

# 퍼지이론을 응용한 설비진단

퍼지이론은 현상의 불확실한 상태를 그대로 표현해 주는 방법으로서 부울(boolean) 대수로 처리하기 어려운 부정확한 사고과정을 처리할 수 있다.

김세동/건설기술연구원 기전연구실 연구원

최근들어 퍼지(fuzzy) 이론을 중심으로 한 인공지능(artificial intelligence)을 설비진단 분야에 적용하기 위한 개발이 진행중에 있다. 퍼지이론은 현상의 불확실한 상태를 그대로 표현해 주는 방법으로서 이 이론은 부울(boolean)대수로 처리하기 어려운 부정확한 사고과정을 처리할 수 있다. 본고에서는 퍼지제어이론과 설비진단분야에 퍼지논리를 적용한 예를 중심으로 소개한다.

## [1] 퍼지제어란

퍼지제어는 「애매한 정보를 가지고도 유연하고도 뛰어난 적응성을 보이고 있는 인간이 행하는 조작방법」을 제어 규칙으로 모델화하고 퍼지 추론을 이용하여 계산기에서 이러한 제어를

실현하는 것이다. 조작방법이라는 것은 과거의 조작경험과 프로세스의 특성을 파악하고 있음에 따라서 축적된 지식이다.

이들의 지식은 언어의 형태로 저장되고 프로세스의 상황 판단을 조건 명제, 즉 그 명제가 만족될때의 조작을 결론으로 하는 IF THEN 형식(만약~이라면~을~하라)으로 쉽게 표현된다.

이 제어규칙에 있어서 프로세스의 상황 판단 기준 및 조작의 내용이 애매한 내용으로서 처리되고, 소속(membership)함수로 정량화되는 것이 퍼지제어의 특징이다. 예를 들면, '온도가 높아지기 시작하면 연료를 줄여라'고 하는 지식을 제어규칙으로 나타내면 다음과 같다.

IF TEMP = ML THEN  
FUEL = NS

TEMP는 온도, FUEL은 연료를 나타내는 변수이고, ML은 약간 상승, NS는 조금 감소를 의미하는 퍼지 변수이며, 그 냉용은 소속함수로 정량화된다. 즉, IF 부분인 조건이 참(condition)과 THEN 부분인 동작으로 이루어지며, 각 규칙은 IF 부분인 조건이 참(true)일 때 수행되고, 이때 THEN의 동작이 실행된다.

종래의 제어에서는 PID제어가 대표적인 제어 알고리즘으로 되어 있다. 즉 프로세스의 임의의 계측치를 제어목표에 일치하도록 조작량을 결정하는 것이다. 한편, 퍼지제어에서는 프로세스의 제어방안을 나타내는 제어규칙이 준비되고, 입력량이 주어질 때 제어규칙에 근거한 퍼지 추론이라 하는 수치 연산을 행하여 조작 출력이 결정된다. 이때 전반부 명제에 가장 근사하게 일치되는 조작방법을 선택하는 것이 아니고, 각 제어규칙의 전반부 명제의 적합도(grade)를 중첩하여 종합 판단한 조작량을 구하기 때문에 숙련된 운전원이 상황에 따라 과거 경험에 근거하여 조작량을 결정하는 수법과 동일한 방법으로 되어 있다.

이와같이 퍼지제어는 애매한 정보를 적극적으로 활용하고 그것에 따라 수많은 정보를 집약하여 한개의 조작량을 결정하는 다입력 소출력의 제어를 표현하

<표 1> 퍼지제어와 종래의 제어방식과의 비교

종 별	조작, 입출력 관계	알고리즘 작성	조 성
퍼지 제어	다수의 계측량과 운전원의 지정치로부터 추론에 의해 소수의 출력을 연산	현상의 조업 데이터를 분석해서 언어표현으로 작성	제어의 출력과 조업 기준을 비교하여 제어규칙을 변경
PID 제어	1입력에 대해서 1출력을 PID 연산	PI 또는 PID의 선택	제어결과와 편차를 보고 조정
최적 제어	다입력에 대해서 다출력을 선형 형렬 연산	프로세스의 동특성 모델에 근거하여 작성	선형 행렬을 변경하여 제어이득(gain)을 조정

고 있고, 더우기 언어로 표현한 지식을 이용하므로 운전원에게 쉽게 친숙해지는 제어계 구축이 가능하다. 표1은 퍼지제어와 종래의 제어방식을 비교한 것이다.

