 때문에 안내음의 길이에 비례하여 콘텐츠를 이용하는데 걸리는 시간이 길어진다. 따라서 안내음의 길이를 최소화하여, 불필요한 안내음이 나오지 않도록 주의해야한다.

셋째, 진동과 같은 다양한 정보 전달 채널을 활용한다. 촉각은 시각, 청각과 더불어 시각 장애인들에게 중요한 정보 전달의 채널이다. 진동을 활용하여 청각 피드백에 대한 의존도를 낮춤으로써 정보를 효과적으로 전달하도록 한다.

마지막으로 사용자가 정보의 양을 조절할 수 있도록 해야한다. VI 캘린더의 시간대별 검색 기능의 예시에서 볼 수 있듯 모든 이벤트를 그대로 전달하는 것이 아니라 사용자가 데이터를 필터링 할 수 있도록 해야한다. 소리를 통해 정보를 인식할 때는 기억에 한계가 있기 때문에 사용자가 직접 정보의 양을 조절하도록 기능을 추가하여 편의성을 높인다.

## 2.7 Conclusion

본 연구를 통해 시각 장애인 사용자들이 아이폰 캘린더를 사용하면서 느끼는 불편함을 제시하고, 그것들을 해결하기 위해 VI 캘린더라는 새로운 캘린더 어플리케이션을 제안하였다. VI 캘린더와 아이폰 캘린더의 정량적 비교분석을 통하여 VI 캘린더의 효과를 검증하였으며, 정성적 비교분석을 통하여 시각 장애인 사용자들이 아이폰 캘린더에서 느끼는 불편함을 상당수 해결하였다. 본 연구에서 제안하는 VI 캘린더의 디자인 가이드라인은 단순히 캘린더 어플리케이션에 국한되는 것이 아닌, 시각 장애인을 위한 모든 어플리케이션 디자인에 적용될 수 있다는 점에서, 향후 다양한 연구와 디자인의 바탕이 될 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구의 한계로는, 새로 개발된 VI 캘린더가 태스크 수행 시 Nexus 5를 통해 구동되었다는 점을 들 수 있다. 이는 시각 장애인 사용자가 아이폰의 터치감과 반응 속도에 익숙해져 있다는 점을 고려하면, 제대로 된 비교 분석을 하는 데 한계가 있음을 의미한다. VI 캘린더는 캘린더의 여러 기능 중 검색 기능에만 초점을 맞추어 디자인되었으나 더욱더 완성도 있는 캘린더 어플리케이션을 제공하기 위해서는 새로운 일정 등록과 같은 다른 기능의 향상을 위한 연구 역시 진행되어야 한다. 마지막으로 피실험자 모집의 한계점이다. 실험을 수행하는 데 있어서 파일럿 테스트 (Pilot Test)를 위한 피실험자를 포함하여 총 7명의 시각 장애인만이 피실험자로 참여하였다. 본 연구의 결과를 일반화하기에는 한계가 있으며 보다 많은 피실험자 수를 통한 후속 연구가 필요하다.

### III. VI Camera

본 챕터에서는 시각 장애인 사용자가 직접 사진을 찍고, 사진에 음성 메모를 남김으로써 후에 사진을 확인하는 과정에서 음성 메모를 통해 사진의 정보를 파악할 수 있는 카메라/앨범 어플리케이션인 VI 카메라를 제안한다.

많은 사람들이 스마트폰을 이용해 쉽게 사진을 찍고, SNS를 통해 쉽게 다른 사람들과 사진을 공유한다. 이제 사진은 많은 사람들의 일상에서 매우 중요한 정보의 수단이 되었지만, 사진이 모든 사람에게 같은 기능을 하지는 않는다. 정안인들은 사진에 정보를 담고, 사진에서 정보를 인지하며 때로는 사진에 담긴 경험을 추억하기도 하지만 이 정보를 파악할 수 없는 시각 장애인들에게 사진은 그저 답답함일 뿐이다.

시각 장애인들이 가장 어려움을 겪는 것은 사진을 독립적이고, 주도적으로 확인할 수 없다는 것이다. 본인이 직접 찍은 사진일지라도 후에 사진을 확인하는 과정에서는 제 3자를 통해 사진의 설명을 들을 수 밖에 없기 때문에 이 과정에서 많은 정보가 소실된다. 사진을 찍은 현장에 없었던 사람이 설명을 해주게 되면 그 장소가 어디이며, 그 사진 속에 나타난 인물들은 누구인지 파악할 수 없기 때문이다. 이 과정에서 사진의 의미가 퇴색되고, 사진은 시각 장애인들에게 추억을 불러일으키는 도구로서의 기능을 못하게 된다. 사진의 가장 중요한 기능 중 하나이기에, 시각 장애인들은 자연스럽게 사진에서 멀어지게 되었다.

VI 카메라는 시각 장애인들이 사진을 찍은 후에 스스로, 혹은 정안인의 도움을 받아 음성 메모를 남길 수 있도록 하였다. VI 카메라는 저시력과 전맹을 아우르는 모든 시각 장애인 사용자를 대상으로하는 카메라/앨범 어플리케이션으로서 의의를 가지며, 기존의 카메라/앨범 어플리케이션과 다르게 지역 태깅이라는 새로운 기능을 추가하여 사용자가 사진에 구체적이고 지엽적인 메모를 남길 수 있도록 도와주었다. 이를 통해 시각 장애인들이 사진에서 소외되지 않고, 추억을 불러일으키는 도구로서 사진을 적극적으로 활용할 수 있게 될 것을 기대한다.

### 3.1 Background

시각 장애인들의 사진에 대한 관심이 커지고 있는 만큼, 이를 돕기 위한 많은 Blind Photography 관련 연구들이 진행되었다. Adams 등은 11 명의 시각 장애인을 대상으로 사진과 관련된 경험에 대해 인터뷰를 진행하였다 [15]. 인터뷰를 통해 시각 장애인들이 사진을 찍는 대상, 사진을 찍는 과정을 파악하였으며 이들이 사진을 정리하는 데 어려움을 겪고 있음을 알아내었다. 시각 장애인들은 사진 파일 이름을 수정함으로써 사진에 태그를 남기고, 기억에 의존해 사진을 이해하였다. 이 과정에서 많은 정보가 소실되었다. Adams 등은 이러한 인터뷰 결과를 바탕으로 시각 장애인을 위한 카메라/앨범 어플리케이션을 제안하였다 [16]. 어플리케이션은 음성 메모를 활용하여 사용자가 사진에 음성 태그를 남겨 이를 후에 사진을 확인할 때 사용할 수 있도록 하였다.

Voykinska 등은 시각 장애인들이 SNS 상에서 시각 콘텐츠를 접근하는 방법과 어려움에 대해 조사하였다 [17]. 설문에 참여한 대부분의 시각 장애인들은 SNS에 사진을 올리거나 다른 친구들의 사진에 댓글을 다는 등의 활동을 하고 있었으며, 모든 참가자들은 사진을 찍고 업로드하는 과정에서 정안인들의 도움을 찾는다고 응답하였다. 참가자들은 사진을 찍는 과정에서는 의도하지 않는 사진을 촬영하는 것을 걱정하였고, 사진을 업로드 하는 과정에서 원하는 사진을 찾는 것이 어려움을 토로 하였다. 또한 설문을 통해 시각 장애인들이 좋은 사진을 찍고 싶은 욕구가 있음을 알아내었다.

Jayant 등은 시각 장애인 사용자의 사진 프레임링을 돕기 위한 연구를 진행하였다 [18]. EasySnap 기능을 이용하여 현재 카메라에 찍히고 있는 사람 얼굴 혹은 물체의 크기와 위치를 알려주고, Portraitframer라는 기능을 통해 사진에 나타난 얼굴의 위치를 진동으로 알려주고 프레임링을 돕기 위해 음성으로 가이드를 주었다. Vazquez 등은 비전 알고리즘을 적용하여 시각 장애인들이 더 높은 질의 사진을 찍을 수 있도록하였다 [19, 20]. Region of Interest (ROI)를 계산하여 ROI가 사진의 중앙에 올 수 있도록 사용자에게 피드백을 전달하였다.

Harada 등도 음성 메모를 활용한 시각 장애인 사용자용 카메라/앨범 어플리케이션

No.	나이	성별	시력 상태	스마트폰 사용 기간(년)
1	28	남성	후천성 전맹(10 년째)	4
2	20	남성	선천성 전맹	4
3	21	여성	선천성 전맹	3
4	20	여성	선천성 저시력	2

Table 3.1: 사전 인터뷰에 참가한 피실험자 정보.

이션을 제안하였다 [11]. 이들은 5 명의 시각 장애인 피실험자를 대상으로 피실험자가 제안한 어플리케이션을 이용해 도시 곳곳의 원하는 장소에서 사진을 찍고, 이를 다른 사람에게 소개하는 과정을 관찰하였다. 피실험자들은 원하는 사진을 쉽고 빠르게 찍을 뿐만 아니라 음성 메모를 통해 찍은 사진의 내용을 파악할 수 있었다. 사진의 내용을 쉽게 파악할 수 있었기 때문에 피실험자들은 자신들의 사진을 제 3 자에게 쉽게 설명할 수 있었으며, 4 명의 피실험자는 사진을 공유하는 과정에서 자신들이 주도하는 역할이었다고 응답하였다. 사진을 감상하고 공유하는 활동은 보통 시각 장애인들이 소외되고 소극적이게 된다. 하지만 새로운 카메라/앨범 어플리케이션 디자인을 통해 참여 형태의 변화가 일어났다는 데 큰 의의가 있다.

## 3.2 Pre-Interview

연구에 앞서 시각 장애인들을 대상으로 평소에 사진에 대해서 느끼고 있는 생각에 대한 인터뷰를 진행하였다. 사진과 관련된 경험 및 사진을 찍는 지의 여부, 그리고 사진과 관련되어 느꼈던 불편한 점들에 대해 질문하였다.

### 3.2.1 Participants' Information

인터뷰에 참가한 시각 장애인들의 구체적인 정보는 Table 3.1와 같다. 사전 인터뷰에 참가한 시각 장애인은 총 4명으로, 2명의 남자, 2명의 여자로 구성되었으며 모두 20 대의 대학생이었다(Min = 20, Max = 28, Avg = 22.3).

### 3.2.2 Results

참가자들은 각자의 시력 상태가 다른 만큼, 사진을 다양한 측면에서 받아들이고 있었다.

#### P1 - 후천성 전맹

**Comment 1.** 과거를 추억하고 싶은 마음은 있는 거니까요. 원래는 사진이 추억을 떠올리게 해주는데, 저한테는 (더 이상) 그런 역할을 못해주니까 아쉽죠.

**Comment 2.** (타인에게 설명을 들으면) 어디 앞에서 누구 몇 명 여자 몇 명 누구 몇 명 찍었다 이런 것 밖에 설명을 못 듣기 때문에 사진 찍는 의미가 별로 없다고 생각이 되더라고요.

P1은 후천성 전맹으로, 사진을 접한 경험이 있었다. 그렇기 때문에 사진을 ‘추억을 불러일으키는 수단’으로서 인지하고 있었다. 하지만 독립적으로 사진을 확인할 수 없기 때문에 제 3자의 도움을 받아 사진의 설명을 듣게 되고 이 과정에서 많은 정보가 소실되고 있었다. 이는 Adams 등의 인터뷰 결과와도 일치한다 [15]. P1에게는 사진이 더 이상 제 역할을 해주지 못하고 있는 것이다.

#### P2, P3 - 선천성 전맹

**Comment 3 (P2).** 메신저 이런 거 많이 하잖아요. 그런 거 보면 사진도 많이 올라와요. 중요한 것 같은 거는 확인을 해야 하는데, 캡처를 해서 올리면 확인을 못 하니까 불편함이 있어요. ...(중략).. 다른 사람들이 사진 같은 거를 보면서 이미지를 말할 때 저는 그런 데에서 낄 수가 없으니까 그런데서 느끼는 소외감 같은 게 없지 않아 있죠.

**Comment 4 (P3).** 제가 폰에 사진이 있잖아요? 그거를 다른 사람들한테 막 보여주는데. 이거 누구냐고 물어보면 근데, 저는 언제 찍힌 건지도 잘 모르겠고. 결국 누군지 말을 못해주는 경우가 있어요.

선천성 전맹으로, 사진을 접해볼 기회가 전혀 없었던 P2, P3는 사진을 추억을 떠올리는 도구로서 인식하지는 않았다. 다만 이 둘 모두 사진을 제대로 확인할 수

없는 것에 대해서는 큰 불편을 느끼고 있었다. P2는 사진을 통해 전달되는 정보를 이해할 수 없다는 소외감을 느끼고 있었고, P3는 사진의 주인인 본인조차 사진의 내용을 잊어가는 것에 대해 아쉬움을 느끼고 있었다. P3의 고민은 앞선 P1의 사례와도 일맥상통한다. 사진을 있는 그대로 느낄 수가 없고 타인에게 단편적인 정보만 듣고서 사진을 확인하다보니 중요한 맥락은 놓치게 되는 것이다.

#### P4 - 선천성 저시력

**Comment 5.** 친구들이 사진 찍은 거 볼 때 여러 명이 있잖아요. 그러면 얼굴 생긴 게 구분이 안 되니까 친구들이 설명해주기도하고. 표정 보면서 왜 굳었어, 눈감았다 이런 거 친구들이 설명해주기도하고. 제가 볼 때는 잘 나와서 엄마한테 보여주면 엄마가 너 사진 못 찍는다 웃질 않는다, 이런 얘기를 해줘요. 저는 사진 못 찍기로는 소문났어요. 사진을 잘 확인할 수 없어서 사진을 잘 못 찍는 것 같아요.

**Comment 6.** 사진 찍어 놓고 그 당시에는 찍어 놔다가 1년 후에 저장해놔던 거 보면 무슨 사진인지 모르고 지울 때가 많아요.

P3와 마찬가지로 P4 역시 사진을 찍어 놓고서는 1년 후에 다시 확인하면 무슨 사진인지 해석할 수가 없어 지우는 경우가 많다고 하며, 사진을 제대로 확인할 수 없는 것에 대해 불만을 표현했다.

인터뷰를 통해 시각 장애인들이 사진을 스스로 확인하지 못하는 것에 대한 불편함을 느끼고 있다는 것을 알 수 있었다.

