

자전거를 이용하는 항만근로자들의 안전을 위한 파손 도로 탐지 딥러닝 디바이스, “Safe Bike(Sabi)”

권기연*, 박기현**, 이유빈***, 이은지**, 권태호****

*한신대학교 정보통신학부

**세종대학교 컴퓨터공학과

***세종대학교 정보보호학과

eakxm1234@naver.com, 2009maple@naver.com, rnt0527@naver.com, ej_0703@naver.com,
lastgame@naver.com

Porthole Detection Deep Learning Device for the Safety of Port Workers Using Bicycles, “Safe Bike(Sabi)”

Giyeon Kwon*, Gihyun Park**, Yubin Lee***, Eunji Lee**, Taeho Kwon****

*Dept. of Information and Communication, Hanshin University

**Dept. of Computer Engineering, Sejong University

***Dept of Information Security, Sejong University

요 약

자전거를 이용해 출퇴근하는 항만 근로자들은 대형화물이 만들어낸 포트홀과 같은 파손된 도로에 의해 위협받는다. 이러한 문제를 해결하기 위해 센서와 카메라로 파손 도로를 탐지하는 디바이스를 구상하였다.

Summary

Port workers commuting by bicycle are threatened by damaged roads such as port halls created by large cargo. To solve this problem, a device was designed to detect broken roads with sensors and a camera.

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

[1]울산 본항 및 부두의 근로자들은 이동 시에 자전거를 주로 이용한다. 대형화물들의 통행량이 많은 부두의 특성상 항만근로자들은 항상 안전 사고의 위협에 노출되어 있다. 그 중 우리는 대형차량이 만들어낸 [2]포트홀에 집중하였다. 포트홀은 아스팔트 혼합물에 수분이 침투하여 골재와 바인더의 접착력이 약해지고 차량의 하중에 의해 발생한 내부 압력으로 취약한 부분의 골재가 탈리되면서 발생한다. 부두는 포트홀이 생기기 위한 최적의 조건을 갖추었고 이는 항만 근로자들의 안전을 위협한다.

우리는 항만 근로자들의 안전한 운행을 위해 자전거에 간단하게 탑재한 후 스마트폰 네비게이션 어플리케이션으로 편리하게 정보를 시각화하는 ‘Safe Bike(Sabi)’를 모색하였다. ‘Sabi’는 센서와 카메라로 이루어진 하드웨어 ‘Sabi Box’와 자전거 네비게이션 안드로이드 어플리케이션인 ‘Sabi App’으로 구성된다.

‘Sabi’를 구현 가능하게 하는 기술로는 딥러닝을 활용한 영상처리 기술의 발달이 있다. 딥러닝은 현재 4차 산업시대의 주요 IT 기술로 최근 많은 연구가 진

행되고 있다. 특히 영상처리 기술은 자율주행 자동차, 의료 영상 인식까지 다양한 분야에서 사용되고 있다. 우리는 AI 특화 오픈소스 보드인 Jetson Nano 로 센서와 카메라로 도로의 상태를 인식하여 파손정도를 분석하는 딥러닝 기술을 활용하였다. 두번째는 인터랙션을 가능하게 하는 통신기술과 서버의 발달이다. ‘Sabi’는 딥러닝 기술을 활용하기 때문에 대량의 데이터가 필요하다. 대량 데이터 즉 빅데이터를 구축하기 위해 ‘Sabi’는 디바이스를 이용하는 각 사용자들에게서 도로 파손 정보를 수집하고, 실시간으로 스마트폰에 전달하여 이를 기반으로 서버를 구축한다. 그렇기 때문에 ‘Sabi’는 사용자가 많아질수록 시간이 지날수록 더 정교하고 정확한 도로를 구현한다. 마지막으로 스마트폰의 발전이 있기 때문이다. ‘Sabi’는 안드로이드 어플리케이션 ‘Sabi App’을 지원한다. 누구나 가지고 있는 스마트폰으로 지도 정보를 시각화해주기 때문에 정보를 수집하는 ‘Sabi Box’ 외의 출력장치가 따로 필요하지 않아 경제성이 높다.

1.2 선행 연구 분석 및 기존 기술과의 차별성

도로의 포장 상태를 탐지하기 위한 연구는 국내·외에서 다양하게 진행되고 있다. [3]Koch 는 카메라가 장

착된 리모트 로봇으로 아스팔트 도로노면을 촬영 후 해당 이미지를 이용해 포트홀을 탐지하는 연구를 수행하였다. [4]Buza 은 OTSU thresholding 방법을 사용해 영상을 분할하고, Spectral 클러스터링(Clustering) 알고리즘을 사용하여 모양을 추출한 뒤, 수평·수직영역의 추출을 통해 포트홀을 식별하는 방법을 제안하였다. 이미지나 영상은 날씨와 시간에 따라 큰 영향을 받아 정보를 객관화하기에는 부족하다 느껴 ‘Sabi’는 가속도 센서와 자이로 센서 등 센서 정보와 영상 정보에 가중치를 두어 파손 정보 레벨을 설정하고자 한다.

