

3구신호등 제어용 교통신호제어기 개발

Development of a Traffic Signal Controller for the Tri-light Traffic Signal

한 원 섭* 고 광 용** 허 낙 원*** 이 철 기**** 하 동 익***** 이 병 철*****
(Won-Sub Han) (Gwang-Yong Gho) (Nak-Won Heo) (Chul-Kee Lee) (Dong-Ik Ha) (Byung-Cheol Lee)

요 약

현재 국내에서 사용되는 교통신호제어기는 4구신호등(적색, 황색, 녹색, 녹색) 체계로 개발된 “경찰청 교통신호제어기 표준규격”을 따르고 있으나, 국가정책에 따라 3구신호등체계로 바뀌어 운영될 예정이다. 이에 따라 본 연구에서는 기존 4구신호등 체계로 개발된 표준규격 교통신호제어기를 3구신호등(적색, 황색, 녹색) 체계에 맞도록 신호등기부를 개선하는 방법으로 3구신호등용 교통신호제어기를 설계·개발하였다. 등기구동장치(LSU)는 2조의 3색 R-Y-G 출력스위치를 가져 총 6개의 출력용량을 갖도록 개선되었다. 이동류별 및 교통수단별(차량, 버스, 자전거, 보행) 3색 신호를 부여하기 위해 최대 16개까지 등기구동장치(LSU)를 수용하여 총 96개의 출력 용량을 갖도록 버스체계가 개선되었다. 최대 32개까지 늘어난 적색 등 점멸제어를 위해 점멸기(FLASHER) 장치를 개선하였다. 소프트웨어 부문에서는 지역제어기와 센터시스템 간 통신규약이 개선되었으며, 3구신호등 체계의 LSU에 적합한 새로운 시그널맵 코드체계를 부여하였다. 개발된 3구신호등 제어용 교통신호기에 대해 프로토콜 운전, 원격제어기능, 제어모드별 운전기능을 각각 시험하였으며, 테스트 결과 모두 정상적으로 동작하였다.

Abstract

The traffic signal controllers being used in the domestic currently are being manufactured based on the korean national police standard which was developed for controlling the quad-light traffic signal having the red, yellow, left-turn arrow, and green lights. But according to the national policy for the traffic operation, they have to be changed to be able to switch the tri-light signal having red, yellow and green lights. In this study, a new tri-light traffic signal controller was designed and developed by the way improving the Signal Control Unit of the existing quad-light standard traffic controller. The Load Signal Unit(LSU) was improved to output 6 signals which are the two assemblies of three signal indications having the red, yellow, and green lights. To enough traffic signals output to control each directional movements and the various transport modes which are car, bus, bike, and pedestrian etc., the connector bus system was designed to be able to accommodate maximum 96 signals outputs being constructed by 16 LSUs. Flasher device was developed to be able to support maximum 32 red signals. In the software, the communication protocol between traffic control center and the traffic signal controller was improved and new signal map code values were defined for the developed LSU controlling the quad-light traffic signal. A model of the quad-light traffic signal controller developed and was tested three operations, protocol-operation, remote-command and control-mode. The test result operated all of them successfully.

Key words : Traffic signal controller, LSU, FLASHER, signal head, signal control unit

* 주저자 : 도로교통공단 교통과학연구원 수석연구원

** 공저자 및 교신저자 : 도로교통공단 교통과학연구원 선임연구원

*** 공저자 : 도로교통공단 교통과학연구원 연구원

**** 공저자 : 아주대학교 ITS 대학원 교수

***** 공저자 : 인트라스 대표이사

***** 공저자 : 도시교통개발원 원장

† 논문접수일 : 2010년 8월 8일

† 논문심사일 : 2010년 10월 6일

† 게재확정일 : 2010년 10월 8일

I. 서 론

1. 연구 배경 및 목적

경찰청에서는 유지보수체계 비용절감과 효율성 개선을 위해 부품 간 호환성을 확보하도록 하는 교통신호제어기 표준규격을 제정하여 운영하고 있다. 표준규격이 제정된 이후 각 도시별로 설치되는 교통신호제어기는 표준규격에서 제시하는 기능과 규격을 만족하는 검사를 거쳐 현장에 설치되고 있다. 이 표준 규격은 도로교통법에 지정된 교차로의 신호등 4구 신호등 운영형태(적색, 황색, 녹색화살표, 녹색)를 지원하기 위해 4구 신호등용 등기구등 시스템을 기본으로 하고 있다.

한편 국가경쟁력강화위원회와 경찰청 등 관련기관 합동으로 추진되는 교통운영체계 선진화사업에서는 기존에 운영되는 4구신호등을 3구신호등 체계로 변경하여, 방향별 차종별로 전용신호)로 운영하는 등 신호운영체계 전반에 대하여 변화를 모색하고 있다[1]. 이와 같은 신호운영체계의 변화를 수용하기 위해서는 기존 교통신호제어기 표준규격서의 보완이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 “교통운영체계 선진화 사업”과 관련하여 3구신호등 운영체계에 맞도록 기존 교통신호제어기의 설계를 변경하여 현장에 적용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 하고 있다.

