

RGBW LED를 이용한 Color Sequential 디스플레이 장치의 전력 절감 기법

*권성두, 김명진, 정의영
연세대학교 전기전자공학부

e-mail : *sd.kwon@dtl.yonsei.ac.kr, kmjjang86@dtl.yonsei.ac.kr, eychung@yonsei.ac.kr*

Power Reduction Technique of the Color Sequential Display Device Using RGBW LED

*Sung-Du Kwon, Myeongjin Kim and Eui-Young Chung
School of Electrical and Electronic Engineering
Yonsei University

Abstract

Most of power is consumed by the light source in the projector. To reduce the power consumption by the light source, the method for adjusting the light source according to the brightness of the output image is introduced. However, in case of a bright frame or containing white image, the power reduction effect is negligible. In this paper, we propose more advanced power reduction technique with RGBW Sub-Frame than that of conventional system with RGB Sub-Frame.

I. 서론

최근 LED, Laser 등 광원 기술의 발달과 디스플레이 소자의 소형화로 마이크로 프로젝터 또는 피코 프로젝터로 불리는 휴대형 프로젝션 디스플레이 장치가 개발 되고 있다. 소형 디스플레이 장치는 광원의 이용 방식에 따라 투과형과 반사형, 영상 구현 방식에 따라 Color Filter 방식과 Color Sequential 방식으로 분류된다. 이중 소형화에 유리하고 전력효율이 좋은 반사형 Color Sequential 방식이 주로 사용되고 있다.

마이크로 프로젝터의 개발로 아웃도어 환경에서 대화면 영상 시청이 가능하게 되었고, 이러한 수요로 인해 효율적 전력 관리를 통한 시청 시간 증가는 제품 선택의 중요한 요소가 되고 있다.

본 논문에서는 반사형 디스플레이 소자의 Color Sequential 구동 프로젝터에서 RGBW LED를 적용하여 전력 소모를 효과적으로 줄일 수 있는 방안 대해 기술한다.

II. 본론

2.1 Motivation

Color Sequential 방식의 영상은 해당 프레임의 이미지를 RGB 원색으로 분리하여 드라이버로 전송하고 RGB 영상정보와 해당 색상의 LED 출력을 동기 시켜 순차적으로 디스플레이 소자를 구동하여 출력된다. RGB 전환이 플리커 주파수보다 빠르게 되면 인간의 눈은 하나의 컬러 이미지로 인식하게 되어 프레임을 구성한다[1]. 프로젝터 구동 전력의 대부분은 광원에서 소모되므로 출력 영상의 밝기에 따라 광원을 조정하여 전력 소비를 줄이는 방안[2]이 제시되었다. 그러나 프로젝션 디스플레이의 특성상 전체적으로 밝은 영상이나 흰색이 포함된 프레임에서는 전력 절감 효과가 미

미하거나 거의 없는 경우가 발생한다.

2.2 Proposed Method

본 논문에서는 RGBW Sub-Frame을 사용하여 기존 RGB Sub-Frame을 사용하는 시스템보다 향상된 전력 절감 기법에 대해 제안하고자 한다.

2.2.1 RGBW Color Conversion

흰색 표현을 위해 상대적으로 효율이 좋지 않은 RGB 광원을 모두 동일 밝기로 출력하는 대신, 전력 효율이 가장 좋은 White LED를 사용하여 밝은 영역과 흰색을 표현하고 RGB 광원의 출력은 상대적으로 낮춤으로써 전력 절감 효과를 얻을 수 있다.

White LED의 최대 출력은 RGB 각각의 LED가 낼 수 있는 전체 광량의 합에 맞추어야 한다.

