

시각장애인을 위한 서비스 관련 연구 동향 조사를 기반으로 서비스 발굴 및 프로토타입 개발 : 시각 정보의 촉각 변환 디스플레이

이재훈¹, 이상돈², 황재형³, 최승일^{1*}

¹국립공주대학교 산업공학과, ²동국대학교 산업시스템공학과, ³동국대학교 컴퓨터공학전공

Service discovery and prototype development based on a survey of research trends related to services for visually impaired individuals : Tactile transformation display of visual information

Jae-Hun Lee¹, Sang-Don Lee², Jae-Hyeong Hwang³, Seungil Choi^{1*}

¹Department of Industrial Engineering, Kongju National University

²Department of Industrial System Engineering, Dongguk University

³Department of Computer Science and Engineering, Dongguk University

요약 본 연구는 국내 약 25만 명 시각장애인의 '삶의 질' 향상을 위한 서비스를 기획하고, 해당 서비스의 실제 구현 가능성을 확인하기 위하여 시제품을 개발하고 제안하는 것을 목적으로 한다. 기존에 발표된 시각장애인을 위한 서비스 개발 관련 선행연구들은 보행을 보조하는 시스템 개발과 안내를 도와주는 시스템 개발 등 일상생활을 편리하고 안전하게 만드는 서비스 개발에 관한 연구 내용이 대부분으로, '삶의 질'과 관련된 예술이나 문화를 누릴 수 있도록 돕는 서비스 개발에 관한 연구는 충분히 이루어지지 않았음을 확인할 수 있었다. 이에 본 연구를 통해 시각장애인의 예술 문화생활을 도와주는 다양한 기술과 혁신적인 서비스 개발이 필요함을 제안하고자 하며, 새로운 서비스 제안을 위한 시도로 시각을 촉각으로 변환하여 시각 미디어를 감상할 수 있게 도와주는 장치를 연구 개발하여 시제품으로 제작하였다. 아울러 이와 같은 연구 활동을 통해 시각장애인들의 예술 문화 활동에 대한 대중의 관심도를 높이고 실질적인 문제해결을 위한 프로젝트가 파생되어 유사한 연구 활동이 활성화되기를 기대한다.

Abstract This study aimed to plan a service to improve the 'quality of life' of approximately 250,000 visually impaired people in Korea and develop a prototype to confirm the feasibility of implementing the service. Previous studies on the development of services for the visually impaired have focused primarily on developing services that make daily life more convenient and safe, such as the development of walking assistance and guidance systems. Insufficient research has been performed on the services that help visually impaired individuals enjoy art and culture, which are related to the 'quality of life.' Accordingly, this study suggests a need to develop technologies and innovative services that help visually impaired people enjoy their artistic and cultural lives. This study developed a prototype device as a new service that converts vision into a tactile sense and allows the viewing of visual media. In addition, it is hoped that research activities such as these will increase public interest in the artistic and cultural activities of the visually impaired, lead to projects to solve practical problems and stimulate similar research activities.

Keywords : Visually Impaired, Quality of Life, Prototype Device, Artistic and Cultural Lives, Tactile Sense

*Corresponding Author : Seungil Choi(Kongju National Univ.)

email: sichoik@kongju.ac.kr

Received August 16, 2024

Accepted December 6, 2024

Revised September 30, 2024

Published December 31, 2024

1. 서론

2023년 한국장애인개발원에서 발간한 장애 통계 연보에 따르면, 2022년 12월 말을 기준으로 전체 등록 장애인 수는 약 265만명이고, 이 중 시각장애인은 약 25만명으로 9.5%의 비중을 차지하고 있으며, 2011년 이후 시각장애인 수는 25만명 수준을 유지하고 있다. 이들 시각장애인은 단순히 도로 위를 걷거나 목적지에 방문하여 필요한 서비스를 이용하는 일상생활에도 어려움을 겪고 다양한 위험 요소들로 인해 불안함을 경험하고 있어서, 이들을 위한 서비스 개발과 관련 연구도 주로 생활 편의성 개선과 불편함 해소, 보행 중 안전사고 예방 등에 중점을 두고 있다. 최근 급속한 발전으로 다양한 분야에 접목되고 있는 인공지능 기술도 Table 1과 같이 시각장애인을 위한 서비스에 필요한 기술 개발과 관련 연구에 영향을 주고 있다. 관련하여, 시각장애인 대상의 인공지능 연구 동향을 주제별로 살펴보면, 장애물, 심볼, 신호등의 인식을 위한 객체 인식과 실내·외 길 안내부터 경로 탐색이 가능한 내비게이션 등이 주류를 이루고 있음을 알 수 있으며, 이러한 기술들은 시각장애인들의 편리하고 안전한 생활을 지원하는 서비스 기능을 향상하고 있다[1].

