

근적외선 기반 비접촉 정맥 탐지 시스템 및 영상 처리 기술의 개발

나홍준¹, 정하윤²

¹을지대학교 의료공학과 학부생

²을지대학교 빅데이터의료융합학과 학부생

doctoralex@naver.com, haaadbs@gmail.com

Development of a Near-Infrared Based Non-Contact Venous Detection System and Image Processing Technology

Hong-Jun Na¹, Ha-Yun Jeong²

¹Dept. of Bio Medical Engineering, Eulji University

²Dept. of Medical Bigdata Convergence, Eulji University

요 약

본 연구에서는 NIR 근적외선 LED를 활용한 비접촉 무구속 방식의 정맥 검출 카메라를 제작하고 촬영된 영상을 신호처리 알고리즘을 통해서 처리하여 비접촉 방식의 정맥 검출기를 개발하였다.

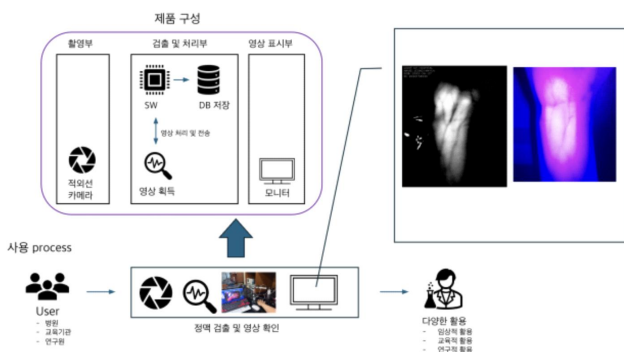
키워드 : NIR, 근적외선, 비접촉, 정맥, 정맥검출기, 정맥탐지기

1. 서론

정맥 탐지는 환자의 혈관 접근을 지원하는 중요한 기술로, 시장에는 다양한 정맥 검출기가 존재한다. 그러나 기존의 정맥 탐지 방법은 시각적 한계와 기술적 제약으로 인해 실패율이 높고, 환자에게 불필요한 통증과 불편을 초래한다. 이에 본 연구에서는 NIR(Near Infrared, 근적외선)을 활용한 비접촉 및 무구속 정맥 검출기를 개발하였다. 제작된 시스템은 저비용 고효율의 구조로 의학 교육 및 연구에 기여하고, 다양한 의료 환경에서의 활용 가능성을 높일 것으로 기대된다.

2. 정맥 혈관 검출 및 시스템 구성

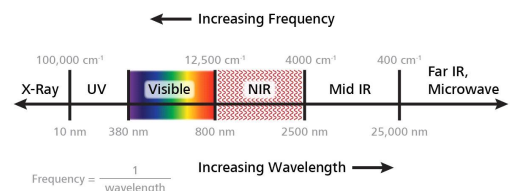
2.1 전체적인 시스템 구성도



<그림 1> 전체적인 구성도

본 장치에 적용된 전체적인 시스템은 <그림 1>과 같다. 시스템은 촬영부, 검출 및 처리부, 그리고 영상 표시부로 구성하였다. 먼저 촬영부에서는 적외선 카메라와 NIR LED를 사용해 이미지를 촬영하고, 검출 및 처리부에서는 촬영부에서 획득한 영상을 기반으로 OpenCV 등을 활용하여 영상 처리를 진행한다. 마지막으로 영상 표시부는 최종적으로 처리된 영상을 출력하는 역할을 한다. 소프트웨어 기반의 신호 처리와 전반적인 하드웨어 제어는 라즈베리파이 4B를 활용하여 구현하였다.

2.2 촬영부 하드웨어 구성

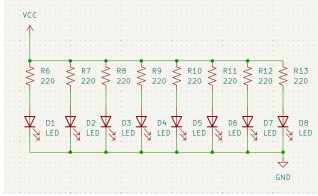


<그림 2> 빛의 파장에 대한 소개

빛의 종류 중 Near Infrared(NIR)는 800nm에서 2500nm 사이의 파장을 가진다. 이 중 정맥 검출 영상의 선명도를 고려하여 850nm 파장의 NIR LED를 사용하기로 하였다. 적외선 카메라에는 원하는 파장대역 외의 빛이 통과하지 않도록 동일한 파장의 적외선 필터를 적용하여 필터링되도록 구성하였다.

