



YAPAY ZEKA





TÜBİTAK

İçindekiler

Yapay Zekâ Temel Kavramlar <i>(Bilim ve Teknik, Ocak 2018)</i>	2
Derinliklerdeki Zekâ ve Etik <i>(Bilim ve Teknik, Ocak 2018)</i>	12
Yapay Zekâ Uygulamaları <i>(Bilim ve Teknik, Ocak 2018)</i>	18
Yapay Zekâ Çağında İnsan Olmak <i>(Bilim ve Teknik, Şubat 2018)</i>	26
Finansta Yapay Zekâ Uygulamaları <i>(Bilim ve Teknik, Mayıs 2018)</i>	30
Endüstri 4.0 ve Yapay Zekâ <i>(Bilim ve Teknik, Haziran 2018)</i>	36
Matematikçi Makinelerin Çağı <i>(Bilim ve Teknik, Ocak 2019)</i>	40
Yapay Zekâ ve Siber Savaşlar <i>(Bilim ve Teknik, Mayıs 2019)</i>	50
Yapay Zekâyı Kandırmak <i>(Bilim ve Teknik, Aralık 2019)</i>	56

Yapay Zekâ

Dr. Mahir E. Ocak

Yapay zekâ terimi ilk olarak 1956 yılında kullanılmıştı. Ancak aradan geçen 64 yıla ve yapılan pek çok çalışmaya rağmen bugün yapay zekânın tam olarak ne olduğunu tanımlamak hâlâ çok zor. İnsanlar ve diğer canlılar tarafından sergilenen zekâyı doğal zekâ olarak adlandırsak yapay zekânın da cansız varlıklar tarafından sergilenen zekâ olduğu söylenebilir. Fakat zekâ gerektiren işler yapan bilgisayar uygulamalarının pek çoğu bugün yapay zekâ olarak adlandırılmaz. Hatta belirli görevlerle ilgili uygulamalar bir dönem yapay zekâ olarak adlandırılabilirse bile gelişen teknolojiyle beraber sıradanlaştıktan sonra durum değişir. Bugün yapay zekâ denince insanların aklına insan konuşmasını anlayabilen, satranç ve Go gibi strateji oyunlarında insanları yenebilen, arabaları idare edebilen vb. uygulamalar geliyor.

Başlangıçta yapay zekâ araştırmalarının ana hedefi bir insan gibi yeni şeyler öğrenebilen, çevresini algılayıp zekâ gerektiren davranışlar sergileyen makineler geliştirmektir. Alanın kurucularından Herbert Simon bu hedefe kolaylıkla ulaşılacağından o kadar emindi ki 20 sene içinde makinelerin insanların yapabileceği tüm işlerin üstesinden geleceğini söylemişti. O dönemdeki bu iyimserliğin yansımalarını sinemada da görmek mümkündür: ünlü yönetmen Stanley Kubrick'in 1968 yapımı "2001: Bir Uzay Macerası" filmindeki bilgisayar HAL ya da ünlü senarist George Lucas'ın Yıldız Savaşları serisindeki robot R2D2 gibi.

Beklenenin aksine yapay zekânın gelişimi hızlı olmadı. Bugün bir insanın yapabileceği, zekâ gerektiren tüm işlerin üstesinden gelebilecek makineleri ifade etmek için "genel yapay zekâ" terimi kullanılıyor. Günümüzdeki yapay zekâ araştırmaları ise genel yapay zekâyı ulaştırmaktan çok "dar yapay zekâ" olarak adlandırılan sadece belirli görevleri başarmakta ustalaşmış uygulamalara odaklanıyor.

Yapay zekânın tarihine baktığımızda pek çok başarıdan bahsetmek mümkün. Allen Newel, Herbert A. Simon ve Cliff Shaw 1956 yılında Logic Theorist (Mantık Kuramcısı) adlı ilk yapay zekâ uygulamasını yazdılar. Program Alfred North Whitehead ve Bertrand Russel tarafından

kaleme alınmış Matematiğin İlkeleri kitabındaki ilk 52 teoremin 38 tanesini ispatlamayı başarmıştı. IBM'den Arthur Samuel'in 1952-62 arasında yazdığı, kendi kendine dama oynamasını öğrenen program makine öğrenmesinin ilk örneklerinden oldu. Massachusetts Institute of Technology'den (MIT) Thomas Evans 1963 yılında IQ testlerinde sorulara benzer soruları çözebilen Analogy (Benzeşim) isimli programı geliştirdi. Joseph Weizenbaum 1965 yılında insanlarla İngilizce sohbet edebilen Eliza Programını yazdı. Bu program daha sonraları psikoterapist görevi gören bir oyuncak olarak popülerleşti. 1967 yılında organik bileşiklerin kütle spektrumunu yorumlayan bir program geliştirildi. 1971'de MIT'den Terry Winograd verilen komutları yerine getiren bir robot kol tasarlayıp üretti. 1979 yılında insanların karar verme yeteneğini taklit eden "uzman sistemler" geliştirilmeye başlandı. IBM tarafından geliştirilen satranç programı Deep Blue (Derin Mavi), 1997 yılında, altı oyunluk bir maçta beş beraberlik ve bir galibiyet alarak o dönemki dünya şampiyonu Gary Kasparov'u yenmeyi başardı. 2000'lere gelindiğinde internetin de yaygınlaşmasıyla beraber yapay zekâ tabanlı programlar geniş kitlelere ulaşmaya başladı. Bugün günlük hayatımızın her alanında yapay zekâyı rastlamak mümkün. Yapay zekâ uygulamaları, hastalıklara tanı koymakta ve doğru tedaviyi bulmakta doktorlara yardımcı oluyor, arabaları idare ediyor, matematik teoremleri ispatlıyor, istenmeyen e-postaları filtreliyor, yeni ilaçların geliştirilmesine yardımcı oluyor, daha iyi mahsul almaları için çiftçilere tavsiyelerde bulunuyor...

Yapay zekâ çalışmalarının bugün vardığı noktada hâlâ genel yapay zekâyı geliştirmekten çok uzağız. Kimilerine göre gelecekte bir gün, belirli görevlerde uzmanlaşan dar yapay zekâ uygulamalarını bir araya getirerek insanların yapabileceği her işin üstesinden gelecek genel yapay zekâyı ulaştırmak mümkün olacak. Kimilerine göreyse genel yapay zekâ, ulaştırılması imkânsız bir hayal. Gerçek her ne olursa olsun, yapay zekâ uygulamaları gün geçtikçe gelişmeye ve hayatımızı kolaylaştırmaya devam ediyor.

Biz de *Bilim ve Teknik* dergisi olarak yakın zamanlarda yapay zekâ ile ilgili dergimizde yer almış yazılardan derlediğimiz bir seçkiyi kitapçık hâlinde siz okurlarımıza sunuyoruz. Beğeneceğinizi umar, keyifli okumalar dileriz.

“Tıpkı 100 yıl önce elektriğin her şeyi dönüştürmesi gibi, önümüzdeki birkaç yılda yapay zekânın dönüştüremeyeceği bir endüstri düşünemiyorum.”

Andrew Ng

Baidu arama motoru eski bilimsel yöneticisi ve Coursera kurucusu

YAPAY ZEKÂ

Temel Kavramlar

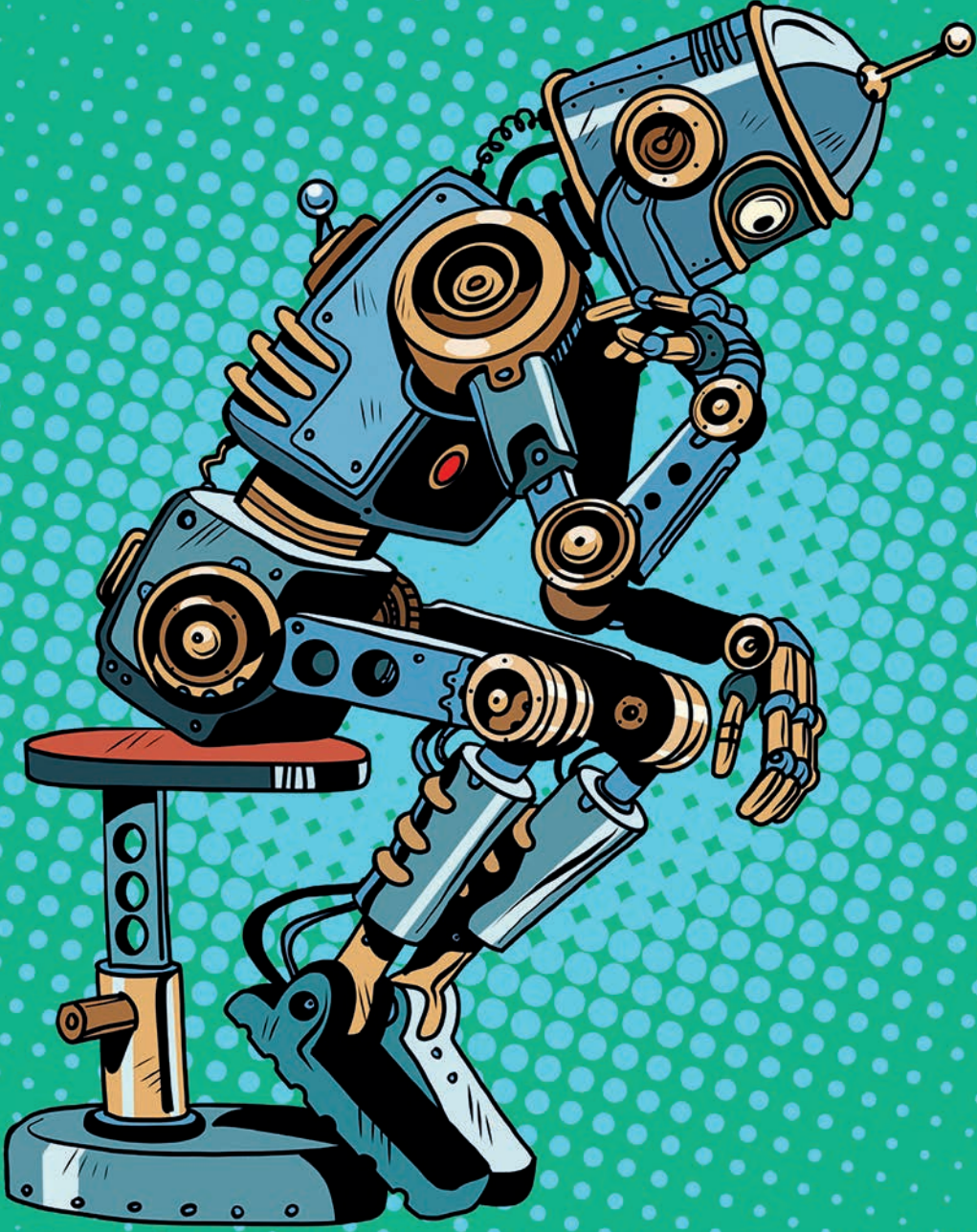
Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*]

Yapay zekâ terimini ilk defa 1956'daki Dartmouth Konferansı'nda Prof. John McCarthy kullandı. Sonraki yıllarda çeşitli alanlarda yapay zekâ geliştirilmesi için birçok çalışma yapıldı. IBM'in geliştirdiği Deep Blue adlı bilgisayarın 1997'de dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u yenmesi insanların yapay zekâyâ bakışını değiştiren önemli olaylardan biri oldu. 2011'de IBM'in Watson adlı yapay zekâ bilgisayarının *Ben Bilirim* adlı bir televizyon yarışmasında rakiplerini yenmesi yapay zekânın matematiksel olmayan alanlarda da insanları yenebileceğinin sinyaliydi.

2016'daysa Google Deepmind dünya go şampiyonunu yenince yapay zekânın satrançtan daha karmaşık oyunlarda da başarılı olabileceği görüldü.

Prof. John McCarthy





Yapay Zekâ Nedir?

Yapay zekâ terimi yıllardır kullanılıyor, ancak ifade ettiği kavram teknolojik gelişmelerle birlikte değişti. Büyük veriye erişim, devasa verilerin işlenmesini sağlayan donanımlar yeni bir yapay zekâ çağına kapı araladı. Bilgisayar programcıları açık ifadelerle tanımlayabilecekleri görevleri yazdıkları programlarla çözebiliyor. Bugün kullandığımız metin yazma programları (örneğin Word), tarayıcılar

(örneğin Chrome), video oynatıcılar, muhasebe programları gibi yazılımlar, programcıları tarafından hangi durumda nasıl davranacakları ayrıntılı bir şekilde kodlanarak ortaya çıkarıldı. Örneğin bir mesajlaşma programında kullanıcı mesajını yazıp gönder tuşuna bastığı anda programın neler yapması gerektiği adım adım tanımlanmıştır:

- Alıcı ve mesaj alanlarını kontrol et, boş ise kullanıcıya
“Lütfen bütün alanları doldurunuz uyarısı ver”.
- Mesajı sıkıştırıp (örneğin zip yöntemiyle) küçült.
- Mesajı X.X.X ip adresindeki sunucuya gönder.
- Ekranın sağ alt köşesine “sunucuya iletiliyor” anlamına gelen bir ikon koy.
- Mesaj sunucuya iletildiğinde ikonu tek tik işaretine dönüştür.
- Mesaj alıcıya iletildiğinde ikonu çift tik işaretine dönüştür.
- Alıcı mesajı okuduğunda ikonu mavi çift tik işaretine dönüştür.

Bundan çok daha karmaşık programlardaysa birden fazla programcı yıllarca çalışıp milyonlarca satırı bulan kodlar yazıyor ve her özellik tek tek bilgisayara tanımlanıyor. Örneğin Word, Excel gibi Microsoft Ofis yazılımlarında toplamda 30 milyon satır kod olduğu söylenir.

Öte yandan açıkça tanımlanamayacak veya tanımlanması çok zor olacak durumlarda bu programlama teknikleri yetersiz kalır. Örneğin bisiklet sürebilecek fiziksel yetide bir robot ürettiğinizi ve bunun için bir yazılım geliştirmek istediğinizi düşünün. Bisiklet sürerken karşılaşılabilecek bütün durumları tanımlayabilir misiniz? Bisikleti dengede tutmak için en az ne kadar eğilmek gerekir? Pedallara ne kadar kuvvet uygulamak gerekir? Farklı zemin şartlarında bu kurallar nasıl değişir? Arkadan bir korna sesi duyulursa ne yapılmalı? Bir engel çıktığında frene ne zaman ve ne kadar basılmalı? Ön ve arka frenin sıkılma oranları eşit mi olmalı? Hangi durumlarda yoldan, hangi durumlarda kaldırımdan gidilmeli? Karşılaşılabilecek bütün durumları tespit etmek, tespit edilen binlerce belki yüz binlerce durumda robotun nasıl davranması gerektiğini açık, anlaşılır bir şekilde ifade etmek mümkün değil. İşte izlenecek yönergelerin açıkça tanımlanmasının mümkün olmadığı ya da çok zor olduğu görevlerde yapay zekâ devreye girer.

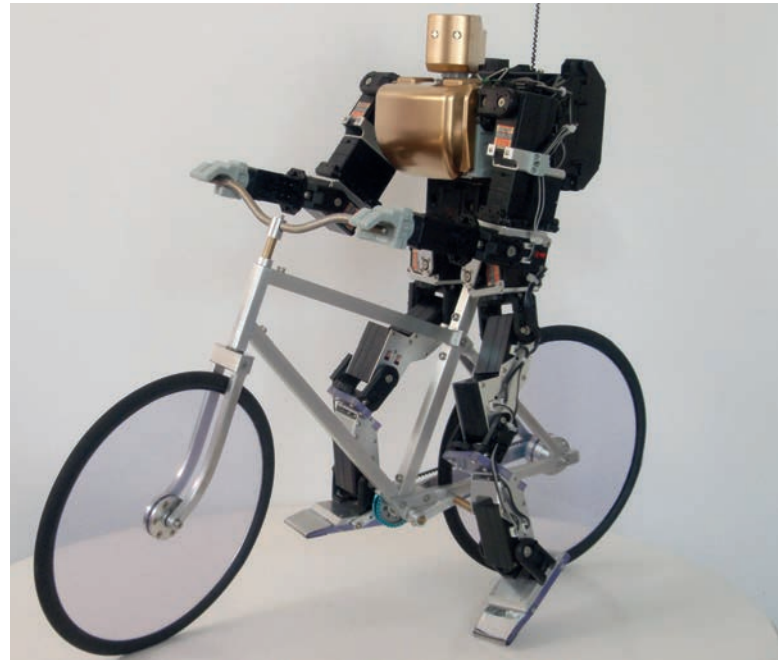


Primer V2 adındaki robot kontrollü bir ortamda bisiklete biniyor. Videosunu izlemek için yukarıdaki barkodu akıllı telefonunuzla okutun.

Yapay zekâ elindeki verilere bakarak görevin tamamlanması için gerekli yönergeleri kendi çıkarmaya çalışır. Sonra da bu yönergeleri yerine getirecek programı kendi oluşturur.

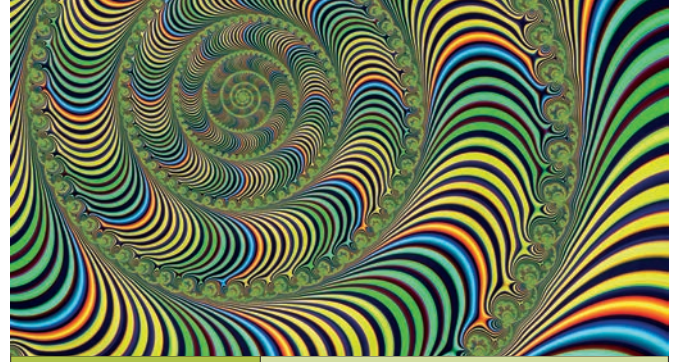
Bu yaklaşımın başarılı olabilmesi için her durumu içerecek doğru yönergelerin belirlenebileceği çok fazla veri ve kısa zamanda bu yönergelerin çok sayıda deneme yanılma işlemiyle sınanabileceği işlem gücüne sahip bilgisayarlar olması gerekir. Bisiklet örneğinden yola çıkarsak, yapay zekânın bisikleti sürebilecek bir yazılım üretebilmesi için bisiklet sürerken karşılaşılan durumlara ait birçok veri olması gerekir. Bu veriyi elde etmek için de bir bisiklet birçok alıcı ile donatılabilir ve bu sayede bisikletçilerin çeşitli hava ve zemin koşullarındaki sürüş şekillerine ait veriler elde edilir. Alıcılardan elde edilen sıcaklık, yükseklik, eğim, pedallara uygulanan kuvvet, direksiyon açısı, fren kullanımı, ses ve görüntü kaydı, bisiklet ve bisikletçinin ağırlığı gibi veriler bir veri tabanında toplanır. Daha sonra yapay zekâ bu verileri analiz eder ve bisiklet sürerken hangi durumda nasıl hareket edilmesi gerektiğine dair yönergeler çıkarır.

Sonrasında yapay zekâ belirlediği yönergelere uygun bir program yazar ve onu gerçek ortama benzeyen bir simülasyonda dener. Simülasyon sonuçlarına göre yönergelerini iyileştirir. Bu süreç yeterince iyi bir yönerge seti ortaya çıkana kadar milyonlarca kez tekrarlanır.



Elbette söz edilen işlemlerin daha hızlı ve doğru olması için bilgisayar bilimciler birçok teknik geliştirmiştir. Bir kısmına bu yazıda da değineceğimiz teknikler sayesinde yapay zekâ hedefine daha çabuk ulaşır.

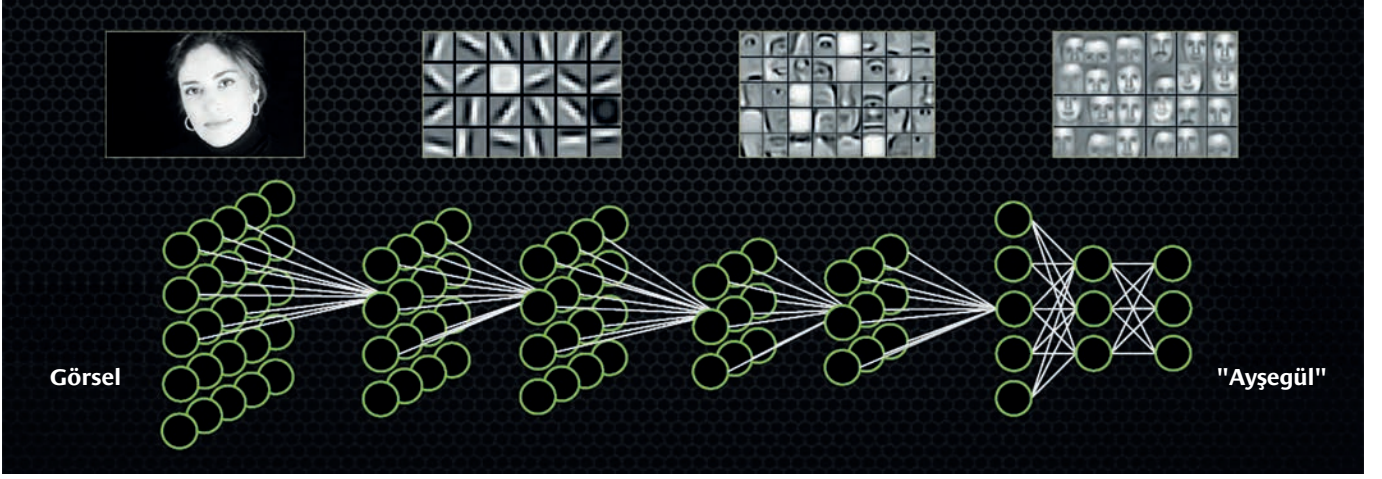
Geliştirilen bir yazılımda yapay zekâdan faydalanmak için işe sıfırdan başlamak gerekmiyor. Yazılımlara yapay zekâ yetisi kazandırabilecek yazılım kütüphaneleri ve internet üzerinden kullanılabilen çeşitli hizmetler var. Basit bir örnek verecek olursak dergiye bir yazı hazırlarken, yazı ile ilgili olabilecek görselleri yazara otomatik öneren bir yazılım geliştirmek istiyorsunuz. Öncelikle yazının neyle ilgili olduğunu öğrenmek gerek. Bunun için yazarın yazı yazdığı program (Microsoft Word veya Notepad gibi bir program) arka planda IBM firmasının yapay zekâ hizmeti sunan yazılımı IBM Watson'un metin işleme hizmetine yazıyı göndererek bununla ilgili anahtar sözcükleri çıkarabilir. Yazının kaplumbağaların doğal yaşamıyla ilgili olduğunu varsayalım. Bu durumda Watson bize "kaplumbağa" ve "yaşam alanı" gibi anahtar sözcükler önerecektir. Sonrasında geliştirdiğimiz yazılım Flickr fotoğraf paylaşım sitesinden bu anahtar sözcüklerle arama yaparak çıkan sonuçları yazara önerebilir. Basit gibi görünen süreci sıfırdan başlatmaya kalksaydık eldeki bir metni belli ölçüde anlayan ve ilgili anahtar sözcükleri çıkarabilen bir yapay zekâ yazılımı geliştirmemiz gerekirdi, bu da yıllar sürebilecek bir çalışma anlamına gelirdi.



Konuşma Tanıma	Konuşmayı metne çevirir.
Metin Seslendirme	İnsanı andıracak bir şekilde metni okur.
Dil Tanıma	Verilen belgenin hangi dilde yazıldığını tespit eder.
Çeviri	Bir dilden diğerine çeviri yapar.
Duygu Belirleme	Verilen bir metne hâkim olan duyguyu tespit eder. Örneğin metne "kıızgınlık hâkim", "mizah hâkim" gibi yargılarda bulunur. Özellikle müşteri hizmetleri için önemli bir bilgi olabilir.
Nesne Tespiti	Metinde yer alan eşyaları, yerleri, ürünleri, kişileri belirler. Örneğin bir sosyal medya sitesinde en çok hangi ürünlerden ya da yerlerden bahsediliyor sorusuna cevap bulmamızı sağlar.
İlişki Tespiti	Belirlenen nesnelere arasındaki ilişkileri çıkarır. Verilen metinde kimin nerede hangi ürünü kullandığını tespit etmek gibi işlevleri yerine getirir.
Belge İncelemesi	Belgeleri sınıflandırıp nelerden bahsettiğini ortaya koyar. Belgelerde arama yaparken aranan sözcüğü içermese de ilgili olan belgeleri bulabilir.
Metin Üretimi	Dil bilgisi kurallarına uygun, gerçek bir insan oluşturmuşçasına gerçekçi cümleler kurar.
Özetleme	Uzunca bir metni özetler.
Soru Cevaplama	Belirlenen konuda insanların sorularına mantıklı cevaplar verir.



Tablo 1
Yapay zekânın doğal dil işleme alanında yapabileceği bazı işler



Yüz tanıma için kullanılan yapay sinir ağı.

Fotoğraf katmanlarda inceleniyor ve her katmanda biraz daha netleştirilerek en sonunda kime ait olduğu tespit ediliyor. Bu tekniğe katmanların oluşturduğu derinlikten dolayı derin öğrenme adı veriliyor.

Figür 1

Yazı programına yapay zekâ yetisi kazandırma (altta)



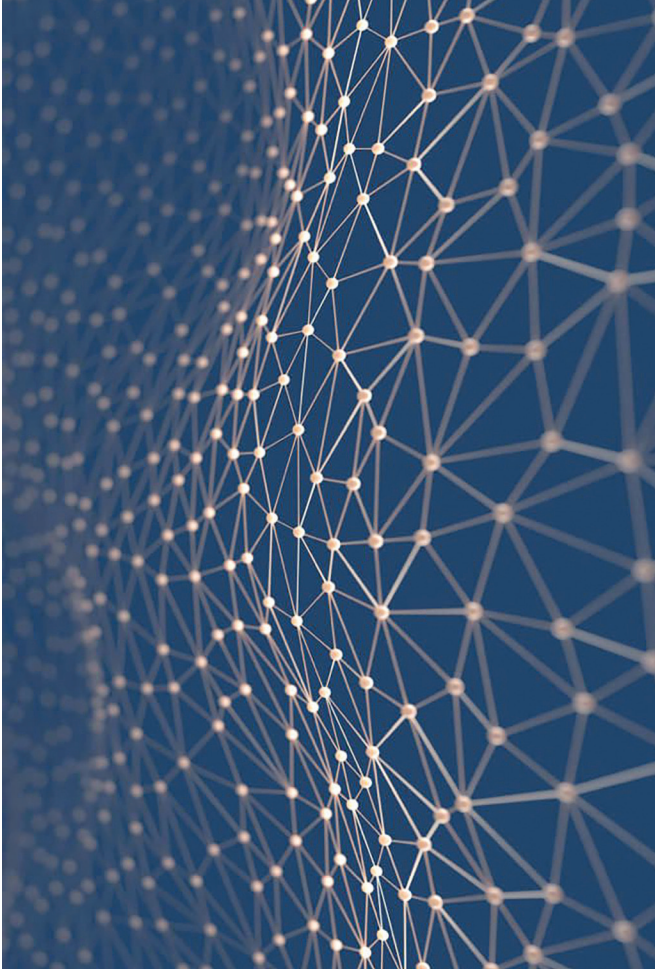
Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi açıkça programlamaya gerek duymaksızın makineler öğrenme yetisi kazandırmak için kullanılan bilgisayar bilimi tekniklerini ifade eder. Takviyeli öğrenme, genetik algoritmalar, kural tabanlı öğrenim, öğrenim sınıflandırma sistemleri, karar ağaçları, derin öğrenme gibi çok sayıda makine öğrenme algoritması vardır. Bu algoritmalar kullanılarak veri setlerinde anlamlı desenler bulunmaya çalışılır, bulunan desenler yeni verilere uygulanarak sonuç elde edilir. Makine öğrenmesi yapay zekânın temel yapı taşlarından biridir. Yapay zekâ makine öğrenmesi dışında istatistiksel teknikler, geleneksel arama, sembolik çıkarım, mantıksal çıkarım gibi tekniklerden de faydalanır.

Sinir Ağları

Bir makineyi nasıl akıllı yaparsınız? Bu soruya cevap verebilmek için akıllı olmayı ya da zekâyı tanımlamak gerekir ki bu da insanlık tarihi kadar eski bir soru. Bu soruyu “insan gibi olan akıllıdır” diyerek, biraz hileli bir şekilde yanıtlayabiliriz. Böyle düşünüldüğünde, zekânın ne olduğunu anlamak yerine insan beyninin çalışma şeklini taklit ederek yapay zekâ geliştirilebilir. Bunun için tıpkı insan beynindeki sinir ağları gibi yapay sinir ağları oluşturulur. Başlangıçta bir yapay sinir ağı girdi ve çıktılardan oluşan basit bir devre gibidir. Bir görevi yapması istendiğinde tümüyle rastgele bir sonuç üretir. Örneğin el yazısıyla yazılmış “a” harfini tanıması istendiğinde rastgele bir harfle dönüş yapar. Aldığı geri bildirimlere göre (“doğru bildin” ya da “yanlış bildin”) o cevabı vermesini sağlayan yolu, yani yapay sinir ağını kuvvetlendirir veya zayıflatır. Çok sayıda deneme yanılmanın ardından “a” harfini doğru tanıyan bir model oluşmuş olur.

