

# 딥러닝 인공지능 기법을 이용한 화재인식 알고리즘에 관한 연구

류진규, 곽동걸, 김재중, 최정규  
강원대학교

## A Study on Fire Recognition Algorithm Using Deep Learning Artificial Intelligence

Jin Kyu Ryu, Dong Kurl Kwak, Jae Jung Kim, Jung Kyu Choi  
Kangwon National University

### ABSTRACT

Recently, the importance of an early response has been emphasized due to the large fire. The most efficient method of extinguishing a large fire is early response to a small flame. To implement this solution, we propose a fire detection mechanism based on a deep learning artificial intelligence. In this study, a small amount of data sets is manipulated by an image augmentation technique using rotating, tilting, blurring, and distorting effects in order to increase the number of the data sets by 5 times, and we study the flame detection algorithm using faster R CNN.

### 1. 서 론

2017년 강원도 강릉·삼척산불로 산림 1,017ha가 소실되고, 사상자 5명(사망1·부상4), 주택 36채, 이재민 81명, 재산피해 133억 원 등의 피해가 발생하였다. 또한, 산불 이외에도 최근 발생하였던 대형 화재 사건으로 인하여 안전에 대한 일반인들의 관심이 높아지고 있고 화재는 재산피해뿐만 아니라 인명피해와도 직결되어 있어 중요한 문제로 다루어지고 있다.

2010년부터 2014년까지 서울시에서 발생한 28,032건의 화재 가운데 소방대가 5분을 초과해 도착한 751건에서는 평균 1,061만 원의 재산피해와 0.065명의 인명피해가 발생했다. 반면 5분 이내에 도착한 27,281건의 화재에서는 평균 292만 원의 재산피해와 0.044명의 인명피해가 발생했다. 빠른 시간 대응이 인명피해와 재산피해를 현격히 줄일 수 있음을 알 수 있다. 특히 산불의 경우 특성상 초기대응 실패 시 순식간에 거대화재로 확산되기 때문에, 그 파급력을 고려했을 때 즉각적이고 적절한 재난대응이 매우 중요하다.<sup>[1]</sup>

최근 딥러닝 기반의 인공지능 기술을 이용하여 사물의 분류, 흑백사진의 복원, 실시간 행동분석 등의 연구가 다양한 분야에서 활발히 진행되고 있다. 이러한 딥러닝 기법 중 R CNN을 보완한 Faster R CNN(Faster region with convolutional neural network) 기반의 객체 탐지 모델을 적용하여 이미지로부터 다양한 불꽃들을 감지할 수 있는 기법을 제안하고자 한다. 또한, 제안된 딥러닝 기법을 이용한다면, 상시 감시해야 하는 인력의 수를 줄이고 넓은 범위에 걸친 화재감지를 통해 실시간으로 화재 여부를 검출할 수 있고 화재에 빠르게 대응할 수 있는 장점이 부여된다.

### 2. 화재감지를 위한 자료처리 및 구성

#### 2.1 인공지능 알고리즘

인공신경망(artificial neural network, ANN)은 생물학의 신경망, 동물의 중추신경계 중 뇌에서 영감을 얻어 기계학습과 인지과학에서 정의한 통계학적 학습 알고리즘이다. 동물의 중추 신경계는 신경 세포(neuron) 이라는 단위로 구성되며 신경 세포는 서로 시냅스라는 결합을 통해서 신호를 전달한다. 신경 세포 네트워크를 수학으로 모델을 만든 것이 인공 신경망이다. 이것은 인공 뉴런의 시냅스 결합으로 네트워크를 형성하고 각 시냅스의 결합 세기(weight)를 변화시켜 문제 해결 능력을 가지는 모델을 가리킨다.<sup>[2]</sup>

딥러닝은 이러한 인공신경망을 기초로 하여 만들어진 개념으로, 입력계층(input layer)과 특징 추출을 수행하는 2개 이상의 은닉층(hidden layer)과 출력층(output layer)으로 구성된 알고리즘이다. 그림 1은 심층신경망 구조의 예시를 보여준다.

