

손호선*, Kong Vungsovanreach**, 박재성*** 차은중***, 이은영****, 김경아***

충북대학교 의학연구소*, 충북대학교 빅데이터협동과정**, 충북대학교 의과대학 의공학교실***,
충북대학교 의과대학 구강악안면외과학교실****

Tooth panorama image data analysis using deep learning algorithm

Ho Sun Shon*, Kong Vungsovanreach**, Jae Sung Park***, Eun-Jong Cha***, Eun-Young Lee****, Kyung-Ah Kim***

Medical Research Institute, School of Medicine, Chungbuk National University*

Department of Big Data Cooperative Course, Chungbuk National University**

Department of Biomedical Engineering, School of Medicine, Chungbuk National University***

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Medicine, Chungbuk National University Hospital****

Abstract - 최근 파노라마 치아 영상 데이터를 활용하여 많은 기계학습 알고리즘을 적용한 연구가 진행되고 있다. 치주질환의 진단 시 치아 파노라마 영상 데이터를 사용하게 되는데 육안으로 확인하기 어려운 부분의 경우 임상가의 경험에 의존하고 있다. 본 연구에서는 좀 더 체계적이고 신뢰할 수 있는 치주질환 진단을 위해 기계학습 기반의 딥러닝 알고리즘을 적용하여 치아 파노라마 영상 데이터를 분석하였다. 실제 임상데이터와 공개 데이터를 활용하여 치주질환의 치조골손실에 대한 PBL(Periodontal Bone Level)과 CEJ(Cemento Enamel Junction)의 경계를 검출하고 그 성능을 분석하였으며 그 결과 높은 정확도를 확인하였다

ground truth를 두 개의 다른 형태로 생성하였다. PBL과 CEJ의 경계를 감지하기 위해 UNet 모델을 사용하였다. 또한 이 데이터는 다양한 기법의 데이터 augmentation을 통해 확장하였다. AIHub 서버에서 총 4,010개의 이미지가 포함된 파노라마 방사선 이미지의 공개 데이터 셋을 활용하였다. 모든 단일 이미지는 픽셀 코디네이터(x, y) 정보를 포함하는 JSON 데이터 형식으로 레이블과 함께 제공되었다. AIHub 데이터 셋은 각 개별 치아의 수를 감지하기 위해 YOLOv5 모델을 사용하였다. 본 연구에서는 두 알고리즘을 활용하여 분석하였다.

1. 서 론

2.2 연구결과

보건의료 빅데이터 개방 시스템의 2020년 외래 다빈도 질병통계에 따르면 치은염 및 치주질환은 외래 환자가 가장 많은 질환이었으며, 질병별 요양 급여 비용도 가장 높게 나타났다. 그러나 치주질환은 초기 통증이 없으며 흔하게 발생하는 만성질환으로 인식되어 있어 치료의 중요성에 대한 인식이 부족한 상태이다. 이러한 인식 부족은 치료시기를 놓치게 되어 노년의 다수 치아의 상실을 유발하게 된다. 다수의 치아 상실은 음식물 섭취를 어렵게 하고 이는 노년 건강의 위협 요인이 될 수 있다. 또한 치주질환으로 파생되는 감염성 질환의 경우 장기간의 약물치료 및 수술처치가 요구되므로 이에 대한 예방 및 치료의 중요성이 강조되고 있다. 다양한 역학조사에서 치주질환은 당뇨, 뇌혈관질환, 만성폐쇄성 호흡기질환, 심혈관질환, 만성심부전증, 조산 혹은 미숙아 출산 등의 질환과 연관성을 나타내고 있으므로 치주질환의 예방은 구강 건강 뿐 아니라 전신질환의 치료에도 도움을 줄 수 있다.

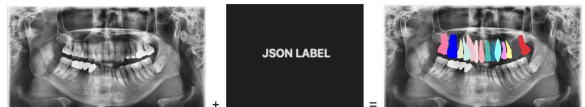
실제 임상 데이터 셋 87장을 PBL과 CEJ의 ground truth를 만드는데 사용하였으며, 그 결과를 <그림 1>에 제시하였다.



<그림 1> (a)Original dataset, (b)PBL mask, (c)CEJ mask

치주질환의 진단 시 치아 파노라마 영상 데이터를 사용하게 되는데 육안으로 확인하기 어려운 부분의 경우 임상가의 경험에 의존하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 최근에는 치아 방사선 촬영 영상에서 치아우식 진단 시 딥러닝 알고리즘을 적용하는 연구가 이루어지고 있다. 딥러닝 알고리즘 중 CNN(Convolutional Neural Network)은 의료 영상 분석을 통해 다양한 질환의 분류 및 탐지에 활용되고 있으며 구강악안면 분야에서도 치아검출 및 분류 그리고 충치 진단 등 복잡한 임상 진단에 널리 활용되고 있다[1-5]. 따라서 본 연구에서는 치아 파노라마 영상 데이터를 이용하여 치아의 형태를 구분하고 치조골 손실의 정도를 예측하기 위한 기반 자료로 PBL과 CEJ의 경계를 검출하는데 딥러닝 기법을 활용하고 그 성능을 평가하였다.

<그림 2>는 AIHub 데이터 셋의 형태로 단일 이미지 셋과 JSON 형식의 해당 레이블과 함께 제공된 정보를 결합하여 딥러닝 기법인 YOLOv5를 이용하여 각 개별 치아의 번호를 탐지한 결과이다.



