

## 개별 알고리즘과 조합 간 정맥 영상의 선명화 차이에 관한 연구

정진형\*

### A Study on the difference in the sharpness of venous images between individual algorithms and combinations

Jin-Hyoung Jeong\*

**요약** 정맥 주입요법은 의료기관에서 대상자의 정맥 내로 약물, 수액, 혈액 및 영양분을 환자에게 제공하는 표준적인 간호 절차로, 주로 간호사가 담당하여 실행하고 관리하고 있다. 또한 혈관 속으로 약물을 직접 투여하는 주사법으로서 응급상황 시 신속한 효과를 보기 위해 실시하며, 빠르고 정확한 효과를 기대할 수 있다. 교육 훈련을 통한 숙련된 간호사들도 종종 실수를 하여 환자들에게 불편함을 유발할 수 있을 뿐만 아니라 환자의 안전을 위협하는 다양한 문제를 발생시킬 수 있다. 이러한 실수로 인한 고통을 줄이기 위해 다양한 연구들이 진행되고 있다. 본 논문은 영상 검출 기기를 통해 3명의 피검자의 손등 정맥 영상을 획득하였고 수집한 영상을 영상처리를 통해 선명한 정맥 영상을 제공하기 위한 알고리즘을 도출하기 위한 연구이다. 획득한 정맥 영상의 선명화를 위해 기존 알고리즘인 Histogram Equalization, CLAHE, Unsharp Masking을 선별하고 이를 조합했다. 개별 알고리즘과 알고리즘 조합을 영상에 적용하여 도출한 영상을 비교하기 위해 히스토그램 그래프를 사용하였다. 분포된 픽셀의 최솟값과 최댓값의 차이를 구하고 평균을 내는 방법으로 히스토그램 그래프를 확인했다. 본 논문에서 제시한 알고리즘 조합이 209.1로 개별 알고리즘 평균값인 138.7, 132.3, 126.2보다 높게 나왔으며 실제 영상에서도 가시성이 좋은 것을 확인했다.

**Abstract** Intravenous infusion therapy is a standard nursing procedure in medical institutions that provides patients with drugs, fluids, blood, and nutrients into the patient's mucus. It is mainly performed and managed by nurses. Additionally, it is an injection method that injects drugs directly into the blood vessels, and is used to achieve rapid results in emergency situations, and quick and accurate effects can be expected. Even experienced nurses through education and training often make mistakes, which can not only cause discomfort to patients but also cause various problems that threaten patient safety. Various studies are being conducted to reduce the pain caused by these mistakes. This paper acquired images of veins on the back of the hands of three subjects through an image detection device and conducted a study to derive an algorithm to provide clear vein images through image processing of the collected images. To sharpen the acquired vein images, existing algorithms Histogram Equalization, CLAHE, and Unsharp Masking were selected and combined. A histogram graph was used to compare images derived by applying individual algorithms and algorithm combinations to images. The histogram graph was checked by calculating the difference between the minimum and maximum values of distributed pixels and averaging them. The algorithm combination presented in this paper was 209.1, which was higher than the average values of individual algorithms of 138.7, 132.3, and 126.2, and it was confirmed that visibility was good even in actual images.

**Key Words**: Algorithms, Histogram graph, Image processing, ROI, Veins

\*Department of Medical IT, Catholickwandong University

Received November 30, 2023

Revised December 09, 2023

Accepted December 16, 2023

## 1. 서론

정맥 주입요법은 의료기관에서 대상자의 정맥 내로 약물, 수액, 혈액 및 영양분을 환자에게 제공하는 표준적인 간호 절차로, 주로 간호사가 담당하여 실행하고 관리하고 있다. 간호사가 정맥 주입요법을 준비하고 투여하는 과정은 복잡하여, 환자 확인, 수액 점적 및 속도 조절, 수액 주입기 작동, 약물 관리 등 환자의 안전을 위협하는 다양한 문제가 발생할 수 있다. 혈관 속으로 약물이 직접 투여하는 주사법으로서 심정지 등과 같은 응급상황 시 신속한 효과를 보기 위해, 약액이 다량일 때 등의 상황에 실시하며, 정확하고 빠른 효과를 기대할 수 있다. 그러나 배출 시간이 빠르고 작용 시간이 짧은 단점이 있으며, 감염 등의 위험 요소로 인해 약물 투여 시간 동안 대상자를 자세히 관찰해야 한다[1]. 또한 예기치 않은 부작용 발생 시 즉시 중단해야 하기 때문에 간호사는 수시로 정맥 주사 위치의 감염 여부를 자주 관찰해야 하며, 조직 속으로 주사약이 새어 나오는지 확인 해야한다. 신입 간호사들이 임상 현장에서 자주 수행하는 간호 업무이나 실수가 잦고, 잘못하면 환자에게 불편감을 유발하는 간호 기술이기도 하다[2].