### 3.3 Application Design

본 섹션에서는 VI 카메라의 어플리케이션 디자인에 대해 소개한다. VI 카메라는 안드로이드 기반의 어플리케이션이며, 시각 장애인 사용자의 경우 접근성 서비스인 Talkback을 통해 어플리케이션을 사용할 수 있다. VI 카메라는 크게 카메라와 앨범의 2가지 기능을 제공한다. 어플리케이션 홈 화면에서 버튼을 통해 두 기능 중 한 가지를 선택할 수 있다.

### 3.3.1 Camera

카메라 기능은 촬영, 음성 메모 등록, 지역 태그 등록의 세 단계로 나뉜다.

#### Capture

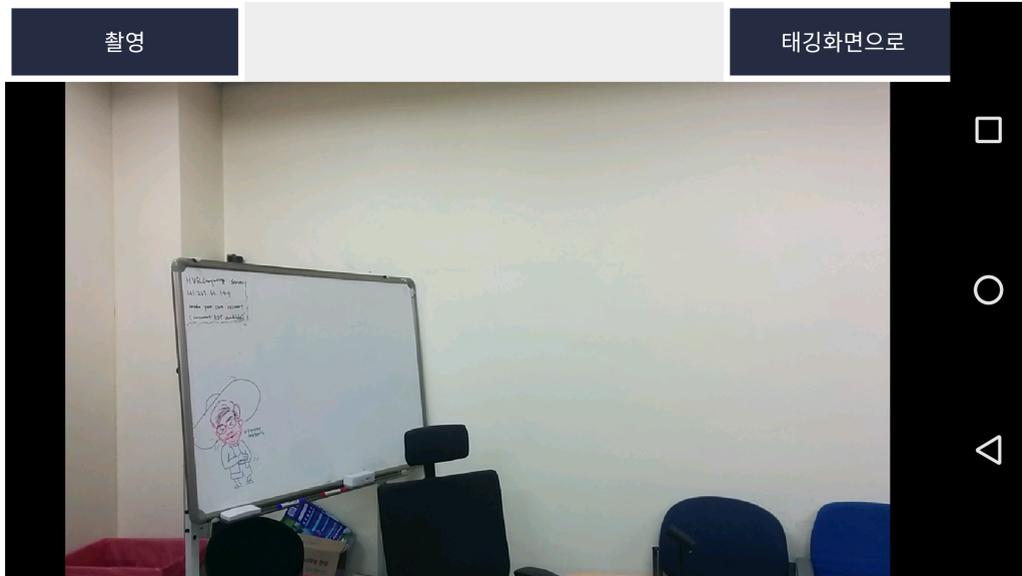


Figure 3.1: VI 카메라의 사진 촬영 화면.

홈 화면에서 카메라 버튼을 선택하면 카메라 액티비티가 열리며 사진을 촬영할 수 있게 된다. VI 카메라의 사진 촬영 기능은 두 가지의 특징을 갖는다. 카메라 화면은 Figure 3.1과 같다.

- 주변 소리 녹음: 어플리케이션은 카메라 액티비티가 열리는 순간부터 사용자가 사진을 찍을 때까지의 소리를 녹음한다. 주변 소리를 녹음하여 후에 사용자가 사진을 확인할 때 사진이 찍힌 상황에 대한 정보를 전하기 위함이다 [11].
- Face detection을 통한 방향 안내: OpenCV의 Face detection 라이브러리의 코드를 적용하여 현재 카메라에 찍히고 있는 얼굴의 위치를 찾아 얼굴이 사진의 중앙에 올 수 있도록 소리로 방향을 안내한다("왼쪽", "오른쪽" 등의 방향을 알려준다).

화면 상단의 촬영 버튼을 이용하여 촬영을 할 수 있으며, 태깅 화면으로 버튼을 이용해 음성 태깅 단계로 넘어가게 된다.

### Voice Tagging

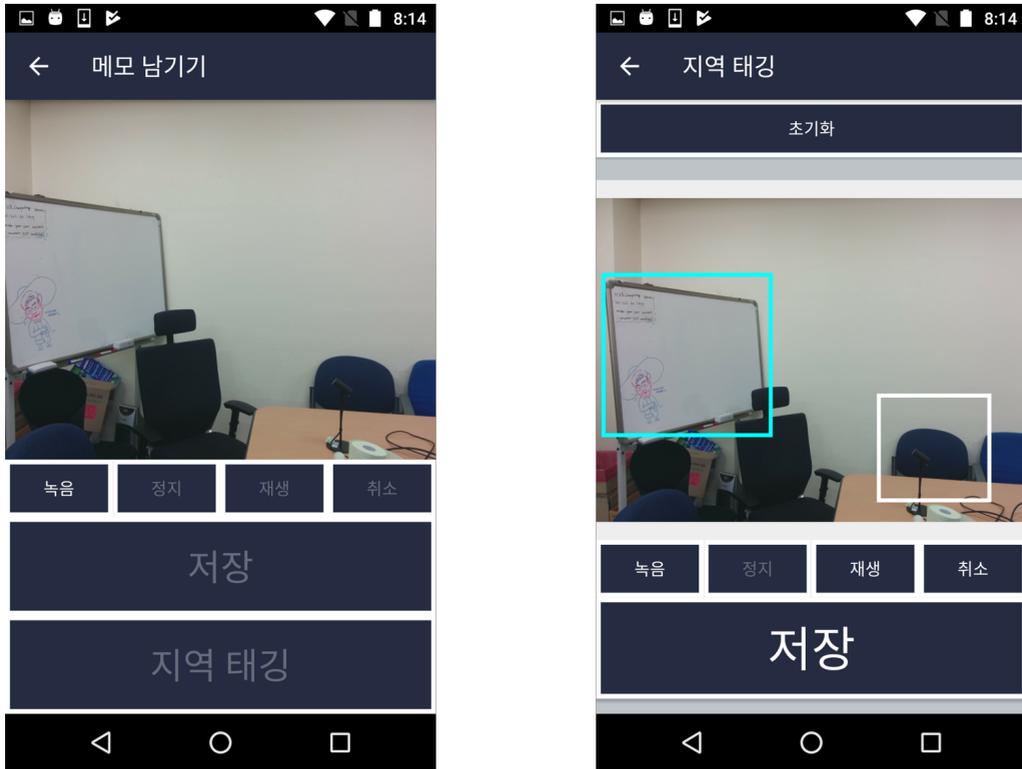


Figure 3.2: VI 카메라의 태그 화면 UI: (a) 음성 태깅 화면; (b) 지역 태깅 화면.

사용자는 촬영한 사진에 음성 태그를 달 수 있다(Figure 3.2 (a)). 녹음 버튼을 활용하여 녹음을 시작하며 "3월 27일 XX 앞에서 XX의 사진을 남기다"와 같이 사진의 상황을 설명할 수 있는 내용을 담는다. 지역 태깅 버튼을 누르면 지역 태깅 기능으로 넘어가게 되며, 지역 태깅을 원하지 않을 경우 등록을 눌러 사진을 저장시킬 수 있다. 등록 버튼을 누를 경우 홈 화면으로 돌아가게 된다.

## Region Tagging

지역 태깅은 VI 카메라만의 독특한 기능으로 정안인의 도움을 받아 사진에 지역적으로 태그를 남기는 기능이다(Figure 3.2 (b)). 사용자는 사진에 음성 메모를 남기고 싶은 부분에 드래그를 통해 사각형을 그린다. 사각형을 그린 후에는 하단의 녹음 버튼이 활성화되며, 녹음을 시작하고 "엄청나게 맛있었던 파스타" 등 사각형 안의 내용을 설명할 수 있는 음성 메모를 남긴다. 사각형은 최대 5개까지 등록할 수 있다.

### 3.3.2 Gallery

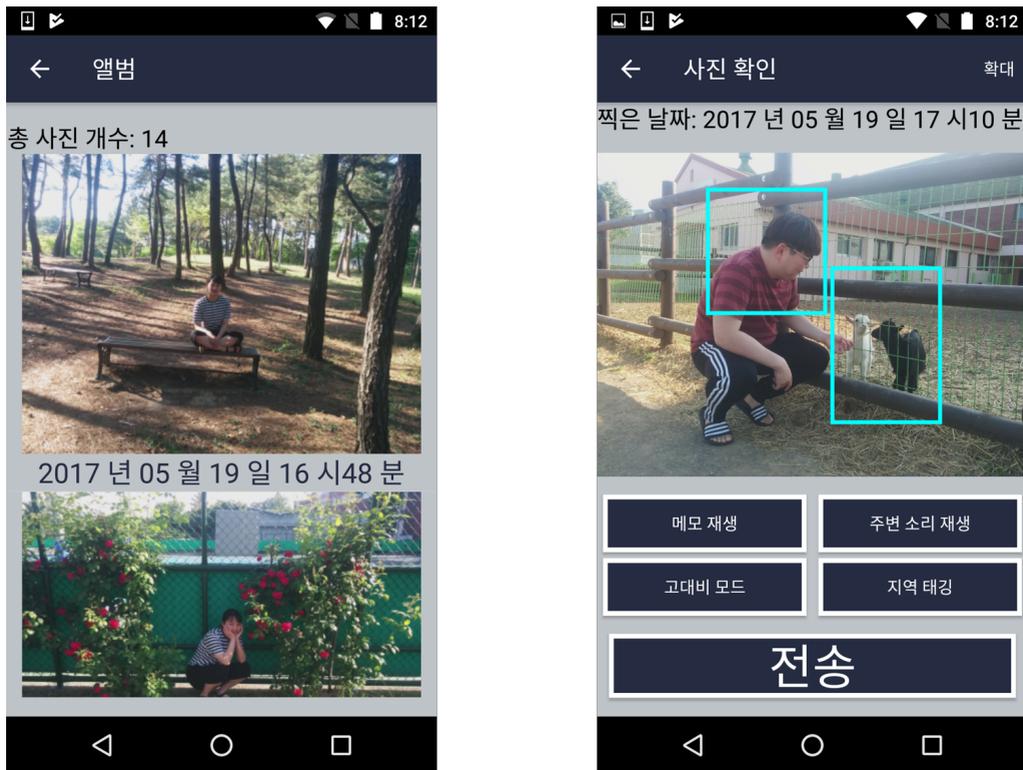


Figure 3.3: VI 카메라의 앨범 UI: (a) 앨범 레이아웃; (b) 선택된 사진 확인 화면.

홈 화면에서 앨범 버튼을 누르게 되면 Figure 3.3 (a)와 같이 앨범 화면이 나타나게 된다. 앨범 역시 Talkback을 통해 이용할 수 있다. Talkback에서 포커스 이동을 통해 리스트에 나타난 사진에 접근할 수 있으며, 특정 사진에 포커스가 맞춰지면

사용자가 음성 태깅 단계에서 녹음한 음성이 나와 어떤 사진인지 빠르게 확인할 수 있다.

원하는 사진을 선택하면 Figure 3.3 (b)와 같이 사진의 상세한 정보를 얻을 수 있게 된다. 주변 소리 재생 버튼을 누르면 사진을 촬영할 때 녹음 하였던 주변 소리를 재생한다. 지역 태깅 버튼을 누르면 Figure 3.3 (b)의 하늘색 사각형과 같이 이전에 태그 했던 사각형이 사진 위에 나타나게 되고, 사각형을 터치하면 녹음했던 목소리가 나와 사진을 감상하는데 도움을 준다.

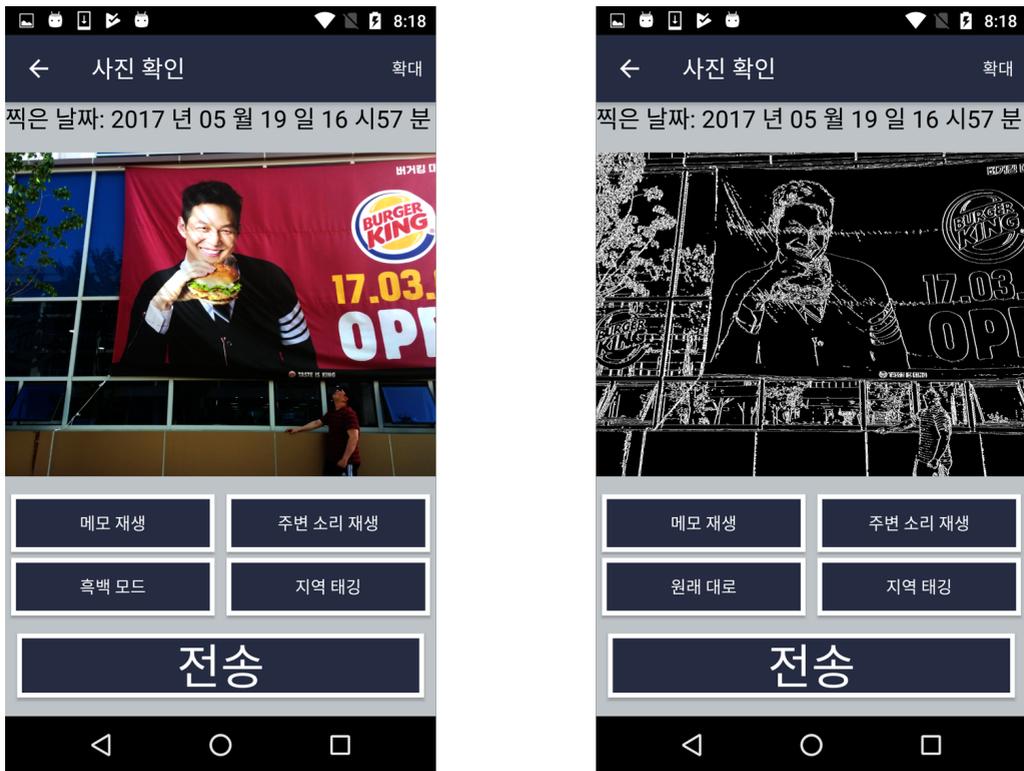


Figure 3.4: VI 카메라의 UI: (a) 고대비 이미지; (b) 엷지 이미지.

저시력자 사용자를 위하여 사진에 다양한 효과를 입힐 수 있는 기능을 제공한다 (Figure 3.4). 고대비 효과가 적용된 모드, 흑백으로 변환하여 엷지를 나타낸 모드의 두 가지 모드가 존재하며 고대비 모드 버튼을 통해 확인할 수 있다.

Group	Tag	시력 상태	나이	성별
1	V1	B	21	여
	S1	S	21	여
2	V2	B	21	남
	S2	S	21	여
3	V3	B	25	남
	S3	S	22	여
4	LV1	LV	21	남
	S4	S	22	여
5	LV2	LV	23	여
	S5	S	22	여

Table 3.2: 5 개 피실험자 그룹의 구성 및 정보. B: 전맹, LV: 저시력, S: 정안인.

