

Plant 설계를 위한 PLC 시뮬레이터 구현

이동환, 이홍규
한국기술교육대학교

Implementation of PLC simulator for virtual plant design

Lee Dong Hwan, Lee Hong Kyu
Korea University of Technology and Education

Abstract - 공장(정)자동화에 대한 산업현장의 요구가 증대되고 다양한 자동제어 기술이 발전, 적용되면서 이 분야에 대한 중요도는 날로 커져가고 있다. 산업설비 및 공정 자동화에 가장 널리 적용되고 있고 중추적인 역할을 수행하고 있는 제어기가 바로 프로그래머를 논리제어장치, PLC이다. 그러나 PLC 프로그램을 작성하여 실제로 기계나 설비에 적용하기 위해서는 PLC 프로그램의 논리적인 오류 등을 검사하고 수정하는 등의 작업이 필요한데 자동화 시스템에서 이를 직접 적용하기에는 많은 위험부담과 비용부담이 뒤따른다.

한편, 눈부신 발전을 거듭한 PLC 제어 기술에 대한 전문지식을 보유한 인력에 대한 산업현장의 요구는 꾸준히 지속되고 있는 추세이나 지금까지 교육기관에서 실시되고 있는 PLC 제어기술에 관련된 교육은 해당 시스템에 대한 거시적 이해 위주의 이론교육 형태로 실시되어 왔다. 이러한 산업적 측면과 교육적 측면의 문제점을 해결하고 자동화, 자동제어 교육에 대한 학생들의 흥미와 실무능력 향상을 위하여 본 논문에서는 현장에서 활용되고 있는 기기와 시스템을 모의할 수 있는 자동화 설비의 가상 플랜트 시뮬레이터와 PLC 프로그램을 편집하고 모니터할 수 있는 도구를 개발하여 종합적이고 현장감 있는 교육을 가능하게 하는 방법을 제안하였다.

1. 서 론

최근 자동화 시스템의 눈부신 발전은 기존의 기계공학 또는 기구에 전자 기술이 결합되어 구성된 메카트로닉스 기술 분야의 발전을 더욱 요구하고 있고 이러한 요구에 따라 PLC 시스템은 점차 고성능화, 소형화, 고속화되고 있다.

PLCs는 공장의 자동제어 시스템에 널리 사용되는 기기로서 사용자의 데어데이터나 그램을 시퀀스 프로그램(Sequence program)으로 변환하고, 이 프로그램에 의해 입력을 처리한 후, 제어 결과를 출력해주는 기능을 가지고 있다. 입출력부분 이외에 중앙 연산 처리 장치부분 그리고 통신부분으로 이루어져 있어 Loader를 이용하여 원하는 작업을 프로그래밍하고, 이를 PLC에 다운로드하여 공작용 입출력 기기들, 또는 설비 등을 제어하게 된다. 그러나 PLC 프로그램을 작성하여 실제로 기계나 설비에 적용하기 위해서는 PLC 프로그램의 논리적인 오류 등을 검사하고 수정하는 등 작업을 직접 적용하기에는 많은 위험부담과 비용부담이 뒤따르는 산업적 한계가 있다.

PLC 제어 기술에 대한 교육적인 한계는 산업현장의 요구는 꾸준히 지속되고 있는 추세이나 지금까지 교육기관에서 행해온 PLC 제어기술 관련 교육이 이론 위주의 교육이라는 점이다.

본 논문에서는 이러한 산업적, 교육적 한계를 극복하기 위한 방안으로 현장에서 활용되고 있는 기기

와 시스템을 구동할 수 있는 시뮬레이터를 구현하였다. 하나의 완전한 가상 플랜트로 구성되어 종합적이고 현장감 있는 PLC 제어 능력을 훈련시킬 수 있는 PLC 응용 실습장치인 컨베이어 시스템 시뮬레이터 Csim을 구현하여 기존의 한계를 극복하였다.

2. 본 론

2.1 가상 플랜트

2.1.1 가상 플랜트의 이해

자동 시스템의 성능은 실전에 사용되기 전에 확인되어야 한다. 오늘날 동적 프로세스 시뮬레이션에 있어서의 전보는 사용 전 성능측정을 가능하게 하고, 환경설정의 문제에 드는 시간을 단축시켰으며, 개인이 실제 기계를 사용하기에 앞서서 안전하면서도 가상 환경으로 잘 구성된 새로운 기계를 동작하기 위한 연습시간을 감소 시키는데 있다. 가상 플랜트(virtual plant)는 완벽한 동적 프로세스 모델로 임의의 기계의 동작 전체에 대한 모조의 시스템이라고 할 수 있다. 실제 I/O 하드웨어를 액세스하는 대신에 응용 소프트웨어가 동적으로 시뮬레이터 모델에 연결되어 있는 것이다.

