

논문 2014-51-8-9

앱 영상 분류를 이용한 모바일 디바이스의 시인성 향상 (Enhancement of Visibility Using App Image Categorization in Mobile Device)

김 대 철*, 강 동 욱***, 김 경 모***, 하 영 호**

(Dae-Chul Kim, Dong-Wook Kang, Kyung-Mo Kim, and Yeong-Ho Ha[©])

요 약

모바일 디바이스는 일반적으로 인위적인 디자인의 앱 영상으로 구성된다. 따라서, 본 논문에서는 주변 밝기에 따라 앱 영상별 최적의 밝기를 설정하여 재현함으로써 모바일 디스플레이에서의 최적의 시인성을 나타내는 방법을 제안한다. 먼저 두 가지의 사전 실험을 통하여 시인성에 영향을 주는 앱 영상의 특성요소를 찾고, 각 앱 영상별 만족하는 디바이스 밝기를 조사하였다. 다음으로, 앱 영상별로 이들 요소들과 디바이스 만족 밝기와의 관계를 비교 분석하였다. 그 결과, 평균 밝기와 진출색의 분포비율을 이용하여 앱 영상을 분류하고 각 분류별 가장 많은 빈도를 나타내는 만족 밝기를 최적 밝기로 설정하였다. 평가를 위한 실험에서 분류된 영상별 최적의 밝기에 대해 시인성 테스트를 수행한 결과 분류된 앱 영상에 따라 다양한 조도 환경에 대하여 높은 만족도를 나타냄을 확인하였다.

Abstract

Mobile devices are generally using app images which are artificially designed. Accordingly, this paper presents adjusting device brightness based on app image categorization for enhancing the visibility under various light condition. First, the proposed method performed two prior subjective tests under various lighting conditions for selecting features of app images concerning visibility and for selecting satisfactory range of device brightness for each app image. Then, the relationship between selected features of app image and satisfactory range of device brightness is analyzed. Next, app images are categorized by using two features of average brightness of app image and distribution ratio of advanced colors that are related to satisfaction range of device brightness. Then, optimal device brightness for each category is selected by having the maximum frequency of satisfaction device brightness. Experimental results show that the categorized app images with optimal device brightness have high satisfaction ratio under various light conditions.

Keywords : enhancement of visibility, adjusting brightness, app image categorization

* 학생회원, ** 평생회원, 경북대학교 IT대학 전자공학부
(School of Electronics Engineering, Kyungpook National University)

*** 정회원, 삼성전자(주) Software Center
(Software Center, SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.)

© Corresponding Author(E-mail: yha@ee.knu.ac.kr)

※ 본 연구는 삼성전자 Software Center의 지원으로 수행되었음.

※ 이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(No. NRF-2013R1A2A2A01016105)

접수일자: 2014년05월13일, 수정일자: 2014년07월20일, 수정완료: 2014년08월01일

I. 서론

최근 각종 멀티미디어 및 모바일 폰을 비롯한 휴대용 디스플레이 장치의 발달과 함께 다양한 장소에서 고품질의 영상을 재현하기 위한 연구가 다양한 방향으로 이루어지고 있다. 최근에는 디스플레이를 보는 환경까지 고려한 방법들이 제시되어지고 있다^[1~3]. 실내에서 디스플레이를 볼 경우에는 주변 환경의 영향을 크게 받지 않으므로 사용자는 영상을 암실에서 볼 때와 비슷하게 인지 할 수 있다. 하지만 모바일 폰을 비롯한 휴대용 디스플레이는 실내 환경뿐만 아니라 실외 환경에서 보는 경우가 많기 때문에 실내 환경에서 보던 영상을 실외 환경에서 보게 되면 동일한 영상이라도 다르게 인지하게 된다. 이는 주변의 밝기에 따라 인간 시각의 감도 곡선이 변하고, 주변 광원이 디스플레이의 표준 색 자극에 영향을 주기 때문이다. 그 결과 실내에서 영상을 볼 때 보다 어둡게 보이고 채도가 낮아져 보인다. 이러한 경향은 모바일 디스플레이에서 크게 나타나고 그 이유는 일반 사무실에서 사용하는 모니터나 TV의 휘도는 모바일 디스플레이보다 상대적으로 높기 때문에 영향을 덜 받는 것이다. 실외 환경에서 어둡게 보이는 현상은 인간시각의 명순응에 의해서 생기게 되는데 이는 인간 시각의 감도 곡선은 변하지만 디스플레이의 휘도는 고정되어 있어 시각의 응답치가 낮아지기 때문에 발생한다^[4]. 이러한 현상을 보상해 주기 위해서는 디스플레이의 휘도를 실내에서 볼 때와 동일한 자극치를 얻을 수



app 종류	대표영상 개수
노트	12
스케줄	8
마켓	5
gmail	4
알람	4
라디오	4
메시지	4
스톡워치	3
세계시각	3
이메일	3
도보안내	3
주소록	3
캘린더	3
내비길	3
무비플레이어	2
뮤직플레이어	2
브라우저	2
전화	2
지도	2
계산기	2
녹음기	2
북	1
크롬	1

그림 2. 앱별 대표 영상

Fig. 2. Representative images for each app.

있게 높여주는 방법이 제시되었다^[5]. 하지만 주변 광원의 밝기만을 고려하여 디스플레이 밝기를 조절하게 되면 같은 디바이스 밝기에서 영상에 따라 서로 다른 밝기를 인지하게 되고, 영상에 따라 서로 다른 시인성을 나타내게 된다.