Table 1. Current status by research topic of 20 papers related to artificial intelligence for the visually impaired in Korea published from 1993 to 2020

Topic	Frequency	Topic	Frequency
Object recognition	5	Crossing the road	1
Navigation	5	Virtual reality	1
Image recognition	2	Web access	1
Information access	2	Sensor detection	1
Order payment	1	Emotion Recognition	1
Sum	15	Sum	5

2021년에 미국 스탠퍼드 대학에서 개발한 시각장애 인용 스마트 지팡이는 인공지능 기술을 기반으로 지팡이에 장착된 카메라 및 다양한 센서들을 통해 주변 환경을 실시간으로 감지하여 사용자에게 안전한 이동 경로를 안내할 수 있도록 개발되었으며, MIT 대학에서 시각장애인을 위한 안내견으로 개발한 미니 치타 로봇에도 인공

지능 기술이 적용되어 시각장애인들이 장애물과의 충돌 없이 안전하게 이동할 수 있도록 지원한다. 이외에도 다양한 서비스들이 인공지능 기술과 연계되어 개발되고 있으며, 본 논문의 저자도 지난 2021년에 발표한 시각장애인을 위한 서비스 개발 관련 연구 논문 ‘딥러닝 기반의 실시간 영상 처리 기술을 활용한 시각장애인 대상 상품 음성 안내 서비스’에서 인공지능 기술을 활용하여 서비스를 개발한 경험이 있다[2].

지금까지 살펴본 바와 같이 인공지능과 같은 최신 기술을 활용하여 시각장애인들의 일상생활을 보다 편리하고 안전하게 만드는 서비스에 관한 연구와 개발이 지속되고 있다는 것은 매우 긍정적인 일이지만, 이에 더해 시각장애인의 ‘삶의 질’ 향상을 위한 서비스 개발도 중요한 주제로 간주하여야 한다고 생각된다. 최근 ‘삶의 질’ 향상에 관한 관심이 높아지면서 문화적 욕구 충족을 위한 다양한 예술 콘텐츠 향유도 보편적 서비스 일부로 자리 잡아가고 있다. 보편적 서비스란 정치적 소수 계층, 경제적 빈곤층, 장애인, 노인 등 사회적 취약계층이 사회의 구성원으로 누려야 할 최소한의 정보 접근과 이용 기회를 제도적으로 보장해 줌으로써 정보격차를 줄이고 궁극적으로 사회 불평등 구조를 완화한다는 의미에서 중요한 가치로 주목받고 있다[3].

따라서, 본 논문에서는 시각장애인의 ‘삶의 질’을 향상하기 위한 서비스를 기획하고, 해당 서비스의 구현 가능성을 확인하고자 시제품을 개발하여 제안하는 것을 목표로 삼고자 한다. 이를 위해 서비스를 기획하기 전에 시각장애인과 관련된 서비스와 기술 개발과 관련된 연구 동향을 조사하고, 이를 기반으로 기존에 제안된 서비스들과 차별화된, ‘삶의 질’ 향상을 주제로 하는 서비스를 제안함으로써 시각장애인을 위한 서비스 개발의 다양성 확대를 시도하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시각장애인을 위한 서비스 및 기술 개발과 관련된 국내 연구 동향을 조사하고, 시각장애인의 삶의 질 향상을 위해 필요한 서비스 아이디어를 도출하는 과정을 상세히 다루었다. 이를 위해 관련 논문들의 주제와 키워드 분석을 통해 기존 연구의 방향성을 파악하고, 시각장애인의 문화 및 예술 활동에 대한 접근성 향상을 위한 필요성을 확인하였다. 3장에서는 도출된 서비스 아이디어를 바탕으로 시각 정보를 촉각으로 변환하는 디스플레이의 프로토타입을 개발하는 과정과 이를 구현하기 위한 기술적 방법을 제시하였다.

