
모바일 제품의 효율적인 LCD 밝기 조절 기법에 관한 연구

김종대* · 김영길**

A Study of Efficient LCD Brightness Control Technique in the Mobile Embedded System

Jone Kim* · YoungKil Kim**

요 약

모바일 기기가 오디오 플레이 기능 이외에 비디오 플레이, 게임, 웹 브라우징 등 멀티미디어 기능이 강화 되면서 LCD 디스플레이 사이즈와 해상도가 점차 커지고 높아지고 있다. 그리고 LCD의 밝기도 사이즈 및 해상도와 더불어 점점 밝아지고 있는 추세이다. 그러나 모바일 기기는 LCD 구동 및 백라이트가 전체 시스템 파워 소모의 약 30% 정도를 차지하기 때문에 LCD의 밝기를 무작정 밝게 할 수 없다. 본 논문은 시스템 파워의 상당 부분을 차지하고 있는 LCD 백라이트를 배터리의 특성 및 사용자들의 기기 사용 패턴을 십분 고려하여 간단하고 효율적으로 LCD 백라이트 밝기를 조절하는 기법을 제안한다.

ABSTRACT

There are a lot of multimedia functions getting included in mobile devices recently, not only simple audio but visual functions as well, such as video playing, game and web browsing. Such the visual multimedia functions brought the strong requirement for much bigger LCD Display and high resolution. And the brightness of LCD is also one of major requirements and it is required to be more bright. However, LCD brightness is limited to increase because of power consumption. It occupies nearly 30% of the whole system power. This thesis suggests an effective and simple method of adjusting the LCD backlight brightness, considering a characteristic of battery and user pattern.

키워드

모바일 기기, LCD 해상도, LCD 백라이트, 백라이트 밝기 조절 기법

Key word

RFID, Tag, Reader, Authentication

* (주)LG전자 MC연구소
** 아주대 전자공학과 교수

접수일자 : 2009. 06. 02
심사완료일자 : 2009. 06. 25

I. 서 론

소형 LCD를 사용하는 모바일 기기는 오디오 위주의 기능에서 점차 비디오, 게임 등 Multimedia 기능이 향상된 기기들이 일반화 되고 있다. 그와 더불어 고(高) 해상도의 LCD를 사용함으로서 기능을 보다 화려하게 구현할 수 있게 되었고 많은 기능들이 추가되면서 파워 소모 또한 그만큼 증가하게 되었다.

그러나 모바일 기기의 가장 중요한 요소 중에 하나인 배터리는 사이즈 대비 그 용량이 크게 나아지지는 않았다. 시스템에서 파워 Management을 통해 소모 전력을 최소화 하고 있으나 사용자들은 배터리로 인해 기기의 사용에 제약을 받게 된다.

배터리의 소모를 줄이기 위한 가장 일반적인 방법인 파워 Management는 기능들을 효과적으로 제어함으로써 파워를 최소화 한다. 그리고 기기에서 전력 소모의 약 30% 정도 차지하는 LCD 디스플레이를 효과적으로 조절하기 위한 기법들이 나와 있다. 그중에서도 LCD 백라이트 밝기를 효과적으로 조절함으로써 파워 소모를 최소화 한다.

가장 일반적인 LCD 밝기 조절은 밝기에 따라 Step을 두어 사용자가 밝기 Level을 조절할 수 있도록 하는 방법이 있으며 기기를 배터리 상태에서 동작 시킬 때 오디오를 듣는 경우처럼 사용자가 LCD를 볼 필요가 없는 동작 상태에서는 일정 시간 외부에서 인터럽트가 발생하지 않으면 LCD 백라이트를 자동으로 끄는 방법이 있다. 그리고 백라이트가 꺼진 상태에서도 일정 시간 외부에서 인터럽트가 없으면 LCD 디스플레이를 완전히 껴버린다.

LCD Module도 기술이 발전되어 태양광이 있는 야외에서 모바일 기기를 사용할 때 LCD 백라이트가 켜지지 않아도 디스플레이를 인식할 수 있는 반투과형(Transflective) LCD의 등장도 파워 개선에 상당한 효과를 나타내고 있다.

이런 기술들은 사용자들의 기기 사용의 패턴에 따라 전력 소모에 차이가 있으며 LCD 밝기 Step 별 Level도 모바일 기종마다 거의 유사한 패턴을 가지고 있다. 그리고 반투과형 LCD는 일반적으로 투과형(Transmissive)에 비해 가격이 높아 중, 저가의 모바일 기기에서는 채택하여 사용하기가 쉽지 않다.

