

시각 장애인을 위한 사진 촬영 및 감상 시스템의 구현

Implementation of A Photography Guidance and Viewing System for The Visually Impaired

임종호

Jongho Lim

포항공과대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and
Engineering,
POSTECH
lcdplayer@postech.ac.kr

조한슬

Hanseul Cho

포항공과대학교 창의 IT 융합공학과
Dept. of Creative IT Engineering
POSTECH
johanseul@postech.ac.kr

고인석

Inseok Koh

포항공과대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and
Engineering,
POSTECH
inseok@postech.ac.kr

서성호

Sungho Seo

포항공과대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and
Engineering,
POSTECH
ssh9717@postech.ac.kr

유용재

Yongjae Yoo

포항공과대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and
Engineering,
POSTECH
dreamseed@postech.ac.kr

최승문

Seungmoon Choi

포항공과대학교 컴퓨터공학과
Dept. of Computer Science and
Engineering,
POSTECH
choism@postech.ac.kr

요약문

본 연구에서는 정전기 촉감 디스플레이가 적용된 태블릿을 이용, 시각 장애인이 스스로 사진을 찍고 고대비 시각화 및 촉각의 다중감각으로 감상할 수 있는 시스템을 구현하였다. 태블릿 상의 어플리케이션으로 구현된 시스템은 촬영 보조와 감상의 두 가지 기능을 제공한다. 촬영 보조 기능은 피사체 (얼굴)을 추적하고, 피사체가 사진 중앙에 오도록 음성 안내를 통하여 유도한다. 감상 기능에서는 사용자가 촬영한 사진을 윤곽선 추출 알고리즘을 이용하여 시각적으로는 고대비 변환된 이미지를 제공하며, 태블릿 화면상의 윤곽선 주변을 터치 시 정전기 진동촉감을 제공, 사진을 촉각적으로 만질 수 있도록 함으로써 시각 장애인들이 사진을 감상할 수 있도록 구현하였다.

주제어

보조 공학(Assistive Technology), 햅틱스(Haptics), 촉각 그래픽스(Tactile Graphics), 정전기력 촉각 디스플레이(Electrostatic Tactile Display), 감각 대체(Sensory Substitution)

1. 서론

사진은 다양한 시각적 정보를 기록, 공유, 감상하기 위한 유용한 방법의 하나로 널리 활용되었다. 최근 들어서는 스마트 폰과 사회 연결망 서비스(Social

Network Service)가 대중화되면서, 사진 촬영 및 감상은 이미 일상생활의 일부가 되어 있다.

그러나, 국내 25 만 명에 달하는[1] 시각 장애인들은 시각의 부재 등 다양한 이유로 인하여 사진이 제공하는 정보, 사교적 이점을 누리기 어려운 것이 현실이다[2]. 시각 장애인 또한 사진의 촬영 및 감상에 대한 수요가 존재하는데 [3], 이러한 수요에 부응하기 위해 사진의 접근성 (Accessibility)과 관련, 다양한 연구들이 수행되었다. 이들 연구는 크게 사진 촬영을 보조하기 위한 연구와 사진의 정보를 감각 대체(Sensory Substitution)를 이용하여 전달하는 연구로 나누어 볼 수 있는데, 우선 사진 촬영을 보조하기 위한 수단으로는 얼굴 인식(Face Recognition) 기능을 이용, 인물 사진을 촬영할 때 피사체를 사진 중앙에 올 수 있도록 유도하는 방법[2]이 주로 활용되었으며 사진의 정보를 전달하기 위한 연구로는 사진에 나타난 물체를 물체 인식(Object Recognition) 알고리즘을 통하여 음성으로 알려주거나[4], 사진 촬영 시 주변 환경과 관련된 소리 (Ambient Sound)를 같이 녹음함으로써 사진의 내용을 알 수 있도록 도와주는 방법[5] 등이 활용되었다. 그러나 이들 방법은 사진이 제공하는 정보를 간접적으로 전달받을 수는 있지만, 사진을 직접 공유 및 감상하기는 다소 어렵다는 한계가 존재한다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 한계점을 해결하기 위하여 제 3의 감각인 촉각 자극을 활용하여 사진을 촬영하는 데 그치지 않고 직접 ‘만질 수 있도록’ 하는 시스템을 구현하였다. 정전기 촉감 디스플레이가 적용된 태블릿을 사용, 기존 저장된 사진의 윤곽선을 추출하고 이를 정전기 촉감 자극으로 렌더링하여 윤곽선을 만질 수 있도록 하였다. 또한, 시각 장애의 정도가 비교적 경미한 사용자들은 윤곽선 추출로 인해 고대비(High Contrast) 효과가 적용된 사진을 보고 만지는 것 또한 가능하도록 하였다.

