



BULANIK MANTIK ile KONTROL

Ders-1



- İlk olarak 1965 yılında, California Üniversitesi öğretim üyelerinden, aslen Azerbaycan'lı Prof. A. Lotfi Zadeh tarafından kullanılan bulanık mantık, temelde çok değerli mantık (multivalued), olasılık kuramı, yapay zeka ve yapay sinir ağları alanları üzerine oturtulmuş olup, olayların oluşum olasılığından çok olabilirliğiyle ilgilenen bir kavramı tanımlamaktadır.



Bulanık mantık 'ın kurucusu, Lütü Zade, tam adıyla Lütü Rahim oğlu Askerzade (Bakü 4 Şubat 1921) dir.

Lütü Zadeh; Azerbaycan asıllı matematik ve bilgisayar biliminde çalışan bulanık mantık teorisinin temelini atan bilim adamıdır. Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley'nin Elektrik Mühendisliđi ve Bilgisayar Bilimleri fakültesinde profesör görevi yapmış ve emekli (onursal) profesör adını taşımaktadır.



Bulanık küme teorisinin ortaya atılmasından sonra Zadeh, 1973'de yayınladığı notlarında bulanık küme teorisinin en iyi yaklaşıkla **insan karar verme sistemini modelleyebilecek yapıda olduğu** fikrini ileri sürmüştür.

Geçen zaman içerisinde bulanık kontrolün dayandığı bulanık mantığın, insan düşünme yapısına ve dilsel (linguistic) değişkenlerine klasik mantıktan çok daha yakın olduğu kabul edilmiştir.

Bulanık Mantık kavramını kısaca açıklamak gerekirse:





AŞAMALI BİR TANIM YAPALIM.

1. Gerçek dünya çok net ve açık tanımlamalar yapmak için fazlasıyla karmaşıktır. Bundan dolayı bir yaklaşıklık (bulanıklık) yapmak zorunluluğu vardır.
2. Gerçek sistemler için önemli bilgiler iki kaynaktan elde edilir:
3. **Birinci kaynak; insan tecrübesi,**
4. **İkinci kaynak ise ise sensör ölçümleri ve fiziksel kanunlardan çıkarılan matematiksel modellerdir.**
5. Hedef, bu iki bilgi kaynağını entegre ederek sistem tasarımı yapmaktır.



6. Bu entegrasyonu oluşturmak için insan tecrübesini ve bilgisini, matematiksel modele ve sensör ölçümlerine göre nasıl formüle edilebileceğini saptamak anahtar problemidir.
7. Diğer bir deyişle sorun, **insan bilgisinin ve tecrübesinin nasıl formüle edileceğidir.**
8. Bulanık mantık sistemleri (BMS), sayısal verileri ve dilsel ifadeleri harmanlayarak sistemlerin çözümlenmesini sağlayabilir.
9. **BMS karmaşık (doğrusal olmayan) bir sistemin matematiksel tanımını bilmeden kontrol etmeyi kolaylaştıran bir tekniktir.**

Şimdi biraz somut örneklerden bahsedelim:



For Example - Speechworks
speechworks.net



- Klasik Mantıkta her önerme ya «**1**» ya da «**0**»'dır. Yani ya «**doğru**»'dur ya da «**yanlış**»'tır. Bir kesinlik vardır.
- Bulanık Mantığın temeli olan Bulanık Kümeler teorisine göre: üyelik fonksiyonları, sadece "0" ya da "1" değerini almak yerine "0" ile "1" arasındaki herhangi bir değeri alabilir.



- Örneğin, uzunluk ölçüsü açısından bir insana 1.70 cm'nin altında ise "kısa boylu", 1.70 cm'nin üstünde ise uzun boylu dersiniz bu klasik mantık oluyor. Ama 1.65 cm de bir dereceye kadar uzun boyludur, 1.67 cm de bir dereceye kadar uzun boyludur.
- Bu şekilde derecelendirirseniz Bulanık Mantığa girmiş olursunuz.



Başka bir örnek:

24 saati gece ve gündüz diye ikiye ayırırsınız. Ama bu kesin bir yargı değildir.

Çünkü akşam karanlığı tam karanlık değildir, sabah aydınlığı tam aydınlık değildir.

Bunlar ışık yoğunluğuna göre derecelendirilebilir. Bu da Bulanık Mantığın konusudur.



- Klasik Mantık, bir şeyin "doğru" veya "yanlış" olup olmadığı ile ilgilenir. Tanımlamayla uğraşmaz. İki değerli mantıktır.
- Bulanık Mantık tanımlama yapar.

Bulanık Mantık teorisinde "doğruluğun" dereceleri vardır, "yanlışlığın" dereceleri vardır.

Bu nedenle de bulanık mantık, "**çok değerli mantık**" olarak tanımlanabilir.



- Mantık insanlar tarafından veya insanların kültürleri tarafından ortaya çıkartılır.
- Mantık kültürden kültüre değişir. Bu nedenle "mutlak doğru" veya "mutlak yanlış" gibi iki değerli mantık önermeleri Bulanık mantık teorisi tarafından reddedilir.



Bulanık mantık olasılık yüzdeleri ile aynı şeyi ifade etmemektedir.

Olasılıklar bir şeyin olup olamayacağını ölçer. Bulanık mantık ise bir olayın ne dereceye kadar olduğunu, bir koşulun ne dereceye kadar var olduğunu ölçer.

Yüzde 30 olasılıkla hava serin olacak önermesi serin hava olasılığını dile getirir. Fakat sabah hava % 30 serin, %20 ılık önermesi hava bir dereceye kadar serin aynı zamanda da değişen derecelerde ılık ve sıcak demektir.

