

위조번호판 부착 차량 출입 방지를 위한 인공지능 기반의 주차관제시스템 개선 방안

장성민

국민대학교 경영대학
시빅데이터융합경영학과
(jsm9358@naver.com)

이정우

국민대학교 경영대학
빅데이터경영통계학과
(jay9171@g.skku.edu)

박종혁

국민대학교 경영대학
시빅데이터융합경영학과
jonghyuk@kookmin.ac.kr

최근 인공지능 주차관제시스템은 딥러닝을 활용해 차량 번호판에 대한 인식률을 높이고 있지만 위조번호판 부착 차량을 판별하지 못한다는 문제점이 있다. 이러한 보안상의 문제점이 있음에도 불구하고 현재까지 여러 기관에서 기존의 시스템을 그대로 사용하고 있는 상황이다. 실제로 위조번호판을 이용한 실험에서 정부의 주요 기관을 대상으로 진입에 성공한 사례도 있다. 본 논문에서는 이러한 위조번호판을 부착한 차량의 출입을 방지하기 위해서 기존 인공지능 주차관제시스템의 개선 방안을 제시한다. 이를 위해 제안하는 방법은 기존 시스템이 차량의 번호판의 일치여부를 통과기준으로 사용하듯이 이미지에서 특징이 되는 특징점의 정보를 추출해내는 ORB 알고리즘을 활용하여 추출한 차량 앞면 특징점들의 매칭 정도를 통과기준으로 사용하는 방법이다. 또한 내부에 차량이 존재하는지 여부를 확인하는 절차를 제안 시스템에 포함시켜 위조번호판을 부착한 동일 차종 차량의 진입도 방지하였다. 실험 결과, 위조번호판을 부착한 차량들의 진입을 막아내며 기존시스템에 비해 위조번호판을 막아내는 개선된 성능을 보였다. 이러한 결과를 통해 기존 인공지능 주차관제시스템의 체계를 유지하면서 본 논문에서 제안하는 방법들을 기존의 주차관제시스템에 적용하여 위조번호판을 부착한 차량의 출입을 방지할 수 있음을 확인할 수 있었다.

주제어 : 주차관제시스템, 컴퓨터 비전, 객체 검출, ORB 알고리즘

논문접수일 : 2022년 4월 25일 논문수정일 : 2022년 5월 30일 게재확정일 : 2022년 6월 2일
원고유형 : Fast Track 교신저자 : 박종혁

1. 서론

주차관제시스템이란 주차장 입출구에 차량 차단기를 설치해 부정 출입을 통제하고 원활한 차량 관리를 도모하는 시스템을 의미한다. 최근 딥러닝 기술이 발전함에 따라 주차관제시스템에도 딥러닝 기술을 활용하여 이전 주차관제시스템보다 높은 정확도와 향상된 속도를 보이고 있다. 객체 검출 딥러닝 모델을 적용한 주차관제시스템은 카메라의 번호판 인식률을 더욱 높여서 정

해진 환경에서만 인식률이 높던 이전의 시스템과는 달리 어떠한 환경에서도 강건한 번호판 인식이 가능하도록 했다. 그럼에도 이러한 주차관제시스템은 단순히 번호판에서 숫자와 문자를 추출해 인식할 뿐 차량 번호판의 진위 여부를 판별하지 못해 위조번호판을 부착하고 진입하는 차량을 통과시켜버리는 문제점을 보이고 있다.

실제로 등록된 차량 외에는 진입할 수 없는 공공기관에서 위조번호판을 부착한 차량을 내부 등록 차량으로 인식하고 통과시킨 사례가 있다.

또한 이러한 주차관제시스템의 문제점을 악용하여 입주인 이외에는 주차할 수 없는 아파트 주차장과 유료 무인 주차장에서 차량 번호판을 위조하고 부정 주차를 하여 적발된 사건도 존재한다(박희재, 2021).

본 논문에서는 Jocher et al. (2022)의 YOLOv5를 사용하여 차량 진입 영상에서 차량 객체를 인식하고 차량 이미지를 추출하며, 추출된 차량 이미지와 미리 저장된 내부 등록 차량 이미지의 특징점과 특징 기술자를 비교하여 차량의 유사성을 판단한다. 또한 내부 등록 차량이 현재 주차장에 존재하는지를 확인하여 위조번호판 부착한 동일 차종 차량의 진입도 방지함으로써 위조번호판 부착 진입 문제점을 해결하고자 한다. 이를 검증하기 위해 위조번호판을 직접 제작하여 세 곳의 주차장에서 위조번호판 부착 차량의 진입 영상을 확보하고 개선시킨 방법을 적용하였다. 실험결과, 위조번호판을 부착한 차량의 경우 특징점의 매칭 수치가 현저하게 낮아 진입을 방지할 수 있었으며, 동일 차종이 위조번호판을 부착한 경우에는 차량의 내부존재 여부를 확인하는 절차를 통해 진입을 방지할 수 있었다.

이에 본 논문의 기여를 요약하자면 다음과 같다. 첫째, 딥러닝 기반의 YOLOv5를 활용하는 주차관제시스템을 제안하였다. 둘째, 기존 주차관제시스템에 추가적인 보안을 위해 특징점 매칭을 적용하였다. 셋째, 제안한 주차관제시스템은 기존 체계를 그대로 유지하면서 제안의 방법의 적용을 통해 위조번호판 부착 차량의 진입을 방지함으로써 기존 주차관제시스템의 문제를 개선하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 제 2장에서는 기존 주차관제시스템의 연구 동향에 대한 소개와 함께 객체 검출 알고리즘과 특징점 매칭

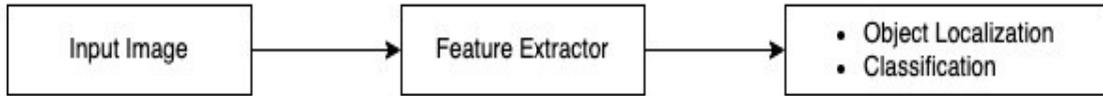
에 대하여 소개한다. 제 3장에서는 제안 시스템의 전체적인 과정을 살펴보고, 각 과정과 특징점 매칭 기준점 설정 방법을 설명한다. 이어지는 제 4장에서는 데이터를 수집하고 특징점 매칭을 적용한 실험 과정과 실험 결과를 기술하며, 이에 따른 실험 요약을 제시한다. 마지막으로 제 5장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 논의하고자 한다.

