

## 퍼지 기술의 산업적 응용

김 건 중  
(삼성전자 컴퓨터부문 기술총괄 전무)

### ■ 차 례 ■

- I. 서 론
- II. 산업체에 적용되는 퍼지 시스템 구조
- III. 퍼지 기술의 산업적 응용사례
- IV. 결 론

### I. 서 론

1940년대이후 Von Neumann이 근대 컴퓨터의 근간을 이룩한뒤, 인간의 일을 기계화 하고자하는 노력이 계속되어왔다. 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어의 발달로 인간의 연산능력을 초월하는 컴퓨터 창출의 성과를 이룩했으나, 인간의 인식능력을 기계화 하고자하는 측면에서는 발전의 속도가 더딘 형편이다.

인간이 비교적 쉽게 하는 물체나 음성의 인식과 같은 문제를 컴퓨터가 하기 어려운것은 정보처리 방식에서 인간과 컴퓨터에 차이점이 존재하기 때문일것이다. 그 근본적 차이는 정형화되지 않은 불확실한 정보의 처리능력인 것이다. 인간이 살고 있는 실 세계의 많은 문제점들은 불확실한 정보의 처리 능력을 요구하게 되는데, 이러한 문제들은 종래의 2진 논리나, 확률론 또는 수학적 모델링의 영역을 넘어서고 있는 형편이다. 엄밀히 말해서 불확실한 정보는 무작위적으로 발생하는 정보(randomness)와 애매한 정보(ambiguity)로 나누어지는데, 전자를 해결하기 위해서 AI 또는 확률론등의 기법이 많이 쓰였으나 그러한 기법들을 가지고 후자의 정보를 체계적으로 다루기에는 미흡하다.

1964년 미 캘리포니아 대학의 Zadeh 교수는 애매한 정보를 체계적으로 다룰수 있는 기본 틀을 제안했는

데, 이것이 퍼지 집합론이며 이후 오늘날까지 많은 발전을 거듭해 왔다. 본 논문에서는 산업체 적용관점에서 퍼지이론을 바탕으로 한 퍼지 시스템 기본구조, 응용사례 및 향후 전망을 논하고자 한다.

### II. 산업체에 적용되는 퍼지 시스템 구조

기본적인 퍼지 집합론이나 특수분야에 대한 퍼지 응용사례는 많은 문헌에서(정보통신, 제9권, 6호 또는 참고문헌) 언급되고 있어, 본 장에서는 퍼지 이론의 핵심 개념만을 도입 그러한 개념을 실 문제에 체계적으로 적용할수 있는 퍼지 시스템 구조를 논하고자 한다.

모든 정보가 그러하듯이 애매한 정보도 기계화를 위해서는 정형화된 틀로써(knowledge representation) 표현되어야 하는데, 그 정형화된 틀을 퍼지 집합이라고 한다. 퍼지 집합은 집합내 원소와 원소의 성격을 규정짓는 소속도 함수(membership function)로 표현되는데, 수학적으로 하나의 퍼지 집합 A는 다음과 같이 표시된다.(전체집합을 X로 가정)

$$A = \{ (x, U_A(x)) \mid 0 \leq U_A(x) \leq 1, x \in X \}$$

하나의 단일 정보를 퍼지 집합개념으로 표현한다면

다음으로 필요한것은 정보들간의 연산(operations)기능이 필요하게 되는데, 이러한 연산기능이 퍼지 집합론을 하나의 이론적 모델로서 존재하게 하는 근거를 이룬다(상세기능은 참고문헌 참조)

- 교집합:  $U_A \cap U_B(x) = \min\{U_A(x), U_B(x)\}$   
 ⇒ 2개의 정보를 동시에 고려해야 한다면, 작은가능성을 기대하는것이 안전하다는 의미(최악의 경우 대비)
- 합집합:  $U_A \cup U_B(x) = \max\{U_A(x), U_B(x)\}$   
 ⇒ 2개의 정보중 어느 하나를 택할수 있다면, 가능성이 큰쪽을 고려하겠다는 의미

인간의 추론기능은 정보들간의 관계를 논리적으로 표현하고 이해하는 기능으로, 퍼지집합과 연산기능만으로는 인간의 추론 기능을 수행하기에는 많은 어려움이 있다. 일반적으로 하나의 애매한 정보의 관계성은 하나의 법칙으로 표현되며 그 표현상에서의 논리적인 이해는 퍼지 연산으로 이루어지는데, 하나의 예는 다음과 같다.

