

정맥검출기의 NIR LED 수량에 따른 검출된 정맥 이미지 비교에 관한 연구

조재현*, 정진형**, 김승훈*, 이상식*

A Study on the Comparison of Detected Vein Images by NIR LED Quantity of Vein Detector

Jae-Hyun Jo*, Jin-Hyoung Jeong**, Seung-Hun Kim*, Sang-Sik Lee*

요 약 정맥주사는 입원환자에게 가장 빈번하게 행해지는 침습적 처치로서 비경구 영양투여, 혈액제제 등의 투입 등에 광범위하게 이용되고 있으며 이외에도 말초 카테터 삽입, 채혈, 기타 IV 요법에 사용되는 시술로서 연간 10억 건 이상이 발생한다. 정맥주사는 정맥주사 교육을 받은 숙련된 간호사들에 의해서만 시술되는 어려운 시술 중에 하나이며 실패 시 정맥에 혈전증 및 혈종이나 신경 손상 등을 초래할 수 있다. 이에 정맥주사 시 실수를 줄이기 위해 손등이나 팔의 정맥 구조를 시각화할 수 있는 보조 장비들에 대한 연구들이 발표되고 있다. 본 연구는 정맥주사 시 정맥을 시각화하는 정맥 검출기에 850nm 파장대를 조사하는 LED의 수량에 따른 성능 차이에 대한 연구이다. 피부 위에 조사된 NIR 검출기능이 있는 CCD 및 CMOS 카메라 렌즈에 NIR Filter 부착하여 영상을 획득하고 획득된 영상을 영상처리 알고리즘을 통해 정맥 이미지를 선명화하고 선명화된 이미지를 피부 위에 투영하는 원리로 작동되는 정맥 검출기를 제작한 이후 제작된 정맥 검출기 앞단에 NIR LED 수량에 차이를 주어 4가지 LED PCB를 제작했다. 이후 각각의 PCB를 정맥 검출기 앞단에 부착하여 정맥 영상을 검출하고 성능평가를 위해 획득한 정맥 영상을 바탕으로 성능 비교 설문지를 만들어 설문을 실시했다. 설문은 K병원에 재직 중인 간호사 20명을 대상으로 진행했다.

Abstract Intravenous injection is the most frequent invasive treatment for inpatients and is widely used for parenteral nutrition administration and blood products, and more than 1 billion procedures are used for peripheral catheter insertion, blood collection, and other IV therapy per year. Intravenous injection is one of the difficult procedures to be performed only by trained nurses with intravenous injection training, and failure can lead to thrombosis and hematoma or nerve damage to the vein. Accordingly, studies on auxiliary equipment capable of visualizing the vein structure of the back of the hand or arm are being published to reduce errors during intravenous injection. This study is a study on the performance difference according to the number of LEDs irradiating the 850nm wavelength band on a vein detector that visualizes the vein during intravenous injection. Four LED PCBs were produced by attaching NIR filters to CCD and CMOS camera lenses irradiated on the skin to acquire images, sharpen the acquired images using image processing algorithms, and project the sharpened images onto the skin. After that, each PCB was attached to the front end of the vein detector to detect the vein image and create a performance comparison questionnaire based on the vein image obtained for performance evaluation. The survey was conducted on 20 nurses working at K Hospital.

Key Words : Vein, vein detecting, Intravenous(IV) injection, Near-infrared light, Image processing.

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No.2021-0-01230, Development of hospital-lined vein probe)

*Corresponding Author : Department of Biomedical Engineering, Catholic Kwandong University

