

퍼지 시스템의 소개



<http://idb.korea.ac.kr>

DB & MINING LAB.

❖ 인간의 지능

- ❖ 학습 능력 (learning capability)
- ❖ 의사 결정 능력 (decision making capability)

❖ 학습의 방법

- ❖ 교사 학습 (supervised learning)
- ❖ 비교사 학습 (unsupervised learning)
- ❖ 강화 학습 (reinforcement learning)
- ❖ 기타

❖ 주어진 상황이 애매한 경우의 학습과 의사결정

❖ 목욕물의 경우

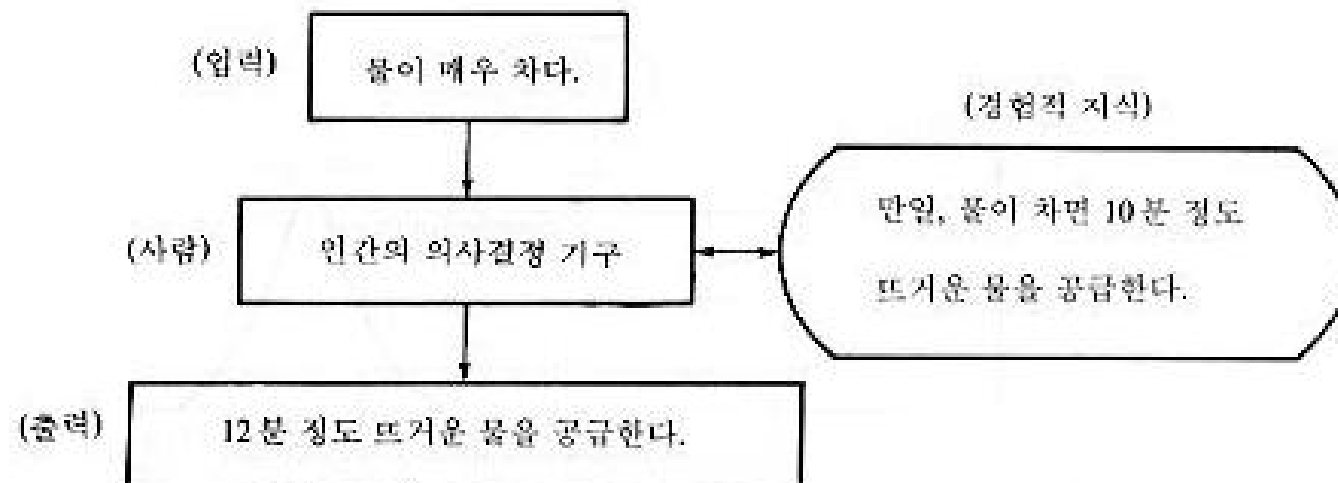
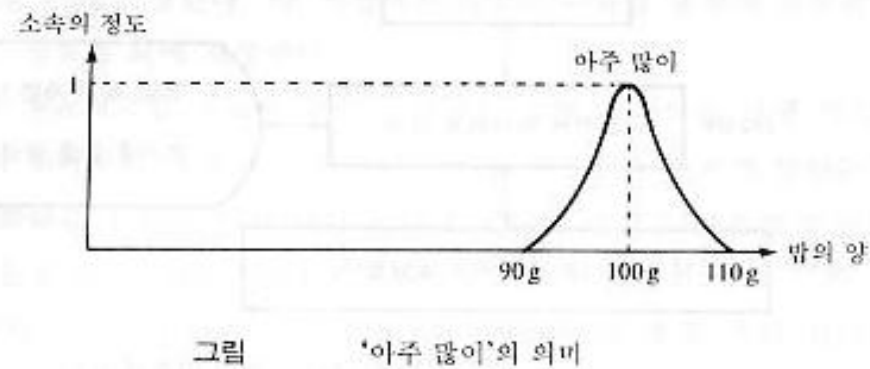
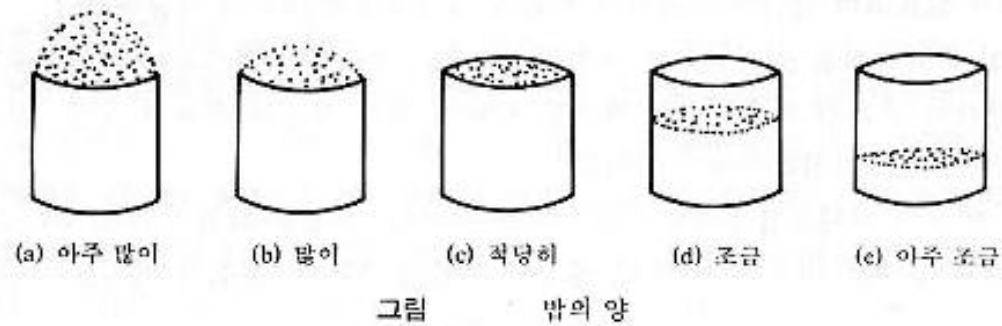


