

Tellekt

Bilgisayarlar Nasıl Düşünür?



Peter J. Denning
Matti Tedre

ÇEVİRİ: AKIN EMRE PİLGİR



BİLGİSAYARLAR NASIL
DÜŞÜNÜR?

Tellekt_54

Bilgisayarlar Nasıl Düşünür?, Peter J. Denning & Matti Tedre

Çeviri: Akın Emre Pilgir

Computational Thinking

İlk (bu çeviriye kaynak alınan) baskı: MIT Press, 2019

© 2019, Massachusetts Institute of Technology.

© 2024, Can Sanat Yayınları A.Ş.

Bu eserin çeviri hakları Kayı Ajans aracılığıyla alınmıştır.

Tüm hakları saklıdır. Tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

1. baskı: Nisan 2024, İstanbul

Bu kitabın 1. baskısı 2000 adet yapılmıştır.

Dizi Editörü: Didem Bayındır

Editör: Çağatay Özyürek

Düzeltili: Aylin Samancı Elmasdağ

Mizanpaj: Bahar Kuru Yerek

Kapak Tasarımı ve Uygulama: Bora Başkan

İç Kapak Görseli: Google DeepMind

Baskı ve cilt: Melisa Matbaacılık Yayıncılık San ve Dış Tic. Ltd.

Maltepe Mah. Davutpaşa Çifttehavuzlar Sk. No: 16 Acar San. Sit.

Zeytinburnu, İstanbul

Sertifika No: 45099

ISBN 978-625-7118-82-8

Tellekt

tellekt.com • bilgi@tellekt.com

Maslak Mah. Eski Büyükdere Cad. İz Plaza, No: 9/25 Sarıyer / İstanbul

Telefon: (0212) 252 56 75 / 252 59 88 / 252 59 89 Faks: (0212) 252 72 33

Sertifika No: 43514

Tellekt, Can Sanat Yayınları Yapım ve Dağıtım Ticaret ve Sanayi A.Ş.'nin markasıdır.

twitter.com/tellekt • facebook.com/tellekt • instagram.com/tellekt

BİLGİSAYARLAR NASIL
DÜŞÜNÜR?

PETER DENNING & MATTI TEDRE

ÇEVİRİ:
AKIN EMRE PİLGİR

Tellekt

PETER DENNING, 1942 yılında New York'ta doğdu. Lisans eğitimini elektrik mühendisliği alanında Manhattan College'da tamamlamasının ardından çok işlemcili bilgisayar sistemleri üzerine yaptığı çalışmasıyla 1968 yılında MIT'nin doktora programından mezun oldu. 2002'den bu yana California'daki Naval Postgraduate School'da Bilgisayar Bilimleri bölüm başkanlığını yürütmektedir. Denning sanal bellek, çalışma kümesi ve bilgiişlemin ilkeleri üzerine araştırmalarına devam ediyor.

MATTI TEDRE, Doğu Finlandiya Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Bölümü'nde profesör olarak çalışmaktadır. Bilişim teknolojisi eğitimi ve bilgisayar biliminin yöntemsel ve sosyal içerikleri üzerine çalışmalarını sürdürmektedir. Ayrıca program tasarımı, işletimi ve değerlendirmesine ilişkin birçok uluslararası projede görev alıyor.

AKIN EMRE PİLGİR, 1987'de Denizli'de doğdu. Boğaziçi Üniversitesi Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Bölümü'nden mezun oldu. İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi'nde doktora eğitimini tamamlayan Pilgir, serbest tercüman olarak çalışıyor. Zygmunt Bauman kitaplarının yanı sıra Paul D'Amato, Peter Frase, Immanuel Ness, Charlie English, James C. Scott gibi yazarların kitaplarını Türkçeye çevirdi.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	9
1. BİLGİİŞLEMSEL DÜŞÜNME NEDİR?	17
2. BİLGİİŞLEMSEL YÖNTEMLER	31
3. BİLGİİŞLEM MAKİNELERİ	45
4. BİLGİSAYAR BİLİMİ	63
5. YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	79
6. İNSANLAR İÇİN TASARIM YAPMAK	103
7. HESAPLAMALI BİLİM	117
8. HERKES İÇİN BİLGİİŞLEMSEL DÜŞÜNMEYİ ÖĞRETME	135
9. GELECEĞİN BİLGİİŞLEMİ	147
SONSÖZ: EDİNİLEN DERSLER	161
NOTLAR	165
SÖZLÜK	167
REFERANSLAR VE İLERİ OKUMALAR	173
DİZİN	179

ÖNSÖZ

Bilgisayar devrimi en yoğun günlerinde. Bilgişlemin hayatlarımızın her unsurunu işgal etmesi, e-posta, internet, WWW (World Wide Web) [Dünya Çapında Ağ], Amazon'un e-ticareti, Kahn Akademisi, Uber'in taksi çağırma sistemi, Google haritaları, seyahat kılavuzları, akıllı telefonlar, gerçek zamanlı tercümanlar ve milyonlarca uygulama dahil devasa yararlar getirmiştir. Aynı zamanda otomasyon karşısında yaşanacak muhtemel istihdam kayıpları, kitlesel gözetim, kritik altyapıların çöküşü, siber savaşlar, kişisel verilerin yığınlar halinde satılması, reklamların her yeri istila etmesi, mahremiyetin yitirilmesi, siyasetin kutuplaşması, medeniliğin ve saygıyla dinlemenin ortadan kalkması ve derinleşen gelir eşitsizliği dahil devasa kaygılar da getirmiştir.

