

Hannah Fry

EMBEREK ÉS GÉPEK



Hannah Fry

# EMBEREK ÉS GÉPEK

Hogyan tartsuk a kezünkben  
az irányítást  
a mesterséges intelligencia korában?

A fordítás alapja:  
Hannah Fry: *Hello World. How to be human in the age of the machine.*

Transworld is part of the Penguin Random House group  
of companies whose addresses can be found  
at [global.penguinrandomhouse.com](http://global.penguinrandomhouse.com)  
First published in Great Britain in 2018 by Doubleday an imprint  
of Transworld Publishers

Copyright © Hannah Fry, 2018  
All rights reserved

Fordította: © Dembinszky Zsófia, 2020

Szerkesztette: Rapajka Gabriella  
Borítóterv: Tabák Miklós

HVG Könyvek, Budapest, 2021  
Kiadóvezető: Budaházy Árpád  
Felelős szerkesztő: Krausz Veronika  
[www.hvgkonyvek.hu](http://www.hvgkonyvek.hu)

ISBN 978-963-304-979-2

Minden jog fenntartva.  
Jelen könyvet vagy annak részleteit tilos reprodukálni, adatrendszerben  
tárolni, bármely formában vagy eszközzel – elektronikus, fényképeszeti  
úton vagy más módon – a kiadó engedélye nélkül közölni.

Kiadja a HVG Kiadó Zrt., az 1795-ben alapított  
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.  
Felelős kiadó: Szauer Péter

Nyomdai előkészítés: Sörfőző Zsuzsa  
Nyomás: Generál Nyomda Kft.  
Felelős vezető: Hunya Ágnes

*Marie Frynak. Köszönöm, hogy sohasem  
fogadtad el a nemet válaszként.*



# TARTALOM

A címről	9
Bevezetés	13
<b>1. Hatalom</b>	<b>17</b>
<b>2. Adatok</b>	<b>37</b>
<b>3. Igazságszolgáltatás</b>	<b>61</b>
<b>4. Orvoslás</b>	<b>92</b>
<b>5. Autók</b>	<b>127</b>
<b>6. Bűnüldözés</b>	<b>156</b>
<b>7. Művészet</b>	<b>191</b>
Összegzés	213
Köszönetnyilvánítás	219
A felhasznált képek jegyzéke	221
Jegyzetek	223
Név- és tárgymutató	257





## A CÍMRŐL

Hétéves voltam, amikor apám különleges ajándékot hozott nekem és testvéreimnek: egy ZX Spectrumot. Az apró, 8 bites számítógép életünk első komputere volt: egy öt évvel korábbi modell, amely minden ütött-kopottsága ellenére azonnal fantasztikus dolognak tűnt. A Spectrum a Commodore-64-re emlékeztetett – amellyel csak az igazán gazdag gyerekek büszkélkedhettek a környéken –, én azonban mindig is sokkal gyönyörűbbnek láttam. A keskeny, fekete billentyűzet elért a tenyeremben, az egyik sarkán átlósan átfutó szivárványszín csíkok meg a szürke gumibillentyűk pedig kifejezetten barátságos látványt nyújtottak.

A ZX Spectrum érkezésével egy csodálatos nyári szünet vette kezdetét, amelyet nővéremmel együtt a padlásszobában töltöttünk akasztófas játékot vagy egyszerű síkidomrajzokat programozva. Ezek a „haladó” dolgok azonban csak később jöttek, először az alapokat kellett elsajátítanunk.

Nem tudom pontosan felidézni a pillanatot, amikor megírtam első számítógépes programomat, de azt egészen biztosan tudom, mi volt az. Ugyanaz az egyszerű kis program, amelyet én is elsőként tanítok meg a diákjaimnak a University College Londonban, és amelyet mind a mai napig a kezdőknek szánt programozási kézikönyvek első oldalán találunk. A programozók között ugyanis él egy hagyomány – egyfajta beavatási szertartás, ha úgy tetszik. Zöldfülű programozóként az első megtanulandó:

hogyan vegyük rá a számítógépet, hogy a képernyőre írja a híres mondatot:

„Hello World”, azaz „Helló, világ!”

