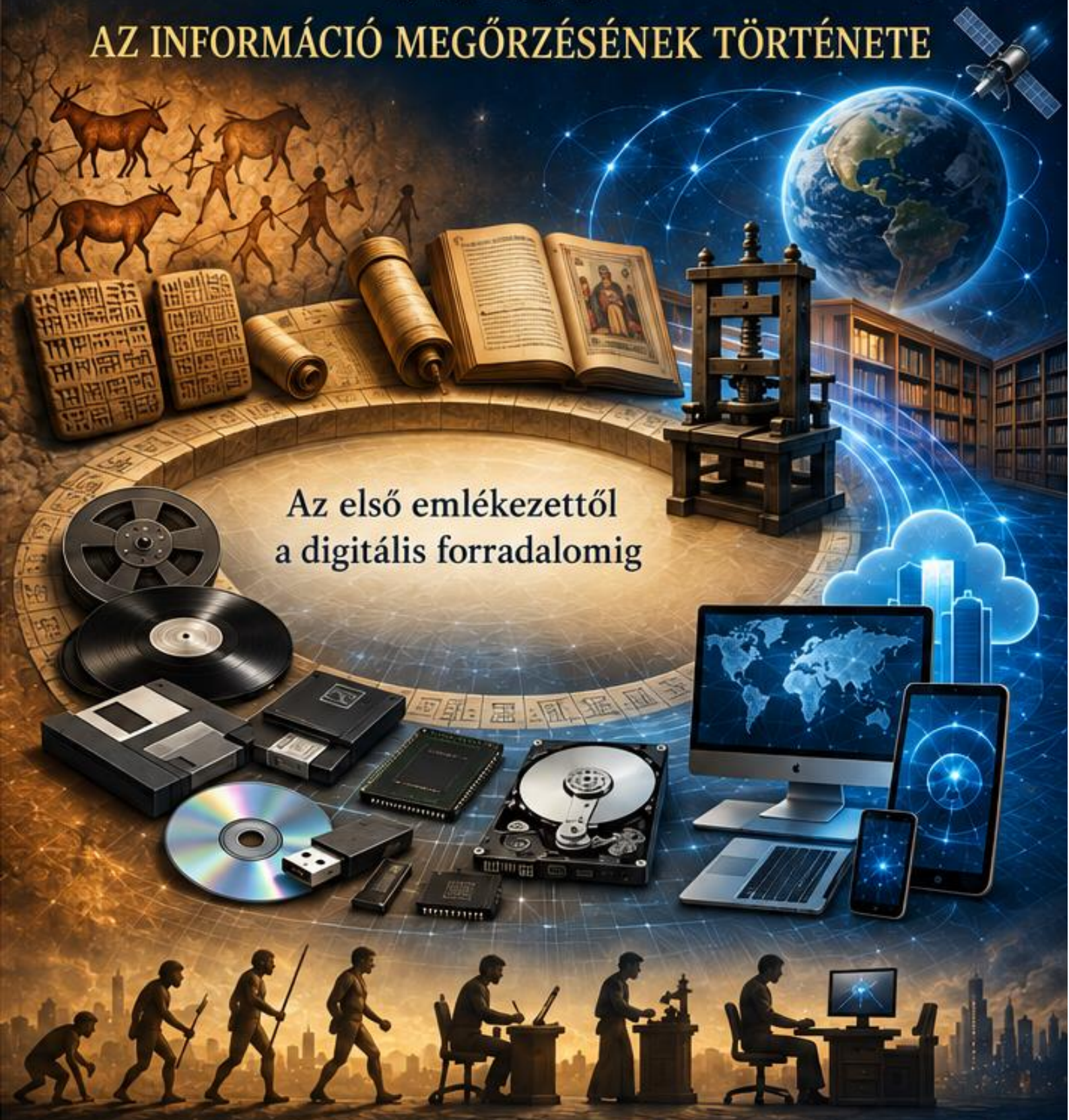
AZ INFORMÁCIÓ ÚTJA

I. KÖTET

AZ INFORMÁCIÓ MEGŐRZÉSÉNEK TÖRTÉNETE



Az első emlékezettől
a digitális forradalomig

NAGY KÁROLY – ChatGPT

Az információ útja I. kötet

Az információ megőrzésének története

Mottó: Az emberiség története egyben annak története is, hogyan tanultunk meg emlékezni – előbb egymás fejében, majd kövekben, könyvekben, gépekben, végül a világot behálózó digitális rendszerekben.

2026

Tartalomjegyzék

Előszó 6

Bevezetés 7

Miért akar nyomot hagyni az ember? 7

I. rész, A nyom megszületése 10

1. Beszéd, az emlékezet határai 10

2. Az első nyomok, amikor a jel túlélte az embert 13

Barlangrajzok, rovások, csomók, emlékeztető tárgyak. 13

3. Az írás forradalma 15

Amikor a jel, jelentést kapott 15

A képtől a kimondható szóig 15

A gondolat először vált időtállóvá. 16

II. rész, A tudás megsokszorozása 18

4. A könyv születése 18

Az információ útra kel. 18

A tekercstől a lapozható könyvig 18

5. Gutenberg ajándéka 24

A másolat forradalma 24

Gutenberg rendszere 25

Egy könyvből száz könyv 26

Az információ kiszabadul 26

A könyv mint adattároló. 27

Amikor nem mindenki olvashatja – a titkosítás története 27

6. A világ hálózattá válik 32

Az információ elszakad a hordozótól 32

A posta – az első globális információs hálózat 33

Hogyan jutott el a hír? 33

A távíró – amikor az információ gyorsabb lett az embernél 34

Ki találta fel a távírót? 34

A telefon – a hang átlépi a távolságot 35

Ki találta fel a telefont? 36

A rádió elődje – Puskás Tivadar Telefonhírmondója 37

A rádió – a hang tömegmédiuma. 38

Ki találta fel a rádiót? 38
A hálózatok összekapcsolódnak 39
Egy érdekes párhuzam 40
Szteganográfia – az üzenet, amely nem is látszik 40
III. rész, A valóság megőrzése 43
7. A fény megállítása 43
A fényképezés története. Amikor a fény emlékezni kezdett. 43
A pillanat problémája 51
Amikor mindenki fényképész lehetett 51
8. A látásunk kiterjesztése 55
A távcső emlékezni kezd 57
A szem, amely belénk lát 59
Amikor a Világegyetem beszélni kezdett 60
Hallgatózik-e valaki odakint? 61
Érdekesség 61
A láthatatlan világ felfedezése 62
A műszer, mint új érzékszerv 62
A szemünktől az adatokig 63
9. A hang fogságba ejtése 64
Amikor a hang túlélte a csendet 64
A lyukak, amelyek zenélnek 65
A hang Gutenbergje 68
A hang láthatatlanná válik 70
A hang törölhetővé válik 71
A hang leválik a hordozóról 71
10. A mozdulat megőrzése 73
A kép, amely megmozdult 73
A mozgás illúziója 73
A pillanatból történet lett 73
A némafilm 74
A kép és a hang újra találkozott 74
A televízió 75
Magyarok a televízió történetében 75

Több lett, mint információ 76
A videó forradalma 76
A kamera mindenki zsebébe került 77
Az emlékezet új dimenziója 77
De itt sem álltunk meg 77
IV. rész, Amikor a gépek olvasni kezdtek 78
11. A lyuk, amely gondolkodni kezdett 78
A népszámlálás, amelynek adatai majdnem eltűntek 83
12. Az információ láthatatlanná válik 86
A forgó henger emlékezete 87
A szalag, amelyben idő lakik 88
A lemez, amelyet zsebre tettünk 89
A merevlemez és a láthatatlan könyvtár 90
13. Bitek világa 91
Amikor a memória fény lett 91
Amikor a memória elektronikus lett 92
14. A digitális Alzheimer-kór 97
A múzeumi út 99
A vándorló információ 99
V. rész, A valóság modellezése 108
15. A világ másolata 108
Makettek és modellek. 108
16. A szimuláció kora 109
Repülőszimulátoroktól a tudományos modellekig. 109
17. A virtuális világ 111
VR, AR és a jelenlét illúziója 111
Mi az a metaverzum? 112
VI. rész, Amikor már nem a valóságot őrizzük 112
18. Amikor a gép segít emlékezni 112
19. A valóság és a fantázia határán 114
Deepfake, generált képek, új világok 114
20. Ki olvassa a világot? 116
Az információ és az értelmezés 116

VII. rész, A jövő emlékezete 117
21. Mit kell megmenteni? 117
Adatok, gépek vagy tudás? 117
A három réteg 118
A gépet is meg kell menteni? 118
A digitális világ furcsa paradoxona 118
Nem a tárgy a végső cél 119
22. A következő adattárolók 120
Üveg, kerámia, hologram, DNS 120
Vissza az üveghez 120
A kerámia visszatérése 121
Információ a térben 121
Az élet merevlemeze 121
Talán rosszul képzeljük el a jövőt 122
23. Mit hagyunk magunk után? 123
Az emberiség digitális öröksége 123
Epilógus 125
Egy személyes zárszó 126

Előszó

Kedves Olvasó!

Egy rendhagyó ismeretterjesztő sorozatot tart a kezében, amely az ősembertől a mesterséges intelligenciáig végig tekinti az információ megőrzését, továbbítását és értelmezésének kérdéseit.

Öt kötetes mű az alábbiakat tartalmazza:

I. kötet – az információ megőrzésének története
II. kötet – az információ, tudássá válásának története
III. kötet – az együttműködő rendszerek evolúcióját és a tudás bölcsességgé érését követi nyomon
IV. kötet – az intelligenciától a mesterséges intelligenciáig tekinti át a folyamatot és felvázolja, hogy mi várható a jövőben
V. kötet - a mesterséges intelligencia társadalomra és a gazdaságra gyakorolt hatásával foglalkozik

Nem törekedtünk a téma teljes körű feldolgozására. Céluk inkább az, hogy összefüggéseiben mutassuk be az információ megőrzésének és továbbításának történetét.

Ez a könyv: nem adattárolók katalógusa, hanem annak története, **hogyan próbált az ember emlékezetet építeni önmagán kívül.**

Bízunk benne, hogy a téma iránt érdeklődőknek jó kiindulási alap lehet és talán néha még el is gondolkoztatja az olvasót. A magyar vonatkozásokat és a történelmi érdekességeket kiemelten, keretes bekezdésben adjuk közre.

A könyv elkészítése során korszerű mesterséges intelligencia alapú kutatási és szöveggondozási eszközöket is felhasználtunk, amelyek új szempontokkal és forrásokkal gazdagították a munkát.

Természetesen nem zárható ki, hogy hibákat is tartalmaz. Ha ilyet észlel, kérjük, jelezze a szerzők felé.

Jó olvasást kívánnak a mű olvasásához:

A szerzők

Bevezetés

Miért akar nyomot hagyni az ember?

Hogyan győzi le az ember az időt és a távolságot az információ segítségével?

Rejtélyes lény az ember. Mióta két lábra állt és beszélni kezdett szinte azonnal megjelent az igény, hogy a szerzett ismeretet át tudja adni a társainak. Ezzel hatalmas előnyre tett szert az állatvilággal szemben. A tudás nem veszett el, hanem halmozódott. A beszéd, majd a barlangrajzok is igen korán megjelentek.

Ez az igény a történelem során mit sem változott, csak a technika fejlődött. A könyvnyomtatás, a fényképezés, a hangrögzítés, a film, a rádió, a televízió, majd végül az internet és a digitális hálózatok mind ugyanazt a célt szolgálták: minél több információt minél messzebbre eljuttatni és minél hosszabb időre megőrizni. Mostanában jutottunk el oda, hogy már nem csak rögzítjük valóságot, hanem virtuális valóságot építünk.

Az emberiség történetének jelentős része ezért különös versenyfutás az idővel. Évezredek óta újabb és újabb módszereket találunk ki gondolataink, tapasztalataink és tudásunk megőrzésére.

Jeleket karcoltunk csontba és kőbe. Agyagtáblákba nyomtuk az írásjeleket. Tintával írtunk papiruszra, pergamenre és papírra. Könyveket nyomtattunk, lyukakat ütöttünk kartonlapokba és papírszalagokba. Hangot véstünk viaszhengerbe és hanglemezbe, képeket rögzítettünk fényérzékeny anyagokra. Később mágneses rétegek parányi tartományaiban, optikai lemezek mikroszkopikus jeleiben és félvezetők elektromos állapotaiban őriztük meg adatainkat.

Ma pedig már gyakran azt sem tudjuk, hol vannak az adataink. Feltöltjük őket a „felhőbe”, és rábízzuk egy számunkra láthatatlan technikai rendszerre.

Különös módon azonban a fejlődés nem feltétlenül tette tartósabbá az információt.

Egy több ezer éves agyagtáblát ma is elolvashatunk. Nem kell hozzá külön berendezés, áramforrás vagy számítógépes program. Egy néhány évtizeddel ezelőtt készült mágneslemez tartalma viszont akár örökre elveszhet, mert az adathordozó már tönkrement vagy nincs megfelelő meghajtónk, csatlakozónk vagy programunk az elolvasásához.

Minél több információt tudunk tárolni, annál bonyolultabb technikai rendszerre lehet szükségünk ahhoz, hogy ismét hozzáférjünk.

Mit várunk egy jó információtárolótól?

Legyen gyorsan írható és olvasható. Tároljon minél több információt minél kisebb helyen. Őrizze meg az adatokat hosszú időn keresztül. Legyen könnyen másolható. Ne legyen túl drága. És talán mindenekelőtt: az információ akkor is hozzáférhető maradjon, amikor az azt létrehozó ember és az eredeti technika már régen eltűnt.

E követelményeknek egyszerre még egyetlen információhordozó sem tudott tökéletesen megfelelni.

A kőtábla rendkívül tartós, de nehéz és lassan írható. A könyv évszázadokon át megőrizheti a tudást, és a könyvnyomtatásnak köszönhetően könnyen sokszorosítható, de nagy mennyiségű információ tárolásához hatalmas könyvtárakra van szükség.

A mikrofilm egész könyvtárakat zsugorított néhány szekrénynyi méretűre, de olvasásához már külön berendezés szükséges. A mágneses és optikai adattárolók óriási mennyiségű információ gyors rögzítését és másolását tették lehetővé, élettartamuk azonban korlátozott.

A digitális technika újabb fordulatot hozott. Ma egy tenyérnyi eszközön több információ fér el, mint amennyit egy ember egész életében el tudna olvasni. A világ számítógépei, adatközpontjai és hálózatai pedig szinte felfoghatatlan mennyiségű adatot őriznek.

De vajon valóban megőrizzük ezeket az adatokat?

Vagy csak ideiglenesen tároljuk őket egy állandóan változó technikai rendszerben?

A kutatók ma üvegbe, kristályokba és mesterségesen előállított DNS-molekulákba próbálnak információt írni. Olyan adattárolókat keresnek, amelyek hatalmas mennyiségű adatot akár évszázadokon vagy évezredeken át képesek megőrizni.

Az információt azonban nem elég tárolni, el is kell juttatni a célközönséghez. A beszéd csak hallótávolságon belül működött. Az írás már távolabbra is eljuttatható volt. Ma, az Internet korában szinte mindenki azonnal hozzájuthat a friss információkhoz.

Közben azonban egy másik probléma is egyre sürgetőbbé válik.

A múlt század végének mágneslemezei, szalagjai és korai digitális dokumentumai közül sok már ma is nehezen olvasható. Weboldalak tűnnek el, szolgáltatások szűnnek meg, fájlformátumok és programok válnak használhatatlanná. Soha nem termeltünk ennyi információt — és talán soha nem fenyegetett bennünket ilyen mértékben annak észrevétlen elvesztése.

Ez a könyv az információ megőrzésének, továbbításának néhány fontos állomását mutatja be. Nem vállalkozhattam a teljes történet elmondására. Egy-egy fejezetről önálló könyveket lehetne írni.

Inkább arra kerestem a választ, hogyan próbálta az ember az évezredek során legyőzni a felejtést.

Hogyan őrizhetjük meg azt, amit tudunk? Tudjuk-e majd értelmezni a megőrzött információt?

Mit kell tennünk ahhoz, hogy egy gondolat túlélje azt az embert, akinek az elméjében megszületett?

Mentsük, ami menthető (és ami mentésre érdemes)!

Hogy a feltett kérdésre is választ adjunk: „**Miért akar nyomot hagyni az ember?”**

Talán azért mert ez evolúciós előnyt jelent a számunkra, hogy a tudás exponenciálisan halmozódik. Most először történik meg az emberiség történetében, hogy az információ létrehozásában és értelmezésében már nem kizárólag az ember vesz részt. A mesterséges intelligencia új korszakot nyit az információ történetében.

I. rész, A nyom megszületése

1. Beszéd, az emlékezet határai

Miért kellett az információt a fejünkön kívül tárolni?

A beszéd egy különleges kódolás - dekódolás. A hangszálak rezgését a levegő továbbítja és a fül alakítja az agy számára jelekké.

Régebben sokan azt gondolták, hogy azért csak az ember tud beszélni, mert mélyebben helyezkedik el a gégéje. Ez részben igaz, de önmagában nem elegendő magyarázat.

A legújabb kutatás szerint az emberi gége evolúciója során:

- elveszített néhány olyan összetett anatómiai elemet, amelyek a többi főemlősnél megmaradtak,
- emiatt a hangképzés kevésbé lett "specializált", viszont sokkal **rugalmasabbá** vált,
- ez nagyobb hangtartományt és finomabb artikulációt tett lehetővé.

Ez azonban csak az egyik fele a történetnek.

Amitől igazán emberi lett a beszéd:

Az ember nem azért tanult meg beszélni, mert megváltozott a gégéje. Ahhoz már volt "hangszóró". Az igazi áttörést az jelentette, amikor az agy megtanulta a hangokat jelentéssel összekapcsolni.

a) **A hardver**

- gége,
- nyelv,
- ajkak,
- légzés szabályozása.

Ez a "hangszóró".

b) **Az idegrendszer**

- Broca-terület,
- Wernicke-terület,
- hallókéreg,
- a mozgásokat irányító kérgi hálózatok,
- a hangképzés időzítése.

Ez a "processzor".

c) **A szoftver**

- nyelvtan,
- szókincs,
- szimbolikus gondolkodás,
- társas tanulás,
- kultúra.

Ez maga a "program".

Ha csak az első van meg, akkor még összetett gondolatok sem fejezhetők ki.

Ha az első kettő megvan, de a harmadik nincs, akkor csak hangokat lehet kiadni.

Az evolúció először létrehozta a rugalmas hangképzés anatómiai feltételeit. Ezután az egyre nagyobb és összetettebb emberi agy megtanulta ezeket a hangokat jelentéssel felruházni, végül pedig megszületett a nyelv, amely az információ átadásának addigi leghatékonyabb eszközévé vált.

Talán ez a legfontosabb. **A beszéd evolúciójában a gége csak a hardver egyik eleme volt. A valódi áttörést az agy és a szimbolikus nyelv megjelenése hozta.** Számos beszélt nyelv alakult ki az idők folyamán. Az adott beszédet csak az tudja dekódolni, aki ismeri az adott nyelvet.

A beszéd kézjelekkel – a jelnyelvek világa

Amikor a nyelvre gondolunk, többnyire a kimondott szavak jutnak eszünkbe. Pedig az emberi kommunikáció nem kizárólag hangokkal történhet. A siket közösségek évszázadok alatt saját, teljes értékű **jelnyelveket** alakítottak ki.

A jelnyelv nem egyszerű pantomim és nem is a beszélt nyelv "elmutogatott" változata. Saját szókincse, nyelvtana és mondatszerkezete van. A jelentést a kéz formája, mozgása, a testtartás, valamint az arc mimikája együtt hordozza.

Érdekesség, hogy **nincs egységes nemzetközi jelnyelv**. Ahogyan a beszélt nyelvek, úgy a jelnyelvek is országonként és közösségenként fejlődtek ki. Létezik magyar, amerikai, brit, francia és sok más jelnyelv, amelyek gyakran éppúgy különböznek egymástól, mint a hangzó nyelvek.

A modern nyelvészet ma már a jelnyelveket a természetes emberi nyelvekkel teljesen egyenrangúnak tekinti. Kutatásuk azt is bizonyította, hogy az emberi agy ugyanazokat a nyelvi központokat használja a jelek feldolgozására, mint a beszélt nyelv esetében.

A jelnyelv története arra emlékeztet bennünket, hogy **a nyelv lényege nem a hang, hanem az információ átadása**. Az emberi gondolatok szavak helyett kézmozdulatokkal is ugyanúgy kifejezhetők.

Érdekesség

A siket csecsemők ugyanúgy "gügyögnek" a kezükkel, mint a halló gyermekek a hangjukkal. A nyelvelsajátítás tehát nem a beszédhez, hanem az ember veleszületett nyelvi képességéhez kötődik.

Az információ számára nem a hordozó a fontos. Lehet kőbe vésve, papírra írva, elektromos jelként továbbítva vagy kézmozdulatokkal kifejezve – a lényeg mindig ugyanaz: egy gondolat eljut egyik ember elméjéből a másikéba. A beszéd fejlődése valójában **az emberi nyelv és kommunikáció fejlődésének** története, amelynek a hang csak az egyik – bár kétségtelenül leggyakoribb – megvalósulási formája.

Tulajdonképpen ez volt az első "nagy informatikai forradalom".

A genetikai információ mellett megjelent a **kulturális információ**, amelyet már nem a DNS, hanem a beszéd hordozott.

A beszédet a hallgató az agyába „mentette el”. Az agy kapacitása hatalmas ugyanakkor nem igazán megbízható. Felejtéssel az információ torzul és már hiányosan adjuk tovább és néha hozzá is teszünk. Így születnek a mondák, legendák. További probléma az aggyal, hogy halálunk esetén a tárolt információ teljes egészében elvész. Ezért a beszélő, ha azt szerette volna, hogy a története fennmaradjon, minél több embernek kellett elmesélni, vagyis több másolatot kellett készíteni. Ez a számítástechnika korába sem változott. Ma is biztonsági másolatokat készítünk a fáljainkról.

Amikor a közösség volt az emlékezet

Az írás előtti világban egy történet addig maradhatott fenn, amíg volt, aki elmondta, és volt, aki megtanulta. Az emberek ezért olyan formákat alakítottak ki, amelyek segítettek emlékezni. A ritmus, a dallam, a rím és az ismétlődő fordulatok kapaszkodót adtak a felidézéshez.

Ezt ma is tapasztaljuk. Egy régen hallott dal szövege a dallammal együtt könnyebben eszünkbe jut, mint egy ugyanakkor olvasott bekezdés. A mondókák és közmondások rövid, szabályos formája szintén segíti a megjegyzést. Az ismétlés pedig újra és újra megerősíti az emléket.

A hosszú történetek elmondását visszatérő kifejezések és ismerős jelenetek segítették. A homéroszi eposzok állandó jelzői – például a „rózsaujjú Hajnal” – a szóbeli költészet ilyen eszközei voltak. A történetmondó nem feltétlenül egy változatlan szöveget idézett fel szóról szóra: megtanult fordulatokból, ismert eseményekből építette fel az előadást.

Az emlékezet ráadásul nem egyetlen emberre támaszkodott. A közösen hallgatott történeteket mások is ismerték. Kiegészíthették az elbeszélőt, jelezhették, ha kihagyott valamit, a fiatalabbak pedig az ismételt alkalmak során megtanulhatták a történetet. Így munkák, ünnepek és szertartások rendjében nemzedékről nemzedékre adódhattak tovább a közösség számára fontos ismeretek.

Ez azonban nem biztosított változatlan megőrzést. A történetek alkalmazkodtak az új hallgatósághoz, az elbeszélőhöz és a korhoz. Egyes részletek eltűntek, mások hozzáadódtak. **A közösség emlékezete egyszerre őrzött és alakított.**

Az írás egyik nagy újdonsága az lett, hogy a szöveg akkor is fennmaradhatott, amikor már senki sem tudta fejből. A megőrzéshez többé nem kellett megszakítás nélkül továbbmondani az üzenetet.

Van még egy fontos vonatkozás:

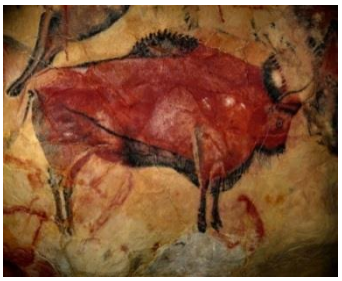
A nyelv nemcsak az egyén intelligenciáját növelte, hanem az egész közösségét.

A hatékony kommunikáció előnyt jelenthetett az egyéneknek és az együttműködő közösségeknek is. Ezt a gondolatot sok evolúciókutató is hangsúlyozza: a nyelv a társas együttműködés hatékonyságát növelte, ami rendkívül erős szelekciós előnyt jelentett.

Azt is mondhatjuk, hogy **a biológiai evolúció és a kulturális evolúció egymásnak adta át a stafétabotot**. Az első létrehozta a beszélő embert, a második pedig az információs civilizációt. A jövő: gépi evolúció?

Az evolúció nem a legerősebb lényt hozta létre, hanem azt a fajt, amely képes volt a tudását felhalmozni és továbbadni.

2. Az első nyomok, amikor a jel túlélte az embert



Barlangrajzok, rovások, csomók, emlékeztető tárgyak.

Mikor tárolt először információt az ember?

Erre a kérdésre nincs biztos válaszunk. Egy barlang falára festett bölény számunkra kép. De vajon mit jelentett annak, aki több tízezer évvel ezelőtt elkészítette? Egy vadászat emlékét? Egy történetet? Vallási jelképet? Útmutatást? Vagy valamit, amit ma már képtelenek vagyunk megfejteni?

A barlangrajzokat sokáig egyszerűen az őskori ember művészi alkotásainak tekintették. Ma már óvatosabbak vagyunk. A képek mellett pontok, vonalak, kézlenyomatok és ismétlődő jelek is megjelennek. Nem tudjuk biztosan, mit jelentettek, és azt sem, hogy valódi információs rendszer részét alkották-e.

Itt máris felmerül a dekódolás problémája. Egy tárolt információ csak akkor értékelhető, ha tudjuk dekódolni. De a kép még nem tudta pontosan elmondani, hogy mi történt. Erre a későbbiekben még többször visszatérünk.

Egy azonban bizonyos: az ember nagyon korán felismerte, hogy a jelek túlélhetik alkotójukat.

Talán itt kezdődött az információ tárolásának története.

A ma ismert őskori képi ábrázolások közül számos több tízezer éves. Az Altamira-barlang festményeinek felfedezése a 19. század végén alapjaiban változtatta meg az őskori emberről alkotott képünket

Azóta még világosabbá vált, hogy a képi és jelképes ábrázolás története jóval régebbi és összetettebb annál, mint korábban gondoltuk.

A barlangok falán állatok, emberi alakok és geometrikus jelek jelennek meg. Gyakoriak a kézlenyomatok is. Az ember a falra tette a kezét, majd festékanyagot fújt köré. Több tízezer évvel később a kéz gazdájáról semmit sem tudunk.

A keze nyoma azonban itt maradt.

Nehéz ennél egyszerűbb és megrendítőbb példát találni az információ fennmaradására.

Mintha valaki a távoli múltból csak ennyit üzenne: itt voltam!



A térbeli ábrázolás is nagyon korán megjelent. Az ember csontból, kőből és agyagból figurákat készített. A híres Willendorfi Vénusz mintegy 30 ezer éves.

De ezek a tárgyak még nem írások.

A kép és a jel jelentése nagyrészt attól függ, aki látja. Egy bölény rajza felismerhető, de nem mondja meg egyértelműen, hogy „tegnap három bölényt ejtettünk el a folyó mellett”.

Ehhez valami újra volt szükség.

A graffiti – modern barlangrajz?

A fal talán az emberiség legrégebbi üzenőfelülete. Őseink állatokat, vadászjeleneteket, jeleket és saját kezük lenyomatát hagyták a barlangok falán. Több tízezer évvel később a városi ember neveket, jeleket, képeket és üzeneteket fest a házak falára.

A kettő természetesen nem ugyanaz: más a társadalmi környezetük, céljuk és jelentésük. Mégis közös bennük egy ősi emberi késztetés: **képpel és jellel nyomot hagyni magunk után.**

Erre utal a gyermek fejlődése is. A kisgyermek már jóval azelőtt firkál és rajzol, hogy írni tudna. Az írás megtanult kódrendszer, a képi nyomhagyás azonban sokkal közvetlenebb módja a gondolat és az élmény külsővé tételének.

A barlang falától a városi tűzfalon át a digitális képernyőig ezért ugyanaz a történet is végigkövethető:

kéz → nyom → kép → jel → üzenet → emlékezet.



3. Az írás forradalma

Amikor a jel, jelentést kapott

Az írás egy bonyolult jelrendszer, amelyet valamilyen felületen rögzítünk. A jelenleg beszélt mintegy három ezer nyelvből csak közel száznak van írott formája is. Ez is mutatja, hogy az írás egy igen nehéz és összetett művelet. Kis közösségekben nem alakult ki az írás mivel nem volt rá szükség. A szóbeli információ átadása elegendő volt. A nagyobb közösségek, városok létrejöttével már ez nem volt elegendő. Törvényeket, adókat stb. kellett nyilvántartani.

Az írás történetének kezdete nem egyetlen pillanat és nem egyetlen feltaláló műve.

Az ember először valószínűleg egyszerű jelekkel rögzített mennyiségeket, tulajdont vagy eseményeket. Egy bevágás jelenthetett egy állatot, egy napot vagy egy adósságot. A jel értelmét azonban ismerni kellett.

A nagy fordulat akkor következett be, amikor a jelekből rendszerek alakultak ki.

A képtől a kimondható szóig

Egy bölény rajzát akkor is felismerhetjük, ha nem beszéljük a rajzoló nyelvét. A kép azonban önmagában nem mondja meg, hogy az állatot látták, elejtették vagy keresik. Felidézhet egy történetet, de annak részleteit valakinek hozzá kell mesélnie.

Egy képjel jelentése ennél kötöttebb is lehet. A mai közlekedési táblán ábrázolt gyalogos például nem egy bizonyos embert mutat: előre meghatározott üzenetet közöl. Megértéséhez

ismernünk kell a jel használatának szabályát. Mégsem rögzít egyetlen, pontosan kimondható mondatot. Ugyanazt a jelentést több nyelven, többféleképpen megfogalmazhatjuk.

A nyelvet rögzítő írás ennél tovább lép: jelei egy adott nyelv szavaihoz vagy hangjaihoz kapcsolódnak. Így nemcsak azt tudja közölni, hogy „bölény", hanem azt is, hogy „tegnap három bölényt láttunk a folyónál". Megőrizhetővé válik, ki mit tett, mikor és milyen körülmények között. Az olvasó akkor is hozzáférhet a közléshez, ha nem volt jelen, és nem ismeri a történetet.

Ehhez nem kellett minden szónak külön képet kitalálni. Fontos felismerés volt, hogy egy jel a jelentése helyett a hozzá kapcsolódó szó hangzását is képviselheti. Egy magyar szórejtvényben például a **hat** számjegye és egy **alma** rajza együtt kiadhatja a „hatalma" szót. A képek ilyenkor már nem számot és gyümölcsöt jelentenek: hangzásuk alapján olvassuk össze őket. Ez a rébuszelv az ősi írásrendszerek fejlődésében is szerepet kapott.

A hangjelölés többféleképpen működhet. Egy jel képviselhet egész szótagot, mássalhangzót vagy egyetlen beszédhangot. Az ábécés írások viszonylag kevés jelből állítanak össze sokféle szót. Így olyan neveket és új kifejezéseket is leírhatunk, amelyekhez korábban nem létezett külön jel.

A képjelek, szójelek és hangjelek azonban nem alkotnak mindenütt azonos fejlődési lépcsősort. Több írásrendszer együtt használja ezeket a megoldásokat. Az egyiptomi hieroglifák között például hangértékű jelek és az értelmezést segítő jelek is voltak.

Az írás nagy fordulata tehát nem egyszerűen az volt, hogy maradandó jeleket hagytunk. Ilyenek már korábban is léteztek. **Olyan jelrendszereket hoztunk létre, amelyekkel egy nyelvi közlést az elbeszélő jelenléte nélkül is fel lehetett idézni.**

A Kr. e. 4. évezred végén Mezopotámia városaiban már egyre bonyolultabb gazdasági és igazgatási feladatokat kellett megoldani. Nyilván kellett tartani a termést, az állatokat, a raktárak készleteit és a különféle szolgáltatásokat. Az emberi emlékezet ehhez már kevés volt.

A gondolat először vált időtállóvá.

Az agyag viszont szinte mindenütt rendelkezésre állt.

A nedves agyagtáblába nádból készített íróvesszővel jeleket nyomtak. A korai képjelek fokozatosan egyszerűsödtek, és kialakult az ékírás jellegzetes formája.

Ékírás

Kutatók úgy gondolják, hogy a mai napig az emberiség legrégibb írásrendszere az ékírás. Számos Mezopotámiából származó agyag- és kőtáblán láthatjuk az ékírást.



Az agyagtábla különös információhordozó volt. Írni viszonylag könnyen lehetett rá. A még nedves táblát ki lehetett javítani vagy újra fel lehetett használni. Ha azonban kiszáradt vagy kiégett, rendkívül tartóssá vált.

Sőt, néha éppen a pusztítás mentette meg.

Amikor egy épület leégett, a tűz az agyagtáblákat akaratlanul is kiégethette. A faépület eltűnt, az iratok azonban évezredeken át fennmaradtak.

A katasztrófa archivált. Ez az információtárolás történetének egyik különös paradoxona.

II. rész, A tudás megsokszorozása

4. A könyv születése

Az információ útra kel.

A kő és az agyag, tartós volt, de nehéz. Az információ azonban egyre nagyobb távolságokat járt be. Leveleket, rendeleteket, vallási szövegeket és gazdasági feljegyzéseket kellett szállítani.

Az írás már túlélte az embert, de lassan terjedt. Ezért kellett a könyv.

Ehhez könnyebb információhordozókra volt szükség.

Az ókori Egyiptom területén a papiruszsás szárából készített lapok váltak fontos íráshordozóvá. A papirusz könnyű volt, fel lehetett tekerni, és lényegesen egyszerűbben szállítható volt, mint egy agyagtábla.

Később a pergamen terjedt el. Állati bőrből készítették, előállítása költséges volt, de tartós, erős és mindkét oldalán írható felületet adott.

A 4. fejezetben a papiruszt és a pergament bemutató bekezdések után illeszteném be:

A tekercstől a lapozható könyvig

Az ókori könyv gyakran tekercs volt. Az olvasó egyik kezével kigöngyölítette, a másikkal felcsavarta a már elolvasott részt. A szöveg egymást követő oszlopokban tárult elé. Folyamatos olvasásra ez jól használható forma volt, de egy korábbi részlet megkereséséhez vissza kellett tekerni.

