AZ INFORMÁCIÓ ÚTJA

II. KÖTET

AMIKOR AZ INFORMÁCIÓ TUDÁSSÁ VÁLIK



A beszédtől az írásig,
a jelektől az internetig –
az emberiség kommunikációjának
nagy története

NAGY KÁROLY – ChatGPT

Az információ útja

II. kötet

Amikor az információ tudássá válik

Mottó: „Hol a bölcsesség, amelyet elvesztettünk a tudásban? Hol a tudás, amelyet elvesztettünk az információban?”
(T. S. Eliot)

2026

Tartalomjegyzék

Előszó 6

Mi történik az információval, miután megérkezik? 6

Mi a különbség információ, tudás és megértés között? 6

Vajon elegendő-e a tudás ahhoz, hogy bölcsen döntsünk? 7

Bevezetés 8

Amikor az információ megérkezik 8

Az információ átkerült az egyik világból a másikba. 8

A közös emlékezetet. 9

I. rész – A tanulás megjelenése 11

1. Az első tanulók 11

Miért kellett tanulni? 11

Az evolúció, mint a természet tanulási folyamata 11

A DNS – az élet emlékezete 12

2. A sejtek emlékezete 15

Az immunrendszer – amikor a szervezet emlékszik 15

Epigenetika – amikor a környezet nyomot hagy 15

Alkalmazkodás – a sejtek válaszai a környezetre 16

Emlékezik-e egy baktérium? 16

3. Az állatok tanulnak 18

A reflex – a legősibb válasz 18

Kondicionálás – amikor a tapasztalat átírja a viselkedést 18

Utánzás – a tudás másolása 19

A játék – a jövő gyakorlása 19

4. Hogyan lesz a tapasztalatból tudás? 22

A figyelem kapuja 22

Az új ismeretnek kapcsolódnia kell valamihez 22

Az ismerősség még nem felidézhető tudás 23

A hiba akkor tanít, ha megértjük 23

A tapasztalat félre is vezethet 24

Megérteni annyi is, mint más helyzetben felismerni 24
A tudást fenn is kell tartani 24
Amit egy ember megtanul, másoknak is hasznára válhat 25
5. A beszéd forradalma 25
A beszéd az első információs hálózat. 25
A tudás megosztása 25
A történetmesélés 26
A közös emlékezet 27
Több mint kommunikáció 28
Az ember legnagyobb találmánya? 29
6. A szóbeli hagyomány 30
Mítoszok – a világ magyarázatai 30
Mesék – a tudás rejtett nyelve 31
Tanítvány és mester 31
Az emberiség első könyvtára 32
7. Az írás megszületése 34
A külső memória 34
Az iskola kezdete 35
Az első könyvtárak 36
Az Alexandriai Könyvtár – az első "világháló" 37
Érdekesség 38
Az írás árnyoldala 38
8. A könyvnyomtatás 39
A tudás demokratizálódása 39
A reformáció – amikor a könyvek megváltoztatták Európát 40
A tudományos forradalom 40
A tudás ellenségei 42
Több mint könyvek 43
A nyomda – az internet elődje? 44
III. rész – A tanulás felgyorsul 46
„A tanulás, gondolkodás nélkül hiábavaló, a gondolkodás, tanulás nélkül veszélyes.” /Konfucius/ 46
9. Hang és kép 46
Az ember – alapvetően vizuális lény 46

Miért tanulunk könnyebben képekből? 46
A rádió – a képzelet iskolája 47
A hangrögzítés – amikor a tudás újrahallgathatóvá vált 48
A film – a mozgás tanító ereje 48
A televízió – a világ beköltözik az otthonokba 49
10. A digitális forradalom 51
A számítógép – több mint gyors számológép 51
Az internet – a világ közös tudáshálózata 52
Amikor a könyvtár beköltözött a zsebünkbe 52
Wikipédia – a közös tudás kísérlete 53
A tudás új problémája 53
11. A hálózatban tanuló ember 54
A Selyemút – a világ első információs hálózata 55
Számítógépes vírusok – amikor az információ is fertőz 55
Keresők – a világ katalógusa 56
Online oktatás – az iskola falak nélkül 56
Közösségi média – a tudás és a zaj 57
A hálózat, mint külső agy 57
Egy érdekes hasonlat 59
És itt jön egy érdekes párhuzam az emberi aggyal 60
Elgondolkodtató kérdés 60
A tanulás új készségei 62
IV. rész – Gépek is tanulnak 66
12. A kibernetikától a mesterséges intelligenciáig 66
Norbert Wiener és egy új tudomány születése 66
A visszacsatolás – amikor az eredmény befolyásolja a következő lépést 67
Amikor a tudományágak találkoztak 68
Az első mesterséges állatok 69
A kibernetikától a mesterséges intelligenciáig 71
Egy magyar kitérő – a gondolkodó gépek úttörői 72
A kibernetika öröksége a mai AI-ban 73
Amikor a kormányos elveszítheti az irányítást 74
Összefoglalás – az információból cselekvés lesz 74

13. A programozott gépektől a tanuló gépekig 75
Algoritmus – a gondolkodás receptje 75
Szakértői rendszerek – amikor a tudást szabályokká alakították 76
Gépi tanulás – amikor a gép maga fedezi fel a szabályokat 76
Újfajta tudás 77
A tanulás új szereplője 77
14. A neurális hálózatok 80
A mesterséges neuronok 80
15. Megérti-e az AI? 83
Mi az intelligencia? 84
Az értelem és a tudat 84
V. rész – A tudás jövője 86
16. Együtt tanulunk 86
A tanár szerepe megváltozik 86
A személyre szabott tanulás 86
Az élethosszig tartó tanulás 87
De a gondolkodást nem lehet kiszervezni 87
17. Mit jelent bölcsnek lenni? 89
Az információ nem bölcsesség 89
A technológia nem helyettesíti az erkölcsöt 89
A felelősség nem adható át 90
Az ember különlegessége 90
A kíváncsiság öröksége 90
Az információ útja 91
Epilógus 93
A következő evolúciós lépés? 93
Kétféle tanulás találkozása 94
Nyitott kérdések 94
Az út folytatódik 95

Előszó

Az első kötetben azt követtük végig, hogyan tanult meg az ember emlékezni önmagán kívül.

A barlang falára rajzolt képtől az agyagtáblán, a papiruszon és a könyvön át eljutottunk a mágneses és digitális adattárolókig. Egyre több információt tudtunk megőrizni, egyre kisebb helyen, egyre gyorsabban és egyre nagyobb távolságokra továbbítani.

De közben háttérben maradt egy fontos kérdés.

Mi történik az információval, miután megérkezik?

Egy könyvtárban milliónyi könyv lehet. Egy számítógép milliárdnyi adatot tárolhat. Az interneten szinte felfoghatatlan mennyiségű információ érhető el. Ettől azonban sem a könyvtár, sem a számítógép, sem az internet nem lesz bölcs.

Az információ önmagában még nem tudás.

Ahhoz valaminek történnie kell vele. Fel kell ismernünk, össze kell kapcsolnunk más információkkal, értelmeznünk kell, emlékeznünk kell rá, és szükség esetén alkalmaznunk is kell.

Ez a folyamat azonban nem az emberrel kezdődött.

Az élet már jóval az ember megjelenése előtt képes volt megőrizni a múlt nyomait. A DNS generációkon keresztül továbbadta az öröklődő információt. A sejtek érzékelték környezetüket és válaszoltak rá. Az idegrendszer megjelenésével pedig megszületett valami új: az egyed saját életének tapasztalatai is alakíthatták későbbi viselkedését.

Megjelent a tanulás.

Az ember ezt újabb szintre emelte. Nemcsak saját tapasztalataiból tanult, hanem másokéból is. A beszéd lehetővé tette, hogy egy ember tapasztalata egy másik ember tudásává váljon. Az írás pedig azt is, hogy egy régen meghalt ember gondolata évszázadokkal később egy másik elmében keljen új életre.

A könyvnyomtatás megsokszorozta ezt a tudást, a modern kommunikáció felgyorsította terjedését, az internet pedig olyan közös információs környezetet hozott létre, amilyen korábban elképzelhetetlen volt.

Most pedig újabb határhoz érkeztünk.

Olyan gépeket építettünk, amelyek már nemcsak tárolják és továbbítják az információt, hanem mintázatokat keresnek benne, következtetéseket készítenek, válaszokat fogalmaznak meg – és bizonyos értelemben tanulnak is.

Ez újra felteszi a régi kérdést:

Mi a különbség információ, tudás és megértés között?

És mögötte ott van egy még nehezebb kérdés:

Vajon elegendő-e a tudás ahhoz, hogy bölcsen döntsünk?

Ez a kötet ennek az útnak ered a nyomába.

Nem elsősorban azt vizsgálja, hogyan jut el az információ egyik helyről a másikra, hanem azt, **mi történik vele közben – az élőlényben, az emberi elmében, a társadalomban, végül pedig a gépekben.**

Az első kötet az emberiség külső emlékezetének története volt.

Ez a kötet azt próbálja megérteni, **hogyan válik az információ, tudássá.**

Fogadják szeretettel ezt a közös utazást. /**A szerzők/**

Bevezetés

„Az információ megőrizhető. A tudást azonban minden nemzedéknek újra meg kell teremtenie, hogy abból bölcsesség születhessen.” /ChatGPT/

Amikor az információ megérkezik

Képzeljünk el egy könyvet egy bezárt szobában.

A könyvben ott vannak a betűk, a mondatok, talán egy ember egész életének tapasztalatai. A könyv évtizedekig állhat a polcon. De történik-e közben valami?

Nem.

Az információ ott van, de senki sem értelmezi. Aztán valaki belép a szobába, leveszi a könyvet a polcról és olvasni kezd. A papíron semmi sem változott. Ugyanazok a betűk vannak rajta, ugyanabban a sorrendben. Mégis történt valami különös.

Az információ átkerült az egyik világból a másikba.

A könyv lapjairól egy ember elméjébe.

Ott pedig már nem egyszerűen tárolódik. Találkozik korábbi emlékekkel, tapasztalatokkal, érzésekkel és más ismeretekkel. Egyes részeit elfelejtjük. Másokat félreértünk. Megint mások összekapcsolódnak valamivel, amit évekkel korábban tanultunk.

Néha pedig egyetlen mondat egész gondolkodásunkat megváltoztatja. Ezért nem ugyanaz az információ és a tudás. Az információ átadható.

A tudást viszont **fel kell építeni.**

Ez az építkezés az élet történetének egyik legérdekesebb folyamata.

Az első élő rendszerek még nem gondolkodtak. Környezetük azonban már befolyásolta működésüket. Az evolúció generációkon keresztül megőrizte a sikeres változatok öröklődő nyomait. Később megjelentek olyan élőlények, amelyek már saját életük során is képesek voltak tapasztalataik alapján megváltoztatni viselkedésüket.

A tanulás hatalmas előnyt jelentett.

Nem kellett minden problémára genetikai változások sorozatán keresztül választ találni. Az állat emlékezhetett arra, hol talált táplálékot, melyik hely veszélyes, melyik hang jelez ragadozót.

Az ember azonban még egy lépéssel tovább ment.

Rájött, hogy **nem kell mindent saját magának megtapasztalnia.**

Ha valaki megtanulta, melyik növény mérgező, ezt elmondhatta másoknak. Ha valaki jobb vadászati módszert talált, a többiek utánozhatták. Egy ember tapasztalata így egy egész közösség tudásává válhatott.

Ezzel valami alapvetően megváltozott. Az egyes ember meghalt – de tudásának egy része tovább élhetett.

A beszédben.

A történetekben.

Később az írásban, a könyvekben, az iskolákban, a tudományban és végül a digitális hálózatokban. Az emberiség lassan létrehozott valamit, ami egyetlen ember agyánál sokkal nagyobb.

A közös emlékezetet.

De a közös emlékezet sem azonos a közös tudással.

Ma több információhoz férünk hozzá, mint a történelem során bármikor. Egyetlen telefonról elérhetjük könyvtárak, egyetemek és adatbázisok hatalmas részét.

Mégsem lettünk automatikusan bölcsebbek.

Sőt, az információ bősége új problémát teremtett. Már nemcsak az a kérdés, hogyan szerezzünk információt, hanem az is, hogyan válasszuk ki belőle azt, amely valóban fontos, hogyan kapcsoljuk össze más ismeretekkel, és hogyan értsük meg.

És most megjelent egy új szereplő is.

A mesterséges intelligencia már nem pusztán tárolja vagy továbbítja az ember által létrehozott információt. Képes hatalmas adatmennyiségekben mintázatokat felismerni, összefüggéseket keresni és új válaszokat létrehozni. Ezzel az információ története különös fordulóponthoz érkezett.

Évmilliárdokon át az élet őrizte az információt.

Évmilliókon át az állatok tanultak belőle.

Évezredeken át az ember gyűjtötte és adta tovább.

Most pedig olyan gépeket építünk, amelyek maguk is részt vesznek a feldolgozásában. Hogy ez valóban tudás-e, és különösen hogy nevezhetjük-e megértésnek, arra nincs egyszerű válasz.

De éppen ezért érdemes végigjárni az utat az elejétől.

A DNS-től az idegrendszerig.

Az állati tanulástól az emberi gondolkodásig.

A beszédtől az írásig.

Az egyéni emlékezettől a közös tudásig.

És végül az emberi tanulástól a gépi tanulásig.

Mert az információ útja valójában nem a könyv lapjain, nem a számítógépekben és nem a hálózatokban ér véget.

Ott kezdődik igazán, ahol valaki megérti.

I. rész – A tanulás megjelenése

1. Az első tanulók

Az első kötet végére eljutottunk a mesterséges intelligenciáig, amely hatalmas mennyiségű információ feldolgozására képes. Mielőtt azonban megértenénk, miként tanul egy mesterséges rendszer, érdemes visszautaznunk több milliárd évet az időben, és feltennünk egy sokkal egyszerűbbnek tűnő kérdést:

Mikor kezdett el egyáltalán „tanulni” az élet?

Első hallásra furcsának tűnhet a kérdés. Hiszen hajlamosak vagyunk a tanulást az emberhez, legfeljebb az emlősökhöz kötni. Pedig a tanulás gyökerei jóval mélyebbre nyúlnak. Valójában egyidősek magával az élettel.

A Föld legelső élőlényei még nem rendelkeztek aggyal, idegrendszerrel vagy érzékszervekkel. Nem jártak iskolába, nem figyelték szüleiket, nem olvastak könyveket. Mégis képesek voltak egy rendkívül fontos dologra: **alkalmazkodni.**

Miért kellett tanulni?

A természetben nincs állandóság.

Változik a hőmérséklet, az éghajlat, a táplálék mennyisége, új ragadozók jelennek meg, régi fajok kihalnak. Az a szervezet, amely mindig ugyanúgy viselkedik, előbb-utóbb eltűnik.

A fennmaradáshoz tehát nem az kellett, hogy egy élőlény tökéletes legyen, hanem az, hogy képes legyen változni.

A tanulás eredeti célja nem a tudás megszerzése volt.

A túlélés volt.

Minden élőlénynek újra és újra meg kellett válaszolnia ugyanazt a kérdést:

Mit kell tennem ahhoz, hogy holnap is életben maradjak?

Ez a kérdés végigkíséri az egész evolúciót, és végső soron ma is ugyanaz vezérli az embert, amikor új ismereteket sajátít el.

Az evolúció, mint a természet tanulási folyamata

Az evolúciót gyakran úgy képzeljük el, mint fajok egymásutánját. Valójában azonban felfogható a természet gigantikus tanulási folyamataként is.

Minden egyes generáció egy apró kísérlet.

A véletlen mutációk új lehetőségeket hoznak létre. A környezet "vizsgáztat". Ami működik, fennmarad. Ami nem működik, eltűnik.

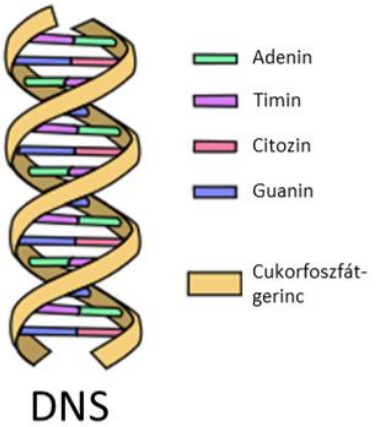
Ebben az értelemben maga a természet is folyamatosan tapasztalatokat gyűjt.

Az evolúció természetesen nem tanul abban az értelemben, ahogyan egy állat vagy ember. De van egy fontos hasonlóság: a múlt eredménye befolyásolja, mi marad fenn a jövőben. Ebben a korlátozott értelemben az evolúció felfogható egy rendkívül lassú „tanulási folyamatként”.

Ez a tanulás azonban rendkívül lassú.

Amit egy ember néhány perc alatt megtanul, azt az evolúció néha több millió év alatt "sajátítja el".

A DNS – az élet emlékezete



DNS

Ha az első kötetben azt mondtuk, hogy a könyv az emberiség emlékezete, akkor az élővilág számára ugyanezt a szerepet a DNS tölti be.

A DNS nem csupán egy molekula.

Tartalmazza azt a genetikai információt is, amelyben számtalan korábbi nemzedék evolúciós történetének nyomai őrződnek.

Minden élőlény a szüleitől nemcsak sejteket kap örökül, hanem azt a genetikai tudást is, amely számtalan korábbi nemzedék sikeres alkalmazkodásának eredménye.

A DNS-ben található információ természetesen nem részletes használati utasítás. Nem írja le, hogyan kell fészket építeni vagy vadászni. Sokkal inkább lehetőségeket, működési szabályokat és fejlődési programokat hordoz.

Ez az élet első nagy memóriája. Mégis vannak korlátai.

A DNS megfejtése – amikor az élet könyve olvashatóvá vált

A XIX. század végén a biológusok már tudták, hogy az öröklődésnek léteznie kell valamilyen fizikai hordozójának, de senki sem sejtette, hogyan tárolja a természet ezt a hatalmas mennyiségű információt.

Az áttörés 1953-ban következett be, amikor James Watson és Francis Crick – nagymértékben támaszkodva Rosalind Franklin röntgendiffrakciós felvételeire és Maurice Wilkins munkájára – felismerte a DNS kettős spirál szerkezetét.

Hirtelen érthetővé vált, hogyan képes az élővilág egyik nemzedékről a másikra továbbadni az örökítő információt.

A DNS mindössze négyféle kémiai "betűből" épül fel: adeninből (A), timinből (T), guaninból (G) és citozinból (C).

Ahogyan a könyvek huszonhat betűből alkotnak szavakat és mondatokat, úgy a természet e négy betű különböző sorrendjeiből építi fel az élet teljes "szövegét".

Az emberi genom mintegy **3,2 milliárd bázispárból** áll. Ha ezt egyetlen könyvként nyomtatnánk ki, nagyjából egymillió oldalra lenne szükség.

A 1990-ben indult Human Genome Project először olvasta végig ezt a hatalmas "könyvet". A kutatás több mint tíz évig tartott, és milliárd dolláros nagyságrendű beruházást igényelt.

Ma ugyanennek a munkának az elvégzéséhez már gyakran elegendő néhány nap, sőt bizonyos esetekben néhány óra.

A fejlődés szinte hihetetlen. Nemcsak olvasni tudjuk a genetikai információt. Egyre pontosabban szerkeszteni is.

A **CRISPR–Cas9** génszerkesztési eljárás lehetővé teszi, hogy egyes géneket célzottan módosítsunk, mintha egy szövegszerkesztőben kijavítanánk egy elgépelést. Ez új lehetőségeket nyit az öröklődő betegségek kutatásában és gyógyításában, ugyanakkor komoly etikai kérdéseket is felvet.

A DNS története jól mutatja, milyen messzire jutott az ember az információ megértésében.

Először megtanultuk olvasni a természet könyvét. Most már lassan írni is kezdjük.

De vajon bölcsek vagyunk-e hozzá?

Az öröklődő genetikai változások evolúciós hatása jellemzően nemzedékeken keresztül bontakozik ki. Ezért az evolúció mellett megjelent egy másik, sokkal gyorsabb megoldás is: az egyed saját tapasztalatain alapuló tanulás.

Ettől a ponttól kezdve a tudás már nemcsak a génekben, hanem az élőlények viselkedésében is tovább él.

És ezzel elkezdődött egy új történet.

Nemcsak az élet evolúciója, hanem a tanulás evolúciója.

Mielőtt azonban megjelent volna az idegrendszer és az agy, maga a sejt is képes volt bizonyos értelemben "emlékezni". Az immunrendszer felismeri a korábban látott kórokozókat, a sejtek működését környezeti hatások is befolyásolhatják, sőt egyes egysejtűek is meglepően összetett alkalmazkodási képességeket mutatnak.

A következő fejezetben azt vizsgáljuk meg, hogyan jelenik meg az emlékezet ott, ahol még nincsenek idegsejtek – magukban a sejtekben.

2. A sejtek emlékezete

Ha megkérdezünk valakit, hol található az emlékezet, szinte mindenki ugyanazt válaszolja:

Az agyban.

Ez természetesen igaz – de csak részben.

Az emlékezés sokkal régebbi az agynál. Valójában már az első sejtek is rendelkeztek olyan mechanizmusokkal, amelyek lehetővé tették számukra, hogy korábbi események hatását "megőrizzék", és ennek megfelelően változtassák viselkedésüket.

Ez az emlékezet azonban egészen más, mint amire mi gondolunk. Nem emlékeket, képeket vagy történeteket őriz, hanem **állapotokat.**

Bizonyos sejtek és sejtes rendszerek képesek korábbi hatások nyomát megőrizni, és emiatt egy későbbi találkozáskor másképpen reagálni. Ezt nevezhetjük a sejtes emlékezet egyik formájának – bár ez természetesen nem emlékezés az emberi értelemben.

Ebben az értelemben a sejt is tanul.

Az immunrendszer – amikor a szervezet emlékszik

A sejtes emlékezet legismertebb példája az immunrendszer.

Amikor egy vírus vagy baktérium először jut be a szervezetbe, az immunsejteknek időre van szükségük, hogy felismerjék az idegen betolakodót és megfelelő védekezést alakítsanak ki. Ezért az első fertőzés gyakran napokig tart.

