

광추적 기법에 기반한 LCD Backlight UNIT의 모의실험에 관한 연구

박은철⁰, 강노경^{**}, 김성철^{**}, 최준수^{*}

ecpark^{*}@cs.kookmin.ac.kr, {ngkang^{**}, sckim^{**}}@maxwell.snu.ac.kr, jschoi^{*}@kmu.kookmin.ac.kr

^{*}국민대학교 컴퓨터학부

^{**}서울대학교 전기·컴퓨터공학부 뉴미디어통신 공동연구소

Development of Simulator for a Design of LCD Backlight Unit

EunChul Park^{*}, NoGyoung Kang^{**}, Seong-Cheol Kim^{**}, Joonsoo Choi^{*}

^{*}Kookmin University, Department of Computer Science

^{**}Seoul National University, School of Electrical Engineering and Computer Science

요 약

현재 사용하는 LCD(Liquid Crystal Display) 장치는 비발광형 LCD장치를 사용하므로 외부광원이 필요하다. 투과형 LCD의 경우는 Panel의 뒷면이나 측면에 전용광원(Backlight Unit)을 사용하여 빛을 투과시킴으로써 발광할 수 있도록 하는 방법을 사용한다. 현재는 이러한 투과형을 사용하는 것이 일반화되는 추세로 광원을 LCD전면으로 효율적으로 반사하는 Panel의 뒷면을 설계하는 다양한 방법이 개발되고 있다. 본 논문에서는 최적화된 설계를 위한 모델링 도구(Modeling Tool)와 주어진 광원으로부터 LCD 전면으로 출력되는 광량의 분포를 예측하는 시뮬레이터(Simulator)를 제안한다.

1. 서 론

현재 많이 사용되는 정보미디어의 표시장치인 CRT(Cathode Ray Tube)는 크기, 중량, 소비전력 등의 본질적인 문제를 가지고 있다. CRT를 대체할 수 있는 FPD(Flat Panel Display) Unit중에서도 LCD(Liquid Crystal Display)는 저 소비전력, 저 전압구동과 함께 대면적, 원색의 표현 등 CRT의 성능에 가까운 표시품질이 가능한 장점이 있다. 그러나 LCD 소자는 그 자체가 비발광형이기 때문에 보통 외부광원을 필요로 한다. 이를 위하여 LCD 전용광원(LCD Backlight Unit)이 필요하며, 전용광원 설계를 개발에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[4].

LCD 전용광원 제작을 위한 기존의 툴(Tool)들은 주로 추적(Trace)의 계산속도 단축에 초점을 맞춘 몬테카를로(Monte Carlo) 방식을 기초로 하며, 계산속도는 상당히 빠르다. 그러나 산란(Scattering)이나 반사(Reflection), 굴절(Refraction)등 광학 현상에 관한 시뮬레이션(Simulation)시 새로 생성되는 빛 없이, 추적경로를 확률에 근거하여 추적하므로 대략적인 분포의 시뮬레이션은 가능하나, 정밀한 시뮬레이션이 어렵다.

본 논문에서는 이러한 LCD 전용광원 설계를 위하여 전용광원에서 나오는 빛의 이동경로에 관한 고찰, 시뮬레이터 설계 및 구현, 예측치와 실측치의 비교로 실질적으로 사용되어질 수 있는 Tool의 개발에 관하여 기술한다.

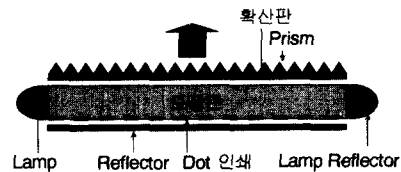
2. 연구 개요

본 연구에서는 LCD전용광원의 빛이 발생하는 부분을 시작으로 면광원이 생성되는 과정까지 실제모델과 동일한 정확한 수치를 사용한다. 이를 위하여 크게 도광판의 형상에 관한 측정, 모의실험(시뮬레이션:Simulation)에 관한 방법 및 구현, 그리고 모의실험에 대한 결과해석

등 세 부분으로 나누어 연구를 수행하였다.

