

가로등 원격감시 중앙관제시스템 개발

Development of a Remote Central Monitoring System of Street Lights

하관용*, 김희식**
 (Kwan Yong Ha, Hiesik Kim)

Abstract

A remote monitoring system was developed to improve inconveniences of manual work such as monitoring street lights by using current sensors, microprocessor and RF communication system. In order to control the street lights on the roads effectively and monitor them in real time, we can attach current sensor to the street lights which monitors Lamp, the broken part and state of the Balast, and the amount of an electric leak precisely. we developed a system which makes it possible to transmit the data on monitoring results in breakdown of street lights and Balasts to the central monitoring computer without setting up extra data transmission line. The system we devised can transmit data through Power Line Modem and RF communication using relay method to the central controlling computer without any loss of data.

Key Words: 가로등(Street Lights), 전력선모뎀(Power Line Modem), 전류센서(CT sensor), 원격감시(Remote monitoring)

1. 서론

인터넷과 정보통신기술의 급속한 발전으로 여러 가지 전기 시스템의 종합적인 감시 및 관리 기술이 급격히 발전되고 있다. 그러나 도로상에 설치되어 있는 가로등 관리는 아직도 수작업의 관제시스템으로 자동화가 절실히 필요하다.

현재 가로등 감시 및 관리는 각 구청에서 1만개가 넘는 가로등을 기존 방식으로 관리하고 있다. 이러한 관리시스템은 혼잡한 교통난 속에 직접 가로등 전신주를 찾아가서 육안 및 계측기를 통하여 점검하고 보수하는 체계에서는 인명피해나 교통사고 유발등 각종사고를 빈번하게 하는 요인 및 교통사고 예방이나 야간 보행안전도 향상에 결림돌로 작용하고 있다.

이러한 가로등 감시 및 관리 업무에서 수작업의 불편한 부분을 전류센서(CT)와 마이크로 프로세서 및 무선통신 시스템을 적용하여 원격 감시체계를 개발하였다. 각 지역마다 도로에 설치되어 있는 가로등을 효율적으로 관리하기 위하여 실시간 감시할 수 있도록 가로등에 전류센서를 부착하여 램프와 안정기 고장상태 및 부품 불량상태, 누전량 등 모든 상태를 정밀하게 감시한다. 가로등 및 안정기 고장 등의 감시결과 데이터를 별도의 데이터전송 선로설치 없이 중앙관제 컴퓨터에 전송하는 시스템을 개발하였다. 데이터 전송은 전력선모뎀과

RF,CDMA통신으로 중앙관제컴퓨터로 릴레이 방식으로 전송하여 데이터 손실이 없이 안정적으로 송신하는 시스템을 구현하였다.

구청에 담당하는 넓은 지역에 분포되어 있는 가로등을 구청내에 설치되어 있는 중앙관제컴퓨터로 가로등의 상태를 한눈에 감시하는 효율적인 체계를 개발하였다

2. 가로등 원격 중앙관제 시스템 구성

2.1 가로등 원격감시 관제 시스템

그림1은 전력선 모뎀을 이용한 가로등 원격 중앙관제시스템의 전체 블록도로서 전력선모뎀, 마이크로프로세서, 가로등, 전류센서(CT), RF 모듈, 중앙관제컴퓨터로 구성된다.

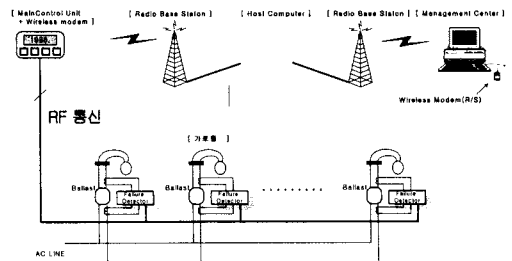


그림 1. 가로등 원격감시 관제시스템 구성도

저자 소개

* 學生會員 : 서울시立大學校 電子電氣컴퓨터工學部
 博士課程

**正會員: 서울시立大學校 電子電氣컴퓨터工學部 教授·工博

2.2 가로등 감지 데이터 전송

중앙관제컴퓨터는 일반 PC를 사용하여 전력선 모뎀을 연결한 것으로 여러개의 가로등에 대한 고유한 ID를 관리하는 기능을 수행한다. 먼저 수신 모드상태에서 고장을 감지하고자 하는 가로등 ID를 BroadCasting 한 후, 그 가로등에 대한 계측 신호를 중앙관제컴퓨터는 RF통신을 통하여 수신한다.