그림 의사결정의 입출력 표현

❖ 배식의 경우

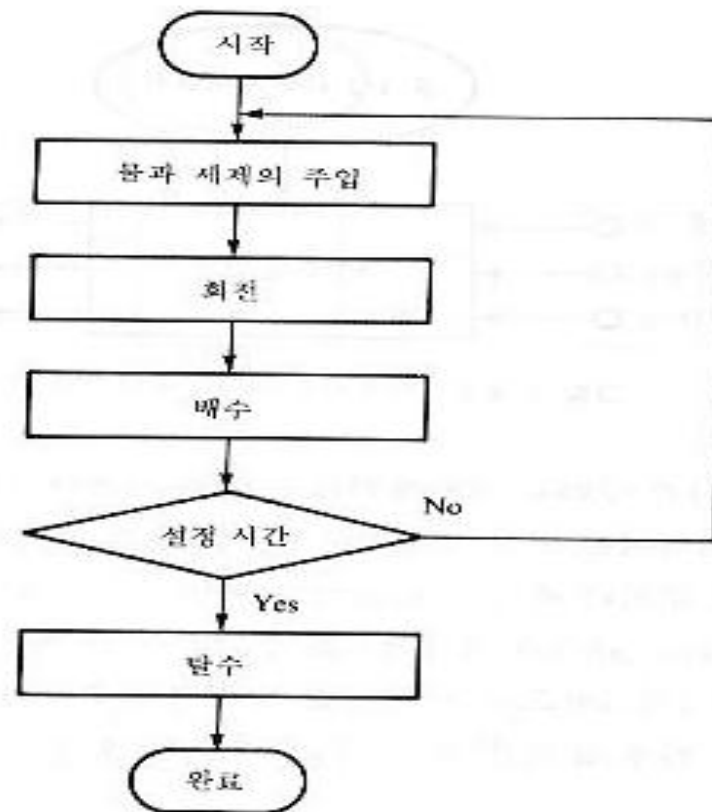


❖ 인공지능과 인공지능 시스템

- ❖ 인공지능은 인간의 지능을 인위적으로 구현한 것이며, 크게 학습능력과 의사결정 능력으로 분류할 수 있다.
- ❖ 인공지능을 보유한 컴퓨터를 인공지능 컴퓨터라 부르며, 인간의 음성을 알아들을 수 있거나 인간이 사용하는 자연어를 이해할 수 있는 컴퓨터를 의미한다.
- ❖ 학습능력 : 기계학습, 인공 신경망 등
- ❖ 의사결정 능력 : 퍼지 이론

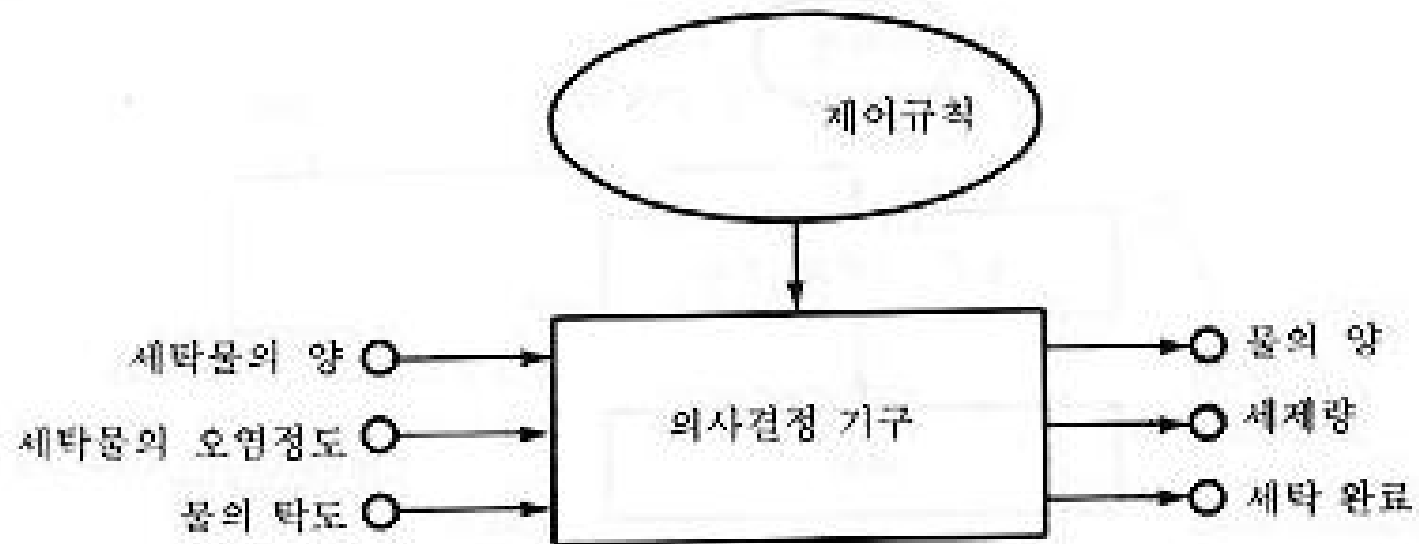
❖ Examples

❖ 일반 세탁기의 기능



❖ Examples

❖ 인공지능(퍼지) 세탁기의 제어기



❖ Examples

❖ 인공지능(퍼지) 세탁기의 제어 규칙

(a) 물의 양 제어규칙 :

만일 세탁량이 많으면 물의 양은 많게 하고,
만일 세탁량이 적으면 물의 양은 적게 한다.

(b) 세제량의 제어규칙 :