A hagyomány az 1970-es években kezdődött, amikor Brian Kernighan ezt a feladatot adta hihetetlenül népszerű programozási tankönyvének egyik leckéjében.<sup>1</sup> A könyv (és a legendás mondat) fordulópontot jelentett a számítógép történetében. A mikroprocesszor épp csak megszületett, beharangozva egy új korszak kezdetét, ahol a számítógépek a korábbi formájukból – lyukkártyákkal és papírszalagokkal etetett hatalmas, egy-egy feladatra specializált monstrumokból – a ma ismert, billentyűzettel, képernyővel és villogzó kurzorral ellátott személyi számítógéppé alakultak. A „Hello World” azt a pillanatot ragadta meg, amikor a számítógéppel való párbeszéd mindenki számára lehetségessé vált.

Évekkel később Brian Kernighan egy Forbes-interjú során elmesélte, honnan jött az ötlet. Egy képregényben látta, hogy a tojásból kikelő csibe a „Helló, világ!” szavakat csipogja, és a kép azonnal megragadt benne.

Hogy kicsoda tulajdonképpen az újszülött csibe ebben a történetben? Talán a kezdő programozó, aki diadalmasan harsogja a világba, hogy megérkezett a programozás porondjára? Vagy maga a számítógép, amely az adatbázisok és szöveges dokumentumok közül kiszabadulva készen áll arra, hogy elméjét megnyissa a való világ felé, új mestere parancsára? Talán mindkettő. Az azonban nem kérdés, hogy a mondat egyesíti a világ valamennyi programozóját és valamennyi számítógépét, amelyen valaha is programot írtak.

De van még valami figyelemre méltó ebben a mondatban: valami, ami talán még soha nem volt annyira lényeges, mint napjainkban. Miközben a számítógépes algoritmusok egyre erőteljesebben befolyásolják életünket, és egyre több fontos döntést hoznak meg

helyettünk, a „Hello World” az ember és a gép közötti párbeszédnek állít emléket. Annak a pillanatnak, amikor a határ egyszer csak elmosódott irányító és irányított között. Egy kapcsolat kiindulópontjának, egy csodálatos és lehetőségekkel teli közös utazás kezdetének, ahol az egyik fél nem létezhet a másik nélkül.

A gépek korában pedig rendkívül fontos, hogy emlékezzünk erre az érzésre.



## BEVEZETÉS

Ha valaki járt már a Jones Beachen, a New York-i Long Islanden, a partra vezető úton rengeteg híd alatt kellett áthajtania. A hidak elsődleges feladata, hogy az autópályáról lehajtó és arra felhajtó forgalmat szabályozzák, de van egy igen szokatlan jellegzetességük. A forgalmas út fölé hajolva olykor meglepően szűk helyet: néhol kevesebb mint 3 métert hagynak az alattuk haladó járműveknek.

A furcsa építészeti megoldásnak nyomós oka van. Robert Moses, az 1920-as évek befolyásos New York-i városépítész az szeretne volna, hogy az újonnan átadott, díjnyertes Jones Beach-i park kizárólag a jómódú fehér lakosság számára legyen elérhető. Tudta, hogy a kívánatos látogatóközönség leginkább magánautón közelítené meg a parkot, míg a szegényebb, javarészt színes bőrűek által lakott negyedekből buszokkal érkeznének a látogatók, így aztán több száz alacsonyan haladó híddal próbálta szelektálni a forgalmat az autópályán. Olyan alacsonyakkal, hogy a 3 méternél magasabb buszok már ne férjenek át alatta.<sup>1</sup>

A rasszista hidak esete nem egyedülálló: rengeteg élettelen tárgy uralkodik alattomos módon az emberek fölött. Történelmünk bővelkedik olyan találmányokban, amelyeknek bevallott céljukon túl is hatalmuk van.<sup>2</sup> Történhet mindez tudatos tervezéssel és gonosz szándékkal, de ostoba hanyagságból is: gondoljunk csak az akadálymentesítés hiányára bizonyos városi körzetekben. Néha valamely technikai újítás véletlen velejárója: ahogy az

a szövőgép esetében történt a 19. században. Ezeket a gépeket arra tervezték, hogy megkönnyítsék a bonyolult textíliák előállítását, ám elterjedésük a viktoriánus kapitalizmust túlszárnyaló intenzi-tással faragta le a munkabéreket és rombolta a munkakörülmé-nyeket, illetve fokozta a munkanélküliséget.