2. 연구 방법

본 연구는 기존 4구신호등 체계로 개발된 교통신호제어기 표준규격을 3구신호등 운영체계에 맞도록 교통신호제어기의 하드웨어 및 소프트웨어의 설계를 보완하고자 하였다. 이에 따라 먼저 기존 4구신호등 신호등 제어를 대상으로 개발된 교통신호제어기의 표준규격을 분석하였다. 다음으로 3구신호등 체계를 수용하기 위하여 요구되는 신호등 출력 용량을 분석하고 합리적인 용량 확장 대안을 선정하였다.

용량확장 대안에 따라 시제품을 제작하고 3구신호등 제어에 필요한 프로토콜과 출력코드체계를 추가하였다. 개발된 시제품을 교통신호제어기 기능검사시스템과 연계하여 운영시험을 실시하였다.

II. 교통신호기 표준규격 검토

1. 구성 체계

교통신호제어기 표준규격에 정의된 교통신호기의 구성은 주제어부(MCU: Main Control Unit), 신호구동부(SCU: Signal Control Unit) 및 기타장치부와 수동조작판(Police Panel), 단자대함(TF: Terminal Facility)으로 구성된다. 각 장치는 19인치 EIA 규격의 랙에 주제어부 6U, 신호구동부 3U, 기타장치부 3U 높이의 보드가 장착된다[2].

2. 주제어부

주제어부에서는 VME 버스 주기판을 기반으로 하여, CPU보드, 모뎀, 검지기보드, 운영자 입력장치, 옵션보드와 전원장치로 구성된다. 이 중 CPU보드는 신호구동부의 컨트롤러와 시리얼통신으로 연결되어 신호스텝별로 신호등 표출을 제어한다. 이 외에 CPU보드는 통신장치를 통하여 관제센터 중앙장치와 자료 교환, 차량검지기, 운영자 입력장치 등 각 모듈로부터 정보를 받아들여 분석·처리하는 기능을 갖는다. 기타 기능 규격에서 지정된 소프트웨어적인 제어기능과 통신규약 부분에서 지정된 데이터 처리 방법에 따라 교통신호기를 제어한다.

3. 신호구동부 (SCU: Signal Control Unit)

신호구동부(SCU)는 교통신호제어기의 주제어부(MCU: Main Control Unit)로부터 신호현시 운영계획에 대한 정보를 수신하여, 등기구동장치(LSU: Load Switch Unit)를 통하여 AC전원을 제어하여 외부에 설치된 신호등을 구동하고, 출력되는 신호의 모순 및 점멸신호를 운영한다. 신호구동부는 일반 I/O BUS 의 주기판을 기반으로 컨트롤러(Controller)

1) 적진 및 좌·우회전 교통류에 적·황색·녹색의 원형·화살표 신호등과 차종별 적·황·녹색의 신호등 운영

보드, 점멸기(Flasher Unit) 및 동기구동장치(LSU : Load Switch Unit)로 구성된다.

컨트롤러는 직렬 통신 단자를 통하여 주제어부(MCU)로부터 현재 진행 중인 현시 조합에 대한 정보를 공급받아 궤환신호정보와 비교하여 소프트웨어적으로 모순검지를 수행한다. 신호구등 데이터를 근거로 직접 동기구동장치(LSU)를 제어하여 신호등을 구동하며, 신호등 점등 상태의 모순이 발생하였을 때 적색 또는 황색 신호등을 점멸시킨다. 컨트롤러는 교차로 신호등의 점등상태 모순과 신호등 전구의 단선 검지, 적신호 단락(Red Fail) 및 전원 이상(Power Interrupt) 등의 장애에 대해 점멸기를 구동하는 기능을 갖는다.

동기구동장치(LSU: Load Switch Unit)는 컨트롤러로부터 제어신호를 받아 신호등 출력 전원을 직접 제어하며, 그 제어 결과에 대한 검사값 결과를 컨트롤러보드로 되돌려준다. LSU는 신호등에 공급되는 전력을 제어하는 전력제어부, 신호등의 동기전압을 검출하는 검출회로와 Red Fail 검출회로, 녹모순신호 검지부(G-G Conflict Monitoring), DATA LATCH 부 및 신호등 구동회로로 구성된다. 표준규격에서는 총 8개의 LSU 보드가 장착할 수 있도록 설계되어 있다. LSU는 차량 4구신호등(R, Y, A, G)과 보행자 신호등(PR, PG)의 출력을 구동할 수 있도록 설계되어, 최대 48개의 출력 제어가 가능하다.

점멸기는 비 절연모드에서 동작하는 자체 전원 장치 및 제어회로를 내장한다. 컨트롤러의 모순판단에 따른 점멸명령과 기능이상을 판단하여 점멸 제어를 수행한다. 8개의 LSU로부터 모순상태의 입력신호(CONF)를 전달받아 컨트롤러의 명령 차단, 점멸 명령의 전달 및 모순 상태를 컨트롤러에 보고하는 기능을 갖는다. 신호등구동부에서 장치별 접속을 위한 백플레인 버스규격은 <표 1>과 같이 32핀 커넥터를 기준으로 구성되어 있다[3].

