

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.4.37>

JIIBC 2018-4-5

깊이감 향상을 위한 질감, 색온도, 대비비 관련 특성 연구

A study on characteristics related to texture, colour temperature and contrast ratio to improve the depth of stereoscopic images

홍지영*

Ji-Young Hong*

요약 디지털 영상 제작 기술의 발전으로 입체 영상 기술의 개발도 활발히 이루어지고 있으며 이에 따라 입체 영상을 탑재하기 위한 첨단 디스플레이의 연구 및 개발도 동일하게 진행되고 있다. 3D 영상 시청 시 발생할 수 있는 다양한 문제점이 제시되고 있는데 시청자는 인위적 방식으로 제공되는 영상의 깊이감을 지각하면서 시각피로를 경험하기에 시각피로와 같은 부정적 휴먼 팩터가 가장 대두되는 이슈 중 하나이며, 3D 영상의 지속적 유지에 영향을 주는 요인이라 할 수 있다. 그러므로 2D 영상에서 제공되는 그래픽 영상 중 깊이감에 영향을 주는 요인을 파악하고 이를 통한 영상 처리 방법을 개발하여 시각 피로감 없는 입체 영상을 재현할 수 있다는 가정 아래 깊이감 관련 실험을 진행하고 이를 분석하였다. 이를 위해 깊이감 관련 요인 중 질감, 색온도, 대비비를 차등적으로 그래픽 영상에 적용하여 깊이감에 가장 큰 요인에 대해 분석하고 아노바 분산분석을 통해 교호작용을 검증하였다. 본 연구에서 진행된 실험결과를 분석하여 깊이감과 관련 있는 요인의 유의미 여부를 정의하고 깊이감 향상을 위한 방안을 제시한다.

Abstract With advancements in digital image production technology, the branch of stereoscopic image technology has also been undergoing active development. Accordingly, research and development on cutting-edge display products for mounting stereoscopic images are currently being pursued. There are various problems that can occur when viewing 3D images. Because viewers feel visual fatigue while perceiving the depth of the images provided via an artificial method, a negative human factor such as visual fatigue has become one of the most prominent concerns, especially as it is a factor that affects the ongoing maintenance of 3D images. Therefore, by identifying the factors affecting the depth of the graphic images provided in 2D images, and subsequently using this information to develop an image processing method, we conducted depth-related experiments and analysed them under the assumption that stereoscopic images could be reproduced without visual fatigue. Thus, we analysed the most significant factors related to depth and verified the interactions by performing depth-related factors-based ANOVA variance analysis by differentially applying the texture, colour temperature, and contrast ratio to graphic images. We determined the significance of the factors related to depth and proposed a method to improve depth based on an analysis of the results of the experiments conducted in this study.

Key Words : Graphic image, Image processing, Depth cue, Texture, Colour temperature, Contrast ratio, Display

*정회원, 경민대학교 영상콘텐츠과(교신저자, 주저자)
접수일자 2018년 6월 4일, 수정완료 2018년 7월 4일
게재확정일자 2018년 8월 10일