이에, 본 논문은 일반적인 모바일 기기의 Step 별 LCD 밝기 패턴이 유사한 점을 개선하여 최소 밝기를 기준보다 획기적으로 낮게 하며, Step 별 밝기 패턴을 사용자들이 일반적으로 백라이트 밝기를 최대로 설정해서 사용하지 않고 중간 밝기에서 가장 많이 사용 점에 착안하여 밝기 패턴에 중점을 두어 밝기를 기준보다 낮게 설정하도록 밝기 패턴 그래프를 수정한다. 그러나 최대 밝기는 기준과 동일하게 밝게 한다.

II. 기존연구들

LCD를 사용하는 모바일 기기들은 주로 이동 중에 많이 사용하기 때문에 기기마다 약간씩 차이가 있으나 배터리의 사용을 고려하여 사용자가 밝기를 설정할 수 있도록 밝기 단계가 있다.

LCD는 화면을 보기 위해 광원(Light Source)이 필요하며 광원에 따라 프론트라이트(Front Light), 백라이트(Back Light) 두 가지 종류로 구분이 된다.

프론트라이트는 LCD 패널 위에 광원이 있으며 라이트를 켜서 화면을 볼 수 있고 햇빛을 광원으로도 사용할 수 있다. 따라서 햇빛이 있는 야외에서는 자체적으로 라이트를 켤 필요 없이 화면을 볼 수 있다.

반면에 백라이트는 광원이 LCD 패널 뒤에 있으며 어두운 곳에서는 자체 백라이트를 이용하지만 야외에서는 햇빛으로 인해 화면이 잘 보이지 않을 수 있다. 따라서 백라이트를 더 밝게 해 줘야 하며 그럴수록 파워 소모는 증가 한다.

파워 소모 면에서는 프론트라이트가 백라이트보다 좋으나 프론트라이트는 칼라 LCD보다는 흑백 LCD를 구현하는데 많이 사용되며 칼라 LCD 화면을 제대로 구현하기 위해서는 백라이트를 사용한다. 따라서 대부분의 중, 소형 LCD는 광원으로 백라이트를 사용한다.

5인치 이하의 소형 모바일 기기의 LCD는 백라이트의 소스가 다르긴 하지만 일반적으로 LED를 광원으로 밝기를 내며 전류로 구동되는 LED는 LED 드라이버(Driver) IC를 별도로 사용해서 제어할 수 있도록 한다.

2.1. LED 탑입 백라이트 유닛 구성

LED BLU(Back Light Unit)의 핵심 구성요소는 크게 세 가지로 구분 된다. 휘도와 색도를 결정하는 램프인 LED, LED에서 발생되는 빛을 효율적으로 모아 한 방향으로 반사시켜 주는 램프 Reflector, 램프 Reflector로부터 받은 선형광을 영상 표시면 전체에 면광원 형태로 만들어 주기 위한 도광판 등으로 구성된다.

LED의 빛이 도광판을 통해 일정 면적과 모양을 가진 패턴으로 화면 전 영역에 걸쳐 빛을 균일하게 분포 시킨다.

도광판 상면에 위치한 확산시트를 통해 빛을 산란시켜 도광판 표면 전반에 걸쳐 빛이 골고루 퍼지게 한다.

프리즘시트는 확산시트에서 나오는 빛을 집광시켜 BLU의 휘도를 상승시키는 역할을 한다.

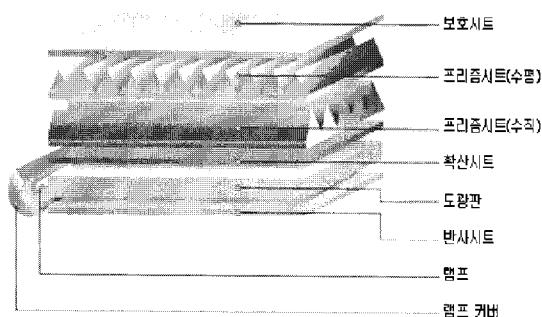


그림 1. LCD BLU 일반적인 구성 형태
Fig 1. General Construction of LCD BLU

2.2. 최소 밝기 구현 방법

LED 탑입의 백라이트를 구동하기 위해서는 대부분 별도의 White LED 드라이버 칩을 사용하며 LED의 개수에 따라 지원할 수 있는 칩도 달라진다.

