

논문 2013-50-10-15

픽셀 배치가 자유로운 임베디드 LED 전광판 모듈 및 제어장치 설계

(A Design of Embedded LED Display Board Module and Control Unit
which the Placement of Pixels is Free)

이 배 규*, 김 정 화**

(Bae-Kyu Lee[Ⓢ] and Jung-Hwa Kim)

요 약

본 논문에서는 적색, 녹색, 청색의 세 가지 고휘도 LED를 하나의 소켓에 설치하여, 하나의 화소체 단위를 만들고, 이 화소체들의 조합과 다수 모듈들의 조합으로 문자, 그래픽, 동영상 등의 다양한 영상을 표출할 수 있는 풀컬러 전광판 모듈 및 제어장치를 개발하였다. LED 전광판 드라이버 모듈은 일정한 단위 면적에 RGB 픽셀을 조합한 도트에 드라이버 회로가 내장된다. 기존의 이러한 모듈형태는 특정 공간 및 설치 공간에 고정된 해상도를 구현하므로 가격이 높게 책정될 수 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 임의의 피치 간격으로 배열이 자유로운 LED 드라이버 및 이에 따른 LED 픽셀 모듈을 개발하였다. 본 논문의 전광판 모듈은 기존 각각의 LED 모듈을 구동함에 있어서 병렬 방식의 데이터 처리 방식을 픽셀을 기준으로 그 위의 서브 모듈과 그 상위에 마스터 모듈의 개념을 도입하고 각각의 화소를 직병렬 통신 방식으로 개선함으로써 인해서 처리할 수 있는 데이터의 속도를 초당 36프레임 이상으로 끌어올려서 상대적으로 데이터의 처리량이 많은 동화상의 경우에도 원활한 디스플레이를 할 수 있도록 하였다. 또한 기존 전광판의 깜박거림 현상이 개선되어 보다 선명한 영상이 제공되는 효과도 있다.

Abstract

In this paper, we installed three high brightness red, green, and blue LED in one socket and made one pixel unit. And we also developed the full-color display board module and control unit which can express various images such as text, graphics, video image with the combination of pixel units and a number of modules. LED display driver module have a driver circuit within the combination of the RGB pixel dot on unit area. These modules of the existing form can be high priced because of implementation a fixed resolution in specific space and installation space. To overcome these shortcomings, we developed a LED driver and LED pixel modules free in array at random pitch intervals. Display board module of this paper enabled to display smoothly video image which have many data processing quantity through dragging data speed up 36 frames per second. Also there are an effect which is provided more clear image because of improving the flickering of the existing display board.

Keywords : High brightness LED, Full-color, Embedded, Display board module, Free pixel placement

* 학생회원, ** 정회원, 조선대학교 전자공학과
(Department of Electronic Engineering, Chosun University)

Ⓢ Corresponding Author(E-mail: yes1771@paran.com)

※ 접수일자:2013년4월19일, 수정완료일:2013년10월1일

I. 서 론

정보화 사회는 많은 양의 정보와 다양한 정보가 통합되는 멀티미디어 환경에서 다양한 형태의 정보 전달 매

체 개발을 가능하게 하고 특히 디스플레이 장치는 대부분의 정보전달이 인간의 시각적 기능을 통해서 이루어지므로 많은 연구가 이루어지고 있다^[1].

LED(Light Emitting Diode)는 발광 다이오드의 약자로 전기에너지를 광에너지로 바꾸는 반도체 소자이다. 수명이 50,000시간 정도로 기존 램프에 비하여 장시간 효율적으로 사용이 가능하고 수은, 방전용 가스 등 유해가스를 사용하지 않으며 유해파장이 없다. 이처럼 친환경과 고효율 특성을 제공하는 LED는 현대와 미래사회 기술 흐름을 대표하는 아이콘이다^[2~3].

또한 LED는 오랫동안 일반 가전제품이나 각종 산업용 기계의 표시용 부품으로 사용되어 왔다. 최근 반도체 기술의 발달은 고효율 고성능의 LED 제조기술을 뒷받침함으로써 LED의 활용범위가 더욱 확대되었고 다양한 응용제품이 개발되고 있다. 이러한 LED를 이용한 응용 제품들은 기존의 광원을 완전히 대체할 것으로 예측되고 있으며, 관련시장의 급성장이 위 예측을 뒷받침해주고 있다.