Birçok insan bunca şeyle baş etmekte sıkıntılar yaşamaktadır. Olumsuz maliyetler olmadan faydaların toplayabilir miyiz? Bilgisayarlaşma birdenbire yaşam boyu süren öğrenimi demode hale getirme tehdidinde bulunduğu anda anlamlı bir yaşama kapı aralayabilir mi? Çocuklarının yeni dünyada hareket edip başarılı olmalarını sağlamak için çocuklar bilgişlemlerle ilgili neler öğrenmeliler?

Bilgişlemsel düşünme yakın zamanda, insanlar bu sorularla boğuştukça kamusal söyleme girmiş yeni bir terimdir. Kitlesel bilgişlemin güçleri ve tehlikeleri üzerine açıkça düşünme imkânına kavuşma ve yararları azamiye çıkarıp riskleri asgariye indirmeye dönük bilgisayarları, yazılımları ve ağları tasarlamayı öğrenme ümidini taşımaktadır. Anne babalar çocuklarının dijital dünyada bu denli becerikli bir görünüm sergilemeleri karşısında şimdiden şaşkınlık içindedirler. Bilgişlemsel düşünme, bu dünyada çocuklarımıza düzgün bir eğitim sunmanın reçetesi midir?

Bu kitabı bilgişlemsel düşünmenin ne olduğunu kavramanıza yardımcı olmanız, böylece bu sorulara kendiniz için yanıtlar bulmada daha iyi bir konuma gelmenizi sağlayacak öğretici bir söyleşi olarak tasarladık.

Kavranacak ilk şey, gündelik söylemin ciddi bir kısmının, bilgisayarların geniş düzlemde benimsenmesiyle şekillendiğidir. Bu hiç de yeni bir şey değildir. Atalarımızın dünyayı düşünme şekilleri, önceki devrimlerin teknolojileri tarafından biçimlendirilmiştir. Örneğin sanayi çağında insanlar düzenli olarak şu tür ifadelerde bulunmuşlardı:

“Balatayı sıyırdı.”

“Tüm pistonlarım uğulduyor.”

“Burası yüksek basınçlı bir ortam.” Ve

“Deşarj olmak zorundaydım.”

Bugünse şu tür ifadeler duymaktayız:

“DNA’larım beni onu bu şekilde yapmaya programlıyor.”

“Kanunlarımız toplumumuzu yönetmeye yarayan algoritmalar.”

“Beynim donanım, zihnim yazılım.” Ve

“Beynim kilitlendi, yeniden başlatmam gerek.”

Aynı endüstri çağında olduğu gibi, bilgisayar çağına ait yeni deyimler teknolojiden çok popüler kültürümüzü açığa sermektedir.

Aynı Yunan tanrısı Janus gibi bilgişlemsel düşünmenin de iki

çehresi vardır. Biri arkaya bakan ve yaşanmış her şeyi açıklayan diğeri ileriye nelerin tasarlanabileceğine bakan iki çehre. Bilgisayarların bizim için işleri halletmelerini istediğimizde her iki çehreyi de işbaşına çağırılmaktayız. Arkaya bakan yüzde, bilgisayarların çalışma mekaniklerini, algoritmaları nasıl kontrol edildiklerini, algoritmaları nasıl programlama dilinde ifade edebileceğimizi ve birçok yazılım modülünü çalışan sistemler içinde nasıl birleştirebileceğimizi anlamamız gerek. İleriye bakan yüzde ise, yazılımımızı kullanan kişilerin çalıştıkları bağlamı anlama duyarlılığına sahip olmamız gerek. Yazılımımızın onlar için değerli olmasını ve kendi ortamlarında onlara zarar vermemelerini isteriz. Bundan dolayı bilgişlemsel düşünme bizi, erişimimize açık teknolojileri kavramaya ve bir işi yapmak veya bir problemi çözmek için yazılımlar tasarlamaya yönlendirir.

Bilgişlemsel düşünme, sadece programcıların bilmek zorunda olduğu bir şey değil, üstelik teknolojinin içini doldurduğu toplumsal dünyamızı kavramaya dönük bir düşünce aracıdır. Gündelik dijital araçlarımızın nasıl işlediğiyle ilgili farkındalığımızı artırmakta, siber etiğimizi temellendirmekte ve davranışlarımızı yönlendirmeye dönük algoritma odaklı girişimler, kişiye özel hazırlanmış sahte haberler, sosyal medyanın viral gücü ve hareketlerimizin toplu halde, veri odaklı bir biçimde analiz edilmesi gibi çeşitli tehditler karşısında direncimizi yükseltmektedir. Dahası bilgişlemsel düşünme, bilimin araçlarını, yöntemlerini ve epistemolojisini geri dönülmez şekilde değiştirmiştir. BD'yi [bilgişlemsel düşünme] öğrenmenin programlamanın ötesinde birçok faydası vardır.

