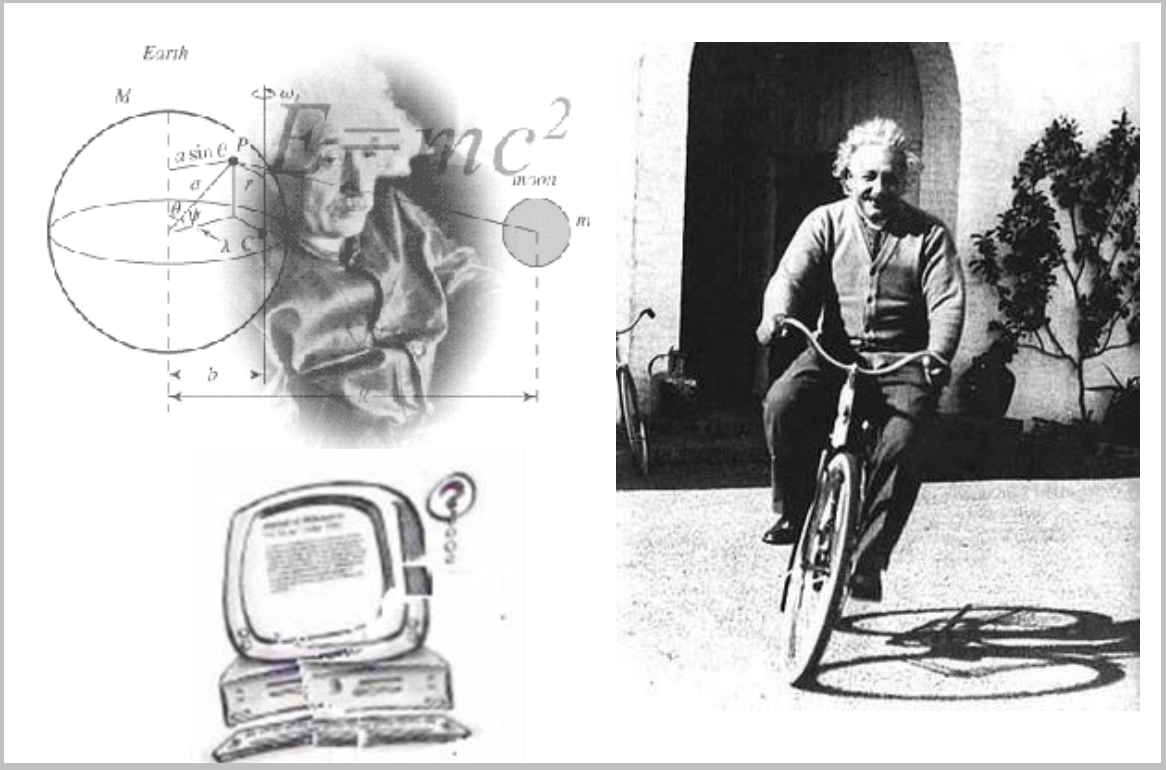
Kocaeli Üniversitesi Yayınları
Yayın No: 289

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği



BULANIK MANTIK ve MÜHENDİSLİK UYGULAMALARI

Yrd. Doç. Dr. Serhat YILMAZ

Kocaeli-2007

ÖNSÖZ

1997 yılında ilk bildirimi sunmak üzere bir konferansa katıldım. Oturumun gündemi o gün bizim için oldukça yeni ve popüler sayılabilecek bir konuydu: Bulanık mantık. Ben de dahil olmak üzere oturuma katılan hemen herkes sunumlarında bildik bir kalıbı izliyordu: Bulanık mantığın, matematiksel modeli çıkarılamayan karmaşık sistemlerde, insan bilgi ve tecrübesini taklit ederek sorunları çözmesi; belirsiz ve eksik bilgiler ışığında tutarlı sonuçlar elde edebilmesi; özellikle de doğrusal olmayan sistemlerde geleneksel yöntemler yetersiz kalırken bulanık mantığın kolayca çözüme ulaşması; üyelik fonksiyonları, iç içe geçmiş üçgenler, sözel kurallar, ardından bir uygulama örneği…Fakat oturumda hiç birimiz bulanık mantığın temel işlevleri, bu işi nasıl yaptığı, uygulama konumuzda gerçekten gerekli olup olmadığı gibi sorulara yeterli cevaplar veremedik. Bugün öğrencilerimiz, hazır paket programlarda uygulamalar yapmalarına karşın hala bulanık mantığı tam olarak kafalarında canlandıramamaktan şikayetçiler. Literatürde de sistemin matematiksel modeline ihtiyaç duymadığını vurgulamak için bulanık mantığa, kapalı kutu, karanlık kutu gibi belirsiz, gizemli anlamlar yüklenerek bu bulanıklık pekiştiriliyor.

