

PLC 프로그래밍을 위한 가상 플랜트 시뮬레이터 구현

*이 기범, **김 세연, ***이 진수
 *포항산업과학연구원, **리얼타임정보기술, ***포항공과대학교 전자전기공학과

The implementation of a virtual plant simulator for the PLC programming

*Lee, Gi Bum, **Kim, Se Yeon, ***Lee, Jin S
 *RIST, **Real time Information technology, ***POSTECH

Abstract - In this paper, the implementation of a virtual plant simulator for the PLC programming is presented. A virtual plant simulator that replaces function of transducers (e.g. pumps and valves) consists of a personal computer and a PLC(Programmable logic controller). Input/output components are edited on the monitor and are operated as the field transducers. The timing process for input/output components is analyzed. The data flow between a PLC system and a virtual plant simulator is carried out.

1. 서 론

공장자동화에 있어서 기존방법은 현장에 입.출력 장치(스위치, 밸브, 모터 등)들을 설치한 후 프로그램을 작성하고 시운전을 한다.[1][2] 이런 방법은 시스템을 구축하는 기간이 길어지고, 이에 따른 장비 손상 및 부수적인 비용이 들어난다. 또한 PLC(Programmable Logic Controller) 제어 프로그램 및 장비의 수정 작업이 어렵고, 경고 신호나 비상 상황을 테스트하는데 한계가 있다.[6][7]

따라서, 본 논문에서는 PC(Personal Computer)를 이용하여 현장의 입.출력 접점을 대체할 수 있도록 하는 가상 플랜트에 대한 시뮬레이션 소프트웨어의 구성 방법에 대하여 기술하였다. 그리고 입.출력 컴포넌트에 대한 신호 처리 및 타이밍 차트에 의한 과정을 분석하고, PLC 시스템과 가상 플랜트간의 데이터 흐름에 관하여 규명하였다. 이러한 가상 플랜트 시뮬레이터에 관한 기법을 적용하게 되면, 실제 플랜트 설비와 같은 상황에서 PLC 장치를 시험해 볼 수 있을 뿐만아니라, 플랜트의 운전 상황을 미리 파악할 수 있게 되므로서, PLC 제어 프로그램 버그를 빨리 찾아 제거할 수 있게 된다. 또한, 플랜트 고장 상황을 연출하여 처리 방법을 테스트해 볼 수 있고, 실제 플랜트 설비와 같은 가상 상황에서 시뮬레이션을 할 수 있게 된다.

2. 본 론

2.1 입.출력 장치 컴포넌트

2.1.1 컴포넌트 구조

입.출력 장치 컴포넌트란 자동화 라인에 사용되는 여러 입.출력 장치(스위치, 밸브, 모터 등)들의 동적 응답 로직을 모델링하여, 컴퓨터상에서 시뮬레이션할 수 있도록 만든 가상 입.출력 장치들을 일컫는다.[3]

이러한 컴포넌트는 실제 장치의 동적 응답 특성을 모두 가지고 있으며, 또한 시뮬레이션 환경에 따른 다양한 형태로 변경이 가능하도록 구성된다.

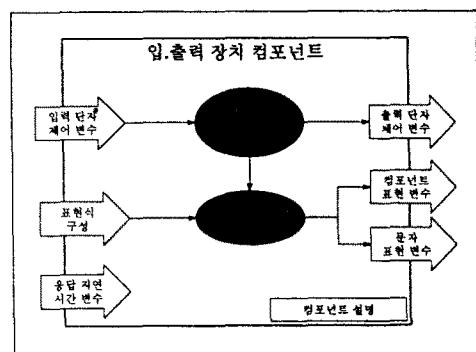


그림 1 입.출력 장치 컴포넌트의 구조

그림 1은 입.출력 장치 컴포넌트의 내부 구조로서 다음과 같이 구성된다.

- 장치 응답 지연 시간 변수
- 입.출력 단자를 제어하는 변수
- 응답 특성을 실행하는 기능
- 입.출력 단자 변수를 이용하여, 사용자가 원하는 화면을 구성하기 위한 표현식 작성
- 응답 특성의 실행 결과와 구성된 표현식을 분석하는 컴포넌트 분석기

2.1.2 입.출력 장치 종류 및 구성

입.출력 장치 종류는 다음과 같이 크게 세가지로 분류된

다.[5]

- 디지털 입.출력 장치 : 푸쉬버튼이나 램프와 같이 ON/OFF 제어가 가능한 장치들의 집합
- 아날로그 입.출력 장치 : 온도센서와 같이 연속적인 양으로 표현되는 장치들의 집합
- 특수 입.출력 장치 : 타이머나 카운터와 같은 장치들의 집합

입.출력 장치 컴포넌트는 표 1에 보여주는 Alarm을 포함하여 현장에서 사용되고 있는 모터, 벨브 등 100여 종의 컴포넌트들로 구성될 수 있다.[4][8]

분류	종류	이미지
Alarms	AlarmBuzzer	
	Buzzer	
	Warning_Horn	

표 1 Alarm 입.출력 장치 컴포넌트

3. 입.출력 컴포넌트 실행 처리

3.1 Execution process 구조

Execution Process는 제공되는 입.출력 장치들의 실행을 관리하는 부분으로서 그림 2와 같은 구조를 보여준다.