Received: 4 June, 2018 / Revised: 4 July, 2018 /

Accepted: 10 August, 2018

*Corresponding Author: placebo_joan@kyungmin.ac.kr

Department of Visual Contents, Kyung Min University, Korea

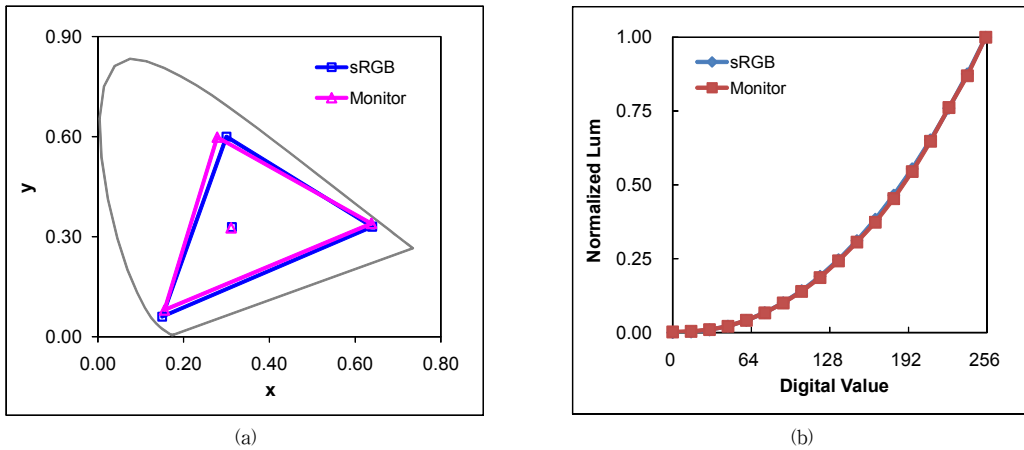


그림 1. 실험에 사용된 디스플레이 색역(a), 디스플레이 감마(b)
Fig. 1. Display gamut(a) and gamma(b) used in experiments

I. 서 론

인간은 감각을 통해 외부세계를 경험하고, 지각을 통해 경험한 것들을 보존하기 위해서 다양한 방식으로 노력해왔다.[1] 디지털 기술의 비약적인 발전은 이제 지각 경험을 단순히 보존 및 재현의 단계를 넘어 새로운 경험의 원천기술로 작용하고 있다. 외부세계를 지각하는데 70%이상을 의존하고 있는 시각을 통한 지각경험은 3차원 입체 영상기술의 발전으로 입체감 재현과 동시에 다양한 연구 분야와 접목을 통해 발전하고 있다.[2] 3차원 입체지각은 양안시차의 지각요인 원리를 경험적 지각요인과 결합하여 실제감을 재현하는 기술로, 인간이 지닌 시각의 생리적 특징을 메커니즘으로 한 것이다.[3,4] 특히 2D 디스플레이와 달리, 깊이감 정보를 가지고 있는 3D 디스플레이의 경우 인간의 시각에 의한 지각의 영향력은 매우 크다고 할 수 있다. 이러한 입체감 및 현실감을 재현하는 기술의 핵심은 인간의 시각적 특성을 잘 살려내어 시지각적인 측면에서 입체감을 인지하게 하는 기술에 있다. 입체감을 경험하기 위해선 가상의 객체를 시각적으로 실제 존재하는 것처럼 느끼게 재현하여 지각하는 것이 무엇보다 중요하므로 눈의 구조와 같이 이미지를 획득하고 인지하는 기술이 3D 디스플레이 개발에서 무엇보다 중요한 사항이라 할 수 있으며, 2D 및 3D 영상 표현에서 인간 시지각을 충족시킬 수 있는 기술적 접근 방법이 필요하다.[5]

따라서 본 연구에서는 2D 디스플레이에서 제공되는 그래픽 영상의 깊이감 증가 요인 관련 연구를 진행하였

으며 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 입체 영상과 깊이감에 대해, 제 3장에서는 구체적인 실험 방법을 기술한다. 제 4장에서는 도출된 실험 결과에 대해 기술하고 끝으로 제5장에서 결론 및 향후 연구과제에 대해 기술한다.

II. 입체 영상과 깊이감

3D 영상이 활성화 되지 못하는 원인으로는 3D 안경 착용의 불편함, 콘텐츠의 부족 등 여러 요인이 거두되고 있으며 그 중 시각피로를 가장 중요한 이유로 들 수 있다. 특히 시청자의 경우 인위적인 방식으로 제공되는 영상의 깊이감을 지각하면서 시각피로를 경험하기 때문에 연구들이 3D 영상으로 유발되는 피로도 혹은 불편감 등을 어떻게 하면 최소화시킬 수 있을 것인가에 대부분 집중하고 있다. 그러나 3D 영상의 궁극적인 목표는 부정적 경험을 최소화 하면서 동시에 깊이감 정보를 추가하여 얻을 수 있는 더 큰 몰입감 그리고 현장감과 같은 긍정적 경험을 극대화시키는 것이기에 아직까지 3D 영상 제작에서 해결해야 할 부분이 많이 남아있다.

