

PLC 자동프로그래밍을 위한
지식기반의 어드레스 할당 후처리부에 관한 연구[†]
A Study on the Knowledge-based Addressing
Post-processor for Automatic PLC Programming

강 신 한*
Kang, Shin-Han

신 흥 렬**
Shin, Heung-Yeoul

이 재 원***
Lee, Jae-Won

Abstract

The programmable logic controller(PLC) programming has been manually carried out, which might cause the productivity decrease by omission and repetition of instruction. Recently, the knowledge-based automatic programming system is introduced. In the system, input/output(I/O) addresses are input by user. In this study, we developed the prototype system for automatic I/O addressing using knowledge-based technology. With the developed system, the PLC addressing task can be consistently and effectively performed.

1. 서 론

최근 대부분의 기업에서는 공장자동화를 위하여 많은 투자를 하고 있다. 자동화를 위한 종전까지의 제어시스템에서는 릴레이, 스위치, 타이머, 카운터 등과 같은 소자를 회로도에 따라 적절히 연결하여 사용하는 하드와이어드(hard wired)방식을 이용하여 순차제어(sequence control)를 수행하였다. 그러나 이 방식은 요구조건 변화에 따른 제어시스템 변경 시 많은 비용을 요구한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 70년대 초에 PLC(programmable logic controller)가 개발되었다. PLC란 각종 기계나 공정을 제어하기 위해 사용하던 회로소자의 기능을 반도체 소자와 소프트웨어로 대체한 것으로, 타이머, 카운터 및 연산기능을 갖추고 프로그램을 작성할 수 있는 메모리를 내장한 전자제어장치를 말한다[1]. 이 PLC는 입출력 모듈을 통하여 외부 기기 및 장치와 연결되고, 각 접점은 입출력 어드레스(I/O address)를 갖는다. 각각의 PLC는 서로 다른 방식으로 어드레스를 지정한다. 그러므로 내부 순차제어 로직이 같더라도 PLC 기종이 달라지면 기종에 맞는 새로운 프로그램을 작성해야 한다[2-4].

† 본 연구는 1994년도 인하대학교 연구비 지원에 의해 수행되었음.

* 한라공업전문대학 자동차과

** 인하공업전문대학 자동화기계과

*** 인하대학교 공과대학 자동화공학과

PLC에 탑재되는 제어프로그램은 수작업으로 이루어져 왔으며 이는 다품종소량생산 체제에서 빈번하게 발생하는 라인변동에 대한 적응에 나쁜 영향을 미칠 수 있다. 이를 개선하기 위한 PLC 자동프로그래밍에 관한 연구가 최근 보고되기 시작하였다. 그러나 지금까지 보고된 대부분의 연구에서는 입출력 어드레스는 사용자가 직접 할당해 주는 방식을 취하고 있다. 이러한 방식의 자동프로그래밍에서는 생성되는 PLC 프로그램이 단일기종에 고정되므로, 해당 기종이 변화하는 경우 각 기종별로 다시 사용법을 숙지하여야 하는 번거로움이 있다.

본 연구는 이런 점을 해결하기 위해 사용자가 기종만 선정하면 해당 기종에 적합한 입출력 번지를 자동으로 할당하는 어드레싱 시스템에 관한 것으로 지식기반 기법을 응용하였다.

2. PLC 구조 및 프로그래밍

서론에서 언급한 바와 같이 PLC시스템은 하드웨어와 제어프로그램으로 이루어진다. 본 장에서는 각각에 대해 설명한다. 2.1절에서는 PLC 하드웨어적 구조에 대해 설명하고 2.2절에서는 프로그래밍에 대해 기술한다.

