

# 다양한 스마트 톨링 환경에서 이동 차량의 번호판 자동인식 알고리즘 성능 분석

허용석\*, 남기호\*, 남명수\*, 백수민\*, 이동명\*

\*동명대학교 컴퓨터공학과

\*lprince0000@naver.com, \*lime18110060@gmail.com,

\*ny\_nesi@naver.com, \*po06108@gmail.com, \*dmlee@tu.ac.kr

## Performance Analysis of the Automatic License Plate Recognition Algorithm of Moving Vehicles in Various Smart Tolling Environments

Yong Seok Heo\*, Gi Ho Nam\*, Myung Soo Nam\*, Soo Min Baek\*, Dong Myung Lee\*

\*Dept. of Computer Engineering, Tongmyong University

### 요약

본 논문은 다양한 스마트 톨링 환경에서 이동 차량의 번호판 자동인식 알고리즘 성능을 3가지 조건에서 성능을 분석하였다. 실험항목은 초당 프레임(fps)에 따른 정확도, 번호판 및 차량에 이물질 또는 훼손이 있는 경우에 정확도, 그리고 이물질 또는 훼손 데이터를 학습한 경우의 정확도이다. 카메라 통과 횟수가 많을수록 인식 성능이 향상되고, 차량과 번호판의 훼손 유무는 차량 인식률과 번호판 인식률에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 아울러 훼손 데이터를 학습하지 않았을 경우에 비해 차량은 16~18%, 번호판은 14~17%로 인식 성능이 각각 향상됨을 확인하였다. 이번 실험은 고속도로와 차량의 미니어처에서 실시되었기 때문에 본 연구의 추후 과제는 실제 상황에서 설정된 평가항목에 대해 제안한 알고리즘의 성능분석이 절대적으로 필요하다.

### I. 서론

현재 운영 중인 하이패스 시스템의 문제점은 하이패스 차선에서만 통행료 징수가 가능하다는 점과 차량 수가 톨게이트의 처리능력을 넘어서게 되면서부터 통행료 지불시 정차 차량이 늘어나면서 병목현상이 일어나게 된다는 점이다. 이에 비해 스마트 톨링시스템(Smart Tolling System)은 고속의 주행환경을 유지하면서 요금처리가 가능한 무정차, 다차로 고속주행기반의 시스템이다.

본 연구진은 스마트 톨링시스템의 실용화 연구의 일환으로 차량번호판을 자동으로 인식할 수 있는 알고리즘을 제안한 바 있고[1-2], 본 논문에서는 이 연구의 기초하에서 다양한 스마트 톨링 환경에서 제안한 이동 차량의 번호판 자동인식 알고리즘의 성능을 분석하였다.

### II. 이동차량의 번호판 자동인식 알고리즘

제안 알고리즘은 그림 1과 같이 5단계로 구성된다 [1-2].

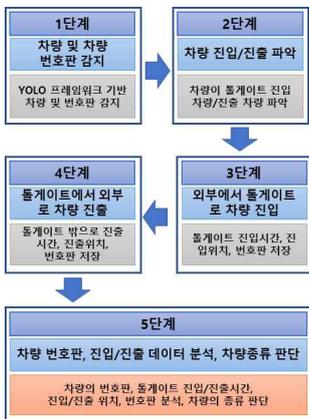


그림 1. 제안 알고리즘의 단계

### III. 실험 및 결과 분석

#### 3.1 실험 환경

본 실험은 이동 차량의 번호판 자동인식 알고리즘의 성능을 측정하기 위하여 다음과 같이 3가지의 성능평가 항목을 정의하였다.

- 1) 초당 프레임 (frame per second, fps)에 따른 차량 및 번호판 인식 정확도
- 2) 차량 및 번호판에 이물질 또는 훼손이 있는 경우 인식 정확도
- 3) 이물질 또는 훼손 데이터를 학습한 경우 인식 정확도

성능시험을 위하여 사용한 컴퓨팅 환경은 표 1과 같다. 기본적인 실험은 고속도로와 차량의 미니어처 (miniature)를 제작하여 실시되었다. 이동하는 차량과 차량의 번호판의 여러 영상 프레임들은 YOLO (You Only Look Once) 프레임워크 기반에서 각각 단편화 과정을 거쳐 이미지 타입으로 결과 값이 저장된다.

