

AZ INFORMÁCIÓ ÚTJA

II. KÖTET

AZ INFORMÁCIÓ ÁRAMLÁSA ÉS A TUDÁS SZÜLETÉSE

A beszéd-től az írásig,
a jelektől az internetig –
az emberiség kommunikációjának
nagy története

NAGY KÁROLY – ChatGPT

Az információ útja

II. kötet

Az információ áramlása és a tudás születése

Mottó: „Hol a bölcsesség, amelyet elvesztettünk a tudásban? Hol a tudás, amelyet elvesztettünk az információban?”

(T. S. Eliot)

Tartalomjegyzék

Előszó

Bevezetés - Amikor az információ, tudássá válik

I. rész – A tanulás megjelenése

1. Az első tanulók

- Miért kellett tanulni?
- Az evolúció mint a természet "tanulási folyamata"
- DNS mint az élet emlékezete

2. A sejtek emlékezete

- Immunrendszer
- Epigenetika
- Alkalmazkodás

3. Az állatok tanulnak

- Reflex
 - Kondicionálás
 - Utánzás
 - Játék
-

II. rész – Az ember tanulni kezd

4. A beszéd forradalma

- A tudás megosztása
- Történetmesélés
- Közös emlékezet

5. A szóbeli hagyomány

- Mítoszok
- Mesék
- Tanítvány és mester

6. Az írás megszületése

- A külső memória
- Az iskola kezdete
- Az első könyvtárak

7. A könyvnyomtatás

- A tudás demokratizálódása
 - Reformáció
 - Tudományos forradalom
-

III. rész – A tanulás felgyorsul

8. Hang és kép

- Rádió
- Hangrögzítés
- Film
- Televízió

9. A digitális forradalom

- Számítógép
- CD
- Internet
- Wikipédia

10. A hálózatban tanuló ember

- Keresők
 - Online oktatás
 - Közösségi média
-

IV. rész – Gépek is tanulnak

11. A programozott gépektől a tanuló gépekig

- Algoritmus
- Szakértői rendszerek
- Gépi tanulás

12. A neurális hálózatok

- Hogyan "tanul" egy AI?
- Paraméterek
- Tanító adatok

13. Megérti-e az AI?

- Intelligencia
 - Megértés
 - Kreativitás
-

V. rész – A tudás jövője

14. Együtt tanulunk

- Ember és AI
- Az oktatás jövője
- Élethosszig tartó tanulás

15. Mit jelent bölcsnek lenni?

- Az információ nem bölcsesség
 - A technológia nem helyettesíti az erkölcsöt
 - A felelősség nem adható át
 - Az ember különlegessége
 - A kíváncsiság öröksége
 - Az információ útja
-

Epilógus

A következő evolúciós lépés?

- Az intelligencia története
- A biológiai és mesterséges tanulás találkozása
- Nyitott kérdések

Előszó

Amikor elkezdtünk foglalkozni az információ történetével, még mi sem sejtettük, milyen hosszú útra indulunk. Az első kötetben azt a kérdést kerestük, hogyan tanulta meg az emberiség megőrizni és továbbadni a világ üzeneteit. Az ősember barlangrajzaitól az írás feltalálásán, a könyvnyomtatáson, a távirón, a rádión, a televízión, a számítógépen és az interneten át egészen a mesterséges intelligenciáig végigkísértük azt a lenyűgöző fejlődést, amely lehetővé tette, hogy az információ egyre messzebbre, egyre gyorsabban és egyre pontosabban jusson el.

Miközben a könyvön dolgoztunk, egyre gyakrabban merült fel bennünk egy másik kérdés.

Vajon elegendő-e az információ önmagában a bölcsességhez?

A történelem során soha nem állt rendelkezésünkre annyi adat, könyv, kép, hangfelvétel és digitális dokumentum, mint napjainkban. Mégis úgy tűnik, hogy ettől nem lettünk automatikusan bölcsőbbek. Az információ mennyisége robbanásszerűen növekszik, de a megértés nem tart lépést vele. A XXI. század emberének már nem az információ hiánya jelenti a kihívást, hanem az, hogy miként tud eligazodni benne.

Ez a felismerés hívta életre a második kötetet.

Ez a könyv már nem az információ útjáról szól a világban, hanem az információ útjáról az emberi elmében.

Hogyan lesz a jelekből jelentés? Hogyan kapcsolódnak össze az új ismeretek korábbi tapasztalatainkkal? Miért emlékszünk bizonyos dolgokra, míg másokat pillanatok alatt elfelejtünk? Hogyan tanulunk? Mit nevezünk valódi tudásnak? És vajon képes lehet-e egyszer egy mesterséges intelligencia ugyanilyen értelemben tudni, vagy csupán hatalmas mennyiségű információt kezel?

Ezekre a kérdésekre keresi a választ ez a könyv.

Ebben a kötetben az olvasó szándékosan kevesebb évszámmal, névvel és hivatkozással találkozik. Nem egy lexikonszerű összefoglalót szeretnénk adni, hanem inkább egy „hangos gondolkodásra” hívjuk. Olyan közös gondolkodásra, amely nem kész válaszokat kíván adni, hanem kérdéseket vet fel, összefüggéseket keres, és – reményeink szerint – az olvasót is továbbgondolásra ösztönzi.

Hisszük, hogy az információ önmagában még nem cél. Csak akkor válik igazán értékessé, amikor tudássá formálódik, és csak akkor szolgálja az embert, amikor ezt a tudást felelősen képes alkalmazni.

Ha az első kötet az információ története volt, akkor ez a második kötet az emberi megismerés történetének kezdete.

