

LED전광판 디자인을 위한 시뮬레이터 개발

진성아^{1*}

¹성결대학교 멀티미디어공학부

Simulator Development for LED Display Design

Seongah Chin^{1*}

¹Division of Multimedia Engineering, Sungkyul University

요약 본 논문에서는 LED 전광판 그래픽 디자인이 전문디자이너에 의존하기에 야기되는 고비용 구조의 문제를 해결하기 위해 이미지기반 LED 디자인 시뮬레이터를 제안한다. 현재 LED 시뮬레이터는 텍스트 처리하거나 미리 정의된 심볼을 설계하는 수준 정도에 그치고 있는 실정이다. 따라서 히스토그램 평활화와 bicubic 보간법을 포함하는 영상 필터링 기술을 이용하여 형상을 모델링하고, 컬러매핑, 효과 기능을 추가하여 재생가능한 LED 디자인 시뮬레이터 개발하였다. 시스템의 성능평가를 위해 효과별 실행시간 평가와 카테고리별 다양한 실험결과를 제시하였다.

Abstract In this paper, an image based LED design simulator is proposed to reduce LED design cost mostly contingent on a design expert. Current techniques about LED design schemes have mostly treated text-based LED simulators. The proposed method is to provide novel and easy simulator for LED designers. At first, image filters including histogram equalization, bicubic interpolation, and scaling are employed. Color mapping and special effects are added as well. Experimental results classified into several categories along with running times are shown to validate the proposed methods.

Key Words : LED, Design, Simulator, Image based design

1. 서론

디지털 기술의 발달로 인하여 건축물 내·외부의 조명 환경에도 다양한 변화가 일어나고 있다. 특히 LED산업은 차세대 국가신성장동력 산업으로, 2015년까지 1,000 억불의 시장으로 연평균 성장률 20.2%로 성장할 것으로 전망된다. 거대한 시장과 Green Technology란 기조아래 지구환경 보호, 에너지 절감, 친 소비자적 장점으로 인해 미국, 일본 독일, 대만, 중국과 우리나라간에 LED시장을 선점하려는 기술개발 경쟁이 치열해지고 있다[1,2,3]. LED 조명등은 긴 수명과 고효율을 지원하기 때문에 수요가 점차 확대되고 있고, 성능개선 방법으로 방열 설계 최적화에 대한 연구가 지속적으로 추진되고 있다 [4,5].

본 논문에서는 전광판형 LED 디자인 시 요구되는 복잡하고 까다로운 커스터마이징 문제를 해결하기 위해 이미지를 기반으로 하는 LED 설계 시뮬레이터를 개발하였

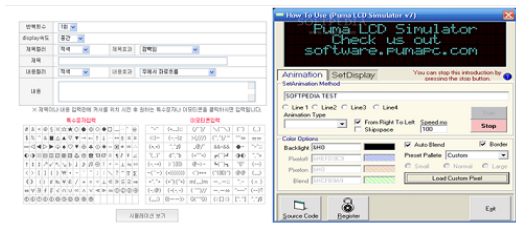
다. 현재 LED 시뮬레이터는 텍스트 처리하거나 미리 정의된 심볼 설계 수준 정도에 그치고 있는 실정이다. 그림 1은 실제로 LED디자인에 사용되는 시뮬레이터로서 텍스트와 아이콘으로 구성된 것이 전부이며, 그래픽인 경우 전문적인 디자이너에 의존하기 때문에 특수주문 제작을 해야 하며 설계공정에 많은 시간이 소요된다. 이를 해결하기 위한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기술적인 해법으로 Rapid Prototyping이 가능한 영상 기반의 저가용 LED 전광판을 목표로 하는 시뮬레이터를 개발하였다. 실제적인 LED전광판과 같은 설계 효과를 주기 위해 112×112 도트의 저가형 전광판 보드를 타겟으로 하였으며 점등기능, 컬러교차, 애니메이션 효과 등을 재생하도록 구현하였다.

