ISPLC: 지능적인 에이전트 기반 소프트웨어 PLC

조영임 · 심재홍
평택대학교 컴퓨터과학과 · 한국산업기술대학교 제어계측공학과

ISPLC: Intelligent Agent System based Software Programmable Logic Control

Young Im Cho · Jae Hong Shim
Dept. of Computer Science, Pyongtaek University
Dept. of Control and Measurement Engineering, Korea Polytechnic University

Abstracts

In this paper, we developed an editor and running engine for the SoftPLC. LD is the most popular standard IEC 1131-3 PLC language in Korea and used over 90% among the 5 PLC languages. In this paper, we have developed the ISPLC(Intelligent Agent System based Software Programmable Logic Controller). In ISPLC system, LD programmed by a user is converted to IL, which is one of intermediate codes, and IL is converted to the standard C code which can be used in a commercial editor such as visual C++. In ISPLC, the detection of logical error in high level programming(C) is more efficient than PLC programming itself. ISPLC provide easy programming platform to such beginner as well as professionals. The study of code conversion of LD->IL->C is firstly tried in the world as well as KOREA.

1. 서론

PLC(Programmable Logic Controller)는 제어 장치의 일종으로 다품종 소량 생산체제에 따라 디지털 또는 아날로그 입출력을 비롯한 모든 제어 시스템에 개발되어 왔다[1,2,3,4]. 그러나 기존 PLC는 PLC 프로그래밍언어가 기업, 국가, 지역 이기주의로 인해 기종이나 나라마다 상이하고 고가의 특정 PLC 장비에 따라 다르며, 최근의 오픈화, 분산화 시대에 맞지 않는다는 문제점을 갖는다. 이를 해결하기 위해 1978년 유럽을 중심으로 IEC1131-3이라는 PLC 표준언어 규정을 제정하였으나 여전히 PLC 프로그래밍 언어는 일반인이 사용하기에는 매우 어려운 언어이며 웹 환경에서 범용성을 갖기 어려운 언어이다. 또한 프로그램 시 논리 오류를 찾기 매우 어렵다[5].

PC의 성장과 함께 하드웨어 PLC를 기반으로 한 모든 제어기능을 일반 PC의 소프트웨어 상에서 프로그래밍, 제어 및 프로세싱을 하도록 한 제어 컴퓨터 디바이스를 특히, PC-based control(SoftLogic)이라고 하며 현재 세계적으로 비약적 발전을 하고 있으나 국내에는 이에 대한 대처가 미흡한 편이다.

따라서 본 논문은 국제 PLC 표준언어로 제정된 5가지 언어[6] 중 국내에서 90%이상을 사용하고 있는 PLC 언어인 LD언어에 대한 표준규격을 연구하고, 이것을 중간코드인 IL(Instruction List)언어로 변환하고 기존 상용화된 편집기(Visual C++)에서 활용 가능한 표준 C코드로 변환함으로써 고급언어에 익숙한 일반인이 사용할 수 있도록 효율성을 높이기 위한 지능적 에이전트 기반의 통합 시스템 ISPLC(Intelligent Agent System based Software Programmable Logic Controller)를 개발하였다. ISPLC에서는 LD에서보다 C에서 논리오류 검출기능이 훨씬 효율적이며, GUI기반 인터페이스를 제공하며 에이전트에 의한 프로그래밍 코드를 제공하므로 매우 효율적이다. ISPLC는 초보자는 물론 PLC에 익숙한 사용자들에게도 효율적인 프로그래밍 플랫폼을 제공한다. 이러한 LD->IL->C로의 코드변환체제에 관한 연구는 국내외적으로 처음 시도되는 연구이다.

ISPLC를 실제 실시간 교통량 제어 시스템(Real Time Traffic Control System)에 적용하여 현장 적응성이 우수한 실행엔진을 개발하여 실시간 모니터링과 시뮬레이션 하였으며 효율적 제어가 되도록 사용자 GUI 기반 웹 환경을 제공하였다. ISPLC는 오류검색 뿐 아니라 프로그래밍 시간을 매우 단축시켜 줌을 알 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 국내외 SoftPLC 사례를 분석하고 3장에서 ISPLC를 제안하

본 연구는 한국과학재단 산학협력 연구과제(과제번호:101-2002-000-00138-0) 연구비에 의해 연구되었음

고 4장에서 실제 시스템에 적용한 사례를 분석하고 5장에서 결론을 내리고자 한다.