표 1. 실험을 위한 컴퓨팅 환경

컴퓨팅 환경		
HW	GPU	GeForceRTX2080Ti
	Camera	Intel Realsense D435i
SW	Python	3.7.13
	Tensorflow	1.15.0
	Keras	2.2.5
	Framework	YOLO
	Os	Windows 10 64bits

#### 3.2 초당 프레임에 따른 차량 및 번호판 인식 성능

초당 프레임에 따른 차량 및 번호판의 인식 성능 실험의 의미는 초당 프레임 수치를 변화시켜 객체 (차량, 번호판)의 인지 정확도가 어떻게 달라지는지를 측정하는 것이다. 실험 결과, 이 항목의 성능은 표 2에서 보는

바와 같이 15fps 일 때 차량과 번호판 인식률은 각각 59~65%, 58~63%로, 그리고 25fps 일 때 차량과 번호판 인식률은 각각 70~74%, 67~71%로 확인되었다. 마지막으로 35fps 일 때 차량과 번호판 인식률은 각각 73~78%, 68~74%로 확인되었다.

표 2. 프레임 수에 따른 차량인식 및 번호판 인식 성능 비교

프레임수	차량인식 성능(평균)	번호판인식 성능(평균)
15	59~65%	58~63%
25	70~74%	67~71%
35	73~78%	68~74%

초당 프레임에 따른 차량과 번호판 인식률의 성능 비교해본 결과, 15fps와 25fps 간의 차량인식 성능 차이는 9%~12%, 번호판 인식 성능 차이는 8%~10%로 각각 확인되었는데, 10fps의 추가로 10%의 성능개선의 효과가 있었다 (표 3 참조). 그리고 25fps와 35fps간 차량인식 성능 차이는 2%~4%, 번호판 인식 성능 차이는 1%~3%로 확인되었다 (표 4 참조).

25fps에 비해 35fps에서는 표 4에서 보는 바와 같이 카메라 통과 횟수가 1회에서 3회로 증가될 때 차량인식 및 번호판 인식 성능이 4%~6% 정도 증가됨을 확인하였다. 이는 카메라 통과 횟수가 많을수록 인식 성능이 향상된다는 의미이다.

표 3. fps (15-25fps)에 따른 차량인식 및 번호판 인식 성능 비교

fps	차량인식 성능(평균)	번호판 인식 성능(평균)
15	59~65%	58~63%
25	70~74%	67~71%
성능 차이	9%~12%	8%~10%

표 4. fps(25-35fps)에 따른 차량인식 및 번호판 인식 성능 비교

fps	차량인식 성능(평균)	번호판 인식 성능(평균)
25	70~74%	67~71%
35	73~78%	68~74%
성능 차이	2%~4%	1%~3%

### 3.3 훼손된 차량 및 번호판의 인식 성능

이 실험은 훼손이 있는 차량과 해당 번호판의 이미지 단편화 과정에서 객체들 (차량, 번호판)이 얼마나 동일하게 인식되는지를 확인하기 위한 것이다. 실험 결과, 훼손된 차량 및 번호판 인식 성능은 그림 2에서 보는 바와 같이 차량과 번호판 인식률은 각각 57~63%, 59~63%로 확인되었다. 그림 2에 의하면 차량과 번호판의 훼손유무는 차량 인식률과 번호판 인식률에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