마지막으로 4장에서는 본 연구의 결론과 함께 연구의 한계점을 논의하고, 향후 연구를 통해 보완될 수 있는 부

분을 제안하였다. 본 연구를 통해 시각장애인의 예술 문화생활을 지원하는 혁신적인 서비스 개발의 방향성을 제시하고자 한다.

2. 본론

2.1 이론적 배경

2.1.1 선행연구

연구 동향 조사를 위한 논문은 국내 학술지 게재 논문 중 제목에 시각장애인을 포함하는 논문으로 한정하였고, 이를 위해 한국교육학술정보원(KERIS)에서 제공하는 학술연구정보서비스(RISS)에서 대상 논문을 검색하여 관련 논문 자료를 수집하였다.

RISS에서 시각장애인을 키워드로 검색한 결과 관련 논문이 처음 게재된 1991년에서 2023년 12월까지 총 1,293건의 논문이 수집되었고, 수집된 논문 중 중복된 8건을 제외한 1,285건의 논문을 분석 대상으로 선정하였고, Fig. 1과 같이 논문 게재 건수가 증가함을 알 수 있다. 초기의 학술지 게재 논문은 주로 시각장애인을 대상으로 하는 교육, 직업에 대한 실태조사나 고용 정책, 재활 관련된 연구가 주류였으나 1996년 한국정보과학회에 게재된 '시각장애인을 위한 통신 프로그램의 사용자 인터페이스 개발' 논문과 1997년 한국통신학회의 '시각장애인용 유도 신호장치 개발 연구'를 시작으로 Table 2와 같이 매년 발표되는 논문 중 약 44%가 서비스 기술 관련 연구 논문으로, 시각장애인을 위한 서비스 개발에 관한 관심이 증가하고 있음을 알 수 있다[4,5].



Fig. 1. Status of papers published in academic journals related to the visually impaired published from 1991 to 2023

Table 2. Status of service technology research papers among academic journal papers related to the visually impaired published from 2010 to 2023

Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Total number of papers	42	45	62	49	51	63	72
Number of technical papers	18	17	24	21	21	25	34
Year	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total number of papers	79	74	104	68	96	102	89
Number of technical papers	35	29	47	26	47	45	49

본문과 선행 연구의 주요 연구 대상을 확인하기 위해 수집된 논문들의 제목을 넷마이너(NetMiner) 프로그램을 활용하여 분석하였다. 연구 주제와 주요 내용을 파악하기 위해서는 논문 제목뿐만 아니라, 초록에 대한 분석도 필요하나, 일부 논문에 대한 초록 자료가 수집되지 않았고, 본 선행연구 분석의 목적이 기존 논문을 통해 제안된 서비스 및 관련 기술을 살펴보고 차별화된 주제를 선정하기 위해 연구 동향을 탐색하는 것이므로, 제목에 반복적으로 등장하는 키워드를 워드 클라우드 분석을 통해 확인하는 것으로 한정하였다. 그리고, 빈도수가 높은 단어들의 관계를 명확하게 하고자 넷마이너(NetMiner)의 플러그인 기능을 활용한, 토픽 모델링 분석을 통해 토픽별 키워드 및 연구 동향을 분류하여 워드 클라우드를 활용한 연구 동향 분석의 한계를 보완하였다.

먼저 데이터 전처리를 위해 검색 키워드로 사용된 '시각장애인'과 불필요한 1글자 단어 등 136개 단어를 불용어 처리하였고, 모바일, 스마트폰, 아이폰, 폰, 휴대폰, 안드로이드의 유사어를 '모바일'로 등록하는 등 총 126개 단어를 57개 유사어로 처리하였다.

총 1,285건의 논문 제목에서 도출된 키워드 중 출현 빈도수가 높은 상위 20개 키워드의 빈도수는 Table 3과 같고 이를 워드 클라우드로 표현한 것은 Fig. 2와 같다.

Table 3. Frequency status of top20 keywords]

Keyword	Frequency	Keyword	Frequency
Guide	95	Service	58
Analyze	94	Usability	56
Recognize	85	Voice	54
Influence	85	Experience	53
Design	85	Improvement	53
Information	80	Application	50
Braille	67	Design	49
Education	63	Smart	48
Realization	60	Inspection	46
Plan	59	Mobile	46



Fig. 2. Wordcloud examined with major frequent words

출현 빈도가 높은 순으로 살펴보면, 안내, 분석, 인식, 영향, 설계, 정보, 점자, 교육, 구현, 방안, 서비스, 활용, 음성, 경험, 개선, 앱, 디자인, 스마트, 조사, 모바일 등이 있으며, 이를 통해 시각장애인에 관한 연구 주제를 어느 정도 가능할 수 있다.