3D 영상에서 좌우 영상의 시차에 따라 다르게 나타나는 깊이감 지각은 시차가 지나치게 큰 경우 수렴·조절 불일치로 인해 피로도가 증가하거나 이중상이 관측되는 반면, 시차가 지나치게 작은 경우 2D와 다를 바 없이 입체감이 사라져 3D 영상에서 궁극적으로 추구하는 몰입감과 현장감 같은 효과를 기대하기 어렵다.[6]

깊이감이 추가된 3D 영상은 2D 영상과는 다른 지각적 특성을 제공할 수 있다. 3D 영상의 자연스러운 깊이감 표현은 시청자들로 하여금 더 나은 대상의 지각과 시청 경험을 주지만 반대로 왜곡된 지각은 부정적인 시청 경험을 초래할 수 있다. 따라서 깊이감에 따라 시청자의 지각이 어떻게 달라지는지에 대해 연구하는 것은 3D 뿐만 아니라 2D 영상에서도 매우 중요한 시지각 연구 중 하나이다. 본 연구에서는 3D 영상에서 느낄 수 있는 입체감 재현을 위해 2D 그래픽 영상을 대상으로 하여 깊이감 증가 요인에 대해 실험을 진행하고 깊이감 증가 요인에 대해 비교·분석하고자 한다.

III. 실험 방법

본 연구는 선행 연구를 기반으로 깊이감 지각 요인에 대해 설정하고 각각의 깊이감 지각 요인을 다양한 레벨로 분류하여 2D영상에 적용 한 후 깊이감 증가 요인에 대해 알아보하고자 한다. 즉, 설정된 깊이감 증가 요인에 따라 시지각이 인지하는 깊이감의 차이가 있는지, 그리고 깊이감을 많이 지각하는 요인 중 어떤 레벨에 따라 차이가 있는지 여부를 알아보하고자 한다. 실험에 사용된 디스플레이 특성은 표준 sRGB 색 재현 영역과 매우 흡사한 색 재현율을 나타냈으며 디스플레이 표준 감마인 2.2와 일치하였다.

디스플레이에서 영상 처리 관련 실험을 하기 위해서는 특정한 표준 환경을 유지하기 위해 주로 암실에서 실험하고 평가하게 된다. 또한 암실에서 실험 시 다양한 변수의 영향을 받지 않고 온전한 디스플레이 자체 내의 실험 결과를 도출할 수 있기 때문에 본 연구에서는 실험 환

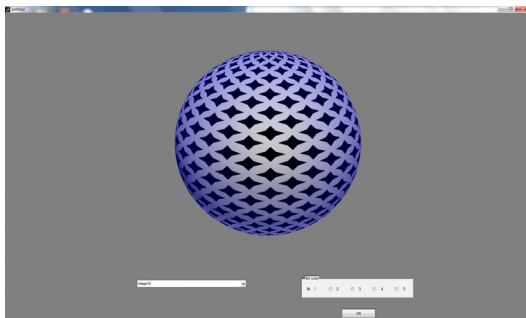


그림 2. 실험에 사용된 영상 및 실험 환경
 Fig. 2. Images used in experiments and experimental environments

경을 암실로 선정하고 진행하였다. 실험에 사용된 디스플레이 배경의 밝기 Y는 가장 어두운 상태에서 0.21, 최대 밝기인 경우 97.74에 해당한다.

디스플레이는 X-Rite il Pro2를 사용하여 D65 환경으로 교정 한 후 실험에 사용 하였다. 실험에 사용된 영상은 그래픽 영상 중 입체감을 나타낼 수 있는 원을 대상으로 하여 진행하였으며 MATLAB 으로 실험환경을 구축하였고 실험 환경은 그림 2 와 같다.