*교신저자 : 진성아(solideochin@gmail.com)

접수일 10년 09월 16일

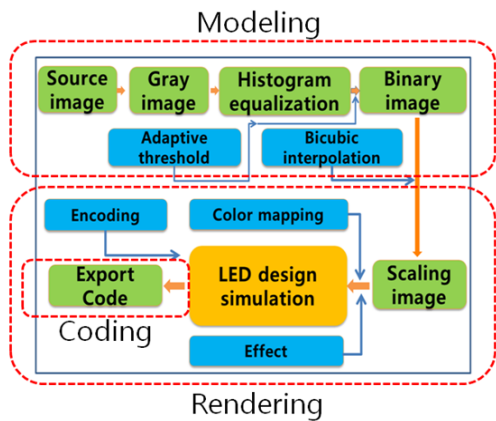
수정일 (1차 10년 11월 25일, 2차 10년 12월 13일)

게재확정일 10년 12월 17일



[그림 1] LED 시뮬레이터 국내(왼쪽) Puma LCD Simulator (미국)

또한 실험적으로 시뮬레이터의 타당성을 제시하고 제작의 용이성을 위하여 아스키 형태로 마킹할 위치를 제공하였다. 그림 2는 제안한 시스템의 구성도이다. 입력영상으로부터 그레이영상으로 변환한 후, 명도 분포를 평활화하기 위해 히스토그램 균등화를 실시하고 이진 이미지를 생성한다. LED전광판의 크기에 맞도록 스케일한 후, 컬러매핑과 효과를 추가한다.



[그림 2] 시스템 구성도

2. LED 디자인 시뮬레이터

시뮬레이터는 그림 2에서 볼 수 있듯이 크게 형상 모델링 모듈과 효과 렌더링 모듈, 코딩 모듈로 구성된다. 형상모델링을 위해 영상 필터링과정을 거친 후, 디자인하고자 하는 영상의 형상을 추출한다. 렌더링 모듈은 시뮬레이터의 해상도에 맞도록 스케일링한 후, 형상모델에 점등 방법을 제공하여 효과를 구현한다. 기본효과와, 컬러 교차, 블라인드, 깜박임 등 애니메이션 기능을 제공한다. 코딩모듈을 제공함으로써 재사용성을 높인다.

2.1 LED 전광판 개요

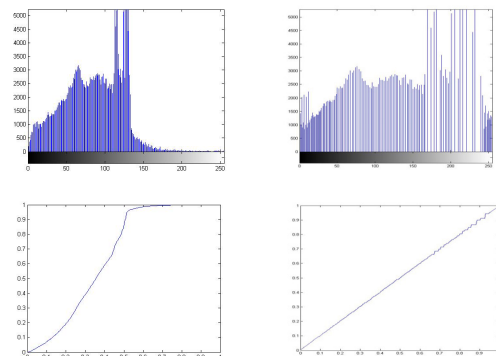
LED 전광판은 LED(Light Emitting Diode) Matrix를 이용하여 문자를 표출하는 시스템으로 고정된 기존의 전광판과는 다르게 다양하게 변경되는 문자 및 Graphic을 표출할 수 있어 광고 및 홍보, 상황판, 정보전달매체로 옥내에 사용하기 적합한 시스템이다. 전광판(LED DISPLAY UNIT : LDU)은 실시간의 정보를 가시적이고 효과적으로 전달하기 위한 전자 매개체이다 [6, 7].

2.2 영상 필터링

입력영상으로부터 그레이 영상을 구한다. 이때 입력영상의 분포가 균일하지 못한 경우, 특징적인 디자인적 요소가 소실될 여지가 있다. 따라서 히스토그램평활(Histogram equalization)로 입력영상의 명암분포를 고르게 하여 영상의 질을 향상시킨다. 그림 3은 호랑이 이미지의 원 영상(왼쪽), 히스토그램 평활화전 영상, 평활화 후의 영상을 순서대로 보여주고 있다. 그림 4는 히스토그램 평활화 전의 명도에 따른 분포도와 평활화 후의 분포도를 보여주고 있다. 다음 단계로 디자인의 특성을 잘 반영하기 위해 이진화를 실시한다. 이때 데이터 특성을 유실을 방지하기 위해 적응적 이진화(Adaptive threshold) [8]방법을 이용하여 정확성을 높인다.