2. TOUCHPHOTO 시스템의 구현

본 연구에서 제안하는 시스템은 그림 1 과 같이 시각 장애인이 모바일 기기로 타인의 도움 없이 사진을 찍고, 저장한 사진을 감상할 수 있는 시스템이다. 우선, 촬영 보조 기능은 그림 1 의 ①과 같이, 카메라에 사람 얼굴이 인식되면 음성 안내를 이용, 피사체(얼굴)가 화면 중앙부에 올 수 있도록 유도한다. 촬영 안내 음성이 나오면 사용자는 간단한 화면 터치를 이용하여 사진을 촬영할 수 있다. 사진 감상 기능은 그림 1 의 ②와 같이 촬영한 사진을 선택하면, 윤곽선 추출 알고리즘을 이용하여 윤곽선이 고대비로 화면에 나타나도록 한다. 그리고 화면에 나타난 윤곽선을 그림 1 의 ③과 같이 만지면, 촉감 디스플레이에 렌더링 된 정전기 진동을 통해 시각 장애인이 윤곽선을 느끼고, 사진을 감상할 수 있게 된다.

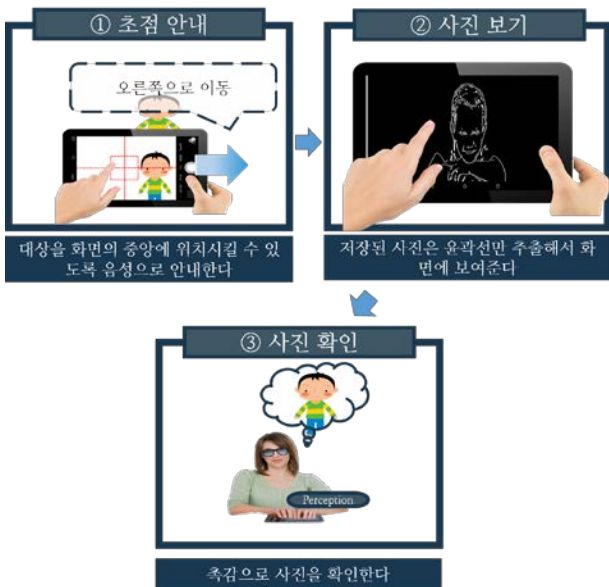


그림 1 TouchPhoto 시스템의 Use Case Scenario

2.1 Hardware 구성

본 연구에서는 정전기 마찰 디스플레이가 적용된 태블릿 기기(Senseng Co. Ltd, Senseng)를 사용하였다.

이 기기는 일반 태블릿 (Google Nexus 7) 화면 위에 얇은 정전기 필름을 덧대어, 터치 시 전기 신호를 정전기 필름에 인가하여 진동을 생성(Squeeze Film Effect)함으로써 촉감 자극을 느낄 수 있도록 구현된 장치이다. 이 장치는 빠른 응답 시간과 높은 전력 효율, 그리고 모바일 기기와 일체형으로 구현되어 있다는 장점이 있다.



그림 2. 연구에 사용된 하드웨어. 터치 시 진동 촉감이 촉감 디스플레이로부터 발생한다.