그림 2는 Maxim 社의 MAX1553 드라이버 칩의 구현 회로이며 일반적으로 LED를 2개에서 최대 6개까지 구동시킬 수 있다. MAX1553은 일종의 DC/DC로 전류로 구동되는 LED에 전류를 제어할 수 있게 되어 있으며 LX 단의 Current Limit은 480mA이다.

기본적으로 전체적인 최소, 최대 밝기 조절은 피드백(Feed Back) 단의 저항 R1로 조절하며 저항 값이 클수록 전체적으로 밝기는 낮아진다. 밝기를 낮게 하기 위해 저항 값을 너무 크게 하면 최대 밝기에 문제가 있어 일반적

으로 저항 값은 드라이버 칩 업체에서 제안하는 값(10Ω)을 근사하게 사용한다.

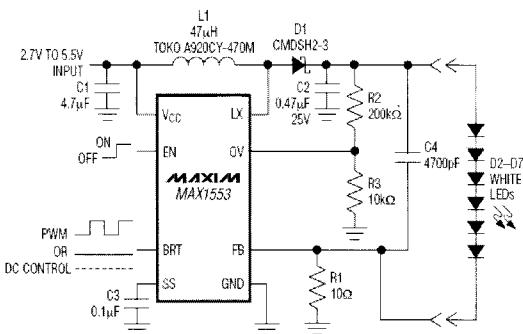


그림 2. Maxim 드라이버 칩 구현 회로
Fig 2. Maxim Driver Chip Embodiment Circuit

2.3. 단계별 밝기 구현 방법

10인치급 중형 LCD를 적용하는 노트북을 포함해 현재 대부분의 모바일 기기들의 LCD 백라이트의 단계(Step)별 밝기를 측정한 결과 그림 3과 같이 정비례적으로 변하거나 유사한 변화 패턴을 보인다.

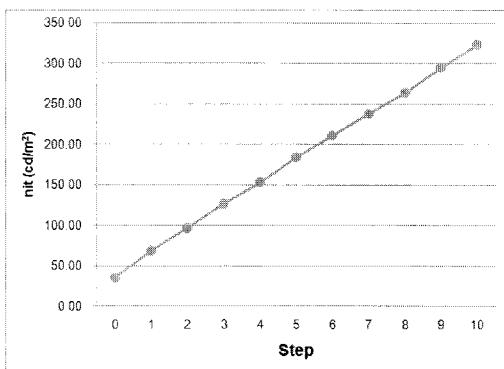


그림 3. 일반적인 단계 별 밝기 그래프
Fig 3. General step-by-step Brightness Graph

사용자가 밝기를 조절하기 위해 기기의 메뉴를 통해 GUI에서 설정하면 CPU Controller는 아날로그 또는 PWM의 Duty 사이클을 통해 드라이버 칩 밝기를 조절한다. 본 논문은 PWM을 통해 밝기를 조절하며 PWM이 완전히 Low가 될 경우 최소 밝기가 되며 High인 DC 상태일 경우 최대 밝기가 된다.

표 1은 단계 별로 표시한 밝기와 그에 따른 전류를 나타낸 값이다. Step 5를 기준으로 봤을 때 LCD 백라이트 밝기는 184nit이며 전류는 10.5mA가 된다.

단계 별 밝기 변화를 정비례적으로 변하게 했을 경우 사람의 눈은 일정 밝기 이상이 되면 밝기가 변해도 크게 밝기의 변화를 인식하지 못한다. 따라서 밝기가 그림 3과 같이 Linear하게 변할 경우 단계가 높은 상태에서 밝기를 올려도 사람의 눈은 크게 인식하지 못한다. 그러므로 사용자는 밝기를 올리더라도 효과를 크게 느끼지 못하게 된다.

표 1. 일반적인 단계 별 밝기 및 전류
Table 1. General step-by-step Brightness & Current

Step	밝기 (nit)	I_{LED} (mA)
0	35.00	1.79
1	68.80	3.58
2	96.50	5.13
3	126.30	6.90
4	153.00	8.41
5	184.00	10.50
6	210.72	12.00
7	237.40	14.30
8	264.00	16.00
9	295.10	18.29
10	323.00	20.50

III. LCD 밝기 조절 기법

제안하는 LCD 밝기 조절 기법은 기존의 구현 방법과 달리 최소 밝기를 더 낮게 하고 일반적으로 사용자들이 가장 많이 사용하는 단계의 밝기를 낮춰 배터리의 소모를 줄일 수 있도록 한다.