Mindezek alól a modern találmányok sem jelentenek kivételt. Elég csak megkérdezni az észak-angliai Scunthorpe lakóit, akik-nek fióknytását az AOL egyszerűen blokkolta. Az internetóriás ugyanis olyan káromkodásszűrőt vezetett be, amely nem engedte át a város nevét.<sup>3</sup> Vagy ott van a nigériai Chukwuemeka Afigbo esete, aki észrevette, hogy az automata folyékony szappan-adagoló tökéletesen működik, ha fehér bőrű barátja teszi alá a kezét, ám makacsul megtagadja a szappant az ő sötétebb bőrére.<sup>4</sup> De Mark Zuckerberg sem gondolta volna 2004-ben, amikor harvardi kol-légiumi szobájában hozzákezdett a Facebook programjának meg-írásához, hogy találmányát valaha is a választások eredményének manipulálásával vádolják.<sup>5</sup>

A fenti találmányok mögött mind-mind algoritmusok állnak. Ezek a láthatatlan programdarabkák, a modern gépek fogaskere-kei mozgatnak mindent, a közösségi média hírfolyamaitól kezdve a keresőmotorokon és GPS-navigációkon át a zenei oldalak sze-mélyre szabott ajánlóig. A modern élet infrastruktúrájának alap-pillérei, ahogy a hidak, az épületek és a gyárak. Az algoritmusok jelen vannak kórházainkban, tárgyalótermeinkben és autóinkban. Használják a rendőri erők, az áruházak, a filmstúdiók. Megtanul-ták, mit szeretünk, és mit nem szeretünk, megmondják, mit ol-vassunk, mit nézzünk, kivel randizzunk. Mindeközben pedig tit-kos hatalmuknál fogva csendben és lassan átformálják, mit jelent embernek lenni.

Ebben a könyvben rengeteg algoritmusról lesz szó, amelyekre életünk során egyre nagyobb mértékben támaszkodunk – sokszor anélkül, hogy tudomásunk lenne róla. Alaposan megvizsgáljuk, mi áll hatalmukban, milyen rejtett erőket képviselnek, és szembe-

sülünk az általuk felvetett, mindeddig megválaszolatlan kérdésekkel. Találkozunk olyan algoritmusokkal, amelyek segítségével a rendőrség eldönti, kit tartóztasson le, és amelyek azon a kérdésen alapulnak, hogy mi a fontosabb: az áldozatok védelme, vagy az ártatlanság védelme. Megismerjük a bírák által használt algoritmusokat, amelyek az elítélt bűnözők büntetésének időtartamáról határoznak, és azzal a kérdéssel szembesítenek, vajon milyen lenne az ideális igazságszolgáltatás. Látjuk majd, milyen algoritmusok segítik az orvosok munkáját az ember által felállított diagnózisok felülbírálásakor, és azt is, hogyan követelik meg a vezető nélküli autók irányító algoritmusok a határozott erkölcsi értékrendet. Olyan algoritmusokat is vizsgálunk, amelyek számításba veszik az érzelmeinket, és olyanokat is, amelyek akár demokráciáink megdöntéséhez is elegendő erővel rendelkeznek.

Az algoritmusok nem eredendően rosszak. Ahogy a következő oldalakon kiderül: a jövő sokkal inkább derűre és optimizmusra ad okot. Nincs olyan tárgy vagy algoritmus, amely eleve jó vagy rossz lenne: csak az számít, hogyan használjuk. A GPS-t eredetileg atomrakéták kilövéséhez tervezték – ma a pizzafutárok munkáját segíti. A végtelenségig ismételt popzenét használták már kínzóeszközként is, egy virágfüzér pedig lehet bármilyen csodásan megkomponált, ha akarom, akár meg is fojthatok vele valakit. Amikor véleményt formálunk egy-egy algoritmusról, pontosan értenünk kell gép és ember viszonyát. Minden algoritmus szétválaszthatatlanul kötődik azokhoz az emberekhez, akik létrehozták és használják.