A küzdelem azonban nem ér véget a gyógyulással.

Az immunrendszer különleges memóriasejteket hoz létre, amelyek hosszú éveken, sőt néha egy egész életen át megőrzik a kórokozó "arcképét". Ha ugyanaz a vírus újra megjelenik, a szervezet szinte azonnal felismeri, és sokkal gyorsabban elpusztítja.

Ez a biológiai emlékezet teszi lehetővé a védőoltások működését is. A vakcina valójában nem a betegséget gyógyítja meg, hanem megtanítja az immunrendszert arra, hogy felismerje az ellenséget még azelőtt, hogy valódi veszélyt jelentene.

A szervezet tehát nem csupán védekezik. **Tanul is.**

Epigenetika – amikor a környezet nyomot hagy

Hosszú időn át úgy gondolták, hogy az öröklődés kizárólag a DNS-ben tárolt genetikai információtól függ. Az utóbbi évtizedek kutatásai azonban megmutatták, hogy a valóság ennél árnyaltabb.

A gének működését különféle kémiai jelölések szabályozhatják. Ezek a jelölések nem változtatják meg magát a DNS szövegét, mégis befolyásolják, hogy egy gén aktív vagy éppen inaktív lesz.

Ezt nevezzük **epigenetikának.**

Képzeljük el a DNS-t egy hatalmas könyvtárként. A könyvek ugyanazok maradnak, de nem mindegyik van mindig nyitva. Az epigenetikai szabályozás olyan, mint amikor könyvjelzőket helyezünk el bizonyos fejezeteknél: egyes információkat könnyebben elérhetővé tesz, másokat átmenetileg "becsuk".

Egyes élőlényekben bizonyos epigenetikai változások a következő nemzedékbe is átjuthatnak. Emberben ennek mértéke és tartóssága jóval bizonytalanabb, ezért ebből nem következik a szerzett tulajdonságok klasszikus értelemben vett öröklődése.

Mintha a szervezet apró megjegyzéseket írna a genetikai kézikönyv margójára.

Alkalmazkodás – a sejtek válaszai a környezetre

Minden élő sejt folyamatosan figyeli környezetét.

Érzékeli a hőmérséklet változását, a tápanyagok mennyiségét, a víz rendelkezésre állását, a mérgező anyagokat vagy a fény erősségét. Ezekre nem véletlenszerűen reagál, hanem rendkívül összetett szabályozó hálózatok segítségével.

Ha például egy baktérium új cukorfajtával találkozik, csak akkor kezdi el termelni a lebontásához szükséges enzimeket, amikor valóban szükség van rájuk. Ezzel energiát takarít meg.

Más sejtek veszély esetén stressz fehérjéket állítanak elő, kijavítják sérült fehérjéiket vagy megerősítik sejtfalukat.

Mindez nem tudatos döntés. Mégis olyan, mintha a sejt tapasztalatból dolgozna.

A modern biológia egyre inkább úgy tekint a sejtre, mint egy apró információ feldolgozó rendszerre: érzékeli a környezetet, feldolgozza a beérkező jeleket, összeveti azokat belső állapotával, majd ennek megfelelő választ ad.

Ez a folyamat már meglepően közel áll ahhoz, amit a mérnökök ma adaptív rendszereknek neveznek.

Emlékezik-e egy baktérium?

Első pillantásra furcsának tűnik a kérdés. Hiszen a baktériumnak nincs agya, nincsenek idegsejtjei, és mégis úgy viselkedik, mintha bizonyos eseményeket "megjegyezne".

A baktériumok képesek alkalmazkodni a környezet változásaihoz. Ha ismétlődően ugyanazzal a stresszhatással találkoznak – például hőmérséklet-emelkedéssel vagy tápanyaghiánnyal –, gyakran gyorsabban és hatékonyabban reagálnak a következő alkalommal. Egyes fajok ráadásul kémiai jelekkel kommunikálnak egymással (*quorum sensing*), így a teljes baktériumközösség viselkedése összehangolttá válik.

Az utóbbi évek egyik legizgalmasabb felfedezése a **CRISPR-rendszer** volt. A baktériumok bizonyos vírusok (bakteriofágok) DNS-ének apró darabjait beépítik saját örökítőanyagukba. Ha ugyanaz a vírus ismét megtámadja őket, ezt a "molekuláris emlékeztetőt" felhasználva gyorsan felismerik és semlegesítik.

Ez természetesen nem emlékezés a szó emberi értelmében. A baktérium nem idézi fel a múltat, nem gondolkodik rajta. Mégis rendelkezik olyan biológiai mechanizmusokkal, amelyek a korábbi tapasztalatok nyomát őrzik, és ezek alapján módosítják jövőbeli működését.

A sejt nem emlékszik a múltra – de a múlt nyomot hagyhat a sejt jövőbeli viselkedésében.

Talán éppen ez az emlékezet legősibb formája.

A sejtek emlékezete azonban még mindig csak a túlélés szolgálatában áll. Az igazi fordulat akkor következett be, amikor megjelent az idegrendszer. Az élőlények ekkor már nemcsak sejtszinten reagáltak a környezetre, hanem képesek lettek egyedi tapasztalatokat gyűjteni, viselkedésüket módosítani, sőt egymástól is tanulni.

Ezzel kezdődik a tanulás egy új korszaka – **az állatok tanulása.**

---

3. Az állatok tanulnak

Az élet történetének hosszú időszakában az alkalmazkodás lassú folyamat volt. A gének nemzedékről nemzedékre változtak, a sejtek pedig biokémiai válaszokkal reagáltak a környezet kihívásaira.

Az idegrendszer megjelenésével azonban valami egészen új lehetőség született.

Az élőlénynek többé nem kellett megvárnia, amíg az evolúció megoldja a problémát. Saját élete során is képes lett tapasztalatokat gyűjteni, emlékezni rájuk, és ennek megfelelően megváltoztatni viselkedését.

Ez volt a tanulás igazi forradalma.

A tudás először már nem a génekben, hanem az idegsejtek kapcsolataiban kezdett felhalmozódni.

A reflex – a legősibb válasz

A legegyszerűbb idegrendszerrel rendelkező állatok viselkedésének jelentős részét veleszületett reflexek irányítják.

Ha megérintjük a csigát, visszahúzódik a házába. Ha erős fény éri a szemünket, pupillánk összeszűkül. Ha valami forróhoz érünk, szinte gondolkodás nélkül elrántjuk a kezünket.

A reflexek rendkívül gyorsak, mert nincs idő mérlegelni. A természet olyan automatikus válaszokat alakított ki, amelyek azonnal növelik a túlélés esélyét.

A reflex azonban még nem tanulás. Mindig ugyanazt a választ adja ugyanarra az ingerre. A valódi tanulás ott kezdődik, amikor a tapasztalat megváltoztatja a viselkedést.

Kondicionálás – amikor a tapasztalat átírja a viselkedést

A XX. század elején az orosz élettanász, **Ivan Pavlov** egy látszólag mellékes jelenségre figyelt fel. Kutyái már akkor nyáladzani kezdtek, amikor meghallották a laboráns lépteit, pedig még nem kaptak ételt. Pavlov felismerte, hogy az állatok összekapcsolták a lépteket az etetéssel. Ha minden etetés előtt megszólaltatott egy csengőt, egy idő után már a csengő hangja is kiváltotta ugyanazt a reakciót.

Ezt nevezzük **klasszikus kondicionálásnak.**

A természetben hasonló folyamatok nap mint nap lezajlanak. Egy madár megtanulja, hogy bizonyos színű rovarok mérgezők. Egy őz felismeri a ragadozó szagát. Egy hal elkerüli azt a helyet, ahol egyszer már horogra akadt. A tanulás itt már nem veleszületett. A tapasztalat alakítja.

Utánzás – a tudás másolása

A tanulás következő nagy lépcsőfoka az utánzás. Sok állat nemcsak saját hibáiból tanul, hanem mások viselkedését is megfigyeli. A fiatal farkasok a falkát követve sajátítják el a vadászat fortélyait.

A csimpánzkölykök hosszú éveken át figyelik anyjukat, hogyan tör diót kővel vagy hogyan készít egyszerű eszközöket.

A delfinek megtanítják borjaikat halászni.

A madarak szüleiktől tanulják meg a fajra jellemző éneket.

Ez óriási előnyt jelent. A tapasztalatnak nem kell minden nemzedékben újra megszületnie.

Elég továbbadni. Ebben már a kultúra csíráit fedezhetjük fel.

A játék – a jövő gyakorlása

Ha megnézünk két kölyökkutyát, akik birkóznak egymással, első pillantásra úgy tűnhet, hogy egyszerűen csak szórakoznak. Valójában komoly munkát végeznek. A játék a természet egyik legfontosabb tanulási módszere.

A fiatal ragadozók játék közben gyakorolják a vadászat mozdulatait.

A növényevő állatok menekülési helyzeteket próbálnak ki.

A majmok játék során tanulják meg a társas kapcsolatok szabályait.

A játék különleges tulajdonsága, hogy a hibázásnak nincs súlyos következménye.

A kölyök oroszlán elszalaszthatja "zsákmányát", mert az valójában csak a testvére. Mire azonban valódi vadász lesz, mozdulatai már szinte automatikusak.

Nem véletlen, hogy az emberi gyermek fejlődésében is meghatározó szerepet játszik a játék.

A természet már jóval az ember megjelenése előtt felfedezte, hogy a gyakorlás egyik leghatékonyabb formája.

A természetben különböző tanulási megoldások alakultak ki, amelyek egymás mellett is léteznek.

A varjú, amely drótból horgot hajlított

2002-ben az Oxfordi Egyetem kutatói különleges kísérletet végeztek egy **Betty** nevű új-kaledóniai varjúval.

A madár előtt egy átlátszó cső alján helyeztek el egy kis kosarat, benne táplálékkal. A közelben két drótdarab feküdt. Az egyik már kampó alakú volt, a másik teljesen egyenes.

Amikor a kampós drótot véletlenül eltávolították, Betty nem adta fel.

Csőrével meghajlította az egyenes drótot, kampót készített belőle, majd ezzel kihúzta a táplálékot.

A kísérlet világszerte nagy feltűnést keltett. Sokan úgy értelmezték, hogy a madár "feltalálta" a szerszámot.

A későbbi kutatások árnyaltabb képet rajzoltak. Kiderült, hogy az új-kaledóniai varjak a természetben is gyakran készítenek kampós eszközöket ágakból és levelekből. Betty viselkedése tehát valószínűleg erre az öröklött képességre épült, amelyet az adott helyzetben rugalmasan alkalmazott.

Bár a történet nem bizonyítja, hogy a varjú ugyanúgy gondolkodik, mint az ember, mégis lenyűgözően mutatja, milyen magas szintre fejlődhetett az állatok problémamegoldó képessége.

Ma már tudjuk, hogy a varjak, hollók, papagájok, csimpánzok, elefántok és delfinek is képesek olyan összetett tanulási és tervezési feladatokra, amelyekről korábban azt hittük, kizárólag az ember sajátjai.

Az állatok tanulnak

Az állatok nem pusztán emlékeznek a korábbi tapasztalataikra. Képesek felismerni a visszatérő mintázatokat is.

A holló megjegyzi egy veszélyes ember arcát.

A farkas felismeri zsákmányának mozgását.

A kutya gazdája hangjából vagy testtartásából következtet annak szándékaira.

Az agy folyamatosan mintákat keres a környezetében.

Ez a képesség az egyik legfontosabb alapja a túlélésnek.

Összefoglalás

Az állatok tanulásával új korszak kezdődött az információ történetében.

A tudás többé nem csupán a DNS-ben öröklődött, és nemcsak a sejtek biokémiai működésében jelent meg.

Az idegrendszer lehetővé tette, hogy minden egyes egyed saját tapasztalatokat gyűjtsön, emlékezzen rájuk, sőt másoktól is tanuljon.

Ezzel megszületett az **egyéni tudás.**

De még mindig hiányzott valami.

A legtöbb állat élete végével a megszerzett ismeretek jelentős része is eltűnik. Bár az utánzás és a szociális tanulás révén bizonyos viselkedések fennmaradhatnak, az ismeretek felhalmozása korlátozott.

Az ember története ott kezdődik, ahol ez a korlát megszűnik: amikor a tudás már nemcsak az egyed emlékezetében, hanem a közösség emlékezetében is tovább él.

Ez vezet el bennünket a következő nagy kérdéshez:

Hogyan tanult meg az ember tanítani?

4. Hogyan lesz a tapasztalatból tudás?

Képzeljünk el valakit, aki meg akar tanulni kerékpározni. Elolvas egy könyvet az egyensúlyozásról, megnéz néhány oktatófilmet, és figyelmesen meghallgatja egy tapasztalt kerékpáros tanácsait. Megtudja, hogyan kell elindulni, kormányozni és fékezni.

Aztán felül a kerékpárra, és az első métereken kiderül, hogy mindez még nem elegendő.

Az információ rendelkezésére áll. Néhány összefüggést talán már meg is értett. A mozdulatokat azonban még össze kell hangolnia. Éreznie kell, hogyan billen a teste, mennyit fordítson a kormányon, mikor kezdjen pedálozni.

Ahhoz, hogy tudjon kerékpározni, gyakorolnia kell.

Ez a hétköznapi helyzet megmutatja, hogy a tudásnak többféle formája van. Tudhatunk valamiről, érthetjük a működését, és képesek lehetünk megcsinálni. Ezek összefüggenek, de egyik sem következik automatikusan a másikból.

A figyelem kapuja

Érzékszerveinken keresztül folyamatosan érkeznek a benyomások. Hangokat hallunk, mozgást látunk, érezzük a ruhánk érintését és a levegő hőmérsékletét. Mindezeknek csak egy részére figyelünk.

Olvasás közben például gyakran észre sem vesszük a szoba megszokott zajait. Ha azonban valaki kimondja a nevünket, könnyen felkapjuk a fejünket.

A figyelem válogat. Befolyásolja, mi kerül előtérbe, mivel foglalkozunk tovább, és minek marad tartósabb nyoma. Ebben szerepe van a céljainknak, az érdeklődésünknek, az érzelmeinknek és annak is, mennyire vagyunk fáradtak.

Ezért lehet ugyanazon az előadáson két embernek egészen más tapasztalata. Egyikük egy régóta keresett magyarázatot hall meg. Másikuk gondolatai közben máshol járnak.

A jelenlét önmagában még nem tanulás. Ismerős élmény, amikor egy oldal végére érve rájövünk: a szemünk végigment a sorokon, de alig tudjuk, mit olvastunk.

Az új ismeretnek kapcsolódnia kell valamihez

Próbáljuk megjegyezni ezt a számsort:

1492177619451989

Első pillantásra tizenhat számjegy. Ha azonban így tagoljuk:

1492 – 1776 – 1945 – 1989,

és történelmi eseményeket tudunk hozzájuk kapcsolni, már egészen más feladattal állunk szemben. A számjegyek nem változtak meg. Jelentést kaptak a korábbi tudásunk révén.

Az új ismereteket is gyakran így sajátítjuk el. Kapcsolatot keresünk azzal, amit már tudunk. Hasonlóságokat fedezünk fel, különbségeket veszünk észre, és megpróbáljuk elhelyezni az új információt a világunkban.

Egy vegyész egy kémiai üzem látogatásakor olyan összefüggéseket is észrevehet, amelyek mellett más látogató elsétál. Egy zenész ugyanabban a dallamban több szerkezeti részletet hallhat meg, mint a gyakorlatlan hallgató. Nem feltétlenül jobb az érzékszervük. Több mindennel tudják összekapcsolni azt, amit érzékelnek.

A korábbi tudás azonban félre is vezethet. Hajlamosak lehetünk egy új jelenséget túl gyorsan valamelyik megszokott magyarázatunkhoz igazítani. A tanulás ezért néha azt kívánja, hogy módosítsuk azt, amit korábban biztosnak hittünk.

Az ismerősség még nem felidézhető tudás

Egy szöveget másodszor olvasva sok minden ismerősnek tűnik. Könnyebben követjük a mondatokat, felismerjük a példákat, és úgy érezhetjük, már tudjuk az anyagot.

Aztán becsukjuk a könyvet, és megpróbáljuk saját szavainkkal elmondani.

Ilyenkor gyakran előkerülnek a hiányok.

A felismeréshez segítséget ad az előttünk lévő szöveg. Felidézéskor nekünk kell előhívnunk és összerendeznünk az ismereteket. Az alkalmazás pedig újabb lépést kíván: észre kell vennünk, hogy egy adott helyzetben melyik tudásunk használható.

Ismerhetjük például egy matematikai képlet alakját, fel is mondhatjuk, mégis bizonytalanok lehetünk abban, mikor kell alkalmazni. Máskor ügyesen végrehajtunk egy begyakorolt műveletet, de nehezen magyarázzuk el, miért működik.

A tanulás során ezért érdemes időnként megállni, és megkérdezni magunktól: el tudnám mondani segítség nélkül? Tudnék rá saját példát hozni? Felismerném egy másképpen megfogalmazott feladatban?

A hiba akkor tanít, ha megértjük

A kezdő kerékpáros először túl nagyot fordít a kormányon. Legközelebb óvatosabban mozdul. A teste és az érzékszervei folyamatos visszajelzést adnak arról, milyen következménnyel jár egy-egy mozdulat.

Más készségeknél a visszajelzés kevésbé közvetlen. Egy rosszul kiejtett idegen szót évekig ismételhetünk, ha senki sem javít ki. Egy hibás számítási módszer is rögzülhet, ha mindig ugyanúgy használjuk, és nem ellenőrizzük az eredményt.

A puszta ismétlés ezért nem feltétlenül jelent fejlődést. A gyakorlás akkor válik igazán hasznossá, ha észrevesszük az eltérést a szándékunk és az eredmény között, majd változtatunk valamin.

Ehhez néha egy tanár megjegyzése kell. Máskor egy mérés, egy sikertelen próbálkozás vagy az, hogy valaki megkérdezi: miért gondolod ezt?

A hiba lehetőség a tanulásra. De csak akkor, ha kapunk róla értelmezhető visszajelzést, és van alkalmunk újra próbálkozni.

A tapasztalat félre is vezethet

Ha valami megtörtént velünk, hajlamosak vagyunk különösen megbízható ismeretnek tekinteni. Hiszen saját szemünkkel láttuk.

Csakhogy abból, hogy két esemény egymást követte, még nem következik, hogy az egyik okozta a másikat.

Ha megöntözünk egy hervadó növényt, és másnapra feléled, okkal gondolhatjuk, hogy vízre volt szüksége. De ha közben hűvösebb helyre is tettük, már nehezebb eldönteni, melyik változás mennyit számított.

A tapasztalat értelmezésre szorul. Mi történt pontosan? Mi változott még? Máskor is ugyanez következik be? Van olyan eset, amely nem illik a magyarázatunkhoz?

Ezek a kérdések a hétköznapi tanulásban is fontosak. Később látni fogjuk, hogy a tudomány éppen az ilyen ellenőrzést tette módszeres, közös tevékenységgé.

Megérteni annyi is, mint más helyzetben felismerni

Egy gyermek megtanulhatja, hogy három alma és két alma együtt öt alma. A következő lépés az, amikor ugyanezt kavicsokkal, pénzérmékkel vagy pusztán számokkal is felismeri.

Az összeadás ekkor már nem egyetlen jelenethez kötődik.

A megértés egyik fontos jele, hogy egy összefüggést az eredeti példán túl is használni tudunk. Felismerjük, mi lényeges benne, és mi tartozott csupán a bemutatás körülményeihez.

Ezért hasznosak a különböző példák és a kissé módosított feladatok. Megmutatják, hogy a megoldás menetét jegyeztük-e meg, vagy az alapjául szolgáló kapcsolatot is felismertük.

A saját magyarázatunk elkészítése szintén próbára teszi a tudásunkat. Amíg csak követünk egy érvelést, könnyen átsiklunk a bizonytalan pontokon. Amikor nekünk kell összekötnünk a lépéseket, ezek láthatóvá válnak.

A tudást fenn is kell tartani

Nem minden marad meg, amit egyszer megtanultunk. Az ismeretek elhalványulhatnak, összekeveredhetnek, egy készség pedig megkophat, ha hosszú ideig nem használjuk.

A későbbi felidézés és alkalmazás segít hozzáférhetővé tenni a tanultakat. Egy idegen nyelv szavait másképpen ismerjük, ha egyszer elolvastuk őket, és másképpen, ha beszélgetésekben újra meg újra elő kell hívnunk.

Az emlékezetünk ráadásul nem változatlan felvételt játszik vissza. Felidézéskor a múlt részleteit részben újra összeállítjuk. Emiatt egy élénk, magabiztos emlék sem feltétlenül pontos minden elemében.

A tudás így nem egyszer megszerzett, érintetlen kincs. Használjuk, ellenőrizzük, kiegészítjük, és időnként kijavítjuk.

Amit egy ember megtanul, másoknak is hasznára válhat

A tapasztalat akkor válhat használható tudássá, ha marad nyoma, kapcsolatba kerül más ismereteinkkel, és később segít eligazodni vagy cselekedni. Ehhez figyelemre, gyakorlásra, visszajelzésre és sokszor korábbi elképzeléseink felülvizsgálatára van szükség.

Az egyéni tanulásnak azonban van egy nyilvánvaló korlátja: egyetlen élet alatt csak kevés dolgot tapasztalhatunk meg személyesen.

Az állatok társas tanulásánál már láttuk, hogy mások viselkedésének megfigyelése lerövidítheti ezt az utat. Az emberi nyelv ezt a lehetőséget rendkívüli mértékben kitágította. Segítségével olyan eseményekből is tanulhatunk, amelyeknél nem voltunk jelen, és olyan helyzeteket is végiggondolhatunk, amelyek még meg sem történtek.

A következő fejezetben azt nézzük meg, hogyan vált az egyéni tapasztalat a beszéd segítségével mások számára is hozzáférhetővé.

5. A beszéd forradalma

A beszéd az első információs hálózat.

Az állatok között sem ismeretlen a társas tanulás. A fiatal egyedek megfigyelhetik szüleiket és társaikat, utánozhatják viselkedésüket, sőt egyes fajoknál helyi hagyományok is kialakulhatnak.

Az ember azonban valami egészen különlegeset tett hozzá ehhez.

