

# 혈관 영상의 조명 정규화 기법에 관한 연구

## A Study on Illumination Normalization Method of Blood Vessel Image

이은정\*, 이의철

국가수리과학연구소 융복합수리과학연구부

*Key words:* Illumination normalization, Blood vessel image, Emotion measurement

### 1. 서론

감성과학은 현대 사회에서 중요한 부분을 차지하고 있는 과학적이며 공학적인 영역으로, 기계/물질 중심적 패러다임에서 벗어나 인간이 추구하는 높은 삶의 질을 구현하기 위해 더욱 각광 받고 있다. 여기에서의 감성은 외부의 자극에 대한 인간 내부의 고차원적인 심리적 체험으로 정의 되는데, 예를 들어 기쁨, 슬픔, 쾌적함, 불쾌함 등에 대한 복합적인 감정이라고 할 수 있다. 사람의 감성을 측정하는 방법에는 동공의 크기 변화, 심박수 변화, 혈류량 변화, 눈의 깜박임 속도, 뇌파 변화 등 여러 가지가 있다. 심박수, 혈류량은 실시간으로 촬영한 연속적인 혈관 영상에서의 혈관 영역의 두께 및 밝기를 통해 알 수 있을 것으로 기대되며 이 정보는 감성을 판단하는데 있어 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 보다 효율적인 혈관 영역 추출을 위해 전처리 단계에서의 혈관 영상 개선을 위한 조명 정규화 기법을 제안한다.

### 2. 연구목적

적외선 조명을 이용하여 혈관 영상을 촬영하면 특정 부위에 집중적으로 조명을 조사하는 장치적 특성으로 인해 조명 불균형 현상이 나타나게 된다. 이러한 현상 때문에 전체 영상에 대한 한 번의 이진화 과정으로는 혈관 영역의 대략적 검출 조차 어렵다. 기존 영상의 밝기 보정은 히스토그램의 정규화 또는 평활화를 이용하는 방법이 있다(Gonzalez, R. C., Woods, R. E., 2002). 하지만 히스토그램 기반 방법은 조명 성분의 위치 정보는 고려하지 않고 영상의 전체적인 밝기만을 보정하는 방법으로 불균일한 조명을 보정하기에는 적절하지 않다. 영상에 있어서 조명은 영상 처리에 많은 영향을 끼치기 때문에 효율적인 혈관 영상의 이진화를 위한 전처리 단계에서의 조명 정규화는 매우 중요하다.

### 3. 평균 필터 기반의 조명 정규화 기법

본 연구에서 제안하는 방법의 블록도는 그림 1 과 같다.

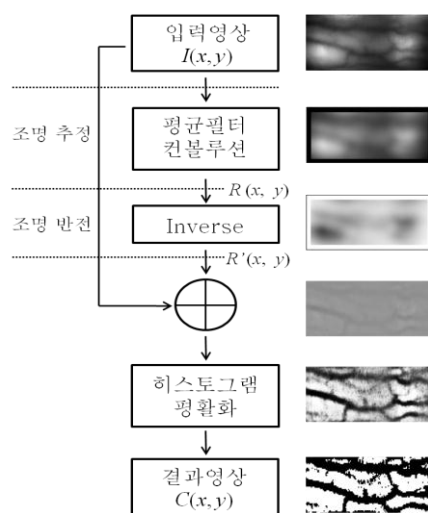


그림 1. 평균 필터 기반의 조명 정규화 블록도

입력영상  $I(x, y)$  의 저주파 성분이 조명 성분을 나타낸다는 기존의 연구(최종근 외, 2010)에 근거하여 평활화 과정 시 평균 필터 컨볼루션을 이용하여 조명 성분을 획득하고 이에 대한 반전 성분을 입력영상에 더하여 조명 정규화된 영상을 얻는다. 최종적으로 가시성을 향상시키기 위해 히스토그램 평활화를 적용하여 혈관 영역이 뚜렷하게 나타나는 조명 정규화된 결과 영상  $C(x, y)$  를 얻는다. 이 결과 혈관 영상은 단일 임계치를 이용한 한번의 이진화를 통해 혈관 영역과 배경 영역으로 쉽게 나눌 수 있다.

### 4. 실험 및 결과

제안하는 방법의 성능을 확인하기 위해 기존 연구에서 사용한 손가락 정맥 혈관 취득 장치를 이용해 촬영된 혈관 영상을 이용하였다(Lee, E. C., Park, K. R., 2011).

