

SoftPLC를 위한 모바일 에이전트 시스템의 설계 및 구현

배해광*, 최현영**, 민성기**

*고려대학교 컴퓨터정보통신대학원 정보통신공학과

**고려대학교 정보통신대학원 컴퓨터학과

{arthur1976*, neongas**, sgmin**}@korea.ac.kr

The Design and Implementation of a Mobile-agent System for SoftPLC

Hae-Gwang Bae*, Young-Hyun Choi**, Gi-Sung Min*

*Graduate School of Computer and Information Technology, Korea University

**Dept of Computer Science and Engineering, Korea University

요 약

최근의 PLC는 Ethernet 통신, Field Bus등 새로운 통신규약에 호환성을 갖고 있으며 점점 빠른 연산 속도의 초소형 PLC로 발전해 나가고 있고 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 이르기까지 적용되고 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 PLC는 각 제조사마다 하드웨어형식은 유사하지만 소프트웨어형식인 제어 명령어들이 다르기 때문에 각각의 PLC마다 호환이 되지 않는다는 문제점을 가지고 있어 이 제어 명령어들의 호환성을 위한 솔루션이 필요하다. 이를 해결하기 위하여 본 논문은 IEC1131-3의 표준 언어를 중심으로 제어할 수 있는 Mo-aPLC라는 모바일 에이전트 기반의 softPLC시스템을 제안하였다. 이 시스템은 모바일 에이전트들이 지적 대리인으로서 IEC1131-3의 표준 언어를 제어시스템 제작자에게 활용되어 질 수 있는 코드인 IL언어로 변환하고 이를 랭귀지 프로그래머가 활용할 수 있는 코드인 표준 C코드로 변환하는 것이다. 이 시스템으로 인해 제어시스템 제작자와 랭귀지 프로그래머들이 활용할 수 있는 코드들이 생성되는 것과 표준 C코드로 변환함으로써 논리적인 디버깅(debugging)이 용이하다는 것을 알 수 있었다.

1. 서론

PLC는 Programmable Logic Controller의 약어로 서 논리 연산, 순서조작, 시간, 계수 및 산술 연산 등의 제어 동작을 시키기 위하여 제어 순서를 일련의 명령어 형식으로 기억하는 메모리를 가지며, 그 메모리의 내용에 따라 여러 종류의 기계나 프로세서의 제어를 디지털 또는 아날로그 입력을 거쳐서 디지털 방식으로 제어하는 공업용 전자장치로 각종 제어반에서 사용해 오던 여러 종류의 릴레이, 타이머, 카운터 등의 기능을 반도체 소재인 IC등으로 대체시킨 일종의 마이컴으로, 각 제어소자 사이의 배선은 프로그램이라고 하는 소프트웨어적인 방법으로 처리하는 기기로서 컴퓨터를 시퀀스 제어에 채용한 무접점 시퀀스의 일종이다.[1,2] 현재 사용되고 있는 PLC는 각 제조사마다 하드웨어는 유사하지만, 소프트웨어의 명령어가 조금씩 다르기 때문에 서로 다른

기종 사이에서 사용자(End user)가 호환성을 갖고 사용하기는 까다롭다고 할 수 있다. 이를 해결하기 위해 IEC1131을 중심으로 규격화 소프트웨어를 전개해 1993년 유럽을 중심으로 IEC1131-3이라는 PLC언어들 간의 표준 규정을 제정하였으나 PLC 프로그래밍 언어는 일반인이나 랭귀지 프로그래머들이 소프트웨어의 명령어들을 자유롭게 사용하기에는 매우 어려운 언어이며 웹 환경에서도 범용성을 갖기 힘든 언어이다.[3] 이에 본 연구는 IEC1131-3의 표준 PLC언어인 LD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram), IL (Instruction List), SFC (Sequential Function Chart), ST(Structured Text)의 5가지 언어들인 중간코드(Object Code)인 IL언어로 변환, 이를 다시 표준 C코드로 변환함으로써 고급언어에 익숙한 랭귀지 프로그래머들이 활용할 수 있도록 효율성을 높이기 위한 모바일 에이전

