

# 홍채 영상에서 자율신경환 추출에 관한 연구

강진영\* · 김장형\*\*

\*,\*\*제주대학교

## A Study of an Collarette Extraction in Iris Image

Jin-young Kang\* · Jang-hung Kim\*\*

\*\*Cheju National University

E-mail : kleon76@cheju.ac.kr\*, janghkh@cheju.ac.kr\*\*

### 요 약

홍채에서 자율신경환이 형성된 위치와 모양으로 환자들의 건강 상태를 파악할 수 있다는 특성 때문에 한의학에서 건강 진단의 한 방법으로 활용되고 있다. 본 논문에서는 홍채에 존재하는 자율신경환을 효과적으로 추출하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 원형 에지 검출기를 이용하여 홍채 영역을 검출한 후 방사조사법 및 문턱치 설정을 통해 경계 후보점을 결정한다. 그리고 각 경계 후보점의 최단거리를 계산하여 경계 후보선을 생성하고 최종적으로 선형보간을 통해 자율신경환을 추출한다. 홍채 영상들에 대해 실험한 결과, 인체의 소화기관의 상태를 추정할 수 있는 진단 시스템의 도구로서 활용될 수 있는 수준의 추출 결과를 얻을 수 있었다.

### ABSTRACT

In Oriental medicine, the shape of collarette that formed with position in iris of patients often used by health diaganotcian to grasp health condition. In this paper, we present method that effectively extract collarette that exist in Iris image. After proposed method detect iris area using circular edge detector, decides boundary candidate point through radial line search and threshold value establishment. And boundary candidate line is created to use nearest neighbor calculation at each boundary candidate point, finally extracts collarette through linear interpolation. As a result of experimenting about iris images, We Confirmed that can be used as assistant tool of diagnostic system that can presume state of ventriculus of human body.

### 키워드

자율신경환, 홍채, 원형 에지 검출기, 방사조사, 선형보간

### 1. 서 론

최근 생계측학(Biometric) 분야에 대한 연구가 활발해지면서 신원 확인, 건강 진단 등의 다양한 분야에서 생체 인식 기술이 활용되고 있다. 이러한 인식 기술 분야 중에서 홍채 인식 분야는 주로 신원 확인이나 건강 진단 분야에서 적용되고 있으며 연구가 꾸준히 진행되고 있다[1][2].

홍채는 신경을 통하여 대뇌에 연결되어 있기 때문에 신체에 일어나는 화학적 물리적 변화에 따라 바이브레이션으로 전달 섬유 조직의 형태가 변화하게 되는데, 이 변화되는 상태를 판독하여 신체의 이상 유무를 진단할 수 있다. 자율신경환은 생후

3-5년 후 형성되며 홍채에서의 위치와 모양을 통한 이용한 진단 방법은 한의사들이 환자들의 건강을 진단함에 있어 보조적인 수단으로 많이 사용되고 있다. 일반적으로 건강한 사람의 자율신경환의 모양은 그림 1과 같이 원형에 가까운 형태를 이루고 있으며 소화기관에 장애가 있는 사람의 경우에는 자율신경환의 모양에 변형을 가져오게 된다[3][4].



그림 4 자율신경환의 4가지 형성 타입

본 논문에서는 자율신경환을 추출하기 위해 원형 경계 검출기를 사용하여 홍채 영역을 검출한다. 그리고 방사조사법[5]과 문턱치 설정을 통해 경계 후보점을 결정하고 각 후보점을 최단거리로 연결하여 경계 후보선을 생성한다. 최종적으로 각 후보선을 선형보간 함으로써 자율신경환을 추출한다.