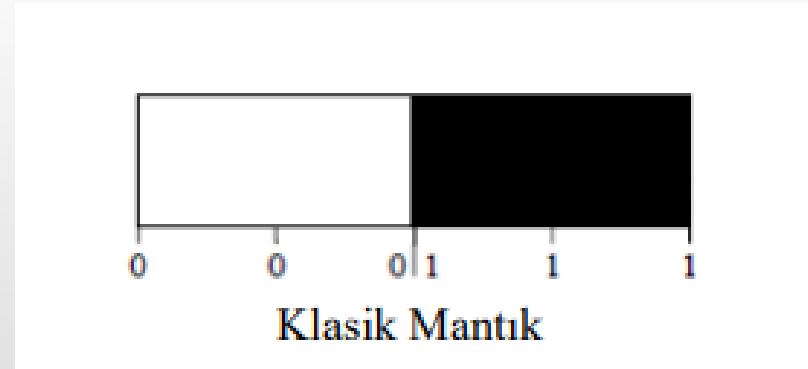
Burada gerçekleşmiş bir olgu tanımlanmaktadır.

KLASİK ve BULANIK KÜMELERE ÜYELİK KAVRAMI

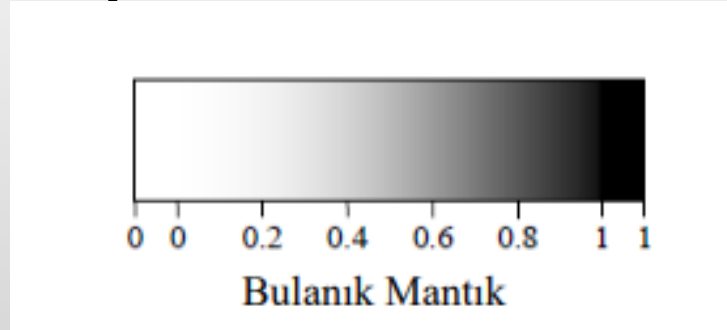


<http://self-knowing.com/wp-content/uploads/2016/12/104.png>

- Klasik küme kuramında bir nesne o kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Hiçbir zaman kısmi üyelik olamaz.
- Nesnenin üyelik değeri 1 ise kümenin elemanı, 0 ise elemanı değildir.
- Başka bir ifade ile klasik kümelerde elemanların üyelikleri yalnızca 0 ve 1 değerlerini alır. Kümeler keskin olarak birbirinden ayrılmıştır.

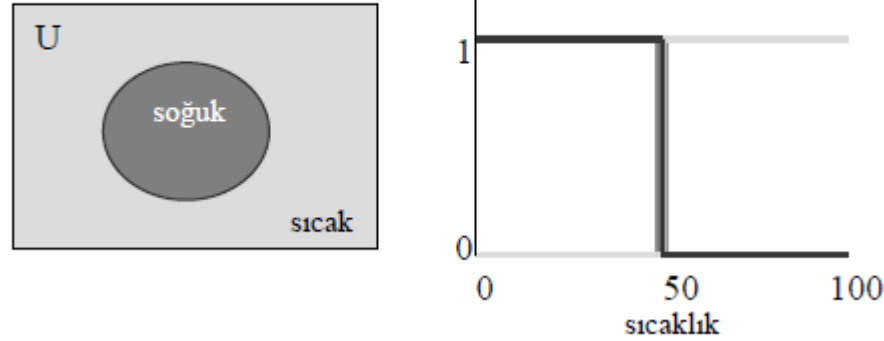


- Bulanık kümeler (fuzzy sets), keskin kümelerden farklı şekilde küme elemanlarının **kısmi üyeliğine** de izin verir. Bulanık kümeleri oluşturan elemanların alabileceği üyelik dereceleri $[0, 1]$ kapalı aralığındaki bütün reel sayılardır. Bir elemanın A bulanık kümesine olan üyelik derecesini belirlerken, keskin kümelerde olduğu gibi 2 seçeneğe değil, çok daha fazlasına sahip oluruz. Öyle ki, 0 ve 1 aralığında sonsuz reel sayı bulunduğu için, teorik olarak bir elemanın alabileceği sonsuz farklı üyelik derecesi vardır diyebiliriz.
- Örneğin üyelik derecesi 0 ise nesne kümenin elemanı değildir, 1 ise kümenin tam elemanıdır.
- Ara değerlerde ise nesne kümenin kısmen elemanıdır. Kısmi üyeliğin başlaması demekse, aynı zamanda kısmen üye olmama durumunun da başlaması anlamına gelir.

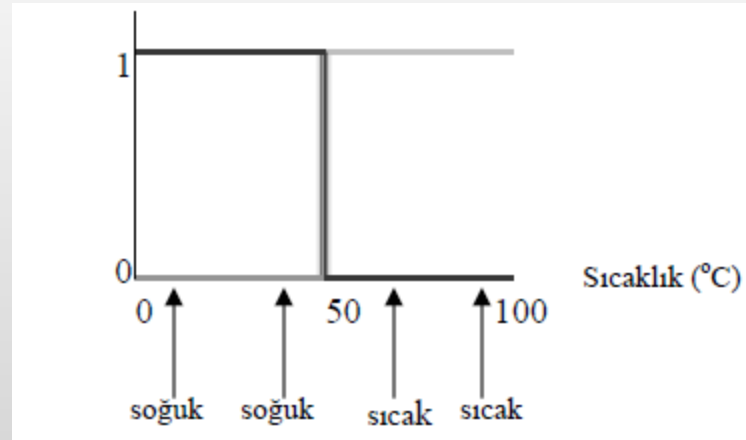


KLASİK MANTIK için SICAKLIK ÖRNEĞİ

Bir odanın sıcaklığı klasik küme teorisi kullanılarak karakterize edilmiştir. Açıkça görüldüğü üzere klasik teoride 50 derecenin üstündeki sıcaklıklarda havanın sıcak, altında ise havanın soğuk olduğu sonucu çıkmaktadır. Üyelik değeri 1 ya da 0'dır.



Herhangi bir sıcaklık soğuk kümesinin ya üyesidir ya da değildir.

