DBpia

논문 01-26-6T-15 한국통신학회논문지 '01-6 Vol.26 No.6T

지능형 PLC를 이용한 자동 입고 장치의 구현

정회원 김 용 욱*, 오 훈**, 구 기 준***

The Development of Automatic Warehousing System Using Intelligent PLC

Yong-Wook Kim*, Hoon Oh**, Gi-Jun Ku*** *Regular Members*

요 약

자동화 시스템은 여러 가지 제어방법의 결합을 요구하고 있으며 특히 PLC는 자동화 시스템을 실현하는데 주요한 툴이다. PLC에 사용되는 프로그램 언어로는 LD(Ladder Diagram), IL(Instruction List), FBD(Function Bock Diagram), SFC(Sequential Function Chart) 등이 있다. PLC시스템은 마이크로프로세서의 개발에 따라 점차 고성능화, 소형화, 고속화되고 있다. 그러므로 PLC 제어의 트러스트는 다양화 되어야 한다.

본 논문에서는 다양한 지능형 알고리즘 가운데 전문가 제어기법을 도입하여 자동창고 입고 장치를 구현하도록 하였다. 이는 센서로부터 대상체(Work)를 인식하고 이를 전문가 제어규칙에 의한 지식베이스를 바탕으로 비교 판단하여 대상체를 지정된 장소에 입고할 수 있도록 구성하였다.

ABSTRACT

According to the development of mechatronics, Automatic system requires the incorporation of various control method. PLC is main tool to achieve automatic system. The language of PLC are LD(Ladder Diagram), IL(Instruction List), FBD(Function Block Diagram), SFC(Sequential Function Chart) and so on. PLC system gradually becomes high performance, minimization and high speed along with development of microprocessor. thus, Trust of PLC control must be verified.

In this paper, Intelligent PLC for automatic warehousing system is presented. Intelligent PLC is that generally PLC is incorporated the knowledge and experience of Expert and control method. The PLC program is constructed by LD language. Real test system was constructed and driven to apply this program.

Ⅰ. 서 론

자동화 시스템을 실현할 수 있는 대표적인 기기로 PLC를 들 수 있다[1]. 1969년 미국 GM사의 요구에 따라 출현한 PLC는 마이크로프로세서의 발달로 초기의 기본적인 기능에서 벗어나 아날로그제어, PID제어, 로봇제어를 비롯한 컴퓨터와의 통신을 통해 산업용 제어의 전 분야에 걸쳐 중요한 역할을 한다. PLC에 사용되는 프로그램 언어로는 LD(Ladder Diagram), IL(Instruction List), FBD(Function Bock Diagram), SFC(Sequential Function Chart)가 있으며[2-3], 이중 LD언어를 가장 많이 사용하고 있다.

최근 자동화 시스템의 눈부신 발전은 기존의 기계공학 또는 기구에 전자기술이 결합되어 구성된 메카트로닉스 기술분야의 발전을 더욱 요구하고 있다[4-5]. 이러한 요구에 따라 PLC는 점차 고성능화, 소형화, 고속화되는 추세이다[6]. 또한 신뢰도의 향상을 높이기 위한 모듈화된 이중화 시스템을 적용하고 있다[7]. 그러나 확장된 PLC의 출현에도 불구하고 자동화 시스템을 보다 효율적이고, 능동적인 지

* 전북직업전문학교 전기제어과
** 익산대학 전기과
*** 한림정보산업대학 전자통신과(gijun@sun.hallym-c.ac.kr)
논문번호 : T01002-0323, 접수일자 : 2001년 3월 23일

www.dbpia.co.kr

능형 자동화 시스템을 구현하기에는 아직 그 한계가 있다. 이러한 문제점으로 첫째, PLC에 장착되는 PLC의 모듈이 제어 알고리즘 형태를 구현하기에는 일반화 되어있지 않고, 둘째, 제공되는 PLC 제어언어가 알고리즘 형태를 구현하는데 표현의 어려움이 있기 때문이다. 본 논문에서는 다양한 지능형 알고리즘 가운데 전문가 제어기법을 도입하여 자동창고 입고 장치를 구현하도록 하였다. 이는 센서로부터 대상체(Work)를 인식하고 이를 전문가 제어규칙에 의한 지식베이스를 바탕으로 비교 판단하여 대상체를 지정된 장소에 입고할 수 있도록 구성하였다.