주요 LED 응용분야 중 하나인 LED 디스플레이 시스템은 기존의 진구나 네온 대신 LED 소자를 광원으로 사용하기 때문에 발열이 적어 안전하고 가벼운데다 내구성이 좋아서 사용 범위가 점차로 확대되고 있다. 특히 대표적인 LED 기반 디스플레이 시스템인 전광판은 LED matrix를 이용하여 문자를 표출하는 시스템으로 다양하게 변화하는 문자열 및 그래픽을 표출할 수 있기 때문에 광고 및 홍보, 상황판 등 정보전달매체로 옥내·외에 사용하기 적합하다.

LED는 불과 몇 년 전까지만 해도 충전연색 표출을 못하는 미완의 표현소자였다. 그러나 일본의 니찌아(Nichia)사가 휘도 높은 ‘블루소자’ 개발에 성공함으로써 비로소 LED 전광판의 활성화가 이루어졌다. LED 전광판은 CRT나 FDT(Fluorescent Discharge Tube) 전광판에 비해 절반 정도의 제작비로 구현이 가능하고, 가벼운 무게, 조립 용이성, 그리고 유지 비용 등 경제적인 효율성으로 이미 대부분의 관련 시장을 차지하고 있다^[4~5]. 또한 최근에는 대형 공연이나 전시회 무대 장치, 미디어 파사드(Media Facade)와 같은 조명 예술 등의 용도로 활용되고 있다.

LED 광원을 이용한 응용제품 중 가장 활용도가 높고 큰 시장을 형성하고 있는 분야는 단연 조명 및 디스플레이 시장이라 할 수 있다. 본 논문은 빛의 삼원색인

적색, 녹색, 청색의 세 가지의 고휘도 LED를 사용하여 풀 컬러를 표출할 수 있는 하나의 화소를 만들고, 이 화소들의 조합을 모듈 형태로 조합하여 이 모듈들의 모자이크 접속으로 다양한 문자 및 그래픽을 표출함으로써 디스플레이 장치로 활용할 수 있으며, 그 외 조명용 램프로도 활용이 가능한 LED 램프 모듈 및 그 제어장치를 개발하고자 한다. LED 전광판 드라이버 모듈은 일정한 단위 면적에 RGB픽셀을 조합한 도트에 드라이버 회로가 내장된다. 기존의 이러한 모듈형태는 특정 공간 및 설치공간에 고정된 해상도를 구현하므로 가격이 높게 책정될 수 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 임의의 피치(Pitch)간격으로 배열이 자유로운 LED 드라이버 및 이에 따른 LED 픽셀 모듈을 개발하였다.

II. LED 전광판의 구조 및 동작원리

그림 1은 대형 LED 전광판의 구조를 나타낸 것이다. LED 전광판의 화면은 크게 도트(Dot), 픽셀(Pixel), 모듈(Module), 타일(Tile)로 구성된다. 도트는 LED 전광판에서 빛을 발하는 한 점으로 Red, Green, Blue 등 여러 종류의 색상을 발광시키는 다이오드를 말하며 전기적인 신호를 가해 필요한 색상을 표현한다. 픽셀은 최소 단위인 도트를 여러 개 모아 구성한 것으로 그 크기는 화질에 따라 도트의 수도 달라진다. 도트가 결합된 배치에 따라 화질도 달라지는데 풀 컬러의 전광판에 사용될 경우 사각 형태로 배치하는 것이 유리하며 풀 컬러 LED 전광판의 경우 보통 2~3개의 도트가 하나의 픽셀을 이루고 있다. 이러한 픽셀들을 일정 수량으로 조합하여 만든 것을 LED 모듈이라고 한다. 모듈은 영



그림 1. LED 전광판의 구조
Fig. 1. The structure of the LED Display board.