소프트웨어를 테스트하기 위하여, 기술자나 프로그래머 그리고 수많은 개인 사용자들이 가상의 플랜트에서 실제 상황처럼 조작하게 된다. 가상 플랜트의 동작 위치는 실제의 PLC 시스템이나 PC-기반의 PLC 애플리케이션과 연결된다. 실제 PLC는 동적 프로세스 시뮬레이터와 연결된다. 시뮬레이션은 실제 프로세스 상황을 표현하고 자동 소프트웨어가 완벽히 테스트된다. 결과적으로 소프트웨어 테스트는 프로세스의 한계뿐 아니라 연동장치나 조절장치 또는 전진상황에서의 불일치점을 알아내는 것이다. 소프트웨어의 체크와 마무리가 완성되면 동일한 상황이 새로운 기계를 사용하고자 하는 동작자(operator)들에게 사용될 수 있다. 실제 상황 - 시작과 종료, 준비 상황, 프로세스의 중단 등이 모의실험 되므로 동작자들은 기계를 처음으로 접하기에 앞서 미리 다뤄보고 훈련이 된다. 고전적인 방법들은 제어교육의 적절한 법과 빠르고 간단하게 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하기 위한 능력을 세우하여 왔다. 전통적인 기술공학의 한계를 넘어 가르치는 것과 배우는 것의 전망은 밀접한 관련이 있다. 이전의 수많은 엔지니어들도 방법의 변화를 주장했다. 레빈(Levine)[1]은 시뮬레이션 소프트웨어를 교수요록(syllabus)에 접목하고 이전의 도표적인 절차들을 삭제했지만 아직도 전통적인 방법들을 간직하고 있었다. 최근에 비셀(Bissell)[2]과 스틸만(Stillman)[3]은 컴퓨터 시뮬레이션과 함께 더 급진적이고 완전한 해결책을 기존의 방법을 대체하기

위해 제안했다. 제프리(Jeffrey)[4]는 성공적인 시뮬레이션 교육 모듈을 개발했지만 그것은 단지 공정제어 코스에서 시행되어진 실험실에서만 가능했다. 오늘날의 시뮬레이션하기에 좋은 환경에서 하드웨어와 소프트웨어의 적절한 조합은 공정제어 교육을 위한 직접적인 도구에 접속시키는 것이 가능해졌고 하드웨어와 소프트웨어는 쉽고 빠르게 이용이 가능해졌다. 단순하고 복잡한 혹은 사용자 정의되었던 과정모듈은 수행가능하고 또한 임의의 결과를 가정하는 연구나 다중 반복, 폭넓은 플랜트를 요구하는 모형제어에 사용이 가능하게 되었다. 소프트웨어 유저 인터페이스는 그레픽컬하고 쌍방향 통신이 가능하며 손쉽게 컴퓨터에 이용될 수 있게 되었다. 한마디로 가상플랜트(virtual plant)가 현실화된 것이다.

2.2.2 가상 플랜트 사용의 장점

가상의 플랜트에서 동적 시뮬레이션을 사용했을 경우의 장점은 셀 수 없이 많지만 가장 큰 이점은 복잡한 기계의 사용을 가상으로 시뮬레이션 함으로서 실제 기계로 동작 방법을 익히며 감수해야 하는 위험부담을 줄일 수 있고 각종 오류 상황을 미리 접해봄으로서 오동작에 대한 깊은 이해를 가지고 실제 기계를 동작할 수 있다는 점이다. 시뮬레이션 소프트웨어는 동적 행동을 시뮬레이션하기 위하여 PLC나 PC-조절 패키지와 함께 PC에서 사용될 수 있다. PLC에서 출력 조절 명령어를 조절기에게 피드백으로 입력 메시지 응답을 가진 시뮬레이션 기계로 보내게 된다. 이제 몇 가지 시뮬레이션용 가상 플랜트를 사용하는 이점에 대하여 살펴보자.

전통적으로 조절 시스템을 구현하기 위하여 영역별 장치들을 조절하는 3 단계는 PLC로직을 개발하는 단계, 시스템을 인스톨하는 단계, 마지막으로 테스트하고 필요한 로직을 첨가하는 단계이다.

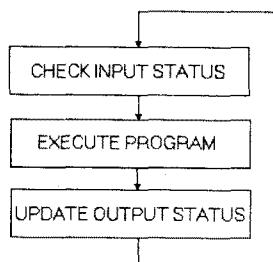


그림 1 PLC 구현의 3단계

이러한 접근법은 최종 사용자나 제공자들에게 불편요한 위험에 적면하게 한다. 이러한 위험들이 실제로 무엇이며 이들을 감소시키기 위해서 어떻게 해야 하는가? 만약에 진보된 조절 시스템 테스팅 소프트웨어의 장점을 받아들인다면 이러한 위험들을 피할 수 있을 것이다. 시동이 늦어지거나 지연되는 것은 시스템의 변화를 조절하기 위해서는 최악의 위협이 될 수 있다. 시뮬레이션 테스팅을 이용하는데에서 오는 장점은 시뮬레이션을 사용함으로서 기술자들은 조절 로직을 프로그래밍하기 전에 전반적으로 배울 수 있다는 점이다. 또 다른 시뮬레이션의 주요 장점은 테스트하기에는 너무 어려고 위험하고 시간적으로 비용적으로 너무 비싸 실제 장비를 실행할 수 있는 능력이 있다는 것이다. 모든 개별 장비의 허접을 밝힐 수 있고 모든 경고가 위

험 부담 없는 시뮬레이션 환경에서 연습될 수 있다 는 사실은 가상의 플랜트를 사용하는 가장 큰 이유가 될 것이다.