Mindebből pedig az következik, hogy könyvünk tulajdonképpen az emberről szól. Arról, hogy kik vagyunk, hová tartunk, mi a fontos számunkra, és hogyan alakítja mindezt a technológia – vagyis ember és algoritmus kapcsolatáról. Azokról az algoritmusokról, amelyek már köztünk élnek és dolgoznak, felerősítik képességeinket és kijavítják a hibáinkat, problémákat oldanak meg, miközben új problémákkal szembesítenek.

Azt a kérdést is megvizsgáljuk, hogy végeredményben jól járt-e a társadalom az algoritmusokkal? Megbízhatunk-e a gép döntésében a saját döntésünkkel szemben? Mikor érdemes ellenállni a csábításnak, és magunknál tartani az irányítást? Bepillantást nyerünk az algoritmusokba, és igyekszünk felismerni korlátaikat – miközben saját magunkba is beleláthatunk, és saját korlátainkkal is szembesülhetünk. Elválasztjuk a jótékonyt a kártékonytól, és eldöntjük, milyen világban akarunk élni.

Mert a jövő nem magától alakul. Mi magunk hozzuk létre.



## HATALOM

Garri Kaszparov pontosan tudta, hogyan zavarja össze ellenfeleit. 34 évesen a világ legjobb sakkozója volt: félelmetes hírneve messze megelőzte. Egyik idegőrlő trükkjétől valamennyi játékosára előre rettegett. Miközben igyekeztek kiizzadni a következő lépést, a nagy orosz egyszer csak, mintegy mellékesen, az asztalra helyezett karórájáért nyúlt, és a csuklójára csatolta. A félreérthetetlen jel arra utalt, hogy Kaszparov elunta a játszadozást ellenfelével. Az óra felcsatolása egyértelműen jelezte: ideje feladni a küzdelmet. Akár figyelmen kívül is hagyhatták, de csak ideig-óráig: Kaszparov győzelme végső soron elkerülhetetlen volt.<sup>1</sup>

Ám 1997 májusában az IBM Deep Blue nevű számítógépe ellen nem hatott a szokásos taktika. A meccs végeredménye jól ismert, arról azonban keveset hallhattunk, a Deep Blue hogyan biztosította be magának a győzelmet. A szimbolikus jelentőségű diadal – a Gép győzelme az Ember fölött –, amely sok szempontból az algoritmusok korának hajnalát jelentette, nem csupán a számítási kapacitáson múlt. Ahhoz, hogy a Deep Blue legyőzze Kaszparovot, meg kellett értenie őt: nemcsak mint a briliáns sakklépéseket kiöltő elmét, hanem mint emberi lényt is.

Először is, az IBM mérnökei azt a kiváló döntést hozták, hogy a Deep Blue-t bizonytalanabbnak tüntetik fel, mint amilyen valójában. A híres hatfordulós játszma során a gép olykor-olykor mintha megtorpant volna, és a számítások elvégzése után szándé-

kosan várt a lépéssel, néha akár perceket is. Kaszparov szemében a hosszabb várakozás azt jelezte, hogy a gép küzd, hogy újabb és újabb számításokat végez a legjobb lépés érdekében. Mindez megerősítette Kaszparov elgondolását, miszerint bonyolult játszmába kényszerítette ellenfelét, ahol a lehetséges lépések száma olyan észveszejtően sok, hogy egyszerűen képtelen megfelelő döntést hozni.<sup>2</sup> A valóságban azonban az történt, hogy a gép semmit sem csinált – hiszen már réges-rég pontosan tudta, mit kell lépni –, csak várta, hogy teljen az idő. Gonosz csel volt, de bevált. Kaszparovot már a mérkőzés első játszmájában megzavarta, hogy állandóan azon kellett tűnődnie, vajon mennyire okos a gép.<sup>3</sup>

