

情報通信研究

第 18 輯 1 號

일반논문(Regular Papers)

- 거동이 불편한 노인 · 환자 이송용 스마트 3단 이동 수단 한창윤 · 이범우 · 정광욱 · 최병재 1

캡스톤 디자인 논문(Capstone Design Papers)

- Haar 특징 분류기를 활용한 자동 도구 추적 전등 이원재 · 유성은 7
- OpenCV를 활용한 페이스 트래킹 스마트폰 거치대 설계 및 구현 이승훈 · 윤희원 · 오유철 · 김경기 13
- 강화 학습 적용 2D 아케이드 게임 구현 안태성 · 석민욱 · 신수진 · 이준우 · 차경애 27
- 멀티 엔딩 형식의 대학 생활 체형 게임 개발 연구 구한나 · 여나영 · 이보림 · 원희철 33
- 멀티모달 생체신호를 활용한 게임 캐릭터 동작 이벤트 제어 기술 이성민 · 신영훈 · 이백승 · 이미란 41
- 비콘을 이용한 건물 내부의 실시간 위치탐색 시스템 김경빈 · 진성근 45
- 스마트 소형 소방차 김유진 · 김민경 · 이지민 · 문병현 49
- 실내 위치 추적을 위한 차세대 근거리 무선 통신 시스템 차동민 · 방대호 · 유성은 57
- 안면인식을 사용한 스마트 미러 김민상 · 김진섭 · 백창재 · 장은수 63
- 안전 지게차 강현구 · 구승환 · 정다운 · 문병현 67
- 얼굴 인식을 활용한 줄음운전 방지 시스템 박진욱 · 김민제 · 서재혁 · 성기훈 · 이강현 73
- 열전사 프린터를 사용한 즉석 사진기 김지울 · 강병도 79
- 음성인식 인공지능을 활용한 사투리 번역 박범서 · 김대홍 · 홍지환 · 차경애 83

거동이 불편한 노인·환자 이송용 스마트 3단 이동 수단

Smart 3-step electric transportation for the mobility of the elderly and patients with reduced mobility

한 장 윤*, 이 범 우**, 정 광 욱***, 최 병 계****

(Chang-Yunc Han, Bum-Woo Lee, Kwang-Wook Jung, Byung-Jac Choi)

요 약

거동이 불편한 노인·환자의 돌봄 종사자들은 근골격계 질환을 많이 앓고 있다. 돌봄 종사자는 거동이 힘든 노인·환자를 이동 수단에 옮기고 운전 시 어깨 통증을 많이 느끼는 연구결과가 있다. 이를 해결하기 위해, 본 논문은 돌봄 종사자가 거동이 불편한 노인·환자를 이동 수단에 옮겨 운전 시 어깨 통증을 완화하기 위해 돌봄 종사자의 근력 보조 기능을 추가했다. 이는 돌봄 종사자의 근골격계 질환을 예방한다. 또한, 각종 센서를 추가하여 이동 수단 운송 시 발생할 수 있는 사고를 예방했다.

Abstract

Elderly people with mobility difficulties and caregivers of patients suffer from musculoskeletal diseases. Research shows that care workers feel a lot of shoulder pain when driving the means of transportation on which the elderly and patients who have difficulty moving. To solve this problem, this paper added a muscle strength assistance function for caregivers to relieve shoulder pain when driving by transferring elderly and patients with mobility difficulties to the means of transportation. This prevents musculoskeletal disorders in care workers. In addition, various sensors were added to prevent accidents that may occur during transportation.

I. 서 론

고령화로 인해 후천적 및 자연적으로 2001년부터 15년간 장애인의 수는 두 배 이상 증가하였다[1]. 이에 따라 돌봄 종사자의 필요가 늘어났다.

돌봄 종사자들의 근골격계 질환은 거동이 불편한 노인·환자의 체위변경으로 24.8%, 이동 도움으로 24.6%로 허리 부위와 어깨 부위의 증상이 가장 높은 것으로 조사되었다[2]. 이동 능력이 없는 노인·환자의 돌봄 종

사자는 체위 변경과 이동이 일상에서 가장 힘든 부분이라는 연구 결과가 있다[3].

본 연구는 돌봄 종사자가 거동이 불편한 노인·환자의 이동 수단 운송 시 근골격계 질환 발생을 예방한다. 사회복지 관련 직업은 압도적으로 여성이 많은 성비를 가진다[4]. 또한, 간병인의 평균 연령은 51세이며 96% 이상이 여성 종사자이다[5]. 이러한 통계를 보면 50대 여성의 근력으로 거동이 불편한 노인·환자의 이동 수단을 운송하고 있다고 판단된다. 기존 휠체어는 돌봄 종사자의 근력만을 사용해 거동이 불편한 노인·환자를 이송하였다. 이는 돌봄 종사자의 어깨 부위와 허리 부위에 근골격계 질환을 야기했다. 거동이 불편한 노인·환자를 위한 침대형 이

* 정보통신대학 정보통신공학부 학부생

** (주) 맨앤티 수석 연구원

*** (주) 맨앤티 대표이사

**** 정보통신대학 전자전기공학부 교수

송 카트는 좌우 방향 전환에 있어 많은 힘이 필요하다. 또한, 부거운 침대형 이송 카트를 운송 시 많은 힘이 필요하다. 이러한 침대형 이송 카트는 돌봄 종사자의 근골격계 질환을 야기한다.

본 연구는 돌봄 종사자가 거동이 불편한 노인·환자를 이동 수단으로 옮겨 운송 시 발생하는 근골격계 질환을 예방하기 위해 돌봄 종사자의 근력 보조 기능을 가진 전동 주행 모듈을 추가해 근골격계 질환을 예방했다. 전동 주행 모듈은 Load cell을 사용해 돌봄 종사자의 운전 의도를 파악한다. 다른 편의 사항으로는 적외선 센서를 추가해 이동 수단 운송 시 장애물로 인해 발생하는 사고를 예방했다. 또한, 이송 시 이송 속도와 환자의 상태를 알 수 있는 심박수 센서와 산소포화도 센서를 추가했다. 이는 돌봄 서비스의 확대가 필요한 현재에 돌봄 서비스 활성화 및 돌봄 종사자의 수를 회복할 수 있다. 또한 돌봄 종사자의 근골격계 질환으로 인한 산재를 예방함으로써 부가적인 경제적 효과를 불러온다.

거동이 불편한 노인·환자의 이동 수단은 크게 침대형 이동 수단과 의자형 이동 수단으로 나뉜다. 본 연구는 거동이 불편한 노인·환자의 자세(누운 상태, 앉은 상태) 별 형태 변형이 가능하다. 또한, 사용자의 신체 사이즈 및 승하차에 용이하게 높낮이 조절 기능을 추가했다. 이는 두 가지의 이동 수단을 하나로 만듦으로써 경제적인 효과를 가져온다.

본 논문의 2장은 거동이 불편한 노인·환자 이동 수단 운송 시 사용되는 주행 구동력 보조 기능 상세 설명과 이동 수단 운송 시 사고 발생 예방을 위한 센서들을 설명한다. 3장은 기존 제품의 문제점의 해결과 기대효과에 대해 설명한다.

II. 개념 및 상세설계



그림 1 스마트 3단 이동 수단

그림 1은 스마트 3단 이동 수단의 외형이다. 3단으로 나뉘어 의자형 이동 수단과 침대형 이동 수단으로 형태 변형이 가능하다. 거동이 불편한 노인·환자를 탑승 시킨 후 돌봄 종사자의 주행에 용이한 핸들 구조를 가진다. 또한 거동이 불편한 노인·환자의 신체 사이즈 및 승하차에 용이한 제품의 높낮이 조절 기능을 추가했다.

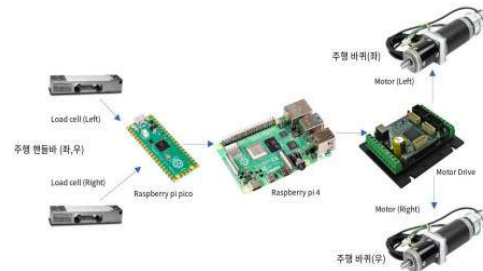


그림 2 주행 모듈 구성도

그림 2는 주행 모듈 구성도이다. 거동이 불편한 노인·환자의 이동 수단을 돌봄 종사자가 운송 시 핸들 부분의 Load cell을 통해 주행 의도 파악을 한다. 이를 Raspberry pi pico를 통하여 Raspberry pi 4로 정보를 보낸다. 전달된 정보를 기반으로 모터 드라이버를 통해 BLDC(Brushless Direct Current motor) 모터를 구동한다.

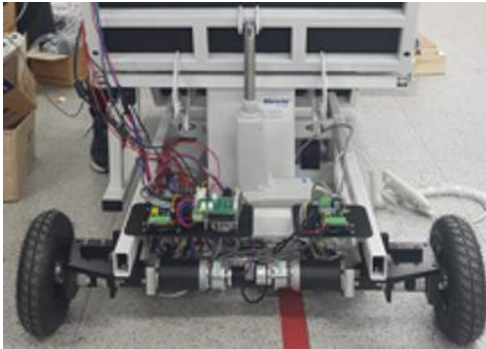


그림 3 주행 구동력 보조 시스템

그림 3은 주행 모듈 구성도를 스마트 3단 이동 수단에 부착한 그림이다. 거동이 불편한 노인·환자가 이동 수단 사용 시 주행 모듈이 상단에 있을 경우 불편함을 느낄 수 있기에 거인 공간인 상단을 활용하지 않고 이동 수단의 하단에 설치한다. 휠은 Load cell로 파악한 주행 의도들 BLDC 모터에 전달하여 돌본 종사자의 단력을 보조해 근골격계 질환을 예방한다.



그림 4 적외선 센서

그림 4는 이동 수단에 있는 발 받침대 뒤 설치된 적외선 센서이다. 적외선 센서를 이용해 주변 장애물을 감지하고 경고 기능을 가진다. 이러한 기능은 이동 수단 운송 시 발생하는 사고를 미리 예방한다. 운행정보를 통합 모니터링 디스플레이에 나타낸다.

그림 5는 이동 수단의 기울기를 측정해

Raspberry pi pico를 통해 Raspberry pi 4에 정보를 주는 자이로 센서이다. 자이로 센서로부터 받은 정보를 이용해 BLDC 모터의 출력을 조절한다. 오르막길의 경우 출력을 높이고, 내리막길의 경우 출력을 낮춘다.

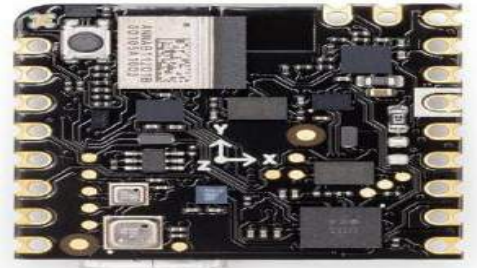


그림 5 자이로 센서

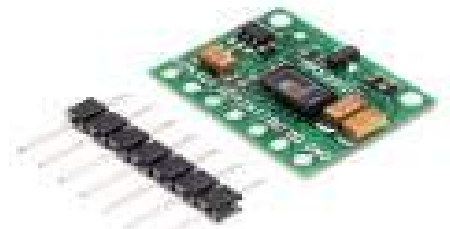


그림 6 산소포화도 센서

그림 6은 산소포화도 센서이다. 스마트 3단 이동 수단의 팔걸이 부분에 설치된다. 산소포화도 센서로 거동이 불편한 노인·환자의 산소포화도를 측정해 통합 모니터링 디스플레이에 나타낸다.



그림 7 심박수 센서

그림 7은 심박수 센서이다. 스마트 3단 이동수단의 팔걸이 부분에 산소포화도 센서와 함께 설치된다. 심박수 센서는 거동이 불편한 노인·환자의 심박수를 측정해 통합 모니터링 디스플레이에 나타낸다. 이는 돌봄 종사자가 이동수단을 주행 시 통합 모니터링 디스플레이를 통해 거동이 불편한 노인·환자의 상태를 직관적으로 확인이 가능해 응급상황 파악이 빠르다.



그림 8 통합 모니터링 디스플레이

그림 8은 센서에서 받은 수치를 나타내는 통합 모니터링 디스플레이이다. 적외선 센서를 통해 운행정보, 전동 휠을 통해 이동속도, 심박수 센서와 산소포화도 센서를 통해 생체정보를 얻어 나타낸다. 직관적인 디스플레이는 거동이 불편한 노인·환자의 응급상황을 빠르게 알고 신속한 대처가 가능하다. 전문 지식이 없는 돌봄 종사자의 빠른 대처는 거동이 불편한 노인·환자의 생명과 직결되어 있다.



그림 9 Load cell 주행 핸들

그림 9는 Load cell 주행 핸들이다. 이동수단 운송 시 Load cell에 가해지는 압력을 조건으로 주행 의도를 파악한다. 이는 양쪽에 한 개씩 설치되어 좌우 방향 전환 시 가해지는 압력을 판단한다. 압력이 높게 측정된 쪽 Load cell은 해당 BLDC(Brushless Direct Current motor)에 신호를 준다. 구동을 통해 사용자의 손목, 팔꿈치, 어깨, 허리의 근력을 보조하여 근골격계 질환을 예방한다. 이는 방향 전환뿐만 아니라 직선 주행인 전진과 후진에서도 사용된다.

III. 결 론

본 논문은 기존의 거동이 불편한 노인·환자의 이동수단의 문제점을 해결했다. 스마트 3단 이동수단 주행 시, Load cell을 이용해 돌봄 종사자의 주행 의도를 파악해 BLDC 모터를 구동한다. 이는 돌봄 종사자의 근력 보조 기능을 한다. 스마트 3단 이동수단의 근력 보조 기능은 돌봄 종사자의 근골격계 질환을 예방한다.

스마트 3단 이동수단에 적용된 적외선 센서, 심박수 센서, 산소포화도 센서와 전동 휠에서 현 상황을 확인해 응급 상황 대처에 용이하다. 이러한 기능은 간호·간병 통합 서비스를 향상시키며 거동이 불편한 노인·환자

에 대한 돌봄 서비스의 실을 향상시킨다. 그리고 거동이 불편한 노인·환자 돌봄 종사자의 산재를 예방함으로써 경제적 효과를 얻을 수 있다.

대한민국의 급격한 고령화는 거동이 불편한 노인·환자뿐 아니라 돌봄이 필요한 사람이 많아진다. 이들은 이러한 기술을 필요로 한다. 많은 의료기기 사업들이 함께 해결해야 할 문제이다.

참 고 문 헌

- [1] 연순상. (2020). 메카닉 휠과 BLDC모터를 이용한 선동휠체어의 유연한 제어에 관한 연구. 충청북도 청주대학교 석사학위논문, 5-25.
- [2] 시현율, 김진희. (2017). TRIZ를 이용한 환자 리프트의 설계 및 사용성 평가. 한국정밀공학회 학술발표대회 논문집, 610-610.
- [3] 황보람, 윤기혁, 이진열, 김정희, 유은경. (2014). 노인요양시설 요양보호사의 근무기계심환 자각증상 상태와 통증 유발요인에 관한 탐색적 연구. 사회과학연구, 30(1), 83-86.
- [4] 오경미, 최진규. (2022). 돌봄서비스 제공과 현황 및 근로조건 I -방문요양보호사의 돌봄서비스 제공과 근로계약상의 문제점 중심으로-. 법학연구, 22(1), 1-24.
- [5] 송다영. (2013). 돌봄서비스 확대에 따른 사회복지노동시장의 현황과 전망. 한국사회복지학회 학술대회 자료집, 23-55.

Haar 특징 분류기를 활용한 자동 도구 추적 전등

Automatic Tool Tracking Light based on Haar Cascade Classifier

이 원 재*, 유 성 은**
(Won-jae Lee and Seong-eun Yoo)

요 약

본 논문은 어두운 공간에서 작업 시 작업 대상이 보이지 않는 등 예외사항이 생길 때 활용할 수 있는 Haar 분류기를 기반으로 도구를 자동으로 추적하여 빛을 비추주는 시스템을 제안한다. 이 시스템은 객체 탐지 및 전체 동작을 제어할 Raspberry Pi 4B, 추적할 객체를 인식할 카메라, 그리고 LED 전등 및 그 입사각을 제어할 두 개의 시보 모터로 구성된다. 이 시스템은 사용할 도구를 미리 학습한 후 해당 도구를 자동으로 추적하면서 LED를 통해 해당 도구에 지속적으로 빛을 비추준다.

Abstract

This paper proposes an automatic lightening system that tracks a tool and illuminates the tool based on the Haar classifier, which helps a worker to have better visibility in a dark space. This system consists of a Raspberry Pi 4B for the control of the system, a camera, and an LED light with two servo motors. This system learns a tool to be tracked in advance and then adjusts the angle using two servo motors to automatically track the object and continuously illuminate it through the LED light.

I. 서 론

실내 공간에서 부연가를 수리할 때 빛이 닿지 않는 일부 영역에서는 음영이 발생해 작업자가 작업 대상을 식별하기 어려워 애로사항을 겪는 경우가 꽤 있다. 그뿐만 아니라 공사 현장과 같이 위험한 곳에서 작업 시 때면 조명의 위치를 조정하는 것을 작업자가 귀찮다는 이유로 소홀히 함으로써 어두운 곳에서 작업하다가 안전사고가 발생할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해서 실시간 이미지 처리에 특화된 OpenCV 라이브러리와 해당 라이브러리에 물체 분류기로 탑재된 Cascade Classifier(Haar

Featured-based Cascade Classifiers)[1]를 활용한 자동 도구 추적 전등 시스템을 제안한다. 이 시스템은 크기가 작으면서 다양한 외부 센서 및 액추에이터와 연결성이 뛰어난 소형 컴퓨터인 Raspberry Pi 4B, 카메라, LED 조명 및 이를 제어할 서보 모터로 구성된다. 물체 인식 모델로 많이 사용하는 CNN(Convolutional Neural Network)을 사용하지 않고 Haar 특징 분류기를 사용한 이유는 Raspberry Pi의 성능이 낮아 연산량이 비교적 적은 Haar 특징 분류기를 식별 모델로 선택하였다[2]. 사용할 도구를 인식하기 위해서 먼저 데이터셋을 제작하여 학습시켰으며, 실제 구동할 Raspberry Pi 4B에 학습된 데이터를 올려 식별 및 추적 능력을 평가하였다.

* AI학부 학부생

** AI학부 교수, 교신저자

II. 본 론

1. 시스템 설계

본 논문에서는 학습과 응용을 서로 나누어 고성능을 요구하는 학습은 AMD R5 3600기반의 MS-Windows 데스크탑 환경에서 진행하였으며 비교적 저성능을 요구하는 응용(즉, 추론 및 LED 위치 제어)은 크기가 작고 전력 소모가 적으며 이동이 용이한 Raspberry Pi 4B에서 진행했다. 학습 및 추론 알고리즘으로는 OpenCV 라이브러리에 물체 감지 모듈로 포함된 Cascade Classifier를 사용했다.

2. 학습데이터 제작

본 논문에서는 식별 대상으로 플라스틱 방치를 사용했으며 식별 대상의 특징 추출을 원활하게 하도록 주 특징이 되는 부위를 잘라내어 배경색을 검은색으로 처리하는 전처리 과정을 거쳤다[3]. 그림 1은 식별 대상의 원본 이미지이며 그림 2는 그림 1의 학습을 위해 가공한 이미지이다.



그림 1. 식별 대상 (분홍색 플라스틱 방치)



그림 2. 가공된 식별 대상 이미지

현재 사용한 이미지의 크기가 매우 커(그림 2의 경우 약 300x300 픽셀) 학습 및 실제 식별 시 시스템에 걸리는 부하가 매우 크다. 따라서 본 논문에서는 30x30 픽셀로 크기를 조정했다. 또한 실제 식별 시 식별 대상의 여러 축으로의 회전이 발생하므로 이미지의 각 축으로의 회전 및 뒤틀림에 대한 학습 또한 필요하다[4]. 본 논문의 경우 OpenCV 내 createsamples 모듈을 통해 무작위로 X, Y, Z 각 축으로 회전을 시켜 200장의 샘플을 생성했다. 그림 3은 각 축으로 무작위 회전시킨 결과 중 일부를 나타낸 것이다.

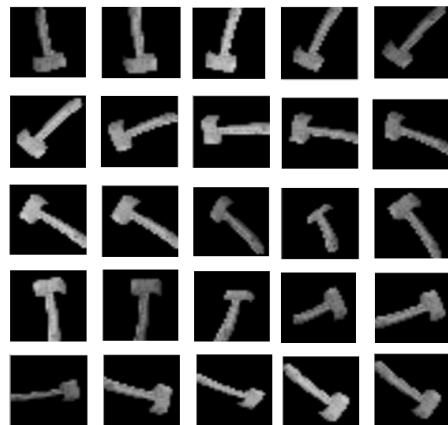


그림 3. 30x30 픽셀 X,Y,Z 축으로 회전을 가한 샘플 일부

또한 식별에서 제외할 대상으로 사람의 신체, 사부실 내 풍경 등 식별 대상과 관련 없는 이미지를 Bing-Image-Scraper[5]를 이용해 추출한 후 지장했다. 미식별 샘플 개수는 약 800개이며 그림 4는 미식별 대상 이미지를 모은 샘플 중 일부이다.



그림 4. 미식별 대상 샘플

3. 데이터셋 학습

앞절에서 설명한대로 식별 대상과 미식별 대상 이미지를 준비하여 이에 대해 OpenCV 내 haartraining 모듈을 통해 학습을 진행했다. 물론 학습 샘플 개수를 더 늘리면 좀 더 높은 성능을 보여줄 수 있으나 실제 구동 시스템 성능상 실시간 처리에 문제가 발생할 가능성이 크다. 따라서 본 연구에서는 식별 대상 샘플을 200개, 미식별 대상 샘플 800개로 제한하였으며, Cascade 검출기 개수 (nstages)는 11개를 사용하였고 이외 추가적인 인수는 참고 문헌[6]의 실성을 따랐다. 학습 후 그림 5와 같은 XML(Extensible Markup Language) 포맷의 학습된 분류기가 생성되었다.

```

<?xml version="1.0"?>
<opencv_storage>
<output_type_id="opencv-haar-classifier">
<class>
20 20</size>
<stages>
<tree>
<feature>
<rect>
0 0 1 20 -1.</>
0 10 1 10 2.</></feature>
<tilted>0</tilted></feature>
<threshold>0.018974093082523</threshold>
<left_val>-1.</left_val>
<right_val>0.999998211860657</right_val></></tree>
<stage_threshold>0.999998211860657</stage_threshold>
<parent>-1</parent>
<next>-1</next></>
<tree>
<feature>
<rect>
0 0 8 2 -1.</>

```

그림 5. 학습을 통해 생성된 분류기(XML)

4. 하드웨어 설계 및 제작

이동이 가능한 소형 조명을 만드는 것이므로 프로세서는 임베디드 개발 분야에 특화된 Raspberry Pi 4B 모델을 사용한다. 카메라는 프로세서 보드와 호환성이 높으면서 크기가 비교적 작은 라즈베리파이용 카메라 (Raspberry Pi Camera Module V2[7])를 활용한다. 우선 액추에이터로는 떨림이 적고 안정적으로 회전이 가능한 강력 서보 모터인 MG996R을 채택하여 LED 진동을 상하로 기울이고 좌우로 회전하기 위해 사용한다. 액추에이터 소모 전력이 많은 편이고 MCU 자체에서 내보내는 PWM 신호가 불안정한 편이므로 I2C 데이터 통신 방식을 사용하는 PWM 신호 생성 외부 보드(PCA9685)[8]를 사용하여 상기 문제를 보완한다. 광원으로는 밝기가 비교적 높은 12V COB (Chip On Board) LED를 사용한다. 그림 6은 LED를 제외한 부품별 연결도를 나타낸 것이다.

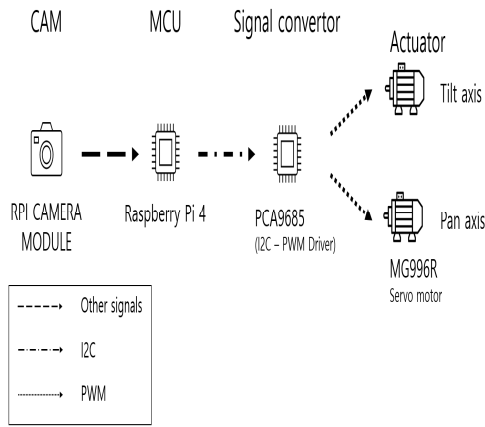


그림 6. 하드웨어 설계 구조도

이후 그림 6의 하드웨어 설계 구조도를 토대로 그림 7과 같이 최종 하드웨어 플랫폼을 완성하였다. 서보 모터 지지대로 M3 규격의 황동 서플트를 사용하였으며 외장제로 폼팩스를 사용하였다.

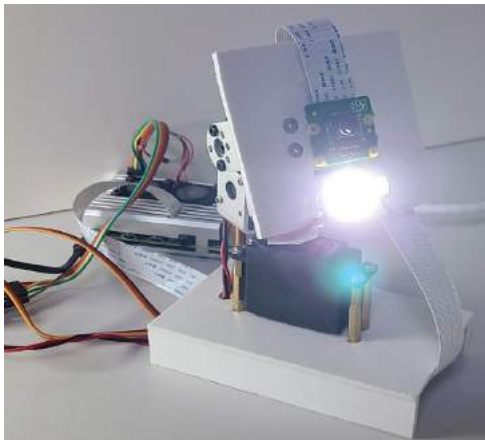


그림 7. 최종 하드웨어 플랫폼

5. 식별 대상 추적 알고리즘 구현

본 문단에서는 식별 대상을 인식한 후 조명을 비추기 위해 구현한 알고리즘에 관한 내용을 다룬다. 식별 대상을 인식하고 조명을 해당 물체가 있는 곳으로 비추기 위하여 카메라가 비추는 영역 내 물체의 좌표와 화면의 중심 좌표 차이를 계산하고 서보 모터

의 각도를 조절하여 카메라와 조명이 해당 위치를 바라보게 한다. 본 논문에서는 서보 모터 각도 조절 시 좀 더 부드러운 추적을 위해 PID 제어기(Proportional - Integral - Derivative controller)[9]를 활용하였으며, 이 제어기는 목표값과 실제값을 비교하며 오차에 따라 변화량을 조절하는 형태로 동작한다. PID 제어기에서는 비례(kp), 적분(ki), 미분(kd) 세 가지 파라미터를 사용하며 본 논문에서는 각 축(Tilt, Pan)에 따라 표 1과 같이 설정하여 서보 모터를 제어하도록 했다.

표 1. 서보 모터 PID 파라미터

Axis	kp	ki	kd
Tilt	0.11	0.10	0.002
Pan	0.09	0.08	0.002

그림 8에서 최종 하드웨어 플랫폼(그림 7)의 물체 추적 알고리즘을 나타내고 있다.

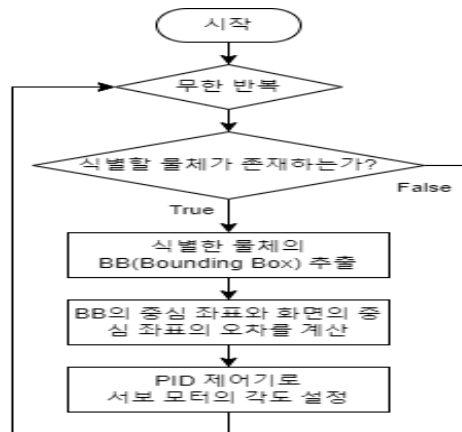










그림 8. 물체 추적 알고리즘

6. 구현 결과

최종 하드웨어 플랫폼(그림7)에 학습된 분류기를 적용하여 실행한 결과, 표 2와 같은 결과를 얻을 수 있었다. 추적하고자 하는 물체가 특정 각도에서 정상적으로 인식되었

으나 일정 각도에서는 인식되지 않거나 물체와 전혀 상관없는 곳을 인식하였다.

표 2. 식별 결과

PASS				
FAIL				

이는 데이터셋 제작 단계에서 좀 더 다양한 각도의 이미지를 확보하여 학습하지 못해 발생한 문제로 보이며 이를 해결하기 위해 학습데이터양을 늘리면서 형태가 비슷한 일부 중복 데이터를 제거하는 등 학습데이터에 대한 최적화가 필요하다.

추가로 식별 대상의 색깔만을 추적하게 했을 경우 상대적으로 연산량이 적어 도구를 매우 부드럽게 인식하고 추적하였다. 다만 주변에 도구와 비슷한 색의 물체가 존재할 때 추적에 혼동이 생길 가능성이 매우 큰 단점이 있다. 그림 9는 분홍색 영역을 추적하게 했을 때 작동 모습이다.

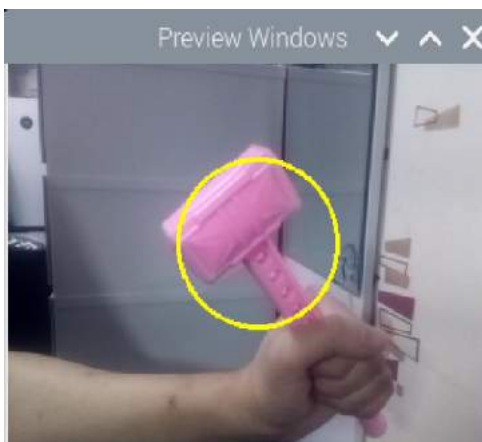


그림 9. 색상 기반으로 식별 시

III. 결 론

본 논문에서는 Haar 특징 분류기로 특성 물체를 학습시키고 추적하는 시스템에 LED 조명을 추가하여 물체를 자동으로 추적하고 비취주도록 하는 시스템을 구현하였으며 이 시스템을 통해 어두운 곳에서 작업 시 편의성 및 안전성을 높일 수 있게 되었다. 미국 지금은 등록해둔 하나의 물체만 인식할 수 있지만 향후 이것을 여러 개의 비슷한 유형의 물체를 인식한다든지 물체의 유형에 따라 광량을 조절하는 등 다양한 개선의 여지가 있다. 또한 추적 도중 같은 형태의 다른 물건이 탐지되면 기존에 추적하던 물체를 계속 추적하도록 개선할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Cascade Classifier in OpenCV Document web site, https://docs.opencv.org/3.4/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html
- [2] Andrie Asmara R., Ridwan M., Budiprasetyo G. "Haar Cascade and Convolutional Neural Network Face Detection in Client-Side for Cloud Computing Face Recognition" 2021 International Conference on Electrical and Information Technology (IEIT), IEEE (2021)
- [3] Sander Soe, "Object detection using Haar-cascade Classifier", Institute of Computer Science, University of Tartu, 2014
- [4] Cascade Classifier Training - OpenCV Document (Positive Sample) web site, https://docs.opencv.org/3.4/de/d88/tutorial_traincascade.html
- [5] Bing Image Scraper - github web site, <https://github.com/stephenhouser/e5e2b921c3770ed47eb3b75efbc94799>
- [6] OpenCV Haar/cascade training 튜토리얼 - web site, <https://darkpgmr.tistory.com/70>
- [7] Raspberry Pi Camera Module 2 - Product information web site, <https://www.raspberrypi.com/>

- products/camera-module-v2/
- [8] Adafruit 16 Channel Servo Driver with Raspberry Pi - web site, <https://learn.adafruit.com/adafruit-16-channel-servo-driver-with-raspberry-pi>
- [9] PID controller - web site, https://en.wikipedia.org/wiki/PID_controller

OpenCV를 활용한 페이스 트래킹 스마트폰 거치대 설계 및 구현

Face tracking smartphone holder using OpenCV Design and Implementation

이 승 훈*, 윤 회 원*, 오 유 철*, 김 경 기**

(Lee Seung Hoon, Yoon Hui Won, Oh Yoo Chul, Kim Kyung Ki)

본 논문은 페이스 트래킹 기능이 있는 스마트폰 거치대가 필요한 이유와 제작과정에 대한 내용이 기술된다. 기존의 스마트폰 거치대를 사용할 경우 사용자가 일일이 각도 조절을 해야 하는 번거로움이 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 USB카메라를 이용해 사용자의 얼굴을 인식하고 특징 점을 찍어 라즈베리파이에서 특징 점을 토대로 사용자의 얼굴이 가운데로 올 수 있도록 움직여야 할 각도를 아두이노로 보내어 3개의 모터를 동작해 페이스 트래킹이 가능하도록 구현하였다.

Abstract

This paper describes the reason why a smartphone holder with a face tracking function is needed and the production process. If you use an existing smartphone holder, there is a hassle that the user has to modify the angle. To solve this problem, the user's face is recognized using a USB camera and a feature point is taken, and based on the feature point in Raspberry Pi, the angle to be moved is sent to Arduino to operate three motors to enable face tracking.