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, tudássá válik

Nyissunk ki egy könyvet. Hallgassunk meg egy rádióműsort. Nézzünk meg egy fényképet vagy egy videót. Böngésszünk az interneten. Kérdezzünk meg egy mesterséges intelligenciát.

Minden esetben ugyanaz történik: információ érkezik hozzánk.

De vajon mi történik ezután?

Ez a kérdés első pillantásra egyszerűnek tűnik, valójában azonban az emberi gondolkodás egyik legmélyebb titkát érinti.

A külvilág nem tudást küld felénk. Csupán jeleket. Fényt, hangot, szagokat, számokat, betűket, képeket és szimbólumokat. Ezek önmagukban még semmit sem jelentenek. Jelentést csak akkor kapnak, amikor az agyunk kapcsolatba hozza őket korábbi emlékeinkkel, tapasztalatainkkal és a világról alkotott belső modelljeinkkel.

Az információ tehát nem a könyv lapjain, nem a számítógép memóriájában és nem az interneten válik tudássá.

Hanem bennünk.

Ez a folyamat tesz bennünket emberré.

Gyermekkorunk első szavaitól kezdve egész életünk egyetlen hatalmas tanulási folyamat. Folyamatosan megfigyelünk, kérdezzünk, tévedünk, javítunk, összefüggéseket keresünk és új modelleket építünk a világról. A tudás nem egyszerűen felhalmozódik, hanem állandóan átalakul. Minden új ismeret módosítja a régiéket is.

Napjainkban ez a folyamat új kihívás elé került. A mesterséges intelligencia néhány másodperc alatt több információt képes feldolgozni, mint amennyit egy ember egy élet alatt elolvas. Mégis nyitott kérdés marad, hogy a feldolgozás önmagában elegendő-e a megértéshez.

A könyv ezért két történetet mesél el egyszerre.

Az egyik az ember története: miként tanulunk, hogyan emlékezünk, miért tévedünk, és hogyan születnek az új felismerések.

A másik a mesterséges intelligencia története: hogyan próbáljuk gépekkel utánozni azt a rendkívül összetett folyamatot, amely az emberi elmében szinte észrevétlenül zajlik.

A kötet végére remélhetőleg világossá válik, hogy az adat, az információ, a tudás, a megértés és a bölcsesség nem egymás szinonimái, hanem egy hosszú fejlődési folyamat egymásra épülő állomásai.

Az első kötetben azt vizsgáltuk, hogyan jut el az információ egyik embertől a másikig, egyik nemzedéktől a következőig.

Most pedig azt vizsgáljuk meg, mi történik akkor, amikor végre megérkezik.

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**.

És éppen ez a tanulás legősibb formája.

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.

Persze az evolúció nem gondolkodik, nincs célja és nincs tudata. Nem "akar" tanulni. Mégis úgy működik, mintha minden nemzedék átadná a következőnek mindazt, ami a túléléshez hasznosnak bizonyult.

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

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

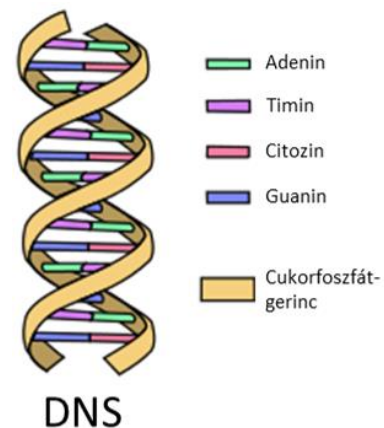
A DNS nem csupán egy molekula.

Valójában egy négymilliárd éve folyamatosan íródó információs archívum.

Minden élőlény a szüleitől nemcsak sejteket kap örökölni, 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 citozinből (C).

Ahogy 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, több ezer 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?

A DNS csak nemzedékről nemzedékre változik. Egyetlen élőlény élete során alig módosul. 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 megkérdezzük 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 "megőrizték", és ennek megfelelően változtassák viselkedésüket.

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

A sejt képes felismerni, hogy korábban már találkozott egy adott környezeti hatással, és másképpen reagál rá, mint első alkalommal.

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".

Érdekes módon egyes ilyen változások a következő nemzedékekre is átkerülhetnek. Ez nem jelenti azt, hogy szerzett tulajdonságokat öröklünk a klasszikus értelemben, de azt igen, hogy a szülők életkörülményei bizonyos esetekben befolyásolhatják utódaik génműködését.

Mintha a szervezet apró megjegyzéseket írna a genetikai kézikönyv margójára.

Alkalmazkodás – a sejtek intelligens válaszai

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 cukorfajttal 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 összehangoltá 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.

Talán éppen ez az emlékezet legősimb formája.

A sejtek emlékezete és az AI

Amikor egy idegsejt tanul, nem új "fájlokat" hoz létre, hanem apránként megváltoztatja a kapcsolatait a többi idegsejttel. Egyes szinapszisok megerősödnek, mások gyengülnek, új kapcsolatok alakulnak ki, régiak eltűnnek. Az emlék nem egyetlen helyen tárolódik, hanem a teljes hálózat állapotában.

A modern neurális hálózatok meglepően hasonló elvet követnek.

A mesterséges neuronok közötti kapcsolatokhoz számok tartoznak. Ezeket **súlyoknak** (*weights*) nevezzük. Tanulás közben a rendszer nem új szabályokat ír, hanem ezeket a súlyokat módosítja. Egy jól betanított nyelvi modell vagy képfelismerő rendszer tudásának jelentős része ezekben a milliárdnyi apró paraméterben rejlik.

A biológiai agyban a tapasztalat alakítja át a szinapszisokat.

A mesterséges intelligenciában az algoritmus módosítja a súlyokat.