서비스와 기술에 관한 연구들 외에, 출현 빈도가 높은 단어들을 통해 ‘시각장애인의 주거 형태가 안전 환경을 매개로 안전 인식에 미치는 영향’, ‘시각장애인 경력 특수 교사의 교육 경험과 인식’ 등과 같이 시각장애인의 생활 환경에 대한 인식과 영향, 교육 경험과 개선 등 정책적인 부분에 관한 연구도 활발히 진행되고 있음을 알 수 있으며, 단어 사이의 관계를 통해 출현 빈도가 높은 단어들을 통해 서비스와 기술에 관한 연구 동향을 파악하기 위해 토픽 모델링을 수행하였다[6,7].

토픽 모델링에는 크게 LSA(Latent Semantic Analysis)와 LDA(Latent Dirichlet Allocation) 기법이 존재하는데, 최근 연구 동향 분석 논문에서 주로 활용되고 있는 LDA기반 토픽 모델링을 수행하였다. LDA기법은 다수의 문서에서 잠재적으로 의미가 있는 토픽을 추출하는 확률 분포 모형이다.

의미 있는 결과를 도출하기 위해 최적의 토픽 수를 설정하는 것이 중요한데, 본 연구에서는 5개에서 10개로 설정하여, 여러 차례 반복하여 분석을 시행한 결과 적절한 토픽 수를 5개로 판단하였으며, Table 4와 같이 5개의 Topic 중 Topic 2, Topic 4, Topic 5가 시각장애인을 위한 서비스와 기술 연구와 개발과 관련된 주제로 확인되었다.

Table 4. Topic modeling results

	Topic Label	Frequency
Topic 1	Analysis of the effects and factors caused by the inconvenience and discrimination experienced by the visually impaired	Effect(0.05) Experience(0.03) Analysis(0.02)
Topic 2	Development of walking assistance and guidance system for the visually impaired	System(0.08) Assistance(0.05) Guidance(0.04)
Topic 3	Survey on educational conditions for the visually impaired and improvement measures	Education(0.03) Improvement(0.03) Condition(0.02)
Topic 4	Mobile device design and app development to provide information	Information(0.05) Design (0.03) App (0.03)
Topic 5	Braille product design research and development	Braille(0.04) Development(0.03) Research(0.03)

이상으로 시각장애인에 대한 학술 논문 제목을 토픽 모델링한 결과 중 시각장애인을 위한 서비스 연구 관련 토픽에 해당하는 논문들을 살펴보았다. 보행 보조 시스템과 안내 시스템 개발이나 시각, 위치 정보 제공을 위한 모바일 단말과 앱 개발, 점자와 제품 디자인 연구와 같은 시각장애인의 일상생활을 편리하고 안전하게 만드는 서비스 개발에 관한 내용이 대부분으로, ‘삶의 질’과 관련된 예술이나 문화 향유를 도와주는 서비스 개발에 관한 연구는 미비함을 확인할 수 있었다. 이에 시각장애인의 ‘삶의 질’ 향상과 관련된 서비스 개발에 대한 아이디어를 얻고자, 수집된 학술지 논문 전체 1,285건의 제목에 대해 ‘삶의 질’, ‘문화’, ‘예술’, ‘미술’, ‘음악’, ‘전시’를 키워드로 검색하였고, 이중 다음의 3편을 선정하여 상세 리뷰를 진행하였다.

2.1.2 논문 상세 리뷰 및 서비스 아이디어 도출

우선, 시각장애인의 ‘삶의 질’과 관련된 문화, 여가 생활 관련 실태를 확인하기 위해 ‘시각장애인의 전시 예술품 관람 욕구 조사’ 논문을 살펴보았다[8]. 시각장애인들은 시각적인 정보 습득에 대한 제약으로 문화, 예술 활동

에 어려움을 겪고 있었다. 실제로 시각장애인 중 절반 이상이 문화, 여가 생활에 만족하지 못한다고 답하였고, 예술 감상이나 관람 활동은 약 5%만이 참여하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 이와 같은 문화 활동에 대한 낮은 접근성을 개선하기 위해 어떤 활동과 연구가 진행되고 있는지를 확인하고자 ‘박물관 문화의 변화와 시각장애인을 위한 미술. 호메로스 국립 촉각 박물관을 중심으로’ 논문을 리뷰하였다[9].

