

퍼지技術과 그 應用

李 光 炯

〈韓國科學技術院教授·工博〉

오늘날 컴퓨터는 주위에 없어서는 안될 중요한 도구가 되어 있으며 우리가 원하는 많은 일을 대신 해 주고 있다. 컴퓨터가 일을 하기 위해서는 우리가 주위현상을 숫자로 바꾸어 주어야 하고 컴퓨터는 이 숫자를 계산함으로써 우리가 원하는 바를 대신한다. 또한 숫자로 바꿀 때는 '정확한 숫자'로 바꾸어 주어야 한다. 즉 사과 2개 또는 10°C 등 정확한 숫자로 바꾸어 주어야 계산할 수 있다. 그러나 우리는 일반적으로 애매한 표현을 사용하고 애매한 지식을 이용하는 경우가 많이 있다.

인공지능을 위하여

그러므로 컴퓨터가 인공지능을 가지고 인간이 원하는 바를 제대로 수행하기 위해서는 인간이 사용하는 숫자는 물론이고 애매한 표현과 지식도 처리할 수 있어야 한다. 인간의 애매한 표현을 처리할 수 있는 이론적인 바탕을 제공하는 것이 바로 퍼지이론(fuzzy theory)이다(〈그림-1〉).

일반 컴퓨터는 애매한 표현 '두어 개'라는 값을 이용하여 계산할 수 없다. 그러나 퍼지이론을 이용한 컴퓨터는 '두어 개', '약 두 개' 등의 값을 계산할 수 있다. 즉 퍼지컴퓨터는 인간이 사용하는 애매한 표현도 이해할 수 있기 때문에 인간과 좀더 비슷한 일을 한다고 볼 수 있다.

퍼지이론은 현상의 불확실한 상태를 그대로 표현해 주는 방법으로서 1965년 미국 버클리 대학 자데(Lofui A. Zadeh) 교수에 의해서 처음 소개되었

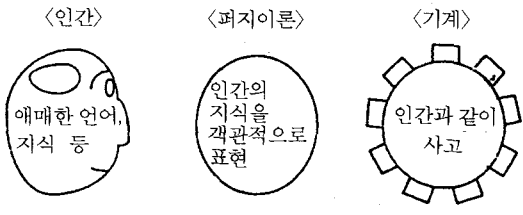
다. 퍼지이론은 애매하게 표현된 자료를 유용한 자료로 만들기 위하여 퍼지집합(fuzzy set), 퍼지논리(fuzzy logic), 퍼지숫자(fuzzy number) 등의 개념을 포함하고 있으며 수학적인 계산방법도 잘 개발되어 있다.

이와 같이 인간의 애매한 개념을 컴퓨터가 이해할 수 있도록 해주는 퍼지기술은 오늘날 가전제품과 제어문제 등에서 인공지능을 실현하는 중요한 기술로 인식되고 있다.

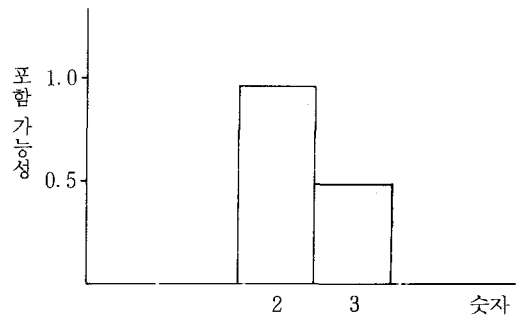
퍼지집합이란?

엄마가 사과를 사오라고 심부름을 시킬 때 사과 "두 개 또는 세 개"라고 구체적으로 명시했다고 가정해 보자. 이때에는 사과 두 개를 사든 세 개를 사든 아무 상관없다. 살 수 있는 사과 개수를 원소로 생각하여 집합으로 나타내면 {2, 3}이 될 것이다(〈그림-2〉 참조). 한편 "사과 두어 개"를 사오라고 말했다면 두 개 또는 세 개를 사면 될 것이다.