**Department of Biomedical IT, Catholic Kwandong University

Received December 02, 2022

Revised December 12, 2022

Accepted December 20, 2022

1. 서론

정맥주사는 입원환자에게 가장 빈번하게 행해지는 침습적 처치로서 비경구 영양투여, 혈액제제 등의 투입 등에 광범위하게 이용되고 있으며 이외에도 말초 카테터 삽입, 채혈, 기타 IV 요법에 사용되는 시술로서 연간 10억 건 이상이 발생한다[1, 2]. 이러한 정맥주사는 빈번하게 발생하고 있으나 교육받은 숙련된 간호사들에 의해서만 시술되는 어려운 시술 중 하나이며, 실패 시 환자들에게 고통을 주는 것은 물론이고 정맥에 혈전증 및 혈종이나 신경 손상 등을 초래할 수 있다[3]. 또한 정맥주사에 능숙한 간호사들도 피부색, 소아나 노인일 경우, 비만 환자의 경우 등 정맥 검출이 비교적 쉽지 않은 경우가 있으며 이러한 상황에는 정맥주사를 한 번에 성공하기 어려워진다[2, 3]. 정맥주사 실수로 인한 고통을 줄이기 위해 다양한 연구들이 진행되고 있다. 대표적인 예시로 간호사들의 정맥주사 능숙도를 높이기 위한 시뮬레이터를 개발하는 연구[4~6]와 간호프로토콜 개발하는 연구[7,8]들이 있다. 또한 손등이나 팔의 정맥 구조를 시각화할 수 있는 정맥 검출기에 대한 연구들이 있으며 이러한 보조 장치를 개발하는 연구를 통해서 구현된 정맥 검출 시제품들이 시중에 유통되고 있다[2,3]. 정맥 검출을 보조해주는 정맥 검출 장비의 원리는 빛과 생체조직 간의 상호작용을 기반한다. 빛이 피부에 입사되면 빛과 생체조직 간의 상호작용에 의해 진행 특성이 변하게 되는데, 피부 조직으로 입사하는 빛이 피부 표면에서 반사되거나 입사된 후 세포막, 미토콘드리아 등에 의해 산란 되기도 하며 세포의 발색단, 헤모글로빈이나 멜라닌 등의 색소에 의해서 흡수되기도 하고, 산란과 흡수가 되지 않고 투과되기도 한다[9]. 연구되거나 시판되는 장비는 700~1,000nm의 근적외선(Near-infrared) 범위의 근적외선 영역대 파장을 많이 적용하는데 이는 낮은 수분 흡수율과 낮은 산란 특성으로 인해 상대적으로 높은 광 투과도가 보장되어 손상 없이 광 밀도 전달이 가능하기 때문이다[10~15].

본 연구는 정맥주사 시 정맥을 시각화하는 정맥 검출기에 850nm 파장대를 조사하는 LED의 수량에 따른 성능차이에 대한 연구이다. 피부 위에 조사된 NIR 검출기능이 있는 CCD 및 CMOS 카메라 렌즈에 NIR Filter 부착하여 영상을 획득하고 획득된 영

상을 영상처리 알고리즘을 통해 정맥 이미지를 선명화하고 선명화된 이미지를 피부 위에 투영하는 원리로 작동되는 정맥검출기를 제작한 이후 제작된 정맥 검출기 앞단에 NIR LED 수량에 차이를 주어 4가지 LED PCB를 제작했다. 이후 각각의 PCB를 정맥 검출기 앞단에 부착하여 정맥 영상을 검출하고 성능평가를 위해 획득한 정맥 영상을 바탕으로 성능 비교 설문지를 만들어 설문을 실시했다. 설문은 K병원에 재직 중인 간호사 20명을 대상으로 진행했다.

2. 연구 방법

2.1 정맥 검출 장비 제작

근적외선 파장의 빛을 피부에 조사하면 헤모글로빈 등의 혈액 성분과 충돌하여 빛이 흡수되고 다른 세포와 충돌하는 빛은 산란 또는 투과된다. 본 논문에서 구현한 정맥 검출 장치의 정맥 검출 원리는 근적외선 파장을 피부에 조사 후 헤모글로빈에 머무는 근적외선을 근적외선 검출기능이 있는 CCD, CMOS, Filter 등으로 구성된 영상검출 장치를 통해 촬영하는 것이다[16~18].

실험에 사용한 정맥 검출기는 카메라 앞에 850nm의 NIR LED와 Filter를 적용한 기기이다. 실험에 사용한 정맥 검출기기는 9V 배터리를 5V 전원으로 변경해주는 배터리 모듈, 영상검출 카메라 및 NIR Filter로 구성된 영상 검출부와 영상 검출부를 통해 수집된 정맥 데이터를 이미지 프로세싱하는 메인보드, 영상 처리된 이미지를 디스플레이 하는 디스플레이 부, NIR LED를 조사해주는 LED 조사부로 구성되어 있으며 그림 1과 같다. 정맥 검출기의 사양은 다음 표1과 같다.