I. 서 론

스마트폰을 활용한 양질의 콘텐츠가 증가함에 따라 많은 사람이 스마트폰을 개인 SNS, 동영상 시청, 내비게이션, 회사 업무, 학습 등등 일상생활 속에 다양한 방법으로 사용하고 있다. 이러한 추세에 의해 일상생활 속에서 사용하는 시간 또한 자연스럽게 늘어나게 되었는데, 통계청의 자료에 따르면 46.8%의 사람들이 하루 3~4시간 동안 사용하고 있다고 나와 있다. 또한 2021년 기준 스마트폰에서 자주 사용하는 앱의 비중 중 동영상 시청이 43.4%, SNS가 28.3%로 높은 비율을 차지하였다. 이러한 수치들이 보여주

듯이 스마트폰의 시장 규모는 계속해서 커지게 되어 사용자의 스마트폰 사용 환경을 개선하고 편리함을 제공하고자 다양한 스마트폰 액세서리들의 시장 규모도 덩달아 커지게 되었다. 다양한 액세서리 중 편하게 거치한 상태로 스마트폰을 사용할 수 있는 스마트폰 거치대라는 제품이 있는데 시중에 나와 있는 스마트폰 거치대는 사용 환경에 맞춰 차량용, 침대용, 탁상용 등 다양한 용도에 맞춘 제품들이 존재하고 거치대의 구조로는 라인형, 관절 형 등이 있어 각각의 제품들은 사용자가 사용할 때 사용 환경, 각도 조절 방식 등 취향에 맞게 선택할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 아날로그 형식으로 수동적으로 조절해야 하는 번거로움이 존재한다.

스마트폰 거치대를 찾는 사용자 중에는 병원에 장기 입원한 환자들도 속해있다. 입

* 정보통신대학 전자전기공학부

** 정보통신대학 전자전기공학부 교수

원해서 지료를 받는 기간 동안 누워서 보내는 시간이 많은 환자는 스마트폰 거치대를 사용하여 목과 손목에 가는 부리를 덜고 장시간 사용하는 데 도움을 받는다. 이러한 사람들을 위해 수동적인 조작이 아닌 스마트폰 거치대에 생체인식 기술을 도입하여 작동의 편안함을 주고 새로운 시장을 개척할 수 있는 설계를 계획하였다.

설계를 계획한 스마트폰 거치대는 얼굴을 인식하고 추적할 수 있는 기술인 페이스 트래킹 기술을 구현하는 것을 목표로 하였다. 시중에 이미 존재하는 페이스 트래킹 거치대는 촬영용 거치대가 존재하지만, 사용자의 얼굴을 인식하여 촬영 화면 가운데에 올 수 있도록 1개의 축만을 사용하기 때문에 넓은 공간을 움직이는 사용자에게는 적합하지만 고정된 자리에서 머리만을 움직이는 사용자에게는 부적합하다. 그래서 이번에 설계하게 된 스마트폰 거치대는 3개의 축을 사용하여 고정된 자리에서 고개 각도에 따라 자동적인 각도 수정이 이루어질 수 있도록 하였다.

II. 설계내용

II-1. 각 부분의 전반적인 설계사양

제작하고자 하는 제품은 기존 시장에 나와 있는 자바라 스마트폰 거치대에 페이스 트래킹 기술을 구현하는 것이다. 이상적인 페이스 트래킹을 구현하기 위해서는 7개의 회전축이 필요하며, 이를 위해서는 각 회전축에 사용될 모터와 모든 하중을 전달 수 있는 골격이 필요하다. 그러나 스마트폰 거치대에 사용될 이상적인 골격을 제작하기에는 기술적, 금전적 한계가 있어 시중에 판매하는 자바라 스마트폰 거치대를 골격을 변형하여 사용하였다. 시중에 판매하는 제품을 사용하였기에 7개의 축을 구현하기에는 전달

수 있는 하중에 한계가 있어 제한적이지만 3개의 축을 사용하여 페이스 트래킹을 구현하였다. 3개의 회전축에 사용될 모터는 세밀한 각도 조정이 가능하도록 서보모터를 사용하였고, 작동시키기 위한 외부전원으로 SMPS를 사용하였다. 페이스 트래킹을 위한 촬영용 카메라는 부체가 적게 나가는 소형 USB 웹캠 카메라를 사용하였으며, 촬영된 이미지에서 얼굴의 회전 각도를 구하는 프로그램을 동작시키기 위해 지가의 개발용 보드인 라즈베리파이를 사용하였다. 라즈베리파이에서 구한 각도는 아두이노를 통해 서보모터로 전달되는데, 아두이노는 이후에 다양한 기능을 추가할 것을 고려하여 사용하였다.

표 1. 세부사항

구분	세부사항
전원부	<ul style="list-style-type: none"> - 라즈베리파이에 5V 어댑터로 전원 인가 - 라즈베리파이에서 아두이노로 USB 포트블 통해 전원 인가 - 시보모터는 7.5V 어댑터 전원 인가
제어부	<ul style="list-style-type: none"> - 센서 부분 통해 받은 이미지를 라즈베리파이에서 프레임 단위로 분석 - 이미지에서 특징점을 추출하여 얼굴 회전 각도 계산 - 계산된 값을 시리얼 통신으로 아두이노에 전달 - 수신된 값이 문제가 없는지 전에 받은 값과 비교하여 올바른 각도만 시보모터로 전달
출력부	<ul style="list-style-type: none"> - 시보모터를 통하여 각도 조정 - 3개의 시보모터는 각각 독립적으로 동작 - 0°~180° 사이에서 동작
입력부	<ul style="list-style-type: none"> - 해상도 640 * 480 - 픽셀 30W - -20 ~ 70°C의 온도에서 사용가능 - DC 5V 에서 동작

II-2. 하드웨어 개념도

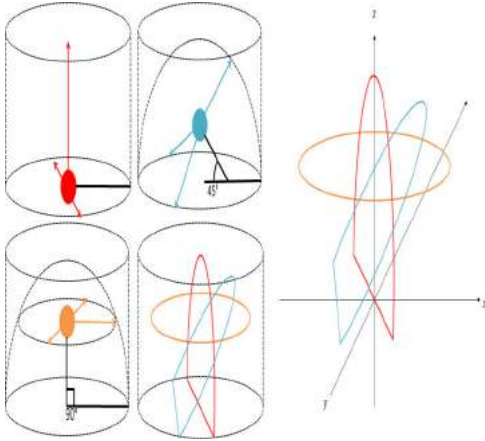


그림 1. 사용자의 자세에 따른 시점도

기존의 스마트폰 거치대에서 불편한 점을 보완하고 서보모터를 추가해 사용자의 얼굴을 트래킹 할 수 있는 기술을 구현하였다. 페이스 트래킹을 구현하는 데 필요한 사용자의 시점은 [그림1]과 같이 분석하였다. 칩대에 누워 거치대를 사용하는 사용자의 허리 각도를 크게 0°, 45°, 90°로 보았을 때 각도마다 필요한 좌표 성분이 다른 것을 알 수 있다. 완전히 누운 상태인 0°에서는 좌표계의 (y,z) 성분이 변화하고, 칩대에 45°로 기댄 상태에서는 (x,y,z) 성분이, 90°로 기댄 상태에서는 (x,y) 성분이 변화한다. 좌표계에 나타난 시점도를 통해 이상적인 페이스 트래킹을 위해서는 (x,y,z) 성분을 모두 표현해야 한다는 걸 알 수 있다.

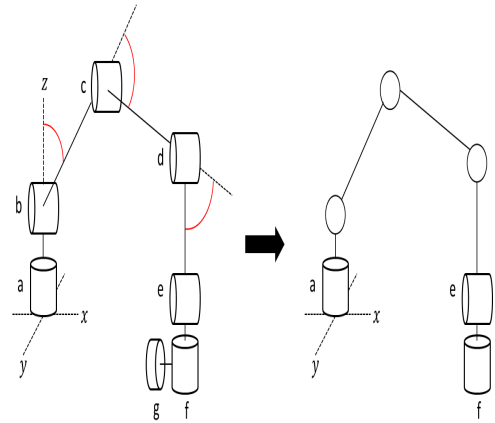
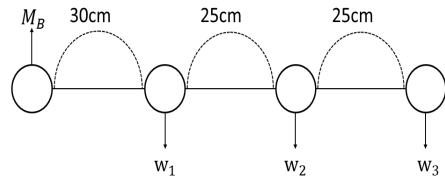


그림 2. 설계에 반영된 회진축

평형방정식 활용 토크 계산



모터: 약 100g / 휴대폰: 약 200g
안전계수: 1.5

$$\sum M = 0; M_b - (30 \times w_1) - (55 \times w_2) - (80 \times w_3) = 0$$

$$M_b = (30 \times w_1) + (55 \times w_2) + (80 \times w_3)$$

$$\therefore M_b \geq 32.5 \text{kgf-cm} \quad (M_b \times 1.5 \cong 50 \text{kgf-cm})$$

b모터에 필요한 토크: 약 50kgf-cm

※ 실제 구동에는 더 많은 토크가 필요

그림 3. b 축의 모터에 필요한 토크

[그림2]의 왼쪽 그림은 이상적인 페이스 트래킹에 필요한 회진축을 표현한 것이다. 7개의 회진축은 각각 x,y,z 축의 회진을 담당하여 사용자의 시점을 모두 표현하는 게 가능하다. 그러나 실제 실행을 하기 위해서는 7개의 회진축을 담당하는 각각의 서보모터가 선더야 하는 하중과 거치대가 선더야 하는 하중을 고려할 필요가 있다. 모터가 선더야 하는 하중은 평형방정식을 사용하여 필요한

토크를 계산하였다. 가장 많은 하중을 견뎌야 하는 b 축의 모터에 걸리는 토크는 [그림 3]과 같이 약 50kgf.cm이며 이는 골격의 부재를 부시하였음에도 상당히 많은 토크가 필요하던 걸 보여준다. 그래서 실제 설계에 있어서는 많은 하중을 견뎌야 하는 b, c, d 축은 설계에 부리가 있어 제외하였으며, g 축은 실용성이 낮다고 생각해 제외하였다. 최종적으로 설계에 사용된 회전축은 [그림 2]의 오른쪽 그림과 같이 a,e,f 축이며, 이로 인해 페이스 트래킹으로 표현 가능한 시점에는 제한이 생기게 되었다.

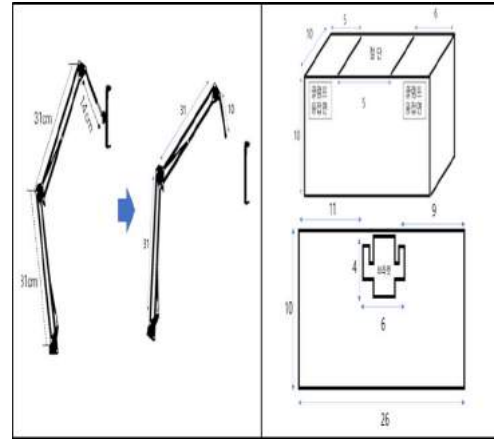


그림 5. 하드웨어 도면

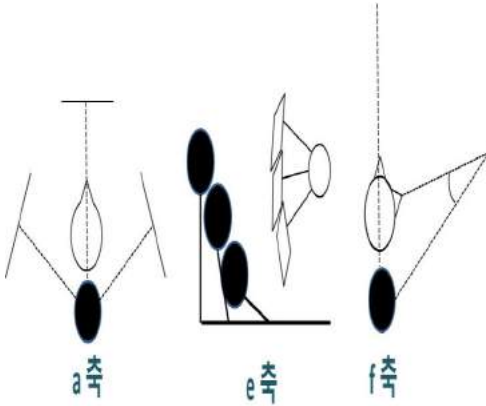


그림 4. 각 축의 용도

페이스 트래킹에 있어 3개의 축의 용도는 [그림 4]와 같다. a 축은 사용자의 좌우 고개 회전을 따라가는 용도로 사용된다. 주로 허리가 90°일 때, 사용자의 시선에 맞게 스마트폰을 옮겨주는 역할을 한다. e 축은 스마트폰, 사용자, 거지대의 중심이 일직선상에 있을 때, 사용자의 허리 각도에 맞춰 스마트폰을 시선에 맞게 옮겨주는 역할을 한다. 마지막으로 f 축은 사용자가 얼굴 회전 시 중심축이 되는 머리와 거지대가 회전 시 중심이 되는 축과의 거리 때문에 생기는 각도 오차를 보정 해주는 역할을 한다.

회전축에 사용되는 모터는 0°~180°범위에서 동작할 수 있는 서보모터를 사용하였고, 얼굴 촬영을 위한 카메라는 가벼운 소형 웹캠을 사용하였다. 웹캠은 스마트폰 고정 클립 부분에 배치하여 스마트폰을 바라보는 사용자의 얼굴을 성면에서 촬영할 수 있도록 하였다. 전체적인 시스템을 제어하고 통제하는 데는 부피가 작은 저가의 개발용 보드인 라즈베리파이를 사용하였다. 서보모터 동작에는 아두이노 보드가 사용되었으며, 추후 작품 개발의 확장성을 고려하였다. 사용한 서보모터는 6~7.4V의 전원이 필요한 모델로 아두이노 자체 출력으로는 동작할 수 없어 7.5V, 5A의 SMPS를 외부전원으로 사용하였다. 작품에 사용한 골격은 기존의 시장에 나와 있는 제품을 변형하여 사용하였다. 기존의 스마트폰 거지대는 1개의 클램프를 사용하여 침대에 거지할 수 있도록 설계되어 있는데, 동작의 안정성을 고려하여 클램프를 2개로 늘려 거지대가 움직이는 동안 침대에서 이탈하는 것을 방지하였다. 거지대 하단 부에는 외관상 보기 안 좋은 개발 보드와 전선들을 정리할 수 있도록 케이스를 설치하였다. 케이스는 부재가 나가는 사각 파이프를 사용하여 거지대의 부재 중심이 뒤로 가도록

해 거치대가 앞으로는 저지는 현상을 보완하였다.

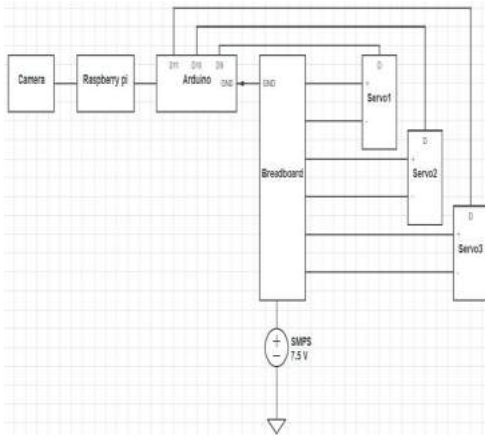


그림 6. 회로도

II-3. 소프트웨어 개념도

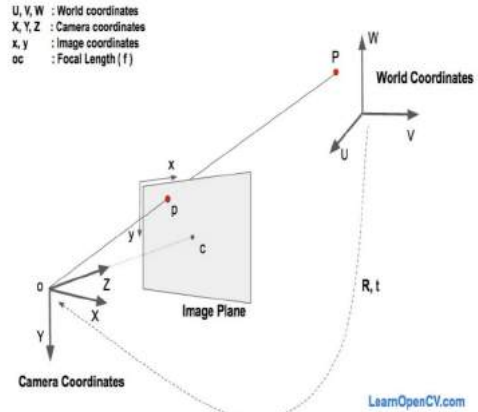


그림 7. 좌표계 변환 원리

표 2. 하드웨어 기능

구 성	기 능
라즈베리파이	- Raspberry Pi 4B+ 사용 - 카메라에서 받아오는 이미지 분석 - 중앙 제어 및 통제 - 아두이노로 데이터 송신
아두이노	- Arduino Uno 사용 - 라즈베리파이로부터 데이터 수신 - 시보로부터 제어
카메라	- 실시간 촬영
SMPS	- 7.5V 5A 출력 - 시보로부터 동작에 필요한 전원 인가
Servo 1	- 출력 토크 : 27kgf.cm - 회전 각도 : 0°~180° - 얼굴 상하 각도 조정
Servo 2	- 출력 토크 : 27kgf.cm - 회전 각도 : 0°~180° - 얼굴 좌우 각도 조정
Servo 3	- 출력 토크 : 27kgf.cm - 회전 각도 : 0°~180° - 얼굴 좌우 각도 보정

페이스 트래킹은 매우 다양한 방법으로 구현할 수 있는데 그중 사용자 얼굴의 각도 변화를 분석하여 해당 각도에 맞게 모터들 동작하는 방법을 사용하였다. 실시간으로 카메라로 촬영되는 얼굴의 각도 변화를 알기 위해서는 사용자가 존재하는 좌표인 3차원(3D)을 촬영된 2차원(2D) 이미지로 변환해 주어야 한다.[1] 3D 좌표에서 2D 좌표로 변환하기 위해서는 3D 좌표에서 점(Point)과 그에 대치되는 2D 좌표에서의 점을 알아야 하고, 추가로 내적인 요소와 외적인 요소를 알아야 한다. [그림7]에 나와 있는 좌표계는 촬영된 2차원 이미지 좌표를 Image coordinates로 나타내었고, 사용자의 3차원 좌표는 World coordinates로 나타내었다. R,t는 외적인 요소로 rotation vector, translation vector를 나타낸다.[2] 이렇게 좌표 변환에 필요한 다양한 정보들은 영상처리에서 유용하게 쓰이는 오픈 소스 라이브러리인 OpenCV(Open Source Computer Vision)를 사용하여 추출하였다.



그림 8. 얼굴에 68개의 landmark

좌표 변환을 하기 위해서는 우선 2D 좌표와 3D 좌표에 똑같은 점을 찍어야 한다. 그러기 위해서 오픈 소스 라이브러리 중 dlib를 사용하였다.[3] dlib에는 사람의 얼굴에 68개의 landmark를 감지할 수 있는 기계 학습된 데이터가 있는데, 이 데이터는 One Millisecond Face Alignment with an Ensemble of Regression Trees(Vahid Kazemi and Josephine Sullivan,2014)를 참고하여 구현한 것이다. [그림8]과 같이 추출된 68개의 점은 2D의 이미지와 3D의 이미지를 서로 연결할 수 있는 점(Point)이 된다

```
def get_euler_angle(rotation_vector):
    theta = cv2.norm(rotation_vector, cv2.NORM_L2)
    w = math.cos(theta/2)
    x = math.sin(theta/2)*rotation_vector[0][0]/theta
    y = math.sin(theta/2)*rotation_vector[1][0]/theta
    z = math.sin(theta/2)*rotation_vector[2][0]/theta

    ysqr = y * y

    t0 = 2.0 * (w * x + y * z)
    t1 = 1.0-2.0 * (x * x + ysqr)
    pitch = math.atan2(t0, t1)

    t2 = 2.0 * (w * y - z * x)
    if t2 > 1.0:
        t2 = 1.0
    if t2 < -1.0:
        t2 = -1.0
    yaw = math.asin(t2)

    t3 = 2.0 * (w * z + x * y)
    t4 = 1.0-2.0 * (ysqr + z * z)
    roll = math.atan2(t3, t4)

    Y = int((pitch/math.pi)*180)
    X = int((yaw/math.pi)*180)
    Z = int((roll/math.pi)*180)

    return 0, Y, X, Z
```

그림 9. euler angle 변환 코드

얼굴의 특징점을 구한 후 3D 좌표의 점을 2D 좌표의 점으로 변환하는데 식

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = [R \mid t] \begin{bmatrix} U \\ V \\ W \\ 1 \end{bmatrix}$$

이 사용된다. 이 식에

서 (X,Y,Z)는 Camera coordinates, (U,V,W)는 World coordinates이다. R 값은 rotation vector로 OpenCV에 있는 solvePnP 함수에 2D 좌표와 3D 좌표 등을 넣어 구할 수 있다. rotation vector는 2D 좌표와 3D 좌표 사이에 회전을 의미한다. solvePnP를 사용하여 rotation vector를 구하면 Rodrigues' rotation formula 형태로 나오는데, 이 식을 그대로 사용할 수 없어 euler angle 형태로 어떤 축으로 얼마나 회전하였는지 알 수 있게 변환하였다. [그림9]에서 나타나듯이 rotation vector를 euler angle로 변환해 주기 위해서 먼저 quaternion 형태로 변환 후 euler angle로 변환하는 과정을 거쳤다.

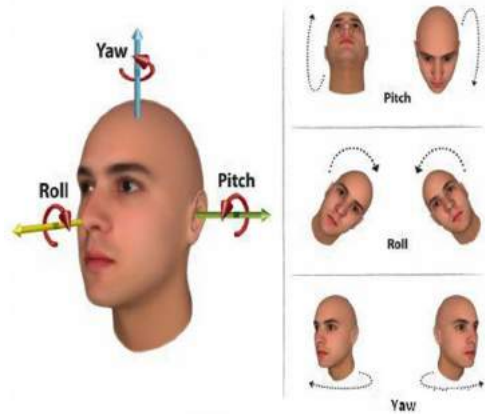


그림 10. 얼굴에서 euler angle

모든 변환 과정을 거치면 카메라로 촬영된 2D 이미지에 [그림10]과 같이 euler angle을 분석하여 현재 사람의 얼굴이 성면을 바라보는 모습을 기준으로 어느 방향으로 얼마나 회전하였는지를 알 수 있다. 이렇게

얻어진 회전 값들은 각각의 회전축에 따라 값이 결정되어 바로 서보모터에 적용하여 동작시키기에는 축의 기준이 맞지 않아 서보모터에 맞추어 0°~180°로 바꿔서 사용하였다. 가운데를 90° 기준으로 삼고 벗어난 각도를 1°씩 따라가도록 설계를 하여 부드러운 동작을 할 수 있게 하였다.

```
void loop() {
  if(Serial.available()>0){
    while(Serial.available()>0)
    {
      cal = Serial.read();
      coordinate.concat(cal);
    }
    delay(10);
    int first = coordinate.indexOf("A");
    int second = coordinate.indexOf("A", first+1);
    int third = coordinate.indexOf("A", second+1);
    if((second != -1)&&(third != -1))
```

그림 11. 문자 인식

```
if((coordinate_x>20)&&(coordinate_x<160))
{
  if((check_x-coordinate_x<3)&&(check_x-coordinate_x>-3))
  if((check_y-coordinate_y<8)&&(check_y-coordinate_y>-8))
  if((check_z-coordinate_z<8)&&(check_z-coordinate_z>-8))
```

그림 12. 오차범위 확인

웹캠을 통해 촬영된 이미지는 라즈베리파이 내에서 euler angle을 계산한 후, 서보모터를 동작시키기 위한 값으로 변환해 아두이노로 송신한다. 아두이노에서는 수신된 값이 통신 간 잘못된 값이 들어오지 않았는지 분석을 해야 한다. 그러기 위해 송수신 데이터

에 서보모터 조종과는 관련 없는 의미 없는 문자를 넣어 해당 문자가 제대로 전달되었는지를 [그림11]같이 확인한다. 그 후 [그림12] 같이 이전에 받은 값과 최근에 받은 값이 일정 값 이상 차이가 나지는 않는지를 비교하여 오차범위 안에 해당한다면 데이터가 제대로 전달이 되었다고 판단하여 서보모터를 동작시키도록 프로그래밍 하였다.

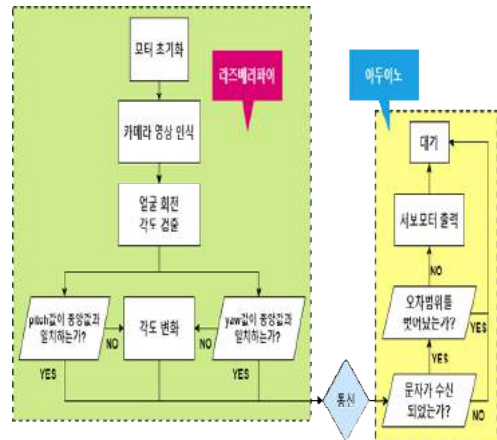


그림 13. 순서도

표 3. 소프트웨어 역할

구분	과 정	처 리
라즈 베리 파이	모터 초기화	- 기본 각도 초기화
	카메라 영상 인식	- 카메라 영상에 얼굴 인식
	얼굴 회전 각도 검출	- 인식된 얼굴에 landmark 추출 - 추출된 landmark를 통해 (1) 이미지를 (2) 이미지로 좌표변환 - (2) 이미지에서 euler angle 분석
	pitch값이 중앙값과 일치하는가	- 얼굴 상하 회전 확인
	yaw값이 중앙값과 일치하는가	- 얼굴 좌우 회전 확인
	각도 변화	- 중앙값을 향해 1°씩 변화

아두이노	문자가 수신되었는가	- 수신된 데이터에 확인용 문자가 있는지 확인
	오차범위밖 벗어났는가	- 수신된 데이터가 이전에 데이터와 비교해 오차범위밖 벗어났는지 확인
	서보모터 출력 대기	- 수신된 각도 값을 출력
	대기	- 출력이 들어올 때까지 대기
송수신	통신	- UART 통신 - pitch, yaw, roll 값을 문자로 전달

III. 완성된 작품의 사진



그림 14. 하드웨어 상단 부

최종 완성된 작품은 [그림14]와 같이 상단 부와 하단 부로 구성되어 있다. 거치대에 사용된 골격은 시중에 판매하는 제품으로 상단 부의 부계를 선딩기 위해서 스마트폰 거치 부분이 최대 2kg까지 선딜 수 있는 모델을 선택하였다. 상단 부와 하단 부 사이에 연결된 케이블은 케이블 정리 튜브를 사용해 미관을 해치지 않도록 정리하였다. 본 작품을 사용하기 위해서는 칩대 너리 부분에 고정된 상태에서 사용 가능하며, 2개의 전원 어댑터가 사용되므로 별도의 콘센트나 멀티탭이 필요하다. 또한 스마트폰 사용에 조정을 맞춰 설계하였으므로 스마트폰 이외의 태블릿PC와 같은 기종을 사용할 시 부리가 갈 수 있다. 작품의 상단 부에는 2개의 서보모

터와 스마트폰 클램프, 웹캠으로 구성되어 있다. 서보모터는 얼굴의 상하 회전 트래킹과 좌우 각도를 바로잡는 역할을 한다. 웹캠은 사용자의 얼굴 전체를 정면에서 촬영하기 위해 스마트폰 클램프 아랫부분에 부착되어 있으며, 웹캠에 영향을 주지 않고 스마트폰을 거지할 수 있게 스마트폰 클램프 부분에 가이드라인을 만들어 두었다.



그림 15. 하드웨어 하단 부

하단 부에는 케이스를 제작하여 사용하였다. 케이스는 2개의 사각 파이프를 붙여 만들었으며, 안전을 위해 날카로운 절단 부분에 마삼 처리를 하였다. 케이스는 서보모터와 개발 보드를 보관하는 용도와 동시에 무게 중심을 뒤쪽으로 가게 하여 거지대가 앞으로 쏠리는 것을 막아주는 역할을 한다. 케이스에 부착된 2개의 클램프는 거지대가 동작하는 동안 안정적으로 고정하기 위해 사용되었다. 케이스 내부에 있는 서보모터는 얼굴의 좌우 회전을 트래킹하는 역할을 하고, 아두이노 보드는 서보모터를 동작하는 데 사용되었다.

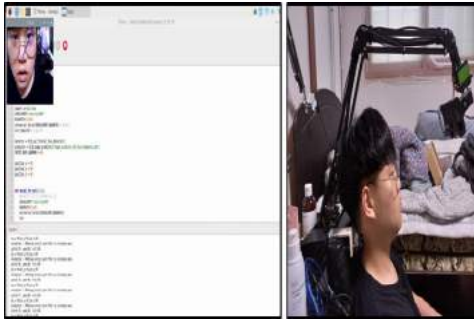


그림 16. 준비화면 및 상태

작품을 작동시키기 위해서는 라즈베리파이와 모터에 각각 어댑터를 사용해 전원을 넣어준 후 라즈베리파이에서 python을 열어 코드를 실행시키면 된다. 코드가 실행되면 서보모터의 각도를 초기화한 후 카메라를 통해 촬영을 시작한다. 카메라에 얼굴이 촬영되면 얼굴의 회전 성분을 분석해 카메라에 얼굴의 성분이 보이도록 서보모터를 동작한다. 얼굴이 카메라에서 벗어나면 다시 얼굴이 인식될 때까지 모터 동작을 멈추고 대기한다.

IV. 시험 및 평가 결과

완성된 작품은 총 4개의 항목을 통해 동작의 안정성, 정확성, 반응성 등을 측정한다. 항목으로는 1. 동작 가능 밝기, 2. 사용 가능 자세, 3. 동작 한계 범위, 4. 트래킹에 걸리는 시간으로 선정하였다. 4개의 평가 항목은 3명의 사용자를 측정하여, 평가의 신뢰성을 높였다.

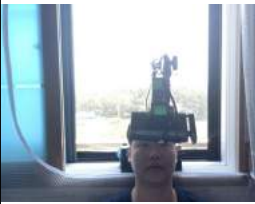



1) 동작 가능 밝기

사용자가 완성된 작품을 사용하는 데 있어 적합한 환경인지를 판단한다. 시험에 있어 사용자의 사용 환경을 개인 방안에 칩

대에 설치하여 사용하는 걸로 가정한다. 시험의 변수가 될 밝기는 외부에서 들어오는 빛이 없는 상황에서 방에 있는 천장의 전등을 켜고, 끈 상태 그리고 외부에서 빛이 들어오는 상황에서 천장의 전등을 켜고, 끈 상태로 실험한다. 만약 전등을 끈 상태에서 스마트폰의 화면 밝기를 통해 동작할 수 있다면 동작 가능한 밝기의 한계를 측정한다.

표 4. 동작 가능 밝기

1. 동작 가능 밝기		
(1) 외부 빛 ×		
스마트폰 불빛 ×	스마트폰 불빛 ○	
	최저 밝기	최대 밝기
인식되지 않음		
X		

1. 동작 가능 밝기 (2) 외부 빛 ()	
신내 진동 ○	신내 진동 ×
	
	

값표 : 외부 빛의 유부에 따른 동작 가능 여부, 모든 빛이 차단되었을 때 스마트폰 화면의 밝기만으로도 동작할 수 있는지를 평가하였다. 주변 밝기에 상관없이 스마트폰 사용 시 동작이 가능한 걸 알 수 있다.

2) 사용 가능 자세

처음에 실험하고자 한 목표에 맞게 동작을 하는지, 동작을 하는 데 문제가 없는지 평가한다. 설계리정에서 목표로 하였던 알파벳 I 모양의 동작 범위에서 동작에 문제가 없는지 확인하기 위해 실제로 고개를 움직여 I 모양을 그리는 데 걸리는 시간을 측정한다. 그리고 'I' 모양을 그리는 중간에 인식에 실패한 시간도 측정한다. 이것을 측정함으로써 실제로 사용할 때 인식률이 어느 정도가 되는지 평가한다.

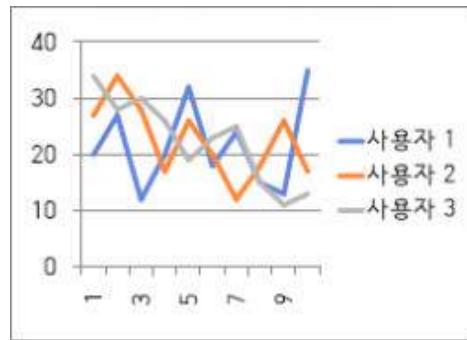
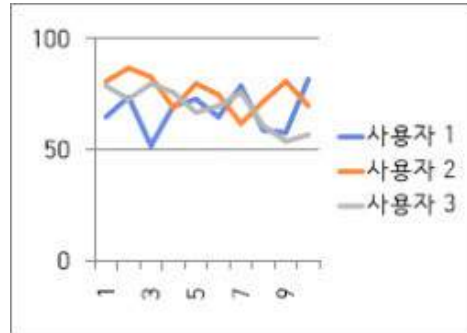


그림 17. 사용 가능 자세

값표 : 사용 도중 인식에 실패하는 비율이 사용자 모두 약 30%로 측정되었다. 실용성에 있어 인식 실패율을 줄일 필요가 있다. 카메라의 위치를 바꿔 촬영 범위를 넓힌다면 얼굴을 놓치는 경우가 줄어들 수 있을 것으로 생각한다.

3) 동작 한계 범위

얼굴을 인식하는 데 있어서 인식 가능한 범위와 실제 모터 동작 시 동작 가능한 범위 등 작품에 작동에 있어서 동작 한계를 검사한다. 얼굴 인식은 pitch, yaw, roll 값들의 한계 인식 범위를 측정하고, 카메라 앵글에서 어느 범위까지 인식할 수 있는지 알아본다. 모터 동작 범위에 관해서는 실제 사용하는 데 있어 얼굴 인식이 가능한 수준에서 보

티의 최대 동작 범위를 측정한다. 실제 사용에 있어서 사용자의 자세는 2번 항목인 사용 가능 자세를 참고하여 선정한다.