좀더 자세히 살펴보자. 사과 두 개를 샀을 때와 세 개를 샀을 때를 비교해 보자. 심부름을 시킨 엄마는 몇 개를 사오면 심부름을 잘 했다고 할까? 아마 세 개를 사도 되지만 두 개를 샀을 때 더욱 만족할 것이다. 이것은 우리가 일상적으로 사용하는 '두어'란 말이 '2 또는 3이지만 2를 강조하는 말'이기 때문이다. 이것을 수학적으로 나타내면 '2일 가능성이 1.0, 3일 가능성이 0.5'라고 정의할 수 있다. 이와 같이 정의하면 "두어"라는 집합에서 숫자



<그림-1> 인간의 애매한 지식을 기계에 인식시키는 퍼지이론



<그림-3> 퍼지집합

2는 1.0, 3은 0.5의 가능성을 가지고 포함된다고 할 수 있고 이것을 퍼지집합이라고 한다(<그림-3> 참조).

한편 <그림-4>는 보통집합과 퍼지집합의 차이를 잘 보여주고 있다. <그림-4> ㉠에서 보통집합은 경계가 명확하다. 그러나 <그림-4> ㉡에서 퍼지집합의 경계는 애매한 점선으로 나타나 있고 원소 C는 경계에 있어 애매한 소속상태를 보이고 있다.

인간의 애매한 개념을 표현

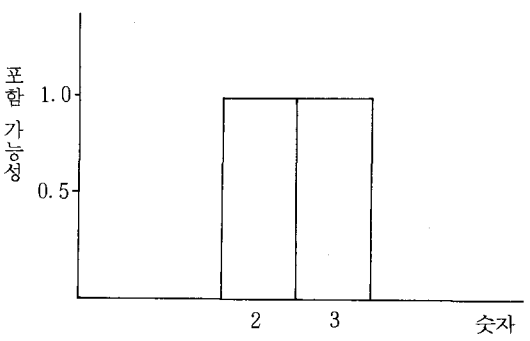
퍼지이론에서는 불확실한 상황을 표현할 때 숫자 보다는 자연어의 구문식 표현을 사용하는 경우가 많다. 예를 들어 '철수는 젊다'고 했다 하자. 이때 애매한 상태를 나타내는 구문식 표현은 '젊다'이다. 이 구문식 표현만으로는 과연 몇 살 정도일까 하는 의문이 생길 것이다. 이를 위해서 미리 '젊다'는 의미를 <그림-5>와 같이 정의해 놓을 필요가 있다. 우리가 '젊다'고 할 때는 이 범위에 드는 나이가 있을 것이고 따라서 이 범위에 속하는 '젊은 나이'들을 집합으로 표현할 수 있다. 이 경우의 집합을 퍼

지집합(fuzzy set)이라고 한다.

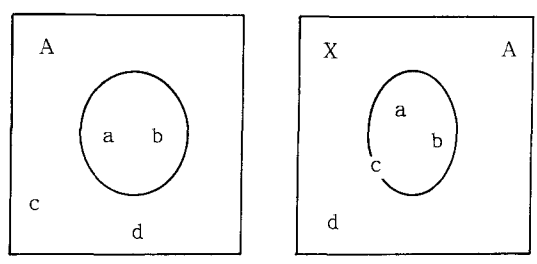
<그림-5>에서 횡축은 나이, 종축은 소속함수(membership function)의 값, 곡선은 퍼지집합에 포함될 가능성(소속함수 값)을 나타낸다. 이때 소속함수 값이란 "젊은 나이"라는 퍼지집합에 포함될 수 있는 정도를 말한다. 바꾸어 말하면 어느 특정한 나이가 "젊은 나이"에 속할 수 있는 가능성을 나타낸다. 예를 들어서 그림에서 정의해 놓은 '젊다'는 의미대로 한다면 10세인 사람은 당연히 젊다고 할 수 있을 것이다. 따라서 10세가 퍼지집합 "젊은 나이"에 포함될 가능성은 1.0이다. 또한 25세인 사람의 경우에 '젊다'고 할 수 있는 가능성은 0.87이다. 반면에 50세 이상인 사람을 '젊다'고 할 수는 없을 것이며 따라서 이 퍼지집합에 포함될 가능성은 0.0이 된다.

퍼지이론의 응용

앞에서 살펴본 바와 같이 인간의 애매한 개념을 표현할 수 있게 해주는 퍼지이론에는 다양한 기능의



<그림-2> 보통집합



㉠ 보통집합 ㉡ 퍼지집합

<그림-4> 보통집합과 퍼지집합

연산자들이 개발되었다. 따라서 퍼지이론에 의해 표현된 인간의 애매한 지식이 다양한 연산과정을 거쳐서 유용한 정보로 만들어질 수 있게 된 것이다.