따라서 본 논문에서는 모바일 디바이스에서 주변 밝기에 따라 최적의 시인성을 나타내게 하기위한 디바이스 밝기 조절 방법을 제안한다. 모바일 디바이스는 일반적으로 다양한 애플리케이션(이후 ‘앱’으로 표현) 영상들로 구성되기 때문에 앱 영상을 분류하고 이에 대하여 최적의 밝기를 재현하는 방법을 제시하였다. 먼저, 모바일 디바이스의 밝기 변화에 따른 앱 영상의 특성항목들 과 시인성과의 연관성 분석을 위해 앱 영상에 대한 시인성과 앱 영상의 특성항목들에 대한 따른 주관적 만족도 실험을 수행한다. 다음으로, 앱 영상들에 적용되는 만족 밝기 범위를 주관적 실험을 통하여 조사한다. 그리고 앱 영상의 만족 밝기 범위의 변화에 관련된 영상의 특성을 검출하고 이를 이용하여 앱 영상을 분류한다. 마지막으로 앱 영상들의 만족 밝기 범위 실험을 기반으로 각 분류된 앱 영상에 대한 최적의 밝기를 설정하고 시인성 테스트를 통하여 시인성 재현을 검증하였다. 실험 결과 분류된 앱 영상별로 밝기를 적용하였을 때, 높은 만족도를 보임을 확인할 수 있다.

II. 앱 영상 분류를 이용한 모바일 디바이스에서의 최적의 시인성 재현

1. 앱 영상의 시인성과 관련된 앱 영상 특성 및 앱 영상별 만족 밝기 분석

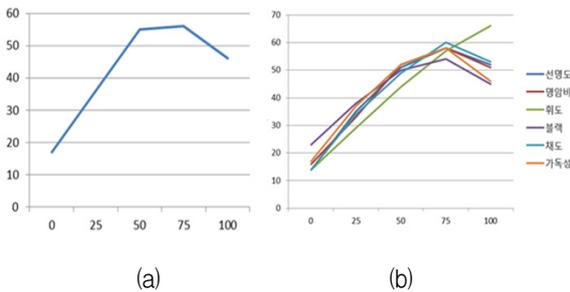


그림 1. 디스플레이 밝기에 따른 영상의 시인성과 영상의 특성항목의 상관관계: (a) 디바이스 밝기에 따른 시인성, (b) 디바이스 밝기에 따른 특성항목에 대한 만족도

Fig. 1. The relationship between visibility and 6 features of image according to device brightness: (a) visibility of app image according to device brightness, (b) satisfactory of 6 features according to device brightness.

앱 영상에 대하여 사전의 두 가지 주관적 만족도 실험을 수행하였다. 먼저, 디바이스의 밝기 변화에 따른 시인성과 관련된 영상의 특성을 찾기 위한 주관적 실험을 수행하고, 다음으로 앱 영상들에 대해 주변 밝기에 따른 만족 밝기 범위를 도출하기 위한 주관적 만족도 실험을 수행하였다.

가. 앱 영상의 시인성과 관련된 앱 영상의 특성분석

시인성에 영향을 주는 요소를 파악하기 위해서 주관적인 선호도 테스트를 수행하였다. 실험은 두 가지의 측면으로 나누어서 수행되었다. 먼저 디스플레이 밝기 변화에 따른 각 영상의 시인성 선호도의 평가를 수행하였다. 다음으로 일반적인 주관적인 화질 평가의 항목 중 시인성과 관련 있다고 선정한 6가지 특성 항목(선명도, 명암비, 블랙 특성, 채도, 밝기, 가독성)에 대한 각각의 선호도를 평가하였다. 시인성의 선호도 평가는 하나의 앱 영상에 대하여 5단계(0, 25, 50, 75, 100%)의 밝기를 적용하였을 때 선호하는 영상의 순서대로 5점에서 1점까지 부여하고 이를 합산하여 나타내었다. 여기서, 시인성이 높은 영상이란 밝기를 조절하여 영상을 관찰하였을 때 실험자 주관적 판단에 의해서 가장 좋아 보이는 영상을 의미한다. 그 결과 그림 1에 나타난 것과 같이 디스플레이 밝기가 증가함에 따라서 시인성과 선명도, 명암비, 밝기, 블랙, 채도, 가독성이 증가하는 경향을 보이며 이는 이들 요소들이 시인성과 비례 관계에 있다는 것을 나타내었다.

나. 디바이스의 밝기 변화에 대한 앱 영상별 만족도 실험

주변 밝기의 변화에 따라 모바일 디바이스의 앱 영상들에 대한 만족 밝기 범위를 분석하기 위해 갤럭시 노트2의 기본으로 제공되는 앱이 포함하고 있는 260여장의 모든 영상을 추출하였고, 추출된 모든 영상을 각각 앱 별로 나누어 분류를 하였다. 앱에 따른 분류 결과 총 23가지의 앱으로 분류되었다. 모든 영상을 앱별 카테고리 나눈 후에 각 앱을 대표하는 79장의 실험 영상을 선정하였다. 분류된 영상은 그림 2에 나타내었다. 각 영상의 이름은 앱종류로 숫자를 사용하였고 괄호안의 숫자로 해당 앱에서의 몇 번째 순서의 영상인지를 나타내었다. 예를 들어 “4(2)”의 경우 그림 2에 나타내있는 분류대로 4번째 앱의 2번째 영상을 의미한다.

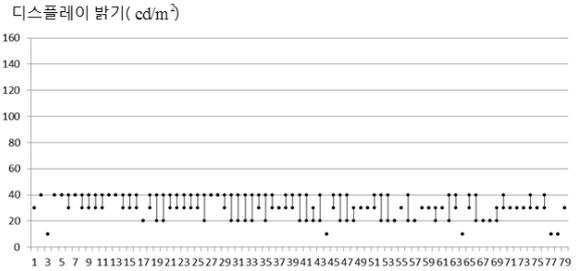


그림 3. 5lux의 주변 조도에 대한 앱 영상의 평균 밝기에 따른 각 영상의 만족 밝기 범위

Fig. 3. The relationship between average luminance of app image and satisfaction range of device under lighting condition of 5 lux.