3-1) 각도 한계



그림 18. 각도 한계

김토 : 사용자마다 인식할 수 있는 얼굴 각도에 편차가 있기는 하지만 비슷한 수치가 나왔다. 사용할 때 급격한 얼굴의 각도 변화는 인식에 문제가 될 수 있다.

3-2) 인식 한계

표 5. 인식 한계

3. 동작 한계 범위		
(2) 인식 한계		
사용자 1		
3. 동작 한계 범위		
(2) 인식 한계		
사용자 2		



김토 : 카메라에서 얼마나 벗어나면 인식을 못 하는지 추성하였다. 사용자 3명 모두 비슷하게 얼굴을 인식하는 6개의 점 중 1개라도 화면에서 벗어나면 얼굴 인식을 할 수 없던 걸 보여준다.

3-3) 동작 한계

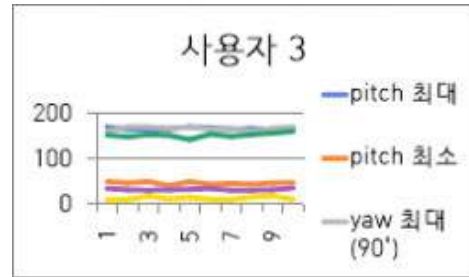
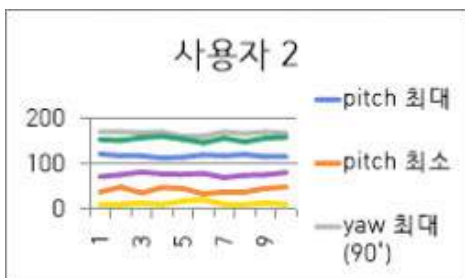
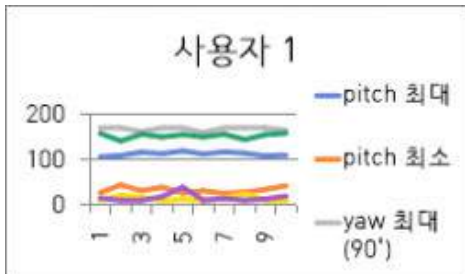
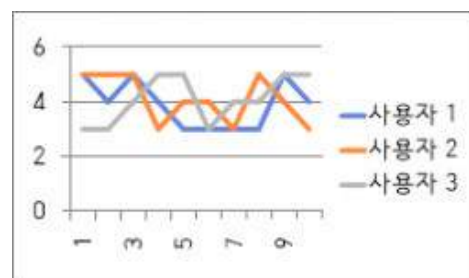
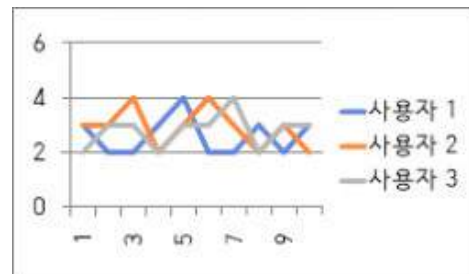


그림 19. 동작 한계

김토 : 추성된 최대 동작 범위를 보았을 때, 실제로 작품을 사용하는 데 있어 사용자의 다양한 얼굴 각도를 따라가는데 문제없어 보인다.

4) 트래킹 시간

사용자의 각도 변화 시 얼굴 인식에서부터 사용자의 얼굴 가운데까지 모더가 동작하는 데 걸리는 시간을 측정한다. 트래킹에 걸리는 시간은 사용자의 고개 각도에 따라 세분화하여 각각의 각도를 쫓아오는 데 걸리는 시간을 측정한다.



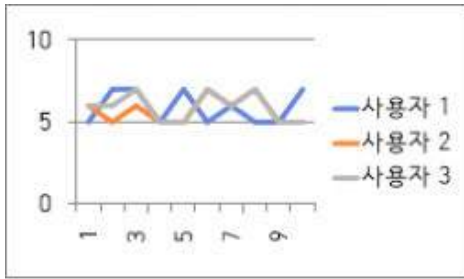


그림 20. 트래킹 시간

값도 : 얼굴을 15°, 30°, 45°씩 빠르게 움직였을 때 3~7초 사이의 시간이 소요되었다. 모터를 부드럽게 동작시키기 위해 한 번에 1°씩 움직이도록 해서 트래킹하는데 시간이 걸린다고 생각한다.

V. 결론

제작하고자 한 작품은 일상생활에서 사용하는 스마트폰 거치대에 페이스 트래킹 기능을 넣는 것이었다. 최종 작품 완성 결과 목표설정 당시 계획하였던 예산 안에서 실제 목표를 충족하는 결과물을 완성할 수 있었다. 완성된 작품은 실사용 시 생길 수 있는 변수를 알기 위해 모터 동작의 한계, 인식의 정확도, 사용 가능 환경 등 총 4가지 평가항목을 작성해 실제 사용 환경처럼 일반 가정집의 침대에 설치한 후 평가하였으며, 사용자마다 동작 여부의 차이도 알기 위해 3명을 대상으로 하였다. 평가 결과 계획하였던 대로 동작하는 걸 확인하였고, 대상마다 차이는 있긴 하였지만 유사하게 동작도 하였다. 그러나 인식의 정확도 부분은 계획하였던 것보다 잘못 인식하는 경우가 많아 보완이 필요해 보였다.

참고 문헌

- [1] OpenCV, "opencv_solvepnP", https://docs.opencv.org/4.x/d5/d1f/calib3d_solvePnP.html, 2022.06.07.
- [2] LearnOpenCV, "Head Pose Estimation using OpenCV and Dlib", <https://learnopencv.com/head-pose-estimation-using-opencv-and-dlib/>, 2022.05.23.
- [3] Vahid Kazemi, Josephine Sullivan, "One Millisecond Face Alignment with an Ensemble of Regression Trees", IEEE, pp.1867-1874, 2014.

강화 학습 적용 2D 아케이드 게임 구현

Implementation of Reinforcement Learning Applied 2D Arcade Game

안 태 성*, 석 민 옥*, 신 수 진*, 이 준 우*, 차 경 애**

(Tae-Seong An, Min-Uk Seok, Soo-Jin Shin, Jun-Woo Lee, Kyung-Ae Cha)

요 약

본 논문은 Unity ML Agent를 이용해 강화 학습된 NPC를 적용한 모바일 게임을 구현한다. 이는 사용자가 NPC(Non Player Character)와의 전투를 통해 예측 불가능한 상황 속에서 자신만의 플레이를 설계하고, 반복된 플레이로 인해 느껴지는 피로도를 줄일 수 있게 한다. 이때, NPC는 적(Enemy)과 보스(Boss)로 나뉘며 강화 학습은 보스 NPC에 적용한다. 강화 학습에 사용되는 보상 체계는 크게 긍정적 보상과 부정적 보상으로 나뉘며, 에이전트에 해당하는 NPC가 높은 보상을 획득할 수 있도록 게임 상황을 수정하며 학습을 진행한다. 최종 구현된 게임은 Unity를 통해 안드로이드 apk로 빌드 하여 안드로이드 기반의 모바일 환경에서 실행이 가능하도록 한다.

Abstract

This paper implements a mobile game that applies reinforcement learning NPCs using Unity ML Agent. As a result, users can design their own play in unpredictable situations through battles with NPCs, and reduce the fatigue felt by playing repeatedly based on this. At this time, NPCs are divided into enemies and bosses, and reinforcement learning is applied to boss NPCs. The reward system for reinforcement learning is broadly divided into positive rewards and negative rewards, and learning is advanced by modifying details so that NPCs corresponding to agents can obtain high rewards. The final implemented game is built with Android apk through Unity and made executable on an Android based mobile environment.

I. 서 론

별도의 장치 없이 개발자가 임의로 부여한 고정 패턴을 가지는 NPC(Non-Player Character)의 구현은 적은 횟수의 플레이만으로도 패턴을 쉽게 인지할 수 있게 하며, 게임 진행의 지루함을 야기한다. 그 예로, 엔씨소프트의 MMORPG ‘블레이드&소울’의 ‘부신의 탑’에서는 NPC의 고정 패턴으로 인해 공략집이 만들어지는 등의 문제점이 발생하기도 했다[1]. 이에 게임 업계는 4차 산업 혁명의 선두 기술이 되는 인공지능과의 결합

을 통해 게임 보그를 수집하고 분석해 패턴을 추출하는 물론, 게임의 자동화 및 지능화로 사용자에게 다양한 플레이 경험을 선사하고 있다.

강화 학습(Reinforcement Learning)은 에이전트(Agent)가 주어진 환경에서 스스로 학습하며 인공지능을 구현하는 방법이다. 이때, 에이전트(Agent)는 주어진 환경에 대한 정보인 관측 변수를 사용하여 자신의 상황과 환경에 대한 정보를 파악해 문제를 해결한다.

Unity는 NPC의 인공지능 강화 학습 적용을 위한 ML-Agents 기능을 지원하며, 이를 통해 개발자는 강화 학습이 적용된 NPC를 직접 구현할 수 있다. ML-Agents는

* 대구대학교 AI학부생

** 대구대학교 AI학부 교수

NPC의 지능적인 동작을 만들기 위한 개발자의 노고를 줄이고 전문화된 틀을 사용해왔던 기존의 어려움 없이 강화 학습된 NPC를 구현할 수 있게 한다.

본 논문에서는 Unity ML-Agent를 이용해 강화 학습된 NPC가 적용된 모바일 게임을 구현한다. 사용자는 NPC와의 전투를 통해 예측 불가능한 상황 속에서 자신만의 플레이를 설계하고, 이를 토대로 반복된 플레이로 인해 느껴지는 피로도를 줄일 수 있게 된다. 이때, NPC는 적(Enemy)과 보스(Boss)로 나뉘며 강화 학습은 보스 NPC에 적용한다.

II. 스토리텔링 및 그래픽

게임의 이름은 '엘히어로'로, 상징적 테마인 '3원소(불, 물, 풍)(Element)와 주인공 캐릭터 '엘로'의 '영웅'(Hero) 설정을 조합해 구상하였다. 게임에 적용된 그래픽은 '3원소'를 중심으로 구성하였으며, 사용자는 각 테마를 명확히 인식하는 것을 기반으로 게임의 스토리를 이해한다.

전체 그래픽은 Adobe Photoshop을 사용해 2D 환경과 어울리는 픽셀 아트 형태로 제작하였다. 그림 1은 주인공 캐릭터의 동작 상태를 표현한 그래픽이며, 그림 2는 세 가지 테마별 스테이지를 나타내는 그래픽이다. 이 외에도 다양한 아이템을 그래픽으로 작업하여 몰입도와 실감도를 높여준다.



그림 1. 엘로 상태 표현 그래픽



그림 2. 테마별 NPC 스테이지 그래픽

III. Unity ML-Agents

Unity ML-Agents는 에이전트(Agent)·브레인(Brain)·아카데미(Academy)로 구성된다.

각 에이전트는 고유한 상태 및 관측값을 가지면서 자신이 속한 환경 내에서 부여된 행동을 수행한다. 이때, 각 에이전트는 브레인을 활용하며 에이전트의 행동은 연결된 브레인으로부터 결정된다. 브레인은 특정 상태 및 행동 공간을 정의하며, 각 브레인에는 에이전트가 연결돼 에이전트의 행동을 결정한다. 아카데미는 브레인과 에이전트를 관리하며, 학습을 에피소드 단위로 구분한다. 에피소드는 환경이 리셋되는 분기점으로, 아카데미는 적당한 시점이 되면 모든 것을 리셋하고 다음 라운드를 시작할 것을 알린다. 각 환경에는 하나의 아카데미만 존재하며, 하나의 아카데미는 해당 환경에 존재하는 모든 브레인을 자식으로 둔다. 그림 3에서 이와 같은 계층적 구조를 볼 수 있다.

이러한 구조를 바탕으로 ML-Agents에서는 에이전트의 행동(Action)에 따라 환경(상태, Environment)이 변화하고 그에 따른 보상(Reward)을 제공하는 형태로 훈련이 이루어진다[2]. 이에 따라 에이전트는 높은 보상을 획득하기 위한 행동을 학습하게 된다.

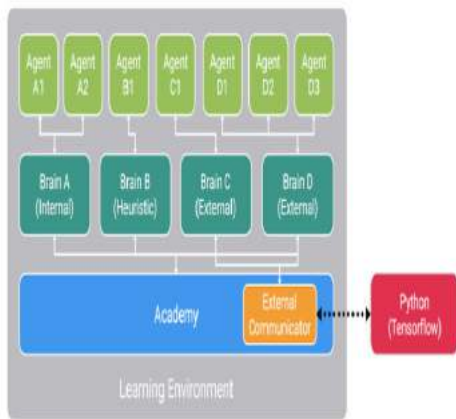


그림 3. ML-Agents 구조

IV. 보스 NPC의 강화 학습

보스 NPC는 강화 학습을 적용해 구현하였다. 이를 통해 각 보스는 랜덤한 방식으로 스킬을 사용하지 않고 스스로 사용 스킬을 선택함으로써 특성 패턴이 없이도 자연스러운 스킬 사용이 가능했다.

각 NPC에는 추상 클래스인 Agent를 상속받는 Agent 클래스를 만들어 사용하였으며, 해당 클래스는 NPC에 따라 FireBossAgent, LeafBossAgent, AquaBossAgent로 명명했다. 이후 에이전트 내부 메서드를 이용해 에피소드 등의 신성을 가지고 본격적인 강화 학습을 진행했다. 그 외 보상 체계와 에포크 수 등은 학습 경과에 따른 수정사항을 여러 차례 반영할 수 있도록 했다.

강화 학습 진행 여부는 텐서보드(Tensorboard)를 통해 확인하였다. 텐서보드에는 강화 학습을 통한 에이전트의 보상 획득 현황, 에피소드 길이 변화, 각종 손실이 시각화돼 나타난다. 이를 기반으로 에포크(epoch)별 결과물을 분석하고 학습이 정상적으로 진행되지 않았다고 판단된 경우, 새로운 보상 체계를 신성하거나 기존 보상을 수정하

여 재학습할 수 있도록 했다.

4.1 강화 학습 : 플레이어

보스 NPC는 실제 스킬을 사용하는 인의의 상대 플레이어와 전투를 진행하며 강화 학습을 수행해야 한다. 이때, 이들의 강화 학습을 위해 개발자가 상대 플레이어의 역할을 맡아 수만 번의 플레이를 직접 수행하는 것은 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 강화 학습된 인의의 플레이어를 먼저 구현한 후, 이를 보스 NPC의 강화 학습에 사용하였다.

표 1은 플레이어의 보상 체계를 정의한 것이다. 이에 따라서 강화 학습이 진행되면 시 스킬의 다이나믹한 구현이 가능하다.

보스 NPC와의 강화 학습을 완료한 플레이어는 모두 보상 획득 성도가 점차 증가하는 추이를 보였다. 또한, 상대를 공격하기 위해 다가가고, 보유한 스킬로 상대를 공격하는 것은 에포크 수에 비례하여 나아지는 것을 확인할 수 있었다.

표 1. 플레이어 학습 보상 체계

긍정적 보상	부정적 보상
보유 스킬로 공격	NPC로부터 피격
NPC 공격 및 사망 상태로 만들기	체력 소진

표 2는 플레이어의 학습을 위한 에포크 수를 나타낸다. 물 보스에서 에포크 수를 가장 많이 사용하였으며 이는 물 보스의 스킬에 대응하는 학습 효과를 얻기 위한 실험적 수치이다.

표 2. 플레이어 학습 에포크 수

vs 불 보스 NPC	vs 풀 보스 NPC	vs 물 보스 NPC
40만 에포크	30만 에포크	80만 에포크

4.2 강화 학습 : 보스 NPC

보스 NPC는 앞서 구현된 플레이어를 상대로 강화 학습을 수행하였다. 플레이어는 강화 학습을 통해 보유 스킬을 특성 패턴 없이 사용할 수 있었으므로, 임의의 사용자 역할을 수행할 수 있다.

보스 NPC는 한 에피소드가 종료될 때마다 에피소드 내에서 보인 행동에 따라 +(긍정적), -(부정적) 형태로 보상을 획득했다.

표 3. 보스 NPC 학습 보상 체계

긍정적 보상	부정적 보상
보유 스킬로 공격	플레이어로부터 피격
플레이어 공격 및 사망 상태로 만들기	체력 소진

표 4. 보스 NPC 학습 에포크 수

불 보스 NPC	플 보스 NPC	물 보스 NPC
40만 에포크	60만 에포크	50만 에포크

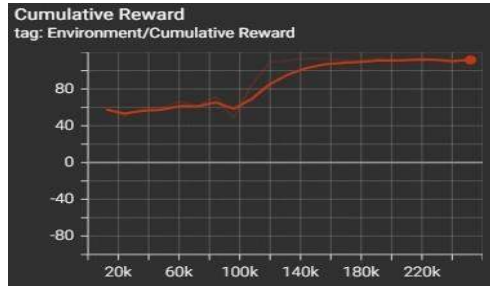
강화 학습 시, 에이전트는 +(긍정적), -(부정적) 보상의 총합이 최고가 되는 행동을 학습한다. 즉, 올바른 학습을 진행할수록 에이전트가 획득하는 +(긍정적) 보상은 늘어나고, -(부정적) 보상은 줄어들게 된다. 이를 통해 에포크의 증가에 따라 에이전트가 획득한 보상이 증가한다는 것은 에이전트가 개발자가 의도한 행동을 올바르게 습득하고 있다는 것으로 이해할 수 있다.

보스 NPC 강화 학습의 경우, 안정된 학습을 위해 별도의 설정을 추가하였다. 첫째, 에피소드 길이에 일정 수준(5분)의 제한을 두었다. 이는 강화 학습 중 보스 NPC가 자발적인 행동 없이 에피소드 시간을 소모하는 것을 방지하기 위함이다. 둘째, 에피소드 시간이 길어질수록 보스 NPC가 획득하는 -(부정적) 보상이 증가하도록 했다. 이를 통

해, 보스 NPC가 플레이어를 사망 상태로 이르게 하는 시간을 단축하면서 보다 적극적인 공격 방식을 학습할 수 있도록 유도했다.

앞서 기술한 실성을 기반으로 보스 NPC 강화 학습을 진행한 결과, 학습 중반에 이르자 -(부정적) 보상 획득이 잦아져 보상의 총합이 최저가 되었다. 이는 완전하지 못한 학습으로 인해 보스 NPC가 먼저 사망 상태가 되거나, 보유 스킬의 폭넓은 구현을 피하다 에피소드 길이가 지나치게 길어진 것 등이 원인이 된 나타난 현상이다.

그러나 그림 4와 같이 텐서보드에 나타난 보스 NPC의 보상 획득 추이를 확인해 보면, 보스별 세부 추이는 차이를 보이나 마지막 에포크에 가까워질수록 보스 NPC의 +(긍정적) 보상 획득이 증가하며 그래프가 상승 곡선을 그리는 공통점이 나타났다. 이를 통해 에포크 수가 증가할수록 모든 보스 NPC가 플레이어를 보유 스킬로 공격하고, 사망 상태로 만드는 방향으로 성장 학습되었음을 알 수 있다.



불 보스 NPC

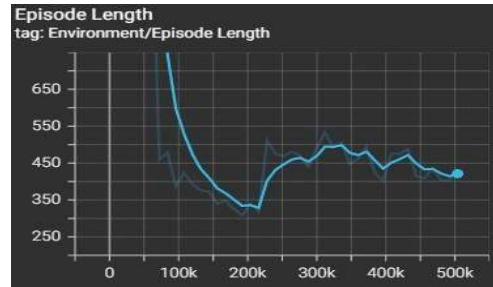


플 보스 NPC



불 보스 NPC

그림 4. 보스 NPC 보상 획득 주이 시각화

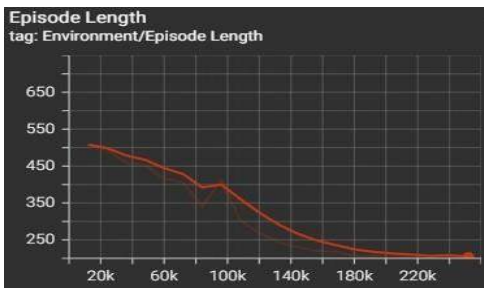


불 보스 NPC

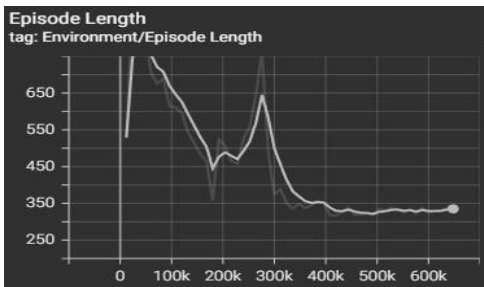
그림 5. 보스 NPC 에피소드 길이 주이 시각화

또한 에포크 수의 증가에 따라 에피소드의 길이가 점차 짧아지는 것은 에이전트가 높은 보상을 받기 위한 행동을 보다 빠르게 수행하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 에이전트의 학습 속련도가 높아지는 것이다.

그림 5는 보스 NPC의 에피소드 수행 길이를 나타낸다. 에포크 수의 증가에 따라 하향되는 곡선을 확인할 수 있다. 이를 통해 보스 NPC는 개발자가 의도한 행동을 속련도 있게 수행하며 강화 학습을 완료하였다고 볼 수 있다.



불 보스 NPC



플 보스 NPC

V. 모바일 빌드 및 구현

구현이 완료된 게임은 Unity를 통해 안드로이드 apk로 빌드 하였으며, 안드로이드 기기만의 모바일 기기에서 실행 가능하다.

5.1 시작 화면 및 설정

시작 화면은 게임 타이틀, 게임 시작, 나가기, 설정으로 구성하였다. 설정에서는 전체화면 유·무, 배경음 및 효과음의 크기를 조정할 수 있다.



그림 6. 엘히어로 시작 화면

5.2 게임 화면

게임 화면의 좌측 상단에는 플레이어의 체력 및 연쇄 획득 현황이, 우측 상단에는 미니맵 및 설정 아이콘이 위치한다. 모바일 기준 좌측 하단의 원형은 플레이어의 좌·우 이동과 기본 공격 오브의 위치 구성을, 우측 하단의 원형은 점프 및 공격 수행 버튼으로 구성했다.



그림 7. 애티어로 게임 화면



그림 9. 스테이지 미니맵

5.3 스테이지 및 UI

애티어로는 12개의 스테이지로 구성되며, 크게 9개의 전투 스테이지와 3개의 휴식 스테이지로 나누어진다. 전투 스테이지는 테마 (3원소)를 기준으로 각각 2개의 일반 스테이지와 1개의 보스 스테이지로 구성돼 있다. 이때, 휴식 스테이지는 테마별 보스 스테이지로 넘어가기 전 휴식을 취할 수 있는 스테이지를 의미한다.

각 스테이지에는 하트, 열쇠, 포탈, 미니맵, 설정과 같은 게임 진행에 필요한 UI가 구성돼 있다. 하트와 열쇠는 스테이지 내 랜덤한 위치에, 포탈은 스테이지의 중앙 혹은 우측 상단, 미니맵과 설정은 화면 우측 상단에 위치한다. 사용자는 스테이지 내 존재하는 열쇠를 모두 획득해야 포탈을 통해 이동 가능하며, 플레이 중 스테이지 전체 구성 혹은 사용자의 현재 위치를 파악하고 싶다면 미니맵을 사용할 수 있다.

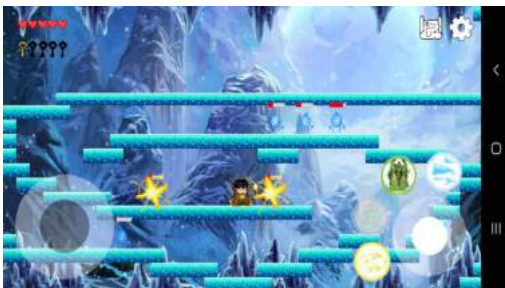


그림 8. 스테이지 UI 구성

V. 결 론

본 논문에서는 강화 학습된 NPC를 적용한 모바일 게임을 개발함으로써 반복된 플레이로 인해 발생하는 사용자의 피로도를 줄이고, 사용자의 주도적인 플레이 신체가 가능하도록 하였다. 향후, NPC가 현재보다 높은 보상을 획득할 수 있도록 에포크 수를 증가시키고 그에 따른 학습 체계를 보완한다면 완성도 높은 NPC의 구현이 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] 이항란, 위정현, “세인 인공지능 초기이용자 만족에 미치는 요인 분석 - 엔씨소프트의 플레이브랜소속 AI 초기사용자를 중심으로 -”, 한국게임학회 논문지, No. 3, pp. 3-14, 2020.
- [2] 김태형, 정현준, “세인 인공지능에 사용되는 강화학습 알고리즘 비교”, 한국정보통신학회 종합학술대회 논문집, No. 2, pp. 693-696, 2021.

멀티 엔딩 형식의 대학 생활 체험 게임 개발 연구

A Study on the Development of Multi-Ending University Life Experience Game

구한나*, 여나영**, 이보림***, 원희철****

(Han-Na Gu, Na-Young Yeo, Bo-Ryecom Lee, Hui Chul Won)

요 약

현재 코로나19로 인해 대학교 생활에 어려움을 겪고 있는 신입생들이 많다고 한다. 이는 결국 지체, 휴학 등의 결과를 낳을 가능성을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 대학교 생활을 간접적으로 체험할 수 있는 게임을 개발하여 신입생들에게 대학교에 대한 이미지를 편안하게 만들어주고, 대학교 생활 전반적인 지체의 불을 잠재워 주는 데 도움을 주고자 한다. 본 연구에서 개발한 게임을 통해 신입생뿐만 아니라 재학생 혹은 대면으로 대학 생활이 어려운 경우에 놓인 학생들에게 대리만족을 제공할 수 있기를 기대한다.

Abstract

It is said that there are many freshmen who are currently having difficulties in college life due to COVID 19. This has the potential to eventually result in dropping out and taking a leave of absence. Therefore, this study aims to develop a game that can indirectly experience college life to help freshmen comfort their image of college and establish a framework for overall planning of college life. It is hoped that the game developed in this study will provide vicarious satisfaction to not only freshmen but also students who are enrolled or students who are in difficulties in college life face to face.

I. 서 론

대학 입시만을 목표로 부모님의 보호 아래 수동적으로 공부했던 시기를 벗어나 대학에 입학하게 된 신입생들은 독립적인 생활과 자율적인 학업 생활을 할 수 있을 것이라는 기대를 가득 안고 대학에 들어온다. 하지만 입학 후 학업 부적응, 진로 고민, 대인관계 문제 등의 복합적인 문제를 겪고 대학교에

적응하는 과정에서 큰 피로도로 인해 중도 포기 위기에 처하는 신입생이 많다고 한다. 이처럼 청소년기에서 성인으로 넘어가면서 혼란스러운 단계를 겪고 있는 신입생들은 코로나19로 인해서 또 다른 예상하지 못한 상황에 맞닥뜨리게 된 것이다.[1][2]

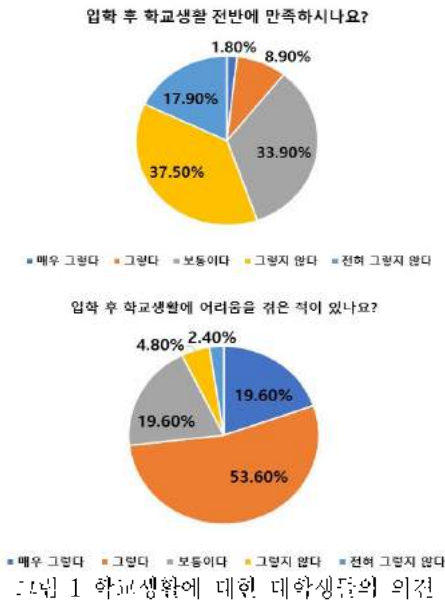
코로나19 상황으로 인한 거리두기로 인해 수업이 비대면으로 전환되어 온라인으로 진행되고, 학교 행사나 활동이 취소되는 등으로 인해 동기나 전배, 교수님과의 대면 교류 기회가 자연스럽게 줄어들었다. 이에 따라 신입생들이 기대했던 캠퍼스의 낭만, 사람들과의 교류 등에 대한 기회가 제한된 상황 속에서 대학 생활에 적응해 나가야 하는 환경에 처하였다.

* 사회과학대학 문헌정보학과 학생

** 정보통신대학 컴퓨터정보공학부(컴퓨터소프트웨어전공) 학부생

*** 정보통신대학 컴퓨터정보공학부(컴퓨터소프트웨어전공) 학부생

**** 정보통신대학 컴퓨터정보공학부(컴퓨터소프트웨어전공) 정교수



위 그림1[3]의 자료는 한 대학교에서 2020년 신입생들의 학교생활에 대한 생각을 알아보기 위해 ‘신입생 학교생활 관련’ 설문조사를 진행한 결과이다. 설문조사 결과에 따르면 입학 후 대부분의 신입생이 학교생활에 어려움을 겪은 적이 있는 것으로 나타났으며 학교생활 만족도 또한 낮게 나온 것을 볼 수 있다. 그래서 우리는 대학 생활에 어려움을 겪을 신입생들을 위해 기대하고 상상했던 대학 생활을 시뮬레이션해 봄으로써 대학교에 대한 이미지를 편안하게 만들어주고 학교생활 전반적인 계획의 틀을 어느 정도 잡아주는 데 도움을 줄 수 있는 게임을 개발해보고자 한다.

II. 게임 구성 및 개발 과정

1. 게임의 개요

플레이어가 아이템과 선택지를 선택해서 본인의 대학 4년간의 생활 행동을 길성하고 그에 따른 다양한 엔딩을 보는 게임

2. 게임 컨셉 및 구성

2.1 플레이 컨셉

게임을 실행하면 로미 화면이 나오게 한다. 설정 버튼을 통해 배경을 낮 효과음 소리 크기를 조절할 수 있고, 게임 실행 버튼을 통해 게임 전체적인 흐름을 알 수 있는 간단한 메시지와 게임 방법 및 아이템을 확인할 수 있도록 한다.

게임 시작 버튼을 누르면 바로 게임이 시작된다. 하단의 선택과 점프 두 가지 버튼으로 동작하도록 하며, 캐릭터의 대사(도움말)를 통해 상황에 따른 다양한 실행으로 게임의 흐름 파악이 가능하게 한다. 플레이어가 획득하는 아이템의 선택하는 선택지에 따라 게임의 수치가 변화하고 이는 마지막 엔딩을 길성하는 요소로 작용시킨다. 게임 내 실행 버튼을 누르면 게임이 일시 정지되고, 배경음 및 효과음 소리 크기를 조절할 수 있도록 한다. 또한 캐릭터의 대사(도움말)를 커거나 끌 수 있고, 로미로 나갈 수 있게 한다. 중간 엔딩이 나와 주의를 필요로 하는 아이템은 특정 색으로 표시한다.

2.2 캐릭터 컨셉

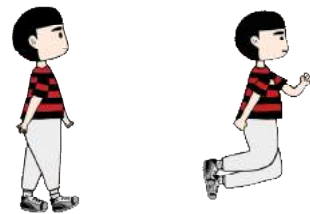


그림 2 걷는 모습 그림 3 점프 모습

캐릭터는 정보통신대학의 재학생으로 이름은 나공대이며 공대생들이 자주 입을 수수한 스타일로 디자인하였다. 그림2는 게임 진행 시 볼 수 있는 모습이고, 그림3은 점프 버튼을 누를 때 볼 수 있는 모습이다.

2.3 아이템과 선택지 구성

아이템과 선택지는 엔딩을 결정하는 요소로 게임에서 가장 중요한 부분이다. 아이템은 캐릭터의 몸에 닿았을 때 획득할 수 있는데 아이템의 위치가 위쪽에 위치하면 점프 버튼을 통해 획득할 수 있다. 주로 게임지에 영향을 주며, 특정 아이템은 중간 엔딩을 초래한다. 또한 학년을 구분할 수 있도록 학년별 특징을 나타내고 있다. 아이템별 세부적인 내용은 [표 1]에 기술하였다.

