

딥러닝 기반의 상처 영상 추출 개발

강현영¹, 류지승¹, 이예린¹, 이세나¹, 오병호^{2*}, 양세정^{1*}

연세대학교 의공학과¹, 연세대학교 의과대학 피부과²

Development of Wound Image Segmentation based on Deep learning

Hyeonyoung Kang¹, Jiseung Ryu¹, Yerin Lee¹, Sena Lee¹, ByungHo Oh^{2*}, Sejung Yang^{1*}

Department of Biomedical Engineering, Yonsei University, Korea

Department of Dermatology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

sonya23@yonsei.ac.kr, *syang@yonsei.ac.kr, *obh505@gmail.com

Abstract

Wounds observation and segmentation play an important role in efficient wound treatment. In this study, we produce new dataset and apply it with the U-net model, which records good performance in biomedical segmentation. The new dataset is made by combining diabetic foot ulcer data and 30 patients wound data records. By combining two different datasets, we purpose to prevent the model from depending on specific data. In order to apply for deep learning, we made manual label images with help of experts.

1. 연구 배경

상처 치료에서 상처의 관찰과 분석은 중요한 일이다. 급성 상처와 만성 상처는 예측하기 어려워 지속적인 상처의 진행 과정을 관찰해 시기 적절한 진단과 치료를 하는 것이 중요하다.

상처진단을 위한 방법으로 수동 측정방법이 있다. 이 방법은 많은 시간과 노력이 필요할 뿐만 아니라 정확성이 떨어지며 이는 환자에게 부정적인 영향력으로 이어질 수 있다.

상처 분할 방법을 이용해 기존의 수동 방법의 문제점들을 극복하고 자동으로 상처 면적 측정 및 분석의 기반이 되었다.

초기 상처 분할 연구는 영상 처리 기법에서 시작해 현재에는 딥러닝 모델에 적용하는 연구까지 활발하게 진행되고 있다. [1],[2]

이번 연구에서는 의료 영상 분할 연구에서 활발히 사용되고 있는 U-net 모델에 새로운 데이터셋을 제작해 적용하였다. [3]

이는 새로운 데이터셋으로 딥러닝 학습 및 평가를 진행해 특정 데이터에 대한 의존도와 과적합 문제를 방지하고 자동 상처 분할의 성능을 높이고자 하였다.

2-1) 데이터셋

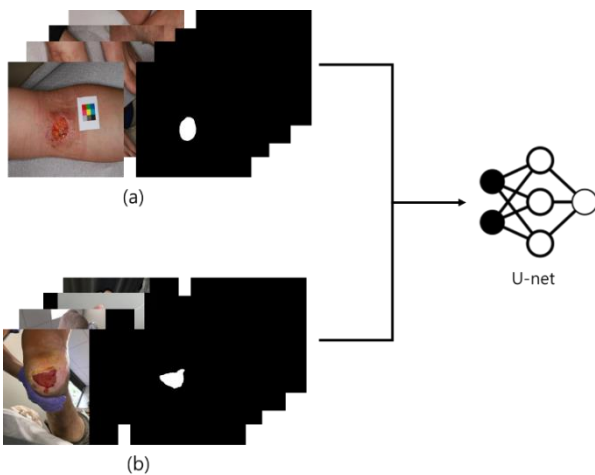
당뇨병성 족궤양 데이터 (Diabetic Foot Ulcer Challenge Dataset)와 자체 데이터셋을 합친 새로운 데이터 셋을 제작했다.

당뇨 환자는 혈액 순환이 잘되지 않고 감각이 둔해져 발에 상처가 생겨도 잘 느끼지 못한다. 치유력, 세균에 대한 저항력이 떨어지면서, 가벼운 상처도 급속히 진행되면서 궤양 및 심각한 합병증으로 이어지는 경향이 있다. 당뇨병성 족궤양 데이터 영상은 경도가 높은 다양한 형태의 상처영상으로 이루어져 있어 네트워크 신경망 학습 데이터로 적합하다고 판단했다. 위 데이터는 The Medical Image Computing and Computer Assisted Invention Society (MICCAI) 주최한 'The Diabetic Foot Ulcers Grand Challenge 2020'로부터 제공받았다.