D0~D5신호는 LSU에 스위치 ON, OFF를 지정하는 신호선으로서 순서대로 PR, PG, R, Y, A, G 출력을 지시한다. F0~F5신호는 LSU가 LAMP 동작 상태를 검출하여 컨트롤러에 전달하기 위한 신호선으로 순서대로 PR, PG, R, Y, A, G 상태값이 된

<표 1> 신호구동부 각 장치별 버스 접속 규격
(Table 1) Bus signal allocation under the current standard

DIN 41612 TYPE-F (48 PIN) SCU 핀 배정			DIN 41612 TYPE-F (24+7 PIN) LSU 핀 배정			DIN 41612 TYPE-F (24+7 PIN) FLASH 핀 배정						
NO	ID	B	Z	NO	ID	B	Z	NO	ID	B	Z	
2	+SV	D0	GND	2	+SV	D0	GND	2	ACF7	ACF7	ACF7	
4	D1	D2	D3	4	D1	D2	D3	4	ACF8	ACF8	ACF8	
6	D4	D5	SEL0	6	D4	D5	SEL#	6	F.G	F.G	F.G	
8	SEL1	SEL2	SEL3	8	F0	F1	F2	8	POD+			
10	SEL4	SEL5	SEL6	10	F3	F4	F5	10	FLASH	SOU-RUN	GND	
12	SEL7	F0	F1	12	WRITE	SRST*	+12V	12	CRST*	SRSTT*	Z/C	
14	F2	F3	F4	14	CRST*	CONF*	+12-0	14	AC _r +		CONF*	
16	F5	P0	P1	16	AC-	AC-	AC-	16	AC _r -	AC _r -	AC _r -	
18	P2	P3	P4									
20	PS	P6	P7									
22	CONF*		+12V	22	PG#		20	PG#			20	ACF2
24	POD*		+12V-0				24	PG#			24	ACF4
26	RUN	FLASH	Z/C	26	Y0#						26	ACF3
28	WRITE*	SRST	CRST				28	AG#			28	ACF6
30	R0D	TXD	GND	30	G0#						30	ACF5
32	(R0D1)	(TXD1)	(GND)				32	AC*			32	AC*

다. P0~P7신호는 수동조작패널에서 입력된 각 기능단자의 신호전달에 사용된다.

4. 소프트웨어 기능

현재 표준규격으로 제작된 교통신호제어기는 출력 신호를 코드화하여 일정한 현시 표출 단계별로 테이블을 구성한 Signal Map에 따라 운영되고 있다. 제어기는 시간 흐름에 따라 각 단계를 진행하면서 정해진 스텝마다 지정된 코드가 정한 스위치를 끄거나 켜면서 신호등을 운영한다.

신호운영 맵은 A링과 B링의 스텝이 독립적으로 지정되어 최소 32스텝 이상의 정보를 보관할 수 있도록 규정하고 있다. 또 각 스텝은 4구신호등의 차량등과 보행자신호를 구동할 수 있도록 8개의 LSU의 차량등과 보행등의 출력방법을 지정한다. 이를

<표 2> 4색등화용 신호운영 맵 코드 값
(Table 2) Output command codes of the quad-light LSU

코드 값	차량등	보행등
0x00	적색 R 고정	보행 적색 고정
0x01	좌회전 진행 AG 고정	-
0x02	좌회전 후 황색 Y 고정	-
0x03	황색 Y 점멸	-
0x10	직진 진행 G 고정	보행 녹색 고정
0x20	직진 황색 Y 고정	보행 녹색 점멸
0x30	적색 R 점멸	(보행 적색 점멸)

주) 좌회전 진행코드 다음에 직진 황색, 직진 진행코드 다음에 좌회전 황색이 올 수 없다.

위하여 <표 2>와 같이 신호운영 맵을 구성하는 신호출력별 코드 값을 지정하여 운영하고 있다[4].

III. 3구신호등용 교통신호제어기 개발

1. 기본 구성

1) 3구신호등 구동 요구 출력 수 산정

3구신호등의 운영목적은 방향별 차종별로 신호등을 분리 설치하여 운영하는 형태이다. 4지형 교차로를 기준으로 교통신호제어기에서 요구되는 출력을 종합하면 <표 3>과 같다. 방향별 3구신호등의 구동을 위해서는 36개의 출력이 요구되고, 중앙버스전용신호의 구동을 위해서는 12개, 자전거전용신호 구동을 위해서는 16개, 보행신호등 구동을 위해 16개의 신호출력단자가 요구되며, 방향별 1개소씩 연동 신호출력 등을 감안하면 총 96개의 출력이 요구된다[5].

<표 3> 3구신호등 제어기의 신호등 구동 출력단자 수
(Table 3) The required number of signal output

구분	설치 등화	요구출력
방향별 3구신호등	- 직진 3구신호등 - 좌/우회전 3구신호등	36개
중앙버스전용신호	- 버스 직진 3구신호등	12개
노면전차 등 신호	- 대향접근로 각각 6색등	12개
자전거전용신호	- 자전거 직진 3색 등화	12개
차량 연동신호	- 방향별 3구신호등	12개
보행자신호	- 2단 횡단보도신호등 지원	12개
계		96개

주) 표준규격 교통신호제어기 신호등기 출력 수 : 48개

2) LSU 구성 대안 선정

앞에서 검토한 바와 같이 4구신호등 체계를 방향별 수단별 3구신호등 체계로 변경할 때에는 출력 수가 증가하므로 기존 교통신호제어기를 3구신호등 체계로 변경하기 위해 출력 용량을 증가해야 하며, <표 4> 및 <그림 1>과 같이 2가지가 제안된다.

