

망막혈관 검출을 위한 영상분할기법

김정환*, 서승연*, 송철규**, 김경섭^o

^o 건국대학교 과학기술대학 ICT융합공학부 의학공학전공

** 전북대학교 공과대학 전자공학부

e-mail: zindevil@kku.ac.kr*, s921125v@naver.com*, song133436@gmail.com**, kyeong@kku.ac.kr^o

Survey of Image Segmentation Algorithms for Extracting Retinal Blood Vessels

Jeong-Hwan Kim*, Seung-Yeon Seo*, Chul-Gyu Song**, Kyeong-Seop Kim^o

**Division of Electronics Eng., Chonbuk National University

^oBiomedical Eng., School of ICT Convergence Eng., Konkuk University

● 요약 ●

망막혈관 영상에서(retinal image) 혈관의 모양 또는 생성변화를 효과적으로 검진하기 위해서 망막혈관을 자동적으로 분리하는 영상분할 기법의 개발은 매우 중요한 사안이다. 이를 위해서 주로 망막혈관영상의 잡음을 억제하고 또한 혈관의 명암대비도(contrast)를 증가시키는 전처리 과정을 거쳐서 혈관의 국부적인 화소값의 변화, 방향성을 판별하여 혈관을 자동적으로 검출하는 방법들이 제시되어왔으며 최근에는 합성곱 신경망(CNN) 딥러닝 학습모델을 활용한 망막혈관 분리 알고리즘들이 제시되고 있다.

키워드: 당뇨망막병증(DR: Diabetic Retinopathy), 망막혈관(Retinal Blood Vessel), 영상강화(Image Enhancement), 형태학적 영상처리(Morphological Image Processing), 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network)

I. Introduction

당뇨망막병증(DR: Diabetic Retinopathy)은 주로 만성 당뇨병 환자에게서 발병되며 주로 망막의 미세혈관들의 기하학적인 모양 변화 또는 새로운 미세혈관들의 생성과 같은 원인으로 인하여 발생 되고 있으며 전 세계적으로 실명의 3대 주요 원인 중의 하나가 되고 있다[1]. 따라서 특히 당뇨병 환자의 망막혈관 상태를 진단하는 과정에서, 망막혈관의 지름 및 꼬임 형태 변화 그리고 미세동맥류(microaneurysm) 발현 여부를 확인하는 검진 과정은 매우 중요한 사안이며 이를 위해서 망막혈관 영상을 획득한 다음에 혈관에 속한 영상 영역을 배경으로부터 자동적으로 분리하는 영상분할(image segmentation) 알고리즘들이 제시되고 있다. 망막혈관 자동검출을 위한 영상분할 알고리즘은, 우선적으로 영상 잡음의 크기를 억제하기 위해서 가우시안 필터를 포함한 저주파대역통과 필터를 적용하여 망막혈관 영상의 신호 대 잡음비(SNR: signal to noise ratio)을 증가시키는 전처리 과정[2, 3] 또한 망막혈관 영상 영역과 주위 배경 사이의 명암 대비의(contrast) 차이를 강화시키는 전처리 과정이 포함된다[4]. 일반적으로 망막혈관을 분석하기 위해서 안저 컬러영상(retinal fundus) 촬영기법이 사용되며, 영상을 획득하는 과정에서 반사광으로 인한 optic disc 영역이 같이 표현되기 때문에 정확한 망막혈관 영역검출을 위해서 인베(optic cup) 영역을 제거하는 영상 전처리 기법도 활용된다[5].

II. Image Segmentation for Extracting Retinal Blood Vessels

2.1 Retinal Blood Segmentation by Detecting Local Gradients in Image Intensity

망막혈관 영상에서 혈관 영역과 주위영역의 명암대비도의 차이를 증가시킨 다음에, 혈관이 일정한 방향으로 형성되어 있다는 사실에 착안하여 비등방확산 필터(anisotropic diffusion filter)를 적용하여 혈관의 중심 화소에서 8개의 방향으로 명암도의 변화를 관찰하여 혈관영역을 분리하는 방법이다. 이를 위해서 사전에 optical disc 영역을 제거하기 위해서 형태학적 영상 마스크 처리(morphological image processing) 기법이 전처리 과정에 포함된다[6-7].

