

# 친수공간에서의 전력선통신을 활용한 조명제어시스템

## 설계 및 구축사례소개

### Introduction to Design & Implementation of Lighting Control System for Waterfront Using Power Line Communication

최병섭\*, 나동열\*\*, 남궁혁\*\*\*, 류인철\*\*\*\*

Byoung Seub Choi, Dong Ryeol Na, Hyuk NamKung, In Cheol Ryu

## 요 지

전력선통신 기술을 활용한 제어시스템은 홈네트워크, 유틸리티공장, 빌딩조명제어, 태양광 신재생 설비 등 다양한 산업영역에서 활용될 수 있는 통신 기술이다

본 논고에서는 친수공간에서의 가로등 설비의 설치 및 운영에 있어서 전력선 통신을 활용한 통신시스템 구축 방법과 설계 시 고려사항을 연구하고 실 구축 사례연구를 통해 향후 친수공간에서의 전력선 통신방식의 조명제어시스템 구축방향을 제시하고자한다.

**핵심용어 : 전력선통신, 개방형시스템, 무선Mesh망, 조명제어시스템**

## 1. 서론

최근 정보 통신 기술의 급속한 발전으로 IT기술을 활용한 산업부문의 응용 및 서비스간 융합 또는 시스템간의 통합을 통해 현재의 기술들이 점점 지능화, 고도화, 융합화, 복합화 되어가고 있다. 특히 언제, 어디서나 제어가 가능한 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) 환경으로 발전하고 있다. 사용자의 요구사항 및 필요성은 다양화되고 에너지절감을 통한 운영효율을 높이기 위한 노력이 시스템을 통하여 현실화 되고 있다. 본고에서는 전력선통신(Power Line Communication) 기술을 활용한 정보화 기술도입사례를 소개하고 특히 친수공간에서의 가로등설비의 설치 운영에 있어서 하천변의 가로등제어, 광공해 방지등을 고려하고, 개방형 네트워크구축을 통한 IT 융합형 구축사례를 소개하여 향후 친수공간에 있어서의 조명제어 시스템 구축에 대한 효과적인 방안제시를 하고자 한다. 본 구축사례는 제어 네트워크의 대표적인 개방형 시스템(Open System)인 LonWorks 전력선통신에 기반한 조명시스템 구축기술이며, 개방형시스템을 활용한 친수공간에서의 가로등기구 원격 제어기술의 도입 방법과 시스템 구축기술에 대해 알아보하고자 한다.

## 2. 친수공간에서의 조명설비 및 시스템도입 고려사항

### 2.1 친수공간에서의 조명환경구축 요건

친수공간에서의 가로등 및 조명설비는 자전거도로 및 보행로, 수변공원에 대한 적절한 야간 조도 확보를 위해 설비가 구성되어야 한다. 특히 보행자 및 시민의 야간활동의 안전 및 쾌적한 환경을 제공 하기 위한 조명설비가 구축되어야 하며 친수공간의 지리적, 생태학적 요소를 고려하여야 한다. 조명제어설비는 계절별, 시간대별 친수공간을 찾는 유동인구의 변화에 따라 적절하게 에너지 절약 운전이 필요하며, 조도센서에 의한 밝기조정 및 스케줄운전, 디밍제어 운전이 필요한 특징을 가지고 있다. 친수공간의 특성상 가로, 보안

\* 정회원 · 한국수자원공사 경북권물관리센터 단장 E-mail : [bschoi@kwater.or.kr](mailto:bschoi@kwater.or.kr)  
\*\* 한국수자원공사 경북권물관리센터 팀장 E-mail : [ndr@kwater.or.kr](mailto:ndr@kwater.or.kr)  
\*\*\* 정회원 · 한국수자원공사 경북권물관리센터 차장 E-mail : [hyuk@kwater.or.kr](mailto:hyuk@kwater.or.kr)  
\*\*\*\* 대림아이앤에스 건설정보화사업부 부장 E-mail : [icryu@daelimins.com](mailto:icryu@daelimins.com)

등 및 조명기구의 원격 통합관리가 필요하다고 볼 수 있으며 야간 친수공간에서의 이용고객의 편리성 유지, 적정조도 확보, 통신 시스템을 활용한 스마트 원격조명제어 시스템의 구축, 조명 에너지절약을 통한 효율적 시스템 운영 등을 고려한 시스템 구축이 필요하다고 볼 수 있다

- 가로등의 점/소등의 관리 효율성 위한 원격 시스템 필요
- 가로등의 환경적인 변화에 따른 절전제어 관리 필요
- 전기 요금 및 관리 비용 절감 필요
- 에러 및 이상 감지 체계 구성으로 문제 알람에 대한 빠른 현장 조치 필요

## 2.2 개방형시스템 도입적용 필요성

개방형 시스템이란 여러 벤더의 플랫폼상에서도 어플리케이션의 구현이 가능하고 다른 어플리케이션과 상호 운용 호환성이 보장 되고, 아울러 사용자에게는 일관된 방식으로 통신할 수 있는 시스템을 말한다.

