

U-Net을 이용한 화염 Segmentation 추출기법

유수빈^o, 신영찬^o, 김종현^{*}
^o강남대학교 소프트웨어응용학부,
^{*}강남대학교 소프트웨어응용학부
e-mail: jonghyunkim@kangnam.ac.kr

Flame Segmentation Extraction Method using U-Net

Subin Yu^o, YoungChan Shin^o, Jong-Hyun Kim^{*}
^oSchool of Software Application, Kangnam University,
^{*}School of Software Application, Kangnam University

● 요약 ●

일반적으로 화재 감지 시스템은 정확하고 빠르게 화재를 감지하는 것은 어려운 문제 중 하나이다. 본 논문에서는 U-net을 활용하여 기존의 화재(불) 영역 추출 기법으로 Segmentation으로 보다 정밀하게 탐지하는 기법을 제안한다. 이 기법은 화재 이미지에서 연기제거 및 색상보정을 통해 이미지를 전처리하여 화염 영역을 추출한 뒤 U-Net으로 학습시켜 이미지를 입력하면 불 영역의 Segmentation을 추출하도록 한다.

키워드: 이미지 인식(Image recognition), 딥러닝 (Deep learning), 화염 검출(Flame segmentation)

I. Introduction

화재에도 골든 타임이 있다. 화재 발생 후 최초 '5분'을 골든타임이라고 부르는데, 이 5분이 지나면 전소 단계에 진입하여 인명피해가 2배 이상, 재산 피해는 3배 이상 늘어난다. 즉, 화재 발생 시 골든타임 내 화재를 진압해야 인명 및 재산 피해를 최소화할 수 있다. [1] 대부분의 실험실과 건물은 열 감지 기반 소화 시스템을 사용하고 있는데, 온도 감지 센서를 설치해 온도가 특정 수치 이상으로 일정 시간 지속되면 화재로 인식해 소화 시스템이 작동하는 원리이다.

그러나 센서에 의존한 화재 감지 시스템은 실내 면적이 넓거나 천장이 높은 장소에서는 감지 시간이 지연될 수밖에 없는 한계점이 있다. 결국 화재 감지 시스템은 정확하고 빠르게 화재를 감지하는 것이 가장 큰 과제가 된다. 반면 영상 기반의 화재 감지는 앞에서 언급한 센서 기반의 화재 감지에서 발생하는 여러 문제점을 해결할 수 있고, 기존에 설치된 CCTV를 이용할 수 있으므로 설치비용을 최소화할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문에서는 화재 이미지에서 연기를 제거 및 이미지를 전처리한 후 U-net을 활용하여 기존의 화재(불) 영역 추출 기법으로 Segmentation으로 더 정밀하게 탐지하는 기법을 제안한다.

II. The Proposed Scheme

1. Flame image collection

Kaggle에서 제공하는 불 이미지 데이터 셋과 크롤링을 통해 수집한 불 이미지를 8,000개가량 수집한다. 데이터는 RGB 데이터인 Color 이미지로, 이 이미지를 전처리하여 불 Segmentation 추출을 위한 Mask 이미지 또한 생성해주었다. 이렇게 수집한 이미지는 128x128x3(Height x Width x Channel) 크기로 일괄 resize해준다.

2. Image preprocessing and mask generation

불 Segmentation 추출을 위해서는 화재 현장 영상에서 연기 영역을 제외한 이미지 기반 불의 영역 검출 기법 [2]에서 제안한 알고리즘을 활용하려고 한다. 3c 알고리즘을 통해 이미지의 색상을 보정하고 보정한 이미지에 Dark Channel Prior 기법을 통해 안개를 제거한 다음, 이미지의 CIEL*a*b* 색 공간에서 밝기 채널과 적색 채널을 통해 불 영역을 검출한다.