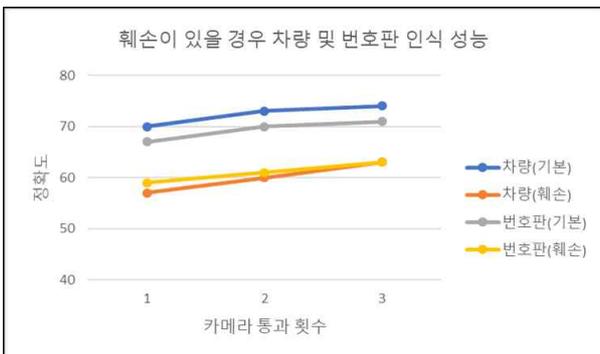


그림 2. 훼손이 있을 경우 차량 및 번호판 인식 성능

### 3.4 훼손 데이터를 학습했을 경우 차량 및 번호판 인식 성능

훼손 데이터를 학습했을 경우 차량 및 번호판 인식 성능은 훼손이 있는 차량과 번호판을 각각 70장씩 학습을 하여 위 3.3과 동일한 기준과 방법으로 실험하였다. 실험 결과, 훼손 데이터를 학습했을 경우 차량과 번호판 인식률은 그림 3에서 보는 바와 같이 각각 75~79%, 73~76%로 확인되었다. 이 결과는 훼손 데이터를 학습하지 않았을 경우에 비해 차량은 16~18%, 번호판은 14~17%로 인식 성능이 향상됨을 의미한다.

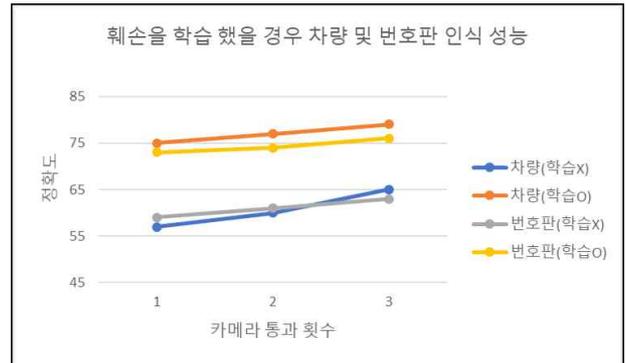


그림 3. 훼손 데이터를 학습 했을 경우 차량 및 번호판 인식 성능

## IV. 결론

본 논문에서는 스마트 톨링시스템의 성능분석을 위해 3가지 성능평가 항목인 초당 프레임에 따른 차량 및 번호판 인식 성능, 차량 및 번호판에 이물질 또는 훼손이 있는 경우 인식 성능, 그리고 이물질 또는 훼손 데이터를 학습한 경우 인식 성능에 대해 실험 결과를 제시하였다.

실험 결과, 첫째, 25fps에 비해 35fps에서는 카메라 통과 횟수가 1회에서 3회로 증가될 때 차량인식 및 번호판 인식 성능이 4%~6%정도 증가됨을 확인하였다. 둘째, 훼손된 차량 및 번호판 인식률은 각각 57~63%, 59~63%임을 확인하였다. 셋째, 훼손 데이터를 학습했을 경우 차량과 번호판 인식률은 각각 75~79%, 73~76%임을 확인하였다.

스마트 톨링시스템은 현재 개인정보 침해 및 일자리 문제로 인하여 당분간 실용화가 주춤한 상황이나 언젠가는 국내에서 실용화가 이루어지리라 예상된다. 본 논문에서 고속도로와 차량의 미니어처를 사용하여 제안한 알고리즘에 대해 3가지 평가항목의 실험은 어느정도 의미가 있지만 실제 상황을 거의 반영을 하지 못한 점이 부족한 점이다. 추후 실제 상황에서 설정된 평가항목에 대해 제안한 알고리즘의 성능분석이 절대적으로 필요하다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학 지원 사업의 연구결과로 수행되었음(2018-0- 018740301001).

본 논문은 부산광역시 및 (재)부산인재평생교육진흥원의 BB21플러스 사업으로 지원된 연구임.

## 참 고 문 헌

- [1] 남기호, 허용석, 남명수, 백수민, 이동명, “스마트 톨게이트 환경에서 차량번호판 자동인식 알고리즘 제안,” 2022년 전자·통신 학술대회, 한국통신학회, 제11권 제1호, 한국해양대학교, pp.37-39, 2022. 6. 11.
- [2] 남기호, 허용석, 남명수, 백수민, 이동명, “스마트 톨게이트 환경에서 이동 차량의 번호판 자동인식 알고리즘 구현,” 제12회 2021 ICT융합기술·서비스 학술대회, 한국공학교육학회, 제11권, 제1호, 동서대학교 센텀 캠퍼스, pp.3-4, 2022. 8. 25.