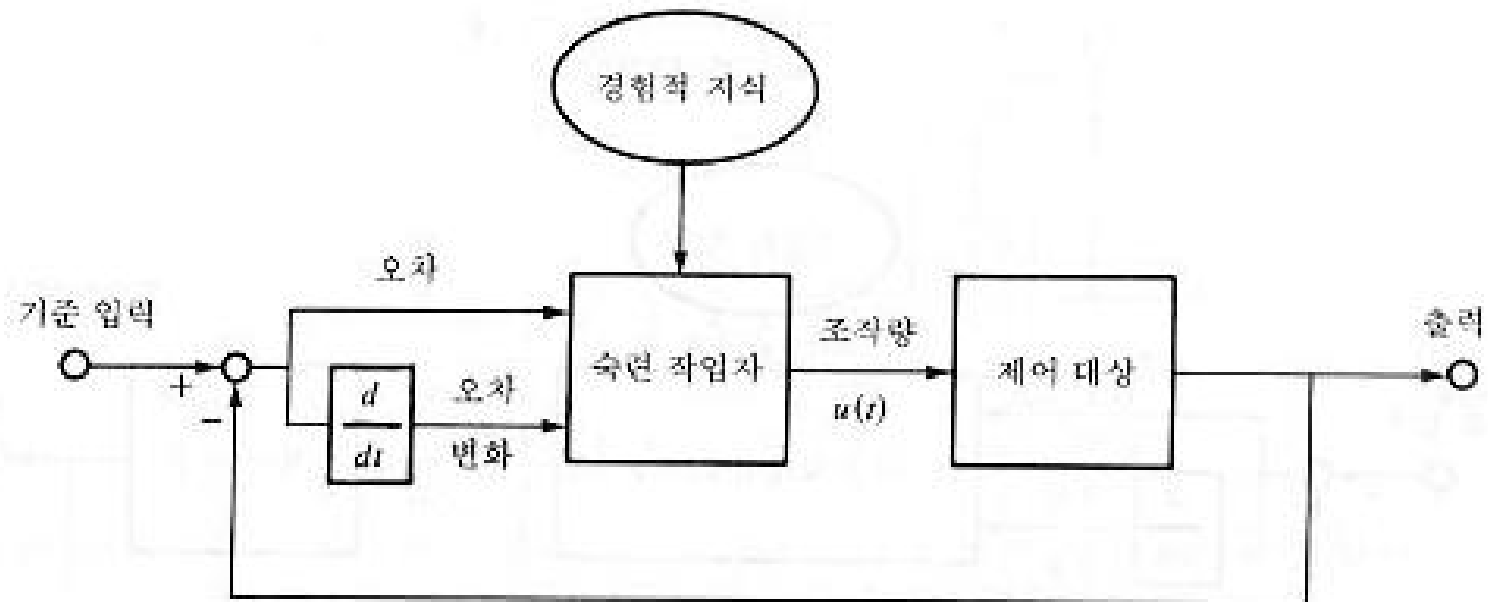
만일 세탁량이 많으면 세제량은 많게 하고,
만일 세탁량이 적으면 세제량은 적게 한다.
만일 세탁물의 오염 정도가 심하면 세제량은 많게 하고,
만일 세탁물의 오염 정도가 보통이면 세제량은 적게 한다.

(c) 세탁완료의 판단규칙 :

만일 물의 탁도가 흐리면 세탁이 더 필요하고,
만일 물의 탁도가 맑으면 세탁을 완료한다.