상 및 문자를 표현하기 위한 최소 단위로 보통 정사각형의 형태로 되어 있으며 도트의 크기와 모양에 의해 모듈의 크기가 결정되며 사용 목적에 따라 크게 실내용과 실외용으로 분류되며, 사용 목적이나 제조사에 따라 다양한 종류의 크기를 가지게 된다. LED 모듈의 크기는 전광판의 용도에 따라 새롭게 구성되며 모듈 수십개를 조합하여 더 큰 형태의 모듈(타일)을 이룬다.

LED 전광판은 크게 PC, DVD와 같은 소스 이미지 즉, 영상 출력기기와 시스템 제어기, LED 스크린과 모듈 제어기로 이루어진다.

LED 전광판의 전체적인 동작원리를 개략적으로 설명하면 먼저 PC나 DVD 플레이어와 같은 영상 출력기로부터 입력받은 원 영상 정보는 시스템 제어기를 통하여 LED 모듈 제어기로 보내어지게 된다.

시스템 제어기에서는 원 영상 정보를 시스템에서 사용할 수 있는 영상 데이터 신호로 변환하고 LED 전광판은 여러 개의 LED 모듈로 나누어지므로 각 모듈에 맞게 신호를 분할하게 된다. 각 LED 모듈 제어기에서는 시스템 제어기로부터 받은 영상 데이터 신호를 이용하여 RGB 3개의 채널에 PWM 신호를 생성하여 LED 모듈로 보냄으로써 LED 전광판에 최종 영상을 출력하게 된다^[6-7].

PWM이란 펄스 변조방식의 하나로, 변조 신호의 크기에 따라서 펄스의 폭을 변화시키는 변조 방식이다. 인간의 눈은 사물이 1초에 60번 이상 움직일 경우 연속적인 것으로 인식한다. 우리가 보는 영화도 연속적인 것이 아니라 24프레임 즉, 1초에 24장의 사진을 연속적으로 보여주는 것으로 연속적인 화면으로 느끼게 되는 것이다. 이것을 잔상효과라고 하며 LED의 PWM은 이러한 사람이 느끼는 잔상효과를 이용하여 LED를 구동하는 방식을 말한다. LED에 입력 전류를 연속적으로 주는 것이 아니라 사용자의 목적에 따라 한주기 내에서 일정기간에만 전류를 공급하고 나머지 기간에는 전력을 공급하지 않는 방식이다. LED를 PWM으로 구동할 경우 LED가 꺼져있는 시간만큼 소비전력을 줄일 수 있고, 열 발생도 줄일 수 있다. 즉, PWM 디밍 방식은 일정한 전류를 ON/OFF 스위칭하면서 LED에 입력되는 평균 전류량을 조정하는 것이다. 일반적으로 스위칭 속도가 60Hz이상이면 사람의 눈은 밝기의 변화를 연속적으로 인식하기 때문에 화질에 영향을 주지 않는다.

III. 제안한 LED 램프 모듈과 제어장치

본 논문은 빛의 삼원색인 적색, 녹색, 청색 세 가지의 고휘도 LED를 사용하여 그림 2와 같은 하나의 화소 단위를 만들고, 복수 화소들의 조합으로 하나의 모듈을 구성하고, 그 모듈의 다수의 조합으로 하나의 화면이 제공되어 문자, 그래픽, 동화상 등의 다양한 영상을 디스플레이 할 수 있는 칼라 전광판 모듈을 설계하고자 한다.

다음 그림 3은 기존 전광판 모듈의 전기적 회로 구성의 블록도 및 전광판 모듈들의 접속도를 나타낸다.