논문에서는 시각장애인을 위해 회화 미술 작품을 촉각적 번역을 통해 조각한 작품을 전시하는 사례를 소개하였는데, 이와 같은 활동은 기존 미술 작품을 일일이 조각품으로 만들어야 해서 다양한 작품을 보여주기 어렵고 무엇보다 그림을 그린 작가와 조각가가 다른 경우 작가의 의도를 전달하는 한계가 있었다. 예술 작품을 시각장애인이 감상할 수 있도록 하는 또 다른 시도로, ‘시각장애인의 박물관 전시유물 안내를 위한 촉각 인터랙티브데스크 실증 연구’가 있었다[10]. 주식회사 ‘닷’에서 개발한, 박물관 전시물 안내용 인터랙티브데스크의 실증 연구에 관한 내용으로, 인터랙티브데스크라는 시스템을 통해 전시유물을 검색하여 촉각패드(점자 모듈)와 음성 안내를 통한 전시유물 설명 청취하는 기능을 제공하였다. 이는 시각 정보를 촉각으로 전환하는 시도로서 의미가 있으나, 시각장애인 중 점자 사용이 가능한 비율이 9.6% (2020년 보건복지부 장애인 실태조사)임을 고려하면, 일부 시각장애인에게만 서비스를 제공할 수 있었다.

지금까지 시각장애인의 ‘삶의 질’과 관련된 실태를 조사한 논문과 시각장애인의 미술품 등 관람을 지원하는 서비스 개발을 위한 연구 논문에 대한 리뷰를 통해 시각장애인들이 시각이라는 감각의 한계를 뛰어넘어 시각 미디어를 즐길 수 있게 해주는 서비스의 필요성을 확인하였다. 이에 본 연구에서 제안하는 시각 미디어 형태 변환 서비스는 시각장애인들이 시각 정보를 촉각으로 느끼고 감상할 수 있게 돕는 것을 목적으로 하는 서비스 아이디어를 도출하였다.

위에서 살펴본 논문들 외에도 대부분 시각장애인을 위한 시각 정보 변환 방식은 그저 형태를 인식 정도만 할 수 있는 점자 수준이었으며, 이는 시각 정보를 점자로 전환한다는 점에서 시각 미디어의 전달력이 떨어질 수밖에 없었다. 따라서 본 연구에서는 cell의 높낮이 차이를 9 level로 구분하여, 촉각 효과를 극대화하는 2.5D 촉각 디스플레이를 구현하는 것으로 기획하였다. 또한, 회화 작품을 디지털 데이터로 변환하는 에디터를 제공하여 누구나 쉽게 수정, 보완할 수 있도록 개발하여, 그림을 그

린 작가들이 조각가를 거치지 않고, 자신의 작품을 시각장애인을 위해 입체감 있는 작품으로 쉽게 제작할 수 있도록 하는 부분을 고려하여 서비스 기획에 반영하였다. 아울러 다양한 미술품에 대한 접근성과 활용성, 장치 자체에 대한 확장성과 유지 보수성을 높이기 위해, web server platform과 editor를 추가로 구현했다.

2.2 시제품 ‘시각 정보 촉각 변환 디스플레이’ 개요 및 개발 내용

2.2.1 시제품 개요

본 연구에서 시제품으로 개발한, ‘시각 정보 촉각 변환 디스플레이’는 셀의 높낮이를 통해 시각 미디어의 물리적 형태를 인식할 수 있다. 작동 원리는 입력받은 시각 미디어를 K-means 클러스터링 알고리즘과 최신 컴퓨터 비전 기술을 활용하여, 물리적 형태로 구현되기 적합한 형태로 변환한다. 미술 작품의 경우 디지털 데이터로 변환하고, 에디터를 통해 수정, 보완할 수 있도록 하여, 미술가들이 자신의 작품을 직접 시각장애인을 위한 물리적 형태의 물리적 작품 형태로 구현할 수 있도록 했다. 본 연구를 통해 개발한 시제품은 Fig. 3과 같이 3D프린터로 설계 도면을 만들었고, 아두이노를 활용하여 기성품 사용 없이 직접 제작하였다.

