도시철도 조명제어시스템 국산화 개발연구

Localization of urban rail lighting control systems research

이준상*†, 김진영*, 김산홍**, 유근규*

Junsang Lee*†, Jinyoung Kim*, Sanhong Kim**, Guenkyu Yu*

Abstract Seoul Metropolitan Rapid Transit station light control system during the construction of the characteristic GE, TOSHIBA, NATIONAL, such as the foreign product has been installed, proceed with the aging of the foreign facility maintenance of equipment and a lot of money and time is spent. Seoul Metropolitan Rapid Transit Corporation in accordance with the characteristics of the city railway and lighting control systems with a combination of new technologies to promote localization was

Key points in the development of a user-oriented PC-based systems, dual stabilization system, a lighting system in response to changes in the system, energy-saving systems, such as the localization of two major development was promoted as a strategy.

Keywords: Pc-based system of user-centered, dual stabilization system, New lighting conditions

초 록 서울도시철도 조명제어시스템의 특성은 건설 시 GE, TOSHIBA, NATIONAL 등 외산 제품으로 설치되었으며, 시설물의 노후화 진행과 더불어 외산 장비의 유지보수에는 많은 비용과 시간이 소비되고 있다. 서울도시철도공사에는 도시철도 특성에 부합하고 신기술이 접목된 조명제어시스템 국산화 개발을 추진하였다.

개발 시 주요사항으로는 사용자 중심의 PC 기반시스템, 2 중 안정화 시스템, 변화되는 조명시스템에 대응 시스템, 에너지 절감형 시스템으로의 국산화 개발 등이 주요 개발전략으로 추진되었다.

주요어: pc기반 시스템, 2중 안정화 시스템, 새로운 조명환경에 대응

1. 서 론

서울도시철도공사의 조명제어 시스템의 현황은 미국 GE(General Electric)와 일본의 TOSHIBA사와 National 등 3개사의 시스템으로 건설이 되어 있다. 도시철도 건설 당시 외산설비의 특징은 높은 신뢰성과 안정성을 가지고 있으며, 다중 이용시설의 시스템으로 적합성

† 교신저자: 서울특별시도시철도공사 기술연구소(junsang@smrt.co.kr)

* 서울특별시도시철도공사 기술연구소

** (주)ABI시스템스 대표이사

을 가지고 건설 및 운영을 하였다.
하지만 외산 설비의 운용상 문제점으로는 고장에 따르는 A/S 체계의 불편함과 시스템의 노후화에 따르는 소모성 부품의 단종 등 여러 문제점을 나타내고 있다.
서울도시철도공사에서는 운용상 불편함을 해소하고 향후 유지보수성 및 변화되는 조명환경에 적극 대응하기 위한 국산화 시스템을 제안하여 개발함으로 외산 설비의 문제점을 극복하고 조명시스템 유지보수성 극대화와 에너지 절감에 적합한 도시철도 조명시스템을 공동개발 하게 되었다.

2. 본 론

2.1 기존 외산설비의 구성방식 및 특징

2.1.1 외산 조명제어 시스템 구성 및 특징

Table 1 Foreign relays key features

RELAY	**HID 20A RELAY**	**24 V AC Type**
RELAY Controller	**4개 RELAY 단위로 제어**	**-**
Transmission Unit(중계기)	**전송속도 < 9600 bps**	**On/Off 제어중심**
통신방식	**FULL 2WAY**	**Panasonic 규격**