트 기반의 Mo-aPLC (Mobile-agent System for SoftPLC) 시스템을 제안하고자 한다. Mo-aPLC에서는 5가지 언어(LD, FBD, ST, SFC, IL)에서 IL언어로 변환되는 과정에서 모바일 에이전트가 1차 문법 디버깅(Debugging)을 하고 C로 변환하는 과정에서 2차 논리(Logic)에러를 검색하여 발생 가능한 에러의 수를 현저히 줄이고 C로 변환하는 2차 과정에서 디버깅을 할 수 있어 매우 효율적이다. GUI기반 인터페이스를 제공하고 모바일 에이전트에 의해서 사용자가 수행하는 모든 행동양식(Action)들을 모바일 에이전트들이 제어함으로써[4] 제어 시스템 제작자나 랭귀지 프로그래머들이 효율적인 프로그래밍을 할 수 있도록 하는 에디터를 제공한다. Mo-aPLC는 에러 검색 뿐 아니라 제어 시스템 제작자와 랭귀지 프로그래머가 편하게 프로그래밍 할 수 있게 하여 프로그래밍 시간이 단축되었음을 알 수 있었다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 PLC와 릴레이 제어반과의 비교를 통해 PLC의 장·단점을 분석하고 단점을 해결하기 위한 Mo_aPLC의 필요성을 제시하고 3장에서는 이 시스템을 설계 및 구현하고 4장에서는 실제로 시스템에 적용하여 시뮬레이션하고 5장에서는 결론을 내리고자 한다.

2. 관련 연구

2.1. 릴레이 제어반과 PLC 제어의 비교 분석

설비의 자동화와 고능률화의 요구에 따라 PLC의 적용범위는 크게 확대되고 있다. 특히, 공장자동화와 FMS(Flexible Manufacturing System)에 따른 PLC의 요구는 과거 중규모 이상의 릴레이 제어반 대체 효과에 현재 고기능화, 고속화의 추세로 소규모 공장기계에서 대규모 시스템 설비에 이르기까지 적용되고 있다. 릴레이 제어반과 PLC는 시스템 전체 제어를 행하는 인체의 두뇌와 같은 역할을 하는 프로세서라는 점에서는 그 기능이 같으나 여러 가지 면에서 상이하다. 릴레이가 기계적으로 접점을 개폐하여 제어를 행하는 것에 비해 PLC는 마이크로프로세서를 중심으로 각종 IC(논리 게이트, 메모리)를 이용해 제어를 하므로 반도체 부품으로 구성된 전자 장치의 양산성이 우수하다. PLC는 소형화, 집적화가 가능하고, 처리속도가 빠르며, 기계적인 접촉 부분이 없어 고장이 나지 않고 신뢰성이 높기 때문에 릴레이를 대체한 프로세서로 확고히 자리 잡고 있다. 다음의 <표 1>은 릴레이 제어와 PLC 제어의 비교분석한 것이다.[5]

<표 1> 릴레이 제어와 PLC 제어의 비교

구 분	릴레이 제어	PLC 제어
제어 방식	-하드 로직	-소프트 로직
제어 기능	-릴레이 -타이머 -프리트셋카운터	-릴레이 -업다운 카운터 -시프트 레지스터 -간단한 가감산
제어 요소	-유접점(한정의 수명)	-무접점(긴 수명)
제어내용변경	-기구부품간의 배선변경	-프로그램 변경으로 가능
공사 기간	-사양결정 후 제어반 제작 -검사시운전 기간의 장기화	-사양 결정과 하드의 취합이 병행 -검사,시운전 기간의 단축
시스템 특성	-독립된 제어장치	-시스템 확장용이 -컴퓨터와 연결 가능
보존성	-보수 및 수리 공사시 장시간 소요	-고신뢰성, 장수명으로 보수 및 수리 공사가 쉽다.
크 기	-소형화가 곤란	-소형화가 가능

2.2. PLC의 장·단점 분석

PLC의 종래의 자동화 시스템에 사용되던 유접점 및 무접점 릴레이 등에 대체되는 유용한 소프트웨어이다. 다음 <표 2>는 PLC의 장·단점을 일반 사용자와 전자제어시스템 제작자, 기계 메이커로 구분하여 비교 분석하였다.[6]