[표 1] 아이템

1학년	
동아리 환봉	- 4개 습득 시 지식 세이지↑
친구(우정)	- 진밀도 세이지↑
술자리	- 피로도 세이지↓ - 중간 엔딩
게임	- 상가1 선택지 선택 시 - 피로도 세이지↓
2학년	
교양수업	- 피로도 세이지↑ - 지식 세이지↑
행운	- 피로도 세이지↓ - 진밀도 세이지↑
콘테스트 (대외환봉)	- 피로도 세이지↑ - 지식 세이지↑ - 중간 엔딩
유튜브	- 세입 아이템 5개와 친구 아 이템 5개 습득 후 버스 정 류장에서 유튜브 제안 선택 지 선택 시 - 중간 엔딩
3학년	
진공수업	- 피로도 세이지↑ - 지식 세이지↑

토익	- 피로도 세이지↑ - 지식 세이지↑
사랑	- 여자친구 선택지 선택 시 - 피로도 세이지↓ - 진밀도(사랑) 세이지↑ - 중간 엔딩
조별 과제	- 친구들 선택지 선택 시 - 피로도 세이지↑
로또	- 행운 아이템 7개 이상 습득 후 쓰레기통 선택지 선택 시 - 중간 엔딩
4학년	
자기소개서 (취업 준비)	- 피로도 세이지↑ - 지식 세이지↑
커피	- 피로도 세이지↓
자격증	- 도서관 선택지 선택 시 - 피로도 세이지↑ - 지식 세이지↑
조기 졸업	- 선택지 선택지 선택 후 도시 간 앞 선택지 선택지 선택 시 - 피로도 세이지↑ - 지식 세이지↑
대학원	- 진공수업 아이템 5개 이상, 지식 세이지 70% 이상, 디 즈 선택지 선택시 - 피로도, 지식 세이지↑ - 중간 엔딩

선택지는 캐릭터의 행동을 결정짓는 요소로 대학 생활 모습을 나타낸다. 주로 노닐 엔딩 스토리에 영향을 주며, 게임이나 아이템에도 영향을 끼친다. 선택지별 세부적인 내용은 [표 2]에 기술하였다.

[표2]선택지

상가1	- PC방에서 게임 하기 - 게임 아이템 생성
상가2	- 노래방에서 노래 부르기 - 피로도 세이지↓
비스 정류장	- 유튜브 제안받기 - 유튜브 아이템 생성
단체 친구들	- 친구들과 조별과제 하기 - 조별 과제 아이템 생성
본관 여자친구	- 여자친구에게 고백하기 - 사랑 아이템 생성
본관 선배	- 선배와 친분 쌓기 - 친밀도 세이지↑
쓰레기통	- 행운 아이템 4개 이하 슈팅 시 4%로 랜덤 세이지 변화 (친밀도, 지식↑피로도↓) - 행운 아이템 4~7개 슈팅 시 피로도가 친밀도와 지식보다 높으면 피로도↓, 피로도가 낮으면 친밀도와 지식 중 더 낮은 것을 8%↑ - 행운 아이템 7개 이상 슈팅 시 보드 아이템 생성
도서관	- 공부하기 - 자기중 아이템 생성
도서관 앞 선배	- 선배에게 쪽보 받기 - 조기 졸업 아이템 생성
미즈	- 친구와 밥 먹기 - 친밀도 세이지↑ - 지식 세이지 70% 이상이면 교수님과 식사하기
기숙사	- 잠자기 - 피로도 세이지↓

2.4 엔딩

엔딩은 노말 엔딩과 중간 엔딩으로 구성되어 있다. 노말 엔딩은 그림4와 같은 그림일

기 형식으로 케이지 및 선택지에 따른 이야기를 보여준다. 중간 엔딩은 이야기 형식의 메시지를 보여준 후 그림5와 같은 엔딩 장면으로 마무리한다. 이는 피로도가 다 쌓였을 때, 특정 아이템을 다 획득하였을 때 알 수 있다.

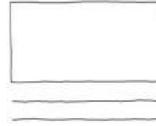


그림 4 노말 엔딩



그림 5 중간 엔딩

III. 구 현

본 게임은 Unity게임 개발 엔진을 사용하여 C# 스크립트로 구현하였다.

1. 메인 배경 및 비율

그림6은 게임이 횡 스크롤 형식의 런 게임이기 때문에 캐릭터가 앞으로 달리는 효과를 주기 위해 배경을 왼쪽으로 일정하게 이동시키는 스크립트이다. 캐릭터에는 애니메이션 적용했기 때문에 달리는 모습을 하고 있지만 실제로 앞으로 나아가지는 않는다. 또한 입체적인 배경을 표현하기 위해서 땅, 건물, 배경으로 각각의 Scrolling 스크립트를 구성하여 속도를 다르게 적용하였다.

```
public class ScrollingBackground : MonoBehaviour
{
    private float speed = 4f;

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        if (GameManager.instance.isPlaying && !GameManager.instance.isGameOver)
        {
            if (!GameManager.instance.isStop)
                transform.Translate(Vector3.left * speed * Time.deltaTime);
        }
    }
}
```

그림 6 배경 Scrolling 스크립트

그림6은 모바일 환경에서 게임을 플레이 할 때 휴대폰 기종에 따라 화면 비율이 달라서 생기는 문제를 방지하기 위해 작성한 스크립트이다. 횡 스크롤 형식의 가로 모드로 진행되는 게임이고 플레이스토어에 출시할 것을 고려하여 안드로이드 휴대폰의 가장 높은 비율인 16:9 화면 비율을 선택하였다. 16:9 고정 비율을 유지하면서 남은 공간을 레터박스로 채워 넣었다. 그림8은 실제 모바일 환경에서 16:9 비율보다 가로길이가 더 긴 '갤럭시 노트20'에서 레터박스가 잘 나타나는지 확인한 모습이다.

2. 게임

그림7은 GameManager 스크립트로 세이지 수치, 설정 동작 등 게임 내 모든 스크립트를 총괄한다.

```
public class CameraResolution : MonoBehaviour
{
    void Awake()
    {
        Camera camera = GetComponent<Camera>();
        Rect rect = camera.rect;
        float scaleheight = ((float)Screen.width / Screen.height) / ((float)16 / 9);
        float scalewidth = 1f / scaleheight;

        if(scaleheight < 1)
        {
            rect.height = scaleheight;
            rect.y = (1f - scaleheight) / 2f;
        }
        else
        {
            rect.width = scalewidth;
            rect.x = (1f - scalewidth) / 2f;
        }
        camera.rect = rect;
    }
    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
    }
}
```

그림 7 CameraResolution 스크립트

3. 아이템

그림8 ItemManager 스크립트는 조건이 필요한 아이템 스크립트를 참조하고 있으며

주의를 요하는 아이템의 UI 표시와 그에 따른 중간 엔딩이 나오도록 신성한 스크립트이다.

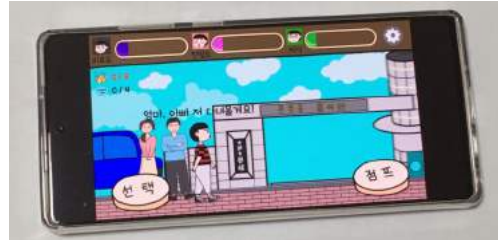


그림 8 폰에서 실행시킨 모습

```
public class GameManager : MonoBehaviour
{
    public static GameManager instance;
    public bool isGameOver { get; private set; }
    public bool isStoo { get; private set; }
    public bool isPlay { get; private set; }

    public Image stressGauge;
    public Image friendshipGauge;
    public Image knowledgeGauge;

    private float StartStress = 0.15f;
    private float StartFriendship = 0.15f;
    private float StartKnowledge = 0.15f;

    public GameObject SettingUI;

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        if (!isGameOver)
        {
            if (stressGauge.fillAmount < 1.0f)
            {
                if (isPlay)
                {
                    stressGauge.fillAmount += 0.005f * Time.deltaTime;
                }
            }
            else
            {
                EndGame();
                StoryManager.instance.StressEndStory();
            }
        }
    }

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        isGameOver = false;
        isStoo = false;
        isPlay = true;

        stressGauge.fillAmount = StartStress;
        friendshipGauge.fillAmount = StartFriendship;
        knowledgeGauge.fillAmount = StartKnowledge;

        SettingUI.SetActive(false);
    }

    public void StartButton()
    {
        PlayerController.instance.playerAudio.PlayOneShot(O1ick1(p);
        SettingUI.SetActive(true);
        //SettingUI.B = true;
        isPlay = false;
    }

    public void SettingUICancelButton()
    {
        PlayerController.instance.playerAudio.PlayOneShot(O1ick1(p);
        SettingUI.SetActive(false);
        //SettingUI.B = false;
        isPlay = true;
    }
}
```

그림 9

그림9는 여러 아이템 중 게임 아이템 스크립트로 세이지 변화와 일정 개수 이상 획득 시 유튜브 선택지가 등장하도록 하였다.


```

public class ItemManager : MonoBehaviour
{
    public static ItemManager instance;

    // Start is called before the first frame update
    void Start()
    {
        ItemCountUI_1.SetActive(true);
        ItemCountUI_2.SetActive(false);
        ItemCountUI_3.SetActive(false);
        YouTubeUI.SetActive(false);
        GraduationSchoolUI.SetActive(false);
        LottoUI.SetActive(false);

        ItemEffectUI.SetActive(false);

        YouTube_S.SetActive(false);
        LoveFriend_S.SetActive(false);
        LoveFriend2_S.SetActive(false);
    }

    // Update is called once per frame
    void Update()
    {
        if (!GameManager.instance.IsGameOver)
        {
            if (AlcoholCount >= 8) //8
            {
                GameManager.instance.EndGame();
                StoryManager.instance.AlcoholEndStory();
            }
            public void UpdateAlcoholCountText(int count)
            {
                AlcoholText.text = count + " / 8"; //8
            }

            if (LoveCount >= 7) //8
            {
                GameManager.instance.EndGame();
                StoryManager.instance.LoveEndStory();
            }
            public void UpdateContestCountText(int count)
            {
                ContestText.text = count + " / 7"; //8
            }

            if (ContestCount >= 7) //8
            {
                GameManager.instance.EndGame();
                StoryManager.instance.ContestEndStory();
            }
            public void UpdateLoveCountText(int count)
            {
                LoveText.text = count + " / 7"; //8
            }
        }
    }
}
    
```

그림 10 ItemManager 스크립트 중 일부

```

public class Game : MonoBehaviour, IItem
{
    public void Use(GameObject target)
    {
        GameManager.instance.StressDown(0.02f);
        GameManager.instance.K_LDown(0.02f);

        ItemManager.instance.GameCount += 1;
        if (ItemManager.instance.GameCount >= 5 && ItemManager.instance.FriendCount >= 5)
        {
            ItemManager.instance.YouTube_S.SetActive(true);
        }

        Destroy(gameObject);
    }
}
    
```

그림 11 게임 아이템 스크립트

4. 구현된 게임



그림 11 로비 화면

아래의 그림들은 완성된 게임을 플레이한 장면이다. 플레이 컨셉에 맞게 게임을 실행 시키면 그림11이 나오고 왼쪽 아래의 설정 버튼을 누르면 그림12 화면을 볼 수 있다. 게임 설명 버튼을 누르면 그림13과 같은 화면을 볼 수 있고, 게임 시작 버튼을 누르면 그림14 화면이 나온다. 배경에 choice라고 표시된 선택지에서 선택을 누르면 그림15과 같이 캐릭터가 특성 행동을 한다. 대학 4년 생활을 마치면 그림16처럼 졸업으로 마무리한다. 그 후 페이지, 선택지에 따른 그림17 형식의 엔딩 이야기를 볼 수 있다. 이 게임은 구글플레이스토어에 '대학교에 가면'이라는 제목으로 출시하여서 누구든지 신지해 게임을 할 수 있다.



그림 12 로비 설정 화면



그림 13 게임 설명 화면

IV. 결 론

기대감을 한껏 안고 대학교에 입학하였지만 다양한 이유로 휴학이나 자퇴를 결성하는 신입생들이 늘어나고 있다고 한다. 더군다나 코로나19로 인해 비대면으로 전환되면서 더욱 학교생활에 적응하지 못하는 환경에 처한 것이다. 그래서 우리는 이런 신입생들을 위해 대학교 생활을 체험해볼 수 있는 게임을 제작하였다.

이 게임은 대학교 1학년부티 4학년까지의 학교생활을 담고 있으며, 아이템과 선택지에 따른 다양한 엔딩을 볼 수 있는 것이 특징이다.

개발한 게임을 대학교 오리엔테이션과 같이 자칫 딱딱할 수 있는 분위기에서 사용하던 친구들과 이야기를 나누면서 가볍고 재미있게 대학 생활을 경험해볼 수 있고, 대학교 생활의 전반적인 계획을 잡는 데에 도움을 주는 효과를 가져다줄 수 있을 것이다.

게다가 이 게임은 신입생뿐만 아니라 대학 생활에 관심이 있는 누구든지 게임을 즐길 수 있다. 재학생은 자신의 대학 생활과 비교해 볼 수 있고, 수험생에게는 대학 생활에 대한 기대감을 증폭시켜 줄 수 있다. 또한 현재와 같이 코로나19로 인한 비대면 상황이나 무뎌지게 대면 생활이 어려운 사람들에게도 게임을 통해서 간접 체험하는 기회를 제공할 수 있다.

이처럼 우리는 신입생을 포함한 다양한 사람들에게 긍정적인 영향을 끼치 대학교의 신입생이 증가하고, 대학교를 졸업까지 잘 마무리하기를 기원한다.



그림 14 게임 화면



그림 15 선택지 선택 시 화면



그림 16 게임 마지막 장면



나는 공부를 정말 열심히 해서
좋은 성적을 받았다.

그림 17 노멀 엔딩 화면

참 고 문 헌

[1] 인효연, 이성신, 김수성. "코로나19 상황에서 신입생들의 대학생활 경험." 청소년학연구 28.8 (2021): 141-173.

[2] 전보라, 윤소정. "대학 신입생, 그들의 어려움에 관한 이야기 : 대학생활적응 경험을 중심으로." 예술인문사회융합멀티미디어 논문지 7.3 (2017): 731-742.

[3] 편주영. "빨리 학교 가고 싶어요" 비운의 '코로나 학번' 새내기, 동대신문, 2020.06.19

멀티모달 생체신호를 활용한 게임 캐릭터 동작 이벤트 제어 기술

Game Character Motion Event Control Method using Multi-modal Bio-Signals

이성민*, 신영훈**, 이백승***, 이미란****

(Sungmin Lee*, Younghoon Shin**, Baekseung Lee***, Miran Lee****)
요약

본 논문은 멀티모달 생체신호를 기반으로 Unity를 통해 게임 속의 캐릭터 동작 이벤트를 제어하는 방법에 대해 제안한다. 기존의 키보드, 마우스 등을 활용하여 캐릭터의 모션을 제어하는 방식이 아닌, Electroencephalography (EEG)와 Electromyography (EMG)의 멀티모달 생체신호를 분석하여 활용함으로써 사지마비 환자, 사지의 관 근육이 마비 또는 근력이 약화된 환자들에게 더 높은 편의성을 제공할 수 있는 인터페이스를 개발하는 것을 목적으로 한다. 장기적으로 환자의 높은 만족도를 향상시켜 재활 치료, 교육, 게임 등으로 확장될 것으로 기대한다.

Abstract

This paper proposes a method to control characters' movement events in the game through Unity based on multi-modal bio signals. Although, in traditional ways, most users can utilize the keyboard or mouse to control the character's motion, this paper aims to develop an interface that can provide higher convenience to patients with weakened muscles, quadriplegic patients, and paralyzed arm muscles by analyzing the multi-modal bio signals. It is expected to expand to rehabilitation treatment, education, and games by improving patients' high satisfaction.

I. 서론

현대 사회는 가상현실, 메타버스라는 새로운 개념을 다양한 산업과 일상생활에 도입하여 재택근무, 마케팅, 게임, 가상인플루언서 등 다양한 분야의 콘텐츠를 접할 수 있게 되었다. 또한, 포스트코로나 시대로 외출이나 활동 등이 어려워진 상황과 맞물려 메타버스, 가상현실, 확장현실은 더 빠르게 가속화되어 발전해나가는 추세이다. 과거에 게임은

오락성, 중독성, 폭력성 등 여러 가지 부작용들이 사회문제로 대두되어 사람들에게 부정적인 인상을 주었다. 반면, 최근에는 전 세계적으로 게임의 순기능을 극대화한 가능성 게임이 많은 관심을 얻으며 관련 산업이 발달하고 있다. 가능성 게임이란 게임이 가지는 오락성과 높은 몰입을 유도하며 명확한 목적을 위하여 설계된 게임을 뜻하며 Serious game이라고 불리며, 재활, 의료, 교육 등 다양한 분야에서 이러한 가능성 게임을 활용하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다[1].

본 논문은 기존의 가상현실, 게임 등에서 활용 가능하는 키보드, 마우스, 컨트롤러 인터페이스를 통한 제어방식이 아닌 BCI (Brain-Computer Interface, 뇌-컴퓨터 인터페이스)를 통한 방법을 게임에 도입할 수 있도록 Electroencephalograph (EEG)와 Electromyo

* 일반대학원 IT융합공학과 석사과정

** 정보통신대학 컴퓨터정보공학부 (컴퓨터공학 전공) 학부생

*** 정보통신대학 컴퓨터정보공학부 (컴퓨터공학 전공) 학부생

**** 정보통신대학 컴퓨터정보공학부 (컴퓨터공학 전공) 조교수, 교신저자

graph (EMG)의 멀티모달 생체신호를 기반으로 게임의 캐릭터 모션을 제어하는 방법에 대해 제안한다.

II. EEG 분석

2.1. Emotiv를 활용한 EEG신호 수집 및 분석

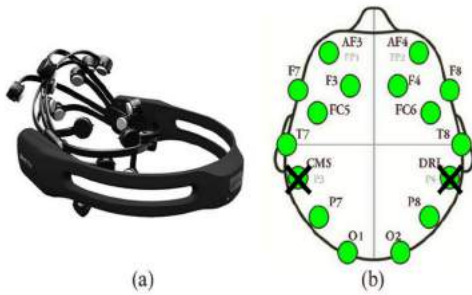


그림 1. Emotiv사의 (a) Epoc+ (b) EEG신호의 국제 표준 10-20 system 전극위치

Emotiv (샌프란시스코, 미국)는 신경 헤드셋, 소프트웨어 개발 키트, 소프트웨어, 모바일 앱 및 데이터 제품을 포함한 웨어러블 뇌파 제품을 개발 및 생산하는 생물 정보 및 기술 회사이다. 본 논문에서는 Emotiv 회사의 제품인 Emotiv Epoc+ (그림 1 (a))를 이용하여 피험자의 EEG신호를 International 10-20 system인 국제 표준을 을 기반으로 (그림 1 (b)) 부선으로 데이터를 획득한다. Emotiv Epoc+는 14개 채널로 구성되어 있으며, 각 AF3, AF4, F3, F4, FC5, FC6, F7, F8, T7, T8, P7, P8, O1, O2 에서 뇌전도를 취득할 수 있다[3]. 또한, Epoc+는 사용이 간편하며 전식 센서로 설계되어 일상생활의 데이터 취득이 용이하며, 데이터는 블루투스를 통해 무선으로 전송한다.

2.2. Fast Fourier Transform (FFT) / BAND-POWER

Fast Fourier Transform (FFT, 고속 푸리에 변환)는 시간 영역의 신호를 주파수 영

역으로 변환하여 신호의 주파수 성분 분석 및 해석을 위한 방법이다. 가장 보편적으로 사용되는 FFT 알고리즘은 Cooley-Tukey 알고리즘이며 본 논문에서는 EmotivPRO가 제공하는 FFT/BAND-POWER을 활용하여 Emotiv Epoc+의 14개 채널 중 P7, P8 의 노이즈를 제거하는데 활용하였다 (그림 2). 또한, 뇌파의 신호의 강도로 Band-Power를 활용하였으며 FFT에서 추출된 채널을 전력 및 전력 스펙트럼으로 신호의 강도를 구현하였다.

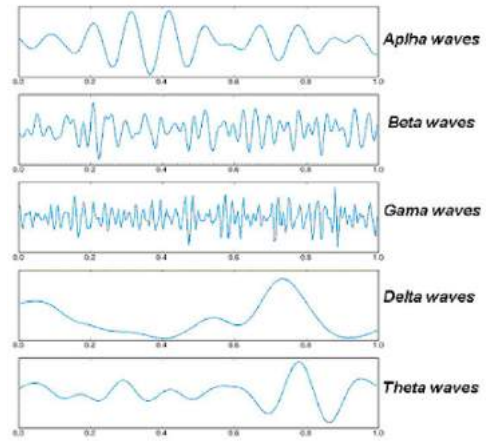


그림 2. EEG의 파형 분석

III. 게임 캐릭터 모션 이벤트 제어

멀티모달 생체신호 기반의 캐릭터 모션 이벤트를 제어하기 위해 일본의 Unity Technologies Japan에서 오픈소스로 제공하는 Unity-chan을 활용하였다. 그림 3과 같이 제어방법을 설계했으며, Lab Streaming Layer (LSL)의 데이터 스트림과 Band-Power을 활용하여 High-Beta가 6 라는 수치를 초과할 때 Unity-chan이 Jump를 하는 트리거를 설정한다. 이는 EEG 신호의 P7, P8 (두정엽) 신호들의 High-Beta 주파수대역이 집중력과

관련된 특징들이기 때문에 두 신호만을 분석하였다.



그림 3. 제안하는 멀티모달 생체신호를 활용한 게임 상의 캐릭터 모션 제어 방법

기존의 작업한 LSLInput을 Unity-chan 캐릭터의 Inspector탭에 입력하고 수신하는 데이터에 맞춰서 스피드를 조절한다.

IV. 시스템 구동 결과

본 논문에서 제안하는 EEG신호 기반 가상오브젝트 제어 결과, Band-Power의 High-Beta가 일정한 수치를 초과했을 때 Unity-chan이 점프 모션을 수행하는 결과를 보였다. 본 논문에서는 피험자의 기준으로 High-Beta가 6을 초과할 때, Jump 명령어를 수행하도록 설정하였는데, 이는 개인마다 편차를 가지고 있으며, 위에서 사용한 인계치는 파일럿 테스트로 진행한 값이므로 향후 더 많은 피험자로부터 통계적으로 검증되어야 할 필요는 있다. 추가적으로, EMG 신호는 양팔의 전완근에서 각각 1채널씩 측정하여 근활성도를 분석하였고, 캐릭터의 좌-우 방향 이동을 담당하였다. 시스템에 대한 구동 결과는 그림 4와 같다.



그림 4. Unity-chan 구동 결과

V. 결론

본 논문은 멀티모달 생체신호를 활용하여 게임 상의 캐릭터 모션 제어를 위한 방법에 대해 제안하였다. 결과적으로, 본 논문의 제어방법은 사지마비, 근력약화 등의 질환을 가진 환자나 노인들에게 장기적으로 높은 편의성을 제공하는 인터페이스 기술로 발전 가능성이 있으며, 재활, 치료, 게임 등에 많은 활용이 기대된다. 향후, 뇌파의 다른 채널들도 활용하여 걷기, 뛰기 등의 다양한 명령어를 사용 가능하도록 개발할 계획이며, 사용자들의 접근성도 향상시킬 계획이다.

참고 문헌

- [1] 김희찬, 신유진, 안민규. 뇌-컴퓨터 인터페이스 기반 모바일 자동차 게임. 한국 HCI 학회 학술대회, pp. 940-942, 2020.
- [2] 신재연, 민준석. 뇌파를 이용한 현실과 가상 오브젝트 제어시스템 설계. 한국생체공학 학회 논문지, 21(1), pp. 91-98, 2021.
- [3] 선지영, 한효정. Emotiv EPOC 측정 DWT기반 EEG 신호 분석을 통한 분지 이분 분류. 대한전자공학회 학술대회, pp. 971-975, 2015.
- [4] AL. BOUSTANI, George, et al., "Influence of Auditory Cues on the Neuronal Response to Naturalistic Visual Stimuli in a Virtual Reality Setting," Frontiers in human neuroscience, 16: 809293, 2022.

비콘을 이용한 건물 내부의 실시간 위치탐색 시스템

Real-time Location Search System in Building Using Beacons

김경빈*, 진성근**

(Koung-Bin Kim, Seong-Geun Jin)

요약

본 논문은 비콘을 이용한 건물 내부의 실시간 위치탐색에 관한 방법에 대하여 제시한다. 기존의 GPS 기반의 위치탐색 시스템은 건물내부에서 신호를 정확하게 측정하는 것에 어려움이 따른다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 블루투스 통신을 이용하는 비콘을 이용하여 건물 내부의 위치탐색을 진행하고자 하며, 해당 기술은 건물 내부에서 위치를 측정하기 위한 지표로 사용할 수 있을 것이다.

Abstract

This paper presents a method for real time location search inside a building using beacons. In the existing GPS based location search system, it is difficult to accurately measure a signal inside a building. In order to solve this problem, a beacon using Bluetooth communication will be used to search for the location inside the building, and the technology can be used as an indicator to specify the location inside the building.

I. 서론

스마트폰이 대중화되면서 스마트폰 사용자들의 지도 어플의 사용량이 증가하였다. 빅데이터 전문 기업 TDI의 분석 플랫폼 데이터드래곤에 따르면 2022년 1월 기준 국내 스마트폰 이용자의 80%가 국내 지도/내비게이션 어플인 네이버 지도, 카카오맵, Tmap 중 하나를 사용하는 것으로 조사되었다[1]. 지도 어플리케이션의 사용량이 증가하고, 국내에 공항과 엑스포와 같은 대형 건물이 증가함에 따라 지도 업체들의 실내지도의 제작 역시 활발해지고 있다. 하지만 이러한 실내지도의 경우 건물 내부에 사용자가 위치하기 때문에 위성계 통신하는 GPS 기술의 사용이

불가능하다. 이러한 건물 내부에서의 위치탐색을 가능하도록 블루투스 통신을 이용한 비콘을 이용한 위치탐색 시스템을 개발하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 비콘의 개념과 비콘의 통신기술을 소개하고자 한다. 3장에서는 비콘을 이용한 건물 내부의 실시간 위치탐색 시스템의 연구를 진행하고자 한다. 마지막으로 4장에서는 결론을 작성하였다.

II. 관련연구

BLE(Bluetooth Low Energy) 기술은 전력 소모를 낮추고 사용자 접근성을 높인 무선통신 기술이다. BLE를 싱글모드로 사용하면, 통신 크기의 배터리로도 몇 년간 동작할 수 있을 만큼 적은 전력을 소모하고, 통신을 위해 서로 연결하는 설정 시간(Pairing Time)

* 정보통신대학 컴퓨터정보공학부(컴퓨터소프트웨어전공) 재학생

** 정보통신대학 컴퓨터정보공학부(컴퓨터소프트웨어전공) 정교수

도 굉장히 짧은 장점을 가진다. 또한 표준화가 잘 되어 있어서 안드로이드와 iOS 등 블루투스 4.0을 지원하는 대부분의 스마트폰에서 사용이 가능하다. BLE는 최대 50m의 통신 범위를 지니고 있어 사용자의 특별한 행동 없이도 해당 범위 내에서 정보를 전달이 가능하다. 통상 BLE를 활용하는 방법은 마케팅에서 주로 이루어지게 설계 되었으며, 사용자가 마켓이나 실내에 특정위치를 지나게 되면 BLE 미콘의 신호를 송신하게 되고 그에 따른 스마트폰에서 수신되는 전자파 신호의 강도를 파악하여 소비자의 실내 위치를 감지하여 그에 따른 마케팅 정보를 사용자의 스마트폰에 보내게 된다. 이는 미콘이 실내 위치 추위에 최적화 되어 있기 때문에 가능하며, 기존에 널리 쓰이는 부선훈을 이용한 실내 위치 정보 시스템과 원리는 비슷하지만 실성 시간과 비용 측면에서 더 효율적이다 [2].

BLE 미콘을 이용한 실내추위는 RSSI 신호의 세기를 측정하여 위치를 추방하는 삼각 추방법과 삼변 추방법의 두 개로 나뉜다. 첫 번째로 삼각 추방법은 어떤 한 점의 좌표와 거리를 삼각형의 성질을 이용하여 알아내는 방법이다. 그 점과 두 기준점이 주어졌으면, 그 점과 두 기준점이 이루는 삼각형에서 밑변과 다른 두 변이 이루는 각을 각각 측정하고, 그 변의 길이를 측정한 뒤, 사인 법칙 등을 이용하여 일련의 계산을 수행함으로써, 그 점에 대해 좌표와 거리를 알아내는 방법이다. 두 번째로 삼변 추방법은 삼각추방과 마찬가지로 삼각형 기하학을 사용하여 물체의 상대 위치를 구하는 방법이다. 하나의 변의 길이와, 양 끝의 두 각을 이용하는 삼각 추방과는 달리 삼변추방은 목표의 위치를 알기 위해서 두 개 이상의 기준점과, 물체와 각 기준점과의 거리를 이용한다. 삼변추방만으로 2차원 면에서의 상대 위치를 정확하고 유일하게 결정하기 위해서는 최소한 3개의

기준점이 필요하다[3].

미콘과 단말기의 거리를 측정하기 위해서는 미콘의 RSSI 신호를 이용해야 하지만 RSSI는 주변의 장애물 존재 여부, 날씨, 습도와 같은 주변 환경에 굉장히 민감하기 때문에 그대로 적용하여 단말기의 거리를 측정한다면 오차가 발생하고 이로 인해 실내 추위 시 계산한 위치 역시 신뢰도가 떨어진다. 따라서 미콘을 이용하여 위치를 측정하기 위해서는 RSSI의 오차범위를 줄이기 위한 알고리즘이 필요하다. 평균필티와 칼만필티에 기반을 둔 필티 알고리즘과 측정값과 실측값 사이의 오차방정식을 적용하여 RSSI의 오차 범위를 줄이는 방법으로 실험한 논문에서는 4개의 미콘을 사용하여 측정을 진행하였는데 보정을 거친 위치는 실제 위치와 약 1~3m 정도 차이가 나는 결과를 도출하였다. 추가적인 오차의 개선을 위해서는 미콘의 개수가 증가하여야 하지만 이상적인 측정값을 도출하기 위해서는 각각의 미콘과 단말기에서 다른 조정 값을 대입해야하기 때문에 실험에 사용하는 미콘과 단말기의 수가 많아 실수쪽 조정 값의 수 또한 크게 증가하는 한계가 있다[4].

III. 미콘을 이용한 건물 내부의 실시간 위치탐색 시스템

미콘을 이용한 실내 추위는 RSSI 의 오차와 같은 문제가 존재한다. 본 논문에서는 오차와 관련된 문제를 최소화하고 미콘을 이용하여 건물 내부의 실시간 위치탐색 시스템을 구성하기 위하여 단말기의 현재 위치를 측정하는 기준을 RSSI 신호의 세기 상 가장 가까운 곳에 위치한 미콘으로 하였다. RSSI 신호의 오차는 장애물과 날씨, 습도 등으로 생해지므로 단말기와 미콘 사이의 거리가 가

까울수록 신호의 오차가 생기는 정도가 줄어든다. 따라서 가장 가까운 비콘을 신뢰성이 가장 높기에 기준으로 사용하였다. 또한 하나의 비콘만을 기준으로 사용하므로, 정확한 위치 정보를 얻는 것 보다는 내가 위치한 정확한 영역의 값을 판단하며, 비콘과의 거리가 0m에 가까워 질수록 비콘과 단말기는 완전히 같은 좌표에 위치하게 되므로 0m에 근접하다면 단말기의 현재 위치를 비콘의 현재 위치로 설정 하는 것으로 하였다.

비콘을 이용한 건물 내부의 실시간 위치탐색 시스템의 구조는 어플리케이션과 서버로 구성되어 있다. 다음은 어플리케이션과 서버에서 진행되는 시스템의 구조를 설명하였다.

1. 어플리케이션

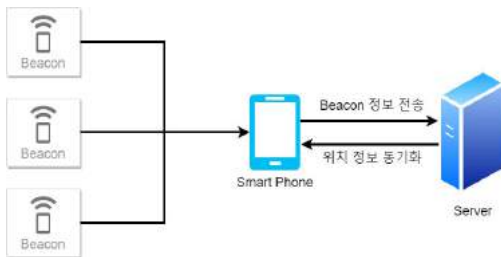


그림 1. 어플리케이션 통신 구조도

[그림 1]은 어플리케이션에서 진행되는 통신의 구조도를 나타낸 것이다. 어플리케이션은 스마트폰에 내제된 블루투스 스캔 기능을 사용하여 주위의 비콘을 찾아내어 비콘의 정보를 전송받는다. 어플리케이션은 스캔받은 비콘의 정보를 취합하여 서버로 비콘의 MAC 주소, RSSI 신호 기반의 거리 값(m), 어플리케이션에서 고유한 스마트폰의 ID 값을 전송한다. 이후 서버에서 계산된 위치 정보를 어플리케이션에서 전송받아 스마트폰에서 사용자 인터페이스에 맞게 출력한다.

