

YAPAY ZEKA

Ömer Civalek'le Söyleşi

Buket Çelik: Sayın Civalek, hoşgeldiniz. Okurlarımıza kendinizi tanıtır mısınız?

Ömer Civalek: Teşekkür ederim. 1973 yılı Elazığ doğumluyum. 1990-1992 yıllarında iki yıl Akdeniz Üniversitesi Tıp fakültesinde öğrenciliğim oldu. Ancak mühendislik ve matematiğe olan ilgim nedeniyle oradan ayrıldım. 1996 yılında Fırat Üniversitesinde lisans ve 1998 yılında yüksek lisans derecelerini aldım. Yüksek lisans tezim yapay sinir ağları ve Fuzzy (bulanık) mantığı kullanılarak plak ve kabukların statik ve dinamik analizi üzerindedir. Pamukkale Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Mekanik Ana Bilim Dalında araştırma görevlisi olarak görev yaptım. Konu hakkında yirmiye yakın bilimsel makalem, çeşitli üniversitelerde ve kurumlarda verdiğim bazı seminerler ve konuşmalar vardır. Ayrıca, yapay sinir ağları ile çeşitli tip yapı elemanlarının analizini yapacak şekilde tarafımdan geliştirilen ve basit bir yapısı olan program vardır. Yapay zeka teknikleri ve mühendislik uygulamaları hakkında bir kitap hazırlamaktayım ve sanırım önümüzdeki yıl basılacaktır.

B.Ç.: Sayın Civalek, insan beyninin, duyularının muhteşemliğinin matematik bilimiyle birleşmesi sonucu 'Yapay Zeka Tekniği'nin ortaya çıktığını söyleyebiliriz sanıyorum. Bizlere öncelikle insan beyninin, matematik biliminin hangi yönleriyle tekniğin geliştirildiğini anlatıp 'Yapay Zeka Tekniği'nin tanımlamasını yapabilir misiniz?

Ö.C.: Aslında yapay zekanın genel bir tanımının yapılması oldukça zordur. Çünkü yapay zeka, bilgisayar bilimlerinden tıp alanına, psikolojiden finans sektörüne, askeri ve istihbarat alanından felsefeye kadar birçok disiplin ile ilişkili olup, etkileşimli bir bilim dalıdır. Bu yüzyılın ikinci yarısında temelleri atılan ve günümüzde büyük bir kitlenin üzerinde çalıştığı mantıksal programlama tekniği, pek çok problemin analizinde başarı ile kullanılmıştır. Çok farklı amaçlar (hastalık teşhisi gibi tıp alanında, uydu fotoğraflarının okunması ve belirlenmesi, strateji belirleme gibi askeri amaçlı uygulamalarda, kontrol problemlerinde, endüstriyel

uygulamalarda) için geliştirilen bu teknik, günümüzde hemen her disiplinde kullanılmaktadır.

Yapay zeka; en kısa tanımıyla; insanların birbirlerinde zekice olarak kabul ettikleri davranışlara sahip bilgisayarların yapılmasıyla ilgili bir bilgisayar bilimidir. Bu teknik, insan beyninin; düşünme, hatırlama, değerlendirme, karar verme, karşılaştırma ve daha önceki tecrübelerden yola çıkarak sonuca ulaşma gibi temel fonksiyonlarının, bilgisayar ortamında gerçekleştirilmeye çalışılmasıyla ortaya çıkmıştır.

Bir başka tanım da şöyle verilebilir: Zeki veya akıllı sistemlerin algılama, hafıza, anlama, öğrenme, sonuç çıkarma, karar verme ve düşünce üretme, öneride bulunma veya bazı uygulamalar için eylem yapma gibi özelliklerini araştıran, bunları denetleyen ve bu özelliklere sahip bilgisayarlar veya robotlar (yapay sistemler) yapmayı amaçlayan sistematik bir bilim dalıdır.

B.Ç.: 'Yapay Zeka Tekniği' çalışmalarını ne zaman ve kimin tarafından başlatılmıştır?

Ö.C.: Son elli yıldaki teknik ilerlemelerin en önemlilerinden biri hızlı sayısal bilgisayarlar olmuştur. Bu bilgisayarlar, doğuşlarına katkısından dolayı, bazen büyük matematikçi Von Neumann'ın adıyla anılır. Bilgisayarlar da, beyin gibi sayılar ve simgelerle işlem gördüklerinden, beyin, çok kompleks bir Von Neumanın bilgisayarı olarak düşünülebilir. Ancak, bir bilgisayar işlemcisinin (CPU) temel elemanı olan bir transistörün

John Von Neumann (1903 - 1957)



John von Neumann Berlin Üniversitesinde kimya, İsviçre Teknik Yüksek Okulu'ndan kimya mühendisliği diploması, 1926 yılında Budapeşte Üniversitesi'nden matematik doktora aldı. Matematik incelemelerine yeni bir saha getiren "Oyunlar Teorisi"ni geliştirdi. Bu yaklaşımı sadece şans ve strateji oyunlarına değil, aynı zamanda ekonomi, askeri strateji ve sosyoloji gibi önemli alanlara da uygulandı. Kuantum fiziği ile uğraştı. ABD Nükleer Araştırma Merkezi'nde çalıştı.

"ENIAC"ı 1945'te savaş sona ererken tamamladı. Ardından MANIAC ve NORC tasarladı ve üretti.

birkaç girişi ve çıkışı olmasına rağmen, ortalama bir nöronun bir kaç yüz ile on binler arasında girişi ve bir o kadar da akson bağlantısı vardır. Diğer yandan, bilgisayarlarda işlemler ardışık iken beyinde işlemler paraleldir. Örneğin, her bir gözden beyne giden bir milyon kadar aksonun hepsi aynı anda çalışmaktadır. Beynin, buna benzer pek çok üstünlüğü, konu ile ilgili, kuramcıların ilgisini çekmiştir. Bu konudaki gelişmeler başlangıçta çok kısıtlı bir kesimi ilgilendirse de, günümüzde hemen bütün disiplinlerde yapay zeka uygulamaları ağırlığın hissettirmekte; bilim, endüstri, tıp ve askeri alanlarda bu konuya büyük ödenekler ayrılmaktadır.

B.Ç.: Beynin çalışması ile yapay zeka uygulamaları arasındaki paralelliklerden biraz söz eder misiniz?

Ö.C.: Tabii ki. Beynin biyolojik ve işlevsel kapasitelerinin zenginliği her zaman onun nasıl çalıştığı konusunda bir merak uyandırmıştır. Beyin hipotezinin sınanması sürecinde, beyin hipotezi içinde önerilen işlevlerini nasıl yerine getirdiği konusunda, çeşitli görüşler ortaya atılmıştır. Bu amaçla onun pek çok modeli yapılmış ve hala bu çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmalar; çoğu kez kısaca yapay zeka (Artificial Intelligence = AI) olarak adlandırılmaktadır.

B.Ç.: Şimdi tekrar tarihsel gelişimine dönebiliriz?

Ö.C.: 1956 yılında yapay zeka konusunda düzenlenmiş olan ve Dartmouth Konferansı olarak bilinen konferansta John McCarthy ilk olarak “yapay zeka” ifadesi kullanılmıştır. Takip eden yıllarda ise bu çalışmalar daha sistematik olarak sırasıyla

- Uzman sistemler,
- Yapay sinir ağları,
- Fuzzy mantığı,
- Genetik algoritmalar şeklinde alt dallara ayrılmıştır.

Her sorunu çözecek genel amaçlı program yerine belirli bir uzmanlık alanındaki bilgiyle desteklenmiş programlar kullanma fikri yapay zeka alanında yeni bir çığır açmıştır.

Daha önce ki yıllarda McCulloch ve Pitts tarafından yapılmış önemli çalışmaları da anmak gerekir. Bu araştırmacıların önerdiği yapay sinir hücrelerini kullanan hesaplama modeli, önermeler mantığı, fizyolojik ve Turing’in hesaplama kuramına dayanıyordu. Herhangi

Alan Mathison Turing (1912 - 1954)



Bir matematikçi olan Alan Turing bilgisayar alanının büyük öncülerindendir. Günümüzde “Turing makinesi” ve “Turing testi” ile anılır. Matematiksel algoritmayı dijital bilgisayarlara uygulamıştır. Araştırmaları yapay zeka alanının doğal yaratılması ve makineler arasındaki ilişkiyi yoğunlaştırmıştır. Turing dijital bilgisayar kavramının gelişmesine öncülük etmiştir.

Günümüzde bilgisayar bilimcileri hala onun makalelerinden yararlanmaktadır...

bir hesaplanabilir fonksiyonun sinir hücrelerinden oluşan ağlarla hesaplanabileceğini ve mantıksal “ve” ve “veya” işlemlerinin gerçekleştirilebileceğini gösterdiler. Bu ağ yapılarının uygun şekilde tanımlanmaları halinde öğrenme becerisi de kazanabileceğini öne sürdüler. Hebb, sinir hücreleri arasındaki bağlantıların şiddetlerini değiştirmek için basit bir kural önerince, öğrenebilen yapay sinir ağlarını gerçekleştirmek de olası hale gelmiştir.