2. 국내외 SoftPLC 현황 분석

국외 산업현장의 발전을 위한 기존에 개발된 PC-based control 제품들 중[7,8] 상업적 시스템 툴로써 이미 개발된 KW System이 있는데 사용자가 툴에 대한 친숙도를 고려하여 비쥬얼한 인터페이스를 제공해주는 시스템이다. 또한 Embedded Super PLCs [9,10]이 있는데, 이 시스템은 LD 프로그래밍을 기반으로 Basic 언어와 통합하여 단일 비트와 디지털 I/O를 핸들링하는 데이터를 프로세싱하는 PC 기반의 시스템으로 윈도우, 도스, 브라우저 3가지 버전에 따라 달리 프로그래밍 한다.

국내에는 산업용으로 아직 개발된 사례가 없다. 그 이유는 국내 시장이 외국에 비해 비교적 작고 중소기업에서 투자하여 연구하기에는 인력 및 기술이 부족하고 수지타산이 맞지 않기 때문인 것으로 분석된다.

그러나 (주)리얼게인에서 교육용 PLC 언어 학습 패키지(RealPLC)를 개발하여 보급하고 있는데, PLC 소프트웨어만으로 다양한 언어를 학습할 수 있고, 다양한 모니터링 및 애니메이션을 할 수 있어 적은 비용으로 최상의 PLC 학습을 할 수 있는 특징을 갖는다. 특히 여러 종류의 애니메이션 시스템을 제공하여 대상 시스템 없이도 PC내에서 프로그램을 검증할 수 있고, LD 뿐만 아니라, SFC, IL, FBD의 모든 국제 표준 PLC 언어에 대한 학습을 할 수 있도록 구성되어 있어 PLC 언어에 대한 체계적인 학습을 할 수 있다. 그러나 이 제품은 교육용만으로 국한되어 있어 산업용으로는 활용하기 어렵다[11]. 리얼게인 시스템은 KW System과 매우 유사하나, 주된 차이점은 KW System과 달리 표준어어들 중 LD을 기반으로 프로그래밍을 하며, 저 가격으로 사용할 수 있는 시스템이다. 이는 애니메이션과 사용자가 쉽게 실험할 수 있는 테스트 베드를 가지고 있다.

국내에서는 LG 산전과 삼성에서 개발 사용되고 있는 PLC 시스템들이 있다. 삼성에서 윈도우용 WinGPC를 개발하였으나 자체 PLC용 장비에 대한 인터페이스만을 제공하고 있으므로 범용성이 부족하다.

다음 <표 1>은 국외의 대표적인 SoftPLC인 KW System과 국내의 리얼게인(Real Gain) 시스템의 인터페이스 및 장단점을 비교 분석하였다. 두 시스템 모두 IEC1131-3에서 정한 표준언어들의 인터페이스는 제공하나 표준언어들간의 상호 호환성이 부족하고 고급 언어로의 코드 변환은 제공하고 있지 않고 있다.

<표 1> KWSystem과 리얼게인 비교

Compare Advantage with Disadvantage between KW and Real Gain System			
KW System		Real Gain System	
[Point of Tool Characteristic]			
Advantage	Disadvantage	Advantage	Disadvantage
Support 5L	Optional	Learning 4L	LD based
Combination	Hard Convert	Monitoring	Only Simulation
MultiProg Fox	WinPLC ProConOS	Animation	Restricted Demo
Window based		Easy Experiment	Entire Module
Evaluation DL		Low Cost	
MultiTasking		Download	
[Point of User and Customer]			
Advantage		Disadvantage	
User Friendly (OS)		Manualized Option	
Drag and Drop		Black Board	
Monitoring Simulation		Hard to Error search	
Select each language		User Handling (Expert)	
		High efficient PC based	
		Limited Simulation	

지금까지 살펴본 국내외 개발 시스템은 몇 가지 문제점이 있다. 첫째, PLC 기반 언어로 프로그래밍을 하는 동안의 오류(특히 논리오류) 분석, 해석, 처리기능이 부족하다. 둘째 오픈 소스가 아닌 블랙 보드로서의 결과만을 확인 가능하다. 셋째, IEC1131-3에서 제공하는 표준 언어들 간의 호환성이 부족하다. 넷째, 제한적인 시뮬레이션 기능을 가지고 있으므로 일반 사용자들의 기대를 만족시키기에는 부족한 점이 많다. 다섯째, 자체개발한 PLC용 언어만을 지원한다는 것이다.

