

RGB 색 보정 알고리즘을 활용한 모바일 색 보정 애플리케이션

곽기현[†], 전영찬^{**}, 최설인^{***}, 신희정^{****}, 황성수^{*****}

A Mobile Color-compensating Application using RGB Color Compensation Algorithm

Ki Hyun Kwak[†], Yong Chan Jun^{**}, Sul In Choi^{***},
Hee Jung Shin^{****}, Sung Soo Hwang^{*****}

ABSTRACT

This paper presents a mobile color-compensating application using a RGB color compensation algorithm. The proposed application enables color vision deficiencies to differentiate images which cannot be distinguished by them. The suggested mobile application has two functions: converting images taken by camera and converting contents in the device screen. The proposed application is computationally inexpensive, since it does not require color space transformation. Simulation results show that the proposed application enables color vision deficiencies to receive information expressed by colors such as subway line maps.

Key words: Color Blindness, Color Conversion, Mobile Application

1. 서 론

색각 이상이란, 색의 식별이 없는 상태로 색약이나 색맹을 말한다. 이는 추상체 종류 중 하나 이상이 정상 수준 이하거나 전혀 기능하지 않는 경우에 발생한다. Fig. 1은 정상인과 색각이상자가 보는 지하철 노선도이다. 다양한 색으로 구분된 지하철 노선들은 색각 이상자들에게는 혼란을 줄 수 있다. 이와 같이 색각 이상자들은 지하철 노선도와 같이 색으로 표현

된 정보들에서 올바른 색 정보를 인식하지 못해 어려움을 겪고 있다.

이런 색각 이상자를 위해 달토니제이션(Daltonization) 알고리즘, HSV 색공간 알고리즘 등 다양한 보정 알고리즘들에 대한 연구가 진행되고 있으며, 색 보정 안경(Enchroma Glasses), 색 보정 카메라 앱(imagovision)과 같은 색각 이상자들을 위해 다양한 제품들이 개발되어 있다. 하지만, 현재까지 모바일 환경에서 모든 색각 이상자들이 제약 없이 사용할

※ Corresponding Author : Sung Soo Hwang, Address: (37554) Handong-ro 558, Buk-gu, Pohang, Korea, TEL : +82-54-260-1864, FAX : +82-54-260-1976, E-mail : sshwang@handong.edu

Receipt date : Sep. 22, 2016, Revision date : Nov. 24, 2016
Approval date : Dec. 5, 2016

[†] School of Computer Science and Electronic Engineering, Handong Global University
(E-mail : 21200036@handong.edu)

^{**} School of Computer Science and Electronic Engineering, Handong Global University
(E-mail : 21100610@handong.edu)

^{***} School of Computer Science and Electronic Engineering, Handong Global University
(E-mail : 21300766@handong.edu)

^{****} School of Computer Science and Electronic Engineering, Handong Global University
(E-mail : 21300412@handong.edu)

^{*****} School of Computer Science and Electronic Engineering, Handong Global University
(E-mail : sshwang@handong.edu)

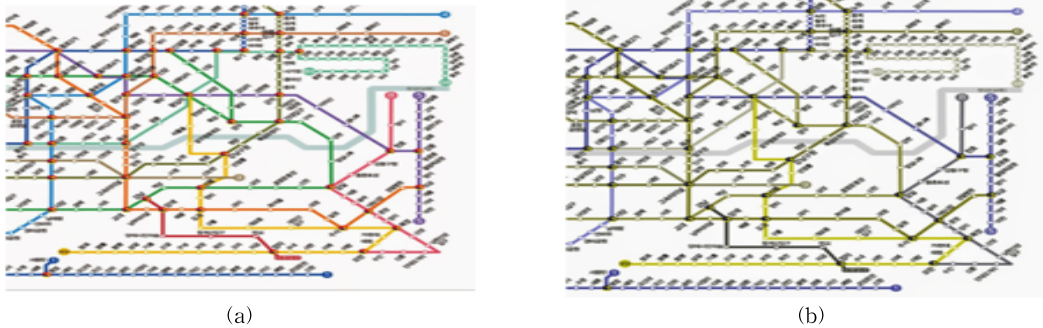


Fig. 1. Subway map seen by normal people and color vision deficiencies.