2.2 Retinal Blood Segmentation by Utilizing Morphological Features in Retinal Blood Vessels

망막혈관 영상에 Top-Hat 형태학적 연산자를 적용하여 혈관 명암 대비도를 증가시키고 가우시안 저주파대역 통과 필터를 이용하여 영상의 잡음을 억제한다. 최종적으로 K-평균 군집화(K-means clustering) 알고리즘과 DRIVE(Digital Retinal Images for Vessel Extraction) 훈련 데이터의 학습을 통하여 혈관영역과 비영역으로

분리하는 기법이 사용된다[4].

2.3 Retinal Blood Segmentation by Convolutional Neural Network(CNN) Deep Learning Model

최근에 망막혈관 영상의 명암대비도와 신호대 잡음비를 향상시킨 다음에, 합성곱(convolutional neural network) 딥러닝 모델을 활용하여 망막혈관 영역을 자동적으로 판별하는 연구 결과들이 제시되고 있다[8]. 제시된 알고리즘들에서는 최소한 2개 층 이상의 합성곱 모델이 활용되며, 망막혈관 영역에 속한지 여부를 판별하기 위해서 테스트 영상을 patch 형태로 인위적으로 분할하고 주어진 마스크 또는 레이블 영상으로 훈련과정을 거쳐서 최적의 딥러닝 모델을 결정한다. 경우에 따라서, 큰 혈관, 미세혈관 및 배경 영역을 보다 더 효율적으로 분리하기 위해서 여러 가지 크기의 patch들이 설정된다.

III. Conclusions

망막혈관 영상에서 망막혈관을 자동적으로 분리하기 위해서 주로 망막혈관의 국부적인 화소 값의 밝기도 변화를 판별하는 방법들이 제시되어 왔으며 최근에는 망막영상을 일정한 크기의 patch 영역으로 해석한 합성곱 딥러닝 학습모델이 활용되고 있다.

ACKNOWLEDGEMENTS

이 논문은 산업통상자원부 기술혁신사업(10052749, 다기능 3D 초음파 영상기반 심장-혈관 실시간 진단시스템 기술개발)과 2017년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원받아(NRF-2017M3C7A1044819) 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] H. Jelinek, and M. J. Cree, "Automatic Image Detection of Retinal Pathology," , CRC Press, pp. 1-26 2010.
- [2] S. Birchfield, "Image Processing Analysis," Cengage Learning, pp. 222-233 2016.
- [3] Y. He, Y. Zheng, Y. Zhao, Y. Ren, J. Lian, and J. Gee, "Retinal Image Denoising via Bilateral Filter with a Spatial Kernel of Optimally Oriented Line Spread Function," Computational and Mathematical in Medicine, Vol. 2017, pp. 1-13 2017.
- [4] G. Hassan, N. El-Bendary, A. E. Hassanien, A. Fahmy, A. M. Shoeb, and V. Snasel, "Retinal Blood Vessel Segmentation Approach Based on Mathematical

- Morphology," Prodedia Computer Science, Vol. 65, pp. 612-622 2015.
- [5] B. A-Bander, B. M. Williams, W. A-Nuaimy, M. A. Al-Tae, H. Pratt, and Y. Zheng, "Dense Fully Convolutional Segmentation of the Optic Disc and Cup in Color Fundus for Glaucoma Diagnosis," Symmetry, Vol. 10, No. 87, pp. 1-16 2018.
- [6] D. S. S. Raja, and S. Vasuki, "Automatic Detection of Blood Vessels in Retinal Images for Diabetic Retinopathy Diagnosis," Computational and Mathematical Methods in Medicine, Vol. 2015, pp. 1-12 2015.
- [7] P. T. H. Truc, M. A. U. Khan, Y. K. Lee, S. Lee, and T. S. Kim, "Vessel Enhancement Filter Using Directional Filter Bank," Computer Vision and Image Understanding, Vol. 113, pp. 101-112 2009.
- [8] E. N. Esfahani, N. Karmi, M. H. Jafari, S.M.R. Soroushmehr, S. Samavi, B.K. Nallamotheu, K. Najarian, "Segmentation of Vessels in Angiograms Using Convolutional Neural Networks," Biomedical Signal Processing and Control, Vol. 40, pp. 240-251 2018.