## 3.4 User Study

### 3.4.1 Participants

대구대학교 장애학생 지원센터를 통해 총 5 명의 시각 장애인 피실험자를 모집하였으며, 3명이 전맹, 2명이 저시력 시각 장애인이었다. 시각 장애인 피실험자 각각이 한 명의 정안인 친구를 초청하여 이 둘이 하나의 피실험자 그룹을 이루도록 하였다. 각 그룹의 구성과 피실험자의 정보는 Table 3.2과 같으며, 시각 장애인 피실험자들의 정보는 Table 3.3 와 같다.

전맹 피실험자들(V1, V2, V3)은 모두 스크린 리더를 사용하여 스마트폰(아이폰)을 활용하고 있었다. 두 명의 저시력자 피실험자인 LV1, LV2는 안드로이드 계열의 스마트폰을 사용하고 있었으며, 스크린 리더 프로그램은 사용하지 않고 화면을 확대하거나, 스마트폰을 눈에 가까이 대는 방식으로 콘텐츠를 확인하였다.

피실험자들은 사진에 관한 다양한 경험을 가지고 있었다. 선천성 전맹인 V2를 제외한 피실험자들은 사진을 찍고 공유한 경험이 있었다. 이들은 스마트폰을 활용하여 사진을 촬영하였으며, 페이스북과 같은 SNS를 통해 사진을 공유한다고 응답하였다. 저시력자인 LV1, LV2는 확대 기능을 통해 사진을 촬영하고 감상하였으며

Tag	스크린 리더	촬영 경험 유무(익숙도)	감상 경험 유무(익숙도)	공유 경험 유무(익숙도)
V1	사용	유(5)	무(2)	유(3)
V2	사용	무(1)	유(3)	무(1)
V3	사용	유(2)	유(1)	무(1)
LV1	사용	유(5)	유(6)	유(6)
LV2	사용	유(6)	유(7)	유(7)

Table 3.3: 시각 장애인 피실험자들의 정보; 익숙도는 7-point Likert Scale로 평가 (1-매우 익숙하지 않다, 7-매우 익숙하다).

LV1은 눈에 잘 보이지 않는 물체를 사진을 찍어 확대함으로써 확인하기도 한다고 응답하였다.

사진과 관련된 생각 역시 시각 장애인 피실험자들 별로 다양하게 나타났다.

- V1: 그냥 실생활에서 편리한 수단이다 정도입니다. 딱 맞게 찍어야 하면 선을 잘 맞추지 못한다는 게 불편하죠.
- V2: 아무 생각이 안 들어요. 나랑은 관계가 없는 그런 느낌이에요.
- V3: 예전이나 지금이나 되게 의미 있는 추억거리라고 생각해요. 근데 (후천적으로 시력을 잃게 되어) 그걸 감상할 수 없게 되었다는 게 많이 아쉬워요.
- LV1: 영상보다 보기 편한. 영상은 움직이는 거고 사진은 멈춰 있으니까 (확대 해서 볼 수 있는) 나에겐 친숙하고 보기 편한 매체 정도.
- LV2: 일상 속에서 그냥 지나칠 수 있는 것을 담아낼 수 있는 것.

전맹 피실험자 V2는 사진에 어떤 의미도 두고 있지 않았다. 확대 기능을 통해 사진을 확인할 수 있는 저시력 피실험자들은 각자의 의미를 두고 있었다. LV1의 경우 빠르게 변화하는 영상에 비해 사진은 확대 기능을 통해 확인할 수 있으므로, 더 편한 매체라고 느끼고 있었으며 LV2의 경우 정안인과 비슷하게 사진을 추억을 담는 용도로 느끼고 있음을 알 수 있었다. 전맹 피실험자 V3는 후천적으로 시각 장애를 얻은 피실험자로, 이전에는 활발하게 사진을 촬영하였지만 지금은 그렇지

못하다고 응답하였다. V3는 상이 어떻게 맺히는지 알 수 없기 때문에, 예전의 경험을 되살려서 각도에 따라 상이 어떻게 보일지를 유추하며 사진을 촬영하고 있다고 하였으며 시력을 잃기 전에도, 잃은 후에도 사진은 의미 있는 추억거리로 여기고 있다고 하였다.

### 3.4.2 Procedure

실험은 약 3 시간동안 진행되었으며, 피실험자들은 각각 30,000원의 보상을 받았다. 실험은 총 네 단계로 진행되었다. 먼저 시각 장애인 피실험자는 시력 상태 및 사진과 관련된 경험에 대해 조사하는 사전 설문에 응답하였다.

사전 설문을 마친 후에 피실험자들은 어플리케이션의 사용법에 대해 설명을 듣고, 연습하는 시간을 가졌다. 이 때 평소 스마트폰을 사용할 때 스크린 리더를 사용하는 피실험자의 경우 Talkback을 활성화 한 상태에서 어플을 사용하였으며, 그렇지 않을 경우에는 Talkback을 활성화 하지 않고 어플리케이션을 사용하였다. 시각 장애인 피실험자가 어플리케이션의 사용법에 익숙해지면, 피실험자 그룹과 실험 진행자가 같이 대구대학교의 캠퍼스 내를 자유롭게 이동하며 VI 카메라를 이용하여 사진을 촬영하도록 하였다. 총 10 장 내외의 사진을 촬영하도록 하였으며, 정안인 피실험자가 시각 장애인 피실험자의 사진에 최소 5 장의 지역 태깅을 남기도록 하였다.

촬영을 마친 후에는 실내 연구실로 돌아와 시각 장애인 피실험자가 정안인 피실험자 및 실험 진행자에게 자신이 촬영한 사진을 설명하는 시간을 가졌다. 시각 장애인 피실험자가 녹음한 음성 메모 및 지역 태깅을 활용하여 사진을 얼마나 정확하게 기억하고 설명하는 지를 파악하였으며, 정확하게 설명한 사진의 개수를 기록하였다. 피실험자들이 사진을 설명하는 과정은 피실험자들의 허가를 받아 비디오 녹화되었다.

모든 과정을 거친 후에 시각 장애인 피실험자는 VI 카메라 사용 경험에 관한 설문 응답을 진행하였다. 설문지는 Harada 등의 설문 구성 및 revised User Engagement Scale (UESz)를 참고하여 본 실험에 맞게 수정하여 구성하였다 [11,

Factor	No.	문항
사진 촬영	1	사진을 촬영하는 것이 재미있었다.
	2	사진을 촬영하는 것이 쉬웠다.
	3	음성 메모를 남기는 것이 쉬웠다.
	4	사진을 촬영하고 메모를 남기는 과정에서 적극적, 주도적 역할을 하였다.
	5	독립적, 주도적으로 사진을 찍을 수 있게 되면 좋겠다는 생각이 들었다.
사진 공유	1	사진을 공유할 수 있다는 것이 즐거웠다.
	2	사진을 탐색하는 것이 쉬웠다.
	3	사진의 내용을 쉽게 파악할 수 있었다.
	4	사진을 공유하는 과정에서 적극적, 주도적 역할을 하였다.
	5	그 전보다 사진에 대해 더 많은 것을 알 수 있었다.
	6	독립적, 주도적으로 사진을 공유할 수 있게 되면 좋겠다는 생각이 들었다.
전반적 느낌	1	사진을 공유하는 경험이 재미있었다.
	2	필요한 기능들을 모두 실행할 수 있었다.
	3	어플리케이션을 사용하면서 사용법이 헷갈린 것이 없었다.
	4	이 실험을 한 후, 사진을 더 찍고 싶다는 생각이 들었다.
	5	이 실험을 한 후, 사진을 더 다른 사람들과 공유하고 싶다는 생각이 들었다.
	6	오늘 즐긴 사진과 관련된 경험이 가치 있었다.
	7	앞으로도 이와 비슷한 어플리케이션을 사용하고 싶다.

Table 3.4: 실험 후 설문 문항 목록표.

21]. 피실험자들은 각 문항에 대해서 7-point Likert-Scale(1-매우 그렇지 않다, 7-매우 그렇다, 4-보통이다)로 응답하였다.

### 3.5 Results

설문 결과는 Table 3.5와 같았다.

모든 문항에 걸쳐 평균 이상의 점수를 받았다. 피실험자들은 사진을 촬영하고 메모를 남기고, 공유하는 과정에서 적극적이고 주도적 역할을 하였다고 응답하였다. 지역 태깅 기능을 제외하면 전반적인 기능을 다른 사람의 도움을 받지 않고도 실행할 수 있었음을 나타낸다. 또한 필요한 기능을 모두 실행할 수 있었다고 응답하

	문항	V1	V2	V3	LV1	LV2	평균
	사진을 촬영하는 것이 재미있었다.	6	3	5	6	7	5.4
	사진을 촬영하는 것이 쉬웠다.	6	6	3	6	6	5.4
	음성 메모를 남기는 것이 쉬웠다.	6	7	4	6	6	5.8
	사진을 촬영하고 메모를 남기는 과정에서 적극적, 주도적 역할을 하였다.	6	6	3	7	4	5.2
	독립적, 주도적으로 사진을 찍을 수 있게 되면 좋겠다는 생각이 들었다.	6	5	7	6	6	6.0
	사진을 공유할 수 있다는 것이 즐거웠다.	6	4	7	6	6	5.8
	사진을 탐색하는 것이 쉬웠다.	6	3	5	6	7	5.4
	사진의 내용을 쉽게 파악할 수 있었다.	5	3	3	6	6	4.6
	사진을 공유하는 과정에서 적극적, 주도적 역할을 하였다.	6	6	5	6	6	5.8
	그 전보다 사진에 대해 더 많은 것을 알 수 있었다.	7	4	5	6	2	4.8
	독립적, 주도적으로 사진을 공유할 수 있게 되면 좋겠다는 생각이 들었다.	6	6	7	5	6	6.0
	사진을 공유하는 경험이 재미있었다.	5	5	7	6	6	5.8
	필요한 기능들을 모두 실행할 수 있었다.	6	7	5	7	6	6.2
	어플리케이션을 사용하면서 사용법이 헛갈린 것이 없었다.	6	7	7	6	2	5.6
	이 실험을 한 후, 사진을 더 찍고 싶다는 생각이 들었다.	4	2	7	6	6	5.0
	이 실험을 한 후, 사진을 더 다른 사람들과 공유하고 싶다는 생각이 들었다.	5	3	7	6	4	5.0
	오늘 즐긴 사진과 관련된 경험이 가치 있었다.	6	6	7	6	6	6.2
	앞으로도 이와 비슷한 어플리케이션을 사용하고 싶다.	6	6	7	6	4	5.8

Table 3.5: 피실험자의 설문 응답 결과; 7-point Likert Scale로 평가(1-매우 그렇지 않다, 7-매우 그렇다).

였는데, 본 어플리케이션이 시각 장애인 사용자들에게 높은 사용성을 나타내었음을 보여준다.

피실험자들은 사진을 촬영하고, 공유하는 과정이 재미 있고 즐거웠다고 응답하였을 뿐만 아니라 실험을 통해 즐긴 사진과 관련된 경험이 가치 있었다고 응답하였다. 이를 통해 VI 카메라가 사용자들에게 긍정적인 경험을 제공하였음을 파악하였다.

## 3.6 Discussion

### 3.6.1 Photo Capturing

모든 참가자들은 사진을 촬영하고 음성 메모를 남기는 과정을 어려움 없이 수행하였다. 아이폰을 사용하는 참가자 V1, V2, V3의 경우 안드로이드의 스크린 리더 프로그램인 Talkback이 처음에는 익숙치 않았지만, 기능을 원활하게 수행하는 데는 문제가 없다고 응답하였다.

다른 피실험자들이 사진을 촬영하는 것이 재미 있었다고 응답한 반면(1번 문항), 피실험자 V2는 해당 문항에 3 점(약간 그렇지 않다)이라는 비교적 낮은 점수를 주었다. V2는 사전 설문에서 사진은 본인과는 상관이 없는 것이라 응답하였으며, 본 실험 후에도 사진을 찍는 것을 원래 좋아하지 않기 때문에 재미를 느끼진 못한다고 응답하였다.

다섯 명 중 세 명의 피실험자들은 사진을 촬영하고 메모를 남기는 과정에서 적극적, 주도적 역할을 하였다고 응답하였다(4번 문항). 본 문항에 대해 피실험자 LV2는 낮은 점수인 4점(보통이다)을 주었는데, LV2는 셀프 카메라 기능의 부재를 이유로 꼽았다. 본인의 사진을 담고 싶었지만, 이를 위해서는 다른 사람의 도움을 받을 수 밖에 없기 때문이었다. 가장 낮은 점수인 3점을 준 피실험자 V3는 사물과 풍경을 촬영할 때는 사진 찍는 각도와 맺힌 상에 대한 설명이 없기 때문에 아직은 주변 정안인의 도움을 받아야 하는 것을 아쉬운 점으로 꼽았다.

실제로 같은 전맹 피실험자들 사이에서도 V1, V2와 V3는 촬영 과정에서도 차이를 보였는데 V1, V2은 인물의 경우 소리가 나는 곳, 풍경의 경우 정안인 피실험자가 대략적으로 안내해주는 방향으로 정안인의 확인 과정 없이 사진을 촬영하는 반면,

V3의 경우 사진을 촬영 할 때 계속해서 정안인 피실험자의 확인 과정을 요구하였다. V3는 현재 상이 제대로 담기고 있는지, 찍는 대상이 사진의 어디에 위치하는 지 등 계속해서 사진의 내용을 확인하려고 노력하였으며, 본인이 사진을 찍힐 때에도 포즈에 대해서 고민하는 모습을 보였다. 사진에 대한 경험이 있는 V3이기 때문에 사진을 찍고 메모를 남기는 것을 넘어서 다른 사람에게 사진이 어떻게 보이는지도 고려하게 되는 것이다.

### 3.6.2 Photo Sharing

모든 피실험자들은 본인이 찍은 10 장의 사진을 빠짐 없이 설명하였다. 전맹 피실험자들은 녹음한 음성을 통해, 저시력 피실험자들은 시각 정보와 소리를 함께 활용하여 사진의 내용을 파악하였다.