2.1 PLC의 구조

PLC는 기계나 장치를 운전하거나 제어하기 위해 사용되므로 생산현장에서 견딜 수 있도록 온도나 노이즈 등에 강하고 취급이 쉬운 구조로 되어 있다. 개략적인 PLC 구조가 Fig. 1과 같다. CPU부는 제어장치의 두뇌에 해당하는 부분이고, 순차제어(sequence control)회로의 내용에 해당하는 프로그램은 메모리(memory)부에 저장하게 된다. 그리고 PLC 각 부에 전원을 공급하는 전원부(power)와 취급 및 기능향상을 위한 주변기기로 구성된다. 입출력부는 기계와 장치간 신호를 주고받는 부분으로, 제어대상 기기와 물리적인 접속이 이루어진다. Table 1은 입출력부에 접속되는 기기의 예를 정리한 것이다. 접속되는 기기는 센서 등과 같이 기계장치에 존재하는 핵심적인 것과 제어반 등 부가적인 곳에 존재하는 것으로 나눌 수 있다. 메모리에 저장되는 프로그램에서는 이 기기가 직접 언급되는 것이 아니라 접속하고 있는 곳의 번지를 이용하여 프로그래밍 되어 있다[5].

2.2 PLC 프로그래밍

PLC 제어동작은 시퀀스 프로그램이 저장되어 있는 메모리의 내용을 제어 및 연산부가 차례로 읽어 내면서 실행한다. 이러한 시퀀스 프로그램을 작성하기 위해 현재 가장 보편화되어 있는 방법이 니모닉명령어와 래더다이아그램이다. Fig. 2는 니모닉명령어와 래더다이아그램에 의한 프로그램의 예를 보여준다.

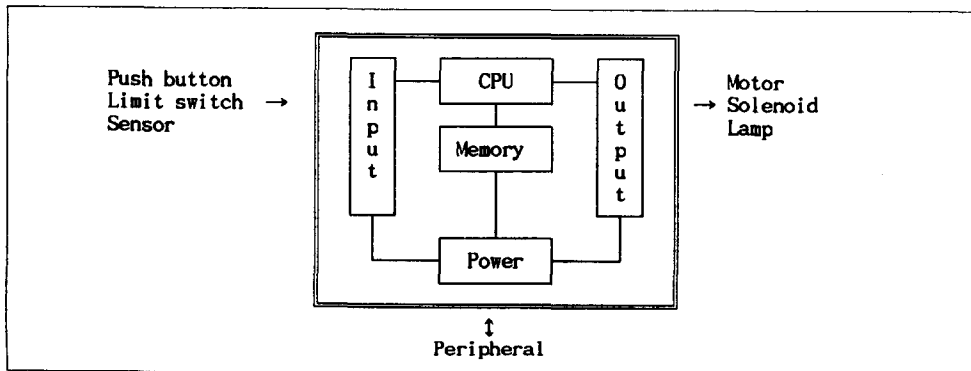


Fig. 1 Component of PLC

Table 1. The input/output device interfaced to PLC

PLC module External environment	Input module	Output module
Machine or unit	Limit switch Micro switch Photo switch Encoder	Solenoid valve Magnetic clutch Magnetic brake Motor
Control box	Push button Selector switch Digital switch	Relay Pilot lamp Counter

