

폐회로 전력선 통신 기반의 터널구간 스마트 LED 조명 제어 시스템 구축을 위한 개념 설계

Conceptual Design for construction of Smart LED Lighting Control System in Tunnel Section Based on Closed Circuit Power Line Communication(CPLC)

권부석*, 박정욱*†, 노금균**

Bu-seok Kwon*, Jung-Wook Park*†, Keum-Kyun Roh**

초 록 LED(Light Emitting Diode) 조명기구는 소비전력이 적고, 수명이 기존의 전구에 비해 길어 고효율, 친환경적이며 제어가 용이하다. 따라서 각종 사회 기반 시설에 적용되고 있으며 철도분야도 마찬가지이다. 이와 같은 사실에 착안하여 본 논문에서는 철도의 에너지 효율성 향상과 운영비 절감을 위해 열차의 진행 위치에 따라 조명을 자동으로 제어하는 시스템을 고려하였으며, 주요한 정보수집 장치로서 철도신호시스템의 열차위치정보를 활용한 조명제어 장치 개념 모델에 대하여 제시하고자 한다.

주요어 : 스마트조명, 폐회로전력선통신, 열차위치정보, LED조명제어, 철도터널조명

1. 서 론

한국의 도시철도 지하터널 구간에서의 조명 설비 운영 흐름을 살펴보면 분당선 등 신설 노선을 제외한 대부분의 지하터널 구간에 사용되는 조명설비는 형광등기구를 사용하여 왔으나, 최근에는 LED 조명의 개발·보급과 함께 에너지절감, 온실가스 절감 등 환경적 차원에서의 사회적 요구로 인하여 LED 조명으로의 교체공사가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 터널 내 상시 점등으로 인한 비효율적인 에너지 소비의 절감을 위해 철도 차량의 위치에 따른 디밍제어 또는 폐색구간의 일괄 on/off 제어를 실시하여 에너지 효율을 높이는 방법이 필요하다.[1]

따라서, 차량의 위치 정보를 수집하기 위하여 센서나 별도의 위치감지 기능을 추가하는 것이 아니라, 기존의 철도신호시스템의 폐색 신호 정보를 활용하여 열차의 위치정보를 수집하고 그 정보를 폐회로 전력선 통신방식(CPLC : Closed Circuit power line communication)를 통하여 각 조명설비에 전달하여 제어하는 방식을 고려하였다.

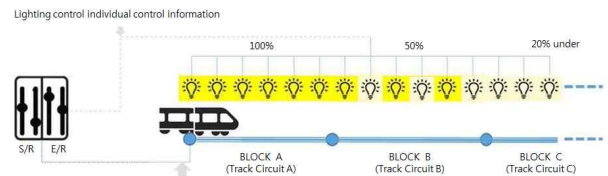


Fig. 1 Concept for Smart LED Lighting Control System of Urban Railway Tunnel using Train Location Information

† 교신저자: 서울교통공사 도시철도연구원
(cjkim@hk.ac.kr)

* 서울교통공사 도시철도연구원

** 서울교통공사 신호1사업소

2. 본 론

2.1 폐회로전력선 통신방식(CPLC)

폐회로 전력선 통신방식(CPLC : Closed Circuit Power Line Communication)는 연결된 조명설비 램프의 수신부에 어드레스를 부여해 송신부에서 전력선을 통해 통신이 가능하고 폐회로 전력선 통신방식은 송신부(스위치)를 통한 폐회로에서만 동작한다. 조명에만 적용이 가능하며 다른 기기에 영향을 주지 않고 받지도 않기 때문에 노이즈에 매우 강한 모습을 보이고 수신부의 회로가 매우 간단하다.