2. 서버

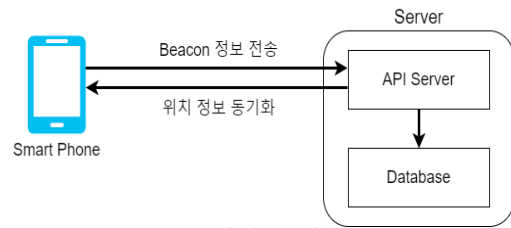


그림 2. 서버 통신 구조도

[그림 2]는 서버에서 진행되는 통신의 구조도를 나타낸 것이다. 서버는 RESTful API 통신을 통해 어플리케이션에서 비콘의 MAC 주소, RSSI 신호 기반의 거리 값(m), 어플리케이션에서 고유한 스마트폰의 ID 값을 전송받는다. 전송받은 정보를 바탕으로 가장 근접한 비콘을 계산하고 데이터 베이스 상에 저장된 비콘의 정보를 바탕으로 해당 비콘의 위치를 조회한다. 스마트폰의 ID 값과, 현재 위치를 데이터베이스 상에 저장하여 서버상에서 스마트폰의 위치를 조회할 수 있도록 하며, 위치 정보를 어플리케이션에 반환하여 어플리케이션에서 현재 위치를 표시할 수 있도록 한다.

3. 동작 테스트

동작 테스트를 위하여 서버는 우분투 20.04 환경을 VMware 상에서 구현하였으며, 어플리케이션 환경은 안드로이드 10.0(Q) 기반의 스마트폰에서 진행하였다. 비콘의 위치 테스트를 위하여 건물의 5층과 6층에 층마다 각각 3개씩 총 6개의 비콘을 배치하였다.

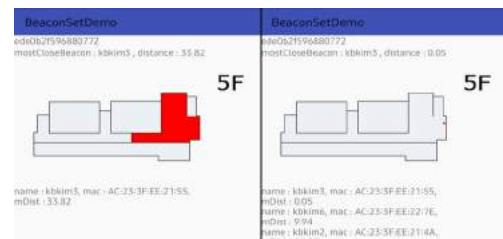


그림 3. 어플리케이션 동작화면

[그림 3]은 어플리케이션의 동작화면이다. 사진에서 왼쪽 위에는 어플리케이션에서 스마트폰을 구분하는 고유 ID 값을 표시하도록 하였고, 그 아래에는 가장 가까운 비콘의 정보와 조회되는 비콘들의 정보를 출력하도록 하였다. 왼쪽의 사진은 어플리케이션에서 비콘과 통신을 하였을 때 스마트폰이 위치한 영역을 조회한 사진이고, 오른쪽의 사진은 어플리케이션에서 비콘과 통신을 하였을 때 스마트폰이 비콘과 매우 근접하여 비콘의 위치를 스마트폰의 위치로 조회하였을 때의 사진이다.

표준회 논문집 제 25권, 제 2호, 991-994쪽, 2018

IV. 결 론

건물 내부에서의 실시간 위치탐색은 건물의 구조가 크고 복잡해지는 것에 따라 사람들의 동선의 단순화를 위하여 필요한 기술이 될 것이다. 또한 해당 기술이 발전함에 따라 내비게이션 기능의 추가를 통한 길 찾기 기능과 서머 상에서 단말들의 위치를 관리하므로 단체인원의 행사에서 개인의 위치를 파악하는 등의 용도로 사용할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이태우, “소행길 찾아가기 때, 운전할 때 필수! 대표적인 국내 지도/내비게이션 앱 Top3 비교,” 매일경제, 2022년 03월 07일자.
- [2] 정준희, 황유민, 홍승관, 김태우, 김진영, “BLE 비콘 시스템에서 측위 정확도 향상을 위한 위치 오차 보정 알고리즘,” 한국위성정보통신학회논문지 제 11권, 제 4호, 63-67쪽, 2016
- [3] 손승훈, 황기현, “개선된 삼면측량법을 이용한 위치인자 알고리즘 개발,” 한국정보통신학회논문지 제 17권, 제 2호, 473-480쪽, 2012
- [4] 박종형, 박두익, 엄원빈, 강진수, 원유제, “비콘의 신호 세기별 이용한 실내 위치 추적 정확도 개선에 관한 연구,” 2018년 추계학술발

스마트 소형 소방차

Smart Small Fire Truck

김 유 진*, 김 민 경*, 이 지 민*, 문 병 현**
(Yu-Jin Kim, Min-Kyoong Kim, Ji-Min Lee, Byung-Hyun Moon)

요 약

2022년 동해안에서 발생한 대규모 화재가 각종 매체에서 보도되었다. 화재로 인한 피해량이 잇따라 보도되며 많은 사람들의 안타까움을 자아냈다. 방화로 시작된 산불은 점차 규모가 커지며 인근 마을까지 났다 주민들이 거주하고 있는 주택이나 건물, 사찰 등이 전소되어 폐허가 되었다. 본 논문은 아두이노(Arduino)를 사용하여 이와 같은 소규모의 마을을 원격으로 순찰하고 실시간으로 확인하며 소화기능을 탑재하여 화재의 피해를 최소화할 수 있는 소형 RC Car를 개발하였다. 불꽃감지센서를 이용하여 불꽃 감지 시 화재 예방을 위해 워터펌프가 작동하며, 그와 동시에 함께 탑재된 센서들이 작동해 주변에 화재 위험을 알린다. 제작된 애플리케이션(Application)을 통해 지정된 번호로 자동 신고가 되는 것을 최종 목표로 두었다.

Abstract

A large scale fire on the east coast in 2022 was reported in various media, and the damage caused by it was reported one after another, causing many people to feel sorry. The forest fire, which began as an arson, gradually grew in size and hit nearby villages, burning houses, buildings, and temples where residents lived, making it a ruin. This paper developed a small RC car that can minimize fire damage by remotely patrolling such small villages using Arduino, checking them in real time, and mounting fire extinguishing functions. When flame detection is performed using a flame detection sensor, an waterpump is operated to prevent fire, and at the same time, parts mounted together are operated to inform the surrounding area of fire risk. The final goal was to be automatically reported to the designated number through the manufactured application.

I. 서 론

2022년 03월 경북 울진과 강원도 강릉 등 동해에서 발생한 산불로 6,000명이 넘는 인원이 대피하고, 주택을 포함하여 200여 개의 시설이 소실되는 사건이 발생했다. 울진 일부 지역의 통신망이 두절되는 상황도 발생하였다. 중앙재난안전대책본부는 3월 5일 오후 3시 기준으로 울진, 삼척 산불로 주택 159채를 포함해 216개의 시설이 소실되었다고 밝

혔으며, 인명피해는 없었으나 산림피해는 6,352ha로 추정된다고 발표했다(1). 이번 산불로 인해 울진, 삼척, 강릉 동해 주민 6,280명이 대피하는 등 큰 규모의 피해가 발생함을 알 수 있었다.

아파트를 제외한 일반 주택들이 모여 있는 작은 마을에서는 화재 예방시설이나 소화시설이 적절히 구비 되어 있는 경우를 찾기가 어렵다. 따라서, 상시 확인할 수 있고 화재 발생 시 유용하게 사용할 수 있도록 연락망과 소화 기능이 탑재된 제품이 존재한다면, 화재예방뿐만 아니라 화재의 피해를 최소화하고자 한다.

* 정보통신대학 전자전기공학부 학부생

** 정보통신대학 전자전기공학부 교수

II. 작품 설계

1. 설계내용

스마트 소형 소방차는 Arduino를 기반으로 하여 블루투스 모듈과 RC Car를 연결해 제어한다. 애플리케이션을 제작하여 RC Car를 원격으로 조종하고, ESP32 CAM을 사용하여 실시간 스트리밍을 가능하게 한다. 불꽃감지센서를 사용해 불꽃이 감지될 경우 LED, Buzzer, 신호 애플리케이션 그리고 워터펌프가 작동하는 RC Car 제작을 목표로 한다.

1) RC Car 제어

L298N 모듈을 사용하여 4개의 바퀴를 연동시킨다. 연결된 모터는 블루투스 모듈(HC06)을 사용하여 APP INVENTOR에 전진, 후진, 좌회전, 우회전, 정지 작동 코드를 작성하여 구동한다.

2) 실시간 스트리밍

ESP32 CAM을 사용하여 무선으로 컴퓨터 화면과 핸드폰을 통한 실시간 스트리밍을 가능하게 한다.

3) 탑재된 여러 부품

불꽃감지센서에 불꽃이 감지되면 Buzzer, LED, 워터펌프가 동시에 작동된다. Buzzer와 LED는 일정 시간을 두고 커졌다 꺼짐을 반복하고 워터펌프는 불꽃 감지 시 바로 작동하여 화재를 진압한다.

4) 애플리케이션

블루투스 모듈(HC06)을 연결하여 불꽃이 감지되면 지정된 핸드폰으로 '불꽃이 감지되었습니다.'라는 문자가 전송되고 그와 동시에 전화가 걸린다. 뿐만 아니라 RC Car를 제어할 수 있는 Controller도 함께 제작한다.

2. 기구부 상세 내용

1) NS-FDSM 불꽃감지센서



그림 1. NS FDSM 불꽃감지센서

불꽃감지센서는 적외선 LED를 통해 화재 시 연소반응에 의한 불꽃에서 파생되는 열복사인 적외선 파장(760nm~110nm)을 감지하여 아날로그 혹은 디지털 신호를 수신하는 센서이다. 감도 조절용 볼륨이 있어 센서 모듈의 감도를 사용자가 설정할 수 있다.

본 작품에서는 불꽃이 감지되면 감지된 데이터 값을 APP INVENTOR 및 시리얼 모니터로 수신한다.

표 1. NS-FDSM 불꽃감지센서 사양

사 양	내 역
전원전압	DC 3.3V ~ 5V
사용전류	10mA 이내
표시장치	LED
감지 출력 (Digital)	TTL Level 정상시“H”, 감지시“L”
감지 출력 (Analog)	감지 레벨에 따른 전압출력
크기	32mm X 14mm

2) ESP32 CAM

ESP32 기반의 프로세서를 사용하여 Wi-Fi와 블루투스를 모두 지원하는 아두이노 호환보드이다.

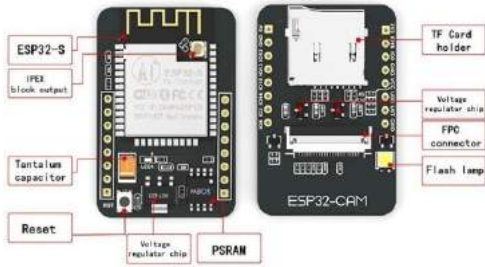


그림 2. ESP32 CAM

CH340 USB 시리얼어댑터 보드가 제공되고 Micro USB 연결을 통해 간편하게 업로딩이 가능하다. OV2640 카메라와 주변기기를 연결하는 GPIO 외에도 카메라로 찍은 이미지를 저장하거나 클라이언트에게 제공할 파일을 저장하는데 유용한 마이크로 SD 카드 슬롯이 있다.

본 작품에서는 스마트 소형 소방차의 시야를 확보하는 용도로 사용한다.

표 2. ESP32 CAM 사양

사양	내역
전원 전압	5V
사용 전류	6mA
Wi-Fi	802.11 b/g/n/
블루투스	Bluetooth 4.2 BR/EDR and BLE standards
안테나	Onboard PCB antenna, gain 2dBi
크기	40.5mm X 27mm X 4.5mm

3) HC06

HC06 부품은 근거리 무선 통신, 블루투스 모듈은 블루투스 통신을 이용해 아두이노와 사용자 디바이스 간의 통신이 가능하도록 도와주는 부품이다. 블루투스 모듈의 VCC와 GND는 각각 아두이노의 5V와 GND에 연결하고, RXD로 수신, TXD로 송신한다. 블루

투스 모듈의 불빛이 깜박이면 연결되지 않은 상태, 깜박이지 않으면 연결된 상태임을 알 수 있다.



그림 3. HC06

본 작품에서는 APP INVENTOR로 제작된 애플리케이션을 기기와 연결하는 용도로 사용한다.

표 3. HC06 사양

사양	내역
작동 전압	3.6~6V
사용 전류	30~40mA
블루투스 버전	2.0
무선 통신 범위	~10m
크기	38 x 17 mm

4) 아두이노 UNO



그림 4. 아두이노 UNO

아두이노는 오픈소스를 지향하는 마이크로컨트롤러를 내장한 기기 제어용 기판으로, 아두이노 우노는 디지털 입출력 핀 20개, 아날로그 입력 핀 6개, PWM 출력 핀 6개가 있다.

표 4. 아두이노 UNO 사양

사양	내역
입력전압(권장)	7~12V
입력전압(최대)	6~20V
시스템 전압	5V
디지털 핀 허용 전류	40mA
3.3V 핀 허용 전류	50mA
크기	68 x 53 mm

5) APP INVENTOR



그림 5. APP INVENTOR 로고

구글(Google)과 MIT 대학에서 개발한 블록 기반의 앱 제작 프로그래밍 툴로 구글 계정으로 접속하여 간단하고 쉽게 앱을 만들어 스마트폰에서 바로 실행해 볼 수 있는 클라우드 기반 무료 앱 개발 도구이다.

본 작품에서는 RC Car Controller와 자동 신고 시스템이 탑재된 애플리케이션을 제작하는 데에 사용되었다.

6) 워터펌프

전원이 연결되면 흡입구로 물을 흡입한 후 물을 모터 안의 축을 중심으로 회전시키고 워셔에 의해 압력이 증가한다. 축의 바깥쪽은 압력이 증가하고 중심은 낮아지며, 이때 물은 낮은 압력에서 높은 압력으로 이

동하기 때문에 배출구에서 물이 나온다.



그림 6. 워터펌프

본 작품에서는 불꽃이 감지됐을 경우 소화의 기능을 실행한다.

표 5. 워터펌프 사양

사양	내역
동작전압	DC 3~5V
무게	28g
압력	저압력
최대 수명	200HR

III. 동작 및 구현

1. 동작 시나리오

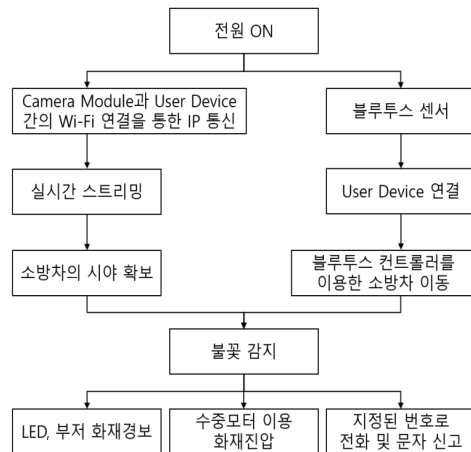


그림 7. 동작 시나리오

그림 7 에서는 스마트 소형 소방차의 동작 시나리오를 나타낸다.

2. 하드웨어 제작

실제된 스마트 소형 소방차는 3단으로 구성되며 하단에는 RC Car의 모터 드라이버와 불꽃감지센서가 부착되어있다. 불꽃감지센서는 최대한 가까이에서 불꽃을 감지하기 위해 1단에 부착한다. 2단에는 아두이노 보드 3개를 설치하고 블루투스 모듈 2개를 설치한다. LED와 Buzzer, ESP32 CAM 그리고 AA건전지 8구를 부착한다. 아두이노 보드는 RC Car 모터, ESP32 CAM 그리고 그 외 부품으로, 3부분 나누어 연결하였다. 블루투스 모듈은 연결의 혼선을 줄이기 위해 'Team_5'와 'HC06'으로 이름을 지성하여, RC Car의 원격 조종과 신고 기능을 나누어 연결한다. 3단은 LED와 물탱크, 워터펌프, 9V 배터리를 부착하였다. LED는 모서리에 부착하여 주변에 빛으로 불꽃이 감지되었음을 더 쉽게 알린다. 물탱크의 상단 부분에 구멍을 뚫어 워터펌프에 연결된 실리콘 튜브를 꽂아 물이 밖으로 배출될 수 있도록 제작한다.

3. 소프트웨어 제작

1) 애플리케이션 소스



그림 7. 블루투스 연결



그림 8. 블루투스 연결 불기



그림 9. 불꽃감지

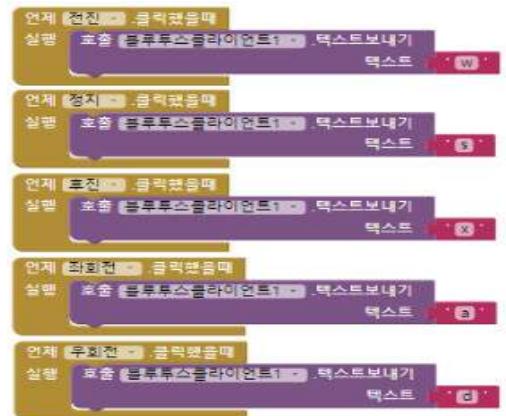


그림 10. RC Car Controller

그림 7, 8, 9, 10에서 작성한 소스를 APP INVENTOR에 적용하면 그림 11과 같은 애플리케이션이 제작된다.

그림 10은 RC Car Controller Source로 'w(전진)', 's(성지)', 'x(후진)', 'a(좌회전)', 'd(우회전)'으로 설정되어 있음을 확인할 수 있다.

2) 애플리케이션



그림 11. 제작된 애플리케이션(좌)과 연결할 블루투스 모듈(우)

애플리케이션의 좌측 상단에 블루투스를 연결할 수 있는 ‘블루투스 연결’ 버튼이, 우측 상단에는 연결을 해제하는 ‘연결끊기’ 버튼이 형성되어 있다. 블루투스 연결을 선택하면 연결할 수 있는 블루투스 목록이 나온다. RC Car에 탑재된 블루투스를 선택하면 ‘블루투스와 연결되었습니다.’라는 문장이 화면에 뜨고 사용자의 디바이스와 제품이 연결된다. RC Car의 조종은 화살표로 표시된 전진, 후진, 정지, 좌회전, 우회전을 선택하면 움직임을 볼 수 있다.



그림 12. 자동 문자 신고 내역(좌)과 자동 전화 신고 모습(우)

그림 11의 애플리케이션을 이용하여 블루투스 연결을 실행한 후 소방차가 불꽃 감지하면 자동으로 지정된 번호에 전화가 수신되고, ‘불꽃이 감지되었습니다.’라는 문자가 동시에 전송된다. 그림 12를 통해 제작된 애플리케이션의 자동 신고 시스템이 작동하는 모습을 확인할 수 있다.

4. 실시간 스트리밍

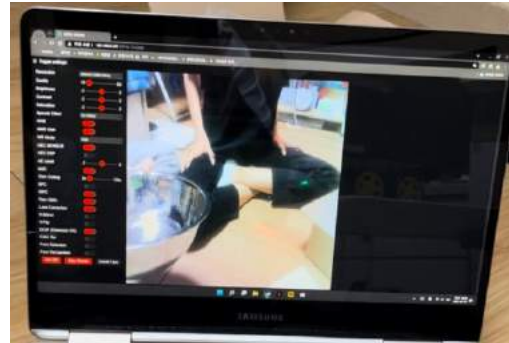


그림 13. 실시간 스트리밍 실행 모습

사용자 디바이스와 ESP32 CAM을 같은 Wi-Fi에 연결하고 시리얼 모니터에 표시된 웹 IP주소를 확인한다. 표시된 IP주소에 접속하게 되면 그림 13과 같이 소방차의 시야를 실시간으로 확인할 수 있다. 이는 스마트폰에서도 동일하게 작동한다.

IV. 완성 결과



그림 14. 완성된 스마트 소형 소방차

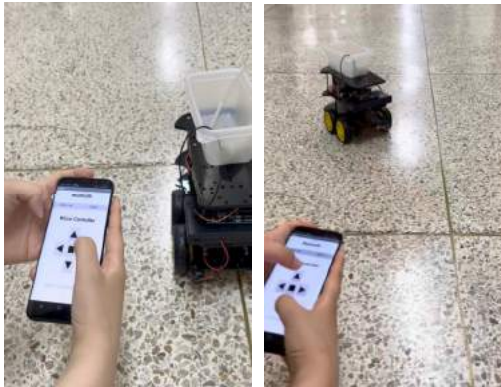


그림 15. 실행 모습(1)

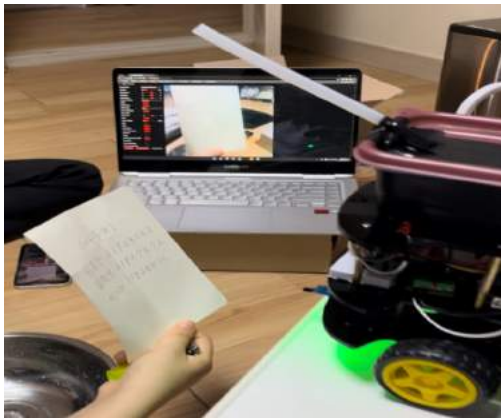


그림 16. 실행 모습(2)



그림 17. 실행 모습(3)

그림 14는 완성된 스마트 소형 소방차다.

3단으로 구성되어 있으며 물탱크에 연결된 실리콘 튜브는 성연을 향하도록 고정됐다.

그림 15에서는 제작된 어플리케이션을 통해 제품이 원활하게 조종되는 것을 확인할 수 있다. 그림 16은 ESP32 CAM을 디바이스(PC)에 연결하여 실시간으로 스트리밍이 진행되고 있는 장면이다. 그림 17에서는 불꽃을 감지한 센서를 통해 워터펌프가 작동하여 물이 나오고 있음을 확인했다. 또한, 소방차의 3단에 부착된 LED의 반짝임을 알 수 있으며, 어플리케이션을 통해 자동으로 신고 시스템이 작동함을 통해 제품이 원활하게 작동하고 있음을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 스마트 소형 소방차를 제작하여 화재를 미리 예방하고 순찰 기능을 강화할 수 있는 시스템을 구현하였다. 스마트 소형 소방차는 공간의 제약을 덜 받기 때문에 사람이 접근할 수 없는 좁은 공간이나 화재의 현장에 투입될 수 있다. 원격으로 소방차를 조종하면서 실시간 현장을 확인할 수 있으며, 주변에 있는 사람들에게 화재가 발생했음을 소리와 불빛으로 알려줄 수 있어 즉각적인 대처를 할 수 있도록 도와준다. 가장 좋은 효과를 볼리울 것은 자동 신고 기능이다. 불꽃이 감지되면 지정된 번호로 전화, 문자 신고하기 때문에 화재 현장을 바로 알아챌 수 있으므로 화재 규모 확대를 최소화하는 효과를 가져올 수 있다. 사람이 투입되지 않아도 소방차가 빠르게 대처할 수 있으므로 주민들의 화재 걱정을 줄일 수 있다.

참 고 문 헌

- (1) 조선비즈, 김병지, “동해안 삼불로 곳곳 경진 통신부절... 육진 동해 강릉 주변 6280명 대피”, 2022.03.05.

실내 위치 추적을 위한 차세대 근거리 무선 통신 시스템

Next-generation short-range wireless communication system for indoor positioning system

차 동 민, 방 대 호*, 유 성 은**
(Dong Min Cha, Dae Ho Bang, and Seong eun Yoo)

본 논문에서는 UWB(Ultra Wide Band) 기반의 실내 위치인식 시스템에 대해서 소개하며 구현 방법 및 구현 결과를 기술한다. 본 시스템에서는 각 송수신단 디바이스(고정된 앵커와 움직이는 분체인 태그) 간의 전파가 도달하는 데 걸리는 시간을 기반으로 거리를 측정하는 two way ranging 방식으로 측위를 실시한다. 본 시스템 구현을 위해 Decawave사의 DWM3000EVB 아두이노 shield 모듈과 STMicroelectronics사의 NucleoF429ZI 보드를 사용한다. 삼변측량법을 통해 계산된 태그의 위치를 게이트웨이에 전송하고 최종적으로 사용자가 웹 브라우저에서 시각화된 태그의 위치를 실시간으로 파악할 수 있는 RTLS(Real Time Location System)를 구현한다.

Abstract

This paper introduces a UWB based indoor location tracking system, and describes its design and the implementation result. In this system, two way ranging is used to measure the distance based on the time taking for radio waves to reach each transceiver device (a fixed anchor and a moving object tag). The DWM3000EVB Arduino shield module of Decawave and the NucleoF429ZI board of STMicroelectronics are used for this system implementation. Real Time Location System (RTLS) is implemented to transmit the location of the tag calculated through the trilateration to the gateway and finally to allow the user to grasp the location of the tag visualized in a web browser in real time.

1. 서 론

차세대 근거리 무선통신 기술로 주목받는 UWB는 초광대역을 지원하고 고속 무선통신이 가능한 기술이다. 본 논문은 UWB를 기반으로 실시간 측위 시스템을 구현한 방법과 그 결과를 서술한다. 현재 상용화된 GPS는 오차범위가 수 미터에서 수십 미터에 이른다. 대기권 밖 고도에서 지상으로 전파를 송

신하는 GPS의 특성상 터널이나 실내에서는 오차가 크기 때문에 실내에서 정밀한 측위를 요구하는 상황에서 사용에 제약이 따른다. UWB를 기반으로 한 실내 측위 시스템을 사용하여 다음과 같은 상황에서 GPS의 단점을 극복할 수 있다. 실내에서 구조활동 중 고립된 소방관을 구조하는 상황[1]이나 대규모 물류창고에서 특정 상품의 위치를 찾는 상황[2]에서 정밀한 측위가 요구되며, 관련 연구가 활발히 이루어지고 있다.

이 연구에서는 single-sided two-way ranging 방식과 삼변측량법을 사용하여 3개의 앵커에 대한 태그의 위치를 구하였다. 그리고 소켓 프로그래밍을 사용하여 최종적으로

* AI학부 학부생

** AI학부 교수, 교신

*** 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020R1F1A1048179)

사용자가 웹페이지에서 태그의 위치를 확인할 수 있도록 시스템을 구현하였다.

II. UWB Indoor Positioning

1. UWB 개요

IEEE는 Ultra Wide Band(UWB)를 짧은 펄스와 저전력 부전 신호를 사용하여 넓은 주파수 스펙트럼(그림 1)에서 대량의 디지털 데이터를 전송하는 혁신적인 기술이라고 정의한다.

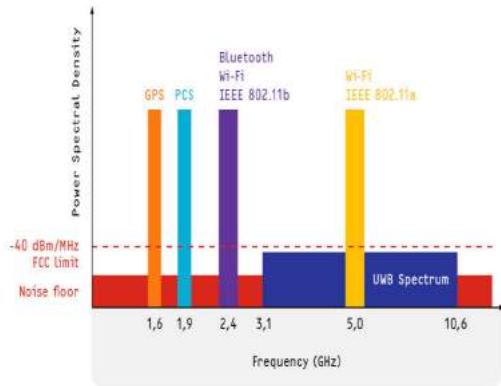


그림 1 UWB Spectrum [3]

UWB 시스템은 넓은 주파수 대역폭을 가지기 때문에 다른 시스템이 특정 주파수 대역을 사용하는 중이라도 간섭받지 않고 사용할 수 있다. IEEE 802.15.4z 표준은 UWB 기반의 보안성능이 향상된 물리 계층을 정의한다. 이 물리 계층을 사용하면 암호화 및 난수 생성과 같은 보안 기술을 적용할 수 있다.

2. 거리 측정 알고리즘

2.1 Single-Sided Two-Way Ranging(SS-TWR)

SS-TWR은 한 디바이스에서 송신한 단일 메시지를 다른 디바이스가 다시 전송하여

응답(Send back)하는데 걸리는 시간을 측정한다. [그림 2] Device A가 보낸 단일 메시지의 왕복 시간 T_{round} 와 Device B가 수신한 메시지에 대해 응답할 때까지 걸린 시간 T_{reply} 를 각 디바이스가 독립적으로 측정한다. 그 후 아래 수식을 사용하여 T_{prop} 을 구한 뒤 빛의 속도를 곱하여 거리를 구할 수 있다. [수식 1]

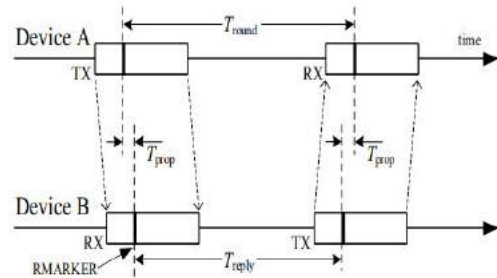


그림 2 SS-TWR

$$\widehat{T}_{prop} = \frac{1}{2}(T_{round} - T_{reply})$$

[수식 1]

2.2 Double-Sided Two-Way Ranging(DS-TWR)

SS-TWR는 클럭을 동기화하지 않고 ranging을 실시하여 T_{round} 와 T_{reply} 를 독립적으로 측정하기 때문에 클럭 오차가 발생한다. 이는 측위 성능 저하를 야기한다. 오차를 보정하기 위한 방법으로 DS-TWR을 사용할 수 있다. 위 ranging 방식은 각 디바이스 별로 T_{round} 와 T_{reply} 를 모두 측정한다. 따라서 디바이스 간의 전파 시간인 T_{prop} 가 총 네 번 측정된다. [그림 3] 양 디바이스 간의 거리를 구하는 식은 이 T_{prop} 들의 평균을 구하여 빛의 속도를 곱하는 것이다. [수식 2] 이때, 측정되는 T_{prop} 들의 차이가 거의 없다면 오차를 크게 줄일 수 있다.

신대 위치 추적을 위한 차세대 근거리 무선 통신 시스템
 차분법, 방대호, 유성은

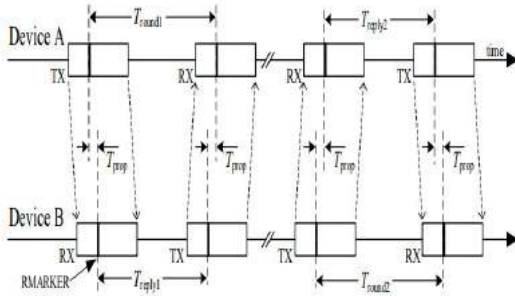


그림 3 Asymmetric DS-TWR

$$\widehat{T}_{prop} = \frac{(T_{round1} \times T_{round2} - T_{reply1} \times T_{reply2})}{(T_{round1} + T_{round2} + T_{reply1} + T_{reply2})}$$

[수식 2]

텍스트 파일을 읽어들이 화면에 출력한다.

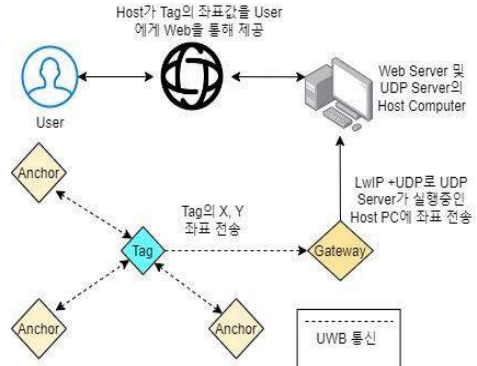


그림 4

IV. 구현 및 검증

1. 개발환경

MCU로는 STMicroelectronic사의 STM32F429ZI 보드를 사용하였다. 측위를 위한 디바이스는 IEEE802.15.4z-Standard를 준수하여 UWB 신호를 송수신하는 Decawave사의 DWM3000EVB 아누이노 보드를 사용했다. 통합개발환경(IDE)으로는 Eclipse 기반의 System Workbench for STM32를 사용하여 개발하였다. [그림 5]

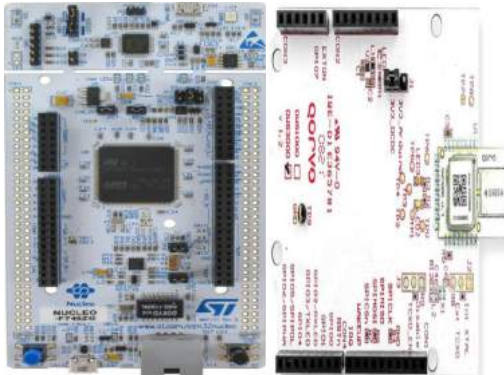


그림 5 STM32F429ZI(좌) DWM3000(우)

III. 시스템 설계

[그림 4]와 같이 3개의 앵커와 태그가 SS-TWR 방식으로 서로의 거리를 측정한다. 이후 태그는 삼변측량법으로 2차원 평면 좌표계에서 태그의 x, y 좌표를 구한 뒤 게이트웨이로 자신의 좌표를 송신한다. 게이트웨이는 태그의 좌표를 LwIP-UDP 프로토콜을 사용해 UDP 서버 프로그램 및 웹 서버 프로그램이 실행되고 있는 컴퓨터로 좌표를 전송한다. 컴퓨터는 좌표를 텍스트 파일로 저장한다. 마지막으로 웹 브라우저는 저장된

2. 위치인식 구현

소스 코드는 Decawave사에서 제공하는 API를 사용하여 Initiator와 Responder를 구현하였다. IEEE 802.15.4z 표준은 IE(Information Element)를 통하여 전송방식과 측위 모드를 제어할 수 있지만, DWM3000EVB 보드가 제공하는 API에는 MAC 계층의 IE가 구현되어 있지 않기 때문에 multi-node ranging 구현에 제약이 따른다. 이러한 문제점을 application 계층의 구현으로 해결하기 위해 switch-case 구문을 사용하였다. [그림 7] 각 앵커와 태그 사이의 거리가 구해지면 태

그는 삼변측량법(trilateration)으로 2차원 평면계에서 자기 자신의 x, y 좌표를 산출한다. 삼변측량법은 오픈소스[10]를 활용하였다.