전력선통신의 원리는 전력을 보내기 위해 전력선에서 사용하는 주파수 60Hz 이외의 주파수대역, 즉 130MHz 주파수대역에 통신신호를 실어 통신을 한다. 전력선통신 모뎀(Power Line Modem)은 마이크로프로세서에서 나오는 출력신호(5V)나 PC에서 RS-232C Driver를 통해 나오는 ±12 V의 신호를 FSK(Frequency Shift Keying) 변조하여 60 Hz의 전력선에 실는 송신부와 전력선에 실린 변조신호를 FSK 복조하여 원신호로 복원하는 수신부로 이루어져 있으며, 모뎀의 내부 FSK 변조부, 전류측복부, 라인커플러부로 나뉘어진다. 전력선 통신 모뎀(PLM)은 수신 전용 모드로만 사용한다.

RS-232C는 EIA(Electronic Industries Association)에 의해 규정되어 있으며 그내용은 데이터단말기(DTE:Data Terminal Equipment)와 데이터통신기(DCE: Data Communication Equipment)사이의 인터페이스에 대한 전기적인 인수, 컨트롤 핸드셰이킹, 전송속도, 신호 대기시간, 임퍼던스 인수 등을 정의 하였으나 전송되는 데이터의 포맷과 내용은 지정하지 않으며 DTE간의 인터페이스에 대한 내용도 포함하지 않는다. 같은 규격이 CCITT 에서도 CCITT V.24에서 DTE와 DCE간의 상호 접속회로의 정의, 핀 번호와 회로의 의미에 대해서 규정을 하고 있다. RS-232C 통신은 전력선 모뎀(PLM)과 마이크로프로세서 사이에서 사용한다.

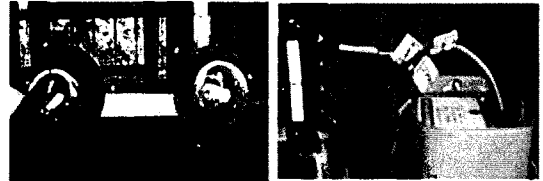
마이크로프로세서는 저전압의 AVR 8Bit 마이크로 컨트롤러인 ATMEL사에서 만든 ATmega16L은 8개 채널과 10-bit ADC를 갖고, Operating Voltage는 2.7V 5.5V이고 Speed Grades는 8MHz이다.

2.3 가로등 중앙관제실험장치

가로등 원격감시 관제시스템은 크게 전력선 통신 모뎀부, RF통신부, 마이크로프로세서부, 직렬통신부, 전류센서(CT)부로 나뉘 구성하였다. 전력선 통신 모뎀부에서는 AC 220V의 전력선을 타고 들어온 전류센서(CT)에서 감지 된 신호를 직렬통신부로 전달하는 역할을 한다. 직렬통신부는 Maxim사의 RS-232라는 직렬통신 드라이버를 사용하여 전력선 통신 모뎀과 마이크로프로세서부 사이에서의 신호를 전송한다.. 마이크로프로세서부는 직렬통신부로부터 전달받은 신호를 해석하여 그 신호를 원거리에 있는 중앙관제컴퓨터로 RF통신을 통하여 데이터 전송이 이루어지도록 구축하였고 최종적으로 중앙관제컴퓨터는 가로등 및 안정기 고장 감지를 수행하도록 구축하였다.

그림2 사진(a)는 가로등으로서 좌측은 나트륨 램프, 우측은 메탈할라이드 램프로 실험 하였다. 사진(b)는 안정기에 입력측과 출력측에 각각 30A 전류센서(CT)를 부착하여 계측신호를 감지하였고 사진(c)는 상단은 전력선 모뎀이 설치 되어 있고 하단은 마이크로프로세서와 OP -Amp보드로 구성되어 있다. 전력선모뎀은 샘플전자에 SE-PLM를 사용하였으며 마이

크로컨트롤러부는 ATMEL사의 ATmega16L을 사용하였다.