일반적으로 사용자들은 모바일 기기를 사용할 때 배터리 소모를 고려해 LCD 밝기를 최대로 하지 않고 중간 단계나 중간 위의 단계로 놓고 사용한다. 이에 착안하여 사용자들이 가장 보편적으로 설정하는 단계에서 기존보다 밝기를 낮춘다.

3.1. 백라이트 드라이버 칩 최소 밝기 구현

그림 4의 내부 블록도를 보면 BRT 펈을 통해 PWM 또는 아날로그 Input이 인가되며 파형의 Duty 사이클을 통해 밝기를 조절한다. 최대 밝기에서는 DC High Input이

인가된다.

백라이트 밝기 동작은 LX 펈으로부터 전류가 들어와 피드백(FB) 펈으로 인가 되는데 최소 밝기와 최대 밝기는 FB 펈 단의 저항 값으로 조절할 수 있다. MAX1553에서 제안하는 저항 값은 10Ω 이나 LCD에 맞게 조절이 가능하다. 피드백 단의 저항 값을 높게 할수록 최소 밝기는 낮아지지만 그와 더불어 최대 밝기가 낮아지게 된다. 따라서 시스템의 특성과 스펙에 맞게 테스트하여 잘 설정할 필요가 있다.

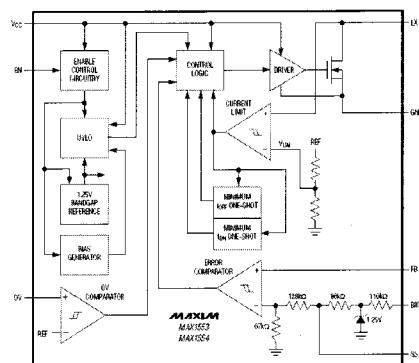


그림 4. MAX1553 내부 블록도
Fig 4. MAX1553 Block Diagram

최소 밝기를 구현하기 위해서는 Maxim 社의 MAX1553 백라이트 드라이버 칩만으로 최소 밝기를 구현하는데 한계가 있다. 피드백 단의 저항 값 조절만으로는 구현하고자 하는 최소 밝기를 표현할 수 없다.

저항 값 조절에 제약이 있는 점을 수정하여 밝기를 구현할 수 있도록 피드백 단의 저항 값을 조절할 수 있는 기법을 그림 5와 같이 구현한다.

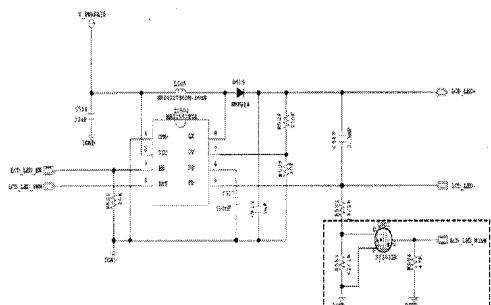


그림 5. 최소 밝기 회로 구현
Fig 5. Minimum Brightness Circuit Embodiment

최소 밝기 일 때만 FET를 OFF 시켜 62Ω 과 13Ω 을 합한 75Ω 의 피드백 저항 값을 가지며 그 외에 밝기는 FET를 ON 시켜 13Ω 의 피드백 저항 값으로 동작하게 한다.

구현 전에는 최소 밝기가 약 35nit, FET로직을 추가함으로써 최소 밝기는 약 7nit로 줄어들었다. 그러나 최대 밝기는 기존과 동일하게 구현할 수 있다.

3.2. 단계 별 밝기 변화 패턴 구현

기존의 백라이트 밝기 변화 패턴은 앞의 그림 3에서처럼 단계와 밝기가 정확히 비례적으로 변화 한다.

사람이 눈으로 밝음을 인식 할 때는 어느 밝기 이상에서는 밝기가 변해도 큰 차이를 인식하지 못한다. 따라서 밝기 변화 패턴이 정비례적으로 변하면 밝기가 어느 이상 변하면 밝음의 차이를 느낄 수 없다. 그래서 밝기를 올려도 밝기의 효과를 인지하는 느낌이 떨어져 제대로 효과를 볼 수 없다.

기본 세팅 중 LCD는 밝기가 중간 단계로 설정이 된다. 그리고 사용자는 LCD 밝기 세팅을 배터리 절약을 위해 최대로 설정하지 않고 중간 단계 혹은 약간 윗 단계로 설정해서 사용한다.

중간 단계의 밝기를 기준 대비 낮추고 중간 단계에서 밝기를 올릴수록 단계 별로 밝기 차이를 크게 하여 사람이 눈으로 밝기 차이를 확실하게 느낄 수 있도록 밝기 패턴을 조절 한다.

