

TouchPhoto: 시각 장애인의 사진 촬영 및 감상을 위한 시스템의 구현

TouchPhoto: System for Photo Taking and Understanding for Visually Impaired People

임종호

Jongho Lim

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

유용재

Yongjae Yoo

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

조한슬

Hanseul Cho

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

최승문

Seungmoon Choi

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

요약문

사진은 현재의 순간을 기록하거나 타인과 추억을 공유하기 위한 중요한 수단이지만, 시각 장애인들은 시각의 부재로 인해 사진과 관련된 활동에 제약을 받는다. 본 연구에서는 시각 장애인의 사진 활동에 대한 접근성을 향상하고자, 다양한 감각을 활용해 사진을 찍고, 감상할 수 있는 TouchPhoto 시스템을 제작하고, 사진 촬영 및 사진 촬영 경험에 대한 회상 실험을 통하여 그 효용성을 확인하였다.

주제어

감각 대체(Sensory Substitution), 햅틱스(Haptics), 보조 공학(Assistive Technology), 촉각 인지(Tactile Perception), 촉각 그래픽스(Tactile Graphics), 정전기 마찰 진동(Electrostatic Friction Vibration)

1. 서론

사진은 추억을 기록하고 다른 사람과 공유할 수 있는 유용한 수단 중 하나이다. 최근에는 SNS(Social Network Service)의 영향으로 사진을 찍고 공유하는 사람들이 많이 늘었으며, 페이스북(Facebook)의 경우 친구 혹은 가족과 추억을 나누기 위해 하루 약 350 만 개의 사진이 공유된다[1].

하지만 전 세계 285 만 명의 시각 장애인들의 경우[2], 장애인들과 마찬가지로 사진 활동에 참여하고 싶은 강한 욕구가 존재하지만, 사진 촬영 및 감상에 대한

접근성(Accessibility)이 현저히 떨어지기 때문에 사진과 관련된 행동에 제약을 받고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 감각 대체(Sensory Substitution)를 사용하여 시각 장애인의 사진 촬영을 돕거나 사진의 감상을 보조하는 연구들이 있었다. 사진 촬영을 보조해주는 연구 중 하나인 EasySnap 은 청각을 이용하여 사진의 적절한 구도를 잡을 수 있도록 추적 알고리즘(Tracking Algorithm)을 통해 ‘우하단, 60 퍼센트, 각도를 조금 아래로’와 같은 음성으로 피사체의 구도를 잡는 것을 도와준다[3]. 사진을 감상하고 친구나 가족에게 공유하는 것도 사진 활동 중 중요한 요소이기 때문에 음성 메모 및 주변의 소리를 녹음하여 시각 장애인이 사진을 감상 및 공유할 수 있도록 도와준 연구도 있었다[4]. 하지만 기존의 연구들은 감각 대체를 사용하되, 청각에만 의존하는 경향이 있다는 점에서 한계가 존재한다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 한계점을 보완하고자 청각과 촉각을 활용한 다중 감각 시스템을 구현하였다. 시각 장애인의 사진 촬영을 보조하기 위해 음성 안내를 사용하였으며, 사진 검색 및 이해를 돕기 위해 음성 메모, 주변 음향 녹음과 더불어 사진의 특정 위치에 정보를 기록하는 지역 태그(Region Tag) 기능을 개발, 활용하였다. 또한, 정전기 마찰 디스플레이를 활용하여 인물 사진에 나타난 얼굴을 촉각으로 느낄 수 있도록 구현하였다.

2. TOUCHPHOTO 시스템

본 연구에서는 시각 장애인이 독립적으로 사진을 촬영하고 감상할 수 있는 시스템을 만들기 위해 전문가 및 시스템의 실사용 예정자의 인터뷰 결과를 참고하여 사진 촬영 및 감상이 가능한 TouchPhoto 시스템을 구현하였다. TouchPhoto의 전체 시스템은 그림 1로 나타내었다.

