

<http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2016.16.3.129>

IIBC 2016-3-18

시력 향상을 위한 휴대형 마이크로디스플레이 구동 드라이버 및 장치

A Portable Micro-display Driver and Device for Vision Improvement

유영기*, 오춘석**

Young-Kee Ryu*, Choonsuk Oh**

요약 저시력인들을 위한 기존 시각 향상 장치들이 많이 있다. 이 장치는 주로 확대경 역할이 대부분이고, 고가이다. 저시력 원인으로는 다양한 증상에 기인한다. 시력 향상을 위해서는 영상의 확대, 밝기, 대비를 조절할 필요가 있다. 따라서 시력 향상 휴대용 마이크로 디스플레이 구동 드라이버 및 장치를 개발한다. 이 장치의 4가지 기본 원리는 영상 확대, 특정 색 조절, BLU로 밝기 조절, 프리즘에 의한 시축 개선이다. 제안된 HMVED 장치의 임상 실험이 실시되었다. 결과적으로 기존 장치에 비해서 수혜 효과가 돋보였으며 본 장치는 저중량, 저가, 휴대성이 용이하므로 저시력인의 삶의 질 향상에 도모한다.

Abstract There are many visual enhancement devices for people with low vision. However, almost conventional devices have been simple magnifying and high cost. The symptoms of people with low vision are very variety. It needs to control of image magnifying, brightness, and contrast to improve the visibility. We developed a portable microdisplay driver and device for visual enhancement. This device based on our suggested four methods such as image magnifying, specific color control, BLU brightness control, and visual axis control using a prism. The basic clinical experiments of the proposed Head Mounted Visual Enhancement Device (HMVED) have been performed. The results show beneficiary effects compared with conventional devices, and improve the life quality on people with low vision on account of low weight, low cost, and easy portability.

Key Words : Low Vision, Head Mounted Visual Enhancement Device

1. 서 론

저시력은 시력이 0.05~0.3이고, 이와 동시에 시각이 20도 이하로 협착하여 있는 상태로 WHO(World Health Organization)에서는 정의하고 있다. 우리나라 저시력인

의 등록 현황은 2014년 12월 현재 21만 여명으로 매년 저시력인의 수는 증가하는 것으로 보고 되어있다.

저시력은 선천적 또는 후천적 요인으로 인하여 눈의 각막, 수정체, 유리체, 망막, 시신경 등의 부위에 변성, 이상, 손상 등의 문제를 가지고 있다. 대표적인 예로 그림

*정회원, 선문대학교 기계ICT융합공학부

**정회원, 선문대학교 기계ICT융합공학부(교신저자)

접수일자 : 2016년 4월 1일, 수정완료 : 2016년 5월 1일

게재확정일자 : 2016년 6월 10일

Received: 1 April, 2016 / Revised: 1 May, 2016 /

Accepted: 10 June, 2016

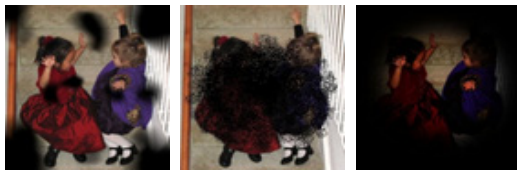
*Corresponding Author: ohprofessor5@gmail.com

School of Mechanical and ICT Convergence Engineering,
Sunmoon University, Korea

1과 같이 시신경 위축, 황반 변성, 망막색소변성으로 인한 저시력의 상태를 볼 수 있다.

저시력 관련 논문들^[1-5]에 의하면 저시력보조기구를 통하면 시력향상을 가져올 수 있는 것으로 발표되었다. 해외에서는 이미 저시력에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 저시력 보조장치들이 판매되고 있다.

현재 판매되고 있는 외국산 저시력 보조장치들의 경우 단순 확대 위주의 기능과 휴대성, 가격 등의 문제로 인하여 많은 저시력인들에게 도움이 되지 못하고 있다. 그림 2에서는 저시력인을 위한 기존의 시력보조장치들을 보여주고 있다.