Bulanık mantık, bir sistemi çözümlemek için matematiksel modele ihtiyaç duymayabilir. Ama kendisi, yaklaşık bilgilerle hesap yapabilmek için geliştirilmiş, matematiksel bir modeldir. İnsanların sözel yargılara varırken kullandığı mantık yürütme işini, mikroişlemci tabanlı sistemlere aktarmak için sözel ifadeleri temsil eden matematiksel fonksiyonlar oluşturur, onları mantık operatörleriyle birbirine bağlar. Girişler karşısında sonuçları belirsiz değildir. Tersine her tekrarda aynı sonuçları veren nedensel bir yapısı vardır.

Bunu yapabilmek için klasik kümeler ve klasik mantığa ait kavramlardan yararlanır ve onları geliştirerek kullanır. Bulanık kümelere veya bulanık mantığa özgü olarak kullanılan ve kafalarda ne olduğuna dair soru işareti uyandıran bir çok yeni kavram aslında klasik kümelerde ve klasik mantıkta kullandığımız ve bildiğimiz kavramların bu yeni kurama uyarlanışıdır. Bu yüzden bulanık mantıkta bir kavrama neden gerek duyulduğunu iyi vurgulayabilmek için önce kavramın bildiğimiz klasik küme veya klasik mantıkta ne olduğu ne amaçla kullanıldığı açıklanmıştır. Küçük bir ayrıntı gibi gözükmekle birlikte notasyonların gelişigüzel kullanılması kavram kargaşasına neden olmaktadır. Bu nedenle örneğin; henüz kümelerle ilgili konular anlatılırken küme, mantıkla ilgili konulara geçildiğinde ise mantık operatörleri kullanılmıştır.

Kitapta temel kavramlar verilmeye çalışırken başlangıçtan bitişe kadar her aşamada programlara başvurulmuştur. Bunun iki amacı vardır. Programlamanın pragmatik yanının, konuların kendi doğasına özgü ihtiyaç ve oluşum sırası içinde ilerlemesine, bulanık mantıkla ilgili faydasız kavramların kendiliğinden elenmesine ve okuyucunun bir kavramın ne işe yaradığını neden zorunlu olduğunu görmesine katkısı olacağını umuyorum. Ayrıca program örneklerinin okuyucunun bir mikrodenetleyici veya bilgisayar ile bağımsız kod yazabilmesi için yol gösterici olabileceğini düşünüyorum.

Kitabın ekler kısmındaki uygulamalar, Matlab'ın benzetim amaçlı Simulink ve bulanık modelleme amaçlı FIS (Fuzzy Inference System) araçlarıyla hazırlanmıştır ve bu haliyle yukarıda bahsettiğimiz amaçlarından biraz kopmuş görünebilir. Fakat gerçek sistem uygulamalarının zorlukları, burada ihtiyaç duyacağımız bilgisayar veya mikroişlemcilerin farklı diller kullanması uygulamaları modelleme ve simülasyon programları kullanarak model üzerinde konuyu fazla dağıtmadan yapmamızı zorunlu hale getirdi. Kitabın kuramsal kısmında yabancı kaynaklara başvurmam gerekliydi. Ancak, uygulamalar kısmında elimden geldiğince yerel çalışmaları ve dolayısıyla bağlantı kurabilecekleri kişileri okuyucuya vermeye çalıştım.

İlk basımı nedeniyle kitapta eksiklikler ve hatalar bulunuyor. Bunları mümkün olduğunca azaltmama yardımcı olan değerli meslektaşlarım Eylem YALÇIN ve Hakan KIRCI'ya ve değerli öğrencilerim Özlem TOPUZ, Cem KAYA ve Çağla AYDIN'a teşekkür ederim. Bu kitabı üzerimde büyük emekleri olan anneaneme ve dedeme armağan ediyorum.