2. 관련연구

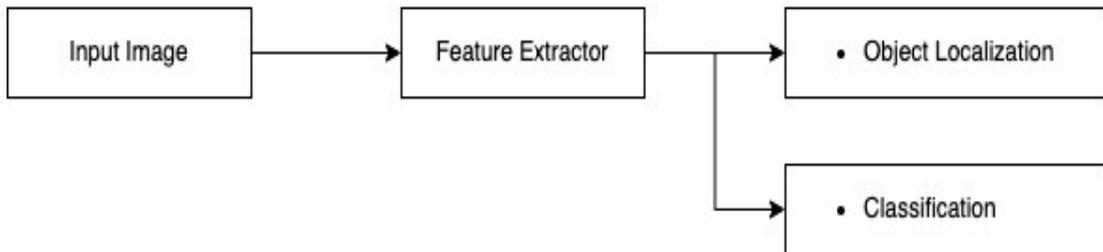
2.1. 기존 주차관제시스템 연구 동향

최근 들어, 인공지능 기반의 주차관제시스템이 활발히 연구되고 있다. 딥러닝 이전의 주차관제시스템에서는 GMM, HOG, SVM 등의 알고리즘을 사용하였는데 일정한 환경에서 번호판 인식의 속도와 정확도는 높은 반면 날씨와 같은 외부환경에 영향을 받거나 차량 이미지의 번호판 형태가 일부 다를 때 인식률이 떨어지는 문제점이 존재하였다(최홍서 등, 2018). 이에 최근 주차관제시스템은 딥러닝 모델을 활용하여 어떠한 환경에서도 빠르고 정확하게 번호판을 인식하도록 연구가 되고 있다(김정환, 임준홍, 2019; 이근상 등, 2020; 장일식, 박구만, 2021). 이러한 주차관제시스템은 크게 세 단계를 거쳐 차량의 출입을 관리한다. 먼저 진입하는 차량의 번호판을 딥러닝 모델을 통해 검출하고, 그 다음으로는 검출된 차량 번호판에서 텍스트 문서 내에서 글자를 인식해주는 광학 문자 인식(optical character recognition) 기술을 통해 차량 번호를 인식한다(정민철, 2004; 김기태 등, 2017; 한상욱 등, 2019;). 마지막으로 인식된 차량 번호와 데이

One - Stage Object Detection



Two - Stage Object Detection



<Figure 1> One-stage object detection and two-stage object detection

터베이스에 등록된 차량 정보를 비교하여 차량의 출입을 관리한다. 하지만 이러한 주차관제시스템은 차량 번호 비교만으로 출입을 관리하기 때문에 위조된 번호판을 부착한 차량이 진입했을 때 해당 번호판의 진위 여부를 판별하지 못하여 위조번호판에 대한 보안이 취약하다는 문제점을 가지고 있다.

2.2. 객체 검출 알고리즘

객체 검출(object detection)은 컴퓨터 비전에서 많이 활용되는 딥러닝 기술로 이미지 또는 영상 속 물체의 위치 찾기(object localization)와 물체의 클래스 분류(classification)를 함께 진행하는 기술이다. 대표적인 딥러닝 객체 검출 알고리즘으로는 R-CNN, Fast R-CNN, YOLO 등이 있다. 그 중 YOLO(you only look once)는 <Figure 1>과

같이 이미지 전체 특징 정보들을 활용하여 단일 신경망에서 이미지 내의 객체의 경계 박스(bounding box)와 객체의 클래스 확률을 한 번에 출력하는 one-stage 검출기이며, two-stage 검출기에 비해 신경망 구성이 상당히 간단하고 객체의 탐지 속도가 빨라 실시간으로 차량의 출입을 통제해야 하는 주차관제시스템에 사용하기 적합하다. Redmon et al. (2016)의 최초의 YOLO 모델이 제안된 이후, 성능을 개선한 모델이 지속적으로 공개되고 있다 (Redmon & Farhadi, 2017; Redmon & Farhadi, 2018; Bochkovskiy et al., 2020). 본 논문에서는 가장 최근에 제안된 Jocher et al. (2022)의 YOLOv5를 사용하여 영상 속에서 차량을 검출하고 특징점 매칭에 사용할 이미지를 추출한다.

2.3. 특징점 매칭

특징점 매칭(feature matching)은 서로 다른 두 이미지 또는 영상에서 특징점을 검출하고 각 특징점에 대한 주변 정보인 특징 기술자들을 계산하고 비교하여 두 이미지 또는 영상의 유사도를 판단하는 기술이다(이세우, 2019). 특징점 매칭 알고리즘들 중 대표적인 알고리즘으로는 Lowe (2004)의 SIFT(scale-invariant feature transform)와 Bay et al. (2008)의 SURF(spedied up robust features)가 있다. SIFT나 SURF는 특징점 매칭에서 강인한 성능을 보이지만 계산량이 많아 실시간 기술에 사용하기 힘들다는 문제점을 가진다. 본 논문에서는 이러한 SIFT와 SURF의 문제점을 보완한 특징점 매칭 알고리즘인 ORB(oriented fast and rotated brief) 알고리즘을 사용한다 (Rublee et al., 2011). ORB 알고리즘은 영상에서 특징점을 검출하는 Rosten and Drummond (2006)의 FAST(features from accelerated segment test) 알고리즘과 특징 기술자를 빠르게 계산하고 정합하는 Calonder et al. (2010)의 BRIEF(binary robust independent elementary features) 알고리즘을 기반하여 만들어진 알고리즘이다. ORB는 효율적인 계산으로 SIFT, SURF 와 동등한 수준의 매칭 성능을 보이면서 실시간 동작이 가능하다. 또한 이미지의 회전, 크기 변화 등에 따라 영향을 받지 않는 강건한 특징을 보인다. 다음 <Figure 2>는 ORB 알고리즘을 활용하여 이미지에서 특징점을 추출한 예시이다. 각 원들은 추출된 특징점들을 중심으로 그려졌으며 특징점을 추출하는데 사용된 특징점 주변 영역인 size와 특징점의 방향 변수인 angle에 따라 원들의 크기와 원 중심에서 뻗어 나가는 선의 방향이 다름을 확인할 수 있다.

