

지정맥 인식을 위한 ROI 검출과 정맥 증강처리

이주원¹ · 이병로^{2*}

ROI Extraction and Enhancement for Finger Vein Recognition

Ju-won Lee¹ · Byeong-ro Lee^{2*}

¹Department of Medical Engineering, Andong Science College, Andong 654-321, Korea

^{2*}Department of Electronics Engineering, Gyeongsang National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

요약

최근, 생체 정보를 이용하여 개인의 신원을 확인하기 위해 근적외선 LED와 CCD 카메라를 이용한 지정맥 인식 기술 연구되고 있다. 지정맥 인식은 손가락의 두께, 주변 광, 체온카메라 등의 잡음으로부터 정맥과 배경 이미지를 분리하는 방법에 따라 성능의 차이가 발생한다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 본 연구에서는 NIR LED와 CCD 카메라로 촬영된 지정맥 영상으로부터 지정맥 회전, ROI 검출, 필터뱅크를 이용한 정맥 증강 기법을 제안하고 실험을 통하여 그 성능을 평가하였다. 이 실험의 결과에서 제안된 지정맥 회전과 ROI 검출의 정확도가 99.8%를 보였다. 그리고 필터뱅크를 이용한 정맥 증강처리에서는 제안된 방법인 Retinex 알고리즘 보다 우수한 대비 성능을 보였다. 이 실험의 결과로부터 제안된 방법을 정맥인식의 전처리 과정에 적용한다면, 보다 나은 인식률을 제공할 것으로 사료된다.

ABSTRACT

Recently, the finger vein recognition based on NIR and CCD sensor camera is investigating the technology to identify a personal using by biometrics. The performance difference of finger vein recognition is generated according to methods that are to separate the vein and background from noises such as finger thickness, ambient light, skin temperature, etc. To improve these problems, in this study, we are proposing the methods for rotation, ROI extraction, and enhancement of vein image captured by NIR LED and CCD camera, and were evaluated performances of these methods. In results of the experiment, the accuracy of the proposed method for image rotation and ROI extraction was 99.8%. And the proposed filter bank method in vein enhancement has shown better performance than retinex algorithm. The proposed method for results of these experimentations will provide better recognition rate when applied to the preprocessing of finger vein recognition.

키워드 : 지정맥 인식, ROI 추출, 필터뱅크, 정맥 증강

Key word : Finger vein recognition, ROI extraction, filter bank, Vein enhancement

Received 08 March 2015, Revised 22 March 2015, Accepted 06 April 2015

* Corresponding Author Byeong-ro Lee(E-mail:voyager@gntech.ac.kr, Tel:+82-55-751-3335)

Department of Electronics Engineering, Gyeongsang National University of Science and Technology, 660-758, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.4.948>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

생체 인식 기술은 생체 정보를 이용하여 개인의 신원을 확인하거나 식별하는 기술로서 지문, 얼굴, 홍채, 정맥 등을 이용하여 개인을 식별하여 왔다[1,2]. 특히, 지정맥 인식은 손가락에 적외선 광을 조광하여 손가락에 있는 정맥을 영상으로 획득한 다음, 특징 추출과 특징 인식처리 과정을 거쳐 개인을 인증하는 방법으로 손가락 오물로 인한 오인식이나 사용자의 거부감이 작아 최근에 상용화를 위한 여러 연구가 진행되고 있지만 손가락의 두께에 따른 적외선 빛의 투과도, 카메라의 센서 잡음으로 부터 정맥과 배경 이미지를 정확하게 분리하는 방법에 따라 그 인식 성능은 차이가 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 워터셰드(watershed) 알고리즘[3], 국부 적응역치 기법[4], 정맥 프로파일법[5] 등이 개발되고 있으나 사용자의 측정 자세와 외부 빛, 혈관의 복잡도 등에 따라 인식률이 감소하는 현상을 보이고 있다. 그리고 방향필터 뱅크[6]와 가보 필터법[7-9]의 연구에서는 영상의 정맥, 배경 분리에 효과적이거나, 전처리로부터 제거 되지 않은 영상 잡음으로 인하여 영상 골격화후에 상당히 부정확한 결과를 나타냈으며, Miura의 연구[10]에서는 영상의 히스토그램의 곡률을 이용하여 정맥, 배경을 분리하기 때문에 복잡한 정맥이 있는 경우에는 정맥을 효과적으로 구분 지을 수 없는 단점이 있다. 그리고 이러한 기법들은 지수함수 사용, 주파수 변환 등을 사용하기 때문에 지정맥 단말기인 임베디드 시스템을 구현함에 있어 많은 처리 속도가 요구되어 많은 인식 시간이 소요된다[11]. 따라서 이러한 문제점을 개선하여 인식률 향상에 기인하고자 본 연구에서는 필터뱅크를 이용한 정맥 증강 처리 기법을 제안하고 실험을 통하여 그 성능을 제시 하였다.