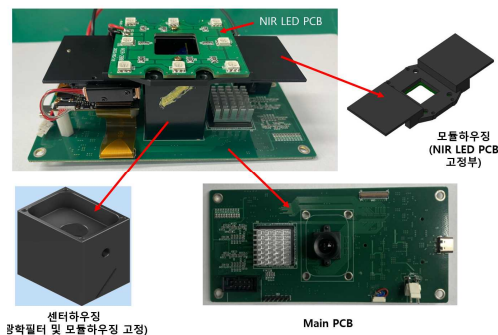


그림 1. 구현한 정맥프로젝터

Fig. 1. Implemented Intravenous detector

표 1. 정맥검출기 사양

Table 1. Intravenous Detector Specifications

항목	내용
적외선 파장	850nm
이미지해상도	850 × 480 pixel
가시 정맥 표시크기	≥1mm
파장의 관통 깊이	≥3mm 이상
최적 이미지 표시거리	15-25 cm (150-250mm)
입력 CCD	OV2640 지원
RGB 방식	RGB888 지원
영상처리 속도	60fps 이상 처리
영상입력/출력 지연 시간	50ms 이내

H/W를 통한 정맥 영상검출 이후 정맥 이미지에 정맥의 선명화를 위해 영상처리를 실시하였다. 적용한 영상처리 알고리즘은 Gray scale, CLAHE, Median Filter, Adaptive Thresholding 순으로 진행되었으며 정맥 영상 강조를 위해서 배경색을 녹색으로 바꾸는 작업을 진행했다. CLAHE(Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) 알고리즘은 히스토그램 평활화 과정에서 명암비가 과도하게 증폭이 되는 현상을 방지하도록 설계된 적응형 알고리즘에 하나이며 정맥 영상처리 시 가장 많이 사용되는 알고리즘에 하나이다[3, 18~21]. 필터링된 이미지는 Median Filter(중간값 필터)를 통해 잡음을 제거하고, Adaptive Thresholding 작업을 통해 정맥 영상만 검출하는 과정을 거친다. 다음 그림2는 영상처리알고리즘에 대한 순서도이다. 알고리즘에 사용된 정맥 영상은 기기를 통해 검출된 이미지의 성능 비교를 위한 실험을 감안하여 인터넷에서 발췌한 Gray scale까지 적용된 정맥 이미지를 사용하였다.

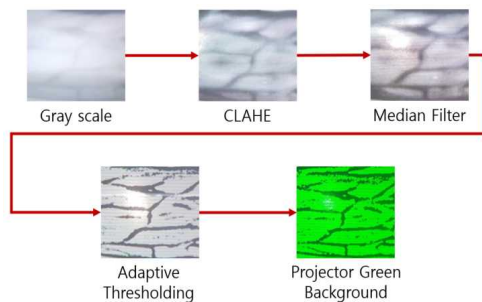


그림 2. 정맥 검출기 영상처리 알고리즘
Fig. 2. An image processing algorithm for an intravenous detector

2.2 NIR LED 제작 및 실험 설계

2.2.1 NIR LED 설계

NIR LED는 850nm(5050IRC-85L14I240)파장대의 가로, 세로 5mm 크기의 제품을 사용하였다. LED 수량에 따른 정맥 영상 비교실험 진행을 위해 최대 8개의 NIR LED를 부착할 수 있는 PCB를 설계 및 제작하였으며 다음 그림 3과 같다.

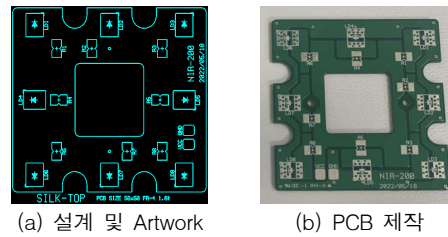


그림 3. NIR LED 설계 Art work 및 PCB 제작
Fig. 3. NIR LED Design Artwork and PCB Fabrication

2.2.2 NIR LED 비교실험 설계

제작한 LED PCB 2개를 통해 조합 가능한 LED 조합을 선정하였으며 정리하면 5가지 case로 나눌 수 있으며 다음 그림 4, 표 2와 같다. LED는 그림 4에서 빨간색 원으로 표시한 위치에 부착되어 있다.

