

지능형 도로 LED 라인조명 시스템

LED Line Lamp System for Intelligent Road

양진영* 김원식** 김진희*** 박찬원****
Yang, Jin-Young Kim, Won-Sik Kim, Jin-Hee Park, Chan-Won

Abstract

This paper presents the development of smart road line lamp system consisting light control device. It can perform the individual power control or partial on/off control of a LED lamp by control center and can detect the error of the LEDs by current sensing . Also, the ability to control the brightness and period of on/off by detecting the car's existence. This light control circuit consists of road line lamp unit device. It can give a lot of solutions when the server, which controls the whole system, is operated through CDMA(Code-Division Multiple Access) network

키워드 : 지능형 도로 시스템, LED 라인조명
Keywords : *Intelligent road system, LED Line Lamp*

1. 서론

본 연구는 고속도로의 노면 또는 중앙분리대 및 자동차 도로의 가로등에 사용되는 조명등의 절전 효과와 우수한 식별성, 편리하며 복잡 다양한 제어성을 대체하기 위해 복수의 고휘도 LED와 마이크로프로세서를 사용한 LED 조광회로로 밝기 변화 조절에 의한 절전과 기능성 점멸 동작을 수행하며 램프의 불량 상태를 확인할 수 있는 기능을 포함하며 조명등의 효율적인 관리와 절전을 위하여 차량의 유무에 따라 등기구의 조도를 단계별로 조절

할 수 있고 일몰일출시의 조도제어기능을 가지며 사고시 점멸제어기능을 가지는 지능화 도로 LED 라인조명 시스템의 개발에 관한 내용이다[5]~[7].

시스템의 일정구간은 유선 통신으로 데이터를 송·수신하며 광범위의 구간별로 이들 데이터를 송·수신하는 무선통신장치가 통합된 1개의 장치 모듈들로 구성되고 이들은 다시 해당 구간마다 전체시스템을 제어하는 부분으로 구성된다[4]. 또한 임베디드 마이크로프로세서를 장치하여 동작 에러를 최소화할 수 있도록 알고리즘을 구성하고 모듈들 간의 통신을 최적화 한다. 설치비용의 경제성을 도모하기 위하여 최신의 SMD부품들을 이용하여 최소한의 사이즈로 제작함과 동시에 도로상의 혹독한 온·습도 조건과 물리적, 화학적 조건에도 정상 동작이 될 수 있도록 온도센서에 의한 온도 자기보상과 자체 진단기능을 가진다[1]~[3]. 유지보수의 편리함을 위하여 경량 및 소형의 휴대용 제어 장치를 포함하여 Update 및 Debug시 사용할

* 강원대학교 전기전자공학과 석사과정
** 벽산 엔지니어링
*** 코맥스 통신 엔지니어링
**** 강원대학교 전기전자공학과 교수, 공학박사, 교신저자

수 있다.

본 장치는 연속과제로 개발되는 지능형 도로 LED라인조명 시스템으로 전체 시스템의 제어 및 기록, 유지하는 서버와 연동하여 다양한 솔루션을 제공 할 수 있다.

2. 본론

2.1 지능형 도로 LED라인조명 시스템의 구성

지능형 도로 LED라인조명 시스템은 LED Line Lamp Unit과 Command / Data 중계 제어 장치, 차량 통행 검출 장치, 휴대용 제어 장치로 기본적인 구동 성능과 제원은 다음과 같다.

(1) Line Lamp Unit

Line Lamp Unit의 기본 광원은 5W급 고휘도 LED Lamp를 채택하여 기본적으로 1~5개의 개별 램프를 제어 할 수 있도록 구성하였다. 또한 Line Lamp의 불량 상태와 운전 상태를 감시하고 여러 단계의 밝기 변화와 절전, 방열을 고려하여 PWM 방식으로 구동토록 하였으며 입력전원은 누전과 사고시의 안전을 고려하여 직류 24V / 0.3A ~ 1.5A이며 10단계의 밝기 조절 기능 및 점멸 주기 제어기능과 온도 변화에 따른 기기의 오동작을 방지하기 위하여 내부 Heater 및 Fan 등의 온도 제어 기능, 고휘도 LED의 안전한 동작을 위한 정전압, 정전류 방식의 구동 기능 그리고 다단계 밝기 변화를 위한 PWM 구동 방식을 포함하였다