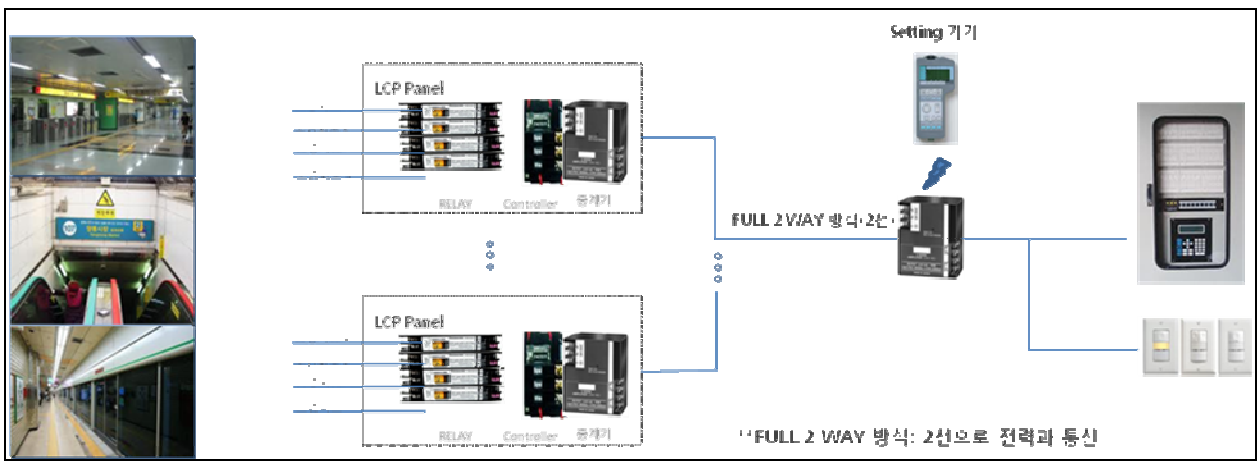


Fig. 1 Foreign system configuration

외산(일본) 조명제어 시스템의 특징은 20(A) Latch 릴레이와 Controller, 중계기로 구성된 LCP(Lighting Control Pannel) 판넬과 제어반의 2 선 전력선 통신방식으로 구성되어 있다. 조명제어 방식은 개별제어, 그룹제어, 프로그램제어 등으로 제어 되고 있으며 입력된 스케줄에 의하여 제어되는 시스템이다. 개별제어는 조작자가 필요 시 조작반 및 조명분전반의 스위치를 이용 on, off 할 수 있다. 그룹제어는 여러 개의 개별 제어 스위치를 하나의 스위치 조작으로 제어할 시 사용된다. 프로그램 제어는 규칙적으로 행하여지는 과정을 프로그램화 하여 제어하게 된다.

2.1.2 개발 계획(1)

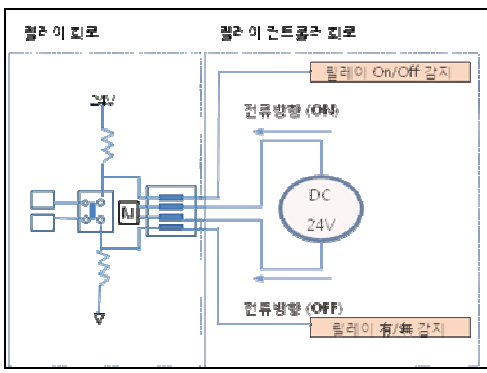
개발 시 기본계획은 안정성 및 신뢰성이 확보된 시스템 개발을 목표로 신뢰성이 확보된 릴레이를 채택하고 2중 안정화 제어용 수동 조작반 개발, 고장 대처가 유연한 분산제어 방식의 채택을 수립하였다. 또한 사용자 중심의 PC(Personal Computer) 기반 시스템으로 개발하여 기존 외산 장비의 문제점으로 지적되어온 유지보수의 어려움을 극복하고자 설계에 반영하였다. 변화되는 조명환경에 적극대응하기 위하여 LED 디밍제어, 센서제어, 전기 이상상태 실시간 표출 등 신기술을 적용하여 개발코자 하였다.

2.1.3 개발 계획(2)

기존에 외산 장비가 적용된 환경에 1:1 장비교체가 가능하여야 하고, 도시철도 운영기관의 특성상 영업시간에 지장을 주어서는 않되는 시스템 이어야 한다. 확장이 용이한 개방형 시스템으로 동시에 네트워크 장애 시 로컬제어도 가능한 시스템으로 개발 하고자 하였으며, 단위/그룹/용도별 조명에너지 관리로, 도시철도 역사 에너지 효율화에 기반을 조명제어 시스템에서 가능하도록 설계에 반영 하였다.

2.2 핵심 기술 및 적용기술

2.2.1 개선된 RELAY 적용(국산 개발 제품)



비교 항목	AC 구동 릴레이	DC 구동 릴레이
현 황	기존 설치된 제품 (GE, Panasonic, Toshiba)	국내산 제품
구동 방식(용량)	AC 24V (20A)	DC 24V (20A)
구동전력(상대)	100%	< 40%
제어속도(상대)	100%	< 50%
릴레이상태	X	O
동작신뢰성	릴레이 상태 확인불가	高

Fig. 2 Performance developments

개발된 릴레이는 DC 24V로 구동되며 기존 AC TYPE에 비하여 구동전력과 제어속도, 동작신뢰성에 우수한 DATA를 보이고 있으며, 기존 방식에 의하여 릴레이 동작 상태에 대한 정보

를 시스템에 전송 함으로서 상태감시 및 제어에 우수한 장점을 가지게 된다.

