

---

## 스마트기기에서 시각장애인을 위한 카메라기반 인식 소프트웨어 인터페이스의 접근성 연구

### A Study for the Accessibility of Camera-Based Mobile Applications on Touch Screen Devices for Blind People

최윤정, Yoonjung Choi\*, 홍기형, Ki-Hyung Hong\*\*

---

**요약** 장애물 인식, 위치 확인, 색상 인식과 같은 스마트기기의 카메라를 활용한 시각 장애인을 위한 소프트웨어는 시각장애인의 삶의 질을 크게 향상시킬 수 있다. 그러나 기존의 카메라 기반 다양한 인식 소프트웨어들은 터치스크린에서의 시각장애인 접근성 요구사항을 제대로 반영하지 못하여 실제 시각 장애인이 사용에 있어 불편함이 있다. 본 연구에서는 최근 급속히 확산되고 있는 터치스크린 기반의 스마트 기기에서 카메라 기반 소프트웨어의 시각장애인 인터페이스의 접근성 요구사항을 도출하였다. 접근성 요구사항 도출을 위하여 상호작용 흐름이 서로 다른 3 가지 시험 인터페이스를 색상인식 응용으로 구현하여 시각 장애인을 대상으로 사용성 평가를 실시하였다. 평가 결과 크게 5 가지 접근성 요구사항을 도출하였다. (1) 상호작용의 횟수가 적은 인터페이스를 선호한다. (2) 사용자에게 각 화면 페이지마다 음성 도움말을 제공하기보다 초기의 음성 도움말을 제공하는 것이 더 중요하다. (3) 사용자는 카메라를 수동으로 작동하는 것을 선호하며, 자동 모드를 선택할 수 있도록 지원하여야 한다. (4) 운영체제 자체 접근성 기능은 카메라기반 애플리케이션이 실행 중인 동안 비활성화 해야 한다. (5) 화면 경계에 대한 촉각 피드백이 필요하다. 도출한 요구사항을 반영한 시각장애인용 색상인식 소프트웨어의 인터페이스를 설계, 구현하고 이를 10명의 시각 장애인을 대상으로 도출한 접근성 요구사항이 유용함을 검증하였다.

**Abstract** The camera-based mobile applications such as color, pattern and object reading can improve the living quality of blind people. However currently available camera-based applications are uncomfortable for the blind, since these applications do not reflect accessibility requirements of the blind especially on touch screen. We investigated accessibility requirements about rapidly growing camera-based mobile applications on touch screen devices for the blind. In order to identify accessibility requirements, we conducted a usability testing for color reading applications with three different types of interfaces on Android OS. The results of the usability testing were as follows: (1) users preferred short depth of menu hierarchy, (2) the initial audio help was more useful than just-in-time help, (3) users needed both manual and automatic camera shooting modes although they preferred manual to automatic mode, (4) users wanted the OS supported screen reader function to be turned off during the color reading application was running, and (5) users required tactile feedback to identify touch screen boundary. We designed a new user interface for blind people by applying the identified accessibility requirements. From a usability testing of the new user interface with 10 blind people, we showed that the identified accessibility requirements were very useful accessibility guidelines for camera-based mobile applications.

**핵심어:** *Accessibility, User Requirement, Camera-based Mobile Application, Visual Impairment.*

---

본 논문은 2011년 성신여자대학교 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

주저자\* : 성신여자대학교 대학원 컴퓨터학과 e-mail: li31122@naver.com

교신저자\*\* : 성신여자대학교 IT학부 교수 e-mail: kihyung.hong@gmail.com

■ 접수일 : 2012년 9월 23일 / 심사일 : 2012년 10월 22일 / 게재확정일 : 2012년 10월 25일

## 1. 서론

휴대하기 쉽고 풍부한 정보 전달력을 지녔다는 점에서 스마트폰이나 태블릿 PC와 같은 스마트 기기에 대한 관심이 폭발적으로 증가하였다. 기술의 발전으로 스마트폰에 고화질의 카메라를 장착하여 다양한 카메라 기반의 애플리케이션이 등장하였고, 이는 사용자에게 다채로운 정보와 즐거움을 제공하고 있다.

고화질의 카메라를 지닌 스마트 폰을 잘 활용하면 시각 장애인의 삶의 질 향상에 크게 도움이 된다. 시각 장애인을 위한 카메라 기반의 색상[1], 사물[2], 패턴[3]을 인식하는 애플리케이션이 존재한다. 이러한 애플리케이션들을 크게 2 가지 모드로 구성되며, 카메라 모드와 환경 설정 모드가 있다. 카메라 모드는 일반적으로 4단계로 진행 된다: (1) 대상에 카메라 초점을 맞춘다. (2) 대상을 촬영한다. (3) 대상에서 원하는 정보를 인식한다. (4) 인식한 정보를 음성으로 제공한다. 환경 설정 모드는 애플리케이션의 수행 환경 설정이 있으며, 도움말, 언어설정, 색상범위설정 등이 예이다.

