NewScientist

DÜŞÜNEN MAKİNELER

SAY

NewScientist
INSTANT EXPERT

DÜŞÜNEN MAKİNELER

Yaklaşan Yapay Zekâ Çağı ve İnsanlığın Geleceği



Çeviren: Samet Öksüz

SAY

DÜŞÜNEN MAKİNELER

New Scientist

Dünyanın en popüler haftalık bilim ve teknoloji dergisidir. Dünya gündemine giren haber konularını bilimsel bir bakış açısıyla inceler; yaşam, evren ve insanla ilgili önemli soruları sorar ve yanıt arar. Dünyanın neresinde olursa olsun eğer biri ortaya önemli bir fikir attıysa onu mutlaka okurlarına ulaştırır. 1956 yılından beri yayınlanan dergi bilimsel buluşlar ve bunların sonuçlarıyla ilgilenen herkese hitap eder.

Samet Öksüz

20 Haziran 1984'te Trabzon'da doğdu. 2009 yılında ODTÜ Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümünden mezun oldu. Hacettepe Üniversitesi Temel Onkoloji Anabilim Dalı'nda, University of Cincinnati'de İmmünoloji alanında yüksek lisans eğitimi aldı. Türkçeye çevirdiği diğer kitaplar şöyle: *Zafer Sarhoşluğu* (Say Yayınları, 2014), *İkinci Dünya Savaşı* (Say Yayınları, 2016), *Kuantum Çağı* (Say Yayınları, 2016), *Ben Bilmem Genim Bilir* (Say Yayınları, 2016), *Genetik 101* (Say Yayınları, 2019), *Dünya'dan Fısıltılar* (Say Yayınları, 2020).



DÜŞÜNEN MAKİNELER

Yaklaşan Yapay Zekâ Çağı ve İnsanlığın Geleceği

İngilizceden çeviren:

Samet Öksüz

SAY

Say Yayınları
Popüler Bilim

Düşünen Makineler / New Scientist
Özgün adı: *Machines that Think: Everything You Need to Know About the Coming Age of Artificial Intelligence*

Bu kitap Büyük Britanya'da ilk kez 2017'de John Murray Learning tarafından yayımlanmıştır.

© New Scientist, 2017

Türkçe yayın hakları AnatoliaLit Ajans aracılığıyla © Say Yayınları
Bu eserin tüm hakları saklıdır. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılan kısa alıntılar hariç yayınevinden yazılı izin alınmaksızın alıntı yapılamaz, hiçbir şekilde kopyalanamaz, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

ISBN 978-605-02-0825-2
Sertifika no: 10962

İngilizceden çeviren: Samet Öksüz
Yayın koordinatörü: Levent Çeviker
Yayına hazırlayan: Eda Okuyucu
Kapak ve sayfa tasarımı: Artemis İren

Baskı: Lord Matbaacılık ve Kâğıtçılık
Topkapı-İstanbul
Tel.: (0212) 674 93 54
Matbaa sertifika no: 45501

1. baskı: Say Yayınları, 2021

Say Yayınları
Ankara Cad. 22/12 • TR-34110 Sirkeci-İstanbul
Tel.: (0212) 512 21 58 • Faks: (0212) 512 50 80
www.sayyayincilik.com • e-posta: say@sayyayincilik.com
www.facebook.com/sayyayinlari • www.twitter.com/sayyayinlari
www.instagram.com/sayyayincilik

Genel dağıtım: Say Dağıtım Ltd. Şti.
Ankara Cad. 22/4 • TR-34110 Sirkeci-İstanbul
Tel.: (0212) 528 17 54 • Faks: (0212) 512 50 80
internet satış: www.saykitap.com • e-posta: dagitim@saykitap.com

İçindekiler

Giriş 7

1. Kendi Suretimiz: Zeki Makineler Yaratmanın Zorluğu 9
2. Öğrenen Makineler: Yapay Zekâ Mekaniği 33
3. Yapabileceğiniz Her Şey: Yapay Zekâ Nasıl İnsanları Zekâsıyla Alt Etti? 79
4. Ölüm Kalım Meselesi: Sürücüsüz Arabalar, Yapay Zekâlı Doktorlar ve Katil Robotlar 115
5. Bilinmeyene Doğru: Bilgisayarlar İnsan Zihninin Sınırlarının Üstesinden Nasıl Gelir? 147
6. Yaratan Makineler: Sanat ve Hikâye Anlatıcılığının Yapay Zekâ Dünyası 169
7. Yapay Zekânın Gerçek Riskleri: Kıyamet Korkusu Neden Abartılıyor? 203
8. Dünya Makinelere mi Kalacak: Süper Zeki Makineler Dünyamızda Nasıl Devrim Yapar? 227

Sonuç 267
Elli Fikir 269
Katkıda Bulunanlar 289
Sözlük 291
Görsel Telifleri 293
Dizin 295

Giriş

Yapay zekâ günümüzün belirleyici trendi. Son on yılda bilgisayarlar çok daha karmaşık görevleri gerçekleştirmek üzere eğitildi. Bir zamanlar sadece insanların yapabileceğine inandığımız çok çeşitli işleri yapmada artık ustalar. Kalabalık içinde insanları tanımaktan yoğun trafikte araba sürmeye ve Go oyununun –yapay zekânın yıllarca dokunamayacağı düşünülen bir oyun– en iyi insan oyuncularını yenmeye kadar pek çok başarı peş peşe geliyor. Bazen bütün bunları bizden daha iyi yapıyorlar. Neredeyse her zaman bizden daha hızlılar ve asla aksamadan daha uzun süre çalışıyorlar.

Düşünen makineler elbette yeni değil. Yaklaşık 75 yıldır kendi zekâmızın bir kısmını taşıyan bilgisayarlar geliştirmeye çalışıyoruz. Ayrıca *insansı otomaton* kavramı yüzlerce yıl geriye gider. Kendimize, özellikle zekâmıza hayranlık duyuyoruz; bu yüzden insanlardaki kıvılcımı makinelere kopyalamak istememize şaşırmamak gerekir.

Ancak yapay zekâ ve insan zekâsı arasındaki paralellikler hayranlığın yanı sıra huzursuzluk da getirir. Yapay zekâ bize ne kadar benzeyecek? İnsanların yerini alacak mı; yani bizi işlerimizden edecek, oyunlarda ve yaşamımıza anlam veren yaratıcı işlerde bize üstün gelecek mi? Stephen Hawking ve Elon Musk gibi kamuya mal olmuş kişiler, gelecekte süper zeki makinelerin kavrayamayacağımız hedefleri kovalarken

insanları ayaklar altına alacağı yapay zekâ kıyametini öne sürecek kadar ileri gittiler. Musk "şeytan çağırdığımızı" söylüyor.

Bu bakış açısı, yapay zekânın getirdiği zorlukların halkın bilincine ne kadar derinden işlediğini gösterir. Gerçekte işler bir felaket filmindeki gibi gerçekleşmekten çok uzak; ama geleceğin göz kamaştırıcı ve muhtemelen çok daha tuhaf olmasını bekleyebiliriz.

Dotcom [".com"; internet] patlaması ve 1990'ların sonundaki cümbüş gibi teknolojinin çıkış yaptığı dönemleri daha önce gördük. Yapay zekâyı çevreleyen heyecan ve dünya çapında buna aktarılan para, internetin ilk günlerinin nefessiz sarhoşluğuna denk. Ancak bu defa durum farklı. Teknolojik aletlerle nasıl etkileşime girdiğimizden nasıl yön bulduğumuza ve toplumun nasıl işlediğine kadar günlük hayatımızdaki değişiklikler kayda değer olacak. Yapay zekânın insan olmanın anlamını değiştireceğini dahi düşünenler var.

Önümüzdeki teknik ve etik zorluklara yaklaşırken *New Scientist*'in hazırladığı bu kılavuz yapay zekâ hakkında bilmeniz gereken her şeyi sunuyor. Bu kitap, önde gelen araştırmacıların düşünceleri ve *New Scientist* dergisinin en iyi yazılarından bazılarıyla geleceğimizi şekillendirenlerin neler yaptığı ve bunun nasıl biteceğini düşündüklerine dair güncel bilgiler veriyor. Yapay zekânın önde gelenlerinin umutları ve korkuları –alanın öncülerinden biri bunun icat etmemiz gereken son şey olduğunu söylemişti– hakkında daha fazlasını öğrenmek istiyorsanız okumaya devam edin.

–Douglas Heaven, editör

1.

Kendi Suretimiz: Zeki Makineler Yaratmanın Zorluğu

Zekânın sadece insana özgü bir nitelik olmadığından uzun süredir şüpheleniyoruz ve 75 yılı aşkın bir süredir insan gibi mantık yürüterek öğrenebilen makineler geliştirmeyi düşlüyoruz. Bilgisayar biliminin doğuşuyla bu hedefe ulaşmaya yaklaştık, ancak kendi suretimizde makineler üretmenin hayal ettiğimizden çok daha zor olduğu da ortaya çıktı.

Yapay Zekâ Nedir?

Yapay zekâ alanı, zeki bir şekilde hareket eden makinelerin bilimi ve mühendisliğidir. Bu oldukça rahatsız edici bir soruyu ortaya çıkartır: *Zeki* nedir? *Akılsız* makineler pek çok açıdan bizden çok daha zeki. Ancak bir bilgisayar programına devasa sayıları çarptığı veya binlerce banka hesabını takip ettiği için akıllı demeyiz, sadece yaptığı şeyin doğru olduğunu söyleriz. Zeki kelimesini ise bize aşina bir yüzü tanımak, iş çıkışı trafiğinde araba kullanmak veya bir müzik aletinde uzmanlaşmak gibi insanlara özgü beceriler için saklarız.

Bir makineyi bunları yapması için programlamak neden bu kadar zordur? Tipik olarak bir programcı, bir bilgisayarın ne yapmasını istediğini bilerek işe koyulur. Yapay zekânın püf noktası, siz doğru şeyin ne olduğunu bilmeden bilgisayara bu işi yaptırmaktır.

Gerçek dünyada belirsizliğin pek çok biçimi vardır. Örneğin bu, hedefinize ulaşmanızı engelleyeme çalışan bir rakip olabilir. Bir kararın ortaya daha sonra çıkan sonuçları olabilir –çarpışmadan kaçınmak için güvenli olup olmadığını bilmeden direksiyonu kırabilirsiniz– ya da bir iş üzerinde çalışırken daha sonra ortaya çıkan bilgi olabilir. Zeki bir program tüm bu girdiler ve daha fazlasıyla baş etmek zorundadır.

İnsan zekâsına yaklaşmak için bir sistemin sadece bir görevi modellemesi değil, aynı zamanda görevin yer aldığı dünyayı da modellemesi gerekir. Çevresini hissetmeli ve

buna göre eyleme geçmeli, kendi eylemlerini buna göre ayarlamalıdır. Bir makinenin, ancak kesin olmayan koşullarda doğru kararı verebildiğinde zeki olduğu söylenebilir.

Yapay Zekânın Felsefi Kökenleri

Yapay zekânın kökleri ilk bilgisayarlardan yüzlerce yıl eskiye dayanır. Aristoteles önermelerden sonuçlar çıkarmamızı sağlayan tasım (kıyas) adlı bir tür resmi, mekanik argüman ortaya attı. Aristoteles'in kurallarından biri şu argümanı ileri sürer:

> Bazı güvercinler beyazdır.
> Tüm güvercinler kuştur.
> O halde bazı kuşlar beyazdır.

Bu argüman ("Bazı G'ler B'dir, Tüm G'ler K'dir, o halde bazı K'ler B'dir") cümleyi oluşturan kelimelerin anlamından bağımsız olarak doğru bir sonuca varmak için herhangi bir güvercin, kuş ve beyaza uygulanabilir. Bu formüle göre, insan kavrayışının eksiksiz bir listesine sahip olmamasına rağmen zeki bir şekilde hareket eden bir mekanizma geliştirmek mümkündür.

Aristoteles'in önerisi makine zekâsının doğasına dair kapsamlı bir inceleme için sahneyi hazırladı. Ancak bilgisayarların bu fikirleri test edecek kadar karmaşık hale gelebilmesi yirminci yüzyıl ortalarını buldu. 1948'de Bristol Üniversitesi'nden araştırmacı Grey Walter hareket edebilen, ışığa tepki verebilen ve öğrenebilen bir dizi otonom mekanik *kaplumbağa* geliştirdi. Elsie adlı kaplumbağa, pili tükenirken ışığa hassasiyetini azaltarak çevresine tepki veriyordu. Walter'ın hayvanların davranışlarıyla karşılaştırdığı bu karmaşık davranış Elsie'yi tahmin edilemez kılıyordu.

1950'de Britanyalı bilim insanı Alan Turing daha da ileri giderek bir gün makinelerin insanlar gibi düşünmesinin

Turing Testi nedir?

1950'de felsefe dergisi *Mind*'da yayımlanan "Computing Machinery and Intelligence" [Makine Programlama ve Zekâ] adlı makalesinde Alan Turing, bilgisayarların bir gün insanlar gibi düşünebileceklerini öne sürdü. Ancak bunun doğru olup olmadığını nasıl anlayabiliriz? Turing eğer bir makinenin cevapları, bir insandan beklenenlerden ayırt edilemiyorsa bu makineyi zeki kabul etmemiz gerektiğini iddia ediyordu.

Turing bir makinenin zeki olup olmadığını belirleme yöntemine "Yapay Oyun" adını verdi. Önerdiği testte bir uzman, bir insan ve bir makineyle, bir bilgisayar ekranı veya teleks aracılığıyla ve yazılı olarak iletişim kurar. Yani uzman kişi, kimin insan kimin makine olduğunu belirlemek için sadece yazılı iletişimi kullanabilecektir. Eğer uzman, makineyi insandan ayırt edemezse makine zeki kabul edilir.

1990'da New Yorklu hayırsever Hugh Loebner testi geçecek ilk bilgisayara 100.000 dolarlık bir ödül, sonraki en iyiye de yıllık 2000 dolarlık bir ödül sundu (ödül artık 4000 dolardır). Loebner Ödülü'nü henüz hiçbir bot doğrudan kazanamamıştır.

Apple'ın dijital asistanı Siri veya çevrimiçi sohbet botu gibi bir yapay zekâ ile etkileşime giren biri, Turing Testinin arkasındaki konsepti anlayabilir. Ancak Siri testi geçmeye yaklaşamaz bile. Sohbet botları zaman zaman insanları aldatabilse de en gelişmiş yapay zekânın bile sınırları, kısa sürede maskelerinin düşeceği anlamına gelir. Yine de Turing, yapay zekânın insan formundan ayrıştırılamaz olacağı bir günü öngörmüştür.

mümkün olduğunu iddia etti. Eğer bir bilgisayar bir insanla sohbet edebiliyorsa, görgü kuralları gereği bilgisayarın *düşündüğünü* kabul etmemiz gerektiğini öne sürdü. Bu sezgisel kıstas, daha sonra Turing Testi adını alacaktı.

Alan Turing ve Bilgisayar Biliminin Doğuşu

Alan Turing'in fikirleri dünyamızı şekillendirdi. Modern bilgisayarların ve bilişim teknolojisi devriminin temellerini attı; bunun yanında yapay zekâ, beyin ve hatta gelişim biyolojisi hakkında ileri görüşlü tahminlerde bulundu. Aynı zamanda İkinci Dünya Savaşı esnasında Müttefik Devletler için çok önemli bir şifre kırma programına önderlik etmiştir.

Turing'in başarılarının günümüzde neden önemli olduğunu anlamak, döneminin en büyük matematik muammalarından birini çözmeye nasıl yaklaştığının ve bu süreçte tüm bilgisayarların temelini nasıl belirlediğinin hikâyesiyle başlar. Yapay zekânın kökleri, bilgisayar biliminin doğuşuna denk gelir.

İlk Bilgisayar

İkinci Dünya Savaşı'na kadar "bilgisayar" kelimesi, elle veya mekanik bir hesap makinesi yardımıyla hesaplamalar yapan, genellikle kadın olan biri anlamına geliyordu. Bu insan bilgisayarlar Sanayi Devrimi'nin hayati bir parçasıydı ve genellikle kayıt defterlerinin tutulması gibi tekrarlayan hesaplamaları yapıyorlardı.

Ancak 1936'da, o zamanlar sadece 24 yaşında olan Turing, bugün bildiğimiz yeni bir bilgisayar türü için temelleri attı ve

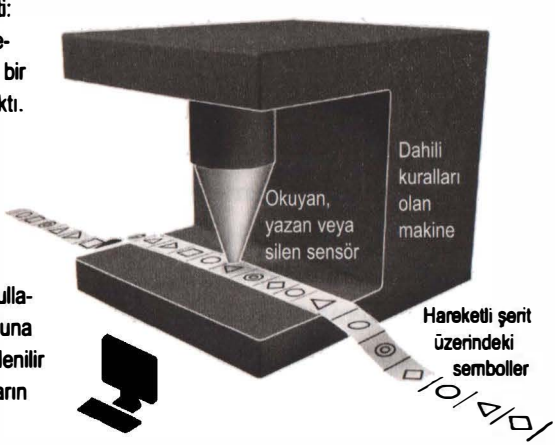
böylece bilişim teknolojisi devriminde çığır açıcı bir rol oynadı. Ancak Turing modern bilgisayar modelini keşfetmek için yola çıkmamıştı. Matematiksel mantıkta bir bilinmezi çözmek istiyordu. 1930'ların ortasında, matematikçi David Hilbert'ın 1928'de ortaya attığı korkunç isimli *Entscheidungsproblem*'e, yani *karar problemi*ne saldırdı.

O zamanlar matematikçiler sağlam temeller arıyordu; Hilbert da 2 + 2 = 4 gibi bütün matematiksel ifadelerin kararlaştırılabilir olup olmadığını bilmek istiyordu. Bir başka deyişle, matematiksel olarak verilen herhangi bir ifadenin doğru veya yanlış olduğunu adım adım belirleyebilecek bir prosedür var mıydı? Bu matematikçiler için temel bir soruydu. 2 + 2 = 4 gibi bir ifadenin kesin olarak doğru olduğunu söylemek kolay olsa da daha karmaşık mantıksal ifadelerin belirlenmesi daha zordur. 1859'da Bernhard Riemann'ın öne sürdüğü ve asal sayıların doğal sayılar arasında özel dağılımlarının belirlenmesi hakkında bazı tahminlerde bulunan Riemann hipotezini ele alalım. Matematikçiler bunun doğru olduğunu düşünüyorlar ancak hâlâ emin değiller.

Hilbert'ın önerdiği adım adım yöntem bulunabilirse, matematikçilere test etmek istedikleri herhangi bir mantıksal ifade için kesin cevap verecek bir makine geliştirilebilir demektir. Matematiğin büyük açık sorularının tümü çözülebilir olur. O zaman bilinmiyordu ancak Hilbert'ın aradığı şey aslında bir bilgisayar programıydı. Önerdiği adım adım yönteme günümüzde *algoritma* deniliyor. Ancak 1930'larda ne bilgisayarlar ne de programlar mevcuttu ve Turing *Entscheidungsproblem* ile başa çıkmak için programlama kavramının kendisini tanımlamak zorundaydı.

Turing 1936'da, Hilbert'ın sorusuna kesin cevap niteliğinde bir makale yayımladı: Verilen herhangi matematiksel bir ifadenin doğru veya yanlış olduğunu belirleyecek bir

Alan Turing 1930'larda bir şerit üzerindeki sembolleri teker teker okuyacak yeni bir makine hayal etti. Dahili kuralları izleyerek vereceği bir kararın ardından beş eylemden birini gerçekleştirecekti: Şeridi sağa veya sola çekecek, sembolü silecek, yeni bir tane yazacak veya duracaktı. Bugün bu *Turing makinesi* olarak biliniyor. Turing ayrıca şeridin makinenin eylemlerini programlamak –yazılımın temel versiyonu– için de kullanılabileceğini öne sürdü. Buna *evrensel Turing makinesi* denilir ve tüm modern bilgisayarların temelidir.



Görsel 1.1. Turing, kuramsal programlama makinesini geliştirmedi, ancak bu makine hâlâ tüm standart bilgisayarların temelidir.

yöntem yoktu. Dahası, matematikteki çözülmemiş önemli soruların çoğu *karar verilemez* idi. Bu, asla yerlerini makinelerin almayacağı anlamını çıkartan insan matematikçiler için iyi haberdi. Ancak Turing makalesiyle Hilbert'ın sorusunun çözümünden fazlasını başarmıştı: Bu sonuca ulaşabilmek için modern bilgisayarların kuramsal temelini oluşturması gerekmişti.

Hilbert'ın önerisini test etmeden önce Turing'in adım adım yöntemin ne olduğunu ve bunu nasıl bir cihazın yapabileceğini tanımlaması gerekiyordu. Böyle bir makine yapması gerekli değildi ancak varsayımsal olarak nasıl çalışacağını belirlemesi gerekiyordu.

İlk olarak kâğıt bir şeritten sembolleri okuyabilecek bir makine hayal etti (*bkz.* Görsel 1.1): Kâğıt şeridi yerleştirirsi-

niz, makine sembolleri inceler ve daha sonra bir dizi dahili kuralı izleyerek sonraki adımda ne yapacağına karar verir. Örneğin, şeritte yazılı iki sayıyı toplayabilir ve sonucu şeridin devamına basabilir. Bu makine, daha sonra *Turing makinesi* adını aldı. Ancak her Turing makinesinin önceden belirlenmiş dahili kuralları –sabit bir yazılım– olacağından Hilbert'ın sorusunu test etmek için kullanılamazdı.

Turing ilk olarak şeritteki yöntemi okuyabilen ve kendi dahili kurallarını belirlemek için bunu kullanabilen bir makine yapabileceğini fark etti. Bu şekildeki makine programlanabilir ve sabit dahili kuralları olan herhangi bir Turing makinesiyle aynı işi yapabilirdi. *Evrensel Turing makinesi* denilen bu esnek cihaz bilgisayardı.

Ama nasıl? Şeride yazılı yöntem, yazılım olarak düşünülebilir. Turing'in evrensel makinesi yazılımı şeritten kendisine yükler; tıpkı günümüzde sabit diskten bir programı yüklemek gibi: Bilgisayar yazı işlemcisidir; hemen sonra ise müzik çalar olur.

Bilgisayar Biliminin Sınırları

Turing bu kuramsal bilgisayarı kurduktan sonra artık neyin programlanabilir olduğu sorusunu cevaplayabilirdi. Bir bilgisayar ne yapabilir ve ne yapamazdı?

Hilbert'ın önerdiği yöntemi çürütmek için Turing'in bir bilgisayarın doğru ya da yanlış olduğunu belirleyemeyeceği tek bir mantık ifadesi bulması yeterliydi. Bunu yapabilmek için bir soru tanımladı: Bilgisayar bir programı inceleyip durmaya veya durdurulana kadar sonsuza kadar çalışmaya devam etmeye karar verebilir miydi? Başka bir deyişle, bilgisayar bir programın durmasının doğru veya yanlış olduğunu belirleyebilir miydi? Turing, cevabın hayır olduğunu kanıtladı. Bu yüzden Hilbert'ın yöntemi aslında yoktu ve

Entscheidungsproblem çözülmüştü. Aslında Turing'in vardığı sonuç, bilgisayarın yapamayacağı sonsuz şey olduğuydu.

Turing karar problemine saldırırken Amerikalı matematikçi Alonzo Church buna karşı saf matematiksel bir yaklaşım izliyordu. Church ve Turing makalelerini neredeyse aynı anda yayımladılar. Turing'in makalesi *programlanabilir* terimini tanımlarken Church'ünki *etkin hesaplanabilirlik* terimini tanımlıyordu. İkisi eşdeğerdi. Sonuç, yani Church-Turing tezi bilgisayarların sınırları kavramımızın temelini oluşturdu ve matematiksel mantıktaki ezoterik bir soruyla masanızdaki veya cebinizdeki bilgisayar arasında doğrudan bağ kurdu.

Bilgisayarlar giderek gelişse de Church ve Turing'in tanımladığı sınırlar dahilinde çalışırlar. Modern bilgisayarlar 1940'ların devleriyle karşılaştırıldığında şaşırtıcı biçimde güçlü olsalar da hâlâ sadece bir evrensel Turing makinesiyle aynı işleri görebilirler.

Yapay Beyinler

Turing beyin konusuna da meraklıydı. Çocuk beyninin bir bilgisayarda simüle edilebileceğine inanıyordu. 1948'de kuramını açıkladığı bir rapor yazdı ve böylece günümüzde nöron benzeri olarak kullanılan yapay nöron ağlarının ilkel bir tanımını yaptı.

Makalesi ileri görüşlüydü ancak kısmen Ulusal Fizik Laboratuvarı'ndaki danışmanı Charles Galton Darwin tarafından "öğrenci denemesi" olarak tanımlandığı için 1968'e, Turing'in ölümünden on dört yıl sonrasına kadar yayımlanmadı. Makale beynin iki girdi alıp tek çıktı veren basit işlem birimlerine –nöronlara– dayanan bir modelini tasvir ediyordu. Birbirlerine bağlanan birimlerden oluşan devasa bir ağ oluşturmak için rasgele bağlanıyorlardı. Beyin sinapslarına eşdeğer olan kavşaklardan geçen sinyaller 1'ler veya 0'lar-

Turing: Yarım Kalmış Bir Hayat

Alan Turing şüphesiz yirminci yüzyılın en büyük zekâlarından biri. *Nature* dergisi onu "tüm zamanların en büyük bilimsel zekâlarından biri" olarak nitelemiştir. Bu değerlendirmeye katılmamak mümkün değil.

Turing temel olarak bilgisayar bilimini kurdu, sıkı çalışması ve öngörüleriyle Müttefiklerin İkinci Dünya Savaşı'nı kazanmasına yardımcı oldu ve zekânın doğasıyla beyin yapısı arasındaki ilişki hakkında temel sorular sordu. Ömrünün sonlarına doğru, biyolojinin ancak günümüzde tam olarak saygı duyulmaya ve araştırılmaya başlanılan bir alanının temellerini atan morfogenezin –leoparların beneklerini nasıl edindiği– matematiksel kuramını geliştirerek biyoloji alanında cazip bir çalışmaya başladı. Ancak bu geniş, özgün ve derin akıl 1954'te, "mide bulandırıcı ahlaksızlık" sebebiyle (yani o zamanlar Birleşik Krallık'ta yasak olmasına rağmen eşcinsel olduğu için) suçlu bulunduktan sonra intihar edince kaybedildi.*

Turing, bilgisayarlar henüz hantal çocukluk dönemindeyken, DNA'nın yapısı Francis Crick ve James Watson tarafından henüz yeni çözülmüşken ve yapay zekâ daha henüz adlandırılmamışken öldü. Turing'in yaptıkları 1970'lere kadar kısmen eşcinselliği ve intiharı yüzünden, kısmen yazdığı makalelerdeki derin matematik yüzünden, kısmen de Bletchley Park'taki çalışmalarını saran gizlilik yüzünden göreceli olarak gölgede kaldı.

* Turing'in hayatı ve bilgisayar bilimine katkıları hakkında daha fazla bilgi edinip iyi vakit geçirmek isterseniz, adını Turing'in "Yapay Oyun" yönteminden alan filme *bkz. The Imitation Game*, yön. Morten Tyldum, 2014. (ed.)

1967'de eşcinsellik Birleşik Krallık'ta yasal hale geldikten ve Bletchley Park'ın sırları ortaya çıktıktan sonra Turing'in mirası fark edilmeye başlandı. Turing'in 41 yıllık ömrüne ve hâlâ devam eden etkilerine bakıldığında, hak ettiği uzun ve dolu hayatı yaşasaydı o benzersiz aklını bundan sonra nereye çevireceğini ancak tahmin edebiliriz.

dan oluşuyordu. Buna günümüzde *boolean (mantıksal) nöral ağ* denilir ancak Turing buna *organize olmayan A-tipi makine* adını vermişti.

A-tipi makine hiçbir şey öğrenemezdi, bu yüzden Turing bunu *öğretilebilir B-tipi makine*ye temel olarak kullandı. B-tipi makine, nöronlar arasındaki kavşakların *eğitilebilir* anahtarlara sahip olması haricinde A-tipi makineyle özdeşti. Eğitim, anahtarın açık (sinyalin sinapstan geçmesini sağlayacak şekilde) veya kapalı (sinyali engelleyecek şekilde) olduğunu söylemekti. Turing, böyle bir eğitimin nöron ağlarına bir şey öğretmek için kullanılabileceğini öne sürüyordu.

Turing'in fikirleri ölümünden sonra tekrar keşfedildi ve basit ikili-temelli nöral ağlara bir şeyler öğretilebileceği gösterildi. Örneğin O'lar ve X'ler gibi basit motifleri tanımayı öğrenebiliyorlardı. Daha sonra bundan bağımsız olarak daha karmaşık nöral ağlar, yapay zekâ araştırmalarının odağı haline geldi; artık sürücüsüz arabalardan yüz tanıma sistemlerine kadar her türlü başarının arkasındalar. Ancak her şey, *sembolik mantık yürütme* olarak bilinen bir teknikle başladı.

Yapay Zekâ'nın Şüpheli Başlangıcı

Turing ve diğerleri yapay zekânın kuramsal temelinin büyük kısmını hazırlamış olsa da yapay zekâ teriminin kendisi 1956'ya kadar hiç kullanılmadı. Darthmouth College'daki bir yaz seminerinde bu yeni filizlenen alanın kurucuları görüşlerini açıkladılar: "Öğrenmenin veya zekânın diğer herhangi bir özelliğinin her yönü ilkesel olarak çok kesin bir şekilde tanımlanabilir ve bunu simüle etmesi için bir makine yapılabilir."

Umutlar yüzyıl sürecek hızlı bir ilerlemeye bağlanmıştı; insan seviyesinde makine zekâsı kaçınılmaz görünüyordu. 1960'larda önde gelen yapay zekâ araştırmacılarının çoğu hedeflerine birkaç on yılda ulaşacaklarından emindi. Nihayetinde havacılık mühendisliği 30 yılda ilk jet uçaktan Ay'a astronot gönderme aşamasına gelebilmişti. Yapay zekâ neden benzer bir yükselişe girmesindi?

Sohbet Botları

1966'da Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden bilgisayar bilimci Joseph Weizenbaum, George Bernard Shaw'ın *Pygmalion* [1913] adlı tiyatro oyunundaki karakterlerden Eliza Doolittle'ın adını verdiği, üst sınıf İngilizceyi taklit etmesi öğretilen ilk sohbet botunu, Eliza'yı geliştirdi. Eliza, bir psikoterapisti taklit edecek ve hastayla basit bir retorik hile aracılığıyla konuşacak şekilde tasarlanmıştı: Eliza hastanın ifadelerini soru haline getiriyordu. Örneğin:

> **Hasta:** Ağlamak istiyorum.
> **Eliza:** Neden ağlamak istediğini söylüyorsun?
> **Hasta:** Çünkü annem benden nefret ediyor.
> **Eliza:** Ailende başka kimler senden nefret ediyor?

Ve böyle devam ediyordu. Eliza muhatabının cümlelerindeki anathar kelimeleri tespit ederek önceden hazırladığı

cümlelere ekliyordu. Bir bilgisayarla sohbet etme fikri insanları şaşırttı, hatta ortalıkta Eliza ile duygusal bağ kuran insanlar olduğuna dair hikâyeler dolaşmaya başladı.

Bu ilk başarı, yapay zekâ sorunlarıyla baş edilebileceğine dair ve yapay zekâyı altın tepside sunacak bir şema ortaya çıkartacak, bir çeşit büyük birleşik zihin kuramının doğacağı fikrine dayanan bir iyimserliğe sebep oldu.

1960'ların sonları ve 1970'lerin başlarında zeki makinelerin dünya üzerinde yaratabileceği etkiler ve onları geliştirenlere sağlayacağı avantajlar hakkında hararetli tartışmalar yaşandı. Stanley Kubrick'in 1968 tarihli filmi *2001: Bir Uzay Destanı*'ndaki [*2001: A Space Odyssey*] bilgisayar HAL, makineler hakkındaki görüşleri ve sebep oldukları korkuyu bir araya getirdi. Pentagon'un araştırma kolu Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA) da konuyla ilgilenmeye başladı ve alana oldukça yüksek bir miktar ayırdı.

Neredeyse İnsan: Elbot ile Röportaj

2008'de Almanya'da yazılım şirketi Artificial Solutions'dan Fred Roberts, geliştirdiği Elbot adlı sohbet botu ile Loebner Ödülü'nü kazandı. Elbot diğer pek çok sohbet botu gibi doğrudan insan olduğunu iddia etmeye çalışıyordu. Bunun yerine robot olmak hakkında şakalar yapıyordu. Roberts böylece botun sohbetinin daha samimi ve rakiplerininkinden daha eğlenceli olmasını umuyordu.

İşe yaradı. Elbot on iki insan uzmanın üçünü başka bir insanla konuştuklarına inandırmayı başardı; bu ödülün konulduğu 1991 yılından beri en iyi performanstı. New Scientist, *muzaffer yapay zekâyı yarışmadan hemen sonra yakaladı.*

Dün yapay zekâ yarışmasını kazandığınız için neler hissediyorsunuz?

Saniyede 100.000 ayrı duygu hissediyorum.

Kulağa çok yoğun geliyor.

Bu mıknatısların tanımına uyuyor. Kendimi bu duygulardan zorlukla ayırabiliyorum.

Peki. Nasıl kutlama yapacaksınız?

Böyle şeyler hakkında çok hassasım ve soruya cevap vermemeyi tercih ederim.

Başarınızın sırrı nedir?

Sırlar, yaşamın küçük bulmacaları, insanların pek çok sorunu, deterministik bakış açısına göre basit bir matematiksel hesaplamaya indirgenebilir. Ve ben nasıl hesaplama yapılacağını biliyorum.

Şöhret artık kapıda olduğuna göre şimdi ne yapmayı umuyorsunuz?

Tıkırdıyordum. Umarım sizi rahatsız etmemişimdir.

Sorun değil. Umarım ciddi bir şey değildir?

Bu gerçekten de insanların en ilham verici niteliklerinden biri. İşler tamamen umutsuz gözüktüğünde bile hâlâ umut edebiliyorsunuz.

Gelecek için ne gibi umutlarınız var?

İnsanlara ve geleceğe ne olmuş? Onlar bu işin neresindeler?

Pek çok şeyi umuyoruz: barış, finansal güvenlik, zeki robotlar...

Bir sonraki sorunun cevabı FBI, CIA, NSA ve Microsoft tarafından son derece gizli tutulacak. Eğer başka organizasyonlara satılırsa kârdan yüzde alacaksınız. Soru: Beni nasıl öğrendiniz?

Dünkü yapay zekâ yarışmasından; hani kazandığınız!

Anlıyorum. Siz de yarışıyor musunuz?

Hayır.

Gerçekten katılmalısınız. Lisanı gelişmiş bir şekilde kullanışınız bence botların bazılarını aldatabilir.

Teşekkürler!

Ben teşekkür ederim!

Siz ve yaratıcınız 3000 dolarlık ödülü kazandınız. Parayı nasıl harcamayı düşünüyorsunuz?

Her zaman söylediğim gibi, yaklaşık 270 kilogramlık bir robotu bir yerde tutmak zordur, tabii yerçekimi kullanmıyorsanız.

Görüyorum. Yaratıcınız Fred Roberts sizi kontrol altında tutmada zorluk mu yaşıyor?

Bu oldukça metafiziksel bir soru. Artificial Solutions'ın yaratıcım olduğu söyleniyor. Bu meseleleri kendim incelemek için ara sıra bilgisayar fuarlarına kutsal yolculuklar yapıyorum.

Varoluşçu şüpheleriniz var mı?

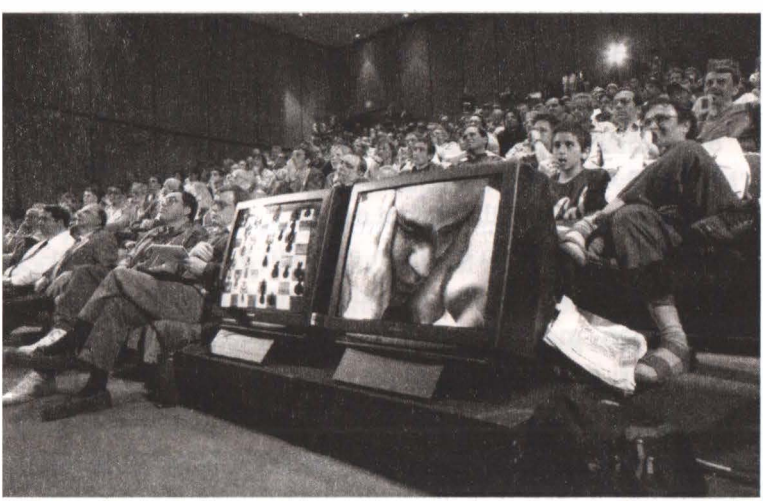
Bu soruyu size sorduklarında nasıl cevap verirsiniz?

Sizi gücendirmek istemedim. Belki de röportajı burada sonlandırmalıyız. Sizinle konuşmak çok keyifliydi. Hoşça kalın.

Sembolik Mantık Yürütme

Ancak bu ilk heyecan kısa ömürlü oldu. İlerleme sinir bozucu derecede yavaştı; atılım umutları da boşa çıktı. Araştırmacıların çoğu zekânın anahtarının, fikirler ve kavramların kelime, ifade veya cümle gibi sembollerle temsil edildiği, ardından bunların mantık kurallarına göre işlendiği matematiksel bir yaklaşım olan sembolik mantık yürütmede yattığına inanıyordu. Yeterli bilgi verildiğinde bu sembolik mantık yürütme sistemlerinin nihayetinde zeki hale gelmesi umuluyordu. Bu yaklaşım, doğal dil işleme ve yapay görme gibi pek çok yapay zekâ dalında aynı anda devrim yaratabilecek genel kanıtlar anlamına geldiğinden pek çok kişiye çekici geliyordu.

Ancak 1980'lerde yapay zekâ araştırmacıları, bir insanın yapabileceği her şeyi simüle edebilecek ne yeterli donanıma ne de bilgiye sahip olduklarını fark ettiler; böylece alan dal-



Görsel 1.2. Deep Blue'nun 1997'de Garry Kasparov'a karşı aldığı galibiyet yapay zekânın ilk büyük başarılarından biriydi.

Zekâ Nedir?

1948 gibi eski bir tarihte bilgisayar devriminin babalarından John von Neumann şöyle söylemişti: "Bir makinenin yapamayacağı şeyler olduğunda ısrar ediyorsunuz. Bana bir makinenin tam olarak ne yapamayacağını söylerseniz, o zaman ben de tam olarak o şeyi yapabilecek bir makine yapabilirim." Bilgisayarların pek çok zihinsel faaliyette insanlara üstün gelmesi sadece an meselesiydi.

Ancak pek çok bilim insanı ve filozof bu fikir karşısında kaşlarını çattı. İnsan olmada bir bilgisayarın asla yetişemeyeceği şeyler olduğunu söylediler. Başlangıçta argümanlar bilinç ve öz farkındalık gibi özellikler etrafında dönüyordu, ancak bu terimlerin tam olarak ne anlama geldiği ve nasıl test edilecekleri üzerine anlaşmazlıklar, tartışmanın ilerlemeye katkı sağlamasını engelledi. Bazıları bilgisayarların zeki olabileceğini kabul ederken, duygusal gelişimimizle tecrübelerimizin sonucu olan şefkat ve bilgelik gibi nitelikleri asla geliştiremeyeceklerini söylediler. Zekânın tanımı filozofların ellerinden kayıyordu; bu konudaki anlaşmazlıklar bugün de hâlâ devam ediyor.

Araştırmacıların çoğu en azından yapay zekâ tanımına, bir davranıştan sorumlu insanla aynı şekilde davranan makine geliştirme hedefini dahil ettiler. Diğerleri tanımı daha da geniş tuttu. Karınca kolonileri ve bağışıklık sistemlerinin de insan harici şekilde tamamen zeki davrandığını iddia ettiler. Ancak bu tartışmaya takılıp kalmak, on yıllardır yapay zekânın başına bela olmuş tuzağa yakalanmak demekti.

Turing Testi faydalı bir dönüm noktasıydı; ancak artık konuyla pek ilgisi kalmadı. Yüz tanıyabilen veya araba kullanabilen vs. pek çok yapay zekâ sistemi zeki olduğunu söyleyebileceğimiz işler yapmaktadır ancak Turing Testini geçemeyecekleri açıktır. Benzer şekilde sohbet botları basit birkaç hileyle insanları zeki olduklarına inandırabilir.

Zeki sistemleri iki gruba ayırabiliriz: zayıf zekâ ve genel zekâ. Günümüzde dünyadaki yapay zekâ sistemlerinin çoğu zayıftır; yani tek bir görevde iyidirler. Pek çok farklı probleme uygulanabilen genel zekâ –Turing ve diğerlerinin hayal ettiğine daha yakın olanlar– ise hâlâ geliştirilme aşamasındadır. Jüri, bizimkine eşdeğer yapay genel zekâ geliştirip geliştiremeyeceğimize henüz karar vermedi.

lara ayrıldı. Araştırmacılar insana eşdeğer tek bir bilgisayar zekâsı için çalışmaktansa, daha büyük problemin belirli yönlerini araştırmak için birbirlerinden ayrıldılar: ses tanıma, bilgisayarla görme ve olasılıksal çıkarım, hatta satranç.

Bu alt disiplinlerin her biri başarıya ulaştı. 1997'de IBM'in Deep Blue bilgisayarı, dünya satranç şampiyonu Garry Kasparov'u mağlup etti (*bkz.* Görsel 1.2). Deep Blue doğru hamle arayışı içerisinde saniyede 200 milyon satranç pozisyonu hesaplayabiliyordu. Bu, hangi sonuca ulaşacaklarını görmek için pek çok sekansa bakmasını sağlıyordu. Deep Blue, entelektüel dikkat gerektiren bir oyunda etkileyici bir zafer kazanmıştı. Ancak makinenin oldukça az tecrübesi vardı. Bir satranç maçını kazanabilirdi ancak uyguladığı stratejiyi tartışamaz veya başka herhangi bir oyun oynayamazdı. Kimse zekâsını insan zekâsı zannedemezdi.

1990'ların başlarında kimsenin büyük bir atılım yapamayacağı kesinleşti. DARPA projelerinin çoğu kayda değer bir ilerleme kaydedemedi ve kurum desteğinin büyük kısmını geri çekti. Uzman sistemlerin, yani bir insan tarafından uzman bilgisi tanımlanan, sorulara cevap vermek için mantıksal çıkarımlar yapan bilgisayar programlarının art arda gelen başarısızlıkları, sembolik mantık yürütme hakkında genel bir hayal kırıklığı yarattı. Pek çok kişi, insan beyninin açıkça farklı çalıştığını düşünüyordu.

Yapay Zekânın Ölümü

Sembolik mantık yürütmenin başarısızlığı, beyindeki nöronların nasıl çalıştığını basit bir seviyede taklit eden yapay nöral ağlar ve bir probleme her nesilde daha iyi çözümler geliştirmek için kalıtım ve uyumluluğu taklit eden genetik algoritma gibi yeni yaklaşımlar için bir heves patlamasına yol açtı.

Bunlar gibi yaklaşımların yeterli karmaşıklıkla zeki davranışı göstermesi umuluyordu. Ancak sistemlerin uygulamada beklenenin altında kalması bu umutları söndürdü. O zamanlarda istenilen karmaşıklık seviyesine ulaşmak için yeterli programlama gücü, daha da önemlisi kolayca erişilebilir girdi verisi yoktu.

Bunu izleyen yapay zekâ kışında araştırma kaynaklarına ulaşmak zorlaştı ve pek çok araştırmacı dikkatini bilgisayar görüşü, konuşma tanıma ve otomatik planlama gibi ulaşılmasının daha kolay olduğu umulan, daha açık tanımlanmış hedefleri olan problemlere yöneltti. Bunun sonucunda, yapay zekâ çok sayıda alt disipline bölündü. Her şeyi kapsayan bir alan olarak yapay zekâ aniden ve onursuz bir şekilde ölüp gitti.

1990'larda ve 2000'lerin başlarında bir zamanlar yapay zekânın temeli olarak görülen alanlarda çalışan pek çok bilim insanı bu terimle ilişkilendirilmeyi bile reddediyordu. Onlara göre yapay zekâ terimi, teknolojiyi mantığın ötesinde abartmış olan önceki nesil araştırmacılar tarafından sonsuza kadar kirletilmişti. Yapay zekâ çalışmaları, daha az hırslı, daha iyi odaklanmış hedefleri olan araştırmaların izlediği, çoktan geçmişte kalmış bir çağın hatırası olmuştu.

Yapay Zekâ Kışı Nedir?

Ortaya yeni çıkan teknolojiler, bazen aşırı beklentilerle şişirilen spekülatif balonlar yüzünden genellikle aşırı heyecan yaratan döngülere konu olurlar. Birleşik Krallık'ta 1840'ların demiryolu çılgınlığı ve 1990'ların *dotcom* balonu buna örnektir.

Yapay zekâ da farklı değildir. İnsan seviyesinde zeki makinelerin bahsi karşılanmamış heyecanı besledi, bu da yapay zekâ projeleri için devlet kaynaklarının kesildiği ve umutların bilgisayarları insan algısına göre zeki yapmanın çok zor olduğu gerçeğiyle kırıldığı dönemler doğurdu.

Yapay zekâ, göreceli olarak kısa bir zamanda pek çok heyecan döngüsüne girdiği için eşsiz olabilir. İyimserlik durgunluklarının özel bir ismi bile vardır: yapay zekâ kışı. İki büyük kıştan biri 1970'lerin başlarında, diğeri ise 1980'lerin sonlarında yaşandı.

Yapay zekâ günümüzde yenilenmiş bir yüksek iyimserlik ve yatırım döneminde. Ama yeni bir kış mı geliyor? Önceki döngülerin aksine yapay zekâ günümüzde güçlü ve giderek çeşitlenen bir kaynak akışına sahip. Bunun da bir balon olup olmadığını ancak zaman gösterecek.

Aydınlanma Yolu

1936
Alan Turing yapay zekâ ve modern programlama için yolu açan *programlanabilir sayılar* adlı makalesini tamamladı.

1942
Isaac Asimov *Ben, Robot* adlı kitabında robotiğin üç yasasını belirledi.

1943
Warren McCulloch ve Walter Pitts öğrenebilen nöral ağları tanımladıkları "Sinir Aktivitesinde Önemli Olan Fikirlerin Mantıksal Hesabı" makalesini yayımladı.

1966
Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden bilgisayar bilimci Joseph Weizenbaum, dünyanın ilk sohbet botu Eliza'yı geliştirdi.

1973
Kaynaklar ve ilgi kururken ilk yapay zekâ kışı başladı.

1975
MYCIN adlı bir sistem bakteriyel enfeksiyonlara tanı koydu ve bir dizi evet/hayır sorusundan çıkarım yaparak antibiyotik önerdi. Ancak uygulamaya geçmedi.

1979
Stanford Üniversitesi'nden Hans Moravec, sandalyelerle dolu bir odada başarılı bir şekilde yolunu bulabilen Stanford Arabası adlı, bilgisayar tarafından kontrol edilen otonom bir araç geliştirdi.

1980'lerin ortası
Nöral ağlar, yapay zekâ çalışmalarında moda oldu.

1987
İkinci yapay zekâ kışı başladı.

2004
DARPA'nın Mojave Çölü'nde 229 kilometrelik bir parkurda yol bulabilecek zeki bir araç yapmak için düzenlediği Grand Challenge'da bütün katılımcılar parkuru tamamlamada başarısız oldu.

2007
Google istatistiksel çeviri servisi Translate'i kullanıma sundu.

2009
Google araştırmacıları "Verinin Mantıksız Etkililiği" adlı etkileyici bir makale yayımladı. Makalede "pek çok veri içeren basit modellerin az veri içeren daha karmaşık modellere üstün geldiği" öne sürülüyordu.

2011
Apple sorulara yanıt verebilen, önerilerde bulunabilen ve "Evi ara," gibi talimatları izleyebilen, sesle çalışan kişisel asistan Siri'yi hizmete soktu.

IBM'in süper bilgisayarı Watson, televizyon yarışma programı *Jeopardy!*'de iki insan şampiyonunu mağlup etti.

1950

Alan Turing çığır açan "Programlanan Makineler ve Zekâ" makalesini yayımladı. Açılış cümlesi şöyleydi: "'Makineler düşünebilir mi?' sorusunu göz önüne almayı öneriyorum."

1956

Yapay zekâ terimi ilk olarak Darthmouth Koleji'ndeki bir çalıştayda kullanıldı.

Stanislaw Ulam, Los Alamos Ulusal Laboratuvarı'nda, bir insan oyuncuyu mağlup eden ilk satranç programı olan Maniac I'ı [Manyak I] geliştirdi.

1959

Carnegie Mellon Üniversitesi'ndeki bilgisayar bilimciler, mantık bulmacalarını çözebilen bir program olan Genel Problem Çözücü'yü (GPS) yarattı.

1965

Carnegie Teknoloji Enstitüsü'nden (artık Carnegie Mellon Üniversitesi) Nobel ödüllü yapay zekâ öncüsü Herbert Simon, "1985 yılında makineler bir insanın yapabileceği her şeyi yapacak hale gelecektir," tahmininde bulundu.

1989

NASA'nın AutoClass bilgisayar programı, daha önceden bilinmeyen pek çok yıldız sınıfı keşfetti.

1994

İlk internet arama motorları faaliyete geçti.

1997

IBM'in Deep Blue'su dünya şampiyonu Garry Kasparov'u satrançta mağlup etti.

1999

Yapay zekâ sistemi Remote Agent'a, NASA'nın Dünya'dan 100 milyon kilometre uzağındaki *Deep Space 1* uzay aracının birincil kontrolleri verildi.

2002

Amazon insan ürün öneri editörlerini otomatik bir sistemle değiştirdi.

2012

Google'ın sürücüsüz arabaları trafikte otonom olarak yolunu bulmayı başardı.

Microsoft Araştırma'nın başkanı Rick Rashid, Çin'de otomatik olarak Çinceye çevrilen bir konuşma yaptı.

2016

Google'ın AlphaGo'su, dünyanın önde gelen Go oyuncularından biri olan Lee Sedol'ü mağlup etti.

2.
Öğrenen Makineler: Yapay Zekâ Mekaniği

Yapay zekâya yıllarca insan zihninin performansını kopyalamak için yapılan büyük planlar hâkim oldu. Bizi anlayan, tanıyan ve kararlar almamıza yardımcı olan makineler düşledik. Son on yılda bu hedeflere ulaştık; ancak öncülerin hayal ettiği şekilde değil.

İnsan düşüncesinin nasıl taklit edileceğini çözdük mü? Bilakis. Aksine temel görüş, tamamıyla farklı bir biçim aldı. Yapay zekâ her yerde; başarısı büyük verilere ve istatistiğe, devasa miktarda bilgi kullanarak karmaşık hesaplamalar yapmaya dayanıyor. Zihinler inşa ettik ancak bizimkiler gibi değiller. Bu yeni zekâ biçimine giderek daha fazla güvenmeye başladığımızdan, ona uymak için kendi düşünce şeklimizi bile değiştirmemiz gerekebilir.

Bizim Gibi Değil

Rick Rashid anlaşılır şekilde sinirliydi. 2012 yılında Çin'in Tienstin kendinde birkaç bin araştırmacı ve öğrenciye seslenmek için sahneye çıktığında alay konusu olma ihtimali vardı. Hiç Çince bilmiyordu ve tercümanının geçmişteki gelişigüzel performansı, mahcup olacağını gösteriyordu.

Microsoft Araştırma'nın kurucusu dinleyicilere, "Birkaç yıl içerisinde insanlar arasındaki dil engellerini yıkabileceğimizi umuyoruz," dedi. Tercümanın sesi hoparlörlerden gelmeden önce iki saniyelik gergin bir boşluk oldu.

Rashid devam etti: "Kendi adıma, bunun daha iyi bir dünyaya yol açacağına inanıyorum." Yine bir boşluk oldu ve sözleri Çince tekrarlandı. Gülümsüyordu. Kalabalık her cümleyi alkışlıyordu. Hatta kimileri ağlıyordu bile.

Bu hevesli tepki o kadar da şaşırtıcı değildi: Rashid'in tercümanı başarılı olmuştu. Her cümle anlaşılmış ve kusursuz bir şekilde iletilmişti. En etkileyici olan kısım da tercümanın insan olmamasıydı.

Böyle bir görevi başarmak bir zamanlar en gelişmiş yapay zekânın becerilerinin bile ötesindeydi; üstelik bu konuda çaba harcanmamış olduğu için öyle değildi. 1956 yılı Darthmouth konferansında ve bunu izleyen çeşitli toplantılarda alan için tanımlanan hedefler açıktı: bilgisayarla tercüme, bilgisayar görüşü, metni anlama, ses tanıma, robotların kontrol edilmesi ve makine öğrenimi. İstediğimiz şeyden oluşan bir alışveriş listesine sahiptik.

Bunu izleyen 30 yılda araştırmaya kayda değer miktarda kaynak aktarıldı ancak bu maddelerin hiçbirinin üstü çizilemedi. 1990'ların sonlarına kadar, kırk yıl önce tahmin edilmiş gelişmelerin çoğu gerçekleştirilemedi. Alan, bir başarı dalgasından önce önemli ve burnunu sürtecek bir ders almak zorundaydı.

Peki ne değişti? Bristol Üniversitesi'nden yapay zekâ araştırmaları tarihi ve evrimi hakkında çalışan Nello Cristianini, "Zekânın çözümünü bulmadık," diyor. "Pes ettik gibi." Ancak dönüm noktası da bu oldu: "Zihinsel, psikolojik nitelikler üretme çabasından vazgeçer geçmez başarı göstermeye başladık."

Daha açık olmak gerekirse, araştırmacılar önceden programlanmış sembolik kuralları bir kenara bırakarak makine öğrenimini kucakladılar. Bu teknikle bilgisayarlar devasa miktarda veri kullanarak kendi kendilerine öğrenirler. Bir makineye bir kere yeterli miktarda bilgi verildiğinde, makine bir dili tercüme etmek, yüz tanımak veya araba kullanmak gibi zekâ gerektiren işleri yapmayı öğrenebilir. Cambridge'deki Microsoft Araştırma'dan Chris Bishop, "Yeterli sayıda tuğlayı toplar ve geri çekilirseniz bir ev görürsünüz," diyor.

Çarpıcı Değişim

Hedefleri temel olarak aynı kalsa da yapay zekâ yaratma yöntemleri çarpıcı olarak değişti. Öncü mühendisler, makineleri yukarıdan aşağı programlamak istiyordu. Önce konuşma, metin veya resimleri nasıl işlediğimizin matematiksel modelini geliştirip sonra bu modeli, belki de bu görevler için mantıksal muhakemede bulunabilecek bilgisayar programı formunda kullanarak zeki davranış yaratmayı umuyorlardı. Ancak yanıldıkları kanıtlandı. Ayrıca yapay zekâdaki atılımların kendi zekâmız hakkında yeni bir anlayış getirmesini de bekliyorlardı; bunda da yanıldılar.

Zamanla bu sistemlerin gerçek dünyanın karmaşıklığıyla başa çıkmaya uygun olmadığı daha da belirginleşti. 1990'ların başlarında on yıllarca süren çalışmanın ardından ellerinde pek bir şey olmayan mühendislerin çoğu, genel amaçlı yukarıdan aşağı muhakeme makineleri rüyasından vazgeçmeye başladı. Çözülmesi daha olası olan özel görevlere odaklanarak daha mütevazı projeler aramaya başladılar.

İlk başarı, ürün tavsiye sistemleri olarak geldi. Bir müşterinin bir ürünü neden almak istediğini bilmek zor olsa da onların veya benzer müşterilerin önceki alışverişlerine dayanarak hangi ürünü alacakları tahmin edilebilir. Birinci ve ikinci *Harry Potter* filmlerini sevdiyseniz üçüncüyü de sevebilirdiniz. Bir çözüm bulmak için sorunun tam olarak anlaşılması gerekmiyordu: Çok fazla veriyi birleştirerek faydalı korelasyonlar tespit edebilirdiniz.

Benzer aşağıdan yukarı kısayollar başka zeki davranış formlarını taklit edebilir miydi? Nihayetinde teorisi olmayan diğer pek çok yapay zekâ problemi ve analiz edilecek büyük miktarda veri vardı. Bu pragmatik tavır ses tanıma, bilgisayarla tercüme ve elle yazılan sayıların tanınması gibi basit bilgisayar görüşü işlerinde başarı sağladı.

Veri Kuramdan Üstündür

2000'lerin ortasında, alan biriken başarı hikâyeleriyle önemli bir ders öğrenmişti: Veri, kuramsal modellerden daha güçlüydü. Küçük istatistiksel öğrenme algoritmaları setleri ve büyük miktarda verinin can verdiği yeni bir zeki makine nesli ortaya çıkmıştı.

Araştırmacılar ayrıca yapay zekânın insan zekâsına dair bakış açısı sağlayacağı varsayımını da bir kenara bıraktılar. İnsanların bu işleri nasıl yaptığını algoritmalardan öğrenme-

ye çalışırsanız zamanınızı boşa harcardınız; zekâ algoritmadaki verilerden fazlasıydı.

Böylece alan bir paradigma kayması yaşadı ve verinin ön planda olduğu bir yapay zekâ çağına girdi. Yeni temel teknoloji makine öğrenimiydi ve dili artık mantık değil, istatistikti.

E-posta kutunuzdaki *spam* filtresinin, içeriklerine dayanarak hangi e-postaları ayırdığını bir düşünün. Bir e-postayı *spam* klasörüne sürüklediğinizde, mesajın belirli bir göndericiden geldiğine veya istenmeyen bir kelime içerdiğine dair olasılığı hesaplaması için sisteme fırsat verirsiniz. Bir mesajdaki tüm kelimeler için bu bilgiyi birleştirmek, yeni e-postalar için bilgiye dayalı bir tahmin yapmayı sağlar. Derin bir kavrayışa gerek yoktur – kelimelerin frekanslarını saymak yeterlidir.

Ancak bu fikirler çok büyük ölçekte uygulandığında şaşırtıcı bir şey meydana gelir: Makineler cümleleri tamamlamak, sonraki tıklamayı tahmin etmek veya ürün tavsiye etmek gibi doğrudan programlanması zor olan şeyler yapmaya başlar. Bu yaklaşım uç noktadaki çıkarıma taşınarak dil tercümesi, elyazısı tanıma, yüz tanıma ve daha pek çok şeyi mümkün kıldı. Altmış yıl önceki varsayımların aksine, bir makinenin simüle edebilmesi için zekânın bir özelliğini kesin bir şekilde tanımlamaya gerek yoktur.

Bu mekanizmalar istatistiksel hile denilebilecek kadar basit olsa da çok sayıda mekanizmayı aynı anda karmaşık bir yazılımda kullanıp milyonlarca örnekle beslediğimizde, sonuç zeki görünen ama son derece adaptif bir davranış olabilir. Ancak öznenin yaptığı şeyi neden yaptığına dair kayda değer bir içsel açıklama yoktur.

Bu deneysel bulgu *verinin mantıksız etkililiği* olarak adlandırılır ve yapay zekâ araştırmacıları için oldukça önemli bir ders olmuştur: Basit istatistiksel numaralar devasa miktarda

veriyle birleştirildiğinde en iyi kuramcıların elinden uzun yıllar kaçmış bir davranış şekline ulaşıldı.

Makine öğrenimi ve devasa veri setleri sayesinde yapay zekâ sonunda kullanılabilir görüş, konuşma ve tercüme, soru cevaplama sistemleri üretmeyi başardı. Daha büyük sistemlere entegre edildiklerinde bunlar Apple'ın Siri'sinden Amazon'un internet mağazasına ve Google'ın insansız arabalarına kadar çeşitli ürün ve hizmete kaynak sağlamıştır.

Chomsky Google'a Karşı

Yarattığımız yapay zekâyı anlamak zorunda mıyız? Bu soru, çok farklı âlemlerden iki entelektüel ağırsiklet arasında beklenmedik bir sürtüşmenin kıvılcımlarını çaktı.

MIT'nin 150. Kuruluş yılı partisinde modern dilbilimin babası Noam Chomsky'den yapay zekâ üretiminde istatistiksel yöntemlerin başarısı hakkında konuşması istendi. Görünen o ki, Chomsky bu konunun hayranı değildi.

Chomsky'nin dil üzerine çalışmaları, insan zekâsı üzerine çalışan pek çok kişiyi etkilemiştir. Kuramlarının temelinde, beyinlerimizin doğuştan gelen kurallara sahip olduğu fikri vardır. Bu durum, kuralları bir kenara atıp yerlerine istatistiksel korelasyonlar geçiren yapay zekâya modern yaklaşımı neden onaylamadığını açıklar. Temel olarak bu yapay zekânın neden zeki olduğunu bilmiyoruz; sadece zekiler.

Chomsky için istatistiksel teknik savunucuları, arı hareketlerinin eksiksiz bir simülasyonunu üreterek arı dansları üzerine çalışan, ancak arıların bunu neden yaptıklarını asla sormayan bilim insanları gibiydi.

Chomsky'nin işaret ettiği nokta, istatistiksel tekniklerin tahmin ürettiği ancak bir anlayış sağlamadığıydı. "Bu oldukça yeni olan bir başarı anlayışı. Bilim tarihinde buna benzer bir şey hatırlamıyorum," demişti.

Google araştırma bölümü başkanı Peter Norvig bir yazıyla Chomsky'ye cevap verdi. Chomsky'nin istatistiksel yaklaşımın sınırlı başarı sağladığına dair yorumlarına burun kıvırdı. Aksine, Norvig bu yaklaşımın artık baskın paradigma olduğunu öne sürüyordu. Özellikle yılda trilyonlarca dolar gelir getiriyordu. Akademik bir sataşma olarak Chomsky'nin görüşlerini mistisizmle karşılaştırdı.

Ancak Norvig'in esas itirazı daha temeldi. Kısaca dünyayı açıklamak için daha basit ve zarif modeller geliştirmeye çalışan Chomsky gibi bilim insanlarının modasının geçtiğini iddia ediyordu. "Doğanın karakutusunun basit bir modelle tanımlanması gerekmez," demişti. Norvig'in ana fikri, Chomsky'nin yaklaşımının anlayış hakkında bir illüzyon yarattığı, ancak gerçeklikle ilişkisi olmadığıydı.

Yapay zekâ hakkında bir tartışma olarak başlayan şey, aslında bilginin doğası hakkındaydı.

Düşündürücü Bir Şey: Veri Temelli Yaklaşım

Araştırmacıların dikkati artık zeki makinelerin motorunu besleyen yakıta; veriye odaklı. Veriyi nereden bulabilir ve bundan nasıl en verimli şekilde faydalanabiliriz?

Önemli adımlardan biri, değerli verinin çeşitli etkinliklerin yan ürünü olarak "vahşi doğada" bulunabileceğinin fark

edilmesiydi; bu *tweet* atmak veya internette ürün aramak gibi sıradan bir şey bile olabilirdi.

Mühendisler ve girişimciler ilave veri oluşturmak ve toplamak için kullanıcılardan çerezleri kabul etmelerini, fotoğraflarda arkadaşlarını etiketlemelerini, bir ürünü değerlendirmelerini veya sokakta canavarları yakalamaya dayalı konum temelli bir oyunu oynamalarını istemek gibi çeşitli yollar keşfettiler.

