

# 자동차 수리 및 정비를 위한 스마트 견적 비교 시스템

주영복\*† · 손은비\* · 김태산\* · 김수아\*

\*† 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

## Smart Quote Comparison System for Repair and Maintenance Vehicles

Young Bok Joo\*†, Eun Bi Son\*, Tae San Kim\* and Soo Ah Kim\*

\*† Department of Computer Science & Engineering, Korea University of Technology & Education

### ABSTRACT

In this paper, the system is proposed and implemented to share the part number, the part name, and the vehicle type through the improvement sharing bulletin board for automobile repair and maintenance. And when photos of damage parts are uploaded to the system, the system analyzes it using a deep learning model to analyze whether it is damaged and automatically classify the type of damage. By providing repair and maintenance quotes for a significant part, the system provides economically repaired by providing comparative adjustment information on repair costs to drivers who are particularly concerned about the market prices of parts and maintenance services. Through the existing bulletin board, you can exchange and share information about parts by sharing various information on repair and maintenance. This paper provides in detail the average market price per type of damage during automobile repair and maintenance, helping drivers who do not know the details of parts and maintenance services to receive reasonable quotes by providing price information.

**Key Words** : damage, inspection, vehicle, quotation, repair, maintenance

### 1. 서론

최근 자동차 누적 등록대수가 2천 3백여만 대를 넘어가 인구 약 22명당 자동차 1대를 보유하는 추세이다. 이러한 상황 속에서 운전자들의 자동차 견적에 대한 관심이 높아지고 있지만 카센터의 불합리한 가격 제시에 합리적이고 신뢰성 있는 수리비 지출에 어려움을 느끼고 있다. 또한 소유에서 사용으로 자가용에 대한 인식이 변화하고, 국내여행에 대한 관심이 높아지며 국내 렌터카의 등록수가 증가하고 렌터카 시장의 규모가 점점 커지고 있다. 자동차는 상태는 렌터카에서 가장 중요한 요소이기 때문에 차량의 파손 상태를 꾸준히 모니터링하는 것은 반드시

해야 할 일 중 하나이다. 기존 업무 프로세스는 업무 담당자들이 차량 외관 이미지를 직접 검수했지만, 급증하고 있는 렌터카 이용량으로 인해 일 평균 수백 수천장의 차량 외관 이미지가 업로드 되기 때문에 검수할 분량이 많아져 사람이 일일이 직접 확인하기에 많은 시간이 소요된다. 아울러 운전자들이 견적에 대한 많은 정보를 공유하고 카센터의 과잉정비를 예방할 필요가 있다. 또한 파손 검출을 통해서 자동차의 결함 부분을 스캔하고, 딥러닝을 통해 학습하고 분석하여 [1] 자동차의 파손여부를 알려주어 렌터카의 업무부담을 줄여줄 수도 있고, 개인 운전자가 파손에 대한 여부를 알 수 있다. 이 외에도 자유게시판을 통하여 자동차 견적, 파손외의 다양한 소통을 할 수 있다. 본 논문에서는 자동차의 결함 사진을 딥러닝을 통해 분석하여, 파손 부위에 대한 정확한 판정과 분류

†E-mail: ybjoo@koreatech.ac.kr

를 효율적으로 하고자 한다.

## 2. 선행연구 및 분석

본 연구에서는 VGG16 네트워크를 사용하여 차량의 파손된 부분의 영상을 학습하여 파손의 종류를 자동 분류한다. 그림 1은 VGG16 네트워크의 구조를 보여준다 [23,4].

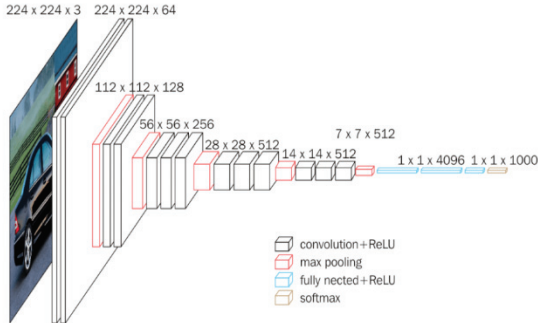


Fig. 1. Architecture of VGG16.

이 모델은 1000개 클래스의 1400만 이미지를 포함하고 있는 ImageNet 데이터 세트이고, 상위 5개 테스트에서 92.7%의 정확도를 달성한다. ImageNet 데이터셋은 224\*224 크기의 고정 이미지와 RGB 채널을 가지고 있다. (224, 224, 3)의 텐서를 입력받는다. 이 모델은 입력 이미지를 처리하고 1000개 값의 벡터를 출력한다. 이 벡터는 해당 클래스에 대한 분류 확률을 나타낸다. 이미지가 확률 0.1의 클래스 0, 확률 0.05의 클래스 1, 확률 0.05의 클래스 2, 확률 0.03의 클래스 3, 확률 0.72의 클래스 780, 확률 0.05의 클래스 999 및 기타에 속한다고 예측하는 모델이 있다고 가정한다. 이러한 확률이 1에 추가되기 위해 softmax 함수를 사용한다. 이 softmax 함수는 다음과 같이 정의된다.