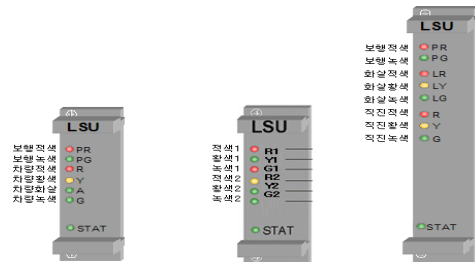
첫 번째 방안은 기존 3U의 LSU에 출력단자 6개를 R1, Y1, G1, R2, Y2, G2로 재구성하고, LSU를 8장에서 16장으로 확장하여, 신호구동부의 여타장

치를 재설계하는 것이다. 각 보드에 구성장치를 축소하여 전면판 폭을 축소하여 16개의 LSU를 19인치 랙에 수용할 경우, 제어기 합체의 변경 없이 수용이 가능하며, 16개의 LSU로 설계할 경우 96개의 출력단자를 확보할 수 있어 향후 신호운영체계의 다양한 변화를 수용할 있게 된다[5].

<표 4> 3구신호등 기능 구현 방안
(Table 4) Alternatives to accomplish a proper tri-light signal controller

구분	신호등 제어출력 수 만족	출력단자 수				장단점
		물리 단자	활용 가능	차량 부족	보행 부족	
1안	기존 3U의 LSU에 출력단자를 R1, Y1, G1, R2, Y2, G2로 재구성하고, LSU를 8장에서 16장으로 확장, 신호구동부 여타장치 재설계	96	92	+22	4	- 전면판의 크기조정으로 3U의 19인치 랙에 수용 가능하고, 여유분의 출력단자 확보가능 - 신호등구동부 재설계 - 구성장치 프로그램 수정필요
2안	LSU를 6U 높이로 확장하여 PR, PG, R1, Y1, G1, R2, Y2, G2의 출력단자 2개를 추가 구성, 신호구동부 여타장치 재설계	64	64	-12	4	- 교통류별 출력단자 확보가능 - 기존 3U 보드 내 공간 부족으로 6U높이 보드 설계 필요 - 합체 확장설계 필요 - 횡단보도용 출력단자 남비 - 충분한 출력단자 미확보

두 번째 방안은 LSU에 PR, PG, R1, Y1, G1, R2, Y2, R3, Y3, G3의 출력단자 2개를 추가 구성하여 신호구동부의 여타장치를 새롭게 개발하는 것이다. 이 방안은 기존 3U 보드 내에 8개의 출력단자를 수용하기 위하여 6U 높이가 필요한데, 이는 합체



<그림 1> LSU 보드에 출력단자 확장 설계방안
(Fig. 1) Alternatives to increase signal outputs

의 크기에 대한 전반적인 변경이 수반되기 때문에 고려하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 기존 제어기 탑재의 변경 설계 없이 3구신호등 체계를 수용할 수 있는 1안으로 개발방향을 결정하였다.

2. 하드웨어 부문 개선

1) 구성장치별 전면 판 폭 설계

6개 출력을 수용하는 LSU보드를 16장으로 확장할 경우 LSU보드 당 2개의 적색신호등 출력을 갖게 된다. 이에 따라 적색등의 이상 시 점멸신호로 구동하는 입출력 단자의 수가 기존 8개에서 32개로 늘어나므로 점멸장치가 개선되어야 한다. 16개 LSU와 3개 FLASH/FLS-E 및 컨트롤러를 19인치 표준 랙에 수용하기 위해 장치 전면 판 너비를 8HP에서 4HP로 축소하였으며 전체 80HP(426.72mm)로 84HP의 폭을 갖는 19인치(482.6mm) 서브 랙 내에 수용이 가능하도록 하였다(<표 5>, <그림 2>).

<표 5> 신호구동부의 구성 보드별 장착 폭
(Table 5) Front panel spaces of the elements of SCU

구분	폭	수량	계
등기구동장치(LSU)	4HP	1	4HP
컨트롤러 보드	4HP	16	64HP
점멸장치 보드	4HP	3	12HP
계	-	-	80HP(406.4mm)



<그림 2> 개발된 3구신호등용 신호제어기 구성
(Fig. 2) Layout of the developed controller

2) 장치별 버스접속규격 설계

3구신호등의 구동을 위하여 LSU 및 점멸보드가 추가되어질 경우에는 구성장치 간 데이터 전송통

로인 버스접속규격에 대한 설계변경이 요구된다. 기존에 커넥터 핀은 컨트롤러보드에 DIN 41612 TYPE-F 48핀, LSU와 점멸보드는 DIN 41612 TYPE-F 24(+7)핀을 사용하고 있어, LSU가 확장될 때 컨트롤러부에 확장되는 LSU를 지정하기 위한 여유 접속 커넥터 핀이 없는 실정이다. 여유 핀의 확보를 기존 4구신호등용 제어기의 버스 신호선을 재배정하여 확장되는 LSU 및 점멸보드를 수용하도록 하였다(<표 6>).