3. PLC의 이해

3.1 PLC의 구성

PLC는 마이크로프로세서(microprocessor) 및 메모리를 중심으로 구성되어 인간의 두뇌 역할을 하는 중앙처리장치(CPU), 외부 기기와의 신호를 연결시켜 주는 입·출력부, 각 부에 전원을 공급하는 전원부, PLC내의 메모리에 프로그램을 기록하는 주변장치로 구성되어 있다. 그림 2 은 PLC의 전체 구성을 나타낸 것이다.

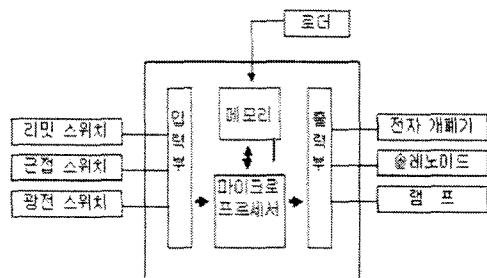


그림 2 PLC 전체 구성도

- PLC의 CPU 연산부 : PLC의 두뇌에 해당하는 부분으로서 메모리에 저장되어 있는 프로그램을 해독하여 처리 내용을 실행한다. 이 절차는 매우 빠른 속도로 반복되며 모든 정보는 2진수로 처리된다.

- PLC의 CPU 메모리 : PLC의 메모리는 사용자 프로그램 메모리, 데이터 메모리, 시스템 메모리 등의 3가지로 구분된다. 사용자 프로그램 메모리는 제어하고자 하는 시스템 규격에 따라 사용자가 작성한 프로그램이 저장되는 영역으로 제어 내용이 프로그램 완성 전이나 완성 후에도 바뀔 수 있으므로 RAM이 사용된다. 프로그램이 완성되어 고정이 되면 ROM에 써 넣어 ROM 운전을 할 수 있다. 데이터 메모리는 입·출력 릴레이, 보조 릴레이, 타이머와 카운터의 접점 상태 및 설정값, 현재값 등의 정보가 저장되는 영역으로 정보가 수시로 바뀌므로 RAM 영역이 사용된다. 시스템 메모리는 PLC 제작 회사에서 작성한 시스템 프로그램이 저장되는 영역이다. 이 시스템 프로그램은 PLC의 기능이나 성능을 결정하는 중요한 프로그램으로, PLC 제작 회사에서 직접 ROM에 써 넣는다.

- PLC의 입·출력부 : PLC의 입·출력부는 현장의 외부 기기에 직접 접속하여 사용한다. PLC 내 DC+5(V)의 전원(TTL 레벨)을 사용하지만 입·출력부는 다른 전압 레벨을 사용하므로 PLC 내부와 입·출력의 접속(interface)은 시스템 안정에 결정적인 요소가 된다.

3.2 PLC의 적용 분야

설비의 자동화와 고 능률화의 요구에 따라 PLC의 적용 범위는 확대 되고 있다. 특히 공장 자동화와 FMS(Flexible Manufacturing System)에 따른 PLC의 요구는 과거 중규모 이상의 릴레이 제어반 대체 효과에서 현재 고기능화, 고속화의 추세로 소규모 공작 기계에서 대규모 시스템 설비에 이르기 까지 적용되고 있다. 표 1 은 PLC제어 대상에 따른 적용 분야를 나타낸 것이다.

표 1 PLC 적용분야

분야	제어 대상
식료 산업	컨베이어 총괄 제어, 생산라인 자동 제어
제철, 제강 산업	작업장 하역 제어, 원료 수송 제어, 압연 라인 제어, 하역 운반 제어
심유, 화학공업	원료 수입 출하 제어, 적조 염색 라인 제어
자동차 산업	전송 라인 제어, 자동 조립 라인 제어, 도장 라인 제어, 용접기 제어
기계 산업	산업용 로봇 제어, 공작 기계 제어, 송·배수 펌프 제어
상하수도	정수장 제어, 하수 처리 제어, 송·배수 펌프 제어
물류 산업	자동 창고 제어, 하역 설비 제어, 반송 라인 제어
공장 설비	압축기 제어
공해 방지사업	쓰레기 소각로 자동 제어, 공해 방지기 제어

3.3. 컨베이어 시스템

3.3.1 컨베이어 시스템의 구조

컨베이어 시스템 소재를 공급하고 가공한 후 이송 시키면서 검사를 하여 불량을 추출하고 소재별로 분리하며, 보관과 포장을 하여 완제품이 나오도록 만드는 일이 가장 이상적인 컨베이어 시스템이라고 정의 할 수 있다.[] 컨베이어 시스템은 생산자동화의 기본 공정인 소재공급, 가공, 검사, 분류, 저장 등을 모두 포함하고 있다.