Bilgişlemsel düşünmenin ne olduğunu medyadaki değerlendirmelerden anlamaya çalıştığınızda, problemlerin algoritmalarla ve beraberinde problem çözmek için gereken sayısız soyutlama düzeyinde düşünme becerisiyle çözüldüğü bir öykü duyarsınız. Öykü ke-yifle programlama yapan ve algoritmaları simüle ettikleri oyunlar oynayan neşeli çocukların resimleriyle süslenir. Doğrusu öğretmenlerimiz çocuklara verdikleri bilgişlem derslerinden bilgişlemsel düşünme hakkında çok şey öğrenmişlerdir ve yeni başlayanlara temel bilgişlem içgörülerini öğretmeye dönük müthiş yöntemler geliştirmişlerdir. Bu kitapta buna “yeni başlayanlar için BD” diyoruz.

Fakat K-12* eğitimindeki içgörüler ve tartışmalar bilgişlemsel düşünmenin yüzeyini güçbela aşmaktadır. Daha ileri düzeylerde bilgişlemsel düşünme, donanımın tasarımı, ağlar, depolama sistemleri, işletim sistemleri ve bulutla ilgilidir. Tarihsel selefleri büyük hesaplamalar yapmak üzere takım takım insanlar örgütlemiş, imalatta üretim hatlarını organize etmiş, yasa koyuculara rehberlik etmiş ve bürokrasinin kurallarını belirlemiştir. Bilgişlemin kritik bir rol oynadığı, yapay zekâ, büyük veri analizleri, yazılım mühendisliği ve bilgisayar bilimi gibi önemli alanlara ayak uydurmuş stiller geliştirmiştir. Bilgişlemin bu farklı boyutlarıyla başa çıkabilmek için gereken bilgişlemsel düşünme türlerini inceleyerek bunların hepsini size göstereceğiz. Bu alanlarla baş etmek için çok daha ileri bir bilgişlemsel düşünmeye ihtiyaç vardır. Buna “profesyoneller için BD” diyoruz.

Bilgişlemsel düşünme kimi zaman problem çözümüne dönük evrensel bir yaklaşım olarak resmedilmektedir. Popüler medyada anlatılan öyküye göre birkaç programlama dersi alırsınız ve her alanda problem çözebilir hale gelirsiniz. Keşke bu doğru olsaydı! Birileri için bir problemi çözme beceriniz, onların söz konusu problemi var eden bağlamlarını kavramanıza bağlıdır. Örneğin akışkan dinamiklerini kavramadan havadaki uçağın simülasyonunu inşa edemezsiniz. Genomun biyolojisini kavramdan ve verileri derleme yöntemleri olmadan genom veritabanlarında aramalar programlayamazsınız. Bilgişlemsel düşünme güçlüdür ama evrensel değildir.

Bilgişlemsel düşünme, insanların ve makinelerin bilgişleme şekillerindeki temel bir farklılığa ışık tutmaktadır. Makineler bilgiyi saniye başına milyarlarca veya trilyonlarca hesaplama yaparak işleyebilirken, insanlar saniyede bir hesaplama yaptıklarında başarılı sayılırlar. Makineler işledikleri verilere ilişkin hiçbir kavrayışa sahip olmadan çalışırken, insanlar hatları ânında düzeltme imkânına sahiptirler ve düzeltirler de. Makineler bir algoritmadaki hatayı, daha

* Eğitim ve eğitim teknolojisinde kullanılan bir terimdir. Çocukların anaokulundan 12. sınıfa kadar olan temel eğitimini kapsar ve daha fazla öğretmen-öğrenci ilişkisini içerir. (Y.N.)

herhangi bir insan tepki verme şansı bulamadan maliyetli bir felakete dönüştürebilir. Zihin felsefesi, nöropsikoloji, bilişsel bilim ve yapay zekâ alanlarındaki düşünürler, bu farklılıkları incelemişler ve birbirlerinden temelde ne kadar farklı olduklarını göstermişlerdir. Arama ve sıralama gibi bazı insani işler bunlara algoritmaların uygulanmasıyla kolaylaştırılabilir olsa da büyük resimde bilgiişlemsel düşünmenin büyük kısmı makine bilgiişlemiyle ilgilidir.

Bir anlığına hız meselesini düşünelim. Tipik bir bilgisayar bir saniyede, bir milyar hesaplama gerçekleştirebilir ve ekranda karmaşık bir görsel çizebilir. Bir insanın aynı adımları insani bir hızla gerçekleştirmesi için 100 yıla ihtiyacı vardır. Açıkçası insanlar bundan çok daha hızlı resimler çizebilirler ama makineleri tasarlayanlar henüz bu insani kapasiteyi taklit edememişlerdir. İnsanlar bilgisayarlardan yardım almasalar gerçek zamanlı grafik diye bir şeyimiz olmaz. Yazılımların yaptığını gördüğümüz şeylerin neredeyse hepsi, bilgisayarların akıl almaz hızıyla mümkün olmaktadır. Bilgisayar devrimine neden olan şey algoritmaları kendi başlarına hayata geçiren insanlar değil bu makinelerdir. Bilgiişlem makineleri insan açısından imkânsız olanı yapmaktadır.