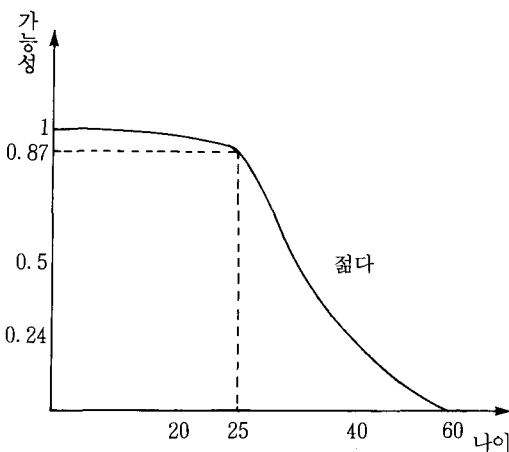
많이 이용되는 연산자는 Max, Min 등이 있고 이것들을 이용하여 추론과정을 거쳐 퍼지전문가 시스템, 퍼지제어, 퍼지컴퓨터 등의 개발이 가능하게 되었다.

퍼지이론의 실질적인 응용가능성이 증명된 것은 1970년대 말이었다. 덴마크에서 시멘트공장의 키를 제어하는 제어를 퍼지이론을 이용하여 개발하는데 성공하였기 때문이다. 그후 영국에서 증기기관의 속도제어를 위한 퍼지제어기가 성공적으로 개발되었다.

이러한 유럽의 응용성공에 힘을 얻은 일본에서는 1980년대 중반부터 본격적으로 퍼지기술 연구를 실행하여 자동으로 운전하는 지하철을 퍼지제어에 의해서 개발했고 그외에도 퍼지기술을 이용하여 수많은 산업기계, 가전기계를 만들어 성공적으로 판매하고 있다.

이러한 연구추세에 따라 우리나라에서도 1990년에는 한국퍼지학회이 결성되어 기업, 연구소, 대학의 연구원 400여명이 회원으로 활동하고 있다. 1992년 여름에 한일 공동 퍼지학술회의가 서울에서 개최되었고 1993년에는 세계 퍼지학술회의가 서울에서 열릴 예정이다.

그동안 많은 대학과 기업에서 퍼지 응용제품을



〈그림-5〉 '젊다'와 '매우 젊다'는 의미를 정의하는 퍼지집합

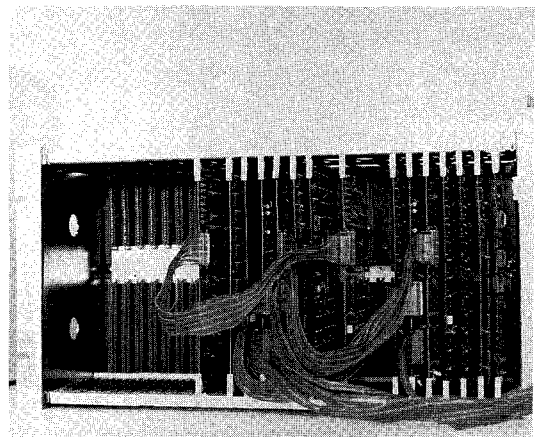
앞다투어 개발해 왔는데 그중에서도 돋보이는 것은 퍼지세탁기, 퍼지히터, 퍼지카메라, 퍼지캠코더, 퍼지밥통 등의 가전제품들이 있다. 그리고 KAIST 전산학과 연구팀에서는 1991년부터 금성산전과 공동연구에 의하여 퍼지엘리베이터를 개발하여 1992년 여름에 발표한 바 있다. 이 퍼지엘리베이터는 곧바로 상품화되어 상당수의 수주계약이 이루어지고 있으며 현재 신축중인 건물에 설치되고 있다. 아울러 기존의 엘리베이터에도 제어기 부분만 교환하여 퍼지엘리베이터로 바꾸어 주고 있다.

그외에도 KAIST 전산학과 연구팀에서는 1993년 2월에 퍼지컴퓨터를 개발하였다. 이 컴퓨터는 공장자동화 특히 실시간제어가 필요한 퍼지제어에 유용한 컴퓨터로 이용될 전망이다. 이 컴퓨터는 컴퓨터 생산업체에 기술을 이전하여 상품화할 수 있도록 할 예정이다.