2.2 촬영 보조기능의 구현

시각 장애인은 사진을 찍기 위해 화면을 보면서 구도를 잡는 것이 매우 어렵다. 따라서 모바일 기기에서 피사체 (얼굴)의 정확한 구도를 잡기 위해 본 연구에서는 얼굴 인식 기술과 TTS(Text to Speech) 기반 음성 안내를 활용하였다. 이를 통하여 시각장애인이 인물 사진의 구도를 적절하게 잡을 수 있도록 도와주며, 최종적으로 디스플레이를 터치함으로써 사진을 촬영할 수 있다.

얼굴 인식은 Integral Image (영상의 원점으로부터 현재 픽셀까지의 합)를 계산하고, 이 Image 로부터 그림 3 과 같은 다수의 Haar-like Feature 를 분류기로 사용하여 얼굴 인식을 수행한다. 또한, 연산 속도의 향상을 위하여 AdaBoost 강분류기를 사용하였는데, 이는 Haar-like Feature 중에서 가장 특징적인 Feature 들을 선택하고, 이들을 조합하여 Cascade 구조를 만듦으로써 연산 속도를 높인 방식이다 [6].

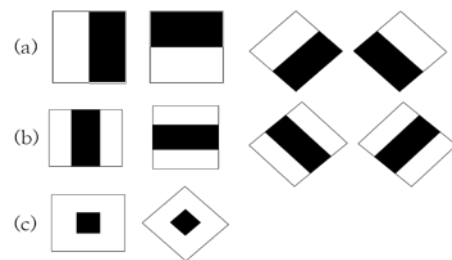


그림 3 Haar-like Feature 에서 사용하는 특징적인 사각형. (a) Edge, (b) Line, (c) Center-surround Feature

인식된 얼굴은 그림 4 와 같이 Bounding Box 를 이용하여 기기의 화면상에 사각형으로 나타나도록 하였다. 이때, 이 사각형의 중심을 기준으로 얼굴을 중앙으로 유도하는 음성 안내를 제공하였다. 즉, 사각형이 그림 4 의 중앙 부분 (3X3 격자의 가운데 지점) 바깥에 있으면 표 1 과 같이 음성 안내를 제공하여 중앙에 올 수 있도록 사용자를 유도한다. 만약 중심으로부터 대각선 방향에 얼굴이 존재할 경우, 순차적으로 좌우를 먼저 맞춘 후, 상하를 맞추도록 안내를 제공하였다.



그림 4. 얼굴 인식 결과(Bounding Box) 및 화면 분할
표 1 얼굴 위치에 따른 음성 안내

피사체의 위치	음성 내용
좌측	오른쪽으로 이동하세요.
우측	왼쪽으로 이동하세요.
하단	위쪽으로 이동하세요.
상단	아래쪽으로 이동하세요.
중앙	사진을 촬영하세요

2.3 사진 감상 기능의 구현 및 촉각 렌더링 결과

사진의 감상은 윤곽선 추출을 통한 고대비 사진의 제공과 촉각 렌더링을 통하여 이루어진다. 우선, 시각 장애인이 감상하고자 하는 사진을 선택하면, Canny Edge Detection 알고리즘[7]을 이용하여 사진의 윤곽선을 추출하는 과정을 거친다. 이때, 알고리즘의 Threshold 값은 여러 조건에서 촬영한 인물 사진에 대하여 최적값을 찾아내어 사용하였으며, 그 결과는 아래 그림 5 와 같다. (Upper - 100, Lower - 80) 이처럼 추출된 윤곽선을 저시력자도 알아볼 수 있도록 Enhancing 을 거친 뒤, 기기 화면에 고대비 이미지를 통하여 나타낸다. 사용자의 손가락 또는 터치 펜이 윤곽선 부근에 접촉할 경우, 그림 6 과 같이 정전기 진동(Electrostatic Vibration) 자극을 출력, 사용자가 윤곽선을 촉각적으로 느낄 수 있도록

하였다. 윤곽선 추출 결과는 아래 그림 5 에, 그림의 각 위치에서 사용자가 느끼는 진동 촉감의 세기는 그림 6 에 나타냈다.



