

블랙박스를 이용한 실시간 도로 파손 식별 (화이트박스)

김영민, 김효준, 장준혁, 최시원
홍익대학교 컴퓨터공학과

kim0m77@naver.com, poohsy1003@naver.com, wngsurl1595@naver.com,
tutory0316@naver.com

Real-time road damage identification using black box (Whitebox)

Kim Young Min, Kim Hyo Jun, Jang Joon Hyeok, Choi Si Won
Dept. of Computer Engineering, Hongik University

요 약

많은 차량에 부착되어 있는 블랙박스를 활용하여 수집된 이미지 데이터들을 분석, 도로의 파손 상태를 체크하고 웹 서버에 표시하고 관련 기관에 신고합니다. 따라서 해당 도로를 이용하는 운전자들에게 도로의 상황을 알려주고 보수 조치가 빠르게 이루어 질 수 있도록 도와주는 서비스입니다.

1. 서론

최근 긴 장마에 도로 곳곳 손상이 발생, 서울에서 2300건을 넘겼고 폭우로 인한 부산지역 포트 홀 753곳이 파악 되었습니다. 이러한 도로 파손은 차량의 손상이나 심하면 사고로 연결 될 수 있습니다. 따라서 도로의 파손 상태를 인지하여 빠르게 복구를 하거나, 도로를 이용하는 운전자들에게 알려주는 것이 필요합니다.

현재 지도 어플리케이션은 다양한 장소의 정보를 쉽고 빠르게 찾아주고, 편리한 내비게이션 서비스를 제공하고 더 나아가 실시간 교통상황까지 알려주기 때문에 많은 사용자들이 이용하고 있고 그중에서도 도로를 주행하는 운전자들의 지도 사용 비중이 굉장히 많습니다.

하지만 운전자들이 이용하는 지도에서는 도로의 손상 상태까지 제공하지 않기 때문에 주행 중에 불편함을 느끼지만 그냥 본인이 조심하는 수밖에 없다고 생각하고 넘어갑니다. 이러한 운전자들의 숨은 니즈를 충족시켜주는 서비스를 개발하고 싶었습니다.

도로의 파손을 파악하기 위해서는 발견자가 신고하거나 도로관리 기관의 인력을 파견하여 조사합니다. 위와 같은 시간과 인력 등의 자원 소모를 줄이고 효율적으로 도로 파손 데이터를 수집하고자 '블랙박스를 이용한 실시간 도로 파손 식별' 프로젝트에서는 도로 위를 주행하는 차량들의 블랙박스를 활용하여 수집된 이미지 데이터들을 분석, 도로의 파손 상태를 체크, 웹 서버에 지도 형태로 표시하고 관련 기관에 신고하여 운전자들에게 도로의 상황을 알려주고 보수 조치가 빠르게 이루어질 수 있도록 도와주는 서비스입니다.

따라서 서비스를 이용하는 운전자들에게 도로의 파손 상태를 알려주고 또한 도로를 관리하는 관할 구청에도 빠른 신고를 통해 조치가 이루어져 결국 도로를 이용하

는 운전자의 숨은 니즈를 해결하고 도로 위에 선한 영향력이 전달되기를 기대합니다.



(그림 1) 파손 도로 관련 기사

2. 관련연구&기술

2.1 MS Azure Custom Vision

이미지 식별을 위한 MS Azure Cognitive Service를 사용했습니다. 그중에서도 도로의 포트 홀 및 균열 등의 파손 상황에 대해서만 식별하기 위해 우리 프로젝트만의 이미지를 학습시킨 Custom Vision API를 사용했습니다.

2.2 FTP Server&Client

블랙박스 영상을 보유중인 Client에서 자동 전송하기 위한 프로그램 개발에 FTP프로토콜을 이용하고, 영상을 수신하는 Server를 설치했습니다.

2.3 OpenCV

수신 받은 블랙박스 영상을 프레임 단위로 분할하고 영상은 삭제하여 효율적으로 데이터의 용량을 관리하고, 더불어 Custom Vision API호출을 용이하도록 했습니다. 그리고 도로의 파손 사진을 웹 사이트에 게시했습니다.

2.4 DBMS

Mysql을 이용, 파손이 발견된 사진의 이름과 좌표값을 저장하여 Web Client의 요청에 적절한 응답을 할 수 있고, 삽입과 삭제를 효율적으로 하도록 했습니다.

2.5 Web

Client에게 도로의 파손 상황을 보여주기 위하여 웹 사이트에 맵 형태로 파손 위치와 이미지를 게시합니다. 카카오맵 API를 이용한 HTML파일을 Node.js를 이용하여 웹에 맵을 게시 하고 , DBMS와 Node.js를 연동하여 좌표와 이미지를 전송합니다.