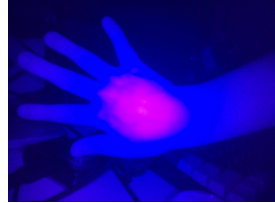


<그림 3> 실험에 최초로 사용된 NIR LED



<그림 4>

최초 실험 LED 배열



<그림 5>

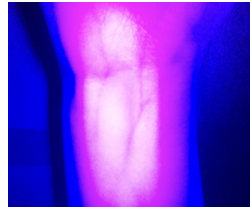
검출 실패 사진

초기 프로토타입에서는 그림 3의 NIR LED를 그림 4와 같이 배열 형태로 제작하여 총 8개의 NIR LED로 감지를 시도하였으나, 그림 5와 같이 충분한 조도가 나오지 않아 검출에 실패하였다.



<그림 6>

최종 사용된 LED 배열



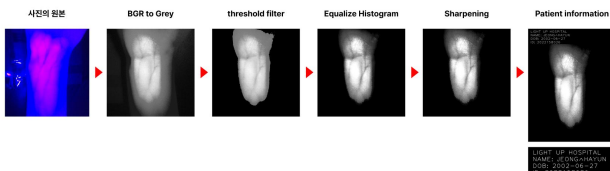
<그림 7>

최종 검출 사진

이후 NIR LED의 배치와 조도를 변경하여 그림 6과 같이 배치한 후 실험하였고, 그림 7과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

2.3 소프트웨어 시스템 구성

소프트웨어는 하드웨어 시스템으로부터 검출된 정맥 사진과 영상을 처리하기 위해서 제작하였다. Python 기반의 OpenCV를 활용하여 처리를 진행하며, 개발된 프로그램은 라즈베리파이 4B를 통해 하드웨어와 함께 구동되도록 설계하였다.



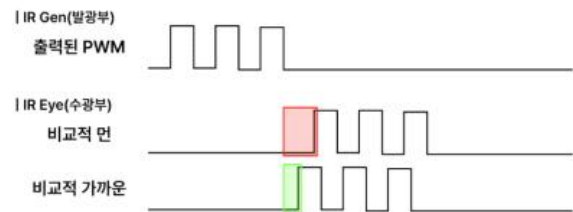
<그림 8> 신호처리 알고리즘 단계도

최초 원본(BGR)에서 그레이스케일로 영상을 변환한 후 작업을 시작하였다. Threshold 필터를 사용하여 특정 임계값을 기준으로 이진화하였고, 이후 히스토그램 균형화(Equalize histogram)를 활용하여 이미지의 대비를 증가시켜 선명도를 향상시킨 후,

샤프닝(Sharpening)을 적용하여 검출하고자 하는 피사체와 배경 사이의 경계를 뚜렷하게 만들었다. 마지막으로 환자 정보를 표시하여 이미지의 최종 결과물이 보이도록 제작하였다.

4. 결론 및 앞으로의 과제

실험 결과, 참고문헌에서 언급한 바와 같이 NIR LED와 필터 조합이 850nm일 때 가장 선명한 정맥 영상을 얻을 수 있었다. 영상 처리 과정에서는 그레이스케일 변환, 히스토그램 평활화, 샤프닝 필터 및 이진화를 수행하여 검출한 사진에서 정맥을 더욱 강조하였다. 이러한 과정을 통해 정맥의 구분이 용이해졌으나, 적외선 카메라와 손 사이의 거리 및 지방층 등에 의한 두께 차이로 인해 노이즈와 이미지 퍼짐 현상이 발생하여 추가적인 연구 및 개발이 필요하다고 생각하였다.



<그림 9> MDC 시스템

이에 현재 개발한 시스템을 향상시키고자 그림 9와 같이 “MDC(Magic Distance Control)”라는 기능을 제안하고자 한다. 이 MDC 시스템은 PWM 기반으로 IR 수발신을 통해 거리를 감지하고, 측정된 거리를 통해 NIR LED의 조도를 조절하여 영상의 선명도를 높이기 위해서 개발 중이다.

참고문헌

[1]Jong Gab Ho, Changwon Wang, Sangjoon Lee, & Se Dong Min . System design and implementation for vein imaging using near-infrared. 대한전기학회 학술대회 논문집

[2]Jin-Hyoung Jeong, Jae-Hyun Jo, Jee-Hun Jang,& Sang-Sik Lee (2022). A Study on the Implementation and Development of Image Processing Algorithms for Vibes Detection Equipment. Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology, 15(6), 463-470.

[3]Jae-Hyun Jo, Jin-Hyoung Jeong, Seung-Hun Kim, & Sang-Sik Lee (2022). A Study on the Comparison of Detected Vein Images by NIR LED Quantity of Vein Detector. Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology, 15(6), 485-491.