Table 2 Comparison against foreign products

비교 항목	외산제품	개발품
방 식	2선식	2선식(**LON)
통신속도	< 9,600 bps	78 kbps
통신방식	단방향(Master-Slave)	양방향
제어 및 상태확인	Polling 방식(동작속도 느림)	Event방식(동작속도 빠름)
버스거리	500 m (거리연장:리피터)	400~500m(거리연장:리피터)
디밍지원	속도 느림	원활

2.2.2 통신방식의 차별성

Table 3 Differntiation of communication methods

	외산업체			**개발품**
	A사	**B사**	**C사**	**개발사**
조명 네트워크				
제어구조	중앙집중형	중앙집중형	중앙집중형	분산형
Data Access	Polling 방식(노드가 많을수록 느려짐)			Event 방식(리얼타임)
간선망통신	독자방식(<9600 bps)			Lon (78Kbps)
시스템 조명 확장	어려움	어려움	어려움	쉬움
기술사양	* 사용전원: AC 220V, 60Hz * 전류용량 : 500mA * 소비전류 : 15W * 제어 회로 수: 256, 512 회로 * 통신방식: FULL 2 WIRE 방식	* 사용전원: AC 220V, 60Hz * 전류용량 : 500mA * 소비전류 : 20W * 제어회로수 : 256 회로 * 통신방식: FULL 2 WIRE 방식	* 사용전원 : AC 220V, 60Hz * CPU:16bit 마이컴 * 취부:Plug-In Type * 제어회로:48 회로 *회선방식: 4 선식(전원, 통신)	* 입력전압 : DC 24V * Uplink: LON (78 Kbps) * Downlink: LON(78 Kbps) * 입력전압 : DC 24V * Uplink LON * Downlink : DALI

2.2.3 수동조작 시스템(S/W와 시스템 오류발생 대비)

Fig. 3 Manual control panel

도시철도 조명제어 시스템의 2 중 안정화 개념을 도입하여 조명제어 프로그램의 오류나 PC 오류로 인하여 시스템을 제어 할 수 없을 경우 안정적인 조명제어를 수동으로 가능하도록 확보한 기능이다. 또한 직관적인 역사 조명현황을 한눈에 보여줌으로써 안전성과 편의성을 확보 할 수 있는 시스템이다. 조명제어 시스템과 상태 동기화로 현재 조명상태를 확인 가능하고 스위치 개별 또는 그룹별로 자유롭게 맵핑이 가능함으로써 도시철도 역사 운영환경의 변화에도 대응하도록 설계 하였다. 19 인치 표준랙 장착으로 공간활용이 유연하고, 역사 도면 중심으로 사용자로 하여금 직관적인 제어가 가능하도록 설계 제작하였다.

2.2.4 중앙제어 프로그램

상태	ON	OFF	상시	오 동작
내용	밝은 색으로 상태확인	어두운 색으로 상태확인	알파벳"C" (제어 안됨)	? : 통신상태 확인 적색 계열 : 릴레이 확인
기호			C	-?-

Fig. 4 Lighting control program

중앙제어 프로그램 개발 시 사용자 중심의 편리하고 단순한 UI(User Interface) 적용을 목표로 개발하였으며, 도시철도의 특성상 중요한 조명등(외등, 폴사인등) 및 스케줄제어 버튼과 전기실 경보 상태 창을 메인화면에 배치하였다.

프로그램의 서브화면(각 층별) 주요 구성으로는 조명등의 현재 상태를 색깔로 구분하여 조명등의 상태(ON, OFF, 비상등, 오동작 1, 오동작 2)를 나타내고 릴레이 통신상태 및 오동작을 표시하게 된다. 또한 그룹제어 버튼을 별도로 구성 하여 사용자의 요구사항을 반영하여 설계하였다.

스케줄의 입력은 엑셀파일을 이용하여 가능하며 그룹설정의 변화 요구 시 쉽게 반영할 수 있도록 구성하였다.