하지만 사진 공유 및 감상과 관하여 피실험자들 사이의 의견이 두 갈래로 나뉘는 것을 확인할 수 있었다. 피실험자 V1, V3, LV1은 어플리케이션을 통해 사진에 대해 더 많은 정보를 얻을 수 있었다고 응답하였다. 본 어플리케이션을 사용하지 않을 때는 사진의 내용을 파악할 수 없었지만, 음성 태깅 기능을 통해 내용을 파악하여 사진을 오래 추억할 수 있는 점을 칭찬하였다.

**Comment 1 (V1).** 무슨 사진인지 아니까요. 뭘지 몰랐을 땐 지웠잖아요. (이 어플리케이션을 사용하면) 함부로 지워지는 사진은 없을 것 같아요.

**Commnet 2 (LV1).** 시각 장애인들 같은 경우에는 사진을 공유하고 싶어도 이게 어떤 사진인지 구분을 할 수가 없어요. 이 어플리케이션을 이용하니 시각 장애인들도 사진을 구분할 수 있게 되어서 좋았습니다.

그에 반해 피실험자 V2와 LV2는 여러 항목에서 보통 이하의 점수를 주었다. 점수에 대한 코멘트는 다음과 같았다.

**Comment 3 (V2).** (사진 탐색과 관련하여) 사진이 적으면 상관이 없을 텐데, 사진이 너무 많으면 설명을 듣고 찾아야 해서 시간이 오래 걸릴 것 같아요.

**Comment 4 (V2).** 내가 사진을 찍는다고 해도 사진을 찍는 과정에서 어떤 풍경인지를 인식하고 있지 않으면 사진을 보고도 사진 찍을 당시에 그 풍경을 제대로

그려지지 못할 텐데. 그래서 사진의 내용을 쉽게 파악할 수 있다고는 못하겠습니다.

**Comment 5 (LV2).** 확대해서 찍는 기능이 없고, 셀프 카메라 기능도 없어서 아쉬웠어요.

Comment 3은 청각에 의존하는 본 어플리케이션의 한계를 정확히 지적한 내용이었다. 전맹 사용자의 경우 앨범에서 사진을 찾을 때 녹음 된 음성 태그를 들으며 탐색을 진행해야 한다. 저시력 사용자와 달리 시각으로 얻을 수 있는 정보가 없기 때문에 목록에 있는 사진의 음성 태그를 일일이 들으면서 원하는 사진을 찾아내야 한다. 시각과 달리 청각은 정보를 1차원적으로 받아들일 수 밖에 없기 때문에 한번에 여러 소리를 듣는 것은 불가능하며 그 때문에 모든 사진의 음성 태그를 하나하나 들을 수 밖에 없는 것이다. 따라서 사진의 개수가 많아짐에 따라 탐색의 부담이 증가하게 된다. 이를 해결하기 위해 날짜 별, 장소 별 사진 정렬 기능이 추가되어야 할 것이다. 사용자의 부담을 최대한 줄여주는 것이다.

Comment 4에는 선천성 전맹으로, 사진에 관한 경험이 없던 피실험자 V2의 특성이 잘 드러난다. V2는 사진을 찍는 순간에도 어디인지, 어떤 것을 담고 있는지 본인은 다른 사람을 통해 설명을 듣고 아는 것이며, 사진을 나중에 확인할 때 그 정보를 듣더라도 정안인들이 사진을 볼 때처럼 그 풍경을 그려낼 수는 없기 때문에 사진의 내용을 파악할 수 없다고 생각하였다. 청각 정보를 활용하는 VI 카메라의 한계점을 지적한 것이다. VI 카메라는 음성 메모를 통해 시각 장애인들이 사진을 추억을 불러일으키는 도구로써 받아들이는 것을 목표로 하였지만, 피실험자 V2는 VI 카메라를 통한 기억을 있는 그대로의 추억으로 받아들이지 못하였다. VI 카메라가 원래의 목적을 달성하기 위해서는 어플리케이션을 통해 V2와 같이 사진에 대한 경험이 전무한 선천성 전맹 시각 장애인들이 느끼는 사진에 대한 거리감을 줄여나가야 할 것이다.

**Comment 6 (V3).** (음성 태깅을 남길 때)찍는 사람이 장소, 명, 시간대 이런 것을 체계적으로 말하면 좋을 것 같아요.

피실험자 V3의 Comment 6은 적절한 음성 태깅의 필요성을 나타낸다. 피실험자는 실험 전, 어플리케이션의 사용 설명을 들을 때 6개월 뒤, 1년 뒤에도 사진의

내용을 떠올릴 수 있도록 사진이 찍힌 장소 및 대상에 대한 간략한 설명을 담은 것을 안내하였다. V3는 사진을 설명하는 과정에서 자신이 음성 메모, 지역 태깅을 통해 남긴 정보 외에도 기억을 통해 더 많은 내용을 설명하였는데, 이 과정에서 태깅의 중요성을 깨달은 것으로 보인다.

### 3.6.3 Overall Session

피실험자 LV2를 제외하면 피실험자들은 어플리케이션의 사용성(Usability)를 평가하는 2, 3번 문항에 평균 6.2, 5.6점의 높은 점수를 주었다. LV2는 저시력자로 스크린 리더 프로그램을 사용하지 않고 어플리케이션을 사용하였는데, 몇몇 버튼의 글자가 작아 확인하는 데 어려움을 겪었다고 응답하였다. 반면에 스크린 리더를 사용하여 버튼의 기능을 소리를 통해 파악한 전맹 피실험자들은 전반적으로 높은 점수를 주었다.

4번, 5번 문항의 응답 결과에서 알 수 있듯 사진에 관심이 없었던 피실험자 V2가 실험을 통해 사진에 대해 관심이 늘어나지는 않았다. 하지만 V2는 6번 문항과 7번 문항에 모두 6점이라는 높은 점수를 주었다. V2는 실험과 관련하여 신기한 경험을 했다고 응답하였다.

### 3.6.4 Observation

Table 3.6는 피실험자들이 촬영한 사진의 정보를 나타낸다. 참여한 5개의 그룹 모두 인물 사진을 가장 많이 촬영하였으며, 그룹 5를 제외하면, 시각 장애인 피실험자가 정안인 피실험자보다 많은 사진을 촬영하였다.

### Region Tagging

지역 태깅이 이루어진 사진의 사진당 지역 태깅의 개수는 저시력 피실험자들의 그룹인 그룹 4, 5에서 각각 1.2개, 1개로 전맹 피실험자들의 그룹의 결과에 비해 2배 가까이 적은 결과를 나타냈다. 저시력 피실험자들은 전맹 피실험자와 다르게 일부 지역 태깅을 스스로 진행하였으며 시각을 통해 사진의 정보를 일부 확인할 수 있기 때문에 지역 태깅의 필요성을 적게 느낀 것으로 보인다. 특히 저시력 피실험자 LV2

그룹	사진 대상	개수	사진 촬영자	개수	지역 태깅 개수(장)	사진당 지역 태깅 개수
1	인물	6	시각 장애인	7	21(9)	2.33
	풍경	2(꽃밭, 연못)	정안인	2		
	기타	2(음식, 고양이)	실험 진행자	1		
2	인물	8	시각 장애인	6	16(7)	2.28
	풍경	2(벽화, 건물)	정안인	3		
	기타	-	실험 진행자	1		
3	인물	5	시각 장애인	5	17(10)	1.7
	풍경	4(꽃밭, 연못, 하늘)	정안인	5		
	기타	1(음식)	실험 진행자	1		
4	인물	10	시각 장애인	6	6(5)	1.2
	풍경	-	정안인	4		
	기타	-	실험 진행자	-		
5	인물	10	시각 장애인	4	8(8)	1
	풍경	-	정안인	5		
	기타	-	실험 진행자	1		

Table 3.6: 피실험자들이 촬영한 사진의 정보.

가 속한 그룹 5의 경우 사진당 지역 태깅 개수가 1개에 그쳤는데, 해당 피실험자의 경우 지역 태깅의 기능을 정확히 파악하지 못하여 지역적인 태깅을 남기지 않고 사진 전반적인 내용을 담았다. Figure 3.5에서 볼 수 있듯 지역 태깅을 의미하는 사각형이 매우 크게 형성되어 있다. 이 경우 지역 태깅은 본래의 목적을 전달하지 못하게 된다.



Figure 3.5: 저시력 피실험자 LV2의 지역 태깅 사진.



Figure 3.6: 피실험자들이 촬영한 사진의 지역 태깅 예시: (a) 전맹 피실험자 V2의 그룹 2; (b) 저시력 피실험자 LV1의 그룹 4.

Figure 3.6은 지역 태깅의 목적에 부합하는 두 가지 좋은 예시를 보여준다. Figure 3.6 (a)는 그룹 2의 사진으로, 기숙사 앞 분수대에서 촬영되었다. 태깅 과

정에서 피실험자들은 본인들의 목소리뿐만 아니라, 사진의 배경에 나타나는 분수의 물줄기의 소리를 담고 싶어 하였으며 실제로 녹음 과정에서 물줄기의 소리를 담아 내었으며, 피실험자들은 매우 만족하는 모습을 보였다. 사진이 찍힌 상황을 소리를 통해 더 생생하게 담아낸 것이다.

Figure 3.7 (b)는 그룹 4의 사진으로, 염소에게 밥을 주고 있는 피실험자의 모습을 담았다. 본 사진에 담긴 음성 메모는 시각 장애인 피실험자가 녹음하였으며 “공대 염소에게 밥 주기”로 사진의 전반적인 내용을 설명하고 있었다. 지역 태깅은 정안인 피실험자가 녹음하였고 “염소 밥 주는 XX이”, “흰색 검은색 새끼 염소들”의 두 가지 음성이 담겼다. 사용자들은 지역 태깅의 목적에 맞게 지역 태깅을 통해 더 구체적이고 지엽적인 정보를 담았다.

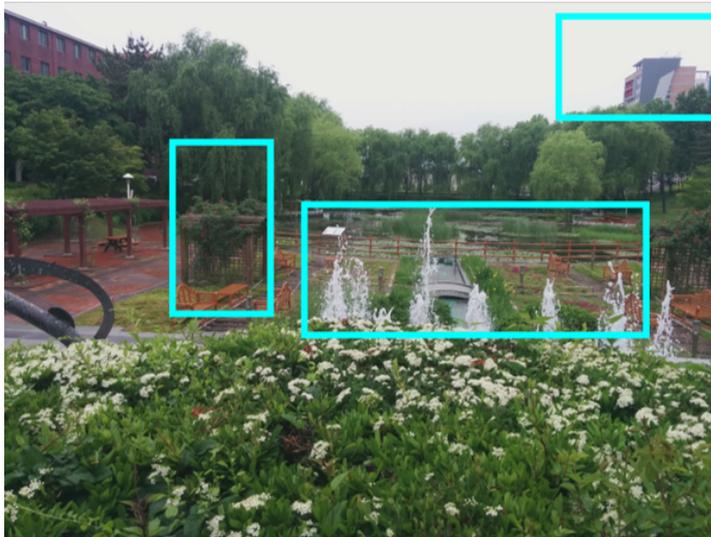


Figure 3.7: 전맹 피실험자 V1이 속한 그룹 1의 지역 태깅 사진.

Figure 3.7는 지역 태깅의 또 다른 좋은 예를 보여준다. 사진에 담긴 음성 메모는 “대구대 기숙사 앞에 있는 사랑이 고픈 연못”으로 사진의 대상이 되는 연못에 대한 설명이 담겨 있다. 지역 태깅은 각각 “잘 안보이는 장미 꽃”, “분수대 물줄기”, “우리가 살았던 향토(기숙사 이름)”으로 전맹 피실험자인 V1이 후에 파악하기 어려운 구체적인 정보를 담고 있었다. 이러한 지역 태깅을 통해 후에 사진을 확인하는 과정에서 시각 장애인 사용자는 기억하기 어려운 구체적인 정보(장미 꽃과 분수대의

존재) 뿐만 아니라 “우리가 살았던 향토”와 같이 제 3자는 파악할 수 없었던 정보 역시 파악할 수 있게 된다.

앞선 예시에서 알 수 있 듯, 지역 태깅은 사용자가 어떻게 메모를 남기는 지에 따라 그 활용성에서 큰 차이를 보이게 된다. 지역 태깅이 그 목적에 맞게 사용되기 위해서는 지역 태깅의 목적과 사용법에 대한 상세한 안내가 뒷받침되어야 할 것이다.

### Limitations

사용자 평가를 통해 VI 카메라의 세 가지 한계점을 알아 볼 수 있었다.

첫째, 사진 촬영의 과정을 완벽하게 보조해주지 못하였다.



Figure 3.8: 피실험자들이 촬영한 사진의 예시: (a) 전맹 피실험자 V2의 그룹 2; (b) 전맹 피실험자 V1의 그룹 1.

저시력 피실험자 LV1, LV2를 제외한 전맹 피실험자들은 사진을 스스로 찍는 과정에서 어려움을 겪는 것을 관찰할 수 있었다. 이들은 Figure 3.8와 같이 초점과 구도를 맞추는 데 어려움을 겪었다.

전맹 피실험자들은 사물을 찍을 때는 정안인 피실험자의 도움을 받았으며, 인물을 찍을 때는 인물이 내는 소리에 기반하여 사진을 찍는 방향을 설정하였다. 이 과정에서 초점에 관해서는 안내를 받을 수 없기 때문에 피실험자가 초점이 맞춰지지 않은 상태에서 사진을 촬영하는 상황이 발생하는 것이다. 특히 사진에 대한 경험이 적은 전맹 피실험자 V2의 경우 초점에 대한 사전 지식이 없기 때문에 이러한 문제를 인식하지도, 대비하지도 못하였다.

Figure 3.8 (b) 구도가 맞지 않는 사진의 예시를 보여준다. 카메라가 지면과 수평하지 않아 사진이 삐뚤어져 있는 모습이다. 사진은 전맹 피실험자 V1에 의해서 촬영되었는데, 피실험자는 카메라의 방향은 맞게 설정하였으나 카메라가 수평하지 않다는 것은 알지 못했다.

시각 장애인 중 선천성 전맹으로 사진에 대한 경험이 없을 경우 사진에 상이 나타나는 모양에 대한 이해가 부족하기 때문에 카메라 어플리케이션으로서의 사용성을 높이기 위해서는 초점과 구도에 관한 보조 역시 필요하다라는 것을 알 수 있었다.

둘째, 앨범에 정렬 기능이 부족하였다. 사진의 개수가 많아질 경우 사진의 음성 태깅을 하나하나 들으면서 사진을 관리하는 것이 어렵다. 따라서 장소와 시간에 따른 정렬 기능을 추가하여 사용자가 사진을 효율적으로 관리할 수 있도록 해야한다.