Kitabın öğrencilerimize ve okuyuculara yararlı olmasını dilerim.

Serhat YILMAZ

Haziran 2007
KOÜ , Kocaeli

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM.1. Giriş **1**

BÖLÜM.2. Klasik Küme ve Bulanık Küme Kuramları **3**
2.1. Bulanık Küme Kavramına Neden İhtiyaç Duyarız? 3
2.2. Klasik Kümeler 5
2.3. Klasik Kümelerde Karakteristik Fonksiyonları 6
2.4. Bulanık Kümeler ve Üyelik Fonksiyonları 7
2.5. Üyelik Fonksiyonu Çeşitleri 9
2.5.1. Üçgenler ve Yamuklar 9
2.5.2. Gauss Üyelik Fonksiyonları 12
2.5.3. Cauchy Üyelik Fonksiyonu 13
2.5.4. S ve Z şeklindeki sigmoid fonksiyonları 15
2.5.5. Tek darbe (tek ton, singletone) fonksiyonu 16
2.5.6. Birden fazla bulanık kümenin evrensel küme üzerinde gösterimi 18
2.6. Klasik Kümeler ve Bulanık Kümelerde İşlemler 19
2.6.1. Klasik kümelerde işlemler 19
2.6.2. Bulanık kümelerde işlemler 20

BÖLÜM.3. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık **22**
3.1. Klasik mantık, modern mantık ve bulanık mantık kavramları 22
3.2. Önerme ve Mantık 23
3.3. Boole Cebrinde Mantık Operatörleri 23
3.4. Bulanık Mantık Operatörleri 26
3.5. Alternatif Bulanık Mantık Operatörleri: T-tipi S-tipi operatörler 30
3.5.1. Çarpım (Product, dot) yardımıyla mantıksal VE işlemi 31
3.5.2. Cebirsel Toplama (Veya olasılığı, Probabilistic OR) yardımıyla mantıksal VEYA işlemi 31
3.5.3. Çarpım (Product, dot) yardımıyla mantıksal GEREKTİRME işlemi 31

BÖLÜM.4. Klasik Bağıntılar (İlişkiler) ve Bulanık Bağıntılar **36**
4.1. Kartezyen Çarpım 36
4.2. Klasik Kümelerde Bağıntı 36
4.3. Klasik Bağıntılarda İşlemler 38
4.4. Bileşke Bağıntı (Kompozisyon) 39
4.5. Bileşke Bağıntı Çeşitleri 41
4.6. Bulanık Bağıntılar 42
4.7. Bulanık Kartezyen Çarpım ve Bileşke Bağıntı 43
4.8. Bileşke Bulanık Bağıntı 45

BÖLÜM.5. Kural Tabanı **47**
5.1. Kuralların klasik kümelerle ifadesi 47
5.1.1. Kuralların matematiksel bağıntı ile temsil edilmesi 47
5.1.2. Öncül önerme kısmı bileşke önerme olan kurallar 48
5.2. Kuralların bulanık kümelerle ifadesi 49
5.3. Kural Tablosu 52
5.3.1. Bulanık Denetleyiciler için Standart Mac Vicar-Whelan Kural Tablosu 53

BÖLÜM.6. Bulanık Sistemler **54**
6.1. Bulanıklaştırma 54
6.2. Bulanık Sonuç Çıkarma Sistemi (Fuzzy Inference System) 55
6.2.1. Öncül Önermelerin Bağlanması 55
6.2.2. Gerektirme İşlemi (Implication) 55
6.2.3. Kural sonuçlarının birleştirilmesi (Aggretation) 56
6.3. Durulaştırma 59
6.3.1. Ağırlık Merkezi (Centroid) Yöntemi 60
6.3.2. Alan Açıortayı (Bisector of Area) Yöntemi 61
6.3.3. En Büyükler Yöntemleri 62
6.3.3.1. En Büyük Üyelik Dereceli Elemanların Orta Noktası (Mean of Maxima(Mom)) Yöntemi 62
6.3.3.2. En Büyük Dereceli Elemanlardan Küçük Olanı (Smallest of Maxima (Som)) Yöntemi 63
6.3.3.3. En Büyük Dereceli Elemanlardan Büyük Olanı (Largest of Maxima (Lom)) Yöntemi 64
6.3.4. Diğer Durulaştırma Yöntemleri 64
6.4. Mamdani Bulanık Sonuç Çıkarma Sistemi 65
6.4.1. Mamdani Bulanık Sonuç Çıkarma Yönteminin Grafik Üzerinde Açıklanması 65
6.4.2. Mamdani Yönteminin Algoritması ve Örnek Program Kodları 67
6.4.3. Mamdani Yöntemi için Alternatif Algoritma ve Program Kodları 70
6.4.4. Mamdani Yöntemi ile girişler ve çıkış arasında oluşturulan bağıntıyı grafik olarak gösteren algoritma ve program ve algoritması 73
6.5. Takagi Sugeno Kang Bulanık Sonuç Çıkarım Sistemi 74
6.5.1. Sugeno Bulanık Sonuç Çıkarma Yönteminin Grafik Üzerinde Açıklanması 76
6.5.2. Sugeno Yöntemi için Örnek Program Kodları 76