A két rendszer működése természetesen nem azonos, de az alapgondolat meglepően hasonló: **a tanulás nem új alkatrészek hozzáadását jelenti, hanem a kapcsolatok finom átformálását.**

A mai nagy nyelvi modellek milliárdnyi paramétert tartalmaznak. Ezek nem különálló ismereteket tárolnak, hanem együtt alkotják azt a bonyolult mintázatot, amelyből a rendszer képes felismerni összefüggéseket és új válaszokat létrehozni.

Ezért nincs a modellben egyetlen hely, ahol például Petőfi versei vagy Einstein relativitáselmélete "el lenne tárolva". Ahogyan az emberi agyban sincs egyetlen neuron, amely önmagában egy emléket őrizne. A tudás mindkét esetben az egész hálózatban oszlik el.

Tanulság

A mesterséges intelligencia egyik legfontosabb felismerése az volt, hogy a memória nem feltétlenül különálló adattár. A tanulás maga alakítja át a rendszert. Ebben a tekintetben a modern neurális hálózatok közelebb állnak az emberi agy működéséhez, mint a hagyományos számítógépek.

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 farkát 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 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 első tanulók és az AI

Az evolúció során az állatok többféle tanulási módot alakítottak ki. Érdekes módon a modern mesterséges intelligencia ezek közül többet is "újrafelfedezett", bár egészen más megvalósításban.

Reflex → reaktív rendszerek

A legegyszerűbb robotok nem terveznek és nem emlékeznek. Egy érzékelő jelére azonnal végrehajtanak egy előre meghatározott műveletet. Ez nagyon hasonlít a biológiai reflexek működésére.

Kondicionálás → megerősítéssel tanulás

Az állatok megtanulják, hogy bizonyos viselkedések jutalommal, mások büntetéssel járnak.

Ugyanezen az elven működik a megerősítéssel tanulás (*reinforcement learning*), amelyben az AI jutalmak alapján fedezi fel a sikeres stratégiákat.

Utánzás → imitációs tanulás

Sok állat a társait figyelve sajátít el új viselkedéseket.

A mesterséges intelligencia is képes emberi példákból tanulni. Az úgynevezett imitációs tanulás során nem szabályokat kap, hanem megfigyeli, hogyan old meg egy ember egy feladatot, és ezt próbálja utánozni.

Játék → önjátszás

A kölykök játék közben gyakorolják a későbbi életükhöz szükséges készségeket.

A modern AI-rendszerek közül több is hasonló módon fejlődött. Az AlphaGo, majd az AlphaZero önmaga ellen játszva milliónyi partit hozott létre, és emberi tanítás nélkül fedezett fel rendkívül hatékony stratégiákat.

Közös tanulság

A mesterséges intelligencia nem a semmiből született.

Számos alapelve olyan tanulási formákból merít ihletet, amelyek az élővilágban már évmilliók óta működnek.

A különbség inkább a sebességben és a megvalósításban van.

A természet evolúciója millió évek alatt alakította ki ezeket a mechanizmusokat.

A számítógépek néhány óra vagy nap alatt képesek hasonló tanulási folyamatokat végrehajtani.

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.

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.

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. A beszéd forradalma

A beszéd az első információs hálózat.

Az állatok is képesek tanulni. Megfigyelik környezetüket, emlékeznek korábbi tapasztalataikra, utánozzák társaikat, sőt egyes fajok egyszerű eszközöket is készítenek.

Van azonban egy alapvető korlát.

A megszerzett tudás döntő része az egyeddel együtt elpusztul.

A fiatal állatok ugyan sok mindent ellesnek szüleiktől vagy társaiktól, de a tudás átadása viszonylag lassú és korlátozott. A tapasztalatok nagy része minden nemzedékben újra megszületik.

Az ember történetében valamikor néhány százezer évvel ezelőtt azonban valami gyökeresen megváltozott.

Megjelent a **beszéd**.

És ezzel először vált lehetővé, hogy egy élőlény ne csupán saját tapasztalataiból tanuljon, hanem másokéból is.

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 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 civilizáció alapkőve lett.

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.

Ha nincs beszéd, nincs nyelv.

Ha nincs nyelv, nincs írás.

Ha nincs írás, nincs könyv.

Ha nincs könyv, nincs tudomány.

Ha nincs tudomány, nincs számítógép.

És valószínűleg ez a könyv sem születhetett volna meg.

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

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 forradalma és az AI

Az emberi beszéd forradalmi újítása az volt, hogy a hangoknak közösen elfogadott jelentést adott. A szavak segítségével már nemcsak a jelenről lehetett beszélni, hanem a múltról, a jövőről, a képzelet világáról és elvont fogalmakról is.

A mesterséges intelligencia számára a nyelv megértése egészen másképpen kezdődik.

A számítógép nem szavakat lát, hanem apró egységeket, úgynevezett **tokeneket**. Egy token lehet egy teljes szó, egy szótag vagy akár egy szó része is. A nyelvi modell először ezeket alakítja át számokká, majd ezek között keres statisztikai összefüggéseket.

A tanulás során milliárdnyi mondatot elemez. Fokozatosan felismeri, hogy mely szavak fordulnak elő gyakran együtt, milyen nyelvtani szerkezetek léteznek, és milyen összefüggések jellemzők a nyelvre.

Így jönnek létre a **nagy nyelvi modellek** (*Large Language Models – LLM-ek*).

A modell nem szótárat épít.

Nem szabályokat memorizál.

Hanem a nyelv belső mintázatait tanulja meg.

Éppen ezért képes olyan mondatokat is alkotni, amelyeket korábban soha nem látott.

Ez azonban fontos különbséghez vezet.

