

IoT 디바이스를 활용한 고해상도 홍채 카메라 모듈 개발

서진범¹ · 조영복^{2*}

Development of High Resolution Iris Camera Module using IoT Device

Jin-beom Seo¹ · Young-bok Cho^{2*}

¹Undergraduate, Department of Information Security, Daejeon University, Daejeon 34520 Korea

^{2*}Assistant Professor, Department of Information Security, Daejeon University, Daejeon 34520 Korea

요 약

현재 사용되고 있는 홍채 카메라는 고가이며 사용적인 부분에서 제한점을 많이 가지고 있다. 기존 홍채 카메라는 새롭게 개발된 소프트웨어와의 연동에 불편함을 가지고 있고, 홍채 촬영 시 발생하는 빛 반사는 의료용으로 사용하기에 부적합하다는 문제점을 갖는다. 따라서 기존 카메라를 이용해 스스로 이미지 촬영을 위해서는 활용이 불가능한 상태이다. 본 논문에서는 스스로 홍채 촬영이 가능하면서 우리의 관심영역을 잘 볼 수 있도록 홍채카메라를 새롭게 구성한다. IoT 디바이스를 이용해 누구나 손쉽게 안경형 홍채카메라를 착용하고 영상을 획득할 수 있으며 획득된 영상은 홍채 분석 프로그램과 연동되어 유전적 약한 부분을 판독해 주는데 활용하고자 한다. 제안된 홍채 카메라 모듈은 영상 촬영시 빛 반사, 흔들림 및 정확한 초점을 자동으로 제공해주기 때문에 영상분석의 정확도를 91.49%까지 높여주고, 정확한 영상입력으로 인해 하나의 이미지 처리시간이 0.007ms로 빠르게 실행됨을 실험을 통해 증명하였다.

ABSTRACT

Currently used iris cameras are expensive and have many limitations in their use. Existing iris cameras are inconvenient in interworking with newly developed software, and light reflections generated during iris photography are inadequate for medical use. Therefore, it is impossible to utilize the existing camera to take an image by yourself. In this paper, the iris camera is newly constructed so that the iris can be photographed by ourselves and the area of interest can be seen well. Anyone can easily wear glasses-type iris cameras to acquire images using IoT devices, and the acquired images are linked to the iris analysis program and used to read genetic weak parts. The proposed iris camera module automatically provides light reflection, shake, and accurate focus when capturing images, increasing the accuracy of image analysis to 91.49%. In addition, we have proved through experiments that one image processing time is fast as 0.007ms due to accurate image input.

키워드 : 홍채 카메라, 홍채학, IoT 디바이스, 이미지 처리, 밴드패스 필터

Keywords : Iris camera, Iridology, IoT device, Image processing, Bandpass filter

Received 19 September 2019, Revised 22 September 2019, Accepted 15 October 2019

* Corresponding Author Young-Bok Cho(E-mail:ybcho@dju.ac.kr, Tel:+82-42-280-2406)

Assistant Professor, Department of Information Security, Daejeon University, Daejeon 34520 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.3.371>

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. 서론

최근에는 ‘서비타이제이션(Servitization)’이 주목받고 있다. ‘서비타이제이션’이란 ‘제품과 서비스의 결합(Product Servitization)’과 ‘서비스의 상품화(Service Productization)’를 포괄하는 개념으로, ‘제품의 성능이 주는 가치와 서비스를 결합하면 더욱 증대된 가치를 제공할 수 있다’는 아이디어가 반영돼 있다. 서비타이제이션의 유형을 살펴보면, 제품이 중심이 되고 제품의 가치를 지원하기 위해 서비스를 적용한다. 주로 제품의 기능, 유지보수, 부품교체, 유통 등에서 나타나고 있으며, 장기 고객 유지 및 매출 창출이 주요 목적이다[1,2].