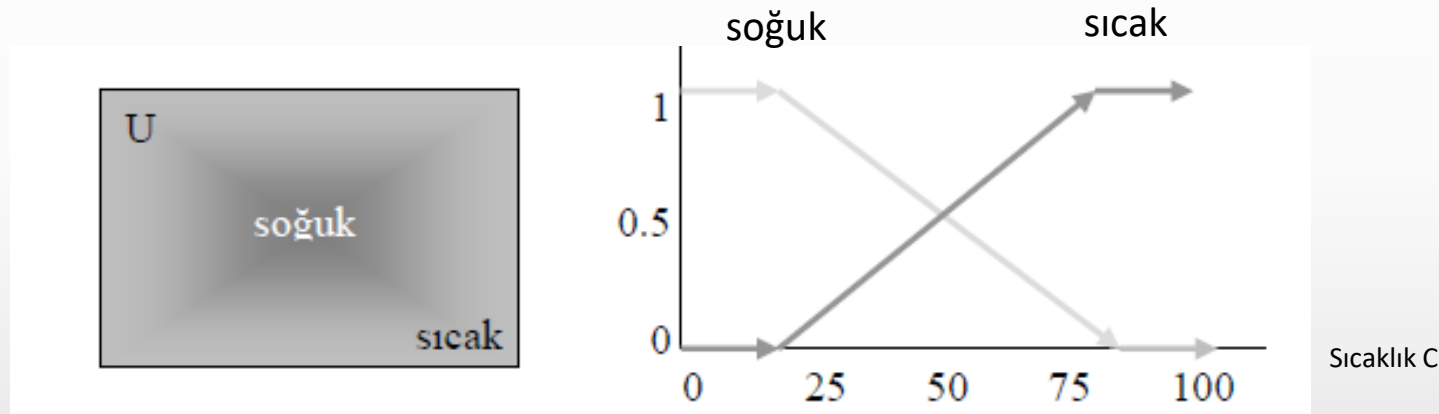


BULANIK MANTIK için SICAKLIK ÖRNEĞİ

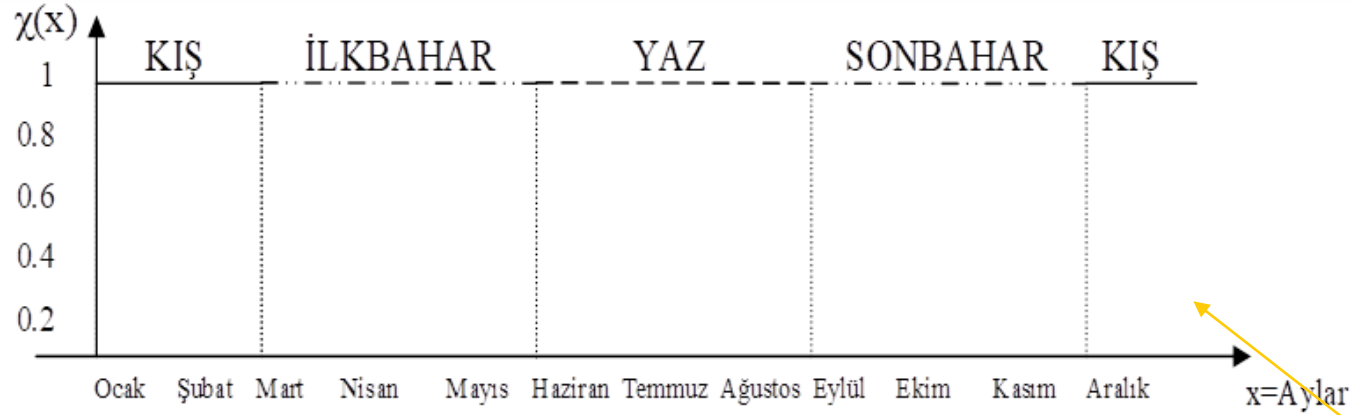
Günlük hayatta ise çok soğuk, soğuk, ılık, çok sıcak gibi kavramlar kullanılmaktadır.

Bu kavramlar arasındaki geçiş klasik mantıktaki gibi bu kadar keskin değildir. Bu doğal olayları bulanık kümelerle daha doğru karakterize etmek mümkün olmaktadır.

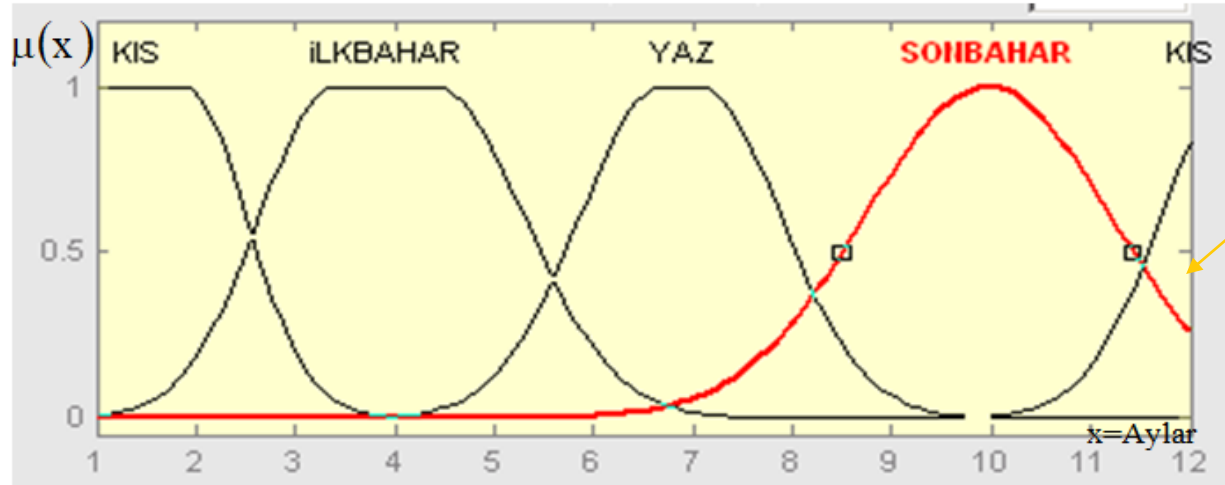
Aşağıda aynı bilgi bulanık kümesi ile karakterize edilmiştir.