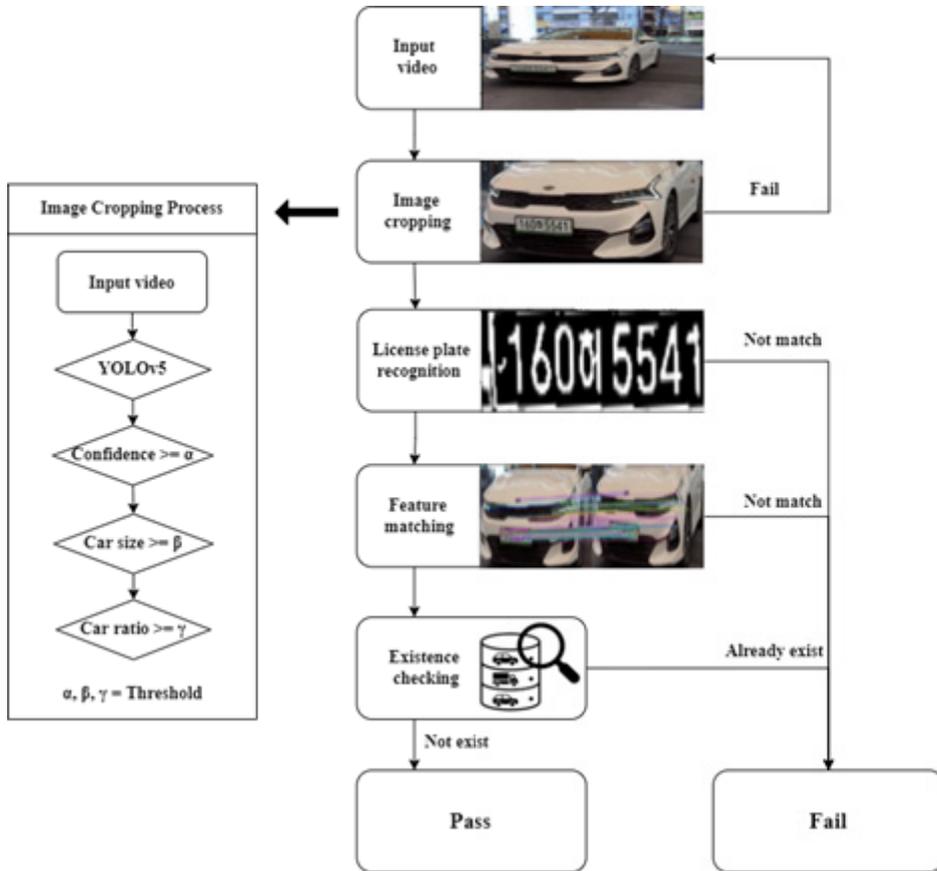


<Figure 2> Example of feature point extraction(신백균, 2020)

3. 제안 방법

3.1. 전체 흐름

본 논문에서 제안하는 위조번호판을 부착한 차량의 출입방지를 위한 주차관제시스템 개선 방법의 전체적인 흐름도는 <Figure 3>과 같다. 먼저, 차량 진입 시에 카메라를 통해 차량 진입 영상을 받아와 차량 이미지 추출 과정을 거친다. 추출된 이미지는 번호판 인식과 특징점 매칭에 사용될 수 있도록 형태가 변환된다. 만들어진 이미지는 기존 주차관제시스템과 동일하게 번호판 인식 과정을 진행하며, 차량 번호판이 데이터베이스에 등록되어 있지 않을 경우 차량 진입을 금지하거나 새로 데이터베이스에 차량 번호를 등록하기 위한 절차를 거치고 차량 번호판이 등록되어 있다면 다음으로 특징점 매칭 과정을 진행한다. 특징점 매칭 과정에서는 차량 이미지 추출 과정을 거쳐 반환된 이미지에서 ORB 알고리즘을 통해 특징점과 특징 기술자를 추출하고 번호판 인식 과정과 유사하게 데이터베이스에 저장



〈Figure 3〉 Overall flow of proposed methods

된 원본 이미지의 특징 정보와 비교하는 과정을 거친다. 이 과정에서 원본 이미지의 특징점과 얼마나 비슷한지 특징점 유사도를 계산한다. 만약 해당 유사도가 기준을 넘는다면 데이터베이스에 등록된 동일한 차종으로 판단하여 내부존재여부 확인 과정으로 넘어간다.