II. 지정맥 인식 시스템

지정맥을 기반한 둔 사용자 인식시스템은 그림 1과 같이 적외선 LED 광원을 손가락에 투광하여 투광된 광을 CCD 카메라 센서로 지정맥 영상을 획득하고, 획득된 영상에서 손가락의 비틀림을 보정하기 위해 회전처리를 한다. 그리고 지정맥이 있는 부분의 영상 영역을 추출한 다음 정맥강조 처리를 하고 정맥 특징 점을 추

출하여 데이터베이스 저장하며, 사전 저장된 특징 점과 현재 영상의 특징 점을 비교하여 사용자를 인식하는 구조이다.

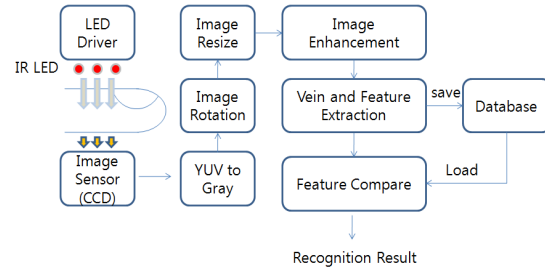


그림 1. 지정맥 인식시스템의 구조

Fig. 1 Structure of finger vein recognition system

이 인식 처리과정에 있어 가장 중요한 단계는 정맥 추출과 특징추출이다. 특히 지정맥 영상은 적외선 투광에 의하여 획득된 영상으로 사용자의 손가락 두께에 따라 영상대비가 낮아 전처리 단계의 성능에 따라 정맥 추출의 성능 차이가 크게 발생하고 이로부터 인식률이 크게 변화된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 여러 연구에서는 워터셰드(watershed) 알고리즘, 가보필터, 정맥 프로파일법 등의 다양한 방법이 시도되었지만[4~11], 현재까지도 몇몇의 부정확한 결과를 초래하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하기 위해 필터뱅크를 이용한 정맥 증강 기법을 제안한다.

III. 제안된 ROI 검출과 정맥 증강법

본 연구에서는 제안된 ROI 검출과 정맥 증강법은 영상의 에지특성을 이용한 영상회전과 관심영역 영상추출, 가우시안 마스크와 필터 뱅크를 이용한 정맥 증강처리를 하는 기법으로 세부 과정은 다음과 같다.

3.1. 지정맥 영상회전

지정맥 영상촬영에 있어 그림 2와 같이 사용자의 자세에 따라 지정맥 영상 (F_i)이 기울어져 있어 정맥 혈관 특징점의 위치변화가 발생하며, 이에 따라 인식 성능이 저하된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 식(1)과 같이 소벨(Sobel) 수평 마스크 S_m 을 기반하여 $N \times M$ 크기의 지정맥 영상과 2차원 컨볼루션(*)

(식 (2))하여 그림 3의 손가락 에지(E_f)를 구하고 K -크기만큼 X 축 방향으로 식(3)~(4)와 같이 누적 처리하여 손가락 영역 분포(그림 3)를 얻어 식(5)의 $F_{s,e}(n) > 0$ 이상점을 검출하여 손가락 폭의 시작점과 끝점의 위치인 $P_{s1}, P_{e1}, P_{s2}, P_{e2}$ 를 구하였다.

