

건설 안전관리 업무의 자동화를 위한 애플리케이션 및 스마트 글래스 개발

최혜린¹, 강현구², 김성민³, 이민영⁴, 최태훈⁵

¹ 서울과학기술대학교 건설시스템공학과, 컴퓨터공학과

² 강남대학교 데이터사이언스학과

³ 고려대학교 컴퓨터학과

⁴ 덕성여자대학교 컴퓨터공학과

⁵ 송실대학교 전자정보공학과

lin419@naver.com, kakh000@naver.com, hism1125@korea.ac.kr, minwachya@gmail.com, cth0104@naver.com

Smart Glasses and Mobile Application Development for Automation of Construction Safety Management

Hye-Rin Choi¹, Hyun-Ku Kang², Seong-Min Kim³, Min-Young Lee⁴, Tae-Hoon Choi⁵

¹Dept of Computer Science and Engineering, ¹Dept of Civil Engineering, Seoultech University

²Dept of Industrial Data Science, Kangnam University

³Dept of Computer Science and Engineering, Korea University

⁴Dept of Computer Engineering, Duksung Women's University

⁵School of Electronic Engineering, Soongsil University

요 약

최근 산업 재해 중 업종별 사고 사망자 수가 1 위인 건설 산업에서 안전관리자는 실질적인 현장관리와 사고 예방의 핵심 인력으로 그 수요가 증가하고 있다. 안전 관리 활동 수준과 재해율은 높은 상관관계에 있음에도 불구하고 적은 인력 및 과도한 서류 작업으로 인해 직무 스트레스 및 생산성 저하에 큰 영향을 미치며 이는 현장 업무 효율성 저하 원인으로 꼽힌다. 특히 중소기업은 건설사는 대형 건설사에 비해 안전 관리 활동 수준 차이 조사 항목에서 대부분의 항목에서 열악하며 통합관리시스템 또한 보유하지 않는 경우가 많아 문제가 대두되고 있다. 본 논문에서는 건설사 규모와 관계없이 이용 가능한 스마트글래스(SmartGlasses)와 애플리케이션(Application)으로 현장업무의 프로세스 자동화 구현 및 통합안전 관리 시스템을 제안하여 서류작업의 간소화, 직무 스트레스 감소, 건설 안전 관리자의 생산성 및 안전성의 혁신적 향상에 공헌한다.

키워드 건설 안전관리자, 서류 작업, 현장업무 자동화 시스템, ICT

1. 서론

전 업종의 재해율의 감소 추세에도 불구하고 전국 산업현장 사망자 중 전체의 절반은 건설현장 근무자로 근래 이를 예방하기 위한 안전관리자의 중요성이 부각되고 있다. 안전 관리 활동 수준과 재해율은 높은 상관관계에 있음에도 불구하고 안전관리자의 업무 효율성은 낮게 추산되며 과도한 서류 작업이 핵심적인 원인으로 파악된다. 실제로 안전관리자들의 연간 업무 중 서류 관련 업무가 평균 60% 이상으로 이는 업무 부담부터 근로 스트레스, 위험 사각지대와 현장 업무 소홀까지 이어지는 것으로 분석된다.[1][2]

특히 최근 안전관리자들은 중대재해 처벌법 시행 및 안전기준 강화로 인력 부족과 업무 부하를 겪고 있다. 이에 서류업무 개선안이 요구되나 행정 및 처벌과 제재만으로는 현장 위험요인을 없애기 어려우며 도입 시기와 기간 또한 예측이 불가능해 종사자들은 안전