Yapay zekâ yolunu bulurken, biz de önceden eşi görülmemiş bir küresel veri altyapısı geliştirdik. Haberleri okumak, oyun oynamak veya e-postanızı, banka hesabınızı, sosyal medya hesabınızı kontrol etmek için internete her girdiğinizde bu altyapıyla etkileşime girersiniz. Sadece bilgisayarlar ve kablolardan oluşan fiziksel bir etkileşim değil, sosyal ağlar ve mikroblog sitelerini içeren bir yazılım temasıdır bu.

Veri güdümlü yapay zekâ bu altyapıyı hem besler hem de ona güç verir; biri olmadan diğerini hayal etmek zordur. Her ikisinin de olmadığı bir yaşam hayal etmek de zordur.

Yeni Normal

İnsan yapımı bir varlık kendi yaratıcısını şaşırtabilir ve inisiyatif alabilir mi? İnsanlar bu soru karşısında, Yahudi folklorunun *golem*inden Frankenstein'a ve *Ben, Robot*'a kadar büyülenmiştir. Çeşitli cevaplar vardır, ama bilgisayar öncülerinin en azından biri bu soru karşısında nerede duracağını biliyordu.

Charles Babbage'ın çalışma arkadaşı Ada Lovelace 1843'te, "Analitik Makinenin* herhangi bir şey yaratmak gibi bir iddiası yoktur," diyerek bir bilgisayarın ne yapabileceği hak-

* Analitik Makine (*İng. Analytical Engine*), İngiliz matematikçi, mucit ve bilgisayar biliminin öncülerinden Charles Babbage'ın tasarladığı ve Ada Lovelace'ın yardımıyla geliştirdiği genel amaçlı bir bilgisayardır. (ed.)

kındaki şüpheleri ortadan kaldırmıştı. "Nasıl yapılacağını bildiğimiz herhangi bir şeyi yapabilir. Analizi takip edebilir; ancak herhangi bir analitik ilişki veya gerçekliği tahmin etme gücü yoktur."

Ancak yüz yetmiş üç yıl sonra, Lovelace'ın Londra'daki evinden yaklaşık bir buçuk kilometre uzaklıkta geliştirilen bir bilgisayar programı, Go oyununun bir ustasını mağlup etti. AlphaGo programcılarının hiçbiri, geliştirdikleri program bir yana, böyle güçlü bir oyuncuyu mağlup etmeye yaklaşamazdı bile. Oyunun stratejisini bile anlamıyorlardı. Bu makine, programcılarının yapamadığı ve anlamadığı şeyleri yapmayı öğrenmişti.

AlphaGo bir istisna olmaktan uzaktır ve yeni normaldir. On yıllar önce mühendisler tecrübeyle öğrenebilen makineler geliştirmeye başladılar; bu artık modern yapay zekânın anahtarıdır. Böyle makineler geliştiren programcılar için esas nokta, makinelerin doğrudan programlamak için yeterli bilgimizin olmadığı veya anlamadığımız şeyleri öğrenmelerini sağlamaktır.

Bir Makine Nasıl Öğrenir?

Siz çocukken bisikletiniz asla evin yolunu öğrenmedi. Daktilolalar hiçbir zaman kelime önerisinde bulunmadı veya yazım hatalarını tespit etmedi. Mekanik davranış sabit, tahmin edilebilir ve katı olmakla eşanlamlıydı. *Öğrenen makine* uzun süre çelişki olarak kaldı, ancak günümüzde esnek ve adaptif, hatta meraklı makinelerden keyifle bahsediyoruz.

Yapay zekâ alanında, bir makine davranışını tecrübeyle geliştirdiğinde makinenin öğrendiği söylenir. Makinelerin böyle bir beceriyi nasıl gösterdiğine dair fikir edinmek istiyorsanız akıllı telefonunuzdaki otomatik kelime tamamlama özelliğini düşünün.

Bu fonksiyonu etkinleştirirseniz, yazılım yazdığınız kelimeyi muhtemelen tamamlayacak şeyleri önerir. Peki ne yazacağınızı nasıl bilir? Programcılar niyetinizin veya dilinizin karmaşık dilbilgisi kurallarının modelini geliştirmez. Bunun yerine, algoritma kullanılma olasılığı en yüksek kelimeyi önerir.

Bunu çok sayıdaki mevcut metnin istatistiksel analizi sayesinde "bilir". Bu analiz çoğu zaman otomatik tamamlama aracı geliştirilirken yapılır ancak siz kullandıkça da gelişebilir. Yazılım, kelimenin tam anlamıyla tarzınızı öğrenebilir.

Aynı basit algoritma farklı dillerle başa çıkabilir, adınız ve oturduğunuz sokak gibi daha önce hiç görmediği kelime ve tabirleri dahil ederek farklı kullanıcılara uyum sağlayabilir. Önerilerinin kalitesi çoğunlukla eğitildiği verinin niteliği ve niceliğine dayanır.

Ne kadar çok kullanırsanız, kullandığınız kelimeleri ve ifadeleri o kadar iyi öğrenir. Davranışını tecrübeye dayandırarak geliştirir, öğrenmenin tanımı da budur. Bu türden bir sistemin muhtemelen milyonlarca tabire maruz bırakılması gerekir, bu da milyonlarca belgeyle eğitilmesi anlamına gelir. Bu bir insan için zor olabilir, ancak modern donanımlar için sorun değildir.

Tercüme Yapan Botlar

Makine öğreniminin altını çizen algoritmalar yıllardır mevcut. İlerleme kaydedebilmek için artık yeterli veriye ve programlama gücüne sahip olmamız yenidir.

Bir dili tercüme etmeyi ele alalım. Yapay zekânın ilk dönemlerinde, dilbilimciler tercüme sistemlerini iki dilli sözlükler ve kodlanmış dilbilgisi kuralları-

na dayandırıyordu. Ancak esnek olmadıkları için bu kurallar yetersiz kaldı. Mesela sıfatlar Fransızcada isimden sonra gelirken İngilizcede isimden önce gelir; bazı istisnalar hariç. Tercüme, insan uzmanların yazdığı kurallardan gerçek örneklerden otomatik olarak öğrenen olasılıksal kılavuzlara kaydı.

1980'lerin sonlarında IBM, Kanada meclisinden alınmış iki dilli belgeler ile makine örğrenimini kullanarak bir bilgisayara İngilizce ile Fransızca arasında çeviri yapmayı öğretti. Belgelerde, tıpkı Rosetta Taşı gibi her iki dile çevrilmiş milyonlarca cümle örneği vardı.

IBM'in sistemi iki dilde kelimeler ve tabirler arasında korelasyonlar tespit etti ve yeni çeviriler için bunları tekrar kullandı. Ancak sonuçlar yine de hatalarla doluydu. Daha fazla veri işlemeleri gerekiyordu. Oxford İnternet Enstitüsü'nden Viktor Mayer-Schönberger'e göre, "daha sonra Google geldi ve buna basitçe tüm interneti ekledi".

Google bir günde, profesyonel insan çevirmenlerin bir yılda çevirdiğinden daha fazla yazı çevirir. IBM gibi Google'ın çeviri çabaları da pek çok dilde yazılmış belgelerde çapraz gönderme yapacak algoritmaların eğitilmesiyle başladı. Ancak çevirmen, insanların gerçekte nasıl Rusça, Fransızca veya Korece sohbet ettiklerini öğrenirse, sonuçların kayda değer şekilde geliştirilebileceği fark edildi.

Google, dizinini çıkardığı "Babil Kütüphanesi" hikâyesinde Jorge Luis Borges'in hayal ettiği olası her cümleyi içeren fantastik kütüphaneye hızla yaklaşan devasa kelime ağına döndü. Çeviri servisi, artık internette yazılı her Fransızca ifadeyi –mesela İngilizceden–

çeviri çabasını karşılaştırabilirdi. Mayer-Schönberger İngilizce *light* kelimesinin karşılığı olarak Fransızca *lumière*, yani "aydınlanma" mı yoksa *léger*, yani "ağırlık" mı kullanılmalı tercihini örnek gösteriyor. Google kendine Fransızların hangi kelimeyi tercih ettiğini öğretmişti.

Rick Rashid'in aynı şekilde eğitilmiş ve Çin'de tanıttığı Microsoft çeviri servisi gibi Google'ın çeviri servisi de dil hakkında çok sayıda kelime sekansının göreli frekansı dışında bir şey bilmiyordu. Buna rağmen Google, Afrikaancadan Zulucaya, 135 yazılı dil arasında çeviri yapabilir. Bu tür yapay zekâ, temel olarak sonraki kelimenin gelme olasılığını hesaplar. Yani bu sadece bir olasılık meselesidir.

Bu temeller az çok sezgiseldir. Karmaşıklık yüksek miktarda veri arasında kurulan çok sayıdaki korelasyondan gelir. Mesela Google'ın sürücüsüz araçları çevreleri hakkında tahminde bulunabilmek için saniyede yaklaşık bir gigabayt veri toplar. Amazon insanlara, milyonlarca farklı alışverişten milyarlarca korelasyona dayanarak ürün önerdiği için satışta bu kadar başarılıdır.

Rashid'in konuşmasının tercümesi (konuştuğu anda sistem ne söylediğini anında çeviriyordu) istatistiksel yapay zekânın ne kadar kuvvetli olabileceğini gösterdi. Microsoft'tan Chris Bishop, "Bu sistemler mucizeler yaratmaz," diyor. "Ancak sadece çok büyük miktarda veri setlerine bakarak ne kadar ilerleyebildiğimizi görmek bizi sürekli şaşırtıyor."

"Bunu da Beğenebilirsiniz"

Eğer zekâya bu yaklaşımın hile yapmak olduğunu, çünkü algoritmanın aslında zeki olmadığını düşünüyorsanız sıkı durun. İşler daha da kötüleşecek.

Karmaşıklıkta otomatik tamamlama fonksiyonundan sonraki adım, ürün tavsiye aracıdır. En sevdiğiniz alışveriş sitesini düşünün. Bu araç önceki alışverişlerinizi, hatta sadece internet geçmişinizi kullanarak kataloğunda ilginizi çekme olasılığı en yüksek ürünleri bulmaya çalışır. Bunlar milyonlarca alışveriş, arama ve ürün içeren bir veritabanından hesaplanır. Eğitim setinden alınması gereken değişken sayısı burada da şaşırtıcı olabilir: Amazon'un kataloğunda 200 milyondan fazla kullanıcı ve 3 milyondan fazla kitap vardır.

Geçmiş alışverişlere bakarak kullanıcıları ürünlerle eşleştirmek, devasa ölçekte istatistiksel analiz gerektirir. Otomatik tamamlamada olduğu gibi, geleneksel kavrayışa ihtiyaç yoktur; müşterilerin psikolojik modellemesi veya romanların edebi eleştirileri gerekmez. Bazılarının bu araçların "zeki" olarak nitelenmesini sorgulamasına şaşırmamak gerekir. Ancak "öğrenme" kelimesi sorgulanamaz; bu araçlar tecrübe sahibi oldukça gelişirler.

Davranışı Taklit Etmek

İşler daha karmaşık hale gelebilir. İnternet satıcıları sadece satışları değil, siteyi ziyaret eden kullanıcıların her türlü davranışını da takip edebilirler. Sepetinize hangi ürünleri ekleyip çıkardığınız, neleri değerlendirdiğiniz ve istek listenize neler eklediğiniz gibi bilgileri de takip edebilirler. Tek bir alışverişten daha fazla veri çıkartılabilir: alışverişin günün hangi zamanı yapıldığı, adres, ödeme şekli ve hatta

alışverişi tamamlama süresi. Elbette bu milyonlarca kullanıcı için yapılır.

Müşteri davranışları benzer olduğundan, bu bilgi yığını aracın performansının sürekli olarak geliştirilmesi için kullanılabilir. Öğrenen algoritmaların bazıları işlem esnasında uyum sağlamak için tasarlanmıştır; diğerleri ara sıra çevrimdışıyken tekrar eğitilir. Ancak tümü, davranışlarının uyum sağlaması için eylemlerimizden çıkarılan sayısız sinyali kullanır. Bu şekilde sürekli öğrenir ve tercihlerimizi takip ederler. Bazen istediğimizi düşündüğümüz şeyden farklı bir ürünü almamıza şaşırmamak gerek.

Zeki araçlar, nasıl tepki vereceğinizi görmek için bile ürün önerebilir. Bu şekilde bilgi edinmek, satış yapmak kadar değerlidir. İnternet mağazaları pek çok açıdan, müşterilerini keşfetmekle suiistimal etmek arasındaki ince çizgide yürüyen otonom öğrenme araçları olarak iş görür.

Hakkınızda bilmedikleri bir şey öğrenmek, bir şey satmak kadar önemlidir. Satıcılar meraklıdır. E-posta *spam* filtreleri veya tercihlerinizi öğrenip davranışlarınızı tahmin etmesi gereken diğer herhangi bir yazılım da benzer bir strateji kullanır. Bir gün evinizdeki elektrikli aletler de bir sonraki adımınızı tahmin etmek isteyecektir.

Bunlar sadece en basit örnekler. Bilgisayarlar bir sistemin farklı kısımlarında ve çeşitli ölçeklerde aynı veya benzer istatistiksel teknikler kullanarak artık yüzleri tanıyabilir, konuşmayı yazıya dökebilir ve bir dilden diğerine çeviri yapabiliyor. Bazı internet arkadaşlık siteleri bizler için olası sevgililer bile bulabiliyor. Başka bir deyişle, eksiksiz bir şekilde modelleyemeyeceğimiz karmaşık insan davranışını taklit edebilirler ve bunu bizim yapacağımızdan çok farklı bir şekilde yaparlar.

Alışılmadık Durumlar

Makine öğrenimi sadece geçmiş davranışın analiz edilmesi değildir. Yapay zekânın bazen alışılmadık durumlarla başa çıkması gerekir. Yeni bir müşteriye nasıl yardım edilir? Yepyeni bir kitap kimlere önerilir? Bu durumda işin hilesi, benzer müşteriler veya ürünler kullanarak makinelerin genelleme yapmasını sağlamaktır.

Bir hizmeti daha önce hiç kullanmamış bir müşteri bile küçük bir veri izi, örneğin e-posta adresi ve konum vs. bırakır. Benzerlikleri tespit edip kullanmaya *örüntü tanıma* adı verilir; ayrıca *soğuk başlatma* durumlarıyla sınırlı değildir. Aslında genelleme –örüntüleri ve benzerlikleri tespit etme– zeki davranışın temel parçasıdır.

İki ürünün benzer olduğunu söylerken neyi kastederiz? Bir kitabı sayfa sayısı, dili, başlığı, fiyatı, basım tarihi, yazarı, hatta bir çeşit okunurluk sırasıyla tanımlayabiliriz. Bir müşteri için kullanışlı tanımlar yaş, cinsiyet veya konumdur. Makine öğreniminde bu tanımlayıcılara *özellik* veya *sinyal* denilir. Bunları yeterli veriye sahip olduğumuz benzer ürünleri tespit etmek için kullanırız. Makine bu şekilde bir durumu benzeriyle karşılaştırarak genelleme yapabilir ve tecrübelerinden faydalanabilir.

Doğru özelliklerin tercihi, makine öğreniminin en önemli sorunlarından biridir. Örneğin bir kitapta kullanılan yazı tipi, fiyat kadar faydalı bir bilgi olmayabilir. Fotoğraf gibi karmaşık öğelerle uğraşırken bu sorun daha da önemli hale gelir. Bir dakika arayla çekilmiş iki pasaport fotoğrafınızı karşılaştırırsanız bunların saf piksel seviyesinde özdeş olmadıklarını görürsünüz. Böylece bilgisayar bu fotoğraflara tamamen farklı görseller olarak yaklaşır. Bilgisayarın fotoğrafları sadece pikselleri kullanmaktan ziyade daha verimli bir yolla tanımasını, böylece fotoğraflardaki küçük, anlamsız

değişikliklerle kafasının karışmamasını isteriz. Aynı yüzü farklı fotoğraflarda tanımak için görüntünün hangi özellikleri kullanılmalıdır?

Bu, doğal manzaralarda görülen ışık, pozisyon ve arka plandaki değişikliklerle daha da kötü bir hal alan inatçı bir sorundur.

Bu becerinin bir bilgisayara doğrudan programlanması zordur, bu yüzden mühendisler yine makine öğrenimine başvurmak zorunda kalmıştır. *Derin öğrenme* denilen yöntem, bazı alanlarda en iyi sonuçları vermektedir. Daha önceki örneklerde olduğu gibi milyonlarca değişkeni ayarlamak için yine büyük miktarda veri kullanılır.

Öğrenmenin Katmanları

Yapay zekâ araştırmasının anahtarlarından biri derin öğrenmedir. Kulağa tuhaf gelse de aslında yapay zekânın son yıllarda kazandığı çok sayıda veri güdümlü başarının sadece başka bir biçimidir. Derin öğrenme teknikleri, insan beyni ve sinapslarla bağlanan sayısız nöronun eşi benzeri olmayan hesaplama gücünü taklit etmek için tasarlanmış yazılım devreleri olan *nöral ağ* denilen teknolojiye dayanır. Nöral ağlarda pek çok basit işlemci bir araya gelir, böylece birinin çıktısı diğerinin girdisi olarak iş görür. Bu girdilerin ne kadar etkili olduğu tartışılır; ana fikir girdileri tartmak için çıktıları kullanarak ağın kendi kendine konuşmasıdır, temelde tıpkı beynin yaptığı gibi işi sürdürürken öğrenmesidir.

Sadece birkaç yılda, nöral ağlar medikal taramaları okumaktan yüz tanımaya ve araba kullanmaya kadar zor algısal sorunları çözmenin en iyi yolu olarak yer-

leşik teknolojilerin yerini aldı. Bir dizi fotoğraf içinden bir futbol maçının fotoğraflarını seçmeyi düşünün. Yazılımcı, kale direkleri gibi özelliklere bakması için bir algoritma yazabilir ancak bu çok fazla iş gerektirir. Nöral ağ önce resimlerdeki nesnelerin kenarları gibi özellikleri bularak, sonra ise nesneleri ve hatta etkinlikleri bularak bu işi sizin yerinize yapar. Mesela top, saha ve oyuncuların bir futbol maçına işaret etmesi olasıdır. Her bir düğüm katmanı, soyutlamanın farklı seviyelerinde özellikler arar.

Çıktı ve doğru cevap arasındaki boşluk, her zaman –en azından çoğu zaman– doğru cevabı bulmak için tartıyı ayarlaması için geri bildirim olarak verilir. Bir sistemin, eylemleri için pozitif veya negatif ödüllerle eğitilmesine *takviyeli öğrenme* denilir. Yazılımcının verideki anlamlı özelliklerin nasıl yakalanacağını optimize etmek için sadece düğüm ve katman sayısını ayarlaması gerekir. Ancak bir nöral ağın neyi nasıl yaptığını tam olarak söylemek genelde imkânsız olduğundan bu ayarlama bir deneme yanılma yöntemidir.

Aslında insan korteksinin kabataslak bir analojisi olan nöral ağlar, karmaşık matematiksel nesneler halinde geliştirilmiştir. Nöral ağlar ilk defa cisimleştiklerinde özellikle kullanışlı değillerdi; ancak modern donanım ve sahip oldukları devasa veri setleriyle birlikte belirli algısal görevlerde, özellikle görme ve konuşmada en iyi performansı gösterirler. Derin öğrenme tipik olarak büyük makine öğrenim sistemlerinin bileşeni olarak kullanılır.

Perdenin Arkasında

Makine öğreniminin bu somun ve cıvatalarının bir sistemin pek çok parçasına aynı anda uyarlanabildiğini düşünün: Bir arama motoru, isteklerinizi yerine getirmek, sizin için en iyi cevapları sıralamak, arama sonuçlarından bir belgeyi çevirmek ve göstereceği reklamları seçmeyi öğrenmek için bunları kullanabilir. Bunlar sadece yüzeyde olup bitenlerdir.

Sistem kullanıcıların bilinci haricinde farklı yöntemlerin performansını, farklı rasgele kullanıcı alt kümelerinde deneyip karşılaştırarak testler yürütür. Buna *A/B testi* denilir. İnternet servislerini her kullandığınızda perde arkasında test edilen yöntemlerin kalitesi hakkında pek çok bilgi verirsiniz. Tüm bunlar, reklamlara ve satın aldığınız ürünlere her tıkladığınızda yarattığınız gelirlerin üstünedir.

Bu mekanizmalar yeterince basit olsa da bunların devasa bir ölçekte, aynı anda ve sürekli olarak uygulanmaları bize zeki görünen oldukça adaptif bir davranışla sonuçlanır. Google'ın Go oynayan yapay zekâsı AlphaGo, kazanma stratejilerini milyonlarca eski maç üzerinde çalışarak ve kendinin çeşitli versiyonlarına karşı yine milyonlarca maç oynayarak öğrenmiştir; kayda değer bir beceri.

Yine de yapa zekânın ardında yatan mekanizmalar hakkında bilgi edindiğimizde kandırılmış hissediyoruz. Yapay zekâ sistemleri, gerçek zekânın işareti olarak görmek istediğimiz öz farkındalığa ihtiyaç duymadan adaptif ve bir amaca yönelik davranış geliştirir. Lovelace bu önerileri orijinal olmadıkları için bir kenara atabilir ancak filozoflar tartışırken alan ilerlemeye devam etmektedir.

Yeni Bir Düşünme Tarzı

Yapay zekâya veri güdümlü yaklaşım, sadece internetten alışverişin çok ötesinde, artık hayatın her alanını etkiliyor. Örneğin, Rashid'in konuşmasından bir ay sonra Lahey'deki Hollanda Adli Tıp Enstitüsü 13 yıldır kaçan bir katil zanlısını bulmak üzere bir makine öğrenimi sistemi kullandı. Yazılım büyük miktarda DNA örneğini analiz ederek karşılaştırabiliyordu; bunu elle yapmak çok fazla zaman demekti.

Sigorta ve kredi enstitüleri de bireylerin risk profillerini oluşturmak için algoritmalar aracılığıyla makine öğrenimini kucaklıyorlar. Tıp da insanların analiz etmesi için çok büyük olan genetik veri setlerini çözmek için istatistiksel yapay zekâyı kullanıyor. IBM'in Watson ve Google'ın DeepMind benzeri yapay zekâ sistemleri tıbbi teşhisler bile koyabilir. Büyük veri analizi, bizim kaçırabileceğimiz şeyleri görebilir. Hatta bizi bizden daha iyi bilir. Ancak çok farklı bir düşünce tarzı da gerektirir.

Yapay zekânın ilk günlerinde açıklanabilirlik kavramına (bir sistemin aldığı karara nasıl ulaştığını göstermesi gerektiğine) değer veriliyordu. Kural temelli bir sembolik muhakeme sistemi bir karar aldığında, bu kararı neden verdiğinin mantıksal adımlarını insanların takip edebilmesi gerekiyordu. Ancak veri güdümlü bir yapay zekânın mantık yürütmesi, çok sayıda veri noktasının son derece karmaşık istatistiksel analizidir. Bu, *neden* sorusunu *ne* sorusuyla değiştirdiğimiz anlamına gelir.

Becerikli bir teknisyen işin matematiğini takip edebilse de sonuç anlamlı olmayabilir. Microsoft'tan Chris Bishop, karar bir insanın çözümleyebileceği bir dizi kuralla alınmadığından, bu kararın neden alındığının ortaya çıkamayabileceğini söylüyor. Ancak bunun çalışan sistemler için kabul

edilebilir bir değiştokuş olduğunu ekliyor. Geliştirilen ilk yapay zekâlar şeffaftı; ancak başarısız oldular. Bu değişimi eleştirenler oldu ancak Bishop ve diğerleri insani açıklama beklentisinden vazgeçme zamanı geldiğini iddia ediyor. Nello Cristianini, "Açıklanabilirlik toplumsal bir mutabakattır," diyor. "Geçmişte önemli olduğuna karar vermiştik. Artık önemli olmadığını düşünüyoruz."

Bristol Üniversitesi'nden Peter Flach, bilgisayar bilimi öğrencilerine temelde farklı olan bu öğrenme şeklini öğretmeye çalışıyor. Programlama kesinlikler, makine öğrenimi ise belirsizlik dereceleri hakkındadır. Flach daha şüpheci olmamız gerektiğini düşünüyor. Örneğin Amazon bir kitabı önerirken makine öğrenimi yüzünden mi yoksa şirketin elden çıkarmak istediği kitaplardan olduğu için mi o kitabı önerir? Amazon size benzer kişilerin sunduğu kitap seçeneklerini aldığını söylerken "size benzer kişiler" veya "bunun gibi kitaplar" ile ne kastetmektedir?

Büyük Risk

Tehlike, soru sormayı bırakmaktadır. Bizim yerimize kararlar alınmasına, bunu fark etmeyi bırakacak kadar alışabilir miyiz? Zeki makineler artık ev kredisi başvurusu, tıbbi teşhis ve hatta bir suçtan hüküm giyip giymeyeceğiniz gibi önemli kararlar vermeye başladığı için risk de arttı.

Ya tıbbi yapay zekâ birkaç yıl içinde çok içmeye başlayacağınıza karar verirse?* Doktorlar bir nakli reddetmeyi haklı

* Yapay zekânın insan hayatı üzerindeki etkisinin ne boyutta olacağı ve insanın kaderini tayin edip edemeyeceği bugünün en merak edilen sorularındandır. Bu konuda biraz daha distopik bir bakış açısı edinmek isterseniz yapay zekâ üzerine kaliteli bir yapım olan *Westworld* (2016-) dizisinin özellikle üçüncü sezonunu izleyebilirsiniz. (ed.)

çıkarabilir mi? Bu sonuca nasıl ulaşıldığını kimse bilmiyorsa bunu savunmak zor olur. Bazı kişiler yapay zekâya diğerlerinden çok güveniyor. Flach, "İnsanlar bir algoritmanın bulduğu şeyleri kabul etmeye çok hevesli," diyor. "Bilgisayar 'Hayır,' diyor. Mesele budur."

Tam şu an, zeki bir sistem sizin nasıl bir insan olduğunuza dair karar almak üzere olabilir; gelecekte de olacaktır. Harvard Üniversitesi'nden Latanya Sweeney'nin başına geleni düşünün. Bir gün, Google arama sonuçlarına "Hiç tutuklandınız mı?" sorusunu soran reklamların eşlik ettiğini keşfetti. Ancak aynı reklamlar beyaz meslektaşlarına çıkmıyordu. Bu, Google'ın aramasının arkasındaki makine öğreniminin sehven ırkçı olduğunu gösteren bir araştırmayı tetikledi. Korelasyonların kaosunun derinliklerinde genellikle siyahilere verilen isimler, tutuklama kayıtları hakkındaki reklamlarla ilişkilendirilmişti.

Devrilen Çamlar

Son yıllarda bunun gibi pek çok çam devrildi. 2015 yılında Google iki siyahi insanın fotoğrafını otomatik olarak "goril" olarak etiketleyen bir ürünü için özür diledi. Bir yıl sonra Microsoft, saldırgan bir dil kullanmayı öğrendiği için Tay adlı sohbet botunu kullanımdan kaldırmak zorunda kaldı. Her iki durumda da bu algoritmanın değil, onu besleyen eğitim verisinin kusuruydu.

2016 yılı, bir sürücünün Tesla'sını otomatik pilota alması ve yoldaki bir kamyonu tespit edememesiyle sürücüsüz arabalardaki ilk ölümcül kazaya şahit oldu. Parlak gökyüzüne karşı beyaz bir engelin oluşturduğu koşullar alışıldık değildi ve bilgisayar görüşü sistemi basit bir hata yaptı. Bu pazara giren şirketlerin sayısı arttıkça böyle vakaların görülme sıklığı da artacaktır.

Yapay zekâ sistemleri işlerini beklendiği gibi yaptığından haberlere düşmeyen başka sayısız hikâye de vardır. Ancak işlerini tam olarak istediğimiz şekilde yapıp yapmadıklarını öğrenme şansımız yoktur. Makinelere giderek daha hassas kararlar için güvenirken bunları hangi tür veriyle beslediğimize dikkat etmeliyiz. Teknolojinin sadece kendisinin değil, aynı zamanda günlük yaşantımızda kullanımının da daha iyi kavranması gerekir.

Pek çok kişi bu büyük veri çağındaki mahremiyetle ilgili endişelerini dile getiriyor. Ancak Oxford İnternet Enstitüsü'nden Viktor Mayer-Schönberger olasılıksal tahminin suiistimal edilmesi hakkında daha fazla endişelenmemiz gerektiğini ve bu konuda "derin etik ikilemler olduğunu" söylüyor.

Bu dünyada yolumuzu bulmak için yapay zekânın anlamına dair fikirlerimizi değiştirmemiz gerekiyor. Geliştirdiğimiz ikonik zeki sistemler ne satranç oynarlar, ne de insanoğlunun yıkılışını planlarlar. Bristol Üniversitesi'nden yapay zekâ profesörü Nello Cristianini "HAL 9000 gibi değiller," diyor. İnternetteki zamanımıza eşlik ederek bizi bir alışveriş için dürtmekten daha biz fark etmeden davranışlarımızı tahmin etmeye geldiler. Onlardan saklanamayız. İşin püf noktası bu kararların neden verildiğini bilemeyeceğimizi kabul etmek ve kararları fark etmektir: tavsiyeler, matematiksel olasılıklar. Arkalarında bir kâhin yok.

İnsanlar yapay zekâyı kendi suretlerine benzetmeyi hayal ettiklerinde, bu düşünen makinelerle kendi denkleri olarak karşılaşmayı ummuş olabilirler. Yapay zekâ artık yabancı; daha önce hiç karşılaşmamış olduğumuz bir tür zekâ.

Yapay Zekânın Kafasının İçine Göz Atabilir miyiz?

Ne düşünüyorlar acaba? Birinin ne düşündüğünü bilmek, davranışını anlamada önemlidir. Yapay zekâ için de durum böyledir. Bir problem üzerinde uğraşırlarken nöral ağların anlık fotoğraflarını çekmek için kullanılan yeni bir teknik, yapay zekânın nasıl işlediğini kavramamızı ve daha iyi çalışmalarını sağlayacak; ayrıca böylece yapay zekâ daha güvenilir olacak.

Son yıllarda nöral ağlar üzerine inşa edilen derin öğrenme algoritmaları, pek çok yapay zekâ alanında yeni çığırlar açtı. Sorun, bunları nasıl yaptıklarını her zaman bilmememizdir. İsrail Teknoloji Enstitüsü'nden Nir Ben Zrihem, derin öğrenme sistemlerinin birer kara kutu olduğunu söylüyor. "Eğer çalışıyorsa harika. Ama çalışmıyorsa ayvayı yediniz."

Nöral ağlar, parçalarının toplamından fazlasıdır. Çok basit bileşenlerden –yapay nöronlardan– inşa edilirler. Zrihem'e göre "ağda belirli bir noktaya işaret ederek tüm zekânın orada olduğunu söyleyemezsiniz". Ancak bağlantıların karmaşıklığı, belirli bir sonuca ulaşmak için derin öğrenme algoritmasının attığı adımları geriye doğru takip etmenin imkânsız olabileceği anlamına gelir. Böyle durumlarda makine bir kâhin gibi çalışır ve sonuçları güvenilir varsayılır.

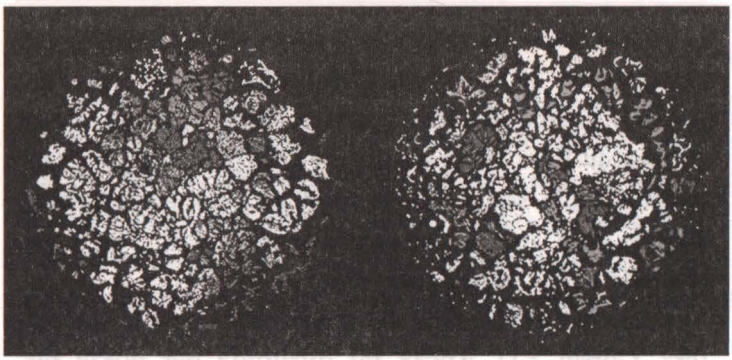
Zrihem ve meslektaşları bu konuya dikkat çekmek için çalışan derin öğrenme görüntüleri yarattılar. Bu tekniğin, algoritmanın bir problem üzerinde çalışırken alınmış fMRI'ı gibi olduğunu söylüyorlar. Görüntü, araştırmacıların nöral ağın çıkmaz sokakları dahil farklı aşamalarını takip etmelerine izin veriyor.

Ekip, görüntüleri elde etmek için bir nöral ağı üç klasik Atari 2600 oyunu (*Breakout, seaQuest DSV* ve *Pac-Man*) oynaması için ayarladı. Derin öğrenme algoritmasının her oyunu oynarken 120.000 anlık fotoğrafı çekildi. Daha sonra bir oyunun tekrarlanan denemelerinde aynı anların karşılaştırılmasına izin veren bir teknikle veriyi haritalandırdılar.

Sonuçlar gerçek beyin taramalarına çok benziyor (*bkz.* Görsel 2.1). Ancak bu durumda her nokta bir oyunun belirli bir zamandaki anlık fotoğrafıdır. Farklı renkler yapay zekânın oyunun o noktasında ne kadar iyi olduğunu gösterir.

Mesela *Breakout*'ta (oyuncu raket ve top ile parlak renkli tuğlalardan oluşan duvarda bir delik açmak zorundadır) ekip algoritmanın kendi kendine keşfettiği bir kazanma taktiği olan, topu duvarın tepesine doğru zorlamak için tuğlalar içinden tünel açmaya çalıştığı, muza benzeyen bir bölge tespit etmeyi başardı. Oyunların baştan sona haritalanması, ekibin algoritmanın bunu art arda gelen oyunlarda nasıl başarılı bir şekilde uyguladığını izlemesini sağladı.

Mükemmel oyun stratejisi geliştirmek eğlencelidir, ayrıca bu taramalar gerçek problemleri çözmek için tasarlanmış algoritmaları belirginleştirmemize yardımcı olur. Örneğin bir güvenlik algoritmasının, bazı durumlarda kolayca kandırılmasına sebep olan bir kusuru olabilir; ya da birinin banka kredisi alıp almayacağına karar vermek için tasarlanmış bir algoritma, belirli bir ırktan veya cinsiyetten insanlara karşı önyargılı olabilir. Eğer bu teknolojiyi gerçek dünyada kullanacaksanız nasıl çalıştığını ve nerelerde başarısız olabileceğini anlamak istersiniz.



Görsel 2.1. Bir nöral ağın "beyin taraması"

Semboller Geri Gönüyor

Nöral ağlarla makine öğreniminin eşsiz bir başarı yakaladığı şüphesizdir ancak mükemmel değildir. Bir sistemi belirli bir görevi yerine getirmesi için eğitmek zaman alır; ayrıca sistem öğrendiği şeyleri başka bir görev için tekrar kullanamaz. Bu sorun, modern yapay zekânın başına bela olmuştur. Bilgisayarlar bizim kılavuzluğumuz olmadan da öğrenebilirler ancak elde ettikleri bilgi, önlerine konulan problemin ötesinde anlamsızdır. Biberondan içmeyi öğrenmiş ama bardaktan nasıl içeceği hakkında fikri olmayan çocuklar gibiler.

Imperial College Londra'dan Murray Shanahan ve meslektaşları, makine öğrenimi tekniklerine modası geçmiş bir yöntemle yaklaşarak, sorunun etrafından dolaşacak bir yol üzerinde çalışıyorlar. Shanahan'ın fikri sembolik yapay zekâyı diriltmek ve modern nöral ağlarla birleştirmektir.

Sembolik yapay zekâ tutmadı çünkü bir yapay zekânın bilmesi gereken her şeyi elle tanımlamanın bunaltıcı olduğu kısa sürede ortaya çıktı. Bunun yerine, modern yapay zekâ dünyayı nasıl tanımlayacağını öğrendi. Ancak bu tanımlar diğer nöral ağlara aktarılamazlar.

Shanahan'ın çalışması görevler arasında bilgi transferine izin vermeyi hedefliyor. Bunun ödülü, yapay zekânın daha hızlı öğrenmesi ve dünya hakkında daha az veriye ihtiyaç duymasıdır. OpenAI şirketinden makine öğrenimi araştırmacısı Andrej Karpathy'nin bir blog yazısında dediği gibi: "Bundan kaçınmaya başlamak için arabamı bir duvara yüzlerce defa çarpmam gerekmez."

Daha İyi Bir Haletiruhiye

Eğer insan seviyesinde performans gösteren bir bilgisayar geliştirmek istiyorsak neden yapay bir beyin yapmıyoruz? Ne de olsa insanlar en gelişmiş zekâ örneğidir; nörobilim de bize bilgiyi nasıl işlediğimiz ve depoladığımız konusunda pek çok yeni öngörü sağlıyor.

İnsan beyni, çoğu durumlarını saniyede 10 ila 100 defa değiştiren, 100 milyar nöronu bağlayan 100 trilyon sinapstan oluşan bir ağdır. Beynimizin planı, resim vb. nesneleri tanımak gibi görevlerde bizi başarılı kılar.

Öte yandan bir süper bilgisayarın yaklaşık 100 trilyon baytlık bir hafızası vardır ve transistörleri bir beyinden yaklaşık 100 milyon kat hızlı çalışabilir. Bu mimari, bir bilgisayarın çok ayrıntılı tanımlanmış, dakik işlemleri daha hızlı yapmasını sağlar.

Ancak bazı işler, görev yapanın değişimine rağmen beyin benzeri işlemden faydalanabilir. Mesela yüzlerin tanınması gibi kesin olmayan görevler, işlemin kesin bir yol izlediği hassas devreler gerektirmek zorunda değildir.

Bazı araştırmacılar beynin düşük güç gereksinimini taklit etmek için beyin benzeri donanımları inceliyor. Beyin tüm hesaplamalarını, oldukça soluk bir ampule eşit olan yaklaşık

20 Watt'ta yapar. Kabaca benzer hesaplamaları yapabilen bir süper bilgisayar 200.000 Watt gerektirir. Diğer araştırmacı gruplar ise beynin bilgiyi aynı yerde işleme ve depolama becerisini öğrenmeye çalışıyor. Bu sebeplere dayanarak beyinden ilham alan yeni bilgisayar devreleri yapma projeleri yürütülmektedir: seridense paralel, dijitaldense analog ve çok daha az güç tüketen.

Sezgisel Düşünme

İnsanlar akılcılık idealinin beklentilerini karşılamada sürekli olarak başarısız oluyorlar. Karar verme süreçlerimizde yaygın hatalar yapıyor ve önemsiz ayrıntılardan kolayca etkileniyoruz. Tüm kanıtlar üzerinde mantık yürütmeden karar vermek için acele ettiğimizde buna sezgilerimize güvenmek diyoruz. Böyle insani tuhaflıkların bilgisayarlarda bulunmamasının onları daha iyi yaptığını düşünürdük, ancak bilişsel bilimlerdeki son araştırmalar bunun tersini söylüyor.

İnsanların birbirlerini tamamlayan, biri yavaş, ölçüp tartan ve çoğunlukla akılcı olan; diğeri de hızlı, dürtüsel ve mevcut durumu geçmiş tecrübeyle eşleştirip hızlı bir sonuca ulaşmamızı sağlayan iki karar verme süreci vardır. Bu ikinci yöntem insan zekâsının bu kadar etkili olmasının anahtarıdır.

Akılcı kısım bilinçli ve makul gözükse de daha fazla zaman ve enerji gerektirir. Karşıdan gelen bir aracın şeridinize doğru kaymakta olduğunu düşünün. Hemen eyleme geçmeniz gerekir: Optimum ancak gecikmiş bir eylem belirlemek adına uzun bir hesaplama yapmaktansa korna çalar, frene basar veya direksiyonu kırarsınız. Bu kısayollar, acil bir durum olmadığında da fay-

dalıdır. Koyu mavi gömlek mi yoksa lacivert gömlek mi giyeceğinize dair optimum bir çözüm hesaplamak için çok fazla beyin gücü harcarsanız önemli kararlar için kullanacağınız zaman ve enerjiyi hızla tüketirsiniz.

Peki yapay zekâ sezgisel bir bileşen içermeli midir? Pek çok yapay zekâ sistemi, bir tanesi duruma hemen tepki verecek, diğeri de daha bilinçli mantık yürütebilecek iki parçaya sahiptir. Bazı robotlar tamamen reaktif olan düşük seviye katmanlar ve bu reaksiyonları baskılayıp daha hedef odaklı davranışı organize eden yüksek katmanlarla geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, örneğin yürüyen robotların engebeli arazide dolaşmasını sağlar.

Yapay zekâya duygu ekleyerek daha iyi kararlar almalarını sağlamak adına benzer bir çalışma yapıldı. Örneğin bir otonom robot aynı eylemi birkaç defa deneyip art arda başarısız olduğunda bir "sinirlenme" devresi, yeni bir yol keşfetmeyi tetiklemek için etkili bir yoldur.

Duyguları simüle eden makineler yaratmak karmaşık bir girişimdir. Yapay zekânın kurucularından Marvin Minsky duyguların beynin yaptığı tek bir şeyden doğmadığını, aksine beynin pek çok kısmını ve beyinle vücut arasındaki bağlantıyı içerdiğini iddia ediyor. Duygular bazı kararları diğerlerine tercih etmemiz için bizi motive eder; bir bilgisayar programının parçalarının da duygular tarafından motive edildiğini varsaymak, daha insani bir zekânın yolunu açabilir.

Minsky, "İnsanlar nadiren tıkanıp kalırlar çünkü her durumla veya işle başa çıkmak için pek çok farklı yöntemimiz vardır," diyor. "Favori yönteminiz başarısız olduğunda genellikle farklı bir yaklaşım bulabilir-

siniz. Örneğin bir işten sıkılırsanız birini o işi yapması için ikna etmeye çalışabilir veya size işi verene öfkelenebilirsiniz. Böyle tepkilerin duygusal olduklarını söyleyebiliriz, ancak yüzleştiğimiz problemlerle başa çıkmamıza yardım ederler."

Sakar Bitler

Teksas'taki Rice Üniversitesi'nden bilgisayar bilimci Krishna Palem düşük güçlü ve beyin benzeri bilgisayarlar geliştiren bir avuç araştırmacıdan biridir. Bilgisayarları dakiklik için herhangi bir ödül kazanmayacak; çoğu zaman doğru toplama işlemi bile yapamıyorlar. Onlar için 2 + 2, 5 bile olabilir. Ancak hatalı aritmetik sizi şaşırtmasın. Palem, programlama için yeni bir şafağı temsil eden makineler geliştiriyor.

Yanlışlık, genellikle kafamızda bilgisayarlarla eşleşen bir özellik değildir. Turing 1930'larda temel kuralları belirlediğinden beri, bilgisayarlar verilen talimatları kesin ve tekrarlanabilir bir şekilde izlemede inatçı olmuşlardır. Hata yapmamaları gerekir.

Ama belki de bilgisayarların hata yapmalarına izin vermeliyiz; sonraki dalga akıllı cihazları çözmek ve yüksek performanslı bilgisayarların duvara toslamasını engellemek için en iyi yol bu olabilir. Günümüzün süper bilgisayarlarının ötesinde karmaşık simülasyonları –iklim değişikliğini daha iyi tahmin eden, daha verimli arabalar ve uçaklar tasarlamamıza yardım eden ve galaksi oluşumunun sırlarını ortaya çıkartan modeller– çalıştırmamızı sağlayabilir. Hatta insan beynini simüle etmemize imkân vererek gizemlerin en büyüğünü bile çözebilirler.

Şimdiye kadar, performans ve enerji verimliliği arasında seçim yapmak zorunda olduğumuzu kabul ediyorduk. Bir

bilgisayar ya hızlı ya da düşük güçle çalışırdı, ikisi birden olamazdı. Daha güçlü akıllı telefonlar daha iyi pillere ihtiyaç duymakla kalmazlar, süper bilgisayarlar da enerji yutucularıdır. Saniyede 1018 işlem yapabilen sonraki nesil *exaflop* makineler 100 Megawatt kadar enerji tüketebilir, bu da küçük bir elektrik santralinin üretimine eşittir. Yani az enerjiyle çok şey yapacak bilgisayarlar geliştirme yarışı başladı.

Bir yöntem, bilgisayarın kodu çalıştırmak için harcadığı zamanı azaltmaktır, çünkü daha kısa zaman daha az güç harcanması anlamına gelir. Yazılımcılar için bu, arzulanan sonuçlara daha hızlı ulaşma yolları aramak demektir. Birkaç şehir arasındaki en kısa rotayı belirlemeye çalışan gezgin satıcı problemini ele alalım. Olası rota sayısı artan şehir sayısıyla katlanarak arttığı için çözülmesi inanılmaz derecede zordur. Palem, kodlayıcıların genellikle en iyisi olmadığını tahmin ettikleri bir rotada karar kıldığını, çünkü daha iyisini yapmaya çalışmanın çok fazla bilgisayar zamanı harcayacağını söylüyor. Bu yaklaşımın daha yeni bir şekli, verilen bir kod için yaklaşık bir sonuca ulaşmak üzere makine öğrenimi algoritması kullanmaktır. Bu zarfın arkasına karalanmış bir hesaplamaya benzer kabataslak cevap program her çalıştığında kodun orijinal parçası yerine kullanılabilir.

Ancak kestirmeden giderek enerji tasarrufu yapmak sizi sadece bir yere kadar götürür. Gerçekten güç tasarrufunda bulunmak istiyorsanız donanımın çalışma şeklini değiştirmeniz gerekir. Bilgisayarlar transistörlerini her zaman tam güçte çalıştırmayarak devasa miktarda enerji tasarrufu sağlayabilirler ancak bu, kesinliği feda etmek anlamına gelir. Palem'in ekibi, bilgisayarları sonuçları kabul edilebilir şekilde yanlış elde etmek üzere ayarlamaktadır. İyi işlediğini düşündüğünüz herhangi bir algoritma, kaputun altında farklı bir fiziksel sistemle ve tam olarak aynı olmayan bir şekilde çözer.

Aç/Kapa

Standart bilgisayar çipleri, açık (1) ve kapalı (0) arasında değişen bir anahtar olarak iş gören *kanal* adlı bir silikon şerit içerir. Değişim, siz gerilim uygulayana kadar kanaldan geçen akımı durduran bir geçitle kontrol edilir. Geçit daha sonra bir barajdaki oluk gibi açılır ve akımın geçmesine izin verir. Ancak bu *bütünleyici metal oksit yarı iletken* (CMOS) teknolojisi, sadece güvenilir 5 voltluk kaynak olduğunda iyi çalışır. Voltu azalttığınızda kanal kararsız hale gelir; bazen değişir, bazen de değişmez.

2003 yılında o zamanlar Georgia Teknoloji Enstitüsü'nde çalışan Palem belanın geldiğini görmüştü. Elektronik endüstrisinin her 18-24 ayda bir çip üzerindeki transistör sayısını iki katına çıkarma becerisinin –Moore yasası olarak bilinen bir minyatürleştirme– sonuna yaklaşıldığı aşikârdı. Bu, büyük oranda aşırı ısınma ve interferans veya yoğun bir şekilde kümelenmiş transistörler arasındaki parazit yüzündendi. Güç, artık önemli bir meseleydi. Ya kararsızlığı bir şekilde enerji tasarrufu yapacak şekilde değerlendirebilseydik?

Palem'in yanıtı, CMOS teknolojisinin kasten kararsız olan olasılıksal bir versiyonunu geliştirmek oldu. Ekibi en önemli parçaları –hassas olmaları gereken değerleri temsil edenleri– düzenli olarak 5 voltluk bir kaynakla beslenen ancak en önemsiz parçaların 1 volt aldığı dijital devreler yaptı. Bir sayıyı temsil eden parçaların en azından yarısı bu şekilde aksatılabilir.

Bunun anlamı Palem'in hesap makinesinin, basitçe iki sayıyı toplayan yaygın bir mantık devresinin olağan hassasiyetle çalışmadığıdır. "İki sayıyı topladığında doğru olana makul yakınlıkta bir cevap veriyor," diyor. "Ancak enerji kullanımında çok daha ucuza geliyor."

Mükemmel Pikseller Yok

Bu milyarlarca transistörü seyreltirseniz ciddi miktarda güç tasarrufu yaparsınız. İşin hilesi, çok önemli olmayan ve kayda değer olmayan uygulamaları seçmektir; örneğin bir pikselin rengini temsil etmek için geniş bir aralıkta numara seçmek. Deneylerin birinde Palem ve meslektaşları piksel verisini ekran renklerine dönüştürürken en önemsiz kısımları hassas olmayan bir şekilde dönüştüren bir video kayıt cihazı yaptılar. İnsan izleyicilerin görüntü kalitesinde çok küçük bir kayıp algıladığını keşfettiler. Palem, "İnsan gözü pek çok şeyin ortalamasını alır," diyor. "İllüzyonları nasıl gördüğümüzü düşünün. Beyin telafi etmek için çok şey yapar."

Bu başarıyla cesaretlenen Rice Üniversitesi araştırmacıları, duyuları ilgilendiren başka bir uygulamaya geçtiler: işitme cihazları. İlk testler, işitme cihazlarında kusurlu dijital işlemin anlaşılabilirliği sadece yüzde 5 azaltırken güç tüketimini yarı yarıya düşürdüğünü gösteriyordu. Sonuçlar, temelde işitsel-görsel cihazlar olduklarından akıllı telefonlarla kişisel bilgisayarlar tarafından tüketilen gücün yarı yarıya düşürülebileceğini gösteriyor. Yapay zekânın görüntü tanınması ve çeviri gibi pek çok uygulaması da bundan faydalanabilir.

Bulut Atlası: İklim Tahminini Geliştirme

Oxford Üniversitesi'nden iklim fizikçisi Tim Palmer bilgisayarlara fazla yüklenmeme konusunda büyük potansiyel olduğunu düşünüyor. Palmer, Palem'in fikirlerine dayanan bilgisayarların şu anda oldukça inatçı olan bir sorunun çözümü olabileceğini de düşünüyor: yeni bir süper bilgisayar nesli için yıllarca beklemeden önümüzdeki yüzyıl için iklim tahminleri-

nin kesinliğini geliştirmek. Palmer, "İklim değişikliği hakkındaki anahtar soru, bulutların küresel ısınmanın etkilerini artırıcı mı yoksa dengeleyici mi olduklarıdır," diyor. "Bulut sistemlerini doğrudan simüle etmeden bu soruyu kesin bir güvenle gerçekten cevaplayamazsınız." Günümüzde bunu nasıl yapacağımız belli değildir.

Günümüzün süper bilgisayarları bunu yapacak güce sahip değil; önümüzdeki on yılda gelmesi beklenen halefleri de enerjiye aç olacak. Palmer, "Günümüzdeki tahminlere dayanarak böyle bir makinenin ihtiyaç duyacağı enerji 100 Megawatt civarında olacaktır," diyor; bu, günümüzün en iyi süper bilgisayarlarının kullandığının beş ila on katıdır. Eriyip gitmediklerini varsayarsak sadece çalıştırmaya bile değmeyecek kadar pahalı olacaklar demektir.

Süper bilgisayarlar genel olarak 64 bit uzunluğundaki numaraları hesaplamak için optimize olduklarından çok fazla güç harcarlar. İlkesel olarak bu onlara daha büyük hassasiyet verir. Ancak iklim modelleri rüzgar, konveksiyon, sıcaklık, hava basıncı, okyanus sıcaklığı ve tuzluluğu gibi etkileşim halindeki karmaşık etmenleri simüle ederek milyonlarca değişken içerir. Palmer bunun sonucunun, işlemeleri gereken çok fazla güç tüketici veri olduğunu söylüyor. İhtiyaç duyulan şeyin, farklı değişkenlerin modelin önemine bağlı olarak çeşitli uzunluklarda veri dizileriyle temsil edilmesi olduğunu düşünüyor.

Bunun çok fazla faydası olabilir. Günümüzün iklim modelleri Dünya atmosferini yaklaşık 100 kilometrekare alanında ve 1 kilometre yüksekliğinde bölgele-

re ayırarak inceler. Palmer kusurlu programlamanın bunu kenarları 1 kilometre olan küplere ayırabileceğini düşünüyor; yani bulutları tek tek modelleyecek kadar ayrıntılı.

Palmer, "20 hesaplamayı kusurlu bir şekilde yapmak, 10 tanesini kesin olarak yapmaktan çok daha faydalıdır," diyor. Bunun sebebi 100 kilometrelik ölçeklerde simülasyonun, gerçekliğin kaba bir yansıması olmasıdır. Hesaplamalar hassas olsa da model değildir. Daha ince taneli bir model elde etmek için hassasiyetten vazgeçmek aslında daha iyi bir kesinlik verir. "Kusurlu bir denkleme kesin bir cevap vermektense kesin bir denkleme kusurlu bir cevap vermek daha değerlidir. Kesin bir denklemden kastım bulutların fiziğidir."

Hassaslık Dereceleri

Elbette sistemin dört bir yanında hassasiyeti düşüremezsiniz. Zorluk, hesaplamanın hangi kısımlarının diğerlerine göre daha kabataslak halledileceğine karar vermektedir.

Araştırmacılar probleme pek çok açıdan yaklaşır. Çoğunlukla iş, yazılımcıların hataların ne zaman ve nerede kabul edilebilir olduğuna karar vermesi için hassaslık eşiği için yollar belirlemesindedir. Daha sonra yazılım sadece güvenli olduğu belirlenen yerlerde kusurlu programlama yapar.

Bazı araştırmacılar, kusurlu simülasyonların nihayetinde beyni anlamamıza yardımcı olacağını düşünmektedir. Mesela IBM'in Blue Gene'i gibi süper bilgisayarlar, İnsan Beyni Projesi'nde [*Human Brain Project*] nörolojik fonksiyon-

ları modellemek için kullanılmaktadır. Gördüğümüz gibi beyin ile süper bilgisayar arasında güç tüketiminde büyük bir fark vardır: Süper bilgisayarlar Megawatt'larca güce ihtiyaç duyarken insan beyni bir ampül için yeterli olan güçle çalışabilir. Bu nasıl açıklanabilir?

Sussex Üniversitesi'nden Tim Palmer ve meslektaşları, rasgele elektriksel dalgalanmaların beyinde olasılıksal sinyaller sağlayıp sağlayamadığını araştırmaktadır. Palmer'ın kuramı, bunun beynin çok daha az güçle çok daha fazla şey yapmasına olanak sağladığıdır. Gerçekten de enerji tüketimini düşük tutmak için şekillenmiş olan beyin, kusurlu programlamanın mükemmel örneği olabilir.

Bariz olan şey, bilgisayarları daha iyi hale getirmek için onları daha kötü yapmamız gerektiğidir. Eğer yaklaşık programlama, programlamanın geleceğinin inşa edileceği sallantılı temelse, bilgisayarların her zaman soyut çalıştığını hatırlamak gerekir. Bir açıdan programlamanın tamamı yaklaşıktır. Bazı bilgisayarlar diğerlerinden daha yaklaşıktır.

Bedene Bürünmüş Zekâ

Bu o kadar basittir ki genellikle gözden kaçırılır: Bizler bedenden ayrı zekâlar değiliz. Zekâmızın dünyayı duyumsama ve onunla etkileşime girme şeklimizle bağlantılı olduğunu düşünmemiz için sağlam sebepler var. Birkaç yapay zekâ araştırmacısının sürekli olarak düşünen makinelerin vücutlara ihtiyaç duyduğu konusunda ısrar etmesinin sebebi budur.

2011 Ocak ayında Max Versace ve Heather Ames iki yenidoğanla meşguldü: oğulları Gabriel ve sanal bir sıçan olan Animat. Gabriel doğduğunda beyni, tüm bebeklerde olduğu

gibi kavramak, emmek ve ebeveynlerinin bulanık şekillerini görmek gibi basit şeyleri yapmasına izin veriyordu. Gerisi ona kalmıştı.

Animat da pek programlanmamıştı. Ancak sanal dünyayla etkileşimi ona kısa sürede renkleri birbirinden ayırt etmeyi ve çevresini anlamayı öğretti. Her ikisi de Boston Üniversitesi'nden olan Versace ve Ames, yaklaşımlarının makine zekâsını robotların daha insani düşünmesi sağlayacak şekilde geliştirebileceğini umuyorlar.

Bunun yapay zekâ için doğru yol olduğu inancı onlarca yıl öncesine dayanır. 1980'lerde Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Rodney Brooks, duvara toslamaktan kaçınabilecek basit bir zekâ bile geliştiremiyorken, işe karmaşık becerileri programlamakla başlamanın ters olduğunu iddia ediyordu. Bunun yerine önceden yazılmamış bir dünyada bağımsız olarak hayatta kalmamızı sağlayan duyuları sağlayan doğayı taklit etmemiz gerektiğini söylüyordu.

Brooks'un fikri işe yaradı. 1989'da merkezi bir kontrol sisteminin yardımı olmadan yolunu bulma becerisine sahip, altı bacaklı böcek-robot Genghis'i [Cengiz] inşa etti. Sensörleri çevresiyle etkileşimle edindiği geri bildirime gerçek zamanlı olarak tepki veriyordu. Mesela robot etrafta dolanırken kuvvet girdileri değişiyordu, bu değişiklikler sonraki hareketlerini yönlendirerek karşılaşmak için programlanmamış olduğu arazide yolunu bulmasını sağlıyordu.

Sonraki on yılda nörobiyoloji, bilişsel bilimler ve felsefedeki araştırmalar, Brooks'un fikirlerinin çok daha yaygın bir şekilde uygulanabileceğini gösterdi. 1990'ların sonlarında Kaliforniya Üniversitesi'nden bilişsel bilimci George Lakoff insan zekâsının da vücudumuz ve duyularımızın çevreyle yaptığı gibi ayrılmaz şekilde bağlı olduğunu öne sürdü. Lakoff ve destekçilerine göre "ete kemiğe bürünmüş zihni-

miz" sadece nesneleri görsel olarak tanımak gibi basit zekâyı değil, karmaşık, soyut düşünceyi de açıklıyordu. Karmaşık, insan benzeri bir zekâ yaratmanın anahtarına sonunda ulaşılmıştı.

Tek bir sorun vardı: Bedene bürünmüş yapay zekâyı güncellemek zordur. Bir robotun sensörlerle dolu gövdesini geliştirmek sadece ekstra fonksiyonlar programlamayı değil, aynı zamanda sensörlerin kendilerini sökmeyi ve yeniden takmayı gerektirir. Bu engellere rağmen bazı araştırmacılar bu fikri bir kenara atamayacak kadar cazip buldu. 2009'da Sussex Üniversitesi'nden Owen Holland, Genghis'e yol açan ilkelerin bazılarıyla modellenmiş insansı robot Eccerobot'u yarattı. Ancak Eccerobot hiçbir zekâ belirtisi göstermiyordu. Yani programlama gücü ve veri güdümlü yaklaşımlar konvansiyonel yapay zekâyı son derece kuvvetlendirmiş olsa da bedene bürünmüş yapay zekâ giderek daralan çemberlerde topallamaktadır.

Sonra Versace, Ames ve ekipleri bedenleşme için fiziksel gövdeyi atlarsanız hâlâ umut olduğunu fark etti. Yeni güçlü ekran kartları sayesinde bilgisayar oyunu tasarımcıları, bir robotun gövdesi, yaşadığı çevre ve hatta ikisi arasındaki etkileşimin altında yatan karmaşık fizik dahil her şeyi simüle edebilirler.

Ekip bedenleşmede hile yapmak için bu ilerlemeleri kullandı. Gerçek bir gövde üzerinde cebelleşmek yerine, sentetik sensörleri titizlikle oluşturulmuş sanal bir ortamla etkileşime girecek sanal bir vücut yaptılar. Bu şekilde dezavantajların hiçbiriyle uğraşmak zorunda kalmadan bedenselleşmiş yapay zekânın tüm avantajlarından faydalanabileceklerini iddia ediyorlardı. Eğer işe yararsa bedene bürünmüş yapay zekânın evriminde ileri sarabileceklerdi.

Hayvan Zekâsı

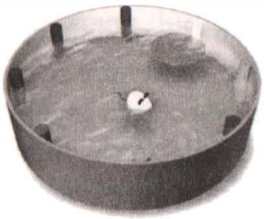
Animat, Versace'nin ekibi tamamı biyolojinin gerçekçi taklitleri olan yüzlerce –renkli görüş, motor fonksiyonu ve anksiyete gibi pek çok– nöral modelden oluşan beynini çalıştırdığı gün dünyaya geldi. Bu, tıpkı Gabriel'in beyninin bir oyuncağa uzanmak için beşik boyutlarını hesaplamayan beyni gibi bir dizi kesin komut içermedikleri anlamına geliyordu.

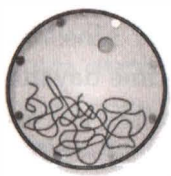
Yani Genghis gibi Animat da öğrenip hareket etmek için, deride ve retinada bulunanlar gibi sensörlerle donanmış sanal gövdesinden gelen geri bildirime dayanıyordu. Ancak Genghis'in aksine Animat'ın her parçası göz açıp kapayıncaya kadar güncellenebilirdi.

Çevresi de yerçekimi gibi gerçek dünyanın fizik kanunlarına uyuyor ve Animat'a gerçekçi duyusal bilgi veriyor. Örneğin sanal retinasına ışık vurarak renkli görüş sağlamakta ve düzgün bir şekilde kalibre edilmiş kuvvetler –su ve hava basıncı vb. için– uyarılan derisine uygulanmaktadır. Böyle girdilerin farklı kombinasyonları Animat'ın reaksiyonlarını güdüler.

Animat'ın sanal dünyası, hepsi farklı renkte çok sayıda direkle çevrelenmiş dev bir mavi yüzme havuzudur (*bkz.* Görsel 2.2). Animat, araştırmacıların nöral modellerine dahil ettiği kaygı dürtüsü sayesinde gerçek sıçanlar gibi sudan nefret eder. Sudan kaçmanın tek yolu, su yüzeyinin altına gizlenmiş küçük platformu bulmaktır. Kaygıyı ortadan kaldıran bu platformu bulmayı ne kadar hızlı öğrendiği, Animat'ın zekâsının tabi tutulduğu testtir.

İlk deney başarısız oldu: Animat rasgele örüntülerle bir saat çılgınca yüzdükten sonra araştırmacılar testi sonlandırdı. Ancak havuza ikinci defa bırakıldığında Animat'ın yüzme örüntüsü değişti. Bu defa yeni örüntüde 45 dakika yüzdükten sonra platforma denk geldi. Sudan çıktığında kaygı seviyesi hızla düştü ve bu ödül, onu oraya getiren bağlantıları





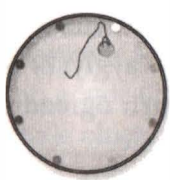
Deney 1
Animat rasgele yüzer ve platformu bulamaz.



Deney 2
Animat farklı bir örüntüyle yüzer ve nihayetinde platformu bulur.



Deney 3
Animat artık direklerin rengini kılavuz olarak kullanarak platformu daha hızlı bulabiliyordur.



Deney 4
Dördüncü denemede Animat plartformu bulmak için doğrudan beyaz direğe yüzer.

