

5D 가상현실 어트랙션을 위한 색상 및 밝기 보정 융합 기술

한정수*

백석대학교 정보통신학부

Color and Brightness Calibration Convergence Technology for 5D Virtual Reality Attractions

Jung-Soo Han*

Division of Information Communication, BaekSeok University

요약 가상현실의 기술에 있어서는 미국을 필두로 한 독식형 시장 그리고 유니버설 등의 가상현실 아이템들이 증가하고 있는 추세이다. 다인칭의 사용자가 시각, 촉각, 청각, 운동감 등 온 몸으로 직접 체험을 하며 콘텐츠에 깊게 빠져들어 즐길 수 있는 새로운 형태의 콘텐츠 플랫폼을 개발해야 하며 관람객이 수동적으로 콘텐츠를 즐기는 것이 아니라 능동적으로 콘텐츠에 직접 참여하여 몰입도를 극대화 시킬 수 있는 콘텐츠 개발을 해야 한다. 이를 위해 360°서클비전, 입체영상, 인터랙션, 시뮬레이터, 환경 Effect 등의 모든 요소가 혼합된 새로운 형태의 5D 가상현실 어트랙션 콘텐츠의 개발이 필요하며 이를 위한 색상 및 밝기 보정 기술 방법들을 제안하고자 한다.

• **Key Words** : 융합, 가상현실, 보정, 열화, 프로젝션

Abstract Virtual reality items are increased take-all type of markets like Universal, such as the United States as a leader in the virtual reality technology. Multi-user have to get direct experiences with the whole body like visual, tactile, hearing, sense of movement, and it must be developed new forms of content platform to enjoy immerse deeply into the content. Visitors are not to enjoy the content passively but rather to enjoy the content actively. So it like that should develop content to maximize the immersion. It need the development of new forms of mixed 5D virtual reality Attraction content with all of factors like 360° circle vision, stereoscopic images, interaction, simulator, and the environmental effect. We proposes how to make the color and brightness calibration technology for this purpose.

• **Key Words** : Convergence, Virtual Reality, Calibration, Degradation, Projection

1. 서론

가상현실의 기술에 있어서는 미국을 필두로 한 독식형 시장 그리고 유니버설 등의 가상현실 아이템들이 증가하고 있는 추세이다. 미국은 전통적인 강자로서 디즈

니 시설이 있으며 세계 테마파크 순위 10위권 안에 8개를 보유하고 있으며 매출은 매년 150억 달러 이상으로 추정하고 있다. 여기에 유니버설 스튜디오의 추격으로 2000년도 중반부터 시작된 새로운 형태의 가상현실 디지털

*Corresponding Author : Jung-Soo Han(shyoon@bu.ac.kr)

Received November 27, 2015

Revised January 8, 2016

Accepted February 20, 2016

Published February 29, 2016

콘텐츠를 이용한 유니버설 스튜디오의 발 빠른 추격이 시작 되었고, 디즈니 및 다른 테마파크도 아날로그 라이드와 디지털을 결합한 형태의 어트랙션 형태로 계속 변화하고 있다. 국내는 세계적인 수준의 롯데월드와 에버랜드의 리뉴얼 Needs와 해외진출을 시도하고 있다. 2010년 이후로 롯데월드는 디지털을 이용한 아이템으로 적극적으로 지속적인 리뉴얼을 하고 있고, 중국 심양, 청두 등에 가상현실 디지털 콘텐츠를 사용한 해외진출을 모색하고 있다. 에버랜드도 주위 토지 준비 등으로 대대적인 리뉴얼 계획 착수했다. 그러나 국내 테마파크사는 국내업체들의 경험 부족과 구체적인 아이템 제시 부족으로 해외업체들을 선호하여, 기술을 충분히 보유한 국내업체들의 시장참여와 진출이 미비하다. 향후 잠재적 마켓은 중국을 들 수 있는데 2015년 중국에 개장하는 “상하이 디즈니랜드”를 주도로 “유니버설 스튜디오”, “헬로우키티” 등의 거대 테마파크 프로젝트가 다수 완성되어 시장의 전환점을 맞을 것으로 예측한다. 또한 충칭시 선선산 테마파크, 로먼월드 등 자국형 테마파크 프로젝트가 기획 중이며 IT강국인 국내 업체들에게 시설기획을 의뢰하고 있다. 중국의 거대한 투자규모와 매년 가파른 성장세로 2020년 이전 미국을 추월해 전 세계 1위의 테마파크 시장으로 거듭날 것으로 기대하고 있다[1,2,3].