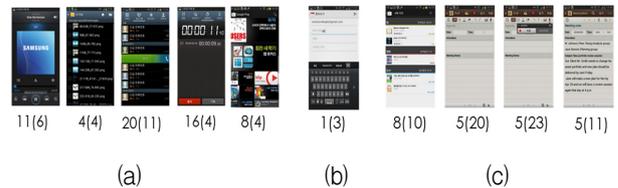


그림 4. 앱 영상의 예; (a) 영상의 평균 밝기가 낮고 낮은 디바이스 밝기를 선호하는 영상, (b) 멀티 프레임의 영상, (c) 영상의 평균 밝기가 높고 높은 디바이스 밝기를 선호하는 영상

Fig. 4. Exemplified of app images; (a) app images with dark background and bright region, (b) multi-frame image, (c) bright gray background image.

79장의 대표 앱 영상에 대하여 25명을 대상으로 5lux, 50lux, 그리고 500lux의 조명 환경 하에서 app 영상들에 대하여 디스플레이의 밝기를 변화시켜가며 시인성을 테스트 수행 하였다. 평가는 크게 만족, 불만족 두 가지로 나누어 선택하도록 하였으며, 불만족인 경우 불만족도의 이유를 밝아서, 또는 어두워서 불만족으로 나누어 선택하게 하였다. 디스플레이의 휘도는 5lux, 50lux, 500lux 환경에서 각각20cd, 70cd, 120cd를 기준 밝기로 선정하였다. 이들 기준 밝기는 일반적인 모바일 디바이스에서 주변 밝기에 따라 적용되는 디바이스의 밝기 변화 범위의 중간을 사용하였다. 그리고 밝기 변화의 범위는 기준 밝기에 대하여 10cd 단위로 위 아래 2단계(-20cd~+20cd) 변화시켜 총 5단계에 대하여 만족도를 테스트 하였다.

이러한 시인성 테스트 결과를 바탕으로 앱 영상에 대하여 실험 참여자의 80%이상이 만족하는 디바이스 밝기를 각 앱 영상의 만족 밝기로 정의 하였다.

2. 앱 영상별 만족 밝기를 이용한 영상 분류 특성 분석

시인성 테스트 결과와 선행실험에 결과를 기반으로 선명도, 명암비, 가독성에 대하여 유사한 특성을 나타내는 대비를 이용하고, 블랙 특성과 밝기를 도출하기 위해 평균 밝기를 사용 하고, 마지막으로 색의 특성은 진출 색의 분포 비율을 이용하여 각 영상의 만족 밝기와 연관성을 분석하였다.

가. 앱 영상의 평균 밝기와 만족 밝기의 연관성 분석

앱 영상의 평균 밝기는 RGB 색공간의 영상에서 밝기 값을 도출하기 위하여 영상을 Lch 색 공간으로 변환하고 L값을 평균하여 사용하였다.

$$L_{avg} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L_i(x, y) \tag{1}$$

여기서 N 은 영상의 전체 픽셀 수를 나타내고, L_{avg} 는

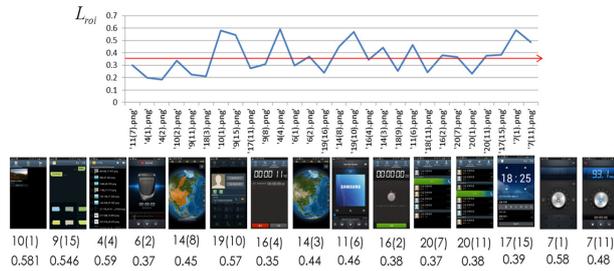


그림 5. 평균 밝기가 낮은 영상들에 대한 앱 영상의 관심 영역 내의 평균 밝기가 높은 영상

Fig. 5. App images with small average brightness and high average brightness in region of interest.

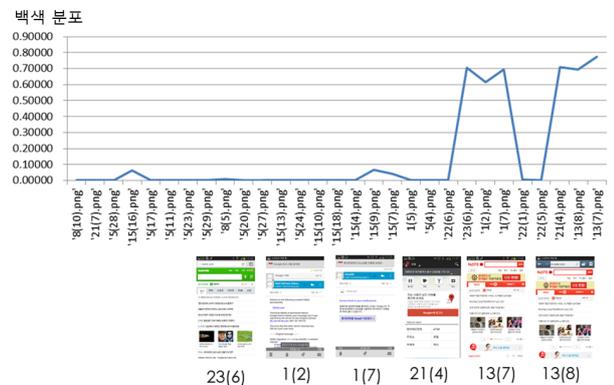


그림 6. 평균 밝기가 높은 앱 영상들에 대해 백색 분포가 높은 영상들

Fig. 6. App images with large average brightness and high distribution of white in an app image.

영상의 평균 밝기를 나타낸다. 그림 3에 79장의 앱영상들에 대하여 각 영상의 평균 밝기 값을 기준으로 오름차순으로 정렬한 결과와 각 영상에 대응되는 5lux의 주변 조도에서의 만족 밝기 범위를 나타내었다. 그 결과 일반적으로 평균 밝기가 높은 앱 영상에 대하여 만족 밝기의 범위가 감소하는 것을 확인할 수 있고 이는 해당 영상들에 대하여 낮은 디바이스 밝기를 선호하는 것을 나타낸다. 이와 반대로 평균 밝기가 낮은 앱 영상들은 높은 디바이스 밝기를 선호하는 것을 확인할 수 있다.

