

고정밀 교통 데이터 검출을 위한 글로벌 좌표 생성 기술 연구

하상정, 백장현, 한서우, 장수현*
한국전자기술연구원

e-mail : sangjeong@keti.re.kr, baek0307@keti.re.kr, khan5555@keti.re.kr,
*shjang@keti.re.kr

A Study on global coordinate generation technology for detecting high-precision traffic data

Ha Sang Jeong, Baek Jang Hyun, Han Seo Woo, Jang Soo Hyun*
Korea Electronics Technology Institute (KETI)

I. 서론

Abstract

In a highway environment, an intelligent traffic control system using CCTV or black box images needs to generate global coordinates for the purpose of extracting traffic data such as vehicle location or speed information. The global coordinates generated from the highway image are detected with an artificial intelligence model, the location of the tracked vehicle is identified, and the accuracy is determined from the result of estimating the speed.

Therefore, in this paper, in order to effectively analyze traffic information for each lane of a road in an intelligent traffic control system, accurate global coordinates were generated using LDM road precision map and RTK-GPS based on landmarks in highway images.

지능형 교통시스템(ITS, Intelligent Transportation Systems)은 교통시설과 교통수단에 전자, 통신, 제어 등의 기술을 적용하여 교통 인프라의 관리, 정보, 서비스를 제공하는 미래형 교통체계이다. 최근 통신 기술과 인공지능의 발전을 기반으로 자율주행을 위한 첨단 도로 인프라를 제공하는 차세대 지능형 교통 시스템(C-ITS, Cooperative Intelligent Transport System)에 대한 연구가 진행되고 있다. 그중에서 스마트 도로 인프라는 고수준 자율주행 시스템의 핵심 기술로써 V2X(Vehicle-to-Everything) 통신 시설, LDM(Local Dynamic Map) 정밀 지도, 지능형 교통관제 시스템 등으로 구성되어 있다.

특히 고속도로 환경에서 CCTV나 블랙박스 영상을 이용한 지능형 교통관제 시스템은 차량의 위치나 속도 정보와 같은 교통 데이터 추출하기 위한 목적으로 글로벌 좌표의 생성이 필요하다. 고속도로 영상에서 생성한 글로벌 좌표는 인공지능 모델로 검출하고 추적한 차량의 위치를 구분하고 속도를 추정한 결과에 정확도를 결정한다.

본 논문에서는 지능형 교통관제 시스템에서 도로의

차로별 교통 정보를 효과적으로 분석하기 위해서 고속도로 영상에서 랜드마크를 기반으로 LDM 도로 정밀 지도와 RTK-GPS를 활용한 정확한 글로벌 좌표를 생성하는 방법을 제안한다.

II. 도로 영상 글로벌 좌표 생성

2.1 랜드마크 기반 절대 좌표 획득

고속도로 CCTV 영상에서 랜드마크를 선정하고 랜드마크 위치의 절대 좌표를 획득한다. 랜드마크 기반 절대 좌표는 영상 내 불변하는 객체의 위치를 나타내며 글로벌 좌표의 생성 기준으로 활용한다. 교통 표지판, 도로 이정표, 차선 등의 LDM을 검출하고 RTK-GPS로 측정한 위치 정보를 랜드마크로 선정한다.

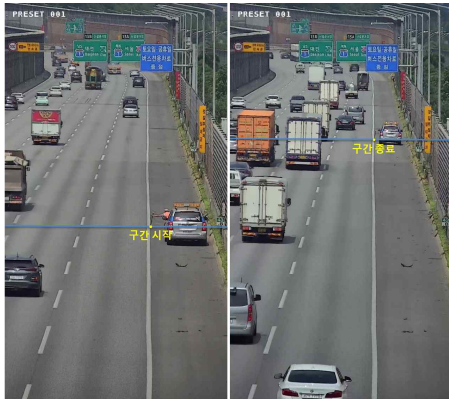


그림 1. 도로 영상의 RTK-GPS 랜드마크 선정

2.2 글로벌 좌표 생성 정책

고속도로의 CCTV 영상은 좌표계 변환하여 글로벌 좌표로 맵핑한다. 카메라 캘리브레이션 과정을 수행하여 영상의 왜곡을 보정하고 직선 성분은 유지되지만 각도는 변경되는 호모그래피를 연산하여 원근 변환한 조감도 영상으로 글로벌 좌표를 생성한다. 조감도 영상에서 생성한 글로벌 좌표는 호모그래피의 역행렬을 매트릭스 연산하여 CCTV 영상에서 글로벌 좌표의 위치 확인이 가능하다.

III. 본론

3.1 글로벌 좌표 생성 절차

LDM과 RTK-GPS로 획득한 랜드마크 기반의 절대 좌표는 글로벌 좌표 생성 기준으로 활용한다. 단 고속도로 환경 제약으로 LDM 객체가 존재하지 않는 구간이나 주행 차로에서 RTK-GPS를 측정할 수 없는 경

우 위성 지도의 API 서비스를 이용하여 WGS84 위경도 좌표를 추정한다. CCTV 영상에서 글로벌 좌표 생성 방법은 구간의 가장자리 지점을 이용하여 원근 변환하고 위경도 변화량을 측정한다. 거리에 비례하는 평균 변화량을 적용하여 글로벌 좌표의 위경도 값을 추정할 수 있다. 글로벌 좌표의 위경도 추정값은 LDM 랜드마크와 RTK-GPS를 지표로 정확도를 평가한다.