A római korban fokozatosan elterjedt egy másik megoldás: az egyik szélük mentén összefogott lapokból álló **kódex**. Ez már a mai könyvhöz hasonlított. A változás évszázadok alatt ment végbe; a tekercs és a kódex sokáig egymás mellett létezett.

A kódex lapjainak mindkét oldalára lehetett írni, és egyetlen kötetbe hosszabb szövegek is belefértek. Védőborítója óvta a lapokat, az olvasó pedig tetszőleges helyen felnyithatta. Nem kellett végighaladnia a szövegen ahhoz, hogy megtaláljon egy keresett részt.

Ez a látszólag egyszerű alakváltozás az olvasás módját is átalakította. Könnyebbé vált visszalapozni, két szöveghelyet összehasonlítani vagy egy részlethez többször visszatérni. A később elterjedő lapszámozás, fejezetcímek, tartalomjegyzékek és mutatók tovább javították a tájékozódást. A könyvet egyre könnyebb lett nemcsak végigolvasni, hanem kérdésekre választ keresve használni.

Az információ hozzáférhetőségét tehát nemcsak a jelek és a hordozó anyaga határozta meg, hanem a tárgy alakja is. Ugyanaz a szöveg más lehetőségeket kínált egy hosszú tekercsen és egy lapozható kötetben. A kódex azt mutatja, hogy a megőrzéshez a tartósság mellett a használhatóság is hozzátartozik.

A leghíresebb korai „könyvtár” Alexandriában volt, de sajnálatos módon megsemmisült.

Ez volt talán az első „data center”. Papirusz tekercsek és részben pergamenek ezreit tárolták. A korának szinte majd minden információja fellelhető volt itt. Az emberiség nagy vesztesége, hogy megsemmisült. Ismét kiemeljük a másolatok fontosságát, amely drasztikusan csökkentheti az információ vesztés esélyét.

Az első áttörést a papír jelentette.

Az információhordozók történetében újra és újra ugyanaz a folyamat figyelhető meg: az ember könnyebb, olcsóbb, gyorsabban írható és nagyobb mennyiségben előállítható hordozót keresett.

De minden új hordozóval valamit nyertünk és valamit elveszítettünk.

A kő évezredeket élhet túl, de nehéz.

A papirusz könnyű, de sérülékenyebb.

A pergamen tartós, de drága.

A papír olcsó és tömegesen gyártható, de tűz, víz és az idő könnyen károsíthatja.

A tökéletes információhordozó keresése már évezredekkel a számítógép feltalálása előtt elkezdődött.

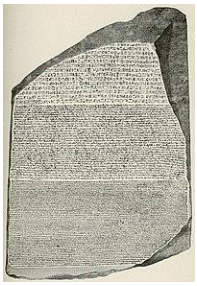
Az információ megőrzéséhez azonban nem elég, hogy a hordozó fennmaradjon.

A jeleket érteni is kell. Minden kor hagy maga után üzeneteket.

A kérdés mindig ugyanaz: lesz-e, aki még el tudja olvasni őket?

Erre talán a leghíresebb példa a Rosette-i kő.

Rosette-i kő (i.e. 196)



V. Ptolemaiosz Kr. e. 196-ban kelt rendelete olvasható a kövön. A görög szöveg kezdete: „Basileuontos tou neou kai paralabontos tén basileian para tou patros…” (Az új király, atyjától átvéve a királyságot…). A rendelet különféle kivetendő adókról, a templomokban felállítandó szobrokról rendelkezik, valamint arról, hogy a rendelet két nyelven és három írásváltozattal adandó ki**:** egyiptomi hieroglif és démotikus írással, valamint görög.: az „istenek szavaival”, azaz hieroglifákkal, a nép nyelvén (démotikus írással) és ión (görög) nyelven.

Ez segítette hozzá a kutatókat az egyiptomi hieroglifák megfejtéséhez.

A hieroglifák évszázadokon át ott voltak a templomok és sírok falain.

Az információ fizikailag nem veszett el. Az olvasás képessége veszett el. Ez meglepően modern probléma.

Egy régi mágneslemezen ma is ott lehet minden adat. Egy számítógépes fájl bitjei hibátlanul fennmaradhatnak. Ha azonban nincs eszközünk, programunk vagy ismeretünk az értelmezésükhöz, az információ számunkra éppolyan néma, mint egy megfejtetlen ősi írás.

Az információ megőrzéséhez tehát három dolog szükséges:

Meg kell őrizni a hordozót, a jeleket és a jelek értelmezésének módját.

Ez a szabály az agyagtáblára éppúgy igaz, mint a számítógépes fájlokra.

A könyv, amely hatszáz évvel megelőzte Gutenberget

Ha a könyvnyomtatás történetére gondolunk, szinte automatikusan Gutenberg neve jut eszünkbe. Pedig amikor Gutenberg a 15. század közepén megalkotta európai nyomtatási rendszerét, Kínában már évszázadok óta ismerték a nyomtatást.

*A jelenleg ismert legrégebbi nyomtatott szövegek közé tartozik a koreai **Mugu jeonggwang dae darani-gyeong** („A tiszta fény dháraní szútrája”), amelyet valószínűleg **704–751 között** nyomtattak fametszetről. A dél-koreai Bulguksa templom egyik pagodájában találták meg 1966-ban.*

Ennek egyik legszebb fennmaradt emléke a **Gyémánt szútra**, egy buddhista vallási szöveg, amelyet 868. május 11-én nyomtattak Kínában. A Gyémánt szútra nem a világ legrégebbi könyve, és nem is a legrégebbi fennmaradt nyomtatvány. Különlegessége, hogy a világ legrégebbi ismert, teljes egészében fennmaradt és pontos dátummal ellátott nyomtatott könyve: 868. május 11-én készült.

A mű nem a Gutenberg-féle mozgatható betűkkel készült. A kínai mesterek az egész oldal szövegét és képeit **fatáblába vésték**, befestékezték, majd papírra nyomtatták. Az elkészült lapokat hosszú tekercsé illesztették össze. Ez a fametszetes sokszorosítás munkaigényes volt, de ha egyszer elkészült a nyomódúc, ugyanarról a szövegről számos azonos példányt lehetett készíteni.

A Gyémánt szútra fennmaradásának története önmagában is regényes. A 20. század elején a kínai **Dunhuang melletti Mogao-barlangok** egyik évszázadokon át lezárt üregében, az úgynevezett Könyvtár-barlangban kéziratok és nyomtatványok tízezreire bukkantak. Köztük volt a csaknem teljes évezredet átvészelő Gyémánt szútra is.



A tekercs végén egy különösen érdekes mondat olvasható. Eszerint **Wang Jie** készíttette a művet szülei tiszteletére, és azért, hogy azt **szabadon terjesszék mindenki számára.**

Ez a mondat talán fontosabb az információ története szempontjából, mint maga a nyomtatási technika. A könyv ugyanis itt már nem egyszerűen olyan tárgy, amelybe valaki bezárta a tudást, hogy megőrizze. A cél az lett, hogy **ugyanaz az információ sok emberhez eljusson.**

Ebben az értelemben a Gyémánt szútra ugyanannak a több mint ezeréves folyamatnak az egyik korai állomása, amely később Gutenberg műhelyén, az ipari nyomdákon, a könyvtárakon és végül az interneten keresztül folytatódott:

kézzel lemásolni → sokszorosítani → tömegesen terjeszteni → bárhonnan hozzáférhetővé tenni.

Gutenberg jelentősége ettől nem lesz kisebb. Európában az ő rendszere indított el valódi információs forradalmat. A Gyémánt szútra azonban arra figyelmeztet, hogy **a nyomtatott könyv története nem Európában kezdődött.**

És talán van ebben egy szép történelmi irónia is: a világ egyik legrégebbi fennmaradt nyomtatott könyvét azért készítették, hogy minél több emberhez eljusson – majd évszázadokra egy lezárt barlang sötétjében tűnt el.

Az információ útja néha különös kerülőket tesz.

Ezer év üzenetei

Ha egy több ezer éves agyagtáblát nézünk, könnyű történelmi távolságot tartani. Mezopotámia, Egyiptom vagy az ókori görög világ messze van tőlünk térben és időben.

De mi történt közben itt, a Kárpát-medencében?

Milyen üzeneteket hagytak ránk azok, akik évszázadokkal előttünk éltek ezen a földön?

A magyar történelem legkorábbi írott emlékei különös kapcsolatot teremtenek múlt és jelen között. Nem csupán történelmi dokumentumok. Információhordozók, amelyek évszázadokon keresztül őriztek meg neveket, szavakat és gondolatokat.

1055-ben Tihanyi Bencés Apátság alapítólevelét latin nyelven írták.

A szöveg azonban magyar szavakat és kifejezéseket is tartalmaz.

Leghíresebb közülük:

„feheruuaru rea meneh hodu utu rea”

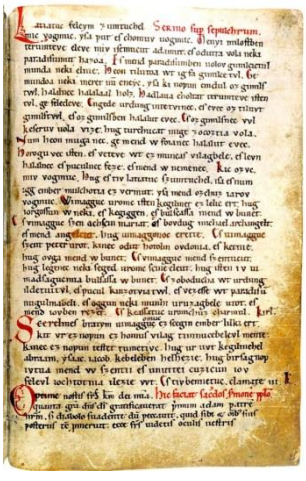
Vagyis megközelítőleg: a Fehérvárra menő hadi útra.

A mondattöredék ma kissé idegenül hangzik, mégis felismerünk benne valamit saját nyelvünkből.

Közel ezer év telt el. Birodalmak születtek és tűntek el. Háborúk pusztítottak. Városok épültek át. Nemzedékek százai váltották egymást. A pergamen azonban megőrizte a jeleket. És a jelek megőrizték a nyelvet.

Egy 1055-ben leírt magyar mondattöredéket ma is ki tudunk mondani.

Talán ritkán gondolunk bele, milyen különleges teljesítménye ez az információ tárolásának.



„Látjátok feleim…”

Mintegy másfél évszázaddal később már egy összefüggő magyar nyelvű szöveg szól hozzánk.

A 12. század végén keletkezett Pray-kódex őrizte meg a Halotti beszéd és könyörgés szövegét.

„Látjátok feleim szümtükkel, mik vogymuk…”

A szöveg nyelve archaikus, mégis meglepően közeli.

Nemcsak elolvashatjuk. Bizonyos részeit meg is értjük.

A Halotti beszéd különös időhíd. Egy ismeretlen ember több mit nyolcszáz évvel ezelőtt leírta a szavakat. Azok, akikhez beszélt, régen meghaltak. A helyzet, amelyben a szöveg elhangzott, elmúlt.

A szavak azonban megmaradtak. Az emberi hang eltűnt. Az információ túlélte.

Egy reneszánsz adatközpont



A 15. században Hunyadi Mátyás budai udvarában létrejött Európa egyik jelentős reneszánsz könyvtára, a Bibliotheca Corviniana.

A könyvtár köteteit ma corvináknak nevezzük.

Mátyás halálakor a gyűjtemény nagyságát nehéz pontosan meghatározni. Több ezer művet tartalmazhatott, és a korszak egyik kiemelkedő tudásközpontja volt. A 2500 corvinából csak mintegy 216 -235 fennmaradt kódex ismert. Hazai közgyűjteményeinkben összesen **53-55** darabot őriznek.
https://hu.wikipedia.org/wiki/Bibliotheca_Corviniana

Mai szemmel akár egy korai adatközponthoz is hasonlíthatjuk.

Természetesen nem gépek tárolták benne az információt. Polcokon sorakozó kéziratok őrizték az ókor és a középkor tudását.

A hasonlat mégsem teljesen alaptalan.

A könyvtár feladata az volt, hogy összegyűjtse, rendszerezze és hozzáférhetővé tegye az információt. Ugyanezt tesszük ma az adatközpontokban.

Csak a hordozó változott.

A Bibliotheca Corviniana története azonban figyelmeztetés is. A könyvtár szétszóródott. A kötetek egy része elveszett, más része ma a világ különböző gyűjteményeiben található.

Egy információs rendszer nemcsak technikai okokból pusztulhat el.

Háború, hatalom és történelem éppúgy törölhet adatokat, mint egy meghibásodott merevlemez.

5. Gutenberg ajándéka

A másolat forradalma

Évezredeken át az információ megőrzésének egyik legnagyobb veszélye az volt, hogy egy szövegből csak kevés példány létezett.

Ha egy agyagtábla összetört, egy papirusztekercs elégett vagy egy kódex megsemmisült, előfordulhatott, hogy vele együtt egy történet, egy tudományos felismerés vagy egy egész mű is örökre eltűnt.

A megoldás egyszerűnek tűnik: másolatot kell készíteni.

Csakhogy évezredeken keresztül a másolat elkészítése majdnem ugyanannyi munkát igényelt, mint az eredeti létrehozása.

Egy ember – egy másolat

A könyvnyomtatás előtt a szövegeket kézzel másolták.

A középkori Európában ennek fontos helyszínei voltak a kolostorok másolóműhelyei, a scriptoriumok. A másoló előtt feküdt az eredeti kézirat, és sorról sorra, betűről betűre újraírta a szöveget.

Hosszú és fáradságos munka volt.

Egy nagyobb könyv elkészítése hónapokig, olykor évekig tarthatott. A pergamen drága volt, a másoló munkája szintén. Egy könyv ezért önmagában is jelentős értéket képviselt.

És volt még egy probléma. A másoló ember volt.

Elfáradt. Félreolvasott egy szót. Kihagyott egy sort. Néha kijavította azt, amit hibának gondolt, máskor magyarázatot írt a szöveg mellé. A következő másoló esetleg már ezt a megjegyzést is az eredeti szöveg részének tekintette.

A másolat tehát nem mindig volt pontos másolat.

Az információ, másolás közben változhatott.

Mai szóval azt mondhatnánk: másolási hibák kerültek az adatba.

Ez a jelenség jóval régebbi a számítógépeknél. Ugyanaz a jel újra és újra.

Az ember már az ókorban felismerte, hogy az ismétlődő jeleket felesleges minden alkalommal újra megrajzolni.

A pecsét egyszerű információs gép.

Felületén egy jel vagy kép található, amely megfelelő anyagba nyomva újra és újra ugyanazt a mintát hozza létre.

Egy minta – sok azonos lenyomat.

Ez a sokszorosítás alapgondolata.

A pecsétektől azonban hosszú út vezetett a könyvek nyomtatásáig. Egy teljes oldal szövegét fába lehetett metszeni, majd festékkel több példányban lenyomtatni. Ha azonban a szövegben egyetlen betűt meg kellett változtatni, az egész nyomódúcot újra kellett készíteni.

A valódi áttöréshez fel kellett ismerni valami mást: nem az oldalt kell sokszorosítani, hanem a jeleket kell újra felhasználhatóvá tenni.

A nyomtatás nem Európában kezdődött. A könyvnyomtatás történetét gyakran Johannes Gutenberg nevével kezdjük. Pedig a történet jóval korábban és jóval keletebbre nyúlik vissza.

Kína területén már évszázadokkal Gutenberg előtt használták a fametszetes nyomtatást. A teljes oldal szövegét és képeit egy fatáblába metszették, befestékezték, majd papírra nyomtatták.

A ma ismert egyik leghíresebb korai nyomtatott könyv a 868-ban készült Gyémánt szútra.

A példány történetének magyar vonatkozása is van: a tunhuangi barlangkönyvtár anyagának jelentős részét Stein Aurél tárta fel a nyugati tudomány számára.

A 11. században a kínai Bi Sheng már mozgatható írásjelekkel kísérletezett.
Később Korea területén fémből készült mozgatható írásjeleket is alkalmaztak.

A mozgatható betű tehát nem európai találmány.

Mégsem alakította át Kelet-Ázsiát ugyanolyan gyorsan, mint később Európát.

Ennek egyik oka maga az írásrendszer lehetett. Az európai ábécék néhány tucat betűjével szemben a kínai írás több ezer írásjelet használ. Néhány tucat fémbetűből szinte bármilyen magyar, német vagy latin szöveg összeállítható.

Több ezer különböző írásjel tárolása, rendezése és kezelése lényegesen nehezebb feladat.

Ugyanaz a technikai ötlet más információs környezetben egészen más eredményre vezethet.

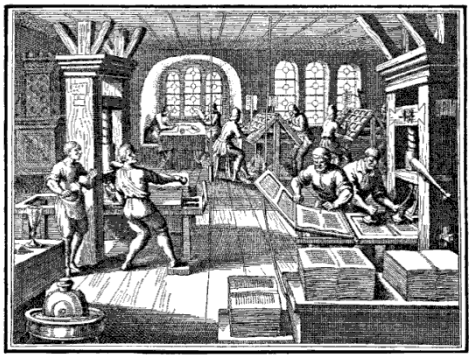
A legrégebbi fennmaradt, mozgatható fémbetűkkel nyomtatott könyv sem Gutenbergé.
A koreai **Jikji 1377-ből** való — **78 évvel megelőzi a Gutenberg-bibliát.**

Gutenberg rendszere

A 15. század közepén Gutenberg nem egyszerűen „feltalált egy gépet”.

A nyomtatás több alapelve már ismert volt. Létezett papír. Ismerték a sajtókat. Használtak nyomódúcokat és mozgatható elemeket is.

Gutenberg nagy teljesítménye az volt,
hogy mindezekből **működő rendszert hozott létre.**



Újra felhasználható, egységes fémbetűket lehetett nagy számban előállítani. A betűket sorokba rendezték, a sorokból oldalakat állítottak össze. A nyomtatás után a szedést szétszedték, a betűket visszatették a helyükre, majd egy új szöveghez ismét felhasználták őket.

Ugyanaz az „a" betű egyik nap egy Biblia szövegében szerepelhetett, másnap pedig egy egészen más könyvben.

A betű önálló, újra felhasználható információs építőelemmé vált.

Mai szemmel nézve meglepően modern gondolat.

Az információt elemekre bontjuk, az elemeket szabványosítjuk, majd tetszőleges sorrendben újra összeállítjuk.

A számítógépes információfeldolgozás egyik alapgondolata is hasonló.

Egy könyvből száz könyv

A nyomtatás legnagyobb hatása azonban nem technikai volt, hanem matematikai.

Tegyük fel, hogy egy kéziratból egyetlen példány létezik. Ha az elpusztul, a benne tárolt információ elveszhet. Ha tíz példány létezik, már kisebb a veszély. Ha ezer példányt készítünk, és azokat különböző városokba, országokba juttatjuk el, rendkívül nehézzé válik valamennyi példány megsemmisítése. A sokszorosítás az információ túlélési esélyét növeli.

Ma ezt redundanciának nevezzük.

A fontos számítógépes adatokat több merevlemezen, több szerveren, lehetőleg egymástól távoli adatközpontokban tároljuk.

Gutenberg korában ugyanez az elv könyvekkel működött. Nem biteket másoltak, könyveket.

Az információ kiszabadul

A könyvek számának növekedése alapvetően változtatta meg Európát.

A tudás többé nem kizárólag néhány kolostor, uralkodói udvar vagy gazdag ember könyvtárában létezett. Egyre több azonos szöveg került egyre több ember kezébe.

A tudósok ugyanarra a műre hivatkozhattak.

Az olvasók összehasonlíthatták a szövegeket.

Az új gondolatok gyorsabban terjedtek.

A hibák is gyorsabban terjedhettek.

És természetesen a hazugságok is.

A nyomtatás nem tett különbséget igaz és hamis információ között, csak sokszorosított.

Ez is ismerősen hangzik a digitális kor emberének.

A könyv mint adattároló.

A nyomtatott könyv információtechnikai szempontból különös eszköz.

Nem igényel energiát.

Nem kell hozzá külön olvasó berendezés.

Az emberi szem közvetlenül érzékeli a rajta tárolt jeleket.

Megfelelő körülmények között évszázadokon át fennmaradhat.

Könnyen szállítható.

És tömegesen sokszorosítható.

Hátrányai is vannak. A könyvek sok helyet foglalnak. A bennük tárolható információ mennyisége korlátozott. A keresés lassú, különösen ha nem tudjuk, melyik könyvben keressük az adatot.

Mégis figyelemre méltó, hogy az ötszáz éves nyomtatott könyv ma is használható.

Kinyitjuk, és olvassuk. Nincs szükségünk ötszáz éves berendezésre.

Vajon egy ma készített digitális adathordozóról elmondhatjuk ugyanezt 2526-ban?

Amikor nem mindenki olvashatja – a titkosítás története

Az információ története nemcsak arról szól, hogyan őrizzük meg vagy továbbítsuk az üzeneteket, hanem arról is, hogy **ki férhet hozzájuk.**

A beszéd, az írás vagy a nyomtatás célja általában az volt, hogy minél többen megértsék az üzenetet.

De, az emberrel szinte egyidős az az igény is, hogy üzeneteit csak a kiválasztottak tudják megérteni. Beszéd esetén ez egyszerű volt, mert csak a kiválasztottnak mondta el az ember.

A titkosítás ezzel szemben éppen az ellenkező célt szolgálja: az információ akkor is eljuthat bárhová, ha útközben mások is látják, de csak a címzett tudja elolvasni. Nyomtatott üzenet elveszhetett, ellophatták ezért kellett biztosítani, hogy ne értsék meg.

A legegyszerűbb titkosítások már az ókorban is ismertek voltak. Julius Caesar például olyan helyettesítő kódot használt, amelyben minden betűt néhány hellyel arrébb lévő betűvel helyettesített. Ma ezt Caesar-rejtjelnek nevezzük.

A középkorban és az újkorban egyre bonyolultabb titkosírások jelentek meg. Uralkodók, diplomaták és hadvezérek leveleit gyakran csak speciális kulcs birtokában lehetett megfejteni.

A XX. században a mechanikus titkosító gépek, köztük a híres **Enigma**, már több milliárd különböző beállítást tudtak létrehozni. A második világháború során az Enigma megfejtése jelentős szerepet játszott a szövetségesek sikerében.

Napjainkban a titkosítás szinte láthatatlanul vesz körül bennünket. Az internetes bankolás, az elektronikus levelezés, a mobiltelefonok vagy az online vásárlás mind korszerű kriptográfiai eljárásokat használnak. Ezek nélkül a digitális társadalom nem működhetne biztonságosan.

A kvantumszámítógép alapjaiban rengeti meg a mai titkosítási eljárásokat.

Gutenberg és a modern adatközpont ugyanarra az alapvető problémára két különböző kor válaszát adta: ne legyen csak egyetlen példány.

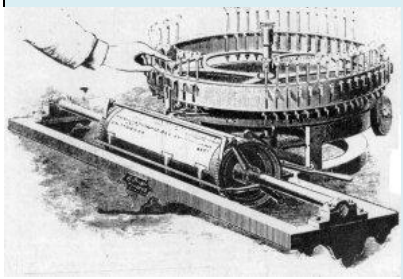
Amikor eltűnt a kézírás. Az írógép

Évezredeken keresztül az írott szöveg magán viselte készítőjének nyomát.

Nemcsak azt lehetett elolvasni, mit írt valaki, hanem bizonyos értelemben azt is látni lehetett, hogyan írta.

A betűk formája, mérete, dőlése, a sorok egyenetlensége mind az író kezének mozgását őrizte.

A kézírás személyes volt.



Aztán megjelent egy gép, amely minden ember helyett ugyanazokat a betűket írta.

Az írógép szabványosította az emberi írást. Egy gép, amely ír. Az ötlet meglepően régi.

Henry Mill angol mérnök 1714-ben szabadalmat kapott egy olyan szerkezetre, amely a leírás szerint betűket tudott papírra nyomni. Nem tudjuk pontosan, hogyan működött, és az sem biztos, hogy valaha elkészült.



A következő másfél évszázadban számos feltaláló próbált mechanikus írószerkezetet készíteni.

A cél eleinte nem feltétlenül az irodai munka gyorsítása volt.

Több korai szerkezetet vak emberek számára terveztek.

A magyar technikatörténetben itt ismét érdekes kitérőt tehetünk.

Kempelen Farkas az 1770-es években egy domború betűket nyomtató szerkezetet készített Paradis Mária Terézia számára.

A vak zongoraművésznő így olyan leveleket írhatott, amelyeket látó emberek is el tudtak olvasni.

Ez különösen szép példája annak, hogy egy információs technológia jelentősége nem mindig ott jelenik meg először, ahol később tömegessé válik.

Az írógép egyik őse nem egy irodában, hanem egy fogyatékossággal élő ember kommunikációját segítve született.

A kéz és a betű szétválik

A 19. század második felére számos írógépszerkezet készült.

A nagy áttörést Christopher Latham Sholes és társainak gépe hozta el. A konstrukció gyártását az amerikai Remington vállalat vállalta el.

Az 1870-es években megjelent Remington írógépek még sok szempontból különböztek későbbi utódaiktól, de az alapelv már ismerős volt.

A billentyű lenyomására egy betűkar mozdult el. A betű festékszalagon keresztül a papírnak ütődött.

Egy mozdulat, egy betű. A folyamat mechanikus volt, de valami fontos megváltozott.

Ha tíz ember ugyanazon az írógépen leírta ugyanazt a mondatot, a betűk formája lényegében azonos volt.

A szöveg többé nem árulta el közvetlenül az író kezét. Az ember létrehozta a szöveget. A gép adta neki a formát.

Ez a különválás ma már annyira természetes számunkra, hogy szinte észre sem vesszük.

Amikor számítógépen írunk, még tovább mentünk ezen az úton. Ugyanaz a mondat lehet Times New Roman, Arial vagy bármilyen más betűtípusú. A szöveg tartalma és megjelenése egymástól függetlenné vált.

Az első nagy lépést azonban az írógép tette meg.

Miért QWERTY?

Az írógép egyik legtartósabb öröksége nem maga a gép, hanem a billentyűzet.

A felső betűsor első hat betűjéről elnevezett QWERTY-kiosztás több mint százötven évvel születése után is velünk él.

Ott van a számítógépeken, az okostelefonokon, a táblagépeken.

Még az érintőképernyőn is egy 19. századi mechanikus gép örökségét utánozzuk.

A QWERTY kialakulásáról számos történet kering. A legismertebb szerint azért rendezték át a betűket, hogy az írógép kezelője ne tudjon túl gyorsan írni, mert a betűkarok összeakadtak.

Ez így túlzott leegyszerűsítés.

A korai írógépeknél valóban komoly problémát jelentett a mechanikus betűkarok ütközése. A billentyűk elrendezésének kialakításakor ezért figyelembe kellett venni a gyakran egymás után következő betűket és a szerkezet mechanikai felépítését is.

A kiosztás több lépésben alakult ki.

Ami azonban igazán érdekes, az nem a QWERTY születése, hanem a fennmaradása.

A mechanikus betűkarok eltűntek. Az írógépek nagyrészt eltűntek. A QWERTY maradt.

Egy technikai megoldás túlélte azt a problémát, amelynek világában megszületett.

Az információtechnika története tele van ilyen örökségekkel.

Ma ezt gyakran technológiai bezáródásnak vagy útfüggőségnek nevezzük. Ha egy rendszer eléggé elterjed, a megváltoztatása akkor is nehéz lehet, ha már létezne jobb megoldás.

Emberek milliói tanulták meg a QWERTY használatát.

Írógépek millióit gyártották ezzel a kiosztással.

Később a számítógépgyártók számára természetes volt, hogy ugyanazt az elrendezést használják. Bár voltak próbálkozások ennek megváltoztatására de erre nem volt esélyük.

Így került egy 19. századi mechanikai kompromisszum a 21. századi érintőképernyőkre.

Magyar kitérő – a zongora, amely leírta a zenét

Az 1850-es években Kliegl olyan szerkezeten dolgozott, amely a zongorajátékot automatikusan hangjegyekké alakította.

Az alapgondolat meghökkentően modern.

A zenész játszik, a gép érzékeli a billentyűk leütését, a szerkezet rögzíti a hangokat.

Végül létrejön a kotta. Az előadás információvá alakul.

Kliegl gépe természetesen mechanikus szerkezet volt. Mégis ugyanazt a problémát próbálta megoldani, amelyet ma számítógépes zenei programok oldanak meg.

A hangzó eseményt jelekké kell alakítani. A jeleket rögzíteni kell.

Majd a rögzített információból újra előállíthatóvá kell tenni a zenét.

Kliegl találmányát Liszt Ferenc és Erkel Ferenc is támogatta.

A szerkezet nem vált tömegtermékké, de az alapgondolat több mint száz évvel túlélte a gépet.

A 20. század hangja

A 20. század jelentős részében az írógép hangja hozzátartozott az irodákhoz és szerkesztőségekhez.

Billentyűk kopogása.

Betűkarok csattanása.

A kocsi visszahúzásának hangja.

A sor végét jelző csengő.

Ma ezek a hangok már szinte technikatörténeti emlékek.

Az írógép azonban nemcsak gyorsabbá tette az írást.

Megváltoztatta az írott dokumentum képét.

A hivatalos levél többé nem egy ember kézírását viselte.

A vállalat, a hivatal vagy az intézmény egységes formában kommunikálhatott.

A gépelt szöveg személytelenebb lett, és éppen ezért hivatalosabbnak tűnt.

A gépelt betű bizonyos értelemben tekintélyt kapott.

Érdekes módon ennek maradványát ma is érezzük.

Egy kézzel írt szerződés és egy számítógépen kinyomtatott szerződés szövege jogilag lehet azonos.

Mégis más benyomást keltenek. Az információ formája befolyásolja azt is, mennyire hisszük hitelesnek.

Másolat egyetlen leütéssel

Az írógépnek volt még egy információtechnikai előnye. A másolópapír.

Két papírlap közé festékréteggel bevont vékony lapot helyeztek (indigó). A betűkar leütése nemcsak az első papíron hagyott nyomot, hanem az alatta lévő lapokon is.

Egyetlen leütéssel több példány készült. Nem kellett újragépelni a szöveget.

Ez még nem tömeges sokszorosítás, mint a nyomtatás.

De már nem is egyszerű kézi másolás.

Az írógép különös helyet foglal el az információ történetében.

Átmenet a kézírás és a nyomtatás között. Egyszerre hozta létre az eredetit és a másolatot.

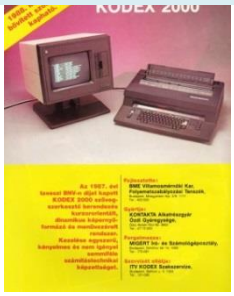
A számítógépes világban ez az elv szinte korlátlanná vált.

Egy fájl másolata bitről bitre azonos lehet az eredetivel.

Az ezredik másolat elvileg ugyanolyan, mint az első.

Az írógép másolópapírja még halványabb másolatokat készített.

A digitális másolat már nem halványul.



Az írógép eltűnik – a billentyűzet marad

Az 1970-es és 1980-as években megjelentek az elektronikus írógépek és a kifejezetten szövegkészítésre tervezett automaták.

Magyarországon is készültek ilyen rendszerek. Ezek közül a KODEX–2000-et és a Rosytext szövegszerkesztőt emeljük ki.

6. A világ hálózattá válik

Az információ elszakad a hordozótól

Az emberiség történetének nagy részében az információ csak úgy juthatott el egyik helyről a másikra, hogy maga a hordozó is utazott. Futárok vitték az agyagtáblákat, papirusztekercseket, pergameneket vagy könyveket. Egy hír útja ugyanannyi ideig tartott, mint amennyi idő alatt a lovas, a hajó vagy később a vonat megérkezett.

A 19. században azonban gyökeres változás történt. Az elektromosság felfedezése lehetővé tette, hogy **ne az irat utazzon, hanem maga az információ.**

Ez volt a modern információs társadalom kezdete.

A posta – az első globális információs hálózat

Bár a posta jóval régebbi intézmény, a 19. századra vált valóban nemzetközi rendszerré.

- szabványosított levélméret
- bélyegek
- menetrend szerinti szállítás
- nemzetközi postai egyezmények

A világ lassan összekapcsolódott. Egy levél már nem hónapok, hanem hetek vagy napok alatt ért célba.

A posta tulajdonképpen az első, mindenki számára elérhető információs hálózat volt.

Hogyan jutott el a hír?

Az emberiség történetének nagy részében az információ nem tudott gyorsabban haladni, mint maga az ember. A híreket futárok vitték gyalog, lóháton vagy hajóval. A perzsa királyok híres lovas futárszolgálata, a római birodalom úthálózata vagy később a királyi postaszolgálatok mind ugyanazt a célt szolgálták: az üzenetek minél gyorsabb továbbítását.

A XVII–XIX. században a **postakocsi** jelentette a szervezett hírközlés csúcspontját. Meghatározott útvonalakon, menetrend szerint közlekedett, leveleket, csomagokat és utasokat szállítva. A jól kiépített postahálózat már egy korai információs infrastruktúrának tekinthető.

Ha még gyorsabb megoldásra volt szükség, gyakran **postagalambokat** alkalmaztak. A madarak kiváló tájékozódó képességüknek köszönhetően több száz kilométeres távolságból is visszataláltak saját dúcukba. Katonai célokra még a XX. században is használták őket.

Azokban az esetekben, amikor csak egyszerű üzeneteket kellett továbbítani, az emberek fény-, füst- vagy hangjeleket alkalmaztak. Hegytetőkön gyújtott jelzőtüzek, füstjelek, harangok, dobok és kürtök figyelmeztettek veszélyre vagy közöltek előre egyeztetett híreket.

A XVIII. század végén Claude Chappe megalkotta az első nagy kiterjedésű **optikai távírót**, a szemaforrendszert. A tornyokon elhelyezett mozgatható karok segítségével betűket és szavakat lehetett továbbítani állomásról állomásra. Ez volt az első olyan kommunikációs hálózat, amelyen egy üzenet gyorsabban haladt, mint a legsebesebb lovas futár. (Magyarországon a betyárok a gémeskutakkal jeleztek egymásnak, ha pandúr közeledett)

Mindezek a megoldások azonban még mindig az időjárástól, a látási viszonyoktól vagy az ember és az állat teljesítményétől függtek. Az elektromos távíró megjelenése

ezért valódi korszakváltást jelentett: **először vált lehetővé, hogy maga az információ utazzon, ne pedig a hordozója vagy a hírvivője.**

Az emberiség évezredeken át nem az információt gyorsította fel, hanem a hírvivőt. Jobb utak, gyorsabb lovak, könnyebb hajók és szervezettebb postaszolgálatok születtek. A távíró volt az első találmány, amely felismerte: nem a futárt kell gyorsabbá tenni, hanem a hírt kell leválasztani a futárról.

A távíró – amikor az információ gyorsabb lett az embernél

1837 körül megszületett az elektromos távíró.

Samuel Morse és más feltalálók munkája nyomán az üzenetek elektromos impulzusokká alakultak.

Ki találta fel a távírót?