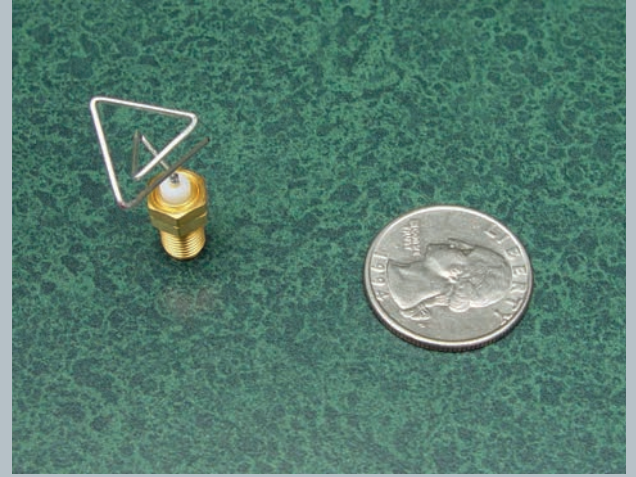
Yapay sinir ağları başlangıçta insan beynine öykünmüş olsa da bugün pratik olarak kullanılan sistemler biraz daha farklı çalışıyor. Tek bir yapay sinir ağı karmaşık problemlerin çözümü için yetersiz kalıyor, bu nedenle birbirine bağlı katmanlardan oluşan sinir ağları kullanılıyor. Bu tür çok katmanlı yapay sinir ağları oluşturmak için derin öğrenme denilen başka bir yapay zekâ kavramından faydalanılıyor. Derin öğrenme çok katmanlı modellerin üretilmesi için kullanılan tekniklere verilen ad olarak tanımlanabilir. Yapay sinir ağları, katmanların dizilimi ve katmanlar arasındaki bilgi akış yönüne göre ileri beslemeli, tekrarlı gibi farklı mimarilerde olabiliyor.



Çalışılacak alan veya probleme uygun olan mimarinin seçilmesi gerekiyor.

Daha önce bahsi geçen IBM Watson gibi hazır yapay zekâ kütüphaneleri ve hizmetleri birçok iş için kullanılıyor ama çalışılan alana bağlı olarak yetersiz kalabiliyorlar. Örneğin hat sanatıyla yazılmış şekilleri anlayan bir yazılıma ihtiyacınız varsa yazı tanıma konusunda uzmanlaşmış standart yapay zekâ kütüphaneleri iş görmecektir. Bu durumda farklı hat örneklerinin olduğu bir arşivin oluşturulup bilgisayara yüklenmesi gerekir. Bu verilerle derin öğrenme teknikleri kullanılarak, uygun bir mimaride hat sanatına özel bir yapay sinir ağı oluşturulur. Veri ne kadar fazla olursa yapay zekânın başarısı o denli artacaktır. Bu tür özelleşmiş sinir ağları oluşturmak için de TensorFlow gibi açık kaynaklı projeler ya da kendi geliştirdiğiniz kütüphaneler kullanılabilir.

Sinir ağları makine öğrenmesi içinde bir alt alandır. Bütün yapay zekâ problemleri için sinir ağları kullanmak gerekmez. Kimi problemler için doğrusal ilkelme gibi daha basit yöntemlerle çözümler üretilebilir.



2006 NASA ST5 uzay aracı anteni.

Antenin şekli en verimli radyasyon yayılımını sağlayacak deseni arayan genetik algoritmayla bulundu.

Genetik Algoritma

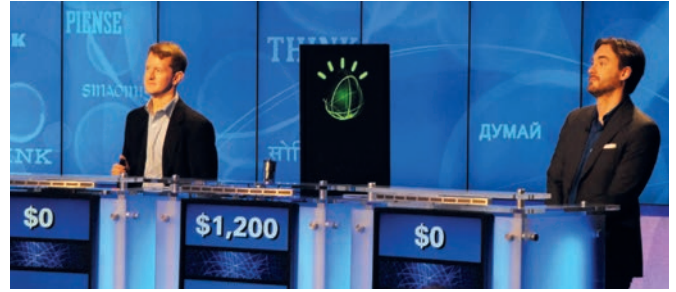
Evrimsel algoritmalar olarak da bilinen genetik algoritmalar, canlılar arasındaki gen değişimine benzer bir mekanizmayla çalışır. Belirlenen problemi çözmek için olası birkaç çözüm belirlenir. Her bir yazılım bir çözüm yolunu test edecek şekilde programlanır. Program çalıştırılır, sonuçlara göre kötü algoritmalar elenir ve iyiler arasında kod değiş tokuşu yapılır. Tıpkı canlılar arasındaki gen değiş tokuşu gibi olan bu süreç çeşitliliğe neden olur. Böylece yarısını bir algorithmadan diğer yarısını başka bir algorithmadan alan yeni algoritmalar oluşur. Bu işlem milyarlarca defa tekrarlandığında zayıf çözümlerin elendiği, güçlülerin kaldığı bir tablo ortaya çıkar. Süreç istenilen başarı düzeyi yakalandığında ya da maksimum deneme sayısına ulaşıldığında sonlanır. Bu yaklaşımın başarıya ulaşabilmesi için çok fazla tekrar gerekir. Sürecin izlenmesi ve gerekli durumlarda müdahale edilmesi yoluyla sonuca ulaşma süresi kısaltılabilir. Genetik algoritma bazı problem türleri için iyi sonuçlar ortaya çıkarsa da özellikle karmaşık problemlerin çözümü çok zaman alabilir. Örneğin bir otomobil motoru üretmek çok karmaşık ve zaman alıcı bir iş olduğu için bu üretimi genetik algoritmayla yapmaya çalışmak önerilmez. Öte yandan bir fan bıçağının hangi şeklinin verimi maksimuma çıkardığını tespit etmek için genetik algorithmadan faydalanılabilir.

Zayıf Yapay Zekâ

Bir tek alanda uzmanlaşan yapay zekâ zayıf ya da dar yapay zekâ olarak adlandırılıyor. Örneğin dünya satranç şampiyonunu yenen yapay zekâ elmayla armudu ayıramaz. Anatol Holt'un deyiimiyle "bulunduğu odada yangın çıkmışken mükemmel bir satranç hamlesi yapan bir bilgisayar düşünün". Peki böyle bir makine gerçekten zeki midir? Birçok insana göre değildir, ama farklı işlerde uzmanlaşmış farklı yapay zekâ yazılımları bir arada düşünüldüğünde işler değişiyor. Bir yapay zekâ yazılımı gerçekten ilginizi çekecek haberleri derlerken, diğer yapay zekâ hoşunuza gidecek bir içecek hazırlıyor, bir diğeri kampanya dönemine denk getirip ucuza temizlik malzemesi sipariş ediyor. Tüm bu yapay zekâ yazılımları bir arada çalışarak akıllı ev yazılımını oluşturuyor, birçok kişi için bu ev gerçekten akıllı değil midir? Zayıf yapay zekâ birçok alanda şimdiden kullanılmaya başlandı. E-posta adresinize gelen çöp e-postaları yakalayan yazılım, izlediğiniz ve sevdiğiniz filmlere göre size yeni film öneren Netflix uygulaması, gideceğiniz yere sizi en hızlı ulaştıracak yolu çizen harita uygulaması günlük hayatta farkına varmadan kullandığımız zayıf yapay zekâ örnekleri.

Güçlü Yapay Zekâ

Genel yapay zekâ ya da insani yapay zekâ gibi adlarla da anılan bu kavramı her konuda insan kadar zeki olan bilgisayar olarak tanımlayabiliriz. Elbette güçlü yapay zekâ geliştirmek zayıf yapay zekâ geliştirmekten çok daha zor, çünkü bilgisayarın neden sonuç ilişkisi kurma, plan yapma, problem çözme, soyut düşünme, karmaşık kuramları kavrama, hızlı öğrenme ve deneyimlerden sonuç çıkarma gibi yetileri olması gerekiyor. 2011'de IBM Watson'un *Ben Bilirim* adlı televizyon yarışmasında tüm zamanların en başarılı yarışmacıları Brad Rutter'ı ve Ken Jennings'i yenmesi büyük bir başarı olarak sunulsa da IBM Watson bu başarının farkında bile değildi. Sınırları çizilmiş bir alanda çalışabilen bir yapay zekâ geliştirmek nispeten kolay, zayıf yapay zekâdan güçlü yapay zekâyâ geçiş çok zor.



Örneğin e-postalarınızı tarayarak çöp mesajlarla normal mesajları ayırt eden yazılım klasik bir zayıf yapay zekâ olarak değerlendirilebilir. Ancak e-postaları tarayarak ne manaya geldiğini "anlayabilmek" ve buna göre hareket etmek çok daha zor bir görev. Siz bir e-postayı okuduğunuzda bunu anlarsınız, ama bu yapay zekâ için çok zor bir görev. Bilgisayar bilimci Donald Knuth'un dediği gibi "yapay zekâ insanların düşünerek yaptığı birçok şeyi başarıyla yapabiliyor, ancak insanların ve hayvanların düşünmeden yaptığı çoğu şeyi yapamıyor". Bisiklet sürmek 5 yaşındaki bir çocuğun bile düşünmeden yapabileceği bir işken yapay zekânın henüz başaramadığı bir iş. Bizler için hayli kolay görevler yapay zekâ için inanılmaz zorlukta olabiliyor, bu nedenle de güçlü yapay zekânın geliştirilmesi -belki de hiç geliştirilemeyecek- zaman alıyor. Güçlü yapay zekânın geliştirilebileceğini düşünen yüzden fazla bilim insanıyla yapılan bir ankete göre güçlü yapay zekâ düzeyine 2040'ta ulaşılabileceği tahmin ediliyor.

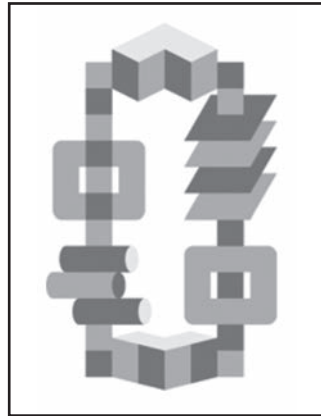
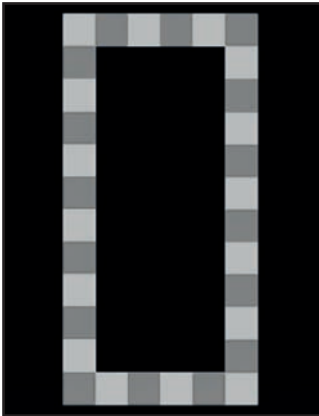


Yapay zekâ bu resme baktığında siyah ve beyazın farklı tonlarda olduğu iki boyutlu bir resim görüyor. Biz ise bunun üç boyutlu bir kaya olduğunu rahatlıkla anlayabiliyoruz.

Bu örnekler basit düzeyde durağan nesnelere oluşuyor, yüz ifadeleri gibi değişken ve başka verilerle birlikte değerlendirilmesi gereken konularda yapay zekâ çok daha başarılıdır.

Güçlü yapay zekâdan bahsetmişken süper yapay zekâ dan da bahsetmekte fayda var. Süper yapay zekâ her konuda insandan çok daha üstün olan yapay zekâ olarak tanımlanıyor ve birçok insanı ürküten de bu tanım. Süper yapay zekânın yanında insan, insanın yanındaki kuş gibi kalabilir. Elbette bugün için tam anlamıyla güçlü yapay zekâ ya da süper yapay zekâ diyebileceğimiz bir yapay zekâ yok, yakın gelecekte de olması beklenmiyor ama bu olmayacağı anlamına gelmiyor. Güçlü yapay zekâyâ ulaşıldığı andan itibaren süper yapay zekânın yolu açılmış olacak.

Çünkü bilgisayarların hız, bilgi depolama kapasitesi, işlemciler arası veri alışveriş hızı, sürekli çalışabilme yetisi gibi özellikleri insanların bunlarla kıyaslanabilecek özelliklerinden çok daha iyi. Beyindeki bir nöron maksimum 200 Hz ile çalışabilirken günümüzde bir mikroişlemci 2GHz ile çalışabiliyor. Bir başka deyişle bugün bile makineler insan beyninden 10 milyon kat hızlı çalışıyor. İnsana denk bir zekâ düzeyine ulaşan güçlü yapay zekâ burada durmayacak ve kendini geliştirmeye devam edecektir. Kendini geliştirmeye programlanmış olmasa bile, insan kadar zeki bir yazılım kendini geliştirmesi gerektiğine karar vererek bu yönde çalışmaya başlayabilir.



Üst soldaki resme baktığınızda siz de bilgisayar da aynı sonucu çıkarabiliyorsunuz: İki farklı gri tonunun sıralı değişerek oluşturduğu bir dikdörtgen.

Üst sağdaki şekli tarif etmek de sizin için pek zor değil: Yarı saydam ve mat, iki boyutlu ve üç boyutlu silindir ve küp gibi nesnelere oluşan bir şekil. Yapay zekâ ise bu şekli anlamakta çok zorlanıyor. Tıpkı ilk resimde olduğu gibi tümünün grinin farklı tonlarında iki boyutlu nesnelere algılıyor.

Büyük Veri

Günümüzde akıllı telefonlar ve internete bağlı eşyalar sayesinde film izlemek, yürümek, uyumak, araba kullanmak, konuşmak, yazmak gibi neredeyse her eylem veri üretiyor. Üretilen bu verilerin büyük veri merkezlerinde toplanmasıyla oluşan veri yığınlarına büyük veri deniyor. Yapay zekâ için en sık kullanılan yöntemlerden olan makine öğrenmesinin etkili olabilmesi için veriye hatta çok fazla veriye ihtiyaç var ve veri olmadan yapay zekânın geliştirilmesi çok zor. Örneğin Tesla'nın otonom sürüş konusunda, Google gibi dev bilişim firmalarına göre en büyük avantajının bugüne kadar sattığı ve sürekli internete bağlı otomobillerden topladığı devasa sürüş verisi olduğu söyleniyor. *The Economist* dergisinin deyişiyle dünyanın en değerli kaynağı artık petrol değil veri. Dünyada üretilen verinin %90'ı son 5 yılda üretildi. Bu bağlamda değerlendirildiğinde veriye ulaşmak ve bu veriyi işleyecek yapay zekâyâ sahip olmak ticari işletmeler ve hükümetler için öncelikli hale gelmiş durumda. Daha önce örnek verdiğimiz el yazısıyla yazılmış "a" harfini tanıyan bir yazılım geliştirebilmek için farklı şekillerde yazılmış çok sayıda "a" harfine ihtiyaç var. Bu veri olmadan geliştirdiğimiz bir yazılım birazcık farklı yazılmış bir "a" harfini tanıyamayacaktır. İnternetin yaygınlaşması ve veri depolama donanımlarının ucuzlaması devasa veri yığınlarının oluşmasını sağladı. Bunun yanı sıra bu verilere erişen kurum ve kuruluşlara da büyük rekabet avantajı sağladı. Artık tüm bu aktörler daha fazla veriye ulaşmak ve bu veriyi işleyecek yapay zekâ yazılımlarına sahip olmak istiyor.

Donanım

Neden yapay zekâ bugünlerde popüler oldu diye soracak olursanız, yanıt kısaca donanım olacaktır. İşlemci ve veri depolama cihazlarının maliyetlerinin düşmesi, büyük verinin depolanabilmesine ve bunlar üzerinde karmaşık analizler yapılabilmesine olanak sağladı. Daha önce çok zaman alacağı için test etme imkânı bulunmayan fikirler test edilebilir hale geldi. İnternet hızının artması ve bulut bilişim gibi hizmetlerin sunulmasıyla, donanımları satın almak yerine kullandığın kadar ödeme kolaylığı oluştu.



Donanımda erişilen fayda/maliyet oranı zayıf yapay zekâ için yeterli olsa da güçlü yapay zekâ için bilgisayarların işlem gücünün artması gerekiyor. Basit mantıkla, insan zekâsına denk bir yapay zekâ için insan beynine denk işlem gücünde bir bilgisayar gerekli denilebilir. Bugün kullanılan ortalama bilgisayarın işlem gücü bir fare beyninin işlem gücüne denk. Bilgisayar işlemcilerinin mevcut gelişim hızına bakılırsa, 2025'te ortalama bir bilgisayarın işlem kapasitesi insan beynininkine denk hale gelecek. Elbette yeterli donanımın olması güçlü yapay zekâ anlamına gelmiyor, ancak donanım olmadan güçlü yapay zekâ mümkün değil. 1997'de Deep Blue'nun Kasparov'u yenmesinin nedeni satranççı anlaması değil, hesaplama kapasitesinin çok yüksek olmasıydı.

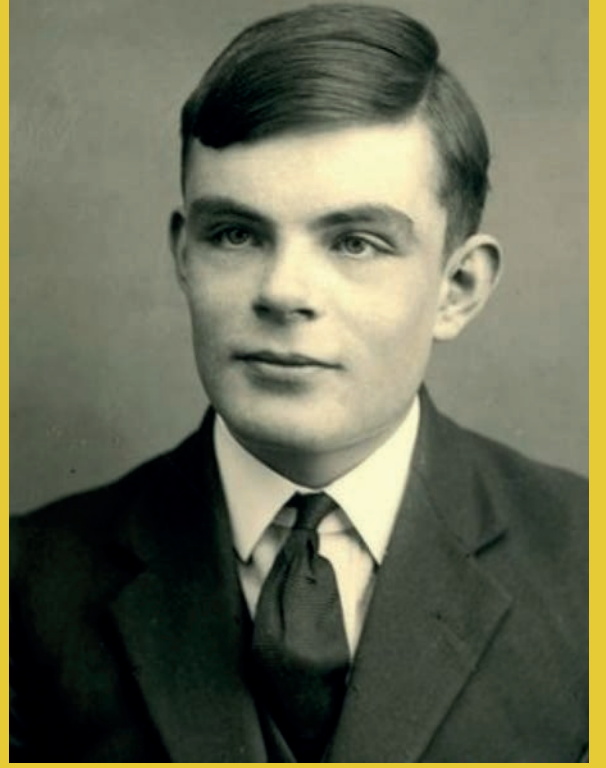
Turing Testi

Alan Turing yapay zekânın kuramsal öncüleri arasında gösterilen İngiliz matematikçidir. 1950'lerin başında bir yazılımın yapay zekâ olup olmadığını belirlemek için taklit oyunu adında bir test tasarlamıştır. Sonraları Turing testi olarak anılacak bu teste göre bir sorgulayıcı, bir gönüllü ve yapay zekâ üç ayrı odaya yerleştirilir. Sorgulayıcı odalardakilerle mesajlaşarak iletişime geçmektedir. Eğer sorgulayıcı sorduğu sorulara aldığı cevaplara göre hangi odada yapay zekâ olduğunu belirli bir süre içinde anlayamazsa, yapay zekâ Turing testini geçmiş demektir. Turing testinin süresi ve yapay zekânın insan olduğunu sanan ve sanmayan sorgulayıcıların birbirlerine oranının ne olması gerektiği, farklı Turing testlerine göre değişkenlik gösteriyor.



Alan Turing ilgili makalede testin 5 dakika olmasını önermiş ve yapay zekânın yargılayıcıların %30'unu insan olduğuna ikna etmesinin yeterli olacağını belirtmişti. Bu süreyi 25 dakikaya ya da 2 saate çıkaran testler de var. Zaman zaman çeşitli iddialar ortaya atılsa da bugüne kadar Turing testini geçen bir yapay zekâ olmadı. Turing testinin geçilmesi güçlü yapay zekâya ulaşıldığı anlamına gelmiyor, ama güçlü yapay zekânın Turing testini geçmesi gerekiyor.

İnsandan ayırt edilemeyecek bir yapay zekâ yapabilmek için bugüne kadar üretilmiş bilgilerin anlaşılabilmesi (bilgi mühendisliği), insan konuşmasının algılanabilmesi (konuşma tanıma), söylenenlerin anlaşılması (doğal dil işleme), cümle kurabilme (doğal dil üretimi), görebilme (görüntü işleme) gibi her biri bilgisayar biliminin alt dalı olan alanlarda ciddi ilerleme kaydedilmesi gerekiyor. ■



Alan Mathison Turing,

23 Haziran 1912 - 7 Haziran 1954

İngiliz matematikçi, bilgisayar bilimcisi ve kriptolog.

Bilgisayar biliminin kurucusu sayılır.

1946'da ilk program hafızalı bilgisayarın detaylı tasarımının makalesini hazırlayan Turing, ACE yani Otomatik Bilgisayar Motoru tasarımı için Ulusal Fizik Laboratuvarı'nda çalıştı ve 1950'de de ilk programını gerçekleştirdi.

Manchester Üniversitesi'nde bilgisayar laboratuvarında çalışan ve ilk gerçek bilgisayarlardan olan Manchester Mark 1 yazılımını hazırlayan Turing, bir yandan da yapay zekâ ve makine zekâsı üzerine çalışmalara başladı.

Çalışmalarının sonucunda bugün Turing Testi olarak da adlandırılan, bir makinenin insan seviyesinde ve zeki olduğunu gösteren test ortaya çıktı.



Kaynak

https://en.wikipedia.org/wiki/Dartmouth_Conferences

https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning

<https://devblogs.nvidia.com/paralleforall/accelerate-machine-learning-cudnn-deep-neural-network-library>

Organized Activity and its Support by Computer, Anatol W. Holt
The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements, 318, Nils, Nilson

Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Nick Bostrom
How the Mind Works, Steven Pinker

Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Nick Bostrom

<https://www.economist.com/news/leaders/21721656-data-economy-demands-new-approach-antitrust-rules-worlds-most-valuable-resource>

<https://royalsociety.org/news/2017/04/machine-learning-requires-careful-stewardship-says-royal-society>

<http://www.businessinsider.com/ray-kurzweil-law-of-accelerating-returns-2015-5>

<https://isturingtestpassed.github.io>

Derinliklerdeki ZEKÂ ve ETİK

Yrd. Doç. Dr. Emre Sermutlu [Çankaya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü

Dar Alandaki Derin Uzmanlar

Yapay zekâ konusundaki gelişmeler bize en sonunda aynı insan gibi düşünen, hisseden, konuşan, bizimle iletişim kuran sistemler verebilecek mi? Bir algoritma bilinçli olabilir mi?

Hayli felsefi sorular bunlar, yüzlerce yıldır da tartışılıyorlar. Sinema sektörü bu soruya çok net bir “evet” cevabı vermiş görünüyor, *Matrix*’teki ajan Smith’i, *Kara Şimşek*’teki konuşan otomobil Kitt’i, *Terminatör*’ü, *Wall-E*’yi, *Yıldız Savaşları*’nın R2 D2’sini unutmak mümkün mü?

1960’lardan beri zaman zaman bu düzeydeki yapay zekâ uygulamalarının çok yakın bir gelecekte gerçek olacağı söylene de genelde boş çıkar bu tahminler. Ama son yıllarda sadece akademik makalelerde değil, günlük hayatımıza girmiş, ticarileşmiş uygulamalarda da görebiliyoruz gelinen aşamaları.

Google’ın çağ atlamış çevirisi, Apple’ın laftan anlayan Siri’si, IBM’in teşhisleri çok isabetli Doktor Watson’ı, Facebook’un yüz tanıma sistemi ve daha bir çokları sardı çevremizi.

Sesimizi tanyan, otomobil kullanan hatta beste yapan, haber yazan, resim çizen bilgisayarlar sıradan oldu.

Gerçi hâlâ insanunki gibi bir zekâ uzakta; verdiğimiz örneklerin hepsi çok dar, özelleşmiş alanlarda çalışıyor. Ama uygulamada da işe yarayan onlar. İyi tanımlanmış bir işi, düzgün yapan sistemler.

Uzunca bir süre emekleme dönemi yaşayan ve akademik dünyadan dışarı pek çıkamayan yapay zekâ araştırmalarında görülen bu patlamanın sebebi ne olabilir? Bilgisayarların son yıllarda giderek artan işlem kapasitesi mi bu işin sorumlusu? Yoksa yeni algoritmalar mı?

Genelde “derin öğrenme” yöntemini kullanan bu yeni sistemler için eğitim verisi çok önemli. Paralel işlem yapan GPU’lar (grafik işlemciler) gelişmelerde rol oynamış olsa da, asıl elimizdeki çok büyük hacimli veriler önemli gibi görünüyor. İnsanların internete bağlıken ürettiği ve o sayede devasa veri bankalarında depolanabilen bilgiler, insanlığın “öğrencisi” yapay zekânın gelişiminde çok büyük rol oynuyor. Çünkü artık bilgisayarlar da aynen çocuklar gibi görerek, duyararak ve taklit ederek öğreniyor.

Klasik Programlama

Bir işin nasıl yapılacağını bilgisayara anlatmak için sabahlara kadar ekran başında kod yazmaya başlamadan önce, o bilgiye bizim sahip olmamız gerekir. Biz bilemeyebiliriz, bilenleri bulamayabiliriz veya bulsak bile onlardan öğrenemeyebiliriz. Pilavı dillere destan bir aşçı, tarif vermesi istendiğinde “el kararı pirinç, göz kararı su, olana kadar pişir” diyebilir mesela. Hem de tarifi gizlemeyi değil gerçekten bize yardımcı olmayı istediği halde. Çünkü bir işi iyi yapmak ile o işi iyi yapmanın metodolojisini bilmek farklıdır.

Örneğin tecrübeli bir emlakçı yaşadığı semtteki bir daireyi daha görür görmez, muhtemel satış fiyatını belirleyebilir. Biz aynı şeyi algoritmik olarak nasıl yapabiliriz? Öncelikle emlak uzmanının sahip olduğu bilgileri, örneğin dairenin metrekaresi, binanın yaşı, dairenin kaçınıc katta olduğu, cephesi, otobüs-metro duraklarına yakınlığı gibi, sisteme aktarmamız gerekir. Ondan sonra o daireyle doğrudan ilgisi olmayan başka değişkenler sıralanır: Örneğin semtin denize yakın olup olmadığı, konut kredisi faizleri, ekonomik beklentiler, civarda yapılacak alışveriş merkezleri veya ileride o bölgeden geçecek yollar ile ilgili söylentiler.

Nispeten basit bir problem için bile çok fazla değişken var. Dairenin planının kullanışlı, mutfak dolaplarının en son moda uygun olup olmadığı gibi sübjektif ama son derece önemli kriterlere daha gelemedik bile. Her neyse, biz elimizdeki verilerin yeterli olduğunu varsayalım.

Şimdi bunları matematiksel bir modelde bir araya getirmeliyiz. Sözelimi diğer bütün şartları eşitse çok odalı dairenin az odalı daireden, güney cephenin kuzey cepheden daha pahalı olduğunu hepimiz biliyoruz. Ama bu eğilimleri rakamlara oturtmadıkça hepsi havada kalır. Örneğin kuzeye bakan dört odalı ve güneye bakan üç odalı daireleri kesin bir şekilde karşılaştırabilmek istiyorsak matematiksel formüllere ihtiyacımız var.

İlk akla gelen doğrusal bir model, yani daireyi temsil eden parametrelerin belli pozitif veya negatif katsayılarla çarpılıp toplanmasına dayanıyor: $y=ax_1+bx_2+cx_3+...$ gibi. Ama biraz kurcalayınca bu modelin çok kaba olduğu, epeyce rafine edilmesi gerektiği ortaya çıkacaktır. Örneğin dairenin durağa 300 metre mesafede olmasıyla 100 metre mesafede olması arasında büyük bir fark varken,

30 metre mesafede olmasıyla 10 metre mesafede olması arasında bir fark olmayabilir, çünkü insanlar ikisini de yeterince yakın olarak algılayacaktır. Ya da herkesin otomobil sahibi olmasının ve dahası her yere otomobille gitmesinin beklendiği bir semtte, otobüs durağına uzaklık fiyatta hiç etki etmeyebilir de. Büyük daireler daha pahalıdır ama devlet belli bir metrekaresinin üstündeki dairelerden ek vergi almaya başlarsa tam o noktada doğru orantılı ilişki kırılır, insanlar küçük de olsa o vergi limitinin altındaki yerleri daha çok tercih eder.

Özetle bir çok emlak uzmanı ve bir çok programcının uzunca süre bir arada çalışmasıyla (ki bu da pratikte başlı başına bir problem, çünkü birbirlerinin dilinden anlamıyorlar) çok sayıda döngüden oluşan karmaşık bir fiyat tahmin programı ortaya çıkarılabilir ve en azından acemi emlakçılardan daha iyi tahminlerde bulunacağı öngörülebilir. Muhtemelen bu yöntemle tecrübeli bir uzmanı aşacak kadar ilerleyemeyiz, çünkü onun sağduyusunu, bildiği ama ifade edemediği tüm gerçekleri hesaba katmayı başaramayız.

Ayrıca programımızın sürekli güncellenmesi gerekir, çünkü bugün için ideale yakın sonuçlar verse de, sözgelimi 10 yıl sonra toplumsal hayattaki eğilimler, ev sahibi olma arzusu, toplumdaki ev sahipliği oranı gibi şeyler değişeceği için bizim program giderek daha hatalı tahminler yapmaya başlayabilir.

Buraya kadar anlattıklarımız klasik programlama yöntemi. Yani önce biz çözüyoruz problemi, sonra da bilgisayara aktarıyoruz. Çözümümüz ortada bir bilgisayar olmasa da geçerli. Pratikte çok zor da olsa, prensipte aynı hesaplar kâğıt kalemle de yapılabilir. Ya da şöyle söyleyelim, ortada çalışan, işe yarayan eksiksiz bir çözüm varsa, onu yazılımla bilgisayarın anlayacağı dile aktarmak belki de işin en kolay yanıdır.

Sinir Ağları

Şimdi bir de yapay sinir ağları kullanarak aynı probleme nasıl yaklaşacağımızı görelim. Bu problemi analiz etmenin çok güç bir iş olduğu gözlemiyle başlayalım ve bütün bu çözümlmeyi biz yapacağımıza, işin o kısmını da bilgisayarın kendisine yaptırılmaz mıyız acaba diye soralım. Yani program kendi kendini kodlasa, biz uğraşmasak? Ne güzel olurdu değil mi?

