PLC를 활용한 유기적인 교차로 신호등 제어

심재용, 금윤종, 홍연성, 유국현, 이승호, 박명진, 권오민
충북대학교 전기공학부

Organic Control of Crossroad Traffic Lights by using PLC

Jae-Yong Sim, Yun-Jong Keum, Yeon-Sung Hong, Kuk-Hyun Yu, Soeung-Ho Lee, Myeong-Jin Park, Oh-Min Kwon
School of Electrical Engineering, ChungBuk National University

Abstract - In this paper, an organic signal control method for the traffic lights system is suggested. To do this, Programmable Logic Controller(PLC) and position sensor are utilized to manufactured a traffic lights signal control system. An operating example of the manufactured traffic lights system in special situation is given to illustrate that the proposed method is effective better than the existing method.

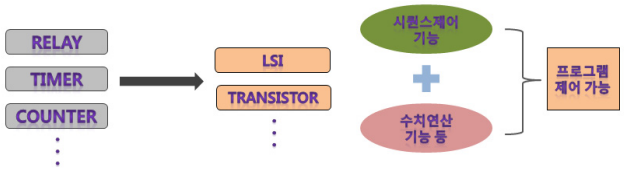
1. 서 론

현재 우리나라의 국도상의 교차로는 3지 혹은 4지의 고정 주기식 신호체계로 운영되고 있는 곳이 대부분이고 낙후된 신호시스템으로 운영되고 있어 통행량 증가로 인한 교통 혼잡을 완화시키는 데 한계에 이르렀다. 국도상의 신호교차로의 제어목표는 교통소통을 증진시키고 안정성을 높이는 데 두어야 한다. 대표적인 도시교통 문제로 인식되었던 교통혼잡 현상이 최근에는 지방부 도로의 많은 병목구간에서도 발생하여, 국도 이용자들이 출·퇴근 시 상습정체로 인해 많은 불편을 겪고 있다. 이러한 이유로, 지방부 도로의 신호제어도 정주기식 일반신호기 수준을 탈피하여 신호제어를 고급화할 때이다. 따라서 일반국도의 교통소통을 높이고 동시에 안정성을 향상시킬 수 있는 국도용 첨단신호제어기의 개발할 필요가 있다. 외국의 경우 Intelligent Transportation System(ITS)라 불리는 자동차, 철도, 항공 등 기존 교통 시스템에 전자, 통신, 제어 등 지능형 기술을 접목시켜 신속하고 안전한 교통 환경 확보 및 효율적인 운영이 가능한 차세대 교통 시스템을 이용하여 교통 혼잡을 완화할 뿐만 아니라 환경문제까지 걱정한 녹색 교통운동에 한 부분을 담당하고 있다. ITS의 주요 기능 중에서 Advanced Traffic Management System (ATMS)에서 Advanced Traffic Control(ATC)를 통해 교통량 변화에 실시간으로 대응하여 신호시간 등을 자동 조절 할 수 있다. 기대효과로는 실시간 교통제어를 통한 교통흐름 개선 및 소통능력이 원활해지는 효과를 기대 할 수 있다. 이에 따라 ITS의 주요 기능을 참고로 하여 우리나라에 실정에 맞게 도입이 필요하다고 보인다. 생각해 볼 수 있는 방법으로는 센서를 부착한 신호등을 통해 통행량에 따른 유기적 신호제어를 생각해 볼 수 있다. 따라서 일반국도의 교통소통을 높이고 동시에 안전성을 향상 시킬 수 있는 국도용 첨단신호제어기를 개발할 필요가 있다. 이에 본 논문에서는 PLC를 이용하여 특정상황에 따른 신호등 제어 모델을 설계하고 이 설계된 모델의 효율성을 알아본다.

2. 본 론

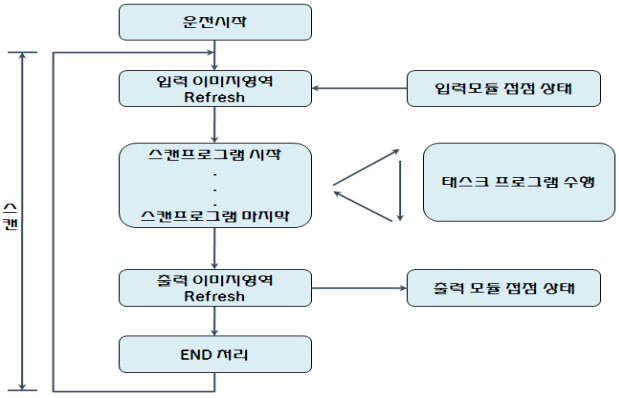
2.1 PLC의 정의

자동제어반 내의 Relay, Timer, Counter 등의 기능을 LSI, Transistor 등의 반도체 소자로 대체하여, 기존의 시퀀스제어 기능에 수치연산 기능을 추가하여 프로그램을 제어할 수 있도록 구성한 제어장치이다. 미국전기공업회규격National Electric Manufacturers' Association(NEMA)의 PLC 정의 디지털 또는 아날로그 입출력 모듈을 통해 Logic, Sequencing, Timing, Counting, Operating 등의 특수기능을 수행할 수 있는 프로그램이 가능한 메모리를 사용하여 많은 종류의 기계나 프로세서를 제어할 수 있도록 구성된 디지털 동작의 전자장치로 설명하고 있다. 위의 내용은 아래 그림 1과 같은 PLC의 개념도로 표현 할 수 있다.