이와 함께 자체적으로 제작한 데이터셋을 추가적으로 사용했다. 데이터셋은 30명 환자의 발뿐만 아니라 전반적인 신체부위의 상처와 상처 크기를 판단하기 위한 목적으로 사용된 색깔 패치가 함께 촬영된 영상이다. 치료 과정동안 시간차를 두며 촬영해 상처 회복 과정의 경과가 기록되어 있다. 이 중 경도가 심한 환자 24명과 그들의 초기 상태의 영상들을 선별하여 환자 별로 나누어 Trainset 과 Validation set 을 구성하였다. 당뇨병성 족궤양 데이터 800장, 자체 데이터 124장을 합친 총 924장을 훈련 데이터로 각각 200장, 자체 데이터 60장을 합친 총 260장을 검증 데이터로 사용하였다.

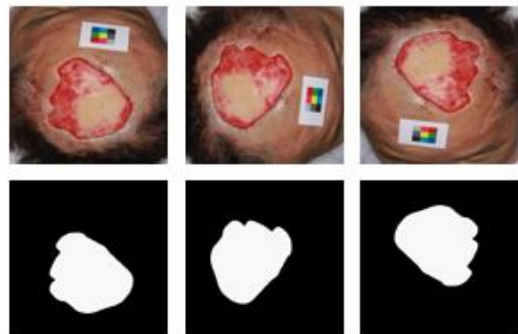
자체 데이터에는 데이터 증강방법을 사용했으며, 그에 따른 라벨영상은 전문가와 함께 확인하면서 제작했다.

2. 연구방법



(a)30 명의 환자 상처 영상 (b) 당뇨 발 궤양 상처 영상

그림 1. Dataset



(a)원본영상 (b)좌우반전 (c)상하반전

그림 2. Data augmentation

데이터로더 과정에서 값을 랜덤하게 추출해 0.5 를 임계치로 상하 혹은 좌우 반전을 해주었으며 shuffle 기능을 이용해 두 데이터 셋을 섞어주었다.

2-2) 딥러닝 모델 및 파라미터

기존의 모델은 sliding window 를 사용하여 영상을 훑으며 feature 를 파악했다. U-net 은 영상 전체를 격자로 잘라 patch 형태로 한번에 인식하여 feature 을 파악함으로써 속도를 향상시켰다. 또한, Skip Architecture 개념을 활용해 localization 과 context 인식 사이의 trade-off 를 해결하였다

학습에서는 RGB 3channel 의 (512,512) 영상을 입력 영상으로 사용했으며 output 을 1channel 로 사용해 상처 부위에는 1, 그렇지 않을 경우 0 인 이진화 영상의 출력영상을 결과영상으로 출력하였다. 훈련에서 미니배치 크기는 4, Epoch 값은 500, 최적화 모델로는 Adam optimizer 를 사용했다.

