

딥러닝을 이용한 치아진단 시스템

김도건, 박승규, 최우영, 전광길
 인천대학교 임베디드시스템공학과
 dgkimk93@gmail.com, effortsk@naver.com, davidki@naver.com, gjeon@inu.ac.kr

Tooth Diagnosis System Using Deep Learning

Do-Gun Kim, Seung-Kyu Park, Woo-Young Choi, Gwang-gil Jeon
 Dept. of Embedded System Engineering, Incheon National University

요 약

현대인들은 삶을 영위하기 위해 매우 바쁘게 생활한다. 아이러니하게도, 이로 인해 자신의 건강은 챙기기 쉽지 않다. 특히 치아 쪽은 건강검진에도 포함되어 있지 않아 더욱 그렇다. 이를 해결하기 위해 본 논문은 충치를 판단해주는 플랫폼을 제안한다. 실시간으로 사용자의 구강 안을 촬영한 영상에서 충치, 아말감, 골드 크라운 이렇게 세 가지 치아의 상태를 구분하여 검출한다. 치아의 종류를 판단하는 기술은 딥러닝을 이용하였다. 딥러닝 학습모델이 치아 판별기로써의 기능을 다하려면 충분히 많은 양의 각 종류의 치아 데이터가 필요하다. 따라서, 인터넷, 학술 자료 등을 활용하여 수집했다. 이 시스템을 혈압측정기, 신장계와 같이 공공장소에 설치함으로써 사용자 스스로 치아의 상태를 확인 할 수 있을 것으로 예상된다.

1. 서론

현대인들은 삶을 영위하기 위해 매우 바쁘게 생활한다. 그 결과, 자신의 치아 상태에 대해서 관심 있게 보지 않는 경우가 많다. 자신의 치아에 통증이 생겨야 비로소 치과를 방문하게 된다. 하지만 이러한 상황에서는 충치가 이미 진행이 많이 된 상태일 경우가 높다. 많은 비용과 많은 시간이 소모되며, 치아를 발치해야 하는 경우까지 이어 질 수 있다. 또한, 어린 아이들에게 치과는 상당히 무섭게 느껴질 수 있다.

본 논문에서는 집에서 사용자의 치아 상태를 카메라로 확인하고 충치, 아말감, 골드 크라운을 판단해주는 플랫폼을 제안한다. 치아의 종류를 판단하는 기술은 딥러닝을 이용하였다. 딥러닝은 공식이나 논리적 법칙으로 접근하기 어려운 경우에 학습 데이터를 이용해 모델을 구하는 기술이다. 그 중 영상과 이미지 분류에 특화된 성능을 가진 컨벌루션 신경망을 사용하였습니다. 뇌의 시각피질이 이미지를 처리하고 인식하는 원리를 차용한 신경망으로, 그 동안의 특징 추출기를 사용했을 때, 비용과 시간이 많이 들고 성능이 일정하지 못한 문제를 해결할 수 있다. 학습 데이터의 양이 충분히 많아야 플랫폼의 치아 종류 판단 정확도를 증가시킬 수 있기 때문에 인터넷, 관련 학술 자료 등을 통해 치아의 종류를 구분할 수 있는 사진을 최대한 많이 구비한다.

2. 시스템 설계

2.1 시스템 구성

<HW>



그림 1. 시스템 구성

충치 진단 시스템의 구성도는 그림 1 과 같다. 카메라를 통하여 실시간으로 영상 정보를 받아와 Nvidia Tx2 보드를 이용하여 각 치아의 상태를 분석한다. 현재 모니터를 이용하여 실시간으로 사용자의 치아 상태를 확인 할 수 있다. 현재는 소형 웹캠으로 카메라를 사용하고 있다.

<SW>

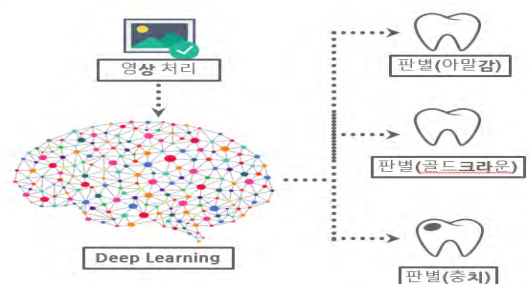


그림 2. 시스템 아키텍처

그림 2는 Nvidia Tx2 보드에서의 내부 구성이다. 카메라로 입력 받은 영상을 Deep Learning 기술을 적용한다. 실시간 이미지에 Deep Learning 기술을 적용하여 각 치아의 상태를 판단하고 사용자에게 정보를 알려준다. 치아의 상태는 충치, 골드크라운, 아말감 3가지 클래스로 나누었다.