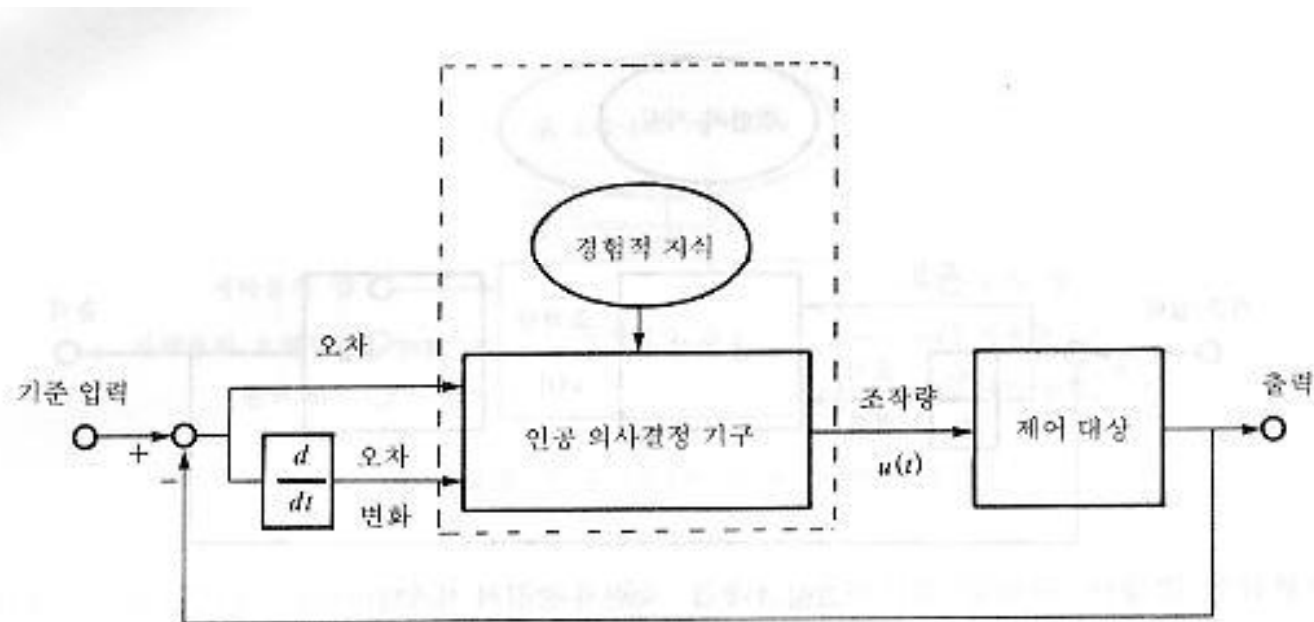
❖ Examples

❖ 숙련자 중심의 시스템



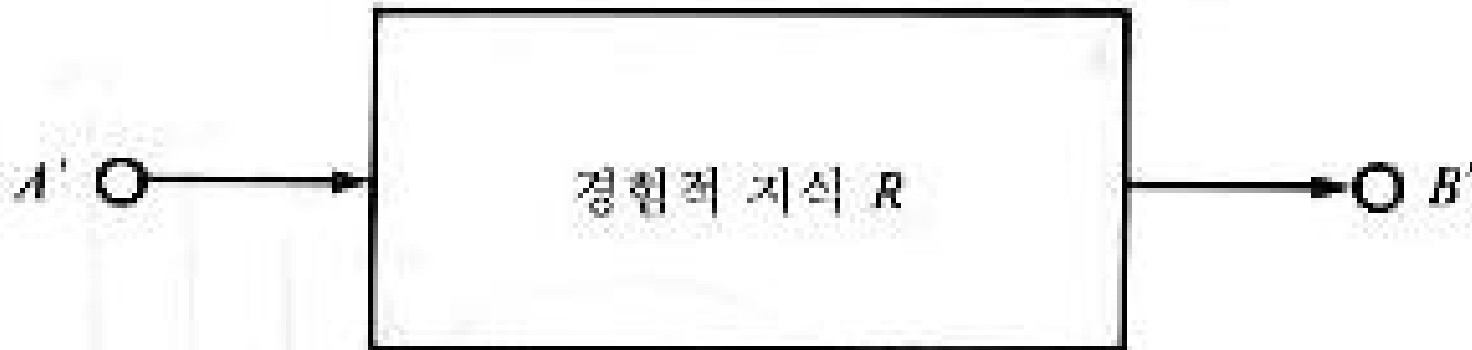
❖ Examples

❖ 퍼지 논리 제어 시스템



If error = positive big and change of error = zero, then control = positive big.

❖ 근사 출력의 입출력 표현



- ❖ 퍼지 이론은 불확실하거나 불분명한 원소들을 하나의 양으로 표현하는 퍼지 집합과 퍼지 논리를 취급
- ❖ 퍼지 논리는 정확성의 상대적인 중요도를 표현
 - ❖ 예) 몸무게가 100Kg이라는 수치가 있으면 퍼지 논리는 '무겁다'라는 말로 표현할 수 있음
- ❖ 퍼지 이론의 응용은 주로 제어에 사용
 - ❖ 퍼지 제어는 지능 제어의 한 부류로 간주할 수 있으며, 미지의 플랜트에 대해서 가장 만족할 만한 성능을 보이는 제어 기법중의 하나

- ❖ 퍼지 논리는 의미적으로 막연한 개념들을 취급하는 퍼지 집합론과 막연한 성질을 판단 및 전개할 수 있는 퍼지 측도로 구성
 - ❖ 주요 개념은 어떠한 부정확성에 대한 허용 가능성
- ❖ 기호 및 수치 처리를 한다는 의미에서 기존 논리와 차이
 - ❖ 기존의 논리는 기호적인 조작만을 행하며, 넓은 의미에서 퍼지 논리는 기존 논리의 확장
- ❖ 퍼지 논리의 주된 목표는 정확한 것이라기보다는 근사적인 추론형태를 취급하기 위해 체계적인 계산 기법과 개념을 전개하는 데 있음
 - ❖ 퍼지 논리에서 정확한 추론은 근사 추론의 극한 개념이라 할 수 있으며, 퍼지 논리에서 모든 것은 정도의 문제

퍼지 논리의 특성

- ❖ 퍼지논리는 개념적으로 이해하기 쉬움
- ❖ 퍼지 논리는 유연함
 - ❖ 어떤 임의의 주어진 시스템에 대해서 초기 문제 외에도 다른 문제로의 확장성이 좋음
- ❖ 퍼지 논리는 부정확한 정보에 대하여 허용 범위가 큼
- ❖ 퍼지 논리는 임의의 복잡한 비선형 시스템을 모델링 할 수 있음
 - ❖ 임의의 입출력 정보의 집합을 이용하여 그에 대응되는 퍼지 시스템을 만들 수 있고, 이러한 과정은 적응성을 갖는 퍼지 알고리즘을 이용하여 쉽게 만들 수 있음

퍼지 논리의 특성

- ❖ 퍼지 논리는 전문가 경험의 최상위 레벨로 구성
 - ❖ 신경망은 전문가 정보를 이용하여 불명확한 모형을 제시하지만, 퍼지 논리는 대상 시스템을 완전히 이해한 전문가의 완전한 정보를 제공
- ❖ 기존의 제어 기법들과 혼합하여 사용할 수 있음
 - ❖ 대부분의 경우에 퍼지 시스템은 기존 제어 기법들과의 혼합하여 사용되고 있음
- ❖ 퍼지 논리는 일상적인 언어를 기본으로 하고 있음

서술 논리	퍼지 논리
기호 조작	기호 조작 및 수치계산
정확한 추론	근사추론
확률(probability)	가능성(possibility)

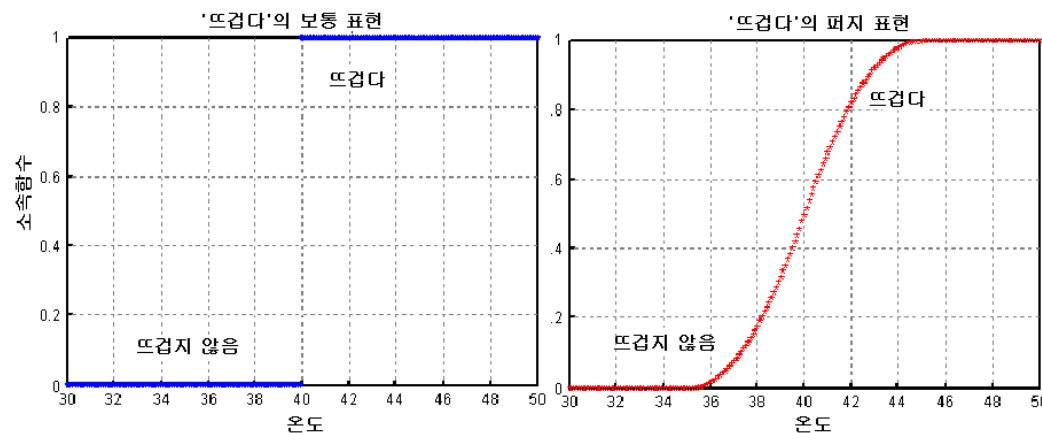
- ❖ 퍼지 논리를 사용하는 데 편리함을 느끼지 못한다면 퍼지 논리 대신 다른 방법으로 시도하는 것이 바람직
 - ❖ 단순한 해가 이미 존재한다면 퍼지 논리를 사용할 필요가 없음
 - ❖ 많은 제어기들은 퍼지 논리를 사용하지 않고도 주어진 역할을 충분히 수행
- ❖ 퍼지 논리는 부정확성과 비선형성을 포함한 대상을 취급하는 데 빠르고 효과적인 강력한 도구