시각 장애인에게 도움이 되는 이러한 애플리케이션들은 대부분 Android의 Talk Back[4]이나 iPhone의 Voice Over[5]와 같은 스마트기기의 운영체제가 지원하는 접근성 기능을 기반으로 한다. 접근성이란 장애인뿐만 아니라 모든 사람이 정보통신 기기나 서비스를 손쉽게 활용할 수 있도록 만드는 것을 말하며, Talk Back이나 Voice Over는 화면에 표시된 정보를 읽어주는 스크린 리더를 주 기능으로 한다. 터치스크린이 기본 장착된 스마트기기에서 시각 장애인이 촉각으로 메뉴 선택이나 정보의 선택을 수행할 수 없기 때문에 화면상에 나타난 메뉴 아이콘 위에 사용자의 터치가 이루어지면 먼저 메뉴를 읽어 주고 더블 탭 등을 이용하여 해당 메뉴를 선택할 수 있도록 한다. 운영체제에서 기본 지원하는 접근성 기능을 사용할 경우, 사용자의 스크린 상의 음성 정보와 카메라 기반 애플리케이션의 인식 정보의 음성이 혼합되어 인지에 방해를 주는 경우가 많다.

본 연구의 목적은 카메라 기반 스마트 기기 애플리케이션이 시각 장애인 사용자에게 널리 사용되기 위해서 필요한 사용자 인터페이스 설계 가이드라인을 도출하는 것이다. 이를 위하여 시각 장애인을 위한 Android 기반의 터치스크린 기기에서 카메라 기반 애플리케이션의 접근성 요구사항을 수집하기 위해서 3가지의 가능한 사용자 시나리오를 설계하여 실제 시각 장애인 대상으로 평가 하여 접근성 요구사항을 도출하였다[6]. 도출한 시각장애인의 접근성 요구 사항을 바탕으로 카메라 기반 시각장애인용 색상 애플리케이션의 사용자 인터페이스를 설계 구현하였고, 실제 시각 장애인을 대상으로 사용성 평가를 실시하여 도출한 접근성 요구사항이 시각 장애인 카메라 기반 사용자 인터페이스 설계 가이드라인으로 유용한지 검증하였다.

## 2. 관련 연구

시각 장애인을 위한 스마트 기기의 접근성 기술은 스마트 기기 운영체제인 iOS와 안드로이드에서 자체적으로 지원하는 Talk Back, Voice Over 등이 있다. 안드로이드는 Kick Back, Talk Back, Sound Back 등의 접근성[4]을 위한 플러그 인을 지원한다. 안드로이드 접근성의 주 기능인 Talk Back은 음성합성(TTS)을 이용하여 현재 화면에 보이는 페이지를 읽어주고 선택한 항목을 읽어준다. iOS는 접근성 연구가 가장 먼저 시작한 만큼 많은 연구가 진행 됐기 때문에 보다 사용이 안정적이고, 직관력 있는 인터페이스를 제공한다. 때문에 현재 시각 장애인들은 대부분 iPhone의 Voice Over기능을 통해서 스마트 기기를 사용한다.

이러한 운영체제 자체 접근성 기능을 활성화 시킨 상태에서 카메라 기반의 애플리케이션을 실행하면, 사용상 많은 문제가 발견된다. 카메라가 활성화 되지 않거나, 부자연스러운 설계로 인해 제어가 되지 않은 경우가 발생한다. 특히, 애플리케이션 자체의 소리 또는 음성 피드백이 화면의 메뉴나 정보가 음성으로 들려주는 운영체제 자체 접근성의 소리와 혼재되어 시각 장애인의 인지에 혼란을 준다.

운영체제에 탑재된 접근성 기술 이외에 시각 장애인의 스마트 폰에 대한 접근성을 향상시키기 위해서 진행된 접근성 연구는 주로 리스트 형식의 정보에서 원하는 정보의 선택 방법, 터치스크린에서 시각장애인을 위한 키 입력 방법에 주로 초점이 맞추어져 왔다. 그림 1에 보인 Slide Rule[7], No-Look Notes[8]가 대표적인 사례이다.

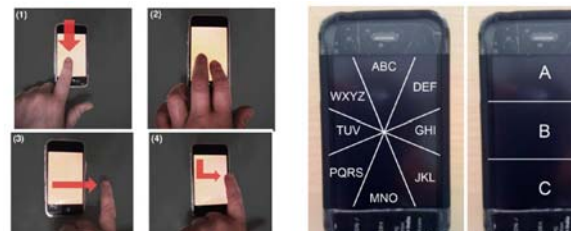


그림 1. 왼쪽(가) Slide Rule[7] 과 오른쪽(나) No-Look Notes[8]

Slide Rules는 시각 장애인이 화면에 제시된 정보의 스캔 및 선택을 편리하게 할 수 있도록 4 가지 터치 제스처( one-finger scan, second finger tap, flick and L-select)를 제안하고 사용성 평가를 통하여 편리성을 검증하였다. No-Look Notes는 텍스트 입력을 쉽고 빠르게 하면서 낮은 오류 발생률을 위해서 문자의 재배열 방식을 제안하였다.