현재 사용되고 있는 대부분의 홍채 카메라는 주로 인증(Authentication)을 위해 홍채와 동공의 빛살문양을 촬영하기 보다는 원거리에서 얼굴 각도나 얼굴색을 통해서 인식되는 경우가 많이 사용되고 있기 때문에 홍채학에서 제시하고 있는 유전병변을 찾아내기 어렵다[3,4]. 그러나 현재 홍채 바이오마커에 따른 홍채 맵 매핑으로 유전 질병에 따른 개인 맞춤형 진단기능 구현과 홍채기반 진단의 증가로 실시간 홍채진단 기능의 연구가 활발해지면서 정확한 영상획득 및 영상 획득을 위한 홍채전용 카메라가 요구되고 있지만 아직까지 질병 관독을 위한 홍채 전용 맞춤형 고해상도의 카메라 부재로 다양한 연구가 되고 있다. 현재 사용 중인 카메라로 홍채 진단을 위한 촬영에 활용이 어려운데 그 이유는 다음과 같이 두 가지로 구분해 볼 수 있다[5]. 첫 번째는 비용적인 측면이다. 이미 상용화된 카메라는 단독으로 개발된 것이 아니라 고사양의 영상 장비를 통하여 촬영하기 때문에 영상획득에는 효율적이라고 할 수 있지만 획득한 영상을 처리하기 위해 연동되어야 하는 소프트웨어와 연결이 쉽지 않아 이종으로 영상을 이동하거나 수동으로 편집되어야 하는 불편함을 가지고 있다. 두 번째로 비효율적이다. 현재 사용되는 홍채 카메라는 인증을 위해 사용되고 있기 때문에 홍채의 정확한 라쿠나를 촬영하기 보다는 고유한 지문을 촬영하는 용도로 활용되고 있어 진단을 위해 정확하고 세밀한 라쿠나를 판별하거나 홍채 및 동공의 색상 윤곽 등을 판별하기란 쉽지 않다[6]. 따라서 본 논문에서는 진단을 위해 홍채영상 획득이 가능한 홍채 전용 이미지 촬영이 가능한 IoT디바이스 활용 카메라를 구현하고 기 활용되고 있는 소프트웨어와 일체형으로 구현하고자 한다.

국내 홍채인증을 위한 카메라 모듈은 활발한 연구가 되고 있으나 병변을 탐지하기 위해서는 홍채인증에 사용되는 카메라보다 고해상도의 홍채를 촬영해야 한다. 국내에서 오래전 개발된 홍채전용 카메라는 핸드형으로 직접 손에 들고 촬영해야하기 때문에 초보 사용자들이 사용하기 어려우며 촬영 영상의 질 판독이 불가능한 경우가 매우 높은 비율로 나타난다. 국내외적으로 인증을 위한 홍채전용 카메라는 매우 발달되어 있으나 병변 추출을 위한 고해상도의 원상을 그대로 촬영 가능한 홍채 전용 카메라의 부재로 이를 보완하는 것을 중점으로 본 논문에서는 사용자 친화적인 환경과 영상 분석의 편리성을 위하여 보다 최적화된 일체형 홍채카메라를 개발을 제안한다. 따라서 본 논문에서는 2장에서 관련연구로 IoT 디바이스의 활용과 홍채기반 진단에 대해 간략히 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 홍채전용 카메라 구현을 기술하고 4장에서는 실험 및 결과와 마지막으로 5장에서는 결론으로 향후연구에 대해 기술한다.

II. 관련연구

2.1. 홍채학의 활용

홍채를 통해 사람의 병력을 알아내는 학문인 홍채학(Iridology)은 미국에서 이미 100년의 역사가 넘었으며 양의사 및 한의사들은 홍채를 보면서 체내 5장 6부 질병 진단부터 질병회복 상태 등을 확인하고 있다. 홍채학의 뿌리는 헝가리에서 나왔다. 헝가리 태생 의사인 이그나츠 폰 팩제리(1826-1911)에 의해 창시된 홍채학은 1861년 그에 의해 체계적인 학문으로 자리 잡았다. 그 후 미국에는 1904년에 오스트리아 출신인 헨리 에드워드 레인 박사가 “홍채학”이란 책을 발간하면서 알려지기 시작했으며, 현재는 많은 의사, 영양학자, 자연요법 학자 사이에서 홍채학을 통한 진단법 및 치료법을 사용하고 있다[7]. 홍채에 대장의 상태를 알 수 있는 ‘자울선(홍채 가장 내측의 주름 부분)’이라는 게 존재하고 홍채의 자울신경선을 검사해보면 대장이 건강할 때 원형의 형태를 이루지만 대장이 협착되었거나 확장, 또는 대장이 처질 경우 자울선의 모양이 변하게 된다는 것이다. 우선 대장이 협착되면 대장의 길이 좁아져 용변을 보기 어렵고 해당 부위가 찌를 듯이 아프다. 심할 경우에는 앉아