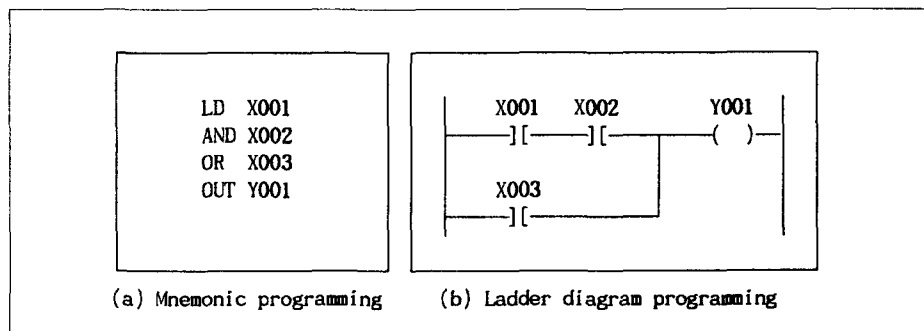


Fig. 2 The conventional PLC programming language

니모닉 명령어는 Fig. 2의 (a)와 같이 PLC에서만 전용으로 사용하는 어셈블리어 형태의 코드로 순차제어 회로도를 해석한 후 프로그래밍 장치를 이용하여 입력한다. 레더다이아그램은 Fig. 2의 (b)와 같은 형태를 가지며, 종래의 릴레이를 이용한 순차제어 회로 표현을 위해 가장 보편화된 방법이었기 때문에 자연스럽게 PLC 프로그래밍 방식으로 채택된 것이다[6]. 이 그림에서 X001, Y001 등으로 표현된 것이 입출력 어드레스이다. 앞 절에 언급한 바와 같이 각 제어 기기는 PLC 입출력 모듈에 연결되어야 하고, 연결된 각 접점을 PLC에서 인식하는 것이 어드레스이다. 이와 같이 각 입력기기와 출력기기를 PLC 입출력 모듈의 몇 번째 입력점과 출력점에 접속하여 사용할 것인가를 정하는 것이 입출력 어드레스 할당이다. 이 어드레스는 제조회사별로 때로는 기종별로 서로 다른 형식을 갖는다. 따라서 현재 사용 중인 자동화 라인에 있어서 제어용 PLC 기종이 바뀌면 어드레스를 새로 할당하여 해당 기종에 맞는 새로운 제어프로그램을 작성해야 한다.

3. 지식기반기법에 의한 PLC 자동프로그래밍과 입출력 어드레싱

어느 특정 분야의 전문가가 자신의 경험과 지식을 바탕으로 새로운 문제를 해결하고 이로부터 새로운 지식을 터득해 간다. 이와 같은 전문가의 문제해결과정을 따라가는 컴퓨터시스템이 있다면 관련 전문지식은 그대로 유지되면서 작업의 표준화 및 전산화를 이룩할 수 있다. 이러한 개념에 의해 발전한 것이 지식기반기법이고, 이에 의해 만들어진 프로그램이 지식기반 시스템(knowledge-based system)이다[7].

지식기반 시스템은 전문분야의 지식을 효과적으로 컴퓨터 내에 표현할 수 있으며 대상문제를 신속, 정확하게 해결하면서 동시에 균일한 의사결정을 수행할 수 있는 장점을 갖고 있다. 그리고 기존 프로그래밍 방법과 비교해 볼 때, 시스템 구축 및 운용시 지식의 추가 혹은 수정을 통하여 운용환경 변화에 적응하기 쉽다는 특징을 갖고 있다[8].

PLC 프로그래밍 전문가는 자신의 경험을 바탕으로 새로운 프로그램을 작성하고 관리하며, 기종이 바뀌더라도 과거의 프로그래밍 과정에서 체득한 지식을 바탕으로 각 기종별 프로그램을 작성하게 된다. 이러한 전문지식을 이용하여 프로그래밍 효율을 증대시킬 수 있는 방법이 제안되었다.

3.1 PLC 자동프로그래밍 시스템

기존 PLC 프로그래밍은 수작업에 의존하며 이는 PLC 프로그램에 대한 데이터베이스 구축 및 전산화에 장애가 된다. 이를 극복하기 위해 Fig. 3과 같은 내용의 자동프로그래밍 시스템이 최근 발표되었다[9]. 이 시스템은 래디다이아그램이 아닌 타임차트를 입력으로 순차제어 정보를 어드레스와 무관한 문자형식으로 표현한 중간래더정보를 생성하는 처리부와 특정 기종에 맞는 어드레스를 부여하여 최종 PLC 프로그램을 생성하는 후처리부로 구성된다. 처리부는 지식기반시스템으로 구현하였으며, 후처리부는 사용자가 중간래더에 표현된 입출력기기에 상응하는 어드레스를 부여 하므로써 작업이 진행된다. 지식기반기법에 의해 중간래더를 생성하므로 컴퓨터의 기능을 최대한 활용하게 되고, 이에 따라 제조작업시간을 단축할 수 있다. 그리고 이는 제품생산력을 증대시킬 수 있다. 또한 PLC 기능과 프로그래머의 전문지식을 일관성 있게 적용할 수 있고 유연한 프로그래밍이 가능한 장점을 갖는다.