국내의 현황을 보면 세계적인 규모의 테마파크가 2개나 있지만 현실적으로는 해외의 대형 업체들로 인해 기술력과 아이디어를 가진 국내 업체의 비즈니스 볼륨은 0%라해도 과언이 아니다. 국내 대형 테마파크는 국내 업체의 기술과 아이디어를 인정하지만 이미 검증된 안정된 콘텐츠와 해외 대형 업체를 선호하는 경향이 있으며 국내 시장뿐 아니라 급속도로 성장하는 중국 시장 진출을 위해서는 규모의 싸움이 아닌 특화된 아이템을 통한 틈새시장 전략이 필요한 시점이다[4,5].

본 논문에서는 국내의 주요 테마파크 현황과 니즈를 고려한 테마파크 전용의 콘텐츠를 완성하고 이를 활용해 지속적이고 다양한 형태의 비즈니스 인프라를 구축방법을 제안하고자 한다. 이를 위하여 다인칭의 사용자가 시각, 촉각, 청각, 운동감 등 온 몸으로 직접 체험을 하며 콘텐츠에 깊게 빠져들어 즐길 수 있는 새로운 형태의 콘텐츠 플랫폼을 개발해야 하며 관람객이 수동적으로 콘텐츠를 즐기는 것이 아니라 능동적으로 콘텐츠에 직접 참여하여 몰입도를 극대화 시킬 수 있는 콘텐츠 개발을 해야 한다. 이를 위해 360°서클비전 + 입체영상 + 인터랙션 +

시뮬레이터 + 환경 Effect의 모든 요소가 혼합된 새로운 형태의 5D 가상현실 어트랙션 콘텐츠의 개발이 필요하며 이를 위한 색상 및 밝기 보정 기술 방법들을 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 영상 분석 및 열화 모델링 기술 현황에 대하여 기술하고, 3장에서는 영상 기반 색 열화 및 밝기 열화 모델링 방법을 설명하며, 4장에서는 색상 및 밝기 보정 기술 개발을 위한 방법을 제시하였다. 끝으로 본 기술의 평가와 결론으로 맺는다.

2. 영상 분석 및 열화 모델링 기술 현황

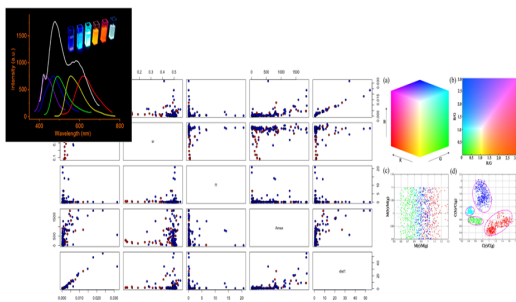
WATCHOUT의 경우 HD급 이상 고해상도 영상을 가로/세로, 다이아몬드, 아치 등 다양한 형태의 디스플레이 배치를 비롯하여 파노라마 스크린, 커브, 360° 씨클 스크린을 지원하여 미디어 파사드 및 3D 프로젝션 매핑 제어 등의 기능을 제공한다. 이러한 다면영상 구현을 위해 자체적으로 에지 블렌딩(edge-blending)을 수행하여 중첩 이미지의 이음새 없는 투사가 가능하고, 자체 기하학 시스템(geometry system)으로 digital keystone 및 warping을 실시간 지원하는 등 고수준의 영상 투사 제어 기술을 제공하고 있다. Coolux 역시 shaping, blending, warping을 비롯하여 soft edge기능을 통해 스크린의 크기와 프로젝션에 상관없이 원하는 모양의 투사영역 연출을 지원하며, digital keystone은 물론 3D keystone 기능을 통해 3D 표면, 예를 들어 자동차 등의 물체에 영상 투사가 가능하다. Ventuz 또한 앞서의 솔루션과 유사한 기능을 제공하며, video wall, 3D interactive presentation, projection mapping, broadcast 등 다양한 분야에서 활용하고 있다[6,7].