셋째, 적절한 음성 태깅을 위한 정확한 가이드라인이 필요하다. 본 어플리케이션은 사용자가 음성 태깅을 어떻게 남겼느냐에 따라, 활용도에 있어 큰 차이가 발생한다. 따라서 어플리케이션의 사용자가 어플리케이션의 사용법을 배울 때, 음성 태깅을 남기는 방법에 대한 정확한 가이드라인을 주어 어플리케이션을 더욱 효과적으로 사용할 수 있도록 도움을 주어야 한다.

위의 한계점들이 보완된다면, 더욱 더 완성도 있는 시각 장애인 용 카메라/앨범 어플리케이션이 될 것이다.

### 3.7 Conclusion

본 연구에서는 인터뷰를 통해 시각 장애인들이 생각하는 사진은 어떤 것인지, 이들이 사진과 관련한 어떠한 불편한 점을 느끼고 있는 지를 알아보고 이러한 불편한 점을 해소하기 위한 시각 장애인용 카메라/앨범 어플리케이션 VI 카메라를 제안하였다. VI 카메라는 시각 장애인들에게도 사진이 추억을 불러일으키는 도구로 다가갈 수 있도록 사용자가 사진에 음성 메모를 남기고, 이를 통해 시각 장애인 사용자가 시간이 흐른 뒤에도 사진의 내용을 추억할 수 있게 하였다. 5명의 시각 장애인 피실험자를 대상으로 사용성 평가를 진행하고, 실험의 설문 응답 결과를 통해 피실험자들이 어플리케이션을 어려움 없이 사용할 수 있을 뿐만 아니라 어플리케이션

션을 사용하기 전보다 사진에 대해 더 많은 것을 파악할 수 있었음을 알 수 있었다. 또한 피실험자들이 사진을 찍고 본인의 사진을 제 3자에게 설명하는 과정에서 보다 주도적이고, 독립적인 역할을 수행하였다는 것을 파악할 수 있었다. 본 연구에서는 이러한 일련의 과정을 통해 VI 카메라를 사용하는 시각 장애인 사용자들의 행동과 특성을 상황 별로 관찰하고 도출하였으며 본 연구의 결과가 시각 장애인을 위한 사진과 관련한 UI 디자인의 가이드라인이 될 것을 기대한다.

## IV. Equal-Level Interaction

시각 장애인들은 많은 시각 정보를 기반한 활동에서 쉽게 배제된다. 대부분의 경우 독립적으로 참여할 수가 없기 때문에 주로 다른 정안인의 도움을 받게 된다. 음식점의 메뉴판을 읽을 수 없는 시각 장애인이 옆 사람에게 메뉴판의 내용을 읽어달라고 부탁하는 것, 표지판을 볼 수 없는 시각 장애인이 표지판의 내용을 알려달라고 하는 과정이 이에 해당한다. 물론 보조 공학이 발전함에 따라 시각 장애인들의 독립성을 증진시키기 위한 연구가 다양한 방향으로 진행되어 왔다. 직접 옆 사람에게 물어보는 것이 아니라 스마트폰을 통해 사진을 촬영하고, 이를 인터넷에 업로드하여 답변을 얻는 등 시각 장애인들이 기술을 통해 독립성을 얻어가고 있다 [22].

하지만, 이러한 성공은 일부분에 그쳐 있다. 대부분의 연구가 시각 장애인 개인의 활동에만 국한되어 있다는 문제점이 존재한다. 즉, 시각 장애인 혼자의 개인적인 활동은 성공적으로 보조하고 있지만, 정안인을 비롯한 다양한 시력을 가진 사람들이 함께하는 Mixed-ability 그룹 내에서의 협동 상황에 대한 연구는 많이 부족하다 [23].

시각 장애인 개인의 상황 대비 Mixed-ability 그룹 상황에서의 보조 공학 기술의 성공이 어려운 이유는 시각 장애인이 Sensory Substitution 기술을 적용한 보조 공학 기기를 사용하더라도 정보를 얻는 방식에서 정안인과 차이가 있기 때문이다. 정안인들은 주로 시각적 정보에 의존하는 반면, 시각 장애인들은 정안인과 달리 추가적인 기기의 도움을 받으며 주로 청각과 촉감을 통해 정보를 얻는다. 이러한 차이는 어느 쪽의 정보의 인식을 방해할 뿐만 아니라 시각 장애인들로 하여금 다른 사람의 눈을 더 의식하고, 자신감이 저하되게 만든다 [23] [24].

시각 장애인이 Mixed-ability 그룹에 참여할 수 있는 방안을 제안했던 이전의 연구들은 시각 장애인 참가자와 정안인 참가자가 서로 다른 역할을 맡았음을 보고 하였다 [25, 26, 27]. 예를 들어, 시각 장애인 참가자가 반복적으로 자신들의 행동에 대한 안내와 확인을 부탁하였으며, 이로 인해 정안인 참가자가 마치 그룹을 이끄는 감독관처럼 행동하게 되었다. 자연스럽게 시각 장애인 참가자의 수행 능력은 정안인

참가자보다 낮게 나타났다.

본 챕터에서는 이러한 한계점에서 벗어나 시각 장애인과 정안인이 모두 동등한 위치에서 소통하며, 시력에 관계 없이 각자가 협동 활동에 동등하게 공헌할 수 있는 인터랙션을 개념화하고 이를 Equal-level 인터랙션이라 명명하였다. Equal-level 인터랙션이 가능할 때, 시각 장애인들의 자존감은 높이면서, 정안인은 시각 장애인을 보조해야한다는 책임에서 벗어나게 하고 결과적으로 상호 모두의 사용자 경험과 행동 수행 능력을 향상시킬 것이라 기대하였다.

본 챕터에서는 스마트폰을 활용한 Equal-level 인터랙션의 방법을 제안하고, 이를 Chase the Ace [28]라는 멀티 플레이어 카드 게임에 적용하였다. 총 4 그룹의 Mixed-ability 그룹의 사용자를 모집하여 해당 게임의 평가를 받아 제안한 인터랙션 방법의 가능성을 알아보았다. Mixed-ability 그룹 내에서 스마트폰이 소통의 매개체로 이용되었으며, 시각과 청각의 다양한 감각을 활용하여 시각 장애인과 정안인에게 모든 정보가 동일하게 전달될 수 있도록 하였다. 사용자 평가 결과를 통해 제안한 Equal-level Interaction 방법을 통해 모든 참가자가 시력에 관계 없이 게임에 동등하고, 독립적으로 참여하였음을 알 수 있었다.

Mixed-ability 그룹에서 시각 장애인과 정안인의 동등한 참여를 위한 연구는 본 연구가 첫 시도이며, 연구의 결과가 Equal-level 인터랙션의 가능성을 증명하여 향후 Mixed-ability 그룹의 소통을 위한 접근성 디자인 연구의 가이드라인이 되어 도움을 줄 것이라 기대한다.

## 4.1 Background

### 4.1.1 Collaborative Interaction for Mixed-Ability Users

시각 장애인과 정안인의 협동을 증진시키는 것은 그 자체로 중요한 연구 주제 중 하나이다. Plimmer 등은 햅틱 디바이스를 활용하여 정안인 선생님이 시각 장애인 학생들에게 글자 쓰는 법을 가르칠 수 있는 인터랙션 방법을 제안하였다 [25]. Sallnas 등과 Winberg 등은 박스를 움직이는 간단한 태스크에서부터 하노이의 탑을 맞추는 복잡한 게임에 이르기까지의 태스크를 정의하고, 이를 시각 장애인 피실험

자와 정안인 피실험자가 함께 수행하도록 하였다 [29, 30, 27]. Metatla 등은 Mixed-ability 그룹을 위한 다이어그램 편집 도구를 제안하였다 [31]. 이러한 연구들은 Mixed-ability 그룹의 협동을 위한 인터랙션 디자인에 의미 있는 디자인 가이드라인을 제안해주었다.

하지만, 모든 연구의 결과가 시각 장애인 참가자와 정안인 참가자가 소통에서 동등한 위치에 있지 못하였음을 시사하였다. 정안인 참가자는 시각 장애인 참가자가 더 정확하게 태스크를 수행할 수 있도록 안내하고 보조하는 경향이 강했다.

#### 4.1.2 Games for Visually Impaired Users

대부분의 접근성 게임(Accessible game)들은 기존 게임의 시각 콘텐츠를 적절한 청각 피드백으로 변환하여 만들어진다 [32, 33]. 다른 종류의 접근성 게임은 청각 기반 게임으로 처음부터 시각 장애인 플레이어를 대상으로 디자인 된 게임들이다. 이러한 게임의 좋은 예시로 Finger dance [34]와 Tapbeats [35] 등 리듬 게임의 특성을 잘 살린 콘텐츠들이 있다.

접근성 게임을 디자인하는 데 있어서 가장 어려운 것은 시각 장애인들에게 공간적인 정보를 전달하는 것이다. 기존 연구에서는 플레이어에게 tactile stimuli를 전달하여 이와 같은 어려움을 해결하고자 하였다. 예로 VI 볼링의 경우 플레이어에게 vibrotactile 피드백을 전달하여 플레이어가 볼링공을 굴릴 방향을 정할 수 있도록 도움을 주었다 [36]. 유명한 리듬게임 GuitarHero의 접근성 게임 버전인 BlindHero는 진동을 통해 플레이어가 어떤 버튼을 눌러야하는 지의 정보를 전달한다 [37].

시각 장애인과 정안인 플레이어의 인터랙션을 지원하는 게임은 거의 없었다. Audiodyssey의 경우 시각 장애인과 정안인 모두 플레이할 수는 있지만, 플레이어간의 인터랙션은 불가능하였다 [38].

#### 4.1.3 Accessible User Interface Design

시각 장애인 사용자에게 높은 사용성을 제공하기 위해서는 시각 장애인 사용자의 특성에 맞게 UI 디자인이 이루어져야 한다. 예로, Kane 등은 시각 장애인 사용자들의 사용성을 높일 수 있는 제스처 인터페이스를 찾는 사용자 평가를 진행

하고, 높은 사용성을 제공하기 위해 Slide Rule을 제안하였다 [8, 7]. Oliveira 등은 text-entry의 사용성과 시각 장애인 사용자 개개인의 능력의 상관관계를 조사하고 이를 시각 장애인을 위한 text-entry 디자인에 적용하였다 [10]. 본 연구에서는 기존 연구들이 제안한 UI 디자인 가이드라인을 참고하여 시각 장애인 사용자를 고려한 맞춤형 UI 디자인을 진행하였다.

## 4.2 Game Design for Equal-Level Interaction

### 4.2.1 Game: Chase the Ace

본 챕터에서는 Equal-level 인터랙션을 적용할 협동 태스크로서 트럼프 카드 게임의 일종인 Chase the Ace를 선정하였다. 이 게임은 각각의 플레이어가 한 번에 한 장의 카드만 소지하고 있는 간단한 게임이지만, 재미 있고 플레이어간 소통이 중요한 게임이다.

적용한 Chase the Ace의 게임 방식은 다음과 같다. 세 명의 플레이어는 원 모양으로 둘러 앉는다. 각 플레이어는 게임 시작 전에 5개의 생명 포인트를 갖는다. 게임은 마지막에 가장 낮은 숫자의 카드를 가지는 플레이어가 패배하는 방식으로, 패배한 플레이어는 생명 포인트를 한 개 차감한다.

게임은 라운드 별로 진행되는데, 각 라운드마다 한 명의 딜러 플레이어가 존재한다. 딜러는 게임 초반에 모든 플레이어에게 카드를 한 장씩 전달한다. 이때 각 플레이어는 본인의 카드는 확인할 수 있지만, 다른 플레이어의 카드는 확인할 수 없다. 카드를 받은 후에는 딜러 왼쪽의 플레이어부터 카드를 변경할 기회를 갖는다. 본인의 카드가 마음에 들면 변경 기회를 넘길 수 있으며, 마음에 들지 않을 경우 본인의 왼쪽에 있는 플레이어의 카드와 교환할 수 있다. 카드 교환 시 거부권은 없으며, 원한다면 무조건 교환할 수 있다. 기회를 넘기거나, 교환을 완료하면 동작을 마친 플레이어의 왼쪽에 있는 플레이어가 카드를 변경할 기회를 갖게 된다. 마찬가지로 본인의 왼쪽에 있는 플레이어의 카드를 가져올 수 있다. 딜러만이 왼쪽에 있는 플레이어의 카드를 가져오는 것이 아니라, 카드 뭉치(deck)의 가장 위쪽에 있는 카드와 교환할 수 있다.

덜러 왼쪽에 있는 플레이어부터 시작하여 덜러까지 모든 교환 동작이 완수되면 세 명의 플레이어는 자신들의 카드를 공개한다. 이때 가장 낮은 숫자의 카드를 가진 사람이 패자가 된다.

#### 4.2.2 User Interface

본 서브섹션에서는 디자인한 게임의 인터페이스를 소개한다. 시각 장애인과 정안인 모두가 게임을 플레이할 수 있도록 게임은 시각과 청각을 기반으로 정보를 전달한다.



Figure 4.1: 게임의 레이아웃.

기본적인 게임 화면의 구성은 Figure 4.1과 같다. 화면에는 총 3 개의 UI 컴포넌트가 존재하며 화면의 위 쪽 중앙에는 한 장의 트럼프 카드가, 아래 쪽에는 양 옆으로 버튼이 위치하고 있는 형태이다. 카드의 경우 터치 할 때마다 카드의 내용을 소리로 읽어 준다(Figure 4.1의 예시에는 “3 Heart”). 버튼의 경우 한 번 터치 할 때는 현재 버튼의 내용을 (“턴 넘기기”, “다른 사람과 카드 바꾸기” 등) 읽어 주고,

빠르게 두 번 터치할 경우 버튼의 기능을 실행한다. 따라서 시각 장애인 사용자의 경우 버튼의 내용을 알고 싶을 때는 한 번 터치하여 설명을 듣고, 실행할 때는 두 번 터치하여 혼란을 줄이도록 한다. 이 때 두 버튼은 때에 따라 기능이 변화한다. 기능에 맞게 버튼에 나타나 있는 텍스트가 변화하며, 한 번 눌렀을 때 안내하는 음성 또한 기능에 맞게 변하게 된다.



Figure 4.2: 딜러 플레이어의 레이아웃: (a) 게임을 시작 할 때; (b) 게임을 종료할 때.

