

딥러닝을 이용한 치아 이미지 분할 및 치과 임상적 응용

김성환*, 허나래**, 허석모***

*건국대학교 응용통계학과

**한세대학교 간호학과

***전북대학교 치과대학 치주과

e-mail:neoheo@jbnu.ac.kr

Dental Image Segmentation and Clinical Application by Deep Learning

Sung-Hwan Kim*, Na-rae Heo**, Seok-Mo Heo***

*Department of Applied Statistics, Konkuk University

**Department of Nursing, Hansei University

***Department of Periodontology, Jeonbuk National University

요약

딥러닝 시대의 도래와 함께 여러 산업과 학문에 있어 다양한 딥러닝 기술을 도입하고 있다. 특별히 의료 분야에 있어서도 딥러닝 기술은 낭종, 종양, 감염 조직 등의 질병이 있는 병원성 구조를 보여줌으로써 의료 전문가들을 돕는다. 예를 들어, 이미지 인스턴스 분할은 CT에서 세포 핵, 간 및 종양과 같은 물체를 인식하는 데 도움이 되어 임상적인 진단과 치료에 도움을 준다. 그러나 의료 분야에서 딥러닝 기법은 아직도 초기 단계이며, 특별히 치과 분야에서는 더 그러하다. 임상 데이터에 대한 접근이 어려울 뿐 아니라, 데이터 자체도 부족하기 때문이다. 따라서 이번 연구에서는 데이터 부족 문제를 해결하기 위해 Generative Adversarial Network (GAN)를 이용한 치과 데이터 생성 방법을 제안했다. 실험에서는 새로 생성된 치아 데이터를 포함한 데이터로 훈련된 Mask regional convolutional neural network (R-CNN) 모델과 생성된 데이터를 포함하지 않은 데이터로 훈련된 Mask R-CNN 모델의 성능을 비교하였다. 결론적으로 이번 연구에서는 치과 영상에 대한 딥러닝 방법을 사용하여 Mask R-CNN의 성능을 향상시킬 수 있었다.

2. 본론

1. 서론

최근 딥러닝 기술의 눈부신 발전은 교육, 산업, 사회, 경제, 문화 등 다양한 분야에서 주목을 받고 있다. 심층 신경망의 개발로 빅 데이터에 대한 액세스가 증가하고 사용 가능한 컴퓨팅 성능이 폭발적으로 증가했다. 결과적으로 다양한 작업에 대한 최첨단 접근 방식은 오늘날 딥러닝 기술을 활용한다. 이러한 발전은 이미지 처리, 데이터 분석, 진단 및 의료 서비스와 같은 의료 분야에 큰 잠재력을 가지고 있다.

그러나 의료 분야에서 딥러닝 기법은 아직도 초기 단계이며, 특별히 치과 분야에서는 더 그러하다. 임상 데이터에 대한 접근이 어려울 뿐 아니라, 데이터 자체도 부족하기 때문이다. 따라서 이번 연구에서는 데이터 부족 문제를 해결하기 위해 Generative Adversarial Network (GAN)를 이용한 치과 데이터 생성 방법을 제안했다. 그리고 이를 이용하여 치아 이미지를 분할하고, 치아에 있는 치태를 정량적으로 분석하였다.

2.1 기존의 치태 탐지 방법

치태는 치아에 붙은 세균막임. 일반적으로 색이 없기 때문에 평가를 위해서는 염색이 유용함. 착색제를 10초 정도 머금은 뒤 뱉으면 치태 침전물들이 염색됨. 다만 착색제는 일반적으로 세균 침전물 이외에 pellicle도 포함하게 됨 (그림 1)

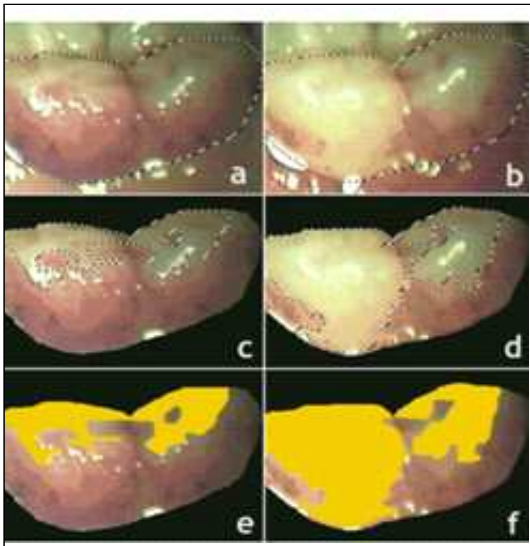


[그림 1] 착색제로 착색된 치태(Pretty IA, Edgar WM, 2005)