<그림 1> PLC의 개념도

아래 그림 2와 같은 알고리즘을 통해 입력 리프레시 과정에서 읽어 들인 입력 접점의 정보를 조건 또는 데이터로 이용하여 사전에 입력된 프로그램에 따라 연산을 수행하고 그 결과를 내부 메모리 또는 출력 메모리에 저장하게 된다.



<그림 2> PLC 연산처리 알고리즘

2.2 PLC 프로그래밍 언어

PLC는 사용자의 프로그램에 의하여 본체에 연결된 외부 출력기기를 제어한다. 아래 표1 과 같은 기본 명령어들을 이용하여 사용자가 필요로 하는 프로그램을 작성 할 수 있다.

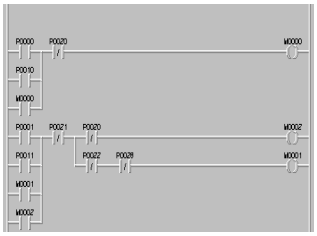
<표 1> PLC의 기본 명령어

구 분	릴레이 로직	PLC 로직	내 용
A접점			평상시 개방(Open)되어 있는 접점 PLC:외부입력, 내부출력 On/Off 상태를 입력
B접점			PLC:외부입력, 내부출력 On/Off 상태의 반전된 상태를 입력
C접점		없음	a, b 접점 혼합형으로 PLC에서는 로직의 조합으로 표현
출력코일			이전까지의 연산 결과 접점 출력
응용명령	없음		PLC응용 명령을 수행

PLC프로그래밍을 하는 방법에는 그림3과 같이 어셈블리언어 형태의 문자 기반 언어로 휴대용 프로그램 입력기를 이용한 간단한 로직의 프로그래밍에 주로 사용하는 니모닉 방식과 사다리도(래더도)방식이 있는데 이 중 래더도는 사다리형태로 전원을 생략하여 로직을 표현하는 릴레이로 로직과 유사한 도형 기반의 언어로, 현재 가장 널리 사용되는 방

식이다. 이중 본 논문에서는 래더도를 이용하여 유기적인 신호등 시스템을 프로그래밍 하였다.

```
LOAD        P001
OR          P002
OR LOAD     P003
AND         P004
AND NOT     P005
TON         T001
OUT         M001
END
```

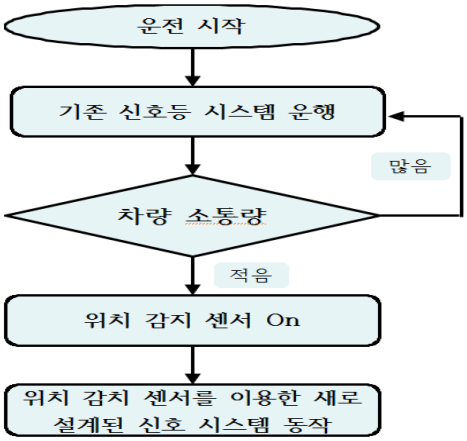


니모닉 방식　　래더도 방식

〈그림 3〉 PLC 프로그래밍의 언어의 예

3. 유기적인 교차로 신호등 설계

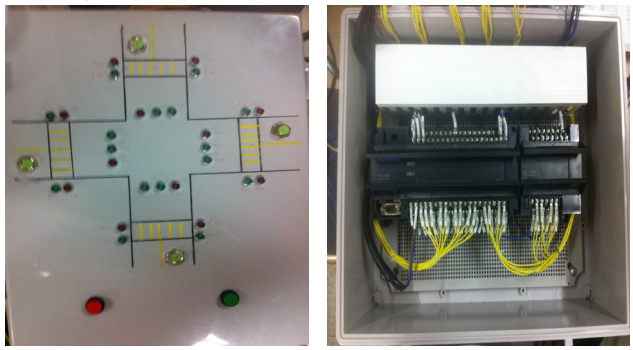
기존의 신호등 제어 시스템은 피드백이 없는 일방적인 고정주기식 제어 시스템이다. 새롭게 설계된 시스템에서는 아래 그림 4와 같은 알고리즘으로 위치 감지 센서와 On/Off 스위치를 이용하여 차량의 소통에 따라 차량이 많을 때에는 기존의 고정 주기식 시스템이 효율적이므로 그 시스템에 따라 시스템이 제어 되지만, 차량이 없을 시 에는 기존 신호 시스템의 고정 주기식 시스템에서 탈피하여 차량이 진행되는 방향의 신호를 켜줌으로써 차량소통이 없을 때에는 기존의 시스템보다 더 좋은 교통제어 효과를 볼 수 있다.