[5]과인디지털이 자체 연구개발(R&D)해 만든 ‘인공지능(AI) 충격안내 1.0’은 차량에 발생하는 모든 충격을 빅데이터 기법으로 분석한다. 차량 승·하차, 트렁크 움직임, 차량 문 개폐와 같은 불필요한 충격 안내는 제외하고 실제로 확인이 필요한 것만 운전자에게 안내한다. ‘Sabi’도 마찬가지로 자전거의 운행 중 정상적인 주행보다 충격이 큰 도로를 지나갈 경우 해당 도로를 파손이 되었다고 인지하게 된다. 하지만 ‘Sabi’는 더 나아가 GPS 를 통해 해당 위치의 정보를 수집하고 축적하여 사용자 뿐만 아니라 도로 유지·관리를 위해 해당 정보를 사용하고자 한다.

2. 본론

2.1 주요 기능 설계

1) H/W

‘Sabi’의 하드웨어 ‘Sabi Box’는 사용자 중심 설계를 기반으로 사용자의 상황에 맞춘 디자인 프로세스를 통해 누구나 쉽게 자전거에 부착할 수 있는 작고 간단한 형태로 구상하였다. 센서와 카메라로 도로의 파손 상태 파악하고 분석하여 해당 정보를 스마트폰에 전달하는 기능을 가진다.

기능	설명
파손상태 파악	실시간으로 센서와 카메라를 통해 도로의 파손상태를 파악한다. (Jetson Nano 사용)
파손상태 구분 및 분석	도로의 파손 상태에 대한 기존에 학습된 데이터들을 분석하여 수집한 데이터의 파손 정도를 구분하고 가중치를 설정하여 종합적인 데이터를 완성시킨다.
통신	Bluetooth를 통해 디바이스의 정보를 스마트폰으로 전달한다.

<표 1. H/W 기능 설명서>

2) S/W

‘Sabi’는 하드웨어에서 블루투스를 통해 스마트폰으로 정보를 전송한다. 파손 정보를 전달받고 관리하는

관리자용 어플리케이션과 사용자에게 정보를 출력해주는 사용자용 어플리케이션이 있다. 안드로이드 어플리케이션으로 구현하였으며, 웹 서버를 구축하였다.

① 관리자용

기능	설명
관리자 확인	로그인을 통해 현재 사용자가 관리자가 맞는지 확인한다.
연결상태 확인	H/W 와 관리자용 S/W 의 연결상태 및 신호를 확인한다.
통합 데이터 서버에 전송	H/W 에서 받은 파손정보와 GPS 에서 받은 위치정보를 통합하여 서버에 보낸다.

<표 2. S/W 관리자용 기능 설명서>

② 사용자용

기능	설명
계정 관리 및 로그인	회원가입, 로그인, 로그아웃, 계정 정보 수정, 1:1 문의, 회원탈퇴 기능을 수행한다.
알림 설정	푸시 알림을 켜면 위험 지역이 가까워졌을 때 화면 위쪽에 푸시 알림을 띄워준다. 알림을 소리로 받을지 또는 진동 알림으로 받을지 설정이 가능하다.
파손된 도로정보 시각화	서버에서 받은 데이터를 통해 파손도 및 해당 도로의 위치를 지도에 시각적으로 보여준다.
위치 기반 알림	핸드폰 내의 GPS 기능을 이용해 위치를 실시간으로 추적하고, 현재 사용자의 위치와 위험 지역이 가까워지면 소리 또는 진동과 함께 화면 위에 팝업 알림으로 경고 메시지를 띄운다.

<표 3. S/W 사용자용 기능 설명서>

③ 서버

기능	설명
데이터값 송수신	관리자용 S/W 에서 받은 데이터를 수신하여 저장하고 사용자용 S/W 에 데이터를 송신한다.