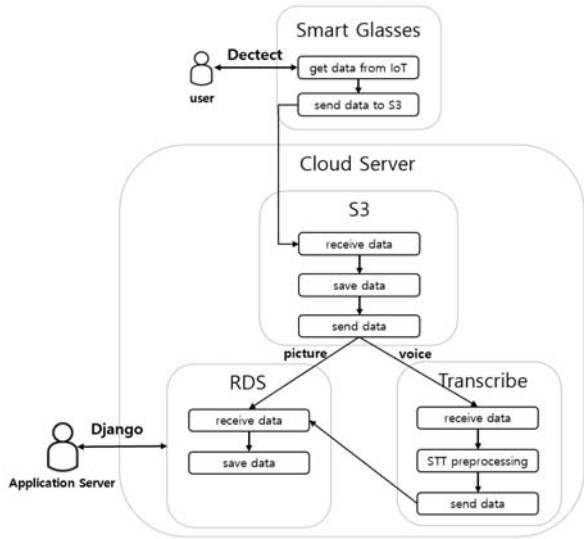
업무 저감기술을 희망하고 있다 [4]

건설 대기업과 중소기업 간의 안전 관리 활동 수준 차이 발생 조사 결과 중소기업은 대형 건설사에 비해 거의 모든 항목에서 열악하고 통합 관리 시스템 또한 보유하지 않는 경우가 많다. 기업과 공사 규모에 관계없이 작성해야 할 서류는 유사하여 업무 부담이 크다.[1]

본 연구는 스마트글래스와 애플리케이션을 통한 자동화 기술로 현장업무의 프로세스 자동화 구현과 통합안전 관리 시스템을 제안한다. 이는 기업 규모에 관계없이 현장 및 인력 관리, 수작업으로 이루어지던 현장의 아날로그 기록을 음성명령을 통해 디지털로 문서화하는 데에 목적이 있다. 또한 건물 도면을 애플리케이션에서 확인 가능하게 하여 실무자들의 편의성 향상과 업무부하 감소에 기여하고 기존 안전 관리 체제의 보완을 제시한다.

2.1. 시스템 구성

본 시스템은 안전 문제 발생과 관련된 정보를 수집하는 하드웨어, 수집된 데이터를 처리 및 저장하고 애플리케이션에 전달해줄 서버, 안전 문제를 확인하는 애플리케이션으로 구성된다.



(그림 1) Activity Diagram

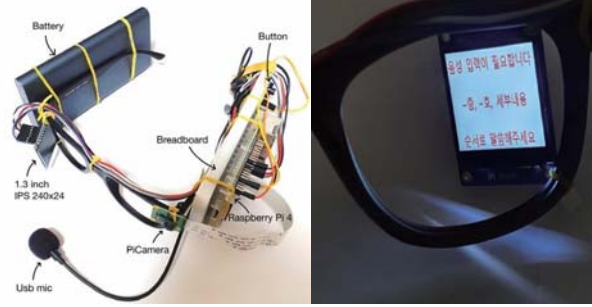
(그림 1)은 IoT 기반 건설관리 업무의 자동화를 위한 애플리케이션의 Activity Diagram 이다.

사용자가 안전 문제를 발견했을 시 스마트글래스로 문제상황 촬영과 음성녹음을 진행해 이미지 데이터와 음성 데이터를 동시에 수집한다. 이후 수집한 데이터를 클라우드 서버로 전송한다. 클라우드 서버는 스마트글래스로부터 원본 데이터가 저장되는 공간인 S3, 음성, 이미지 전처리 후에 저장되는 Database 인 RDS 로 구성된다. 음성인식 엔진인 Transcribe 는 원본 음성 데이터에서 건물, 층수, 문제 상황을 추출한다. 이는 API 로 구성되어 있어 서버 관리의 편의성을 고려해 클라우드 서버를 구축하였다.

사용자가 기록한 데이터는 Django 를 통해 RDS 에 저장된 후 애플리케이션으로 전송된다.

2.2 하드웨어 설계

스마트글래스는 안경 형태의 디바이스로 착용 가능해야 하며 데이터 수집 및 가공이 용이해야 한다. 또한 구성품들의 무게와 프로토타입을 종합적으로 고려하여 아래 (그림 2), (그림 3)과 같이 하드웨어를 설계하였다.