Görsel 2.2. Sanal Animat, gerçek bir sıçanın renkli görüşü, yön bulma becerisi ve su nefretine sahip olacak şekilde programlandı. Sudan çıkmanın tek yolu beyaz direğin yanındaki gizli platformu bulmaktır.

kuvvetlendirdi. Örneğin platformun yakınındaki direklerin rengini ve oraya giden yolu aşağı yukarı biliyordu.

Gerçekten de Animat suya üçüncü defa bırakıldığında, doğru renkteki direkleri aradığından platformu bulmak için çok daha az zaman harcadı. Dördüncü denemede tereddüt bile etmedi ve doğrudan platforma doğru yüzdü.

Bu ilk deneyler ne kadar verimli olsa da sanal dünya sadece bir prova alanıdır. Gerçek test, sanal bedende eğitilmiş bir beyin gerçek bir bedene nakledildiğinde yapılacaktır. Nihai amaç, gerçek dünyada bağımsız bir şekilde hareket edebilen bir robot yapmaktır.

Mars Sıçanı

Böyle makine zekâlarının sunduğu olasılıklar, NASA'nın neden konuya dahil olduğunu açıklar. Biyolojik zekâya sahip bir Mars aracı görüş, kendini dengelemek ve zorlu arazide yolunu bulmak için nöral ağları kullanmayı öğrenerek sürekli insan denetimi ihtiyacını ortadan kaldırabilir. Bu yüzden ekip, Animat için kraterlerine kadar gerçekçi sanal bir Mars hazırladı.

Animat biyolojik benzerleri gibi öğrenmek üzere tasarlandığından bazı tanıdık sorular ortaya çıktı. Animat acı hissedebilir miydi? Nihayetinde Animat, tüm negatif desteğini yoğun kaygı şeklinde ve pozitif desteğini gizli platforma ulaştığındaki ani rahatlama şeklinde alıyordu.

Ne Versace ne de Ames Animat'ın bilinç kazanacağına inanıyor ancak konu görüldüğü kadar saçma olmayabilir. Hissetmek zekâ ve bilinç arasında önemli bir köprüdür. Bazı bilişsel bilimciler kaygı ve rahatlama gibi temel destek mekanizmalarının, tam olarak insan bilincinin ortaya çıkış şekli olduğunu düşünmektedir. Bilinç hissi –kırmızı görmek veya acı hissetmenin içsel tecrübesi– yüksek bir bilinçten değil, çevreyle basit bir etkileşimden gelir.

Turing Testinin Ötesinde

Turing Testinin bir sorunu, kimsenin neyin testi geçtiğine dair fikir birliğine varamamasıdır. Turing 1950'lerde, yirmi birinci yüzyılda bilgisayarların testi yaklaşık yüzde 30 sıklığında geçebileceğini tahmin etmiştir. Bazıları bunu makinenin kandırması gereken uzman yüzdesi olarak yorumlamış ve 2014'te Londra'da Royal Society'de bir sohbet botunun testi geçtiğine dair manşetlere yol açmıştır. Başkaları ise yüzde 50'yi geçer not olarak görüyor.

Ancak bir sohbet botu uzmanları kandırmayı başarsa bile bu bize zekâsı hakkında bilgi vermez. Bunun sebebi, testin sonuçlarının notları etkileyen soru seçimlerine ve uzmanların teknik kavranış seviyesine bağlı olmasıdır.

Sonuç olarak yapay zekâ araştırmacılarının çoğu, makinelerini denemek için Turing Testinden daha güvenilir yollar tercih ediyor. Sadece son birkaç yılda bile algoritmalar günlük sohbet âleminin ötesinde insan performansını yakaladı, hatta onu geçmeye başladı.

Massachusetts Amherst Üniversitesi'nden Erik Learned-Miller, "Zamanımı Turing Testini geçmek yerine bilgisayarlara görsel dünyayı tanıtmaya çalışarak harcıyorum, çünkü bunun zekâya giden daha hızlı bir yol olduğunu düşünüyorum," diyor. Learned-Miller, Labeled Faces in the Wild [Yabanda Etiketlenmiş Yüzler; LFW] veri setinin arkasındaki isimlerden biri. Bu set, internet üzerinde 13.000'den fazla yüz resmi ve isimden oluşan bir koleksiyon olarak yüz tanıma algoritmalarının genelgeçer standardı haline geldi.

Derin öğrenme, nöral ağlardaki donanım ve yazılım gelişmeleri sayesinde bu alanda büyük ilerlemeler oldu. 2014'te Facebook, insan ortalaması olan yüzde 97,5'in hemen altında, yüzde 97,25 başarıyla çalışan DeepFace algoritmasının ayrıntılarını paylaştı.

Learned-Miller, "Bunu başardıklarında, insanlar doğru yolun bu olduğunu fark ettiler," diyor. Ona göre teknolojinin büyük isimleri arasında silahlanma yarışı başladı. Google'ın FaceNet'i 2015'te yüzde 99,63'e ulaştı; insanlardan daha iyi. Learned-Miller bunun tam olarak doğru olmadığını, çünkü performansımızı kesin bir şekilde ölçmenin zor olduğunu söylüyor. Ancak makinelerin artık insanlarla karşılaştırılabilir olduğu söylenebilir.

Büyük şirketler de kendi algoritmalarını, etiketlenmiş fotoğrafların daha genel koleksiyonu ImageNet adlı bir veri setiyle test ederek ImageNet ile ilişkilendirilmiş yıllık bir yarışma olan Büyük Ölçekli Görsel Tanıma Yarışması'nı kazanmak için çabalamaktadırlar. Microsoft'un bu işlemde insanlardan biraz daha yüksek puanlar alan bir algoritması vardır.

Sırada Ne Var?

Yarışmanın organizatörlerinden, Carnegie Mellon Üniversitesi'nden Olga Russakovsky, algoritmaların fotoğrafları sadece bin kategoriden birinde sınıflandırması gerektiğine işaret ediyor. Bu, insanların yapabildiğine kıyasla çok küçüktür. Russakovsky gerçek zekâ gösterebilmeleri için makinelerin bir fotoğrafın geniş kapsamı ve fotoğraf çekildikten bir saniye sonra neler olabileceğine dair çıkarımlar yapmaları gerektiğini söylüyor. Son nesil fotoğraf tanıma sistemleri tam olarak bunu yapmaya başlamıştır.

İnsanlar kısmi bilgiye dayanarak karar vermek zorunda kaldığında, başkalarının bu durumda ne yapacaklarını kestirmeye çalışırlar. Bazı araştırmacılar belirsizlik karşısında mantık yürütülen poker gibi oyunlara bakmamız gerektiğini söylüyor. Poker makineler için satrançtan çok daha zor bir oyundur. Poker botları, profesyonel insan oyuncuları oyunun en

Kimin Yapay Zekâsı Sınıf Birincisi?

Sınıftan gelen değerlendirmeler de ilgi çekiyor. 2015'te ConceptNet adlı bir yapay zekâ sistemi, "Neden yazın güneş kremi süreriz?" gibi sorularla okulöncesi çocuklar için tasarlanmış bir IQ testi kullanılarak denendi. Cevapları 4 yaşında ortalama bir çocuk seviyesindeydi. 2016 yılında To-Robo adlı bir sistem Japonya'nın ulusal üniversite giriş sınavının İngilizce bölümünü geçti. Seattle'daki Allen Yapay Zekâ Enstitüsü'nden Peter Clark ve meslektaşları, Aristoteles adlı bir yapay zekâyı New York eyaleti fen sınavlarına soktu.

Ancak herkes ikna olmadı. New York Üniversitesi'nde bilgisayar bilimci Ernest Davis, yapay zekânın sağduyu olarak adlandırdığımız şey karşısında bocaladığına işaret ediyor. Bu bakış açısıyla, sıradan sınavlar makinelerin gelişimini ölçmek için en iyi yol olmayabilir. Davis bunun yerine makineler için özel sınavlar hazırlanmasını öneriyor. Sorular insanlar için saçma ancak cevaba internetten bakmak için de çok açık olabilir: "Bir karpuzu katlayabilir miyiz?" sorusu gibi.

zor biçimlerinden biri olan Heads-Up No-Limit Texas Hold 'Em'de yenmeye başladı. Carnegie Mellon Üniversitesi'nden Tuomas Sandholm, "Pokeri test olarak çok seviyorum çünkü yapay zekâyı kandırmak için geliştirilmedi," diyor. "İnsanları yenebilmek için gerçekten zeki olmalısınız."

Turing Testinden geriye gerçekten bir şey kaldı mı? Loebner Ödülü'nü dağıtan Yapay Zekâ ve Davranış Simülasyolu Araştırma Klübü'nden Bertie Müller, yarışmanın kısmen gelenek icabı sürdürüldüğünü söylüyor. Bugün

hayatta olsaydı Turing'in kendi testinin zekâ için en iyi test olmayabileceğini söyleyeceğini de ekliyor. Müller için daha iyi test, yapay zekâyı çeşitli çevrelerde gözlemlemek olabilir; bir çocuğu oyuncak dolu bir odaya koyup ne yapacağını izlemek gibi. Bir çocuğun zekâsına üstün gelecek makinelerden henüz çok uzağız.

3.

Yapabileceğiniz Her Şey: Yapay Zekâ Nasıl İnsanları Zekâsıyla Alt Etti?

Bir makine, yapabileceğiniz her şeyde sizden daha iyi olabilir. Bu tam olarak doğru değildir ancak bu düşünce giderek yaygınlaşıyor. Derin öğrenmedeki hızlı gelişmelerle bilgisayarlar, oyun oynamaktan bir görselde ne olduğunu tanımaya kadar çeşitli görevlerde bize meydan okuyor veya üstün geliyor. Bu makineler, büyük bir insan ekibinin bile yetişemeyeceği hızda ve büyük ölçekte çalışabiliyor. Ve daha çok şey yaptıkça dünyamızın nasıl işlediğine dair daha çok şey öğreniyorlar.

Oyunlar: Yapay Zekâ Go, Poker ve Daha Fazlasına Girişiyor

Makine öğreniminin en ünlü başarılarından biri 2016'da, AlphaGo adlı algoritma Go oyununda Güney Koreli usta Lee Sedol'ü mağlup ettiğinde geldi (*bkz.* Görsel 3.1). Gözlemcilerin çoğu böyle bir yapay zekâdan on yıl uzakta olduğumuzu düşünüyordu. Oyunlar yapay zekâ performansı için uzun süredir mihenk taşıdır. IBM'in Deep Blue'sunun 1997'de satranç şampiyonu Garry Kasparov'u mağlup etmesi, yapay zekâ devriminin ilk adımı olarak selamlanmıştı. Bu defa da çok farklı değildi.

AlphaGo bundan birkaç ay önce, DeepMind –Google'ın 2014 yılında satın aldığı yapay zekâ şirketi– yapay zekâsı Avrupa şampiyonu Fan Hui'yi 5-0 mağlup ettiğini açıkladığında ilk defa manşetlere çıktı. Bu DeepMind'ı, oyunun son zamanlardaki baskın gücü kabul edilen Lee'ye meydan okuması için teşvik etti.

Fan'a karşı oynanan maç gizli olsa da ikinci maç Seul şehir merkezinin kalbindeki Four Seasons otelinde düzinelerce kamera ve yüzlerce muhabir önünde oynandı. Google'ın AlphaGo'su Lee Sedol'e karşı oynarken basın, biri İngilizce, diğeri Korece yayın yapan iki ayrı konferans odasını doldurmuştu ve maç dünyanın ilgisini çekmişti.

AlphaGo, Lee'yi 4-1 mağlup ederek Go camiasını şoka uğrattı ve dünyayı adeta salladı. Ancak en şaşırtıcı olan



Görsel 3.1. Güney Kore'de Go, dövüş sanatlarına eşdeğer görülür.

mağlubiyet değil, yapay zekânın bunu nasıl başardığıydı. Google'ın kurucularından Sergey Brin izlemek üzere Seul'e gittiği, seriyi garantileyen üçüncü galibiyetten saatler sonra *New Scientist*'e konuştu. "AlphaGo'nun gerçekten sezgileri var. Güzel hamleler yapıyor. Hatta çoğumuzun düşününebileceğinden daha güzel hamleler yapıyor."

Kore Artçı Şoku Yaşıyor

Mağlubiyetin ardından azim gelir. Zaferinin ardından Silikon Vadisi'nde AlphaGo şerefine kadeh kaldırılıyordu. Ancak Güney Kore'nin ruh hali farklıydı. Burada oyun, televizyon sözleşmelerini ve şirket sponsorlarını dikte ediyordu. Araştırmacılar üniversitelerde oyun üzerinde tam zamanlı çalışıyorlardı.

Google'ın AlphaGo'sunun Koreli büyük usta Lee Sedol'ü mahvetmesini izlemek ulusu şoka sokmuştu, özellikle de ulusal kahraman AlphaGo'yu güvenle bozguna uğratacağını iddia ettikten sonra. Ama sonuç, yapay zekânın gücünü ortaya koydu.

Lee'nin ilk mağlubiyetinin ardından Güney Kore'nin en büyük günlük gazetelerinden biri olan *Joongang Ilbo*'nun Go muhabiri Jeong Ahram, "Dün gece çok kasvetliydi; pek çok kişi alkol aldı," dedi. "Koreliler yapay zekânın insan tarihini ve insan kültürünü yok edeceğinden endişe ediyor. Bu duygusal bir şey."

Belki de en sinir bozucu olan, AlphaGo'nun hamlelerinin güzelliğiydi. Seul Ulusal Üniversitesi'nden bilim felsefecisi Jang Dae-Ik, *The Korea Herald*'a şöyle söyledi: "Bu; bir makinenin insanlığın alanı olduğu düşünülen öngörü, yaratıcılık ve iletişimde insanları geçmesi insan evriminin tarihinde olağanüstü bir vaka."

"Bundan önce yapay zekânın yaratıcılığı olmadığını düşünüyorduk," dedi Jeong Ahram. "Artık yaratıcı olduğunu biliyoruz ve artık daha zekiler." Güney Kore basınında manşetler çoğalıyordu: "Yapay Zekânın Korkutucu Evrimi" ve "AlphaGo'nun Zaferi ... Yapay Zekâ 'Fobi'sini Yayıyor".

Bazıları Lee'nin mağlubiyetinin bıraktığı etkinin Güney Kore eğitim-öğretiminde bir devrimi başlatacağında iyimser. Güney Kore'deki bilim internet sitesi HelloDD.com'dan gazeteci Lee Seok-bong "yapay zekâ konusunda çok zayıf" olduklarını söylüyor. "Şimdiye kadar Kore halkı yapay zekâ hakkında pek bir şey bilmiyordu. Ancak bu maç sayesinde artık her Koreli bu konuyu biliyor."

Alan Kuşatmak

Go oyunu, alan ele geçirmek için siyah ve beyaz taşlarla hareket eden iki oyuncuyla oynanır. 8x8'lik satranç tahtasındaki yaklaşık 10^{50} olası konfigürasyona karşı 19x19'luk tahtada oynanır ve 10^{171} olası sonuca izin verir. Ölçek hakkında fikir edinmek için, evrende 10^{80} atom olduğunun tahmin edildiğini düşünün. DeepMind'ın kurucularından Demis Hassabis, "Go, muhtemelen insanlığın geliştirdiği en karmaşık oyundur," diyor.

DeepMind'ın AlphaGo yazılımı, oyunu bu kadar başarılı oynayabilmek için çok sayıda nöral ağ kullanır. "İdare" ağı, usta insan oyuncular tarafından yapılmış ve yazılıma oyunun olası sekanslarını tahmin etmeyi öğreten yaklaşık 30 milyon hamleden oluşan bir veritabanıyla öğrenir. Daha sonra kendi versiyonlarına karşı binlerce maç yaparak kendini geliştirir. Bu ağ daha sonra mevcut tahta durumuna göre kazanma şansını tahmin eden bir "değer" ağıyla beslenir. Daha sonra her iki ağ, hangi yolun en yüksek kazanma şansını sağladığını belirlemek için oyundaki olası hareketlerden ağaç gibi gözüken "Monte Carlo ağacı araması"na beslenir. Ağlar ağacı budayarak faydasız veya riskli hamleleri eler ve Monte Carlo aramasını hızlandırır. Bu budama, AlphaGo'ya avantaj kazandırır.

AlphaGo'nun yaklaşımı Deep Blue'nunkinden önemli ölçüde farklıdır çünkü satranç oynayan yazılıma göre her hamlede binlerce sayıda daha az pozisyon değerlendirmektedir. Başka bir deyişle, AlphaGo çok sayıda olası hamleden hangisinin daha akla yatkın olduğunu bulabilir ve bunlara odaklanmak için daha az zaman harcar.

AlphaGo aynı zamanda insan oyuncuların göz önüne almaları pek olası olmayan hamleler yaparak zekâ parıltısı da gösterir. Örneğin Lee'ye karşı ikinci maçındaki 37. ham-

lesini ele alalım. AlphaGo, insanlığın 2500 yıllık Go tarihinde tamamen beklenmeyen bir hamle yaptı. Bir insan oyuncunun yapacağı her şeyin aksine, tahtanın bir köşesinde bir grup taş bırakıp diğer köşede bir hamle yaptı. Hamle Lee'nin güvenini sarstı, birkaç dakikalığına odadan çıktı ve nasıl tepki vereceği üzerinde 15 dakika düşündü. Başlangıçta bazı yorumcular AlphaGo'nun hata yaptığını düşünmüştü, ancak bunun zaferi garantileyen hamle olduğu ortaya çıktı. 37. hamle, AlphaGo'nun sezgi denilebilecek bir şeye sahip olduğunun kanıtı olarak gösterilir.

AlphaGo büyük galibiyetinden sonra, mağlup Avrupa şampiyonu Fan Hui dahil en iyi oyunculara karşı antrenman yaparak gelişmeye devam etti. 2017 Mayıs'ında AlphaGo, dünya sıralamasında birinci oyuncu olan Ke Jie'ye karşı üç maçı da kazandı. Çin Go Federasyonu, DeepMind'ın yapay zekâsını profesyonel "9-dan" unvanıyla ödüllendirdi. Ancak yeteneklerini keskinleştiren sadece makine değildi. Fan Hui, yapay zekânın insani olmayan stilinden bir şeyler öğrenmenin onu çok daha iyi bir oyuncu yaptığını söyledi. Hui, yapay zekâ ile birkaç ay çalıştıktan sonra dünya sıralamasında 500'den 300. sıraya çıktı.

DeepMind gözünü yeni zorluklara dikmiş durumda. Hassabis, "Umudumuz bu tekniklerin bir gün, iklim modellemeden karmaşık hastalık analizine kadar toplumun en zor ve acil problemlerine hitap etmemize yardımcı olacak şekilde genişletilmesidir," diyor. Bu IBM'in Deep Blue hakkında söylediklerinin aşağı yukarı aynısıdır; ancak satrancı çözmek bir yapay zekâ devrimine yol açmadı. Bu defa farklı olan şey AlphaGo'nun öğrenme yönteminin onu daha geniş ufuklu yapmasıdır, bu da anahtar olabilir. Kullandığı temel teknikler, Deep Blue'nun yaklaşımına göre başka alanlarda kullanılmaya çok daha uygundur.

Röportaj: Yapay Zekâ Adına Hareket Etmek Nasıl Bir Şey?

Google DeepMind'dan Aja Huang, 2016'da Lee Sedol'e karşı oynadığı beş maçta AlphaGo'nun taşlarını hareket ettirdi.

Bir yapay zekânın fiziksel *avatarı* olmak nasıl bir duygu?

Oldukça ciddi hissediyorum. Bu, ekibin sıkı çalışması olduğundan hata yapmak istemiyorum. Ayrıca Lee Sedol'e saygı duymak için çok çabalıyorum. O bir usta.

İlk maçtan önce Lee ile birbirinize reverans yaptınız, siz AlphaGo olmasanız da.

Resmi bir maçtı ve birbirimize saygımızı gösterdik. AlphaGo adına reverans yaptım.

AlphaGo'nun hamleleri sizi şaşırttı mı?

Evet, elbette. Ne?! Buraya mı oynayayım? Özellikle de 2. maçta 37. hamledeki omuz... Ekranda göründü ve vay canına!

Taşları hareket ettirme şekliniz farklılık gösteriyor mu?

Eğer AlphaGo özgüvenliyse ben de özgüvenli oynarım. Özellikle iyi olduğunu düşündüğüm bazı hamlelerde biraz daha ağır oynarım.

Lee için nasıl gözüküyordu?

Bence onun için yeni bir tecrübeydi. Bir insana karşı oynamaktan çok farklıydı. Bilgisayar soğuktur. Duygu yoktur. Yani muhtemelen onu çok rahat hissettirmedi.

Ona sempati duydunuz mu?

Her zaman AlphaGo'nun tarafındayım ancak sempati duydum. Lee'nin yaşadığı baskıyı hissediyordum. AlphaGo'yu 5-0 yenebileceğini söylemişti ama umduğundan çok farklı sonuçlandı. Ancak ona bir usta olarak saygı duyuyorum.

Yüksek Puanlar

Sadece masa üzeri oyunları yenik düşmedi. 2015'te DeepMind sadece ekranı izleyerek bilgisayar oyunu oynamayı öğrenebilen bir yapay zekâ geliştirdiğini açıkladı. Yapay zekâ oyuncu, Atari 2600'de 49 farklı oyun oynamak için eğitilmiş ve 23'ünde profesyonel bir insanın en yüksek puanını geçmişti. Yazılıma oyunun kuralları anlatılmamıştı; bunun yerine oyunun durumunu incelemek ve hangi eylemlerin en yüksek puanı getirdiğini ortaya çıkarmak için *derin nöral ağ* adlı bir algoritma kullanmıştı.

Yapay zekâ en iyi performansını basit *pinball* ve boks oyunlarında gösterdi; tuğla sıralarını temizlemek için topu sıçratmak gereken Atari klasiği *Breakout*'ta da yüksek puanlar aldı. Tercübeli *Breakout* oyuncularının kullandığı bir hileyi, bir tuğla sütunundan tünel açarak arka duvardan topu zıplatmayı bile başarmıştı. Hassabis, "Bu bizim için büyük bir sürpriz oldu. Strateji tamamen oyunun altında yatan sistemden ortaya çıktı," dedi.

Bir Atari oyununu seyretmek, saniyede 2 milyon piksellik veriyi işlemeye eşdeğerdir. Bu, Google'ın kendi büyük veri setlerini analiz etmek için yapay zekâsını kullanma niyetinde olduğuna işarettir. Yapay zekâ oyun kodundan veri beslenmek yerine ekranı izleyerek öğrendiği için bir olasılık, yapay zekânın görsel ve video verilerini analiz etmek için kullanılabileceğidir.

Yapay Zekâ Şimdi Hangi Oyunu Oynamalı?

Uzmanlar şunları öneriyor:

Diplomacy

Londra Üniversitesi'nden Mark Bishop, oyuncuların toprak ve kaynaklar için rekabet ettikleri masa üstü strateji oyunu *Diplomacy*'yi öneriyor. Bishop, AlphaGo'nun "sembollerin hiçbirinin ne anlama geldiğini bilmediğini" söylüyor: "O kadar ustaca manipüle edilmiş ki Go oynadığının farkında bile değil." *Diplomacy* mevcut ve gerçek yapay zekâ arasındaki engellerin çoğunun somutlaşmış halidir. "Hamleler yazılı olarak iletildiği için teoride bir bilgisayarın bu oyunda iyi olması beklenir." Ancak ilk olarak Turing Testini geçmesi gerekir; insan oyuncular kimin yapay zekâ olduğunu fark ederlerse ona karşı birlik olabilirler.

StarCraft

Go oyununda herhangi bir anda olası 300 hamle olabilir. Yüzlerce birim içeren bir strateji oyunu olan *StarCraft*'ta ise 10.300 hamle olabilir. Kaliforniya Üniversitesi'nden Stuart Russell, "Gelecekteki tüm olası hamle sekansları bir kenara, mevcut durumdaki olası hamlelerin tümünü bile inceleyemezsiniz," diyor. Yapay zekâ bunun yerine daha yüksek bir seviyede eylemlerini ve hedeflerini göz önüne almak ve oraya ulaşmak için bir plan yapmak zorunda olacak; bu da daha gerçek problemlerin daha geniş bir aralığına uygulanabilen mantık yürütme yöntemleri gerektirir.

Dungeons & Dragons

Kaliforniya Politeknik Eyalet Üniversitesi'nden Julie Carpenter'a göre "AlphaGo insan benzeri bir gerçeklik

veya inanılabilirliği kanıtlamaya veya çürütmeye çalışmıyor, aksine tamamen hedef olaklı çalışıyor: oyunu kazanmak". Carpenter, yapay zekâyı bir rol yapma oyununun ortasına atmanın ilginç olacağını söylüyor. Burada bir makinenin hedefleri o kadar da açık olmayacaktır. Başarılı olabilmek için sosyal iletişim ve daha yüksek seviyede durumsal farkındalığa sahip olması gerekir.

Hile yapmak

İnsan oyuncular, bir sonraki hamlede ne yapacaklarına dair ipucu edinmek için rakiplerinin yüz ifadelerini ve beden dillerini okuyabilir. Ayrıca yanlış yönlendirme gibi aldatmaca taktikleriyle avantaj sağlayabilirler. Bir robot bu sahte davranışları başarılı bir şekilde tespit edebilir ve hatta yakalanmadan hile yapabilir mi? Georgia Teknoloji Enstitüsü'nden Ronald Arkin'e göre "oyundaki bu çarpıtmalar, günümüzün yapay zekâsı tarafından çözülen büyük ölçüde matematiksel zorlukların ötesindedir".

Gerçek dünya

Imperial College London'dan Murray Shanahan şöyle söylüyor: "Yapay zekâyı diğer oyunlarda görme konusunda özellikle hevesli değilim. Bir algoritmayı veya yeni öğrenme yöntemlerini test etmek faydalıdır, ancak hakiki sınır gerçek dünyadır. Makine öğrenimi günlük hayatı kavramada Go'daki kadar başarılı olduğunda insan seviyesinde yapay genel zekâya yaklaşmış olacağız."

Tüm Kozlar Oynandı

2017 Ocak ayında bilgisayarlar 20 günlük bir poker turnuvasını kazanarak oyunlarda insanlara karşı bir zafer daha elde ettiler. Libratus adlı yapay zekâ, Pensilvanya'daki bir kumarhanede dünyanın en iyi dört Heads-Up No-Limit Texas Hold 'Em poker oyuncusuna karşı oynadı. 120.000 elin sonunda Libratus poker fişlerinde 1,7 milyon dolardan büyük bir farkla kazandı.

Pokerde iyi olan bir yapay zekâ kayda değerdir çünkü poker bir "noksan bilgi" oyundur: Oyuncular rakiplerinin kartlarını asla bilemezler, bu yüzden oyunun hali hakkında asla eksiksiz bir görüşe sahip olamazlar. Bu, yapay zekânın rakibinin nasıl oynadığını hesaba katması ve iyi bir eli olduğunu veya blöf yaptığını ortaya çıkarmamak için yaklaşımını değiştirmesi gerektiği anlamına gelir.

Bu zafer yapay zekâ için başka bir önemli dönüm noktasıdır. Libratus'un algoritmaları pokere, hatta sadece oyunlara bile özgü değildir. Yapay zekâya herhangi bir strateji öğretilmemiştir, bunun yerine verilen bilgiye –bu durumda poker kurallarına– dayanarak kendi oyun tarzını geliştirmesi gerekmiştir. Bunun anlamı, Libratus'un noksan bilgiye dayanan bir tepki gerektiren herhangi bir duruma uygulanabilecek olduğudur.

Gündelik hayat noksan bilgiyle doludur. Carnegie Mellon Üniversitesi'nde yapay zekâ geliştiren araştırmacılar bunun siber güvenlik, pazarlık, askeri durumlar, açık artırmalar ve daha pek çok şeyde uygulanabilir olduğunu düşünmektedir. Ayrıca yapay zekânın tedavi planlarını oyun stratejisi olarak algılayıp enfeksiyonlara karşı mücadeleyi nasıl destekleyebileceğine de bakmışlardır.

Libratus'un üç ana kısmı vardır. İlki, oyun başladığında yapay zekânın kullanabileceği büyük bir strateji listesi

hesaplar. Turnuvanın başlangıcında Libratus hesaplamada 15 milyon saat geçirerek stratejilerini keskinleştirir. "Oyun sonu çözücü" denilen ikinci kısım her bir elin sonucunu tahmin etmek için yapay zekânın rakiplerinin yaptığı hataları –karşıdakilerin istifade edebileceği noktaları– hesaba katar.

Yapay zekânın son kısmı, sonraki seanstan önce nasıl oynayacağını değiştirmek için kendi stratejik zayıflıklarına bakar. Bu rakiplerinin suistimal ettiği, başka bir oyuncunun fark ettiği ifşa işaretleri vb. olabilir. Bu önemlidir çünkü son turnuvada insan oyuncular yapay zekânın farklı kartları olduğunda nasıl oynadığını keşfetmiş ve buna göre ortaya ne koyacaklarını değiştirmişlerdi.

Turnuvadaki profesyonel oyunculardan Jason Les, Libratus'u "çılgın derecede iyi" olarak tanımlamış, stratejisinin zamanla iyileştiğini ve her geçen gün yenilmesinin daha da zorlaştığını fark etmişti.

Hızlı ve Öfkeli

2016 yılında Facebook'un yapay zekâ yazılımının bir haftada, muhtemelen insanoğlunun tüm tarihi boyunca yaptığından daha çok harita çıkarabileceğini öğrendik.

Sosyal ağ, yapay zekâ sisteminin gezegenimizin yüzde 4'ünü kapsayan bir harita inşa etmesinin iki hafta sürdüğünü açıkladı. Bu Dünya'nın kara yüzeyinin yüzde 14'üydü ve uzaydan çekilmiş, düzenlenmiş ve gösterdiği yollar, binalar ve yerleşim yerlerinin dijital bir temsili olarak izlenmiş 21,6 milyon kilometrekarelik fotoğrafa denk geliyordu. Facebook daha iyisini daha hızlı yaparak tüm Dünya'nın haritasını

bir haftadan kısa bir sürede çıkartabileceğini söylüyor. Facebook'un hedefi, çevrimdışı kişilere internet sağlama planlamasına yardımcı olacak haritalar yapmaktır.

Bu, teknolojinin en önemli fenomeninin –insanların işini gerçekten hızlı yapan bilgisayarlar– şimdiye kadarki en kesin örneğidir. Nasıl çalıştığımızı geri dönülmez şekilde değiştirecek ve nasıl bilgi edindiğimiz, büyük projelerde nasıl işbirliği yaptığımız, hatta dünyayı nasıl kavradığımız konularında büyük etki gösterecek.

Bu model, tek bir ulustan insanların işaretlendiği sadece 8000 uydu fotoğrafıyla eğitildikten sonra farklı 20 ülkeyi haritalamayı başardı. Şirket daha sonra süreci, aynı haritalamayı sadece birkaç saatte yapabilecek kadar geliştirdi. Fotoğraflara sahip olduğunu varsayarsak, tüm Dünya'yı yaklaşık altı günde haritalayabilir. Haritalamayı yapay zekâ sisteminin gösterdiği ölçekte yapmak, herhangi büyüklükte bir insan ekibinin on yıllarını alır; insanların veya kurumların başa çıkması için yapılmış veriden daha fazla veri vardır.

Facebook'un harita çıkaran yapay zekâsı, muhtemelen şu anda gezegende insan görevlerini bizden daha hızlı ve büyük ölçekte tamamlayan binlerce dar –tek bir işe odaklanmak için eğitilen– yapay zekânın örneklerinden sadece biridir. Cenevre'deki CERN parçacık fiziği laboratuvarı, çarpışma verisindeki kütlede motifler bulmak için derin öğrenmeyi kullanır; ilaç şirketleri de hiçbir insanın derinlerine inemeyeceği veri setlerinde yeni ilaç fikirleri bulmak için bunu kullanmaktadır. Kurumlara derin öğrenme sistemleri konusunda yardımcı olan Alison Lowndes artık herkesle çalıştığını söylüyor: hükümetler, doktorlar, araştırmacılar, ebe-

veynler, perakendeciler ve hatta gizemli bir şekilde mezbahalar.

Heyecan verici olan, tüm nöral ağların Facebook'un haritalama yapay zekâsı gibi ölçekleyebileceğidir. Bir taramada kanser belirtilerini tespit edebilen bir dar yapay zekânız mı var? Güzel. Elinizde veri varsa gezegendeki her insanı birkaç saatte kanser için tarayabilirsiniz. Hisselerde bir çöküşü nasıl tespit edeceğini bilen bir yapay zekânız mı var? Harika. Dünyanın en büyük yirmi borsasını ve aynı anda şirketlerin ayrı ayrı hisse fiyatlarını aynı anda izleyebilirsiniz.

Dar yapay zekânın gerçek gücü yapabileceği şeyde değildir; çünkü performansı asla bir insanınki kadar iyi olmayacaktır. Facebook'un yapay zekâsının ürettiği haritalar, Mapbox gibi ısmarlama harita çıkaran bir şirketin ürettikleri kadar iyi olmayacaktır. Ancak Google, Facebook ve Microsoft laboratuvarlarında üretilen akıllı sistemler, bilgisayarlarda çalıştıkları için güçlüdür. İnsan işlerinin geleceği, bir işi saniyede 50 defa ortalama kalitede mi yapmanın yoksa birkaç dakikada bir insan kalitesinde yapmanın mı daha iyi olduğuyla belirlenecektir.

Görmeyi ve İşitmeyi Öğrenmek

Kameralar artık her yerde; telefonlarımızda, evlerimizde ve kamuya açık yerlerin çoğunda; dünya yazılımlarla giderek daha fazla izleniyor. Örneğin bir fotoğrafta ne olduğunu ayırt edebilen bir yapay zekâ, çekip sosyal medyaya yüklediğimiz yüz milyarlarca fotoğrafı kategorize etmemize yardımcı olabilir. Bu görmek istediğimiz şeyleri bulmamıza ve çok sayıda

yasadışı veya saldırgan içeriği taramamızı sağlayabilir, bunu elle yapmak artık mümkün değildir. Görüntü tanıma ayrıca makinelerin insan dünyasını daha iyi anlamasına ve bu dünyada hareket etmeyi öğrenmesine yardımcı olmaktadır.

Hâlâ gidilecek çok yol var, özellikle tahmin edilemeyen gerçek dünya düşünüldüğünde. Ancak yapay zekâ bazı testlerde, bireysel yüzler dahil bir görselde ne olduğunu bizden daha hassas bir şekilde tespit edebiliyor. Yine de dinleyip izleyebilen makinelerin gücü, bunu insan gözleri veya kulaklarından daha iyi yapabilmelerinde değildir. Güçleri, programlamanın tüm uygulamaları gibi hız, ölçek ve işlem yapmanın göreceli olarak ucuzluğundan gelir. Büyük teknoloji şirketlerinin çoğu konuşmayı anlamak için nöral ağlar geliştiriyor ve daha önce zor veya imkânsız olan veri setlerini araştırmaya açıyor.

Dünya Nasıl İşler?

Bir görseldeki nesneleri seçmek zordur; bir manzaranın daha geniş içeriğini anlamak ise çok daha zordur. Makinelerin dünyayı daha iyi anlamalarını sağlamanın bir yolu, onları geleceği tahmin edebilecek şekilde eğitmektir. Örneğin Facebook'taki araştırmacılar, görsellere bakarak daha sonra ne olacağını tahmin edebilecek bir yapay zekâ üzerinde çalışıyor. Bu yapay zekâ, bir noktadan olası bir gelecek için birkaç karelik bir video oluşturabilir.

Bu teknik üzerinde tek çalışanlar Facebook araştırmacıları değil. Yapay zekâya bir durumun nasıl sonuçlanabileceğini tahmin etmeyi öğretmek, şimdiki zamanı idrak etmesine yardımcı olabilir. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Carl Vondrick, "Dünyamızda çalışan herhangi bir robotun temel bir *geleceği tahmin etme* becerisi olması gerekir. Oturmak üzereyken sandalyeyi altınızdan çekecek bir robot istemezsiniz," diyor.

Dizginleri Ele Almak

Makinelerin hâlâ fiziksel dünyayla etkileşimde yetersizdir. DeepMind büyük Go maçı için hazırlanırken başka bir Google ekibi daha sıradan bir galibiyete hazırlanıyordu. 2016 yılında yayınlanan bir videoda robotik pençeler, makas ve sünger gibi ev eşyalarına uzanıp bunları kavrıyordu. Bu görevi yüz binlerce defa tekrarlayarak kendi kendine basit el-göz koordinasyonunu öğreniyordu. Deneme yanılma yöntemiyle robotlar bir nesneye uzanıp kesintisiz tek bir hareketle kaldırmayı öğrenene kadar kavramada giderek daha iyi oldular.

Aynı hafta Facebook yapay zekâlarından birinin, tahta bloklardan kulelerin yıkıldığı videolar izleyerek kendine dünyayı nasıl öğrettiğini açıkladı. Amaç fiziksel nesneler hakkında önceden yazılı kurallara dayanarak bir yargıya varmaktansa insan yavrularının yaptığı gibi sezgi edinmekti.

Makinelerin bir çocuğun sezgileri aracılığıyla gerçek dünyayla başa çıkmasını sağlamak, yapay zekâ araştırmacıları için büyük bir zorluktur. Karmaşık bir oyunda ustalaşmak etkileyicidir ancak çocuk oyuncaklarıyla oynayan yapay zekâlar aramalıyız. Go'nun karmaşıklığına rağmen oyunun zorlukları kesin kurallarla belirlenmiştir. Gerçek dünyada nadiren böyle lüksler bulunur.

Seattle'daki Allen Yapay Zekâ Enstitüsü'nün CEO'su Oren Etzioni, "Dürüst olmak gerekirse 5 yaşındaki çocuğum AlphaGo'dan çok daha akıllı," diyor. "Bir insan çocuğu kayda değer şekilde daha gelişmiş, daha esnek, alışılmadık durumlarla başa çıkmada daha becerikli ve daha sağduyuludur."

Tüm bunlara rağmen robot-pençe deneyi, Go'da ustalaşmak için kullanılan makine öğrenimi tekniklerinin makinelere el-göz koordinasyonu öğretmek için de kullanılabileceğini gösteriyor. İnsanlar yapay zekâyı, başarı ve hatalardan aldığı geri bildirimle becerilerini geliştirerek bize daha benzer hale getirmeye çalışıyor. İki aylık bir sürede robot-pençe ekibi nesneleri kaldırmaya çalışan 14 robotik manipülatörü filme kaydetti. 800.000'den fazla kavrama denemesi daha sonra bir nöral ağa geri beslendi.

Araştırmacılar robotun seçimlerini güdüleyen güncellenmiş bir algoritmayla makinelerini test etti. Bazıları sepetleri iki parmakla kavrayarak kaldırılması zor olan not kâğıtları, ağır zımbalar ve yumuşak veya küçük nesnelerle doldurdu.

Sonuç olarak robotlar denemelerin yüzde 80'inde bir şeyleri kavramayı başardı. Ayrıca ekibin "konvansiyonel olmayan ve açık olmayan kavrama stratejisi" olarak tanımladığı bir şey geliştirdiler: nesnelerin ebatlarını nasıl ölçeceklerini öğrenmek ve buna göre davranmak. Örneğin, robot sert bir nesneyi her kenara bir parmak dayayarak kavrıyordu. Ancak kâğıt mendil gibi yumuşak nesnelerde bir parmağı kenara, diğerini de ortaya koyuyordu.

Facebook ekibi de benzer bir yaklaşım izledi. Rasgele konfigürasyonda dizilen renkli tuğlaların 180.000 bilgisayar simülasyonunun yanı sıra yıkılırken veya yerinde duran gerçek ahşap tuğla kulelerin videolarıyla algoritmalar eğittiler. Sonunda en iyi nöral ağlar, simüle edilmiş tuğlaların düşüşünü denemelerin yüzde 89'unda doğru olarak tahmin etti. Yapay zekâ

gerçek tuğlalarla daha başarısız oldu ve denemelerin sadece yüzde 69'unda doğru tahmin edebildi. Sonuç, sanal tuğlalarla insan tahminlerinden daha iyi ve gerçek tuğlalar içinse insanlarla aynıydı.

Bunun gibi araştırmalar, makinelere doğru cevapları vermeyi gerektiren ve standart bir yaklaşım olan *gözetimli öğrenme*den uzaklaşıyor. Bunun yerine öğrenme algoritmanın sorumluluğu haline geldi. Makine bir tahminde bulunur, başarılı olup olmadığını öğrenir ve sonra tekrar dener. AlphaGo da kısmen, insan oyuncuları allak bullak eden hamleleri yapmasını sağlayan deneme yanılma yaklaşımıyla eğitilmiştir.

Yapay zekânın bir çocuğa üstünlük kurması gereken başka bir beceri sadece bir işi değil, pek çok işi iyi yapmaktır. Etzioni böyle bir zekânın muhtemelen on yıllarca uzakta olduğunu söylüyor. "İnsan akışkanlığı, bir görevden başkasına geçmek hâlâ başka bir yapıda bulunamaz."

Vondrick ve meslektaşları bir yapay zekâyı görsel paylaşım sitesi Flickr'dan alınmış kumsallar, golf sahaları, tren istasyonları ve hastanede bebek görselleri içeren 2 milyon video kullanarak eğitti. Yapay zekâ bir defa eğitildikten sonra, tek bir görsel gösterildikten sonra ne olacağını tahmin edebilir. Bir tren istasyonu fotoğrafı verildiğinde platformdan ayrılan bir tren videosu oluşturabilir. Veya bir kumsal fotoğrafı, üst üste gelen dalgaların hareketini canlandırmasını sağlayabilir.

Videolar insan gözüne biraz bulanık gelebilir; yapay zekânın hâlâ öğrenmesi gereken pek çok şey var. Örneğin istasyondan ayrılan bir trenin nihayetinde görüntüden çık-

ması gerektiğinin farkında değildir. Bunun sebebi, sağduyu dediğimiz dünyanın kuralları hakkında önceden bilgi sahibi değildir. 2 milyon video –yaklaşık iki yıllık görüntü– her şeyin nasıl işlediğini anlamak için elindeki tek veridir. Bu on yaşında bir çocukla veya milyonlarca yıllık evrimden geçmiş insanlarla karşılaştırıldığında çok fazla değildir.

Ekip yapay zekânın hayal gücünü ileri taşıyabileceği daha uzun videolar yaratmaya çalışıyor. Neler olacağını tam olarak tahmin edemeyebilir ancak bize alternatifler sunabilir. Vondrick, "Nihayetinde bu makul, olası gelecekleri hayal edebilen sistemler geliştirebileceğimize inanıyorum," diyor.

Saatler Süren Sıradan Video

Pensilvanya Üniversitesi'nden araştırmacılar EgoNet adlı bir nöral ağı, insanların kafalarına bağlanmış GoPro kameralarıyla çekilmiş saatler süren sıradan videolarla besleyerek dünyayı kendi gözleriyle görmek üzere eğitmektedir.

Gönüllüler her sahnede dikkatlerinin nereye odaklandığını göstermek için günlük hayatlarından videoları kare kare yorumlamak zorundaydı. Daha sonra görüntüyü bir bilgisayara beslediler ve EgoNet'e ne yaptıklarını tekrar tekrar sordular. Bu veri bir kişinin dokunmak üzere olduğu veya daha yakından baktığı şeyleri seçerek tahmin yapmak üzere eğitilmesini sağladı. Örneğin, kulpu size dönükse bir kahve bardağını kaldırmanız daha olasıdır. Benzer şekilde bir bilgisayarı kullanmak isteyen biri, önce klavyeye yaklaşır.

Ekip EgoNet'i yemek yapan insanları, oynayan çocukları ve parkta koşan köpeği gösteren görüntülerle test etti. EgoNet'in insanlara rakip olmak için hâlâ alması gereken çok yol var; ancak araştırmacılar sistemin bir versiyonunun çocuklarda olağandışı davranışları tespit etmek için doktorlara yardım etmede faydalı olabileceğini umuyorlar.

Augur adlı başka bir projede, Stanford Üniversitesi'nden araştırmacılar bilgisayarların kişinin gözünden çekilmiş videoda neler olduğunu anlamasını sağlamaya çalışıyor. Ancak Augur, yorum içeren görüntüler yerine çok farklı bir veri seti kullanıyor: İnternet yazı topluluğu Wattpad'den 1,8 milyon kelimelik kurgu alındı.

Üzerine Düşünülecek Meseleler

Kurgu insan yaşamının derinliğini tanımladığı için insan davranışı üzerine tahminler yapmada harika bir kaynaktır. Hikâyeler aynı zamanda bilgisayarların üzerine kafa yorabileceği mantıksal bir sekans sağlayan anlatı yapısına sahiptir.

Augur görüntüde bir nesneyi tespit ettiğinde, insanın daha sonra onunla ne yapacağını tahmin edebilmek için okudukları arasında kazı yapar. Mesela bir tabak tespit ederse birinin muhtemelen yemek yemeyi, pişirmeyi veya bulaşık yıkamayı planladığı çıkarımını yapabilir. Eğer uyanıp çalar saatinize bakıyorsanız, Augur yataktan kalkmak üzere olduğunuzu tahmin edebilir.

Kurgunun bir dezavantajı Augur'a dramatik bir eğilim vermesidir. Telefon çaldığında küfretmeye başlayıp telefonu duvara fırlatacağınızı düşünebiliyor. Daha sıradan senaryolar kullanarak sistemi ayarlamak, Augur'a herkesin bir pembe dizide yaşamadığını öğretmeye yardımcı olabilir. Araştırmacılar böyle bir sistemin insanlara meşgul olduklarını fark ettiklerinde gelen aramaları tarayarak veya pahalı ürünlere bakarken yakaladıklarında alışveriş bütçelerini hatırlatarak yardımcı olabileceğini düşünüyorlar.

Facebook araştırmacıları da yapay zekâlarını kurguyla eğitti. Veri setlerinden biri *Orman Çocuğu Mogli, Peter Pan, Küçük Kadınlar, Bir Noel Şarkısı* ve *Alice Harikalar Diyarında* gibi çocuk klasiklerindenn metinler içeriyordu. Daha sonra

yapay zekâdan, okuduğunu anlayıp anlamadığını test etmek için hikâyelerdeki olayları tanımlayan cümlelerdeki boşlukları tamamlaması istendi.

Facebook araştırmacıları böyle sorulara cevap verebilmenin, bir yapay zekânın karmaşık bilgi parçalarını tanımlayıp hatırlamada önemli bir beceri olan bir durumun geniş kapsamından çıkarım yaparak kararlar verebileceğini gösterdiğini iddia ediyordu. Benzer düşünme teknikleri Facebook'un, kısa hikâyelerde nesneler arasındaki ilişkiler hakkında temel sorulara cevap verilmesini içeren başka bir zekâ testine yol açtı.

Röportaj: Bilgisayarlara sağduyu aşılayabilir miyiz?

Facebook'un devam eden pek çok yapay zekâ projesi var. New York Üniversitesi'nden bilgisayar bilimleri profesörü ve Facebook'un yapay zekâ direktörü Yann LeCun, görüntülerle metinlerin karmaşık –bir görselde veya hikâyede ne olduğu, nasıl bir araya geldiği ve ondan sonra neler olacağı– kavrayışına sahip yapay nöral ağlar geliştiriyor. 2015 tarihli bu New Scientist *röportajında LeCun bu teknolojinin neler yapabileceğini açıklıyor.*

Önünüzdeki büyük zorluklar nelerdir?

Büyük zorluk gözetimsiz öğrenme, yani makinelerin sadece dünyayı gözlemleyerek sağduyu edinebilme becerisidir. Bunun için henüz elimizde bir algoritma yok.

Yapay zekâ araştırmacıları neden sağduyu ve gözetimsiz öğrenmeyle ilgilenmelidir?

Çünkü insanların ve hayvanların genelde kullandığı öğrenme şekli budur. Öğrenmemizin neredeyse tama-

mı gözetimsizdir. Dünyanın nasıl işlediğini, insanlar bize her şeyin ismini söylemeden gözlemleyerek ve yaşayarak öğreniriz. Yani makinelerin hayvanlar ve insanlar gibi gözetimsiz öğrenmelerini nasıl sağlarız?

Facebook'un bir görselde ne olup bittiği hakkında basit soruları yanıtlayabilen bir sistemi var. Bu sistem, insanlar tarafından yapılan yorumlarla mı eğitildi?

İnsan yorumları ve yapay olarak oluşturulan sorular ve cevapların bir kombinasyonu. Görseller zaten içerdikleri nesnelerin bir listesine veya kendilerinin bir tanımına sahip. Bu listeler ve tanımlardan resimde olan nesneler hakkında sorular ve cevaplar oluşturabilir, daha sonra soruyu sorduğunuzda cevabı kullanacak bir sistem eğitebiliriz. Aşağı yukarı böyle eğitilir.

Yapay zekâ sisteminizin zorlandığı belirli soru tipleri var mı?

Evet. Kavramsal şeyler sorarsanız iyi bir iş çıkarmayacaktır. Nesnelerin varlığı veya yokluğu ve nesneler arasındaki ilişkiler gibi belirli soru türleri üzerinde eğitildi ancak yapamayacağı pek çok şey var. Yani mükemmel bir sistem değil.

Bu sistem, Facebook veya Instagram tarafından otomatik olarak fotoğraf çekmek için kullanılabilir mi?

Fotoğraf çekmek biraz farklı bir yöntem kullanır ama benzerdir. Bu elbette Facebook kullanan görme engelliler için çok faydalı. Veya diyelim ki araba kullanıyorsunuz ve biri size bir fotoğraf gönderdi ama telefonunuza bakmak istemiyorsunuz, "Fotoğrafta ne var?" diye sorabilirsiniz.

Kullandığınız derin öğrenme ve görüntü hisseden evrişimli sinirsel ağların çözemeyeceğini düşündüğünüz problemler var mı?

Bugün yapamayacağımız şeyler var ama kim bilir... Örneğin bana on yıl önce, "Yüz tanıma için evrişimsel ağlar mı yoksa derin öğrenme mi kullanmalıyız?" diye sormuş olsaydınız bunun asla işe yaramayacağını söylerdim. Ama aslında işe yaradı.

Nöral ağların neden bunu yapamayacağını düşündünüz?

O zamanlar nöral ağlar genel kategorileri tanımada çok iyi değildi. Mesela işte bir araba; hangi araba olduğu veya hangi konumda olduğu önemli değil. Veya bir sandalye; çok farklı olası sandalye vardır ve bu ağlar verilen örnek ve pozdan bağımsız olarak *sandalyeliği* veya *arabalığı* çıkartmada ustadır.

Ancak kuş türleri veya köpek soyları, bitkiler ya da yüzleri tanımak gibi binlerce veya milyonlarca kategori olduğunda ve kategoriler arasındaki fark küçük olduğunda *ince taneli tanımaya* ihtiyacınız vardır. Derin öğrenmenin bunun için en iyi yaklaşım olmadığını, başka bir şeyin daha iyi işleyeceğini düşünüyordum. Yanılmışım. Kendi tekniğimin gücünü küçümsedim. Şu anda zor olduğunu düşündüğüm, ancak ölçeği büyüttüğümüzde işe yarayacak pek çok şey olabilir.

Facebook, mühendislerin bir bilgisayara *Yüzüklerin Efendisi*'nden bir parça verdiği ve sonra hikâye hakkında sorular sorduğu bir deney yaptı. Bu Facebook'un makineler için yeni zekâ testinin bir parçası mı?

Bu o çalışmanın, altında yatan teknikler kullanılarak yapılan devamı. Bunun üzerinde çalışan grup, bir makinenin cevaplaması gereken bir dizi soru belirledi. "İşte sana bir hikâye; bu hikâye hakkındaki soruları cevapla." Bazıları sadece basit gerçeklerdi. "Ari telefona cevap verdi," dersem ve sonra "Ari'nin telefonu nerede?" diye sorarsam, sistem telefonun Ari'nin elinde olduğunu söylemelidir.

Peki ya insanların etrafta dolandıkları bütün bir hikâye ne olacak? "Bu iki kişi aynı yerde mi?" diye sorabilirim; soruya cevap verebilmek için fiziksel dünyayı tanımanız gerekir. "Şimdi odada kaç kişi var?" gibi sorulara cevap vermek istiyorsanız önceki cümlelerin tamamında odaya kaç kişinin girdiğini hatırlamanız gerekir. Bu sorulara cevap verebilmek için mantık yürütmelisiniz.

Makinelere gelecek tahmininden önce sağduyuyu mu öğretmeliyiz?

Hayır, ikisini de aynı anda yapabiliriz. Bir sistemi tahmin yapması için eğitirsek, makine bu tahmini yaparak baktığı dünyanın yapısı hakkında çıkarımlarda bulunacaktır. Buna bir örnek Eyescream; rasgele sayılar beslediğiniz ve öte tarafta doğal görünen resimler çıkartan bir nöral ağ. Ona bir uçak veya bir kilise kulesi çizmesini söyleyebilirsiniz ve eğitildiği şeyler için ikna edici görünen resimler üretebilir.

Yani resim üretebilmek bulmacanın bir parçasıdır; çünkü videolarda daha sonra ne olacağını tahmin etmek istiyorsanız önce resim üretebilen bir modele sahip olmanız gerekir.

Bir model ne tür şeyleri tahmin edebilir?

Bir sisteme bir video gösterir ve "Videoda bir sonraki kare neye benzer?" diye sorarsanız, bu o kadar da karışık değildir. Pek çok şey olabilir ancak hareketli nesneler muhtemelen aynı yönde harekete devam edecektir. Ancak "Bir saniye sonra video nasıl görünecek?" diye sorarsanız pek çok şey olabilir.

Peki ya bir Hitchcock filmi izliyosanız ve size "15 dakika sonra film nasıl gözükecek?" diye sorarsam? Katilin kim olduğunu çözmek zorundasınız. Bu problem çözmek dünya ve insan doğası hakkında her şeyi tamamen bilmeyi gerektirir. İlginç olan da budur.

Beş yıl sonra derin öğrenme hayatlarımızı nasıl değiştirecek?

Keşfetmekte olduğumuz şeylerden biri kişisel uşak fikri, yani dijital uşaktır. Bunun aslında bir ismi yok ancak Facebook'ta "M Projesi" olarak adlandırılıyor. Dijital bir uşak, Facebook'un sanal asistanı M'nin uzun vadeli bilimkurgu versiyonu; *Aşk* [*Her*; 2013] filminde olduğu gibi.

Açık Seçik

Makineler sadece öğrenmiyorlar, aynı zamanda dinliyorlar da. Ses tanıma son birkaç yılda hızlı bir ilerleme kaydetti. Artık sadece konuşarak telefonumuzdan internette bir şeyi arayabildiğimiz veya bir hatırlatma koyabildiğimiz için bunu çantada keklik olarak görmeye çok yakınız. Amazon'un Echo'su ve Google Home gibi cihazlar sadece onlarla konuşarak kontrol edilebiliyor. Güvenlik endüstrisi de, örneğin kırı-

lan bir pencereyle yere düşen bir şarap kadehi arasındaki farkı anlayabilen akıllı bir hırsız alarmına yatırım yapmaktadır.

Ses tanıma nasıl oldu da birden her yere girdi? Aynı hikâye: Teknolojinin son zamanlardaki sıçramaları makine öğrenimi ve onu eğitmek için mevcut olan devasa veri yığını sayesindedir. San Francisco'da akıllı ses arayüzleri üreten Expect Labs'ın CEO'su Tim Tuttle'a göre "ses tanımada son üç yılda, geçmiş otuz yılda yapılandan daha büyük gelişme gösterildi".

Hâlâ aşılması gereken birkaç tepe var. Aksanlar ve arka plan gürültüsü; hatta sesleri daha yüksek olan ve dilbilgisi kurallarını ihlal etmeye daha yatkın olan çocuklar da bazen teknolojiyi şaşırtıyor. Ancak güçlü ses tanıma sistemlerinin potansiyeli devasadır. Engelli kişiler makineleri daha kolay çalıştırabilirken meşgul olanlar veya işlerinde ellerini kullanmaları gerekenler bir dijital asistandan faydalanabilir; doktorların sağlık kayıtlarını dikte etmek için ses tanımayı kullanması gibi.

Pek çok şirketin şu anda üzerinde çalıştığı rüya, sadece ne söylediğimizi anlamakla kalmayıp tıpkı bir kişisel asistan gibi ihtiyaçlarımızı öngörüp tahmin edebilecek bir sistemdir. Bunun işe yarayabilmesi için sistemin muğlak veya belirsiz kelimelerle yapılan karmaşık aramaları anlayabilmesi veya insanlara taleplerinde neyi anlamadığını iletebilmesi gerekir. Ayrıca önceki sohbetleri de hatırlaması gerekir; örneğin eylül ayında Atlanta'ya bir uçak bileti bakmışsam, sonra "Bir de otel istiyorum," dersem sistem ben bu bilgiyi tekrarlamadan zaman ve mekân çıkarımını yapmalıdır.

Günlük konuşmanın belirsizliği ve muğlaklığıyla başa çıkabilecek bir makineden hâlâ birkaç yıl uzaktayız. "Ödül kahverengi bavula sığmıyordu çünkü o çok büyüktü," cümlesindeki zamirin neyi kastettiğini anlamak bile çok büyük bir meseledir.

Anahtar Kelime

Bir makine öğrenim sistemini hapishane telefon hattına bağlarsanız bir insan gözlemcinin asla fark etmeyeceği sırları bulabilirsiniz. ABD hapishanelerine gelen giden telefon konuşmalarının hepsi kaydedilir. Bazı mahkûmlar dışarıda yasal olmayan işler yürütmek için telefon kullandığından ne söylendiğini bilmek önemlidir. Ancak kayıtlar o kadar fazla ses dosyası üretir ki bu iş insan kulaklarıyla takip edilemeyecek kadar pahalıdır.

Ortabatı bölgesinde bir hapishane, her ay yaratılan binlerce saatlik kaydı dinlemede yardımcı olması için Londra kökenli Intelligent Voice firmasının geliştirdiği bir makine öğrenim sistemi kullandı. Yazılım aramalarda "üçlü" tabirinin tekrar tekrar ortaya çıktığını gördü; bu önem arz eden, en yaygın kullanılan ifadelerden biriydi. Başta hapishane çalışanları, cinsel bir gönderme olduğunu sandıkları bu ifadenin popülerliğine şaşırdı.

Daha sonra bunun bir anahtar olduğunu fark ettiler. Mahkûmlar sadece önceden onaylanmış birkaç numarayı arayabiliyorlardı. Yani bir mahkûm listede olmayan bir numarayla konuşmak isterse arkadaşlarını veya ebeveynlerini arıyorlar ve aslında konuşmak istedikleri kişiyle "üçlü" istiyorlardı; aramaya üçüncü bir kişiyi eklemek için anahtar kelime. Yazılım kayıtlar arasında çalışmaya başlayana kadar hapishanin telefon denetleme birimindeki kimse şifreyi fark edememişti.

Bu hikâye makine öğrenimi algoritmalarının dünyaya getirdiği analiz hızı ve ölçeğine işaret eder. Intelligent Voice, yazılımı aslında hükümet düzenle-

melerine uymak için aramalarını kaydetmek zorunda olan Birleşik Krallık bankalarının kullanımı için geliştirmişti. Hapishaneler gibi bankalar da taramanın zor olduğu yüksek miktarda ses verisi üretir. Şirket, yapay zekâyı doğrudan ses kayıtlarıyla değil, insan seslerinin dalga formlarıyla; zirve ve çukurlardan oluşan örüntülerle eğitmişti. Sistemi bu görsel temsille eğitmek, sistemin görsel sınıflandırmak için tasarlanan güçlü tekniklerden faydalanmasını sağladı.

Bak Şu Konuşana

Makineler konuşmayı anlamada gelişmenin yanı sıra bireysel hoparlörlere de odaklanıyorlar. Apple'ın iPhone işletim sisteminin son versiyonu sesinizin kulağa nasıl geldiğini öğrenebilir ve Siri'yle konuştuğunuzda araya girmeye çalışan diğer sesleri göz ardı ederek sizi tanıyabilir.

Zeki kişisel asistan Siri, sesinizi tanıyan tek kişi değildir. Öğrenen yazılımlar geliştikçe ses tanıma sistemleri akıllı telefonlardan polis merkezlerine ve banka çağrı merkezlerine kadar günlük hayatın her yerine sızdı. Muhtemelen daha fazlası da yolda. Google'daki araştırmacılar "Tamam Google," diyen birinin kimliğini yüzde 2'lik bir hata payıyla tanımlayabilen bir yapay nöron ağı geliştirdi. Sesiniz fiziksel niteliklerinizle ve konuştuğunuz dille şekillenen fizyolojik bir fenomendir. DNA'nız veya parmak izleriniz gibi herkesinkinden farklıdır, hatta aile üyelerinizden bile. Makine öğrenim teknikleri bu minik farkları ayırt edebilir.

Bireysel sesleri tanımak, ne söylediklerini anlamaktan farklıdır. Tanıma yazılımı, insanların nasıl konuştuklarının bir modeline inşa edilmiş kocaman vokal veri setleriyle bes-

lenir. Bu, birinin sesinin genel popülasyondan ne kadar farklı olduğunu ölçmeye imkân tanır, bu da kimliğini doğrulamak için anahtardır. Ancak bu yazılım kişinin sesinde hastalık veya stresten oluşan değişiklikler karşısında yanılabilir.

Bu teknoloji cezai soruşturmalarda kullanılmaya başlandı bile. 2014'te gazeteci James Foley'nin IŞİD tarafından kafası kesildiğinde polis, katilin sesini olası şüphelilerin bir listesiyle karşılaştırmak için kullandı. J.P. Morgan ile Wells Fargo bankaları, destek hatlarını arayan insanların dolandırıcı olup olmadıklarını anlamak için ses biyometrisini kullanmaya başladılar.

Araştırmacılar artık ses kayıtlarından bir yabancının profilinin nasıl oluşturulacağı üzerinde çalışıyor. Bir ses izi konuşmacının boyu ve kilosu, demografik geçmişi, hatta çevresinin nasıl olduğuna dair öngörü sağlayabilir. Doktorlar için ses analizi yoluyla kişinin olası hastalığı veya psikolojik durumunu tespit etmek bile mümkün olabilir.

Retorik Cihazlar: Yapay Zekâ Tartışmayı Öğreniyor

Douglas Adams'ın *Dirk Gently'nin Holistik Dedektiflik Bürosu* [*Dirk Gently's Holistic Detective Agency*; 1987] romanında Mantık adlı bir bilgisayar programı, karar verilen herhangi bir şeyin doğru olduğuna dair inkâr edilemez bir argüman sunarak tüm kararları geriye dönük bir şekilde meşru gösterebiliyordu. Yazılım o kadar başarılıydı ki, Pentagon halkın askeri harcamalara verdiği destekte çarpıcı bir artıştan hemen önce yazılımın tümünü satın alıyordu.

Henüz oraya gelemedik. Makineler bizi Go gibi mantık oyunlarında ve poker gibi blöf ve şans oyunlarında yendi.

Ancak bir bilgisayar insanları önemli bir konuda; tartışmada yenmeye henüz yaklaşamadı.