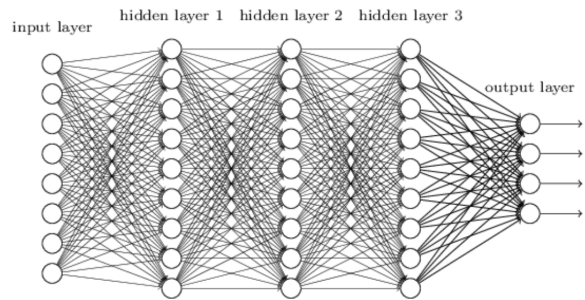


그림 1 심층신경망의 구조  
Fig. 1 Structure of deep neural network

과거에는 은닉층이 여러 개인 다층구조의 인공지능 알고리즘을 하드웨어의 성능한계로 인해 구현하기 어려웠으나, 현재는 고성능 GPU(graphic processing unit)등의 등장으로 그림 1과 같은 다층구조의 심층신경망(deep neural network, DNN)으로 이루어진 인공지능 알고리즘을 구현하기 용이해져 복잡한 분류나 대량의 데이터처리가 가능하고, 광범위한 문제영역들을 다룰 수 있게 되었다.

본 논문에서는 다양한 불꽃 감지의 예측 정확성을 높이기 위해 딥러닝 오픈소스 라이브러리인 텐서플로우(tensorflow)와 오브젝트디텍션(object detection)을 이용해 진행하였고, 여러

딥러닝 기반의 객체탐지 알고리즘 중 입력된 이미지에 대한 범위(region)를 제안하는 Region proposal network(RPN)와 여기서 제안된 범위에 어떤 물체인지 탐지하는 Object detector로 이루어져 기존 R CNN 보다 구조적 개선을 통해 학습시간과 성능이 크게 개선된 그림 2와 같은 구조의 Faster R CNN을 이용하여 화재인식 모델을 만들어, 그림 3과 같은 진행으로 화재인식 모델을 구현하고자 한다.

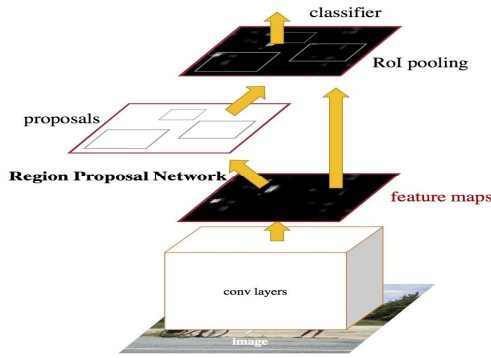


그림 2 Faster R-CNN의 구조  
Fig. 2 Structure of Faster R-CNN

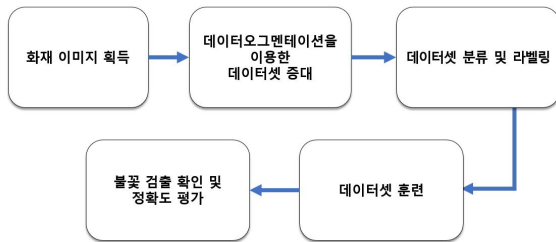


그림 3 불꽃검출 모델 순서도  
Fig. 3 Flowchart of fire detection model

## 2.2 화재 데이터셋의 구성

심층신경망 네트워크는 우수한 성능을 얻기 위해 많은 양의 학습데이터가 필요하다.

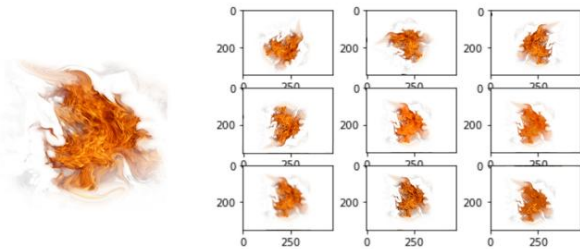


그림 4 이미지오그멘테이션 구조 예시도  
Fig. 4 Example of image augmentation architecture

하지만 대부분 학습모델의 경우 수만 개에서 수십만 개에 이르는 데이터셋을 통해 학습하는 것과 달리 100개 내외의 데이터셋만을 통해 학습을 한다면 학습데이터에 대한 과도한 모델링을 하게 되어 기존의 학습 데이터셋에 대해서는 예측 정확

도가 높지만 새로운 이미지데이터에 대한 검출을 신뢰성 있게 예측하지 못할 수 있다. 때문에 본 연구에 필요한 화재 이미지 데이터 80장을 확보하고, 데이터셋의 수를 늘려 과적합을 최소화하고 더 좋은 학습결과를 얻기 위해 그림 4와 같은 이미지오그멘테이션(image augmentation)기법을 이용해 원본 이미지 한 개를 랜덤으로 뒤집기, 기울이기, 가우시안 흐림 효과, 찌그러뜨림 등을 이용하여 5개씩 증대시켰다. 그 결과 기초 이미지 데이터는 80장에서 400장으로 증대되었다.