원격 시스템의 적용에 있어서 개방형시스템을 선택하는 일은 아주 중요한 일이라 생각된다. 기존 인프라 설비(LAN) 및 이중 통신시스템간의 원활한 통신을 위해서는 폐쇄형 시스템의 단일시스템으로는 시스템간의 상호운영 호환성을 유지하기 어렵기 때문이다. 또한 개방형 시스템 적용시는 디바이스의 변경 및 교체, 추가 등 유지보수 면에서도 유리하며, 최초의 업체로부터 종속되지 않고 연속해서 구축할 수 있는 것이 개방형시스템의 가장 큰 이점이 될 수 있다.

개방형 시스템을 설계하기 위해서는 우선 시스템 인프라를 충분히 이해하고 컨트롤 기능을 적용 하기 위한 설계를 하는 것이 중요하다. 또한 각각의 서브시스템 간의 표준화된 디바이스로 하여금 쉽게 통신 매체에 접근, 연결될 수 있게 하고 사용자가 이러한 디바이스를 쉽게 사용할 수 있도록 네트워크 서비스를 제공하는 것이 중요하다. 네트워크 서비스 아키텍처는 여러 벤더가 쉽게 디바이스와 소프트웨어를 개발할 수 있도록 표준화된 아키텍처를 제공하고 있고, 표준화된 네트워크 서비스, 네트워크 툴을 적용함으로써 정보 교환이 자유로워 어플리케이션 레벨의 표준이 쉽게 이루어 질 수 있다. 개방형 시스템은 여러 벤더들로부터 제품과 시스템이 공급됨으로써 보다 나은 유연성과 쉬운 관리, 그리고 체계적인 구성으로 시스템의 라이프 사이클 유지보수 비용을 줄일 수 있다. 또한 개방형시스템은 벤더(공급업체)선택에 더 많은 기회를 가질 수 있으며 사용자의 만족도를 증가 시키고,새로운 서비스와 어플리케이션을 쉽게 만들 수 있다.

## 3. 전력선통신 기반의 원격제어시스템 구축

낙동강 강정고령보의 친수공간에 설치된 보안등 설비는 크게 4개 구역으로 분리/구축되어있으며 위치적으로는 그림1 과 같이 분산 혼재되어 운영되고 있다. 본 과업의 목표는 분산되어 운영되는 가로 조명등기구의 통합센터에서의 원격운영을 위한 네트워크시스템의 구축 및 가로 보안등 원격조명제어시스템이 구축되어야 한다. 본 구축사례는 국내·외 대표적인 Open System으로 사용되고 있는 LonWorks 기술을 활용한 개방형시스템의 설계 및 구축을 통해 가로 보안등 원격제어 구축방법에 대해 알아보하고자 한다.



<그림1. 강정고령보구간 가로보안등 제어시스템 구축범위>

### 3.1 원격제어시스템의 구축요건

원격제어시스템의 구축대상은 경관조명, 가로보안등, 원격관제센터(Management Center)를 대상으로하고 있으며, 지역적으로 떨어져 있는 가로등제어반과 통신시스템을 구축하여, 무선 LAN 또는 CDMA를 이용하여 통신하고 가로등제어반에서는 스마트조명제어 의한 자동제어로 에너지절감 기능을 포함해야 한다. 가로등제어설비는 PLC(Power Line Communication)통신이 적용된 스마트안정기를 사용하고 관리 및 에너지 효율을 높이기 위해 그룹/개별동작 및 디밍 제어를 하여야 한다. 상위시스템은 옥내·외 경관조명, 가로등, 실내 조명의 원격감시제어를 위한 중앙제어반은 반드시 상위시스템에 설치될 HMI(i-Water)와 인터페이스 되어야한다