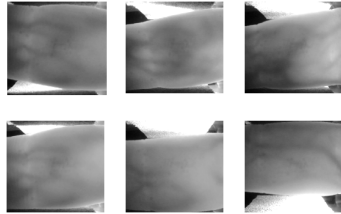


그림 2. 손가락의 자세 및 위치
Fig. 2 Postures and positions of finger

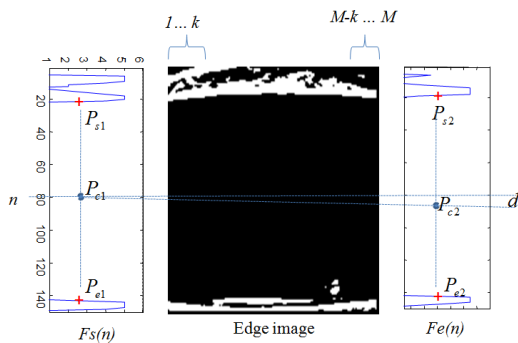


그림 3. 에지영상과 K영역의 픽셀 값들의 누적 분포
Fig. 3 edge image and distribution of the accumulated value in K-area

이 좌표들을 토대로 식(6)과 같이 X -방향으로 손가락의 기울어진 점 $d(m)$ 을 중심점으로 가정하여 영상을 천이시켜 회전처리를 하였다.

$$S_m = \begin{bmatrix} -1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$E_o = F_i^* S_m \quad (2)$$

$$F_s(n) = \sum_{m=1}^K E_o(n, m) \quad (3)$$

$$F_e(n) = \sum_{m=M-K}^M E_o(n, m) \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} P_{s1} \\ P_{e1} \\ P_{s2} \\ P_{e2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n, \text{ if } F_s(N/2-i) > 0 \text{ and } n=0 \\ n, \text{ if } F_s(N/2+i) > 0 \text{ and } n=0 \\ n, \text{ if } F_e(N/2-i) > 0 \text{ and } n=0 \\ n, \text{ if } F_e(N/2+i) > 0 \text{ and } n=0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$i = 1, \dots, N/2-1, \text{ initial } n = 0$

$$d(m) = (P_{e1} - P_{s1})/2 - (P_{e2} - P_{s2})/2 \quad (6)$$

$m = 1, \dots, M$

3.2. ROI 추출

ROI(관심영역 영상) 영상 추출은 인식 대상인 정맥 영역을 추출하는 것으로 본 연구에서는 손가락 외각 부분을 제외한 정맥이 집중되어 있는 ROI 영상 추출을 식(5)에서 구한 초기 시작점(P_{s1})과 끝점(P_{e1})을 이용하여 회전된 지정맥 영상 $F_r(n, m)$ 에서 식 (7)과 같이 ROI 영상 $I_R(r, c)$ 을 추출하고 식(8)과 식(9)를 이용하여 그림4와 같이 64×128 크기의 정규화된 영상 $I_F(n, m)$ 을 구하였다.

$$I_R(r, c) = F_r(n, m) \quad (7)$$

$n = P_{s1}, \dots, P_{e1}, m = 1, \dots, M$

$$I_F'(n, m) = I_R(n, m) \quad (8)$$

$n = 1, 1 + \delta y, \dots, 64, m = 1, 1 + \delta x, \dots, 128$
 $\delta y = (P_{e1} - P_{s1})/64, \delta x = M/128$

$$I_F(n, m) = \frac{I_F'(n, m) - \min(I_F')}{\max(I_F') - \min(I_F')} \quad (9)$$

$n = 1, \dots, 64, m = 1, \dots, 128$

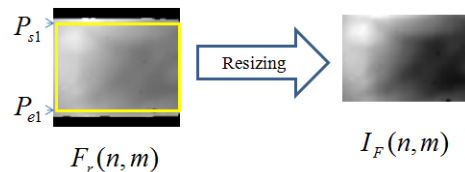


그림 4. ROI 영상추출과 Resizing
Fig. 4 Extraction of ROI image, and image resizing

그리고 영상크기 변화로 인한 블로킹 잡음을 제거하기 위해 식(10)의 평균 필터 마스크를 사용하여 필터링을 하였다.

