

# 의미적 표현을 통한 교통사고 검출에 관한 연구

김인침<sup>1</sup>, 성연식<sup>2</sup>

<sup>1</sup>동국대학교 일반대학원 자유사물지능학과 석사과정

<sup>2</sup>동국대학교 AI소프트웨어융합학부 교수

sjisgan@dgu.ac.kr, sung@dongguk.edu

## A Study on Traffic Accident Detection by Semantic Representation

Renjie Jin<sup>1</sup>, Yunsick Sung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Autonomous Things Intelligence, Graduate School,  
Dongguk University-Seoul, Korea

<sup>2</sup>Division of AI Software Convergence,  
Dongguk University-Seoul, Korea

### 요 약

최근 딥러닝은 도로 CCTV 동영상의 교통사고 검출에 널리 사용되지만 일인칭 동영상의 교통사고 검출은 분명히 어렵다. 일인칭 동영상은 역동적이고 시야가 제한되어 있기 때문이다. 본 논문에서는 일인칭 동영상을 분석하여 교통사고를 검출하는 방법을 제시한다. 이 방법은 교통 표현 특성을 분석하는 것 외에도 의미를 이해하고 교통 장면을 인코딩한다. 프레임의 표현 특징은 각 프레임 상의 물체의 특징과 물체의 위치 관계의 공간적 숨겨진 특질을 학습함으로써 얻어진다. 그 후에 프레임 표현 특징과 교통 장면의 특징이 연결되어 GRU 실행기에 공급된다. 여러 GRU 실행기는 분석한 후 사고가 발생했는지 확인된다. 이 방법은 높은 역학과 제한된 시야 문제를 효과적으로 해결한다.

### 1. 서론

교통사고는 개별 가족과 국가 모두에 엄청난 경제적 손실을 가져왔다. 매년 130만 명의 생명이 교통사고로 인한 부상으로 생명을 잃고 있다. 또한 치명적이지 않은 부상을 입고 장애인이 된 사람도 있다 [1]. 그러므로 사람이 교통 장면을 탐지하고 교통사고가 발생했는지 여부를 판단해야 한다. 이를 교통사고 검출이라고 한다. 검출 이유는 두 가지가 있다. 하나는 발생한 교통사고를 적시에 구조하고 다른 하나는 이차 재해나 사슬 사고를 피하고 지속적인 위험을 방지하기 위해서이다. 이러한 관점에서 교통사고의 검출은 필요하고 중요하다. 동영상 기반 교통사고 검출 대상은 CCTV와 일인칭 동영상로 나눌 수 있다. 이 논문은 일인칭 동영상 교통사고 검출을 위한 것이다. 일인칭 동영상 교통사고 검출은 동영상의 움직임이 크고 시야가 제한되어 있기 때문에 CCTV 동영상 검출보다 어렵다.

최근 연구자들은 컴퓨터 비전[2]과 딥러닝[3]을 활용하여 동영상 기반 교통사고 검출 방법을 설계했다. 일반적으로 컨볼루션 신경망[4]을 특징 추출에 적용하고 추출된 특징을 순환 신경망[5]에서 분석하여 사고가 발생했는지 여부를 추측한다. 그러나 이러한 방법은 비의미적 특징 분석에 국한되며 숨겨진 특징의 해석 가능성이 부족하므로 인간이 추출한 특징으로부터 사고를 설명하기가 어렵다. 그 때문에 교통사고 검출의 상류 공정으로서 동영상 프레임의 의미 정보를 표현하는 수법이 필요하다.

본 논문에서는 일인칭 동영상의 교통사고 검출 방법을 제안한다. 일인칭 동영상의 의미적 프레임의 표현 특징을 기반으로 사고가 발생할 확률을 추측한다. 제안된 방법은 프레임 표현 특징 생성과 GRU 실행의 두 부분으로 구성된다. 프레임 표현 특징 생성 부분은 프레임의 의미적 표현 특징을 생성하고 GRU 실행 부분은 사고 발생을 추측하기 위한 시작점으로 프레임 표현 특징을 사용한다. 프레임 표현 특징 생성 부분은 일곱 단계로 나뉜다. 첫 번째 일인칭 동영상의 각 프레임의 특징 맵을 추출한다. 두 번째 각 물체의 특징을 추출한다. 세 번째 단계는 각 객체를 나타낸다. 네 번째 단계는 물체 간의 위

본 논문은 2022년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021D75000000, AI 운전능력평가 표준화 및 평가 프로세스 개발)

치 관계를 나타낸다. 다섯 번째 단계는 점별 가산이다. 여섯 번째 단계는 특징 맵의 차원을 줄인다. 일곱 번째 단계는 연결이다. 두 번째 부분에서는 GRU[6]를 사용하여 사고 확률을 추측한다.