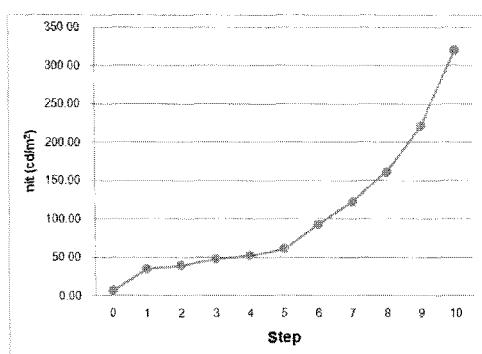


그림 6. 변경된 단계 별 밝기 그래프
Fig 6. Changed step-by-step Brightness Graph

그림 6은 변경된 단계 별 밝기를 보여 주는 그래프이다. 기존의 정비례 그래프에서 완만한 경사를 이루는 그레프가 된다.

중간 단계인 5단계를 기준으로 기존과 비교했을 경우 밝기는 184.0nit에서 60.7nit로 1/3 정도 줄었고, 전류는 10.5mA에서 3.31mA로 1/3 정도 줄었다.

밝기 단계가 올라 갈수록 밝기 차이는 커져 사용자가 단계를 높일수록 밝기의 변화를 눈으로 느낄 수 있게 된다.

표 2. 변경된 단계별 밝기 및 전류

Table 2. Changed step-by-step Brightness & Current

Step	밝기 (nit)	I_{LED} (mA)
0	7.00	0.39
1	35.00	1.79
2	39.40	2.02
3	48.17	2.47
4	52.36	2.69
5	60.70	3.31
6	92.70	4.91
7	122.60	6.68
8	161.20	9.05
9	221.70	13.03
10	320.60	20.30

IV. 구현

본 논문 구현을 위해 삼성의 S3C2443을 사용한 Hardware Platform과 Windows CE 5.0 OS를 이용하여 LCD 밝기 조절 기법을 구현하였다. LCD는 LG Philips 3.5인치 QVGA로 Typical 밝기가 300nit이다. 자세한 스펙은 다음과 같다.

CPU - S3C2443X ARM920T 533MHz
Flash - 삼성 MLC NAND (2GByte)
SDRAM - DDR SDRAM (64MByte)
보조 메모리 - SD Card
LCD - LG Philips 3.5인치
GPS - SirF Star-III
Debugging - Trace32
Data 전송 - USB

본 논문의 구현을 위해 가장 중요한 LCD의 스펙은 다음과 같다.

Maker - LG Philips LB350Q02-TD02

Size - 3.5인치 QVGA, 4:3 Landscape

LCD Type - 투과형, a-Si TFT

Power Consumption - 450mW

Brightness - Typical 300nit

Contrast Ratio - 400:1

4.1. 구현 시스템

제안하는 시스템 구현은 LG전자의 N10 PND (Personal Navigation Device) 제품을 가지고 진행 했다.

N10 시스템은 내비게이션이 주 용도이나 기타 MP3 Player 및 Photo Viewer 기능까지 갖추고 있기 때문에 사용자는 내비게이션 이외의 용도로 들고 다니면서 MP3를 들을 수 있으며 JPEG 그림 파일을 볼 수도 있다.

차량용 내비게이션의 경우 시거잭을 통해 배터리를 충전하며 운전 중 도로 상황을 눈으로 확인해야 하기 때문에 LCD 백라이트는 꺼지면 안 된다. 특히 배터리로 동작할 경우라도 백라이트는 항상 켜져 있어야 한다.

시거잭을 사용하지 않은 상태, 즉 배터리로 시스템이 동작할 경우에는 LCD 백라이트의 밝기 조절이 중요하다. 특히 야간의 경우에는 백라이트를 밝게 설정할 필요가 없기 때문에 밝기를 낮게 설정해도 화면을 잘 인식할 수 있다.

4.2. 구현 방법

이 절에서는 백라이트 최소 밝기 구현 방법과 단계별로 소프트웨어로 제어하는 방법에 대해 상세히 기술한다. LCD 백라이트 단계별 밝기 설정은 사용자가 직접 설정할 수 있도록 그림 7과 같은 GUI 화면을 사용한다. 단계는 총 10단계로 구성되어 있으며 0단계에서 최소 밝기가 구현 되도록 화면이 구성되어 있다.