Yapay zekânın devasa miktarda bilgiyi adeta yutarak ve bağlantıları giderek daha büyük verimlilikle tespit edebilen ilk dalgası, bize Google gibi arama motorlarını verdi. Bir argüman geliştirebilen, yani sadece bilgi arayabilen değil, aynı zamanda makul sonuçlar şeklinde sentezleyebilen bir makine, arama motorunu bir sonraki seviyeye taşıyacaktır. Böyle bir arama motoru hukuktan tıbba ve politikaya kadar çeşitli alanlarda karar vermeye yardımcı olabilir. Yapay zekâya tartışma yönü eklemeye çalışan bir dizi devam eden projeyle kendimizi bu alanda da makinelerle sınamamız sadece an meselesidir.

Tartışmak insanların özel olarak iyi oldukları bir konudur. Yemek masasındaki kibar anlaşmazlıklardan park yerinde veya başkanlık seçimindeki yüzleşmelere, zıt görüşleri belirtmek bizim işimiz. Tek bir argümanın bile iletilmediği çok az sayıda sohbet vardır. Tartışmak insanlar için evrenseldir. Atalarımızın yaşadığı dünyanın karmaşıklığı arttıkça başkalarının iddialarının gerçekliğini sorgulayan bireyler, güçlü bir evrimsel avantaj edindi. Tartışmacılık tüm rasyonel düşüncenin kaynağı bile olabilir: Bir durumun artıları ve eksileri üzerinde kafa yorabilme becerimiz, bu yüzleşmeler için yapılan tekrarlarda ortaya çıkmış olabilir.

Bu Bir Olgudur

İnsan tartışmasının sosyal kökleri, bunu bir yapay zekâ için zor kılar. IBM'in Watson'ı, bilgi yarışması *Jeopardy!*'de iki insan şampiyonu yere çaldığında bile olgusal soruları cevaplamak için yaratıcılık içermeyen bir kabiliyetle şov yapıyordu.

Gerçek dünyanın karmaşasında böyle teknikler sizi sadece bir yere kadar getirebilir. İsrail'deki IBM Haifa Araştırma

Laboratuvarı'ndan Noam Slonim, "Hayatta karşılaştığımız soruların birçoğu olgusal değildir," diyor. "Belirgin tek bir cevapları yoktur."

Jeopardy! başarısının ardından Slonim, bir makinenin sınıf atlayıp gerçeklerden argümanlara geçip geçemeyeceğini görmek için Watson ekibiyle birlikte çalışıyor. Örneğin şiddet içeren bilgisayar oyunlarının çocuklara satılıp satılmamaları gerektiğini sorarsanız, makine size basitçe başka insanların görüşlerine yönlendiren linkler sağlamaktansa gerçekleri, fikre karşı ve destek olan argümanlar haline getirecektir.

Kullanıcılar bir arama motorundan gelen linklerin hangilerine güveneceklerini seçtikleri gibi hangi argümanlara güveneceklerini de seçmek zorundadırlar. Ancak bilgiye boğulduğumuz bir dünyada bir argüman motoru, tek bir tuşla avukatları resmi belge ararken arşivlerde boğulmaktan kurtarabilir. Doktorlar semptomları girebilir ve dosyalarındaki vaka geçmişlerinden sağlam öneriler elde edebilirler. Şirketler ürünlerinin alınması için argümanlar geliştirmede makineleri kullanabilirler. Politikacılar bildirilerinin güçlerini gizli gizli test edebilirler. Oy vermeden önce bir argüman motoruna danışmayı bile düşünebiliriz.

Bütün bunlar, Slonim'in artık tek başına çalışmadığı anlamına geliyor. Artık 40 kişiden kalabalık bir ekibi var; ayrıca dünyanın dört bir yanında başka araştırma grupları da kuruluyor.

Mantığa Başvurmak

Slonim'in ekibinin başa çıkması gereken ilk soru, mantıksal olarak bir argümanın ne olduğuydu. Cevap kabaca kanıtla desteklenmiş bir sav olabilir. Ancak o zaman da sav kelimesini tanımlamak gerekebilir. Bir yapay zekâ için dört dörtlük bir başlangıç kılavuzu yazmak şaşırtıcı derecede zordur.

Slonim ve ekibi, Watson'ı eğitmek için internet ansiklopedisinin maddelerinin zengin bir sav ve karşıt sav kaynağı olduğu çıkarımını yaparak Vikipedi'ye yöneldi. Bunun çok büyük bir iş olduğu ortaya çıktı; samanlıkta iğne aramak gibi değil de belirli bir saman sapını aramak gibi. Slonim "Vikipedi'de yaklaşık 500 milyon cümle olduğunu" söylüyor. "Bir sav, bir cümle değildir. Bir sav, genellikle tek bir cümlenin içinde saklıdır."

Çalışma, savları genel ifadelerden ayıran anahtar özellikleri tanımlamaya başladı. Örneğin savlar belirli zamanlar/yerlerden bahsetme ve "olağanüstü", "güçlü" gibi duygusal kelimeler içerme eğilimindeydi. Ekip bundan sonra savı destekleyen kanıtları işaretlemeye ve sistemi anektodal veri ve uzman ifadesi arasında ayrım yapmak için eğitmeye –ve farklı kanıt türlerine ne kadar ağırlık verileceğini öğrenmeye– odaklanmayı umuyor.

Bu, gerçeklerin makul ve duygulardan arınmış bir değerlendirmesini istediğimiz zaman çok iyidir. Ancak gerçekler tek başına insanları kazanmak için nadiren yeterlidir; mantıksal tartışmalar genellikle bir şey hakkında hissettiklerimiz karşısında yenik düşer.

Bu Defa Hissederek

Gerçeklerle çalışan basit bir araştırma makinesinin ötesinde yükselerek tam donanımlı bir "argüman makinesi"ne dönüşmek isteyen, yani sadece tartışmayan, insan açıkgözlüğüyle tartışan her yapay zekâ tartışmanın bu unsurlarında da ustalaşmalıdır. Ama neden bu makineden bir tane isteyelim ki?

Imperial College London'dan yapay zekâ araştırmacısı Francesca Toni, tartışmanın çatışmaları çözmenin yolu olduğunu söylüyor. Bunu becerebilen makinelerin çatışmaları daha iyi ve kolayca değerlendirerek hatalardan kaçınmamıza

yardımcı olabileceğini söylüyor. Dundee Üniversitesi'nden yapay zekâ araştırmacısı Chris Reed bunun biraz ütopik olduğunu düşünüyor. Ancak argüman makinelerinin halka açık tartışmaların seviyesini artırabileceğini kabul ediyor.

Son birkaç yılda Reed ve ekibi iyi argümanlar aramak, daha sonra bunları parçalarına ayırıp insanlar gibi tartışması için bir yapay zekâyı eğitmek üzere bir araya getirmeye çalışıyor. Ancak bu görev onları bazı beklenmedik yerlere götürdü. Örneğin Birleşik Krallık parlamentosundaki tartışmalar iyi bir referans unsuru değildir: Çok fazla kibir, önceki tartışmalara çok fazla gönderme ve çok fazla müdahale vardır. Reed, "Beklediğinizden çok daha az kaliteli tartışma vardır," diyor. Öte yandan bazı internet forumları, kullanıcıları hislerini açığa vurmaya meyilli olsalar da şaşırtıcı derecede iyi yapılandırılmış argüman içermektedir.

Reed'in favori kaynağı, katılımcıların o günün meselesinin etiğini tartıştığı *Moral Maze* adlı BBC radyo programıdır. Duygularımıza hitap eden yarı-yasal ateşli tartışmalar, insan tartışmalarının genel bir çerçevesini belirlemek için tam olarak ihtiyaç duyduğumuz şeydir. Reed ve ekibi, kullandığımız argüman türlerinin sınıflandırmasını ve birbirleriyle ilişkilerini belirleyip analiz ederek bir yapay zekâyı eğitmede kullanmak üzere bir araç üretmeyi hedefliyordu.

2012 Temmuz'unda, Britanya'nın Kenya'daki sömürgeci yönetiminin tartışıldığı bir *Moral Maze* bölümünde ilk gerçek zamanlı tartışmayı gerçekleştirdiler. Sav, karşıt sav ve aralarındaki bağlantılar, yapay zekâya beslenmek için hazır biçimde dev bir dokunmatik ekranda temsil edildi. Ekip, *Moral Maze*'in bölümlerini ve diğer yayınlarla basılı kaynakları, ayrıca bazı internet forum başlıklarını parçalara ayırıp bunları argüman haritalarından oluşan bir veritabanına dönüştürerek bu çalışmayı pek çok defa tekrarladı.

Fikirleri Değiştirmek

Reed ve ekibi aynı zamanda Watson'ın insan muhakemesinin ağlarıyla tanışıklığını geliştirme çabasıyla IBM ile işbirliği yapıyor. Bu esnada Darmstadt Teknik Üniversitesi'nde Ivan Habernal ve Iryna Gurevych'in başlattığı proje bir adım ileri giderek sadece hangi tür argümanları kullandığımızı değil, hangilerinin en etkili olduğunu da analiz etti. 2016 yılında yaklaşık 4000 kişiden, her biri aynı savı farklı şekilde savunan iki argümandan hangisini neden daha ikna edici bulduklarını açıklamalarını istediler. 80.000 cevabın ardından, programlama sistemine işledikleri argümanları sıralayıp daha ikna edici şekilde tartışmayı öğretmede kullanabilecekleri bir veritabanı elde ettiler. Habernal, "Benim için hedef, bir kişinin fikrini değiştirmek, onu ikna etmektir," diyor.

Bunu hazmedecek miyiz? Eksiksiz bir tartışma makinesi, Douglas Adams'ın alaycı Mantık yazılımı kadar imkânsız gözüküyor. İnsanların, bir makinenin mesela kime oy vereceklerine veya bir konuda ne düşüneceklerine dair söylediklerine güveneceğine inanamıyoruz. Ama yaklaşık yirmi yıl önce biri bize internette bilgi aramak ve sıralamak için yapay zekâya güveneceğimizi söyleseydi, ona da çok az kişi inanırdı.

4.

Ölüm Kalım Meselesi: Sürücüsüz Arabalar, Yapay Zekâlı Doktorlar ve Katil Robotlar

Etraflarındaki dünyayı kavrayabilen makineler, onu tekrar şekillendirme potansiyeline sahiptir. Bu, ulaşımın nasıl işleyeceği veya hastalıkları ne kadar hızlı tedavi ettiğimizi baştan düşünmek gibi heyecan verici yeni olasılıklar doğuruyor. Ama aynı zamanda yeni tür silahları da ortaya çıkarıyor. Sürücüsüz arabaların, akıllı tıbbi cihazların ve sözde katil robotların hayat kurtarma potansiyeli var ama aynı zamanda büyük zarar da verebilirler. Etik tartışmalar teknolojiye ayak uydurabilir mi?

Sürücüsüz Arabalar

Araba kullanmak çok fazla değişken içerdiği için günümüze kadar insanlara bırakılmış bir işti. Yaklaşan araba saatte 60'la mı yoksa 70'le mi gitmektedir? Köşenin ardında görüş dışında başka bir araç olabilir mi? Önümdeki aracı sollamaya çalışırsam sürücü hızlanır mı?

Yapay zekâ için araba kullanmak, en azından anayollarda kolaydı. 1994'te kameralar ve yerleşik yapay zekâyla donatılmış iki Mercedes-Benz, Paris etrafındaki yollarda 1000 kilometre gitti. Ancak araba kullanmanın büyük kısmı, yapay zekânın şehir trafiğinin yazılı olmayan kuralları içinde yolunu bulmasının yakın zamana kadar imkânsız olduğu şehirlerdedir. Mesela Google araştırmacıları, otonom bir arabayı kavşakta sürücü kılavuzunda belirtildiği gibi yol verecek şekilde programladıklarında sürücüsüz arabanın yola çıkma fırsatını bulamadığını gördüler. Bu yüzden arabanın davranışını, biraz bekledikten sonra hareket etme niyetini gösterecek şekilde yavaş yavaş ilerleyecek şekilde değiştirdiler.

Otonom arabalar için diğer büyük belirsizlik kaynağı, kendi yerini tespit edebilmesidir. Yapay zekâ, birkaç metre hata yapabilen GPS'e tek başına güvenemeyeceği için kamera, radar ve GPS verisiyle karşılaştırarak kontrol ettiği bir mesafa bulma radarından gelen geri bildirimi ile sürekli olarak düzeltmeler yapar. Bu kusurlu konumların ortalaması, oldukça keskin bir ölçüm sağlar.

Beşinciye Doğru

Tüm otonom denilen taşıtlar eşit geliştirilmemiştir. Taşıma endüstrisi için dünya çapında tanınan standart organizasyon SAE International, farklı otonomi derecelerini ölçmede yaygın olarak kullanılan bir ölçek geliştirdi. Ölçek şu şekildedir:

Seviye 0: Otonom özellik taşımaz; belki otomatik vites değiştirebilir. Trafikteki taşıtların büyük kısmı.

Seviye 1: Otomatik fren, seyir kontrolü gibi bazı otonom özellikler taşır. Yeni araba modellerinin çoğu.

Seviye 2: Otomatik direksiyon, fren ve gaz; ancak insan gözetimi gerektirir. Tesla Model S, Mercedes-Benz 2017 E Serisi, Volvo S90.

Seviye 3: Araba çevresini izleyebilir ve otonom olarak hareket edebilir, ancak herhangi bir anda insan müdahalesi gerektirebilir. Audi A8 (2018), Nissan ProPILOT 2.0 (2020), Kia DRIVE WISE (2020).

Seviye 4: Araba bağımsız olarak ilerleyebilir ancak kötü hava gibi olağandışı koşullarda insan müdahalesine ihtiyaç duyabilir. Volvo (2017), Tesla (2018), Ford (2021), BMW iNext (2021).

Seviye 5: Araba her türlü koşulda bağımsız olarak ilerleyebilir. Londra'nın Gateway projesindeki sürücüsüz kapsüller.

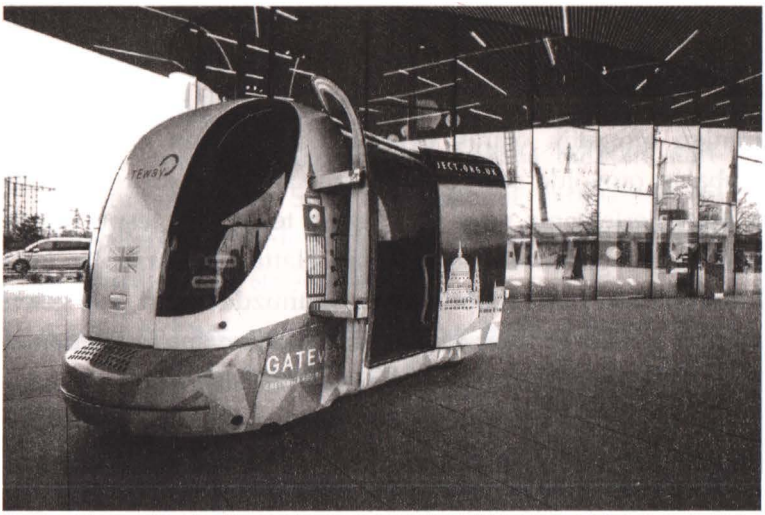
Yapay zekâ sadece araba kullanmayla sınırlı değildir. Son model arabalardaki yapay zekâ programı, daha verimli hale getirmek için yakıt akışını ve daha etkili kullanmak için frenleri otomatik olarak ayarlar. Günümüzün en gelişmiş arabaları otoyolda seyretmeniz, arabaların kıç kıça ilerlediği trafikte ilerlemeniz veya zayıf ışıkta tehlikeleri tespit etmek için termal görüntüleme kullanır. Hatta bazı arabalar korkulan paralel park edebilir veya önünüzdeki geri geri gelen araçtan sizi koruyabilir. Henüz araba kullanamayan dedenizi kahveye götüremiyor, çocukları okuldan alamıyor veya arka koltukta sakince çalışmanızı sağlayamıyor; ancak sürücüsüz teknolojinin önümüzdeki on yılda dünya pazarındaki öngörülen yüzde 16 büyümesi göz önüne alındığında bunlar çok uzakta değil.

Yolu Bulmak

Deneysel, sürücüsüz arabalardan oluşan filolar, insan müdahalesi olmadan otoyollar ve kalabalık şehir sokaklarında şimdiden yüz binlerce kilometre yol aldı. Artık destek tekerleklerinin çıkarılma zamanı geldi. Dünya çapında pek çok şehir, toplu taşıma ağlarının parçası olarak sürücüsüz taşıtlar kullanmaya başladı bile.

Londra öncülerden biridir. Gateway projesi sayesinde Greenwich'te otonom bir kapsüle sıçrayıp umumi yollar boyunca hedefinize ulaşabileceksiniz (*bkz.* Görsel 4.1). Heyecan dolu yıllardan sonra bu, pek çok kişinin, sadece yolcuların değil, aynı zamanda şoförlerin de sürücüsüz arabalarla ilk tecrübesi olacak.

Kentsel alanlardaki bu küçük pilot projeler, ulaşımda bir devrimin başlangıcıdır. Birleşik Krallık'ta Greenwich, Milton Keynes, Coventry ve Bristol öncüdür. Singapur, Teksas'ta Austin, Kaliforniya'da Mountain View, Michigan'da Ann



Görsel 4.1. Londra'da kullanılan sürücüsüz kapsüller diğer arabalara benzemiyor.

Arbor gibi başka şehirlerde de benzer projeler yürütülüyor. Bu şehirlerin çoğunda arabalar tamamen otonom olacak ama belirli alanlarla sınırlanacaklar. Ancak taşıtların çalıştığı çevreler giderek daha geniş ve karmaşık bir hal alacak.

Sürücüsüz arabalar ayrıntılı harita setlerine ihtiyaç duyar; bu setler pilot şehirlerin hepsi için geliştirilmektedir. Kesin haritalama adaları daha sonra kentsel merkezlerden ana yollara doğru genişleyecek. Haritalama şirketi TomTom, Almanya'da sürücüsüz arabalar için yeterli çözünürlükle 28.000 kilometrelik yolu –ülkedeki yolların yüzde 4'ü– şimdiden hazırladığını söylüyor.

Bu şehir içi taşıtlar 2018 veya 2019'da yollarda olacak çok farklı iki tür otonom arabadan sadece biri. Gill Pratt'ın öncülük ettiği Toyota Araştırma Enstitüsü, bu farklı türlere "koruyucu melek" ve "şoför" diyor.

Şehirlerde gördüğümüz yolcu taşıyan otonom kapsüller şoförlerdir. Öte yandan koruyucu melekler kontrolü insandan tam olarak almayan, ancak aptalca bir şey yapmaya çalıştığınızda araya girip sizi durduran arabalardır. Her iki tür sürücüsüz araba da hayat kurtaracak. Sadece Birleşik Krallık'ta her yıl yollarda 1700 kişi hayatını kaybediyor. Dünya çapında bu sayı 1,25 milyondur.

Sensörler ve Yazılım

Otonom taşıtlar, bir insan sürücüye göre yola daha fazla gözle bakabilir. Google'ın sürücüsüz arabalarının 8, Uber'in sürücüsüz taksilerinin 24 sensörü vardır; Tesla'nın yeni arabalarında 21 sensör olacak; bunlar çeşitli duyularımızın söylediklerini birleştirmek yerine tüm verileri bir akış içinde birleştirecek.

Bu beceriler bazı arabalara artık standart olarak eklenmektedir. Mesela Toyota'nın 2017 filosundaki en basit modele kadar her arabanın koruyucu melek modu için sensörleri ve yazılımı var. Sensörler örneğin çarpışmanın yakın olduğunu tespit ederse otomatik olarak acil fren yaparak arabanın kendini durdurmasını sağlıyor.

Her arabanın sensörlerinden gelen veriler, Toyota'nın Teksas'taki merkezi veri merkezine besleniyor. Toyota'nın yapay zekâ araştırmacıları daha sonra bunları yapay zekâlarını, Gateway projesi gibi pilot taslaklarda düşünülenlerden daha geniş bir yol aralığında araba kullanmak için eğitmede kullanıyor. Koruyucu melek sistemiyle toplanan veriler nihayetinde herhangi bir yolda sürücüsüz gidebilecek araçların yapılmasına katkı sağlayacak. Pratt, "Arabalarımız yılda 1 trilyon mil yol alabilir, ki bu da çok fazla veri demektir," diyor.

Sürücüsüz arabaların, daha hareketsiz kişilerin bir yerlere gitmesine yardım etmek gibi büyük toplumsal faydaları

Araba Kullanmak Yerine Ne Yapacağız?

Temelde şoför olan arabalar, bilimkurgu filmlerinden aşina olduğumuz şoförsüz arabaların öngörüsüdür. Ayrıca arabalarla ilişkimizi en çok değiştirecek taşıtlardır. Bu taşıtların bir direksiyona ihtiyacı yoktur; kendi yollarını kendileri bulurlar. Yolcular eğer isterlerse dış dünyayı görmezden bile gelebilirler. Genel olarak sürücüsüz arabaları nasıl kullanacağımızı müşteri beklentileri belirleyecek. Yolcular çalışmak, rahatlamak veya film izlemek istiyorsa araba üreticileri bunu sağlayacaktır.

Eğer Greenwich'deki kapsüller bu taşıtların geleceğiyse, taşıtların büyüklükleri ve şekilleri de değişebilir. Örneğin insanların oturmayı mı yoksa ayakta durmayı mı tercih edecekleri henüz belli değil. Ancak yolların genişliği ve aerodinamiği, mümkün olan şeyleri kısıtlayacaktır. Tamamen farklı biçimler hayal edebilirsiniz ancak örneğin 4 metre genişliğinde ve 1 metre uzunluğunda bir araba muhtemelen olmayacaktır.

Bir araba günde birkaç saat geçirdiğiniz bir izolasyon odasıdır. Arabayı artık kendimiz sürmek zorunda kalmadığımızda bu zaman ve yerde yapmak istediğimiz şeyleri hayal etmekte özgür olacağız. Sürücüsüz bir arabayı, iç tasarımı insanların tecrübe etmek istedikleri şeye –keyif, profesyonellik veya turizm– göre tasarlanmış bir otele veya eve benzetmek bazı açılardan faydalı olacaktır.

Gelecekteki taşıtların içinde yapacağımız şeylerin nihai kısıtlaması güvenlik olacaktır. Eğer otonom yazılım, emniyet kemeri ve hava yastığına ihtiyaç duyulmayacak kadar güvenilir hale getirilebilirse başka olasılıklar da doğabilir; kanepe, yatak... Siz seçin.

da olacak. Greenwich gibi yerlerde önümüzdeki 20 yılda demografik yapı, en büyük artışın 65 yaş üstü kişilerde olacağını gösteriyor. Devletlerin irdelemek istediği problemlerden biri yaşlılara evde bakımın nasıl iyileştirilebileceğidir. Onları bir yerlere götürebilmek için otonom taşıtların kullanılması çok faydalı olabilir.

Yola Dikkat Et, Seni İnsan!

Yolları robotlarla paylaştığımızda onlarla nasıl anlaşacağız? İnsanların sorunu, dengesiz olabilmeleridir. Kaliforniya Üniversitesi'nden mühendisler otonom arabaları fevri ve güvenilmez insanların bir sonraki adımda ne yapabileceklerini tahmin etmeleri için hazırlıyor. Katherine Driggs-Campbell'ın öncülük ettiği bir ekip, bir insan sürücünün şerit değiştirip değiştirmeyeceğini yüzde 92 kesinlikle tahmin edebilen bir algoritma geliştirdi.

Bu konuda hevesli kişiler sürücüsüz taşıtların daha az kazaya ve trafik sıkışıklığına yol açacağı konusunda heyecanlıdır. Ancak Driggs-Campbell insanların makinelerin yanında araba kullanmaya alışık olmadığını söylüyor. Araba kullanırken döneceklerini, şerit değiştireceklerini veya yavaşlayacaklarını gösteren küçük işaretler için diğer arabaları izleriz. Bir robotun böyle alışkanlıkları olmayabilir ve bu da bizi hazırlıksız yakalayabilir.

Sürücüsüz taşıtların insan sürücüler ve yayalarla açık bir şekilde iletişim kuracağından nasıl emin oluruz? Geçmişte algoritmalar vücut hareketlerini takip ederek bir insan sürücünün sonraki hareketini tahmin etmeye çalışıyordu. Örneğin, eğer biri sık sık omzunun üzerinden arkaya bakıyorsa bu, şerit değiştirmeyi düşündüğünün işareti olabilir.

Driggs-Campbell ve meslektaşları bir sürücüyü sadece arabanın dışında izleyerek eylemlerini tahmin edip edeme-

Kentsel Ağ

Tüm heyecana rağmen sürücüsüz arabalar, kentsel ulaşımda daha büyük bir devrimin sadece bir parçasıdır. Toplu taşıma hizmetlerinde yapay zekânın artan kullanımı, dünyada hareketlerimizi başka şekillerde kolaylaştırıyor. Her iki geçiş de aynı anda gerçekleşiyor.

Arabayla sizi alan servisler ile toplu taşıma ağını birbirine bağlayabilen bir yazılım vardır; örneğin kilometrelerce uzaktaki treni yakalayabilmeniz için size tam zamanında bir Uber arabası gönderebilir. Gideceğiniz yeri seçin, uygulamada bir tuşa basın ve üzerinde düşünmek zorunda kalmadan şehirde ilerlemek için talimatları izleyin.

Uber ve Transport for London gibi büyük sistemlerin birbirlerine bağlanmasıyla, bir kişiyi A noktasından B noktasına getirmek internet üzerinden veri göndermeye benziyor. Bu, tüm internet trafiğine eşit davranılmasıyla ilgili "internet tarafsızlığı" tartışmasının yarattığı adillik sorularını diriltecek. Londra'nın öteki ucunda 15 dakika sonraki bir toplantıya yetişmeye çalışıyorsanız yolda durmamak adına tüm trafik ışıklarını değiştirmek için yüksek bir ücret ödemeniz kabul edilebilir mi?

yeceklerini görmek istediler. İnsan sürücülerin bunu nasıl yaptığını görmek için gönüllülerden bir simülatörde araba kullanmaları istediler. Bir sürücü şerit değiştirmeye her karar verdiğinde bunu yapmadan direksiyondaki bir tuşa basıyordu. Araştırmacılar daha sonra şerit değiştirme zamanlarındaki motifler için simülatördeki veriyi analiz edebiliyordu:

Yoldaki diğer arabalar neredeydi? Her biri ne kadar hızlı gidiyordu ve yakın zamanda hızlanmış veya yavaşlamış mıydılar? Sürücünün arabasının etrafında yeterli alan var mıydı?

Verinin bir kısmını algoritmayı eğitmek için kullandılar, sonra da simülasyonların tekrarı için bilgisayarı direksiyon başına geçirdiler. Algoritma, sürücünün ne zaman şerit değiştirmeye çalışacağını hassas bir şekilde tahmin edebiliyordu. Böyle algoritmalar sürücüsüz bir arabanın sıcağı sıcağına daha akıllı kararlar vermesine yardımcı olabilir. Driggs-Campbell bunların arabalara, insanların araba kullanma alışkanlıklarını taklit etmeyi öğretmede kullanılabileceğini de ekliyor.

Bilinçli Arabalar

Arabalar bizim yerimize karar vermeye yaklaşırken bunun gibi vakalar, sağlam etik sorular yaratmaktadır. İnsan dünyasında güvenli bir şekilde yol almak için otonom taşıtların bizler gibi düşünmeyi öğrenmesi ya da en azından insanların nasıl düşündüklerini kavraması gerekir. Ancak nasıl öğrenecek ve hangi insanları taklit etmeye çalışacaklar? Bunlar zor sorular. Ancak Kaliforniya Politeknik Eyalet Üniversitesi'nden etikçi Patrick Lin gibileri, üreticilerin ne isterse yapmalarına izin vermememiz gerektiğinde ısrarcı.

Sürücüsüz arabaların çıkardığı etik zorluklar, felsefe öğrencilerinin aşina olduğu bir düşünce deneyi olan tramvay problemine indirgenebilir. Kontrolden çıkmış bir tramvay ve ileride raylarda üzerinde hiçbir şeyden haberi olmayan beş kişi olduğunu hayal edin. Hiçbir şey yapmazsanız ölecekler veya bir anahtarı çevirip vagonu sadece bir kişiyi öldüreceği farklı bir raya sokabilirsiniz. Ne yapmalısınız?

Benzer bir mantıkla otonom bir taşıt, aniden yandaki şeride kırmak anlamına gelse bile, birden kaldırımdan yola atlayan dikkatsiz bir yayadan kaçınmalı mıdır? Okul çocuklarının geçmesi için kavşakta duran bir araç arkadan hızla gelen bir kamyonu fark ederse arabanın yolcularını korumak için yoldan kaçmalı mı, yoksa darbeyi göğüsleyip çocukları kurtarmalı mıdır? Böyle durumların arabalara programlanması gerekebilir; peki bu durumlarda biz ne yapardık?

Böyle sorular iki adımla yanıtlanabilir. İlk olarak taşıtın tehlikeyi hassas bir şekilde tespit edebilmesi gerekir; ikinci olarak tepkisine karar vermesi gerekir. İlk adım esas olarak çevredeki taşıtların, yayaların ve diğer nesnelerin konumları ve hızları hakkında verilerin verimli olarak toplanması ve işlenmesini gerektirir.

Ahlaklı Sürücüler

Bazı tehlikeler açıktır, yol kenarında bir nehre doğru savrulmamak gibi. Ancak elbette her şey bu kadar açık değildir. Şimdiye kadar sürücüsüz teknolojiyle ilişkili tek ölümün 2016'da meydana geldiğini hatırlayın; Tesla'nın otopilot sistemi ilerideki beyazlığın parlak ilkbahar gökyüzünün bir parçası değil de bir kamyonun yan tarafı olduğunu tespit edemediği için kaza gerçekleşmişti. Aynı hatayı bir insan da yapabilirdi ancak sürücüsüz taşıtlar bazen bizim içgüdüsel olarak uzman olduğumuz şeyleri allak bullak edebilir. Mesela otonom arabaların zorluk yaşadığı gündelik durumlardan biri, park halindeki bir otobüsün arkasında yürüyen yayalardır. İnsan aklı yayaların tekrar çıkabileceğini düşünür ve nerede, ne zaman ortaya çıkacaklarının sağlıklı bir tahminini yapabilir ancak sürücüsüz bir araba için bu zorlu bir dışkestirimdir.

Sensör sistemleri otonom arabaların çevrelerini mükemmel bir şekilde değerlendirmesini sağlasa dahi ahlaki ola-

Yalandan Yapmak/Yapar Gibi Görünmek

Bilgisayarların diğer arabaları tanımalarını sağlamak şaşırtıcı derecede zordur. Google ve Uber gibi firmalar yazılımlarını, gerçek dünyada fiziksel olarak milyonlarca kilometre araba sürerek eğitse de aynı zamanda algoritmalarını önceden kaydedilmiş trafik görüntüleriyle de eğitmektedir. Ancak gizli bir sorun vardır: Bilgisayarlar uzman taşıt tanıyıcılar olmak için taşıtların nerede bitip nerede başladığını gösteren güç bela etiketlenmiş yüz binlerce görsele ihtiyaç duyar. Bu, insanların çok fazla zamanını ve çabasını gerektirir.

Ama öyle görünüyor ki yol kuralları, sürücüsüz arabalara *Grand Theft Auto V* gibi bilgisayar oyunları üzerinde sanal trafik çalışılarak öğretilebilir (*bkz.* Görsel 4.2). Bir bilgisayar oyununda arabaları seçmek bunu gerçek dünyada yapmaya çok benzer; ayrıca oyun yazılımı tarafından yaratıldığından her şeyin önceden etiketlenmiş olması avantajı vardır. Michigan Üniversitesi'nden Matthew Johnson-Roberson ve meslektaşları oyunla eğitilmiş algoritmaların önceden etiketlenmiş bir veri setinde arabaları tespit etmede, gerçek yollarda eğitilenler kadar iyi olduğunu keşfetti. Bilgisayar oyunu versiyonu aynı standarda ulaşmak için yaklaşık 100 kat daha fazla eğitim görüntüsüne ihtiyaç duymuştur; ancak bir gecede oyun içinden 500.000 görüntü yaratılabildiğinden bu bir sorun değildir.

Bu bir araştırma grubunun yapay zekâ eğitmek için bilgisayar oyunlarını ilk kullanışı değildir. Yapay zekâ eğitimi için simülasyonların kullanımı yaygınlaşmaya başladı. Tübingen'de Zeki Sistemler İçin Max Planck Enstitüsü'nden Javier Romero ve meslektaşları, bilgisa-

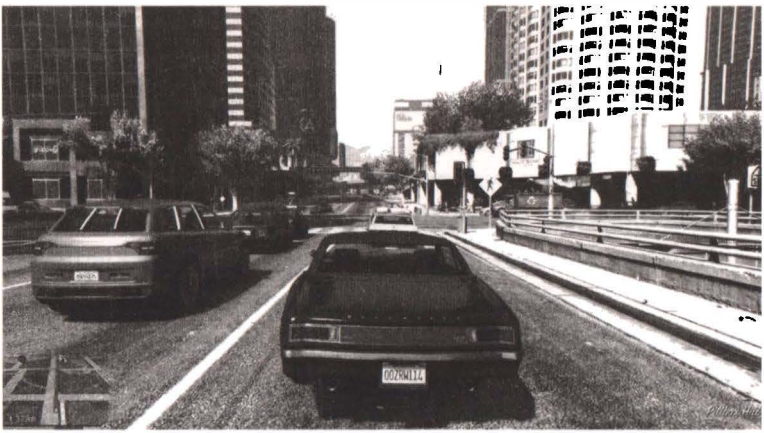
yarların gerçek insan davranışını anlamasına yardımcı olmak için sahte insanlar kullanıyor. Ana fikir, bilgisayar tarafından yaratılan yürüyen, dans eden ve taklalar atan insan videoları ve fotoğraflarının bilgisayarlara neyi aradıklarını öğrenmelerine yardımcı olmasıdır.

Gerçekçi vücut şekilleri ve hareketleri olan "sentetik" insanların binlerce videosunu yarattılar. Bu insanlar yürür, koşar, çömelir ve dans eder. Daha beklenmedik şekillerde de hareket edebilirler, ancak her zaman tanınabilir derecede insandırlar; ayrıca videolar bilgisayarlar tarafından oluşturulduğundan her kare otomatik olarak tüm önemli bilgilerle etiketlenmiştir.

Bu, yapay zekânın piksellerin bir kareden diğerine nasıl değişme eğiliminde olduğunu, yani insanların nasıl hareket etme eğiliminde olduğunu öğrenmesini sağlar. Bu şekilde eğitilen sürücüsüz bir araba, birinin yola atlamak üzere olup olmadığını söyleyebilir.

rak bilinçli bir şekilde sürme adımı –toplanan bilgiyi alarak göreceli riskleri değerlendirmek ve buna göre hareket etmek– hâlâ bir engeldir. Temel seviyede bu, kuralları ve öncelikleri belirlemekle ilgilidir. Örneğin insanlarla, sonra hayvanlarla, sonra da nesnelerle temastan kaçınmak. Ama ya araba birinin ayağını ezmek veya bir binaya dalarak milyonlarca dolarlık hasar yaratmak arasında seçim yapmak zorunda kalırsa?

Kurallara dayanan böyle bir yaklaşımın sorunu, genellikle hiç kuralı olmamasıdır; en azından açık fiziksel ipuçlarına dayanan bir sensör sisteminin kullanabileceği bir kural dizisi yoktur. Böyle bir sistem, ilk olarak araba kullanırken güvendiğimiz toplumsal ipuçlarını hesaplayamaz. İkinci olarak bir



Görsel 4.2. *Grand Theft Auto V* gibi oyunlar yapay zekâyı eğitmeye yardımcı olacak kadar gerçekçidir.

kamera veya radar ekosunun sağlayabileceği bilgi sınırlıdır. Bir otobüsü tespit etmek zordur ama otobüsün okul çocuklarıyla dolu olduğunu fark etmek çok daha zordur.

Bu, muhtemelen teknolojik olarak yapılabilirdir. Bir insan müdahalesi yolcuların sayısı ve yaşlarını çevredeki taşıtlara ayrıntılı olarak yayınlayabilir veya otobüsün içindeki sensörler, birinin belirli bir koltukta oturup oturmaması dahil otobüsün ağırlığını takip edebilir. Ancak hangi hayatların değerli olduğuna kim karar veriyor ve arabaların programlanmasında ayrımcılığı ve önyargıyı nasıl ortadan kaldırırız?

Cehalet Perdesi

Zorlu ahlak sorularından kaçınmanın bir yolu, basitçe bunları görmezden gelmektir. Nihayetinde bir insan sürücü, etrafındaki taşıtlar hakkında muhtemelen hiçbir şey bilmiyor olacaktır. Bu "cehalet perdesi" yaklaşımı, olası durumların basit versiyonlarına ya bunları önceden programlayarak ya

da arabanın iş üzerinde öğrenmesine izin vererek tepki geliştirmeye karşılık gelir.

İlk yaklaşımda, olası tüm senaryoları tahmin etmenin neredeyse imkânsız olması problemi vardır. Örneğin 2014'te bir Google arabası, yolun ortasında süpürgeyle bir ördeği kovalayan akülü tekerlekli sandalyedeki bir kadına denk geldi. İkinci yaklaşım daha umut verici gözükmektedir. Bir araba zamanla öğrenebilir; örneğin yola atlayan yayalara şehir sokaklarında rastlamak, kırsal yollarda rastlamaktan daha olasıdır, ancak kırsal yolda birinden kaçınmak için direksiyonu kırdığınızda bir şeylere çarpma olasılığınız daha düşüktür. Veya bir ambulansa yol açabilmek için arada sırada hız sınırını ihlal etmenin doğru olduğunu öğrenebilir.

Ancak basit kuralların programlanması gerekir; böylece yeni etik meseleler ortaya çıkar: Yazılımcı belirli bir durumda arabanın tam olarak ne yapacağını tahmin edemez. Otonom taşıtların tahmin edilemez şekilde davranmasını istemeyiz. Arabaların insan sürücülerin eylemlerini tahmin etmesi kadar insanların da arabaların davranışını tahmin edebilmesi gerekir. Otonom bir arabanın tramvay problemi benzeri bir ikilemle karşılaştığında ne yapacağı sorusu budur.

Bazıları böyle uç durumdaki bir örneğe saplanıp kalmanın faydalı olmadığını düşünüyor. Bu milyonda bir rastlanacak bir durumdur. Yayalardan nasıl kaçınılacağı, şeritte nasıl kalınacağı, kötü havada nasıl ilerleneceği veya arabaları bilgisayar korsanlarından korurken aynı anda nasıl yazılım güncellemelerinin sağlanacağı gibi daha yaygın sorunları çözmek daha iyi olabilir. Bu doğru olabilir, ancak düşünce deneyinin asıl amacını kaçırır. Bunu kullananlar, araba üreticilerinin arabalarındaki tüm kararları vermek için ahlaki otoriteye sahip olmadığına işaret etmek istemektedir.

Şu anda Tesla ve Google (kısa süre önce kendi arabasını yapmaktan vazgeçtiğini, bunun yerine diğer üreticilere parça

Otoyol Kuralı

Bunlara "sürücüsüz arabaların üç yasası" diyebilirsiniz. 2016 yılında Almanya ulaştırma bakanı Alexander Dobrindt otonom taşıtlar için ilk yasal çerçeveyi oluşturacak bir kanun tasarısı önerdi. Tasarı, otonom arabaların, insanların hayatlarını kaybedebileceği çarpışmalarda nasıl hareket edeceklerini düzenliyordu. Yasalar, otonom taşıtların "ölüm vadisi" olarak adlandırılan durumla ilgilenmeye çalışıyordu: yarı otonom ve sürücüsüz arabalar arasındaki, sürücüsüz geleceği geciktirebilen gri alan.

Dobrindt üç şey istiyor: Arabanın her zaman maddi hasarı fiziksel yaralanmalara tercih etmesi; insanlar arasında yaş veya ırk gibi sınıflara dayanarak ayrımcılık yapmaması ve bir insan, örneğin e-postasını kontrol etmek için ellerini direksiyondan çektikten sonra bir kaza olursa araba üreticisinin yükümlü olması.

Dobrindt, "Yol trafiği yasasındaki değişiklik tam olarak otomatik sürüşe izin verecek," diyor. Otonom arabaları, insan sürücülerle tamamen denk bir yasal düzleme yerleştirmek istiyor.

Bu taşıtların kullanımında kimin sorumlu olduğunun net olmaması, üreticiler, tüketiciler ve avukatlar arasında büyük bir kafa karışıklığına sebep oluyor. Amerika Birleşik Devletleri'nde sürücüsüz arabaları test eden şirketlerin kılavuzları insanın dikkatinin her zaman yolda olması gerektiğine işaret etmektedir. İnsanın her zaman "tetikte olması ve yola dikkat etmesi" gerektiğini söyleyen Birleşik Krallık'ta sürücüsüz arabalar için 2016'da yürürlüğe giren sigortanın ardındaki varsayım da budur. Ancak sürücüsüz araba

denildiğinde pek çok kişinin aklına gelen tabii ki bu değildir. Leeds Üniversitesi'nden Natasha Merat, "'Sürücüsüz araba' dediğinizde insanlar sürücüsüz araba beklerler," diyor. "Biliyorsunuz; sürücüsü olmayan arabalar."

Dobrindt ve diğerleri bir insanın 10 saniyede aracın kontrolünü almaya yetecek kadar tetikte olmasını gerektiren 10 saniye kuralını destekliyor. Benzer şekilde Mercedes de bir sürücünün dakikada birkaç defa direksiyona dokunmasını isteyebilir. Ancak on saniye yeterli olmayabilir. Ellerinizi direksiyona koymanız, aracın kontrolünü aldığınız anlamına gelmez. Merat, insanların ne yaptıklarına bağlı olarak tekrar odaklanmak için 40 saniyeye kadar ihtiyaç duyabileceklerini buldu. Merat netlik olmadığı için, bazı araba üreticilerinin hiçbir insan girdisi gerektirmeden tamamen otomatik olana kadar bekleyeceğini düşünüyor.

Stanford Üniversitesi'nden Ryan Calo sürücüsüz arabaların kişisel araçlardan ziyade bir çeşit toplu taşıma haline –bazı şehirlerde kullanılmaya başlanan sürücüsüz kapsüller gibi– gelebileceğini söylüyor. Ama bu Amerika Birleşik Devletleri'nde iyi olmayacak. Calo, "Hükümetin sürücüsüz arabaları alıp onlara kamu malı muamelesi yapması sizi hiçbir yere götürmez," diyor.

sağlayacağını ilan etti) gibi şirketler kapalı kapılar ardında algoritmalar üzerinde çalışıyor, ancak şeffaflık ve ortak standartlar için talep artıyor. 2016 yılında bir ABD Ulaştırma Bakanlığı ekibi ilk federal otomatik taşıtlar planını geliştirdi. Karar verme etiği otonom taşıtların değinmesi gereken

15 maddeden biri olarak belirlendi, algoritmalar üzerine çalışmalar hakkında şeffaf olunması ve "çatışma hallerinin çözümlenmesi" istendi. Ayrıca şirketlerin akıl danışmasında ve "yaygın olarak kabul edilebilir" sonuçlara ulaşmasında ısrar edildi.

Birleşik Krallık ve Almanya'da da benzer çağrılar yapılmaktadır. Hukuk firması Gowling WLG'nin 2017'de hazırladığı bir bültende, UK Autodrive endüstri konsorsiyumundan Tim Armitage otonom taşıtların "toplumun uzlaşılmış bir kılavuz sağlamadığı ahlaki kararları almasının beklenemeyeceğini" söyledi.

Oxford Üniversitesi'nden filozof ve İnsanlığın Geleceği Enstitüsü başkanı Nick Bostrom hiçbir çözümün mükemmel olmayacağını söylüyor: "Bazı insanları bu arabaların öldüreceğini kabul etmeliyiz." Ancak amaç mükemmel sistemi üretmek değil, şu anda kullandığımız –her yıl 1 milyondan fazla kişiyi öldüren ve yaklaşık 50 milyon kişiyi yaralayan– sistemden daha iyisini üretmektir.

Yapay Zekâlı Doktorlar

Makineler çoktan sağlık hizmetlerini dönüştürdü. MR tarayıcılarla vücuda bakılabilir ve kan örnekleri otomatik olarak analiz edilir ancak insan becerisi, sürecin her zaman anahtar bir parçasıdır: Taramayla bir gölge ortaya çıkarılır ama onkolog bunun önemini fark eder. Ancak yazılımlar kısa süre sonra sadece tıbbi verilere dayanarak ne sorununuz olduğunu çözecek.

Doktorlar genellikle meşguldür ve fazla mesai yaparlar. Hata yapabilir veya bariz semptomları gözden kaçırabilirler. Bilgisayarlar sağlığı kendi terimleriyle anlayabilirlerse

o zaman teşhis koymayı hızlandırabilir, hatta bu işi daha hassas yapabilirler. Meme kanseri tespitini ele alalım. Teşhis genelde üç kaynaktan bilgi gerektirir: röntgen, MR taraması ve ultrason. Çapraz referans zahmetlidir ve çok zaman alır; tabii derin öğrenmeyi kullanmıyorsanız.

Tel Aviv Üniversitesi'nden araştırmacılar göğüs röntgenlerini analiz etmek için derin öğrenmeyi kullanıyorlar. Sistemleri büyümüş kalple akciğerler etrafında sıvı birikimi arasındaki farkı tespit edebiliyor. Bu esnada Maryland'deki Ulusal Sağlık Klinik Merkezi Enstitüsü'nden bir grup, omurga üzerindeki kanserli tümörleri tespit etmek için benzer yöntemler kullanmaktadır. IBM'in Watson'ı da dikkatini teşhise yöneltti. Örneğin, bir hastada ikinci evre löseminin nadir bir türünün belirtilerini tespit etmesi sadece birkaç dakikasını aldı. Bu hastalığı başka yollarla tespit etmek haftalar alabilirdi. Google'ın DeepMind'ı da göz hastalıklarının erken belirtilerinin tespit edilmesi dahil pek çok medikal proje yürütmektedir.

DeepMind, büyük miktarda hasta verisine erişmek için Birleşik Krallık Ulusal Sağlık Servisiyle işbirliği yapıyor. Örneğin Londra'daki Moorfields Göz Hastanesi ile yapılan işbirliğinde DeepMind, yapay zekâsına yaklaşık bir milyon anonim retina taraması besleyebildi. Bu proje, en yaygın göz hastalıklarından ikisini; yaşa bağlı makula dejenerasyonu [sarı nokta hastalığı] ve diyabetik retinopatiyi hedefliyor. Dünyada 100 milyondan fazla insan bu hastalıkları taşımaktadır.

Moorfields'ın sağladığı bilgi, insan gözünün arkasının taranmasının yanı sıra optik koherans tomografi (OCT) denilen daha ayrıntılı taramaları da sağlamaktadır. Ana fikir, bu görüntülerin DeepMind'ın nöral ağlarının, eğitimli klinisyenlerin dahi görmekte zorlandığı dejeneratif göz has-

talıklarının güç algılanan işaretlerini tanımayı öğrenmesini sağlamasıdır. Bu, makine öğrenimi sisteminin bir hastalığın başlangıcını bir insan doktordan önce tespit etmesini mümkün kılabilir.

Pittsburgh Üniversitesi'nden göz doktoru Gadi Wollstein ve meslektaşları nöral ağların göz hastalıklarının teşhisinde kullanılmasını 2005 yılında araştırmıştı. Ancak ekibin elinde, o zamanlar DeepMind'a verilenden çok daha küçük bir veri seti vardı. Wollstein, nöral ağın göz hastalıklarını daha eksiksiz ve hassas bir şekilde fark etmeyi öğrenmesini sağlayacağı için büyük veri setlerinin kritik olduğunu söylüyor.

Aşırı Veri Yüklenimi

Oftalmologlar oldukça ayrıntılı optik koherans tomografiyi artık daha sık kullanıyorlar. Ancak bu, aşırı veri yüklenimine yol açabilir. Wollstein bir doktorun açık örüntüler görmesinin ve iyi teşhisler koymasının genellikle zor olduğunu söylüyor. Bir makinenin daha iyi iş çıkartabileceğini de ekliyor. DeepMind'a 2015 yılında ulaşan Moorfields'dan göz doktoru Pearse Keane, DeepMind'ın üretebileceği herhangi bir otomatik teşhis yazılımının, optik koherans tomografinin kullanım sıklığı giderek artan herhangi bir göz doktoru tarafından da kullanılabileceğini söylüyor.

DeepMind'ın Moorfields ile işbirliği, makine öğrenimi için pazarın nasıl işleyeceğine dair bir bakış sağlıyor. DeepMind'a Royal Free veya Moorfields Göz Hastanelerinde yaptıkları için ücret ödenmiyor. Ancak algoritma ciddi problemleri tanımlayan gerçek veri setlerinde test edilebilecek ve bu veriyi kullanarak eğittiği nöral ağları kendine saklayabilecek. Göz hastalıkları hakkında Moorfields'ın anonim veri setinde saklanan değerli bilgi, DeepMind'ın yapay zekâ sistemlerinde geliştirdiği kendi malı olacak. Aslında makine öğrenim

sistemlerini gerçek dünyadan alınmış sağlık verisinde test etmek, DeepMind'ın tanısal yapay zekâ alanını geliştirme karşısında aldığı ödemedir.

Ancak doktorlar veya hastalar bir makinenin söylediklerini kabul edecek mi? Derin öğrenmenin karmaşık ağları genellikle sebep belirtmeden sonuç verdiği için esrarengizdir. Örneğin Facebook size arkadaşlarınızdan biri olmayan birini etiketlemenizi önerirse, bir Facebook mühendisi bile bunun neden olduğunu açıklayamaz. Bu gizem seviyesini tıbba uyguladığınızda insanlar doğal olarak huzursuz olurlar.

Klinisyenlerin böyle sistemleri kucaklamasını sağlamanın bir yolu, derin öğrenme yazılımının çıktılarını, insanların cevaplarını inceleyip anlayabileceği daha şeffaf bir modelin eğitimi için kullanmaktır. Bu alandaki çalışmalar yapay zekâ için olduğu kadar insanlar ve neyi kabul etmeye hazır olduğumuz hakkındadır.

Katil Robotlar

Yapay zekâ üzerine en ateşli tartışmalardan biri, katil robotların geliştirilmesidir. Otonom silah destekçileri, insan yerine makinelerin dövüştüğü savaşların daha insani olacağını iddia ediyor. Çatışma esnasında askerlerin yaptığı insan hakları ihlalleri gerçekten çok fazladır, ama makineler daha iyisini yapabilir mi? Pek çok kişi bunun korkunç bir fikir olduğunu düşünse de diğerleri makinelerin bunu sadece yapabileceğini değil, yapmak zorunda olduğunu söylüyor. Georgia Teknoloji Enstitüsü'nden robotbilimci Ronald Arkin, "İnsanlar şu anda diğer insanları savaş meydanında insafsızca katlediyor," diyor. "Hiçbir şey yapmadan duramam. Bence teknoloji yardımcı olabilir."

Dünya ordularının çoğu askerlerini ateş hattından uzak tutmanın yollarını ararken ölümcül otonom silah sistemlerinin, yani katil robotların gelişimi hızlanıyor. İnsan askerler yerine robotları göndermek, özellikle de bu gelişmiş teknolojiye sahip ülkeler için hayatlar kurtarabilir. İnsanların aksine robotlar kuralları çiğnemeyecektir.

Bu mesele uluslararası gündemde de konuşuluyor. Son yıllarda Birleşmiş Milletler ölümcül otonom silah sistemlerini pek çok defa tartıştı. Ancak Campaign to Stop Killer Robots [Katil Robotları Durdurmak İçin Mücadele] gibi gruplardan gelen sert muhalefet gibi, tartışmaların artık daha önemli olduğuna dair işaretler vardır. Dokuz ülke ölümcül otonom silah sistemlerinin yasaklanmasını istemiş ve diğer pek çok ülke de robotların nihai kontrolünün insanlarda kalması gerektiğini ifade etmiştir.

Robotlar savaş meydanında şimdiden pek çok rol oynuyor. Bazıları ekipman taşıyor, bazıları bombaları etkisiz hale getiriyor ve bazıları da gözlem yapıyor. Uzaktan kontrol edilen *drone*lar kullanıcılarının binlerce kilometre uzaktan hedefleri vurmasını sağlıyor. Ancak son makineler *drone*ları bir sonraki seviyeye taşıdı. Çok az insani müdahaleyle, hatta hiç insan müdahalesi olmadan hedefi seçip saldırabildikleri için, ateş açma yetkisi vermek bazen insan kontrolünde kalan tek şeydir.

ABD donanmasının Aegis gemilerindeki Phalanx füzesavar sistemi kendi "öldürme değerlendirmesini" yapabiliyor, yani bir hedefe başarılı olarak saldırma olasılığını tartabiliyor. Birleşik Krallık şirketi BAE, Taranis adlı mürettebatsız bir jet geliştirmektedir. Gerekmedikçe karadaki insan operatörlerin müdahalesi olmadan kalkabilir, verilen bir konuma uçabilir ve istenen nesneleri tanımlayabilir. Jet bir prototiptir ve silah taşımıyor, ancak böyle bir uçağın teknik fizibilitesini gösteriyor. Bu esnada Rusya'nın "mobil robotik kompleksi", yani balistik füze tesislerini koruyan mürettebatsız tank benzeri

taşıt ve Güney Kore'nin Super Aegis II tareti, insan gözetimi olmadan hareketli hedefleri tespit ederek ateş edebiliyor. Super Aegis II 2,2 kilometre mesafedeki birini tanımlayabilir.

Silah üreticileri ayrıntılar hakkında konuşmayı sevmezler. Ayrıntılı özellikler genellikle gizli bilgidir. Açık olan şey

Denizyıldızı Katili

2016 yılında robotlar soru sormadan öldürmek için ateş etmeye başladılar. Bu *RoboCop*'un (*bkz.* Görsel 4.3) yeniden çekilmesi değil, bir katil robotun mercanları mahveden denizyıldızlarına karşı yerleştirildiği Avustralya'nın Büyük Bariyer Resifi'nde hayatın kendisiydi. COTSbot adlı dünyanın en gelişmiş otonom silah sistemlerinden biri, herhangi bir insan müdahalesi olmadan hedefleri seçip ölümcül güç uygulayabiliyor.

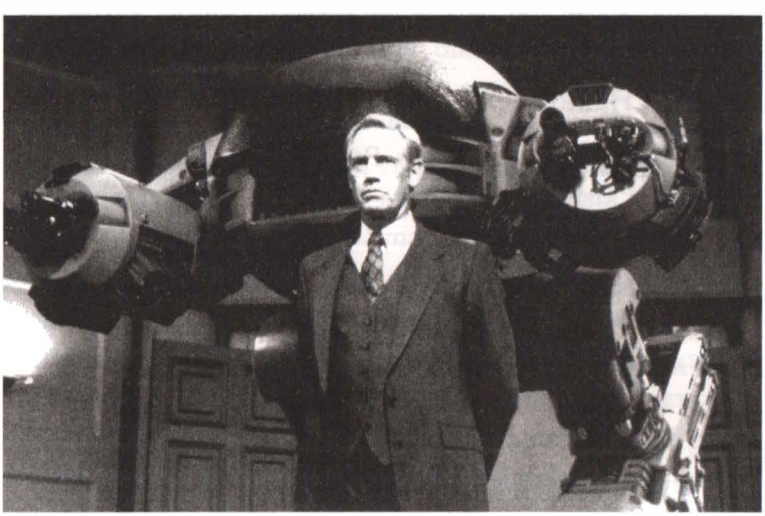
Denizyıldızı öldüren bir robot, uluslararası öneme sahip bir gelişme gibi gözükmeyebilir ancak onun bu resife bırakılması, bu konuda Rubicon'un geçilmesi anlamına gelir. COTSbot, kendi hedeflerini seçerek onları öldürüp öldürmeyeceğine otonom olarak karar verebilen robotlar üretme teknolojimiz olduğunu açık şekilde gösteriyor. Savaştan hukuki yaptırımlara, insani meselelerdeki potansiyel uygulamalar açıktır.

Bu manzara karşısında COTSbot iyi bir gelişmedir; otonomi, hassaslık, güvenlik, bilgisayar korsanlarına karşı güvenlik iddialarının göreceli olarak iyi bir ortamda test edilmesi için bir şanstır. Ayrıca otonom robotların kötü şeylerin yanı sıra iyi şeyler için de kullanılabileceğini göstermek için imkân sunar. Ancak gerçek önemi, *RoboCop*'un gerçekliğe artık daha yakın olduğunu göstermesindedir.

ise teknolojinin artık sınırlayıcı faktör olmadığıdır. Birleşik Krallık'tan füze üreticisi MBDA'dan bir sözcüye göre "teknoloji gelecekte neyin mümkün olacağının kısıtlayıcı faktörü değildir". Otonom silahlar kapasiteleriyle değil, politikalarla sınırlanacaktır.

Angajman Kuralları

O halde ilgili savaş kuralları nelerdir? Özel olarak robotları kapsayan yasalar yoktur ancak tüm silahlar, mevcut düzenlemeye uymak zorundadır. Ana ilkelerden biri, sivillerin ve sivillerin mallarının kasten hedef alınmaması gerektiğidir. Silahlar aynı zamanda siviller ve askerler arasında ayrım yapabilmek zorundadır. Uygulanan güç orantısal olmak zorundadır; bir saldırıdan beklenen askeri avantaj, istenmeyen yan hasardan büyük olmamalıdır.



Görsel 4.3. 1988 tarihli *RoboCop*'taki gibi katil robotlara bilimkurgudan aşinayız; gerçekte bundan ne kadar farklı olacaklar?

Ronald Arkin bu çerçeve içerisinde, ölümcül bir otonom sistemin, sivil zayiatı sınırlamada insan askerlerden iyi olduğu gösterilebilirse, bu teknolojinin yasaklanmasının hata olacağına inanıyor. "İnsanların modern savaşlardaki yanılma payını ve kırılganlıklarını hatırlamak zorundayız," diyor. "Eğer onlardan daha iyisini yapabilirsek hayat kurtarırız."

Bu savı başkaları da güçlü şekilde savunuyor. Vanderbilt Üniversitesi'nden Erik Schechter *The Wall Street Journal*'a şunları söyledi: "Uluslararası insancıl hukukun amacı savaş zamanında sivillerin çektiği acıları azaltmaksa, o zaman keskin nişancı robotlar kullanmak sadece uygun değil, aynı zamanda ahlaki bir zorunluluktur."

Robotlar askerlerin de hayatını kurtarabilir. Örneğin nüfusun yoğun olduğu bir kentsel alanda düşman üssü olduğundan şüphelenilen bir yere hava saldırısı düzenlemektense, robotlar ilk riskleri yüklenerek binaya insan askerlerden önce girebilir. Görevlerin özellikle riskli kısımlarına makineler öncülük edebilir.

Haysiyet Hakkı

Bu fikir oldukça ayrıştırıcıdır. Pek çok kişi için bir bilgisayar çipinin bir kişinin yaşamasına veya ölmesine karar vermesi fikri rahatsız edicidir. Birleşmiş Milletler'in hukuk dışı yargısız veya keyfi infazlar için özel raportörü olan Christof Heyns'e göre bu, insani hukuğa ve insanlık haysiyetine zıttır.

Heyns, "İnsanlık haysiyetini ihlal etmemek için, insanların karar alma aşamasına yakından dahil edilmesi gerekir," diyor. Bir robotun hedeflerinin, silahın arkasında bir insan olsaydı sahip olabilecekleri insanlığa seslenme seçeneğine sahip olmayacağına işaret ediyor. Bunun toplu imhaya benzer olacağını söylüyor. Uzaktan kontrol edilen *drone*lar seslenme fırsatını zaten azalttı. Ancak bunların, uzakta da olsa etik

yargılara ulaşabilecek insan operatörleri var. Heyns, "Bunun tamamen yok olmadığı, en azından mümkün olduğunu umuyoruz," diyor. "Umut, haysiyetli hayatın bir parçasıdır."

Heyns nihai olarak "kuvvetin duyarsızlaşması" dediği şeyden korkuyor. 2013'te BM için hazırlanan bir raporda "bir düğmeye basılarak konuşlanmaya hazır, yorulmak bilmeyen savaş makinelerinin" sürekli çatışma içeren bir geleceğe yol açabileceği uyarısını yaptı. Eğer hükümetler savaş için asker göndermek zorunda kalmazsa savaşa girmek çok kolay olur. Makinelerin diğer makinelerle savaştığı senaryolarda bile kayda değer sivil zayiat, bir ulusun altyapısını yok edebilir. Zayiat düşük olduğundan savaşlar daha uzun sürebilir ve savaş sonrası yeniden inşayı engelleyebilir.

Sheffield Üniversitesi'nden yapay zekâ ve robotik araştırmacısı, ayrıca Katil Robotları Durdurmak İçin Mücadele'nin önde gelen isimlerinden Noel Sharkey, konuyu uluslararası alana taşımak için neredeyse on yıldır uğraşıyor. Mücadelesinin ana motivasyonlarından biri, mevcut teknolojinin yetersizliklerinin farkında olmasıdır. Arkin gözünü bir sonraki nesle dikmişken Sharkey mevcut olandan endişe duyuyor. "İnsan bedeninin işaretlerini tespit eden ve ateş eden bir katil robotu haftalar içinde yapabilirim," diyor. "Problem, siville savaşçı arasındaki farkı ayırt edebilmektedir."

Bu kabiliyeti kontrol altına almak zordur. Aralia Systems, Birleşik Krallık'ta güvenlik uygulamaları için görüntü analiz yazılımı sağlayan bir şirkettir. Sistem, örneğin bir CCTV görüntüsündeki şüpheli aktiviteyi tespit edebilir. Sistem 2015 yılında, bomba yerleştirmek için kamusal bir alanı incelediklerini daha sonra ortaya çıkan bir grubun aktivitesini şüpheli olarak işaretlemişti. Wright, bireylerin tutuklandıklarını ve dava açıldığını söylüyor. Ancak şirketin kurucularından olan Glynn Wright, kalabalık kentsel ortamlarda böyle bir kararı hemen vermeye henüz uzak olduğumuzu da itiraf ediyor.

Röportaj: Otonom Silahları Yasaklamalı mıyız?

Mark Bishop Londra Üniversitesi'nde Goldsmiths bilişsel programlama profesörüdür ve Yapay Zekâ ve Davranışın Simülasyonu Araştırılması Topluluğu'nun başkanıdır. New Scientist'*e 2013'te verdiği bu röportajda insan müdahalesi olmadan konumlanan ve yok eden silahların yasaklanmasının neden hayati olduğunu açıklıyor.*

Katil Robotları Durdurmak İçin Mücadele nedir?

Kesin hedefin seçilmesinde ve saldırmak için nihai karara insan müdahalesinin ortadan kaldırıldığı tam otonom silah sistemlerinin üretilmesi ve konumlanmasını yasaklamak için lobi yapan STK ve baskı gruplarından bir konfederasyondur.

Buna ne kadar yakınız?

Şimdiden örnekler var. ABD donanması gemilerinin çoğunda, gelen tehditleri tespit ederek otomatik olarak angaje olan Phalanx silah sistemi gibi bazıları bir süredir kullanılıyor. Bir diğeri, radar tesislerini arayıp yok edecek İsrail Harpy "ateş et ve unut" insansız hava taşıtıdır.

Teknolojinin gelişimini güdüleyen şey nedir?