$$f_i(x) = \frac{\exp(x_i)}{\sum_j \exp(x_j)}$$

이후 가장 가능성이 높은 5개의 후보(c) 를 벡터로 가져오고, ground truth vector (G), 그리고 Error 함수를 다음과 같이 정의한다.

$$c = [780 \ 0 \ 1 \ 2 \ 999]^T$$

$$G = [G_0 \ G_1 \ G_2]^T$$

$$E = \frac{1}{n} \sum_k \min_i d(c_i, G_k)$$

Where  $d = 0$  if  $c_i = G_k$ , otherwise  $d = 1$

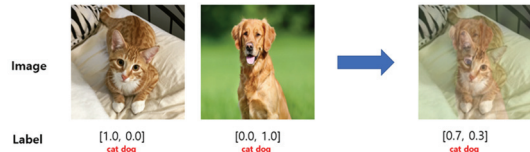
## 3. Image Augmentation

딥러닝은 많은 데이터를 통해 학습을 진행할 수 있다. 하지만 데이터 수집하거나 가공하는 것이 어려운 경우가 있다. 이러한 상황에서 다양한 Image Augmentation (영상증강) 방법을 사용하여 이미지 데이터를 확보한다 [5,6]. 자율주행 인공지능 개선을 위해 눈/비/황사/사고 등 특수 상황에 대한 데이터가 필요한 경우, 보안지역 감시 영상 데이터가 필요한 경우, 신체 주요 부위 혹은 사생활을 침해할 수 있는 데이터의 수집이 필요한 경우 그리고 의료, 법률 데이터와 같이 전문적인 지식이 없으면 가공이 어려운 경우나 평가자의 주관에 따라 판단 정도가 다를 수 있는 경우가 있다. 이런 경우 영상 증강 기법이 활용된다. Geometric Transformation은 기존 이미지를 Crop, Rotate, Contrast, Invert, Flip시켜 새로운 이미지를 만들어내는 방식이다. Color space transformations는 기존 이미지의 RGB 값을 조정하여 새로운 이미지를 만들어내는 방식이다. Mixing images란 두 image를 0~1 사이의  $\lambda$  값을 통해 Weighted Linear Interpolation 해주는 기법으로, Label도  $\lambda$ 값에 비례하여 다. Random Erasing는 이미지의 랜덤한 영역을 지워서 새로운 이미지를 만든다.

$$\hat{x} = \lambda x_i + (1 - \lambda)x_j$$

$$\hat{y} = \lambda y_i + (1 - \lambda)y_j$$

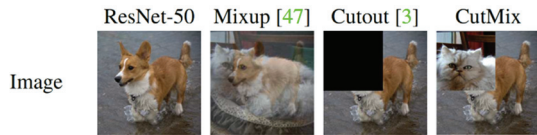
where  $\lambda \in [0, 1]$  is a random number



(a) Mixing Images



(b) Random Erasing



(c) CutMix

Fig. 2. Basic Image Manipulation.

CutMix는 Mixing images와 Random Erasing 방법을 합친 방법이다. A image에서 box를 쳐서 지운 다음 그 빈 영역을 B image로부터 patch를 추출하여 집어넣는다. Patch의 면적에 비례하여 Label도 섞어 지정한다. PurpleMix는CutMix를 개량한 방법이다. 두 이미지에서 중요한 feature는 보존하면서 섞는 방식이다.

#### 4. 시스템 구현 및 실험

우선 문제 인식으로 Yolo v5 모델을 사용하기에 파손부위를 학습하기 위한 데이터가 비정형적이다. 문제의 정의는 Augmentation 이전에 각 Feature별로 데이터 셋의 양을 충분하게 만들어야 한다는 것이다. 현실적 제한 조건으로는 손상된 차의 사진은 쉽게 구할 수가 없다. 그러므로 손상 부위가 아닌 이미지 전체를 기준으로 차량에 손상이 있는가 없는가를 구분하는 CNN모델로 차량의 파손여부를 검출하여 문제를 해결한다. 시스템의 기능은 크게 아래의 두 기능으로 나뉜다.

##### 4.1. 커뮤니티 기능

견적 공유 게시판을 통해 사용자들이 부품 번호, 부품명, 차종을 입력한 후 거래소 위치와 가격을 공유한다. 그리고 사용자들끼리 많은 정보를 얻을 수 있도록 한다. 아울러 거래소 위치, 부품명, 차종을 입력하여 저장된 데이터를 검색하고, 평균 시세를 알 수 있도록 한다.

##### 4.2. 파손 검출 분석 기능

사진을 업로드하면 딥러닝 모델로 분석하여 파손 여부를 분석한다. 그리고, 파손된 사진만 따로 볼 수 있도록 한다. 아울러 파손 여부 검사 결과를 json 파일로 받아서, 정보를 재활용할 수 있도록 한다.