Herhangi bir sıcaklık değeri hem soğuk kümesine hem de sıcak kümesine ait olabilir. Üyelik değeri 1 ile 0 arasındadır.



Aylar ve ait oldukları mevsimlerin klasik küme ile gösterimi

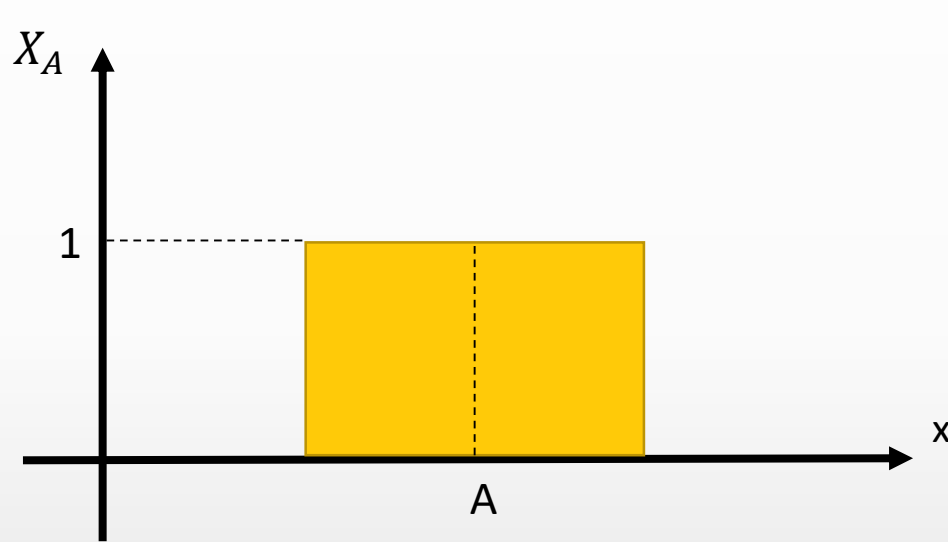


Aylar ve ait oldukları mevsimlerin bulanık küme ile gösterimi

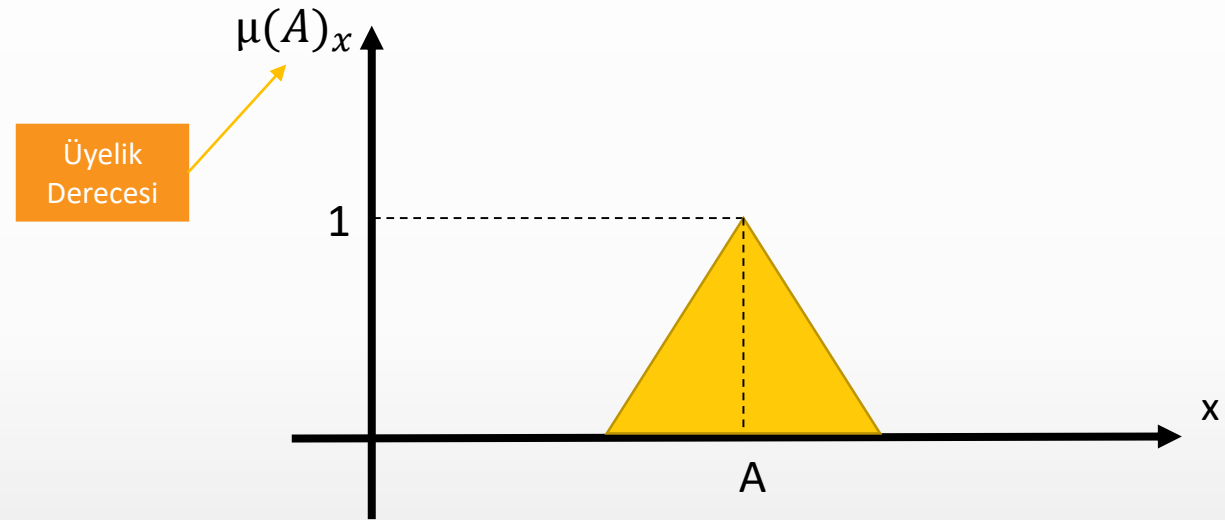
Klasik mantıkta kümeler arasında kesin bir ayırım varken, Bulanık kümeler arasında aşamalı geçişler mevcuttur.

KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Bulanık Kümeler ve İşlemleri