Algorithm 1 Send-Message

```

1: while true do
2:   switch (Anchor_Number)
3:     case 0:
4:       Register_set()
5:       SetTx_data(Anchor1)
6:       break
7:     case 1:
8:       Register_set()
9:       SetTx_data(Anchor2)
10:      break
11:    case 2:
12:      Register_set()
13:      SetTx_data(Anchor3)
14:      break
15:    default:
16:      Anchor_Number = 0
17:    end switch
18:    Send_Tx()
19:  end while
    
```

그림 6 Send-Message 알고리즘

```

while (1)
{
    /*-----동작에 따라 응답 유무에 따른-----*/
    switch(frame_seq_nb)
    {
        case 0:
            //dut_configureframefilter(DUT_FF_ENABLE_802_15_4, DUT_FF_MAC_LE2_EN);
            //dut_configure_le_address(SRC_A1, LE2);
            dut_writesysstatusio(DUT_INT_TXPRS_BT_MASK);
            dut_writetxdata(sizeof(tx_poll_msg1), tx_poll_msg1, 0); /* Zero offset
            dut_writetxctrl(sizeof(tx_poll_msg1), 0, 1); /* Zero offset
            break;
        case 1:
            dut_writesysstatusio(DUT_INT_TXPRS_BT_MASK);
            dut_writetxdata(sizeof(tx_poll_msg2), tx_poll_msg2, 0); /* Zero offset
            dut_writetxctrl(sizeof(tx_poll_msg2), 0, 1); /* Zero offset
            break;
        case 2:
            dut_writesysstatusio(DUT_INT_TXPRS_BT_MASK);
            dut_writetxdata(sizeof(tx_poll_msg3), tx_poll_msg3, 0); /* Zero offset
            dut_writetxctrl(sizeof(tx_poll_msg3), 0, 1); /* Zero offset
            break;
        default:
            frame_seq_nb=0;
    }
    /* Start transmission, indicating that a response is expected so that rece
    * set by dut_setrxaftertdelay() has elapsed. */
    dut_starttx(DUT_START_TX_IMMEDIATE | DUT_RESPONSE_EXPECTED);
    }
    
```

그림 7 Send-Message 알고리즘 적용 모습

3. 게이트웨이

이 연구에서 게이트웨이(Gateway)는 삼변측량법으로 도출된 태그의 좌표를 UDP 서버 및 Web 서버 프로그램이 실행중인 호스트로 전송하기 위해 필요하다. 게이트웨이의 통신 프로토콜은 임베디드 시스템에서 UDP 소켓 통신을 위해 개발된 경량 인터넷 프로토콜인 LwIP(Light Weight Internet Protocol)를 사용한다.

본 연구에서는 태그의 이동성 보장을 위해 앵커 중 하나를 게이트웨이로 사용했다. 게이트웨이로 사용할 앵커에 LAN 케이블을 연결하면 라우터의 DHCP 서버에서 자동으로 IP를 할당한다. UDP 서버를 실행하면 태그의 좌표가 UDP 서버로 전송된다. UDP 서버의 소스 코드는 파일 입출력 함수를 사용하여 수신한 태그의 좌표를 텍스트 파일에 저장하도록 구현하였다. [그림 8] 이때 텍스트 파일의 경로는 웹 브라우저가 텍스트 파일을 웹 페이지에 업로드 할 수 있도록 Apache 웹 서버의 htdocs 경로에 지정한다. 웹 페이지의 html 파일을 수정하여 5초마다 웹 페이지가 새로고침 되도록 한다.

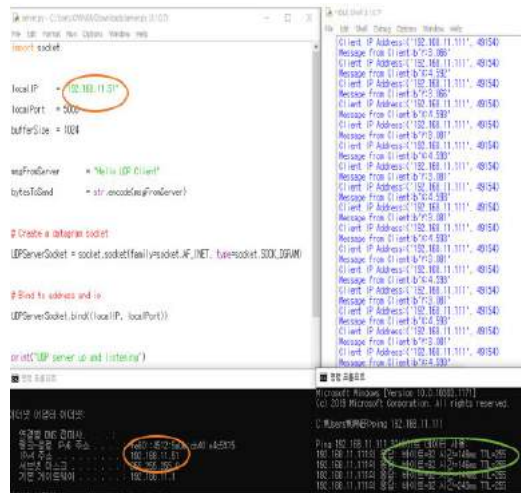


그림 8 UDP 서버

4. 결과

삼변측량법을 구현한 소스코드에 각 앵커의 2차원 좌표를 입력하였다. A1 앵커의 좌표는 (1, 1), A2 앵커의 좌표는 (2.65, 1), A3 앵커의 좌표는 (2.65, 1.7)로 설정한다. [그림 9]은 2차원 평면계에서 태그의 x, y 좌표가 출력되는 모습이다. [그림 10]와 같이 태그를 x축 방향으로 움직였을 때와 [그림 11]과 같이 태그를 y축 방향으로 움직였을 때 좌표가 실시간으로 바뀌는 모습을 웹 페이지에서 확인할 수 있다.

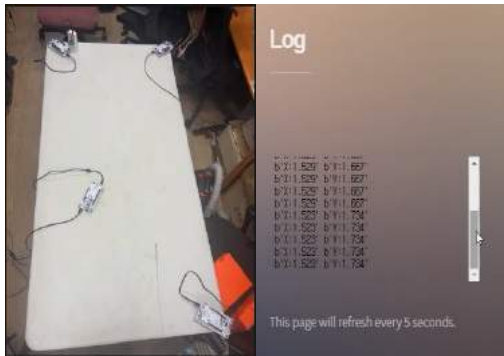


그림 9 고정된 태그



그림 10 x축으로 태그를 이동

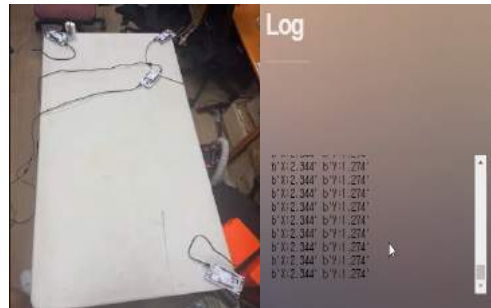
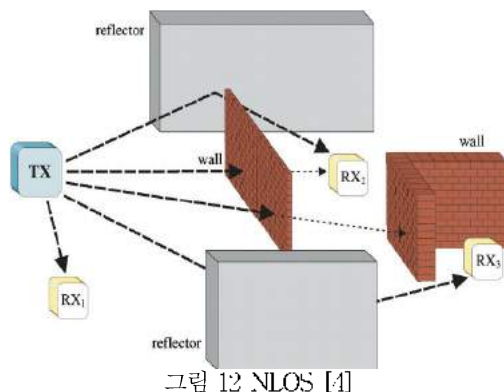


그림 11 y축으로 태그를 이동

V. 결 론

측위 과정에서 여러 외부요인으로 인한 오차가 필연적으로 발생한다. 그중 가장 대표적인 요인은 물체나 장애물에 의한 전파의 지연이다. SS-TWR 방식은 T_{round} 와 T_{reply} 의 타인 스탬프로 측위를 실시하는데, 장애물로 인해 지연된 전파의 도달시간을 보정하지 않으면 오차가 발생하게 된다. 본 시스템의 오차는 태그와 앵커 사이에 장애물이 없는 LOS(Line-Of-Sight) 환경에서는 수 센티미터의 오차를 보이지만, 장애물로 인해 전파 통신이 원활하지 못한 NLOS(Non-Line-Of-Sight) 환경 [그림 12]에서는 수십 센티미터의 오차가 발생한다. 또한 실내 위치인식 시스템의 최종 목적은 사용자가 태그의 위치를 실시간으로 시각화하여 보기 위함이다. 사용자 친화적인 관점에서 보았을 때 시각화를 그림이나 영상으로 구현하고 웹 페이지에서 시각화된 정보를 활용해 다양한 편의성을 제공한다면 더 완성도가 높을 것으로 사료된다.



s Comparison and to the Existing UWB Standards," 2019 29th International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA), 2019, pp. 1-6, doi: 10.1109/RADIOELEK.2019.8733537.

[10] <https://github.com/paparazzi/paparazzi/blob/master/sw/airborne/modules/decawave/trilateration.c>

참고 문헌

- [1] 김동현 and 김용인, (2017), 소망한봉을 위한 밀폐공간 UWB 무선통신 측위시스템 평가, 한국화제소망학회 논문지, 31(5), 117-122.
- [2] Jang Byung-Jun, Principles and Trends of UWB Positioning Technology, J. Korean Inst. Electromagn. Eng. Sci. 2022;33(1):1-11.
- [3] <https://eliko.tech/uwb-technology>
- [4] https://www.researchgate.net/figure/Possible-LOS-and-NLOS-conditions-from-transmitter-TX-to-various-receivers-RX1-is-in-LOS_fig1_224395249
- [5] "IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks--Amendment 1: Enhanced Ultra Wideband (UWB) Physical Layers (PHYs) and Associated Ranging Techniques," in IEEE Std 802.15.4z-2020 (Amendment to IEEE Std 802.15.4-2020) , vol., no., pp.1-174, 25 Aug. 2020, doi: 10.1109/IEEESTD.2020.9179124.
- [6] 김홍서, "가만 필터를 이용한 향상된 UWB 측위시스템," 국제석사학위논문 광운대학교 대학원, 2017. 서용
- [7] 윤성원, "UWB 통신 기반 실시간 3-D 위치 추적 시스템 구현," 국제석사학위논문 한양대학교 대학원, 2022. 서용
- [8] An Overview of Ultra-WideBand (UWB) Standards (IEEE 802.15.4, FiRa, Apple): Interoperability Aspects and Future Research Directions
- [9] P. Sedlacek, M. Slanina and P. Masek, "An Overview of the IEEE 802.15.4z Standard it

안면인식을 사용한 스마트 미러

Smart Mirror using Face Recognition

*김민상, **김진섭, ***백장재, 장은수

(Min-Sang Kim, Jin-Seop Kim, Changjae Beak, Eun-Su Jang)

요약

본 논문은 머신러닝 알고리즘과 구글 Teachable Machine을 사용한 안면인식 기술을 이용하여 보안성을 증가시킨 스마트 미러를 제안한다. 스마트 미러란 거울에 사물인터넷(IoT, Internet of Things)을 접목시킨 것으로, 액정을 디스플레이로 사용하며 날씨, 뉴스 정보, 시간 등을 확인할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 스마트 미러는 일반인들이 쉽게 접근할 수 있는 Android OS를 사용하여 제작되었고, 안면인식 기능을 추가해 보안성을 강화시켰다. 이를 위해 초기 스마트 미러에 사용자를 등록 후, 등록자는 스마트 미러를 원하는데로 설정하여 사용할 수 있다. 가령, 등록되지 않은 즉, 모르는 사람에게는 시간만 표시해주는 것과 같이 제한된 User Interface(UI)를 표시하고, 등록자에게는 다양한 UI를 표시해주는 것으로 사용할 수 있다.

Abstract

In this paper, we propose a smart mirror with increased security by using facial recognition technology using machine learning algorithm and Google's Teachable Machine. Smart mirror is a mirror that incorporates the Internet of Things (IoT), and uses a liquid crystal as a display to check the weather, news information, and time. The smart mirror proposed in this paper is made using Android OS, which is easily accessible to the general public, and security is enhanced by adding a facial recognition function. To this end, after registering a user in the initial smart mirror, the registrant can set and use the smart mirror as desired. For example, it can be used to display a limited User Interface (UI) such as displaying only the time to an unregistered person, that is, to an unknown person, and to display various UIs to registrants.

I. 서론

사물인터넷(Internet of Things, IoT)이란 용어는 1999년 당시 MIT의 케빈 애쉬튼이 최초로 정의하였고, 현실 사물들과 가상세계를 인터넷 네트워크를 통해 소통할 수 있도록 하는 기술이다. 다시 말해 가구 혹은 가

전제품과 같은 각종 사물에 센서를 탑재하여 사물끼리 커뮤니케이션이 가능하게 한다는 개념이다[1]. 이러한 IoT 기술이 점점 가속화되어 미국이나 일본 등 여러 선진국이 IoT 개발에 투자 및 연구를 진행하고 있으며 해외뿐만 아니라 국내에서도 연구와 개발이 활발히 진행 중이다. IoT는 기존의 유니쿼터스(Ubiquitous), M2M(Machine to Machine) 등 비슷한 개념들이 많이 있었지만, IoT는 단순히 사물과 사물 간의 커뮤니케이션이 아닌 사람에게 실질적인 부엌인가를 제공해준다는 중요한 개념으로 주목받고 있다. 즉, 사용자에게 가치 있는 현실의 어떠

- * 정보통신대학 전자전기공학부 전자공학전공 학부과정
- ** 정보통신대학 전자전기공학부 전자공학전공 학부과정
- *** 정보통신대학 전자전기공학부 전자공학전공 학부과정

한 서비스를 제공할 수 있는가를 중점적으로 든다는 거념이다[2]. 예를 들어, 모바일 애플리케이션(Application, APP)으로 서비스를 제공하는 체계는 단순히 무게만 측정해주는 것이 아닌, 체지방, 근육량 등과 같은 세부 데이터들을 저장해 몸부계, 체지방 변화 등과 같은 정보들을 사용자가 확인할 수 있다. 사용자는 이러한 정보를 활용해 건강관리를 효율적으로 하도록 도움을 줄 수 있다.

IoT 기술이 계속해서 발전하고 있는 가운데, 1인 가구 또한 급속도로 증가하고 있다. 그림 1의 통계청 조사에 따르면 2017년에는 전체 가구 대비 1인 가구의 비율이 28.6%였고, 2021년에 이르러 33.4%로 증가했으며 이에 맞게 개인용 IoT 가전제품 또한 발전이 필요한 상황이다. 또한 가구에서 가전제품으로 변화하는 과도기에 있고, 지속적으로 개발이 이루어지며 시장성이 증가하고 있는 제품을 고려했을 때, 스마트 미리는 모든 조건에 부합한다[3]. 그림 2는 스마트 미리 시장의 추세를 나타낸다. 본 논문에서 제안하는 스마트 미리의 구조는 2장에서 제안하는 스마트 미리의 구현방식, 3장에서 APP의 동작방식, 4장에서의 안면인식 동작을 설명한다.

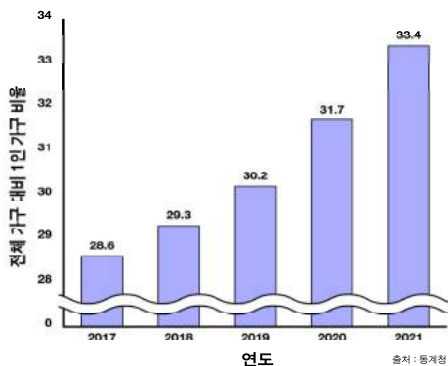


그림 1. 전체 가구 대비 1인 가구 비율

Global Smart Mirror Market is Expected to Account for USD 6516.06 Million by 2029

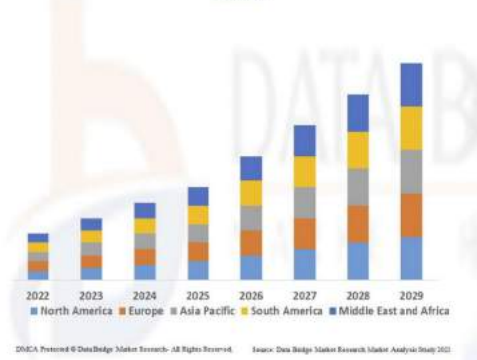


그림 2. 스마트 미리 시장 추이[4]

II. 스마트 미러

스마트 미리는 거울과 인터넷을 연결해 거울이 디스플레이로써 동작하고, 이는 사용자에게 날씨, 시간, 뉴스와 같은 다양한 서비스를 User Interface(UI)에 위젯으로 표시한다.

본인의 방 뿐만이 아닌, 화장실, 현관 등에도 거울은 설치되어 있으며 각 장소에 설치되어있는 거울마다 용도를 달리 할 수 있다. 예를 들어 화장실에서는 피부 미용과 관련된 정보를 거울과 연계해 디스플레이로 확인할 수 있으며, 현관의 경우 현재 외부의 교통상황 혹은 날씨 등을 스마트폰 혹은 스마트워치를 통해 확인하지 않아도 된다.

거울은 탁상, 벽걸이, 스탠드형 거울 등 많은 종류가 있고, 현재까지 개발된 스마트 미리의 경우 디스플레이의 형태만 바뀌었다면 모든 형태에 적용시킬 수 있다. 그러나 개인용으로 사용하기에 보안성 측면으로는 적절하지 않으며 Linux OS를 사용하므로 사용자의 접근성 또한 불편하다는 단점이 있다. 예를 들어, 스마트폰 사용자는 개인정보보안을 위해 지문, 패턴, 비밀번호나 안면인식 등과 같은 잠금화면을 설정할 수 있으나 현재 상용화되고 있는 스마트 미리는 그러한 보안적

인 측면은 고려되지 않고 있다. 보안성이 약한 스마트 미러의 단점을 보완하기 위해 머신러닝을 이용한 안면인식 기능을 활용해 보안성을 강화하는 방식을 채택했으며, 또한 Linux OS의 사용자 접근성의 불편함을 해소하기 위해 보다 사용자 친화적인 UI를 제공하는 Android OS를 사용한다. 이를 위해 스마트 미러의 Micro Processor Unit(MPU)는 Raspberry Pi가 사용되었고, 기존의 Linux OS 기반인 Raspberry Pi OS를 사용하지 않고 Android 환경에서 구동시킬 수 있도록 Lineage OS를 Raspberry Pi에서 사용했다.

III. 애플리케이션

제안하는 스마트 미러는 애플리케이션을 활용하여 스마트폰으로 쉽게 제어할 수 있도록 제작되었다. 본 스마트 미러는 MPU로는 Raspberry Pi를 사용하였으나, 기본적으로 제공하는 Linux OS가 아닌 일반인들이 쉽게 접근할 수 있도록 Android OS로 사용이 가능한 Lineage OS를 사용하였다. 애플리케이션은 Android Studio를 사용하여 제작하였고, 제작된 앱은 Raspberry Pi에 설치하여 사용할 수 있다. 애플리케이션의 순서도는 그림 3과 같다.

Raspberry Pi에 전원을 공급하여 애플리케이션을 실행하면 그림 4 좌측과 같이 로그인 화면이 표시되는데, 이때 초기에 회원가입을 하여 사용자의 이름, 아이디, 안면 데이터와 같은 기본적인 정보를 등록해야 한다. 회원가입 후 로그인을 하게 되면 그림 4의 우측과 같은 화면이 표시되며, 안면인식을 수행해 스마트 미러를 실행시킬 수 있다. 위젯 설정의 경우 등록자가 스마트폰을 이용하여 등록자 혹은 미등록자의 날씨, 시간, To Do List, 뉴스의 위젯을 골라 표시여부와 위치를 원하는 대로 설정할 수 있다. 스마트

미러를 실행하면 초기에 등록자가 설정해둔 UI를 따라 등록자와 미등록자를 구분하고 그에 맞는 표시해준다. 예시는 그림 5에 나타내었다.

각 위젯들은 API를 받아와 동작한다. 날씨의 경우 Openweather API를 사용해 위치를 직접 설정할 수 있고, To Do List의 경우 일정을 직접 추가하고 오늘의 일정을 확인할 수 있다. 뉴스는 네이버 뉴스 API를 사용했다.

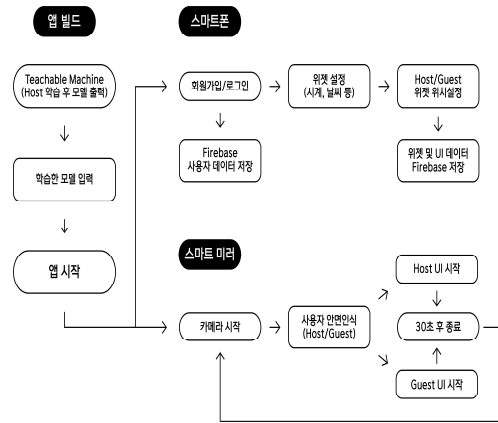


그림 3. 스마트 미러 API 순서도

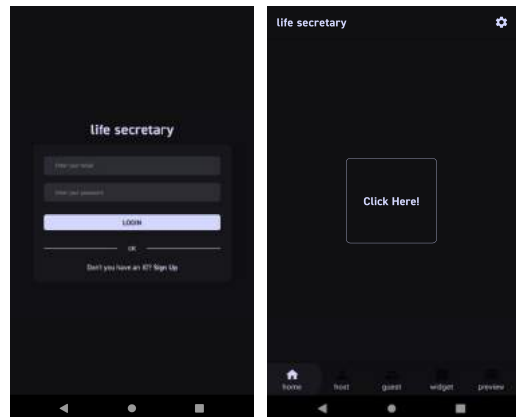


그림 4. 로그인(좌), 스마트 미러 실행 버튼(우)

IV. 안면인식

Teachable Machine(TM)은 머신러닝 알고리즘을 이용하여 객체를 학습시킨다. 이 머신러닝 기술은 많은 이미지, 소리, 포즈의 샘플 혹은 데이터셋들을 학습하여 특징과 규칙들을 찾아내어 분류할 수 있으며,

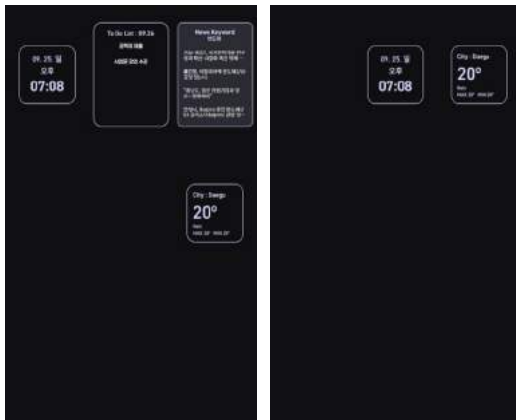


그림 5. 등록자 UI(좌), 미등록자 UI(우)

본 논문에서는 등록자의 이미지를 학습시켜 머신러닝 모델로 사용했다. TM를 이용해 초기 스마트 미리의 등록자의 안면인식 데이터를 수집하고, 등록하였다. 이때 수집한 안면인식 데이터 이미지는 약 3,000장이다. 이러한 데이터들을 학습한 후에 여러 다른 객체와 비교하여 얼마나 비슷한가를 나타내는 정확도를 측정하였고, 측정된 정확도에 기반하여 안면을 인식하여 각 사용자에 따른 UI를 표시해주는 방식으로 구성하였다. 정확도의 척도는 0부터 1까지이며, 1일 경우 100%의 정확도를 띠는 것을 의미한다. 본 논문에서 제안하는 스마트 미리의 경우, 3,000장의 이미지를 학습시켰을 경우 보통 0.99를 초과하였고, 이를 기준으로 설정하여, 즉, 99% 이상일 경우 등록자라고 판단해 등록자의 UI를 표시하도록 하였다. 그러나 매우 낮은 확률로 촬영 각도나 조명 등으로 인해 오

인식이 발생할 수 있다. 해당 경우 더 많은 이미지를 학습시키거나 등록자로 인식되는 기준을 낮추는 방식을 고려해볼 수 있다.

V. 결론 및 기대효과

현재 상용화되고 있는 스마트 미리는 비용적인 측면 뿐만 아니라 스마트폰과 같이 지문, 비밀번호와 같은 잠금화면이 실성되어 있지 않기 때문에 개인정보보안에 취약하다는 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해 본 논문에서 제안하는 스마트 미리는 안면인식을 수행하여 보안성을 높이고 Android OS 기반의 APP을 사용하여 스마트폰과 연동함으로써 사용자 친화성 또한 향상시켰다. 이러한 스마트 미리는 도시건설 산업에서 1인 공간이 필요한 곳에는 모두 적용이 가능하며, 기존에 개발된 기술들과의 연계를 통해 확장성을 가질 수 있다. 또한 1인 가구의 증가에 따른 개인을 위한 시스템의 필요성이 증가하기 때문에 이 제품의 수요가 늘어날 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] Gong, M. S., Chae, H. J., & Yu, B. H. (2016). 사물인터넷 (IoT) 기술동향과 전망. *Journal of the KSME*, 56(2), 32-36.
- [2] Sin, D. H., Jeong, J. Y., & Gang, S. H. (2013). 사물인터넷 동향과 전망. *Review of Korean Society for Internet Information*, 14(2), 32-46.
- [3] 강수빈, 권승하, 김윤호, 이수익, & 현영오. (2021). 스타일링을 위한 스마트 미리. *한국전자통신학회 논문지*, 16, 1271-1277.
- [4] Data Bridge Market Research, www.databridgemarketresearch.com/reports/global-smart-mirror-market

안전 지게차

Safe Forklift

강현구*, 구승환*, 정다운*, 문병현**

(Hycon-Gu Kang, Sung-Hwan Koo, Da-Woon Jung, Byung-Hyeon Moon)

요약

본 논문은 산업 현장에서 필수적인 지게차의 안전성에 대한 개선 사항을 제시한다. 산업안전보건법 개정으로 2021년 1월 16일부터 지게차 충돌 방지장치 설치가 의무화됨에 따라 현재 운행 중인 모든 지게차에 충돌 방지장치 설치가 필수적이다. 다만 소규모 사업장의 경우 기존 노후 지게차를 개조 없이 사용하고 있고, 안전사고가 끊이지 않는 만큼 부담스럽지 않은 합리적인 가격에 만들어야 한다. 또한, 적재 시 충돌 사고를 방지하기 위한 장비를 추가하여 보다 안전하게 주행할 수 있도록 하고자 한다. 다만, 실제 지게차를 사용하여 제작하는 것은 여러 면에서 제한적이기 때문에 작은 사이즈에 부천체에 이 기능을 추가하여 제작 후 실제 효과를 판단하고자 한다.

Abstract

This paper presents improvements to the safety of forklifts essential in industrial sites. As the revision of the Occupational Safety and Health Act makes it mandatory to install forklift collision prevention devices from January 16, 2021, it is essential to install collision prevention devices on all forklifts currently in operation. However, in the case of small businesses, existing old forklifts are being used without modification, and as safety accidents continue, we want to make them at reasonable prices that are not burdensome. In addition, it is intended to drive more safely by adding equipment to prevent collision accidents during loading. However, since manufacturing using an actual forklift is limited in many ways, it is intended to determine the actual effect after manufacturing by adding a radio control function to a small size.

I. 서론

지게차는 산업현장에선 없어서 안 될 중요한 장비이다. 특히 물류창고 내의 팔레트를 취급하는 작은 지게차부터 컨테이너를 취급하는 대형 지게차까지 쓰이는 곳이 매우 많다. 하지만 많은 곳에서 쓰는 만큼 안전사고도 끊이지 않는 데 한 해 평균 1000명 이상의 사상자를 내고 있다. 이런 산재를 줄이고자 고용부와 안전보건공단에선 2019년까지 지게차 보유현황과 사용실태를 신속 조사를 시행

했으며, 2021년 1월 16일부로 산업안전보건법을 개정하며 지게차 충돌방지장치 설치가 의무화되었다. 하지만 이러한 노력에도 불구하고 중·소규모의 사업장에선 금액적으로 부담이 커 신형 지게차는커녕 기존의 지게차를 개조 없이 계속 사용하는 일이 버섯이 행해지고 있어 안전사고건수는 줄어들 기세가 없다. 그렇기에 이러한 중·소규모의 사업장에서도 부담 없이 사용할 수 있게 비교적 합리적인 가격에 적재물 충돌 낙하 사고 등 여러 안전사고도 미연에 방지할 수 있는 장비들도 추가적으로 장착하여 제작해보고자 한다.

* 정보통신대학 정보통신공학부 학부생

** 정보통신대학 정보통신공학부 교수, 교신저자

II. Arduino 소프트웨어 및 알고리즘 설계

전체적인 알고리즘을 간단한 순서도로 나타내 보았다.(그림 1, 그림 2)

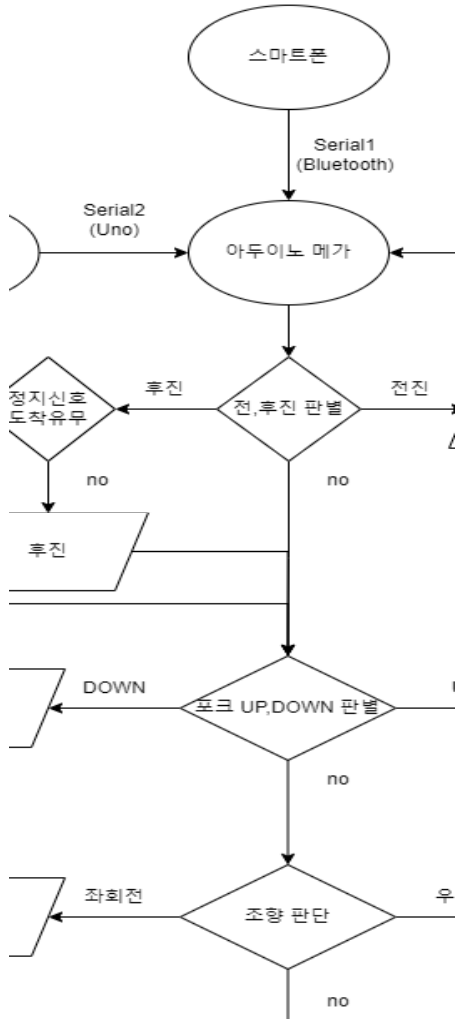


그림 1 메가보드 순서도(부분 확대)

참고로 두 그림(그림 1, 그림 2)은 순서도의 각각의 주요부분만을 확대한 것으로서 잘린 부분은 감안해야 한다. 그리고 그림 1

과 그림 2를 그대로 연결 시켜서 해석하면 안된다.

그림 1은 메가보드의 순서도이다. 메가보드의 경우 모터제어가 주기능이다. 스마트폰으로부터 온 문자열을 판단하여 전·후진, 조향기능, 지게포크를 제어하게 된다. 그리고 우노에서 충돌방지신호가 오면 후진을 멈추게 되고 자동포크제어도 우노로부터 받아서 포크를 정해진 높이까지 동작하게 된다.

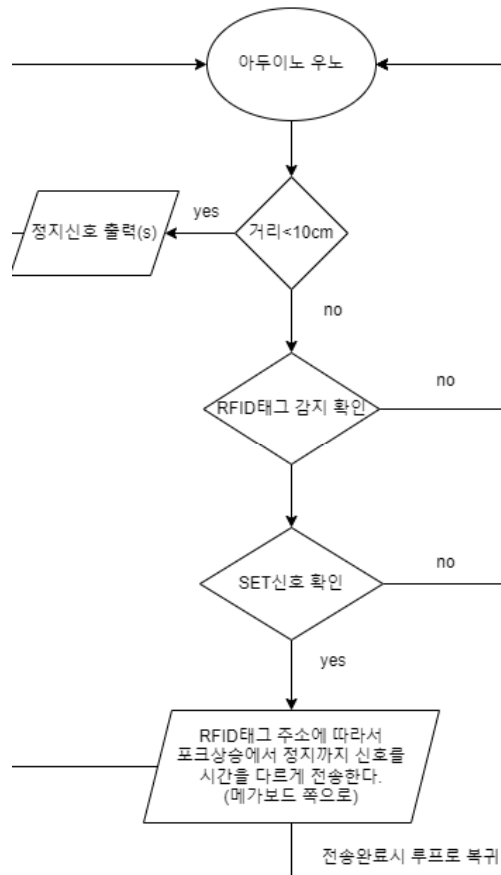


그림 2 우노보드 순서도(부분 확대)

그림 2는 우노보드의 순서도이다. 우노보드는 초음파센서로 거리를 측정하여 일정거

리 안으로 장애물이 들어오면 정지신호를 메가보드로 보낸다. ‘자동포크제어기능’의 경우 RFID테그가 인식된 상태에서 해당 색깔의 LED에 불이 들어오고 조종어플의 SET버튼을 누르게 되면 메가보드를 통해서 우노보드에게 ‘자동포크제어시작’신호가 도착하게 된다. 그리고 우노보드에서 포크 상승, 정지신호를 메가보드로 보낸다. 테그의 종류에 따라 상승 후 정지까지의 시간을 다르게 설정해 놓음으로써 포크의 높이를 다르게 할 수 있었다.