❖ 정의 : 퍼지 집합(fuzzy set)

- ❖ 전체 집합에 포함된 하나의 원소 x 가 퍼지 집합 A 의 멤버인 경우에 구간 $[0,1]$ 에 포함되는 실수 값으로의 사상인 소속함수가 정의 될 수 있으며, 이때 퍼지 집합은 다음과 같다.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}, \mu_A(x) \in [0, 1]$$

❖ 예제 : 보통집합 및 퍼지집합에 관한 소속 함수



❖ 퍼지 집합의 표현 방법

❖ 전체 집합 X가 이산형이고 유한할 경우

$$A = \frac{\mu_A(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_A(x_2)}{x_2} + \dots = \sum_i \frac{\mu_A(x_i)}{x_i}$$

❖ 전체 집합 X가 연속형이고 무한할 경우

$$A = \int \frac{\mu_A(x)}{x}$$

❖ 분수의 바 표시는 나눗셈이 아니고, 하나의 구분을 나타내는 기호,
+ 기호는 덧셈이 아니고 함수적인 합집합이며, 적분기호 또한 대수
적인 의미의 적분이 아니고 연속형의 변수들에 관한 합집합 표현

❖ 예제 : 다양한 퍼지 집합

❖ 침실수의 집합 $X=\{1,2,3,\dots,10\}$ 일 경우, 4인 가족에 대한 집의 편안함 정도를 나타내는 퍼지 집합

$$A=\{(1,.2), (2,.5), (3,.8), (4,1), (5,.7), (6,.3)\}$$

❖ A가 10보다 훨씬 큰 실수의 집합 $A=\{(x, m_A(x)) \mid x \in X\}$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq 10 \\ (1 + (x - 10)^{-2})^{-1} & \text{if } x > 10 \end{cases}$$

A가 10보다 에 가까운 실수의 집합 $A=\{(x, m_A(x)) \mid x \in X\}$

$$\mu_A(x) = (1 + (x - 10)^2)^{-1}$$

퍼지 집합(Fuzzy Set)

```
x1=10.1:0.1:20;
```

```
x2=0:0.1:20;
```

```
muA = (1+(x1-10).^2).^-1;
```

```
muB = (1+(x2-10).^2).^-1;
```

```
figure(1)
```

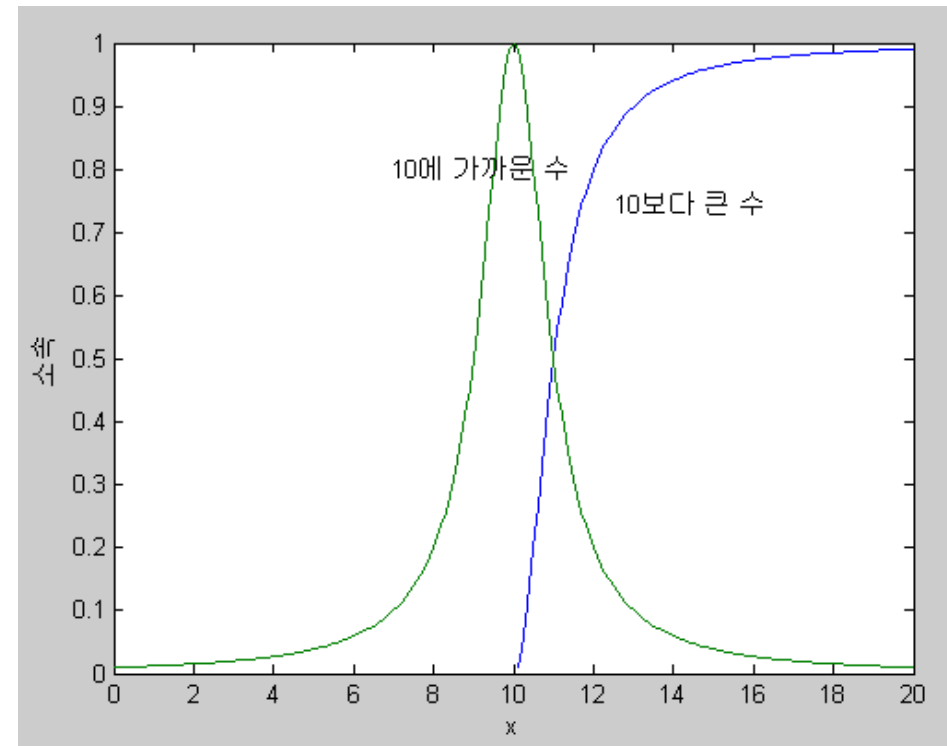
```
plot(x1, muA, x2, muB);
```

```
text(1, 0.8, '10보다 큰 수');
```

```
text(7, 0.8, '10에 가까운 수');
```

```
xlabel('x');
```

```
ylabel('소속');
```

