|  |
| --- |
| **1. 주제**  IRIS; 실시간 객체 인식 및 음성 피드백 기반 시각 장애인 보조 시스템  **분반, 팀, 학번, 이름**  가반, 2팀, 20251764, 배진영 |

|  |  |
| --- | --- |
| **2. 요약**  본 제안서는 웨어러블 기기 기반 실시간 객체 인식 기술을 활용하여 시각 장애인의 이동 안전성을 향상시키는 보조 시스템 개발을 목표로 한다. 구글 글래스와 같은 웨어러블 기기에 탑재된 카메라를 통해 전방의 장애물, 계단, 턱, 움직이는 객체 등을 실시간으로 감지하고, 골전도 오디오로 안내를 받는다.  이 시스템의 개발은 시각 장애인의 독립적 이동 능력을 크게 향상시킬 수 있다는 점에서 중요한 사회적 가치를 지닌다. | **3. 대표 그림**    그림 1. 객체 인식 기술 기반 시각 장애인 보조 웨어러블 안경 |

|  |
| --- |
| **4. 서론**  **4.1 배경 및 사례 분석**  세계보건기구(WHO)에 따르면, 전 세계적으로 약 2.5억명이 시각 장애를 겪고 있으며, 다수가 낙상이나 충돌로 인한 부상을 입는다. 현재 시각 장애인을 위한 보행 보조 도구로는 지팡이와 안내견이 주로 사용되고 있으나, 이들은 명확한 한계를 지닌다. 지팡이는 허리 아래 장애물·바닥 단차만 감지해 상체 높이(간판, 나뭇가지 등)를 인지하지 못한다.  컴퓨터 비전과 딥러닝 기술의 발전으로 시각 장애인 보조 기술에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. Microsoft의 Seeing AI, Google의 Lookout 등의 애플리케이션이 스마트폰 카메라를 활용한 객체 인식 서비스를 제공하고 있으나, 이는 사용자가 직접 스마트폰을 들고 촬영해야 하는 불편함이 있다. OrCam MyEye와 같은 웨어러블 디바이스는 안경에 부착되어 텍스트와 얼굴을 인식하지만, 실시간 보행 중 충돌 방지에는 최적화되어 있지 않다. WeWALK와 같은 스마트 지팡이는 초음파 센서를 통해 상체 높이 장애물을 감지하지만, 인식 거리가 짧고(약 1.5m) 움직이는 객체에 대한 대응이 미흡하다는 한계가 있다.  **4.2 문제 정의**  기존 시각 장애인 보행 보조 시스템의 주요 문제점은 다음과 같이 정의할 수 있다.  첫째, 제한적인 인식 범위와 정확도이다. 전통적인 보조 도구들은 다층적이고 복잡한 도시 환경에서 발생하는 다양한 충돌 및 낙상 위험을 포괄적으로 인지하지 못한다. 특히 계단, 바닥 단차, 공사 구역, 열린 맨홀 등 낙상 위험이 높은 요소들은 감지하기 어렵거나 감지 시점 늦어 사고로 이어지는 경우가 많다.  둘째, 실시간 처리 및 즉각적 피드백의 부재이다. 보행 중 충돌이나 낙상을 방지하기 위해서는 장애물 인식부터 사용자 경고까지의 지연시간(latency)이 최소화되어야 한다. 그러나 현재의 많은 AI 기반 보조 시스템은 클라우드 서버에 의존하여 네트워크 지연이 발생하거나, 디바이스 성능 한계로 인해 실시간 대응이 어렵다. 평균 보행 속도(초당 1.2m) 1초의 지연도 치명적일 수 있다.  셋째, 동적 환경 변화에 대한 대응 능력 부족이다. 실제 보행 환경은 정적인 장애물뿐만 아니라 이동하는 보행자, 자전거, 차량, 반려동물 등 다양한 동적 요소로 구성되어 있다. 기존 시스템들은 주로 정적 장애물 감지에 초점을 맞추고 있어, 접근하는 객체의 속도와 방향을 예측하여 충돌 가능성을 계산하는 기능이 미흡하다.  넷째, 사용자 경험과 착용 편의성 문제이다. 여러 센서와 카메라를 부착한 무거운 장치나 두 손을 모두 사용해야 하는 시스템은 장시간 사용 시 피로도가 높고 일상생활에서의 활용도가 떨어진다. 효과적인 보조 시스템은 기술적 성능뿐만 아니라 착용감, 배터리 수명, 직관적인 인터페이스 등 사용자 중심 설계가 필수적이다.  **4.3 극복 방안**  본 제안서는 상기한 기반 시설의 결함과 기존 보조 수단의 한계를 극복하기 위한 기술적 해법으로 IRIS(Instant Recognition & Interpretive Sound) 시스템을 제안한다. 단순 보조 기기의 범주를 넘어, 사용자의 감각을 증강하고 정보 접근성을 확장하는 통합형 플랫폼으로 설계되었다. 실시간 시각 데이터 해석(광학 문자 인식, 객체 검출)과 다중 모달 정보 전달(음성 합성, 햅틱 피드백)을 구현한다. 이를 위해 IRIS는 하이브리드 컴퓨팅 아키텍처를 채택하여, 충돌 감지 및 낙상 경보 등 즉각적 대응이 필요한 안전 기능은 웨어러블 디바이스에서 오프라인으로 처리하고, 신호등 인식 및 대중교통 정보 추출 등 고도의 연산이 요구되는 작업은 클라우드 서버를 통해 수행한다. 이러한 분산 처리 방식은 시스템의 응답성과 정확성을 동시에 보장하며, 시각장애인에게 안전하고 정보가 풍부한 개인화된 보행 환경을 제공할 수 있는 기술적 토대를 마련한다. |