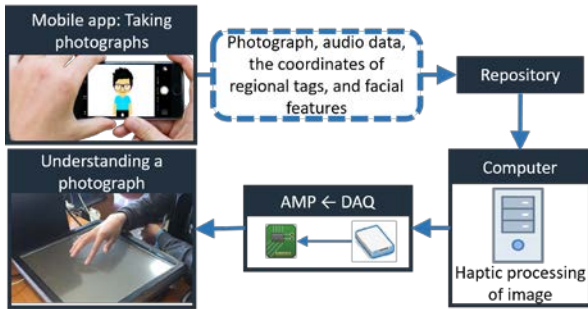


그림 1 TouchPhoto 시스템의 구조

시각 장애인이 TouchPhoto를 사용하는 시나리오는 그림 2와 같으며, 사용자는 피사체를 찍기 위해 스마트폰으로 제공되는 음성 안내를 듣고 피사체가 화면 중앙부에 올 수 있도록 구도를 잡는다. 화면의 구도가 맞춰지면, 사용자는 사진을 촬영하고 사진에 대한 음성 메모 및 사진의 지역적인 정보를 저장하기 위한 메모인 지역 태그(Regional Tag)를 녹음한다. 저장된 사진은 어플리케이션의 앨범 기능에서 확인할 수 있으며, 음성 메모로 원하는 사진을 찾을 수 있다. 사용자가 감상하고 싶은 사진이 있으면 스마트폰에서 간단하게 확인이 가능하며, 전송 버튼을 눌러 대형 시-촉각 디스플레이에서도 감상할 수 있다. 만약 사진에 얼굴이 있으면 정전기 마찰 진동을 이용한 촉각 렌더링을 통해 얼굴을 만지는 것이 가능하다.



그림 2 TouchPhoto의 사용 시나리오

2.1 Hardware 구현

TouchPhoto는 사진 촬영을 위한 스마트폰과 사진을 감상하기 위한 대형 시-촉각 디스플레이로 구성된다(그림 1). 대형 시-촉각 디스플레이는 그래픽 렌더링을 위한 일반 17" LCD 모니터, 손가락의 위치

추적을 위한 IR Frame, 정전기 마찰 진동 렌더링을 위한 정전기 패널(3M, SCT3250)로 이루어져 있다. 정전기 마찰력의 제어에는 다목적 DAQ (National Instruments, 6251)가 장착된 컴퓨터를 사용하였다.

2.2 어플리케이션

TouchPhoto의 프로그램은 사진 촬영을 위한 스마트폰 어플리케이션과 사진을 감상하기 위한 대형 시-촉각 디스플레이 프로그램으로 구성된다.

스마트폰 어플리케이션은 사진 촬영 기능과 앨범 기능이 있으며, 사진 촬영은 시각 장애인이 사진의 구도를 잡을 수 있도록 얼굴 인식 및 TTS(Text to Speech)를 활용하였다. 얼굴 인식은 안드로이드 플랫폼의 OpenCV 라이브러리를 사용하였으며, 인식된 얼굴이 중앙에 올 수 있도록 '오른쪽으로 이동하세요', '아래쪽으로 이동하세요' 등의 음성 안내로 피사체를 화면의 중앙으로 유도한다.

사용자가 사진을 찍으면 자동으로 주변 음향을 저장하며, 사진에 대한 정보를 음성으로 녹음한다. 또한, 그림 3의 푸른색 네모처럼 사진에 대한 지역적인 정보를 저장하기 위한 지역 태그(Regional Tag)를 생성하여 녹음하는 것이 가능하다. 차후, 사용자는 터치로 지역 태그를 청취할 수 있다.

앨범 기능에서는 사용자는 시간순으로 정렬된 사진을 음성 메모를 들으며 사진을 찾을 수 있다. 찾은 사진은 저시력자를 위한 고대비 변환, 음성 메모, 주변 음향 듣기 및 지역 태그로 사진을 확인할 수 있으며, 전송 버튼으로 대형 시-촉각 디스플레이에 사진을 전송할 수 있다.