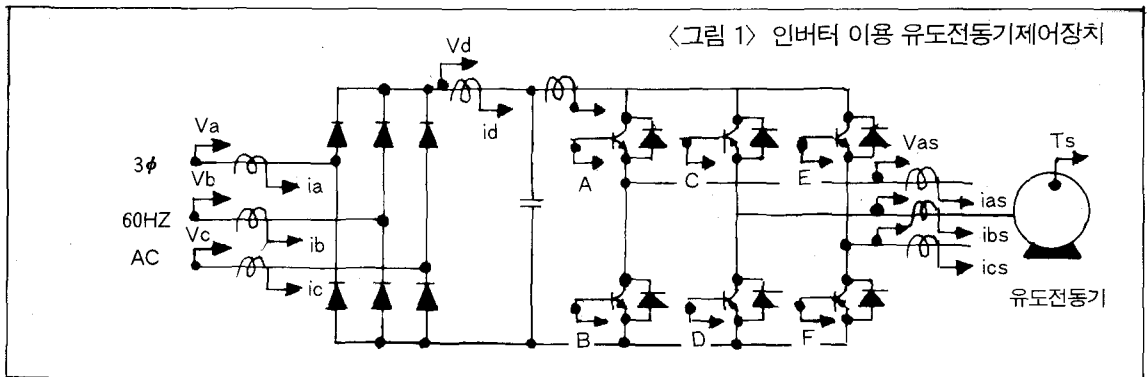
**[2] 퍼지제어의 적용사례와 전망**

현재 산업설비분야에서 사용되고 있는 퍼지이론은 매우 여러 분야에 적용 개발되고 있으며, 수처리 펌프운전제어, 엘리베이터 군관리시스템, 크레인 자동운전, 터널 환기시스템제어, 유도전동기 위치서보시스템, 설비진단시스템등 여러 분야에서 실용화 또는 연구개발이 진행되고 있다.

특히, 설비고장진단은 전문가 시스템의 가장 활발한 응용분야이며, 진단은 오프라인(off-line) 또는 온라인(on-line) 방식으로 이루어질 수 있다. [그림 1]과 같은 시스템에서 각 부위의 측정값들인 3상 선전류와 선전압, 직류 링크전압과 전류, 트랜지스터 베이스 구동신호, 고정자 와인딩의 온도 등은 진단 프로그램을 가진 마이크로컴퓨터에 입력되며, 전문가에 의하여 작성된 진단용 지식베이스에 의하여 입력 전원에 문제가 있더라도 직류 링크전압을 일정하게 유지시켜 전체 시스템은 정상적인 동작상태를 유지하도록

제어가 이루어진다. 즉, 전문가 시스템은 전체 시스템의 운전상태를 모니터할 수 있으며, 예방 가능한 사고(shut-down)를 방지할 수 있게 되어 시스템을 외란에 강인하게(fault tolerant) 제어할 수 있다.

이와같이 지능제어는 넓은 분야에서 실용화되고 있으며, 보다 고도의 기능실현을 위하여 퍼지제어와 뉴럴네트워크(neural network)를 조합한 퍼지뉴럴네트워크기술이 진전되고 있다. 이것은 센서정보의 인식에 뉴럴네트워크를 사용하고, 인식 결과로부터 퍼지제어로 제어지시를 결정하는 방법으로 뉴럴네트워크의 패턴인식과 퍼지제어기능을 조합한 지능제어 기술이다. 앞으로 지능제어기술은 여러가지 제어이론과 최적화 기술이 조합되어 보다 대규모 시스템의 최적제어를 가능하게 할 것이며, 화상정보를 포함한 여러 센서정보를 활용하여 보다 세세한 제어를 실현할 것이다.



<그림 1> 인버터 이용 유도전동기제어장치