Figure 4.2는 딜러 플레이어의 화면 레이아웃을 나타낸다. Figure 4.2 (a)는 게임을 처음 시작 할 때의 레이아웃이다. 오른쪽 버튼은 비활성화 되어 있는 상태이며, 딜러 플레이어는 왼쪽 버튼을 두 번 터치하여 카드를 섞고 플레이어들에게 카드를 한 장씩 전달한다. 카드가 전달 되면 “새로운 게임이 시작되었습니다”라는 안내음과 함께 전달 받은 카드의 내용을 읽어준다 (예시: “K Heart”).

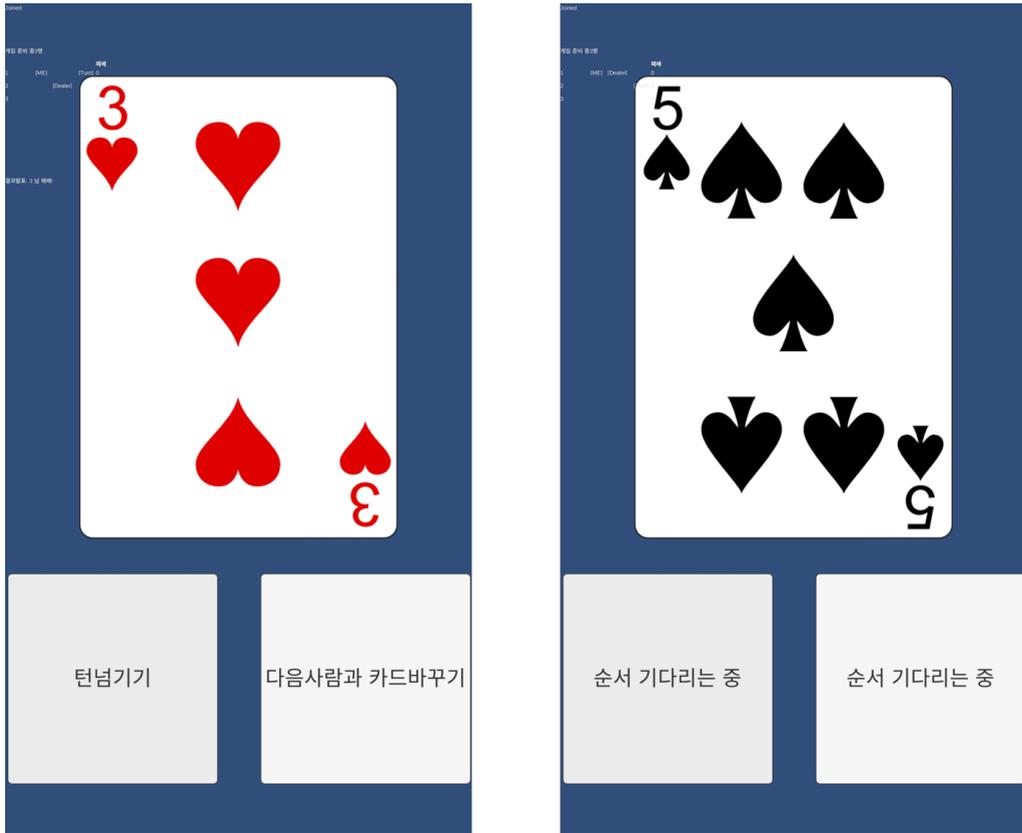


Figure 4.3: 게임 레이아웃: (a) 본인의 차례일 때; (b) 본인의 차례가 아닐 때.

딜러 플레이어가 카드를 섞고 나면 딜러 플레이어의 왼쪽에 있는 플레이어의 차례가 된다. 이때 차례가 된 플레이어에게는 “당신의 차례입니다”라는 안내음이 나와 해당 플레이어가 본인의 차례임을 알 수 있도록 한다. Figure 4.3 (a)는 본인의 차례가 되었을 때 게임의 레이아웃을 나타낸다. 오른쪽 버튼을 이용해 다른 사람과 카드를 바꿀 수 있으며, 왼쪽 버튼을 이용해 턴을 종료할 수 있다. 이 때 카드가 바뀔 때는 “카드가 바뀌었습니다”라는 안내음이, 턴을 종료할 때는 “턴이 바뀌었습니다”라는 안내음을 다른 플레이어들에게 전달하여 어떤 액션이 일어났는지 안내해준다. Figure 4.3 (b)는 본인의 차례가 아닐 때의 게임 레이아웃으로 버튼 두 개가 모두 ‘순서 기다리는 중’으로 표시되며, 아무 기능도 하지 않는다.

모든 플레이어가 카드를 변경할 기회를 갖고, 마지막으로 딜러 플레이어의 차례가 되면 딜러 플레이어의 레이아웃이 Figure 4.2 (b)와 같이 나타나게 된다. 딜러

플레이어는 오른쪽 버튼을 이용하여 카드 뭉치의 한 장과 본인의 카드를 바꿀 기회를 가지며, 왼쪽 버튼을 이용해 게임을 종료시킨다. 게임이 종료되면 시스템에서는 세 명의 플레이어 중에서 패자를 결정하며 “패자의 카드 공개 3 Heart (패자의 카드 내용)” 과 같이 패자의 카드를 공개하며 각 플레이어에게 “패배하였습니다” 혹은 “승리하였습니다”와 같이 승패의 내용을 안내음으로 전달한다. 마지막으로 각 플레이어에게 1번, 2번, 3번이라는 태그를 설정하여 “패자는 X번”과 같이 몇 번 플레이어가 패배하였는지 알려주게 된다. 결과가 나온 후에는 딜러 플레이어는 딜러 교체를 하며, 딜러 교체가 일어나면 새로운 딜러 플레이어에게는 “이제 당신이 딜러입니다”라는 안내음이, 그렇지 않은 두 명의 플레이어에게는 “딜러가 바뀌었습니다”라는 안내음이 나오게 된다.

### 4.3 User Study

Mixed-ability로 구성된 각 3 명씩 4 그룹을 대상으로 사용자 평가를 진행하였다. 각 그룹에는 정안인과 시각 장애인이 한 명 이상씩 포함되도록 하였다.

#### 4.3.1 Procedure

대구대학교 장애학생지원센터를 통하여 총 4명의 시각 장애인 피실험자를 모집하였으며, 각 시각 장애인 피실험자가 정안인 한 명을 포함한 2명의 친구를 초대하도록 하여 3명으로 이루어진 하나의 Mixed-ability 그룹을 구성하였다. 각 그룹의 구성과 피실험자의 정보는 Table 4.1과 같다.

실험은 1시간 30분동안 진행되었으며, 피실험자들은 각각 15,000원의 보상을 받았다.

실험은 총 세 단계로 진행되었다. 먼저 피실험자들은 게임을 플레이하기에 앞서 사전 설문에 응답하였다. 모든 피실험자에게 나이, 직업을 포함한 인구 통계학적 정보를 위한 질문 및 Mixed-ability 상황에서 겪은 경험에 관하여 질문하였으며, 시각 장애인 피실험자의 경우 시력 상태, 게임에 대한 익숙도 및 컴퓨터와 스마트폰의 사용 기간과 익숙도를 추가로 질문하였다.

Group	Tag	Visual Ability	Age	Gender
1	V1	B	22	F
	S1	S	26	F
	S2	S	22	F
2	V2	B	21	M
	V3	B	28	M
	S3	S	21	F
3	V4	B	21	F
	S4	S	21	F
	S5	S	21	F
4	V5	B	25	M
	LV1	LV	22	M
	S6	S	22	F

Table 4.1: 4 개 피실험자 그룹의 구성 및 정보. B: 전맹, LV: 저시력, S: 정안인.

사전 설문을 마친 후 피실험자는 게임의 규칙과 방법에 대해 설명을 들은 뒤 실험자의 보조에 의해 직접 게임 연습 플레이를 진행하였다 (Figure 4.4). 연습이 종료된 후에는 실험자의 보조 없이 게임을 진행하였으며, 게임은 세 명 중 한 명의 생명 포인트가 모두 떨어질 때까지 진행되었다. 피실험자가 요청할 경우 추가로 더 게임을 진행하는 것이 허용되었으며 4 그룹이 20-30분간 게임을 즐겼다. 피실험자들이 게임을 플레이하는 과정은 피실험자들의 허가를 받아 비디오 녹화되었다.

게임을 마친 후에는 피실험자들은 게임 경험에 관한 설문 응답을 진행하였다. 설문지는 Wiebe 등의 revised User Engagement Scale (UESz)를 수정하여 구성하였다 [21]. UESz는 Focused Attention (FAz), Perceived Usability (PUz), Aesthetics (AEz) 그리고 Satisfaction (SAz)의 네 가지 요소로 게임을 평가하며, 게임의 특성을 반영하지 못한 User Engagement Scale (UES) [39, 40, 41]과 Flow State Scale (FSS) [42, 43]보다 게임 더 높은 정확도로 게임의 퍼포먼스를 예측할 수 있는 설문 문항이다. 기존의 UESz는 멀티 플레이어 게임 상황 및 시각 장애인과 정안인이 함께 하는 Mixed-ability 그룹을 가정하지 않았기 때문에 본 챕터에서 적용하는 게임의



Figure 4.4: 플레이어들이 게임을 즐기는 모습.

특성에 맞게 Table 4.2과 같이 수정하였다. 피실험자들은 각 문항에 대해서 5-point Likert-Scale로 응답하였다.

## 4.4 Results

시각 장애인 피실험자의 사전 설문 응답은 Table 4.3와 같았다. 저시력자인 피실험자 LV1을 제외한 모든 피실험자는 아이폰을 사용하며, 아이폰의 스크린 리더 프로그램인 VoiceOver를 사용하고 있었다.

시각 장애인 참가자 V5는 저시력자 기간을 거쳐 전맹이 된 참가자로, 본래 PC와 스마트폰을 이용하여 다양한 게임을 접하여 게임에 대한 익숙도는 높지만 전맹이 된 현재는 게임을 거의 즐기고 있지 못하다고 응답하였다.

UES 설문 결과는 Table 4.4와 같았다.

Equal-level 인터랙션을 평가하는 데 가장 중요한 질문인 Perceived Usability의 6번 문항 및 Satisfaction의 4번 문항은 모두 높은 점수를 받았다. 이를 통해 모든 구성원들이 주도적으로 게임에 참여할 수 있었음을 알 수 있었다.

미적 매력을 평가하는 Aesthetics 요소를 제외한 UESz의 세 가지 요소 모두에서 평균 이상의 점수를 받은 것을 확인할 수 있었다.

Factor	No.	문항
Focused Attention	1	나는 이 게임의 태스크에 몰입해 시간 가는 줄 몰랐다.
	2	나는 이 게임의 경험에 완전히 몰두했다.
Perceived Usability	1	게임을 하는 동안 짜증이 났다.
	2	게임이 플레이 하기에 헛갈렸다.
	3	내가 게임을 하면서 필요한 몇몇 일들을 해낼 수가 없었다.
	4	게임을 하는 경험은 나에게 큰 부담이었다.
	5	게임을 하는 동안 내가 원하는 대로 동작되지 않았다.
	6	모든 사람이 게임에 독립적으로 참여할 수 없었다.
Aesthetics	1	게임은 매력적이었다.
	2	게임의 스크린 레이아웃은 사용하기에 만족스러웠다.*
	3	게임의 그래픽과 이미지가 마음에 들었다.**
	4	게임은 시각적으로 매력적이었다.**
	5	게임의 스크린 레이아웃은 시각적으로 만족스러웠다.**
Satisfaction	1	나는 이 게임을 계속 할 것 같다.
	2	나는 이 게임을 내 친구와 가족들에게 추천할 것이다.
	3	게임은 하기에 가치가 있었다.
	4	게임을 한 경험은 재미있었다.
Others	1	모든 사람이 동등하게 게임에 참여했다고 생각하는가. 답변에 따른 이유는 무엇인가.
	2	본 게임의 방식에 대한 본인의 자유로운 생각을 이야기 해주시오.

Table 4.2: 본 연구의 특성에 맞게 수정된 UESz 설문 문항 목록표. \*표시는 시각 장애인 참가자를 대상으로 하는 질문. \*\*는 정안인 참가자를 대상으로 하는 질문

Tag	스크린 리더	컴퓨터 사용 기간(년)	스마트폰 사용기간(년)	스마트폰 종류	GF	MGF
V1	사용	10	9	아이폰	2	2
V2	사용	10	3	아이폰	5	4
V3	사용	4	4	아이폰	1	1
V4	사용	3	6	아이폰	2	1
V5	사용	18	5	아이폰	5	5
LV1	미사용	14	6	삼성 갤럭시	5	5

Table 4.3: 시각 장애인 피실험자들의 사전 설문 결과. GF: 게임에 대한 익숙도, MGF: 모바일 게임에 대한 익숙도. 익숙도는 5-point Likert Scale로 평가(1-매우 익숙하지 않음, 5-매우 익숙함).

Factor	No.	전체 평균	시각 장애인 참가자	정안인 참가자
Focused Attention	1	4.33	4.40	4.29
	2	3.50	3.60	3.43
Perceived Usability*	1	2.08	2.80	1.57
	2	2.17	2.20	2.14
	3	1.17	1.40	1.00
	4	1.00	1.00	1.00
	5	1.50	2.20	1.00
	6	1.33	1.40	1.29
Aesthetics	1	3.67	3.80	3.57
	2	-	3.40	-
	3	-	-	3.00
	4	-	-	2.71
	5	-	-	4.00
Satisfaction	1	3.42	3.60	3.29
	2	3.58	3.60	3.57
	3	3.83	3.60	4.00
	4	4.25	4.20	4.29

Table 4.4: 피실험자들의 사후 설문 응답 결과; 5-point Likert Scale로 평가(1-매우 익숙하지 않음, 5-매우 익숙함).

## 4.5 Discussion

UESz 설문 결과를 통해 시각 장애인과 정안인 피실험자 모두 본 논문에서 제안한 Equal-level 인터랙션이 적용된 게임을 동등한 위치에서 즐겼음을 알 수 있다.

### 4.5.1 UESz Factor

#### Focused Attention

Focused Attention의 1 번 문항은 시각 장애인 피실험자의 점수가 정안인 피실험자의 점수보다 다소 높았다. 시각 장애인 피실험자의 점수가 높았던 것은 시각 장애인 참가자들의 경우 정안인 참가자에 비해 게임을 접할 기회가 적었기 때문이었다. 전맹이 된 이후로 게임을 접할 기회가 거의 없었던 참가자 V5는 Focused Attention 1 번 문항에 대해 다음과 같은 코멘트를 남겼다.