3. 시스템 구현

3.1 구현 환경

구분	항목	적용내역	
S/W 개발 환경	OS	Linux Ubuntu 16.04	Linux 환경에서 개발
	개발환경 (IDE)	matlab, gedit, Python IDLE	windows Matlab에서 영상처리 실험을 한 뒤 Ubuntu에서 gedit에서 C++로 구현 Python IDLE는 데이터셋을 구성할 때 사용
	개발도구	OpenCV, MySQL	OpenCV는 영상처리에서 필요한 함수를 이용 MySQL은 데이터 저장시 이용한 데이터베이스로 사용
	개발언어	C, C++, Python	C, C++은 영상처리 및 딥러닝, Python은 데이터셋을 구성하기 위한 프로그램을 구현하는데 사용
H/W 구성 장비	디바이스	Nvidia Tx2	wifi 모듈과 아두이노가 결합된 소형 장치로 센서 데이터 전송에 이용
	I/O	모니터, 키보드, 마우스, USB 허브	사용자의 입력을 받기 위한 키보드와 마우스 결과를 출력하는 모니터로 I/O를 구성
	웹캠	Odroid 720P 웹캠, 구강카메라	테스트용 웹캠과 실전용 웹캠으로 나누어 영상을 촬영할 때 사용

그림 3. 시스템 구현 SW/HW 환경

3.2 작품 구성 요소

3.2.1 SW 구성

영상처리를 하는 C++ 프로그램, 딥러닝 기술을 적용하는 darknet 프레임워크, 데이터를 저장 및 제공하는 서버로 구성.

3.2.2 HW 구성

방대한 양의 자료를 이용하여 학습 모델을 생성할 때, 효율을 위해 GPU가 탑재된 Nvidia jetson TX2 보드를 이용한다. 또한 출력을 위한 모니터, 분류해야할 영상을 촬영하는 Logitech 1280x720 해상도의 카메라로 구성하였다.

3.2.3 HW 구성통신

USB 직렬통신 및 Wifi TCP 소켓 통신을 이용하고, 지정해둔 프로토콜을 활용.

3.3 데이터 수집

3.3.1 인터넷 이용

구글 검색 엔진에서 크롤링 툴을 활용하여 관련 이미지를 수집한다. 충치 850개, 아말감 430개, 골드크라운 450개를 수집.

3.3.2 직접 수집

치과 등 충치에 관련된 이미지를 직접 소장하고 있는 곳에 협조를 구하고 학술자료, 잡지, 사진과 같은 매체를 통해 전달받았다. 충치 150개, 아말감 70개, 골드크라운 50개를 수집.

3.4 학습모델 구축

3.4.1 학습 모델 코드 작성

C와 CUDA로 구현된 neural network framework 환경에서 치아 상태의 인식과 치아 위치를 같이 고려하여 판단하기 위해 YOLO^[1]를 활용해 학습모델을 구축한다. 신속한 검증을 위해 GPU 환경에서 학습 모델 실험을 진행한다. YOLO의 Architecture는 24 Convolutional layers & 2 Fully Connected layers이며 GoogLeNet 모델을 기반으로 한다.

3.5 충치 데이터 학습

3.5.1 충치 이미지 학습

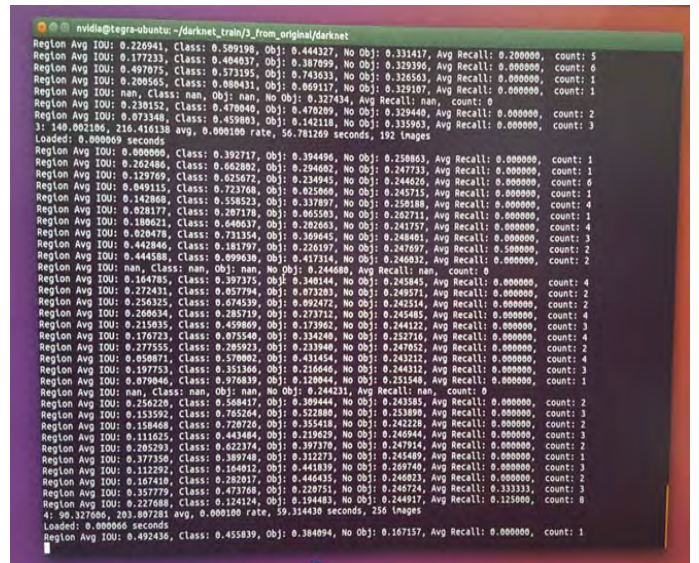


그림 4. 수집한 데이터셋을 기반으로 학습을 반복

학습 모델에 충치 클래스당 500개의 이미지를 학습시킨다. 인식 정확도를 높이기 위해 학습 데이터, 평가 데이터의 개수와 구축된 학습모델을 수정을 하며 최적의 학습모델을 찾는 과정을 진행한다.