또한, 영상의 평균 밝기가 낮은 영상들에 대해 낮은 디바이스 밝기를 선호하는 영상들과 영상의 평균 밝기가 높은 영상들에 대하여 높은 디바이스 밝기를 선호하는 영상들을 살펴보면 그림 4(a)에서와 같이 어두운 배경에 밝은 영역이 존재하거나, 그림 4(c)와 같이 평균 밝기는 높으나 그레이의 배경을 나타내는 앱 영상들이 선택되었다. 따라서 어두운 영상에 대하여 영상의 관심 영역 내의 평균 밝기를 고려하고, 밝은 영상에 대하여 백색의 분포를 적용하여 이를 구분 지을 수 있다.

(1) 영상의 관심 영역 내의 평균 밝기를 이용한 영상 분류

영상 내의 관심영역은 Harel의 GBVS(graph-based visual saliency) 방법을 사용하여 계산하였다^[6]. 평균 밝기가 낮은 영상에 대하여 관심 영역 안에서의 평균 밝기를(L_{roi}) 계산하였다. 평균 밝기는 RGB 색 공간에서 Lch 색 공간으로 변환하여 L값을 평균하여 계산하였다.

$$L_{roi} = \frac{1}{N_{roi}} \sum_{i \in roi} L_i(x, y) \tag{2}$$

여기서 N_{roi} 는 관심 영역 내에서의 픽셀 수를 나타낸다. 그 결과, 그림 5에서와 같이 평균 밝기가 낮은 영상 중 낮은 디바이스 밝기를 선호하는 영상들에서 높은 값을 보임을 확인할 수 있었다. 따라서 어두운 영상에 대하여 관심 영역 내의 평균 밝기를 적용한다.

(2) 영상 내의 백색 분포를 이용한 영상 분류

평균 밝기가 낮은 영상과 반대로 평균 밝기가 높은 영상에서 높은 디바이스 밝기를 선호하는 영상들은 그림 4(c)에서 보는 것과 같이 밝은 회색 계조를 나타낸

다. 따라서 이를 구분하기 위해 평균 밝기가 높은 영상에 대하여 백색의 배경에 대한 분포를 계산하여 분류하였다. 그림 6은 평균 밝기가 높은 영상들에 대한 백색의 분포를 나타내고, 백색의 분포가 높은 영상을 나타낸다. 영상에서의 백색의 분포(W_{dis})는 다음과 같이 계산된다. 우선 영상의 백색을 RGB 값을 기준으로 255, 255, 255 값으로 정의 하고 영상 내에서 전체 픽셀 수(N_t)에 대한 백색의 픽셀 수(N_w)의 비율로 계산한다.

$$W_{dis} = \frac{N_w}{N_t} \quad (3)$$

(3) 무채색 영역의 분포 비율을 이용한 영상 분류

앱 영상에서 일반적으로 사용되는 자판이 포함된 멀티 프레임 영상들은 자판과 배경에 의해 중간 밝기를 가지게 되고, 자판에 해당하는 무채색의 분포 비율을 이용하여 분류 할 수 있다. 그림 4(b)에서 보는 것과 같이 자판이 있는 멀티 프레임 영상들은 블랙이 아닌 무채색을 사용하게 된다. 따라서 이들 영상을 구분하기 위해 Lch 색공간에서의 L 값과 c 값을 이용하여 실험적으로 구해진 블랙을 제외한 무채색의 영역을 사용하고 다음과 같다.

$$R_2 = \begin{cases} L \geq 0.2 \\ 0 \leq c_{ab} \leq 0.1 \end{cases} \quad (4)$$

이를 사용하여 블랙을 제외한 무채색의 영역의 분포 비율(A_{dis})은 전체 픽셀수에 대한 무채색 영역의 픽셀 수의 비율로 계산하였다.

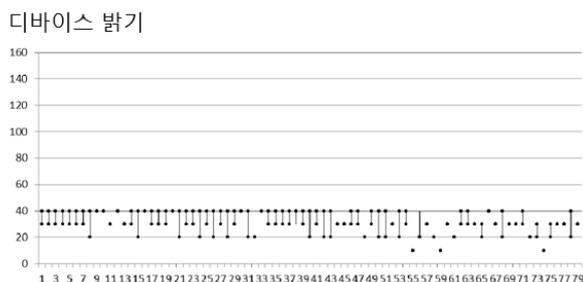


그림 7. 5lux의 주변 조도에 대한 앱 영상의 진출색 분포비율에 따른 각 영상의 만족 밝기 범위
Fig. 7. The relationship between distribution ratio of advanced colors and satisfaction range of device under lighting condition of 5 lux.

$$A_{dis} = \frac{N_{R_2}}{N_t} \quad (5)$$

나. 앱 영상의 대비와 만족 밝기 범위의 연관성 분석
영상의 대비를 계산하기 우선 영상을 YCbCr 색 공간으로 변환한 후에 Y 채널의 값을 사용하여 대비를 계산하였다. 또한 대비를 계산하기 위해 아래의 미켈슨 정의를 사용하였다^[7].

$$M = (Y_{max} - Y_{min}) / (Y_{max} + Y_{min}) \quad (6)$$

여기서 M 는 대비를 나타내고, Y_{max} 와 Y_{min} 은 각각 영상의 최대 밝기와 최소 밝기를 나타낸다. 79장의 앱 영상들에 대하여 각 영상의 대비 값을 기준으로 오름차순으로 정렬하고 각 영상에 대응되는 만족 밝기 범위를 살펴보았을 때, 대비 값에 따라 다양한 만족 밝기 범위를 나타내는 것을 확인하였고 이는 디바이스의 밝기 변화와 대비의 연관성이 낮음을 나타낸다.