2.1. 3C algorithm

3c 알고리즘[3]은 균일하지 않은 색상 스펙트럼 분포로 인해 발생하는 문제를 해결한다. 화재 현장 이미지도 적색 채널의 값이 일반적인 이미지들에 비해 높으면서 반대 색상인 녹색 채널의 값이 매우 낮은 경우가 많다. 3c 알고리즘은 하나의 색상 채널에 포함된 정보가

거의 완전히 손실되어 기존의 향상 기술이 노이즈 및 색상 변화에 노출된다는 관찰에 기반한다. 이러한 경우, 3c 알고리즘의 전처리 방법은 상대 색상 채널을 기반으로 손실된 채널을 재구성하는 것을 제안한다. 상대 색상 픽셀에서 로컬 평균을 뺀다. 이는 상대 색상 채널에 포함된 두 가지 색상(빨강-녹색 또는 파랑-노랑)에서 손실된 색상을 부분적으로 복구한다. 따라서 안개 제거 알고리즘이 잘 적용되도록 하기 위해 3C 알고리즘을 사용하여 이미지의 전체적인 색상을 조정해주었다.



Fig. 1. Compare the original image and the photo applied with the 3c algorithm.

2.2. Fog removal algorithm

Dark Channel Prior를 사용한다. [4] 전달량 보존을 위해서 Guided Filtering[5]을 사용하였다. Fig. 2.에서 (a)는 3c 알고리즘을 적용한 사진, (b)는 가이드 필터링을 사용하면서 안개 제거를 마친 결과, (c)는 가이드 필터링 없이 안개 제거만을 수행한 모습이다.

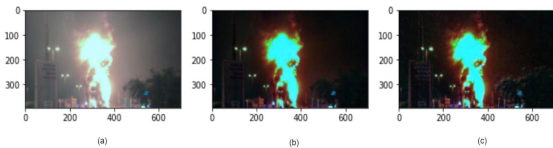


Fig. 2. The result of haze removal based on the color-corrected photo with the 3c algorithm.

2.3. Flame region detection and mask generation

안개 제거가 완료된 이미지를 바탕으로 색상 채널을 분리해 낸다. CIEL*a*b* 색 공간의 경우 밝기채널로 불리는 L 채널, 적색 채널로 불리는 a 채널, 청색 채널로 불리는 b 채널이 있다.

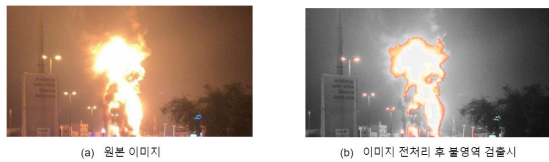


Fig. 3. Comparison between the original image and the detection of the fire area by creating a mask through image preprocessing..

3. Segmentation extraction

3.1 Segmentation

이미지를 픽셀 별로 분류하는 기술로 여러 개의 픽셀 집합으로 나누는 과정을 말한다. 분할의 목적은 영상의 표현을 좀 더 의미있고 해석하기 쉬운 것으로 단순화하거나 변환하는 것이다.

3.2. Learning with U-Net

U-Net은 Biomedical 분야에서 이미지 분할(Image Segmentation)을 목적으로 제안된 End-to-End 방식의 Fully-Convolutional Network 기반 모델이다. 불 Segmentation 추출을 위해서 약 8,213개의 이미지를 8000개의 train데이터, 213개의 test 데이터로 나누고, 이미지 전처리를 통해 생성한 마스크와 불 이미지를 사용하여 U-net으로 학습시켜 보았다. 본 논문에서는 인공 신경망 기반 학습모델의 구조를 Fig.3와 같이 구성하였다.