(a) 가로등(좌측 나트륨,우측 메탈할라이드램프) 점등 장면 (b) 안정기 입력,출력측에 전류센서(CT)로 부착한 장면



(c) 전력선 모뎀(상)과 마이크 로프로세서(하) 장면 (d) RF 통신 모듈에 전력선모뎀을 RS-232C로 연결한 장면

그림 2. 중앙관제시스템 각 모듈별 사진

사진(d)는 RF통신을 하기 위한 RF모듈이다. 주파수 대역 424.70~424.95MHZ이고 변조방식은 FSK방식을 사용한다. 전송속도는 150~2400bps이다. TX V1 V2에 각각 3V를 인가하면 출력이 5mW나 나오며 TX V1에 3V를 인가하고 V2에 3.6V를 인가하면 출력이 10mW가 나온다. 본 실험에서는 후자를 선택하여 이격거리 통신을 넓혔다.

그림 3.은 가로등 관제시스템 S/W로 Microsoft사에 Windows XP운영체제하에서 Visual C++ 6.0을 사용하여 개발하였다.

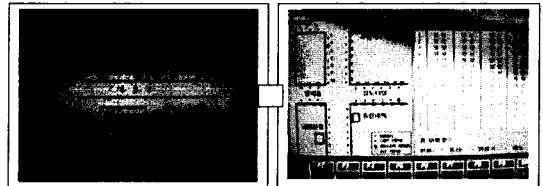


그림 3. 가로등 관제시스템 S/W(예: 도봉구청)

데이터 전송방식은 가로등과 가로등 사이에 이격거리가 넓어 노이즈를 획기적으로 감소할 수 있는 릴레이 방식으로 전송하여 데이터 손실이 없이 안정적으로 송신할 수 있는 시스템을 구현하였다.

단문메세지(80B) 데이터구성을 하였다.

1바이트 = 8 bits,

8 bits= 4 bit 씩 고장 데이터 할당

가로등 Address 는 순차적임

(1) byte= (1번등)0101,(2등)0000

(2) byte= (3번등)0101,(4등)0000

(20) byte= (39번등)0101,(40등)0000

(21) byte+ (22) byte = 16 bits group id

3. 실험 결과 및 고찰

그림 4는 CT 센서 출력신호를 오실로스코프로 분석하였다. 신호분석에 따라서 신호처리 회로와 알고리즘을 개발하였다.

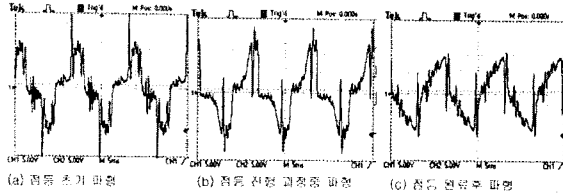


그림 4. 가로등 점등되기까지 진행과정 파형

그림 4는 가로등에 전원을 투입후 점등되기까지의 진행과정을 Balast 입력단이 전류센서(CT)의 출력신호는 약 1KHz의 고주파신호가 60Hz의 저주파 신호와 함께 보여진다. 1KHz의 고주파 신호중에서 최고값을 가지는 Peak 파형의 위치는 60Hz의 저주파 신호의 Zero Crossing Point를 기준으로 위상이 시간에 따라 변화한다. 가로등의 램프가 정상적인 경우에는 Peak치의 위치가 초기에 4msec에서 시작하여 램프가 정상 발광되기까지 약 30sec동안의 과도기를 거쳐 최종적으로 7msec까지 변한다.

그러나 가로등의 램프가 깜박거리는 고장 상태에서는 Peak치의 위치가 초기에 4msec에서 더 이상 위상변화가 없이 일정하게 유지한다.

그러므로 최고 고주파값을 갖는 Peak치의 저주파의 위상값을 Zero crossing point에서 비정상일때는 4msec에서 발생하고 정상일때는 7msec에서 발생함을 알 수 있었다.