본 논문에서는 에이전트[12,13] 기반의 PLC 소프트웨어 시스템은 PLC 프로그래밍이 가능한 툴 내에서 사용자를 대신하여 지적 대리인으로서 사용자가 원하고, 사용자에게 적합한 컴포넌트를 제공해 줌으로써, 그 결과를 사용자가 원하는 형태로 필터링하여 최적의 코드를 생성해 주고, 요구되는 사항들을 고려하여 자동적이고 자율적이며 전문적인 통합형 지능형 PLC 소프트웨어 에이전트 시스템을 개발하고자 한다.

이 시스템에서는 IEC1131-3에서 제공하는 표준 4개의 언어를 나머지 한 언어인 IL로 변환하여 언어간 호환성을 갖게 하여 표준 C 컴파일러에서 컴파일링 함으로써 사용자가 발생하는 논리오류를 수정하여 최적화된 환경에서 PC기반으로 제어하는 소프트웨어 PLC 시스템을 개발하는 것으로 국내외에서 최초로 시도되는 연구이다.

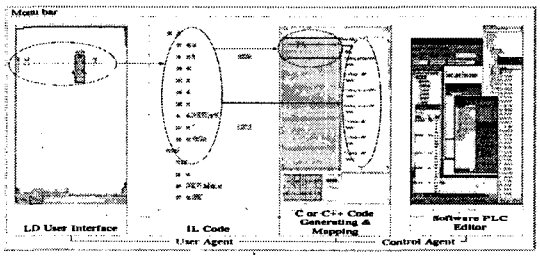
3. 지능적 SoftPLC(ISPLC) 설계 및 구현

3.1 ISPLC 개요

본 논문에서 연구개발한 실시간 지능형 SoftPLC 편집기인 ISPLC(Intelligent Soft agent based Programmable logic controloer) 시스템의 구성요소는 사용자 에이전트(User Agent : UA), 컨트롤 에이전트(Control Agent : CA), 컴포넌트 데이터 스토리지(Component Data Storage : CDS), 사용자 인포메이션(User Information : UI), 사용자 추천 인덱스 라이브러리(User Recommendation Index Library: URIL) 등이다. 각 모듈의 설계와 필요한 메카니즘, 에이전트간 협상 기술과 같은 관련요소 기술을 개발

하고 최종적으로는 모든 에이전트를 통합하여 사용자를 대신하여 최적의 조건의 자동화되는 소프트웨어 PLC 에이전트 시스템을 구축하여 하드웨어 및 소프트웨어 PLC를 위한 지능형 시스템의 기본 모형을 제안한다.

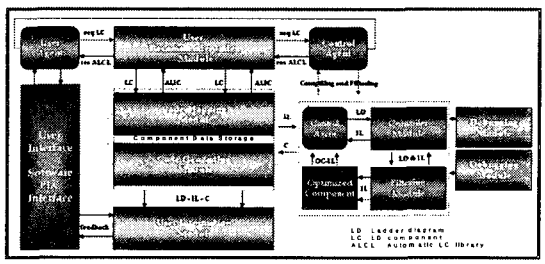
ISPLC의 에디터 화면은 다음 <그림 3>과 같다.구성한 ISPLC 에디터 화면은, 전체 개념은 IEC1131-3의 표준 언어가 중간코드형태인 IL로 변환되어 고급언어(C)에서 컴파일되어 윈도우 환경에서 실행 가능하도록 구성한다. 에디터는 GUI기반으로 되어 있으며 에이전트들에 의해 지능적으로 오류 수정 및 코드 변환이 수행되는 점이 특징이다



<그림 1> ISPLC의 지능적 에디터

3.2 ISPLC 세부모듈

ISPLC의 전체적인 구조도는 다음 <그림 2>와 같다.



<그림 2> ISPLC 전체 시스템 구조

본 논문에서 개발한 ISPLC 시스템은 실세계에서 적용되는 산업용 기술을 바탕으로 제어 및 프로그램이 가능 할 수 있도록 하는데 목적이 있다. 이는 실시간으로 작동하는 교통 신호 시스템, 엘리베이터 시스템, 공장 자동화 시스템 등을 볼 수 있다.

ISPLC를 위한 7개의 주요 컴포넌트 모듈의 역할 및 특징은 다음과 같다.

