

M-SegNet 기반 Two-Add-Bridge를 이용한 X-ray 치아 영상 분할 방법

A teeth segmentation method using Two-Add-Bridge based on M-SegNet

임다솜, 윤현진, 김화정, 이범식
Dasom Im, Hyunjin Yeun and Hwajeong Kim, Bumshik Lee

조선대학교 정보통신공학과
E-mail: {gda06214, gh00j, ghkwjd5343}@chosun.kr, bslee@chosun.ac.kr (교신저자)

요 약

본 논문에서는 치아 영상분할의 정확도를 향상시키기 위해 M-SegNet 모델 기반의 새로운 딥러닝 아키텍처를 제안한다. 제안방법에서는 M-SegNet의 Deep-Supervision 영역에 다리 부분을 두 개까지 결합시켜 추가하였으며, Global Attention 모듈을 추가하였다. 제안방법을 X-ray 치아 영상에 적용하여 검증하였으며, 기존 방법에 비해 정확도가 최대 3%까지 증가하였음을 실험적으로 증명하였다. 제안하는 치아 영상분할 딥러닝 아키텍처는 M-SegNet 기반으로 디코더 영역에서 Deep-Supervision영역을 추가적으로 적용함으로써 치아 영상 분할 정확도를 크게 향상시킬 수 있었으며 기존 방법에 비해 그 정확도가 크게 향상되었음을 보여준다.

키워드 : M-SegNet, Deep-Supervision, Teeth segmentation, Global Attention Module

1. 서 론

인공지능이 급격히 발전함에 따라 여러 분야에서 딥러닝 기술이 적용되고 있다. 특히 의료분야에 있어 딥러닝 기술은 임상 및 진료에 중요한 부분으로 차지하고 있다. X-Ray 영상 분할은 많은 의료 응용 분야에서 매우 중요하다 [1]. X-Ray 영상의 분할 정보를 이용하여 환자의 질병의 중증 정도 및 상태를 확인할 수 있다. 의료 영상 중 치아 영상 분할 기술은 치과 작업의 효율성을 기본적으로 적용하고 진단, 계획 및 치료를 위한 골격 구조를 좀 더 정확하게 식별할 수 있도록 도와준다. 본 논문에서는 치아 X-Ray 영상 분할에서 딥러닝을 활용하여 고성능 영상 분할 방법을 제안한다.

2. 제안 방법

본 논문에는 치과 X-ray 파노라마 영상을 기반으로 딥러닝 네트워크를 이용하여 영상 분할 기술을 제안한다. 제안하는 딥러닝 네트워크는 기존 M-SegNet [2] Deep-Supervision 영역에 Two Add Bridges를 활용하여 구성된다. 본 논문에서 영상 분할에 제안하는 Two Add bridges M-SegNet은 기존에 있던 M-SegNet 모델에서 Deep-Supervision 영역에 다리 두 개까지 결합시켜 추가한 아키텍처이다. M-SegNet은 SegNet [3]의 맥스 풀링(Max pooling)과 M-Net의 아키텍처 구조를 결합시킨 모델로 인코더(Encoder)-디코더(Decoder) 구조에 스킵 커넥션(Skip Connection)과 SegNet의 맥스 풀링(Max Pooling)을 추가된 모델이다. 그림 1에서 보는 것 처럼 입력에 X-Ray 영상을 입력하여 인코더(Encoder)-디코더(Decoder) 과정에서 사이즈가 변화하여 정보가 손실되는 문제를 스킵 커넥션(Skip Connection)과 맥스 풀링(Max Pooling)을 이용하여 해결하였고, Deep-Supervision 영역에 다리 두 개까지 추가하여 분할 영상의 성능을 향상시

켰다. 제안 방법에서는 Deep-Supervision 영역에 다리를 한 개 추가 하였을 때 보다 두 개 추가하였을 때 분할의 성능을 향상되었으며, 정확도 또한 증가하였다. 또한, 기존 M-SegNet과 M-SegNet Two Bridges를 비교하였을 때, M-SegNet은 X-Ray 영상을 분할하는 데 있어 정확한 경계값을 표시하지 못했으며, 제안하는 방법이 선행 연구보다 정교한 아키텍처로 높은 분할 정확도를 보이며, 섬세한 영상 분할 네트워크가 가능하다는 것을 보여준다.

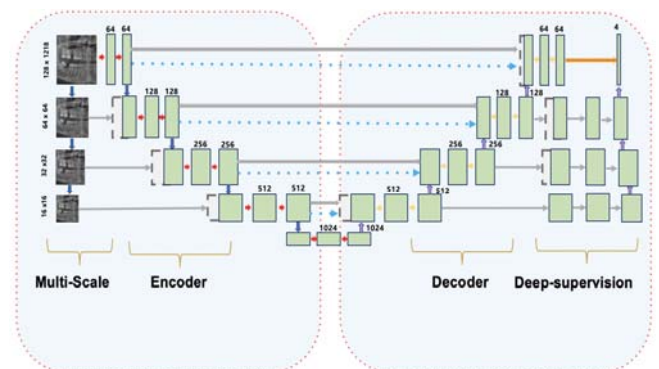


그림 1. 제안하는 Two Add bridges M-Segnet 모델

$$BCELoss(\hat{y}, y) = -(y \times \log \hat{y} + (1 - y) \times \log (1 - \hat{y})) \quad (1)$$