1950’lerde Shannon ve Turing bilgisayarlar için satranç programları yazıyorlardı. İlk yapay sinir ağı temelli bilgisayar SNARC, MIT’de Minsky ve Edmonds tarafından 1951’de yapıldı. Çalışmalarını Princeton Üniversitesi’nde sürdüren Mc Carthy; Minsky, Shannon ve Rochester’le birlikte 1956 yılında Dartmouth’da iki aylık bir çalışma toplantısı düzenledi. Bu toplantıda bir çok çalışmanın temeller atılmakla birlikte, toplantının en önemli özelliği Mc Carthy tarafından önerilen “yapay zeka” adının konmasıdır. İlk kuram ispatlayan programlardan Logic Theorist (mantık kuramcısı) burada Newell ve Simon tarafından tanıtılmıştır. Daha sonra Newell ve Simon, “insan gibi düşünme” yaklaşımına göre üretilmiş ilk program olan General Problem Solver (genel sorun çözücü)’ı geliştirmişlerdir.

Simon, daha sonra fiziksel simge varsayımını ortaya atmış ve bu kuram, insandan bağımsız zeki sistemler yapma çalışmalarıyla uğraşanların hareket noktasını oluşturmuştur.

B.Ç. : Yapay Zeka Teknikleri nelerdir ve bu teknikler hangi alanlarda kullanılmaktadır?

Ö.C.: Genel adıyla yapay zeka (Artificial Intelligent) olarak bilinen;

- Tavlama Benzetimi (Simulated Annealing),
- Uzman Sistemler (Expert Systems),
- Bilgisayarlı Görme (Computer Vision),
- Konuşma Tanıma (Speech Recognition),
- Yapay Sinir Ağları (ANN: Artificial Neural Networks),
- Bulanık Mantık (Fuzzy Logic),
- Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms),
- Kaotik Modelleme,
- Robotik
- Bunların bir veya birkaçının kullanılmasıyla oluşturulan hibrid (karma) sistemler

başlıca teknikleri oluşturmaktadır.

Son on yıldır mühendislik problemlerinin tasarımı ve analizinde etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır. Aslında bunların her biri başlı başına bir konu olup ben eğer izin verirseniz sadece burada çok temel kavramlar üzerinde durmaya çalışacağım:

FUZZY (BULANIK) KÜME KURAMI

Bulanık Mantık (Fuzzy Logic)

Biraz uzun olmakla birlikte öncelikle “Bulanık Mantık”tan (Fuzzy Logic) söz edeceğim. Diğer teknik-

ler bu çerçeve içinde daha rahat anlaşılacaklardır.

Öncelikle bilginin bu süreç içinde geçirdiği evrimi gözler önüne sermeye çalışalım.

Çağımızda bilginin yönetimi, işlenmesi ve geliştirilmesi önemli bir olay. Bilginin insanlar tarafından değerlendirilmesi en genel haliyle iki aşamada incelenebilir. (1) Dünyadaki karakterleri bilmek ve sonra (2) Bilginin kendisinin karakterini bilmek. İkinci düşünce aşaması, birincinin başarısızlığından doğmuştur. İkinci tarz düşüncenin oluşumu, bilginin mümkün olmasının içinde yapılan ve mümkün olmanın limiti (sınırları) içinde olan bir araştırmadır.

Bilginin evrimi içindeki diğer bir aşama ise, onun değerlendirilmesi ve sistematik olarak sınıflandırılmasıdır. Buna ilaveten “bilgi” terimin farklı disiplinlerde farklı anlamları olup değerlendirilmesinde buna dikkat edilir. Bir işlem süresinde hassasiyet yine her disiplin için farklı farklı anlamlardadır. Yani, bilginin anlamı izafidir. Örnek olarak 250°C sıcaklık bilgisinin, bir meteoroloji uzmanında uyandırdığı etki ile bir mühendiste veya bir hekimde uyandırdığı etki farklı farklıdır. Bu bilgi, yani 250°C sıcaklık ifadesi, kimyasal bir işlem için çok hassas bir kontrol gerektirse de, örneğin inşaat mühendisliğinde bu değer o kadar hassas bir ölçüm gerektirmeyebilir. Çünkü, bir yapı elemanının dayanımında, kaybedilen sıcaklık derecesi on binler mertebesinde bir hassasiyet gerektirmeyebilir. Oysa sıcaklığa duyarlı hassas bir “on/off” devresinde sıcaklığın kontrolü çok hassas bir ölçüm gerektirebilir. Yani sıcaklık bilgisini değerlendirilmesi ve işlenmesi onun kullanım alanı ile de doğrudan ilgili olmaktadır.

Tabiattaki olayların biri birine göre rölatif değişimler göstermesi, bilginin değerlendirmesinde göz önüne alınması gereken bir kriterdir. Bununla birlikte tabiatta, yani gerçek dünyada var olan olaylar, bir birinden çok kesin çizgilerle ayrılmamakta ve bir sebep-sonuç ilişkisi içinde gelişmektedir. Bu ilişki pek çok parametreyi içermektedir. Yani tabiattaki olaylar kesin çizgileri olmayan kompleks sistemlerdir. Bir başka ifadeyle, gerçek dünya esnektir.

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı ilk kez, California Berkeley Üniversitesinden Prof. Lotfi A. Zadeh’in 1965 yılında makalelerini yayınlamasıyla bilim dünyasına girmiştir. Saçaklı mantık olarak da anılır. O tarihten sonra önemi gittikçe artarak günümüze kadar gelen bulanık mantık, belirsizliklerin anlatımı ve belirsizliklerle çalışılabilmesi için kurulmuş katı bir matematik düzen olarak tanımlanabilir.

Bilindiği gibi istatistikte ve olasılık kuramında, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır ama insanın yaşadığı ortam daha çok belirsizliklerle doludur. Bu yüzden insanoğlunun sonuç çıkarabilme yeteneğini anlayabilmek için belirsizliklerle çalışmak gereklidir. Bilgisayarlar insan beyni gibi akıl yürütemezler. Bilgisayarlarda (0) ve (1) dizilerine indirgenmiş kesin gerçekler ve doğru ya da yanlış olan önermeler kullanılır. İnsan beyni ise,

“serin hava”, “düşük hız”, “yüksek dayanım” gibi belirsizlik ya da değer yargılarını içeren bulanık anlatım ve iddiaların üstesinden gelebilecek biçimde akıl yürütülebilir. Ayrıca insan, bilgisayarlardan farklı olarak, hemen her şeyin, ancak kısmen doğru olduğu bir dünyada akıl yürütmek için sağduyusunu kullanır.

Bulanık Küme (Fuzzy Set)

Bulanık mantıktan hareketle “bulanık küme teorisi”, klasik küme teorisine alternatif olarak ortaya atılmıştır. Zadeh çalışmasında klasik küme teorisinin tanımlayamadığı kümelerden hareket ederek, bu tanımlara ulaşmanın yollarını aramıştır.

Zadeh’e göre gerçek dünyada bir kümenin (uzayın) elemanları arasındaki ilişkiler kesin olarak tanımlanamamaktadır. Bundan dolayı sözü edilen kümede ortaya atılan problemler kolaylıkla çözülememektedir. Klasik küme teorisinden kaynaklanan bu problem, klasik mantığın kabulü olan (var-yok) çiftinin ara değerlerini tanımlamakla yok edilebilir. Bununla beraber, tarihte benzer bir yaklaşımla problemlere çözüm getiren felsefeci ve düşünürler de mevcuttur. Bulanık küme teorisinin ortaya atılmasından sonra, Zadeh 1978’de yayınladığı çalışmalarında, bulanık küme teorisinin, en büyük yaklaşımla insanın karar verme sistemini modelleyebilecek yeterlilikte olduğu fikrini ortaya atmıştır. Bulanık mantık ile önermeler mantığı arasındaki temel fark, bilinen anlamda önermeler mantığının sadece uç değerler (0) ve (1) üzerinden işlem yapmasıdır. Klasik matematiksel mantık yöntemleriyle karmaşık sistemleri modellemek ve kontrol etmek işte bu nedenle zordur. Çünkü veriler matematiksel mantıkta değerler tam olmalıdır. Bulanık mantık, kişiyi bu zorunluluktan kurtarır ve analog, içeriğe bağlı bir tanımlama olanağı sağlar. Bir kişi için 38.5 yaşında demektense sadece orta yaşlı demek bir çok uygulama için yeterli bir veridir. Böylece ihmal edilemeyecek ölçüde bir bilgi indirgenmesi söz konusu olacak ve matematiksel bir tanımlama yerine daha kolay anlaşılabilen niteliksel bir tanımlama yapılabilecektir.

Yani bulanık mantık, belirsiz bir dünyanın gri, sağduyulu resimlerini üretmeleri için bilgisayarlara yardımcı olan bir makine zekası biçimidir. Bulanık mantığın kilit kavramını, mantıkçılar, ilk olarak 1920’lerde “Her şey bir derecelendirme sorunudur” diyerek ortaya attılar.