2.1 도광판의 형상

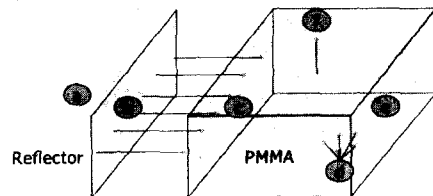
실제 모델을 기반으로 한 모의실험을 수행하기 위하여 시중에 유통되고 있는 17" LCD 모니터에 사용되는 [그림 1]과 같은 구조의 도광판을 실험 대상으로 선정하였다.



[그림 1] 평판형(Flat-Type) 도광판의 구조

2.2 빛의 경로에 따른 광학적 현상의 고찰

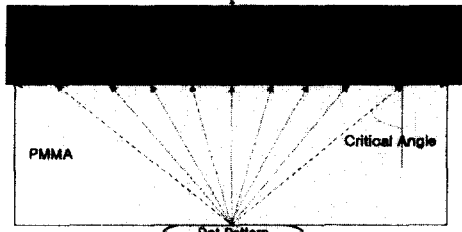
도광판의 빛은 [그림 2]와 같이 도광판의 측면에 위치한 냉음극선관(CCFL:Cold Cathode Fluorescent Lamp)에 의하여 발생된다.



[그림 2] 도광판의 빛의 흐름

Lamp Reflector(②)는 CCFL에서 발생하는 빛이 도광판(PMMA:PolyMethylMethAcrylate)내부로 효율적으로 입광할 수 있도록 하는 구조를 가지고 있다.

PMMA와 공기의 접면([그림 2]의 ㉔와㉕)에서 빛이 PMMA로 입사하는 경우에 빛의 일부는 반사하고 일부는 투과하는데, 각 매질의 굴절율[2][3]에 근거하여 빛의 진행 벡터가 바뀌어 진행된다. 또한 진행시의 투과된 빛과 반사된 빛의 광속(Lumen)은 PMMA의 반사 및 투과 계수에 따라 결정된다.



[그림 3] Dot Pattern에서의 산란

[그림 3]에서와 같이 PMMA 내부로 입광된 빛은 [그림 2]의 ㉔면에 인쇄되어진 Dot Pattern면과 충돌하면서 산란과 함께 도광판의 전면인 ㉑면으로 빛이 출광하게 된다. 한편 출광되는 빛의 분포는 Dot Pattern에 도료 특성, 도료층의 두께, 그리고 도료의 크기에 준한 손실을 및 반사율, 산란율이 다르므로 출광되는 위치별 밝기도 달라지게 된다[4].

2.3 빛의 경로 추적에 관한 연구

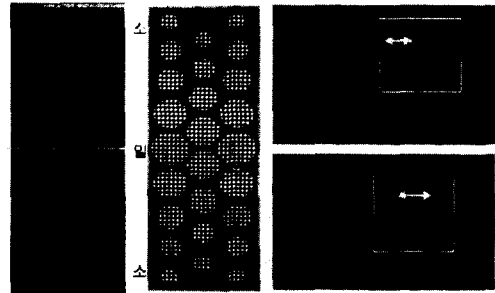
빛의 추적 모델로는 빛의 경로를 하나의 광선(Ray)으로 모델링하는 방법과, 광선을 묶은 형태인 빛의 다발(Beam)로 처리하는 방법이 있다. 또한 빛이 산란, 반사등 투과면에 대한 특성을 모델링하는데 모든 광선을 추적하는 방법과 확률에 근거한 몬테카를로 방법(Monte Carlo Method)이 있다[2]. 본 연구에서는 CCFL로부터 발생된 빛이 Lamp Reflector에서 반사되고, 다시 PMMA에 입사하여 내부에서 산란과 반사를 통해 목적으로 하는 출광면에 도달하기까지의 정확한 결과의 도출을 위하여, 모든 광선을 추적하는 기법을 사용한다.

3. 시뮬레이터 구현

본 연구에서는 LCD Backlight Unit에서 발생하는 물리현상에 근접하게 모델링하는 것이 핵심이다. 이를 위하여 실제 모델을 측정하고 실측자료를 통해 모의실험에 적합한 자료 형태로 가공한 뒤 이를 바탕으로 시뮬레이터를 구현한다. 또한 도광판 전면에 출광하는 광속을 실측하여 모의실험의 검증수단으로 사용한다.