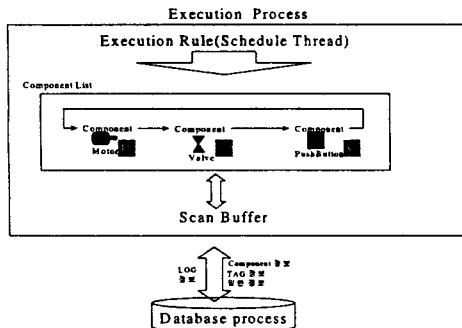


그림 2 Execution Process의 구조

Execution Process는 컴포넌트를 실행 규칙에 따라 Editor Process에서 작성된 컴포넌트들을 실행하며, 실행 규칙은 다음과 같다.

- 각 컴포넌트는 실행 시간을 가진다.
- 컴포넌트를 실행하는 프로세서는 각 컴포넌트에게 시간 지연을 제공한다.
- 각 컴포넌트는 제공된 시간 지연만큼 실행하고 다음 컴포넌트로 제어를 넘긴다.
- 연결된 컴포넌트는 순차적으로 실행한다.

그림 3은 Execution Process가 컴포넌트를 실행하는 방법을 설명하고 있다. Execution Process는 시뮬레이션을 하기 위해 화면 편집기 상에서 작성된 컴포넌트 리스트를 수행한다.

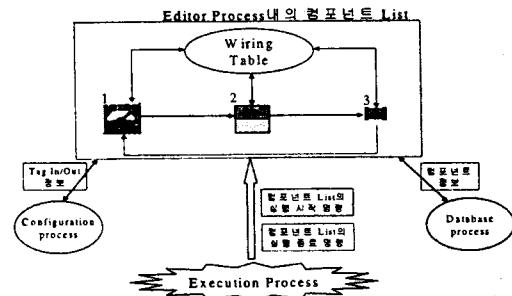


그림 3 Execution Process 상의 컴포넌트 실행

이때 태그 입.출력 정보는 Configuration process에서 가져오고, 컴포넌트의 정보는 데이터 베이스에서 가져온다. Wiring table에 있는 정보 순서에 따라 해당 컴포넌트를 순차적으로 수행하게 된다.

3.2 입.출력 컴포넌트 실행 처리 과정

3.2.1 시간 지연 컴포넌트 적용

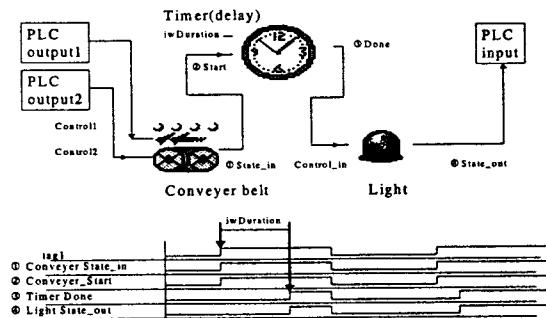


그림 4 컨베이어 및 램프 컴포넌트 구성도

컨베이어 및 램프 컴포넌트를 시간 지연 컴포넌트와 함께 구성한 사례를 그림 4에 보여주고 있다. 컨베이어 벨트는 2개의 PLC output1, PLC output2로 부터 입력을 받고 출력을 State_in에 출력을 한다. 타이머의 Start는 컨베이어 벨트의 State_in과 연결이 되어 있는데, 이 값이 1이 되고 나서 Duration 동안 지연한 뒤, Done에 결과를 반영한다. 또한, 타이머의 Done은 램프의 Control_in과 연결이 되어있기 때문에 타이머의 Done이 1이 되면, Light_in이 ON 상태로 작동을 한다.

시간 지연 컴포넌트의 시뮬레이션은 PLC 출력이 ON되면 컨베이어 벨트가 동작하게 된다. 그리고 지정된 시간이 지난 후 Light가 ON됨과 동시에 PLC 입력 절점으로 ON 신호가 입력된다. 현장 상황을 그림 4와 같이 시뮬레이션하므로서 현장 컨베이어를 움직인 것과 같은

효과를 얻을 수 있게 된다.