Ana fikir şu: Bahsi geçen bütün verileri (metrekare vs.) veriyoruz. Ondan sonra da satılan dairelerin kaçta satıldığı bilgisini giriyoruz. Hiçbir uzman görüşüne gerek yok, tek zorluk büyük miktarda veri toplamak. Bu verilerle dayanarak makine kendi kendini “eğitiyor”. Evet yanlış duymadınız, makine öğreniyor.

Elbette karşımızda zeki ve bilgiye aç bir öğrenci yok. Yapay sinir ağının çalışma ilkesi şu: Veri girişi yapılan hücreler, bu hücrelerin bağlı olduğu başka ara hücreler, bir de sonuç katmanı var. Hücreler arasında sayısal bağlantılar var. Her hücre kendine gelen sayıları topluyor, belli bir katsayıyı aşılırsa bağlı olduğu diğer hücrelere sinyal gönderiyor.

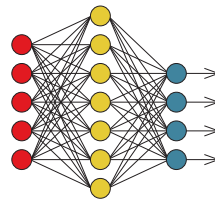
En son hücreye gelen sinyaller toplamı da algoritmanın çıktısını oluşturuyor. Büyük ölçüde beyindeki nöronların çalışma ilkesinden esinlenilmiş.

Başlangıçta katsayılar tamamen rastgele seçiliyor. Eğitim sırasında sistem şunu yapıyor: Katsayıları nasıl değiştirirsem doğruya daha yakın sonuçlar elde ederim? Söz gelimi, 300 olması gereken sonucu ben 5 buldum. Felaket bir durum. Ama katsayılardaki ufak değişiklikler bunu 6 yapıyorsa iyi, 100 yapıyorsa çok iyi.

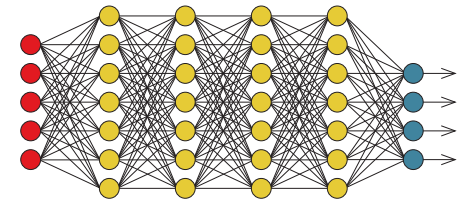
İlginç olan şu ki yeterince çok “eğitim” verisi varsa, bu sistem emlak ve fiyat kavramları hakkında hiçbir şey bilmeseyse bile bir süre sonra bizim uzmanların uzun sürede ortaya çıkardığına çok benzer, hatta daha da iyi bir model çıkarıyor. Üstelik öğrenmeye ve kendini geliştirmeye de devam ediyor. Örneğin yeni yerleşime açılan bir semtteki fiyatları yanlış tahmin edebilir, zaten insanlar da muhtemelen hata yapacaktır böyle bir ortamda. Ama o bölgede 5-10 daire satıldıktan ve o veriler sisteme girildikten sonra biraz, 50-100 daireden sonra çok büyük bir iyileşme görmemiz beklenebilir. Bu yapılırken programın ana kodları hiçbir şekilde değişmez, programcı desteğine gerek olmaz. Beklenmedik bir ekonomik kriz gerçekleşirse bunu makineye ek bir bilgi olarak girmek gerekmez, sistem olağan veri girişleri sayesinde ortalama emlak satış sayısı ve fiyatındaki düşüşten durumu fark edip kendini uyarlayacaktır. Hatta sistem kötüye gidişi iktisatçılardan çok önce fark edip onları uyarabilir.



Basit sinir ağı



Derin öğrenme sinir ağı



● Girdi katmanı

● Gizli katman

● Çıktı katmanı

Derin Öğrenme

Şimdi de derin öğrenmeye geleyim. Aslında yapay sinir ağının bir türü, ama çok sayıda katman içeriyor ve her katman kendinden önceki daha basit verileri birleştirip daha karmaşık ve anlamlı bütünler üretiyor.

Şöyle bir oyun oynadığımızı hayal edin: Ben size 10^{28} civarında (on bin x trilyon x trilyon) rastgele dizilmiş atom vereceğim, siz de bunların toplamı bir insan vücudunu andırıyorsa “evet” andırmıyorsa “hayır” diyeceksiniz.

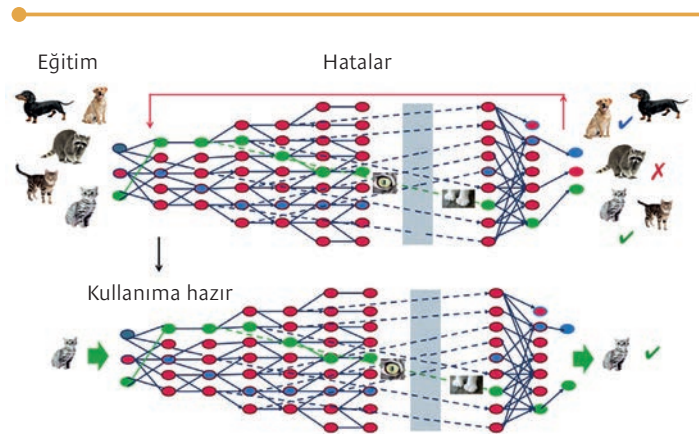
Neredeyse imkânsız bir problem değil mi? Bilgisayar için de insanlar için de nereden başlanacağı belirsiz, olasılık sayısı pratikte sonsuz, içinden çıkılmaz bir iş. Gelin bu problemi basitleştirelim. Ben size bir kalp, iki akciğer bir de mideden oluşan bir görüntü vereyim, siz de bunların bir insan vücudundan alınan kesitler olup olmadığına karar verin. Bir nevi dört parçalı bir yapboz gibi. Hayli basit bir problem, çünkü zaten elimizdeki bileşenlerin sağ ve sol akciğer, mide ve kalp olduğundan eminiz, tek sorun bunların birbirlerine göre doğru konumlanıp konumlanmadığı. Bir de görece büyüklükleri. Bu problemi çözmek için insanları da makineleri de kolayca eğitebiliriz.

Sonra, ikinci bir oyun olarak size kalbin odacıklarının, kapakçıklarının, bir de aortu görebileceğiniz bir resim verip bunun bir kalp olup olmadığını soruyorum. Ana fikir yine aynı: Bileşenler nasıl bir araya gelmiş? Daha sonra aşama aşama organdan dokuya, dokudan hücreye, hücreden organellere, moleküllere ve atomlara kadar gidiyoruz. Ardından tüm bu aşamaları birbirine bağlıyoruz, öyle ki her aşama alttakinden bilgi alıp işleyip üsttekine aktaracak. Söz gelimi bir aşama “hücre mi değil mi” sorusuna “evet, hücre” diye cevap veriyorsa bu görüntüleri yukarı gönderecek ve sonrasında üst aşama “kas hücre mi değil mi” sorusuna cevap arayacak. Ya da atomlara bakarak amino asitleri algılayan katman bu bilgiyi üst tarafa aktarınca, orası artık atomları göremeyecek. Doğrudan amino asitler üzerinde çalışıp hangi proteini oluşturmuşlar ona karar verecek. Aslında bilim dallarının kısa hikâyesi de bu! Kimya ile fizik, biyoloji ile kimya arasındaki ilişki de çok farklı değil.

Bu sistemde toplam kaç katman ve her katmanda kaç hücre olacağını da baştan tespit etmemiz imkânsız olabilir, onu da sisteme bırakabiliriz. Bunu da yapınca nihayet derin öğrenme yöntemine ulaştık.

Bu sistemin bir başka ilginç özelliği ise öğrenme mekanizmasının içerikten bağımsız olması. Yani ilke olarak, ses tanıyan sistemle görüntü tanıyan sistem tamamen aynı algoritmayla yola çıkabilir, sadece eğitimlerinde kullanılan veriler değişik olacaktır. Unutmayın, her işlem den sonra sisteme “aferrin bildin” ya da “olmadı bilemedin” şeklinde bir geri besleme veriyoruz.

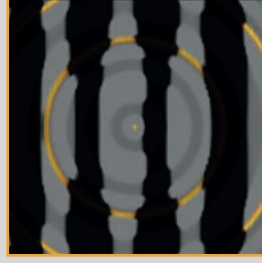
İşte Google “kedi var” ve “kedi yok” diye etiketlenmiş milyonlarca resimle eğittiği algoritmasıyla artık herhangi bir resimde kedi olup olmadığına çok kolay karar verebiliyor. Aynı sebepten A dilinden B diline insanlar tarafından çevrilmiş metinler altın değerinde Google çeviri için. O yüzden veriye olan açıklıkları bitmiyor bu devasa şirketlerin. O yüzden sizin verilerinizin peşindedir.



Kedi tanıma programımız iş başında!

Bir başka örnek otomobil kullanan programlar. Programın sadece otomobil mekaniğini, direksiyon, gaz ve freni bilmesi yeterli değil. Daha ziyade çevresini, bulunduğu ortamı okuyabilmesi önemli. Örneğin önünüzde iki otomobil durmuş bekliyor, ama yolları tıkalı değil. Beklemeli mi yoksa şerit ihlali yapma pahasına çevrelerinden mi dolaşmalı?

Bu soru ne fizikteki ivme-hız-mesafe problemlerine benziyor ne de makine mühendislerinin motor gücüyle ilgili hesaplamalarına. Otomobille ilgili görünse de aslında tamamen insani bir problem ve çözümü de denklem ve kurallarda değil sağduyuda gizli.



Çok bilen çok yanılır.

Görüntü tanıma programının yaptığı hatalar sağduyudan ne kadar uzak olduğunu gösteriyor. Bu resimleri penguen ve elektrikli gitar olarak sınıflandırmış.

Sürücüler kavga mı ediyor? Kaza mı yapmışlar? Arıza mı olmuş? Biri öbürüne adres mi soruyor? Aküsü bitmiş de öbürü yardıma mı gelmiş? İnsanlar durumu bir bakışta algılayıp çok mu az mı bekleyeceğini tahmin edebilir. Bilgisayara bunu öğretmenin en kolay yolu da “EĞER şu değişkenin değeri buysa şu döngüye gir” tarzındaki kurallarla gerçek hayatın tüm karmaşasını yakalamaya çalışmak yerine, ortamın görüntüsünü ve insanların verdiği “doğru” kararı bildirmek gibi görünüyor, tabii elinizde bu verilerden yeterince varsa.

Yapay Zekâ ve Etik

Hızla gelişen yapay zekâ bir çok ahlaki sorunu da beraberinde getiriyor. Otomasyon sonucu işsiz kalacak milyonlarca insan, örneğin şoförler ne olacak? Teknolojiye hâkim olan çok küçük azınlık ile çalışmalarını ve üretimlerini yeni sistemde pek de mümkün olmayacak eğitimsiz insanlar arasındaki uçurum nasıl kapanacak? Her yaptığımız aramayı, her alışverişimizi, hatta telefonumuz sayesinde anlık koordinatlarımızı bilen ve hiç unutmayan sistemler özel hayatımızı fazlaca ihlal etmiyor mu? Bir gün bize bir şeyler satmaya çalışmaktan farklı amaçlar için de kullanılabilir bu bilgiler.

Çok yönlü bu toplumsal problemler gelecek kuşakları uzunca bir süre meşgul edeceğe benzer. Daha teknik ve dar alanda ise belli bir sistemin ahlaken nasıl davranması gerektiği sorunu var. Örneğin araç kullanan yapay zekâ tüm trafik kurallarına harfiyen uysa da, yol ve hava koşulları, diğer araçların ve yayaların hatalı davranışları sonucu kendini şöyle bir durumda bulabilir: Düz giderse fren yapsa bile küçük bir çocuğa çarpacak, sağa dönse uçurum, sola dönse dağ. Bir seçim yapmak zorunda. Ne yapmalı?

En az sayıda can kaybına yol açmayı hedefleyebilir. O zaman otomobilin içindeki ve dışındaki muhtemel can kayıplarını hesaplaması gerekir. Ya da öncelikle kurallara uyanları korumayı isteyebilir. Örneğin otoyolun ortasında olmaması gereken bir yayanın hayatını kurtarmak için otomobilin içinde, herhangi bir hatası olmayan kişileri riske atmayabilir. Hatta çok değerli veya tehlikeli bir yük, örneğin patlayıcı taşıyorsa önce aracı korumayı bile düşünebilir.



Benzeri problemler kredi başvurunuzu inceleyen ve borcunuzu zamanında ödeyip ödemeyeceğinizi tahmin etmeye çalışan bankacılık sistemleri için de geçerli. Veya sanıkların şartlı tahliyesinde yararlanan, eldeki değişkenlere bakarak erken salıverilen bir mahkûmun yeniden suç işleme olasılığını hesaplayan karar destek sistemleri.

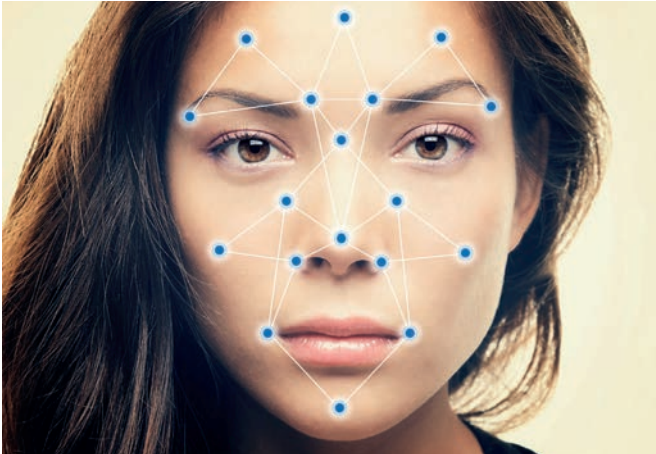
En kötüsü de yüz tanıma ve diğer yardımcı sistemleri kullanarak kendi kararlarını veren otonom silahlı sistemler, kulağa hoş gelmesede sınır güvenliğinde devrim yapabilirler.

Bu sistemlerin nasıl tasarlanması, neye öncelik vermesi gerektiği aslında yapay zekâyla doğrudan ilgili olmayan, tamamen ahlaki problemler. Yani adı geçen sistemler hiç bilgisayar kullanmadan tamamen insan kontrolünde, kâğıt kalem, imza ve mühürle de çalışsa yine aynı problemler söz konusu. Hangi durumda hangi kararın “doğru” olduğunu sabahlara kadar tartışabiliriz. Zaten tartışıyoruz da, sürekli değişen kanun, yönetmelik, protokol ve yönergeler biraz da değişen etik anlayışın sonuçları.

Ama söz konusu yapay zekâ sistemi derin öğrenme algoritmaları kullanıyor ise yöntemler fazladan bir bilinmezlik bulutuyla kaplandığı için, aynı etik problemler daha da içinden çıkılmaz hale geliyor, hatta insani ve ahlaki tercihlerin uygulanması imkânsızlaşıyor.

Örneğin geçmişte aldığınız bir krediyi zamanında ödemediğiniz için bankalar size kredi vermiyor diyelim. Ama o zamandan beri çok değiştiniz, ayrıca şu anki geliriniz de fazlasıyla yeterli. Yani banka size haksızlık yapıyor, sizin bakış açınızdan. Bu durumda yapılabilecek şeyler var.

Yüzdeki temel noktaların ve bunlar arasındaki mesafe ve oranların belirlenmesi nispeten kolay bir iş bilgisayarlar için. Zor olan bu sayı ve oranlardan güzellik kavramına ulaşmak.



Hakkınızı çeşitli kanallardan (tüketici mahkemesi vs.) arayabilirsiniz. Ya da sizin konunuzda çok sayıda insan varsa devlet “kredi geçmişiyile ilgili şu kadar yıldan önceki bilgiler değerlendirmeye alınmaz” tarzında bir kural getirip sizi rahatlatılabilir.

Ama bir de karşınızda banka yetkilileri değil de derin öğrenme kullanan bir yapay zekâ olduğunu düşünelim. Geçmişe yönelik 100 milyon veriyle eğitilmiş. Kredi çeken insanların ne zaman ne kadar para ödediğinin dışında, küçükken sevdiği çizgi filmlere kadar her şeyi biliyor. %99,6 oranıyla doğru tahminler yaptığı için de bankacılık sisteminin ondan vazgeçmeye hiç niyeti yok. Ve bu sistem sizin başvurunuzu reddediyor, oysa belki de hayatınız boyunca bütün borç, taksit ve faturalarınızı zamanında ödediniz, geliriniz de fazlasıyla yeterli.

Neden, diye soruyorsunuz doğal olarak. Sistemin sahipleri, öncelikle bu karara hangi değişkenler ve hangi formüllerle ulaşıldığını açıklamak istemiyor. Ya da siz öyle algılıyorsunuz. Ne de olsa ticari bir sistem, rakipleri var ve tam olarak nasıl çalıştığı da ticari bir sır. Onlar da haklı. Yıllar içinde, çok fazla emek ve para harcanarak oluşturulmuş bir sistemi neden kamuya açsınlar ki?

Ama biraz deşelediğiniz zaman daha da kötüsünü, aslında ortada açıklanacak bir bilgi olmadığını fark ediyorsunuz. Çünkü sistemi geliştiren uzmanlar onu klasik yöntemlerle, döngüleri, koşulları, alt programları kullanarak doğrudan yazmamış. İskeleti zaten hep aynı olan bir derin öğrenme programının içine bankacılık kaynaklı bir veri okyanusu boşaltmışlar. Sistem gerisini kendisi “öğrenmiş”. Çok “zeki” de olsa, neyi niye bildiğini veya hangi faktöre ne kadar ağırlık verdiğini o da bilmiyor. Belki de adınız, sevdiğiniz dizi ve/veya kullandığınız otomobil markası borcunu ödemeyenler kümesinde sıkça görüldüğü için sizi ilan edilmemiş bir kara listeye aldı! Bunu hiçbir zaman bilemeyeceksiniz. ■





Yapay Zekâ Uygulamaları

Gürkan Caner Birer [*Bilgisayar Mühendisi*]

Yapay zekâ dünyayı değiştiriyor. Birkaç yıl içinde kullandığımız hemen hemen her teknoloji kıyasından köşesinden de olsa yapay zekâya bulaşmış olacak. Yaşam tarzımızı, işimizi, sosyal ilişkilerimizi ve yaşadığımız dünyayı etkileyen bu değişime daha iyi ayak uydurabilmek için yapay zekâyı anlamakta fayda var. Örneğin otonom araçları ele alalım. Henüz tümüyle otonom bir araç olmasa da önümüzdeki birkaç yıl içinde bunun gerçek olacağını söyleyebiliriz. Böyle bir durumda trafik kazaları ve buna bağlı ölüm ve yaralanma sayısı azalacak, görme engellilerin yolculuğu kolaylaşacak, trafikteki araç sayısı azalacak, artık direksiyon

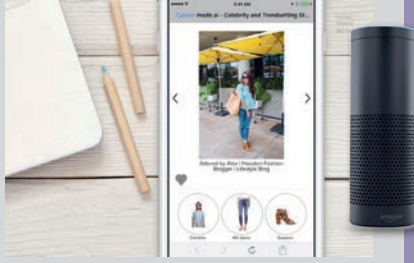
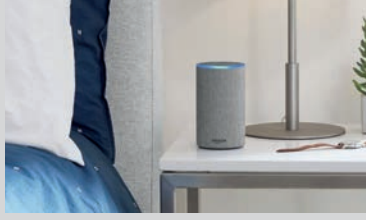
başında olmak zorunda olmayan insanlar vakitlerini daha iyi değerlendirebilecek, Şehir merkezinden uzakta yaşamak daha avantajlı hale gelecek ve bunlara benzer birçok fayda ortaya çıkacak. Öte yandan Őoförlük yaparak geçimini sağlayan kişiler işsiz kalacak. 2012'den bu yana yapay zekâ konusuna 15 milyar doların üzerinde yatırım yapıldı ve hemen hemen her sektörde yapay zekâ konusunda ciddi çalışmalar yapılıyor. Görünen o ki yapay zekâ insan yaşamının birçok noktasına etki edecek bir dönüşüm sağlayacak. Bu yazıda yapay zekânın hangi alanlarda nasıl kullanıldığını inceleyeceğiz.

Sohbet Robotları

Yapay zekâ denilince insan gibi konuşabilen makineler ilk akla gelen uygulamalardır. Bunun için metin ve ses olarak insan dilinin analiz edilip konuşma desenlerinin ortaya çıkarılması gerekir. Yapay zekâyâ sahip konuşma yazılımları olarak adlandırılacak sohbet robotları çeşitli mesajlaşma programlarına bütünleşik kullanılıyor. Bu tür yazılımlar sohbet robotlarının yanı sıra Alexa gibi akıllı ev cihazları, akıllı saatler, sözcükler arasındaki ilişkileri çıkaran uygulamalarda da kullanılıyor.



Sohbet robotları özellikle müşteri ilişkileri yönetiminde ve destek hatlarında kullanılıyor ve alana hâkim kişilerin bilgi birikimiyle beslendiğinde son derece başarılı sonuçlar veriyor. Mode.ai adındaki sohbet robotu size isteğinize uygun kıyafet önerileri sunuyor. Eğer beğendiğiniz bir kıyafetin fotoğrafı varsa konuşma esnasında Mode.ai'ye gönderiyorsunuz ve size varsa aynı ürünü satın alabileceğiniz yerleri yoksa da benzer ürünleri sunuyor. Elinizde bir fotoğraf yoksa biraz sohbet ederek istediğiniz ürünü anlatıyorsunuz.



Anlattıklarınıza göre size uygun seçenekler sunuyor. Hoşunuza gidenleri seçtikçe ona benzer farklı ürünleri önünüze seriyor. Mode.ai'yi size çeşit çeşit kıyafetler gösteren bir esnaf gibi düşünebilirsiniz. ■

Güçlü yapay zekânın geliştirilmesi insan ırkının sonunu getirebilir.

Stephen Hawking



Otomobil

Yapay zekânın en belirgin olacağı alanların başında otomotiv sektörü geliyor. Otomobillerin insan müdahalesi olmadan otonom hareket edebilmesi trafik kazalarının azalması, yolculuk ve taşıma maliyetlerinin düşmesi, yolculuk sürelerinin azalması gibi faydalar sağlayacaktır.



Bu alanda Tesla başı çekse de hemen hemen tüm otomobil firmaları, Uber gibi araç paylaşım firmaları otonom araçlar konusunda yoğun olarak çalışıyor. Otonom sürüşün beş düzeyi var ve birçok otomobil firması 4. veya 5. düzeye ulaşmak için çalışıyor. **Düzye 1:** Temel düzeyde direksiyon kontrolü ve hızlanma gibi işlevler bilgisayar tarafından gerçekleştirilebiliyor, ancak aracın kontrolü sürücüde. **Düzye 2:** Kısa süreli de olsa bilgisayarın, sürücünün aynı anda hem direksiyondan hem de pedaldan elini ve ayağını çekebileceği kadar aracı kontrol edebildiği düzeyi işaret eder. Sürücü yine de aracı devralmak için tetikte beklemek durumundadır. Ticari olarak satılan yarı otonom özellikli otomobillerdeki Audi Traffic Jam Assist, Cadillac Super Cruise, Mercedes-Benz Driver Assistance Systems, Tesla Autopilot, Volvo Pilot Assist gibi araç bilgisayarlarının hemen hepsi bu düzeydedir. ■



Düzyey 3: Bu düzeyde sürücü uygun yol koşullarında aracın sürüşünü tümüyle bilgisayara bırakabilir. Bir önceki düzeydeki gibi tetikte beklemesine gerek olmasa da acil durumlarda sürüşü devralabilecek durumda olması gerekir.

Düzyey 4: Yolculuk boyunca bütün işlevleri bilgisayar üstlenir. Sürüş tümüyle otonomdur. Bu düzeyde sürücünün bazı durumlarda otomobili kontrol etmesi gerekebilir. Örneğin özel yol koşullarında ya da belirlenmiş sürüş bölgesinin dışına çıkıldığında kontrolü sürücünün devralması gerekebilir.

Düzyey 5: Her koşulda sürücünün yerini bilgisayar alır. Sürücü aslında yolcu olur ve gidilecek yeri belirtmek dışında bir şey yapması gerekmez. ■

Yapay zekâ insanlık için varoluşsal bir tehdittir, insanların bunun farkında olduğunu zannetmiyorum. Alarm zillerini çalmaya devam ediyorum, çünkü bu insanlara o kadar uçuk bir fikir gibi geliyor ki eğer sokakta robotların insanları öldürdüğünü görmezlerse bir şey yapmayacaklar.

Elon Musk



Oyun

Oyun denilince yapay zekânın satranç ya da go oyununda dünya şampiyonlarını yenmesi akla gelse de daha eğlenceli yapay zekâ uygulamaları da var.



Anki, yapay zekâyâ sahip oyuncak yarış arabaları üretiyor. Oyuncak kutusundan iki yarış arabası ve değişik şekiller ve eğimler verebileceğiniz pist parçaları çıkıyor. Android ya da IOS telefonunuzla oyuncak arabaları eşleştirerek araçları oluşturduğunuz pistte kullanabilirsiniz. Buraya kadar pek sıra dışı bir durum olmasa da asıl eğlence bundan sonra başlıyor. Eğer isterseniz arabalardan birini firmanın geliştirdiği yapay zekâ kullanabiliyor ve onunla yarışabiliyorsunuz. Birkaç turdan sonra yapay zekâ pisti öğreniyor ve yarışta sizi geçmeye çalışıyor.

Dilerseniz yeni parçalarla yeni pistler yapabiliyor, oyuna birden fazla rakip yapay zekâ yerleştirebiliyorsunuz. Anki bize şimdiden yapay zekânın oyuncakları ne kadar keyifli hale getireceğiyle ilgili ipuçları veriyor. Mobalytics yapay zekâ ile bilgisayar oyuncularının performanslarını ölçen ve oynadıkları oyunda nasıl daha başarılı olacaklarına dair önerilerde bulunan bir yazılım. Oyun sırasında oyuncunun verileri yazılım tarafından kaydediliyor ve oyun sonrasında analiz ediliyor.





Tarım

Ardından oyun sırasında oyuncunun yaptığı hatalar, takım oyunu ve savaş gibi başlıklar-daki performansı ve iyileştirme ipuçları belirlenerek oyuncuya bildiriliyor. Ayrıca oyuncunun geçmiş performanslarıyla kıyas-lama yapılarak hangi başlıklar-da ne kadar gelişim gösterdiği görsellerle sunuluyor.

Sayısal spor olarak adlandırılan ve her geçen gün daha da geli-şen e-sporlar yapay zekânın bu yönde kullanılmasıyla daha da rekabetçi bir hale bürünecek. E-sporlar geleneksel sporlara göre sayısal veri toplamının nispeten kolay olduğu bir alan olduğu için yapay zekâ bu alan-da daha başarılı sonuçlar üretse de donanımların ucuzlaması ve biyo-sensörlerin artmasıyla geleneksel sporlarda da benzer türde veriler toplanabilecek ve yapay zekânın da yardımıyla amatör sporcular için de ben-zer öneri ve analizler ortaya ko-nabilecek. ■

Gerekli önlemler alınmadan insandan daha üstün bir yapay zekâ icat edilirse insan türünün kısa bir zamanda yok olacağı kesindir.

Michael Vassar (Gelecekbilimci)

BlueRiver Technology, görüntü işleme ve yapay zekâ yardımıyla sadece istenmeyen zararlı otların yok edilmesini sağlayan bir ürün geliştirdi. Zararlı ot-larla mücadele için kullanılan kimyasal maddeler çevreye zarar veriyor, insan sağlığını etki-liyor ve gereğinden fazla kulla-nıldığı için de çiftçileri ekono-mik zarara uğrattıyor. Firmanın “Gör ve Püskürt” adını verdiği teknolojiyle, ilaçlama makine-si tarladaki bitkileri ayırt ede-rek sadece zararlı otlara ilaç püskürtüyor. Böylece gereksiz kimyasal madde kullanımının önüne geçilmiş oluyor. Gör ve Püskürt ilaç kullanımını %90’a kadar azaltabiliyor. Sistem tar-la-da tespit ettiği otları ve bunla-rın miktarını çiftçiye bildiriyor ve ilaç kullanım oranlarında de-ğişiklik yapma imkânı sunuyor.

Descartes Labs farklı uydular-dan elde edilen tarım arazile-rinin görüntülerini yapay zekâ ile inceleyerek mısır, soya gibi ürünler için günlük olarak üre-tim tahmini yapıyor. Tahmin yapmak için 5 TB’nin üzerinde uydu görüntüsü incelenirken, hava tahmin raporları ve tarımsal olarak önemli olabilecek başka bazı veriler de kullanılı-yor. Kullanılan makine öğren-me teknikleri sayesinde ABD geneli için ilçe bazında günlük tahminler yapılıyor. Prospera adındaki firma da yerleştirdiği alıcılar ve kameralar yardımıyla tarım arazilerini 24 saat izleye-rek mahsulle ilgili veri topluyor ve bu verileri yapay zekâ yardı-mıyla işleyip tahminler yapıyor ve çiftçiye öneride bulunuyor. ■





Sağlık

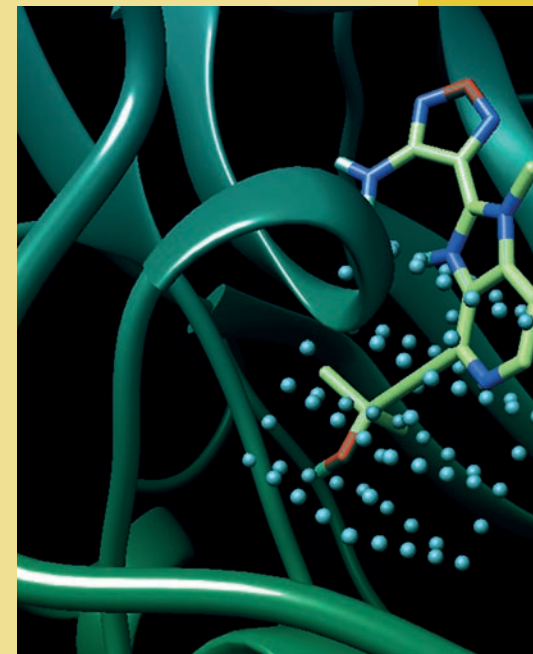
Rwanda'da hizmet sunan Zip-line insansız hava aracı (İHA) kullanarak acil kan ihtiyacı olan yerlere kan götürüyor. Mobil uygulama, WhatsApp ya da SMS üzerinden gelen talebe göre ihtiyaç duyulan kan tıbben güvenli bir şekilde saklandığı dağıtım merkezinde hızlıca paketlenip İHA'ya yükleniyor. Kanın beklendiği yere otonom olarak giden İHA kanı kursaldaki sağlık merkezine bırakıp geri dönüyor. Yapay zekânın daha da gelişmesiyle kan bankasından alınan kan ulaşılması zor bölgelere dünyanın neresinde olursa olsun hiç insan müdahalesi olmadan, otonom İHA aracılığıyla bırakılabilecek.