LSU가 8개로 설계되었던 기존의 버스체계에서 16개로 확장된 LSU를 제어하려면 버스 신호선이 약 2배로 필요하게 되어, 현재의 3U의 버스구조로 설계할 수 없다. 따라서 LSU의 그룹(LSU0~7, LSU8~16) 선택 신호선(GSEL)으로 기존 버스 신호선이 사용하지 않는 핀을 할당하였다. GSEL 신호와 SEL* 신호가 동시에 LOW가 되었을 때 해당 그룹의 LSU가 활성화 되며, SEL0-7 신호를 통하여 구동이 가능한 LSU의 수가 두 배로 확장되는 것을 지원한다.

<표 6> 3구신호등용 제어기의 버스 접속사양
(Table 6) Signal assignment of the tri-light SCU

CONT (CPU보드)				LSU 핀 배정				FLASH 핀 배정			
NO	D	B	Z	NO	D	B	Z	NO	D	B	Z
2	+5V	D0	GND	2	+5V	D0	GND	2	ACF7	ACF7	ACF7
4	D1	D2	D3	4	D1	D2	D3	4	ACF8	ACF8	ACF8
6	D4	D5	SEL0	6	D4	D5	SEL#	6	F.G	F.G	F.G
8	SEL1	SEL2	SEL3	8	F0	F1	F2	8	POD*	FMODE*	
10	SEL4	SEL5	SEL6	10	F3	F4	F5	10	FLASH	SCU-PLN	GND
12	SEL7	F0	F1	12	WRITE*	SRST*	+12V	12	CRST*	SRST*	ZC
14	F2	F3	F4	14	CRST*	CONF*	+12-0	14	AC ₀₊	FOUT*	
16	F5	P0	P1	16	AC-	AC-	AC-	16	AC ₁₊	AC ₁₊	AC ₁₊
18	P2	P3	P4							20	ACF2
20	P5	P6	P7	22	POD#					24	ACF4
22	CONF*		+12V							26	ACF3
24	POD*		+12V-0							28	ACF6
26	RUN	FLASH	Z/C	26	Y0#					30	ACF5
28	WRITE*	SRST	CRST							32	AC*
30	RXD	TXD	GND	30	G0#						
32	(RXD1)	(TXD1)	(GND)								

FLS-E 1 핀배정				FLS-E 2 핀배정				점멸기 확장보드	
NO	D	B	Z	NO	D	B	Z		
2	ACF15	ACF15		2	ACF27	ACF27		-LABEL : FLS-E	
4	ACF16	ACF16		4	ACF28	ACF28		-FLASH EXTENDER	
6	F.G	F.G	F.G	6	F.G	F.G	F.G	-FLASH 8출력	
8	ACF17	ACF17	FMODE*	8	ACF29	ACF29	FMODE*	-FLS-E 각 12출력	
10	ACF18	ACF18	FOUT*	10	ACF30	ACF30	FOUT*	-점멸 출력 소오에	
12	ACF19	ACF19	FLS_5V	12	ACF31	ACF31	FLS_5V	따라 확장보드를	
14	ACF20	ACF20	GND	14	ACF32	ACF32	GND	선택적으로 설치	
16	ACN-	ACN-	ACN-	16	ACN-	ACN-	ACN-	-CONT(에비)는	
								CONT와 동일 핀 및	
22	ACF9	20	ACF10	22		20	ACF22	커넥터 설치 후	
26	ACF11	24	ACF12	26	ACF23	24	ACF24	비워둠	
30	ACF13	28	ACF14	30	ACF25	28	ACF26		
		32	AC+			32	AC+		

* (*)표시는 Active LOW임을 나타냄

LSU 숫자가 대폭 늘어나면서 진동이나 기구적

결함이 발생할 가능성이 커지게 된다. 이런 문제 점을 보완하기 위해 컨트롤러에서 의도한 구동신 호(D0~D5)가 LSU장치로 버스 에러 없이 전달되었 는지 검증할 수 있도록 버스출력신호를 되돌려 받 도록 DFM신호가 추가되었다. DFM 신호가 활성화 되면 LSU는 피드백 시그널인 F0-F7에 LAMP 검 출 값 대신 버스에서 읽힌 D0~D7 값을 되돌려 줌 으으로써 컨트롤러가 데이터 전달 이상을 판단할 수 있다.

3) 컨트롤러(CONTROLLER) 부

확장된 8개의 LSU를 제어하기 위해 GSEL(Group Select) 신호가 추가되었다. GSEL은 Low와 High의 출력신호 조합으로 하위 8개 또는 상위 8개 LSU 그룹을 선택하여 D0~D7 라인을 전달할 LSU를 확 장하여 지정할 수 있다(<표 7>).

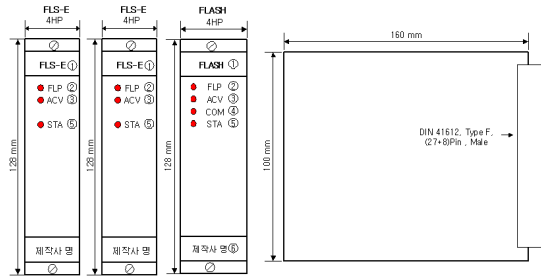
<표 7> 3구신호등용 컨트롤러의 동기구동신호 비교
<Table 7> Comparison of the data signal assignment

구 분	D0	D1	D2	D3	D4	D5
4구신호등용	PR	PG	R	Y	A	G
3구신호등용	R1	Y1	G1	R2	Y2	G2

4) 점멸기(FLASHER)

기존 4구신호등 체계에서는 각 LSU가 하나의 접근로를 담당하고 LSU 당 적색신호가 1개씩 존재 하므로 8개의 적색출력만 점멸기 비상 점멸스위치 에 연결해 놓으면 된다. 하지만, 3구신호등 체계에 서는 LSU 당 2개의 적색출력을 갖게 되므로 적신 호 이상이 검출되었을 때 점멸신호로 구동되어져 야하는 출력 스위치가 32개가 필요하므로 출력용 량을 확장할 수 있도록 점멸기 외에 확장점멸기 (FLS-E) 2개를 추가 구성하였다(<그림 3>).