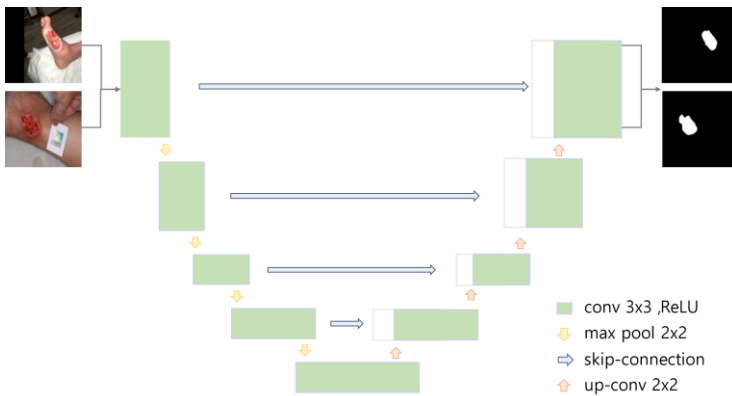


그림 3. 딥러닝 모델 U-net

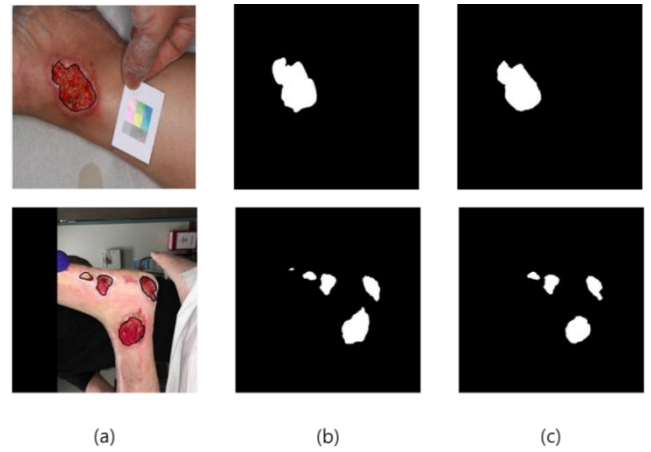
3.결과

결과영상은 그림 4 와 같다. 가시적으로 확인하기 위해 이진화 영상의 엣지를 검출하는 BWboundary 함수를 이용해 예측결과와 입력영상을 합쳐서 비교했다. 대부분의 선명한 상처영상 혹은 초기 상처영상에서는 높은 정확도를 보였다. 고름, 딱지가 생긴 상처 영상들의 경우 모델은 이 부분까지도 상처로 판별하는 경향을 보였다. 이를 개선하기 위해 학습과정에서 추가적인 보완이 필요할 것으로 판단된다.

오차율, 정확도는 BCE With Logit Loss 와 Dice coefficient 를 이용해서 측정하였다. 훈련 및 검증과정에서의 오차와 정확도는 그림 5 와 같다. 446 Epoch 기준으로 정확도는 80.37% 값으로 측정되었다.

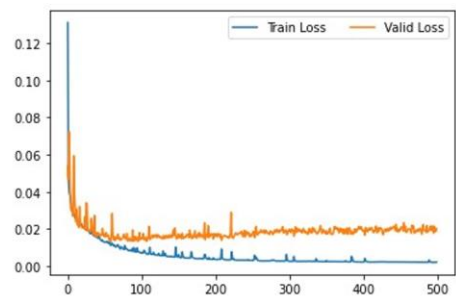
결과 그래프인 그림 5-b 에서 검증과정의 정확도가 줄어들지 않으며 epoch 이 커짐에 따라 꾸준히 증가함을 확인할 수 있다. 이것을 통해 epoch 값을 더 크게 설정하더라도, 학습 성능이 더 올라갈 것임을 예측할 수 있다. 추후 연구에서는 epoch 의 값을 수정해가며 결과를 비교해 모델에 최적화된 parameter 값을 얻어 정확도를 높일 예정이다.

새로운 데이터셋을 제작하는 과정에서 각 라벨영상에 대한 기준에 대해 미세한 차이를 확인했다. 추후연구에서는 라벨 영상에 엣지 추출을 위한 머신러닝 기반 알고리즘인 GVF snakes(Gradient Vector Flow)를 적용해 하나의 기준으로 라벨영상을 보완한다면 모델 학습의 성능을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

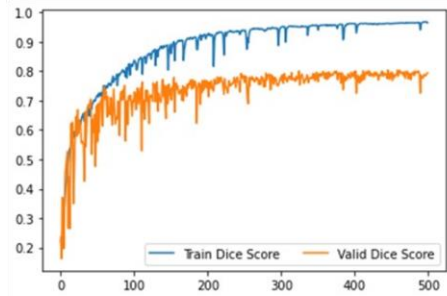


(a)예측결과 테두리+입력영상 (b) 정답영상 (c)예측영상

그림 4. Result



(a)



(b)

(a)학습과 검증 과정에서의 오차

(b) 학습과 검증 과정에서의 정확도(Dice coefficient)

그림 5. 모델의 학습 결과

4.참고문헌

[1] Ronneberger, Olaf, Philipp Fischer, and Thomas Brox. "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation." *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention*. Springer, Cham, 2015.

[2]Gurtner, Geoffrey C., et al. "Wound repair and regeneration." *Nature* 453.7193 (2008): 314-321.

[3] Yap, Moi Hoon, et al. "Deep learning in diabetic foot ulcers detection: a comprehensive evaluation." *Computers in Biology and Medicine* 135 (2021): 104596.