치태의 정도를 기록하기 위하여 periodontal disease index, Quigley Hein index, silness and Loe index, Navy system, O'leary index 존재함. 이러한 지수를 이용한 치태정도의 기록에는 정확한 평가에 있어서는 한계가 존재하는데 같은 조사자라도 상황이라도 다르게 해석할 수 있는 여지가 존재하게 됨.

2.1.1 Plaque percentage index(PPI)

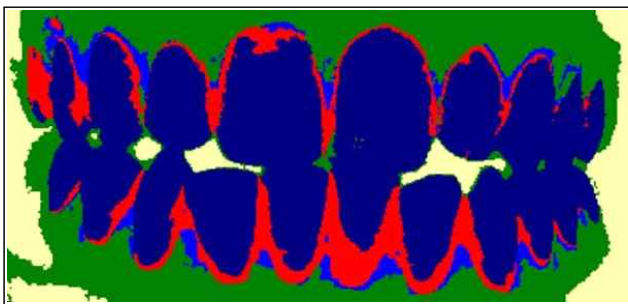
PPI는 소프트웨어 프로그램을 이용하여 치아에서 착색된 치태의 면적을 구하는 시도. 프로그래밍을 통하여 전체 치아에서, 치태가 없는 부위와 치태가 존재하는 부위의 픽셀값을 측정하여 전체 치면에서 치태가 차지하는 양을 구하는 것임 (그림 2)



[그림 2] 사진 이미지를 이용하여 착색된 치태의 면적을 구하는 예시 - a, c, e 는 치아를 닦기 전이고 b, d, f 는 치아를 닦은 후 (Staudt CB, 2001)

2.1.2 Fluorescein disclosing and digital plaque image analysis (DPIA)

치태에 형광 물질이 함유된 착색제를 염색시킨 뒤 전자 측정기로 형광물질을 탐지하는 기술. 형광물질의 사용으로 주변 어둡게 보이는 구강 조직과 확연히 다른 색으로 치태가 염색되고, 사진을 찍은 뒤 이미지 분석을 통해 치태의 양을 정량적으로 평가하려는 시도임(그림 3)

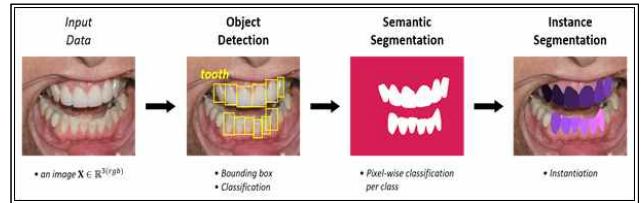


[그림 3] 이미지 분석을 거친 후 붉게 보이는 치태 (Pretty IA, Edgar WM, 2005)

2.2 딥러닝을 이용한 치태 탐지 방법

2.2.1 Dental image segmentation algorithm

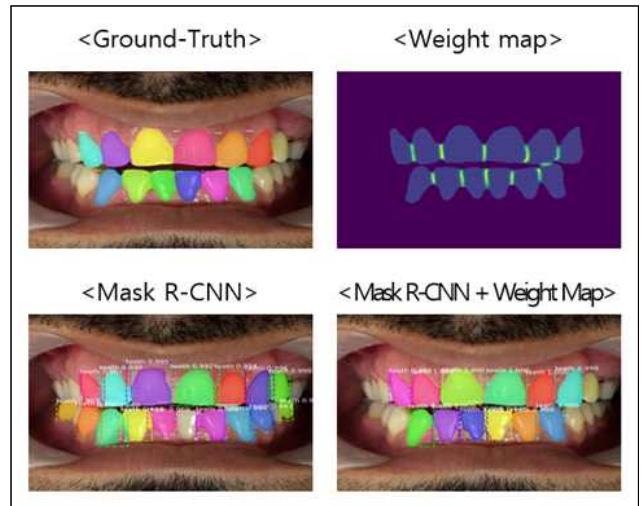
이번 연구에서는 구강 이미지 데이터에서 치아 부분만 detection하여, 경계를 설정한 후, 아래와 같은 알고리즘을 이용하여, 인스턴트 분할을 함 (그림 4)