Ⅱ. 본 론

2.1 지능형 자동창고

자동 입고 장치를 구현하기 위하여 사용된 장비는 다음과 같다.

- PLC : MASTER-K 500H
- 대상체(Work) 선별장치 : ED-4020 CONVEYOR SYSTEM
- 자동창고 ROBOT

지능형 자동 입고 장치는 랜덤(Random)하게 입고되는 대상체가 설치된 Sensor에 감응되고, 주어진 규칙(rule)과 감응된 사실(fact)로부터 비교되어 논리적으로 타당한 새로운 사실을 추론(Inference)하도록 [7] LD 제어 언어로 구성한다. 이렇게 추론된 결과는 자동 창고 Robot이 작업을 결정하여 입고된 대상체를 옮겨놓을 위치를 결정하게 되는 입력 신호로 받아들이게 한다. 자동창고 Robot은 받아들인 입력 신호에 따라 이미 지정된 작업 루틴을 따라 자동 입고를 하게 된다.

이와 같은 지능형 자동 입고 장치를 구현하기 위하여 다음과 같은 방법으로 구성한다.

첫 번째, 대상체의 모델을 설정하고, 규칙의 기초를 구성한다.

두 번째, 센서의 종류와 위치를 결정한다.

세 번째, 대상체가 센서를 지나면서 감응되는 상태표를 작성한다.

네 번째, 대상체 인식을 위한 지식베이스를 LD 제어언어로 구성한다.

다섯 번째, 기초한 규칙과 감응된 사실로부터 추론할 수 있도록 한다.

여섯 번째, 추론된 결과를 토대로 자동 창고 Robot Trainer의 작업 위치를 결정하고, 지식베이스에 등록되지 않은 대상체는 제거하도록 LD 제어 프로그램을 구성한다.

일곱 번째, 작업 루틴을 결정하여 자동 창고 Robot Trainer 결정된 위치를 찾아 자동 입고되도록 LD 제어 프로그램을 구성한다.

여덟 번째, 시스템을 구성한다.

아홉 번째, 구성된 시스템을 운전하기 위하여 컴퓨터의 COM Port와 PLC의 CPU 모듈을 케이블로 연결시킨다.

열 번째, Step별 동작을 통해 잘못된 프로그램을 찾아내어 수정한다.

열 한 번째, Random하게 대상체를 입고시켜 입고장치가 선별기능을 잘 수행하는지를 확인한다. 그리고 선별된 대상체를 설정된 입고 위치를 찾아 자동 입고시키는지를 확인한다.

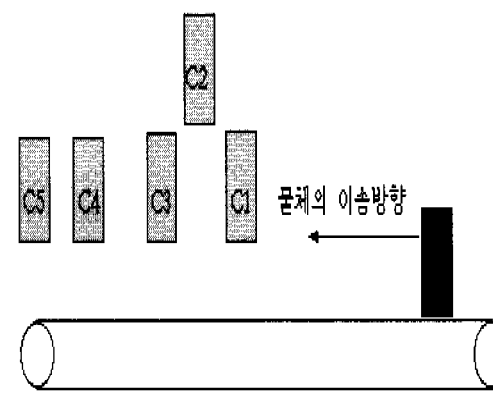
2.2 LD 프로그램 설계

2.2.1 대상체 모델 설정

1. 대상체 W1 : 지름 45㎜, 높이 35㎜, 금속체(알루미늄)
2. 대상체 W2 : 지름 45㎜, 높이 45㎜, 금속체(알루미늄)
3. 대상체 W3 : 지름 55㎜, 높이 35㎜, 비금속체(플라스틱)
4. 대상체 W4 : 지름 45㎜, 높이 45㎜, 비금속체(플라스틱)
5. 대상체 W5 : 지름 55㎜, 높이 35㎜, 금속체(알루미늄)
6. 대상체 W6 : 지름 55㎜, 높이 45㎜, 금속체(알루미늄)

2.2.2 센서 위치설정

컨베이어 시스템에 설정된 센서의 위치를 결정하고 설치한다.



