

PLC에서의 FUZZY CONTROL SYSTEM의 구현

이영준, 유종선, 송승우, 박성범, 홍종서
LG 산전(주) 연구소

FUZZY CONTROL SYSTEM in PLC

Y.J.LEE, J.S.RYOU, S.W.SONG, S.B.PARK, J.S.HONG
LG INDUSTRIAL SYSTEMS CO., LTD. R&D LAB

ABSTRACT

As PLC has become central to today's FA environment, the importance of developing and providing special-unit of PLC such as Analog-unit, PID-unit, Fuzzy-unit has increased.

In this paper introduce the Fuzzy-unit which is developed by LGIS R&D lab. and presents availability of PLC-control system with Fuzzy-unit.

1. 서론

PLC(Programmable Logic Controller)는 동작 처리 순서를 지시하는 프로그램을 제어 장치 안에 기억하여, 그 프로그램에 따라 처리 동작을 하는 프로그램 내장형 제어 장치이다. 본래 PLC는 단순한 릴레이 시퀀스 제어의 대체물로 출발했으나 마이크로 프로세서를 사용한 PLC의 등장과 고밀도 실장 기술의 발전으로 모듈화, 소형·경량화가 진행되고, 제어의 유연성이 향상되어 시스템 다양화에 대응할 수 있게 되었다. PLC의 적용이 라인으로 혹은 공장 전체로 확대됨에 따라 계층·분산 제어를 용이하게 실현할 수 있는 네트워크 기능, 통신 기능의 충실이 요구되어 최근에는 국제 호환성이 있는 MAP, Mini MAP도 제품화되고 있다. 또한 특수 기능 Unit의 개발이 다양하게 이루어지면서 시퀀스 제어 뿐 아니라 아나로그 제어 및 위치 제어, PID 제어, Fuzzy 제어 분야에도 적용이 가능하게 되었다. 그림 1은 연대에 따른 PLC 응용 형태의 발달을 보여 준다.

그림 2는 LG 산전의 PLC 제품인 GLOFA 시리즈를 이용한 시스템 구성 예이다.

본 논문에서는 당 연구소에서 개발한 PLC의 특수 기능 Unit 중 하나인 Fuzzy Unit를 소개하고 Fuzzy Unit를 이용한 도립 진자 제어 실험을 통하여 PLC에서 구현한 Fuzzy Unit의 유용성을 보인다.

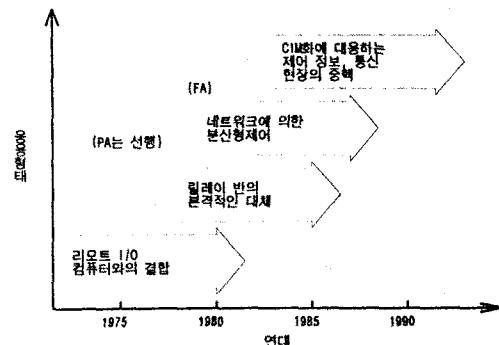


그림 1 PLC 응용 형태의 발전

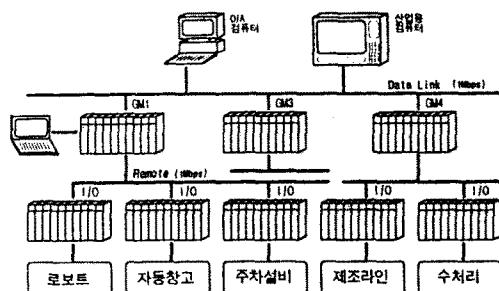


그림 2 GLOFA 시리즈의 시스템 구성

2. PLC에서의 퍼지 제어

PLC의 고기능, 다용도화에 따라 아나로그, 위치, PID, Fuzzy 제어 등을 가능케 하는 특수 기능 Unit의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. Fuzzy 제어가 도입된 초기에는 연산 속도나 가격면에서 산업용으로의 도입이 용이하지 않았다. 그러나 사용자 요구의 다양화, FA, CIM화의 진전과 함께 쉽게 사용할 수 있고 고속, 저가격이고 콤팩트한 Fuzzy 제어기의 실현이 요구되게 되었다. 이에 대응하여

당 연구소에서는 PLC 특수 기능 Unit로써 표 1과 같은 사양을 가지는 Fuzzy Unit를 개발하여 PLC에 의한 Fuzzy 제어 시스템의 구현을 가능하게 하였다.