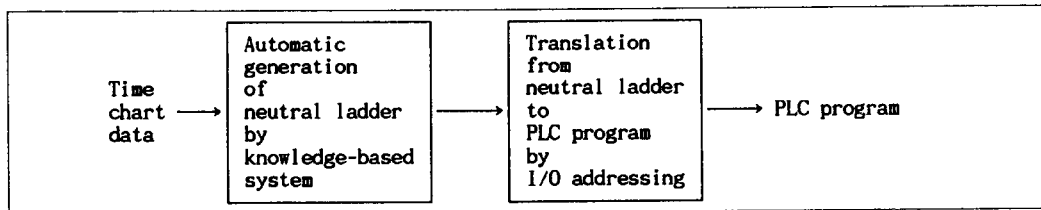


Fig. 3 Automatic PLC programming approach

3.2 PLC 자동프로그래밍을 위한 입출력 어드레싱 후처리부

후처리부는 처리부에서 특정 PLC 기종에 따른 번지형식의 변화를 처리하여 별도의 과정 필요 없이 이 기종의 PLC 프로그램을 생성하는 것이 가능하도록 해준다. 이와 같은 후처리부는 중간래더 변환파일 생성, PLC 어드레스 할당, 할당어드레스가 부여된 PLC 프로그램생성과 같은 3단계 과정을 거쳐 작업이 진행된다. 이 작업 중 어드레스 할당은 현재까지는 사용자가 직접 입력하도록 되어 있다. 본 연구에서는 자동프로그래밍의 효율을 더욱 증대시키기 위해 이 작업을 시스템에서 자동으로 처리할 수 있도록 하는 프로토타입(prototype)의 지식기반 시스템을 개발하였다.

4. 지식기반에 의한 입출력 어드레싱 시스템 구현

개발된 시스템은 앞장에 언급된 지식기반기법을 응용하였기 때문에 전문가가 PLC 어드레싱을 수행하는 과정과 같은 결과를 얻을 수 있는 장점이 있다. 시스템은 PLC 기종과 입출력기에 대한 정보를 입력으로 하여 기기별 어드레스를 출력으로 하며, Fig. 4와 같이 5개 모듈로 이루어지며 규칙기반추론(rule-based reasoning)방식의 지식기반시스템이다.

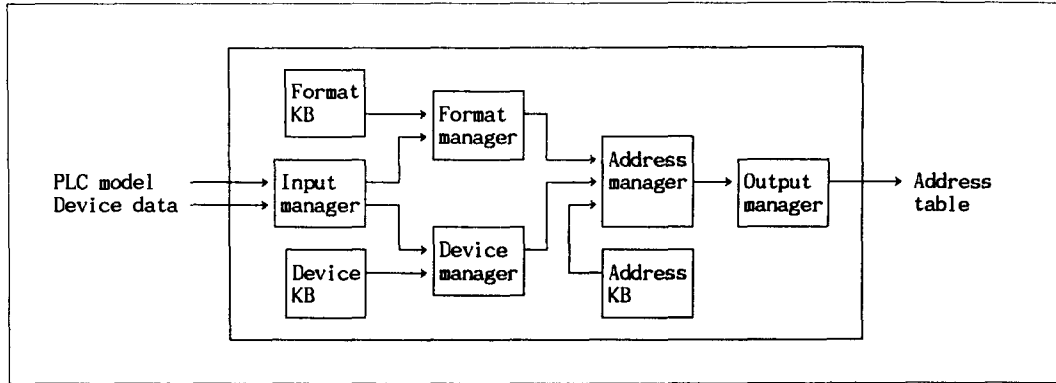


Fig. 4 Structure of knowledge-based I/O addressing system

4.1 입력관리부(Input manager)