www.dbpia.co.kr

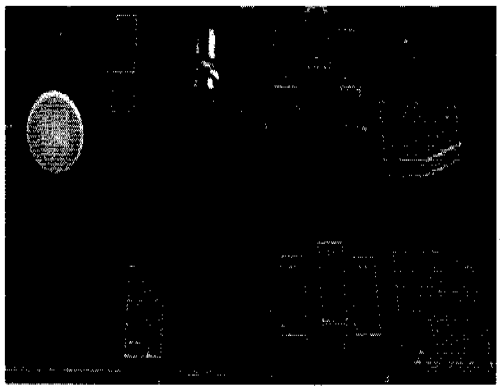


그림 1. 센서의 위치설정

2.2.3 센서 감응 상태표 작성

입고되는 대상체가 설치된 센서 C1, C2, C3, C4를 지나치면서 감응되는 상태표는 표 1과 같이 작성한다.

표 1. 감응 상태표

센서				대상체별 감응 상태					
C4	C3	C2	C1	W1	W2	W3	W4	W5	W6
0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
0	0	0	1	*	*	*	*	*	*
0	0	1	0						
0	0	1	1		*		*		*
0	1	0	0	*	*	*	*	*	*
0	1	0	1			*		*	
0	1	1	0		*		*		*
0	1	1	1				*		*
1	0	0	0	*	*			*	*

2.2.4 대상체 인식 지식베이스 구성

(1) 센서감응에 따른 지능형 PLC의 입력신호 구분

C1 → P0011　　C2 → P0012

C3 → P0013　　C4 → P0014

C5 → P0015　　C6 → P0016

여기서, C1~C3 및 C5~C6은 Photo type, C4는 proximate type이다.

(2) 대상체 자동 인식 판별조건 구성

if 조건부(antecedent) then 결론부(consequent)

가. 대상체의 size를 구별하기 위한 판별 조건

① 대상체 판별조건 1

IF ($c_1 \overline{c_2}\,\overline{c_3}$ M0152 M0162 + M0153 M0154 M0162 + M0153 M0154 M0163 M0164) THEN M0131

or

IF ($\overline{c_1}\,\overline{c_2} c_3$ M0152 M0162 + M0153 M0154 M0162 + M0153 M0154 M0163 M0164) THEN M0132

② 대상체 판별조건 2

IF ($c_1 c_2 \overline{c_3}$ M0155 M0162 + M0155 M0163 M0164) THEN M0133

or

IF ($\overline{c_1} c_2 c_3$ M0155 M0162 + M0155 M0163 M0164) THEN M0134

③ 대상체 판별조건 3

IF ($c_1 \overline{c_2} c_3$ M0152 M0165 + M0153 M0154 M0165) THEN M0135

④ 대상체 판별조건 4

IF $c_1 c_2 c_3$ M0155 M0165 THEN M0136

나. 대상체의 성질을 구별하기 위한 판별 조건

① 금속 재질의 대상체를 감응하기 위한 판별 조건 1

IF $c_4 c_5$ THEN M0127

② 비금속 재질의 대상체를 감응하기 위한 판별 조건 2

IF $\overline{c_4} c_5$ THEN M0128

2.2.5 지능형 PLC의 자동 입고 추론

(1) 대상체의 추론

대상체 판별 조건에 따라 감응된 사실로부터 대상체를 비교하여 판별할 수 있도록 다음과 같이 각 대상체에 대한 추론 규칙을 정한다.

① W1 대상체의 추론

IF (M0131 and M0127) or IF (M0132 and M0127) THEN M0141

② W2 대상체의 추론

IF (M0133 and M0127) or IF (M0134 and M0127) THEN M0142

③ W3 대상체의 추론

www.dbpia.co.kr

IF (M0135 and M0128) THEN M0143

④ W4 대상체의 추론
IF (M0133 and M0128) or IF (M0134 and M0128) THEN M0144

⑤ W5 대상체의 추론
IF (M0135 and M0127) THEN M0145

⑥ W6 대상체(Work)의 추론
IF (M0136 and M0127) THEN M0146

단, 여기서 M은 PLC 디바이스 구성의 내부 보조 릴레이를 의미한다.