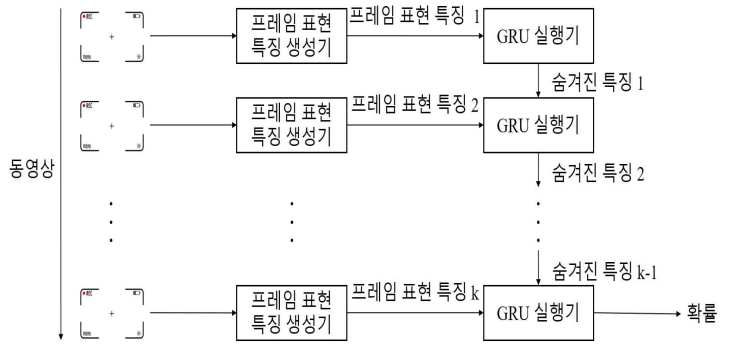
동영상 기반 교통사고 검출의 목적은 촬영한 동영상에서 교통사고가 발생했는지 판단하는 것이다. 사고 검출은 동영상 이상 검출과 유사하다. 대부분의 사고 검출 방법의 프레임워크는 동영상 이상 검출에 유래하지만 사고는 교통 장면을 대상으로 하고 있다. 사고 검출의 정밀도가 향상되면 이차 재해의 발생률이 감소할 수 있다. 디테일하게는 동영상에서 전방 사고가 발생했다고 판단하고 자동 운전 지원 시스템이 사고 경보를 발행하여 운전자에게 주의를 환기시켜 인위적인 이차 사고를 줄인다.

본 논문에서 제안하는 일인칭 동영상에서 교통사고 검출 방법은 운전자가 앞의 충돌 가능성을 판단하게 하여 다양한 자율주행 지원 시스템에 캡슐화하고 사고가 발생을 방지한다.

이 논문의 나머지 장은 다음과 같다. 2장에서는 제안 방법의 흐름과 구조에 대해 설명한다. 3장에서는 방법론을 결론하고 후속 연구에 대해 설명한다.

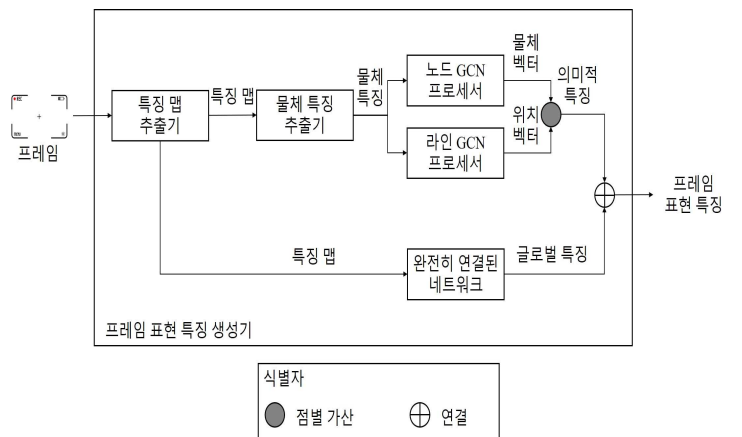
**2. 의미적 표현 기반으로 사고 판단**

본 논문에서는 일인칭 동영상 표현으로 대표되는 교통사고 검출 기법을 제시한다. (그림 1)처럼 다양한 프레임 표현 특징 생성기와 GRU 실행기를 사용하여 교통사고 확률을 검출한다. 확률이 0.5 이상인 경우 전체 사고 검출 방법은 사고가 발생했다고 판단하고 확률이 0.5 미만인 경우 사고는 발생하지 않았다고 판단한다. 동영상 프레임, 프레임 표현 특징 생성기 및 GRU 실행기의 개수는 동일하다. 전체 사고 검출 방법은 연결체이다. 프레임 표현 특징 생성기는 동영상 프레임을 입력으로 받아 프레임 표현 특징을 생성한다. 각 타임 스텝의 동영상 프레임, 프레임 표현 특징 생성기에 의해 생성되는 프레임 표현 특징과 일대일로 대응하고 프레임이 다르면 의미적 표현도 다르다. GRU 실행기는 루프 본체이다. 내부 구조는 GRU 순환 신경망이다. GRU 순환 신경망의 메모리 기능은 이전 타임 스텝에서 프레임 표현을 숨겨진 특징으로 현재 GRU에 동시에 입력한다. 마지막 GRU 네트워크는 사고 확률을 출력한다.



(그림 1) 일인칭 동영상의 교통사고 검출 과정.

