

딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템

임지현^{1), 2)}, 박현호¹⁾, 이원재¹⁾, 김성현¹⁾, 이용태¹⁾
한국전자통신연구원¹⁾, 과학기술연합대학원대학교²⁾

{seven_c7, hyunhopark, russell, kim-sh, ytlee}@etri.re.kr

Deep Learning Based CCTV Fire Detection System

Jihyeon Yim^{1), 2)}, Hyunho Park²⁾, Wonjae Lee²⁾, Seonghyun Kim²⁾, Yong-Tae Lee²⁾
University of Science and Technology¹⁾

Electronics and Telecommunication Research Institute²⁾

요 약

화재는 다른 재난보다 확산 속도가 빠르기 때문에 신속하고 정확한 감지와 지속적인 감시가 요구된다. 최근, 신속하고 정확한 화재 감지를 위해, CCTV(Closed-Circuit TeleVision)으로 획득한 이미지를 기계학습(Machine Learning)을 이용해 화재 발생 여부를 감지하는 화재 감지 시스템이 주목받고 있다. 본 논문에서는 기계학습의 기술 중 정확도가 가장 높은 딥러닝(Deep Learning)기반의 CCTV 화재 감지 시스템을 제안한다. 본 논문의 시스템은 딥러닝 기술 적용뿐만 아니라, CCTV 이미지 전처리 과정을 보완함으로써 딥러닝에서의 미지 데이터(unseen data)의 낮은 분류 정확도 문제인 과적합(overfitting)문제를 해결하였다. 본 논문의 시스템은 약 80,000 개의 CCTV 이미지 데이터를 학습하여, 90% 이상의 화재 이미지 분류 정확도의 성능을 보여주었다.

1. 서론

화재는 날씨의 영향을 받아 단시간에 넓은 면적의 인적, 물적 피해를 줄 수 있다[1]. 2000 년, 강원도 고성군에서 발생한 화재는 산림 23,448 헥타르(hectare)에 확산되어 약 850 명의 이재민과 1,000 억원의 재산피해를 발생 시켰다. 2005 년 강원도 양양군에서 발생한 화재는 낙산사를 소실 시키고, 약 30 억원의 재산피해를 발생시켰다. 화재로 인한 인적, 물적 피해를 최소화하기 위해서 화재에 대한 신속하고 정확한 화재 감지가 필요하다. 현재의 화재 감지 시스템은 화재 감지 인력이 CCTV 화면을 보고 화재를 감지하는 시스템으로, 충분한 인력이 뒷받침 되지 않으면 화재 감지 정확도가 낮다.

인력에 의한 의존도가 낮으면서도 화재에 대한 신속하고 정확한 감지를 위해 기계학습(Machine Learning)기반의 무인기 화재 감지 시스템이 주목받고 있다[2-5]. 무인기 화재 감지 시스템은 무인기를 통해 지속적으로 획득하는 이미지를 기계학습 중 분석정확도가 높은 딥러닝[6-7]을 이용해 이미지를 분석함으로써 신속하고 정확한 화재 감지가 가능한 화재 감지 시스템을 제안하였다. 하지만 무인기의 체공 비행 시간에 한계가 있으므로 지속적으로 화재 예상 현장을 감시하기 어렵다.

본 논문에서는 화재에 대한 지속적인 감시와 신속하고 정확한 감지가 가능한 딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템을 제안한다. 딥러닝 기반 화재 감지 시스템은 CCTV

통합관제센터를 통해 지속적으로 획득하는 CCTV 이미지를 딥러닝을 통해 분석하여 화재를 감지하는 시스템이다. 또한 본 논문에서는 딥러닝에서의 미지 데이터(unseen data)의 낮은 분류 정확도 문제인 과적합(overfitting) 문제의 해결을 위해, Cropping, horizontal flipping 과 vertical flipping 같은 전처리 과정을 추가하였다. 전처리 과정을 추가함으로써 딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템의 화재 이미지 분류 정확도를 90%까지 달성할 수 있었다.