그리고 과적합을 최소화하기 위한 다른 방법으로 그림 5와 같은 드롭아웃(Dropout) 기법을 사용하였다.<sup>[3]</sup>

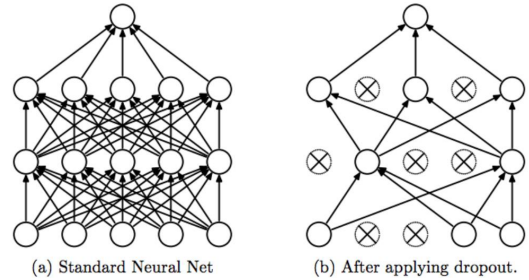


그림 5 드롭아웃의 구조  
Fig. 5 Structure of dropout

## 2.3 이미지 데이터의 구성과 구현

본 연구에서 딥러닝 기반의 화재 인식을 위해서는 수집된 데이터셋을 학습을 위한 학습용(train) 데이터와 학습된 모델이 얼마나 잘 적용되었는지 평가하고 오차를 줄이기 위한 검증용(validation) 데이터로 나누었다.<sup>[4]</sup> 이미지오그멘테이션을 통해 얻어진 400장의 이미지들 중 320장을 학습용 데이터로 사용하고 80장의 이미지를 검증용 데이터로 사용하였고, 산불, 차량화재, 실내 화재 등으로 구성된 화재사진 30장과, 일상적인 이미지와 화재로 오검출할 가능성이 높은 꽃밭, 산과 관련된 이미지가 1/3 비율로 포함되어 총 30장으로 구성된 비화재사진을 평가용 이미지로 사용하였다. 또한, 딥러닝 학습을 위해 사용된 하드웨어의 구성은 표 1과 같다.

표 1 하드웨어 구성  
Table 1 Hardware Configuration

구분	사양
CPU	Intel Core i5 2500
VGA	NVIDIA GTX 750Ti
RAM	8GB

배치크기(batch size)는 1로 설정하였으며, 학습 진행 중 더 이상 손실(loss)의 폭이 크게 줄어들지 않는 35,000회까지 반복 학습을 실행하였다. 손실은 학습모델이 학습하여 도출한 결과가 실제 정답과 얼마나 차이가 나는지 나타내는 지표로 평균제곱오차를 사용한다. 그러므로 학습의 목표는 손실함수 E값이 최소화되는 최적의 선형회귀모델을 찾는 것으로, 식 1과 같이 정의된다. 여기서  $y_k$ 는 출력 값,  $t_k$ 는 정답 레이블, k는 데이터의 차원 수를 나타낸다.<sup>[5]</sup>

$$E = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (y_k - t_k)^2 \quad (1)$$

학습과정에서 발생한 손실과 정확도는 그림 6와 같이, 가로축은 학습 횟수에 해당된다.

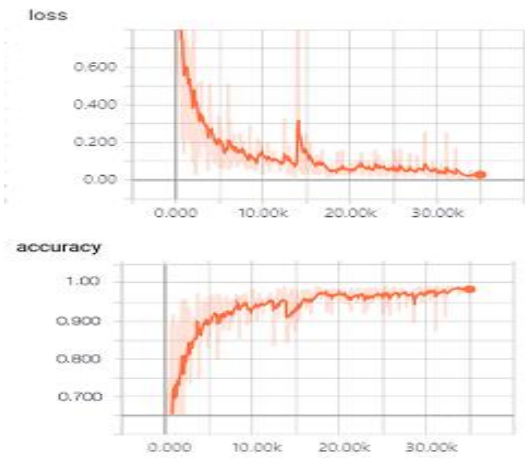


그림 6 스텝 수에 따른 손실과 정확도의 변화  
Fig. 6 Variation in accuracy and loss rate by number of steps