2.2.2 Color Sequential Sub-Frame 변환

RGB 표현을 위한 3Sub-Frame을 RGBW의 4 Sub-Frame으로 변환해야하며, 이 때 출력 영상 1 Frame의 재생 시간은 동일해야 하므로 각 Sub-Frame의 시간은 $1/3(\text{sec/frame})$ 에서 $1/4(\text{sec/frame})$ 로 줄어들게 된다. 또한, 밝기를 동일하게 유지하기 위해 각 RGB 채널의 최대 출력은 4/3배씩 증가해야 한다.

III. 구현

3.1 실험

SEMILEDS사 M63 RGBW LED의 전력 프로파일 [3]을 적용하고, RGB LED의 최대 출력은 20 lumen White LED의 최대 출력은 60 lumen으로 설정하였다.

RGBW 변환은 [4]에서 제안한 기법을 참조하였으며, 영상의 특성에 따른 전력 절감 효과를 시뮬레이션하기 위해 윈도우7 내의 sample 영상(Wildlife, 전체적으로 밝은 영상), 영화 Starwars EP1(전체적으로 어두운 영상), 애니메이션 Frozen(RGB 원색의 비중이 높은 영상)을 이용하였다.

3.2 실험 결과

RGB LED의 광원을 조정하는 경우에 디스플레이 소자의 반사율만으로 영상을 표현할 때보다 10%내외의 전력 절감 효과가 있었다.

그러나 본 논문에서 소개한 RGBW LED 적용 시에는 그림 1, 2와 같이 평균 30%정도의 전력 절감 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

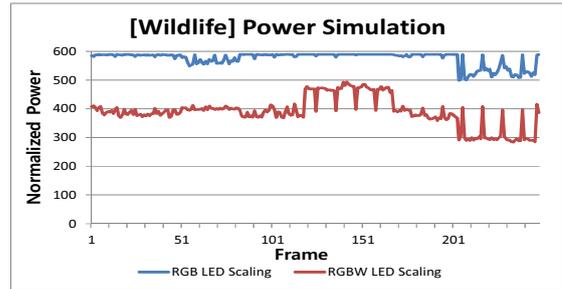


그림 1. Wildlife 영상의 Frame별 광원 소비 전력

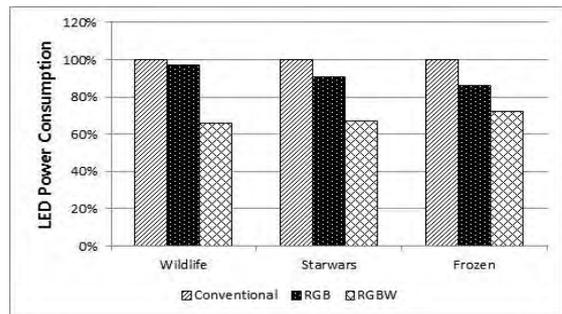


그림 2. 영상별 LED 전력 소비량

IV. 결론 및 향후 연구 방향

전체적으로 밝은 영상에서 RGBW를 이용한 전력 절감 기법은 아주 효과적이거나 원색 비중이 높은 애니메이션 재생 시는 상대적으로 효과가 줄어들었다. 이를 보완하기 위해, RGB 각 Sub-Frame에 임계값을 적용하여 원색의 비중이 임계값 이상이면 RGB, 일반적인 경우에는 RGBW Color Space를 사용하도록 스위칭할 수 있는 시스템에 관한 연구를 진행하려 한다.

참고문헌

- [1] Darmon, Denis, John R. McNeil, and Mark A. Handschy. "70.1: LED Illuminated Pico Projector Architectures." SID Symposium Digest of Technical Papers. Vol. 39. No. 1. Blackwell Publishing Ltd, 2008.
- [2] Fleck, Rod G., and Derek Leslie Knee. "Power saving field sequential color." U.S. Patent No. 8,704,844. 22 Apr. 2014.
- [3] <http://www.semileds.com/>
- [4] Kwon, Kyung Joon, and Young Hwan Kim. "Scene-adaptive RGB-to-RGBW conversion using retinex theory-based color preservation." Display Technology, Journal of 8.12 (2012): 684-694.