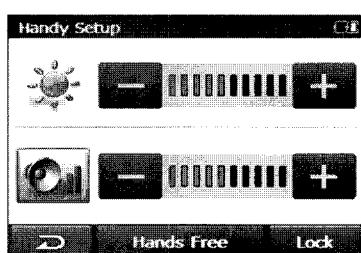


그림 7. 단계별 밝기 설정 화면

Fig 7. Step-by-step Brightness Setting Screen

백라이트 최소 밝기 구현은 앞에서도 설명을 했지만 그림 8처럼 백라이트 드라이버 칩의 기본 회로에 피드백 단의 저항 값을 조절하기 위한 FET와 저항이 하나 추가되었다.

최소 밝기의 Step 0에서는 FET를 OFF 시켜 피드백 단의 저항이 75Ω 이 되어 밝기가 7nit까지 낮아진다. 그리고 나머지 Step에서는 FET를 ON 시켜 13Ω 의 저항 값이 드라이버 칩의 피드백 단에 걸리게 한다. FET는 CPU의 GPIO로 조정할 수 있게 한다.

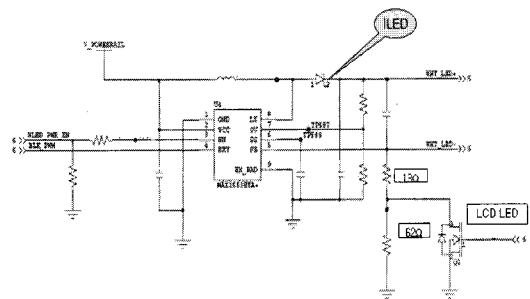


그림 8. 변경된 회로도 및 전류 측정
Fig 8. Changed Circuit Diagram & Current Measuring

4.2.1. 피드백 저항 값 선정

LCD 백라이트가 전체 시스템에서 차지하는 파워 소모를 감안할 때 피드백 단의 저항 값은 신중하게 결정해야 한다. N10은 배터리를 감안하여 시스템에서 전체 최대 전류를 1A로 설정했기 때문에 배터리 충전과 백라이트의 관계를 충분히 고려하여 테스트 하였다.

저항 값 선정은 최대의 악조건 상태에서 테스트를 하였다. 배터리는 완전 방전 상태에서 충전을 진행하면서 측정 했으며 LCD 백라이트는 최대 밝기로, 그리고 스피커도 최대로 설정했다.

배터리 충전은 1A, 백라이트 밝기 최대, 스피커 최대를 동시에 동작 시켰을 때 시스템에서 아무런 문제가 없는 저항 값을 선정하도록 테스트 했다.

일단 저항 값을 선정하기에 앞서 시스템이 최대한 안정적인 상태에서 진행해야 한다. 그리기 위해서는 DVFM(Dynamic Voltage Frequency Management)를 적용해서 LCD 백라이트를 제외한 다른 파트는 최소의 전류를 소비할 수 있도록 최적의 상태로 만든 상태에서 저항 값을 결정을 설정을 했다.

FET를 동작 시켰을 때 필요한 피드백 저항 값이 10Ω 이하일 경우 백라이트 밝기가 340nit가 넘어간다. 백라이트는 최대 밝기, 그리고 MP3를 최대 볼륨으로 동작 시켰을 때 시스템 전체 전류가 1A를 초과하여 백라이트가 깜박이는 문제를 보였다.

저항 값을 13Ω으로 했을 때 최대 밝기도 시스템 스펙 기준인 320nit에 맞으며 스피커를 최대로 동작 시켰을 때 백라이트가 깜박이는 문제도 보이지 않았다.

4.2.2. 최소 밝기를 위한 피드백 저항 값 선정

최소 밝기를 구현하기 위해서는 FET의 동작을 OFF 시켜 피드백 단의 13Ω 저항값 이외에 추가적인 저항이 필요 했다. 시스템 스펙으로 설정된 최소 밝기는 10nit 이하로 했는데 보편화된 저항을 선정하는 과정에서 62Ω 으로 했으며 밝기는 7nit가 되었다.

4.2.3. 단계 별 밝기 소프트웨어 구현

기본적으로 Application은 6개로 구성이 되어 있으며 모든 Application에서 그림 8과 같은 밝기 설정 매뉴얼로 진입할 수 있도록 구성되어 있다. 그림 9는 소프트웨어 블록도를 나타낸다.