컨베이어 시스템은 고정된 경로의 특정 위치간에 비교적 대량으로 자재를 이동시켜야 할 때 사용된다. 대부분의 컨베이어 시스템은 경로를 따라 제품을 이동시킬 동력을 공급받으며, 중력을 사용하여 시스템의 한 고도로부터 낮은 보관물을 운반하는 컨베이어도 있다.

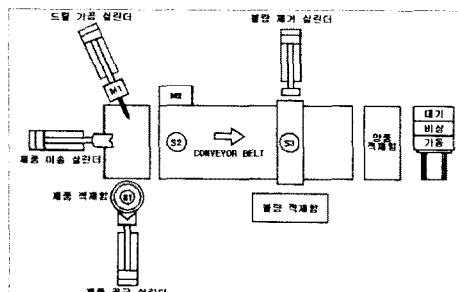


그림 3 컨베이어 시스템의 기본 구조

컨베이어 시스템을 설계할 때는 다음의 세 가지를 고려하여야 하며 컨베이어 시스템의 기본 구조는 그림 3과 같다.

① 속도의 원칙 : 컨베이어의 동작속도가 반드시 허용된 특정 범위 안에 있어야 한다. 속도는 단위 시간당 팔레트와 같은 운반 장치의 수로 결정된다. 이때 이 값은 필요한 작업위치에 서의 적재율보다 크거나 같아야 한다.

② 이송능력 한계 : 컨베이어의 이송능력은 다음과 같은 식(1)로 결정된다.

$$\text{컨베이어 능력} = \frac{n_c n_p V_c}{L} \quad \text{식(1)}$$

(단, n_c : 총 운반장치수, n_p : 한 운반 단위의 개별 부품수, V_c : 컨베이어속도, L : 컨베이어 총길이)

③ 균일성 : 전체 컨베이어를 통해 운반하고자 하는 부품이 일정하게 적재되어야 한다.

3.3.2 컨베이어 시스템의 제어방법

자동화 장치나 기계 등은 공압 실린더나 모터, 전자 클러치, 전자 브레이크, 솔레노이드 등 다수의 액추에이터가 정해진 순서에 따라 동작되어 목적을 달성하는 것이다.

대부분의 생산 활동에 이용되는 자동화 기계는 주로 순서 제어에 의해 제어되며, 그 이유는 타임 제어가 작업의 각 단계를 타이머의 설정시간으로 조절되는데, 이 타이머의 설정시간이 길면 사이클임이 걸어 생산속도에 영향을 미치고, 타이머의 설정시간을 빠르게 하면, 외란 등의 요인에 의해 각 단계의 작업시간이 설정시간을 초과하면 불량품 발생이나 트러블 발생의 요인이 되기 때문이다.

다수의 실린더를 순차작동시키기 위해 시퀀스 회로를 설계하는 방법은 크게 두 가지로 분류되며, 그 하나는 체계적인 방법으로 정해진 지침을 이용하여 회로를 설계하는 것으로 이 방식은 제어회로가 체계적이고 일정한 신뢰성과 정밀된 회로를 얻을 수 있는 방법이다. 또 다른 하나는 직관에 의한 방법으로 직관과 경험에 기초를 두고 회로를 설계하므로 안정된 회로를 얻을 수 있으나 복잡한 제어의 경우는 많은 시간과 경험이 필요하다.

제어 설계 방법 중 하나인 최대신호 차단법을 살펴보자.

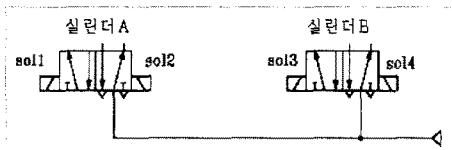
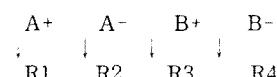


그림 4 공압 회로

그림 4는 양측 전자 밸브로 공압 실린더를 제어하는 회로로서 각각의 운동 스텝에 릴레이를 할당했고 레지스터의 원리를 이용한 회로 설계로, 리밋 스위치의 신호와 전 신호의 동작 신호인 릴레이의 a 접점을 AND로 하여 다음 스텝의 릴레이를 동작시키고, 그 스텝 신호의 b 접점으로 전 신호를 차단시킨다. 이와 같이 각각의 제어 신호를 자기 유지시키고 다음 운동 스텝 신호에 인터록 시킴으로써 운동의 제어가 확실한 설계 방법이다. 최대 신호 차단법의 예를 들어 보면, 먼저 동작 순서를 간략적 표시법으로 표시하고 각 스텝에 릴레이를 할당한다.



두 번째로 공압 회로를 작성하고 리밋 스위치를 배치한다. 공압 회로는 그림 5과 같다.