Bunların ensenizde heyecanlı titremelere yol açması mümkün ama aynı zamanda içinizi de ürpertmesi gerekmektedir. Modern uçaklar saniyede milyarlarca hesaplama yapan bilgisayar ağları tarafından kontrol edilmektedir. Algoritmalarda bir hata, kontrol sisteminin uçağı, insan pilot daha tepki verme imkânına kavuşmadan felaketler zincirine sokmasına yol açabilir. İlk Apollo görevleri ve daha yakın zamandaki Mars görevleri, yazılımlarındaki hatalar nedeniyle iptal edilmişler ve kaybedilmişlerdi. Algoritmadaki hatalar ölümcül ve maliyetli olabilmektedir. Kritik sistemleri çalıştıran algoritmaların düzgün bir şekilde çalışacağından, düşük hasar riskleriyle büyük faydalar getireceğinden emin olabileceğimizi nasıl bilebiliriz? Bu karmaşık labirent içinden yolumuzu bulmada yardımcı olması için net düşüncelere ihtiyacımız vardır. Bu da çocukların simülasyon oyunlarından öğrenilmeyecek ileri bir BD formunu gerektirmektedir. “Profesyoneller için BD”nin şakaya gelir yanı yoktur.

Bu kitaptaki BD değerlendirmemiz, yeni başlayanlardan profesyonellere BD'nin tüm çeşitlerini ve yazılım mühendisliği ile bilgisayar bilimi gibi önemli alt sahalardaki türlerinin hepsini kapsamaktadır. BD'yi tüm zenginliği, genişliği ve derinliğiyle tarif etmeyi amaçlıyoruz. Karmaşık sistemleri güvenilir ve güvenli bir şekilde çalıştırmak gibi zorlu güçlüklerin altına girmiş uzman profesyonellerin çalışmalarını ve böyle sağlam bir geçmiş performansa ulaşmalarını sağlayan düşünme şekillerini övmek istiyoruz. Ayrıca K-12 okullarında bilişimsel düşünmeye doğru atılan ilk adımları kolaylaştırmak için çalışan ve herkese dijital dünyayla başa çıkacak araçları sunmak adına temeller atan uzman eğitimcilerin çalışmalarını methetmek istiyoruz. Yeni başlayanlar için basit BD, profesyoneller için ileri BD dediğimiz bu iki şey, bilişimsel düşünmeye ait zengin bir doku yaratmak üzere birlikte çalışmaktadırlar.

Peter J. Dening

Salinas, California, Ağustos 2018

Matti Tedre

Joensuu, Finlandiya, Ağustos 2018

TEŞEKKÜR

Peter: Yaklaşık 50 yıl boyunca bilgiişleme ilgili konuşmalarımı dinlemiş ve beni üretken yönlere kanalize etmiş eşim Dorothy Denning'e çok teşekkür ediyorum. Bana bilgiişlemsel düşünceden doğan kaygılar için tarihi nasıl okuyacağımı ve bu sayede yüzyıllar içinde bilgiişlemsel düşünmenin farklı aşamalarını nasıl ayırt edeceğimi öğrettiği için dostum Fernando Flores'e çok minnettarım. ACM (Bilgiişlem Makineleri Derneği) aracılığıyla tanıştığım, içinde Eckert, Mauchly, Perlis, Newell, Simon, Forsythe, Conte, Wilkes, Hamming, Knuth ve Dijkstra olmak üzere bilgiişlem ve bilgiişlem eğitiminin kurucularına da minnettarım. MIT'de bu elektrik mühendisini, bilgisayar bilimi diplomasının ilk sahiplerinden birine dönüştürmüş öğretmenlerime, özellikle Fano, Corbato, Dennis, Saltzer, Scherr ve Zadeh'e şükranlarımı iletiyorum. Yıllar boyunca bilgisayar bilimi ve mühendisliği alanlarında tanıştığım, isimlerini burada sayamayacağım kadar çok olan ve beni bilgiişleme ilgili öğretici sohbetlerin parçası yapmış sayısız meslektaşına da teşekkür ederim.

Matti: Kendi bilgiişlemsel düşünmemi geliştirmemde bana yardımcı olmuş herkese minnettarım: Eski öğretmenlerim, akıl hocalarım ve geçmişle günümüzden her tür araştırma kolundan meslektaşım. Üç kitadan altı ülkede çeşitli üniversitelerde çalışmamın getirdiği bilgiişlemsel içgörülerle dolu zengin bir birikim elde ettiğim için kendimi ayrıcalıklı hissediyorum. Ayrıca bilgisayar bilimi-

nin tarihi ve felsefesine ait alanlardan dostlarım ve meslektaşlarıma da çok teşekkür ediyorum. İsimleri burada sayılamayacak kadar çok. Özellikle Maarten Bullynck, Edgar Daylight, Liesbeth De Mol, Lauri Malmi, John Pajunen, Giuseppe Primiero ve Simon'a (aynı zamanda ANR PROGRAMme ANR-17-CE38-0003-01 partnerlerime) ilham verici sohbetleri, geribildirimleri ve bu kitapla doğrudan ilgili materyallerde yaptıkları işbirlikleri için teşekkür etmek istiyorum. Çalışmam kısmen Finlandiyalı Kurgu Dışı Yazarlar Derneği tarafından desteklenmiştir.