## II. 홍채 영역 검출

홍채 영역을 검출하는 대표적인 방법으로는 원형 경계 검출기를 이용한 방법[6], 허프 변환을 이용하는 방법[7], 그리고 템플릿을 이용하는 방법[8]이 있다. 허프 변환의 경우 영상 잡음이나 동공이 눈꺼풀에 가려져 있어도 동공을 잘 찾아낸다는 장점이 있지만 계산량이 많다는 단점을 지니고 있으며, 템플릿을 이용한 방법은 이진화 된 영상에 대해 적용되지만 정확한 원을 이진화 하는 문턱치값을 설정하는 과정과 초기 템플릿의 위치에 따라 성능이 많이 결정된다는 단점을 지니고 있다. 본 논문에서 사용되는 Daugman이 제안한 원형 경계 검출기는 홍채의 경계가 원이라고 가정하고 동공이 다른 영역에 비해 상대적으로 어둡다는 정보를 이용한다.

$$\max(r, x_0, y_0) |G\sigma(r) * \frac{\partial}{\partial r} f(r, x_0, y_0) \frac{I(x, y)}{2\pi r} ds| \quad (1)$$

$I(x, y)$  : 입력 영상,  $(x_0, y_0)$  : 중심좌표  
 $ds$  : 반지름이  $r$ 인 원주  
 $G\sigma(r)$  = 가우시안(Gaussian) 함수

식 (1)에서 보는 것과 같은 적미분기를 사용하여 중심과 반지름을 바꿔가면서 원주의 밝기 변화량이 가장 큰 지점을 홍채의 내부 경계와 외부 경계로 지정한다. 그림 2는 원형 에지 검출기를 이용하여 검출된 홍채 영역이다.

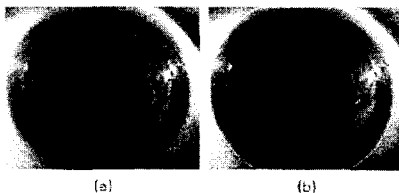


그림 5 (a) 원영상과 홍채영역이 추출된 영상(b)

## III. 자율신경환 검출

### 1. 방사조사법 및 문턱치 설정

방사조사법(Radial line search)은 관심 영역의

모든 점을 조사할 필요가 없기 때문에 처리 시간을 단축시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 방사조사법을 사용하기 위해서는 관심영역을 설정하는 과정과 중심을 설정하는 과정이 선행되어야 하는데, 앞에서 검출한 홍채 영역을 관심영역으로 설정하고 홍채 중심 좌표를 이용한다. 홍채 중심으로부터 그림 3과 같이 방사방향으로 수행되며 홍채 영역 내부를 통과하는 방사선 상에 위치한 영상 화소들을 식(2)와 식(3)을 이용하여 극좌표계 형태로 변환하고 식 (4), (5), (6)와 같은 1차 미분 연산자를 통해 강도(intensity)와 기울기(gradient)를 측정한다. 각 방사방향마다 문턱치 값을 설정하여 그 강도가 통과하는 위치를 경계 후보점으로 설정한다.

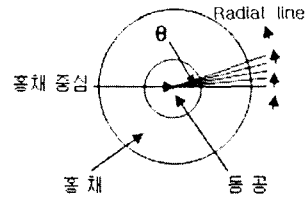


그림 3 방사조사법(Radial Line Search)

$$I(x(r, \theta), y(r, \theta)) \rightarrow I(r, \theta) \quad (1)$$

$$x(r, \theta) = (1-r)x_p(\theta) + rx_s(\theta)$$

$$y(r, \theta) = (1-r)y_p(\theta) + ry_s(\theta) \quad (2)$$

$(x_p(\theta), y_p(\theta))$  : 동공상의 횡축으로  $\theta$ 만큼 + 방향으로 회전된 점의 좌표

$(x_s(\theta), y_s(\theta))$  : 홍채상의 횡축으로  $\theta$ 만큼 + 방향으로 회전된 점의 좌표

$$\nabla f = \left[ \begin{matrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{matrix} \right] \quad (4)$$

$$\nabla f = \text{mag}(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} \quad (5)$$