3.2.2 펄스 타이머 컴포넌트 적용

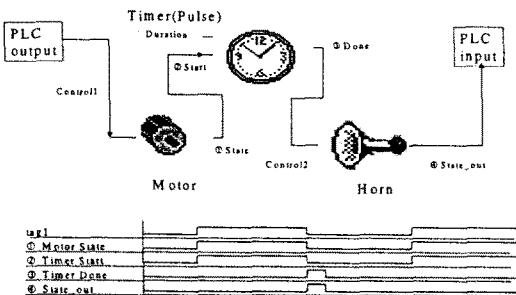


그림 5 모터 및 경보기 컴포넌트 구성도

모터 및 경보기 컴포넌트를 펄스 타이머 컴포넌트와 함께 사용한 사례를 그림 5에 보여주고 있다. 여기서 1개의 모터, 1개의 펄스 타이머, 1개의 경보기를 사용하였다. 모터는 PLC output로부터 입력을 받아서 State로 출력을 한다. 타이머의 Start는 모터의 State와 연결되어 있는데, 이 값이 1의 상태에서 0의 상태로 바뀔 때, Duration 동안 Done을 활성화 시킨다. 또한, 타이머의 Done은 경보기의 Control2와 연결되어 있기 때문에 타이머의 Done이 1이 되면, 경보기이 ON 상태로 작동을 한다. 그리고 Duration 동안만 ON이 되고 자동으로 OFF가 된다.

펄스 타이머 컴포넌트의 시뮬레이션은 PLC 출력 접점이 ON에서 OFF될 때까지 모터가 구동된다. 그리고 모터가 출력 접점에 의해 정지되고 나서 한 펄스 동안 PLC 입력 접점으로 신호를 주는 것과 같다. 따라서 현장의 모터 및 경보기의 실제 운전 상황을 시뮬레이션하는 것과 같다.

4. 프로그램 시뮬레이터 구성도

그림 6는 프로그램 시뮬레이터의 전체 시스템 구성도를 나타내고 있다.

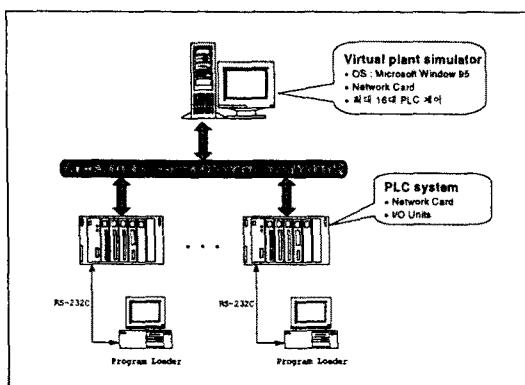


그림 6 프로그램 시뮬레이터의 시스템 구성도

프로그램 시뮬레이터 전체 시스템은 크게 3가지로 분류 할 수 있다.

- 가상 플랜트 시뮬레이터가 탑재된 컴퓨터
- 시뮬레이션하고자 하는 PLC 시스템
- PLC 셰어 프로그램을 작성하기 위한 컴퓨터(프로그램 로더)

프로그램 로더로 현장 상황에 맞는 시퀀스 프로그램 [3][5]를 작성한 후 각각의 PLC로 입력 시킨다. 한편 현장의 각 액츄에이터 및 트랜스듀서에 해당하는 컴포넌트는 상위 컴퓨터에서 작성이 되고, 각각의 컴포넌트 리스트별로 연결하여 시뮬레이션을 하게 된다. PLC와 가상 플랜트 컨트롤러는 그림 6에 보여주는 바와 같이 Ethernet으로 연결된다.[6][7] 가상 플랜트 시뮬레이터는 PLC 시스템의 처리 과정을 Ethernet 통신으로 받아 실시간으로 처리하여 준다.

5. 결 론

입·출력 장치 컴포넌트를 만들고 그것을 사용하여 가상 플랜트를 구현하므로서, 실제 현장에서와 같은 시뮬레이션을 할 수 있게 됨을 보였다. 각 컴포넌트는 현장의 액츄에이터와 같이 동작하게 되고, 처리 속도를 빠르게 하기 위해서 Ethernet 통신 네트워크를 적용하였다. 컴포넌트의 실행 동작에 관하여 도식적인 방법과 타이밍 차트에 의한 방법을 사용하여 설명하였다.

본 논문에서 구현된 가상 플랜트 시뮬레이터를 사용하므로서 PLC 시스템의 현장 적용에 따른 시행착오를 상당히 줄일 수 있을 것이다.

(참 고 문 헌)

- [1] Colin D. Simpson, *programmable Logic Controllers*, Regents/Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1994
- [2] I. G. Warnock, *Programmable Controllers, Operation and Application*, Prentice-Hall Inc., 1988
- [3] A. Falcione and B. H. Krogh, "Design recovery for relay ladder logic", *IEEE Control Systems*, pp.99, Apr. 1993
- [4] Rockwell, *RSEmulate Manual*
- [5] IEC, IEC 1131-1 general information, IEC 1131-3 programming language
- [6] Melco, *Melsec A-series PLC CPU manual*
- [7] POSCON, *POSFA PLC CPU Programming manual*, 1994
- [8] Allen-Bradley, *Automation systems and PLC Manual*