대형 디스플레이의 밝기 보정 방법으로는 크게 edge blending, brightness matching, perceptible variation constraints 등이 있으며, show control 시스템은 기본적으로 edge blending 처리 등을 통한 seamless한 파노라마 영상을 구현한다. Edge blending은 영상이 겹치는 부분의 밝기를 보정하는 방법으로 인접한 프로젝터의 영상이 중복되는 부분의 밝기 보정은 가능하나 프로젝터 내의 밝기의 비균일성과 프로젝터 간 밝기 차이를 해결하지 못하는 단점이 있으며, WATCHOUT의 경우 이에 대한 초기 처리에 많은 시간을 소요하는 단점이 있다. Brightness matching 방법은 각 프로젝터에서 나타낼 수 있는 밝기

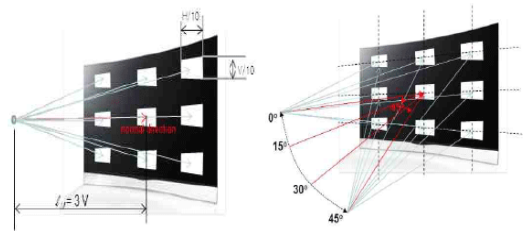
범위를 정하여 공통적으로 모든 프로젝터에서 나타낼 수 있는 밝기 범위를 산출하는 방법으로 각 프로젝터 자체의 밝기와 프로젝터간의 상호 밝기 및 중복되는 부분의 밝기 보정을 가능하게 하는 장점이 있으나, 디스플레이 되는 영상의 contrast와 brightness를 제일 성능이 나쁜 프로젝터에 맞추므로 전체적인 화질 저하를 유발하는 단점이 있다. Perceptible variation constraints 방식은 기존의 단점을 보완하고자 스크린에서의 밝기 값을 분석하여 인접한 화소간 밝기차를 사람의 눈으로 인식하지 못하는 범위 내에서 향상시키는 방법으로 프로젝터 내에서 비균일한 밝기 특성과 프로젝터 상호간의 밝기 차를 모두 고려한 방법으로 효과적으로 밝기차이를 줄여 영상의 질을 향상시키는 방법으로 성능은 좋지만 사람이 느낄 수 있는 정도를 나타내는 contrast parameter, 즉 인산의 시각이 밝기 변화의 차이를 느낄 수 있게 하는 기준 값이 작아지면 영상의 밝기가 어두워지는 단점이 있다[8,9].

3. 영상 기반 색 열화 및 밝기 열화 모델링

프로젝션 영상 기반 색열화 및 밝기열화 분류 모델링은 프레임 단위 시뮬레이션을 통한 색상 및 밝기 차이의 데이터 수치화를 만들고, 색열화 및 밝기열화 분류 체계를 설계하여 컬러모델(RGB/HSD)별 색열화 및 밝기열화 모델링을 해야 한다. [Fig. 1]은 색열화 및 밝기 열화 모델링 방법의 예를 보여주고 있다. 이를 통하여 다면 프로젝션 영상의 컬러모델(RGB/HSD)별 색열화 측정 기술 개발해야 한다. 먼저 RGB 컬러모델에서의 표준영상과 다면 프로젝션 영상 간 유클리드 거리(euclidean distance)를 활용한 전역적/지역적 측정 기술을 개발하며, HSI 컬러모델에서 Hue 채널만을 사용하여 표준영상과 다면 프로젝션 영상 간 전역적/지역적 측정 기술을 개발한다.