(2) 중계 제어 장치

본 중계 제어 장치는 기본적으로 50개의 단위 Line lamp Unit을 제어토록 하며 Command 중계 제어 장치와의 통신이 단절된 경우에도 단독으로 하부에 연결된 Local 장치들을 제어하는 기능을 가진다. 또한 Line lamp군의 전력을 공급하는 전원 공급 장치를 포함하며 차량 검출 장치와 연동하여 Line lamp Unit을 제어하는 기능을 가진다.

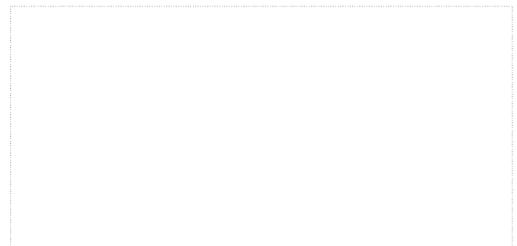
자체 기기 파손의 감지 및 경보 발생시 SMS 기능을 통하여 각 개별 Line lamp Unit의 이상 유무 감시 기능을 하며 통신선로상의 이동되는 Data의 모니터링의 기능도 가능하다. 입력 전원은 AC 220V, DC 24V이며 LCD 표시 디스플레이와 Key Board입력장치를 구비하고 있다.

(3) 차량 통행 검출 장치

Data 중계제어 장치마다 1개씩의 차량 통행 검출 장치를 설치하여 차량의 통행 유·무를 판단하여 제어 신호를 전송하도록 하는 장치이다. 초음파 방식으로 고속도로 차량 이동 속도를 고려하여 1초에 100번의 신호를 Sampling한다. 또한 전원과 통신 및 운영 방식은 Line lamp Unit과 동일한 구조로 하여 관리에 편의성을 추구하였다. 입력 전원은 DC 24V 이며 40 KHz의 초음파 송신 주파수로 감지 거리 성능은 약 10m 이내이다

(4) 휴대용 제어 장치

Line Lamp 중계 제어 장치의 유지·보수 또는 설치시 각각의 장치에 개별 ID를 입력하거나 동작 상태를 점검하는 기능을 가지는 휴대용 장치로서 Off Road Test 및 시스템 Update시 중앙관제장치의 기능을 대신하며, 개발된 Line 조명 제어 시스템의 구동성능을 테스트하는 장치로 개발하였다. 개별 ID 입력과 통신 상태 모니터 및 Line Lamp 이상 유·무 CHECK 기능을 가지며 입력전원은 차량 전원 또는 일반 충전 장치로 구동이 가능하도록 하여 DC 12V이며 20 자 x 4 줄의 LCD 디스플레이와 8 x 4의 Key Board가 장치되어 있다.



<그림 1> 지능형 도로 LED라인조명 시스템의 구성도

2.2 Line Lamp Unit

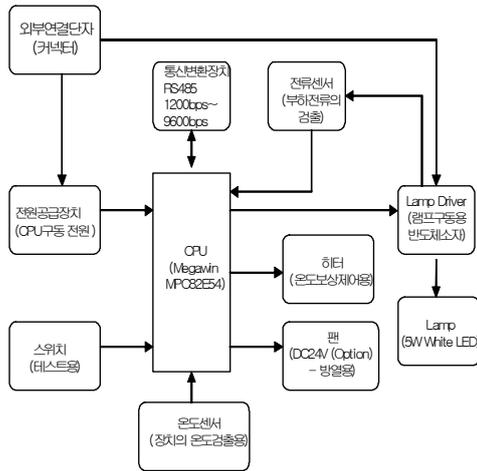
외부 연결 콘넥터를 통하여 전원공급(DC24V)과 통신을 수행하도록 하였다. 이를 통해 공급된 전원은 내부 전원 변환 장치에서 필요 전압으로 변환되어 CPU(MPC82G516)및 다른 전자회로에 공급이 된다. 외부 연결 콘넥터를 통하여 입력된 제어 신호(Data)는 신호 변환장치를 거쳐 CPU에 전달이 되고 CPU에서 나온 Data는 다시 신호 변환 장치를 거쳐 통신선에 전달이 된다. 단 이때의 통신 신호는 단방향 직렬 신호이며 통신속도는 1200BPS ~ 9600BPS이다.