수 있는 보편화 된 기술을 없기 때문에, 본 연구는 RGB 색 보정 알고리즘을 활용하여 색각 이상자를 위한 모바일 색 보정 애플리케이션을 제안한다. RGB 색 보정 알고리즘은 적은 연산량 때문에 모바일에서 동작하기에 좋으며, 모바일 기기 외부 콘텐츠와 내부 애플리케이션에서 동작하는 방법을 제안함으로써 모바일 기기 내부 외부 콘텐츠에서 색 보정을 할 수 있도록 한다. 본 연구는 색각 이상자들에게 모바일 콘텐츠의 색 구분 효과를 제공하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 기존에 제안된 관련 연구에 대해 설명한다. 3장에서는 제안되는 시스템에 대해 설명한다. 4장에서는 실험 결과를 나타내고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

색각 이상자들을 위해 색 보정 알고리즘에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 기존에 제안된 색 보정 알고리즘으로 개선된 달토니제이션(Daltonization) 기법을 이용한 제1, 제2 색각 이상자들을 위한 색 변환 기법이 있다[1]. 이는 원본 영상과 색각 모사 알고리즘을 적용한 영상의 RGB 값의 차이를 이용하여 색 변환을 하는 방법이다. 개선된 달토니제이션(Daltonization)기법은 기존의 달토니제이션(Daltonization) 알고리즘보다 조금 더 명확한 결과를 얻을 수 있는 알고리즘이다. 다른 색 보정 알고리즘 연구로는 컬러 영역 분할을 기반으로 한 색 보정 연구가 있다[2]. 이는 컬러 영역 분할을 이용한 CIE Lab 컬러 공간 혼동선 분리 기법이다. 영상의 hue 성분을 이용해 유사한 컬러 정보를 가지는 인접한 픽셀들로 그룹화하여 영역을 분할하고, 분할된 영역들이 같은

혼동선에 존재하는지의 여부를 검사하여 인접하는 모든 영역들이 다른 혼동선에 존재하도록 색변환을 하는 것이다. HSV 색공간에서 색상과 명도를 보정하여 색을 변환하는 HSV 색공간 알고리즘도 제안되었다[3]. HSV 색공간 알고리즘은 인간의 색 지각과 유사한 색 공간으로, 색상 보정과 명도 보정을 통해 보정 결과를 제공한다. 이때, 색상과 명도 보정 정도는 개인의 색각이상 심각도에 따라 다르게 결정되며, 다른 보정 정도를 적용함으로써 기존 이미지의 자연스러움은 유지하고 구분하기 힘들었던 색상들도 구분 가능하게 된다. 동적 컬러 변환을 이용한 알고리즘도 제안되었는데[4], 이는 모든 영역에서 색 변환을 수행하는 기존 방법과는 달리, 색차 값에 따른 색 변환을 적용하였다. 컬러 영상을 동적으로 변환시켜서 어떤 영상이든 컬러의 대비를 극대화시켜 색각 이상자들에게 컬러 영상을 제공하는 색 변환 알고리즘이다. 이러한 기존에 제안된 알고리즘들은 색 공간 변환을 하거나, 많은 연산이 요구되어 속도가 저하되는 문제점을 가지고 있다.

색각 이상자들을 위해 개발된 제품으로는 색 보정 안경(Enchroma Glasses), 색 보정 아몰레드 디스플레이(Samsung AMOLED Display), 색 보정 카메라 앱(imagovision)이 있다. 하지만 색 보정 안경(Enchroma Glasses)은 적록 색맹만 보정이 가능하며, 검은 색의 알아서 평상시에 착용하기 어렵다는 점이 있다. 또한 안경이어서 다른 안경을 쓸 시에는 착용을 할 수 없다. 색 보정 아몰레드 디스플레이(Samsung AMOLED Display)는 삼성에서 개발한 디스플레이로, 삼성의 아몰레드 디스플레이로 된 기기에서만 보정이 가능하고, 색약을 위한 보정만이 가능하다. 마지막으로 색 보정 카메라 앱(imagovision)