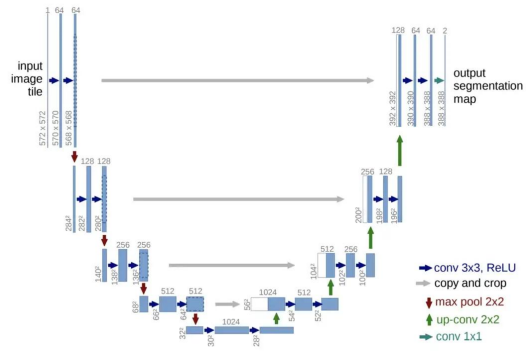


Fig. 3. U-Net Architecture

딤러닝 모델이 과적합이 되기 시작하면 새로운 데이터에서의 예측 성능을 신뢰하기 어려워진다. 이를 방지하기 위해 학습을 진행하다가 검증 세트에서 손실이 더 이상 감소하지 않으면 학습을 중단하는 방법을 사용하였다.

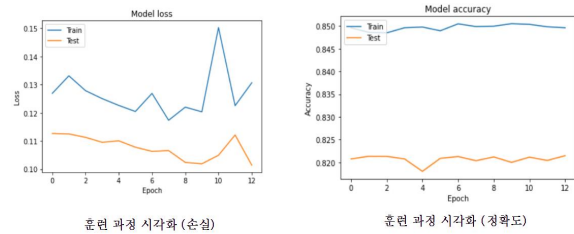


Fig. 4. Learning result of U-Net

모델의 성능을 확인한 결과 훈련데이터는 85%의 accuracy가, 테스트 데이터에서는 82%의 accuracy가 측정되었다. (Fig 4 참조).

III. Results

Fig.5는 U-Net을 통해 학습하고 예측한 불 Segmentation의 결과를 표로 나타내본 것이다. Fig. 5는 본 논문에서 제안한 방법을 통해 만들어진 결과이다.

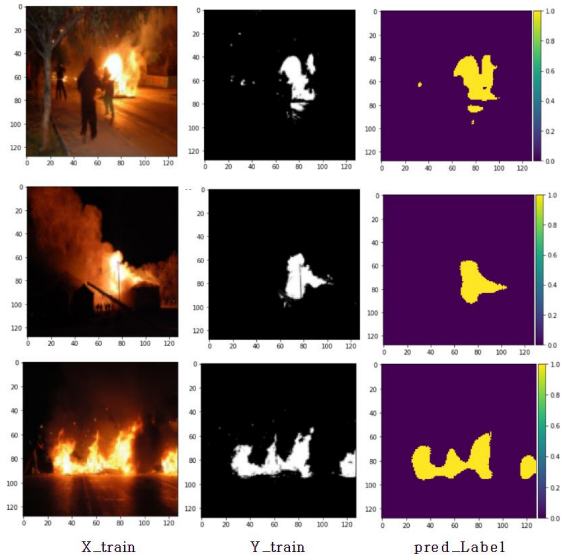


Fig. 5. U-Net으로 예측한 불 Segmentation

X_train은 학습에 사용된 불의 이미지, Y_train은 불의 이미지를 직접 전처리하여 불 Segmentation 마스크 이미지, pred_label은 학습을 통해 추론해본 불의 Segmentation 영역이다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 이미지를 기반으로 불 Segmentation를 검출하는 시스템을 제안했다. 기존의 불 이미지에서 연기를 제거하고 불을 추정하는 방법은 주변 환경(배경)이나 붉거나 노란 계열이라는 색의 특성 각각 밝기 채널과 적색 채널의 임계값에 의존하는 결과가 나왔다. 그러나 실생활에서 불의 색상은 붉은색과 노란색뿐만 아니라 푸른빛이 도는 등 다양한 색상의 불이 존재한다.

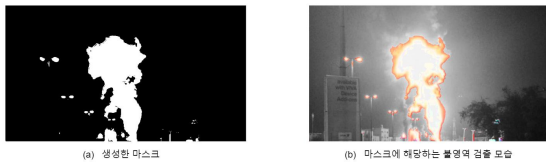


Fig. 6. Comparison of the generated mask and the detection of the fire area based on the mask.