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y| \quad (6)$$

### 3. 최단거리 연결

방사 조사법과 문턱치 값을 통해 하나의 각에서 하나 이상의 경계 후보점들을 검출할 수 있다. 이 점들 중에서 자율신경환에 해당하는 점을 얻기 위해 그림 4와 같이 최단거리 연결법을 사용한다. 최단거리 연결법을 적용시키기 전에 경계선에 해당하는 점들이 서로 보다 가까운 거리에 위치한다고 가정한다. 모든 계산은 극 좌표계에서 이루어지는데 반지름  $r$ 을 갖는 원도우 내에서 선정된 경계 후보점들 중 가장 가까운 점을 찾아가며 경계선을 형성하면서 진행된다.

IV. 실험 및 결과

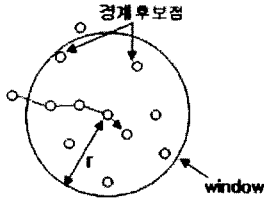


그림 7 최단거리 연결 (Nearest neighbor connection)

4. 선형보간

방사조사법과 최단거리 연결을 통해 얻어진 경계 후보선들은 그림 5와 같이 여러 개의 조각난 선분들로 이루어져 있고 서로 어긋난 형태를 이루게 된다. 이러한 경계 후보선의 시작점과 끝점 또는 시작점과 선분 중간을 선형보간을 통해 연결함으로써 자율신경환의 형태를 하나의 폐곡선 형태로 나타낼 수 있다. 본 논문에서처럼 극 좌표계에서 선형보간을 시행하는 가장 큰 이유는 홍채 내부에 존재하는 자율신경환의 형태가 원의 형태와 가깝기 때문이며, 극 좌표계에서 선형보간하고 xy좌표계로 변환시킬 경우 선형보간된 부분이 원호의 형태로 근사되어 보간 되어지기 때문이다. 전체적인 자율신경환 추출과정을 그림 6에서 흐름도로 나타내었다.

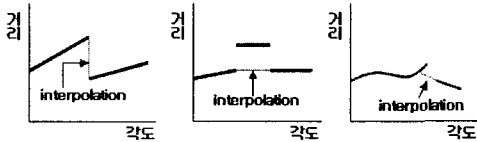


그림 8 선형보간 (Linear interpolation)

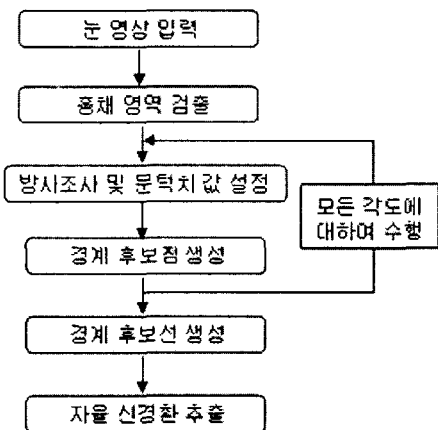


그림 9 자율신경환 추출 알고리즘의 흐름도

실험은 CPU Pentium IV 1.7MHz,, 256M RAM 의 시스템 사양을 갖는 Windows XP 운영체제가 설치된 IBM PC에서 수행되었다. 입력영상으로는 현재 한의원에서 사용되고 있는 홍채 촬영 장비에서 획득된 영상을 사용하였는데 영상을 획득하는 과정에서 그림 7과 같이 조명에 의한 반사광이 심할 경우 자율신경환이 정상적으로 나타나지 않기 때문에 촬영시 반사광이 홍채 영역을 벗어나도록 조정하였으며, 획득된 영상을 256 Gray Level을 갖는 Raw 파일 영상으로 변환하여 실험을 실시하였다.



그림 10 조명에 의해 자율신경환이 유실된 영상

본 논문에서는 자율신경환을 추출하기 위해 방사조사법을 실시할 때 0에서 359까지 1도 간격으로 추출하였다. 실험 결과 자율신경환을 검출하는데 걸리는 평균 수행 시간은 7.43초 정도가 소요되었다. 그림 8은 자율신경환 추출 과정에서 처리된 영상을 나타내고 있다.