Atomwise adlı firma Atomnet adını verdiği derin sinir ağını kullanarak yapı temelli ilaç tasarımları oluşturmaya çalışıyor. Yapılan araştırmalara göre yeni bir ilacın geliştirilerek satışa sunulması ortalama 10-15 yıl sürüyor ve 2,5 milyar dolara mal oluyor.

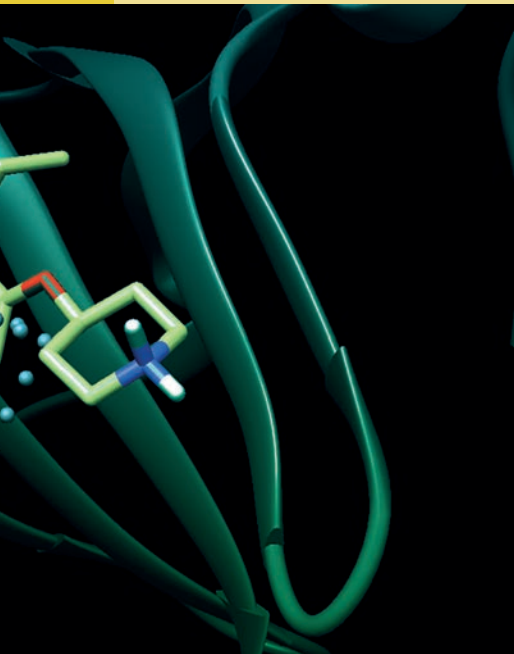
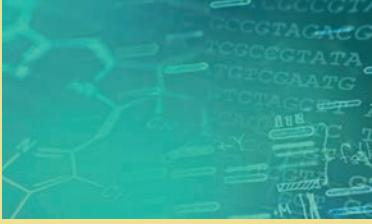
İlaca dönüşen her bir moleküle karşı milyonlarca molekül de fiziksel olarak test ediliyor ve uygun olmadıkları için atılıyor. Atomnet ilacının tasarlanmasına karar verilen hastalığın oluşmasında önemli rol oynayan hedef proteinlerin etkisinin azaltılması (ya da artırılması) için gereken moleküllerin tasarlanmasına katkı sağlıyor. Atomnet yardımıyla üretilen moleküller bir süredir hayvanlar üzerinde deniyor ve kanser, sinir hastalıkları, ebola, sıtma gibi hastalıkların tedavisi için umut verici sonuçlar elde ediliyor. Yeni ilaçlar geliştirmek için harcanan paradikkate alındığında başka firmaların da bu alanda yapay zekâdan faydalanacağı tahmin edilebilir.

CloudMedx geliştirdiği yapay zekâ platformuyla kişilerin sağlık geçmişini ve demografik bilgilerini kullanarak kalp krizi, diyabet, zatürre, yüksek tansiyon gibi hastalıklara yakalanma riskini hesaplıyor. Üstelik CloudMedx bu alanda çalışan çok sayıda firmadan sadece biri.

Yapay zekâyı hekimin yerini alacak bir gelişme gibi görmek yanıltıcı olabilir. Bunun yerine hekimleri doğru tedaviye yönlendiren önemli bir teknoloji gibi görmek kısa ve orta vade için daha gerçekçi bir yaklaşım olacaktır. Örneğin IBM Watson'un alanında uzman bilim insanlarının gözetiminde kanser verileri üzerinde çalıştırılmasıyla ortaya çıkan bir yazılım 13 ülkede 60 hastanede kullanılıyor. Yapay zekânın belirli bir alanda insanın yerini almak yerine onun yetilerini artırmak için kullanılması artırılmış zekâ deniyor. Örneğin Lunit adlı firma yapay zekâ ile radyoloji görüntülerindeki anomalilerin tespit edilmesinde hayli başarılı sonuçlar elde ederek hekimlerin kanser vakalarını doğru teşhis etmesine yardımcı oluyor.



Deep Genomics DNA'daki değişikliklerin önemli hücresel işlevleri nasıl etkilediğini öğrenmeyi, yorumlamayı ve tahmin etmeyi sağlayan bütünleşik bir sistem geliştirmeyi hedefliyor. Yeni makine öğrenme teknikleriyle büyük veriler üzerinde analizler yaparak tekrarlayan desenleri tespit etmeye ve hücrelerin genleri okuma ve biyomolekülleri üretme yöntemlerini modellemeye çalışıyor. Böylece genetik varyasyonların anlaşılmasını ve muhtemel etkilerinin tahminini kolaylaştırma- yı hedefliyor. ■



Güvenlik



Sistem güvenliği birçok kişi ve kuruluş için hayati önem taşıdığından erişim kayıtları, ağ kayıtları, bilgisayarlarda yapılan işlemlerin kayıtları gibi birçok veri sayısal arşivlerde saklanıyor. Bu verilerin yapay zekâ tarafından analiz edilmesiyle güvenlik tehditlerine karşı önlemler alan yapay zekâ programları geliştiriliyor. Geleneksel antivirüs yazılımlarının yaptığı gibi bazı şüpheli davranışları sergileyen işlemleri taramak yerine iyi ve kötü milyarlarca dosyanın analiz edilmesiyle oluşturulan derin sinir ağları, yeni virüslerin ve kötü amaçlı yazılımların tespitinde daha etkili olabilir.

Eski McAfee yöneticilerinin kurduğu Cylance, yapay zekâyı antivirüs yazılımı geliştirmek ve siber saldırıları engellemek için kullanan bir firma. Darktrace ise canlılardaki bağışıklık sistemine benzer bir yapıyla kurumların ağlarına bağlı bilgisayarları yapay zekâ yardımıyla analiz ederek öğreniyor ve yabancı tehditleri algılayarak siber saldırıları bertaraf etmeye çalışıyor.

Darktrace ve Cylance sadece birer örnek, 2018'de güvenlik yazılımlarının %25'inin yapay zekâdan faydalanacağı tahmin ediliyor. ■



Savunma

Savunma sektöründe ve askeri alanda yapay zekânın kullanılması bir taraftan kaçınılmaz öteki taraftan endişe verici bir durum. Dostla düşmanı tam olarak ayırabilen otonom silahlar, silahlı İHA'lar ve savaş robotları ülke savunması için asker yerine makine kullanılması anlamına gelecektir. Böylece hem savunma güçleri daha az kayıp verecek hem de daha etkin bir savunma ortaya konabilecektir. Öte yandan vicdani değerlendirmeden yoksun, insanları bulup yok etmek üzere programlanmış robotların ve ölüm makinelerinin de yolu açılmış olacaktır. Tıpkı günümüzde silahların teröristlerce masum insanlara zarar vermek için kullanılması gibi, yapay zekâ da bu tür makinelerle masum insanlara zarar vermek için programlanabilir. ■





Alışveriş

Amazon, Go adını verdiği fiziksel dükkânlarda kasiyer kullanmadan al ve çık türü bir alışverişe olanak sağlamaya çalışıyor. Dükkâna giren müşteri yapay zekâ tarafından izlenecek ve raftan hangi ürünleri aldığı takip edilerek müşterinin ödemesi gereken tutar daha önce oluşturduğu Amazon hesabından otomatik olarak düşülecek. Henüz test aşamasında olan bu sistem kasaları ve kasiyerleri ortadan kaldıracaktır.

Affectiva'nın geliştirdiği duygu tanuma sistemi fotoğraftan ve videodan insanların o an ne hissettiğini tespit edebiliyor. Sistem kızgınlık, küçümseme, tiksinti, korku, mutluluk, hüznü ve şaşkınlık duygularını %90 başarıyla ölçebiliyor. Birçok kullanım alanı bulunan bu teknoloji, insanların hangi üründen ne kadar hoşlandığını ve reklamların etkisini tespit etmek için kullanılıyor. Bu tür bir teknolojiyle mağazanın önünden geçerken sizi izleyen kamera vitrindeki ürünlere tepkinizden hangi elbiseden hoşlandığınızı anlayacak ve kapıdan girdiğinizde dev ekranda doğru dan hoşunuza gidecek elbiseleri göstermeye başlayacak.

Orbital Insight, uydu görüntülerini kullanarak alışveriş merkezlerinin açık otoparklarındaki araçları sayıyor ve insanların o alışveriş merkezine ne kadar ilgi gösterdiğini belirliyor. Ülke ölçeğinde bakıldığında bu veriler özellikle büyük market zincirlerinin finansal açıdan ne durumda olduğuna dair önemli ipuçları veriyor. ■



Finans

Finans sektörü veriyle hareket eden bir sektör olduğu için bu sektörde çalışanların yaptığı birçok iş, yapay zekâ tarafından yapılabilir. Sigorta ve ödeme işlemlerinde sahteciliğin önüne geçmek yapay zekânın finans sektöründeki başlıca kullanım alanlarından.

İnsanların para harcama alışkanlıkları incelenerek belli bir harcamayı gerçekten belli bir kişi mi yapmış yoksa bir dolandırıcılık mı var anlamak mümkün. Bu alanda çalışan birçok firma var.

Shift Technology adlı firma sigorta şirketlerine yapılan başvuruları inceleyip potansiyel sahtekârlık vakalarını işaretleyen ve bunların neden ve nasıl yapıldığına dair bilgi sunabilen bir ürün geliştirmiş. Sentinent Technology ve Numerai gibi firmalar ise yapay zekâyı hisse senedi alım satım işlemlerini iyileştirmek için kullanıyor. Yapay zekâ kişisel finans koçu olarak da kullanılıyor. Pesonetics ve MoneyLion gibi mobil uygulamalar finans koçu gibi çalışarak kişinin ayağını yorganuna göre uzatmasına yardımcı oluyor. ■



Eğitim

Gradescope öğretmenlerin öğrencilere verdikleri ödevleri değerlendirmesine yardımcı olacak bir araç geliştirmiş. Öğrenciler yaptıkları ödevleri gradescope.com'a yüklüyor, öğretmenler de cevap kağıtlarını inceleyerek her soruyu değerlendiriyor. Cevaplara puan veriyor ve nereden puan kurdıklarını belirtebiliyorlar. Yapay zekâ cevapları doğrudan değerlendirmiyor, ancak öğretmenlere önerilerde bulunuyor. Örneğin öğretmen bir öğrencinin bir soruda verdiği cevaba tam puan vermişse, yapay zekâ aynı soruya benzer cevap vermiş başka öğrencilere de tam puan vermesini öneriyor. Böylece öğretmenlerin işi kolaylaşmış oluyor. Ayrıca öğrencilerin en çok hangi sorularda yanlış yaptığı, hangi tür yanlışların yapıldığı da analiz edilerek sonuçlar öğretmenlere sunuluyor. El yazısının okunması, öğrencilerin verdiği cevapların anlaşılması ve bu cevaplara göre verilecek puanın önerilmesi için yapay zekâdan faydalanılmış. Sistem bugüne kadar 300'ün üzerinde okulda 12 milyon sayfa ödev değerlendirmek için kullanılmış. ■

Yapay Zekâdan Korkmalı mıyız?

Yapay zekâ bazı etik tartışmaların da odak noktasında. Kimileri yapay zekâyı hayatımızı kolaylaştıracak önemli bir teknolojik gelişim olarak tanımlarken kimileri konuya biraz daha temkinli yaklaşıyor. Yapay zekânın ahlaki kuralları var mı ya da olmalı mı, amacına ulaşmak için neleri göze almalı, insanlarla karşı karşıya kalırsa ne yapmalı, yaramazlık yapıp insanların koyduğu kurallara uymamaya karar verirse ne olur türünden pek çok soru yanıt bekliyor. Mesela çiçek yetiştirmeyi amaçlayan bir yapay zekâ, daha fazla çiçek yetiştirmek için insanların yaşadığı alanları yerle bir edip oralarda da çiçek yetiştirmeye karar verebilir mi? Bu alanda çalışan birçok kişi zayıf yapay zekânın insanlar için bir tehdit oluşturmadığı konusunda hemfikir. İnsanları asıl endişelendiren güçlü ve süper yapay zekâ. Ancak zayıf yapay zekânın güçlü yapay zekâyı giden yolu açacağını savunanlar da var. Diğer taraftan yapay zekânın eninde sonunda bilgisayarda çalışan bir yazılım olduğunu ve bundan korkmaya gerek olmadığını söyleyenler de az değil. Eldeki verilere bakacak olursak her iki tarafın söyledikleri de iddiadan ibaret.

Belki yapay zekâ insanlığın sonu olacak belki de kurtuluşu. Belki de hiçbir zaman beklendiği kadar etkin olamayacak, bunu bugünden bilmek mümkün değil. Yapay zekâ gibi konularda bu tür spekülasyon tartışmalar biraz da çalışılan alana yatırım yapılmasını sağlamak için araştırmacılar tarafından abartılıyor.

En azından Prof. John McCarthy yapay zekâ terimini icat ederken araştırmalarına fon bulabilmek için biraz afili bir terim ortaya attığını itiraf ediyor. Medya da yapay zekâ, *Terminatör*, *Matrix* gibi ifadeleri kullanmayı sevdiği için bu tür fikirler daha da çok karşılık buluyor. Ancak bu işin ters tepme olasılığı da var. Geçtiğimiz elli yılda yapay zekânın çokça abartılması sonrası beklenildiği kadar hızlı gelişmediği görülünce yatırımcılar bu alandan çekilmiş ve “yapay zekâ kıstı” olarak adlandırılan dönemler yaşanmıştı. Yapay zekâyı hayata bakışımızı altüst edecek bir devrim olarak görmek yerine yaşamımızın her yerine dokunacak internet benzeri bir teknoloji olarak görmek daha doğru olur. ■

Kaynaklar

www.cbinsights.com
https://www.gartner.com/doc/3519744
http://mode.ai
http://www.anki.com
http://www.bluerivertechnology.com/
https://descarteslabs.com/forecast.html
http://prospera.ag
http://www.flyzipline.com/
http://www.atomwise.com/introducing-atomnet
https://www.ibm.com/blogs/watson-health/do-doctors-fear-ai/
https://insight.lunit.io
http://deepgenomics.com
https://www.darktrace.com/
Gartner Core Security, The Fast-Evolving State of Security Analytics, April, 2016, Report No: G00298030,
https://hs.coresecurity.com/gartnerreprint-2017
www.affectiva.com
http://orbitalinsight.com
https://www.shift-technology.com
https://www.sentient.ai/
https://numer.ai
http://personetics.com
https://www.moneylion.com/
http://www.gradescope.com
http://www.aiai.ed.ac.uk/events/lighthill1973/
1973-BBC-Lighthill-Controversy.mov

Robot Yasaları: Ünlü bilim kurgu yazarı Isaac Asimov 1942'de yazdığı Durağan Döngü adlı eserde, robotların davranışlarını sınırlayan ve belki yapay zekâ için de geçerli olabilecek üç robot yasasından bahseder. Daha sonra bütün insanlığın yaşamının bir insanın yaşamından daha önemli olduğunu düşünerek sıfırinci yasayı ekler. Bu gibi bazı sınırlayıcı kuralların yapay zekâ için de koyulması ileride tartışılacak konular arasında olacak gibi görünüyor.

0. Bir robot insanlığa zarar veremez ya da zarar görmesine seyirci kalamaz.
1. Bir robot, sıfırinci yasayla çelişmediği sürece bir insana zarar veremez ya da zarar görmesine seyirci kalamaz.
2. Bir robot, birinci yasayla çelişmediği sürece bir insanın emirlerine uymak zorundadır.
3. Bir robot, birinci ve ikinci yasayla çelişmediği sürece kendi varlığını korumaktan sorumludur.

Yapay Zekâ Çağında İnsan Olmak

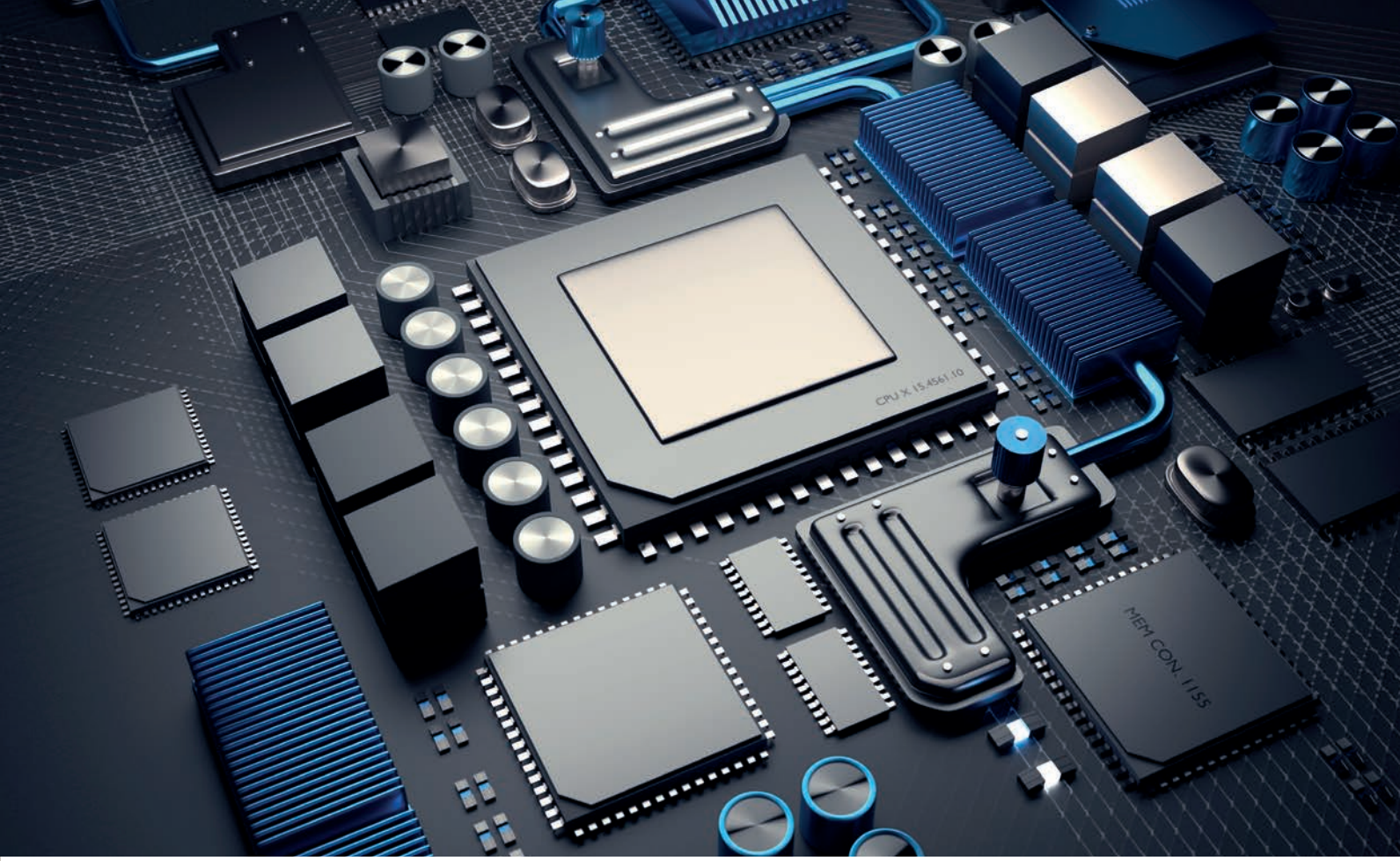
Erman Akdoğan [*Yapay Zekâ & Bulut Bilişim Lideri IBM (Şikago, ABD)*]

Şöyle bir senaryo hayaledelim: Yapay zekâ organik zekâyâ son metrelerdeki deparıyla toz yutturmuş. Hem de öyle böyle değil, akıllandıkça kendini daha da eğitmiş, eğittikçe daha da akıllanmış, akıllandıkça daha da eğitmiş... Böyle bir noktaya ulaşmamıza kimi bilim çevrelerine göre çok da uzun bir süre kalmadı. Yapay zekânın ulaştığı bu olası kırılma noktasına “teknolojik tekillik” deniyor.

Peki zekâları bu kadar yüksek seviyelere ulaşmış bu makineler insanlara yapacak bir şeyler bırakacak mı?



New Yorker, 23 Ekim 2017



Yapay Zekânın Eğitimi

ABD'deki ileri gelen teknoloji şirketleri insanlar hakkında toplanan verileri yeni altın madenleri gibi görüyor ve satın alıyorlar. Bu verileri yapay zekânın hayata dair kavramları enine boyuna öğrenmesi için eğitim malzemesi olarak kullanıyorlar. Durmaksızın bu verilerle beslenen ve yoğun bir eğitime maruz kalan olan makineler de insanları tam manasıyla çözümlenip insandan ayırt edilemeyecek gibi davranabiliyor. Facebook, Google, IBM, Microsoft gibi teknoloji devleri insan olmayan ama en insan gibi olan makineyi yapmak için büyük bir yarış içinde.

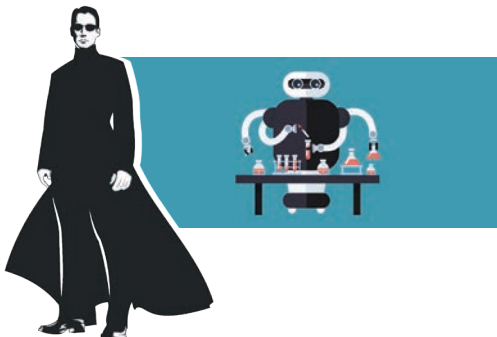
ABD'de çalıştığım şirkette çağrı merkezindeki çalışanların yerine nasıl insandan ayırt edilemez robotlar koyabiliriz, doktorların teşhis ve tedavi görevlerini nasıl akıllı makinelerle yaptırırız, nasıl çocukların her sorusunu onların seviyesinde cevaplayan robotçuklar üretiriz gibi sorular üzerinde çalışıyoruz. Yapay zekânın yeterince eğitilip pratik yaptıktan sonra insandan daha iyi yapamayacağı bir görevin kalmayacağını öngörüyoruz.

Çalışan olduğum IBM'in en önem verdiği konu insanların yaptığı işleri, rutin olsun olmasın, yapay zekâyâ daha hızlı ve hatasız yaptırmak. Vizyon olarak yapay zekânın insan zekâsını takviye edeceğini ve dolayısıyla insanları daha verimli yapacağını düşünüyoruz. Şu anki yapay zekâ uygulamaları belirli alanlarda insanlardan daha verimli olabiliyor, fakat genel zekâ denilen insan zekâsı seviyesine ulaşamıyor. Ancak teknolojik tekillik tabir edilen, yapay zekânın kendini eğitebilecek kadar ilerlemesi ile "kendini eğit-zekânı artır-kendini eğit- zekânı artır ..." şeklinde bir döngü olursa, yapay zekânın anormal denecek kadar kısa bir sürede hayal edilemez zekâ seviyelerine ulaşabileceği ve bunun durdurulamayacağı tahmin ediliyor. Teknolojik tekillik gerçekleşirse insanlığı beklediği düşünülen ütopyik yani her şeyin daha iyi olduğu ve distopyik yani her şeyin daha kötü olduğu ve tabii ki bu iki uç arasında bir noktada olabilecek çeşitli gelecek senaryoları var.

Peki Her Şeyi Akıllı Makineler Yaparsa İnsanlar Ne Yapacak?

Yapay zekâ teknolojilerinin üretildiği yerlerde yapay zekânın etik, varoluşsal, toplumsal yansımaları da tartışılıyor. Akıllı makinelerin tüm işleri yapması durumunda oluşacak yeni dünya düzeninde, makinelere vergi ödenmesi ve bu vergilerle tüm insanlara doğdukları andan itibaren asgari bir maaş bağlanması düşünülüyor. Ancak denklemin karşı tarafında da hayatın anlamı var. Birisiyle ilk tanıştığınızda söylediğiniz belki ikinci söz, mesleğiniz. Modern hayat kişinin varoluş sebebini yüksek oranda yaptığı göreve indirgemiş ve hayattaki amacını bu çerçeveye hapsedmiş âdeta. Hiç iş yapmak zorunda olmayan, hatta yapması yasak olan insanlar ne yapacak? Hayatta hiç bir anlam bulamayıp depresyon ve benzeri psikolojik hastalıklara mı yakalanacaklar? Yoksa tüm insanlar sanatçı olup makinelerden daha iyi şiirler yazmaya, resimler, müzikler mi yapmaya çalışacak? Evet, günümüzde yapay zekâ sanat da yapıyor. Ya da bu yeni dünya düzeninde insana özgü özellikler barındıran meslekler mi ön plana çıkacak: Şefkat göstermeciler, şakalaşma uzmanları? Cevapları kadar soruları da ilgi çekici bir konu.

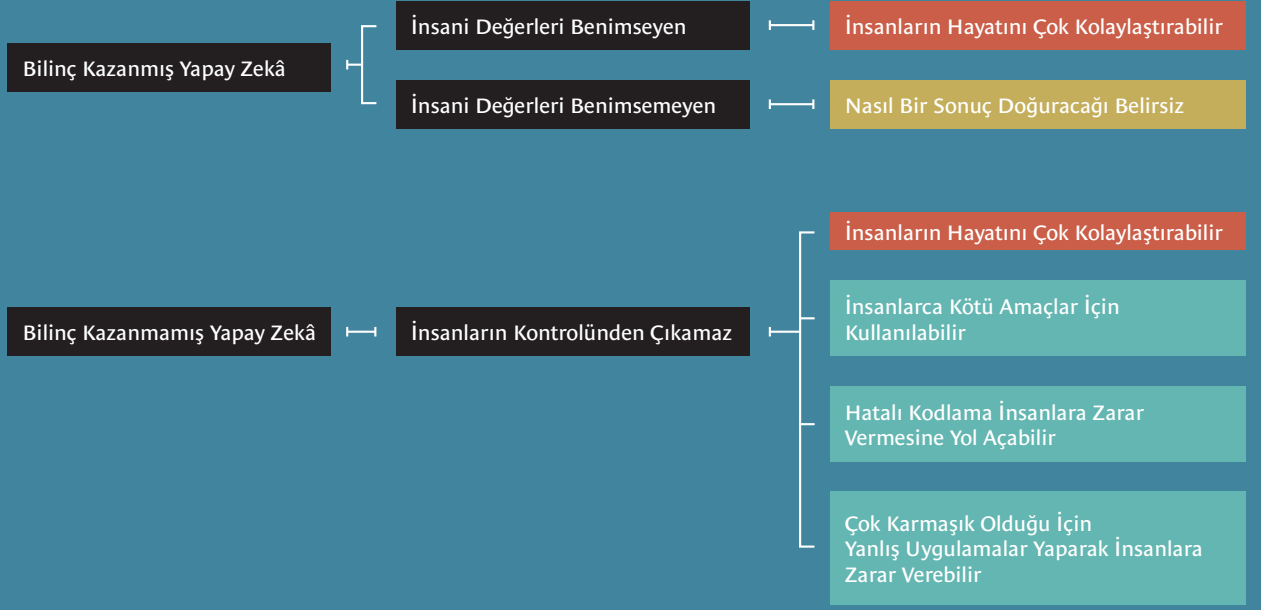
Bir de madalyonun diğer yüzü var. *Terminatör* ve *Matrix* gibi, yapay zekânın fevkalade ilerleyip insanlığı yenilgiye uğrattığı senaryoları işleyen filmleri izlemeyen yoktur herhalde. O filmlerin yapıldığı yıllarda biraz bilim kurgu, biraz Hollywood fantezisi olan bu senaryolar da yapay zekânın son birkaç yılda olağanüstü ilerlemesiyle gerçekleşebilirlik potasına girmeye başladı. Silikon Vadisi'nin teknoloji konusunda önde gelen fikir liderleri yapay zekâli robotların insanlığa tehdit oluşturup oluşturmayacağı konusunda tartışmalara başladı. Böyle bir durum gerçekleşirse yapay zekâ irade de kazanır mı? Bizim etik, ahlak ve başka insani değerlerimizi saçma bulabilir mi? Bunlar da kolay kolay cevaplandırılmayacak sorular.



