

회기 분석 기법을 이용한 LCD 패널의 전력 소모 예측 시뮬레이터 개발

*방성용, 이재범, 정의영
연세대학교 전기전자공학부

e-mail : *bsystar@yonsei.ac.kr, beom@yonsei.ac.kr, eychung@yonsei.ac.kr*

Development of Simulator for Power Estimation in LCD Panels Using A Method of Regression Model

*Sung-Yong Bang, Jae-Beom Lee, Eui-Young Chung
School of Electrical and Electronic Engineering
Yonsei University

Abstract

we present a technique of power estimation for LCD panels using regression model. We extract and model two different power sources in LCD panels, those are gray-scale power and additional power of parasitic capacitors for charge sharing effect with inversion scheme. To model the power source, we use curve fitting and approximation. The results of proposed technique show that an average accuracy of estimation is above 98%.

I. 서론

현재 가장 널리 사용되는 디스플레이인 LCD(Liquid Crystal Display)의 전력 소모는 전체 시스템 전력 소모의 40%를 차지하며, 이를 줄이기 위한 많은 연구들이 지속적으로 진행되어 왔다.[1] LCD 패널(Panel)의 경우 입력되는 이미지 패턴에 따른 전력 소모 양상의 변화가 심하기 때문에 최적화된 LCD 패널의 설계를 위해서는 정확한 전력 소모 예측이 필요하다.[2] 정확한 전력 소모 예측은 LCD 패널의 전력 소모를 감소시킬 수 있는 기술 개발의 기반이 된다. 본 논문에서는 입력되는 이미지 패턴에 따른 패널의 전력 소모를 정확하게 예측할 수 있는 LCD 패널의 전력 소모 예측 시뮬레이터 개발을 목표로 하였다. LCD 패널의 주된 전력 소모처는 데이터선과 TFT-array의 기생커패(parasitic capacitor)들이 된다. 따라서, 제안하는 시뮬

레이터에서는 패널의 전력 소모를 크게 두 가지로 구분하여 예측하였다. 첫 번째는 입력되는 gray scale 데이터들이 데이터선에 의해 소모되는 전력이고, 두 번째는 charge shaing, inversion 등과 같은 패널의 성능 향상 기법에 따른 기생커패에서의 추가 전력 소모이다.[3][4] 시뮬레이터는 두 가지 전력 소모에 대해 몇 가지 샘플을 이용한 회귀 분석을 사용하여 설계되었으며, 실제 여러 가지 이미지에 대한 시뮬레이션을 거쳐 정확도를 검증하였다.

II. 본론

2.1 Gray-scale 전력 소모

LCD 패널에서의 주된 전력 소모는 입력되는 이미지 데이터의 gray-scale 전압이 TFT-array에 충전과 방전이 반복적으로 일어남으로써 일어난다. 제안하는 시뮬레이터는 이러한 gray-scale 전압에 의한 전력 소모를 회귀 분석을 이용하여 구현하였다. 입력되는 전압은 LC(Liquid Crystal)의 기울어짐을 결정함에 따라 빛의 투과량을 조절한다. 일반적으로 LC의 특성은 전압과 빛의 투과율의 관계를 V-T curve를 이용하여 나타낸다. 일반적인 LC의 특성 그래프는 두 개의 변곡점이 존재하는 3차 곡선 형태의 그래프를 나타낸다. 그러므로 gray-scale 전압에 따른 전력 소모 또한 3차 곡선 형태가 나타날 것이라고 가정하고 3차 곡선을 구하기 위해서 실제 측정된 11개의 샘플 데이터를 이용하여 Curve fitting을 적용하였다. 그림 1은 그 결과를 나타낸 것이다. Curve fitting을 통해 구한 3차 곡선의 오차는 2% 이하로 나타났다.