있기조차 힘들 때가 있다. 이때 그 환자의 홍채를 조사하면 홍채 안의 자율신경선 중에 협착 부위에 해당하는 곳이 오목하게 들어가 있는 것을 발견할 수 있다. 반대로 대장의 특정부위가 팽창(또는 확장)된 경우에는 변을 밀어주는 추동기능이나 잘라주는 분절운동이 약화된다. 또한 증세로 악성 변비증세가 자주 일어나고 아랫배가 묵직하게 아픈 증세가 나타난다. 이때도 역시 홍채를 검사해보면, 자율신경선의 해당 부위가 팽창되어 있는 것을 발견할 수 있다. 또한 대장에 작은 물혹(폴립)이 생겨도 비록 몸에 자각증세는 없지만 홍채에서는 즉각 신호가 나타난다. 즉 물혹이 난 대장 위치에 해당하는 자율신경선의 부위에 짧은 선이 나타나는 것이다. 대장이 팽팽하지 못하고 축 처지는 대장하수증이 발생해도 역시 신경선에 표시가 나타나는데, 대장이 처지면 환자는 무기력해지고 의욕을 상실한다. 이때 홍채를 보면 홍채의 자율신경선도 윗부분이 아래로 함몰되는 형태를 취한다. 이와 같이 홍채로 몸을 진단하는 학문은 동구권에서 생겨나긴 했지만, 우리 선조들도 홍채학을 의학에 접목시키지 못했을 뿐 원리는 실생활에 응용했던 것을 살펴볼 수 있다[8]. 예를 들어, “너 어디 아프냐? 눈이 벌겍다. 너 몹시 피곤한가 보다. 눈에 핏발이 섰다”와 같은 말은 홍채학과 관련이 깊다.

홍채 상의 색상과 구조상의 변화를 분석하여 신체 장부와 기관 조직의 건강상태, 신진대사과정, 체질에 대한 감별과 질병의 회복 및 진행 등에 관한 상태를 판독하고 분석하는 방법이다. 따라서 홍채를 통해 모든 질병의 근본 원인을 먼저 정확히 알고, 자체 면역력을 증강하여 회복을 위해 노력하면 일시적 치료가 아닌 완전한 치유가 될 수 있다 [9,10].

2.2. IoT 디바이스

전 세계적으로 IoT 의료 서비스에 대한 수요가 증가하고 있다. 건강 관리를 위한 사물 인터넷은 그러한 요구를 충족시키기 위한 혁신적으로 의료 서비스의 향상과 환자의 삶의 질을 높이고 있다. 특히 의료 IoT 기기의 설계 및 테스트 솔루션은 방해받지 않고 올바르게 작동해야 한다. 또한 연결된 의료용 IoT 장치의 수가 증가하고 있는 가운데 병원이나 시설은 밀집된 2.4GHz 대역에서 작동하는 동일한 주파수에서 작동을 간섭하는 Wi-Fi 및 비 Wi-Fi 장치와의 연결을 위해 경쟁해야하므로 네트워크 연결이 끊어지거나 위험 경보가 전송되는 문제

가 발생할 수 있다[11]. 사물인터넷 헬스케어 서비스는 웨어러블 디바이스를 포함한 다양한 사물인터넷 디바이스를 활용한 생체신호 측정, 질병의 진단 및 예방을 포함하는 건강관리, 보건 및 의료 서비스를 총칭하는 포괄적인 개념으로 현재 다수의 글로벌 기업들이 독자적인 헬스케어 서비스 플랫폼을 개발하여 사물인터넷 헬스케어 서비스를 제공하고 있다. 특히, 전 세계 병원들을 중심으로 사물인터넷 기술의 도입을 통한 스마트 병원 시스템을 구축하는 사례가 증가하고 있으며, 이에 대한 가시적인 효과도 드러나고 있다[12]. 스마트폰을 이용한 홍채인식 카메라의 변화는 그림 1과 같다.