<표 2> PLC의 장·단점

구 분	일반 사용자	전자 제어 시스템 제작자	기계 메이커
장 점	-원가 절감 -운전 단가의 절감 -제어의 기밀 유지 -신뢰의 향상 -보수 및 발주 용이 -제어 내용 변경 용이 -고도의 제어 기능 -시운전 시간의 단축 -제어용이 가능	-전체 비용의 절감 -생산성 향상 -납기 단축 -시험기간의 단축 -장치의 표준화 -전적의 단축화 -메이커서비스 기대	-제어 능력의 향상 -제어 장치의 소형화 -다양한 제어에의 대응 -양산체제에 적합 -개발의 효율화
단 점	-호환성 결여 : 표준화가 되어 있지 않고 제작회사마다 다른 프로그램 언어 사용 -소규모 제어회로에서는 가격이 비싸다. -PLC 기반 언어로 프로그래밍 하는 동안의 오류(논리오류) 분석, 해석, 처리기능이 부족하다.		

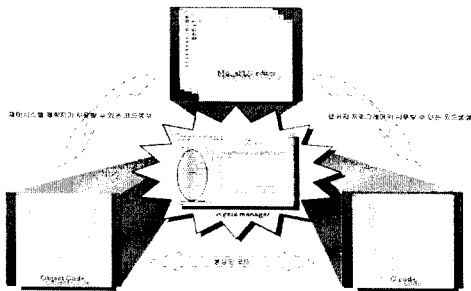
국내에서는 LG 산전과 삼성에서 사용되고 있는 PLC 시스템들이 있다.[7,8] 삼성에서 윈도우용으로 개발된 WinGPC, LG산전에서는 Master-K가 있으나 자사 PLC용 장비에 대한 인터페이스와 언어만을 제공하고 있으므로 호환성이 결여 되어있다고 볼 수 있다. 또, 소규모 제어회로에서는 가격이 비싸다는 것과 PLC 기반 언어로 프로그래밍을 하는 동안의 오류(논리오류) 분석, 해석, 처리기능이 부족하다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 모바일 에이전트가 지적 대리인으로서 제어시스템 제작자나 혹은 랭귀지 프로그래머가 재사용할 수 있는 코드를 생성하여 제공해줌으로서 자동적이고 전

문적인 모바일 에이전트 softPLC를 개발하고자 한다.

3. 모바일 에이전트를 이용한 SoftPLC(Mo-aPLC) 설계 및 구현

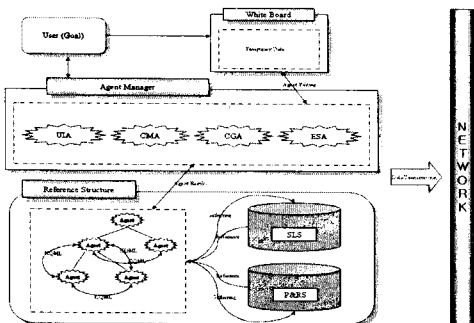
3.1 Mo-aPLC의 개요

본 논문에서 연구 개발한 PC기반의 SoftPLC편집기인 Mo-aPLC 시스템의 구성요소는 모바일 에이전트를 관장하는 에이전트 관리자(Agent Manager), 표준 언어 저장소(Standard Language Storage), 패턴& 규칙 저장소(Pattern & Rule Storage) 3가지로 구성되어 있다. 각 구성 요소의 설계와 에이전트간의 협상요소를 개발하고 최종적으로 에이전트 관리자(Agent Manager)내부의 에이전트들이 사용자의 지적 대리인으로 사용자가 원하는 최적의 조건을 제시하여 하드웨어 및 소프트웨어를 위한 softPLC 시스템을 제안한다. Mo-aPLC의 시스템은 다음 (그림 1)과 같다. 구성한 전체 개념은 IEC1131-3의 표준 언어 5가지가 일반인이나 제어시스템 설계자에게 재사용될 수 있는 중간코드 형태의 IL언어로 변환하고 랭귀지 프로그래머가 재사용할 수 있는 표준 C 코드로 변환되어 윈도우 환경에서 실행 가능하도록 구성한다. 에디터는 GUI기반으로 되어 있으며 모바일 에이전트들에 의해 오류 수정 및 코드 변환이 수행되는 것이다.