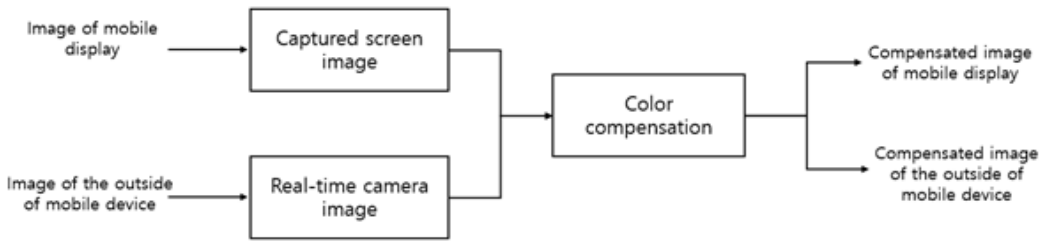


Fig. 2. Overview of the purposed system.

은 카메라를 통한 외부 영상에 대해서만 보정이 가능하여 카메라를 통해 보는 영상은 보정이 되지만, 태플릿 PC의 애플리케이션에서는 색 보정이 되지 않아 애플리케이션을 쓸 때에 사용자들이 어려움을 겪고 있다.

다양한 색 보정 알고리즘에 대한 연구가 진행되었고, 다양한 제품들이 개발되었다. 하지만 모바일 환경에서 모바일 기기 외부 콘텐츠와 내부의 애플리케이션에 대한 보정을 해주는 애플리케이션이 없어, 본 연구는 모바일 기기에 적합한 적은 연산량의 알고리즘과 모바일 기기 외부 콘텐츠에 대한 색 보정 기능과 모바일 애플리케이션 내의 색 보정 기능을 제공하는 애플리케이션을 연구해 색각 이상자들에게 모바일을 통한 내부, 외부 콘텐츠의 색 구분 효과를 제공하고자 한다.

3. 제안 알고리즘

3.1 제안 알고리즘의 개요

Fig. 2는 색각 이상자가 기존에 구분하지 못하는 모바일 영상을 구분 가능한 영상으로 보정시키는 제안하는 시스템의 개요를 나타낸다. 제안 애플리케이션은 모바일 외부 정보 및 모바일 애플리케이션 내의 정보에 대해 적용할 수 있다. 모바일 외부 콘텐츠에 대한 보정이 필요한 경우 카메라를 통해 콘텐츠 영상을 획득하고 보정 알고리즘을 적용해 보정된 영상을 얻을 수 있다. 모바일 애플리케이션 내의 정보의 경우에는 캡처와 보정 알고리즘을 활용해 보정된 화면 영상을 얻을 수 있게 한다.

3.2 RGB 색 보정 알고리즘

본 애플리케이션에서 제안하고자 하는 색 보정 알고리즘은 RGB 색 공간에서 색각 이상자가 인지하지 못하는 RGB 요소를 인지 가능한 RGB 요소로 대체

하는 방식이다. 본 애플리케이션에서 사용한 알고리즘은 영상의 색을 RGB로 나타낸 다음 R, G, B 중 한 색을 다른 색으로 대체한다.

$$R' = R, G' = G, B' = R \tag{1}$$

적색맹은 식(1)을 통해 RGB 색공간을 Magenta-Green 색공간으로 바꾸어주어 적색맹을 위한 색 보정을 하고, 녹색맹은 RGB 색 공간을 Red-Cyan 색 공간으로 바꾸어 녹색맹을 위한 색 보정을 한다. Magenta색상은 Red와 Blue 색을 가산 혼합한 색이며, Cyan 은 Blue와 Green을 가산 혼합한 색이다[5]. 여기서 R', G', B'은 각각 보정된 컬러 값이며, R, G, B는 원본 영상의 값을 말한다. Fig. 3의 (A)는 R=178, G=76, B=47이다. (A) 색각을 식(1)에 넣으면, R=178, G=76, B=178 이 되어 (B)의 색상으로 변환된다.