Bár Kaszparov megnyerte az első játszmát, a második menetben a Deep Blue végzetesen összezavarta. Megpróbálta csapdába csalni a gépet: látszólag felkínált neki néhány bábút, miközben titokban azt készítette elő, hogy pár lépés múlva ellentámadásra indítja vezérét.<sup>4</sup> Minden sakkszakértő azt várta, hogy a számítógép bekapja a csalit, ahogy maga Kaszparov is. De a Deep Blue veszélyt szimatolt. Mindenki meglepetésére átlátott a nagymester tervén, és ahelyett, hogy besétált volna a csapdába, blokkolta a vezért, így az emberi győzelem minden esélye elszállt.<sup>5</sup>

Kaszparov megdöbbenése szemmel látható volt. Teljesen kikököntette, milyen téves elképzelést alakított ki a gép képességeiről. A mérkőzés után néhány nappal egy interjú során azt nyilatkozta, hogy a Deep Blue „egyik pillanatról a másikra istenként kezdett sakkozni”.<sup>6</sup> Évekkel később a játszma közben átélt érzéseit elemezve megállapította: „magam követtem el hibát azzal, hogy feltételeztem: a számítógéptől váratlan lépések objektíven nézve is jó lépések”.<sup>7</sup> Akárhogyan is történt, az algoritmus győzedelmeskedett. Megértette az emberi elmét és annak esendőségét, és ezt a tudást kihasználva támadta meg és győzte le ezt a túlságosan is emberi géniuszt.

Az egészen elcsüggedt Kaszparov feladta a második játszmát, nem küzdött tovább a döntetlenért. Ezen a ponton megingott az önbizalma. A harmadik, negyedik és ötödik játszma döntetlen-

nel végződött. A hatodik menetre Garri Kaszparov összeomlott. A mérkőzést a számítógép nyerte 3,5:2,5 arányban.

Furcsa vereség volt ez. Kaszparov a képességei alapján simán kivághatta volna magát a táblán kialakult helyzetekből, de először alábecsülte az algoritmus képességeit, aztán pedig hagyta magát megingatni. „Annyira lenyűgözött a Deep Blue játéka – írta Kaszparov 2017-ben a meccsre emlékezve –, annyira azzal voltam elfoglalva, vajon mire lehet még képes, hogy észre sem vettem: problémáim nagy része saját csapnivaló játékból ered, nem pedig a gép zseniális lépéseiből.”<sup>8</sup>

Ebben a könyvben újra meg újra szembesülünk majd az elvárások fontosságával. A Deep Blue győzelme a híres sakknagymester fölött azt is példázza, hogy az algoritmusok ereje nem csupán a programkódjukba írt sorokból ered. Ahhoz, hogy a kezünkben tartsuk a gyepelőt, saját gyenge pontjainkat és hibáinkat is meg kell értenünk – nem csupán a számítógépét.

De ha egy Kaszparovhoz hasonló elme képtelen volt erre, van-e remény számunkra? A következő oldalakon élénk tárul, hogyan lopakodtak be az algoritmusok mindennapi életünk valamennyi színterére – az egészségügytől kezdve a bűnüldözésen és forgalomszabályozáson át egészen a politikáig. Egyszerre csodáljuk és rettegjük képességeiket, és hagyjuk figyelmen kívül működésüket. Tulajdonképpen fogalmunk sincs róla, mennyi hatalmat engedtünk át nekik eddig, és arról sincs, vajon nem mentünk-e már túl messzire.

## Vissza az alapokhoz

Mielőtt belevágnánk, álljunk meg egy pillanatra annál a kérdésnél, mit is jelent az „algoritmus” szó. A gyakori használat ellenére ugyanis mintha elveszítette volna valódi jelentését. A hivatalos definíció szerint:<sup>9</sup>

*Algoritmus* (fn.): egymást követő lépésekből felépülő folyamat valamely probléma vagy feladat megoldására, amelyet elsősorban számítógépek hajtanak végre.