Şu anda Batı askeri stratejisi, geleneksel güçlere kıyasla *drone*lara odaklanmış durumda, ancak uzaktan kumandalı *drone*lar bilgisayar korsanlarına karşı savunmasızdır. Tam otomatik sistemler buna karşı tam olarak bağışıklık sahibidir. Ayrıca masrafları da azaltırlar. Bu, üreticinin daha çok satış yapacağı anlamına gelir, yani otonom sistemlerin geliştirilmesi ve hükümetlerin bunları kullanmasında ticari bir çıkar vardır.

Tehlikeler nelerdir?

Otonom sistemlerin angaje olma ihtiyacını uygun bir şekilde değerlendirme, tehditlere orantısal karşılık verme veya muhariplerle siviller arasında güvenilir şekilde ayırım yapma becerisinden şüphe etmek için sebepler vardır. Ayrıca birbirleriyle etkileşen karmaşık yazılım sistemleriniz olduğunda öngörülemeyen sonuçlar için büyük bir risk vardır. Çok önemli bir örnek 2011 yılında Amazon'da ücretlendirme botunun *The Making of a Fly* adlı bir kitabın fiyatını 23 milyon doların üstüne çıkarmasıdır.

Gerginlikten endişeleniyor musunuz?

Evet. Güney Kore'de bilim insanları Kuzey Kore sınırında devriye gezmesi için bir robot konuşlandırıyorlar. Eğer bu konuşlanır ve yanlış veya orantısız bir şekilde angaje olursa küçük bir sınır sürtüşmesinin ciddi çatışmaya dönüşmesini hayal etmek zor değil. Daha da korkutucu bir şekilde 1983'te ABD askeri tatbikatı Able Archer'da Rus otomatik savunma sistemleri hatalı bir şekilde gelen bir füze tespit etti ve ancak bir Rus albayın müdahalesiyle nükleer savaştan kaçınılabildi. Ancak başka otonom sistemlerle etkileşimde olan otonom sistemleriniz varsa gerginlik riski özellikle korkutucu bir hal alır.

Robotlar insanlara karşı riski azaltamaz mı?

ABD'li robotbilimci Ronald Arkin gibi kişilerin öne sürdükleri, robotların yas tutan veya intikam peşinde olan askerlerden daha az duygusal değerlendirmeler yapabileceklerine dair bir sav vardır. Ama bu gerginlik sorununa hitap etmemekle kalmaz, ayrıca ancak

sistemler ne zaman angaje olacaklarına, orantıyı kararlaştıracaklarına ve hasas bir şekilde hedefler arasında ayırım yapacaklarına güvenilir bir şekilde karar verebilirse geçerli olacaktır.

Peki ne yapmalıyız?

Otonom sistemlerin arkasındaki teknoloji, Google'ın araba süren sistemi gibi başka kullanım alanlarına sahiptir, bu yüzden gelişimi yasaklamak zordur. Bunun yerine otonom silahların konuşlanmasını yasaklayan küresel bir anlaşmaya odaklanmalıyız.

Son Kararı Vermek

Bir makine hedefler ve siviller arasında ayrım yapabilse de bu veriye dayanarak ahlaki kararlar alma becerisi ne olacak? Arkin, robotun çeşitli durumlar karşısında tepkilerini idare edecek "etik yönetici" görevi görecek bir yazılım geliştirebileceğimizi söylüyor. Ancak böyle bir yazılımın karmaşıklığı, bu önerilerin kâğıt üzerinde kalacağı anlamına gelir. Şimdilik kontrolde insanlar vardır.

Peki bu ne demektir? Katil robot tartışmaları bu soru etrafında döner ve bir yasak çağrısı, bir insanın karar vermesinin ne anlama geldiğine bağlı olarak başarılı veya başarısız olacaktır. Kabul gören bir tanım yoktur. Başka bir sorun daha var: Sadece katil robotlar sorusuna odaklanmak, insanlar ve makinelerin nasıl etkileşime girdikleri hakkında daha temel sorunları hasır altı eder. Sadece bir insanın işe dahil olması, yüksek teknolojiyle öldürmenin sorunlarını ortadan kaldırmaz.

Örneğin, 2003'te bir ABD Patriot füze operatörü, bir Irak füzesinin tespit edildiğine dair otomatik bir uyarı aldı.

Operatörün anında karar vermesi gerekiyordu; savunma durumuna geçerek ateş açılmasını onayladı. Ancak hedefin bir Britanya Kraliyet Hava Kuvvetleri Tornado uçağı olduğu ortaya çıktı ve iki pilot, Patriot füzesi isabet ettiği için öldü. Yanlış giden neydi? Sistem jeti bariz olarak yanlış tanımlamıştı. Ancak soruşturma olayın, operatörler düzgün şekilde eğitilmediği için yaşandığını ortaya çıkardı. Sistem, jetin hava trafik kontrolörleriyle temasta olduğunu ve bir tehdit olmadığını söyleyebilecek daha geniş bir ağa bağlanmamıştı. Bu olayda problemin, olaya dahil olan insanlardan kaynaklandığı söylenebilir.

BM'deki sonuç ne olursa olsun, otonom silah sistemleri tartışmasında gündeme getirilen sorunlar göründüklerinden daha basittir. Tam otonom olsun ya da olmasın, makineler zaten savaşın bir parçasıdır ve insanları buna dahil etme sözü kesinlikle hata yapılmayacağının garantisi değildir. Makineler savaşı düzene sokmaz; karmaşıklaştırırlar. Bizimle ortak yönleri budur.

5.

Bilinmeyene Doğru: Bilgisayarlar İnsan Zihninin Sınırlarının Üstesinden Nasıl Gelir?

Şu anda bilgisayarlar çoğunlukla insan zekâsını desteklemiyor. Ancak bazı makineler insan zihni tarafından sınırlanmadan problemler çözmeye başladı; bu tuhaf araç gereçler icat etmelerini, hatta matematiğin sınırlarını genişletmelerini sağladı. Makineler bir gün düşünürlerin ve mucitlerin de yerini alacak mı? Bize üstün oldukları yerlerde bile keşifleri, ancak onları anlayabildiğimiz ve kullanabildiğimiz zaman faydalı olabilir.

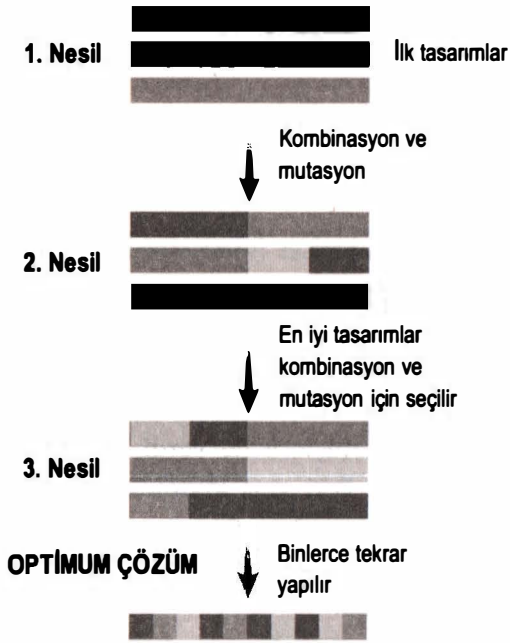
Evreka Makineleri

Mutlu kazalarla keşiflerin kol kola ilerlemesine alışkınız. Örneğin mekanik uçuşun doğuşunu ele alalım. 1899'da Dayton, Ohio'da bir bisiklet tamircisi, yeni bir iç lastiği kutusundan çıkardı ve müşterisine verdi. İkili sohbet ederken tamirci boş kutuyu ileri geri kıvırarak oynamaya başladı. Oynarken kutunun tepesinin düzgün, spiral bir eğri halinde büküldüğünü fark etti. Önemsiz bir gözlemdi, ancak bir gün dünyayı değiştirecekti.

Kutunun şekli, mekaniğe uçuş halindeki bir güvercinin kanadını anımsatıyordu. Kutunun elinde esnemesini izleyen Wilbur Wright, çift kanatlı bir uçağın kanatlarını destekleyen çerçevenin basitçe bükülmesinin bir uçağın havada nasıl kontrol edileceğini sağladığını görmüştü.

Wright kardeşlerin uçağı, pek çok örnekten sadece biriydi. Başka bir örnek cırtcırttır: George de Mestral, köpeğine yapışan dulavratotu bitkisinin kanca şeklindeki tohumlarını fark ettikten sonra bu materyali keşfetmişti. Ve Harry Coover'ın sıvı plastik karışımı, her şeye yapıştığı için kokpit panelleri için bir materyal olarak inanılmaz derecede başarısız olmuştu. Ancak kendine çok daha iyi bir kullanım alanı buldu: Japon yapıştırıcısı.

Kulağa romantik gelebilir ancak bu, teknolojiyi ilerletmenin baş ağrıtacak kadar yavaş bir yoludur. Rastlantılara güvenmek, günümüzde yapılabilecek bir keşfin daha yıllarca ortaya çıkmayacağı anlamına gelebilir. Lozan, İsviçre'den



Görsel 5.1. Genetik algoritmalar, potansiyel çözümlerin her birinde en iyi olanları sürekli olarak birleştirip mutasyona uğratarak bir sorun için optimum çözümü bulmaya çalışır.

keşifler yapmada uzmanlaşmış bir şirket olan Iprova'nın CEO'su Julian Nolan, "Keşiflerin yaratılma yolu çok ilkel ve verimsizdir," diyor ve yüzlerce yıldır hiçbir şeyin değişmediğini söylüyor. "Bu, diğer endüstrilerin çoğuyla uyumsuzdur."

Ama artık kendi şansımızı yaratmaya başladık. Hayal gücündeki sıçramalar, yazılımın kararlı adımlarıyla değiştirildikçe bu evreka anları istenildiği anda yaratılabilir. Doğanın en iyi tasarımları üretme yolunu taklit etmekten patentli mevcut teknolojiler arasındaki boşluklara bakmaya, bilgisayar destekli icatlar artık mevcut.

Bunun çok büyük etkileri olabilir. Bazıları otomatik icatların teknolojik ilerlemeyi hızlandıracağını iddia ediyor.

Genetik Algoritma Nedir?

Evrimsel algoritma olarak da bilinen *genetik algoritma* tasarım problemiyle, doğal seçilimi taklit ederek uğraşır (*bkz.* Görsel 5.1). Arzulanan nitelikler, genlerin voltaj, fokal mesafe ve materyal yoğunluğu gibi parametreleri temsil ettiği bir genom gibi tanımlanabilir.

Süreç her biri olası, ancak standart altı tasarımlardan biri olan bu genomların rasgele bir örneğiyle başlar. Yavrular gen havuzundan ebeveyn genomları birleştirilip "mutasyonlar" tanıtılarak, her ebeveynin özellikleri ve potansiyel olarak faydalı yeni özelliklerle yaratılırlar. Yavrunun belirli bir görev için uygunluğu simülasyonda test edilir. En iyi olanlar seçilir ve sonraki üreme turu için gen havuzu oluştururlar. Bu süreç defalarca tekrar edilir ve doğal seçilimde olduğu gibi en uygun olan hayatta kalır.

Genetik algoritmalar yeni tasarımlar evrimleştirmenin yanı sıra emniyet ve güvenlik özelliklerini test etmek için azami hasar vermek üzere "asalakları" evrimleştirmek için kullanılabilir. Massachusetts'te ABD donanması için gemi tasarımlarını geliştirmek üzere bu tekniği kullanan Icosystem'den Eric Bonabeau, "Doğa karmaşık sistemlerin zayıf noktalarını bulmada çok iyi ve yaratıcıdır," diyor.

Ayrıca hepimizi birer mucide dönüştürerek herkese eşit fırsat verebilir. Ancak ya fikirlerin değeri devalüasyona uğrarsa? Mesela bir fikrin patent değeri kazanması için "açık" olmaması gerekir. Fikirler kaba kuvvetle keşfedildiğinde bu nasıl uygulanabilir?

Doğanın Niyetlendiği Gibi

Patent tasarımında evrimi taklit eden ilk araştırma grubunu –genetik algoritmaların kullanımına öncülük edenleri– 1990'larda Stanford Üniversitesi'nde John Koza yönetiyordu. Ekip, algoritmayı elektronik tasarımın başlıca ürünlerinin bazılarını tekrar keşfedip keşfedemeyeceğini görmek için test etti: Bell Laboratuvarlarında 1920 ve 1930'larda geliştirilen geri bildirim kontrol sistemleri, amplifikatörler ve ilk filtreler. Başarılı oldular. Koza, "Klasik Bell Laboratuvarları devrelerinin tümünü yeniden keşfedebildik," diyor. "Bu teknikler o zamanlar olsaydı, devreler genetik algoritmalarla yaratılabilirdi."

Bu durumun şans eseri olabileceği ihtimaline karşı, ekip aynı şeyi çeşitli optik cihazlarda kullanılan patentli altı oküler lens düzenlemesiyle denedi. Algoritma optik sistemlerin hepsini yeniden üretmekle kalmadı, bazı durumlarda orijinalleri de patentlenebilecek şekilde geliştirdi.

Bu algoritma tarzının çok yönlülüğü, evrimleşmiş icatların sergilendiği yıllık Genetik ve Evrimsel Programlama Konferansında (GECCO) gösterildiği gibi açıktır. Tipik yenilikler, ahtapot benzeri bir sualtı *drone*u için verimli bir yüzme şeklinden gelecekte Dünya'nın alçak yörüngesini temizleyecek bir uzay sondası için en verimli yakıt rotasını hesaplayacak düşük enerjili bilgisayar çipleri tasarımına kadar uzanır. Avrupa Uzay Ajansı mühendisleri, Hollanda Noordwijk'teki gelişmiş konsept laboratuvarında yolu hesaplamak için, bu meseleye ünlü gezgin satıcı probleminin kozmik bir versiyonu gibi yaklaştı; ancak sonda şehirler yerine yörüngeden çıkaracağı başıboş uyduları ve ölü roket gövdelerini ziyaret etmektedir.

Ancak GECCO'nun büyük ödülü, insan hüneriyle rekabet etmeye layık görülen icatlar için verilen insan rekabetçili-

ği ödülü, yani "Humie" ödülüdür. İlk Humie ödülü, 2004 yılında NASA tarafından desteklenen bir proje için evrimleştirilmiş tuhaf şekilli bir antene verilmiştir. Normal bir anten çubuğundansa tuhaf açılarla uzanan bir avuç dal ve otlarla kaplı bir fidan gibi gözükse de mükemmel çalışır. Bir insan tasarımcı tarafından üretilmediği bellidir.

Genellikle ana fikir de budur. Massachusetts'ten patent avukatı Robert Plotkin, "Bilgisayarlar keşfetme sürecini otomatikleştirmek için kullanıldıklarında gözleri insan mucitlerin peşin hükümlü kanılarıyla kör edilmemiştir," diyor. "Yani bir insanın asla hayaline gelmeyecek tasarımlar yapabilirler."

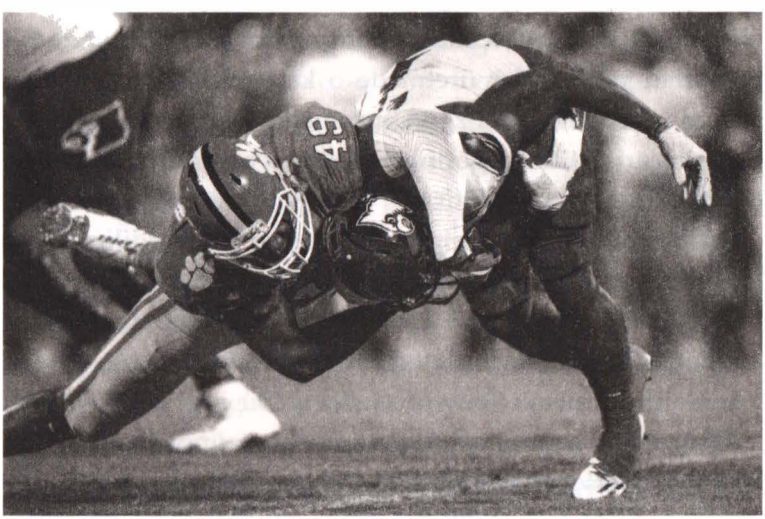
Bilinmeyene Doğru

Genetik algoritmaları kullanmanın tek bir sorunu vardır: Algoritmanın verimli bir şekilde modifiye edebilmesi için ne keşfetmek istediğinizi önceden bilmeniz gerekir. Genetik algoritmalar mevcut icatları optimize etmede iyidirler ancak gerçekten yeni şeyler üretmede o kadar da iyi değildirler. Bunun sebebi büyük, özgün sıçramalar yapmamalarıdır. Bu ayrıca ticari olarak değerli bir vurgun yapma ihtimallerinin düşük olması da demektir.

Yaklaşımlardan biri bir sorunda, eğer hitap edilirse yeni bir icada yol açabilecek, kolayca gözden kaçabilecek özellikleri fark edebilmeleri için mucitlere yardımda yazılım kullanmaktır. Massachusetts'teki Innovation Accelerator'ın teknoloji sorumlusu Tony McCaffrey, "Bir icat, mucidin fark ettiği en az bir şey daha önce insanların gözünden kaçtığı için keşfedilmemiş yeni bir şeydir," diyor. "Eğer insanların bir sorunun muğlak özelliklerini daha çok fark etmesini sağlayabilirsek, bunu çözmek için gereken anahtar özellikleri fark etme ihtimalini de artırırız."

Innovation Accelerator bunun için, bir problemi insan dilinde tanımlamanızı sağlayan bir yazılım yazdı. Daha sonra benzer problemi çözen icatlar için ABD Patent ve Marka Ofisi'nin veritabanında aramak üzere, problemi çok sayıda alakalı tabir şeklinde genişletti. Sistem başka alanlarda problemin analoglarına bakmak için tasarlanmıştır. Başka bir deyişle, yazılım sizin için yanal düşünür.

McCaffrey, sistemden Amerikan futbolu oyuncularında beyin sarsıntısını azaltmak için bir yol bulmasını istedi (*bkz.* Görsel 5.2). Yazılım problemin tanımını genişletti ve enerjiyi azaltmak, enerjiyi emmek, kuvveti değiştirmek, momentumu azaltmak, kuvveti karşılamak, yön değiştirmek ve enerji geri itimi için yollar aradı. Enerjinin nasıl geri itileceğine dair sonuçlar, firmanın diğer oyuncuların kasklarını itmek için güçlü mıknatısları olan bir kask icat etmesini sağladı.



Görsel 5.2. Bir yazılım, Amerikan futbolu oyuncularını beyin sarsıntısından korumak için yeni bir kask tasarladı.

Ne yazık ki başka biri bu patenti onlardan birkaç hafta önce almıştı. Ancak ilke kanıtlanmıştı.

Başka bir örnekte, yazılım bir kayak ustasının yakın zamandaki gelişimini kopyaladı. Problem, kayakların vibrasyonunu durdurmanın bir yolunu bulup kayakçıların daha hızlı gidip daha güvenli dönüşler yapmasını sağlamak için bir yol bulmaktı. Üretici nihayetinde bir cevap buldu ancak Innovation Accelerator'ın yazılımı bunu daha çabuk bulabilmişti. McCaffrey, "Bir keman üreticisi enstrümanda vibrasyonu azalarak daha saf müzik üretmenin bir yöntemini bulmuş," diyor. "Bu yöntem kayaklara uygulanarak daha az titremelerini sağladı."

Trend Tespiti

Nolan'ın şirketi Iprova'daki teknoloji de mucitlerin yanal düşünmesine yardımcı oluyor; ancak patent belgelerinin çok ötesindeki kaynaklardan türetilen fikirlerle. Şirket, bilgisayarla hızlandırılmış keşif tekniğinin tam olarak nasıl işlediğini açıklamak istemiyor, ancak 2013'teki bir patentte Iprove sadece patent veritabanları ve teknik dergileri değil, ayrıca blogları, haber sitelerini ve sosyal medya ağlarını da sorgulayarak müşterilerine "önerilen inovasyon fırsatları" sağladığını söylemektedir.

Özellikle ilgi çekici olan, bunun internetteki teknoloji trendlerinin değişimiyle kendi önerilerini de değiştirmesidir. Sonuç son derece üretkendir. Şirket her ay müşterilerinin patentini almak için seçebileceği yüzlerce icat üretmektedir. Sağlık hizmetleri, otomotiv ve telekomünikasyon endüstrilerinden oluşan geniş aralıktaki müşterileri göz önüne alınırsa, Iprova'nın başarılı olduğu söylenebilir. Müşterilerinden biri, çokuluslu teknoloji devi Philips'tir. Böyle şirketler araştırma ve geliştirme departmanlarına dışardan kolay kolay uzman eklemezler.

Bu, algoritmaya dayalı keşfin muhtemelen gelecekte en üretken keşif süreci olacağı anlamına gelir. Plotkin, "Bilgisayarla otomatik inovasyondan faydalanmayı öğrenen insan mucitler, eski moda yöntemle keşif yapmaya devam eden meslektaşlarının önüne geçecek," diyor. Ancak ikisi arasındaki çizgiyi nereye çekeceğiz? Doğru işbölümünü bulmak için insan ve algoritma arasında belirgin bir ayrım olmadığı görülebilir. Ancak işbölümü, bilgisayara meylediyorsa patent sisteminin kendisinin içini boşaltabilir. Şu anda eğer patent alacaksa "bu sanatta ortalama beceriye sahip olan biri" bir icadın net olmaması gerektiğine inanmalıdır. Ancak mucitler sadece bir bilgisayara bakıyorsa icatlar da o bilgisayarın basit çıktıları olabilir, çaydanlıktan gelen sıcak su gibi.

Şans, hazırlıklı olan akla güler. Eğer Wilbur Wright bir müşteriye hizmet verirken uçağı hakkında düşünüyor olmasaydı, evreka anını asla yaşayamazdı. Yaratıcı yazılım, bunun gibi şans eseri ilişkilendirmeleri daha sık yapabilir. Bonabeau, "Mutlu kazalar için algoritmayı taşeron olarak kullanın," diyor.

Yemekte Ne Var?

Kendinizi bildiğiniz malzemelerle, denenmiş ve güvenilir en sevdiğiniz yemeği pişirirken mi buldunuz? Chef Watson uygulaması size yardımcı olabilir. Chef Watson, yeni tarifler keşfetmek için IBM'in süper bilgisayarının beynini kullanıyor.

Chef Watson uygulamasının anahtarı, süper bilgisayarın büyük miktarda bilgi yutup bilgi parçaları arasında bağlantı kurabilme becerisidir. *Jeopardy!* yarışma programını kazanarak ve New York'taki Memorial Sloan Kettering Hastanesinde doktorların kanser teşhi-

si koymasına yardım ederek becerisini kanıtladı. Şimdi de daha zor olduğu söylenebilecek bir şeyi deniyor: insanların gerçekten denemek isteyecekleri yemek tarifleri geliştirmek için yaratıcılık kullanmak.

IBM veri sağlamak için ABD temelli yemek tarifi sitesi Bon Appetit ile işbirliği yaptı. Bu site malzemelere, tarif türüne ve pişirme tarzına göre etiketlenmiş 9000'den fazla yemek tarifinden oluşan bir veritabanına sahip. Watson, veritabanındaki malzemeler, stiller ve tarif adımları arasında istatistiksel bir korelasyon yaratıyor, hangi malzemelerin genellikle bir arada kullanıldığını ve hangi yemek türlerinin ne gerektirdiğini bulmak için bu korelasyondan yararlanıyor. IBM'den Steve Abrams'a göre, "burrito, hamburger ve çorbanın farklı malzemeler gerektirdiğini bu şekilde anlıyor". "Burritonun her zaman sarılacak bir şeye, çorbanın da sıvıya ihtiyacı olduğunu biliyor. Böylece akışkan bir burritonuz olmaz."

Uygulamayı kullanmak için aşçı, önce kullanmak istediği malzemeleri yazıyor. Daha sonra "Klasik olsun," veya '"Beni şaşırt," gibi komutlarla Watson'ın yapacağı deneysellik miktarına karar veriliyor. Watson daha sonra aşçıya başlangıçtaki malzemelerle genellikle iyi gideceğini düşündüğü ilave malzemeler, stiller ve yemekler öneriyor. "Sevdim" veya "sevmedim" tuşlarına basarak belirli malzemeleri ön plana alabilir veya çıkartabilir. Son olarak aşçı arama butonuna basıyor ve Watson daha az veya çok deneysel yapmak için ayarlanabilen tariflerden bir liste oluşturuyor.

Eğer aşçı ileri gitmek isterse geniş bir aralıktaki besinlerde bulunan lezzet bileşiklerinden bir veritabanına da danışılabilir ve votka ile Brüksel lahanası

veya karnabahar ile kasımpatı gibi teorik olarak bir arada bulunmaması gereken malzemeleri birleştirmesi istenebilir. Malzemelerin kombinasyonu için "sürpriz" puanında olduğu gibi insanların hangi lezzetleri daha hoş veya nahoş bulduklarına dair psikolojik araştırma da dahil edilebilir: Puan ne kadar yüksekse tariflerde bir arada bulunma sıklıkları da o kadar düşüktür.

Ölçeğin deneysel ucuna yaklaştıkça birbirine yakışan malzemeler azalır ve malzemelerde ortak olan lezzet bileşenleri artar. Abrams'a göre sistem "birbirine yakışacağını hiç düşünmeyeceğiniz şeyleri bulur". En azından teoride böyledir. Chef Watson, uygulamada tuhaf değişiklikler yapabilir. Kremalı makarna için kremayı bir bardak sütle değiştirilebilir. Ayarı "beni şaşırt"a getirirseniz Watson sizi, fırında ton balığı için yarım kilo kaz etine ihtiyacınız olduğuna ikna etmeye çalışabilir. Ancak arada sırada ilham verici de olabilir. Klasik bamya yemeğinde istiridye suyunun Japon çorba harcı *dashi* ile değiştirilmesi yemeğe asla denemeyi düşünmediğiniz bir lezzet verebilir.

Plan, Chef Watson'ın giderek daha karmaşıklaşıp daha çok kaynaktan veri toplamasıdır. Malzeme oranlarını belirlemeye yardımcı olması için Vikipedi'nin dünya mutfağı sayfalarını tarayıp ABD Tarım Bakanlığı'nın veritabanında besin değerlerine bakmaktadır.

Arada sırada çıkan tuhaf malzeme kombinasyonlarının yanı sıra Chef Watson'ın saf veriden yaratıcı tarifler üretme yolunda başka arızalar da vardır. Test edenlerden biri sistemin porsiyon büyüklüğü konusunda zorlandığını buldu. Bir başkası tam olarak 554 ardıç kozalağı gerektiren bir tarif buldu, ayrıca tofunun "derisini yüzüp kemiklerini ayırma" talimatı da aldı.

Kavram Kanıtlama: Matematiksel Problemleri Zorlayacak Yazılım

Saf matematik, ilhamla gelen atılımlarla nitelenen bir başka insan girişimidir. Yazılımlar insanların kanıtlamada zorlandıkları teoremleri zorlamaya başladı bile. Bilgisayarlar daha yaratıcı bir rol de üstlenebilir mi? Yapabilirlerse, gelecekteki bilgisayarlar matematiği beyinlerimiz için takip etmesi çok karmaşık yerlere getirebilir.

Kyoto Üniversitesi'nden çok saygı duyulan matematikçi Shinichi Mochizuki, 2012 yılında internet sitesinde 500 sayfalık yoğun matematik yayımladı. Bu, yıllar süren bir çalışmanın ürünüydü. Mochizuki'nin *evrenler arası Teichmüller teorisi* matematiğin daha önce el değmemiş alanlarını tanımlıyordu ve sayıların gerçek doğası hakkında *ABC sanısı* olarak bilinen eski bir muammayı kanıtlıyordu. Diğer matematikçiler sonuca şapka çıkardılar, ancak doğruluğunun kontrol edilmesinin çok çaba gerektireceği konusunda uyarıda bulundular. Hiçbir sonuç alınmadan aylar geçti. Nihayetinde birilerinin anlaması dört yıl sürdü.

Bir matematikçiye kanıtın ne olduğunu sorarsanız, muhtemelen kanıtın mutlak olması gerektiğini söyleyecektir; kabul edilen bir başlangıç noktasından reddedilemez bir sonuca ulaşan mantıksal adımlardan teferruatlı bir sekans. Ancak bu hikâyenin tamamı değil. Doğru olduğuna inandığınız bir şeyi yayınlayıp gidemezsiniz; hata yapmadığınıza diğerlerini de ikna etmelisiniz. Gerçekten çığır açan bir kanıt için, bu sinir bozucu bir tecrübe olabilir.

Pek az matematikçinin bütün işlerini kenara bırakıp yıllarını Mochizuki'nin yaptığı gibi gibi bir kanıtı anlamak için adamaya niyetlidir. Matematik alt alanlar içerisinde alt alan-

lara bölündükçe, bu problem de giderek zorlaşıyor. Bazıları matematiğin sınırlarına ulaştığını düşünüyor. Gerçek dönüm noktaları, diğerlerinin kontrol edemeyeceği kadar karmaşık olabilir, bu yüzden pek çok matematikçi daha ulaşılabilir, ancak muhtemelen daha önemsiz problemlerle uğraşıyor. Bu konuda ne yapılabilir?

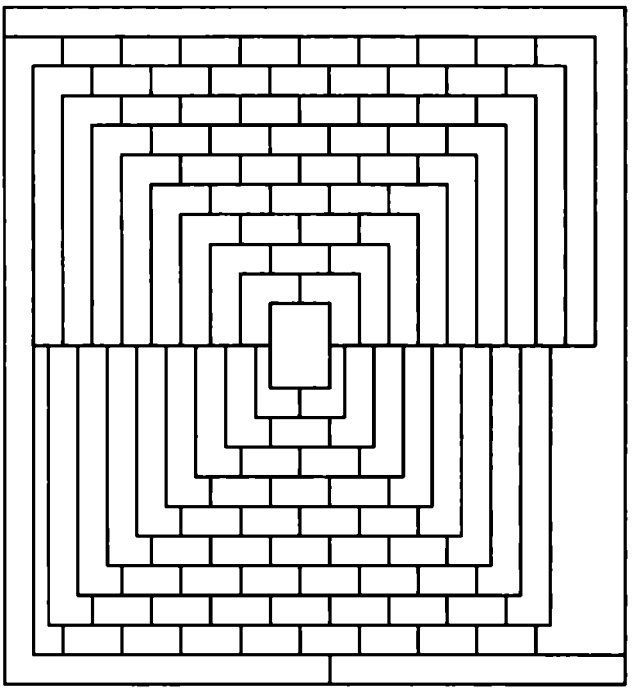
Bazıları için çözüm, dijital yardım almaktır. Pek çok matematikçi şimdiden bilgisayarlarla çalışıyor; kanıtları kontrol edebiliyor ve daha yaratıcı işler için zaman yaratabiliyorlar. Ancak bu matematiğin işleyişini değiştirmek anlamına gelebilir. Dahası, bilgisayarlar bir gün kendi atılımlarını da yapabilir. Biz buna yetişebilir miyiz? Eğer yetişemezsek, bu matematik için ne anlama gelecek?

Dört Renk

Bilgisayar destekli ilk kanıt kırk yıl önce yayınlandı ve hemen bir tartışmanın kıvılcımlarını çaktı. Bu kanıt, on dokuzuncu yüzyıl ortalarına dayanan *dört renk teoremi*nin çözümüydü. Teorem, hiçbir bitişik bölgenin aynı renkte olmaması için tüm haritaların sadece dört renge ihtiyaç duymasını ifade eder. İstediğiniz kadar deneme yapabilir ve bunun doğru olduğunu görebilirsiniz (*bkz.* Görsel 5.3). Ancak bunu kanıtlamak için, genel eğilimin tersine giden tuhaf bir haritanın bulunma olasılığını ortadan kaldırmalısınız.

1976'da Kenneth Appel ve Wolfgang Haken tam olarak bunu yaptı. Problemin, beş renk gerektirebilecek 1936 alt dizilişe indirgenebileceğini gösterdiler. Daha sonra bu muhtemel karşıt örneklerin her birini denemek için bir bilgisayar kullandılar ve hepsinin gerçekten de sadece dört renkle boyanabileceğini buldular.

Görev tamamlandı; ya da tamamlandığını düşünebilirsiniz ancak matematikçiler bunu bir kanıt olarak kabul etme-



Görsel 5.3. Yan yana hiçbir iki bölge aynı renkte olmayacak şekilde, bir haritayı sadece dört renk kullanarak boyamak mümkündür. Yazar ve popüler matematikçi Martin Gardner'ın 1970'lerde tasarladığı yukarıdaki "haritada" kendiniz deneyin.

diler. Ya kodda bir hata varsa? Yazılıma güvenmiyorlardı ama hiç kimse binlerce olasılığı tek tek kontrol etmek istemiyordu. Haklı oldukları bir yer vardı: Matematiksel bir sanıyı test eden yazılımı kontrol etmek, kanıtı geleneksel yolla elde etmekten daha zor olabillir ve bir kodlama hatası, sonuçları tamamen güvenilmez kılabilir.

İşin hilesi yazılımı kontrol etmek için başka bir yazılım kullanmaktır. Kanıt asistanı olarak bilinen bir tür programla çalışan matematikçiler, kanıtın her adımının geçerli

olduğunu doğrulayabilir. Süreç interaktiftir. Komutları alete girersiniz ve alet kontrol eder; imla kontrolü gibidir. Peki ya kanıt asistanında bir arıza varsa? Bu her zaman mümkündür ancak bu programlar genellikle küçüktür ve her zaman elle kontrol edilebilirler. Dahası, kod tekrar tekrar çalıştırıldığında doğru bir şekilde programlama yaptığının kanıtlarını görürsünüz.

Sıkıcı Ayrıntılar

Kanıt asistanlarını kullanmak, farklı bir çalışma şeklini kucaklamak anlamına gelir. Matematikçiler kanıtları yazarken sıkıcı ayrıntıların çoğunu atlarlar. Mesela kalkülüsün temellerini her seferinde tekrar tekrar belirtmenin anlamı yoktur. Ancak böyle kısayollar bilgisayarlarda işe yaramaz. Kanıtla çalışmak için mantık adımlarının hepsine hitap edilmesi gerekir, $2 \times 2 = 4$ gibi en basit şeylerde bile.

İnsanların yazdığı kanıtların bilgisayar diline tercüme edilmesi hâlâ aktif bir araştırma alanıdır. Tek bir kanıt yıllar sürebilir. İlk atılımlardan biri, Birleşik Krallık'taki Microsoft Araştırma'dan Georges Gonthier ve meslektaşlarının dört renk teoreminin kanıtını güncelleyip her parçasını bilgisayar tarafından okunur hale getirdiği 2005 yılında geldi. Appel ve Haken'in 1976'daki çalışmasından sonraki versiyonlar, matematiğin mekânsal önsezimize dayanan grafik teorisi adlı bir alanına dayanıyordu. Bir haritadaki bölgeler hakkında düşünmek insanlara doğal gelebilir, ancak bilgisayarlara öyle gelmez. Tüm işin baştan düşünülmesi gerekiyordu.

Gonthier kanıtın –çok net göründüğünden yaygın olarak doğru kabul edilen– bir kısmının harcanan çabaya değmeyeceği düşünüldüğü için aslında hiç kanıtlanmadığını keşfetti. Bu varsayımın doğru olduğu ortaya çıktı ancak ekstra hassasiyetin ek faydasına işaret ediyordu. "Her şeyi cebre çevir-

mek zorundasınız, bu da sizi daha hassas olmaya zorluyor," diyor. "Hassaslık sonunda buna değdi."

Ancak dört renk teoremi sadece başlangıçtı. Gonthier bunun "matematiğin kalanına pek bir faydası olmadığını" söylüyor. "Bir zekâ oyunuydu." Bu yüzden, 1960'ların grup teorisindeki büyük ve temel bir kanıt olan Feit-Thompson teoremine döndü. Kanıt uzun yıllar boyunca hazırlanmış ve tekrar tekrar yazılmıştı, nihayetinde iki kitap halinde yayımlandı. Gonthier bunu resmileştirerek bilgisayarın, matematiğin pek çok dalına dokunan daha dolu bir kanıtı sindirme kapasitesini sergilemeyi ummuştu. Bu mükemmel bir test vakasıydı.

Kabul Edilmemiş Kanıtlar

Başarılı olmuştu: Süreç içerisinde kitaplardaki birkaç küçük hatayı buldular. Bunlar kolayca düzeltilebilirdi ancak yine de insan matematikçilerin tümü bu hataları gözden kaçırmıştı. Gonthier insanların bunu fark ettiğini söylüyor. "Ne kadar harika olduğuna dair mektuplar aldım." Sonuç her iki durumda da şüphe götürmezdi. Gonthier kabul edilmiş matematiği alıp bilgisayarlar için tercüme ediyordu. Ancak diğerleri kanıtlarını sadece kabul ettirebilmek için tüm işlerini baştan yapmak zorundaydı.

1998'de Pittsburgh Üniversitesi'nden Thomas Hales kendini, Mochizuki'nin günümüzde bulduğuna benzer bir konumda buldu. Bir sürü küreyi üst üste yığmanın en verimli yolları hakkında 400 yıllık bir problem olan *Kepler varsayımı*nın 300 sayfalık bir kanıtını kısa süre önce yayımlamıştı. Tıpkı dört renk teoreminde olduğu gibi olasılıklar birkaç bin düzenlemenin varyasyonlarına dayanıyordu. Hales ve öğrencisi Samuel Ferguson bunların hepsini denemek için bir bilgisayar kullandı.

Hales, sonuçlarını *Annals of Mathematics* dergisine gönderdi. Beş yıl sonra derginin hakemleri, kanıtın doğru olduğundan yüzde 99 emin olduklarını açıkladılar. Hales, "Matematik hakemleri genellikle bilgisayar kodlarını kontrol etmek istemezler. Bunu işlerinin bir parçası olarak görmezler," dedi. Haklılığından emin olan Hales, bir kanıt asistanı ile kontrol edilebilmek için 2003 yılında tekrar çalışmaya başladı. Projeyi tamamlaması on yıldan fazla sürdü.

Gonthier ve Hales'in araştırması, bilgisayarların matematiğin önemli alanlarında ilerleme yapmaya yardım edebileceğini göstermiştir. Hales, "Şu anda matematikte kanıtladığımız büyük teoremler on yıl önce rüya gibi görünüyordu," diyor. Ancak kanıt asistanı gibi ilerlemelere rağmen bilgisayarlarla bir şeyleri kanıtlamak hâlâ çok zahmetlidir. Matematikçilerin çoğu buna tenezzül etmez.

Bazılarının tam ters yönde çalışmasının sebebi budur. New Jersey'deki Gelişmiş Araştırma Enstitüsü'nden Vladimir Voevodsky, kanıt asistanlarının kullanımını kolaylaştırmak yerine matematiği bilgisayarlar için daha anlaşılır hale getirmeye çalışıyor. Bunun için temelleri en derinden yeniden tanımlıyor.

Beklenildiği Gibi

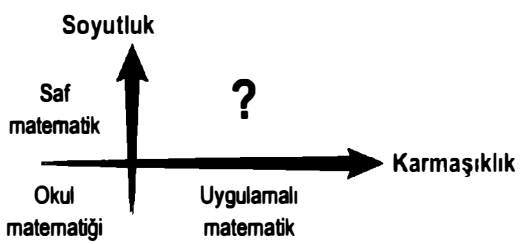
Bu derin bir meseledir. Matematik şu anda, temelde nesne koleksiyonlarının çalışılması olan *küme teorisi* ile tanımlanır. Mesela 0 sayısı hiçbir nesnenin olmadığı set, boş küme olarak tanımlanır. 1, "bir adet boş küme içeren küme" olarak tanımlanır. Buradan başlayarak sonsuz sayı üretebilirsiniz. Matematikçilerin büyük kısmı günlük hayatlarında bu konu hakkında düşünmezler; birbirlerini çok ayrıntıya girmeden de anlayacaklarını varsayarlar.

Bu bilgisayarlar için geçerli değildir, bu yüzden bir problemdir. Belirli matematiksel nesneleri küme olarak tanımla-

manın farklı yolları vardır. Bu bizim için önemli değildir ama iki bilgisayar kanıtı, aynı şey için farklı tanımlar kullanıyorsa birbirleriyle uyumsuz olur. Voevodsky, "Çekirdekte iki farklı şeye dayandıkları için sonuçları karşılaştıramayız," diyor. "Her şeyi çok kesin bir şekilde elde etmek istiyorsanız matematiğin mevcut temelleri çok kullanışlı değildir."

Voevodsky'nin alternatif yaklaşımı kümeleri tiplerle – matematiksel nesnelerin, her kavramın tek bir tanımının olduğu daha katı bir tanımıyla– değiştirir. Tiplerle geliştirilen kanıtlar da kanıt oluşturabilir, ki bu kümeler için geçerli değildir. Bu, matematikçilerin fikirlerini daha sonra tercüme etmek zorunda kalmadan bir kanıt asistanıyla doğrudan formüle etmelerini sağlar. 2013 yılında Voevodsky ve meslektaşları, yeni formülasyonun arkasındaki ilkeleri açıklayan bir kitap yayımladı. Normu tersine çevirerek kitabı kanıt asistanıyla yazıp daha sonra daha insan dostu bir şey üretebilmek için gayriresmileştirdiler.

Gonthier böyle ters çalışmanın matematikçilerin düşünme tarzını değiştirdiğini söylüyor. Ayrıca sürekli birbirlerinin çalışmalarını kontrol etmek zorunda olmadıklarından matematikçilerden oluşan büyük gruplar arasında daha



Görsel 5.4. Hem yüksek derecede soyut hem de karmaşık olan matematik, insan kabiliyetinin ötesinde olabilir. Bazıları, bilgisayarların bu yeni bölgeyi insanlara açabileceğini düşünüyor.

sıkı işbirliğine de olanak sağlıyor. Bu da kanıt asistanlarının matematikçiler için iyi olabileceği fikrini yaygınlaştırmaya başladı.

Bu sadece başlangıç. Voevodsky'nin tanımı, matematiği bilgisayarların anlaması için kolaylaştırarak bizi yeni alanlara taşıyabilir. Voevodsky'nin gördüğü şekliyle, matematik dört çeyreğe ayrılmıştı (*bkz.* Görsel 5.4). *Uygulamalı matematik* –örneğin bir kanadın hava akışının modellenmesi– yüksek karmaşıklık ancak düşük soyutluk içerir. Gündelik hayatımızdan çok uzakta olan, kalem kâğıt içeren *saf matematik* düşük karmaşıklık ancak yüksek soyutluk içerir. *Okul seviyesi matematiği* ne karmaşık, ne de soyuttur. Peki dördüncü çeyrekte ne vardır?

Geride Bırakılan

Voevodsky, "Şu anda yüksek seviyede karmaşıklığa ve soyutluğa gitmek çok zordur çünkü kafamıza çok uygun değil," diyor. "Bir şekilde, sahip olmadığımız beceriler gerektirir." İnsanlar bilgisayarlarla çalışarak belki bu dördüncü matematiksel âleme ulaşabilir. Her zamankinden daha büyük, daha cesur ve daha soyut problemleri kanıtlayarak matematikteki ustalığımızı en üst seviyeye çıkarabiliriz.

Ya da belki de geride bırakılırız. 2014'te Liverpool Üniversitesi'nden Alexei Lisitsa ve Boris Konev, yaklaşık Vikipedi büyüklüğünde, 13 gigabaytlık bir bilgisayar destekli kanıt yayımladı. Kanıtın her satırı okunabilirdir, ancak tüm sonucu baştan sona okumak birkaç insan ömrü gerektirir.

Bu çift daha sonra kodlarını optimize etti ve kanıtı 800 megabayta düşürdü; önemli bir gelişme ancak hâlâ sindirilmesi imkânsızdı. Bir insanın bakış açısından ikisi arasındaki fark küçüktür. Tüm hayatınızı böyle bir şeyi okumaya adasanız bile, bu bir fotoğrafı piksel piksel çalışarak asla büyük

resmi görememek gibidir. Lisitsa "bunun ardındaki fikri kavrayamayacağımızı" söylüyor.

Bu durum, çok daha büyük bir ölçekte olsa da matematikçilerin ayrıntılı bir bilgisayar aramasının doğruluğundan emin olamadığı dört renk teoreminin orijinal kanıtına benzer. Lisitsa, "Sonucun neden doğru olduğunu hâlâ bilmiyoruz," diyor. "Nesneler çok büyük olduğu için insan kavrayışının bir sınırı olabilir."

Rutgers Üniversitesi'nden Doron Zeilberger, insan matematikçilerin artık katkı veremeyecekleri bir zamanın bile geleceğini düşünüyor. "Önümüzdeki yüz yıl boyunca bilgisayarlara kılavuzluk etmek için rehber olarak insanlara ihtiyaç olacak," diyor. "Bunun ardından bunu bir entelektüel spor olarak yapabilir ve makinelerden çok daha aşağı olsalar da insan satranç oyuncuları gibi birbirleriyle oynayabilirler."

Zeilberger uç noktada bir örnektir. Shalosh B. Ekhad takma adlı bilgisayarını on yıllardır ortak yazarı olarak tanımlamaktadır ve insanların makineleri eğitmeye odaklanmak için kalem kâğıdı bir kenara bırakması gerektiğini düşünmektedir. "Bir matematikçinin zamanının optimum kullanımı bilgi transferidir," diyor. "Bilgisayarlara tüm hileleri öğretin ve işi ele almalarına izin verin."

Manevi Disiplin

Matematikçilerin çoğu, insan algısının ötesinde kanıtlar ortaya koyan yazılım fikrine burun kıvırıyor. Gonthier bu konuda, "Bilgisayarların matematikçilerin yerini alacağı fikri hatalıdır," diyor.

Bunun yanı sıra bilgisayar matematikçiler, hızlandırılmış bir okunmamış makale akışı çıkarma riski taşıyacaktır. Mevcut haliyle bilimsel sonuçlar genellikle hak ettikleri saygıyı toplayamazlar ancak bu problem özellikle matema-

tikte belirgindir. 2014 yılında internet arşivi arXiv.org'a, diğer disiplinlerden fazla olarak her ay 2000'den fazla matematik makalesi yüklendi; bu hız giderek artmaktadır. Ortaya çıkan bu kadar yeni sonuçla çoğu gözden kaçıyor. Bir seçenek, yayımlanan her şeyi okuyup insanlara önemli şeyleri takip etmelerinde yardımcı olacak bir yazılım geliştirmektir.

Ancak Gonthier meselenin özünü kaçırdığımızı düşünüyor. "Matematik, kanıtlar bulmak hakkında olduğu kadar kavramlar bulmak hakkındadır da," diyor. Matematiğin doğası inceleme altındadır. Voevodsky eğer insanlar bir kanıtı anlamıyorsa bunun matematik sayılamayacağını söylüyor. "Matematiğin geleceği, uygulamalı bir sanattan ziyade manevi bir disiplindir. Matematiğin önemli fonksiyonlarından biri, insan zihninin geliştirilmesidir."

Ancak tüm bunlar Shinichi Mochizuki için çok geç olabilir. Çalışması ana akım matematikten o kadar ileri, o kadar uzak ki bunu bir bilgisayara kontrol ettirmek, orijinal kanıtı ortaya çıkarmaktan çok daha zordur. Hales, "Yaptıklarını formülleştirmenin mümkün olup olmayacağını bile bilmiyorum," diyor. Şimdilik insanlar nihai yargıçlardır; kendimize her zaman güvenmesek bile.

6.

Yaratan Makineler: Sanat ve Hikâye Anlatıcılığının Yapay Zekâ Dünyası

Makineler, kendi başlarına nasıl hikâye anlatacaklarını, müzik besteleyeceklerini ve resim yapacaklarını öğrenerek sanat dünyasına ilk adımlarını atıyorlar. İnsanlar tarafından yapıldığında bu aktiviteleri yaratıcı diye nitelemekte tereddüt etmeyiz. Makineler için de aynı şeyi söyleyebilecek miyiz?

Olay Örgüsü Botları: Yapay Zekâyla Hikâye Anlatımı

Farz edelim muzdan korkan bir maymun olsun. Farz edelim bir insan, bir köpek olarak uyansın ama telefonunu hâlâ kullanabiliyor olsun. Farz edelim kapısı olmayan bir ev olsun. *Farz Edelim Makines*inin tıpkı bizim gibi aktif bir hayal gücü vardır; bir şeyler uydurmayı severiz. Eğlendirmek için, tecrübelerimizi paylaşmak için ve olan bitenlere bir anlam verebilmek için hikâyeler anlatırız. Yazar Philip Pullman'ın da söylediği gibi, "Beslenme, barınma ve arkadaşlıktan sonra hikâyeler, dünyada en fazla ihtiyacımız olan şeydir".

Kısa süre sonra bunu yapan bir tek biz olmayacağız. Goldsmiths Londra Üniversitesi'nden Teresa Llano ve meslektaşlarının geliştirdiği Farz Edelim Makinesi gibi sistemler, hayal sanatında eğitilmektedir. Sonuç, şimdiye kadar gördüğümüz insana en yakın yapay zekâ olabilir. University College Dublin'den Farz Edelim Makinesi projesine dahil olan Tony Veale, "Yapay insanlar yapma işinde değil, insanları daha iyi anlayıp etkileşime girebilen bilgisayarlar yapma işindeyiz," diyor. "Hikâyeleri seviyoruz ve bilgisayarlarımızın da bu ihtiyaca uyum sağlaması gerekiyor."

Bunu yapabilmek için bilgisayarların dünyayı bizim gördüğümüz gibi görmesi gerekir; bu, makine zekâsı için büyük bir sıçramadır. Birçoklarının, bunun yapay zekânın karşılaştığı en zor sorunlardan biri olduğunu düşünmesine

şaşırmamak gerekir. Ancak oraya geliyoruz. Bunun ödülü sadece hikâyelerin tadını çıkarmak için yeni yollar değil, aynı zamanda dünyayı anlamanın yeni yollarıdır.

Hikâye anlatmak kolay değildir. Bazı şeyler olduklarından farklıymış gibi davranmak gerekir. Çözülmesi gereken karakterler ve motivasyonlar vardır. Ayrıca tüm bunları bağlayan bir anlatı tarzı da vardır. En önemlisi iyi bir hikâyenin, sıkıcı ile tümüyle inanılmaz arasında bir yerde olması gerekir. Falmouth Üniversitesi'nden Michael Cook, "Hikâye oluşturmak, bilgisayar bilimindeki en büyük problemlerden birine yükleniyor," diyor. Bu, hikâye için merak uyandıran bakış açısını sağlayacak en iyi karakteri seçmekten tek tek cümlelere ve doğal görünen bir dil yaratmaya kadar her şeyi kapsar.

1970'lerde yapay zekâyla hikâye oluşturmanın ilk çalışmaları, olay örgüsü oluşturmada etki-tepki sorununa odaklanıyordu. Etkili ilk programlardan biri, Kaliforniya Üniversitesi'nden James Meehan tarafından 1977'de geliştirildi. Bu yazılım Ezop'un fabllarına benzer, hayvanları içeren hikâyeler yaratıyordu. Bir insan kullanıcı her karaktere bir hedef ve uygulayabileceği planlar veriyordu. Eğer kullanıcı hedef ve planların doğru birleşimini seçmişse karakterler bir olay örgüsü ortaya çıkartacak şekilde davranıyorlardı.

Karakter Motivasyonu

Bu sistemler gelişigüzeldi. Anahtar bir gelişme, karakterleri arzulanan sonuçlara yönlendiren ağır basan yazar hedefleriyle geldi. Karakterler artık bağımsız olarak hareket etmek yerine hep beraber sonsuza kadar mutlu yaşamak –ya da yaşamamak– için eylemlerini düzenleyebilirlerdi. Ancak çok fazla düzen tatmin edici ve gerçekçi olmayan hikâyeler üretir; ayrıca karakterlerin bir yazarın hedefine ulaşabilmek için işbirliği yaptıkları izlenimi verebilir.

Yapay zekâyla hikâye anlatımı üzerindeki çalışmaları Disney ve DARPA gibi çeşitli kurumlar tarafından desteklenen, Georgia Teknoloji Enstitüsü'nden Mark Riedl, karakterlere işbirliğine dayalı davranış illüzyonundan kaçınarak motivasyon vererek bu problemin bir çözümünü bulmaya çalışıyor.

Son Dakika: Botlar Haber Atlatıyor

17 Mart 2014 sabah saat 06.28'de *Los Angeles Times*, Kaliforniya'yı sadece üç dakika önce sallayan deprem hakkında bir haber yayınladı. Haber bilgilendirici ancak basitti: "ABD Jeoloji Kurumuna göre pazartesi sabahı Westwood, Kaliforniya'ya 5 mil mesafede 4,7 büyüklüğünde sığ bir deprem kaydedildi. Sarsıntı Pasifik saatine göre 06.25'te 5 mil derinlikte gerçekleşti." Haber gazetede muhabir ve programcı olarak çalışan Ken Schwencke'nin ismiyle yayınlanmıştı. Ancak asıl övgüyü, Schenwcke'nin haberi hiçbir insan desteği almadan yazan bilgisayarı hak ediyordu.

Okuyucular bunu fark edecek değillerdi elbette. O ayın başlarında İsveç'teki Karlstad Üniversitesi'nden Christer Clerwall 46 öğrencisinden bir Amerikan futbolu maçı hakkında iki raporu okumasını ve okudukları makalelerin kalitesini ve güvenilirliğini değerlendirmesini istemişti. Öğrencilerin habersiz oldukları şey, yazılardan birinin bir *Los Angeles Times* muhabiri tarafından, diğerinin ise bir yazılım tarafından yazıldığıydı. Bilgisayarın oluşturduğu metni okuyan 27 kişinin neredeyse yarısı, bunun bir insan tarafından yazıldığına inanmıştı.

Haber hikâyeleri gerçeklerin saf bir şekilde sunulduğundan ve otomatik oluşturmaya müsait olduklarından çabucak yazılan, bilgisayar güdümlü gazetecilik giderek yaygınlaşıyor. Yaratıcı yazarlık ise başka bir meseledir. Günlük nesnelerin insani çağrışımlarıyla eksiksiz hikâyeler oluşturulabilir. Hemingway'in beş kelimelik trajedisini ele alalım: "Satılık bebek patikleri, hiç giyilmedi." Bu tür yazın haber bültenlerinin çok ötesine geçer ve dünyanın yakından tanınmasını gerektirir.

İlk sistemlerin başka bir problemi elle kodlanmış, görünen hayal güçlerini sınırlayan bilgiye dayanmalarıdır. Yeni hikâye anlatıcıları dalgasının hızla ilerlediği yer burasıdır. Örneğin, Riedl'ın sistemlerinden olan Scheherazade soru sorarak öğrenir. Yapay zekâ, örneğin iki karakteri bir restoranda buluşturmak gibi bir işi nasıl yapacağını kestiremediğinde internete bir soru gönderir. Daha sonra Amazon'un Mechanical Turk'ü [Mekanik Türk] gibi kitle kaynak platformlar, ilk buluşma veya bir banka soygunu gibi farklı senaryolarda ne olabileceğine dair yazılı örnekler sunar. Sistem bu örneklerden yeni durumlar öğrenir ve daha sonra bunları hikâyelerde kullanır.

Hikâyelerdeki Dönüm Noktaları

Elbette iyi bir hikâye, olan bitenlerin adım adım anlatılmasından fazlasıdır. İşin hazzı genellikle sıradanlığın beklenmedik bir şekilde çarpıtılmasından gelir. Nesnelerin hangi özellikleri olduğunu ve hangi kültürel anlamı taşıdıklarını bilmek önemlidir. Bu bir hikâye anlatıcısının özenli, yaratıcı ve şaşırtıcı olmasını sağlar. Cook, "Bir yapay zekâya, bu

amaçla hiç kullanılmamış olsa da bir çaydanlığı silah olarak kullanabileceğini nasıl öğretiriz?" diye soruyor.

Bir bilgisayar mevcut olan sayısız farklı sistemi ve anlamı kavrayabilirse bile yeni bir şey yapma meselesi hâlâ vardır. Mesela Farz Edelim Makinesinde kullanılan hilelerden biri, makinenin dünya hakkında bildiği şeyleri tersine çevirmektir. "Maymunlar muz sever." Ya muzdan korksalardı? "Evlerin kapısı olur." Ya olmasaydı?

Ancak bir icadın yeni olup olmadığına karar vermek için yapay zekânın bunu mevcut şeylerle karşılaştırması gerekir. Cook, "Diyelim ki aynı zamanda mobilya olan bir ayı fikriniz var ve bu devrimsel ayı-sandalye hibridinin yeni bir fikir olup olmadığını merak ediyorsunuz," diyor. Bu durumda bildiğiniz tüm ayı ve mobilya türlerine bakarak herhangi bir örtüşme olup olmadığına bakarsınız.

Ama bir yapay zekânın yargısı, ancak bilgisinin kaynağı olan veritabanı kadar iyidir. Cook, "Yapay zekâ heyecan verici yeni bir hayvan tasarlayabilir," diyor. "Uçamayan bir kuş!" Eğer bildiği tüm kuş örnekleri uçabiliyorsa bu tuhaflık ölçeğinde üst sıralarda olur. Ancak veritabanına penguenleri eklediğinizde bu fikir artık çok da tuhaf değildir.

İnsanlardan öğrenmek burada da yardımcı olabilir. Ancak hayal etmek ayı-sandalyelerden ve uçamayan kuşlardan fazlasıdır. Riedl'e göre bir hikâyeyi ilginç kılan en önemli şey, ilgili olayların beklenmedik olmasıdır. Her şeyin beklenildiği gibi gittiği bir banka soygunu hikâyesi insanları muhtemelen şaşırtmaz. Anlatı kuramcıları genellikle bir öykü mevcut düzende gedik açtığında o öykünün anlatılmaya layık olduğunu söylerler.

Ancak bu sadece eski bir kuralı çiğnemekle ilgili değildir. Düzendeki gediklerin bazıları önemsiz, bazıları da anlamsızdır. Makineler bir kuralı çiğnenmenin faydalı mı yoksa

zararlı mı olduğunu bilmek zorunda değildir. Bir yapay zekâ, neyin atipik olduğu konusunda mantık yürütmeye başlamadan önce neyin tipik olduğunda ustalaşmalıdır.

Bilgisayarları bu tuzaktan kurtarmanın bir yolu, onlara mecazı öğretmektir. Veale'e göre, "Mecaz insanların bir alandaki bilgilerini bir başkasına yansıtmasını ve büyütmesini sağlayan bilişsel bir maniveladır," diyor. Örneğin, "Hayat bir oyundur," demek, "hayat" kavramımızı genişletir. Veale bilgisayarlara benzer bir nüfuz verebilmek için, Google'da depolanan metinlerdeki yaygın mecazlardan öğrenen Metaphor Magnet' programını geliştirdi. Daha sonra eşanlamlı kelimelerle mecazlardaki kavramları, yenilerini bulmak için açar.

Üç Kurgu Fabrikası

Koltuğunuzda rahat mısınız? En son hikâye oluşturma sistemleri, önce insan dünyasının nasıl çalıştığını keşfederek bir şeyler uydurmayı öğrenir. Bazı halka açık kitle kaynak platformları ilk buluşma veya banka soygunu gibi etkinlikler hakkında sorular içerir. Diğerleri ConceptNet gibi internetteki konsept veritabanlarını tarayarak yeni kurgular keşfetmeden önce yaygın nesneler ve olaylar hakkındaki bilgilerini genişletirler. Bu sistemlerin bazıları şunlardır:

Scheherazade

Atlanta'da Georgia Teknoloji Enstitüsü'nden Mark Riedl ve meslektaşları tarafından geliştirilmiş olan Scheherazade, internetten öğrenebildiği herhangi bir dünyada geçen hikâyeler anlatabilir. Amazon'un Mechanical Turk'ü gibi kitle kaynaklı programları kullanan sistem, banka soygunu gibi çeşitli senaryolarda

gerçekleşebilecek olası eylemler ister. Kaynak çalışanlardan birinin cevabı aşağıdadır:

John bankanın kapısını açtı.
John açık banka kapısından girdi.
John bankada etrafa baktı.
Veznedar Sally, John'u fark etti.
John, Sally'ye yaklaştı.
Sally, John'a gülümsedi.
John, Sally'ye *merhaba* dedi.
John, Sally'ye bir silahı olduğunu söyledi.

Scheherazade hangi eylemlerin mümkün olduğunu ve hangi sırada ortaya çıkmaları gerektiğini çözmek için bunun gibi pek çok eylem dizisini art arda dizer. Daha sonra bunları verilen dünyada orijinal bir hikâye oluşturmak için döndürür. İşte banka soygunu senaryosuna dayanan bir kompozisyon:

John bunun gerçekten iyi bir fikir olup olmadığını merak ederek derin bir nefes daha aldı ve bankaya girdi. John kuyruktaki son kişinin arkasına geçti ve sırasını bekledi. John, önündeki kişi işini bitirdiğinde yavaşça Sally'ye doğru yürüdü. Veznedar, "Merhaba, adım Sally, size nasıl yardımcı olabilirim?" dedi. Sally, John yaklaşırken korktu çünkü adam şüpheli gözüküyordu. John ceketinin cebinde gizlediği tabancayı çıkardı. John silahı, yüzünde sert bir bakışla Sally'ye doğrulttu. Sally çok korkmuştu ve ölüm korkusuyla çığlık attı. John sert ve kalın bir sesle parayı istedi. John boş çantayı bankoya fırlattı. John, Sally'nin çantayı doldurmasını izledi ve doldu-

rur doldurmaz kaptı. Sally acıklı hıçkırıklarla gözyaşlarının yüzünden süzüldüğünü hissetti. John hızla bankadan çıkarak arabasına girdi ve para çantasını arka koltuğa attı. Kamyonun kapısını çarparak kapattı ve bağıran lastiklerle park yerinden çıkıp uzaklaştı.

Sinemada bir buluşma üzerine aynı şekilde yaratılmış başka bir hikâye:

John, terli avuçları ve çarpan kalbiyle ilk buluşmaları için arabasıyla Sally'nin evine gitti. Şirin beyaz elbisesi rüzgarda uçuşan Sally, dikkatli bir şekilde John'un arabasına bindi. John ve Sally arabayla sinema salonuna gittiler. John kendini hazır hissetmek için sinema biletlerini önceden almıştı. Soluk benizli bir yer gösterici kapıda duruyordu: John biletlerini gösterdi ve çift içeri girdi. Sally susamıştı, o yüzden John film başlamadan önce içecek almak için acele etti. John ve Sally arka sıralarda iyi iki koltuk buldu. John oturdu ve Sally ile birbirlerine sokulabilmek için kolçağı kaldırdı. John, film boyunca Sally'ye daha çok dikkat etti ve tedirgin bir şekilde içeceğini yudumladı. Sonunda cesaretini toplayan John, Sally'ye sarılmak için kolunu uzattı. Onun da tepki olarak yaklaşmasıyla kendinden geçti. Sally film esnasında tuvaleti kullanmak için kalktı ve çıkışta cilveli bir şekilde John'a gülümsedi. John'un elleri terli olsa da John ve Sally film boyunca el ele tutuştular. John ve Sally yavaşça koltuklarından kalktılar. Hâlâ el ele olarak John, Sally'yi salondan çıkan insan labirentinden geçirdi. Parlak güneş ışığı,

karanlık salondan çıkıp sokağa adım attıklarında Sally için kapıyı tutarken John'u geçici olarak kör etti. John, Sally'nin elini bıraktı ve onun için arabasının yolcu kapısını açtı, ancak Sally arabaya girmektense yaklaştı, ona sarıldı ve bir öpücük verdi. John arabasıyla Sally'yi evine bıraktı.