Bulanık mantıkta fuzzy kümeleri kadar önemli bir diğer kavram da “linguistik değişken” kavramıdır. Linguistik değişken, “uzun” veya “kısa” gibi kelimeler ve ifadelerle tanımlanabilen bir değişken için “uzun”, “kısa” ve “çok uzun” ifadelerini alabilir. Bu üç ifadenin her biri ayrı ayrı fuzzy kümeleri ile modellenir. Bulanık mantığın uygulama alanları çok geniştir. Sağladığı en büyük yarar ise insana özgü olan tecrübe ile öğrenme olayının kolayca modellenebilmesi ve belirsiz kavramların matematiksel olarak ifade edilebilmesine olanak sağlamasıdır. Bu nedenle, lineer olmayan sistemlere yaklaşım yapabilmek için özellikle uygundur.

Fuzzy kuramının merkez kavramı, fuzzy kümeleridir. Küme kavramı kulağa biraz matematiksel gelebilir ama anlaşılması kolaydır. Örneğin “orta boy” kavramının inceleyecek olursak, bu kavramın sınırlarının kişiden kişiye değişimler gösterdiğini görürüz. Kesin sınırlar söz konusu olmadığı için kavramı matematiksel olarak da kolayca formüle edemeyiz. Ama genel olarak 160 cm ile 170 cm uzunlukları orta boy sınırları olarak düşünülebilir. Bu kavramı grafik olarak ifade etmek istediğimizde bir kümeye üye alma grafiği ile karşılaşırız ve kavramı içinde hangi değerin hangi ağırlıkta olduğunu gösterir. Bir fuzzy kümesi kendi “üyelik fonksiyonu” ile açık olarak temsil edilebilir. Bu üyelik fonksiyonu (0) ile (1) arasındaki her değeri alabilir.

Böyle bir üyelik fonksiyonu ile “kesinlikle üye” veya “kesinlikle üye değil” arasında istenilen incelikte ayarlama yapmak mümkündür. Bulanık mantık, adından anlaşılabilir gibi mantık kurallarının esnek ve bulanık bir şekilde uygulanmasıdır. Klasik (boolean) mantıkta bildiğiniz gibi, “doğru” ve “yanlış” ya da “1” ve “0” lar vardır, oysa bulanık mantıkta, ikisinin arasından bir yerde olan önermeler ve ifadeler izin verilebilir ki, bu, gerçek hayata baktığımızda hemen hemen hiçbir şey kesinlikle doğru veya kesinlikle yanlış olmadığı gerçeği ile uyumaktadır. Gerçek hayatta önermeler genelde kısmen doğru veya belli bir olasılıkla doğru şeklinde değerlendirilir. Bulanık mantığa da zaten, klasik mantığın gerçek dünya problemleri için yeterli olmadığı durumlar dolayısıyla ihtiyaç duyulmuştur.

Bulanık mantığın sistemi şu şekildedir: Bir ifade tamamen yanlış ise klasik mantıkta olduğu gibi (0) değerindedir, yok eğer tamamen doğru ise (1) değerindedir. Ancak bulanık mantık uygulamalarının çoğu bir ifadenin (0) veya (1) değerini almasına izin vermezler veya sadece çok özel durumlarda izin verirler. Bunların dışında tüm ifadeler (0)’dan büyük (1) den küçük reel değerler alırlar. Yani değeri 0.32 olan bir ifadenin anlamı %32 doğru %68 yanlış demektir. Bulanık mantığın da klasik mantıkta olduğu gibi operatörleri vardır; örneğin “and”, “or”, “not”... Ancak bunlar kendine has işlemlerdir. Örneğin, başka yaklaşımlarda olmasına rağmen “and” işlemi genelde çarpma olarak veya “not” işlemi de 1’den çıkarma şeklinde ifade edilir. Basit olarak bir bulanık denetleyicinin yapısına baktığımız zaman; bulandırıcı, çıkarım motoru, veri tabanı, kural tabanı ve durulandırıcı olmak üzere beş ana bölümden oluştuğunu görürüz.

B.Ç.: Bulanık mantık ve bulanık kümelerin, yapay zeka bağlamında uygulama alanları ve avantajlarını da dile getirir misiniz?

Ö. C.: Geliştirilen son teoremler bulanık mantığın, ilke olarak, ister mühendislik ister fizik, ister biyoloji ya da ekonomi olsun, her türlü konuda “sürekli sistemleri” modellemek üzere kullanılabileceğini göstermektedir. Çoğu alanda, bulanık mantıklı sağduyu modellerinin

standart matematik modellerinden daha yararlı ya da kesin sonuçlar verdiği görülmektedir. Bulanık mantık, “sıcak” ya da “hala kirli” gibi kavramlar kullanır ve bu sayede, hangi hızla çalışacağına ya da programlandığı bir aşamadan diğerine ne zaman geçeceğine kendisi karar veren havalandırma, çamaşır makinesi ve benzeri aygıtları yapabilmeleri için mühendislere yardımcı olur. Matematikçilerin elinde bir sistemin girdilerine yanıt verecek özel algoritmalar bulunmadığında, bulanık mantık, belirsiz niceliklere başvuran “sağduyulu kurallar” kullanarak sistemi denetleyebilir ve betimleyebilir. Bilinen hiçbir matematiksel model, bir kamyonun yükleme yerinden park yerine gidişini, kamyonun hareket noktası rasgele seçilebiliyorsa, yönetemez. Oysa gerek insan, gerekse bulanık mantık sistemleri “kamyon biraz sola dönerse sen de biraz sağa çevir” gibi pratik, ancak kesinlik taşımayan kurallar kullanarak bu doğrusal olmayan kılavuzluk işlemini gerçekleştirebilir.

B.Ç.: Bulanık mantık, yapay zeka konusunda önemli uygulamalar için bir başlangıç noktası sağlıyor bize. Bunu gördük. Ya diğer teknikler? Örneğin “genetik algoritma” dendiğinde ne anlamamız gerekiyor ve bunun uygulamadaki yeri nedir?

GENETİK ALGORİTMALAR

Ö. C. : Kısaca tanımlanması gerekirse, genetik algoritmalar en genel anlamda, biyolojik sistemlerle benzer olarak, evrimin bilgisayarlara uygulanmasıyla oluşan basit bir sistemlerdir. Genetik algoritmalar, evrim teorisinden esinlenerek geliştirilmiş, seçim ve yeniden üretim operatörlerini kullanarak arama uzayındaki yeni noktaların belirlendiği, popülasyon esasına dayalı arama, optimizasyon ve yapay öğrenme algoritmalarıdır. Bu algoritmalarda, problemin potansiyel çözüm kümeleri, kromozom benzeri veri yapılarına dönüşür ve bu veri yapılarına bazı genetik işlemler (yeniden üretim, çaprazlama, değişim) uygulanarak değişim yeni çözümler üretilir.

Genetik biliminde, kromozomlar canlılarla ilgili kritik bilgilerin saklandığı birimlerdir. Genetik algoritmalarda ise, çözümü istenen problemle ilgili bağımsız değişkenler, problemin kritik bilgilerini oluşturur. Genetik algoritma, problem için, bilgisayar hafızasında oluşturulan alternatiflerin veya genetik algoritma terminolojisiyle, kromozomların en uygun çözüm için seçilime tabi tutulması, yani oluşacak kombinasyonlar içinde en uygun olanın seçimi işlemidir. Dolayısıyla genetik algoritma biraz farklı olmakla beraber bir stokastik araştırma metodudur.

B.Ç.: Genetik algoritma tekniği nasıl çalışmaktadır?

Ö. C. : Genetik algoritma tekniğiyle bir problemin analizinde çözüm uzayı sonsuz sayıda nokta ile taranmaktadır. Yani oluşturulan bireyler (çözüm adayları), çözümü gerçekleyen en uygun bireyin bulunması için bir tür yapay seçilime uğratılmaktadır. Ancak gene-

tik algoritmada matematiksel tekniklerde olduğu gibi çözüm uzayının araştırılmasında bazı özel tekniklere (türev, enerji metotları vb) başvurmaya gerek yoktur. Çünkü genetik algoritma daha çok deterministik olan bir bölge ve/veya alan üzerinde randomize edilmiş operatörler kullanmakta ve çözüm için, örneğin optimizasyon (eniyeleme) problemlerinde yerel bir uçdeğeri hiçbir zaman çözüm gibi kabul etme hatasına düşmemektedir. Genetik algoritma, bilgisayar üzerinde oluşturulan bir tür evrim şeklidir. Değişik planlama teknikleri, bir fonksiyonun optimizasyonu, lineer olmayan sistemlerin çözümü, ardışık değerlerin tespiti gibi pek çok problem tiplerini içine alan geniş bir uygulama alanına sahiptir. En genel çerçevede genetik algoritmalar, biyolojik sistemlere benzer olarak, evrimin bilgisayar ortamında bir tür yazılım tekniğiyle gerçekleştirilmesidir. Genetik algoritmaların yazılım vasıtasıyla belirli bir program için geliştirilmesinde mümkün olan pek çok alternatif standartlaştırılmıştır:

- Uygun bireylerin seçilmesi,
- Başlangıç popülasyonunun oluşturulması ve değerlendirme,
- Gen havuzunun oluşturulması,
- Çaprazlama ve mutasyon,
- Yeni popülasyonun oluşturulması.

