

# 다분할 LED 백라이트를 이용한 LCD TV의 화질 왜곡 개선 및 전력효율 향상에 관한 연구

\*,\*\*정혜동<sup>0</sup>, \*\*최범석, \*\*서덕영

\*전자부품연구원

\*\*경희대학교

hudson@keti.re.kr, dcman@khu.ac.kr, suh@khu.ac.kr

## A Study on Improving Image Quality and Power Efficiency of LCD TV using Multiple LED Backlights

\*,\*\*Hyedong Jung<sup>0</sup>, \*\*Beom Seok Choi, \*\*Doug Young Suh

\*Korea Electronics Technology Institute

\*\*Kyunghee University

### 요 약

LED 백라이트는 그 효율, 활용도 및 환경친화성으로 인해CCFL 백라이트를 대체 할 수 있는 좋은 대안이다. 현재 다양한 LED 백라이트 구성방식이 사용되고 있으며, 전력 절감과 명암대비 향상을 위한 다분할 제어방법(local-dimming)도 다양하게 제안되고 있다. 하지만 다분할 된 LED 백라이트의 제어 해상력은 LCD 패널의 해상력에 비해 상대적으로 매우 낮다. 이런 차이는 백라이트 제어 시 사람에게 인지되는 심각한 왜곡을 발생 시키며, 왜곡을 보상하여 극복하기 위해서는 많은 고려사항들을 파악해야 한다. 본 연구는 백라이트의 정확한 제어를 위해 주변 밝기를 고려하는 Cooperative Dimming방법을 제안하고 있으며, 본 제안 기술을 이용하여 요구 밝기를 최대한 만족하는 정확한 제어를 하며, 동시에 전력 소비를 최소화 하는 제어방법을 제안한다.

### 1. 서 론

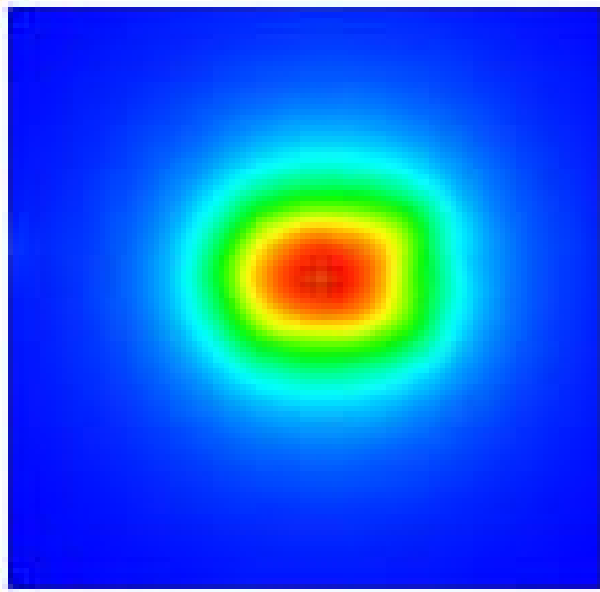
LCDTV는 자체 발광이 불가능하며 영상표현을 위해 후방 광원으로 백라이트를 이용해야 한다 기존의 CCFL 광원을 이용한 경우 구조적 특성상 백라이트가TV의 모서리에 설치되어 확산판을 이용 하더라도 빛의 분산이 고르지 못한 단점으로 인해 최근에는 LED를 이용한 직하형 백라이트가 많은 관심을 받고 있다 또한 배치가 자유로워 백라이트를 여러 구역으로 나누어 고른 빛 분포가 가능하며 각 구역을 부분적으로 제어함으로써 전력 절감과 명암대비 향상에 큰 가능성을 보이고 있다 이와 같이 LED광원을 이용하여 전력 효율을 개선시키기 위한 많은 노력들이 진행 중이다. 항시 켜져 있던 백라이트를 제어함으로써 LCD TV전력 소비에 큰 비중을 차지하던 백라이트의 전력 소비를 줄이며 명암대비 향상을 위하여 영상의 밝기특성에 따라 백라이트를 제어하는 방법을 보았다[1]. 또한 백라이트를 다 분할로 구성하고 각 분할 섹션을 제어하는 local dimming 방법도 있다[2]. 분할된