실험에 사용된 깊이감 관련 요인으로는 질감, 색온도 그리고 대비비를 실험영상에 적용 하였다. 질감은 질감이 적용된 영상과 적용되지 않은 경우가 실험 영상에 적용되었으며 색온도는 Red, Green, Blue, 세 가지색온도를 각각 적용하였고 대비비는 미켈슨 정의(Michelson ratio)를 이용하여 실험 대상인 구 형태의 객체와 배경의 밝기 간의 대비비에 따라 깊이감이 어떻게 인지되는가를 실험 하였다.

$$C = (L_{max} - L_{min}) / (L_{max} + L_{min}) \quad (1)$$

C는 대비비를 나타내며, L_{max} 는 배경의 밝기, L_{min} 은 실험에 사용된 그래픽 영상의 평균 밝기를 의미한다. 실험에 사용된 배경의 밝기와 구형태의 평균 밝기는 표 1 과 같다.

표 1. 실험에 사용된 배경의 밝기와 그래픽 영상의 밝기
 Table 1. Lightness of the background and graphic images used in the experiments

Object_J	Background_J	Michelson Contrast
59.42	8.45	0.75
59.42	97.74	0.24
59.42	20.57	0.49

실험에 사용된 구 형태의 평균 밝기는 Object_J, 배경의 밝기는 Background_J, 구형태의 평균 밝기와 배경의 밝기에 따른 미켈슨 대비비는 Michelson Contrast로 표기 되었다.

J는 시각적 밝기를 의미하며 도출된 J는 CIECAM02를 사용하였다. 컬러 관리 응용분야의 표준화 부분을 담당하는 CIE Technical Committee 8-01은 CIECAM97s의 단점을 보완한 CIECAM02를 제안하였는데 CIECAM97s 모델을 좀 더 단순화 하였으며 색순응 변환을 선형화 하