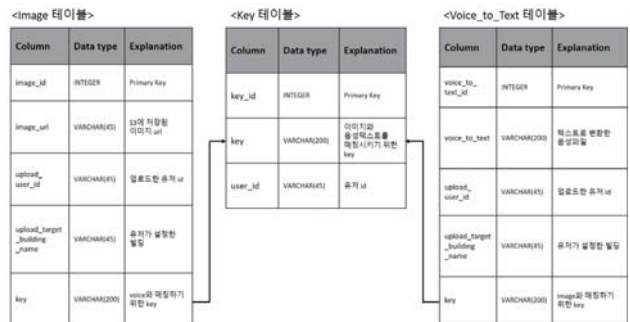
(그림 2-좌측) 구현된 스마트 글래스 (그림 3-우측) 음성 매뉴얼 이미지

본 하드웨어 구성 센서는 (그림 2)에 적혀 있는 내용과 같다. 스마트글래스에 USB 마이크를 설치하여 음성을 통해 정확한 위치 정보를 표현하도록 설계함으로써 비용 가치와 시스템 성능을 향상시켰다. 이는 기존 시스템에서 층마다 여러 대의 비콘(Beacon)을 설치해야 하는 번거로움과 비용 문제를 해결하기 위함이다. 디스플레이는 (그림 3)과 같이 출력하고, 서버로의 데이터 전송 성공 여부와 촬영한 사진을 일시적으로 보여준다. 이는 네트워크 오류나 부정확한 사진 상태 등 사용자에게 발생할 수 있는 문제를 실시간으로 보여주는 목적을 지닌다.[3]

2.3 소프트웨어 설계

2.3.1 데이터베이스 설계

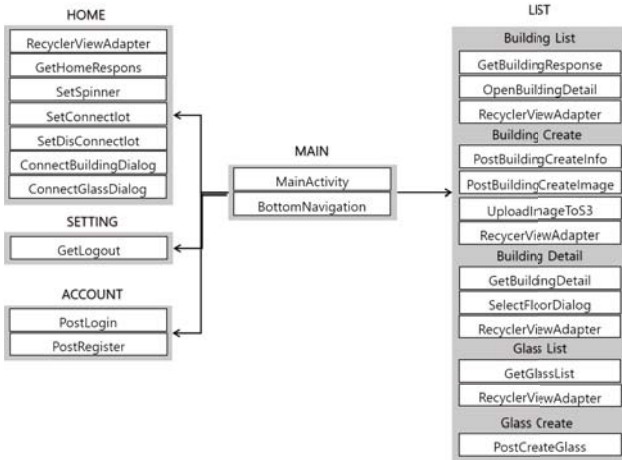
서비스에 필요한 데이터베이스는 MySQL MariaDB 를 사용하여 설계하였다.



(그림 4) DB 핵심 테이블

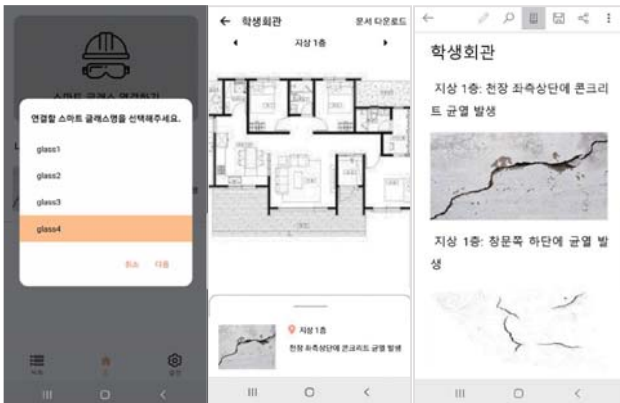
Lambda 를 이용하여 사용자가 스마트글래스에서 데이터를 전송할 때마다 DB 에 관련 정보가 저장되도록 설계했다. Image 테이블과 Voice_to_Text 테이블에는 데이터마다 고유의 key 값이 존재한다. 그리고 이 key 값을 관리하기 위한 테이블을 따로 생성하여 사용자가 기록한 건설안전 문제를 DB 에서 효율적으로 관리해 건설 중소기업뿐만 아니라 많은 양의 데이터를 관리해야 하는 대기업에서도 체계적인 안전 관리 시스템을 구축할 수 있다.

