

지능형 도로 LED라인조명 시스템

김원식*, 김진희**, **양진영*****, 박찬원****
 부산엔지니어링*, 강원대학교 전기전자공학부

LED Line Lamp System for Intelligent Road

Won-Sik Kim*, Jin-Hee Kim**, **Jin-Young Yang*****, Chan-Won Park****
 Byucksan Eng*, Kangwon National University

Abstract - 본 연구는 지능형 도로의 라인조명의 제어 기능을 수행하기 위한 구동 및 조광회로 설계와 유지관리 시스템의 기초 연구로서 기본적으로 중앙관제센터에서 무선과 유선의 원격 제어를 통하여 조명기구의 개별 전원 제어 또는 단전, 부분 점멸 동작을 수행 하고 램프의 불량 상태를 확인할 수 있는 기능을 포함한다. 부가적으로 조명등의 절전과 효율적인 관리를 위하여 차량의 유무에 따라 조도와 점멸 제어 기능을 추가 하였다. 또한 원격제어에 따른 중계 제어 장치를 등기구와 병렬 구성 하여 통신선과 전원선 만으로 Line 형태의 램프에 전력 및 통신 제어를 가능케 하는 시스템을 개발하였다.

1. 서 론

본 연구는 고속도로의 노면 또는 중앙분리대에 일정 구간마다 마이크로프로세서를 포함하는 LED조광 회로로 개별 전원 인가 또는 단전, 부분 점멸 조작을 가능케 하고 램프의 불량 상태를 확인할 수 있는 기능을 포함하며 조명등의 절전과 효율적인 관리를 위하여 차량의 유무에 따라 등기구의 조도를 단계별로 조절할 수 있는 기능을 가지는 지능화 도로 LED라인조명 시스템의 개발에 관한 내용이다. 시스템의 일정구간은 유선 통신으로 데이터를 송·수신하며 광범위의 구간별로 이들 데이터를 송·수신하는 무선통신장치가 통합된 1개의 장치 모듈들로 구성되고 이들은 다시 상당 구간마다 전체시스템을 제어 및 기록, 유지하는 서버와 연동되게 구성한다. 또한 임베디드 마이크로프로세서를 장착하여 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 온도도센서에 의한 온도자기보상과 자체 진단기능을 가진다.

2. 본 론

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 고효율 LED Lamp를 채택하여 기본적으로 1~5개의 개별 램프를 제어 할 수 있도록 구성하였다. 또한 Lime Lamp의 불량 상태와 운전 상태를 감지하고 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 자동작을 방지하기 위하여 내부 Heater 및 Fan 등의 온도 제어 기능, 고효율 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 감지 기능을 하며 통신선로상

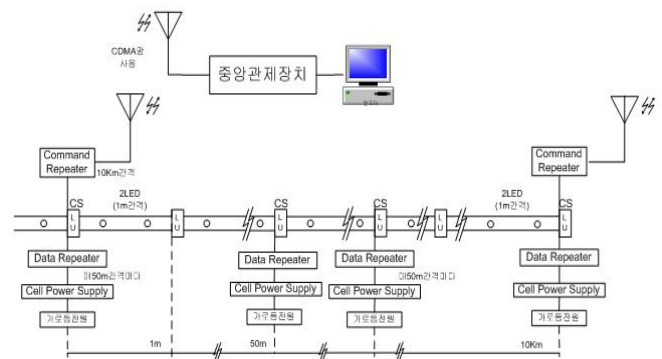
의 이동되는 Data의 모니터링의 기능도 가능하다. 입력 전원은 AC 220V, DC 24V이며 LCD 표시 디스플레이와 Key Board입력 장치를 구비하고 있다.

(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 중앙 관제장치의 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 4 의 Key Board가 장치되어 있다.



<그림 1> 지능형 도로 LED라인조명 시스템의 구성도

2.2 중계 제어 장치

Up Link(CDMA)는 Main Board에서 중앙 관제장치와 연결되어 중앙 관제장치와 통신을 하는 것으로 제어 명령의 종류는 중계 장치용, 차량감지장치용, Line Lamp용이 있다.

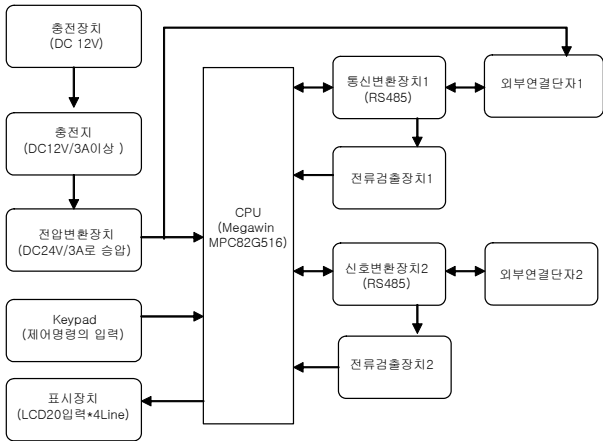
Down Link(RS-485)는 Main Board에서 하부 Line Lamp Unit과 연결되어 통신을 하는 것으로 제어 명령의 종류는 전체 Line Lamp 제어용, Block 제어용, 차량 감지장치 제어용, 중계장치 제어용이 있다.