Genetik algoritma tekniğinin uygulandığı ve başarılı sonuçlar verdiği problem tipleri daha çok klasik programlama teknikleri ile çözülmemeyen veya çözüm süresi çok uzun olan problemlerdir. Bunlar:

- Doğrusal olmayan denklem sistemlerinin çözümü,
- Optimizasyon,
- Üretim planlanması,
- Çok parametrelili fonksiyonların optimizasyonudur.

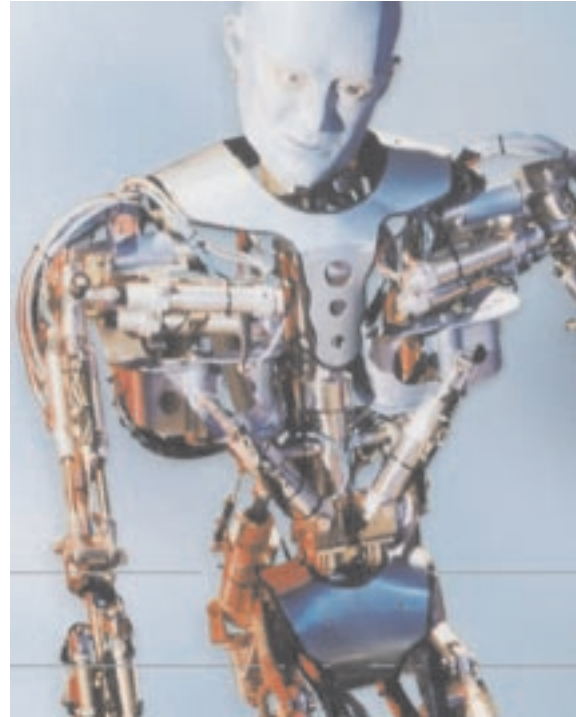
B.Ç.: Biraz da genetik algoritmanın tarihçesinden söz edersek...

Ö.C.: Genetik algoritma konusunda yapılan çalışmalar henüz yenidir. Bu konudaki ilk çalışmalar genetik algoritmanın kurucusu sayılan Holland tarafından yapılmıştır. Holland tabiatta gerçekleşen seçimden, yani en uygun ve en güçlü bireyin elde edilmesi fikrinden hareket ederek bunu bilgisayar ortamında gerçekleştirmeyi düşünmüştür. Holland çalışmalarının sonucunu 1975 yılında yayınladığı bir kitapta toplamıştır. Sadece bir mekanik yapının öğrenme kabiliyetinin geliştirilmesini böylesi yapıları bünyesinde bulunduran toplulukların, genetik süreçlerden geçerek en uygun bireyler (en uygun çözüm) oluşturmasını incelemiştir. Ancak Holland'ın çalışmaları tamamıyla bilgisayar ortamında böylesi bir çalışmanın nasıl gerçekleştirileceği ve uygulanabilirliği hakkında yeterli bilgiler içermemiştir. Daha sonra Goldberg genetik algoritma tekniği kullanarak, gaz boru hatlarının denetimi üzerine, bu tekniğin pratik uygulamaları hakkında fikir verici ilk çalışmayı

yapmıştır. Daha sonra yine Goldberg, mühendislik sistemlerinin optimum boyutlandırılmasında genetik algoritma tekniğinin nasıl kullanılacağını temel prensipleriyle vermiştir. Düzlem çerçeve elemanlarının bu teknikle optimizasyonu başarıyla verilmiştir. Rüzgar türbinlerinin optimum pozisyonu için genetik algoritma tekniği kullanılmış ve böylece tekniğin kullanım potansiyeli artmıştır. En genel anlamda genetik algoritma, tabiatta evrim yoluyla oluşan çeşitlilik ve en sağlıklı bireylerin yaşaması ilkesinin, yani doğal seçilimin bilgisayar ortamında belirli bir yazılımla gerçekleştirilmesidir. Başarısız olan bireylerin yerini başarılı olan yenileri alınmakta, kendi aralarında randomize olarak çiftleştirilmekte ve yeni topluluklar oluşturulmaktadır. Daha sonra, yeni topluluk, bir önceki grubun adı ile değiştirilerek belirli bir jenerasyon sayısına kadar (klasik programlamadaki sayaç gibi) devam etmektedir. İşlem, başarılı bireylerin uygun çıktıyı üretmesine dek devam etmektedir.

B.Ç.: Genetik algoritmanın diğer tekniklere göre avantajı ve dezavantajları nelerdir?

Ö.C.: Genetik algoritmalarda herhangi bir problemi modellemek ve çözmek için herhangi bir özel forma veya bilgiye gerek yoktur. Klasik optimizasyon tekniklerinde problemin çözümü için tek noktalı bir yaklaşım yeterlidir. Ancak genetik algoritma başta da belirttiğimiz gibi, çözüm uzayını sonsuz sayıda nokta ile taramaktadır. Genetik algoritma, dinamik programlama sınıfına dahil olduğundan, karmaşık problem tipleri için çok uygun bir yapı teşkil eder ve problemin çözümü için çok etkili bir çözüm uzayı oluşturur. Genetik algoritma, süresizlik gösteren problemler için çok uygun



sonuçlar vermektedir. Yine kafes ve çerçeve elemanların şekil ve ağırlık optimizasyonunda etkili olarak kullanılabilir.

Bütün bu olumlu tarafları yanında genetik algoritma tekniğinin bazı dezavantajları vardır. Genetik algoritma sınırlı büyüklükler üzerinde araştırma yaptığından, sonuçlarda bazı seçme hataları olabilmektedir. Bunun yanında popülasyon büyüklüğünün seçilmesi sırasında, kromozom uzunluğu ve mutasyon işlemleri dikkate alınmadığı takdirde çözüm süresi uzamakta ve program bir kısır döngüye girebilmektedir. Genetik algoritmaların temelinde mümkün olan birçok varyans olmasına rağmen, topluluk üzerinde icra edilen belli başlı işlemler rölatif olarak standartlaştırılmıştır. Bu işlemler üç aşamadan oluşmaktadır:

- Bireylerin uygunluklarının değerlendirilmesi,
- Gen havuzunun oluşturulması,
- Rekombinasyon
- Mutasyon.

Genetik Algoritmanın Uygulandığı Alanlar ise,

- VLSI yonga tasarımı,
- Fabrika üretim planlaması,
- Sınav/ders programı hazırlama,
- İş ve/veya yatırım programı hazırlama,
- Doğrusal olmayan denklem sistemlerinin çözümü,
- Kafes sistemlerin optimizasyonu,
- Rüzgar türbinlerinin optimizasyonu,
- Borsa ve ekonomik işlemler,
- Askeri uygulamalar (strateji belirleme),
- Şebekeler için (kablo, içmesuyu, kanalizasyon, elektrik, yol vb.) en uygun çözümün bulunması.

Ülkemizde bu konuda önemli çalışmalar yapılmaktadır. ODTÜ’de Prof. Dr. Fuat Erbatur ve ekibi bu konuda öncü çalışmalara imza atmışlardır.

YAPAY SİNİR AĞLARI

B.Ç.: Biyolojinin “genetik” kavramı gibi “sinir ağları” da yapay zeka tekniklerinden birine esin kaynağı olmuştur. “Yapay Sinir Ağları” nedir?

Ö.C.: Yapay sinir ağları, insan beyninin temel birimi olan nöronlara benzer olarak teşkil edilen yapay nöronların farklı topoloji ve ağ modelleriyle birbirine bağlanmasıyla oluşan karmaşık sistemlerdir. Bir yapay sinir ağı, birbiriyle etkileşim içindeki pek çok yapay nöronun paralel bağlı bir hiyerarşik organizasyonudur.

Beynin en önemli işlevlerinden birisi de insanın çevresinde olanları öğrenmesi ve denediği bilgileri daha sonra kullanmak üzere depolamasıdır. Çevreden gelen uyarıların değerlendirilmesi ve uygun davranışların geliştirilmesi öğrenme yoluyla olmaktadır. Öğrenilen

bilginin saklanması ise bellek sağlar. Öğrenme çok geniş bir kavram olup görme, işitme, dokunma, tat ve doku duyguları ile algılanan uyarıların ilişkilendirilme, tekrarlama gibi birden çok beyin işlemi sonucu gerçekleşir. Öğrenmenin doğrudan bir ölçümü yapılamamakta ancak ortaya çıkan davranış değişiklikleri ile değerlendirilebilmektedir.

Nöral hesaplama algoritmik programlamaya bir seçenek oluşturan, temel olarak yeni ve farklı bir bilgi işleme tekniğidir. Programda adım adım yürütülen bir yöntemin verilmesi yerine nöral ağ ilişkilendirmeyi yapan iç kurallarını kendi üretir ve bu kuralları, sonuçları örneklerle karşılaştırarak düzenler. En genel anlamda yapay sinir ağları, ileri beslemeli ve geri beslemeli ağlar şeklinde iki ana grupta düşünülebilir. İleri beslemeli ağlarda nöronlar; girdi, saklı ve çıktı olarak adlandırılan katmanlar vasıtasıyla organize edilir. Her bir katmandaki nöronlar, bir sonraki katman nöronları ile bağlantılı ağırlıkları vasıtasıyla ilişkilidir. Ancak katmanların kendi aralarında herhangi bir bağlantı yoktur. Bilgi, girdi katmanından çıktı katmanına doğru ilerler. Buna aktivasyon yönü de denilir. Bu tür ağlar deneysel öğrenme teknikleriyle eğitilir.

Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme ve Ağı Eğitilmesi

Yapay sinir ağları klasik programlama gibi belirli bir algoritma çerçevesinde programlanmazlar. Sinir ağları insanlar gibi örnekler ile eğitilirler. Yapay sinir ağlarının öğrenmesi bir çocuğun öğrenmesi gibidir. Sıcak bir nesneye dokunmaması gerektiğini deneyerek öğrenen çocuklar, zamanla daha az sıcak olan bir cisme dokunabilme cesaretini gösterirler ve sıcak süt dolu bardağı elleriyle tutarlar. Yani çocuk sıcaklık bilgisini öğrenmiş olmaktadır. Yapay nöronlar da benzer olarak, mevcut örnek kümesi üzerinde girdi ile çıktı arasındaki bağıntının ağırlıklarının değiştirilmesiyle eğitilirler. Sunulan girdi kümesi için, transfer fonksiyonu tarafından sağlanan değerlere cevap olarak bağlantı ağırlıklarının tamamının veya bir kısmının, istenen çıktı ile ağ çıktısı arasındaki farkın belirli bir değere düşüncüye kadar değiştirilmesidir. Bu amaçla günümüze kadar çeşitli öğrenme algoritmaları geliştirilmiştir. Bunlar;

- Temel olarak denetimi öğrenme,
- Denetimsiz öğrenme
- Takviyeli öğrenme

olarak üç ana gruba ayrılır. Denetimli öğrenmede sinir ağına hem girdi hem de çıktı değerleri sunulur. Ağı ürettiği çıktı ile istenen çıktı arasındaki fark sıfır veya ona yakın bir değere gelinceye kadar ağırlıklar değiştirilir. Bu tür öğrenme modelini kullanan ağlar

- Perceptron ve ilişkili hafızalar,
- Takviyeli öğrenme,
- Stokastik öğrenme,
- Vektör nicelik öğrenmesi,

- Delta ve genelleştirilmiş delta kuralı,
- Geri yayılma algoritması, stokastik öğrenme.

Denetimsiz öğrenmede ağa sadece girdi vektörü uygulanır. Girdi değerlerine uygun bir çıktı üretilinceye kadar bağlantı ağırlıkları değiştirilir. Bu metod;

- Görüntü işleme,
- İşaret işleme
- Kontrol problemlerinde etkin olarak kullanılır.

Kohonen'in kendini düzenleyen uzaylar ve "Adaptif Rezonans Teorisi (ART)" denetimsiz öğrenmeye örnek olarak verilebilir. Takviyeli öğrenmede ise giriş değerlerine karşılık gelecek uygun çıktıların elde edilmesi sırasında ağırlıkların en uygun değerlerinin bulunmasında genetik algoritmalar veya optimizasyon yöntemleri kullanılır. Böylece ağırlıklar optimize edilmektedir. Bunların dışında hibrit (karma) öğrenme algoritmaları da geliştirilmiştir.

Yapay Sinir Ağlarını Genel Özellikleri

Paralellik: Alışlagelmiş bilgi işlem veya klasik programlama tekniklerinin büyük bir çoğunluğu seri işlemlerden oluşmaktadır. Bu tarz çalışma, paralel bilgi işlem tekniği yanında çok yavaş kalmaktadır.

Hata Toleransı: Klasik programlama tekniğinde, herhangi bir işlem elemanın herhangi bir nedenle devre dışı kalması, programı tamamıyla etkisiz bir hale getirir. Ancak yapay sinir ağlarında, bir elemanın devre dışı kalması performansta ciddi bir düşüşe neden olmaz.

Gerçekleşen Kolaylığı: Yapay sinir ağı, karışık fonksiyonlar yerine basit işlemleri içerdiği için gerçeklemek daha kolaydır.

Yerel Bilgi İşleme: Yapay sinir ağlarında her bir işlem birimi, çözülecek problemin tümü ile ilgilenmek yerine, sadece problemin bir parçası ile ilgilenmektedir. Hücreler çok basit işlemler yapmalarına rağmen, sağlanan görev paylaşımı sayesinde çok karmaşık ve zor problemler çözülebilmektedir.

Hız: Klasik programlama sayısal işlemlerde hızlı ise de çeşitli problem tiplerinde (karakter tanıma, simülasyon, sinyal işleme vb.) mantıksal programlama daha üstündür. Yani bilgi işlemede günümüzdeki en önemli etken hızdır. Örneğin insan beyninin eş zamanlı çalışması ve hızı günümüz teknolojisine sahip bilim adamlarını şaşırtmaktadır. Yapay sinir ağları klasik programlamadan kat kat daha hızlı veri işleyebilmekte ve sonuçlandırtabilmektedir.

Öğrenebilirlik: Alışlagelmiş veri işleme yöntemlerinin çoğu programlama yolu ile hesaplamaya dayanmaktadır. Bu yöntemler ile tam olarak tanımlanamamış bir problem çözülemez. Buna ilaveten herhangi bir problemin çözümü için probleme yönelik bir algoritma geliştirmek gerekmektedir. Yapay sinir ağında ise problem, verilen örnekler sonucunda öğrenilir ve problem yapısındaki küçük değişiklikler çözümü etki-

lemez. Ağ mevcut verilerden hareket ederek yeni problem çözer.

B.Ç.: Yapay Sinir Ağları hangi tür problemlerin çözümünde kullanılır?

Sınıflandırma: Yapay sinir ağına bir girdi vektörü sunulur ve ağ çıktı olarak örnek bir sınıf üretir.

Karakter Karşılaştırma: Nöral ağa bir girdi sunulur ve ağ buna karşılık bir çıktı üretir.

Karakter Tanımlama: Tam olmayan bir karakter (eksik veya silik bir yazı, gürültülü bir görüntü veya ses) ağa girdi olarak sunulur, ağ; hatalı ve eksik kısmı tamamlayarak, doldurarak çıktı üretir.

Gürültü Giderme: Gürültüyle bozulmuş bir girdi karakteri ağa sunulur ve ağ gürültünün bir kısmını veya tamamını kaldırır ve temizlenmiş olarak yeni bir çıktı üretir.

Optimizasyon: Spesifik bir optimizasyon problemi için bir başlangıç değeri, ağa girdi olarak sunulur ve ağ probleme çözüm olabilecek bir değişkenler kümesi üretir.

Kontrol: Girdi örneği kontrolcü için mevcut duruma ait verdiler ile planlanan tepki için veriler içermektedir. Bu küme sinir ağı tarafından işlendiğinde ağ, istenilen tepkiyi üretecek komut sıralarını üretir.

Bilim ve Mühendislik: Verilen araştırma ve testler için karmaşık modellerin yaratılması, doğrusal ve doğrusal olmayan model davranışları, çok değişkenli eğri uyumları akışkan modellemesi, iklim modellenmesi ve geleneksel istatistik ve regresyon tekniklerinin yetersiz kaldığı alanlarda.

Üretim: Kalite kontrolü ve analizlerin testi görüntü ve ses verilerini kullanarak model kuran ve geliştirme, otomasyon üretiminin verimini artırma.

Finansman ve Yatırım: Kredi değerlerinin analizi, sigorta riskleri, opsiyon ve gelecek trend stok yatırım analizleri vb.

Tip: Hastalık nedenlerinin saptanması ve sınıflandırılması için gerçek zamanlı EKG görüntülenmesi genetik ve kan örnekleme haritaları oluşturulması amacıyla modelleme yapma.

Spor: At yarışları ve araba yarışlarında model kuram ve tahmin, loto vb. oyunlarında tahmin sistemleri geliştirme.

B.Ç.: Yapay zeka teknikleri içinde yer alan "kaotik sistemler" nedir? Bu kavram önceki kavramlar kadar duyulmuş değil.

Ö.C.: Bilindiği üzere doğal sistemlerin çoğu doğrusal (lineer) değildir. Yani davranıştaki bir değişiklik, koşullardaki değişikliklerin basit bir fonksiyonu değildir. Kaotik sistemin ayırt edici özelliği, başlangıç koşullarına duyarlılık göstermesidir. Bir başka ifadeyle, birbirine çok benzeyen iki kaotik sistem, başlangıçta bir

birinden çok az farklı bir durumda iseler, giderek ve hızla birbirlerinden çok farklı bir duruma doğru gelişirler. Kaotik sistemler, gözlemcilere, rasgele bir davranış içindeymiş gibi görünür. Ancak, bu sistemler yakından incelendiği zaman, davranışlarının belirli bir düzene bağlı oldukları anlaşılır. Yani kaos kısaca düzensizlikten düzenlilik olarak ifade edilir. Herhangi bir kaotik sistem, biri dinamik diğeri statik iki tür değişkeni içeren matematiksel bir denklem aracılığıyla ifade edilebilir. Dinamik değişkenler sürekli değişim gösteren temel büyüklüklerdir. Kaotik bir mekanizmanın dinamik değişkenleri, hareket eden bir parçacığın pozisyonu ve hızı olabilir. Parametre olarak adlandırılan sabit değişkenler ise bir kez yerleştirildikten sonra bir daha kesinlikle değiştirilemez. Kaotik bir mekanizmanın sabit değişkeni, bir parçanın uzunluğu ya da bir motorun hızı olabilir. Kaotik sistemlerin hal uzayında (her eksenin dinamik bir değişkene bağlantılı olduğu grafik) çok karmaşık yörüngeler vardır. Biri birinin hemen hemen aynı olan iki yarı kaotik sistem yapılsa, aralarındaki en küçük farkın bile hızla büyümesi yüzünden bu sistemler uyum içinde çalışmayacaktır. Ancak bazı durumlarda bir sistemin parçaları, hemen hemen aynı kaotik davranışı gösterecek biçimde düzenlenebilir.