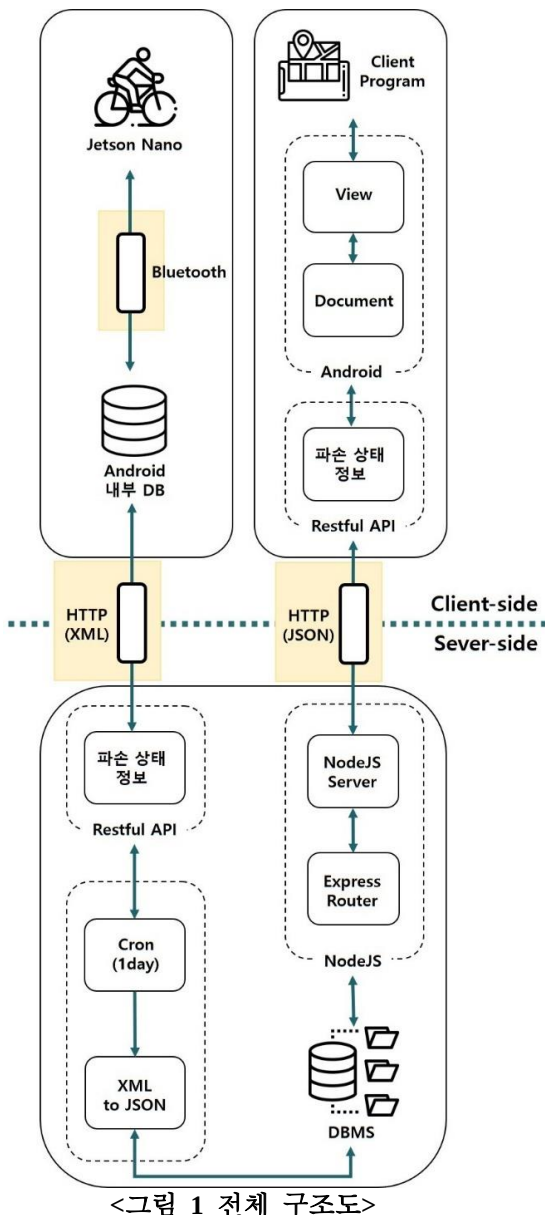
데이터 저장 및 분석	파손된 데이터가 저장된 데이터를 활용해 추후 사용자들이 파손 정도를 미리 파악하거나 도로 관리자가 도로를 유지 보수하는데 이용할 수 있도록 한다.
-------------------	---

<표 4. S/W 서버 기능 설명서>

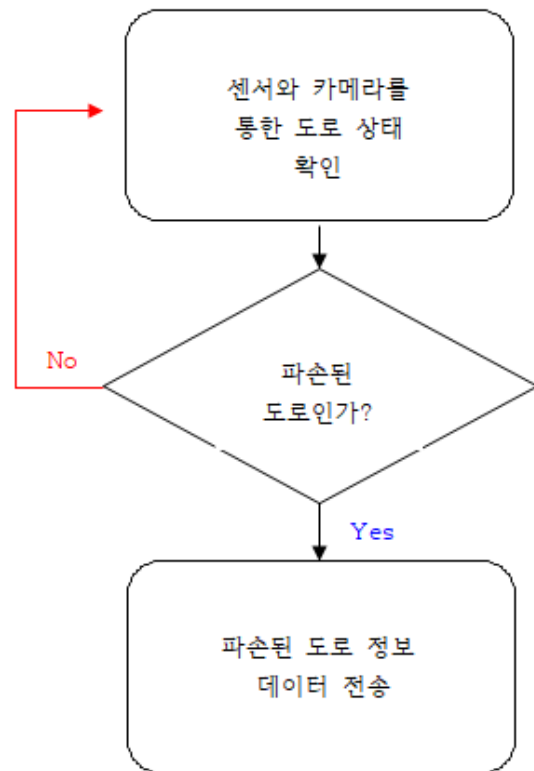
2.2 시스템 흐름도

1) 전체

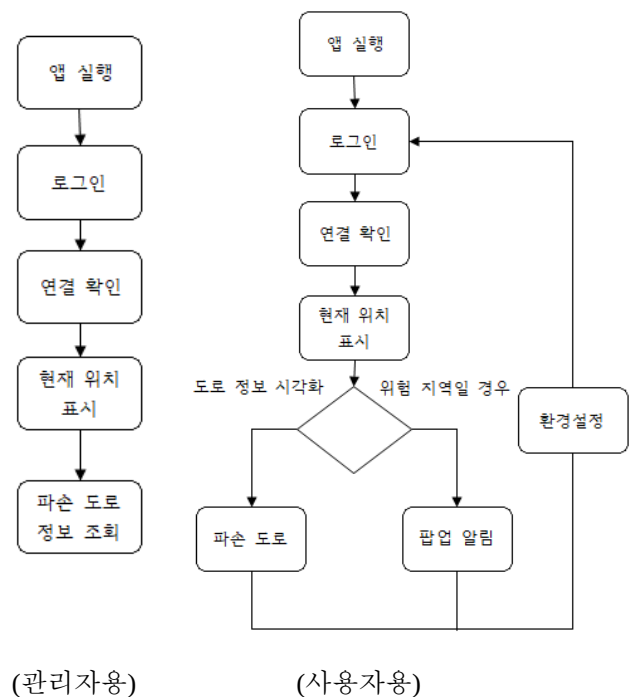
‘Sabi’는 Client-side 와 Sever-side 로 구성된다. Client-Side 에서 디바이스가 수집한 정보가 파손데이터로 인지되면 해당 정보를 Bluetooth 를 통해 스마트폰으로 전송하고 안드로이드 내부 DB 에 저장한다. 저장된 정보를 Server-side 에 전달하면 다른 사용자와 공유하는 웹 서버에 저장한 후 다시 Client-side 로 전달하고 정보를 어플리케이션에 출력한다.