어드레스 할당을 위해 필요한 정보를 사용자로 하여금 입력하도록 하는 기능을 한다. 입력하는 정보는 PLC 모델과 입출력 기기 사양에 대한 것이다. PLC 모델은 Fig. 5와 같이 사용자가 해당 기종을 리스트에서 선택하면 된다. 이 리스트는 시스템에 저장되어 있는 PLC기종의 이름만 나열한 것으로 모델에 관련된 나머지 작업은 다음 절에 언급한 바와 같이 시스템에서 처리한다.

시스템에서 어드레싱을 처리하는 추론을 위해서 이름, 기능, 소속장치, 관련공정 등에 관한 정보가 필요하고, 입력관리부는 이 정보를 사용자가 입력할 수 있도록 한다. 입력기기와 출력기기는 별도로 입력하고, 입력된 기기정보는 각 기기별로 객체형태로 저장된다. Table 2는 기기객체를 표현하기 위해 설정한 속성(property)과 그 예를 보여준다. 입력기기와 출력기기는 별도로 관리되나 소속하는 클래스만 다르고, 속성은 동일한 것을 갖는다. 입력한 기기정보는 화일로 저장하도록 하므로써 차후에 활용할 수 있도록 하였다.

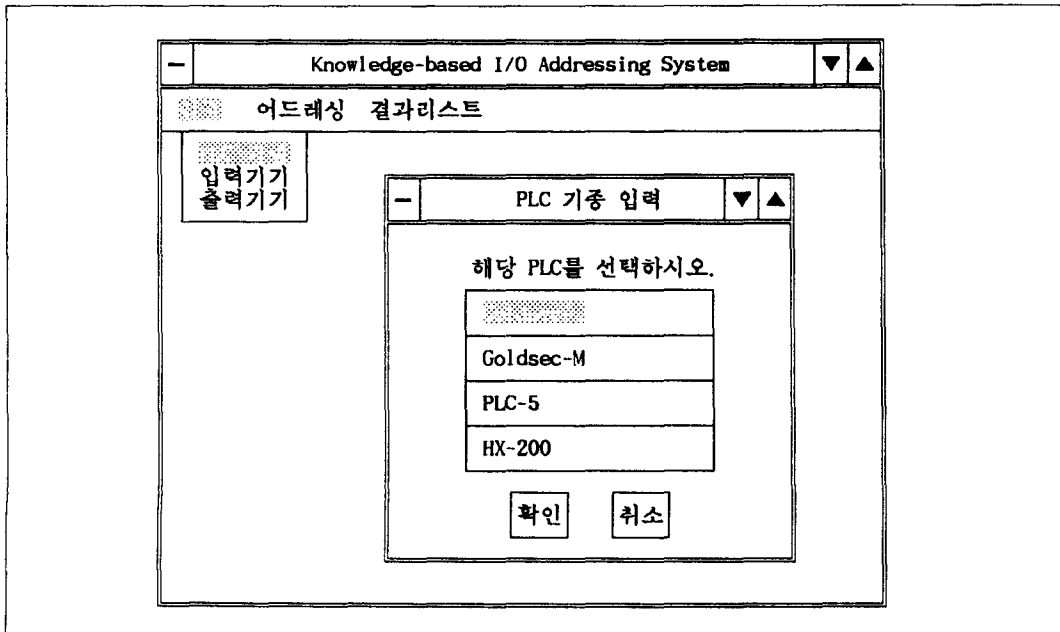


Fig. 5 The menu of the system and its input window for PLC model selection

Table 2. A device object

Property	Property value
DeviceName	"LS_GunStart"
DeviceFamily	"LimitSwitch"
DeviceUnit	"WeldingGun"
DeviceUnitAction	"GunAdvacne"