기존 전광판 모듈의 구성은 제어장치와 각 모듈 간의 접속이 LED 도트 매트릭스 상의 해당 라인을 지정하는 신호가 어드레스 버스 라인(ADD BUS)을 통하여 어드레스 16라인 디코더를 거쳐 접속되고, 클록, 래치, ENABLE 등의 제어신호 통전 라인이 상호 병렬접속되어 있고, 적색, 녹색, 청색 데이터 신호는 모듈 내부의 16 비트 시프트 레지스터를 이용하여 모든 모듈에 직렬로 연결되어, 한 클록 펄스 신호의 라이징 에지(rising edge)에 한 도트씩 시프트하게 되며, 이때 표출하고자

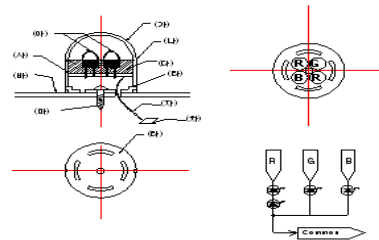


그림 2. 램프 구조를 나타내는 회로도
Fig. 2. The schematic representing the Lamp structure.

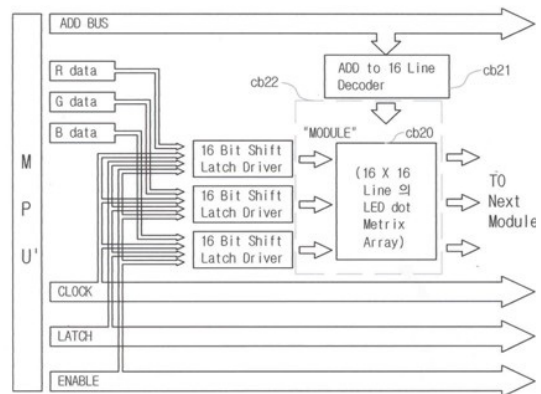


그림 3. 기존 전광판 모듈의 회로도
Fig. 3. Schematic of the existing Display board module.

하는 좌표의 화소에 모듈을 래치 및 출력 신호를 ENABLE하게 되어있다.

종래의 디스플레이는 접속 모듈의 수량에 따라, 상기한 회로 구성 방법으로 제공되는 종래의 칼라 전광판 모듈의 구동 장치에서는 전기 전자적 전문 기술 분야의 개발자 역량 정도만이 표출되어(즉, 전자 분야의 소프트웨어 및 하드웨어 전문가 또는 개발자만이 영상 내용을 편집 할 수 있도록 되어 있는 운영 방법이 복잡하고 전문성을 요구하는 체계로 되어 있으므로), 기존의 영상 편집 전문가의 표현 기량에 비해 단조로운 면이 나타나는 것이 현실이며, 또한 접속 디스플레이 모듈의 수량 증가에 따라 하나의 라인 당 1초에 영상을 표출할 수 있는 시간은 전체 모듈 라인 총 개수 분의 1초가 되므로 모듈 수가 많으면 많을수록 깜박거림 현상이 심하게 나타남으로, 깔끔한 영상의 디스플레이 효과를 표현하지 못하는 단점이 있는 것이다.

따라서 본 논문은 상기와 같은 종래 모듈의 구동 장치에서의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로서, 접속 디스플레이 모듈의 수량에 따라 제어 및 구동 장치의 개발자의 단순한 표출 역량 보다 영상 편집 전문가 즉, 전자적 하드웨어 내지는 소프트웨어 전문가가 아닌 시각 디자인 분야의 전문가의 다양한 표출 기법의 창출과 접속 모듈의 설치 수량 증설에 따른 제품 조립의 편리함과, 기존 모듈의 깜박거림 현상을 개선하여 보다 선명한 화질을 제공하는 전광판 모듈의 구동 장치를 설계하고자 한다.

주 제어장치 부(MCU)에 할당된 통신 포트(PORT-1, PORT-2, ..., PORT-n)에 다중 통신을 위해 각 모듈 간 병렬로 연결되어 구비되는 변조 및 복조 수단의 모뎀 회로는 환경 설정 화면표시 창 상의 중앙처리 장치(MPU)의 기본 환경(작동 운영 등에 관한 환경) 설정 내용과, 환경 설정 화면 표시 창 상의 LED 디스플레이 모듈 부 화상 블록들의 스케줄 관리의 내용이 그림7에 도시한 주 제어장치 및 중앙처리 장치의 플로우 차트에 의해, 주 제어장치로부터 전송되어온 환경 설정 및 디스플레이 표출 데이터(D+, D-)를 MPU에 변, 복조 후 통신(Tx, Rx) 신호로 전송하며, 그 데이터를 램에 저장 하는 한편, MPU는 기준 동기 클럭 발생 부가 입력 부 주변 회로로 구비되고, 또한 출력 부 주변 회로들에 제어용 시간 기준의 동기 클럭을 공급하게 되는 한편, 적색, 녹색, 청색의 각 시리얼 점, 소등 데이터는