Fig.6을 보면 알 수 있듯이 도로 환경의 화재 사진의 경우, 불만 검출해내는 것이 아닌 가로등의 불빛또한 함께 검출하는 모습을 볼 수 있었다. 또한 연기의 색도 항상 불과 비슷한 색상이 아닌 짙은 회색빛이 돌기도 한다. 화재 현장 이미지들도 색상 분포가 모두

같지는 않기 때문에 불 영역이 성공적으로 검출되지 않는 이미지들도 존재한다. 이러한 문제는 학습하는데 있어서 즉 마스크를 생성하는, 이미지를 전처리하는 과정이 매우 중요한 단계로 여겨지게 된다.

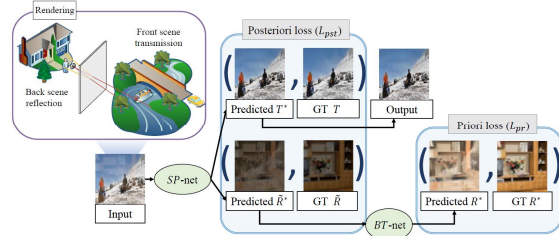


Fig. 7. Process of reflection cancellation algorithm[6].

Fig.7. 는 반사제거가 진행되는 과정이다. SP-net을 이용해 예측한 Front Scene과, 유리 효과가 있는 Back Scene으로 분리해낸다. 여기서 유리효과가 있는 Back Scene을 훈련된 역추적 네트워크인 BT-net을 이용해 유리 및 렌즈 효과를 제거하여 최종적으로 깔끔한 Back Scene을 얻어낸다. 여기서 최종적으로 얻어낸 Back Scene을 Input Image에서 빼주면 불의 위치를 좀 더 정확하게 파악할 수 있을 것 같다는 생각이 들었다.



Fig. 8. The result of image preprocessing through the reflection removal algorithm.

Fig. 8은 반사제거 알고리즘을 통해 이미지 전처리를 진행해본 결과이다, 이렇게 분리해낸 Back Scene 이미지, 즉 R 이미지와 Input Image를 빼주면 Fig. 6의 맨 오른쪽과 같은 결과를 만들어내는데, 불에서 발생하는 반사광을 제거하면서, 좀 더 불의 위치를 파악하는데 용이해진 것 확인할 수 있었다.

이러한 반사 제거 알고리즘[6] 또한 불 영역을 추출하기 위한 이미지 전처리 과정에서 용이하게 사용할 수 있을 것이라고 예상된다. 향후, 마스크 생성을 위한 이미지 전처리 과정에서 반사 제거 알고리즘과, 그림자 제거 등을 추가하는 등의 단계를 거쳐 알고리즘을 확장할 계획이다.

REFERENCES

- [1] Ki-hun Jang , Seong-Beom Cho , Yong-Sung Cho , Son-Seung-Neo, ‘Development of Fire Engine Travel Time Estimation Model for Securing Golden Time’.J. Korea Inst. Intell. Transp. Syst.,2020, vol.19, no.6, pp. 1-13 (13 pages)
- [2] EUNGNAM KIM, MYUNGJIN CHOI, SUN-JEONG KIM, CHANG-HUN KIM, "Image-based fire area segmentation method by removing the smoke area from the fire scene videos" IJournal of the Korea Computer Graphics Society, Vol. 28, No. 4, P. 23-30
- [3] C. O. Ancuti, C. Ancuti, C. De Vleeschouwer, and M. Sbert, “Color channel compensation (3c): A fundamental preprocessing step for image enhancement,” IEEE Transactions on Image Processing, vol. 29, pp. 2653–2665, 2019.
- [4] K. He, J. Sun, and X. Tang, “Single image haze removal using dark channel prior,” IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 33, no. 12, pp. 2341–2353, 2010.
- [5] K. He, J. Sun, and X. Tang, “Guided image filtering,” IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 35, no. 6, pp. 1397–1409, 2012.
- [6] Soomin Kim, Yuchi Huo, Sung-Eui Yoon, “Single Image Reflection Removal with Physically-Based Training Images” Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2020, pp. 5164-5173