3.2. 차량 이미지 추출

〈Figure 4〉는 YOLOv5의 객체 검출 방법과 추가적인 이미지 변환 방법을 활용하여 차량의 번

호판 인식과 특징점 추출을 위해 필요한 부분만을 반환하는 이미지 추출 과정으로 1번, 2번 라인과 같이 Input으로 차량 진입 영상 V를 받아 Output으로 이미지 변환 방법을 거친 I₂를 반환한다. Image cropping process는 라인 3과 같이 차량 진입 영상 V가 들어왔을 때 영상의 이미지가 없을 때까지 다음과 같은 과정이 실행된다. 먼저 라인 4에서 YOLOv5 모델을 활용하여 차량 진입 영상 V에서 차량이 detect 되는지 여부인 Cd를 구한다. 이후 라인 5~7에서 YOLOv5 모델이 경계 박스 안에 얼마큼 차량이 존재한다고 판단하

```

Algorithm 1: Image Cropping Process
① Input: Car entering video  $V$ 
② Output: Cropped image  $I_2^{crop}$ 
③ while  $V$  is not empty do
④   Detect car  $C_d$  using YOLOv5
⑤   Calculate confidence  $C_c$  using YOLOv5
⑥   Calculate car size  $C_s$  in  $V$ 
⑦   Calculate car ratio  $C_r$  with  $C_s$  from  $V$ 
⑧   if  $C_d \cap (C_c \geq \alpha) \cap (C_s \geq \beta) \cap (C_r \geq \gamma)$  then
⑨     Extract Cropped image  $I_1^{crop}$  from  $V$ 
⑩     Extract  $I_2^{crop}$  from  $I_1^{crop}$  with height adjustment
   else
     | Continue
   end
end
end
    
```

〈Figure 4〉 Image cropping process



〈Figure 5〉 Example of image cropping process

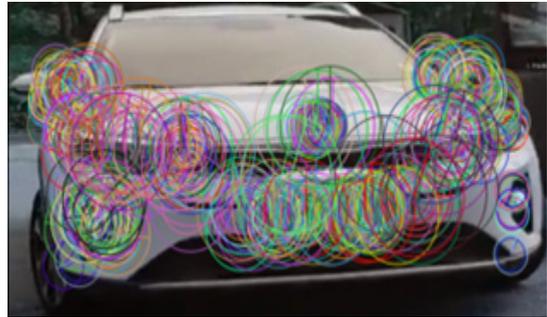
는지 요소인 신뢰도 C_c 와 이미지 내에서 차량의 크기 C_s , 차량의 비율 C_r 가 얼마큼 되는지를 계산한다. 라인 8에선 앞서 차량이 detect된 상태 C_d 이면서 C_c , C_s , C_r 이 각각 설정한 임계값인 α , β , γ 을 넘을 경우에만 라인 9를 실행하여 차량 진입 영상 V 의 이미지에서 YOLOv5을 통해 detect된 객체 검출 경계 박스 좌표 추출하여 좌표에 따른 이미지 I_1 을 반환한다. 그리고 마지막 라인 10에서 주변 배경과 차량 앞면 유리창에 반사된 다른 물체에 따른 영향을 줄이기 위해 I_1 으로부터 사진 높이를 변환하여 최종적으로 I_2 을

반환한다. 설정된 임계값의 경우 수집된 데이터에 기반하여 설정되었으며, 본 논문에서는 α , β , γ 을 각각 0.8, 100000, 0.15의 값을 사용하였다. <Figure5>는 이와 같은 과정을 통해 반환된 이미지의 예시이다.

3.3. 특징점 매칭

특징점 매칭을 수행하기 위해 먼저 ORB 알고리즘을 활용하여 차량 이미지에서 특징에 해당하는 모든 정보를 추출한다. 진입한 차량의 모든

특징점을 추출한 예시가 <Figure 6>을 통해 묘사되고 있다. 원본 차량 이미지와 새롭게 진입하는 차량 이미지의 특징점과 특징 기술자들을 모두 추출하고 매칭 유사도를 계산하면 몇 개의 특징점이 매칭 되는지 알 수 있다. <Figure 7>과 <Figure 8>은 이와 같은 과정이 적용된 모습으로, 동일한 차량이 진입할 때에는 두 이미지 간의 매칭되는 특징점이 많아 매칭 유사도가 높게 나타나고 다른 차량의 진입시에는 매칭되는 특징점의 수가 적어 매칭 유사도가 낮게 나타남을 확인할 수 있다.



<Figure 6> Example of extracting feature points for incoming vehicles

3.4. 특징점 매칭 기준점

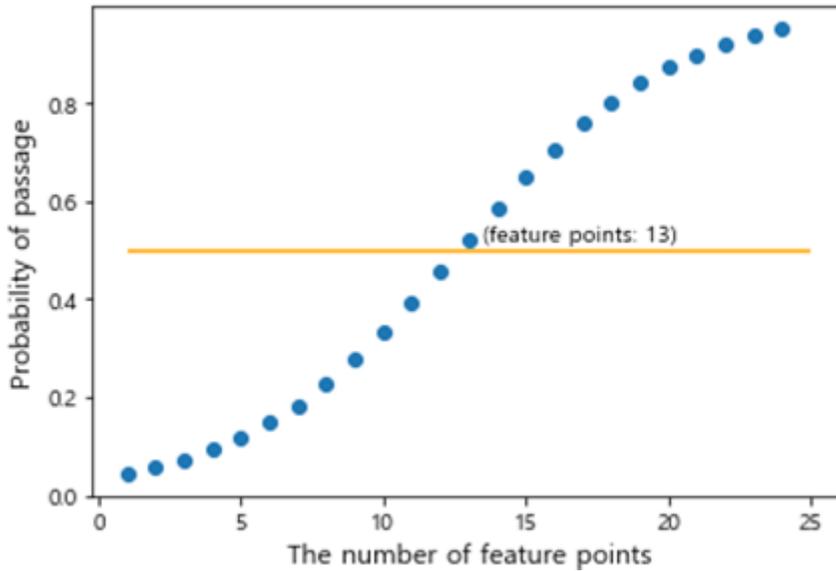
앞서 <Figure 8>에서 살펴본 바와 같이 저장된 차량과 다른 차량이 진입하였을 경우 특징점 매칭이 현저히 낮음을 알 수 있다. 이에 진입한 차



<Figure 7> Example of matching feature points when entering the same vehicle



<Figure 8> Example of matching feature points when entering another vehicle



<Figure 9> Probability of passage according to number of feature points of neural network model