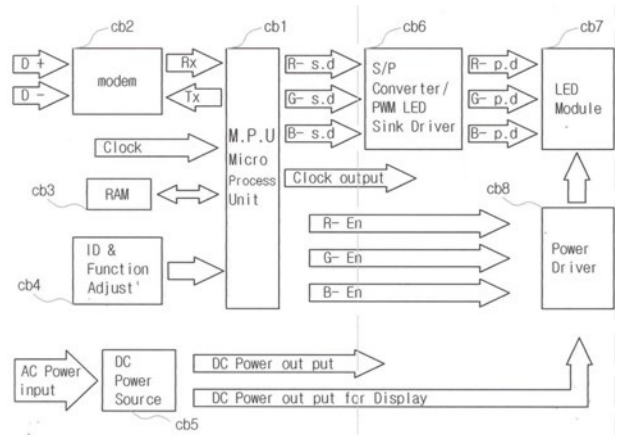


그림 4. 제안한 전광판 모듈의 구동장치
Fig. 4. Driver of the proposed display board Module.

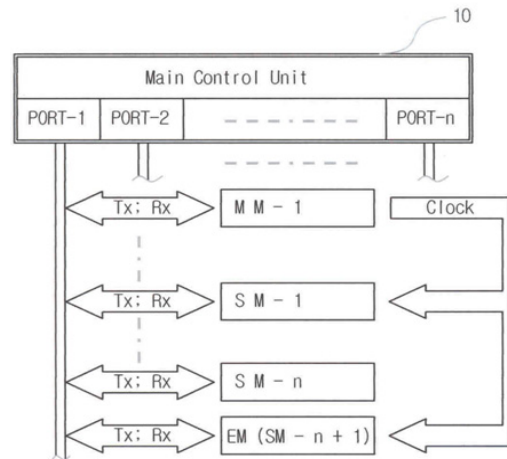


그림 5. MCU에 할당된 통신 포트
Fig. 5. The communications port assigned to the MCU.

직병렬 변환 수단 및 펄스폭 변조(PWM) 싱크 드라이버 부 회로에 의해 LED 모듈의 각 해당 좌표로 전송되어온 밝기(조도) 신호의 병렬 데이터를 전달하게 되는 한편, 직류 전원 공급 부의 과부하를 경감시키기 위한 방법으로, 적색, 녹색, 청색의 ENABLE 신호는 파워 드라이브 부 회로에 구비되는 직류 전력 제어 소자의 스위칭 작용을 이용하여, 직류 전원 공급 부로부터 출력되는 LED 모듈 구동용 직류 전원을 LED 모듈 상의 개개의 LED 들의 한 단자를 공통으로 커먼(common)시킨 단자에 인가되게 한다.

그림 5는 MCU의 할당된 통신 제 1 포트 및 제 2 포트 및 복수개가 증설된 최종 단의 포트에 다중 통신을 위한 통신 라인이 구비되는 한편, 그 통신 라인 마다 그림 4에서 회로가 탑재된 마스터 모듈(MM-1)이 각 포

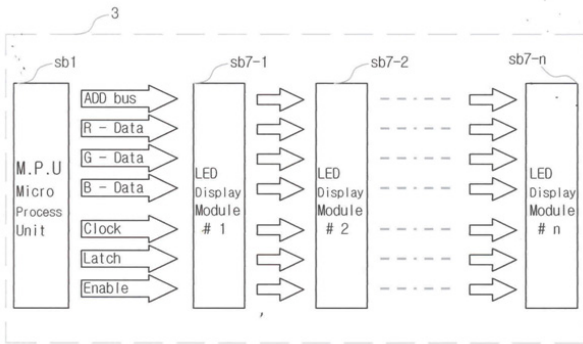


그림 6. 주 제어장치의 환경 설정
Fig. 6. Environment setup of the main control unit.