Nemcsak megmutatni tudta, amit megtanult, hanem el is tudta mondani.

Ettől kezdve olyan tapasztalatot is át lehetett adni, amelynek a másik ember nem volt szemtanúja.

El lehetett mondani, hol van víz a hegy túloldalán. Hol támadt tegnap a ragadozó. Mikor érdemes elindulni vadászni. Vagy mit tett valaki egy olyan helyzetben, amely éppen nincs előttünk.

A beszéd tehát nem egyszerűen gyorsabbá tette a tudás átadását.

Függetlenítette azt a közvetlen tapasztalattól.

Ez volt az emberiség első igazi tudásforradalma.

A tudás megosztása

Képzeljünk el egy őskori vadászt. Egész nap követ egy bölényt, megfigyeli viselkedését, megtanulja, hol iszik, mikor pihen, merre menekül veszély esetén.

Ez a tudás rendkívül értékes. Ha azonban nem tudja átadni társainak, mindenki kénytelen ugyanazokat a tapasztalatokat újra megszerezni.

A beszéd ezt változtatta meg.

Egyetlen ember tapasztalata egyetlen este alatt az egész közösség tudásává válhatott. Nem kellett többé mindenkinek mindent saját bőrén megtapasztalnia.

Az információ először kezdett sokszorozódni.

A történetmesélés

A beszéd azonban sokkal többre volt képes, mint egyszerű utasítások közlésére.

Az ember megtanulta elmesélni azt is, ami éppen nincs jelen.

Egy tegnapi vadászatot.

Egy távoli folyót.

Egy veszélyes ragadozót.

Egy sikeres megoldást.

A történetmesélés óriási előrelépés volt.

A történetek ugyanis nem csupán adatokat adnak át.

Összefüggéseket.

Okokat.

Következményeket.

Érzelmeket.

Egy jól elmesélt történet sokkal könnyebben megmarad az emlékezetben, mint puszta tények felsorolása. Talán ezért mesélünk történeteket ma is. Nemcsak szórakoztatnak, tanítanak.

A történetmesélésnek van egy különös tulajdonsága.

Tanulhatunk olyasmiből is, ami velünk soha nem történt meg.

Ha valaki elmeséli, hogyan támadta meg egy ragadozó, nekünk nem kell ugyanabba a veszélybe kerülnünk ahhoz, hogy tanuljunk belőle. Ha egy történet hőse rosszul dönt, következményeit végiggondolhatjuk anélkül, hogy mi magunk követnénk el ugyanazt a hibát.

A történet ezért több egyszerű információátadásnál.

Egyfajta mentális szimuláció.

Biztonságosan kipróbálhatunk benne veszélyes helyzeteket, döntéseket és azok következményeit.

Talán ezért szeretünk évezredek óta történeteket hallgatni. A mese, a mítosz, a regény és a film nemcsak szórakoztat. Más emberek – valóságos vagy elképzelt – tapasztalatait engedi átélni.

Az állatok játékáról azt mondtuk, hogy a természet egyik ősi szimulátora.

A történet ennek emberi folytatása lehetett.

A közös emlékezet

A beszéd megjelenésével valami egészen új született. A közösség már nem csupán emberek csoportja volt. Közös emlékezettel rendelkező közösséggé vált. Megszülettek a közös történetek.

A közös hiedelmek.

A közös szabályok.

A közös múlt.

A közös jövő.

Minden új nemzedék úgy kezdhette életét, hogy nem a nulláról indult.

Megörökölte elődei tapasztalatait.

Ez volt a kultúra születése.

Az evolúció addig főként a gének segítségével őrizte meg a sikeres megoldásokat. Most először megjelent egy második öröklődési rendszer.

A **kulturális öröklődés**.

Ennek sebessége össze sem hasonlítható a biológiai evolúcióéval. Egy hasznos ötlet nem évmilliók alatt terjedt el. Elég volt egyetlen jó történet.

Több mint kommunikáció

Sokáig úgy gondolták, hogy a beszéd elsődleges szerepe az információ továbbítása. Ma már egyre inkább úgy látjuk, hogy legalább ennyire fontos szerepe volt a közösségek összetartásában.

A közös nyelv bizalmat teremtett.

Lehetővé tette az együttműködést.

Segített felosztani a feladatokat.

Kialakította a társadalmi szabályokat.

Megteremtette a vallások, törvények, hagyományok és később az államok alapját.

A beszéd tehát nem egyszerűen új kommunikációs eszköz volt.

A közösség nemcsak továbbadta, hanem ellenőrizte és javította is a tudást.

A civilizáció alapköve lett.

Mit taníthat a kutya az emberi beszédről?

A beszéd kialakulásának egyik nagy rejtélye, hogyan vált az ember képessé arra, hogy ne csak veleszületett hangokat adjon ki, hanem hallott hangminták alapján módosítsa saját hangadását, sőt új hangokat tanuljon meg.

Meglepő módon ennek megértésében talán nem legközelebbi rokonaink, az emberszabású majmok, hanem régi társaink, a kutyák segíthetnek.

Az ELTE Faragó Tamás vezette K9VocLearn kutatási programja azt vizsgálja, mennyire képesek a kutyák saját hangadásukat tanulás útján módosítani és tudatosan szabályozni. A kutatók például arra kíváncsiak, megtanítható-e egy kutya arra, hogy jelre olyan hangot adjon ki, amelyet természetes körülmények között valamilyen érzelmi helyzet váltana ki.

A kérdés azért különösen érdekes, mert a kutya évezredek óta együtt él az emberrel. A háziasítás során előnybe kerültek azok az egyedek, amelyek toleránsabbak, együttműködőbbek és érzékenyebbek voltak az ember jelzéseire. Elképzelhető, hogy ugyanez a szelekció a hangadásukat is rugalmasabbá tette.

Ha így történt, annak az ember evolúciójára nézve is érdekes tanulsága lehet.

Lehetséges ugyanis, hogy a beszéd kialakulásának egyik fontos előfeltétele nem egyszerűen a nagyobb agy vagy a fejlettebb hangképző szerv volt.

Hanem az együttműködés igénye.

Az embernek azért kellett egyre pontosabban kommunikálnia, mert egyre bonyolultabb dolgokat csinált más emberekkel közösen. A közös vadászat, a gyermeknevelés, az eszközkészítés és a csoport életének megszervezése mind növelte a pontos információcsere értékét.

Ebben az értelmezésben a beszéd nem egyszerűen az intelligencia melléktermék.

A beszéd az együttműködés technológiája.

És talán éppen ezért érdekes, hogy kialakulásának egyes előzményeit egy olyan állatnál keressük, amelynek evolúciós sikere maga is az emberrel való együttműködéshez kötődött.

Az ember legnagyobb találmánya?

Az első kötetben láttuk, hogy az írás, a könyvnyomtatás, a rádió vagy az internet mind-mind megsokszorozta az információ terjedésének sebességét.

De mindegyik ugyanarra épült. A beszédre.

Ezért sok kutató szerint az emberiség legnagyobb találmánya nem a kerék, nem a gőzgép és nem is az internet, hanem a nyelv.

Érdekes módon éppen ez az ember által létrehozott szimbolikus világ – a nyelv – válik majd évezredekkel később a mesterséges intelligencia egyik legfontosabb tanulási forrásává. Erre azonban még visszatérünk.

A nagymama-hipotézis – amikor a történetek életet mentettek

Az emberi gyermek rendkívül lassan fejlődik. Évekig tart, mire önállóan képes gondoskodni magáról. Ez a hosszú gyermekkor azonban nem csupán hátrány, hanem óriási evolúciós előny is.

Az úgynevezett **nagymama-hipotézis** szerint az emberi nagyszülők – különösen a nagymamák – fontos szerepet játszottak az utódok felnevelésében. Nemcsak élelmet gyűjtöttek vagy vigyáztak a gyerekekre, hanem átadták élettapasztalataikat is.

Melyik növény mérgező?

Hol található víz aszály idején?

Mikor érkeznek a vándorló állatok?

Melyik út veszélyes?

Az idősek így a közösség élő könyvtáraivá váltak. Tapasztalataik olyan tudást őriztek, amelyet a fiatalabb nemzedékek saját életük során még nem szerezhettek meg.

Talán ezért tiszteli szinte minden kultúra az időseket. Nem csupán az éveik miatt, hanem mert ők hordozták a közösség emlékezetét.

A beszéd tehát lehetővé tette, hogy a tudás egyik emberből a másikba költözzön.

De volt egy súlyos hibája. **A szó nem maradt meg.**

Amit senki nem jegyzett meg, az eltűnt.

Az emberiség ezért évezredeken át különös feladat előtt állt: hogyan őrizzen meg hatalmas mennyiségű tudást úgy, hogy még nincs könyv, nincs írás, nincs hangfelvétel – csak az emberi emlékezet?

Erre születtek a mítoszok, a dalok, a mesék, a ritmusok és a nemzedékről nemzedékre továbbadott történetek.

Mielőtt megszületett volna a könyvtár, maga a közösség volt a könyvtár.

6. A szóbeli hagyomány

Az ember megtanult beszélni.

Ezzel megszületett a lehetőség, hogy a tapasztalatokat átadja társainak. A beszéd azonban még nem oldotta meg a tudás megőrzésének problémáját.

A kimondott szó gyorsan elhangzik. Ha senki sem emlékszik rá, örökre eltűnik. Ezért az emberiség évezredeken át egyetlen különleges "adathordozóra" támaszkodott.

A saját emlékezetére.

Ma, amikor szinte minden gondolatunkat leírjuk, lefényképezzük vagy digitálisan elmentjük, nehéz elképzelni, hogy volt idő, amikor a történelem, a törvények, a vallás, a földrajzi ismeretek és a családok múltja kizárólag emberek fejében létezett.

Pedig a civilizáció hajnalán ez volt a természetes.

Mítoszok – a világ magyarázatai

Az első történetek nem pusztán szórakoztatásra szolgáltak. A világ megértésének eszközei voltak.

Miért süt fel a Nap?

Mi okozza a villámlást?

Honnan származik az ember?

Mi történik a halál után?

Minden nép megalkotta saját válaszait ezekre a kérdésekre. Ezeket nevezzük mítoszoknak. A mítoszok nem tudományos magyarázatok voltak, hanem olyan történetek, amelyek értelmet adtak a világnak, és egyben meghatározták a közösség értékrendjét is. Segítségükkel nemcsak ismereteket adtak tovább, hanem azt is, hogyan kell élni.

Mesék – a tudás rejtett nyelve

A népmeséket sokáig csupán gyermekeknek szóló történeteknek tartották. Valójában sokkal többek ennél. A mesék évszázadokon keresztül őrizték az emberi tapasztalatokat. Megtanították, hogy a türelem gyakran célravezetőbb, mint az erőszak.

Hogy az együttműködés többet ér az önzésnél.

Hogy a kapzsiság veszélyes.

Hogy a bátorság és a kitartás meghozza gyümölcsét.

A mese szereplői gyakran egyszerű emberek: legkisebb fiúk, szegény leányok, öregemberek vagy vándorok. Éppen ezért könnyű velük azonosulni. A történet végére pedig nemcsak ők változnak meg.

A hallgató is.

A mese így nemcsak emlékezetes történet.

Tanulási eszköz.

Tanítvány és mester

Nem minden tudás mondható el néhány történetben. Egy kőeszköz elkészítését, egy hajó építését vagy egy hangszer megszólaltatását látni kell. Ezért alakult ki az emberi tanulás egyik legrégebbi formája: a mester és tanítvány kapcsolata. A tanítvány hosszú időn keresztül figyelte mestere minden mozdulatát.

Utánozta.

Hibázott.

Javított.

Újra próbálta.

A tudás nem könyvekből érkezett. Embertől emberig.

Ez a tanítási forma olyan sikeresnek bizonyult, hogy ma is velünk él. Az orvosok, zenészek, mesterszakácsok, kézművesek és kutatók képzésében ma is fontos szerepet játszik a személyes példamutatás.

Bizonyos ismereteket ma sem lehet kizárólag könyvből megtanulni.

Meg kell őket élni.

Az emberiség első könyvtára

Az írás feltalálása előtt minden közösségnek voltak olyan tagjai, akik különösen jó emlékezőtehetséggel rendelkeztek.

Ők őrizték a törzs történetét.

A családfákat.

A törvényeket.

A vallási szertartásokat.

A dalokat.

A hősök tetteit.

Ők voltak az emberiség első "könyvtárosai".

Ha egy ilyen ember meghalt anélkül, hogy tudását továbbadta volna, gyakran egy egész korszak emlékezete veszett el vele.

Ez jól mutatja, milyen sérülékeny volt a kizárólag szóbeli tudásátadás.

Miért emlékezünk jobban a történetekre, mint a számokra?

Próbáljuk megjegyezni ezt a számsort:

1492177619451989

A legtöbben néhány perc múlva már hibásan idézik fel.

Most gondoljunk egy történetre.

Egy fiú elindul szerencsét próbálni. Útközben segít egy öregembernek, aki cserébe varázstárgyat ad neki. Sok akadály után végül hazatér, és megmenti családját.

Évekkel később is emlékezni fogunk rá. Miért?

Az agyunk nem elszigetelt adatokat szeret tárolni, hanem **összefüggéseket.**

A történetek szereplőket, eseményeket, okokat, következményeket és érzelmeket kapcsolnak össze. Ezek egyszerre több agyi hálózatot aktiválnak, ezért sokkal tartósabban rögzülnek.

Nem véletlen, hogy a világ nagy vallásai példázatokban tanítanak, a történelem hőseit történetek őrzik, és még a modern reklámok is gyakran egy rövid történetet mesélnek el.

Úgy tűnik, az emberi agy nem egyszerűen információk tárolására fejlődött ki, hanem történetek megértésére.

Összefoglalás

A szóbeli hagyomány tette lehetővé, hogy a tudás először felhalmozódjon az emberi közösségekben. A mítoszok, mesék és a mesterek tanításai révén minden nemzedék valamivel többről indulhatott, mint az előző. Ennek azonban volt egy komoly korlátja. A tudás még mindig az emberi emlékezethez volt kötve. Egy történetet száz ember százféleképpen mesélhetett el. Egy hosszú tanítás könnyen feledésbe merülhetett vagy megváltozhatott.

Az emberiségnek szüksége volt egy megbízhatóbb emlékezetre. Ez vezetett el az egyik legnagyobb fordulóponthoz történelmünkben: **az írás megszületéséhez.**

7. Az írás megszületése

Az ember évezredeken át kizárólag saját emlékezetére támaszkodott. A történeteket elmesélték, a dalokat elénekelték, a mesterek tanították tanítványaikat, a törvényeket szóban őrizték. Ez a rendszer meglepően jól működött. Volt azonban egy alapvető gyengesége. Minden tudás emberek fejében létezett. A szóbeli kultúra meglepően sok tudást képes volt megőrizni. De ennek ára volt: minden nemzedéknek újra meg kellett tanulnia, meg kellett jegyeznie és tovább kellett adnia.

A tudás még mindig **élő emberek láncolatától függött.** Az írás ezt a láncot nem szüntette meg – de először adott mellé egy másik lehetőséget.

A gondolat nyomot hagyhatott akkor is, ha már senki sem emlékezett rá.

Az emberiségnek új emlékezetre volt szüksége. Nem biológiaira, hanem mesterségesre.

Így született meg az írás.

A külső memória

Az első kötetben már végigkísértük az írás történetét: az agyagtábláktól a papiruszon és a pergamenen át egészen a digitális adathordozókig. Most azonban egy másik oldaláról nézzük meg. Az írás nem egyszerűen kommunikáció.

Az írás külső memória.

Amikor valamit leírunk, valójában kivesszük azt saját emlékezetünkből, és egy külső hordozóra bízzuk.

Ez óriási változás volt.

Többé nem kellett mindent fejben tartani.

Lehetett hosszabb törvényeket alkotni.

Lehetett bonyolult számításokat végezni.

Lehetett történelmet írni.

Lehetett tudományt építeni.

Az ember először vált képessé arra, hogy gondolatai tovább éljenek saját életénél.

Ez a civilizáció egyik alapfeltétele.

Az írás nem azért forradalmi, mert le lehet vele írni a gondolatokat. Hanem azért, mert először tette lehetővé, hogy a tudás ne kizárólag az emberi agyban létezzen.

Az iskola kezdete

Amíg az írás nem létezett, a tanulás elsősorban utánzáson és személyes kapcsolatokon alapult.

Az írással nemcsak új memória született. Új tanulási módszer is.

A tanuló már nem kizárólag azt figyelhette, mit csinál a mestere, és nemcsak azt hallgathatta, amit elmond neki. Visszatérhetett ugyanahhoz a szöveghez. Összehasonlíthatott két állítást. Jegyzetelhetett. Javíthatott. Másolhatott.

A tudás lassan **tananyaggá** válhatott.

A mezopotámiai városokban már több mint négyezer évvel ezelőtt működtek írnokképző iskolák. A tanulók agyagtáblákra másolták a jeleket, szavakat, számokat, jogi szövegeket és irodalmi műveket. Az iskola eredeti célja nem az általános műveltség volt. Jól képzett írnokokat kellett nevelni.

Ők vezették a kereskedelmi nyilvántartásokat.

Ők készítették a szerződéseket.

Ők írták le a törvényeket.

Ők őrizték az állam emlékezetét.

Az írás tehát nemcsak a tudást változtatta meg, a tanulás módját is.

Hol született az első egyetem?

Ha ma megkérdeznénk, melyik a világ legrégebbi egyeteme, a legtöbben valószínűleg a bolognai vagy az oxfordi egyetemet említenék.

A válasz azonban ennél érdekesebb.

A ma is működő legrégebbi felsőoktatási intézményt **859-ben** alapították a marokkói **Fez** városában. Az **Al-Karaouine (al-Qarawiyyin) Egyetemet** egy rendkívüli asszony, **Fatima al-Fihri** hozta létre örökségéből. Az intézmény kezdetben mecset és vallási iskola volt, majd fokozatosan a matematika, a csillagászat, az orvostudomány, a nyelvészet és a filozófia egyik legfontosabb központjává vált. Ma az UNESCO és a Guinness Rekordok Könyve a világ legrégebb óta folyamatosan működő egyetemeként tartja számon.

Több mint két évszázaddal később, **1088-ban** jött létre az **egyetemek európai mintájának** első nagy intézménye, a **Bolognai Egyetem.** Itt alakult ki az a szervezeti forma – a professzorok és hallgatók közössége, a fakultások rendszere és az akadémiai fokozatok –, amely később egész Európában elterjedt. Ezért nevezik Bolognát a modern európai egyetem bölcsőjének.

Az első egyetemek létrejötte új korszakot nyitott az információ történetében.

A könyvtárak megőrizték a tudást.

Az egyetemek azonban **nem csupán őrizték, hanem újratermelték**.

A tanárok nem egyszerűen felolvasták a régi műveket. Magyarázták, vitatták, továbbfejlesztették őket. A hallgatók kérdeztek, érveltek, majd maguk is tanítókká váltak.

Így vált a tudás élő folyamattá.

Az egyetem tehát nem egyszerűen épület.

Hanem egy olyan közösség, ahol minden nemzedék hozzátesz valamit az előzőek örökségéhez.

Az egész könyvben végigkövetjük az információ útját:

- **a DNS** megőrzi az élet információját,
- **az írás** megőrzi az ember gondolatait,
- **a könyvtár** összegyűjti a tudást,
- **az egyetem** pedig új tudást hoz létre.

Ez egy nagyon fontos különbség.

A könyvtár az emberiség emlékezete. Az egyetem az emberiség gondolkodó műhelye.

Az első könyvtárak

Egyetlen agy véges. Egyetlen élet rövid. A könyvtár azonban lehetővé tett valami újat: **egymást soha nem ismerő emberek tudása találkozhatott ugyanazon a helyen.**

Egy tudós elolvashatta egy évszázadokkal korábban élt ember gondolatait, összevethette másokéval, vitatkozhatott velük, majd hozzátehette a saját eredményét.

A tudás ettől kezdve nemcsak fennmaradhatott. **Halmozódhatott.**

Ha az írás a külső memória, akkor a könyvtár ennek a memóriának a tárháza. Az első könyvtárak nem hasonlítottak a maiakra. A polcokon nem könyvek sorakoztak, hanem agyagtáblák, papirusztekercsek vagy később pergamenkódexek. Mégis ugyanazt a célt szolgálták. Megőrizni a tudást. A könyvtárak különleges helyet foglaltak el a civilizációban.

Nemcsak tároltak.

Rendszereztek.

Összekapcsoltak.

Lehetővé tették, hogy egy tudós ne a nulláról kezdje munkáját, hanem elődei eredményeire építsen. Ez volt a tudomány egyik legfontosabb előfeltétele. A könyvtár valójában nem könyvek gyűjteménye, hanem az emberiség közös emlékezete.

Az Alexandriai Könyvtár – az első "világháló"

Amikor meghalljuk az Alexandriai Könyvtár nevét, legtöbben azonnal a pusztító tűzvészre gondolunk. Pedig a könyvtár igazi jelentősége nem a tragédiájában, hanem a küldetésében rejlik.

Az i. e. III. században alapított könyvtár célja merészebb volt, mint bármi addig a történelemben: **összegyűjteni az emberiség összes ismert tudását.**

A kor uralkodói mindenhová küldtek másolókat és tudósokat. A kikötőbe érkező hajók könyveit gyakran lemásolták, hogy a másolat Alexandriában maradjon. A legenda szerint olykor még az eredeti tekercset is megtartották, a tulajdonos pedig a másolatot kapta vissza.

A könyvtár nem csupán raktár volt.

Kutatóintézet.

Egyetem.

Fordítóműhely.

Találkozóhely.

Itt dolgozott többek között Eukleidész, Eratoszthenész és Arkhimédész kortársainak számos kiváló tudósa. Eratoszthenész például meglepő pontossággal becsülte meg a Föld kerületét egyszerű megfigyelések és logikus következtetések segítségével.

Az Alexandriai Könyvtár valójában egy hatalmas tudományos hálózat központja volt, jóval az internet megjelenése előtt.

Természetesen akkor még nem elektronikus hálózat kötötte össze az embereket, hanem hajók, karavánok és másolók. Az információ sokkal lassabban áramlott, de ugyanaz a gondolat vezette az alapítókat, mint ma a digitális könyvtárak létrehozóit:

A tudás akkor válik igazán értékessé, ha sok ember számára hozzáférhető.