### 3.2 주요제어기능 만족사항

- 1) TIME 스케줄에 의한 제어
- 2) 조도에 따른 DIMMING 제어

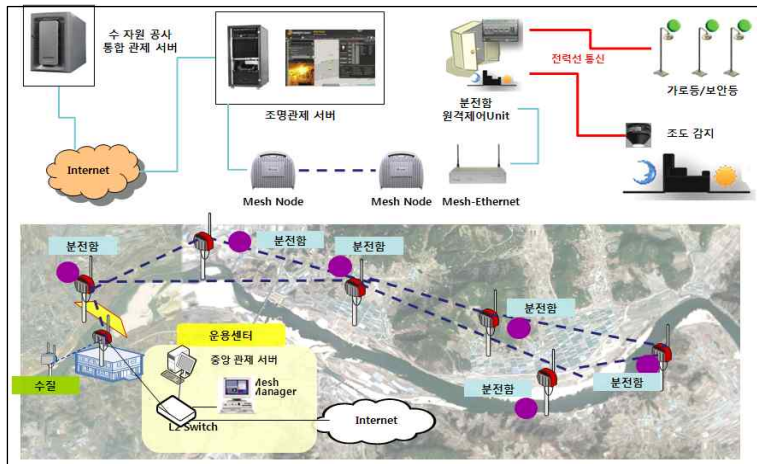
일광조건, 일출몰 간등 외부 조도에 따른 자동 디밍제어를 하여 에너지 절약 및 램프의 수명을 연장시킨다(10단계 LEVEL제어)

- 3) 심야시간 가로등 점소등 제어 및 수동제어기능
- 4) 주기적인 가로등 감시정보 수집 및 보고가 가능해야 함.
  - 분전함 감시정보 : 누설전류, 정전여부, 단선발생정보
  - 가로등 감시정보 : 점소등 여부, 고장정보(램프,단선등)

### 3.3 설계 및 시스템 구축

친수공간에서의 원격지에 떨어져 분산되어있는 있는 가로 보안등 조명설비를 제어하기 위해서는 우선적으로 통신 인프라를 구성해야 하는데 친수공간에서 새로운 유선인프라설비(LAN)를 구축하기 위해서는 비용이 많이 들게 되므로 무선통신망을 구축하는 것이 비용대비 경제적이다 할 수 있다. 구축사례는 효율적인 시스템설계를 위해 무선통신망(MESH NETWORK) 설치와 전력선통신 기술을 활용하고, 스마트안정기를 이용한 가로보안등 원격조명제어 시스템 구축방법을 채택하였다

그림2 는 전체시스템 구성을 보여주고 있으며 친수공간에 분산되어있는 전원분전반을 이용하여 무선 Mesh노드를 설치하고 원격지에 있는 통합센터에서는 무선통신을 이용하여 각 분전반까지 통신데이터를 통해 신호를 전달하고 분전반 내 설치된 전력선통신 기기를 이용하여 가로등내에 설치된 스마트안정기 까지 개별적으로 제어가 가능하도록 구성하였다



<그림2. 전체시스템 구성도>

### 3.3.1 무선메쉬 네트워킹(Wireless Mesh Networking)

친수공간과 같이 멀리 떨어져 있는 곳의 가로등 균을 제어하기 위해서는 네트워크의 구축이 필요하게 되는데 유선이 아닌 무선시스템으로 네트워크망을 구축하는 기술이다. 친수공간에서는 날씨 및 환경의 영향에 따라 네트워크가 끈질 경우 생기기 쉬운데 자동으로 메쉬망을 통해 통신망의 신뢰성을 확보할 수 있다. 메쉬네트워킹은 각 노드가 독립적인 라우터 역할을 수행하는 네트워킹의 한 유형이며, 통신이 목적지에 도달할 때까지 노드에서 노드로 "hopping"기술을 이용하여 끊어지고 막힌 노드를 피해 지속적인 연결과 재구성을 한다. 따라서 무선메쉬망의 특징은 통신상태가 좋지 않으면 노드간에 상호 통신을 통해 그물망과 같이 경로를 달리하여 새로운 경로를 찾아 통신을 연결할 수 있는 시스템으로 구성할 수 있다



<그림 3. 무선메쉬 네트워킹 구축>

### 3.3.2 전력선통신 시스템의 구성

전력선통신 즉 PLC(Power Line Communication)는 전력을 공급하는 전력선을 매개체로 음성과 데이터를 수KHz~수십MHz 이상의 주파수에 신호를 실어 통신하는 기술을 말한다. 전력선 통신은 지금까지 주로 10k~450kHz로 사용 대역이 한정되었으나 규제완화로 2M~20MHz의 넓은 대역을 사용할 수 있다. 전력선 통신의 기본원리는 기존의 전원파형에 통신 변조신호를 실어서 디지털 신호를 인식하는 방식으로 송신단에서는 저주파사이로 고조파 신호를 발생시키고 수신단에서 고조파를 수신하고 저조파를 분리해내서 신호를 인식하는 통신방식을 취한다.