다. 앱 영상의 진출 색 분포 비율과 만족 밝기의 연관성 분석

진출 색(advanced color)은 실제 거리보다 가깝게 느껴지는 색으로 일반적으로 명도에 따라 빨강, 노랑, 백색이 진출 색에 속한다. 또한, 파랑, 보라, 흑색 등이 후퇴 색에 속하게 된다. 따라서 앱 영상에서 진출 색이 존재할 때의 시인성과의 연관성을 분석하기 위하여 먼저 Lch 색 공간으로의 변환을 이용하여 진출 색의 영역을 정의하였다. 일반적으로 진출 색은 위에 정의된 색상을 가짐과 동시에 고명도, 고채도를 가지기 때문에 색상(h_{ab}), 명도(L), 그리고 채도(c_{ab})의 범위를 다음과 같이 설정하였다.

$$R_1 = \begin{cases} L \geq 0.5, \\ c_{ab} \geq 0.5 \text{ or } 0 \leq c_{ab} \leq 0.1, \\ 0^\circ \leq h_{ab} \leq 120^\circ \text{ or } 300^\circ \leq h_{ab} \leq 360^\circ \end{cases} \quad (7)$$

앱 영상에서 전체 픽셀 수(N_t)에 대한 진출 색에 포함되는 픽셀 수(N_{R_1})를 계산하여 각 영상의 진출색의 분포 비율(C_{adv})을 계산하였다.

$$C_{adv} = \frac{N_{R_t}}{N_t} \tag{8}$$

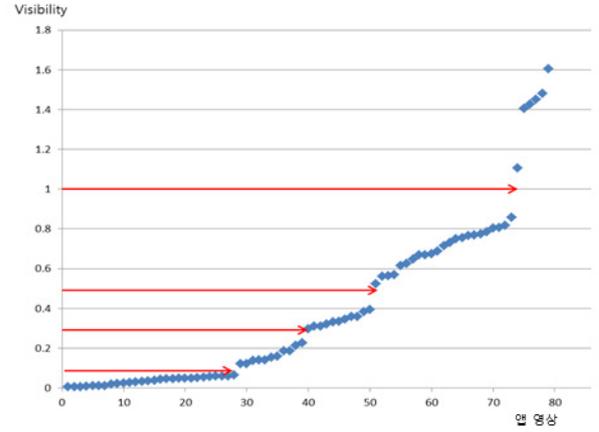
그림 7에 79장의 앱 영상들에 대하여 각 영상의 진출색의 분포 비율을 기준으로 오름차순으로 정렬한 결과와 각 영상에 대응되는 5lux의 주변 조도에서의 만족 밝기 범위를 나타내었다. 그 결과 일반적으로 진출색의 분포 비율이 높은 앱 영상에 대하여 만족 밝기의 범위가 감소하는 것을 확인할 수 있고 이는 해당 영상들에 대하여 낮은 디바이스 밝기를 선호하는 것을 나타낸다. 이와 반대로 진출색의 분포 비율이 낮은 앱 영상들은 높은 디바이스 밝기를 선호하는 것을 확인할 수 있다.

3. 평균 밝기와 진출색의 분포를 이용한 앱 영상의 분류

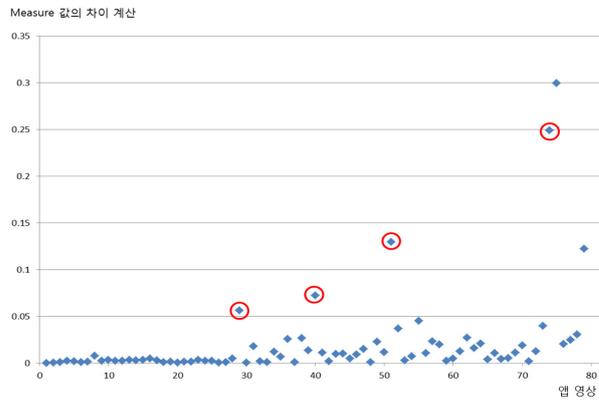
앱 영상은 인위적인 디자인으로 단순한 색 조합을 사용하기 때문에 비슷한 성질의 영상들을 분류할 수 있다. 앱 영상의 평균 밝기와 진출색의 분포와 각 앱 영상별 만족 밝기 범위가 서로 연관성을 가짐을 확인하였고, 앱 영상의 평균 밝기가 낮을 경우 관심영역 내의 평균 밝기를 적용하고, 이와 반대로 앱 영상의 평균 밝기가 높을 경우 영상 내의 백색의 분포를 추가로 적용하였다.

먼저, 앱 영상은 배경의 색이 영상의 대부분을 차지하기 때문에, 배경의 밝기와 색이 시인성에 많은 영향을 준다. 따라서 앱 영상의 배경을 구분하기 위해 무채색의 분포와 평균 밝기를 사용하였다. 배경색은 크게 백색, 밝은 그레이, 어두운 그레이, 블랙의 색이 사용된다. 무채색의 분포와 평균 밝기를 사용하여 배경색을 분류해보면, 무채색의 분포가 높고, 평균 밝기가 높으면, 밝은 그레이 또는 백색의 배경이 된다. 이와 반대로 무채색 분포가 높고 평균 밝기가 낮으면, 어두운 그레이의 배경이 된다. 또한 평균 밝기가 낮고, 무채색의 분포가 적으면 이는 블랙의 배경이 된다. 이와 같이 분류된 배경 색에 정보와 진출색의 정보가 더하여 지면 진출색의 분포에 따라 그 값이 상승하여 진출색의 분포가 많은 앱 영상에 대하여는 밝은 배경색을 가지는 영상과 유사하게 분류되어진다.