## 3. 카메라 기반 인터페이스 접근성 요구 사항

본 연구는 카메라 기반의 애플리케이션의 시각 장애인 접근

성 향상이 목표이다. 따라서 기존의 정보 스캔 및 선택, 키 입력에서 연구된 시각 장애인 접근성 기술과는 대상이 달라서 먼저 시각 장애인의 카메라 기반 애플리케이션 인터페이스 접근성 요구사항을 도출하였다[6].

### 3.1 시험 인터페이스 개발

접근성 요구사항 도출을 위하여 안드로이드 기반의 색상 인식 애플리케이션을 상호작용 흐름이 서로 다른 시나리오를 가진 3가지 인터페이스를 시험 구현하였다.

3가지 인터페이스는 그림 2와 같이 초기 음성 도움말 화면부터 시작한다. 애플리케이션 작동 방법과 화면마다 제공되는 설정 버튼의 기능과 위치를 설명하는 초기 음성 도움말을 제공한다. 초기 음성 도움말 다음에 카메라 모드와 환경 설정 모드 중 어느 것을 먼저 실행하느냐에 따라 두 가지 I<sub>a</sub>와 I<sub>b</sub>로 나누었다. I<sub>2</sub>는 한 화면에 카메라 모드와 환경설정이 모두 선택할 수 있는 인터페이스이다. I<sub>a</sub>와 I<sub>b</sub>에서는 사용자가 롱 터치를 사용하여 카메라 모드와 환경 설정 모드 사이를 이동할 수 있다.

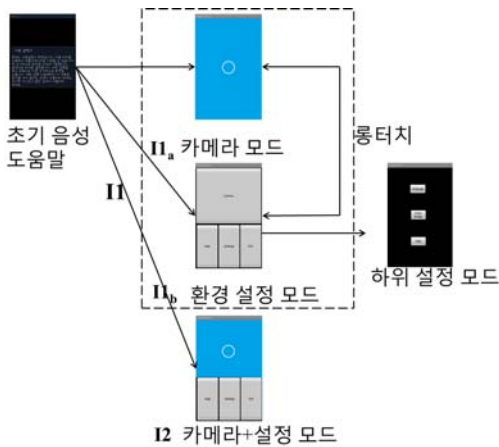


그림 2. 3가지 시나리오

3가지 인터페이스 모두에서 카메라의 작동은 수동 및 자동의 두 가지 다른 촬영 방법을 선택할 수 있다. 자동 방법에서는 카메라가 일정한 시간 간격으로 자동적으로 촬영을 한다. 반면에 수동 방법에서는 오직 참가자가 화면을 탭 하는 경우에만 촬영을 한다.

### 3.2 요구사항 도출을 위한 사용자 시험

시각 장애인 5명 (표 1의 5명 중 1명만이 스마트 폰 사용자)을 대상으로 4가지 태스크를 시행하였다(표 2).

표 1. 참가자 정보

번호	나이	성별	장애등급/유형	장애 원인	스마트 폰 사용경험
1	40	남	시각장애1급/후천성	대학 때 사고	유
2	40	남	시각장애1급/후천성	30살 때 녹내장 발병	무
3	35	남	시각장애1급/후천성	어릴 때 열병	유
4	49	여	시각장애1급/후천성	선천성	무
5	37	여	시각장애1급/후천성	8세경 망막 색소 변성증	유

표 2. 카메라 기반 애플리케이션 인터페이스 접근성 요구사항을 도출하기 위한 사용자 태스크

카메라 작동	태스크	설명
카메라 수동	Task1(I1a)	1.1 초기 음성 피드백을 듣고 애플리케이션을 실행한다. 1.2 카메라 모드(수동방법)에서, 카메라로 앞에 놓인 종이의 색상을 확인한다. 1.3 확인 후에는 종료한다.
	Task2(I1b)	2.1 초기 음성 피드백을 듣고 애플리케이션을 실행한다. 2.2 설정 모드에서, 버튼을 찾아 카메라 모드(수동 방법)으로 이동한다. 2.3 카메라로 앞에 놓인 종이의 색상을 인식한다. 2.4 확인 후에는 종료한다.
	Task3(I2)	3.1 초기의 음성 피드백을 듣고 애플리케이션을 시작한다. 3.2 결합된 모드(카메라-수동방법)에서, 카메라로 앞에 놓인 종이의 색상을 확인한다. 3.3 확인 후에는 종료한다.
카메라 자동	Task4(*)	4.1 (*)의 카메라 모드(자동 방법)로 이동한다. 4.2 종이의 색상을 확인한다 4.3 확인 후에는 종료한다.