Ennyi. Az algoritmus tehát nem más, mint egymást követő logikai utasítások rendszere, az első lépéstől az utolsóig, amely alapján egy feladatot végre tudunk hajtani. A meghatározás alapján akár egy torta receptje is algoritmusnak minősül, ahogy az eltévedt utazónak adott útba igazító instrukciók sorozata is. Az IKEA összeszerelési útmutatói, a YouTube „Hogyan csináljam?” videói, sőt még az önsegítő kézikönyvek is mind olyan zárt listák, amelyek egy-egy pontosan meghatározott feladat teljesítésére vonatkozó utasítások egymásutánját tartalmazzák, vagyis algoritmusnak számítanak.

A kifejezést azonban többnyire mégsem ebben az értelemben, hanem sokkal szűkebb jelentéssel használjuk. Egymást követő utasítások rendszerére gondolunk ugyan, de sokkal inkább matematikai értelemben. Matematikai műveletek sorozatát vesszük – akár az aritmetika, az algebra, az analízis, a logika vagy a valószínűségszámítás területéről – és alakítjuk számítógépes programmá. A való világból vett adatokat táplálunk be, és bonyolult számításokra ösztönözzük a cél elérése érdekében. Ezáltal lesz a számítástudomány valódi tudománnyá, és gépeink általuk valósítják meg a modern kor csodálatos vívmányait.

Megszámlálhatatlanul sok algoritmus létezik. Mindegyik más és más feladatot lát el, különböző sajátosságokkal, előnyökkel és hátrányokkal rendelkezik, és nincs konszenzus arról, hogyan csoportosíthatóak a legpontosabban. Az elvégzett feladat alapján mindenesetre négy alapkategóriába oszthatjuk.<sup>10</sup>

*Sorba rendező algoritmusok: a prioritási sorrend felállítása*

A Google-keresés megjósolja, melyik weboldal a leghasznosabb számunkra, és ez alapján rangsorolja a találatokat.

A Netflix javaslatot tesz, melyik filmet nézzük meg legközelebb. A TomTom kijelöli a leggyorsabb útvonalat. Mindegyik matematikai módszer alapján rendez sorba az előttünk álló rengeteg lehetőséget. Lényegében maga a Deep Blue is sorba rendező algoritmust futtatott, miközben a sakkasztalon lejátszható valamennyi lehetséges lépést mérlegelve kiszámolta, melyik lépéssorozat vezet a legnagyobb eséllyel a győzelemhez.

*Klasszifikációs algoritmusok: a megfelelő kategória megtalálása*

A húszas éveim derekán a Facebook gyémántgyűrű-hirdetésekkel kezdett bombázni. Miután végre férjhez mentem, az interneten menekülni sem tudtam a terhességgel kapcsolatos hirdetések elől. Ilyen esetekben a klasszifikációs algoritmusok kellemetlenkednek. A hirdetőik odavannak értük: a színfalak mögött azon fáradoznak, hogy bizonyos jellemzőink alapján besoroljanak minket valamiféle érdeklődési kategóriába. (Sokszor valóban érdekelnek is bennünket ezek a hirdetések, mégis bosszantó, amikor egy fontos értekezlet közben egy fogamzást segítő készítmény reklámja ugrik fel a laptopunkon.) Az algoritmusok képesek arra, hogy automatikusan felismerjék és töröljék a nem helyénvaló tartalmú YouTube-videókat, felcímkézzék nyaralási képeinket, és „elolvassák” beszkenelt kézírásunkat.

*Asszociációs algoritmusok: a kapcsolatok feltárása*

Az asszociáció nem más, mint a különböző dolgok közötti kapcsolat megtalálása és megjelölése. A randioldalak algoritmusai mind-mind kapcsolatot keresnek a tagok között, és ezek alapján tesznek javaslatot a megfelelő párra. Az Amazon ajánlásai is hasonló elven alapulnak: érdeklődésünkből kiindulva igyekeznek összekapcsolni bennünket más vásárlókkal. Ez vezetett el ahhoz az érdekes ajánláshoz is, amelyet a Kerbotat nevű Reddit-felhasználó kapott az Amazonon, miután

baseballütőt vásárolt: „Gyakran együtt vásárolt termék: símaszk. Önt is érdekelné?”<sup>11</sup>