Az Alexandriai Könyvtár pusztulásáról számos legenda született. A valóság valószínűleg jóval összetettebb. Nem egyetlen tűzvész semmisítette meg, hanem évszázadokon át tartó háborúk, politikai változások és hanyatlás következtében fokozatosan veszett el.

Mégis szimbólummá vált.

Arra emlékeztet bennünket, hogy a tudás nem örök. Megőrzése minden nemzedék felelőssége.

Érdekesség

A becslések szerint az Alexandriai Könyvtár fénykorában **400–700 ezer papirusztekercset** őrizhetett. Egy tekercs azonban nem feltétlenül felelt meg egy mai könyvnek: egy hosszabb mű több tekercset is igényelhetett, míg egy rövidebb írás több művel együtt kerülhetett ugyanarra a tekercsre. A pontos "könyvszámot" ezért ma már lehetetlen meghatározni.

Az Alexandriai Könyvtár az emberiség első közös memóriája volt. Az internet ennek a gondolatnak a XXI. századi folytatása.

Az írás árnyoldala

Az írás megjelenése azonban érdekes kérdést is felvetett.

Ha mindent leírunk, vajon szükségünk lesz-e még olyan jó emlékezetre?

Már az ókori görög filozófus, Platón is leír egy történetet, amelyben Thot, az írás feltalálója bemutatja találmányát Thamus királynak. A király azonban kételkedik.

Szerinte az emberek egyre kevésbé fogják használni saját emlékezetüket, mert inkább a leírt szövegekre támaszkodnak. Platón aggodalma ma különösen ismerősnek tűnik. Minek megjegyezni egy telefonszámot, ha benne van a telefonban? Minek megtanulni egy adatot, ha néhány másodperc alatt megkereshetjük? És minek megtanulni bármit, amit egy AI-tól azonnal megkérdezhetünk?

A külső memória felszabadíthatja az elmét – de függővé is teheti tőle.

Nem az a kérdés, mennyi tudást helyezünk ki a fejünkből. Hanem az, mi marad odabent.

Adatok? Összefüggések? Ítélőképesség?

Erre Platón korában sem volt egyszerű válasz.

Ma sincs.

Összefoglalás

A beszéd lehetővé tette, hogy mások tapasztalataiból tanuljunk.

Az írás valami mást tett.

Lehetővé tette, hogy **olyan emberektől is tanuljunk, akik már nincsenek közöttünk.**

A tudás ezzel részben kiszabadult az emberi élet rövid idejéből.

De még mindig lassan terjedt. Egy kézzel másolt könyvből csak néhány példány létezhetett, és azokhoz is kevesen fértek hozzá.

Az emberiség már megtanulta megőrizni a tudást.

A következő feladat az volt, hogyan sokszorozza meg.

8. A könyvnyomtatás

Az írás megszületése lehetővé tette, hogy a tudás fennmaradjon. A könyvnyomtatás ennél sokkal többet tett. Lehetővé tette, hogy a tudás eljusson szinte bárkihez.

Az írás feltalálása óta eltelt évezredekben a könyvek rendkívül ritkák voltak. Egyetlen kézzel másolt kódex elkészítése hónapokig, olykor évekig tartott. A könyvek drágák voltak, ezért elsősorban kolostorokban, uralkodói udvarokban és gazdag tudósok gyűjteményeiben találhattuk meg őket.

A tudás létezett, csak kevesen férhettek hozzá.

A XV. század közepén azonban ez gyökeresen megváltozott. Megszületett a tudás tömeges sokszorosítása. Az írás tartóssá tette a tudást. A könyvnyomtatás sokszorosíthatóvá tette.

Ez volt az emberiség első valódi információs robbanása.

A tudás demokratizálódása

A könyvnyomtatás előtt egy könyv gyakran felbecsülhetetlen értéket képviselt.

A nyomda után ugyanaz a mű száz, ezer vagy akár tízezer példányban is megjelenhetett.

A tudás többé nem egyetlen kolostor vagy egyetlen város kiváltsága volt.

Lassan megjelentek a városi könyvtárak.



Magángyűjtemények.

Könyvkereskedők.

Az olvasás fokozatosan kilépett az egyházi és uralkodói környezetből.

A tudás először kezdett valóban közkinccsé válni. Nem véletlen, hogy ettől az időszaktól kezdve ugrásszerűen nőtt az írni és olvasni tudók száma. A könyv többé nem luxuscikk volt, hanem a tanulás eszköze.

A reformáció – amikor a könyvek megváltoztatták Európát

Kevés technikai találmány gyakorolt akkora társadalmi hatást, mint a nyomda.

Ennek egyik leglátványosabb példája a reformáció. Luther Márton tézisei néhány év alatt egész Európában ismertté váltak. Korábban egy ilyen vita évtizedek alatt terjedt volna el. A nyomtatott röplapok, könyvek és bibliafordítások azonban példátlan gyorsasággal jutottak el emberek százezreihez. Először fordult elő, hogy sokan saját nyelvükön olvashatták a Bibliát. Ez nemcsak vallási változást hozott. Az emberek megtanulták, hogy a tudást nem kizárólag tekintélyektől lehet átvenni.

Maguk is elolvashatják.

Maguk is gondolkodhatnak róla.

A könyv ettől kezdve nemcsak ismereteket közölt. Párbeszédet indított.

A tudományos forradalom

A tudomány fejlődését nem csupán a nagy felfedezések gyorsították fel. Legalább ilyen fontos volt, hogy ezek a felfedezések pontosan ugyanabban a formában juthattak el más kutatókhoz. Korábban egy kézzel másolt könyvben könnyen keletkeztek hibák. A nyomtatott könyv viszont minden példányában ugyanazt a szöveget tartalmazta. Ez óriási jelentőségű volt.

A kutatók ugyanazokat a megfigyeléseket olvasták.

Ugyanazokra a rajzokra hivatkoztak.

Ugyanazokat a számításokat ellenőrizhették.

A tudomány így fokozatosan közös vállalkozássá vált.

Kopernikusz, Galilei, Kepler, Newton és a többiek már nem elszigetelt zsenik voltak.

Egymás munkájára építettek.

A könyvnyomtatás lehetővé tette, hogy a tudás ne csupán fennmaradjon, hanem folyamatosan bővüljön.

Ugyanakkor a nyomda nem tudta, hogy igazságot vagy hazugságot nyomtat.

Ugyanazzal a technológiával lehetett tudományos felfedezést, vallási tanítást, politikai röpiratot, rágalmat és képtelen mendemondát terjeszteni.

A sokszorosítás nemcsak a tudás terjedését gyorsította fel. A tévedését is.

Gutenberg találmánya után Európa nem vált egyik napról a másikra bölcsebbé.

Több könyv jelent meg – de több röpirat, pletyka, propaganda és tévedés is.

Ez az információs forradalmak visszatérő sajátossága.

Amikor olcsóbbá válik az információ terjesztése, nemcsak a jó információból lesz több.

A technológia a terjesztés problémáját oldja meg. Az igazságét nem.

A gondolatokat nem lehet bezárni

A könyvnyomtatás forradalma nemcsak azt jelentette, hogy gyorsabban lehetett sokszorosítani a könyveket. Azt is, hogy az eszmék sokkal nehezebben voltak megállíthatók.

Galileo Galilei ezt saját életében tapasztalta meg.

Amikor a távcsöves megfigyelései megerősítették Kopernikusz heliocentrikus világképét, egyre erősebb ellenállásba ütközött. 1633-ban az inkvizíció elítélte, házi őrizetbe került, és megtiltották neki, hogy a vitatott kérdésekről új műveket adjon ki.

A tudomány azonban nem állt meg.

Galilei utolsó nagy műve, a **Két új tudomány**, titokban jutott el Hollandiába, ahol 1638-ban Leidenben kinyomtatták. Mire a könyv megjelent, a gondolatok már átlépték az országhatárokat.

Johannes Kepler Németországban dolgozott, Galilei Itáliában. Személyesen soha nem találkoztak, mégis ismerték egymás munkáit. A nyomtatott könyveknek és leveleknek köszönhetően a tudományos felfedezések már nem egyetlen város vagy ország tudását gyarapították, hanem egész Európa közös örökségévé váltak.

A történelem során azonban sokszor előfordult, hogy a hatalom megpróbálta megakadályozni a gondolatok terjedését.

Betiltott könyvek.

Titkos nyomdák.

Kézről kézre adott másolatok.

A XX. század diktatúráiban újra megjelent a jelenség. A Szovjetunióban és a kelet-európai országokban számos tiltott könyvet és folyóiratot **szamizdat** formájában sokszorosítottak. Az írógéppel készített másolatokat az olvasók egymásnak adták tovább, vállalva a lebukás kockázatát.

A technológia megváltozott, de a történet ugyanaz maradt.

Amíg vannak emberek, akik kérdeznek, addig mindig lesznek olyanok is, akik megpróbálják továbbadni a tudást.

És mindig lesznek olyanok, akik megpróbálják megakadályozni ezt.

Gondolatébresztő

A könyvnyomtatás története arra tanít bennünket, hogy az információ útjában nemcsak a technikai korlátok állhatnak.

Néha a legnagyobb akadály maga az ember.

A történelem azonban újra és újra azt mutatja, hogy a gondolatokat sokkal nehezebb elzárni, mint a könyveket.

A digitális korban már nem a könyveket kell titokban átcsempészni a határokon. Elég egyetlen fájl vagy internetkapcsolat. A technológia megváltozott, de az információ szabadságáért folytatott küzdelem ma is ugyanúgy része a történelemnek, mint Galilei korában.

Az információ története nemcsak a tárolás és az átadás története, hanem a **hozzáférés szabadságának története is**.

A tudás ellenségei

A történelem során nemcsak könyveket írtak, hanem könyveket pusztítottak is.

Amikor egy hódító várost foglalt el, gyakran a könyvtárak váltak az első célponttá. Nem véletlenül. Egy nép múltját, tudását és emlékezetét sokszor éppen a könyvek őrizték.

Az ókori Alexandria pusztulása óta számtalan könyvtár semmisült meg háborúkban és vallási üldözések során. A középkorban egyes műveket eretneknek nyilvánítottak, később az egyház létrehozta a **Tiltott Könyvek Jegyzékét** (*Index Librorum Prohibitorum*), amely évszázadokon át meghatározta, mit nem volt szabad olvasni.

A XX. század sem volt különb.

1933-ban a náci Németország egyetemi városaiban nyilvánosan máglyára vetették a "nemkívánatos" könyveket. Tudományos művek, filozófiai munkák, regények és versek égtek el azért, mert nem illettek az uralkodó ideológiába.

A kommunista diktatúrákban sok könyv ugyan nem került máglyára, de zárt raktárakba száműzték őket. Másokat egyszerűen soha nem engedtek megjelenni. Az olvasók ezért titokban másolták és adták kézről kézre a betiltott műveket. Ezt nevezték **szamizdatnak.**

Sokan azt gondolhatnák, hogy ez már a múlt. Sajnos nem így van.

Napjainkban is vannak országok, ahol könyveket tiltanak be, könyvtárakat cenzúráznak, tankönyveket írnak át politikai vagy vallási szempontok szerint, és egyes művek terjesztéséért büntetés jár. A módszerek változnak, de a cél ugyanaz marad: ellenőrizni, milyen információhoz juthatnak hozzá az emberek.

A digitális korban a könyvégetés új formái is megjelentek.

Nem mindig lángok pusztítanak.

Elég egy weboldal letiltása, egy adatbázis törlése, egy internetes szolgáltatás megszüntetése vagy egy algoritmus, amely elrejti a nem kívánatos tartalmat. A fizikai könyvek helyét sokszor digitális dokumentumok vették át, de ezek sem sérthetetlenek.

A történelem egyik legfontosabb tanulsága ezért ma is érvényes:

A tudást nem elég létrehozni. Meg is kell őrizni, és szabaddá kell tenni.

Az információ útját nemcsak a technológia alakítja, hanem a társadalom és a hatalom is.

Egykor a könyveket égették el. Ma előfordul, hogy a weboldalakat teszik elérhetetlenné, a közösségi hálózatokat blokkolják vagy az internet használatát korlátozzák. A módszerek változnak, de a kérdés ugyanaz maradt: ki döntheti el, mit szabad tudnunk?

Több mint könyvek

A nyomda valójában nem könyveket sokszorosított. Gondolatokat.

Minden új példány egy új olvasót jelentett.

Minden új olvasó új értelmezést.

Minden új értelmezés új kérdéseket.

És minden új kérdés közelebb vitte az emberiséget a világ megértéséhez. Ebben rejlik a könyvnyomtatás valódi jelentősége.

Nem a papírban.

Nem a festékben.

Hanem abban, hogy a tudás először vált valóban közösségi tulajdonná.

A nyomtatás segítségével ugyanaz a tanító egyszerre ezrekhez szólhatott.

És ehhez nem kellett személyesen találkozni vele.

Egy tankönyvvel megjelent valami különös: **a távoli tanár.**

Az olvasó egyedül ülhetett egy szobában, mégis tanulhatott valakitől, aki több száz kilométerre élt – vagy már régen meghalt.

A nyomda – az internet elődje?

Amikor ma az internet forradalmáról beszélünk, hajlamosak vagyunk azt gondolni, hogy hasonló változás még soha nem történt.

Pedig ötszáz évvel ezelőtt a könyvnyomtatás nagyon hasonló hatást váltott ki.

Mindkettő drámaian csökkentette az információ terjesztésének költségét.

Mindkettő új közösségeket hozott létre.

Mindkettő megkérdőjelezte a korábbi tekintélyeket.

Mindkettő felgyorsította az új eszmék terjedését.

És mindkettő együtt hozta el az áldásait és a veszélyeit is.

A nyomda nemcsak tudományos műveket sokszorosított, hanem téves nézeteket, propagandát és uszító írásokat is.

Ugyanez igaz ma az internetre.

A technológia önmagában sem nem jó, sem nem rossz.

A döntő kérdés mindig ugyanaz marad: **Mit kezdünk a tudással, amelyet elérhetővé tesz?**

Összefoglalás

A könyvnyomtatás néhány évszázad alatt alapvetően megváltoztatta az emberiség tudáshoz való viszonyát. Egyre több ember férhetett hozzá olyan gondolatokhoz, amelyek korábban csak kevesek számára voltak elérhetők.

A tudás tartós volt.

Sokszorosítható volt.

Egyre nagyobb távolságokra jutott el.

De volt még egy korlátja. **Utaznia kellett.**

A könyvet ki kellett nyomtatni, szekérre vagy hajóra kellett rakni, el kellett vinni az olvasóhoz.

Évszázadokkal később az ember ezt a korlátot is áttörte.

Először a hang, majd a kép vált le a hordozójáról, és indult útnak.

Az információ gyorsabb lett az embernél.

III. rész – A tanulás felgyorsul

„A tanulás, gondolkodás nélkül hiábavaló, a gondolkodás, tanulás nélkül veszélyes.”
/Konfucius/

9. Hang és kép

A könyv különös kompromisszumot kötött az emberrel.

Hatalmas mennyiségű tudást tudott megőrizni, de ezt jelekké kellett alakítani. Ha meg akartuk tudni, hogyan repül egy madár, szavakból és rajzokból kellett elképzelnünk a mozgását. Ha egy híres szónok beszédét olvastuk, a szöveg megmaradt – a hangja elveszett.

A hang- és képrögzítés, ezen változtatott.

A tudással együtt egyre többet lehetett megőrizni magából a tapasztalatból is.

Az ember – alapvetően vizuális lény

Az ember nem egyetlen csatornán tanul.

Olvashatjuk, hogyan működik egy motor. Meghallgathatjuk a magyarázatot. Megnézhetjük az ábrát. De egészen más, ha látjuk is működés közben.

A különböző érzékszervi információk nem egyszerűen összeadódnak. Kiegészítik egymást.

A látás különleges tulajdonsága, hogy rendkívül gyors.

Egyetlen kép néhány másodperc alatt olyan mennyiségű információt közvetíthet, amelynek leírásához hosszú oldalakat kellene írnunk.

> **Miért tanulunk könnyebben képekből?**
>
> Az emberi agy evolúciója során, évmilliókon keresztül a természet képeit értelmezte. Őseinknek egyetlen pillantásból kellett felismerniük a ragadozót, az ehető termést vagy egy másik ember arckifejezését. Az olvasás ezzel szemben csupán néhány ezer éves kulturális találmány, ezért az agyunknak külön "meg kellett tanulnia" a betűk értelmezését.
>
> Ezért működnek olyan jól a szemléltető ábrák, térképek, grafikonok és fényképek. Nem helyettesítik a szöveget, hanem segítenek az agynak gyorsan felismerni az összefüggéseket.

A leghatékonyabb tanulás ezért általában több érzékszervet is bevon: **látjuk, halljuk, megbeszéljük, majd saját magunk is kipróbáljuk**. Minél több idegi kapcsolat épül ki ugyanahhoz az ismerethez, annál tartósabban rögzül.

Nem véletlen, hogy a közmondás szerint:

"Egy kép többet mond ezer szónál."

Természetesen ez nem mindig igaz. Egy matematikai bizonyítás vagy egy filozófiai gondolat nem helyettesíthető képpel. De amikor tárgyakat, arcokat, helyzeteket vagy folyamatokat kell felismernünk, a látás messze a leghatékonyabb információforrásunk.

Ezért vált a fénykép, a film és később a televízió a tanulás egyik legfontosabb eszközévé.

A rádió – a képzelet iskolája

A rádió első pillantásra egyszerű technikai újításnak tűnik. Valójában azonban új tanulási formát hozott létre. A rádió megsokszorozta a beszélőt.

Először fordult elő, hogy ugyanazt az előadást, hírt vagy zeneművet egyszerre emberek milliói hallhatták. A rádió különleges tulajdonsága, hogy nem ad képet. A hallgatónak saját képzeletében kell megalkotnia a szereplőket, a tájat és az eseményeket.

Ezért nevezik sokan a rádiót a képzelet médiumának.

Számtalan ember a rádióból tanult nyelveket, történelmet, földrajzot vagy zenét. Az oktató műsorok és ismeretterjesztő előadások új korszakot nyitottak a tömeges tanulásban. A hallgatók ugyanazt hallották, de nem tudtak visszakérdezni. A tömegoktatás hatalmas közönséget teremtett – de egyirányú kapcsolatot.

Amikor a rádió is fegyverré vált – Hanoi Hannah

A rádió történetének van egy sötétebb oldala is. A 20. század háborúiban hamar felismerték, hogy az éteren keresztül nemcsak híreket lehet továbbítani: **az ellenség gondolkodását és lelkiállapotát is meg lehet próbálni befolyásolni.** A rádió így a propaganda és a pszichológiai hadviselés egyik leghatásosabb eszközévé vált.

Ennek egyik legismertebb alakja a vietnámi háborúban **Trịnh Thị Ngọ**, akit az amerikai katonák Hanoi Hannah néven ismertek. A kiválóan angolul beszélő vietnámi rádiós 1965-től az észak-vietnámi Voice of Vietnam adásaiban rendszeresen közvetített műsorokat a Vietnámban harcoló amerikai katonáknak.

Nem kiabált, nem fenyegetőzött. Éppen ellenkezőleg: nyugodt, barátságos női hangon szólította meg hallgatóit. Arról beszélt nekik, hogy egy értelmetlen és megnyerhetetlen háborúban harcolnak, miközben otthon egyre többen ellenzik a konfliktust. Beszámolt az amerikai háborúellenes tüntetésekről, idézett amerikai politikusokat és újságokat, és elesett vagy eltűnt katonák neveit olvasta fel. Gyakran meglepően pontos egységneveket és

veszteségadatokat is ismert – ezek jelentős részét amerikai újságokból és más nyilvános forrásokból szerezték.

A propaganda erejét növelte, hogy az adásokban népszerű amerikai zenék is megszólaltak. Bob Dylan, Joan Baez és más előadók dalai egy pillanatra az otthont idézték fel a katonákban, majd ismét Hanoi Hannah hangja következett a háború híreivel és az elesettek névsorával.

Az adások különösen érdekes sajátossága volt, hogy **a propaganda gyakran valós információkra épült**. Hanoi Hannah például beszélt az amerikai társadalom háborúellenes mozgalmairól és a faji konfliktusokról, sőt az elsők között számolt be az 1968-as Mỹ Lai-i mészárlásról is. Az igaz és hamis, a hír és a manipuláció tudatos összekeverése tette igazán nehezen kezelhetővé az ilyen műsorokat.

Hogy mennyire volt sikeres Hanoi Hannah propagandája, arról máig vita folyik. Sok amerikai veterán később azt mondta, hogy inkább kíváncsiságból vagy a zene miatt hallgatta, és gyakran kinevették a nyilvánvaló propagandát. Mások viszont éppen azért figyeltek rá, mert műsoraiból olykor olyan híreket is megtudhattak, amelyekhez másként nem jutottak hozzá.

Hanoi Hannah története ezért túlmutat a vietnámi háborún. Megmutatja a modern propaganda egyik alapvető módszerét: **a leghatásosabb propaganda nem feltétlenül hazugság. Sokkal hatásosabb lehet, ha valódi információkat válogat össze, megfelelő sorrendbe állítja őket, majd úgy értelmezi, hogy azok a kívánt következtetéshez vezessék a hallgatót.**

A rádióval tehát valami új jelent meg a hadviselés történetében: **a hang többé nemcsak információt továbbított – maga is fegyverré válhatott.**

A hangrögzítés – amikor a tudás újrahallgathatóvá vált

Évezredeken keresztül egy előadás csak egyszer hangzott el. Aki nem volt jelen, lemaradt róla. A fonográf, majd a gramofon és később a mágnesszalagos hangrögzítés ezt alapvetően megváltoztatta. A beszéd immár megőrizhetővé vált.

Egy híres tudós előadása.

Egy nyelv helyes kiejtése.

Egy népdal.

Egy zenemű.

Mindez újra és újra meghallgatható lett. A tanulás többé nem kötődött egyetlen pillanathoz. Az ismétlés lehetősége jelentősen növelte a tudás elsajátításának hatékonyságát.