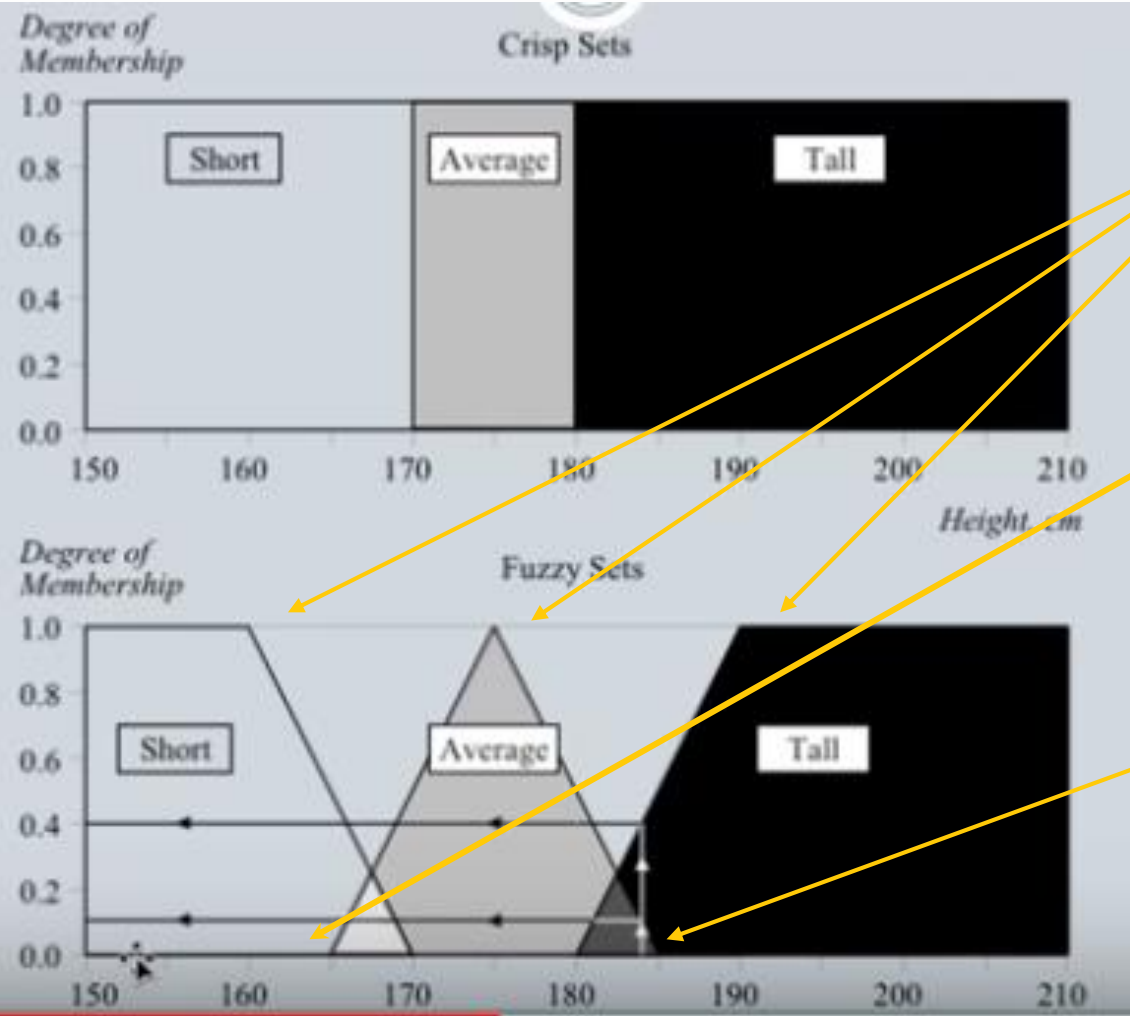


(a)



(b)

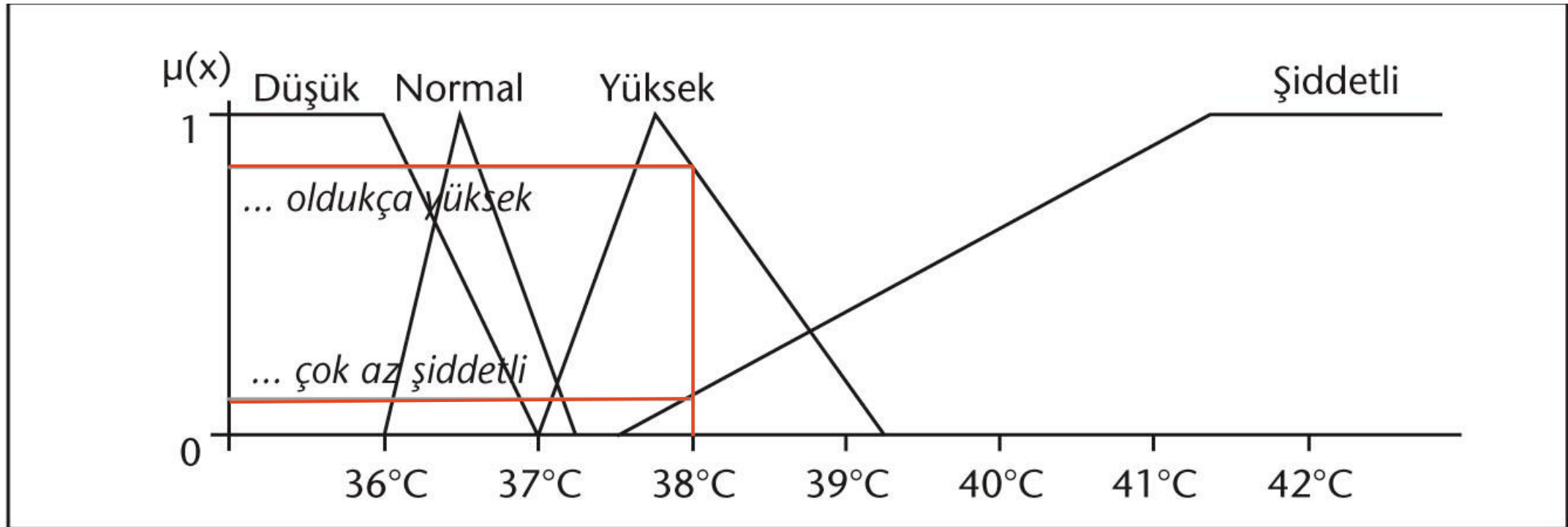
Klasik küme (Kesin değerli küme) ve (b) bulanık küme



BULANIK KÜMELER
(A, B, C) kümeleri
olarak adlandırılabilir.

Eğer boy 165 cm'den
küçük ise kişi artık
sadece short kümesine
belli oranlarda üyedir.

Eğer boy:184 cm ise
Bu değer average
kümesine %10, Tall
kümesine %40 üyedir.



Çocuklarda Ateşin Şiddeti için Tanımlanmış Bulanık Kümeler



KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

BMS ve Küme Operatörleri

Bulanık Mantık Sistemlerinin dilsel (linguistic) ifadeler içerdiği belirtilmişti.

Birden fazla kümenin bulunduğu sistemlerde:

Bu dilsel ifadeler ile bir yargı (kural) oluşturabilmek için «VE», «VEYA», «DEĞİL» gibi ifadeler kullanmak zorundayız.