카메라 기반 애플리케이션의 요구사항을 도출하기 위해서 사용자는 태스크 1~3을 수행하면서 3가지의 가능한 시나리오에 대한 충분한 경험을 가지도록 하였다. 다음으로 3가지 인터페이스 중에서 참가자가 가장 선호하는 인터페이스에서 카메라 자동방법 모드를 수행하여 카메라 작동방법에 대한 선호도를 조사하였다. 모든 태스크 수행이 끝난 뒤에 각 태스크에 대한 설문을 하고 자유로운 구두 피드백을 통해 시각 장애인 사용자 요구사항을 도출하였다.

### 3.3 접근성 요구사항

사용자 시험을 토대로 다음과 같이 주요한 접근성 요구사항 5가지를 수집하였다.

- (1) 사용자는 상호작용의 횟수가 적은 인터페이스를 선호한다. 3가지 인터페이스의 선호도 우선순위를 표 3과 같이 정리하였다. 두 가지 모드(카메라모드와 설정모드)를 변경하는 태스크를 분석한 결과 I<sub>2</sub>의 상호작용 횟수가 가장 적었다 (I<sub>2</sub>:5번, I<sub>a</sub>:6번, I<sub>b</sub>:7번).

표 3. 3가지 인터페이스 선호도 우선순위

선호도	1순위	2순위	3순위
I1a	0	2	3
I1b	1	2	2
I2	4	1	0

- (2) 각 화면 페이지마다 음성 도움말을 제공하기보다 초기의 음성 도움말을 제공하는 것이 더 중요하다. 모든 참가자는 초기의 음성 도움말에 대해 만족을 나타냈다. 화면이 변경될 때마다 해당 화면에 존재하는 버튼의 기능이나 위치를 도움말을 별도로 제공하였지만, 색상 인식 애플리케이션은 상대적으로 사용하기 간단하기 때문에 작지만 명확하게 작동 방법만을 설명하는 초기의 음성 도움말로도 충분하다고 응답하였다.
- (3) 카메라를 수동으로 작동하는 것을 선호 한다. 하지만 자동과 수동 방법을 사용자의 선호도에 따라 선택할 수 있도록 기능으로서 제공하는 것이 좋겠다는 의견을 모든 참가자가 제시하였다.
- (4) 운영체제 자체 접근성 기능을 비활성화 하여야 한다. 대부분의 카메라 기반의 애플리케이션은 자체 음성 피드백을 가지고 있다. 이 피드백과 운영체제 자체 접근성 기능을 동시에 사용한다면 음성 피드백의 혼재로 인해서 사용자의 인지에 혼란을 준다.
- (5) 터치스크린 화면 경계에 대한 피드백을 요구한다. 일반적인 안드로이드 기반의 스마트 폰에는 하단에 세 가지 버튼이 존재하며 터치스크린과 기기의 프레임 사이에 어떠한 물리적 경계도 존재 하지 않는다(그림 3). 애플리케이션을 사용하면서 터치스크린을 이동 하다가 실수로 하단 양쪽에 있는 “메뉴”나 “이전” 버튼을 누르게 되면 원하지 않은 선택을 하게 되어 의도하지 않은 애플리케이션 종료 또는 안드로이드 홈 화면으로 전이하게 된다.

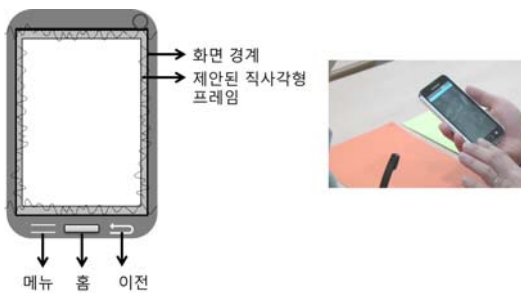


그림 3. 예기치 않은 항해를 제어하기 위해 제한된 화면 경계에 대한 진동 피드백

#### 4. 접근성 요구사항을 반영한 UI 설계 및 구현

##### 4.1 접근성 높은 인터페이스 설계

도출한 접근성 요구사항을 반영한 색상인식 애플리케이션

인터페이스를 그림 4와 같이 설계하였다. 사용자 시험에서 제시하였던 3 가지 인터페이스 중에서 먼저 상호작용의 횟수가 가장 적은 I2를 기반으로 구성하였다.

초기 음성 도움말에는 작동 방법과 버튼의 위치나 기능을 자세하게 설명하기 보다는 화면 경계에 대한 진동 피드백과 작동 방법만을 간단, 명료하게 설명하는 음성 도움말을 제공하도록 설계하였다.

그림 4. (ㄷ) 환경 설정 메뉴에는 애플리케이션의 수행 환경 설정을 위한 언어 설정, 색상범위설정과 도출된 요구사항을 바탕으로 도움말설정은 없애고, 추가적으로 초기화설정과 카메라 작동방법설정으로 구성했다. 초기화 설정은 (ㄴ)~(ㄹ)을 향해 할 때 의도하지 않은 선택을 한 경우, 도중에 (ㄴ)상태로 돌아갈 수 있도록 한다.