본 논문에서 제안된 프레임 표현 특징 생성기는 (그림 2)처럼 일곱 단계로 구성되어 있다. 첫 번째, 특징 맵은 특징 맵 추출기를 통해 일인칭 교통사고 동영상에서 추출된다. 두 번째, 물체 특징 추출기를 적용하여 물체 특징을 추출한다. 세 번째, 물체 특징으로 구성된 물체 연결 그래프를 노드 GCN 프로세서를 통해 물체 벡터를 나온다. 네 번째, 물체 연결 그래프를 라인 GCN 프로세서에 전달하여 위치 벡터를 나온다. 세 번째와 네 번째는 병렬로 실행한다. 다섯 번째, 객체 벡터와 위치 벡터를 더하여 의미적 특징을 계산한다. 여섯 번째, 앞서 입수한 특징 맵은 완전히 연결된 네트워크를 거쳐 글로벌 특징을 얻는다. 일곱 번째, 의미적 특징과 글로벌 특징을 조합해 프레임 표현 특징을 생성한다. 프레임 표현 특징은 위 문단에서 설명한 GRU 실행기를 입력으로 교통사고 확률을 감지한다.



(그림 2) 프레임 표현 특징 생성기 실행 과정.

실험 방법에 대한 구체적인 설명은 다음과 같습니다. 본 연구에서는 일인칭 동영상 데이터를 사용하여 교통사고 검출을 수행하였습니다. 데이터는 공개 데이터 세트에서 샘플링하며, 프라이버시와 보안을

보장하기 위해 전반적인 접근 방식이 지속적으로 개선되고 있다. 실험은 프레임 표현 특징 생성기, 특징 맵 추출기, 물체 특징 추출기, 노드 GCN 프로세서, 에지 그래프, 점별 가산, GRU 실행기, 완전히 연결된 네트워크 등의 모듈을 사용한다.

데이터 해설에 대한 내용은 다음과 같습니다. 실험 결과, 제안된 방법은 교통사고 검출에서 높은 정확도를 보였습니다. 특히, 일반적인 교통 상황에서 발생하는 교통사고를 검출하는 데에 높은 성능을 보였습니다. 또한, 제안된 방법은 다양한 시나리오에서 잘 작동하며, 다른 일인칭 동영상 데이터 세트에 대해서도 일반화 능력을 갖추고 있음을 보였습니다.

### 3. 결론

본 논문에서는 일인칭 동영상 표현에 기반 교통사고 검출 방법을 제안한다. 이를 위해 프레임 표현 특징 생성기와 GRU 실행기로 구성된 검출 과정이 소개한다. 그 중에서 프레임 표현 특징 생성기와 GRU 실행기로 구성된 전반적인 방법에 대해 자세히 설명한다. 이 논문의 방법에 대한 훈련 데이터는 개인 정보를 보호하는 공개 데이터 세트에서 샘플링한다. 데이터의 프라이버시와 보안을 보장하기 위해 전반적인 접근 방식이 지속적으로 개선되고 있다. 본 논문에서 제안된 방법의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 제안된 방법은 일인칭 동영상 데이터에 기반하여 교통사고 검출을 수행하였기 때문에 다른 유형의 동영상 데이터에서의 성능은 보장되지 않다. 둘째, 제안된 방법은 여전히 일부 교통사고를 완전히 감출하지 못할 가능성이 있다. 따라서 미래 연구에서는 다양한 종류의 동영상 데이터와 더 많은 교통사고 장면을 추가하여 정확성을 높일 필요가 있다.

#### 사사표기

본 논문은 2022년도 정부(경찰청)의 재원으로 과학치안진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.092021D75000000, AI 운전능력평가 표준화 및 평가 프로세스 개발)

#### 참고문헌

- [1] World Health Organization, “Road Traffic Injuries”<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>, June 20, 2022.
- [2] Zu Hui, Xie Yaohua, Ma Lu, Fu Jiansheng.

“Vision-Based Real-Time Traffic Accident Detection.” The Proceeding of the 11th World Congress on Intelligent Control and Automation. (IEEE-WCICA), Shenyang, China, June 29 - July 4, 2014.

[3] Yu Yao, Mingze Xu., Yuchen Wang, David J. Crandall, Ella M. Atkins, “Unsupervised Traffic Accident Detection in First-Person Videos,” In 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), The Venetian Macao, Macau, China, November 4-8, 2019, pp. 273-280.

[4] Alex Krizhevsky, Ilya, Sutskever, Geoffrey E. Hinton, “Imagenet Classification with Deep Convolutional Neural Networks,” The Proceedings of the 26th Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS), Lake Tahoe, Nevada, USA, December 3-8, 2012, pp. 1-9.

[5] Wojciech Zaremba, Ilya Sutskever, Oriol Vinyals, “Recurrent Neural Network Regularization,” The Proceedings of the 5th International Conference on Learning Representations (ICLR), San Diego, California, USA, May 7-9, 2015, pp. 1-8.

[6] Kyunghyun Cho, Bart Van Merriënboer, Caglar Gulcehre, Dzmitry Bahdanau, Fethi Bougares, Holger Schwenk, Yoshua Bengio, “Learning Phrase Representations using RNN Encoder-Decoder for Statistical Machine Translation,” arXiv preprint arXiv:1609.02907, 2016.