정맥주사 실수로 인한 고충을 줄이기 위해 다양한 연구들이 진행되고 있다. 대표적인 예시로 간호사들의 정맥주사 능숙도를 높이기 위한 시뮬레이터를 개발하는 연구와 간호프로토콜 개발하는 연구들이 있다[3]. 선행 연구로는 시술자의 경험부족이나 판단착오 등에 의해 발생 가능한 의료사고를 줄이기 위하여 지난 20여년간 피하 정맥 검출연구뿐만 아니라 내시경 수술, 혈관 병변 진단, 생체 인식 등 다양한 목적의 근적외선 혈관 영상화에 대한 연구가 진행되어 왔다[4].

또한 일반 영상의 화질을 개선하기 위해 다양한 기법들도 연구되고 있다[5]. 대표적으로 정맥 선명화를 위한 영상처리 과정에서 기본적으로 수행되는 Grayscale 기법,[6] 이미지 대비를 강조하기 위한 기법으로, 이미지의 밝기 분포를 균일하게 조절함으로써 이미지 품질을 향상시키는 Histogram Equalization 기법[7] 그리고 Histogram Equalization의 단점을 극복하기 위해 제안된 방법으로,[8] 영상의 밝기 분포

를 개선하고 낮은 대비 이미지의 개선에 효과적으로 활용되는 CLAHE 기법을 사용했다. 또한 Mask를 사용하여 주변 화소와의 차이를 크게 만들어 경계를 강조하고 영상의 세부 디테일을 더욱 뚜렷하게 만드는 Unsharp Masking 기법 등이 있다[9].

기존에는 정맥 영상 검출 기기를 통해 정맥 영상을 검출하고 그레이스케일로 영상을 변환하고 히스토그램 평활화를 적용, 필터링된 이미지를 Sharpening Filter 알고리즘을 개별로 적용하였다[10].

본 연구에서는 850nm 근적외선 LED를 활용한 정맥 검출 원리를 기반으로 정맥 검출 실험 모듈을 통해 정맥 영상을 수집 후 영상의 선명화를 위해 알고리즘을 개별로 적용했을 때와 조합하여 적용했을 때, 차이를 확인하는 것을 목적으로 한다.

## 2. 연구방법

본 논문은 강원도 C 대학에 재학 및 근무 중인 3명의 피검자의 손등 정맥 영상을 영상 검출기기를 통해 수집하고 수집한 정맥 영상을 Python Open CV tool을 사용한 영상처리를 통해 선명한 정맥 영상을 제공하기 위한 알고리즘을 도출하기 위한 연구이다.

획득된 정맥 영상의 선명화 작업을 위해 기존 자료에서 알고리즘을 선별하고 이를 조합하여 개별 알고리즘과 조합의 결과값을 비교하는 실험을 진행했다.

영상처리 알고리즘을 조합하여 선명한 정맥 영상을 도출하는 것을 목적으로 하고, 알고리즘 조합을 통해 도출한 영상을 비교하는 과정이 필요하여 비교 척도로 사용할 수 있는 방법인 영상의 히스토그램 그래프를 사용하여 분석 및 결과를 도출했다. 히스토그램이란 영상의 픽셀값의 분포를 그래프로서 표현한 것으로 그래프의 세로축은 픽셀값의 밝기값을 나타내며, 가로축은 같은 밝기값을 가진 픽셀의 수를 나타낸다. 이때 가로축의 픽셀값이 RGB 색 공간을 바탕으로 이루어진다면 비교적 많은 연산 시간이 소요되고 처리 속도가 늦어질 수 있다[10].

### 3. 연구결과

#### 3.1. 영상처리 알고리즘 도출

선행 연구로 3가지 알고리즘을 조합했을 때 3가지 순서로 했을 때 선명화가 높은 연구 결과가 있다. 따라서 각 개별 알고리즘과 3가지 알고리즘에 대한 비교 결과가 없어 본 연구를 진행했다.