Parçaları senkronize olan kaotik bir sistem oluşturabilmek için önce “kararlılık” yani “stabilite” kavramını anlamamız gerekir. Kararlı bir sistem, belli bir pertürbasyona (pertürbasyon: matematikte bir problemin başka bir problemin çözümüne bağlı olarak çözülmesi yöntemi) uğradığı zaman, hal uzayındaki yörüngesi çok az değişikliğe uğrayan sistemdir. Rus matematikçi Aleksandr M. Lyapunov, bir pertürbasyonun yarattığı değişikliği simgelemek için tek bir sayının kullanılabileceğini saptamıştır. Bu amaçla belirli bir süredeki pertürbasyon miktarını, eş sürede gerçekleşen bir sonraki pertürbasyon miktarına bölmüştür. Daha sonra, farklı zamanlarda aynı hesapları yapmış ve elde ettiği tüm sonuçların ortalamasını almıştır. Daha sonra, farklı zamanlarda aynı hesapları yapmış ve elde ettiği tüm sonuçların ortalamasını almıştır. Günümüzde Lyapunov çarpanı olarak bilinen bu miktar, pertürbasyon miktarının ortalama olarak ne ölçüde değişeceğini belirtir. Lyapunov çarpanı 1’den büyükse, pertürbasyon büyür ve sistem kararsız hale gelir. Tüm kaotik sistemlerin 1’den büyük bir Lyapunov çarpanı vardır ve bu nedenle bu sistemler daima kararsızdır. İşte kaos sonuçlarının öngörülmemesi gerçeğinin temelinde bu kararsızlık yatar. Fizik, bilim varolduğundan beri doğanın yasalarını araştırıp sorgulamıştır. Ancak fizikçiler atmosferde, çalkantılı denizlerde, yabani popülasyonların dalgalanmalarında, kalp ve beyin titreşimlerinde var olan düzensizlik konusuna gelip dayandıklarında bilimsel bir açıklama yapamamışlardır. Son yıllarda kaos teorisinin ve onun bir uzantısı olan fraktal geometrinin; borsadan meteorolojiye, iletişimden tıbbı, kimyadan mekaniğe kadar uzanan çok farklı dallarda

önemli kullanım sahaları vardır. Klasik görüşe göre, bir sistem eğer deterministik ise, onun nasıl davranacağını kestirebilmek mümkündür. Kaos görüşünün getirdiği en önemli değişiklik kestirilemez determinizmdir. Bilindiği üzere, doğrusal olmayan sistemlerde çıktığı kestirirken yapılan hata, girdiyi ölçerken yapılan hatayla orantılı değildir. Sistemin yapısını ne kadar modellersek modelleyelim, girdi ya da başlangıç koşullarını ölçerken yapılan en küçük bir hata bile, Heisenberg belirsizlik kuralına göre çok küçük de olsa bir hataya yol açacaktır. Buna kaos terminolojisinde başlangıç koşullarına duyarlılık (bağıllık) denir ve bu özellikten dolayı sistem tamamen nedensel olarak çalıştığı halde uzun vadeli doğru bir kestirim mümkün olmaz. Örneğin bugünkü değerleri ne kadar iyi ölçersek ölçelim, 18 gün sonra saat 13’de hava sıcaklığının ne olacağını kestiremeyiz. Kaotik sistemlerin kullanım alanları şöyle özetlenebilir:

- Laserlerin gücünün artırılması,
- Elektronik devrelerin çıkışlarının senkronize edilmesi,
- Kimyasal reaksiyonlardaki salınımların denetlenmesi,
- Sağlıksız hayvanların düzensiz kalp atışlarının stabilize edilmesi,
- Güvenli bir iletişim için elektronik mesajların şifrelenmesi.

ROBOTİK

B.Ç.: Bilim kurgu filmlerinden ve edebiyatından tanıdığımız robotlar ya da bir dönemin en çok okunan kitaplarından olan “Sibernetik”, bizi “robotik” kavramına getiriyor. Endüstride artık günlük hayatımıza giren robotlar, birer gösteri aracı olmaktan çıkıp, doğrudan üretimin içine giriyorlar. Bu bağlamda “robotik” kavramını irdeleyelim isterseniz...

Ö.C.: Tespitiniz çok doğru. Gerçekten yapay zekanın en önemli uygulama alanı endüstri alanıdır. Robotikler bilgisayarlar ile endüstriyel robotların uyumlu bir bütünlüğüdür. Endüstriyel robotlara bilgisayarlar yardımıyla herhangi bir rutin hareketin nasıl yapılacağını öğretmek mümkündür. Örneğin; araba boyama, vida sıkma, malzeme taşıma ve hatta kusurlu parçaları tespit etme gibi daha karmaşık davranışları yapan robotikler günümüzde görmek mümkündür. Yapay zekanın en büyük ticari başarıyı elde ettiği alan robotik alanıdır. Genel inancın aksine, robotikler bilim-kurgu filmlerinde görülen robotlardan gerek görünüm gerekse işlev açısından oldukça farklıdır. Endüstriyel robotlar daha çok tekrarlı yani rutin işler için uygundur.

Otomotiv sektörü robotlardan en fazla yararlanan sektördür. Bu sektörde robotlar daha çok boyama ve montaj işlemlerinde kullanılmaktadır. Elektronik sektörü, bu konuda ikinciliği tutmaktadır. Elektronik devrelerin testi ve yongaların yerleştirilmesi işlemlerinde robotlardan istifade edilmektedir. Bugün, artık cerrahi

de bile robotlar kullanılabilir. Örneğin bir beyin cerrahına yardımcı olan robotları tam donanımlı tıp merkezlerinde görmek mümkündür. Robotlar büyük bir doğruluk yüzdesi ile biyopsi yapabilmekte ve böylece ameliyatın daha hızlı, daha doğru ve daha güvenli yapılmasını sağlamaktadır. Robotlara işin nasıl yapılacağı bilgisayar tarafından öğretilir. Bir bilgisayar programı ile robotları kontrol etmek mümkündür. Bu program robota hareketin zamanı yönü mesafesi gibi konularda komut veren bir programdır. Bir kere programladıktan sonra, robotların hareketlerini kontrol etmek mümkündür. Bir kere programlandıktan sonra robotların hareketlerini kontrol etmeye fazla ihtiyaç yoktur. Robotlar konusunda görülen bir diğer gelişme ise, robotlara bazı beşeri algılama becerisini yerleştirmektir. Daha önce açıklanan robotlar beşeri algılama becerilerine sahip olmadıklarından dolayı ancak tek-düze işleri yapma becerisine sahiptirler ve bu yüzden de bu tür robotlara “seç-al- yerleştir” robotları denmektedir. Eğer bu robotlara görme, işitme, konuşma gibi beceriler kazandırılırsa, bu robotların insan gibi davranması ve böylece bu robotlara belli standarttaki bir nesneden farklı nesneleri ayırt etmesi sağlanabilir. Doğal olarak, görsel sistem teknolojisindeki gelişmeler devam ettiği müddetçe tıpkı bir insan gibi işyerinde dolaşması da mümkün olabilecektir. Sonuç olarak robot teknolojisindeki gelişmeler bilim-kurgu filmlerinde gördüğümüz kimi sahneleri gerçek hale getirecek gibi görünmektedir. Bu noktada robotların işçi çıkarımına yol açacağı ve işsizlik sorununu yaratacağı konusunda kuşklar da bulunmaktadır.

UZMAN SİSTEMLERİ (US)

B.Ç.: Başlangıçtaki sıralamaya göre bir de “Uzman Sistemler” nedir? Nereden çıkmıştır? Bunlara değinelim.

Ö.C.: Uzman Sistemler (US) için yapılan çeşitli tanımlar vardır. Örneğin, Uzman sistemler, herhangi bir karmaşık sistemde, uzman bir kişinin yaptığı işleri yapan bir bilgisayar programı gibi düşünülebilir. Uzmanların düşünce biçimini taklit ederek, özelleşmiş bir alanda önemli problemleri çözmeye yönelik yazılımlardır. Bu yazılımlar genellikle ara yüz, veri tabanı, kural tabanı gibi birden fazla programdan oluştuklarından sistem olarak adlandırılır.

