

딥러닝 알고리즘을 사용한 발열자 능동 감지 시스템 분석

김용중, 정경권*

한국폴리텍대학 춘천캠퍼스, *부천대학교

kyj11111@kopo.ac.kr, kkjung@bc.ac.kr

Analysis of Exothermic Active Detection System using Deep Learning Algorithm

YongJoong Kim, KyungKwon Jung*

Korea Polytechnics Chuncheon-Campus, *Bucheon Univ.

요약

This paper analysis the experiment results of our proposed system. Our proposed system used a deep learning algorithm for detecting persons with fever. The proposed algorithms extracts a sufficient temporal artery region similar to the central temperature of the human body. The developed algorithm is adopted to Active Detection System. We conducted experiments on various people using the developed system. The system to be developed will be very useful in preventing the spread of infection by quickly finding a fever in COVID-19 which was prevalent around the world and similar respiratory-related diseases in the future.

I. 서론

체온은 사람의 건강 상태를 확인할 수 있는 가장 기본적이며 중요한 생체 신호 중의 하나이다. 최근 유행하는 코로나19(COVID-19) 상황에서 체온 측정은 모든 곳에서 반드시 측정하며 초기 감염 여부를 확인하는 제일 중요한 절차가 되어 일상생활로 자리매김하였다. COVID-19 감염증과 같은 ‘팬데믹’의 생활에서 위험한 바이러스 전파를 차단 및 완화하고 빠른 진단과 스크리닝을 위하여 비대면 문화와 언택트 환경이 빠르게 조성되고 생체신호의 비접촉 감지 기술의 수요가 급격히 증가하고 있다.

이러한 노력은 최근, 심각한 전염병 감염 시, 대부분 공통으로 관찰되는 발열 증상을 잡아내는 데에 집중되고 있으며, 적외선 열화상 측정은 빠르고 쉬운 비접촉식(비침습적) 방법으로 초기에 개인의 피부 온도를 확인하는데 큰 도움을 주고 있으나 사람은 항온동물로, 피부를 통해 열을 방출하여 내부 체온을 조절하기 때문에 시시각각 역동적으로 변하는 특성이 있다. 세계보건기구(WHO)와 미국 질병통제예방센터(CDC)가 사망자 수를 근거로 집계한 세계 10대 전염병 중 8개가 RNA 바이러스가 주된 원인으로 지목되고 있으며, COVID-19 또한 RNA 바이러스이며 경증에서 기침 발열 두통 등 복합적인 증상이 관찰되고 있다. 다음 그림 1은[1] COVID-19의 임상학적 특성을 보여주고 있다.[1]

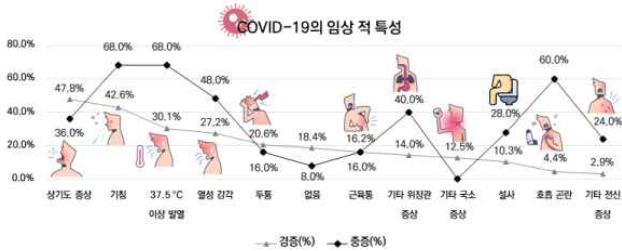
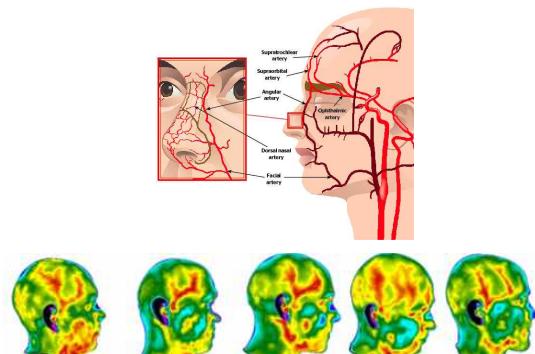


그림 1. COVID-19의 임상학적 특성

본 논문에서는 인체의 체온을 정확히 측정하기 위해 인체 중심 온도에 제일 근접한 관자놀이 부근의 천축두동맥을 찾아낼 수 있는 딥러닝 알고리즘을 적용한 발열자 능동 감지 시스템을 개발하여 실험한 결과를 분석하였다.