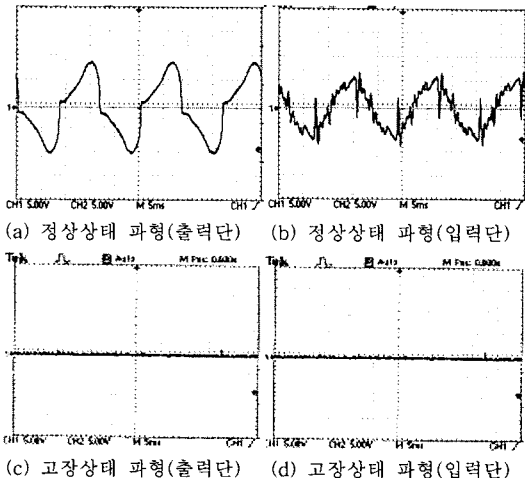


그림 5. 가로등 정상 점등상태와 고장상태때 파형

그림 5는 (a) (b)는 각각 램프, 안정기가 모두 정상일때 오실로스코프로 분석한 파형으로 (a)는 안정기 입력단에서 나온 파형으로 고주파가 1KHz의 고주파신호가 60Hz의 저주파 신호 파형으로 발생, (b)는 안정기 출력단에서 나온 파형으로 고주파성분이 거의 없고 60Hz의 저주파 신호만 발생된다.

그림 5는 (c) (d)는 각각 램프, 안정기가 모두 고장 일때는 파형이 발생되지 않는다.

가로등 원격 감시 중앙관제 컴퓨터

| 1 구역 | | | 2 구역 | | | 3 구역 | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1-1 | 1-8 | 1-15 | 2-1 | 2-8 | 2-15 | 3-1 | 3-8 | 3-15 |
| 1-2 | 1-9 | 1-16 | 2-2 | 2-9 | 2-16 | 3-2 | 3-9 | 3-16 |
| 1-3 | 1-10 | 1-17 | 2-3 | 2-10 | 2-17 | 3-3 | 3-10 | 3-17 |
| 1-4 | 1-11 | 1-18 | 2-4 | 2-11 | 2-18 | 3-4 | 3-11 | 3-18 |
| 1-5 | 1-12 | 1-19 | 2-5 | 2-12 | 2-19 | 3-5 | 3-12 | 3-19 |
| 1-6 | 1-13 | 1-20 | 2-6 | 2-13 | 2-20 | 3-6 | 3-13 | 3-20 |
| 1-7 | 1-14 | 1-21 | 2-7 | 2-14 | 2-21 | 3-7 | 3-14 | 3-21 |

그림 6. 가로등 원격감시 중앙관제 컴퓨터 시뮬레이터

그림 6은 Visual C++로 이용하여 시뮬레이터를 제작하였다. 가로등 원격 감시 중앙관제 컴퓨터 시뮬레이터는 총 3 구역으로 나누어 1구역당 21개, 총 63개 가로등 감시가 가능토록 제작되었다. 램프 고장시 해당 버튼색이 보라색으로, 안정기 고장시엔 노랑색으로, 램프와 안정기 모두 고장시엔 빨강색으로, 평상시 정상점등시엔 녹색으로 하고 미점등시엔 기존 바탕화면을 유지토록 구성하였다.

4. 결론 및 기대효과

본 논문은 원격 감시 가로등 중앙관제시스템으로 관리 유지, 민원 등 모든 부문에 있어서 여러 가지 효과를 기대할 수 있다. 즉 중앙관제시스템을 통해 관리효율을 향상 시킬 수 있으며, 야간보행안전도의 향상은 물론 교통사고 예방에도 기여하고 조명관련 민원을 획기적으로 감소시킬 수 있어 시민들의 불만을 최소화 시키면서 행정 낭비 요소를 제거시킬 수 있다

참 고 문 헌

- [1] 황해권/배성준 共著, AvrEdit3.6과 함께 배우는 AVR " I LOVE ATmega128"
- [2] 박종연외, 2000, 전력선 통신을 이용한 조광제어 시스템", 전력전자 학술대회 논문집, pp. 107-110.
- [3] KC. Abraham & S. Roy, 1992, "A Novel High-Speed PLC Communication Modem", IEEE Transaction on Power Delivery, VOL 7, No4, pp 1760-1768
- [4] 고종선의, 2000, "전력선 통신 시스템을 위한 신호 감쇠 저하 장치 연구, 전력전자학술대회 논문집, pp.103-106.
- [5] 서민상의 2, 1997, "전력선 통신을 이용한 plant 감시 제어시스템", 전력전자 학술대회 논문집, pp.17-19.
- [6] 참고사이트"http://www.cadcam.co.kr/se-plm/index.htm"
- [7] 참고사이트"http://www.terabank.co.kr"
- [8] 참고사이트"http://www.millibot.co.kr"
- [9] 참고사이트"http://www.atmel.com"