[그림 4] 치아 이미지 경계설정 알고리즘

2.2.2 Generative Adversarial Network (GAN) algorithm

Generative Adversarial Network (GAN)를 이용한 치과 데이터 생성 방법을 이용하였다. 즉 새로 생성된 치아 데이터를 포함한 데이터로 훈련 된 Mask R-CNN 모델과 생성된 데이터를 포함하지 않은 데이터로 훈련 된 Mask R-CNN 모델의 성능을 비교함 (그림 5)



[그림 5] Weight Map과 Mask R-CNN에 적용 후 결과 비교 Weight Map을 적용하였을 경우 물체 검출(Object Detection)에서 경계선 구분

3. 결론

이전까지 치과 의사들은 시진과 촉진, 방사선사진과 같은 전통적인 진단 방법을 통하여 치과 질병을 진단하였다. 하지만 전통적인 탐지 방법으로는 초기 질병을 진단하는데 어려움이 존재하였다.

본 연구에서는 딥러닝 알고리즘을 이용한 치아 이미지 분할 방법을 이용하고, 치과적인 응용 방법을 제시하였다. 이를 통해, 일반인 혹은 치과 환자의 치아 및 치태 진단 및 분석을

용이하게 할 수 있다. 또한 구강위생상태(예, 양치질을 잘했는지 여부)를 스스로 관리하는지 여부를 파악할 수 있다. 아울러 개인의 치아건강관리 동기를 유발할 수 있으며, 스스로 편리하게 자가 진단 및 관리를 할 수 있다. 임상적으로는 잇몸 질환을 조기에 진단하고, 나아가 예방적 치료 방안을 제시할 것을 기대할 수 있다.

참고문헌

- [1] Tan AE, Wade AB (1980). The role of visual feedback by a disclosing agent in plaque control. *Journal of clinical periodontology* 7(2):140-148.
- [2]. Pretty IA, Edgar WM, Smith PW, Higham SM (2005). Quantification of dental plaque in the research environment. *Journal of dentistry* 33(3):193-207.
- [3] Han SY, Kim BR, Ko HY, Kwon HK, Kim BI (2015). Validity and reliability of autofluorescence-based quantification method of dental plaque. *Photodiagnosis and photodynamic therapy* 12(4):587-591.
- [4] Volgenant CMC, Fernandez YMM, Rosema NAM, van der Weijden FA, Ten Cate JM, van der Veen MH (2016). Comparison of red autofluorescing plaque and disclosed plaque-a cross-sectional study. *Clinical oral investigations* 20(9):2551-2558.
- [5] Pretty IA (2006). Caries detection and diagnosis: novel technologies. *Journal of dentistry* 34(10):727-739.
- [6]. Alammari MR, Smith PW, de Josselin de Jong E, Higham SM (2013). Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a tool for early occlusal dental caries detection and supporting decision making in vivo. *Journal of dentistry* 41(2):127-132.
- [7] Gomez J, Tellez M, Pretty IA, Ellwood RP, Ismail AI (2013). Non-cavitated carious lesions detection methods: a systematic review. *Community dentistry and oral epidemiology* 41(1):54-66.
- [8] Gomez J (2015). Detection and diagnosis of the early caries lesion. *BMC oral health* 15Suppl1(S3).
- [9]. Yoon HI, Yoo MJ, Park EJ (2017). Detection of proximal caries using quantitative light-induced fluorescence-digital and laser fluorescence: a comparative study. *The journal of advanced prosthodontics* 9(6):432-438.
- [10] Khudanov B, Jung HI, Kahharova D, Lee JW, Hamidov I, Lee ES et al. (2018). Effect of an oral health education program based on the use of quantitative light-induced fluorescence technology in Uzbekistan adolescents. *Photodiagnosis and photodynamic therapy* 21 (379-384).