Histogram Equalization, CLAHE, Unsharp masking 알고리즘을 각각 적용했으며, 3가지 알고리즘을 조합하여 CLAHE, Unsharp masking, Histogram Equalization 순서대로 적용한 알고리즘 조합을 도출했다.

#### 3.2. 정맥영상검출 및 알고리즘

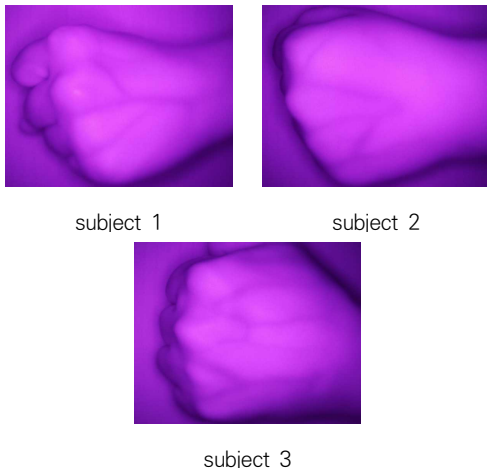


그림 1. 피검자 손등 영상 원본  
Fig. 1. Original image of the back of the hand of the subject

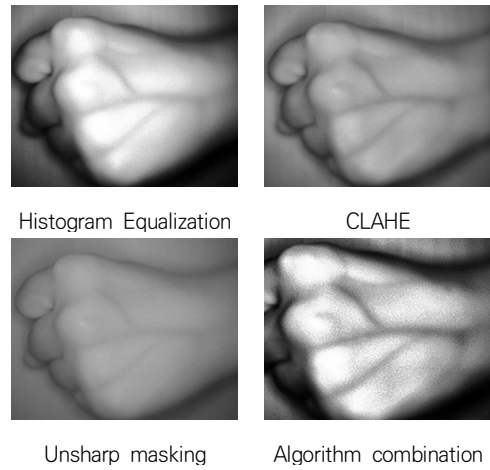


그림 2. 피검자1 손등 혈관 알고리즘 영상  
Fig. 2. Subject 1 Hand vessel algorithm combination images

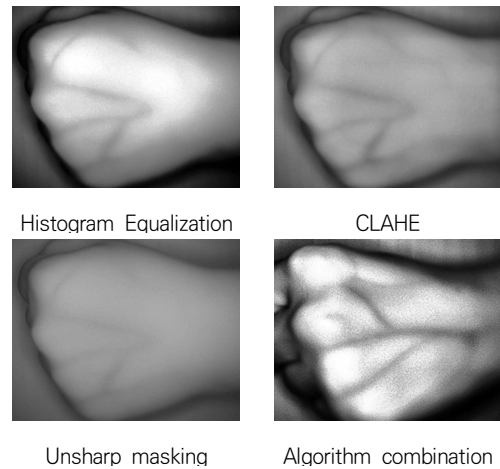


그림 3. 피검자 2 손등 혈관 알고리즘 영상  
Fig. 3. Subject 2 Hand vessel algorithm combination images

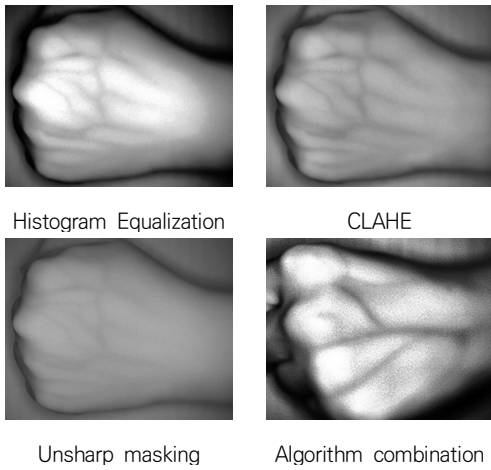


그림 4. 손등 혈관 알고리즘 영상  
 Fig. 4. Subject 3 Hand vessel algorithm combination images

알고리즘의 성능을 평가하기 위해 각 피검자에서 취득한 정맥 영상에 알고리즘을 적용한 후, ROI(Region of Interest) 검출을 진행하여 혈관 영상만 확보한다. 이후 ROI 영상에서 히스토그램 분석을 통해 히스토그램 분포를 확인하고 이를 비교하는 작업을 진행했다. 연구 결과는 다음 그림과 같다.