이와 같이 점멸기를 사용할 경우 주점멸기 (FLASH)의 8개 출력과 2개의 확장점멸기 각각에 12개의 출력을 수용할 수 있어, 총 32개의 AC 점 멸기구동 출력을 발생시킬 수 있다.



번호	표시	기 능
②	FLP	전원 상태 표시 LED
③	ACV	전원 전압 검출 결과 표시 (220V / 110V)
④	COM	CONTROLLER간 RUN 상태를 표시
⑤	STA	기능 동작 상태를 표시 (FLASH 상태 / 정상 상태)

<그림 3> 3구신호등용 점멸기 전면판 규격
<Fig. 3> Front panel layouts of the developed FLASHER

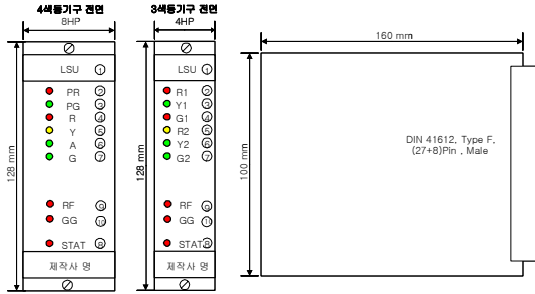
점멸기는 기존 4구신호등용 점멸장치의 버스체 계를 그대로 따르되 확장점멸장치에 독립된 DC전 원을 공급하고, 점멸을 동기화시키는 출력 신호선 을 갖추어야 한다. 이를 위해 점멸출력의 동기를 위한 새로운 버스신호선(FMODE, FOUT)을 추가하 였다(<표 6>).

5) 동기구동장치(LSU : Load Switch Unit)

16장으로 확장되는 LSU를 19인치 RACK에 수용하 기 위하여 LSU의 전면판(Front Panel)은 기존 8HP에 서 4HP로 축소하였다(<그림 4>).

이를 위해서는 AC 구동 스위치 소자 및 방열판 등 부품의 부피를 축소한 것이 요구된다. 부피를 줄이 는 방법은 AC 구동 스위치 소자의 발열을 줄여 LSU 에서 부피를 많이 차지하는 방열판을 최소화하는 것 이 중요하므로, 방열판을 최소화하기 위해 상시 허용 전류를 LED 신호등에 맞추어 1.5A로 제한하였다.

3구신호등을 수용하기 위한 출력회로는 R1, Y1, G1, R2, Y2, G2의 AC를 구동하도록 변경하였다. 이에 따라 신호등기를 감시하는 동기검출회로는 <표 8>와 같이 R1, Y1, G1, R2, Y2, G2의 출력상태 를 검지하여 컨트롤러에 전달되게 된다. 또 신호모 순검출기능으로 동기출력상태와 신호회환상태를



번호	표시	기능
⑧	STAT	- 동작 상태 표시(소등출력: 꺼짐, 정상출력: 켜짐, 모순발생: 점멸)
⑨	RF	- RED Fail(점등 : 모순 검지, 소등 : 모순 미 검지, FLASH : 모순상태)
⑩	GG	- G-G 모순(점등 : 모순 검지, 소등 : 모순 미 검지, FLASH : 모순상태)

〈그림 4〉 3구신호등용 LSU 보드 전면판
(Fig. 4) Front panel layout of the developed LSU

하드웨어적으로 비교하는 회로를 구성하여 모순을 검지하고, CONF 신호를 통하여 점멸기를 구동한다. 적색 등 이상검지는 R1과 R2의 적색 등 출력과 LAMP 검출 값을 물리적으로 비교하여 이상 시 컨트롤러로 전송하고 점멸기를 구동한다.

〈표 8〉 LSU 등기출력 귀환신호 비교
(Table 8) Comparison of the feedback signal assignment

구 분	F0	F1	F2	F3	F4	F5
4구신호등용	PR	PG	R	Y	A	G
3구신호등용	R1	Y1	G1	R2	Y2	G2

6) 3구신호등용 출력코드 정의

3구신호등을 제어하기 위해서는 소프트웨어적으로 신호시스템별로 LSU의 출력을 지정하는 코드 값의 설정이 요구된다. 3구신호등을 제어하기 한 신호운영 맵 코드 값은 <표 9>과 같이 LSU의 출력구성에 맞추어 정의하였다.