3.3 모바일 애플리케이션 내의 색 보정

모바일 애플리케이션 내의 색 보정은 모바일 화면의 색을 보정하여 색각 이상자에게 보정 된 화면을 제공한다. 모바일 애플리케이션 내의 색 보정은 Fig. 4처럼 현재 모바일 기기 화면을 캡처하여, 캡처된 이미지를 3.2에서 제안한 'RGB 색 보정 알고리즘'을 적용하여 보정된 이미지를 제공한다.

화면 캡처는 Media Projection API를 사용하여 캡처를 한다. 안드로이드로 캡처를 하는 방식은 모바일 기기에서 관리자 권한을 획득하는 루팅을 이용하여 캡처를 하는 방법과 안드로이드 5.1 운영체제 이상에

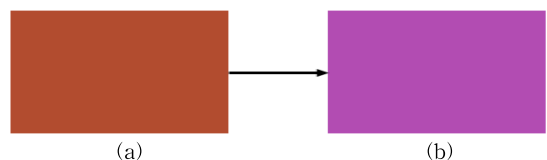


Fig. 3. Applying RGB color compensation algorithm.

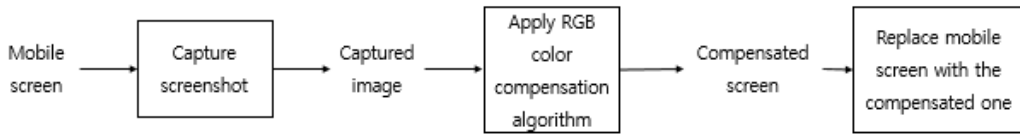


Fig. 4. Color compensation in mobile application.

서만 제공이 되고 있는 Media Projection API를 사용하는 방법이 있다. Media Projection API는 기존의 방법과는 달리 루팅을 하지 않아도 된다는 장점이 있지만, 안드로이드 5.1이상에서만 사용가능하다는 단점이 있다. 본 연구는 루팅을 하지 않아도 되는 Media Projection API를 사용하여 캡처 기능을 구현하였다. 캡처한 이미지는 Bitmap으로 생성하여, 보정 알고리즘을 적용한다. 보정 알고리즘이 적용된 이미지를 모바일 화면에 띄워줌으로써 사용자에게 보정된 이미지를 제공한다.

3.4 모바일 외부 콘텐츠의 색 보정

모바일 외부 콘텐츠의 색 보정은 모바일 외부 화면을 색 보정 하는 것이다. 본 연구에서 모바일 외부 영상은 모바일 밖의 화면으로 카메라로 받아 보는 영상을 말한다. 본 기능은 Fig. 5처럼 카메라로부터 외부 영상을 받아 와서 보정 알고리즘을 적용하여 띄워주어 사용자가 보정된 영상을 볼 수 있도록 하는 것이다. 모바일 외부 콘텐츠의 색 보정은 카메라 기능을 활용하여 접근하고자 한다. 안드로이드에서 기본적으로 제공되는 카메라 관련 API를 활용하여, 카메라로부터 모바일 외부 콘텐츠의 정보를 받아들이는 다. 외부 영상을 실시간으로 받아와서 보정을 하기 때문에 많은 연산이 있는 보정 알고리즘일 경우 속도가 저하되는 문제점이 있어 3.2에서 제안한 연산량이 작은 'RGB 색 공간 알고리즘' 을 사용하여 색각 이상의 종류에 따른 영상 보정을 한다. 이러한 방법으로 모바일 외부 콘텐츠의 색을 보정하여 색각 이상자에게 보정된 영상을 제공한다.

4. 실험 결과

4.1 실험환경

본 애플리케이션은 색 보정의 방법에 따라 속도와 영상 보정 결과가 달라진다. 따라서, 기존 연구에서 제안된 HSV 색공간 알고리즘[3]과 달토니제이션(Daltonization) 알고리즘[1,7]과 본 연구에서 구현한 알고리즘에 대하여 영상 보정 속도와 보정 결과를 비교하였고, 보정 결과는 색각 이상자의 시각으로 모사한 후[6], 색차(Color Difference)를 이용하였다.

