

Zigbee 기반의 가로등 감시제어시스템 설계

이재덕, 남기영, 정성환, 최상봉, 류희석, 김대경
한국전기연구원

Design of Zigbee based Street Light Control System

J.D. Lee, K.Y. Nam, S.H. Jeong, S.B. Choi, H.S.Ryoo, D.K. Kim

Abstract - Industry of street lighting systems are growing rapidly and going to complex with rapid growth of industry and cities. To control and maintain complex street lighting system more economically, various street light control systems are developed. Nevertheless most of developed systems have some drawbacks.

So we are going to develop new light control system which can overcome old systems drawbacks. We surveyed various street light control systems and analyzed its characteristics. Through these efforts, we found that common drawbacks of most light control systems are uneasiness of handling and difficulty of maintenance. To reduce uneasiness of handling and difficulty of maintenance in operating light control system, we designed new street light control system by using Zigbee communication technique.

In this thesis, we describe on the H/W design of new street light control system designed by using Zigbee communication protocol.

1. 서 론

가로등 감시제어시스템은 도로변에 설치되어 있는 가로등의 유지보수와 원격 감시제어를 목적으로 하는 집중 감시제어시스템이다. 감시제어시스템은 가로등의 ON/OFF제어와 유지보수에 필요한 상태정보들을 수집하는 역할을 한다. 크게 중앙제어장치와 정보를 수집하고 분배하는 local 제어기, 그리고 제어명령의 처리와 정보를 직접 획득하는 역할을 하는 단말기로 구성되며 이들 각 장치들은 명령과 정보들을 전달하는 통신 channel에 의하여 연결된다.

각 기기들을 연결하는 통신 방식으로는 다양한 매체들이 사용되고 있는데 최근에는 주로 전력선을 이용하는 통신방식과 저전력 무선방식이 적용되고 있는 추세이다. 사용되는 주파수 대역 또한 폭넓게 사용되고 있는데 수 kHz 대역에서부터 RF 대역까지 통신방식에 따라서 다양한 대역들이 사용되고 있다.

최근에 저전력 무선통신 방식과 전력선 통신 방식이 가로등 감시제어 시스템에 주로 사용되고 있는 이유는 경제성과 함께 유지보수의 편리함에 기인한다. 두 가지 방식 모두 별도의 통신선 부가설치가 필요하지 않고 또 전자기기들의 IC화 및 소형화, 소자의 내결연성 증가 등의 원인으로 인하여 부가비용이 크게 감소하였기 때문이다. 별도의 통신선을 부설하지 않으면 설치를 위한 초기 투자비용에 대한 부담이 없어지고 별도의 통신선을 유지보수하기 위한 비용이 들지 않으며 또 낙뢰 등으로부터 이들 통신선을 보호하기 위한 추가적인 비용까지 절감할 수 있다. 추가되는 비용은 각각의 가로등주마다 설치되는 단말기 비용인데 소형화가 가능하여 별도의 외함 제작이 필요 없고 통신용 모듈들도 IC화에 의하여 가격이 크게 감소하였다.

사용되는 두 방식 중 전력선 통신방식은 기존 방식들에 비하여 추가적인 통신선이 없이 양방향 통신이 가능하며 추가 통신비용이 들지 않는다는 장점을 가지고 있다. 또 저전력 무선통신 방식과 비교하여 통신 장애요소가 적다는 장점이 있다. 저전력 무선통신 방식은 높은 주파수 대역을 사용하고 또 저전력으로 통신하기 때문에 전파 경로상에 건물과 같은 장애물이 있으면 통신이 불가능해지는 경우가 있다. 따라서 이 경우에 저전력 무선통신 방식은 별도의 증계용 단말기를 부가적으로 설치해야 한다. 하지만 전력선 통신 방식은 신호감쇄가 크고 단말기의 가격이 높은 단점을 가지고 있다. 전력 분전함으로부터 멀리 떨어진 가로등이 있을 경우에는 신호 감쇄로 인하여 통신이 불가능 하게 된다.