Peter Denning ve Craig Martell, *Great Principles of Computing*, MIT Press, 2015; Peter Denning, "The Forgotten Engineer", *Communications of the ACM* Cilt 60, Sayı 12, 2017, s. 20-23; Matti Tedre, "Computing as Engineering", *Journal of Universal Computer Science*, Cilt 15, Sayı 8, s. 1642-1658. Bölüm 6'nın bazı kısımları şunlardan uyarlanarak alınmıştır: Peter Denning, "Software Quality", *Communications of the ACM*, Cilt 59, Sayı 9, 2016, s. 23-25; Peter Denning, "Design Thinking", *Communications of the ACM*, Cilt 56, Sayı 12, 2013, s. 29-31; *Great Principles of Computing*. Bölüm 7'nin bazı kısımları şuradan uyarlanarak alınmıştır: Peter Denning, "Computational Thinking in Science", *American Scientist*, Cilt 105, Ocak-Şubat 2017, s. 13-17.

BİLGİİŞLEMSEL DÜŞÜNME NEDİR?

“Bir algoritma belli bir girdiden belli bir çıktıya ulaşmayı sağlayan kurallar kümesidir. Her adım bilgisayar diline tercüme edilebilecek ve makine tarafından yürütülebilecek bir netlikle tanımlanmak zorundadır.”

Donald Knuth, 1977

Bilgisayar nedir? Çoğu insan, verileri toplayarak, depolayarak, çekerek ve dönüştürerek inanılmaz şeyler yapan elektronik bir kara kutu olduğunu yanıtlayarak cevap verecektir. Aygıtlarımız ve cihazlarımızın hemen hemen hepsi birer bilgisayardır: telefonlar, tabletler, masa üstü bilgisayarlar, web sayfaları, kol saatleri, navigasyon cihazları, termometreler, tıbbi cihazlar, saatler, televizyonlar, DVD oynatıcıları, WiFi ağları. Hizmetlerimiz –kitapçılar, perakende mağazaları, bankalar, ulaşım, Uber, otel rezervasyonları, Airbnb, film yapımı, eğlence, Dropbox, çevrimiçi kurslar, Google aramaları– birer yazılımdır ve hemen hemen hepsi adına “bulut” denen ve dünya geneline yayılmış görünmez bir ağda, görünmeyen bilgisayarlar tarafından yürütülmektedir. Bilgisayarlar muazzam faydalar –yeni işler, bilgiye erişim, ekonomik kalkınma, ulusal savunma, sağlıkta ilerlemeler ve çok daha fazlası– getirmiştir. Aynı zamanda endişe verici kaygılar da –iş kayıpları, küreselleşme, gizlilik, gözetim ve daha fazlası– getirmiştir. Sanki dijitalleştirilebilen her şey dijitalleşiyormuş gibidir ve bilgisayarlar her yerde bu bilgileri depolayıp dönüştürmektedir. Bilgisayar devrimi sahiden yaşanmak üzeredir.

Peki, bunların tümünü zihinlerimizde nasıl tartacağız? Bilgisayarları anlamak için neye ihtiyacımız var? Bir bilgisayarı kendi adımıza çalıştırmak için ne yapmak zorundayız? Bilgisayarlar dünyayı görme şeklimizi nasıl biçimlendiriyorlar? Ne yenilikler görüyoruz? Programlamanın rolü ne? Bilgisayarlar hangi konularda iyi değiller?

Bilgişlemin Gücü ve Değeri

Bilgişlemsel düşünme bu sorulara bazı yanıtlar sunmaktadır. BD'nin büyük kısmı özellikle, bir bilgisayarı nasıl kendimiz için çalıştıracığımızı çözmeye, bir işi zarara veya hasara yol açmadan güvenilir bir şekilde halletmek için karmaşık bir elektronik aygıtı nasıl kontrol edeceğimizi kavramaya yöneliktir. Algoritmalar, bilgisayarın bir işi nasıl yapması gerektiğini belirten prosedürlerdir. İnsanlar algoritmaları yürütebilseler de, bunu bir makinenin hızına yaklaşacak şekilde yapamazlar. Modern bilgisayarlar bir insanın sadece tek bir adım atarken harcadığı zaman zarfında, bir trilyon adım atabilirler. İşin sihri, çok basit ama çok sayıda hesaplamayı çok hızlı bir şekilde yürüten bir makineden fazlası değildir. Programlar birer köprüdür: Bilgisayarı kontrol eden makine komutlarına aktarılan, özel amaçlı dillerle kodlanmış algoritmalardır.

Fakat BD otomasyondan çok daha ötelere uzanır. Bilgi ve bilgişlemsel süreçler, doğal ve toplumsal fenomenleri anlamanın bir yöntemine dönüşmüştür. Bugün BD'nin büyük kısmı, dünyanın nasıl işlediğini anlamaya yönelmiş haldedir. Her geçen gün daha çok biyolog, fizikçi, kimyager ve başka biliminsanı, konularına bilgişlemsel bir mercekten bakmaktadır. Sanat, beşeri bilimler ve sosyal bilimlerdeki profesyoneller de onlara katılmaktadır. Bilgisayar simülasyonları öncesinde imkânsız olan sanal deneyleri mümkün kılmaktadır. Dünyanın “bilgi yorumu” başka hiçbir yaklaşımın sunamadığı kavramsal ve ampirik araçlar sunmaktadır.