섹션을 이용한 local dimming은 한 화면의 BLU를 여러 개의 섹션으로 나누어 각각의 섹션의 밝기를 다르게 제어하는 방법이다

Local dimming 알고리즘은 섹션 별 영상의 최대 밝기 또는 평균 밝기를 이용하여 목표 백라이트 섹션의 밝기를 설정하여 제어를 한다 하지만 이와 같은 제어는 문제점을 발생시키기도 한다

첫 번째 문제는 한 섹션의 밝기가 다른 섹션의 밝기 제어에 독립적이지 못하기 때문에 발생한다 또한 확산판의 영향으로 섹션 내에서도 고른 밝기 분포가 나타나지 않는다. [그림 1] 은 이와 같은 BLU 섹션의 밝기 특성을 보여주고 있다 한 BLU 섹션의 경계가 모호하며 밝기 변화는 부드럽게 이어지고 있다

또 하나의 이유로 BLU 와 LCD간의 해상력 차이로 인해 발생하는 문제가 있다 LCD의 픽셀 수 보다 BLU 섹션의 수가 현저히 적어 각 화소별로 적절한 백라이트 밝기로 밝혀 줄 수 없기 때문이다.



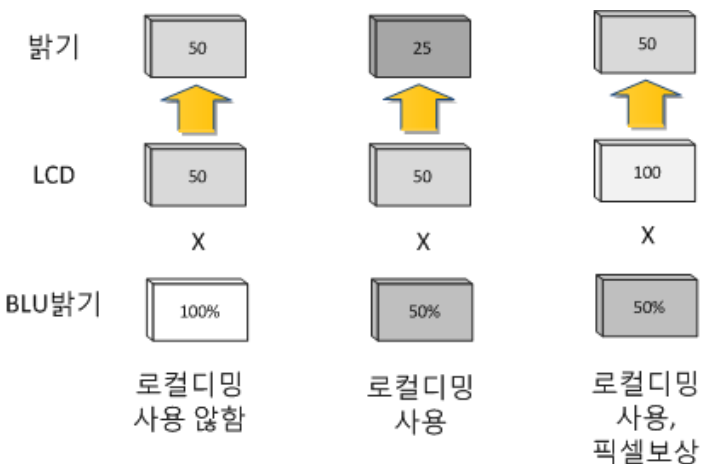
[그림 1] BLU섹션 하나의 주변 밝기 영향 정도

백라이트와 LCD 개방정도에 의한 화면 밝기는

$$L = t * B$$

$L$ =최종 밝기,  $t$ =pixel transmittance,  $B$ =백라이트 밝기

로 결정이 된다. 가능한 최대 밝기는  $B$ 에 의해 결정된다. 하지만 제어된 백라이트는 [그림 1]과 같이 섹션 내에서도 밝기 변화가 있다.

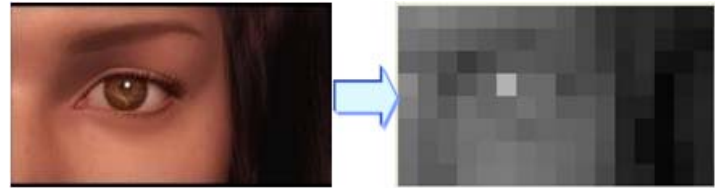


[그림 2] 백라이트와 LCD 개방에 따른 밝기 변화

하지만 섹션 내에서도 픽셀 별 백라이트가 밝혀주는  $B$  값이 다르기 때문에 이를 고려하여 정확한  $B$  값 제어를 가능하게 한다면 정확한  $L$ 을 표현할 수 있다[그림 2]. 정확하지 않은  $B$ 로 인한  $L$ 의 왜곡은  $t$ 의 변화로 보

상할 수 있다. 하지만 이러한 보상 비율이 주변 픽셀과 다를 경우, 보상을 했음에도 불구하고 그 왜곡이 인지될 수 있다.[3]. 본 논문은 이러한 픽셀 보상을 최소화 할 수 있도록 백라이트 제어를 정확하게 할 수 있는 방법을 제시한다.