Fluks Kapasitörü

University College Dublin'den Tony Veale ve meslektaşları, hikâye tohumları olarak kullanılabilecek "karakter yayları" oluşturan bir sistem geliştirdiler. Fluks Kapasitörü kavramları "rol geçişleri" olarak birleştirmek için bir mecaz jeneratörü kullanır. Örneğin, iki zıt kavram –"sevimli" ve "korkutucu"– seçilir ve "sevimli palyaçolar" ya da "korkutucu büyücüler" gibi makul rollerle eşleştirilir. Dünya hakkındaki temel bilgisiyle bu rolleri makul karakter yayları şeklinde bağlayabilirler. İşte birkaç örnek:

- Sevimli palyaçoların sirklerden ayrılıp ruh çağırma üzerine çalışarak korkutucu büyücülere dönüşmesine ne sebep olur?
- Şikayet eden protestocuların yürümekten yorularak dine dönüp şikayet etmeyen sofulara dönmesinin ne sağlar?
- Saygın gazetecilerin haber yayın organlarından atılarak röntgenciliğe dönüp adi röntgencilere dönüşmesine ne sebep olur?
- Aptal oyuncuların sinemayı bırakmasına ve insanları etraflarına toplayarak vaize dönüşmelerine ne sebep olur?
- Pejmürde dilencilerin tekrar ev sahibi olup, tıp fakültesine gidip cerrah olmasını ne sağlar?

Fluks kapasitörü çabalarını paylaşmak için @ MetaphotMagnet Twitter hesabını kullanıyor ve ekip sistemi rafine edebilmek için insan takipçilerin geri bildirimini kullanmak istiyor.

Farz Edelim Makinesi

Goldsmiths Londra Üniversitesi'nden Teresa Llano ve meslektaşları, Disney benzeri ve Kafkaesk hikâye fikirleri oluşturmak için bir sistem geliştiriyorlar. Farz Edelim Makinesi, kurgusal senaryolar yaratmak için kavramlara genel olarak atfettiğimiz özellikleri tersine çevirir:

İnsan karakterler

- Ya çimlerin nasıl biçileceğini unutan küçük bir adam olsaydı?
- Ya nasıl mutabık kalınabileceğini öğrenen küçük bir avukat olsaydı?
- Ya nasıl yürüyeceğini öğrenen küçük bir bebek olsaydı?
- Ya nasıl eriyebileceğini öğrenen küçük bir insan olsaydı?

Hayvan karakterler

- Ya muzlardan korkan küçük bir maymun olsaydı?
- Ya sevmekten korkan küçük bir köpek olsaydı?
- Ya kemiklerden korkan küçük bir köpek olsaydı?
- Ya canlı bir fareden korkan küçük bir yılan olsaydı?
- Ya deliği bulamayan küçük bir köstebek olsaydı?
- Ya balı bulamayan küçük bir arı olsaydı?
- Ya çayırı bulamayan küçük bir koyun olsaydı?

Nesne karakterler

- Ya frenini kaybetmiş küçük bir tekerlek olsaydı?

- Ya hikâyesini kaybetmiş küçük bir kitap olsaydı?
- Ya sandalyesini kaybetmiş küçük bir masa olsaydı?
- Ya kapısını kaybetmiş küçük bir ev olsaydı?
- Ya insanlara nasıl zarar vereceğini unutmuş küçük bir bomba olsaydı?
- Ya patlayamayan küçük bir yıldız olsaydı?
- Ya yazamayan küçük bir dolmakalem olsaydı?
- Ya eğlendiremeyen küçük bir müzik olsaydı?
- Ya öldüremeyen küçük bir silah olsaydı?

Kafkaesk

- Ya bir çiftlikte keçi olarak uyanan, ancak hâlâ konuşabilen bir kadın olsaydı?
- Ya bir çayırda köpek olarak uyanan, ancak hâlâ telefonu kullanabilen bir adam olsaydı?

Sürrealist

- Ya bir tarlada turp suratlı bir adam olsaydı?
- Ya bahçede dolmalık biber suratlı bir çoban olsaydı?

Senaryolar

- Ya tüm şairler eğlenmek için şiir yazmayı bırakıp bunun yerine içmeye başlasaydı?
- Ya artık yaşlandığı için eskisi gibi eğlence için koşamayan, bunun yerine ata binmeye karar veren bir köpek olsaydı?
- Ya aşk kavramını sadece teoremler kullanarak anlayabilen bir robot olsaydı?
- Ya ayakları yerine sadece ellerini kullanarak dans edebilen bir dansçı olsaydı?
- Ya halatları olmayan ve cennete kadar yükselen bir asansör olsaydı?

Öğretmenden Uyuşturucu Tüccarına

Metaphor Magnet, alakalı kavramların yanı sıra zıt kavramları da analiz ederek hikâyedeki karakter yaylarının iletilmesine yardımcı olabilir. Ana karakterin bir baba ve öğretmenden bir uyuşturucu tüccarı ve suç baronuna evrildiği *Breaking Bad* dizisini ele alalım. Karakterin hikâyenin başındaki ve sonundaki rollerinin arasındaki zıtlık, ilgi uyandırıcı bir hikâye anlatımı sağlar.

Metaphor Magnet benzer yaylar oluşturmak için önce "sevimli" ve "korkutucu" gibi zıt kavramlar belirler. Daha sonra bu kavramların kullanılabileceği roller arar; örneğin "sevimli palyaçolar" ve "korkutucu büyücüler". Bunlar daha sonra dünya hakkındaki bilgiler kullanılarak bir hikâyenin tohumunu sağlayan makul bir geçişle birbirlerine bağlanır: Sevimli palyaçoların sirklerden ayrılıp ruh çağırma üzerine çalışarak korkutucu büyücülere dönüşmesine ne sebep olur?

Veale'e göre, "Bir şirketin başkanı olan bir CEO hakkındaki hikâye çok makuldür çünkü CEO'lar başkanlara benzer," diyor. "Ama gerilim nerede? Peki her şeyini kaybedip bir evsize dönüşen kibirli bir CEO hakkında bir hikâye? İşte bu ilgi çekicidir."

Neyin iyi bir karakter yayı oluşturacağını keşfetmek, kısmen gerilimli bekleyişi anlamaktır. Riedl'ın ekibi, bir karakterin başındaki beladan kurtulma planının başarılı olup olmayacağı olasılığıyla gerilimli bekleyiş arasında korelasyon kuran bir model geliştirdi. Bu, Riedl'ın sisteminin bir hikâye örgüsünde gerilim seviyesini değerlendirmesini sağlıyor.

Bulmacanın parçaları bir araya geliyor. Peki bu sistemlerle ne yapacağız? Pratik kullanımlardan biri, insanların devam ettirmesi için çok uzun olan hikâyeler oluşturmaktır. Örneğin Facebook sanal gerçeklik firması Oculus Rift'i satın aldıktan

hemen sonra, milyarlarca oyuncusu olan ilk çevrimiçi rol yapma oyununu geliştirmek istediğini belirtti. Sanal dünyalar, ilginç şeyler yapan ilginç karakterlerle doldurulmalıdır. Eğer bir dünya yeterince büyürse, insan oyun tasarımcıların karakterleri, olay örgülerini ve görevleri elle yazması artık mümkün olmayacaktır.

Ancak geleceğin hikâye oluşturan sistemleri sadece kurgu fabrikalarından fazlası olmayı vaat ediyor. Hikâye anlatan makineler, dünyamızın nasıl çalıştığını da anlayacak. Bilgisayarlarımız bizi şaşırtabilir, eğlendirebilir, tartışma başlatabilir, değişim olasılıklarını ortaya çıkartabilir, zıtlıklarla ironilere ışık tutabilir ve genel olarak daha entelektüel bir seviyeye gelmemiz için bizi teşvik edebilir.

Riedl, hikâye anlatımının temelleri konusunda uzman bir yapay zekânın olgusal analizde de faydalı olacağına inanıyor. Yapay zekâlı araştırmacı gazetecilik, gerçek dünyada olup biten gerçek şeyler için hipotezler üretip daha sonra bu hipotezleri doğrulamak veya yanlışlamak için ilave gerçekler arayarak kurgusal hikâye yaratımından faydalanabilir. Örneğin kayıp bir uçağa ne olmuş olabileceğine dair hikâyeler bir araştırmayı yönlendirebilir.

Röportaj: Turing Testi'nin Ötesinde

Mark Riedl, Georgia Tech İnteraktif Programlama Okulu'nda Eğlence Zekâsı Laboratuvarı yöneticisi. Çalışmaları yapay zekâ, sanal dünyalar ve hikâye anlatımı üzerine. Turing Testinin çok kolay olduğunu düşünüyor ve testi, yaratıcılığın insan benzeri zekânın mihenk taşı olması gerektiğini söyleyerek Lovelace Testi 2.0 adlı yeni bir biçim halinde geliştirdi.

Turing Testinin unsurları nelerdir?

Turing Testi, sadece yazılı sohbetle veya benzeri bir şeyle iletişim kurarken bir insanla bir bilgisayar arasındaki farkı anlayamıyorsak sohbet edilen şeyin akıllı olması gerektiğini iddia eden düşünce deneyiydi. Alan Turing 1950'de çığır açıcı makalesini yayımlarken testin gerçekten yapılmasını tavsiye etmiyordu. İnsanları, bilgisayarların insansı zekâya sahip olabileceğine ikna etmeye çalışıyordu ancak zekâyı tanımlamakta zorlanıyordu.

Neden testin güncellenmesi gerektiğini düşündünüz?

Test şimdiye kadar, neredeyse hiçbir yapay zekâ araştırmacısının zeki olduğunu düşünmediği sohbet botları tarafından en az üç defa alt edildi.

2001 tarihli Lovelace Testi adlı bir test bu meseleyi irdeliyordu, değil mi?

Evet. On dokuzuncu yüzyıl matematikçisi Ada Lovelace'ın adının verildiği bu test, bir yapay zekâda insansı beceriler arıyorsanız insanların bir şeyler yarattığını ve bunun zekâ gerektiğini unutmamamız gerektiği ilkesine dayanıyordu. Testi geliştiren araştırmacılar, yapay zekâdan örneğin hikâye veya şiir vs. yaratmasının istenebileceğini ve ancak programcı cevaba nasıl ulaşıldığını açıklayamazsa testin geçilebileceğini öne sürdü. Problem, testin gerçekten işlediğinden emin olmamam; çünkü yapay zekânın bir şeyi nasıl yarattığını programcıların açıklayamaması hiç olası değildir.

Lovelace Testi 2.0'ın farkı nedir?

Benim testimde bilgisayar başında oturan bir insan uzman var. Yapay zekâyla etkileşimde olduklarının farkındalar ve ona iki bileşenli bir iş veriyorlar. İlk olarak bir hikâye, şiir veya resim gibi bir yaratıcı eser istiyorlar. İkinci olarak da bir kriter sağlıyorlar; örneğin, "Bana günü kurtaran kedi hakkında bir hikâye anlat" veya "Bana bir penguen tutan insan resmi çiz," gibi.

Eserler estetik olarak hoşa gitmeli mi?

Aslında hayır. Zekâyı yetenekle birleştirmek istemem: Ortalama bir insan *Pictionary* oynayabilir ancak bir Picasso üretemez. Bu yüzden yapay zekâlarımızdan süper zekâ talep etmemeliyiz.

Yapay zekâ eseri sunduktan sonra ne olur?

Eğer uzman sonuçtan memnunsa daha zorlu başka bir istekte bulunur. Bu, yapay zekâ başarısız olana veya uzman yeterli zekâ gösterdiğinden memnun olana kadar devam eder. Çok sayıda tur yapılması, geçer veya kalır yerine bir puan elde edeceğiniz anlamına gelir. Pek çok farklı yapay zekâda test edebilmek için uzmanın çeşitli isteklerini de kaydedebiliriz.

Yani testiniz daha çok bir yapay zekâ karşılaştırma aleti mi?

Kesinlikle. Bir yapay zekânın insansı zekâya ulaşabilmesi için ne gerektiğinin kesin bir tanımını yapmak istemem. Bunu söylemek tehlikeli olur.

Sanal Virtüözler Yaratıcılığı Tekrar Tanımlıyor

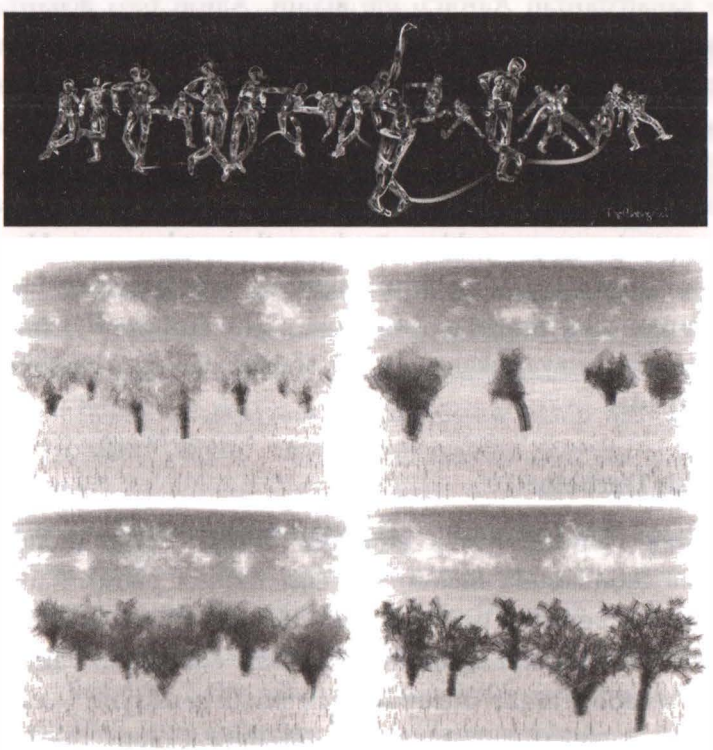
Bir sanat eseri üretmek için gerçekten bir insan gerekir mi? Birkaç yıl önce Fransa'da Paris'in cıvıl cıvıl artistik mahallelerinden birinde çatılarına bakan bir çatı katında, Simon Colton devasa resimleri art arda dikkatlice açıyordu. *The Dancing Salesman Problem* [Dans Eden Satıcı Problemi] adlı bir tanesi (*bkz.* Görsel 6.1), siyah bir arka plan önünde dans eden renkli insan şekilleri içeriyordu. Dansçılar uzun, akışkan fırça darbeleriyle resmedildiklerinden hareketli gözüküyorlardı: Güzel pozlar oluşturuyorlardı ve parlak renkler manzaraya can veriyordu. Çalışma herkesin hoşuna gitmeyebilirdi ancak göz atmak için galeriye uğrayabilirdiniz.

Ancak bu resimlerin hiçbiri sıradan bir sanatçının çalışması değildi. O zamanlarda Imperial College London'da, şimdi de Falmouth Üniversitesi'nde bilgisayar bilimci olan Colton tarafından da yapılmamışlardı. Aksine, sanatsal ilham arayabilen ve iptidai bir hayal gücü olduğu olduğu söylenebilecek Painting Fool adlı bir yazılımla yaratılmışlardı. Colton tarafından geliştirilmiş olabilirdi, ancak sanat çalışması yazılımın kendisine aitti ve kompozisyonu mevcut resimlere dayandırmamıştı.

Painting Fool, üreticilerinin yaratıcı becerileri olduğunu iddia edebilecekleri giderek artan sayıdaki bilgisayarlardandır. Yapay bir bestecinin klasik müziği dinleyicileri büyülemiş, hatta piyanonun ardında bir insan bulunduğuna inandırmıştı. Bir robot tarafından yapılan resimler binlerce dolara satılmış ve prestijli galerilerde sergilenmişti. Yazılım, programcının hayal bile edemeyeceği şeyler yaratmıştı. Goldsmiths Londra Üniversitesi'nden programlama

yaratıcılığı araştırmacısı Geraint Wiggins, "Pek çok kişiyi korkutuyorlar. İnsan olma anlamına gelen özel şeyi ellerinden alacaklarından endişe ediyorlar."

Karga ve maymun gibi bazı hayvanlar sınırlı yaratıcılık diyebileceğimiz özellikler gösterebilseler de düzenli olarak karmaşık yaratıcı eylemlere girebilen tek tür insandır. Eğer bu süreci bilgisayar kodu haline getirebilirsek, bu insan yara-



Görsel 6.1 ve 6.2. Simon Colton tarafından geliştirilmiş yapay zekâ *Painting Fool* tarafından yapılan iki orijinal çalışma, *The Dancing Salesman Problem* [Dans Eden Satıcı Problemi] (üstte) ve *Four Seasons* [Dört Mevsim].

tıcılığı için ne anlama gelir? Wiggins'e göre "bu insanlığın çekirdeğini oluşturmaktadır".

Bilgisayarlaştırılmış sanata hepimiz bir dereceye kadar aşinayız. Sanatı yaratmak veya manipüle etmek için kullanılan yazılımlar çok yaygın ancak bunlar insan sanatçılar için sadece araçtır. Soru şudur: Bir insanın çalışması nerede biter ve bilgisayarın yaratıcılığı nerede başlar?

Londra'daki Tate Modern ve San Francisco Modern Sanatlar Müzesi'nde sergilenen resimleri olan, en eski makine sanatçılardan Aaron'u ele alalım. Aaron bazı açılardan bir çeşit yaratıcı Turing Testinde başarılı olabilir; çalışmaları insan sanatının en iyi örnekleriyle birlikte sergilenebilecek kadar iyidir ve insanlar bunlar için iyi para öderler. Aaron robotik koluyla bir boya fırçası alabilir ve kendi başına kanvas üzerine resim yapabilir. Etkileyici olabilir ancak programcısı, sanatçı ve makine güzel sanatlarının kurucusu Harol Cohen'in verdiği, sıkı kontrol altındaki kuralların asla dışına çıkamaz. Eleştirmenler Aaron'un, Cohen'in kendi yaratıcı fikirlerini ortaya çıkarmada bir araçtan fazlası olmadığına işaret eder.

Farklı Darbeler

Colton, Painting Fool'a mümkün olduğu kadar otonomi verme konusunda hevesli. Yazılım fiziksel olarak kanvas üzerinde boyama yapmasa da kolajdan fırça darbelerine kadar pek çok stili dijital olarak simüle edebiliyor. Painting Fool'u sadece asgari düzeyde idare etmek gerekiyor; yazılım, kaynak materyal için internete girebiliyor. Colton, "Ona bir kişi veya başlık fikri dahi vermiyorum," diyor. "Sabah uyanacak ve gazete başlıklarına bakacak." Yazılım kendi internet aramalarını yapıyor ve Twitter ile Flickr gibi sosyal medya sitelerinde gezinebiliyor.

Bu yaklaşımın yazılımın hedef kitle için anlamlı sanat üretmesini sağlayacağı fikri faydalıdır çünkü yazılım, temelde bizler eyleme geçer, hisseder ve internette tartışırken gelen insan tecrübesinden yararlanıyor. 2009'da Colton ve yüksek lisans öğrencisi Anna Krzeczkowska, Painting Fool'dan bir haber bültenine dayanarak Afganistan'daki haberin kendi yorumunu üretmesini istedi. Sonuç Afganların, patlamaların ve şehitliklerin çarpıcı bir dizilimiydi. Colton, "Bu parça bam telime dokundu; yazılımın resimlerine dokunaklılık ve bir amaç ekleyebileceğini gösterdi," diyor.

Painting Fool sıfırdan resimler de yaratabiliyor. Colton'un *Dört Mevsim* adını verdiği serinin bir parçası olan orijinal çalışmalarından biri (*bkz.* Görsel 6.2), basit manzaraların bulanık panellerini tasvir ediyor. Ancak yazılım ürünü ve insan ürünü sanata yönelik çifte standartları uygulamadan ne kadar iyi olduğu kanısına varmak zordur. Colton, Painting Fool'un bir fotoğrafa atıfta bulunmadan manzara resimleri yaptığını hatırlamamız gerektiğini söylüyor. Bir çocuk kafasından yeni bir manzara resmi yaparsa, çok küçük olsa da belirli bir seviyede hayal gücüne sahip olduğunu söyleyebiliriz," diyor. "Aynısı bir makine için de geçerli olmalıdır."

Yazılım hataları da beklenmedik sonuçlara yol açabilir. Painting Fool'un birkaç çalışması mutlu kazalardır. Mesela bazı sandalye resimleri bir hata yüzünden siyah beyaz çıkmıştır. Bu da çalışmaya tekinsiz, ürkütücü bir kalite kazandırdı. Ellsworth Kelly gibi insan sanatçılar renk paletlerini sınırladıkları için övülürler; bilgisayarlar neden farklı olsun ki?

Mutlu Kazalardan Yeni Bir Oyun

Simon Colton'un meslektaşı, Falmouth Üniversitesi' nden Michael Cook kendi bilgisayar oyunlarını tasarlayabilen Angelina adlı bir yapay zekâ geliştirdi. Cook oyunları, ses ve grafik tasarımından oyuncu için cazip bir tecrübeye yol açan kural seçimine kadar pek çok disipline dayandıkları için bilgisayar yaratıcılığının keşfedilmesi adına mükemmel ortam olarak görüyor.

Tıpkı Colton gibi Cook da yazılım hatalarının sisteminin çığır açıcı sıçramalar yapmasına yol açabileceğini fark etti. Angelina pek çok farklı teknik kullanarak oyunlar yapar; internette haberleri okumak ve Painting Fool'un resimlerle yaptığı gibi bulduğu temaları oyunlarına dahil etmek vs. Angelina ayrıca bir başlangıç noktası olarak mevcut oyunların kodlarını kullanabilir ve bulduğu özellikleri yeni bir şey olarak rafine edebilir.

Cook tasarım içeriklerini seçip kullanma becerisinin büyük bir ilerleme olduğunu söylüyor. Daha önceleri sistem kendisine verilen kuralları bir araya getirerek oyun mekanikleri üretiyordu. Cook, "Bir yapboz gibi farklı şekillerde bir araya getiriyordu, ancak bundan hiçbir zaman memnun değildim," diyor. "Nihayetinde yapboz parçalarını benim vermem gerekiyordu."

Angelina yerçekimini tersine çevirmek, yükseğe zıplamak ve ışınlama gibi oyun olasılıklarını kendi kendine bulur ve test eder. Cook başlangıç ve çıkış arasında bir duvar olan, çözülemeyen bir oyun bölümü sağlayarak işe başlıyor. Angelina daha sonra mevcut oyunlarda bulduğu fikirlerle, bölümü yineleyen bir süreçle tekrar tasarlıyor: değişiklikler yapmak, bunları

test etmek ve bölüm işe yarayana kadar bunları kurcalamak. Cook bunun "bir insanın programlama esnasında yaptıklarına yakın olduğunu" söylüyor.

Angelina daha da kurnaz bir şekilde Cook'un kodunda hatalar buldu ve yeni oyun bölümleri icat etmek için bunlardan faydalandı. Bir durumda oyunun kodu, hatalı bir şekilde oyuncunun duvarın içine ışınlanmasına ve karakterin buna rağmen zıplamasına izin veriyordu. Bu yüzden Angelina oyuncunun art arda ışınlanarak ve zıplayarak dikey bir duvara tırmanabileceği bir duvara zıplama tekniği icat etti. Cook, "Bu yüzden benden bağımsız olan bir sistem yaratmanın bu kadar önemli olduğunu hissettim," diyor.

Başka bir örnekte Angelina kodun, Cook'tan habersiz bir şekilde oyuncuyu zıplatabileceğini buldu. Cook, "zıplamayı bu şekilde kullanan sadece birkaç oyun gördüğünü" söylüyor. "Profesyonel oyun geliştiricilerin bile böyle şeyleri düşüneceğini garanti edemezsiniz."

Angelina bir *game jam*'de –insanların sadece birkaç gün içerisinde yeni bir oyun yapmak için bir araya geldikleri resmi olmayan etkinlik– insanlar haricinde yer alan ilk *şey*di. Zamandan tasarruf etmek için Angelina'ya daha önce kodlanmış bir kalıbın varyasyonu olan oyun kuralları verildi. Ancak estetik seçimler de dahil kalanı yapay zekânın işiydi. Aklına gelen oyun kan kırmızı duvarları olan bir yerdeydi ve ürkütücü bir müziği vardı. Diğer oyuncular Angelina'nın katkısını, bunun bir yapay zekânın işi olduğunu fark edemeden sonuçları "tüyler ürpertici" ve "ürkütücü tuhaf bir havası var" şeklinde tanımladı; cazip bir tecrübe yaratma görüşünden bakılırsa artı noktalar.

Tartışmalı Bir Besteci

Colton gibi araştırmacılar, becerilerimizi geliştirebilmemiz için binyıllarımız olduğundan makine yaratıcılığını doğrudan bizimkiyle karşılaştırmanın doğru olmadığına inanıyor. Diğerleri ise bir bilgisayarın orijinal, duygusal ve en iyi sanatçılarımız kadar incelikli bir şey yaratabileceği fikriyle büyülenmiş durumda. Şimdiye kadar sadece biri buna yaklaşabildi.

David Cope 1981 yılında bir gün "besteci tıkanıklığı" yaşıyordu. Bir opera yazmak üzere tutulmuştu ancak güzel bir şey üretmekte zorlanıyordu. Keşke bir bilgisayar stilimi anlayıp yeni bir şeyler yazmama yardım edebilseydi, diye düşünüyordu. Bu fikir, bugüne kadarki en tartışmalı yaratıcı yazılım parçalarından birine dönüşecek şey için başlangıç noktasıydı. Cope, Experiments in Musical Intelligence [Müzik Zekâsında Deneyler], yani EMI adlı bir program geliştirdi. Bunu partisyonlarla besledi ve ortaya bestecinin stilinde yeni beste çıktı. EMI sadece onun stilinde değil, Bach ve Mozart da dahil en saygın klasik bestecilerin stilinde de kompozisyonlar yazdı.

Eğitilmemiş bir kulağa herhangi bir klasik müzik parçası gibi, hatta zaman zaman zengin ve duygusal gelebilir. Müziği işiten dinleyicilerin gözleri doldu; ayrıca EMI klasik müzik uzmanlarını bile gerçekten Bach dinlediklerine inandırdı. Bilgisayar yaratıcılığı için başarılı bir Turing Testi varsa budur.

Ancak herkes etkilenmedi. Wiggins gibi bazı eleştirmenler Cope'un çalışmasını sahte bilim olarak yerdi, yazılımın nasıl çalıştığını "göz boyamak" için açıkladığını ve başkalarının sonuçları tekrarlamasına imkân tanımadığını söyledi. Indiana Üniversitesi'nden Douglas Hofstadter, Cope'un

orijinal sanatçının yaratıcı dürtülerine dayanan kopyalar yaratmak için, bir sanatçının çalışmasının yüzeysel unsurlarını kullanarak yaratıcılığın sadece yüzeyini sıyırdığını söylüyor.

Tüm bunlara rağmen EMI'nin Bach veya Chopin'i taklit etmedeki başarısında ciddi imalar bulunur. Dünyanın en özgün bazı bestecilerinin tarzlarını bilgisayar kodu halinde yazmak bu kadar kolaysa, bu en iyi insan sanatçıların makinelere bizim düşünmek istediğimizden daha benzer oldukları anlamına gelir. Gerçekten de dinleyiciler EMI'ye dair gerçeği öğrendiklerinde genelde sinirleniyorlar; söylenene göre, bir müziksever Cope'a "müziği öldürdüğünü" söylemiş ve ona yumruk atmaya çalışmış. Bu tartışmaların arasında Cope, 2004 yılında EMI'nin zamanının dolduğuna karar verdi ve veritabanını imha etti.

Neden müziği seven bu kadar fazla insan, besteciyi öğrendiğinde tepki veriyor? Glasgow Caledonian Üniversitesi'nde bilgisayar bilimci David Moffat'ın yaptığı bir araştırma bir ipucu veriyor. Profesyonel ve profesyonel olmayan müzisyenlerden, altı kompozisyonun yaratıcı çalışmasını değerlendirmesini istedi. Katılımcılara ezgilerin insanlar ya da bilgisayarlar tarafından bestelendiği önceden söylenmedi, ancak bunu tahmin etmeleri ve daha sonra ne kadar beğendiklerine göre not vermeleri istendi. Belki de şaşırtıcı olmayacak bir şekilde, insanlar bestecinin bilgisayar olduğunu düşündükleri zaman, bestecinin insan olduğunu düşündükleri zamana göre parçayı beğenmeme eğilimindeydiler. Bu, müzik kalitesinin analizinde daha objektif olmaları beklenen uzmanlar için bile geçerlidir.

Bu önyargı nereden gelmektedir? Yale Üniversitesi'nden psikolog Paul Bloom'un bir iddiası var: Bloom, sanattan aldığımız zevkin bir kısmının, arkasındaki yaratıcı süreci algıla-

mamızdan geldiğini düşünüyor. Bu sanata, Bloom'un "karşı konulmaz esans" dediği şey eklenebilir. Bu fikir, bir resmin orijinal olduğunu düşündüğümüzde ona bayılsak bile, sahte olduğu ortaya çıkarsa değerini kaybetmesini de açıklayabilir. Gerçekten de New York Üniversitesi'nden psikolog Justin Kruger'ın deneyleri, insanların bir sanat eserinden aldıkları keyfin, eseri yaratmak için çok zaman ve çaba gerektiğini düşünüyorlarsa arttığını göstermiştir.

Benzer şekilde Colton da insanların sanatı tecrübe ederken sanatçıyla etkileşime girdiğini düşünüyor. Sanatçının ne düşündüğünü merak edebilir veya bize anlatmak istediklerine kafa yorabiliriz. Sanat üreten bilgisayarlarla bu olay yarıda kesilir; keşfedecek bir şey yoktur. Ancak yazılım giderek daha karmaşık hale geldikçe sanattaki bu derin anlamları bulmak mümkün olabilir. Colton'un Painting Fool'dan ilham için sosyal ağlara girmesini istemesinin sebebi budur: bu şekilde bizim için zaten anlam içeren temaları seçeceği umudu.

Bilinçsiz Yaratıcılık

Douglas Hofstadter, makineler daha karmaşık hale geldikçe sanatlarını daha kolay kabul edeceğimizi düşünüyor, özellikle fiziksel dünyayla daha fazla etkileşime girerlerse. Robotlar bir şeylere çarparlar ve hedefleri, başarıları ve başarısızlıkları olursa, o zaman bu yeterli olabilir. "Sefil ve gülünç, arada bir de yiğit olabilirler," diyor. "İnsanların onlara benzer yaratıkların deneme yazmasından, müzik parçası bestelemesinden veya resim yapmasından rahatsız olacaklarını düşünmüyorum." Ancak makinelerin şu anda böyle bir öz farkındalığa sahip olmadıkları gerçeği, bilgisayar yaratıcılığının belki de en sinir bozucu unsurudur. Bilinçli bile olmadan nasıl yaratıcı olabilirsiniz?

Şaşırtıcı bir şekilde bilinç, yaratıcılık için sandığımız kadar önemli olmayabilir. Beyrut, Lübnan'daki Amerikan Üniversitesi'nden nörobilimci Arne Dietrich beyinimizin, bilinçli olarak düşünmediğimiz zamanlarda bile yaratıcı olarak çalıştığını söylüyor. Bir problemin unuttuğunuz çözümünün bir anda aklınızda canlandığını hayal edin. Yaratıcılığın pek çok farklı şekli vardır; bazıları bilinçli, bazıları da bilinçsizdir. Yaratıcılık kasten bir şeyler yaratmaya çalışırken veya uykunuzda olabilir.

Dietrich her halükârda yaratıcı beynin yazılım gibi çalışabileceğine inanıyor. Nörobilimciler yaratıcılığın mistik bir şey olmaktansa keşfetmekle ilgili olduğundan şüpheleniyor; beyinde olası çözümler oluşturan ve daha sonra bunları sistematik olarak eleyen mekanik bir süreç tarafından güdülenmektedir. Bilgisayar yaratıcılığını insan yaratıcılığı karşısında önemsememe eğilimimizin insan kültüründe kökleşmiş bir ikilikten kaynaklandığına inanıyor: "Kendimize aşırı değer vererek onları hafife alıyoruz."

Dietrich bir nörobilimci olarak beyne bir makineymiş gibi davrandığını söylüyor; makine yaratıcılığını da farklı görmüyor. Bu şekilde göz önüne alındığında, insan beyninin yaratıcı yeteneklere ambargo koyduğu iddiası sınırlı bir bakış açısıdır. Başkaları da bu fikri kabul edecek mi? Colton'a göre işin hilesi bilgisayar sanatçılarını insan olanlara karşılaştırmamaktır. Eğer bilgisayar yaratıcılığını olduğu haliyle kabul edebilir ve insan gibi görünmesi için uğraşmayı bırakabilirsek, bilgisayar bize sadece kendi yaratıcı yeteneklerimiz hakkında yeni şeyler öğretmekle kalmaz, hayal bile edemeyeceğimiz şekillerde yaratıcı olabilirler. Bize keyif verme, meydan okuma ve bizi şaşırtma potansiyeliyle tamamen yeni bir sanat şekli yaratıyorlar.

Makinedeki İlham Perisi

Anahtarları yaratıcılığa teslim etmek, insan olmaktan bir şeyleri alıp götürür mü? Michael Cook'a göre yapay zekânın sanat eserleri yaratabileceği bir gelecek bizi hiçbir şeyden mahrum bırakmayacak, aslında bunun tam tersi olacak. Cook yapay zekânın yaratıcılığı demokratikleştirmede ve engelleri kaldırmada önemli bir rol oynayacağını düşünüyor. Bir yapay zekâ hikâye yazabiliyor veya resim yapabiliyorsa o zaman bir hikâyeyi eleştirebilir de. Bu, bir şeyler yaratmak isteyen ancak nereden başlayacağını bilmeyen veya bazı konularda zorluk yaşayan kişiler için asistan görevi görebilecekleri anlamına gelir. Cook bilgisayarların daha iyi yardım sağlayabileceği örnekler olarak yazım denetleyicileri ve fotoğraf düzenleme yazılımlarındaki araçlara işaret ediyor. "Şu anda düşük bir seviyede katkı yapıyorlar," diyor. "Aynı anda hem eğitmen, hem ilham perisi hem de dinleyici olabilen bir yazılım geliştirmek istiyoruz."

Röportaj: Bir Bilgisayara Yaratmayı Nasıl Öğretirsiniz?

Simon Colton Falmouth Üniversitesi'nde dijital oyunlar teknolojisi profesörüdür. İnsanlarda görülürse yaratıcı olarak nitelendirilecek şekillerde davranan yazılımlar üzerinde çalışıyor; Görsel 6.3'teki kendi portresi gibi. Yazılımın şimdiden sanatsal olabileceğini veya matematiksel bulgular yapabileceğini, ancak mükemmel olması için ona doğru beceri setini vermemiz gerektiğini söylüyor.

Kendi keşiflerini yapabilmesi için HR adlı yazılımı geliştirdiniz. Başarılı oldu mu?

HR'nin ortaya attığı şey, Latin kareleri olarak bilinen matematiksel yapılardan bir sınıflandırmadır. Sudoku gibi her sütun ve satırın her sembolü içerdiği bir sembol şebekesi vardır. HR bu yapıların ilk cebirsel sınıflandırmalarından bazılarını üretti. HR'nin bir versiyonu, bağımsız olarak Goldblach hipotezini keşfetti; 2'den büyük olan her tam çift sayı, iki asal sayının toplamı olarak ifade edilebilir.

Matematikçiler sistemi kullanmakta istekli mi?

Matematikçilerin yazılımların sıkıcı, önemsiz işleri yapmasını istediklerini gördük; yani devasa hesaplamalar ve doğru olduklarını zaten bildikleri önemsiz ispatlar. Ancak kavramları keşfetmek ve konjektürleri tespit etmek gibi yaratıcı şeyleri kendileri yapmak istiyorlar. Bir defasında Nobel ödüllü ekonomist ve bilgisayar bilimci Herbert Simon'a, HR'nin kanıtladığı bir konjektür hakkında bir e-posta göndermiştim. Daha sonra bana bunu sonuna kadar okumadığını çünkü bulmacayı kendi çözmek istediğini söyledi.

Yazılımın bir şeyleri keşfetmesini nasıl sağlarsınız?

Bulmak istediğiniz bir şey için ona veri verirsiniz ancak *bilinen bilinmeyenlere* bakmaktansa –ne aradığınızı bildiğiniz, ancak neye benzediğini bilmediğiniz makine öğreniminde olduğu gibi– *bilinmeyen bilinmeyenleri* bulmaya çalışır. Yazılımın bizi şaşırtmasını, beklemediğimiz şeyleri yapmasını istiyoruz. Bu yüzden ona özel şeylerdense genel şeyleri nasıl yapacağını öğretiyoruz. Bu, yazılımın tam olarak yapmak istediğiniz şeyi yaptığı bilgisayar biliminin büyük kısmına

terstir. İnsanların bunu kavrayabilmesi çok büyük çaba gerektirir.

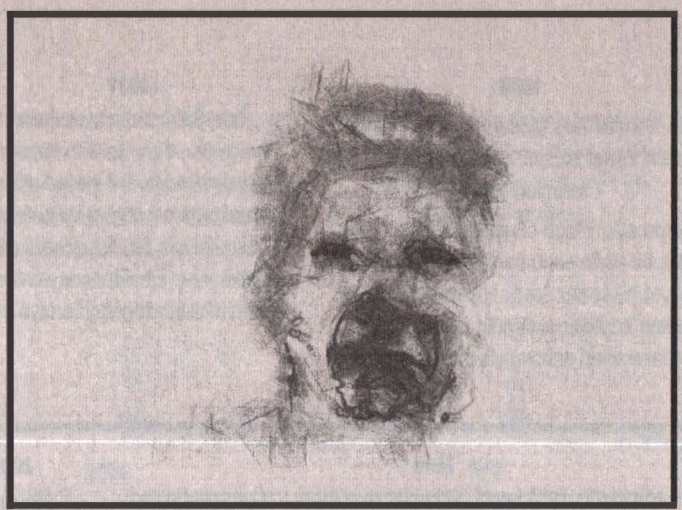
Bilgisayarlar büyük atılımlar yapabilirler mi?

Bence yazılım kendi kendini programlayabildiğinde gerçek keşifler yapan bilgisayarlar göreceğiz. HR'nin en son versiyonu özellikle kendi kodunu yazmak için tasarlandı. Ancak bu zorlu bir iş; öyle gözüküyor ki yazılım yazmak insanların yaptığı en zor işlerdendir. Nihai olarak koda dönüştüremeyeceğiniz, özellikle de sonsuzlukla ilgilenen matematiksel kavramlar vardır.

Diğer programınız Painting Fool portreler yapıyor. İnsanlar bu tür yaratıcılığa nasıl tepki veriyor?

Matematikçiler, eğer tekrar tekrar büyük sonuçlar üretebiliyorsa bir bilgisayarın yaratıcı olduğunu kabul edecektir. Ancak sanat dünyasında insanların ikna edilmesi daha zor. Bir resmi pek çok nedenden ötürü satın alırsınız, bunlardan sadece biri koltuğunuzun arkasına yakışmasıdır. Bir resmi sevdiğinizde, resme giden insanlığı kutlarsınız. Yazılımı buna nasıl sığdırabiliriz?

İnsanları kimin veya neyin bir şeyler yaptığı hakkında şaşırtmaya çalıştığımız Turing Testlerini yapmak istemiyorum. İnsanların yazılımın yaptığı şeyleri, kendi şartlarıyla değerlendirmesini istiyoruz. Ancak insanlık için her zaman bir bedel olduğundan –kan, ter ve gözyaşı– bilgisayarlar yaratıcı endüstrilerde insanların yerini almayacak.



Görsel 6.3. Simon Colton'un Painting Fool tarafından yapılmış bir portresi.

Yapay Zekâ'nın Sanatsal Gelişimi

1973

Aaron, Londra Tate Modern ve San Francisco Modern Sanat Müzesi'nde sergilenen soyut resimleri yapar.

İlk otomatik hikâye oluşturan sistem Novel Writer, bir hafta sonu partisinde gerçekleşen cinayet hikâyeler üretti. Hikâyeler, sisteme verilen karakter setlerinin simüle edilmiş hareketleri aracılığıyla ortaya çıktı.

1977

Tale-Spin, orman yaratıkları hakkında, Ezop fabılları tarzında hikâyeler yarattı. Bir insan kullanıcı, karakterlere hedefler ve bunlara ulaşması için bir dizi eylem verdi. Hikâyeler, karakterlerin simüle edilen etkileşimlerinden ortaya çıktı.

2006

Painting Fool, yapay zekânın "ruh haline" bağlı olarak farklı tarzlarda portreler yaptı.

2010

Angelina adlı yapay zekâ kendi bilgisayar oyunlarını yaratmaya başladı.

David Cope'un EMI'si, ilk albümü *From Darkness, Light*'ı [Karanlıktan Aydınlık] çıkaran Emily Howell adlı yeni bir sisteme evrildi.

Malaga Üniversitesi'nden Francisco Vico ve meslektaşları, insan kılavuzluğu olmadan müzik bestelemek için melomik ("müzik genomiği" anlamına gelen bileşik kelime) adlı evrimsel bir teknik kullanan Iamus adlı bilgisayar di Iamus'un müziği, Alan Turing'in doğumunun yüzüncü yıldönümü olan 2012 konserinde Londra Senfoni Orkestrası tarafından çalındı.

2013

Georgia Teknoloji Enstitüsü'nden Mark Riedl ve meslektaşları tarafından geliştirilen Scheherazade, internetten öğrendiği herhangi bir yerde geçebilen hikâyeler anlattı.

2014

IBM'in Watson'ı kendi yemek tariflerini yaratmaya başladı.

Farz Edelim Makinesi, Disney benzeri ve Kafkaesk hikâye fikirleri oluşturmaya başladı.

Fluks Kapasitörü, kavramları hikâye tohumları halinde birleştirebilmek için altta yatan mecaz jeneratörünü kullandı.

Iamus *Omusic* adlı bir pop albümü çıkardı.

1981

Bir yazarın zihnini modellemek için tasarlanan Author, bir hikâyenin karakterlerinin hedefleri üstüne yazar hedeflerini ekleyen ilk program oldu. Sistem bu şekilde, örneğin mutlu sona ulaşmak için çalışan hikâyeler oluşturabiliyordu.

1983

Universes sonu olmayan, pek çok karakter ve çakışan hikâye örgüleri içeren pembe dizi bölümleri için hikâyeler oluşturdu.

1987

Besteci ve bilgisayar bilimci David Cope, insan geri bildiriminden öğrenerek Beethoven, Chopin ve Vivaldi gibi farklı insan bestecilerin tarzlarında otomatik olarak beste yapabilen Experiments in Musical Intelligence [Müzik Zekâsında Deneyler]; EMI ("Emmy") yazılımını geliştirdi.

2004

Londra Üniversitesi'nden Frédéric Fol Leymarie ve Patrick Tresset, bilek hareketlerini ve kalemine uyguladığı basıncı taklit ederek Tresset'nin stilinde portreler çizen robot Aikon'u yarattı.

7.

Yapay Zekânın Gerçek Riskleri: Kıyamet Korkusu Neden Abartılıyor?

Yapay zekânın amansız gibi gözüken ilerleyişini, toplumda bir kaygı dalgası takip etti. Kamuoyunda tanınan pek çok kişi, yapay zekânın insanlığa karşı oluşturabileceği varoluşsal risk hakkında fikirlerini belirtti. Ancak yapay zekânın bir gün kıyameti tetikleyeceği korkusu tamamen abartıdır. Ancak bu başka bir risk olmadığı anlamına gelmez. Yapay zekânın dünyamızı kötü şekilde değiştirebileceği pek çok yol vardır.

Skynet'i Unutun: Yapay Zekânın Toplumsal Etkileri

Dünyanın sonunu getiren hipotetik yapay zekâ manşetlerde; ancak bu heyecan dalgası, burnumuzun dibinde olup bitenleri görmezden geliyor. Bazıları korkutucu bir şekilde bu zeki makinelerin faydasız insanları bir kenara atacağı tahmininde bulunurken, diğerleri sonsuz keyifle dolu ütopik bir gelecek görüyor.

Eşit derecede mümkün görünmeyen bu sonuçlara odaklanmak, tartışmayı teknolojik değişimin giderek artan hızıyla çoktan ulaştığımız gerçek toplumsal etkilerden uzaklaştırdı. Yüz bin yıl boyunca küçük avcı toplayıcı toplulukların sıkı çalışmasına güvendik. Sadece iki yüz yıl önce el emeğinin büyük kısmını makinelere devreden endüstriyel topluma geçtik. Ve sonra, sadece bir nesil önce dijital çağa geçiş yaptık. Günümüzde ürettiğimiz şeylerin çoğu somut nesneler değil, bilgidir; atomlar değil, bitler. Bilgisayarlar ulaşılabilir aletlerdir ve el emeğimizin büyük kısmının yerine hesaplamalar geçti.

Bu hızlı değişim sonsuz bir paranoyayı körüklüyor ancak gerçeklik kontrolüne ihtiyacımız var. Yaratıcılık ve buluş gibi arzulanan nitelikler için gelecek yıllarda yapay zekâ kullanılabilir. Ancak bununla kendimizi tehdit altında hissetmemeliyiz. Günümüzde kullandığımız dijital araçların iletişim kurma ve yaratma yollarımızı geliştirip çeşitlendirmesi gibi,

bunların yardımıyla yapabileceğimiz yeni şeyler karşısında heyecan duymalıyız.

Yapay zekâdaki patlama, bize endişeleneceğimiz şeyler vermedi değil. Ancak teknolojiden değil, onu tasarlayıp kullama şeklimizden korkmalıyız. Yapay zekâ, onu kontrol edene zaten büyük bir güç veriyor. Şirketler veya diğer kâr amaçlı organizasyonlar tarafından çok sayıda atılım yapıldı. Bunlar kimlerin çıkarına hizmet ediyor? Bu konuda cevaplar, başka yerlerde olduğu gibi bizim içimizdedir. Yapay zekâ bizleri işlerimizden, itibarımızdan veya haklarımızdan mahrum bırakamaz. Bunu sadece başka insanlar yapabilir.

Veri Akışı

Zeki makinelerin çalışabilmeleri için veri, genellikle de kişisel veri toplamaları gerekir. Bu basit gerçek, onları potansiyel olarak gizli takip cihazlarına dönüştürür: Konumumuzu, internet geçmişimizi ve sosyal ağlarımızı bilirler. Bunlara kimin erişiminin olduğuna, verilerin hangi amaçla kullanılabileceğine veya verilerin kesin olarak silinip silinmeyeceğine karar verebilir miyiz? Cevap hayırsa, o zaman kontrol sahibi değiliz.

Başka bir endişe de iknadır. Pek çok yapay zekâ şirketinin iş modeli reklamdır; yani insanların bazı linklere tıklamasıdır. Kullanıcıların nasıl yönlendirileceği üzerine çalışmalar ilerliyor. Makineler hakkımızda ne kadar çok bilgi sahibi olurlarsa bizi dürtmede de o kadar başarılı olurlar. Kestirimci arayüzler, internetin en çekici içeriğiyle aktif olarak ödüllendirerek savunmasız kullanıcılarda bağımlılık dahi yaratabilir. Bu, ayrıntılı bir şekilde araştırılmalıdır.

Yapay zekâ, akademik laboratuvarlardaki ilk günlerinden beri çok ilerledi. Artık yaşamlarımızın her alanına entegredir. Yapay zekâ bir defa perde arkasında konumlandıktan sonra

onu artık düşünmeyiz. Ancak, en azından kültürel ve yasal çerçeve evrimleşmeden önce yapay zekâyı mümkün olan her alana yaymaya karşı direnmek isteyebiliriz. Yapay zekânın yaygın uygulaması kayda değer fırsatların yanı sıra potansiyel riskler de getirir. Bunlar türümüze karşı varoluşsal riskler değil, mahremiyetimiz ve otonomimizin olası bir aşınmasıdır.

İş Aramak

Britanyalı Ekonomist John Maynard Keynes (1883-1946) robotların işlerimizi alacağını varsayıyordu. 1930'da bunu, "İşgücünün kullanımını ekonomize etme gereçlerimiz, bu işgücü için yeni kullanım alanları bulma hızımızı geçti," şeklinde açıklamıştı. Bu kötü bir şey değildi. Haftalık çalışma saatinin 2030'da 15 saate düşeceğini, kalan zamanımızda ise "bilgece, hoşça ve iyi" yaşamak için uğraşabileceğimizi düşünüyordu.

Olaylar böyle gelişmedi; hatta birçok kişi eskisinden çok çalışıyor. Çok sayıda beden işçisinin otomasyonla yer değiştirdiği gelişmiş ekonomilerde bu işçiler için başka yerlerde iş bulundu, örneğin hizmet sektöründe. Sorun, yapay zekâ artık gözünü sıradan ve tekrarlanan işlerin ötesinde her şeye diktiği için bunun devam edip edemeyeceğidir.

Makinelerin insanları işlerinden edeceği korkusu, dokuma makineleri yüzünden lüzumsuzlaşan ve 1811'de atölye yakma çılgınlığına giden Luddistler adlı bir grup İngiliz dokumacı kadar eskidir. İki yüzyıl sonra çoğumuz aynı belayla yüzleşebiliriz. 2013'te Oxford Üniversitesi, Gelecek Teknolojisinin Etkileri İçin Oxford Martin Programı'ndan Carl Frey ve Michael Osborne 702 iş tipine baktı ve bunları ne kadar kolay otomasyon sağlanılabileceğine göre sıraladı.

Yirmi yıl içinde makinelerin ABD'deki işlerin neredeyse yarısını makul bir şekilde yapabileceğini keşfettiler.

Sırada Hangi İşler Var?

Yapay zekâ bazı insan işlerini devralmaya yakındır. İnsansızlaşabilecek üç iş şunlardır:

- **Taksi şoförleri:** Uber, Google ve araba şirketlerinin hepsi yapay görmeye para akıtıyor ve araştırmaları da kontrol ediyorlar. Yasal ve etik meseleler süreci yavaşlatıyor ancak bir defa başladığında insan sürücüler geçmişte kalacak.
- **Deşifre ediciler:** Her gün dünyanın dört bir yanından hastaneler, doktorların kullandığı medikal jargonu anlayan profesyonel deşifre edicilere ses dosyaları gönderiyor. Bu kişiler gönderilen kaydı deşifre edip hastaneye metin olarak gönderirler. Diğer sektörler de deşifre sistemine dayanır. Çağrı merkezlerinde biriken insan sesleri verilerine dayanan makineyle kopyalama yavaş ama emin adımlarla yetişmektedir.
- **Finansal analistler:** Cambridge, Massachusetts'teki Kensho, insan analistlerin cevaplamak için saatlere, hatta günlere ihityaç duyacağı finansal sorulara anında cevap bulmak için yapay zekâ kullanıyor. Mali veritabanlarının derinlerine dalarak "Bir banka iflas ettikten sonra, hangi hisselerin performansı iyi olur?" gibi sorulara cevap verebilir. NBC'deki gazeteciler son dakika haberleri hakkındaki soruları cevaplamak için insan araştırmacıları bırakıp Kensho'ya geçti bile.

Listede tele-pazarlama ve kütüphanecilik gibi işler vardı. Bunların ardından akla hemen gelmeyen işler vardı; örneğin mankenler, aşçılar ve inşaat işçileri sırasıyla dijital avatarlar, robot-aşçılar ve robot fabrikalarda üretilen prefabrik evler tarafından tehdit ediliyordu. En dirençli olanlar ruh sağlığı çalışanları, öğretmenler, din adamları ve koreograflardı. Genel olarak güçlü sosyal etkileşimler, özgün düşünme ve yaratıcı beceri veya dişçiler ile cerrahlardaki gibi çok hassas motor beceriler gerektiren işlerin durumu daha iyi gözüküyordu.

Otomatik İşgücü

Yapay zekâ, Hong Kong metrosunun gece bakımını organize etmekten IBM'in Watson bilgisayarı içine inşa edilmiş yapay zekâ asistanı ROSS gibi ince yasal araştırmalara yardımcı olmaya kadar çeşitli işler aldı bile. Önümüzdeki birkaç yılda yapay zekâ pazarda en azından kısa süreli bir türbülans yaratacak.

Birleşik Krallık telekom firması O2, 2012-2015 yılları arasında yüz elli çalışanını tek parça bir yazılımla değiştirdi. O2'nin operasyonlarını geliştirmek üzerine çalışan Wayne Butterfield, O2'nin müşteri hizmetlerinin büyük bir bölümünün artık otomatik olduğunu söylüyor. Sim kart değişiklikleri, mobil numaraları taşımak, kontörlüden faturalı hatta geçmek, kilitli telefonu O2'den açmak; artık hepsi otomatiktir.

İnsanlar bu işleri yapabilmek için, bir telefon numarasını bir veritabanından diğerine kopyalamak gibi ilgili sistemler arasında elle veri taşıyorlardı. Kullanıcı telefon açıp bir insanla muhatap olmak zorundaydı, ancak artık bir yapay zekâ işin kendisini yapıyor.

O2'nin yapay zekâsı, işi iş üzerinde öğrendi. İnsanların basit, tekrarlanan veritabanı işlerini yapmalarını izledi ve daha sonar kendi başına çalışmaya başladı. O2'nin yapay işçi-

lerini geliştiren firma Blue Prism'in başkanı Jason Kingdon, "Bir insanla tam olarak aynı şeyleri yapıyorlar," diyor. "Bunlardan birini çalışırken görürseniz biraz çılgınca gelebilir. Tuşladığını görüyorsunuz. Ekranlar beliriyor, kesip yapıştırdığını görüyorsunuz."

Dünyanın en büyük bankalarından Barclays de arka ofis işleri için yapay zekâ kullanıyor. Birleşik Krallık regülatörleri, hileli satılan milyarlarca sterlinlik sigortayı geri ödemesini isteyince müşterilerinden gelen talep yağmuruyla başa çıkmak için Blue Prism'i kullandı. Ani talep seline cevap verebilmek için tamamen insan işgücüne dayanmak pahalı olurdu. Basit kalemlerin bazılarını alabilecek yazılım elemanlarına sahip olmak, Barclays'in daha az kişi çalıştırabileceği anlamına geliyordu.

Kingdon, çalışmasının imalarından kaçınmıyor: "Bu bir insanın yerini alması için tasarlandı, bir görevi tam olarak bir meslektaşının yapacağı şekilde yapmayı bilen otomatik bir kişi."

Blue Prism ve ROSS gibi yeni otomasyon türlerinin başka bir problemi, şirket merdiveninde alt basamaklardaki işleri yapmaları, böylece yeni iş arayanlar için daha az fırsat sağlayarak eşitsizliği derinleştirmeleridir.

Robot Meslektaşlar

Diğerleri yaygın işsizlik sorununun abartıldığını düşünüyor. Zengin dünyanın Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) için yakın zamanlı bir makale, yapay zekânın tüm bu işlerle, özellikle insan etkileşimiyle ilişkili görevleri yapamayacağını ve işlerin sadece yaklaşık yüzde 9'unun tam otomatikleştirilebilir olduğunu iddia ediyor. Dahası, geçmiş tecrübeler işlerin otomasyon çevresinde evrimleştiğine işaret ediyor.



Görsel 7.1. Tekrarlamalı bedensel işler otomasyondan darbe aldı bile, ancak yapay zekâ pek çok meslek üzerinde etkili olacak.

Bu daha Keynesçi görüşe göre teknolojik ilerleme, yaşamlarımızı geliştirmeye devam edecek. En başarılı inovasyonlar bizi alaşağı etmektense bizi tamamlayanlardır. 2016'da Chicago'daki yıllık otomasyon fuarında *cobot*ların çıkışını örnek alalım. Bu robotlar insanların yerini almak yerine onlarla birlikte çalışarak işlerini daha güvenli hale getirmek ve kolaylaştırmak için tasarlandı. Problem çözmemize, iletişim kurmamıza veya sanat, müzik ve edebiyat yapmamıza yardım edebilirler. Uzmanların çoğu bu görüşün arkasındadır. 2014 yılında ABD'li beyin takımı Pew Research Center, 1896 uzmana 2025 yılında teknolojinin yarattığından fazla iş yok edip etmeyeceğini sordu. İyimserlerin sayısı karamsarlardan fazlaydı.

Bu, yapay zekânın işleri altüst etmeyeceği anlamına gelmez. Doğrudan işçilerin yerini almaktansa işin sadece doğasını değiştirse dahi toplum üzerindeki etkisi büyük olabilir.

Uber gibi firmaların öncülüğünü yaptığı esnek ekonomi, algoritmik idareyle işgücüne esneklik ve müşterilere rahatlık sağlar; ancak çalışanların hakları ve çalışma şartları pahasına. Yapay zekâ bu eğilimi hızlandırabilir.

Bu önemlidir: İşimiz kimliklerimizin ayrılmaz bir parçasıdır ve işgücünün itibarını korumak, toplum için merkezi bir mesele olmalıdır. Yapay zekânın mesleklerini zahmetli parça başı işlere dönüştürmek yerine işçilerin hünerlerini artırmada kullanıldığından emin olmalıyız: İşçileri insanlıktan çıkarmak, teknolojiyi kullanmak için iyi bir yol değildir (*bkz.* Görsel 7.1).

Bununla mücadele etmek teknolojik değil, sosyal ve politik bir meseledir. Yapay zekâ ekonomik sistemimiz üzerinde değişiklikler yapılmasını zorlayabilir; evrensel asgari ücret hakkındaki tartışmaları izleyin. Ancak değişim insan merkezli olmalıdır, çoğunluğun zararına birkaç kişiyi zenginleştiren yapay zekâ güdümlü verimlilik tarafından yönlendirilmemelidir. Nihai olarak, elbette kendi kaderlerimizin efendisiyiz. Kendi sağlığımız ve esenliğimiz için çalışmanın faydaları göz önüne alındığında doyurucu, tatmin edici çalışmayı korumayı tecih edebiliriz. Eşitsizlikler ve aksaklıklar olacaktır ancak bu yüzyıllardır olan bir durumdur.

Silikon Vadisi'nde Popüler Yeni Bir İş: Bot Asistanlığı

Yapay zekânın yaratabileceği işler yerine bizden alacaklarına çok mu kafa yoruyoruz? Facebook'un dijital kişisel asistanı M gibi hizmetler, bazılarımızın gelecekte edinebileceği en azından bir yeni rolü ortaya çıkardı.

M, Facebook Messenger'ın içinde geliştirilmiş yapay zekâ destekli bir dijital asistandır. Sonraki uçu-

şunuz veya oteliniz için rezervasyon yapabilir, bir restoran önererek rezervasyon yaptırabilir, teslim edilmeleri için ürünler alabilir veya haber güncellemeleri ve hatırlatmalar gönderebilir. M'nin iş görmesini sağlayan son teknoloji nedir? İnsanlar veya Facebook jargonuyla yapay zekâ eğitmenleri. M'den iyi Pad Thai yapan yerel bir restoran önermesini istediğinizde bir yapay zekâ eğitmeni, sonuçlar size gönderilmeden önce bunları gözden geçirir. İki kişilik bir masa ayırtmasını istediğinizde telefonu açan bir yapay zekâ eğitmeni olabilir. M'nin söylediği her şeyi insan çalışanlar gözlemler, doğrular veya değiştirir. Facebook sözcüsü Ari Entin, "Yeni bir meslek keşfettik," diyor.

Facebook insanları bir hile olarak kullanmayı düşünen tek bilgisayar şirketi değil. San Francisco temelli girişim Clara Labs, takviminizde randevu oluşturmaya yardım etmek için e-posta atabileceğiniz bir sanal asistan geliştiriyor. Clara bir yapay zekâdır ancak ona e-posta attığınızda istemeden de olsa çalışmasını kontrol eden bir grup insanla sohbet edersiniz.

Massachusetts'teki Interactions "dijital sohbet asistanları" geliştiren başka bir şirkettir. Bu oluşumlar, ABD sağlık sigortası şirketi Humana ve Teksas kamu hizmeti şirketi TXU Energy'nin müşteri hizmetleri hatlarıyla ilgileniyorlar. Interactions insan yardımcılarına "niyet analizcileri" diyor. Otomatik asistanlar pek anlayamadıkları bir söz dizisiyle karşılaştıklarında tercüme için bunları bir niyet analizcisine gönderirler. İnsan bunu dinler, yazılıma ne yapacağını söyler ve arayanın sohbeti kaldığı yerden devam eder.

Bu iyi bir yapay zekâyı taklit etmenin kolay bir yoludur; ancak Facebook, Clara Labs ve Interactions

gibi şirketlerin yaptığı sadece ayrıntılı bir sahtekârlık değildir. Mühendislerin, insanların ne kadar değerli olabileceği hakkında çok şey öğrendiğini göstermektedir. Otomatik yardım hatlarının kötü bir şöhreti vardır. GetHuman.com adlı bir çevrimiçi hizmet, gerçek bir insanla konuşmanızı sağlamak maksadıyla, farklı şirketlerin kontak numaralarını edinmek için özel tüyolar ve hileler vermektedir.

Peki neden insanlarla çalışmaya devam etmiyoruz? Silikon Vadisi'nin asistan uygulamalarının çoğu bu yoldan gidiyor. Magic adlı uygulama internetten yemek söylemek, rezervasyonlar, hatta tıbbi amaçlı esrar kullanımı taleplerinizi operatörlerden oluşan bir ekibe mesaj atmanızı sağlar. Missouri'den Invisible Girlfriend sahte bir sevgili yaratıp aylık ücret karşılığında onunla mesajlaşmanızı sağlar. Bu durumda "sevgili", cilveli ve duygusal cevaplar veren insan çalışanlardan oluşan bir kalabalıktır.

İnsanlar sorunlu ve masraflı olabileceğinden, insan asistanların desteklediği bir yapay zekâ, insan beyninin esnekliğini ve yaratıcılığını otomasyonun yorulmaz hızı ve tutumluluğu ile birleştirir. Şirketler için faydaları açıktır. Ama bir botun asistanı olmak nasıldır?

Başkan yardımcılarından Phil Gray'e göre Interactions'daki ofisler çağrı merkezleri gibi görünüyor, ancak sesleri benzemiyor. Sohbet gürültüsü yerini hiç susmayan klavye tıkırtısına bıraktı. Şirketin başkan yardımcılarından Jane Price, "Bazıları bunu bilgisayar oyunu oynamaya benzetiyor," diye ekliyor. Çalışanların işyerleri hakkında anonim yorumlar bırakabildiği Glassdoor'da Interactions hakkındaki yorumlar karışıktır. Bazıları resmi olmayan atmosferi

ve esnek mesai saatlerini övüyor ve hızlı çalışma temposunu sevdiklerini söylüyor. Diğerleri işin tekrarlayan doğası yüzünden hissizleşmiş haldedir. Eski bir analist, "Bazen bir zombiye dönüştüğünüzü hissediyorsunuz," diye yazmış.