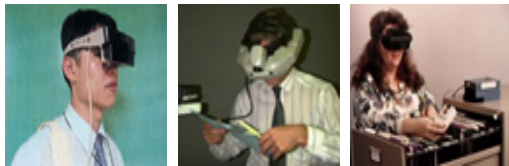


(a) 부분 결손 시야 (b) 중심시야 장애 (c) 시야협착

그림 1. 저시력의 상태

Fig. 1. The symptoms of the low vision

기존의 장치들이 가지고 있는 이러한 문제를 극복하고자 본 연구에서는 영상 확대, 특정 색 조절, 조명 밝기 조절, 시축 조절 등의 기능 추가와 함께 저 중량, 저가, 휴대성의 향상을 통한 마이크로디스플레이 구동 드라이버 및 장치를 개발하여 저시력인의 삶의 질 향상을 위한 저가형 전자식 저시력 보조장치를 개발하였다.



(a)HMVES (b) LVES (c) Magic-Cam

그림 2. 기존의 저시력보조장치[4]

Fig. 2. The existing low vision aids devices

영상 확대는 그림 3과 같은 방법을 통해 확대된 영상을 볼 수 있도록 하였다. 렌즈의 초점 거리 내에 Object가 위치한다면 가상의 확대된 이미지를 관찰할 수 있다.

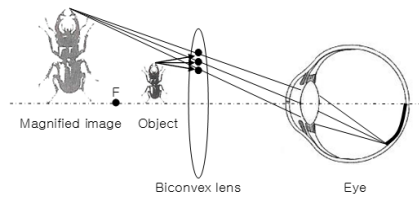


그림 3. 영상 확대

Fig. 3. Image magnifying

특정 색 조절 기능은 사용자가 관찰하는 영상의 Red, Green, Blue의 색 구성 중 사용자의 상태에 적합하도록 강조/ 감소하는 것으로 그림 4와 같은 방법을 통해 설계되었다.

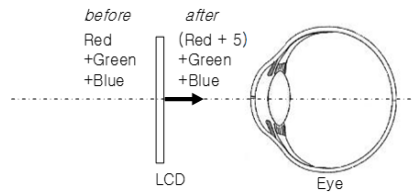


그림 4. 특정 색 조절

Fig. 4. Specific color control

저시력인에게는 일반인들보다 높은 영상의 밝기가 요구된다. 따라서 투과형 방식인 영상 표시 장치의 경우 BLU(Back Light Unit)가 필요한 장치이므로 이를 이용하여 그림 5와 같이 설계하였다.

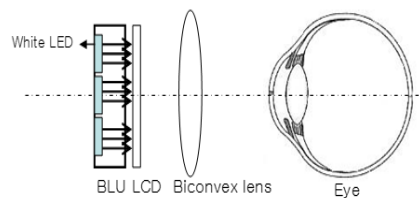


그림 5. 조명 밝기 조절

Fig. 5. BLU brightness control

그림 1에서 살펴본 저시력인의 상태 중 중심시야 장애의 경우에는 영상의 초점이 맺히는 망막 영역 중 기능이 살아있는 다른 부위로 변위 시켜 시기능 향상을 기대할 수 있다. 이 방법은 그림 6과 같이 프리즘을 이용하여 영상의 방향을 변위 할 수 있다.

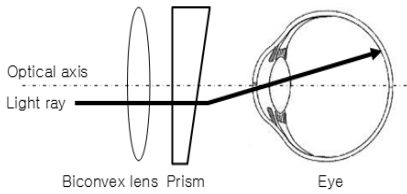


그림 6. 프리즘을 이용한 시축 조절
 Fig. 6. Visual axis control using a prism

II. 장치 개발 과정

1. 마이크로디스플레이 구동 드라이버 설계

영상표시장치로 사용한 마이크로디스플레이 소자는 SONY사의^[6]LCX033ANB(0.44inch TFT Color LCD)와 구동 드라이버인 CXA2503AR(Driver for Color LCD Panels)이다. 그림 7에서는 LCX033ANB의 외형과 크기를 나타내고 있다.

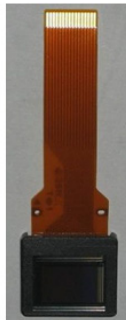


그림 7. 0.44inch TFT Color LCD (LCX033ANB)
 Fig. 7. 0.44inch TFT Color LCD (LCX033ANB)

그림 7의 영상 표시 장치를 이용하여 사용자에게 확대된 영상을 제공하기 위해서는 LCD확대 광학계가 필요하다. LCD확대 광학계는 Biconvex렌즈를 이용하여 그림 8과 같이 설계 하였다.