전력선 통신 방식이 별도의 통신비용이 필요하지 않으며 또 용이하게 설치 및 유지보수가 가능하다는 장점이 있음에도 불구하고 실제로 보급이 늦어지는 이유는 신호감쇄 외에 또 다른 문제점을 가지고 있기

때문이다. 가로등 및 도로에 인접한 시설물들은 감전 및 안전사고로부터 보호될 수 있도록 설치되도록 규정되어 있다. 그럼에도 불구하고 침수 등 여러 가지 문제로 인하여 안전사고가 발생하고 있는데 전력선 통신 방식의 경우에는 이러한 안전사고에 대응하기가 힘들다는 단점을 가지고 있다. 만약 침수나 지락 등으로 인하여 단락사고가 발생하면 정보전달을 위해 필요한 신호가 사고 혹은 고장지점을 통하여 과도하게 흐르게 되어 그 지점 이후에 있는 단말기는 정보 수신이 어렵게 된다.

감전은 전기가 사용되어온 이래 지금까지도 계속 발생하고 있는 문제 중의 하나이며 특히 도로변에 길게 설치되어 있고 또 사람이 쉽게 접촉할 수 있는 가로등과 같은 시설물에서는 안전사고를 일으키는 가장 큰 원인이 되고 있다. 폭우나 교통사고, 시설물 교체 공사 등 다양한 원인에 의하여 감전 사고는 피할 수 없이 계속 발생하고 있다.

우리는 안전사고에 능동적으로 대처가 가능한 가로등 제어 시스템 설계를 하고자 하였으며 이를 위해 감전을 유발할 수 있는 short circuit 상태에서도 정보 및 제어신호의 전달이 가능한 저전력 무선통신 기술을 이용하기로 하였다.

이하에 우리가 설계한 Zigbee 무선 통신 기술에 기반한 새로운 가로등 감시제어 시스템의 설계에 관하여 기술하고자 한다. 다음의 본문에서 요구사항 분석 내용과 통신채널 특성, 시스템 설계 요소 및 H/W 설계에 관하여 언급한다.

2. 본 론

2.1 새로운 가로등 감시제어시스템의 요구사항 분석

가로등의 운영과 유지보수는 각 지방자치단체가 수행한다. 각 지방단체에서는 도시 미관과 환경 정비를 위해서 혹은 민원해결 차원에서 가로등 시스템을 새로운 시스템으로 정비하고 있으며 종래의 시스템들보다 더 업그레이드 된 시스템들이 보급되고 있다. 새로운 시스템들이 가지는 기능들은 대체로 유지보수성이 우수한 특성이 있는데 이는 각 지자체들이 유지보수 비용 및 인력을 줄이 줄이기 위한 노력을 기울이고 있기 때문이다.

현재 국내에는 가로등 시스템에 대하여 적용되는 규정 혹은 조항이 없고 또 표준화가 되어 있지 않아서 지자체마다 도입되는 시스템들은 서로 상이한 경우가 많다. 따라서 우리는 새로운 가로등 시스템을 개발하기 위해서 가로등 감시제어 시스템들이 가지는 공통적인 요구사항을 분석하고 이에 적합한 시스템을 개발하고자 그 특성과 요구사항을 분석하였다.

요구사항을 분석한 결과 공통적으로 나타나는 특징을 정리하면

i) 그룹 및 일괄 제어 방식을 사용하고 각 등주별 개별제어를 하지 않음,
ii) 주차단기, 전원 ON/OFF용 스위치 그리고 누전차단기로 구성되는 형태를 가짐,
iii) 감전 등에 대한 안전 대책이 미흡하다는 점 등이다.

우리는 새로운 시스템의 설계에 첫 번째 및 세 번째의 요구사항에 초점을 두고 설계하고자 하였으며 이 특성을 만족할 수 있도록 하기 위하여 각 가로등의 상태 정보와 안전과 관련된 정보를 얻을 수 있도록 하는 별도의 통신 channel를 부가하였다. 추가되는 통신 방법은 부가되는 비용이 저렴하고 유지보수가 용이한 방법이어야 함은 물론이다. 이를 위하여 여러 가지의 통신 방법들을 검토하였으며 최종적으로 가장 경제적이고 효율적인 방법으로서 Zigbee 통신 방식을 채택하여 설계하였다.

