|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **(안내: 심사용 작성양식-파란 글씨로 적힌 안내문은 삭제한 후 제출해 주세요)**  **Co-Deformable-DETR을 이용한 차량파손 검출 모델 개선** |  |
|  | **(안내: 논문심사는 저자와 심사위원 상호 암맹 평가로 진행되므로, 심사용 논문에는 저자 정보를 기입하지 마시기 바랍니다.)** |  |
|  | **Improving the Vehicle Damage Detection Model using**  **Co-Deformable-DETR** |  |
|  |  |  |
|  | **요약**  **(안내: 국문 요약문을 250자 내외로 작성)**  **본 논문에서는 Co-Deformable-DETR을 이용하여 차량의 부위별 파손현황을 검출하는 기법을 제안한다. 제안 알고리즘은 Co-Deformable-DETR을 통해 차량의 파손 종류를 학습시킨 후 검출되는 바운딩 박스의 좌표 정보들을 추출한다. 또한 성능비교의 객관성을 위하여 동일 분야의 모델을 이용한 기법을 대조 모델로 포함한다. 이를 통하여 제안 알고리즘의 성능을 비교, 평가하고 검출 모델의 개선 방안을 제안한다.**  **Abstract**  **(안내: 영문 요약을 100 단어 내외로 작성)**  **This paper proposes a method for detecting vehicle damage by parts using Co-Deformable-DETR. The proposed algorithm learns the types of vehicle damage through Co-Deformable-DETR and extracts the coordinate information of the detected bounding boxes. Furthermore, for objective performance comparison, a comparative model using a model in the same field is included. This allows for the comparison and evaluation of the proposed algorithm’s performance, and suggests improvements for the detection model.** |  |

**1. 서론**

최근 차량의 파손 현황을 분석하는 기술은 자동차 보험, 렌터카 서비스, 교통사고 조사 등 다양한 분야에서 중요한 역할을 한다. 이러한 기술은 사고 처리를 효율화하고, 객관적이고 정밀한 분석을 통해 비용 절감의 가능성을 제공한다. 기존 연구들은 YOLOv4, U-Net과 같은 딥러닝 모델을 활용하여 차량 파손을 탐지하고 분류하는 기술을 제안한다.[1][2][3] 그러나 이들 기법은 빠른 처리 속도와 널리 사용되는 장점을 지녔음에도 불구하고, 복잡한 장면에서의 낮은 정확도, 연산 효율성 문제 등 여러 한계를 가진다.

본 연구는 Co-Deformable-DETR[4]을 활용하여 이러한 한계를 극복하고자 한다. Co-Deformable-DETR은 YOLO 모델이 주로 격자 기반 전역 처리를 통해 빠르고 경량화된 구조를 제공하는 것과 달리, 변형 가능한(deformable) Attention 메커니즘을 통해 중요한 특징에 집중하여 정밀도를 높인다. 또한, DETR 모델 대비 연산 효율성이 뛰어나고 수렴 속도가 빠르며, 관심 영역만 선택적으로 처리하여 학습 시간을 단축한다. 이러한 특성은 특히 차량 파손 데이터와 같은 복잡한 장면에서 높은 정확도를 요구하는 응용 사례에 적합하다.

본 연구에서 사용한 차량 파손 데이터는 Roboflow에서 제공된 500장의 데이터로, 차량의 파손 부위가 명확하고 크게 촬영된 것이 특징이다. 이러한 데이터 특성은 DETR의 약점으로 지적되는 작은 객체 검출 문제를 보완하며, Co-Deformable-DETR의 강점을 극대화할 수 있는 환경을 제공한다. 연구의 주요 목표는 YOLOv4와 DETR 모델 대비 차량 파손 검출 정확도를 개선하는 것이다. 이를 위해 Average Precision(AP)을 기준으로 성능을 평가하고, 제안된 모델의 우수성을 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 Co-Deformable-DETR 기반의 제안 알고리즘을 설명하고, 3장에서는 기존 연구와의 성능 비교 결과를 제시한다. 마지막으로 4장에서는 연구의 결론과 향후 과제를 논의한다.

**2. 제안 기법**

본 논문에서 제안한 알고리즘은 학습 과정과 테스트 과정으로 나뉜다. 학습 과정에서는 우선, ‘깨진 앞 유리창’, ‘찌그러짐’, ‘스크레치’, ‘앞 쪽 범퍼 손상’, ‘뒷쪽 범퍼 손상’, ‘옆쪽 문 손상’과 같이 6개의 클래스에 대해 라벨링된 데이터를 사용한다. 학습 데이터를 Co-Deformable-DETR의 사전 학습 모델을 이용하여 학습을 진행한다. 테스트 과정에서는 학습 후 생성된 모델에 테스트 이미지를 입력시켜 출력된 좌표 값들을 이용하여 차량의 파손 클래스를 파악한다.