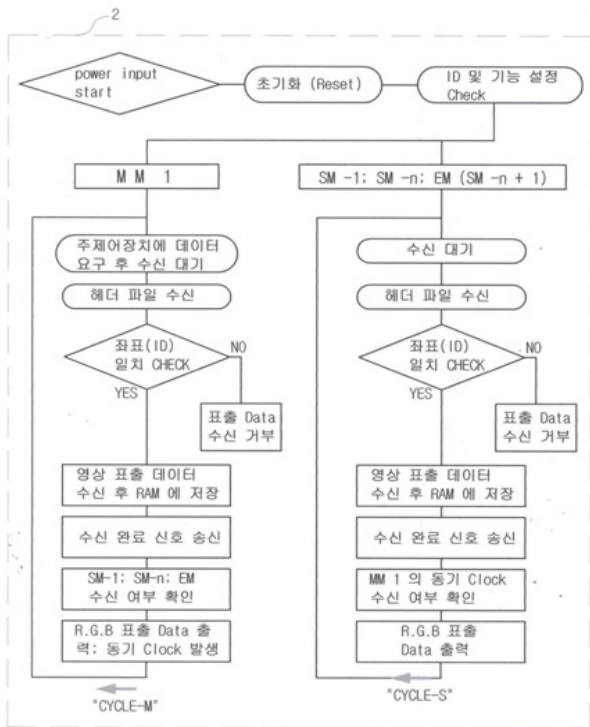


그림 7. MPU 플로우 차트
Fig. 7. MPU flowchart.

트마다 접속되어지고, 그 마스터 모듈에 부속하여, 첫 번째 서브 모듈(SM-1) 및 복수개가 설치된 서브 모듈(SM-n)과 최종 서브 모듈(SM-n + 1)이 접속 구성하여 실시됨을 설명하기 위한 것으로서, 전광판모듈의 구동장치가 복수 개 접속되어 제공되는 경우이다.

그림 6은 전광판 모듈의 구동장치가 복수 접속되는 포트가 구비된 PC 내지는 원 보드 컴퓨터(one board computer) 등으로 구비되는 주 제어장치의 모니터에 뜨는 환경 설정 내지는 스케줄 관리 및 영상 세팅을 위한

화면 표시 창이다.

그림 7은 MPU의 작동 순서도로써 설명하자면 다음과 같다.

전광판 모듈의 구동 장치의 작동 순서가, MCU는 전원을 접속하여 작동이 시작되고, 처음은 초기화 즉, 리셋을 시킨 후, 좌표 설정 및 기능 설정 내용의 데이터를 체크한 다음, 통신 포트에 접속된 마스터 모듈(MM-1)에서는, 주 제어장치에 영상 표출 데이터를 요구 후 수신 대기하다가, 헤더 파일을 수신 한 후, 좌표(ID, 고유 식별 위치 번호)의 일치 여부를 체크하여 불일치 시 영상 표출 데이터의 수신을 거부하고, 일치하면 그 데이터를 수신하여 램에 저장 한 후, '수신 완료'의 신호를 송신 한 후, 서브 모듈들이 데이터를 수신 하였는가를 확인 한 후, LED 디스플레이의 영상 표출 신호 데이터(R, G, B- data)의 출력과 가동 시작 클록 동기 신호를 송출 한 후, MCU에 영상 표출 데이터를 요구 후, 수신 대기 모드로 돌아가는 작동을 반복한다.

통신 포트에 접속된 서브 모듈에서는 데이터 신호 수신 대기 모드에 있다가, 헤더 파일을 수신한 후, 좌표의 일치 여부를 체크하여 불일치 시 영상 표출 데이터의 수신을 거부하고, 일치하면 그 데이터를 수신하여 램에 저장한 후, '수신 완료'의 신호를 송신 한 후, 마스터 모듈(MM-1)의 동기 클록을 수신한 후, LED 디스플레이의 영상 표출 신호 데이터를 출력한 후, 수신 대기 모드로 돌아가는 작동을 반복하는 순서로 영상 표출 작용의 구동이 이루어지는 것이다.