친수공간에서의 전력선 통신 적용 시 고려해야 할 사항은 고속 데이터통신용이 아닌 제어용 저속 전력선 통신으로 구성이 가능하며, 특히 친수공간에 맞는 통신신호의 감쇠, 왜란, 철탐과 같은 주변 노이즈 요소를 대비한 시스템 구축이 필요하다. 아래 그림4는 가로등 선로제어반과 개별제어기간의 전력선 통신을 위한 주요 시스템의 구성도와 전력선 통신을 구성하기위한 주요 품목별 구성요소와 기능별 역할을 예시하였다

### 3.3.3 전력선통신 제어시스템 도입효과

친수공간에서의 분산되어있는 가로 보안등 및 기타 조명설비는 통합하여 구축 하는것이 운영의 효율성을 제고할 수 있으며, 개방형 시스템을 활용한 설계 적용을 통해 사용자의 유지관리 및 에너지 절약운전을 위한 사항은 시스템도입 시 반드시 고려해야 할 사항이다

구분	내용	절감
정부의 저탄소 정책에 부합	친수 공간에서의 야간 가로보안등의 전기 사용 요금을 줄임 저탄소 배출 정책에 부합	탄소 배출량 관리
스마트가로등 디밍시스템	개별 등조 제어기를 통한 개별제어 및 그룹 디밍제어기능, 램프의 상태 체크 및 제어가 가능	말단 부하인 램프의 상태 관리 심야 시간 불필요한 부하운전 관리 (전기에너지 절감 ; 30%이상)
Light Sensor 연동	개별 등조 제어기에 Light Sensor 기능을 연동시켜 조도환경 변화에 따른 실질적인 절약운전	램프 및 안정기의 수명 연장과 그에 따른 교체 인건비등 운영비용 절감
전력선 통신 시스템	별도의 통신 배관/배선이 필요없는 전력선 통신을 이용한 스마트가로등 제어 시스템	시스템 구축에 따른 통신비 절감 통신 성능 안정으로 유지비용 절감

<표 2. 전력선통신제어시스템 도입효과>

#### 4. 결 론

전력선 통신기술을 활용한 친수공간에서의 가로 보안등의 원격제어시스템 도입은 기존의 통신시스템과 조명기술을 융합한 기술이며, 전력망을 활용하여 별도의 통신선 없이 전력선만으로 통신을 함으로 신규 설치 공사비가 줄어드는 효과를 볼 수 있다. 또한 스마트 안정기를 활용하여 다양하게 원격지에 떨어져있는 가로등설비의 통합, 그룹제어 및 고장상태 검지, 원격지 디밍제어가 가능하여 필요시에만 조명의 밝기를 유지시켜 줌으로서 친수공간의 광공해 방지 및 에너지절감효과를 극대화 할 수 있다.

친수공간에서 원격조명제어 시스템구축기술을 통해 가로등 및 보안 등의 제어 및 상태 확인을 위한 시스템적용은 에너지 절약, 전력 부하 관리, 유지보수 비용 절감, 운용의 편의성을 증진 시킬 수 있으며 가로 보안등 뿐만 아니라 공원조명, 경관조명 등 통합 운영할 수 있는 환경으로 시스템을 구축하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다

#### 감 사 의 글

본 구축사례는 4대강 강정고령보에 마련된 친수공간에서의 가로조명시설이 실 구축되어 운영되는 사례로, 개방형시스템을 이용한 스마트조명제어시스템 구축에 힘써주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. 건설교통부(2003), 스마트조명제어 시스템 구축 가이드라인
2. Echelon, Open System Framework Specification. U.S.A
3. Echelon, Smart Buildings and Future of Systems Integration
4. Strata Resource Inc, USA White paper, Investigating Open Systems
5. LonMark Interoperability ([www.lonmark.org](http://www.lonmark.org))