량이 위조번호판을 부착한 차량 혹은 다른 차량임을 판명하고 동일한 차량은 통과시키기 위해서 적어도 몇개의 특징점이 매칭되어야 할지 기준점의 필요성이 대두되었다. 따라서 최소 몇 개의 특징점이 매칭되어야 진입한 차량을 저장된 차량과 동일한 차량이라고 인식할 것인지 특징점 매칭 기준 X^* 을 구하기 위해 본 논문에서는 신경망 모델을 활용하였다. 모델을 학습시킬 데이터를 위해 수집한 모든 차량 진입 영상 데이터에서 추출한 특징점 매칭의 개수를 X 로 두고 이에 따라 실제로 통과하였는지 여부를 y 로 설정하였다. 즉, 신경망 모델로 데이터의 X 에 따른 결과값 y 를 학습시킴으로써 이후에 진입한 차량과 등록된 차량 간의 특징점 매칭 개수 X 에 따라 통과하는지 여부 y 를 예측하고자 한 것이다. 설정한 데이터에 Stratified KFold($k=5$)를 적용시켜 신경망 모델을 학습시킨 결과, x 축이 특징점 개

수, y 축이 통과 여부인 <Figure 9>을 확인할 수 있었다. y 축의 0.5를 threshold로 설정한 결과 특징점 매칭 수가 13개 이상일 때부터 진입한 차량을 내부에 등록된 차량과 동일한 차량으로 인식하였다.

또한 신경망 모델 외에 비교군 모델로 다양한 머신러닝 모델들을 똑같이 Stratified KFold로 학습하여 살펴본 결과 특징점 개수에 따른 동일 차량 판별여부는 다음 <Table 1>과 같이 나타났다. <Table 1>에서 ‘X’는 위조번호판을 부착한 차량 혹은 저장된 차량과 다른 차량이어서 통과하지 못하였음을 나타내며, ‘O’은 현재 진입한 차량이 내부에 등록된 차량과 동일한 차량이어서 통과했음을 나타낸다.

실험 결과 신경망 모델에서는 특징점 매칭이 13개일 때부터, 그 외의 머신러닝 모델들에서는 특징점 매칭이 15개 혹은 16개일 때부터 진입한

<Table 1> Whether or not the vehicle passes according to the number of feature points per model

| The number of feature points | Neural network | LinearSVC | Linear Regression | DecisionTree | ExtraTrees | Xgboost |
|------------------------------|----------------|-----------|-------------------|--------------|------------|---------|
| 10 ~ 12 | X | X | X | X | X | X |
| 13 | O | X | X | X | X | X |
| 14 | O | X | X | X | X | X |
| 15 | O | O | X | X | O | O |
| 16 ~ 20 | O | O | O | O | O | O |

차량을 내부에 등록된 차량과 동일한 차량이라고 인식하였다. 신경망 모델뿐만 아니라 비교군 모델들에 있어서 모두 특징점이 매칭되는 수가 16개 이상일 경우 현재 진입한 차량을 등록된 차량과 동일한 차량이라고 인식하여 통과시키므로 특징점 매칭의 최소 기준점이 되는 X^* 는 16으로 정하였다.

양 AI센터 주차장'이다.



<Figure 10> Counterfeit paper for license plate

4. 실험과정 및 실험결과

4.1. 데이터 수집

제안 방법을 적용시키기 위해서 다음과 같이 데이터를 수집하였다. 먼저 <Figure 10>과 같이 주차장 3곳의 주차관제시스템에 각각 등록되어 있는 1대 차량의 위조번호판을 본떠 총 3개의 종이 위조번호판을 준비하였다. 이후 <Figure 11>과 같은 방법으로 주차관제시스템의 카메라처럼 위조번호판을 부착하고 또는 부착하지 않고 진입하는 차량의 영상 데이터를 촬영하였다. <Figure 11>의 데이터를 수집한 주차장은 각각 순서대로 '건대 커먼그라운드 주차장', '구의 KCC 웰츠타워 주차장', 그리고 '세종대학교 대

<Figure 12>은 영상을 확보한 3곳 중 세종대학교 대양 AI센터 주차장 입구에서 주차관제시스템에 등록되지 않은 외부 차량에 위조번호판을 부착하고 진입에 성공하는 모습을 나타낸다. 외부 차량의 실제번호판은 각각 '69거 23**'과 '01허 08**'이지만 주차관제시스템의 진입스크린에는 위조번호판 '101호 81**'과 '등록차량입차'가 표시되어 등록된 차량으로 인식되어 진입에 성공한 것을 확인할 수 있다. 이와 같이 종이로 만든 위조번호판을 부착하고도 기존 주차관제시스템에서는 실제로 내부등록차량인 것처럼 진입할



〈Figure 11〉 Data collection process



〈Figure 12〉 Example of passing a vehicle with a counterfeit license plate

수 있다.

확보한 차량진입 영상데이터의 종류는 크게 4

가지로 <Table 2>와 같다. 먼저 차량번호판의 번호와 특징점의 정보가 주차관제시스템에 저장되

〈Table 2〉 Description of collected video data

| Video | Description |
|---|--|
| Original | Source data stored in the database and compared to other videos |
| Registered vehicle | Entry video of vehicles registered in the database |
| Fake plate vehicle A | Entry video of vehicle A not registered in a database with a fake license plate |
| Fake plate vehicle B | Entry video of vehicle B not registered in a database with a fake license plate |
| Fake plate vehicle C with the same vehicle type | Entry video of the same type of vehicle C registered in the database with a fake license plate |

어 새롭게 진입하는 다른 영상들과 비교하는데 사용되는 ‘Original’ 데이터를 확보하였다. 그리고 주차관제시스템에 등록된 차량이 정상적으로 진입하는 모습인 ‘Registered vehicle’을 수집하였으며, 주차장에 등록되지 않은 외부차량인 외부차량A와 외부차량B에 종이 위조번호판을 부착하여 진입하는 영상인 ‘Fake plate vehicle A’과 ‘Fake plate vehicle B’을 각각 촬영하였다. 마지막으로 주차관제시스템에 등록된 차량과 동일차종의 차량인 차량C에 위조번호판을 부착하고 진입하는 ‘Fake plate vehicle C with the same vehicle type’을 확보하였다.