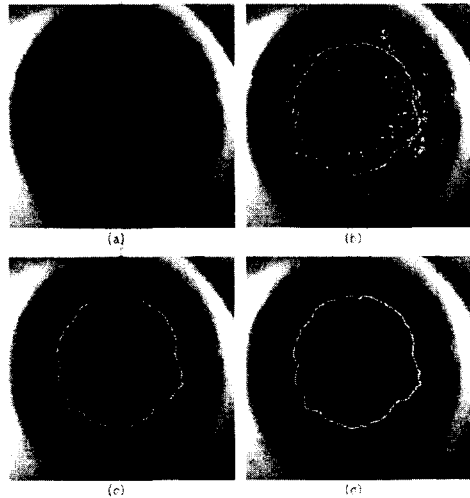


그림 11 (a) 입력된 원영상 (b) 경계 후보선이 검출된 영상 (c) 경계 후보선이 생성된 영상 (d) 자율신경선이 추출된 영상

#### IV. 결론

홍채를 이용한 건강 진단은 X-Ray, C-T Scan, MRI와 같은 형태학적 진단장비에 나타나지 않은 극히 초기 단계의 병적 상황까지도 반영하기 때문에 조기진단 및 예방의학적 측면 또는 질병치료의 측면에서도 그 가치가 높다고 할 수 있다.

본 논문은 홍채를 진단의 보조 도구로 사용될 수 있는 자율신경환을 추출하기 위한 알고리즘을 제안하였다. 제안한 방법은 눈 영상에서 홍채 영역을 분리한 후 방사조사법과 문턱치 설정 과정을 통해 경계 후보점을 생성한다. 생성된 후보점을 연결하기 위해 특정 거리를 갖는 윈도우 내에서 각 후보점들의 최단거리를 계산하여 경계 후보선을 찾아낸다. 이를 선형보간하여 최종적으로 자율신경환을 추출할 수 있었다.

앞으로의 연구 과제로는 경계 검출 부분에서 문턱치 값 설정은 홍채에 포함된 조명에 의한 반사광과 같은 잡음에 민감하게 반응하기 때문에 홍채 영상 획득 시 조명의 영향을 최소화 할 수 있는 연구와 홍채 내부에서 자율신경환의 위치와 형태로 건강 진단을 할 수 있는 진단 알고리즘 개발이 필요하다.

#### 참고 문헌

- [1] A.K Jain, Ruud Bolle and Sharath Pankani, "Biometrics Personal Identification in Networked Society", Kluwer Academic Publisher, 1999
- [2] Richard P. Wildes, "Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology", Proceeding of the IEEE, Vol.85, N0.9, pp.1348-1363, Sep., 1997
- [3] <http://www.iridology.or.kr/html/2d-2.htm>, 대한 홍채 의학회
- [4] Bernard Jensen, "Science and Practice of Iridology", Volume 1, Red Wheel/Weiser, 1952
- [5] D.j. Storton, S.M. Collins, E.Gracia, W. Hillard, W. Koppes, D.Linker, and G. Schwartz: Digital Signal and Image Processing in Echocardiography, Amer. Heart J. 1:1126-1283, 1985
- [6] J.G Daugman, "High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence", IEEE Transaction on PAMI, Vol.15, No.11, pp.1148-1160, November 1993.
- [7] Richard P. Wildes, "Iris recognition: An Emerging Biometric technology", Proceeding of the IEEE, Vol.85, No.9, pp.1348-1363, September 1997.
- [8] Jyh-yuan Deng and Feipel Lai, "Regi-

on-Based Template Deformable and Masking for Eye-Feature Extraction and Description", Pattern Recognition, Vol.30, N0.3, pp.403-419, 1997