모든 화면 페이지 (ㄱ)~(ㄹ)에서 일관성 있는 인터페이스를 제공하기 위해서 모든 버튼의 위치를 하단에 설계하였다. 이것은 첫 번째 사용자 시험 과정에서 참가자들의 행동에서 발견한 점을 반영한 것이다. 그림 2. I2와 같이 화면 하단에 버튼이 위치하고 “설정”을 선택하여 하위설정모드 화면이 되었을 때에도 여전히 화면 하단에 버튼들이 존재할 것이라 예상하고 하단에서 버튼을 찾는 참가자들을 발견하였다.

마지막으로 사용자에게 화면 경계에 대한 정보를 제공하기 위해서, 그림 3과 같이 터치스크린 영역 안쪽에 직사각형의 가상 프레임을 두고, 프레임 밖으로 벗어나는 경우에 진동 피드백을 제공하도록 설계하였다.

#### 4.2 시각 장애인을 위한 사용 흐름



그림 4. 접근성을 높은 인터페이스 설계 및 구현

설계한 색상인식 애플리케이션의 사용 흐름은 그림 4와 같

다. 애플리케이션을 작동시키면 (ㄱ)초기 음성 도움말부터 실행된다. 도움말에 대한 내용이 끝난 후, 이 애플리케이션을 실행시킬 때마다 (ㄱ)음성 도움말을 듣기를 원하는지를 묻는다. 사용자는 Tap으로 하단의 버튼(예/아니오)의 음성 피드백을 듣고 Double Tap으로 선택하면 (ㄴ)모드가 나타난다. 애플리케이션의 모든 제어는 Tap과 Double Tap으로 가능하다. (ㄴ)에서 카메라를 이용하여 색상인식을 할 수 있고, 하단에 설정과 종료 버튼이 있다. 설정 버튼을 누르면 (ㄷ)환경 설정 메뉴가 나타난다. (ㄷ)환경 설정 메뉴에는 언어 설정, 색상범위설정, 카메라 작동방법설정을 진행할 수 있는 메뉴 버튼이 존재한다. 3 가지 환경 설정을 위한 하위 환경 설정화면이 (ㄷ)이다. (ㄷ)과 (ㄷ) 화면에서도 맨 왼쪽에 초기화설정버튼으로 언제든지 (ㄴ)으로 갈 수 있다. (ㄷ)에서 사용자의 선택이 완료되면 (ㄴ) 화면으로 이동하고 애플리케이션을 계속 사용 할 수 있다.

#### 4.3 구현

개발 환경은 Eclipse Java EE IDE for Web Developers, SDK, JDK1.7이며, 멀티 터치를 지원하는 Android OS 2.3 버전에서 개발하였다. 보다 자연스러운 한글 음성 피드백을 제공하기 위해서 음성 기술 개발 업체인 VoiceWare의 TTS를 사용하여 구현하였다.

### 5. 접근성 요구사항 검증을 위한 사용성 평가

접근성이 향상된 사용자 인터페이스가 유용한 것인지 검증하기 위해서 다시 한번 시각 장애인을 대상으로 사용성 평가를 진행하였다.

#### 5.1 참가자

국립재활원을 통해서 총 10명(남자 6명, 여자 4명)의 시각 장애인을 모집하였다(표 1의 참가자 5명을 포함해서 표 4의 참가자 5명을 추가하였다). 모든 참가자는 일상에서 휴대 기기를 사용하고 있으며, 이 중 7명이 터치스크린 기반 휴대 기기의 경험을 가지고 있었다. 실험에 사용된 장치는 Samsung의 Galaxy S2 HD LTE 이다. 상세한 분석을 위해 캠코더를 사용하여 참가자의 손동작, 장치, 뒷모습과 음성을 기록하였다.

표 4. 참가자 정보

번호	나이	성별	장애등급/유형	장애 원인	스마트 폰 사용경험
1	26	남	시각장애1급/선천성	선천성	유
2	32	여	시각장애1급/후천성	20세 황반변성	유
3	32	여	시각장애1급/선천성	선천성	유
4	41	남	시각장애1급/선천성	선천성	유

번호	나이	성별	장애등급/유형	장애 원인	스마트 폰 사용경험
5	28	여	시각장애2급 저시력/후천성	9세 원인불명	무

#### 5.2 사용자 학습

개선된 사용자 인터페이스에 대한 태스크를 진행하기 전에, 먼저 전반적인 사용 방법을 위해서 기본적인 제스처 방식을 학습하게 하였다. 참가자 10명 중 7명이 iOS기반의 제스처 방식에 대해 이미 익숙해져 있었다. 운영체제 간의 사용상의 차이가 있으며 이를 위해 Android 환경에서 구현된 제스처 방식을 학습을 하도록 하였다. 참가자는 평가를 시행할 인터페이스에 존재하는 화면 경계의 진동 피드백에 대하여 경험을 하도록 하였으며, 진동 피드백의 목적을 설명하였다.