(그림 1) Mo-aPLC 시스템

3.2 Mo-aPLC의 세부구조도



(그림 2) Mo-aPLC의 세부구조도

(그림 2)는 본 논문에서 개발한 Mo_aPLC 시스템의 세부 구조도이다. 이 시스템은 제어시스템 제작자나 랭귀지 프로그래머가 제어 및 프로그램이 가능할 수 있도록 하는데 목적이 있다. Mo_aPLC의 세부 구조는 크게 4가지로 구성되는데 다음과 같다.

①사용자 화면(User Interface) : 사용자가 최초의 프로그램을 접하게 될 때 보여주는 GUI형태의 에디터 화면으로써 소프트웨어들의 초기형태이다.

②화이트 보드(White Board) : 사용자가 원하는 형태의 데이터와 모바일 에이전트들의 수행 및 협상에 관련된 사항들을 임시적으로 저장하고 작업하는 공간으로써 사용자가 저장 혹은 변환(Object code or C code)이라는 이벤트(event)를 하는 경우 그 역할이 종료되는 임시 저장소 같은 역할을 담당한다.

③에이전트 관리자(AM: Agent Manager) : 에이전트 관리자에는 내부적으로 4개의 에이전트들이 등록되어 관리되고 있는데 이 4가지의 에이전트들의 역할 및 특징은 다음과 같다.

④사용자 에이전트(UIA: User Interface Agent)는 사용자와 CGA와의 상호 작용을 위한 인터페이스로서의 역할을 하는데 사용자가 Mo_aPLC에서 작업하는 과정에 관여하여 사용자에게 필요한 데이터를 제공하는 역할을 담당하는 에이전트이다.

⑤CMA(Code Mapping Agent)는 사용자와 CGA와 상호 작용을 위한 인터페이스 역할과 사용자가 저장되어 있는 파일을 불러올 때 수행되어지는 에이전트이다.

⑥CGA(Code Generating Agent)는 CMA와 UIA의 상호 작용을 통해 IEC1131-3의 5가지 표준 언어를 중간(Object) 코드인 IL언어로 다시 이를 C code로 변환하는 것을 담당하는 에이전트이다.

⑦ESA(Error Scanning Agent)는 사용자가 작업하거나 저장되어있는 파일을 불러오게 될 경우 참조 구조(Reference Structure)를 참조하여 사용자에게 에러가 없는 최적화된 데이터를 보여주는 에이전트이다. 이상의 4가지 에이전트들은 에이전트간의 상호 메시지 통신을 통해 사용자가 원하는 최적화된 데이터를 보여준다.

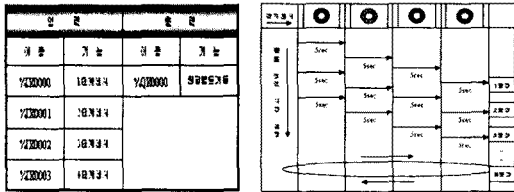
⑧참조 구조(Reference Structure): 참조 구조에는 내부적으로 2개의 저장소(Storage)가 있는데 이들의 특징 및 역할은 다음과 같다.

⑨패턴 및 규칙 저장소(P&RS: Pattern & Rule Storage)는 5가지의 언어들이 IL언어로 변환하는 패턴들과 IL언어에서 다시 C code로 변환하는 패턴들을 분석해서 이 변환하는 과정에서의 규칙들을 저장해 놓은 저장소이다.

⑩표준 언어 저장소(SLS: Standard Language Storage)는 5가지의 표준 언어들의 명령어와 메모리 변수 구성 요소들로 구성되어 있는 저장소이다.

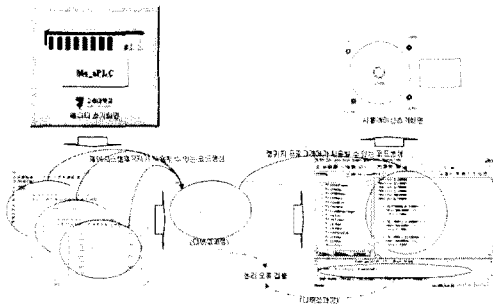
4. Mo_aPLC 시스템의 시물레이션

본 논문에서는 Mo_aPLC의 적용 시스템으로써 산업현장에서 사용되고 있는 원형 컨베이어 벨트 제어 시스템에 적용하여 시물레이션 하고자 한다. 이 원형 컨베이어 벨트는 운반물들의 이동 및 적재 시 사용되는 것으로 입출력 리스트 및 시간 영역에 대한 설정은 다음 (그림3)과 같다.