또한, 멀티 프레임의 경우, 밝은 배경과 어두운 배경을 사용하게 되는데, 밝은 배경의 경우 평균 밝기가 전체 범위의 중간에 위치함과 동시에 자관의 영향에 의해



(a)



(b)

그림 8. 평균 밝기와 진출색 분포를 이용한 앱 영상의 분류: (a) 앱 영상의 분류 결과, (b) 분류식의 값의 차를 이용한 임계치 설정

Fig. 8. App image categorization using average luminance and advanced color: (a) the result of app image categorization, (b) setting the threshold using difference of values.



그림 9. 분류된 단계별 대표 앱 영상들: (a)1단계, (b)2단계, (c)3단계, (d)4단계, (e)5단계
Fig. 9. Representative app images for each categorization: (a) category 1, (b) category 2, (c) category 3, (d) category 4, (e) category 5.

무채색의 범위는 높아진다. 따라서 영상 전반적인 밝은 밝기를 가지는 영상과 분리가 가능해진다. 또한, 어두운 배경의 멀티프레임의 경우 평균 밝기가 낮으며 무채색의 분포가 높은 어두운 그레이의 배경과 비슷한 값을 가진다.

그리고 전체적으로 블랙의 배경인 영상은 평균 밝기가 낮은 값을 가지게 된다.

앞선 분석을 통해 평균 밝기가 낮은 영상 중 낮은 디바이스 밝기를 선호하는 영상들은 관심영역내의 평균 밝기가 높음을 확인할 수 있었고, 이를 적용하기 위해 어두운 배경의 영상들에 대해 관심영역내의 평균 밝기를 더하여 영상을 분류 하였다. 이와 반대로 평균 밝기가 높은 영상에서 높은 디바이스 밝기를 선호하는 영상들은 밝은 배경의 영상들이지만 그레이의 배경을 가지

표 1. 1 단계의 앱 영상의 최고 만족 밝기
Table 1. Optimal device brightness of app image of category 1.

앱 영상	분류 값	최고 만족 밝기(cd)		
		5lux	50lux	500lux
11(7)	0.0052	40	80,90	120~140
4(1)	0.0055	20	70	110,130
4(2)	0.0061	40	80~90	100,130,140
10(2)	0.0082	30	60	100
9(11)	0.0097	40	70~90	130
18(3)	0.0106	40	90	130
10(1)	0.0119	40	70	130
9(15)	0.0193	40	70	110~120
17(11)	0.0217	40	70	110~140
9(8)	0.0247	40	70	130
4(4)	0.0271	30	60	110,100
6(1)	0.0293	30	80	140
6(2)	0.0327	30	60,80	120
19(16)	0.0355	40	80	130
14(8)	0.0385	40	60,90	130
19(10)	0.0431	30	80	140
16(4)	0.0461	40	80	110,120
14(3)	0.0469	40	80	130
18(9)	0.0480	30	90	140
11(6)	0.0484	40	80	110
18(11)	0.0497	40	80	130,140
16(2)	0.0511	40	80	120
20(7)	0.0544	40	70	130
20(1)	0.0568	40	80	120
20(11)	0.0591	40	80	110
17(15)	0.0593	40	60,70	120
7(1)	0.0600	40	60	120
7(11)	0.0647	30	80	110~130

는 영상들이므로 이를 구분하기 위해 평균 밝기가 높은 영상에 대해 백색 분포를 더하여 백색의 배경을 가지는 영상을 분류하였다. 따라서, 밝은 배경의 영상의 경우, 평균 밝기와 무채색의 분포가 높은 값을 가지게 되고, 백색의 분포가 높은 경우와 진출색을 가질 경우 가장 큰 값을 나타내게 된다.

앱 영상의 특성과 디바이스의 만족 밝기와 관련된 요소들의 조합으로 나타난 분류식은 다음과 같다.

$$V = \begin{cases} (C_{adv} + A_{dis}) \times (L_{avg} + L_{roi}), & (C_{adv} + A_{dis}) \times L_{avg} < 0.07 \\ (C_{adv} + (A_{dis} + W_{dis})) \times L_{avg}, & (C_{adv} + A_{dis}) \times L_{avg} > 0.5 \\ (C_{adv} + A_{dis}) \times L_{avg}, & otherwise \end{cases} \quad (9)$$

따라서 평균 밝기와 진출색의 분포를 이용하여 그림 8(a)와 같이 79장의 앱 영상을 분류하였다. 영상의 분류식을 통한 값들 중 변화가 큰 부분을 검출하기 위하여 영상 분류식의 값에 따라 앱 영상을 오름차순 정렬하였을 때 앞 영상과의 값의 차이를 계산하였고 그 결과 그림 8(b)에 보는 것과 같이 주변에 비해 변화가 큰 영역이 존재하고 이들 값을 기준으로 앱 영상들을 분류 하면 총 5단계로 나눌수 있다. 분류된 영상들의 대표영상을 그림 9에 나타내었다. 단계별로 이 영상들의 특징을 살펴보면 1단계 영상들은 전체가 블랙의 배경인 영상과 후퇴색이 포함된 영상들로 분류 되었고 임계치 0.07이하의 영상들이 포함되었다. 2단계 영상들은 그레이의 자판의 영상과 어두운 그레이 성분이 많은 영상들이 분류 임계치를 0.3이하의

표 2. 2 단계의 앱 영상의 최고 만족 밝기
Table 2. Optimal device brightness of app image of category 2.

앱 영상	분류 값	최고 만족 밝기(cd)		
		5lux	50lux	500lux
17(4)	0.1208	40	70	140
17(3)	0.1209	40	70	110~130
7(3)	0.1389	40	60	110
16(17)	0.1406	40	70	110
16(15)	0.1417	40	50,70	100,140
14(6)	0.1532	30	60,90	110~120
2(4)	0.1596	30	60~80	110
3(6)	0.1852	40	70	100,130
9(3)	0.1857	30	60	100
2(5)	0.2122	40	70	120,140
8(3)	0.2255	40	80	110

표 3. 3 단계의 앱 영상의 최고 만족 밝기
Table 3. Optimal device brightness of app image of category 3.