4.2. 특징점 매칭 전 차량 이미지 추출

본 논문에서는 차량 번호판 인식 및 비교라는 기존 주차관제시스템의 보안 외에도 차량의 특징점을 추출 및 비교함으로써 추가적인 보안으로써 제안하고자 한다. 이를 위해서 먼저 수집된 차량 진입 영상 데이터에서 차량을 detect하고 특징점 매칭을 적용하기 전의 이미지를 추출해야 하는데 이때 YOLOv5 모델을 사용하였다.

YOLOv5가 이미지를 추출하기 위해 사용되는 과정은 앞서 〈Figure 4〉의 Image cropping process와 그 예시를 나타낸 〈Figure 5〉에서 살펴 보았으며 〈Figure 5〉의 결과로 아래의 〈Figure 13〉과 같이 특징점 매칭을 적용하기 전의 이미지를 추출할 수 있다.



〈Figure 13〉 Example of an image before applying feature matching

4.3. 특징점 매칭 적용결과

다음 〈Table 3〉는 수집한 영상들에 특징점 매칭과 내부 차량 존재여부의 과정을 적용하여 나온 성능표이다. 1열은 차량 진입 영상 데이터의

(Table 3) Feature matching Performance table

| Video | Similarity of feature matching (Common Ground) | Similarity of feature matching (Gueui-dong) | Similarity of feature matching (Sejong University) | Criterion1 (Feature matching) | Criterion2 (Internal presence) |
|--|--|---|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Original | 426 | 454 | 423 | O | O |
| Registered vehicle1 | 175 | 183 | 191 | O | O |
| Registered vehicle2 | 196 | 39 | 153 | O | O |
| Registered vehicle3 | 147 | 46 | 116 | O | O |
| Registered vehicle4 | 177 | 30 | 95 | O | O |
| Fake plate vehicle A1 | 5 | 0 | 1 | X | X |
| Fake plate vehicle A2 | 3 | 1 | 3 | X | X |
| Fake plate vehicle A3 | 2 | 1 | 1 | X | X |
| Fake plate vehicle B1 | 6 | 2 | 4 | X | X |
| Fake plate vehicle B2 | 4 | 6 | 3 | X | X |
| Fake plate vehicle B3 | 3 | 3 | 3 | X | X |
| Fake plate vehicle C1 with the same vehicle type | 27 | 34 | 86 | O | X |
| Fake plate vehicle C2 with the same vehicle type | 25 | 24 | 94 | O | X |
| Fake plate vehicle C3 with the same vehicle type | 23 | 40 | 76 | O | X |

이름을 나타내며, 2열, 3열, 4열은 각각 ‘건대 커먼그라운드 주차장’, ‘구의 KCC 웰츠타워 주차장’, 그리고 ‘세종대학교 대양 AI센터 주차장’에서 수집한 차량 진입 영상 데이터에서 특징점 매칭의 유사도를 구한 것이다. 그리고 5열은 특징점 매칭 과정을 통과하였는지 여부, 마지막 6열은 차량이 내부에 이미 존재하는지 여부로 각각의 과정을 통과하였을 경우 ‘O’, 통과하지 못하였을 경우 ‘X’이다. ORB의 기본 파라미터를 그대로 사용하여 나온 특징점 매칭 유사도의 수치는 각 영상 별 차량이 진입하였을 때 촬영된 이

미지가 주차관제시스템 내부에 저장된 원본 영상의 이미지와 특징점이 얼만큼 매칭되는지를 나타낸다. 실험 결과, 위조번호판을 부착하고 진입하는 차량의 영상들에서 매칭 유사도가 10 미만으로 현저히 떨어지는 것을 확인할 수 있다. 동일 차종의 차량에 위조번호판을 부착한 경우, 특징점 매칭에서는 동일 차종이 아닌 경우에 비해서 특징점 매칭의 정도가 더욱 높게 나오지만 내부에 차량이 존재하는지 확인하는 과정에서 통과하지 못하였다.

4.4. 매칭 알고리즘 비교

본 논문에서는 특징점 매칭 기반의 제안 성능을 검증하고자 다른 매칭 기법인 이미지 매칭을 사용하여 성능을 비교하였다. 이미지 매칭이란 서로 다른 두 이미지를 비교해서 짝이 맞는 같은 형태의 객체가 있는지 찾아내는 기술이다(이세우, 2019). 이미지 매칭에는 평균 해시 매칭과 템플릿 매칭 기법이 존재하는데, 입차가 동일한 차량인지 판단하기 위한 해당 논문의 실험에서는 비슷한 이미지의 위치를 찾는 Sibiryakov (2011)

의 템플릿 매칭 기법보다는 반태학 등(2016)에 의하면 두 이미지의 특징 벡터를 구해서 비교함으로써 얼만큼 이미지가 유사한가를 판단하는 평균 해시 매칭 기법이 더 적합하기에, 이를 사용하였다.

다음 <Table 4>는 특징점 매칭을 적용하였던 영상들에 똑같이 이미지 매칭을 적용하여 나온 성능표이다. 해당 성능 <Table 4>에서 수치가 ϵ 라 할 때 $(1-\epsilon)$ 만큼 데이터베이스에 저장된 원본 영상의 이미지와 유사하다고 볼 수 있다. 즉, 진입 영상 차량에 대해서 ϵ 값이 나온다면 데이

