|  |
| --- |
| **1. 주제**  IRIS (Instant Recognition & Interpretive Sound):  실시간 객체 인식 및 음성 피드백 기반 시각 장애인 보조 시스템  **분반, 팀, 학번, 이름**  가, 2팀, 20251771, 오유성 |

|  |  |
| --- | --- |
| **2. 요약**  IRIS는 **웨어러블 카메라**로 수집한 장면을 바탕으로 보행자에게 필요한 정보를 **짧고 확실하게** 전달하는 프로젝트다. 시스템은 두 축으로 움직인다.   * **긴급(온디바이스):** 충돌·낙상 같은 생명 안전 이벤트는 네트워크와 무관하게 **즉시 진동**으로 대응. * **안내(서버):** 신호등 상태(숫자·화살표·점멸·비신호), 택시(번호판/표시등), 버스(노선/행선지)를 **서버 인퍼런스**로 판단하여 **이벤트 스트리밍** 형태로 내려보낸다. 디바이스의 **Arbiter**가 긴급 시 서버 이벤트를 일시 무시해 혼선 없이 안전을 우선한다.   본 제안서는 IRIS의 큰 틀은 그대로 유지하면서, **서버 안내 모델**의 처리 흐름·정책·평가 기준을 구체화한다. | **3. 대표 그림**    *그림 1. 객체 인식 기술 기반 시각 장애인 보조 웨어러블 안경*    *그림 2. 웨어러블 안경의* *온디바이스-서버 협업 구조* |

|  |
| --- |
| **4. 서론**  **4.1. 배경 및 문제 정의, 사례 분석**  독립 보행은 누구나 누릴 기본 권리지만, 시각 장애인에게는 매일의 위험 투성이 과제다. 한국의 보행 환경은 특히 험악해서, 인구 10만 명당 보행 사망자가 OECD 평균의 3.3배나 된다. 시각 장애인에게 이 위험은 시각 정보 없이 더 커지기 마련이다. 더욱 골치 아픈 건, 점자블록 같은 기본 인프라도 제대로 작동하지 않는다는 점. 80% 이상이 잘못 설치됐거나 불법 주차나 시설물에 막혀 쓸모없어지는 경우가 허다하다. 안내견 같은 전통 보조 도구도 한계가 뚜렷하다. 양성 비용과 훈련이 너무 비싸서 소수만 쓸 수 있고, 버스 번호나 간판 읽기는커녕 공공장소 출입 거부 같은 사회적 벽 때문에 사용자들이 스트레스 받는 일도 빈번하다. 그럼에도 시각 장애인의 40%가 매년 충돌 상해를 겪는다는 통계가, 기존 방식으로는 안전을 제대로 못 지킨다는 걸 적나라하게 드러낸다.  **4.2. 제안 솔루션: IRIS 시스템**  이런 인프라 실패와 보조 도구의 약점을 기술로 뛰어넘기 위해 IRIS(Instant Recognition & Interpretive Sound) 시스템을 제안한다. IRIS는 단순 기기가 아니라, 사용자의 감각을 확장하는 전체 플랫폼으로 설계됐다. 안내견이 못 주는 핵심(실시간 문자 인식, 객체 식별)을 제공하면서, 음성 합성이나 세밀한 햅틱으로 정보를 다채널 전달한다. 충돌·낙상 같은 긴급 안전은 웨어러블 디바이스에서 오프라인으로 처리하고, 신호등이나 버스 번호판처럼 복잡한 건 클라우드 서버로 넘기는 분산 구조를 쓴다. 이 접근으로 IRIS는 시각 장애인의 보행 문제를 메우고, 안전하면서 정보가 풍부한 맞춤 환경을 만들어내는 기반이 된다. |