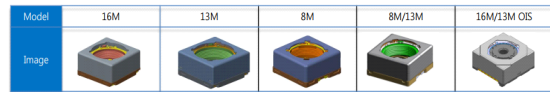


Fig. 1 smart-phone actuator

8M/13M/16M 카메라를 기준으로 [CAPA : VCM 700 MK/M, Encoder 100 MK/M들이 장착되어 변화하고 있다. 또한 IoT 디바이스로 IP 카메라의 급속한 증가하고 있다.

III. IoT 디바이스를 이용한 홍채 전용 카메라 모듈 개발

홍채기반 진단을 위해 홍채전용 카메라를 이용해 데이터를 수집한다. 최대한 홍채의 정확한 영상 획득을 위한 근접사 렌즈를 이용해 홍채영상을 획득한다. 획득영상을 홍채맵을 이용해 섹터 형태의 영역으로 세분화하고 홍채를 가버(Gabor)의 영역으로 세분화하는 Daugman 방식의 단점을 보완해 전처리를 수행한다.

3.1. 제안 카메라 설계

본 논문에서 제안하는 안경형 홍채카메라 설계는 [그림 2]와 같다. 제안 카메라는 라즈베리파이를 이용해 영상 모듈을 구성하고 이미지를 수집한다. 카메라 회로는 [그림 2]의 구성도와 같이 CMOS Sensor를 통해 입력되는 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꿔주는 파트와 디지털 신호를 USB를 통하여 PC로 전송하는 파트로 구성되어 있다. PC로 전송된 데이터는 디바이스의 드라이버를 거쳐 응용프로그램으로 전달된다.

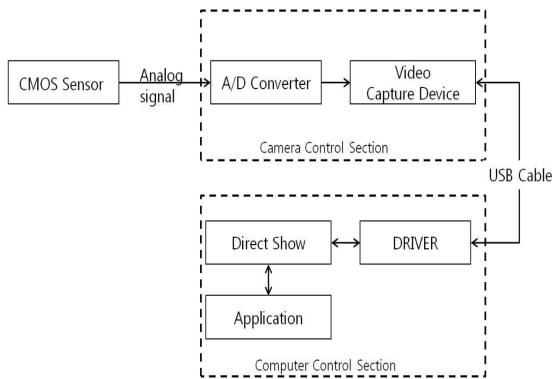


Fig. 2 Iris camera recognition hardware diagram

본 논문에서 제안하는 홍채전용 카메라는 안경타입으로 카메라를 테에 장착한 후 [그림 3]과 같은 형태로 구현하였다. [그림 3]의 각 모듈을 설명하면 다음과 같다.

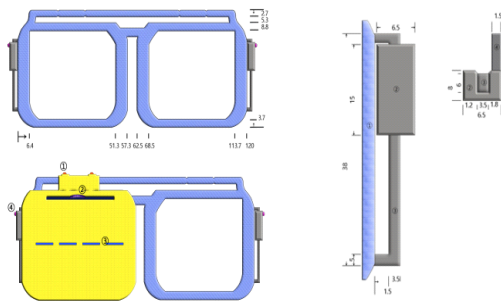


Fig. 3 suggested camera appearance

- ①은 이동시 키를 누르고 카메라를 빼서 반대쪽으로 이동 장착을 하는 카메라 고정키를 의미한다.
- ②는 카메라와 눈동자의 위치를 조절하는 좌우이동 레버를 의미한다.
- ③은 홍채의 위치가 사람마다 다르기 때문에 스스로 앞의 거울을 보며 위치를 조절할 수 있게 해주는 기준선이 된다.
- ④는 카메라 위치를 좌/우 버튼을 누르면서 테를

위/아래로 이용하는 상하 이동키를 탑재하였다. 기존 홍채촬영 카메라에서 발생하는 백색광은 눈부심 때문에 사용자의 거부감이 커 조명으로 사용하기엔 부적절하였다. 그러나 본 논문에서는 가장 크게 발생되던 백색

광 문제를 해결하기 위해 홍채의 어두운 부분을 촬영하기 위해 사용되면 가시광선 조명대신 근적외선 LED bandpass filter를 조명으로 사용한다. 제안 카메라 모듈은 홍채이미지 분석시 사용될 양질의 영상 획득을 위해 필요한 빛 과장대를 적절히 활용한 광학계 설계를 구현하였다.