4.2 포맷관리부(Format manager)

포맷관리부는 입력정보로 주어지는 PLC 기종별로 어드레스 포맷을 결정한다. 어드레스포맷은 PLC 기종에 따라 서로 다른 형태를 갖는다. 어떤 회사의 제품에서는 입력부에 X, 출력부에 Y라는 접두어를 붙여 사용하고 또다른 회사의 제품에서는 입력에 I 출력에 O를 사용하고, 각각의 번지를 부여하는 방법 또한 서로 다르다. 예를 들어 증설하지 않은 단독 PLC의 2번째 슬롯에 접속된 출력모듈의 3번째 접점에 대한 어드레스는 전자에서는 'X019'로 표현한다. 그러나 후자에서는 'O:012/03'으로 표현한다. 그러므로 제조회사가 다른 PLC로 기종을 변경하면 기존의 래더다이아그램은 사용할 수 없을 뿐 아니라 새로운 기종에 적합한 PLC 어드레싱 방법을 사용자가 다시 숙지해야 하는 번거로움이 발생한다. 따라서 본 시스템에서는 국내에서 판매하고 있는 여러 가지 PLC에 대한 어드레싱 방법을 조사하였으며 이를 근거로 하여 포맷관리부를 구현하였으며, 지식베이스(KB:knowledge base) 및 데이터베이스로 구성되어 있다. 포맷관리부가 선택된 기종에 대한 추론작업을 수행하여 해당 기종에 대한 어드레스 포맷을 자동으로 설정하므로, 사용자는 기종에 대한 정의 방법을 모르더라도 어드레싱이 가능해진다. 그러므로 자동화 라인에 대한 제어프로그램작성 효율을 높일 수 있다.

4.3 기기관리부(Device manager)

기기관리부는 각 어드레스별로 상관관계가 발생할 수 있도록 관련되는 기기끼리 구분하는 기능을 담당한다. 그 내용은 다음과 같다.

자동화 라인에 사용하는 PLC 프로그램에는 출력기기의 on/off가 순차적으로 이루어지기 위한 논리적, 순차적 조건이 나타난다. 이때, 각 입출력기기는 특정 어드레스가 부여되는데 서로 상관관계가 있는 기기 간에는 근접한 어드레스를 갖도록 하는 것이 제어프로그램에 대한 이해나 수정 시 편리하다. 예를 들어 램프는 램프끼리 모아 10-19사이의 어드레스를 부여하고 솔레노이드는 솔레노이드끼리 모아 20-29사이의 어드레스를 부여했다고 가정하자. 그러면 래더 프로그램에서 25번 어드레스는 솔레노이드를 의미하는 것임을 바로 알 수 있다. 이러한 분류는 입출력부의 종류 및 수에 따라 또 기능별로 달라질 수 있다. 이를 처리하기 위해서 고려해야 할 사항이 여러 가지 있으나 다음과 같은 내용을 가장 먼저 고려해야 한다.

첫째, 동일 종류별로 정리하여 할당한다. 예를 들어 입력기기에서는 제어반 상의 조작스위치는 조작 스위치 군으로, 리밋스위치는 리밋스위치 군으로 한데 묶어서 할당한다. 그리고 출력기기에서는 솔레노이드 군, 릴레이 군, 전자접촉기 군, 파일럿램프 군으로 묶어서 할당한다.

둘째, 기능상 상관관계가 깊은 기기끼리 정리하여 할당한다. 예를 들어, 입력기기에 있어서 연속사이클 개시신호와 연속사이클 정지신호는 인접하게, 동일 실린더의 전진행정 끝 검출신호와 후진행정 끝 검출신호는 인접하게 할당한다. 그리고 출력기기에 있어서는 동일 액츄에이터의 상반된 운동신호인 정회전-역회전, 전진-후진, 상승-하강 등은 인접하게 할당한다.