BD aynı zamanda bize, bilgisayarların makul süre zarflarında yapamadıkları işleri gösterir. Veya hiç yapamadıkları işleri önerirler. Bazı işler bilgisayarlar için imkânsızdır. Birçok toplumsal, politik ve ekonomik problem bilgisayarların sınırları ötesindedir. Bilgişlemin

sınırlarını anlamamız sayesinde, bu problemleri çözmek için bakışlarımızı bilgiişlem teknolojisine çevirme tuzağından kaçınabiliriz.

Açıkçası bu kadar çok şeyi böyle kısa bir süre içinde tamamlayacak bir program veya makine tasarlamak, makinenin bu işi hataya düşmeden yapacağına güven duyacaksak, kendi düşünme tarzını gerektiren göz korkutucu bir tasarım işidir. Aslına bakılırsa kullanıcıları anlamamanın ve özel olarak onlar için sistemler tasarlamamanın, modern bilgiişlemin en büyük güçlüklerinden biri olduğu görülmektedir. Tasarım BD'nin temel kaygılarından biridir.

Bilgiişlemsel Düşünmeyi Tanımlama

Bilgiişlemsel düşünme çok sayıda tanımı olan moda bir tabire dönüşmüştür. Bu çok sayıda anlamın ruhunu damıtarak, eldeki kitabın geneli boyunca kullanılan şu tanıma ulaşmış durumdayız:

Bilgiişlemsel düşünme,

* Bilgisayarların bizim için işler yapmasını sağlayacak bilgiişlemlerin *tasarlanması* ve

* Dünyayı karmaşık bir bilgi süreci olarak *açıklamaya* ve yorumlamaya dönük zihinsel beceriler ve pratiklerdir.

Tasarım unsuru, bilgiişlemin içinde insanların başkalarına yardımcı olmak için yöntemler ve makineler inşa ettikleri mühendislik geleneğini yansıtmaktadır. Açıklama unsuru ise bilgiişlemin, içinde insanların bilgiişlemin nasıl işlediğini ve dünyada nasıl ortaya çıktığını kavramaya çalıştıkları, bilimsel geleneği yansıtmaktadır. *Tasarım* yardımcı olunan topluluğa dahil olmayı ön plana çıkarırken, *açıklama* dışarıda tarafsız bir gözlemci olmayı öne çıkarır. İlkel düzlemde onları açıklamadan bilgiişlemsel hesaplamalar tasarlamak yahut onları tasarlamadan bilgiişlemsel hesaplamalara açıklamalar getirmek mümkündür. Pratikte ise bu iki unsur birbirinden ayrılmaktadır.

Bilgiişlemsel hesaplamalar sayısal hesaplamalardan ve sembolik manipülasyonlardan oluşan karmaşık dizilerdir. Sayısal hesaplama-

ların örnekleri, temel aritmetik işlemler (toplama, çıkarma, çarpma, bölme) ve temel trigonometrik fonksiyonlardır (sinüs, kosinüs ve tanjant). Sembolik manipülasyonların örnekleri ise sayılar veya sembollerin mantıksal karşılaştırmaları, sonraki adımda hangi komutların uygulanacağına dair kararlar veya bir harf ve rakam dizisinin yerine başkasının konmasıdır. Bu tür basit işlemlerden trilyonlarcası düzgün bir sırayla düzenlendiğinde inanılmaz hesaplamalar yapılabilir. Örneğin yarınki hava durumunu tahmin etmek, petrol için nerenin kazılacağına karar vermek, uçuş için yeterli yüksekliğe sahip uçak kanatları tasarlamak, bir kişinin ziyaret etme ihtimali en yüksek fiziki mekânların hangileri olduğunu bulmak, taksi çağırmak veya iki kişinin mükemmel bir çift olup olmayacağını anlamak bu sayede mümkün olur.

Bilgisayarlar bir bilgiişlemin operasyonlarını yürüten birimlerdir. Aritmetik ve mantıksal operasyonlar yapmak için komutlarla dolu programları takip ederler. Bilgisayarlar insan da olabilir makine de. İnsanlar programları takip edebilir ama hız ve hata yapmama konusunda makinelerin yanına dahi yaklaşamazlar. Makineler insanların becerilerini alabildiğine aşan bilgiişlemsel işler yürütebilir.

Burada “iş” sözcüğünü birilerince değerli sayılan her tür görevi belirtmek için kullanıyoruz. Bugün birçok insan işlerin halledilmesi için bilgisayarlara (aslında bilgisayarların yaptığı hesaplamalara) bakmaktadır. Bir makinenin yardımı olmadan halledilemeyen işlerin otomasyona girmesi için çalışırlar. Bilgisayarlar artık bazı rutin işlerde öyle iyi hale gelmektedir ki otomasyon karşısında yaşanacak istihdam kayıpları önemli bir toplumsal kaygıya dönüşmüştür.