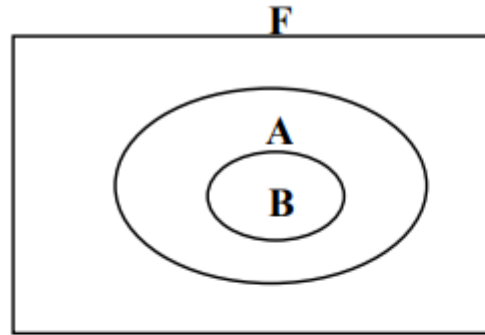
Bu ifadeler; iki küme arasındaki ilişkiyi belirlemektedir. Bu ilişki bir kısım fonksiyonlar kullanılarak oluşturulur.

Kümeler arası ilişkiye önce klasik kümelerde sonra da bulanık kümelerde inceleyelim:

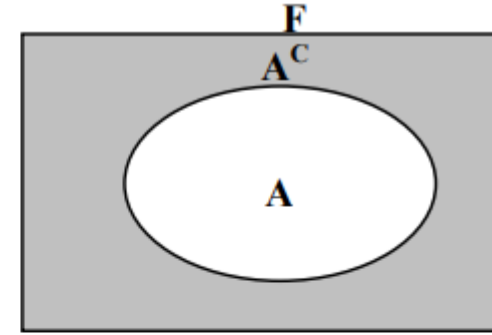
KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Klasik Kümeler ve İşlemleri

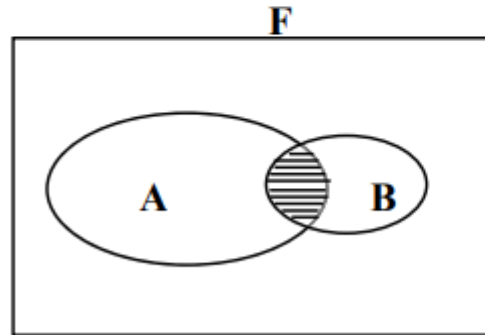
Klasik kümelerde kapsama, tümlenme, kesişme ve birleşme operatörleri yanda gösterilmiştir.



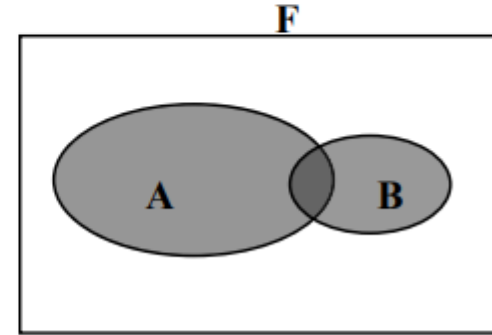
(a) $B \supset A$



(b) A^c



(c) $A \cap B$

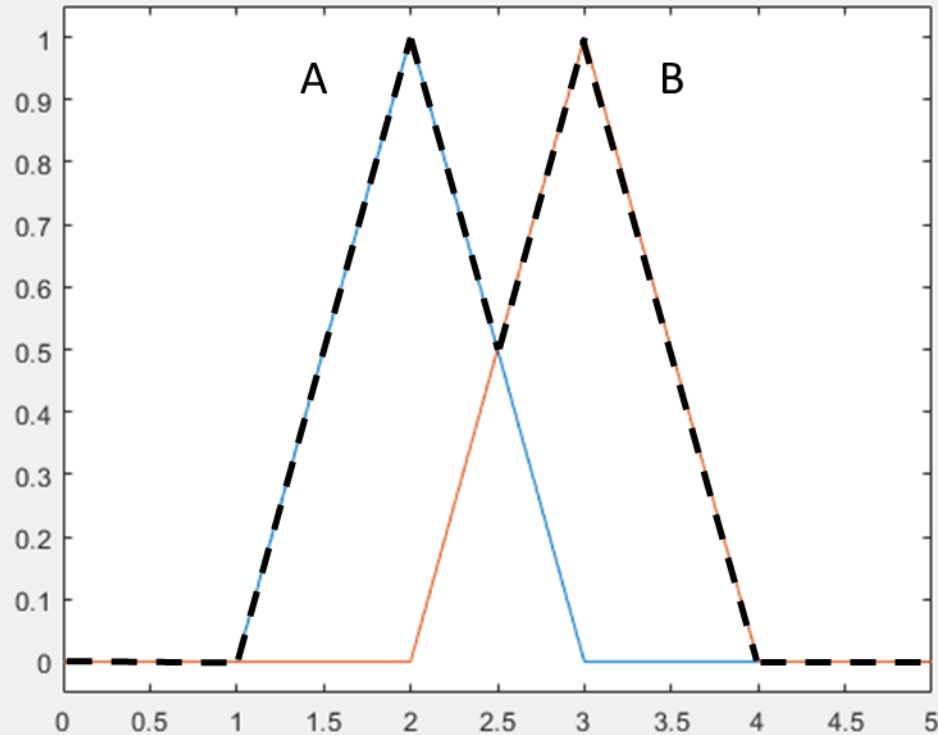


(d) $A \cup B$

KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Bulanık Kümeler ve İşlemleri : Genel olarak kullanılan