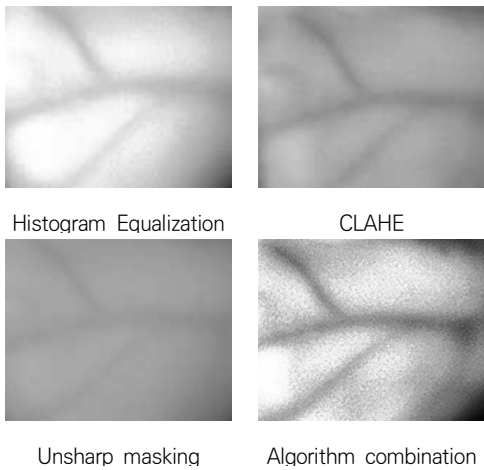


그림 5. 피검자 1 손등 ROI 영상  
 Fig. 5. Subject 1 hand back ROI images

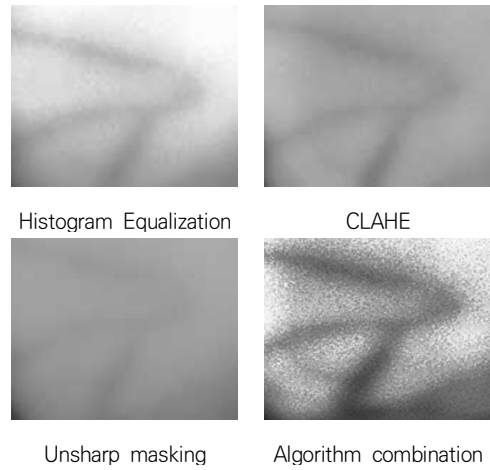


그림 6. 피검자 2 손등 ROI 영상  
 Fig. 6. Subject 2 hand back ROI images

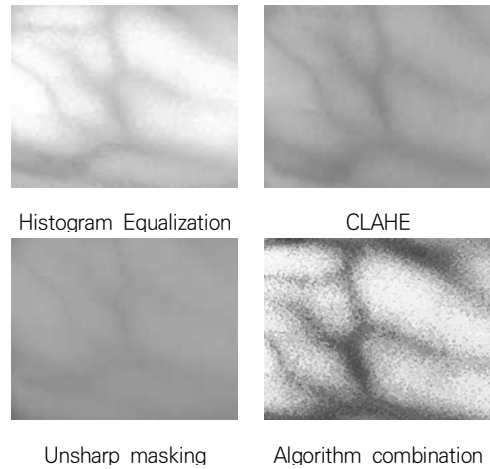


그림 7. 피검자 3 손등 ROI 영상  
 Fig. 7. Subject 3 hand back ROI images

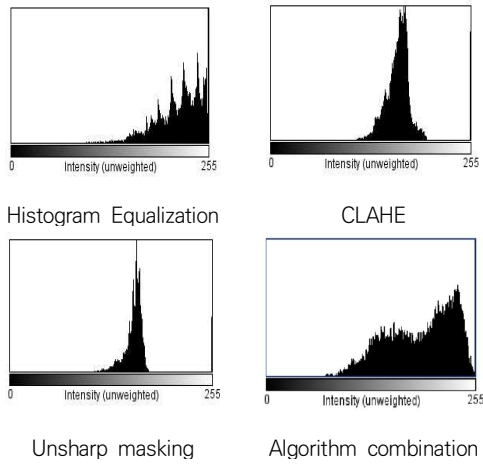


그림 8. 피검자 1 손등 혈관 ROI 영상의 히스토그램  
 Fig. 8. Histogram of subject 1 back-hand vessel ROI images

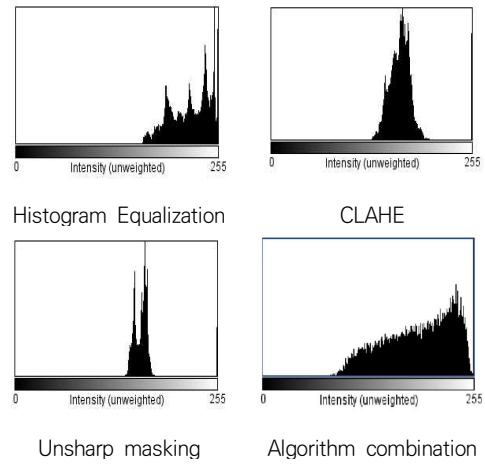


그림 10. 피검자 3 손등 혈관 ROI 영상의 히스토그램  
 Fig. 10. Histogram of subject 3 back-hand vessel ROI images