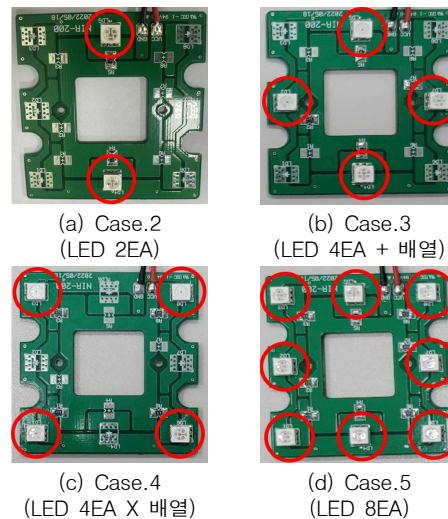


그림 4. Case.2~4의 NIR LED PCB
Fig. 4. PCB with NIR LED per case

표 2. 각 Case 구분

Table 2. Classification of each case

항목	내용
Case.1	LED 조사가 없을 때
Case.2	2개의 LED 부착 시
Case.3	4개의 LED를 + 배열로 부착 시
Case.4	4개의 LED를 X 배열로 부착 시
Case.5	8개의 LED 부착 시

영상검출 진행은 제작한 LED PCB를 앞서 제시한 검출 장비 앞단 고정부에 부착 후 20cm 떨어진 구간에서 손등의 정맥혈(중수골 정맥)을 검출하였다. 손등 사진 검출은 F 사에 재직 중인 1명 피험자의 동의를 받고 진행했다. 검출된 영상은 별도로 부착한 디스플레이 화면에서 확인할 수 있다. 비교실험 결과를 통계적으로 입증하기 위해 비교실험을 통해 수집된 손등 사진을 바탕으로 설문 조사지를 작성하고, K대학교 병원에 재직 중인 간호사 20명에게 5가지 case에 대한 사진을 보여주고 실제 정맥주사 시 도움이 된다고 판단되는 2개, 가장 좋지 않은 사진 1개를 고르고 그 이유를 물어보는 후리스틱 평가를 기반한 설문조사를 실시하고 결과를 정리하였다. 또한 각 선택에 대한 이유 즉 정맥 영상의 좋고 나쁨을 평가하기 위한 기준을 무엇으로 했는지에 대한 질의를 위해 자료조사를 바탕으로 4가지 선택지를 제시했으며 선택지 내용은 각각 1. 혈관 선이 비교적 선명함, 2. 비교적 원본 영상과 비슷함, 3. 주사에 필요한 혈관이 검출됨, 4. 기타 이유(설문 참여자가 직접 작성) 순으로 구성했다[3, 15~21].

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 영상검출 결과

실험을 통해 각 case 별로 검출 및 영상 처리한 손등 혈관 사진은 다음과 같다.

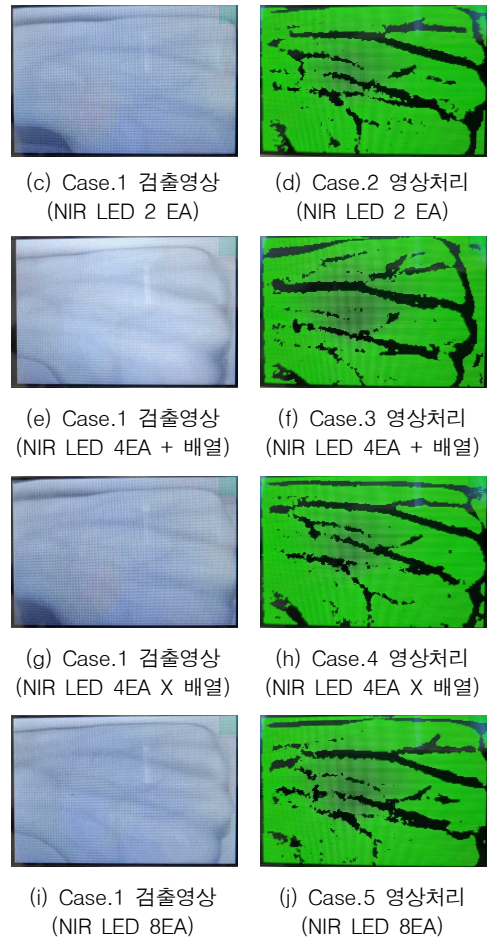
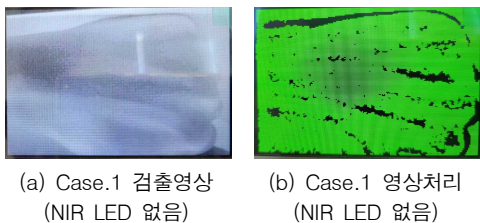


그림 5. case.1~5 손등 정맥 검출 결과

Fig. 5. Acquired images of dorsal venous network of hand for each case of NIR-LED irradiation

검출 결과에 대해 연구진이 육안으로 판단한 결과 NIR LED가 없는 case.1이 결과가 가장 좋지 않다 판단했으나 나머지 case에 대해서는 구분하기 어려웠다.