“İş yapmayı” otomasyonla eşitlemiyoruz. İyi tanımlanmış, rutin işler otomatikleştirilebilir ama “bir kaygıyı karşılamak” gibi iyi tanımlanmamış işler otomatikleştirilemez. BD otomatikleştirilemeyen işlerde yardımcı olabilir. Tasarım bölümünde bunu yapan BD türünü ele alacağız.

Muazzam hesaplamalar yapabilen programları ve makineleri başarıyla tasarlamak ve bilgiişlem üzerinden doğal bilgi süreçlerini kavramak için özel bir düşünme becerisine ihtiyaç olduğu kesindir.

Bu beceri yani bilgiişlemsel düşünme veya BD, programlamaya dönük bir kavramlar kümesi değildir. Aksine BD pratikte keskinleşip bilenen düşünme ve pratiğe geçirme yollarını kapsar. BD çok zengin bir beceri kümesidir: Bu bölümün sonunda, bilgiişlemsel düşünmenin eldeki kitapta karşılaşacağınız altı boyutunun genel hatlarını çikarmaktayız: makineler, yöntemler, bilgisayar eğitimi, yazılım mühendisliği, tasarım ve bilgisayar bilimi.

Hüsnükuruntu

Bilgiişlemsel düşünmeye duyduğumuz hevesle, hüsnükuruntudan kaçınmaya özen göstermemiz gerek. Belki birinci ve en yaygın dilek, bilgisayarlara aklımıza gelebilecek her işi yaptırabilme isteğidir. Bu dileğin gerçekleşmesi imkânsızdır çünkü bilgisayarlar için yapılması imkânsız sayısız iş vardır. Örneğin başka bir algoritmayı inceleyip bize yok olacağını mı yoksa sonsuza dek döngüde mi olacağını söyleyecek hiçbir algoritma yoktur. Her programlama öğrencisi, hataların ayıklanmasına yardımcı olacak böyle bir algoritmaya özlem duyar. Bu mantıksal olarak 1936’da Alan Turing’in kanıtladığı gibi imkânsızdı ve bugün de imkânsızlığını sürdürmektedir.

Mantıksal açıdan olası işlere bağlı kalsak bile, makul bir sürede tamamlanması imkânsız çok sayıda iş vardır. Bunlar inatçı işlerdir. Meşhur örneklerden biri, bir ülke haritasında her kentin sadece bir kez ziyaret edileceği, en kısa turun hangisinin olduğunu bulmaya çalıştığımız gezgin satıcı problemidir. Bunu hesaplayacak bir algoritma, kargo nakliyat sektöründe müthiş değerli olacaktır. En kısa turu bulmanın en basit yolu, tüm olası turları tek tek saymak ve en kısa olanı seçmektir. 100 kentlik küçük bir küme için bu işlemin yapılması, dünyanın en hızlı süper bilgisayarında 10^{130} yıl alacaktır. Kıyaslama yapacak olursak evrenin yaşı 10^{10} ’luk yıllarla ölçülmektedir. “En basit yol” bile imkânsız olabilmektedir! Algoritma analizcileri, bu yolla ele alınması zor binlerce yaygın problem tanımlamışlardır.

Tablo daha da karmaşıklaşmaktadır çünkü çoğu örnekte, yakın yanıtlar bulmaya yarayan hızlı algoritmalar vardır. Bunlara buluşsal yöntemler denmektedir. Örneğin İsveç’teki 24,978 kentin tamamını

birbirine bağlayan en kısa turu bulma problemini ele alalım. Gezgin satıcı problemi için sıralama algoritmasının tamamlanması $10^{100,000}$ yıllık bir zaman alacaktır! Fakat 2004'te Waterloo Üniversitesi'nde optimizasyon için buluşsal yöntemlerden yararlanan bir ekip, en kısa turu buldu ve doğruluğunu kanıtladı. Çözümleri, birkaç ayda işi tamamlayacak şekilde bir makine kümesine dağıtılmış 85 yıllık işlem süresinden yararlanmaktaydı.

Bilgişlemel düşünürlerin, işlerin ne zaman imkânsız veya zorlu hale geleceğini bilmek için yeterli deneyim ve beceriyi geliştirmesi, bunları çözmek için iyi buluşsal yöntemler aramaları gerekmektedir.

Hüsnükuruntuya verilecek ikinci örneğe, bir bilgisayar bilimi dersinde veya kodlama yoğunluklu bir atölyede programlama yapmayı öğrenmenin, bilgişlemeden yararlanan sahalardan hepsinde, problemleri çözmenizi mümkün kılacağına inanmaktır. Hayır, diğer sahalarda da bir şeyler öğrenmeniz gerekecektir. Örneğin bir programlama dersinde arama algoritmaları üzerine çalışsanız bile, bir genom bilimi projesine yararlı olabilme ihtimaliniz, genom biyolojisi ve biyolojik verilerin önemi hakkında bir şeyler öğreninceye kadar zayıf olacaktır.