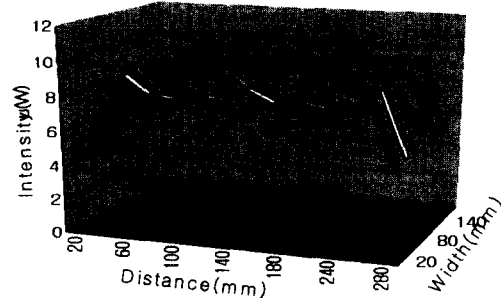
3.1 실제 모델의 측정

측정자료는 크게 형상에 대한 측정과 광학적 현상에 관한 측정이 있다. 형상의 경우에는 Lamp Reflector의 측정, PMMA 크기와 PMMA의 Dot Pattern의 분포측정 등이 있다. 일반적으로 PMMA의 Dot Pattern은 [그림 4]와 같이 CCFL로부터 멀어질수록 Dot Pattern의 크기가 커짐으로서 램프로부터 가장 먼 위치인 중심쪽으로 출광되는 빛의 양을 많게 한다. 이 형상에 관한 수치 자료들은 모의실험의 입력자료로 사용된다.



[그림 4] Dot Pattern의 형상

또한 광학적 현상의 측정에는 Lamp로부터 나오는 광속(Lumen), CCFL이 점등된 후 PMMA 면으로부터 나오는 빛의 위치별 밝기 등이 있다. 이 값은 모의실험 결과의 검증으로 사용한다.

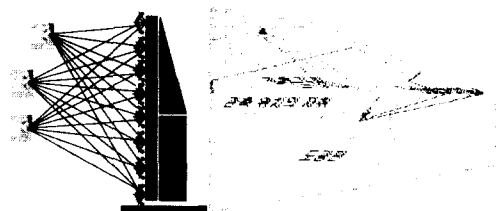


[그림 5] 도광판 표면의 출광량 분포

[그림 5]는 도광판 표면에서의 각 위치별 출광량을 나타낸 것으로 중심부(Distance축 140근처)쪽으로는 밝아지고 가장자리(Distance축 0과 280)로 갈수록 어두워지는 분포를 나타낸다.

3.2 시뮬레이터 구조 설계 및 구현

시뮬레이터의 기본구조는 크게 자료 입력부와 Lamp Reflector 추적, Reflector로부터 도광판 내부로 들어오는 빛의 추적, 그리고 추적된 빛의 내부 산란모듈로 구성된다.

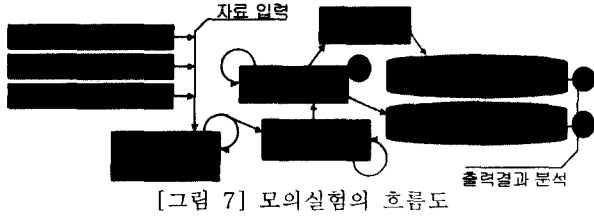


a) 눈의 위치 b) 예측 모델
[그림 6] 관측 위치별 밝기 예측

한편 자료입력이 있는 이후 산란(Scattering)모듈까지 처리가 된 상태([그림 7]의 ㉔)가 도광판에 빛이 나오는 밝기, 즉 확산필름을 사용하기 전상태이다.

이때 [그림 6]과 같이 도광판을 바라볼 때의 형상은 Scattering모듈을 거친 자료를 다시 [그림 7]의 Launc-

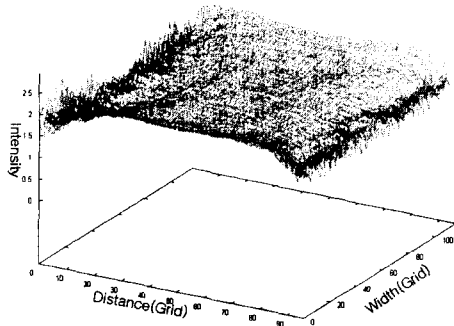
hing모듈을 통하여 실제 바라볼 때와 같은 형태의 예측 자료를 얻어낸다. 이 자료는 도광판으로부터 나오는 빛이 방향 성분을 포함하므로 도광판의 전반적인 출광의 방향을 예측할 수 있다.