[Fig. 1] Classify Deterioration of Color and Bright

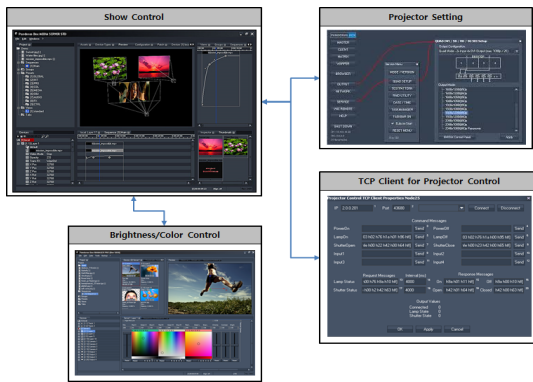


[Fig. 2] Measurement of Color and Deterioration

다면 프로젝션 영상의 컬러모델(RGB/HSD)별 밝기열화 측정 기술 개발은 [Fig. 2]처럼 RGB 컬러모델에서 Red, Green, Blue 플레인(plane)별 표준영상과의 전역적/지역적 밝기 열화 측정 기술과 RGB 컬러모델에서 Red, Green, Blue 플레인(plane)별 표준영상과의 히스토그램(histogram) 분포 대조 분석을 이용한 밝기열화 측정 기술, HSI 컬러모델에서 Intensity 채널만을 사용하여 표준영상과의 전역적/지역적 밝기열화 측정 기술, HSI 컬러모델에서 Intensity 채널만을 사용하여 표준영상과의 히스토그램 분포 대조 분석을 이용한 밝기열화 측정 기술 등을 개발해야 한다[7,10].

4. 색상 및 밝기 보정 기술 개발

다면 영상의 캘리브레이션을 위한 Show Control 시스템에서 동작 가능한 플러그인 형식의 영상 열화 보정 알고리즘을 고도화하여 Show Control 프로그램과의 상호연동을 고려한 front-end 사용자 인터페이스를 설계하고 개발해야 한다. 다면 영상의 캘리브레이션을 위한 Show Control 시스템 플러그인 형태의 열화 보정 기술 고도화는 영상 기반 열화 보정 알고리즘의 최적화 및 고도화와 열화 레벨에 따른 최적의 열화 보정 기술 적용 추천 알고리즘을 개발하고, 배치 처리 기술 기반 열화 보정 알고리즘 제어 스케줄 방법을 사용해야 한다. 또한 [Fig. 3]과 같이 Show Control 프로그램과의 상호연동을 고려한 front-end UI 설계 및 개발은 기존 Show Control에 익숙한 사용자를 위한 사용자 친화적인 UI 설계를 위하여 친화적 UI를 적용한 Command 전송 클라이언트와 수동 Command 조작 및 현재 동작 상태 확인을 위한 리포팅 기능이 필요하다.



[Fig. 3] UI with Show Control System

측정된 다면 영상의 각 밝기열화 및 색열화에 대해 표준영상을 기반으로 하여 영상 열화 보정을 위한 Show Control 프로그램 플러그인 형식의 SW 색상 및 밝기 보정 기술 개발은 다면 프로젝션 영상 기반 측정된 열화 정보 획득 및 처리 기능과 Show Control 시스템과 상호운용 가능한 플러그인 형태의 필터 처리를 위한 인터페이스 기능이 필요하며 다면 영상의 캘리브레이션을 위한 Show Control 시스템 플러그인 형태의 색열화 및 밝기 열화 보정 기능과 Show Control 시스템과 상호운용을 고려한 front-end UI가 있어야 한다.

각 기능에 대한 주요 성능은 먼저 색열화 및 밝기열화 보정을 위한 필터 처리 지연 시간은 10초 이내이어야 하며, 다면 프로젝션 영상 캘리브레이션을 위한 색열화 및 밝기열화 보정 성공율은 90% 이상이 되어야 한다. Show Control 시스템과의 상호연동을 위한 UI 응답 속도는 3초 이내가 타당하다. 이를 위한 핵심 기술은 Show Control 시스템과의 상호연동을 위한 인터페이스 기술, Show Control 시스템에서 동작 가능한 필터 기반 영상 처리 기술, 다면 프로젝션 영상 캘리브레이션을 위한 색열화 및 밝기열화 보정 기술 등이다[11,12].

각 기술의 적용 범위는 다음과 같다. 프로젝션 영상의 색열화 및 밝기열화 측정 및 분석 기술을 활용하여 동영상에서의 영상 캘리브레이션 기술은 다면 영상관에서의 동영상 제어를 통해 기존 영상 대비 영상 균등화를 보다 개선할 수 있을 것이며, 영상 캘리브레이션 기술의 적용을 플러그인형태의 필터 기능으로 개발하여 기존의 Show Control 프로그램에서 활용 가능하도록 함으로써 기능 확장성을 제공할 수 있다. 또한 다면 영상의 캘리브레이션 기술을 적용하여 영상처리를 이용한 게임, 의료

분야, 가상현실시스템 등 다면 프로젝션 영상을 이용하는 분야에서 활용 가능할 것으로 기대된다.