앱 영상	분류 값	최고 만족 밝기(cd)		
		5lux	50lux	500lux
5(8)	0.2978	20	60~80	100
12(7)	0.3090	30,40	80	120~130
21(5)	0.3108	30	70	100,110
21(6)	0.3205	40	70	110
3(2)	0.3306	40	70	110,130
5(26)	0.3351	30	60	110
8(4)	0.3442	30	50	120
5(3)	0.3592	40	60~80	110
7(9)	0.3601	30	60	100~130
15(8)	0.3826	20	60	100,110
1(3)	0.3939	20	60,70	100,110

표 4. 4 단계의 앱 영상의 최고 만족 밝기
Table 4. Optimal device brightness of app image of category 4.

앱 영상	분류 값	최고 만족 밝기(cd)		
		5lux	50lux	500lux
15(16)	0.5232	20	60	100
8(10)	0.5598	30	60	110
21(7)	0.5625	30	70	110
5(28)	0.5696	40	90	120
5(17)	0.6144	40	60	100
5(11)	0.6251	40	60	100
5(23)	0.6482	40	60	100,110
23(6)	0.6680	20	60	100
5(29)	0.6703	30	60	100,110
8(5)	0.6750	30	60	110
5(20)	0.6873	30	60	100~140
5(27)	0.7142	30	60	100
15(13)	0.7300	30	70	110
1(2)	0.7509	30	60	100
5(24)	0.7546	30	60	100
15(9)	0.7650	30	60	110
15(10)	0.7693	30	60	100
15(18)	0.7742	30	60	100,110
1(7)	0.785	20	60	110
15(4)	0.8041	30	60	100,110
15(7)	0.8059	30	70	100,110
5(4)	0.8184	40	100~140	100,140
1(5)	0.8578	40	60	110

표 5. 5 단계의 앱 영상의 최고 만족 밝기
Table 5. Optimal device brightness of app image of category 5.

앱 영상	분류 값	최고 만족 밝기(cd)		
		5lux	50lux	500lux
22(6)	1.1068	20	60	100
22(1)	1.4063	30	70	110
21(4)	1.4265	20	60	90
13(8)	1.4511	20	60	90
13(7)	1.4816	30	50	90
22(5)	1.6035	20	60	90

표 6. 영상 분류별 대표 영상 및 최적밝기
Table 6. Representative app image for each categorization and optimal device brightness.

각 단계별 대표 영상	분류 값	최적 밝기			
		5lux	50lux	500lux	
1	4(2)	0.0061	40cd	80cd	130cd
2	3(2)	0.1148	40cd	70cd	110cd
3	21(5)	0.3109	40cd	70cd	110cd
4	5(24)	0.754619	30cd	60cd	100cd
5	13(7)	1.481631	20cd	60cd	90cd

표 7. 갤럭시 S4의 앱 영상을 사용한 만족도 평가
Table 7. The result of satisfaction test using app image in Galaxy S4.

앱 영상의 분류	주변 조도에 따른 평균 만족도		
	5lux	50lux	500lux
1단계	86%	88.8%	97.2%
2단계	96.2%	96.2%	93.7%
3단계	88.8%	99%	98.1%
4단계	90.9%	99.3%	99.3%
5단계	88.8%	98.6%	99.3%

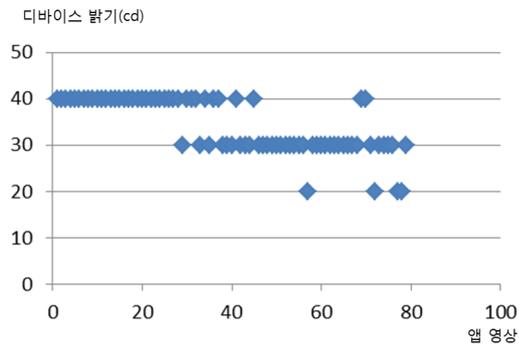
영상들이 포함되었다. 다음으로 3단계 영상들은 블랙과 그레이의 자판과 밝은 무채색의 멀티프레임 영상으로 분류되었고, 4단계 영상들은 전체가 밝은 회색 또는 백색 배경의 앱 영상들로 임계치 0.5이상의 영상들로 분류되었고, 마지막으로 5단계의 영상들은 전체적으로 밝은 영상에 진출색의 분포가 높은 영상들로 임계치 1이상을 가지는 영상들로 구성되었다

다음으로 앞서 각 앱 영상에 대하여 수행하였던 디바이스 밝기에 대한 시인성 테스트를 기반으로 각 단계별 앱 영상에 대하여 최고의 만족을 나타내는 밝기를 표 1에서 표 5에 나타내었고, 각 단계별로 나타나는 밝기

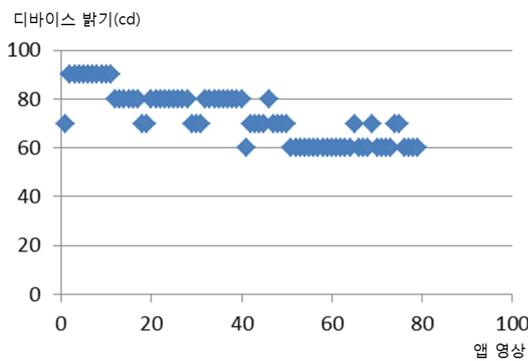
범위를 모두 포함하고 최고의 만족을 나타내는 밝기 중 빈도가 가장 높은 밝기 값을 표 6과 같이 디바이스의 최적의 밝기 값을 설정하였다.