Hüsnükuruntunun üçüncü örneği ise, bilgisayarların BD için temel bileşenler olmadığına inanmaktır. Yani problemleri algoritmalarla nasıl çözeceğimize kafa yorup bu algoritmaları çalıştıracak bilgisayarlarla ilgilenmemenin mümkün olduğunu düşünmektir. Fakat durum böyle değildir. Bir bilgisayar verilerinizin hepsini tutmaya yetecek belleğe sahip olmadığına, probleminizi sığacak alt kümelere bölmenin yollarını ararsınız. Tek bir işlemci yeterli işlemci gücüne sahip olmadığına, hesaplamaları aralarında bölüştürecektir çok sayıda paralel işlemcisi ve algoritmaları olan bir bilgisayar ararsınız. Bilgisayar aşırı yavaşladığında, darboğaz yapan bileşeni bulmak için içine bakar veya onu yükseltir ya da o bileşeni kullanmayan yeni bir algoritma bulursunuz. Bilgisayarınız yeterli belleğe, uygun işlemci gücüne sahip olsa ve hiçbir darboğaz yaşanmasa bile, problemi çözme sürecinizi sınırlayabilecek, başta makinenin hesaplama adımlarını düzenli ve öngörülebilir bir şekilde gerçekleştirme temposunu ayarlayan iç saatin hızı olmak üzere başka unsurlar vardır. Fakat bazı

yeni makinelerin, özellikle kuantum bilgisayarları ve sinirsel ağların saatleri yoktur: Bunları programlamaya nasıl kafa yoracağız?

Hüsnişükuruntuya dördüncü örnek ise bilgisayarların akıllı olduğuna inanmaktır. İnsanın adımlarını program adımlarına çevirmede dikkatsiz davranırsanız, yapacağınız hesaplamalar felaketlere yol açabilecek hatalar içerecektir. Bilgisayarlar inanılmaz derecede aptaldır. Akılsız, mekanik adımları aşırı hızlı bir şekilde gerçekleştirirler ama adımların ne anlama geldiğine ilişkin hiçbir kavrayışları yoktur. Düzeltbildikleri hatalar sadece olmasını beklediğiniz ve düzeltici algoritmalar sunduğunuz hatalardır. Zekânın kaynağı sizsinizdir; bilgisayar zekânınızı artırır ama kendine ait hiçbir zekâsı yoktur.

BD'ye tevazuyla yaklaşmanızı tavsiye ediyoruz. Bu öğrenilmiş bir beceridir. Beyinlerimiz kendi doğalarıyla bilgiişlemsel şekilde düşünemezler. Bakış açınızı bilgisayarların ve algoritmaların işleri halletme kapasiteleri, tasarım yapmayı istediğiniz uygulama alanları üzerine bir şeyler öğrenme ihtiyacı, bilgiişlemin bilgisayarlara bağlı olması ve makinelerdeki berbat zekâ yoksunluğundan ayırmayın.

Bin Yıllar İçinde BD'nin Ortaya Çıkışı

BD'nin 1940'larda başlamış elektronik bilgisayar çağının ürünü olduğu düşünülebilir. Aslında pek böyle sayılmaz. Modern bilgisayar çağından önce, ekipler halinde karmaşık hesaplamalar yapan ve matematik eğitime sahip uzmanların oluşturduğu bir meslek vardı. Onlara “bilgisayarlar” deniyordu. Kesinlikle ilk bilgisayarlar değildiler: “Bilgileri sayan ve hesaplayan” anlamına gelen “bilgisayar” terimi 1600'lerin başlarına kadar geri uzanır. İlk elektronik bilgiişlem makinelerine, onları insan türünden ayırmak için otomatik bilgisayarlar deniyordu. İnsan bilgisayarlar ve dahası insan bilgiişlem takımlarının liderleri, açıkça bilgiişlemsel düşünmeyle meşgulüldüler. Dolayısıyla BD'nin birçok unsuru elektronik bilgisayarların öncesinde oradaydı. Çok daha öncesinde hem de.

Hesaplama yöntemleri olarak BD'nin ilkel formları, MÖ 1800-1600 civarlarında, matematiksel problemleri çözmeye dönük genel



Biliminsanları, hesaplama açısından düşünmenin bilimsel araştırmaı organize etmenin tamamen yeni bir yolunu mümkün kıldığını keşfetti; sonuçta her alanın bir hesaplamalı dalı vardı: bilgişlemsele fizik, bilgişlemsele biyoloji, bilgişlemsele sosyoloji. Peki yapay zekânın temellerinden biri olan bilgişlemsele düşünme ne anlama geliyor ve bilgisayarlar nasıl düşünüyor?

Denning ve Tedre, bu kitapta bizim için iş yapacak hesaplamaları tasarlamaya, dünyayı bir tür bilgi süreçleri kompleksi olarak açıklamaya ve yorumlamaya yönelik zihinsel becerileri analiz ediyor, bilgişlemsele düşünmeyi tüm boyutlarıyla ele alıyor.

Bilgisayarlar Nasıl Düşünür?, dijital bilgisayarlardan yüzyıllar önce başlayan bir soyağacının izini sürmek isteyen ve alana dair erişilebilir bir genel bakış edinmek isteyen okurlar için önemli bir rehber.

Tellekt

www.tellekt.com

ISBN 978-625-7118-82-8



9 786257 118828