[그림 3] 호랑이이미지 (좌측), 평활화전 이미지 (가운데), 히스토그램 평활화 이미지 (우측)



[그림 4] 활화 전(좌측)과, 후(우측)의 히스토그램과 누적 히스토그램의 명암분포도

2.3 이미지 스케일링

사용자로 부터 입력되는 영상의 크기가 상이할 수 있으며 왜곡을 방지하고 처리속도 향상을 위해 bicubic interpolation을 이용하여 영상을 정규화된 크기로 보정한다 [9]. 이진화 영상의 이미지를 LED시뮬레이터의 최종 사이즈에 맞추도록 보정하기 위해서 보간이 필요하다.

주변의 가장가까운 값으로 선택하는 경우(이웃보간), 이차원 선형보간방식으로 픽셀값을 선택하는 경우 (bilinear 보간) 등이 있다. 선형보간인 경우 속도면에서 빠르긴하나 픽셀값의 분포가 부드럽지 못한 단점이 있다. 따라서 원영상을 특징을 가급적 보존하기 위해 bicubic 보간법을 사용하였다. 네 점을 꼭지점으로 하는 16개의 픽셀값으로 부터 사이값을 계산하는 3차함수를 이용하여 사이값을 계산한다. 삼차다항식의 계수값을 구하여 보간식을 구할 수 있다. 주어진 네 점에서 $f(0,0)$, $f(0,1)$, $f(1,0)$, $f(1,1)$, x방향의 미분계수 $f_x(0,0)$, $f_x(0,1)$, $f_x(1,0)$, $f_x(1,1)$ 과 y방향의 미분계수 $f_y(0,0)$, $f_y(0,1)$, $f_y(1,0)$, $f_y(1,1)$, xy 방향의 미분계수 $f_{xy}(0,0)$, $f_{xy}(0,1)$, $f_{xy}(1,0)$, $f_{xy}(1,1)$ 을 식 (1-3)을 이용하여 구할 수 있다.

$$p_x(x, y) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} i x^{i-1} y^j \quad (\text{식 } 1)$$

$$p_y(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=1}^3 a_{ij} x^i j y^{j-1} \quad (\text{식 } 2)$$

$$p_{xy}(x, y) = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 a_{ij} i x^{i-1} j y^{j-1} \quad (\text{식 } 3)$$

우리의 궁극적인 목표는 임의의 픽셀에 해당하는 값을 구하는 것이다. 따라서 16개의 계수를 구하여 식 (4)를 이용하여 구할 수 있다

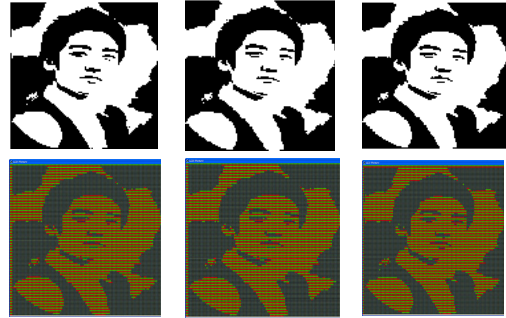
$$f(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} x^i y^j. \quad (\text{식 } 4)$$

그림 5는 양선형 보간, 이웃보간, bicubic 보간의 결과를 보여주고 있다. 실행시간이 문제되지 않는 경우 bicubic 보간결과를 사용하면 섬세한 결과를 얻을 수 있다.

2.4 점등효과

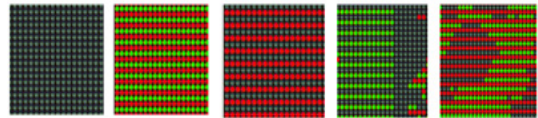
모든 전처리과정을 거쳐 총 112*112픽셀의 이진화된 영상을 각 픽셀을 조사하여 픽셀 값이 0일 경우 켜지지 않은 LED이미지, 255일 경우 켜진 LED이미지를 그려주

었다.