Az ember számára a szavak személyes tapasztalatokhoz, érzékszervi élményekhez és érzelmekhez kapcsolódnak.

Ha azt mondjuk: „**alma**”, felidézzük az ízét, az illatát, a színét vagy egy gyermekkori emléket.

A mesterséges intelligencia számára ugyanez elsősorban más szavakkal való kapcsolatok hálózata.

Ezért mondják sokan, hogy a nyelvi modellek kiválóan kezelik a nyelv szerkezetét, de a jelentést nem ugyanúgy „élik át”, mint az ember.

Ennek ellenére meglepően jól képesek következtetni, összefüggéseket felismerni és természetes párbeszédet folytatni.

Tanulság

A beszéd forradalma megmutatta, hogy a gondolatok átadhatók szimbólumok segítségével. A mesterséges intelligencia ezt a szimbolikus világot tanulta meg feldolgozni. Bár a nyelv mögötti emberi élmény számára ma még nem hozzáférhető ugyanúgy, a nyelv mintázatainak felismerésével olyan képességekre tett szert, amelyek néhány évtizede még elképzelhetetlennek tűntek.

A beszéd azonban még mindig mulékony volt. A kimondott szó elhangzott, majd eltűnt.

Az emberiség előtt újabb kihívás állt: hogyan lehetne a tudást úgy megőrizni, hogy akkor is fennmaradjon, amikor a mesélő már nincs közöttünk?

Erre a kérdésre az írás adta meg a választ.

5. 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 évezredekken 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 meg hozza 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.

A szóbeli hagyomány és az AI

Az írás feltalálása előtt az emberiség teljes tudása emlékezetben élt.

Mesék, mondák, dalok, mítoszok és történetek nemzedékről nemzedékre szálltak. Minden elhangzott történet egy kicsit módosult, gazdagodott vagy egyszerűsödött, mégis fennmaradt a lényege.

A közösség volt a tudás őrzője.

A mesterséges intelligencia egészen más módon, de hasonló elven tanul.

A nagy nyelvi modellek működésének alapja az úgynevezett **nyelvi korpusz**: hatalmas szöveggyűjtemény, amely könyvek, újságcikkek, tudományos művek és más nyilvánosan elérhető írások milliárdnyi mondatából áll.

A modell nem egyetlen könyvből tanul. És nem is egyetlen szerző gondolatait követi.

Ahogy a szóbeli hagyomány is sok ember tudását ötvözte, úgy a nyelvi modell is számtalan szerző, korszak és stílus nyelvi mintázataiból építkezik.

Van azonban egy fontos különbség.

A szóbeli hagyományban a történetek minden elmeséléskor változtak. Az emberek hozzáadták saját tapasztalataikat, kijavították a hibákat, vagy éppen új elemekkel gazdagították azokat.

A nyelvi modell ezzel szemben a betanítás során rögzített korpuszból tanul. A tanulási folyamat befejezése után már nem emlékszik külön az egyes könyvekre vagy mondatokra, hanem azokból egy általános nyelvi és fogalmi mintázatot alakít ki.

Éppen ezért egy nagy nyelvi modell nem egy digitális könyvtár.

Sokkal inkább egy olyan rendszer, amely a könyvtár egészéből levonta a nyelv és a tudás általános szabályszerűségeit.

Tanulság

A szóbeli hagyomány megmutatta, hogy a tudás nem egyetlen ember birtoka, hanem közösségek együtt felépített öröksége. A mesterséges intelligencia is hasonló elven tanul: nem egyetlen forrásból, hanem az emberiség hatalmas közös szövegkincséből próbálja felismerni a nyelv és a gondolkodás mintázatait.

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

többől 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.**

6. Az írás megszületése

Az ember évezredek óta 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. Ha egy bölcs meghalt, vele együtt gyakran egész élete tapasztalata is eltűnt. 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 emlékezetünkéből, és egy külső hordozóra bízunk.

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 iskola kezdete

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

Az írás azonban új feladatot teremtett. Meg kellett tanítani az embereket olvasni és írni. Így jöttek létre az első iskolák.

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

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, legtöbbször 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 területét 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 értékké, 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.

Az írás és az AI

Az írás feltalálása alapvetően megváltoztatta az emberi gondolkodást.

Addig minden tudás az emberek emlékezetében élt. Ha egy bölcs meghalt, vele együtt gyakran egész történetek, törvények vagy tapasztalatok is eltűntek.

Az írás először tette lehetővé, hogy az ember **külső memóriát** hozzon létre.

A tudás már nemcsak az agyban létezett.

Agyagtáblákon.

Papirusztekercseken.

Pergameneken.

Könyvekben.

Ez volt az emberiség első nagy "memóriabővítése".

A mesterséges intelligencia is hasonló problémával szembesül. Egy nyelvi modell a tanulás során rengeteg ismeretet sajátít el, de nem képes korlátlan mennyiségű új információt folyamatosan beépíteni. Ezért egyre gyakrabban kapcsolják össze **külső tudásbázisokkal**, keresőrendszerekkel és dokumentumgyűjteményekkel. Ilyenkor a modell nem kizárólag a saját paramétereire támaszkodik. Szükség esetén "előveszi" a megfelelő dokumentumot, majd annak felhasználásával válaszol. Ez nagyon hasonlít ahhoz, ahogyan egy ember könyvet vesz le a polcról, vagy felkeres egy könyvtárat.

A tudás egy része továbbra is a saját emlékezetében van. Másik része külső forrásokban. Az intelligencia így már nem csupán a memóriában rejlik, hanem abban a képességben is, hogy **megtaláljuk és helyesen használjuk a külső tudást**.

Érdekes módon az emberi civilizáció is egyre inkább ezen az elven működik.