|  |
| --- |
| **5. 본론**  **5.1 시스템 개요**  본 제안서는 시각 장애인을 위한 실시간 보조 시스템을 제시한다. Google Glass 스타일 웨어러블 기기를 기반으로 충돌/추락 방지 모델을 핵심으로 운영하며, 카메라 입력을 통해 장애물과 위험을 감지하고 음성/진동 피드백을 제공한다. 필요한 기술 요소로는 YOLO/SSD 객체 감지, LiDAR 깊이 측정, TTS 및 에지 컴퓨팅을 포함하며, 저지연 처리와 사용자 중심 설계를 강조한다. 구현 방법은 COCO 데이터셋 학습과 애자일 프로토타이핑을 통해 모델 최적화와 테스트를 진행하며, 개발 방향으로는 지속 학습과 스마트 시티 연동을 통해 접근성과 안전성을 높인다. 이 시스템은 시각 장애인의 독립적 이동을 지원하며, 사고 방지 효과를 기대한다.    그림 2. IRIS 시스템 아키텍처 개요  **5.2 필요한 기술 요소 설명**  모델은 YOLO/SSD 같은 컴퓨터 비전 알고리즘으로 장애물(사람, 가구, 계단)을 실시간 식별한다. LiDAR/초음파 센서로 1-5m 내 거리/속도를 측정해 위험을 평가한다. TTS로 "앞에 계단, 2m"처럼 음성 경고를 하고, 진동으로 보완한다. 에지 컴퓨팅(NVIDIA Jetson 등)으로 온디바이스 처리하여 지연과 프라이버시 문제를 해결한다. 배터리 관리를 통해 8-10시간 사용을 목표로 하며, 데이터 융합으로 저조명이나 악천후에도 안정적이다. 이러한 요소들은 사용자 중심 설계를 우선하며, 인지 부하를 줄이는 데 초점을 맞춘다.  **5.3 구현 방법 및 개발 방향**  시스템 흐름도는 다음과 같다: 입력 캡처 (카메라/깊이 데이터) → 객체 감지 (YOLO/SSD) → 위험 평가 (거리/속도) → 피드백 생성 (음성/진동) → 사용자 응답. 구현은 COCO 데이터셋과 맞춤 시뮬레이션으로 YOLO/SSD 모델을 학습한다. TensorFlow/PyTorch를 사용해 모바일 최적화(50MB 이하)하고, 입력 전처리 → 위험 점수 계산 → 경고 생성 → 로그 분석 파이프라인을 구축한다. 애자일 방법으로 Unity 시뮬레이션부터 프로토타입 테스트, 시각 장애인 참여 평가(정확도 95%, 오경보 5% 미만)를 진행한다. 개발 방향은 OTA 업데이트로 지속 적응, IMU 융합으로 추락 예측, 스마트 시티 연동, GDPR 준수 등을 포함한다. WHO 협력으로 $200 이하 비용 생산을 목표로 하여 접근성을 높이고, 시각 장애 관련 부상을 줄이는 데 기여한다. |

|  |
| --- |
| **6. 결론**  **6.1 보고 내용 요약**  본 제안서는 시각 장애인을 위한 실시간 보조 시스템을 제시한다. Google Glass 스타일 웨어러블 기기를 기반으로 충돌/추락 방지 모델을 핵심으로 운영하며, 카메라 입력을 통해 장애물과 위험을 감지하고 음성/진동 피드백을 제공한다. 필요한 기술 요소로는 YOLO/SSD 객체 감지, LiDAR 깊이 측정, TTS 및 에지 컴퓨팅을 포함하며, 저지연 처리와 사용자 중심 설계를 강조한다. 구현 방법은 COCO 데이터셋 학습과 애자일 프로토타이핑을 통해 모델 최적화와 테스트를 진행하며, 개발 방향으로는 지속 학습과 스마트 시티 연동을 통해 접근성과 안전성을 높인다. 이 시스템은 시각 장애인의 독립적 이동을 지원하며, 사고 방지 효과를 기대한다.  **6.2 향후 할 일 정리**  향후 단계로는 상세 시스템 설계와 하드웨어 프로토타입 제작을 우선한다. 이를 바탕으로 시뮬레이션 환경에서의 초기 테스트를 실시하고, 시각 장애인 참여 실증 평가를 통해 정확도와 사용성을 검증한다. OTA 업데이트 메커니즘 개발과 IMU 센서 융합을 추진하며, 스마트 시티 인프라 연동을 위한 파트너십을 구축한다. GDPR 준수와 비용 최적화를 거쳐 WHO 등 기관과 협력, 상용화 및 대규모 배포를 목표로 한다. 이 과정을 통해 시스템의 실세계 적용성을 강화한다. |

**7. 출처**

[1] WHO, “Blindness and vision impairment”, 2023

[2] Karshiev Sanjar, et al., “Real-Time Object Detection and Face Recognition Application for the Visually Impaired”, 2024

[3] Let's Envision, "Guide to the Best Assistive Technology of 2025", 2025

[4] Md. Atikur Rahman, Muhammad Sheikh Sadi, “IoT Enabled Automated Object Recognition for the Visually Impaired” 2021