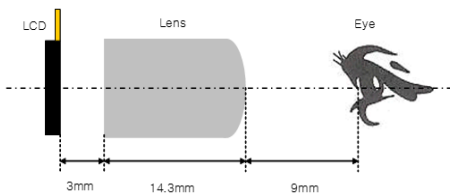


그림 8. LCD확대 광학계
 Fig. 8. The optical module for LCD magnifying

위 그림 8의 LCD확대 광학계의 화각(Field of View)은 그림 9와 같이 나타낼 수 있다. 눈으로부터 확대된 영상까지의 거리가 1m에서 60×44cm의 크기를 볼 수 있으므로 화각은 40°가 됨을 알 수 있다.

$$FOV = 2 \tan^{-1} \left(\frac{74}{2 \cdot 100} \right) = 40^\circ \quad (1)$$

위의 확대된 영상이 가지고 있는 분해능(Resolution)은 이 LCD가 가지고 있는 픽셀(Pixel) 수가 800×225개이므로 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Res.(H) = \frac{800}{40} = 20(\text{pixels/degree}) \quad (2)$$

$$Res.(V) = \frac{225}{40} = 5.6(\text{pixels/degree}) \quad (3)$$

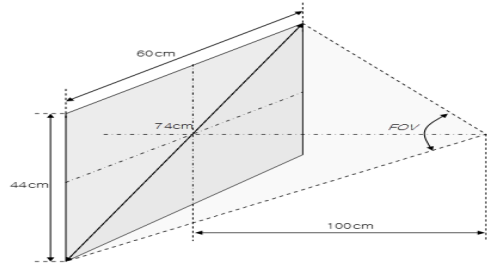


그림 9. LCD 확대 광학계의 화각
 Fig. 9. Visual angle of optical module for LCD magnifying

이 LCD확대 광학계의 구성 인자인 Eye motion box size를 살펴보기 위해 그림 10과 같이 나타낼 수 있다.

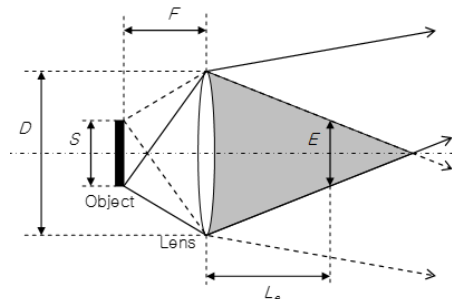


그림 10. Eye motion box
 Fig. 10. Eye motion box

개발된 LCD확대 광학계의 Eye motion box의 크기는

$$E = D - \frac{L_e S}{F} \quad (4)$$

로 정의[6]되며 $S = \sqrt{8.96^2 + 6.66^2} = 11\text{mm}$, $D = 16\text{mm}$. $F \approx 3 + 13.3 = 16.6\text{mm}$, $L_e = 10\text{mm}$ 이다. 따라서 Eye motion box size는

$$E = 16 - \frac{10 \cdot 11}{16.6} = 9.37\text{mm} \quad (5)$$

가 됨을 알 수 있다.

이와 같은 확대 광학계와 함께 서론에서 제시한 특정 색 조절, 조명 밝기 조절, 시축 조절의 기능을 할 수 있는 그림 11에서와 같은 광학 모듈을 개발하였다.

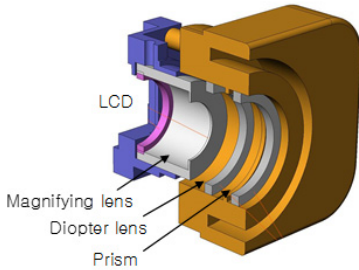


그림 11. 광학 모듈의 단면도
Fig. 11. Cross-sectional view of optics module

2. HMD 설계

HMD^[7-8]는 1968년 미국에서 군사용으로 개발이 되기 시작하였으며 현재는 군사용뿐만 아니라 게임, 엔터테인먼트, 가상현실(Virtual Reality)등의 다양한 분야에서 널리 이용되고 있다. HMD는 영상 표시 부분이 눈앞에 위치하여 머리에 착용하는 것으로 두 손을 자유롭게 사용할 수 있는 장점이 있는 영상 표시 방식이다.

HMD의 설계 시 고려 사항 중 미간거리를 살펴보면 그림 12와 같이 정의되며 기존의 HMD장치들의 미간거리를 나타내고 있다.