2.2.5 디밍제어 및 DALI 시스템

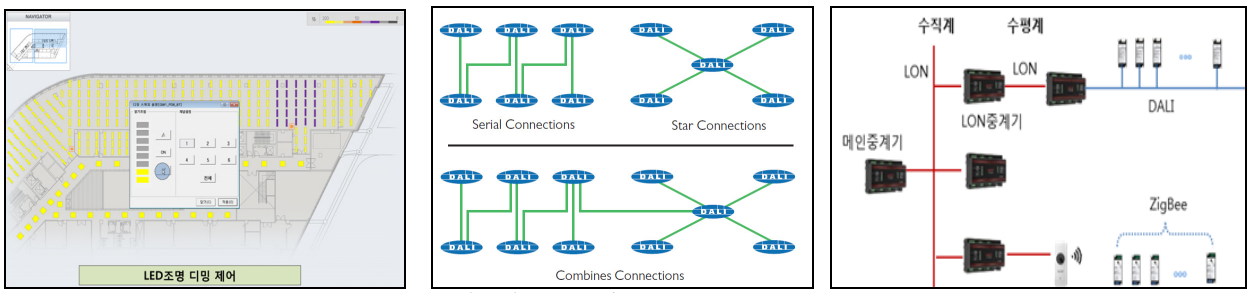


Fig. 4 Dimming control program & DALI system

개방형 국제표준방식인 유선(DALI) 및 무선(Zigbee)을 통한 디밍제어(dimming control) 시스템을 개발하였으며, 현재 국내뿐만 아니라 전 세계적으로 가장 많이 사용하고 있는 아날로그 디밍 방법인 0-10 또는 1-10 제어 방식을 지원하는 통신용 컨버터 자체 개발로 시장 대응력이 우수한 시스템이다. 디밍을 위한 별도의 네트워크가 필요 없는 단일 네트워크 구조로 개발되었으며, 사용자 중심의 UI 사용으로 현재 조명의 디밍제어 상태를 직관적으로 인지가 가능하여 시스템 운영에 장점을 가지고 있다.

DALI 시스템의 장점으로는 간편하고 단순한 배선방식(2-Wire/no polarity)으로 구성이 가능하다. 등기구 단위 개별제어/그룹제어 및 감시(dimming status, lamp fault)가 가능함으로 관리유지 비용이 절감이 가능하며, 편리한 레이아웃 변경과 조명전력 절감이 가능한 시스템이다.

3. 결 론

도시철도 조명제어시스템의 특징으로는 다중이용시설의 특성과 지하에 건설이 이루어지는 2가지의 조건을 동시에 만족하는 시스템으로 개발 하고자 하였다. 현재 운영중인 역사에 적용하여 각종 테스트를 진행하여야 하고, 지하역사의 특성인 진동과 습기환경에 대응하는 시스템이어야 한다. 개발 시스템은 공인인증기관의 시험성적서 및 연구실 가속시험, 현장 설치 운용 테스팅을 실시하여 현재 서울도시철도 역사에 시범 적용을 진행하였다.

기존 조명제어시스템의 장점과 단점을 분석 및 도시철도 운영 시 문제점 등을 발굴하여 개선사항을 적용 하였으며, 특히 실제 운영요원의 의견을 적극 반영하여 유지보수의 편의성도 극대화 하고자 하였다. 현재 도시철도의 역사 조명은 LED 조명으로 변화되어 가고 있으며, 그 핵심은 유지보수 효율의 극대화와 에너지 절감을 기반으로 하는 제어기술의 적용에

있다고 할 수 있다. 그 흐름에 따라, 변하는 기술환경에 능동적으로 대처 하는 시스템 개발을 추진하였다.

본 연구는 2012 중소기업청 구매조건부 신제품 개발사업의 국산화 개발 과제인 지하철 조명제어 시스템 국산화 개발의 일환으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

[1] S.H. Lee (2013) Lighting control devices on the network standard protocol for the management of technology trends, Journal of kiiee, 27-2. pp. 56-65.

[2] American National Standard Institute(ANSI), Asynchronous Serial Digital Data Transmission Standard for Controlling Lighting Equipment and Accessories, Amercan National Standard E1.11, 2008

[3] Kim, soo-young (2008) Analysis on Dimming Control Effect by Algorithm Variation for Direct/Indirect Lighting in aSmall Office , *Journal of the Korean Solar Energy Society,VOL 28,NO5* 8, pp. 36-48.