## 2. 백라이트 밝기 특성을 고려한 제어

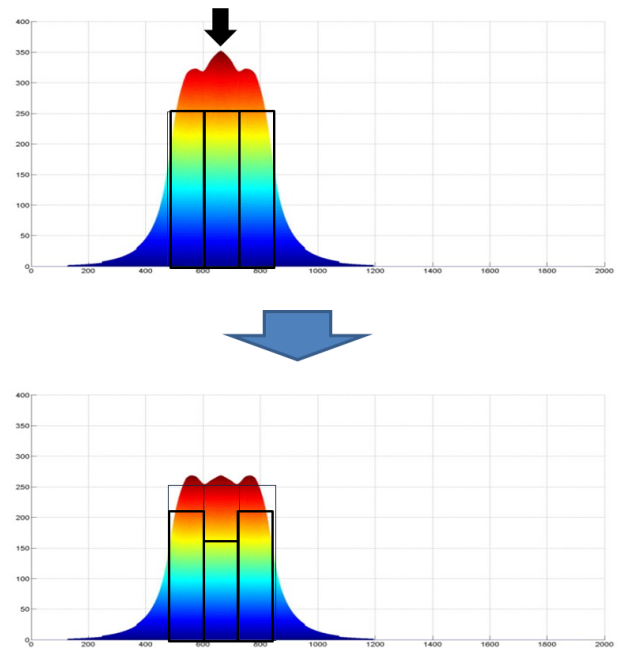


입력 영상

디밍제어 신호

[그림 3] 입력 영상과 디밍 제어

Local dimming은 백라이트를 다분할 하여 [그림 3]과 같이 각 BLU 섹션에 해당하는 영상의 밝기 값들을 분석하고 이를 이용하여 BLU 밝기 값을 정한다. 하지만 영상의 특성만을 이용 할 경우 섹션간 밝기간섭은 고려하지 않아 제어된 밝기 결과는 저역통과필터를 통과한 것과 같은 결과를 보여준다



[그림 4] Local dimming 과 백라이트 간 상호 간섭을 고려한 cooperative dimming의 비교

밝기간섭으로 인한 효과는 [그림 4]에서 보여주고 있으며, 진한 검은 테두리는 제어 값을 보여주고 있다 [그림 4]의 상단 그림은 요구되는 BLU 밝기를 그대로 제어 값으로 입력하여 얻은 결과이다. 그 결과 가운데 BLU의 밝기가 더 밝아지는 것을 확인 할 수 있다 반면에 하단 그림과 같이 BLU간 밝기 상호간섭을 고려하여 제어를 하면 각 BLU간 요구밝기 비율을 유지 할 수 있다 본 논문에서 제안하는 cooperative dimming은 이와 같이 백라이트 간 상호 간섭을 고려하여 서로의 제어 값을 조절하여 평준화된 비율로 밝기 제어를 하는 방법이다 [그림 4]에서 보면 cooperative dimming은 각 백라이트의 제어 값을 기존의 방법보다 낮추어 조절하였고 중앙의 백라이트는 밝기를 더욱 낮추어 실제 밝기의 분포가 목표 밝기와 같은 고른 분포가 되도록 하였다 그러므로 제안된 방법은 선형적인 밝기 분포 비율을 보여주게 되고, 제어 값의 비율만 조정하면 정확성을 유지하면서 전체 밝기를 조절 할 수 있다

### 3. 실험 결과

원 영상을 기준으로 local dimming 과 제안된 cooperative dimming 의 성능을 비교하기 위한 실험을 실시하였다. 실험을 위하여 사용된 환경은 RGB LED 백라이트를 이용한 52" TV, 그리고 시뮬레이션용 워크스테이션 (HP x4600)을 이용하여 영상을 분석을 실시하여 BLU제어 알고리즘 및 영상 출력을 하였으며 BLU 제어는 워크스테이션에서 전송한 제어 값을 FPGA에서

처리하여 PWM 신호로 LED를 드라이브 하는 구조로 하였다.