LSU의 각 출력코드는 NIBBLE 단위로 비트조합하여 사용할 수 있어 저장용량을 최소화할 수 있

〈표 9〉 3구신호등용 신호운영 맵 코드 값
(Table 9) Output command codes for tri-light SCU

코드 값	등 출력
0x00	적색 R 고정
0x01	G1 고정
0x02	Y1 고정
0x03	Y1 점멸
0x04	R1 점멸
0x05	G1 점멸
0x08	R1 Y1 G1 소등
0x10	G2 고정
0x20	Y2 고정
0x30	Y2 점멸
0x40	R2 점멸
0x50	G2 점멸
0x80	R2, Y2, G2 소등

다. 보행신호등은 차량신호등과 같이 적색과 녹색 출력단자를 이용함으로 차량신호와 같은 코드 값을 사용한다. 또 신호등의 다양한 운영체계를 지원할 수 있도록 신호등별로 점멸 및 소등할 수 있는 코드 값을 사용한다.

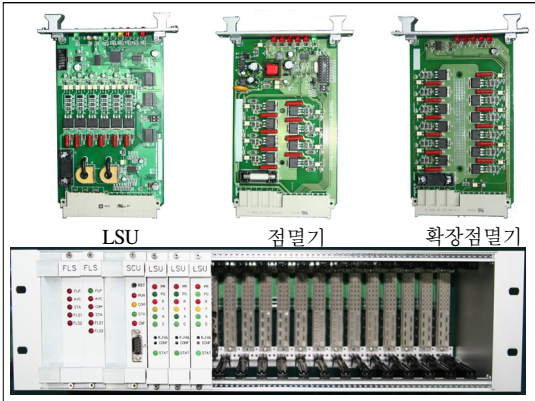
IV. 시험 시스템 구성 및 평가

1. 시험 시스템 구성

3구신호등 제어용으로 설계된 규격의 적정성을 시험시스템을 구축하여 평가하였다. 기존 4구신호등의 표준규격 교통신호기의 기능호환성을 검사하는 기능검사시스템을 3구신호등 제어어 형태에 맞게 수정하고, 3구신호등 설계 규격에 맞추어 교통신호제어기를 제작하여 시험하였다.

1) 제어기 제작

앞에서 설계된 규격에 맞추어 3구신호등용 교통신호제어기의 신호구동부의 LSU를 16장으로 확장하고, 각 보드의 출력을 3색신호 체계에 맞게 R1, Y1, G1, R2, Y2, G2로 구성하였으며, 점멸기와 점멸 확장보드를 1개씩 구성하였다. 개선된 BUS체계에 맞게 주기판을 제작하였으며, 주제어부의 CPU와 신호구동부의 컨트롤러의 소프트웨어를 3구신호등 신호제어기가 가능하도록 수정하였다.

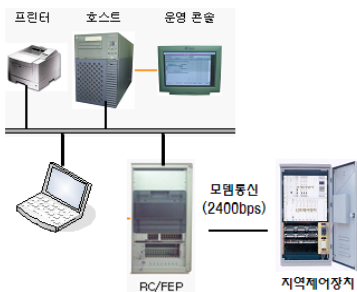


〈그림 5〉 3구신호등 제어용 교통신호제어기 시험제작
(Fig. 5) The trial traffic controller for testing the three signal head control functions

2) 운영 시험 환경

운영 시험은 교통신호제어기 기능검사시스템을 활용하여 일부 개선된 통신프로토콜을 반영하는 방법으로 구성하였다. 호스트(Workstation급), MMI(PC급), 지역제어컴퓨터(Regional Computer)·통신장치(FEP)로 구성되고, 지역제어컴퓨터·통신장치와 시험 제작된 교통신호제어기와의 연결은 모뎀으로 연결하였다. 기능검사용 PC는 신호제어시스템의 운영자단말기 기능 프로그램 및 기능검사용 프로그램이 장착되며, 내부 네트워크(LAN)를 통하여 중앙호스트 컴퓨터와 연결되어 신호제어시스템의 운영상황을 모니터링한다.

기존 4구신호등 교통신호제어기 기능검사시스템을 3구신호등 교통신호제어기 제어형태에 맞게 일



〈그림 6〉 시험평가시스템 구성
(Fig. 6) Test configuration of tri-light signal controller

〈표 10〉 3구신호등 교통신호제어기 운영 시험 결과
(Table 10) The test results of the developed controller

검사항목	세부 검사내용	결과
통신규약 운전 시험	- 모뎀 data link 상태	정상
	- Special Command	정상
	- Data Up/Down Load	정상
원격운전 기능 시험	- 일반사항 (교차로 상황정보)	정상
	- 관제대 명령 시험 (명령제어 시험)	정상
	- 관제대 명령 시험 (제어모드 명령)	정상
	- 관제대 명령 시험 (수동제어기능 검사)	정상
	- 관제대 명령 시험 (제어변수테이블)	정상
	- 관제대 명령 시험 (점멸 선택 테이블)	정상
	- 관제대 명령 시험 (3지/5지 운영 시험)	정상
	- 관제대 명령 시험 (범용 프로토콜)	정상
	모드별 제어기능 시험	- 온라인 실시간 제어(TRC 모드) 시험
- 지역제어모드 (TOD 모드) 기능 시험		정상
- 예약제어 운용 시험(중앙/지역제어모드)		정상
- 주간계획 및 휴일계획 운용 시험		정상

부 소프트웨어기능을 변경하였다. 신호운영 맵 코드 값을 3구신호등 체계에 맞게 개선하고, 신호운영 맵 테이블도 3구신호등 체계를 수용하도록 변경하였다.