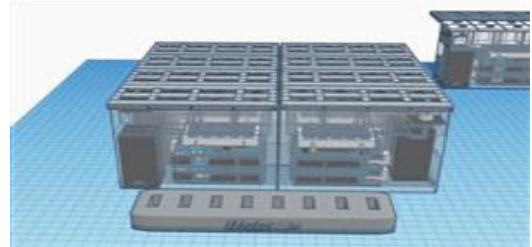


Fig. 3. Prototype design drawing

2.2.2 서비스 시나리오

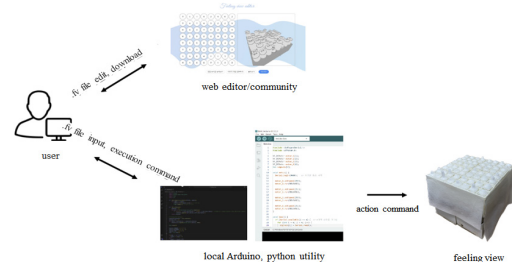


Fig. 4. Service Scenarino

서비스 시나리오는 Fig. 4와 같다. 우선 사용자가 Web View Editor를 통해서 원하는 시각 미디어를 촉각 디스플레이에 적용 가능한 파일 형식 .fv 으로 변환한다. .fv파일은 각 cell에 대한 높이 정보를 포함한다. 그리고 이렇게 생성된 .fv파일을 python utility에 입력하여 촉각 미디어 형태로 변환한다. 위 결과물은 촉각 디스플레이 cell의 높낮이 차이로 표현된다.

2.2.3 Web View Editor 주요 기능

Web View Editor를 웹 사이트 형태로 배포되어, 누구나 사용할 수 있다. Fig. 5와 같이 좌측에서 좌표에 맞는 버튼을 클릭하여 cell level을 수정하면, 우측의 3D 시뮬레이터에서 수정된 cell level을 실시간으로 반영한다. 이미지 파일을 입력하면 8×8 에 맞게 region segmentation이 시행되고, 각 region의 brightness의 평균값을 0~8 레벨에 대치하고 이를 통해 .fv 파일을 생성한다. 이렇게 생성된 .fv 파일은 외부로도 내보낼 수 있다.

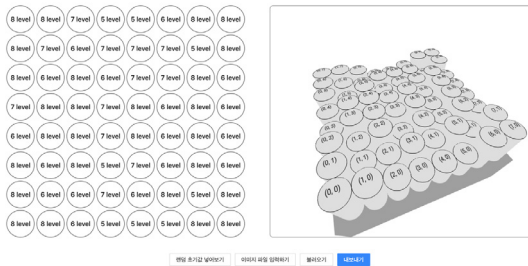


Fig. 5. Web View Editor

2.2.4 OpenCV를 통한 이미지 변환

시각장애인들이 촉각화 된 시각 미디어를 잘 인식하게 하려면 논문과 전형적인 연산의 특성들을 고려하여 image processing 절차를 다음과 같이 규정하였다. 초기 접근 시에는 미술품의 각 픽셀의 색상을 기준으로 전산화를 시도하였으나, 목적 자체가 미술품의 인식에 초점이 맞춰져 있고 미술품마다 화가의 의도를 전부 표현하는 것은 무리라고 판단하여 brightness를 기준으로 접근하였다. 장치에 존재하는 cell은 8×8형태이기 때문에 region segmentation을 하였다. 그리고 시각 미디어를 픽셀 간의 유사한 특성을 가진 cluster로 나눠주는 K-means clustering 알고리즘을 통해서, 많은 수의 값을 K 개의 군집으로 단순화할 수 있으며 위 연산 값을

토대로 64개의 각 cell에 대해 9개의 level을 지정하였다.

2.2.5 Arduino를 활용한 회전-선형 변환기

이미지의 전처리 결과를 cell의 높낮이 차이로 변환하기 위하여 Fig. 6과 같이 Arduino를 통한 회전 선형 변환기를 제작했다.