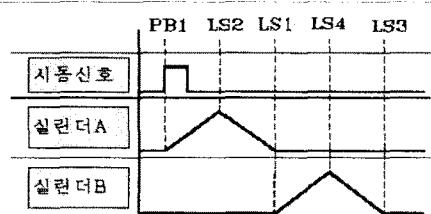


그림 5 시퀀스 차트

세 번째로 제어 회로를 작성한다.

③ 시동신호인 누름버튼 스위치 PB1과 최종 스텝 완료 신호인 LS3를 직렬로 연결하고 자기유지 시킨다.

④ 첫 번째 스텝 완료 신호인 LS2와 전단계 신호 R1의 a접점을 직렬로 연결하고 자기 유지시킨다. 이와 같이 리밋 스위치의 동작순서대로 전 단계 신호와 직렬로 차례로 연결하고 각 동작마다 자기 유지시킨다.

⑤ 전 단계 신호의 리셋은 릴레이의 b 접점을 자기유지 라인 밑에 삽입하여 다음 스텝이 동작되며 자기유지가 해제되도록 한다.

⑥ 마지막 스텝은 자기유지 회로와 병렬로 리셋 스위치를 접속하여 시퀀스 첫 단계에 전 단계 보증 신호를 줄 수 있도록 한다.

⑦ 주 회로를 그리고 작동 순서에 따라 릴레이의 a 접점을 솔레노이드와 접속하여 회로를 완성 한다.

4. 결 론

4.1 구현

본 논문에서 구현한 가상 플랜트 설계를 위한 PLC 시뮬레이터의 이름을 Csim 이라 명명한다. Csim의 전체 화면 구성은 다음과 그림 6과 같으며, 메뉴는 파일(가상 플랜트, 태그리스트, 래더 에디터), 보기(도구 모음, 상태 표시줄), 도움말로 구성되어 있으며 파일 메뉴의 가상 플랜트의 아이콘 메뉴가 VP, 태그 리스트가 T, 래더 프로그램이 L을 나타낸다.

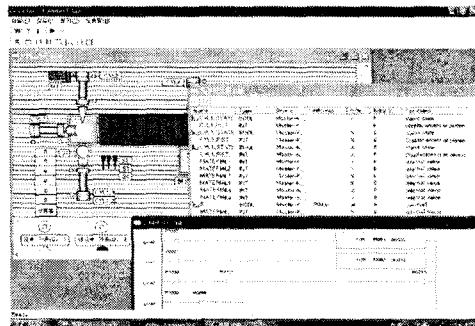


그림 6 Csim의 화면 구성

4.1.1 VP: 가상 플랜트(Virtual Plant)

VP는 가상 플랜트의 약자로 가상 플랜트에서 사용되는 모든 심볼(Symbol)을 관리한다. 모든 객체는 서로 리스트 구조로 연결되어 구현하였다. 객체의 구조는 아래의 그림과 같은 구조로 구성되어 있으며 상속한 클래스에 세부적인 클래스의 성질을 표현한다. 그림 7는 가상 플랜트의 전체 동작을 위한 심볼을 나타내며 표 1은 각 심볼에 대한 설명이다.

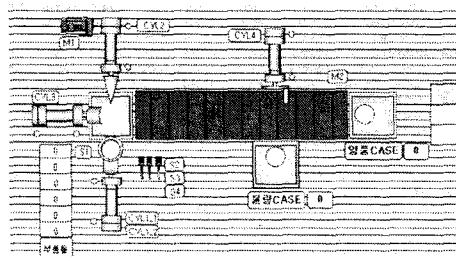


그림 7 VP 동작 심볼

표 1 가상 플랜트 동작 심볼

VP 심볼	Address	설명
S1	P0000	sensor1 : 물품 감지 센서,
S2	P0009	sensor2 : 흙 검출센서
S3	P000A	sensor3 : 금속 검출센서
S4	P000B	sensor4 : 포토센서
CS1	P0001	공급실린더 후진한계검출 센서
CS2	P0002	공급실린더 전진한계검출 센서
CS3	P0003	가공실린더 후진한계검출 센서
CS4	P0004	가공실린더 전진한계검출 센서
CS5	P0005	이송실린더 후진한계검출 센서
CS6	P0006	이송실린더 전진한계검출 센서
CS7	P0007	제거실린더 후진한계검출 센서
CS8	P0008	제거실린더 전진한계검출 센서
RED	P001A	RED LAMP
YELLOW	P001B	YELLOW LAMP
GREEN	P001C	GREEN LAMP
M1	P0015	가공실린더와 결합된 드릴 모터
M2	P0016	컨베이어벨트 구동 모터
CYL1-1	P0010	공급실린더 INPUT1(전자밸브1)
CYL1-2	P0011	공급실린더 INPUT2(전자밸브2)
CYL2	P0012	가공실린더(전자밸브3)
CYL3	P0013	이송실린더(전자밸브4)
CYL4	P0014	불량제거실린더(전자밸브5)