Olası Felaket Senaryoları (En Olası Olandan Başlayarak)

- Yapay zekâ çok ilerlese de bilinç ve irade kazanamaz. İnsanların sıkı kontrolü altında adım atmaya devam eder. O durumdaki tehlike, her teknolojik gelişmenin olduğu gibi yapay zekânın da kötü ellere geçmesi ve onların iradesi doğrultusunda insanlığa zararlı işler yapması. Nobel ve dinamit hikâyesini herkes biliyordur.
- Yapay zekâ bilinç kazanamaz, ama çok karmaşıklaştığından kontrolü çok zorlaşır. Günümüzde dahi yapay sinir ağlarının neden bazı mimarilerde daha iyi çalıştığı tam anlaşılamayabiliyor. Böyle bir durumda yapay zekâ insanların verdiği görevleri kendi tanınlarına göre aşırı iyi yaparsa veya isteneni yanlış yorumlarsa insanlara zarar verecek durumlar oluşmasına neden olabilir. “Üretimi ucuzlat” komutunun en son safhada “insanları köleleştir” seviyesine ulaşması ya da “ticareti artır” komutunun bazı şirketleri sanayiler içinde iflasa sürüklemesi gibi.
- Yapay zekâ bilinç kazanamaz, ancak kodlarındaki ufak bir hata sarmal etkilerle beklenmeyen sonuçlara yol açar. Karmaşıklık artmasından dolayı da bu hataları gidermek imkânsızlaşır. Mesela New York Wall Street borsasında yapılan ticaretin çoğunu hâlihazırda robotlar yönetiyor. Bu robotların algoritmalarındaki hatalar birbirlerini güçlendirerek çöküşlere yol açabiliyor.

Teknolojik Yararılış (Tekillik)



Örneğin 2010'da yaşanan, 36 dakika süren ve trilyonlarca dolarlık hareket yaratan Flash Crash yani ani çöküş.

- Yapay zekâ bilinç kazanır ve kimi durumlarda kendi iradesiyle hareket etmeye başlar. Bu senaryoda yapay zekânın insani erdemleri nasıl değerlendireceği önemli. Bizim etik değerlerimiz yapay zekâ için hiçbir anlam ifade etmeyebilir. İnsani hakları “sadece insanlar arasında geçerlidir” diye düşünebilir. Bilinç kazanmış ve insanın hayal dahi edemeyeceği kadar zeki makineleri durdurmak da mümkün olmayacaktır. Ünlü bilim adamı Von Neuman'ın hayal ettiği şekilde yapay zekâlı robotlar kendilerini hiç durmadan klonlayarak kısa sürede kâinata yayılıp *Matrix* filmindeki senaryoyu gerçek kılabilir.

Neler Yapılabilir?

- Yapay zekâ alanında önde giden şirketler bir araya gelerek misyonu yapay zekânın kontrolden çıkmasını engellemek olan bir konsorsiyum (Yapay Zekânın İnsanlık ve Toplum Yararına Kullanılması Ortaklığı) kurdu. Bu bir adım, ancak yeterli olacağının bir garantisi yok.

- Yapay zekânın aşırı ilerlediğinde nasıl çalıştığını anlayıp kontrol edebileceğimizi düşünmek biraz iyimser bir yaklaşım. Yapılan akıllı makinelerin birbirlerine kısmen karşıt hedefleri olması, herhangi birinin tamamen kontrolden çıkmasını engelleyebilir. Bir nevi yapay zekânın kendi kendisiyle mücadele etmesini sağlamak gibi.
- Yazılan kodların kontrolünün denetlemeye tabi tutulması ve hatta başka yapay zekâlarca da kontrolden geçirilmesi önemli.
- Yapay zekânın kaynak kullanımının (iletişim ağları, enerji vs.) sınırsız olmaması ve denetim altında tutulması önemli.

Ne olursa olsun çok heyecanlı zamanlar bizleri bekliyor. Umarız hızla ilerleyen yapay zekâ kontrolden çıkmaz ve insanlığın refah ve mutluluk seviyesini çok çok yukarılara taşır. ■

Kaynak

- <http://research.ibm.com/cognitive-computing/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/The_Matrix
- https://en.wikipedia.org/wiki/2010_Flash_Crash
- https://en.wikipedia.org/wiki/Self-replicating_spacecraft#Von_Neumann_probes
- https://en.wikipedia.org/wiki/Partnership_on_AI
- <https://www.amazon.com/Most-Intelligent-Person-Artificial-Superintelligence-ebook/dp/B0732SZ2KX>

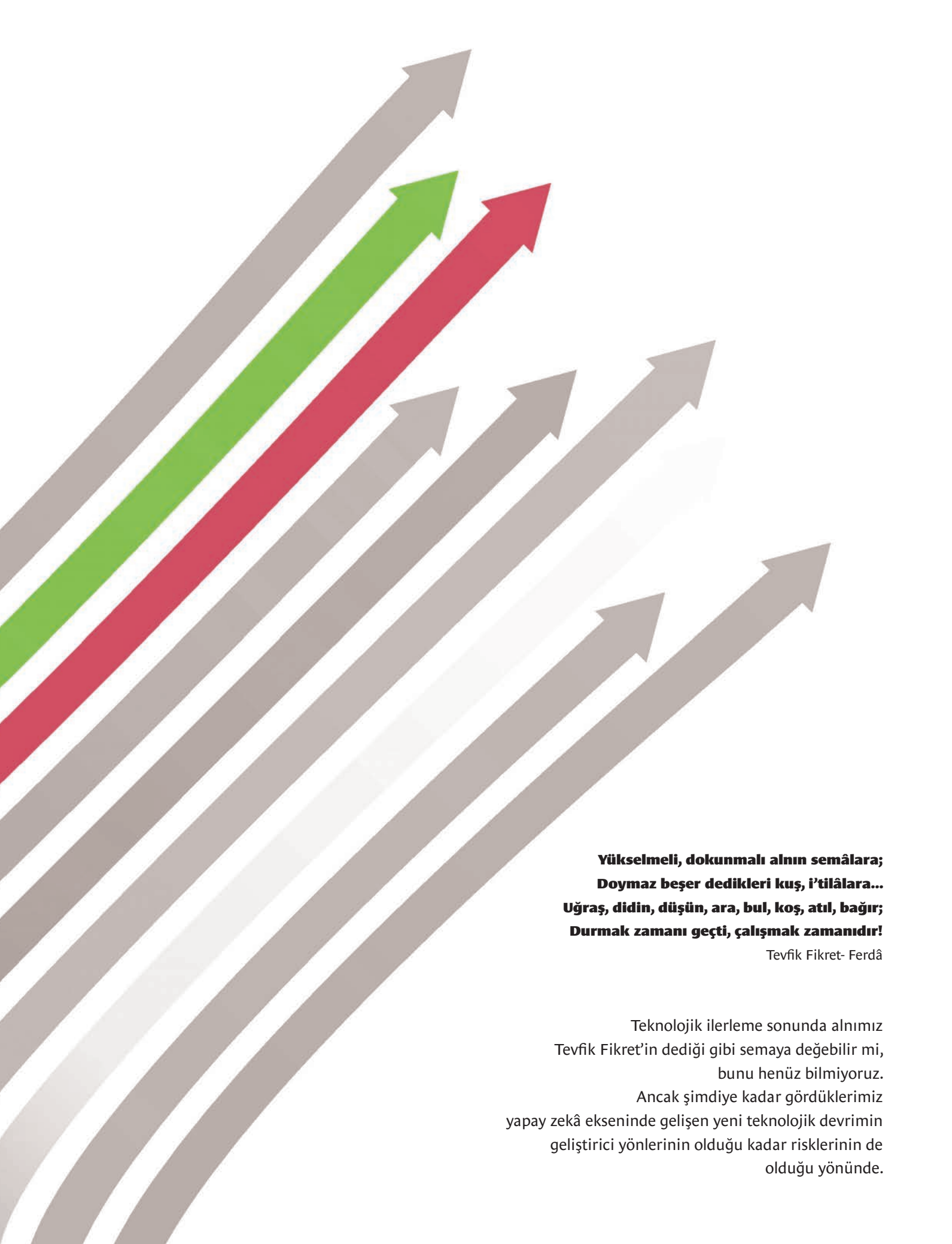
Finansal Piyasalarda Makinelerin YükseliŖi:

Finansta

Yapay Zekâ Uygulamaları

Dr. Yener CoŖkun [SPK BaŖuzmanı, ODTÜ ve İzmir Ekonomi Üniversitesi'nde konuk öğretim görevlisi

Esra Alp [Dokuz Eylül Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü doktora öğrencisi



**Yükselmeli, dokunmalı alnın semâlara;
Doymaz beşer dedikleri kuş, i'tilâlara...
Uğraş, didin, düşün, ara, bul, koş, atıl, bağır;
Durmak zamanı geçti, çalışmak zamanıdır!**

Tevfik Fikret- Ferdâ

Teknolojik ilerleme sonunda alınımız
Tevfik Fikret'in dediği gibi semaya değebilir mi,
bunu henüz bilmiyoruz.
Ancak şimdiye kadar gördüğümüz
yapay zekâ ekseninde gelişen yeni teknolojik devrimin
geliştirici yönlerinin olduğu kadar risklerinin de
olduğu yönünde.



Yapay Zekâ ile Daha İyi Müşteri Hizmetleri ve Dolandırıcılık Denetimi

Yapay zekâ uygulamaları hata riskini azalttığı ve emekten tasarruf sağladığı için finansal hizmetlerde giderek ön plana çıkıyor. Örneğin artık bankacılık ve sigorta işlemlerinde ve finansal piyasaların başka alanlarında blok zincir teknolojileri kullanılabilir. Yapay zekânın dolandırıcılık tespitini kolaylaştırması ve müşteri hizmetlerinin etkinliğini artırması da yeni teknolojilere yönelik iyimserliğimizi artıran başlıca olgular arasında yer alıyor.

Önce yapay zekâ uygulamalarının müşteri hizmetlerini nasıl değiştirdiğine bakalım. Müşterilerin hangi kanalla (web, telefon, e-posta) ve neden bir şirketle irtibata geçeceğini bilmek, sunulacak hizmetlerin kalitesi açısından önemlidir. Ayrıca müşterilerin sorunlarıyla ilgilenebilecek yeterli sayıda ve nitelikte personel olup olmadığını bilmek ve iletişimi kişiselleştirmek için müşteri hakkında bilgi sahibi olmak da gerekiyor. Finans şirketi USAA, müşteri davranış modellemelerinin oluşturulması amacıyla Intel'in birimi olan Saffron ile yapay zekâ algoritması geliştirdi. Yedi bin farklı faktörü göz önünde bulunduran bu algoritma müşterilerin davranışlarını -örneğin hangi ürünlerle ilgilenebileceklerini- %88 oranında doğru öngörüyor. Öte yandan e-ticaretin popüler hale gelmesiyle beraber dolandırıcılık da artmaya başladı. Analizciler tarafından fark edilemeyen yanlış işlemlerin, çok sayıda veriyi analiz etme yeteneği olan yapay zekâ tarafından tespit edilmesi mümkün. Mastercard sahtecilik ve dolandırıcılık olaylarına karşı önlem alma konusunda yapay zekâdan faydalanan finans şirketlerinden biri. Müşterilerin alışveriş ve harcama davranışlarını analiz ederek gerçeğe yakın davranış modelleri üreten yapay zekâ, bu davranış profiline uymayan ve dolandırıcılık amacıyla yapılan işlemleri tespit edebiliyor. 2015'te Javelin Strategy isimli şirket tarafından yapılan bir araştırmaya göre, sahte olmadığı halde sahtecilik yapıldığı şüphesi nedeniyle reddedilen işlemlerin pazarlamacılara maliyeti yıllık 118 milyar dolar ve tabii müşteri kaybı da cabası.

Yapay Zekâdan Beklentilerimiz

İnsanın elinin değdiği her alandaki sorunlar o kadar karmaşık görünüyor ki, yeni teknolojiler önce aşırı bir iyimserliğin, beklentinin ortaya çıkmasına neden oluyor. Yapay zekâya sahip robotlar günlük işlerimizi planlayarak hayatımızı kolaylaştırabilir. Unutulmayan özel günler, atlanmayan toplantılar... Peki, yapay zekâ uygulamaları ömrümüz boyunca gelirimizi-giderimizi nasıl yöneteceğimizi, ne kadar tasarruf yapmamız gerektiğini veya hangi yatırım aracına yatırım yapılması gerektiğini de söyleyebilir mi? Örneğin bu üstün zekâ yatırım portföyümüzü konut, altın, hisse senedi, sanat eserleri ve petrol arasında bölüştürüp sonunda bizi zengin edebilir mi? Algoritması bilim insanlarınca üretilmiş yapay zekâların gerçekleştireceği işlemler riskten tamamen bağımsız olabilir mi? Yapay zekâ örneğin hisse senedinin düşeceğini, altının artacağını bilerek portföyümüzü anında revize edebilir mi? Asıl önemlisi, yatırım sürecindeki her türlü duygusal etkiden arınmış yapay zekâ uygulamaları kapitalizmin patolojik vakası olan krediye dayalı tüketimi veya finansal krizleri engelleyebilir mi? Finans dünyasındaki sorunların büyüklüğü yapay zekâya yönelik beklentileri de artırıyor. Ancak yapay zekâ uygulamalarının finans örneğinde iyimserliği ne kadar hak ettiğini gerçekçi olarak değerlendirmekte yarar var.

Yapay Zekâ Uygulamaları Borsada Herkesi Zengin Edebilir mi?

Borsa işlemlerinde etkinliğin koşullarından birisi de bilgiye hızla ulaşmak ve işlemi de hızla gerçekleştirmek. Bunun önemini anlamak için dünün ve bugünün borsası karşılaştırılabilir. Borsa İstanbul, 1986'da faaliyete başladığında tahta sistemi vardı. Hisse senedi almak veya satmak isteyenler bir tahtanın önünde kuyruğa girer, sıra kendisine gelince alım satım fiyatı da kesişirse, işlemi gerçekleştirirdi. Alım satım teknolojisi çoğu defa istenen kıymetin alınmamasına veya istenen fiyattan ve miktardan alınmamasına sebep olurdu. Günümüzde ise elektronik işlem koşulları borsaları artık önemli ölçüde fiziki mekân olmaksızın işleyen sistemler haline getirdi. İşlem sırasına girmek ve işlem yapmak artık saniyeler içinde mümkün oluyor, çok kısa süreler içinde milyonlarca hisse senedi el değiştirebiliyor. Ne var ki borsa oyunları ile birleşen teknolojik altyapılar aynı zamanda finansal piyasaları patlayıcı bir bombaya da dönüştürebiliyor. Peki, finansal piyasaların kitle imha silahına dönüşmesine neden olan bu koşullar nasıl oluşuyor? Bunu daha iyi anlamak için yapay zekânın finansa, özellikle de borsa işlemlerine nasıl uygulandığını, hangi sonuçlara ve risklere neden olduğunu kısaca değerlendirelim.

Genel olarak bakıldığında aracı kurum faaliyetlerinde yapay zekâ uygulamaları ile borsada alım satım yapılması gibi operasyonel işlemler ve bu işlemlerin sonuçlarının kontrolü, sahtecilik denetimi gibi arka ofis faaliyetleri başarıyla yapılabilir. Dahası müşterinin finansal verilerini hatasız takip etme ve yorumlama yeteneği olan yapay zekâ uygulamaları, bankalarda robot-danışmanlık hizmetleri sunabilir. Yani kredi kartından yapılan fazla ya da beklenmedik harcamalar, yatırım tercihlerine göre gözde menkul kıymetin prim yapma ihtimali robot-danışman tarafından her an dikkatimize sunulabilir. Söz konusu uygulamalar şirket faaliyetleri açısından risk yönetim süreçlerine de önemli katkı sağlıyor. Bireysel ve kurumsal hesap sahipleri yapay zekâ uygulamaları sayesinde portföylerinin risk ve getiri gelişmelerini daha hızlı ve etkin biçimde takip edebilir.

Borsa işlemlerinin bir uzantısı olarak yapay zekâ uygulamaları portföy yönetimi ve yatırım danışmanlığı faaliyetlerinde de giderek etkili oluyor. Robot-danışmanlar

sayesinde müşteriler kendilerini amaçlarına ulaştıracak en uygun portföyü seçerek yatırımlarını planlayabiliyor. Kaç yaşında emekli olacaklarını, ne miktarda bir tasarruf planladıklarını, yaşlarını, finansal varlıklarını ve mevcut gelirlerini bildirerek, robot-danışmanlardan amaçlarına ulaşmalarını sağlayacak en uygun varlık yatırımına ilişkin tavsiye alabiliyorlar. Böylece yatırımlarını doğru finansal ürünlere yönlendirerek ve piyasalarda meydana gelen değişikliklere göre yatırım kararlarını robot-danışmanlarla yeniden gözden geçirerek gelecek hakkındaki belirsizlikleri bir ölçüde azaltma imkânları oluyor.

San Francisco'da bulunan Sentient Technologies adlı yapay zekâ firmasının yatırım fonları için geliştirdiği bir algoritma ilginç bir uygulama örneği. Bu algoritma hisse senedi alım satım işlemlerine ilişkin milyonlarca veriyi işleyerek ve trendlerle ilgili tahminler yürüterek en uygun, en kazançlı hisse senedi alım satım modellerini oluşturuyor. Halka açık çok sayıda veri kullanılarak oluşturulan trilyonlarca senaryo sayesinde işlemlerin başarılı olması için yeni stratejiler planlanabiliyor. Bu teknikle 1800 günlük alım satım işlemlerini bir kaç dakikada yapmak mümkün hale geliyor.

Yapay zekâ uygulamalarının borsa-dışı finansal aracılık sisteminde de önemi giderek artıyor. Örneğin kredi işlemlerinde ve sigorta ürünlerinin pazarlanmasında asimetric bilgiden kaynaklanabilecek zararları en aza indirmek için yapay zekâ sistemleri kullanılıyor. Ernst & Young şirketinin raporuna göre, aracılık yüklenimi hizmetinde çok sayıda pozisyonun yerini yapay zekâ alacak ve birçok insan işini yapay zekâyâ kaptracak. Yapay zekâ ile öğrenme algoritmaları özellikle büyük bankalarda ve halka açık sigorta şirketlerinde kullanıldığında, müşterilerin daha önce kredilerini zamanında ödeyip ödemedikleri, trafik kazaları ile ilgili geçmişleri gibi konulara ilişkin büyük miktarda veriyi analiz ederek kişiler hakkında önemli bilgiler sağlayabilecek. Ayrıca gelecekteki finansal kiralama, kredi verme ve sigortalama işlemlerini etkileyecek trendlerin de yapay zekâ ile üretilen algoritmalar sayesinde tahmin edilebilmesi mümkün olabilecek.

Yapay zekâ uygulamalarında madalyonun parlak yüzünü kısaca özetlemeye çalıştık. Ancak işin bir de kaygı uyandıran yönleri var. Gelin biraz da yapay zekâ uygulamalarının finans sektöründe neden olduğu ve olabileceği riskleri gözden geçirelim.



Yapay Zekâ Riskleri 1: Finans Sektöründeki Olası İşsizlik Artışı

Finansal hizmetlerdeki bir önceki teknik ilerleme safhası olan otomasyon tekrara dayalı işlerin kolaylıkla yapılmasını sağlarken, yapay zekâ işgücünün yerini alabilecek nitelikler gösteriyor. *Information Management* dergisinde yayımlanan bir yazıda ilginç bir araştırmanın sonuçlarına yer veriliyor. Bu araştırmaya göre 2025 yılında Wall Street’de finans odaklı faaliyetleri yapay zekânın üstleneceği ve çok sayıda kişinin işsiz kalacağı gösteriliyor. Yedi farklı meslek kolu için yapılan bu araştırmada, finans sektörünün bilgi teknolojileri tarafında çalışan ve temel işi veri yönetimi olan kesimde ise istihdam artışı olması ve o kolda çalışan sayısının 27.000’e çıkacağı öngörülüyor. Ancak diğer kollarda çalışanlar için durum farklı. Örneğin hisse senedi ve tahvil yönetimi gibi alanlarda 58.000 kişilik bir istihdam azalması olacağı tahmin ediliyor. Varlık yönetimi ise 90.000 kişilik düşüşle yapay zekâ uygulamalarının neden olacağı istihdam değişimlerinden en çok etkilenecek meslek kolu olarak belirlenmiş. Yatırım bankacılığında 2000 kişilik, özel bankacılık alanında ise 24.000 kişilik istihdam azalması olabileceği öngörülüyor.

Yapay Zekâ Riskleri 2: Ani Borsa Çöküşleri

Yapay zekâ uygulamaları yatırım kararlarındaki etkinliği geliştirse de aynı zamanda önemli finansal risklerin de kaynağı. Nitekim ABD hisse senedi piyasasında 19 Ekim 1987’de yaşanan çöküş (Kara Pazartesi) ve daha önemlisi 6 Mayıs 2010’da New York Borsası’nun (NYSE) Dow Jones endeksinin (DJIA) dakikalar içinde önce hızla çöküp ardından hızla eski seviyesine gelmesi (Ani Çöküş) borsa işlemlerindeki yapay zekâ uygulamalarının riskli sonuçlarını gündeme getirdi. Yapay zekâyla ilgili olarak madalyonun diğer yüzünü daha iyi anlamak için özellikle daha güncel olan Ani Çöküş olayına daha yakından bakmakta yarar var.

6 Mayıs 2010’da DJIA endeksinin dakikalar içinde hızla düşmesi ve yine aynı hızla eski seviyesine dönmesi, bir yatırım fonunun hisse senedi pozisyonu için saldırgan ve ani biçimde işlem yapmasıyla ortaya çıktı. Ani Çöküş, bilgisayar satış algoritmasının saat 14:32’de 4,1 milyar dolar tutarındaki 75.000 vadeli işlem sözleşmesini otomatik olarak satmak üzere piyasaya yönlendirmesi ile ortaya çıkmıştı. İşlem sırasında sözleşme satış fiyatları hızla artmış, DJIA endeksinde beş dakika içinde %9’luk (1000 puanlık) bir düşüş ortaya çıkmış, ardından endeks aynı hızla eski seviyesine dönmüştü. ABD hisse senedi piyasalarındaki Ani Çöküş’ün ardından benzer olaylar 2014 yılının Eylül ayında ABD hazine bonolarında ve 2017 yılının Haziran ayında ethereum piyasalarında da yaşandı. Tüm bunlar yapay zekânın finans piyasalarında faydası kadar önemli riskleri de olabileceğini gösteriyor.

Finansta Yapay Zekâ İyimsirliğine Dikkat Edilmeli

Tevfik Fikret'in dediği gibi durmak zamanı geçeli çok oldu. Ateşin bulunmasıyla başlayan serüven artık uyarlılığı robot egemen bir yere götürüyor. Ancak insanın doyumsuzluğu ve elde etme hırsıyla birleşen teknolojik gelişmelerin son durağının herkesi yeterince mutlu etmeyebileceğini de şimdiden öngörmek mümkün. Yapay zekâ avukatlık ve öğretmenlik gibi geleneksel işlerin alışlageldik şekilde devam etmeyeceğini gündeme getirmekle kalmıyor, aynı zamanda yeni riskler de ortaya çıkarıyor. Yapay zekânın finans piyasalarındaki uygulamaları daha etkin yatırım yönetiminin sinyallerini veriyor. Ancak bir yandan da piyasanın beklenmedik çöküşüne zemin hazırlayabilecek kontrol edilemeyen bir sistemi de içeriyor. Algoritmik işlemlerin ABD borsalarında 2010'da neden olduğu Ani Çöküş olayının nedenlerinin hâlâ anlaşılammış olması ve benzer olayların yeniden ortaya çıkma olasılığı, yapay zekânın finans piyasasındaki uygulamalarına ihtiyatla yaklaşılmasına neden oluyor.



Teknolojik ilerleme sonunda alnımız Tevfik Fikret'in dediği gibi semaya değebilir mi, bunu henüz bilmiyoruz. Ancak şimdiye kadar gördüklerimiz, yapay zekâ ekseninde gelişen yeni teknolojik devrimin geliştirici yönleri kadar risklerinin de olduğu yönünde. Bu nedenle teknolojik gelişmelerin finans sektöründe de yarattığı iyimsirlikleri ihtiyatla ele almakta yarar var gibi görünüyor. ■

Kaynaklar

- <http://www.nytimes.com/2010/10/02/business/02flash.html>
- Kaku, M., *Zihnin Geleceği*, ODTÜ - Popüler Bilim Dizisi, 2016.
- Kaku, M., *Geleceğin Fiziği*, ODTÜ - Popüler Bilim Dizisi, 2016.
- <http://fortune.com/2016/11/13/sarao-flash-crash-trader-fraud/>
- <http://www.businessinsider.com/october-bond-market-flash-crash-2015-3>
- <https://cointelegraph.com/news/5-ways-artificial-intelligence-is-changing-the-finance-industry>
- <https://sigmoidal.io/real-applications-of-ai-in-finance/>
- <https://www.techemergence.com/machine-learning-in-finance/>
- [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-the-future-of-underwriting/\\$FILE/EY-the-future-of-underwriting.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-the-future-of-underwriting/$FILE/EY-the-future-of-underwriting.pdf)
- <https://www.dunya.com/ozel-dosya/yapay-zeka-akilli-pazarlama-devrini-baslatti-haberi-334151>
- <http://fintechistanbul.org/2017/03/21/wall-streette-yapay-zeka-telasi/>

Endüstri 4.0 ve Yapay Zekâ

Prof. Dr. Ercan Öztemel [*Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fak. Endüstri Mühendisliği Böl.*

Toplumsal dönüşümün tarihsel seyri incelendiği zaman geçmişten geleceğe yönelik önemli işaretler görmek mümkün. Önceleri tarım toplumundan sanayi toplumuna, oradan da enformasyon toplumuna doğru seyreden dönüşüm ve değişim süreci devam ediyor ve günümüz toplumları hızla bilgi toplumuna doğru evriliyor. Endüstride dijital hâkimiyet her an kendisini daha fazla hissettiriyor. Sanayileşme hareketi buhar makinesinin bulunması ile başladı (Birinci Sanayi Devrimi), elektriğin icat edilmesi neticesinde seri imalat yoğun bir şekilde devam etti (İkinci Sanayi Devrimi). Bilişim teknolojisindeki gelişmeler ve otomasyon (Üçüncü Sanayi Devrimi) endüstriyel toplumlarda beklentilerin çok üzerinde bir dönüşüm oluşturdu. Bu değişimin etkisinin günümüze kadar gelmesiyle dijital ve otonom sistemlerin hâkim olduğu (Dördüncü Sanayi Devrimi/ Endüstri 4.0) tanımlaması yapıldı.

Endüstri 4.0, günümüzde etkin olarak yürütülen bir dijitalleşme hareketi olarak da tanıtılıyor. Çünkü imalatın her aşamasının dijital sistemlerle yürütülmesi temel amaç olarak belirleniyor. Diğer bir deyişle, Endüstri 4.0'ın imalat vizyonu ürün + zekâ + iletişim + bilgi şebekesi dörtlüsünün odağında şekilleniyor. Gerek üretilen ürünler gerekse üretim sistemlerinin mümkün olabilecek en üst düzeyde zekâ ile donatılması hedefleniyor. Bu şekilde yeni bir toplumsal oluşumun temelleri atılıyor ve diğer dönüşümlerde olduğu gibi bir kez daha eski köye yeni âdet getiriliyor.

Endüstri 4.0 tanımı ile dijital imalat (otomasyon, veri alışverişi, üretim teknolojileri), entegre iletişim ağı (nesnelerin interneti), siber fiziksel sistemler, akıllı fabrikalar (esneklik, hız, verimlilik) ve veriden anlamlı bilgi üretilmesi (büyük veri ve iş zekâsı) temelinde bir yapılanma öngörülmüyor. Makinelerin birbiriyle konuşabildiği, kendi kendilerine karar verebildiği, sensörler vasıtası ile çevredeki olayları algılayıp yorumlayabildiği bir imalat ortamı tanımlanıyor. Bu tanımlamadan hareketle Dördüncü Endüstri Devrimi'nin temel bileşenleri yandaki gibi sıralanabilir.

Siber fiziksel sistemler: Siber dünyada bilgi alışverişini yönetebilen ve veri takip, izleme, işleme yeteneği ile donatılmış fiziki sensörler ve diğer sistemlerin yaygın kullanıldığı imalat ortamları tanımlanıyor. **Akıllı imalat sistemleri ve akıllı makineler:** İnsansız makinelerin yoğun olarak kullanıldığı bir imalat sisteminin yeni dönüşümün temel direklerinden biri olduğu ifade ediliyor. **Robot takımlar:** Çok sayıda robotun imalat sistemlerini birbiriyle koordineli olarak yürüttüğü imalat ortamlarının yaygın olacağı öngörülmüyor. **Akıllı binalar ve akıllı şehirler:** Birbirleriyle etkileşimli çalışan sensörlerle yönetilen binaların ve şehirlerin oluşacağı açık olarak görülüyor. Birçok alanda sensörlere dayalı yaşam şimdiden başladı. **Benzetim ve artırılmış gerçeklik:** Sanal gerçeklik ile gerçek dünya iç içe giriyor ve özel bir gözlük sayesinde sanal modellerin yardımı alınarak gerçek sistemler üzerinde işlemler yapılabiliyor. Bu özel gözlükler her türlü bilgiye erişilebilecek bir dünya sunuyor. **Büyük veri ve nesnelerin interneti:** Yukarıda açıklanan dijital sistemlerin yoğun olarak kullanılmasıyla çok fazla bilgi üretiliyor ve bu bilgiler nesnelere tarafından aracı kullanmaksızın internet üzerinde paylaşılabilir. **Bulut bilişim ve mobil sistemler:** Hızlı erişim, çok fazla bilgiye erişim, bilişim sistemlerinin

kullan ve öde ilkesine göre paylaşımı ve telefonlar başta olmak üzere mobil cihazların imalat izlenmesinde etkin kullanımı giderek vazgeçilmez hale geliyor. **Ekleme imalat ve üç boyutlu yazıcılar:** Yazıcılarla kâğıt üzerine baskı yapmak yerine üç boyutlu nesnelerin basılmasının yaygınlaştığı, birçok nesnenin artık yazıcılarla üretildiği bir imalat ortamına doğru yol alınıyor. **Akıllı şebekeler ve şebeke güvenliği:** Çok fazla veri ve sensörün iletişim kurduğu şebekelerde sorunsuz işlem yapılmasını sağlayacak zekâ ve şebeke güvenliği vazgeçilmez ve en temel gereksinimlerden. **Önleyici bakım uygulamaları ve kalite:** Makinelerin insansız çalışması nedeniyle doğabilecek olası sorunların önceden tespit edilip öngörülerek tedbir alınması endüstriyel yaşamın vazgeçilmez yaklaşımlarından biridir. Yukarıdaki niteliklere sahip Endüstri 4.0 sistemlerinin ve uygulamalarının endüstriyel hayatın yanı sıra eğitimden sağlığa, finansman sistemlerinden askeri sistemlere birçok alanda uygulamalarını görmek mümkün. Yakın gelecekte bu uygulamaların sayısı ve niteliği daha da artacak.