- 관계 R: If X가 A Then Y는 B: A, B는 퍼지집합
- 관계성  $U_R(x,y) = \min\{U_A(x), U_B(y)\}$
- 정보 x'에 대한 Y의 추론:  
 $U_B(y') = \max_x \min\{U_A(x'), U_R(x',y)\}$

위에서 언급되었는 기본 개념들을 산업체에 적용하기 위한 시스템적 구조는 (그림1)에 표현되어져 있으며 각부위에 대한 간결한 설명이 부연된다.

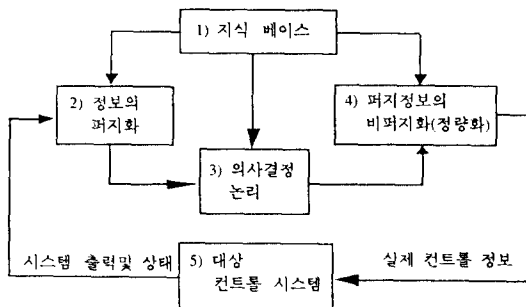


그림 1. 퍼지 논리 제어 시스템의 기본구조

1) 지식베이스: 퍼지집합과 퍼지 관계성 법칙으로 구성되었음.

- 2) 정보의 퍼지화: 실 세계에서 들어오는 정보를 퍼지 집합 개념으로 변환.
- 3) 의사 결정논리: 퍼지화된 입력정보를 사용 1)의 지식베이스를 참조하는 기능(정형화된 퍼지 연산 기능)
- 4) 퍼지 정보의 비퍼지화: 의사 결정 논리를 통해 나온 출력(퍼지정보)을 실세계에 적용할 수 있도록 정량화 시키는 과정
- 5) 대상 컨트롤 시스템: 인간의 궁극적으로 컨트롤 하고자하는 대상 시스템

### III. 퍼지 기술의 산업적 응용사례

1974년 영국의 E.H. Mamdani 교수가 스팀엔진의 자동운전에 퍼지이론을 응용한 후 퍼지이론의 실 적용사례가 꾸준히 늘고 있는데, 이와같은 퍼지기술의 응용사례 연구는 거의가 일본을 중심으로 이루어지고 있으며 일본이 전 세계를 리드해 나가고 있다고 볼 수 있다. 일본의 경우를 분석하여 퍼지기술의 분류 및 퍼지 특허현황과 가전업체에의 적용사례가 표1, 표2, 표3, 표4에 요약되어 있다. 각 나라에서 진행되는 프로젝트별 퍼지응용연구는 참고문헌 [2]를 참조 바란다.

표 1. 퍼지 기술 분류

항 목	해 당 분 야
Fuzzy 정보지리	전문가시스템(진단), 패턴인식(화상, 음성), 경제(예측, 진단, 관리), 광고/시장조사(소비자 심리조사), 예술(의류디자인, 컴퓨터 그래픽스), 인지심리(기록카드정리)
Fuzzy 제어	공정제어, 운전제어, 로봇트, 가전제품
개발 지원 기술	Fuzzy 시스템 개발툴, Fuzzy Chip, Fuzzy Computer
기반 기술	Fuzzy Neural-Network, Fuzzy 추론법 연구, Fuzzy 확률론

표 2. 일본의 퍼지기술 공개 특허건수('89-'90)

기술내용 출원인	총 공개 특허 건수	제 어 응 용						기 타 응 용						방 식 , 기 구										
		프 로 세 스	냉 동 공 조	로 동 보 트	가 사 가 전	연 삭 가 공	전 자 악 기	인 기 타 식	검 출 조 합	진 단 감 시	추 정 예 측	검 상 처 리	화 기 타	퍼 지 추 론	퍼 지 제 어	컴 퓨 터 컨 트롤 러	오 토 튜 닝	R U L E	멤 버 십 함 수	퍼 지 연 산	탈 퍼 지 화	기 타		
오므론	107				2	2		19	7	4	2			2	9	11	5	12		7	20	1	3	1
히다찌	35	3	1					6	1	1	1	9			3	5	4		i					
도시바	34	1		2				20							4	6						1		
미쯔비시전기	30		1	1		1		9	1		1				5			8		1	1			
마쓰시다전기	14		1		3			1				1	1		1	2	1	2						1
샤 프	3		1					2																
기 타	166	2	1	1	2	0	6	76	7	3	5	2	2	2	6	18	16	0	0	2	10	2	2	1
합 계	389	6	5	4	7	3	6	133	16	8	9	12	4	4	19	45	32	12	10	10	31	5	5	3