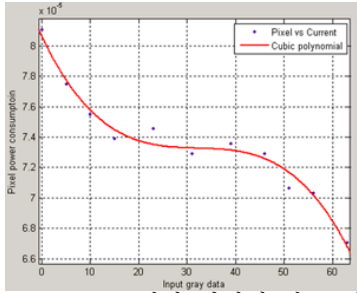


그림 1. Gray-scale 전압 입력에 따른 전력 소모

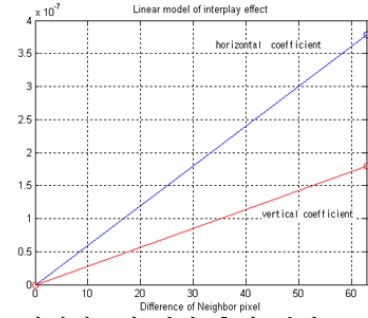


그림 2. 기생캡들에 의한 추가 전력 소모 그래프

2.2 기생캡들에 의한 추가 전력 소모

패널의 성능향상을 위해 inversion 및 charge sharing 기법들의 적용은 기생캡들에 의한 추가 전력 소모를 일으킨다. 예측의 정확도를 향상시키기 위해서 기생캡들의 정확한 모델링이 필요하지만 모든 기생캡들을 고려하는 것은 쉽지 않다. 따라서, 제안하는 시뮬레이터는 기생캡들을 하나의 일반적인 캐패시터(C_{gnr})로 간략화하여 선형 방정식을 유도하였다. 기생캡의 추가 전력 소모는 인접한 픽셀간의 전압차에 의해 일어나고 전압차에 따라 전력 소모는 선형적으로 증가한다. 그리고 전압 차이는 charge sharing의 영향을 받고 수평, 수직 픽셀간 영향이 틀리기 때문에 식 (1), (2) 두 가지 선형 방정식으로 모델링하였다.

$$\begin{aligned} P_{hor} &= C_{gnr} \times |V_{hor_diff}| + A \\ P_{ver} &= C_{gnr} \times |V_{ver_diff}| + B \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} V_{hor_diff} &= |V_{n+1} - V_n| \\ V_n &= V_i \cdot \left\{ 1 - \left(\frac{V_{i-1}}{V_{i-2} + V_i} + \frac{V_{i+1}}{V_{i+2} + V_i} \right) \right\} \end{aligned} \quad (2)$$

그림 2는 추가 전력 소모에 대한 그래프이다. 수평 전력 소모가 더 큰 이유는 charge sharing이 실제 수평 픽셀 간에 일어나기 때문이다.

III. 구현

그림 3은 본 논문에서 제안하는 시뮬레이터의 구조를 나타낸 것이다. 시뮬레이터는 Bitmap 이미지를 입력 받아 앞서 말한 바와 같이 두 개의 전력 소모원에 대한 전력 소모를 각각 계산한다. 실제 검증은 위해

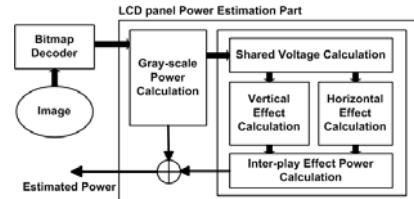


그림 3. LCD 패널 전력 소모 예측 시뮬레이터 구조

패턴	측정치	Gray-scale 전력 예측	전체 전력 예측	GSA (%)	전체 정확도 (%)
horizon-WB	263	226.449	261.247	86.10	99.33
horizon-RGB	255	233.531	262.601	91.58	97.11
vertical-WB	250	226.449	249.921	90.58	99.97
vertical-RGB	250	233.48	249.380	93.39	99.75
l-dot pattern	273	226.449	270.052	82.95	97.97
Test	236	226.53	231.299	95.99	98.91
Average				90.09	98.84

표 1. 전력 소모 예측 정확도에 대한 결과

삼성LTN121W1-L01 노트북용 패널을 타겟 모델로 사용하였으며, 정확도 검증을 위해 6가지 복잡한 이미지 패턴을 사용하였다. 표 1은 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 표의 GSA는 추가 전력 소모를 고려하지 않고 Gray-scale 전력 소모만 고려했을 때의 정확도이다. 이는 평균 90% 정도의 값을 나타내면 두 가지 전력 소모를 모두 고려했을 경우에는 98% 이상의 정확도를 나타내었다.

IV. 결론

LCD 패널의 전력 소모를 정확히 예측하기 위해서 패널의 전력 소모치를 분석하고 소모 양상에 따라 두 가지의 전력 소모 계산 방식을 도출하였다. Gray scale 전압에 의한 전력 소모는 LC의 V-T 특성을 활용하였으며, 기생캡에 의한 추가 전력 소모는 기생캡들의 간략화 과정을 이용하였다. 두 가지를 모두 고려하여 패널의 전력 소모를 예측하였을 경우 평균 98% 이상의 정확도를 나타내었다.

참고문헌

[1] <http://kids.itfind.or.kr>
 [2] B. W. Marks, "Power Reduction in Liquid-Crystal Display Modules", IEEE Trans. on Electron Devices. vol. 29, pp. 1884, 1982.
 [3] Y. Sung, B. Choi, O. Kim, "Low-power TFT-LCD source driver using triple charge sharing method", ICVC'99, pp. 317, 1999.
 [4] 김상수 외, 디스플레이 공학 I (LCD), 청범출판사, 2005.

감사의 글

본 연구는 삼성전자 LCD 총괄의 연구비 지원으로 수행되었음.