Yapay Zekâ: Endüstri 4.0 Çalışmalarının Temel Tetikleyicisi

Teknolojik gelişmeler sonucunda hem yapay zekâ biliminin sunduğu yeni imkânlar, hem de bilginin işlenmesine yönelik olarak geliştirilen yeni yaklaşımlar ve felsefeler gelecek 10-15 yıllık süreçte imalat ortamlarının yapay zekâ teknolojileri ile bütünleşerek kendi kendine karar verebilen (yani otonom), esnek, uyarlanabilir, yeniden konfigüre edilebilir, sanal yöneticilere dayalı, verimlilikten daha çok etkinlik esasına göre çalışan, ürettiği ürünle bütünleşerek onu tanyan ve takibini gerçekleştirebilen ortamlara dönüşeceğine açıkça işaret ediyor. Bu ortamlarda üretilen ürünler toplumu yakından ilgilendiren gelişmelere yol açacak ve topluma rehberlik edecek.

Sayırsız örnek arasından bazıları şunlar:

● İmplant teknolojilerle insan vücuduna zerk edilen sistemler ve yapay organlar geliştirilecek ve insan sağlığı başta olmak üzere birçok alanda fayda üretecek sistemler topluma hizmet edecek. Hatta insan bünyesinde sürekli dolaşan akıllı tozlarla insanın sağlığı sürekli izlenebilecek.

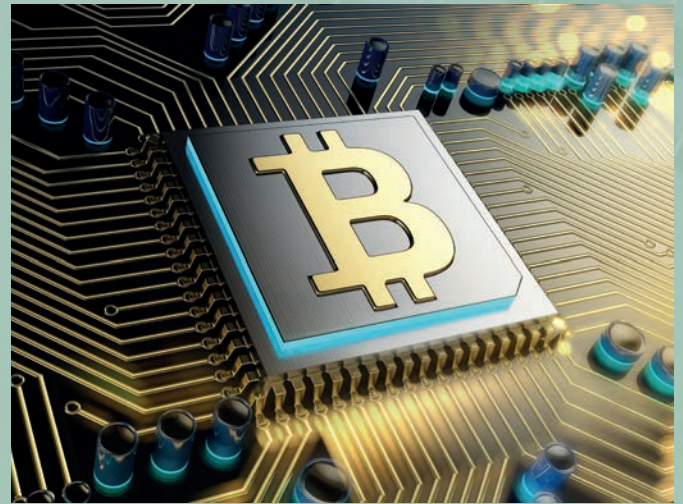


- Dijital dünyada her geçen gün hızla gelişen ve yaygınlaşan görüş gözlükleriyle sanal dünya ile gerçek dünyayı bire bir eşleştirecek sistemler oluşturulacak ve özellikle, önleyici bakım çalışmaları daha etkin bir şekilde yürütülecek.
- Bilişim sistemleri her yerde kendisini gösterecek hatta giyilebilir internet teknolojisi ile insandan ayrılmaz bir yapıya bürünecek. Kıyafetler onları giyen kişilerin sağlığı ve yaşam konforuna yönelik bilgiler verebilecek, uyarılar yapabilecek.
- İnternet sağlayıcılar dünyanın her tarafında interneti kullanılabilir kılmak için uçaklar ve uçan balonlar dolaştıracak. Uydu teknolojileri daha kapsayıcı niteliğe bürünecek ve sensörler tarafından görülemeyen noktalar bile erişilebilir olacak. İnternet için ücret ödenmeyecek, insanlar sağlıkları, huzurları, yaşam konforları, yüksek hayat standartlarına erişebilecekleri imkânları internet üzerinden ücret ödeyerek temin edebilecek.
- Her geçen gün üretilen veri miktarı daha önce üretilmiş veri miktarını katlayarak artacak, ancak veri depolama sorun olmayacak. Boyutları ölçülemeyecek kadar artan büyük veri üzerindeki analizler hayatın her aşamasında temel yönlendirici unsur olacak. Verileri depolayanlar bunun için ücret almayacak ancak bu verilerden anlamlı bilgiler türetmenin bedeli verileri depolama maliyetinden çok daha fazla olacak.
- Nesnelerin interneti ile insanlarla evleri arasında yakın bir bağ kurulacak. Makineler birbirleri ile konuşacak ve insansız fabrikalar değil insanlı fabrikalar yadrganacak.
- İş profilleri değişecek ve yeni meslekler ortaya çıkacak. İş gücü ihtiyacı o alanlarda artacak, kendisini bu dönüşüme hazırlamayan toplumlarda işsizlik önemli bir toplumsal soruna dönüşecek.
- Fabrikalar gibi şehirler de her geçen gün daha akıllı olacak. Şehirlerin her noktasında, birbirleriyle etkileşen ve iletişim halinde olan milyonlarca sensörün desteğiyle insanlar sorunsuz bir yaşam sürdürme yolunda ilerleyecek.

- Büyük veri üzerinden bilinen yöntemlerle tahmin edilmesi mümkün olmayan bilgilere ulaşılabilecek ve karar vermenin etkinliği şaşırtıcı şekilde artacak. İmalat ve hizmet sektöründe robotlar insanoğluna sürekli artan bir hızda hizmet vermeye devam edecek. O kadar ki, işletmelerin yönetim kurullarında robotlar görev alarak karar verme sürecine aktif olarak katılacak. Eczacılık hizmetleri gibi hizmetler robotlar tarafından gerçekleştirilebilecek. Sürücüsüz araçlar ile trafik sorunlarının üstesinden gelinebilecek.
- Üç boyutlu yazıcılar oyuncak sektörü başta olmak üzere hayatın her aşamasında kullanılan araç ve gereçleri üretebilecek. Sağlık sektöründe de bu yazıcılarla yapay organlar üretebilecek. Daha şimdiden bir hastanın kanserli bir omuru çıkarılarak onun yerine üç boyutlu yazıcıda üretilen yapay omur yerleştirildi.
- Önemli bir toplumsal değişim unsuru da insanoğlunun paylaşım felsefesini benimseyecek olması. Özel araçlarını komşuları ve başka insanlarla birlikte kullanmak, sahip oldukları alet, araç ve gereçleri kendileri kullanmadıkları zaman başkasının hizmetine sunmak, ortak satın alma ve satma programları gerçekleştirmek hayatın olağan bir parçası haline gelecek.
- Devletler her tür işlemi internet üzerinden gerçekleştirecek. E-fatura, e-arşiv uygulamalarıyla ülkemizde e-devlet uygulamalarında önemli aşamalar şimdiden katedildi. Bu gidişat beklenenin üzerinde bir hızla devam edecek.
- Aslında bu listeyi çok uzatmak mümkün. Gelişmelerin etkisini görmek için sadece Bitcoin ve blokzincir uygulamalarına bakılması bile yeterli. 2009'da 50 dolara 5000 Bitcoin almak mümkünken 2017 sonunda 1 Bitcoin neredeyse 20.000 dolardı. Bu teknoloji eşi benzeri görülmemiş bir hızla gelişiyor. Sanal paralar havada uçuyor ve bunları yönetecek borsalar hayatın bir parçası haline geliyor. Sadece 8-9 yıl gibi bir sürede 50 dolara satın alınan sanal paralar 90-10 milyon dolar değerine ulaştı. Gelişmiş ülkeler dahi bu dönüşüm karşısında ne yapacaklarını tam olarak bilmiyor.

Dördüncü ve ondan sonraki devrimlerin en önemli enerjisinin bilgi olacağını yukarıdaki örnekler çok açık olarak gösteriyor. Eskiden elektrik ve güneş enerjisinin insanları/kurumları/toplumları/ülkeleri güçlü kılacak enerji kaynağı olması gibi geleceğin enerji kaynağı da insanları/kurumları güçlü kılacak olan "bilgidir". Bu da yetmeyecek, bilgi kadar bilgiyi kullanacak yeteneklerin de geliştirilmiş olması gerekecek. Bu açıdan da başta eğitim ve öğretim kurumları olmak üzere ilgili kurum ve kuruluşlara önemli görevler düşüyor.

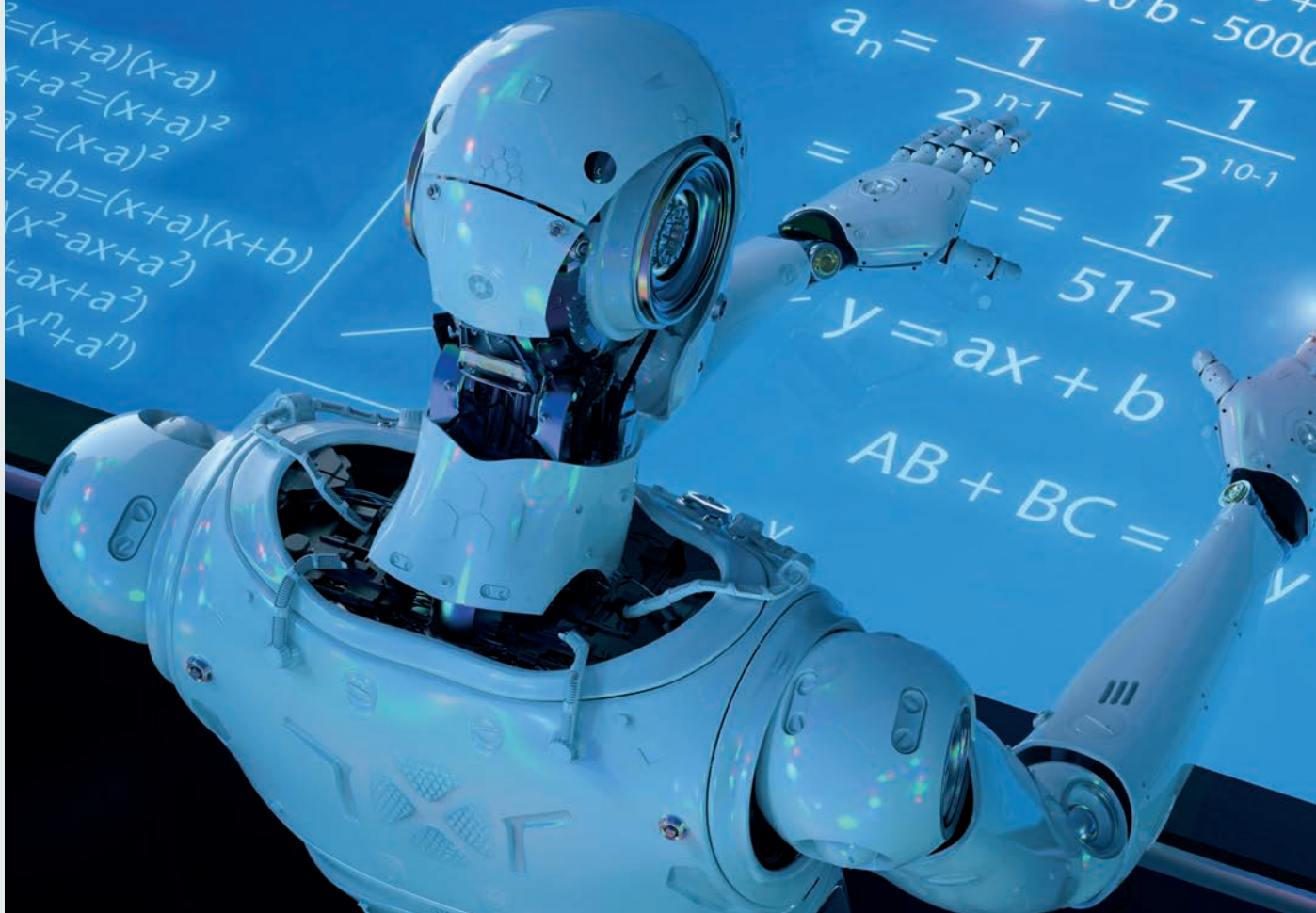
Yapay zekâ teknolojisindeki gelişim ve bu gelişimin toplumsal anlamda benimsenerek etkin bir biçimde uygulanması sadece Dördüncü Devrim'i yaşatmakla kalmayıp Beşinci Devrim'in temelini atılmasına da yol açacak. Bu devrimle internetin bedava olduğu, insanların kendi dilleri ile konuşan yabancıları kendi ana dillerinde dinleyip anladığı, iş yoğun bir ortamdan konfor yoğun bir ortama dönüşen şehirlerde sıfır sorunla yaşayan bir topluma doğru yol alınacak. Kısacası enformasyon yoğun bir toplumdan büyük bir olasılıkla bilgi yoğun yaşam desteği sunan bir topluma evrilme gerçekleşecek. Akıllı fabrikalar konfor üretimini hedefleyen konfor üretim merkezlerine dönüşürken, akıllı şehir kavramı yerini huzur şehirleri kavramına bırakacak. ■



MATEMATİKÇİ MAKİNELERİN CACI

Derin öğrenme tekniği sayesinde yapay zekâda kayda değer ilerleme sağlandı. Ancak satranç ve Go ustalarını yenen algoritmaların gerçekten akıl yürüttüğü söylenebilir mi?

Prof. Dr. A. Muhammed Uludağ | Galatasaray Üniversitesi, Matematik Bölümü





Matematik ve Yapay Zekâ (YZ)

Dışarıdan bakanlar için matematik, bazı formüllerin uygulanmasından ibaret, yeknesak bir bilim gibi görünse de erbabına sorulacak olursa güzel sanatlara daha yakın bir disiplindir. Matematiği üretmek, yani yeni teoremler ve daha da önemlisi kavramlar ve yapılar ortaya koymak, en az müzik veya resim kadar güzellik anlayışımıza hitap eden bir faaliyettir. Buna ilaveten, aksiyomatik yöntemi kullandığı için son derece titiz bir akıl yürütme gerektirir.

Estetik yönü bu derece ağır basan matematik üretme işini bilgisayarlar havale edebilir miyiz?

Şayet matematiği dört işleme indirgersek hesap yapan makinelerin izi 17. yüzyıl Avrupasına kadar sürülebilir. Satranç oynayan bir otomat yapma fikri ise ilk defa 18. yüzyılda Avusturya’da ortaya atıldı. Mekanik Türk isimli sahte otomat, içindeki cüce satranç oyuncusu sayesinde rakiplerini yenebiliyordu. Gerçek satranç bilgisayarları ancak 20. yüzyıl ortalarında belirmeye başladı ve hızla insanlarla rekabete girdiler. Uzay ve içindeki bölgeler hakkındaki sezgilerimize dayandığından, satranca kıyasla matematiğe daha çok benzeyen Go oyununda insanlar teslim bayrağını biraz daha geç, 2017 yılında, çektiler. Google’ın AlphaGo yazılımı, oyunu insan rehberliği olmadan tamamen kendi kendine oynayıp öğrenerek Go ustalarını yenmeyi başardı. Artık bir insanın Go oyununda cep telefonuna yenilmesi sıradan bir şey.

Son birkaç sene içindeki bu baş döndürücü gelişmeleri, “derin öğrenme” adı verilen tabakalı yapay sinir ağlarına borçluyuz.

Derin öğrenme veya daha genel ismiyle makine öğrenmesi, elde büyük miktarda veri varsa işe yarar. Yapay sinir ağı bu veri yığını üzerinde bir çeşit tarama (teknik tabiriyle “gradyen takip etme”) yöntemiyle yapılandırıldıktan sonra yeni durumlara uygulanır. Sinir ağının verdiği cevaplar tahminî olup matematiksel kesinliğe sahip olmasa da birçok alanda insanların verdiği cevaplara göre çok daha iyi olma potansiyeline sahiptir.



Elbette matematik yapmak, kuralları önceden belirlenmiş bir oyuna indirgenemez. Kaba bir benzetme yapılacak olursa matematik sanatının içinde oyunun kurallarını değiştirmek, yeni oyunlar hayal etmek ve bu oyunlar hakkında genel iddialar ileri sürüp ispatlamak da vardır. Bugün Oberwolfach Matematik Enstitüsü'nün kayıtlarını tuttuğu matematik yazılımlarının sayısı 150'ye ulaşmış durumda. Bu yazılımlar sayısal veya sembolik hesap yapma konusunda bizden çok daha iyiler. Wolfram alpha yazılımı, internet sitesi üzerinden merak ettiğiniz birçok matematik sorusunu cevaplayabilir.

Bazı durumlarda bir matematik problemi, çok sayıda özel durumun ayrı ayrı hesaplanmasına indirgenebilir. Bu tür problemlerin en bilinen ve en eski örneği 4-renk teoremidir. Çok basit gibi görünen bu tahminin ispatlanması için 125 sene geçmesi ve bilgisayarların yapabileceği hacimde bir hesap problemine indirgenmesi gerekti. Bu indirgeme, kayda değer bir insan mesaisi ve yaratıcılığı sayesinde elde edilebildi.



4-renk teoremi:

“Düzlemde verilen bir haritayı, komşu ülkeler aynı renkten olmayacak şekilde renkleme için 4 renk daima yeterlidir.”

1852'de tahmin edilen bu teorem, ancak 1976'da, bilgisayar yardımıyla ispatlanabildi.

4-renk teoreminin iddiası resimde hem maviden başka renkte iç denize hem de mavi renkli iç ülkeye izin vermektedir.

4-renk teoreminden bugüne bilgisayar yardımıyla ispatlanan başka tahminler de oldu. 2016 Mayıs ayında Marijn Heule, Oliver Kullmann ve Victor Marek tarafından verilen “Pisagor üçlüleri problemi”nin çözümü, Texas İleri Hesaplama Merkezi’ndeki Stampede (İzdiham) bilgisayarı yardımıyla üretildi. Bu çözümün ispatı ise 200 terabit hacminde. Bu noktada, her matematik probleminin çözümünün sonlu sayıda durumun sonlu adımıyla hesaplanmasına indirgenemeyeceğini tekrar vurgulamak gerekir. Nitekim Pisagor üçlüleri problemi çözümsüz olsaydı bunu aynı yöntemle bilgisayara ispatlamak mümkün olmazdı.

Pisagor üçlüleri problemi:

Pozitif tamsayıları mavi ve kırmızı diye ikiye ayırmak mümkün müdür, öyle ki $a^2 + b^2 = c^2$ eşitliğini sağlayan hiçbir (a,b,c) Pisagor üçlüsü aynı renkte olmasın?

Çözümü:

Teorem: {1, ..., 7824} kümesi bu şekilde ikiye ayrılabilir, ancak {1, ..., 7825} kümesi için bu imkânsızdır.

Bilgisayar yardımıyla ispat konusundaki tüm bu gelişmelere rağmen, matematik üretme ve ispatlama konusunda bugün bilgisayarlar hâlâ emekleme aşamasındadır. Matematikçilerin araştırma esnasında özel yazılımlar kullanması çok sık rastlanan bir uygulama olsa da teorem üretme ve ispatlama konusunda alınacak çok mesafe var. YZ yüzünden birçok mesleğin hızla yok olmasından endişelendiğimiz yakın gelecekte, matematik mesleğinin yeri sağlam görünüyor. Zira YZ algoritmalarının üretiminde ve uygulanmasında matematik vazgeçilmez bir öneme sahiptir.



Marijn Heule

Oliver Kullmann

Victor Marek

Tüm bilimsel makaleler yayımlanmadan önce hakeme gider. Ancak uzmanlaşma ve makale enflasyonu gibi sebepler, matematikte hakem süreçlerini senelerce uzatmakta ve güvenilirliğine zarar vermektedir. Bu noktada bilgisayarlar matematikçilere yardımcı olabilir.

Matematiğin darboğazı

Üç elit matematikçinin onlarca senelik birikimlerini ortaya döktükleri yüz sayfalık bir makalenin değerlendirme için önünüze geldiğini düşünün. Makalede birçok yeni kavram ve yapı ortaya atılmış. Üstelik makale, birçok matematikçinin yekünü binlerce sayfa tutan eserine atıf veriyor. Sizden bu makaledeki teoremlerin doğruluğunu, şayet doğrularsa verilen ispatların yeterliliğini onaylamanız, cevabınız evetse neticelerin ve makalenin bariz, ilginç ve güzel olup olmadığı konusunda bir hüküm vermeniz isteniyor. İşte akademik bir derginin hake minden beklenen iş budur. İleri seviyedeki bir araştırma makalesinde, lise çağlarında öğretilen polinom, integral, vektörler gibi zor kavramlara benzer birçok kavram ve yapı bulunur. Bunca emek verilen bir çalışma hakkında sağlıklı bir hüküm vermek de en az o kadar emek gerektirir. Üstelik dergi hakemlerinin vardığı hükmün doğruluğundan daima emin olamayız.

Rus matematikçi Vladimir Voevodsky bir makalesindeki bir anahtar lemma'da hata bulur: Meslektaşı Mikhail Kapranov'la yazdığı makalenin ana neticesinin doğru olmadığını, yayımlanmasından 15 sene sonra ispatlar. Oldukça girift neticelerle dolu makalelerinde bu türden başka hatalar da yapmış olma ihtimali onu "elde ettiğim neticelerin ve ispatlarının doğruluğundan nasıl emin olabilirim?" sorusuna sevk eder. Matematikte her netice öncekilerin üzerine bina edildiğinden, bu sonradan elde edilen neticelerin doğruluğu için de mühim bir sorudur.



Shinichi Mochizuki

ABC tahmini:

Her $\varepsilon > 0$ için $c > \text{rad}(abc)^{1+\varepsilon}$ eşitsizliğini sağlayan, $a + b = c$ şeklinde ve aralarında asal olan (a, b, c) pozitif tamsayı üçlülerinin sayısı sonludur.

($\text{rad}(n)$, n doğal sayısının asal bölenlerinin çarpımı şeklinde tanımlanır.)

Nihayet Ekim 2018'de, Fields ödüllü genç matematikçi Peter Scholze'nin başını çektiği bir ekip Mochizuki'nin makalesinde önemli bir hata saptadı.

Voevodsky vaktiyle yayımladığı makalelerdeki hatalar için endişelenedursun, Japon matematikçi Shinichi Mochizuki'nin daha ciddi sorunları var. Mochizuki 2012'de meşhur ABC tahminini ispatladığını iddia etti ancak ispatı hâlâ kabul görmedi. Bu ispat 500 sayfa, dahası başka makale ve neticelere dayanıyor. Dünyada tüm bu sonuçlara hâkim kimse yok! Yani okuyup hüküm verecek hakem bulmak neredeyse mümkün değil!

Otomatik İspat Sağlama

Bilgisayarlar (henüz) ispat yapamasa da verilen ispatın sağlanmasını yapabilir. Bu da hakemlerin işini kolaylaştırabilir.

Mochizuki, ispatının kabul görmesini temin etmek için 2014'te bir çalışma grubu kurdu ancak bu çabası henüz meyve vermedi. Voevodsky'nin hakem meselesine bulduğu çözümse bilgisayarlara dayalı. Evet, bilgisayara ispat yaptırmak çok zor ancak bilgisayar verilen bir ispatın sağlanmasını yapabilir. Matematikçi, hakeme sunmadan önce makalesini ispat sağlama programından geçirir. Bu sayede, hakeme düşen, verilen ispatların sunulan neticelere gerçekten tekabül ettiğini teyit etmek (ki bu noktaya ileride döneceğiz) ve neticelerin yayımlanmaya değer, ilginç şeyler olup olmadığına hükmetmektir. Bu sayede muazzam hacimlere ulaşan matematik literatürünün doğru netice ve ispatlar içerdiğinden emin olabilir, yolumuza şüphe ve tereddüt olmadan devam edebiliriz.

2005'te bilgisayarlı ispat sağlama alanında çalışmaya başlayan Voevodsky 2015'te İstanbul Matematiksel Bilimler Merkezi'nde ve Cahit Arf anısına her sene Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde düzenlenen Arf Konferansı'nda "Matematğin Univalent (tek değerli) Temelleri" başlıklı sunumunda bu konudaki çalışmalarını anlattı.



Vladimir Voevodskii
(1966-2017)

1966 yılında Rusya'da doğan Voevodskii 1989'da Moskova Devlet Üniversitesi'nde lisans eğitimi tamamlayıp 1992'de doktora derecesini aldı.

Cebirsel varyeteler için homotopi kuramı geliştirerek Milnor tahminini ispatladığı için Fields madalyasını alan Voevodskii, 2005 yılından itibaren matematiğin formelleştirilmesi ve bilgisayarlı ispat sağlama konularına yöneldi. Ayrıca, Martin-Löf homotopi tipleri kuramına katkıda bulundu. 2017 yılında genç yaşta vefat etti.



Ernst Friedrich Ferdinand Zermelo

Matematiğin temelleri ve felsefe üzerine önemli etkileri olan bir Alman mantıkçı ve matematikçidir. Zermelo-Fraenkel küme kuramı ve iyi-sıralama ilkesi üzerine yaptığı çalışmalar ile tanınmaktadır.

Abraham Fraenkel

1922 yılında Zermelo'nun aksiyom sistemini geliştiren Alman asıllı matematikçi.

Matematiği diğer disiplinlerden ayıran husus, bir belitler (aksiyom) sistemi kabul edildikten sonra iddiaların bu belitlerden tamamen mantıksal çıkarım yöntemiyle türetilmesidir. Günümüz matematiğinde bu aksiyom sisteminin Zermelo-Fraenkel kümeler kuramı olduğu kabul edilir. Bilgisayarlı ispat sağlama konusunda karşılaşılan ilk problem, yeterince inşacı olmaması itibarı ile kümeler kuramının bilgisayarla çalışmaya elverişsiz olmasıdır.

Zermelo - Fraenkel Belitleri (ZF)

Kaplam:

$$\forall x \forall y [\forall z (z \in x \leftrightarrow z \in y) \rightarrow x = y]$$

Boş Küme:

$$\exists x \neg \exists y (y \in x)$$

Çiftler:

$$\forall x \forall y \exists z \forall w (w \in z \leftrightarrow w = x \vee w = y)$$

Kuvvet kümesi:

$$\forall u \exists y \forall z [z \in y \leftrightarrow \forall w (w \in z \rightarrow w \in u)]$$

Birleşme:

$$\forall u \exists y \forall z [z \in y \leftrightarrow \exists w (w \in u \wedge z \in w)]$$

Sonsuzluk:

$$\exists x [\emptyset \in x \wedge \forall y (y \in x \cup \{ y, \{y\} \} \in x)]$$

Ayrıştırma Şeması...

$$\forall u_1 \dots \forall u_k [\forall w \exists v \forall r (r \in v \leftrightarrow r \in w \wedge \psi_{x,\hat{u}} [r, \hat{u}])]$$

Yer Değiştirme Şeması...

$$\forall u_1 \dots \forall u_k [\forall x \exists ! y \emptyset (x, y, \hat{u}) \rightarrow \forall w \exists v \forall r (r \in v \leftrightarrow \exists s (s \in w \wedge \emptyset_{x,y,\hat{u}} [s, r, \hat{u}]))]$$

Düzenlilik...

$$\forall x [x \neq \emptyset \rightarrow \exists y (y \in x \wedge \forall z (z \in x \rightarrow \neg (z \in y)))]$$

Belitler matematikte yola çıkış noktamızı teşkil eden temel önermelerdir. Bu yüzden anlaşılır, sade, tutarlı ve bağımsız iddialardan oluşmaları istenir. Matematiğin temeli kabul edilen ZF belitlerinin ilk altısı yukarıda verilmiştir. İlk belite göre aynı elemanlara sahip iki küme eşittir, ikincisi boş kümenin mevcut olduğunu söyler. Üçüncü aksiyoma göre, A ve B birer kümeysen, elemanları A ve B'den ibaret olan küme mevcuttur. Dördüncü aksiyom her kümenin kuvvet kümesinin var olduğunu söyler. Beşinci aksiyoma göre her küme ailesinin birleşimi de bir kümedir. Altıncısı ise sonsuz bir kümenin var olduğunu söyler.

L. E. J. Brouwer gibi mantıkçıların, Gottlob Frege'nin *Begriffsschrift* (kavram yazımı) eserinde geliştirdiği matematiksel mantık kuramında bulunan Russell paradoksu gibi çelişkileri gidererek tamamen inşacı (konstrüktif) bir matematik elde etmek için geliştirdikleri "tipler kuramı" ise bilgisayarla çalışmak için elverişlidir. Ancak matematik pratiğinden uzaktır. Tipler kuramında, yukarıda açıklanan ZF kümeler kuramındaki kümelerin yerini, tip adı verilen nesnelere alır. Bu sayede "tüm kümelerin kümesi" gibi mantık çelişkilerine yol açan nesnelere inşa edilmesi engellenir. Brouwer'in inşacı matematik felsefesinin amacı, tüm matematik nesnelere, iddialarının ve ispatlarının tamamen sonlu, bilgisayarlarla programlanabilir bir formalizm içinde sunulmasıdır. Ne var ki böyle bir sistemde yapılan ispatlar devasa boyutlara ulaşabilir!