원본 영상  $I(x, y)$  와 영상의 히스토그램은 그림 2 와 같다. 그림 2 에서와 같이 원본 영상은 적외선 조명을 이용하여 촬영한 혈관 영상으로 조명 불균형으로 인하여 영상의 외곽 영역이 어둡게 보이는 것을 확인할 수 있다.



그림 2. 원본 영상과 히스토그램

원본 영상에 히스토그램 평활화를 적용한 영상은 그림 3 과 같다.

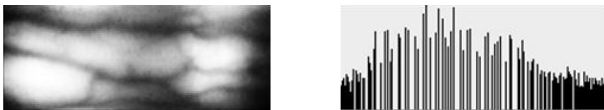


그림 3. 히스토그램 평활화 적용한 영상과 히스토그램

그림 3 을 보면 영상의 대비가 증가함에 따라 조명의 불균형 현상이 더욱 심해짐을 확인할 수 있다. 그리고 조명이 불균일한 영상은 그림 7 의 왼쪽 영상과 같이 전체 영상에 대한 한 번의 이진화 과정을 통해서 혈관 영역의 대략적인 검출이 힘들다. 그러므로 조명 정규화를 위해 원본 영상에  $11 \times 11$  평균 필터 마스크를 컨볼루션하여 그림 4 의 왼쪽과 같은 조명 성분  $R(x, y)$  를 얻게 된다. 조명의 정규화를 위해 그림 4 의 오른쪽과 같이 조명 성분 영상을 반전하여 조명 보정 성분  $R'(x, y)$  를 얻게 된다.



그림 4.  $11 \times 11$  평균 필터 컨볼루션 영상 및 반전영상

조명 보정 성분  $R'(x, y)$  를 원본 영상에 더하게 되면 균일하지 않은 조명이 보정 된다. 이때 원본 영상에서  $11 \times 11$  필터 마스크를 사용했기 때문에 영상의 가장자리의 5 픽셀 두께의 영역은 의미 없는 값들로 채워지게 되므로, 해당 영역은 고려하지 않는다.

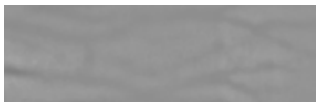


그림 5. 조명이 보정된 영상

이 때, 조명 정규화된 영상은 혈관 영역과 배경 영역이 뚜렷하게 구분되지 않기 때문에, 가시성 향상을 위해 히스토그램 평활화 과정을 적용한다.

그림 5 와 같은 조명 정규화된 영상에 히스토그램 평활화를 적용하게 되면, 그림 6 과 같이 혈관 영역과 배경 영역이 뚜렷하게 구분되는 영상을 얻을 수 있다.

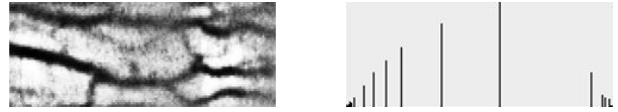


그림 6. 그림 5 의 히스토그램 평활화 적용한 영상과 히스토그램

그림 6 과 같이 조명 정규화 및 가시성이 향상된 혈관 영상은 전체 영상에 대한 단일 임계치를 이용한 한 번의 이진화 과정을 통해 그림 7 의 오른쪽에서 보는 것과 같이 혈관의 대략적인 위치를 추출하는 것이 가능하다.



그림 7. 그림 3 과 그림 6 의 임계치 적용한 영상

## 5. 결론

조명이 균일하지 않은 혈관 영상은 전체 영상에 대한 한 번의 이진화를 통해 혈관을 추출하는 것이 불가능하기 때문에, sliding window 기반 지역 이진화 기법이 널리 사용되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 혈관 영상에 대한 평균 필터 기반 조명 정규화 기법을 제안하였고, 적용 결과 단일 임계치를 통한 전체 영상에 대한 이진화를 통해 혈관의 대략적인 위치를 추출하는 것이 가능함을 확인할 수 있었다.

## 참고문헌

- Gonzalez, R. C., Woods, R. E., 2002. *Digital Image Processing*, second ed. Prentice-Hall.
- 최종근 외 2, 2010. 조명영향 분리 얼굴 고유특성 텍스처 부분공간 기반 얼굴 이미지 조명 정규화. *전자공학*, 47(1), 대한전자공학회, 25-34.
- Lee, E. C., Park, K. R., Park, 2011. "Image Restoration of Skin Scattering and Optical Blurring for Finger Vein Recognition", *Optics and Lasers in Engineering*, 49(7), 816-828.