3.2 실험 결과 설문조사

비교실험 결과에 대한 검증을 위해 K대학교 병원에 재직 중인 간호사 20명을 대상으로 설문조사를 실시했다. 편안한 영상, 불편한 영상에 대한 설문 결과는 다음 그림 6, 7과 같다.

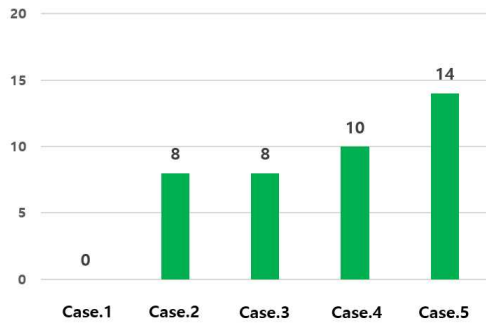


그림 6. 설문조사 결과 - 편안한 영상
Fig. 6. Survey Results - Comfortable Image

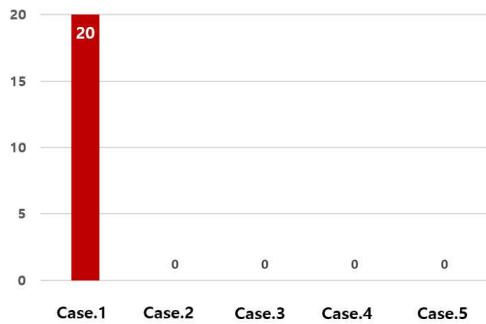


그림 7. 설문조사 결과 - 불편한 영상
Fig. 7. Survey Results - Uncomfortable Image

가장 편안한 영상은 설문 참여자 35%가 선택한 LED 8EA를 사용한 Case.5이며 이어서 25%가 선택한 4개의 LED를 X로 배열한 Case.4, 20%가 선택한 LED 4개를 +로 배열한 Case.3과 LED 2개를 사용한 Case.2순이다. 가장 불편한 영상은 만장일치로 LED를 사용하지 않은 Case.1이었다.

각 영상을 선택한 이유에 대해서는 다중 선택을 가능하게 하여 설문조사를 실시했다. 편안한 영상의 선택이유로 가장 많이 선택된 항목은 1번 혈관 선이 비교적 선명함(24건)이었으며, 3번 주사에 필요한 혈관이 검출됨(12건), 2번 비교적 원본 영상과 비슷함(8건) 순이었다. 불편한 영상을 선택한 이유는 1번 혈관 선이 선명하지 않음(19건), 3번 주사에 필요한 혈관이 검출됨 (6건), 2번 비교적 원본 영상과 비슷함(1건) 순이었다. 실험 결과 8개의 NIR LED를 사용한 Case.5가 가장 좋은 결과를 얻었으며 주요 이유는 1번 항목에 해당하는 다른 영상에 비해 혈관 선이 비교적 선명

했기 때문이었다.