4.4 어드레스관리부(Address manager)

어드레스관리부는 포맷관리부를 통하여 생성된 어드레스 포맷에 맞춰 어드레스 번호를 부여한다. 어드레스는 일련번호 순으로 결정되고 그 번호에 기기관리부에서 정리한 기기를 배치하므로써 전체적인 어드레싱이 이루어진다. 이러한 어드레스 정리 시 다음과 같은 원칙을 따라야 하며, 이에 관련된 지식을 추출하여 지식베이스를 구축하였다.

첫째, 점접고장을 대비하여 예비접점 확보하여 할당한다. 예를 들어 16점 입력모듈을 사용할 때 13-15점 정도만 할당하고 1-3점 정도는 예비로 두어 점접고장 시 바로 대처할 수 있도록 한다.

둘째, 주변환경에 따라서 PLC 슬롯에 입력모듈과 출력모듈을 적절히 배치해야 한다. 즉 입력은 입력끼리, 출력은 출력끼리 인접하는 경우와 입력과 출력이 교차하는 경우에 대한 어드레스 번호는 서로 다르다. 따라서 입출력 모듈의 특성에 따라 그리고 전기적 노이즈에 영향을 덜 받도록 입출력 모듈을 배치해야 한다.

4.5 출력관리부(Output manager)

출력관리부는 어드레싱 결과를 파일로 저장하고 사용자의 요구에 따라 출력한다. 출력은 3가지로 이루어지도록 하였다. 첫 번째는 Fig. 6과 같이 슬롯별로 해당 어드레스에 매칭되는 기기명을 표시한 것으로 이는 차후 PLC를 중심으로 한 관리에 유용하다. 두 번째는 각 입력기기명에 대한 어드레스, 세 번째는 출력기기명에 대한 어드레스 리스트이다. 이 정보는 각 입출력기기 점접 상의 이상이나 기기를 교체하는 경우 유용하게 활용할 수 있다.