III. 실험

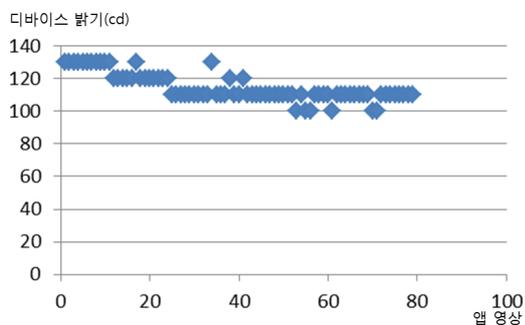
앱 영상 분류에 따른 모바일 디바이스의 성능을 평가하기 위해 먼저 앱 영상의 분류에 따라 최적의 밝기와



(a)



(b)



(c)

그림 10. 분류식을 통해 분류된 앱 영상과 최적 밝기와의 연관성 분석: (a) 5lux, (b) 50lux, (c) 500lux

Fig. 10. Relationship between categorized app images and their optimal device brightness: (a) 5lux, (b) 50lux, (c) 500lux.

의 연관성을 살펴보았다. 그림 10은 앱 영상을 분류 값에 따라 오름차순으로 정렬하고 각 앱 영상에 대하여 최고의 만족도를 가지는 밝기와의 연관성을 살펴보았다. 그 결과 그림 10에 보는 것과 같이 분류 값이 높을 때 낮은 밝기를 선호하고 분류 값이 낮을 때 높은 밝기를 선호하는 반비례의 성향을 띄는 것을 확인할 수 있고, 이는 앱 영상에 대하여 최적의 밝기를 설정하기 위한 영상의 분류 성능이 우수함을 나타낸다.

다음으로 다른 모바일 디바이스의 앱 영상을 사용하여 디바이스의 최적의 밝기 조절의 성능을 평가하기 위해 갤럭시 S4의 60장의 앱 영상을 사용하였고, 이들에 대해 분류식을 적용하여 1단계부터 5단계의 영상들로 분류하였다. 1부터 5단계의 영상들에 대해 5, 50, 500lux의 환경 하에서 각 단계의 최적 밝기를 적용하고 주관적인 만족도 테스트를 실시하였다. 실험에는 25명이 참여하였고, 평가는 크게 만족, 불만족 두 가지로 나누어 선택하도록 하였으며, 불만족인 경우 불만족도의 이유를 밝아서, 또는 어두워서 불만족으로 나누어 선택하게 하였다. 표 7는 갤럭시 S4의 영상을 사용한 영상 분류별 주변 조도에 따른 최적 밝기의 만족도를 나타낸다. 그 결과 각 분류된 영상의 평균 만족도가 80%이상으로 전체 앱 영상에 대하여 80%이상의 관찰자가 만족하였다.

IV. 결론

본 논문은 주변 밝기에 따라 앱 영상별 최적의 밝기를 설정하여 재현함으로 최적의 시인성을 나타내도록 하는 방법을 제안하였다. 먼저, 주관적 시인성 테스트를 실시하여 만족도 80%이상을 가지는 최적의 밝기 범위와 시인성과 관련된 진출색 분포와 평균 밝기의 요소를 선택하고 이를 이용하여 앱 영상을 분류하였다. 다음으로, 각 분류별 가장 많은 빈도를 나타내는 만족 밝기를 최적 밝기로 설정하였다. 시인성 평가를 통하여 각 분류된 앱 영상에 최적의 밝기를 평가 하였을 때, 해당 밝기에 대하여 우수한 만족도를 나타냄을 확인하였다.

REFERENCES

[1] N. Mornoney, M. D. Fairchild, R. W. G. Hunt, C. Li, M. R. Luo, and T. Newman, "The

- CIECAM02 color appearance model,” *Tenth Color Imaging Conference*, Scottsdale, AZ, U.S.A., pp. 23-27, Nov. 2002.
- [2] M. D. Fairchild, *Color Appearance Models*, John Wiley & Sons, 2005.
- [3] N. Katoh, K. Nakabayashi, M. Ito, and S. Ohno, “Effect of ambient light on the color appearance of softcopy images: Mixed chromatic adaptation for self-luminous displays,” *Journal of Electronic Imaging*, vol. 7, no. 4, pp. 794-806, Oct. 1998.
- [4] P. Ledda, L. P. Santos, and A. Chalmers, “A local model of eye adaptation for high dynamic range images,” *Proceedings of the 3rd International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualization and Interaction in Africa*, ACM Press, pp. 151-160, Nov. 2004.
- [5] S. H. Kim, “Device and method for controlling LCD backlight,” US patent, No. 6,812,649 B2, Nov. 2004.
- [6] J. Harel, C. Koch, and P. Perona, “Graph-Based Visual Saliency,” *Proc. Advances in Neural Information Processing Systems*, pp. 545-552, 2007.
- [7] Michelson, A, *Studies in Optics*, U. of Chicago Press, 1927.

— 저 자 소 개 —

김 대 철(학생회원)
대한전자공학회 논문지
제 48권 SP편 제 1호 참조

강 동 욱(정회원)
2003년 부산대학교 전자전기통신공학부(공학사)
2003년~현재 삼성전자 SW센터 재직.
<주관심분야 : Test Automation, 영상처리, 디스
플레이 화질, 생체인식>

김 경 모(정회원)
2006년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2006년~현재 삼성전자 SW센터 재직.
<주관심분야 : 생체인식, Test Framework, 칼라
영상처리>

하 영 호(평생회원)
대한전자공학회 논문지
제 38권 SP편 제 3호 참조