본 논문의 전광판 모듈 구동장치의 디스플레이 부, 즉 영상 표출 부는, 통신 속도 및 MPU의 데이터 처리 속도 및 능력을 감안하여, 가로 16개, 세로 16개, 총 256개의 화소로 또는 일축에 16개, 그와 직각되는 축에 32개, 총 512 개의 화소 등 일정하게 정해진 단위를 이루는 것이 바람직하다.

기존의 전광판 모듈의 구동 장치와 대비해서 영상 편집 작업성이 용이하여 소프트웨어 및 하드웨어 전문가가 아니더라도 영상 및 시각 디자인 분야의 전문가도 쉽게 운용 할 수 있으며, 접속 모듈의 설치 수량 증설 작업의 편리함이 제공되며, 또한 기존 전광판의 깜박거림(잔상) 현상이 개선되어 보다 선명한 영상이 제공되는 것이다.

IV. 구현 결과 및 성능 평가

그림 8은 본 논문에서 구현한 전광판의 시스템 블록 다이어그램을 나타내고 있다.

메인 컨트롤러의 할당된 통신 포트에 멀티 통신으로 각 모듈 간 병렬 연결된 모듈부는 MPU의 기본 환경설정 및 스케줄 관리와 MPU 플로우에 의해 메인 컨트롤러로부터 전송되어 오는 환경설정 및 표출 데이터를 램에 저장하게 되며, RGB의 각각의 데이터는 S/P 컨버터(직렬-병렬 변환)/PWM LED 싱크 드라이버에 의해 LED 모듈의 각기 해당 좌표에 전송되어온 밝기 데이터를 공급하게 되는 것이며, 전원부의 부담을 줄이기 위한 수단으로써 RGB의 EN신호는 DC 전력소자인 FET, SCR, Tr 등의 스위칭 기능을 이용하여 전원부의 디스플레이 전원을 LED 모듈의 RGB 등의 LED Common에 공급하게 되는 시스템이다.

구현된 시스템은 최대 초당 36프레임의 영상 데이터를 전송하므로 기존 전광판과는 비교할 수 없을 정도의 전송속도와 전송량으로 미려한 영상과 역동적인 동화상

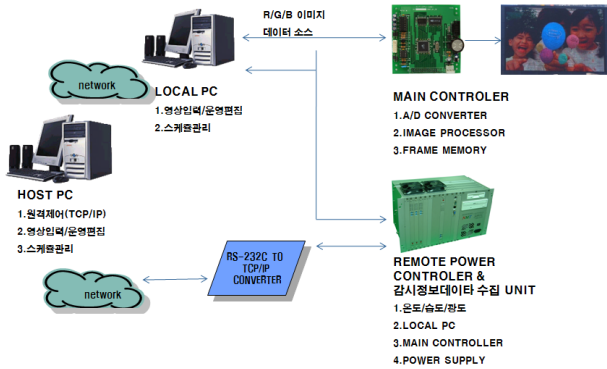


그림 8. 구현한 전광판 시스템
Fig. 8. Implemented display board system.



그림 9. 거리와 높이에 따른 가시거리
Fig. 9. Line-of-sight according to the distance and height.

표 1. 픽셀 간격에 따른 최소 가시거리

Table 1. The minimum line-of-sight to the pixel spacing.

Pixel Pitch	최소 가시거리(Z)	높이(Y)
10mm	15m	1~2F
12.5mm	20m	2~3F
16mm	25m	3~4F
20mm	30m	4~5F
25mm	35m	5~6F
28mm	40m	6~7F

표 2. 정성적 픽셀 간격에 따른 최소 가시거리

Table 2. Minimum visible distance according to the pixel pacing qualitative.

시험군	최소 가시거리(Z)	판정
실험자 A	15m (Pixel Pitch 10mm)	양호
실험자 B		양호
실험자 C		불만
실험자 A	20m (Pixel Pitch 10mm)	양호
실험자 B		양호
실험자 C		양호

을 표출할 수 있다.