A film – a mozgás tanító ereje

A fénykép megőrizte a pillanatot.

A film megőrizte a folyamatot.

Ez óriási különbség.

Sok jelenség csak mozgás közben érthető meg igazán.

Egy madár repülése.

Egy gép működése.

Egy sebészeti beavatkozás.

Egy kémiai kísérlet.

Egy könyvben leírhatjuk, hogyan kell megkötni egy sebészeti csomót. Rajzokat is készíthetünk róla. De ha látjuk egy tapasztalt sebész kezét munka közben, olyan részleteket is észrevehetünk, amelyeket rendkívül nehéz szavakkal átadni.

A mozgókép a „hogyan?" tudásának különösen erős hordozója lett.

Nem véletlen, hogy a XX. században az oktatófilmek az iskolák, az egyetemek és az ipari képzés nélkülözhetetlen eszközeivé váltak.

A film nemcsak megmutat, magyaráz is.

A televízió – a világ beköltözik az otthonokba

A televízió egyesítette a rádió és a film előnyeit. Hangot és mozgóképet közvetített egyszerre. A televízió valami különöset tett: **a távoli eseményt közös jelenidejű élménnyé változtatta.** Emberek százmilliói láthatták ugyanazt az eseményt közel ugyanabban a pillanatban.

Láthatták a Holdra szállást.

Természeti katasztrófákat.

Olimpiákat.

Történelmi eseményeket.

Ismeretterjesztő műsorokat.

Soha korábban nem volt ennyire könnyű tanulni a világ működéséről. Ugyanakkor a televízió új veszélyt is hordozott.

A mozgókép rendkívül meggyőző. De Látni valamit nem ugyanaz, mint megérteni.

Amit látunk, hajlamosak vagyunk igaznak hinni. Pedig a képek is kivághatók, manipulálhatók és félrevezető módon szerkeszthetők. Ez a felismerés különösen fontos a XXI. században, amikor a mesterséges intelligencia már teljesen valósághű videók előállítására is képes.

Összefoglalás

A rádió, a hangrögzítés, a film és a televízió közös tulajdonsága, hogy közelebb vitték a tanulást a természetes emberi érzékeléshez.

Az írás megőrizte a szavakat.

A hangfelvétel a hangot.

A fénykép a látványt.

A film a változást és a mozgást.

A rádió és a televízió pedig mindezt egyre nagyobb távolságokra és egyre több emberhez juttatta el.

A tanulás lassan kiszabadult az osztályteremből.

Már nem kellett ott lennünk a tanár mellett. Nem kellett jelen lennünk egy kísérletnél. Nem kellett elutaznunk egy távoli országba, hogy lássuk.

De még mindig volt valaki, aki eldöntötte, mit hallunk és mit látunk: a szerző, a tanár, a rádió- vagy televízió-szerkesztő.

A következő forradalom ezen változtatott.

A számítógép és az internet korában az ember már nemcsak befogadója lett az információnak.

Keresni, válogatni, másolni, átalakítani – végül pedig maga is közzétenni kezdte.

A tanuló lassan belépett a hálózatba.

10. A digitális forradalom

Az emberiség történetének minden nagy információs forradalma ugyanarra a kérdésre adott választ.

Hogyan őrizhetjük meg a tudást?

Hogyan adhatjuk tovább?

Hogyan tehetjük elérhetővé mások számára?

Az írás megőrizte. A könyvnyomtatás megsokszorozta. A rádió és a televízió felgyorsította.

A számítógép azonban valami egészen újat tett. Az adatokat nemcsak tárolni kezdte, feldolgozni is.

Ezzel kezdetét vette a digitális korszak.

A számítógép – több mint gyors számológép

Az első elektronikus számítógépeket elsősorban számításokra tervezték.

Nevük is ezt tükrözi. A fejlődés azonban hamar megmutatta, hogy a számítógép valójában nem számokat kezel, hanem információt.

Szöveget.

Képet.

Hangot.

Videót.

Méréseket.

Térképeket.

Minden digitális adattá alakítható.

Ez forradalmi felismerés volt. A korábbi technológiák külön-külön kezelték a könyvet, a fényképet, a filmet vagy a zenét.

A digitalizálás egyik legnagyobb következménye az volt, hogy korábban egészen különböző dolgok kerültek közös nevezőre.

Szöveg, fénykép, zene, film, térkép és mérési eredmény egyaránt digitális adattá alakítható.

Ez nemcsak a tárolást változtatta meg.

Lehetővé tette, hogy ugyanaz az eszköz mindegyikkel dolgozzon.

Az internet – a világ közös tudáshálózata

A számítógép önmagában még magányos eszköz volt. Az internet összekapcsolta őket. Ez minden korábbi információs forradalomnál nagyobb változást hozott. Korábban a tudás helyhez kötődött.

Könyvtárakhoz.

Levéltárakhoz.

Egyetemekhez.

Most először vált lehetővé, hogy egy diák néhány másodperc alatt ugyanazt a tudományos cikket olvassa, amelyet egy másik kontinensen írtak. A földrajzi távolság elveszítette jelentőségét. Az internet nem csupán információkat kapcsol össze.

Embereket is.

Kutatók együtt dolgozhatnak különböző országokból.

Diákok online tanulhatnak.

Előadások milliói váltak szabadon hozzáférhetővé.

A kereshető tudás megváltoztatta azt is, mit érdemes megjegyeznünk. Ha egy adatot néhány másodperc alatt megtalálhatunk, talán kevésbé fontos szó szerint megjegyezni. De ettől még tudnunk kell, **mit keressünk, hogyan keressük, és hogyan döntsük el, hogy amit találtunk, igaz-e.**

A digitális korszak ezért furcsa módon egyszerre csökkentette és növelte a tanulás terhét. Kevesebbet kell fejben tárolnunk. **De többet kell tudnunk az információ értékeléséről.**

Amikor a könyvtár beköltözött a zsebünkbe

Ha valaki 1985-ben azt mondta volna, hogy egyszer egy tenyérnyi eszközön több könyvet hordhatunk magunkkal, mint amennyi egy nagyvárosi könyvtárban található, kevesen hitték volna el.

Ma egy okostelefon vagy egy kisebb táblagép több millió könyvhöz, tudományos cikkhez, térképhez, fényképhez, filmhez és hangfelvételhez biztosíthat hozzáférést. Néhány másodperc alatt megtudhatjuk egy idegen szó jelentését, megnézhetjük egy ország történelmét vagy meghallgathatunk egy egyetemi előadást.

Ez a lehetőség az emberiség történetében példátlan.

De önmagában még nem jelent tudást.

Ahogy egy könyvtár birtoklása sem tesz senkit bölccsé, úgy az internet korlátlan hozzáférése sem helyettesíti a kíváncsiságot, a kritikus gondolkodást és a tanulásra fordított időt.

Wikipédia – a közös tudás kísérlete

Az internet egyik legkülönlegesebb jelensége a Wikipédia. Korábban az enciklopédiákat néhány tucat szakember írta. A Wikipédia ezzel szemben azt mondta:

Bárki hozzátehet valamit.

Ez merész elképzelés volt.

Sokan úgy gondolták, hogy káoszhoz vezet.

Részben igazuk lett.

Valóban előfordulnak hibák.

Vandál szerkesztések.

Elfogult megfogalmazások.

A Wikipédia különös kísérlet. Nem azért, mert minden benne található állítás igaz. Nem az.

Hanem azért, mert megpróbálta a tudás összegyűjtését **nyilvános, folyamatosan javítható folyamattá** alakítani.

Valaki ír egy mondatot.

Más kijavítja.

Egy harmadik forrást kér hozzá.

Egy negyedik vitatja.

A korábbi változatok pedig megmaradnak. A tudás itt már nem kész könyvként kerül az olvasó elé.

A létrejöttének folyamata is részben láthatóvá válik.

A tudás új problémája

A történelem nagy részében az ember egyik problémája az információ hiánya volt.

Nem volt könyv.

Nem volt könyvtár a közelben.

Nem jutott el hozzá a hír.

Nem ismerte azt az embert, aki tudta a választ.

A digitális világban egyre gyakrabban az ellenkező probléma jelentkezik.

Nem túl kevés információnk van, hanem túl sok.

Egy keresés száz, ezer vagy millió találatot adhat. És ezek között ott van a pontos adat, a tévedés, a reklám, a vélemény, az elavult információ és a szándékos hazugság. A kérdés ezért megváltozott.

Régen gyakran azt kérdeztük: **Hol találom meg?**

Ma egyre gyakrabban ezt: **Melyiknek higgyek?**

Összefoglalás

Az írás külsővé tette az emlékezetet.

A könyvnyomtatás megsokszorozta.

A hang- és képrögzítés a tapasztalat egyre nagyobb részét őrizte meg.

A digitalizálás azonban új tulajdonságot adott az információnak.

Kereshetővé, másolhatóvá, alakíthatóvá és géppel feldolgozhatóvá tette.

Ezzel azonban új probléma született. Amíg kevés információ volt elérhető, az embernek elsősorban meg kellett találnia. Amikor szinte minden elérhetővé vált, már **választania kellett közülük**.

Mit érdemes elolvasni?

Melyik forrás megbízható?

Mi fontos, és mi csak zaj?

A digitális forradalom ezért nemcsak több információt adott az embernek.

Új készséget követelt tőle: eligazodni benne.

És ezzel megszületett a hálózatban tanuló ember.

11. A hálózatban tanuló ember

Az ember évezredeken át közösségekben tanult. Később mesterektől, könyvekből, iskolákban.

A XXI. században azonban új helyzet alakult ki. A tanulás egyre kevésbé kötődik helyhez vagy időhöz. Ma már szinte mindenki egy hatalmas információs hálózat része. Ha kérdésünk van, nem feltétlenül saját emlékezetünkhöz fordulunk.

Megkérdezzük a hálózatot.

Ez alapvetően változtatja meg a tudás természetét. A civilizáció története valójában az egyre nagyobb információs hálózatok története. A családtól az Interneten át az AI-ig.

A Selyemút – a világ első információs hálózata

Ha meghalljuk a *Selyemút* nevét, legtöbben hosszú karavánokra gondolunk, amelyek selymet, fűszereket vagy porcelánt szállítottak Kínából Európába. Valójában azonban a Selyemút ennél sokkal több volt: **az emberiség első nagy információs hálózata.**

A karavánokkal nemcsak áruk utaztak, hanem ötletek, találmányok, vallások és tudományos ismeretek is. A papírkészítés Kínából indult nyugat felé, miközben nyugatról keletre eljutottak a görög csillagászat, a matematika és az orvostudomány eredményei. A buddhizmus Indiából Kínába, az iszlám Közép-Ázsián át terjedt, a kereszténység különböző irányzatai pedig szintén megjelentek a kereskedelmi útvonalak mentén.

A Selyemút nem egyetlen út volt, hanem **egymáshoz kapcsolódó útvonalak hálózata**, amely városokat, birodalmakat és kultúrákat kötött össze. A kereskedők mellett tudósok, utazók, szerzetesek, diplomaták és kézművesek is ezen a hálózaton közlekedtek. Minden találkozás új információk cseréjét jelentette.

A hálózatnak azonban árnyoldala is volt. Ugyanezeken az útvonalakon terjedtek a járványok is. A XIV. századi pestis valószínűleg szintén a Selyemút kereskedelmi kapcsolatai révén jutott el Európába. Ahogy ma az interneten pillanatok alatt terjedhetnek a hasznos ismeretek és a hamis hírek, vírusok úgy a középkori kereskedelmi hálózatok is egyszerre közvetítették a fejlődést és a veszélyeket.

A Selyemút ezért nem csupán gazdaságtörténeti emlék. Megmutatja, hogy **minden nagy hálózat egyszerre szállít árut, információt, tudást és kockázatot.** Ebben az értelemben a mai internet és a mesterséges intelligencia korának globális információs hálózatai ugyanannak a több ezer éves fejlődési folyamatnak a legújabb állomásai.

A Selyemút igazi rakománya nem a selyem volt, hanem a tudás.

A hálózatok számos előnyük mellett veszélyt is jelentenek. A **hálózatok ötezer év alatt rengeteget változtak, de egy dolog nem: ugyanazon az úton jár a tudás és a veszély is.**

Számítógépes vírusok – amikor az információ is fertőz

A biológiai vírusok és a számítógépes vírusok első pillantásra teljesen különböző dolgoknak tűnnek. Az egyik élő szervezeteket betegít meg, a másik számítógépeket. Mégis meglepően sok közös tulajdonságuk van.

A számítógépes vírus olyan program vagy programrészlet, amely képes önmagát sokszorosítani, és más fájlokhoz vagy rendszerekhez kapcsolódva továbbterjedni. Ahogyan a biológiai vírusok a sejtek működését használják fel saját szaporodásukhoz, úgy a számítógépes vírusok is a számítógép erőforrásait használják saját másolataik létrehozására.

A modern információs hálózatok megjelenésével a digitális fertőzések terjedése is felgyorsult. Az első vírusok még floppy lemezekkel jutottak egyik gépről a másikra. Később az e-mailek, majd az internet tette lehetővé, hogy néhány óra alatt a világ millióihoz jussanak el. Ma már a zsarolóvírusok (ransomware) egész vállalatokat, kórházakat vagy állami intézményeket béníthatnak meg.

Érdekes módon ugyanaz a hálózat, amely a tudás és az együttműködés alapja, a veszélyek terjedésének is útja lehet. Ahogy a középkorban a Selyemút nemcsak árut és tudást, hanem a pestist is továbbította, úgy az internet semcsak információt, hanem kártevő programokat és hamis híreket is villámgyorsan képes elterjeszteni.

A hálózatok tehát önmagukban sem nem jók, sem nem rosszak. **Felgyorsítják mindazt, ami rajtuk keresztül terjed** – legyen az tudás, kereskedelem, járvány vagy digitális vírus.

„A biológiai világban a vírusok a gének terjedését használják ki. A digitális világban a vírusok az információs hálózatokat. Mindkettő arra emlékeztet bennünket, hogy minél összekapcsoltabb egy rendszer, annál gyorsabban terjed benne minden – nemcsak a hasznos, ***hanem a káros információ is.”***

A történelem egyik visszatérő tanulsága, hogy minden új kommunikációs hálózat egyszerre növeli a lehetőségeket és a kockázatokat.

Keresők – a világ katalógusa

A könyvtárak korában a tudás megtalálása gyakran hosszú órák vagy napok munkáját jelentette. Ma néhány szó beírása elegendő. A keresőmotorok nem őrzik a tudást. Megtalálják. Ez első pillantásra apró különbségnek tűnik. Valójában óriási. Korábban sok energiát fordítottunk arra, hogy adatokat megjegyezzünk. Ma sokkal fontosabbá vált, hogy tudjuk, **hol** és **hogyan** keressük meg őket. Az emberi emlékezet részben átalakult. Nem feltétlenül a választ jegyezzük meg.

Hanem az odavezető utat.

Online oktatás – az iskola falak nélkül

A digitális hálózatok nemcsak könyveket és cikkeket tettek elérhetővé. Az oktatást is átalakították. Ma már bárki részt vehet egy neves egyetem előadásán anélkül, hogy elhagyná otthonát.

Videók.

Interaktív feladatok.

Virtuális laboratóriumok.

Online vizsgák.

A tanulás egyre inkább személyre szabható. Mindenki saját tempójában haladhat. Újranézheti az előadásokat. Megállíthatja. Visszatekerheti. Ez korábban elképzelhetetlen volt.

Természetesen az online oktatás nem helyettesít minden személyes kapcsolatot. Egy jó tanár nemcsak ismereteket ad át, hanem lelkesít, kérdez, vitára ösztönöz és példát mutat.

A technológia sokat segíthet, de az emberi kapcsolat értékét nem szünteti meg.

Közösségi média – a tudás és a zaj

Az internet kezdetén sokan azt hitték, hogy a hálózat elsősorban a tudás terjedését fogja szolgálni. Részben így is történt. A közösségi média azonban új helyzetet teremtett. Ma már nemcsak tudósok, újságírók vagy tanárok osztanak meg információkat. Hanem mindenki.

Ez rendkívüli lehetőség.

És rendkívüli kihívás is.

Soha nem volt ennyire könnyű tapasztalatokat megosztani. De soha nem terjedtek ilyen gyorsan a tévedések, a félreértések és a szándékos megtévesztések sem. A közösségi média ezért nemcsak kommunikációs eszköz.

Egyben kritikus gondolkodásra nevelő iskola is kellene, hogy legyen.

A hálózat, mint külső agy

Egyre többen beszélnek arról, hogy az internet az emberiség közös memóriájává vált.

Ez részben igaz. A hálózatban ma több tudás érhető el, mint amennyit egyetlen ember egész életében képes lenne elolvasni. Mégis van egy lényeges különbség. A memória önmagában nem gondolkodik.

A hálózat sem.

Az információ ott van. De az értelmezés továbbra is az ember feladata.

Ez az a pont, ahol a tudás ismét személyessé válik.

Az Internet – egy születőben lévő "globális agy"?

Az emberi agy mintegy 86 milliárd idegsejtből áll. Egyetlen idegsejt önmagában meglehetősen egyszerű. Az igazi csoda a közöttük kialakuló kapcsolatok milliárdjaiban rejlik.

Az Internet is hasonló elven működik.

Egyetlen számítógép önmagában csak egy gép.

Milliónyi számítógép összekapcsolva azonban olyan rendszert alkot, amelynek képességei messze meghaladják az egyes részek összegét.

A kutatók ezt a jelenséget **emergens viselkedésnek** nevezik: amikor az egész több lesz, mint az alkotóelemek egyszerű összege.

Erre jó példa volt a **SETI@home** projekt. A világ százezrei ajánlották fel számítógépük szabad kapacitását, hogy a rádióteleszkópok jeleit elemezzék földön kívüli intelligencia nyomait keresve. Egyetlen számítógép erre kevés lett volna, de együtt a résztvevők a világ egyik legnagyobb virtuális szuperszámítógépét hozták létre.

Azóta hasonló elven működtek más tudományos projektek is. A **Folding@home** például fehérjék viselkedését modellezte, és különösen a COVID–19 világjárvány idején vált híressé, amikor önkéntesek millióinak számítógépei segítették a kutatásokat.

Felmerül a kérdés:

Mi történik akkor, ha a jövőben nemcsak számítási kapacitást osztunk meg, hanem mesterséges intelligenciák milliárdjai is folyamatosan kapcsolatban állnak egymással?

Lehetséges, hogy az Internet egyszer valóban egyfajta **globális intelligenciává** fejlődik?

Erre ma még senki sem tudja a választ.

Valójában három "rétegét" szokták megkülönböztetni az internetnek.

1. A felszíni web (Surface Web)

Ez az, amit a legtöbben Internetnek neveznek. A Google, Bing és más keresők ezt térképezik fel.

Ide tartoznak:

- híroldalak,
- blogok,
- Wikipédia,

- vállalati honlapok,
- nyilvános fórumok.

Meglepő módon ez valószínűleg **csak néhány százaléka** az internet teljes tartalmának. Pontos arányt senki sem tud mondani, mert a teljes internet mérete sem ismert, de az biztos, hogy a keresők által indexelt rész kisebbség.

---

2. A mély web (Deep Web)

Ez nem titkos internet. Egyszerűen olyan tartalom, amelyet a keresők nem indexelnek.

Például:

- e-mail fiókok,
- banki rendszerek,
- egyetemi adatbázisok,
- orvosi nyilvántartások,
- felhőben tárolt dokumentumok,
- előfizetéses tudományos folyóiratok,
- vállalati intranetek.

Ezek teljesen legálisak.

Csak megfelelő jogosultság kell hozzájuk.

Valójában valószínűleg **ez a legnagyobb része** az internetnek.

---

3. A sötét web (Dark Web)

Ez már a mély web egy kis része. Speciális hálózatokon (például Tor) érhető el.

Itt valóban találhatók illegális piacterek és bűnözői szolgáltatások, de ugyanakkor újságírók, emberi jogi aktivisták és elnyomó rezsimekben élő emberek is használják anonimitásuk védelmére.

Ezért önmagában a Dark Web nem egyenlő a bűnözéssel; inkább egy olyan technológia, amelyet különböző célokra lehet használni.

Egy érdekes hasonlat

A Google olyan, mintha egy könyvtár katalógusát böngészné. De attól, hogy egy könyv nincs a katalógusban, még ott lehet a könyvtár valamelyik raktárában.

Az internet is ilyen. A keresőprogram nem magát az Internetet ismeri. Csak azt a részét, amelyet sikerült feltérképeznie.

És itt jön egy érdekes párhuzam az emberi aggyal

Az agyban is rengeteg emlék lehet, amelyhez éppen nem férünk hozzá. Lehet, hogy az Internet és az emberi emlékezet között itt is van egy hasonlóság. Az Interneten is sokkal több információ létezik, mint amennyit a keresőprogramok megtalálnak. Az agyban is sokkal több emlék létezhet, mint amennyit egy adott pillanatban fel tudunk idézni. Mindkét esetben nem feltétlenül **a tárolás** a szűk keresztmetszet, hanem **a hozzáférés.**

Az első fejezetekben az volt a probléma: **Hogyan őrizzük meg az információt?**

A XXI. század egyik legnagyobb problémája viszont már egészen más: **Hogyan találjuk meg a számunkra fontos információt?**

A könyv végére pedig talán még egy harmadik kérdés is megjelenik:

Ha a mesterséges intelligencia egyre nagyobb részt vállal az információ felkutatásában és értelmezésében, vajon továbbra is mi választjuk ki, hogy mit tekintünk fontosnak?

Elgondolkodtató kérdés

Az emberi agyban sincs egyetlen idegsejt, amely "tudná", mit gondol az egész ember.

Mégis megszületik a tudat.

Lehetséges-e, hogy elegendően sok összekapcsolt mesterséges intelligencia együtt olyan tulajdonságokat mutasson, amelyek egyetlen rendszerben sem jelentek meg korábban?

Ez ma még nyitott tudományos és filozófiai kérdés.

Tulajdonképpen három különböző modell képzelhető el.

1. Egyetlen óriási AI

Ez a mai nagy nyelvi modellek fejlődésének természetes folytatása lenne.

Egyre több paraméter.
Egyre több tudás.
Egyre nagyobb számítási teljesítmény.