그리고 스마트폰에서 수동으로 포크 높이를 조정할 때는 우노보드를 거치지 않고 메가보드에서만 제어한다.

그림3은 조종어플의 화면이다. 조종 어플리케이션의 경우 MIT APP INVENTOR를 사용하여 간단한 블록코딩으로 구현하였다. 블록코딩은 아주 기초적인 블록코딩이므로 자세한 설명은 생략하겠다.’



그림 3 어플리케이션 화면

메가보드와 블루투스 연결이 되어있는 상황에서, 해당하는 버튼을 터치하면 아두이노(메가)로 특정 문자열을 보내는 간단한 기능이고 가보보드로 하여 조종하기 편하도록 인터페이스를 구축하였다.

III. 전체 회로도 및 부품 동작

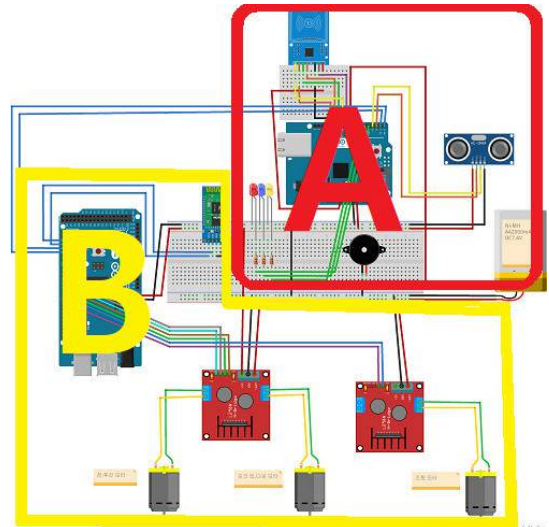


그림 4 전체 회로도

그림4는 전체 회로도이다. 파트 A는 ‘RFID리더 및 거리 측정부’, 파트 B는 ‘모터제어부’로 하여 설명하도록 하겠다. 그리고 전력공급의 방법을 설명하겠다.

파트 A : 모터제어를 제외한 나머지 기능(초음파센서, RFID, 부지, LED)은 우노보드에서 작동하며 서로간의 시리얼통신([그림 4]에서 좌상측에 파트A와 B사이의 2개의 라인이 시리얼 통신라인이다.)을 통해 전체의 시스템이 작동하게 된다.

파트 B : 모터의 작동은 모두 메가보드에서 담당한다. 메가의 PWM포트(3~8번)에서 나온 신호가 L298N보드로 직결되어 모터를 제어하게 된다. 그리고 MEGA보드의 Serial port1에 블루투스연결 Serial port2에 우노에 연결되어 있는 것을 확인할 수 있다.

전력공급 : 전원공급은 7.4V 니켈수소전지([그림 5]의 우측 상단)의 +단자가 L298N 모터드라이버([그림 5]의 빨간색 보드)의 -12V Power 단자로 들어가고, 보드에 내장된 레귤레이터가 동작하여 -5V Power 단자(-5V) 한 개를 우노보드와 베가보드 그리고 나머지 모듈에게 분배함으로써 전원공급을 해주었다. 그리고 모든 소자의 그라운드를 브레드보드에서 합쳐서 전지의 - 단자로 들어가게 하였다.

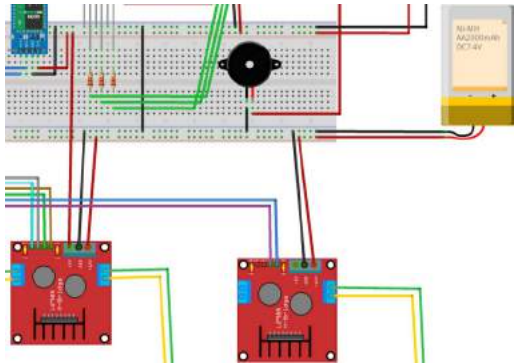


그림 5 전력공급 회로

IV. 실험 결과

먼저 하드웨어 설계과정부터 말하자면, 지세차의 세시는 확장성이 좋고 부품수급이 쉬운 과학상자 키트를 사용하여 제작하였다.

제작 과정 중에 전·후진 동작을 맡을 DC모터의 토크가 약해 지세차를 움직이지 못해서 토크가 높은 기어드 모터[그림 6]로 교체하고 차동장치를 추가함으로써 정상작동은 물론 선회반경이 비교적 감소하게 되었다.

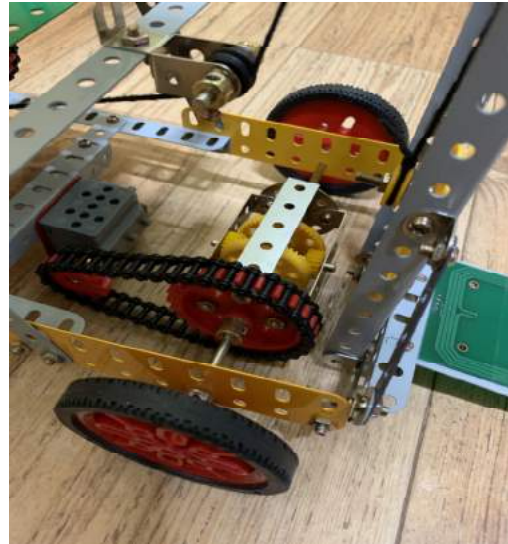


그림 6 기어드 모터(사진 좌측 회색 모터)와 차동장치(마퀴사이 샤프트 중간의 노란색 기어)

조향장치는 웜기어방식[그림 7]을 적용해 보았으나 마찬가지로 세시의 부계와 모티의 토크를 버티지 못하여 기어가 이탈하거나 유격이 생기는 문제가 발생하여 래엔피니언 방식[그림 8]으로 수정하였다. 따라서 조향각이 커지며 차동장치와 마찬가지로 회전반경이 감소하였다.

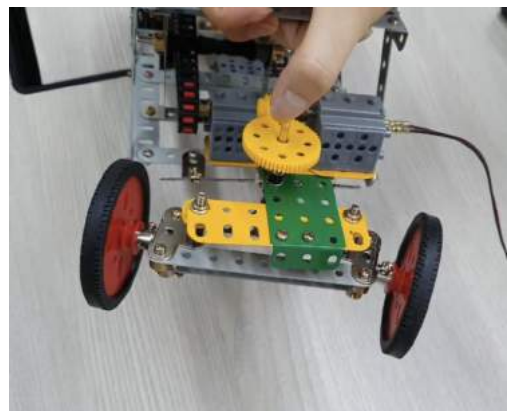


그림 7 웜기어 방식의 조향장치

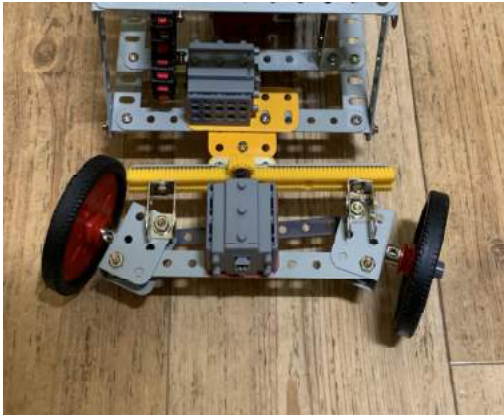


그림 8 레옌페니언 방식의 조향장치

그리고 소프트웨어의 설계에서는 보드를 두 개를 쓸 수 밖에 없었다. 왜냐하면 모터를 동작시키려면 PWM포트가 필요한데, 우노보드 하나로 3개의 모터와 나머지 부품을 제어하기에는 포트가 부족했다. 그리고 ‘후방 충돌방지’ 기능을 구현하면 모터제어가 전혀 되지 않았다. 그래서 PWM포트가 많은 메가보드로 모터제어와 블루투스 통신을, 우노보드로 초음파센서(충돌방지)와 RFID리더를 제어 하고 두 보드간의 시리얼 통신을 하여 총 시스템을 완벽히 구현했다.

시리얼통신은 ‘스마트폰-메가보드’에서 문자열로 제어하는 것처럼 각 보드간에도 문자열로 제어하려고 했으나 처음에는 잘되지 않았다. 여러시간을 거쳐서 알게 된 사실은 시리얼포트를 활성화하는데 시간이 걸린다는 것이었다. 그게 무슨 뜻이냐면 시리얼 포트에 일정시간 정보가 들어오지 않으면 MCU(마이크로컨트롤러)에서 해당 포트를 비활성화를 했다. 예를 들어서 ‘a’라는 문자열을 보내면 반응을 안 하다가 ‘aa’와 같이 두 번을 보내면 시리얼포트로 정보가 들어와서 ‘a’라는 문자열을 인식을 했다. 따라서 시리얼 통신간에는 문자를 두 번씩 보내어서 포트 활성화 후 인식이 잘 되도록 했다.

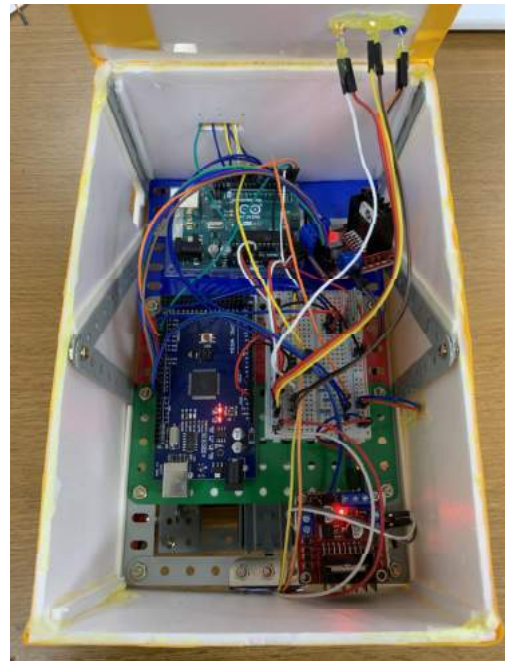


그림 9 내부 제어 회선 (배터리는 몸통의 바닥에 설치)



그림 10 작동 시연 사진

V. 결 론

지게차 충돌 방지장치 신자 의무화가 되었으나 예산 상의 문제로 여실히 후진 알림 기

능만 있는 지게차들을 사용하는 사업장이 아직까지도 많다. 또한 지게차 운전이 익숙하지 않은 사람들의 경우 포크 높이에 대한 감각이 상대적으로 떨어져 사고 위험이 높다. 그래서 지게차에 합리적인 가격에 간단히 적용할 수 있는 충돌 방지장치를 제작하는 길뿐 아니라 이를 적용한 결과 급박한 순간의 동아줄 역할로는 충분히 활약할 수 있었다. 추가적으로 지게차 포크에 RFID 리더기를 장착하여 화물에 부착돼 있는 RFID 태그를 읽어 그 화물이 적재되어야 하는 칸의 높이만큼 자동으로 올려주는 기능 또한 상당히 유용하게 사용할 수 있다고 생각된다. 이러한 기능들은 지게차 외에도 각종 중·장비에 적용하여 안전사고 및 재산 피해를 효과적으로 줄일 수 있다고 판단한다.

참 고 문 헌

- [1] 1) “[산재사망 만으로 돌아자] 음식이든 용기 지게차...한 해 560명 사상” 이태인리 박현규 2018.09.07.
- [2] 2) 지게차 사망사고 사례 및 대책(OPL) KCA(Korea Crutue Association) 2019.12.04



그림 11 최근 5년간 지게차 사고 현황



그림 12 지게차 안전사고 통계

얼굴 인식을 활용한 졸음운전 방지 시스템

Drowsy driving prevention system using facial recognition

박진욱*, 김민제**, 서재혁***, 성기훈****, 이강현*****

(Jin-Wook Park, Min-Je Kim, Chae-Hyeok Seo, Ki-Hun Sung, Kang-Hyun Yi)

요약

본 논문은 졸음운전 방지를 위해 얼굴 인식을 활용한 졸음 판단 및 알람 시스템을 제안한다. 교통사고 발생의 주된 원인으로 꼽히는 졸음운전 사고를 줄이기 위해 운전자의 졸음을 방지 할 수 있는 방안이 요구된다. 본 논문에서는 카메라를 이용하여 운전자의 얼굴 영상을 획득 후 눈의 종횡비 (EAR)를 실시간으로 측정한다. 후에 평균 EAR 값을 측정하게 되는데 운전자의 EAR 값이 평균값보다 낮아지면 졸음으로 판단하고 졸음 방지 목적의 경고음을 준비된 스피커에 발생시켜 졸음운전을 예방한다. 제안된 시스템을 실험했을 때 리즈베리의 모니터에 연결하여 카메라로 획득된 영상에서 정확하게 눈의 위치를 측정하고 실시간으로 EAR 값을 측정하는 것을 확인할 수 있었다. 그 결과 졸음으로 판단 후 신속히 운전자에게 경고를 제공하므로 졸음운전 방지 기능을 검증할 수 있었다.

Abstract

This paper proposes a sleepiness judgment and alarm system using face recognition to prevent drowsy driving. In order to reduce drowsy driving accidents, which are considered the main causes of traffic accidents, measures are required to prevent drowsy driving by drivers. In this paper, after acquiring the driver's face image using a camera, the aspect ratio (EAR) of the eye is measured in real time. Later, the average EAR value is measured, and when the driver's EAR value is lower than the average value, it is judged as drowsiness and a warning sound for preventing drowsiness is generated in the prepared speaker to prevent drowsiness. When experimenting with the proposed system, it was confirmed that Raspberry Pi was connected to a monitor to accurately specify the position of the eye in the image acquired by the camera and measure the EAR value in real time. As a result, it was possible to verify the function of preventing drowsy driving by quickly providing a warning to the driver after determining that it was drowsy.

I. 서론

최근 2년(2018~2019년) 간 국내의 졸음운전으로 인한 교통사고는 1308건(2018년), 2887건(2019년)으로 급증하고 있으며 교통사고 사망자 또한 53명(2018년), 101명(2019년)에

달한다. [1] 졸음운전은 특성상 운전자의 판단 능력이 떨어지기 때문에 다른 교통사고보다 높은 치사율을 보이고 있다. 이에 현재 졸음운전 방지를 위한 선행 연구가 진행되고 있다. 차량이 차선을 이탈 시 경고 시스템 [2], 운전자의 차량과 주변 차량의 거리를 경고 및 자동 비상 제동 시스템 [3] 등 다양한 졸음운전 방지 시스템이 개발 및 연구되고 있다. 그러나 기존 제품들은 비교적 비싼 가격과 가격에 따른 성능 차를 보이고 운전 상

* 정보통신대학 전자전기공학부 학부생

** 정보통신대학 전자전기공학부 학부생

*** 정보통신대학 전자전기공학부 학부생

**** 정보통신대학 전자전기공학부 학부생

***** 정보통신대학 전자전기공학부 교수

황에 따라 정확한 졸음 판단이 되지 않을 수 있다. 이에 지원한 가격과 다양한 상황에서 졸음만을 정확히 판단할 수 있는 시스템이 요구된다. 본 논문에서 제안하는 시스템과 비슷한 기존의 시스템은 카메라로 획득된 영상에서 눈 부분만을 검출하고 눈동자의 움직임 인식하는데 눈 영역의 사영을 계산하기 때문에 운전자의 눈 크기에 따라 측정의 어려움이 있다. [4] 본 시스템은 영상에서 운전자의 안면 전체를 인식 후, 눈 영상을 추출하고 졸음 판단을 추천한다. 때문에 보다 정확하고 신속하게 운전자에게 졸음 방지를 하는 방식을 제안한다.

II. 안면 인식을 통한 졸음 상태 판단

2.1 안면 인식

2.1.1 조명 영향 제거

영상에 있어서 조명의 영향은 영상처리에 상당히 많은 영향을 끼친다. 좋은 조명의 조건이라면 당연히 좋은 결과물을 얻을 수 있겠지만 조명이 어둡다거나 특히 Gradation 조명을 받았을 경우 에러를 일으키는 요소가 되기 때문에, Preprocessing(전처리)으로 영상에서 조명의 영향을 받을 때 그 영향을 최소화하는 작업을 진행한다. Fig. 1은 Preprocessing(전처리)의 전체적인 흐름도를 나타내었다.

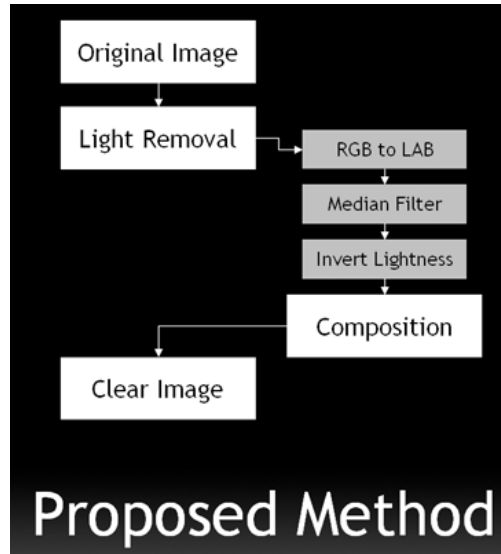


Fig. 1 Preprocessing(전처리) 과정

Fig. 1의 Light Removal에는 3가지 과정이 있다. 첫 번째로 RGB 모델을 LAB 모델로 변환을 하여 Lightness 채널을 분리해 낸다. 두 번째로 Median Filter를 적용하여 Gradation 조명의 정보를 얻어낸다. 마지막으로 이를 반전하여 역 조명 채널을 만들어낸다. 이후 이를 원본 영상에 합성하여 깨끗한 이미지를 만들어낸다. [5]

2.1.2 얼굴 인식

운전자의 졸음 상태에서 운전자의 눈을 감지하고 눈 감김 여부를 판단하기 위해 먼저 얼굴을 인식한다. 카메라에서 획득한 얼굴 영상에서 조명 영향을 제거하고 Gray scaling 한 이미지에서 Histograms of Oriented Gradients(HOG) 방식을 사용하여 얼굴의 특징을 추출한다.



Fig. 2 HOG face pattern generated from lots of face images

Fig. 2의 그림과 같이 빅 데이터로부터 추출된 HOG face pattern과 가장 유사하게 보이는 부분을 이미지에서 찾는 방식을 통해 이미지로부터 얼굴을 분리하여 인식한다. [6]

2.1.3 눈 감김 인식

눈 영역만을 검출하여 눈동자의 움직임을 인식하는 경우 사용자의 눈 크기에 따라 검출하는 것에 어려움이 있다. [4] 이를 개선하기 위해 인식된 얼굴에서 face landmark estimation이라고 하는 알고리즘을 사용하여 모든 얼굴에 존재하는 68개의 랜드마크(landmarks)라 부르는 특정 포인트를 찾아낸다.



Fig. 3 68 points landmark

dlib 라이브러리의 shape_predictor_68_face_landmarks를 활용하여 각 점들끼리 이어 선을 그은 뒤 2016년 Tereza Soukupova & Jan Cech에 의해 제시된 Eyes Aspect Ratio (EAR) 방식을 사용한다. EAR은 검출된 안구에 여섯 개의 (x, y) 좌표를 이용하여 계산한다.

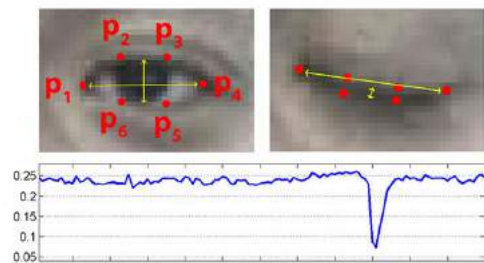


Fig. 4 Open and closed eyes with landmarks EAR

$$EAR = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|}$$

계산된 EAR 값은 눈을 뜨고 있을 때 0이 아닌 어떤 값을 갖게 되고, 눈을 감을 때 0에 가까운 값을 갖는다. 여기에 어떤 지속

적인 Threshold(한계 값)를 설정하여 그 값보다 EAR 값이 작아지는지 확인하는 방식으로 운전자의 졸음운전을 판단한다. [7]

Threshold(한계 값)는 눈을 가장 크게 떴을 때 EAR 값의 50%로 설정하여 이보다 EAR 값이 작아졌을 때 운전자가 졸음운전 하는 것으로 판단하도록 설정하였다. 이 알고리즘을 적용하기 위해 운전자가 눈을 뜨고 있을 때 EAR 값과 운전자가 눈을 감고 있을 때의 EAR 값을 7번 측정하여 각각의 평균을 내는 방식으로 EAR 값을 설정하였다.

2.2 졸음 상태 판단

졸음운전을 판단하여 알람을 울리는 시간을 설정하기 위해 아래 4가지 조건을 설정하였다.

조건 1. 30FPS 정도의 영상

조건 2. 고속도로 기준

- 규정 속도 100km/h
- 차량 간 유지 거리 100m 이상

조건 3. 사람이 브레이크를 밟는데 걸리는 시간 0.7초

$$[0.45(\text{반응 시간}) - 0.2(\text{브레이크 밟는 시간}) - 0.05(\text{제동 시작까지 걸리는 시간}) = 0.7\text{초}]$$

조건 4. 100km/h로 달리는 차량의 제동 거리 56m

위의 조건을 토대로 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$100m - 56m = 44m \quad (1)$$

(유지 거리 - 제동거리 = 여유 거리)

$$44m \div 28m = 1.57\text{초} \quad (2)$$

(여유 거리 ÷ 100km/h 속도로 1초 동안 이동한 거리 = 여유시간)

$$1.57\text{초} - 0.7\text{초} = 0.87\text{초} \quad (3)$$

(여유시간 - 브레이크를 밟는데 걸리는 시간

= 졸음에 대한 감지 시간)

결론적으로 졸음에 대한 감지와 그에 대한 조치는 눈을 감은 순간부터 약 0.87초쯤에 이루어져야 한다. 30FPS의 영상을 기준으로 약 26프레임이 되고, 졸음운전 방지 알람이 동작할 시간까지 계산하여 약 25프레임 동안 EAR 값이 Threshold(한계 값) 보다 작으면 운전자가 졸음운전 중이라고 판단하도록 설정하였다.

III. 시스템 구성도 및 실험 결과

3.1 시스템 구성도

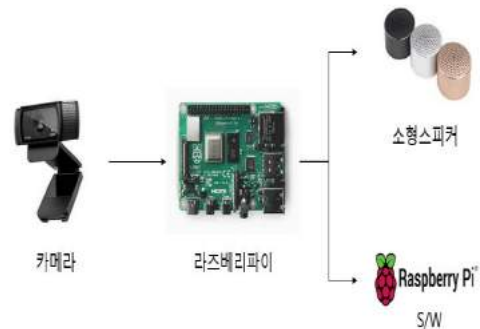


Fig. 5 시스템 구성도

졸음을 감지하기 위해 실시간으로 카메라를 이용하여 졸음 여부를 판단한다. 졸음 여부를 판단하기 위해 파이썬 OpenCV에서 제공하는 알고리즘을 활용하여 얼굴의 전체적인 부분을 점(face landmark)으로 환산하고 이 점들 중에서 눈 부분의 점(EAR)을 추출하여 사용한다. 눈 감김 여부를 판단하고 졸음 방지를 위한 동작을 위해 Raspberry Pi를 이용하였다. 실시간 카메라로 얼굴을 촬영하여 눈 감김 여부를 Raspberry Pi로 전달한다. Raspberry Pi에서 눈 감김 여부를

판단해 졸음으로 판별되면 스피커로 동작을 실행한다. 졸음이 판별되지 않는다면 다시 처음으로 돌아가 시스템을 반복한다.

3.2 시스템 도안

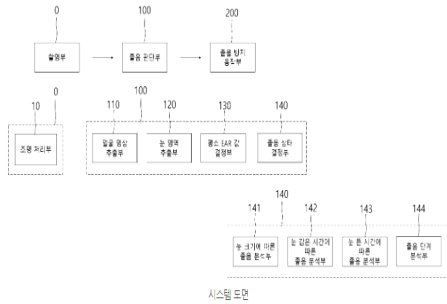


Fig. 6 시스템 도안

시스템 구성은 위의 Fig. 6과 같다. 먼저 졸음운전을 판단하기 위한 촬영부이다. 운전 을 하는 동안 카메라로 눈을 인식하여 눈 감 김 여부를 판단한다. 조명 처리부는 조명의 영향을 제거하여 깔끔한 이미지를 만들어내 기 위한 전처리 작업이다. 전처리 작업을 끝 마친 후 졸음 판단부로 넘어간다. 졸음 판단 부는 4가지 단계를 거쳐 판단한다. 첫 번째 로 조명의 영향을 제거한 영상에서 얼굴 부 분을 추출한다. 두 번째로 얼굴에서 눈 영역 을 추출한다. 세 번째로 눈 영역의 EAR 값 을 여러번 측정하여 평균적인 EAR 값을 결 성한다. 마지막으로 졸음 상태 결정이다. 졸 음 상태 결정부에서는 눈 크기에 따른 졸음 분석 부와 눈 감은 시간에 따른 졸음 분석 부 는 별 시간에 따른 졸음 분석 부 졸음 단 계 분석부로 나뉜다. 졸음 판단 작업을 마친 후 졸음 방지 동작을 진행하게 된다.

3.3 실험 결과

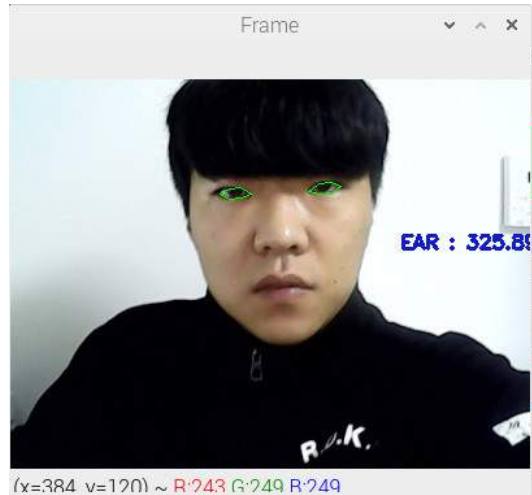


Fig. 7 OPEN EAR 325.8



Fig. 8 CLOSE EAR 220.1

IV. 결론

본 논문에서는 졸음운전으로 인한 교통사 고를 방지하기 위한 시스템을 제안한다. 시 스템은 운전자의 졸음 상태를 판단하기 위해 카메라를 통해 조명의 영향이 제거된 영상을

획득한다. 그리고 눈 감김의 정보를 얻기 위해 빅 데이터로부터 얻은 안면 이미지를 랜드마크(landmark)화 하여 눈 부분을 특징한다. 위의 정보들로부터 운전 중 눈 감김을 수치화하고 졸음을 판단한다.

본 시스템은 안면 인식을 할 때 여러 번에 걸쳐 눈 위치를 특성하기 때문에 운전자들의 다양한 얼굴에서도 정확히 졸음을 판단한다는 강점이 있다. 하지만 라스베리파이와 소형카메라의 사용 한계점이 존재하는데 교통사고의 예방을 위해서는 짧은 순간 빠른 시스템 처리가 중요하다. 개발의 이용된 저립한 처리 장치들은 처리과정에서 딜레이가 유발될 수 있다. 치명적 문제일 수 있는 만큼 그래픽 카드 장착 및 GPU 신치 등 처리 속도를 증가 시킬 개선방안이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 공공데이터포털, 경찰청_졸음운전 교통사고현황, <https://www.data.go.kr/data/15047952/fileData.do>, 2020.09.23
- [2] 권병민, <[2012 KES] 차선이탈경보장치불 하십니까?>, <<IT 동그아>>, 2012.10.10 (<https://it.donga.com/11345/>)
- [3] 진병혁, <“진병혁 간담” 차선이탈 경고장치(LDWS) 장착과 졸음운전 교통사고 예방>, <<공공뉴스>>, 2018.09.27
- [4] (<https://www.00news.co.kr/news/articleView.html?idxno=54898>)
- [5] W.K.Lee, H.W.Ko and C.H.Kim. (1995). Fall conference of the Korean Society of Automotive Engineers, pp. 481-486. The Korean Society Of Automotive Engineers.
- [6] Teeh9, [OpenCV] 조명(Lighting)의 영향을 제거하는 방법, <https://t9t9.com/60>, 2006.10.03
- [7] medium, Machine Learning is Fun! Part 4:Modern Face Recognition with Deep Learning, <https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-4-modern-face-recognition>

- with-deep-learning-c3effc121d78, 2016.07.25
- [8] Tereza Soukupová, Jan Cecl, 2016. Real-Time Eye Blink Detection using Facial Landmarks

열전사 프린터를 사용한 즉석 사진기

Instant camera based on thermal printer

김 지 율* 강병도**

(Ji-Yul Kim, Byeong-Doo Kang)

요 약

본 논문은 카메라와 열전사 프린터, 마이크로컨트롤러로 구성된 일종의 “전자식 즉석 사진기”를 제시한다. 오늘날 카메라는 사물을 보이는 그대로 영원히 기록하지만, 여기서의 카메라는 이와 정 반대의 목적을 가진다.

Abstract

This paper describes a kind of “Electronic instant camera” consisted of camera, receipt printer and microcontroller. Nowadays’ camera captures object as seen forever, but this camera’s objective is opposite of that.

I. 서 론

오늘날 카메라들은 높은 화질과 선명도를 자랑한다. 그리고 한번 찍은 사진은 디지털 파일로 영원히 보존된다. 여기에서 필자는 오늘날 카메라의 반대로 영원하지 않은 순간을 회피하거나 기억한다는 의미로 선명하지도 않고, 영원하지도 않은 사진을 출력하는 카메라를 제안한다. 이 카메라는 낮은 화질로 사진을 촬영하고, 언제든지 찢어지거나 변색의 가능성이 있는 열전사지에 사진을 출력하며, 출력 이외에는 사진을 저장하지 않는다.

II. 기존 사례와의 차이

이미 같은 기능을 Raspberry Pi와 전용 카메라를 사용하거나[1] STM32와 JPEG 카

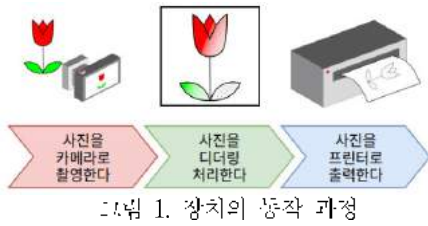
메라를 사용해서[2] 구현한 프로젝트가 있으며, 완성된 형태의 제품도 있음[3]을 인지하고 있다. 본 장치의 경우 최신 RP2040 마이크로컨트롤러를 사용해 낮은 전력 소비와 Programmable IO를 통한 빠른 데이터 전송을 구현했다.

III. 장치의 구성

본 장치는 OV7670 이미지 센서 모듈, RP2040 마이크로컨트롤러 보드 (Raspberry Pi Pico), 열전사 프린터로 구성된다. 펌웨어는 Raspberry Pi Pico SDK를 사용해 C로 작성되었으며, 촬영 -> 디지링 -> 출력의 역할을 수행한다. 전원의 경우 일반 5V 보조 배터리를 통해 공급된다.

* 정보통신대학 컴퓨터정보공학부

** 정보통신대학 컴퓨터정보공학부 교수



IV. 장치의 설계

1. OV7670 이미지 센서

여기에서 사용된 이미지 센서는 I2C와 호환이 되는 SCCB (Serial Camera Control Bus)로 제어가 된다. 제어를 위해 데이터시트를 참조하면서 직접 제어 코드를 작성했지만, 만족스러운 결과를 얻지 못하여 오픈 소스로 공개된 라이브러리[4]를 사용하게 되었다. 이미지 데이터는 병렬로 전송되며, 이는 RP2040의 PIO가 담당하게 된다. 일부 주석 사진기처럼 세로로 긴 출력을 얻기 위해 물리적으로 90도 회전되어 장착이 된다.

2. Programmable IO

RP2040은 여러 종류의 디지털 입출력을 처리할 수 있는 상태 머신 기반의 Programmable IO (이하 PIO)라는 장치를 탑재하고 있다. PIO는 CPU와 별도로 동작하며 DMA (Direct Memory Access)가 가능해 빠른 입출력에 사용하기 적합하다. 본 장치에서는 PIO를 통해 이미지 센서의 병렬 출력을 메모리에 저장하는 목적으로 사용했다.