3.2. 이미지 획득

본 논문에서는 구현된 카메라 렌즈를 이용해 백색광이 최소화된 홍채 영상 획득을 위해 [그림 4]와 같이 영상을 획득한다.

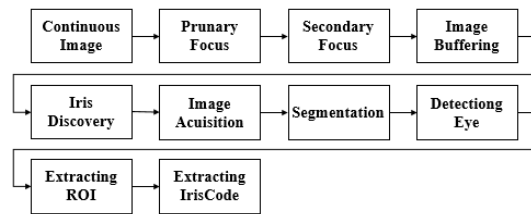


Fig. 4 Flow of iris feature extraction

정확한 영상 획득을 위해 연속촬영 후 1차 초점을 확인한다. 스스로 자신의 홍채 영상을 촬영할 수 있기 때문에 2차 초점을 통해 동공을 확인하고 영상을 획득하게 된다. 획득된 영상은 영상 buffering을 통해 영상을 보장하고 홍채 영역을 추출하여 인식하게 된다. 다음 그림 5는 제안 렌즈를 이용해 촬영한 영상으로 왼쪽 이미지는 660nm 대역의 LED 조명을 사용 및 bandpass filter를 적용하지 않고 촬영영상이고 오른쪽 이미지는 660nm 대역의 LED 조명을 사용 및 BP660 Red Bandpass 필터를 사용하여 촬영한 이미지이다.

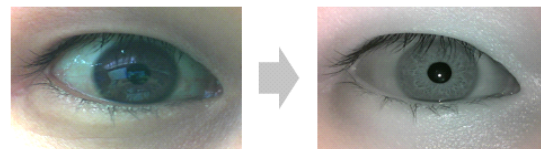


Fig. 5 Image without filter and image taken with bandpass filter

두 이미지를 비교해보면 적절한 filter의 선택으로 증가된 콘트라스트를 확인할 수 있다. [그림 6]은 위에서 획득한 영상에서 관심영역을 추출하기 위한 알고리즘의 수도코드를 나타낸 것이다.

```

1: procedure FindExposure()
2:   nWhite, nBlack, exp ← 0
3:   state ← InitialState
4:   Criterion ← MaximumCriterion
5:   minCriterion ← Integer.MaxValue
6:   for i ← 1, NumberOfExposureClass do
7:     for exp ← ExposureClass[i].min, ExposureClass[i].max do
8:       Frame ← GetFrame(exp)
9:       SelectedFrame ← ROI(state, Frame)
10:      for all pixel k in SelectedFrame do
11:        if k > WHITE then
12:          nWhite ← nWhite + 1
13:        else if k < BLACK then
14:          nBlack ← nBlack + 1
15:        end if
16:      end for
17:      Criterion ← abs(nWhite - nBlack)
18:      if Criterion < minCriterion then
19:        minCriterion ← Criterion
20:        minExp ← exp
21:      end if
22:    end for
23:    if FinalCheck(nWhite, nBlack, SelectedFrame) then
24:      selectedExp[state] ← minExp
25:      state ← NextState
26:      break
27:    end if
28:  end for
29: end procedure

```

Fig. 6 Pseudo code selective ROI algorithm

이와 같이 제안 카메라 렌즈는 어두운 홍채를 촬영하기에 적합하고 기존 가장 크게 발생되었던 백색광 문제를 해결할 수 있었다. 또한 제안 카메라는 스스로 홍채 이미지를 정확히 추출하기 위해 동공을 기준으로 이미지를 홍채맵과 정확한 위치에서 추출하기 위해 시선 추적 알고리즘을 적용하였다. 초기 글라스 카메라를 착용한 상태에서 동공을 기준으로 특징점을 추출하고 적외선 카메라를 이용해 영상을 획득해 모폴로지 연산을 통해 영역을 추출한다.