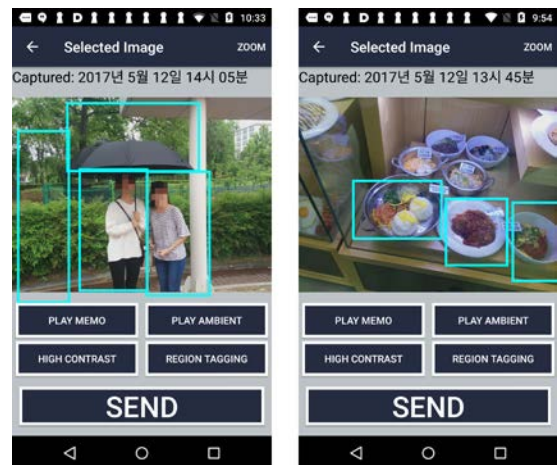


그림 3 TouchPhoto App의 사진 보기 및 지역 태그 화면

2.3 대형 -시촉각 디스플레이 감상 시스템

대형 시-촉각 디스플레이에서는 전송된 사진을 지역 태그, 얼굴 확대 및 정전기 마찰 진동을 이용한

촉각으로 얼굴 감상이 가능하다. 얼굴의 경우 정전기 마찰 진동에 대한 인지 특성 실험을 한 결과, 너무 많은 정보를 렌더링하면 사용자가 인지하기 힘들기 때문에, 얼굴 전체 대신 눈썹, 눈, 코, 입, 얼굴 윤곽선만 렌더링을 하였다. 또한, 눈썹, 눈, 코, 입은 사실적인 촉감 전달을 위하여 높낮이 및 질감 렌더링 적용하였다. 진동 마찰 렌더링에 사용한 물리 파라미터는 아래 표 1 과 같다.

• 높낮이 렌더링

사용자가 가상의 표면을 스캔할 때, 횡력(Lateral force)을 조절하여 요철 지형을 표현하는 것이 가능하다[5]. 따라서 정전기 마찰 디스플레이에서 요철을 표현하기 위해 마찰력의 증가 및 감소를 이용하여 높낮이를 표현하였다.

• 질감 렌더링

정전기 마찰 진동의 주파수, 파형을 다르게 하면 사용자는 다른 질감을 느낄 수 있다[6]. 따라서 시각 장애인이 얼굴을 만질 때, 어떤 부위를 만지고 있는지, 인지하기 쉽도록 눈썹, 눈, 코, 입에 대하여 서로 다른 주파수 및 파형을 설정하였다.

각 영역에 해당하는 주파수 및 진폭은 표 1 과 같으며, 반복적인 절차(Iterative Procedure)를 거쳐 각 영역에 대해 최대한 비슷한 질감을 만들려고 하였다.

표 1. 질감 렌더링을 위한 주파수 및 진폭 인자

| 얼굴 | 눈썹 | 눈 | 코 | 입술 |
|---------|-----|-----|-------------|-----|
| 파형 | 사각파 | 정현파 | 사각파+ 정현파 | 정현파 |
| 주파수(Hz) | 40 | 550 | 100 | 50 |

3. 사용자 실험

TouchPhoto 의 효용성을 확인하기 위해 시각 장애인 5 명(전맹 2 명, 저시력자 3 명)에 대하여 2 개의 사용자 실험을 시행하였다. 첫 번째 사용자 실험은 TouchPhoto 의 안드로이드 어플리케이션으로 시각 장애인이 독립적으로 사진을 촬영하고 원하는 사진을 찾고 다른 사람에게 설명할 수 있는지 확인하였다. 두 번째 사용자 실험은 TouchPhoto 를 이용하여 사진을 회상할 수 있는지 검증하기 위해 같은 피실험자 대상으로 2 달 후에 실행하였다.