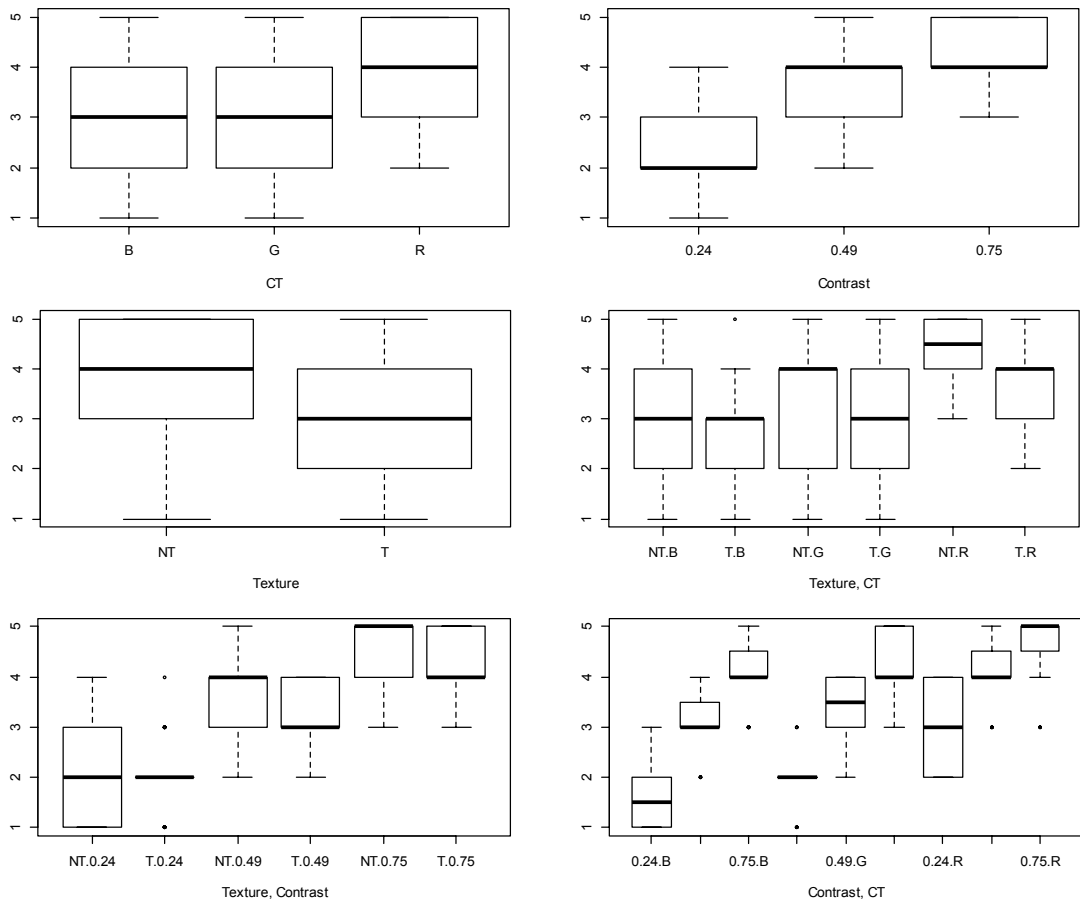


그림 3. 각각의 변수가 고려된 경우를 나타낸 실험 결과 그래프
Fig. 3. Experimental results for each variable

도록 하였다. 또한 흑색 자극의 밝기에 상관되는 계수를 수정하고 색의 순도 관련 연관 계수를 사용이 용이 하도록 응답 압축(Response compression)함수를 개선하는 등 더욱 단순하고 역변환이 용이하도록 수정된 모델이다. 실험에 사용된 CIECAM02는 컬러 어피어런스 유추가 가능하고 균일한 색공간이며 색차 계산까지도 가능하기에 본 실험에서는 CIECAM02로 모든 색채 값을 변환하여 분석에 사용하였다.

실험에 참가한 피험자는 30대 5명(남2명, 여 3명), 40대 5명(남2명, 여 3명)으로 구성되었으며 실험에 대한 간략한 설명을 들은 후 모니터와 시선간의 거리를 약 50cm로 고정하였다.

피험자는 충분한 시간을 두고 깊이감에 대한 리커트 스케일(Lickert scale) 5점 척도로 각 영상에 대해 깊이감을 평가하였으며 실험 전 암실 환경에 적용할 수 있

도록 충분한 순응이 이루어진 후 실험을 진행하였다. 배경의 밝기가 변경될 때도 동일하게 순응이 이루어지도록 하여 밝기 변화에 대한 어떤 바이어스를 갖지 않도록 하였다.

IV. 실험 결과

실험에 사용된 변수인 질감 2단계, 색온도 3단계 그리고 미켈슨 대비비 3단계, 총 18가지 실험 영상을 적용하여 각 변수의 특성을 파악하고 각 변수가 깊이감에 어느 정도의 영향력을 갖는지 분석하기 위해 R 통계 프로그램(R x 64 3.4.1 version)을 활용하였다.

그림 3에서 보이는 바와 같이, 색온도의 경우 Red 계열, 대비비는 0.75인 경우 그리고 질감이 없는 경우 깊이

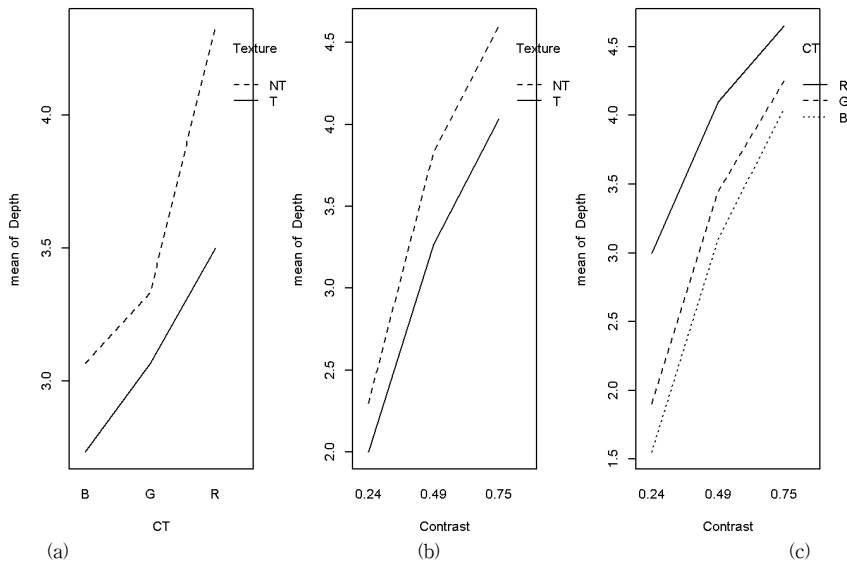


그림 4. 각 변수간의 교호 작용을 나타낸 그래프, (a) 질감과 색온도의 교호작용, (b) 질감과 대비비의 교호작용, (c) 색온도와 대비비의 교호작용