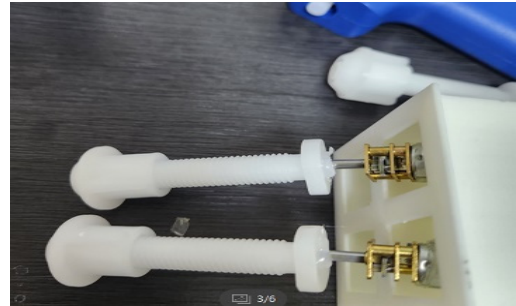


Fig. 6. Rotational to linear converter

전처리 결과를 회전 시간 값으로 변환하여, 정해진 위치의 모터를 작동시켜 delay를 각 cell의 level에 비례한 시간만큼 할당한다. 이를 위해서 첫 번째로 데이터 입력 및 전처리를 진행한다. 데이터를 배열 형태로 파싱하여, 배열 내의 각 값은 모터에 할당될 delay 값, 즉 ms 단위의 시간 값이다. 두 번째로 모터를 제어한다. 모터는 고정판이 제자리에 있을 때는 회전하지 못하도록 설계되었으므로, 모터는 고정판을 위로 끌어올림으로써 회전을 시작한다. 이러한 모터 제어는 아두이노의 PWM 기능을 이용해 모터의 속도와 방향을 제어하게 된다. 각 모터의 드라이버는 Fig. 7과 같이 아두이노와 연결되어 있으며, 드라이버는 모터의 회전을 제어한다. 본 연구에서는 위와 같은 방식을 통해서, 시스템과 알고리즘이 사용자의 입력값에 맞춰 정밀하게 움직이도록 설계한다.



Fig. 7. Tactile media devices

2.2.6 Texture 설계

촉각은 피부 감각과 심부 감각으로 나뉜다. 피부 감각은 피부 아래 존재하는 수용기에 의해 생기는 감각이고, 심부 감각은 근육이나 힘줄의 수용기에 의해 생기는 감각이다. 본 연구에서는 피부 감각을 통해서 사용자가 예술 작품을 더욱더 잘 느낄 수 있도록 설계하였다. 이를 위해서, 촉각의 재현 방법 중에서 환경 재현형과 피부 변형 재현형을 적절하게 조합시켜, 사람이 물건을 만졌을 때, 접촉면이 접선 방향으로 움직임으로써 사물을 인지하게 도와주는 수평 진동의 원리를 극대화하였다.

3. 결론 및 한계점

본 연구에 대한 자료조사와 사전 연구 단계에서 시각장애인의 문화 활동이 많은 제약을 받고 있음을 인지하였다. 이에 시각장애인의 예술 문화생활을 도와주는 기술과 혁신적인 서비스 개발이 필요함을 제안하였고, 새로운 서비스 제안을 위한 시도로 시각을 촉각으로 변환하여 시각 미디어를 감상할 수 있게 하는 장치를 제작하고 활용성과 장치 자체에 대한 확장성, 유지 보수성을 높이기 위해 Web Server Platform과 Editor를 추가로 구현하였다. 본 연구는 기존 연구들과 비교했을 때 차별성을 지니고 있다. 이전의 연구들은 시각장애인의 보행 보조 시스템, 안내 시스템 등 일상생활의 편의성과 안전성을 높이는 기술 및 서비스에 중점을 두었으나, 본 연구는 시각장애인의 삶의 질을 향상하고 문화-예술 활동을 지원하는 데 초점을 맞추었다. 특히, 시각 정보를 촉각으로 변환하여 시각장애인들이 예술 작품을 직접 감상할 수 있도록 하는 서비스를 개발한 점에서 기존 연구와 차별화된다. 또한, 기존 연구에서 제시된 점자 디스플레이 기술은 점자 사용 비율이 낮은 시각장애인에게 한계가 있었던 반면, 본 연구에서는 9개의 높이 레벨을 통해 2.5D 형태의 촉각 정보를 제공함으로써 더 많은 시각장애인이 감각적인 예술 체험을 할 수 있도록 공헌하였다. 하지만 연구 및 서비스 개발 과정에서 시각장애인들의 실질적인 의견 및 참여가 부족하였다. 향후 추가적인 연구과제에서는 시각장애인들의 실질적인 요구와 의견을 사전에 수렴하여, 사용자 중심의 서비스 설계를 통해 서비스가 더 효과적이고 지속해서 사용될 수 있도록 개발하는 방안을 모색하고자 한다. 아울러, 시각장애인들의 문화 활동 참여를 위한 서비스 개발과 관련 연구 활성화를 통해 시각장애인들의 예술 문화 활동에 대한 대중의 관심도가 함

양되고 실질적인 문제해결을 위한 프로젝트가 파생되어 장애인들의 예술 문화 향유권이 보장되길 기대한다.