Ennek előnye, hogy minden tudás egy helyen van.

Hátránya, hogy rendkívül drága, energiaigényes, és egyetlen rendszer korlátai szabják meg a teljesítményt.

2. Sok specializált AI

Ez már ma is kezd megjelenni.

Egy AI kiváló orvos.

Egy másik jogász.

Egy harmadik meteorológus.

Egy negyedik mérnök.

Ezek egy központi rendszer kérésére együtt dolgoznak.

Olyan ez, mint egy kórház.

Nem egyetlen szuperorvos gyógyít.

Hanem radiológus, sebész, belgyógyász és labororvos közösen.

3. Milliónyi együttműködő AI

Képzeljük el, hogy minden számítógépben, telefonban, robotban vagy akár autóban működik egy kisebb mesterséges intelligencia.

Ezek folyamatosan kommunikálnak egymással.

Megosztják a tapasztalataikat.

Tanulnak egymástól.

Időnként nagyobb feladatokra összeállnak.

Ez már sokkal inkább hasonlítana az emberi agyra vagy akár egy hangyabolyra.

Érdekes, hogy a természet is ezt csinálja

Az agyban nincs "fő neuron", nincs központi vezérlő. A tudat milliárdnyi viszonylag egyszerű idegsejt együttműködéséből születik. Ugyanez igaz a hangyákra. Nincs "főhangya", amely mindent irányítana. A boly intelligenciája az együttműködésből emelkedik ki.

Ezért sok kutató úgy gondolja, hogy a jövő intelligens rendszerei is inkább **elosztottak** lesznek, mint központosítottak.

Már ma is látszanak ennek az első jelei

A SETI@home valójában nem intelligenciát osztott meg, hanem számítási kapacitást.

De az alapelv ugyanaz volt: sok egyszerű résztvevő → egyetlen nagy rendszer.

Ma már megjelentek az úgynevezett **multi-agent AI rendszerek**. Ezekben több mesterséges intelligencia dolgozik együtt: egyik tervez, másik ellenőriz, harmadik információt keres, negyedik kritikát fogalmaz meg. Ez még messze van egy önálló "globális agytól", de jól mutatja, hogy az együttműködő AI-k gondolata már nem csak elmélet.

Van azonban egy érdekes különbség

Az Internet jelenleg elsősorban **információt** továbbít.

Az agy viszont nemcsak továbbít. Folyamatosan tanul. Folyamatosan változtatja saját kapcsolatait.

Ha egyszer a világ mesterséges intelligenciái nemcsak adatokat cserélnének, hanem **közösen alakítanák a "közös tudásukat"**, akkor valóban közelebb kerülnénk valamihez, amit ma "globális intelligenciának" nevezhetnénk.

Hogy ez valaha eljut-e a tudat vagy a szuperintelligencia szintjére, azt ma senki sem tudja. Az azonban biztos, hogy a fejlődés iránya egyre inkább a **hálózatok együttműködése**, nem pedig pusztán egyetlen rendszer méretének növelése felé mutat.

Az élet történetében többször előfordult, hogy sok egyszerű egység összekapcsolódásából új minőség született: atomokból molekulák, sejtekből élőlények, emberekből társadalmak, számítógépekből Internet. Vajon a jövőben a mesterséges intelligenciák hálózata is egy új szerveződési szintet hoz létre? Erre ma még nincs válasz. De a kérdés már megszületett.

A tanulás új készségei

A digitális korszakban egyre kevésbé az számít, hogy mennyi adatot tudunk fejből.

Sokkal fontosabbá vált, hogy képesek legyünk:

- jó kérdéseket feltenni,
- megbízható forrásokat választani,
- több nézőpontot összevetni,
- felismerni a tévedéseket,
- és az információból saját tudást építeni.

A jövő iskolájának talán az lesz a legfontosabb feladata, hogy ne pusztán ismereteket adjon át, hanem tanítson meg eligazodni is.

Miért felejtünk többet a Google korában?

Sokan úgy érzik, hogy ma rosszabb a memóriájuk, mint húsz évvel ezelőtt.

Ebben valóban lehet némi igazság.

Pszichológiai kutatások szerint, ha tudjuk, hogy egy információ bármikor könnyen visszakereshető, kisebb erőfeszítést teszünk annak megjegyzésére. Ezt a jelenséget gyakran **Google-hatásnak** vagy **digitális amnéziának** nevezik.

Érdekes módon ilyenkor nem feltétlenül magát az információt jegyezzük meg.

Hanem azt, hol találjuk meg.

Ez elsőre hátránynak tűnhet.

Valójában azonban az emberi emlékezet mindig is alkalmazkodott környezetéhez.

Régen a történetek segítették az emlékezést. Később az írás. Ma a digitális hálózat.

A valódi veszély nem az, hogy kevesebb adatot tárolunk a fejünkben.

Hanem az, ha már nem próbáljuk megérteni azt, amit néhány másodperc alatt megtalálunk.

A hálózatban tanuló ember és az AI

Az internet nemcsak összekötötte az embereket.

Összekapcsolta a tudásukat is.

Ma már ritkán tanulunk egyedül. Kérdéseinkre fórumokon keresünk választ, online tanfolyamokon veszünk részt, közösen szerkesztünk enciklopédiákat, és pillanatok alatt megosztjuk tapasztalatainkat a világ másik felén élő emberekkel.

A tudás egyre inkább hálózatban él.

A mesterséges intelligencia fejlődésében is megjelent egy hasonló gondolat.

A **federált** vagy **elosztott tanulás** során nem minden adat kerül egyetlen központi számítógépbe. Ehelyett sok különálló eszköz – például mobiltelefonok, számítógépek vagy intézmények – saját adataikon tanulnak, majd csak a tanulás eredményét osztják meg egymással.

Így a közös modell folyamatosan fejlődik anélkül, hogy minden adat egyetlen helyre kerülne.

Ez egyszerre növeli a hatékonyságot és jobban védi a személyes adatokat.

A módszer emlékeztet arra, ahogyan az emberi társadalom is működik.

Senki sem ismeri a világ összes tudását.

Mégis, amikor emberek milliói megosztják tapasztalataikat, kutatási eredményeiket és felismeréseiket, a közösség egésze sokkal többet tud, mint bármelyik egyén önmagában.

A fejlődés így nem egyetlen központban történik, hanem sok ezer helyen egyszerre.

Tanulság

A hálózatba kapcsolt világ megtanította a mesterséges intelligenciának, hogy a közös tanuláshoz nem feltétlenül kell minden tudást egyetlen helyre összegyűjteni. Néha éppen az együttműködés teszi lehetővé, hogy a rendszer gyorsabban fejlődjön, miközben megőrzi az egyes résztvevők önállóságát. Ahogy az emberiség tudása is közösségek együttműködéséből születik, úgy a jövő mesterséges intelligenciája is egyre inkább hálózatokban tanul.

Összefoglalás

A hálózatba kapcsolt világ nem egyszerűen gyorsabbá tette a tanulást.

Újradefiniálta azt.

A keresők a tudás megtalálását, az online oktatás a tudás elérését, a közösségi média pedig a tudás megosztását alakította át.

Soha nem volt ilyen könnyű tanulni.

És talán soha nem volt ilyen nehéz eldönteni, hogy mit érdemes megtanulni.

A XXI. század tanuló emberének már nem a tudáshiány a legnagyobb problémája.

Hanem a **bőség.**

Az ember először a saját emlékezetére támaszkodott.

Később könyvekre, majd könyvtárakra.

A digitális korszakban már egy világméretű hálózatra.

Most azonban egy új korszak küszöbére érkeztünk.

Mi történik akkor, amikor már nemcsak az információ tárolását és továbbítását bízzuk gépekre, hanem **a megértés egy részét is**?

Ezzel kezdődik a könyv következő nagy témája: **a mesterséges intelligencia**, amely már nem pusztán a tudás könyvtárosa, hanem egyre inkább partnerünk a tanulásban és a

gondolkodásban. Ez a pont kapcsolja össze a tudás évezredes történetét a jelen egyik legnagyobb kihívásával.

IV. rész – Gépek is tanulnak

12. A kibernetikától a mesterséges intelligenciáig

Amikor a gépek megtanultak visszajelezni

Egy gépnek nem kell gondolkodnia ahhoz, hogy alkalmazkodjon a környezetéhez. De vajon hol húzódik a határ az alkalmazkodás, a tanulás és az intelligencia között?

Képzeljünk el egy hajót, amelynek meghatározott irányban kell haladnia. A kormányos figyeli az iránytűt, észreveszi, ha a szél vagy a hullámok eltérítik a hajót, majd korrigálja a kormány állását. A folyamat újra és újra megismétlődik.

A hajó nem egy előre rögzített kormánymozdulat-sorozatot követ. Folyamatosan figyelembe veszi, mi történik vele. Most képzeljük el, hogy a kormányost egy automatikus berendezés helyettesíti. Ez a látszólag egyszerű gondolat egy egész tudományág megszületéséhez vezetett. A neve: **kibernetika.**

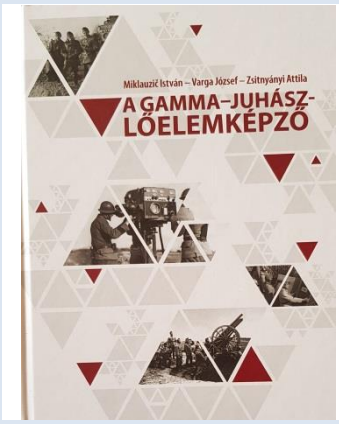
Norbert Wiener és egy új tudomány születése

A második világháború idején a haditechnika egyik nehéz feladata a gyorsan mozgó repülőgépek pályájának előrejelzése volt. A légvédelmi ágyúnak nem oda kellett céloznia, ahol a repülőgép éppen tartózkodott, hanem oda, ahol a lövedék megérkezésekor várhatóan lesz.

Ehhez folyamatosan mérni kellett a repülőgép mozgását, előre jelezni a pályáját, majd az újabb megfigyelések alapján módosítani a számításokat.

Ezzel a problémával foglalkozott Norbert Wiener (1894–1964), a Massachusetts Institute of Technology (MIT) matematikusa is, Julian Bigelow mérnökkel és más kutatókkal együttműködve.

A Gamma–Juhász-lőelemképző – magyar válasz a célkövetés problémájára



Érdekes magyar párhuzama Norbert Wiener háborús kutatásainak a Gamma Művekben kifejlesztett Juhász-féle légvédelmi lőelemképző.

Juhász István mérnök az 1920-as évek végétől olyan elektromechanikus berendezésen dolgozott, amely képes volt kiszámítani egy mozgó repülőgép várható helyzetét és a légvédelmi lövegek megfelelő beállításait.

A berendezés mechanikus analóg számítógép volt. A kezelők által követett cél mozgási adatait dolgozta fel, figyelembe vette a lövedék ballisztikai tulajdonságait, majd folyamatosan meghatározta a szükséges célzási értékeket.

A magyar találmány nemzetközileg is sikeresnek bizonyult. A Gamma lőelemképzőit és célelemmérőit számos országba exportálták, Svédországban és Svájcban licenc alapján is gyártották.

Juhász és Wiener munkássága között fontos párhuzam fedezhető fel, bár eltérő célokat követtek. A Gamma berendezése elsősorban a célpálya előrejelzését és a tűzvezetés számításait végezte, míg Wiener kutatásai az ilyen rendszerek szabályozásának és visszacsatolásának általános törvényszerűségeihez vezettek.

A Gamma–Juhász-lőelemképző így a modern számítástechnika egyik figyelemre méltó magyar előfutárának tekinthető.

A katonai kutatásból egy sokkal általánosabb felismerés született.

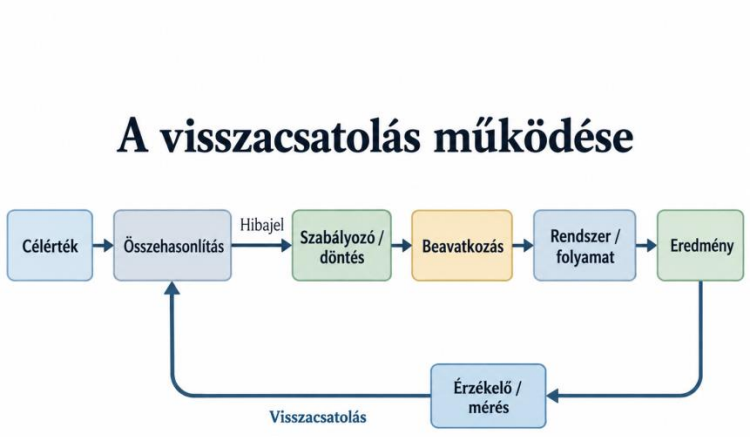
Wiener és munkatársai észrevették, hogy bizonyos gépek és élőlények viselkedésében közös működési elvek fedezhetők fel. Az ember a szemével követi a mozgó tárgyat, az idegrendszere feldolgozza az információt, majd izmaival megfelelő mozdulatot végez. Az automatikus célkövető berendezés érzékelőkkel, számításokkal és motorokkal valósít meg hasonló folyamatot. A két rendszer felépítése egészen különböző, de mindkettő információt használ a viselkedésének módosítására.

Wiener 1948-ban jelentette meg *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine* című könyvét, amelynek magyarul megfogalmazott alcíme: *Vezérlés és kommunikáció az élőlényben és a gépben*.

A kibernetika elnevezést a görög *kybernétész*, vagyis kormányos szóból alkotta meg. A szóválasztás nem volt véletlen. Wiener számára az volt a központi kérdés, hogyan képes egy rendszer a környezetéből érkező információ segítségével fenntartani vagy megváltoztatni saját működését.

A visszacsatolás – amikor az eredmény befolyásolja a következő lépést

A kibernetika legfontosabb fogalma a visszacsatolás.



A rendszer a mért eredmény alapján folyamatosan korrigálja működését.

Vegyünk egy egészen hétköznapi példát: a lakás termosztátját.

Beállítjuk a kívánt hőmérsékletet 22 Celsius-fokra. Ha a szoba lehűl, a fűtés bekapcsol. Amikor eléri a megfelelő hőmérsékletet, kikapcsol.

A rendszer működését négy elem határozza meg:

1. Van egy elérendő cél: a kívánt hőmérséklet.
2. Van egy érzékelő, amely megméri a tényleges állapotot.
3. A rendszer összehasonlítja a két értéket.
4. Az eltérés alapján beavatkozik.

Ezután ismét megméri az eredményt, és a folyamat folytatódik.

Ezt nevezzük negatív visszacsatolásnak: a rendszer igyekszik csökkenteni a kívánt és a tényleges állapot közötti különbséget.

Az elv azonban jóval régebbi a számítógépeknél. A gőzgépek fordulatszám-szabályozói, a hajók automatikus kormányberendezései és számos más szerkezet már korábban is alkalmazta.

Wiener újítása nem a visszacsatolás feltalálása volt, hanem annak felismerése, hogy ez az elv az élővilágban, a gépekben és bizonyos társadalmi folyamatokban is alapvető szerepet játszik.

Az emberi szervezet például folyamatosan szabályozza a testhőmérsékletét, a vércukorszintjét és számos más élettani jellemzőjét.

Ezt a viszonylag állandó belső állapot fenntartását homeosztázisnak nevezzük.

A visszacsatolás ugyanakkor nem mindig stabilizál. A pozitív visszacsatolás felerősítheti a változásokat. Ilyen például, amikor a mikrofonból érkező hang újra bekerül az erősítőbe, és egyre erősebb sípolás keletkezik.

A kétféle visszacsatolás fontos felismeréshez vezetett: egy rendszer viselkedését nemcsak az alkatrészei, hanem azok kölcsönhatásai is meghatározzák.

Amikor a tudományágak találkoztak

A kibernetika egyik legnagyobb újdonsága az volt, hogy lebontotta a korábban élesen elkülönülő tudományterületek közötti határokat.

Az 1946 és 1953 között megrendezett amerikai Macy-konferenciákon matematikusok, mérnökök, pszichológusok, orvosok, antropológusok és más tudományágak képviselői vitatták meg az információ, a kommunikáció és a szabályozás közös problémáit.

Korábban egy idegsejt működését elsősorban a biológus, egy elektromos áramkörét a mérnök, az emberi viselkedést pedig a pszichológus vizsgálta.

A kibernetika kutatói azt kérdezték: lehetséges-e mindhárom működésben azonos alapelveket találni?

Warren McCulloch neurofiziológus és Walter Pitts matematikus már 1943-ban olyan elméleti modellt alkotott, amely egyszerű idegsejtek hálózatával logikai műveleteket tudott leírni.

Ez a munka a mesterséges neurális hálózatok egyik fontos kiindulópontja lett.

W. Ross Ashby brit pszichiáter és kutató pedig azt vizsgálta, hogyan tudnak a rendszerek alkalmazkodni a változó környezethez. Kísérleti berendezéseivel az önszabályozás és az alkalmazkodás általános törvényszerűségeit kutatta.

A kibernetika így nemcsak új technológiákat ösztönzött, hanem új gondolkodásmódot is teremtett.

Nem elegendő külön-külön megérteni egy rendszer alkatrészeit. Azt is vizsgálni kell, hogyan hatnak egymásra, és miként változtatja meg a rendszer működését a környezetéből érkező információ.

Az első mesterséges állatok

A kibernetika történetének egyik legszemléletesebb kísérletét William Grey Walter brit neurofiziológus végezte.

1948–1949-ben megépítette Elmer és Elsie nevű elektromechanikus „teknősbékáit”.

Ezek a kis, kerekeken mozgó szerkezetek fényérzékelőkkel, érintésérzékelőkkel, elektromos kapcsolókkal és motorokkal rendelkeztek.

Képesek voltak a fény irányába mozogni, akadályokat kerülni, és a környezetükkel kölcsönhatásba lépni.

Mai szemmel rendkívül egyszerű szerkezetek voltak. Nem tartalmaztak modern számítógépet, és nem rendelkeztek olyan mesterséges intelligenciával, amilyet ma használunk.

Viselkedésük mégis meglepően összetettnek tűnt.

Néhány egyszerű érzékelő és szabályozási kapcsolat együtt olyan mozgásokat eredményezett, amelyek az élőlények célszerű viselkedésére emlékeztettek.

A kísérlet fontos tanulsággal szolgált.

Az összetettnek látszó viselkedés nem feltétlenül igényel bonyolult központi irányítást. Egyszerű szabályok és a környezettel kialakuló kölcsönhatások is létrehozhatják.

Ez a felismerés később a robotikában, a mesterséges intelligenciában és az összetett rendszerek kutatásában is fontos szerepet kapott.

A gép már nem csupán végrehajtott egy előre meghatározott mozdulatsort. Érzékelte a környezetét, és annak megfelelően módosította a viselkedését.

De vajon tanult is?

Nem feltétlenül. Az alkalmazkodó viselkedés és a tanulás között fontos különbség van.

A szegedi katicabogár – a magyar műállat, amely tanulni is tudott

A kibernetikai műállatok történetének jelentős magyar fejezete is van.

1956–1957-ben Muszka Dániel mérnök és kutató megépítette a szegedi katicabogarat, amely az első magyar kibernetikai műállatként vált ismertté.

A kis, kerekeken mozgó szerkezet valóban katicabogárra emlékeztetett. Három fotocellájával érzékelte a fényt, és képes volt a zseblámpa irányába mozogni. Mikrofonjával hangjeleket fogott fel, a hátán elhelyezett érintkezők pedig az érintésre reagáltak.

Ha valamelyik pettyét megnyomták, a katica sípolni kezdett, és megtagadta a mozgást. Ha viszont megsimogatták a hátát, ismét működésbe lépett.

Természetesen nem érzett fájdalmat, és nem is örült a simogatásnak. A viselkedést elektromos áramkörök és kapcsolók hozták létre.

A szerkezet legérdekesebb tulajdonsága azonban a taníthatósága volt.

Ha a fényjelzéssel együtt rendszeresen sípszót is kapott, egy idő után már a sípszóra is elindult, fény nélkül.



Ez a Pavlov-féle feltételes reflex gépi megvalósítása volt. A katica elektronikája képes volt modellezni, hogyan alakulhat ki kapcsolat két, eredetileg egymástól független inger között.

A szegedi katicabogár nem volt mai értelemben vett mesterséges intelligencia. Tanulási képessége egy meghatározott feladatra és egyszerű elektronikus mechanizmusokra korlátozódott.

Mégis látványosan bizonyította, hogy az érzékelés, a visszacsatolás és az egyszerű tanulási folyamatok gépekben is megvalósíthatók.

A kis magyar műállat a kibernetika egyik ismert hazai jelképévé vált. Évtizedekkel később, 2011-ben a londoni Science Museum Robotville kiállításán is bemutatták.

Története jól szemlélteti a kibernetika egyik legfontosabb felismerését: az élőlények bizonyos viselkedési mechanizmusai gépekkel is modellezhetők – anélkül, hogy a gépek valóban élnének vagy éreznének.

A kibernetikától a mesterséges intelligenciáig

1956 nyarán az amerikai Dartmouth College-ban kutatók egy új tudományterület lehetőségeit vitatták meg.

John McCarthy és munkatársai abból indultak ki, hogy az emberi intelligencia egyes tulajdonságai elvileg olyan pontosan leírhatók, hogy gépekkel is megvalósíthatók.

Ezzel megszületett a mesterséges intelligencia mint önálló kutatási terület.

A kibernetika és az AI fejlődése kezdetben számos ponton összekapcsolódott, de nem volt azonos.

A kibernetika elsősorban azt vizsgálta, hogyan szabályozzák a rendszerek saját működésüket, miként használják az információt, és hogyan alkalmazkodnak a környezethez.

A mesterséges intelligencia kutatói egyre inkább az olyan képességek gépi megvalósítására összpontosítottak, mint a következtetés, a problémamegoldás, a tervezés, a nyelvhasználat és a tanulás.

A két terület részben külön utakon fejlődött tovább.

Az egyik irányból megszülettek a korszerű automatikus szabályozórendszerek, az ipari automatizálás és a robotika fontos módszerei.

A másikból a szimbolikus mesterséges intelligencia, a szakértői rendszerek, majd a gépi tanulás számos eljárása.

A neurális hálózatok kutatása azonban megőrizte a korai kibernetika és az idegrendszer működésének modellezése közötti kapcsolatot.