5. 평가

본 논문에서 제안한 5D 가상현실 어트랙션 콘텐츠는 수익률 높은 새로운 형태의 테마파크 플랫폼 구축이 될 것이며 대형 어트랙션 장비들에 비해 적은 비용이 들고 리뉴얼에 용이하다. 콘텐츠와 센싱의 리뉴얼만으로도 전혀 다른 관으로의 변신이 가능해 빠르게 변화하는 시장의 트렌드에 기민하게 대처할 수 있다. 또한 안정성 있는 틈새시장에 적합하여 수조원이 들어가는 대형 테마파크와 어트랙션의 경우 높은 투자비용의 문제로 지역의 커버 범위가 넓다. 즉, 디즈니랜드, 유니버설과 같은 대형 테마파크의 경우 중국에 런칭을 하더라도 높은 투자에 대한 리스크로 중국 전역에 한 개 혹은 두 개 정도 밖에 들어설 수가 없다. 그러나 롯데월드와 함께 기획중인 중국의 테마파크의 경우 디지털 콘텐츠를 이용한 실내형 컨셉으로 중국의 각 성마다 최소 한 두 개 이상의 프로젝트를 진행할 수 있는 중형 규모의 테마파크로서 높은 방문률과 수입 그리고 인지도 확보를 기대할 수 있다. 이는 규모의 전쟁 중인 해외 대형 프로젝트 사이에서의 현실적이면서 안정성 있는 틈새시장이며 글로벌 이슈로 떠오르는 중국 테마파크 시장으로의 진출이 가능할 것이며 유례없는 높은 성장률로 5년 안에 미국을 뛰어넘어 세계 최대의 테마파크 시장으로 자리매김할 중국으로의 진출이 가능하다. 중국 로컬 테마파크 기업의 니즈를 정확히 파악함으로써 콘텐츠와 테마파크의 플랫폼 수출을 통해 높은 수익을 기대할 수 있다. 또한 테마파크뿐 아니라 다양한 분야로의 새로운 시장이 형성될 수 있으며 국내 설계 중인 디지털 테마파크를 비롯하여 각종 전시관, 홍보관, 기업의 PR관으로의 다양한 응용으로 새로운 시장을 형성할 수 있다.

6. 결론

본 논문은 360°서클비전, 입체영상, 인터랙션, 시뮬레이터, 환경 Effect 등의 모든 요소가 혼합된 새로운 형태의 5D 가상현실 어트랙션 콘텐츠의 개발에 필수인 색상 및 밝기 보정 기술 방법들을 제안하였다. 이를 위하여 영

상 기반 색 열화 및 밝기 열화 모델링이 필요한데 다면 프로젝션 영상의 컬러모델별 색열화 측정 기술, 다면 프로젝션 영상 간 유클리드 거리를 활용한 측정 기술, HSI 컬러모델에서 Hue 채널만을 사용하여 표준영상과 다면 프로젝션 영상 간 측정 기술들이 필요하다. 또한 다면 영상의 캘리브레이션을 위한 Show Control 시스템에서 동작 가능한 플러그인 형식의 영상 열화 보정 알고리즘을 고도화하여 Show Control 프로그램과의 상호연동을 고려한 front-end 사용자 인터페이스가 필요하며, Show Control 시스템 플러그인 형태의 열화 보정 기술 고도화는 영상 기반 열화 보정 알고리즘의 최적화 및 고도화와 열화 레벨에 따른 최적의 열화 보정 기술 적용 알고리즘을 개발해야 한다.