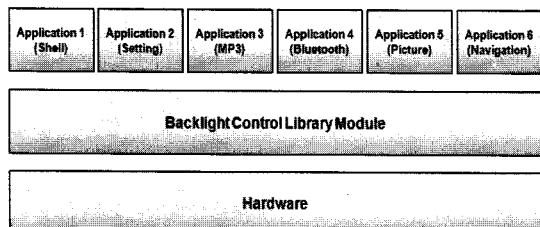


그림 9. 소프트웨어 블록도
Fig 9. Software Block Diagram

모든 밝기는 Backlight Control Library Module에서 PWM을 통해 밝기를 제어하며 Step 0에서 10까지의 PWM Duty는 0, 0, 1, 3, 4, 6, 14, 22, 33, 53, 99%로 되어 있다.

Step 0과 1은 Duty가 0으로 가장 낮은 밝기가 되며 이때는 백라이트 드라이버 칩의 피드백 단의 저항 값에 따라 최소 밝기가 구현된다. Step 0과 1이 PWM Duty는 동일하지만 외부의 FET가 Step 0에서는 OFF가 되며 Step 1 일 때는 ON이 되어 서로 다른 밝기를 보여 준다.

4.3. 측정 결과 비교

표 3은 밝기 단계 별 FET 동작, 백라이트 밝기 및 단계 별 전류를 나타낸다. 최소 밝기인 Step 0에서는 FET를 OFF 시키며 나머지 Step에서는 On시켜 밝기를 조절 한다.

백라이트 밝기 조절 기법을 적용하기 전과 적용 후의 밝기 및 전류 비교는 그림 11과 12에서 각각 비교할 수 있다. Step 0에서 밝기와 전류는 약 5배 정도 절감이 되며 중간인 Step 5에서는 약 3배 정도 절감이 된다. 그리고 최대 밝기는 적용 전과 후가 동일하게 됨을 알 수 있다.

표 3. 단계 별 FET 동작
Table 3. Step-by-step FET On/Off

STEP	FET	밝기 (nit)	I(LED)(mA)
0	OFF	7.00	0.39
1	ON	35.00	1.79
2	ON	39.40	2.02
3	ON	48.17	2.47
4	ON	52.36	2.69
5	ON	60.70	3.31
6	ON	92.70	4.91
7	ON	122.60	6.68
8	ON	161.20	9.05
9	ON	221.70	13.03
10	ON	320.60	20.30

일반적으로 사용자들이 밝기 설정을 가장 많이 한 단계는 Step 5에서 7까지인데 그 단계 사이를 변경 전과 후를 비교해 보면 엄청난 차이가 있음을 알 수 있다.

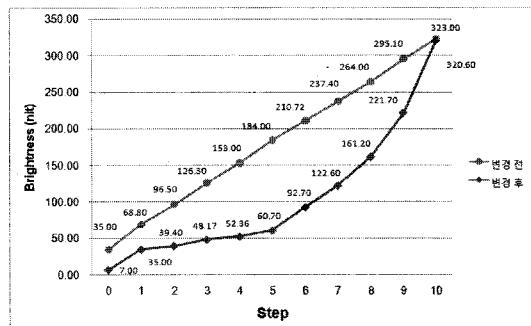


그림 10. 변화 전/후 단계 별 밝기 비교
Fig 10. Step-by-step Brightness Comparison before & after Changing

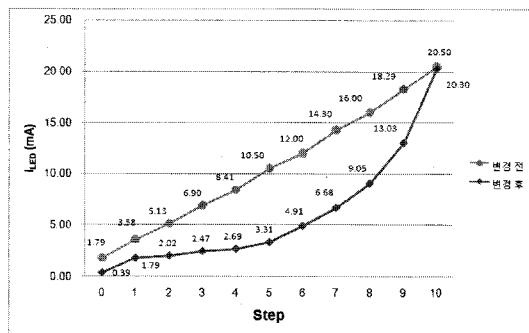


그림 11. 변경 전/후 단계 별 전류 비교

Fig 11. Step-by-step Current Comparison before & after Changing

4.4. 백라이트 밝기 측정 방법

백라이트 밝기 측정 방법은 LCD 업체에서 권장하는 방식과 장비로 측정 했다.

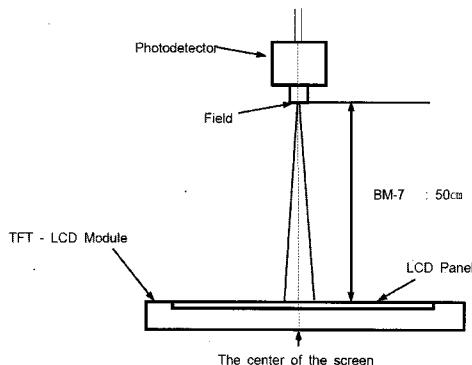


그림 12. 백라이트 밝기 측정

Fig 12. Backlight Brightness Measuring

그림 12는 밝기 측정에 대한 방법을 나타내며 측정 조건은 다음과 같다.