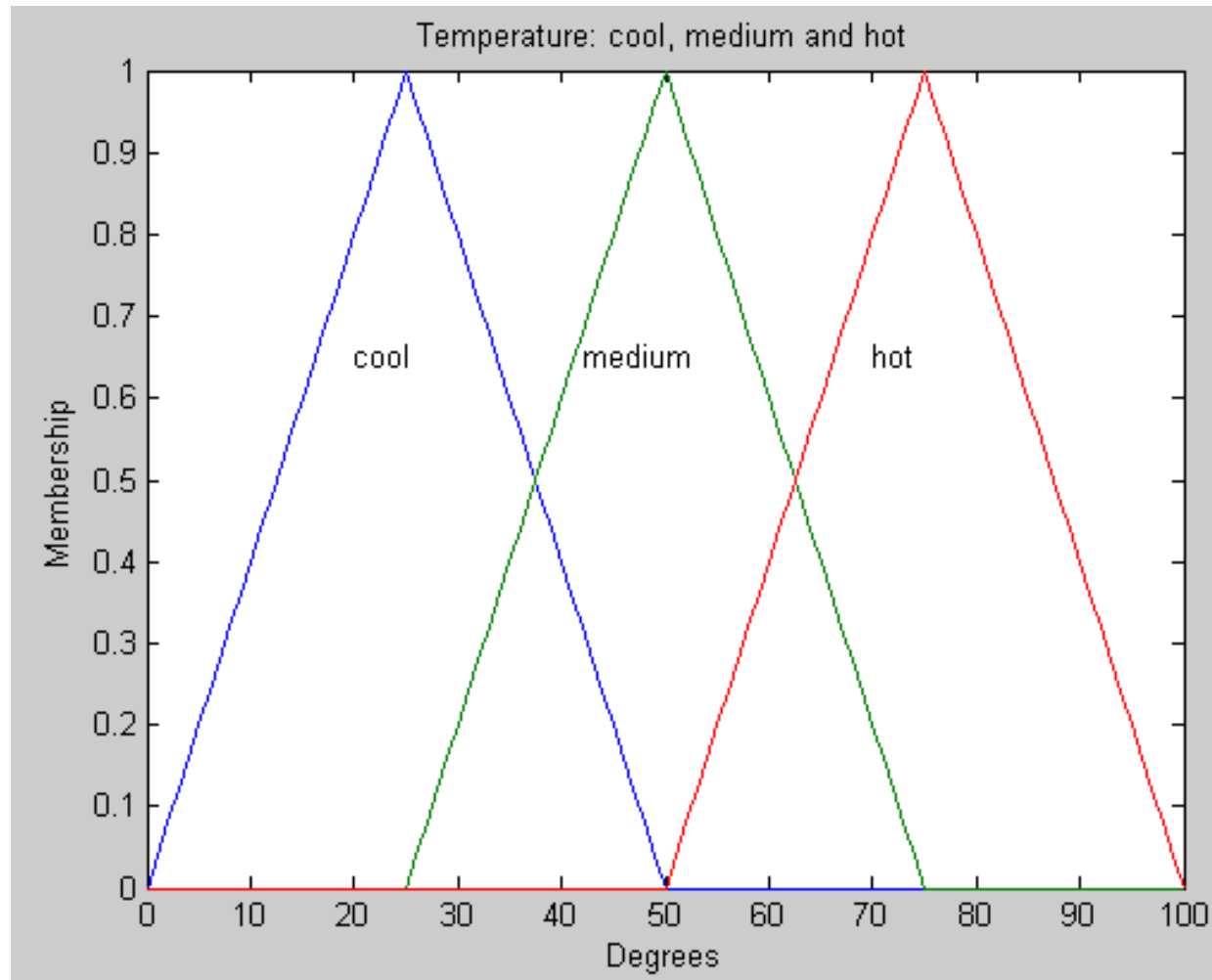


❖ 일반적인 소속 함수

- ❖ 보편적으로 사용되는 소속 함수로서 삼각형, 사다리꼴형, S형 및 π 형이 있음

❖ 삼각 소속 함수

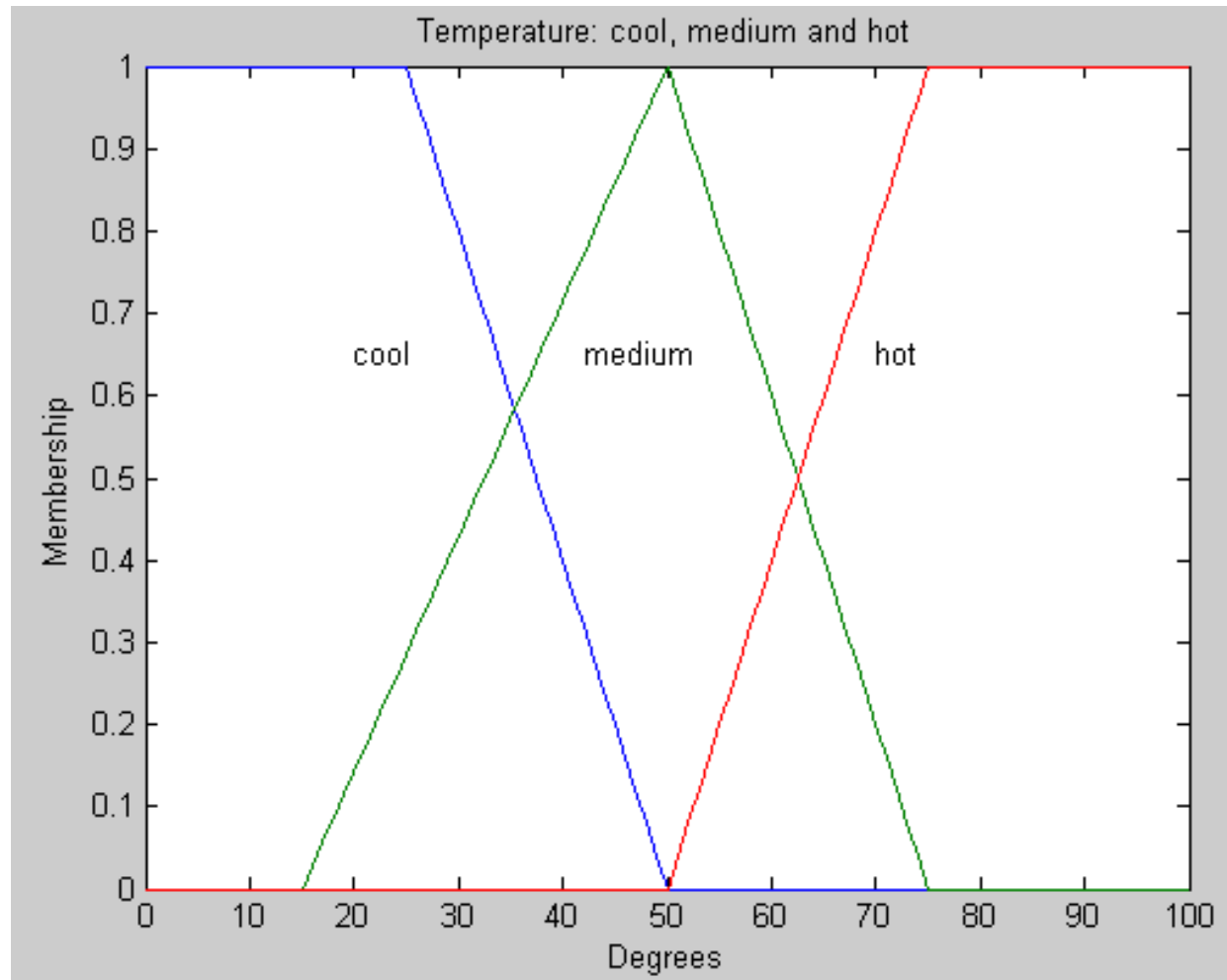
- ❖ 삼각형은 $[a \ b \ c]$ 로 표현; a 는 소속 함수의 왼쪽 절편으로 0의 소속을 갖는 점, b 는 소속이 1이 되는 중앙 점, c 는 소속 함수의 오른쪽 절편으로 0의 소속을 갖는 점
- ❖ 정의된 전체집합에 대응되는 삼각 소속 값들을 반환하기 위한 문장:
 $y = \text{triangle}(x, [a \ b \ c]);$