2) H/W



3) S/W



<그림 3 S/W 순서도>

3. 결론

3.1 예상 결과물



3.2 기대효과

1) 친환경 교통수단인 자전거 이용 장려

최근 세계적으로 지구온난화가 대두되면서 환경문제에 관심이 많아지고 있다. 이러한 시대의 흐름에 따라 친환경 교통수단인 자전거 이용객이 증가하면 좋을 것이라 생각하였다. ‘Sabi’를 보편화 시키면 자전거 안전 사고의 위험이 감소될 것이고 자전거 이용을 장려하는데 도움이 될 것으로 보인다.

2) 이륜차 맞춤 네비게이션으로 시장 확대

현재 어플리케이션 시장에서 Google map, T map 등 사륜차를 위한 네비게이션 어플리케이션은 많이 찾아볼 수 있지만 도로의 상태에 따라 탑승감의 차이가 심한 이륜차를 위한 네비게이션 어플리케이션은 찾아볼 수 없다. 타겟층을 향만근로자에서 일반 이용객으로 확대하면 사용자들이 많아질 것으로 보인다.

3) 낙후지역(시골길이나 제 3 세계의 길) 도로 및 자전거 도로 유지 보수 편리화

일일이 관리하기 힘든 도로들을 해당 디바이스를 이용하면 도로를 통행하는 사용자들을 통해 정보를 수집할 수 있다. 이렇게 수집한 정보들을 토대로 파손된 도로의 정보를 파악하고 도로 유지 보수에 사용할 수 있다.

3.3 한계점과 향후 연구방향

1) 가격 경쟁 활성화

Jetson nano 와 LiDAR 센서는 고가의 장비로 시장성을 고려해 볼 때 가격면으로 경쟁력이 떨어진다. 따라서 인식 성능 기준을 낮추어 기존의 서비스를 할 수 있도록 저화질 카메라나 저성능 디바이스의 사용을 고려해 보완한다면 가격 경쟁력을 높을 수 있을 거라 기대한다.

2) 파손 탐지 가중치 알고리즘 확립

여러 사용자들이 받은 센서 및 영상 정보를 통해 해당 정보를 파손데이터로 인식하기 위해서는 확실한 가중치 알고리즘이 필요하다. 가벼운 충격은 파손데

이터로 인지하지 않아야 하는데 그 정도를 설정하기가 어렵다. 또한, 사용자들이 실시간 인터랙션 시 파손데이터를 입력할 때 서버가 충돌할 수 있기 때문에 이에 대한 방안을 수립하기 위해 서버에 전송 후 디바이스 내부 DB 에 일정기간(1~2 일) 정보를 저장하고자 한다.

참고문헌

- [1] 황석하, “날 풀리자 곳곳에 '포트홀(움푹 팬 현상)'... 방치된 '도로의 흉기'”, 부산일보, 2015 년 3 월 17 일
- [2] J. S. Miller, W. Y. Bellinger, "Distress identification manual for the long-term pavement performance program," FHWA-RD-03-031, Federal Highway Administration, Washington, DC, USA, 2003
- [3] C. Koch, I. Brilakis, "Pothole detection in asphalt pavement images," Advanced Engineering Informatics, Vol. 25, pp. 507-515, 2011.
- [4] E. Buza, S. Omanovic, and A. Huseinovic, "Pothole Detection with Image Processing and Spectral Clustering," International Conference on Information Technology and Computer Networks, Antalya, Oct. 2013.
- [5] 이안나, “블랙박스 변신은 무죄... 졸음운전 예방 · 자전거용 제품까지”, 디지털데일리, 2020 년 3 월 26 일

본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류일자리지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트의 결과물입니다.