[그림 5] 왼쪽부터 양선형보간, 이웃보간, bicubic 보간으로 생성된 흑백이미지 (첫째 행)와 LED 시뮬레이션 이미지 (둘째 행)

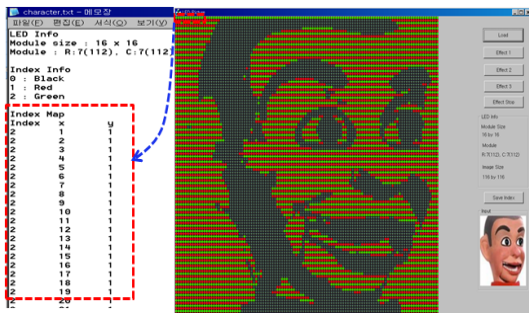
기본적으로 기본 색상 검정색, 녹색, 붉은색을 사용하였으며 이 세 가지 색상을 이용하여 효과를 첨가하였다. 기본효과와, 컬러 교차, 블라인드, 깜박임 등 세 가지의 애니메이션 효과를 추가 하였다. 그림 6은 왼쪽에서부터 검정, 녹색과 붉은색 교차, 검정색과 붉은색 교차 컬러교차, 블라인드 효과로부터 추출된 패치를 보여주고 있다.



[그림 6] 점등효과

2.5 LED 디자인 저장포맷

영상으로부터 생성된 LED디자인 결과물은 재생과 유 기보수 재사용 등을 고려하여 아스키 파일로 보관할 필요가 있다. 이 때, LED 디자인의 특성을 고려하여 헤더 부분에 모듈사이즈(16*16), 모듈픽셀 수(112행, 112열)과 컬러인덱스 정보 검은색(0), 붉은색(1), 녹색(2)을 표기하였다. 인덱스맵은 좌표 x, y에 해당하는 컬러인덱스를 표기한다. 그림 7의 왼쪽은 LED 디자인 저장파일의 모습을 보여주고 있고, 오른쪽 캐리커 그림의 붉은 사각형에 해당하는 컬러인덱스와 좌표값의 내용이 왼쪽 LED디자인 저장파일에서 볼 수 있다.



[그림 7] LED 디자인 저장파일

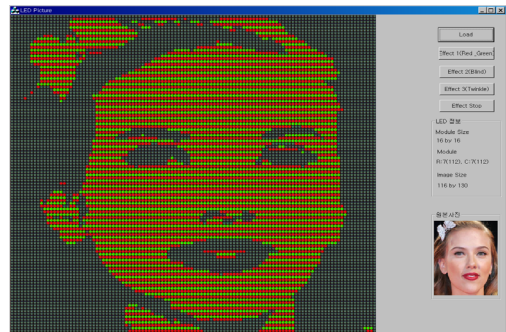
3. 실험결과 및 토의

3.1 개발환경

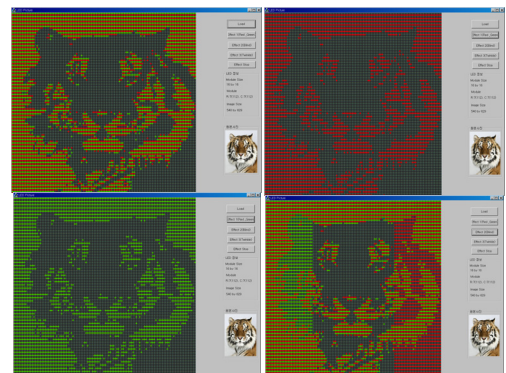
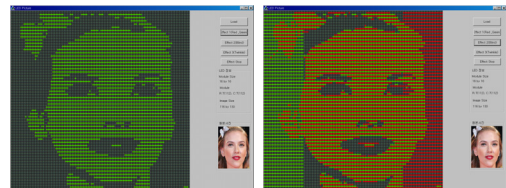
시스템은 MFC를 이용하여 OpenCV API를 이용하여 구현하였다. 본 연구에서 사용된 LED전광판은 16 * 16 도트에 가로로 붉은색과 녹색의 다이오드가 홀수 줄과 짝수 줄로 구성된 모듈이 총 가로,세로 7 * 7 로 배열된 총 112 * 112 도트의 전광판으로 구성한 것이다. 보다 사실적인 LED모사를 위하여 실제 LED 다이오드 이미지를 가져와 화면에 배열하였으며 리소스를 줄이기 위하여 LED 다이오드 이미지 한 장면을 가지고와 화면에 연속적으로 그려주었다. 이러한 기법은 실제 LED를 구현하는 방식에서도 다이내믹 점등이라고 하여 LED를 라인 단위로 연속적으로 점등하여 보는 이로 하여금 마치 전체 LED가 점등된 것처럼 보이는 효과를 주는 것과 동일하다.