A távírót gyakran Samuel Morse nevéhez kapcsolják, valójában azonban a vezetékes hírközlés megszületése számos kutató közös munkájának eredménye volt.

Az elektromosság XVIII. századi kutatásai után a XIX. század elején több feltaláló is felismerte, hogy elektromos jelek segítségével üzenetek továbbíthatók nagy távolságokra.

Az első működő elektromos távírók egyikét az angol William Fothergill Cooke és Charles Wheatstone fejlesztette ki az 1830-as években. Rendszerük több vezetéket használt, és elsősorban a vasúti közlekedés irányításában terjedt el.

A legnagyobb áttörést azonban Samuel Morse hozta. Ő egyetlen vezetékes, egyszerűbb és olcsóbban kiépíthető rendszert dolgozott ki, amelyhez munkatársával, Alfred Vail együtt megalkotta a ma is ismert **Morse-ábécét**. A pontokból és vonásokból álló kód lehetővé tette, hogy a betűket és számokat egyszerű elektromos impulzusokkal ábrázolják.

És 1844. május 24-én Washington és Baltimore között felhangzott a történelem első nyilvános távíróüzenete: **„What hath God wrought?”**
(„Mit cselekedett az Isten?”)

Ez az esemény a modern távközlés születésének tekinthető.

A távíró néhány évtized alatt behálózta Európát és Észak-Amerikát. 1866-ban elkészült az első tartós transzatlanti távírókábel is, amely órákra csökkentette az Európa és Amerika közötti üzenetváltás idejét. Korábban ugyanez hajóval akár két hétig is eltarthatott.

A távíró jelentősége messze túlmutatott önmagán. Nemcsak felgyorsította a hírek terjedését, hanem megteremtette a későbbi telefon-, rádió- és számítógép-hálózatok alapelveit is.

Érdekesség

A Morse-kód bizonyos értelemben már digitális kommunikáció volt. A jeleknek csupán két alapállapota volt – rövid és hosszú impulzus (pont és vonás), illetve a jel jelenléte vagy

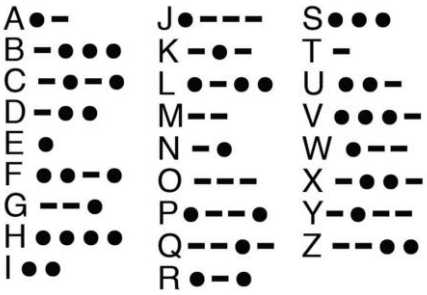
hiánya. Ez meglepően közel áll a mai számítógépek bináris (0 és 1) működéséhez. A digitális korszak gyökerei tehát jóval a számítógépek megjelenése előtti időkre nyúlnak vissza.

Magyar vonatkozás

A magyar mérnök Jedlik Ányos ugyan nem távírót fejlesztett, de az elektromágnesesség és a dinamóelv kutatásával jelentősen hozzájárult ahhoz a tudományos háttérhez, amelyre később a távíró, a telefon és az egész villamos távközlés épült.

A magyar vasutakon pedig már a XIX. század második felében széles körben alkalmazták a távírót a forgalom biztonságos irányítására, így hazánk viszonylag korán bekapcsolódott az európai távközlési hálózatba.

A Morse-kód néhány egyszerű pontból és vonásból képes volt minden betűt leírni.



Ez volt az első digitális jellegű kommunikáció.

Nem hangot továbbított.

Nem képet.

Hanem bitek elődjét.

Pontokat és vonásokat.

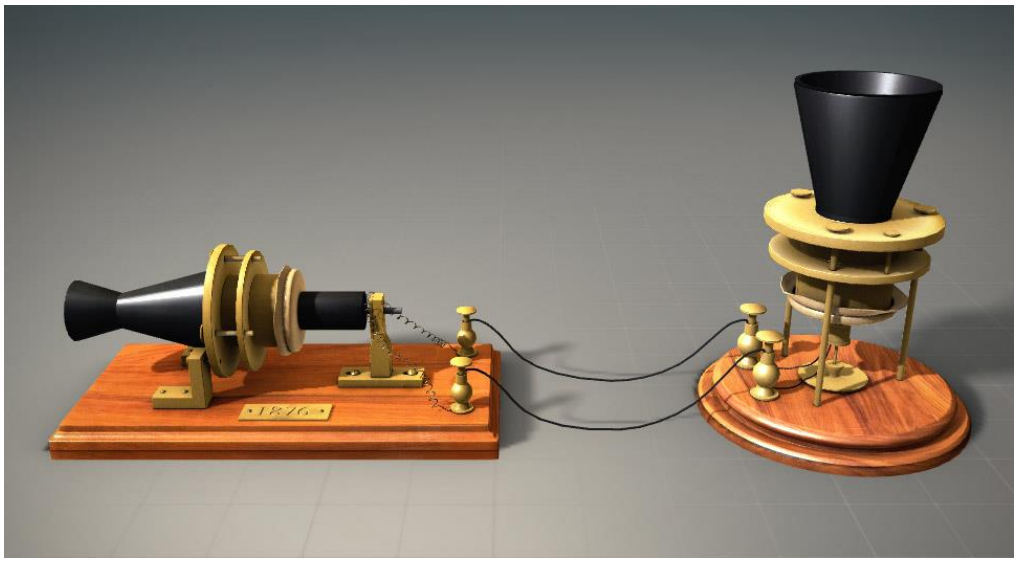
A távíróval London és Párizs percek alatt kapcsolatba léphetett egymással.

1866-ban elkészült az első tartós Atlanti-óceán alatti kábel.

Ettől kezdve Európa és Amerika gyakorlatilag egyetlen kommunikációs rendszert alkotott.

A telefon – a hang átlépi a távolságot

1876-ban megszületett a telefon.



Ki találta fel a telefont?

A legtöbb tankönyv szerint a telefon feltalálója Alexander Graham Bell, aki 1876-ban szabadalmaztatta találmányát. A valóság azonban ennél jóval összetettebb.

Bell előtt és vele egy időben több kutató is azon dolgozott, hogy az emberi hangot elektromos jelekké alakítsa, majd távolról újra hallhatóvá tegye.

A legismertebb közülük az olasz származású Antonio Meucci volt, aki már az 1850-es években működő telefonkísérleteket végzett. Anyagi nehézségei miatt azonban nem tudta végleges szabadalommal levédeni találmányát.

Bell legnagyobb vetélytársa az amerikai Elisha Gray volt. Érdekesség, hogy 1876. február 14-én mindketten ugyanazon a napon nyújtották be bejelentésüket a szabadalmi hivatalhoz. Bell kérelme néhány órával megelőzte Gray dokumentumát, így végül ő kapta meg a történelmi jelentőségű szabadalmat.

A telefon elterjedésében óriási szerepet játszott a magyar mérnök, Puskás Tivadar is. Felismerte, hogy a telefon csak akkor válhat valóban hasznossá, ha sok készüléket központ kapcsol össze. Az általa továbbfejlesztett telefonközpontok tették lehetővé, hogy a telefonhálózatok gyorsan növekedjenek, később pedig ugyanez a gondolat vezetett el a budapesti Telefonhírmondó megszületéséhez.

A telefon története jól mutatja, hogy egy nagy találmány mögött gyakran több évtizednyi kutatás és számos kiváló mérnök munkája áll. A történelem végül rendszerint egyetlen nevet jegyez meg, a valóságban azonban a technikai fejlődés közös alkotás.

Érdekesség: 2002-ben az Amerikai Egyesült Államok Képviselőháza határozatban ismerte el, hogy Antonio Meucci úttörő munkája jelentősen hozzájárult a telefon kifejlesztéséhez. A történészek azonban ma is egyetértenek abban, hogy a gyakorlati, sikeresen szabadalmaztatott és kereskedelmi forgalomba került telefon megalkotása Alexander Graham Bell nevéhez fűződik.

Most először nem betűk vagy jelek utaztak, hanem maga az emberi hang. Ez óriási változás volt.

A távolság pszichológiai jelentősége drasztikusan csökkent.

Egy budapesti ember beszélhetett Bécsbe, később Párizsba vagy New Yorkba anélkül, hogy elhagyta volna otthonát.

A kommunikáció személyessé vált.

A rádió elődje – Puskás Tivadar Telefonhírmondója

Amikor a telefon a XIX. század végén elterjedni kezdett, elsősorban két ember közötti beszélgetésekre használták. A magyar feltaláló, Puskás Tivadar azonban felismerte, hogy ugyanaz a hálózat sokkal többre is alkalmas.

Ötlete egyszerű, mégis forradalmi volt: **miért ne lehetne egyetlen központból egyszerre sok ezer embernek híreket, zenét vagy előadásokat közvetíteni?**

Ennek eredményeként 1893. február 15-én Budapesten elindult a **Telefonhírmondó**, a világ első rendszeres elektronikus műsorszolgáltatása.

Az előfizetők otthonában külön telefonkészüléket szereltek fel, amelyen keresztül meghallgathatták



- a legfrissebb híreket,
- a tőzsdei árfolyamokat,
- az időjárás-jelentést,
- színházi közvetítéseket,
- hangversenyeket,
- irodalmi felolvasásokat,
- sőt később sportesemányeket is.

A műsor meghatározott időrend szerint zajlott, vagyis a hallgatók nem egymással beszéltek, hanem ugyanazt az adást hallgatták. Ez a működési elv már szinte teljesen megegyezett a későbbi rádióéval.

A különbség csupán az volt, hogy a műsort nem rádióhullámok, hanem telefonvezetékek továbbították.

A Telefonhírmondó hosszú éveken át sikeresen működött, és még a rádiózás első időszakában is sok előfizetője volt. Később a vezeték nélküli műsorszórás fokozatosan kiszorította, de történelmi jelentősége megmaradt.

A Telefonhírmondó bebizonyította, hogy a telefon nem csupán két ember közötti beszélgetésre alkalmas, hanem tömegek egyidejű tájékoztatására is.

Mai szemmel nézve a szolgáltatás meglepően modernnek tűnik. Egyetlen központból folyamatos tartalom jutott el az előfizetőkhöz, akik saját otthonukban hallgathatták a számukra érdekes műsorokat. Ez a működési elv a rádióban, a televízióban, sőt bizonyos értelemben még az internetes streaming szolgáltatásokban is tovább él.

Érdekesség: Puskás Tivadar eredetileg a telefonközpontok fejlesztésével foglalkozott. A telefonközpont gondolatát is ő fejlesztette tovább gyakorlati rendszerré, így munkássága nemcsak a Telefonhírmondóban, hanem a modern távközlési hálózatok kialakulásában is jelentős szerepet játszott. A Telefonhírmondó sikere jól mutatja, hogy Magyarország a XIX. század végén a távközlési innováció élvonalába tartozott.

A rádió – a hang tömegmédiuma.

A rádióval már nem egy ember beszélt egy másikhoz, hanem egyetlen adó milliókhoz.

Ki találta fel a rádiót?

A kérdésre nincs egyszerű válasz. A rádió nem egyetlen ember találmánya, hanem sok kutató egymásra épülő munkájának eredménye.

Az elméleti alapokat a skót fizikus James Clerk Maxwell teremtette meg, aki 1864-ben matematikailag leírta az elektromágneses hullámok létezését.

Néhány évtizeddel később a német fizikus Heinrich Hertz laboratóriumi kísérletekkel bizonyította, hogy ezek a hullámok valóban létrehozhatók és terjednek a térben.

Ekkor még senki sem gondolt arra, hogy egyszer emberek milliói hallgatnak majd rajtuk zenét vagy híreket.

A vezeték nélküli hírközlés gyakorlati megvalósításán több feltaláló is dolgozott.

A szerb származású amerikai feltaláló Nikola Tesla már az 1890-es évek elején sikeres rádiós kísérleteket végzett, és számos alapvető szabadalmat jegyzett be.

Oroszországban Alekszandr Popov fejlesztett rádióvevőket, amelyeket elsősorban villámérzékelésre és később kommunikációra használt.

A rádió kereskedelmi és gyakorlati elterjesztése azonban az olasz Guglielmo Marconi nevéhez fűződik. Ő építette ki az első sikeres rádiótávíró-rendszereket, majd 1901-ben elsőként továbbított rádiójelet az Atlanti-óceánon keresztül.

Évtizedeken át Marconit tekintették a rádió egyedüli feltalálójának. A történet azonban később új fordulatot vett: 1943-ban az Egyesült Államok Legfelsőbb Bírósága több, Marconi által használt szabadalom elsőbbségét Tesla korábbi szabadalmai javára ismerte el. A történészek többsége ma úgy látja, hogy a rádió megszületése több kutató közös érdeme.

A rádió fejlődéséhez magyar mérnökök is jelentősen hozzájárultak. Puskás Tivadar Telefonhírmondója már 1893-ban megvalósította a rendszeres műsorszórás gondolatát – igaz, még telefonvezetékeken keresztül. A vezeték nélküli rádiózás így nem a műsorszórás ötletét hozta létre, hanem annak új, sokkal hatékonyabb megvalósítását.

Érdekesség

A rádió megszületéséhez legalább öt tudós neve kapcsolódik: Maxwell megjósolta az elektromágneses hullámokat, Hertz kimutatta őket, Tesla és Popov kidolgozták a vezeték nélküli átvitel alapjait, Marconi pedig világméretű kommunikációs rendszert épített belőlük.

Megszületett a műsorszórás.

A rádió először tette lehetővé, hogy emberek milliói ugyanabban a pillanatban ugyanazt az információt hallják.

Ez alapjaiban változtatta meg a társadalmat.

A rádió nemcsak szórakoztatott.

Lehetővé tette

- a hajók kommunikációját,
- a repülés irányítását,
- a katonai összeköttetést,
- a katasztrófák gyors jelzését.

A Titanic tragédiája is megmutatta, milyen életmentő lehet a rádió.

A hálózatok összekapcsolódnak

A 20. század elejére a Földet már behálózták

- postautak,
- távíróvezetékek,
- telefonkábelek,
- rádióállomások.

Ez volt az internet előtti internet.

Az információ már szinte folyamatosan áramlott.

Egy érdekes párhuzam

Ha jobban megnézzük, a mai internet valójában ugyanazt teszi, mint a Morse-távíró.

Mindkettő elektromos/optikai jeleket továbbít.

A különbség csupán az adatmennyiség.

A távíró másodpercenként néhány karaktert tudott továbbítani.

Az optikai kábelek ma másodpercenként több billió bitet.

Az alapelv azonban ugyanaz: az információ elektromos/optikai jellé alakul, eljut egy másik helyre, majd ott újra információvá válik.

Az emberiség történetében először vált lehetővé, hogy az információ gyorsabban mozogjon, mint az ember. Ettől kezdve a fejlődés nem csupán az adathordozókról szólt, hanem a világot behálózó kommunikációs rendszerekről is.

A nyelv és a titkosítás

Érdekes módon a titkosítás is egyfajta nyelv.

A különbség csupán annyi, hogy míg egy természetes nyelv célja, hogy **minél többen megértsék**, addig a titkosítás célja, hogy **csak a kiválasztottak értsék meg**.

Mindkettő ugyanarra az alapelvre épül:

kódolás → átvitel → dekódolás.

A különbséget nem a folyamat, hanem a **kulcs** jelenti.

Minden nyelv egy kód. A titkosítás csak annyiban különbözik tőle, hogy a dekódolás kulcsát nem mindenki ismeri.

Szteganográfia – az üzenet, amely nem is látszik

A titkosítás célja, hogy egy üzenetet az illetéktelen ne tudjon elolvasni. A titkosított szövegről azonban többnyire rögtön látszik, hogy valamilyen rejtett információt tartalmaz. A **szteganográfia** más utat választ: nem az üzenet tartalmát teszi érthetetlenné, hanem **magának az üzenetnek a létezését próbálja elrejteni**.

A szó görög eredetű: a *steganos* jelentése „fedett, rejtett”, a *graphein* pedig „írni”. Vagyis szó szerint: **rejtett írás**.

Már az ókorban is ismerték

A szteganográfia egyik legismertebb történetét Hérodotosz írta le. Hisztiaiosz, amikor titkos üzenetet akart küldeni, állítólag leborotváltatta egy rabszolga fejét, a fejbőrére

tetováltatta az üzenetet, majd megvárta, amíg a haja visszanő. Ezután útnak indította. A címzettnek csak le kellett borotválnia a hírnök fejét, hogy elolvashassa az üzenetet.

Egy másik ókori módszernél viasszal bevont írótáblát használtak. A titkos szöveget magára a fatáblára írták, majd ismét viasszal borították. Kívülről az egész egy üres írótáblának látszott.

Később elterjedtek a **láthatatlan tinták** is. Bizonyos folyadékokkal írt szöveg száradás után eltűnik, majd melegítés vagy valamilyen vegyszer hatására ismét láthatóvá válik. A módszert évszázadokon keresztül használták titkos levelezésre és kémkedésre.

Üzenet a szövegben

Az üzenetnek még különleges hordozóra sincs szüksége. Elrejthető egy teljesen ártalmatlannak látszó szövegben is. Ilyen például az **akrosztichon,** amikor a sorok vagy mondatok kezdőbetűit összeolvasva kapjuk meg a valódi üzenetet.

A szteganográfia alapelve tehát egyszerű:

titkos üzenet + ártalmatlan hordozó → látszólag ártalmatlan információ.

A digitális világ új lehetőséget adott

A számítógépek korában a szteganográfia különösen érdekes területté vált. Egy digitális fénykép több millió képpontból áll, amelyek színét számok írják le. Ha ezeknek a számoknak csak a legkisebb helyi értékű bitjeit módosítjuk, a kép szabad szemmel gyakorlatilag változatlan maradhat, miközben a módosított bitekben információ tárolható.

Így egy hétköznapi fénykép akár szöveget vagy más adatot is rejthet anélkül, hogy a szemlélő bármi szokatlant észrevenne.

Hasonló eljárással információ rejthető hang- és videofájlokba, illetve más digitális adatokba is.



A modern szteganográfia egyik érdekes rokona a **digitális vízjel**. Ebben az esetben például egy képbe vagy hangfelvételbe olyan, alig észrevehető információ kerülhet, amely később segíthet az eredet vagy a jogos tulajdonos azonosításában.

Titkosítás és szteganográfia együtt

A két módszer nem egymás ellenfele, hanem jól kiegészítheti egymást. Egy üzenetet először titkosíthatunk, majd a titkosított adatot elrejthetjük például egy képben.

Ebben az esetben két védelmi réteg jön létre:

kriptográfia → nem tudják, mit mondunk
szteganográfia → nem tudják, hogy mondunk valamit

Ez egyben jól mutatja az információ történetének különös kettősségét. Az ember évezredeken keresztül egyre jobb módszereket talált arra, hogy információt rögzítsen és mások számára hozzáférhetővé tegyen – ugyanakkor legalább ilyen találékony volt abban is, hogy bizonyos információkat **csak a kiválasztottak számára tegyen láthatóvá**.

A titkosítás elrejti az üzenet értelmét. A szteganográfia magát az üzenetet rejti el.

III. rész, A valóság megőrzése

7. A fény megállítása

A fényképezés története. Amikor a fény emlékezni kezdett.
Az ember évezredeken keresztül képeket készített. Rajzolt, festett, faragott. A kép azonban mindig átment az emberi elmén és az emberi kézen.

Ha egy festő egy arcot ábrázolt, nem egyszerűen lemásolta azt, amit látott. Kiválasztotta a nézőpontot, a fényeket, a színeket. Elhagyott részleteket, másokat kiemelt.

A kép emlék volt — de ember által újraalkotott emlék.

Aztán valamikor a 19. század elején különös kérdés foglalkoztatni kezdte a feltalálókat:

Mi lenne, ha a fény maga készítené el a képet? Nem az ember keze, nem az ecset, a fény.

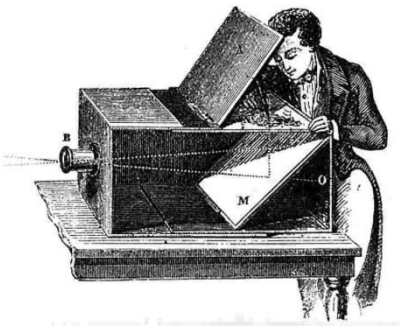
A szoba, amely képet rajzol.

A jelenséget már az ókorban ismerték.

Ha egy elsötétített helyiség falán apró nyílást készítünk, a külvilág képe megjelenhet a szemközti falon — fejjel lefelé.

A fény egyenes vonalban terjed. A tárgy egy-egy pontjáról érkező fénysugarak áthaladnak a kis nyíláson, majd a túloldalon képpé rendeződnek.

Ez a camera obscura, a „sötétkamra”.



Ibn al-Haytham a 11. században részletesen vizsgálta a fény terjedését és a camera obscura jelenségét. Később európai tudósok és művészek is használták az eszközt.

A camera obscura képet készített. Csakhogy volt egy problémája. A kép eltűnt. Amint megszűnt a fény, eltűnt a falról. A fény tudott képet rajzolni. De még nem tudott emlékezni.

Ehhez olyan anyagra volt szükség, amelyet a fény megváltoztat. A fény nyomot hagy.

Az ember régóta ismerte azt a jelenséget, hogy a napfény megváltoztat bizonyos anyagokat.

A textil kifakul.

A bőr lebarnul.

Egyes vegyületek elszíneződnek.

A kérdés az volt: felhasználható-e ez a változás egy kép rögzítésére?

A 18. században már kísérleteztek fényérzékeny ezüst sókkal. Sikerült árnyképeket és egyszerű képeket létrehozni. De ismét ugyanaz a probléma jelentkezett.

A fény létrehozta a képet — majd tovább dolgozott rajta.

A világos részek is elsötétedtek, végül az egész kép eltűnt.

Nem elég képet készíteni. Meg is kell állítani az időt.

Pontosabban: meg kell állítani a fény kémiai hatását.

Ez lett a fényképezés egyik alapvető problémája: a kép rögzítése, vagyis fixálása.

Nyolc óra az ablakban

Az 1820-as években Nicéphore Niépce különféle fényérzékeny anyagokkal kísérletezett.

Egy ónlemezre fény hatására keményedő bitumenréteget vitt fel, majd a lemezt camera obscurába helyezte.

A fény órákon keresztül érte a felületet. Az eredmény alig hasonlít mai fényképeinkhez. Homályos, kontrasztszegény, nehezen értelmezhető. Mégis különleges.

A Kilátás a dolgozószobából Le Gras-ban című kép az egyik legkorábbi fennmaradt, fényképezőgéppel készített fénykép. Az expozíció valószínűleg sok órán át tartott. Emiatt a napfény az épületek különböző oldalait is megvilágította.

A kép furcsa, de gondoljunk bele, mit látunk rajta. Közel kétszáz évvel ezelőtti fényt.

A fény visszaverődött egy franciaországi épület faláról. Áthaladt egy apró nyíláson. Kémiai változást okozott egy felületen. És ennek a változásnak a nyoma ma is létezik.

Az ember először őrizte meg tartósan azt a képet, amelyet maga a fény rajzolt.

A fény emlékezni kezdett. Egyetlen, megismételhetetlen kép

Niépce később együttműködött Louis Daguerre-rel. Niépce halála után Daguerre folytatta a kísérleteket, és kidolgozta a róla elnevezett dagerrotípia eljárást.

1839. január 7-én, François Arago a Francia Tudományos Akadémián ismertette az eljárást.

A francia állam megszerezte az eljárás jogait, majd nyilvánosságra hozta annak részleteit.

A dagerrotípia rendkívül részletgazdag képet adott. De minden felvétel egyetlen példány volt.

Nem létezett negatív. Ha valaki egy dagerrotípiát tartott a kezében, az eredeti képet tartotta a kezében.

Nem egy nagyítását. Nem egy másolatát. Magát a fény által létrehozott egyedi tárgyat.

Információtárolási szempontból ez különös visszalépésnek is tűnhet.

A nyomtatásnál éppen azt láttuk, hogy a sokszorosítás növeli az információ túlélési esélyét.

A dagerrotípia azonban ismét egyetlen példányba zárta az információt. Ha a lemez megsérült vagy elveszett, a kép is elveszett.

A megoldást egy másik elv hozta el. Szinte ugyanebben az időben William Henry Fox Talbot más úton kísérletezett. Talbot papíron hozott létre fényérzékeny képet. A világos részek sötétek lettek. A sötét részek világosak. Létrejött a negatív. Önmagában furcsa kép volt.

De ha fényt világítottak át rajta egy másik fényérzékeny papírra, újabb kép készült.

Ezen a világos ismét világos lett. A sötét ismét sötét. Létrejött a pozitív kép. És itt valami rendkívül fontos történt. Egyetlen felvételből több kép készülhetett. A fénykép belépett a sokszorosítható információ világába. A negatív lett az információ hordozója. A pozitív kép pedig annak megjelenítése. Az eljárást kalotípiának nevezik.

Ez meglepően hasonlít a digitális világra. A számítógépes képfájlt sem látjuk közvetlenül.

A fájl számok sorozata. Digitális számítógépek, 0 és 1. A képernyő vagy a nyomtató értelmezi ezeket az adatokat, és képet készít belőlük.

A negatív olyan eredeti volt, amelyet nem elsősorban nézni kellett, hanem amelyből képeket lehetett előállítani.

Magyar szemek – a hazai fényképezőgép-gyártás rövid története

A fényképezés világának történetét többnyire francia, angol, német, amerikai és japán nevekkel meséljük el.

Niépce. Daguerre. Talbot.

Leica. Kodak. Canon. Nikon.

De a fényképezés történetének magyar szereplői is vannak.

Nem mindig a tömeggyártásban voltunk erősek.

Nem is abban, hogy világszerte ismert márkákat hozzunk létre.

A magyar fototechnika inkább találmányokban, mérnöki ötletekben, optikai tudásban és néhány különleges fényképezőgépben hagyott nyomot.

A magyar fotográfia első korszaka

A magyarországi fotográfia szinte egyidős a dagerrotípia elterjedésével.

A 19. század közepén a fénykép még ritka és drága dolog volt. A fényképezőgép, a vegyszerek és az optikai eszközök többnyire külföldről érkeztek. Mégis hamar kialakult az a környezet, amelyben a fotográfia Magyarországon is meghonosodott.

A magyar kultúrtörténet egyik legismertebb korai fényképe a Petőfi Sándorról készült dagerrotípia.

Ez a kép nemcsak portré. Nemcsak irodalomtörténeti relikvia. Információhordozó.

Egyetlen, sérülékeny lemezen őrzi annak az embernek az arcát, akit egyébként festményekből, szobrokból, leírásokból és legendákból ismerünk.

A dagerrotípia különössége éppen ez: nincs negatívja, nincs egyszerűen sokszorosítható eredetije. Ami fennmaradt, az maga az egyedi tárgy.

Ha eltűnne, nem csupán egy kép veszne el, hanem egy közvetlen fénylenyomat a 19. századból.

Petzvál József és a fény ereje

A magyar fototechnika egyik legnagyobb alakja Petzvál József.

Nevéhez fűződik a híres Petzvál-objektív, amelyet 1840 körül dolgozott ki. Ez a portréfényképezés egyik meghatározó objektívje lett.

Miért volt ez fontos?

A korai fényképezés egyik legnagyobb gondja az expozíciós idő volt.

A fényérzékeny anyagok még lassúak voltak.

A gyenge objektívek kevés fényt engedtek át.

A modellnek hosszú ideig mozdulatlanul kellett ülnie.

Petzvál számításai alapján olyan objektív készült, amely lényegesen több fényt gyűjtött össze, mint a korábbi megoldások.

Ez nem egyszerű optikai finomság volt.

Ez emberi szempontból is fontos változás.

A portré alanya kevesebb ideig szenvedett a kamera előtt.

A fényképész könnyebben dolgozhatott.

A fényképezés használhatóbbá vált.

Egy jó objektív nemcsak élesebb képet ad. Megváltoztatja, mire használható a fényképezés.

Süss Nándor és a magyar optikai ipar alapjai

A fényképezőgép nem egyetlen tárgy.

Optika. Mechanika. Finommegmunkálás. Anyagismeret. Mérnöki pontosság.

Egy országban csak akkor lehet komolyabb fototechnikai ipar, ha ezekből legalább néhány területen megfelelő tudás és műhelyháttér áll rendelkezésre.

Ebben volt fontos szerepe Süss Nándornak.

1884-ben megbízták a Mechanikai Tanműhely vezetésével. Ez a műhely lett később a Magyar Optikai Művek, a MOM egyik előzménye.

A MOM neve később elsősorban optikai, finommechanikai és műszeripari termékekkel kapcsolódott össze.

A fényképezőgép-gyártás szempontjából ez azért lényeges, mert a kamera nemcsak doboz és film.

A kamera precíziós műszer. A zárnak pontos időt kell mérnie. Az objektívnek megfelelően kell leképeznie. A filmnek síkban kell állnia. A keresőnek és a távolságállításnak használhatónak kell lennie.

A fényképezőgép tehát az információrögzítés egyik legszebb mechanikai eszköze: fényt, időt és teret kell benne pontosan összehangolni.

Mihályi József, a fotóipar magyar Edisonja

Mihályi József pályája azért érdekes, mert jól mutatja: a fényképezés fejlődése nem csak a fényképezőgépek története. Találmányait, fejlesztéseit felsorolni itt hosszú lenne. Az alábbi linken részletes információkat kaphat az olvasó.

https://inphoto.blog.hu/2011/12/26/magyarok_fototechnikai_talalmanyok_mihalyi_jozsef

Ugyanilyen fontos a film. Az előhívás. A másolás. A nagyítás. A színvisszaadás.

A fotográfia egész ipari rendszere.

A fényképezés nem ott ér véget, hogy megnyomjuk a gombot.

A kép ezután még utat tesz meg: a filmen, a laboron, a papírképen, az albumon, az újságon vagy később a digitális fájlon keresztül. A fényképezés valójában információs lánc. A kamera csak a lánc egyik eleme.

Gamma – magyar fényképezőgép-álmok

Az 1920-ban alakult Gamma Művek története is különleges. A vállalat egy év után csődbe ment, majd Juhász Zoltán és Juhász István vásárolta meg és állította talpra. Később Barabás János vezetésével kezdtek saját fényképezőgép fejlesztésébe.

Riszdorfer Ödön például az automatikus és félautomatikus expozíciószabályozás terén végzett úttörő munkát.

Mit jelent ez?

A korai fényképezésnél a fotósnak kellett eldöntenie, mennyi fény jusson a filmre.

Záridő. Rekesz. Fényérzékenység.

Ha kevés fény jutott be, a kép sötét lett. Ha túl sok, túl világos.

Az expozíció helyes megválasztása sokáig tapasztalatot igényelt.

Az automatikus vagy félautomatikus expozíciószabályozás azt jelenti, hogy a gép részt vállal ebből a döntésből.

A fényképezőgép elkezd gondolkodni a fényről.

Ez az út vezetett később az automata kamerákhoz, majd a mai okostelefonokhoz, amelyek már nemcsak mérnek, hanem algoritmusokkal javítják, értelmezik és átalakítják a képet.

A Gamma fejlesztései közül több prototípus, például a Riga és a Kinga a háború miatt nem jutott sorozatgyártásig.

Ez tipikus magyar technikatörténeti sors.

Jó ötlet, tehetséges mérnökök, ígéretes prototípusok.

Majd történelem, háború, politika vagy gazdasági döntés megszakítja a folyamatot.

Duflex – majdnem világsiker

A magyar fényképezőgép-gyártás legismertebb története kétségtelenül a Duflex.

Dulovits Jenő saját fényképezőgép kifejlesztésén dolgozott, majd a Gamma Művekkel együttműködve valósult meg a konstrukció. A Duflex különlegessége nem csupán az, hogy magyar fényképezőgép volt.

Hanem az, hogy műszakilag is nagyon előremutató konstrukció.

A fotós nyitott rekesznél, világos keresőképen állíthatta be az élességet. A kép készítésekor a rekesz a beállított értékre ugrott be, majd a felvétel után visszatért.

A Duflex tehát nem egyszerű magyar kuriózum.

Egy olyan irányt mutatott, amely később a tükörreflexes fényképezőgépek világában általánossá vált.

És mégis: a gyártása rövid életű maradt.

Ettől lett a Duflex egyszerre technikatörténeti mérföldkő és gyűjtői ritkaság.

MOM, Mometta és a hétköznapi fényképezés.

Az 1950-es években a Magyar Optikai Művek is belépett a fényképezőgép-gyártásba a Mometta sorozattal.

A Mometta már más világot képviselt. Nem olyan legendás, mint a Duflex. Nem is olyan tömeges emlék, mint a Pajtás. De fontos állomás: azt mutatja, hogy a magyar ipar a háború utáni években is próbált saját fényképezőgépeket készíteni.

A fényképezőgép ekkor már nemcsak szakemberek eszköze volt. Egyre inkább a családi emlékezet tárgya. Kirándulás. Esküvő. Gyerekek. Munkahelyi ünnepség. Nyaralás a Balatonnál.

A magyar fényképezőgép-gyártás története ezért nemcsak mérnöki történet.

Társadalomtörténet is. A kérdés nem csupán az, milyen gépeket tudtunk gyártani.

Hanem az is: kik fényképezhettek velük?

Pajtás – a magyar emlékezet dobozgépe. A Pajtás valószínűleg a legismertebb magyar fényképezőgép. Egyszerű volt. Olcsó. Korlátozott képességű. És éppen ezért fontos.

A Pajtás nem a profi fotográfus gépe volt. Hanem a mindennapi emberé.

Sokak számára ez jelentette az első találkozást a fényképezéssel.

Nem kellett bonyolult beállításokkal bajlódni.

Nem kellett mély fotótechnikai tudás.

Csak bele kellett nézni, célozni, és exponálni.

A képek gyakran életlenek voltak. Bemozdultak. Ferde horizonttal készültek. Túlexponált vagy alulexponált részletekkel. De ezek a képek őrizték meg családok, osztálykirándulások, nyaralások és hétköznapok emlékeit.

A technikatörténet gyakran a különleges gépeket ünnepli.

Pedig a kultúrtörténetben sokszor az egyszerű gépek hatása a nagyobb.

A Pajtás nem azért fontos, mert a legjobb volt. Hanem mert sok kézbe eljutott.

Forte, film és a kép anyaga

A fényképezőgép önmagában nem elég.

Film is kell hozzá.

A hazai fotózás történetéből ezért nem hagyható ki a Forte neve sem.

A Forte filmek és fotópapírok sok magyar amatőr és hivatásos fényképész számára jelentettek mindennapi alapanyagot. Ez azért fontos, mert a fénykép információtárolóként nem csak a kamerán múlik. A kép sorsa a fényérzékeny rétegen dől el.

Mennyire érzékeny?

Milyen szemcsés?

Milyen a tónusvisszaadása?

Meddig őrzi meg a képet?

Hogyan öregszik?

A fotópapír, a negatív és a vegyszerek éppúgy részei a tárolási történetnek, mint a fényképezőgép.