Birleşim kümesi



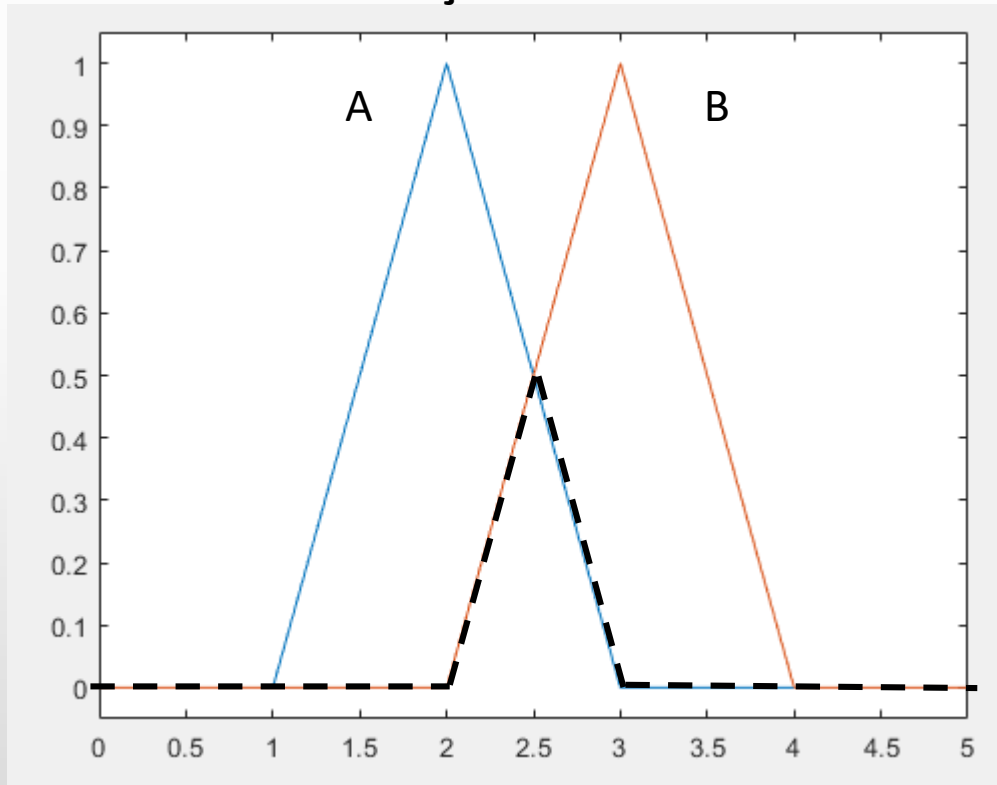
$$A \cup B = \mu_A(x) \cup \mu_B(x) = \max (\mu_A(x), \mu_B(x))$$

Mantıksal «OR»

KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Bulanık Kümeler ve İşlemleri : Genel olarak kullanılan

Kesişim kümesi



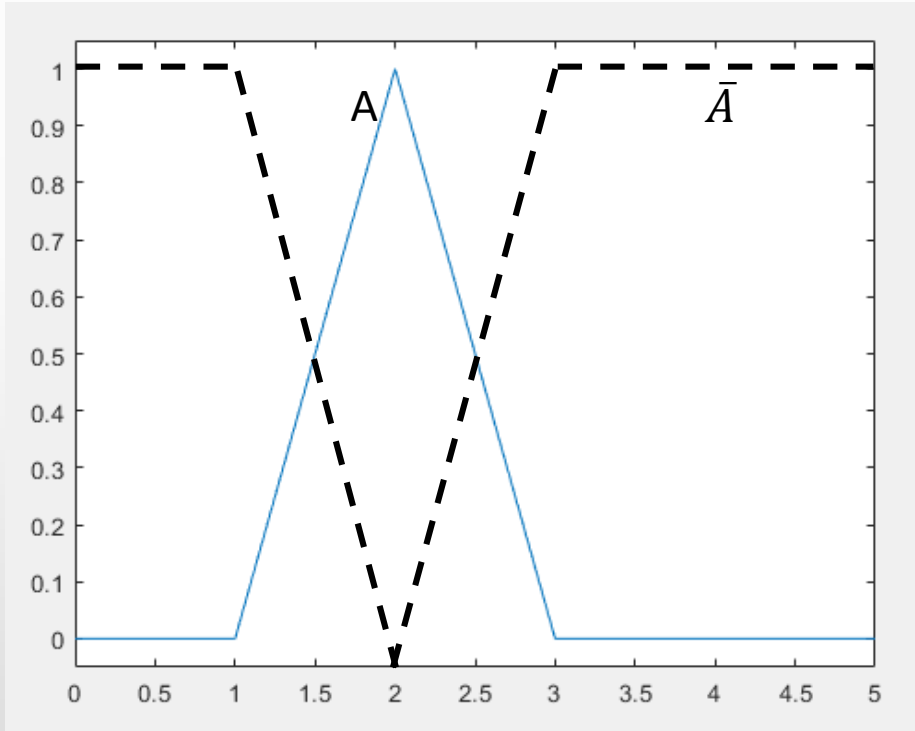
$$A \cap B = \mu_A(x) \cap \mu_B(x) = \min (\mu_A(x), \mu_B(x))$$

Mantıksal «AND»

KLASİK KÜME ve BULANIK KÜME KAVRAMLARI

Bulanık Kümeler ve İşlemleri : Genel olarak kullanılan

Tümleyeni



$$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A$$



BULANIK MANTIK KULLANMA ALANLARI

- Bulanık sistem teorisi, belirsiz düşünce ve karar süreçlerinin gelişen modellerine ait başlama noktası kabul edildiği için aşağıdaki gibi uygulama alanları geliştirilebilir:
- Otomasyon ve bilgi sistemlerinde kullanım için **yüksek derecede insan yeteneklerinin taklidi,**
- **İnsan ve makineler arasındaki insan merkezli ara birimlerin oluşumu,**
- Risk analizi, tahmin ve fonksiyonel cihazların gelişimi gibi diğer **yapay zeka** uygulamaları.



BULANIK MANTIK KULLANMA ALANLARI

Bulanık Küme ve Bulanık Mantık kavramı bir çok alanda uygulanmaktadır.

Japonlar, ilk başta 70'lerin sonunda ve 80'lerin başında bu kavramların kullanıldığı donanımlar geliştirmeye başlamışlardır. Özellikle, bulaşık makinelerine, çamaşır makinelerine, elektrik süpürgelerine, video kameralarına uygulamışlardır.

Daha sonraları bulanık mantığı, helikopterleri kontrol etmek için kullanmışlardır.

Profesör Muchiyo Sugeno uzaktan kumandayla pilotsuz bir helikopterin Bulanık Mantık ile kontrol modelini çıkarmıştır. Bu pilotsuz helikopter Hiroşima depreminde kullanılmıştır. 1 mil mesafeye kadar uzaktan kontrol ile deprem bölgesine gitmiş ve bölgenin resimlerini çekip geri gelmiştir. Bu çalışmanın üzerine Yamaha şirketi bu çalışmanın lisansını almıştır.