측정 장비 - BM-7

측정 환경 - 암실

측정 온도 - 25°C

측정 거리 - 50cm

백라이트를 10분 이상 켜고 LCD 중앙부 측정

V. 결론

구현 시스템을 이용한 테스트는 단계 별 밝기에 따른 전력 차이를 측정하였다. Step 별 밝기 차이와 전력 비교는 표 4에 기술하였다.

표 4. 구현 시스템 LCD 백라이트 전력 소모

Table 4. LCD Backlight Power Consumption of Embody System

STEP	밝기 (nit)		I _{LED} (mA)		Voltage (V)		전력 (mW)	
	변경 전	변경 후	변경 전	변경 후	변경 전	변경 후	변경 전	변경 후
0	35.00	7.00	1.79	0.39	16.86	16.30	30.18	6.36
1	68.80	35.00	3.58	1.79	16.97	16.86	60.75	30.18
2	96.50	39.40	5.13	2.02	17.12	16.92	87.83	34.18
3	126.30	48.17	6.90	2.47	17.26	17.00	119.09	41.99
4	153.00	52.36	8.41	2.69	17.44	17.05	146.67	45.86
5	184.00	60.70	10.50	3.31	17.60	17.13	184.80	56.70
6	210.72	92.70	12.00	4.91	17.82	17.38	213.84	85.34
7	237.40	122.60	14.30	6.68	18.04	17.59	257.97	117.50
8	264.00	161.20	16.00	9.05	18.29	17.83	292.64	161.36
9	295.10	221.70	18.29	13.03	18.51	18.17	338.55	236.76
10	323.00	320.60	20.50	20.30	18.73	18.71	383.97	379.81

표 4에서 보는 바와 같이 중간 단계인 Step 5를 기준으로 비교했을 때 밝기는 184nit에서 60.7nit로, 전류는 10.5mA에서 3.31mA로 전원은 17.6V에서 17.13V로, 그리고 중요한 전력은 184.8mW에서 56.7mW로 1/3 이상이 줄어 든 것을 볼 수 있다. 전류, 전원, 전력은 백라이트 단만을 측정한 결과이다.

그림 13을 통해 전력을 비교한 그래프를 볼 수 있다. 최대 밝기는 변경 전과 후가 거의 동일 하지만 최소 밝기와 중간 밝기에서 많은 차이를 나타내고 있다.

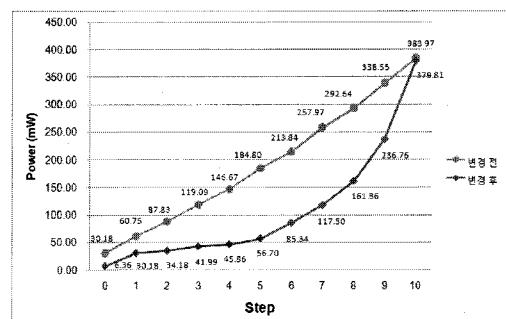


그림 13. 변경 전과 후의 백라이트 전력 비교

Fig 13. Backlight Power Comparison before & after Changing

본 논문을 통해서 기존 적용된 상태에서 간단한 외부 회로를 추가해서 최소 밝기를 구현했으며 사용자의 입장에서 사용자가 가장 즐겨 사용하는 패턴을 십분 고려하여 간단한 소프트웨어적인 수정을 통해 많은 효과를 볼 수 있도록 Prototype에 적용했다.

참고문헌

- [1] Maxim 社의 “MAX1553-MAX1554 Data Sheet”
- [2] www.eic.re.kr 전자정보센터, “[주간전자정보]LCD BLU 시장동향 및 전망”
- [3] LG Philips 社의 “LB350Q02 LCD Data Sheet”

저자소개

김종대 (Wha_Young Kim)



광운대학교 전자공학부
광운대학교 전자공학과 석사
아주대학교 전자공학과 석사
(현) (주) LG 전자 MC 연구소

※ 관심분야 : Power Management, 이동통신 시스템

김영길 (Young-kil Kim)



고려대 전자공학과 학사
한국과학기술원 석사
ENST(프랑스) 박사
아주대 전자공학과 교수(현재)

※ 관심분야 : RFID Platform, Embedded system,
초음파 의료기기, Mobile 의료정보 시스템