야외, 차량, 육상 차량, 자동차 부품이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명**2-1. Co-DETR**

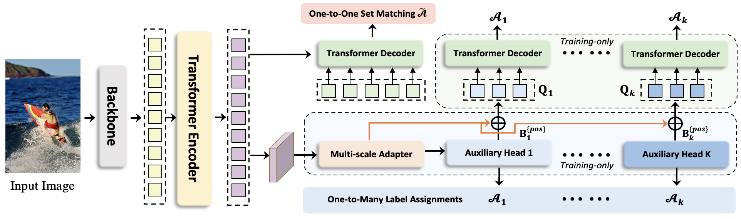


그림 3. 뒤쪽 범퍼 손상 이미지

**그림 2. 앞쪽 범퍼 손상 이미지**

**그림 1. The architecture of co-DETR[4]**

그림 1은 Co-Deformable-DETR의 base 모델인 Co-DETR의 아키텍처를 나타낸다. Co-DETR은 기존 DETR에 협업 학습(Cooperative Learning)을 접목한 방식이다. 이는 모델 간 상호 정보 교환을 통해 서로의 약점을 보완하고 효율적인 학습을 유도하다는 장점이 있고, car damage dataset의 탐지할 객체가 크다는 특성 상 DETR의 단점인 작은 객체 탐지 성능이 낮다는 점을 보완할 수 있으며, 동시에 협업 학습 방식으로 학습 속도를 개선하고 모델의 일반화 성능을 향상시켜 더욱 높은 성능을 기대할 수 있다. 협업 학습 방식이란 여러 개의 인공지능 모델이나 에이전트가 상호 작용하며 학습을 진행함으로써 개별 모델이 단독으로 학습할 때보다 더 나은 결과를 도출하는 학습 방법을 말한다. 본 논문에서는 Co-Deformable-DETR 모델을 사용하여 실험을 진행해 협업 학습을 진행하지 않고 그 자체로 높은 성능을 보임이 확인되지만, 이에 더해 다양한 에이전트(agent)와 협업을 했을 때 더욱 높은 성능을 기대할 수 있다는 점이 논문의 발전 방향이 될 수 있다.

**2-2. Co-Deformable-DETR**

Co-Deformable-DETR은 Co-DETR에 변형 가능한 어텐션 메커니즘(Deformable Attention Mechanism)[5]을 적용한 모델로 Co-DETR에 비해 계산 효율성이 높고 작은 객체 탐지 성능이 향상된다는 장점이 있다. 변형 가능한 어텐션 메커니즘은 이미지나 비디오와 같은 고차원 데이터를 효율적으로 처리하기 위해 도입된 기법으로 이를 사용하면 이미지의 중요한 부분에 집중하면서 더 적은 계산 리소스로 효과적으로 객체를 감지할 수 있어서, 특히 복잡한 장면이나 다양한 크기의 객체가 존재하는 데이터셋에서 더 우수한 성능을 보일 수 있다.

**3. 실험 결과 및 실험 환경**

육상 차량, 차량, 타이어, 바퀴이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명본 논문에서는 학습 데이터 구성을 위하여 Roboflow에서 제공하는 Car-damage-dataset 중 Object Detection 테스크를 위한 데이터셋을 사용한다. 데이터셋은 깨진 앞 유리창 이미지 27장, 찌그러짐 이미지 20장, 앞쪽 범퍼 손상 이미지 136장, 뒷쪽 범퍼 손상 이미지 63장, 옆쪽 문 손상 이미지 41장, 스크래치 이미지 19장이다. 이 중 여러 클래스를 동시에 갖는 이미지가 존재하고 총 이미지는 500장이다. 그림 2와 그림 3은 데이터 예시이다.

스크린샷, 텍스트, 모자이크이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 4. 데이터 증강(16배 증강)

이는 학습에 부족한 데이터 크기이므로 좌우 반전, 상하 반전, 그레이 스케일, 가우시안 노이즈 데이터 증강을 통해 16배 증강하여 8000장의 이미지로 학습을 진행하였다. 그림 4는 데이터 증강 예시이다. 실험 환경은 표2와 같으며 학습 모델은 Co-Deformable-DETR를 사용한다. 학습률은 -, 배치 크기는 -, epoch은 -로 설정한다.

**표 2. 실험 환경**

**텍스트, 스크린샷, 폰트, 번호이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명**

**4. 결론 및 향후 과제**

Co-Deformable-DETR의 특징인 협업 학습을 수행하여 실험 결과에서 발견한 해당 모델의 단점을 보완하고자 한다. 예를 들어 트랜스포머(transformer) 구조를 가지고 있다는 특성 때문에 훈련 시간과 자원 소모가 크고, 작은 객체를 잘 판별하지 못한다는 단점이 있으므로 모델 구조가 단순하여 가볍고 작은 객체를 잘 판별하는 -과 협업할 수 있다. 또한 Co-Deformable-DETR의 연결 범용성을 높이기 위해 Adapter 컴포넌트에 대한 추가 연구가 필요하다.

