

딥러닝 기반 손톱 하부 모세혈관 인식

고서영, 정희용*
 전남대학교 인공지능융합학과
 {217927, h.jeong}@jnu.ac.kr
 * 교신저자

Deep-Learning-based Nailfold Capillary Recognition

Seoyeong Ko, Hieyong Jeong*
 Dept. of Artificial Intelligence Convergence, Chonnam National University

요 약

손톱 하부 모세혈관(Nailfold Capillary)의 형태와 분포 특징으로부터 다양한 질병을 밝혀내려는 시도가 꾸준히 있어 왔다. 손톱 하부 모세혈관은 그의 대표적인 형태 특징을 따라 몇 가지로 분류할 수 있고, 이 분포와 질병과의 상관관계가 밝혀진 종래 연구들도 다수 존재한다. 현재는 진단하는 과정을 의료 전문가가 직접 촬영된 모세혈관 사진을 보고 주관적인 평가를 하게 되는데, 이러한 분석 방법은 많은 시간과 휴먼 에러가 발생한다는 문제점이 있다. 이를 자동화하기 위하여 본 논문은 손톱 하부 모세혈관의 모세혈관들을 YOLO 객체 인식 모델을 활용하여 모세혈관을 탐지하고 모세혈관의 종류에 따라 분류하는 방법을 제안하고, 그 유효성을 검증하였다.

1. 서론

손톱 하부 모세혈관경(Nailfold Capillaroscopy)은 비침습적으로 가장 안전하고 빠르게 손톱 하부 모세혈관의 형태적 특징을 빠르게 볼 수 있는 방법이다. 모세혈관의 형태 특징에 따라 몇 가지로 분류할 수 있다. 이 종류들의 분포를 통하여 류마티즘 관절염 [1], 레이노 현상과 전신경화증[2], 제 2형 당뇨병성 망막증[3] 등의 질병을 진단하려는 시도가 꾸준히 있어 왔으며 중요한 지표로 활용할 수 있다는 가능성이 있다.

손톱 하부 모세혈관이 여러 질병을 진단하는 데 있어 그 형태 특징에서 변형된 이상한 모양이 도움이 된다. 또한 정상적인 모세혈관과 비정상적인 모세혈관의 비율과 분포 또한 질병 진단에 도움이 될 수 있다.

현재는 훈련된 의료 전문가가 직접 촬영한 모세혈관 사진을 보고 평가를 한다. 이런 방식은 시간이 오래 걸리며 각 전문가마다 다른 기준을 가지고 주관적인 평가를 할 수 있기 때문에 휴먼 에러가 발생한다는 문제점이 있다.

따라서, 본 연구는 손톱 하부 모세혈관을 형태 특징에 따라 라벨링하여 데이터셋을 구축한 후, 물체 인식 모델인 YOLO로 학습시켜 모세혈관을 탐지하고



(a)

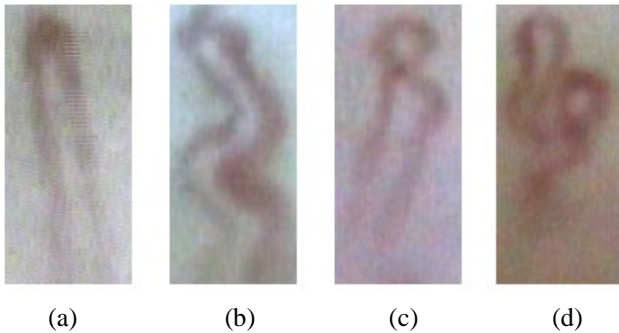
(b)

(그림 1) 손톱 하부 모세혈관 관찰의 개요. (a) 모세혈관경에 맞게 손가락을 위치시키고 관찰하는 모습. (b) 이를 통하여 관찰된 모세혈관들의 예시 사진.

그 종류에 따라 분류할 수 있는 방법을 제안하여, 그 유효성을 검증하는 것이 목적이다.

2. 모세혈관의 형태적 분류 기준

손톱 하부 모세혈관은 모세혈관경을 활용하여 그림 1(a)와 같은 방법으로 손톱 밑 부분의 모세혈관을 관찰한다. 관찰 대상자의 손가락을 모세혈관경 밑의 스탠드 유닛에 위치하고 그와 연결된 컴퓨터나 스크린으로 관찰한다. 모세혈관의 더 나은 가시성을 위하여 매니큐어를 칠한 대상자나 손가락 중 상처가 있는 부위는 촬영하지 않았다.