① 사용자 추천 인덱스 모듈(User Recommender Index Module): 사용자의 프로그램 설계 과정을 패턴화하여 개인화 코드로 컴포넌트 또는 클래스 파일 형태로 저장한다. 또한 이 모듈은 사용자의 유저 인터페이스 상에서 프로젝트나 시스템을 개발 시 이전의 프로그램 설계에 대한 컴포넌트 및 클래스 패턴 히스토리를 가지고서 제안해주는 모듈이다. ② 코드 매핑모듈(Code Mapping Module): LD, IL, C or Visual C++, 세 언어중 한 언어를 선택하여 프로그램을 하더라도 자동적으로 각각의 세 타입의 언어에 대한 상호 호환성을 위해 코드를 생성하며 매핑시키는 모듈이다. ③ 코드 생성 모듈(Code Generating Module): LD언어로 프로그래밍 시 사용자의 인터페이스내에 각각의 LD 모듈에 대한 프로그램이 가능할 수 있도록 소프트웨어 코드 즉, C 또는 Visual C++ 변환하여 생성해준다. 또한 사용자가 LD 언어를 사용하지 못하더라도, C 언어를 토대로 구현 및 프로그램이 가능하다. ④ 사용자 인포메이션 모듈(User Information Module): 사용자의 히스토리 데이터, 즉 프로그램 가능한 컴포넌트나 클래스 데이터를 최적화하여 재사용성을 제공하기 위한 모듈이다. ⑤ 컴파일러 모듈(Compiler Module): 툴 내에서 제공하는 인터프리터로서 파싱 처리가 가능하다. ⑥ 필터링 모듈(Filtering Module): 시스템내에서의 불필요한 코드를 최적화 시켜주는 기능을 제공한다. ⑦ 디버깅 모듈(Debugging Module): 시스템내에서의 에러 발생을 방지하기 위한 역할을 한다.

이 시스템은 사용자가 인터페이스를 통해 사용자 에이전트에게 LD 질의를 요청하면 사용자 에이전트와 컨트롤 에이전트는 질의를 가지고서 통신을 한다. 이때, 컨트롤 에이전트는 요청받은 질의를 컴포넌트 데이터 스토리지에서 검색하여 질의에 맞는 컴포넌트를 사용자 에이전트에게 전달한다. 질의에 따라 생성된 컴포넌트를 가지고서 사용자 에이전트는 인터페이스를 통해 사용자에게 프로그래밍이 가능할 수 있도록 생성해 주며, 컴포넌트 히스토리를 사용자 추천 인덱스 라이브러리에 저장함으로써 재사용이 가능할 수 있도록 한다.

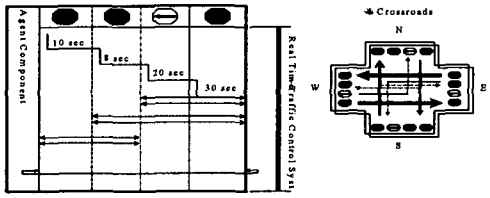
4. RT-TC 시스템의 시뮬레이션

4.1 실시간 교차로 신호등 제어 문제

본 논문에서는 ISPLC의 적용 시스템으로써, 가장 많이 사용하는 PLC 적용 시스템인 실시간 교차로 신호등 제어 시스템(Real Time-Traffic Control System: RT-TC System)에 적용하여 시뮬레이션 하고자 한다. 이 시스템은 실세계의 도로상태를 소프트웨어 기반의 환경으로 옮겨 차량 운행에 대한 교통 신호를 제어하기 위한 시뮬레이션이다. 사용자는 로드맵 상에서의 LD 프로그래밍시 사용자 에이전트는 LD상의 하나의 모듈을 IL로 매핑시켜 각각의 모듈을 Visual C++로 자동 변환시킨다. 이러한 pseudo code는 각 모듈을 단계별로 생성하여 자동으로 생성하도록 한다.

RT- TC 시스템을 모델링 시뮬레이션 구성도는 <그림 3>과 같다. <그림 3(a)>의 제일 왼쪽이 빨간

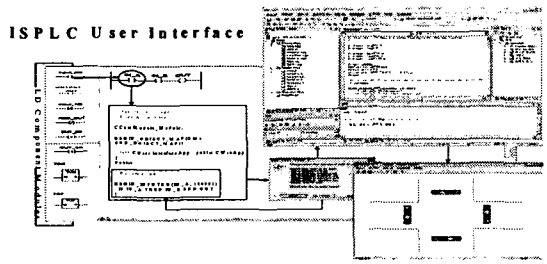
색(적), 다음이 주황색(황), 다음이 좌회전 화살표(좌), 다음이 초록색(청) 등을 나타내고 있다. 각 타이머의 설정시간은 직진신호30초, 좌회전 신호 20초, 경고신호 8초로 하였다.