**5. 참고 문헌**

1. K. Patil, M. Kulkarni, A. Sriraman and S. Karande, "Deep Learning Based Car Damage Classification," *2017 16th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)*, Cancun, Mexico, 2017, pp. 50-54, doi: 10.1109/ICMLA.2017.0-179.
2. Jeon, J. W., Lee, H. S., & Hahn, H. I.. Improving the Vehicle Damage Detection Model using YOLOv4. Journal of IKEEE, 2021
3. Dwivedi, M. *et al.* (2021). Deep Learning-Based Car Damage Classification and Detection. In: Chiplunkar, N.N., Fukao, T. (eds) Advances in Artificial Intelligence and Data Engineering. AIDE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1133. Springer, Singapore.
4. Zong, Z., Song, G., & Liu, Y. DETRs with Collaborative Hybrid Assignments Training. Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)(pp. 3), 2023
5. X. Zhu, W. Su, L. Lu, B. Li, X. Wang, and J. Dai, “Deformable {DETR}: Deformable transformers for end-to-end object detection,” in Proc. Int. Conf. Learn. Representations, 2021

**[학술대회 논문작성시 유의사항]**

1. 논문 페이지 수

- 일반 논문: 8-10쪽

- 단편 논문: 3-4쪽

- 산업체 논문:3-4쪽 (혹은 발표자료)

- 학부생 논문: 3-4쪽

2. 용지 및 편집방식

- 용지: A4 세로(portrait)

- 여백: 위쪽 25mm, 아래쪽 25mm,

왼쪽 15mm, 오른쪽 15mm

- 폰트는 임의 사용 가능

- 글자크기는 9 포인트 이상

- PDF로 변환하여 제출

3. 논문구성

- 논문 정보(1단)

① 제목(국문)

② 제목(영문)

③ 국문요약

④ 영문요약

- 본문

* 장/절 번호는 아라비아 숫자로 표기(예: 1.1)
* 그림 명칭은 그림1과 같이 하고 그 설명은 그림 하단 캡션으로, 표 명칭은 표1과 같이 표기하고 설명은 상단 캡션으로 표기

-참조문헌

* 본문중에 참조문헌 번호를 쓰고, 인용한 순서대로 나열
* 각 참조문헌은 저자, 제목, 학술지명, 권, 호, 쪽수, 발행년도 순으로 작성.

- 부록: 해당사항이 있는 경우만 작성

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **(안내: 출판용 작성양식-파란 글씨로 적힌 안내문은 삭제한 후 제출해 주세요)**  **국문 제목** |  |
|  | 저자1국문이름 저자2 국문이름  저자 소속 국문명  저자1 이메일주소, 저자2 이메일주소 |  |
|  | **영문제목** |  |
|  | 저자1 영문이름 저자2 영문이름  저자 소속 영문명 |  |
|  | **요약**  **(안내: 국문 요약문을 250자 내외로 작성)**  **Abstract**  **(안내: 영문 요약을 100 단어 내외로 작성)** |  |

**1. 서론**

Harel의 상태도(statecharts)는 시각 명세 언어로서 반응 시스템 및 실시간 시스템 개발등에 폭넓게 사용되고 있다 [1,2,3]. 최근 상태도에 대한 동치 검사에 관한 연구가 수행되고 있다 [4,5]. 모든 외부 입력에 대해서 항상 동일하게 반응한다면 두 개의 상태도는 동치라고 할 수 있다. 만약 두 개의 상태도가 동치라고 판정된다면, 복잡한 상태도는 단순한 상태도로 대치될 수 있다.

**[학술대회 논문작성시 유의사항]**

1. 논문 페이지 수

- 일반 논문: 8-10쪽

- 단편 논문: 3-4쪽

- 산업체 논문:3-4쪽 (혹은 발표자료)

- 학부생 논문: 3-4쪽

2. 용지 및 편집방식

- 용지: A4 세로(portrait)

- 여백: 위쪽 25mm, 아래쪽 25mm,

왼쪽 15mm, 오른쪽 15mm

- 폰트는 임의 사용 가능

- 글자크기는 9 포인트 이상

- PDF로 변환하여 제출

3. 논문구성

- 논문 정보(1단)

① 제목(국문)

② 제목(영문)

③ 국문요약

④ 영문요약

- 본문

* 장/절 번호는 아라비아 숫자로 표기(예: 1.1)
* 그림 명칭은 그림1과 같이 하고 그 설명은 그림 하단 캡션으로, 표 명칭은 표1과 같이 표기하고 설명은 상단 캡션으로 표기

-참조문헌

* 본문중에 참조문헌 번호를 쓰고, 인용한 순서대로 나열
* 각 참조문헌은 저자, 제목, 학술지명, 권, 호, 쪽수, 발행년도 순으로 작성.

- 부록: 해당사항이 있는 경우만 작성