등기구와는 전원선 이외의 어떤 배선도 필요 없이 등기구를 개별로 제어가 가능하고, 수신부의 회로가 매우 간단하고, 가격이 저렴하며 실장 면적이 작은 것이 장점이다.[2]

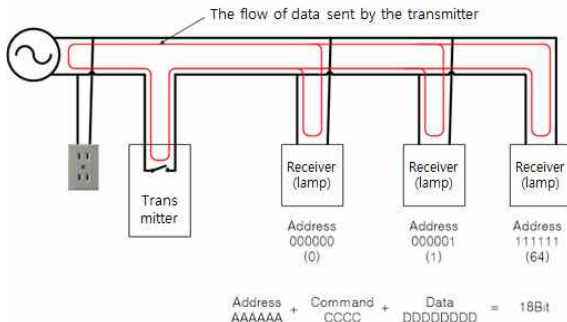


Fig. 2 Concept diagram for closed-circuit power line communication

2.2 열차위치정보 연계 방안

2.2.1 AF케도회로 분석장치와 열차정보 연계[3]

AF케도회로 분석장치는 서울교통공사 3, 4호선의 신호기계실별 고장감시장치 컴퓨터를 하나의 네트워크 폐쇄망으로 구성해 각각의 IP를 부여하여 AF케도회로 장치의 동작상태 데이터를 분석하고 유지보수자에게 점검 데이터를 알려주는 기능을 하며 자장치와 모장치로 구분된다.

AF케도회로들의 통신모듈들과 허브를 통한 직접적인 IP통신으로 열차의 점유정보, 케도회로 레벨값, 주파수 등 모든 구도회로 정보를 공유한다. 따라서 통신 프로토콜을 통한 열차위치정보 분석이 필요하다.

2.2.2 열차정보 통신프로토콜 테스트

열차위치정보를 이용하기 위하여 테스트베드 구간인 미아~수유를 제어하는 미아 신호기계실 고장감시장치 컴퓨터의 통신 프로토콜 테스트를 실시하였다.

열차위치정보를 획득하기 위한 인터페이스 모듈을 개발하고 RS-232 통신을 이용하여 고장감시장치 컴퓨터로 전달되는 프로토콜의 패킷 미러링을 테스트한 결과 Fig.3과 같이 케도회로 구간의 정상적인 열차 점유, 비점유의 프로토콜 수신을 확인할 수 있었다.

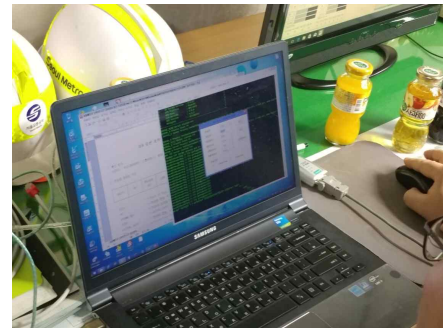


Fig. 3 Communication protocol test

2.3 열차위치정보와 연계한 터널 조명제어설비 설계[3]

테스트베드 구간의 모든 AF케도회로 실내설비는 미아 신호기계실에 집중되어 있으나 터널 내 조명 설비제어는 미아 전기실과 수유 전기실에서 분할하여 제어를 하고 있다. 따라서 미아 신호기계실의 열차위치정보를 미아 전기실과 수유 전기실로 전송하기 위해서는 서울교통공사의 내부통신망을 이용하여 설계하여야 한다.

일반적으로 도시철도의 경우 폐쇄망으로 보안에 문제가 발생하지 않지만, 미아역의 열차 위치정보가 수유역 전기실로 외부 설비에 의하여 전달되어야 하는 경우 보안에 취약점이 발생할 수 있기 때문에 본 연구에서는 국가 정보 보안 기본지침에 따라 CC 인증을 받은 SSLVPN (Secure Sockets Layer Virtual Private Network)을 사용하여 보안성을 강화하였다.

VPN은 인터넷을 이용하여 고비용의 사설망을 대체하는 효과를 얻기 위한 기술로 인터넷

넷 망과 같은 공중망을 사용하여 둘 이상의 네트워크를 안전하게 연결하기 위하여 가성의 터널을 만들고 암호화된 데이터를 전송할 수 있도록 구성된 네트워크이다.

네트워크 트래픽이 암호화되어 이용자는 VPN 인증과 함께 방화벽을 통한 서비스 통제, 접근 대상 서비스 인증을 거치므로 임의 접근보다 훨씬 높은 수준의 보안을 유지할 수 있다.