항목	명칭	사양
퍼지 추론부	룰형식	5 조건, 2 결론
	룰수	최대 256 룰
	추론방식	MIN-MAX 법
	언어값	7 종류의 언어변수
	비퍼지화법	무게 중심법
멤버쉽 함수	조건부	연속함수형, 최대 7 변곡점
	결론부	이산형, 50 분할
통신부	통신방식	비동기, Half Duplex
	전송속도	9600bps
	인터페이스	RS-232C

표 1. Fuzzy Unit의 사양

PLC Fuzzy Unit의 특징은 PLC가 가진 시퀀스 기능과 CPU 연산 기능에 Fuzzy Unit의 Fuzzy 제어 기능을 추가함으로써 Fuzzy 시스템을 간단하게 구축할 수 있고, 입출력 Unit를 이용하여 여러 Fuzzy 시스템을 동시에 사용할 수 있으며, PLC의 입출력 Unit, 특수 기능 Unit 등의 이용으로 주변기기와의 접속이 간단하다는 점을 들 수 있다.

3. Fuzzy Unit을 이용한 도립 진자 제어 실험

당 연구소에서 개발한 Fuzzy Unit는 그림 3과 같이 크게 퍼스널 컴퓨터에 의한 지원부와 PLC Fuzzy Unit의 제어부로 구성되며 지원부는 Fuzzy 지원 소프트웨어를 이용한 제어 규칙의 작성, 수정, 추론 상태 표시등의 기능을 가지고 있다.

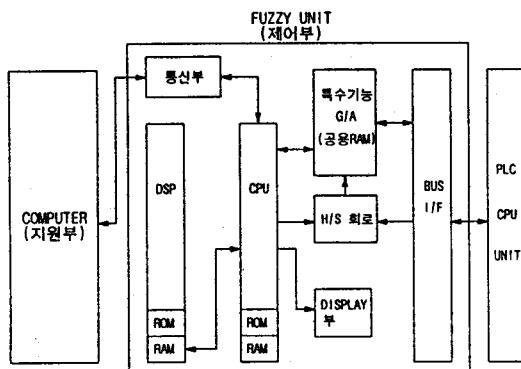
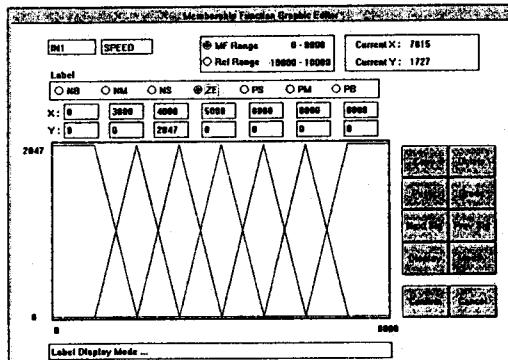
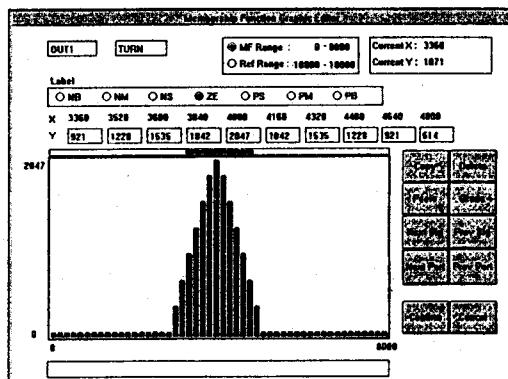


그림 3. Fuzzy Unit의 구성

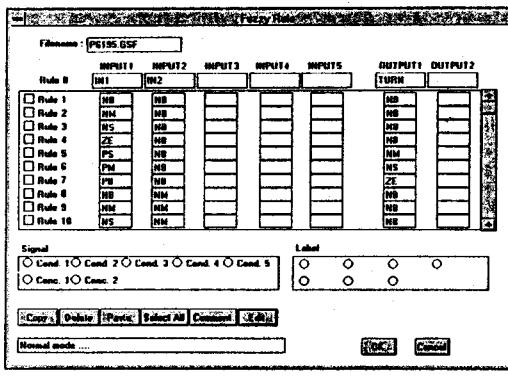
그림 4.(a)-(c)는 Windows 상에서 동작하는 Fuzzy 지원 소프트웨어 중 멤버쉽 함수 edit 부와 룰 edit 부의 제공 화면이다. Fuzzy Unit 제어부는 퍼스널 컴퓨터와의 통신을 통하여 지원부에서 작성한 멤버쉽 함수와 룰 등의 데이터를 메모리에 저장하고, 저장된 데이터를 이용하여 실질적인 Fuzzy 추론 연산을 수행하며, PLC CPU Unit와 입출력 데이터를 공유한다.