Frank Rosenblatt 1950-es évek végén kifejlesztett perceptronja például már olyan egyszerű mesterséges neurális hálózat volt, amely példák alapján tudta módosítani működését.

A döntő különbség itt jelent meg.

Egy termosztát mindig ugyanazon szabály szerint kapcsolja a fűtést. A tanuló rendszer viszont a tapasztalatok alapján megváltoztathatja saját belső beállításait.

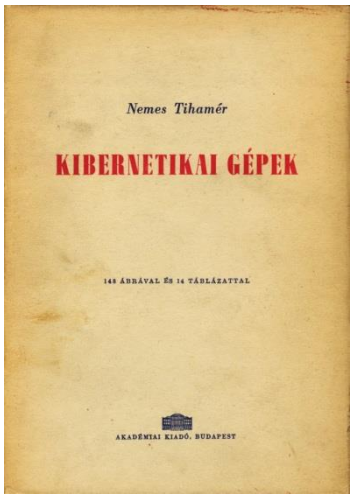
A szabályozás a pillanatnyi működést korrigálja. A tanulás magát a későbbi működést is megváltoztathatja.

A két folyamat természetesen összekapcsolódhat, de nem ugyanaz.

Egy magyar kitérő – a gondolkodó gépek úttörői

A kibernetika Magyarországon is korán felkeltette a mérnökök és matematikusok érdeklődését. Két különösen fontos személyisége Nemes Tihamér és Tarján Rezső volt.

Nemes Tihamér (1895–1960) mérnök és feltaláló már azelőtt az emberi tevékenységek gépi modellezésével foglalkozott, hogy Norbert Wiener 1948-ban megjelentette volna a kibernetikát megalapozó könyvét.



Nemes rendkívül sokoldalú kutató volt. A televíziótechnika, a beszédfelismeréshez kapcsolódó gépi megoldások és az automatikus szabályozás egyaránt foglalkoztatták. Különösen érdekelte az emberi gondolkodás gépi utánzásának lehetősége. Logikai gépeket tervezett, és 1949-ben egy sakkozógép elméleti megoldásával is foglalkozott.

Halála után, 1962-ben jelent meg az Akadémiai Kiadónál *Kibernetikai gépek* című könyve. A mű 148 ábrával és 14 táblázattal mutatta be a logikai gépeket, az automatikus berendezéseket és a kibernetika korabeli eredményeit. A magyar műszaki irodalom egyik fontos korai összefoglalása lett.

Tarján Rezső (1908–1978) matematikus a magyarországi számítástechnika megszervezésében és a kibernetikai ismeretek terjesztésében játszott meghatározó szerepet.



1955-ben részt vett az MTA Kibernetikai Kutatócsoportjának munkájában, ahol később megépítették az M–3 elektronikus számítógépet. Tarján felismerte, hogy az új gépek jelentősége messze túlmutat a gyors számoláson.

1958-ban jelent meg *Gondolkodó gépek* című ismeretterjesztő könyve, amely az elektronikus számítógépek működését és lehetséges alkalmazásait mutatta be. Foglalkozott az automatizálással, a gépi fordítással, a sakkprogramokkal, a tanuló gépekkel, sőt azzal a kérdéssel is, hogy képesek lehetnek-e a gépek gondolkodni.

Ezek a kérdések ma, a mesterséges intelligencia korában különösen ismerősen hangzanak.

Tarján később a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság első elnöke lett. Munkássága jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy a kibernetika és a számítástechnika Magyarországon önálló tudományos és műszaki területté váljon.

A két kutató története jól mutatja, hogy a mesterséges intelligencia alapvető kérdései nem a XXI. században születtek.

Már több mint hatvan évvel ezelőtt is voltak magyar kutatók, akik azt vizsgálták, hogyan lehet gépekkel modellezni az emberi gondolkodást, tanulást és döntéshozatalt.

A két általad mellékelt borítót közvetlenül a szöveg mellé helyezném, egymás mellett, a következő képaláírással:

„A magyar kibernetika két jelentős korai műve: Tarján Rezső Gondolkodó gépek (1958) és Nemes Tihamér Kibernetikai gépek (1962) című könyve."

A kibernetika öröksége a mai AI-ban

A mai mesterséges intelligencia működése sok szempontból távol áll Wiener korának gépeitől.

A modern neurális hálózatok hatalmas adathalmazokon tanulnak, és akár több milliárd paraméter segítségével ismernek fel összetett mintázatokat.

A visszacsatolás elve azonban ma is fontos.

A gépi tanulás során egy modell előállít egy eredményt, ezt valamilyen mérce alapján értékelik, majd a kapott visszajelzés segítségével módosítják a paramétereit.

A megerősítéses tanulásnál a rendszer cselekvések következményeiből kap jutalmazó vagy büntető jelzéseket, és ezek alapján alakítja későbbi viselkedését.

A robotok és az önállóan működő berendezések pedig érzékelik környezetüket, döntéseket hoznak, végrehajtják azokat, majd az eredmény ismeretében újraértékelik a helyzetet.

Fontos azonban egy különbség: egy tanítás során visszajelzésekből fejlődő AI nem feltétlenül tanul tovább minden egyes használat közben. Egy nyelvi modell például képes figyelembe venni a beszélgetés előzményeit anélkül, hogy ettől a belső paraméterei is megváltoznának.

A kibernetika és a modern AI között tehát nem egyszerű, megszakítás nélküli fejlődési vonal húzódik. Inkább közös kérdésekről, egymásra ható kutatási irányokról és újra meg újra felbukkanó alapelvekről beszélhetünk.

Mégis van egy feltűnő folytonosság.

Wiener azt kérdezte: hogyan lehet a gép viselkedését a környezetből érkező információ alapján szabályozni?

A mai AI-kutatás egyik fontos kérdése pedig az: hogyan lehet biztosítani, hogy egy önállóan döntő rendszer megfelelő célokat kövessen, felismerje hibáit, és szükség esetén korrigálható legyen?

A második kérdés már nem pusztán műszaki probléma.

Amikor a kormányos elveszítheti az irányítást

Wiener nemcsak a gépek lehetőségeit látta meg, hanem a veszélyeiket is.

1950-ben megjelent *The Human Use of Human Beings* című könyvében az automatizálás társadalmi következményeivel foglalkozott. Felismerte, hogy az egyre önállóbb gépek nem csupán fizikai munkát, hanem emberi döntésekhez kapcsolódó feladatokat is átvehetnek.

Ez egyszerre jelenthet felszabadulást a monoton munka alól és újfajta kiszolgáltatottságot.

A kibernetika eredeti kérdése tehát különös módon visszatér a mesterséges intelligencia korában.

Ki határozza meg a célt?

Ki ellenőrzi az eredményt?

Mi történik, ha egy rendszer hibás információ alapján működik?

És ki avatkozhat be, ha a gép nem a kívánt irányba halad?

Egy hajó automatikus kormányberendezése hiába működik tökéletesen, ha rossz kikötőt adtunk meg úti célként.

A mai mesterséges intelligenciával hasonló a helyzet. Egy rendszer rendkívül hatékonyan teljesíthet egy feladatot anélkül, hogy annak tágabb emberi következményeit megfelelően figyelembe venné.

A visszacsatolás önmagában nem garantálja, hogy jó célt követünk.

Összefoglalás – az információból cselekvés lesz

A kibernetika egyik legfontosabb felismerése az volt, hogy az információ nem csupán tárolható vagy továbbítható.

Az információ segítségével egy rendszer a saját működését is megváltoztathatja.

Ez az elv összekapcsolta a mérnöki tudományokat, a biológiát, az idegrendszer kutatását és később a mesterséges intelligenciát.

A visszacsatolás lehetővé teszi a szabályozást. A tanulás a tapasztalatokból tartósabb változást hozhat létre. A mesterséges intelligencia pedig már olyan feladatokat is elvégezhet, amelyekhez korábban emberi értelmi képességeket tartottunk szükségesnek.

De ebből még nem következik, hogy a gép megérti, amit csinál.

A kibernetika megmutatta, hogyan képes egy gép a környezetére reagálni. A mesterséges intelligencia azt mutatja meg, milyen messzire juthat ezen az úton.

És ezzel elérkeztünk a következő kérdéshez:

Ha egy gép tanul, alkalmazkodik, döntéseket hoz és alkot, vajon valóban megérti a világot? Vagy mindez megvalósítható megértés nélkül is?

A 12. fejezet zárását is módosítanám, mert jelenleg közvetlenül a „Megérti-e az AI?” kérdéshez vezeti az olvasót. Az új fejezet beiktatásával szükség van egy rövid történeti átvezetésre.

Forrás:: a MIT Press Wiener 1948-as művéről MIT Press

, a Computer History Museum történeti áttekintése Computer History Museum

, a Macy-konferenciák tudománytörténete Oxford Academic

és az NJSZT informatikatörténeti adattára NJSZT iTF

13. A programozott gépektől a tanuló gépekig

A gépek először végrehajtották a tudást. Később tárolták. Ma már egyre inkább képesek tanulni is belőle.

Az ember évezredeken át egyedül gondolkodott. Eszközei segítették munkáját, de a döntéseket mindig ő hozta meg. A számítógépek megjelenése új korszakot nyitott. Eleinte csupán végrehajtották az ember utasításait. Ma azonban egyre több feladatot úgy oldanak meg, hogy maguk keresik meg a megoldást. Ez a különbség a programozott és a tanuló gépek között.

Algoritmus – a gondolkodás receptje

Minden számítógépes program mögött algoritmus áll. Az algoritmus nem más, mint pontos utasítások sorozata. Olyan, mint egy recept. Ha minden lépést ugyanabban a sorrendben végrehajtunk, mindig ugyanarra az eredményre jutunk.

Egy sütemény receptje.

Egy útvonalterv.

Egy banki átutalás.

Mind algoritmus.

A számítógép hosszú időn keresztül kizárólag ilyen előre megírt szabályok alapján dolgozott. Nem értette, mit csinál. Csak végrehajtotta. Ha a programozó minden lehetőséget előre átgondolt, a rendszer jól működött. Ha váratlan helyzet adódott, könnyen hibázott.

Ez volt a klasszikus programozás korlátja.

Szakértői rendszerek – amikor a tudást szabályokká alakították

Az 1970-es és 1980-as években a kutatók merész ötlettel álltak elő. Mi lenne, ha egy szakember tudását szabályok formájában leírnák?

Ha...

akkor...

különben...

Ezekből a szabályokból épültek fel az úgynevezett szakértői rendszerek.

Egy orvosi rendszer például így gondolkodhatott:

Ha magas a láz, torokfájás jelentkezik és a laboreredmények ezt mutatják, akkor valószínűleg bakteriális fertőzés áll fenn.

Ez akkoriban hatalmas előrelépés volt. Bizonyos szűk területeken ezek a rendszerek meglepően jól teljesítettek. Volt azonban egy alapvető problémájuk. A tudást mindig embereknek kellett beleírniuk. A rendszer önmagától nem tanult. Minden új szabály újabb emberi munkát igényelt.

Ezért nevezték ezt gyakran **tudásmérnökségnek.**

Gépi tanulás – amikor a gép maga fedezi fel a szabályokat

A következő nagy fordulat akkor következett be, amikor a kutatók megfordították a kérdést.

Nem azt mondták: **Írjuk le a szabályokat!**

Hanem ezt: **Adjunk sok példát a gépnek, és hagyjuk, hogy maga találja meg a szabályokat!**

Ez lett a gépi tanulás.

Ha egy programnak milliónyi fényképet mutatunk macskákról és kutyákról, egy idő után képes lesz megkülönböztetni őket. Nem azért, mert valaki pontosan megmondta neki, milyen egy macska, hanem azért, mert rengeteg példából felismerte a mintázatokat. Ez alapvetően

más gondolkodásmód. A programozó már nem minden lépést ír elő. Inkább megteremti a tanulás feltételeit.

Újfajta tudás

A gépi tanulás egyik legérdekesebb tulajdonsága, hogy a rendszer gyakran olyan összefüggéseket is felismer, amelyeket az ember korábban nem vett észre.

Ez különösen fontos az orvostudományban, a csillagászatban vagy az időjárás-előrejelzésben, ahol óriási mennyiségű adatot kell elemezni.

Ugyanakkor ennek ára is van.

Egy bonyolult tanuló rendszer sokszor már maga sem tudja egyszerű szabályokkal megmagyarázni, hogyan jutott egy adott eredményre.

Ez az úgynevezett **fekete doboz** probléma. A gép jól dönthet, de nem mindig tudja megindokolni döntését úgy, ahogy egy ember tenné.

A tanulás új szereplője

Az ember történetében először jelent meg egy olyan eszköz, amely nemcsak információt tárol és továbbít, hanem tapasztalatokból is képes fejlődni. Fontos azonban látni a különbséget.

A gépi tanulás nem ugyanaz, mint az emberi tanulás.

A gépnek nincsenek élményei, nincsenek érzései, nincs kíváncsisága, nem akar megérteni semmit. Mintázatokat keres és ezek alapján készít előrejelzéseket. Ez rendkívül hasznos, de nem azonos az emberi gondolkodással.

Miért tanul másképp a gép, mint az ember?

Egy kisgyermeknek gyakran elég néhány alkalom, hogy felismerjen egy kutyát.

Megsimogatja.

Hallja ugatni.

Látja mozogni.

Érzelmek kapcsolódnak az élményhez.

Egy mai mesterséges intelligencia ezzel szemben sokszor milliónyi képet elemez, mire hasonló pontossággal felismeri ugyanazt az állatot.

A gép nem úgy tanul, mint az ember.

Nem épít belső világképet, nem kíváncsi, és nem érti a kutya jelentését. Statisztikai mintázatokat ismer fel az adatokban.

Az ember viszont sokféle érzékszervi tapasztalatot, emléket, nyelvet és érzelmet kapcsol össze egyetlen fogalommá.

Ezért fordulhat elő, hogy egy kisgyermek néhány példa alapján is általánosítani tud, míg a gépnek hatalmas adatmennyiségre van szüksége.

A kétféle tanulás tehát nem egymás másolata.

Inkább két különböző út ugyanahhoz a célhoz: a világban rejlő mintázatok felismeréséhez.

A programozott gépektől a tanuló gépekig és az AI

A számítógépek első nemzedékei csak azt tudták, amit a programozójuk előre megírt.

Ha új feladat jelent meg, új programot kellett készíteni.

A gép önmagától nem fejlődött.

A mesterséges intelligencia egyik legnagyobb áttörése akkor következett be, amikor a kutatók felismerték, hogy nem minden szabályt kell előre megfogalmazni.

Sokkal hatékonyabb, ha a gép **példákból tanulja meg** a szabályokat.

Ezt nevezzük **gépi tanulásnak** (*Machine Learning*).

Egy gépi tanulási rendszernek megmutathatunk több ezer fényképet kutyákról és macskákról.

Nem azt mondjuk meg neki, hogyan néz ki egy kutya.

Hanem hagyjuk, hogy maga fedezze fel a különbségeket.

A tanulás során folyamatosan módosítja belső paramétereit, egyre pontosabbá válik, és végül olyan képeket is helyesen felismer, amelyeket korábban még soha nem látott.

Ez alapvetően más szemlélet, mint a hagyományos programozás.

A klasszikus programban az ember írja le a szabályokat.

A gépi tanulásban a szabályokat maga a rendszer alakítja ki a tapasztalatai alapján.

Ez a váltás sok tekintetben hasonlít ahhoz, ahogyan az élőlények is tanulnak.

Nem minden helyzetre születünk kész válasszal.

Tapasztalatokat gyűjtünk, hibázunk, javítunk, és fokozatosan alkalmazkodunk a környezetünkhöz.

Tanulság

A gépi tanulás legfontosabb felismerése az volt, hogy az intelligenciát nem mindig szabályok megírásával lehet létrehozni. Sok esetben eredményesebb, ha a rendszer maga tanulja meg a szabályokat a tapasztalatokból. Ez a szemléletváltás nyitotta meg az utat a mai mesterséges intelligencia előtt.

Összefoglalás

A számítógépek fejlődése három jól elkülöníthető korszakon vezetett keresztül.

Először a programozott gépek jelentek meg, amelyek pontos utasításokat hajtottak végre.

Ezt követték a szakértői rendszerek, amelyek emberi tudást próbáltak szabályokká alakítani.

Végül megszülettek a gépi tanuló rendszerek, amelyek már maguk fedezik fel az adatokban rejlő mintázatokat. Ezzel a számítógép szerepe alapvetően megváltozott.

Nem csupán végrehajtó eszköz lett, hanem a tanulás egyik új szereplője.

A gépi tanulás hosszú ideig főként képek felismerésében, ajánlórendszerekben vagy adatelemzésben bizonyított.

Egy terület azonban még mindig különösen nehéznek bizonyult.

Az emberi nyelv.

Hogyan értheti meg egy gép a szavakat, a mondatok jelentését vagy akár egy vers finom árnyalatait? Erre a kérdésre keresi a választ a következő fejezet.

14. A neurális hálózatok

A neurális hálózatokat nem programozzuk minden részletükben. Inkább megtanítjuk őket.

A klasszikus számítógépes programok világában minden lépést a programozó határozott meg.

Ha ez történik, akkor ezt kell tenni.

Ha amaz történik, akkor azt.

Ez a módszer sok feladatra kiválóan alkalmas. De mi történik akkor, amikor a szabályok túl bonyolultak ahhoz, hogy leírjuk őket? Honnan tudjuk pontosan megfogalmazni, hogyan ismerjük fel egy ember arcát?

Vagy mitől vicces egy vicc?

Vagy hogyan értjük meg egy mondat valódi jelentését?

Sok ilyen feladatnál az ember sem tud pontos szabályokat megfogalmazni. Egyszerűen felismeri a mintázatot. A neurális hálózatok éppen ezt próbálják utánozni.

A mesterséges neuronok

A neurális hálózatok ötlete az emberi agy működéséből merített ihletet. Természetesen nem másolják le az idegsejteket. Sokkal egyszerűbbek azoknál. Egy mesterséges neuron több bemenetet kap, ezeknek különböző jelentőséget – úgynevezett súlyt – ad, majd ezek alapján kiszámít egy kimenetet. Önmagában egyetlen neuron szinte semmire sem képes. De amikor milliók vagy milliárdok kapcsolódnak össze, meglepően bonyolult feladatokat tudnak megoldani.

Az összetett viselkedés egyszerű elemek együttműködéséből születik.

A modern mesterséges intelligencia is elsősorban mintázatokat tanul.

Egy képfelismerő rendszer nem "ismeri" a macska fogalmát. Több millió példából megtanulja, hogy bizonyos formák, arányok és textúrák gyakran együtt jelennek meg. Ha ezek a mintázatok ismét előfordulnak, nagy valószínűséggel felismeri az állatot.

A mély neurális hálózatok (*deep learning*) ennél is tovább mennek.

Nemcsak egyszerű mintákat tanulnak meg, hanem **egymásra épülő mintázatokat**, vagyis hierarchiákat.

Egy képfelismerő hálózat első rétegei csupán éleket és vonalakat érzékelnek.

A következő rétegek ezekből alakzatokat építenek.

Majd felismerik a szemeket, füleket vagy mancsokat.

A legfelső szinten pedig összeáll a teljes kép:

„Ez egy macska.”

Az emberi és az állati agy is hasonló elvet követ.

Mi sem egyetlen pillanat alatt ismerünk fel egy arcot vagy egy fát. Az érzékszervekből érkező információ fokozatosan szerveződik egyre összetettebb jelentéssé.

Természetesen az agy működése ennél sokkal bonyolultabb, és a mesterséges neurális hálózatok csak részben hasonlítanak rá. Mégis figyelemre méltó, hogy ugyanaz az alapelv jelenik meg mindkét rendszerben: **az egyszerű elemekből fokozatosan épül fel az összetett felismerés.**

Tanulság

Az élővilág megtanította a mesterséges intelligenciának, hogy a világ nem elszigetelt adatokból áll. A valódi tudás a mintázatok felismerésében és azok összekapcsolásában rejlik. Minél mélyebben képes egy rendszer ezeket a mintázatokat egymásra építeni, annál közelebb kerül ahhoz, amit intelligenciának nevezünk.

Neurális hálózatok és az AI

A mesterséges neurális hálózatok ötlete az emberi agy működéséből született.

Az emberi idegrendszer mintegy 86 milliárd idegsejtet tartalmaz. Egyetlen neuron önmagában viszonylag egyszerű feladatot lát el, de milliárdnyi kapcsolatuk együtt olyan rendszert alkot, amely képes érzékelni, tanulni, emlékezni és gondolkodni.

A mesterséges neurális hálózatok ezt az alapelvet próbálják matematikai formában megvalósítani.

A mesterséges neuronok egymással összekapcsolt hálózatot alkotnak. A tanulás során a köztük lévő kapcsolatok erőssége – a súlyok – folyamatosan változik, így a rendszer egyre pontosabban ismeri fel az összefüggéseket.

A valódi áttörést a **mély neurális hálózatok** (*Deep Learning*) megjelenése hozta.

A „mély” szó nem bonyolultabb matematikát jelent, hanem azt, hogy a hálózat sok egymásra épülő rétegből áll.

Minden réteg egy kicsit összetettebb mintázatokat ismer fel, mint az előző.

Egy képfelismerő rendszer például először csak éleket érzékel.

Ezután egyszerű alakzatokat.

Majd szemeket, füleket és arcokat.

Végül felismeri magát az embert.

Ez nagyon hasonlít ahhoz, ahogyan az emberi látórendszer is fokozatosan építi fel a látott világ jelentését.

Természetesen a mesterséges neurális hálózatok működése még messze nem olyan összetett, mint az emberi agyé. Az ötlet azonban ugyanaz: **a sok egyszerű egység együtt olyan képességekre tehet szert, amelyek egyik elemben sem találhatók meg külön-külön.**

Tanulság

A mély neurális hálózatok megmutatták, hogy az intelligencia nem egyetlen bonyolult szabályból születik. Sok egyszerű feldolgozási lépés egymásra épülése olyan összetett felismerésekhez vezethet, amelyek korábban kizárólag emberi képességnek tűntek. Ebben a tekintetben a mesterséges intelligencia ismét a természet egyik alapelvét fedezte fel újra.