4. 결론

본 논문은 NIR LED 수량에 따라 검출되는 정맥 영상에 대한 차이를 확인하기 위한 연구이다. 이에 9V 배터리를 5V 전원으로 변경해주는 배터리 모듈, 영상검출 카메라 및 NIR Filter로 구성된 영상검출부와 영상검출부를 통해 수집된 정맥데이터를 이미지 프로세싱하는 메인보드, 영상처리 된 이미지를 디스플레이 하는 디스플레이 부, NIR LED를 조사해주는 LED 조사부로 구성된 정맥프로젝터를 제작하였으며, 검출된 영상을 영상처리하는 방법을 고안했다. 이후 4가지 LED 조합을 만들고 표1과 같은 5가지 case에 대한 정맥 영상을 확보했다. 영상 간의 차이를 보다 유효성 있는 방법으로 확인하기 위해 K대학교 병원에 재직 중인 간호사 20명에게 5가지 case에 대한 사진을 보여주고 실제 정맥주사 시 도움이 된다 판단되는 2개, 가장 좋지 않은 사진 1개를 고르고 그 이유를 물어보는 휴리스틱 평가를 기반한 설문조사를 실시하고 결과를 정리하였다. 그 결과 가장 편안한 영상은 설문 참여자 35%가 선택한 LED 8EA를 사용한 Case.5가 가장 좋은 결과를 획득했음을 확인했다. 또한 선택의 이유에 대한 설문조사 결과, 1번 혈관 선이 비교적 선명함(24건), 3번 주사에 필요한 혈관이 검출됨(12건), 2번 비교적 원본 영상과 비슷함(8건) 순이었다.

추후 정맥 검출기의 영상검출부의 성능을 업그레이드 하여 보다 선명한 정맥 영상을 획득할 수 있도록 개선할 것이다. 또한 본 논문을 통해 수집한 데이터 및 결과 자료를 바탕으로 개발 중인 정맥 프로젝터 최적화를 진행할 것이다.

REFERENCES

[1] Choi, Hee Kang¹⁾ Kang, Mi Jung²⁾ Kang, Hyun Ju²⁾ Kim, Eun Hye²⁾ Bang, Kyung Sook³⁾, "Development of an Evidence-Based Nursing Protocol for Management of Peripheral Catheters in Children", Journal of Korean Clinical Nursing Research Vol.22 No.1, 56-67, April 2016(12 pages)
[2] M. Sridevi Dhakshayani^{1*} and Sikkandar

- Mohamed Yacin², "Economically Aordable and Clinically Reliable Vein Finder", Proceedings of 30th Indian Engineering Congress, the 21st Century Engineering: e Make in India Pathway, December 2015, pp. 63-69
- [3] Cheng-Tang Pan^{1,2,†}, Mark D. Francisco^{1,3,4,†}, Chung-Kun Yen¹, Shao-Yu Wang¹ and Yow-Ling Shiue^{3*}, "Vein Pattern Locating Technology for Cannulation: A Review of the Low-Cost Vein Finder Prototypes Utilizing near Infrared (NIR) Light to Improve Peripheral Subcutaneous Vein Selection for Phlebotomy", *Journals Sensors*, Volume 19, Issue 16 16 August 2019
- [4] HWANG, Juhee; KIM, Hyunjung. Comparison of training effectiveness for IV injections: Intravenous (IV) arm model versus computer simulator. *Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing*, 2014, 21.3: 302-310.
- [5] KIM, Yun-Ji; KIM, Jin Sun. Educational Effects of a Virtual IV Simulator and a Mannequin Arm Model Combined Training in Teaching Intravenous Cannulation for Nursing Students. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 2020, 21.12: 131-141.
- [6] LEE, Ji Sun. Implementation and Evaluation of a Virtual Reality Simulation: Intravenous Injection Training System. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19.9: 5439.
- [7] Choi, H. K., Kang, M. J., Kang, H. J., Kim, E. H., & Bang, K. S. (2016). Development of an evidence-based nursing protocol for management of peripheral catheters in children. *Journal of Korean Clinical Nursing Research*, 22(1), 56-67.
- [8] Choi, H., Kang, M., Kang, H., & Kim, E. (2017). The application and effect of the nursing protocol of pediatric peripheral intravenous infusion. *Perspectives in Nursing Science*, 14(2), 45-54.
- [9] Glantz S A, *Primer of biostatistics*, McGraw-Hill, New York, 1997
- [10] Zempsky WT, "Optimizing the management of peripheral venous access pain in children: evidence, impact, and implementation," *Pediatrics*, Vol. 122, Supplement 3, 2008
- [11] Natascha J. Cupera, John H.G. Klaessens, Joris E. N. Jaspersa, Rowland de Roodea, Herke Jan Noordmansa, Jurgen C. de Graaffb, Rudolf M.Verdaasdonkc, "The use of near-infrared light for safe and effective visualization of subsurface blood vessels to facilitate blood withdrawal in children," *Medical Engineering & Physics*, Vol. 35, pp.433-440, 2012
- [12] Vladimir P. Zharov, Scott Ferguson, John F. Eidt, Paul C. Howard, Louis M. Fink and Milton Waner, "Infrared Imaging of Subcutaneous Veins," *Lasers in Surgery and Medicine*, Vol. 34, pp.56-61, 2004
- [13] Wang Lingyu and Graham Leedham, "Near- and Far- Infrared Imaging for Vein Pattern Biometrics," *Computer Vision, IET*, Vol. 1, pp.113-122, 2006
- [14] Roberto Kasuo Miyake, Herbert David Zeman, Flavio Henrique Duarte, Rodrigo Kikuchi, Eduardo Ramacciotti, Gunnar Lovhoiden, And Carlos Vrancken, Msci, "Vein Imaging: A New Method of Near Infrared Imaging, Where a Processed Image Is Projected onto the Skin for the Enhancement of Vein Treatment," *American Society for Dermatologic Surgery*, Vol. 32, pp.1031-38, 2006
- [15] Hisako Hara, Mitsunaga Narushima, Isao Koshima, "Versatility of a near-infrared vein visualization device in plastic and reconstructive surgery," *American Society of Plastic Surgery*, Vol. 130, pp.636e-638e, 2012
- [16] De Graaff, J. C., Cuper, N. J., Mungra, R. A. A., Vlaardingerbroek, K., Numan, S. C., & Kalkman, C. J. (2013). Near-infrared light to aid peripheral intravenous cannulation in children: a cluster randomised clinical trial of three devices. *Anaesthesia*, 68(8), 835-845.
- [17] Van Der Woude, O. C., Cuper, N. J., Getrouw, C., Kalkman, C. J., & de Graaff, J.