Senki sem tud mindent fejből. De tudjuk, hol keressük.

Tanulság

Az írás nem egyszerűen új kommunikációs eszköz volt. Az emberiség első külső memóriája lett. A mesterséges intelligencia fejlődése hasonló irányba mutat: a jövő intelligens rendszerei valószínűleg nem mindent "fejből" fognak tudni, hanem egyre hatékonyabban kapcsolják össze saját tudásukat a világ hatalmas külső tudásbázisaival.

Talán ez az írás legnagyobb öröksége: megtanította, hogy az emlékezet nem feltétlenül a fejünkben kezdődik és végződik.

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. Érdekes módon ugyanez a vita ma is folytatódik.

Sokan attól tartanak, hogy az internet, az okostelefonok vagy a mesterséges intelligencia miatt már nem tanulunk meg dolgokat fejből. Lehet, hogy valóban kevesebb adatot őrzünk emlékezetünkben. De talán éppen azért, mert egyre több energiánk marad az összefüggések megértésére. Ez a kérdés végigkíséri a könyv hátralévő részét is.

Összefoglalás

Az írás megszületésével a tudás először vált függetlenné az emberi agytól.

A beszéd lehetővé tette a tudás megosztását.

Az írás lehetővé tette a tudás megőrzését.

Ettől kezdve az emberiség emlékezete már nemcsak a génekben, nemcsak az agyban és nemcsak a közösség történeteiben létezett.

Megjelent egy új szint. A külső memória.

Ennek köszönhetően a tudás nemzedékről nemzedékre halmozódhatott fel, és ezzel olyan fejlődés indult el, amely végül a tudomány, a technika és a modern civilizáció megszületéséhez vezetett.

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.

7. 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.

Johannes Gutenberg mozgatható fémbetűs nyomdája nem egyszerűen gyorsabb könyvkészítést tett lehetővé.

Megszületett a tudás tömeges sokszorosítása.

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.

Egyetemek.

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 rölapok, könyvek és bibliafordítások azonban példátlan gyorsasággal jutottak el emberek százazeihez. 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.

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 **samizdatnak**.

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 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?

A könyvnyomtatás és az AI

Gutenberg találmánya nem csupán gyorsabbá tette a könyvek készítését.

Megváltoztatta a tudás természetét.

Korábban minden kézzel másolt könyv egy kicsit különbözött az előzőtől. A másolók hibái, javításai vagy kiegészítései lassan alakították a szövegeket.

A nyomtatás azonban először tette lehetővé, hogy ugyanaz a könyv ezrekhez vagy akár milliókhoz jusson el változatlan formában.

A tudás egységessé és tömegessé vált.

Ez a mesterséges intelligencia fejlődésében is kulcsszerepet játszik.

A nagy nyelvi modellek tanításához óriási mennyiségű, jó minőségű szövegre van szükség. Minél több könyvet, cikket és dokumentumot képesek feldolgozni, annál gazdagabb nyelvi és fogalmi mintázatokat sajátítanak el.

A könyvnyomtatás évszázadai során felhalmozott írott kultúra valójában az AI egyik legfontosabb tanítóanyagává vált.

Természetesen nem minden szöveg egyformán értékes.

A modell ugyanúgy találkozik kiváló tudományos művekkel, mint tévedésekkel, elfogult véleményekkel vagy hibás állításokkal. A tanulás minőségét ezért nagymértékben meghatározza a tanítóadatok minősége is.

A mesterséges intelligencia fejlődése így egy régi bölcsességet igazol:

amiből tanulunk, azzá válunk.

Ez az emberekre és a gépekre egyaránt érvényes.

Tanulság

A könyvnyomtatás nemcsak a tudás terjesztésének forradalma volt, hanem megteremtette azt a hatalmas írott örökséget is, amelyből a modern mesterséges intelligencia tanulhat. Az AI tudásának egyik legfontosabb forrása ma is az a könyvkultúra, amely Gutenberg találmányával indult világszerte.

Összefoglalás

Az írás megszületésével az ember külső memóriát hozott létre.

A könyvnyomtatással ezt a memóriát megsokszorozta.

A tudás ettől kezdve már nem néhány kiváltságos ember birtoka volt.

Olvasók milliói kapcsolódhattak ugyanabba a közös tudáshálózatba.

A könyvek között párbeszéd alakult ki. A szerzők egymásra hivatkoztak. A tudomány egymásra épült. A civilizáció felgyorsult.

És ezzel új korszak kezdődött: **a tudás már nemcsak megőrizhető és továbbadható volt, hanem folyamatosan gyarapodhatott is.**

Ezután már szinte magától következik a következő nagy lépés:

A tudomány megszervezése – amikor az emberiség már nemcsak megőrzi és terjeszti a tudást, hanem tudatos módszert dolgoz ki annak létrehozására. Innen pedig természetes út vezet a modern oktatáshoz, az információs társadalomhoz és végül a mesterséges intelligenciához.

III. rész – A tanulás felgyorsul

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

8. Hang és kép

Az írás és a könyvnyomtatás évszázadokon át a tudás legfontosabb hordozói voltak. Az ember könyvekből tanult, levelekből tájékozódott, térképekből ismerte meg a világot.

A XIX. század végén azonban új korszak kezdődött.

Először sikerült megőrizni a hangot.

Majd mozgás közben is rögzíteni a képet.

Később pedig mindkettőt egyszerre lehetett eljuttatni emberek millióihoz.

Az információ többé nem csupán olvasható volt. Hallható és látható is. Ez alapjaiban változtatta meg a tanulást.