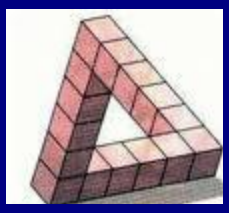
Kaynaklar **80**

Ekler:Mühendislik Uygulamaları **81**
Ek.1. Bulanık Mantık İle Klima Kontrolü 81
Ek.2. DC Motorun Bulanık Mantıkla Hız Kontrolü 84
Ek.3: Hidrolik servo sistemin bulanık mantıkla kontrolü 91
Ek.4: Çamaşır Makinesinde Devir ve Yıkama Süresi Kontrolü 94
Ek.5. Boru İçinde Top Dengeleme Kontrolü 98
Ek.6. DC Servomotor Konum Kontrolü 101
Ek.7. Otomobillerde Tasarruflu Güç Kontrolü 103
Ek.8. LR Devresi 105
Ek.9. Jeoloji Müh.'de RMR Kaya Kütle Sınıflaması için B. Mantık Yaklaşımı 107

Klasik mantıkta önermeler ya tamamen doğrudur ya da tamamen yanlıştır. Bu nedenle klasik mantığın yolundan körü körüne gittiğimizde bazen paradokslarla karşılaşırız. Örneğin Giritli Epimenides: 'Bütün Giritliler yalancıdır!' diyerek bizi çelişkiye götürür. Eğer doğruyu söylüyorsa kendi önermesinin de bir yalan olması gerekir. Ancak bu durumda da önermesi yanlış olduğundan doğruyu söylemiyor olması gerekir. Klasik mantıkta önerme hem doğru hem yanlış olamaz.



Bulanık mantıkta önermeler kısmen doğru olabilir. Epimenides'in önermesi %1 oranında doğru ve büyük oranda yanlış olabilir. Yani çok az kişi yalan söylüyordur, bunlardan biri de kendisidir. Veya %99 oranında doğru olabilir. Giritlilerin neredeyse tamamı yalancıdır. Geri kalan %1'lik doğrucu guruptan biri olarak bu önermeyi yapmış ve "Bütün Giritliler yalancıdır" demiştir.



Peki karar verme süreci insanlarda ve bilgisayarlarda nasıldır? Bilgisayarlar bu kadar yüksek işlem kapasitesine sahip olmasına rağmen belirsizlik içeren sorunları çözmekte neden güçlük çekerler? İnsanlar gerçek bir sistemi tam olarak tanımlayabilmek için gerekli tüm verilere sahip olmamaları, olsalar bile anlık olarak bunları anlayıp yorumlamaları zor olduğu halde nasıl doğru kararlar verebiliyorlar? Bir bisikletin hızını, tekerlek sürtünmesini, dönmesi gereken sokağın açı değerini, bisikletin yana kaç derece eğimle yattığını sayısal olarak bilmediğimiz halde, bisikletin üstünde nasıl dengede duruyor ve uygun bir açıyla o sokağa dönebiliyoruz? Biz bunları yaparken neden zorlanmıyoruz?



Sorumuzun cevabı insanların yaklaşık değerlerlerle karar verebilme yeteneğinde saklıdır. Sistemin yapısı karmaşık ta olsa, insanlar sistemin davranışı, eğilimi hakkında genel hatlarıyla bir yargıya varabilmektedir. Bulanık sistemler, bilgisayar ortamında insanların sınıflama ve karar verme biçimine öykünen matematiksel modellerdir.