3.1 사진 촬영 및 확인

첫 번째 사용자 실험의 목적은 시각 장애인이 TouchPhoto 의 안드로이드 어플리케이션을

활용하여 독립적으로 사진을 찍고, 앨범 기능을 사용하여 원하는 사진을 찾은 후, 타인에게 설명할 수 있는지 확인하는 것이 목적이었다. 각 사용자 실험에는 시각 장애인 1 명과 피사체 및 지역 태그를 도와줄 친구 1 명을 동행하여 수행하였다. 사용자들은 실험을 시작하기 전에 어플리케이션 조작법에 대하여 설명을 듣고 실습을 해본 뒤, 대학교 캠퍼스 내에서 돌아다니며 자유롭게 10 장의 사진을 찍었다. 사진 촬영이 끝난 후, 시각 장애인이 찍은 10 장의 사진에 대해서 회상 실험을 하였다. 회상 실험이 끝난 후에는 어플리케이션의 평가를 위하여 7 점 리커트 척도 (7-point Likert Scaling)로 설문 조사를 실시하였다.

실험에 참여한 모든 시각 장애인은 앨범 기능을 활용하여 10 장의 사진에 대해서 타인에게 설명을 할 수 있었으며, 사진 촬영에 대해서는 평균 5.6 점, 사진 감상에 대해서는 5.4 점, 어플리케이션 평가는 5.7 점으로 결과가 나왔다.

3.2 기억 회상(Recall) 실험

TouchPhoto 를 활용하여 시각장애인 사진을 회상할 수 있는지 확인하기 위해 첫 번째 사용자 실험이 끝난 후, 2 달 뒤에 동일한 피실험자들에게 기억 회상 실험을 실시하였다. 사진은 2 달 전에 본인이 직접 찍은 사진을 사용하였으며, TouchPhoto 를 사용하기 전에 어떤 힌트도 주지 않고 2 달전에 찍었던 사진의 내용을 설명하게 하였다. 5 명 중 4 명은 10 장의 사진에 대해서 9~10 장의 사진을 기억하였고, 1 명만이 5 장의 사진을 기억하였으며 사진을 설명할 때는 ‘꽃밭 사진을 찍었어요’, ‘닭장에서 사진을 찍은 것이 기억나요’ 등 단편적으로 사진을 설명하였다.

인터뷰가 끝난 후, 시각 장애인들은 TouchPhoto 의 조작법을 익힌 뒤, 사진을 자유롭게 감상하게 하였다. 사용자들은 사진의 음성 메모, 지역 태그, 주변 소리와 더불어 촉각 렌더링 된 부분을 만지며 사진을 감상하였으며, 저시력자의 경우 얼굴 확대 기능을 이용하여 사람을 구별하기도 하였다. 실험 결과, 모든 시각 장애인들은 본인이 찍었던 10 장의 사진에 대해 설명할 수 있었으며, 표 2 와 같이 사진의 내용을 더 풍부하게 설명할 수 있었다. 사용자들은 음성 메모를 활용하여 사진에 대한 전체적인 상황을 알 수 있었고, 지역 태그로 사진에 어떤 인물이나 사물이 있는지를 확인할 수 있었다. 또한 촉각을 활용하여 사진 인물의 눈썹, 눈, 코, 입을 인지할 수 있었으며, 인물을 이해하는데 보조적인 역할로 사용됨을 알 수 있었다.

실험 후 실시한 설문 조사의 결과는 아래 표 3 과 같다. 7 점 리커트 척도에서 촉감 렌더링에 관한 평균

점수는 3.8 점, 사진 감상에 관한 평균은 6.4 점, 시스템이 제공하는 기능에 대한 평가는 5.9 점으로 TouchPhoto 시스템은 전반적으로 우수하며 시각 장애인들에게 효용 가치가 큼을 알 수 있었다.