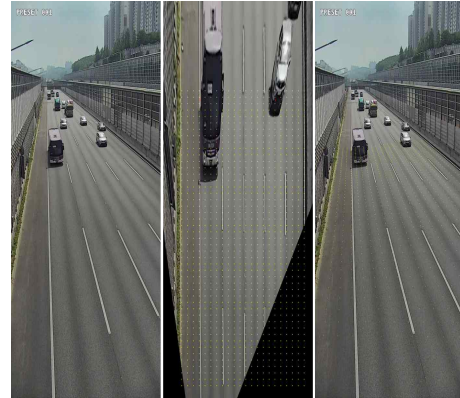


그림 2. 도로 영상의 글로벌 좌표 생성

3.2 경사 및 곡선 차로 정책

고속도로 CCTV 영상의 경사 차로나 곡선 차로는 단일 원근 변환으로 글로벌 좌표를 생성하면 경사도나 곡률이 변하는 구간에서 실제 위치와 거리에 따른 오차가 발생한다. 영상에서 원근 변환 구간을 분할하고 구간마다 다른 호모그래피 매트릭스를 다중 적용하여 글로벌 좌표의 정확도를 확보할 수 있다.



그림 3. 경사 및 곡선 차로 좌표 생성 과정

3.3 글로벌 좌표 정확도 평가

고속도로 CCTV 영상에서 생성한 글로벌 좌표에서 위성 지도의 API 서비스를 이용하여 추정한 WGS84 위경도 좌표는 LDM과 RTK-GPS를 활용하여 측정한 랜드마크 절대 좌표를 지표로 적용하여 정확도를 평가한다. 고속도로 실증구간에서 WGS84 좌표의 1° 단위 거리는 위도 약 111km이며, 위도 37° 기준 경도는 약 88.8km이므로 위경도 좌표의 소수점 아래 7번째 자리까지 cm 단위로 거리를 환산하여 오차를 측정한다. CCTV 10채널의 영상에서 생성한 글로벌 좌표의 위경도 오차는 다음 표와 같다.

표 1. 글로벌 좌표의 WGS84 좌표 오차 거리(cm)

CC TV	최소 위도 오차	최소 경도 오차	최대 위도 오차	최대 경도 오차	평균 위도 오차	평균 경도 오차
1	10.0	0.0	41.1	117.9	22.4	24.5
2	0.0	0.0	172.1	151.4	40.3	91.0
3	8.9	0.0	40.0	79.2	20.3	16.4
4	0.0	0.0	27.8	64.2	10.2	20.0
5	0.0	0.9	30.0	25.5	10.2	9.9
6	0.0	0.0	46.6	88.9	12.5	28.3
7	1.1	1.8	38.9	51.9	11.3	19.1
8	0.0	0.0	31.1	29.9	6.7	5.6
9	0.0	3.5	97.7	104.7	23.9	23.1
10	0.0	0.0	66.6	39.6	25.3	13.2

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 고속도로 CCTV 영상에서 차량의 위치나 속도 정보와 같은 교통 데이터 추출하기 위한 목적으로 글로벌 좌표의 생성하였다. 영상의 글로벌 좌표는 위성 지도의 API 서비스를 이용하여 WGS84 위경도 좌표를 추정하고 LDM과 RTK-GPS를 활용하여 측정한 랜드마크의 절대 좌표를 지표로 적용하여 정확도를 평가하였다.

향후, 본 논문에서 제안하는 정확도 향상 방안은 기존의 LDM과 RTK-GPS 랜드마크의 절대 좌표를 글로벌 좌표의 WGS84 위경도 좌표 맵핑 과정에서 보정 좌표로 활용하여 위치 오차 개선이 가능할 것으로 판단된다. 또한, 고속도로의 제한적인 환경에서 기존보다 정확한 글로벌 좌표를 생성하기 위해서는 고속도로 중앙 위치에 CCTV 카메라 설치와 중앙분리대 위치에서 RTK-GPS 위경도 좌표를 측정하는 방안에 대한 검토가 필요하다.

참고문헌

- [1] Rafeal C. Gonzalez and Richard E. Woods. Steven L. Eddins, Digital Image Processing Using MATLAB(3rd Edition), Addison-Wesley Publishing Company, 2007.
- [2] Adrian Kaehler and Gary Bradski, Learning OpenCV 3: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library, O'Reilly Media, 2017.
- [3] 황선규, OpenCV 4로 배우는 컴퓨터 비전과 머신러닝, 길벗, 2019.
- [4] 한서우, 이명오, 김용현, 장수현. 고속도로 교통안전 AI 데이터셋을 활용한 교통흐름 분석 모델 개발. 한국통신학회 학술대회논문집, 737-738. (2021).
- [5] 한호민, 박소영. 실시간 교통정보 수집을 위한 GPS 좌표-도로 정보 매핑 기법. 한국정보과학회 학술발표논문집, 1436-1438. 2016.

Acknowledgement

본 연구는 한국지능정보사회진흥원 국가인프라 지능정보화 사업인 "5G와 지능형 인프라를 통한 고속도로 운영관리 시스템 실증" 과제의 지원에 의해 수행되었음.