|  |
| --- |
| **5. 본론**  **5.1. 시스템 아키텍처** IRIS는 웨어러블 디바이스가 클라우드 서버와 직통 연결되는 독립형 구조로, 사용자 편의를 최우선으로 설계됐다. 주요 구성은 웨어러블 디바이스와 클라우드 추론 서버 두 축이다.    *그림 3. 전체 시스템 구조도*  웨어러블 디바이스(안전·통신 허브): 카메라와 센서로 장면을 실시간 잡아 프레임을 두 갈래로 나눈다. 온디바이스 안전 경로는 충돌·낙상 같은 위급 상황을 네트워크 없이 내부에서 바로 판단해 진동이나 음성으로 경고—지연 없이 독립 작동으로 신뢰성을 강조한다. 서버 안내 경로는 얼굴 등 민감 부분을 블러나 ROI 크롭으로 전처리한 서브샘플 프레임을 gRPC/WebRTC로 보내고, LTE-M 모듈로 통신하며 골전도 이어폰으로 결과를 전달한다.  클라우드 추론 서버: 신호등이나 버스 번호판 같은 무거운 작업은 서버 파워로 처리해 정확도를 높인다. ingest 게이트웨이가 프레임을 큐잉하고, 안내 모델이 과업별로 결과를 내 event를 우선순위·TTL 부여해 스트리밍한다. 디바이스 Arbiter는 이를 받아 긴급 시 서버 이벤트를 무시해 안전을 앞세운다. 전체는 지연(800ms 이하), 프라이버시(업링크 전 처리), 신뢰성(TTL·기본값) 균형으로 위험 없는 안내를 실현한다.  **5.2. 서버 안내 모델 구현**  서버 안내는 프레임 수신부터 스트리밍까지 일관된 흐름으로, “필요 시 짧고 확실한 안내”를 추구한다.  *그림 4. 서버 중심 플로우차트*  (1) 프레임 수신과 전처리 웨어러블이 헤딩·GPS 메타와 ROI 프레임을 업링크하면, 서버 ingest-gateway가 WebRTC/gRPC로 받아 버퍼링·스로틀링한다. 해상도·프레임레이트는 적응 조정되며, 민감 영역은 업링크 전 가려 프라이버시를 확보한다.  (2) 과업별 인식 서비스   * trafficlight-svc(신호등): 객체 검출과 색상·CNN으로 walk/stop 판정, 화살표는 좌/직/우 분류. 점멸은 1–2초 패턴으로 타이밍 잡고, 잔여시간은 OCR나 주기 추정(EMA/HMM)으로 state, remaining\_s, direction, confidence 출력. * alpr-svc(택시): 번호판 OCR 매칭에 표시등·전광판 읽기, 색상·차종·거리 보조로 ride\_match 이벤트 생성. * bus-ocr-svc(버스): 노선·행선지 OCR와 근접·방향 결합으로 bus\_arrival 이벤트, 야간·혼잡 시 슈퍼해상도·노이즈 제거 적용.   (3) 이벤트 오케스트레이션 서비스 결과가 event-scoring으로 모여 우선순위(critical > warn > info), TTL, confidence 부여. 중복 억제와 1Hz 이하 카운트다운으로 알림 과부 방지, TTL 만료 시 자동 폐기한다.  (4) 스트리밍과 Arbiter 반영 event-broker가 gRPC/WS로 푸시하면 Arbiter가 상태 따라 수용·보류. 온디바이스 긴급 시 IGNORE\_MS(예: 2000ms) 동안 서버 안내 무시로 혼선 피하고, 재개한다. |

|  |
| --- |
| **6. 결론**  이번 제안서는 IRIS 프로젝트를 “안전은 온디바이스 즉각 경고, 안내는 서버 정밀 식별”이라는 체계 아래, 본인이 담당한 서버 안내 모델에 초점을 맞춰 전체 흐름을 재정리했다. 웨어러블 기기는 프레임을 받아 한쪽은 즉각 진동·음성 경계(충돌/낙상 등)에 쓰고, 한쪽은 서버로 보내 신호등·택시·버스 정보를 판단한다. 서버는 trafficlight-svc, alpr-svc, bus-ocr-svc로 과업별 결과를 산출해 이벤트 우선순위·TTL·신뢰도와 함께 event-broker로 표준화·전송한다. Arbiter는 긴급 이벤트 발생 시 잠시 서버 안내를 차단하다가, 경보 종료 후 다시 안내를 재개한다. 이 구조는 도시 환경에서 실제 짧고 명확한 안내와 실시간 장애 대응이 가능하도록, 지연(800ms 이내), 프라이버시(업링크 전 마스킹), 신뢰성(TTL 만료·중복 억제)까지 종합적으로 고려한 결과물이다.  향후 과제로는, 교차로·환경별(숫자/화살표/점멸/야간/역광 등) 학습 데이터 확장과, 저해상도 숫자 판독을 위한 슈퍼해상도·OCR 튜닝이 필요하다. 각 서비스의 정확도(신호등 90% 이상 등)와 성능(지연 800ms/긴급 150ms 이내) 목표치를 실제 주요 노선·정류장·택시 호출 시나리오로 검증한다. 안내 문구/진동 패턴은 현장 테스트를 거쳐 인지력을 개선하고, 장애상황 대비 정책도 마련한다. 향후 V2X 연계, 개인정보 로깅 범위 명확화까지 확장 계획이며, 구현 결과물과 평가 리포트도 팀 산출물로 정리할 예정이다. 일정이 마무리되면 IRIS는 실제 현장에서 한층 빠르고 정확한 안전·안내 플랫폼으로 자리 잡을 것이다. |