Unit: mm

	Cy-visor (DAEYANG E&C)	SIMCHUNG-EYE (HOPIA)
미간 거리	64	67

그림 12. 미간 거리와 기존 장치들의 사양
Fig. 12. Distance of eyebrows and specification of conventional devices

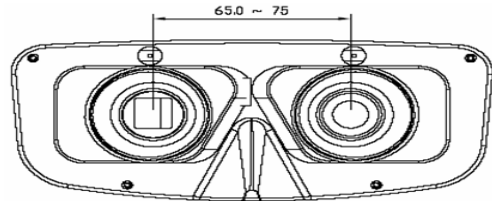


그림 13. 미간거리조절 가능하도록 설계된 HMD
Fig. 13. HMD designed able to control distance of eyebrows

기존의 장치들은 그림 12와 같이 64, 67mm의 고정된 미간거리를 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 고정된 미간거리가 아닌 그림 13과 같이 70±5mm의 미간거리를 조절할 수 있도록 HMD를 설계하였다.

3. 메인 카메라(Main Camera)

외부의 영상을 저시력인에게 전달하기 위한 입력 장치로 상용 칼라 카메라 모듈을 사용하였다. 이 카메라의 구성은 그림 14와 같이 보드렌즈와 CCD, Process Board 로 이루어졌다.

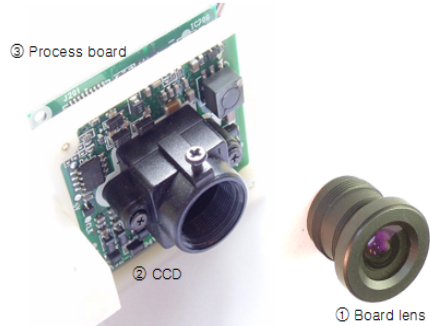


그림 14. 메인 카메라로 사용된 칼라카메라 모듈
Fig. 14. Main Color Camera Module

기존의 장치들은 관찰 할 수 있는 외부 영상의 화각이 고정된 형태이다. 고정된 화각은 생활에서 불편함이 따르게 된다. 일반적으로 다양한 화각을 가질 수 있는 방법은 줌 렌즈를 사용할 수 있다. 카메라로 관찰되는 영상의 화각은 CCD앞에 위치하는 렌즈의 초점거리에 따라 달라지기 때문이다. 하지만 줌 렌즈는 일반적으로 부피가 크고 질량이 무거운 것이 대부분이고 화각을 설정하기에 불편함이 따르며 고가의 제품이기 때문에 저시력인용 HMD장치에 사용하는 것은 적합하지 못하다.

따라서 본 연구에서는 작고 가벼우며 저가의 장치로

제작하기 위하여 초점거리가 각각 다른 보드렌즈 3개를 설치하여 그림 15와 같이 화각조절이 가능한 보드렌즈 모듈을 개발하였다. 이 보드렌즈 모듈을 이용하면 그림 16과 같은 3가지의 배율(초점거리 4.3, 8, 16mm의 보드렌즈)을 얻을 수 있다. 이 영상들 외에도 저시력인의 선택에 따라 임의의 보드렌즈를 선택적으로 착용함으로써 원하는 영상 관찰이 가능하다.

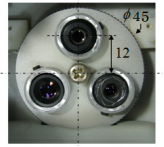
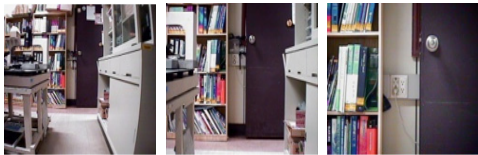


그림 15. 개발된 화각가변 보드렌즈 모듈
 Fig. 15. Variable visual angle Board-lens module



(a) 4.3mm (b) 6mm (c) 8mm
 그림 16. 보드렌즈 모듈을 통한 영상
 Fig. 16. Images by board-lens module

보드렌즈에 의한 화각 선택과 함께 그림 14의 메인 카메라의 경우 디지털 줌 기능을 제공하는 것으로 그림 18.(c)의 제어 신호를 통하여 1~3배의 줌 인/아웃을 할 수 있다.

4. 보조 카메라(Aid Camera)

저시력인의 경우 시력회복 후 가장 하고 싶은 일은 독서와 신문을 통한 정보습득으로 알려져 있다.[7] 이를 위해서 실외용 HMD 메인 카메라와는 별도로 독서전용 보조 카메라를 다음 그림 17과 같이 설계하였다.