2. 시험평가

시험 제작된 3구신호등 제어용 교통신호제어기 시험평가는 신호제어기능을 대상으로 수행되었다. 통신규약운전시험에서는 모뎀 data link 상태, 특수명령(Special Command) 처리 및 Data Up/Down Load 기능을 시험하였다. 시험결과는 <표 10>과 같이 통신규약운전, 원격운전기능 및 제어모드별 제어기능 시험에서 3구신호등을 정상적으로 제어하는 것으로 평가되었다.

V. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

교통운영체계 선진화사업에서는 기존에 운영되는 4구신호등을 3구신호등 체계로 변경하여, 방향별 차종별로 전용신호로 운영하는 등 신호운영체계 전반에 대하여 변화를 모색하고 있다. 이에 따

라 본 연구는 기존 4구신호등 체계로 개발된 교통신호제어기 표준규격을 3구신호등 운영체계에 맞도록 하드웨어 및 소프트웨어의 설계방안을 제시하였다.

3구신호등 수용방안 설계의 요구사항으로 4지형 교차로를 기준으로 방향별 차종별 신호등 구동을 위하여 96개의 신호등 구동출력이 요구되는 것으로 분석되었다. 이를 수용하기 위한 설계방안으로 기존 3U 높이의 LSU의 출력을 3구신호등 제어형태(R1, Y1, G1, R2, Y2, G2)로 재구성하고, LSU를 8장에서 16장으로 확장하였다. 확장된 LSU를 수용하기 위해 전면 판의 폭을 줄였으며, 확장된 LSU를 제어하기 위해 BUS 신호 선을 추가로 할당하였다.

출력 용량 증가에 따른 발열을 감안한 소모전력 기준을 설정하였으며, 최대 32개까지 수요에 따라 증설 가능한 형태의 점멸장치를 도입하였다.

운영시험을 위해 3구신호등 제어를 위한 출력 코드 값을 적용하여 컨트롤러의 소프트웨어가 수정되었으며, 센터와의 프로토콜이 3구신호등에 맞게 보완되었다. 운영 시험 결과 통신규약운전, 원격운전기능 및 제어모드별 제어기능시험에서 3구신호등을 정상적으로 제어하는 것으로 평가되었다.

2. 향후 연구사항

본 연구는 기존 표준규격의 교통신호제어기를 방향별 차종별 3구신호등 제어가 가능하도록 물리적 소프트웨어적인 개선방안 제시를 연구범위로 하고 있다. 본 연구와 같은 설계가 현장에 적용되기 위해서는 관련법규의 개정과 설치운영을 위한 관련 매뉴얼 개정에 대한 연구가 추가적으로 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] 경찰청, “교통운영체계 선진화 연구 1부,” pp.37~66, 2010. 3.
- [2] 경찰청, “교통신호제어기 표준 규격서,” pp.6, 2004. 4.
- [3] 경찰청, “교통신호제어기 표준 규격서,” pp.67, 2004. 4.
- [3] 경찰청, “교통신호제어기 표준 규격서,” pp.106, 2004. 4.
- [5] 서울시, “중앙버스전용차로 신호운영 제어전략 및 교통안전시설물 설치기준 수립 연구,” 2006. 7.

저자소개



한 원 섭 (Han, Won-Sub)

1984년 3월 ~ 현 재 : 도로교통공단 교통과학연구원 수석연구원
1987년 2월 : 연세대학교 산업대학원 전자공학 석사
1980년 2월 : 숭실대학교 전자공학과 졸업



고 광 용 (Ko, Kwang-Yong)

1996년 7월 ~ 현 재 : 도로교통공단 교통과학연구원 선임연구원
2007년 8월 : 아주대학교 교통공학박사
1998년 2월 : 홍익대학교 교통공학석사
1994년 2월 : 홍익대학교 도시공학과 졸업



허 낙 원 (Heo, Nak-Won)

2006년 4월 ~ 현 재 : 도로교통공단 교통과학연구원 연구원
2002년 2월 : 아주대학교 교통공학 석사
2000년 2월 : 아주대학교 교통공학과 졸업



이 철 기 (Lee, Choul-Ki)

1991년 : 아주대학교 대학원(석사)
1998년 : 아주대학교 대학원(교통공학박사)
2000년 : 미국 Texas A&M University TTI(Texas Transportation Institute) Visiting Scholar 과정
2004년 : 서울지방경찰청 교통개선 기획실장 및 COSMOS 추진 기획단장
현 재 : 아주대학교 교통연구센터 부센터장
현 재 : 아주대학교 ITS 대학원 교수



하 동 익 (Ha, Dong-Ik)

1981년 2월 : 홍익대학교 공과대학 도시공학과 졸업
1983년 2월 : 홍익대학교 대학원 도시공학과 공학석사
1992년 1월 : Polytechnic Institute of New York, U.S.A. 교통공학박사
2000년 8월~현 재 : 인트라스 대표이사



이 병 철 (Lee, Byung-Cheol)

2004년 4월 ~ 현 재 : 도시교통개발원 원장
1980년 2월 ~ 1984년 2월 : 연세대학교 공과대학 토목공학과 졸업(공학학사)
1984년 9월 ~ 1986년 8월 : 연세대학교 대학원 토목공학과 졸업(공학석사)
1995년 3월 ~ 1998년 2월 : 한양대학교 도시공학과 박사과정 수료