(그림 2) 다른 형태적 특징을 가지고 있는 모세혈관들의 대표 이미지들을 보여주는 사진. (a) hairpin, (b) tortuous, (c) crossing, 그리고 (d)는 bushy 형태.

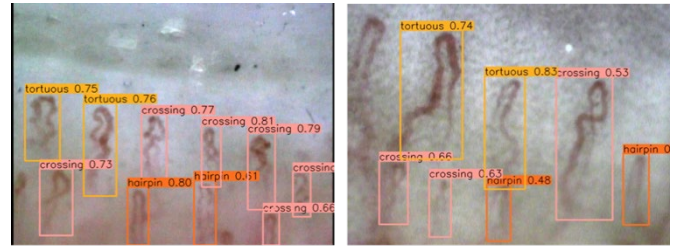
손톱주름 모세혈관은 그의 형태적 특징으로 몇 가지의 종류로 분류할 수 있다. 그림 1(b)는 측정된 모세혈관의 예시 사진을 보여주고 있다. 그림 2는 다른 형태 특징을 가지고 있는 모세혈관들의 대표 이미지를 보여주고 있다. European League Against Rheumatism Study Group 에 따르면 모세혈관은 거꾸로 된 U 모양인 hairpin (a), 구불구불한 모양인 tortuous (b), 혈관 중 부분이 꼬여 있는 crossing 혈관 (c), 혈관의 윗 부분이 non-convex 한 형태를 가지는 bushy 혈관 (d), 그리고 그 외의 형태적 특징을 갖는 혈관으로 분류할 수 있다[4]. 이 혈관 종류의 분포의 특징에 따라 개인의 질병 가능성을 진단할 수 있게 된다.

3. 데이터셋 구축

객체 탐지 모델 YOLOv5 를 훈련시켜 모세혈관을 탐지하고 분류하기 위해서는 그에 맞는 데이터셋이 필요하다. 따라서 촬영된 이미지 중 총 613 개의 이미지에 대한 라벨링이 선행되었다. 각 모세혈관에 대하여 바운딩 박스와 그의 종류를 위에 주어진 분류기준대로 총 4 가지 클래스(hairpin, tortuous, crossing, bushy)로 라벨링 하였다. 각 이미지의 크기는 640X480 이며 직사각형 모양의 바운딩 박스로 레이블링을 진행하여 데이터셋을 구축하였다.

4. 학습 및 테스트

물체 인식 모델은 state-of-the-art 객체 탐지 모델 중 하나이면서 one-stage detector 인 YOLOv5[5] 를 활용하여 훈련하였다. COCO 데이터셋에 미리 훈련된 모델을 사용하여 위에서 구축한 데이터셋에 대해 전이 학습을 진행하였고, 총 150 에폭으로 훈련하였다. 데이터셋의 크기가 크지 않아 613 개 중 95%인 583 개를 훈련에 사용하였고, 5%인 30 개의 이미지를



(그림 3) 훈련된 모델을 실제 모세혈관 이미지에 적용한 모습.

검증에 활용하였다.

훈련된 모델의 효용성을 확인해 보기 위하여 훈련에 사용되지 않았던 이미지에 적용해 보았다. 그림 3은 모세혈관 이미지에 적용해 본 결과 탐지된 모세혈관을 나타내는 사진이다. 이미지 안의 많은 모세혈관을 정확하게 탐지하고 인식하고 있다는 것을 확인할 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 다양한 질병의 지표가 될 수 있는 손톱 하부 모세혈관을 형태 특징에 따라 4 가지로 탐지하고 분류할 수 있는 모델을 제안하였다. 이 모델을 활용하여 다양한 질병의 진단의 자동화에 활용이 될 수 있을 것으로 기대된다.

사사

본 논문은 2022 년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2021R111A305521012) 연구비 지원에 의해 연구되었다.

참고문헌

- [1] Etehad Tavakol, Mahnaz, et al. "Nailfold capillaroscopy in rheumatic diseases: which parameters should be evaluated?." *BioMed research international* 2015 (2015).
- [2] Smith, Vanessa, et al. "Standardisation of nailfold capillaroscopy for the assessment of patients with Raynaud's phenomenon and systemic sclerosis." *Autoimmunity reviews* 19.3 (2020): 102458.
- [3] Shikama, Maiko, et al. "Association of crossing capillaries in the finger nailfold with diabetic retinopathy in type 2 diabetes mellitus." *Journal of diabetes investigation* 12.6 (2021): 1007-1014.
- [4] Smith, Vanessa, et al. "An EULAR study group pilot study on reliability of simple capillaroscopic definitions to describe capillary morphology in rheumatic diseases." *Rheumatology* 55.5 (2016): 883-890.