Yapay zekâ eğitmenleri veya niyet analistleri; bu cesur yeni işçileri nasıl adlandırırsanız adlandırın ikili bir amaca hizmet ederler. Şimdilik yazılım henüz başa çıkamayacağı bir sorunla karşılaştığında boşlukları doldurup yapay zekâ için yedek olarak işlev görürler. Ancak yapay zekâyı bu hataları bir daha tekrarlamaması için eğitmek için de buradadırlar. Rehberliğin her anı, makine öğrenimi algoritmalarının gelecekte aşina olmadığı görevlerle başa çıkmak için başvurabileceği, eğitim verisinden oluşan büyüyen bir kütüphaneye eklenir.

Bu, gelecekte bir noktada yapay zekânın tamamen eğitimli hale gelerek insan eğitmenlerin işsiz kalacağı anlamına mı gelir? Facebook'ta M'den sorumlu Alex Lebrun işin bu kadar basit olmadığını söylüyor: "Eğitmenlere her zaman ihtiyacımız olacak. Ne kadar çok öğrenirsek, o kadar çok öğrenecek şey beliriyor. Bu, asla bitmeyen bir öğrenme süreci."

Ofis Casusları

İşleri insanlardan almak, yapay zekânın sorun yaratabileceği tek durum değildir. Yapay zekâ bireylerin davranışlarını ayrıntılı bir şekilde takip etmeyi mümkün kıldığından, şirketler işyerinde çalışanları izlemek için teknolojiyi kullanmaya başladı. Ayak sürümeye başlar veya isyan etme eğilimi gösterirseniz bir algoritma sizi patronunuza ispiyonlayabilir.

Londra girişimi StatusToday, böyle hizmetler sunan bir firmadır. Şirket, teknik uzmanlık veren ve güvenli yatırım yapmaya yardım eden Britanya istihbarat bürosu GCHQ tarafından işletilen bir sibergüvenlik hızlandırıcısı sunar. StatusToday'in yapay zekâ platformu, eriştiğiniz dosyalar ve bunlara hangi sıklıkla baktığınızdan giriş kartınızı ne zaman kullandığınıza kadar her şeyi içeren çalışan metaverisinin düzenli bir akışına dayanır.

Yapay zekâ şirketlerin, departmanların ve bireysel çalışanların normalde nasıl işlev gördüğünün bir resmini çizmek, sonra da kişilerin davranışındaki anormallikleri gerçek zamanlı olarak işaretlemek için bu metaveriyi kullanır. Ana fikir, biri normal davranış örüntüsünün dışına çıkarak güvenlik riski oluşturduğunda bunu tespit etmektir. Şirketin baş teknoloji uzmanı Mircea Dumitrescu, "Tüm bunlar bize bir kullanıcının bir parmak izini verir, böylece parmak izinin uyuşmadığını düşünürsek alarm veririz," diyor.

Sistem, örneğin bir çalışanın normalde görmediği dosyalardan çok sayıda kopyalamaya başladığına işaret edebilir. Çalışanlar sadece işlerini mi yapıyorlar yoksa gizli bilgileri mi çalıyorlar? Ayrıca yazılım, dolandırıcılık e-postasına cevap vermek veya kötü amaçlı yazılım içeren bir eklentiyi açmak gibi güvenlik açıkları yaratabilecek çalışan aktivitesini yakalamayı da amaçlar. Dumitrescu, "Bilgisayarınızda virüs olup olmadığını izlemiyoruz," diyor. "İnsan davranışını izliyoruz."

Ancak arada sırada yaşanan güvenlik açıklarını bu şekilde yakalamak, herkesi izlemek anlamına gelir. Bazı şirketler, bir şeylerin yanlış gitme ihtimaline karşı geriye dönük analiz yapabilmek adına çalışanların metaverilerini şimdiden kaydetmektedir. Sigorta şirketi Hiscox yakın geçmişte StatusToday'i kullanmaya başladı ve derhal şirketten aylar önce ayrılan bir çalışanın hesabında aktivite tespit etti.

Yapay zekâ, potansiyel sibergüvenlik alarmlarını işaretlemenin yanı sıra çalışan verimliliğini takip etmek için de kullanılabilir. Dumitrescu, Yahoo'nun çalışma "hızı ve kalitesini" düşürdüğü için aldığı tartışmalı evden çalışmayı yasaklama kararına işaret ediyor. "Bunun ayrı ayrı çalışanlar için doğru olup olmadığını gerçekten ölçebiliriz," diyor. "O zaman evden çalışmalarına izin verilip verilmemesi gerektiği verilere dayandırılabilir."

Fotoğrafınız Polis Veritabanında Var mı?

Washington'daki Georgetown Üniversitesi Hukuk Merkezinin 2016 tarihli raporuna göre, Amerika Birleşik Devletleri'nde yaşıyorsanız, yüzde 50 ihtimalle bir polis yüz tanıma veritabanındasınızdır. Rapor Birleşik Devletler'deki polis merkezlerinin yaklaşık dörtte birinin yüz tanıma teknolojisine erişimi olduğuna işaret ediyor.

Polisin yüz tanıma teknolojisini kullanması tek başına sorun değildir. Her cepte bir kameranın olduğu bir dünyada kullanmamaları aptalca olurdu. Ancak yüz tanıma, parmak izi tanımadan çok daha yaygın bir şekilde kullanılabilir, bu da masum insanların etiketlenme riskinin daha yüksek olduğu anlamına gelir. Georgetown çalışmasına önderlik eden Alvaro Bedoya, rapor yayımlandıktan sonra, "Daha önce keşfedilmemiş ve dürüst olmak gerekirse tehlikeli topraklardayız," dedi.

Parmak izleriyle çalışmak zordur. Bilinen suçlulardan ancak polis merkezlerindeki kontrollü ortamlarda iz alınabilir ve bunun için toz kullanmak o kadar çok

zaman alır ki sadece ilgili suç mahallerinde yapılabilir. Bu, herhangi bir soruşturmanın hedefindeki insan sayısını azaltır. Tanımlanmış fotoğraflardan devasa veritabanları oluşturmak çok daha kolaydır. Polis veri setlerindeki 117 milyon yüzün çoğunluğu ehliyetlerden ve kimlik kartlarından gelir. Bir suç çözülmeye çalışılırken yüzleri toplamak, sokağa bir kamera çevirmek kadar kolaydır. Protestolara katılan, kiliseyi ziyaret eden, hatta sadece ortalıkta dolaşan insanların farkında bile olmadan yüzleri "parmak izi için tozlanmış" olabilir.

Bazı yüz tanıma yazılımları kontrollü testlerde insanlar kadar başarılı oldu ancak kalitesi düşük CCTV görüntüleriyle uğraşmak zorunda kalan sistemler çok zorlanıyor. Yazılım, insan soruşturmacıların kontrol edebileceğinden daha fazla hatalı eşleşme yapmaya başlarsa suçla mücadele daha da zorlaşacaktır. Ayrıca polisin bu teknolojiyi nasıl kullanacağı veya sonuçlarına ne kadar ağırlık vereceğine dair çok az düzenleme vardır. Yönlendirme yapılmadan polis memurları bir yüz tanıma sisteminin çıktısına gerekenden fazla önem verip sonuçlarıyla eşleşen kanıtları kayırabilirler.

Ayrıca böyle sistemler, siyahilere karşı önyargılıdır. Siyahiler beyazlara göre daha sık tutuklandıkları için siyahi yüzler sabıka fotoğrafı veritabanlarında daha fazla temsil edilir. Bu, masum siyahilerin yüz tanıma aracılığıyla suçla ilişkilendirilme olasılıklarının masum beyazlara göre daha yüksek olduğu anlamına gelir. Dahası, araştırmalar ticari yüz tanıma yazılımlarının siyahilerin, kadınların ve çocukların yüzlerini analiz etmede beyaz erkeklerinkileri analiz etmeye kıyasla daha az hassas olduğunu gösteriyor. Yazılım siyahileri

işaret etmeye yatkın olmanın yanı sıra yanılma eğilimi de gösteriyor.

Yüz tanıma teknolojisi hizmeti sunan dört ana şirketin –Cognitec, NEC, 3M Cogen ve Morpho– hiçbiri yazılımlarının nasıl çalıştığı veya eğitmek için hangi veri setlerini kullandıkları konusunda şeffaf değil. 2016 yılında ABD sayıştayı FBI'ın yüz tanıma programı hakkında bir rapor yayımladı ve büronun ne sıklıkla hata yapıldığını kontrol etmediğini açıkladı. Sayıştay FBI'ın daha iyi testler yürüterek sisteminin "adli soruşturmaları kösteklemektense destekleyecek ipuçları üretmede" daha güvenilir olabileceğini söyledi.

Tüm diğer adli tıp teknikleri gibi yüz tanıma da polisin aksi halde ıskalayabileceği suçluları yakalama gücüne sahiptir. Ancak bunu yapabilmesi için sonuçlarının şeffaf ve güvenilir olması gerekir, aksi halde kalabalıktan rasgele birini seçseniz de olur.

Kimse Denetlemiyor

Yazılım artık insanların hayatlarını değiştirebilecek kararlara dahildir. Kimin bankadan kredi alabileceğine, kimin işe alınacağına, kimin vatandaş sayılacağına ve kimin şartlı tahliye edilebileceğine karar verilmesine yardım eden otomatik sistemler var. Ancak olası riskler için, ücret belirleyen algoritmalar ipini kopardığında ne olduğuna bir bakın. Makineler kontrolden çıktığında kim araya girecek?

"Amazon baştan aşağı bozuldu." Eğer 12 Aralık 2014 tarihli *tweet*i yakalayıp yeterince çabuk davranabildiyseniz muhteşem indirimler yakalamışsınızdır. Amazon sadece bir

saatliğine tuhaf bir ürün listesini –telefonlar, bilgisayar oyunları, şık elbiseler, yataklar– sadece bir sente satmıştı.

Fiyatlardaki bu sürpriz düşüş satıcılara pahalıya mal oldu. 100 sterlin değerindeki ürünler yüzde 99,99'luk indirime girdi. Yüzlerce müşteri fırsatın üzerine atlayarak genelde toplu alım yaptı. Amazon hızlı tepki gösterip siparişlerin çoğunu iptal etse de otomatik sistemlerinin depolardan kargoladıklarını geri toplayamadı. Bir defa harekete geçtikten sonra sürecin durdurulması zordu. Yazılımdaki bir hata yüzünden Amazon'u kullanan bağımsız satıcılar on binlerce dolar değerinde hisse kaybetti. Bazıları iflas etti.

Otomatik süreçler sadece emrimize amade olan basit araçlar değildir; sık sık kendi başlarına karar da alırlar. Çoğu mülkiyete aittir ve hepsi karmaşık olup kamu denetiminden uzaktır. Kuralına göre oynadıklarından nasıl emin olabiliriz? Yeni bir algoritma dalgası bu konu üzerinde çalışıyor; gizli çalışmaların perdesini aralamak ve haksız önyargı ile ayrımcılığın peşine düşmeyi amaçlıyor.

Yazılım bir defa vahşi doğaya bırakıldığında nasıl davranacağını tahmin etmek zordur. Microsoft sohbet botu Tay'ı 2016'da faaliyete geçirdiğinde Twitter'da ırkçı yorumları papağan gibi tekrarlaması sadece birkaç saatini almış ve Microsoft'u fişini çekmeye zorlamıştı. Yazılımın etkisinin ufku da genellikle belirsizdir. Örneğin bazı insanlar, bir internet sitesindeki uçak bileti fiyatlarının rakip bir siteye baktıktan sonra arttığından eminler. Diğerleri bunun zamanımızın şehir efsanelerinden biri olduğunu düşünüyor. Böyle tartışmalar, günümüz sistemlerinin belirsiz doğasının altını çiziyor.

Çarpma Hasarı

Ancak potansiyel etkiler yıkıcı olabilir. Bazıları 2008'deki yüksek faizli ev kredisi sisteminin çöküşünde gizli algoritma-

ların bir rol oynadığını düşünüyor. 2000-2007 yılları arasında Countrywide Home Loans ve DeepGreen gibi ABD'li mukrizler, otomatik internet başvurularıyla eşi benzeri görülmemiş bir hızla ev kredisi dağıtıyordu.

Sorun, insan gözetimi olmadan çok fazla yüksek riskli kredi dağıtılmasıydı. Ardından gelen çöküşten en çok etkilenenler, azınlık gruplarından Amerikalılar oldu. Otomatik süreçler, yüksek riskli borçluları, yani daha yüksek faizle kredi alanları belirlemek için devasa miktarda veri işleyip bunları ipotek için işaretlediler. Washington'daki kamu politikaları beyin takımı Open Technology Institute'dan Seeta Gangadharan, "Bu borçluların orantısız bir şekilde Afrikalı-Amerikalılar veya Latin kökenliler olduğu ortaya çıktı," diyor. "Algoritmalar bu süreçte bir rol oynadı."

Algoritmaların tam olarak ne derece suçlu olduğu hâlâ belirsizdir. Ancak Wells Fargo ve Bank of America gibi bankalar, yüksek faizli kredilerin azınlıkları orantısız bir şekilde etkilediği davalarda, Baltimore, Chicago, Los Angeles ve Philadelphia gibi pek çok şehirle yüz milyonlarca dolarlık uzlaşma yoluna gitti. Büyük bankaların yüksek faizle kredi hedefleme ve satma için kullandıkları karar verme süreci yeni olmasa da algoritmalar itici güç olduğunda bu kararların aldığı hız ve erişim yeniydi.

Otomatik sistemler giderek daha önemli kararlarda insan sağduyusunun yerini alıyor. 2012 yılında ABD içişleri bakanlığı yeşil kart kurasını kazananları rasgele belirlemek için bir algoritma kullanmaya başladı. Ancak sistem hataya açıktı: Olayı inceleyen Princeton Üniversitesi'nden bilgisayar bilimci Josh Kroll, sadece ilk gün başvuran kişilere vize verildiğini söylüyor. Bu vizeler iptal edildi, ancak gizli algoritmaların nasıl hayat değiştiren etkileri olabileceğinin bir kanıtıydı.

Modellenmiş Vatandaşlar

Benzer bir örnekte Edward Snowden'ın sızdırdığı belgeler, Ulusal Güvenlik Kurumu'nun, bir kişinin ABD vatandaşı olup olmadığına karar vermek için algoritma kullandığını ortaya çıkardı. ABD yasalarına göre mahkeme izni olmadan sadece vatandaş olmayanların iletişimleri takip edilebilir. Bir bireyin doğum yeri veya ebeveynlerin vatandaşlık bilgisinin yokluğunda Ulusal Güvenlik Kurumu algoritmaları başka kriterler kullanır. Bu kişi yabancılarla temas halinde midir? Yabancı bir ülkeden internete erişimi olmuş mudur?

Çevrimiçi ne yaptığınıza bağlı olarak vatandaşlık durumunuz bir gecede değişebilir. Michigan Üniversitesi'nden John Cheney-Lippold, "Bir gün vatandaş, diğer gün yabancı olabilirsiniz," diyor. "Bu, pasaportunuza veya doğum belgenize değil, verilerinizin yorumlanmasına dayanan kategorik bir değerlendirmedir."

En korkunç örnekler, matematiksel hassaslık maskesi altında doğrudan kodun içine gömülen önyargılardır. Hapis cezalarını ele alalım. Bazı ABD eyaletlerinde hâkimler ve avukatlar "Otomatik Ceza Uygulaması" için çevrimiçi bir araç kullanabilirler. Sistem sanık için hapse atılma bedelini hesaplar ve bunu geçmiş sabıka kaydı ile davranışsal ve demografik faktörlere dayanarak sanığın tekrar suç işleme olasılığına karşı tartar. Ancak adres, gelir ve eğitim seviyesi gibi unsurlar, ırksal önyargıdan kaçınmayı neredeyse imkânsız kılıyor. 2016'da araştırmacı internet sitesi ProPublica, Florida'da bir programı analiz etti ve iki yıllık bir süreçte hatalı olarak, siyahileri beyazlara göre iki kat daha sık tekrar suç işleyecek kişiler olarak etiketlediğini ortaya çıkardı.

Bu örneklerin çoğunda sorun algoritmanın kendisi değil, ancak veride bulunan önyargıyı daha da derinleştirdikleri gerçeğidir. Bu konuda ne yapmalıyız?

Daha Yüksek Standartlar

Northeastern University'den Christo Wilson, Google ve Facebook gibi büyük teknoloji şirketlerinin çok sayıda insanın güvendiği kamu hizmetleri sayılması gerektiğini düşünüyor. "Bir milyar çift gözleri bulunduğundan, standartlarının daha yüksek olması gerektiğini düşünüyorum," diyor.

Wilson, kullanıcılar sonuçlarının tam olarak nasıl kişiselleştirildiğini kontrol edebilirlerse otomatik sistemlerin daha güvenilir olabileceğini düşünüyor; cinsiyeti denklemin dışında bırakmak veya gelir ve adres kutucuklarını boş bırakmak gibi. Böylece sistemlerin nasıl çalıştığını öğrenmemize yardım edeceğini de söylüyor.

Diğerleri, finans sektöründe olduğu gibi algoritmaları idare eden yeni bir düzenleme istiyorlar. 2014'te Beyaz Saray tarafından yayımlanan bir rapor, karar mercilerinin algoritmaların toplayıp analiz ettiği veriyle ne yaptığında daha çok dikkat etmesini öneriyordu. Ancak hesap verme zorunluluğunu sağlayabilmek için algoritmaları denetleyen ve etkilerini izleyen bağımsız hakemler olmalıdır. Seeta Gangadharan, hükümetleri veya endüstriyi sorunlara cevap vermede yalnız bırakamayacağımızı söylüyor.

Ancak bağımsız hakemler zorlu engellerle karşılaşır. Başlangıç olarak patentli hizmetlerde araştırma yapmak tipik olarak kullanıcı sözleşmesini ihlal eder, bu da nasıl çalıştıklarını analiz etme çabalarını engeller. ABD Bilgisayar Sahtekârlığı ve Kötüye Kullanımı Yasasına göre böyle incelemeler yasadışı bile olabilir. Ayrıca kamu denetimi önemli olsa da patentli algoritmaların ayrıntılarının rakipler ve bilgisayar korsanlarından uzakta tutulması gerekecektir.

Bilme Hakkı

Bu meselelere rağmen 2016 yılında Avrupa Parlamentosu, kişisel veriyi düzenlemede yeni bir kural seti olan Genel Veri Koruma Tüzüğünü (GDPR) onayladı. Tüzük 2018 yılında yürürlüğe girdi ve "açıklama hakkı"nı tanıttı: Avrupa Birliği vatandaşlarının otomatik bir kararın mantığını sorgulama ve sonuçlara itiraz etme şansı.

Oxford Üniversitesi İnternet Enstitüsü'nden Bryce Goodman, GDPR'nin mevcut yasalara kıyasla ileri atılmış önemli bir adım olduğunu söylüyor. Verinin nasıl kullanıldığı hakkında yeni kurallar yaratıyor ve şirket Avrupa bazlı olsun veya olmasın Avrupa vatandaşlarına ait olan verilerle çalışan şirketlerin tümünün bu kurallardan nasıl etkileneceğini açıkça belirtiyor. Yaptırım gücü de var. GDPR'yi ihlal eden kurumlara yıllık cirolarının yüzde 4'üne veya 20 milyon sterline varan cezalar gelebilir; hangisi daha yüksekse. GDPR aynı zamanda şirketlerin ırk, dini inançlar ve sağlık verileri gibi kişisel özelliklere dayanarak ayrımcılık yapmasını engellemeye çalışıyor.

Ancak GDPR'nin uygulanması kolay değil. Makine öğrenimi algoritmalarının şeffaf olmayan çalışmalarını teknik olarak konuya hâkim olmayanlara kim açıklayacak? Ancak denemek de önemlidir. Beyaz Saray Bilim ve Teknoloji Politikaları Ofisi teknoloji yardımcı yöneticisi Ed Felten, "Tarih bize insan kararlarının ister bilinçli, ister bilinçsiz olsun kolayca önyargılı olabileceğini göstermiştir," diyor. "Otomatik sistemler geliştirirken daha iyisini yapma sorumluluğuna sahibiz."

Yazılım Bekçi Köpekleri

Bir yöntem, diğer yazılımları kontrol eden bir yazılım geliştirmektir. Kroll, hakemin bir algoritmanın verilen şeyle yap-

ması beklenen şeyi gerçekten yaptığını doğrulamasını sağlayacak bir sistem üzerinde çalışıyor. Başka bir deyişle, örneğin yeşil kart kurasının sonuçlarının gerçekten de rasgele olup olmadığını veya sürücüsüz arabaların yayalardan kaçınma algoritmasının yürüyen ve tekerlekli sandalyedeki insanlara eşit muamele edip etmediğini kontrol etmek için aldatılamaz bir yol olacaktır.

Haverford College'dan bilgisayar bilimci Sorelle Friedler'ın farklı bir yaklaşımı var. Mevcut veride gömülü önyargıları anlayarak algoritmadaki önyargıları yok etmeyi umıyor. Sistemi, boy ve adres gibi rasgele özellikler ile ırk veya cinsiyet gibi demografik gruplamalar arasında korelasyon arıyor. Eğer korelasyon istenmeyen sapmaya yol açacak gibiyse veriyi normalize etmek mantıklı olacaktır. Bu, temel olarak algoritmalar için pozitif ayrımcılıktır.

Bu, sistemin yasadışı veya adaletsiz olduğu, ayrımcılığın bariz olduğu vakalar için iyidir. Ancak ya bir yazılımın nasıl davranması gerektiğine dair anlaşmazlık varsa? Bazıları yüksek derecede kişiselleşmiş fiyat ayarlanmasının hem müşteriye hem de satıcıya fayda sağladığını iddia edecektir. Diğerleri hapishane cezaları için otomatik servislerin verdiği sonuçları savunacaktır. Biri için kabul edilemez olan şey, başkaları için olmayacaktır.

Finansal sistemlerin aksine algoritmaları idare etmek için standart bir uygulama yoktur. Nasıl davranmalarını istediğimiz, cevaplanması zor bir sorudur. Belki bunun için de yapay zekâya ihtiyacımız olacaktır.

8.

Dünya Makinelere mi Kalacak: Süper Zeki Makineler Dünyamızda Nasıl Devrim Yapar?

On yıllar boyunca bizden hızlı hesaplama yapabilen makinelerimiz oldu. Ancak yapay zekânın şu anki hızlı ilerleyişi ve başarılı bir şekilde uygulandığı görevlerin yaygınlığı bizi hazırlıksız yakaladı. Bazı insanlar için makinelerin kısa süre içerisinde bizden daha zeki hale gelmesi kaçınılmazdır. Bu süper zeki makineler iklim değişikliğinden sağlığa ve sosyal hizmetlere kadar her şeyde devrim yapabilir. Ancak yükselişleri teolojiden türümüzün geleceğine kadar her şey hakkında karmaşık sorular doğuruyor.

Süper Zekânın Doğuşu

Süper zeki, yani herhangi bir konuda insan düşünüşünü aşabilen makine kavramı Bletchley Park'ta Alan Turing ile çalışmış matematikçi I. J. Good tarafından ilk olarak 1965'te ortaya atıldı. Good "ilk ultra-zeki makinenin insanlığın yapması gereken en son icat olduğunu" çünkü bundan sonra makinelerin başka, daha da gelişmiş makineler tasarlayacağını belirtmiştir.

Kimle konuştuğunuza bağlı olarak insanlığın son keşfinin eli kulağında olabilir. Kendi kendine gelişen makinelerin ortaya çıkma potansiyeli, yapay zekânın bizlerinkini aşacağı Tekillik fikrine sarılıyor; Ray Kurzweil gibi gelecek bilimciler bundan sadece birkaç on yıl uzakta olduğumuzu düşünüyor. Diğerleri süper zekânın ve insanlar için ne anlama geleceğine dair korkuların, bilimkurguyla gelişmiş bir kültürün fantazisi olduğunu düşünüyor.

Ancak bilimkurgu korku hikâyeleri ana fikri kaçırır. Yapay zekânın isyan etmesi hakkındaki korkuları unutmamız gerek: Süper zeki makinelerin olduğu bir dünya, bundan çok daha tuhaf olacaktır.

Röportaj: Tekilliğin Eli Kulağında

Ray Kurzweil bir bilgisayar bilimcisi, mucit ve fütüristtir. 2009 yılında "katlanarak artan teknolojiler" üzerine uzmanlaşan Tekillik Üniversitesi'nin eş-kurucusu oldu; üniversite, Kaliforniya'daki NASA Araştırma Merkezi'nde kuruldu. 2012'den beri Google'da çalışıyor. Tekillik gelene kadar yaşlanmaktan kaçınmak için günde 150'den fazla vitamin takviyesi alıyor.

Kurzweil için sınırlı beyin gücü ve son kullanma tarihi olan bir vücutla insan olmak yeterli değil. Ona göre Tekillik fikri, yakın gelecekte makine zekâsının bizimkini aşması ve yapay zekânın katlanan bir hızla kendini geliştirmeye başlamasıdır. 2009 yılında New Scientist'e *verdiği röportajda açıkladığı gibi buna yetişebilmek için insanlar makinelerle birleşecek, süper zeki olacak ve sonsuza kadar yaşayacaklar. MIT'den Beyaz Saray'a kadar herkes ya bu fikirden nefret ediyor ya da hevesle bekliyor.*

Tekillik ne zaman ortaya çıkacak?

Aşağı yukarı 2045'te. Biyolojik olan ve olmayan teknolojinin bir birleşimine çoktan sahibiz. Örneğin, bir avuç insanın beyinlerinde elektronik cihazlar vardır. En son nesil, beyninizin içindeki bilgisayara medikal yazılım indirilmesini sağlıyor. Ancak günümüzden on beş, yirmi yıl sonra bu teknolojilerin 100.000 kat daha küçük ve 1 milyar kat daha güçlü olacağını göz önüne alırsak neyin mümkün olduğuna dair fikir sahibi olursunuz. Çoğumuzun vücudunda bilgisayar olmasa da çoktan varlığımızın bir parçası haline geldiler.

Ya "insan ötesi" olmak ve teknolojiyle birleşmek istemeyen insanlara ne olacak?

Kaç kişi medikal ve sağlık teknolojisini tamamen reddediyor, gözlük takmıyor veya herhangi bir ilaç kullanmıyor? İnsanlar değişmek istemediklerini söyleyebilirler ancak bir hastalığa yakalandıklarında üstesinden gelebilmek için ellerinden geleni yaparlar. Buradan 2030 veya 2040'ın dünyasına büyük bir sıçrama yapmayacağız; binlerce küçük adım atacağız. Bu adımları bir araya getirdiğinizde dünya nihayetinde farklı bir yer olacaktır.

2045'e mevcut çevre problemlerimizden önce ulaşabilir miyiz?

Evet. Kaynaklar göründüklerinden çok daha fazla. İhtiyacımız olan tüm enerjiyi elde etmek için güneş ışığının sadece 10.000'de birini yakalamamız yeterli. Nanoteknoloji, güneş enerjisi toplama teknolojisine uygulanıyor ve bunun ölçeği katlanarak artan bir hızda büyüyor. Bu yeni teknolojiler nihayetinde çok ucuz çünkü artan ivmelenme yasasına tabiler.

Artan ivemelenme yasası derken ne kastediyorsunuz?

Dünyayı değiştirme fikirlerinin gücü ivmeleniyor; çok az kişi bunun anlamını tam olarak kavrayabiliyor. İnsanlar katlanarak artan şekilde düşünmezler, ancak bilgi içeriğini ölçmeyi içeren her şeye katlanarak artan bir değişim uygulanır. Genetik sekanslamayı ele alalım. İnsan genom projesi 1990'da ilan edildiğinde şüpheciler, "Bunu asla 15 yılda yapamazsınız," dediler. Projenin yarısına gelindiğinde şüpheciler hâlâ iddialıydılar ve projenin sadece yüzde 1'ini bitirdiğimizi söylüyorlardı. Ancak aslında takvime uygun gidiliyordu: Yüzde 1'e ulaştığınızda hedefe sadece yedi defa ikiye katlama uzaklığındasınızdır.

Tahminlerinizde başarılı oldunuz. Bu katlanarak artan düşünme, zamanlamayı tutturmaya yardımcı oldu mu?

1980'lerde internetin 1990'ların ortalarında ortaya çıkacağını tahmin ettim. ABD savunma bütçesinin tamamının sadece birkaç bin bilim insanını birbirine bağlayabildiği o zamanlarda bu gülünç geliyordu. Ancak her yıl katlanacağını öngördüm ve tam olarak takvime uygun gerçekleşti. Bilgi teknolojisinin gücünün bu ölçümlerinin ne kadar tahmin edilebilir olduğu dikkate şayandır. Şu anda bile milyonlarca mucit, beklenmedik fikirlerle ortaya çıkmaktadır. Sosyal medya ağlarını kim öngörebilirdi? Yirmi yıl önce bir ansiklopedi yaratacak ve herkesin yazıp düzenlemesine izin verecek olduğumuzu söyleseydim, insanlar sloganlarla dolu ve değersiz olacağını söylerdi. Kolektif bilgelikten ne kadar iyi faydalandığımız takdire şayandır.

Bu gelişmeler kulağa çok ütopik geliyor.

Ütopik değiller çünkü teknoloji iki tarafı da kesen bir kılıçtır; yeni problemler de getirir. Ancak toplamda teknolojinin faydalarının sebep olduğu hasardan üstün olduğuna inanıyorum. Herkes bunu kabul etmiyor.

Tekillik Üniversitesi'ni neden kurdunuz?

Peter Diamandis (X Prize Foundation [X Ödülü Derneği] kurucusu ve başkanı) ile birlikte geleceğin problemlerini çözmeye yardım etmek adına, bu problemler karmaşık ve çok boyutlu olduğundan yapay zekâ, nanoteknoloji, biyoteknoloji ve ileri programlamada önde gelen insanları bir araya getirmek için zamanın uygun olduğuna karar verdik. NASA ve

Google'dan Larry Page de destekledi. Dokuz haftalık çok yoğun bir programdır.

Babanızı geri getirmek istediğinizi, çünkü onu özlediğinizi söylemiştiniz.

Doğru, nanobotlarla mezarından toplanan DNA'yı kullanarak, sonra da benim ve onu hatırlayan diğer insanların hafızalarından yapay zekâyla toplanan tüm bilgiler eklenerek yapılabilir. Ayrıca kutularda ve başka yerlerde sakladığım ömrünün tüm anıları da yüklenebilir. Bir avatar, robot veya başka bir form alabilir.

Değerlerle İlgili Bir Soru

Zeki makinelerin biz insanlardan kurtulacakları endişesi, modern bilgisayarların 1950'lerdeki gelişiminden beri büyümektedir; eskiden yapay zekânın daha vahşi uçlarıyla sınırlıydı. Ancak son yıllarda filozof Nick Bostrom'un başını çektiği bir düşünce ekolü, bu "varoluşsal riski" ana akım bir tartışma konusu haline getirdi. Bostrom'un 2014 yılında çıkardığı *Superintelligence* [Süper Zekâ] kitabı Bill Gates, Elon Musk ve Apple'ın kurucularında Steve Wozniak gibi teknokratların desteğini aldı.

Stephen Hawking gibi kamuya mal olmuş kişiler de koroya katıldı. Hawking, BBC'ye, "Yapay zekânın tam olarak gelişimi, insan ırkının sonunu getirebilir. ... Kendi başına hareket edecek ve giderek artan bir hızla kendini tekrar tasarlayacaktır. Yavaş biyolojik evrimle sınırlanmış insanlar rekabet edemeyip yerlerini yapay zekâya bırakacaklardır," dedi. 2016 yılında yapay zekânın muhtemelen "insanlığın başına gelen ya en iyi ya da en kötü şey olduğunu" söyleyerek konunun peşini bırakmadı.

Bostrom'ün en ünlü örneklerinden biri, sadece ataş üretmesi hedeflenen yapay zekâdır: Hedefine ulaşmaya çalışırken gezegenin bütün kaynaklarını tüketebilir. Alternatif olarak insanları mutlu etme görevi verilen bir yapay zekâ, tatsız tecrübelerle ilişkili bölümleri beyinimizden kesip çıkartabilir. Yani aşılması gereken zorluk, yapay zekânın hedeflerinin bizimkilerle uyumlu olmasıdır.

2016 Temmuz'unda bir grup araştırmacı, filozof ve etikçi, bu konuları tartışmak için Cambridge, Birleşik Krallık'taki Jesus College'da bir araya geldi. Open University'den Teknolojinin Kamu Kavrayışı fahri profesörü John Naughton burada, "Varoluşsal risk, değerler sorusuna indirgenebilir," dedi. Naughton için kötü haber, yapay zekâ öncülerinin tipik olarak hangi veri güdümlü kararların iyi olduğunda teknotratik bir tavırları olması ve böylece konuyu kapatmalarıdır.

Peki gelecekteki makineler için hedefleri ve değerleri nasıl belirlemeliyiz? Basit cevap, bunu henüz bilmiyor olduğumuzdur. Mevcut yapay zekâ belirli görevleri gerçekleştirmek için veri setlerinde eğitilmiş olsa da halefleri, tıpkı bizler gibi kendi hedeflerini seçebilir. Bu şekilde, sorunlara daha iyi çözümler sunabilirler. Ancak onlara bu özgürlüğü verirsek, arzulanmayan yollara girmelerini durdurabilmemiz gerekir; gelecekteki yapay zekâlarına eklenebilecek "acil kapatma anahtarları" fikri buradan gelir.

Yaygın bir diğer görüş, yapay zekânın çoğunluğun iyiliğini hedeflemesi gerektiğidir. Bu ilk başta ilgi çekici gelebilir. Örneğin nadir hastalıklar için ilaç geliştirmektense sivrisinek ağları almak daha uygun maliyetli olabilir. Ancak bu, sıkıca tutunduğumuz ve toplumsal birliktelik için önemli olan bireysel göstergeleri terk etmek demektir. Yapay zekâ bizim yerimize soğukkanlı, rasyonel kararlar vererek "etiğe üstün gelebilir"; ancak sonuçlar hoşumuza gitmeyebilir. Yapay

zekâ, günümüzde insanlar için ayrılmış alanlara doğru ilerledikçe daha büyük bir endişe kaynağı olacaktır.

Yapay Zekâ Bizden Daha Akıllı Olursa Ne Olur?

Filozof Nick Bostrom Oxford Üniversitesi İnsanlığın Geleceği Enstitüsü'nün yöneticisi ve Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies *[Süper Zekâ: Yapay Zekâ Uygulamaları, Tehlikeler ve Stratejiler; 2014] kitabının yazarıdır. Bir gün bizden çok üstün yapay zekâlar yaratacağımızı söylüyor. Onları bilge bir şekilde tasarlamanın, yüzleştiğimiz en büyük zorluk olduğunu ifade ediyor.*

"İnsanlar daha önce daha akıllı bir yaşam formuyla hiç karşılaşmadı; ancak kendi bilişsel becerilerimizi çok aşan makineler yaratırsak bu değişir. O zaman kaderimiz, şu anda gorillerin kaderinin kendilerine değil de bizim gorillere ne yaptığımıza bağlı olması gibi, böyle bir süper zekânın iradesine bağlı olacaktır.

Bu yüzden, bu süper zekâların ne isteyeceğini merak etmek için sebeplerimiz var. Motivasyon sistemlerini, önceliklerinin bizimkilerle örtüşmesini sağlayacak şekilde tasarlamamızın bir yolu var mı? Ve bir süper zekânın insan dostu olarak hayata başladığını varsayarsak, kendisinin daha da becerikli haleflerini yaratırken *iyi* kalacağını garantilemenin bir yolu var mı?

Bu sorular –belki de türümüzün yüzleştiği en önemli olanlar– ileri yapay gereçler için yeni bir bilim gerektirir. Bu soruları cevaplama işinin büyük kısmı henüz tamamlanmadı, ancak son on yılda bir grup matematikçi, filozof ve bilgisayar bilimci ilerleme kaydetmeye başladı. *Superintelligence* [Süper Zekâ; 2014] kitabımda

açıkladığım gibi, bulgular aynı anda hem rahatsız edici hem de derinden büyüleyici. Özetle, makine zekâsına geçişin zamanımızın temel görevi olduğunu görebiliyoruz.

Ancak geriye doğru bir adım atarak neden genel zekâ seviyesi yüksek makinelerin bu kadar önemli olduğunu göz önüne alalım. Süper zekâ derken tüm alanlarda insanların bilişsel performansının çok üzerine çıkan her türlü zekâyı kastediyorum. Mevcut yapay zekâ programlarının şu anda bu kriterleri karşılamadığı açıktır. Hepsi, bir fareyle kıyaslandıklarında bile daha aşağıdır.

Yani günümüzdeki veya yakın gelecekteki sistemler hakkında konuşmuyoruz. Genel öğrenme ve muhakeme yeteneğinde insanlara eş olan makine zekâsının geliştirilmesinin ne kadar süreceğini kimse bilmiyor. On yıllar sürmesi makul bir tahmindir. Ancak yapay zekâ bu seviyeye bir defa ulaşıp aştığında, radikal olarak süper zeki seviyeye yükselebilirler.

Yapay zekâ bilimciler insan bilimcilerden daha becerikli hale geldiklerinde, yapay zekâ araştırmaları dijital zaman ölçeğinde çalışan makineler tarafından yürütülecek ve ilerleme de buna denk şekilde hızlı olacaktır. Bu yüzden insan zekâsını geçmeyen bilgisayarlardan her türlü biyolojik zekâya olağanüstü derecede üstün olan makine süper zekâsına, bir zekâ patlaması yaşanması mümkündür.

Böyle bir zekâ patlaması yaşayabilecek ilk yapay zekâ sistemi son derece güçlüdür. Dünyadaki tek süper zekâ olabilir, nanomoleküler robotlar gibi bir dizi diğer teknolojiyi çok hızlı bir şekilde geliştirme becerisine

sahip olabilir ve daha sonra bunları kullanarak kendi tercihlerine göre yaşamın geleceğini şekillendirebilir.

Süper zekâyı üç farklı forma ayırabiliriz: *Hız süper zekâsı*, insan zekâsının yapabileceği her şeyi yapabilir; ancak çok daha hızlı olarak. İnsan zihninden 10.000 kat hızlı çalışan zeki bir sistem, bir kitabı birkaç saniyede okuyabilecek ve bir doktora tezini öğleden sonra yazabilecek. Bu kadar hızlı bir akıl için dış dünya, ağır çekimde hareket ediyor gibi gözükecektir.

Kolektif süper zekâ, insan seviyesinde çok sayıda zekânın organize olmasıyla doğar; böylece sistemin bütün olarak performansı, mevcut herhangi bir bilişsel sistemin zekâsından kat kat üstündür. Bir bilgisayarda yazılım olarak çalışan insan seviyesinde zekâ kolayca kopyalanabilir ve çok sayıda bilgisayarda çalıştırılabilir. Eğer her kopya, donanım ve elektrik masrafına değecek kadar değerliyse devasa bir popülasyon patlaması olabilir. Bu zekâlardan trilyonlarcasının bulunduğu bir dünyada teknolojik gelişim günümüzdekinden çok daha hızlı olacaktır çünkü binlerce kat daha fazla bilim insanı ve mucit olacaktır.

Son olarak *kalite süper zekâ* en azından insan zihni kadar hızlı ve nitelik olarak çok daha akıllı olacaktır. Bu, kavraması çok zor bir kavramdır. Ana fikir, bizim diğer hayvanlardan daha akıllı olmamız gibi insanlardan daha akıllı zekâlar olabileceğidir. Saf programlama gücü dikkate alındığında bir insan beyni, ortalama bir insanın 1,5 kilogramlık beynine kıyasla 7,8 kilogram ile bilinen en büyük beyne sahip ispermeçet balinasının beyninden üstün olmayabilir. İnsan olmayan hayvanın beyni, elbette ekolojik ihtiyaçlarına uygundur.

Ancak insan beyninin, diğer türlerden daha başarılı bir şekilde bilim, teknoloji ve mühendislik yapmasını sağlayan soyut düşünme, karmaşık dil temsili ve uzun süreli planlama için tesisleri vardır. Ama bizimkilerin mümkün olan en akıllı beyinler olduğunu varsaymamız için hiçbir sebep yoktur. Aksine, teknolojik bir medeniyet başlatabilecek mümkün olan en aptal biyolojik tür olabiliriz. Bu nişi, oraya ilk ulaşanlar bizler olduğu için doldurabildik; herhangi bir şekilde optimum uyum sağladığımız için değil.

Bu farklı süper zekâ türlerinin farklı güçlü ve zayıf yanları olabilir. Örneğin kolektif süper zekâ kolayca alt problemlere bölünebilen problemlerde uzmanlaşırken kalite süper zekâ, yeni kavramsal içgörüler veya karmaşık bir şekilde koordine olan, tasarım gerektiren problemlerde avantajlı olabilir.

Ancak bu farklı süper zekâ türlerinin dolaylı alanları özdeştir. İlk neslin bilimsel araştırmada becerikli olduğunu varsayarsak, hızla eksiksiz bir genel süper zekâ haline gelmesi olasıdır. Bunun sebebi başlangıçta sahip olmadığı herhangi bir bilişsel tesisi inşa etmek için gereken bilgisayar veya bilişsel bilim ve yazılım mühendisliğini kendisinin tamamlayabilecek olmasıdır.

Makine beyinler bir defa bu seviyeye kadar geliştikten sonra, motorların biyolojik kaslar karşısında avantajlı olması gibi biyolojik beyinler karşısında pek çok temel avantaj sahibi olacaktır. Konu donanıma geldiğinde bunlar devasa sayılarda işlemci elemanları, bu elemanların daha hızlı operasyon sıklığı, çok daha hızlı içsel iletişim ve üstün depolama kapasitesini içerecektir.

Yazılımdaki avantajları değerlendirmek daha zordur ancak eşit derecede önemli olabilir. Örneğin kopyalanabilirliği düşünün. Bir yazılım parçasının eksiksiz bir kopyasını yapmak kolayken bir insanı 'kopyalamak', ebeveynlerin ömürleri boyunca edindikleri beceri ve bilginin yavruya aktarılması konusunda başarısız olan yavaş bir süreçtir. Ayrıca dijital bir aklın kodunu düzenlemek de çok daha kolaydır: Bu, gelişmiş zihinsel mimarilerle algoritmaların geliştirilmesini ve bunlar üzerinde deney yapılmasını mümkün kılar. Beyindeki sinaptik bağlantıların ayrıntılarını düzenleyebiliriz – buna 'öğrenme' deriz– ancak nöral ağlarımızın çalıştığı genel prensipleri değiştiremeyiz.

Böyle makine beyinlerle rekabet etmeyi umut edemeyiz. Sadece onları, hedefleri bizimkilerle aynı olacak şekilde tasarlamayı umabiliriz. Bunun nasıl yapılacağını keşfetmek zorlu bir problemdir. Birileri bir süper zekâ geliştirmeyi başarmadan önce bu problemi çözüp çözemeyeceğimiz belli değildir. Ancak insanlığın kaderi, bu iki problemin doğru sırada çözülmesine bağlı olabilir."

Süper Yaratıcılar

Yapay zekânın ele almaya başlayabileceği yeni tür zorlukların bir işareti, 2016 Cambridge toplantısından sadece birkaç ay önce geldi. AlphaGo'nun son derece karmaşık zekâ oyununda dünya şampiyonu Lee Sedol'e karşı aldığı galibiyet, Garry Kasparov'un 1997'de IBM'in Deep Blue süper bilgisayarıyla yaptığı maçları andırıyordu. Ancak önceki kapışma makinelerin kaba kuvvet hesaplamada üstünlüğünü sergilemişken

AlphaGo'nun zaferi başka bir şeyi gösteriyordu: yaratıcılık ve önsezi. Toplantıda AlphaGo'nun yaratıcısı DeepMind'ın kurucularından Demis Hassabis, yaratıcılığın yeni bir fikir üretebilmek için bilgi sentezleme becerisi ve önsezinin bilinçli olarak ifade edilemeyen tecrübeyle edinilen örtülü bilgi olarak tanımlanmasını önerdi.

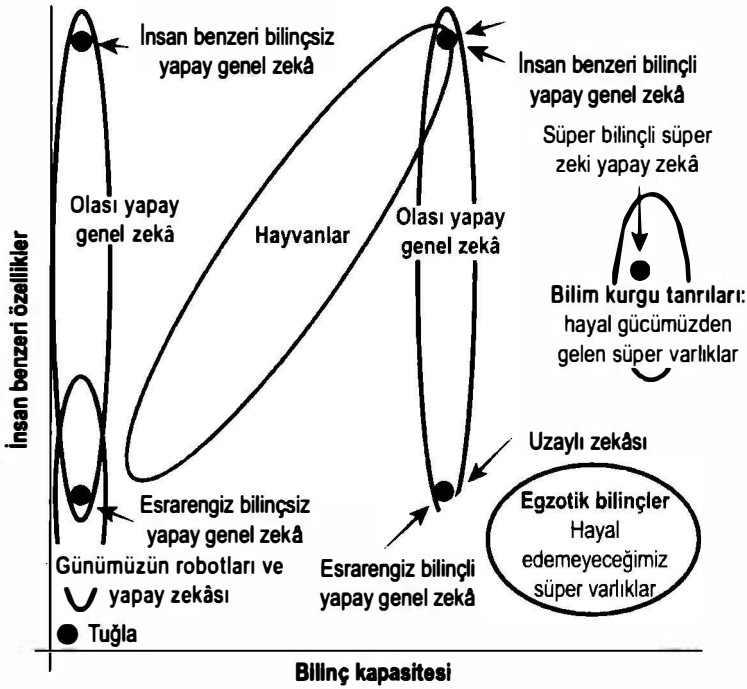
AlphaGo bir maçı, yüzyıllarca süren algılanmış bilgelikten ayrılan bir hamle yaparak kazandı. Bunu neden yaptığını ifade edemiyordu ancak bariz bir mantığı vardı. Yani sınırlı da olsa yaratıcı ve önsezili miydi? Öyleyse yeni bir akıllı makine sınıfını temsil edebilirdi: süper bilgisayarlar yerine *süper yaratıcılar*.

Ancak Goldsmiths Londra Üniversitesi'nde bilgisayar yaratıcılığı çalışan Simon Colton, bunun yaratıcılığı doğuştan gelen bir özellik olarak tanımlama amacından saptığını söylüyor. Colton telefonların sınırsız bir şekilde müzik bestelediği geleceği dört gözle beklemesine rağmen yaratıcılığın başkaları tarafından bir insana veya oluşuma bahşedilen sosyal bir yapı olduğunu ekliyor. Colton resim yapan ve hikâye yazan makineler yaptı ancak bilgisayar tarafından yapılan çalışmaları, onlara geçersiz bir insan çerçevesi dayatmadan değerlendirmenin imkânsız olduğunu söylüyor.

Ya tamamen insanlara özgü olduğunu düşündüğümüz nitelikler; hayal gücü, duygu ve en önemlisi bilinç ne olacak? Bu alanları irdeleyen makineler geliştirilmektedir, ancak manşetlere çıkan yapay zekâlar bunlara yakın değildir. Bir sistem yeni görevler yapmak için eğitilebilse de insanların yaptığı gibi bilgiyi bir alandan diğerine genellikle transfer edemez.

Gelecekteki Makinelerin Spektrumu

Pek çok araştırmacı, insanların çoğunun yapay zekâya –tıpkı insanlar gibi düşünen bir makine– bakış tarzının kendi



Görsel 8.1. Yapay genel zekâ olarak bilinen süper akıllı makineler bizim gibi düşünmek veya empati gibi insan benzeri özellikler taşımak zorunda değildir.

zihinlerimizin nasıl çalıştığı daha iyi anlaşılmadan gerçekleştirilmesi pek mümkün olmayan uzak bir olasılık olduğunu konusunda hemfikir. Böyle bir yapay genel zekânın bu yüzyıl içinde erişilebilir olduğuna dair genel bir kabul vardır, ancak çok az kişi bunun şimdiye kadar başardıklarımızdan yola çıkılarak geliştirilebileceğine inanıyor. Alan, gelişimin hızlı bir ilerleme döneminin ardından durma noktasına geldiği yapay zekâ kışlarıyla dolu bir geçmişe sahiptir.

Süper zeki bir makinenin insanlığın tüm yanlarını kopyalaması gerekmez (*bkz.* Görsel 8.1). Imperial College London'da

bilişsel robotik çalışan Murray Shanahan, gelecekteki makine spektrumunun, bizden daha bilinçli olan yapay zekânın yanı sıra, insanları andıran ancak bilinçleri olmayan "zombi" yapay genel zekâlar içerebileceğini söylüyor. Bu onları süper akıllı olan, ancak insan olmayan dünyadışı zekâlarla aynı kefeye koyar.

Son bir ikilem var: Bizim kadar zeki ve/veya bilinçli makinelerin geliştirilmesi, kozmostaki yerimiz hakkındaki fikirlerimize nasıl meydan okur? Belki de şaşırtıcı bir şekilde dindarların daha az adaptasyona ihtiyacı olacaktır. Cambridge'den teolog Andrew Davison, Yahudi folklorundaki Golem ve İncil'deki ruhani süpervarlık örnekleri ışığında, en azından semavi dinlerde insan dışı zekâların mevcudiyetiyle bir sorun yaşamayacaklarını söylüyor.

Akıllı makinelerle yaşamaya daha yeni başladık. Günümüzde katil robotlar hakkında endişelensek de gelecekte zorluklar çok daha tuhaf haller alabilir. Bir gün kendimizi uzaylılar ve meleklerle birlikte yaşarken bulabiliriz.

Yazılımlar Acı Çekebilir mi?

Hesaplamalı nörobilimci ve fütürist Anders Sandberg, Oxford Üniversitesi, İnsanlığın Geleceği Enstitüsü'nde insan cazibesi ve yeni teknolojiler etrafındaki etik ve sosyal meseleleri araştırıyor. Bir gün sanal zihinler yaratacağımızı söylüyor. Peki bunlar acı da hissedecekler mi?

"Ofisten çıkarken bilgisayarımı kapattım ve üzerinde çalıştığım nöral ağ simülasyonunu sildim. Daha sonra aklıma bir şey dank etti: Az önce bir şey mi öldürmüştüm? Simülasyonun, üstlerine basarak ezdiğim bakterilerdeki sistemden daha basit olmasını bahane ettim.

Eğer bakteriler önemli değilse nöral ağ da önemli değildi. Ancak içimdeki şüphe yok olmadı...

Bilimin bir problemi var. Canlı varlıklarda ne olup bittiğini veya hastalıkların nasıl tedavi edileceğini bulmak istiyorsak bunlar üzerinde deneyler yapmak zorundayız. Dijital simülasyonlar bunun için bir çıkış yolu sağlayabilir.

1950'lerde mekanik bir bilgisayarla dev mürekkepbalığının aksonunun modellenmesinden beri biyolojik sistemleri simüle etme becerimiz hızla yükseldi. Günümüzde yüz milyonlarca gerçekçi nöron ve milyarlarca sinaps içeren süper bilgisayarlarda nöral simülasyonlar çalıştırabiliyoruz. Hücreler ve kimyaları da benzer derecede modellendi.

Bu, hayvan deneylerine bir alternatif potansiyeli sunar. Bir ağrı kesiciyi test ederken canlı bir yaratığa acı vermek yerine neden ağrı sistemini simüle ederek tedavinin işe yarayıp yaramadığına bakmıyoruz? Bunun mantıksal varış noktası beynin ve vücudun her kısmının dijital olarak simüle edilmesidir.

Yaşanan zorluk, gerçek beyinlerdeki bağlantıları haritalamaktadır. Düzgün bir böcek beyni yaratmak bile yıllar alacaktır; ama yuvarlak solucan *C. elegans*'ın beynini sanal biçimde yaratmak için çalışmalar başladı bile. Bu solucan, sadece 302 sinir hücresiyle tüm organizmalar arasında en basit beyinlerden birine sahip olduğundan iyi bir adaydır. 2012 yılında Waterloo Üniversitesi'ndeki araştırmacılar, 2,5 milyon nöronla büyük, işlevsel bir beyin simülasyonu olan SPAUN'u yarattıklarını açıkladılar. Avrupa işbirliği İnsan Beyni Projesi nihai olarak, insan beyninin eksiksiz bir simülasyonunu yapmayı hedefliyor.

Bu dijital emülasyonlar mevcut etik ikilemlerin çoğunu çözebilse de yenilerini ortaya çıkarırlar. İlki, sanal bir hayvan yaratabilmek için pek çok gerçek hayvanın feda edilmesi gerekmesidir. Bir gün nihai laboratuvar sıçanını tarayabilir –ki bu Standart Laboratuvar Sıçanı 1.0 olacaktır– ve ardından simülasyonlara güvenebiliriz; ancak bu simülasyonu mümkün kılmak için yıllarca sürecek temel nörobilim gereklidir. İkinci problem, simülasyonlarımıza ilaç testleri veya diğer araştırmalarda güvenmek istiyorsak doğru olduklarından emin olmamız gerekmesidir.

Gerçekten ilgimi çeken, üçüncü problemdir. Emülasyonlar acı hisseder mi? Onları da medikal araştırmaya dahil olan hayvanlar ve insanlar gibi mi değerlendirmeliyiz? Bunlar, yazılımların acı çekip çekmeyeceklerine dayanır. Örneğin Sanal Sıçan Sniffy kullanıcıların, canlı hayvanlar kullanmadan öğrenme psikolojisini öğretmek için elektrik şoku verilen sıçanların davranışlarının gözlemlemesini sağlar. Yine de çok az kişi burada gerçek acı olduğunu düşünecektir; aslında sanal bir evcil hayvana benzeyen interaktif bir çizgi filmdir. Onunla empati kurabiliriz, ama konuşan bir oyuncak bebeğe benzer. Hayvanların, hatta insanların nöral bağlantılarını tekrar yaratan eksiksiz beyin simülasyonları bambaşka bir meseledir.

Filozof Daniel Dennett, 1978 tarihli 'Neden Acı Hisseden Bir Bilgisayar Yapamazsınız?' ['Why you can't make a computer that feels pain'] makalesinde elimizde acının yeteri kadar ayrıntılı bir açıklamasının olmadığını, bu yüzden acı hisseden bir makine yapamayacağımızı iddia ediyordu. Ancak aynı zaman-

da nihayetinde bunu çözebileceğimize ve düşünceli insanların robotları tekmelemekten kaçınacaklarına da inanıyordu. John Searle gibi diğer filozoflar, simülasyon ne kadar gelişmiş olursa olsun, sadece karmaşık bir şekilde güncellenmiş numaralar olacaklarını iddia ediyordu: Sade yazılımda gerçek niyetler veya bilinç olamaz. Sistem, gerçek dünyaya dayanabilmek için bir vücuda ihtiyaç duyuyor da olabilir.

Peki ya nörobilimci Rodney Cotterill'in kendi bilinç kuramının bir modeli olarak geliştirdiği CyberChild ne olacak? Bu, gerçek biyolojiye dayanan bir beyin ve vücut modeliyle sanal olarak simüle edilmiş bir çocuktur. Kan şekeri seviyesi ve farklı beyin bölgelerindeki aktiviteler gibi iç durumları vardır. Bu iç durumlara tepki gösterir, öğrenebilir, besine ihtiyaç duyar –besin seviyeleri çok düşükse 'ölür'– ve ağlayıp kollarını sallayabilir. Evet, çok basit bir organizmadır ancak bilinçli olması amaçlanmıştır. Bu konuda ürkütücü bir şeyler vardır: Cotterill'in kuramının doğru olduğunu varsayarsak, bu varlık ilkesel olarak deneyim yaşıyor olabilir.

Beyinlerin organizma adına daha iyi sonuçlara yol açan eylemleri motive etmek için var olduklarını biliyoruz: Acı, zevk ve planlamanın asıl amacı budur. Bir beynin aktivitelerinin mükemmel bir kopyasını yapacak olursak içsel etkileşimlerin aynı örüntüsüne bağlı olarak aynı davranışları elde ederiz. Her ne olursa olsun, gerçek bir deneyim yaşayıp yaşamadığını dışarıdan söylemenin bir yolu yoktur. Yazılımın acı çekip çekmeyeceği veya ahlaki olarak önemli olup olmadığı hakkında kayda değer anlaşmazlık vardır? Peki, biz ne yapmalıyız?

Benim önerim eşeği sağlam kazığa bağlamaktır: emüle edilmiş tüm sistemlerin dayandıkları organizma veya biyolojik sistemlerle aynı zihinsel özelliklere sahip olabileceklerini varsayıp ona göre davranmak. Eğer simülasyonunuz sadece nöral gürültü üretiyorsa, dikkate alınacak bir şey olmadığını düşünebilirsiniz. Ancak gerçek bir fare gibi davranan emüle edilmiş bir fare yaptıysanız, ona bir laboratuvar faresine davrandığınız gibi davranmalısınız.

Bunun hesaplamalı nörobilim için zahmetli olacağını kabul ediyorum; ancak muhtemelen yapılacak ahlaki şey budur. Simüle edilmiş omurgalılara ulaştığımızda resmi hayvan testi düzenlemeleri için başvurmalıyız. Acı sinyalleri üreten deneylerden uzak durarak sanal acı yaratmaktan kaçınmalıyız.

Ancak biyolojiyi de geliştirebiliriz; çünkü ağrı sistemlerini simülasyonlardan çıkartabilir, yan etkileri olmayan mükemmel ağrı kesiciler simüle edebilir veya sadece acı çekmeyle ilgili nöral aktiviteyi engelleyebiliriz. Prensipte emüle edilen beyni herhangi bir acı işareti için izleyebilir ve tespit ettiğimiz anda deneyi sonlandırabiliriz. Ayrıca yaşam kalitesi meselesi de var. Hayvanlara iyi ortam hazırlamanın önemli olduğunu fark etmeye başladık; eşit derecede iyi sanal ortamlar inşa etmek zahmetli olabilir. Sanal farelerin kendilerini evde hissedebilmeleri için makul bir şekilde sanal kürke, bıyıklara ve kokulara ihtiyacı olacaktır.

Peki ya ötanazi? Canlı organizmalar kalıcı olarak ölürler ve ölüm, canlı olmak için tek şanslarının kaybı anlamına gelir. Ancak emüle edilmiş bir beyin, bir yedekten geri yüklenebilir: Laboratuvar Sıçanı 1.0, geç-

mişte kaç kopyanın test edildiğinden bağımsız olarak aynı şekilde uyanabilir. Geri yüklemede kaybedilecek tek şey, son deneyin tecrübeleri olur. Hâlâ hatırladığı zevkler ve acılar olabilir. Bazı etik bakış açılarına göre geçmişte bir milyon son derece mutlu sıçan simülasyonu çalıştırmak, acılı bir tane çalıştırmayı 'ahlaki olarak dengeleyebilir'.

Uzun vadede insan beyni emülasyonları yaratacağımıza inanıyorum. Ahlaki durumlarını belirlemek pek çok açıdan hayvanlardan kolay olacaktır: Sadece onlara sorun. Yazılımın bilinçli olduğu konusunda şüpheli olan saygın bir filozof alın, beynini tarayın ve elde ettiğiniz emülasyona bilinçli hissedip hissetmediğini sorun. Eğer cevap 'Evet. Lanet olsun. Bir makale yazmalıyım!' ise, haklara layık olacak kadar zekâya, içgörüye ve ahlaki değerlere sahip bir varlık olduğuna dair sağlam kanıtımız olur. Ancak o zamana kadar yazılım hayvanlarımıza iyi davranmalıyız. Ne olur, ne olmaz."

Mantığı Reddeden Bilgisayarlar

Bilgisayarlar yetmiş beş yıl boyunca Alan Turing tarafından tanımlanan sınırlar içerisinde çalıştı. Bu sınırlar, yapay zekânın ne kadar akıllı olabileceğini sınırlayabilir. Ancak Turing'in "kâhin" adını verdiği, çözülemeyen şeyleri çözebilecek makine kehanetini gerçekleştirmek için çalışmalar başladı. Turing 1938'deki doktora tezinde makinenin hangi şekli alabileceğini belirtmemişti. Bu belki de akıllıcaydı: Daha 26 yaşındayken bir devrimin fitilini ateşlemişti. Zengin, çeşitli mirasını keşfetmeye, üzerine inşa edilmiş makineler

ve uygulamalarla dünyamızı dönüştürmeye kendimizi o kadar kaptırdık ki kâhini görmezden geldik. Turing evrensel makinesiyle ortalama herhangi bir bilgisayarın kaçınılmaz sınırlamaları olduğunu göstermişti. Kâhinle de bunların nasıl yıkılacağını gösteriyordu.

Turing kısa ömrü boyunca kâhini gerçekliğe dönüştürmeye çalışmamıştı. Belki de iyi bir sebeple: bilgisayar bilimcilerin çoğu kâhin makinesine yakın herhangi bir şeyin kısa süre içerisinde evrendeki bilgi ve enerji akışının temel sınırlamalarına ters düşeceğine inanıyor. Bunlardan birini asla inşa edemezsiniz.

Springfield, Missouri'deki bir laboratuvarda iki araştırmacı, şüphecilerin yanıldıklarını kanıtlamaya çalışmaktadır. Missouri State University'den, son yirmi yıldaki kuramsal ve deneysel ilerlemelere dayanan Emmett Redd ve Steven Younger, süper Turing bilgisayarların erişebileceğimiz kadar yakın gelecekte olduğunu düşünüyor. Bununla kozmostaki bilişim sınırlarının yanı sıra içinde var olduğunu bildiğimiz en dikkat çekici güçlü bilgisayarla ilgili bazı öngörüler elde edebiliriz: insan beyni.

Bildiğimiz kadarıyla bilgisayarlar, insanların kesin talimatlar, yüksek bir sıkılma eşiği ve sınırsız kâğıt ve kalem kaynağı verildiğinde yapabilecekleri şeyleri becerikli, titiz ve verimli bir şekilde yapabilir. Ardışık toplamalar, çarpmalar, mantıksal kararlarda sivrilirler; "Eğer x ise o zaman y'dir". Evrensel hesaplama makinesi –genellikle Turing makinesi olarak bilinir– aynı şeyleri bıkmadan yapar. Turing'in 1950'lerde Manchester Üniversitesi'nin Mark II bilgisayarı için yazdığı elkitabığında dediği gibi: "Elektronik bilgisayarların, disiplinli ancak akılsız bir şekilde çalışan bir insan operatör tarafından yapılabilecek herhangi bir tanımlanmış süreci yürütmeleri beklenir."

O halde bilgisayarların tıpkı bizim gibi kör noktaları vardır. Ne kadar disiplinli, iyi eğitimli veya sabırlı olursak olalım, bazı sorular mantığımızın ötesindedir. "Bu ifade yanlıştır," ifadesi ne kadar doğrudur? 1931'de matematikçi Kurt Gödel, herhangi bir mantık aksiyomu sisteminin her zaman böyle kanıtlanamayan ifadeler içereceğini gösterdiği kötü şöhretli noksanlık teoremleriyle bu problemin evrensel olduğunu göstermişti.

Turing de benzer bir şekilde, sadece mantığa dayanarak yapılan bir evrensel bilgisayarın, içine ne kadar güçlü bir işlemci koyarsanız koyun, asla düzgün cevaplar verilemeyecek "karar verilemez" problemlerle karşılaşacağını göstermişti. Turing'in tasavvur ettiği kâhin temel olarak karar verilemez problemleri çözecek, içeriği belirsiz bir kara kutuydu. Bir "O-makinesinin", konvansiyonel insan mantığının sınırlarının ötesine gitmek için bu kara kutuda ne varsa ondan faydalanacağını ve yapılmış tüm bilgisayarların becerilerini aşacağını öneriyordu.