(2) 지식베이스에 등록되지 않은 대상체 제거

Random하게 입고되는 대상체를 선별하기 위해 지식베이스에 등록된 대상체 외의 대상체를 제거하기 위하여 다음과 같이 결정한다.

① 대상체가 입고되면 지식베이스에 등록되어 있는 대상체의 선별조건 정보와 비교하도록 한다.

② 비교 결과 맞지 않은 대상체로 분류되면, 즉 false가 되면 제거할 수 있도록 한다.

단, 여기서는 입고되는 대상체를 지식베이스에 등록되어 있는 대상체 외의 것은 자동 구분을 잘 수행하는지 확인하기 위하여 한정된 표본으로 제한한다. 그리고 지정되지 않은 대상체 중에서 지정된 대상체에 근접한 대상체를 추론하기 위한 부분은 다루지 않았다.

2.3 LD 프로그램 표현

위의 2.2절에서 다룬 지식베이스 및 추론과정에 대한 LD 프로그램을 그림 2에서 그림 7까지 나타내었다.

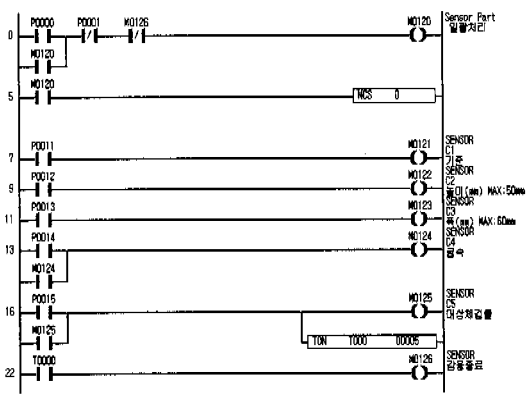


그림 2. 센서 감응부 LD 프로그램

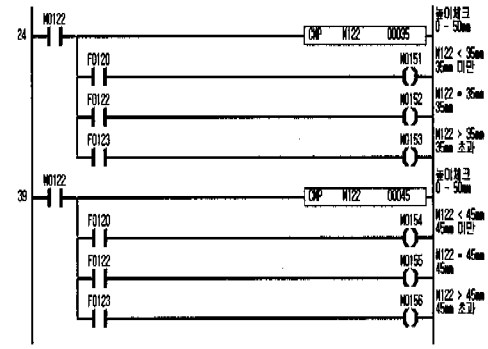


그림 3. 높이 구분을 위한 LD 프로그램

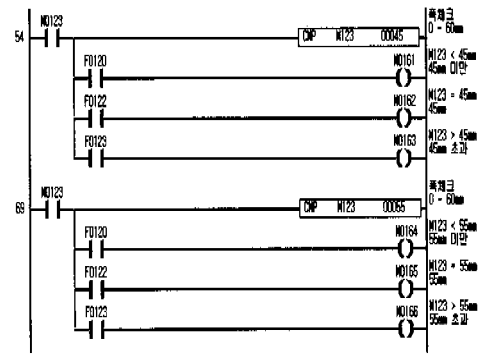


그림 4. 폭(길이)를 구분하기 위한 LD 프로그램

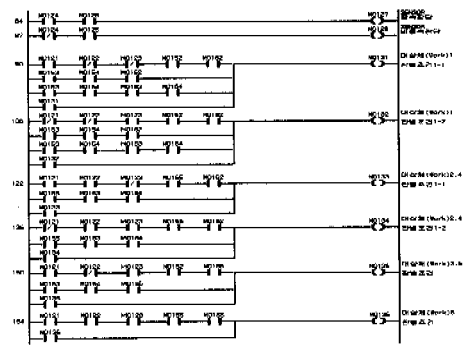


그림 5. 자동 인식 지식베이스 LD 프로그램

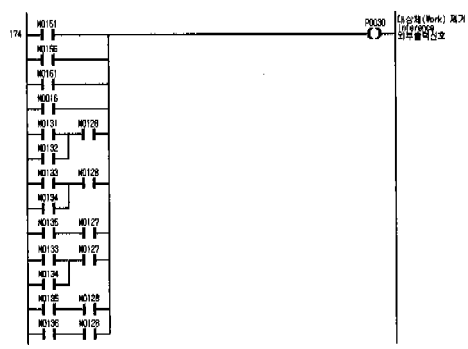


그림 6. 대상체(Work) 제거를 위한 LD 프로그램

www.dbpia.co.kr

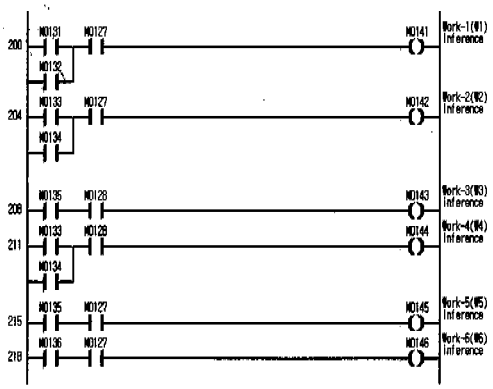


그림 7. 지능형 PLC 추론 LD 프로그램

Ⅲ. 결 론

생산 및 반송 등 다양한 분야의 자동화에서 가장 널리 사용되는 PLC는 단순한 시퀀스에 의한 제어로 인해 예상치 못한 입력이나 대상체에 대해 적절한 대처를 스스로 하기 어렵다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 보완하여 폭넓은 적용이 가능하도록 하기 위해 지능형 PLC를 이용한 자동 입고 장치를 제안하였다. 먼저 입고 대상체의 예상되는 모양과 크기를 바탕으로 지식베이스를 구축하고 이에 대한 추론과정을 거쳐 대상체의 변화에도 쉽게 인식하고 스스로 선별하여 출력하도록 LD 프로그램 언어를 이용하여 설계되었다. 설계된 LD 프로그램은 구현된 지능형 자동 입고 장치로 실험해본 결과 올바르게 작동함을 확인할 수 있었다.