4. 모의실험 및 결과 분석

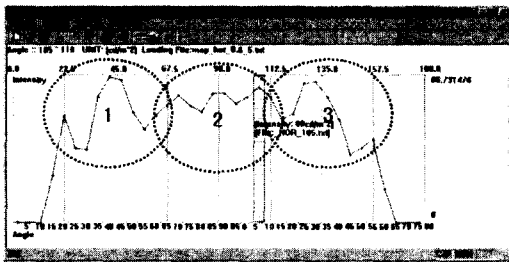
4.1 모의실험

실측된 입력자료를 사용하여 출광강도(Intensity)를 계산한 모의실험 결과([그림 8])는 [그림 7]의 ②와 같이 처리한 후 얻은 형상으로, 전반적인 분포는 측정치와 유사하였다. [그림 8]의 Distance 축은 0과 96까지 구획 분할된 면의 인덱스를 나타내는 것이고, 0과 96의 위치에 CCFL이 위치한 경우이다. Width축은 CCFL의 길이를 나타내며, Distance 축과 같이 구획을 분할한 인덱스이다.



[그림 8] 도광판 표면의 출광강도 모의실험 결과

한편 [그림 7]의 ①과 같이 처리한 후 [그림 6]과 같이 가절된 상태에서 모의실험 결과는 [그림 9]와 같다.



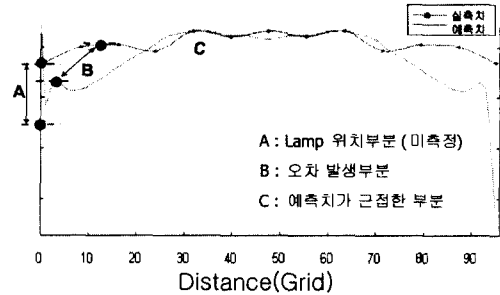
[그림 9] 관측 자취별 출광강도 모의실험결과

[그림 9]는 빛의 방향성분에 대한 각을 5°로, 관측거리를 0.6m로 설정후 도광판 세로축을 기준으로 출력한 모의실험 결과이다. 관측위치별 45°와 135°(1번, 3번)에

서 상당히 많은 양의 빛이 출력되는 결과를 얻을 수 있었다. 또한 도광판을 정면으로 바라보는 경우(90°근처: 2번)에는 45°와 135°에 비하여 적은 양의 빛이 도달함을 예측할 수 있었다.

4.2 결과분석

실제 도광판에서 출광되어지는 빛의 양과 모의실험한 결과치의 수치비교는 Lamp의 거리별 전체 광량을 비교하면 [그림 10]과 같다.



[그림 10] 결과 분석 도표

[그림 10]의 C 부분과 같이 각 위치별 전반적인 형상은 실측치와 모의실험결과가 비슷하지만, [그림 10]의 B 부분에서 차이가 발생하였다. 한편 A 부분은 Lamp가 위치하는 부분으로 측정이 이루어지지 못했으며, 가로축의 0과 96에서의 예측치에 대한 강도값의 차이는 수치를 Graph화할 때 발생한 표현상의 문제이다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 LCD Backlight Unit의 시뮬레이터를 제안하였다. LCD 전용광원 제작을 위한 모의실험에 있어 입력자료를 변형함으로써, 각기 다른 크기의 전용광원을 모의실험이 가능하며, 또한 필요한 부분의 정확한 수치의 출력, 동일한 도광판에서 Lamp Reflector의 형태에 대한 출광량 분석 및 동일한 형태에서 램프위치에 대한 효율성 모의실험 등 다양한 각도로 용도변경이 가능하다.

모의실험 결과 [그림 10]의 B의 위치에서 발생되는 오차는 크게 광원의 모델링과 Dot Pattern의 3차원적 모델링에 오차가 발생하는 것으로 추정되며, 이 부분에 대한 세부적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

•감사의 글: 본 연구는 (주)세양통신의 지원을 받았음.

6.참고문헌

- [1] A. Glassner, An Introduction to Ray Tracing, Academic Press, 1989.
- [2] A. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, Morgan Kaufmann Publishers, 1995.
- [3] W. Griffith, A Conceptual Introduction to Physicals(2nd Ed), McGraw-Hill, 1999.
- [4] A. Horibe, M. Baba, Y. Koike, E. Nihei, "High-Efficiency and High Quality LCD Backlight Using Highly Scattering Optical Transmission Polymer", ICE Trans. Electron, Vol. E81-C, pp 1697-1702, 1999.