3.3. 이미지 매칭

획득한 이미지를 홍채맵과 정확한 매칭을 위해 (식1)과 같이 Gabor transform을 사용한다.

$$\begin{aligned}
 Code_{Re,Im}(r_0, \theta_0) &= \\
 sgn_{Re,Im} \int_p \int_{\varnothing} (p, \varnothing) e^{-i\omega(\theta_0 - \varnothing)} e^{-(r_0 - p)^2 / \alpha^2} e^{-(\theta_0 - \varnothing)^2 / \beta^2} p dp d\varnothing \\
 I(p, \varnothing) &: Iris Imags \\
 d_H(A, B) &= \frac{|XOR(Code A, Code B) \cap Mask A \cap Mask B|}{|Mask A \cap Mask B|} \\
 XOR &: bitwise exclusive OR \\
 \cap &: bitwise AND \\
 | &: number of bits
 \end{aligned} \tag{1}$$

입력된 홍채 이미지를 이용해 해밍 거리는 추출된 특징으로부터 데이터를 섹터로 세분화하여 정보를 획득한다. 특징 벡터의 효과적인 비교를 위해 가중치를 이용해 각각의 값을 검증하게 된다.

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 라즈베리파이, 카메라 모듈을 이용해 핵심 코어를 개발하고 영상을 수집하였다. 카메라 모듈은 3280*2464 pixel로 센서의 이미지 영역은 3.68*2.76 (대각선 4.6mm)로 광선각도를 보정하고 SCCB 인터페이스와 MIPI 인터페이스로 10비트의 RAW RGB 데이터를 수집할 수 있고 추가적으로 denoise, gpen 기능을 부여해 영상을 획득하였다. [그림 7]은 본 실험을 위해 제작된 카메라 모듈 이미지이다.

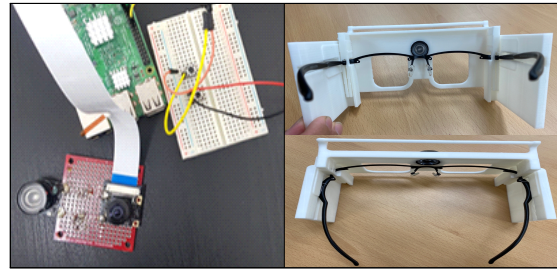


Fig. 7 IoT Iris camera

수집된 홍채 이미지는 OpenCV를 이용해 영상의 히스토그램과 차 영상을 위해 알고리즘을 구현하고 영상의 명도를 이용해 특정 값을 설정하고 그레이레벨의 히스토그램은 0~255의 명도 값이 픽셀 내 분포를 분석한다. 다음은 카메라에서 취득한 영상을 초기 영상의 노이즈가 적어 이미지 전처리 시간이 짧아졌고 기존 홍채의 특징맵 매칭과 동공 이미지 처리를 위한 특징맵을 추가해 보다 선명한 함수링을 확인할 수 있게 되었다. 개발된 홍채 전용 카메라를 이용해 영상을 획득하고 관심영역을 확인하는데 걸리는 시간과 정확도를 분석하였다.

[그림 8]의 실험 결과 제안 카메라를 이용해 촬영된 영상을 학습한 결과 평균 91.49%의 인식 정확도를 보였으나 기존 카메라를 사용하였을 경우 78.04%의 인식 정확도를 보이는 것을 실험을 통해 확인하였다.