3.2 시뮬레이션 결과

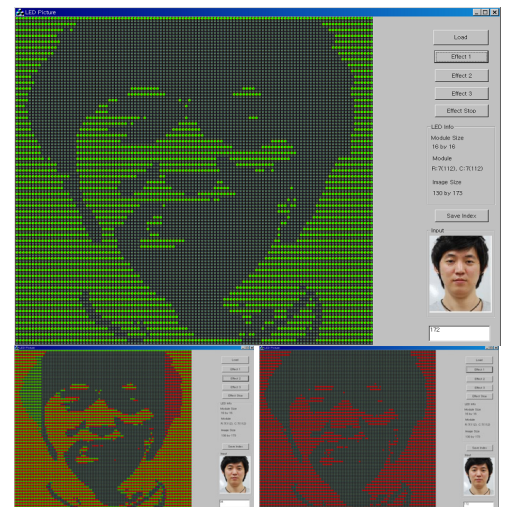
인터페이스는 버튼형식으로 제공하였다. 기본효과는 원본이미지를 로드하면 배경영상에 검은색으로 영상으로 인식되는 부위에 붉은색과 녹색이 교대로 매핑 된다. 교차효과는 붉은색과 녹색을 교대로 칠해준다. 블라인드 효과는 컬러교차 효과로 녹색과 붉은색이 교차된다. 깜박거림 효과는 깜박거림을 제공한다. 그림 8은 우측에 원본영상과 시스템인터페이스, 좌측에 시뮬레이션 실행결과를 보여주고 있다. 그림 9는 호랑이 이미지에 대한 시뮬레이션 결과이고 그림 10은 남성인물에 대한 시뮬레이션 결과이다.



[그림 8] 여성 인물사진 시뮬레이션 결과



[그림 9] 호랑이 결과



[그림 10] 남성 결과

시뮬레이션 결과에서 확인할 수 있듯이 모델링단계에서 추출된 원영상의 형상정보가가 잘 반영되고 있음을 확인할 수 있고 효과가 반영된렌더링 결과도 함께 제시되고 있다.