(a) 입력 변수의 멤버쉽 함수 editor



(b) 출력 변수의 멤버쉽 함수 editor



(c) 룰 editor

그림 4. Fuzzy 지원 소프트웨어 화면

개발한 Fuzzy Unit을 이용, 그림 5와 같이 구성하여 도립 진자 제어 실험을 해보았다. Fuzzy Unit의 입력 변수는 potentio meter의 위치 데이터에 의한 error와 error의 변화이며 이는 다음과 같이 정의한다.

$$error = SV - PV$$

$$\Delta error = error(t) - error(t-1)$$

여기서, SV는 진자가 수직일 때 potentio meter 값

PV는 현재 potentio meter 값

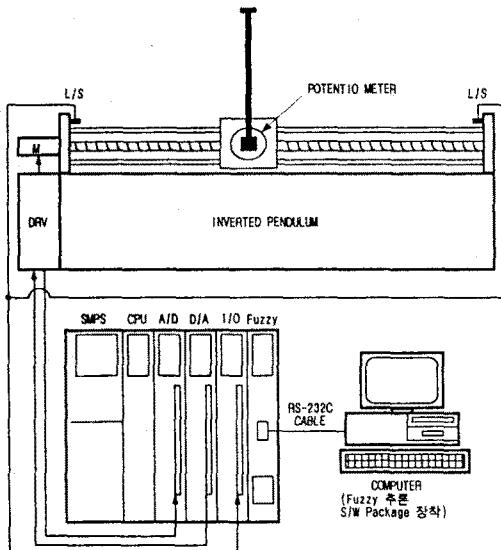


그림 5. 도립 진자 제어 실험 구성

또한 Fuzzy Unit의 출력값은 motor를 구동하는 전압을 수치화한 값으로 motor를 좌, 우로 이동시키게 된다.

현재 진자의 위치를 나타내는 아나로그 potentio meter의 전압값은 A/D Unit에 인가되고 디지털 수치로 변환되어 PLC CPU Unit에 전달되며 PLC CPU Unit에서는 이 데이터를 이용하여 error와 error 변화를 계산하고 이를 Fuzzy Unit에 전달한다. 입력 데이터를 이용하여 추론 연산을 마친 Fuzzy Unit은 결과값을 다시 PLC CPU Unit로 전달하고 PLC CPU Unit은 이 값을 D/A Unit에 제공하여 motor를 구동하는 driver에 아나로그 전압값을 인가한다.

그림 6은 도립 진자 제어 실험의 순서도이다.

각 입력, 출력 변수는 7개의 언어 변수를 가지며 이를 이용하여 49개의 rule을 만들었다.

실험 결과는 그림 7과 같다.

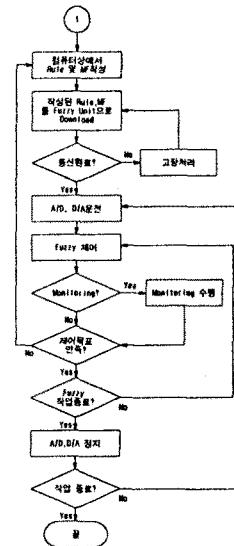
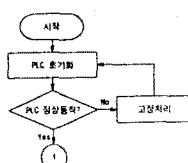


그림 6. 도립 진자 제어 실험 플로우차트

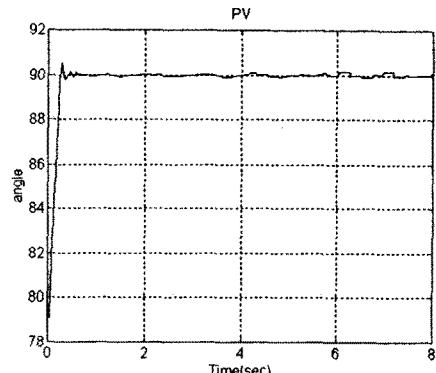


그림 7. Fuzzy Unit을 이용한 도립 진자 제어 실험 결과
4. 결론

종래의 단일 제품 방식의 Fuzzy 제어기가 제어 목적에 따라 다양한 종류의 입·출력 데이터를 처리하기 어려운 점에 비하여 PLC 상에서 구현한 Fuzzy 제어 Unit은 PLC 고유의 입·출력 Unit뿐 아니라 다양한 특수 기능 Unit를 이용함으로써 주변기기와의 접속이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 또한 여러개의 Fuzzy 제어 Unit을 동시에 사용할 수 있고 PLC CPU의 프로그램에 따라 다양한 제어 목적에 유연하게 대처할 수 있다.

본 논문에서는 당 연구소에서 개발한 Fuzzy Unit을 중심으로 PLC 상에서 구현한 Fuzzy 제어기의 유용성과 이를 이용한 도립 진자 제어 실험의 결과를 보였다.

5. 참고문헌

- [1] 안재봉, "PLC 응용기술 핸드북", 도서출판 기술, 1993
- [2] 이광형, 오길록, "퍼지 이론 및 응용", 흥룡 과학 출판사, 1991
- [3] Li-Xin Wang, "Adaptive Fuzzy Systems and Control", Prentice-Hall, 1994