손실 함수로서 멀티 이진 분류 손실 함수 Binary Cross Entropy가 쓰인다. 식 (1)에서의 \hat{y} 는 0 과 1 사이의 연속적인 시그모이드(Sigmoid) 함수 출력값을 의미하며, y 는 불연속적인 실제 값을 의미한다. 그림 2는 Two Add Bridges M-SegNet에 Attention 모듈을 추가한 아키텍처이다. 모듈의 성능을 향상시키기 위해 추가한 Global Att

ention Module (GAM)은 Global Average Pooling (GAP) 레이어를 활용하였다. GAP의 목적은 특징 맵을 1차원 벡터로 만드는 것으로 예를 들어 (H, W, C)의 값이 입력되었을 경우 (1, 1, C)로 출력된다. 파라미터의 개수가 Fully-Connected (FC) 층만큼 급격히 증가하지 않아서 과적합 측면에서 유리하다. 이를 적용하여 Two Add bridges M-SegNet 아키텍처의 스킵 커넥션(Skip Connection)에 추가하여 학습시켰다.

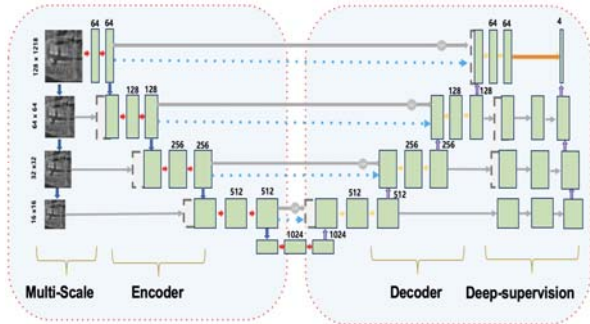


그림 2. Two Add bridges Attention M-SegNet 모델

그림 3은 Global Attention Module의 구조를 나타낸다.[4]

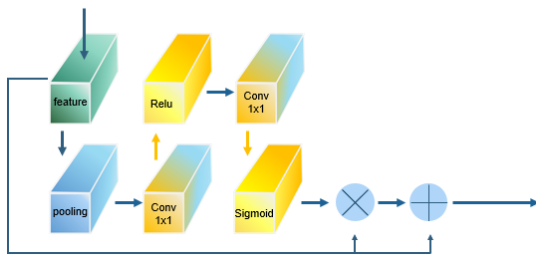


그림 3. Global Attention Module

3. 실험 결과

표 1과 그림 4는 제안하는 방법과 선행 연구와의 분할 정확도를 보여준다. 표 1에서 본 바와 같이 선행 연구에서 제안한 방법까지 정확도는 0.92에서 0.96으로 향상되었음을 알 수 있다. 또한, 그림 4에서 보는 것처럼 결과 영상에서 경계 부분의 텍스처가 더 선명해졌으며 균일하게 분할되어 높은 출력값을 보였다.

표1. 선행 연구와 비교 결과

	SegNet	M-Net	M-SegNet	제안 방법
Accuracy	0.92849	0.93177	0.95801	0.96062
F1 Score	0.80979	0.78668	0.88161	0.89026
Jaccard	0.68227	0.65730	0.79199	0.80529
Recall	0.81538	0.69162	0.84813	0.86375
Precision	0.81236	0.93534	0.92745	0.92660

4. 결론

본 논문에서는 치아 X-Ray 데이터 셋을 활용하여 의료 헬스케어에 적용하고 다양한 분야에서 활용할 수 있는 의료 영상 분할 딥러닝 네트워크를 제안하였다. 본 논문에서 제안한 M-SegNet Add Two Bridges는 적은 데이터 셋으로도 기존 아키텍처보다 3% 높은 0.96의 높은 정확도를 보인다는 것을 확인하였다.

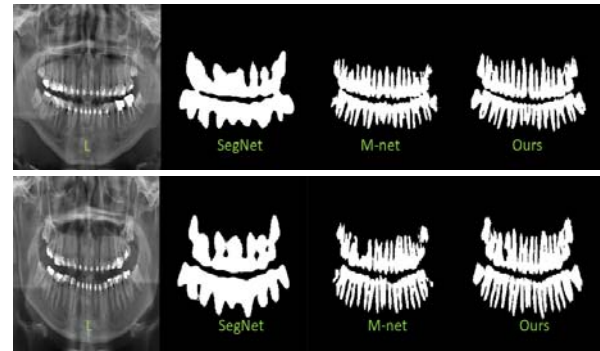


그림 4. 선행 연구와 비교 결과

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 지원을 받아 수행된 AI헬스케어 융합대학 사업 연구임. (No. ITAS0318220110020001000100100)

참 고 문 헌

- [1] Joseph Bullock, Carolina Cuesta-La 'zaro, and Arnau Quera-Bofarull, "XNet: A convolutional neural network (CNN) implementation for medical X-Ray image segmentation suitable for small datasets" 2018
- [2] Huanjun Hu, Zheng Li, Lin Li, Hui Yang and Haihong Zhu, "Classification of Very High-Resolution Remote Sensing Imagery Using a Fully Convolutional Network with Glocal and Local Context Information Enhancements" IEEE Access pp(99): 1-1, 2020
- [3] Vijay Badrinarayanan, Alex Kendall, Roberto Cipolla, Senior Member, IEEE, "SegNet: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Architecture for Image Segmentation" arXiv 2016
- [4] Nagaraj Yamanakkanavar and Bumshik Lee, "A novel M-SegNet with global attention CNN architecture for automatic segmentation of brain MRI" Computers in Biology and Medicine, pp.136, 2021