그림 6(b)와 10(c)는 제안된 기법의 영상처리 결과 중의 하나의 예로 보여준 것으로 그림 6(b)는 그림 6(a)의 원 영상을 토대로 제안된 기법으로 영상의 기울기를 측정하고 회전 처리한 결과이며, 그림 6(c)는 제안된 ROI 처리과정과 정맥 증강법의 결과를 나타낸 것이다. 이 결과에서 지정맥 회전처리를 통한 ROI 검출 성능을 분석하기 위해 60개 지정맥 영상의 손가락 시작점과 끝점의 위치를 구한 값(120개)과 제안된 ROI 처리에서 검출된 시작점과 끝점의 좌표 값(120개)의 평균 차이를 구하였으며, 그 결과 0.121%의 오차율이 나타나 ROI 영역 추출에 적용가능하다는 것을 알 수 있었다. 그리고 정맥 증강처리의 성능을 비교 분석하기 위해 지정맥 영상 및 정맥 영상개선에 사용되는 Retinex 알고리즘[13, 14]과 비교한 결과를 그림 7과 표 1에 나타내었다. 여기서 사용된 영상 대비의 성능 분석법은 정맥부분의 픽셀 평균값과 배경영상의 픽셀 평균값 차의 절대 값을 구하여 영상대비를 분석하는 법을 이용하였다.

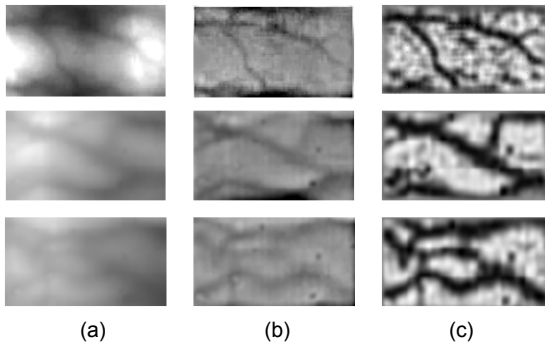


그림 7. Retinex 기법과 제안된 기법의 정맥 증강 성능비교 (a) 원영상 (b) Retinex 영상 (c) 제안된 기법의 영상
Fig. 7 A performance compare of Retinex method and proposed method(Filter bank) for vein enhancement (a) Original Image (b) Retinex (c) Proposed method

표 1. 정맥 증강처리의 대비도
Table. 1 Contrast rate of finger vein enhancement

Rule	Original image	Retinex	Proposed method
Contrast Rate	12	21	152

그림 7과 표 1의 결과로부터 제안된 알고리즘이 Retinex 기법 보다 시각적으로 정맥부분이 두드러지게 대비됨을 알 수 있었으며, 표 1의 결과에서도 정맥 대비

성능이 높게 나타남을 알 수 있었다. 이 결과로부터 지정맥 영상의 전처리 기법으로 사용될 경우, 역치를 이용한 정맥추출, 정맥 분기점 추출을 위한 스켈레톤 (skeleton) 처리 등의 성능향상에 도움이 될 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 지정맥 인식 성능을 향상시키기 위한 전처리 과정으로 지정맥 회전과 ROI 검출 그리고 필터뱅크를 이용한 정맥 증강 처리법을 제안하고 그 성능을 평가하였다. 제안된 지정맥 회전과 ROI 검출의 정확도 오차가 0.121%로 ROI 검출 기법으로 사용가능함을 확인되었으며, 필터뱅크를 이용한 정맥 증강에서는 Retinex 알고리즘 보다 정맥 대비 성능이 확연하게 우수한 성능을 보였다. 이들 실험의 결과로부터 제안된 기법을 지정맥 인식을 위한 전처리 기법으로 사용한다면 인식률 향상에 기여할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2014년도 경남과학기술대학교의 연구 지원으로 이루어진 연구임.