현재 퍼지에 관련하여 연구하고 있는 연구팀은 KAIST 전산학과와 전자공학과, 연세대 전자공학과, 서강대 전산학과, 중앙대 전자공학과, 전자통신연구소 등이 있다.

퍼지응용 제품

여기에서는 퍼지이론을 응용한 제품들을 알아본다. 주로 일본에서 개발되었거나 개발중인 상품들



〈사진-1〉 KAIST 전산학과와 금성산전이 공동개발한 퍼지엘리베이터 제어용 보드(퍼지엘리베이터는 상품화에 성공하여 시판되고 있다).

을 살펴봄으로써 우리 산업에의 응용가능성을 알아 본다.

1) 가전제품

청소기, 세탁기, 온수기, 공조장치, 전기밥솥, 냉장고, 전자조리기, 석유난방기, 튀김용 렌지, 비디오카메라, 텔레비전(방의 밝기에 따라 화면을 최적으로 함), 공기청정기, 조명시스템, 건조기, 청소로봇, 다리미(옷감의 상태에 맞추어 최적조건 찾음), 환풍기(진동최소화를 기하며 환기), 카메라의 자동초점 조절.

2) 의료기기

신체장애자용 자동차의자(운전자의 목소리에 따라 움직인다), 건강관리시스템, 의료교정 평가시스템, 의료진단기기, 백혈구검사장치, 외래환자 관리시스템, 갑상선암의 화상검진단시스템.

3) 자동차 및 전차

자동주행장치, 연소제어, 자동차문제어, 카오디오, 자동기어장치, 지하철 자동운행시스템, 차량안전제어, 차량용 공조기.

4) 건설·빌딩

기중기의 안정제어, 기중기의 자동운전, 유압제어, 터널의 굴삭기계, 엘리베이터의 최적제어, 흡수냉온수기, 빌딩공조시스템, 크레인 자동제어, 크레인의 진동방지제어, 콘크리트의 분열검진시스템.

5) 선박

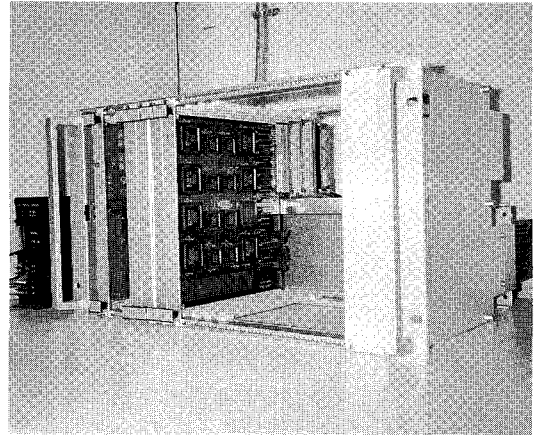
위성방송 자동추적 안테나, 자동조항시스템, 연결작업의 안전제어.

6) OA기기

펜플로터(직선과 곡선의 인자를 최적화), 컬러복사기, 컬러 프린터, 컬러 디스플레이.

7) 전자제어부품

광학터치판넬(퍼지로 읽어냄), 온도조절기, 퍼지재배 프로그램제어기, 밸브 개폐제어.



〈사진-2〉 KAIST 전산학과에서 개발한 퍼지컴퓨터(실시간 제어가 필요한 공장자동화 등에 유용하게 쓰일 것이다).

8) 섬유기계

장력제어, 발송제어, 조강제조기계.

9) 식품, 화학, 제약공업

술제조공정, 화학첨가 합성공정, 염색시스템, 보일러제어, 과자제조기계, 구르타민산의 발효제어, 당분유출 프로세스제어.

10) 공장시설

전기장제어, 시멘트 키른제어, 시멘트 원료배합기, 종이간격 조정장치, 터빈 진동제어, 송전선 상태조사, 전력사용관리, 원자로의 이상 검진.

11) 자동화

방전가공기(방전 현상의 최적제어), 동작기계의 고장진단 시스템, 베어링 제조장치 고장진단, 플라스틱 성형기 제어, 납땜 검사시스템, 못 빼는 로봇, 레이저 절단기, 절삭면 평가시스템, 화재경보 시스템, 방법시스템.

12) 의사결정

소비자 동향분석, 음성인식, 관광코스안내, 교량 설계지원, 투자신탁자문, 문자인식, 번역시스템, 날씨정보, 인사관리.