4.1.2 T : 태그 리스트 (Tag List)

가상 플랜트의 작동은 가상 플랜트를 구성하는 각 객체의 속성을 조절함으로써 가능하게 된다. 객체의 속성은 태그라는 값을 통해 제어하게 되어 있다. 즉, 지정된 태그 값에 따라 해당하는 속성이 작동하거나 변화하게 되어 객체가 이동하거나 색이 변하거나 하게 된다. 태그 목록에 표시 되는 내용은 다음과 같다. 제일 왼쪽에는 태그 이름이 표시되고 이름 옆에는 이 태그가 디지털 태그인가 아날로그 태그인가 하는 것이 표시된다. 세 번째 열은 이 태그를 사용하는 PLC 장치가 표시된다. 여기에서는 Master-K 이라는 이름의 PLC가 이미 설정되어 있다. 네 번째 열이 PLC의 접점 주소를 나타낸다. S1은 "P0000"이라는 입력 접점에 연결되어 있다. 다섯 번째 열은 가상 플랜트에서 접점에 값을 쓰는 것인지, 아니면 접점의 값을 읽어 오는 것인지 표시한다. P0000은 입력 접점으로 외부에서 값을 받아온다. 다시 말하면 외부에서 P0000이라는 접점에 값을 쓰는 것이 된다. 그러므로 P0000이라는 접점과 연결된 S1이라는 태그는 해당 접점에 자신의 값을 쓰게 되므로 "W"(Write)라고 설정되어 있다. 그 다음은 태그의 초기값, 그리고 추가 정보가 표시되고, 마지막 열에는 태그에 대한 설명이 표시된다.

Name	Type	Device	Address	R/W	Initial V.	Comment
S1	BOOL	Master-K ..	P0000	W	0	
S2	BOOL	Master-K ..	P0001	W	0	
SUSOL1	BOOL	Master-K ..	P0002	W	0	
SUSOL2	BOOL	Master-K ..	P0003	W	0	

그림 8 태그 리스트 활성화

선택된 태그는 화면상에서 반전되어 표시된다. 만약 사용하고자 하는 태그가 없다면, 원하는 태그 이름을 맨 위의 “태그이름” 옆의 입력란에 입력하고 확인 버튼을 클릭하여 새 태그를 추가 할 수 있다. 새 태그를 추가하게 되면 새로운 태그의 속성을 설정하는 창이 뜨게 된다. 가상태그(Virtual Tag)로 구분된다. 가상태그는 PLC와는 관계없이 가상플랜트와 스크립트에서만 사용하는 태그이다.

4.1.3 L: 가상 래더 에디터 (Virtual Ladder Editor)

가상 플랜트의 작동은 다음 그림 9 과 같은 래더 프로그램에 의해 제어된다.

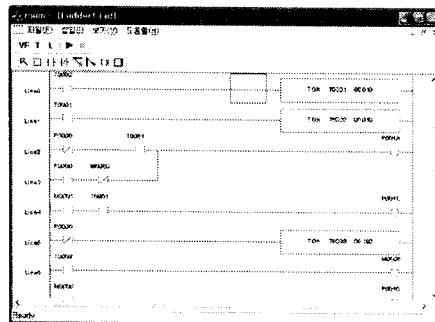


그림 9 가상 래더 에디터

접점의 추가는 래더 창이 선택된 상태에서는 툴바의 래더 편집 도구가 활성화 된다.

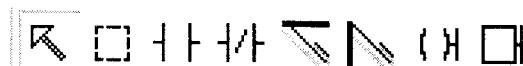


그림 10 래더 편집 도구

래더 편집 방법은 Master-K용 래더 작성기와 유사하며, 툴 바의 래더 편집 도구에서 원하는 접점이나 함수를 선택한 후, 접점을 추가하고자 래더 창 위의 위치를 클릭하면 접점이 추가된다. 접점을 추가하게 되면 해당 접점의 주소를 입력하는 창이 뜬다.

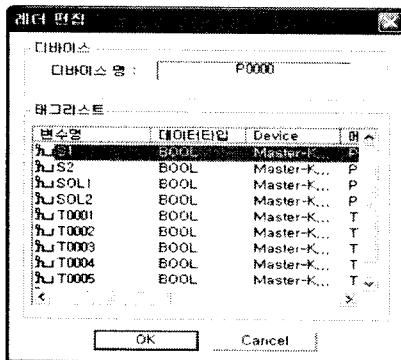


그림 11 래더의 편집

디바이스 명 입력란에 직접 주소를 입력해 넣어도 되고, 입력란 아래쪽의 목록에서 추가하고자 하는 접점의 주소와 연결된 태그를 선택해도 된다.

입력하는 주소는 Master-K에서 사용하는 방식과 유사하다. 예를 들면 입력 접점 : P0000 , 출력 접점 : P0010, 내부 접점 : M0000, 타이머 : TON T0001 10 과 같은 식이다.