2.6 자료조사

국토지리정보원과 카카오 맵에 문의를 해본 결과, 국토지리정보원에서는 항공사진을 기반으로 항공지도를 만들고, 이 지도는 모든 전자맵의 기반이 됩니다. 하지만 이 항공 지도는 정교하지 않습니다. 그래서, 카카오 맵과 네이버 맵 등에서는 로드뷰 차량을 주기적으로 파견하여 추가적인 데이터를 수집하고, 맵을 업데이트합니다. 이때에 도로의 파손데이터는 따로 수집하지 않습니다.

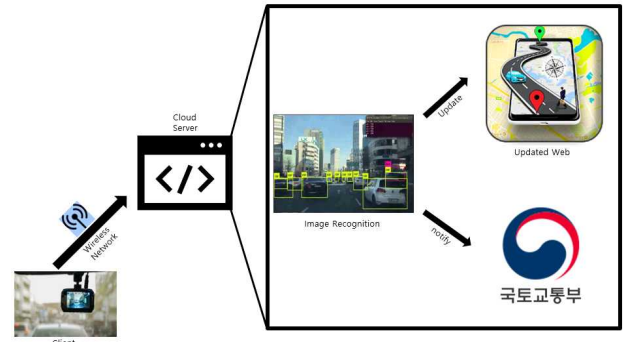


(그림 2) 항공사진과 로드뷰 차량

3. 설계 및 구현

3.1 데이터 흐름도

그림 3은 '화이트박스'에 대한 데이터 흐름도이다.



(그림 3) 데이터 흐름도

서비스를 이용하는 모든 차량은 클라이언트가 되고, 촬영한 블랙박스 영상을 무선 네트워크를 활용하여 클라우드 서버로 전송합니다. 서버에서는 이 영상을 분석합니다. Custom Vision API를 이용하여 도로를 분석하고 파손된 이미지를 DB에 저장합니다. 그리고 웹에 맵의 형태로 파손된 이미지와 좌표를 게시합니다. 그리고 도로를 관리하는 관련기관에 신고합니다.

3.2 프로그램 리스트

그림 4는 본 논문의 서비스의 핵심적인 기능을 나타낸 프로그램 리스트이다.

기능 분류	기능번호	기능 명
WEB	WEB-01-01	웹 사이트 메인 페이지 출력
	WEB-01-02	마커에 마우스오버 시, 도로 파손 이미지 출력
ARM	ARM-02	도로 파손 위치 및 정도를 관련 기관에 신고
COG	COG-03	영상분석
	COG-03-01	도로 파손 상태 감지
	COG-03-0102	도로 파손 상태 정도에 따른 분류
	COG-04	웹 서버에 도로 파손 위치에 따른 마커 생성
	COG-04-01	웹 서버 마커에 파손 스크린샷 정보 삽입
DEL	DEL-05	블랙박스 영상을 영상 분석 서버에 송신
	DEL-06	영상 분석 서버가 블랙박스로부터 영상 수신

(그림 4) 프로그램 리스트

3.3 DB설계

그림 5는 본 논문의 애플리케이션 구현에서는 데이터베이스로 roadtable 하나의 데이터베이스를 가지고 있다. 그림 5는 roadtable 정의를 나타내고 있다.

roadtable

번호	필드명	타입	추가사항	설명
1	x	double	Null	도로의 x좌표
2	y	double	Null	도로의 y좌표
3	tagPercent	double	Null	예측 확률
4	tagName	char(20)	Null	예측 태그
5	fileName	char(255)	Null	파일 이름

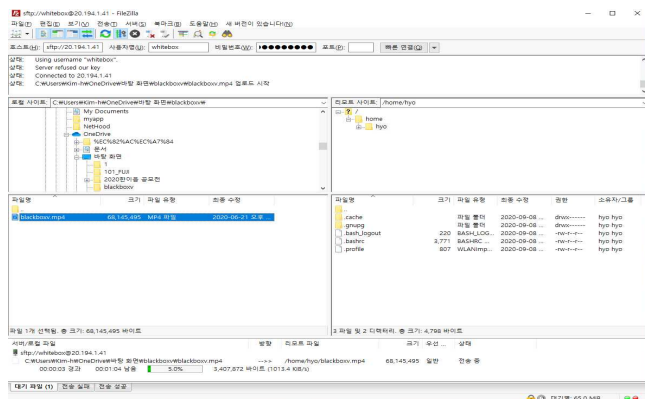
(그림 5) roadtable database

roadtable은 파손된 도로의 x좌표, 파손된 도로의 y좌표의 정보, 예측 확률, 예측 태그, 파일 이름에 대한 데이터베이스 테이블 구성이다.

본 논문에서는 파손된 도로가 좌표를 포함하고 있다는 사실을 깨닫고, 해당 도로의 좌표를 이용하여 파손된 도로의 위치 정보뿐만 아니라 파손정도 및 crack, pothole의 구분까지 관리하여 지도에 마킹하기 위해 roadtable 데이터베이스의 구현을 진행하였다.