2. 딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템

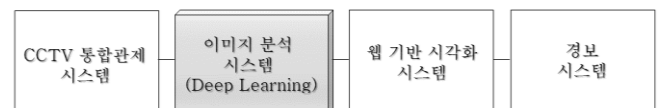


그림 1. 딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템

본 절에서는 본 논문에서 제안한 딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템에 대해 설명한다. 딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템은 그림 1 과 같이 4 단계로 구성된다. CCTV 통합 관제 시스템에서 수집되는 실시간 CCTV 데이터는 이미지 분석 시스템으로 전송되며 관리센터에서 통합 관리된다. 전송된

데이터는 딥러닝 기반 이미지 분석 시스템을 통해 화재의 유무에 대해 분석이 되고, 화재가 감지 될 시에 웹 기반 시각화 시스템과 경보 시스템을 통해 최종적으로 표출이 되는 일련의 과정을 거친다.

본 논문에서는 4 단계 중 딥러닝 기반의 이미지 분석 시스템에 대해 중점적으로 기술한다. 이 과정에서 화재 감지에 대한 이미지 분석이 진행되며, CCTV 이미지를 딥러닝 학습 모델 중 하나인 CNN(Convolution Neural Network) 모델을 통해 학습한다. 본 논문의 시스템은 안정적이고 우수한 성능을 보여주는 googlenet[7] 을 CNN 학습 모델로 사용하였고, CNN 모델의 과적합을 개선시키기 위하여 Cropping, horizontal flipping, vertical flipping 의 전처리 과정을 python 을 활용하여 진행 하였다. 위의 작업을 통해 기존 이미지의 회전, 자름 등의 과정으로 좀 더 다양한 데이터 셋을 얻을 수 있었다.

본 논문의 시스템에서의 화재영상 학습을 위해 이전의 무인기 화재 감시 시스템[2-5]에서 사용한 항공 영상을 이용하고 CCTV 와 웹을 통해 수집한 데이터를 추가 하였다. 본 논문의 시스템에서의 화재 이미지 학습, 검증, 테스트를 위해 84,010 개의 이미지 데이터가 사용 되었고, 이미지 데이터의 구성은 표 1 과 같다. 이미지 데이터는 이미지 학습을 위한 Train 데이터, 학습을 검증하기 위한 Validation 데이터, 본 논문의 시스템에서의 화재 감지 성능을 평가하기 위한 Test 데이터로 구성된다. 시스템의 학습과 학습 검증을 위해 Train 데이터와 Validation 데이터를 75%, 25%로 분류 시켜 학습하였다.

표 1. 데이터 구성

데이터	분류		합계
	화재	비 화재	
Train	29,265	33,526	62,791
Validation	9,755	11,175	20,930
Test	161	128	289
합계	39,181	44,829	84,010

본 논문 시스템의 화재 감지를 위한 이미지 학습 환경 구축을 위해 NVIDIA Deep Learning GPU 의 DIGITS 를 이용하였다. DIGITS 의 동작을 위한 하드웨어로 i7-6800 CPU(Central Processing Unit)와 GTX1080 Ti GPU(Graphic Processing Unit)가 사용 되었다. DIGITS 의 딥러닝 라이브러리로는 Caffe 가 사용되었다.

화재 감지를 위한 CNN 모델 학습의 성능은 그림 2 과 같이 99% 이상의 정확도를 보여준다. 위와 같이 만들어진 학습 모델에 대해 화재 161 개 비화재 128 개의 새로운 데이터로 테스트를 진행하였다. 원래 초기에는 약 40,000 개의 데이터로 모델 학습을 진행 하였으나 학습 모델의 테스트 정확도가 약 70%대에 머물렀다. 이를 보완하기 위해 다시 약 40,000 개의 데이터를 추가하여 학습을 다시 진행하였다. 그 결과 약 90% 이상의 높은 테스트 정확도를 보였다.