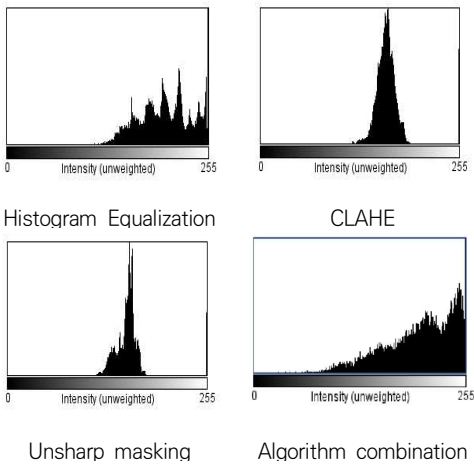


그림 9. 피검자 2 손등 혈관 ROI 영상의 히스토그램  
 Fig. 9. Histogram of subject 2 back-hand vessel ROI images

### 3.3. 연구결과

분포된 픽셀의 최솟값과 최댓값 대한 결과를 구했다. 이후 결과 영상의 픽셀의 최솟값(Min)과 최댓값(Max)의 차이를 구하고 이를 알고리즘 별로 각각 합산하여 평균을 내는 방법으로 히스토그램 분포를 확인했다.

히스토그램 분포가 크다는 것은 명암비가 높다는 것이고 이는 화질이 좋은 영상을 의미한다. 본 논문에서 개별로 적용한 알고리즘이 각각 138.7, 132.3, 126.2의 평균값이 나왔고 3가지 알고리즘을 조합했을 때 209.1로 가장 높은 평균값이 나왔다.

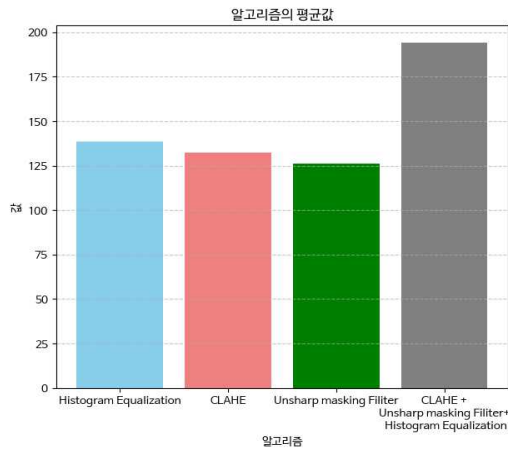


그림 11. 알고리즘 별 히스토그램 분포 평균값  
 Fig. 11. Mean value of histogram distribution by algorithm

#### 4. 결론 및 고찰

본 연구에서는 정맥 영상의 선명화를 위한 알고리즘 조합을 도출하는 연구로서 영상처리 알고리즘을 선별하고, 정맥 영상을 수집하고 영상처리 알고리즘 조합을 도출하는 것을 목적으로 연구를 진행했다. 정맥 검출기를 통해 3명의 피검자의 손등 영상을 촬영했고 알고리즘을 적용하여 히스토그램을 구했다. 이후 픽셀 값의 최댓값과 최솟값의 차이를 구하고 각 알고리즘 별 평균을 구했다. 최댓값과 최솟값이 차이가 크다는 것은 히스토그램 내 밝기 성분이 골고루 분포 되었음을 의미한다. 연구 결과, Histogram Equalization과 CLAHE, Unsharp masking 알고리즘을 개별로 적용했을 때, 각각 138.7, 132.3, 126.2의 평균값이 나왔으며 CLAHE, Unsharp Masking, Histogram Equalization을 순차적으로 적용한 알고리즘 조합이 209.1로 가장 높은 평균값을 나타낸 것으로 나온다. 실제 영상에서도 해당 알고리즘 조합으로 영상처리 한 결과가 개별 알고리즘을 적용했을 때에 비해 본 연구에서 진행한 알고리즘 조합이 비교적 가시성을 좋은 것을 확인할 수 있었다.