References

- [1] S.Y.Bae, "Research Trends on Related to Artificial Intelligence for the Visually Impaired:Focused on Domestic and Foreign Research in 1993-2020" *Journal of the Korea Contents Association*, 20,10, pp688-701, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2020.20.10.688>
- [2] Y.W.Park, J.H.Suh, S.Chung, J.H.Lee, M.G.Sim, "A Product Voice guidance service for the Visually Impaired Using Real-time Image Processing Technology Based on Deep Learning", *Fall Academic Conference*, Korean Institute of Communications and Information Sciences, Yeosu, Korea, pp.126-127, Nov2021.
- [3] Y.J.kim, "A Study on the Universal Access in the Broadcasting Industry", *Journal of Broadcasting and Telecommunication Studies*, 22,5, pp.53-91, 2008.
- [4] H.L.Lee, J.N.Jeon, S.I.Kim, "A Development of the Braille User-Interface on PC Communication Program", *Journal of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, 23,1, pp.1003-1006, 1996.
- [5] J.B.Lim, H.Y.Oho, J.K.Kim, D.Y.Kang, "RF Guidance System for the Visually Handicapped", *KICS Public Presentation*, Korean Institute of Communications and Information Sciences, Gwangju, Korea, pp.98-104, Jan 1997.
- [6] J.H.Jeon, J.H.Nam, "The Effect of the Housing Type of the People with Visual Impairment on Safety Awareness through Safety Environment", *Journal of the Korea Academy of Disability and Welfare*, 61, pp.5-28, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.22779/kadw.2023.61.61.5>
- [7] M.S.Kim, J.H.Park, "The Educational Experience and Perception of Special Educational Teacher with Visual Impairments : A Study on the Educational Current Status and Improvement Demand", *Journal of the Korea Association for Education & Rehabilitation of the Visually Impaired*, 34,4, pp.21-50, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.35154/kivi.2018.34.4.21>
- [8] Y.H.Lee, S.W.Kim, M.S.Eom, S.M.An, J.D.Cho, "An art exhibition needs assessment survey of persons with visual impairment", *Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 9,1, pp.457-466, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.35873/ajmahs.2019.9.1.046>
- [9] B.J.Choi, "Transformation of Museum Concept as an institution and Art for Visually Impaired", *Journal of History of Modern Art*, 43, pp.225-247, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.17057/kahoma.2018..43.009>
- [10] S.Y.Yoo, J.Yook, J.H.Kim, S.H.Jung, "On-site Study of the Tactile Interactive Desk for People with Visual

Impairment to Guide Museum Exhibits", *Spring Academic Conference*, Rehabilitation Engineering And Assistive Technology Society of Korea, Cheonan, Korea, pp.78-80, Apr2023.

이 재 훈(Jae-Hun Lee)

[정회원]



- 2003년 7월 ~ 2023년 12월 : LG유플러스 사업개발팀장
- 2024년 8월 : 국립공주대학교 산업공학과 박사 수료
- 2024년 1월 ~ 현재 : LG유플러스 CTO전략팀 책임

〈관심분야〉

네트워크 분석, AI/DX전략, 장애인 관련 ICT기술 개발

최 승 일(Seungil Choi)

[종신회원]



- 2001년 12월 : 미시간대학교 금융공학 (공학석사)
- 2002년 8월 : 미시간대학교 수학과 (이학박사)
- 2002년 9월 ~ 2005년 2월 : 삼성 SDS 책임컨설턴트
- 2005년 3월 ~ 현재 : 국립공주대학교 산업공학과 교수

〈관심분야〉

경영과학, 금융공학, 네트워크 분석

이 상 돈(Sang-don Lee)

[준회원]



- 2019년 3월 ~ 현재 : 동국대학교 산업시스템공학과 4학년

〈관심분야〉

HCI, Mobile Computing

황 재 형(Jae-Hyeong Hwang)

[준회원]



- 2020년 3월 ~ 현재 : 동국대학교 컴퓨터공학전공 4학년

〈관심분야〉

인간 컴퓨터 상호작용, 컴퓨터 비전