II. 본론

본 논문에서는 천축두동맥 영역 온도를 측정하여 인체의 중심온도를 측정하고자 한다. 그림 2와 같이 인체의 이마 주위에는 동맥과 정맥이 근처에 위치하며, 혈관의 특성상 동맥은 심장에서 나오는 혈액이 지나고, 정맥은 혈액이 신체 기관들에 운송되는 과정에서 주변 환경에 의해 열 손실(5~10도)이 발생된 후의 상태로 왜곡이 발생한 상태이다. 따라서 천축두동맥 영역의 정확한 온도를 측정하게 되면 심부체온(Core)과 더욱 유사한 체온 추정이 가능하다. 본 논문에서는 딥러닝 알고리즘을 적용하여 얼굴 부위에서의 IR 카메라의 출력 영상에서 더욱 정밀한 천축두동맥 영역의 검출 기술을 적용하고자 한다.



천축두동맥 감지를 위해 MTCNN 학습 아키텍쳐 기반의 딥러닝 알고리

즘을 개발하며 딥러닝 개발 효율성 향상을 위해 python based open source 아키텍처 활용에 추가하여 matlab 딥러닝 simulink를 이용하여 시뮬레이션을 실시한다. matlab 딥러닝 workflow simulink는 시뮬레이션 시간을 대폭 줄이고 최적의 아키텍처와 파라미터를 테스트 해 볼 수 있으며, MTCNN, R-CNN, Fast R-CNN, FCN, Unet, DeepLab 등의 Semantic Segmentation 알고리즘에 대해 다양하게 성능비교 및 장단점을 파악하기 용이하다.

딥러닝 추론 실행 보드는 시판 중인 NVIDIA사의 jetson nano GPU 보드를 사용한다[2]. 추론 시간 단축을 위한 최적화를 수행하고 DeepStream SDK를 활용한다. 모델 학습은 공개된 MTCNN(Multi task cascade CNN) 아키텍처를 사용한다. MTCNN은 안면 검출 분야에서 높은 성능과 빠른 검출 속도를 나타내며 Face detection용 Task와 눈, 코, 입의 좌표를 알아내는 Face alignment용 Task를 각기 구동한다.

실험을 위한 온도보정 테스트환경 구축을 위해 다음과 같이 수행한다.

- 딥러닝 기반 발열자 중심온도 능동 감지기의 인체 중심온도 추정을 위해 저반사 배경판을 두고 3m 거리에서 STA의 온도를 측정
- 흑체(black body)를 구성하여 IR 카메라의 기준을 확인
- 대상자는 의료기관 등에서 일반적으로 사용하는 접촉식 온도계(겨드랑이용, 구강용, 귀고막용), 비접촉식 온도계(피부적외선)와 코어 온도 모델링 진행

다음 그림 3은 코어 온도 모델링과 코어 온도 추정 실험 시나리오를 보여준다.