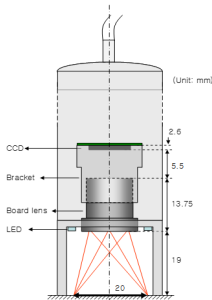
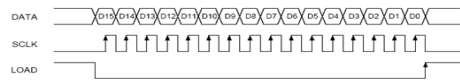


그림 17. 보조 카메라의 설계
 Fig. 17. Design of Aid Camera

5. 제어계 설계

본 장치는 메인 카메라와 보조 카메라 간에 비디오 신호의 선택, 디지털 줌, 밝기, 적/ 청색 강조, 대조비, 부처음의 발생 기능을 가지고 있다.

사용자가 이 기능들을 사용할 수 있는 방법은 버튼을 이용할 수 있도록 컨트롤 패널을 제작하였다. 사용자 버튼에 대한 입력 신호는 Microcontroller (AT89C2051, ATMEL Co.)에 입력되며 각 버튼의 기능은 프로그램에 의해서 다음 그림 18과 같은 제어신호들을 발생하게 된다.



(a) LCD 구동 신호 형식

	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
BRIGHT	*	*	*	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
R-BRT	*	*	*	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
B-BRT	*	*	*	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
CONTRAST	*	*	*	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

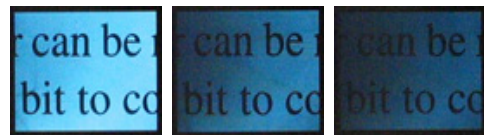
(b) LCD의 특정 색 강조

Name	Format										
	SM	CA	DA	OCH	OCL	DB1	DB2	DB3	DB4	EM	CS
Zoom In	0x2a	0x30	0x30	0x37	0x35	0x30	0x31	0x30	0x30	0x42	0x37
Zoom Out	0x2a	0x30	0x30	0x37	0x35	0x30	0x33	0x30	0x30	0x42	0x37
Stop	0x2a	0x30	0x30	0x37	0x35	0x30	0x39	0x30	0x30	0x42	0x37

(c) 디지털 줌 인/아웃

그림 18. 사용자 입력에 따른 제어신호
 Fig. 18. Control signal by user's input

제어계의 기능은 메인 카메라 또는 보조 카메라의 비디오 신호를 선택 받아 원하는 비디오 신호를 사용자의 요구에 맞는 영상으로 LCD에 출력하는 것이다. 이 기능들 중 그림 19는 영상의 대조비를 조절한 결과들이다.



(a) 대조비 4증가 (b) 대조비 0 (c) 대조비 2감소

그림 19. 영상의 대조비 조절
 Fig. 19. Contrast control of image

메인 카메라의 경우 광학적으로 3가지 배율을 사용할 수 있다. 하지만 이 보다 더 높은 배율을 원할 때는 디지털 줌 기능을 이용하여 원하는 기능을 충족할 수 있다. 그림 20에서는 디지털 줌 인/아웃의 기능을 보여주고 있다.



(a) 1배 (b) 2배 (c) 3배

그림 20. 메인 카메라의 디지털 줌 인/아웃
Fig. 20. Digital zoom In/ Out of Main Camera

6. 전원 설계

본 장치의 회로에서는 3.3, 5, 12V가 필요하다. 이 장치에 전원^[9]을 공급하는 방법은 어댑터와 배터리가 있다. 실내에서 사용할 때는 어댑터를 통해 전원을 공급하며 실외에서 본 장치를 사용할 시에는 배터리로 전원 공급이 가능하도록 설계 하였다.

어댑터와 배터리의 출력전압은 각각 9, 7.2V로써 회로에서 필요로 하는 전압에 맞도록 Dropout, Step-up Regulator를 이용하여 전원 회로를 설계하였다.

III. 개발 결과

위의 개발 과정을 통해 저시력인의 시기능 향상을 위한 마이크로디스플레이 구동 드라이버와 장치가 그림 21과 같이 개발되었다.



(a) 컨트롤 패널 (b) HMD (c) 보조 카메라

그림 21. 개발된 마이크로디스플레이 장치 외형
Fig. 21. Shape of designed Microdisplay device

이 장치의 사용법은 HMD를 머리에 착용한 뒤 컨트롤 패널을 통해 사용자가 원하는 기능을 설정하면 마이크로디스플레이 구동 드라이버를 통해 확대된 사용자 설정에 맞도록 변화된 색 변화를 가진 영상을 볼 수 있다. 표 1에서는 이 장치의 화각, 중량, 화상처리 수, 교정 시력 범위, BLU 광량, 크기 등의 사양에 대해서 나타내고 있다.