**Comment 1 (V5).** 오랜만에 게임을 할 수 있었습니다. 정안인하고 같이 게임을 할 수 있어서 좋았습니다.

2번 문항의 경우 전체 평균 점수가 3.50으로 1 번 문항보다 점수가 낮았다. 참가자들은 게임의 단순함을 아쉬움의 이유로 꼽았다.

#### Perceived Usability

Perceived Usability 항목의 경우 모든 문항에서 시각 장애인 참가자의 응답이 정안인 참가자에 비해 같거나 부정적으로 나타났다.

시각 장애인 참가자들이 기존에 사용하던 스마트폰은 아이폰 계열인데 반해, 본 연구에서는 안드로이드 계열의 Nexus 5를 이용했기 때문에 대부분의 시각 장애인 참가자들이 차이에 의한 불편을 토로하였다.

**Comment 2 (V3).** 이게 더블 탭을 하는데, 버튼 위에서 해야해서 아이폰 보이스 오버와 달라 익숙치 않았습니다.

**Comment 3 (V4).** 아이폰을 사용할 때보다 터치에 대한 반응이 느려서 한번에 동작하지 않는 느낌이었습니다.

**Comment 4 (V4).** 아이폰과 비교했을 때 성능이 부족했습니다.

**Comment 5 (V5).** 터치감이 좋지 않았습니다.

**Comment 6 (V2).** 음성 엔진의 속도가 느렸습니다.

**Comment 7 (V3).** 음성 엔진의 발음이 익숙치가 않아 의미를 파악하기 어려웠습니다.

그 외에 참가자 V5는 게임의 진행 현황을 파악할 수 없는 점을 지적하였다. 게임을 진행하면서 현재 딜러가 누구인지, 현재 어떤 플레이어의 차례인지 등을 UI 내에서 파악할 수 없기 때문에, 다른 참가자들에게 질문하게 되는 불편이 생기는 것이다.

## **Aesthetics**

1번 문항에 대해서 시각 장애인 참가자의 점수가 정안인 참가자의 점수보다 높았음을 알 수 있다.

참가자들은 게임의 단순함과 재미 그리고 시각 장애인과 정안인이 모두 즐길 수 있다는 것을 장점으로 꼽았다.

**Comment 8 (S6).** 게임이 쉬웠던 것도 좋았지만 지금까지는 (시각 장애인 친구와) 같이 노래방 가고, 얘기하고, 밥먹고 하는게 전부였는데 같이 게임을 할 수 있으니 더 즐거웠습니다.

**Comment 9 (V3).** 컨셉이 괜찮은 것 같습니다. 시각 장애인이 스마트폰으로 할 수 있는 게임이 많지 않았기 때문에.

**Comment 10 (LV1).** 카드 게임 말고 다른 게임도 할 수 있게 되면 좋겠습니다.

정안인 참가자들을 대상으로 한 3, 4, 5 번 문항의 경우 게임의 레이아웃이 매우 단순하였기 때문에 그래픽과 시각적 매력에 대해서는 높은 점수를 받지 못하였다.

## **Satisfaction**

게임을 계속 할 것인지를 묻는 1번 문항에 대해서는 답변이 두 방향으로 나뉘었다. 게임이 단순하고 다른 게임에 비해서는 덜 재미있기 때문에 하지 않을 것이라는

의견과 시각 장애인과 정안인이 즐길 수 있는 게임이 한정되어 있기 때문에 이 게임을 계속 할 것이라는 의견으로 나뉘었다.

**Comment 11 (S1).** 시각 장애인과 같이 할 수 있는 게임이 한정되어 있기 때문에, 이런 게임이라도 하면 재미 있을 것 같습니다.

**Comment 12 (S3).** 재미를 위해 하기 보다는, 다같이 할 수 있다는 것에 의의를 두고 할 것 같습니다.

**Comment 13 (V5).** 이런 게임이 귀합니다. 많지 않기 때문에, 저는 질릴 때까지 할 것 같습니다.

**Comment 14 (V2).** 게임이 단순하기 때문에 금방 질릴 것 같습니다. 하려면 밥 내기 같은 때에나 자주 사용할 것 같습니다.

2번 문항 역시 1번 문항과 유사한 형태로 답변이 두 방향으로 나뉘었다.

**Comment 15 (V3).** 시각 장애인들이 다른 사람들과 같이 놀게 되면 할 게 정말 없습니다. 모여서 놀 때 하게 되는 용도로 좋을 것 같습니다.

**Comment 16 (V5).** 집에서 어머니와 함께 게임을 하면 가정이 화목해 지는데 도움이 될 것 같습니다. 제가 평소에는 말을 정말 안하기 때문에.

3 번과 4 번 문항은 1, 2 번 문항에 대해 높은 점수를 받았다. 피실험자들은 시각 장애인과 정안인이 같이 즐길 수 있다는 게임의 컨셉에 높은 점수를 주었다.

## Others

1 번 문항에 대해서 12 명의 피실험자 전부 모든 사람이 동등하게 게임에 참여했다고 답변하였다. 피실험자들은 모두 특별한 어려움과 별다른 도움 없이 독립적으로 게임에 참여 할 수 있었다고 응답하였다.

마지막으로 본 게임의 방식에 대해 실험의 피실험자들로부터 많은 의미 있는 코멘트들을 받을 수 있었다. 절반에 가까운 5 명의 피실험자들이 스마트폰을 이용한 게임의 편리성을 언급하였다.

**Comment 17 (S1).** 별 다른 추가적인 도구 없이 스마트폰으로 즐길 수 있는 게임이라 좋습니다. 스마트폰은 모두가 가지고 다니니까요.

**Comment 18 (V1).** 스마트폰으로 게임을 하니까 누가 졌고, 누가 이겼는지 상황 설명을 다 해주어서 좋았습니다.

**Comment 19 (S6).** 트럼프 카드에 점자를 찍어서 사용할 때는 부피도 너무 커지고, 점자가 훼손되는 경우도 많았는데 이렇게 스마트폰을 이용해 음성으로 들으면서 게임을 진행하니 그런 문제가 없어서 좋았습니다. 그리고 시각 장애인 친구들과 동질감이 들었고, 들으면서 하니까 더 흥미로웠습니다.

**Comment 20 (V5).** 멀리 있는 친구와도 즐길 수 있는 게임이라서 좋습니다.

#### 4.5.2 Observation

사용성 평가를 통해 다음과 같은 사항을 관찰할 수 있었다.

##### Identical UI Design for All Users

본 연구에서는 시각 장애인과 정안인의 UI가 완전히 동일하게 이루어져있다. 관찰을 통해 이러한 디자인에는 장점과 단점이 모두 존재함을 알 수 있었다. 장점은 모든 사용자가 같은 UI를 사용하기 때문에 시각 장애인과 정안인 사이의 차이가 줄어들다는 것이다. 스크린 리더와 같이 시각 장애인 사용자에게만 적용되는 UI를 사용하는 것이 아니기 때문에, 게임을 플레이 하는 데 있어서 혼란이 적다. 오히려 시각 장애인 피실험자가 정안인 피실험자에게 설명을 해주는 상황도 발생하였다.

단점은 같은 UI를 적용하다보니, 시각 장애인 사용자에게 불편함이 느껴지는 요소가 생긴다는 것이었다. 시각 장애인 사용자들은 다음과 같은 불편함을 호소하였다.

- 음성의 속도가 느리다.
- 시각 장애인 피실험자들의 화면이 밝게 켜져 있어서, 시각 장애인 피실험자들이 의도하지 않게 카드가 노출된다.

정안인 사용자의 경우 음성의 속도가 다소 느리더라도, 시각을 통해 카드의 정보를 얻고 소리를 부가적인 것이기 때문에 별다른 불편을 느끼지 않지만, 시각

장애인 사용자의 경우 모든 정보를 청각을 통해 얻기 때문에 속도가 느린 것에 대해 불편함을 느끼고 있었다. 빠르게 정보를 파악할 수 없기 때문이다.

화면 밝기의 경우 디자인 단계에서 고려하지 못했던 것으로, 일부 시각 장애인 피실험자의 경우 스마트폰을 사용할 때 기기를 귀 쪽으로 가까이 대고 화면을 바깥쪽으로 향하기 때문에(스크린 리더의 소리를 더 잘 듣게 위한 자세) 시각 장애인 피실험자의 카드가 정안인 피실험자에게 쉽게 노출되었다. 이는 게임의 플레이에 큰 영향을 끼칠 뿐만 아니라, 시각 장애인 사용자로 하여금 카드를 가리기 위해 익숙치 않은 자세를 취하도록 하기 때문에 게임이 시작되기 전 플레이어의 정보를 받아 해결되어야 한다.

### **Accessible Status Bar**

시각과 청각은 정보를 얻는 방식에서 큰 차이가 있다. 청각 정보인 소리는 휘발성으로 한 번 실행되면 사라지지만, 시각 정보는 그대로 계속 남아 있으며 사용자가 언제든지 다시 접근할 수 있다. 이러한 차이가 시각 장애인 플레이어와 정안인 플레이어 사이에 차이를 낳았다. 정안인 플레이어의 경우 Figure 4.3와 같이 버튼의 텍스트를 보고 현재 상황을 파악할 수 있다. 정보가 시각적으로 나타나기 때문에, 현 상황을 파악하기 위해 버튼을 누르는 등의 별다른 입력을 하지 않아도 게임을 플레이 하는 과정에서 자연스럽게 상황을 파악할 수 있게 된다.

그에 반해 시각 장애인 플레이어들은 청각 정보를 통해 현 상황의 정보를 파악하기 때문에, 한번 음성 피드백을 놓치면 현 상황에 대해 파악하는 것이 쉽지 않다. 게임의 특성 상 지금 어떤 플레이어의 차례인지 파악하는 것이 중요하지만, 시각 장애인 플레이어들은 이러한 상황을 파악하는 데 어려움을 겪는 것을 관찰할 수 있었다. 이를 해결하기 위해 소리 혹은 진동을 통해 현재 상황을 안내하는 UI를 추가하여 시각 장애인 플레이어들이 간편하게 상황을 파악할 수 있도록 해야할 것이다.

## Needs for Accessible Game

Comment 11, 12, 13, 15, 16에서 볼 수 있듯 많은 피실험자들이 같이 즐길 수 있는 게임으로서의 가치를 높게 평가하였다. 기존에는 시각 장애인들과 정안인이 같이 즐길 콘텐츠가 많지 않고, 있더라도 점자 트럼프 카드, 시각 장애인용 보드 게임 기구 등 대중적이지 않은 특별한 도구를 필요로 하기 때문에 본 게임과 같이 스마트폰을 이용해 간편하게 즐길 수 있는 게임의 만족도가 높은 것이다.

지금까지의 보조 공학은 기능적인 면에 집중하여 시각 장애인이 할 수 없지만, 생활에 꼭 필요한 필수적인 일들을 가능하게 하는 데 초점을 두었다. 그 과정에서는 게임과 같이 놀이적인 측면의 콘텐츠들은 자연스레 후순위가 된다. 일상 생활에 필수적인 것도, 할 수 없으면 큰 문제가 생기는 것도 아니기 때문이다. 하지만, 본 연구를 통해 많은 시각 장애인들과 또 그 시각 장애인들과 함께하는 정안인들이 같이 즐길 수 있는 콘텐츠에 대한 니즈가 매우 큰 것을 알 수 있었다. 이제는 보조 공학이 시각 장애인들의 개인적인 측면 뿐만 아니라 사회 속의 일원으로서의 시각 장애인을 바라보고, 그들의 다양한 니즈를 반영할 수 있어야 할 것이다.

## 4.6 Conclusion

본 연구는 처음으로 시각 장애인과 정안인의 차이를 최소화하며, 두 그룹이 동등한 위치에서 소통하는 것을 목표로 한 인터랙션 방법을 제안했다는 것에 의의가 있다. 지금까지는 시력의 제한 때문에 많은 활동에서 시각 장애인들은 정안인의 도움을 받아야만 했으며, 독립적이고 주도적으로 활동에 참여하는 것이 어려웠다. 사전 설문에서 시각 장애인들이 정안인과 함께 즐기는 활동으로 꼽은 음식 탐방과 드라마 시청의 경우에도 식당에서는 정안인 친구의 도움을 받아 메뉴를 파악해야 하고, 드라마를 볼 때는 대사로 표현 되지 않는 스토리 내용의 설명을 들어야만 했다.

본 연구에서는 이러한 문제를 스마트폰과 이어폰이라는 대중적인 도구로 해결하고자 하였다. 시각 장애인은 청각을 통해, 정안인은 시각과 청각을 통해 인터랙션을 하였으며, 두 그룹의 인터랙션 방식은 눈으로 보여지는 차이가 없어 시각 장애인들이 느끼는 차이로 인한 소외감을 최소화 할 수 있다는 장점이 있다 [24].

UESz의 결과 및 피실험자들의 코멘트를 통해 본 연구에서 제안하는 인터랙션 방식이 Mixed-ability 그룹 내에서의 동등한 소통에 기여한다는 것을 알 수 있었으며, 제안한 방식이 게임을 넘어 더 넓은 협동 활동의 접근성을 높여주는 데 기여할 것을 기대한다.

## V. Conclusion

본 학위 논문에서는 시각 장애인이 마주한 다양한 문제들을 스마트폰을 통해 해결해보았다. 단순히 스크린 리더 프로그램을 활용해서 스마트폰 화면의 콘텐츠를 1차원 적으로 읽어주는 것이 아닌, 시각 장애인 사용자의 사용성을 고려한 맞춤형 어플리케이션을 디자인하기 위해 실제 시각 장애인들과 인터뷰를 함으로써 사용자의 니즈를 파악하였다.

첫째, 시각 장애인을 위한 맞춤형 스케줄러 어플리케이션을 제안하였다. 시각 장애인 사용자의 특성을 반영하여 사용성을 높였고 기존 캘린더 어플리케이션에 비해 작업 수행 시간이 줄어들고, 사용자 선호도가 높음을 확인할 수 있었다.

둘째, 사진을 촬영하는데 어려움을 겪고 촬영하더라도 후에 사진을 감상하는 과정에서 많은 정보를 잃게 되는 시각 장애인들을 위해 카메라/앨범 어플리케이션을 디자인하여 음성 태깅을 통해 시각 장애인들이 사진에 직접 정보를 등록할 수 있도록 하였다. 시각 장애인 사용자들이 쉽게 메모를 등록하고 음성 태깅을 통해 사진의 정보를 더 정확하게 파악할 수 있다는 것을 확인하였다.