입력된 명령 Data에 따라 CPU는 먼저 개별, 전체, 그룹동작 등의 명령 Data 종류를 구분한 후 그에 따른 동작을 한다. 개별 동작인 경우는 Lamp Unit의 ID를 확인한 후 명령에 따른 동작을 한다.

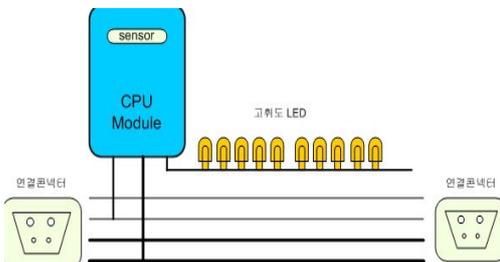
Lamp의 동작중 밝기 조절은 CPU에서 PWM 제어 신호로 10 단계로 출력이 되며, 점멸의 신호도 PWM 출력 신호를 10 단계의 주기로 점멸 제어를 한다. 또한 이 기능을 이용하여 초기조도제어 기능을 할수 있다. 펄스폭 변조 기능으로 에너지 절약형으로 운용이 가능하다.

이때의 신호는 Lamp Driver의 전류검출센서를 이용하여 LED 모듈 전류의 량을 검출 AD변환 후 고휘도 LED 모듈의 과전류, 또는 LED 모듈의 파손등을 CPU에서 판단 정보를 통신으로 전송한다. 또한 정전류 제어 방식으로 제어를 하여 과전류로 인한 LED Lamp의 파손을 최대한 방지 하도록 제어 한다.

주변 상황을 고려하여 내부에 온도 센서를 장치 온도를 CPU에서 AD 변환하여 영상10도 이하의 저온이면 Heater를 구동하고 영상65도 이상이면 Fan을 구동하여 Line Lamp Unit의 내부 온도를 10~65도 사이를 유지하도록 하여 안정된 동작을 할 수 있도록 하였다.



<그림 2> Line Lamp Unit 구성도



<그림 3> Line Lamp Unit

2.3 중계 제어 장치

Up Link는 Main Board에서 다른 Main Board와 연결되어 통신을 하는 것으로 제어 명령의 종류는 중계장치용, 차량감지장치용, Line Lamp용이 있다.

Down Link(RS-485)는 Main Board에서 하부 Line Lamp Unit와 연결되어 통신을 하는 것으로 제어 명령의 종류는 전체 Line Lamp 제어용, Block 제어용, 차량 감지장치 제어용, 중계장치 제어용이 있다.

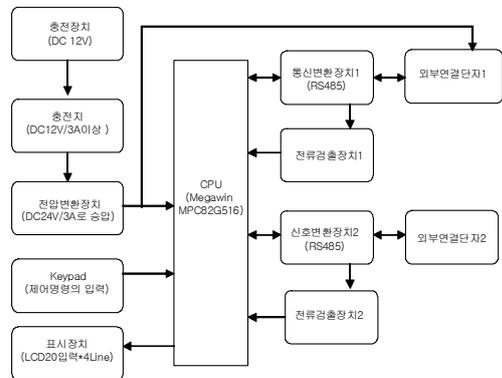
중계장치는 하부 Line Lamp Unit 50개 및 차량 감지 장치의 전원을 공급하기 위하여 대용량의 전원 공급 장치(DC24V 41.6A)를 내장한다. Up Link를 통하여 입력된 Data는 통신변환 Module을 거쳐 CPU에서 프로토콜을 분석한 이후 이를 가공하여 Down Link(RS-485)로 전송한다. Down

Link(RS-485)를 통하여 입력된 Data는 통신변환 Module을 거쳐 CPU에서 프로토콜을 분석한 이후 이를 가공하여 Up Link로 전송한다.

Down Link(RS-485)부분에는 전류 센서가 실시간으로 부하전류를 감시하여 이상전류 발생시 이를 Up Link를 통하여 장치의 이상유무를 전송한다.