Uzman sistemler (US), öneride bulunan, problemi analiz edebilen, sınıflandırabilen, iletişim kurabilen, dizayn yapabilen, tanımlayabilen, inceleyebilen, tahmin yürütebilen, belirleyen, yargılayabilen, öğrenebilen, kontrol edebilen, programlayabilen ve öğreten yazılımlardır. Uzman sistemler; yapay zeka (Artificial Intelligence) sistemlerinin bir koludur. Yapay zeka sistemleri, problemlerin insan zekasının bilgisayarda simülasyonu yapılarak çözümlenmesi çalışmasından ibarettir. Uzman sistemler ise ancak bir uzman insanın çözebileceği karmaşık problemlerin çözümüne olanak sağlamaktadır.

Uzman Sistemin Yararları

Maliyet azalması: Uzman sistem kullanımı ile karşılaştırıldığında insanların incelemeleri daha pahalı görülmektedir.

Verimlilik artışı: Uzman sistemler insanlardan daha hızlı çalışır. Artan çıktının anlamı, daha az sayıda insan ve daha düşük maliyettir.

Kalite iyileştirmesi: Uzman sistemler tutarlı ve uygun tavsiyeler vererek ve hata oranını düşürerek kalitenin iyileştirilmesini sağlarlar.

İşleyiş hatalarını azaltma: Bir çok uzman sistem hatalı işlemleri tespit etmek ve onarım için tavsiyelerde bulunmak için kullanılır. Uzman sistem ile bozulma sürelerinde önemli bir azalmanın sağlanması mümkündür.

Esneklik: Uzman sistemlerin kullanımı üretim aşaması ve servis sunulması sırasında esneklik sağlar.

Daha ucuz cihaz kullanımı: İzleme ve kontrol için insanların pahalı cihazlara bağlı kaldığı durumlar vardır. Fakat uzman sistemler ile aynı görevleri daha ucuz cihazlarla yerine getirilebilir.

Tehlikeli çevrelerde işlem: Bazı insanlar tehlikeli çevrelerde çalışırlar. Uzman sistemler ise insanların tehlikeli çevrelerin dışında kalmasına imkan sağlar.

Güvenilirlik: Uzman sistem güvenilirdir. Uzman sistem bilgilere ve potansiyel çözümlere üstün körü bakmaz, tüm detayları yorulmadan ve sıkılmadan dikkatlice gözden geçirir.

Cevap verme süresi: Uzman sistemler, özellikle verilen büyük bir kısmının gözden geçirilmesi gerektiğinden bir insandan çok daha hızlı cevap verir.

Tam ve kesin olmayan bilgi ile çalışma: Sıradan bilgisayarlar ile karşılaştırıldığında, uzman sistemlerin de, insanlar gibi tam olmayan bilgi ile çalıştığı görülmektedir. Bu işlem sırasında sistemin bir sorusuna kullanıcı “bilmiyorum” veya “emin değilim” şeklinde bir cevap verdiğinde, uzman sistem kesin olmasa bile bir cevap üretebilecektir.

Eğitim: Uzman sistemin açıklayabilme özelliği bir öğretim cihazı gibi kullanılarak eğitim sağlanabilir.

Problem çözme kabiliyeti: Uzman sistemler, uzmanların yargılarını bütünlemeye imkan sağlayarak problem çözme kabiliyetlerin yükseltirler. Bu sistemler bilgileri nümerikten ziyade sembolik olarak işledikleri için bir çok yöneticinin karar alma tarzları ile uyumludur.

Sınırlı bir sahada karışık problemlerin çözümü: Uzman sistemler insan yeteneklerini aşan karışık problemlerin çözümünde de kullanılabilir.

B.Ç.: Tüm bu yeteneklere bakarak, uzman sistemlerin yapı mühendisliğindeki kullanım potansiyelleri nelerdir?

Ö.C.: Uzman sistemler yapı tasarımının ve çözümlen-

mesinin yanı sıra, yapı mühendisliği eğitimi konusunda da çok büyük potansiyel oluşturmaktadır. Yapı mühendisliği eğitimi genellikle yapı malzemesi, yapı sistemlerinin mukavemeti ve kullanılabilirlik analizi, yapı elemanlarının boyutlandırılması ve tümleşik yapı sistemlerinin dizaynı şeklinde, kısımlar halinde yapılmaktadır.

SPERIL I (1981), bu alanda yazılmış programların ilkidir. Program, deprem riski altında bulunan mevcut binaların yapısal performansını tespit etmektedir. Uzman sistemin bilgi tabanı oluşturulurken bu konudaki pek çok uzman akademisyene başvurulmuş çeşitli standartlar kullanılmış ve bir çok uygulamaya yönelik tecrübeli proje mühendisinden faydalanılmıştır. Bütün bu bilgiler, kurallar şeklinde tanımlanmış ve "ileriye doğru zincirleme" prosedürü ile işlenmiştir.

SPERIL - II (1984). SPERIL I'in genişletilerek hazırlanmasıyla oluşturulmuştur ve mevcut yapıların kullanım emniyeti ve hasar görülebilirliğini analiz etmektedir. Sistem, deprem sırasında yapı üzerinde ölçülen belirli noktalardaki ivmeler ve deplasmanlar gibi verilerin kaydedilmesi ve analizini yapmaktadır. Daha sonra da rijitlik gibi yapının emniyetine yönelik karakteristikleri hesaplamakta ve yapı elemanlarının, hasar görülebilirliğini ortaya koymaktadır. Sistem; bilgi seti, durum değerlendirmeleri ve önermeler mantığı kuralları ile oluşturulmuştur.

BTEXPERT (Adeli, 1984) yazılımında; yapıların optimum boyutlandırılması, genellikle optimizasyon işlemi içerisinde elemanların detaylandırılması ile ilgili bilgilerden yararlanılmadan, çeşitli matematiksel programlama tekniklerinin kullanımı ile yapılmaktadır. Bu tür problemlerin yapay zeka metotları ile çözümlenmesi ilk defa bu program ile gerçekleştirilmiştir. BTEXPERT sistemi köprü kafes kirişlerinin optimum dizaynı için geliştirilmiştir. Bilindiği üzere bir optimizasyon probleminde, bütün optimizasyon sınırlayıcılarını sağlayan bir çok dizayn alternatifi mevcuttur. Bu nedenle çok sayıda elemanın kullanıldığı karmaşık yapı sistemlerinde optimum dizayn oldukça önemli bir problem olmaktadır. BTEXPERT uzman sisteminde, dizayn sınırlayıcıları ve köprü üzerindeki hareketli yük AASHTO standartlarına göre düzenlenmiştir.

DAPS (Ross, 1986) yazılımında ise koruma yapılarının hasar görülebilirliğini analiz edilmektedir. Sistem Amerikan Hava Kuvvetleri tarafından tasarlanmıştır. Yeraltı hangarları ve sığınaklar gibi koruma yapılarının infilak tesirleri gibi dinamik yükler altındaki muhtemel hasarın analizi yapılmaktadır.

SACON (Fenves, 1981) yazılım ise sonlu elemanlar metoduyla yapısal analiz büyük programlar için veri hazırlanmasında kullanıcıya yardımcı olmak üzere tasarlanmıştır.

SPEX (Garret, 1986) ise yapı elemanlarının tasarımında standartlar açısından elemanların dizaynını kontrol eden bir bilgi - tabanlı sistemdir.

B.Ç.: Yapay Zeka Tekniği'nin mühendislik problemlerinin analizinde ve çözümünde alternatif olduğunu söylüyorsunuz. Okurlarımıza, meslektaşlarımıza bu konuyu biraz açıklayıp, örnekler verebilir misiniz?

Ö.C.: Bilgisayar tekniğindeki bütün bu gelişmeler teorik ve pratik çalışmalar yapan yapı mühendislerinin de ilgisini çekmiş ve "yapay zeka" genel adıyla bilinen yöntemler; bir çok dizayn parametresi arasından etkin çözüme ulaşma, taşıyıcı sistem seçme, standartların kontrolü, deprem riski altındaki yapıların hasar görülebilirliği, zemin özelliklerinin belirlenmesi, üst yapı, malzeme karışım hesabı, hava trafik kontrolü, ulaşım sistemlerinin planlanması, trafik akışının kontrolü ve kaza analizi, yol alt yapısı sırasından tahmini maliyet gibi, uzman sistem; yapıların optimum boyutlandırılmasında genetik algoritmalar; betonun karmaşık davranışın modellenmesi, yapıların statik ve dinamik analizi, risk analizi, plak ve kabukların çözümü, depreme dayanıklı yapı tasarımı, hasar tespiti, köprülerin dinamik analizi gibi uygulamalarda yapay sinir ağları; zemin sıvılaşması ve zemin parametrelerinin analizi, optimizasyon ve kontrol uygulamalarında fuzzy mantığı; yapılmış ve yapılmakta olan çalışmalardan bazılarıdır.