### 3. 분석결과

학습이 완료된 학습모델에 대한 성능평가를 실시한 결과 화재 이미지 30장 중 1장을 제외한 나머지 29장에서 화재를 검출하였고, 비화재 이미지 30장 중 4장을 화재로 검출하였다. 구체적인 분류 정확도(accuracy) 평가를 위하여 정밀도(precision)와 검출율(recall)을 고려하여 평가를 진행하였다. 실제 화재 이미지에 대해 올바르게 검출한 경우를 True Positive(TP), 비화재로 검출한 경우 False Negative(FN), 비화재 이미지를 화재로 검출한 경우를 False Positive(FP), 비화재로 분류한 경우를 True Negative(TN)로 정의하고 정확도와 정밀도, 검출율을 아래의 식으로 계산된다.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

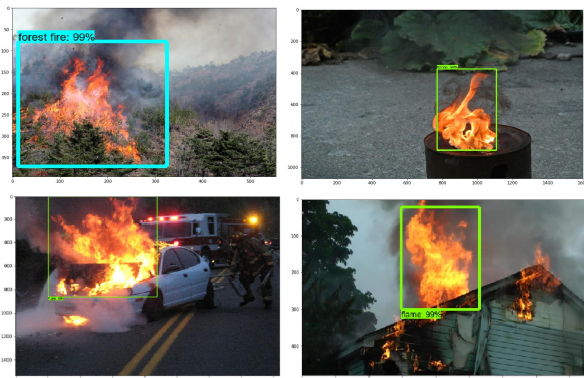


그림 7 화재사진의 불꽃 검출 결과  
Fig. 7 Results of flame detection in fire photography

그 결과 정확도는 약 91.7%로, 정밀도는 평균 약 87.9%로 나왔으며, 검출율은 약 96%로, 화재 이미지의 경우는 불꽃의 위치를 대부분 정확하게 검출하였다.

### 4. 결론

본 연구에서는 각종 화재들을 실시간으로 감지하기 위하여 딥러닝 인공지능 기법을 통해 컴퓨터 이미지의 학습과 화재를 검출할 수 있는 모델을 구현하였다. 400장의 화재 이미지 데이터셋으로 학습을 진행하였고, 수천에서 수 만장의 방대한 데이터셋으로 학습하는 모델들과 비교했을 때 상대적으로 적은 수의 데이터셋으로 구현을 하였기 때문에 80% 정도의 불꽃의 검출율을 보일 것이라 예상했지만, 대부분의 화재 이미지를 예상했던 검출율 이상인 96%로 비교적 높은 수치로 검출하였다. 인간의 판단보다 높은 정확도와 정밀도에 이르기 위해서는 수만장 이상에 이르는 방대한 데이터셋을 추가하고 더 많은 횟수의 반복학습이 필요할 것이고, 이러한 모델을 설계하고 학습하려면 고성능 하드웨어를 통하여 적용하여야 할 것이다. 이렇게 하여 정확도를 높게 된다면 향후에는 추가적인 연구를 통하여 실시간 화재감시가 가능한 서버와 시스템을 구축하거나, 이를 응용하여 무인비행체를 이용한 산불감시나, 조난자나 익수자 수색 등 다양한 응용이 가능한 매우 실용적인 도구로 발전할 것으로 기대된다.

본 논문은 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

### 참고 문헌

- [1] 오정민 외 1 명, “재난대응프레임워크 기반 리스크 커뮤니케이션 네트워크 분석: 2017년 강릉·삼척 산불을 중심으로”, 한국정책학회 2017년 하계학술발표 논문집, pp. 19 21, 2017
- [2] 조만석 “인공지능 오픈소스 라이브러리 텐서플로우(tensorflow)와 인공지능 응용 소프트웨어 개발”, 전자통신학회지 2017년 9월, pp. 55 63, 2017
- [3] 박상현 외 4명 “시각장애인을 위한 딥러닝기반 심볼인식”, 한국정보전자통신기술학회논문지 16 06, Vol.9 No8, pp. 249 254, 2016
- [4] 김기범 외 3 명, “딥러닝을 이용한 푸른 사과 낙과 검출 시스템 개발”, 대한전자공학회 2016년 하계학술대회 논문집, pp. 1886 1889, 2016
- [5] 임지현 외 4 명, “딥러닝 기반 CCTV 화재감지 시스템”, 한국방송·미디어공학회 2017년 추계학술대회 논문집, pp. 139 141, 2017