그림 5 원본 이미지(좌)와 Canny Edge Detection 으로 추출된 이미지(우)

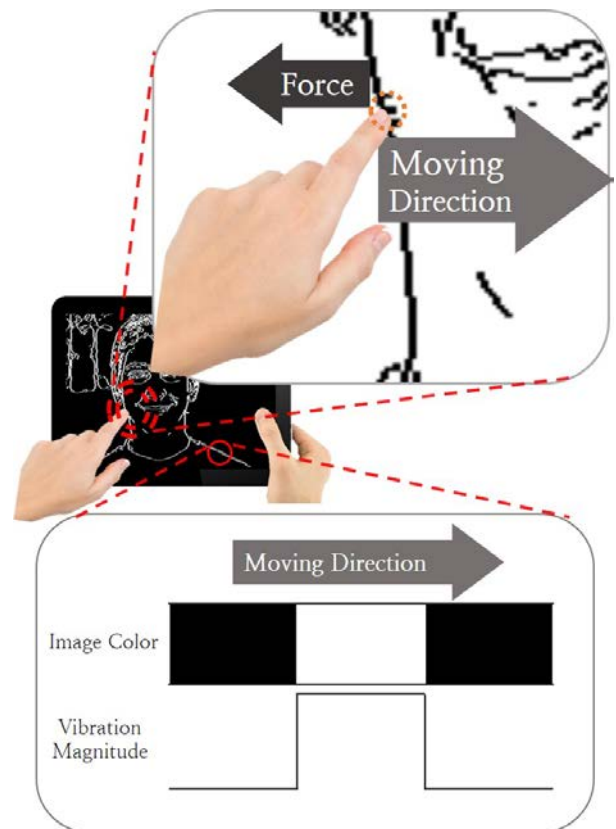


그림 6 정전기 마찰력 렌더링의 시각화. 정전기력을 사용한 마찰 진동이 손가락의 움직임 반대 방향으로 출력된다.

3. 결론 및 향후 연구 계획

본 연구에서는 시각 장애인이 타인의 도움 없이 사진을 찍고, 시-촉각적으로 감상할 수 있는 시스템을 구현하였다. 모바일 기기의 영상에서 얼굴 인식을 통해 음성 안내로 시각 장애인이 적절한 구도를 잡을 수 있도록 유도하였고, 찍은 사진의 윤곽선을 추출하였다. 추출한 윤곽선은 고대비 시각 이미지와 정전기 촉감을 이용하여 시각 장애인들이 인지할 수 있도록 하였다.

차후 정전기 촉감 자극에 대한 시각 장애인의 인지 능력을 실험을 통하여 조사하고, 이를 바탕으로 시각 장애인들이 사진을 만지고, 느끼기에 가장 적합한 최적화된 촉감 렌더링 알고리즘을 개발할 계획이다. 궁극적으로는 실제 시각 장애인을 대상으로 하여 본 시스템의 효용성을 확인하기 위한 장기 실험을 준비하고 있다.

사사의 글

본 연구는 미래창조과학부 X-Project (NRF-2016R1E1A2914792) 사업의 지원으로 수행되었다.

참고 문헌

1. 고용노동부, 한국장애인고용공단 고용개발원. EDI 2014 장애인 통계, p. 34.
2. Jayant, C., Ji, H., White, S., and Bigham, J. P. Supporting blind photography. The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, ACM, (2011). 203-210
3. Voykinska, V., Azenkot, S., Wu, S., and Leshed, G. How Blind People Interact with Visual Content on Social Networking Services. In Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing, ACM (2016). 1584-1595
4. Harada, S., Sato, D., Adams, D. W., Kurniawan, S., Takagi, H., and Asakawa, C. 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, ACM (2013). 2127-2136
5. Camfind Inc., TapTapSee.
<http://www.taptapseeapp.com/>
6. Viola, P., and Jones, M. J. Robust real-time face detection. International journal of computer vision 57, (2), (2004), 137-154.
7. Canny, J., A computational approach to edge detection. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence 6 (1986), 679-698.