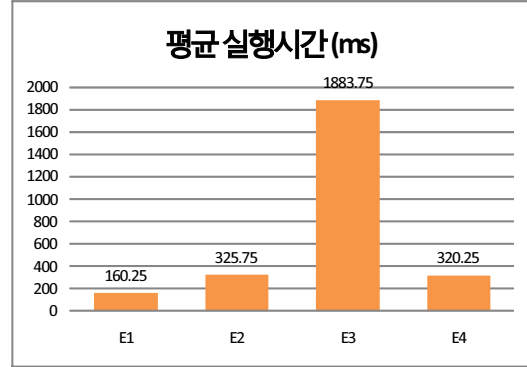
3.3 성능평가

제한한 시스템 성능을 평가하기 위해 인물사진, 동물영상, 개체군으로 분류되는 총 25개의 영상에 대해 실험하였다. 개발에 사용된 CPU는 Intel(R) Core(TM)2 Duo 프로세서 E6550, 2.33GHz이며 2.0 GB RAM메모리를 이용하여 효과별로 실행시간(ms)을 측정하였다. 그래픽 디자인을 지원하는 기존의 LED 디자인 시뮬레이터는 현재까지 본 연구자가 조사한 바에 의하면 디자이너의 수작업에 의존하고 있기에 수작업 공정과 제한한 시스템의 처리시간을 비교대상에서 제외하였다. 따라서 비교 척도로 제한한 시뮬레이터의 원본영상 로딩과 기본효과 (E1), 컬러교차효과 (E2), 블라인드 효과 (E3), 깜박거림 (E4)에 대한 평균시간을 계산하여 제시하였다. 원본영상의 복잡도에 따라서 실행시간의 미묘한 차이가 발견되었다. 그림 11은 시뮬레이션 결과의 평균 실행시간이다. 원본 영상의 필터링에 해당되는 부분을 포함하여 기본효과(E1)는 평균적으로 160.25ms(표준편차 7.85)가 소요되었다. 컬러교차효과는 두색상이 교차하는 시간을 모두 고려하여 측정하였고 평균값으로 325.75ms(표준편차 2.63) 소요되었다. 블라인드 효과(E3)은 평균 1883.75ms(표준편차 4.35)로 다른 효과에 비해 오랜 시간이 걸렸다. 커튼과 같이 양쪽에서 색상이 가운데 지점에서 합쳐지는 효과로 비교적 다른 효과에 비해 소요시간이 길었다. 마지막으로 깜박거림 효과(E4)는 320.25ms(표준편차 9.54)가 소요되었다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구에서는 사진을 입력으로 하는 LED 디자인 시뮬레이션 툴을 개발하였다. 기존의 LED 시뮬레이터는 텍스트위주의 표현으로 한계가 있었으며, 그래픽 설계는 디자이너의 수작업에 의존적이기 때문에 고비용이 소요되며 개인의 취향에 맞는 주문제작은 사실상 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 영상으로부터 별도의 전문가 디자인 작업과정을 거치지 않으면서 빠르게 영상표현을 가능하게 하도록 하며, 또한 실제 LED설계 시, 전구의 위치를 제공하는 파일로 저장할 수 있도록 하여 재사용이 가능하도록 하였다. 실제 LED에 사용되고 있는 애니메

이션 효과를 적용시켜 툴의 효용성을 높여주었다. 결론적으로 별도의 디자이너의 도움없이 사용자가 쉽고 간편하게 이미지를 기반으로 디자인할 수 있는 LED 디자인 시뮬레이터개발 방법을 제시하였다.



[그림 11] 효과별 평균 실행시간

향후 개선되어야 할 점은 고급형 LED를 지원하는 고 해상도 방식의 연구와 고급특수 효과기능이 추가될 필요가 있으며, 화질성능 평가에 대한 추가 연구가 수행될 것으로 기대된다.

※본고는 2009 전자공학회 추계학술대회에서 발표한 요약본을 확장한 논문을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] 친환경·에너지절감형_LED_조명기술_개발, 한국광기술원, 2008.
- [2] 정경화. "3원색 LED 광원 모듈을 이용한 광색 선호도 조사," 조명·전기설비학회 논문지 제18권 제3호, pp. 2004.
- [3] 최종호, "저가형 다기능 LED 전광판 시스템, 강남대학교," 산학기술연구소논문집 제7호, 1999.
- [4] 황순호, 박상준, 이영림, "10W LED 조명등 방열 설계 최적화에 관한 연구," 한국산학기술학회논문지, 제 11권 제 7호, pp. 2317-2322, 2010.
- [5] 어익수, "LED조명기구의 CF-Design 방열해석," 한국산학기술학회논문지, 제 9권, 제 6호, pp.1565-1568, 2010.
- [6] Francis Nguyen, "Challenges in the design of a RGB LED display for indoor applications," Synthetic Metals, vol 122, pp. 215-219, 2001.
- [7] Q J Harmert, P M Weaver and K M Wallace,

"Design-led component selection," Computer Aided Design, vol. 30, no. 5, pp. 391-405, 1998.

- [8] J. Ramesh, R. Kasturi and B. G. Schunck, Machine Vision, McGraw-Hill, Inc, NY, 1995
- [9] W. H. Press, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling, and B. P. Flannery, Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing, 3rd Edition, Cambridge University Press, 2007, ISBN 0-521-88068-8. (C++ code), section

진 성 아(Seongah Chin)

[정회원]



- 1991년 2월 : 전북대학교 수학과 (학사)
- 1993년 2월 : 전북대학교 대학원 전자계산학과 (석사)
- 1999년 12월 : Stevens Institute of Technology, (박사)
- 2000년 6월 ~ 2001년 2월 : 서강대학교 영상대학원 연구교수
- 2001년 3월 ~ 현재 : 성결대학교 멀티미디어공학부 부교수

<관심분야>

시각정보처리, 얼굴모델링, 가상현실, 패턴인식, BCI