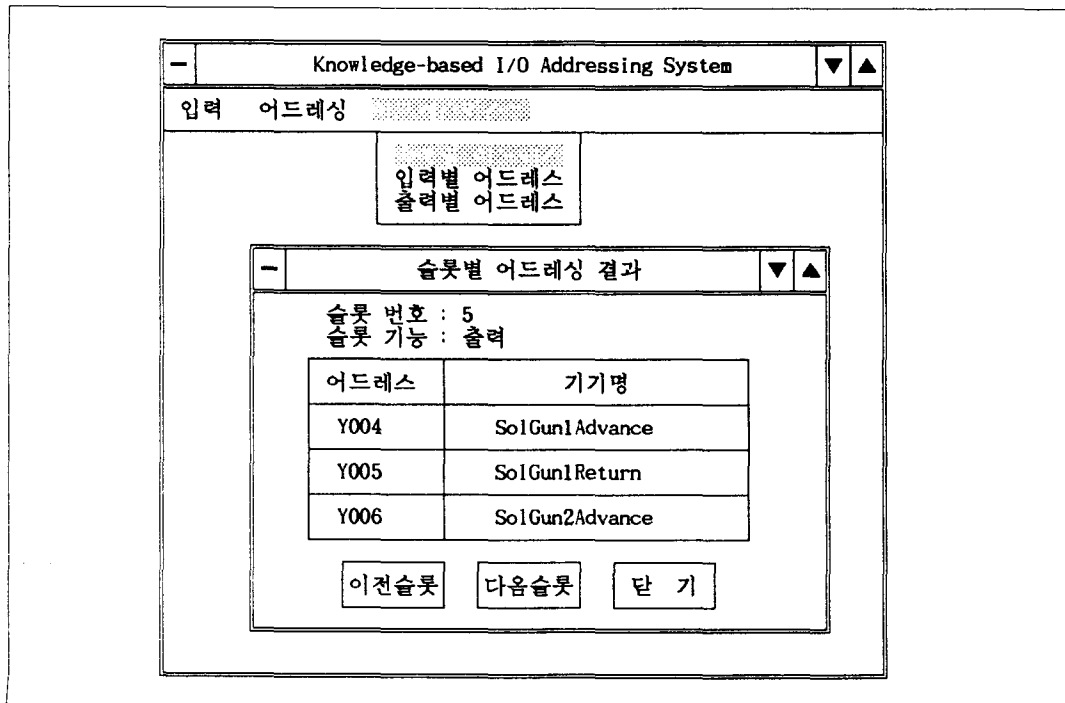


Fig. 6 Output window of the knowledge-based I/O addressing system

5. 검토 및 결론

본 연구는 PLC 프로그래밍 효율을 증대시키기 위한 자동 어드레싱 시스템에 관한 연구로 프로토타입 시스템을 개발하였다. PLC 어드레싱을 위해서는 여러 가지 고려해야 할 사항이 존재하고 각 기종별로 어드레싱 방법을 숙지해야만 올바른 PLC 프로그램을 작성할 수 있게 된다. 이러한 지식을 시스템에서 그대로 활용할 수 있도록 지식기반기법을 이용하여 구현하였다. 시스템 개발 시 486호환 PC상에서 전문가시스템 개발도구인 NEXPERT Object[10]를 이용하였으며, 객체와 규칙을 이용하여 지식베이스를 구축하였다. 또한 메뉴방식으로 사용하는 MS-Windows 응용프로그램으로 개발하였다. 입력정보는 PLC기종과 입출력기기정보이다. PLC기종은 사용자가 선택하면 되고 입출력기기는 입력윈도우에 나타난 표에 사용자가 직접 입력한다. PLC기종에 관한 정보는 데이터베이스화일로 저장되어 있고 입출력기기정보는 별도의 화일로 저장된다. 그러므로 동일한 입출력기기에 대한 이 기종 PLC 어드레싱은 해당 입출력기기화일과 기종선택만으로 간단히 수행할 수 있는 장점이 있다. 그리고 지식기반기법을 사용하였으므로 언제나 균일한 어드레싱 결과를 얻을 수 있다. 개발된 시스템을 PLC 자동프로그래밍시스템과 연계할 경우 PLC 어드레싱을 제공하는 후처리부로 이용할 수 있으며 독자적으로 사용할 수도 있다. 이렇게 하므로써 자동화 생산라인의 제어프로그램 준비시간을 단축할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 中野弘伸, "시퀀스 제어의 기초," 월간 전자기술, 5월호, pp.109-113, 1989.
- [2] 금성기전(주), Goldsec MCPU 프로그래밍 메뉴얼.
- [3] 현대알렌브레들리(주), PLC-5 Programming Software Instruction Reference.
- [4] 광운대 제어계측공학과, SIMATIC S5 PLC 프로그래밍 실용문제와 해답, 광운대 출판부, 1993.
- [5] 김원희, 안항목, PLC 이론과 실제, pp.48-85, 도서출판 기술, 안양, 대한민국, 1994.
- [6] Warnock, I.G., *Programmable Controllers Operation and Application*, pp.60-66, Prentice Hall International Ltd., London, England, 1988.
- [7] Luger, G.F. and Stubblefield, W.A., *Artificial Intelligence and the Design of Expert Systems*, 2nd Ed., pp.291-300, Benjamin Cummings Publishing Co., Redwood City, USA, 1989.
- [8] Liang, T. and Turban, E., *Expert Systems With Applications*, pp.3-9, Pergamon Press, 1993
- [9] 강신한, 김광만, 이재원, "PLC 래더다이아그램 생성을 위한 지식기반시스템에 관한 연구," 한국 공업경영학회지, 제 17권, 제 30집, pp.153-160, 1994.
- [10] *NEXPERT Object Reference Manual*, Neuron Data Inc., 1991.