그리고 측정된 다면 영상의 각 밝기 및 색 열화에 대해 표준영상을 기반으로 SW 색상 및 밝기 보정 기술이 있어야 한다. 또한 각 기능에 대한 주요 성능은 먼저 색 및 밝기 열화 보정을 위한 필터 처리 지연 시간은 10초 이내, 다면 프로젝션 영상 캘리브레이션을 위한 색 및 밝기 열화 보정 성공율은 90% 이상, Show Control 시스템과의 상호연동을 위한 UI 응답 속도는 3초 이내가 타당하며, 이를 위한 핵심 기술은 Show Control 시스템과의 상호연동을 위한 인터페이스 기술, Show Control 시스템에서 동작 가능한 필터 기반 영상 처리 기술, 다면 프로젝션 영상 캘리브레이션을 위한 색열화 및 밝기열화 보정 기술 등이 필요하다.

따라서 본 논문은 5D 가상현실 어트랙션을 위한 색상 및 밝기 보정 융합 기술에 필요한 세부 기술들을 제안하였고 향후 이 기술을 바탕으로 5D 가상현실을 위한 캘리브레이션 시스템을 구축할 것이다.

REFERENCES

- [1] P. E. Debevec and J. Malik, "Recovering high dynamic range radiance maps from photographs", In proc. of SIGGRAPH, Vol. 31, pp. 369-378, 1997.
- [2] Aditi Majumder, "Achieving color uniformity across multi-projector displays", In proc. of OEEE Visualization, pp. 117-124, 2000.
- [3] M. Tsukada and T. Tajima, "Projector color reproduction adapted to the colored wall projector", CGIV 2004, pp. 449-453, 2004.
- [4] Nayar, Shree K., et al., "A projection system with radiometric compensation for screen imperfections", ICCV workshop on projector-camera systems (PROCAMS), Vol. 3. 2003.
- [5] G. Wallace, H. Chen, and K. Li, "Color gamut matching for tiled display walls", In proc. of Immersive Projection Technology Symposium, pp. 293-302, 2003.
- [6] Telecommunication Technology Association(TTA), TTAR-07.0015, "High-quality panoramic imaging technology report", 2014.
- [7] D. Ch Kim, T. Hyung Lee, Y. Ho Ha, "Color correction method of the image projected on the screen with camera", The Institute of Electronics and Information and Engineers, Vol. 48, SP, No.1, pp.16-22, 2011.
- [8] K. J Kim, J. S Jo, "A study on the adaptive color correction for a portable projector", Conference on The Institute of Electronics and Information and Engineers, Vol. 32, No. 2, pp. 359-360, 2009.
- [9] LG Electronics, "Keystone correction apparatus and method of the LCD Projector", 2002, Patent, No. 020020003335.
- [10] Samsung Electronics, "The projection lens of the projector shift adjustment device", Patent, No. 1020030085137, 2003.
- [11] LG Electronics., "Video projector calibration and image correction method", Patent, No. 1020080088006, 2008.
- [12] Jung-soo Han, "A Proposal of 360° Projection Image Analysis Method", Journal of Digital Convergence Vol. 13, No. 12, pp. 203-208, 2015.
- [13] Mi-jung Kim, "Research trends in rehabilitation program for disabled applying virtual reality technology in Korea", Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 2, pp. 381-391, 2015.
- [14] Seung-Hwan Oh, "A Research on Expandability of Cultural Assets Restoration Blend using Virtual Reality", Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 8, pp. 465-472, 2015.

- [15] Jae-Sung Kwon, "Effects of Computer Based Virtual Reality Program on Clinical Rehabilitation in Korea: A Meta-analysis", Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 7, pp. 293-304, 2015.
- [16] Kyoung-Hee Lee, Ki-Chul Hwang, "Virtual Reality-based Training Program Using Computer-human Interface for Recovery of Upper Extremity Use in Stroke Patients", Journal of Digital Convergence, Vol. 14, No. 1, pp.285-290, 2016.
- [17] Kyu-Jin Lee, Gui-Jung Kim, "The blocking channel to reduce the performance decrease using the low correlation with cyclic delay scheme in LED-ID system", Journal of Digital Convergence, Vol. 13, No. 10, pp. 319-325, 2015.

저자소개

한 정 수(Jung-Soo Han)

[정회원]



- 1992년 8월: 경희대학교 대학원 컴퓨터공학부(공학석사)
- 2000년 8월: 경희대학교 대학원 컴퓨터공학부(공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재: 백석대학교 정보통신학부 교수

<관심분야> : 가상현실, 3D 모델링, S/W 아키텍처