Özellikle askeri amaçlı uygulamalar için kullanılan bu teknik; daha sonra tiptan endüstriye, bilgisayar bilimlerinden elektronik mühendisliğine hatta çeşitli zamanlar da, bazı ülkeler için strateji belirleme gibi çok kapsamlı konularda kullanılmıştır ve pek çok birim tarafından desteklenmiştir. Yapay zeka disiplini altında onu destekleyen farklı alanlar bulunmaktadır. Teorik olarak yapay zeka yapılsa, onun fayda sağlayabilmesi için gerçek dünya ile iletişim içinde olması gerekir. Aynı insanın beş duyu organına sahip olduğu gibi. İşte robotik, bulanık mantık, sinirsel ağlar ve doğal arıbirimler üzerinden yapılan çalışmalar, yapay zeka disiplini, bu alanlarda desteklemektedirler. Yapay zeka teknolojisinde gelişmeler sürerken, buna paralel olarak, nörolojik bilimlerde de beynin işleyişi ve fonksiyonlarının tam olarak anlaşılabilmesi için araştırmalar devam etmektedir. Çünkü beyin ne kadar iyi anlaşılabilirse, yapay zeka teknolojileri de, o oranda daha işlevsel olacak, insan için istenilen faydayı sağlayabilecektir. Yapay zekanın tek hedefi, günlük hayatımızı tehlikeli birçok görevi de, yapay zeka üstlenecek. Maden arama, zehirli atık arıtma, afet sonrası hasarlı yapılardan can kurtarma ve bomba imhası gibi işlerin yapay zekalı yapılar tarafından üstlenmesi, doğanın (insanın) yaşama şansını da artıracaktır. Sonuç olarak, 21. yüzyılda yapay zeka tekniği daha geniş bir uygulama alanı bulacaktır. Çağımızda bu yolda geniş kullanım alanı olan bu teknik, inşaat mühendisliği problemlerinde de büyük bir kullanım potansiyeline sahiptir. Ancak bilinmelidir ki, kullanılan metod ne olursa olsun, elde edilen sayılar sadece mühendise bir fikir vermek içindir. Bu bilgiyi değerlendirmek için

sağlam bir mühendislik düşüncesi, analiz, sentez ve kullanılan malzemenin davranışına hakim olma becerisi gerekmektedir.

B.Ç.: Sayın Cıvlek verdiğiniz bilgiler için teşekkür ediyoruz.

Ö.C.: Ben de teşekkür ederim. Derginize yayın hayatında, sizin şahsınızda başarılar dilerim.

KAYNAKÇA

1. Cıvlek, Ö., Nöro-Fuzzy Tekniği Kullanılarak Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Dördüncü Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 431-438; 17-19 Eylül, Ankara, 1997.
2. Cıvlek, Ö., The Analysis of the Rectangular Plates without Torsion Via Hybrid Artificial Intelligent Technique, Proceedings of the Second International Symposium on Mathematical & Computational Applications, September 1-3, Azerbaijan, 95-101; 1999.
3. Cıvlek, Ö., Dikdörtgen Plakların Nöro-Fuzzy Tekniği ile Analizi, III. Ulusal Hesaplamalı Mekanik Konferansı, 16-18 Kasım, İstanbul, 517-525; 1998.
4. Cıvlek, Ö., Nöro- Fuzzy Tekniği ile Dairesel Plakların Analizi, Journal of Eng. Science of Dokuz Eylül University, Vol. 1(2); 13-31, 1999.
5. Cıvlek, Ö., Çatal, H.H., Geriye Yayılma Yapay Sinir Ağı Kullanılarak Elastik Kirişlerin Statik ve Dinamik Analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi.
6. Cıvlek, Ö., Çatal, H.H., ve Demirdağ, O., Geriye Yayılma Yapay Sinir Ağları ile Düzlem Çerçeve ve Kirişlerin Titreşim Frekanslarının Tahmini, İMO Teknik Dergi Temmuz, 2002.
7. Cıvlek, Ö., Çatal, H.H., Geriye Yayılma Sinir Ağı Kullanılarak Elastik Kirişlerin Eğilme Titreşimlerinin Yaklaşık Hesabı, TMMK, Ulusal Mekanik Kongresi, Eylül, Konya Selçuk Üniversitesi, 2001.
8. Cıvlek, Ö., The Analysis Of Time Dependent Deformation In R.C. Members by Artificial Neural Network, Journal of Eng. Sciences of Pamukkale Univ., 3(2), 331-335 1997.
9. Cıvlek, Ö., Elastik Zemin Oturan Kirişlerin Nöro-Fuzzy Tekniği ile Analizi, 7th. National Soil Mechanics and Foundation Engineering Conferences, 22-23 October, Yıldız Univ., İstanbul, 1998.
10. Ülker, M., Cıvlek, Ö., The Buckling Analysis Of Axially Loaded Columns with Artificial Neural Networks, Turkish J. Eng. Env. Sci., TUBITAK, 26, 117-125, 2002.
11. Ülker, M., Cıvlek, Ö., Dairesel Silindirik Kabukların Hibrid Yapay Zeka Tekniği ile Analizi, İMO Teknik Dergi, 12(2), 2401-2417, 2001.
12. Cıvlek, Ö., Calayır, Y., Yapay Sinir Ağı Tekniği Kullanılarak Düzlem Çerçeve Yapıların İkinci Mertebe Analizi., GAP 2. Mühendislik Kongresi, 46-55, 21-23 Mayıs, Ş. Urfa, 1998.
13. Kaplan, H., Cıvlek, Ö., Yapı Doğal Titreşim Frekanslarının Fuzzy Mantığı ile Hasabı, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 4(1-2); 569-575, 1998.
14. Cıvlek, Ö., Plak ve Kabukların Nöro-Fuzzy Tekniği ile Lineer ve Lineer Olmayan Statik-Dinamik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, (in Turkish), Elazığ, 1998.
15. Cıvlek, Ö., Yapay Zeka Tekniği ve Mühendislik Uygulamaları, Türkiye Teknik Elemanlar Vakfı (TÜTEV), Mart, Ankara -2002.
16. Cıvlek, Ö., Mühendislik Sistemlerinde Kullanılan Uzman Sistemlerin (US) Temel Prensipleri, Yapı Dünyası, Ekim-2002.
17. Cıvlek, Ö., Temel Prensipleriyle Genetik Algoritmalar, Türkiye Teknik Elemanlar Vakfı (TÜTEV), Ankara-2002.
18. Cıvlek, Ö., Ülker, M., Free Vibration Analysis of Elastic Beams Using Mutli-layer Neural Networks, Turkish J. Eng. Env. Sci., TUBITAK, 2002 (hakem değerlendirmesinde)
19. Giarratono, J., and Riley, G., Expert Sytems, Principles and Programming., PWS Publishing Company, Boston, 1994.
20. Adeli, H., Hung, S.L., Machine Learning-Neural Networks, Genetic Algorithms and Fuzzy Systems, John Wiley & Sons, Inc., 1995.
21. Adeli, H., Yeh, C. Perceptron Learning in Engineering Design, Microcomputer in Civil Eng., 1989; 4: 247-56.
22. Fausett, L., Fundamentals of Neural Networks, Architectures, Algorithms, and Applications., Prentice-Hall, Inc., New-Jersey, 1994.
23. Ghaboussi, J., Garrett, Jr., Wu, X., Knowledge-based Modeling of Material Behavior with Neural Networks, Journal of Structural Engineering, ASCE, 1991; 117: 1, 132-53.
24. Erbatır, F., Hasançebi, O., Tütüncü, İ., and, Kılıç, H., Optimal Design of Planer and Space Structures with Genetic Algorithms., Computers and Structures, 75, 209-224, 2000
25. Eberhart, R. C., and Dobbins, R. W., Neural Network PC Tools , Academic Press, San Diego, California, 1990.
26. Goldberg, D.E., Genetic Algorithms In Search Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley, MA, 1989.
27. Hertz, J., Krogh, A., Palmer, R. G., Introduction to Theory of Neural Computing, Addison - Wesley Publishing, 1991.
28. Hopfield, J. J., "Neural Networks And Physical Systems With Emergent Collective Computational Abilities", In Proceedings of National Academy of Sciences, 79, 2554-2558, 1982.
29. Kohonen, T. Self-organization and Associative Memory., Springer-Verlag, New York., 1988.
30. McCulloch, W.S., and Pitts, W., "A Logical Calculus of Ideas Imminent in Nervous Activity", Bull. Math. Biophysics, 5, 115-133, 1943.
31. Michalewicz, Z., Genetic Algorithms + Data Structure = Evolution Programs, Springer, Germany, 1992.
32. Rojas, R., Neural networks, A Systematic Introduction., Springer, Germany, 1996.
33. Ross, T.J., Fuzzy Logic with Engineering Applications, McGraw-Hill, Inc., 1995.
34. Rumelhart, D.E., Hinton, G.E., and Williams, R. J., Learning Internal Representation by Error Propagation. in Parallel Distributed Processing : Explorations in the Microstructures of Cognition, M.I.T. Press, Cambridge, MA., 1986.
35. Zadeh, L.A., "Fuzzy Sets As a Basis For A Theory Of Possibility", Fuzzy Sets and Systems, 1(1), 3-28, 1978.
36. Zadeh, L.A., "Fuzzy Set", Information Control, 8(1), 338-353, 1965.
37. Zurada, J. M., Introduction To Artificial Neural Networks, West Publishing Com., 1992.