표 3. 일본 가전사의 퍼지기술 적용분야

메이커 名	퍼지제어를 사용하는 제품
三菱電機	에어콘, 오븐렌지, 키친드라이어, 전기밥솥, 석유커피히터, 석유팬히터, 전자동세탁기, 이불건조기, 냉장고
松下電器	에어콘, 카메라일체형비디오, 자동석유급탕기, 전기밥솥, 석유팬히터, 자동세탁기, 청소기, 전자렌지, 로스타 오븐렌지
三洋電機	의류건조기, 에어컨리너, 에어컨, 오븐렌지, 카메라일체형비디오, 흡수냉온수기용, 퍼지제어 유니트, 전기밥솥, 전자동세탁기, 청소기, TV, 토스터렌지, 복사기, 냉장고
東 芝	의류건조기, 에어컨, 전기밥솥, 석유팬히터, 전자동세탁기, 청소기, 전기카페트, 전자렌지
샤 프	에어콘, 석유팬히터, 전자동세탁기, 전기카페트, 전자렌지, 냉장고
日立製作所	에어콘, 쿨링히터, 전기밥솥, 석유팬히터, 전자동세탁기, 청소기, 전기카페트, 전자렌지, 냉장고
日本電氣HE	에어콘, 세탁기, 전자렌지

표 4. 가전제품에서의 퍼지 사용예

제품	제조사	Fuzzy 제어부분
가정용 급탕기	송하 주설기기	설정온도에 거의 변함없는 제어
카메라 일체형 8mm VTR	삼양전기 캐논 마쓰시다	영상상태에서도 피사체가 밝게 찍힘 손떨림을 보정하여 깨끗한 화상을 얻음
인버터 에어컨	마쓰시다 중공업	설정온도에 도착하는 시간이 짧아 짐
전자동 세탁기	마쓰시다	흔탁세서에 의해 약600가지의 세 탁패턴
자동초점 카메라	캐논	거리센서의 정보에 따라 초점 자 동조절
진공 청소기	히다찌 마쓰시다	흡입된 먼지의 상태에 따라 흡입 력의 제어
텔레비전	소니	주위 명암과 화면의 동작상태에 따라 최적의 화면 휘도를 유지
전기 밥솥	삼양 전기	심운, 수운, 취사량의 초기조건을 파악하고 1분마다 열가감을 조절

위에서 살펴본 퍼지 응용사례가 정착화되고 상용화 수준에 도달하기 위해서는 보다 확고한 뒷받침과 그 이론을 하드웨어 상에서 실제 구현할 수 있는 칩(chip)화 기술이 필수적인 요소가 된다. 그래서 일본의 경우 일본 통신성 주관으로 민간 48개사가 국제 퍼지공학 연구소를 89년에 발족시키고 95년까지 약 3천 5백불의 예산을 책정하여 기초연구, 기반기술의 개발 및 실증 연구를 수행하고 있으며, 과학기술청에서는 퍼지시스템의 인간, 자연계에 대한 적용을 위한 종합연구 계획을 수립하여 89년부터 5년간 약 1천 5백만불 투자계획 하에 퍼지이론의 기초에서 human interface까지의 체계 정립을 위하여 노력하고 있다.

한편 미국은 기초이론에 치중해오다 근자에 들어 NASA와 DARPA가 주관이 되어 퍼지기술의 산업적 적용(예: 우주선 제어) 및 퍼지이론과 다른 이론(신경망, genetic 알고리즘)과의 접목활동들을 활발히 전개해나가고 있다. 특히 퍼지 chip의 경우 미국 Togai Infra Logic에서는 초당 50,000회의 퍼지 추론을 수행하는 FC110 디지털 퍼지프로세서를 개발하였으며 일본의 마이콤에서는 초당 400만회의 초고속 추론을 실현하고 1억 8천만회의 추론을 시행하는 chip 개발에 노력하고 있다.