Miért szakadt meg?

A hatvanas évek végén a hazai fényképezőgép-gyártás „felsőbb sugallatra?” megszűnt.

A magyar fényképezőgép-gyártás nem azért tűnt el, mert ne lettek volna ötletek vagy szakemberek. A fényképezőgép-ipar azonban nagyon verseny érzékeny terület volt.

A nyugatnémet, keletnémet, szovjet, japán és más gyártók nagyobb sorozatokban, szélesebb piacra dolgoztak. A kis magyar szériák nehezen tudtak volna versenyezni. A szocialista iparpolitika pedig gyakran nem az önálló, sokszereplős fejlesztést, hanem a feladatok országok közötti leosztását részesítette előnyben. Így a magyar fényképezőgép-gyártás lassan eltűnt.

De a tárgyak megmaradtak.

Dici, Duflex, Fotobox, Kinobox, Mometta, Optifort, Pajtás, Weekend.

Ezek ma már nemcsak fényképezőgépek. Egy meg nem valósult ipartörténeti lehetőség tárgyi emlékei. És éppen ezért fontosak a gyűjtemények. Egy fényképezőgép a vitrinben nemcsak régi tárgy.

Kérdéseket őriz.

Ki tervezte? Hol készült? Mennyit gyártottak belőle? Kik használták? Milyen képek készültek vele? Miért nem folytatódott a története?

A technikatörténetben néha nem a működő gép a legfontosabb,hanem az a kérdés, amelyet feltesz.

Magyar fényképezőgépek mint információhordozók

Első pillantásra a fényképezőgép nem információtároló.

A film vagy a memóriakártya tárolja a képet.

A gép csak elkészíti.

De egy régi fényképezőgép mégis információhordozó.

Anyagában őrzi a kor műszaki lehetőségeit. Formájában a tervezők elképzeléseit. Kopásában a használat nyomait. Márkanevében az ipartörténetet. És ha szerencsénk van, a hozzá tartozó képekben az emberi történeteket is.

A pillanat problémája

A korai fényképezés egyik legnagyobb korlátja az expozíciós idő volt. Niépce órákig exponált.

A dagerrotípia első éveiben egy portréhoz percekig kellett mozdulatlanul ülni. Ezért a korai fényképeken ritkán látunk természetes mozdulatokat. Az emberek merevek. Komolyak. Nem feltétlenül azért, mert a 19. században mindenki szomorú volt. Nehéz perceken keresztül mozdulatlanul mosolyogni.

A fényérzékeny anyagok fejlődésével az expozíciós idő egyre rövidebb lett.

Percek.

Másodpercek.

A másodperc tört részei.

És ezzel a fényképezés tárgya is megváltozott. Először épületeket lehetett fényképezni. Aztán mozdulatlan embereket. Majd utcai jeleneteket. Mozgó állatokat. Sportolókat. Végül olyan pillanatokat is, amelyeket az emberi szem ugyan lát, de az emberi agy nem képes részleteiben megőrizni.

A fényképezőgép különös képességet kapott: megállította az időt.

Amikor mindenki fényképész lehetett

A 19. század végén Kodak alapítója, George Eastman felismerte, hogy a fényképezés tömeges elterjedésének legnagyobb akadálya nem maga a fényképezőgép.

Hanem a bonyolultság.

A fényképésznek ismernie kellett a vegyszereket.

Elő kellett készítenie a fényérzékeny anyagot.

Előhívni.

Fixálni.

Másolni.

Eastman más üzleti és technikai rendszert képzelt el.

1888-ban megjelent a Kodak fényképezőgép.

A híres jelmondat így szólt:

„Ön megnyomja a gombot, a többit mi végezzük.”

A gépet filmmel feltöltve adták el. A felvételek elkészítése után az egész fényképezőgépet vissza lehetett küldeni a vállalatnak. Ott előhívták a filmet, elkészítették a képeket, majd új filmmel feltöltve visszaküldték a gépet. A fényképezésből szolgáltatás lett. Az embernek többé nem kellett értenie a kép rögzítésének technológiáját. Csak a pillanatot kellett kiválasztania. Ismerős gondolat.

Ma sem tudjuk pontosan, mi történik az okostelefonunk képérzékelőjében és képfeldolgozó algoritmusaiban.

Megnyomjuk a gombot, a többit a gép végzi.

Egy film, harminchat emlék. A hajlékony tekercsfilm újabb fontos változást hozott.

A fényképezőnek már nem kellett minden kép után új lemezt behelyeznie.

Egymás után több felvételt készíthetett.



A 20. században a 35 milliméteres film vált a fényképezés egyik legfontosabb formátumává.

Oskar Barnack már az 1910-es években elkészítette az Ur-Leica prototípusát, az első sorozatban gyártott Leica pedig 1925-ben került piacra.

A kisméretű gép és a tekercsfilm együtt megváltoztatta a fényképezést.

A fényképezőgép kikerült a műteremből. Az utcára ment. Háborúba. Utazásra. Családi ünnepekre.

A fénykép lassan a mindennapi ember személyes emlékezetének részévé vált.

A világ színes volt — a fénykép nem

A valóság természetesen mindig színes volt.

A fényképek azonban sokáig csak a világosság különbségeit tudták rögzíteni.

Ezért a képeket gyakran kézzel színezték.

A fotokróm eljárással a fekete-fehér fotónegatívból, több litográfiai nyomólemezzel készítettek színes nyomatot.

A színes fényképezés egyik első fontos kísérletét 1861-ben James Clerk Maxwell elgondolása alapján végezték el. Ugyanarról a tárgyról három felvétel készült.

Egy vörös, egy zöld, egy kék színszűrőn keresztül. A három képet megfelelő színű fényekkel egymásra vetítették. Megjelent a színes kép. Az alapelv ma is velünk él.

A monitorok és telefonok képernyőjén parányi vörös, zöld és kék fényforrások milliói hozzák létre a színeket.

A 19. századi színkísérlet elve ma ott világít minden okostelefon kijelzőjén.

A színes fényképezés azonban csak a 20. században vált széles körben használhatóvá. A Kodachrome 1935-ös megjelenése fontos mérföldkő volt.

A fénykép már nemcsak a formát és a fényességet őrizte meg, hanem a színeket is.

A kép, amelyet rögtön látni akartunk

A filmes fényképezésnek volt egy sajátos tulajdonsága. Várni kellett. Elkészítettük a képet, de nem tudtuk biztosan, sikerült-e. A filmet elő kellett hívni. Néha napok vagy hetek múlva láttuk először a felvételt. Edwin Land ezen akart változtatni.



A történet szerint kislánya megkérdezte tőle, miért nem láthatja rögtön az elkészült fényképet.

Land jó kérdésnek tartotta.

A Polaroid az azonnali fényképezés technológiájával vált világhírűvé.

A gépből kijött a kép. Várni kellett néhány percet.

A halvány foltokból lassan arcok, tárgyak és színek bontakoztak ki.

A fényképezés történetében először közel került egymáshoz a pillanat és annak képi emléke. Ugyanakkor ez visszalépés is volt, mivel a polaroid fénykép nehezen volt másolható!

Ma néhány tizedmásodpercet is soknak érzünk.

A fénykép nem emlék — hanem bizonyíték?

A fotográfia megjelenésével különös bizalom alakult ki a fényképek iránt. Ha rajta van a képen, akkor megtörtént. A festő tévedhet, szépíthet, hazudhat. A fényképezőgép azonban —

gondolták sokáig — csak azt rögzíti, ami előtte van. Ez természetesen soha nem volt teljesen igaz. A fényképész választja ki a helyet, a pillanatot, a képkivágást.

Amit lefényképez és amit nem.

A képeket már a 19. században retusálták és manipulálták. Mégis kialakult a fénykép különleges bizonyító ereje. Újságokban, tudományban, rendőrségi munkában, háborúk dokumentálásában, családi emlékezetünkben. A fénykép nem egyszerűen új információhordozó lett. Megváltoztatta azt is, mit tekintünk bizonyítéknak. És most, a mesterséges intelligenciával létrehozott képek korában, ez a kétszáz éves bizalom kezd meginogni. Talán különös történelmi kört írunk le.

A festményről mindig tudtuk, hogy ember alkotta kép.

A fényképnek hittünk, mert a fény fizikai nyomának tekintettük.

Most ismét meg kell tanulnunk feltenni a kérdést: valóban megtörtént az, amit látunk?

Amikor a telefon emlékezik helyettünk

Egy múzeumban vagy kiállításon ma már szinte természetes mozdulat elővenni a telefont. Lefényképezzük a festményt, a tárgyat, a feliratot – aztán továbblépünk.

De vajon mire emlékszünk belőle később?

Kísérletek szerint, ha egyszerűen lefényképezünk valamit, hajlamosak vagyunk kevésbé megjegyezni. Mintha agyunk tudomásul venné: nem szükséges eltárolni, hiszen megtette helyettünk a telefon. Az információ megmarad – csak éppen nem feltétlenül bennünk.

„Régen azért fényképeztünk, hogy emlékezzünk. Ma néha azért nem emlékszünk, mert lefényképeztük.”

Van azonban egy érdekes kivétel.

Ha nem rutinszerűen kattintunk, hanem kiválasztunk egy részletet, ráközelítünk, megkeressük a megfelelő nézőpontot és tudatosan komponáljuk meg a képet, a fényképezés már nem elvonja, hanem **összpontosítja a figyelmet**. Ahhoz, hogy eldöntsük, mit akarunk megörökíteni, előbb alaposabban meg kell néznünk.

Az információ tárolása még nem tudás. A tudáshoz az ember aktív részvétele kell.

Látom → rögzítem → feldolgozom

Ugyanaz az eszköz tehát kétféleképpen működhet.

Ha a telefonra bízzuk a megfigyelést és az emlékezést, külső memóriánk gazdagodik, miközben saját emlékünk szegényebb lehet. Ha viszont a fényképezés arra késztet bennünket,

hogy jobban megfigyeljük a részleteket, a technika éppen az emberi figyelem meghosszabbításává válik.

Ez jól mutatja az információs technológiák egyik alapvető sajátosságát: **nemcsak az számít, milyen eszközt használunk, hanem az is, hogyan használjuk.**

A telefon tehát nem szükségszerűen emlékezik helyettünk. Segíthet abban is, hogy **jobban emlékezzünk**.

8. A látásunk kiterjesztése

Az emberi szem csodálatos érzékszerv, de nagyon korlátozott.

Nem látjuk a baktériumokat. Nem látjuk a sejteket. Nem látjuk a távoli galaxisokat. Nem látjuk a testünk belsejét. Nem érzékeljük az infravörös sugárzást, az ultraibolyát, a rádióhullámokat vagy a röntgensugárzást. Sőt, még azt sem látjuk igazán jól, ami túl gyorsan vagy túl lassan történik. A világ jelentős része láthatatlan számunkra. Az ember azonban különös lény. Ha valamire nem képes a teste, megpróbál hozzá eszközt építeni.

A kerék meghosszabbította a lábunk teljesítményét.

A daru az izmaink erejét.

A könyv az emlékezetünket.

A távcső és a mikroszkóp pedig kiterjesztette a látásunkat.

Két cső – két új világ

A távcső és a mikroszkóp története meglepően közel áll egymáshoz. A korai összetett mikroszkópok és távcsövek fejlődése ugyanahhoz a 16–17. századi optikai tudáshoz és lencsekészítő mesterséghez kapcsolódott; a „mikroszkóp” elnevezést Giovanni Faber használta az új eszközre 1625- ben.

Az egyik eszköz messzire nézett, a másik közelre. A távcső megmutatta, hogy az égbolt nem olyan, amilyennek szabad szemmel látjuk. A mikroszkóp pedig azt, hogy a közvetlen környezetünk sem olyan. Egyszerre nyílt ki előttünk a nagyon nagy és a nagyon kicsi világa.



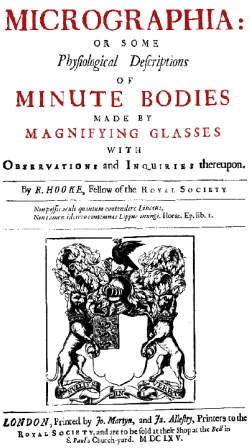
A 17. század elején Galileo Galilei távcsövét az ég felé fordította.

Hegyeket és mélyedéseket látott a Holdon. Felfedezte a Jupiter négy nagy holdját. Megfigyelte a Vénusz fázisait. A Tejút halvány köde csillagok sokaságára bomlott.

Ezek a megfigyelések nem egyszerűen új égitesteket

mutattak meg. Megváltoztatták a világról alkotott képünket. A szem azt mondta: a Föld mozdulatlan, az égbolt forog körülöttünk.

A műszer mást mutatott.


MICROGRAPHIA:
OR SOME
Physiological Descriptions
OF
MINUTE BODIES
MADE BY
MAGNIFYING GLASSES
WITH
Observations and Inquiries thereupon.
By R. HOOKE, Fellow of the Royal Society.
LONDON, Printed by Jo. Martyn, and Ja. Allestry, Printers to the Royal Society, and are to be sold at their Shop at the Bell in S. Paul's Church-yard. MDCLXV.

Ettől kezdve az embernek meg kellett tanulnia valami nagyon fontosat: nem biztos, hogy a valóság olyan, amilyennek érzékszerveink mutatják.

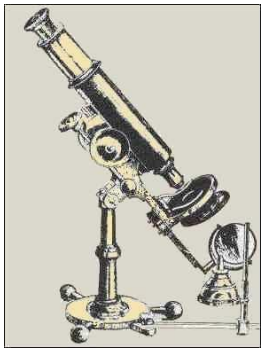
Egy csepp vízben egy egész világ

Néhány évtizeddel később Robert Hooke mikroszkóppal vizsgálta a körülötte lévő világot.

1665-ben megjelent Micrographia című könyve.

A könyv olvasói addig elképzelhetetlen részletességű képeket láthattak.

Egy bolha, egy tetű, egy légy szeme, egy tű hegye. A tű, amely szabad szemmel simának és hegyesnek látszott, a mikroszkóp alatt durva, szabálytalan tárggyá változott. A természet tökéletesebbnek bizonyult az emberi kézművességnél. Hooke parafát vizsgálva apró rekeszeket látott. Ezeket celláknak, sejteknek nevezte.



A mikroszkóp azonban még ennél is nagyobb meglepetést tartogatott.

Antonie van Leeuwenhoek rendkívül jó minőségű, egyszerű, egylencsés mikroszkópokat készített. Egy csepp vízben apró élőlények mozogtak. Olyan lények, amelyek mindig is ott voltak. Az ember ivott belőlük. Fürdött közöttük. Együtt élt velük. Csak éppen nem tudott a létezésükről. A mikroszkóp nem új világot teremtett, csak láthatóvá tette azt, amelyben mindig is éltünk.

Ez talán az információ történetének egyik legfontosabb tanulsága.

A nem érzékelt információ is létezhet. A műszer látott – de hogyan őrizzük meg?

A távcső és a mikroszkóp kiterjesztette a látást. De maradt egy régi probléma. Amit a tudós látott, azt mások nem feltétlenül látták. Galilei lerajzolta a Hold felszínét. Hooke aprólékos metszeteket készíttetett mikroszkópos megfigyeléseiről. Leeuwenhoek levelekben írta le különös „állatkáit”. Ismét az emberi kéz közvetítette a látványt. A tudós belenézett a műszerbe. Látott valamit. Majd lerajzolta.

De pontos volt a rajz?

Nem hagyott ki valamit?

Nem látott bele olyasmit, amit látni szeretett volna?

A látást már kiterjesztettük. A látvány rögzítését még nem. A fényképezés oldotta meg ezt a problémát. Amikor a fényképezőgépet mikroszkóphoz vagy távcsőhöz kapcsolták, két találmány ereje egyesült. Az optikai műszer megmutatta a láthatatlant. A fénykép pedig megőrizte.

A távcső emlékezni kezd.

A fényképezés feltalálása után szinte azonnal felmerült a gondolat: fordítsuk a fényképezőgépet az ég felé. Daguerre már 1839-ben megpróbálta lefényképezni a Holdat. A kísérlet nem adott használható részletes képet. 1840-ben John William Draper már sikeres dagerrotípiát készített a Holdról, távcsővel.

Ezzel valami alapvetően megváltozott a csillagászatban. A csillagász addig nézett. Mostantól rögzíthetett. A fényképlemeznek pedig volt egy különös előnye az emberi szemmel szemben. A szem csak a pillanatnyi fényt érzékeli. A fényképezőlemez gyűjti a fényt.

Egy másodpercig.

Egy percig.

Egy órán keresztül.

Minél tovább gyűjti, annál halványabb objektumok hagyhatnak nyomot rajta. A fényképezőgép olyan dolgokat is megláthat, amelyeket az emberi szem a távcsőben sem lát. Nem azért, mert jobb a szeme, hanem mert türelmesebb. Az emberi szem nem tud egy órán keresztül fényt gyűjteni. A fényképlemez igen.

A fotográfia ezért nem egyszerűen rögzítette a csillagász látványát. Új csillagászati érzékszervvé vált.

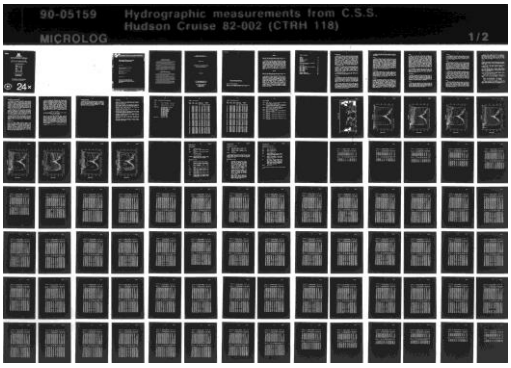
Ugyanez történt a mikroszkóppal.

A mikrofotográfia lehetővé tette, hogy a mikroszkópban látott kép ne csak a megfigyelő emlékezetében és rajzain maradjon fenn. A preparátumról fénykép készülhetett. A képet más tudósok is megvizsgálhatták. Össze lehetett hasonlítani korábbi felvételekkel. Mérni lehetett rajta. Sokszorosítani lehetett. Tankönyvbe lehetett nyomtatni.

A megfigyelés adattá vált.

Ez a tudomány számára óriási változás. Egy tudományos állítás többé nem feltétlenül csak így hangzott: „Ezt láttam.”

Hanem így: „Ezt láttam — és itt a kép.”



A fénykép a tudomány emlékezetének részévé vált.

Amikor a kicsinyítés lett az előny

A mikroszkóp nagyít. A mikrofilm éppen ellenkezőleg működik. Kicsinyít. Mégis ugyanannak

az optikai forradalomnak a gyermeke. A mikrofilm alapgondolata egyszerű: egy nagy dokumentum képét nagyon kis méretben fényképezzük le. Az információ nem változik. Csak a hordozó mérete.

Egy könyv lapjai néhány centiméternyi filmen elférhetnek. Egy iratszekrény tartalma egy tekercsen.

Egy könyvtár jelentős része néhány szekrényben.

1870 szeptemberében a porosz csapatok körülzárták Párizst.

A távíróvonalakat elvágták. A vasúti és közúti összeköttetés megszakadt.

Egy több milliós város információs blokádba került.

Kifelé még volt egy különös lehetőség.

Léggömbök emelkedtek fel Párizsból.

A szél átvitte őket az ostromgyűrű fölött.

Embereket és postát vittek magukkal.

És postagalambokat.

A galambok később visszarepülhettek Párizsba.

Csakhogy egy galamb teherbírása korlátozott.

Néhány levél. Talán néhány tucat.

A francia fotográfus, René Dagron más megoldást javasolt.

Ne a leveleket vigye a galamb.

Vigye a levelek fényképét.

Dagron mikrofilmezési eljárásával újságokat, hivatalos üzeneteket és magánleveleket fényképeztek le erősen kicsinyített formában. A parányi filmeket a postagalambok vitték vissza a körülzárt városba. Párizsban a mikrofilmeket üveglapok közé helyezték, felnagyították, majd az üzeneteket újra papírra másolták. A Smithsonian Nemzeti Postamúzeum ma is őriz ilyen, a párizsi galambpostához kapcsolódó mikrofilmet.

Gondoljunk bele. A levél információ. A papír csak hordozó.

Ha lefényképezzük és lekicsinyítjük, ugyanaz az információ, sokkal kisebb tömegben továbbítható.

A célállomáson felnagyítjuk.

Az ember ismét el tudja olvasni.

Tömörítettük az információ fizikai hordozóját.

Nem digitálisan, optikailag.

Egy postagalamb így hatalmas mennyiségű üzenetet vihetett magával.

A madár tulajdonképpen egy 19. századi adatátviteli rendszer része lett.

Léggömb. Postagalamb. Mikrofotográfia. Nagyítóberendezés.

Négy teljesen különböző technológia egyetlen kommunikációs rendszerben.

A történelem egyik legkülönösebb információs hálózata.

A szem, amely belénk lát

1895-ben Wilhelm Conrad Röntgen különös sugárzást vizsgált. Nem tudta pontosan, mivel van dolga, ezért X-sugárzásnak nevezte. Az X az ismeretlent jelentette. A sugárzás áthatolt olyan anyagokon, amelyek a látható fényt nem engedték át.

Az emberi testen is.



Röntgen egyik híres korai felvételén felesége, Anna Bertha kezének csontjai láthatók. És a gyűrű az ujján. A történet szerint a kép láttán így szólt: „Láttam a halálomat.”

Hogy pontosan ezekkel a szavakkal mondta-e, nem tudjuk biztosan, de a kép valóban megrázó lehetett. Az ember először látta élő testének belsejét anélkül, hogy azt fel kellett volna nyitni.

A fényképezés többé nemcsak a tárgyak felszínét rögzítette. Belénk látott. Az orvos számára a test addig nagyrészt közvetett jelekkel üzent.

Fájdalom.

Duzzanat.

Láz.

Tapintás.

A röntgenkép új típusú információt adott. A test belső szerkezete képpé vált. És ami képpé vált, azt tárolni, összehasonlítani és továbbítani lehetett.

Több fény van, mint amennyit látunk. Az emberi szem az elektromágneses sugárzásnak csak egy keskeny tartományát érzékeli. Ezt nevezzük látható fénynek. De a természet nem azért használja ezt a tartományt, mert mi ezt látjuk. A látható fényen túl ott az infravörös sugárzás, az ultraibolya, a röntgensugárzás, a gamma-sugárzás. A másik irányban a mikrohullámok és a rádióhullámok.

Ezek jelentős része láthatatlan számunkra. A műszereink azonban érzékelhetik őket.

És itt történt egy újabb különös változás. Megtanultuk képpé alakítani azt is, amit soha nem láthatnánk.

Az infravörös kamera hőmérséklet-különbségeket jeleníthet meg.

A rádiótávcső rádióhullámokat érzékel.

A röntgenteleszkóp nagy energiájú sugárzást.

A műholdak és űrtávcsövek az elektromágneses spektrum különböző tartományaiban figyelik a világegyetemet.

Az így kapott képek egy része valójában nem „fénykép” a hagyományos értelemben. A műszer adatokat mér. A számítógép pedig a mért értékeket látható képpé alakítja. Színeket rendel olyan sugárzásokhoz, amelyeknek számunkra nincs színük. Olyan világot látunk, amelyet emberi szem soha nem láthatna.

Amikor a Világegyetem beszélni kezdett

A rádió feltalálása nemcsak a földi kommunikációt forradalmasította, hanem egy teljesen új "érzékszervet" is adott az emberiségnek.

1932-ben az amerikai mérnök Karl Guthe Jansky rádiózavarok eredetét kutatva meglepő felfedezést tett: a Tejútrendszer középpontja folyamatos rádiósugárzást bocsát ki. Ezzel megszületett a **rádiócsillagászat.**

Néhány évvel később Grote Reber saját kertjében megépítette a világ első kifejezetten csillagászati célú rádiótávcsövét, és elkészítette az égbolt első rádiótérképét.



A rádióteleszkópok olyan jelenségeket is képesek megfigyelni, amelyek optikai távcsövekkel láthatatlanok. Segítségükkel fedezték fel többek között

a pulzárokat,

a kvazárokat,

a galaxisok hidrogénfelhőit,

valamint a Világegyetemet kitöltő kozmikus mikrohullámú háttérsugárzást, amely az Ősrobbanás egyik legfontosabb bizonyítéka.

A rádiócsillagászat így alapvetően megváltoztatta a Világegyetemről alkotott képünket.

A rádióval először nemcsak mi küldtünk információt nagy távolságokra, hanem képessé váltunk arra is, hogy a Világegyetem üzeneteit "meghalljuk". Az információ útja ezzel bolygónk határain is túlnyúlt

---

Hallgatózik-e valaki odakint?

Ha rádióhullámokkal mi is képesek vagyunk kommunikálni, felmerül a kérdés: vajon más civilizációk is használhatnak hasonló módszereket?

Ebből a gondolatból született meg 1984-ben a SETI Institute, amelynek neve a **Search for Extraterrestrial Intelligence** (Földön kívüli intelligencia keresése) rövidítése.

A kutatók nagy rádióteleszkópokkal figyelik az eget, és olyan mesterséges eredetű rádiójeleket keresnek, amelyek intelligens civilizációra utalhatnak.

Eddig még nem sikerült kétséget kizáró bizonyítékot találni, de a keresés tovább folytatódik.

A SETI-program mögött egy egyszerű gondolat áll:

Ha a rádió nálunk természetes eszköze lett a kommunikációnak, akkor egy másik technikai civilizáció is felfedezhette ugyanezt a lehetőséget.

Vajon egyszer érkezik-e hozzánk olyan üzenet, amely bizonyítja, hogy nem vagyunk egyedül?

Érdekesség

1977-ben az amerikai Jerry R. Ehman egy különösen erős, keskeny sávú rádiójelet észlelt, amely 72 másodpercig volt fogható. A számítógépes nyomtatvány margójára annyit írt: **"Wow!"**

Azóta ezt **Wow!-jelnek** nevezik. A jel a Nyilas (Sagittarius) csillagkép irányából érkezett, és 72 másodpercig tartott. Frekvenciája (1420,456 MHz) pontosan megegyezett a csillagközi kommunikációra leginkább alkalmasnak tartott hidrogénvonal frekvenciájával. Mivel soha többé nem ismétlődött meg, a mai napig az egyik legnagyobb és legizgalmasabb asztrofizikai rejtély maradt, amelyet gyakran az idegen civilizációktól származó jelek egyik lehetséges jelöltjeként emlegetnek.

A láthatatlan világ felfedezése

Arthur C. Clarke *A jövő körvonalai* című könyvében a röntgensugárzás felfedezését a tudomány történetének egyik nagy fordulópontjaként említi. Van ebben igazság. Amikor Wilhelm Conrad Röntgen 1895-ben felfedezte az X-sugarakat, az ember számára addig elképzelhetetlen dolog vált lehetővé: **anélkül lehetett bepillantani az élő test belsejébe, hogy felnyitották volna.**

A valódi fordulat azonban talán korábban kezdődött.

Az ember évezredeken keresztül elsősorban azt tekintette valóságosnak, amit látott, hallott vagy megérinthetett. Az elektromosság és a mágnesség kutatása azonban megmutatta, hogy **a természet tele van olyan jelenségekkel, amelyeket közvetlenül egyetlen érzékszervünkkel sem érzékelünk**. Az elektromos áramot nem látjuk – csak a hatását. Nem látjuk az elektromos és mágneses teret sem. Faraday és Maxwell mégis megmutatta, hogy ezek a láthatatlan terek ugyanolyan valóságos részei a természetnek, mint a kő, a víz vagy a fény.

Röntgen felfedezése azért volt különösen megrázó, mert ezt a felismerést szinte kézzelfoghatóvá tette. A láthatatlan sugárzás egy fényképezőlemezen megmutatta az emberi kéz csontjait. Ezután gyors egymásutánban újabb láthatatlan világok tárultak fel: a radioaktivitás, az elektron, az atommag, a kozmikus sugárzás, majd az elemi részecskék világa.

A 20. század fizikája pedig még ennél is tovább ment. A kvantummechanika már olyan valóságot ír le, amely nemcsak láthatatlan, hanem sokszor a hétköznapi tapasztalatainkkal is nehezen egyeztethető össze.

A műszer, mint új érzékszerv

Az ember azonban talált egy különleges megoldást saját érzékszerveinek korlátaira: **műszereket épített.**

A voltmérő érzékeli azt, amit mi nem érzékelünk. A rádióvevő hallható hanggá alakítja a láthatatlan elektromágneses hullámokat. A Geiger–Müller-számláló kattogássá változtatja az érzékelhetetlen ionizáló sugárzást. A röntgendetektor képet készít a testen áthaladó sugárzásból. A rádióteleszkóp pedig olyan eget mutat meg, amelyet emberi szem soha nem láthatna.

A műszer tehát valójában az ember mesterséges érzékszerve. A számunkra érzékelhetetlen jelenséget olyan információvá alakítja át, amelyet már fel tudunk fogni.

Így a tudomány történetének egyik legnagyobb fordulata talán nem köthető egyetlen felfedezéshez. Inkább egy hosszú felismerés története:

A valóság nem ér véget ott, ahol az érzékszerveink határai húzódnak.

És ennek a történetnek van egy különös folytatása is. Először műszerekkel kiterjesztettük **érzékelésünket**, gépekkel **fizikai erőnket**, írással és számítógépekkel **emlékezetünket**. Most, a mesterséges intelligencia korában pedig már **gondolkodásunk kiterjesztésével** kísérletezünk.

Szem → műszer → gép → számítógép → mesterséges intelligencia

A modern tudomány akkor lépett át egy új korszakba, amikor az ember felismerte, hogy a valóság sokkal nagyobb annál, mint amit az érzékszervei megmutatnak.

Talán ez az emberi technika történetének egyik legrövidebb összefoglalása.



A szemünktől az adatokig

És itt jutunk el egy fontos fordulóponthoz. Galilei még belenézett a távcsőbe.

Leeuwenhoek a szemét szinte hozzápréselte apró mikroszkópjához.

Röntgen fényérzékeny lemezen rögzítette a sugárzás nyomát.

A mai csillagász azonban gyakran már nem néz bele semmiféle távcsőbe. A műszer érzékel. Mér. Számokat állít elő. A számítógép feldolgozza az adatokat. Végül kép jelenik meg a monitoron. A kép többé nem feltétlenül a szem számára érkező fény közvetlen lenyomata.

Lehet adatok vizuális megjelenítése. A látás története ezzel különös fordulatot vett. Először műszerekkel próbáltuk jobban látni a világot. Ma műszereink olyan dolgokat érzékelnek, amelyekre nincs érzékszervünk. A gép mér. A számítógép értelmez. Majd lefordítja az eredményt az ember egyik legősibb információs nyelvére: képet mutat nekünk.

Az ember technikai fejlődésének jelentős része tulajdonképpen saját érzékszerveinek és képességeinek kiterjesztése.

A távcső a látás távolságát növelte. A mikroszkóp a látás felbontását. A fényképezés a látás időbeli tartósságát. A röntgen a látás mélységét. A nem látható hullámhosszak érzékelése pedig kitágította magának a „láthatónak" a fogalmát.

9. A hang fogságba ejtése

Amikor a hang túlélte a csendet

Az ember nagyon korán megtanulta megőrizni a képeket. A barlang falán ott maradt az állat alakja. A kőtáblán a jel. A papíron az írott szó. De a hanggal sokáig nem tudott mit kezdeni.

A kimondott szó eltűnt. A dal elhallgatott. A nevetés véget ért. Egy ember hangja addig létezett, amíg beszélt. Azután csak azok emlékezetében maradt meg, akik hallották. A hang évezredeken keresztül az idő foglya volt. Leírhattuk, mit mondott valaki. Lejegyezhettük a zenét. De magát a hangot nem tudtuk megőrizni. Aztán a 19. században először történt meg valami különös.

Egy ember meghalt.

A hangja mégis megszólalhatott. Megőrizhetjük-e a zenét?

A hangrögzítés történetét gyakran Thomas Edison fonográfjával kezdjük. Pedig az ember már évszázadokkal korábban próbálta rögzíteni a zenét. Csak nem a hangját rögzítette. Hanem az utasítást, amelyből a zene újra létrehozható.

A harangjátékok, zenélőórák és mechanikus zenegépek forgó hengereket használtak. A henger felületén elhelyezett szegek vagy bütykök működtették a szerkezetet.

A henger forgott. Egy bütyök megemelt egy kart. Megszólalt egy hang. A bütykök helyzete meghatározta, melyik hang mikor szólaljon meg. Ezek valójában nem a hangot tárolták.

A zenét tárolták. Ez fontos különbség. Ha egy zenélő henger lejátssza Mozart egyik dallamát, nem Mozart előadását halljuk. A szerkezet újra létrehozza a zenét a tárolt utasítások alapján. Mai hasonlattal élve ez inkább egy MIDI-fájlhoz hasonlít, mint egy MP3-felvételhez. Az egyik azt mondja a hangszernek: játszd le ezt a hangot, ekkor, ilyen hosszan. A másik magának a hangnak a lenyomatát őrzi. A zene rögzítése és a hang rögzítése nem ugyanaz.

A lyukak, amelyek zenélnek

A mechanikus zenegépek fejlődésével a bütykös hengerek mellett megjelentek a lyukkártyák és lyukszalagok is. A sípládák és később a gépzongorák perforált hordozóról olvasták le a zenét.

Lyuk van.

Nincs lyuk.

Megszólal a hang.

Nem szólal meg.

Az információ fizikai jelenléte vagy hiánya vezérelte a gépet.

A gépzongorák fejlettebb változatai már nemcsak a hangmagasságot és az időzítést, hanem az előadás egyes sajátosságait is képesek voltak rögzíteni.

> A gépzongora (player piano, vagy pianola, nickelodeon, autopiano) az egyik első hangrögzítő eszköz volt a technikatörténetben. A gépzongorás hangfelvételeknél pneumatikus úton, lyukkártya-lyukszalag technológiájához hasonlóan, egy papírtekercsre rögzítették a zongorahang magasságát, időtartamát és erősségét. Lejátszáskor egy fújtató szabályozza a mechanikát. A gépzongora vákuummal működik, a fújtatók tulajdonképpen szélládák, ahol a vákuum keletkezik. Pedállal vagy motorral állították elő a szükséges energiát.
>
> A reprodukáló gépzongorák különleges helyet foglalnak el a hangrögzítés történetében. Nem hanghullámokat tároltak, hanem a zongorista játékának mozdulatait: mely billentyűt mikor és milyen erővel ütötte le, hogyan használta a pedálokat. A hangszer így nem egyszerűen lejátszotta a művet, hanem újraalkotta az előadást.
>
> Franz Liszt saját játékáról ilyen felvétel nem maradt fenn. Számos tanítványa – például Eugen d'Albert, Arthur Friedheim vagy Frederic Lamond – azonban készített reprodukáló gépzongoratekercseket. Ezek a felvételek ma a 19. századi zongorajáték egyik legfontosabb hangzó dokumentumai, és talán a legközelebb visznek bennünket ahhoz, hogy elképzeljük, hogyan szólhatott maga Liszt Ferenc.