(a) 각 타이머 설정 시간 (b)신호등 체계

<그림 3> RT-TC 시스템 모델링

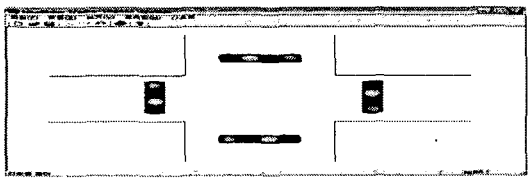
자동차 신호와 보행자 신호는 초기 타임을 가지고서 보행자 신호의 버튼이 누름과 동시에 신호의 입력을 받아 신호가 바뀌며, 로드상에서의 자동차는 이동한다. 이때, 보행자 신호는 로드의 상태에 따라 일정한 타임이 지나면 보행자의 신호가 변하며, 그 신호에 따라 로드 상의 신호 또한 대기함으로써 하나의 로드상의 교통 제어 플로우가 형성된다.



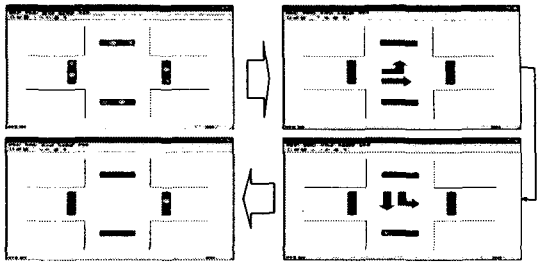
<그림 4> LD->IL->C 코드변환 인터페이스

위 그림에서 ① 왼쪽 모듈 : Ladder Diagram(LD) 사용자 인터페이스 ② 인쪽 아래 모듈 : LD Component ③ 삭제 모듈: LD 명령어 삭제기능 ④ 메시지 박스 모듈 : LD Compiling, 사용자 에이전트 코드 뷰에 의한 오류 검출기능 ⑤ 오른쪽 모듈 : LD 코드를 Visual C++ 코드로 변환시키는 모듈 ⑥ 오른쪽 아래 모듈 : Visual C++ 코드 형태로 에이전트가 추천해주는 코드를 나타내는 모듈을 나타낸다.

ISPLC의 RT-TC 시스템의 시뮬레이션 화면은 <그림 5>와 같다.



(a) RT-TC 시스템의 초기화면



(b) 시간대별로 변화하는 시뮬레이션 결과

<그림 5> RT-TS 시뮬레이션 화면

5.결론

본 논문에서는 실시간 지능형 SoftPLC인 ISPLC를 구현하였다. 또한 ISPLC를 지능형 시스템에서의 LD, IL, C 또는 Visual C++ 매핑과 더불어 에이전트를 기반으로 한 실시간 교통 신호 제어 시스템에 적용하여 구현하였다. ISPLC에서는 LD를 C코드로 변환시킴으로써 표준 C컴파일러 상에서 지능적 에이전트에 의한 논리오류를 체크할 수 있는 장점이 있다. 이것은 LD상에서 논리오류를 찾아내는 것 보다는 C 컴파일러상에서 에이전트에 의한 논리오류의 수정기능을 갖는 것이 훨씬 효율적이다.

향후 IEC1131-3 표준 언어들 중 LD 뿐 아니라 다른 표준 언어들에 대해서도 IL을 통한 C 언어로 변환할 수 있는 통합 시스템 개발이 필요하다.

[참고문헌]

[1] 원태현외 6인, PLC 제어기술, 제2판, 복두 출판사, 2001.
[2] 박양수외 2인, FA를 위한 PLC 실습, 복두 출판사, 1998.
[3] 김종부외 3인, PLC 이론 및 실습, 복두 출판사, 2002.
[4] PLC 이론과 실습, 삼성전자 사내교육 자료.
[5] Norme Internationale International Standard, CEI IEC 1131-3, Premiere ed., First ed., 1993.
[6] www.adaptfav.bo.it/prod01.htm
[7] www.angelfire.com/in/bsommer/softplc.html
[8] IsaGRAF user's guide, Version 2.1, CJ International, 1994
[9] www.intellution.co.kr
[10] www.deltaww.com
[11] www.realgain.co.kr
[12] Russell and Norvig, Artificial Intelligence a Modern Approach 2/E Chap 2, Prentice Hall International Co., 1994.
[13] www.fipa.org/repository/managementspecs.html