〈그림 4〉 설계된 신호등제어 시스템의 알고리즘

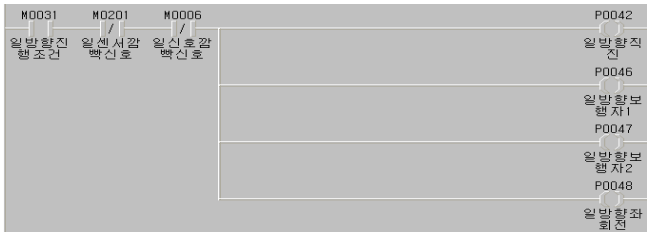
3.1 유기적인 교차로 신호등 모델 제작

램프와 위치 감지 센서 그리고 PLC를 이용하여 아래의 그림5와 같은 판넬의 내부에 PLC를 설치하고 배선을 하였으며, 외부에는 신호등모형을 만들어 설계된 모델을 제작 하였다.

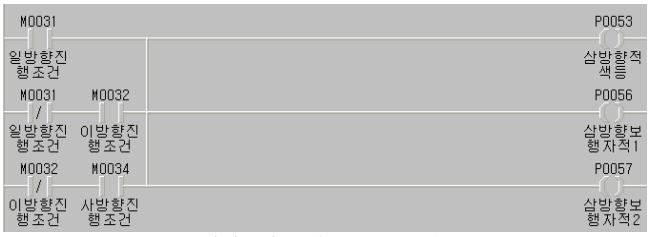


〈그림 5〉 완성된 모델의 외부(좌)와 내부(우)

KGL-WIN 프로그램을 이용하여 래더도를 이용하고 기본적인 명령어들을 사용하여 유기적인 모델의 알고리즘이 적용된 프로그램을 작성 하였고, 아래 그림 6은 작성된 프로그램의 일부 중 한 방향의 진행 방향에서 관한 동작 알고리즘이 포함되는 래더도이다.



녹색등에 관한 신호등 설계

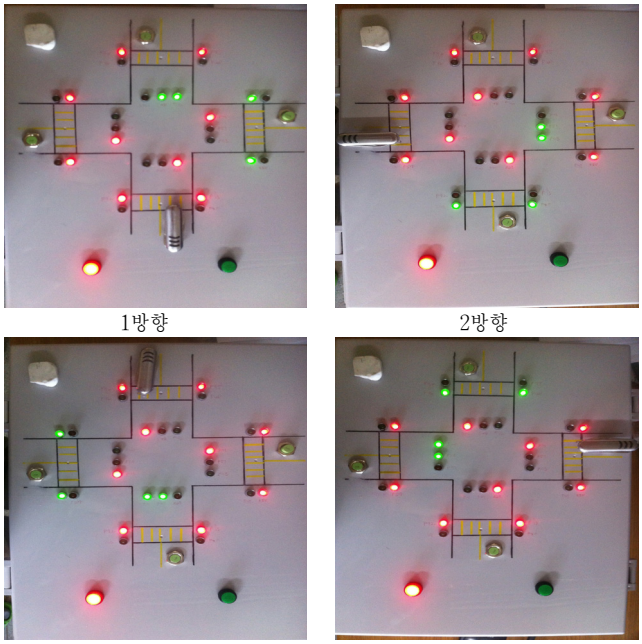


적색등에 관한 신호등 설계

〈그림 6〉 래더도로 작성된 프로그램

3.2 완성된 신호등 모델의 동작 확인

제작된 신호등 모델을 각 방향의 차량 소통에 대해 그림 7과 같이 차량이 한 쪽 방향만 존재 할 때에 센서를 동작시켜 차량을 대신할 물체를 가져다 놓아 그 쪽 방향의 신호가 들어오는지 확인 하였다.



1방향　　2방향

3방향　　4방향

〈그림 7〉 완성된 모델의 동작 확인

4. 결　　론

일반적으로 차량이 전체적으로 고르게 소통할 때에는 기존의 신호등 제어 시스템이 효율적이지만, 차량 소통이 적을 때나, 한쪽 방면의 차량이 많을 때에는 기존의 시스템이 아닌 새로운 제어 시스템을 도입하여 한쪽 방면의 차량을 신호를 줌으로써 기존의 피드백이 없는 시스템보다 특정한 상황에서 좀 더 효율적으로 운영 될 수 있다.

[참 고 문 헌]

[1] LS산전, [Master-K CPU]Master-K명령어집, http://kr.lsis.biz/
[2] LS산전, MASTER-K_초급, http://kr.lsis.biz/
[3] 김종부 외 3, PLC이론 및 실습, 북두출판사, 2002