표 2 회상 실험에서 TouchPhoto 사용 전·후 사진 설명



| 사진 | 사용 전 설명 | 사용 후 설명 |
|--|------------------------------------|--|
|  | 꽃밭에서 사진을 찍었어요. | 꽃밭에서 꽃밭침을 하고, '누가 꽃인지 모르겠네'라는 농담을 하면서 찍은 사진인데 별이 정말 많았고 별레소리가 심했어요. |
|  | 고양이 사진을 찍었던 것이 기억나요. | 고양이는 밥을 다 먹은 상태이고, 고양이, 고양이 그릇 고양이 집이 있는 사진이에요. |
|  | 2~3 개 정도의 색깔이 있는 꽃밭에서 친구 사진을 찍었어요. | ○○생활관 쪽에 있는 야생화원에서 친구 사진을 찍었는데 왼쪽과 오른쪽에 꽃이 있고 가운데 길에 있는 친구를 찍은 사진입니다. 찍을 당시에는 예쁘게 찍은 줄 알았는데 우울해 보이는 표정을 짓고 있다네요. |

표 3 기억 회상 실험 후 설문조사 결과- 일부 발췌 (7 점 리커트 척도, 괄호는 질문 개수)

| 분류 | 질문 내용 | 평균 |
|-----------|-----------------------------|-----|
| 사진 감상 (9) | 3. 사진의 내용을 잘 기억해낼 수 있었다. | 6.6 |
| | 4. 별도의 도움 없이 사진을 이해할 수 있었다. | 6.4 |
| | 8. 앞으로 사진을 더 찍고 공유하고 싶다 | 6 |
| | 9. 사진을 찍고 공유하는 것이 가치 있었다. | 6.8 |
| 촉감 (5) | 1. 촉각 자극으로 얼굴을 찾을 수 있었다. | 4.2 |
| | 3. 촉각 자극으로 높낮이를 구분할 수 있었다. | 3.2 |
| | 5. 촉각 자극이 사진 이해에 도움이 되었다. | 4.8 |
| 시스템 (3) | 1. 시스템은 사용하기 쉬웠다. | 6 |
| | 2. 시스템에 내게 필요한 기능이 모두 있었다. | 5.8 |

4. 결론 및 향후 계획

본 연구에서는 시각장애인을 대상으로 사진에 대한 접근성을 향상하기 위해 스스로 사진을 찍을 수 있고,

감상할 수 있는 시스템을 개발하였다. 시각 장애인들의 애로사항을 무조건 돕기보다는, 사진과 관련된 시각 장애인의 외부 도움을 최소화하여 독립적이고 주도적으로 사진과 관련된 행동을 수행할 수 있도록 한 것은 본 연구에서 중요한 의의를 가진다.

사진을 촉감으로 변환, 전달할 때, 사진에서 중요한 정보인 윤곽, 형상 등은 비교적 용이하게 인지할 수 있었지만, 입체감이나 복잡한 형상은 잘 인지하지 못하는 것을 확인할 수 있었다. 차후에는 높낮이 및 입체 인지에 더 효과적이고 응용 가능성이 높은 힘 반향(Force Feedback) 햅틱 장치를 추가하여 촉감 렌더링의 품질을 높이고자 한다.

사사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단-과학기술인문사회융합연구사업 (NRF-2017M3C1B6070980)과 X-Project (NRF-2016R1E1A2914792)의 지원으로 수행되었다.

참고 문헌

1. Internet.org, A Focus on Efficiency: A Whitepaper from Facebook, (2015).
2. World Health Organization, Global Data on Visual Impairments, (2010).
3. Vázquez, M., & Steinfeld, A. Helping visually impaired users properly aim a camera. In: Proceedings of the 14th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, ACM Press (2012), 95-102. D
4. Jayant, C., Ji, H., White, S., & Bigham, J. P. Supporting blind photography. In: The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, ACM Press (2011), 203-210.
5. Minsky, M., Ming, O. Y., Steele, O., Brooks Jr, F. P., & Behensky, M. Feeling and seeing: issues in force display. In: ACM SIGGRAPH Computer Graphics, ACM Press (1990), 235-241.
6. Vardar, Y., İşleyen, A., Saleem, M. K., & Basdogan, C. Roughness perception of virtual textures displayed by electrovibration on touch screens. In: World Haptics Conference (WHC), 2017 IEEE, (2017), 263-268.