Fig. 4. Interactions between each of the variables; (a) interaction between texture and colour temperature; (b) interaction between texture and contrast ratio; (c) interaction between colour temperature and contrast ratio

깊이 크다는 실험 결과를 얻을 수 있었다. 질감과 색온도의 경우 질감이 없고 색온도는 Red 계열인 경우가 깊이감이 가장 크게 나타났으며, 질감과 대비비에서는 질감이 없고 대비비가 가장 큰 0.75인 경우, 그리고 대비비와 색온도에서는 대비비가 가장 큰 0.75와 색온도가 Red 계열인 경우 깊이감이 가장 크다는 것을 알 수 있었다.

표 2는 각 변수의 개별적 특성을 알아 보기 위해 아노바 분산 분석으로 검증하였고 각각의 변수가 유의미한 결과 값을 나타냈다. CT는 색온도를 의미하며, Texture는 질감, Contrast는 미켈슨 대비비를 이용한 대비비를 의미한다.

각 변수의 교호작용을 통해 나타난 결과는 그림 4와 같다. 각 변수가 깊이감에 대한 영향력이 유의미한 것으로 판단되며 각 변수 간의 교호작용도 존재 한다는 것을 알 수 있었다.

표 2. 교호작용이 고려되지 않은 각 변수의 실험 분석 결과
 Table 2. Experimental results of each variable for which interaction is not taken into account

Variables	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
CT	32.74	16.37	42.86	7.34e-16 ***
Texture	10.27	10.27	26.89	5.93e-07 ***
Contrast	144.84	72.42	189.59	< 2e-16 ***

표 3. 교호작용이 고려된 실험 분석 결과

Table 3. Experimental results considering interactions

Variables	Sum Sq	Mean Sq	F	Pr(>F)
CT	32.74	16.37	46.450	< 2e-16 ***
Texture	10.27	10.27	29.144	2.35e-07 ***
Contrast	144.84	72.42	205.471	< 2e-16 ***
CT:Texture	2.88	1.44	4.082	0.0186 *
CT:Contrast	4.19	1.05	2.971	0.0211 *
Texture:Contrast	0.71	0.36	1.009	0.3670
CT:Texture:Contrast	1.59	0.40	1.127	0.3457

표 3에서 제시된 바와 같이 교호작용 검증 결과, 색온도와 질감 그리고 색온도와 대비비 간의 교호작용이 존재함을 알 수 있었다. 질감과 대비비, 그리고 색온도, 질감, 대비비간의 간의 교호작용은 유의미 하지 않다는 결과를 얻을 수 있었다.

교호작용을 고려하여 아노바 분산분석을 실행하였고, 교호 작용의 존재 여부를 재검증하여 각 변수 간의 교호작용이 존재함을 알 수 있었다. 최종적인 실험 결과 분석 시 선택된 모델은 실험에 사용된 각 변수와 교호작용이 작용하는 변수들 간의 분산분석을 통해 실험 결과를 얻을 수 있었으며 이는 표 4와 같다. 각 개별 변수에서는 색온도가 Red인 경우 깊이감이 크다는 결과를 얻을 수 있었으며 대비비가 0.49와 0.75에 해당하는 경우도 마찬가지

가지로 깊이감이 크다는 결과를 나타냈다. 질감의 경우 깊이감에 대해 유의미한 결과를 나타냈지만 다른 변수에 비해 영향력이 적다고 판단할 수 있다. 교호작용이 고려된 경우, 색온도가 Red이며 대비비가 0.75에 해당하는 경우 깊이감에 대한 유의미한 결과를 얻을 수 있었다. 색온도가 Red이며 질감이 있는 경우도 깊이감에 영향력이 있다는 유의미한 결과는 나타냈으나 색온도가 Red이며 대비비가 0.75인 경우에 비해 그 영향력은 적다고 판단할 수 있다.