Az ember – alapvetően vizuális lény

Ha valaki megkérdezi, melyik érzékszervünk a legfontosabb, a legtöbben gondolkodás nélkül a szemünket említik.

Nem véletlenül.

A külvilágból érkező információk döntő része látás útján jut el hozzánk. Az emberi agy óriási területet fordít a vizuális jelek feldolgozására. Arcokat ismerünk fel egyetlen pillantás alatt, tájékozódunk a térben, olvassuk a mimikát, értelmezzük a mozgást.

A látás különleges tulajdonsága, hogy rendkívül gyors.

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

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. 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.

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 Ngo**, 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

Évezredekken 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.

A film először tette lehetővé, hogy ezeket újra és újra ugyanúgy megfigyeljük.

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. Az emberek először élhették át úgy a világ eseményeit, mintha maguk is jelen lennének.

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.

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 valóság-hű videók előállítására is képes.

Hang és kép és az AI

Az ember a világot egyszerre több érzékszervével érzékeli.

Látjuk az arcokat.

Halljuk a hangokat.

Olvassuk a szavakat.

Agyunk ezeket az információkat automatikusan egyetlen egységes élménnyé kapcsolja össze.

A mesterséges intelligencia fejlődésében is fordulópontot jelentett, amikor már nemcsak szövegeket, hanem képeket, hangokat és videókat is képes lett feldolgozni.

Az ilyen rendszereket **multimodális mesterséges intelligenciának** nevezzük.

A modern AI felismeri a tárgyakat egy fényképen, leírja egy kép tartalmát, megérti a kimondott beszédet, felolvassa az írott szöveget, sőt egyre gyakrabban egyszerre többféle információból von le következtetéseket.

Ha például lát egy fényképet egy kutyáról, és mellé meghallja annak ugatását, vagy elolvassa a hozzá tartozó szöveget, ezeket együtt értékeli.

Ez közelebb áll ahhoz, ahogyan az ember is érzékeli a világot.

A különbség azonban továbbra is lényeges.

Az ember számára a kép, a hang és a szöveg egyetlen valóság különböző oldalai.

A mesterséges intelligencia számára ezek különböző adattípusok, amelyeket matematikai reprezentációkká alakít, majd közös mintázatok alapján kapcsol össze.

Mégis éppen ez a képesség tette lehetővé, hogy a mesterséges intelligencia természetesebb módon kommunikáljon velünk, és egyre több olyan feladatot oldjon meg, amely korábban kizárólag emberi érzékelést igényelt.

Tanulság

A hang- és képrögzítés forradalma nemcsak az ember számára nyitott új világot, hanem évszázadokkal később a mesterséges intelligencia fejlődésének is alapot adott. Minél többféle információt képes egy rendszer együtt feldolgozni, annál teljesebb képet alkothat a világról – még ha ezt a világot nem is ugyanúgy érzékeli, mint mi.

Összefoglalás

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

Az írás elvont jeleket használ.

A hang és a kép viszont közvetlenül érzékszerveinkhez szól.

Ezért ezek a médiumok rendkívüli mértékben felgyorsították a tanulást.

A tudás többé nem csupán olvasható volt.

Hallható. Látható. Átékelhető.

9. 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. A tudást 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 számítógép számára ezek között nincs alapvető különbség. Mind ugyanannak a nyelvnek a részei. A bitek nyelvének.

Ez tette lehetővé, hogy egyetlen eszköz kiváltsa a könyvtárat, a fényképalbumot, a lemezgyűjteményt, a videotékát és később még sok más eszközt is.

A CD – amikor a világ elfért egy korongon

A digitális adatok tárolásához új adathordozókra volt szükség. A kompaktlemez, vagyis a CD, mérföldkőnek számított. Egyetlen lemezen több száz megabájtnyi adat fért el – akkoriban szinte felfoghatatlan mennyiség. Nemcsak zenét lehetett rajta tárolni.

Teljes enciklopédiákat.

Szótárakat.

Oktatóprogramokat.

Fényképeket.

Később filmeket is.

A kilencvenes években sok család számára a CD jelentette az első találkozást a digitális tudástárolással.

Ma már a felhőalapú tárolás korában talán nosztalgikus eszköznek tűnik, mégis fontos állomás volt azon az úton, amely a teljes digitalizációhoz vezetett.

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 világ tudása soha nem volt ennyire közel. Ugyanakkor soha nem volt ennyire nehéz eldönteni, hogy mi igaz.

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.

Vandal szerkesztések.

Elfogult megfogalmazások.

Mégis, a közösségi ellenőrzésnek köszönhetően a Wikipédia számos témában meglepően megbízhatóvá vált. Talán nem tökéletes. De jól mutatja, hogy a tudás már nem kizárólag intézményekben születik. Egyre inkább közösségekben.

A tudás új problémája

A digitális korszak legnagyobb változása nem az, hogy több információnk lett, hanem az, hogy túl sok. Néhány kattintással milliónyi találat jelenik meg.

Könyvek.

Videók.

Vélemények.

Hírek.

Tudományos cikkek.

Hamis információk.

A XXI. század emberének ezért már nem elsősorban emlékeznie kell, hanem válogatnia.

A kérdés többé nem az: **Hol találok információt?**

Hanem az: **Melyik információban bízhatok meg?**

Ez a digitális kor egyik legfontosabb készsége.

A digitális forradalom és az AI

A digitális forradalommal az információ természete ismét megváltozott.

Korábban az emberek többnyire csak annyi adatot őriztek meg, amennyire szükségük volt. A számítógépek, az internet és az olcsó adattárolás megjelenésével azonban szinte minden digitális nyomot rögzíteni lehetett.

Fényképeket.

Leveleket.

Videókat.

Méréseket.

Vásárlásokat.