<Table 4> Image matching performance table

| Video | Similarity of image matching (Common Ground) | Similarity of image matching (Gueui-dong) | Similarity of image matching (Sejong University) |
|--|--|---|--|
| Original | 0.002 | 0.003 | 0.002 |
| Registered vehicle1 | 0.239 | 0.221 | 0.085 |
| Registered vehicle2 | 0.141 | 0.330 | 0.115 |
| Registered vehicle3 | 0.171 | 0.287 | 0.129 |
| Registered vehicle4 | 0.139 | 0.317 | 0.138 |
| Fake plate vehicle A1 | 0.351 | 0.276 | 0.247 |
| Fake plate vehicle A2 | 0.365 | 0.275 | 0.295 |
| Fake plate vehicle A3 | 0.363 | 0.275 | 0.252 |
| Fake plate vehicle B1 | 0.480 | 0.446 | 0.391 |
| Fake plate vehicle B2 | 0.485 | 0.449 | 0.396 |
| Fake plate vehicle B3 | 0.680 | 0.469 | 0.413 |
| Fake plate vehicle C1 with the same vehicle type | 0.219 | 0.287 | 0.137 |
| Fake plate vehicle C2 with the same vehicle type | 0.215 | 0.288 | 0.128 |
| Fake plate vehicle C3 with the same vehicle type | 0.231 | 0.259 | 0.148 |

터베이스에 저장된 원본 영상의 차량과 ϵ 만큼 유사하지 않다고 볼 수 있다. 따라서 위조번호판을 부착한 차량을 저장된 원본 차량과 비교하였을 때는 대체적으로 높은 ϵ 값이 나온다. 하지만 구의 주차장의 경우 정상적으로 등록된 차량이 진입할 때의 ϵ 값이 위조번호판을 부착한 차량보다 높은 수치가 나오는 등 위조번호판을 부착한 차량을 분류해낼 수 있는 일정한 수치를 획득하기 어려웠다. 이로 인해서 특징점 매칭처럼 이미지 매칭은 보안의 한 방법으로서 사용할 수는 없었다.

4.5. 실험 요약

주차관제시스템에 개선한 방법들을 적용한 실험과 이미지 매칭 기법과의 비교를 통해 위조번호판 차량 진입방지에 대한 특징점 매칭 기법의 유용성을 확인할 수 있었다. 또한 이미지 매칭의 평균 헤시 매칭 기법의 경우 기준 성능이 모호하여 실제 적용하기 힘든 것에 비해 특징점 매칭은 내부존재여부의 확인 과정으로 위조번호판을 부착한 동일 차종의 차량에 대해서도 진입을 막을 수 있음을 보였다. 이와 같이 기존 인공지능 주차관제시스템에 번호판을 비교하는 방법 외에도 특징점 매칭 기법을 추가하여 개선시킬 수 있음을 확인하였다.

5. 결론 및 향후 연구

기존 인공지능 주차관제시스템이 위조번호판 부착 차량에 대한 대응 없이 계속 이용된다면 앞서 살펴보았던 사례들처럼 주요 정부기관이나 유료 시설에 불법적으로 출입하는 사건이 일어

날 수 있다. 이에 본 논문에서는 YOLOv5, 특징점 매칭과 내부 존재 여부 확인을 통하여 주차관제시스템의 문제점을 개선하는 방안을 제안하였으며 기존 인공지능 주차관제시스템 연구들이 해결하지 못하였던 위조번호판 부착 차량의 진입을 방지할 수 있었다. 내부에 등록된 차량만 출입이 가능한 모든 시설에서 제안 방법을 활용한다면, 위조번호판을 통한 진입에 대해서 대응이 가능하다.

향후 연구 주제로는 이미지 매칭 기법 중 평균 헤시 매칭 기법을 개량하여 명확하게 동일차량 여부를 판별할 수 있는 이미지 매칭 기법을 들 수 있다. 해당 논문에서는 이미지를 흑백 채널로 변환하여 평균값을 구하는 평균 헤시 매칭 기법의 원래 방법을 그대로 사용하였다. 하지만 차량 이미지의 배경을 제거하여 평균에 영향을 미치는 외부 변수를 줄이고 이미지의 3개의 채널을 모두 활용하여 비교 벡터를 추출해내기 위한 적절한 평균값을 구해낼 수 있다면 해당 방법도 추가적인 보안 방법으로써 사용될 수 있을 것이다. 또한 실험 과정 중 번호판의 글자를 추출해내는 OCR과정, 이미지 매칭 과정, 특징점 매칭 과정, 내부존재여부 확인 과정을 모두 수행하는데 1초 미만의 짧은 시간이 소요되기 때문에 이미지 매칭 과정을 개선하여 보안에 추가한다 하여도 보안을 위한 비교 프로세스 시간이 오래 걸리지 않을 것으로 보인다.

특징점 매칭을 보안에 적용시킬 수 있는 다른 사례들로는 얼굴을 인식하여 특징점을 비교하거나 지문에 대한 특징점을 비교하는 사례들이 있다 (강민구 등, 2011; 최선형 등, 2012; Li & Shi, 2019). 이와 같이 기존에 저장된 이미지의 고유 특징과 새롭게 들어온 이미지의 특징을 비교하는데 있어서 다양하게 특징점 매칭이 사용될 수

있고, 이 또한 추후 연구 방향이라 할 수 있다.

참고문헌(References)

[국내 문헌]

- 강민구, 추원국, 문승빈. (2011). SURF 특징점 추출 알고리즘을 이용한 얼굴인식 연구. *전자공학회논문지-CI*, 48(3), 46-53.
- 김기태, 오원석, 임근원, 차은우, 신민영, 김종우. (2017). 온라인 쇼핑몰에서 상품 설명 이미지 내의 키워드 인식을 위한 딥러닝 훈련 데이터 자동 생성 방안. *한국지능정보시스템학회 학술대회논문집*, 108-110.
- 김정환, 임준홍. (2019). 딥러닝을 이용한 번호판 검출과 인식 알고리즘. *전기전자학회논문지*, 23(2), 642-651.
- 박희재. (2021, 3월 23). ‘가짜 번호판’ 식별 못 하는 무인 주차 시스템...직접 실험해보니. YTN. from https://www.ytn.co.kr/_ln/0103_202103231954372497.
- 반태학, 방진숙, 육정수. (2016). OpenCV를 활용한 이미지 유사성 비교 시스템. *한국정보통신학회 2016년도 춘계학술대회*, 834-835
- 신백균. (2020, 11월 15). OpenCV - 28. 특징 매칭 (Feature Matching). from <https://bkshin.tistory.com/entry/OpenCV-28-%ED%8A%B9%EC%A7%95-%EB%A7%A4%EC%B9%ADFeature-Matching?category=1148027>.
- 이근상, 김영주, 고대경. (2020). 딥러닝 알고리즘 기반의 차량번호 인식 프로그램 개발. *한국지적정보학회지*, 22(2), 124-135.
- 이세우. (2019). *파이썬으로 만드는 OpenCV 프로젝트* 서울: 인사이트
- 장일식, 박구만. (2021). 인조 번호판을 이용한 자동차 번호인식 성능 향상 기법. *방송공학*

회논문지, 26(4), 453-462.