색차란 색의 지각적인 차이를 수량화한 지표인데, Lab 색공간 내의 2지점 간의 기하학적 거리로서 양적으로 나타내며, 색차는 아래의 식 (2) 으로 표시된다. ΔE 는 색차 값, ΔL 은 Lab 색 공간에서의 L 값들의 차, Δa 는 Lab 색 공간에서의 a값의 차, Δb 는 Lab 색 공간에서의 차이이다. 색차는 색의 차이가 많이 날수록 색차가 높게 나타나며, 원본 영상과 보정 알고리즘을 적용한 영상에서 색 차를 비교하였다. 이때, 원본 영상에서 잘 구분 되지 않는 지점을 기준으로 하여 두 영상의 색차를 비교하였다. 또한, 카메라 필터 기능은 각 보정 알고리즘에 따라 프레임 수를 비교하여 평가하였다

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (2)$$

테스트는 디스플레이 134.6mm HD(1280*720), 1.2GHz Quad Core 성능을 가지고 있는 LG K10과 디스플레이 120.4mm HD(1280*720), 1.5GHz Quad Core 성능을 가지고 있는 SAMSUNG A3 휴대폰 모바일 환경에서 수행하였다.

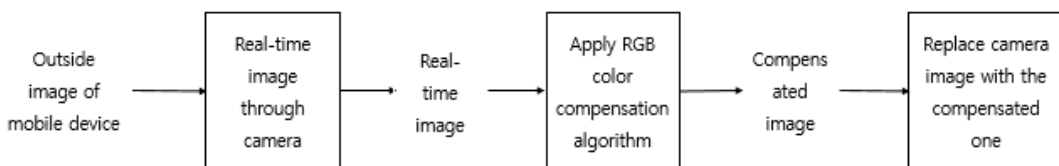


Fig. 5. Color compensation of outside contents of mobile devices.

Table 1. color difference about Fig. 6,7

	(B) Color Difference	(D) Color Difference	(F) Color Difference	(H) Color Difference
Fig. 6	37.822	65.206	72.194	44.372
Fig. 7	33.439	51.314	113.520	48.520

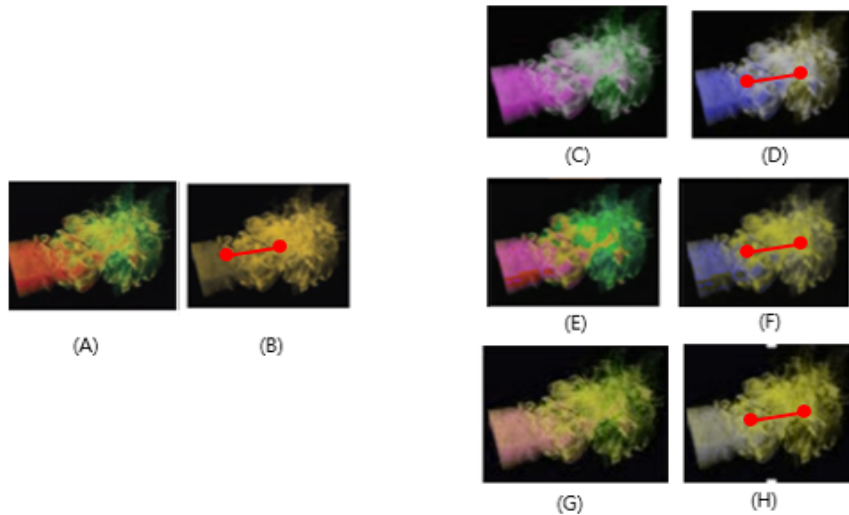


Fig. 6. (A) Original image (B) Modified image simulating color vision deficiencies' vision (C) Compensated image using RGB color space algorithm (D) Modified image of (C) simulating color vision deficiencies' vision (E) Compensated image using HSV algorithm (F) Modified image of (E) simulating color vision deficiencies' vision (G) Compensated image using Daltonization algorithm (H) Modified image of (G) simulating color vision deficiencies' vision.