Zigbee는 다양한 응용분야에서 활용되고 있는 새로운 통신 방식이다. 넓은 대역폭 대신 저렴한 가격과 저전력 소비를 특징으로 하는 통신 방식이며 아래에 그 특징을 간략히 요약한다.

data rate : 250kbps
power consumption : 60mW
distance : up to 100m

2.1.2 가로등 감시제어시스템의 설계

가로등 감시제어 시스템에 대한 요구사항을 분석한 결과 필요한 최대 데이터 전송량은 수 kbps 정도이면 충분한 것으로 나타났다. Zigbee의 비교적 낮은 전송량은 전혀 문제가 되지 않으며 전송거리 측면에서도 가로등주변 거리가 100m 이내로 되어 있어 문제가 없다. 더욱이 저전력을 사용하는 Zigbee는 전원이 차단된 상태에서도 각 가로등주와 관련된 상태 및 제어 정보를 수집할 수 있어 유지보수 측면에서도 유리한 측면이 있다.

이러한 여러 가지 사항을 고려하여 우리는 Zigbee를 이용한 새로운 가로등 감시제어 시스템을 설계하였다. 새로이 설계한 가로등 감시제어 시스템은 계층적으로 구성되어 있다. 중앙에서 데이터를 모으고 감시제어 및 유지보수를 수행하는 중앙제어 컴퓨터와 각 가로등의 전력 분전함에 위치하여 각 가로등주와 전력 공급제어와 가로등주들의 상태정보를 모으는 local 제어 센터 그리고 각 가로등주 마다 설치되어 상태정보를 수집하는 가로등 제어 단말기로 구성된다.

중앙제어컴퓨터와 local 제어센터간의 통신에는 일반 휴대폰에서 사용하는 통신방식인 CDMA를 사용하도록 하였으며 local 제어센터와 가로등 제어 단말기사이의 통신은 Zigbee를 사용하도록 하였다. 다음 그림 1은 설계된 가로등 감시제어 시스템의 개념도이다.

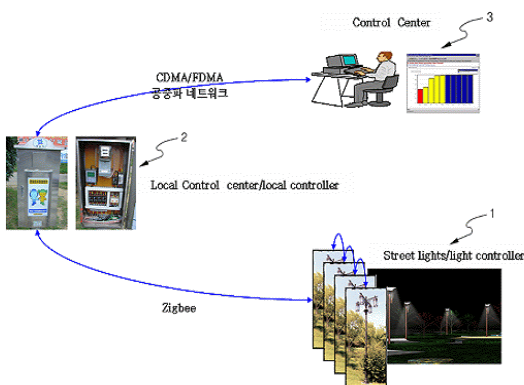


그림 1. 가로등 감시제어 시스템의 개념도

그림 2는 전력분전함의 내부에 설치되는 local 제어 센터의 블록도이다. 그림에 나타낸 바와 같이 local 제어 센터에는 통신용 안테나와 통신용 모듈이 각각 2개씩 존재한다. 하나는 중앙제어컴퓨터와 통신용으로 CDMA 방식이며 또 다른 하나는 각 가로등주에 설치된 가로등 제어 단말기와의 통신을 위한 Zigbee 통신용으로 사용한다.

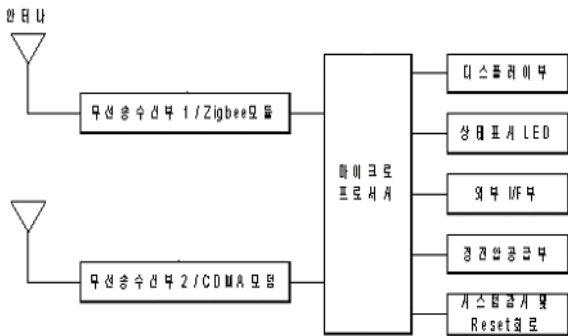


그림 2. local 제어 센터 블록도

그림 2에 나타나 있는 디스플레이부는 local 제어 센터의 파라미터 입력 및 변경과 유지보수를 위한 상태표시용으로 사용한다. 유지보수를 위한 데이터는 현장에서 그 상태를 보다 자세히 파악하여 대처할 수 있도록 하기 위함이다. 외부 I/F는 local 제어 센터의 파라미터 입력 및 변경용으로 사용한다. 유지보수원이 가지고 다니는 외부 컴퓨터와 쉽게 I/F 되도록 하기 위한 직렬통신용 인터페이스를 가지고 있다. 정전압공급부는 전원공급을 위한 것이며 정전 시에도 그 기능을 유지할 수 있도록 되어 있다. local 제어 센터가 가지는 제원을 요약하면 다음과 같다.