표 4. 최종 실험 결과 분석

Table 4. Analysis of final experimental results

Variables	Std. Error	t value	Pr(> t)
CTG	2.17E-01	1.458	0.14658
CTR	2.17E-01	7.830	5.25E-13***
TextureT	1.54E-01	-2.171	0.03132*
Contrast0.49	1.88E-01	8.243	4.59E-14***
Contrast0.75	1.88E-01	13.295	< 2.00E-16***
CTG:TextureT	2.17E-01	0.307	0.75919
CTR:TextureT	2.17E-01	-2.303	0.02251*
CTG:Contrast0.49	2.66E-01	0.000	1.00000
CTR:Contrast0.49	2.66E-01	-1.692	0.09246
CTG:Contrast0.75	2.66E-01	-0.564	0.57345
CTR:Contrast0.75	2.66E-01	-3.196	0.00166**

V. 결론

본 연구는 2D 그래픽 이미지에서 깊이감 관련 요인들을 알아보기 위해 깊이감과 관련 있는 질감, 색온도, 대비비 요인을 깊이감 변수로 설정하여 이와 관련된 실험을 진행하였다. 실험 결과 분석은 1차적으로 교호작용이 고려되지 않은 상태에서 각 변수들 간의 유의미한 정도를 알아보고, 2차적으로는 교호작용이 고려된 상태에서 각 변수들간의 깊이감에 대한 영향력을 알아보았다. 최종적으로 사용된 모델은 깊이감에 영향이 있다고 판단된 개별 변수와, 교호작용이 작용하는 변수들 간의 아노바 분석을 통해 실험결과를 분석하였으며 결과는 다음과 같다. 질감과 색온도 그리고 대비비 각각이 깊이감에 유의미한 결과를 나타냈으며 교호작용이 고려된 경우 색온도가 Red이며 대비비가 0.75에 해당하는 경우 깊이감에 대한 유의미한 결과를 얻을 수 있었다. 색온도가 Red 인 경우 깊이감에 큰 영향력이 있다는 결과를 얻을 수 있었으며 이는 진출색과 연관지을 수 있다고 판단된다. 본 연구를 통해 도출된 실험 결과를 바탕으로 향후 진행할 연구 과

제로는 다양한 관점에서 깊이감 관련 요인들에 대해 확장된 연구를 진행하고 2D 그래픽 이미지에서 최적의 깊이감이 창출 될 수 있도록 논리적 모델 구축 관련 연구를 진행할 예정이다.

References

- [1] Fairchild M. D., "Color Appearance Models", Second Edition, Reading, Second Edition, John Wiley & Sons, 2005.
- [2] Hunt R. W. G., "The Reproduction of Colour", England, Fifth Edition, Fountain Press, 1995.
- [3] Hurvich L. M., "Colour Vision", Sinauer Associate, Sundland, Mass, 1981.
- [4] Wyszecki G, Stiles WS., "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae", 2nd edition, 2000.
- [5] JY Hong, HY Lee, DS Park, and CY Kim., "Techniques to Enhance the Sense of Depth using Visual Perception Characteristics", Color and Imaging Conference, pp. 98-101, 2011.
- [6] JY Hong, HY Lee, DS Park, and CY Kim., "The Realistic Texture Reconstruction on Display", CGIV 2008 Final Program and Proceedings, pp. 239-244, 2008.

저자 소개

홍 지 영(정회원)



- 2001년 : Sydney University, Multimedia Design 석사
- 2017년 : 홍익대학교 디자인·공예 색채학 박사
- 2004년 ~ 2013년 : 삼성종합기술원, Multimedia Lab., 전문연구원
- 2015년 ~ 현재 : 경민대학교 영상콘텐츠학과 조교수

<주관심분야 : 디스플레이, 색채, 시지각, 영상처리>