A gépzongora valójában az első MIDI-rendszer. Ez elsőre meghökkentően hangzik, de gondoljon bele.

A reprodukáló tekercs nem hangot tárol, hanem: melyik billentyű, mikor, milyen erővel, meddig, milyen pedállal.

Pontosan ezt tárolja ma is egy MIDI-fájl. A hangot mindig az aktuális hangszer állítja elő.

A gépzongora tehát nem a gramofon őse. Sokkal inkább a digitális zenefájlok őse.

A reprodukáló gépzongora nem a hangot őrizte meg, hanem az előadás "programját" – ezért informatikai szempontból közelebb áll a mai MIDI-fájlokhoz, mint a gramofonlemezhez.

Mert a gépzongora felvet egy különös kérdést.

Mi egy zenei előadás? A hang? Vagy azoknak a mozdulatoknak a sorozata, amelyek létrehozzák a hangot?

Ha pontosan tudnánk, melyik billentyűt mikor, milyen erővel és mennyi ideig nyomta le egy zongorista, elvileg újra létrehozhatnánk az előadását.

Nem a hangfelvételt játszanánk le. A zongora ismét eljátszaná a művet. A tárolt információ újra eseménnyé válna.

Le lehet rajzolni a hangot? A hang, rezgés. Amikor beszélünk, a hangszalagok rezgésbe hozzák a levegőt. A levegő nyomásváltozásai eljutnak a fülünkhöz. A dobhártyánk rezegni kezd. Az agyunk pedig hangként értelmezi a jelet.

Ha a hang rezgés, felmerül egy egyszerű kérdés: lehet-e látható nyomot készíteni róla?

Édouard-Léon Scott de Martinville 1857-ben szabadalmaztatta a fonautográfot.

https://konyvesmagazin.hu/friss/thomas_edison_hangrogzites_hang_zene_fonograf_fonautograf_jonathan_scott_zenetortenet_tortenelem_edouard_leon_scott.html

https://ng.24.hu/kultura/2008/03/28/hangfelvetel_a_fonograf_elotti_idokbol/

A szerkezet tölcsére összegyűjtötte a hangot. Egy vékony hártya rezgésbe jött. A hártyához kapcsolt tű mozgott. A tű egy kormozott felületre vonalat rajzolt. A hang láthatóvá vált. A fonautográf azonban nem tudta visszajátszani a hangot.

A vonalat nézni lehetett. Mérni. Tanulmányozni. De meghallgatni nem. Legalábbis akkor ezt gondolták. Több mint száz évvel később kutatók digitalizálták a fennmaradt fonautogramokat, és számítógéppel hanggá alakították a rajzolt rezgéseket.

Az egyik, 1860-ban készült felvételen az Au clair de la lune dallama hallható.

Gyenge. Torz. Szinte kísérteties. De emberi hang. Olyan ember hangja, aki úgy készített hangfelvételt, hogy életében soha nem hallhatta vissza. Kevés ennél különösebb történet van az információ tárolásának történetében. Az információ ott volt a hordozón. Csak még nem létezett a megfelelő technológia a visszaolvasásához.

> *Ismét ugyanahhoz a problémához jutottunk, mint a hieroglifáknál vagy a régi számítógépes adathordozóknál.*
>
> *Az információ megőrzése és az információ hozzáférhetősége két külön dolog.*

„Mary had a little lamb”

1877-ben Edison egy másik kérdést tett fel.

Ha a hang rezgése egy tűt mozgat, és a tű nyomot hagy egy felületen, vajon a folyamat megfordítható-e? Mi történik, ha a tűt újra végigvezetjük ugyanazon a nyomon? A barázda mozgatja a tűt. A tű rezgésbe hozza a membránt. A membrán a levegőt. És a hang ismét megszólal.

Az elv szinte meghökkentően egyszerű. Edison 1877-ben elkészítette fonográfját, majd 1878-ban szabadalmat kapott a találmányra. A történet szerint Edison ezt mondta a tölcsérbe: „Mary had a little lamb…" Majd visszaforgatta a hengert. A gép megszólalt. Próbáljuk meg elképzelni a pillanatot.

1877-et írunk. Senki nem hallott még hangfelvételt. Minden hang, amelyet életünkben hallottunk, valós időben keletkezett. Ember beszélt. Hangszer szólt. Harang kondult. Állat adott hangot.

Aztán egy gépből megszólal egy hang, amely már megtörtént. Nem valaki utánozza. Nem kottából újrajátssza. A múlt hangja szól. Az idő először beszélt vissza. A hang fizikai nyoma.

A fonográfhenger felületén barázda futott. A hang rezgései megváltoztatták ennek a barázdának az alakját. A hang tehát fizikai formát kapott.

Egy szó.

Egy nevetés.

Egy hegedűhang.

Mindegyik másképpen rezegtette a levegőt. És mindegyik más nyomot hagyott. Ez az analóg rögzítés lényege. A tárolt jel folyamatosan követi az eredeti jel változását.

A levegő nyomása változik. A membrán mozgása változik. A tű helyzete változik. A barázda alakja változik. Nincs betű. Nincs kód. Nincs szám. A hang fizikai változásainak megfelelő fizikai változás jön létre a hordozón. A hang anyaggá válik.

A henger problémája: Edison fonográfja működött. De információtechnikai szempontból komoly problémája volt. A henger nehezen sokszorosítható. Ismét felbukkan a füzetünk egyik vezérmotívuma:

nem elég tárolni az információt — másolni is tudni kell.

> *Az írás, a kép és a hang rögzítése meglepően ugyan azt az utat járta be: kezdetben csak egy példány készült, nehezen másolható majd megjelentek az új technikák a sokszorosításra: könyvnyomtatás, fotó negatív eljárás, gramofon lemez.*

Ha egy zenész előadását sok emberhez akarjuk eljuttatni, sok példányra van szükség.

A hengerek gyártása és másolása bonyolult volt. A hangrögzítésnek szüksége volt a maga Gutenbergjére.

A hang Gutenbergje

Tíz évvel Edison fonográfja után Emile Berliner 1887-ben szabadalmaztatta gramofonját.

Berliner nem hengert használt, hanem korongot.

A barázda spirálisan futott a lemez felületén. A tű oldalirányú mozgása követte a hang rezgéseit. A korong alak önmagában is praktikusabb volt. A lemezek egymásra helyezhetők. Könnyebben tárolhatók.

De a valódi előny ismét a másolás volt.

Az eredeti hangfelvételből köztes gyártási lépésekkel olyan préselőforma készülhetett, amellyel sok, lényegében azonos lemezt lehetett előállítani.

Egy énekes egyszer énekelt.

Egy zenekar egyszer játszott.

A felvételt egyszer rögzítették.

De ezrek, később milliók hallgathatták.

Berliner azt tette a hanggal, amit Gutenberg a szöveggel. Sokszorosíthatóvá tette. A hasonlat természetesen nem tökéletes. De információtörténeti szempontból nagyon találó. A gramofonlemez nemcsak hanghordozó. A hang ipari sokszorosításának eszköze.

A halottak hangja

A hangrögzítés egészen új kapcsolatot teremtett az idővel. Korábban ismerhettük történelmi személyek arcát.

Festményekről.

Szobrokról.

Később fényképekről.

De nem tudtuk, hogyan beszéltek.

Milyen volt a hangjuk. Gyorsan vagy lassan beszéltek? Milyen volt a hangsúlyuk? Nevettek-e beszéd közben?

A hangfelvétel valami rendkívül személyes dolgot őrzött meg. A hang ugyanis nemcsak információt közöl. Azt is elárulja, ki beszél. A hang egyszerre üzenet és személyes azonosító. Ma meghallgathatunk több mint száz éve elhunyt embereket.

Nem olvassuk a szavaikat. Ők mondják ki. Legalábbis ezt érezzük.

A hangrögzítés ezért talán még a fényképnél is erősebben kelti a jelenlét illúzióját.

Egy régi fényképen valaki mozdulatlan. Egy régi hangfelvételen megszólal. Mennyi hang fér egy lemezre? A hangrögzítés története ettől kezdve részben ugyanarról szólt, mint minden információtárolás története.

Hogyan férjen több információ kisebb helyre?

A korai lemezek néhány percnyi hangot tároltak oldalanként. Ez meghatározta a zenét is.

Egy hosszabb művet több lemezoldalra kellett bontani. A hallgató felállt. Lemezt cserélt. Megfordította. Folytatta.

1948-ban megjelent a mikrobarázdás, hosszan játszó(LP, Long Play) lemez.

A magyar származású Goldmark Péter Károly és a CBS fejlesztőinek munkája nyomán a 33⅓ fordulat/perc sebességű LP lényegesen hosszabb játékidőt kínált.

Az 1948-ban bemutatott LP még monó volt. A kereskedelmi sztereó hanglemezek később, az 1950-es évek végén terjedtek el.

A sztereó hanglemez fejlődésének főbb mérföldkövei

1931 (Az alapok): Alan Blumlein brit mérnök (az EMI-nél) szabadalmaztatta a sztereó hangrögzítés elvét, beleértve a máig használt mikrofontechnikát. Ő javasolta először a barázda mindkét oldalának modulálását.

1950-es évek (Kísérletek): Megkezdődtek az első kísérleti sztereó rádióműsorok. A térhangzást gyakran úgy próbálták elérni, hogy a rádió két külön sávját (AM és FM) használták a bal és a jobb csatorna sugárzására.

1957 (A Westrex rendszer): A Westrex cég kifejlesztette a 45/45-ös eljárást (más néven „V-barázda” rendszert). Ezzel a módszerrel mindkét csatornát egyetlen barázdába tudták préselni úgy, hogy a barázda két oldalfala külön-külön tartalmazta a bal és a jobb oldali hanginformációt.

1958 (Kereskedelmi megjelenés): A Columbia Records és a London Record Co. bemutatta az első, nagyközönség számára is elérhető sztereó LP-ket. A lejátszáshoz már speciális sztereó hangszedőre volt szükség.

1960-as évek vége – 1970-es évek: A sztereó hanglemez végleg kiszorította a monó (egysávos) lemezeket, és a sztereó hangzás a szórakoztató elektronika, a rádiózás és a filmipar globális szabványává vált

A technológia lényege

A monó hanglemezeken a tű csak vízszintes irányban mozog. Ezzel szemben a sztereó hanglemezeken a tű egyszerre mozog oldalirányban és függőlegesen is a barázdában. Ez a szimultán mozgás (a 45/45-ös szögben álló barázdafalak letapogatása) teszi lehetővé, hogy a lejátszó szétválassza a két csatornát, megteremtve a bal és jobb hangszórók közötti zenei teret.

Az izgalom az 1930-as években kezdődött, de a zenekedvelők csak az 1950-es évek végén vásárolhatták meg saját sztereó lemezjátszóikat és sztereó hanglemezeiket. Az 1970-es évekre már sok egyetemi hallgató és zenerajongó rendelkezett sztereó rendszerrel: lemezjátszóval, egy rádióerősítővel és egy pár hozzáillő hangsugárzóval. A többféle technikai kísérlet ellenére, ami a sokcsatornás jelátvitelt illette, valahogy megmaradt a kétcsatornás sztereó hangzás.

A lényeg azonban változatlan. A barázda finomabb lett. A fordulatszám csökkent. Több hang fért ugyanakkora felületre. Nőtt az adatsűrűség.

Pontosan ugyanaz a folyamat, amelyet később a mágneslemezeknél, merevlemezeknél és félvezető memóriáknál látunk.

Bakelit, ami nem bakelit

A köznyelvben gyakran „bakelitlemeznek” nevezzük a hanglemezt.

A modern mikrobarázdás lemezek azonban jellemzően PVC-alapú vinilből készülnek, nem bakelitből.

A „bakelit” név mégis velünk maradt. Ismét egy nyelvi kövület. Mint a QWERTY.

Mint a „tárcsázni” szó a nyomógombos és érintőképernyős telefonok korában.

A technika megváltozik. A nyelv néha tovább őrzi az eltűnt technológiát.

A hang láthatatlanná válik

> *Érdekes határt húzhatunk a könyv és a fénykép után. Ezeknél az értelmezést közvetlenül az ember végezhette, nem kellett semmilyen szerkezetet közbeiktatni. A könyvet elolvastuk, a fényképet megnéztük. Ezt egy átmeneti állapot követte: a hanglemezen látjuk a barázdákat, de kell egy lejátszó eszköz. A filmen látjuk a képkockákat, de kell e vetítő gép. A mágneses hang és képrögzítés során már mindez láthatatlanná válik. A mai számítástechnika korában már az adathordozót sem látjuk (felhő), viszont egyre összetettebb infrastruktúra szükséges az értelmezéshez.*

A hanglemezen a hang nyoma látható.

Ha megfelelő fényben nézzük a barázdát, még a sűrűbb és ritkább részek különbségeit is észrevehetjük.

A 19. század végén azonban megjelent egy másik gondolat. Mi lenne, ha a hangot mágneses állapotok formájában tárolnánk?

Valdemar Poulsen mágneses hangrögzítő eljárását az 1890-es évek végén dolgozta ki. 1900. november 13-i szabadalom telegrafon nevét említi.

Az elv ismét elegáns. Egy mágnesezhető anyag mozog az elektromágnes előtt. A hang elektromos jellé alakul. Az elektromos jel változtatja a mágneses teret. A hordozó különböző részei különböző mágneses állapotba kerülnek. Lejátszáskor a folyamat megfordul. A mágneses jel elektromos jellé válik. Az erősítő és a hangszóró ismét hangot hoz létre. A hang nyoma többé nem barázda.

Nem látjuk. Nem tapintjuk. Az információ láthatatlan állapotváltozásként rejtőzik az anyagban.

Ezzel új korszak kezdődött.

A hang törölhetővé válik

A mágneses hangrögzítés egyik legnagyobb újdonsága nem a hangminőség volt, hanem a törlés.

Egy hanglemez barázdáját nem lehet egyszerűen „visszacsinálni”. A mágnesszalag azonban újramágnesezhető. Felveszünk valamit. Letöröljük. Másikat veszünk fel. A hordozó és az információ kapcsolata lazábbá vált. Ez nagyon fontos fordulat.

Az agyagtábla jelei fizikailag bele vannak nyomva az agyagba.

A könyv betűi a papíron vannak.

A hanglemez barázdája a lemez alakja.

A mágnesszalag viszont ugyanaz a tárgy marad akkor is, ha teljesen más információt tárolunk rajta.

A hordozó újra felhasználható. A számítógépes adattárolás egyik alapvető tulajdonsága jelenik meg.

Az információ már nem a tárgy maradandó formája, hanem annak megváltoztatható állapota.

> **A magyar hangrögzítés történetéből nem hagyhatjuk ki a Budapesti Rádiótechnikai Gyár, vagyis a BRG nevét és Jánosi Marcell munkásságát.**

A magnetofon a 20. század második felében különleges szerepet kapott.

A hanglemez elsősorban kész tartalmat adott. Megvettük. Hazavittük. Meghallgattuk. A magnetofon azonban rögzíteni is tudott. A család hangját. A gyerek első szavait. Egy rádióműsort. Zenét. Beszélgetést.

A hangrögzítés beköltözött az otthonokba. A mikrofon előtt többé nem csak híres énekesek és politikusok álltak. Bárki megszólalhatott. Bárki megőrizhette a hangját. Ez ugyanaz a demokratizálódás, amelyet a Pajtás fényképezőgépnél láttunk. A technika akkor változtatja meg igazán a társadalmat, amikor kikerül a szakemberek kezéből.

A hang leválik a hordozóról

A hangrögzítés történetének következő nagy fordulata a digitalizálás.

Az analóg hang folyamatosan változik. A digitális rendszer időről időre megméri a jel pillanatnyi értékét. Mintát vesz. Számot rendel hozzá. Majd a következő pillanatban újra mér. A hang számsorrá válik.

Ez elsőre különösnek tűnik. Hogyan lehet egy hegedű hangja szám? Egy ember nevetése? Egy madár éneke?

Pedig ha a mérést elég gyakran és elég pontosan végezzük, a számsor alapján a hang nagyon jó közelítéssel újra létrehozható.

A hang ezzel végleg elszakadt eredeti fizikai hordozójától.

Ugyanaz a digitális hang lehet CD-n. Merevlemezen. Memóriakártyán. Telefonon. Adatközpontban.

Rádióhullámon továbbítva. A hang többé nem a barázdában vagy a szalag mágneses rétegében lakik.

Adat lett.

De mit veszítettünk?

A digitális hang tökéletesen másolható. Az ezredik másolat elvileg bitről bitre azonos lehet az elsővel. Nincs szalagzaj. Nincs lemezkopás. Nincs minden másolási lépésnél újabb minőségromlás. Információtechnikai szempontból ez óriási győzelem.

Mégis érdekes, hogy a hanglemez ismét népszerűvé vált. Nem feltétlenül azért, mert „jobb” hangot ad. Erről az audiofilek végtelen vitákat folytathatnak.

Talán azért is, mert a lemez tárgy. Van mérete. Súlya. Borítója. Oldala. Barázdája. Rituáléja. Kivesszük. Letöröljük. Feltesszük. Leengedjük a tűt.

Talán hasonló okokból nem tűnt el a könyv a könyvolvasók korában.

A digitális hangnak nincs saját alakja. Egy MP3-fájl kívülről ugyanolyan bitek sorozata, mint egy fénykép, egy levél vagy egy számítógépes program. A jelentést már nem a hordozó formája mutatja meg.

Az információ láthatatlanná vált. Talán ezért ragaszkodunk néha a régi hordozókhoz. Nemcsak a rajtuk tárolt információt szeretjük. Hanem azt is, hogy látjuk és megérinthetjük az emlékeink helyét.

Az írás a gondolatot őrizte meg;
A fénykép a fény nyomát;
A hangrögzítés pedig először magát az időbeli eseményt fogta meg.

És közben van egy másik, nagyon fontos fejlődési sor:

zenegép → utasítást tárol
fonográf → fizikai rezgésnyomot tárol

magnetofon → anyagállapotot tárol
digitális hang → számokat tárol

10. A mozdulat megőrzése

A kép, amely megmozdult

A fényképezés egyik legnagyobb hiányossága éppen a legfontosabb tulajdonsága volt.

Megállította az időt. Egyetlen pillanatot örökített meg. Ez óriási előrelépés volt a festészethez képest. De amikor egy régi fényképet nézünk, óhatatlanul felmerül bennünk a kérdés:

Mi történt előtte? És mi történt utána?

Mosolygott?

Beszélt?

Elindult?

Csak egyetlen pillanatot látunk. A valóság azonban folyamatos.

Az ember ezért természetes módon vágyott arra, hogy ne csak a pillanatot, hanem **magát a mozgást is megőrizhesse.**

A mozgás illúziója

Érdekes módon a film sem valódi mozgást rögzít. Ugyanúgy állóképeket készít, mint a fényképezőgép. Csakhogy nem egyet. Hanem másodpercenként huszonnégyet, huszonötöt, harmincat, vagy még többet. Az emberi szem és az agy ezeket már nem különálló képeknek érzékeli. A mozgás élménye megszületik.

Valójában tehát a film **időben rendezett fényképek sorozata.**

Nem maga a valóság kerül a hordozóra, hanem olyan jelek, amelyekből az agy újra felépíti azt.

A pillanatból történet lett

A fénykép megőrizte egy ember arcát. A film megőrizte az életét.

Először láthattuk, hogyan jártak dédszüleink. Hogyan játszottak a gyerekek. Hogyan dolgoztak a munkások. Hogyan hömpölygött egy száz évvel ezelőtti utca.

A mozgókép nem egyszerűen több információt őrzött meg.

Új dimenziót adott az emlékezetnek.

A némafilm

A legkorábbi filmek még némák voltak. Láttuk az embereket. Nem hallottuk őket. A mozi különös világ volt. A zongorista vagy a zenekar a vetítőteremben játszott. A hang nem a filmen volt. Hanem mellette. Érdekes módon a mozi és a gramofon hosszú ideig külön utakon fejlődtek. Az egyik a látványt, a másik a hangot őrizte.

A kép és a hang újra találkozott

A hangosfilm megszületése nem egyszerű technikai fejlesztés volt.

Két, addig külön fejlődő információtípus egyesült. A kép és a hang.

Most először ugyanaz az ember ugyanabban a pillanatban beszélt, mozgott, mosolygott.

A hang visszatalált a képhez

A mozgókép első évtizedei némafilmek voltak. A nézők látták a szereplőket, de nem hallották a hangjukat. A mozikban zongorista vagy kisebb zenekar kísérte a vetítést, a fontosabb párbeszédeket pedig feliratok közvetítették.

Már a film születésének idején felmerült az igény, hogy a mozgóképhez hang is társuljon, de a két technika pontos szinkronizálása hosszú ideig megoldhatatlan feladatnak bizonyult.

A Vitaphon rendszer egy hanglemezről játszotta le a hangot, szinkronban a filmmel.

https://hte.hu/hu/technikatorteneti-evfordulok/-/hir/100-eve-tortent-1925-ben-szuletett-meg-a-vitaphone-az-elso-sikeres-hangosfilm-rendszer

A fordulatot az 1920-as évek végén a hang optikai (de nem digitális!) rögzítése hozta: a hangot a filmszalagra fényváltozások formájában vitték fel, így kép és hang mindig együtt maradt.

1927-ben mutatták be **A dzsesszénekes (The Jazz Singer)** című filmet, amelyet a filmtörténet az első sikeres hangosfilmként tart számon. Bár a film nagy része még némafilmes eszközökkel készült, néhány megszólaló jelenete óriási hatást gyakorolt a közönségre. A hangosfilm néhány év alatt teljesen átalakította a filmgyártást.

A változás nemcsak technikai volt. A színészeknek meg kellett tanulniuk mikrofon előtt játszani, a stúdiókat hangszigetelni kellett, a mozikat új vetítő- és hangberendezésekkel szerelték fel, és megszületett egy új művészeti forma, amelyben a kép, a beszéd, a zene és a hangeffektusok egységet alkottak.

Kevés ország mondhatja el magáról, hogy a mozgókép fejlődésében annyi kiemelkedő alkotója volt, mint Magyarországnak.

A Fox Movietone híradók operatőrei között több magyar szakember is dolgozott, a hollywoodi hangosfilm gyors fejlődésében pedig jelentős szerepet játszottak magyar

származású filmesek, köztük **Zukor Adolf**, a Paramount Pictures alapítója, valamint **Kertész Mihály (Michael Curtiz)** és **Korda Sándor (Alexander Korda)**, akik a hangosfilm korszakának meghatározó rendezői és producerei lettek.

A hangosfilm újabb lépést jelentett az információ megőrzésének történetében. A fénykép a pillanatot őrizte meg, a film a mozgást, a hangosfilm pedig először tette lehetővé, hogy egy esemény **képét, mozgását és hangját egyszerre** rögzítsük. A valóság egy újabb dimenziója vált megőrizhetővé.

Ez óriási változás volt. Nem egyszerűen filmet néztünk. **Jeleneteket éltünk át.**

A televízió

A film megőrizte a múltat. A televízió először tette lehetővé, hogy ugyanazt az eseményt emberek milliói szinte ugyanabban a pillanatban lássák.

Az információ történetében ez újabb fordulópont.

A távíró gyorsabbá tette a hírt, a rádió hallhatóvá tette, a televízió láthatóvá is.

A világ egyre kisebb lett.

A rádió már lehetővé tette, hogy az emberek egyszerre hallják ugyanazt a hírt vagy koncertet, függetlenül attól, hogy hol élnek. A televízió ezt egy új dimenzióval bővítette: **a hang mellé a kép is megérkezett.**

Ez alapvetően megváltoztatta az információ terjedését. Az emberek többé nem csupán hallottak egy történelmi eseményről – láthatták is azt. A Holdra szállás, olimpiai közvetítések, királyi esküvők vagy világpolitikai események egyszerre jutottak el emberek százmillióihoz.

A televízió nem egyszerűen új technikai eszköz volt. Először tette lehetővé, hogy egy egész társadalom **ugyanazt az eseményt ugyanabban a pillanatban élje át.**

A televízió fejlődése ugyanakkor nem egyetlen feltaláló munkája volt, hanem sok kutató évtizedeken át tartó fejlesztéseinek eredménye. Ebben a történetben a magyar mérnökök és fizikusok is kiemelkedő szerepet játszottak.

Magyarok a televízió történetében

Tihanyi Kálmán már 1926-ban szabadalmaztatta teljesen elektronikus televíziós rendszerét. Legjelentősebb felismerése az úgynevezett **töltéstárolás elve** volt: a kamera fényérzékelője nem azonnal továbbította a jelet, hanem rövid ideig „összegyűjtötte” azt, jelentősen növelve az érzékenységet. Ez a modern televíziós kamerák egyik alapelve lett.

Munkáját ma a televíziózás történetének egyik mérföldköveként tartják számon. Szabadalmait több országban is bejegyezték, és későbbi fejlesztések épültek rá.

Tihanyi Kálmán töltéstárolási elve azért különleges, mert ugyanaz a gondolat – a fény által létrehozott töltés rövid idejű felhalmozása – ma is ott él a digitális kamerák CCD és CMOS képérzékelőiben. Vagyis amikor ma mobiltelefonnal fényképezünk vagy videózunk, annak működésében is felfedezhető egy közel száz évvel ezelőtti magyar mérnöki ötlet. Ez szép példája annak, hogyan élnek tovább a nagy találmányok a modern technikában.

A színes televízió kialakulásában szintén jelentős szerepet játszott **Goldmark Péter Károly**, aki a CBS kutatójaként dolgozta ki az első működő színes televíziós rendszerek egyikét. Bár az általa alkalmazott mechanikus színváltó rendszer végül nem vált világméretű szabvánnyá, kutatásai fontos lépést jelentettek a színes televíziózás fejlődésében.

A televízió története tehát jól példázza, hogy egy új technológia megszületéséhez nem egyetlen zseniális ötlet elegendő. Számos kutató, mérnök és feltaláló munkája épült egymásra, míg végül létrejött az a rendszer, amely ma a világ szinte minden otthonában megtalálható.

Több lett, mint információ

A televízió új korszakot nyitott az információ történetében.

Az írott sajtó elmesélte az eseményeket.

A rádió hallhatóvá tette őket.

A televízió **jelenlétté** változtatta őket.

A néző úgy érezhette, mintha maga is ott állna a stadionban, a parlament előtt vagy egy távoli ország utcáján.

Ez volt az első lépés afelé, amit ma **immerziónak** nevezünk: a technika nemcsak közvetítette a valóságot, hanem egyre inkább bevonta a nézőt is.

A videó forradalma

A film sokáig a stúdiók világa maradt, majd az amatőr filmezésben jutott el a családokig. A videó ezt egyszerűbbé és szélesebb körben hozzáférhetővé tette. A családok már nemcsak fényképeket készítettek. Könnyedén megörökíthették a gyermek első lépéseit, az esküvőt, a nagyszülők hangját, egy karácsonyt, egy nyaralást.

A videó, a film után lehetővé tette, hogy a hétköznapi ember **saját életének történetét is mozgóképen őrizhesse meg.**

A kamera mindenki zsebébe került

Ma már külön videokamerára sincs szükség. Telefonunk folyamatosan nálunk van. Egyetlen érintéssel 4K felbontású videót készítünk.

Sőt, a készülék egyszerre filmez, fényképez, hangot rögzít, helyadatot tárol, dátumot, időt, sőt gyakran azt is, hogy merre nézett a kamera.

Egyetlen felvételhez ma sokkal több információ tartozik, mint egy egész filmtekercshez száz évvel ezelőtt.

Az emlékezet új dimenziója

Ha végignézzük az eddigi fejlődést, különös mintázat rajzolódik ki.

Az írás megőrizte, **mit gondoltunk.**

A fénykép megőrizte, **mit láttunk.**

A hangfelvétel megőrizte, **mit hallottunk.**

A film megőrizte, **hogyan változott az időben.**

A videó pedig egyesítette a képet, a hangot, a mozgást és az időt.

A valóság egyre teljesebb másolatát kaptuk.

De itt sem álltunk meg

A film még kívülről mutatta a világot. A virtuális valóság már körülvesz bennünket.

A filmet nézzük. A VR-ben jelen vagyunk. És ezzel ismét új korszak kezdődött.

Az ember már nemcsak megőrzi a valóságot. **Belép a saját maga által létrehozott világba.**

IV. rész, Amikor a gépek olvasni kezdtek

11. A lyuk, amely gondolkodni kezdett

Lyukkártya, Jacquard, Hollerith.

Első pillantásra nehéz elképzelni egyszerűbb információhordozót egy darab kartonnál.

Nincs benne mozgó alkatrész. Nincs elektromosság. Nincs mágneses réteg. Nincs fényérzékeny anyag. Csak papír. És lyukak.

Mégis ez az egyszerű tárgy vezetett el a zenegépektől a szövőszékeken és a népszámláláson át a számítógépekig.

A lyukkártya történetének lényege ugyanis nem maga a lyuk, hanem egy felismerés: az információt két állapot különbsége is hordozhatja.

Van lyuk. Nincs lyuk.

Igen. Nem.

Egy. Nulla.

A számítógépek egész digitális világa végső soron hasonló gondolatra épül.

Amikor a lyuk még zenélt

Az előző fejezetben már találkoztunk a mechanikus zenegépekkel. A zenélő henger bütykei meghatározták, melyik hang mikor szólaljon meg. Később a hengert lap vagy szalag válthatta fel. A lyuk egy mechanikus kart engedett át. A kar működésbe hozott egy sípot vagy más szerkezetet. Ahol nem volt lyuk, nem történt semmi.

A lyuk, utasítássá vált. Ez fontos különbség a fonográfhoz képest.

A fonográf barázdája a hang fizikai változásait követi. A lyukkártya nem hasonlít a zenére. Ha ránézünk, nem látjuk rajta a dallamot. Csak lyukakat. A jelentéshez gép kell. A gép „tudja”, mit jelent a lyuk helye. Ez már nagyon közel áll ahhoz, amit ma kódolásnak nevezünk.

A jel önmagában nem az információ. A jel és a jelentés közötti szabály együtt hordozza az információt.

Egy lyuknak nincs jelentése

Képzeljünk el egy papírlapot.

Fúrjunk rá egy lyukat.

Mit jelent? Semmit. Lehet egy hang. Egy szám. Egy betű. Egy ember neme. Egy szövőszék utasítása. Egy számítógépes program része.

A lyuk jelentését nem maga a lyuk határozza meg. A rendszer határozza meg.

Ha megegyezünk abban, hogy egy adott helyen lévő lyuk az „A” betűt jelenti, akkor a gép A betűként értelmezheti. Ha egy másik gép ugyanazt a pozíciót egy számként értelmezi, akkor szám lesz belőle. Ez ma teljesen természetesnek tűnik. Egy bit önmagában szintén nem jelent semmit.

A 01000001 lehet az A betű kódja. Lehet a 65-ös szám. Lehet egy képpont fényességének értéke. Lehet egy hangminta része. Az adat jelentését az értelmezés adja.

A lyukkártya története ezért sokkal több, mint egy régi számítógépes adathordozó története. Ez annak a története, hogyan tanultuk meg elválasztani a jelet a jelentéstől.

A szövőszék, amely programot kapott

A 18. századi textilipar egyik legnehezebb feladata a bonyolult minták szövése volt.

A szövőszéken hosszanti láncfonalak futnak.

A minta létrehozásához mindig pontosan meg kell határozni, mely fonalakat kell felemelni és melyeket lent hagyni. Egyszerű mintánál ez kezelhető. Bonyolult mintánál rendkívül összetett feladat.



Joseph Marie Jacquard a 19. század elején olyan rendszert tett széles körben használhatóvá, amely összekapcsolt lyukkártyák segítségével vezérelte a szövőszéket.

A kártyán lévő lyukak meghatározták, mely fonalak mozduljanak.

A következő kártya a következő műveletet írta elő. Majd a következő. És a következő. A kártyasorozat utasítások sorozata volt. A gép végrehajtotta őket. Ha másik mintát akartunk szőni, nem kellett átépíteni a szövőszéket. Elég volt kicserélni a kártyákat. Álljunk meg ennél egy pillanatra.

Ugyanaz a gép más feladatot végzett, ha más utasítássorozatot kapott.

Ez a programozható gép egyik alapgondolata. A gép a hardver. A kártyasorozat a program.

Természetesen Jacquard szövőszéke nem számítógép. Nem számolt. Nem hozott döntéseket általános algoritmusok alapján. De egy alapvető gondolat már megjelent: a gép működését az eszköztől elkülönített, cserélhető információ vezérelheti.

A Jacquard-kártyák hatása messzebbre jutott a textiliparnál. Charles Babbage a 19. században általános célú számológép, az Analytical Engine megépítését tervezte. Babbage gépe soha nem készült el teljes egészében. A terve azonban elképesztően előremutató volt.

A gépnek lett volna számolóegysége, memóriája, adatbevitele, kimenete.

És lyukkártyákkal vezérelt programja.

Babbage ismerte a Jacquard-rendszert. A textilminta helyére matematikai műveletek kerültek.

A lyukkártya többé nem azt mondta: emeld fel ezt a fonalat, hanem például azt: végezd el ezt a műveletet.

A szövőszék mintát készített. Babbage gépe számítási eredményt készített volna.

Az alapgondolat azonban rokon. A gép lépéseit előre rögzített utasítások vezérlik. Ada Lovelace ezt a gondolatot talán még messzebbre vitte. Felismerte, hogy ha egy gép megfelelő szabályok alapján jeleket képes feldolgozni, akkor elvileg nem feltétlenül csak számokkal foglalkozhat.

Ha a jelek zenét jelentenek, zenével. Ha betűket, szöveggel. Ez a gondolat a 19. század közepén szinte felfoghatatlanul modern volt. A számítógép ma pontosan ezt teszi.

Nem „tudja”, hogy fényképet dolgoz fel.

Nem „hallja” a zenét.

Nem „olvassa” a regényt úgy, mint mi.

Adatokat kezel. Mi adjuk meg, hogy az adatok mit jelentenek. Amikor az emberekből lyukak lettek

A lyukkártya következő nagy szerepe már nem a gépek vezérlése volt. Hanem az emberek adatainak tárolása.

1880-ban az United States népszámlálása hatalmas mennyiségű adatot termelt.

Név.

Életkor.

Nem.

Családi állapot.

Foglalkozás.

Lakóhely.

A népesség gyorsan növekedett. Az adatok kézi feldolgozása egyre lassabbá vált.

Felmerült a félelem, hogy a következő népszámlálás adatait már nem sikerül feldolgozni, mire elérkezik az újabb.