전원공급장치에는 정전, 기타 전원의 이상을 감지하는 기능이 있어 이상 발생시 이를 Up Link를 통하여 장치의 이상유무를 중앙 관제장치에 전송한다.

I/O 부분은 내부의 제어, Door Open 정보 등의 기능을 한다. 이때 이상 발생시 이를 Up Link를 통하여 장치의 이상유무를 전송한다. LCD 표시장치는 User의 편의를 고려하여 한글로 표시되도록 개발하였고 Key 입력 장치는 Control set와 Line Lamp의 점검, 기타 설정에 사용한다.



<그림 4> 중계 제어 장치 구성도

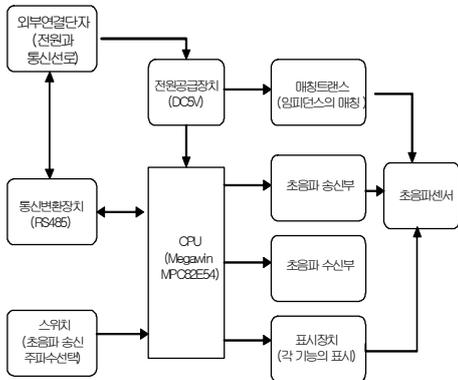
2.4 차량 통행 검출 장치

외부 연결 커넥터를 통하여 외부의 전원선과 통신선에 접속되고 연결 커넥터를 통하여 입력된 Data 신호는 신호 변환 장치를 거쳐 CPU에 전달이 되고 CPU에서 상태를 파악하여 LCD 표시장치에 표시를 한다. CPU에서는 초음파 송신 40KHz Pulse를 발생, 제어를 하며, 이때 발생된 신호는 FET로 증폭하여 초음파 센서에 공급하여 신호를 송출한다. 이때 사용되는 초음파는 송수신 모듈이 결합된 초음파센서를 사용한다.

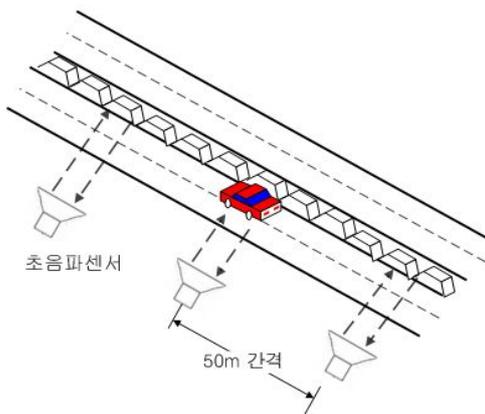
이때 송출된 초음파신호가 통행 차량에 반사되어 되돌아 온 신호를 초음파 수신 센서가 감지하며, 이 신호를 증폭하여 시간차를 CPU에서 계산하여 차량의 통행 유무를 판단한다. 통행 유무의 감지 거리는 10m를 기준으로 한다.

차량통행을 감지하였을 경우 미리 중계장치로부터 전송 받은 Data에 기준하여, 감지 신호를 Data 중계장치에 전송한다. 이 기능과 Line Lamp 제어 장치의 밝기조절 기능을 적절히 활용하여 차량통

행이 없을 때 에너지절약형으로 운용할수 있다. 이때 전송하는 시간 간격은 최초는 즉시 전송, 이후는 1분에 1회, 감지 신호가 없으면 Sleep Mode로 전송하지 아니한다.