REFERENCES

- [1] Jain A, Ross A, Prabhakar S, An Introduction to Biometric Recognition, *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.* Vol. 14, No. 4, 2004.
- [2] U. Uludag, S. Pankanti, S. Prabhakar, and A. K. Jain, Biometric cryptosystems: issues and challenges, *Proc. of the IEEE*, vol. 92, pp. 948-960, 2004.
- [3] Lingyu wang, G. Leedham, Gray-Scale Skeletonization of Thermal Vein Patterns Using the Watershed Algorithm in Vein Pattern Biometrics, *International Conference Computational Intelligence and ecurity*, Vol. 2, pp. 1597-1602, 2006.

- [4] Tong Liu, Jianbin Xie, Huanzhang Lu, Wei Yan, Peiqin Li, A Threshold Image Method for Finger-vein Segmentation, *Applied Mechanics and Materials* Vols. 263-266, pp. 2439-2442, 2013.
- [5] Naoto Miura, Akio Nagasaka, Extraction of finger-vein patterns using Maximim Curvature Points in Image Profiles, *IAPR Conference on Machine Vision Applications*, May 16-18, pp. 347-350, 2005.
- [6] Truc, P., Khan, M.A., Lee, Y., Lee, S., Kim, T.: Vessel enhancement filter using directional filter bank. *Comput. Vis. and Image Under.*, Vol. 113, pp. 101-112, 2009.
- [7] Zhang J, Yang J, Finger vein Image Enhancement Based on Combination of Gray level Grouping and Circular Gabor Filter, *Proceedings of the International Conference on Information Engineering and Computer Science*, 2009.
- [8] Yang, J.F., Yang, J.L., Shi, Y.H.: Finger-vein segmentation based on multi-channel even-symmetric Gabor filter. *ICIS*, Vol. 4, pp. 500-503, 2009.
- [9] Cho S R, Park Y H, Nam G P, Shin K Y, Lee H C, Park K R, Kim S M, Kim H C, Enhancement of Finger vein Image by Vein Line Tracking and Adaptive Gabor Filtering for Finger vein Recognition, *Applied Mechanics and Materials*. Vol. 145, pp. 219-223, 2012.
- [10] Naoto Miura, Akio Nagasaka, Takafumi Miyatake. Feature extraction of finger-vein patterns based on repeated line tracking and its application to personal identification, *Machine Vision and Applications*, Vol. 15, No. 5, pp. 194 -203, 2004.
- [11] M. Khalil-Hani, P.C. Eng, Personal Verification using Finger Vein Biometrics in FPGA-based System-on-Chip, *ELECO International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, 1-4 December, Bursa, TURKEY, pp. 151-156, 2011.
- [12] Biomedical Image Group, Local Normalization, Filter to reduce the effect on a non-uniform illumination [Internet]. Available: <http://bigwww.epfl.ch/sage/soft/localnormalization/>
- [13] Rahman, Z.-U.; Jobson, D.J.; Woodell, G.A. Retinex Processing for Automatic Image Enhancement. *J. Electron. Imaging*, Vol. 13, pp.100 - 110. 2004.
- [14] Hua-Bin Wang, and Liang Tao, Novel Algorithm for Enhancement of Hand Vein Images based on Adaptive Filtering and Retinex Method, *Proceedings of the IEEE International Conference on Information Science and Technology (ICIST)*, Wuhan, Hubei, China, pp. 857-860, 23-25 March, 2012.



이주원(Ju-Won Lee)

2008년~현재 :안동과학대학 의료공학과 부교수
 ※관심분야 : 유비쿼터스 헬스케어, 의용전자, 인공지능, HCI, 영상처리,



이병로(Byeong-Ro Lee)

현재: 경남과학기술대학교 전자공학과 교수
 ※관심분야: 신호처리, 전자응용.