❖ 사다리꼴 소속 함수

- ❖ 사다리꼴은 4개의 인자 $[a \ b \ c \ d]$ 로 표현; a 는 소속 함수의 왼쪽 절편으로 0, b 와 c 는 소속이 1, d 는 소속 함수의 오른쪽 절편으로 0의 소속을 갖는 점
- ❖ 사다리꼴 소속 값 반환 문장 : $y = \text{trapezoid}(x, [a \ b \ c \ d]);$

일반적인 소속 함수

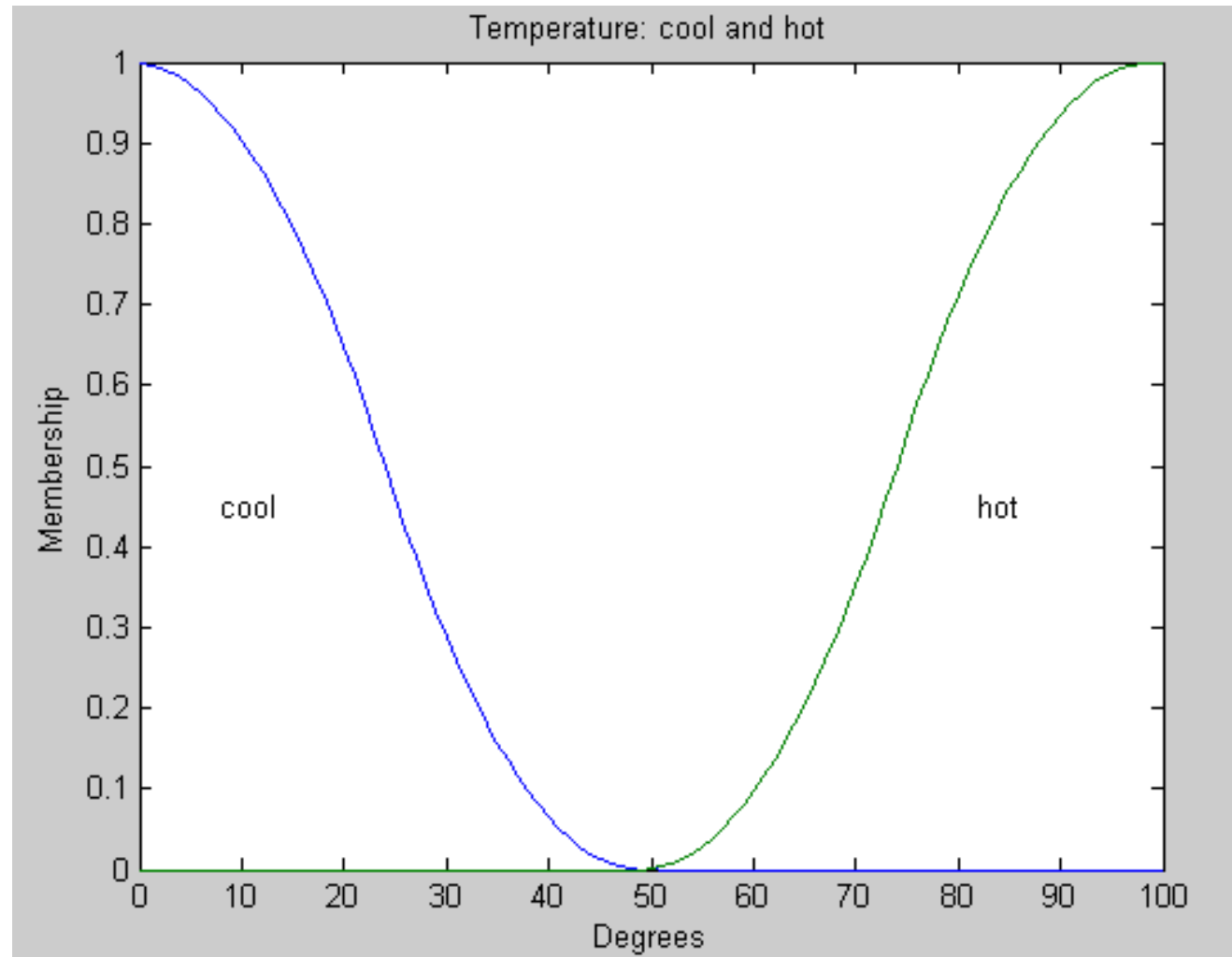


❖ S형 소속 함수

❖ S형 소속 함수는 3개 인자 $[a \ b \ c]$ 로 표현; a, b, c 는 각각 $\mu_A(a)=0$, $\mu_A(b)=0.5$, $\mu_A(c)=1$ 을 만족하는 점