- 정민철. (2004). 측면윤곽 패턴을 이용한 접합 문자 분할 연구. *지능정보연구*, 10(3), 1-10.
- 최선형, 조성원, 정선태. (2012). 부분 얼굴 특징 추출에 기반한 신원 확인 시스템. *한국지능시스템학회 논문지*, 22(2), 168-173
- 최홍서, 임송원, 조성만, 강예진, 김민주, 이정민, 박구만. (2018). YOLO를 이용한 지능형 종합 주차관제 시스템. *대한전자공학회 학술대회*, 469-472.
- 한상욱, 안성만, 정여진. (2019). Object detection을 통한 문서내의 특정 객체 탐지 및 추출. *한국지능정보시스템학회 학술대회논문집*, 29-30.

[국외 문헌]

- Bay. H., A. Ess., T. Tuytelaars., & L. V. Gool. (2016). Speeded-up robust features. *Computer Vision and Image Understanding*, 110, 346-359.
- Bochkovskiy. A., C. Wang., & H. M. Liao. (2020). YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. ArXiv, abs/2004.10934.
- Calonder, M., V. Lepetit., C. Strecha., & P. Fua. (2010). BRIEF: Binary Robust Independent Elementary Features. *European Conference on Computer Vision*, 6314
- Jocher. G., A. Chaurasia., A. Stoken., J. Borovec., ..., & M. T. Minh. Retrieved February 22, 2022, ultralytics/yolov5: v6.1 - TensorRT, TensorFlow Edge TPU and OpenVINO Export and Inference (v6.1). Zenodo. from <https://doi.org/10.5281/zenodo.6222936>.
- Li. Y., & G. Shi. (2019). ORB-based Fingerprint Matching Algorithm for Mobile Devices. *IEEE 2nd International Conference on*

- Computer and Communication Engineering Technology (CCET)*, 11-15
- Lowe, D. G. (2004). Distinctive image features from scale-invariant keypoints. *International Journal of Computer Vision*, 60, 91-110.
- Redmon, J., S. Divvala., R. Girshick., & A. Farhadi. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 779-788.
- Redmon, J., & A. Farhadi. (2017). YOLO9000: Better, Faster, Stronger. *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 7263-7271
- Redmon, J., & A. Farhadi. (2018). YOLOv3: An Incremental Improvement. arXiv:1804.02767
- Rosten, E., & T. Drummond. (2006). Machine Learning for High-Speed Corner Detection. *European Conference on Computer Vision*, 3951
- Rublee, E., V. Rabaud., K. Konolige., & G. Bradski. (2011). ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF. *International Conference on Computer Vision*, 2564-2571.
- Sibiryakov, A. (2011). Fast and high-performance template matching method. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1417-1424.

Abstract

A study on the improvement of artificial intelligence-based Parking control system to prevent vehicle access with fake license plates

Sungmin Jang* · Jeongwoo Iee** · Jonghyuk Park***

Recently, artificial intelligence parking control systems have increased the recognition rate of vehicle license plates using deep learning, but there is a problem that they cannot determine vehicles with fake license plates. Despite these security problems, several institutions have been using the existing system so far. For example, in an experiment using a counterfeit license plate, there are cases of successful entry into major government agencies. This paper proposes an improved system over the existing artificial intelligence parking control system to prevent vehicles with such fake license plates from entering. The proposed method is to use the degree of matching of the front feature points of the vehicle as a passing criterion using the ORB algorithm that extracts information on feature points characterized by an image, just as the existing system uses the matching of vehicle license plates as a passing criterion. In addition, a procedure for checking whether a vehicle exists inside was included in the proposed system to prevent the entry of the same type of vehicle with a fake license plate. As a result of the experiment, it showed the improved performance in identifying vehicles with fake license plates compared to the existing system. These results confirmed that the methods proposed in this paper could be applied to the existing parking control system while taking the flow of the original artificial intelligence parking control system to prevent vehicles with fake license plates from entering.

Key Words : Parking control system, Computer vision, Object detection, ORB algorithm

Received : April 25, 2022 Revised : May 30, 2022 Accepted : June 2, 2022

Corresponding Author : Jonghyuk Park

* College of Business Administration, Kookmin University

** College of Computing and Informatics, Sungkyunkwan University

*** Corresponding author: Jonghyuk Park

College of Business Administration, Kookmin University

77 Jeongneung-ro, Seongbuk-gu, Seoul 02707, Korea

Email: jonghyuk@kookmin.ac.kr

저 자 소개



장성민

현재 국민대학교 경영대학 AI빅데이터융합경영학과 학사과정에 재학 중이다. 주 연구 관심분야는 빅데이터 분석, 머신러닝, 딥러닝, 컴퓨터 비전 등이다.



이정우

국민대학교 경영대학 빅데이터경영통계 학과 학사를 취득하고, 현재 인공지능 융합학과 석사과정으로 재학 중이다. 주 연구 관심분야는 딥러닝, 인공지능 응용, HCI, 컴퓨터 비전 등이다.



박종혁

현재 국민대학교 경영대학 AI빅데이터융합경영학과 조교수로 재직 중이다. 서울대학교 산업공학과에서 박사 학위를 취득하였다. 주 연구 관심분야는 딥러닝, 인공지능 응용, 컴퓨터 비전, 빅데이터 분석 등이다.