또한 통신 방식에 있어서는 LAN 방식, RS-422 방식, USB 멀티통신 등으로 다양하게 구축할 수 있으며 전광판에 있어서 기존의 모듈개념에서 더 나아가 블록 개념을 추가하였다.

예를 들어 10층의 건물에 1층에서부터 10층까지 각각의 층마다 전광판을 설치한다면 층별 전광판을 각각의 블록으로 세팅하고 개별적으로 또는 통합적으로 제어 및 운영이 가능한 시스템이다.

그림 9는 거리(X)와 높이(Y)에 따른 가시거리(Z)와의 관계를 나타낸 것이다.

표 1은 통상적으로 LED 전광판이 설치되어지는 높이에 따른 관찰자의 상대적 가시거리와 픽셀의 거리관계를 나타낸 것이다.

또한 표 2에서 눈높이 기준 170m 표준 시험군을 활용하여 픽셀 피치와 가시거리와의 상관관계를 실험을 통하여 확인 하였다.

V. 결 론

본 논문에서 이루고자 하는 기술적 성과는 기존의 LED 전광판의 최소단위인 도트단위를 RGB를 구성하는 픽셀을 최소단위로 설정하고 이에 대한 Driving 회로를 픽셀 내부에 구현함으로써 사용자가 요구하는 제품에 기계적 단위가 아닌 미디어 단위로 자유롭게 제품을 구성 배치할 수 있는 장점을 부각시키고자 한다.

이로 인해 옥내 외 전광판의 설계기준이 공학관련 엔지니어가 구성하는 방식에서 실질적인 사용자 혹은 미디어 디자이너가 자유롭게 구성 할 수 있도록 하였다.

또한 기존의 각각의 LED 모듈을 구동함에 있어서 병렬방식의 데이터 처리방식을 픽셀을 기준으로 그 위에 서브 모듈과 그 상위에 마스터 모듈의 개념을 도입함으로써 인해서 각각의 화소를 직병렬 통신방식으로 개선함으로써 인해서 처리할 수 있는 데이터의 속도를 초당 36프레임 이상으로 끌어올림으로써 인해서 상대적으로 데이터의 처리량이 많은 동화상의 경우에도 원활한 디스플레이를 할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제시하는 기술로 인해서 문화예술 및 상업, 공공서비스 분야에서 다양하게 활용되어질 것으로 판단되어진다.

REFERENCES

- [1] 이채우, “전자 Display 기술동향”, 대한전자공학회지, 제22권, 제3호, pp.23-30, 1995.
- [2] 정성운, “LED 기반 가시광 통신 기술 동향”, 대한전기학회, 전기의 세계, 제60권, 제6호, pp.25-32, 2011.
- [3] 유영문, “LED 시장 및 기술 동향”, 대한전자공학회지, 제37권, 제2호, pp.24-39, 2010.
- [4] 진상민, 이진우, “LED 전광판”, 한국조명·전기설비학회지, 제24권, 제6호, pp.47-54, 2010.
- [5] 김재영, “옥외 전광판 방송광고의 효용성과 활성화 방안의 탐색적 연구”, 한국옥외광고학회, 옥외광고학연구, 제2권, 제1호, pp.5-22, 2005.
- [6] J. H. Lee, D. Y. Ko, THE INSTITUTE OF ELECTRONICS ENGINEERS OF KOREA, The institute of Electronics Engineers of Korea-IE, Vol.46, No.3, pp.12-18, 2009.
- [7] 하영재, 김윤식, 강영창, 김선형, “LED 풀칼라 전광판용 고속 데이터처리 제어장치 설계”, 한국정보

기술학회 Green IT융합기술 워크숍 및 하계 종합 학술 대회 논문집, pp.493-499, 2009.

저 자 소 개



이 배 규(학생회원)
2008년 호남대학교 광전자공학과
학사 졸업
2011년 조선대학교 행정학과
석사졸업
2011~현재 조선대학교 전자공학과 박사과정

<주관심분야 : 원격 제어 및 모니터링>

김 정 화(정회원)
대한전자공학회 논문지
제41권 SP편 제6호 참조