#### 5.3 평가 태스크

사용성 평가는 실험실 내에서 참가자에게 시나리오 기반의 태스크를 제시하였고, 참가자의 태스크 실행 과정을 관찰하였다. 모든 태스크가 끝난 뒤 마지막으로 최종 피드백을 얻기 위한 설문과 자유 구두 피드백을 진행하였다. 평가 태스크는 총 세 가지이며, 표 5와 같다.

표 5. 사용성 평가를 위한 태스크

Task	태스크 내용
Task1	1.1 초기 음성 피드백을 듣고 애플리케이션을 실행한다. 1.2 화면 위에 있는 기능의 위치와 영역을 찾아내서 무엇이 있는지 말한다.(Tap-스캔) 1.3 카메라 영역에서 카메라를 실행하여 주어진 종이의 색상 명을 얻는다.(DoubleTap-선택)
Task2	2.1 환경 설정 모드에서 "설정"을 실행한다. 2.2 환경 설정 메뉴에서 색상범위설정을 찾아 설정을 변경한다.
Task3	3.1 환경 설정 모드에서 "설정"을 실행한다. 3.2 초기화 설정인 "메인화면" 버튼을 찾아 실행한다.

#### 5.4 사용성 평가 실행

참가자에 대한 개인 정보와 시각 장애 상태, 스마트 폰 사용 배경에 대한 사전 정보를 조사하고, 시각 장애 참가자를 대신하여 진행자가 개인별 체크리스트에 해당 내용을 기록하였다. 진행자는 참가자가 표 5의 평가 태스크를 진행하는 동안, 화면경계 레이아웃에 대한 오류빈도수와 각 태스크의 성공 여부, 도움 요청 횟수와 같은 체크 사항들을 관찰하고 기록한다. 태스크2에서는 화면이 변경될 때마다 버튼을 찾는 지점을 관찰하여 기록하였다. 평가 태스크를 모두 마친 후 표 6을 포함하여 총 17개로 이루어진 사후 설문 조사를 실시하였다. 사용성 평가가 진행되는 동안 참가자들의 다양한 의견을 도출하기 위하여 최소한의 개입을 원칙으로 하고 참가자는 자신의 의견을 자유롭게 말할 수 있도록 하였다.

## 6. 사용성 평가 결과

총 10명의 참가자에게서 5점 척도(5: 매우 만족, 4:만족, 3: 보통, 2:불만족 1: 매우 불만족)로 얻은 평균 점수가 표 6에 나와 있다.

표 6. 접근성을 높인 인터페이스에 대한 5점 척도 결과

설문	평균
색상 인식 애플리케이션의 필요성	4.7
초기 음성 도움말 메시지에 대한 유용성	4.4
초기 음성 도움말의 명확성	4.8
사용하기 쉬운 정도	4.2
배우기 쉬운 정도	4.7
제어하기 쉬운 정도	4.2
화면 경계의 진동 피드백에 대한 유용성	4.6
하단에 위치한 일관성 있는 버튼에 대한 유용성	4.6
초기화설정의 버튼에 대한 유용성	4.6
동시에 진동과 음성 피드백 제공에 대한 유용성	4.1

첫 번째 태스크를 통해서, 시각 장애인 사용자는 그림 4의 (ㄱ)초기 음성 도움말의 유용성과 명확성의 각각 평균 4.4과 4.8로 높게 평가하였다. Tap을 사용하여 (ㄴ)카메라+환경설정 모드에서 자유롭게 쉽게 항해할 수 있는지 Double Tap을 사용하여 카메라를 실행하면서 적용한 제스처 방식이 쉽고 직관력 있는지 확인하였다. 참가자는 사용하는데 있어서 전혀 어려움을 느끼지 않았다고 응답하였다.

모든 화면의 터치스크린 영역 안쪽에 직사각형의 가상 프레임 두어 밖으로 벗어나는 경우에 진동 피드백을 제공하여 사용자의 의도하지 않은 항해를 제어할 수 있도록 하였다. 이 유용성은 평균 4.6의 높은 결과를 얻었으며 진동 피드백에 대한 많은 의견을 도출하였다. 한 참가자는 “초보자에게는 이 기능이 매우 유용할 것이라 생각되지만 익숙해지면 오히려 진동 피드백이 피로감을 유발하고 이 기능이 필요하지 않을 거라 생각이 됩니다.” 라는 의견을 제시하였다. 또 다른 참가자는 “하단의 ‘메뉴’나 ‘이전’ 버튼이 이 애플리케이션 상에서 필요하지 않다면, 버튼을 비활성화 시키는 편은 나올 거라 생각 됩니다”라는 의견과 동시에 반대로 다른 참가자는 “있던 버튼이 없으면 오히려 문제가 될 수도 있으니 유지하면서 진동 피드백을 제공하는 편이 좋다”는 의견이 나타났다.