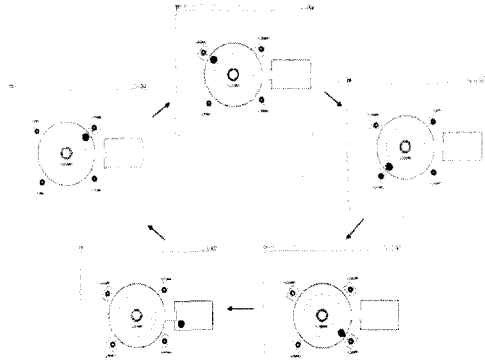
(a) 입·출력 리스트 (b) 시간 영역 설정
(그림3) 원형 컨베이어 벨트 시스템 모델링

(그림 3)에 (a)는 원형 컨베이어 벨트 시스템의 입·출력 리스트이다. 입력부분의 메모리들은 각각 감지 센서들을 나타내고 있다. 출력부분은 원형 벨트가 기동하는 것을 담당한다. (b)는 원형 컨베이어 벨트 시스템의 시간 영역에 대한 설정이다. 빨강, 주황, 초록, 파랑의 4가지는 센서를 가리키고 운반물의 이동속도는 5sec로 설정하였다. 1개의 운반물이 4가지 센서를 전부 거쳐 적재되는 것을 1공정이라 하고 이를 계속 반복적으로 수행하므로 각 센서들은 N공정이 이루어지기까지 작동하게 되는데 실제적으로 Mo_aPLC에서 실행되는 과정은 다음과 같다.



(그림 4) Mo_aPLC상에서의 실행 과정

(그림 4)는 Mo_aPLC 에디터 초기 화면서부터 아래그림 3까지는 사용자가 직접 작업하여 표준 언어가 중간코드인 IL로 이를 표준 C 코드로 변환하는 것과 변환시의 디버깅 과정을 보여주고 있다. 이 일련의 과정은 에이전트 관리자에 등록되어 있는 모바일 에이전트가 관여하여 사용자에게 최적화된 데이터를 보여주게 되는 것이다. 오른쪽 상단의 그림은 Mo_aPLC상에서의 시물레이션 초기화면이다.



(그림 5) 시물레이션 결과

(그림 5)는 실제 원형 컨베이어 벨트를 이용한 시물레이션 결과를 보여주고 있다. 왼쪽 그림이 첫 실행부분이고 오른쪽 방향으로 순차적으로 계속적으로 반복하는 것을 볼 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 softPLC를 위한 모바일 에이전트 시스템인 Mo_aPLC를 구현하였다. 이 시스템의 장점은 IEC1131-3의 표준 언어들을 모두 지원하고 이 지원된 언어들에 모바일 에이전트가 관여하여 사용자에게 최적화된 데이터를 보여줌으로써 논리 오류 검출뿐만 아니라 제어 시스템 제작자나 랭귀지 프로그래머가 재사용할 수 있는 코드들의 생성으로 인해 활용성이 높아졌다는 것이다. 본 논문에서는 IEC규격 중에 1131-3 즉, 프로그램언어에 대해서만 다루었지만 향후 연구 계획은 1131-2규격의 하드웨어 요구와 1131-5규격의 통신에 대해서 연구하여 실제 산업 현장에서 적용되어 사용되는 진화된 softPLC 시스템을 개발하는 것이다.

참고 문헌

- [1] 변삼문의 2명, PLC프로그래밍, 일진사, 2005.
- [2] 김원희의 3명, PLC응용기술, 성안당.com, 2005.
- [3] Norme Internationale International Standard, CEI IEC 1131, Premiere ed., First ed., 1993.
- [4] John R.Graham, Keith S. Decker, Michael Mersic, DECAF-A Flexible Mobile Agent System Architecture, Appearing in Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. Accepted, to appear 2003.
- [5] 김병철, PLC응용제어, 태영문화사, 2002.
- [6] 김용운, 시퀀스제어와 PLC, 삼성북스, 2003.
- [7] <http://www.samsungplc.co.kr>.
- [8] <http://www.lsis.biz>.