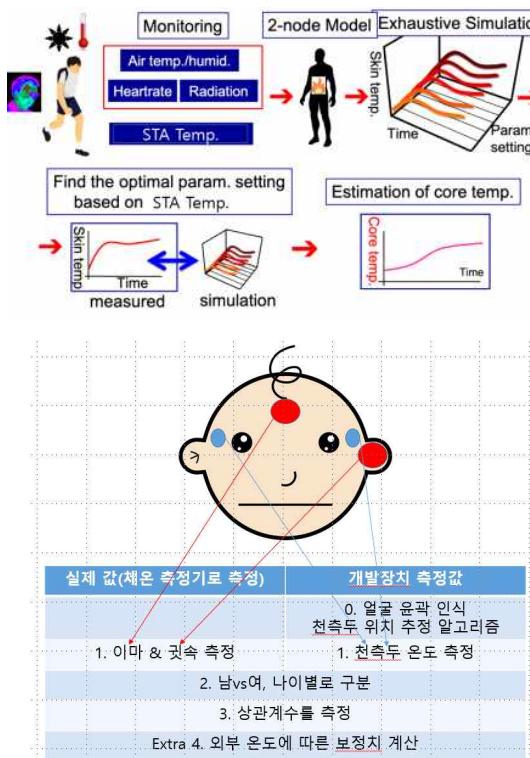


그림 3. 코어 온도 모델링과 추정 실험 시나리오

- 실험대상 : 20명(남 : 16명, 여 4명)
- 각 실험대상자 별로 10회씩 측정하여 평균값을 구함

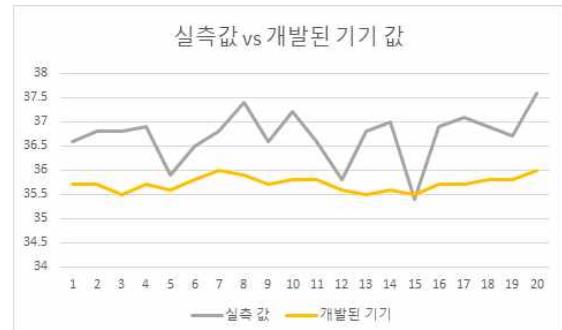


그림 4. 실측값과 개발된 기기의 온도 분포도

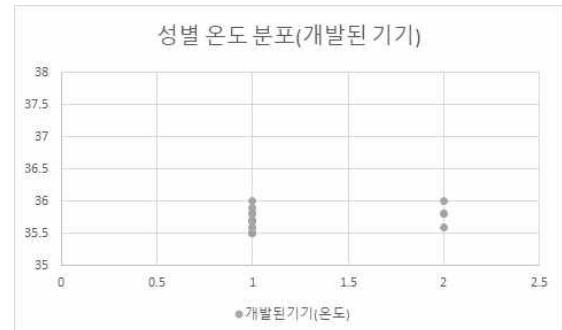


그림 5. 성별(1 남자, 2 여자)에 따른 개발된 기기의 온도 분포도

- 이마의 스킨 측정 온도와 개발된 기기의 측정 온도는 각각 평균 36.715°C와 35.720°C를 보여 대략 1°C의 온도 차이를 보여 개발된 기기의 측정 온도가 코어 온도와 유사함.
- 표준편차(Standard Deviation)는 상용 측정기의 표준편차는 0.521410032이고, 개발된 기기의 표준편차는 0.147255596로 신뢰성이 높음을 확인.
- 성별에 따른 온도분포도를 확인한 결과 개발된 기기의 온도 분포가 밀집함을 보여 신뢰성이 높음을 확인.
- 연령에 따른 온도분포도를 확인한 결과 상용 측정기는 측정 범위가 산개하지만 개발된 기기의 온도 분포는 일정한 밀집도를 나타내어 신뢰성이 높음을 확인.

III. 결론

본 논문에서는 발열자 능동 감지를 위해 인체의 중심온도와 유사한 측두동맥 영역을 딥러닝 추론 알고리즘을 통해 추출하는 알고리즘을 적용한 발열자 능동 감지 시스템의 실험을 수행하고 결과를 분석하였다. 분석결과 개발된 기기의 측정 온도가 코어 온도와 유사하고 개발된 기기의 표준편차는 0.147255596로 신뢰성이 높음을 확인하였다. 개발된 시스템은 전세계에 유행했던 COVID19와 이후 이와 유사한 호흡기 관련 질병에서 발열자를 신속하게 찾아내어 감염확산을 예방하는 데 매우 유용하게 사용될 것이다.

참고 문헌

- [1] Suh, H. J., et al. "Clinical Characteristics of COVID-19." Journal of Korean medical science. 대한의학회 2020년 논문
- [2] 관련 웹주소
<https://www.nvidia.com/ko-kr/autonomous-machines/embedded-systems/jetson-nano/>