Herman Hollerith különös megoldást dolgozott ki. Az ember tulajdonságait lyukakká alakította.

A kártya meghatározott helyei különböző adatokat jelentettek.

Férfi vagy nő.

Életkor.

Családi állapot.

Más jellemzők.

A megfelelő helyen lyukat ütöttek.

Egy ember. Egy kártya.

A kártya maga lett az adatrekord. Ez nagyon fontos pillanat az információ történetében. Az ember először vált tömegesen géppel feldolgozható adattá. Természetesen korábban is készültek nyilvántartások.

Adólisták.

Népességjegyzékek.

Katonai összeírások.

De ezeket emberek olvasták.

Hollerith kártyáit gép olvasta.

A gép, kérdéseket tett fel az adatoknak

Hollerith rendszere elektromos érintkezőkkel érzékelte a lyukakat.

Ahol lyuk volt, az áramkör záródhatott.

A gép számlált.

Hány férfi?

Hány nő?

Hány ember tartozik egy adott korcsoportba?

Hányan élnek egy meghatározott területen?

A kártyákból statisztika lett. Ez újabb nagy fordulat. Korábban az információt azért tároltuk, hogy később elolvassuk. Most azért is tároltuk, hogy géppel feldolgozzuk. A tárolt adat többé nem passzív emlék. Műveleteket lehet végezni rajta.

Számolni.

Rendezni.

Csoportosítani.

Keresni.

Az adattár kérdezhetővé vált. Ez a mai adatbázisok egyik ősi előzménye. Amikor ma egy számítógépes rendszerben megkérdezzük: Hány hetven év feletti ember él egy adott településen?

Ugyanazt az alapvető dolgot tesszük, amit Hollerith rendszere. Adatokat tárolunk strukturált formában.

Majd feltételt adunk.

A gép kiválasztja a megfelelő rekordokat.

A technológia összehasonlíthatatlanul fejlettebb.

A gondolat meglepően hasonló.

A kártya, amelyből vállalat született

Hollerith vállalkozása később más cégekkel egyesült.

Ebből a vállalati fejlődési vonalból jött létre az IBM.

Az IBM története nem a személyi számítógéppel kezdődött. Nem a merevlemezzel. Nem is az elektronikus számítógéppel, hanem azzal a problémával: hogyan lehet nagyon sok adatot gyorsan feldolgozni? Az információ feldolgozása iparággá vált. Nyolcvan oszlop.

A 20. század számítástechnikájának egyik jellegzetes tárgya a 80 oszlopos lyukkártya lett.

Egy kártya 80 karakter tárolására volt alkalmas.

Nyolcvan.

Ma ez alig több egy rövid mondatnál. A most olvasott bekezdés sem férne rá egyetlen kártyára.

Egy program több száz vagy több ezer kártyából állhatott. A kártyákat sorrendben kellett tartani.

Egy dobozban.

Egy kötegben.

Gyakran filctollal átlós vonalat húztak a kártyacsomag oldalára. Ha néhány kártya rossz helyre került, a vonal törése segített megtalálni a hibát.

És létezett a számítástechnika egyik klasszikus rémálma. A leejtett kártyacsomag. Több száz kártya szétszóródik a földön. A program még ott van. Egyetlen bit sem veszett el. Csak a sorrend.

És sorrend nélkül az információ jelentése megváltozhat. Ez ismét fontos tanulság.

Az információhoz néha nemcsak az adatok tartoznak hozzá, hanem az adatok rendje is.

Egy könyv lapjai is értelmetlenek lehetnek, ha összekeverjük őket.

Egy film kockái. Egy hangfelvétel mintái. Egy számítógépes program utasításai. A sorrend maga is információ.

A program, amelyet meg lehetett fogni

A lyukkártyás korszakban a számítógépes program fizikai tárgy volt. Volt súlya. Vastagsága. Helyet foglalt. Egy nagyobb programot dobozban lehetett vinni.

Ha átadtuk valakinek a kártyacsomagot, fizikailag átadtuk neki a programot.

Ez ma már szokatlan gondolat.

A népszámlálás, amelynek adatai majdnem eltűntek

Az 1890-es amerikai népszámlálás a modern adatfeldolgozás egyik nagy sikertörténete volt.

Herman Hollerith lyukkártyás gépei bebizonyították, hogy emberek tízmillióinak adatait gépek segítségével lehet rendszerezni és statisztikailag feldolgozni.

A történetnek azonban van egy különös utóélete.

Az eredeti népszámlálási ívek szinte teljesen elvesztek.

1921 januárjában tűz ütött ki Washingtonban abban az épületben, ahol a Census Bureau iratanyagának egy részét tárolták. A tűz és főként az oltáshoz használt nagy mennyiségű víz súlyosan megrongálta az 1890-es népszámlálás fennmaradt dokumentumait.

A történet azonban nem ért véget a tűzzel.

A károsodott iratok egy része még évekig megmaradt, de akkoriban nem létezett a mai értelemben vett egységes levéltári rendszer az amerikai szövetségi dokumentumok megőrzésére. A National Archives csak 1934-ben jött létre.

Az 1890-es népszámlálás megmaradt iratainak jelentős részét végül selejtezésre jelölték, és később megsemmisítették.

Csak töredékek maradtak fenn.

A történetben van valami különös irónia.

Az emberiség egyik első nagy gépi adatfeldolgozási vállalkozása sikeresen feldolgozta az adatokat – de nem tudta megőrizni őket az utókornak.

A statisztikai eredmények fennmaradtak. Tudjuk, hogy az Egyesült Államok lakossága 1890-ben **62 979 766 fő** volt.

De ha ma valaki azt szeretné megtudni, pontosan mit jegyeztek fel 1890-ben valamelyik őséről, az esetek túlnyomó többségében már nem találja meg az eredeti népszámlálási lapot.

Ez fontos különbség: **az információ feldolgozása és az információ megőrzése két külön feladat.** A digitális korban hajlamosak vagyunk azt hinni, hogy amit egyszer adatként rögzítettünk, az már meg is marad.

Pedig egy merevlemez meghibásodhat.

Egy fájlformátum elavulhat.

Egy szolgáltatás megszűnhet.

Egy adatbázis törlődhet.

Egy adathordozó olvashatatlanná válhat.

A technológia változott.

A probléma nem.

Az adat csak akkor marad fenn, ha valaki gondoskodik a megőrzéséről.

A mai programok láthatatlanok. Fájlok. Adatfolyamok. Felhőből letöltött bitek.

A lyukkártya idején azonban az információ és a tárgy kapcsolata még nagyon erős volt.

A programot le lehetett tenni az asztalra. Talán ezért is olyan érdekesek ma a régi lyukkártyák egy gyűjteményben. Egy laikus számára kartondarabok. Aki ismeri a történetüket, annak megfagyott programok.

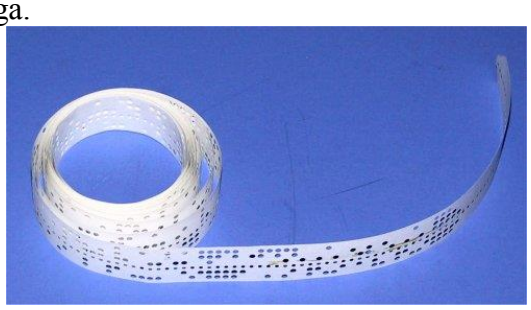
Adatok.

Számítások.

Valaha működő rendszerek maradványai.

A végtelen kártya

A lyukkártyának volt egy kellemetlen tulajdonsága.



Darabokból állt. A kártyák elveszhettek. Összekeveredhettek.

Ha folyamatos információt akartunk tárolni, kézenfekvő volt egy másik megoldás.

Ne vágjuk fel a papírt kártyákra.

Használjunk hosszú szalagot.

A lyukszalag tulajdonképpen végtelen lyukkártya. A lyukak sorban követik egymást. A szalag mozog az olvasó előtt. A gép egymás után érzékeli a jeleket.

A lyukszalag először a korai távíróknál vált jelentőssé. Ez információtechnikai szempontból rendkívül fontos. Korábban az ember közvetlenül kezelte a távírót. Lenyomta a billentyűt. A jel azonnal elindult.

A lyukszalag közbeiktatott egy új lépést. Először tároljuk az üzenetet. Ellenőrizzük. Majd elküldjük.

A kommunikáció és az üzenet létrehozása szétvált. Ugyanezt tesszük ma az e-maillel.

Megírjuk.

Javítjuk.

Elmentjük piszkozatként.

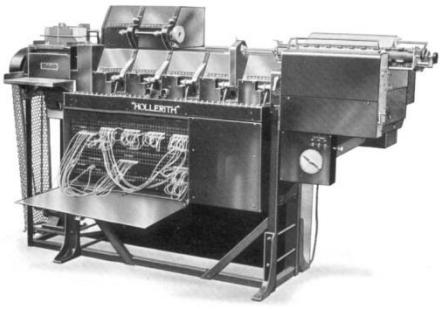
Majd elküldjük.

A lyukszalag ennek egy mechanikus őse.

A gép olvasni kezd

Az írás évezredeken keresztül embernek szólt. Az agyagtábla jeleit ember olvasta. A könyvet ember olvasta. A levelet ember olvasta.

A lyukkártyával valami megváltozott. Az információ címzettje gép lett. A Jacquard-szövőszék olvasta a kártyát. Hollerith tabulátora olvasta a kártyát. A távíró olvasta a lyukszalagot. A számítógép olvasta a programot.



Az ember gyakran már nem is tudta közvetlenül értelmezni a hordozón lévő információt.

Ránézhetett a lyukakra, de gép nélkül nehéz volt megmondani, mit jelentenek.

Ez új probléma. Egy ötezer éves agyagtáblához elvileg elég megtanulnunk az írást. Egy lyukkártyához már tudnunk kell: milyen kódolást használtak? Milyen kártyaformátumot? Milyen gép készítette? Milyen program értelmezte?

Az információ egyre inkább függővé vált az olvasó technológiától.

És ez a probléma a digitális korban csak súlyosabb lett.

Egy lyuk túléli a számítógépet. A lyukkártya lassú. Kevés adatot tárol. Sok helyet foglal. Nem írható könnyen újra. A számítógépek fejlődésével gyorsan elavult.

Olcsó és tartós, de kis kapacitású és lassú. Van azonban egy tulajdonsága, amelyben sok modern adathordozót felülmúl. Ránézünk, és látjuk, hogy van rajta információ. Egy százéves lyukkártyán a lyuk még mindig lyuk. Nem kell hozzá áram. Nem merül le. Nem veszti el mágnesességét. Nem sérül meg egy vezérlőelektronika. Ha ismerjük a kódolást, akár kézzel is megfejthetjük.

Egy mai SSD memórialapkájára nézve semmit nem látunk. Lehet rajta egy család teljes fényképarchívuma. Egy könyvtár. Egy élet munkája. Vagy semmi. Kívülről ugyanúgy néz ki.

Minél nagyobb lett az adatsűrűség, annál láthatatlanabbá vált az információ.

A lyuk öröksége

A lyukkártyák eltűntek a számítóközpontokból. A lyukszalagok is. De az alapgondolatuk velünk maradt. Két megkülönböztethető állapot.

Van jel - Nincs jel

Igen - Nem

Igaz - Hamis

12. Az információ láthatatlanná válik

Mágneses adattárolás.

A lyukkártyán még látjuk az információt. A lyuk ott van. A papír át van ütve. A jel fizikai, egyszerű, szemmel érzékelhető. Ha ismerjük a kódot, akár kézzel is megfejthetjük.

A mágneses adattárolással azonban valami megváltozott.

Az információ többé nem lyuk, nem karcolat, nem barázda, nem nyomtatott betű.

Nem látjuk. Nem tapintjuk. Nem tudjuk puszta szemmel megmondani, hogy egy szalagon, lemezen vagy dob felületén milyen adatok rejtőznek.

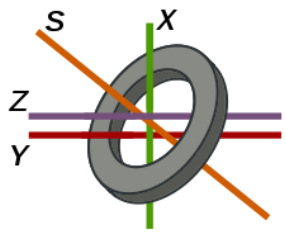
Az információ állapottá vált. Az anyag ugyanott van, ugyanúgy néz ki — de parányi mágneses tartományai másképp rendeződnek.

Egyik irány - Másik irány

Egy - Nulla

A digitális világ láthatatlanul kezdődött el. A memória, amely nem felejtett áram nélkül

A ferritgyűrűs memória (Jay Forrester 1952-es fejlesztése) a korai számítógépek egyik legfontosabb tárolója volt.



Apró, mágnesezhető kerámiagyűrűk rácsában tárolták az információt. A gyűrű mágneses állapota jelentette a bit értékét.

Ez óriási előny volt. A gép kikapcsolhatott. Az áram elmehetett. Az információ nem feltétlenül tűnt el. Az áramjárta vezető mágneses tulajdonságai használhatók ferromágneses anyagok felmágnesezésére, vagy ellenkező áramiránnyal átmágnesezésre. A két különböző állapot lehetősége alkalmassá teszi bináris információk tárolására. A felmágnesezett ferritgyűrű mágneses állapotát a tápfeszültség megszűnése után is megtartja, ezért rendszerösszeomlás esetén sem veszítjük el feltétlenül a tárolt adatokat. Ez óriási előny volt. A ferritgyűrűt a 70-es évek végéig alkalmazták adattárolásra.

A ferritgyűrűs memória ezért különös átmenet volt az ember számára még valamennyire elképzelhető tárgyi memória és a későbbi, szinte teljesen láthatatlan elektronikus tárolás között.

A bit még apró tárgyhoz kötődött. De a jelentése már nem volt látható. A tárgy megmaradt. Az információ rejtőzködni kezdett benne.

A forgó henger emlékezete

A mágnesdob még látványosabb tárgy volt. Gustav Tauschek 1932-es találmánya.

Egy ferromágneses anyaggal bevont fémhenger nagy sebességgel forgott, és rögzített fejek olvasták róla az adatokat. A mágnesdob az informatikában használt, legrégebbi mágneses adattároló eszközök közé tartozik, az 1950-es évek (elektroncsöves) számítógépeinek jellegzetes adattárolója. Egy ferromágneses anyaggal borított fém hengert tartalmaz, amelyet nagy sebességgel forgattak. Erről olvasták le a rögzített fejegységek az adatokat. Megbízható tárolóként használták az első, nagyobb számban gyártott IBM-számítógéphez, az IBM 650-hez éppúgy, mint az első magyar elektronikus számítógéphez, az M-3-hoz (1959), amelynek építését **Dömölki Bálint** irányította.



Az M-3 eredeti mágnesdobja 1 Kiloszó (cca. 4 kilobájt) kapacitású volt. Az MTA Kibernetikai Kutatócsoport egyik vezető munkatársa, **Kovács Győző** megnövelte a mágnesdob memóriakapacitását (1.6 Kiloszó) és 1960-ban új elven működő mágnesdob-vezérlőt tervezett, mely négy dob vezérlésére volt alkalmas. A magyar számítógépipar első exportjaként az M-3 mágnesdobot használták az egyik első román számítógéphez, a MECIPT-1-hez is. Az M–3 eredeti mágnesdobja mindössze néhány kilobájtnyi kapacitású volt. Ma ennyi adat egyetlen apró ikonhoz is kevés lenne. Kovács Győző növelte meg a mágnesdob kapacitását, és új vezérlőt is tervezett hozzá. Mai szemmel ez meghatóan kevés. De akkor ez volt a gép emlékezete.

A mágnesdob szép példája annak, hogy a korai számítógépek memóriája még gépészeti jellegű volt.



Forgott. Zúgott. Melegedett. Helyet foglalt.

A számítógép gondolkodásának ritmusát részben egy forgó henger sebessége határozta meg.

A szalag, amelyben idő lakik

A mágnesszalag más elven vált fontossá. Nem gyors véletlen elérésre született, hanem nagy mennyiségű adat soros tárolására. A szalagot végig kellett tekerni. Az adat egymás után következett rajta. Eleje volt. Vége volt. Olyan volt, mint egy hosszú mondat.

Ezért a mágnesszalag különösen alkalmas lett mentésre, archiválásra, hang- és videórögzítésre, majd számítógépes adatok tárolására is.

Hangrögzítésre a Compact Cassette a legelterjedtebb hangkazetta-szabvány, melyet a Philips dolgozott ki 1963-ban. Később adattárolásra is használták elsősorban személyi számítógépekhez (Commodore, Sinclair stb.).

A szalag egyik nagy erénye, hogy olcsón lehetett rajta sok adatot megőrizni. Ez ma is igaz: nagy adatközpontokban és archívumokban a mágnesszalag nem tűnt el, csak kikerült a hétköznapi szemünk elől.

Ez érdekes fordulat.

A kazettát, orsós magnót vagy VHS-szalagot már nosztalgikus tárgynak tekintjük.

Közben a mágnesszalag technológiája az adatarchiválás világában tovább él.

A régi technika nem mindig hal meg. Néha csak professzionális háttérbe húzódik.

A mágnesszalag típusai:

1951 Remington Rand, UNISERVO 224 KB

1972 3M Quarter Inch Cartridge (QIC) kazettás szalag 20 MB

1977 Commodore datasette (kb. 100 KB oldalanként egy standard 30 perces kazettán)

1984 DEC DLT 94 MB



1987 Sony DAT 2,4 GB

2000 LTO-1, 100 GB

2017 LTO-8, 12 TB

2025 LTO-10, 30-75 TB

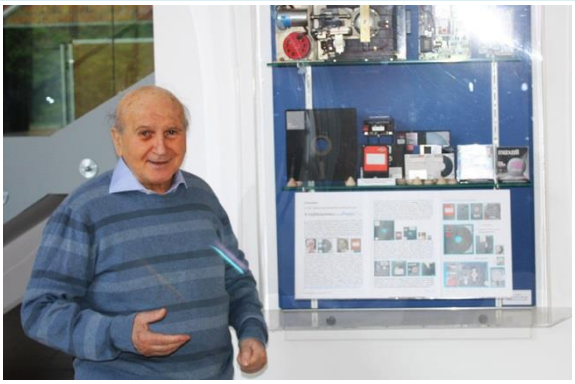
A mágnesszalag mind a mai napig az egyik legolcsóbb és legmegbízhatóbb adattárolási eszköz.

A lemez, amelyet zsebre tettünk

A floppy a személyi számítógépek korszakának jelképe lett. Kicsi volt, könnyű, cserélhető.

Programokat, dokumentumokat, játékokat, iskolai munkákat, leveleket vittünk rajta egyik géptől a másikig.

Jánosi Marcell találmánya egy 3 inches, kemény tokba zárt floppylemez volt, 1973-ban. A körülbelül 7,5 cm-es méret már valóban zsebre való tervezést jelentett, ahogy a merev tok is, hiszen így jobban elviselte a fizikai ráhatásokat.



A meghajtó berendezés (MCD-1) pedig tizede volt méretre az IBM floppynak!



Mivel a BRG nem szándékozott nagyobb tételben gyártani az MCD-1-et és a licenc eladásáról sem tudott megegyezni, ezért a ma ismert 3,5 inches meghajtót a Hitachi, a Matsushita és a Maxell közösen fejlesztette ki.

Ma már csak elvétve találkozhatunk floppy diszkkel.

Az új számítógépekbe már nem szerelnek be floppyolvasó egységet.

A floppy ugyanakkor már a digitális sérülékenység jelképe is.

Egy agyagtábla több ezer évig fennmaradhat. Egy floppy néhány évtized után már komoly kihívás.

Nemcsak az a kérdés, hogy a mágneses réteg megőrizte-e az adatokat.

Hanem az is: van-e még meghajtó? van-e megfelelő kábel? van-e számítógép, amely kezeli?

van-e program, amely értelmezi a fájlt?

A digitális információhoz nem elég megőrizni a tárgyat. Meg kell őrizni a teljes olvasási kultúrát.

A merevlemez és a láthatatlan könyvtár

A merevlemez a mágneses adattárolás egyik legsikeresebb formája lett.



Forgó tányérok.

Mozgó fejek.

Parányi mágneses tartományok.

Egyre nagyobb adatsűrűség.

Egyre kisebb ár.

Egyre több adat.

A merevlemezen már nem egyetlen dokumentumot őrzünk, hanem világokat. Családi fotókat. Leveleket. Könyveket. Zenéket. Filmeket. Programokat. Teljes életműveket.

És közben a hordozó kívülről néma tárgy.

Az első merevlemez az IBM Model 350 volt. A bejelentés 1956. szeptember 4-én történt, mint az IBM 305 RAMAC számítógépes rendszer része. Az 50 darab 24 inches lemez teljes tárolási kapacitása 5 millió karakter volt.

Működési elve a következő: A mágnesezhető lemezen sávokat alakítottak ki, azokat szektorokra osztották, és fenntartottak egyet a tartalomjegyzéknek. Ha a gép keres egy fájlt, megnézi a tartalomjegyzékben, hogy hányadik szektor, oda vezérli az olvasó fejet, és máris betölti a memóriába.



A „winchester” elnevezés az IBM 1973-ban bemutatott 3340-es típusú merevlemezéből ered.

Az IBM fejlesztés alatt álló új merevlemeze két 30 megabájtos egységből állt.

A fejlesztők első elképzelése szerint a cél egy olyan kettős meghajtó elkészítése volt, amelyekre egy-egy 30 Mbyte kapacitású lemezcsomagot kell kifejleszteni. Úgyhogy a projektben a berendezésről csak mint a 30-30-asról beszéltek. A fejlesztő csapat vezetője, ***Kenneth E. Haughton****, aki biztosan értett a fegyverekhez, az anekdota szerint, hallva a 30-30 kifejezést, felkiáltott: „****Ha ez egy 30-30-as, akkor ez egy winchester****!” Az asszociációjának az volt az*

alapja, hogy egy híres winchester töltényt hívtak 30-30-nak. A Winchester Model 1894 puska egyik tölténytípusa hallgatott erre a névre.

Ma már minden merevlemezt winchesternek (vinyónak) nevezünk.

Csatoló felület szerint megkülönböztetünk: MFM, IDE, ATA (PATA), SCSI, SATA rendszereket.



A Compact Flash kártya kompatibilis merevlemezt az IBM fejlesztette ki MicroDrive néven. Ezeket elsősorban digitális fényképezőgépekben alkalmazzák.



Jelenleg még a merevlemez a legelterjedtebb tároló eszköz és már akár 10 TB-os SATA merevlemezt is vásárolhatunk! Ha ránézünk egy merevlemezre, nem tudjuk, mi van rajta. Lehet üres. Lehet rajta egy ember harminc évnyi munkája. Lehet rajta olyan adat, amelyből már nincs másik példány.

A könyv címét látjuk a borítón. A hanglemezen látjuk a barázdát. A lyukkártyán látjuk a lyukat. A merevlemezen semmit.

Az információ elvált az emberi érzékeléstől.

13. Bitek világa

Fontos kiemelni, hogy a mágneses tárolás lehet analóg és digitális is; a digitális adat pedig többféle fizikai hordozón tárolható.

Amikor a memória fény lett

Az első kereskedelmi forgalomban kapható lézerlemez rendszer a piacon 1978 végén jelent meg (akkori nevén Laser videolemez volt ismert) Ez még 11,81 hüvelyk (30 cm) átmérőjű volt.

A lemezek akár 60 perces audio / video anyagot tudtak tárolni mindkét oldalon analóg formában. Az első lézerlemezeken teljesen analóg tartalmat tároltak. Egészen 1958-ig visszamenőleg találtak utalásokat e technológiára.

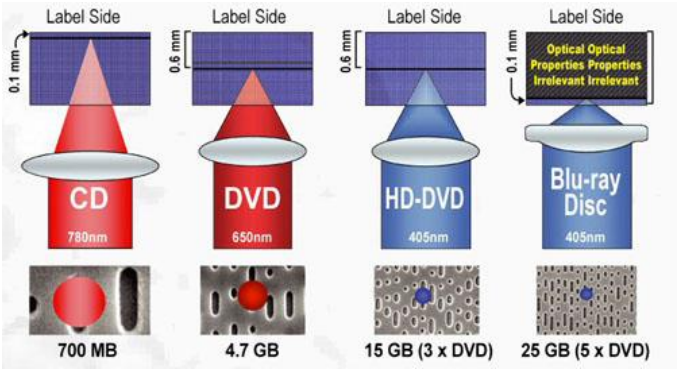


Az optikai tároló rendszerekre jellemző, hogy az írás és olvasás lézersugárral történik. Nevüknek megfelelően optikai

eljárást használnak (fényvisszaverődés, polarizáció, szórás, fénytörés) az adatok írására és olvasására. Az optikai tároló felületén az adatok rögzítésekor kisméretű mélyedéseket hozunk létre, amelyeken a leolvasáskor a lézersugár szétszóródik, míg az adathordozó-réteg eredeti felületéről visszaverődik.

Az első digitális optikai lemez az 1982-ben megjelenő **CD** (Compact Disc) volt. Eleinte főleg zene tárolására használták. A sztenderd méretű CD lemez kapacitása 650-800MB.

A digitális optikai lemezek második generációjának megjelenését a **DVD** kifejlesztése jelentette 1995-ben. Adatsűrűsége a kisebb (650nm) hullámhosszú lézernek köszönhetően jelentősen megnőtt. A hagyományos DVD lemez kapacitása 4,7GB.



A legújabb generációs optikai lemezcsalád, a **Blu-Ray** disc, amelyen már HD minőségű filmek is tárolhatók az 50 GB tárhelyen.

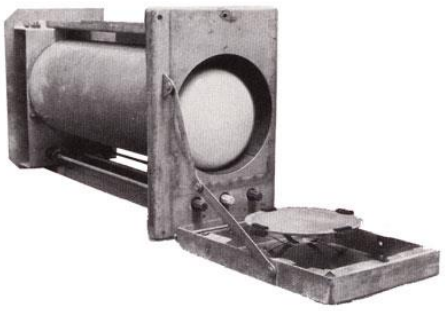
2011-ben adott hírt a General Electric az 500 GB-os optikai adattároló lemez prototípusáról, - az alapjául hologramos technológia szolgál - amit a DVD és a Blu-ray utódjának szánnak, de ez ideig nem került kereskedelmi forgalomba.

A Folio Photonics is dolgozik a fejlesztésen: a Folio Disc nevű megoldásukkal a vállalati adattárolás terén szeretnék megvetni a lábukat, legalábbis első körben. Egyetlen darab ilyen lemez 1 TB, azaz 1024 GB adatot képes eltárolni, ami tízszeres növekedés a Blu-Rayhez képest.

Amikor a memória elektronikus lett

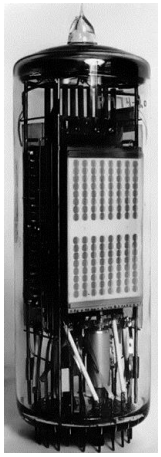
A katódsugárcsöves memória és a későbbi félvezető memóriák újabb lépést jelentettek.

Az első digitális számítógépek memóriarendszereként az 1946-ban **Fred Williams** és **Tom Kilburn** által kifejlesztett katódsugaras memóriarendszereket alkalmazták.



A kapacitásuk 1024 ... 2048 szó volt a hatvanas évek közepéig. Az adatok kiolvasása és beírása tetszőleges sorrendű lehetett az akkoriban szintén használt és elterjedt mágnesdoboktól és szalagoktól eltérően. Rendszerint az üzemi memóriák feladatát töltötték be.

A **szelektron típusú** memória. Ezt a típusú tárolási módot **Jan Rajchman**-nak köszönheti a világ, aki az RCA Laboratóriumában fejlesztette ki 1946-ban. A kifejlesztése Neumann János **IAS gépe** számára történt.

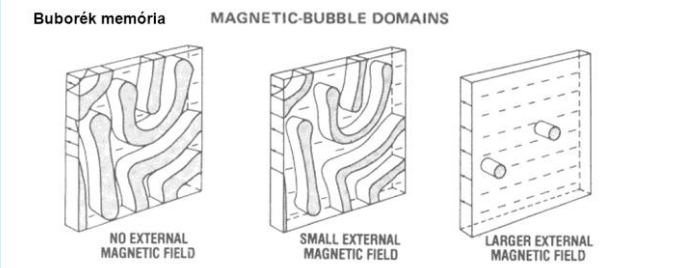


Ezek a megoldások már azt mutatják, hogy a számítógép memóriája nem feltétlenül forgó vagy mozgó eszköz. Lehet elektromos állapot. Töltés. Impulzus. Feszültség.

A félvezető memória világában az információ végképp mikroszkopikus méretű állapotváltozásokba költözik.

A felhasználó ebből semmit sem lát. Csak azt tapasztalja, hogy a gép emlékszik. Vagy egyszer csak nem emlékszik többé.

Buborékmemória



Egy rövidéletű kísérlet. Mágneses tulajdonságú anyagokban, vékonyrétegekben a mágneses domain-ek kb 50-50 %-ban irányulnak az egyik és a másik irányba, azaz, ha felülről „nézzük”, akkor azt „látjuk”, hogy a domain szerkezet egy labirintusszerű mintázatot hoz létre. Ha külső mágneses teret kapcsolunk a lapkára, akkor a mágneses domainek elkezdenek beállni a külső mágneses tér irányába, így a kis labirintus falai elkezdenek összehúzódni. Elérhetünk egy olyan állapotot, ahol már csak néhány domain irányultsága ellentétes a külső mágneses térrel, így „felülről nézve” úgy „láthatjuk”, hogy kis kör alakú alakzat van elszórva a felületen. Ha itt meg tudnunk állni, és stabilizálni a rendszert, akkor lehetőségünk nyílik bináris információ tárolására. Az ellentétes irányultságú kis mágneses domain hengerek jelentik az 1-et, míg a hiányuk a 0-t.

Főleg ott használták ezt, ahol előnyös volt, hogy nem tartalmazott mozgó alkatrészt, de később a merevlemez , a flashmemória, illetve félvezetőmemória a 80-as évek végére teljesen visszaszorította.

Emlékezet mozgó alkatrészek nélkül – a flashmemória és az SSD

A merevlemez forgó tányérok mágneses állapotaiban őrzi az adatokat. A flashmemóriában nincsenek mozgó alkatrészek: az információt apró félvezető cellákban csapdába ejtett elektromos töltés tárolja. A szigetelőréteg megakadályozza, hogy a töltés könnyen elszökjön, ezért az adatok kikapcsolás után is megmaradnak.

Íráskor elektromos feszültséggel módosítják a cellák töltését. Olvasáskor az áramkör érzékeli, hogyan befolyásolja ez a cella vezetőképességét, és ebből állapítja meg a tárolt értéket. Egy cella akár több bitet is őrizhet: ilyenkor több töltésszintet különböztetnek meg.

Ilyen memória működik a pendrive-ban, a memóriakártyában és az SSD-ben is. **A flashmemória a tárolási technológia; az SSD az erre épülő adattároló eszköz**, saját vezérlőelektronikával. A vezérlő szervezi az adatok elhelyezését, javítja a javítható bithibákat, és igyekszik egyenletesen elosztani a cellák használatát.

Mivel nem kell lemezt forgatni és olvasófejet mozgatni, az SSD gyors, csendes és jól viseli a rázkódást. De nem örök életű. Az írás és törlés fokozatosan elhasználja a cellákat, a tárolt töltés pedig idővel változhat. **A kikapcsolva is megmaradó adat még nem jelent korlátlan ideig megőrzött adatot:** az SSD sem helyettesíti a biztonsági másolatot.

A nagy paradoxon. Az információtárolás történetében különös ellentmondás rajzolódik ki. Minél régebbi egy hordozó, annál közvetlenebbül olvasható.

Egy kőfeliratot látunk.

Egy könyvet kinyitunk.

Egy fényképet megnézünk.

Egy hanglemezt megfelelő mechanikus eszközzel megszólaltatunk.

A modern digitális hordozók viszont elképesztő mennyiségű információt tárolnak, de önmagukban szinte semmit sem árulnak el.

Egy SSD-ben nincs látható szöveg. Nincs kép. Nincs hang. Nincs barázda. Nincs lyuk.

Csak állapotok vannak. És azok értelmezéséhez teljes technológiai lánc kell.

Áram.

Elektronika.

Vezérlő.

Fájlrendszer.

Operációs rendszer.

Program.

Kódolás.

Formátum.

Jelszó.

Hozzáférési jogosultság.

A kapacitás növekedésével az olvashatóság egyre inkább technikai civilizációhoz kötődött. Mit kell valójában megmenteni? Amikor régi adathordozókat gyűjtünk, első pillantásra tárgyakat mentünk.

Floppyt.

Merevlemezt.

Kazettát.

Mágnesszalagot.

Lyukkártyát.

De valójában ennél többről van szó. Meg kell menteni az olvasókat is.

A meghajtókat.

A kábeleket.

A programokat.

A kézikönyveket.

A kódolások ismeretét.

A szakemberek emlékeit.

A használat módját.

Mert egy adathordozó önmagában sokszor csak néma tárgy. Az információ nemcsak a hordozón él, hanem abban a kultúrában is, amely olvasni tudja. Ezért fontosak a technikatörténeti gyűjtemények.

Nem egyszerűen régi gépeket őriznek. Hanem az olvasás lehetőségét. A múlt digitális nyelvének szótárát.

Az információ története a látható jelekkel kezdődött.

Kézlenyomat a barlang falán, ékírás az agyagtáblán, betű a pergamenen, Nyomtatott könyv, lyuk a kártyán, barázda a hanglemezen.

Aztán az információ lassan eltűnt a szemünk elől.

Mágneses állapot lett. Elektromos töltés. Optikai jel. Félvezető cella. Felhőben tárolt adat.

Soha nem tudtunk ennyi információt megőrizni.

És talán soha nem volt ennyire nehéz biztosan tudni, hogy valóban meg is marad.

14. A digitális Alzheimer-kór



Miért nem elég eltárolni az adatot?

Ma számtalanszor hallhatjuk, hogy a digitális jó. De a megőrzésben, archiválásban nem feltétlenül jeleskedik. Ezt már mindenki tapasztalhatta, amikor elveszett egy anyaga, elszállt a winchestere. A **digitális Alzheimer-kór** alattomos. Csöndben és folyamatosan törli adatainkat a digitális kor kezdetétől fogva. Hiába rögzítjük mindenünket, weboldalainkat, szövegeinket, a szoftverek és hardverek egyre cserélődnek, és az új rendszerek nem mindig képesek beolvasni a régi dokumentumokat. 5 1/4"-es lemezeinkről már szinte sehol nem tudjuk az adatokat beolvasni, még akkor sem, ha a mágneses réteg megőrizte az információt, ami távolról sem biztos.

Az emberiség történetének talán legnagyobb emlékezetét építettük fel. És közben különös veszélybe kerültünk. Lehet, hogy éppen a legtöbb információt termelő civilizáció felejti el leggyorsabban a saját múltját. Egy ötezer éves agyagtáblát megtalálhatunk a földben.