마지막으로, 시각 장애인과 정안인이 함께하는 Mixed-ability 그룹의 동등한 소통을 돕기 위한 스마트폰 기반 인터랙션 방법인 Equal-level 인터랙션을 제안하였다. 제안한 인터랙션 방법을 Chase the Ace라는 간단한 멀티 플레이어 카드 게임에 적용하였으며 적용한 UESz 설문 결과를 통해 본 인터랙션 방법이 그룹 내의 동등한 소통에 기여했음을 알 수 있었다.

본 논문에서는 다양한 문제 상황에서의 시각 장애인의 니즈와 특성을 조사하고 이를 반영한 어플리케이션을 디자인하였으며, 유저 스터디를 통해 실질적 사용자로부터의 평가를 진행하였다. 따라서 본 논문의 결과는 캘린더 어플리케이션, 카메라/앨범 어플리케이션 및 Mixed-ability 그룹을 위한 인터랙션 방법 디자인 뿐만 아니라 시각 장애인 사용자를 위한 다양한 모바일 UI/UX 디자인에 좋은 가이드라인이 될 것이다.

## References

- [1] Kyudong Park, Taedong Goh, and Hyo-Jeong So. Toward accessible mobile application design: developing mobile application accessibility guidelines for people with visual impairment. In *Proceedings of HCI Korea*, pages 31–38. Hanbit Media, Inc., 2014.
- [2] Jorte. Jorte. [Online]. Available: <http://www.jore.com/ko/> (2017, Mar. 16).
- [3] Soft Seed. Good calendar. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.softseed.goodcalendar&hl=ko> (2017, Mar. 16).
- [4] Day2Life. June. [Online]. Available: [https://itunes.apple.com/kr/app/june-siseutem-daieoli -pro./id888973679?mt=8](https://itunes.apple.com/kr/app/june-siseutem-daieoli-pro./id888973679?mt=8) (2017 Mar. 16).
- [5] 9 Pie Developer. Vista. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.pie.hello&hl=ko> (2017 Mar. 16).
- [6] HIMS. Hansone. [Online]. Available: <http://himsintl.co.kr/?r=ko&m=shop&cat=6&uid=27> (2017, Mar 16).
- [7] Shaun K Kane, Jeffrey P Bigham, and Jacob O Wobbrock. Slide rule: making mobile touch screens accessible to blind people using multi-touch interaction techniques. In *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 73–80. ACM, 2008.
- [8] Shaun K Kane, Jacob O Wobbrock, and Richard E Ladner. Usable gestures for blind people: understanding preference and performance. In *Proceedings*

- of the *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 413–422. ACM, 2011.
- [9] Andrii Soviak, Vikas Ashok, Yevgen Borodin, Yury Puzis, and IV Ramakrishnan. Feel the web: Towards the design of haptic screen interfaces for accessible web browsing. In *Proceedings of the 17th International ACM SIGACCESS Conference on Computers & Accessibility*, pages 391–392. ACM, 2015.
- [10] João Oliveira, Tiago Guerreiro, Hugo Nicolau, Joaquim Jorge, and Daniel Gonçalves. Blind people and mobile touch-based text-entry: acknowledging the need for different flavors. In *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 179–186. ACM, 2011.
- [11] Susumu Harada, Daisuke Sato, Dustin W Adams, Sri Kurniawan, Hironobu Takagi, and Chieko Asakawa. Accessible photo album: enhancing the photo sharing experience for people with visual impairment. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 2127–2136. ACM, 2013.
- [12] Jing Su, Alyssa Rosenzweig, Ashvin Goel, Eyal de Lara, and Khai N Truong. Timbremap: enabling the visually-impaired to use maps on touch-enabled devices. In *Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, pages 17–26. ACM, 2010.
- [13] Koji Yatani, Nikola Banovic, and Khai Truong. Spacesense: representing geographical information to visually impaired people using spatial tactile feedback. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 415–424. ACM, 2012.

- [14] Kevin A Li, Patrick Baudisch, and Ken Hinckley. Blindsight: eyes-free access to mobile phones. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1389–1398. ACM, 2008.
- [15] Dustin Adams, Tory Gallagher, Alexander Ambard, and Sri Kurniawan. Interviewing blind photographers: design insights for a smartphone application. In *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, page 54. ACM, 2013.
- [16] Dustin Adams, Lourdes Morales, and Sri Kurniawan. A qualitative study to support a blind photography mobile application. In *Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, page 25. ACM, 2013.
- [17] Violeta Voykinska, Shiri Azenkot, Shaomei Wu, and Gilly Leshed. How blind people interact with visual content on social networking services. In *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing*, pages 1584–1595. ACM, 2016.
- [18] Chandrika Jayant, Hanjie Ji, Samuel White, and Jeffrey P Bigham. Supporting blind photography. In *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 203–210. ACM, 2011.
- [19] Marynel Vazquez and Aaron Steinfeld. An assisted photography method for street scenes. In *Applications of Computer Vision (WACV), 2011 IEEE Workshop on*, pages 89–94. IEEE, 2011.
- [20] Marynel Vázquez and Aaron Steinfeld. Helping visually impaired users properly aim a camera. In *Proceedings of the 14th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 95–102. ACM, 2012.

- [21] Eric N Wiebe, Allison Lamb, Megan Hardy, and David Sharek. Measuring engagement in video game-based environments: Investigation of the user engagement scale. *Computers in Human Behavior*, 32:123–132, 2014.
- [22] Jeffrey P Bigham, Chandrika Jayant, Hanjie Ji, Greg Little, Andrew Miller, Robert C Miller, Robin Miller, Aubrey Tatarowicz, Brandyn White, Samuel White, et al. Vizwiz: nearly real-time answers to visual questions. In *Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology*, pages 333–342. ACM, 2010.
- [23] Stacy M. Branham and Shaun K. Kane. Collaborative accessibility: How blind and sighted companions co-create accessible home spaces. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, pages 2373–2382. ACM, 2015.
- [24] Kristen Shinohara and Jacob O. Wobbrock. In the shadow of misperception: Assistive technology use and social interactions. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, pages 705–714. ACM, 2011.
- [25] Beryl Plimmer, Andrew Crossan, Stephen A Brewster, and Rachel Blagojevic. Multimodal collaborative handwriting training for visually-impaired people. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 393–402. ACM, 2008.
- [26] Anthony Savidis and Constantine Stephanidis. Developing dual user interfaces for integrating blind and sighted users: the homer uims. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, pages 106–113. ACM, 1995.

- [27] Fredrik Winberg and John Bowers. Assembling the senses: Towards the design of cooperative interfaces for visually impaired users. In *Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, pages 332–341. ACM, 2004.
- [28] John McLeod. Cuckoo. from <http://www.pagat.com/cuckoo/cuckoo.html>, 2012. Accessed: 2015-09-12.
- [29] Eva-Lotta Sallnäs, Kajsa Bjerstedt-Blom, Fredrik Winberg, and Kerstin Severinson Eklundh. Navigation and control in haptic applications shared by blind and sighted users. *Lecture Notes in Computer Science (HAID 2006)*, LNCS 4129:68–80, 2006.
- [30] Fredrik Winberg. Supporting cross-modal collaboration: Adding a social dimension to accessibility. *Lecture Notes in Computer Science (HAID 2006)*, LNCS 4129:102–110, 2006.
- [31] Oussama Metatla, Nick Bryan-Kinns, Tony Stockman, and Fiore Martin. Cross-modal collaborative interaction between visually-impaired and sighted users in the workplace. In *Proceedings of the International Conference on Auditory Display (ICAD)*, pages 164–171, 2012.
- [32] Jaime Carvalho, Tiago Guerreiro, Luis Duarte, and Luis Carriço. Audio-based puzzle gaming for blind people. In *Proceedings of the Mobile Accessibility Workshop at MobileHCI (MOBACC)*, 2012.
- [33] Jaime Sánchez, Nelson Baloian, Tiago Hassler, and Ulrich Hoppe. Audio-battleship: Blind learners cognition through sound. *International Journal on Disability and Human Development*, 4:303–310, 2005.
- [34] Daniel Miller, Aaron Parecki, and Sarah A. Douglas. Finger dance: A sound game for blind people. In *Proceedings of the International ACM SIGAC-*

- CESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS)*, pages 253–254. ACM, 2007.
- [35] Joy Kim and Jonathan Ricaurte. Tapbeats: Accessible and mobile casual gaming. In *Proceedings of the International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS)*, pages 285–286. ACM, 2011.
- [36] Tony Morelli, John Foley, and Eelke Folmer. Vi-bowling: A tactile spatial exergame for individuals with visual impairments. In *Proceedings of the International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (ASSETS)*, pages 179–186. ACM, 2010.
- [37] Bei Yuan and Eelke Folmer. Blind hero: enabling guitar hero for the visually impaired. In *Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, pages 169–176. ACM, 2008.
- [38] Eitan Glinert and Lonce Wyse. Audiodyssey: An accessible video game for both sighted and non-sighted gamers. In *Proceedings of the Conference on Future Play*, pages 251–252. ACM, 2007.
- [39] Heather L O’Brien and Elaine G Toms. What is user engagement? a conceptual framework for defining user engagement with technology. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(6):938–955, 2008.
- [40] Heather Lynn OBrien. The influence of hedonic and utilitarian motivations on user engagement: The case of online shopping experiences. *Interacting with Computers*, 22(5):344–352, 2010.
- [41] Heather L O’Brien and Elaine G Toms. The development and evaluation of a survey to measure user engagement. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(1):50–69, 2010.

- [42] Susan A Jackson and Herbert W Marsh. Development and validation of a scale to measure optimal experience: The flow state scale. *Journal of sport and exercise psychology*, 18(1):17–35, 1996.
- [43] Herbert W Marsh and Susan A Jackson. Flow experience in sport: Construct validation of multidimensional, hierarchical state and trait responses. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(4):343–371, 1999.

## Acknowledgements

언제 끝날 지 모르겠던 포항 생활의 마무리를 눈 앞에 두고 있습니다. 기쁘기도 하고, 서운하고 슬프기도 하고 저도 제 감정에 대해 설명을 못할만큼 복잡한 감정에 살짝 어지러운 느낌입니다. 2012년 2월 포항에 첫 발을 내딜때부터, 지금 포항 생활을 마무리하기까지 도움을 주신 모든 분들께 감사의 인사를 전합니다. 저 혼자서는 절대로 버틸 수 없었을 것입니다. 부족한 저에게 따뜻한 말과 응원을 아끼지 않으셨던 모든 분들께 감사드립니다. 여기서의 시간은 평생 잊지 못할 것입니다.

제 모든 선택을 지지해주시고 응원해주신 할아버지, 엄마, 아빠 그리고 내 동생 예나 우리 가족 모두 사랑하고 고맙습니다. 제가 힘들어 할 때마다 이야기 들어주느라 고생 많았던 내 친구들 울화연니, 석용이오빠, 진석이오빠, 형준이, 하영이, 그리고 모든 창의 IT 친구들. 친구들이 없는 포항 생활은 생각하고 싶지도 않을만큼 친구들 덕분에 포항 생활이 더 빛났다고 정말 고마웠다는 마음 전하고 싶습니다.

HVR 연구실의 선후배 동료들에게도 감사드립니다. 재봉 선배, 성훈 선배, 같이 있는 시간은 길지 않았지만 선배들을 만날 수 있어서 좋았습니다. 독일에서 멋진 삶을 살고 계실 건축 선배, 어리고 버릇 없는 후배 잘 보듬어 주셔서 감사합니다. 우리 연구실 분위기가 좋았던 건 다 선배 덕분입니다. 재밌고 평화롭고, 수평적인 분위기 이끌어주신 종만 선배, 호진 선배, 성환 선배, 호준 선배도 모두 감사드립니다. 정말 우리 연구실 구성원이어서 행복했습니다. 부족한 제가 실험 설계, 통계 물어볼 때마다 친절하게 알려주셨던 용재 선배, X 프로젝트 하느라 고생 많았던 종호 오빠도 모두 고맙습니다. 이전 연구실부터 인연이 이어져왔던 제 눈에는 정말 완벽하신 승재 선배도, 서연이와 함께 있는 모습이 너무너무 예쁘고 부러운 인석이 오빠도, 우리 연구실에서 제일 성격 좋고 재밌었던 성호 오빠도 함께 연구실 생활 할 수 있어서 좋았습니다. 상윤이 오빠, 선웅이 오빠, 성원이, 혜진이도 같이 있는 시간은 짧았지만 연구실에 생기를 북돋아준 젊은 피들, 같이 생활에서 재밌었습니다. And Reza, thank you for your kinds words of encouragement.

저에게 소중한 가르침을 주신 포스텍의 모든 교수님께도 감사드립니다. 김진택 교수님, 손영우 교수님, 대학교에 와서 이렇게 멋진 교수님들 만날 수 있어서 행복했습니다. 그리고 김재준 교수님, 학부 때부터 따뜻한 격려로 절 이끌어주셔서 감사합니다. 포스텍에 와주셔서, 우리 학과에 와주셔서 정말 감사했습니다. 교수님의 학생이어서 영광이었습니다. 교수님의 따뜻한 말씀 하나하나 평생 잊지 못할 것입니다.

마지막으로 지도교수님이신 최승문 교수님께 정말 감사드립니다. 교수님의 가르침 덕에 많은 것을 경험하고 배울 수 있었습니다. 가르침에 부응할 수 있는 멋진 학생이 되고 싶었는데, 그렇지 못해서 많이 아쉽고 죄송합니다. 교수님께서 1년차에 불과했던 어린 저의 어린 아이디어도 주의 깊게 들어주시고, 연구적인 조언과 칭찬을 아끼지 않으셨기에 더 용기를 갖고 연구할 수 있었습니다. 교수님의 가르침 잊지 않으며 나아가고, 앞으로는 우는 일 없이 좋은 소식만 들려 드릴 수 있도록 노력하겠습니다. 2년 넘는 시간 동안 지도해주셔서 정말 감사드립니다.

모든 분들께 감사드리며 감사에 보답할 수 있는 삶을 살아가겠습니다.

# Curriculum Vitae

Name : Hanseul Cho

## Education

2012. 3. – 2015. 2. Department of Creative IT Engineering, Pohang University of Science and Technology (B.S.)

2015. 3. – 2017. 8. Department of Creative IT Engineering, Pohang University of Science and Technology (M.S.)