4. 실험 및 평가

4.1.1 학습 결과 관찰

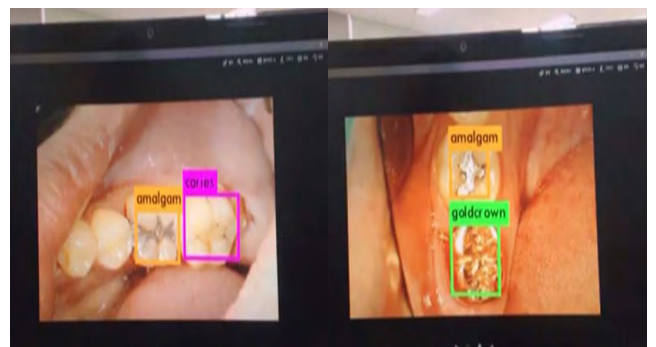


그림 5. 충치, 아말감, 골드크라운 검출 이미지

건강치와 충치를 구분하는지, 그렇다면 4.4.1에서 생성한 기

준들에 맞게 분류되는지 관찰한다. 결과가 만족스럽지 않다면, 3.3.1에서 3.5까지의 과정을 검토하고 반복한다. 이때 인식률, 오검출률, 실시간성을 중점으로 결과를 관찰하였고, 실시간 영상, 영상 파일, 사진 파일을 입력할 수 있다.

클래스	인식률
충치	81%
아말감	76%
골드크라운	81%

충치, 아말감, 골드크라운 검출 인식률

NVIDIA Jetson Tx2 (CUDA core : 256) 보드의 리눅스 16.04 LTS 환경에서 Frame rate가 약 15fps로 작동한다. 전체 1,500개의 데이터를 학습시킨 결과 약 30 시간이 소요 되었다. 충치 1,000개, 아말감 500개, 골드크라운 500개의 이미지로 학습시킨 학습모델의 성능 평가를 진행했다. 이 중 각 이미지 파일의 75%는 학습 데이터로 사용했으며 25%는 성능 검증에 사용하였다. 물론, 3개의 클래스가 함께 구성된 이미지가 다수 존재한다. 간단하게 성능 검증 이미지로 학습 모델을 성능 평가를 진행한 결과 충치 250개의 이미지 중 204개, 아말감 100개의 이미지 중 76개, 골드크라운 100개의 이미지 중 71개를 정확하게 인식할 수 있었다. 따라서 충치 81%, 아말감 76%, 골드크라운 71%의 인식률이라고 판단할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 Deep Learning을 이용하여 학습된 데이터를 토대로 충치를 진단하는 시스템을 구현했다. 이를 통해 바쁜 현대인들이 가정에서도 충치를 판단 할 수 있다. 혈압측정기, 신장계와 같이 공공장소에 설치함으로써 사용자 스스로 치아의 상태를 확인 할 수 있을 것으로 예상된다. 추후에는 클래스의 구조를 더 세분화하여 더 정확한 정보를 제공할 것이다. 또 한 더 많은 데이터를 학습시켜 더 정확한 인식률을 제공 할 것이다.

참고문헌

- [1] Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi, "You Only Look Once:Unified, Real-Time Object Detection", CVPR (2016)
- [2] Yanming Guo, Yu Liua, Ard Oerlemans, Songyang Lao, Song Wu, Michael S.Lew, "Deep learning for visual understanding : A review", Neurocomputing, vol. 187, pp. 27-48, 2016
- [3] C. Szegedy, S. Reed, D. Erhan, and D. Anguelov. "Scalable high-quality object detection" arXiv:1412.1441v2, 2015
- [4] K Simonyan, A Zisserman, "Very deep convolutional networks for large-scale image recognition", ICLR, 2015
- [5] Muhamad Erza Aminantoa, Kwangjo Kimb, "Deep Learning in Intrusion Detection System: An Overview", KAIST Lab, 2016
- [6] Lu L, Zheng Y. Carneiro G. Yang L.), "Deep Learning and Convolutional Neural Networks for Medical Image Computing", Springer-VerlagNewYorkInc, 2017
- [7] 김지섭, 남장균, 장병탁, "딥러닝 기반 비디오 분석 기술", 정보과학회지, pp.21-31, 2015