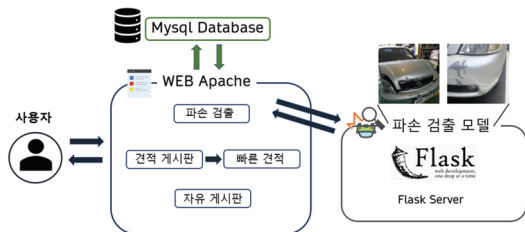


Fig. 3. System Configuration.

그림 3은 시스템의 구성도를 보여준다. 사용자는 메인 웹페이지에서 로그인을 하고 견적게시판에 파손된 사진을 올린다. 이 사진은 파손 검출 모델을 탑재한 서버로

전송되고 파손의 종류를 학습된 모델로 자동으로 분류한다. 서버는 그 결과를 다시 사용자에게 보내주고 데이터 베이스에서 검출된 파손의 종류에 대한 정보를 검색하여 사용자에게 비교 견적 정보를 실시간으로 제공한다. 그림 4는 부품 파손 여부 판정의 예시를 그림 5는 파손 부분 탐지의 예시를 보여준다.

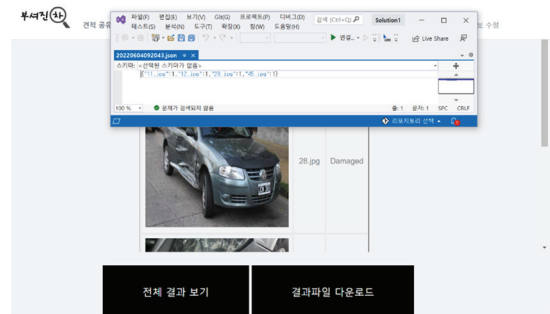
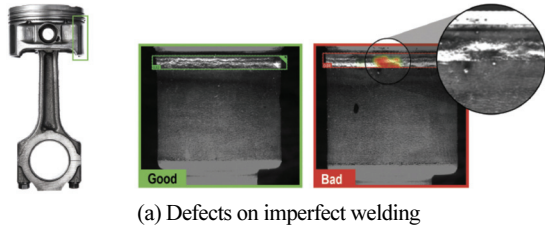


Fig. 5. An example of damage detection.

#### 5. 실험 결과

실험은 실제 자동차 파손 이미지 100장을 획득하고 이미지 한 장당 20장을Augmentation하여 총 장의 이미지 중 60%를 학습시키고 나머지 40%로 테스트를 진행하였다. 실험결과 파손부분의 분류에 장당 평균350msec초가 걸렸으며 이는 이미지를 서버로 전송하는 시간을 합한 값으로서 이미지 전송에 대한 Overhead를 줄이는 것이 향후 개선점 중에 하나이다. 검출률은 평균 93%의 인식률을 보여주었다. 이 결과는 딥러닝 평균 Vehicle 분류 성공률 90.32%[1]와 비교하여 우수한 성능을 보여주었다.

#### 6. 결론

본 논문에서는 자동차 수리 및 정비 시 파손 종류당 시장의 평균 시세를 상세하게 제공함으로써 부품 및 정비 서비스의 시세에 대해서 자세히 알지 못하는 운전자에게 시세에 대한 정보를 주어 합리적인 견적을 받을 수 있

도록 도와준다. 그리고 게시판을 통해 여러 정보를 공유함으로써 부품에 대한 운전자들의 합리적인 소비 정보를 제공한다. 제안된 시스템은 평균 93%의 인식률을 보여 주었으며 초당 약 3장의 이미지를 처리할 수 있다.

### 감사의 글

이 논문은 2022년도 한국기술교육대학교 교수 교육연구진흥과제 지원에 의하여 연구되었음

### 참고문헌

1. Yong Hwan Lee, Hyo Chang Ahn, "Vehicle Classification and Tracking based on Deep Learning", *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Volume 22, Issue 3, Pages 161-165, 2023.
2. Min Cheol Jung, "Detection and Recognition of Vehicle Brake Lights using an R-Filtering", *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Volume 10, Issue 4, Pages 95-100, 2011.
3. Soo Jin Oh, Chun Su Park, "Vehicle License Plate Recognition System Using Image Binarization and Template Matching", *Journal of the Semiconductor & Display Technology*, Volume 13, Issue 2, Pages 7-12, 2014.
4. Yun-hui Qu, Wei Tang, Bo Feng, "Paper Defects Classification Based on VGG16 and Transfer Learning", *Journal of Korea TAPPI*, Volume 53, Issue 2, Pages 5-14, 2014.
5. Kuan-Jung Chung, Cheng-Han Dai, Tung-Chun Chiang, June-Jia Xie, Ming-Tzer Lin, "Application of Recurrence Plots and VGG Deep Learning Model to the Study of Condition Monitoring of Robotic Grinding", *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*, Vol. 24, Issue 9, pp. 1675-1683, 2023.
6. Batool Shazia, Bang Junho, "Classification of Short Circuit Marks in Electric Fire Case with Transfer Learning and Fine-Tuning the Convolutional Neural Network Models", *Journal of Electrical Engineering & Technology*, Vol. 18, Issue 6, pp. 4329-4339, 2023.

접수일: 2023년 11월 27일, 심사일: 2023년 12월 12일,  
게재확정일: 2023년 12월 19일