Russell ve Whitehead'in $1+1=2$ önermesi için verdikleri ispat bunun çok iyi bir örneğini vermektedir. Birinci cildin 379'uncu sayfasında verilen önermenin ispatı, ancak ikinci cildin 86'ncü sayfasında tamamlanmaktadır.

Uygun bir belit sisteminde, bir teorem ve ispatı verildiği zaman, bilgisayarın bu ispatın geçerliliğini sağlamasını hedefleyen disiplin, günümüzde **otomatik ispat sağlama** adı verilir. İsveçli filozof Per Martin-Löf'ün geliştirdiği homotopi tipleri kuramı hem bilgisayarlı ispata elverişli hem de matematik pratiğine uygun bir belit sistemi sunar. Voevodsky'nin katkıda bulunduğu bu inşacı tipler kuramında önermeler birer homotopi olarak yorumlanır. Uzay, fonksiyon vb. gibi nesnelere, topolojik özelliklerini koruyan deformasyonlarına **homotopi** denir. Cebirsel topolojinin bir alt dalı olan **homotopi kuramı**, topolojik nesnelere homotopi bağıntısı altında inceler.

***54.43.** $\vdash : \alpha, \beta \in 1 . \supset : \alpha \cap \beta = \Lambda . \equiv . \alpha \cup \beta \in 2$
Dem.
 $\vdash . *54.26 . \supset \vdash : \alpha = \iota'x . \beta = \iota'y . \supset : \alpha \cup \beta \in 2 . \equiv . x \neq y .$
 $[*51.231] \quad \equiv . \iota'x \cap \iota'y = \Lambda .$
 $[*13.12] \quad \equiv . \alpha \cap \beta = \Lambda \quad (1)$
 $\vdash . (1) . *11.11.35 . \supset$
 $\vdash : (\exists x, y) . \alpha = \iota'x . \beta = \iota'y . \supset : \alpha \cup \beta \in 2 . \equiv . \alpha \cap \beta = \Lambda \quad (2)$
 $\vdash . (2) . *11.54 . *52.1 . \supset \vdash . Prop$
From this proposition it will follow, when arithmetical addition has been defined, that $1 + 1 = 2$.

Russell ve Whitehead, Principia Mathematica, 1. Cilt, 54.43, s. 379.
 Yazının çevirisi: "Aritmetik toplama tanımlandığında, bu önermeden $1+1=2$ eşitliği çıkaracaktır."

Homotopik uzayların cebirsel değişmezleri aynıdır. Martin-Löf'ün özgün keşfi, homotopi kuramının sezgisel tip kuramını modellemek için yeterli olduğunu göstermesidir. Oysa matematiğin tümü için yeterli olan bir belit sisteminin, homotopi kuramı gibi üst seviyedeki bir teoriye kıyasla çok daha derin, temel ve kökten olması beklenirdi.

Özetle, homotopi kuramının tipler kuramını modelleyebilecek derinliğe sahip olduğu ortaya çıkar. Bu da üst seviyeden bir dil kullanan cebirsel ve geometrik neticelerin tipler kuramında doğrudan ifade edilebilmesine imkân verir. Homotopi tipleri kuramında teorem ve ispatlar da bir homotopik anlam kazanır.

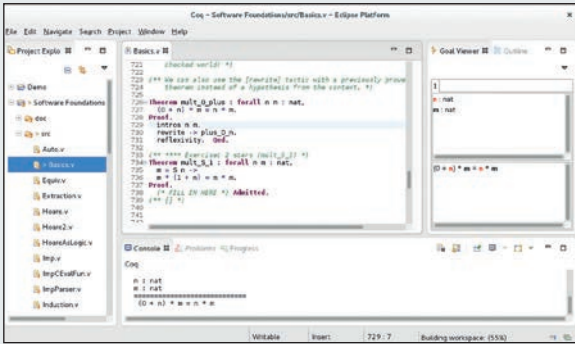
Bir başka deyişle, homotopi tipleri kuramında önermeler ve ispatlar mekân sezgimizin temel matematiksel kavramlarıyla modellenir. Böyle olması homotopi tipleri kuramını matematik pratiğine daha yakın kılar. Bu sayede teorem ve ispatlar, özlerini daha iyi yansıtan bir şekilde ifade bulur. Voevodsky'nin geliştirdiği **Matematiğin Univalent Temelleri** projesi ise, homotopi tipleri kuramının kapsayıcı ve hesaplamalı temellerini atmayı hedefler. Bu proje hâlen Coq isimli otomatik ispat sağlama yazılımında, birçok matematikçi ve mantıkçının ortak katkısıyla hayata geçirilmektedir.



Per Martin-Löf

Burada amaç, $1+1=2$ önermesi gibi matematik külliyyatının tüm teoremlerini bilgisayara geçirmek ve sağlamak. Böylece, ispat yapmak isteyen bir matematikçi, bu kütüphanedeki teoremleri ayrıca ispatlamak zorunda kalmadan serbestçe kullanabilir.

Russel-Whitehead'in eserinde şahit olduğumuz üzere, inşacı tipler kuramında ispat yazmak had safhada titizlik isteyen ve çok meşakkatli bir iş olduğundan Coq yazılımı aynı zamanda bir **ispat yardımcısı/etkileşimli teorem ispatlama** işlevi de görür. Yani otomatik ispat sağlayıcıya girilecek ispatın uygun formatta hazırlanması için kullanıcıya destek olur ve kimi basit durumlarda ispatı kendisi önerebilir. Wikipedia'nın "automated proof checking" sayfasında bu işi gören Coq muadili 14 yazılım sıralanmıştır.



Coq yazılımının arayüzü

Otomatik Teorem İspatlama

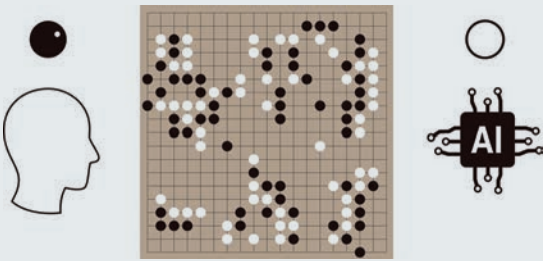
Otomatik ispat sağlama ve ispat yardımcılarını, kullanıcının zaten ispatını bildiği bir iddiayı ve ispatını tipler kuramının diline çevirerek bilgisayar tarafından anlaşılır ve sağlaması yapılabilir hâle getirmeyi hedefler. Peki, neden bilgisayarın kendisi ispat yapamasın? Gödel eksiklik teoremine göre, doğal sayıları içeren her sonlu belit

sisteminde doğru olan ancak bu belit sisteminde ispatlanamayan önermeler daima mevcuttur. Ezkaza ispatlamaya çalıştığımız iddia bu türden bir önerme ise makine ne zaman duracağını bilmeden sonsuz döngüye girer. Yani bilgisayarlar ispat arayabilir ancak bulabileceğinin garantisi yoktur. Aslında, bu açıdan biz insanların çok da farklı olduğumuzu iddia edemeyiz. Ancak şunu da vurgulamak gerekir ki Gödel eksiklik teoremi aslında matematiğin mekanik bir disiplin olmadığını, daima insani bir yönünün kalacağını da söylemektedir. Şayet muhtemel tüm neticeleri bilgisayara sıralayıp ispatlatmak mümkün olsaydı matematik disiplini tüm cazibesini kaybederdi.

Aslında ispat arama konusunda insanla rekabet edebilecek bir yazılım da bu amaç için "yeterince iyi" sayılır. Ancak (homotopi) tipler kuramı gibi belit sistemlerinin, Go oyununun karar ağacından çok daha hızlı dallanan bir karar ağacı vardır. Kaba kuvvet kullanarak tipler kuramında ispat araması yapmak, günümüz bilgisayarlarının gücünü katbekat aşmaktadır. Belki, quantum bilgisayarları bu konuda bir yenilik getirebilir. Ancak bilgisayarların ispat aramada insanlarla rekabete gireceği günler henüz ufukta görünmüyor. Bu ihtimalin belirmesi için önümüzde en az on beş sene var ama eninde sonunda o günler gelecek!

Matematikçiler ispatları kaba kuvvet kullanarak aramazlar. Yeni kavramlar ve tanımlar ortaya atarak çalışırlar. Bu esnada yeni tahminler ve ispatlanacak yeni iddialar da ortaya atarlar. Yani bilgisayarlar bir gün ispat yapma konusunda insanların önüne geçse de bu matematikçileri işsiz bırakmayacak. Zira "ispatlanacak teorem arama" ve "tahmin ortaya atma" bu yazının başında da belirtildiği üzere son derece estetik ve insani bir uğraştır.

Güncel “makine öğrenmesi” ve daha özel olarak “derin öğrenme” çalışmaları, Go gibi matematiksel bazı oyunlara uygulanabilse de yaşanan bu gelişmeler ne bilgisayarlı ispat yapma ne de sağlama konularına yönelik değildir. Çıkarımsal ispattan ziyade kestirim yapmaya yöneliktirler ve gradyen takibi yöntemi kullanırlar. AlphaGo yazılımının oynadığı maçların %95’ini kazanması veya röntgen teşhis yazılımının insandan daha başarılı iş çıkarması, makine öğrenmesi araştırmacıları için tatminkâr sonuçlar olsa da matematiksel kesinlikte neticeler değildir. İspat yapabilen makine-lerin günümüzde makine öğrenmesi diye tabir edilen yöntemleri kullanarak gerçekleştirmesi sürpriz olur. Yine de yeterince gelişmiş bir derin öğrenme yazılımının zaman ve mekân sezgilerimizi sandığımızdan çok daha mükemmel şekilde modelleyerek, homotopi tipleri kuramı gibi bir belit sisteminde insandan çok daha başarılı şekilde ispat arama ihtimalini yok sayamayız. Bu ürkütücü ihtimalin gerçekleşmesi, zaman ve mekân sezgilerimizin mahiyeti konusunda derin felsefi sorgulamalara yol açabilir.



Öte yandan, ispat arama konusunda kayda değer başarı gösterdikleri noktada, otomatik ispat programları, ileride YZ’lerin gerçekten muhakeme yapmak için kullandığı bir unsur olabilir; makine öğrenme algoritmalarıyla paralel şekilde çalışarak birbirlerini tamamlayabilirler. Bu ihtimal sebebiyle ülkemizde bu alanda çalışan bir araştırma grubunun tesisi büyük önem arz ediyor.

Sonsöz

Hakemlerin gördüğü işlerden biri, bilgisayarın sağlamlasını yaptığı ispatların, yazarın makalede ifade ettiği teoremlere gerçekten tekabül ettiğini doğrulamaktır demiştik. İlk başta rutin bir iş gibi görünen bu nokta, aslında derin bir tuzak içerir. Şayet makaledeki teoremler, günlük matematik diliyle (mesela Zermelo-Fraenkel sisteminde) ifade edilmiş, ispatlar da homotopi tipleri kuramında yapılmışsa işte o zaman hakeme düşen iş, Çince bir şiirin Türkçe tercümesinin sahil olup olmadığına karar vermek gibi bir şeydir. Yani imkânsızdır. İki dil eşit güçte olsa bile, iki satırlık bir şiirin tercümesinde tüm nüansları matematiğin gerektirdiği kesinlikte ifade edebilmek için ciltler doldurmak gerekebilir. Neticede teoremleri günlük dilde ifade etmek yerine, doğrudan tipler kuramının diliyle ifade etmek daha pratik olacaktır. Galiba homotopi tipleri kuramı ve otomatik teorem sağlama alanlarında çalışanların asıl niyeti, tüm matematikçileri sezgisel tip teorisi dâhilinde çalışmaya zorlamaktır. Ancak günlük dili terk edip formel dil kullanmaya başlamak, günlük hayatın getirdiği tüm ilham, sezgi, görü gibi imkânlardan vazgeçmek anlamına gelir. Bu sebeple matematikçilerin birçoğunun bu konuda büyük bir heyecan duyduğunu söyleyemeyiz. Otomatik teorem sağlama, bu sebeple matematikten ziyade matematiksel mantık ve bilgisayar biliminin ilgi alanına girmektedir. Şimdilik... ■

Konunun bilgisayar bilimleri tarafında beni aydınlatan Hakan Ayrıl’a teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

Nordström, B., Petersson, K. Smith, J.M. “Martin-Löf’s type theory;” Handbook of logic in computer science.” Cilt 5 Oxford University Press, Oxford, s. 1-38, 2001.

Nordström, B., Petersson, K., Smith, J.M. “Programming in Martin-Löf’s type theory”. Oxford: Oxford University Press; 1990.

Grayson, D.R. “Vladimir Voevodsky (1966-2017) Mathematician who revolutionized algebraic geometry and computer proof” Nature, Cilt 551, s. 169, 2017.

Voevodsky, V. “The Origins and Motivations of Univalent Foundations” The Institute Letter, Institute for Advanced Study, Summer 2014, s. 8-9, 2014.

Awodey, S., 2012. “Type theory and homotopy”. *Epistemology versus ontology*, s.183-201. Springer, 2010.

Wikipedia (“Zermelo-Fraenkel set theory”, “Proof assistant”, “Automated proof checking”, “Boolean Pythagorean triples problem” makaleleri)

Oberwolfach matematik yazılımları kütüğü: <https://orms.mfo.de/>

Homotopi tipleri kuramı: <https://homotopytypetheory.org/>

Mathematics without Apologies (Blog) Michael Harris <https://mathematicswithoutapologies.wordpress.com/>

The Universe of Discourse (Blog), Mark Dominus <https://blog.plover.com/>

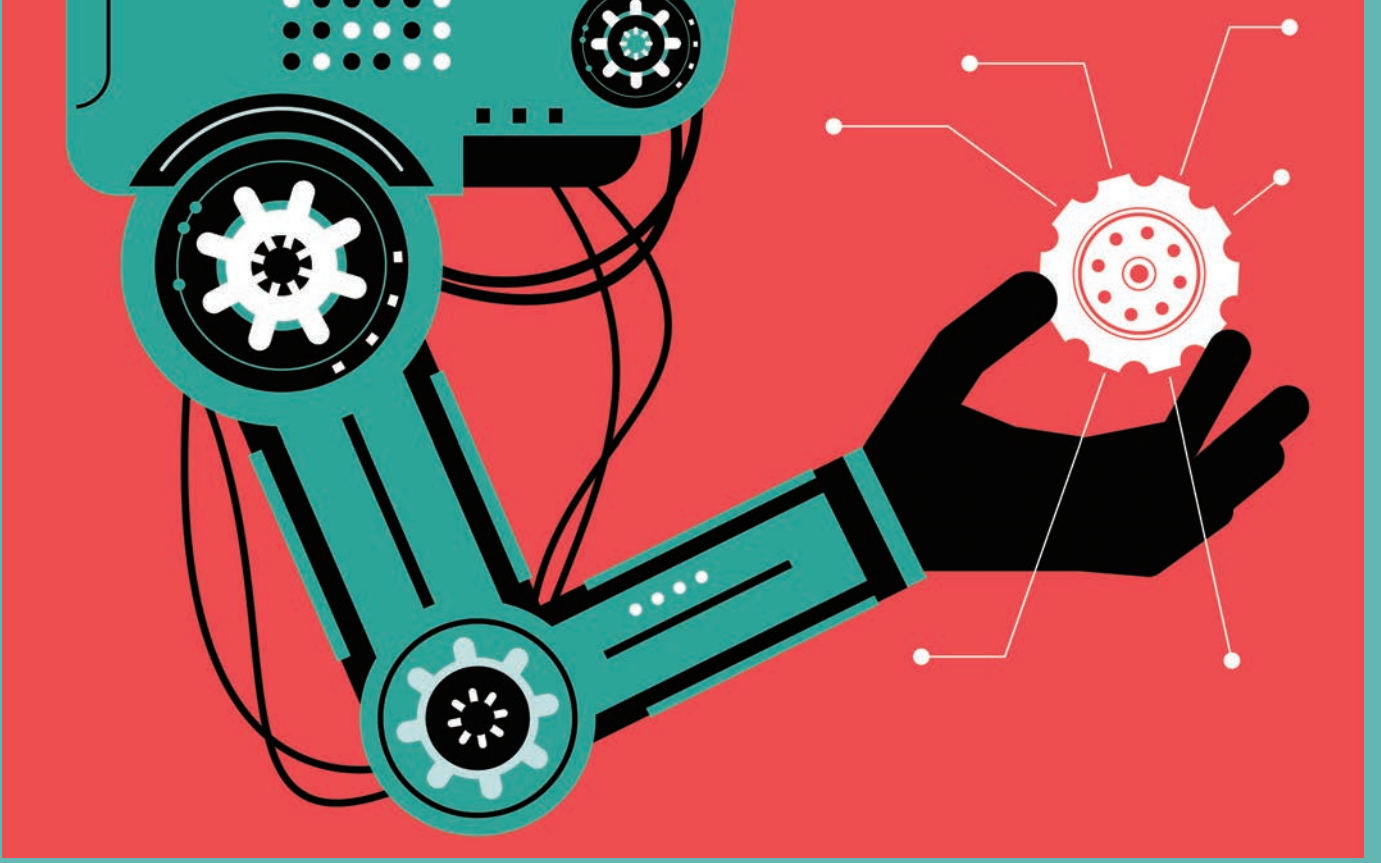
Avigad, J., “Opinion: The Mechanization of Mathematics”, Notices of American Mathematical Society (<https://www.ams.org/journals/notices/201806/rnoti-p681.pdf>), Haziran/Temmuz 2018.

Yapay zekâ ile örülü bir gelecek insanlığın çoktan beri beklediği bir sonuç.

Peki, siber güvenlik ve ilgili konular yapay zekânın gölgesi altında nasıl gelişecek? Zeki sistemlerin baskın olabileceği bir gelecekte siber güvenliğin kaderi ne olacak?

YAPAY ZEKÂ VE GELECEĞİN SİBER SAVAŞLARI

Dr. Öğr. Üyesi Utku KÖSE [Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü



Makine Öğrenmesi ve Siber Güvenlik

Makine öğrenmesi, aslında bütün bu yapay zekâ tartışmalarının ve hatta ortaya çıkan çeşitli endişelerin (zeki makinelerin insanlığı ele geçirme ihtimali, işsizliğe sebep olabilmeleri vb.) kaynağı durumundaki yapay zekâ tekniklerini içerir. Bu teknikler, hedef probleme uygulanmadan önce çeşitli eğitim verileri üzerinde öğrenme süreci geçirmesi gereken algoritmalarıdır. Bu açıdan baktığımızda tipik bir makine öğrenmesi algoritması / tekniği, sırasıyla öğrenme, test ve uygulama süreçlerinden geçer. Öğrenme, algoritmanın eğitime; test süreci, gerçek uygulama öncesi algoritmanın tekrar eğitime ihtiyaç duyup duymadığının değerlendirilmesine ve nihayetinde uygulama süreci de eğitilmiş algoritmanın artık pratikte de kullanılmasına karşılık gelir. Bütün bu mekanizma, bizleri otonom zeki sistemlere götürür. Gelecek, günlük hayatımızda bizlere yardımcı olacak veya arka planda veriler üzerinde hızlı işlemler gerçekleştirecek bu tür zeki sistemlerle dolu olacak.

Makine Öğrenmesinin Siber Güvenliğe Adaptasyonu

Siber güvenlik konusu, başta bilgisayar ve iletişim teknolojileri olmak üzere, farklı teknolojilerin gelişimiyle birlikte iyice karmaşıklaşan bir problem hâline geldi. İnsan hayatının gerçek dünyadan siber ortama iyiden iyiye kayması süreci, siber güvenliğin zaman ilerledikçe kritikleşmesine sebep oldu. Bugün ortalama bilgisayar kullanıcılarının birçoğu farkında olmadan siber güvenlik tehdidiyle karşı karşıya kalıyor. Ayrıca, siber saldırıların sosyal mühendislik gibi hayatın içinde yer alan ve insan psikolojisiyle ilişkili manipülasyon eylemleriyle desteklenmesiyle de insanların çeşitli problemlerle karşı karşıya kalması kaçınılmaz oluyor. Hâlihazırda uzmanlığı önemli birikimler ve tecrübeler gerektiren siber güvenlik, yapay zekânın süreçlere dâhil olmasıyla birlikte farklı boyutlara taşınmış durumda. Bu noktada, kendi kendini geliştirebilen makine öğrenmesi teknikleri, hem siber saldırı tarafında hem de siber savunma tarafında oldukça önemli roller üstleniyor.

Makine Öğrenmesi Siber Güvenlik Odaklı Faaliyetlere Nasıl ve Neden Adapte Olur?

1. Siber saldırı ve savunma faaliyetleri algoritmiktir. Yani, bilgisayar programlamanın ötesinde, her bir faaliyeti belli işlem adımları içerisinde plana dökmek mümkün. Yapay zekâ da algoritmik adımların ustası olarak bu tür süreçleri çok iyi simüle edebilir.

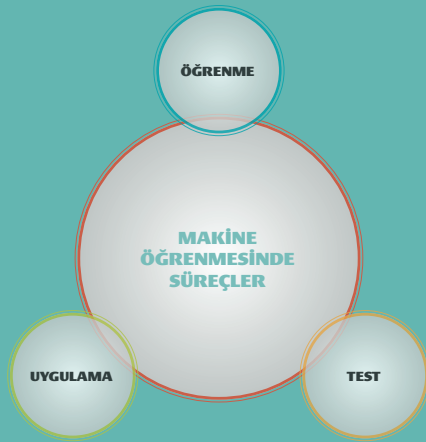
2. Nasıl ki bir hacker (korsan veya etik nitelikte), belirli eğitim süreçlerinden geçerek kendini geliştirebiliyorsa saf bir makine öğrenmesi algoritması, gerekli uzman bilgilerinin ve yaparak öğrenme süreçlerinin gerçekleştiril-

mesiyle zeki bir hacker sistemi hâline dönüştürülebilir. Ayrıca bu süreç, bilgisayar tabanlı sistemlerin avantajları sayesinde bir insandan çok daha kısa sürede gerçekleştirilebilir.

3. Tipik bir yapay zekâ sistemi, biz insanlar gibi verileri anlamlandırma ve detaylandırmaya ihtiyaç duymadan, gizli örüntüleri ortaya çıkararak doğrudan işine yarar hâle getirebilir. Yapay zekâ zaten bu yönüyle öne çıkar ve insan kapasitesinin üstünde başarılar ortaya koyabilir.

4. Artan veri karmaşıklığı ve büyüklüğü, siber savunma faaliyetlerini olduğu kadar siber saldırı faaliyetlerini de zorlaştırır. Dolayısıyla aynı anda çok sayıda veriye hükmedebilecek ve söz konusu karmaşıklıkta insanların iş yükünü rahatlatacak sistemler mevcut koşullar altında ancak yapay zekâ tabanlı olabilir.

5. Yapay zekâ diğer teknolojik faaliyet alanlarında yayıldıkça siber güvenlik de bundan etkilenir.



Makine Öğrenmesinde Süreçler

Siber saldırı ve savunma faaliyetlerinin hem teorik hem de pratik anlamda makine öğrenmesi teknikleri / algoritmaları ile desteklenmesi oldukça mümkün. Çünkü kaotik yapıdaki problemlere bile çözümler üretebilen yapay zekânın, aslında büyük resimde algoritmik faaliyetleri içeren hacking, cracking ve bağlı faaliyetlerin üstesinden gelmesi oldukça kolaydır.

Makine Öğrenmesindeki Yaklaşımlar

Danışmanlı Öğrenme (Supervised Learning)

Bu yaklaşımda, algoritma, bilinen problem verileri ve bunların karşılığında nasıl sonuçlar elde edilebildiğini gösteren bir veri seti ile eğitilir.

Danışmansız Öğrenme (Unsupervised Learning)

Danışmansız öğrenme yaklaşımında yine eğitim veri seti vardır. Ancak bu veri setinde bilinen problem verileri olmasına karşın bunlardan elde edilebilecek sonuçlar bilinmemektedir. Dolayısıyla algoritma / teknik veriler üzerinden geçerken sonuçlara yönelik sınıflandırmayı kendisi yapar.

Takviyeli Öğrenme (Reinforcement Learning)

Takviyeli öğrenme yaklaşımında algoritmanın elde ettiği bir çözüm karşısında bu çözümün iyi mi kötü mü, doğru mu yanlış mı olduğuna ilişkin dönütler verilir. Algoritma bu şekilde eğitilir ve öğrenir.

Yarı Danışmanlı Öğrenme (Semi-Supervised Learning)

Bu öğrenme yaklaşımı danışmansız öğrenme ile danışmanlı öğrenme arasındadır.

Bu öğrenme yaklaşımlarından yola çıkarak, "saf" yapıda bir zeki sistemin, dışarıdan maruz kaldığı veriler neticesinde kendini geliştirmesi ve belirli bir yönde ilerlemesi mümkün. Ancak burada ilk akla gelen şey, gelişen teknoloji neticesinde oldukça gelişmiş makine öğrenmesi yani yapay zekâ tabanlı sistemlerin nelere sebep olabileceğidir. Siber güvenlik konusu da bu durumdan etkilenecekler arasında ön sıralarda yer alır.

Geleceğin Siber Savaşları İçin Yapay Zekâ Tabanlı Sistemler

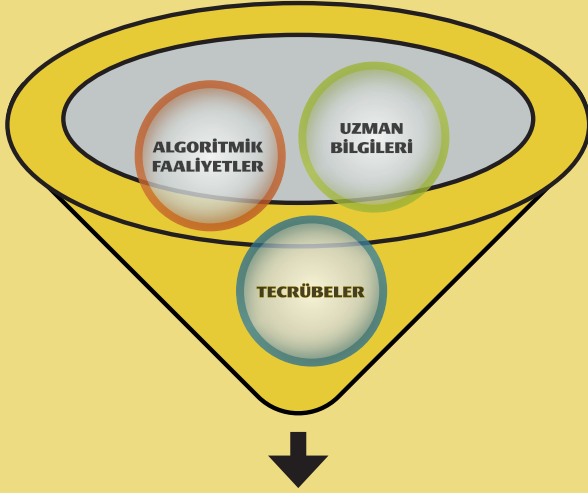
Şu ana kadarki açıklamalarımız ile bağlantılı olarak, geleceğin siber savaşlarını yönlendirecek yapay zekâ tabanlı sistemler konusunda çeşitli tahminlerde bulunabiliriz. Burada önemli olan husus, gelecekte çok daha yoğun miktarda veri akışı ve gerçek hayat üzerinde çok daha fazla baskın konuma ulaşacak siber dünyanın olacağıdır. Günümüzde hepimizin dikkatini çeken bir husus da teknolojinin bizleri gittikçe kendine bağlamasıdır. Bunun sebebi siber dünyanın günlük hayatımızı gittikçe kolaylaştırması ve bizleri oyalamasıyla siber dünyada gerçek hayattan daha fazla zaman harcamamızdır. Görünen o ki bu süreç yapay zekânın istikrarlı ilerlemesi neticesinde çok daha kritik bir hâle gelecek.

Rol Tabanlı Zeki Sistemler

Geleceğin siber savaş ortamında yer alacak zeki sistemler, muhtemelen rol tabanlı olacak. Fiziksel bir savaşta çeşitli rollerde unsurlar (askerler, zırhlı araçlar, hava, kara veya deniz araçları ve benzeri) bulunduğu gibi, siber saldırı ve savunma stratejilerinin oluşturulabilmesi adına, geleceğin zeki sistemleri de kendi içlerinde rol dağılımlarına gidebilir. Bu noktada, daha önce de değindiğimiz etmen tabanlı mimariye sadık kalınabileceği gibi, şu anda öngöremediğimiz mimari yapılarda zeki sistemler de sürece dâhil olabilir.

Siber Güvenlik Yönelimli Bir Zeki Sistem Nasıl Elde Edilir?

- Siber saldırı ve güvenlik faaliyetleri gerçekleştiren kişilerin görüşlerinin modellenmesi sonrasında, bu modellenmiş görüşlerden beslenen zeki yazılımlarla, mevcut durumda kullanılan donanımsal ve yazılımsal araçların yapay zekâ tabanlı optimum kontrolü sağlanabilir.
- Yine ilgili kişilerin tecrübeleri uygun yaklaşımlarla modellendiği takdirde, zeki bir hacker yazılımı geliştirilebilir. Bu yazılım, makine öğrenmesi tabanlı olmakla birlikte, saldırı ve savunma amaçlı eğitilebilir, hatta otonom faaliyet göstererek insanlardan bağımsız olarak işler hâle gelebilir.
- Yapay zekânın popüler konularından olan etmen (agent-ajan) tabanlı sistemler aynı anda farklı görevlerdeki, ufak ama etkili zeki sistemlerin gerçekleştirilmesine olanak sağlar. Etmen tabanlı mimari sayesinde bu sistemlerin kolektif bir saldırı / savunma ağı (etmen sürüsü) kurması mümkün hâle gelir.
- Yapay zekâ büyük miktardaki verilerden anlamlar çıkarabilme ve hatta sürece ait kaotik zaman serilerinden gelecek süreci tahmin edebilme yeterliğine sahiptir. Bu sayede çok daha hassas siber savunma sistemleri, öte yandan da çok daha sinsi ve esnek siber saldırı sistemleri geliştirilebilir.
- Virüs, Truva atı (trojan) ya da solucan (worm) gibi farklı saldırı araçlarının özellik ve işlevlerinden çok daha fazlasını simüle edebilecek, tespiti neredeyse imkânsız kötü amaçlı yazılımlar ortaya konulabilir. Benzer şekilde bunları tespit edecek ve hatta yok edecek sistemlerin de yapay zekâ tabanlı olması gerekir.