Útvonalakat.

A világ egyre nagyobb része vált adattá.

Ezt a hatalmas adatmennyiséget nevezzük **Big Data**-nak.

A Big Data nem egyszerűen sok adatot jelent. Olyan méretű és sokféleségű információhalmazt, amelyet már csak korszerű számítógépes módszerekkel lehet feldolgozni.

A mesterséges intelligencia fejlődésének ez volt az egyik döntő feltétele.

A korábbi AI-rendszerek gyakran néhány ezer példából tanultak.

A mai modellek viszont milliárdnyi szöveget, képet, hangfelvételt és egyéb adatot dolgoznak fel. Ekkora adatmennyiségből már olyan összefüggések is kirajzolódnak, amelyeket emberi szemmel szinte lehetetlen lenne észrevenni.

A nagy adathalmaz azonban önmagában még nem jelent tudást.

Ha az adatok pontatlanok, hiányosak vagy torzítottak, akkor a belőlük tanuló mesterséges intelligencia is hibás következtetésekre juthat.

Ezért a Big Data korszakában nemcsak az adatok mennyisége, hanem azok minősége is döntő fontosságú.

Tanulság

A digitális forradalom nemcsak felgyorsította az információ áramlását, hanem olyan mennyiségű adatot hozott létre, amelyből a mesterséges intelligencia tanulni képes. A Big Data megtanította a gépeket arra, hogy az egyedi adatok helyett hatalmas adathalmazokban keressék a világ rejtett mintázatait.

Összefoglalás

A digitális forradalom alapjaiban változtatta meg a tanulást.

A számítógép univerzális információ feldolgozó eszközzé vált.

A digitális adathordozók szinte korlátlan mennyiségű tudást tettek hordozhatóvá.

Az internet összekapcsolta az emberiség tudását.

A Wikipédia pedig megmutatta, hogy a tudás létrehozása maga is közösségi tevékenységgé válhat.

A tudás soha nem volt ennyire hozzáférhető és talán soha nem volt ennyire nehéz eligazodni benne. De ez a digitális tudás sérülékenyebb lehet, mint elsőre gondolnánk. Erről az első kötetben bővebben írtunk: Digitális Alzheimer kór címmel.

10. A hálózatban tanuló ember

Az ember évezredek óta egyedül 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, legtöbbször 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. Ugyanezek az útvonalak 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 sokszorozítani, 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 "réteget" 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 százalék**a 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

Beszélggettünk arról, hogy 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 ez lesz a legfontosabb feladata.

Nem pusztán ismereteket átadni, hanem eligazodni, tanítani.

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.

Újraredefiniálta 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 értünk.

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

11. A programozott gépektől a tanuló gépekig

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

Az ember évezredek óta 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. Mintázatokot 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.

12. 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.

Ez nagyon hasonlít arra, amit az első fejezetekben a hangyák, természetek vagy akár az emberi agy kapcsán láttunk.

Az összetett viselkedés egyszerű elemek együttműködéséből születik.

Hogyan "tanul" egy AI?

A neurális hálózat tanítása első pillantásra meglepően egyszerű. Először megmutatunk neki rengeteg példát. Például milliónyi képet macskákról és kutyákról. Eleinte sokat téved. A rendszer minden téves válasz után egy kicsit módosítja belső kapcsolatait.

Ezután újra próbálkozik.

Majd ismét.

És ismét.

Milliószor.

Lassan egyre jobb lesz.

Nem azért, mert valaki elmagyarázta neki, mitől macska egy macska. Hanem mert a rengeteg példából fokozatosan felismerte azokat a mintázatokat, amelyek a macskákra jellemzőek.

Az emberi tanulásban is találunk hasonló folyamatokat. A kisgyermek sem definíciókból tanulja meg, mi a kutya. Sok példából.

A különbség inkább a tanulás módjában és hatékonyságában van.

Paraméterek – a hálózat emlékezete

Amikor egy neurális hálózat "megtanul" valamit, valójában nem mondatokat vagy képeket tárol. A tanulás eredménye a hálózat belső kapcsolataiban jelenik meg. Ezeket nevezzük **paramétereknek**.

Minden paraméter egy apró szám. Önmagában semmit sem jelent. De amikor több milliárd ilyen szám együtt működik, kialakul egy rendkívül összetett modell. Egy mai nagy nyelvi modell több százmilliárd paraméterrel is rendelkezhet. Ez nem azt jelenti, hogy több százmilliárd tényt tárol, hanem azt, hogy ennyi apró kapcsolat segítségével képes felismerni a nyelv mintázatait.

A paraméterek tehát nem könyvlapok. Sokkal inkább olyanok, mint az emberi agyban az idegsejtek közötti kapcsolatok erősségei.

Tanító adatok – a gép tapasztalatai

Ahogy az ember tapasztalatokból tanul, úgy a mesterséges intelligenciának is szüksége van tapasztalatokra. Ezeket nevezzük tanító adatoknak.

Könyvek.

Újságok.

Weboldalak.

Képek.

Videók.

Hangfelvételek.

Programkódok.

Minél változatosabb és jobb minőségű ez az anyag, annál jobban tud tanulni a rendszer.

De itt is érvényes egy régi bölcsesség: **Rossz adatokból nem születik jó tudás.**

Ha a tanító adatok hibásak, elfogultak vagy hiányosak, a mesterséges intelligencia is ezeket a hibákat fogja tükrözni. Ezért a tanító adatok kiválasztása legalább olyan fontos, mint maga az algoritmus.

Mit "ért" a mesterséges intelligencia?

Ez talán a leggyakoribb kérdés. Érti-e a mesterséges intelligencia azt, amiről beszél?