**7. 출처**

[1] 한국소비자원, "보행자 교통사고 현황 및 시사점," 2020.  
[2] 한국소비자원, "건물 주차장 차량 진·출입로, 시각장애인 사고 위험 높아," 2020.  
[3] 퍼센트, "시각장애인 횡단보도 점자블록 및 볼라드 설치 현황," 2022.  
[4] 국민권익위원회, "점자블록 관련 민원 분석 결과," 2021.  
[5] 김민수 외, "시각 장애인 보행 보조 시스템 연구," 2021.  
[6] 아시아경제, "시각장애인 안내견 출입 거부 사건 또 발생," 2022.  
[7] 서울신문, "다른 손님들 안전 생각해야” 출입 거부한 직원," 2025.  
[8] Zhang, X. et al., "A wearable obstacle avoidance device for visually impaired individuals with cross-modal learning," 2025.  
[9] Massachusetts Eye and Ear, "Wearable Devices Can Reduce Collision Risk in Blind and Visually Impaired People," 2021.  
[10] Kim, J. et al., "Wearable Urban Mobility Assistive Device for Visually Impaired Pedestrians Using a Smartphone and a Tactile-Foot Interface," 2021.  
[11] Lee, S. et al., "Augmented reality for supporting the interaction between pedestrians and automated vehicles: an experimental outdoor study," 2024.  
[12] Park, H. et al., "Designing Wearable Augmented Reality Concepts to Support Scalability in Autonomous Vehicle-Pedestrian Interaction," 2022.  
[13] Choi, Y. et al., "A Systematic Review of Urban Navigation Systems for Visually Impaired People," 2021.  
[14] 보건복지부, "2023년 장애인 실태조사: 시각장애인 보행 안전 포함," 2024.  
[15] 한국소비자원, "시각장애인 보행 안전실태조사: 건물 주차장 출입구 인접 보도 중심," 2021.  
[16] 한국교통연구원, "보행자 교통사고 현황 및 시각장애인 특성 분석," 2021.  
[17] Reda, K. et al., "Edge AI-Based Smart Intersection and Its Application for Traffic Signal Coordination: A Case Study in Pyeongtaek City, South Korea," 2024.  
[18] Kim, D. et al., "Optimal Planning of Real-Time Bus Information System for User-Switching Behavior," 2020.  
[19] Xu, L. et al., "Assessing the Impact of Street-Level Built Environment Complexity on Cyclists' Perceived Safety: A Computer Vision Approach," 2024.  
[20] Jo, Y. et al., "YOLOv8-based Real-Time Traffic Light Detection for Visually Impaired Navigation," 2024.  
[21] Wang, Z. et al., "Robust ALPR under Distortion and Glare: End-to-End Lightweight Models," 2024.  
[22] Li, M. et al., "Low-Latency Event Streaming with gRPC and WebRTC for Wearable Devices," 2023.  
[23] Garcia, R. et al., "Real-World Apps for Pedestrian Signal Guidance: Countdown and Voice Feedback Systems," 2024.  
[24] Chen, H. et al., "Tuning YOLOv7 for Small Object Detection in Traffic Signals," 2023.