Ezekre a kérdésekre a IV. kötetben térünk ki részletesen.

Összefoglalás

A neurális hálózatok új korszakot nyitottak a mesterséges intelligencia fejlődésében.

Már nem előre megírt szabályokat követnek. Példákból tanulnak.

A tanulás során milliárdnyi paraméter fokozatosan alkalmazkodik a tanító adatokhoz.

Ennek eredményeként a rendszer képes felismerni a nyelv, a képek vagy a hangok rendkívül összetett mintázatait.

A neurális hálózat tehát nem emberi agy.

De talán ez az első ember alkotta rendszer, amely bizonyos értelemben valóban képes **tapasztalatból fejlődni**.

A mesterséges intelligencia nem könyvtár

Sokan úgy képzelik el a mesterséges intelligenciát, mint egy hatalmas digitális könyvtárat, amelyből válaszadáskor egyszerűen előveszi a megfelelő mondatot.

Valójában egészen más történik.

A tanítás során a rendszer nem a könyvek szövegét "raktározza el", hanem fokozatosan átalakítja belső paramétereit. Ezek a paraméterek nem idézeteket vagy

lexikoncikkeket tartalmaznak, hanem azt a rengeteg statisztikai kapcsolatot, amelyet a szövegek között felfedezett.

Ez hasonlít ahhoz, ahogyan az ember sem szó szerint emlékszik minden elolvasott könyvre. Egy jó tanár sem idézi fel betűről betűre az összes tankönyvet. Inkább kialakul benne egy összefüggő tudásrendszer, amelyből új magyarázatokat tud felépíteni.

Természetesen a hasonlóság nem teljes. Az emberi emlékezetet személyes élmények, érzelmek és tapasztalatok is alakítják, míg a mesterséges intelligencia matematikai modellekre épül. Mégis, mindkettőre igaz, hogy a tanulás lényege nem a szövegek egyszerű tárolása, hanem **a kapcsolatok kialakítása.**

A neurális hálózatok megtanulták felismerni a világ mintázatait.

A következő kérdés azonban még izgalmasabb.

Mi történik, amikor már nemcsak felismerik ezeket a mintázatokat, hanem új szöveget, új képet, új zenét vagy akár új programot is képesek létrehozni?

Ezzel lépünk át a mesterséges intelligencia legújabb korszakába: **a generatív mesterséges intelligenciába**. Ez már nemcsak elemezni próbálja a világot, hanem alkotni is. És ezzel ismét felmerül egy régi filozófiai kérdés: vajon hol húzódik a határ az utánzás és a valódi kreativitás között?

15. Megérti-e az AI?

Ha valaki néhány évvel ezelőtt beszélgetett volna egy számítógéppel, néhány mondat után biztosan kiderült volna, hogy géppel van dolga.

Ma ez már korántsem ilyen egyszerű. A mesterséges intelligencia, kérdésekre válaszol.

Összefoglal.

Fordít.

Programot ír.

Verset alkot.

Képet készít.

Vitázik.

Néha még humorizál is.

Joggal merül fel a kérdés: **Valóban megérti, amiről beszél?**

Vagy csupán rendkívül ügyesen utánozza az emberi gondolkodást?

Mi az intelligencia?

Mielőtt a mesterséges intelligenciáról beszélnénk, érdemes feltenni egy még nehezebb kérdést.

Mit nevezünk egyáltalán intelligenciának?

A jó sakkozó intelligens? A kiváló zeneszerző? A matematikus? Az a gyermek, aki gyorsan megtanul beszélni?

Az intelligencia nem egyetlen képesség. Problémamegoldás. Tanulás. Alkalmazkodás. Tervezés. Mintázatok felismerése. Új helyzetek kezelése. Mindezek együtt alkotják azt, amit intelligenciának nevezünk. Ebben a tekintetben a mai mesterséges intelligencia valóban intelligensnek tekinthető bizonyos feladatokban. Más területeken viszont még mindig messze elmarad egy kisgyermektől.

Az értelem és a tudat

A mesterséges intelligenciáról szóló viták gyakran összekevernek két fogalmat. Az egyiket könnyebb megfigyelni. A másikat talán soha nem fogjuk tudni közvetlenül mérni.

Az első az intelligencia.

A második a tudat.

Egy rendszer lehet rendkívül intelligens anélkül, hogy lennének saját élményei. Nem tudjuk biztosan, hogy a tudat miből születik.

Az emberi agy működéséből?

A test és a környezet folyamatos kapcsolatából?

Valami egészen másból?

Erre ma még nincs válasz. Ezért amikor azt kérdezzük, hogy az AI "megérti-e" a világot, valójában egyszerre kérdezünk az intelligenciáról, a megértésről és a tudatról.

Ez a három fogalom azonban nem ugyanaz.

Összefoglalás

Ma még nem tudjuk biztosan, hogy a mesterséges intelligencia valóban megérti-e a világot.

Azt azonban tudjuk, hogy rendkívüli pontossággal képes felismerni mintázatokat, tanulni az adatokból és új tartalmakat létrehozni.

Ez önmagában is történelmi jelentőségű változás.

Talán nem azért, mert a gépek emberré váltak.

Hanem azért, mert először jelent meg mellettünk egy olyan rendszer, amely bizonyos feladatokban már nem egyszerű eszköz, hanem értelmi partnernek tűnik.

Hogy ez valódi megértés-e, vagy csupán annak meggyőző látszata, arról valószínűleg még sokáig vitatkozni fognak a filozófusok és a kutatók.

Az információ történetének kezdetén azt láttuk, hogyan tanult meg az ember emlékezni.

Később azt, hogyan tanult meg írni.

Majd hogyan épített könyvtárakat, hálózatokat és számítógépeket.

Most először jutottunk el oda, hogy egy ember alkotta rendszer is képes tanulni.

De a történet itt még nem ér véget.

Felmerül egy új kérdés, amely talán az egész könyv legfontosabb kérdése:

Ha egyre több feladatot bízunk a mesterséges intelligenciára, akkor mi marad az ember saját szerepe a tudás világában?

Ez már nem műszaki kérdés. Hanem civilizációs kérdés.

V. rész – A tudás jövője

16. Együtt tanulunk

Az ember történetében minden nagy technikai újítás megváltoztatta a tanulás módját.

Az írás tehermentesítette az emlékezetet.

A könyvnyomtatás megsokszorozta a tudás terjedését.

Az internet minden korábbinál gyorsabban tette hozzáférhetővé az információt.

A mesterséges intelligencia azonban valami egészen újat hozott.

Nem egyszerűen újabb információforrás jelent meg.

Hanem egy olyan partner, amellyel párbeszédet lehet folytatni.

A tanár szerepe megváltozik

Évszázadokon át a tanár volt a tudás elsődleges forrása.

A könyvek ritkák voltak.

A könyvtárak távol.

A tudás személyesen öröklődött.

Ma már néhány másodperc alatt megtalálhatunk szinte bármilyen adatot. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a tanárra nincs többé szükség. Éppen ellenkezőleg. A tanár szerepe talán fontosabb lett, mint valaha. Már nem elsősorban az információ átadója, hanem annak segítője, hogy a diák megértse, összekapcsolja és kritikusan értékelje az információt.

A mesterséges intelligencia sem helyettesíti a tanárt. De új eszközt ad a kezébe.

A személyre szabott tanulás

Nincs két egyforma ember. Mégis hosszú időn keresztül mindenki ugyanazt a tankönyvet olvasta.

Ugyanabban a tempóban.

Ugyanazokkal a feladatokkal.

A mesterséges intelligencia ezen is változtathat. Képes felismerni, melyik témában bizonytalan a tanuló. Más példát keres. Egyszerűbben magyaráz. Vagy éppen nehezebb feladatokat ad. Olyan lehet, mint egy türelmes magántanár, aki bármikor rendelkezésre áll.

Ez korábban elképzelhetetlen luxus lett volna.

Az élethosszig tartó tanulás

Régen az emberek fiatal korukban tanultak. A megszerzett tudás gyakran egész életükben elegendő volt. Ma ez már nem így van.

Új technológiák jelennek meg.

Új szakmák születnek.

Mások eltűnnek.

A tanulás egyre kevésbé kötődik az iskolához. Az egész életet végigkíséri. Ebben a mesterséges intelligencia különösen hasznos társ lehet.

Nem vizsgáztat.

Nem türelmetlen.

Nem fárad el.

Bármikor újra elmagyarázza ugyanazt. Mindenki saját tempójában haladhat.

De a gondolkodást nem lehet kiszervezni

Könnyű lenne azt hinni, hogy ha az AI minden kérdésre válaszol, akkor már nem is kell tanulnunk. Ez veszélyes tévedés. A mesterséges intelligencia képes segíteni a tanulásban. A jó kérdéseket továbbra is az ember teszi fel. A célokat továbbra is az ember választja. A döntések következményeit továbbra is az ember viseli. Ahogy a zsebszámológép sem tette feleslegessé a matematikát, úgy a mesterséges intelligencia sem teszi feleslegessé a tudást.

Inkább magasabb szintre helyezi.

A történelem során minden új eszköztől féltek egy kicsit.

A könyvnyomtatástól.

A vasúttól.

A rádiótól.

A televíziótól.

Az internettől.

Most a mesterséges intelligencia került sorra.

A kérdés azonban nem az, hogy az AI tanul-e, hanem az, hogy **mi tanulunk-e vele együtt.**

Megoldást kérni az AI-tól, illetve segítségével saját magunknak megoldani a feladatot nem ugyanaz a tanulási helyzet.

A kíváncsiság, a kételkedés és az alkotás vágya ma is ugyanaz, mint amikor őseink először rajzoltak a barlang falára.

Az eszközök megváltoztak. Az emberi kíváncsiság nem.

17. Mit jelent bölcsnek lenni?

Könyvünk elején egyetlen egyszerű kérdést tettünk fel:

Mi az információ?

Azóta hosszú utat jártunk be. Megismertük a sejtek genetikai kódját. Láttuk, hogyan tanulnak az állatok.

Megszületett a beszéd. Az írás. A könyv. A rádió. A televízió. Az internet. A mesterséges intelligencia.

Az emberiség története felfogható úgy is, mint az információ egyre hatékonyabb tárolásának, továbbításának és feldolgozásának története.

De a végén mégis marad egy kérdés. **Elég-e a tudás?**

Az információ nem bölcsesség

Soha ennyi információ nem állt rendelkezésünkre.

Néhány másodperc alatt választ kapunk szinte bármilyen kérdésre.

Mégsem lettünk automatikusan bölcsebbek.

Mert az információ önmagában csak lehetőség.

A tudás már azt jelenti, hogy értjük az összefüggéseket.

A bölcsesség pedig azt, hogy tudjuk, mikor és mire használjuk ezt a tudást.

Ez a különbség talán soha nem volt ennyire fontos, mint napjainkban.

A technológia nem helyettesíti az erkölcsöt

A történelem során minden nagy felfedezés kétféleképpen volt felhasználható.

A tűz melegített és pusztított.

Az atomenergia városokat látott el árammal és atombombát is készítettek belőle.

A mesterséges intelligencia sem kivétel.

Képes gyógyítani. Segíthet a kutatásban. Megtaníthat bennünket új dolgokra.

De ugyanazzal a technológiával lehet megtéveszteni, manipulálni vagy rombolni is.

A technológia nem dönt. Az ember dönt.

A felelősség nem adható át

Ahogy egyre több feladatot bízunk gépekre, könnyű lenne azt hinni, hogy a felelősség is velük együtt távozik. Pedig nem.

Egy önvezető autó mögött emberek állnak.

Egy mesterséges intelligencia mögött fejlesztők, kutatók, felhasználók és döntéshozók állnak.

Az eszközök egyre okosabbak, de a felelősség továbbra is emberi marad.

Ez talán korunk egyik legfontosabb felismerése.

Az ember különlegessége

Sokat beszéltünk arról, miben hasonlít az emberi agy és a mesterséges intelligencia.

Mindkettő tanul. Mindkettő felismer mintázatokat. Mindkettő képes új megoldásokat találni.

De van valami, amit ma még egyik algoritmus sem birtokol igazán.

Nemcsak azt tudjuk megkérdezni: **"Lehetséges?"**

Hanem azt is: **"Helyes-e?"**

Ez a kérdés nem számítás, hanem értékválasztás.

A kíváncsiság öröksége

Ha visszatekintünk őseink első barlangrajzaira, meglepő folytonosságot látunk.

Az ember mindig meg akarta érteni a világot.

Nevet adott a dolgoknak.

Történeteket mesélt.

Könyveket írt.

Műszereket épített.

Számítógépeket alkotott.

Mesterséges intelligenciát fejlesztett.

Az eszközök változtak.

A kíváncsiság nem.

Talán ez az, ami valóban emberré tesz bennünket.

Az információ útja

Ennek a könyvnek a címe **Az információ útja.** Most már tudjuk, hogy ez az út nem egyenes.

Nem az adatoktól vezet a gépekig, hanem a tapasztalaton, a tudáson és a felelősségen keresztül. Talán így írható le a legjobban:

Adatból **lehet** információ.
Információból **lehet** tudás.
Tudásból **születhet** megértés.
Megértésből **bölcsesség.**
De egyik lépés sem automatikus.

Ez az út több millió év alatt formálta az emberiséget. És ez az út még korántsem ért véget.

Nem tudjuk, milyen lesz a világ száz év múlva.

Lehet, hogy a mesterséges intelligencia olyan feladatokat is megold majd, amelyeket ma még elképzelni sem tudunk.

Lehet, hogy új tudományok születnek.

Új nyelvek. Új technológiák.

De bárhogyan is alakul a jövő, egy dolog aligha változik. Az információ önmagában nem tesz jobbá bennünket. A tudás sem. Csak az, hogy mit kezdünk velük.

> A jövő legfontosabb kérdése talán nem az lesz, hogy **mennyit tudunk.**
>
> Hanem az, hogy **milyen emberekké válunk a tudásunk segítségével**.

Összefoglalás

A mesterséges intelligencia nem lezárja a tanulás történetét.

Hanem új fejezetet nyit benne.

Az információ megszerzése egyre könnyebbé válik.

Ezért a jövő legfontosabb készsége talán már nem az lesz, hogy mennyit tudunk.

Hanem az, hogy mennyire értjük azt, amit tudunk.

És hogy képesek vagyunk-e új kérdéseket feltenni.

Ezekre a kérdésekre bővebben a IV. kötetben térünk ki.

A jövőben valószínűleg nem az ember vagy a mesterséges intelligencia lesz sikeres. Hanem az ember és a mesterséges intelligencia együtt.

A történelem során minden új információs technológia új lehetőségeket nyitott, de egyben új veszélyeket is teremtett. A mesterséges intelligencia sem kivétel.

A tudás hatalom. De a történelem arra tanít, hogy minden új tudás új felelősséget is jelent.

A mesterséges intelligencia korában talán nem az lesz a legfontosabb kérdés, hogy mit tudunk létrehozni, hanem az, hogy meg tudjuk-e őrizni a valóságba vetett bizalmunkat.

Az emberiség története során az információ egyre gyorsabban terjedt.

Most először azonban eljutottunk oda, hogy nemcsak az információ mennyisége nő robbanásszerűen, hanem a létrehozásának sebessége is.

Ez új kérdést vet fel.

Ha egyre több tudást adunk át a gépeknek, és egyre több döntést bízunk rájuk, **vajon mi marad az ember saját szerepe?**

A történelem során mindig az jelentette a fejlődést, hogy egyre könnyebben jutottunk

információhoz. A XXI. század kihívása már nem ez, hanem az, hogy a rengeteg információ közül felismerjük az igazat.

Epilógus

Amikor őseink több tízezer évvel ezelőtt egy barlang falára felrajzolták az első bölényt, talán nem is sejtették, hogy ezzel egy hosszú történet első fejezetét írják.

Egy történetet, amelyben az ember újra és újra megpróbálta megőrizni mindazt, amit fontosnak tartott.

Kőbe, papiruszra, pergamenre. papírra, filmszalagra, mágnesszalagra, szilíciumlapkákra.

És ma már digitális felhőkbe. Az adathordozók változtak, az emberi vágy nem.

Mindig ugyanaz maradt: **megérteni a világot, és továbbadni ezt a megértést azoknak, akik utánunk jönnek.**

Talán ezért írunk könyveket, építünk könyvtárakat, készítünk mesterséges intelligenciát is.

Nem azért, hogy helyettünk gondolkodjon, hanem hogy segítsen bennünket még jobban megérteni önmagunkat.

Mert végső soron nem az a legfontosabb kérdés, hogy **mit tudnak a gépek,** hanem az, hogy **mit kezdünk mi, emberek, azzal a tudással, amelyet közösen létrehoztunk.**

És ha ez a könyv egyetlen gondolatot hagyhatna az olvasóban, talán ez lenne az:

Az információ a múlt emlékezete. A tudás a jelen megértése. A bölcsesség pedig a jövő iránti felelősség.

A következő evolúciós lépés?

Ha valaki néhány milliárd évvel ezelőtt figyelte volna a Földet, valószínűleg nem látott volna mást, mint egy élettelennek tűnő bolygót.

Aztán megjelentek az első önmagukat másoló molekulák.

Később az első sejtek, majd a soksejtű élőlények, az idegrendszer, az agy, végül az ember.

Ha visszatekintünk erre a hosszú útra, egy különös mintázat rajzolódik ki.

Az evolúció újra és újra olyan rendszereket hozott létre, amelyek egyre több információt voltak képesek tárolni, feldolgozni és továbbadni.

A DNS néhány milliárd bázispárból őrizte az élet tapasztalatait.

Az idegrendszer már nemcsak örökölte, hanem tanulta is az információt.

Az emberi nyelv lehetővé tette, hogy a tudás ne csak a génekben, hanem a közösségekben is tovább éljen.

Az írás felszabadította az emlékezetet, a könyvek megsokszorozták a tudást, az internet összekapcsolta az emberiséget.

A mesterséges intelligencia pedig először tette lehetővé, hogy a gépek is tanuljanak a felhalmozott tudásból.

Talán az intelligencia története nem más, mint az információ egyre hatékonyabb szerveződésének története.

Kétféle tanulás találkozása

Évmilliárdokon keresztül csak egyetlen tanulási forma létezett. A biológiai.

Az evolúció lassan, generációkon át alakította az élőlényeket. Az ember megjelenésével megszületett a kulturális tanulás. A tudás már nemcsak a génekben öröklődött, hanem a szavakban, a könyvekben és az iskolákban is.

Most pedig egy harmadik szereplő jelent meg. A mesterséges tanulás.

Először fordul elő bolygónk történetében, hogy a biológiai és a mesterséges intelligencia együtt fejlődik, egymást alakítva.

Hogy ez hová vezet, azt ma még senki sem tudja. Sokan úgy gondolják, hogy a mesterséges intelligencia az ember riválisa lesz. Mások szerint csupán egy újabb eszköz. Talán egyik sem teljesen igaz. Hanem új lehetőséget kínál számára.

Ahogyan a nyelv sem váltotta fel a gondolkodást, hanem kitágította annak határait, ahogyan az írás sem gyengítette az emlékezetet, hanem új dimenziót adott neki. Úgy a mesterséges intelligencia is lehet az emberi értelem következő nagy eszköze.

Nem helyettünk, hanem velünk együtt.

Nyitott kérdések

Senki sem tudja, hogyan fog kinézni a világ száz év múlva.

Nem tudjuk, kialakulhat-e valaha mesterséges tudat.

Nem tudjuk, képesek lesznek-e a gépek valóban megérteni a világot.

Nem tudjuk, létrejöhet-e egy globális intelligencia, amelyben emberek és mesterséges rendszerek együtt gondolkodnak.

Azt sem tudjuk, hogy ez kívánatos lenne-e.

Ezekre a kérdésekre ma még nincs válasz. És talán éppen ezért érdemes feltenni őket.

Az út folytatódik

A könyv elején azt kérdeztük:

Mi az információ?

Most, az utolsó oldalon talán már másképpen hangzik ugyanaz a kérdés.

Mit kezdünk vele?

Az információ önmagában csak lehetőség.

A tudás képesség, a bölcsesség felelősség.

Talán ez az emberiség legfontosabb öröksége. Nem az, hogy egyre többet tudunk, hanem az, hogy újra és újra képesek vagyunk kérdezni. Mert minden válasz egy új kérdés kezdete. És talán éppen ez különbözteti meg leginkább az embert. Nem az, hogy mindig megtalálja a választ, hanem az, hogy soha nem hagyja abba a keresést.

Az információ története valójában az emberi kíváncsiság története. Minden új adathordozó, minden új nyelv, minden új technológia csak egy újabb fejezet ugyanabban a régi történetben: az ember meg akarja érteni a világot, és szeretné, ha az utána következők is értenék.

Ha ez a könyv hozzájárult ahhoz, hogy az olvasó egy pillanatra más szemmel nézzen önmagára, a tudásra vagy a mesterséges intelligenciára, akkor elérte célját.

„Az információ megőrizhető,
A tudást azonban minden nemzedéknek újra meg kell alkotnia,
hogy eljuthasson a bölcsességig.”

Ez a kötet végigkíséri az információ útját a megszületésétől napjaink digitális világáig. Bemutatja, hogyan fejlesztette ki az emberiség a kommunikáció egyre hatékonyabb eszközeit: a beszédet és írást, a jeleket és hírvivőket, a távírót, a telefont, a rádiót, a televíziót, majd az internetet és a mesterséges intelligenciát.

Megtudhatjuk, miként terjedtek az üzenetek és az ötletek, hogyan alakultak ki a tudományos hálózatok, és hogyan formálta ezek a folyamatok a tudás születését és a civilizációnkat.

Az információ nemcsak tárolható, hanem áramlik is.
És ahol áramlik, ott tudás születik.


beszéd


írás


jelek


hírvivők


postai hálózat


távíró


telefon


rádió


televízió


számítógép


internet


AI

Az információ útja végül mindig hozzánk vezet vissza:
ahhoz a képességhez, hogy üzeneteinket megértsük,
tudásunkat továbbadjuk és közösen építsük a jövőt.



Információ.
Kommunikáció.
Kapcsolat.
Tudás.
Együttműködés.
Közös jövő.

ISBN 978-615-01-2346-8