3.4 구현

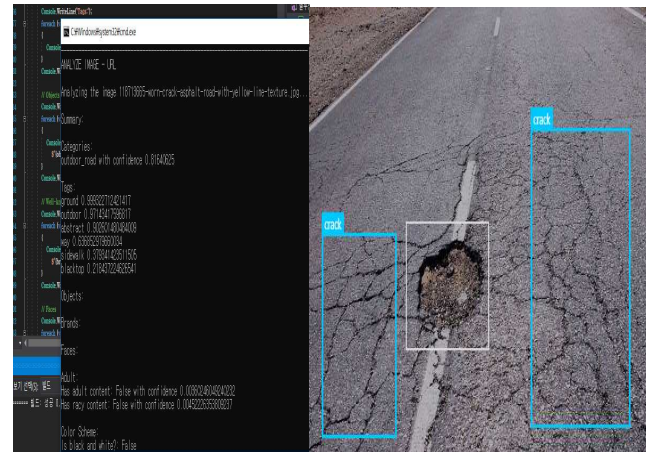
그림 6는 블랙박스 영상 송수신을 위한 클라이언트-서버 FTP 데이터 송수신을 보여줍니다.



(그림 6) FTP 영상 송수신

블랙박스 영상 수신을 위해 가상 머신에 FTP 서버를 구축, 특정 폴더에 블랙박스 영상을 담아놓고 관리합니다.

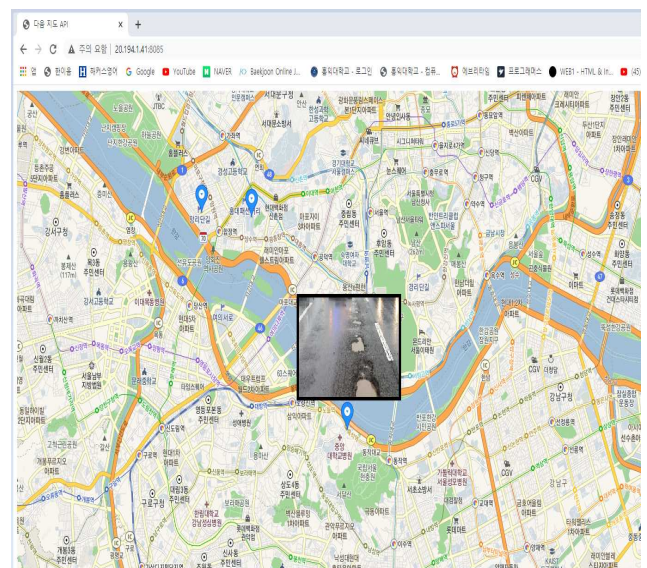
그림 7은 도로 이미지에 대한 파손 분석 프로그램입니다.



(그림 7) 도로 파손 이미지 분석

영상을 프레임 단위로 분할하여 얻은 각 이미지 별로 Custom Vision API를 호출, 분석된 이미지에 대한 태그와 확률 정보를 받습니다. 이를 DB에 저장 Mysql을 이용하여 관리합니다.

그림 8은 파손된 도로의 위치를 웹 사이트에 맵 형태로 표시하는 것을 나타냅니다.



(그림 8)도로 파손 표시 웹사이트

웹 사이트의 메인 화면, 실시간으로 도로 파손이 발견된 위치가 표시됩니다. 추가적으로 관련 기관에 신고하여 보수가 이루어 질 경우 지도상의 표시는 사라집니다.

4. 기대효과 및 결론

4.1 기대효과

○ Efficiency for road maintenance

실시간으로 도로의 파손 상황 등을 전달받을 수 있기 때문에 즉각적인 조치가 가능하여 효율적으로 도로를 관리할 수 있습니다.

○ Save time and manpower

도로의 상태를 파악하기 위해 따로 인력을 파견하지 않아도 상황을 알 수 있기 때문에 시간과 인력 등의 자원 절약 가능합니다.

○ 기존 기술 활용여부 및 차별성

수집된 도로의 상황을 정밀 지도 제작에 활용하는 것이 아닌 도로의 파손 상태를 파악, 공익적인 목적으로 활용 가능합니다.

4.2 결론

현재 지도 서비스는 다양한 장소의 정보를 쉽고 빠르게 찾아주고, 편리한 내비게이션 서비스를 제공하고 더 나아가 실시간 교통상황까지 알려주기 때문에 많은 사용자들이 이용하고 있고 그중에서도 도로를 주행하는 운전자들의 지도 사용 비중이 굉장히 많습니다.

최근 긴 장마에 도로 곳곳에 손상이 발생했고 이는 차량의 손상이나 심하면 사고로 연결될 수 있습니다. 하지만 운전자들이 이용하는 지도에서는 도로의 손상 상태까지 제공하지 않기 때문에 주행 중에 불편함을 느끼지만 그냥 본인이 조심하는 수밖에 없다고 생각하고 넘어갑니다. 우리 프로젝트의 서비스는 이러한 운전자들의 숨은 니즈를 충족시켜줍니다.

더 나아가 기존의 맵, 내비게이션등과 통합하여 서비스할 수 있다면 많은 사용자들이 더욱 편리하고 자세한 도로의 상황을 제공 받을 수 있습니다.

[본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다]