### *Szűrő algoritmusok: a lényeges elkülönítése*

Az algoritmusoknak időnként el kell távolítaniuk bizonyos információkat, hogy a fontos dolgokra összpontosíthassunk, hogy elkülöníthessük a tényleges jelet a zajtól. Néha szó szerint ez történik, például a beszédfelismerő algoritmusok esetében, amely a Siri vagy az Alexa mélyén fut: először is ki kell szűrniük a hangunkat a háttérzajból, hogy elkezdhessék feldolgozni, amit mondtunk. Máskor ez a „zajszűrés” szimbolikus, például amikor a Twitter vagy a Facebook a személyes érdeklődésünk alapján szűri a bejegyzéseket a hírfolyamunkban.

Az algoritmusok túlnyomó többsége azonban úgy épül fel, hogy a fent felsorolt feladatok valamilyen kombinációját hajtja végre. Ilyen például az UberPool, amely összepárosítja a fuvarra várakozó utasokat azokkal, akik autójukkal épp a kívánt irányba tartanak. Az adott kezdőpont és a végcél ismeretében a programnak ki kell szűrnie az összes lehetséges útvonalat, amelyen hazajuthatunk, meg kell találnia a kapcsolódási pontokat a hasonló útirányba haladó utasokkal, ki kell választania egy csoportot, amelyhez hozzárendelhet bennünket – mindeközben pedig prioritizálnia kell a legkevesebb kitérével járó, azaz a leggazdaságosabb útvonalakat.<sup>12</sup>

Ilyesmikre képesek hát az algoritmusok. Hogyan csinálják? A lehetőségek száma ugyan gyakorlatilag végtelen, néhány módszer segítségével mégis leegyszerűsíthetik a dolgokat. Az algoritmusok általánosságban véve az alábbi két, a későbbiekben részletesen is tárgyalt paradigma valamelyikét követik.

### *Szabálykövető algoritmusok*

Az első csoport algoritmusai olyan egyértelmű és közvetlen utasításokat követnek, amelyeket emberek írtak elő. A szabály-

követő algoritmusokra gondolhatunk úgy, mint egy szakácsra, aki szigorúan követi egy recept lépéseit. Első lépés: csináld ezt. Második lépés: ha ez történik, csináld azt. Mindez persze nem azt jelenti, hogy ezek az algoritmusok egyszerűek lennének – ebben az alapesetben is léteznek rendkívül komplex és hatékony programok.

### *Gépi tanuló algoritmusok*

A második csoportba tartozó algoritmusok az élő organizmusok tanulási sémáit követik. Ha analógiát keresünk, gondolhatunk arra, ahogy a kutyánkat tanítjuk pacsit adni. Nincs szükség precíz utasítások összeállítására és átadására. A tanításhoz elegendő pontosan tudni az elérendő célt, és jutalmazni a helyes viselkedést. Egyszerűen arról van szó, hogy megerősítsük, amikor jól csinálja, ne foglalkozzunk a rosszul sikerült kísérletekkel, és gyakoroljunk minél többször, hogy végül maga jöjjön rá, mit is várunk el tőle. Az algoritmusok világában ezt nevezzük *tanuló algoritmusnak*, amely egy hatalmas tudományterület, a *mesterséges intelligencia* (MI) körébe tartozik. A gépnek elég adatokat adni, megjelölni a kívánt célt, megerősíteni, amikor jól csinálja – és ráhagyni, milyen úton-módon ér célba.

Mindkét típusnak vannak előnyei és hátrányai. A szabálykövető algoritmusok utasításait emberek írták, ezért érthetőbbek. Elméletileg bárki belenézhet, és követheti a történések logikáját.<sup>13</sup> Ez az előny azonban hatalmas hátrány is. A szabálykövető algoritmusok ugyanis csak olyan problémák megoldásán tudnak dolgozni, amelyre az emberi programozók tudják a megoldást, és utasítás-sorba is képesek foglalni.

A tanuló algoritmusok ezzel szemben ügyesen bánnak olyan problémákkal is, amelyekkel az előre megadott utasítássorok nem boldogulnak. Képesek felismerni tárgyakat a képeken, vagy éppen megérteni és másik nyelvre fordítani a kimondott szavakat.