두 번째 태스크의 목적은 카메라 기반 애플리케이션에 대한 접근성 요구사항을 수집하는 과정에서 발견한 환경 설정 모드에서 설정 값 선택이나 메뉴 선택을 위한 버튼을 찾는 시각 장애인의 사용 패턴을 검증하기 위한 것이었다. 초기 사용자 시험에서 발견한 사용 패턴은 ‘모든 설정 메뉴에서 참가자는 스크린 상의 동일한 위치에서 설정 버튼을 찾는 행동 패턴을 보인다’는 것이었다. 설정 변경을 위하여, (ㄴ)→(ㄷ)→(ㄹ) 순으로 화면이 변화할 때마다 각 화면에서 메뉴 버튼을 찾기 위한 참가

자 10명의 행동 패턴을 관찰하고 기록하였다. 터치스크린 영역을 상단, 중간, 하단으로 3부분으로 나누어 터치가 처음 발생하는 부분을 확인하였다. 그 결과 화면 상단부터 찾는 참가자는 총 4명, 중간부터 찾는 참가자는 5명, 하단부터 찾는 사람은 1명이었다. 예상한 행동 패턴과 결과는 다르지만, 일관성 있는 버튼 위치에 대한 유용성은 5점 척도 결과 평균 4.3으로 만족하는 결과를 얻었다. 자유로운 구두 피드백에서 다양한 의견이 제시되었다. 한 참가자는 “충분한 피드백이 제공된다면 버튼의 위치는 상관없다”고 하였고, 다른 참가자는 “하단 버튼 때문에 진동피드백을 제공하기에, 굳이 버튼을 하단에 제공하여 더욱 복잡하게 하는 것보다는 상단에 제공하여, 차례대로 Tap하면서 찾을 수 있도록 하는 편이 낫다”고 하였다.

세 번째 태스크의 목적은 초기화 기능인 ‘메인 화면’ 버튼에 대한 유용성을 검증하기 위한 것이었다. 초기화 기능의 버튼의 유용성은 평균 4.6으로 높은 만족도를 얻었다. 그 외 의견들 중 iPhone을 사용하는 한 참가자가 “iPhone은 상단 왼쪽에 ‘이전’과 같은 뒤로 가는 버튼이 있는데 여기서도 초기화 기능이 아니라 ‘이전’ 기능을 하는 것이 더 좋을 것”에 대한 의견이 나타났다.

평가 도중 오류 발생이나 도움 요청은 없었고, 참가자 대부분이 특별히 어려운 점은 없었다고 응답하였다. 사용하기 쉬운 정도는 평균 4.2 배우기 쉬운 정도는 평균 4.7 제어하기 쉬운 정도는 평균 4.2로 높게 평가하였다. 이러한 사용성 평가 결과는 실제 시각 장애인 사용자를 대상으로 초기 사용자 시험을 통하여 도출한 접근성 요구사항이 카메라 기반 안드로이드 기기 애플리케이션의 설계 가이드라인으로서 매우 유용하다는 것을 확인하는 것이다.

## 7. 결론

카메라 기반 스마트 기기 애플리케이션이 시각 장애인 사용자에게 널리 사용되기 위해서 필요한 사용자 인터페이스를 연구하였다. 먼저 시각 장애인을 위한 Android 기반의 터치스크린 기기에서 카메라 기반 애플리케이션의 접근성 요구사항을 도출하기 위해서 3가지의 가능한 사용자 시나리오를 설계하여 실제 시각 장애인 대상으로 사용자 시험을 실시하였다. 사용자 시험의 결과 접근성 요구사항 5가지를 다음과 같이 도출하였다.

- (1) 상호작용의 횟수가 적은 인터페이스를 선호한다.
- (2) 사용자에게 각 화면 페이지마다 음성 도움말을 제공하기보다 초기의 음성 도움말을 제공하는 것이 더 중요하다.
- (3) 사용자는 카메라를 수동으로 작동하는 것을 선호하며, 자동 모드를 선택할 수 있도록 지원하여야 한다.
- (4) 운영체제 자체 접근성 기능은 카메라기반 애플리케이션이 실행 중인 동안 비활성화하여야 한다.

(5) 화면 경계에 대한 촉각 피드백이 필요하다.

도출한 시각 장애인의 5가지 접근성 요구사항을 반영한 카메라 기반 시각장애인을 위한 색상 인식 애플리케이션의 사용자 인터페이스를 설계 구현하였다. 접근성을 높인 사용자 인터페이스는 한 화면 페이지에 카메라모드와 환경 설정모드가 함께 존재하며 사용 방법에 대해 간단히 설명하는 초기 음성 도움말만 제공한다. 카메라 자동/수동 작동 방법을 사용자의 선호도에 따라 환경 설정 모드에서 설정 가능하도록 제공하며, 화면이 변경되더라도 버튼의 위치를 항상 같은 곳에 두어 일관성을 유지하도록 설계하였다. 안드로이드 기기의 특징으로 하단에 존재하는 소프트웨어 버튼(홈 버튼 외의 “메뉴”와 “이전” 버튼)을 알려주기 위해 터치스크린 영역을 벗어나면 진동 피드백을 주도록 설계하였다.