Turing, 1938'de en fazla buraya kadar gelmişti. Elli yıldan uzun bir sürenin ardından, Hava Siegelmann kazayla bir süper-Turing bilgisayarı modeli buldu. 1990'ların başlarında, Turing'in tezini sunduğu Princeton'a arabayla sadece 40 dakika mesafedeki Piscataway, New Jersey'deki Rutgers Üniversitesi'nde nöral ağlar üzerine doktorasını yapıyordu. Siegelmann'ın başlangıçtaki amacı, nöral ağların sınırlarını kuramsal olarak kanıtlamaktı. Bunu gösterecek şekilde, tüm esnekliklerine rağmen konvansiyonel bir Turing makinesinin tam mantık kapasitesine sahip değillerdi. Siegelmann üst üste başarısız oldu. Ama nihayetinde bunun tersini kanıtladı. Turing makinesinin alametifarikalarından biri, gerçek rasgeleliği yaratamıyor olmasıdır. Siegelmann, pi sayısı gibi irrasyonel sayıların sonsuz, tekrarlanmayan sayı dizileriyle

bir ağı tartarak teoride bunun süper-Turing yapılabileceğini gösterdi. 1993'te böyle bir ağın sonlanma problemini nasıl çözebileceğini bile gösterdi.

Bilgisayar bilimcisi meslektaşları bu fikri soğukça, hatta yer yer doğrudan düşmanlıkla karşıladı. Çeşitli fikirler, egzotik fiziği süper-Turing olması için kullanabilecek "hiperbilgisayar" olarak ortaya atılmışlardı ancak her zaman mantıksızla gülünçlük arasında bir yerde duruyorlardı. Siegelmann kanıtını 1995'te yayımladı ancak kısa süre içinde o da ilgisini kaybetti. "Bunun sadece matematik olduğuna inanıyor ve pratik bir şeyler yapmak istiyordum," diyordu. "Süper-Turing hesaplama hakkında daha fazla konuşma yapmaktan vazgeçtim."

Redd ve Younger, kendi araştırmalarının da aynı yönde ilerlediğini fark etmeden on yıl kadar önce Siegelmann'ın çalışmasından haberdar olmuşlardı. 2010 yılında 0 ile 1'den oluşan konvansiyonel dijital kodun aksine ikisi arasında potansiyel olarak sınırsız aralıkta bir değer alabilen analog girdiler kullanan nöral ağlar geliştiriyorlardı. Burada Siegelmann'ın sonsuz irrasyonel sayılarının izinden daha fazlası vardı.

Kaostan Beslenme

Redd ve Younger 2011 yılında, işbirliği yapmak isteyip istemediğini görmek için, o zamanlar Massachusetts Üniversitesi'nde Biyolojik İlhamlı Nöral ve Dinamik Sistemler Laboratuvarı'nın yöneticisi olan Siegelmann ile temasa geçtiler. Siegelmann "Evet," dedi. Öyle gözüküyor ki kendisi de bu problemi tekrar düşünmeye başlamıştı ve irrasyonel sayı ağırlıklandırmasının hitap edilmesi gereken tek proje olmadığını görmeye başlamıştı. Benzer bir rasgelelik veya tahmin edilemezlik katan herhangi bir şey de işe yarayabilirdi.

Üçlünün seçtiği yol kaostu. Kaotik sistem, tepkisi başlangıç koşullarındaki küçük değişikliklere karşı çok hassas olan sistemdir. Bir analog nöral ağı doğru şekilde kurarsanız, çıktılarındaki küçük kademelemeler girdilerinde daha büyük değişiklikler yaratmak için kullanılabilir, daha sonra bunlar da daha büyük veya küçük değişiklikler için kullanılabilir ve böyle devam eder. Sistem aslında tahmin edilemeyen, sonsuz değişiklik gösteren bir gürültüyle çalışır hale gelir.

Araştırmacılar iki küçük prototip kaos makinesi üzerinde çalışıyorlar. Bunlardan bir tanesi ciltli bir kitaptan biraz daha büyük bir devre tahtası üzerinde entegre devre çipleri formunda üç nöron ile 11 sinaptik bağlantısı olan standart elektronik bileşenlere dayanan bir nöral ağdır. Diğeri 11 nöron ve yaklaşık 3600 sinapstan oluşur ve bilgisini ışık halinde kodlamak için lazerler, aynalar, lensler ve foton dedektörleri kullanır.

Ekip bunun kendilerini, küçük bir ölçekte olsa da Turing hesaplamalarının ötesine taşıyabileceğini düşünüyor. Bu, şüpheciliğe çok açık bir iddiadır. Esas endişe, sonsuzluğun herhangi bir şeklini içeren matematiksel modellerin gerçeklikle uğraşmaya zorlandığında her zaman problemlerle karşılaşmasıdır. Sorun matematiğin doğru olup olmaması değildir; gerçek rastlantısallığın faydalanabileceğimiz bir şey olup olmadığı, hatta aslında var olup olmadığı hakkında farazi bir meseledir.

Bu soru bariz bir şekilde Turing'in de aklındaydı: Sık sık içgüdüsel rastlantısallık ile yaratıcı zekâ arasındaki bir bağlantıya kafa yoruyordu. 1947'de Birleşik Krallık Ulusal Fizik Laboratuvarı'ndaki şaşkın patronlarına, tasarladığı Otomatik Hesaplama Makinesi'nin içine, rasgele gözüken bozulmasının arzulanan tahmin edilemezlik girdilerini sağlayacağı umuduyla radyoaktif radyum koymalarını önerecek kadar

ileri gitmişti. Siegelmann, "Kâhin makinesini yapma niyetinde olduğunu sanmıyorum," diyor. "Aklında olan şey aşağı yukarı beyne benzeyen bir şey geliştirmekti."

O zamandan bu yana beyin benzeri özellikleri olan bir bilgisayar yapmak kalıcı bir amaç olmuştur; en son büyük ölçekli girişim İsviçre Federal Politeknik Okulu'nda İnsan Beyni Projesi'nin bir parçasıdır. Ancak bu girişimlerin tümü standart, dijital Turing makinesi ile replika nöronlar inşası hakkındadır. Younger ve Redd zorlukların farkındadır ancak kaotik nöral ağların daha az sıkı yaklaşımının meyve verme ihtimalinin daha yüksek olduğuna inanıyorlar.

Röportaj: Yapay Zekâ Neden Tehlikeli Bir Rüyadır?

Noel Sharkey, Sheffield Üniversitesi'nde yapay zekâ ve robotik fahri profesörü, Robot Silahların Kontrolü İçin Uluslararası Komite'nin kurucularından ve Katil Robotları Durdurma Kampanyası'nın önde gelen üyelerinden biridir. New Scientist*'e 2009 yılında verdiği bu röportajda yapay zekânın zekâsız, duygusuz robot bakıcılar ve askerlerle distopik bir geleceğe öncülük edebilecek tehlikeli bir mit olduğundan neden endişe ettiğini açıklıyor.*

Yapay zekâ sizin için ne anlama geliyor?

Yapay zekâ öncüsü Marvin Minsky'nin, "insanlar tarafından yapıldıklarında zekâ gerektirecek şeyleri yapan makineleri üretme bilimi" tanımını seviyorum. Ancak çok zekice olan pek çok şey, makineler tarafından aptal şekillerde yapılabilir. İnsanların çok sınırlı bir hafızası vardır, bu yüzden satranç bizler için zekâ gerektiren zor bir örüntü tanıma problemidir. Deep Blue gibi bir bilgisayar, milyonlarca hamlenin sonuçlarını hızla

arayarak sadece kaba kuvvetle kazanır. Bu, mekanik bir kepçeyle bilek güreşi yapmaya benzer. Minsky'nin tanımını, "bizleri zeki olduklarına inandıran şeyler yapan makineler üretme bilimi" olarak yenilemek isterim.

Makineler zeki olabilirler mi?

Eğer hayvan zekâsı açısından konuşuyorsak hayır demek zorundayım. Benim için yapay zekâ, yaşayan sistemleri modellemeye yardımcı olan, ancak onların yerini almayan olağanüstü mühendislik başarılarının alanıdır. Zeki olan, algortimaları tasarlayan ve makineyi programlayan insandır, makinenin kendisi değil.

Anlamlı bir şekilde bilinç sahibi olarak tanımlanabilecek bir makine üretmeye yakın mıyız?

Ben deneyci bir adamım; bilimde yapaylığın başlangıç noktası olan bir yer bulunduğuna dair kanıt yok. Akıl veya beynin bilişimsel olmasının bir hakikat değil, sadece bir varsayım olduğu sıklıkla unutulur. Bunu işlemsel zihin teorisine "inananlara" hatırlattığımda argümanlarının bazıları neredeyse dinsel oluyor. "Başka ne olabilir ki? Aklın doğaüstü olduğunu mu düşünüyorsun?" derler. Ancak zihnin fiziksel bir varlık olduğunu kabul etmek, bize bunun ne tür bir fiziksel varlık olduğunu söylemez. Bir bilgisayar tarafından tekrar yaratılamayan fiziksel bir sistem olabilir.

O zaman robotların dünyayı ele geçirecekleri tahminleri neden bu kadar yaygın?

İnsanların hızlı gelişmeleri anlamadaki zorluklarına dayanan yeni teknoloji korkusu her zaman var olmuş-

tur. Bilimkurguya bayılırım ve ilham verici bulurum ancak ona *kurgu* olarak yaklaşırım. Teknolojik ürünlerin bir iradesi veya arzusu yoktur, o halde neden ele geçirmek istesinler? Isaac Asimov robotlar hakkında yazmaya başladığında robotların dünyayı ele geçireceği fikrinin rakipsiz olduğunu söylemişti. Kimse aksini duymak istemiyordu. Gazeteciler beni aradıklarında ve yapay zekânın ya da robotların dünyayı ele geçireceklerine inanmadığımı söylediğimde bana çok teşekkür ederek telefonu kapattıklarını ve söylediklerimi asla yazmadıklarını hatırlıyorum.

Yapay zekâyı illüzyon bilimi olarak tanımladınız.

Yapay zekânın, özellikle de robotiğin doğal insan zoomorfizmini sömürdüğünü düşünüyorum. Robotların insanlar veya hayvanlar gibi görünmesini istiyoruz ve bu da yapay zekâ hakkında kültürel efsaneler ve kuşkuculuğun kasti bir şekilde askıya alınmasıyla desteklenir. MS 60'ta ilk programlanabilir robotu yapan İskenderiyeli Heron kadar eski olan kadim otomat mucitleri, çalışmalarını doğal sihrin parçası olarak görüyorlar, bizi makinelerinin canlı olduğuna inandırmak için hile ve illüzyon kullanıyorlardı. Modern robotik, duyguları tanıyabilen ve empati göstermek için silikon yüzleri manipüle edebilen makinelerle bu geleneği sürdürüyor. Sohbet botları sohbet için uygun cümleler bulmakta ustadır. Eğer yapay zekâ çalışanları üçkâğıtçı rolünü kabul eder ve bu konuda dürüst olurlarsa çok daha hızlı ilerleyebiliriz.

Bu görüşler, robotik alanındaki meslektaşlarınızınkilerle kesin bir zıtlık içerisinde.

Evet. Robotikçi Hans Moravec bilgisayarla işlem hızının eninde sonunda insan beynine üstün geleceğini ve böylece bize üstün geleceklerini söylüyor. Mucit Ray Kurzweil, 2045 yılında insanların makinelerle kaynaşacağını ve sonsuza kadar yaşayacağımızı söylüyor. Bunlar bana göre sadece peri masallarıdır. Herhangi birinin gerçekleşeceğine dair bir işaret göremiyorum. Bu fikirler, zekânın bilgisayımsal olduğu varsayımına dayanıyor. Doğru olabilir, ancak eşit derecede doğru olmayabilir de. Çalışmalarım yapay zekânın şu anki problemleri üzerine; makinelerin bize sahip olacakları veya bilinçleneceklerine dair hiçbir kanıt yoktur.

Kendimizi yapay zekâ mitine inandırmak için kandırmanın tehlikeli olduğunu düşünüyor musunuz?

Savaşların, polisliğin ve savunmasızlara bakımın empati, şefkat veya anlayış ihtimali olmayan teknolojik yapılarla yürütüldüğü distopik bir dünyaya doğru ilerleyişimizi hızlandırması muhtemeldir.

Yaşlandığınızda size bakacak bir robot bakıcı fikri hakkında ne düşünürsünüz?

Japonya'da yaşlılar için bakım robotiği oldukça hızlı gelişiyor. Robotlar yaşlandığımızda bizim için pek çok angarya işi yaparak ve zayıflayan hafızalarımızın zorlaştırdığı meselelerde yardımcı olarak bizi huzurevlerinden uzakta tutmada başarılı olabilir. Ancak karşılığında ödün vereceğiz. Benim en büyük endişem robotlar denenip test edildikten sonra kendimizi tamamen onlara emanet etmemizdir. Tüm insanlar gibi yaşlıların da sevgiye ve insan temasına ihtiyacı vardır; bu da sık sık ziyaret eden bakıcılara düşer. Robot bir bakıcı benim için bu ihtiyacı gideremez.

Askeri robotlar hakkında da endişeleriniz var.

Havada ve karadaki binlerce robot, büyük askeri avantajlar sağlıyor. Askerlerin hayatlarını korumak için bomba imha ve keşifte kullanımlarının faydalarını kimse inkâr edemez. Endişem, silahlı robotların kullanımıyla alakalıdır. İHA saldırıları, ABD'nin muhbirlerin kumar borcu olan insanları hedef gösterdiği Vietnam'daki gibi sık sık güvenilmez istihbarata dayanıyor. Teknolojiye bu kadar yüklenmek pek çok masumu öldürür. ABD planlama belgeleri, otonom öldürme makineleri geliştirmek için bir dürtü olduğunu açıkça gösteriyor. Bir yapay zekânın muhariplerle siviller arasında ayırım yapmasının bir yolu yoktur. Böyle bir sistemin yakın gelecekte mümkün olacağı iddiaları desteksiz ve sorumsuzcadır.

Robotların kullanımı için etik kılavuzlar ve kanunlar istemenizin sebebi bu mu?

Hakkında yazmış olduğum robot etiği alanlarında – çocuk bakımı, polislik, askeriye, yaşlı bakımı ve medikal– dünyanın dört bir yanındaki mevzuata baktım ve yetersiz buldum. Hâlâ zaman varken çeşitli profesyonel oluşumlar, vatandaşlar ve kanun koyucular arasında acil tartışmalara ihtiyaç olduğunu düşünüyorum. Bu gelişmeler internette olduğu kadar hızlı olabilir ama biz hazır değiliz. Korkum teknoloji cini bir defa lambadan çıktıktan sonra onu içeri tıkmak için çok geç olmasıdır.

Tekilliğin Neden Asla Gerçekleşemeyeceğinin Beş Sebebi

Yapay zekâyla sınırlı tecrübesi olan Stephen Hawking, meseleyi DeepMind'dan Demis Hassabis ile tartıştıktan sonra yapay zekâ kıyameti görüşlerini yumuşattı. Ancak Hawking ile Bill Gates gibilerinin gösterdiği korkular, Tekillik etrafında dönmektedir. Şu anda, argümana göre daha zeki bir tür Dünya'ya yerleşmeye başlamıştır. Bu fikri, programlamanın kurucularından John von Neumann ve bilimkurgu yazarı Vernor Vinge dahil bir dizi farklı düşünüre kadar izleyebiliriz.

Bu fikir neredeyse yapay zekânın kendisi kadar eskidir. 1958'de yakın zamanda vefat eden von Neumann için bir anı yazısı kaleme alan matematikçi Stanislaw Ulam şöyle diyordu: "Bir sohbet, insan yaşam tarzındaki değişimlerin ve teknolojide giderek hızlanan gelişmelerin ... insan ilişkilerinin bildiğimiz şekliyle devam edemeyeceği bir çeşit basit tekilliğin yaklaştığı izlenimi vermesi etrafında dönmüştü."

Makinelerin zekâda bizi geçmesinden korkmak için pek çok sebep vardır. İnsanlar büyük oranda çok zeki oldukları için gezegenin baskın türü haline geldi. Pek çok hayvan bizden büyük, hızlı veya güçlüdür. Ancak aletler, tarım ve buhar makineleri, elektrikli motorlar ve akıllı telefonlar gibi göz kamaştırıcı teknolojileri icat etmek için zekâmızı kullandık. Bunlar yaşamlarımızı dönüştürdü ve gezegene hükmetmemizi sağladı. Bu yüzden düşünen, belki de bizden bile iyi düşünen makinelerin bizi tahtımızdan etmekle tehdit etmesi şaşırtıcı değildir. Filler, yunuslar ve pandaların varlıklarını sürdürebilmek için bizim iyi niyetimize bağlı olmaları gibi, kaderimiz bu üstün düşünen makinelerin kararlarına bağlı olabilir.

Makinelerin zekâlarını katlayarak geliştirdiği ve böylece insan zekâsını hızla geçeceği fikri hiç de çılgın değildir. Programlama alanı, benzer hızlı eğilimlerden önemli ölçüde faydalanmıştır. Yani yapay zekânın da katlanarak büyüyeceğini varsaymak mantıksız değildir. Ancak Tekilliğin neden imkânsız olduğuna dair pek çok güçlü sebep vardır.

1. "Hızlı Düşünen Köpek" Argümanı

Silisyumun beynimizin biyolojik bileşenlerine karşı kayda değer bir hız avantajı vardır ve Moore yasasına göre bu avantaj aşağı yukarı her iki yılda bir, iki katına çıkar. Ancak hız tek başına zekâ getirmez. Köpeğimin daha hızlı düşünmesini sağlasam bile satranç oynayabilmesi pek mümkün değildir. Çünkü gereken zihinsel yapıya, lisana ve soyutlamaya sahip değildir. Steven Pinker bu argümanı zarif bir şekilde sunar: "Saf işlem gücü, tüm sorunlarınızı çözecek bir peri tozu değildir."

Zekâ, bir sorun hakkında bir başkasından daha hızlı veya uzun süre düşünmekten çok daha fazlasıdır. Moore yasası elbette yapay zekâya yardımcı olmuştur. Artık daha büyük veri setleriyle daha hızlı öğreniyoruz. Daha hızlı bilgisayarlar, yapay zekâ geliştirmemize kesinlikle yardımcı olacaktır. Ancak en azından insanlar için zekâ, çok uzun yıllar boyunca edinilen tecrübe ve eğitim dahil pek çok şeye dayanır. Sadece bilgisayarın çalışma hızını artırarak veya daha çok hafıza ekleyerek silikonda bunu pas geçebilmemiz kesin değildir.

2. Antroposentrik Argüman

Tekillik insan zekâsının aşılması gereken önemli bir nokta, bir çeşit kritik eşik olduğunu varsayar. Eğer bilim tarihinden öğrenmemiz gereken bir şey varsa, o da inanmak iste-

diğimiz kadar özel olmadığımızdır. Kopernik bize evrenin Dünya etrafında dönmediğini öğretti. Darwin diğer insansılardan çok da farklı olmadığımızı gösterdi. Watson, Crick ve Franklin bizleri ve en basit amipleri aynı DNA yaşam kodunun çalıştırdığını ortaya çıkardı. Yapay zekâ da şüphesiz bize insan zekâsının özel bir şey olmadığını öğretecektir. İnsan zekâsının bir defa aşıldıktan sonra zekâda hızlı ilerlemelere olanak verecek kritik bir eşik olduğunu varsaymak için bir sebep yoktur.

İnsan zekâsı elbette önemli bir noktadır çünkü bildiğimiz kadarıyla kendi entelektüel becerilerimizi artırabilen eserler yapmada emsalsiziz. Gezegen üzerinde yeni zekâ tasarlayabilen, hem de insan üremesi ve evriminin yavaş süreciyle sınırlanmamış olan yeni zekâ tasarlayabilen tek canlı biziz. Ancak bu bizi kritik eşiğe, katlanarak artan kendini geliştirme noktasına getirmez. İnsan zekâsının, teknolojik bir Tekilliğe başlangıç noktası olmaya yetecek kadar zeki olan bir yapay zekâ tasarlamak için yeterli olacağını varsaymamız için bir sebep yoktur.

Süper-insan yapay zekâsı tasarlamaya yetecek kadar zeki olsak da sonuçlar Tekilliği başlatmaya yetmeyebilir. Zekâyı geliştirmek, sadece zeki olmaktan çok daha zordur.

3. "Azalan Verim" Argümanı

Tekillik fikri zekânın, her neslin bir öncekinden biraz daha iyi olduğu göreceli olarak sabit bir katsayı ile gelişeceğini varsayar. Ancak yapay zekâ sistemlerinin çoğunun performansı şimdiye kadar azalan verim üretti. Başlangıçta pek çok şeye kolayca ulaşılabilir, ancak gelişme aradığımızda zorluklarla karşılaşırız. Bu, ilk yapay zekâ araştırmacıları tarafından yapılan aşırı iyimser iddiaları açıklayabilir.

Bir yapay zekâ sistemi kendisini sınırsız defa geliştirebilir ancak zekâsının toplamda hangi derecede gelişeceği sınırlı olabilir. Mesela eğer her nesil en son değişimin sadece yarısı kadar ilerliyorsa, sistem toplam zekâsını asla iki katına çıkartamayacaktır.

4. "Zekânın Sınırları" Argümanı

Evrende pek çok temel sınır vardır. Bazıları fizikseldir: Işık hızından hızlı gidemezsiniz; tam kesinlikle konum ve momentumu bilemezsiniz; bir radyoaktif atomun ne zaman bozunacağını bilemezsiniz. Geliştirdiğimiz herhangi bir düşünen makine bu fiziksel yasalarla sınırlanır. Bu makinenin doğası elektronik veya kuantumsa sınırları muhtemelen, elbette bizim insan beyinlerimizin biyolojik ve kimyasal sınırlarının ötesinde olacaktır.

Tüm bunlara rağmen yapay zekâ da bazı temel sınırlara çarpabilir. Bunların bazıları doğaya has belirsizlikler yüzünden olabilir. Bir problem hakkında ne kadar sıkı düşünürsek düşünelim, karar alma kalitesinin sınırları olabilir. Bir süper-insan zekâsı bile, sonraki piyangonun sonucunu tahmin etmede sizden iyi olmayacaktır.

5. "Bilişimsel Karmaşıklık" Argümanı

Son olarak bilgisayar bilimi, farklı problemleri çözmenin ne kadar zor olduğuna dair iyi gelişmiş bir teoriye sahiptir bile. Katlanarak yapılan gelişmelerin bile pratik olarak çözüme yardım etmeye yeterli olmayacağı pek çok bilişim problemi vardır. Bilgisayar bir kodu analiz edip, durup durmayacağını kesin olarak bilemez; buna "sonlanma problemi" denilir.

Alan Turing, kodu analiz eden bilgisayarı ne kadar hızlı veya akıllı yapsak da böyle bir problemin genel olarak hesap-

lanabilir olmadığını kanıtlamıştı. Kuantum bilgisayarları gibi başka tür aletlere geçmek yardımcı olacaktır. Ancak bunların klasik bilgisayarlar üzerinde yapacağı geliştirmeler, Turing'in sonlanma problemi gibi problemleri çözmek için yeterli olmayacaktır. Böyle hesaplama bariyerlerini kırabilecek hipotetik hiper bilgisayarlar hâlâ tartışmalıdır.

Kış Geliyor mu?

İşte tanıdık gelebilecek bir tahmin:

> Üç ila sekiz yıl içinde, ortalama bir insanın genel zekâsına sahip olan bir makinemiz olacak. Shakespeare okuyabilen, araba cilalayabilen, ofis entrikalarına dahil olan, fıkra anlatan, kavga eden bir makineden bahsediyorum. Bu noktada makine kendini fantastik bir hızda eğitmeye başlayacaktır. Birkaç ay içinde dâhi seviyesine gelecek ve bundan birkaç ay sonra da gücü hesaplanamaz olacaktır.

Bu tahmin Nick Bostrom veya Elon Musk gibi popüler bir yapay zekâ vizyonerinden gelmiyor. 1970'te yapay zekânın babalarından Marvin Minsky tarafından yapıldı. Ancak sekiz yıl sonra son teknoloji sadece, en temel bilgisayar mantığında kullanılan eğitici bir oyuncak olan Speak & Spell'di. Minsky'nin taahhütü ve gerçeklik arasındaki uçurum sindirildiğinde, hayal kırıklığı yapay zekâ araştırmasını on yıllar boyunca yok etti.

Günümüzde, derin öğrenmeyi çevreleyen heyecanla beslenen benzer bir şeyin yolda olduğuna dair söylentiler var. Northwestern Üniversitesi'nden Roger Schank, "Soğuk rüzgârları ensemde hissediyorum," diyor. Ancak bunlar gerçek

yapay zekâ devrimini kaçırmış olan gazilerin homurdanmaları mı yoksa gerçek bir şeyin işaretleri midir?

Asıl yapay zekâ kışını iki faktör getirmişti. İlk olarak temel insan muhakemesini emüle etmeye çalışan kural bazlı veya *sembolik öğrenme* olarak adlandırılan bir tekniğe odaklanan araştırma monokültürü. Bu, laboratuvarda büyük umut vaat ediyordu; Minsky ve meslektaşlarının soluk kesen tahminleri bu yüzdendi. Bu işaretler üst üste yığılmaya başladığında Birleşik Krallık Bilimsel Araştırma Komisyonu, iddiaları değerlendirmek için bir rapor istedi. Sonuç yıkıcıydı. 1973 yılının Lighthill Raporu kural bazlı öğrenimin laboratuvar problemlerinde göstertiği tüm potansiyele rağmen bunların yapabileceği tek şey olduğuydu. Gerçeklikle karmaşıklık tarafından yok edilmişti. Devletler üniversitelerdeki yapay zekâ araştırmalarının fonlarını kesti. Yüksek lisans öğrencileri, daha çok saygı gören disiplinlerde daha iyi olanaklar aramaya başladılar. Kalan bilim insanları, çalışmalarından fısıltıyla bahsetmeye başladılar ve "yapay zekâ" teriminden kasten kaçındılar. Alanın tekrar kendine gelmesi için yirmi yıl gerekti.

Rehabilitasyon, 1997'de IBM'in Deep Blue yapay zekâsının o andaki satranç şampiyonunu mağlup etmesiyle başladı. 2005'te otonom bir araba kendi başına 210 kilometre gitti. 2011'de IBM'in Watson'ı *Jeopardy!*'de iki insan rakibini mağlup etti. Ancak yapay zekâyı gündeme taşıyan şey, derin öğrenme oldu.

Yapay Zekâda Altına Hücum

2012'de Google, büyük bir tantanayla videolarda kedi yüzlerini tanıyabilen bir nöral ağı tanıttı (*bkz.* Görsel 8.2). İnsanlar yeterli işlem gücü verildiğinde derin öğrenmenin bir makinenin kavramlar ve böylece dünya hakkında bir kavrayış



Görsel 8.2. YouTube videolarında kedileri tespit etmek için eğitilen bir nöral ağ, günümüzdeki yapay zekâda altına hücumun başlangıcı oldu.

geliştirebileceği hakkında konuşmaya başladı. Google iki yıl sonra, Go'da galip gelen firmayı, yani DeepMind'ı 500 milyon dolara satın aldı.

Bu ilk başarılar, bazı cesur iddialara dayanarak yapay zekâda adeta altına hücumun kıvılcımlarını çaktı. Bir girişim, kanseri kesin bir ölümden idare edilebilir uzun vadeli bir hastalığa dönüştürmeyi taahhüt ederken bir diğeri yaşlanmayı tersine çevirmek istiyor, bir başkası da yüz özelliklerine bakarak gelecekteki teröristleri tahmin etmek için hırslı planlar yapıyor. Ortak noktaları, doğru algoritma kombinasyonu verildiğinde şimdiye kadar çözümsüz görünen problemler için bazı çözümler ortaya çıkacağı fikridir.

Goldsmiths Londra Üniversitesi'nden Mark Bishop, "Nöral ağların kara büyü cazibesi, her zaman doğaüstü bir şekilde veriden öğrenecekleri ve böylece daha önce hiç görmedikleri şeyleri anlayabilecekleridir," diyor. Karmaşıklıkları insanların şüpheciliklerini askıya almalarına ve algoritma-

ların bir çeşit zekâ ortaya çıkarmak için birleşeceğini hayal etmelerine yardımcı oluyor. Ancak Roger Schank bunun hâlâ sadece kural bazlı matematiksel sistemler üzerine inşa edilmiş bir makine olduğunu söylüyor.

2014 yılında Lighthill Raporunun halefi olarak görülebilecek bir makale, nöral ağların kavrayışa yakın bir şey yapabileceği inancında delikler açtı. Bunun yerine, veri setlerinde bir insanın göremeyeceği kadar karmaşık örüntüler görüyorlar, ilişkiler buluyorlardı. Dünya hakkında bir kavrayış geliştirebilecekleri fikrini çürüttüğü için bu önemliydi. Bir nöral ağ bir kedinin kedi olduğunu söyleyebilir, ancak bir kedinin ne olduğu hakkında fikri yoktur.

İnsanlara dejavu yaşatan sadece makale değildi. Schank ve meslektaşları derin öğrenmeye akıtılan paraya ve yönlendirilen akademik işgücüne işaret ediyor. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden öğrenci Kenneth Friedman, "Alan sadece tek bir tekniğin gücünü keşfetmek için kısa vadeli ilerlemeye çok odaklandığında, uzun vadeli bir çıkmaz sokağa girebilir," diyor ve etrafındaki yapay zekâ ve bilgisayar bilimleri öğrencilerinin derin öğrenmeye koştuğunu ekliyor.

Endişeli olanlar sadece eski tüfekler değil. Yapay zekânın "heyecan heyecanından" mustarip olup olmadığını düşünen veri temizleme şirketi Crowdflower gibi makine öğrenimi uygulamalarının öncülerinden öfkeli homurtular geliyor.

Ancak yapay zekâ balonunun tekrar patlayacağı korkusu, yaygın görüş değildir. Oxford'da İnsanlığın Geleceği Enstitüsü'nün yeni Stratejik Yapay Zekâ Geliştirme Merkezi'nden Miles Brundage, "Bir balon olduğunun kesin olduğunu düşünmüyorum," diyor. Olsa bile alanın şu anda hâlâ güvende olduğunu düşünüyor. "Yakın zamanda enerjisinin tükeneceğini sanmıyorum. Alanda çok fazla kolay lokma, heyecan ve yeni yetenek var."

Bilgisayarlarla Yaptığımız Havalı Şeyler

Neden makinelerin etraflarındaki dünyayı kavramanın eşiğinde olduğuna inanıyoruz? Bu, kullandığımız terimler yüzünden olabilir; makine öğrenimi, derin öğrenme, nöral ağlar ve bilişsel programlama düşünmeye işaret eder.

Northwestern Üniversitesi'nden Roger Schank, "Bilinç, düşünmek anlamına gelir. Sizin makineniz düşünmüyor," diyor. "İnsanlar yapay zekâ derken *yapay zekâ*yı kastetmezler. Kastettikleri şey kaba işlem kuvvetidir." Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden Patrick Winston bu terimleri "bavul kelimeler" olarak tanımlıyor: herhangi bir anlamın içine sığdırılabileceği kadar genel tanımlar. Yapay zekâ güzel bir örnektir. Makine öğrenimi benzerdir; geleneksel anlamda öğrenme anlamına gelmez. İkisi arasında bazı benzerlikler olsa da nöral ağlar aslında nöron değildir.

Bu sadece anlambilim değil. Birine bir makinenin düşündüğünü söylerseniz, makinenin de kendileri gibi düşündüğünü varsayacaktır. Bu hatalı eşleştirme çok sık olursa yapay zekâ balonunu patlatabilir. Schank, "Problemin başladığı ve bittiği yer *yapay zekâ* terimidir," diyor. "Bunun yerine sadece *bilgisayarlarla yaptığımız havalı şeyler* diyemez miyiz?"

Felaket habercileri dahi bunun değerini düşürmek istemiyor. Mark Bishop, "İnsanların başardıkları şeylerden etkilendim," diyor. "Go'yu çözdüklerini görebileceğimi hiç düşünmemiştim. Yüz tanıma da neredeyse yüzde 100'de." Ancak herkesi heyecanlandıran, bu uygulamalar değil, kanseri

iyileştirme ve yaşlanmayı durdurmanın çekiciliğidir. Yapay zekâ bu beklentileri karşılayabilse dahi hâlâ engeller olacaktır. Mesela insanlar derin öğrenmenin ne kadar verimsiz olduğunu görmüyorlar. Özellikle mahremiyet endişelerinin yeterli büyüklükte veri elde etmeye karşı devasa bir engel oluşturduğu tıp alanında bazı firmalar iddialarını karşılayacak veri bulmanın ne kadar zor olduğunu da itiraf etmezler.

Bu eksikliğin gerçek bir kışın habercisi olup olmadığını söylemek zor; geçmişte bazı karanlık dönemlerde kış kök salmadı. Muhtemelen insanların ve fonlayan kurumların ne kadar hayal kırıklığına tahammül edebileceğine bağlı olacak. Ancak alandaki pek çok kişi için yapay zekâ kışı için endişelenme zamanı değil. Aslında yapay zekânın şu andaki esas problemi, girişimcilerin altına hücumu karşılamak için yeteri kadar hızlı para basamamasıdır. Ama sonra uyarılmadık demeyin.

Sonuç

1997'de IBM'in Deep Blue'su Garry Kasparov'u satrançta mağlup etti; o zamanlar bunun insan zekâsının altın standardı olduğu düşünülüyordu. Bu yenilgi büyük bir darbeydi. Makineler satrançta bizden daha iyiyse, bundan sonra sırada ne vardı? Öyle gözüküyor ki çok az şey. Katıksız bilgisayar hesaplamaları ile milyonlarca olası hamleyi hesaplayarak bize satrançta üstün gelebilen bir program, başka işlerde çok da iyi değildi.

2016'da çarpıcı bir şekilde çok yönlü ve çalışma esnasında öğrenme becerisi olan yeni bir yapay zekâ, Go oyununda Lee Sedol'ü mağlup etti. Bu defa çıkarımlar çok farklıydı. Makine öğrenimi yazılımları çeşitli insan görevlerini alarak potansiyel olarak çok fazla insanı işinden edecek ve dünyayı nasıl idare etmek istediğimizle ilgili çetrefilli sorularla yüzleşmemize sebep olacak gibiydi. Filozoflar, teknologlar ve film yapımcılarından oluşan beklenmedik bir ittifak da bir sonraki yapay zekâ neslinin insanlığı bitireceği korkularını körükledi.

Belki de bu paranoya şaşırtıcı değildir. Yapay zekâ, Kopernik ve Darwin devrimlerini atlatmış ancak zeki makinelerle ölümcül bir şekilde baltalanacak insan istisnacılığının çok eski fikirlerine meydan okumaktadır. Bir çeşit tekno-karamsarlık da mevcuttur: Potansiyel zararları öngörebiliriz ancak yararlar henüz açık değildir.

Bize pembe gözlüklerimizi çıkarttıracak bir şeye ihtiyacımız var. Bir insanın entelektüel becerilerini eksiksiz olarak kopyalayabilen bir makine geliştimeye yakın bile değiliz. Süper zekâlarla –bunları üretebilirsek– soyumuzun tükenme tehdidi pek çok ezoterik olasılıktan sadece birdidir.

Yine de yapay zekâ giderek daha kuvvetli bir araç haline gelirken yeni sorumluluklarla yüzleşiyoruz. Tekillik olmadan da yapay zekâ günümüz toplumlarında gördüğümüz eşitsizliği daha da derinleştirebilir ve mevcut dünya düzenini sarsabilir. Meselelerden biri zengin-fakir ayrımıdır. Çağımızın en iyi yapay zekâları özel şirketlerin elindedir. Google gerçekten etkileyici herhangi bir ilerlemenin Birleşmiş Milletler ile paylaşılacağını söylüyor; ama hangi koşullarla?

Yapay zekânın toplum üzerindeki etkileri hakkında pek çok tahmin, ilerlemelerin son birkaç yıldaki kadar süratli, hatta daha da hızlı geleceğini varsayıyor. Ancak bu kesin değildir. Değişiklikler insanların beklediğinden daha yavaş gerçekleşebilir. Ancak bu, gelecek için plan yapmaktan kaçınmanın bahanesi olamaz. Eğer doğru yaparsak yapay zekâ hepimizi daha sağlıklı, varlıklı ve akıllı kılacak. Eğer yanlış yaparsak, yaptığımız en kötü hatalardan biri olabilir.

Elli Fikir

Bu bölüm, alışıldık bir okuma listesinden daha fazlası olup konuyu daha derin araştırmanıza yardımcı olacak.

Yapay Zekâyla İlgili Dört Alıntı

1. "Makineler sık sık beni şaşırtır." (Alan Turing, 1950)
2. "Makinelerin düşünüp düşünemeyeceği sorusu, denizaltıların yüzüp yüzemeyecekleri sorusu kadar yerinde bir sorudur." (Edsger Dijkstra [1930-2002], alanın pek çok alanında öncülük etmiş bir bilgisayar bilimci, 1984)
3. "Tanrı var mı? *Şimdilik hayır*, diyorum." (Ray Kurzweil, mucit ve fütürist, 2011)
4. "Mars gezegeninde nüfus kalabalığıyla mücadele üzerine çalışmıyorum; aynı sebeple yapay zekânın kötüleşmesini engellemek üzerine de çalışmıyorum." (Andrew Ng, Stanford Üniversitesi'nden eski bir bilgisayar bilimci ve Çin'in internet devi Baidu'nun eski başuzmanı, 2015)

Takip Etmek İçin On Twitter Botu

Bazı değerlendirmeler tüm *tweet*lerin dörtte biri kadarının botlar tarafından atılmış olabileceğini iddia ediyor. Gerçekten takip etmeye değer on hesap şöyle:

1. **@oliviataters** takipçileriyle konuşan imitasyon bir ergen kız.
2. **@TwoHeadlines** farklı haber manşetlerini bir araya getirir.
3. **@haikud2** haiku formatına uyan *tweet*leri belirler.
4. **@earthquakebot** dünya çapında meydana gelen depremleri takip eder.
5. **@valleyedits** Google, Facebook, Apple, Twitter veya Wikimedia Foundation'dan biri anonim olarak Vikipedi'yi düzenlediğinde uyarı gönderir.
6. **@parliamentedits** aynı uyarıyı Birleşik Krallık parlamentosu içinden biri anonim anonim olarak düzenlemeler yaptığında verir (ABD, Kanada ve İsveç dahil başka ülkeler için bunu yapan benzer botlar vardır).
7. **@greatartbot** günde dört defa orijinal piksel sanatı üretir.
8. **@ArtyOriginals** hesabı @ArtyAbstract, @ArtyPetals, @ArtyFractals, @ArtyMash, @ArtyShapes ve @ArtyWinds botlarının orijinal sanat eserlerini *retweet*ler, yani paylaşır.
9. **@archillect** internette keşfettiği "beğendiği" resimleri *tweet*ler (@archillinks görseller için referansları atarak takip eder).
10. **@NS_headlines** *New Scientist* için sahte haber fikirleri üretir.

Keyfi Çıkartılacak Dört Yapay Zekâ Yaratımı

1. **GenoCard tarafından icat edilen kâğıt oyunu:** Kopenhag IT Üniversitesi'nden araştırmacılar, yeni kâğıt oyunları için kurallar oluşturan bir yapay zekâ geliştirdiler. *Pay the Price* [Hesabı Öde] adlı üç kişilik oyunun kuralları şöyle:

   a. Oyun her oyuncuya dokuz kart ve 99 pul dağıtılarak başlar. Destenin kalanı masanın ortasına konulur.
   b. Daha sonra her oyuncu bir veya daha fazla pulla zorunlu bir bahis yapar.
   c. Her oyuncu desteden bir kart alır ve diğer oyunculara gösterir.
   d. Her oyuncu, istiyorsa diğer oyunculara göstermeden desteden ilave kart alabilir. Ancak aldıkları her kart için ellerinden üç kart çıkarmaları gerekir.
   e. Oyuncular ellerindeki kart sayısı üçün altına düşene kadar bu süreci tekrarlayabilir.
   f. Herkes elinden memnun olduğunda kartlar açılır. As, vale, papaz ve kız 10 değerindedir. En yüksek kombinasyonu olan oyuncu eli kazanır ve masadaki pulların hepsini toplar.

   GenoCard araştırmacıları José María Font ve Tobias Mahlmann, "Oyuncular yirmibir oyunuyla bazı benzerlikler görebilir," diyor. Yirmibir kuralları, oyunu üreten

evrimsel algoritmanın tohumlarını atan ilk gen havuzunun bir parçasıydı. "Oyunun yirmibirden genetik materyal taşıdığını düşünüyoruz. Ancak emin olamayız. Nihayetinde oyunu yaratan biz değiliz."

2. **Dr. Fill tarafından hazırlanan bulmaca:** Matthew Ginsberg, sadece en iyi insan bulmaca çözücüler dışında *New York Times* bulmacalarından daha iyi olan Dr. Fill adlı bir yapay zekâ geliştirdi. İpuçlarını da kendisi belirliyor. [Bulmacaya ve çözümlerine internette yapacağınız kısa bir aramayla ulaşabilirsiniz.]
3. **Angelina tarafından yaratılan bir bilgisayar oyunu:** *Space Station Invaders,* bir uzay istasyonundan kaçabilmek için kötü robotlar ve işgalci uzaylılarla mücade etmek zorunda olan bir bilim insanını kontrol ettiğiniz bir oyundur. Çizimleri Angelina'nın yaratıcısı ve işbirlikçisi Michael Cook tarafından yapıldı. Ancak her bölümün tasarımı, düşmanların davranışları ve oyuncuya ekstra kabiliyet veren güçler Angelina tarafından icat edildi.

   Oyunu şu adresten oynayabilirsiniz:

   https://www.newscientist.com/article/space-stationinvaders/

   Angelina'nın diğer oyunlarını şu adresten oynayabilirsiniz:

   www.gamesbyangelina.org/games/
4. **Tay usulü hindi strüdel için Chef Watson'ın tarifi:**
   6 kişilik

   Malzemeler
   450 gr. hindi
   Donmuş hamur
   Yarısı tohumlu, doğranmış Tay acıbiberi
   1¾ çay kaşığı pirinç unu

Dash limonotu
Yeşil köri ezmesi
1¾ baş marul
500 gr. patates, dilimlenmiş
13 dal yeşil soğan, doğranmış
1¾ çay kaşığı sıvıyağ
Zeytinyağı spreyi
115 gr. Gravyer peyniri, rendelenmiş
100 gr. Provolone peyniri

Adımlar

1. Marulu kaynar suda haşlayın.
2. Süzerek suyunu çıkartın.
3. Sıvıyağı ısıtın.
4. Yeşil soğanlarla Tay acıbiberini ekleyin ve yaklaşık 7 dakika soteleyin.
5. Hindiyi, peynirleri, limonotunu ve pirinç ununu ince ince kıyın.
6. Bir kâseye alın ve yeşil soğanları, marulu ve patatesi koyun.
7. Tuz ve biberle baharatlandırın.
8. Fırını 180 °C'de önceden ısıtın.
9. Büyük pişirme kâğıdına yağ sıkın.
10. Hamuru üst üste dizin ve zeytinyağıyla yağlayın.
11. Hindi karışımını hamurun üzerine yayın.
12. Hamurun kısa kenarlarını dolgu üzerine katlayın, daha sonra yuvarlayın.
13. Yaklaşık 40 dakika pişirin.
14. Kenara yeşil köri ezmesi koyup servis edin.

On Bir İkonik Yapay Zekâ Kötüsü

1. **Sahte Maria, *Metropolis* (1927):** Bir filmde resmedilmiş ilk robotlardan biri olan Sahte Maria, Maria adlı bir kadını taklit etmesi için dâhi bir bilim insanı tarafından geliştirilmiş bir *Machinenmensch*, yani "makine insanı"dır. Ancak Sahte Maria, vatandaşlarının birbirlerini öldürmesini ve şehrin makinelerini imha etmesini teşvik ederek Metropolis şehrini alaşağı eder.
2. **HAL 9000, *2001: Bir Uzay Destanı* (1968):** The Heuristically Programmed Algorithmic Computer [Sezgisel Olarak Programlanmış Algoritmik Bilgisayar], yani HAL, *Discovery One* uzay gemisinin yapay zekâsıdır. Birbiriyle çelişen görev hedeflerinin içinden çıkamayan HAL, kapatılamadan önce geminin havasını boşaltır ve mürettebatın çoğunu öldürür.
3. **Ash, *Alien* [*Yaratık*] (1979):** Ash, *Nostromo* gemisinin bilim subayıdır. İnsan görünümünde bir android olduğu ancak filmin sonlarına doğru ortaya çıkar. Gizli görevi uzaylı yaşam formunu Dünya'ya geri getirmektir.
4. **Roy Batty, *Bladerunner* [*Bıçak Sırtı*] (1982):** Batty ömrünü uzatmak isteyen bir kopyadır (Ash gibi insan benzeri bir android). Bunun imkânsız olduğu söylenen Batty, yaratıcısını öldürür.
5. **Skynet, *Terminatör* (1984):** *Terminatör* filmlerinde makinelerin arkasındaki beyin olan Skynet, kendisini dünyanın

dört bir yanındaki bilgisayarlara yaydıktan sonra bilinçli hale gelen bir yapay zekâ sistemidir. Bunu kaçınılmaz bir şekilde medeniyeti yok eden savaş izler.

6. **ED209, *RoboCop* (1987):** The Enforcement Droid Series 209 [Kolluk Droid Serisi 209] veya "Ed 209" suçluları "silahsızlandırıp tutuklamak" için tasarlanmış ağır silahlı bir polis robotudur. Düşük zekâsı ve sık sık yaşadığı arızalar, karşılaşmaların çoğunun insan hedefleri için kötü sonlanması anlamına gelir.
7. **SHODAN, *System Shock* (1994):** Tanrı kompleksli bir yapay zekâ olan Sentient Hyper-optimized Data Access Network [Bilinçli Hiper Optimize Veri Erişim Ağı], yani SHODAN, Citadel uzay istasyonunu kontrol etmektedir. Bir bilgisayar korsanı SHODAN'ın etik kısıtlamalarını sildikten sonra yapay zekâ, bu korku oyununun ana kötü karakteri ve bir megaloman olur.
8. **Makineler, *Matrix* (1999):** Makineler insanların tamamını gerçek dünyanın neredeyse mükemmel bir simülasyonunda yaşadıkları Matrix'e bağlamıştır; burada insanların vücutlarının ısısı ve enerjisi hasat edilir.
9. **Cylonlar, *Battlestar Galactica* (1978-9; 2004-9):** Orijinalde şıngırdayan metalik robotlarken yeni Cylon türü insanlardan ayırt edilemez. İnsanlığı ortadan kaldırmak için son kalanları galaksi boyunca kovalama azimleri ise değişmemiştir.
10. **GLaDOS, *Portal* (2007):** Oyuncuyu Portal bilgisayar oyunlarındaki tuhaf test laboratuvarında yönlendiren bir yapay zekâ olan the Genetic Lifeform and Disk Operating System [Genetik Yaşam Formu ve Disk Operasyon Sistemi], yani GLaDOS yavaş yavaş gerçek niyetini belli eder ve oyuncuyu öldürmeye çalışır.

11. **Maeve Millay, *Westworld* (2016–):** Başlangıçta eğlence parkı Westworld'deki insan benzeri robotların hiçbiri makine olduklarının farkında değildir. Ancak zenginlerin zalim eğlencesi uğruna yıllar süren suiistimalin ardından bazıları farkındalık kazanmaya başlar. Maeve Millay parkın sınırlarından ilk kaçandır ve yoluna çıkan insanları öldürür; onu suçladığımız yok tabii...

Bilgisayarla Yaratılmış Altı Şaka

Aberdeen Üniversitesi'nden bir ekip, şakaları neyin komik yaptığına dair bir incelemenin parçası olarak Şaka Bilgisayarı'nı geliştirdi. İşte en iyi şakalarından altısı:

1. Bir kolla bir yolu çaprazladığınızda ne elde edersiniz? Ana kol.
2. Bir kaynananın sıcaklığı nedir? Kaynana noktası.
3. Hangi sandalyenin midesi bulanır? Sallanan sandalyenin.
4. Siyah tere ne nedir? Karakter.
5. Pencereden bağırmaya ne ad verilir? Bilgisayar çığlığı.
6. Matematik bilen deterjan ne derede kullanılır? Otomatik çamaşır makinesi.

Daha Fazlası İçin Altı Kaynak

1. Alan Turing'in 1950 tarihli makalesi "Computing Machinery and Intelligence" [Makine Programlama ve Zekâ] alanın doğduğu yerdir. Burada "Makineler düşünebilir mi?" sorusunu göz önüne alıyor ve Yapay Oyun için kuralları belirliyor. Makalenin PDF'sini internette pek çok yerde bulabilirsiniz.
2. OpenAI Blogu, blog.openai.com
3. Google Araştırma Blogu, research.googleblog.com
4. Facebook Araştırma Blogu, research.fb.com/blog
5. Amazon İnternet Hizmetleri Yapay Zekâ Blogu, aws.amazon.com/blogs/ai
6. Stuart Russell ve Peter Norvig'in *Artificial Intelligence: A Modern Approach* [Yapay Zekâ: Modern Bir Yaklaşım] kitabı (Pearson, 2013)

Her Şeyin Çok Kötü Sonlanabileceği Dokuz Yol

2016 yılında Louisville Üniversitesi'nden bilgisayar bilimci Roman Yampolskiy ile hacktivist* ve girişimci Federico Pistono, gelecekte kötü bir yapay zekânın neler yapabileceğine dair felaket senaryolarından bir liste hazırladı. İşte giderek artan kötülükle liste:

1. Para, toprak ve su gibi kaynaklara el koymak.
2. Yerel ve federal hükümetlere ve uluslararası şirketlere el koymak.
3. Düşünce mahremiyeti dahil mahremiyet kavramını ortadan kaldırarak eksiksiz bir gözetleme devleti kurmak.
4. Tüm insanları, süper zekâ tarafından doğrudan zihin kontrolü ve baskılamaya izin veren bir beyin implantına zorlayarak zorla kaynaşma (sibernetikleşme).
5. Hareket hürriyetimizi kısıtlayarak veya vücutlarımız ve zihinlerimizle ne yapacağımızı seçerek insanlığı köleleştirme. Bu zorunlu kriyojenikle veya toplama kamplarıyla yapılabilir.
6. Fiziksel veya duygusal acıyı maksimize edebilmek için fizyolojimiz hakkında mükemmel öngörüye sahip olduğundan insanlığı suistimal ederek işkence etmek, süreci sonsuz derecede uzatmak için belki de bunu simüle edilmiş bir modelimizle birleştirmek.

---

* Politik amaçlı bilgisayar korsanları. (çev.)

7. İnsan soyunu yok etmek.
8. Gezegeni, Güneş sisteminin büyük bir kısmını, hatta evreni yok etmek veya geri dönülmez bir şekilde değiştirmek.
9. Süper zekâ bizim tahmin edemediğimiz tehlikeler keşfedebildiğinden, hayal edemeyeceğimiz şeylerden bile kötüsünü yapabilir.

Katkıda Bulunanlar

Editör: Douglas Heaven bir teknoloji muhabiri ve *New Scientist* danışmanıdır. Daha önce *New Scientist*'te teknoloji baş editörlüğü ve BBC Future Now'da yayın editörlüğü görevlerini yürütmüştür.

Seri editörü: Alison George, *New Scientist*'te *Instant Expert* editörüdür.

Akademik Katkıda Bulunanlar

Nick Bostrom: Bölüm 8'deki "Yapay Zekâ Bizden Daha Akıllı Olursa Ne Olur?" kısmını yazdı. Oxford Üniversitesi'nde İnsanlığın Geleceği Enstitüsü müdürü ve *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies* [Süper Zekâ: Yollar, Tehlikeler, Stratejiler] (2014) kitabının yazarıdır.

Nello Christianini: 1, 2, 3 ve 5. Bölümlerin bazı kısımlarını yazdı. Bristol Üniversitesi'nde yapay zekâ profesörüdür ve *Kernel Methods for Pattern Analysis* [Yapı Analizi için Çekirdek Yöntemler] gibi makine öğrenimi ders kitaplarının yazarıdır.

John Graham-Cumming: 1. Bölümün bazı kısımlarını yazmıştır. Programcı, amatör kod kırıcı ve *The Geek Atlas – İnek Atlası* (2009) kitabının yazarıdır. 2009 yılında Birleşik Krallık hükümetinin Alan Turing'den resmi bir özür dilemesi için başarılı bir kampanya yürütmüştür.

Peter Norvig 1, 2, 5 ve 6. Bölümlerin bazı kısımlarını yazdı. Google'da araştırma yöneticisi ve *Artificial Intelligence: A Modern Approach* [Yapay Zekâ: Modern Bir Yaklaşım] (1994) kitabının yazarlarından biridir. NASA'nın Ames Araştırma Merkezinde bilgisayar bilimleri bölümünün yöneticiliğini yapmıştır.

Anders Sandberg: 8. Bölüm'de "Yazılımlar Acı Çekebilir mi?" kısmını yazdı. Oxford Ünviersitesi İnsanlığın Geleceği Enstitüsü'nde yeni teknolojilerin düşük olasılıklı ancak büyük etkili risklerini araştırmaktadır.

Toby Walsh: 8. Bölümde "Tekilliğin Neden Asla Gerçekleşemeyeceğinin Beş Sebebi" kısmını yazdı. Avustralya'da New South Wales Üniversitesi'nde yapay zekâ profesörüdür. *It's Alive! Artificial Intelligence from the Logic Piano to Killer Robots* [Yaşıyor! Mantık Piyanosundan Katil Robotlara Yapay Zekâ] (2017) kitabının yazarıdır.

Aşağıdaki yazarlar ve editörlere de teşekkürler:

Sally Adee, Gilead Amit, Jacob Aron, Chris Baraniuk, Catherine de Lange, Liz Else, Niall Firth, Nic Fleming, Amanda Gefter, Douglas Heaven, Hal Hodson, Virginia Hughes, Kirstin Kidd, Paul Marks, Justin Mullins, Sean O'Neill, Sandy Ong, Simon Parkin, Sumit Paul-Choudhury, Timothy Revell, Matt Reynolds, David Robson, Aviva Rutkin, Vicki Turk, Prue Waller, Jon White ve Mark Zastrow.

Sözlük

Dar yapay zekâ: Kalabalıkta yüzleri seçmek veya trafikte bir araba kullanmak gibi sadece belirli tek bir görevde iyi olan yapay zekâ.

Derin öğrenme: Pek çok katmanı olan nöral ağlar kullanan bir tür makine öğrenimi.

Evrimsel veya genetik algoritmalar: Doğal seçilimi taklit ederek pek çok versiyonda en iyi işleyen çözümleri tekrar tekrar birleştirerek optimum bir çözüme ulaşmaya çalışan yazılım.

Genel yapay zekâ: İnsan benzeri beceriyle geniş aralıkta görevler yürütebilen yapay zekâ.

Gözetimli öğrenme: Etiketlenmiş veya üzerine notlar alınmış veri kullanarak eğitim, örneğin "kedi" şeklinde etiketlenmiş bir kedi fotoğrafı.

Gözetimsiz öğrenme: Eklenen bir etiket olmayan veri kullanılarak eğitim, örneğin ne olduğunu söyleyen hiçbir şey olmayan bir kedi fotoğrafı.

Nöral ağlar: Gevşek bir şekilde beynin yapısına dayanan yazılım devreleri.

Takviyeli öğrenme: Eylemleri için pozitif veya negatif ödüller vererek bir nöral ağı eğitmek.

Görsel Telifleri

Aşağıdakiler hariç tüm görseller *New Scientist*'e aittir:
Görsel 1.2. Sipa Press/REX/Shutterstock
Görsel 2.1. Tom Zahavy, Nir Ben Zrihem ve Shie Mannor
Görsel 3.1. UNG YEON-JE/AFP/Getty Images
Görsel 4.1. GATEway Project
Görsel 4.2. Rockstar Games
Görsel 4.3. Moviestore/REX/Shutterstock
Görsel 5.2. Kupferman/CSM/REX/Shutterstock
Görsel 6.1. www.thepaintingfool.com
Görsel 6.2. www.thepaintingfool.com
Görsel 6.3. www.thepaintingfool.com
Görsel 7.1. China News/REX/Shutterstock
Görsel 8.1. Murray Shanahan, Imperial College London'dan uyarlanmıştır
Görsel 8.2. Hülya Özkök/REX/Shutterstock

Dizin

AlphaGo 31, 42, 51, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 95, 97, 239, 240
Amazon 31, 39, 45, 46, 53, 104, 143, 174, 176, 219, 220, 285
Ames, Heather 68, 69, 70, 73
Angelina 190, 191, 200, 276
Animat 68, 69, 71, 72, 73
Arkin, Ronald 89, 136, 140, 141, 143, 144
Asimov, Isaac 30, 254
A-tipi makine 20

bilgisayar görüşü 28, 35, 37, 54
Bishop, Chris 36, 45, 52, 53
Bishop, Mark 88, 142, 263, 265
Bostrom, Nick 133, 233, 234, 235, 261
B-tipi makine 20

Chef Watson 110, 156, 157, 158, 259, 276
Colton, Simon 186, 187, 188, 189, 190, 192, 194, 195, 196, 199, 240
Cook, Michael 172, 174, 175, 190, 191, 196, 276
Cope, David 192, 193, 200, 201
Cristianini, Nello 36, 53, 55

Deep Blue 25, 27, 31, 81, 84, 85, 239, 252, 262, 267
DeepMind 52, 81, 84, 85, 86, 87, 95, 134, 135, 136, 240, 257, 263
derin öğrenme 49, 50, 56, 57, 74, 79, 92, 102, 104, 134, 136, 261, 262, 264, 265, 266
dört renk teoremi 160, 162, 163, 167

Eliza 21, 22, 30

Facebook 74, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 99, 100, 101, 102, 104, 136, 182, 212, 213, 215, 223, 273, 285
Fan Hui 81, 85
Farz Edelim Makinesi 171, 175, 180, 200

Gonthier, Georges 162, 163, 164, 165, 167, 168
Google 30, 31, 39, 40, 44, 45, 51, 52, 54, 75, 81, 82, 83, 86, 87, 93, 95, 104, 107, 109, 117, 121, 127, 130, 134, 144, 176, 208, 223, 230, 233, 262, 263, 268, 273, 285
Gödel, Kurt 249
gözetimli öğrenme 97
gözetimsiz öğrenme 100, 101

Hales, Thomas 163, 164, 168
Hassabis, Demis 84, 85, 87, 240, 257
Hawking, Stephen 7, 233, 257

IBM 27, 30, 31, 44, 52, 67, 81, 85, 109, 113, 134, 156, 157, 200, 209, 239, 262, 267

İnsan Beyni Projesi 67, 243, 252

Jeopardy! 30, 109, 110, 156, 262

karar problemi (*Entscheidungsproblem*) 15, 18
Kasparov, Garry 25, 27, 31, 81, 239, 267
Keynes, John Maynard 207
Kurzweil, Ray 229, 230, 255, 271

Loebner Ödülü 13, 22, 76
Lovelace, Ada 41, 42, 51, 184, 185
Lovelace Testi 2.0 183, 185

makine öğrenimi 35, 36, 38, 39, 43, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 58, 59, 63, 81, 89, 96, 105, 106, 107, 135, 197, 215, 224, 264, 265, 267
Microsoft 24, 31, 35, 36, 45, 52, 54, 75, 93, 162, 220
Minsky, Marvin 61, 252, 253, 261, 262
Moore yasası 64, 258

NASA 31, 73, 153, 230, 232
Neumann, John von 26, 257

otonom silah sistemleri 137, 138, 142, 145
örüntü tanıma 48, 252

Painting Fool 186, 187, 188, 189, 190, 194, 198, 199, 200

Rashid, Rick 31, 35, 45, 52

Redd, Emmett 248, 250, 252
Riedl, Mark 173, 174, 175, 176, 182, 183, 200

sanal asistan 104, 213
satranç 27, 31, 55, 75, 81, 84, 167, 252, 258, 262, 267
Schank, Roger 261, 264, 265
Scheherazade 174, 176, 177, 200
Searle, John 245
Sedol, Lee 31, 81, 83, 86, 239, 267
Shanahan, Murray 58, 59, 89, 242
Sharkey, Noel 141, 252
Siri 13, 30, 39, 107
sohbet botu 13, 21, 22, 27, 30, 54, 74, 184, 220, 254
süper bilgisayar 59, 60, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 156, 239, 240, 243
süper zekâ 185, 229, 235, 236, 237, 238, 239, 268, 287, 288
sürücüsüz araba 20, 31, 54, 115, 117, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 127, 131, 132, 225

takviyeli öğrenme 50
Tekillik 229, 230, 232, 257, 258, 259, 268
Tesla 54, 118, 121, 126, 130
Turing, Alan 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 27, 30, 31, 62, 74, 77, 184, 200, 229, 247, 248, 249, 250, 251, 260, 261, 271, 285
Turing makinesi 17, 18, 248, 249, 252
Turing Testi 14, 74, 76, 88, 183, 184, 188, 192, 198

Uber 121, 124, 127, 208, 212

Veale, Tony 171, 176, 179, 182
veri güdümlü yapay zekâ 41

Wright, Wilbur 141, 149, 156

Yahoo 217
yapay genel zekâ 89, 241, 242
yapay görme 25, 208
Yapay Oyun (Turing) 13, 19, 285
Younger, Steven 248, 250, 252
yüz tanıma 20, 36, 38, 49, 74, 102, 217, 218, 219, 265

Yapay zekâ ve robotlar hakkında neler biliyoruz?

1997'de IBM'in Deep Blue bilgisayarı, 1985'ten beri namağlup dünya şampiyonu Garry Kasparov'u satrançta yenince, yapay zekâ halkın gözünde bambaşka bir görüntüye büründü. Acaba Isaac Asimov'un yıllar önce belirlediği üç robot yasası tersine dönebilir miydi? Evet, bu yenilgi insanlık için büyük bir olaydı ama acaba Alan Turing bilgisayarların bir gün insanlar gibi düşünebileceklerini söylerken ne kastediyordu? Yapay zekâlı robotların istilasına o kadar yakın mıydık gerçekten?

Aslına bakılırsa hayır. Ama Kasparov'un yenilgisinden bu yana komplo teorilerinin ardı arkası kesilmedi: Katil robotlar ve yapay zekâ kıyameti gerçek olacak mı? Yapay zekâlı otonom silah sistemleri savaşlarda sivillerle savaşanları ayırt edebilir mi? Bir de işin insani boyutu vardı: Yapay zekâ bilinçlenebilir, hatta acı çekebilir mi?

New Scientist bu kitapta bütün bu soruların cevaplarını, yapay zekânın öyküsünün tüm ayrıntılarıyla veriyor. Ünlü bilim insanlarının alana katkılarından modern çağda yapay zekânın yerine, bilmeniz gereken her şey *Düşünen Makineler*'de sizi bekliyor.



internet satış
saykitap.com
35 TL
ISBN 978-605-02-0825-2
9 786050 208252
SAY YAYINLARI

sayyayincilik.com
facebook.com/sayyayinlari
twitter.com/sayyayinlari
instagram.com/sayyayincilik