2.3.2 애플리케이션 설계



(그림 5) Application Block Diagram

애플리케이션은 스마트글래스를 연결하고 등록된 건물의 문제 상황을 파악하는 사용자 모드, 건물을 등록, 문제 상황을 관리, 문서화하여 안전 문제를 총괄하는 관리자 모드로 나누었다.



(그림 6-좌측) 스마트글래스 연결 기능
(그림 7-중앙) 건물 상세 화면
(그림 8-우측) 다운로드 된 Word 문서 이미지

위 사진은 애플리케이션의 핵심 기능이다. (그림 6)은 스마트글래스 연결 기능으로 사용자 모드에서 ‘스마트글래스 연결하기’ 버튼을 누르면 건물사가 관리하는 건물과 스마트글래스를 연동한다. 블루투스 없이 스마트글래스와 건물을 선택하는 동작만으로 기기 상태를 관리 가능하게 하여 실무자의 편의성을 향상시켰다.

(그림 7)은 건물 상세 화면으로 각 건물의 층별 도면과 층별 데이터를 확인할 수 있다. 상단 층 정보 양끝의 화살표 버튼을 통해 각 층이 안내된다. 층 정보 선택 시 스피너로 높은 층수의 안전 문제가 가시적으

로 인지되도록 설계했다. 또한 앱으로 도면과 기록된 데이터를 함께 인식할 수 있어 관리자는 현장 점검 시 도면과 필기도구를 소지할 필요가 없다. 따라서 날씨와 관계없이 효율적인 현장 점검이 가능하여 기존 선행 연구의 문제를 해결하였다.

(그림 8)은 건물 상세 페이지 우측 상단의 ‘문서 다운로드’ 버튼을 클릭했을 때 생성되는 Word 문서 이미지이다. 이를 통해, 해당 층의 모든 상황 정보가 문서화된다. 만들어진 문서는 Word 파일로 저장되며 건물명과 각 안전 문제의 층 정보, 상세 정보, 사진으로 작성되어 안전관리자의 업무 과중을 감소시킨다.

2. 결론

본 연구는 기존 선행 연구의 애플리케이션의 단편적인 설계를 넘어 사용자의 업무 편의성을 향상시키고, 스마트글래스를 이용하여 음성을 통한 자동화 시스템을 개발해 안전 관리 업무의 혁신화를 제안했다. 이를 통해 중소기업에서 대규모 공사까지의 안전관리자의 과중한 서류작업에 대한 부담과 직무 스트레스를 감소시켜 현장 안전 관리에 대한 집중도 및 업무 효율을 향상시키고, 최종적으로 사고 발생을 예방하는 것에 기여할 것으로 예상된다. 특히 산업안전보건법에 따른 안전관리자의 법이 개정되기 전까지의 실무 적용이 가능하다는 것에 이점이 있다. 또한, 해당 업무들의 단순화와 업무부담을 기업체에서 관리가 유용하도록 설계되어 건설업 재해 예방에 이바지하고 차후 건설 안전관리자의 처우 개선에 대한 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.[1][2][4]

참고문헌

- [1] 건설업 안전 관리 업무 효율 향상을 위한 방안 강구, 안전보건공단, 산업안전보건연구원, 2019
- [2] 윤광원, 채종길, 이정환, 건설현장 근로자 위험유형 분석 및 안전관리 체계 개선 방안, 서울기술연구원, 2021
- [3] 김진우, 신수용, Raspberry Pi 를 이용한 스마트글래스의 구현, 추계종합학술발표회, 한국통신학회, 2014
- [4] 손성근, 엄용빈, 정우진, 강상훈, 임지영, 김대영, 건설공사안전관리자 업무효율성 향상을 위한 실무 업무 분석, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 2021

-본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다-