4.2 Csim 동작 과정의 이해

4.2.1 가상 플랜트의 동작 심볼

구현된 가상 컨베이어 시스템 소프트웨어(Csim)의 사용을 위하여 동작 과정을 크게 구분하면 3 단계로, 래더 에디터를 이용하여 PLC 프로그램을 작성하는 단계, 시스템의 입력 단계, 가상 플랜트를 이용한 동작의 확인 단계로 구별할 수 있다. VP의 심볼부터 살펴보자. 우선

Csim에서 기본 작동하도록 구현한 테스팅 프로그램을 이용하여 전체 동작 과정에 대한 흐름도를 살펴보면 그림 12 와 같다.

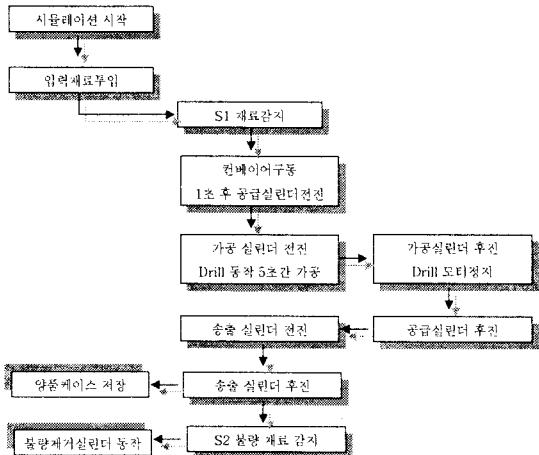


그림 12 Csim 흐름도

시뮬레이션의 시작은 재료를 결정하여 입력으로 넣고 첫 번째 센서 S1이 이를 감지하면 컨베이어가 구동되며 시작한다. 구동 1초 후 공급실린더가 전진하게 되고 공급 상태가 아무리 되면 가공실린더가 전진하며 드릴 실린더가 5초간 가공한다. 가공 상태가 끝나면 가공실린더는 후진하게 되고 드릴 모터 또한 정지한 후 공급 실린더가 후진하면 다음으로 송출 실린더가 물품을 컨베이어로 이송한다. 이 후 송출실린더는 후진하고 센서 S2에서 불량이 감지되지 않으면 양품케이스로 저장되고 불량이 감지되면 불량제거 실린더가 동작하여 전체 시뮬레이션을 마무리하게 된다.

4.2.2 태그 리스트

다음 그림 13은 Csim의 동작 과정에서 래더 에디터에서 지정한 접점과 연결되는 태그 리스트들을 나타낸다.

Name	Type	Device	Address	R/W	Comment
h1S1	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0000	W	0 Sensor
h1S2	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Roll Lamp
h1SOL1	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Conveyor Lamp
h1SOL2	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Drill Motor
h1T0001	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Camera Motor
h1T0002	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Camera Motor
h1T0003	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Camera Motor
h1T0004	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Camera Motor
h1T0005	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Camera Motor
h1C1L1N	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0010	R	0 Supplement Cylinder input
h1C1L1P	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0011	R	0 Supplement Cylinder move
h1C1L2N	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0012	R	0 Defect Alarm
h1C1L4N	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0014	R	0 Hammer and Cylinder
h1S3	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0020	W	0 Sensor
h1S4	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0020	W	0 Sensor
h1CS	Master-K Ladder Camer	(X005 X005)	P0020	R	0 Lamp Switch or Supplement Cy

그림 13 태그 리스트

4.2.3 래더 다이어그램

초기 상태의 래더 다이어그램과 동작 상태의 래더 다이어그램의 일부를 나타낸 것이 그림 14와 그림 15이다.

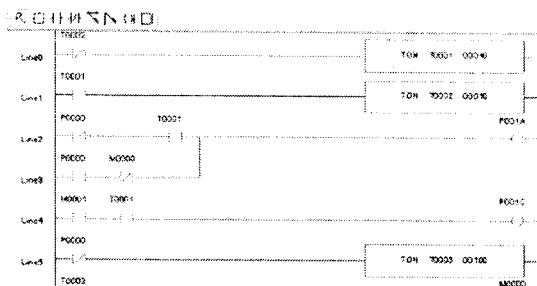


그림 14 초기 상태의 래더 다이어그램

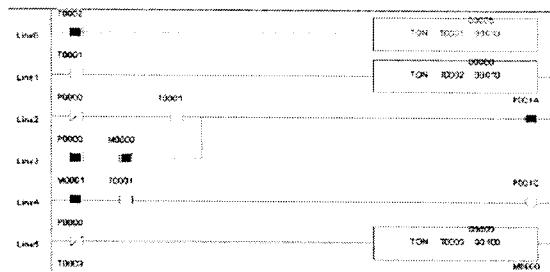


그림 15 동작 상태의 래더 다이어그램

앞에서 설명한 바와 같이 태그 리스트의 왼쪽에는 입력 점접들의 주소값을 나타내며, 그림의 오른쪽 위에 나타나는 PLC 래더 프로그램에 사용되어진 타이머들은 가상 플랜트의 각 심볼들을 시간 간격을 두고 동작하게 한다.

4.2.4 접점의 관찰 (Monitoring)

가상 래더 에디터에 프로그램된 대로 가상 플랜트가 제어됨을 확인할 수 있다.