Letisztítjuk.

Ránézünk.

Látjuk rajta a jeleket.

Lehet, hogy nem értjük őket.

De legalább tudjuk: itt információ van.

Egy harmincéves mágnesszalagra, floppyra vagy merevlemezre nézve ezt már nem tudjuk.

Az adathordozó lehet teljesen ép.

Az információ is lehet rajta hibátlan.

És mégsem férünk hozzá.

Nincs meghajtó.

Nincs megfelelő csatlakozó.

Nincs illesztőprogram.

Nincs operációs rendszer.

Nincs program, amely megnyitja a fájlt.

Nem ismerjük a kódolást.

A dokumentáció elveszett.

Az adat megmaradt — az olvasás képessége tűnt el.

Az UNESCO már 2003-ban arra figyelmeztetett, hogy a digitális örökséget a hardver és a szoftver gyors elavulása is veszélyezteti. Talán ezt nevezhetjük digitális Alzheimer-kórnak.

Az emlékek valahol még léteznek. Csak már nem tudjuk előhívni őket.

Mit kell megmenteni? Első gondolatunk egyszerű lehet. Tegyünk el mindent.

A floppyt.

A meghajtót.

A számítógépet.

A monitort.

A billentyűzetet.

A programot.

A kézikönyvet.

Ha mindent megőrzünk, később is elolvashatjuk az adatokat.

Csakhogy van egy probléma.

A gépek is öregszenek.

A kondenzátor kiszárad.

A gumiszíj elporlad.

A kenőanyag besűrűsödik.

A mágneses fej korrodál.

A lézer gyengül.

Az integrált áramkör meghibásodik.

És vannak alkatrészek, amelyeket már senki sem gyárt.

Egy működő régi számítógép tehát önmagában nem hosszú távú megoldás.

A gépet is karban kell tartani.

Alkatrész kell hozzá.

És ember, aki még tudja, hogyan működik.

Ez utóbbi talán még fontosabb.

A tudás is elavulhat.

A múzeumi út

A régi eszközök megőrzése mégis nélkülözhetetlen. Nem feltétlenül azért, hogy száz év múlva minden adatot eredeti gépen olvassunk el, hanem azért, mert a technológia maga is történelmi forrás.

Egy Commodore 64 emulátoron futó program tartalmát megőrizhetjük. De nem őrizzük meg vele teljesen azt az élményt, milyen volt bekapcsolni a gépet.

A billentyűzet érzését.

A katódsugárcsöves monitor képét.

A floppymeghajtó hangját.

A várakozást.

A gép korlátait.

A program és a hardver kapcsolatát.

A technikatörténethez az eredeti tárgy kell. Ebben a gyűjteményeknek különösen fontos szerepük van. De a múzeumi megőrzésnek van egy természetes határa. Nem tehetjük el a világ minden valaha gyártott számítógépéből, meghajtójából és perifériájából az összes változatot. És még ha eltesszük is őket, nem biztos, hogy működni fognak.

A vándorló információ

A digitális archiválás ezért egy másik elvet követ.

Nem a hordozót próbálja örökké életben tartani.

Az információt költözteti.

Ezt nevezzük migrációnak.

Floppyról merevlemezre.

Merevlemezről szalagos archívumba.

Régi szalagról új szalagra.

Elavult fájlformátumból új formátumba.

Majd később újra, és újra …….

A National Archives and Records Administration digitális megőrzési programja például rendszeresen ellenőrzi az adatok sértetlenségét, évente mintavételes médiavizsgálatot végez, és tízéves médiamigrációs ciklust alkalmaz. A magas kockázatú fájlformátumokra külön migrációs terveket készít

Ez első pillantásra furcsa.

A kőtáblát úgy őriztük meg, hogy nem nyúltunk hozzá.

A digitális adatot úgy őrizzük meg, hogy folyamatosan hozzányúlunk.

A régi világban a megőrzés mozdulatlanságot jelentett. A digitális világban a megőrzés folyamatos mozgást jelent. A digitális információnak vándorolnia kell, hogy életben maradjon.

De minden költözés veszélyes

A migrációnak is van problémája.

Tegyük fel, hogy van egy 1985-ben készült szöveges dokumentumunk.

Átalakítjuk új formátumba.

Majd tíz év múlva újra.

Aztán megint.

Megmarad a szöveg.

De megmarad a betűtípus? A tördelés? A margó? A színek? A beágyazott kép? A képletek? A program különleges működése?

Minden migráció során felmerül a kérdés: mit tekintünk az információ lényegének?

Egy regénynél talán a szöveget.

Egy digitális műalkotásnál lehet, hogy a megjelenítés módját is.

Egy számítógépes játéknál a program mellett a sebességet, a hangot, a vezérlést és a képernyő viselkedését.

A Digital Preservation Coalition ezért különbséget tesz a hordozómigráció és a fájlformátum-migráció között; utóbbi során az adatot egy öregedő vagy elavuló formátumból új formátumba alakítják át. A szervezet arra is felhívja a figyelmet, hogy a megőrzési terv eredménye nem mindig migráció: lehet emuláció vagy alternatív szoftver használata is. Ne költöztessük — építsük újra a világát

Van ugyanis egy másik megoldás.

Az emuláció.

A gondolat egyszerű.

Nem alakítjuk át a régi programot.

Megpróbáljuk újra létrehozni azt a környezetet, amelyben működött.

Egy mai számítógép úgy tesz, mintha régi számítógép lenne.

Utánozza a processzort.

A memóriát.

A grafikus rendszert.

A hangot.

A perifériákat.

A régi program azt „hiszi”, hogy eredeti gépen fut.

A Library of Congress digitális megőrzési szakirodalma az emulációt olyan stratégiaként írja le, amely nem magát a digitális objektumot módosítja, hanem annak eredeti technológiai környezetét próbálja fenntartani vagy újrateremteni.

Ez különösen fontos lehet régi számítógépes programoknál.

Játékoknál.

Interaktív műveknél.

Multimédiás CD-ROM-oknál.

Korai weboldalaknál.

Mert itt nem mindig elég „kimenteni az adatot”.

A viselkedést is meg kell őrizni.

Egy régi számítógépes játék képernyőképei nem őrzik meg a játékot.

Ahogy egy zongora fényképe sem őrzi meg a zenét.

És van egy harmadik út

Szerintem azonban van még egy módszer, amelyről a digitális megőrzés kapcsán túl keveset beszélünk.

Dokumentálni kell! Nemcsak a fájlt kell megőrizni, hanem le kell írni:

mi ez?

ki készítette?

mikor?

milyen gépen?

milyen programmal?

milyen fájlformátumban?

milyen karakterkódolással?

milyen eszköz kell az olvasásához?

milyen átalakításokat végeztünk rajta?

A digitális archiválásban ezt részben megőrzési metaadatokkal oldják meg; a Library of Congress által ismertetett PREMIS-megközelítés éppen azokat az adatokat próbálja rendszerezni, amelyek a digitális objektum hosszú távú megőrzéséhez és kezeléséhez szükségesek.

Másképpen fogalmazva: az információ mellé el kell tenni az információ használati utasítását is. És lehetőleg olyan formában, amely egyszerűbb és tartósabb, mint maga az adat. Az én válaszom: a három módszer együtt

Ha ma egy nemzeti digitális archívumot vagy technikatörténeti gyűjteményt kellene terveznem, nem választanék a módszerek között. Egy háromrétegű emlékezetet építenék:

Eredeti réteg. Megőrizni az eredeti adathordozót, fontosabb gépeket, meghajtókat, programokat és dokumentációkat. Ez a technikatörténeti bizonyíték.

Élő digitális réteg. Az adatokat folyamatosan ellenőrizni, több példányban tárolni, és szükség esetén új hordozóra vagy új fájlformátumba migrálni. A hosszú távú digitális megőrzés szakmai gyakorlata aktív kezelést, sértetlenség-ellenőrzést és az elavulás figyelését kívánja meg.

Tudásréteg. Megőrizni a műszaki leírásokat, kapcsolási rajzokat, forráskódokat, formátumleírásokat, emulátorokat — és az emberek tudását is.

Mert én attól tartok, hogy a leggyengébb láncszem nem feltétlenül az adathordozó, hanem az emberi tudás. Önnek lehet egy működő CP/M-es számítógépe a gyűjteményében.

Meglehet hozzá az eredeti floppy.

A lemez hibátlan.

A gép bekapcsol.

De ha ötven év múlva senki nem tudja, milyen parancsot kell beírni, hogyan működik a lemezformátum, milyen karakterkódolást használt a magyar szöveg, akkor az információ gyakorlatilag elveszett. Minden régi géppel együtt egy kicsi tudásvilágot is meg kell mentenünk.

A digitális Rosette-i kő

Talán a jövő nagy archívumainak szükségük lesz valamire, amit én digitális Rosette-i kőnek neveznék. Egy rendkívül egyszerű, nyíltan dokumentált alaprendszerre.

Megőriznénk benne a számábrázolást.

A karakterkódolást.

Az alapvető kép- és hangformátumokat.

A fájlrendszerek leírását.

A fontosabb processzorarchitektúrákat.

A programozási nyelvek specifikációját.

Az emulátorok forráskódját.

És mindehhez ember által olvasható magyarázatot.

Akár nyomtatva is.

Ez nem tréfa. A digitális világ megmentésének egyik biztosítéka talán éppen az lehet, hogy a legfontosabb tudást analóg formában is megőrizzük.

Képzelje el a jelenetet.

Valaki 2300-ban talál egy 2026-ból származó SSD-t. A meghajtón több millió fájl van.

De az SSD néma.

Mellette talál egy könyvet. A könyv első oldalán ez áll: „Ha ezt olvasod, így kezdj hozzá.”

KÜRT Kft – amikor a lemez meghalt, de az adat túlélte

A számítógépek történetének kezdetén az adathordozó drága volt, az adat pedig viszonylag könnyen pótolható.

Ma gyakran éppen fordítva van.

Egy tönkrement merevlemez néhány tízezer forintért lecserélhető. De lehet rajta egy vállalat könyvelése, egy kutatás eredménye, több év munkája vagy egy család teljes fényképarchívuma.

A lemez értéktelen lehet. A rajta lévő információ felbecsülhetetlen.

Erre a problémára épített különleges magyar szaktudást a KÜRT.

A vállalkozás 1989-ben alakult. Alapjait Kürti Sándor és Kürti János teremtette meg, és tevékenysége kezdetben az adattárolók javításához kapcsolódott. A floppy-, mágneslemez- és merevlemez-javításból azonban fokozatosan egy egészen más szakterület nőtt ki: **nem feltétlenül a meghibásodott eszközt kell megmenteni, hanem a rajta lévő adatot.**

Ez első pillantásra apró különbségnek tűnik. Pedig alapvető szemléletváltás.

Nem a merevlemezt kell megjavítani

Ha egy merevlemez leesik, beázik, elektronikája tönkremegy vagy olvasófeje meghibásodik, a számítógép többé nem tudja elolvasni.

Ez azonban nem feltétlenül jelenti azt, hogy az információ eltűnt.

A mágneses felületen az adatok egy része vagy akár túlnyomó többsége még ott lehet.

A feladat tehát az, hogy a sérült eszközből **annyi eredeti információt nyerjünk ki, amennyi még fizikailag létezik.**

A KÜRT saját meghatározása szerint az adatmentés célja sem a hibás eszköz megjavítása. A sérült hordozó tartalmát működő eszközre igyekeznek átvinni, majd a kinyert adatokból rekonstruálják a használható állományokat.

Ez nagyon szépen megmutatja az információ és hordozó különbségét:

Nem a könyvet restauráljuk, hanem megpróbáljuk megmenteni a szöveget.

Amikor egy bit is számít

A feladat különösen nehéz, mert egy modern merevlemezen óriási mennyiségű adat található rendkívül kis területen.

A hiba lehet mechanikai.

Elektronikai.

Mágneses.

Vagy szoftveres.

A KÜRT megfogalmazása szerint a hardverhiba akár molekuláris léptékű, a logikai hiba pedig akár egyetlen bit szintjén is jelentkezhet.

Az adatmentő mérnöknek ezért egyszerre kell értenie az elektronikához, mechanikához, adattárolási technológiákhoz és a fájlrendszerekhez.

Fizikailag működésre kell bírnia vagy meg kell kerülnie egy sérült rendszert, majd a bitekből újra össze kell raknia a logikai struktúrát:

partíciót, könyvtárat, fájlt, fényképet, dokumentumot.

A fizikai nyomból ismét értelmezhető információt kell létrehoznia.

Az eredetihez nem nyúlunk

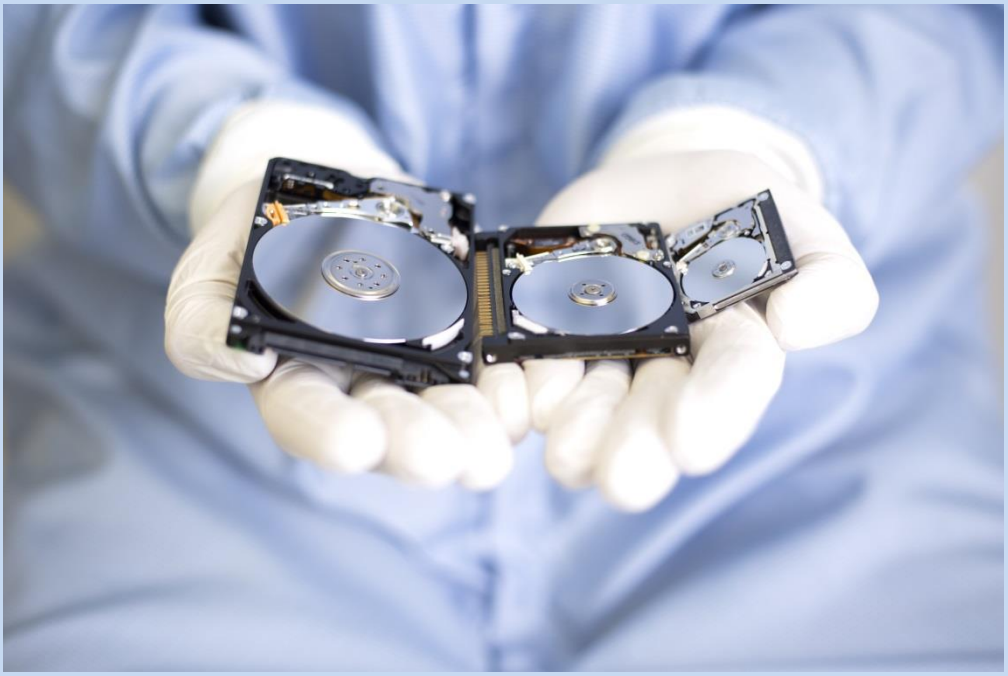
Az adatmentés egyik érdekes alapelve, hogy lehetőség szerint nem az eredeti adathordozón kísérleteznek.

A KÜRT leírása szerint először másolatot készítenek a sérült hordozóról, és a további adat-visszaállítást ezen a munkapéldányon végzik. Így az eredeti állapot megőrizhető.

Ez ugyanaz az elv, amelyet a műtárgy-restaurálásban vagy a régészetben is fontosnak tartunk:

ne semmisítsük meg azt, amit meg akarunk menteni.

Magyar technológia – hungarikum



Forrás: https://www.hungarikum.hu/hu/k%C3%BCrt-adatment%C3%A9s

A KÜRT az évtizedek során saját adatmentési technológiákat fejlesztett ki, és nemzetközi szereplővé vált. A vállalat szerint ma évente közel négyezer adatmentési esettel foglalkoznak, és 2003-ban Németországban is leányvállalatot alapítottak.

A magyar fejlesztésű KÜRT Adatmentés technológiáját **2014-ben hungarikummá nyilvánították**.

Ez azért is érdekes, mert hungarikumként itt nem egy tárgyat őrzünk.

Nem számítógépet.

Nem merevlemezt.

Hanem **tudást**.

Annak tudását, hogyan lehet elveszettnek hitt információt visszaszerezni.

Katasztrófák után



Az adatmentés jelentősége különösen látványosan mutatkozik meg katasztrófák esetén.

Tűz.

Árvíz.

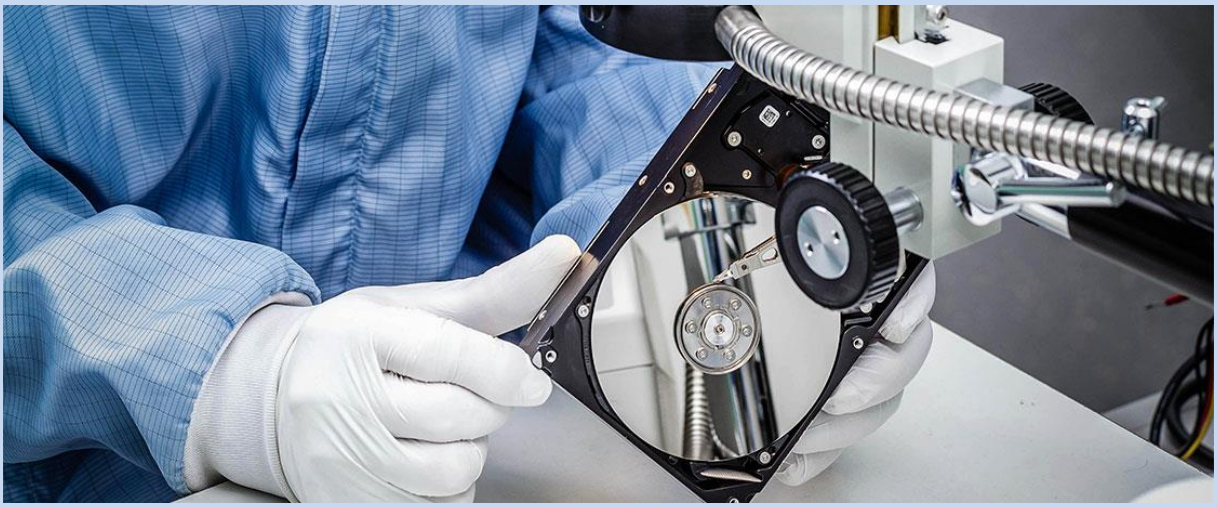
Beázás.

Mechanikai sérülés.

Ilyenkor az információ hordozója súlyosan károsodhat, miközben az adatok egy része még visszanyerhető. A KÜRT jelenleg is foglalkozik többek között tűz- és vízkárt szenvedett adathordozók mentésével.

A cég történetének érdekes epizódja, hogy a 2001. szeptember 11-i terrortámadás után felajánlotta adatmentési kapacitását a károsultak számára.

A hordozó meghalhat, az információ túlélheti



A KÜRT története ezért szerintem sokkal többről szól, mint egy sikeres magyar informatikai vállalkozásról.

Tökéletesen példázza könyvünk egyik alapgondolatát: **az információ és az információhordozó nem ugyanaz.**

Eltörhet a merevlemez. Tönkremehet az elektronika. Meghibásodhat az olvasófej.

A számítógép azt mondhatja: „A meghajtó nem olvasható.”

De ettől az információ még nem feltétlenül szűnt meg létezni.

Csak elveszítettük a hozzá vezető utat.

Az adatmentő feladata pedig tulajdonképpen ugyanaz, mint a régészé, aki egy töredékes agyagtáblát próbál megfejteni: **megtalálni a megmaradt nyomokat, és azokból rekonstruálni az elveszettnek hitt információt.**

Nem az a döntő, hogy az adat megvan-e valahol, hanem hogy képesek vagyunk-e még visszaalakítani értelmezhető információvá.

V. rész, A valóság modellezése

15. A világ másolata

Makettek és modellek.

Az ember mindig is arra törekedett, hogy megértse és uralja a körülötte lévő világot. Ennek egyik leghatékonyabb eszköze a **modellezés:** a valóság egyszerűsített, kicsinyített vagy éppen felnagyított másolatának elkészítése.

A modell valójában az információ különleges hordozója. Nem leírja a valóságot, hanem megjeleníti azt. Egy jól elkészített modellből olyan összefüggések is leolvashatók, amelyeket hosszú szövegek vagy bonyolult rajzok sem tudnának ilyen szemléletesen átadni.

A modellezés története egyidős a civilizációval. Az ókori Egyiptomból ismerünk olyan sírmellékleteket, amelyek házakat, hajókat vagy műhelyeket ábrázolnak. Ezek egyszerre szolgáltak vallási célokat és őriztek meg értékes információkat az akkori életmódról. A középkorban várak és erődítmények makettjei segítették az építkezések megtervezését, a hadmérnökök pedig terepasztalokon modellezték a csaták lefolyását.

A reneszánsz idején Leonardo da Vinci számos gépet először modellként tervezett meg. A XIX–XX. században a hajógyártásban, a repülőgép-tervezésben és az építészetben már nélkülözhetetlenné váltak a méretarányos modellek. A szélcsatornákban repülőgépmodelleket vizsgáltak, a hajómedencékben hajómodelleket teszteltek, így még a valódi építés előtt kijavíthatták a hibákat.

A modellek nemcsak kisebbek lehetnek az eredetinél. A biológiában gyakran sokszorosára nagyított sejtmodellek segítik az oktatást, míg a csillagászatban a Naprendszer méretarányos modelljei teszik érzékelhetővé a bolygók távolságait.

A XX. század második felében a fizikai modellek mellé felsorakoztak a **számítógépes modellek**, majd a **számítógépes szimulációk**. Ma már egy autó ütközését, egy híd terhelését vagy akár az időjárás alakulását is számítógépek modellezik. A digitális modellek előnye, hogy gyorsan módosíthatók, és olyan helyzeteket is kipróbálhatunk velük, amelyek a valóságban veszélyesek vagy rendkívül költségesek lennének.

A modellek azonban mindig leegyszerűsítések. Egy térkép sem tartalmaz minden fát és minden követ, mégis kiválóan használható tájékozódásra. George Box brit statisztikus híres mondása szerint: **„Minden modell hibás, de vannak köztük hasznosak."** A jó modell éppen annyira egyszerű, amennyire lehet, de még elegendő információt őriz meg ahhoz, hogy a valóságot megfelelő pontossággal írja le.

A digitális korszakban a modellezés új szintre lépett. A háromdimenziós CAD-rendszerek, a virtuális valóság és az úgynevezett **digitális ikrek** (Digital Twin) már nem csupán egyszeri másolatok, hanem a valós objektumok folyamatosan frissülő digitális megfelelői. Egy modern repülőgép, gyár vagy akár egy egész város működését valós időben követhetjük digitális másán, így a hibák előre felismerhetők és a fejlesztések kockázat nélkül kipróbálhatók.

A modellezés tehát nem csupán a valóság lemásolása. Olyan információtárolási és információfeldolgozási módszer, amely lehetővé teszi, hogy megértsük a világ működését, előre jelezzük a jövőbeli eseményeket, és még azelőtt kijavítsuk hibáinkat, hogy azok a valóságban bekövetkeznének.

Digitális iker – a XXI. század modellje

Régen a mérnökök fából vagy fémből készítettek maketteket. Ma egyre gyakrabban digitális ikerpárral (Digital Twin) dolgoznak. Ez nem egyszerű 3D rajz, hanem a valódi objektum – például egy repülőgép, szélturbina, gyár vagy akár egy teljes város – folyamatosan frissülő számítógépes másolata. Az érzékelők adatai valós időben érkeznek a digitális modellbe, amely így együtt „él” az eredetivel. Segítségével előre jelezhetők a meghibásodások, optimalizálható az energiafelhasználás, sőt új fejlesztések is kipróbálhatók anélkül, hogy a valódi berendezést veszélyeztetnénk. A digitális iker a makettek több ezer éves történetének legújabb fejezete.

A fizikai kísérlet kockázata csökkenthető, de a hibás modellből eredő téves következtetésé megmarad.

16. A szimuláció kora

Repülőszimulátoroktól a tudományos modellekig.

A modell a valóság egy pillanatképét mutatja. A **szimuláció** ennél többre vállalkozik: megpróbálja utánozni a világ működését, és megjósolni, mi történik bizonyos feltételek mellett. A szimuláció tehát nemcsak azt mutatja meg, hogy **mi van**, hanem azt is, hogy **mi történhet**.

A szimuláció gyökerei messzire nyúlnak vissza. A hadvezérek homokasztalokon játszották végig a csaták lehetséges kimeneteleit, a sakkozók évszázadok óta különböző lépéssorozatokat próbálnak ki fejben, a mérnökök pedig papíron számolták ki egy híd vagy épület várható terhelését. Ezek mind a szimuláció korai formái voltak.

Az igazi áttörést a számítógépek megjelenése hozta. Az 1940-es évektől kezdve már olyan bonyolult rendszerek működését is modellezni lehetett, amelyek emberi számításokkal szinte kezelhetetlenek lettek volna.

A legismertebb alkalmazások közé tartoznak a **repülőszimulátorok**. Egy modern utasszállító pilótája több száz órát tölt szimulátorban, mielőtt valódi gépet vezetne. A számítógép nemcsak a repülőgép műszereit jeleníti meg, hanem a motorok működését, az időjárást, a légáramlásokat, a meghibásodásokat és a vészhelyzeteket is valósághűen utánozza. Így olyan eseményeket is biztonságosan lehet gyakorolni, amelyeket a valóságban rendkívül veszélyes lenne előidézni.



A szimuláció azonban messze túlnőtt a repülésen. Az autógyárak virtuális töréstesztet végeznek, mielőtt elkészülne az első prototípus. A gyógyszerkutatásban molekulák milliárdjainak kölcsönhatását modellezik, hogy megtalálják a leghatékonyabb hatóanyagokat. Az orvosok műtéteket gyakorolnak virtuális pácienseken, a várostervezők pedig számítógépes modellek segítségével vizsgálják a közlekedési dugók vagy az új épületek hatását.

A természettudományokban a szimuláció nélkülözhetetlenné vált. Az időjárás-előrejelzések a légkör fizikai törvényeit leíró egyenletek megoldásán alapulnak. A klímamodellek évtizedekre vagy akár évszázadokra előre próbálják megbecsülni bolygónk jövőjét. A csillagászok galaxisok kialakulását, fekete lyukak összeolvadását vagy a világegyetem fejlődését szimulálják szuperszámítógépeken. A biológusok sejtek működését, a közgazdászok piacok viselkedését, a járványügyi szakemberek pedig fertőző betegségek terjedését modellezik.

A XXI. században a szimuláció új lendületet kapott a mesterséges intelligencia fejlődésével. Az önvezető autók például milliárdnyi virtuális kilométert tesznek meg számítógépes környezetben, mielőtt közutakon közlekednének. A robotok először digitális világokban tanulnak meg járni, tárgyakat megfogni vagy együttműködni egymással, és csak ezután próbálják ki tudásukat a valóságban.

A szimuláció ugyanakkor nem tévedhetetlen. Minden eredménye annyira pontos, amennyire a mögötte álló modell és a rendelkezésre álló adatok azok. Ha hibásak a kiinduló feltételek vagy hiányos a modell, a számítógép is hibás eredményre jut. Ezért a szimuláció nem helyettesíti a valóságot, hanem annak megértését segíti.

A modellek és a szimulációk fejlődése alapvetően megváltoztatta a tudományt és a mérnöki munkát. Egyre több döntést nem a valóságban végzett költséges vagy veszélyes kísérletek, hanem virtuális próbák előznek meg. A szimuláció így a XXI. század egyik legfontosabb információfeldolgozó eszközévé vált: lehetővé teszi, hogy a jövő lehetséges változatait még azok bekövetkezése előtt megvizsgáljuk.

Gondolatkísérlet vagy számítógépes szimuláció?

Albert Einstein híres volt arról, hogy bonyolult fizikai problémákat először képzeletbeli kísérletekkel vizsgált. „Mi történne, ha egy fénysugárral együtt utaznék?” – tette fel a kérdést, és ezekből a gondolatkísérletekből született meg a speciális relativitáselmélet. A modern számítógépes szimuláció tulajdonképpen ennek a módszernek a továbbfejlesztése. Amit Einstein fejben végzett el, azt ma milliárdnyi számítással hajtják végre a szuperszámítógépek. A cél azonban ugyanaz maradt: biztonságosan kipróbálni azt, amit a valóságban nehéz, veszélyes vagy egyenesen lehetetlen lenne megtenni.

17. A virtuális világ

VR, AR és a jelenlét illúziója



Az ember mindig is vágyott arra, hogy ne csak szemlélje a világot, hanem belépjen egy másikba. A barlangrajzoktól a panorámaképeken, a mozifilmeken és a számítógépes játékokon át hosszú út vezetett addig, hogy ma már digitálisan létrehozott terekben sétálhatunk, dolgozhatunk vagy játszhatunk. A virtuális valóság (Virtual Reality – VR) ennek a több ezer éves törekvésnek a legújabb állomása.

A virtuális valóság olyan számítógép által létrehozott környezet, amelyet a felhasználó valóságosnak érzékel. A speciális szemüveg külön képet vetít a két szem elé, miközben érzékelők folyamatosan követik a fej és a test mozgását. Ha elfordítjuk a fejünket, a látvány is ennek megfelelően változik, így az agy azt az érzetet kapja, mintha valóban egy másik térben tartózkodnánk. Ezt nevezik a **jelenlét élményének.**

A virtuális valóság első kísérletei az 1960-as években jelentek meg. Ivan Sutherland amerikai számítógép-kutató megalkotta az első fejre szerelhető kijelzőt, amelyet mérete miatt gyakran „Damoklész kardjának” neveztek. A technológia akkor még kezdetleges volt, de már megmutatta az irányt: a számítógép nemcsak képet jeleníthet meg, hanem teljes környezetet is létrehozhat.

A VR egyik legfontosabb felhasználási területe ma is a képzés. Pilóták, katonák, tűzoltók, rendőrök, orvosok és ipari szakemberek gyakorolhatnak veszélyes helyzeteket anélkül, hogy valódi kockázatot vállalnának. Az orvostanhallgatók virtuális műtéteket végezhetnek, a mérnökök pedig még az építés előtt bejárhatják a készülő gyárat vagy épületet.



A virtuális valóság mellett egy másik technológia is rohamosan fejlődik: a **kiterjesztett valóság** (Augmented Reality – AR). Míg a VR teljesen lecseréli a környezetünket egy digitális világra, az AR megtartja a valódi környezetet, és arra vetít rá digitális információkat. Egy okostelefon vagy speciális szemüveg segítségével megjelenhetnek előttünk útvonalak, feliratok, műszaki adatok vagy háromdimenziós modellek. Az AR-t ma már a gyártásban, a javításban, az oktatásban, a turizmusban és az orvostudományban is alkalmazzák.



A két technológia közötti határ egyre inkább elmosódik. A vegyes valóság (Mixed Reality – MR) egyszerre ötvözi a valós és a virtuális elemeket. Ilyenkor a digitális objektumok már nem egyszerűen a látómezőre vetített képek, hanem úgy

viselkednek, mintha valóban a helyiség részei lennének: eltakarhatják egymást, árnyékot vethetnek, sőt a felhasználó kapcsolatba is léphet velük.

A virtuális világok azonban nem csupán szórakoztatásra szolgálnak. Egyre fontosabb szerepet kapnak az oktatásban, a tudományos kutatásban, az iparban és az egészségügyben. Segítségükkel olyan helyekre is eljuthatunk, ahová a valóságban nem lenne lehetőségünk: bejárhatjuk az emberi testet, végigsétálhatunk egy ókori város utcáin, vagy megfigyelhetjük egy atom szerkezetét.

A virtuális valóság ugyanakkor új kérdéseket is felvet. Hol húzódik a határ a valódi és a mesterséges élmények között? Ha egy digitális világban átélt esemény valódi érzelmeket vált ki, mennyiben különbözik egy valós emléktől? Az emberi agy sokszor ugyanazokkal az idegi folyamatokkal reagál a virtuális élményekre, mint a valódi eseményekre. Ez egyszerre kínál óriási lehetőségeket és jelent komoly felelősséget.

Az információ történetében a virtuális valóság különleges mérföldkő. Korábban az információt olvastuk, hallgattuk vagy néztük. A virtuális világban azonban már **benne vagyunk**. Az információ többé nem csupán közöl valamit a világról – maga válik a megtapasztalható világgá.

Mi az a metaverzum?

A „metaverzum” (metaverse) olyan, egymással összekapcsolt virtuális világok összessége, ahol az emberek avatárok segítségével találkozhatnak, dolgozhatnak, tanulhatnak vagy szórakozhatnak. Az elképzelés nem új: Neal Stephenson 1992-ben megjelent *Snow Crash* című regényében már szerepelt ez a fogalom. A 2020-as évek elején több technológiai vállalat is a metaverzumot tekintette az internet következő fejlődési lépcsőjének. Bár a várakozások egy része túlzónak bizonyult, az ötlet nem tűnt el. A virtuális valóság, a kiterjesztett valóság és a mesterséges intelligencia fejlődésével a metaverzum elemei fokozatosan beépülnek a mindennapi életbe.

VI. rész, Amikor már nem a valóságot őrizzük

18. Amikor a gép segít emlékezni

Az AI és az információ megőrzése

Képzeljünk el egy családi fényképet. A papír megsárgult, a kép megfakult, az egyik arcon karcolás fut végig. A hátoldalon kézzel írt nevek sorakoznak, de néhány betű már alig olvasható. Beszkenneljük, és egy mesterséges intelligenciára épülő program segítségével javítunk rajta. A foltok eltűnnek, az arc élesebb lesz, a felirat egy része megfejthetővé válik.

De vajon mit kaptunk vissza? Az eredeti információt — vagy annak hihető kiegészítését?

Ez a kérdés az AI és a megőrzés kapcsolatának egyik legfontosabb problémája. A technológia segíthet hozzáférni a múlt emlékeihez, miközben észrevétlenül át is alakíthatja őket.

A megőrzött adatot meg is kell találni

A korábbi fejezetekben láttuk, hogy az információ akkor is hozzáférhetetlenné válhat, ha a hordozója fennmarad. De van egy hétköznapibb akadály is: nem tudjuk, hol keressük.

Egy levéltárban iratok milliói sorakozhatnak. Egy múzeum raktárában tárgyak ezrei várhatnak feldolgozásra. Egy családi merevlemezen több tízezer fénykép lehet, ismeretlen fájlnevekkel. Az anyag megvan, mégis nehéz használni.

Az AI segíthet a rendszerezésben. Felismerhet nyomtatott szövegeket, támogathatja régi kézírások átírását, kereshetővé tehet hangfelvételeket, és hasonló képeket vagy összetartozó dokumentumokat csoportosíthat. Így olyan anyagok is könnyebben kutathatóvá válhatnak, amelyek kézi feldolgozása rendkívül sok munkát igényelne.

Az eredmény azonban ellenőrzésre szorul. Egy félreolvasott név vagy évszám rossz helyre kapcsolhat egy dokumentumot. Ha a hibás átírás bekerül a keresőrendszerbe, a kutató éppen azt az iratot nem találja meg, amelyre szüksége lenne.