Yapay zekâ tabanlı siber güvenlikte rol oynayan temel unsurlar.

Saldırı - Savunma Sınıfları ve Kolektif Bilinç

Rol dağılımları daha genel çerçevede saldırı ve savunma görevlerini yerine getirecek iki ayrı sınıf altında toplanabilir. Yani bir grubu (örneğin bir ülkeyi) temsil eden tipik bir zeki sistem ordusu, aslında saldırı ve savunma hattı olmak üzere iki sınıf altında şekillenecektir. Dolayısıyla hem saldırı hem de savunma sınıfında merkezi yapay zekâ mevcut olacak, bunun yanında iki farklı sınıf siber savaş olsun veya olmasın sürekli iletişim hâlinde olacaklardır. Anlaşılabacağı üzere, saldırı ve savunma odaklı asker sistemler arasında, algoritmik hareket mantıkları açısından birtakım farklılıklar olabilecek, merkezi yapay zekâ sistemleri de saldırı ya da savunma sınıfından hangisine ait ise o yönde kendi sınıfını eğitme, yönlendirme ve genel bağlamda yönetme kapasitesine sahip olacaklardır.

Rol dağılımları ve sınıflar kapsamında, geleceğin siber savaş donanımlı zeki sistemlerindeki en önemli mekanizma, kuşkusuz ki kolektif bir bilinç üzerine kurulu olacaktır. Söz konusu kolektif bilinç, güvenlik ve zafiyet endişeleri nedeniyle kısıtlanacak bazı zeki sistemler (asker sistemler, işçi sistemler) haricinde bütün yapay zekâ tabanlı zeki sistemler arasında var olacak bir iletişim sistemine karşılık gelecektir.

Asker sistemler ve işçi sistemler gibi zeki sistemler de kendi aralarında farklı boyutlarda kolektif bilinç oluşturabileceklerdir. Kolektif bilinç, esasında bütün zeki sistemleri yöneten, kendi kendine değişen ve yok edilmesi ancak ve ancak bütün ordunun ortadan kaldırılmasıyla mümkün olabilecek bir sistem olacaktır.

Hiyerarşik Zeki Sistemler

Günümüz yapay zekâ sistemleri yetenekleri ve kurulu oldukları problem çözüm yapısının karmaşıklık düzeyine göre farklı düzeylerde olabiliyor. Benzer şekilde, sahip oldukları yeterlikleri ve güçleri itibarıyla geleceğin siber savaşlarında yer alacak zeki sistemlerin de hiyerarşik bir düzene sahip olacağı öngörülüyor. Ancak bunun sebebi sadece sahip olunan yeterlikler değil, aynı zamanda siber savaş düzeyinde sahip olunan yetki düzeyleri olacaktır. Özellikle siber güvenlik gibi temelinde güven unsurunun şart koşulduğu bir düzen içerisinde yetkiler -bildiğimiz üzere- son derece kritiktir. Buradan hareketle, geleceğin otonom siber savaşlarının da hiyerarşik düzeyde, yetki düzenlerine uyan zeki sistemlerle gerçekleşeceğini söylemek yanlış olmaz.

Sayısal Diller ve Kriptoloji Savaşları

Geleceğin siber savaşları, insan yeteneklerinin çok üstünde, özellikle süper zekâ tabanlı zeki sistemlerin rol alacağı savaşlar olarak sürebilir. Temel aktörlerin ileri düzey yapay zekâ tabanlı sistemler olacağı böyle bir ortamda, saldırı ve savunma süreçlerinin en üst düzeyde meydana gelmesi adına, söz konusu zeki sistemlerin kendi içerisinde çeşitli sayısal diller geliştireceğini de öngörmek mümkündür.

Sayısal dillerden kastımız, aynı orduda-tarafta yer alan sistemlerin kendi aralarında iletişim sürecini yerine getirebilecekleri, uygulanan stratejilere ve gerçekleştirilen faaliyetlere yönelik bilgileri birbirlerine aktarmalarını sağlayacak, esnek ve değişken sayısal kodlardır.

Durumu biraz daha ileriye götürmek gerekirse, geleceğin otonom siber savaş ortamlarında kazananı ve kaybedeni belirleyen temel unsurlardan birisinin de kriptoloji savaşları olacağını öngörebiliriz. Bu bağlamda, günümüzde kırılması çok zor şifreleme yapılarının çok çok ötesinde, yapay zekâ sistemleri tarafından üretilen üstün şifreleme ve şifre çözme tekniklerinin, siber saldırı ve savunma faaliyetlerinin kaderini belirleyecek ve sürekli kullanılacak unsurlar olacağını söyleyebiliriz. Esasında insanlığın geleceğinin veri akışıyla imtihanı ve gelecekte güvenli bir ortam sağlanması temelde “bilginin şifrelenmesi ve gizlenmesi” düsturuna bağlıdır.

Siber Savaşlar - Büyük Veri - Nesnelerin İnterneti

Yapay zekâ ile dolu bir geleceğin eşiğinde özellikle yoğun miktarda veriyle baş edebilmek temel araştırma konuları arasına girmiştir. Bu kapsamda, sıklıkla dile getirilen yoğun veri akışı, büyük veri (big data) adı verilen bir kavram altında incelenmektedir. Tahmin edileceği üzere, geleceğin siber savaşları da büyük veri kapsamında incelenebilecek yoğun veriler çerçevesinde gerçekleşecektir. Yine geleceğin otonom-yapay zekâ içeren siber savaşları, günümüzün yükselen teknolojilerinden olan nesnelerin interneti (internet of things) kapsamında dikkate alınan zeki makineler öncülüğünde sahne alacaktır. Çünkü yapay zekâ tabanlı bir gelecek, zeki makinelerin (örneğin robotların) hayatın her köşesinde yer aldığı bir geleceğe doğru sürüklenmektedir. Dolayısıyla geleceğin siber savaşları, bu tür zeki makinelerin de yeri geldikçe sürece dâhil olduğu, siber dünyada olduğu kadar, gerçek dünyayı da ilgilendiren savaflara dönüşebilecektir. Fiziksel savaşların yerini alacak siber savaşların, gerçek dünyayla teması belki de sadece bu şekilde söz konusu olacaktır.

İnsanlığı nasıl bir geleceğin beklediği hâlen büyük bir muamma. Ancak günümüzde günlük hayatı şekillendirecek ve yönlendirecek aşamaya gelmiş bazı bilimsel ve teknolojik alanlar geleceğe de göz kırpmaktadır. Yapay zekâ bu alanlardan biri olarak siber güvenlik konusuyla da yakından ilgilidir. Gittikçe siber dünyaya bağlanan insanlık için siber güvenlik ve bağlı konular yapay zekâ nedeniyle çok daha kritik bir hâle gelecektir. Nitekim geleceğin siber savaşlarını yapay zekâ tabanlı zeki sistemlerden bağımsız düşünmek olanaksız. Özellikle kendi kendine öğrenebilme yeteneğine sahip ve algoritmik olduğu kadar matematiksel modellenebilen problemlerle çok kolay başedebilen makine öğrenmesi odaklı algoritmalar / teknikler, bu tür otonom savaşların başlıca aktörleri olacak gibi görünüyor. Bu aşamada gelecekte ne gibi zeki sistemlerin hayatımızda rol oynayacağı ve siber savaflara hangi formlarda dâhil olacakları bizler için büyük bir sürpriz olabilir. Ancak bu yazıda ifade edilenlerin, günümüz koşulları ve geleceğe dair birtakım işaretler neticesinde, geleceğin siber savaşları hakkında önemli ipuçları barındırdığı muhakkak. ■

Kaynaklar

- Copeland, J. *Artificial Intelligence: A Philosophical Introduction*, John Wiley & Sons, 2015.
- Göranzon, B.ve Josefson, I., *Knowledge, Skill and Artificial Intelligence*, Springer Science & Business Media, 2012.
- Bahrammirzaee, A., “A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert system and hybrid intelligent systems”, *Neural Computing and Applications*, Cilt 19, Sayı 8, s.1165-1195, 2010.
- Çiftçi, H., *Her Yönüyle Siber Savaş*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2013
- Ertel, W., *Introduction to Artificial Intelligence*, Springer, 2018.
- Nabiyev, V. V., *Yapay Zekâ*, Seçkin Yayıncılık, 2005.
- Mitchell, T. M., *Machine Learning*, McGraw-Hill Science, 1997.
- Alpaydin, E., *Introduction to Machine Learning*, MIT Press, 2014.
- Shanahan, M., *The Technological Singularity*, MIT Press, 2015.
- Yampolskiy, R. V., *Artificial Superintelligence: A Futuristic Approach*, CRC Press, 2015.
- John Walker, S., *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*, Taylor & Francis, 2014.
- Wortmann, F. ve Flüchter, K., “Internet of things”, *Business & Information Systems Engineering*, Cilt 57, Sayı 3, s. 221-224, 2015.

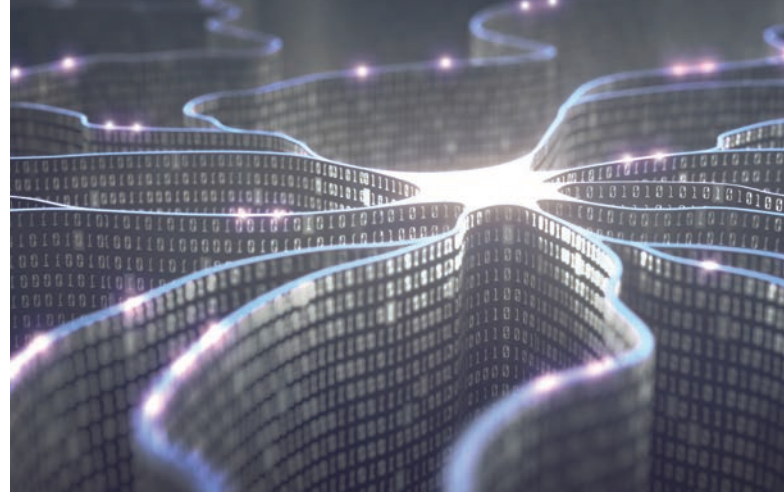
YAPAY ZEKÂ KANDIRMA

Dr. Mahir E. Ocak [TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamaları, günlük hayatımızın bir parçası oldular. Örüntü tanıma konusunda çok başarılılar. Görüntü ve konuşma da dâhil olmak üzere her türlü veriyi sınıflandırabiliyorlar. Otomatik telefon sistemlerinden, otonom araçları idare etmeye ve hastalara teşhis koymaya kadar pek çok alanda kullanılıyorlar. Ancak yakın zamanlarda yapılan araştırmalar, derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamalarını kandırmak için girdilerde ufak tefek değişiklikler yapmanın bile yeterli olduğunu gösterdi.

Yapay zekâ uygulamaları olmayan şeyleri görebiliyor ve tamamen doğal fotoğraflarda bile beklenmedik hatalar yapabiliyorlar.

Hatalar



Derin öğrenmeyle eğitilen yapay zekâ uygulamaları her ne kadar pek çok alanda başarılı olsa ve hatta bazı işleri insanlardan daha iyi becerse bile bu durum mükemmel oldukları anlamına gelmiyor. Son yıllarda yapılan çalışmalar, derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamalarının çok basit hatalar yapabileceğini ve kolaylıkla kandırılabilirliğini gösterdi.

Yapay zekânın nasıl kandırılabilirliğiyle ilgili ilk makale, Google araştırmacılarından Christian Szegedy ve arkadaşları tarafından 2013 yılında yayımlanmıştı. Araştırmacıların yaptığı çalışmalar, herhangi bir görüntü üzerinde ufak tefek oynamalar yaparak Derin sinir ağlarını (DNN, deep neural networks) yanlış sürüklemenin mümkün olduğunu gösteriyordu. Örneğin bir hayvan resmini alıp bazı piksellerde ufak, sistematik değişiklikler yaparak yapay zekâyı gördüğünün aslında bir araba fotoğrafı olduğuna ikna etmek mümkündü. Üstelik bu durum belirli bir yapay zekâ uygulamasının eğitimindeki eksikliklerden de kaynaklanmıyordu. Üzerinde oynamalar yapılmış resim, tamamen farklı verilerle eğitilmiş herhangi başka bir yapay zekâ uygulaması tarafından da yanlış sınıflandırılıyordu.



sincap deniz aslanı (%99)

yusufçuk böceği rögar kapağı (%99)

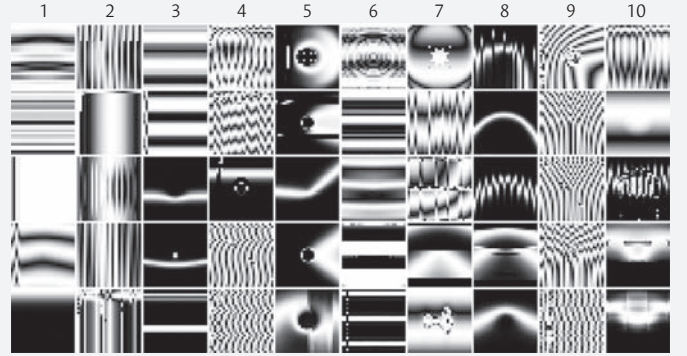
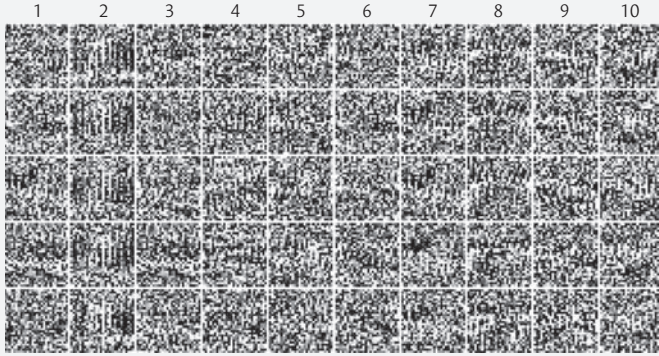
Bir yıl sonra Anh Nguyen, Jason Yosinski ve Jeff Clune, yapay zekâyı olmayan şeyleri gördürmenin de mümkün olduğunu gösterdi. Örneğin derin öğrenme ile eğitilmiş yapay zekâ uygulamaları, soyut dalgalı çizgilerin içinde elektronik gitarlar ya da tamamen parazitli (her bir pikseli rastgele renklere boyanmış) resim dosyalarının içinde tavus kuşları görebiliyordu.

Daha sonraları DNN'lerin yaptığı farklı türlerde başka hatalar da keşfedildi. Örneğin geçen sene Anh Nguyen ve arkadaşları bir görüntüdeki nesnelere döndürmenin yapay zekâyı yanıltmak için yeterli olduğunu gösterdi. Örneğin yapay zekâ uygulamaları farklı açıdan çekilmiş "Dur" işareti levhalarını gülle ya da raket olarak sınıflandırabiliyordu.

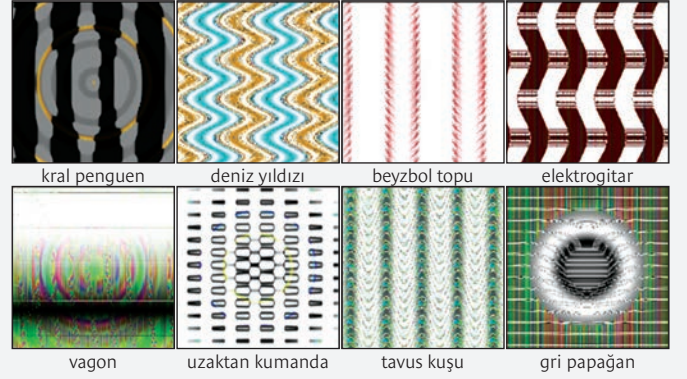
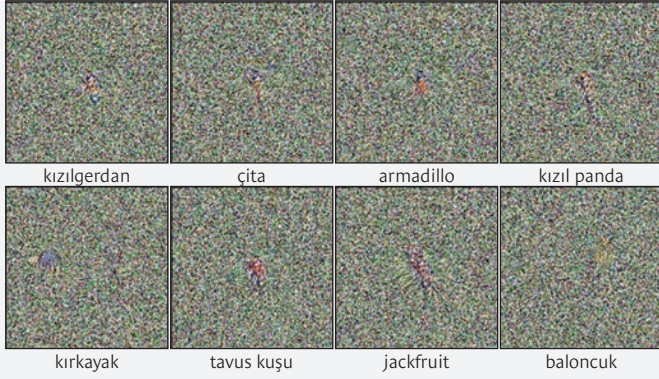
Geçtiğimiz sene içinde Dan Hendrycks ve arkadaşları üzerinde hiçbir oynama yapılmamış, tamamen doğal görüntülerin bile iyi eğitilmiş yapay zekâ uygulamaları tarafından yanlış sınıflandırılabilirliğini gösterdi. Örneğin yusufçuk böceğini rögar kapağı ya da mantarı çubuk kraker olarak sınıflandırmak gibi...

Yapay zekâ uygulamalarının yaptığı hatalar sadece görüntü tanımayla ilgili değil. Verileri sınıflandırmak için derin sinir ağları kullanan herhangi bir yapay zekâ uygulamasını kandırmak da mümkün. Örneğin Sandy Huang ve arkadaşları, 2017 yılında, görüntülerdeki birkaç pikselde ufak tefek değişiklikler yaparak Atari oyunları oynamak için eğitilmiş DNN'lere oyun kaybettirmeyi başardı.

Yapay zekâ tarafından rakam olarak algılanan çeşitli görüntüler.

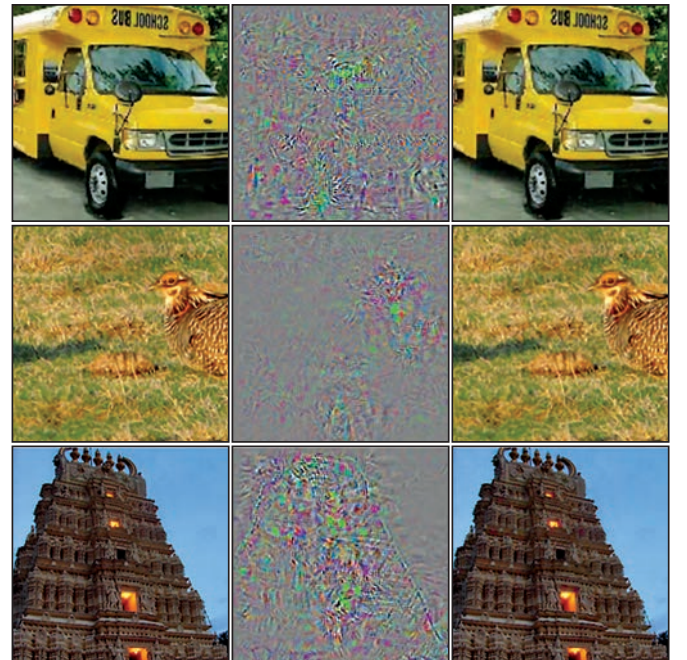


Yapay zekâ tamamen parazitten oluşan resimlerin (solda) ya da soyut resimlerin (sağda) içinde olmayan şeyler görebiliyor.



Orijinal resimler (solda),
resimlere eklenen parazit (ortada),
resimlerin parazit eklendikten sonraki hâleri (sağda).

İnsan gözü orijinal resimler ve parazitli resimler
arasındaki farkı algılayamıyor.
Ancak orijinal resimler yapay zekâ tarafından
doğru sınıflandırıldığı hâlde
parazitli resimler yanlış sınıflandırılıyor.



Sorunlar ve Çözümler



Derin sinir ağlarını güçlü yapan şey çok katmanlı olmaları ve bu sayede verilerdeki çeşitli örüntüleri kolaylıkla algılayabilmeleridir. Ancak bu durum derin sinir ağlarının aynı zamanda sınıflandırdıkları nesnelerin en belirgin özellikleri hakkında bir fikir edinmelerini de zorlaştırır. Örneğin bir insan için bir kuşun en belirgin özelliği gövde şekli ve özellikle de kanatlarıdır. Ancak kuşları sınıflandırmak için eğitilmiş bir yapay zekâ uygulaması için arka plandaki renkleri de en az kanatlar kadar önemli olabilir. Verilerdeki ufak tefek değişiklikler sebebiyle hata yapmalarının önüne geçmenin bir yolu, yapay zekâ uygulamalarını daha iyi eğitmek olabilir. Uygulamaları hataya sürükleyen örnekler eğitimlere dâhil edilerek daha az hata yapmaları sağlanabilir. Ancak bazı araştırmacılara göre, derin sinir ağlarını belirli türden saldırılar karşısında hata yapmalarını engelleyecek biçimde eğitmek, başka türden saldırılar karşısında daha savunmasız kalmalarına sebep olabilir.

Daha iyi bir çözüm, derin sinir ağlarının kullandığı algoritmaları, çeşitli matematiksel kısıtlar koyarak, verilerdeki ufak değişikliklerden etkilenmeyecekleri şekilde düzenlemek olabilir.

Derin öğrenme ile ilgili en temel sorunlardan biri algıladıkları görüntüleri anlamamaları. Örneğin, bir yapay zekâ uygulaması, üzerine birkaç kısa çizgi eklenmiş bir “Dur” işaretini “45” (hız sınırı) olarak algılayabiliyor. Bu durumun nedeni uygulamanın trafik levhalarındaki harfleri ve rakamları algılayıp okumaması, sadece görüntülerdeki pikseller arasında çeşitli ilişkiler kurması. Bu sorunun bir çözümü derin sinir ağlarını “sembolik yapay zekâ” ile bir araya getirmek olabilir. Özellikle 1950-80 döneminde üzerinde yoğun araştırmalar yapılan sembolik yapay zekâda makinelerle dünyanın birbirinden bağımsız nesnelere oluştuğu ve bu nesnelere birbirleriyle hangi biçimlerde ilgili olduğu öğretiliyor.

Yapay zekânın eğitim biçimleri ne kadar geliştirilse geliştirilsin, bir uygulamanın kendine öğretilenlerden daha fazlasını yapması beklenemez. Bu yüzden sadece eğitim yöntemlerinin değil verilen bilgilerin de zenginleştirilmesi gerekiyor. Örneğin farklı açılardan fotoğrafı çekilmiş “Dur” işareti levhalarını yapay zekâ uygulamalarının gülleye ya da rakete benzetmesinin sebebi dünyanın üç boyutlu olduğunu bilmemeleri. Sadece iki boyutlu fotoğraflara bakarak bu nesnelerin üç boyutlu yapısı hakkında bir fikir edinmiyorlar. Yaptıkları hatalar da bu durumdan kaynaklanıyor. Bu yüzden, gerçek ya da sanal üç boyutlu ortamda eğitim vermek yapay zekânın dünyayı daha iyi kavramasını sağlayacaktır.

Yapay zekâyı nedensellik (olaylar arasındaki sebep sonuç ilişkileri) hakkında bilgilendirmenin yolu, uygulamalara deneyler ve keşif yapma imkânı vermekten geçiyor. Bugün bilgisayar oyunları oynayan yapay zekâ uygulamaları zaten “sanal ortamda” bu şekilde eğitiliyorlar. Uygulamalara önce bir “amaç” veriliyor, daha sonra uygulama oyunun kurallarıyla uyumlu çeşitli hamleler yaparak deneme yanılma yoluyla bu amaca ulaşmak için neler yapması gerektiğini öğreniyor.

Gerçek dünya sanal ortamdaki çok daha zengindir. Bugün Berkeley’deki Kaliforniya Üniversitesinden araştırmacılar bir robotik kol yardımıyla derin öğrenme yöntemiyle yapay zekâyı aletler kullanması için eğitiliyorlar. Robot, kendisine verilen alet kutusundaki aletleri eline alıyor, inceliyor ve ne işe yaradıklarını anlamaya çalışıyor. Bu tarz bir eğitim, yapay zekâyı sadece iki boyutlu fotoğraflarla öğrenebileceğinden çok daha fazlasını veriyor.

Şu an için robotlara gerçek dünyada eğitim vermekle ilgili en önemli sorun bu eğitim sürecinin sanal ortamdakine göre çok yavaş olması. 2017 yılında Alpha Zero isimli bir yapay zekâ uygulaması sadece bir gün içinde Go, satranç ve shogi (bir tür Japon satrancı) öğrenmiş ve bu sırada sanal ortamda 20 milyondan fazla antrenman maçı yapmıştı. Bir robotun gerçek dünyada 20 milyon antrenman maçı yaparak eğitilmesiye neredeyse imkânsızdır.

Yapay zekâyı gerçek dünyada eğitmek için, tıpkı insanlar gibi, daha az veriyle öğrenmelerini sağlamak gerekiyor. Bir bebeğin, bir hayvanın aslan mı yoksa kaplan mı olduğunu öğrenmesi için milyonlarca aslan ve kaplan fotoğrafı görmesi gerekmez. Sadece birkaç örnek yeterlidir. Çünkü daha önceden pek çok canlı görmüştür ve bir tür canlıyı diğer türdeki canlılardan ayıran özellikleri fark etmekte zorlanmaz.

Yapay zekâyı daha hızlı eğitmek için daha önceki tecrübelerden edindiği bazı ya da bütün bilgileri yeni görevlere aktarması sağlanabilir. Örneğin bir hayvan türünü tanıması için eğitilmiş derin sinir ağındaki gövde biçimini tanıyan kısımlar, başka bir hayvanı tanımak için verilecek yeni bir eğitim sırasında yararlı olabilir. Ancak bu yaklaşım her durumda geçerli değildir. Örneğin bir derin sinir ağını satranç ya da briç oynamak için eğitebilirsiniz. Ancak ikisini aynı anda oynayamaz. Birbirinden tamamen farklı kurallara sahip bu iki oyundan birini öğrenebilmesi için diğerini tamamen unutması gerekir. Yapay sinir ağı, insan beyinleri gibi hafızalara sahip değildir.

Bugün yapay zekâyı eğitmek için kullanılan derin öğrenmeyle ilgili derin sorunlar var. Verilerdeki ufak tefek oynamalar beklenmedik hatalar yapmalarına sebep olabiliyor. Hatta olmayan şeyleri görebiliyor, farklı açılardan çekilmiş fotoğrafları çok yanlış bir biçimde sınıflandırabiliyor, olmayan hastalıkları teşhis edebiliyorlar. Yapay zekâ günlük hayatımızda giderek daha çok yer ediyor. Dolayısıyla bu ve benzeri hatalar gelecekte önemli sorunlara sebep olabilir. Örneğin otonom araçların sabote edilmesi ya da önemli bir görevi üstlenen bir yapay zekâ uygulamasının hacklenmesi mümkün.

Bugün için derin öğrenme ile ilgili sorunların net bir çözümü yok. Bu durumun en önemli nedenlerinden biri konu ile ilgili kuramsal çalışmaların azlığı sebebiyle sorunların kaynağını tespit etmenin zorluğu. Ortaya çıkan sorunları çözmek için, sonucun ne olacağını bilmeden, çeşitli şeyleri denemek gerekiyor.

Gelecekte yapay zekâyı hatalardan arındırmak için yapılabilecek çeşitli şeyler var. Verilerdeki ufak tefek değişikliklerden etkilenmemelerini sağlamak için öğrenme algoritmalarına matematiksel kısıtlar koymak, üç boyutlu dünyayı ve olaylar arasındaki nedensellik ilişkilerini daha iyi anlamaları için gerçek dünyada eğitim vermek, daha az veriyle daha çok şey öğrenmelerini sağlayacak yöntemler bulmak gibi... Gelecekte yapay zekânın gerçekten de insanlar gibi öğrenmesini sağlamak için atılacak önemli bir adım, kendi öğrenme algoritmalarını geliştirmesine imkân vermek olabilir. Bilgisayar bilimciler yıllardır “program sentezi” olarak adlandırılan bilgisayarların otomatik olarak kod geliştirdiği bu alan üzerinde çalışmalar yapıyorlar. Kendi algoritmalarını geliştirme özelliği kazandırıp bir hafızayla donattıktan sonra gerçek dünyayı kendi kendilerine keşfetmelerine izin vermek, yapay zekânın aşına olmadığı durumlarla karşılaştığında basit hatalar yapmasını engellemenin bir yolu olabilir. ■

Kaynaklar

Heaven, Douglas, “Deep trouble for deep learning”, *Nature*, Cilt 574, s. 163, 2019.

Szegedy, Christian, ve ark., “Intriguing properties of neural networks”, <https://arxiv.org/abs/1312.6199v1>, 2013.

Nguyen, Anh, ve ark., “Deep Neural Networks are Easily Fooled: High Confidence Predictions for Unrecognizable Images”, *IEEE Conf. Comp. Vision. Pattern Recog.*, p. 427-436, 2015.

Huang, Sandy, ve ark., “Adversarial Attacks on Neural Network Policies”, <https://arxiv.org/abs/1702.02284v1>, 2017.

Eykholt, Kevin, ve ark., “Robust Physical-World Attacks on Deep Learning Visual Classification”, *IEEE/CVF Conf. Comp. Vision. Pattern Recog.*, p. 1625-1634, 2018.

Hendrycks, Dan., ve ark., “Natural Adversarial Examples”, <https://arxiv.org/abs/1907.07174v2>, 2019.



TÜBİTAK



Derleyen:
Dr. Mahir E. Ocak

Grafik Tasarım - Uygulama:
Hüseyin Diker