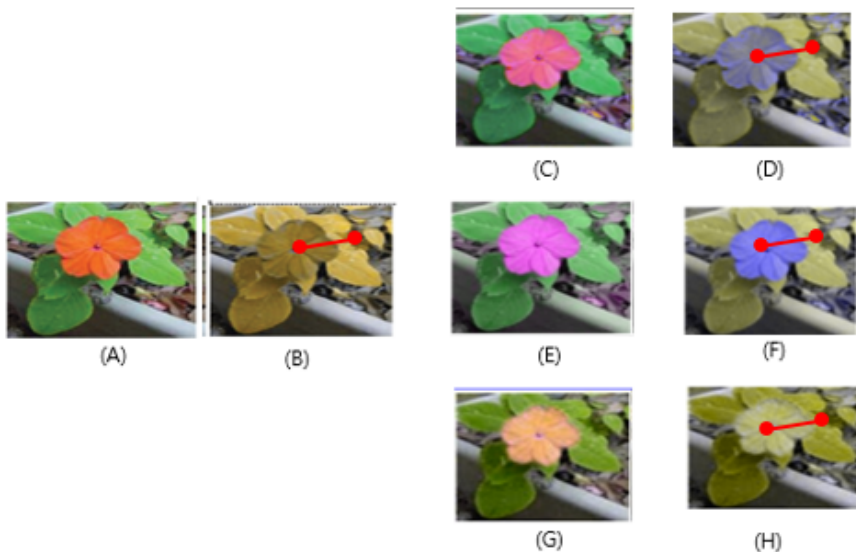


Fig. 7. (A) Original image (B) Modified image simulating color vision deficiencies' vision (C) Compensated image using RGB color space algorithm (D) Modified image of (C) simulating color vision deficiencies' vision (E) Compensated image using HSV algorithm (F) Modified image of (E) simulating color vision deficiencies' vision (G) Compensated image using Daltonization algorithm (H) Modified image of (G) simulating color vision deficiencies' vision.

Table 2. color compensation Speed

	Compensation speed of inside images of mobile devices	Compensation speed of outside images of mobile devices
LG K10	0.000024sec	10 (fps)
SAMSUNG A3	0.000022sec	11 (fps)

4.2 실험결과

실험 결과는 보정 알고리즘의 보정 결과를 비교하는 것과 모바일에서 보정 알고리즘을 적용하였을 때의 속도 비교를 통해 결과를 비교하고자 한다.

Table 1과 Fig. 6과 7은 색 보정 알고리즘의 결과이다. Fig. 6의 원본 영상인 (A)를 보는 색각 이상자들은 빨간 점 사이의 색차를 약 37로 보고 있다. 위 영상을 보정하였을 때, 가장 큰 색차 값을 나타내는 것은 HSV 색공간 알고리즘으로 색차 값이 34.372만큼 증가했고, 색의 구분이 가능하게 보정되었다. RGB 색공간 알고리즘을 적용한 영상은 27.384만큼 증가했고 달토니제이션(Daltonization) 알고리즘을 적용한 영상은 6.55만큼 증가했다. 또한 Fig. 7의 원본 영상인 (A)를 보는 색각 이상자들은 빨간 점 사이의 색차를 약 33로 보고 있다. 위 영상을 보정하였을 때, 가장 큰 색차 값을 나타내는 것은 HSV 색공간 알고리즘으로 색차 값이 80.081만큼 증가했고, 눈으로도 구분이 가능하게 보정되었다. RGB 색공간 알고리즘을 적용한 영상은 17.875만큼 증가했고, 달토니제이션(Daltonization) 알고리즘을 적용한 영상은 15.081만큼 증가했다.