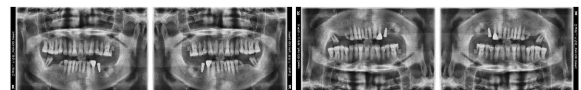
<그림 2> AIHub Dataset의 YOLOv5를 통한 치아 식별

충북대학교병원의 데이터 셋이 충분치 않으므로 flip과 rotation 방법으로 데이터 augmentation을 진행하였다. PBL 경계 이미지 87개를 flip 방식을 적용하여 348개로 증가시키고 flip은 수평과 수직 두 방향에 적용하였다. 또 다른 방법인 rotation 기법을 이용하여 87개의 이미지를 8가지의 다른 각도로 1,044개로 증가시켰다. 그 결과를 <그림 3>에서 <그림 6>에 제시하였다.

2. 본 론

2.1 연구방법

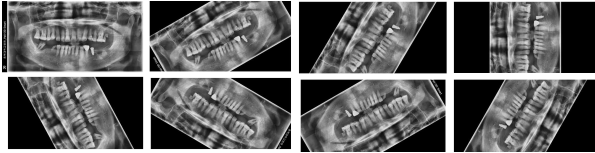
본 연구에서는 충북대학교병원과 AIHub의 IRB(Institutional Review Board) 승인(CBNUH 2021-11-011)을 통해 이루어진 치아 파노라마 방사선 이미지 데이터를 사용하였으며, 모든 과정은 관련 지침 및 규정에 따라 수행되었다. 환자의 파노라마 영상은 치과용 파노라마 엑스레이 장치인 PaX-i3D Smart(Vatech, Seoul, Korea)를 사용하여 100장의 영상을 획득하였다. 전체 데이터 셋에서 결측치 등을 제외한 87장의 이미지 영상을 사용하였다. 먼저 충교병원으로부터 받은 데이터를 PBL mask와 CEJ mask에



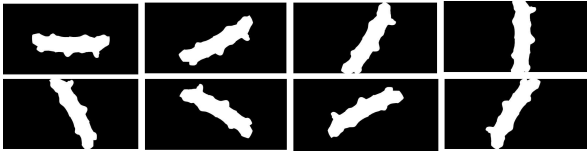
<그림 3> (a)Original (b)Horizontal Flip (c)Vertical Flip (d)Hori&Verti Flip



: 데이터 augmentation의 PBL 형태



〈그림 5〉 Raw 데이터를 Rotation한 데이터 augmentation



〈그림 6〉 Rotation 기법에 의한 데이터 augmentation의 PBL 형태

본 연구에서 수집된 치아 파노라마 이미지 데이터에 대해 개별 치아 각각의 PBL과 CEJ에 대한 ground truth를 검출하고 AIHub 공개 데이터를 활용하여 치아 식별을 위한 모델을 개발하기 위해 연구를 진행하였다. 딥러닝 기반의 UNet 알고리즘을 이용하여 PBL과 CEJ 경계에 대한 검출 성능을 비교 분석하였다. 그 결과 PBL과 CEJ 모두 경계에 대한 검출이 높은 정확도로 나타나는 것을 확인할 수 있었다(<표 1> 참조).

〈표 1〉 PBL과 CEJ의 경계 탐지 성능평가

Boundary type	Accuracy	Loss	Validation Accuracy	Validation Loss
PBL	0.9856	0.0132	0.9813	0.0306
CEJ	0.9891	0.0096	0.9864	0.0213

3. 결 론

본 연구는 치아 파노라마 이미지 데이터를 활용하여 개별 치아 인식과 치조골 손실 파악을 위해 PBL과 CEJ 경계 라인을 식별하고 딥러닝 알고리즘을 이용하여 분석하였다. 또한 임상 데이터의 부족으로 인한 문제 해결을 위해 flip과 rotation 기법의 데이터 augmentation을 활용하고 딥러닝 알고리즘을 통해 분석을 진행하였다. 그 결과 PBL과 CEJ의 경계에 대한 검출의 우수한 성능을 확인하였다. 추후 연구로 치주질환의 단계 분류를 위한 다양한 연구를 진행 할 것이며 실제 임상의의 진단과 딥러닝 알고리즘을 통한 결과를 비교 분석할 것이다. 따라서 딥러닝 기법을 적용하여 전문의의 구강 질환 식별을 보다 더 체계적이며 정확하게 진단하는 것이 가능할 것이며 치조골 손실과 같은 질병을 높은 정확도로 감지하여 효율적인 치료가 이루어질 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 정부(교육부, 과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1I1A1A01065199, No. 2019R1F1A1051569).

[참 고 문 헌]

- [1] 이상정, 강세룡, 양수, 최민혁, 김조은, 허경희, 이삼선, 허민석, 이원진, 딥러닝을 이용한 방사선학적 골 손실과 치주염 단계 분류의 자동적 진단 방법, 전기학회논문지, Vol. 70, No. 12, p.1891-1897, 2021.
- [2] H.J. Chang, Deep Learning Hybrid Method to Automatically Diagnose Periodontal Bone Loss and Stage Periodontitis, Scientific Reports, Vol. 10, No. 1, pp.1-8, 2020.
- [3] A. Esteva, Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks, Nature, Vol. 542, No. 7639, pp. 115-118, 2017.
- [4] A.Y. Hannun, Cardiologist-level arrhythmia detection classification in ambulatory electrocardiograms using

neural network, Nature Medicine, Vol. 25, No. 3, pp. 65-69, 2019.

- [5] Y. Miki, Classification of teeth in cone-beam CT using deep convolutional neural network, Computers in Biology and Medicine, Vol. 80, pp. 24-29, 2017.