앞으로 좀더 지능적인 자동인식을 위하여 랜덤하게 입고되는 대상체를 선별하는 과정에 정확도 향상을 위한 무게치 중심을 더욱 강구해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] I.G.Warnock, Programmable Controllers, Operation and Application Prentice-Hall Inc., 1988

[2] IEC, IEC 1131-1 General Information, IEC 1131-3 Programming Language

[3] Martin O., Stefan J., Karl A., "Implementation aspects of the PLC standard IEC 1131-3"

[4] 황경현, 송준엽, "Mechatronics 기술동향 및 발전대책", 전기학회지, 자동화 기술동향과 전망(Ⅰ), pp4 ~pp9, May 1999.

[5] 상공자원부, "중대형 Programmable Logic Controllers 개발에 관한 연구 보고서, Oct, 1993.

[6] PLC의 발전과정, 일진사, p45

[7] 이광현, 오길록, 퍼지이론 및 응용 Ⅱ권, 2장 전문가시스템과 추론, 홍릉과학사, pp2-4~pp2-10.

김 용 욱(Yong-Wook Kim) 정회원

1961년 8월 24일생

1997년 : 원광대학교 전기공학과 졸업

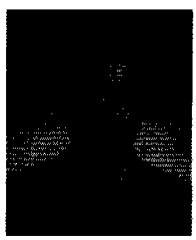
2000년 : 원광대학교 대학원 전기공학과 졸업

현재 : 원광대학교 대학원 전기공학과 박사과정

전북직업전문학교 전기제어과 근무

<주관심 분야> 공장자동화, 컴퓨터 통신제어

오 훈(Hun Oh) 정회원



1991년 2월 : 원광대학교 전기공학과 공학사

1993년 8월 : 원광대학교 전기공학과 공학석사

1997년 8월 : 원광대학교 전기공학과 공학박사

현재 : 익산대학 전기과 시간강사

<주관심 분야> 공장자동화, 컴퓨터 통신제어

구 기 준(Gi-Jun Ku) 정회원

1983년: 단국대학교 공학사 (전자공학)

1988년: 한양대학교 공학석사 (전자공학)

1996년: 숭실대학교 공학박사 (통신 및 신호처리)

현재 : 한림정보산업대학 전자통신과 부교수

<주관심 분야> 통신이론, 정보보호(암호학)

www.dbpia.co.kr