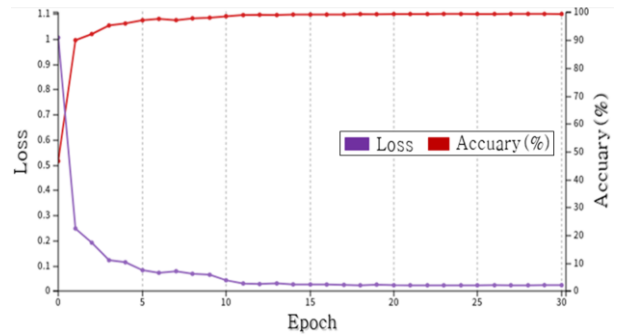


그림 2. 딥러닝 모델 학습 결과

그러나, 본 논문의 시스템은 몇몇 이미지에 대해서는 낮은 정확도의 화재 감지 성능을 보여 주었다. 그림 3(a)의 연기 이미지는 화재 상황임에도 불구하고 시스템은 비화재 상황으로 인식하였으며, 그림 3(b)의 설경, 단풍 등의 이미지는 비화재 상황임에도 시스템은 화재 상황으로 인식하였다. 이러한 화재 감지의 오류를 해결하기 위한 차기 연구가 필요할 것이다.



(a) 화재 상황을 비화재 상황으로 감지



(b) 비화재 상황을 화재 상황으로 감지

그림 3. 낮은 화재 감지 정확도를 보인 이미지의 예

3. 결론

본 논문에서 딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템을 제안하였다. 본 논문의 딥러닝 기반 CCTV 화재 감지 시스템은 전처리 과정을 추가함으로써 과적합 문제를 해결하여 화재에 대한 90% 이상의 화재에 대한 정확한 감지를 가능하게 했다. 본 논문의 시스템은 기계학습 기반으로 지속적인 화재 감시와 신속하고 정확한 화재 감지를 제공하여 화재 피해를 감소시키는 데 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 향후 연구에서 낮은 화재 감지 정확도를 보이는 영상에 대한 CNN 보강 방법을 연구할 것이다. 또한, 향후 연구에서 CCTV 이미지 상에서 화재가 발생한 지점을 찾고, CCTV 이미지 상의 사람 및 사물을 구분을 제공하는 화재 감지 시스템을 연구할 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 하였음. [R0190-17-2034, 무인기 탑재 복합형 센서 기반의 국지적 재난 감시 및 상황 대응을 위한 스마트아이 기술 개발]

참고문헌

- [1] 구인혁 외 3 명, “시가지 화재의 연소확대 과정에 대한 실험”, 한국화재소방학회 2009 년도 추계학술논문발표회 논문집, pp. 20-25, 2009 년 11 월
- [2] Lee, Wonjae, et al. "Deep neural networks for wild fire detection with unmanned aerial vehicle." Consumer Electronics (ICCE), 2017 IEEE International Conference on. IEEE, pp. 252-253, Jan. 2017.
- [3] Kim, Seonghyun, et al. "Forest fire monitoring system based on aerial image." Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM), 2016 3rd International Conference on. IEEE, Dec. Dec. 2016.
- [4] 신원재 외 4 명, “무인기 탑재 센서 기반의 홍수 감지 프레임워크”, 한국통신학회 학술대회논문집 (2017), pp. 700-701, 2017.
- [5] 김성현 외 4 명, “산불 감지를 위한 무인기 상 분석 기반 스마트아이 플랫폼”, 한국통신학회 학술대회논문집 (2017), pp. 627-628, 2017.
- [6] Y. LeCun, et al. “Deep learning,” Nature, vol. 521, no. 7553, pp. 436-444, May 2015.
- [7] Szegedy, Christian, et al. “Going deeper with convolutions,” Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, pp. 1-9, 2015.