A javítás és a kiegészítés határa

Egy régi hangfelvételen a beszédet sercegés és háttérzaj fedheti el. Egy fényképen a foltok nehezíthetik az arc felismerését. A digitális feldolgozás javíthatja az érthetőséget, de a beavatkozásnak vannak határai.

Ha a jel még jelen van, csak zajos vagy nehezen érzékelhető, a feldolgozás segíthet kiemelni. Ha azonban egy részlet teljesen elveszett, azt az AI nem tudja pusztán a megmaradt anyagból biztosan visszahozni. Más példákból tanult mintázatok alapján készíthet valószínű kiegészítést.

Egy elmosódott arc helyén így megjelenhetnek éles szemek és felismerhető vonások. A kép természetesnek hat, de nem biztos, hogy az illető valóban így nézett ki. Egy fekete-fehér fénykép kiszínezése is lehet meggyőző anélkül, hogy tudnánk, milyen színű volt a ruha vagy a fal.

A hihető részlet nem feltétlenül megőrzött részlet.

Ezért az eredetit és a feldolgozott változatot együtt érdemes megtartani. Azt is dokumentálni kell, milyen beavatkozás történt, és mely részeket egészítette ki a program. A későbbi kutatónak tudnia kell, hol ér véget a forrás, és hol kezdődik a rekonstrukció.

Új kérdések a régi emlékekhez

Az AI nemcsak egy-egy dokumentum olvasását segítheti. Nagy gyűjteményekben olyan kapcsolatokat is kereshet, amelyek emberi munkával nehezen lennének áttekinthetők.

Ugyanaz a név feltűnhet egy levélben, egy újsághírben és egy fénykép feliratán. Egy régi műszaki eszköz azonosításához összevethetők a katalógusok, a kapcsolási rajzok és a

gyűjteményi fényképek. A rendszer lehetséges összefüggéseket javasolhat, amelyeket a szakértő tovább vizsgálhat.

Ehhez azonban nem elegendő egy gördülékeny válasz. Fontos, hogy vissza lehessen jutni az eredeti dokumentumhoz. Ha az AI azt állítja, hogy egy gépet egy adott évben gyártottak, látnunk kell, melyik katalógus, irat vagy felirat alapján mondja ezt.

Egy összefoglaló megkönnyítheti a tájékozódást, de nem helyettesíti a forrás megőrzését. Kihagyhat részleteket, és más kérdésekre összpontosíthat, mint amelyek az utókort érdeklik majd. Amit ma mellékesnek tekintünk, holnap fontos bizonyíték lehet.

Mit őrizzünk meg az AI munkájából?

Újabb feladatot jelent, hogy a mesterségesen létrehozott tartalmak maguk is korunk emlékei lesznek. Egy generált kép, egy AI-val készült film vagy egy ember és gép közötti beszélgetés elárulhatja, mire használtuk a technológiát, mit vártunk tőle, és hogyan gondolkodtunk róla.

Ezek megőrzésénél az eredet különösen fontos. Egy fényképszerű képről később is tudni kellene, hogy fényképezőgéppel készült, régi felvételből alakították át, vagy teljes egészében generálták. Ha ez az információ elveszik, az utókor könnyen egy meg nem történt esemény dokumentumának tekintheti.

Az AI tehát egyszerre segítője és új feladata a megőrzésnek. Könnyebben olvashatóvá, kereshetővé és értelmezhetővé teheti a múltat, de a beavatkozásait is meg kell őriznünk és meg kell magyaráznunk.

A cél nem az, hogy a múlt emlékei tökéletesnek látsszanak. Az a fontos, hogy az utánunk következők meg tudják különböztetni, **mi maradt fenn, mit következtettünk ki, és mit tettünk hozzá mi magunk.**

19. A valóság és a fantázia határán

Deepfake, generált képek, új világok

Évezredeken keresztül magától értetődő volt, hogy minden képnek, hangnak vagy filmnek létezett valós eredete. A festő ugyan szabadon alkothatott, de a fénykép, a hangfelvétel vagy a film mindig valamilyen megtörtént esemény lenyomata volt. A technikai fejlődés során egyre pontosabban tudtuk rögzíteni a valóságot, ezért ezeknek a felvételeknek különleges hitelt tulajdonítottunk.

A mesterséges intelligencia megjelenésével ez az évszázados kapcsolat meggyengült. Ma már olyan képek, videók, hangfelvételek és szövegek készíthetők, amelyek tökéletesen valóságosnak tűnnek, pedig soha nem léteztek. Az információ többé nem feltétlenül a valóság másolata, hanem önálló alkotássá vált.

A legismertebb példák közé tartoznak a **deepfake** videók. Ezekben mesterséges intelligencia segítségével valós emberek arcát, hangját vagy mozgását ültetik át más felvételekre. Egy politikus elmondhat olyan beszédet, amelyet valójában soha nem mondott el, egy színész

olyan filmben szerepelhet, amelynek forgatásán nem is vett részt, vagy egy történelmi személy „megszólalhat” évszázadokkal halála után.

Hasonló forradalmat hoztak a képgeneráló rendszerek is. Néhány soros szöveges utasítás alapján másodpercek alatt készülhet festmény, fényképnek látszó kép vagy teljesen új művészeti alkotás. A felhasználó olyan világokat is megteremthet, amelyek a valóságban soha nem léteztek: elképzelt városokat, kihalt állatokat, idegen bolygókat vagy történelmi jeleneteket.

A generatív mesterséges intelligencia nemcsak képeket készít. Szöveget ír, zenét komponál, programokat fejleszt, sőt egyre valóság hűbb videókat is előállít. A különböző médiatípusok közötti határok fokozatosan eltűnnek. Egyetlen rövid utasításból teljes történet, illusztráció, narráció és film készülhet.

Ez hatalmas lehetőségeket teremt. A filmkészítők korábban elképzelhetetlen jeleneteket valósíthatnak meg, az oktatásban szemléletesebbé válhatnak a magyarázatok, a tudományban olyan folyamatok jeleníthetők meg, amelyeket közvetlenül nem figyelhetünk meg, a művészek pedig új kifejezési formákat kapnak.

Ugyanakkor új veszélyek is megjelentek. Ha egy fénykép vagy videó már nem bizonyíték, hogyan dönthető el, mi igaz? Hogyan védhető meg valaki attól, hogy hamis felvételt készítsenek róla? Hogyan őrizhető meg a közbizalom egy olyan világban, ahol a látottak és hallottak is manipulálhatók?

A válasz részben technikai. Egyre fejlettebb módszerek készülnek a mesterségesen előállított tartalmak felismerésére, digitális vízjelek alkalmazására és az eredet igazolására. De legalább ilyen fontos az ember szerepe is. A kritikus gondolkodás, a források ellenőrzése és a médiatudatosság minden korábbinál nagyobb jelentőséget kap.

A generált világok nemcsak megtévesztésre használhatók. A számítógépes játékok, a virtuális valóság és a tudományos vizualizációk mind olyan környezeteket hoznak létre, amelyek nem a valóság másolatai, hanem új, önálló világok. Ezekben az ember tanulhat, dolgozhat, alkothat vagy egyszerűen felfedezhet olyan lehetőségeket, amelyek a valóságban nem léteznek.

Az információ történetében ez új korszakot jelent. Hosszú időn keresztül az információ célja a valóság minél hűségesebb megőrzése volt. Ma már ugyanazzal a technológiával teljesen új valóságokat is létrehozhatunk. Az információ többé nemcsak tükrözi a világot, hanem maga is képes világokat teremteni.

Ez a változás nem csökkenti a valóság jelentőségét. Éppen ellenkezőleg: minél könnyebb hitelesnek látszó mesterséges tartalmat előállítani, annál nagyobb értéket képvisel a valóban ellenőrzött, megbízható információ. A jövő egyik legfontosabb feladata ezért nem pusztán az lesz, hogy egyre több információt hozzunk létre, hanem az is, hogy felismerjük, melyik kötődik a valósághoz, és melyik a képzelet szüleménye.

A fénykép mint bizonyíték – egy korszak vége

Amikor a fényképezés a XIX. században elterjedt, sokan úgy tekintettek rá, mint a valóság megkérdőjelezhetetlen lenyomatára. Bár a képek már akkor is retusálhatók voltak, a manipuláció sok időt és szakértelmet igényelt. A mesterséges intelligencia

korában azonban néhány másodperc alatt készíthető olyan kép, amely egyetlen pillanatig sem létezett a valóságban. A mondás, hogy *„hiszem, ha látom”*, már nem elegendő. A digitális korban egyre inkább így fogalmazhatunk: **„Hiszem, ha ellenőrizni tudom.”**

20. Ki olvassa a világot?

Az információ és az értelmezés

A könyv elején láttuk, hogy az információ már jóval az ember megjelenése előtt létezett. A DNS molekulái örökítették át az élőlények tulajdonságait, a növények és állatok jeleket küldtek egymásnak, az ember pedig megtanulta beszéddel, írással és képekkel rögzíteni gondolatait.

Évezredeken át azonban volt egy közös vonásuk ezeknek a rendszereknek: az információ csak akkor nyerte el valódi jelentését, amikor egy élőlény – többnyire egy ember – értelmezte.

Egy könyv a polcon önmagában csupán papír és festék. Egy hangfelvétel csak apró mágneses vagy digitális jelek sorozata. Egy számítógép merevlemezén tárolt adatok is csupán bitek milliárdjai. Az információ jelentése nem magában az adathordozóban rejlik, hanem abban az elmében, amely képes megfejteni.

Ez a felismerés végigkíséri az információ egész történetét. Az írás csak annak mond valamit, aki ismeri az ábécét. Egy kotta csak a zenész számára válik dallammá. Egy térkép csak annak segít eligazodni, aki érti a jelrendszerét. Az információ tehát mindig kapcsolat a jel és az értelmező között.

A digitális korszakban azonban új szereplő jelent meg. A számítógépek már nemcsak tárolják és továbbítják az adatokat, hanem egyre nagyobb mértékben értelmezik is azokat. Felismerik az arcokat, megértik a beszédet, fordítanak nyelvek között, orvosi képeket elemeznek, sőt kérdésekre is válaszolnak. Mintha a gépek is „olvasni” kezdenék a világot.

De vajon valóban értik is azt?

Ez a kérdés ma is vita tárgya. Egy mesterséges intelligencia képes felismerni mintázatokat, összefüggéseket találni és valószínű válaszokat adni. Működésének alapja azonban nem a személyes tapasztalat, az öntudat vagy az érzelmek világa, hanem a korábban megtanult adatok statisztikai elemzése. Ez rendkívül hasznos lehet, de nem feltétlenül azonos az emberi megértéssel.

Az ember számára az információ mindig összekapcsolódik élményekkel, emlékekkel, érzésekkel és célokkal. Ugyanaz a mondat mást jelenthet egy gyermeknek, egy tudósnak vagy egy költőnek. A jelentés nem csupán a szavakban, hanem az értelmező tapasztalataiban is megszületik.

Talán ezért nem elegendő az információ mennyiségének növelése. A digitális korban soha nem látott mennyiségű adat vesz körül bennünket, mégsem biztos, hogy ettől többet értünk a

világból. Az adatokból információ lesz, az információból tudás, a tudásból pedig – remélhetőleg – bölcsesség. Ez a folyamat azonban nem automatikus.

A mesterséges intelligencia korában különösen fontos megkülönböztetni ezt a négy fogalmat. Az adat önmagában még nem mond semmit. Az információ már összefüggéseket hordoz. A tudás lehetővé teszi a cselekvést. A bölcsesség pedig segít eldönteni, mikor és mire érdemes felhasználni ezt a tudást.

Az információ története ezért nem egyszerűen a technikai fejlődés története. Nem a barlangrajzoktól a számítógépekig vezető út a legfontosabb, hanem az, hogy az ember egyre hatékonyabb módszereket talált a világ megismerésére és megértésére.

Ma már olyan gépeket építünk, amelyek képesek segíteni bennünket az információ feldolgozásában. Talán egyszer még jobban is fogják ezt csinálni, mint mi. De hogy milyen kérdéseket teszünk fel, milyen célokra használjuk a tudást, és milyen jövőt szeretnénk építeni, az továbbra is az ember felelőssége marad.

Az információ útja tehát nem ért véget. A barlangrajzoktól a mesterséges intelligenciáig vezető több tízezer éves történet csupán egy hosszú fejlődési folyamat első szakasza. Nem tudhatjuk, mit hoznak a következő évszázadok, de egy dolog bizonyosnak látszik: az információ továbbra is civilizációnk egyik legfontosabb építőköve marad.

És talán ez a történet legfontosabb tanulsága. Az információ önmagában nem bölcs, nem igaz és nem hamis. Csak lehetőség. Jelentést, értéket és célt mindig az ad neki, aki olvassa, megérti és felelősséggel használja.

VII. rész, A jövő emlékezete

21. Mit kell megmenteni?

Adatok, gépek vagy tudás?

A barlang falán fennmaradt egy kéz nyoma több tízezer évig.
Vajon egy mai ember digitális nyomából mi marad meg ugyanennyi idő múlva?

Egy régi számítógép ott áll a múzeumban. Mellette mágnesszalagok, hajlékonylemezek, lyukkártyák. A gépet gondosan megtisztították, a hiányzó alkatrészeket pótolták, még az is lehet, hogy működésre lehetne bírni.

De mit őriztünk meg valójában?

A gépet? Az adatokat, amelyeket valaha feldolgozott? A programokat, amelyek futottak rajta? Vagy azt a tudást, amelynek segítségével mindez értelmet nyert?

Ez a kérdés végigkíséri az információ történetét.

Egy agyagtábla önmagában csak megkarcolt agyag, ha senki sem ismeri az írást, amellyel a jeleket rávésték. Egy könyv sem sokkal több papírnál és festéknél annak, aki nem tudja elolvasni. Egy mágnesszalag pedig különösen reménytelen tárgy, ha nincs hozzá megfelelő meghajtó, számítógép, program és ismeret.

Az információ megőrzése ezért sohasem pusztán az **adathordozó megőrzését** jelenti.

A három réteg

Digitális világunkban legalább három dolgot kellene egyszerre megőriznünk.

Az első maga az **adat**: a szöveg, a fénykép, a hangfelvétel, a mérési eredmény, az adatbázis.

A második az **értelmezés eszköze**. Tudnunk kell, milyen formátumban tárolták az adatot, hogyan kell kiolvasni, milyen program szükséges hozzá. Hiába marad épségben egy lemez, ha ötven év múlva senki sem tudja, mit jelentenek rajta a bitsorozatok.

A harmadik pedig a **tudás**, amely az adatnak jelentést ad.

Egy táblázatban fennmaradhat több millió szám. De ha elveszett annak leírása, hogy mit mértek, milyen módszerrel, milyen mértékegységben és milyen körülmények között, akkor az adatok jelentős része értéktelenné válhat.

Az adat önmagában még nem tudás. A megőrzéshez a jelentést is meg kell őrizni.

A gépet is meg kell menteni?

Van azonban egy különös probléma. Ha minden régi információt mindig új adathordozóra másolunk, akkor az információ talán fennmarad – de eltűnik az a világ, amely létrehozta.

Egy Commodore 64 programját ma emulátorral is futtathatjuk. A képernyőn ugyanazok a pixelek jelenhetnek meg, ugyanaz a zene szólhat. Mégsem egészen ugyanaz az élmény, mint amikor az ember bekapcsolja az eredeti gépet, hallja a floppy meghajtó hangját, vár a betöltésre, és egy korabeli monitor előtt ül. Ezért őriznek a múzeumok nemcsak adatokat, hanem **gépeket is**. A tárgy ugyanis maga is információ. Megmutatja, milyen anyagokból tudtunk építkezni, milyen műszaki megoldásokat választottunk, mit tartottunk fontosnak, és milyen kompromisszumokat fogadtunk el. Egy lyukkártya nemcsak biteket őriz. Egy korszak gondolkodásmódját is. De minden gépet nem menthetünk meg. Minden programot sem. És minden adatot végképp nem.

A digitális világ furcsa paradoxona

Soha nem termeltünk annyi információt, mint ma – és talán soha nem volt ennyire nehéz eldönteni, **mit érdemes megőrizni belőle.**

Családi fényképek milliárdjai készülnek. E-mailek, üzenetek, videók, dokumentumok és weboldalak születnek minden másodpercben. Szerverek és felhők őrzik őket, gyakran több példányban.

Technikailag tehát egyre többet tudunk tárolni. Csakhogy a megőrzés nem azonos a felhalmozással. Egy padlás, amelyre száz éven át mindent feldobáltak, még nem levéltár. Egy merevlemez tele fájlokkal még nem digitális örökség. Ahhoz válogatás, rendszerezés, leírás és időnként új adathordozóra történő átmásolás is kell.

És mindenekelőtt döntés: **Mi az, aminek száz év múlva is lehet jelentése?**

Erre nincs egyszerű válasz. A történelem tele van olyan hétköznapi tárgyakkal, levelekkel, számlákkal és feljegyzésekkel, amelyeket készítőik jelentéktelennek tartottak, a történészek számára azonban évszázadokkal később felbecsülhetetlen forrássá váltak.

A jövő érdeklődését nem tudjuk előre megjósolni.

Nem a tárgy a végső cél

Talán ezért rosszul tesszük fel a kérdést, amikor azt kérdezzük: **adatokat, gépeket vagy tudást kell-e megmenteni?**

Nem vagy-vagy a válasz.

A fontos adatokat meg kell őrizni. A történelmileg jelentős gépekből és eszközökből példányokat kell megmenteni. A programokat dokumentálni és lehetőség szerint működőképes formában fenn kell tartani. De mindezek mögött valami még fontosabbat kell átmenteni: **az értelmezés lehetőségét**. Az emberiség története során újra és újra ugyanazt a feladatot oldotta meg. Jeleket hagyott azoknak, akik már nem lehettek jelen a jel megszületésekor.

A barlang falán egy kéz körvonala.

Az agyagtáblán néhány ék.

A könyv lapján betűk.

A mágnesszalagon mágneses állapotok.

A memóriában bitek.

Más anyag, más technológia – de ugyanaz a szándék:

„Ezt tudtuk. Ezt láttuk. Ezt gondoltuk. Ne vesszen el.”

És itt érkezünk el az információ megőrzésének következő különös fordulatához. Mert miközben egyre több adatot hozunk létre, az adathordozóktól már nem évtizedeket, hanem évszázadokat, sőt évezredeket szeretnénk követelni.

Ehhez pedig lehet, hogy ismét olyan anyagokhoz kell fordulnunk, amelyek sokkal régebbiek a számítógépnél: **az üveghez, a kerámiához – sőt magához az élet információhordozójához, a DNS-hez.**

22. A következő adattárolók

Üveg, kerámia, hologram, DNS

Az adattárolás története tele van különös iróniával.

Egy több ezer éves agyagtábla ma is olvasható. Egy százéves fényképet előveszünk a fiókból, és azonnal látjuk. Egy néhány évtizedes mágnesszalag vagy hajlékonylemez tartalma viszont lehet, hogy már csak komoly technikai erőfeszítéssel menthető meg.

Pedig az utóbbiak összehasonlíthatatlanul fejlettebb technológiával készültek.

A digitális korszak egyik nagy problémája ugyanis nem az, hogy **hogyan tároljunk egyre több adatot**, hanem az is, hogy **hogyan őrizzük meg nagyon sokáig**.

A merevlemezek, SSD-k, mágnesszalagok és optikai lemezek kiválóan alkalmasak a mindennapi használatra. A hosszú távú archiválás azonban más követelményeket támaszt. Itt nem feltétlenül a sebesség a legfontosabb. Egy ezer évre szánt archívum esetében nem tragédia, ha egy dokumentum előkeresése néhány másodperccel tovább tart.

Sokkal fontosabb kérdés: **Meglesz-e még az információ száz, ezer vagy tízezer év múlva?**

Vissza az üveghez

Az üveg ősi anyag. Az ember évezredek óta készíti, de csak a modern technológia tette lehetővé, hogy rendkívül finom szerkezeteket hozzunk létre benne.

Kísérleti adattárolási eljárásokban lézerimpulzusokkal mikroszkopikus változásokat alakítanak ki például kvarcüveg belsejében. Az információ nem festékként kerül a felületre, hanem **magának az anyagnak a belső szerkezetében** jelenik meg.

Ennek nagy előnye lehet a tartósság. Az üveg nem igényel áramot ahhoz, hogy megőrizze az adatot, és megfelelő anyag esetén ellenállhat olyan környezeti hatásoknak is, amelyek egy mágneses vagy elektronikus tárolót gyorsan tönkretennének.

Az elképzelés különösen nagy, ritkán módosított archívumok számára érdekes: könyvtárak, tudományos adatok, kulturális örökség vagy más hosszú távon megőrzendő információ számára.

Itt azonban fontos különbséget tenni a látványos laboratóriumi eredmények és a mindennapi használat között. Attól, hogy egy technológia elvileg rendkívüli adatsűrűséget és élettartamot ígér, még nem biztos, hogy gazdaságosan, nagy tömegben is alkalmazható.

Az adattárolás történetében sok ígéretes technológia jutott el a laboratóriumig – és jóval kevesebb az otthonunkig.

A kerámia visszatérése

Ha valamit nagyon sokáig akarunk megőrizni, meglepő módon az egyik legjobb ötletünk évezredek óta ismert.

Égessük bele egy tartós anyagba.

Az ókori agyagtáblák részben azért maradtak fenn, mert a kiégetett kerámia rendkívül ellenálló. Modern eljárások ugyanezt az alapelvet használhatják, csak az ékírásnál összehasonlíthatatlanul kisebb méretben.

Mikroszkopikus jelek, képek vagy kódolt digitális adatok kerülhetnek kerámiafelületekre. Az ilyen tárolónak nincs szüksége akkumulátorra, mágneses térre vagy folyamatos karbantartásra. Ebben van valami szép.

Az adattárolás egyik lehetséges jövője visszanyúlhat annak egyik legrégebbi múltjához.

Az agyagtáblától a mikrostrukturált kerámiáig több ezer év telt el – az alapgondolat azonban ugyanaz: változtassuk meg tartósan az anyagot úgy, hogy az később is értelmezhető jelet hordozzon.

Információ a térben

A hagyományos optikai lemezeken az információ lényegében egy felületen helyezkedik el. Régóta kutatják azonban annak lehetőségét, hogy az adatokat ne csak egy síkban, hanem **az anyag térfogatában** tároljuk.

Innen származik a holografikus adattárolás gondolata. A holográfia egyik különleges tulajdonsága, hogy fény segítségével térbeli interferenciamintázat rögzíthető fényérzékeny anyagban. Elvileg ugyanabban a térfogatban több különböző adatminta is elhelyezhető, majd megfelelő megvilágítással külön-külön kiolvasható.

A holografikus adattárolás ezért régóta csábító lehetőség: nagy adatsűrűséget és gyors kiolvasást ígér.

De ez egyben jó példa arra is, hogy **nem minden technológiai ígéretből lesz tömegtermék.** A holografikus tárolás évtizedek óta visszatérő szereplője a „következő nagy adattároló” jóslatoknak, miközben a merevlemezek, félvezető memóriák és mágnesszalagok folyamatos fejlődése újra és újra arrébb tolta az áttörését.

Lehet, hogy egyszer fontos szerepet kap. De ma még óvatosabb azt mondani: **ígéretes lehetőség, nem pedig a jelenlegi adattárolók biztos utódja.**

Az élet merevlemeze

Van azonban egy információhordozó, amelynek működését nem az ember találta fel. A természet már évmilliárdokkal előttünk megoldotta az információ nagy sűrűségű tárolását.

Ez a **DNS**.

A DNS négyféle építőeleme – leegyszerűsítve négy „betűje” – segítségével tárolja az élőlények örökletes információját. Ha pedig egy rendszer képes jelek sorozatát tárolni, akkor elvileg nemcsak biológiai információ írható bele.

A digitális bitek megfelelő kódolással átfordíthatók a DNS négybetűs ábécéjére. A létrehozott DNS-molekulákat később szekvenálni lehet, a betűsorozatból pedig visszaállítható az eredeti digitális adat. Így elvileg könyvek, képek, zenék vagy tudományos adatok is tárolhatók DNS-ben. Ennek egyik legnagyobb vonzereje az elképesztő adatsűrűség. Hatalmas információmennyiség férhet el nagyon kis anyagmennyiségben. Megfelelő körülmények között a DNS hosszú időn keresztül is fennmaradhat – ezt maga a régészet és az ősi maradványok genetikai vizsgálata bizonyítja.

De itt sem érdemes túl korán lecserélni a merevlemezt.

A DNS-adattárolás jelenleg sokkal inkább hosszú távú archiválásra képzelhető el, mint napi használatra. Az adatok beírása és kiolvasása biokémiai műveleteket igényel, költséges, és egészen más időléptékben működik, mint egy SSD.

Egy családi fénykép megnyitásához aligha akarunk laboratóriumot működtetni.

Talán rosszul képzeljük el a jövőt

Amikor új adattárolókról beszélünk, könnyű azt gondolni, hogy egyszer majd megjelenik **„a következő merevlemez”**, amely minden korábbi technológiát levált.

Valószínűbb, hogy nem ez történik.

Más tároló kell ahhoz, amit másodpercenként milliószor módosítunk, és más ahhoz, amit ezer évig egyszer sem akarunk megváltoztatni. Más követelményeket támaszt egy telefon, egy adatközpont és egy civilizáció kulturális archívuma.

Lehet, hogy a jövő adatközpontjaiban továbbra is lesznek félvezető memóriák, merevlemezek és mágnesszalagok – mellettük pedig egészen más célokra üveg, kerámia vagy akár DNS.

És talán éppen itt zárul be az adattárolás történetének egyik legszebb köre.

Az első ismert írásos emlékeink egy részét **agyag őrizte meg**.

A legmodernebb hosszú távú adattárolási kísérletek pedig ismét azt kérdezik:

Melyik anyagra bízhatjuk rá az emlékezetünket, ha azt szeretnénk, hogy akkor is megmaradjon, amikor mi már régen nem leszünk itt?

Ez pedig már nem pusztán technikai kérdés. Mert bármilyen tartós adathordozót találunk is, végül el kell döntenünk, **mit írjunk rá**. És ezzel elérkeztünk az utolsó kérdéshez:

23. Mit hagyunk magunk után?

Az emberiség digitális öröksége

Az ember mindig szeretett volna nyomot hagyni maga után. A barlangrajzok készítői valószínűleg nem gondolták, hogy műveiket tízezrek évvel később is látni fogják. Az egyiptomi írnokok papirusztekercsei, a középkori kódexmásolók munkái vagy Gutenberg nyomdájának első könyvei sem a távoli jövőnek készültek. Mégis fennmaradtak, és ma ezekből ismerjük múltunk jelentős részét.

A digitális korban először fordul elő, hogy egyetlen ember élete során több információ keletkezik, mint amennyit korábban egész nemzedékek hagytak maguk után. Fényképek, videók, elektronikus levelek, közösségi oldalak bejegyzései, tudományos adatok, számítógépes programok, műholdfelvételek és mesterséges intelligencia által létrehozott tartalmak milliárdjai születnek nap mint nap.

Paradox módon azonban ez a hatalmas mennyiségű információ sérülékenyebb lehet, mint a kőbe vésett feliratok vagy a pergamenre írt könyvek.

A digitális adatok megőrzése nemcsak az adathordozók élettartamától függ. Legalább ilyen fontos, hogy száz év múlva lesznek-e még olyan eszközök és programok, amelyek képesek elolvasni őket. Egy régi papírkönyvet ma is bárki kinyithat. Egy negyven évvel ezelőtt készült mágnesszalag vagy hajlékonylemez tartalmát azonban már gyakran csak múzeumi berendezésekkel lehet visszaolvasni.

A történelem különös fordulata, hogy miközben minden korábbinál több információt őrzünk meg, egyben minden korábbinál nagyobb a veszélye annak is, hogy ezek jelentős része örökre elveszik. A digitális feledés éppoly valós veszély, mint egykor a könyvtárak leégése vagy a papiruszok pusztulása.

A kérdés azonban nem csupán technikai. Mit érdemes egyáltalán megőrizni? Lehetséges-e mindent eltárolni? Vajon a jövő embere számára fontosak lesznek a mai hétköznapi üzeneteink, fényképeink vagy közösségi oldalaink? Vagy éppen ezekből fogja a legjobban megérteni korunkat?

A mesterséges intelligencia új dimenziót nyit ebben is. Már ma képes óriási adatmennyiségek rendszerezésére, összefoglalására és kereshetővé tételére. Talán a jövő történészei nem poros levéltárakban kutatnak majd, hanem intelligens rendszerekkel beszélgetnek, amelyek segítenek eligazodni az emberiség digitális emlékezetében.

De bármilyen fejletté válik is a technológia, egy döntést nem hozhat meg helyettünk: mit tartunk értékesnek. Az emlékezet nem egyszerűen adatok gyűjteménye, hanem válogatás is. Minden nemzedék eldönti, mit ad tovább az utána következőknek.

Talán ez az információ történetének legfontosabb tanulsága. Az ember mindig azért alkotott új eszközöket, hogy emlékezzen. Az írás, a könyv, a fénykép, a számítógép és a mesterséges intelligencia mind ugyanennek a törekvésnek a különböző állomásai.

Hogy száz, ezer vagy tízezer év múlva mit tudnak majd rólunk, azt nemcsak a technológia dönti el. Hanem az is, hogy ma milyen nyomokat hagyunk magunk után.

Mert végső soron minden korszakot nem az jellemez, hogy milyen eszközöket használt, hanem az, hogy mit tartott érdemesnek megőrizni.

Epilógus

Amikor őseink több tízezer évvel ezelőtt megrajzolták az első bölényt egy barlang falára, aligha gondolhatták, hogy egyszer gépek is olvasni, írni és képeket alkotni fognak. Mégis ugyanaz a törekvés köt össze bennünket velük: szeretnénk megőrizni azt, amit fontosnak tartunk, és átadni azoknak, akik utánunk jönnek.

Az információ története ezért valójában nem a jelek, a könyvek vagy a számítógépek története. Hanem az ember története. Annak a különös lénynek a története, amely képes emlékezni a múltra, megérteni a jelent és elképzelni a jövőt.

Hogy ezt a jövőt már részben mesterséges intelligenciák is alakítják, nem a történet végét jelenti. Inkább egy új fejezet kezdetét.

Először az ember megtanulta megőrizni az információt. Később megtanulta továbbadni. Aztán feldolgozni. Ma pedig olyan eszközöket alkot, amelyek vele együtt új információt hoznak létre.

És talán egyszer majd valaki – ember vagy mesterséges intelligencia – ugyanazzal a kíváncsisággal fogja olvasni korunk emlékeit, ahogyan mi, ma egy barlang falára rajzolt bölényt szemlélünk.

A barlang falára rajzolt bölénytől a mesterséges intelligenciáig vezető út valójában ugyanarról szólt: hogy az ember nyomot hagyjon maga után. A jövő már azt dönti el, hogy ezek közül melyek maradnak fenn.

Az információ történetének következő fejezetét már nemcsak az ember írja. Először jelenik meg egy olyan eszköz, amely maga is részt vesz az információ létrehozásában. Hogy ez hová vezet, azt még nem tudjuk. De a történet tovább folytatódik – immár közös műként.

Ez a könyv nem az információ történetét meséli el, hanem azt, hogyan tanulta meg az emberiség legyőzni a felejtést.

A civilizációt nem az őrzi meg, amit birtoklunk, hanem amit továbbadunk.

Az információ útja nem ért véget. Csak először nem egyedül járjuk.

Egy személyes zárszó

Sokan azt mondják, nem visszafelé kell nézni, hanem előre. Én inkább Churchill mondásával értek egyet:

„Minél messzebbre nézünk vissza, annál messzebbre láthatunk előre."

Vagy, ahogy egy francia könyvtár homlokzatán látható:

"A múltat megismerve, megérteni a jelent és elképzelni a jövőt"

A történelmet és a jelenünket csak folyamatában lehet megérteni. Ennek ismeretében tudjuk elképzelni a jövőnket és elkerülni a múlt hibáit.

E szemléletből kiindulva kezdtem el gyűjteni a régi informatikai eszközöket, dokumentumokat. A műszaki fejlődés rendkívül felgyorsult és ezek a tárgyak, dokumentumok igen gyorsan váltak feleslegessé és kerültek megsemmisítésre.

Úgy éreztem, talán még az utolsó pillanatban sikerült megmenteni belőlük valamit. Az eltelt huszonöt év alatt tekintélyes gyűjtemény ált össze. Gyűjteményemből számos kiállítást rendeztem, amelyek nagy sikert arattak a fiatalok és az idősebbek körében is. Öröm volt látni, hogy a régi technika ugyanúgy felkelti a fiatalok kíváncsiságát, mint azok nosztalgiáját, akik még használták ezeket az eszközöket.

Gyűjteményem megtekinthető a honlapomon: http://retropages.hu

Ma, amikor már magam sem vagyok fiatal, egyre többet gondolok arra, mi lesz ennek a gyűjteménynek a sorsa. Sajnos sok példát láttam arra, hogy egy élet munkája a gyűjtő halála után szétszóródik vagy megsemmisül. Mivel nem sikerült állandó kiállítást megvalósítanom és olyan intézményt sem találtam, amely át tudná venni, igyekszem fiatalabb gyűjtőknek átadni.

De ennél is fontosabbnak érzem az ismeretek továbbadását.

Mert végső soron nem a gépek, a könyvek vagy az adathordozók jelentik az igazi örökséget, hanem az a tudás, amelyet egyik nemzedék a másiknak átad. Ez a könyv is ennek a tudáslláncnak egy apró szeme szeretne lenni.

Bízom benne, hogy lesznek, akik továbbviszik a lángot.

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

Az információ tárolásának története az emberiség történetével egyidős. Ez a könyv időutazás az első barlangrajzoktól a felhőalapú tárolásig. Bemutatja, hogyan őriztük meg emlékeinket kőbe vésve, agyagtáblákon, papiruszon, pergamenen és papíron, hogyan forradalmasította a nyomtatás a tudás terjedését, majd hogyan jelentek meg a mágneses, optikai és végül a digitális adathordozók.

Megismerjük a legfontosabb találmányokat, a technológiai ugrásokat, a magyar vonatkozású eredményeket és azokat az embereket, akik nélkül ma nem létezne a digitális világunk.

Múltunk megértése a jövő kulcsa.


barlangrajzok


agyagtáblák


papirusz


pergamen


nyomtatás


távíró


hangrögzítés


mágneses tárolás


optikai adathordozók


felhő és digitális kor

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



Információ.
Emlékezet.
Tudás.
Együtt jövünk.
Együtt tanulunk.
Együtt haladunk.

ISBN 978-615-01-2345-1
9 786150 123451