2.4 실내 조명제어 테스트[3]

실내 조명제어 테스트의 주 목적은 향후 완성된 시스템의 테스트베드 적용 설치 전 상기 제시한 개념도에서 VPN 통신을 이용한 열차위치정보 인터페이스 모듈과 CPLC 시스템 간의 정상적인 동작과 성능 검증을 확보하는 것이다.

따라서 간략하게 AF케도회로 폐색 구간별 직관형 LED 램프를 직렬로 연결하여 어드레스를 할당하고 열차위치정보 수신에 따른 CPLC 제어를 실시하였다.

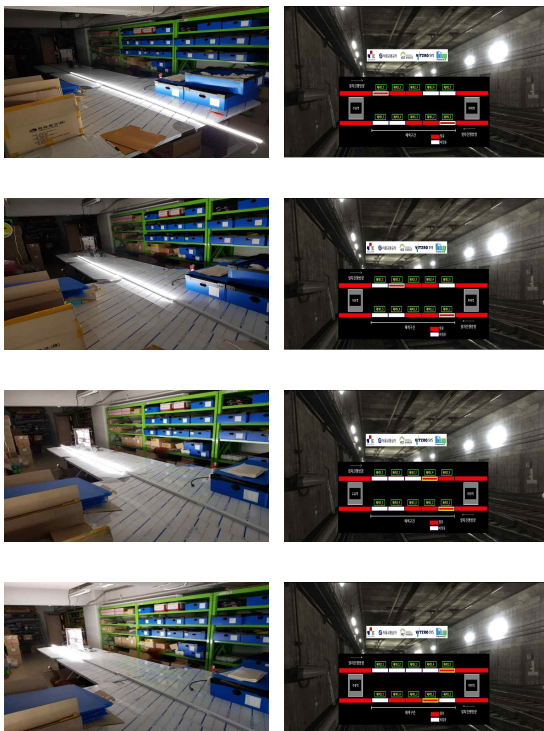


Fig. 4 Lighting test(Left) by train position information simulation(Right)

Fig. 4와 같이 시뮬레이터 Display의 하행선 기준으로 수유역을 출발하여 미아역으로 가는 동안 폐색 2_1에서 2_5까지 열차 이동에 따른 전방 폐색구간 조명의 점등 및 후방 폐색 구간의 점멸을 확인할 수 있었다.

3. 결론

현재 고효율 에너지 정책으로 많은 역사와 터널구간의 조명이 LED 조명으로 교체되었음에도, 터널 구간의 조명은 상시 점등 상태로 유지되고 있다.

본 논문에서는 열차의 진행 방향에 따라, 전방 폐색 구간만 점등하고, 나머지는 소등하는 방식으로 에너지 절감을 실시하는 모델의 개념을 제시하였으며, 이러한 조명제어 시스템은 터널 조명 에너지 사용량을 현 사용량의 절반이하로 절감이 가능하여 도시철도 운영기관의 수익창출에 기여할 수 있다.

후 기

본 연구는 국토교통과학기술진흥원의 2017년 국토교통기술촉진연구사업 「철도 조명설비 에너지 절감을 위한 지하터널 구간용 철도신호 시스템과 연동한 폐회로 전력선 통신방식(CPLC)의 조명제어 기초 원천기술 개발(17CTAP-C12979-01)」 과제의 지원을 받아 작성하였습니다.

참고문헌

- [1] Jong-Bin Park (2017) Analysis of Environmental Effect by Replacement of Luminaires at Railway Station, Masters Degree, Seoul National University of Science and Technology
- [2] Jung-Ho Kim (2013) Analyses for Individual Lighting Control System and Effectiveness of Closed-circuit PLC, Proceedings of the ITFE Summer Conference, August, Korea Institute of Information & Communication Facilities Engineering, pp.22-24

- [3] Bu-Seok Kwon, Jung-Wook Park, Woo-Jin Jang, Jong-Bin Park, Jung-Ho Kim, Chang-Sik Kim (2006) Conceptual Design for construction of Closed Circuit Power Line Communication(CPLC) based Tunnel Lighting Control Technology in Linked with Train Location Information, *Journal of The Korean Society For Urban Railway* 5(4), pp. 1085-1093.