중계장치는 하부 Line Lamp Unit 50개 및 차량 감지 장치의 전원을 공급하기 위하여 대용량의 전원 공급 장치(DC24V 41.6A)를 내장한다. Up Link(CDMA)를 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 Link(CDMA)로 전송한다.

Down Link(RS-485)부분에는 전류센서가 실시간으로 부하전류를 감시하여 이상전류 발생시 이를 Up Link(CDMA)를 통하여 장치의 이상유무를 중앙 관제장치에 전송한다.

전원공급장치에는 정전, 기타 전원의 이상을 감지하는 기능이 있어 이상 발생시 이를 Up Link(CDMA)를 통하여 장치의 이상유무를 중앙 관제장치에 전송한다.

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



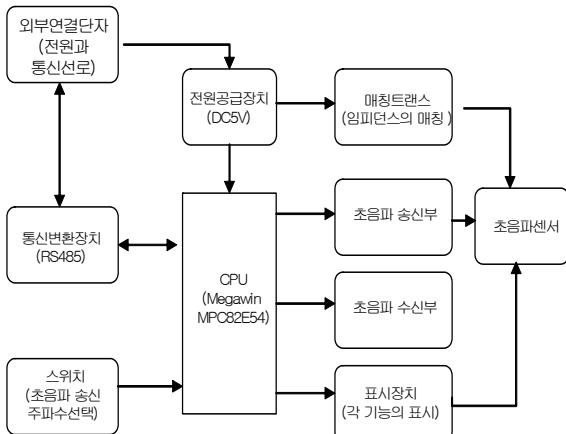
<그림 2> 중계 제어 장치 구성도

2.4 차량 통행 검출 장치

3pin의 외부 연결 커넥터를 통하여 외부의 전원선과 통신선에 접속되고 연결 커넥터를 통하여 입출력된 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 중앙 관제장치로부터 전송 받은 Data에 기준하여, 감지 신호를 Data 중계장치에 전송한다. 이 기능과 Line Lamp 제어장치의 밝기조절 기능을 적절히 활용하여 차량통행이 없을 때 에너지절약형으로 운용할수 있다. 이때 전송하는 시간 간격은 최초는 즉시 전송, 이후는 1분에 1회, 감지 신호가 없으면 전송하지 아니한다.



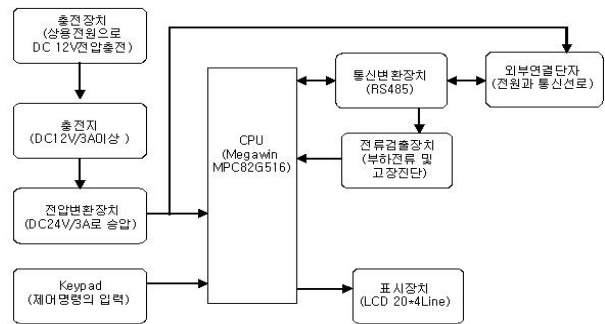
<그림 3> 차량 통행 검출 장치 구성도

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 연결 단자로 공급되며, 휴대 장치 내부에서 사용하는 내부 전원은 다시 5V로 변환하여 CPU및 다른 전자 회로에 공급하도록 하였다.

외부 연결 커넥터(3Pin)를 통하여 외부에 연결시킨 Test 하고자 하는 Line Lamp의 전원 공급과 통신을 동시에 하며 연결 커넥터를 통하여 입력된 Data 신호는 신호 변환 장치를 거쳐 CPU에 전달이 된다. 이때 지정된 프로토콜을 전송하여 Line Lamp의 동작 상태에 따른 전류 소모를 센싱하여 CPU에 전달하며 CPU에서는 상태를 파악하여 한글LCD 표시장치와 PC모두에 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 x 4 32개로서, 영어 대소문자와 아라비아 숫자 및 부호, 기능키로 구성된다.



<그림 4> 휴대제어장치 구성도

3. 결 론

기존 자동차 도로의 조명시설은 큰 에너지 소비의 비효율적인 측면과 야간 주행 안전을 위한 평균조도, 평균휘도, 균제도, 글레어가 도로조명 기준에 미치지 못한다. 본연구의 개발결과 LED Line Lamp의 단계적 밝기 조절과 차량 감지 장치 개발로 소등 시간을 자유롭게 조절 가능하여 기존 조명시설에 비해 큰 에너지 절감 효과를 얻을수 있고, 아울러 마이크로컨트롤을 이용한 개별 기능장치와 CDMA 및 RS485통신으로 장거리 조명시설망 구축과 휴대제어장치의 개발로 유지, 보수측면에서 많은 인력감소와 비용절감 효과를 가질것으로 예상된다. 본 기술의 개발을 통해 자동차도로 운전자의 안전확보와 주위환경 개선 효율을 증대시킬수 있을 것이며 기존 연구에서 개발된 지능형 LED Line Lamp 시스템과 연계를 통하여 지능화 도로 라인 조명시스템의 구축과 이를 시초로 파급의 효과를 기대한다.

[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 Wiley & 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, "센사 에レクト로닉스", 昭晃堂, 2000