IV. 결론

본 연구에서 기존의 장치들이 가지고 있는 이러한 문제를 극복하고자 영상 확대, 특정 색 조절, 조명 밝기 조절, 시축 조절 등의 기능 추가와 함께 저 중량, 저가, 휴대성의 향상을 통한 마이크로 디스플레이 구동 드라이버 및 장치를 개발하여 저시력인의 삶의 질 향상을 위한 저가형 전자식 저시력 보조장치를 개발하였다. 추후 보완되어야 할 사항으로는 고해상도의 LCD 패널 후면조명으로 고휘도의 백색 LED를 사용하여 시스템의 선명도와 밝기를 향상시킬 여지가 있다. 부가적으로 IR 다이오드를 이용하여 장애물이 전방에 존재할 경우에 경고음을 발생하는 장치도 추가로 고려할 예정이다. 항상 주의를 요하는 사항으로는 배터리의 소진에 대비하여 예비전원의 준비가 필요하다.

표 1. 개발된 마이크로디스플레이 장치 사양
Table 1. Specification of developed HMD

항목	단위	수치
화각	Deg.	40 (LCD magnifying) 9 ~ 99.24 (Main camera) 54 (Aid camera)
중량	g	376 (HMD) 178 (컨트롤 패널) 82 (보조 카메라) 96 (배터리, Double type) 50 (배터리, Standard type)
		732 (max)
시축각도	Deg.	0 ~ 7 (상태에 따라 선택)
화상처리 수	ea.	5 (Brightness, Red/ Blue Brightness, Contrast, Digital Zoom)
교정시력범위	D	±5
BLU 광량	Lux	5,229
크기 (H×V×D)	mm	158×71×90 (HMD) 66×128×50 (컨트롤 패널) 28×116×28 (보조 카메라)

References

[1] Oh Sei-Yeul, Ham Don-Il, Ji Yong-Hoon, "Clinical Effect of Low Vision Aids", *Journal of the Korean Ophthalmologic Society*, Vol. 38, No. 2, pp.107, 1997.
[2] Kim Jong-Woo, Chang Seung-Ik, Moon Nam-Ju,

“Visual Rehabilitation of Optic Atrophy Patients with Low Vision Aids”, *Journal of the Korean Ophthalmologic Society*, Vol. 38, No. 3, pp. 108-115, 1997.

- [3] Y. J. Jang, “Development of a Binocular Head Mounted Electrical Visual Enhancement Device for People with Low Vision” Master Theses, Sunmoon Univ. 2005.
- [4] Y. J. Jang, Y. K. Ryu and C. S. Oh, “ Development of a head-mounted visual enhancement device for people with low vision”, *SPIE Vol.5602*, pp.148-159, 2004.
- [5] Y. C. Lee, Y. K. Ryu and C. S. Oh, “ Development of a Electronic Visual Enhancement System for Visual Impairment People”, *Sunmoon Eng. School Papers* ,pp. 2002.
- [6] LCX033ANB Datasheet, p. 23, SONY.
- [7] Duane R. Geruschat, James T. Deremeik, Sharon S. Whited, “Head-Mounted Displays: Are They Practical for School-Age Children?”, *Journal of Visual Impairment & Blindness*, pp. 485, 1999.
- [8] J. E. Melzer and K. Moffitt, *Head Mounted Displays Designing for the User*, McGraw-Hill, New York, p. 72, 1997.
- [9] Y. K. Ryu, “Wireless Power Transmission Technology for Implantable Telemetry Device based on Multiple Transmit Coils”, *Journal of IIBC*, Vol.15, No.2, pp. 203-211, 2015.

오 춘 석(중신회원)



• 1993년 ~ 현재 : 선문대학교 기계 ICT융합 공학부 교수.
<주관심분야 : 화상처리, 자동검사, 머신비전, 광학시스템설계>

저자 소개

유 영 기(정회원)



• 1996년 ~ 현재 : 선문대학교 기계 ICT융합 공학부 교수.
<주관심분야 : 머신 비전, 영상처리, 광응용시스템, 전자기유도 전자펜, 정전용량 전자펜>