Table 2는 모바일 내부 영상 보정 속도와 외부 영상 보정 속도를 나타낸 표이다. 모바일 내부 영상은 정지 영상 하나의 보정 속도이며, 모바일 외부 영상 보정 속도는 실시간으로 보정되는 속도이다. 모바일 외부 영상 보정은 평균적으로 10~11 FPS로 영상이 제공되며, 일반적인 카메라가 가지는 프레임 수보다 적어 조금 느리게 색이 보정되어 화면에 나타난다.

6. 결 론

본 연구는 RGB 색보정 알고리즘을 활용한 모바일 색보정 애플리케이션을 연구하였으며, 모바일 내부의 색 보정 방법과 모바일 외부 콘텐츠의 보정을 통해 색각 이상자들에게 RGB 색 보정 알고리즘을 통해 구분되지 않는 영상을 구분이 될 수 있도록 하였

다. RGB 색 보정 알고리즘은 적은 연산량으로 모바일 애플리케이션에서 빠른 보정 속도를 나타낸다. 하지만 RGB로 표현 되는 영상을 Magenta와 Green 두 가지 색으로 표현하여 손실되는 색들이 있어, 향후 연구로 색 손실을 최소화 하는 RGB 색 보정 알고리즘으로 개선하고자 한다.

REFERENCE

[1] D.I Han,,J.S Park, and J.H Choi, “A Novel Color Transfer Method for Protanopia and Deutanopia Using the Enhanced Daltonization Process,” *Proceeding of the Fall Conference of the Institute of Electronics and Information Engineers*, pp. 201-202, 2009

[2] D.I Han,,J.S Park, and J.H Choi, “A Novel Color Conversion Method for Color Vision Deficiency Using Color Segmentation,” *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 48, No. 5, pp. 37-44, 2011.

[3] H.J Kim, J.Y Cho, and S.J Ko, “Re-coloring Methods Using the HSV Color Space for People with the Red-green Color Vision Deficiency,” *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea*, Vol. 50, No. 3, pp. 237-238, 2013.

[4] J.S Park, and D.I Han,“An Enhanced Color Conversion Method for Color Blindness People Using the Dynamic Color Transformation,” *Proceeding of the Summer Conference of the Institute of Electronics and Information Engineers*, pp. 176-177, 2010.

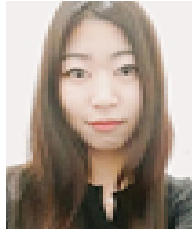
[5] K.H Park, Y.H Ha and C.H Lee “Characterization Method and Color Matching Technology for Mobile Display” *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 9, No. 4, pp. 434-442, 2006.

- [6] H. Brettel, F. Vienot, and J.D. Molon, "Computerized Simulation of Color Appearance for Dichromats," *Journal of Optical Society of America A*, Vol. 14, No. 10, pp. 2647-2655, 1997.
- [7] C. Anagnostopoulos, L. Anagnostopoulos, G. Tsekouras, and C. Kalloniatis, "Intelligent Modification for the Daltonization Process of Digitized Paintings," *International Conference on Computer Vision Systems*, 2007.
- [8] Seoul Metropolitan Rapid Transit, <http://www.smrt.co.kr/program/cyberStation/main.jsp>, (accessed Aug., 15, 2015).



최 설 인

2013년 한동대학교 입학
관심분야 : 정보 소외계층을 위한
접근성 높은 IT서비스 및 기
술 개발



신 희 정

2013년 한동대학교 입학
관심분야 : 장애인을 위한 인터페
이스 개발과 그래픽스



곽 기 현

2012년 한동대학교 입학
관심 분야 : 영상 신호처리, HCI



황 성 수

2002년 한동대학교 입학
2008년 한동대학교 전자전산 복
수전공으로 졸업
2008년 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 입학
2010년 석사학위 취득
2015년 박사학위 취득
2015년~현재 한동대학교 전산전자공학부 조교수
관심 분야 : 컴퓨터 비전을 활용한 자율 주행 이동체 개발
및 증강현실 콘텐츠 개발, 3차원 데이터 생성
및 부호화 및 장애인을 위한 인터페이스 개발



전 영 찬

2011년 한동대학교 입학