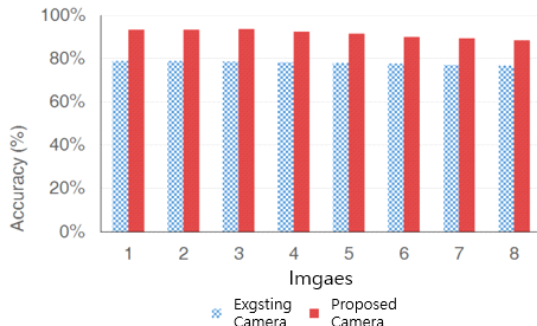


Fig. 8 Experimental result of learning accuracy

V. 결론

홍채인식은 생체인식 기술 중에 가장 우수한 기술로 꼽히지만 현재까지 적용 및 활용분야는 주로 인증을 위한 방법으로 사용되고 있었다. 그러나 홍채는 자신의 유전적 병변을 하나의 지도처럼 담고 있는 중요한 바이오마커로써 진단에 활용이 가능하다. 그러나 아직까지 활용도가 낮고 진단을 위한 다양한 디바이스 개발이 미흡하기 때문에 획득한 이미지를 통해 바이오마커를 찾아내기 어려웠다. 따라서 본 논문에서 이 문제를 해결하기 위해 진단을 위한 홍채의 정밀한 촬영이 가능한 카메라를 제안한다. 또한 기존 일부에서 사용되고 있는 카메라에서 발생하는 백색광문제를 해결해 정확한 영상 획득을 제안하였다. 제안 렌즈의 경우 광학계 설계와 CMOS 모듈과 USB 통신 방식을 이용하여 영상을 획득하고 개선된 필터링을 적용하여 특징을 추출하므로 시스템 연산비용을 줄였다. 향후 연구로는 글라스형으로 프로토타입을 제작하고 임상테스트를 실행하여 안전성 및 사용의 용이성을 증명해야 할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

Following are results of a study on the "Leaders in Industry-university Cooperation +" Project, supported by the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea

REFERENCES

- [1] M. S. Jo, "An analysis of Factors Affecting Quality of Life through the analysis of Public Health Big Data," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 6, pp. 835-841, Jun. 2018.
- [2] C. M. Roberto, O. Z. Alverto, G. Vicente, M. Jose, and G. Saul, "Application of IoT with haptics interface in the smart manufacturing industry," *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, vol. 10, no. 2, pp. 57-70, Aug. 2019.
- [3] H. Y. Jung, "Iris Diagnosis according to Iris Constitution with Focus on the Large Intestine Domain," *published in Sunmoon University Graduate School of Integrated Medicine*, vol. 6, pp. 5, Aug. 2012.
- [4] Iris Publishers [Internet]. Available: <https://www.irispublishers.com/about.php/>.
- [5] E.S Choi. "Study of relationship between hysteropathy and Bowel Disease in iridology," *published in Sun Mon University*, vol. 8, no. 6, pp. 679-698, Jun. 1986.
- [6] J. H. Rim, "Iris Diagnosis By The Disease Concepts Of Traditional Medicine," Ph. D. Dissertation, Department of Natural Healing Sciences Dongbang Graduate School, 2008.
- [7] D. R. Bamer, *Practical Iridology and Sclerology*, Woolland Publishing, 1996.
- [8] Y. B. Cho, S. H. Lee, and M. K. Kim, "A Secure Telemedicine System for Smart Healthcare Service," *Journal of Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 21, no. 1, pp. 205-214, Jan. 2017.
- [9] K. Münstedt, S. El-Safadi, F. Brück, M. Zygmunt, A. Hackethal, and H. R. Tinneberg, "Can iridology detect susceptibility to cancer? A prospective case-controlled study," *Journal of Alternative & Complementary Medicine*, vol. 11, pp. 515-519, Jul. 2005.
- [10] Y. B. Cho, S. H. Woo, and S. H. Lee, "An Iris Detection Algorithm for Disease Prediction based Iridology," *Journal of Korea*, vol. 21, no. 1, pp.107-114, Jun. 2017.
- [11] S. M. Gang, and J. J. Lee, "Depth Map Extraction from the Single Image Using Pix2Pix Model," *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 22, no. 5, pp. 547-557. Apr. 2019.
- [12] I. Laina, C. Rupprecht, V. Belagiannis, F. Tombari, and N. Navab, "Deeper Depth Prediction with Fully Convolutional Residual Networks," *Proceeding of 2016 Fourth International Conference on 3D Vision*, pp. 239248, 2016.



서진범(Jin-Beom Seo)

2015: 대전대학교 정보보안학과 입학
현재: 대전대학교 정보보안학과 학부 3년
※ 관심분야: 네트워크 보안, 딥러닝, 이미지 처리



조영복(Young-Bok Cho)

2005: 충북대학교 전자계산학과 공학석사
2012: 충북대학교 전자계산학과 공학박사
2012-2018: 충북대학교 소프트웨어학과 초빙교수
2019: 충북대학교 의학과 의학박사
2020: 충남대학교 법학과 박사과정
현재: 대전대학교 정보보안학과 조교수
※ 관심분야: 의료영상처리, 정보보안, 의료정보보호, 모바일보안