<그림 5> 차량 통행 검출 장치 구성도



<그림 6> 차량 통행 검출 장치 개념도

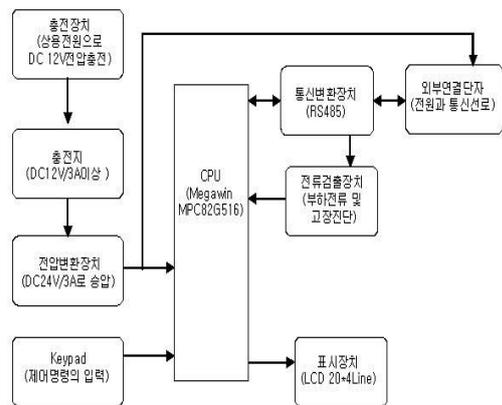
2.5 휴대용 제어 장치

휴대 점검 장치로서 휴대가 가능하여야 하므로 경량 및 소형화 하며 전원 공급 방식도 배터리 동작을 기본으로 하였다. 따라서 차량의 전원 DC12V를 입력 받아 내장된 12V 충전지에 충전하여 상시 사용할 수 있도록 설계하였다. 충전지의 전원이 전압 변환장치를 거쳐 Line Lamp용 전원 DC24V로 변환하여 외부 연결단자로 공급되며, 휴대 장치 내부에서 사용하는 내부 전원은 다시 5V로 변환하여 CPU 및 다른 전자 회로에 공급하도록 하였다.

외부 연결 커넥터를 통하여 외부에 연결시킨 Test 하고자 하는 Line Lamp의 전원 공급과 통신을 동시에 하며 연결 커넥터를 통하여 입력된 Data 신호는 신호 변환 장치를 거쳐 CPU에 전달

이 된다. 이때 지정된 프로토콜을 전송하여 Line Lamp의 동작 상태에 따른 전류 소모를 센싱하여 CPU에 전달하며 CPU에서는 상태를 파악하여 한글LCD 표시장치와 PC모뎀에 표시를 한다.

Key 입력 장치는 Line Lamp Unit 또는 통신 중계 장치 등의 명령을 입력하여 전송하는 동작을 한다. 이때의 명령은 CPU에서 통신 변환 장치를 거쳐 연결 커넥터를 통하여 Line Lamp Unit에 전달이 된다. Key 입력 장치는 8 × 4 32개로서, 영어 대소문자와 아라비아 숫자 및 부호, 기능키로 구성된다.



<그림 7> 휴대제어장치 구성도



<그림 8> 각 장치 사진(LED Line Lamp, 중계제어장치, 차량 검출 장치, 휴대용 제어 장치)

3. 결론

기존 자동차 도로의 조명시설은 큰 에너지 소비의 비효율적인 측면과 야간 주행 안전을 위한 평균조도, 평균휘도, 균제도, 글레어가 도로조명 기준

에 미치지 못한다. 또한 조명기구의 유지, 보수를 위한 인력 및 비용이 많이 드는 문제점을 가지고 있다. 본연구의 개발결과 LED Line Lamp의 단계적 밝기 조절과 차량 감지 장치 개발로 소등시간을 자유롭게 조절 가능하여 기존 조명시설에 비해 큰 에너지 절감 효과를 얻을수 있고, 아울러 마이크로프로세서를 이용한 개별 기능장치와 RS485통신으로 장거리 조명시설망 구축과 휴대제어장치의 개발로 유지, 보수측면에서 많은 인력감소와 비용절감 효과를 가질것으로 예상된다. 본 기술의 개발을 통해 자동차 도로 운전자의 안전확보와 주위환경 개선 효율을 증대 시킬수 있을 것이며 기존 연구에서 개발된 지능형 LED Line Lamp 시스템과 연계를 통하여 지능화 도로 라인 조명시스템의 구축과 이를 시초로 파급의 효과를 기대한다.

위 연구를 토대로 전체 시스템의 제어 및 기록, 유지하는 서버를 CDMA망을 이용하여 연동하면 다양한 솔루션을 제공 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Robert F. Coughlin, Frederick F. Driscoll, *Operational Amplifiers and Linear ICs*, Prentice Hall, 2007.
- [2] Jon S. Wilson, *Sensor Technology Handbook*, Newnes, 2006.
- [3] Ramon Pallas-Areny, *Sensors and Signal Conditioning*, John Willey & Sons Inc. 2003.
- [4] Stephen D., "Interfacing : A Laboratory Approach Using the Microcomputer for Instrumentation, Data Analysis and Control", *University of California, Berkeley*, Prentice Hall, 1990.
- [5] Joseph H. Carr, *Elements of Electronic Instrumentation and Measurement*, 3th ed., Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1996.
- [6] J.G. Webster, *The Measurement Instrumentation and Sensors Handbook*, CRC press, 1999.
- [7] 高橋 清, 小長井 誠, *센서 전자트로닉스*, 昭晃堂, 2000.