전체 1536개의 LED를 M x N (M=16, N=12)의 192분할 섹션으로 구성하였으며 각각의 섹션에는 8개의 LED가 배열되어있다.

첫 실험은 BLU 제어의 정확성을 확인하는 실험이다 [그림 5]는 각 방법의 BLU 영상을 비교하고, 실제 목표 밝기와와의 차이 값의 레벨을 영상으로 표현하여 그 오차를 확인 하였다. 백라이트 영상 비교 시 제안된 방법은 섬세한 제어를 하는 반면 기존의 방법은 BLU 간 밝기 상호 간섭을 고려하지 못하여 퍼져 보이는 제어밝기를 볼 수 있다. [그림 5]의 가장 오른쪽 영상은 픽셀의 요구 밝기와 BLU 밝기 비율간의 오차를 보여주고 있다 결과가 밝을수록 오차가 크며 에너지 효율은 감소하게 된다. 비교 시 제안된 방법이 정확성이나 전력효율에서 우수하다는 것을 확인 할 수 있다

다음은 각 방법의 정확한 대비 표현 확인을 위해 제어된 BLU와 영상을 합성하여 확인 하였다 [표 1]의 사진들은 그 결과를 보여주고 있다 원 영상과 비교 시 모든 local dimming 방법은 강한 명암대비를 보여주고 있다. 영상 1의 경우 기존 디밍은 명암대비는 제안된 cooperative dimming 에 비해 강해보이나 명암대비의 비율이 왜곡되고, 전력 소비도 큰 차이가 난다 또한 밝은 부분의 중앙은 과도한 밝기로 인한 포화 상태를 보인다 (참추는 남성의 중앙). 영상 2에서도 마찬가지로 두 방법의 결과는 유사한 영상을 보여주나 전력 효율은 큰 차이를 보이며 영상 1과 마찬가지로 기존의 local



[그림 5] 기존의 local dimming 과 제안하는 cooperative dimming 의 BLU 영상과 오차 비교

		원 영상 1 APL 24%	원 영상 2 APL 52%
		영상 1 기존 디밍 231.0 (w)	영상 2 기존 디밍 270.9 (w)
		영상 1 제안 방법 147.9 (w)	영상 2 제안 방법 168.2 (w)

[표 1] Local dimming 과 제안된 Cooperative Dimming 의 비교

dimming 방법은 밝은 부분의 중앙에서의 과도한 밝기로 인한 포화 상태를 보여준 대비행기 중앙).

#### 4. 결론

제안하는 방법을 통하여 Local dimming LCD TV의 단점인 전력효율 및 명암대비 문제를 해결할 수 있다 기존의 local dimming 도 이 문제를 개선하기에 효과적이지만 제안된 cooperative dimming은 BLU간 밝기간섭을 고려하면 정확한 명암대비를 표현함과 동시에 전력효율도 높일 수 있다는 것을 보여준다.

#### 참고문헌

[1] N. Chang, I. Choi, and H. Shim, "DLS: Dynamic Backlight Luminance Scaling of Liquid Crystal Display," IEEE Transactions on Very Large Scale Integration (VLSI) Systems, Vol. 12, No. 8, Aug. 2004, pp. 837-847.

[2] T. Shiga, S. Shimizukawa, and S. Mikoshiba "Power Savings and Enhancement of Gray-Scale Capability of LCD TVs with an Adaptive Dimming Technique," Journal of the SID 16/2, 2008, pp. 331-316.

[3] W. Lee, K. Patel, and M. Pedram, "White LED Backlight Control for Motion Blur Reduction and Power Minimization in Large LCD TVs," Journal of the Society for Information Display, 2009