- 외부 I/F : RS-232C/RS-422 25pin
- 통신방식 : 2.4GHz Zigbee, CDMA
- 전원공급 : 110/220V와 battery(리튬, 1.2AH)

그림 3은 각 가로등주 마다에 설치되는 가로등 제어 단말기의 블록도이다. 가로등 제어 단말기는 하나의 통신용 안테나와 통신용 모듈을 가지고 있는데 이는 local 제어 센터와의 통신을 위한 것이다. 통신 방식은 역시 Zigbee이다.

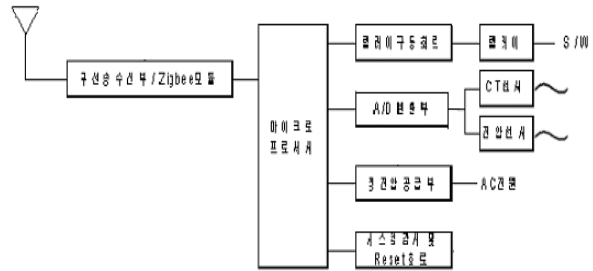


그림 3. 가로등 제어 단말기 블록도

그림 3의 가로등 제어 단말기에는 릴레이 구동회로와 A/D 변환부 그리고 릴레이, 전압 및 전류 센서가 있다. 이 릴레이 구동회로와 A/D 변환부는 우리가 추가하고자 하였던 개별제어와 안전도 향상을 위해서 필요한 부분이며 이를 통해서 안전대책 향상과 개별제어에 필요한 정보의 수집과 실제 제어 명령을 수행할 수 있게 된다.

2.2 새로운 가로등 감시제어시스템의 개발

우리는 새로운 가로등 시스템을 개발하기 위해서 가로등 감시제어 시스템들이 가지는 공통적인 요구사항을 분석하고 이에 적합한 시스템을 개발하고자 하였다.

새로운 가로등 시스템은 기존의 가로등 감시제어시스템의 형태나 크기, 설비의 설치 위치 등을 변경하지 않고 전력분전함과 가로등주에 설치될 수 있는 크기로 개발되었으며 또한 별도의 통신선을 설치할 필요 없이 무선 통신 방식으로 각 가로등의 상태를 파악하고 또 제어할 수 있도록 하였다. 2.4GHz 대역의 ISM 밴드를 사용하기 때문에 별도의 통신요금이 필요 없을 뿐만 아니라 저전력을 사용하여 별도의 무선허가도 받을 필요가 없다.

local 제어 센터와 중앙제어 컴퓨터와의 통신은 어디에서도 통신이 가능할 수 있도록 기존의 휴대폰 통신기술을 사용하는 CDMA 방식을 사용하여 보다 손쉽게 접속이 가능하고 또 신속대응이 가능하도록 하였다. 이를 통하여 빈번히 발생하는 고장처리 요구 민원 등을 미리 예방하거나 신속하게 처리하여 유지보수 비용을 줄일 수 있도록 하였다.

그림 4는 개발된 prototype 가로등 제어 단말기와 local 제어 센터의 사진이다.



그림 4. 개발된 prototype 가로등 제어 단말기와 local 제어 센터

3. 결 론

가로등 감시제어 시스템 개발을 위하여 시스템 요구사항을 분석하고 이를 잘 만족할 수 있는 새로운 가로등 제어 시스템을 설계하였다. 새로운 시스템은 Zigbee 통신 방식을 사용하여 개별 가로등주의 상태정보 수집과 개별제어가 가능하도록 설계되었으며 유지보수성 및 경제성이 뛰어난 특성을 가진다. 더욱 중요한 것은 감전 등 안전사고에 능동적으로 대처할 수 있도록 하여 다른 어떤 시스템도 가지지 못한 누수나 절연 파괴 등으로 인해 발생하는 감전을 예방할 수 있도록 가로등 감시제어 시스템을 설계하였다는 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1]Boulis and Srivastava, "A Framework for Efficient and Programmable Sensor Networks," IEEE OPENARCH 2002, pp.117
- [2]I.F.Akyildiz, W.Su,Y.San and E.Cayirci, "A Survey on Sensor Networks," IEEE Communication Magazine, pp. 102 -114, Aug. 2002