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ 2 \left[\frac{x-a}{c-a} \right]^2 & a \leq x \leq b \\ 1 - 2 \left[\frac{x-c}{c-a} \right]^2 & b \leq x \leq c \\ 1 & c \leq x \end{cases}$$

일반적인 소속 함수

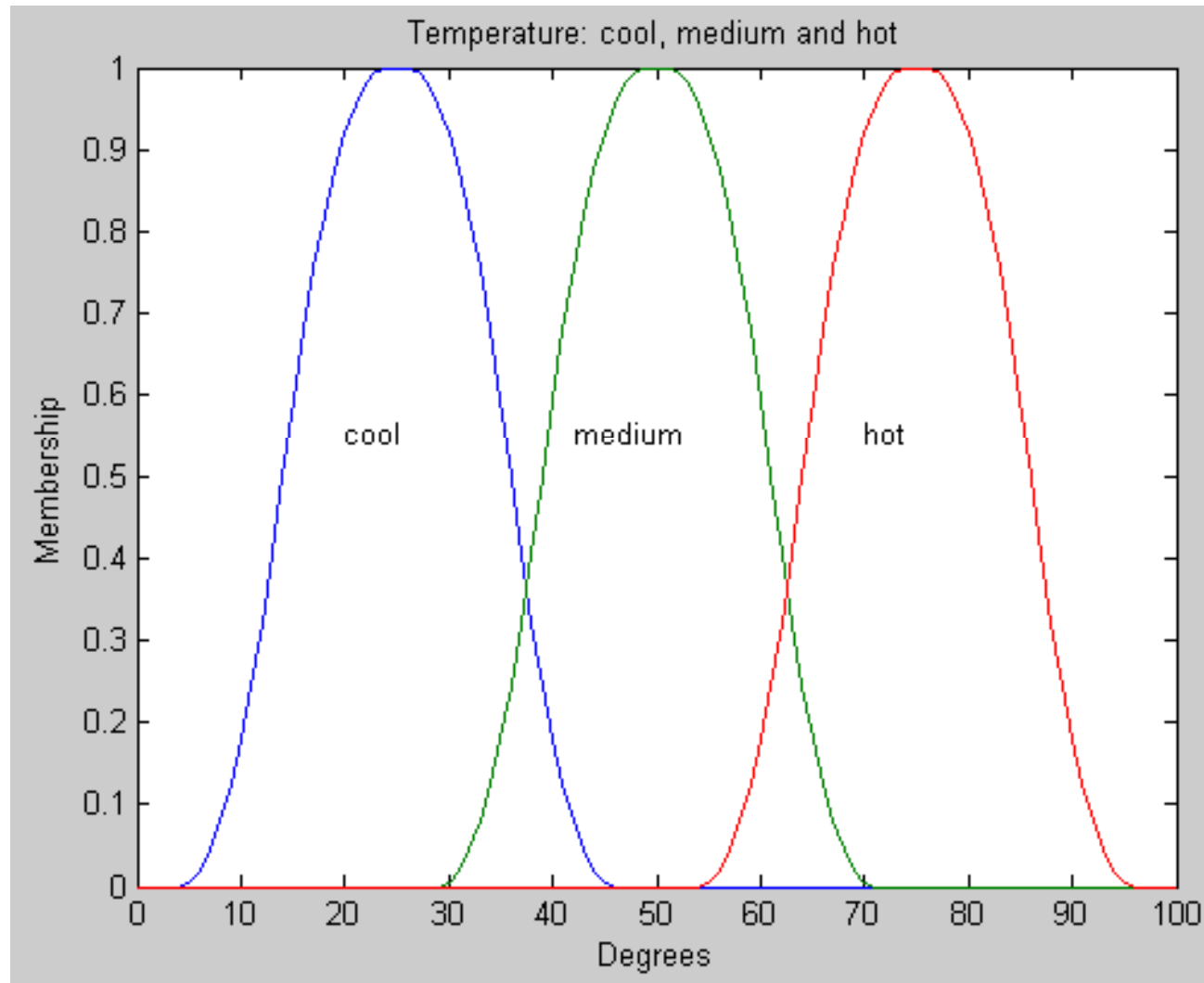


❖ π 형 소속 함수

❖ π 형 소속함수는 2개 인자 $[a \ b]$ 에 관해

$$\mu_A(x) = \begin{cases} s(x; a-b, \frac{a-b}{2}, a) & x \leq a \\ 1 - s(x; a, \frac{a+b}{2}, a+b) & x \geq a \end{cases}$$

❖ $s(x; \alpha, \beta, \gamma)$ 는 $[\alpha \ \beta \ \gamma]$ 을 갖는 S형 소속함수, b 는 수준 0.5 에서 소속함수의 폭; π 형 출력 함수는 `p_shape`



❖ 퍼지 추론기

- ❖ 퍼지 제어기는 크게 퍼지화기(Fuzzifier), FRB(Fuzzy Rule Base)를 포함한 퍼지 추론부, 그리고 비퍼지화기(Defuzzifier)로 구성