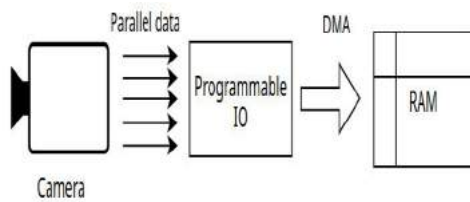


그림 2. 이미지 데이터의 전송 과정

3. 디더링

이 장치는 특정 위치의 픽셀을 인접값 매트릭스를 통해 새로운 값을 구하는 Ordered 디더링 방식으로 Bayer 매트릭스, 블루 노이즈 2가지와, 한 픽셀에서 새로운 값과 원래 값의 차이(오류)를 주변의 다른 픽셀들로 전파시키는 Error-diffusion 방식인 Floyd-Steinberg 디더링, Atkinson 디더링 2가지로 총 4가지의 디더링을 지원한다. 출력 전 4가지 중 하나가 임의로 선택되어 이미지에 적용이 된다.

표 1. 장치에서 사용된 디더링의 예시

원본	
Bayer	
Blue noise	
Floyd-Steinberg	
Atkinson	

4. 열전사 프린터

영수증 프린터라고 불리기도 하는 열전사 프린터는 ESC/P (EPSON Standard Code for Printers)의 POS(Point of Sale)용 버전인 ESC/POS를 지원하며 UART 통신 방식을 통해 제어가 가능하다. 프린터는 기본적으로 문자를 출력하지만, ESC/POS 명령어 중 비트맵 명령을 사용해 이미지 출력 목적으로 활용된다. 용지의 점선도 비트맵 명령을 통해 그려진다.

5. 디버그 출력

디버깅을 위해 매번 출력을 프린터로 보기에는 출력 속도가 느리고 종이를 소모해야 한다. 이런 경우 일반적으로 USB 시리얼을 통해 출력을 받아서 보여주는 별도의 프로그램을 만들어 디버깅을 하지만, 이 장치는 옛날 터미널 규격인 SIXEL을 사용해서 지원되는 터미널 에뮬레이터를 통해 USB 시리얼로 바로 출력을 볼 수 있게 했다.



그림 3. 터미널 에뮬레이터를 통한 이미지 출력

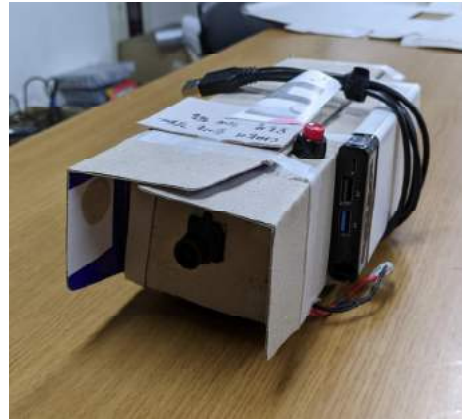


그림 4. 완성된 장치의 모습

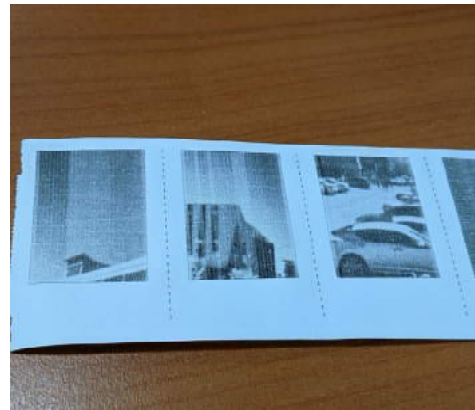


그림 5. 열전사 프린터의 출력물

V. 결 과

본 장치는 사진을 촬영하고, 처리 과정을 거쳐서 사진을 출력하는 데에는 성공하였다. 출력된 사진은 기대한 정도의 품질이었다. 하지만 사용한 이미지 센서 모듈의 화각이 좁고, 장착 시 위치를 유의하지 않아 촬영 대상을 놓치는 경우가 잦았다. 그리고 열전사 프린터에 필요한 전력이 부족해 희미한 사진이 나오거나 출력이 도중 중단되는 경우도 종종 발생했다.

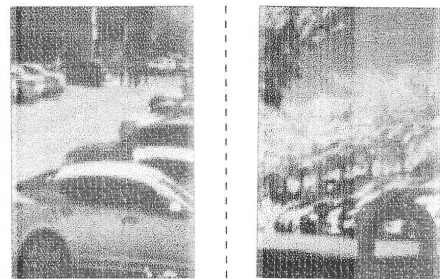


그림 6. 출력된 사진의 스캔본

VI. 결 론

본 논문에서는 열전사 프린터와 이미지 센서, RP2040을 사용해 “또 다른 영수증 즉석 사진기”를 개발하였다. 앞에서 다룬 문계점들을 해진하고, 크기를 시중의 일회용 카메라 크기로 줄일 수 있다면 “순간을 기억하고자 하는 사람”들에게 수요가 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] P. Burgess, “Instant Camera using Raspberry Pi and Thermal Printer,” Adafruit Learning System, <https://learn.adafruit.com/instant-camera-using-raspberry-pi-and-thermal-printer> (accessed Nov. 7, 2022)
- [2] M. Ciuffo, “PrintSnap Instant Camera,” ch00 frech Industries, <https://ch00tech.com/2014/12/17/printsnap-instant-camera> (accessed Nov. 7, 2022)
- [3] myFirst Tech, “myFirst Camera Insta - Instant Print Camera for Kids with Thermal Printing,” myFirst, <https://myfirst.tech/myfirst-camera-insta/> (accessed Nov. 7, 2022)
- [4] P. Burgess, “Adafruit_OV7670,” GitHub, https://github.com/adafruit/Adafruit_OV7670 (accessed Nov. 7, 2022)

음성인식 인공지능을 활용한 사투리 번역

Dialect Translation Using Voice Recognition Artificial Intelligence

박범서*, 김대홍**, 홍지환*, 차경애**

(Boom-Seo Park, Dae-Hong Kim, Ji-Wan Hong, Gyeong-Ae Cha)

요약

본 논문은 Teachable Machine을 이용하여 대구 경북지방의 사투리를 인식하고 표준어로 번역하여 음성 인식된 단어를 화면에 보여주고 TTS 오디오를 출력하는 번역 안드로이드 애플리케이션을 개발 과정을 설명한 논문이다.

Abstract

This paper explains the process of developing a translation android application that recognizes the dialect of Daegu and North Gyeongsang Province and translates it into standard language to display voice recognized words on the screen and outputs TTS audio.

I. 서론

4차 산업 혁명이 시작되고 가면서 인공지능 기술이 날이 가며 발달하고 있다. 인공지능 기술이 우리 생활의 모든 부분에서 사용이 되고 인공지능을 이용한 사업이 우리 삶에 융합하는 시대로 도래하고 있다. 가장 현실에서 쉽게 만나 볼 수 있는 대표적인 예로 인공지능 음성인식 비서 서비스와 음성인식 기반으로 하는 제품이 대표적으로 사용이 되고 있으며, 음성인식을 하는 자연어 처리 영역 또한 매우 주목받고 있다.

자연어 처리는 사람의 음성인식과 발성으로 하는 연구 분야이다. 우리나라의 경우 한글을 제1국어로 사용하지만, 문화적, 사회적, 지역적인 배경이 모두 다르기에 사용하는 억양과 단어, 한 가지 의미가 아닌 중의적인 의미 등 서울, 경기를 중심으로 사용하는 배경을 기반으로 한 음성인식 서비스에 한계가

있다.

‘방언과 표준어 의식’[1]에서 말하는 표준어를 사용하는 사람들이 방언을 기피하는 가장 큰 원인으로 방언을 이해하지 못하는 것이 가장 큰 원인으로 밝혀졌다. 그러나 요즘 영화, 드라마 등 다양한 매체에서 다양한 방언을 접할 기회가 많아 지역에 따라 과거보다 적대시하는 경향이 많이 줄었다고 밝혔다. 단지 이해하기 불편하다는 이유로 과거보다 좋아졌으나 아직 적대시하는 경향이 남아 있다고 한다.

그에 반해 지방 사람들은 표준어는 본인과 다르다는 인식과 동경의 대상으로 바라보는 경향이 있다. 표준어를 사용하는 수도권 사람들과 마찬가지로 다양한 대체를 통해 표준어를 쉽게 접할 수 있기에 과거에 비해 기피, 동경의 대상으로 보는 현상이 많이 줄었다고 한다.

방언과 표준어의 인식에 대해 차이가 다양한 번에서도 서로 끼리는 모습을 보이는 경향이 많았다. 최근에는 다양한 매체로 인

* AI학부 AI소프트웨어전공 학부생

** AI학부 AI엔터테인먼트전공 교수

해 각 지방 방언이나 표준어에 대해 접하는 접근성이 많이 좋아졌으나, 여전히 이해하기 힘들다는 이유로 꺼리는 경향이 아직 남아 있다[1].

II. 선행 연구 및 관련 자료 조사

서론에서 언급했듯 AI 음성인식 비서 스피커가 많이 보급되고 사용되고 있다. 음성인식 AI는 인공지능 기술(머신러닝, 음성인식, 문장 분석, 상황인지 등)과 집단 기술을 결합해 사용자의 언어를 이해하고 지시사항을 수행하는 소프트웨어 애플리케이션으로 정의되고 있다. 음성인식 AI 비서 스피커 플랫폼은 다양한 회사에서 개발, 배포, 판매되고 있으며, 대표적으로 국내 서비스의 SK텔레콤의 NIUGU, KT의 GiGAGeni, 네이버의 Clova, 카카오의 카카오톡, 삼성전자의 빅스비 등이 있다. 국내 서비스 중인 다양한 음성인식 AI 비서 플랫폼 특징을 나눈 표는 아래와 같다[2].

표 1. 국내 주요 음성인식 AI 비서 플랫폼[2]

업체	플랫폼명	호출명	출시일
sk텔레콤	NIUGU	아리아	2016.09
KT	GiGAGeni	기가저니	2017.01
네이버	Clova	헤이 클로바	2017.08
카카오	카카오톡	헤이 카카오톡	2017.11
삼성전자	빅스비	하이 빅스비	2018.08
LG전자	Q보이스	하이 엘지	2017.12

SK텔레콤의 NIUGU[3]는 멜론, 플로 등 SK

에서 제공하는 서비스와 연동해 이용할 수 있는 서비스 폭이 넓다는 장점과 SK브로드밴드 IPTV 셋톱박스에 탑재하여 높은 보급률을 보인다. KT의 GiGAGeni는 NIUGU와 같이 KT IPTV에 탑재하여 높은 보급률을 보이고 있으며, 파트너사와의 협력을 기반으로 한 개방형 생태계 조성을 하였다. 네이버의 Clova는 네이버 인터넷 서비스 연동된 검색, 번역이 특징이며 마이브, 지니뮤직, 벅스 등 다양한 음악 스트리밍 서비스 이용이 가능하다[2, 3].

음성인식을 이용한 다양한 기기와 접목하는 시도는 많이 일어나고 있다. “카카오톡”은 현대 자동차, 기아 자동차와 함께 협업하여 서머형 인공지능 인식 기술을 자동차에 넣었다. 추상적인 문장, 비교적 표현이 애매한 문장들도 단어별로 판별하여 이해 후 명령을 처리한다. 목적지 선정, 장문 여닫기 등 다양한 기능은 음성인식을 통해 실행할 수 있다 [4].*

네이버의 CLAVA(클로바)는 다양한 AI를 제공한다. 음성인식을 위한 클로바 스피커, 동영상에 AI 보이스를 더하는 클로바 디빙, 전화 응대 솔루션 클로바 AI 고객센터, 이미지에서 텍스트를 인식하는 기술 클로바 OCR 등 다양한 AI 기술을 사용자에게 제공하고 있다. 다양한 데이터를 이용하여 재형으로 입력한 사투리를 표준어로 번역해주는 기능, 인물 설정을 넣으면 가상 사나리오를 써주는 등 다양한 기능을 제공한다[5].**

삼성전자의 AI 음성 비서 빅스비의 경우 명랑한 여자 목소리, 자신감 넘치는 남성 목소리로 구성되어 있어 사용자가 선택을 할 수 있으며, 사용자와 음성 AI 비서 사이의 친밀성을 높이기 위해 사람의 특징을 살린

* <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27592533&memberNo=40524516>

** <https://www.navercorp.com>

목소리로 의인화를 시도하고 있다. AI 음성 비서의 방언사용으로 인해 성서적 친밀감, 인지적 친밀성, 사용성이 증가한다고 응답하였다[5].

III. 데이터 수집

음성 데이터를 직접 녹음을 하여 수집을 하였다. 학습 데이터 목록은 경상도 방언 단어로 Wordrow* 홈페이지에 제공되는 경상도 방화의 대표적인 것을 골라 선정했다.

1. 음성 데이터 표본

20대 남 4명, 20대 여 1명, 50대 여 5명, 50대 남 2명, 70대 여 1명, 총 11명으로 진행했다.

20대는 각 단어 별로 녹음한 10개의 조용한 환경, 5개의 일상생활 소음 환경, 5개의 시끄러운 소음 환경에서의 녹음을 진행했다. 50대의 음성 데이터는 일상생활 환경과 시끄러운 소음 환경을 직접 녹음을 못하고 상황 별 소음을 틀어놓은 상태에서 녹음을 진행했다. 70대의 녹음은 조용한 환경에서 녹음을 하여 추가했다.

2. 음성 녹음 장비

일상생활에서 이용을 많이 할 것이라 예상하고 제작하는 애플리케이션이라 일상생활에서 사용을 많이 하는 장비, 깨끗한 녹음 진행을 위해 품질이 좋은 마이크를 이용하여 녹음을 추가 진행했다.

녹음을 진행한 장비는 Apple사의 Airpod Pro1, Airpod Max, YETI 블루 마이크로폰 Yeti, 스탠드 마이크 1023990, GSP370, 아이폰11을 이용하여 녹음을 진행했다.

3. 배경 소음

음성 녹음뿐만 아니라 배경 소음도 학습에 중요한 영향을 끼치기 때문에 다양한 환경에서 직접 녹음을 하여 학습데이터에 추가했다.

조용한 환경 150개, 음악을 틀어놓은 상태 50개, 버스 정류장 100개, 지하철 정거장 100개, 카페 100개 총 500개의 배경 소음을 준비하여 학습데이터를 추가했다.

각 녹음 파일은 10초로 이루어져있다.

4. 최종 데이터

단어별로 3초 정도의 녹음 길이를 가졌으며, 배경 소음은 10초의 녹음 길이를 가졌다.

학습 데이터의 양은 12788개의 음성 녹음 파일로 이루어져 있으며, 총 41864초로 약 700분의 데이터를 학습용으로 제작했다. 단어별로 약 13분의 데이터양을 제작했으며, 배경 소음 또한 5000초로 약 83분 분량의 데이터를 녹음하여 학습 데이터를 추가했다.

표 2. 최종 데이터 목록

학습데이터 목록	뜻	녹음 장소
가가가가?	그 아이가 그 아이니?	조용한 환경 156개 일상생활 소음(카페) 50개 시끄러운 소음 (버스정류장) 50개
가가라	가져가라	
가시개	가위	
고단새	그새	
고대다	고되다	
공가	받치다	
고기	고기	
까묵다	까먹다	
깔삼하다	멋지다	
깁받다	게으르다	
꼬시다	고소하다	
꼼표	꼼표	
끼리다	끓이다	
깁가가	끼워서	
널쭈다	떨어뜨리다	
노카	녹여	조용한

* <https://wordrow.kr/사투리/경상북도/명사/>

누고?	누구입니까?	환경 156개 인상생환 소음(카페) 50개 시끄러운 소음 (버스정류 장) 50개
단디	단단히	
똥띠	똥똥이	
뜨시다	따뜻하다	
떠리하다	명청하다	
문대다	문지르다	
못나?	먹었어?	
비개	베개	
숨쿠다	숨기다	
스까무라	쉽어박어라	
시그럽다	시다	
싸납다	사납다	
아래	그저께	
아짜리	아예	
아이다	아니다	
아잉교	아닙니까	
아재	아저씨	
아지매	아주머니	
애벳노	아위었니?	
어테	어디	
억지로	엄청	
임상시럽다	지긋지긋하다	
정구지	부추	
주차빨라	차버린까보다	
짜매라	뭉어라	
찌집	부침개	
진지베까리	아주많음	
추집다	더럽다	
파이다	나쁘다	
함만	한번만	
험	형님	
험빈하다	비어있다.	
배경소음		

기반 도구이다. 이미지, 사운드, 자세 등 다양한 데이터를 학습할 수 있도록 제공이 된다. Teachable Machine에서 데이터 수집을 할 수 있으며, 학습 모델 제작, 모델 외부로 내보내기 등 다양한 기능을 제공하고 있다.

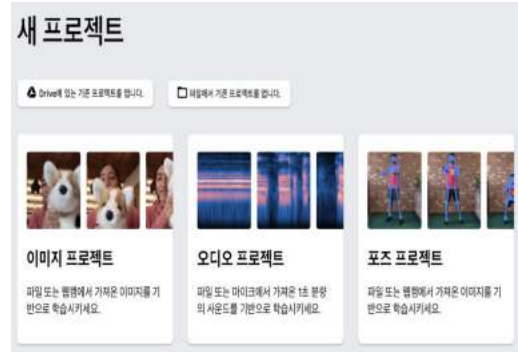


사진 1. Teachable Machine 지원 프로젝트 목록

Javascript가 실행되는 곳이면 어디든 작동하는 실제 TensorFlow.js 모델로 node.js 등 다양한 도구에서 정상적으로 작동하는 모델을 내보낼 수 있다.

AI 모델을 제작할 때 학습을 얼마나 할 것인지를 정하는 에포크를 설정할 수 있으며, 기본 에포크는 50으로 되어있다. AI 모델의 정확도를 위해 얼마의 에포크를 돌 것인지 정할 수 있다. Teachable Machine은 가볍게 테스트하거나 간단한 AI 모델 제작하는 사용자에게 최적화 되어있어 학습량(에포크)이 증가하거나 학습 데이터의 양이 증가할 경우 AI 모델 제작의 시간이 많이 늘어날 수 있다는 단점이 있다.

IV. AI 모델 제작

1. Teachable Machine 기본

AI 학습 모델 제작은 Teachable Machine으로 제작했다.

Teachable Machine은 Google에서 제공하는 머신러닝 모델을 쉽게 제작할 수 있는 웹

2. 학습량에 따른 정확도

학습량 또한 정확도에 중요한 영향을 미친다.

초기 데이터에서 추가된 데이터를 이용하여 학습량에 따른 정확도를 분석해보았다.

정확도는 입력으로 선정된 단어 5가지(가가가, 가시계, 아지매, 정구지, 억지로)를

총 20번 이상씩 진행하여 정확하게 인식을 하는 경우 체크하여 퍼센트로 나타냈으며, 에포크 별로 같은 단어를 선정하여 테스트를 진행하였다.

테스트를 한 장비는 Android Studio의 가상 안드로이드 머신에서 진행하였으며, 음성을 입력한 장비는 GSP370과 스탠드 마이크 1023990을 이용하여 진행하였다.

- 500 에포크

AI 모델을 제작하는데 걸린 시간은 1시간 40분 정도 걸렸다. 위에서도 밝혔지만 녹음을 한 당사자가 테스트를 할 경우 80% 이상의 정확도가 나왔다. 그 외의 사람이 테스트를 할 경우 정확도가 낮은 문제가 있었다. 약 50% 정도의 정확도를 보였다. 단어를 발했을 경우 정확히 인식이 되지 않고 다른 단어가 인식되는 경우가 잦았으며 단어에 따라 같이 인식되거나 아예 불가능한 경우도 대다수였다.

- 2000 에포크

AI 모델을 제작하는데 걸린 시간은 3시간 20분 정도 걸렸다. 녹음을 한 당사자가 테스트를 할 경우 90% 이상의 정확도가 나왔으며, 대부분의 단어를 확실하게 표시를 해주었다. 다만 억양이 비슷하거나 첫소리가 된소리가 나오는 단어의 경우 두 가지의 단어가 같이 인식이 되는 경우가 있었다. 그 외의 사람이 테스트를 할 경우 약 70%의 정확도를 보였으나 여전히 정확도가 낮았으며 다른 단어가 종종 인식되거나, 불가능한 경우가 있었다.

에포크가 500에서 2000으로 늘어나면서 확실히 정확도가 오르는 것이 보였으며 조금 더 테스트를 해보기로 하였다.

- 5000 에포크

AI 모델을 제작하는데 걸린 시간은 5시

간 50분 정도 걸렸다. 녹음을 한 당사자가 테스트를 할 경우 90% 이상의 정확도를 보였으며, 에포크 2000과 크게 차이가 없었다. 그 외의 사람이 테스트를 할 경우 약 75%의 정확도를 보였다. 에포크가 늘어난 양에 비해 녹음을 하지 않은 사람들의 정확도가 오르는 정도가 많이 낮아졌다. 에포크 2000과 비슷하지만 조금 더 나은 경우가 있었다. 첫소리가 된소리로 나오는 단어의 경우 동시에 인식을 하지만 단어를 말할 때엔 정확히 단어를 분별을 하는 등 에포크 2000보다는 조금 더 정확도를 보였다.

- 10000 에포크

AI 모델을 제작하는데 걸린 시간은 9시간 10분 정도 걸렸다. 녹음을 한 당사자가 테스트를 할 경우 약 93% 정도의 정확도를 보였으며, 앞선 에포크와 비교하여 소폭 상황이 있었다. 그 외의 사람들이 테스트를 할 경우 약 78% 정도의 정확도를 보였다. 에포크가 많이 늘었지만 정확도가 많이 오르지 않는 이유로 학습 데이터 표본이 적다고 판단하여 학습데이터 표본을 더욱 늘릴 예정이다.

에포크를 늘릴 경우 AI모델을 제작하는데 시간이 너무 늘어나기에 Teachable Machine내에서 추천하는 에포크 양인 2000 번을 이용하여 제작하기로 결정하였다.

학습량에 따라 정확도가 오르는 에포크 10000의 결과에서 이야기 했듯 학습데이터 표본이 적기에 학습량에 비해 정확도가 낮다고 생각하였다. 이후 학습 데이터의 표본을 늘리는 방향으로 진행 하려 한다. 또한 녹음의 품질에 따라 테스트를 하는 장비에 따라 정확도가 다르게 나오는 경우도 생각하여 다양한 장비에서 테스트를 진행 했다.

V. 안드로이드 스튜디오

Android Studio는 안드로이드 애플리케이션 제작 도구이며, 안드로이드 애플리케이션 제작에 다양한 도구와 기능을 제공하는 환경이다. Android Studio에서 사용하는 언어는 Kotlin과 Java가 있으며, Kotlin을 사용하였으며, 애플리케이션 테스트는 삼성 갤럭시 노트9에서 진행했다. 안드로이드 핸드폰이 없어 진행이 힘들 때 Android Studio 내의 가상버전을 이용했다. 초기 설정 값에 Minimum SDK는 API 28버전을 사용하였고, 안드로이드 9 버전을 설정해주었다.

“tv.text”를 사용하여 텍스트를 출력하는데 이때 출력하는 내용인 “filteredModelOutput[0].label”는 라벨의 이름을 출력하며, “filteredModelOutput[0].score”는 정확도를 출력한다.

```
227 companion object {
228     const val REQUEST_RECORD_AUDIO = 1337
229     private const val TAG = "AudioDemo"
230     private const val NOBEL_FILE = "soundClassifier_with_metadata.tflite"
231     private const val MINIMUM_DISPLAY_THRESHOLD: Float = 0.3f
232 }
```

그림 2. AI 모델을 연동하여 애플리케이션과 연동하는 코드

230줄은 Teachable Machine에서 제작한 AI 모델을 연동하여 애플리케이션에서 학습 데이터를 호출하여 사용하는데 해당하는 코드이다. 231줄은 1차 적으로 정확도 테스트를 위해 30%로 설정해 둔 것이다.

음성인식으로 인식된 단어의 정확도가 95%가 넘게 될 경우 애플리케이션 자체에서 판단하여 인텐스를 출력하고 TTS를 출력하는 기능을 추가했다. 애플리케이션을 사용자들이 더 효율적으로 사용하기 위해 사투리를 번역한 표준어를 TTS(Text-to-speech) 방법을 통해 표준어 음성을 출력한다. Kotlin언

어에서 사용하는 TTS를 찾아 적용했다.

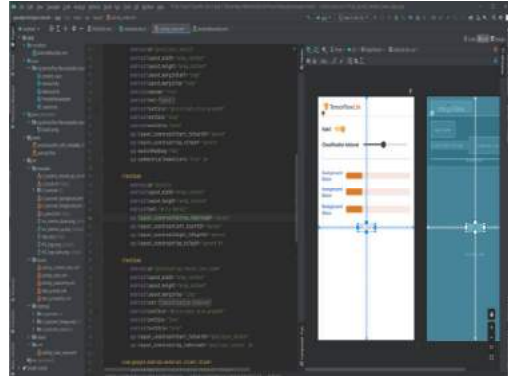


그림 3. Android Studio 텍스트, 버튼 위치 수정

```
<Button
    android:id="@+id/btnSpeak"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="speak"
    app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"
    app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
    app:layout_constraintHorizontal_bias="0.498"
    app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
    app:layout_constraintTop_toBottomOf="@+id/tv"
    app:layout_constraintVertical_bias="0.846" />
</androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout>
```

그림 4. TTS - 버튼 라벨링

TTS를 실행해줄 버튼을 생성해주는 코드이다. 버튼 아이디로 시판성이 있는 네이밍인 'btnSpeak'로 설정을 했으며, 버튼 네이

```
val b1 = findViewById<Button>(R.id.btnSpeak)
b1.setOnClickListener { view: View? ->
    tts = TextToSpeech(applicationContext, TextToSpeech.OnInitListener { status: Int: Boolean ->
        if (it == TextToSpeech.SUCCESS) {
            tts.language = Locale.KOREAN
            tts.setSpeechRate(1.0f)
            tts.speak(label, TextToSpeech.QUEUE_ADD, params, null)
        }
    })
}
```

그림 5. TTS - 큐 데이터 명을 'speak'로 생성했다.

버튼 클릭 부분을 변수 하나에 둔 후

TTS 기능을 추가하여 작동하게 하는 코드이다. 언어는 사투리와 표준어기에 한국어로 실행해주었으며, 재생 속도 또한 기본으로 지정했다. 음성 출력 부분은 라벨 부분이 TextToSpeech 리스트 큐에 쌓아 올리는 방식으로 되어있으며, 필요시 큐 데이터를 사용할 수 있게 되어있다. 원본 라벨은 'index-labelname'으로 이루어져 있다. 필요한 부분은 라벨 내인 부분이기에 인덱스 부분을 제거하기 위해 위 과정을 진행했다. 변수 fulllabel에 원본 라벨을 입력하고, 변수 index에 출력 값의 인덱스를 입력했다. 변수 label은 원본 라벨에서 string으로 변환해준 인덱스 값을 들어쓰기로 대체하여 인덱스를 제거했다.

VI. 결 론

최종 학습용 데이터를 이용하여 AI 모델을 제작했다. AI 모델 제작은 데이터의 양이 많이 늘었다 보니 제작에 걸린 시간은 12시간 정도 걸렸다.

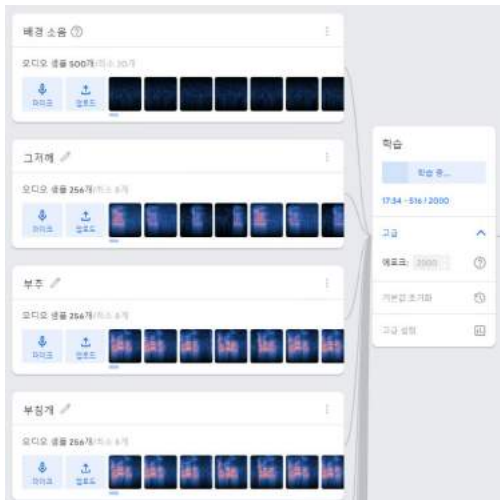


그림6. 최종 AI 모델 제작

테스트를 한 단어는 부산위 10가지를 10

표 3. 녹음을 한 인원의 테스트 결과 표

단어	정확도(%)	비고
가시개	96	
고단새	96	
뽑표	98	평균 정확도 초상
놀쭈다	94	
단디	97	
비개	96	
시그럽다	93	
짜남다	92	평균 정확도 초하
아지매	96	
파이다	96	
평균	95.4	

번씩 말했을 때의 정확도를 평균화하여 퍼센트로 나타내었으며, 녹음을 한 인원 5명과 녹음을 하지 않은 인원 5명으로 테스트를 진

표 4. 녹음을 하지 않은 인원의 테스트 결과 표

단어	정확도(%)	비고
가시개	84	
고단새	86	
뽑표	87	
놀쭈다	90	
단디	91	평균 정확도 초상
비개	87	
시그럽다	80	
짜남다	79	평균 정확도 초하
아지매	85	
파이다	84	
평균	85.3	

행하였다. 테스트를 한 장비는 삼성 갤럭시 노트9, 갤럭시S22, 갤럭시Z플립4에서 진행했다.

인원의 10가지의 단어를 테스트 한 결과이다. 10가지의 단어 선정은 부산위로, 테스트를 하는 것 인원이 선정하였으며, 선정 기준은 따로 없었다.

녹음을 한 인원이 테스트 할 경우 정확도가 90% 이상 되어 평균 정확도가 95.4%로 높은 평균을 보여주었으며, 녹음을 하지 않은 인원의 정확도 평균은 85.3%의 예상보다

높은 정확도를 보였다.

정확도를 위한 테스트 이외에 다른 단어를 테스트했을 경우 ‘고단새’, ‘고되다’ 또는 ‘아이다’, ‘아인교’와 같이 비슷한 억양을 가지거나 첫음절이 강하면서 발음이 비슷한 단어들 같은 경우 두 가지의 단어가 동시에 인식이 되는 경우가 있었으며, 테스트에서 정확도가 낮은 ‘시끄럽다’와 ‘싸납다’와 같이 ‘시’ 발음으로 시작하는 단어의 경우 정확도가 낮은 경우가 있었다.

AI 모델을 제작하고 사용한 Google Teachable Machine에서 입력된 단어의 한글자씩 인식하는 방식이 아닌 단어의 비슷한 음파, 음절을 찾는 방식으로 학습을 진행하기 때문에 억양이 비슷한 단어의 정확도가 낮게 나온 것으로 예상된다.



그림 7. 애플리케이션 사진1 ‘넌쑤다’ 인식한 모습



사진 8. 애플리케이션 사진2 ‘괴기’ 인식한 모습

참고 문헌

- [1] 한성우, “방언과 표준어 의식”, The Journal of Korean Dialectology, Vol. , No. 16, pp. 383-410, 2012.
- [2] 강운경, “음성인식 AI키시 생태계를 구성하는 사업자간 관계 분석을 통한 AI 비서 산업 활성화 방안 연구”, 국제e-비즈니스학회, Vol. 22, No. 5, pp. 95-112, 2021.
- [3] 권오욱, 이기영, 이요한, 노운형, 조민수, 황금하, 인수봉, 최승권, 김영진, “디지털 개인비서 동향과 미래”, Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 36, No. 1, pp. 1-11, 2021
- [4] 강순지, 이지훈, “AI 음성비서의 사부리 서비스가 사용자의 친밀감과 사용성에 미치는 영향”, Archives of Design Research (ADR),

Vol. 32, No. 4, pp. 71-83, 2019.

- [5] '사투리부터 표준민호까지!' K5 유성인식 이
경 도 까 지 ? (2 0 2 0) .
[https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?
volumeNo=27592533&memberNo=40524516](https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=27592533&memberNo=40524516)
- [6] 네이버, 국내 최초의 초대규모 AI '하이퍼클
로바(HyperCLOVA)' 공개... "모두를 위한
AI의 시대 이끈 것".
[https://www.navercorp.com/promotion/press
ReleasesView/30546](https://www.navercorp.com/promotion/pressReleasesView/30546)

정보통신연구소
편집위원회

발행인 : 류정탁
편집위원장 : 남홍우
편집위원 : 강병도 / 김경기
 김종완 / 김중규
 차경애 / 문현원
 남홍우 / 박철영
 이강현 / 이대식
 유성은 / 장중혁
 정재우 / 문병현

情報通信研究

第 18輯 1號

2023年 6月 26日 印刷

2023年 6月 30日 發行

發行處 大邱大學校 情報通信研究所

慶尙北道 慶山市 珍良邑 大邱大路 201

電化 (053) 850-5810

FAX (053) 850-5813

<非賣品>