

Matematiksel Modelleme ve Bulanık Mantık Açıklamaları

1. Bulanık Mantık Nedir?

Bulanık mantık (Fuzzy Logic), klasik mantığın (0 ya da 1) keskin sınırlarını aşarak, belirsizlik içeren durumları modellemeye yarayan bir sistemdir. Lotfi Zadeh tarafından 1965'te tanıtılmıştır.

Geleneksel sistem:

"Sıcaklık 35°C ise sulama başlasın."

Bulanık sistem:

"Sıcaklık 35°C **yüksek**, nem %40 **orta**, bitki domatesse → sulama **orta düzeyde** olsun."

2. Girdi ve Çıktı Değişkenleri

Girdi Değişkenleri:

Girdi	Aralık	Üyelik Fonksiyonları
Hava Sıcaklığı	10 – 45 °C	low, optimal, high
Nem Oranı	20 – 100 %	low, medium, high
Toprak Nemliliği	0 – 100 %	dry, moist, wet
Saat	0 – 24	night, morning, afternoon, evening
Bitki Türü (kodu)	1 – 3	cactus, tomato, lettuce

Çıktı Değişkenleri:

Çıktı	Aralık	Üyelik Fonksiyonları
Sulama Süresi	0 – 30 dakika	short, medium, long
Fan Gücü (%)	0 – 100 %	low, medium, high

3. Üyelik Fonksiyonları

Tüm değişkenler için **üçgen (trimf)** üyelik fonksiyonu kullanılmıştır:

Örnek: Hava Sıcaklığı

- low → trimf(10, 10, 20)
- optimal → trimf(18, 25, 32)
- high → trimf(30, 45, 45)

Matematiksel form:

Üçgen üyelik fonksiyonu $\mu_A(x)$:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{if } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{if } a < x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{if } b < x < c \\ 0 & \text{if } x \geq c \end{cases}$$

4. Kural Tabanı (Rule Base)

Toplamda **10 adet çok kriterli bulanık kural** tanımlanmıştır.

Örnek Kural:

csharp

KopyalaDüzenle

IF temperature is high AND humidity is low THEN

water_time is long AND fan_power is high

Matematiksel olarak:

$$R_1 : \text{IF } T_{air} \in \text{high} \wedge H_{air} \in \text{low} \Rightarrow W \in \text{long}, F \in \text{high}$$

Kullanılan Operatörler:

- AND \rightarrow minimum (min)
- OR \rightarrow maksimum (max)

5. Çıkarım (Inference)

Kullanılan çıkarım yöntemi: **Mamdani inference**

Aşamalar:

1. **Fuzzification (Bulanıklaştırma)**: Girdiler bulanık kümelere dönüştürülür.
 2. **Rule Evaluation (Kural değerlendirme)**: Uygun kurallar seçilir.
 3. **Aggregation (Birleştirme)**: Aynı çıktı için birden çok kuralın etkisi toplanır.
 4. **Defuzzification (Durulaştırma)**: Sonuç tek bir sayıya dönüştürülür.
-

6. Durulaştırma (Defuzzification)

Kullanılan yöntem: **Ağırlıklı Ortalama (Center of Gravity)**

$$z = \frac{\int z \cdot \mu(z) dz}{\int \mu(z) dz}$$

Bu formül ile **kesin (crisp)** çıktıları elde edilir.

7. Örnek Hesaplama

Girdi:

- Sıcaklık: 42°C → high
- Nem: 25% → low
- Saat: 15 → afternoon
- Toprak: 20% → dry
- Bitki: Marul → lettuce

Tetiklenen kurallar:

- R1: temp=high ∧ hum=low → fan=high, water=long
- R2: temp=high ∧ soil=dry → fan=medium, water=long
- R4: lettuce ∧ soil=dry → water=long

Çıktı:

Sulama Süresi: 28.30 dakika

Fan Gücü: 91.20 %

8. Yorumlar

- ✓ Sistem, sabit eşiklerle değil, **dinamik koşullarla** çalışır.
 - ✓ Kurallar **insan sezgisine yakın kararlar** üretir.
 - ✓ Kullanıcı arayüzü üzerinden canlı test yapılabilir.
 - ✓ Sisteme daha fazla bitki türü ve sensör entegre edilebilir (örneğin ışık, CO₂).
-

9. Geniřletilebilirlik

Geniřletme	Açıklama
Sensör bağlantısı	Gerçek zamanlı sıcaklık/nem okuma
Bitki veri tabanı	Bitki türlerine özel kurallar
IoT entegrasyonu	Uzaktan kontrol, veri kaydı
Zaman serisi analizi	Günlük/haftalık verilerin analizi