C. (2013). The effectiveness of a near-infrared vascular imaging device to support intravenous cannulation in children with dark skin color: a cluster randomized clinical trial. *Anesthesia & Analgesia*, 116(6), 1266-1271.

[18] Kim, D., Kim, Y., Yoon, S., & Lee, D. (2017). Preliminary study for designing a novel vein-visualizing device. *Sensors*, 17(2), 304.

[19] KIM, Kyuseok; JEONG, Hyun-Woo; LEE, Youngjin. Performance Evaluation of Dorsal Vein Network of Hand Imaging Using Relative Total Variation-Based Regularization for Smoothing Technique in a Miniaturized Vein Imaging System: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, 18.4: 1548.

[20] KIM, HeeKyung; LEE, Seungmin; KANG, Bongsoon. Enhanced Vein Detection Method by Using Image Scaler Based on Poly Phase Filter. *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 2018, 22.5: 734-739.

[21] ALAY, Nada; AL-BAITY, Heyam H. Deep learning approach for multimodal biometric recognition system based on fusion of iris, face, and finger vein traits. *Sensors*, 2020, 20.19: 5523.

저자약력

조재현 (Jae-hyun Jo)

[정회원]



〈관심분야〉

- 2015년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업(학사)
 - 2017년 2월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학석사)
 - 2020년 08월 : 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학박사)
 - 2020년 09월 ~ 2021년 02월 가톨릭관동대학교 시간강사
 - 2022년 4월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 조교수
- 의용메카트로닉스, 디지털 신호처리, 영상처리

정진형 (Jin-Hyoung Jeong)

[정회원]



〈관심분야〉

- 2012년 02월: 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업(학사)
- 2014년 02월: 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학석사)
- 2017년 08월: 가톨릭관동대학교 일반대학원 졸업(공학박사)
- 2021년 03월: 가톨릭관동대학교 의료IT학과 조교수

의료 시스템, 데이터 분석, 통신, 인공지능

김승훈 (Seung-Hun Kim)

[정회원]



〈관심분야〉

- 2018년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업 (학사)
- 2020년 2월 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 졸업 (공학석사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 가톨릭관동대학교 의료공학과 박사과정

의용메카트로닉스, IoT, u-Health, 의료영상처리

이상식 (Sang-Sik Lee)

[중신회원]



〈관심분야〉

- 1993-2000년 LG전선(주)
- 1996-2000년 성균관대학교 박사
- 2001-2004년 ㈜미도테크
- 2004-2010년 성균관대학교 연구교수.
- 2011년- 현재 가톨릭관동대학교 의료공학과 교수

의용메카트로닉스, 생체역학, 의용전기전자, u-Health