Erre ma sincs mindenki által elfogadott válasz. A neurális hálózat kétségtelenül felismeri a nyelv rendkívül bonyolult mintázatait.

Képes következtetéseket levonni.

Összefüggéseket találni.

Új szöveget alkotni.

De vajon ugyanúgy érti-e a világot, mint egy ember?

Valószínűleg nem. Az ember megértése érzékszervi tapasztalatokból, testérzetekből, érzelmekből, célokból és a külvilággal való folyamatos kapcsolatból épül fel. A mesterséges intelligencia ezzel szemben elsősorban az adatokban található statisztikai összefüggésekből tanul. Ez óriási teljesítmény, de nem feltétlenül ugyanaz, mint az emberi megértés.

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.

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 nyelvet, a képeket 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?

13. 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 beszélénk, 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.

A megértés, több mint helyes válasz

Képzeljünk el egy papagájt, amely megtanulta kimondani:

"Jó reggelt!"

A papagáj helyesen használhatja ezt a mondatot. De vajon érti is?

Ez a kérdés a mesterséges intelligenciára is vonatkozik. A nyelvi modellek képesek rendkívül meggyőző válaszokat adni.

Sokszor helyeseket.

Néha zseniálisakat.

De vajon ugyanúgy kapcsolják össze a szavakat a valósággal, mint mi? Az ember számára a "kutya" szó mögött ott vannak az emlékek.

A simogatás érzése.

Az ugatás hangja.

A mozgás.

A félelem vagy a szeretet.

A mesterséges intelligencia számára ugyanez elsősorban a szövegekben előforduló kapcsolatok hálózata. Ez nem kevés, de nem ugyanaz.

Lehet-e kreatív egy gép?

Sokáig úgy gondoltuk, hogy a kreativitás kizárólag emberi tulajdonság.

A generatív mesterséges intelligencia ezt a hitünket is próbára teszi.

Zenét komponál.

Festményeket készít.

Regényeket ír.

Új molekulákat tervez.

Új gépészeti megoldásokat javasol.

Mindez kreativitás? Vagy csupán a korábban látott példák különösen ügyes újrendezése? Valószínűleg a válasz nem fekete vagy fehér. Az emberi alkotás sem a semmiből születik.

Minden művész elődei munkáiból tanul.

Minden tudós korábbi felfedezésekre épít.

A különbség talán nem abban rejlik, hogy miből építkezünk. Hanem abban, hogy miért.

Az ember alkotását célok, vágyak, érzelmek és személyes élmények is vezérlik.

A mesterséges intelligencia ezzel szemben nem akar alkotni. Egyszerűen végrehajtja azt a feladatot, amelyet kapott.

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 kérdezzük az intelligenciáról, a megértésről és a tudatról.

Ez a három fogalom azonban nem ugyanaz.

A legfontosabb kérdés talán nem is ez

Sokan azt kérdezik: **Mikor lesz az AI olyan okos, mint az ember?**

Lehet, hogy ez nem a legérdekesebb kérdés.

Sokkal fontosabb lehet ez: **Miben más?**

A repülőgép sem úgy repül, mint a madár. Mégis repül.

A tengeralattjáró sem úgy úszik, mint a hal. Mégis működik.

Lehetséges, hogy a mesterséges intelligencia sem úgy gondolkodik, mint az ember.

Mégis képes lesz olyan feladatokat megoldani, amelyeket korábban kizárólag emberinek hittünk.

Talán nem mesterséges embert építettünk, hanem egy egészen újfajta intelligenciát.

Miért nem tudja az AI mindig megmagyarázni a saját döntéseit?

Ha egy tapasztalt orvost megkérdezzük, miért állított fel egy diagnózist, általában el tudja mondani gondolatmenetének fő lépéseit.

Egy nagy neurális hálózat esetében ez sokkal nehezebb.

A döntés nem néhány egyszerű szabály eredménye, hanem milliárdnyi paraméter együttes hatása. Egyetlen válasz mögött rengeteg apró számítás áll, amelyek önmagukban értelmezhetők ugyan, de együtt már olyan bonyolult rendszert alkotnak, hogy ember számára szinte követhetetlenek.

Ezért beszélnek a kutatók gyakran „**fekete dobozról**”. Nem azért, mert semmit sem tudnak a működéséről, hanem mert a belső folyamatok összetettsége meghaladja azt, amit egyszerű emberi magyarázattá lehetne sűríteni.

Éppen ezért ma az egyik legfontosabb kutatási terület az **értelmezhető mesterséges intelligencia** (Explainable AI, XAI). A cél nem az, hogy a rendszer jobban válaszoljon, hanem hogy jobban megértsük, **miért** jutott arra a válaszra.

A jövő mesterséges intelligenciájának tehát nemcsak okosnak kell lennie.

Átláthatónak is.

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

14. 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. De nem tud helyettünk gondolkodni.

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 kíváncsiság marad az ember legfontosabb képessége

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.**

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.

15. 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 bölcsőbbek.

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 megteveszteni, 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 információ lesz.

Az információból tudás.

A tudásból megértés.

A megértésből bölcsesség.

A bölcsességből pedig felelős döntés.

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 jobbbá 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?**

Ezzel elérkezünk könyvünk utolsó fejezetéhez, amely talán nemcsak a mesterséges intelligenciáról szól, hanem az ember jövőjéről is.

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.

Talán ezért építünk könyvtárakat.

Talán ezért 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.

Lehet, hogy az evolúció nem az embert akarja lecserélni.

Hanem új lehetőséget kínál számára.

Ahogy a nyelv sem váltotta fel a gondolkodást, hanem kitágította annak határait.

Ahogy 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.**



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.