#### IV. 결 론

상기에서 살펴본 바와 같이 퍼지이론은 차세대 기술로 각광을 받고 있으며 거의 전 산업 영역에서 응용될 수 있다는 가능성을 제시하였다. 그러나 전반적인 산업에 범용성 있게 응용하기에는 아직 시기감이 있다. 이러한 퍼지이론이 범용성 있게 쓰이기 위해서는 현재까지 시뮬레이션에 의존하여 퍼지 적용의 효과를 분석하던 수준을 이론적으로 규명할 수 있는 수준까지 연구가 지속되어야 하며, 범용적으로 사용될 수 있는 퍼지 chip의 상용화 문제가 선결되어야 한다.

그리고 다른 측면에서 연구되어지고 있는 신경망 기법과 genetic 알고리즘과의 접목에 대한 연구 또한 퍼지이론의 질적 향상을 위해서는 게을리할 수 없는 연구 분야이다. 특히 인간의 지식 축적에 해당하는 소속도 함수의 자동생성을 위해서 이 분야는 크게 기여할 수 있다고 판단된다. 결론적으로 퍼지 개념은 향후 정보화시대에 크게 공헌할 수 있는 한 분야로 자리를 잡을 것이다. 그러나 현재 쓰이고 있는 컴퓨터 개념(Von Neumann)을 대치하지는 못할 것이다. 모든 기계화의 모델인 인간 두뇌 역시 좌뇌와 우뇌로 구성되어 연산 업무와 지능 업무를 나누어서 하고 있다.

#### 참 고 문 헌

1. N.P.Archer and S. Wang, "Fuzzy Set Representation of Neural Network Classification Boundaries," IEEE Trans. on SMC Vol. 21, No. 4, pp.735-742, 1991.
2. 최상규, "퍼지의 현재와 미래," 경영과 자동화, pp. 2-7, 1992.
3. M.A. Esbera and S.C. Barash, "Parallel Rule-Based Fuzzy Inference on Mesh-Connected Systolic Arrays," IEEE Expert, pp.27-35, Winter, 1989.
4. M.M. Gupta and Yamakawa, Fuzzy Computing: Theory, Hardware, and Applications, New York, NY: Elsevier Science Publishers, 1988.
5. K.J. Schmucker, Fuzzy Sets, Natural Language, Computations, and Risk Analysis, Computer Science Press, 1982.
6. M. Togai and h. Watanabe, "Expert-System on a Chip: An Engine for Real time Approximate Reasoning," IEEE Expert, pp.55-62, Fall, 1986.
7. H.J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory and its Applications, Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.



김 건 중

- 1961년 3월 : 한양대 전기공학 학사 취득
- 1961년 3월~1964년 5월 : 체신부 서울 전신전화국 기사
- 1967년 2월 : N.DACOTA 대학원 전기공학 석사 취득
- 1967년 2월~1974년 10월 : 미 SPERRY UNIVAC사 선임 연구원
- 1974년 11월~1977년 8월 : 미 ELECTRONIC MEMORIS사 선임 연구원
- 1977년 9월 : 삼성전자 입사
- 1977년 9월~1980년 2월 : 삼성전자 기술부장, 생산부장
- 1980년 2월~1981년 2월 : 삼성전자 생산담당 이사
- 1981년 2월~1984년 3월 : 삼성전자 공장장(이사, 상무)
- 1984년 3월~1991년 8월 : 삼성전자 사업본부장
- 1991년 11월~현재 : 삼성전자 기술총괄 직무

**學會 活動 現況**

- 전자공학회 : 이사 역임(3년), 평의원(현)
- 정보학회 : 이사(현)
- 한국통신학회 : 편집위원(현)
- 정보산업연합회 발전협의회 : 대표(현)
- 해외 전기, 전자 학회 한국지부 COMPUTER 분과위원회 : 분과위원장역임
- 기타 : 과기처 컴퓨터 과제 심의 위원 : 위원(현)
- 1992년 3월~현재 : G7 프로젝트중 인공지능 컴퓨터 기획사업 총괄위원장 주전산기Ⅲ 개발사업단장 역임중