본 논문의 한계점은 3가지의 개별 알고리즘과 하나의 알고리즘 조합을 사용하여 영상처리 알고리즘 조합

을 도출한 연구이다.

연구에서 사용한 Histogram Equalization, Unsharp Masking, CLAHE 기법의 단점과 한계를 보완하는 추가적인 연구를 진행해야 하고, 하나의 조합만이 아닌 3가지 알고리즘의 조합을 다양화 시켜야 하며, 또 다른 알고리즘을 적용했을 때 결과값이 어떨지 확인하는 추가적인 연구가 필요할 것이다.

#### REFERENCES

- [1] Hong In-hwa, & Eun-young. (2020). Development and Evaluation of Evidence-Based Intravenous Injection Therapy Nursing Practice Guidelines Practical Application Program for Small and Medium-sized Hospitals. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 50(6), 863-875.
- [2] Gumi-ok, Cho Yong-ae, Eun-young, Jeong In-sook, Jang Hee-kyung, Kim Hyun-rim, Yoon Hee-sook, Kim Eun-hyun, Yoon Ji-hyun, (2017). Evidence-based Clinical Nursing Practice Guidelines - Injection Therapy 2017 Revised, Hospital Nurses Association
- [3] Cho Jae-hyun, Jeong Jin-hyung, Kim Seung-hoon and Lee Sang-sik. (2022). A study on the comparison of detected venous images according to the quantity of NIR LEDs of venous detectors. *Journal of the Korean Society of Information and Electronics Technology*, 15(6), 485-491.
- [4] Park Ji-hoon. (2014). Development of a projection-based real-time blood vessel and blood flow detection system (Doctoral discretion, Graduate School of Yonsei University).
- [5] Park So-yeon, & Song Byeong-cheol. (2015). Image quality improvement algorithm for Chest X-ray images. *Journal of the academic presentation conference of the Korea Broadcasting Media Engineering Association*, 538-539.
- [6] Min Byung-seok, & Cho Tae-kyung. (2013). Method for determining parameters in contrast-limited adaptive histogram smoothing. *Journal of the Korean Society of Industrial Technology*, 14(3), 1378-1387.

- [7] Zuiderveld, K. (1994). Conversely limited adaptive histogram equalization. *Graphics Jewel*, 474-485.
- [8] Hwang Tae-hoon, & Kim Jin-heon. (2018). Regional brightness-based weight map generation technique for adaptive unsharp masking. *Multimedia Society Paper*, 21(8), 821-828.
- [9] Gonzalez, R. C. (2009). *Digital image processing*. Pearson Education India.
- [10] 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.
- [11] Baek Young-tae, Lee Se-hoon, and Kim Ji-sung (2016).Gesture recognition using OpenCV binarization and histogram graphs.*Academic Presentation Papers of the Korean Computer Information Society*, 24(1), 133-136.
- [12] Kim Yoon-ji, & Kim Jin-sun. (2020). Effect of intravenous injection practice training that combines the intravenous virtual learning simulator and the Mannequinpal model for nursing college students. *Journal of the Korean Society of Industrial Science and Technology*, 21 (12).
- [13] Hwang Joohee, & Kim Hyunjung. (2014). Comparison of the effects of intravenous injection training using a mannequin model and a computer simulator. *Journal of the Basic Nursing Society*, 21(3), 302-310.
- [14] Kim Hee-kyung, Lee Seung-min, & Kang Bong-soon. (2018). An improved vein region extraction method using an image scaler based on a PolyPhase Filter. *Journal of the Korean Information and Communication Association*, 22(5), 734-739.
- [15] Yeong-Tae Baek, Se-Hoon Lee, Ji-Seong Kim.(2016).Design of OpenCV based Finger Recognition System using binary processing and histogram graph.*Journal of the Korea Society of Computer and Information* .21(2),17-23.
- [16] Hong In-hwa, and Eun Young. "Development and evaluation of practical application programs for evidence-based intravenous infusion therapy nursing practice guidelines - targeting small and medium-sized hospitals." *Journal of Korean Academy of Nursing* 50.6 (2020): 863-875.

---

저자약력

---

**정진형 (Jin-Hyoung Jeong)**

[정회원]



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

〈관심 분야〉 의료 시스템, 데이터 분석, 통신, 인공지능