도출한 접근성 요구사항을 반영한 인터페이스를 실제 시각 장애인 10명을 대상으로 사용성 평가를 실시하여 도출된 접근성 요구사항이 시각 장애인을 위한 카메라 기반 사용자 인터페이스 설계 가이드라인으로 유용한지 검증 하였다. 도출한 접근성 요구사항을 반영한 사용자 인터페이스에 대한 만족도가 매우 높았으며(4.7/5.0), 평가 도중 사용자로 인한 오작동 없이 모든 참가자가 주어진 태스크를 수행완료 하였다. 화면 경계에 대한 진동 피드백에 대해 매우 만족 하였다(4.6/5.0).

장애물 인식, 표지판 인식, 위치 확인 등과 같이 시각 장애인의 삶의 질을 크게 높일 수 있는 카메라 기반 스마트 애플리케이션이 많이 발표되었으나 시각 장애인 대상의 접근성 요구사항을 반영하지 못하여 활용되지 못하고 있다. 본 연구에서 도출하고 검증한 시각장애인의 카메라 기반 스마트 애플리케이션 접근성 요구사항은 접근성이 떨어지는 기본 애플리케이션의 보완 및 새로운 애플리케이션 개발에서 인터페이스 설계 가이드라인으로 적용할 수 있다.

## 참고문헌

[1] Greengar Studios. Color Identifier. <http://www.greengar.com/apps/color-identifier>. August 15, 2011

[2] Sudol, J., Dialema, O., Blanchard, C. and Dorcey, T. Looktel: A comprehensive platform for computer-aided visual assistance. In Proceedings of the Workshop on Computer Vision Applications for the Visually Impaired, San Francisco, pp.73-80. 2010.

[3] Kutiyawala, A. and Kulyukin, V. Eyes-free barcode localization and decoding for visually impaired mobile phone users. In Proceedings of 14th International Conference on Image Processing Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas, pp. 130-135. 2010.

[4] Google. Android Accessibility. [\[android.com/design/patterns/accessibility.html\]\(http://developer.android.com/design/patterns/accessibility.html\) May 20, 2012](http://developer.</a></p></div><div data-bbox=)

[5] Apple. iPhone OS Accessibility. <http://www.apple.com/accessibility/iphone/vision.html> May 20, 2012

[6] Choi, Y. J. and Hong, K.-H. User requirements for camera-based mobile applications on touch screen devices for blind people. In Proceedings of 13th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, Linz, pp. 48-51. 2012.

[7] Kane, S. K., Bigham, J. P. and Wobbrock, J. O. Slide rule: making mobile touch screens accessible to blind people using multi-touch interaction techniques. In Proceedings of 10th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, Halifax, pp. 73-80. 2008.

[8] Bonner, M., Brudvik, J., Abowd, G. and Edwards, W. K. No-look notes: accessible eyes-free multi-touch text entry. In Proceedings of 18th International Conference on Pervasive Computing, Helsinki, pp. 409-426. 2010.

[9] Tian, Y. and Yuan, S. Clothes matching for blind and color blind people. In Proceedings of 12th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, Vienna, pp. 324-331. 2010.

[10] 보이스아이. VOICEYE code. <http://code.voiceeye.com/kor/intro/ex.aspx> 2011.10.9

[11] Kane, S. K., Bigham, J. P., Wobbrock, J. O. and Ladner, R. E. Usable gestures for blind people: understanding preference and performance. In Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems, Vancouver, pp. 413-422. 2011.

[12] Oliveira, J., Guerreiro, T., Nicolau, H., Jorge, J. and Goncalves, D. Blind people and mobile touch based text-entry: acknowledging the need for different flavors. In Proceedings of 13th International ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, Dundee, pp. 179-186. 2011.

[13] Shaik, A., Hossain, G. and Yeasin, M. Design, development and performance evaluation of reconfigured mobile android phone for people who are blind or visually impaired. In of 28th ACM International Conference on Design of Communication, Sao Carlos, pp. 159-166. 2010.

[14] Lee, H., Huang, J., Chen, C. and Sheu, T. Building a Color Recognizer System on the Smart Mobile Device for Visually Impaired People. In Proceedings of 16th International Multi Conference on Computing in the Global Information Technology, Luxembourg, pp. 95-98. 2011.



**최 윤 정**

2008년 3월~2011년 8월 성신여자대학교 미디어정보학부 졸업. 2011년 9월~현재 성신여자대학교 대학원 석사과정. 관심분야는 HCI, 사용자 인터페이스, 멀티 터치 인터페이스



**홍 기 형**

1981년 3월~1985년 2월 서울대학교 공과대학 컴퓨터 공학과 졸업(공학사). 1985년 3월~1987년 2월 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학석사). 1987년 3월~1994년 2월 한국과학기술원 전산학과 졸업(공학박사). 1994년 3월~2000년 2월 한국전자통신연구원. 1998년 3월~현재 성신여자대학교 IT학부 교수.