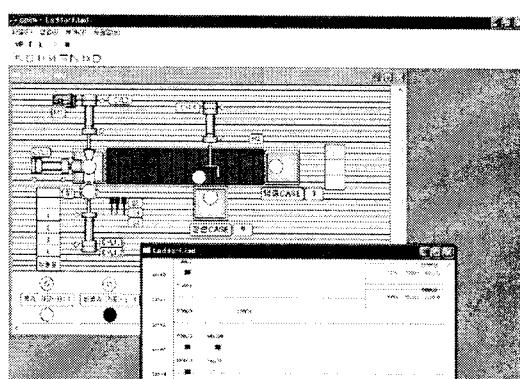


그림 16 접점의 관찰

5 결 론

PLC 전문 인력 양성에 있어 필수적인 PLC 프로그래밍 교육은 제어대상이 설계자의 의도대로 정확하게 동작하도록 하는 순차제어 프로그래밍을 작성하도록 훈련하는 것이다. 즉, PLC라는 ON/OFF 제어 방식의 컨트롤러의 입출력 접점 및 특수모듈을 제어대상 시스템의 해당 접점과 연결하고, 원하는 제어목적을 이룰 수 있는 제어프로그램을 해당 PLC 전용 PADT(Programming and Debugging Tool)를 이용하여 작성하는 것이다. 이러한 제어기술을 지닌 전문 인력이 되기 위해서는 우선 해당

시스템의 구동방식 및 순서, 중요고려 사항 등에 대해 충분히 이해할 수 있는 시스템 인식 능력이 필요하고, 또한 그러한 시스템을 제어하기 위한 컨트롤러인 PLC의 하드웨어적 구조 및 특성, 기능 등에 대한 정확한 지식 습득이 필수적이다. 그리고 최종적으로 실제 대상 시스템을 원하는 목적대로 정확히 제어할 수 있는 능력이 필요한데 이것이 바로 PLC 제어 프로그래밍 기술을 습득하는 것이다.

지금까지 교육기관에서 행해온 PLC 제어기술 관련 교육은 앞서 언급한 해당 시스템에 대한 거시적 이해 및 PLC 하드웨어의 기능 등에 대한 이해에 대해서는 이론교육 형태로 실시되고 있으며, 기존의 실습장비로는 매우 기본적이고 제한적인 PLC 제어 실습만 할 수 있어 PLC 프로그래밍 실습 교육에 있어 발생하게 되는 가장 큰 문제점은 PLC를 이용해서 학생들이 현장감을 가지고, 편하고 자유롭게 제어해 볼 수 있는 다양한 실습장비, 즉 제어대상이 부족하다는 것이다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방안으로 PLC 제어 시뮬레이션 소프트웨어를 도입하여 사용자가 직접 PLC로 제어하고 자하는 설비 또는 시스템을 제작할 수 있는 기능까지 제공할 수 있는 효과를 가져올 수 있다.

따라서 본 논문에서는 컨베이어 시스템을 위한 PLC 시뮬레이터를 구현하여 컴퓨터의 사용과 소프트웨어 활용에 대한 친밀도가 매우 높은 현 세대의 학생들에게 PLC제어 프로그래밍 기술의 습득을 위하여 학생들의 흥미유발과 학습 집중도 향상시키고자 하였다.

앞으로 PLC 응용 실습 장비를 PLC제어 프로그래밍을 통해 제어하는 실습과 더불어 이 응용 실습 장비를 제어대상 설비(장비)로 가정하고 학생들이 실제 산업현장에서 널리 활용되고 있는 MMI 또는 HMI Tool을 사용하여 대상 설비(장비)를 직접 설계하고 제어프로그램과의 연계설정 등에 대한 실습도 병행하여 모니터링 및 제어시스템까지 완성하는 과정이 필요할 것으로 전망되며 학생들이 PLC제어 기술을 효과적으로 습득할 수 있는 방법론적인 변화와 더불어 좀 더 현장지향적인 기술인력 양성을 위해 현장의 요구에 부합하는 관련 기술을 함께 학습할 수 있는 방안이 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] Levine, S.L., Changing the Controls Syllabus to Incorporate Analysis and Design Software, (Proceedings of the 1st IFAC Symposium on Advances in Control Education, Shinjuku, Japan), pp11-114,1994.
- [2] Bissell, C.C., Control Education : An Iconoclast's View, (Proceedings of the 4th IFAC Symposium on Advances in Control Education, Istanbul, Turkey), pp229-234, 1997.
- [3] Stillman, K.A., The Place of Classical Control in Control Education, (Proceedings of the 4th IFAC Symposium on Advances in Control Education, Istanbul, Turkey), pp235-240, 1997.
- [4] Jeffrey, M., Kave, J. & Brisk, M., Development of a Realistic Control Simulation to Aid in the Teaching of Undergraduate Process Control, (Proceedings of CHEMeca'98, the 26th Australian and New Zealand Chemical Engineering Conference, Port Douglas, Australia, CD ROM, ISBN 185825 683 5, paper#89, 8p, 1998).