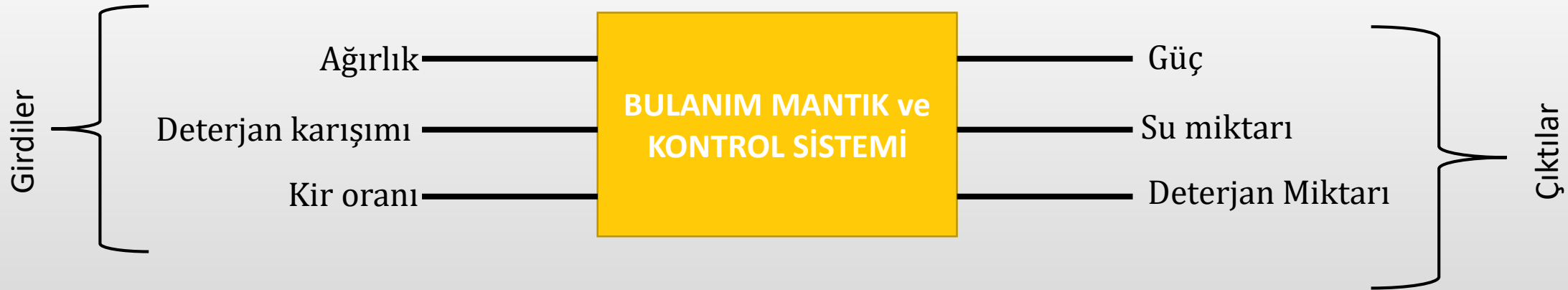
Bulanık Mantığın Kullanıldığı Uygulamalar

- Hidroelektrik güç üniteleri için kullanılan Baraj kapılarının otomatik kontrolü (Tokio Electric Pow.)
- Stok kontrol değerlendirmesi için bir uzman sistem (Yamaichi, Hitachi)
- Otomobiller için “Cruise-control” (Nissan, Subaru)
- Depremlerin önceden bilinmesi için Tahmin Sistemi (Inst. of Seismology Bureau of Metrology, Japan)
- Cep bilgisayarlarında el yazısı algılama teknolojisi (Sony)
- Video Kameralarda hareketin algılanması (Canon, Minolta)
- El yazısı ve ses tanımlama (CSK, Hitachi, Hosai Univ., Ricoh)
- Helikopterler için uçuş desteği (Sugeno)
- Çelik sanayinde makina hızı ve ısısının kontrolü (Kawasaki Steel, New-Nippon Steel)
- Raylı metro sistemlerinde sürüş rahatlığı, duruş mesafesinin (hedefe 7 cm kala) kesinliğini ve ekonomikliğin geliştirilmesi (Hitachi)
- Otomobiller için gelişmiş yakıt tüketimi (NOK, Nippon Denki Tools)



BULANIK MANTIK KULLANMA ALANLARI

Bulaşık makinesinde bulanık mantık kontrolü neredeyse standart bir özellik haline gelmiştir. Bulanık Mantık ve Kontrol sistemi ile makinedeki bulaşıkların toplam ağırlığı, deterjan karışımı ve kir sensörlerinden elde edilen kirlilik bilgileri vb. girdi olarak alınır. Bu bilgiler bir bulanık çıkarsama sisteminden geçirilerek en iyi güç, su ve deterjan kullanımı gibi çıktılar elde edilir.





BULANIK MANTIK KULLANMA ALANLARI

Canon firmasının bir fotoğraf makinası modeli için yaptığı tasarımda; bulanık kontrol sistemi, kameranın CCD'si tarafından sağlanan 6 netlik verisi ve lens hareketinin değişimini gösteren 6 veriyi girdi olarak kullanıyor.

Yeni bir kavram: «KURAL»

Çıkış objektifin pozisyonudur. Bulanık kontrol sistemi 13 kural kullanır ve 1,1 kilobayt bellek gerektirir.



Bulanık mantığın temel prensipleri:

Bulanık küme sözel değişkenleri göstermek için kullanılır.

Az sıcak, biraz soğuk gibi bulanık mantık üyelik fonksiyonları söz konusu bir fiziksel değişkenin (örneğin bir ortam sıcaklık seviyesinin) 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesini tanımlamak için kullanılır.

Bulanık işlemciler, bulanık ifadeler arasında mantıksal ilişkileri esas alır. Bunlarla, EĞER-İSE (IF-THEN) türünden işlem kuralları sembolik yoldan formüle edilebilir.

Bulanık mantık sistemi bir bakıma var olan bilgiden kurallara dayanarak, yeni bilgiler elde edebilme yoludur.



Bulanık Teorinin Avantajları - Dezavantajları

• **Bulanık Teorinin Avantajları**

1. İnsan düşünme tarzına yakın olması,
2. Uygulanışının matematiksel modele ihtiyaç duymaması,
3. Yazılımın basit olması dolayısıyla ucuza mal olması.
4. Bulanık Mantık eksik tanımlı problemlerin çözümü için uygundur.
5. Uygulanması oldukça kolaydır.



Bulanık Teorinin Dezavantajları

1. Uygulamada kullanılan kuralların oluşturulmasının uzmana bağılılığı,
2. Üyelik fonksiyonlarının deneme - yanılma yolu ile bulunmasından dolayı uzun zaman alabilmesi,
3. Kararlılık analizinin yapılışının zorluğu (benzeşim yapılabilir).
4. Bulanık Mantık Sistemleri öğrenemez ya da öğretilemez.



KAYNAKLAR

1. Fuzzy Logic with Engineering Applications, Ross T. J., Mc. Graw Hill, 1995, New York.
2. Fuzzy Logic Toolbox For Use with Matlab, Users Guide, Mathworks Inc.
3. <http://mathworks.com>
4. Doç.Dr. Serhat Yılmaz Kocaeli Üniv. Ders Notları
5. Bulanık Mantık #1: Bulanık Kümeler Ahmet Ataşoğlu, Jul 13, 2019
<https://ahmetatasoglu98.medium.com/bulan%C4%B1k-mant%C4%B1k-1-bulan%C4%B1k-k%C3%BCmeler-a810ffdc1620>